제2장 방사성폐기물 관리사업

제1절 개 요

일상생활에서 쓰레기 등의 생활폐기물이 나오고 산업활동에서 콘크리트, 흙 등 산업폐기물이 생기는 것처럼 원자력발전소, 병원 및 연구소 운영중에도 방사성 물질에 의해 오염된 폐기물이 발생한다. 예를 들면 방사선관리구역에서 작업에 쓰였던 작업복, 종이, 기기부품, 공구 등이 있다. 보통은 방사성 물질을 제거해서 재사용 또는 재활용하지만 더 이상 쓸모가 없게 된 대상물을 방사성폐기물이라고 한다. 그러나 그 양은 생활폐기물이나 산업폐기물 등 다른 폐기물에 비해서 그양이 매우 적고 발생되는 곳도 한정돼 있어 격리 및 관리하기가 용이하다.

최근 여론조사에 따르면 일반인들은 원자력발전이 반드시 필요하며, 지구온난화의 주범인 온실가스를 배출하지 않는다는 사실을 깨닫기 시작했으나, 여전히 방사성폐기물이 환경에 심각한 악영향을 미치거나 일반인의 인체에 매우 위해한 것이라는 불안심리를 갖는 등 대중의 이해가 아직도 낮은 편이다. 또한 일반인들은 방사성폐기물 처분의 필요성을 인정함과 동시에 시설 유치혐오도 또한 매우 높아 방사성폐기물 처분장 건설 등 방사성 폐기물의 적절한 관리에 대한 해결책을 찾는데 매우 어려운 상황이 계속되고 있다. 원자력이 1950년대 군사적인 목적의 연구결과물이라는 태생적 이유와, 1960년대 시작된 반핵운동이 방사성폐기물의 처리에 관심을 가지면서 시작되었다는 점, 핵무기에 대한 일반인의 부정적 인식이 확산되는 시기에 원자력의 상업화되어 대중의 이해가 어려운 상황으로 빠지게 되었다. 방사성폐기물에 대한 일반인의 과잉 반응은 과학적인 근거와는 전혀 관계없이 일부 환경단체

와 함께 정치·사회적 목적에 따라 많이 호도되는 경향이 있다.

발생원 및 발생량이 극히 적고, 더구나 타 폐기물과 달리 시간이 지남에 따라 방사능이 감소하는 특징이 있어 공학적인 조치를 통해 인간 및 환경에 전혀 위해가 없도록 관리할 수 있음에도 불구하고 일부에서 방사성폐기물이 혐오 대상으로 인식되고 있는 것은 매우 안타까운 일이다. 이는 유럽 및 일본 등 선진 외국의 처분장 운영 사례에서도 입증되듯이 원전과 마찬가지로 안전을 위주로 관리하는 완벽한 시설임이 우선적으로 재인식되도록 해야 한다.

1970년대 말부터 본격화된 우리나라의 원자력산업은 지난 20여 년간 괄목할 만한 성장을 이룩하여 2001년 말 현재 16기의 원자력발전소가 가동중으로 규모 면에서 세계 6위의 원자력발전 국가로 발돋움하였다. 2001년도 국내 전력수요의 39.3%를 원자력발전으로 충당하고 방사선 및 방사성동위원소의 이용 면에서도 국가산업 발전에 비례하여 산업적 이용이 큰 폭으로 늘어나고 그 이용분야가 더욱 다양화, 고도화되는 추세에 있다.

이처럼 국내 원자력 산업이 확대되면서 방사성폐기물의 안전한 관리 및 최종 처분 문제는 국가적 현안으로 대두되고 있다. 지금까지 국내 원자력 산업에서 생성된 방사성폐기물은 원자력발전소에서 배출되는 사용후연료를 제외하고는 모두 중·저 준위 방사성폐기물이다. 발생원별로는 원자력발전소에서 생성되는 폐기물이 대부분을 차지하고 있으며, 연구용 원자로 및 기타 방사성동위원소 이용기관에서 나머지 방사성폐기물을 발생시키고 있다. 한국수력원자력(주)는 원자력발전소에서 발생되는 방사성폐기물을 원전부지내의 방사성폐기물저장고에 전량 보관하고 있으며, 동위원소폐기물은 한국방사성동위원소협회에서 수거 및 운반하여 한국수력원자력(주)의 대전소재 원자력환경기술원의 전용 저장시설에 보관하고 있다.

1980년대 초 정부는 방사성폐기물의 처리·처분에 관한 기본정책방향을 결정한 바 있다. 제221차 원자력위원회('84. 10. 13)에서 '방사성폐기물 관리대책'을 심의·의결하였는 바 그 주요골자는 "중·저준위 방사성폐기물은 유지처분을 원칙으로 처분시설은 원전부지 외부에 집중식으로 건설한다는 것"이었다.

그 이후 수차례에 걸친 방침 결정과 수정을 통해 한국원자력연구소를 사업기관으로 선정하여 1995년까지 15년간 방사성폐기물 처분장 건설부지 선정에 국가적 노력을 경주해 왔다. 지역주민과 환경단체들의 거센 반발에도 불구하고 지난 1994년 12월에 경기도 옹진군 덕적면 굴업도를 최종 부지로 선정 발표한 바 있으나 이듬해 정밀지질탐사 과정에서 활성단층이 발견됨으로써 굴업도에 대한 시설지구지정을 해제해야 하는 결과를 초래해 사업은 원점으로 돌아갔다.

이에 따라 정부는 방사성폐기물 관리사업을 전면 재검토하게 되었고, 1996년 1월 11일 과학기술자문회의에서 원자력 행정체계를 개편하고 방사성폐기물 관리사업을 사업경험이 풍부한 한전에 맡기는 방안이 검토되어 정부의 관련 부처 협의를 거쳐 제245차 원자력위원회('96. 6. 25)에서 중·저준위 방사성폐기물 처분장 및 사용후핵연료 중간저장시설의 건설 및 관리업무를 원자력연구소에서 한국전력으로 이관하며, 기존의 방사성폐기물관리기금을 폐지한다는 내용을 골자로 하는 조정안을 의결 확정하였다.

따라서 1996년 12월 31일부로 정부 주관 부서는 과학기술부로부터 산업자원부로 변경되고 방사성폐기물 관리사업 수행이 원자력연구소로부터 한전으로 이관됨에 따라 원자력법, 전기사업법 등 관련 부속법령을 정비하였다. 이후 한전은 1997년말 정부에 '방사성폐기물 관리대책(안)'을 제출하였고 정부는 1998년 9월 원자력위원회의 의결을 거쳐 동 대책(안)을 「국가 방사성폐기물관리대책」으로 확정하였다. 동 대책의 기본개념은 "안전하고 효율적인

방사성폐기물관리로 원자력사업의 원활한 추진기반을 구축하는 것으로, 국가책임하에 관리하고, 안전성을 최우선으로 고려하며, 폐기물 발생량을 최소화하고, 소요비용은 발생자가 부담하며, 국민의 신뢰하에 추진하는 것을 기본 원칙으로 하고 있다."

국가 전력산업구조개편정책에 따라 2001. 4월 한전의 발전부분이 6개의 자회사로 나누어지면서 방사성폐기물 관리사업의 책임은 한국수력원자력(주)로 이전되었으며 부지선정의 밀실결정 의혹을 불식시키기 위해서 46개 임해지역 지자체를 대상으로 관리시설 부지자율유치 공모를 시행하였으며, 7개 지역주민이 유치를 청원하였으나 지자체가 이를 수용하지 않음으로써 자율유치신청이 이루어지지 못하였다.

정부와 한국수력원자력(주)는 관리시설 부지 확보를 위한 방식을 사업자 주도방식으로 변경하여 2002년 8월까지 전문기관 용역을 통해 3~4개 후보부지를 도출하고, 2003년 7월까지 후보부지를 선정할 계획이다.

제 2 절 사용후 연료 관리

1. 저장관리

사용후연료는 그 속에 포함된 핵분열생성물 때문에 원자로에서 꺼낸 이후에도 오랜 기간 동안 방사선과 열이 발생한다. 따라서 발전소에서 근무하는 작업자를 방사선으로부터 보호하고 열을 제거하기 위하여 사용후연료는 발전소 핵연료 건물안의 수조(계속적으로 냉각하는 설비가 갖추어진 붕산수가 가득찬 수조, "사용후연료저장조"라 부른다)에 저장한다. 사용후연료 중간저장시설의 건설이 늦어짐에 따라 상업운전을 시작한지 오래된 각 발전소의

〈표 3-6〉 사용후연료 저장 현황(2001년말)

(단위 : 톤)

구 분	저장용량	누계 발생량	예상 포화년도
고 리	1,737	1,243	2008
월 성	4,807	2,691	2006
영 광	1,696	820	2008
울 진	1,563	631	2007
계	9,803	5,385	-

사용후연료 저장용량을 키우기 위해 이미 울진 1, 2호기, 고리 3호기에 조밀저장대를 교체 및 추가 설치하였으며 1996년에는 고리 4호기에 406다발, 1997년에는 영광 1, 2호기에도 같은 용량의 조밀저장대를 추가 설치하였으며, 2002년 2월에 고리 3호기 기존 저장대를 조밀저장대로 교체 하였다.

최근 해외에서는 물 속에 사용후연료를 저장하는 기술 외에도



〈그림 3-5〉 사용후연료 건식저장소(월성)

콘크리트 또는 납 차폐체 등으로 방사선을 막고 자연순환 공냉시키는 기술을 적용하여 여러 원전 및 중간저장시설을 운영하고 있다. 우리나라에서도 월성원전에 이러한 공기냉각식 콘크리트 구조물 형태의 저장시설을 1992년 및 1998년에 2회에 걸쳐 건설하였으며, 또한 2002년 12월 준공예정으로 건식저장소를 추가 건설중이다.

원전부지내 저장시설은 현재 상태에서는 부지별로 2006~2008년까지 사용후연료를 원전부지내에 저장할 수 있으며, 계속해서 단계적으로 조밀저장대 및 건식저장소 추가설치와 함께 호기간 사용후연료 수송 등을 통하여 중간저장시설이 건설될 2016년까지 부지내 저장할 수 있도록 계획을 수립하고 있다. 2001년 말 현재 사용후연료의 저장관리현황은 〈표 3-6〉과 같다.

2. 중간저장

사용후연료는 방사성폐기물이기는 하지만 쓰고 남은 우라늄과 플루토늄과 같은 유용한 물질이 포함되어 있다. 그래서 영국, 프랑스, 벨기에, 스위스, 일본 등에서는 사용후연료로부터 우라늄과 플루토늄 같은 핵분열성 물질을 추출해서 다시 연료로 제작하여 원자로에 사용하고 있다. 이러한 유용한 물질을 추출하는 과정을 재처리라고 한다. 우리의 경우 미래의 자원이 될 수도 있는 사용후연료를 바로 영구처분할 것인가 아니면 재처리할 것인가에 대한 국가정책이 결정될 때까지는 이를 중간저장하기로 되어 있다. 중간저장시설이 건설되면 발전소 안에 있던 모든 사용후연료는 이 시설로 운송되어 집중 관리될 예정이다. 중간저장시설은 1998년 9월 제249차 원자력위원회에서 확정된 국가 방사성폐기물관리대책에 따라 2016년까지 2,000톤 규모의 시설을 건설할 계획이다.

3. 영구처분

사용후연료는 열이 식을 때까지 충분히 원전부지내 또는 중간저장시설에 보관하다가 지하 깊이 최종처분하는 개념이 세계적으로 널리 인정되고 있다. 이에 따라 일부 국가에서는 이미 암반특성을 연구하는 지하 실험시설을 운영중에 있다. 그러나 다른 한편에서는 회수 가능한 처분 방안 연구가 계속되고 있는데 이는 다음 세대에 더 효과적인 처분방법이 개발될 것이므로 사용후연료를 회수할 기회를 주지 않고 최종처분하는 것은 무모하다고 보는 견해에서 비롯된다. 미국과 같은 나라에서는 사용후연료를 직접 영구 처분할 목적으로 영구처분시설을 2010년대 가동목표로 추진중에 있는데, 지하 수백 미터 아래에 수평터널을 파서 사용후연료를 넣고 밀봉하여 생태계로부터 격리하는 개념이다. 프랑스, 독일, 일본, 영국 등과 같은 나라에서는 재처리하고 남은 고준위 고화체를 2030~2040년대에 영구처분할 예정으로 있다. 우리나라의 사용후연료 영구처분시설도 이 시기에 맞추어 건설되어야 할 것이다. 한국수력원자력(주)은 1983년부터 사업가동에 들어가는 원전에 대해 향후 사용후연료 처분에 소요될 비용을 적립하고 있으며, 이를 매년 발전원가에 반영하고 있다.

해외 각국에서는 사용후연료나, 사용후연료의 누적량이 처분장을 운영하기에는 적정한 경제적 규모에 도달하지 않았다고 판단하여 원전부지내, 재처리시설내 또는 중간저장시설에 저장하고 있으며 아직 영구처분장을 운영하고 있지는 않으며 자체적 또는 공동으로 해결책을 찾는데 부심하고 있다. 방사성폐기물 처분문제를 해결하는데 필요한 것은 전 세계 차원의 협력이 필수적이다. 하지만 어느 정부도 타국의 방사성폐기물을 들여옴으로써 자국민의 비난을 받는 것은 원치 않는다. 과거 좋은 조건으로 방사성폐기물을 인수할 용의가 있다고 발표했던 국가조차도 폐기물을 인수하

지는 않았다. 그럼에도 불구하고 사람이 거주하지 않는 사막에 처분시설을 건설하는 것이 원전 보유국의 인구밀집지역에 건설하는 것보다는 합리적인 것이 사실이다. 또한 몇 곳에 국제처분장을 건설하는 것이 각국에 처분장을 설치하는 것보다는 값싼 방법이 될 수도 있다. 자국내에서 폐기물의 해결책을 찾을 수 없는 국가들에 대해서 국제협력이 해답이 될 수 있지만 수용준비가 무르익지 않아 대중의 반발이 우려되는 것도 현실이다.

제 3 절 중·저준위 방사성폐기물 관리

1. 기체폐기물 관리

가. 발 생 원

원자력 에너지는 우라늄이 중성자를 맞아 핵분열하는 과정에서 발생한다. 핵분열 과정에서 생성되는 핵분열생성물은 대부분 연료봉안에 남지만 극히 일부는 원자로 냉각재계통으로 이동하여 원자로와 원자로건물, 보조건물내의 각종 설비에 존재하게 된다. 방사성기체는 원자로 냉각재계통의 냉각수를 깨끗하게 처리하는 과정과 관리구역에서 발생된 액체폐기물을 수집하여 처리하는 과정에서 발생한다.

나. 처리방법

기체폐기물 처리에는 다음 두 가지 방법을 사용하고 있다.

첫째, 일정기간 저장하는 방법으로 기체폐기물 저장탱크에 기체폐기물을 압축, 주입하여 일정 기간 동안 저장하면 방사성 물질이 자연적으로 붕괴되어 없어지게 되고, 방사성 요오드와 미립자는

특수한 여과설비를 이용하여 걸러진 후 방사능 연속감시기를 통해 공기 중으로 방출된다.

둘째는 활성탄을 이용, 방출을 지연시키는 방법으로 활성탄으로 구성된 여과탑에 기체폐기물을 통과시킴으로써 방사성 물질을 활성탄에 흡착시켜 걸러낸 후 맑은 기체만 바깥으로 내보내는 방식이다. 흡착된 방사성물질은 시간이 흐름에 따라 자연적으로 그 방사능이 줄어든다.

방출되는 공기의 방사능이 안전기준치를 초과하면 자동적으로 방출을 중단시키는 방사능 연속감시기를 통해 방출된다.

다. 방출관리

기체폐기물 방출은 다음 두 가지 방법으로 규제한다.

첫째, 발전소 인근 주민거주지역의 공기에 대하여 방사성물질이 허용되는 농도를 초과하지 않도록 방출을 제한한다. 기체폐기물은 외부로 방출하기 전에 방사성물질의 종류 및 농도를 측정하여 부지경계 밖의 일반주민들이 거주하는 지역에서 법이 정한 허용농도를 초과하지 않도록 한다.

둘째, 발전소 인근에 거주하는 주민의 연간 선량한도를 넘지 않도록 방출을 제한한다. 발전소 경계에 인접한 거주주민에 대한 연간 방사선 선량한도는 일반인의 기준치와 같이 한 사람 당 연간 1밀리시버트(100밀리렘)이나 동일부지 내에 다수호기의 원자력관계시설을 운영하는 발전소의 경우 설계 기준치인 유효선량 0.25밀리시버트(25밀리렘)를 운영목표로 관리하고 있다.

발전소 인근 주민에게 얼마나 영향을 주었는지 여부는 방출되는 방사성물질의 종류별 방사능의 양, 기상상태, 사람의 생체 신진대사, 반경 80킬로미터 이내 지역사회의 산업활동 등 사회환경자료를 발전소 인근 주민 방사선영향평가 컴퓨터프로그램

(ODCM)에 입력하여 평가하고 있다.

2001년도의 발전소 인근주민에 대한 방사선영향을 평가한 결과는 〈표 3-7〉과 같으며 발전소 울타리 바로 바깥에 거주하는 주민이 지난해에 받은 전신선량은 1년에 최대 0.00641 밀리시버트로 계산되었다. 이 값은 액체폐기물과 함께 동일부지내 다수호기로 운영중인 원전시설전체에 적용하는 안전설계기준치인 연 0.25밀리시버트의 2.56%로 매우 적은 값이다.

〈표 3-7〉 2001년 기체 및 액체 방출 방사능이 주민에 미치는 방사선 영향 평가

구 분	안전설계 기준치	주 민 방 사 선 량			기준치대비 (%)
		액 체	기 체	계	
고 리	0.25mSv/y	2.24E-06	6.41E-03	6.41E-03	2.56
영 광	〃	1.34E-04	1.47E-03	1.48E-03	0.59
월 성	〃	9.92E-05	4.33E-03	4.42E-03	1.77
울 진	〃	7.08E-05	1.62E-03	1.69E-03	0.67

2. 액체폐기물 관리

가. 발 생 원

액체폐기물 발생의 근원은 핵분열생성물이 들어 있는 원자로 냉각재이며, 원자로 냉각재를 정화하는 과정에서 발생하는 것과 펌프, 밸브 등의 기기로부터 누설된 물을 수집한 것, 방사선작업복 등을 세탁한 물 등으로 구성된다. 액체폐기물은 포함된 방사능의 양, 화학적 순도에 따라 발생원에서부터 분리하여 수집하도록 되어 있다.

나. 처리방법

원자로냉각수의 처리과정에서 발생하는 액체폐기물에는 붕산이 다량 포함되어 있으므로 여과기, 붕산증발기 및 이온교환설비로 구성된 붕산회수설비를 이용하여 붕산을 회수, 재사용한다. 방사능이 없어진 깨끗한 증류수는 발전소에서 다시 사용하거나 바다로 내보내게 된다.

각종 기계로부터 건물 바닥으로 누설된 액체폐기물은 먼지와 불순물을 많이 포함하고 있기 때문에 저장탱크에 수집하여 여과기, 폐액증발기 및 이온교환기로 구성된 폐액 증발설비를 이용하여 처리한다. 폐액증발기 내부의 농축찌꺼기는 건조하여 고화제와 혼합하여 고체로 만들고 깨끗한 증류수는 방사능농도를 측정하여 기준치 이하이면 방출한다. 방사성 물질을 선택적으로 제거하는 신기술인 "선택적 이온교환설비"가 고리1발전소 및 울진1발전소에 설치되어 운영중에 있으며, 신규 호기인 영광 5, 6호기부터는 원전 건설 시부터 채택한다.

다. 방출관리

액체폐기물 방출은 다음 두 가지 방법으로 규제한다.

첫째, 발전소 외부의 물 속 방사성물질 허용농도를 초과하지 않도록 한다. 액체폐기물은 방출하기 전에 시료를 채취하여 방사성물질의 종류 및 방사능 농도를 측정하여 방출여부를 결정한다. 배수구에서는 허용기준치 이상이 되면 방사능연속감시기가 자동적으로 방출을 중단시킨다.

원전의 액체폐기물은 증발·농축·여과 등을 거쳐 법정 허용치 이내로 방출하고 있으나, 방사능 방출을 최소화하기 위해 기존 처리설비의 성능 향상, 절차서 보완, 종사자 교육훈련 등을 통하여 방사능을 방사능 검출기가 검출할 수 있는 최소 검출 한계 미만

〈표 3-8〉 2001년 방사성기체 및 액체 방출실적

구 분	단 위	고 리		월 성		영 광		울 진	
		1발	2발	1발	2발	1발	2발	1발	2발
기 체	TBq	6.20E+00	1.63E+00	9.07E+01	4.01E+01	3.61E-02	5.18E-02	8.10E+00	2.54E+00
액 체	TBq	1.96E-05	LLD미만	2.55E-04	1.14E-04	LLD미만	1.39E-05	1.17E-05	1.59E-05

주) 삼중수소 제외

수준으로 제거하여 방출하고자 노력하고 있다.

그 결과 액체방사능 방출량을 1992년에 연간 7.25×10-4 테라베크렐/호기 수준에서 연차적으로 낮추어 왔으며 2001년에는 가동중인 원전으로부터 나온 액체폐기물의 전베타-감마선(β-γ)은 모두 5.41×10-6 테라베크렐로 거의 무시할 수 있는 수준이다. 발전소별 방출실적은 〈표3-8〉과 같다

둘째, 발전소 인근주민의 연간 선량한도를 넘지 않도록 한다. 발전소 경계에 인접한 거주주민에 대한 연간 방사선 선량한도는 일반인의 기준치와 같이 한 사람 당 연간 1밀리시버트(100밀리렘)이나 동일부지 내에 다수호기의 원자력관계시설을 운영하는 발전소의 경우 설계 기준치인 유효선량 0.25밀리시버트(25밀리렘)를 운영목표로 관리하고 있다.

발전소 인근주민이 위의 기준치를 초과하는 영향을 받았는지 여부는 방사성물질의 종류별 방출량, 바닷물의 움직임, 사람의 신진대사, 반경 80km이내 지역의 사회활동 등 사회 환경자료를 발전소 인근주민 방사선영향평가 컴퓨터프로그램(ODCM)에 입력하여 평가하고 있다.

2001년도의 발전소 인근주민에 대한 방사선영향을 평가한 결과는 〈표 3-7〉과 같으며, 발전소 울타리 바로 바깥에 거주하는 주민이 전신에 받은 방사선의 양은 기체폐기물과 함께 1년에 최대

0.000641 밀리시버트로 계산되었다. 이 값은 동일부지내의 다수호기 운영중인 원전시설 전체에 적용하는 안전설계기준치인 0.25 밀리시버트의 2.56%로 매우 적은 값이다.

방사선에 관하여 세계 최고기관인 국제방사선방호위원회(ICRP)가 일반시민에 대해 권고한 개인선량이 1년에 1밀리시버트(100밀리렘)이고, 원자력발전소가 없어도 우리 인간이 자연적으로 받는 개인선량이 2.4밀리시버트(240밀리렘) 혹은 그 이상인 점을 생각해 본다면 원자력발전소에서 나오는 폐기물로 인해 주민이 받는 영향은 없다고 볼 수 있다.

3. 고체 폐기물 관리

가. 발생원

고체폐기물은 기체 및 액체폐기물 처리에 사용했던 여과재, 이온교환수지, 폐액증발기의 농축찌꺼기, 그리고 방사선 작업자들이 사용했던 작업복, 공구, 휴지 등 잡고체로 구분할 수 있다.

나. 특 징

고체 방사성폐기물의 특징은 타 산업폐기물에 비하여 발생량이 수천분의 1에 지나지 않으며 타 산업폐기물의 유해물질은 처리하여도 소멸하지 않으나 방사성폐기물 중의 방사능은 각각의 고유반감기에 따라 시간이 지나면 세기가 감소한다. 따라서 방사성폐기물은 생활환경에서 격리하고 적절한 시간동안 보관해두면 방사능을 내지 않는 일반폐기물로 전환이 가능하다.

다. 처리방법

고체폐기물은 종류에 따라 알맞은 처리방법을 사용하여 그 부

피를 감용하고 형태를 안정화하여 원전부지내 저장시설의 이용효율을 극대화, 영구처분 비용절감, 최종 방사성폐기물의 품질 고도화 및 작업종사자의 방사선량을 줄이고 있다.

청정쓰레기 자동분류설비를 도입, 운영하여 잡고체드럼을 10% 이상 감소시키고 여과재, 이온교환수지 및 농축찌꺼기는 건조 또는 고화제와 혼합하여 드럼 속에서 고체로 만든다. 월성원전에서는 이온교환수지를 대형 저장탱크에, 여과재는 별도로 제작된 용기에 넣어 보관중에 있다.

압축이 가능한 잡고체폐기물은 수집하여 10톤 압력의 압축기로 드럼내에 압축한 다음, 다시 2,000톤 압력의 초고압 압축기로 최종 압축하여 잡고체 드럼 발생량을 50%이상 감소시켜 보관한다. 이 초고압압축설비는 고리부지, 영광부지에서 운영하였으며, 현재 월성부지로 이동, 운영중이며 방사성폐기물의 감용에 이용할 계획이다. 폐수지는 종전의 중력에 의한 자연탈수 또는 시멘트 고화 방식에서 완전 건조 후 300년 간 구조적 안전성을 유지하는 고건전성용기(HIC)에 넣어 폐수지 드럼 발생량을 75%이상 감소시켰다.

폐액증발기 안의 농축찌꺼기는 완전히 건조처리할 수 있는 최신 건조설비로 완전 건조시킨 후 파라핀으로 고형화하여 농축폐액드럼 발생량을 90%이상 감소시켰다.

라. 저장관리

고체폐기물은 드럼에 포장 처리한 후 전용트럭에 실어 발전소내 폐기물저장고로 운송하여 폐기물 종류별로 저장하고 있으며 영구처분시설이 건설되면 그 곳으로 운반되어 영구처분하게 된다.

마. 발생량 추이

2001년도에 가동중인 원전에서 발생한 고체폐기물드럼은 모두



〈그림 3-6〉 방사성폐기물 저장고

합해서 3,373드럼이고, 발생량 극소화 및 품질 고도화를 도모하고자 초고압압축으로 1,746드럼을 감소시켰고 건조설비 등 최신설비를 운영한 결과 폐기물발생량이 1990년대 초 연간 호기 당 500드럼에서 150드럼 수준으로 대폭 감소되어 2001년도에는 호기 당 145드럼으로 세계 선진수준을 달성하였으며 지속적인 설비투자와 철저한 관리로 발생량을 더욱 낮출 계획이다.

발생실적은 〈표 3-9〉과 같다. 또한 한국수력원자력(주)은 2006년을 실용화 목표로 방사성폐기물을 유리로 만드는 기술을 개발 중에 있고 이 기술이 실용화 된다면 발생량은 현재의 약 1/5수준으로 감소될 전망이다.

고리 1호기가 1978년 운전을 개시한 이래 2001년 말까지 원자력발전소에서 발생된 고체폐기물의 양은 모두 58,574드럼이다. 이 중에서 상당 부분이 초고압압축설비로 압축이 가능한 잡고체폐기물이므로 이들도 초고압압축설비를 이용하여 연차적으로 처리할 예정이다.

〈표 3-9〉 2001년 중·저준위 고체폐기물 발생실적 (단위:드럼)

구 분		고 리	영 광	울 진	월 성	계
'01년도분	농축폐액	75	67	109	0	251
	폐 수 지	120	51	117	160	448
	폐 필 터	25	-	25	7	57
	잡 고 체	965	655	500	497	2,617
	계	1,185	773	751	664	3,373
	감 소*	-	-1,746	-	-	-1,746
누 계		31,744	10,238	11,342	5,250	58,574

주) * 고압압축에 의한 감소

바. 신규 원전

현재 건설중이거나 계획중인 원전은 설계단계에서부터 폐기물량을 대폭 줄일 수 있는 최신 기술을 적용할 예정이다. 예를 들면 액체폐기물 처리에 원심분리기술, 방사성물질만 골라서 잡아내는 선택적 이온교환기술 등을 채택하였다. 또한 폐기물처리 설비의 이용효율을 높이기 위하여 이동식 처리설비를 이용하는 방안도 함께 검토 중이다. 이렇게 하면 국내 원전에서 1년에 발생하는 고체폐기물의 양은 원전 1기 당 약 100드럼 수준으로서 현재의 세계 최고수준을 계속 유지하게 될 것이고 이에 따라 저장시설의 이용가능 연수도 대폭 늘어나게 되어 부지별로 2008~2014년까지 부지내 저장에 문제가 없을 것으로 전망된다.

제 4 절 방사성폐기물 사업 추진

1. 개 요

방사성폐기물의 처리·처분 문제는 모든 원자력 이용국가들의 공통현안이다. 기술적으로 충분히 안전하게 관리할 수 있다는 확신을 가지고 있다.

그러나 "방사성폐기물처분장" 부지의 선정 등 구체적인 사업추진은 지자체 및 주민합의 등 정치적 사회적 여건이 반영되어야 할 중요한 사안으로 부각되고 있다.

우리나라의 경우 지난 20년간의 국가적 노력에도 불구하고 처분장을 확보하지 못하고 있으며, 이는 전 세계적으로 원자력발전소를 보유한 국가들 중 방사성폐기물 처분장을 갖지 못한 5개국에 들게 되었다.

2. 원자력법 및 지역지원법 개정과 방사성폐기물관리 사업

원자력법은 1958년 3월 11일 제정되어 여러 차례 개정을 거듭하여 왔다. 그 중 방사성폐기물관리사업과 관련한 주요개정은 제5차 개정(1996. 12. 30)에 있었는데 주된 내용으로는 "방사성폐기물관리사업의 소관이 원자력연구소에서 당시 한국전력으로 변경됨에 따라 그 시행에 필요한 관련 조항을 정비"한다는 것이었다.

또한 1996년까지 한국원자력연구소가 수행하던 방사성폐기물관리사업이 한전으로 이관됨에 따라 방사성폐기물관리기금 운용의 필요성이 없게 되어 이와 관련된 조항이 삭제되었으며 원자력법에서는 방사성폐기물의 처분시설 및 그 부속시설을 포함

하는 폐기시설 등의 건설·운영에 대한 과학기술부장관의 허가권을 규정하는 한편, 허가서에 필요한 신청서류를 현행의 환경영향평가서외에 부지특성보고서, 안전성분석보고서, 건설 및 운영에 관한 품질보증계획서를 추가하고 동 허가기준을 보완하였다.

한편, 폐기업 허가를 받은 후 설계 및 공사방법에 관하여 과학기술부장관의 승인을 얻어 공사를 하도록 하고 승인전 공사가 가능한 현행 규정을 삭제하는 등 안전규제를 강화하였다.

사용후연료의 처리·처분을 제외한 방사성폐기물의 저장·처리·처분에 관한 기본정책 및 사업계획 등을 포함한 관리대책에 관하여는 방사성폐기물관리사업의 이관에 따라 산업자원부장관이 수립·시행하도록 하였으며, 사용후연료의 처리 및 처분에 관한 사항은 과학기술부장관과 산업자원부장관이 관계부처의 장과 협의하여 원자력위원회의 심의·의결을 거쳐 결정하도록 하였다.

또한, 발전용원자로 및 폐기시설을 건설·운영하고자 할 경우 방사선 환경영향에 대한 주민의견 수렴을 의무화하는 규정을 신설하여 건설허가 전에 지역주민의 의견을 사전 수렴하도록 하였다.

이외에 전기사업법을 개정하여 원자력발전소철거비, 방사성폐기물처분비 확보를 위한 원전사후처리충당금 충당규정을 신설하였고, 방사성폐기물의 저장·처리·처분사업에 대한 규정을 신설하여 한국전력이 그 수행의 주체임을 명시하고 방사성폐기물관리사업자 외의 자는 한국전력에 방사성폐기물을 위탁 후 비용을 부담하도록 하였다. 또한 '방사성폐기물관리사업의 촉진 및 시설주변 지역지원에 관한 법률'을 '전원개발에 관한 특례법 및 발전소 주변지역 지원에 관한 법률'에 포함시켜 방사성폐기물관리시설 주변지역 지원근거를 신설하고 발전소 및 방사성폐기물관리시설 건설관련 지원사업 시행의 효율성을 제고하

기 위해 지원사업 우선 시행 및 지원금의 조기사용 근거를 마련하였다.

또한 2001년 초 개정된 "발전소 주변지역 지원에 관한법률"에 따르면 원전 및 방사성폐기물관리시설의 자율유치 및 9개 호기 이상의 다수호기 지역에는 특별지원금에 가산금으로 건설비의 0.5%를 추가 지원하도록 명시하고 있다. 이는 방사성폐기물관리시설의 경우 약 3~400억 원의 지원금 증액효과를 갖게 된다. 또 방사성폐기물관리시설의 경우 부지 면적에 관계없이 원전 60만평에 해당하는 380만 kW로 지원금 산정기준을 고정시켰다. 지역별 장기계획을 과거 한전이 수행하던 것을 해당 지자체장이 산자부장관과 협의하여 수립해 보다 지역여건에 부합하는 지역계획을 세울 수 있도록 했다.

지역지원사업의 심의위원장은 사업을 관장하는 중앙 1급 공무원이 맡고, 국장급 공무원 5인, 사업자 임원 3인, 시민단체 4인이 위원을 구성해 지원사업의 객관성을 높이고자 했다. 또한 지자체 부 군수 또는 부시장을 위원장으로 하는 지역위원회도 명시하고 있다.

제245차 원자력위원회의 원자력사업 추진체제 조정방안 의결에 따라 방사성폐기물관리사업 및 사용후연료 처리·처분에 관한 사항이 과학기술부에서 산업자원부로 이관되어 사업시행기관은 한국원자력연구소에서 한국전력공사로 변경되었다. 이에 따라 한국전력공사는 그동안 사업 수행을 해오던 한국원자력연구소 부설 원자력환경센타의 인력 150여명을 인수하여 방사성폐기물관리사업 및 사용후연료 처리·처분업무를 전담할 원자력환경기술원을 발족(1997.1.1)시켜 새로운 체제에서 업무를 수행해 왔다. 그러나 2002년 4월 한국수력원자력(주)가 발족됨에 따라 원자력환경기술원도 사업주관 회사인 한국수력원자력(주) 소속으로 변경케 되었다.

3. 방사성폐기물 관리대책

한국수력원자력(주)은 원자력환경기술원을 방사성폐기물관리 전담기구로서 중·저준위 방사성폐기물 처분장 부지확보, 사용후연료 중간저장시설 건설, 방사성폐기물 관리기술 확보 등 방사성폐기물의 종합관리와 원전의 안정적 운영을 지원케 하고 있다. 관리사업이 한국전력공사로 이관된 후 한전은 동 사업분야를 재검토해 1997년 말 정부에 '방사성폐기물 관리대책(안)'을 제출하였고, 정부는 1998. 9월 원자력위원회의 의결을 거쳐 동 대책(안)을 국가『방사성 폐기물 관리대책』으로 확정하였다.

그 주요 내용을 보면, 방사성폐기물은 국가 책임 하에 안전성을 최우선으로하여 관리하며, 발생량을 최소화하고 관리에 소요되는 비용은 발생시점에서 발생자가 부담하는 것을 원칙으로 국민의 신뢰 속에 추진함을 기본정책으로 하여, 후에 건설될 사용후연료 중간저장시설을 포함한 약 60만평의 부지에(지역여건에 따라 증감가능) 2008년까지 1차로 총 10만드럼 규모의 중·저준위 폐기물 처분시설과 2,000톤 규모의 사용후 연료 중간저장시설을 건설하는 것을 목표로 하고 있다. 이후 단계적으로 증설을 추진하여 최종적으로 중·저준위 방사성폐기물은 80만 드럼, 사용후연료 중간저장시설은 2만 톤 규모로 건설하게 된다. 따라서 한국수력원자력(주)는 방사성폐기물관리사업의 차질 없는 수행을 위해서는 부지확보가 우선되어야 함을 인식하고 관리대책에서 정한 유치공모 또는 사업자가 후보부지를 선정하는 방식에 앞서 지자체가 자발적으로 부지를 유치하는 자율유치 방안을 통하여 방사성폐기물 관리시설 부지확보 계획을 수립하여 추진하였다.

한국수력원자력(주)은 추진과정에서 첫째, 지자체 및 주민참여 하에 공개적으로 추진하여 각종 오해를 근원적으로 불식시

키고, 둘째, 집중적인 지역개발을 실시하여 지역발전을 유도하며, 셋째, 공청회 및 부지 예비조사 절차를 충실히 이행하는 등 최대한의 처분장 확보 노력을 기울였다.

2000년 6월 말 46개 임해지역 지자체를 대상으로 유치공모를 발표해 1차 마감시안인 2001. 2월말까지 영광, 고창 지역에 방사성폐기물 관리시설 유치를 원하는 지자체의 주민들이 청원서를 해당 지자체에 접수하는 등 성과를 얻었으나 의회에서 부결되어 자율 유치를 이끌어내지는 못했다.

이에 한국수력원자력(주)은 2001년 6월말까지 자율유치 공모시한을 연장하고 시설의 필요성, 안전성에 대한 지속적인 홍보결과 영광, 고창, 강진, 진도, 보령, 완도, 울진 지역에서 유치를 찬성하는 주민이 청원서를 지자체에 접수하는 성과를 이끌어냈다.

국내 방사성폐기물처분장의 건설에 관한 찬반논쟁은 더 이상 기술적인 불안전성을 이유로 반대할 수는 없으며, 다만 환경단체의 존립 확인과 지역민의 보상 및 부지유치에 영향력을 행사할 수 있는 권력자의 정치적인 이유만이 반대의 이유로 남아 있다.



〈그림 3-7〉 방사성폐기물관리시설 조감도

제 5 절 해외 방사성폐기물 관리

1. 개 요

원자력의 개발이용과 관련되는 안전규제에 대하여는 국가가 중심적인 역할을 담당하고 있고, 방사성폐기물의 관리에 대해서는 민간주도로 관리되는 국가가 수적으로 우세하다. 단지 그 실태는 각국의 사정에 따라 조금씩 다르다. 방사성폐기물의 안전관리는 적절한 기술뿐만 아니라 행정, 법제 및 재정적인 조치를 필요로 한다. 이를 위해 많은 나라들은 일원화된 정책의 입안, 실시, 필요한 연구개발의 지도 등을 수행하는 중추적인 기관을 설치하고 있다.

폐기물관리의 기초가 되는 기본적인 방사선관리의 원칙은 국제방사선방호위원회(ICRP)의 권고를 기준으로 하고 있다.

또한 그것을 근거로 폐기물관리를 실시함에 있어서, 일반적으로 고체폐기물은 적절한 저장·처분으로 방사성핵종을 인간환경으로부터 격리하고, 기체, 액체와 같은 유체폐기물은 방사성핵종을 분산 희석하여 환경으로 방출하는 2가지의 상호보완적인 방식의 사용을 기본으로 하고 있다.

이러한 폐기물관리의 기본개념 아래에서 구체적 시행은 각 국의 사정에 따라 여러 가지 방법이 사용되고 있으며 그 최종방식은 방사성폐기물의 처분으로, 폐기물이 함유하고 있는 방사성핵종이 인간생활권으로 되돌아오지 않도록 방사성핵종의 이동이나 이행을 지연, 억제, 방지하는 시스템, 즉 방벽을 설치하여 방사성폐기물을 인간생활권에서 격리하는 것이다.

중·저준위 방사성폐기물의 경우 천층처분, 동굴처분, 지층처분 등의 방법으로 다수국가에서 처분을 시행하고 있으나 현시점에서

고준위 방사성폐기물(사용후핵연료)은 30～50년 냉각이 필요하므로 처분하는 국가는 아직 없으며 대다수 국가에서 사용후연료의 재처리에서 발생한 고준위 폐액을 유리고화해 저장하거나, 사용후연료를 재처리하지 않고 저장하여 30～50년후 심지층 처분을 계획하고 있다.

2. 주요 국가의 방사성폐기물 관리

가. 미 국

저 준위 방사성폐기물은 발생한 지역의 주정부가 처분책임을 지도록 되어 있다. 미국은 지금까지 민간의 저준위 방사성폐기물 처분장을 7개소 운영해 왔지만 그중 5곳은 이미 사용하지 않으며 6개 주가 각각 처분장을 건설·계획하고 있다.

초우라늄 방사성폐기물(TRU)과 고준위 방사성폐기물의 처분은 DOE(연방에너지부)가 담당하고 있다.

사용후연료의 중간저장시설로서는 감시기능이 있고 회수가 가능한 개념의 저장시설(MRS)이 구상되고 있지만 아직 구체적인 입지는 결정하지 않았다. 현재 사용후연료의 재처리는 하지 않고 있으며 이전에 재처리에서 생긴 고준위폐기물은 심지층 처분장이 건설될 때까지 각 원전과 재처리시설 또는 앞으로 건설될 집중저장 시설에 보관된다.

DOE는 사용후연료 및 고준위 방사성폐기물 처분시설 건설을 위한 Yucca Mountain 프로젝트와 관련하여 2001년 5월 4일 900장에 달하는 보고서(Science & Engineering Report)를 발표했으며 Nevada 주의 Yucca Mountain을 사용후연료 처분시설 부지로 결정하기 위한 공식적인 의사 결정 과정(Decision-Making Process)에 들어갔다. 이 보고서에는 20년에 걸친 연구 결과 및 처분시설의

장기적인 성능 등을 종합해 공중의 건강 및 안전을 지키기 위한 자연 및 공학적 방어 시스템의 성능에 대한 최근 연구 결과를 제시하고 있다. 보고서에 따르면 Yucca Mountain부지는 사용후연료 및 고준위 방사성폐기물 처분시설로서 필요로 하는 모든 조건을 충족시킬 수 있을 것으로 말하고 있다.

DOE장관이 대통령에게 Yucca Mountain을 사용후연료 처리시설 부지로 권고하여 대통령이 이를 승인할 경우, NRC의 추가 조사가 이루어지게 된다.

2001년 5월 DOE는 2001 회계연도 대비 14%가 증가된 4억 4,500만불에 달하는 2002 회계연도 방사성폐기물관리 프로그램 예산의 증액 요청을 했다. 이는 2001년 말로 예정된 대통령에 대한 Yucca Mountain 사용후연료 처분시설 부지 권고의 과학적 뒷받침을 하기 위한 것으로 처분 시설 건설 신청을 준비하는데 필요한 엔지니어링 및 설계 작업을 시행하는데 드는 예산을 의미하는 것이다.

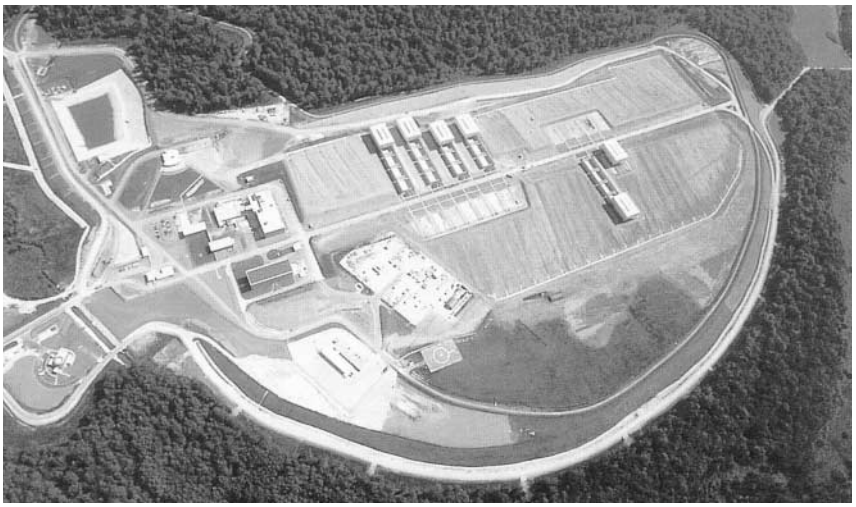
DOE는 2003년도에는 사용후연료 처분시설 인허가 신청 준비에 모든 노력을 기울일 예정이며 만일 DOE가 Yucca Mountain을 사



〈그림 3-8〉 Yucca Mountain 사용후연료 처분장부지

용후연료 처분시설 부지로 대통령에게 권고할 경우, 앞으로 동 프로젝트에 필요한 예산은 현재보다 훨씬 늘어날 것이다. DOE는 처분시설의 운영 목표를 2010년에 두고 있다.

나. 프랑스



〈그림 3-9〉 프랑스「로브」방사성폐기물 관리시설

프랑스의 경우에는 방사성폐기물을 단수명 및 장수명으로 구분하는데 핵종의 수명이 짧은 폐기물은 지표면에 천층처분을 한다. 〈그림 3-9〉의 로브처분장이 1992년부터 운영되고 있다.

사용후연료는 라아그(La Hague)와 마쿨(Marcoule)에 있는 시설에서 재처리되고 있으며 반감기가 긴 고준위폐기물에 대해서는 의회가 1991년에 처분연구에 관한 법률을 제정하였다. 심지층 처분방식이 선정될 경우, 이 계획은 2020년까지 실시될 예정이다. 프랑스 내의 방사성폐기물 처분을 책임지고 있는 ANDRA는 현재 운영하고 있는 로브 처분장 외에 인근에 새로운 처분장을 계획하고 있다.

다. 스웨덴

스웨덴의 경우 저준위폐기물은 해저동굴에 처분하고, 사용후연료는 약 40년간 중간저장 후 처분 또는 일부 위탁재처리를 하고 있다. 원전에서 발생하는 저준위폐기물은 자국의 4개 전력회사가 설립한 스웨덴 연료/방사성폐기물 관리회사(SKB)에 의해 건설된 포스마르크(SFR) 영구처분장에 처분되고 있는데 이 처분장은 1982년 6월 건설이 착수되어, 1988년 4월 운영이 개시되었다. 이 시설은 해저 암반 내에 건설되었으며 중준위 폐기물 처분을 위한



〈그림 3-10〉 스웨덴「포스마크」방사성폐기물 관리시설

1개의 사일로와 저준위폐기물을 위한 4개의 처분동굴이 건설되어 있으며 원전 근처에 위치해 있기 때문에 운영 및 보수 면에서 유리하게 되어 있다.

사용후연료는 각 원전 저장조에서 1~5년 간 저장한 후 중앙집중저장시설에서 30~40년 간 중간저장 된다. 사용후연료 중간저장

시설(CLAB)은 오스카샴 원전에 인접해 있다. CLAB은 지상 반입, 취급시설과 암반을 굴착한 지하 30m의 시설(사용후연료저장조)로 구성되어 있다. 사용후연료는 처분 시 구리캐니스터에 밀봉하여 수직 갱에 넣으며 고압압축된 점토로 덮고 처분터널은 모래와 점토의 혼합물 등으로 메운다. 부지특성 조사와 사용후연료 영구처분장 건설을 준비하기 위해 SKB는 오스카샴 원전 근교에 경암 지하연구소를 운영중이다. 밀봉된 사용후연료의 처분은 2008년을 목표로 하고 있다.

라. 핀란드

핀란드의 방사성폐기물처분은 방사성폐기물 관리회사인 Posiva사가 책임지고 있으며, 이 회사는 1999년 5월에 Olkiuoto, Eurjoki 지역의 사용후연료 최종 처분시설 프로젝트 신청서를 제출한 바 있다. 핀란드의 사용후연료 관리 계획 및 일정은 1983년 핀란드 의회에서 승인된 "국가 계획"실행의 일환이다. 핀란드 정부는 2001년 5월초에 동 프로젝트에 대해 원칙적인 동의결정을 인준하였으며, 핀란드 의회는 핀란드 원전에서 생산된 사용후연료의 처분을 허용하게 될 동조치를 159:3이라는 압도적인 지지로 통과시켰다. 이러한 압도적인 지지는 핀란드에서는 사용후연료 처분 계획이 정치적으로 광범위한 지지를 얻고 있음을 보여주는 것이다. 핀란드 정부의 결정에 따라 Posiva사가 Olkiluoto 암반에 대한 조사를 실시하여 동 처분시설 계획과 관련된 연구를 하고 지하 암반 시설인 "Onkalo" 건설을 가능하도록 하게 되었다. "Onkalo" 건설은 2004년에 착수하게 될 것이며, 최종 처리시설에 대한 깊이 조사는 2006년경 시작될 예정이다.

지하 암반 시설을 건설하기 위해서는 암반의 특성을 파악할 수 있도록 지구수력학, 지구화학, 기계공학 측면의 연구가 필요하며, 연구 결과는 처분시설 설계를 위해 사용될 것이다.

라. 일 본

저준위폐기물은 천층처분하고 사용후연료는 일련의 부정적 사건에도 불구하고 강력한 재활용원칙을 고수하고 있다. 방사성폐기물 관리전담조직으로 일본원연산업주식회사(JNFL)가 1985년 일본 9개 전력회사와 관련업체 50개사가 공동으로 출자해 설립되었다. 아오모리현 로카쇼무라 저준위폐기물 지표천층처분시설이 1992년부터 가동되고 있다. 동 시설에서는 폐기물을 인공방벽과 자연방벽으로 밀봉하게 되어있고 처분능력은 최종적으로 60만㎥로 될 계획이다. 고준위 폐기물에 대해서는 1992년에 발표된 국가



〈그림 3-11〉 일본「로카쇼」방사성폐기물 관리시설

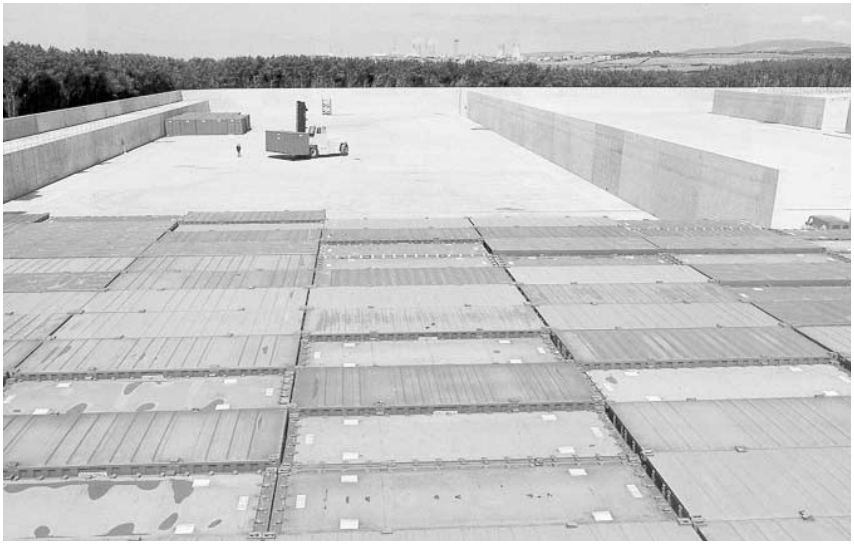
의 기본방침에 의하면 부지조사 및 선정, 부지특성 조사, 처분기술의 실증을 담당할 실시주체를 별도로 설립하게 된다. 여러 가지 지질환경조건에서 처분실험을 해왔고 지하연구시설은 북해도에 건설하게 되었지만 이곳이 최종 처분장은 아니다. 최종 처분장은 2030년대 또는 늦어도 2040년대 중반에 운영을 개시할 계획이다.

사용후연료는 각 원자력발전소 및 재처리공장의 저장조 등에 보관중이며 프랑스 코제마사 및 영국BNFL사에서 위탁 재처리했다. 해외에서 재처리에 수반되어 발생하는 폐기물은 유리고화체 형태로 본국으로 반환되어 30~50년 간 냉각, 저장되며 그 후 심지층에 처분할 예정이다. 국내에서 재처리는 도카이무라 재처리공장에서 해왔으나 1997년의 화재로 중단되었고 로까쇼무라의 신규 재처리 시설의 가동은 당초 2003년에서 2.5년 연기되어 2005년 중순에나 가동이 예상된다.

JERI(일본전력중앙연구소)는 최근 영국의 AEA 테크놀로지사를 통해 20년 간 건식저장한 사용후연료봉의 피복관 표면 두께 측정 및 연료봉 내 가스분석을 실시해 그 건전성을 확인했다. 연료봉 내부의 압력이 올라가 건전성에 영향을 미칠 것으로 예상했으나 저장 전의 연료봉에 비해 2.2%만 증가한 것으로 나타나 큰 차이가 없었다. 일본은 사용후연료가 증가함에 따라 부지 이외 장소에서의 저장을 2010년부터 시작할 계획을 갖고 있으며 이에 관한 연구가 필요한 상황이다. 현재는 습식 풀(pool)저장방법이 대부분을 차지하고 있지만 관리비용이 낮고 다루기도 쉬운 건식저장에 의한 연구를 추진중이다. 건식저장법은 도쿄전력・후쿠시마 제1 원전이 처음 채택했으며 일본원자력발전사・도카이 원전도 이를 계획중에 있다.

마. 영 국

영국에서는 매년 약 3만~4만㎥의 저준위폐기물이 발생된다. 이 폐기물의 대부분은 BNFL의 Drigg시설에 처분된다. 현재 약 10만㎥의 중준위폐기물이 지상에 저장되어 있고 2010년경에는 약 17만 5천㎥로 그 양이 증가될 것으로 예상하고 있다. 중준위폐기물의 최종처분장 건설은 NIREX가 맡고 있으며 유리고화도 하고 있다. 유리고화체는 Sellafeild에서 냉각을 위해 최소 50년간 저장후 전용



〈그림 3-12〉 영국「드릭」방사성폐기물 관리시설

처분장에 처분될 것이다. 이 처분장은 최소 50년 이후에나 운영될 것으로 산업계는 내다보고 있다. NIREX의 Sellafeild를 중준위폐기물 지하처분장 부지로 선정했다. NIREX는 우선 이 지역에 지하연구실을 건설할 계획이고 암반 특성화시설의 건설 착수시기는 인허가 상황에 따라 달라질 수 있다.

〈표 3-10〉 각국의 중·저준위 방사성폐기물 처분장 현황

상태	국 명	처분장/지역명(운영시기)	처분장 형태
운영중	불가리아	노비 한	공학적 보강 천층처분장
	체코	리차드 (1964~)	동굴처분(광산)
		듀코바니(1994~)	공학적 보강 천층처분장
	핀란드	올키우토 (1992~)	동굴처분
	프랑스	로브 (1992~)	공학적 보강 천층처분장
	독일	몰스레벤 (1981~)	동굴처분(광산)
	헝가리	RHFT Puspokszilagy	공학적 보강 천층처분장
	인도	트롬베이 (1954~)	공학적 보강 천층처분장
		타라풀 (1968~)	공학적 보강 천층처분장
		라자스탄 (1972~)	공학적 보강 천층처분장
		칼파캄 (1974~)	공학적 보강 천층처분장
		나로라 (1991~)	공학적 보강 천층처분장
		카크라파 (1992~)	공학적 보강 천층처분장
	일본	로카쇼 (1992~)	공학적 보강 천층처분장
	노르웨이	Kjeller (1970~)	공학적 보강 천층처분장
	파키스탄	카눕 (1971~)	단순 천층처분장
		핀스텍	단순 천층처분장
	폴란드	로잔	공학적 보강 천층처분장
	루마니아	바이타-비홀	심층처분장
	남아공	바알푸츠 (1986~)	단순 천층처분장
	스페인	엘 까브릴 (1992~)	공학적 보강 천층처분장
	스웨덴	포스마르크 (1988~)	동굴처분장
	영국	드릭(1959~)	단순 천층처분장 및 공학적 보강 천층처분장
	미국	반웰, South Carolina (1971~)	단순 천층처분장
		헨포드, Washington (1965~)	단순 천층처분장
	베트남	Dalat	공학적 보강 천층처분장
운영후 폐쇄	체코	Alcazar, Hostim (~1961)	동굴처분장
	미국	비티, Nevada (1962~1992)	공학적 보강 천층처분장
	프랑스	라망쉬 (1969~1994)	공학적 보강 천층처분장
건설중	핀란드	로비사	동굴처분장

(계속)

상태	국 명	처분장/지역명(운영시기)	처분장 형태
인허가중	캐나다	쵸크 리버	공학적 보강 천층처분장
	독일	콘라드	동굴처분(광산)
	중국	고비, 甘肅(Gansu)	공학적 보강 천층처분장
		광동성	공학적 보강 천층처분장
	슬로바키아	Mohovce	공학적 보강 천층처분장
	미국	Ward Valley, California	공학적 보강 천층처분장
		Boyd County, Nebraska	공학적 보강 천층처분장
		Wake County, North Carolina	공학적 보강 천층처분장
		Fackin Ranch, Texas	공학적 보강 천층처분장
부지선정완료	브라질	Abadia de Goias	공학적 보강 천층처분장
	이집트	Inshas	공학적 보강 천층처분장
	독일	고아레벤	동굴처분장
	멕시코	Laguna Verde	공학적 보강 천층처분장
	노르웨이	힘다렌	동굴처분장(암반)
	스위스	Wellenberg	동굴처분장
	영국	NIREX Deep Repository	지층처분장
부지선정중	호주		공학적 보강 천층처분장
	벨기에		공학적 보강 천층처분장
	불가리아		공학적 보강 천층처분장
	캐나다		-
	중국	동부	공학적 보강 천층처분장
	한국		-
	루마니아		공학적 보강 천층처분장
	미국(Connecticut)		-
	미국(Illinois)		-
	미국(Massachusetts)		-
	미국(New Jersey)		공학적 보강 천층처분장
	미국(Pensylvania)		공학적 보강 천층처분장

주) 자료 : IAEA YEAR BOOK 1996('96. 6)

〈표 3-11〉 외국의 고준위 방사성폐기물 처분장 건설 계획

국 명	추 진 내 용	방사성폐기물 형태	운영목표 연도
스웨덴	○ 2003년까지 부지선정 완료 예정 ○ 지하연구소 건설 운영중	사용후연료	2008
독 일	○ 부지선정 완료 : 고아레벤 ○ 지하실험 및 처분장 설계중	유리고화체	2010
미 국	○ 부지특성 조사 중 : 유카마운틴 ○ 지하연구시설 건설중(1993년 착수) ○ 개념설계 및 기본설계 완료	사용후연료	2010
프랑스	○ 지하연구시설 운영중 ○ 2006년까지 처분방식 결정 예정 ○ 부지조사중 : 4개 지역	유리고화체	2020
핀란드	○ 부지조사중 : 2000년까지 선정 완료 ○ 개념설계 완료	사용후연료	2020
캐나다	○ 개념설계 완료 ○ 지하연구시설 운영중	사용후연료	2025
스페인	○ 개념설계 완료 ○ 2000년까지 부지선정 완료 예정	사용후연료	2020
벨기에	○ 지하연구시설 건설중 ○ 부지조사 및 실증시험 : 2015년까지 완료	유리고화체	2035
일 본	○ 부지조사중 ○ 지하연구시설 이용 처분 실험중	유리고화체	2030～2040
이탈리아 네델란드 스위스 영 국	○ 최종처분방식 검토 및 부지조사중	유리고화체	미 정

주) 자료 : OECD/NEA의 'Radioactive Waste Management In Perspective(1996)'