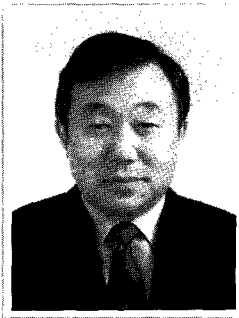




세계 각국의 방사성 폐기물 관리

최연홍

서울시립대 도시과학대학원 환경정책학과 교수



우리나라 에너지 공급의 70퍼센트를 원자력에 의존해야 할 미래 설계가 나오고 있다. 자원 빈국인 나라가 원자력에 의존해 살아갈 수 있음은 다행이다. 그러나 원자력 발전에서 나오는 방사성 폐기물 처분장 입지 선정이 주민들과 반핵주의자·단체들에 의해 거부 당하고 있다. 원자력을 사용하고 있는 나라들 모두가 방사성 폐기물 관리에 상당한 관심을 보이고 있으며 그리고 성공하고 있다.

이 글은 외국의 최근 관리 현황을 우리 나라에 알리기 위해 쓰여졌다.

타산지석(他山之石)이란 말이 있다. 외국의 현황이 단편적으로 소개되고 있으나 종합적인 개괄이 없어 이 글을 쓰게 되었다.

벨기에

벨기에는 원자력 연구소가 있는 몰(Mol) 지하 깊이 점토(clay)에 방사성 폐기물 처분장을 건설하기 위해서 1984년 이후 25년 이상 실험을 해 오고 있으며, 지하 연구 실험실을 건설해서 운영하고 있다.

예비 시범 실험이 1999년에 완료되었고 230미터 깊이, 90미터 길이의 실험과 함께 고준위 폐기물의 열 시뮬레이션도 가졌다. 점토에 적절한 건설 기술도 실험해 왔다.

지금까지의 실험을 토대로 해야 할 연구와 시범 실험의 우선 순위를 정하는 단계에 와 있으며, 2035년에 처분장 운영을 계획하고 있다.

사용후 핵연료는 폐기물이라고 여겨지고 있지 않다. 재처리하는 프랑

스의 La Hague에서 처리되고 있다. 유리화된 고준위 폐기물은 2000년 4월 Dessel의 잠정 창고에 들어갔다.

벨기에는 Dessel에 중·저준위 폐기물을 저장하고 있다. 잠정적 보관은 20년, 그 후에까지 계속될 전망이다. 영구 처분장 입지 선정에 관한 토의가 시작되고 있다.

1998년 1월 16일, 벨기에는 심지층 처분장을 선택했다. ONDRAF/NIRAS가 이미 정해진 Doel, Fleurus, Mol-Dessel과 Tihange 4곳과 다른 관심이 있는 지방으로 기술적이고 사회적인 고려와 함께 선정에 필요한 모든 방법을 동원하기로 했다.

첫 번째 단계는 처분장 위치에 관심을 보이는 지방에 대해 기술적으로 안전한 지대인가를 점검한다.

두 번째 단계는 일차 관문을 통과하면 2년이란 기간에 걸쳐 계획하는데 이 단계에서는 지방의 필요한 열망, 안정의 추구, ONDRAF/

NIRAS와 지방 정부간 Partnership을 구축한다.

세 번째 단계는 전문가 그룹에게 이 지방의 기술·경제·사회문화·생태적인 강점에 관한 중요한 논평이 제출된다.

네 번째 단계에서 연방 정부가 마지막 결정을 내린다.

현재 Dessel, Mol과 다른 한 곳이 Partnership을 만들고 있다. 각각의 도시에는 대학연구팀이 그 지방의 사회 경제적 구조를 만들기 위해 면담을 행하고 있다. 이 작업이 Partnership의 내용을 어떻게 채울 것인가를 제안하게 할 것이다. 그리고 그 안에서 Working Group이 해야 할 일을 규정할 것이다.

ONDRAF/NIRAS가 제안한 Partnership은 지방 정부의 공식적 대표자와 관심이 있는 주민들로 구성한다. 이 Partnership이 처분장 조사·연구의 최종 책임을 진다.

지방 의회 의원들이 정(正)회원으로, 주민들은 부(副)회원으로 참여하여 Working Group을 이끌어 나간다. Working Group 재정은 ONDRAF/NIRAS에 의해 조달된다.

Partnership의 조직은 모든 Partners로 구성되는 총회(General Assembly)가 있고 총회가 임명하는 각각의 작은 Partnership의 대표들로 구성되는 운영위원회(management committee)가 있다. 그

리고 운영위원회가 임명하는 사업별 조정위원회(project co-ordination)가 있으며 실제 모든 일을 담당한다.

기술적·사회경제적·환경적·문화적인 자료들이 수집·분석·통합되는 과정을 거친다. 각각의 Working Group이 그들의 제안을 만들어 내며 함께 모여 조정과 타협을 거쳐 최종 제안을 낸다. 지질적으로 천층·심층 처분이 모두 가능한 지방에서는 두 개의 제안을 낼 수 있다.

ONDRAF/NIRAS는 기술적이고 과학적인 정보를 제공하고 주민 대표들은 비(非)기술적인 모든 분야를 담당한다. ONDRAF/NIRAS가 2001~2002년의 기간이 끝난 후 처분장 찾는 일에 실패할 수도 없다. 그렇게 되면 연방 정부가 그 다음을 결정해야 할 것이다.

캐나다

캐나다는 지하 깊이의 처분장 후보지가 없다. 16년간의 연구 결과를 토대로 심성암(화강암과 같은)깊이에 처분장 개념을 개발해왔다. zokskekeml 중동부 지역이 된다. 1990년 마니토바에 지하 연구 실험실이 만들어졌다.

사용후 핵연료는 폐기물로 간주되고 있다. 사용후 핵연료는 500~1,000미터 깊이에 일련의 인공 차

단을 심성암의 자연 차단을 강화·보완하도록 되어 있다. 현재는 발전소 인근의 pool이나 건식 콘크리트 상자에 넣어두고 있다.

캐나다 정부와 온타리오주 정부는 1978년 캐나다 원자력 에너지 회사가 심층 지하 처분장 개념을 발전시킨 것을 동의했다. 1981년 입지 선정이 시작되기 전에 공청회를 열고 중앙 정부·주 정부가 동의해야 할 것에 동의했다.

독립된 환경영향평가위원회가 1989년에 임명되어 Seaborn 보고서를 만들어냈다. 그 보고서의 결론 가운데 다음과 같은 것이 들어있다.

- 안전의 기술적 측면은 잘 되어 있으나 사회적 측면은 적절하게 되어 있지 않다.

- 원자력 에너지 회사의 심층 지대 처리 개념은 폭넓은 주민들의 지원을 받을 정도가 아니다.

보고서는 주민들의 방사성 폐기물 관리에 대한 수용이 있을 때까지 입지 선정을 보류하라고 추천하고 있다. 주민들의 수용을 얻을 수 있는 계획은 심층 지대 처분 외에 다른 선택을 만들어내어 윤리적이고 사회적인 평가를 추천하고 있다.

폐기물을 오랜 시간 후에 다시 꺼낼 수 있는 처분장 설계가 처음엔 없었으나 지금은 중요하게 제안되고 있다. 저준위 폐기물은 브르스 원자력발전소와 Chalk River 실험실이 지역에 보관되어 있다. 이 폐



기물 처분의 방법으로는 천층이지만 여러 가지 처분 시설의 다양성이 고려되고 있다.

중 국

중국은 북서부 간수현 고비 사막 베이산을 심지층 처분장으로 정하고 있다. 이 지대는 지하수면 아래 화강암 지대이며 입지 선정 허가를 받기 시작하고 있으며, 2020년까지 처분장을 설계하고 2040년에 폐기물 처분장 운영을 계획하고 있다.

중국은 원자력발전소를 더 건설하려 하기 때문에 이 계획에 박차를 가하고 있다. 사용후 핵연료는 중국에서는 폐기물이 아니다. 중국의 고준위 폐기물 처분 정책은 다음과 같은 원칙을 세우고 있다.

- 사용후 핵연료는 재처리한다.
- 폐기물의 유리화가 최종 폐기물 형태가 된다.
- 처분장은 심층 지질 처분이 된다.
- 화강암 암반 속에 묻는다.

처분장은 saturated zone에 shaft tunnel이 설계된다. 베이산 선정은 1986~1989년 일차 조사로 21개 지역을 정했고 그 다음 북서부 5개 지역으로 좁혀졌다. 기술적이고 사회적인 고려가 있었다.

베이산의 일차 특성 조사는 1989년에 되었고 2010년까지 계속할 것

이다. 2000년 7월에 두 개의 천공(boreholes) 가운데 첫 천공을 뚫었고 700미터 깊이까지 뚫고 들어가는 계획이다. 두 번째 천공은 500미터 깊이까지 뚫고 들어갈 계획이다.

핀 란 드

핀란드에서 POSIVA OY가 방사선 폐기물 관리의 책임을 지고 있다. 올킬루오토 500미터 지하에 연구 실험 시설이 2003년 시작할 예정이다. POSIVA의 본부와 직원은 2002년 여름까지 올킬루오토로 옮길 것이다. 2010년 최종 고준위 처분장이 건설될 것이고 2020년 가동될 예정이다. 변화하는 시민들의 태도, 가치관을 주시하면서 이 사업을 추진할 것이다. 유라조키의 이해 당사자는 다음과 같다.

- ① 유라조키시, 시 정책 결정자들과 시민
- ② 이웃 마을과 도시
- ③ 언론-지방·중앙지
- ④ 환경운동/반대자들
- ⑤ 중앙 정부의 정부 결정자들
- ⑥ 과학·기술 학술 단체
- ⑦ 이 분야의 전문가
- ⑧ 기업

이해 당사자들의 이해는 서로 다르다. 그 하나 하나의 이해 당사자들과 대화와 협상을 통하여 일을 추진한다. 유라조키의 1/3 주민들은 이 도시에 최종 처분장이 들어오는 것을 반대했지만 환경 단체들의 반대는 없었다. 극소수의 반대 활동이

있었을 뿐이다.

의사 통로는 언제나 열어놓고 있다. POSIVA는 언론사들이 '사건'을 찾아 나서고 있음을 알고 있다.

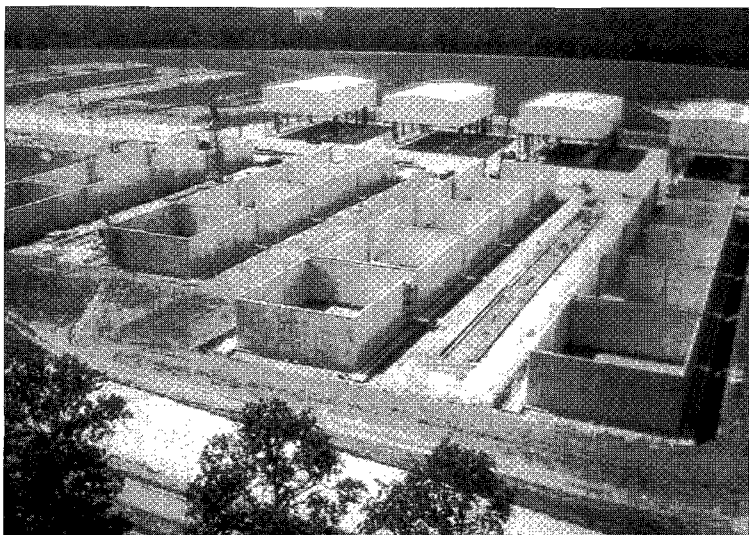
핀란드는 올킬루오토를 후보지로 선정했다. 2000년 12월 정부의 결정이 공식적으로 발표됐다. 1985년 102개의 적지(適地)가 정해졌고 그 후 키벳티, 로비사, 울키루토, 로무바라 4곳이 마지막으로 선정되었다. 마지막으로 올키루토가 최종 선정되었다.

후보지로 선정될 때 그 후보지는 거부권을 행사할 수 있다. 네 후보지는 1997년 환경 영향 평가를 시작했고, 설명회·공청회가 시작되었으며, 주민들의 여론이 수렴되었다. 네 도시가 모두 유치할 뜻을 보였다.

정부가 신뢰를 받고 있는 정치 문화가 다른 나라와 다르다. 핀란드가 이 세계에서 제일 먼저 고준위 방사성 폐기물 폐기장을 확정한 것이다. 사용후 핵연료는 1983년 정책으로 폐기물로 간주되고 있다. 사용후 핵연료는 안에는 철 상자, 밖에는 동상자로 구성된 두 개의 상자 체제 안에 들어가 있게 된다.

이 상자는 시추된 터널의 맨 밑바닥에 놓이게 되며 그 깊이는 지하수 흐름 아래 500미터 수정압 속이 된다. 밖의 큰 지각 변동이 없는 한 이 동상자는 백만년 안전을 유지하게 한다.

핀란드는 이미 중·저준위 방사성 폐기물 처분장을 운영하고 있다. 올킬루오토와 로비스타에 있는 두 개의 원자력발전소 밑의 암반에 처분장이 있다. 그 깊이는 60~110미터 지하. 두 원자력발전소는 사용후 핵연료를 그 인근 잠정적 보관소에 두고 있다. 핀란드 법은 방사성 폐기물의 수출입을 통제하고 있다.



프랑스의 l'Aube 방사성 폐기물 처리 시설. 프랑스는 저준위, 짧은 생명의 중준위 폐기물은 지상 시설에서 처분하고 있다. Centre de la Manche는 1969년 운영을 시작해서 1994년에 52,6000m³를 채웠고, 지금은 폐쇄했다. Centre de l'Aube는 1992년부터 운영하고 있다. 저준위 폐기물 처분장은 연구중에 있다.

프랑스

프랑스는 아직도 고준위 폐기물 처분장 후보지를 선정하지 않고 있다. 프랑스는 동부 Bure(Meuse Haute Marne)에 지하 연구 실험실 건설을 시작했다. 1990년 시민들은 입지 선정을 일단 중지할 것을 요구했고 그 결과 1991년 고준위 폐기물과 중준위 폐기물 처분에 관한 폐기물 법을 통과시켰고, 세 곳에 다음과 같은 15년간의 연구 프로그램을 시작했다.

- ① 장수명 동위원소의 분리와 변형
- ② 지하 연구 실험에 따른 심지층에 처분할 것
- ③ Immobilization process와 장기적 지상 보관

1991년 폐기물법은 입지 선정 과정에서 '책임있고 민주적이고 투명한 과정'을 강조하고 있다. 이 법은 프랑스 정부가 2006년까지 세 연구 실험 지역에 관한 전반적 평가를

해서 의회에 제출하도록 되어 있다.

또한 이 법은 고준위 폐기물과 장수명 폐기물의 처분장을 건설할 수 있는 법의 초안을 제출할 것을 규정하고 있다. 정부가 건설 허가를 내주기 전에 의회는 충분한 토의를 하도록 되어있다.

심지층 처분은 분리, 변형, 지상의 잠정적 보관보다 더 많은 이점을 갖도록 되어 있다. 프랑스에서는 사용후 핵연료가 폐기물로 간주되어 있지 않으며 라 아그 공장에서 재처리되고 있고 플루토늄은 혼합된 산소 연료로 재사용되고 있다. 최근 사용후 핵연료를 년 생산의 75퍼센트로 한정했다.

외국과의 협정으로 라 아그에서 재처리하고 있는 나라는 오스트레일리아 · 벨기에 · 독일 · 일본 · 스페인 · 스위스 · 네덜란드이다.

프랑스는 지난 10년간 입지 선정의 특성 조사 연구를 해 왔다. 처음

엔 30개의 지하 연구 실험실 후보가 선정되었고, 그 다음 네 곳으로 정해졌다. 네 곳의 주민들이 지상 정찰 프로그램을 수용했다.

1996년 세 곳이 지하 연구실 시설 후보지로 정부에 건의되었다. 1998년 정부는 Meuse와 Haute-Marne 접경 지역을 허가했고 지금 프랑스 최초의 지하 연구 실험실이 점토층에 건설되고 있다.

정부는 또한 화강암 지대를 연구할 것을 요구하고 있다. 1991년 법은 적어도 두 군데 지하 연구 실험실 건설을 요구하고 있기 때문이다.

화강암 지대는 Brittany와 중부 프랑스에 위치하고 있는데 이 곳 지방 주민들의 저항은 거세다. 일차적인 입지 선정은 주민들 의사를 묻지 않은 데 연유한다.

프랑스는 저준위, 짧은 생명의 중준위 폐기물은 지상 시설에서 처분하고 있다. Centre de la



Manche는 1969년 운영을 시작해서 1994년에 52,6000m³를 채웠고, 지금은 폐쇄했다. Centre de l'Aube는 1992년부터 운영하고 있다. 저준위 폐기물 처분장은 연구중에 있다.

독 일

독일은 폐기된 콘라드 철광에 높은 열을 발생하지 않는 모든 폐기물 처분을 시도하고 있고, 1년 안에 인허가 절차가 끝날 예정이며 고레벤 염광속에 높은 열을 발생하는 사용후 핵연료와 고준위 폐기물을 처분하는 조사가 1979년부터 시행되고 있다.

독일의 새 연합 정부는 지금까지의 폐기물 관리 개념이 실패했다고 보고 새로운 관리 개념을 발전시킬 것을 약속했다. 두 곳이 아닌 하나의 처분장을 심층 지대에 건설하는 개념이고, 사용후 핵연료와 고준위 폐기물을 포함한 모든 폐기물은 처분하는 것이다.

처분장 입지 선정과 과학적으로 건전한 기준을 모색하는 전문가 집단이 만들어졌다. 고레벤이 입지 선정에 포함되어 있다. 그러나 2000년 6월 14일 연방 정부와 전기 회사는 고레벤 지하 조사가 안전에 관한 세밀한 문제를 해결할 때까지 3년~10년 중단할 것을 협정했다.

정부의 새 정책은 2030년경에

처분장을 운영할 계획이다. 콘라드의 경우 정치적 고려가 영향을 미치고 있다. 2000년 6월 14일 협정은 오직 인허가 절차의 종료에 관해 논의하고 있다. 폐기된 철광에 중·저준위 폐기물 처분장을 두는 계획은 아직도 유효하다.

독일의 경수로에서 나온 사용후 핵연료는 1970년대 이후 프랑스와 영국에서 재처리되었다. 냉전 시대 동독에서 나온 사용후 핵연료는 러시아에서 재처리되었다. 1985년에 독일 연방 정부는 재처리와 함께 바로 처분하는 방법을 추구할 것을 발표했다. 1994년 이래 재처리와 처분은 똑같이 취급해왔다. 2000년 6월 14일 협정은 처분에 우위를 주고 있다.

독일은 원자력발전소의 증류수 안에 사용후 핵연료를 잠정 보관하고 있고, 4곳의 건식 저장고 안에 잠정 보관해오고 있다.

동독의 그라이후스왈트와 라인버그의 두 원자력발전소는 1991년 폐쇄되었다. 그 이유는 동독의 안전 규칙이 서독의 그것에 미치지 못하고 있었기 때문이다. 약 5,000개의 사용후 핵연료가 그라이후스왈트에 신축된 잠정 보관고에 들어있다. 다른 잠정 보관고는 고레벤에 있다.

사용후 핵연료의 운송은 1998년 중지되었다. 지상 오염이 우려되었기 때문이다. 운송은 2001년부터 재개할 예정이다. 미래 운송을 최소

화하기 위해 원자력발전소 경내에 건식 잠정 보관고가 추구하고 있고 인·허가 절차가 이미 시작되었다.

독일은 중·저준위 폐기물을 두 개의 암염광에 처분해왔다. 서독의 아세와 동독의 모스레벤이다. 아세는 1967년에 열어서 1978년 폐쇄되었고 모스레벤의 운영은 1971년에 시작했다. 이 처분장은 1998년 행정법원의 판결에 의해 운영이 정지되었다. 이 처분장은 수 년 내 폐쇄될 예정이다.

일 본

일본의 심층 지대 처분장 후보지를 아직 선정하지 않고 있다. 일본 원자력위원회가 장기적 계획을 세우고 있다. 고준위 폐기물 처분장 입지 선정에서 운영은 2000년에 조직된 일본 핵폐기물관리위원회(NUMO)가 주도한다.

위원회는 후보지를 선정, 제안하고 입지 특성 조사를 수행하고 건설을 감독하고 2040년 전에 운영할 것을 목표로 인·허가받는 일이다. 처분장 건설 후에는 보수 유지 및 관리를 담당하고 고준위 폐기물의 최종 처분 작업을 담당하고, 처분장이 폐쇄되면 그 일을 담당하고 폐쇄 후 관리를 담당한다. 발전용 원자력 소유주에게서 기금을 징수한다.

심층 처분을 위한 연구·개발은 일본 핵주기개발연구소(JNC)가

리더십 역할을 맡고 최근 두 번째 보고서를 냈다. 고준위 폐기물 처분을 위한 법은 2000년 6월 나왔으며 심지층 처분을 실행하는 지침이 되고 있다. 이 지침은 정부의 행정적 역할, 점진적 입지 선정 과정, 실행 기구의 설립, 재정 방법을 가르쳐주고 있다.

일본은 30년 앞을 내다보는 고준위 처분장 운영을 위해 필요한 입법과 지질 조사, 환경 영향 평가, 시추 작업에 필요한 예산을 위한 기금 축적을 시작했다. 전기 요금의 일부를 기금으로 모으고 있다.

2035년 처분장을 운영할 수 있도록 입지 선정 과정은 3단계로 ①개요 조사 ②정밀 조사 ③최종 조사로 이루어져 있다.

1단계는 예비 조사 지역의 선정이다. 사업 주체가 지도·지질도·역사 기록 등을 사용하여 문헌 조사를 수행한 후 지진·화산·지각변동 등의 역사 기록이 없고 향후에도 예상되지 않는 예비 조사 지역을 도출한다.

2단계는 상세 조사 지역의 선정이다. 예비 조사 지역에 대해 암석역학·지화학·수리지질학 등의 다양한 측면에서 지질 환경의 장기 안정성을 확인하기 위한 시추 조사를 수행한 후 사업 주체가 상세 조사지역을 선정한다.

3단계는 처분장 건설 부지의 선정이다. 사업 주체는 지질 환경의

물리화학적 특성을 조사할 지하 시설들을 실제 건설할 계획이며, 법적 요건을 만족하는 지역 중 처분장 건설 부지를 최종 선정할 것이다.

이와 같은 부지 선정 단계별로 결과를 공표하고 최종 처분 사업 계획에 반영한다. 통산성 장관의 처분장 부지 승인으로 부지 선정 과정은 종료된다. 각 단계별로 해당 지역의 도지사·시장·읍장과 협의하고 그들의 의견을 중시하여야 한다.

처분장 부지가 선정되면 수백 미터 깊이의 수직 갱을 굴착한 후 수평 동굴을 건설한다. 3조엔을 예상하고 기금을 축적해간다. 2000년 5월 일본 국회가 고준위 폐기물법을 제정했고 10월 원자력환경정비 기구가 창설되었으며 이 기구는 32명으로 구성되었다.

자본금은 없이 전기 회사 출연금으로 유리 고화체로 처분, 일단 40,000 캐니스터 처분장을 예상하고 있다. 지금까지 배출된 폐기물은 13,300 캐니스터가 될 것이고 앞으로 매년 1,00여개의 기금은 독립적으로 관리될 것이며 통상 장관의 허가 사항이 되어 있다.

곧 1차 후보지의 선정이 있을 예정이고, 2008~2013년 구체적인 조사가 시행되고, 2023~2028년 최종 후보지 선정, 건설, 2033~2038년 운영 개시 일정이 국민의 이해 → 공평하고 투명한 정보의 공개 → 국민의 신뢰를 NUMO의 기

본 철학으로 하고 있다.

일본은 사용후 핵연료를 폐기물로 간주하지 않는다. 일본 원자력위원회는 도카이 공장에서 사용후 핵연료의 소량을 재처리하고, 거기서 나오는 고준위 폐기물은 유리화해서 도카이 유리화 기술개발처에 보관하고 있다.

전기 회사들은 프랑스와 영국의 재처리 공장과의 장기 계약을 맺고 있다. 외국의 재처리 공장은 룻카쇼무라에 건설중에 있으며 2050년에 공장이 가동될 예정이다.

일본은 작은 국토를 갖고 있으며 지진과 화산 폭발이 빈번하지만 정부와 전기 회사들은 원자력 발전과 심층 지대에 폐기물 처분장을 건설하려 한다. 후보지 평가의 결과는 지질적으로 안전한 지역을 찾게 될 것이라고 믿고 있다.

마주나마시 수정암 속에 소규모의 지하 연구 실험은 1995년 이후 일본의 지구 과학 연구의 주요 과제가 되어 있다. 호로노베 근처의 퇴적층에 두 번째 지하 연구 실험실 건설이 계획되고 있다. 핵 분리와 변형의 가능성을 조사하고 있다.

저준위 폐기물은 지표 가까운 시설에 처리되고 있다. 원자력 발전에서 나오는 저준위 폐기물은 룻카쇼무라에서 처리되고, 연구로 폐쇄에서 나오는 아주 낮은 저준위 폐기물은 도카이무라에서 처리되고 있다.

원래 룻카쇼무라에는 1970년대



「무츠오가와 개발」이 국가 사업으로 계획되었으나 1971년 달러 쇼크와 1973년 석유 위기로 계획의 진전을 보이지 못하고 있다가 국가 석유 비축 기지가 건설되었을 정도였다.

마침내 1984년 4월 전력사업연합회로부터 원자 연료 사이클 시설 입지 협력 요청이 있어 현재 4개의 시설 중 3개의 시설이 완성되어 있는 상태다. 전력사업연합회라는 민간 주도 단체가 있었지만 중앙 정부는 법을 만들고 세제 지원을 확립했다.

저준위 폐기물 처분장은 오랜 기간 계획되었으며 룩카쇼무라와 인근 마을·도시 주민들에게 1년 동안 안정성에 대한 설명회를 가졌고, 하시모토 현 촌장의 용기 있는 결정과 동경 정부, 아오모리현 정부, 전기 회사, 일본핵연료주식회사, 주민들의 협력·협동이 저준위 폐기물 처분장과 다른 원자력 산업이 가능하게 했다. 하시모토 촌장은 경제 발전이 가장 큰 요인이 되었다고 말한다. 지금 룩카쇼무라의 평균 소득은 아오모리현의 평균 소득보다 우위에 있으며 앞으로 평균 소득보다 우위가 될 것이라고 전망하고 있다.

네덜란드

네덜란드에는 후보지가 없다. 중·저준위 폐기물은 Borssele 근

처의 중심지에 보관되어 있다. 거기에 고준위 폐기물도 처리와 보관이 되고 있다. 1984년 화란 정책은 네덜란드에서 나오는 모든 방사성 폐기물을 100년간 잠정 보관할 것과 이 폐기물의 최종 처분 가능성의 연구를 포함하고 있다.

네덜란드는 사용후 핵 연료를 폐기물로 간주하지 않고 있다. 프랑스·영국에서 재처리되고 거기서 나오는 고준위 폐기물은 2003년부터 네덜란드로 돌아온다. 고준위 폐기물에서 나오는 열을 냉각시키는 잠정보관소를 건설하고 있다.

화란의 암염광 속에 처분하는 연구가 곧 완료될 것이고 폐기물의 회수 가능성을 진단하는 연구가 진행되고 있다.

연구 처분으로부터 장기적 보관으로 시민들의 태도가 변하고 있다. 화란 또한 조개기와 변형에 관한 연구를 진행하고 있다.

러시아

러시아는 심층 지하 두 개의 후보지를 정하고 있다. 남부 우랄과 크라스노야스크 지역의 마약 지대는 국방 물자 생성 공장이 있었던 곳이다. 코라만도도 조사되고 있고 우라비보스톡 지역도 거론되고 있다.

러시아는 고준위 폐기물과 사용후 핵연료 처분장으로 모두 4곳을 후보지로 정하고 수순을 받고 있다.

사용후 핵연료는 폐기물로 간주되지 않고 있으며 재처리되었다. 그러나 재처리하지 않고 바로 처분하는 것도 고려되고 있다. 고준위 폐기물은 마약에서 유리화되고 있다.

러시아는 1995년 「방사성 폐기물과 사용후 핵연료의 관리 이용과 처분」이라는 10년 연방 프로그램을 시작했다. 주요 내용은 다음과 같다.

- 기존의 원자력발전소 안의 잠정적 보관 시설은 새로운 안전 수준에 미치지 못해 재건축하든가, 신축 필요
- 장기적 잠정적 보관과 처리를 위한 사용후 핵연료를 격리시키는 기술과 시설의 개발 필요
- 마약로부터 폐기물 처분 시험을 위한 지하 연구 시설 건설 필요
- 광산에서 나오는 폐기물의 지역적 보관 시설 첫 단계 건축 화학 단지 건설 중·저준위 액체 폐기물은 심층 지하 지대에 직접 투입해서 처분한다. 약 2억 5천만 큐리를 담은 약 5백만 큐빅미터가 이 방법으로 크라스노야스크의 심층 지하 우물에 투입했다.

폐기물은 두 개의 지층 사이에 밀폐되어 있다. 고체화와 포장술을 포함한 새로운 처리 기술이 발전하고 있기 때문에 이 방법은 곧 사라질 것으로 보인다.

스페인

아직 후보지가 없다. 입지 선정 프로그램이 국민들 저항으로 사라졌다. 현재의 정책은 다음과 같다.

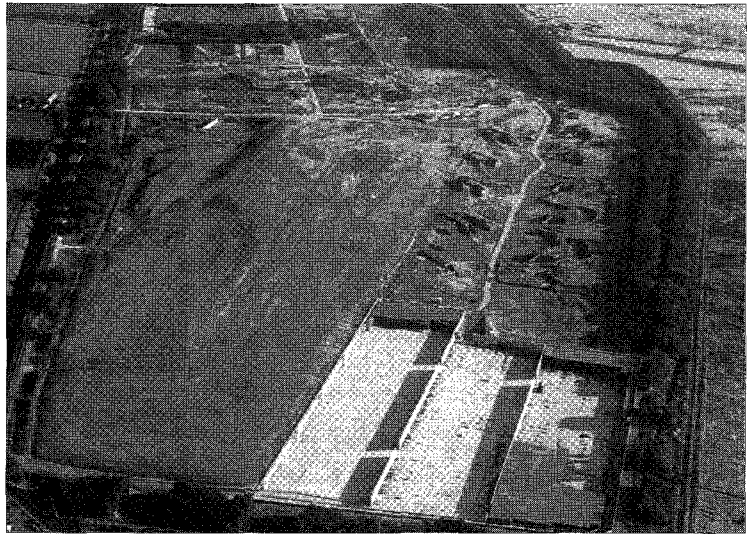
- 사용후 핵연료를 단기적으로 원자로 근처에 보관한다.
- 중기적 잠정 보관은 한 군데 중앙에 시설 건설로 한다.
- 영구 처분은 심층 지하 지대로 한다.

스페인에서는 사용후 핵연료를 폐기물로 간주하며, 현재 분리·변형에 관한 국제적 연구 협력을 하고 있으며 심층 지하 지대에 처분을 또한 연구하고 있다. 이 연구가 2010년 끝나면 고준위 폐기물과 사용후 핵연료의 최종 처분의 선택을 평가한다.

스페인은 중·저준위 폐기물은 엘 카브릴에 천층 처분하고 있으며, 환경으로부터 인공 인공 격리를 하며 콘크리트 벽으로 한번 더 차단하고 있다. 1998년 현재 약 2,500개의 상자가 엘 카브릴에 묻혀 있는데 상자 하나는 약 11m³이다.

스웨덴

스웨덴은 아직 후보지를 갖고 있지 않다. 8개의 도시의 가능성을 조사하고 있다. 주민들의 동의를 얻어서 이 조사가 진행되고 있는데 지질, 토지 이용, 기간 산업, 사회적



영국의 Drigg 방사성 폐기물 처분장. 영국은 저준위 폐기물을 1950년대 후반부터 드릭과 다운리 두 개의 천층 처분장에서 처분하고 있다. 지금까지 나온 폐기물량은 1백만 큐빅 미터이며 95퍼센트는 드릭에서 처분했다

측면이 함께 조사의 대상이 되고 있다.

스웨덴 원자력조사처가 정보를 주민들에게 공급하고 있으며 환경영향 평가를 폭 넓게 열어놓고 있다. 방사성 폐기물 관리의 책임은 실행 기구와 규제 기구의 분담으로 구성되어 있다.

- 폐기물 생산자들이 폐기물 관리와 처분에 책임을 진다.
- 폐기물 생산자들이 영구 처분이나 원자로 영구 폐쇄에 따른 비용에 책임을 진다.
- 폐기물 생산자들이 사용후 핵연료와 원자로 영구 폐쇄에 관한 연구·개발 프로그램을 제출한다. 규제 기구를 거쳐 정부가 평가한다.

원자력감사처는 최근 오스카르스

함·오스타마·티어트를 입지 선정에 따른 지하 지질 조사 지역으로 선정했다. 니크핑도 미래 입지 조사 대상으로 포함되어 있다. 스웨덴 정부가 최종 결정한다. 마지막으로 시가 입지 조사를 수용할 것인가를 결정하는데 그 시기를 2002년으로 내다보고 있다.

1980년 국민 투표에 따라 스웨덴은 원자력 발전을 서서히 동결하기로 했다. 그 시기는 2030년이 될 것으로 보고 있다. 사용후 핵연료는 그래서 핵연료로 간주한다. 스웨덴 동부 해안에 있는 오스카르스함 근처의 스웨덴 중앙 보관고에 쌓여 있다.

오스카르스함은 스웨덴 중앙 잠정 보관고의 인·허가 입지 조사 연수에 관여하고 있다. 30~50년 잠



정 보관 기간 후에 스웨덴은 지하 500미터 화강암 속에 사용 후 핵연료를 처분하도록 되어 있다. 핵연료는 두 개의 상자로 쌓여 있는데 안에는 철, 밖에는 동으로 되어 있다. 토스텐 칼슨 오스카르스함 시장은 오스카르스함 모델을 다음과 같이 설명하고 있다.

- 공개와 참여
 - 모든 것은 탁자 위에 놓여 있다.
- 환경 영향 평가 과정
 - 다양한 이해 당사자들이 하나의 의사 결정을 개발하는 근거
- 시의회가 참조 그룹
 - 시민들에게 책임지는 대표자들
- 공공 - 하나의 자원
 - 구체적 계획과 분명한 연구가 시민 참여와 영향의 전제 조건이다.
- 환경단체 - 하나의 자원
 - 그들은 가치 있는 기여를 우리들에게 하고 있다.
- SKB가 분명한 답을 하게 한다.
 - 우리들은 어려운 질문을 분명한 답을 얻을 때까지 한다.
- 권위 있는 정부 기구가 우리의 전문가
 - 모든 과정에서 언제나 권위 있는 정부 기구가 있다.

시장의 말 중에는 “우리가 지금 어느 단계에 와 있느냐, 이 단계에서 어떤 결과가 나오는가, 다음 단

계는 무엇이나, 다음 단계가 시작되기 전에 어떤 의사 결정이 만들어져야 하는가”가 인상적이다.

환경 영향 평가가 시민들 참여의 도구가 되며 영향력을 행사하는 도구라는 말이다(Torsteu Carlssou, "The Political and Public Perspective Waste Management Oskarshamn Sweden", Nuclear Energy Agency in Workshop Proceeding, Paris, France, 28-31pp. August 2000, Stakeholder Confidence and Radioactive Waste Disposal, pp.,39-44).

1977년 스웨덴은 스트리파 철광 속에 지하 연구 단지를 만들어 세계의 이목을 끌었으나 1992년 폐쇄했다. 1986년 오스카르스함 근처의 아스포에 전고한 암반 연구 실험실을 만들어냈다.

450미터 깊이에 3,600미터 길이의 지하 동굴 시설인데 캐나다·핀란드·프랑스·독일·일본·스페인·스위스·영국·미국·스웨덴은 중·저준위 폐기물 처분장을 포르스마크 근처 지하 50미터에 방사성 폐기물 최종 처분장에서 처리하고 있다. 1988년부터 방사성 폐기물 최종 처분장을 운영하고 있다.

스 위 스

스위스는 니드월덴주의 웰렌버그 중·저준위 폐기물 처분을 위한

심층 지하 지질대 후보지를 하나 갖고 있다. 1994년 인·허가 신청이 되었지만 1997년 주민들의 반대 투표로 기각되었다. 따라서 이 계획을 수정하였다.

- 주민들의 의사 결정 참여로 단계적 정책 결정 과정이 이루어져야 하며 최초의 허가는 탐험적 터널이어야 한다.
- 모니터링이 강화되며 나중에 폐기물을 다시 꺼낼 수 있는 시설이어야 한다.

고준위 폐기물 처분장은 사용후 핵연료, 유리화된 고준위 폐기물 재처리로부터 오는 트랜스유라닉 폐기물을 포함한다. 수정암과 점토의 지질 두 군데가 고려되고 있다. 그 어느 경우에도 지하수대 밑에 처분한다. 그 다음 2002년까지 처분 가능한 입지 선정에 관한 자료 보고서가 나와야 한다. 처분장 운영은 2050년으로 보고 있다.

스위스는 다국적 국제 협력 체제로 폐기물을 관리할 것도 고려하고 있다. 스위스는 두 개의 지하 연구 시설을 갖고 있는데, 하나는 그림셀 수정암으로 국제적인 참여로 나그라가 주도하고 있으며, 다른 하나는 오파리누스 점토로 스위스 국가 수리지구·지질조사처가 주도하고 있다.

영구 처분장이 만들어질 때까지 모든 폐기물은 임시 보관고에 있다. 원자력발전소에서 나오는 폐기물은

발전소 안에, 의학·산업·연구실에 나오는 폐기물은 워렌링겐 근처의 잠정 보관고에 쌓여 있다. 사용 후 핵연료와 재처리에서 나온 고준위 폐기물은 워렌링겐 근처에 짓고 있는 잠정 보관고로 갈 예정이다.

1999년 중반 원자력법의 개정에 따라 전문가 그룹이 스위스 연방 정부에 의해 만들어졌는데, 각각의 장기적인 폐기물 관리 방안을 평가한다. 이 그룹은 다음과 같은 결론과 제안을 하고 있다.

- 10만년까지 안정을 기하기 위하여 심층 지하 지대가 유일한 폐기물 처리 방법이다.
- 사회적 요구는 폐기물을 다시 꺼내 놓을 수 있는 원칙이기 때문에 장기적 모니터링을 필요로 한다.
- 스위스 의회가 위의 개념들을 고려하는 입법 초치를 취한다.

영 국

오래가는 중준위 폐기물을 처분하는 입지 선정이 진행되고 있는데 영국 Nirex 회사가 책임을 지고 있다. 이 회사는 정부의 지원으로 전기 회사가 세운 것이다.

주민들 반대로 1985년 심층 처분장을 만들 계획이 무산되었다. 주민들과 상담 과정을 거쳐 두 군데 입지 조사가 진행되었는데 셀라필드가 선호되었고, 거기에 지하 연구

실험을 위한 허가 청원을 1995년 니렉스가 냈으나 셀라필드 도시 계획 당국에 의해 거부되었고 주의 환경 장관이 또한 거부했다.

영국 상원 의원이 이에 대한 조사를 했고 공청회 결과를 발표했다. 그 결과 입지 선정을 위한 기준 설정을 정하고, 주민들의 참여를 확대하고 과학·기술과 함께 불확실성을 인식할 위원회가 필요하게 되었다.

사용후 핵연료는 폐기물이 아니다. 셀라필드의 재처리 공장이 재처리하고 있다. 매그녹스 사용후 핵연료는 원자로로부터 분리되어 다른 원자로에서 나온 사용후 핵연료와 함께 다운리에서 재처리되고 있다.

재처리에서 나온 일차적 폐기물인 유리화된 고준위 폐기물은 적어도 50년 냉각기 보관된다. UK 사이즈웰 가압 경수로에서 나온 사용후 핵연료는 원자로 근처에 보관되고 현재 재처리하지 않고 있는 AGR연료는 셀라필드에 보관되어 있다. 고준위 폐기물 처분은 영국 정부의 책임이다.

셀라필드는 외국의 사용후 핵연료를 재처리한다. 유리화된 고준위 폐기물은 원산지로 돌아간다.

영국은 저준위 폐기물을 1950년대 후반부터 트릭과 다운리 두 개의 천층 처분장에서 처분하고 있다. 지금까지 나온 폐기물량은 1백만 큐빅 미터이며 95퍼센트는 트릭에서

처분했다.

미래의 처분장 조사는 1986년~87년 니렉스에 의해 행해졌다. 그러나 니렉스는 하나의 심층 중·저준위 폐기물 처분장이 더 경제적이고 결정함으로써 이 조사는 중단되었다.

결 론

우리 나라도 방사성 폐기물 관리 체계를 중·장기 에너지 에너지 정책의 과학적 수립과 함께 폐기물 관리 체계를 입지 선정 → 건설 → 운영으로 이어지는 20년, 30년 계획을 세우고, 그 계획에 따라 지리·지질학적 조사, 시추 작업 환경 영향 평가, 대통령의 결정, 국회의 동의를 거쳐 입지 선정을 확정하고, 그 후 건설 과정을 거쳐 안전한 운영을 도모할 수 있어야 한다.

그리고 정치 지도자들, 행정가, NGO, 시민들의 솔직하고 공개적인 논의를 통해 다수의 견해가 지배적인 절차적 민주주의가 살아나야 한다.

기술적인 측면에서 고준위 폐기물 / 사용후 핵연료의 영구 처분장을 찾으려 하기보다 오히려 미래의 과학·기술 발전에 따른 상황에 대비해서 새로운 영구 처분의 가능성을 찾는 노력도 필요하다고 본다.