

# 英國에서의 低·中準位廢棄物 管理戰略

## 1. 序 論

英國에서 방사성폐기물의 관리에 대한 국내 전략의 개발책임은 環境省長官에게 있으며, 환경성장관은 관련 각 장관과 협력하여 그 업무를 수행하고 있다.

영국의 현행 방사성폐기물 관리전략에는 일련의 處分施設 이용 및 개발, 그리고 각종 형태의 폐기물을 가장 적절한 방법으로 처분할 수 있도록 하는 연구와 관련 평가계획의 계속 실시가 포함되어 있다.

영국에서 低·中準位 방사성폐기물의 처분에 관한 과제는 原子力産業에서 발생하는 방사성폐기물의 관리회사인 UK 니렉스社가 담당하고 있다.

## 2. 放射性廢棄物의 定義

방사성폐기물은 매우 광범위한 방사능 준위와 유독성을 포함하고 있으므로 그 관리의 중요성이 매우 적은 것부터 엄격하고 세심한 예방조치를 필요로 하는 것까지 넓은 영역에 걸쳐 있다. 따라서 방사성폐기물을 취급하는데 대한 대책은 이러한 다양성을 반영하도록 고안되어야 한다. 영국에서는 방사성폐기물대책을

수립함에 있어서 방사성폐기물을 저준위, 중준위 그리고 고준위 또는 발열폐기물 등 세가지 종류로 분류하는 방법이 적합하다고 평가하였다. 각 부문의 주된 특징은 다음과 같다.

### 低準位廢棄物(LLW)

가장 낮은 準位の 방사능( $4 \times 10^5$ Bq 이하)을 함유한 소량의 고체 방사성폐기물(0.1cu.m 이하) 중에는 家庭폐기물(쓰레기처분)로 안전하게 처분할 수 있는 것이 몇가지 있다. 따라서 쓰레기처분의 대상으로 수용할 수 있는 방사성물질 이외의 방사성물질을 포함한 것으로서 톤·알파당의 방사능이  $4 \times 10^9$ Bq를 초과하지 않는 폐기물 및 톤·베타·감마당의 방사능이  $1.2 \times 10^{10}$ Bq를 초과하지 않는 폐기물을 低準位 폐기물로 정의한다.

### 中準位廢棄物(ILW)

低準位 폐기물의 방사능준위 상한치를 초과하는 것으로서 저장시설 또는 처분시설을 설계할 때 發熱을 고려할 필요가 없는 폐기물을 中準位 폐기물로 정의한다.

### 高準位(HLW) 또는 發熱廢棄物

高준위 폐기물은 함유된 방사능에 따라 온도

가 현저하게 상승할 가능성이 있어서 저장시설 또는 처분시설을 설계할 때에 이 요인을 고려해야 하는 폐기물로 정의한다.

### 3. 廢棄物의 發生結果

이미 저장되어 있는 폐기물에 대처할 뿐 아니라 앞으로 방사성물질의 공업이용 및 비공업이용 그리고 원자력발전의 이용에서 발생된 폐기물에 대처하기 위해서도 국가적인 전략이 필요하다. 주요 변동인자의 하나는 원자력발전소에서의 발전량이며, 그밖의 변동인자로는 원자력발전플랜트의 解體를 생각할 수 있다. 爐解體에 관한 경험은 UKAEA가 실시중인 Windscale 개량형가스냉각로(AGR)의 해체 등 현재 몇몇 국가에서 축적되고 있다.

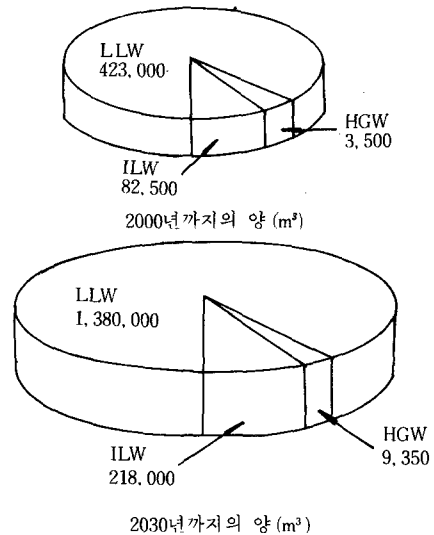
폐기물관리의 각종 요건에 영향을 미치게 하는 제3의 요인은 사용후핵연료의 재처리이다. 마그녹스원자력발전소에서 나오는 사용후핵연료는 통상 물속에 보관되는데, 마그녹스·케이징의 부식 방지와 저장조 물속으로의 핵분열생성물 방출을 억제하기 위해 조기에 재처리가 요구되고 있다. 핵연료의 건식저장은 현재 Wylfa 발전소에서 유일하게 이용되고 있다.

영국 환경성(DOE)이 중앙전력청과 남스코틀랜드전력청에 위탁한 조사의 최근 보고서에서 마그녹스연료의 재처리는 계속되어야 한다는 결론이 나왔다. 따라서 Sellafield에서 마그녹스연료의 재처리는 앞으로 최소한 21세기초까지 계속될 전망이 크다. 또한 上記 兩電力廳은 AGR에서 나오는 사용후핵연료 전망을 열산화물재처리플랜트(THORP)에서 재처리하는 내용의 계약을 조인하였는데, 이 THORP 플랜트는 1990년대 초에 Sellafield에서 가동이 개시될 예정이다. 兩전력청은 영국 국내에 건설된 PWR에서의 사용후핵연료에 관해서는 어느 시점에서 재처리를 실시할 것인지 그 구체적인 시기에 대해서는 아직 결정을 내리지 않

았는데, 정부당국은 사용후핵연료를 안전하게 보관할 수 있다는 점에서 우선 만족을 표시하고 있다.

THORP플랜트의 수용능력 잔여부분은 수출계약분으로 할당될 것으로 예상되나, 영국핵연료공사(BNFL)는 마그녹스연료의 재처리에 관한 外國과의 계약을 일단 보류하고 있다. 1976년 이후에 체결된 모든 外國과의 계약에는 재처리작업에서 발생하는 폐기물은 계약의외국에 반환한다는 BNFL의 옵션이 포함되어 있다. 현단계에서 아직 연구단계에 있는, 즉 고속로 등의 개발상황과 연계하여 폐기물 관리문제를 예측하는 것은 지금까지의 폐기물관리에 대한 것보다 훨씬 어렵지만, 그러나 이 문제 역시 고려의 대상이 되어야 한다. 그러나 LLW와 ILW 발생물의 성질이 앞으로 선택되리라 예측되는 원자로시스템에 의해 크게 좌우되는 것은 아니다.

2030년까지 각 카테고리의 폐기물 처분에 관한 과제규모를 그림 1에 표시했다. 이것은 원자력산업계의 협력하에 환경성이 수집한 정보를 이용하여 방사성폐기물의 발생결과를 국가적인 규모로 종합한 것이다.



(그림 1) 각 종류별 폐기물의 양

#### 4. 放射性廢棄物의 管理責任

영국 국내에서 발생한 방사성폐기물의 안전 관리 및 처분에 대한 책임은 폐기물의 발생당사자에 있다. 그러나 1982년 영국 정부는 LLW 및 ILW에 관한 처분업무를 담당할 원자력산업 방사성폐기물관리회사(NIREX)의 설립을 발표하였고, 1985년 11월 NIREX는 U. K. Nirex Limited(Nirex)로 통합되어 발족했다. 동사는 영국 핵연료공사, 중앙전력청, 南스코틀랜드전력청 그리고 영국원자력공사 등 4개 기관이 공동출자하였으며, 특별세어의 하나는 정부를 대표하여 에너지장관이 보유하도록 되어 있다.

Nirex사는 방위폐기물과 타산업에서 발생하는 폐기물 그리고 파트너기관에서의 폐기물 등 모든 폐기물에 대해서 취급할 준비가 되어 있음을 표명했다. Nirex는 정부와 합의하에 설립된 것이긴 하지만 정부기관은 아니며, 처분시설의 개발은 인허가 당국의 승인과 NII에 의한 인허가의 대상이 된다.

또한 Nirex도 그 활동에 대해 환경관계 세장관에게 정기적인 보고서를 제출하고 있고, 제출된 보고서는 공표되고 있다.

#### 5. 處分目標

폐기물의 처분 및 저장에 대해서는 엄격한 규제상의 관리가 이루어지고 있다. 현재 저장중이거나 저장예정인 방사성폐기물의 양은 다른 산업폐기물의 양에 비하면 비교적 소량이다. 1986년에 DOE는 고체 LLW와 ILW의 관리를 위해서 실시가능한 최량의 환경읍선(BPEO)에 관한 조사를 실시했다. 이 조사는 경제적, 방사선상의 관점에서 되도록 조속한 처분이 최적의 전략이라는 결론을 내렸다.

1986년에는 하원의 환경위원회가 방사성폐기물에 관한 보고서를 발표했는데, 무제한의 폐기물저장은 수용할 수 없다는 점과 영국 국

내에서 안전한 처분이 가능함을 결론내리고 있다. 이 보고서에 대한 응답에서 정부는 정부의 정책을 시인하는 것으로서 환영의 뜻을 표명했다.

열을 발생하는 폐기물의 경우 등 몇가지 경우에 대해서는 장기간에 걸쳐 처분을 연기하는 데, 이것은 특정의 기술적인 유리함이 있기 때문으로서 제시된 방사능의 양이 자연과정에 의해 대폭 감소되는데 의한다고 볼 수 있다. 따라서 정부의 정책에서도 이 점이 고려되고 있다.

이에 반해 저·중준위 폐기물의 경우에는 기술적인 고찰결과 조기 처분을 지지하는 것으로 되어 있다. 처분을 지연시키는 것은 아무런 이득도 없으며, 처분루트가 결정되지 않는 경우에는 최적이라고 생각되는 처리법과 안정화 방법에 대한 결정이 매우 어렵다고 평가하였다. 무기한에 걸친 저장정책은 다음 세대에도 저장을 유지시켜야 하는 부담을 주게 된다. 폐기물을 저장할 장소가 조사되지 않은채 저장량이 증대된다면 문제는 더욱 심각해 질 뿐이다. 처분의 목적은 폐기물에 대해 지질학적 및 기술적 형태에서 충분한 격납을 유지할 것과 계속적인 감시감독에 의존하지 않고 안전성이 영구적으로 확보될 수 있는 해결책을 달성하는 것이다.

충분한 격납이란 폐기물에 함유되어 있는 방사성물질의 수명 및 유독성과 관련하여 이 기간 및 범위에서 인간환경과 격리된다는 것이다. 이런 이유에서 격납의 “多重배리어構想”이 요구되고 있으며, 이 구상에서는 폐기물의 형태, 포장, 엔지니어링, 지질 등 모든 것이 이 역할을 하게 된다. 어떤 경우에도 시설의 포화상태 기간 및 폐쇄후에도 필요하다고 판단되는 기간 동안 모니터링이 실시될 것이며, 시설을 운영하는 기관에서는 폐기물의 특질과 시설내의 所在場所 등 정확하고 상세한 기록의 보존이 요구된다. 따라서 장래에 폐기물의 일부를 회수하고자 할 경우에도 이에 대응할 수 있다. 영국

(表 1) Sellafield에서 계획되고 있는 방사성폐기물 처리플랜트에 대한 주요투자목적

플랜트	機能	運轉開始年
廢棄物유리固化 플랜트 (WVP)	高준위廢棄物의 유리固化	1990年
캡슐에 넣는 플랜트 (EP 1 및 EP 2)	中준위廢棄物의 콘크리트 固化	1990年 (EP 1) 1992年 (EP 2)
增強 액티나이드 除去 플랜트 (EARP) 및 부수된 廢棄物 패킹캡슐에 넣는 플랜트 (WPEP)	液體排出物의 處理	1992年
廢棄物處理複合體	플루토늄汚染物質 (PCM)의 處理 및 포장	1990年代初期

정부는 앞으로 최종적인 처분이 결정될 때까지 필요한 기간동안 폐기물이 안전하게 보관될 것을 요구하고 있다.

## 6. 現在의 狀況

### 低準位固體廢棄物

모든 방사성폐기물은 1960년의 방사성물질에 관한 법률에 의해 관리되고 있다. 그러나 일부 폐기물은 방사능이 매우 낮기 때문에 제한된 용량내에서 통상의 가정폐기물과 같이 안전하게 처분할 수 있다. 또한 이 보다 장수명이고 대량의 폐기물도 가정배출물을 버리는 곳에 처분할 수 있는데, 이 경우에는 승인을 받아야 한다.

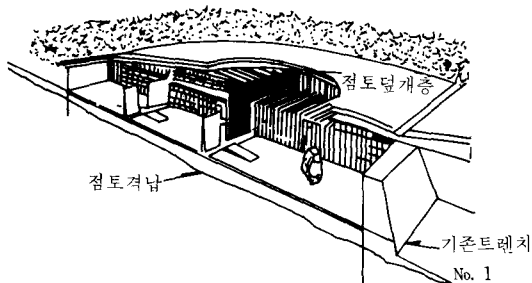
산업계 및 비산업계에서 발생하는 LLW는 현재 원자력산업이 관리하고 있는 淺層사이트에 처분되고 있다. 대부분은 BNFL의 Sellafield 사이트 남동 6km 지점에 위치하는 동사 소유의 트리그처분시설로 운반된다. 이 시설은 1959년 이래 영국 국내의 저준위 방사성폐기물 주요처분사이트로 專用되고 있다. 트리그에 처분되는 폐기물의 거의 대부분은 Sellafield에서 (철도로) 반입되고, 나머지는 BNFL, 원자력산업, 기타 방사성물질의 수요자 등이 운영하고 있는 사이트에서 반입된다.

오염검사국은 최근에 트리그에서의 방사성폐기물 처분에 관한 승인을 개정했다. 폐기물의 방사능 제한치가 1971년의 승인시에 결정되어 있었는데, 알파 및 베타방사능의 1일 평균과 표면선량률 등에 관한 것이었다. 이번의 신규 승인에서는 이 원칙을 더욱 확대하여 개개의 폐기물위탁화물에 대해서도 제한을 두었고, 사이트에서 1년간에 처분되는 방사성핵종그룹의 총량에 대해서도 제한을 설정하였다. 탁송화물의 제한치는 알파방사능에 관해서는 톤당 4GBq, 베타방사능에 관해서는 톤당 12GBq이다.

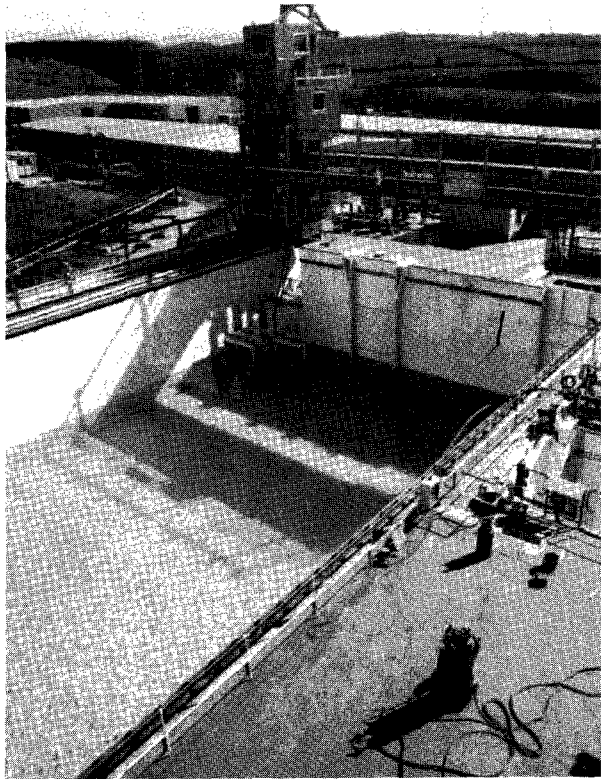
특정한 방사성핵종의 처분에 관한 연간제한치는 BNFL의 리스크평가에 근거하여 결정되었다. 이 제한치의 목적은 방사성폐기물의 처분에 의해 0.1mSV의 선량과 동등한 리스크가 1년간에 개인에게 미치는 일이 없다는 사실을 보증하는데 있다. 연간 방사능 제한치는 사이트의 운전기간을 30년으로 가정하여 정해지고 있다. 그리고 일정한 알파와 베타 제한치는 개개의 방사성핵종 상호간에 부가적인 리스크가 발생할 가능성을 고려하여 각각 별개의 그룹으로 분류되었다. 또 트리튬도 이런 것들과는 별도로 제한이 가해졌는데, 이것은 트리튬의 경우 방사선적으로는 그다지 중요성이 없지만 트리그에서는 상당한 양이 처분되고 있다는 점에 유의한 것이다.

드리그에서의 처분작업은 빙하시대의 퇴적물에 깊이 파져 있는 트렌치를 이용하였는데, 지금까지 이러한 트렌치 7개가 이용되었으며, 모두 투과성이 낮은 점토층으로 구성되어 있었다. BNFL은 드리그시설의 성능 향상을 고려하여 앞으로는 콘크리트로 벽을 쌓은 “지하저장고” 시스템이 사용되리라 예상된다. 그림 2는 다음 단계의 充填구역인 “지하저장고” 8의 계획도를 예시한 것이다. 이 “지하저장고”에서는 점토기반이 설치되어 있으나, 다음의 “지하저장고” 9에서는 공학적인 설비를 설치하도록 계획되어 있다. “지하저장고” 8의 수납용량은 대략 180,000cu.m이지만, “지하저장고” 9가 완성되면 수납용량은 500,000cu.m의 이용이 가능하게 된다. 그러나 보유가능한 폐기물콘테이너용량은 필요공간 등에 의해서 이것을 하회하게 될 것이다.

1988년 말까지 현존 트렌치로의 빗물 진입을 감소시키기 위해 모든 트렌치가 폐쇄되었으며, 그밖에 현재 고려되고 있는 각종 개선책은 그 대부분이 환경에 관한 선정위원회가 실시한 사이트에 대한 비판과 신규승인에서 요구되었던 각종 요건에 따른 것인데 이것은 일반대중에게 주는 선량리스크가 합리적으로 달성가능한 한 낮은 것임을 보증해야 할 필요성을 반영하고 있다. 이 개선을 위해 드리그에서는 500만파운드를 넘는 투자계획이 포함되어 있으며, 앞으로 도입이 예정되어 있는 주된 개발항목은 다음과 같다.



〈그림 2〉 드리그의 지하저장고 (8)



i) 드럼에 넣거나 상자 포장한 콤팩트폐기물을 콘크리트·라인이 시공된 트렌치내로 定位.

ii) 빗물의 진입을 제한함과 동시에 오염물질의 누설량을 감소시켜 사이트에 방치되는 방사능을 저감시키기 위해 현존 트렌치와 앞으로의 트렌치에 대한 덮개설치조치.

iii) 트렌치내의 누설물을 수집하기 위한 온·사이트 배수시스템의 개선과 개량된 샘플링·시스템의 설치.

iv) 트렌치누설물의 드리그방향 흐름을 개선된 파이프라인을 경유하는 해양으로 방향수정.

v) 폐기물의 計裝모니터링에 관한 품질점검시설의 규정에 따른 엄격한 품질보증절차의 부과.

계속되는 검토과정의 일환으로서 환경성은 드리그·사이트의 평가에 관한 연구를 지원하고 있다. 인허가 소관부처는 이런 조사를 감안

하여 승인후 3년내에 승인을 재검토할 의향이  
다.

드리그에 처분할 수 없는 저준위 폐기물과  
중준위 폐기물은 새로운 처분시설이 가급적 조  
속히 실용화될 것을 전제조건으로 하여 그때까  
지 저장되고 있는 것이 현상이다.

1983년에 海洋投棄에 관한 연기결정이 나오  
기까지 저·중준위 폐기물의 일부가 북대서양  
해역에 투기되었다. 그러나 영국 정부는 해양  
투기옵션을 유지하고 싶다는 의향을 재확인했  
다. 따라서 적절하다고 판단될 경우에는 爐解  
體에서 발생하는 대량의 폐기물과 트리튬에 관  
해서는 이 처분법이 이용가능하다. 이것은 DOE  
의 BPEO가 실시한 조사결과를 반영하고 있는  
데 이 조사는 이런 종류의 폐기물에 관해서는  
해양투기가 제일 적합한 옵션이라고 결론을 내  
렸었다.

## 7. 低·中準位廢棄物의 將來戰略

1987년 5월 1일 영국 정부는 U. K. Nirex 사  
의 저·중준위 폐기물용 심층시설 1기를 개발  
해야 한다는 요지의 권고를 수용했다고 발표했  
다. Nirex사는 분리형식의 地表근방 LLW 처분  
방식을 당초 고려하고 있었던 만큼 심층처분은  
경제적인 유리성이 크지 않다는 결론을 내리고  
있었다. 이 때문에 사이트조사계획이 중단되어  
Nirex社의 업무는 현재 방사성폐기물 심층처분  
을 지양하는 것으로 궤도 수정이 되고 있다.

Nirex사는 1987년 11월 신규시설의 개발을  
위해 동사가 달성해야 할 책임의 구체적 방법  
에 대해 조인과 코멘트를 구했다. 여기에는 동  
사가 조사중인 세계의 옵션이 概說되어 있는데  
육지심층매설, 해안에서 海洋下로 터널 부설,  
그리고 근해구축물에서 해저 속으로의 처분 등  
이다. 일반대중의 합의 획득은 Nirex사가 1989  
년 초로 예정하고 있는 요망서의 제출에 앞서  
동사의 기술적, 지질학적 조사결과와 함께 매

우 중요한 것으로서 Nirex사가 당연히 고려해  
야 할 요인중의 하나이다.

일반대중의 민의를 충분히 수렴한 후 최종적  
인 결단을 내리는 것은 정부가 될 것이다. LLW  
에 대한 드리그의 계속 이용 가능성과 원자력  
시설에서 ILW의 중간저장 계속 이용 가능성은  
심층처분장을 이용할 수 있을 때까지 충분히  
각종 요건을 충족시키는 것이어야 한다.

## 品質點檢節次의 開發

HMP는 처분에 앞서 폐기물의 포장을 독자  
로 점검하는 능력을 확립중이다. 현재 그것을  
위한 연구시설이 계약업자에 의해 원자력연구  
소의 윈필리스·사이트에서 개발되고 있는 중  
이다. 샘플링과 비파괴검사기술의 평가가 진행  
되고 있으며, 이런 기술에 대해 앞으로 실시될  
연구는 안전화되고, 포장된 폐기물의 사양과  
합치를 도모하는 것이다.

## 8. 結 論

방사성폐기물은 앞으로 더욱 연구개발이 요  
망될 여지는 있으나, 안전하게 관리될 수 있다.  
그러나 주요한 필요성은 특수한 형태의 폐기물  
까지도 만족한 상태에서 취급할 수 있도록 이  
미 개발된 기술을 적용하는 것이다. 영국에서  
는 액체 방사성폐기물 및 저준위 폐기물의 관  
리처분과 기체 폐기물의 저장화 면에서 여러가  
지 개량개선택이 강구되고 있다. Nirex는 LLW  
와 ILW의 처분에 관한 현행전략을 실시에 옮  
기기 위해 현재 심층처분시설의 가능성을 조사  
중이다.

규제기관은 원자력산업을 위해 폐기물관리  
에 대한 엄격하고 종합적인 법령상의 관리를  
운용함으로써 작업종사자, 일반대중 및 환경이  
충분히 보호받는 것을 보증하기 위해, 그리고  
정부의 정책목표가 달성되는 것을 확인하기 위  
해 제원칙, 각종 기준, 지침 등을 개발하고 있다.