



일본은 여러가지의 뜻에서 우리와 關聯이 큰 나라다. 우리가 일본의 원자력계 움직임을 注視 檢討하는 것은 우리나라 원자력계를 위해 많은 도움이 되는 일일 것이다. 80년대의 첫걸음을 내딛는 일본원자력계는 그 前途가 평탄하기만 하지는 않을 것이라고 그들은 말하고 있다. TMI 사고대책, 포스트 INFCE体制의 확립, 立地對策, 우라늄농축, 재처리를 위시해서 대규모의 원자력개발을 하기 위한 기반이 되는 계획 등이 크게 實用化로 비약하려는 일들이 그들앞에 가로놓여 있다고 한다. 그러나 금년이 일본의 앞으로 원자력개발 自立化로의 하나의 큰 스텝이 되는 것은 틀림이 없는 것 같다.

日本の 80年代 課題

고비를 맞이한 파이롯트·플랜트 建設 농축

작년은 일본 岡山縣人形峠의 動燃우라늄 농축 파이롯트·플랜트의 제 1기분(OP-1A) 1000대가 운전을 開始하여 일본의 우라늄농축 국산화에 크게 제 1보를 디딘 획기적인 해가 되었다. 금년은 이것을 발판으로 다시 3000대(OP-1B)를 운전하게 하는 것이 최대의 하이라이트이다. 현재 이미 각 메이커에서 제작의 最盛期를 맞이하고 있으며 완성된 것부터 현지로 반입하여 回轉 테스트 등의 콜드테스트에 들어갈 계획이다. 運開는 금년 여름이 지나서 할 예정이다.

또, OP-2 3000대에 대해서도 제작단계로 들어갈 계획이며 금년은 81년도의 파이롯트·플랜트 완성으로 향한 큰 고비가 될 것 같다. 금년에 運開하는 OP-1B는 작년 완성한 건물에 OP-1A와 나란히하여 설치되는데 OP-2는 이 옆의 새로운 건물을 세울 예정이다. 가스供給系 등의 부속 시설도 신설될 예정이다.

현재까지의 OP-1A의 운전에서는 설계대로의 성과가 얻어지고 있으며 최종적인 파이롯트·플랜트의 능력은 약 50톤/年을 上回할 전망이다.

다음의 단계로서는 原型플랜트의 설치가 焦點이다. 이것은 약 250톤/年 정도의 시설을 84년경까지 運開하려는 것으로서 장래의 實用플랜트의 기초가 되는 계획이다. 일본 動燃에서는 이미 재작년에서 작년에 걸쳐 原型플랜트의 설계에 대해서도 예비적인 연구를 진행해 오고 있는데 그 推進母體를 어떻게 해야 하는가에 대해서는 아직도 결정돼 있지 않다. 이를 위해 금년은 그 추진 體制를 포함해서 實用플랜트까지의 프로그램 만들기가 하나의 초점이 될 것 같다.

遠心分離法에 의한 우라늄농축은 소규모라도 코스트性이 높은 것이 메리트이다. 이를 위해 일본 動燃에서는 原型플랜트 건설에 있어서는 東海 研究所에서 얻어지는 연구성과를 그때마다 신행 원심분리기 제작에 반영시켜 농축능력의 향상을 도모해 나갈 계획이다.

第2工場計劃 新局面에 再處理

일본의 東海재처리 공장은 작년 11월에 1년 3개월 만에 운전을 再開하고 있으며 현재는 이 핫(hot) 시험을 예정대로 끝마치는 것이 제 1의 과제이다. 일본 動燃에서는 운전再開 후 작년중에 福島第 1 원전 1号爐와 美浜 2号爐의 既使用 연료 합계 5~6톤을 사용해서 핫시험을 순조로히 끝마친 다음 현재 美浜 2号爐의 既使用연료 7~8톤을 사용한 종합시험의 後半에 들어가 있으며 2월 중에는 모든 시험을 끝마칠 계획이다.

東海工場の 핫시험에서 사용되는 既사용 연료는 이로서 합계 약 32톤이 된다. 美·日 共同決定의 「99톤」에는 차지않으나 작년 9월의 교섭에서 「조업기간은 4월까지」라고 되어 있기 때문에 다시 교섭에 들어갈 예정이다. 조업이 안정되면 東海공장은 4월부터 本格운전으로 移行하여 名實相符한 세계의 “再處理그룹”에 끼게 될 것이다.

또, 美·日교섭에서 小型시험장치(OTL)로서 시험이 행해져 온 混合抽出法, 국제협력에 의한 保障措置 기술개발의 평가도 하나의 焦點이 될 것이다.

東海공장 다음의 第2재처리 공장의 具体化도 금년의 초점의 하나이다. 작년 7월에는 新會社 설립을 위한 준비작업을 했으며 3월 1일에는 新회사를 설립하여 일본의 第2공장도 드디어 새로운 국면을 맞이하게 된다.

계획에 따르면 재처리 第2공장은 처리능력 3톤/일의 플랜트 2系列을 가지며 연간처리능력은 1200톤 규모이다. 濕式法을 채용하며 건설총액은 약 6900억円, 用地는 약 200万坪이 예정되고 있다.

海洋処分, 同意가 열쇠 廢藥物

年間の 低레벨 放射性 폐기물 발생량은 약 4万本, 각각의 시설속에 저장되고 있는 드럼통 속에 넣어둔 폐기물은 20万本을 넘는다고 한다. 「入」

에 해당하는 원자력발전소 등이 잘 운전되고 있음에 대해 「出」에 해당하는 폐기물 처분은 반드시 계획대로 진행되고 있지 않기 때문이다.

이를 위해 低레벨 방사성 폐기물의 海洋処分이 當面最大 課題의 하나이다. 이와 같은 뜻에서 이미 海洋投棄도 실시하였고 「低레벨 폐기물 문제는 이미 해결했으며 나머지는 高레벨 폐기물對策」으로 하는 歐美에 비교하면 일본은 특수한 케이스라고 할 수 있을 것이다. 海洋처분 계획도 재작년 8월에는 「폐기에 관한 기술적基準」이 정리되고 12월에는 「事業所 밖에서의 폐기에 관한 규칙」에 따르는 일본 科學技術廳告示가 制定되는 등 확실히 일본 국내법령 정비의 면에서는 착실히 진전해 온 것은 사실이다. 작년 11월에는 原子力安全委員會도 해양처분의 환경안전 평가에 대해서 「처분에 의한 被曝線量은 자연방사선 레벨보다 7~8자리 낮다」라고 하여 최종적인 고우·사인을 내고 있다.

그러나 계획실시의 열쇠를 쥐고 있는 水産關係者の 同意를 얻는데는 76년과 78년에 大日本水産會를 통해서 對話를 진행시켰으나 현재로서는 완전양해를 얻는데까지 가지는 못하고 있는 것이 現狀이다. 이를 위해 앞으로의 실시계획은 수산관계자와의 對話 진척에 크게 左右될 것 같다.

또, 일본 科技廳에서는 처분을 실시하는데 있어서는 OECD·NEA의 多國間 監視기구에 참가한 다음에 행할 계획이나 이를 위해서는 실시1년 전에 事前環境評價書를 동 기구에 제출함이 필요하다. 이에 대해 科技廳에서는 「우선 수산관계자의 동의를 얻고 나서 사전평가서를 제출한다」라고 하기로 되어 있기 때문에 사실상 처분의 실시는 금년내에는 무리하다고 보인다.

또, 일본의 科技廳에서는 해양처분과 並行해서 低레벨폐기물의 陸地処分을 위한 휘일드試驗에도 힘을 쓸 방침이다.

養魚로서 企業化를 겨눈다 溫水利用

원자력발전소의 溫排水는 주위와의 水温差가

7~8도 정도이므로 난방이나 공업이용에는 곤란하다. 또, 海水이기 때문에 농업으로의 이용도 限定되고 있다.

그래서 가장 관심을 끄는 것은 温水養魚인데 아직은 기업화되어 있지는 않다.

이를 위해 일본에서는 금년도에는 이것의 企業化가 최대의 목표이다. 특히 温水養魚開發協會에서는 이때까지 뱀장어와 보리새우에 대해서는 해마다 수획량을 올려왔으며 금년에는 기업화의 보조더라인까지 달할 수 있는지 어떤지 하나의 고비를 맞이할 것 같다.

이중에서 뱀장어는 30kg / 平方미터의 수획량이 採算의 보조더라인이다. 이때까지는 中央排水方式으로 개조한 養殖池에서 行한 실험에서 이것에 대한 一步直前까지 와 있으며 금년은 이 보조더라인 돌파를 겨누고 싶다고 한다.

보리새우에 대해서는 금년부터 다시 温水의 再利用을 포함해서 3kg / 年の 생산을 목표로 하고 있다. 동協會에서는 이들의 시험을 발판으로 82년경까지는 온수양어 기업화의 모델을 작성해 갈 계획이다.

또, 새로운 온수이용에서 기대를 모으고 있는 것은 高浜原電과 福島原電에서의 이용계획이다. 이 중에서 高浜原電에서의 이용은 작년 10월에 출발한 것으로서 温水를 이용해서 온실의 온도를 일정하게 유지하여 洋蘭이나 야자등의 재배를 행하려는 것이다. 금년에도 계속해서 히이트 펌프 등의 耐久테스트를 계속한다.

福島原電의 이용계획은 合計 4基의 풍부한 온수를 이용해서 전복, 도미, 가자미 등을 양식해서 이것을 바다에 放流하여 沿岸수산 자원의 증식을 도모하려는 것이다. 82년을 완성의 고비로 해서 건설을 촉구할 계획이다.

포스트 INFCE가 焦点 保障措置

일본이 NPT에 따르는 보장조치 体制로 移行한 후 약 2년이 된다. 현재에는 국내의 모든 핵물질을 대상으로 한 新保障措置 体制가 定着해 왔다. 그러나 금년은 포스트 INFCE를 둘러싸고

보장조치도 새로운 局面을 맞이하게 될 것 같다.

INFCE의 核不擴散 確保策은, ① 핵물질의 기술적인 핵확산 抵抗性的의 強化 ② 새로운 국제제도의 確立 ③ 보장조치의 강화 등의 세계가 골자이다. 우선 기술적으로 高농축 우라늄이나 플루토늄을 單體로서 얻지 못하기 위한 混合抽出, 轉換法·등의 導入을 검토함과 함께 既使用연료의 국제저장 설비를 설치하는 등으로서 制度的으로도 核擴散性을 低減시키고 다시 보장조치를 강화하여 최종적으로는 核不擴散을 확보하려는 것이 그 시나리오이다.

그러나 원자력 平和利用의 진전에 수반하여 급격한 增大가 예상되는 핵물질의 보장조치를 “人力”으로서 대처하는 것은 不可能하다. 이를 위해 앞으로의 보장조치에서는 物質収支區域의 出入國을 카메라로서 감시하는 시스템이나 集中管理 시스템 등 “機械化”의 導入에 따르는 「효율적이면서도 또한 精度가 높은 보장조치」의 확립이 큰 과제가 될 것 같다.

그러나, 구체적으로는 어떠한 형태의 보장조치가 INFCE의 요청에 응할 수 있는가는 앞으로의 과제이며 “포스트 INFCE”대책의 하나로서 論議를 일으킬 것 같다.

그러나, 일본의 科技廳에서는 정부의 “치이프 가버먼트”방침에 의해서 査察官의 대증폭이 예기되지 않기 때문에 기계화의 도입 등에 의해서 「효율적이고 精度가 높은」보장 시스템의 확립에 적극적으로 부딪쳐 볼 方針인 것 같다.

또, 재처리, 우라늄농축 파이로트 플랜트 등 새로운 形의 보장조치에 대해서는 「유러톰」정도의 査察을 원칙으로 적극적으로 취급해 볼 방침인 것 같다.

本格的檢討 스타트 廢 爐

廢爐에 대해서는 70년에 JPR-1의 경험을 일본이 가진바가 있다. 또 69년의 JPDR의 大改造에서도 廢爐에 가까운 기술이 얻어졌다고 한다. 그러나 大型商業爐의 廢爐는 세계적으로도 例가 없고 일본에서도 물론 제로이다. 일본의 최초의

商業爐 東海 1호가 廢爐의 대상권內에 들어오게 되는 것은 10수년 후이므로 본격적인 연구가 소홀히 된 것이 事實이다.

이와 같은 속에서도 정부가 본격적으로 廢爐 기술의 검토에 착수한 것은 76년부터이다. 同年에는 일본 通商省에 「원자력발전소 디코밋쇼닝 연구회」가 생겨서 문헌조사 등으로서 출발하였다. 「실제의 廢爐는 앞으로의 것이나 금후 퍼브릭·아셉턴스를 얻기 위해서도 廢爐의 검토를 행해 들 필요가 있다」라는 것이 그 취지이다. 현재, 일본의 通商省에서는 「현재 일본에서는 廢爐技術은 있으나 구체적인 방법 등에 대해서 가이드 라인을 모아 둘 필요가 있다」라는 관점에서 에너지 綜合工學研究所에 위탁하여 廢爐연구를 행하고 있으며 83년경을 고비로 대체적인 廢爐의 시나리오를 제시해 갈 예정이다.

77년의 원자력발전 디코미쇼닝 研究會의 보고

에 따르면 廢路方式은 ① 密閉管理方式 ② 차폐 隔離方式 ③ 撤去·解体方式——의 3 단계가 기본이다. 이 보고서에서는 이와 같은 방법에 대해서 「어느 방식도 기술적, 경제적으로 가능성을 알았다」라고 말하고 있다.

이를 위해 일본의 通産省에서는 이 보고를 바탕으로 하면서도 금년 일찌기 「廢爐조사위원회」(仮稱)을 스타트 시켰으며 그후의 새로운 정세를 발판으로 상세한 검토를 행해 나갈 방침이다. 금년은 특히 一定의 廢路方式을 假定하고 이것에 따라서 그 기술적, 경제적인 문제점을 구체적으로 摘出해 나갈 계획이다.

또, 일본의 原研에서는 85년경을 고비로 JRDR를 廢爐하는 것도 검토하고 있으며 일본 通産省에서는 일본 原研과 협력하여 종합적인 廢爐연구를 행하여 4~5년을 고비로 대체적인 결론을 내리려고 하고 있다.

混迷 거듭하는 美國

80년대를 맞이하여 세계의 에너지정세는 어떠한 推移를 보일까. 석유위기가 예상 이상으로 빨리 到來함으로써 앞으로의 10년, 각국은 다같이 고된 경제운명을 強行하게 될 것이며 에너지 轉換의 全力投球가 요구되고 있으나 이중에서도 각국의 원자력발전 정책의 路線이나 計劃의 템포의 差가 뚜렷해질 것이 80년대의 特徵일지 모른다.

현시점에서, 가장 프리·핸드를 가지고 있는 것은 소련이라고 말할 수 있다. 소련의 원자력발전 규모는 1975년말에 620만kW, 80년 未에는 이것을 1500만kW 전후까지 擴大할 것 같다. 근래에 와서는 레닌그라드爐를 위시한 100만kW爐의 완성가동이 눈에 보이고 있다. 80년대에는 이 템포를 더욱 加速시켜 石油代替를 진행 시키겠다고 한다.

소련의 原油 생산량은 사우디아라비아를 제외하면 여전히 세계제일이기는 하나 경제성장에 따라 共產圈諸國의 수요를 充足못시키는 형편이다. 그래서 東歐圈을 포함해서 原子力으로의 轉換방

침을 내놓게 된 것인데 계획의 템포는 급속하며 안전 論爭도 核不擴散 문제도 없는 소련의 有利性을 여실이 들어내고 있다. 물론 건설의 대규모화와 함께 계획의 지연이나 안전성 論議가 일어나지 않는다고는 할 수 없으며 그 징조는 이미 나타나고 있기도 하다.

소련과는 對照的으로 무거운 짐을 짊어지고 있는 것은 미국이다. 核不擴散 정책의 디램머, 以前부터 계속 논의되는 안전문제와 當面の 트리마일 아일랜드 사고대책에 쫓기고 있다. 議會, 연방의 여러기관, 各州정부, 公衆의 의견을 擴大할 징조이며 문제는 끊임없이 自己增殖하고 있는 조짐조차 있다. 「原子力은 필요하다. 그러나 최후의 에너지·옴손이다」라고 하는 카터 大統領下에서 미국의 원자력은 사실상의 “停止” 상태라고해도 過言은 아닐 것이다.

작년 12월, 대통령은 트리마일 사고조사 위원회(케메니 위원장)의 보고에 대한 견해를 발표하였다. 이 내용은 케메니 보고의 基本線을 받아들인면서도 중요한 점에서는 다른 선택을 하고 있

다. 그중의 하나는 NRC(원자력규제위원회)를 長官制 行政機關으로 改組해야 한다라고 하는 케메니 보고서에 대해서 카터는 委員會制(合議制)의 長點을 인정하고 정치적 介入을 방지할 필요도 있다고 해서 NRC의 存續을 결정했다는 것이다. 케메니 보고는 災害時의 對應의 필요에 偏重해 있다고 판단한 것 같다. 全面改組 대신에 委員長 권한이 강화되고 재해시에는 위원장 자신의 판단으로 사태에 대응할 수 있도록 改正된다.

또 하나는 케메니 보고가 권고한 안전감시 위원회의 취급이다. 케메니 보고서에서는 이 위원회는 議會와 대통령에 대해서 보고의무를 가지는 立法的 성격의 강력한 새로운 NRC 長官 監視役이었으나 카터는 이 合議制의 NRC의 存續에 의해서 이와 같은 機關의 필요성은 희박해졌다고 하며 행정적 성격의 전문가 파넬을 대통령下에 둠으로서 이것에 代替하였다. 이 파넬은 NRC뿐만

아니라 他的 연방 諸기관, 州정부, 산업계의 활동에도 눈을 번쩍이고 있으나 그 역할은 어디까지나 트리마일 事後對策의 履行상황의 감시라고 하는 어디까지나 短期目的에 한정되고 있다. 恒久的인 안전감시기관(케메니委)과 트리마일 사고 수습을 위한 기관, 보는 방향에 따라서는 케메니 위원장과 카터와의 결정적인 立場의 차이라고도 말할 수 있다.

카터 聲明은 케메니 보고에 대한 對應을 앞으로 6개월 이내에 끝내도록 NRC에 지시하고 완성된 발전소의 운전認可의 再開도 命하고 있다. 그러나 위원장을 포함한 간부의 교대도 있고 해서 종래의 경험으로 보아서 NRC 体制의 再編, 防災체계의 정비에는 시간이 많이 소요된다는 것이 일반적이다. 가령 트리마일 對策이 一段落 되더라도 방사성 폐기물 대책 등의 難問題는 여전히 남아 있다.

다시 숨돌린 英國

영국이 오랫동안 원자력 발전계획(1982~91年)을 발표하고 동시에 WH社製 PWR의 건설을 승인했다. 1971년의 헤이샴發電所(改良型가스冷却爐, AGR)의 發注이후 시행착오를 겹쳐오던 영국의 爐型決定이다.

영국의 原子力界는 그동안 상당히 침체해 있었다. 電力수요가 低迷하고 北海油田 開發이 성공하는 속에서 영국은 AGR의 코스트高에 고민하면서 次期爐型의 모색을 계속해 왔다. 노동당 정권이 등장하여 영국國產의 증기발생 重水爐(SGHR)의 採用을 발표해서 세계를 놀라게 한 것은 1974년의 일이다. 정부의 首席과학고문이었던 콧렐卿이 輕水爐 壓力容器的 안전성에 의문을 던지며 壓力管型 SGHR의 有利點을 강조하여 論爭을 불러 일으킨 것은 기억에도 새롭다.

그러나, SGHR는 막상 實用化하게 될려면 아직도 개발과제가 많다는 점과 또한 산업계의 망설임으로 결국 햇빛을 보지 못하였다. 輕水爐의 안전성의 검토가 계속되었으며 의문점이 해결

되기도 해서 輕水爐가 점차로 세력을 다시 회복했다. 中央電力廳(CEGB)을 위시해서 산업계, 勞組로부터 AGR 2基, PWR 1基의 건설이 제안되어 그 壓力속에서 政府는 決斷을 독촉받았다. 78년 1월, 정부는 스코틀랜드에 AGR 2基(各 130万 kW)의 건설을 결정(토오네스發電所)하여 國產路線을 유지해 가면서도 안전성과 사이트의 受容性을 평가한다는 명목으로서 PWR 1基의 설계를 처음으로 인정하였다. 輕水爐으로의 突破口가 열린 것이다.

그후, 석유위기가 고조됨에 따라 영국의 원자력으로의 경사는 강해졌다. 총선거에서 보수당이 승리한 시점(79년 5월)에서 PWR 導入은 거의 결정되었다고 보아도 좋을 것이다. AGR의 건설비가 던지네스B의 7억 3천만 달러에서 토오네스에서는 14억 7천만 달러(kW당 약 4百달러, 金利 등의 자본비는 제외)로 가격이 폭등한 것이 영국의 국산노선에 찬물을 끼얹진 것이 되었으나 이번의 결정까지 정부의 움직임은 TMI 사고가 일어난 일도 있으며 世論을 配慮해서 극히 신중했다

고도 할 수 있다.

하우엘·에너지相의 發表에서는, 영국은 1982년 이후 매년 1기씩 착공하여 토우네스를 포함해서 10년간에 약 1500만kW의 新設을 목표로 한다. PWR는 그 1号爐로 선택되었으나 2号爐이 후의 爐型은 未定이며 CEGB에 따르면 「아마 PWR, AGR의 양쪽이 선택될 것이다」이나 「몇년 앞으로는 共存은 없앨 것이다」라고 한다. 즉, 언젠가는 최종 선택이 있을 것이나 현시점에서 선택하는 것은 너무 빠르다 라는 판단이다. 어쨌든 PWR는 AGR와의 경제경쟁의 레일위에 놓인 것은 사실이며 앞으로의 그 有利性은 부정할 수 없다.

이번 결정에 수반해서 國營原子力公社(NNC)도 改編되게 되었다. 이때까지의 영국GE(GEC)에 의한 경영관리가 폐지되고 當面한 PWR 1호로의 전책임을 맡는 동시에 장래는 수출능력도 가지며 非原子力部門도 담당하는 강력한 설계·건

설회사를 목표로 한다. 기술의 供与者에는 서독의 KWU의 이름도 올렸으나 결국 WH社로 결정되었다.

이번의 決定에 있어서 영국정부는 輕水爐안전에 관한 수년전부터의 검토 자료를 함께 공표하였다. 여러가지의 曲折이 있기는 했으나 영국의 하나의 출기를 깨뜨린 것은 경수로의 안전에 대해서 남득이 갈때까지 검토를 계속하였다는 점일 것이다. 이 自主의 태도가 있었기에 TMI 사고가 일어났어도 동요하지 않았던 것이다. 원자력시설 檢査機關(NII)의 보고는 「이 사고는 PWR의 개념 내지 설계의 본질적인 결함을 나타낸 것은 아니다」, 「영국의 許認可, 건설, 운전의 조치는 이미 케메니 보고가 권고한 그대로다」라고 판단하고 있다.

영국은 이와 같은 自信에 따라서 10년만의 원자력발전건설 계획에 활기를 띠고 있다.

龜裂对策 進行중인 프랑스

프랑스의 프라마툼社는 原子力廳(CEA), 프랑스電力公社(EDF)와 협력해서 90만kW級 PWR의 증기발생기管材와 壓力容器 出入口管上에서 발견된 구열의 발생원인 추구하고 예방·探知·수리 기술의 연구개발을 적극적으로 진행시키고 있다. 이를 위해서 이미 직접 지출한 비용이 약 1억프랑에 달하고 있으나 그것을 누가 부담하는가는 아직 결정되지 않았다.

발견된 구열은 「冷間 갈라짐」으로서 동시에 ① 水素, ② 극히 強力한 應力, ③ 구조물중에 弱體 個所——가 존재하는 경우에 처음으로 발생한다고 보아왔다. 프라마툼社의 경우는 스텐레스 鋼 또는 高니켈 合金鋼의 不溶性 被覆材를 용접하는 경우에 基材가 받는 應力에 의해서 발생한 것이라고 설명되고 있다. 피복재는 곳에 따라 두께가 7mm로부터 12mm이다. 구열은 그 아래에 있는 基材上에 발생하므로 발견이 어렵다. 프라마툼社의 공장에서 1978년 5월에 발견된 것은 용접에 不備가 있었으므로 피복재를 벗겨냈던바 基材에

구열이 인지하였다라는 우연에 의한 것이다.

현재까지의 연구에 의하면 구열은 前記의 세가지 조건이 갖추지 않을 때도 두가지의 조건이 극히 강력하게 작용할 때에는 발생하는 것이 명백해지고 있다. 특히 원자로 出入口의 구열은 용접 금속을 부착한 基材는 냉각시에 극히 高度의 熱 應力을 받으며, 또한 특정의 경우에는 水素가 발생하므로 이 두가지의 조건의 組合만으로도 구열이 생긴다라는 公算도 크다.

이와 같은 이론적 연구의 應用시험 결과에 따라서 프라마툼社는 部品제조공정의 수정(① 應力の 強度를 낮추기 위해 2層째부터 中止시키고 있던 피복재 용접시의 基材事前加熱의 부활 ② 事前加熱의 온도引上)을 결정했다. 수정 후의 공정에서 제조된 部品에는 어떠한 冷間 갈라짐도 인지되지 않았다.

구열이 두께 약 1cm의 被覆材 아래의 基材에서 발생하므로 이것을 탐지하는 비파괴 탐지법의 연구개발이 진행되고 있다. 후우코오電流와 超

音波의 특성을 응용하는 탐지법으로서 제조중의 基材와 운전중의 기재에 대해서 개발이 진행중이다. 운전중의 경우에는 구열의 존재의 탐지뿐만 아니라 구열진전 상황의 측정도 필요하다.

구열은 평균깊이 5mm, 폭 數 마이크로미터로부터 100분의 1mm로 극히 작은 것이었다. 基材와 被覆材의 두께(管材 530mm + 12mm, 爐出入口 250mm + 17mm)에 比하면 微微한 것이다. 그러나 應力이 걸리면 구열은 확대해간다. 管材도 爐出入口도 熱싸이클에서 應力이 걸리므로 基材에 구열이 있으면 발전해 가는 것이다. 이것이 피복재

를 穿孔할 때까지는 4년이나 소요된다고 보고 있으나 조건이 나쁠 때는 6년에서 일어날 것도 想定된다. 이 기간은 실제로 구열의 진전상황을 측정하지 않으면 확인할 수는 없는 것이다.

구열의 진전을 방지하기 위해서 프라마톰社는 EDF와 협력해서 보다 이상적인 原電 운전법을 연구개발중에 있다. 또 CEA와 협력해서 穿孔이 있을 경우의 수리법에 대해서도 연구개발을 진행시키고 있다. 이 수리는 방사능 환경 중에서 행해지기 때문에 로봇트가 사용된다.

「세계의 우라늄資源 · 生産 · 需要」

1979年版 OECD · NEA / IAEA 刊行

經濟協力開發機構 原子力機關(OECD·NEA)와 國際原子力機關(IAEA)의 共同調査로서 된 보고서「우라늄—자원·생산·수요」1979年版이 요즘 刊行되었다. 『붉은 책』이라고 通稱되는 이 보고서는 세계의 우라늄자원개발에 관한 정보를 集約한 것으로서 거의 2년마다 改訂되고 있다. 이번의 것은 1977년의 것의 계속인 8번째이며, 國際核燃料 사이클評價(INFCE)의 보고와도 관련되어 그 발표가 기대되었다. 이하에 主되는 改訂點 등을 圖表를 中心으로 살펴본다.

이 보고서는, 1965년 8월 이후 OECD의 원자력기관(당시는 歐州原子力機關=ENEA)에 의해서 「세계의 우라늄 및 토륨資源」에 관한 보고서로서 發刊됨으로서 시작되었다. 그후, 1967년부터는 소련, 東歐諸國으로의 자료도 入手되었기에 국제원자력기관과의 共同作業이라는 形式으로서 行해지게 되었으며 同年版에 이어서 1969년, 1970년, 1973년, 1975년, 1977년에 보고서가 출판되었다. 1973년版부터는 NEA/IAEA 共同보고로 되어 현재에 이르렀다.

1979년판은, 1979년 1월 1일 현재의 관계자료를 質問書 형식으로서 各 加盟國 政府에 연락해서 얻어진 것을 사무국에서 集제한 것은 종래와 같았다. 다만, 이번에는 INFCE에 원자력전반의 成長의 기초가 되는 자료를 提供할 목적으로 第1作業 그룹의 副議長으로부터 INFCE조사의 마무리에 맞추어서 그 조사와의 整合性이 요망되었다.

× × ×
보고서의 전체의 体制은 먼저번과 같이 붉은 表紙이나 전체로서는 더욱 綜合的이 되었고 60페이지 增의 195페이지로 되어 있다. 자원의 定義, 表示, 分類, 原價區分 등은 前回와 같으며 또, 소련, 東歐, 中共에는 손대지 않았다.

세계의 우라늄 자원량은 第一表에서와 같이 35개국에 대해서 集제되었고 이번부터는 南西아프리카의 중요한 資源國인 나미비아가, 종래에서는 南아프리카에 포함되어 있던 것이 個別的으로 표시되었다. 이외에 소량이기는 하나 보츠와나, 이집트가 들어왔다. 캐나다는 종전과 같이 原價가 아니고 價格表示이며 또한 125캐나다 달러로서 비싼 것과 싼 것을 區分해서 있음이 유의할 점이다.

各國別의 現狀 보고는, 前回は 49개국이었으나 이번은 14개국이 未記載이며 逆으로 새로운 8개국이 들어왔으며, 결국 43개국에 대해 기재

세계의 原子力

第 1 表

세계의 우라늄資源 (1979年 1月 1日 現在, 單位: 1,000tU)

國 名	確 認 資 源			推 定 追 加 資 源		
	< \$80/kgU	\$ 80~130	合 計	< \$ 80	\$ 80~130	合 計
미 국	531	177	708	773	385	1,158
南 阿	247	144	391	54	85	139
濠 州	290	9	299	47	6	53
캐 나 다	(注1) 215	20	235	(注1) 370	358	728
니 제 르	(注2) 160	0	160	(注2) 53	0	53
나 미 비 아	117	16	133	30	23	53
스 웨 덴	(注5) 0	301	301	0	3	3
브 라 질	74.2	0	74.2	90.1	0	90.1
프 랑 스	39.6	15.7	55.3	26.2	20	46.2
가 봉	(注2) 37	0	37	(注2) 0	0	0
인 도	29.8	0	29.8	0.9	22.8	23.7
아 르헨티나	23	5.1	28.1	3.8	5.3	9.1
멘 마 크	0	27	27	0	16	16
中央 아프리카	18	0	18	0	0	0
스 페 인	9.8	0	9.8	8.5	0	8.5
포 루 투 칼	6.7	1.5	8.2	2.5	0	2.5
日 本	7.7	0	7.7	0	0	0
유고슬로비아	4.5	2.0	6.5	1.7	0	1.7
멕시코	(注3) 6	0	6	(注3) 2.4	0	2.4
소 마 리 아	(注3) 0	6.6	6.6	(注3) 0	3.4	3.4
西 獨	4	0.5	4.5	7	0.5	7.5
韓 國	(注4) 0	4.4	4.4	0	0	0
터 어 키	2.4	1.5	3.9	0	0	0
핀 랜 드	0	2.7	2.7	0	0.5	0.5
태 국	(注2) 1.8	0	1.8	(注2) 1.7	0	1.7
오 스트리아	(注2) 1.8	0	1.8	(注2) 0	0	0
이 탈 리 아	0	1.2	1.2	0	2	2
보 츠 와 나	0	0.4	0.4	0	0	0
필 리 핀	(注2) 0.3	0	0.3	(注2) 0	0	0
英 國	0	0	0	0	7.4	7.4
칠 레	0	0	0	5.1	0	5.1
이 집 트	0	0	0	0	5	5
마 다 가스 칼	(注2) 0	0	0	(注2) 0	2	2
블 리 비 아	—	0	0	(注2) 0	0.5	0.5
合計(概 數)	1,850	740	2,590	1,480	970	2,450

(注) 1. 低原價幅의 것은, 가격 C\$ (캐나다 달러) 125/kgU이며, 또 高原價幅의 것은 C\$ 125~175/kgU 의 가격으로서 採掘가능한 것. 2. 1977년의 숫자와 같다. 3. 現地の 量으로서 回收가능한 量은 아니다. 4. 粗鑛量 1,300t, 平均品位 0.04% U₃O₈. 5. 환경보호의 이유에 의해서

우라늄의 생산은 허가되고 있지 않다. 6. - : 100tU 이하이다. 7. O : 1979년부터 새로 보고된 3개국

되고 있다(第2表). 니젤로부터는 보고되어 있지 않으며 前回の 것도 참조해서 검토할 필요가 있을 것이다.

第2表 各國別 報告의 變化

無 報 告 의 諸 國 (14)

O 오스트리아, 카메룬, 에쿠아돌, 가나, 인도네시아, 요르단, 리베리아, O 니제르, O 필리핀, 스리랑카, 수단, 우루과이, 유고슬라비아, O 태국

新 報 告 의 諸 國 (8)

O 보츠와나, 이디오피아, 가이아나, 아일랜드 O 나미비아, 나이제리아, 노르웨이, 도오고,

×

×

보고서는, 總論과 5部로 구성되며 이 중에서 총론은 序言, 要約과 결론, 전망, 定義의 4章으로서 되며 展望이 追加되었다. 정의는, 이때까지 나라에 따라서 달라지고 있었으나 그 내용의 對比가 圖示되었고 또 「期待資源」이 처음으로 導入되고 있다.

「確認資源」이라 함은 既存鑛床에 산출하며, 그 品位, 量 및 分布로 보아서 주어진 價格幅의 범위 내에서 현재 확립되어 있는 採鑛 및 處理의 기술에 의해서 回收될 수 있을 것이라고 생각되는 우라늄을 가르키고 있다. 높은 確度를 가진 것으로서 80달러/kgU 이하의 것은 本 보고의 목적에서는 통상의 광산상식으로서 말하는 매장량에 상당한 것이라고 생각된다.

「推定追加資源」은 確認資源에 이어서 산출되는 것이라고 보여지는 것인데, 충분히 探查된 鑛床의 연장, 少量探查된 鑛床 및 既存광상의 충분히 限定된 地質의 傾向에 따라서 존재한다고 믿어지는 未발견의 광상이다.

「期待資源」이라 함은 推定追加 資源에 이어서 존재한다고 생각되는 우라늄으로서 그 근거는 주로 현재의 探查기술에 의해서 발견되는 鑛床에서 間接的 징후 및 地質的 推定에 기초를 두고 있다. 이 區分에서 기대되는 鑛床은 일반적으로 어느 주어진 地方 또는 地質的 傾向이 있는 장소

에서만 존재하는 것일 것이다. 이와 같은 資源의 존재 및 규모가 「대단히 기대되고 있는 것」인 것을 뜻하고 있다.

×

×

第1部는, 우라늄資源과 수요의 狀況으로서, 前言, 資源의 推定, 우라늄의 入手가능성, 우라늄 필요량의 推定根據, 우라늄 入手可能性和 필요량의 비교, 우라늄 공급의 추가적 資源, 추가적 資源의 필요의 7章으로서 된다.

第1表는, 1979년 1월 현재의 세계의 우라늄 資源량에 대해서 보고된 것을 集計한 것인데, 1977年版 이후 새로운 숫자를 내고 있지 않은 나라들도 있다. 資源은 확인과 推定追加 資源으로 구분되고, 다시 80달러와 130달러로 區分되고 있다. 130달러까지의 확인 資源량은 대체로 많은 순으로 기록되어 있다.

80달러/kgU 이하의 합계는 185만톤U로서 前回보다 20만톤 U 증가해 있으며, 이것은 주로 브라질(5.6만톤), 캐나다(4.8톤) 등에 의한다. 130달러까지의 확인 및 推定追加 資源량은 합계 504만톤으로 약 75만톤의 증가에 상당한다. 그 주되는 증가는 브라질, 캐나다, 덴마크(그린랜드), 남아프리카, 미국 등이다.

우라늄의 入手가능성에 대해서는 우라늄의 實生産量, 같은 생산설비용량, 원가 및 가격의 동향, 入手가능성을 구속하는 要因과 정부의 정책에 대해서 기술하고 있다. 우라늄의 필요량에 대해서는 各國別의 爐型戰略, INFCE의 원자력의 成長에 대해서의 예측, 爐특성을 들고 있다(第3表).

우라늄의 追加的 資源으로서는 通常의인 것이 아닌 것 및 副産物的인 것으로는 南阿의 尾鑛, 磷酸塩岩, 銅鑛中的 것, 海成黑色頁岩, 石灰 및 亞岩, 모나즈石, 火成岩, 海水, 기타로서 大洋海底의 有機貨泥에도 言及하고 있다. 또, 최후에 大陸別 「期待資源」을 표시하고 있다(第4表).

×

×

第2部는 探查關係(7페이지)로서 되며, 우라늄의 鑛床型, 探查의 機關 등에 대해서 기술하

세계의 原子力

第 3 表

세계의 우라늄 生産量과 生産設備容量

國 名	生 産 量						生 産 設 備 容 量				
	1974년까지	1975年	1976年	1977年	1978	1979(計劃)	1977	1979年	1980年	1985年	1990年
미 國	191,000	8,900	9,800	11,500	14,200	14,800	14,700	19,000	20,900	34,100	44,200
캐 나 다	103,670	3,510	4,850	5,790	6,803	6,900	6,100	6,900	7,200	14,400	15,500
南 阿	70,076	2,488	2,758	3,360	3,961	5,195	6,700	5,240	6,500	10,600	10,400
태 國	25,600	0	0	0	0	0					
프 랑 스	19,531	1,731	1,871	2,097	2,183	2,180	2,200	2,950	3,450	4,020	4,520
호 주	7,800	0	359	356	516	600	400	600	600	12,000	20,000
가 붕	5,448	800	n. a.	1,408	1,022	1,000	800	1,000	1,000	1,500	1,500
니 제 르	3,342	1,306	1,460	1,609	2,060	3,300	1,600	3,350	4,300	10,500	12,000
포 루 투 갈	1,729	115	88	95	98	85	85	85	95	270	270
나 미 비 아	0	0	654	2,339	2,697	3,692		3,700	4,100	5,000	5,000
스 페 인	170	136	170	180	191	339	191	339	678	1,272	1,272
아르헨티나	278	22	40	100	126	185	130	185	200	680	680
西 獨	56.2	57.1	37.8	14.7	41.1	n. a.	100	100	100	100	100
백 시 코	42	0	0	0	n. a.	n. a.	注2 0	90	170	550*	550*
日 本	33	3	2	3	2	n. a.	30	30	30	30	30
브 라 질	0		0	0	0	103	注1 0	103	510	970	970*
인 도							注2 200*	200*	200*	200*	200*
이 탈 리 아							0	0	0	120	120
필 리 핀							注2 0	38	38	0	0
中央아프리카							注2 0	0	0	1,000	1,000
유고슬라비아							0	0	0	180	440
스 웨 덴							0	0	0	400	400
合計(概數)	428,775	19,068	22,089	28,851	33,900	38,379	33,236	43,900	50,100	98,000	119,300

(注) n. a. : 자료未入手

注1 : 계획된 생산설비용량

注2 : 1977년版的 자료에 의함

고 있다. 探査비용에 대해서는 32개국에 대해서 國別로 表示되며, 自國內의 分은 1975년이전 合計 7억 9천만 달러, 1975년 2억 2천만 달러였다. 1978년에는 약 5억 7천만 달러로 推定되는데 여기에는 인플레이션도 포함되어 있다. 또, 外國에서의 探査비용 중 보고된 8개국의 合計는 1972년 이전 약 1억 7천만 달러, 1978년 약 1억 3천 2백만 달러였다.

第三部는, 우라늄자원, 생산 및 探査에 對해서의 各國別 報告로서 本보고의 主要部를 만든다. 各國別로 우라늄의 探査, 우라늄자원의 尙况, 생산량, 생산설비용량, 수출입정책 등을 地圖를 붙여서 詳述하고 있다. 前回報告의 49개국

에서 43개국이 되었다.

第四部는, 토륨자원에 관한 것으로서 尙况의 利用과 尙况, 새로운 자료를 제공하고 있다. 이번부터, 우라늄에 準해서 資源量을 명확히 14개국에 대해서 보고하고 있다. 이에 따르면, 確證 資源으로서 75달러/kg이하 67.5만톤, 75달러 이상 39.8만톤, 推定追加資源으로서 75달러 이하 225.6만톤, 75달러 이상 48.9만톤이 되어 있다. 前回は 原價를 明示하지 않았으며 尙况 資源 약 49만톤, 推定追加 약 83.3만톤으로 되어 있다.

第五部에서는 利用者의 便宜를 도모하기 위해 各大陸別 우라늄鑛床의 分布圖도 붙여 있다. (第 4 表).

第 4 表

大陸別의 期待資源量

大 陸 名	나라의 數	期待資源 (100萬톤U)
1. 아프리카	51	1.3~4.0
2. 北 美	3	2.1~3.6
3. 中·南美	41	0.7~1.9
4. 아시아·極東*	41	0.2~1.0
5. 濠州·오세아니아	18	2.0~3.0
6. 西 獨	22	0.3~1.3
合 計	176	6.6~14.8
東歐歐·소련·中共	9	3.3~7.3**

* : 소련 및 소련 東部를 除外 ** : 확인, 推定追加資源을 포함한 推定되는 總量을 나타냄

第 5 表

世界의 發電規模推定과 우리늄必要量

年	우리늄必要量 (1,000tU)				發電規模 (GWe)
	INFCE 高케이스		INFCE 低케이스		
	年 間	누 적	年 間	누 적	
1979	30	30	26	26	122
1980	34	64	30	56	144 - 159
1985	55	289	45	251	243 - 272
1990	90	661	66	537	374 - 460
1995	141	1,259	99	939	551 - 771
2000	203	2,152	134	1,564	833 - 1,206

특히, 歐州諸國에 대해서는 地質構造帶와 우리늄 鑛床의 위치를 표시하고 있다.

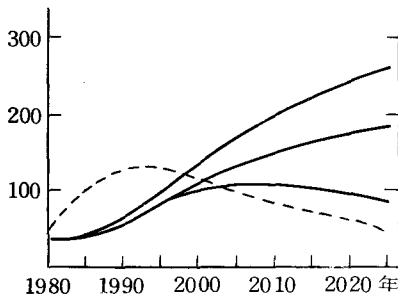
세계의 原子力발전의 예측은 여러가지의 要因에 의해서 下向으로 수정되고 있으며 참고로 이번의 INFCE에서 조정된 발전예측과 거기에 對應하는 우리늄 필요량을 第 5 表에 나타낸다.

最大生産 達成可能 生産 兪비용량

- ② 現行기술에 의한 리사이클이 없는 LWR 戰略
- ③ 混合戰略(含酸化物연료 FBR) 高케이스
- ④ 混合戰略(含炭化物연료 FBR) 低케이스

世界의 年間우리늄 供給量과 需要量의 비교

(低增加의 경우) × 1,000tU/年



① 既存資源(確認+推定+磷酸副産物)에 따르는