

세계의 방사성폐기물관리 및 제도

1. 국제원자력기구(IAEA)

IAEA(International Atomic Energy Agency)

소재지 : Wagramstrasse 5, P.O.Box 100, A-1400, Vienna, Austria

전 화 : (0222)23600

Telex : 1-12645 ATOM A

FAX : 43-222-230184

1) 개설

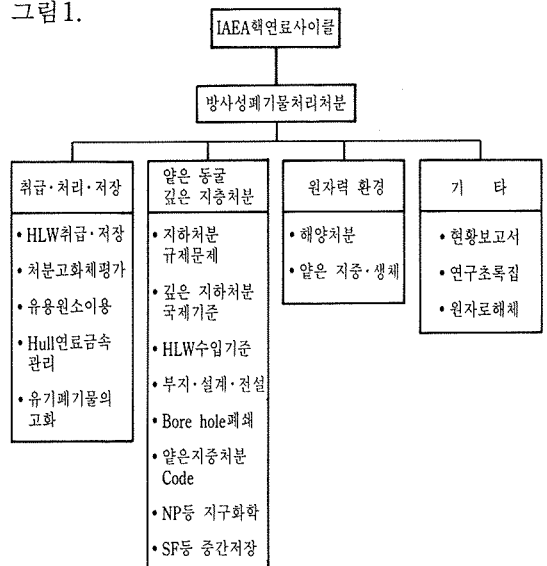
IAEA는 UN에 전문기관으로서 소속하고 있지 않지만, UN에 연차보고서를 제출하는 등으로 UN과는 밀접한 관계를 가지고 있다. 또 원자력의 평화이용을 목적으로하여 독자적인 헌장을 가지고 있으며, 현재 113개국이 가맹하여 원자력안전, 개발도상국에 대한 원조등에 대하여 국제기관으로서 중요한 역할을 하고 있다.

IAEA에서는 방사성폐기물의 처분처리에 대하여 기술 및 안전기준등에 관한 연구개발하여, IAEA가맹국에 대한 그것들의 보급을 꾀하고 있다. 가맹국에는 서방핵선진제국 뿐만 아니라, 동구제국 및 개발도상국이 포함되어 있다.

방사성폐기물관계의 주요활동분야는 폐기물의 취급·처리·저장, 폐기물의 지하처분, 환경영향평가·핵종이동 및 해양투기등의 분야가 있다. 각각 전문가회합 또는 기술검토위원회에서 연구활동하고 있다(그림 1).

폐기물의 취급·처리·저장, 환경영향평가·핵종이동등에 대해서는 IAEA와 참가각

그림 1.



국이 각각 협정을 체결하여 전문가회합형식으로 연구협력하고 있고 보고서를 내고 있다.

폐기물의 지하처분에 대해서는 기술검토위원회(TRCUD)가 설치되어 산하의 기술위원회(TC)에 의하여 작성된 기술검토보안과 자문위원회(AC)에 의하여 작성된 기준, 지침등과 관련된 안전보고(SR)안을 다시 심의토록 되어있다.

2) 주요연구개발·활동

방사성폐기물처리처분분야의 주요활동

- (1) 전반에 관한 활동
 - IAEA가맹국에 대한 방사성폐기물 관리 및 연구개발의 현황(1987)
 - 폐기물관리연구초록안(1982~)
- (2) 폐기물의 취급·처리·저장분야
 - 고준위폐기물고화체의 취급과 저장(인쇄중)
 - 고준위폐기물고화체와 인공barrier의 처분안건에 대한 성능평가(1985~1990)
 - 고준위폐기물중의 유용원소이용(1986~1991)
 - Hull과 연료금속의 관리(인쇄중)
 - 유기폐기물의 고화(1986)
- (3) 얇은 지층·동굴·깊은 지층처분 방사성폐기물의 지하처분의 규제·안전·기술에 대하여 아래의 과제를 연구개발하고 있다. 구체적으로는 각 과제에 대하여 자문그룹, 기술그룹, Work Shop등이 설치되어 작업하고 있는데, 전체적인 것은 방사성폐기물 지하처분 기술검토위원회(TRCUD)에서 통괄, 운영하고 있다.
 - 고체폐기물의 지하처분에 관한 규제(SR. 1986~1989)
 - 폐기물지하처분실시 Code(SR. 1986~1990)
 - 깊은 지층처분장 폐기물수용기준(SR. 1985~1990)
 - 고준위폐기물 깊은 지층처분국제기준(SR. 1985~1989)
 - 고준위· α 함유폐기물에 관련된 지층처분장의 부지·설계·건설(SR. 1986~1990)
 - 깊은 지층처분장의 조업·폐쇄(SR. 1988~1990)
 - 폐기물 깊은 지층처분에 관한 Code와 이것에 대한 guide(SR. 1986~1990)
 - 폐기물 깊은 지층처분의 원위치 시험(TR. 1985~1988)

- 장반감기폐기물지하처분에 대한 bore hole과 견강의 폐쇄(TR. 1986~1989)
- 폐기물의 얇은 지층·암반동굴내 처분에 관한 Code와 이것에 대한 guide(SR. 1988~1990)

(4) 기타

- 원자력시설의 해체기술(TR. 인쇄중)

2. 경제협력개발기구·원자력기관(OECD/NEA)

OECD(Organisation for Economic Cooperation and Development)

소재지 : 38 Boulevard Suchet, F-750 16 Paris, France

전화 : 5248200

Telex : 630668 AEN/NEA

1) 개설

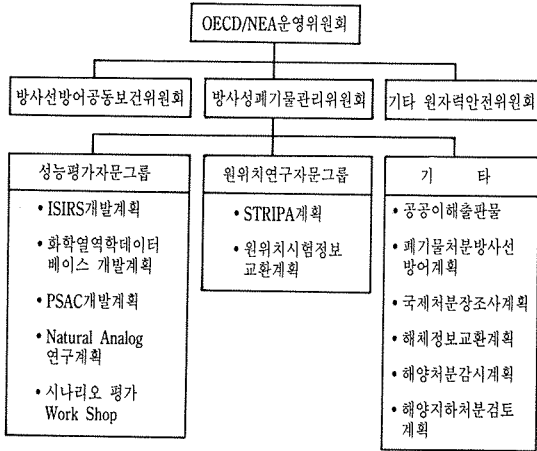
OECD는 Marshal Plan 수용기관으로서 설립된 주경제협력기구(OEEC)가 발전적으로 해소되어, 1961년에 설립된 것이다. 현재 미국, 영국, 캐나다, 일본등의 서방 24개국이가맹하고 있다. 이 중에서 NEA(Nuclear Energy Agency)는 OECD이사회의 관리하에 있으며, NEA의 전가맹국(23개국), CEC 및 IAEA의 각 대표로 구성된 위원회에 의하여 운영되고 있다.

방사성폐기물에 대해서는 전문적인 위원회로서는 방사성폐기물관리위원회(RWMC : Radioactive Waste Management Committee)가 있다. 또, 방사성폐기물과 관계있는 위원회로서는 방사선방어공동보건위원회(CRPPH)등이 있다.

2) RWMC의 기능

RWMC는 서방핵선진국에 대한 폐기물처리처분에 관한 정책입안의 지원과 실시에 대한 기술지원을 하는 것을 목적으로 하여 연 2회정도 개최되고 있다(그림 2).

그림 2.



3) RWMC의 활동

1977년경에는 정책검토 및 현황조사등의 총괄적인 활동 이외에 지층처분조정그룹(CGGD), 폐기물장기관리·법적·행정적·재정적 ad hoc·그룹, Aerosol 안전성전문가 그룹등을 산하에 두고 있었다. 그리고, 저준위폐기물의 해양투기는 CRPPH와의 공동프로젝트로서 검토를 추진하였다.

1979년에 RWMC에 대한 전략(활동계획)이 재평가되어, 해체·원격처리등의 신규과제가 추가되는 동시에 우선순위가 결정되고, 더욱더 CRPPH와의 협력관계가 강화되었다.

1986년에는 이미 시작되어 있던 국제흡착정보검색시스템(ISIRS), STRIPA계획 이외에도, 확률논적안전평가Code계획(PSAC), 수류mode해석 wide 국제비교(HYDDROCOIN)계획등 지하수처분의 중요성이 증대하였기 때문에 계획을 재평가하여 지층처분조정그룹은 폐지되고, 성능평가자문그룹(PAAG)과 원위치연구자문그룹(ISAG)이 신설되었다.

4) RWMC의 주요성과

- (1) 총괄적인 것으로서, 각국에 대한 방사성폐기물처리처분에 관한 정책의 입안·실시를 지원하였다.
 - 각국의 폐기물관리정책을 지원하는 일련의 출판물간행
 - 저준위폐기물 해양처분에 관련된

기술보고서

- 폐기물처분에 관련된 방사선방어 문제에 대한 기여
 - 기타 국제처분장조사연구계획, 폐기물의 관리와 공중이해에 관한 활동
- (2) 우라늄광찌꺼기처분의 안전평가보고 및 기체폐기물안전평가보고서 완성
 - (3) 처분시스템성능평가연구에 대한 활동
 - ISIRS의 실용화와 지구화학모델·데이터베이스
 - 저준위폐기물처분기준의 책정
 - Natural Analog연구계획
 - (4) 지층처분원위치시험연구
 - STRIPA계획(제 I ~ II 기종료, 현재 제 III 기)의 실시
 - 각국 지층처분원위치시험의 정보 교환
 - (5) 기타
 - 해체국제정보교환의 실시
- 5) RWMC의 앞으로의 동향
- 폐기물처분에 관련되는 모델과 데이터베이스의 정리, 이를 수행하기 위한 NEA 데이터은행업무의 재평가, 실험자와 modeler와의 Work Shop
 - 폐기물처분의 장기계획에서 불확정성 취급에 관한 연구와 평가시나리오의 선정
 - 폐기물관리와 공중이해
 - 폐기물관리에 대한 방사선방어문제

3. 유럽공동체위원회(CEC)

CEC(Commission of the European Communities)

소재지 : 200, Rue de la Loi, B-1049
Brussels, Belgium

전화 : 7350040

Telex : 21877 Comeu B

1) 개설

CEC는 방사성폐기물처리처분분야에 대하여, EC가맹제국의 효율적인 R&D의 추진을 도모하기 위하여, 방사성폐기물 특히 고준위 폐기물의 저장과 처분에 관한 공동연구개발 계획을 추진하고 있다.

2) 체제

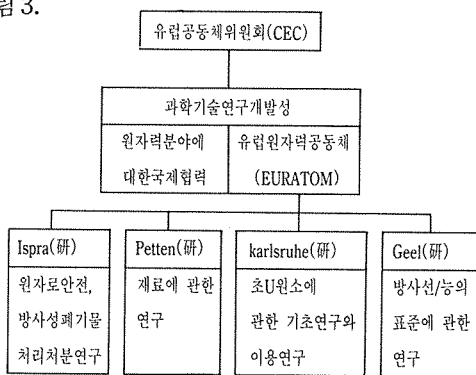
CEC의 방사성폐기물처리처분정책 및 연구개발계획은, 가맹국의 전문가로서 구성된 자문위원회에서 심의하고, CEC의 승인을 얻어 실시된다.

R&D계획의 실시는 직접실시와 분담실시의 두가지 방법으로 실시된다. 직접실시는 주로 Ispra연구소에서 실시되고, 분담실시는 가맹국이 비용을 분담하여 각국에 있는 연구소를 사용하여 실시된다.

연구개발과제는 지하파일릿시설에 관한 것, 안전성평가에 관한 것, 지원 R&D로 분류되어 실시된다.

CEC에 대한 방사성폐기물분야의 연구개발 체제는 그림 3과 같다.

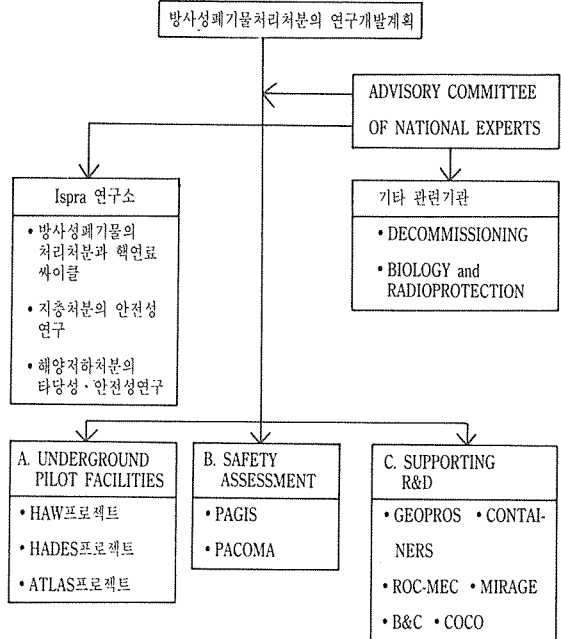
그림 3.



3) CEC의 방사성폐기물처리처분에 관한 연구개발계획

방사성폐기물처리처분에 관한 CEC의 활동은 Ispra연구소에서의 직영연구개발과, 가맹국의 시설을 이용하여 비용을 분담해서 실시하는 국제협력에 의한 것과 나뉘어 실시되고 있다.(그림 4).

그림 4.



여기에서는 지층처분에 관계되는 R&D 계획 전체에 대하여 기술한다.

지층처분에 대하여 EC가맹국은 CEC의 자문위원회의 방침에 따라 R&D를 추진하고 있다. 각 과제는 프로젝트로서 그것의 운영 위원회에 의하여 운영되며, 또는 연락위원회, Working그룹에서 정보교환형식으로 협력하고 있다. 주요과제는 다음과 같다.

(1) Underground Pilot Facilities

- HAW Project : 서독, 아제 II 광산 시설을 이용한 프로젝트(암염)
- HADES Project : 벨기에, 물원자력연구소의 지하시설을 이용한 프로젝트(점토)
- ATLAS Project : 프랑스, 파니·아우셀의 시설을 이용한 프로젝트(화강암)

(2) Safty Assessment

- PAGIS : 지층격리시스템의 성능평가프로젝트
- PACOMA : 장반감기폐기물의 이

등에 관한 프로젝트

(3) Supporting R&D(정보교환)

- GEOPROS : 구조지질학에 근거를 둔 부지평가
- ROC-MEC : 화강암을 사용한 열·수작용에 수반하는 암반역학
- B&S : 재매몰과 폐쇄기술의 개발
- CONTAINERS : 고준위방사성폐기물의 콘테이너개발
- MIRAGE : 지층내 각종이동에 관한 원위치시험데이터의 해석, Natural Analog 연구
- COCO : 자연수중의 콜로이드측정법개발

그 이외에, 고준위방사성폐기물의 해양저 하처분에 관한 연구, 폐료처리, 방사선방어에 관한 연구등이 있다.

4) 방사성폐기물에 관련된 기관

CEC에서는 주요한 연구기관으로는 CEC 본부가 EC내의 국제협력을 조정하는 것 이외에 Ispra연구소, Karlsruhe연구소등이 있다. 방사성폐기물에 관해서도, Ispra연구소가 특히 관련이 있다.

(1) 유럽원자력공동체(EURATOM)

EURATOM은 CEC가 책정한 계획하에, CEC의 원자력에 관한 연구를 직접 실시하고 있다. 이 중에는 방사성폐기물처리처분에 관한 연구도 포함된다.

(2) Ispra연구소

이 연구소는 EURATOM산하에 있으며, CEC의 방사성폐기물처리처분에 관한 R&D를 직접 실시하는 역할을 가지고 있다. 방사성폐기물의 저장, 지층처분의 안전성연구, 해양처분의 타당성과 안전성연구가 실시되고 있다.

4. 캐나다

1) 개설

캐나다는 풍부한 수력, 석탄, 석유, 천연가

스, 우라늄자원을 가지고 있는 에너지자원국이다. 에너지자급률은 약 120%에 이르고 있다. 국민1인당의 에너지소비량은 미국 다음의 세계제2위이며, 일본의 약 3배가 된다.

우라늄의 확인매장량(130\$/kg 이하)은 21만톤으로 세계4위이지만, 최근에는 연 1만톤을 상회하여 세계제1위의 생산을 계속하고 있다. 일본국의 주요한 우라늄공급국이다.

캐나다의 원자력개발은 제2차세계전쟁중에 시작하여, 1946년에는 기본이 되는 원자력규제법이 제정되었다. 연방정부의 에너지, 광산 및 자원성(EMR Canada)이 원자력의 개발과 조정을 맡고 있으며, 캐나다원자력공사(AECL), Eldorado자원회사(ERL), 캐나다지질조사소(GS Canada)등을 감독하고, 외청으로서 원자력규제청(AECB)을 가지고 있다. 해양처분은 인정하고 있지 않지만, 그 국제적인 대응으로는 수산청과 해양청이 맡고 있다. 또, 안전에 관해서는 환경청이 대응하고 있다. 개개의 구체적인 문제는 각주의 담당국과 협의하도록 되어있다.

독자적으로 개발한 천연우라늄, 중수감속 냉각형의 CANDU로가 1968년이래 주로 Ontario주(기타 Quebec주, New Brunswick주)에 건설운전되고 있다. 19기, 1,279만kW로서, 건설중인 것은 4기, 374만kW이다. 1986년의 원자력발전량은 670억kWh로서 총발전량의 16%를 차지하고 있다. 수력발전이 제1위를 차지하고 있고 이웃나라인 미국으로도 수출하고 있지만, 수력지점이 국내의 공업지역에서 멀리 떨어져 있기 때문에, 원자력의 개발이 필요로 하고 있다.

CANDU로에 필요한 중수는 AECL 및 Ontario Hydro사의 4개공장(2,400톤/년)에서 생산하고 있다. 미국으로의 중요한 중수공급국이지만, 설비과잉으로 제5번째의 공장은 완전히 정지하고 있다.

캐나다는 풍부한 우라늄자원을 가지고 있기 때문에, 당면은 사용후 연료의 재처리, 희수Pu의 이용은 필요치 않고 재처리관계의 기초연구를 하고 있지만, 현재까지 일관하여 1회사용용연료사이클의 노선을 걸어왔다. 발

전량 MW·년당 140kgU의 사용후연료가 생겨, 이것은 수조에 지정되어 있으며 1만톤 정도로 된다. 2,000년에는 약 5톤의 사용후연료가 저장하게 되는데, 통상의 경영용품 4개 정도의 시설에 지나지 않는다고 말하고 있다.

앞으로의 처분에 대비하여, 1978년 6월에는 연방정부(EMR)과 Outario주정부와의 사이에 캐나다핵연료폐기물관리계획에 관한 정분간협력협정이 체결되어, AECL가 사용후연료방사능의 고정과 최종처분의 기술개발을, 또 Outario Hydro 전력회사(OH)가 사용후연료의 일시저장과 수송의 기술개발을 각각 담당하여 수행하게 되어있다.

그 후, 기타의 주기관, 산업계, 학계로부터의 참고도 있었고, 현재 국가프로젝트로서 추진되고 있다. 매년 프로젝트 정보회의를 열고, 또 프로젝트년보도 AECL에서 간행하고 있다. 1979년에는 기술자문위원회(TAC)가 국내 8개학회로부터 추천된 위원으로 구성되고, AECL에 기술적인 조언을 하고 있다. 미국 NAS/NRC의 방사성폐기물관리위원회(CRWM)나 영국의 방사성폐기물관리자문위원회(RWMAC)와 유사한 기능을 가지고 있으며 TAC연보에도 나와 있다.

원자력규제청(AECB)은 원자력규제법에 따라 1946년에 설치되어, 약 270명의 직원을 두고 있다. 원칙적으로 기준을 제시하고, 세목에 대해서는 사업자측안의 가부를 판단하여 지도한다는 자세를 취하고 있다. 3국의 하나인 연료사이클 및 물자규제국내에 폐기물관리부, 우라늄광산부등을 두고, 폐기물관계의 규제와 지도를 맡고 있다. 우라늄생산국의 특색으로서 우라늄광산과 그 자리에는 함께 1억톤이상의 우라늄광찌꺼기가 퇴적되어 있으며, 그 밀폐안정화와 폐지광산의 폐쇄작업이 큰 과제로 되어있다.

1) Chalk River원자력연구소

CRNL(Chalk River Nuclear Laboratory)

소재지 : Chalk River, Outario KOJ IJO(오타와와의 서북서 약 200km, 오타와

강변)

AECL의 주요 연구소로서 1945년에 설립되고, 현재 약 2,400명의 직원과 2개의 연구로 NRX 및 NRU, 기타의 연구시설을 가지고 있다. 초기에는 폐기물연구가 중심이었지만, 제2의 Whiteshell연구소 설립후는 연구의 중점을 동력로관계와 기초연구에 두어 약 70%를 그것에 투입하고 있다. 단, 국내의 대학, 산업계에서 나오는 RI폐기물의 취급업무는 지금도 이 연구소가 맡고 있다.

폐기물의 새로운 처리법실증시설로서 1972년에 폐기물처리센터(WTC)가 설치되었다. 주요한 장치로서는 1,100kg/일, 1,000m³/년의 능력을 갖는 소각로, 불연물용베일러, 역삼투막장치, 3만m³/년 능력의 증발통, 아스팔트고화설비등이 있다.

저준위고체폐기물은 1946년부터 구내에 얇은 지층에 매설하고 있으며 그 시설에는 트랜치, 콘크리트뱅크, 타일홀등이 있으며, 그 규모는 여러가지가 있다. 현재는 관리하에 저장하고 있고, 지하수를 모니터링하고 있다.

처분에 관련된 것은, 1952년 NRX로 사고시, 방사성폐액의 지중주입후의 flow up이외에, 1960년에는 핵분열생성물을 녹여 nepheline syenite glass 덩어리를 25개 만들어 땅속에 매몰하여, 그것에 있는 Cs 및 Sr이 지하수에 의하여 퍼지는 것을 추적하였다.

2) Whiteshell원자력연구소

WNRE(Whiteshell Nuclear Research Establishment)

소재지 : Pinawa, Manitoba ROE ILO(마니토바주의 수도 위니펙의 동북동 104km)

1962년 AECL의 제2연구소로서 설립되어, 유기재원자로 WR-1, 기타의 연구시설을 가지고 있으며, 약 1,000명의 직원이 종사하고 있다. 중점연구는 폐기물관리연구이며, 약 50%가 이것에 투입되고 있다.

캐나다핵연료폐기물관리계획의 AECL담당 연구의 본거이며, 고준위폐기물의 지중처분에 관한 기초연구, 환경영향평가 Code개발

이외에, 근처에 지하연구시설(URL)의 건설을 정비하고 있다.

URL은 피나와의 이웃마을 Lac du Bonnet의 주유지 380ha에 건설되어 있으며, WNRE의 동북쪽 14km인 곳에 있다. 선칸블리아기의 캐나다순상지(楕狀地) 지층속에 20억년전에 지층에서 분출하여 심부에 고화한 화강암질의 심성암 일각에 있으며, 그 바위는 70×25km의 크기를 가지고 있다. 약 9억년전에 지각변동이 있었지만, 그 후는 변동이 없었다. 1980년에 현지조사가 시작되어 온테리오주내의 캐나다순상지에 있는 다른 심성암체의 후보지와 비교검토한 후, 1983년 부터 발굴하기 시작하였다. 지하 130m 및 250m를 중심으로 시험시설이 만들어지고 각종 원위치시험이 계획되고 있다. 한때는 미국(DOE)과의 공동연구로 400m까지 발굴하였지만, 미국은 철수하였다. 현재 일본, 북유럽제국과의 공동연구가 계획되어 1988년부터 개시할 예정이다. 단, 지역의 의향도 관련되어 시험은 2,000년까지 하고, 그 후로 다시 매물하기로 되어있다. 실제의 방사성폐기물의 반입은 하지 않고 있다.

3) Bruce원자력연구소

BNPO(Bruce Nuclear Power Development)

소재지 : Tiverton, Outario NOG 2TO(터른터의 북서서 약 200km, 휴전호반)

Outario Hydro전력회사(OH)의 두개 원전기지의 하나로서, Bruce A발전소(1~4호로, 296만kW), Bruce B발전소(5~8호로, 300만kW) 및 1960년에 건설하기 시작한 원형로 Douglas Point(21만 kW)가 있으며, 캐나다에서 최대의 원자력발전소무리를 이루고 있다. 그 외에, 원자력열을 이용한 중수제조공장 A, B, C, 중수공장을 위한 bulk수중기공급공장 및 저준위폐기물저장소를 가지고 있다.

Outario주내 OH사의 Pickering발전로 8기(412만kW 및 건설중의 Darlington발전로 4기 374만kW)로 부터의 저준위폐기물은 각각

사이트에서 전처리되어 일시저장한 후, 모두 Bruce의 저장소로 운반하여 집중저장하고 있다. 그 양은 1기당 평균 약 100m³/년이다. 제1저장소(0.6ha)는 이미 가득차서, 현재 제2저장소(16ha)를 사용하고 있다.

사이트에는 폐기물감용처리시설(RWVRF)가 부설되어 있어서, 3,000m³/년 소각로와 베일러, 플라스틱폐기물포장설비를 갖추고 있다. 콘크리트랜취, 타일홀 이외에 지표에 quadricell, 콘크리트창고를 가지고 있다.

장래는, 국가에서 Outario주 북부에 만들기로 되어있는 최종처분장으로 이송할 계획이다. 또, 사용후연료 현재 각 원자로의 수조속에 저장되어 있다.

5. 프랑스

1) 개설

프랑스는 PWR 53기가 가동중, 10기가 계획건설중의 원전대국이며, 원전설비용량은 약 49GWe로서 전발전전력량에 대한 원전의 기여는 70%에 이르고 있다.

방사성폐기물에 관한 안전규제는 산업우정관광성의 원자력시설안전본부(SCSIN)가 주관하고 있다. 처분의 실시에 대해서는 원자력청(CEA)에 1979년 신설된 국가방사성폐기물관리기관(ANDRA)이 책임을 맡고 있으며, 현재 조업중의 la Manche처분장은 전리환경내기술회사(STMI)에 실무를 계약하여 위탁하고 있다.

방사성폐기물의 주발생자는 프랑스전력공사(EdF), 핵물질종합회사(COGEMA), 원자력청의 산하시설등 국영 또는 국립기관이다. 물론, 이 이외에 다수의 대학, 병원, 공장, 연구실등이 있다.

프랑스에서의 방사성폐기물분류는

- ① 반감기 30년정도이하의 방사성핵종을 주로 함유하고 있고, 장반감기핵종의 함량이 적은 것(저준위 폐기물)
- ② 반감기가 30년정도를 초과하는 장반감기핵종을 두드러지게 가진 것(유리화 폐기물)

이들은 처분하기 전에 고화포장되어, 저중준폐기물은 지표(tumuli)와 얇은 지층(monolith))에 매설된다. 처분장은 현재 La Hague 재처리공장 근처에 있는 1969년 조업을 개시한 la Manche센터뿐이지만, Aube의 Soulaines에 제2센터가 1990년 조업개시 목표로 허가신청중이다.

α 폐기물은 지금은 지표에 저장하고 있지만, 앞으로는 지층처분기로 되어있다.

유리화폐기물은 지금은 발생장소인 재처리공장내에 저장하고 있지만 최종적으로는 지층처분된다. 1987년 ANDRA는 이 후보지역으로 조사대상을 4개소로 선정하였다.

프랑스 동북부의 점토(Aisme)

프랑스 중서부의 화강암(Deux-Sèvres)

프랑스 서부의 혈암(頁岩)(Maine-et-Loire)

프랑스 중동부의 암염(Ain)

이 4개지역에 대하여 1987~1990년의 3년간 지질과 수문지질과에 관한 지표를 조사한 결과를 근거로, 한 곳으로 결정하여 지하실험실을 포함해서 특성조사를 1990~1995년 사이에 실시하기로 되어 있다. 그리고 결과가 좋으면 1995년말에 허가신청하여 2,000년에 처분장의 건설이 개시될 것이다. 이 특성조사방법에 대해서는 정부가 전문가그룹에 자문하여 1987년 6월에 제출된 Goguel보고가 있다. 처분장이 완성되면 발열밀도가 낮은 α 폐기물부터 반출이 개시되고, 유리화폐기물의 반입은 그 후가 될 것으로 예상된다.

처분의 규제로서는 SCSIN이 말고 있지만, 그 이외에 후생성의 전리방사선방어본부(SCPRI), 환경생활품질성의 폐기물회수처분청도 관여하고 있다.

관계법령은 일반산업폐기물이나 환경보호 등의 법률은 정비되어 있지만, 원자력관계 특히 방사성폐기물관계는 행정명령이나 규제기준 정도인 것이다.

방사성폐기물은 원칙적으로는 주요원자력 시설로서 규제되고 있다. 얇은 지층매설에 대해서는 1982년 안전기본규제가 제정되어 있다. 이에 더하여, 각 처분장별로 개별규제가 SCSIN에 의하여 정하도록 되어있다.

규제의 지원에는 Fonteney-aux-Roses연구소(CEN-F)소재의 원자력방어안전연구소(IPSN)이 SCSIN과 밀접하게 협력하고 있는 것 이외에, Cadarache연구소(CEN-C)의 밀폐평가관리국(BECC)이 폐기물의 평가를 담당하고 있다. 그 이외에, CEA산하의 연구소에서 다음과 같은 것을 연구개발하고 있다.

- Saclay연구소(CEN-S) : 저중준위폐기물의 밀폐성능시험
- Fonteney-aux-Roses연구소(CEN-F) : 고준위폐기물에 대한 barrier기능, 핵종이동, 초우라늄원소의 화학분리
- Marcoule 연구소(CEN-VR) : 고준위폐기물의 유리고화과 포장기술, 조사금속의 용융처리
- Cadarache연구소(CEN-C) : 저중준위폐기물의 고화, 고화체의 성능시험, 폐기물처리 처분에 관한 정보관리

2) 국가방사성 폐기물 관리청 (ANDRA, Agence Nationale pour la Gesti des Déchets Radioactifs)

소재지 : 31, 33, rue de Federation, Paris 7501

설립 : 1979년 11월 행정명령에 따라 원자력청산하에 설립. 직원수 약 60명

업무내용 :

프랑스의 전방사성폐기물의 장기관리를 담당하고 있다.

- ① 처분장의 관리 : 조업실무는 제3자에게 위탁하여도 된다.
- ② 신규처분장의 계획, 설계, 설정 및 필요한 검토, 연구. 장래 폐기물발생량의 고려.
- ③ 폐기물발생자로 부터 받는 폐기체의 시방, 기술기준의 준비.
- ④ 폐기물의 장기관리와 처분에 관한 연구, 조사, 실증등
- ⑤ 법령등의 입안에 대한 원근.

활동 :

- ① La Manche 센터

STMI사에 실무를 위탁. ANDRA직원 4명이 상주.

② Soulaines 센터
1990년 조업개시목표로 인허가신청중. TECHNICATOME사에 위탁부분이 많다.

③ 지층처분후보지
유리화폐기물과 α 폐기물처분을 대상으로, 지하실험실 설치를 위하여 4개후보지를 조사중.

Aisne지방의 점토

Deux-Sevres지방의 화강암

Maine et Loire지방의 혈암

Ain지방의 암염

3) La Manche센터(Centre de la Manche)
소재지: Manche(Cherbourg의 서쪽 25km)

설립: 1969년 원자력청(CEA)의 La Hague재처리공장으로 부터의 저중준위폐기물의 얇은 지층매설과 중간저장시설로서 La Hague재처리공장내에 설립되었다. 1979년에 CEA에서 ANDRA로 이관되어 주요원자력시설(INB) 66의 번호를 가지고 있다. CEA 시대에는 INFRATOME사에, ANDRA로 된 후에는 STMI에 조업을 위탁하고 있다.

업무내용: 단중수명의 저중준위폐기물의 얇은 지층매설과, 방사성폐기물의 일시저장과 압축처리를 하고 있다.

(1) 센터의 개요

① 면적: 12ha

② 지질: 점토

③ 지하수위: -10~-20m

④ 환경: 반경 10km이내의 거주인구는 약 1,500명

⑤ 처분가능용량: 약 40만 m^3

⑥ 구성시설: 처분사이트(monolith, tumuli), 관리동, 테스트용셀, 압축기, 폐기물 conditioning용 플랜

트, 콘크리트플랜트, 일시저장건물

⑦ 폐기물반입: 원전으로 부터는 통상 셀브르 남쪽 20km의 바우모니까지 철도수송하고, 그 곳에서 트럭으로 반입한다. La Hague재처리공장으로 부터는 트럭

⑧ 연간저장량실적:

약 20,000 m^3 (1981년)

약 26,000 m^3 (1982년)

약 31,000 m^3 (1985년)

(2) 처분방법

① 폐기물접수검사

ANDRA는 반입된 모든 포장물의 내용을 조사할 의무는 있지만, 반입된 폐기물의 확인은 원칙적으로 발생자가 작성하여 각개의 포장물에 첨부한 서류의 심사로 실시하고 있다.

첨부서류에는 폐기물의 종류, conditioning 및 포장방법, 함유방사성핵종량 및 그 계측방법, 폐액인 경우는 고화처리방법 그리고 폐기물에 관한 보험내용에 대해서도 기재한다.

매일 2~3개의 포장을 골라내어 검사하고 있다. 테스트용셀내에서 자동핵종분석장치로 핵종을 알아내고 서류내용과 상위없음을 확인한다. α 핵종분석은 어렵기 때문에, 예를 들면 La Hague재처리 공장의 폐기물에 관해서는 발생처에서 폐기물처리공정을 10으로 분할하여 각개소에서 $\alpha/\beta\gamma$ 비를 취하여 α 핵종값으로 취하는 방식을 채용하고 있다.

PWR로 부터의 폐기물은 α 핵종은 문제시되지 않지만 GCR에서는 문제시되어, 발전소측에서 α 분석을 하고 있다.

발생처에 대해서는 3회/년 정도 각 발전소를 감사하며, 폐기물에 관한 분석표를 제출토록 하고 있다. 분석대상은 이온교환폐수지, 폐필터, 스테지, 1차냉각수등이다.

* 폐기물접수기준

○ 고체 또는 고화물(대체 불가).

○ 유해물질 및 폭발제물질이 들어있지 않을 것.

- 화학반응을 일으키지 않는 것.
- $\beta\gamma$ 폐기물 : 10^7 MPC이하(단, ^{137}Cs , ^{90}Sr 은 10^6 MPC이하일 것).
- α 폐기물 :
 - 0.01Ci/톤 이하(사이트전체)
 - 0.1Ci/톤 이하(포장물 한개당)
 - 0.5Ci/톤 이하(특예)

② 반입폐기물의 처리

일부폐기물은 그대로 드럼통에 넣어서 보내오기 때문에, 처분장에서 드럼통을 압축기로 압축한 후, 200ℓ드럼통 10개정도를 원통형콘크리트용기에 넣고 시멘트를 주입한다.

비압축성잡물고체는 5m³의 강철제콘테이너에 넣어서 시멘트를 주입하여 고화시킨다.

③ 처분

Monolith

지면을 깊이 6m정도 파내어 콘크리트 마루바닥을 만든다. 그 위에 벽두께 20cm에 철판을 lining한 5m³의 콘크리트벽구획을 만들고, 표면선량률 200mrad/hr이하의 폐기물 포장물을 넣고, 콘크리트를 주입하여 고화시킨다. 이 벽구획이 약 100m의 길이로 연속적으로 구성되어 있으며, 이런 계열이 2m 간격으로 몇 줄이 배열되어 있다.

Tumuli

Monolith상면의 외주부에 약 2m³, 중량 약 3~5톤의 원주형콘크리트제 패케지를 4단계 쌓아서(약 6m) 거푸집을 만든다. 그 거푸집 내에 저준위폐기물포장물을 쌓고, 그 위에 자갈로 덮고, 다시 전체를 점토, 표토층, 풀밭순으로 표면을 덮는다.

* 관련사항

드럼통의 평균표면선량률은 5~15mrad/hr. 종업원의 연간피폭량은 500mrem이하.

지진발생은 거의 없는 지역이지만, 강도 8의 지진에 견딜수 있는 구조로 설계되어 있다.

④ 배수처리

저장시설의 주위에는 침투수의 집수계가 설치되어 있으며, 방사능을 체크한 뒤에 방류하는 시스템이 있다. 방사능 준위가 기준치를 초과하는 경우는, La Hague 재처리공

장에 파이프라인을 통해서 보내어, 그 곳에서 처리된다.

⑤ 모니터링

사이트내 집수관에는 빗물, 지하수등이 모두 모아지며, 사이트내의 몇 곳에서 샘플링되어 방사능이 측정된다. 또한, 처분지점 근처에 우물을 파서, 정기적으로 지하수를 분석하는 것 이외에, 대기중의 먼지모니터링, 주변올타리부근의 외부선량률을 측정하고 있다.

4) Aube센터(Centre de l'Aube)

소재지 : Soulaines, Aube(파리의 동쪽 150km)

설립 : 1986년 ANDRA에 허가신청을 제출하여, 현재 심사중이다. 1988년 말에는 심사가 완료될 예정이다.

업무내용 : 단중수명의 저중준위폐기물의 얇은 지중매설처분을 La Manche센터 대신에 1990년경부터 약 30년간 수행한다.

센터의 개요 :

- 면적 : 100ha중 20ha
- 지질 : 점토와 모래가 교대로 있는 층(층두께는 약 10m이상), La Manche센터방식을 답습할 예정.

5) Saclay원자력연구소(CEN-S, Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay)

소재지 : Boite Postale 2, Gif sur Yvette 91191(파리의 서남쪽)

설립 : CEA산하의 연구소이며, Châtillon 다음에 설치되었다.

6) Fontenay-aux-Roses원자력연구소(CEN-F, Centre d'Etudes Nucléaires de Fontenay-aux-Roses)

소재지 : Boite Postale 6, 92260 Fontenay-aux-Roses 파리의 남쪽 약 20km)

설립 : 1984년, 프랑스 최초의 원자로(Zoé)가 설치된 Fort Châtillon

에 위치하고 있다. 직원수 약 4,000명

업무내용 : 핵물리, 입자물리, 플라즈마물리, 제어핵융합, 원자물리, 고체물리, 천체물리, 핵지구과학, 생물학, 의학, 안정동위원소나 방사성동위원소 또는 가속기를 이용한 농업연구.

방사성폐기물에 관한 활동 :

소재의 한 조직인 방어원자력안전연구소(IPSN)는 폐기물처분의 성능평가, 안전해석의 연구를 하고 있으며, 그 성과는 원자력시설안전본부(SCSIN)에 의하여 규제활동에 이용되고 있다.

7) Grenoble 원자력연구소(Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble, CEN-G)

소재지 : Avenue des Martyrs B.P.85 38041 Grenoble, Cedex(Grenoble 시의 부서쪽, Drac강과 Isère강과의 사이에 있다.)

설립 : 1956년 CEA의 세번째 원자력 연구소로서 설치되었다. 직원수 약 1,150명, 정원의 760명, 기타 상주자 약 340명.

업무내용 : 물리, 생물, 원자로설계, 전자공학, 물리화학 야금, 원자로의 운전과 조사실험, 가속기의 운전과 조사실험, 교육훈련.

원자력재료연료부문(물리화학, 동위체, 화학의 3부), 원자로부문(야금부 기타).

방사성폐기물에 관한 활동 :

폐기물처리시설이 있다. 1962년 운전개시한 1m³/h의 자기증기압 축형 증발장치가 있다.

8) Rhône 계곡원자력연구소(통칭 : Marcoule연구소, Centre d'Etudes Nucléaires de la Vallée du Rhône)

소재지 : 30205 Marcoule, Bagnols-sur-

Céze

설립 : 1952년 국회에서 승인된 CEA의 제1차개발 5개년계획에 따라, Pu생산센터 또는 원자력공업센터로서 설립되었다. 시설의 조업은 주로 TECHNICATOME에 계약하여 위탁하고 있다.

1976년 6월, 대형공업규모시설을 중심으로 대부분의 시설은 신설된 COGEMA로 이관되어 Phenix고속로, 파일럿플랜트부, 공업proto type부, 의학분석용생부에서 Etablissement de la Vallée du Rhône 이라는 ECA 직속의 조직으로 되고, 그 후, 오늘날의 명칭으로 바꿨다.

직원수 약 1,000명(1985년). 기타 COGEMA 관계 약 2,350명, 외부기관이나 수탁업무자 약 1,500명이 그 지구에 있으며, 총원 약 5,000명이 된다.

업무내용 :

- ① 고속증식로 Phenix : EdF와 공동
- ② 재처리시험 : UP-2, -3포함
- ③ 기술개발
- ④ AVM에 의한 UP-1폐액의 유리고화 (방사성폐기물에 관한 활동)

1958년 운전개시한 재처리공장(UP-1)의 고준위폐액을 이용하여 유리고화의 파일럿플랜트, PIVER를 운전하여, 이것이 AVM으로 발전하였다.

9) Cadarache 원자력연구소(CEN-C, Centre d'Etudes Nucléaires de Cadarache)

소재지 : Boite Postale 1, 13115 Saint Paul-lez-Durance(Aix-en-Provence의 북동쪽 약 38km)

설립 : 1958년 설립. 직원수 약 2,500명, 기타 외부조직에서 약 100명

업무내용 :

- 고속증성자로개발 : Na내각로

- 환경방어
- 원자력안전방어
- 연료공학 : 고속증식로용 Pu 연료개발
- 응용화학 : 우라늄전환, 방사성폐기물
- 경수로
- 방사농업
- 원자로안전

방사성폐기물에 관한 활동

응용화학부내에 폐기물처분체의 밀폐성능의 평가와 관리를 통괄하는 BECC가 있으며, CEA산하의 연구기관에서 실시하고 있는 실험이나 시험의 결과를 근거로 ANDRA가 접수한 폐기물의 시방을 검토하고 있다.

10) La Hague센터(Centre de La Hague)

소재지 : B.P.270, 50107 Cherbourg

설립 : 1964년 CEA의 방사성생태실험소가 설치되고, 1976년 La Hague센터로서 Chinon과 St Laurent des Eaux발전소의 사용후연료의 재처리공장(UP-2)이 설치되었다. 동시에, 고속중성자로의 사용후연료와 EdF의 사용후연료 검사시험실험실도 설치되었다.

업무내용 :

재처리공장의 운전조업

UP-2, UP-2-800, UP-3A

방사성폐기물에 관한 활동

- 폐액처리시설(STE-3)

- 유리고화시설(R7, T7 : 통칭 AVH)

11) Marcoule센터(E'tablissement de Marcoule)

소재지 : 30200 Bagnols-sur-Céze(Avignon의 북쪽 약 30km)

설립 : 1976년 6월, 신설된 COGEMA에 CEA로부터 이관된 시설을 근거로 설립되었다.

업무내용 :

- 원자로조업 : Celestin I, II(H-3생산)

- 폐쇄원자로의 관리 : G-2, G-3

- 사용후연료의 재처리 : UP-1

- H-3의 추출

방사성폐기물에 관한 활동

UP-1의 폐액, 폐스레지의 bitumen고화를 위한 엑스톨더가 있다. 또, Pu회수용의 고체 폐기물소각장치로 운전되고 있다. 일반적인 처리로서는 압축을 하고 있다. 처리후의 폐액은 Rhône강에 방출한다.

12) COGEMA

소재지 : 2rue Paul Dautier, BPn°4, 78141(Velizy-Villacoublay, Cedex France)

업무내용 : 1976년 1월 CEA의 100%출자로 설립. 우라늄탐광, 정련, 전환, 농축, 성형가공, 재처리 이외에, 핵연료사이클 전분야에서 업무를 제공하고 있다.