日本의 核燃料 開發史

中村康治
〈(株)神戸製鋼所 顧問〉

日本은 작년에 原子力開發 30年을 맞았고, 今年에는 動力炉·核燃料開發事業團이 20周年이 되는 해이다. 다음은 動燃의 理事를 역임하고 현재는 (株)神戸製鋼所 顧問으로 活動中인 中村康治박사가 動燃 20周年에 즈음하여 日本原子力文化振興財團月報 '87年 10月號에 발표한 內容을 번역, 정리한 것이다.

昨年, 일본의 원자력개발 30년에 이어 今年에는 動力爐·核燃料開發事業團 20周年을 맞아 報告講演會에는 例年과 같이 많은 분들이 참석해 주셨다. 또한 금년은 재처리 Hot運轉 開始 10년이 되어 綜合報告會가 별도로 개최되었으며, 이 報告書에도 다수의 청중이 참석하셨다. 動燃을 退任하고 여러 해가 지났음에도 고마운 일이라 아니할 수 없다.

이들 기념행사에서 많은 분들이 견해를 말씀하셨지만, 여기에서는 일반적인 추억담을 쓰기보다 이들 자료에 포함되어 있지 않은 내 개인적인 생각을 서술코자 한다.

核燃料部門과 動力爐部門을 가진 動燃事業團

新型動力爐開發이라는 國家的 事業을 추진함에 있어, 新規特殊法人의 설립을 인정한다는 당시 내각의 방침하에서 여러가지 의논끝에 原子燃料公社를 흡수병합하여 오늘날의 動力爐·核燃料開發事業團이 설립되었는데, 참 잘했다고 생각한다.

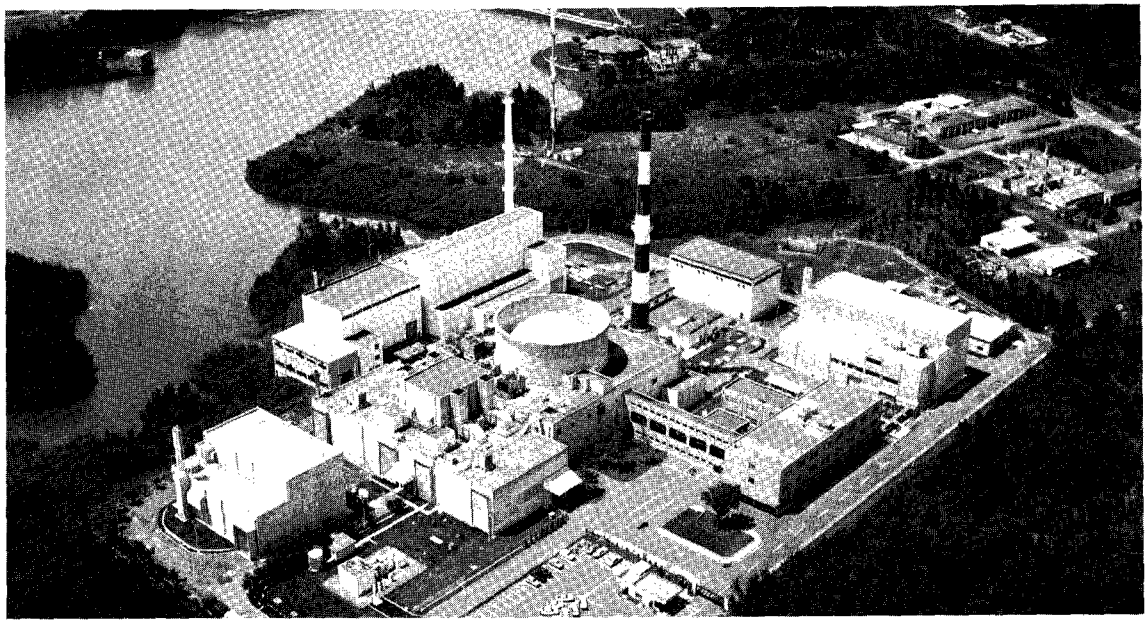
時代가 다르고, 따라서 그때에 축적된 技術基盤이 다르다고 말하면 그 뿐이겠으나, 國産 1號爐로 설계건설된 JRR-3 研究爐의 初期裝塡燃料는 카나다에 위탁가공한 것이었다.

使用條件이 매우 까다로운 新型轉換爐 原型爐인 「Fugen」의 연료와 高速增殖爐 實驗爐인 「常陽」의 연료도 처음부터 動燃製의 것으로써 오늘에 이르기까지 단 한건의 파손도 없다.

原子燃料公社法 이후 규정되어 있던 再處理工場計劃에서 당시는 高速增殖爐의 형체도 없던 시대였으므로 再處理의 副産物인 플루토늄을 어떻게 하느냐 하는 問題에 대해서 우리는 일찌기 輕水爐 플루토늄사이클에 관심을 갖고, 原子力研究所의 관계자와 協議를 하여 JPDR에서 플루토늄사이클 實證試驗을 수행할 계획으로 준비를 추진했으나, 이 계획은 여러가지 사정으로 실현되지 못했다.

까다로왔던 美日 再處理交涉에서도 再處理製品인 플루토늄을 어떻게 할 것인가 하는 이야기가 나오면 먼저 각국이 추진하고 있는 新型動力爐 開發에 確定需要計劃이 있다는 것이 강하고 박력있는 설명이었다.

만약 動力爐 개발이 다른 機關의 프로젝트로 추진되고 있었다면, 그만큼 강한 설명이 되었



을까 의문이다.

현재 核燃料사이클의 經濟情勢에서는 回收플루토늄보다 회수우라늄의 總量이 많은 관계로 경제가치가 높다. 회수우라늄은 再轉換 — 再濃縮의 노선을 선택하지 않으면 高速爐時代가 된 현대에서는 적절한 利用法이 없다.

新型轉換爐가 있으면 混合酸化物燃料의 配合用으로 이용함으로써 再濃縮에서 劣化우라늄으로 없어지는 우라늄-235를 적게 할 수 있기 때문에 한층 효율적이다.

濃縮製品에 대해서는 動燃의 遠心機에서 농축된 것이 「Fugen」에서 사용되고 있으며, 소량이지만 순수국산 우라늄도 전환·농축되어 도움이 되고 있다.

人形峠우라늄도 製鍊되어 ADU에서 天然酸化우라늄粉末로 전환되며, 「Fugen」의 혼합산화물연료 배합용에 사용된 것도 있다.

「常陽」에서 照射된 플루토늄燃料가 東海의 Hot Laboratory로 돌아와, 소규모이지만 再處理試驗을 거쳐 플루토늄이 재회수되고, 다시 燃料핀으로 가공되어 「常陽」으로 돌아갔다. 규모는 작지만 고속증식로 핵연료사이클의 완결로 이어지는 것이다.

말뿐 아니라 실행으로 핵연료사이클의 實證을 추진하는 데에는 動力爐部門과 核燃料部門을 아울러 갖추고 있는 動燃의 조직을 택한 것이 도움이 되어 推進力이 된 것으로 스스로 評價하고 있다.

原點으로 돌아간 認識이 必要

원래 世界 原子力先進國에서의 원자력개발은 핵무기 생산을 목표로 하고 있었던 것은 부정할 수 없는 역사적 사실이다.

최초에 天然우라늄에서 核分裂性의 同位元素만을 취하기 위한 일이 추진된 것이지만, 그 대규모화의 진행이 어려움에 당면해 있을 때 사이클로트론에서 粒子反應 대신 천연우라늄의 핵분열연쇄반응장치로 개발된 파일에서 핵분열성의 플루토늄을 생산하는 것이 프로젝트에 채용되었다.

이렇게 개발된 原子爐가 發電用으로서 오늘날의 성숙에 까지 이른 것이지, 人類가 動力發生裝置로서 原子爐를 發想하고 開發해온 것은 아

니다.

動燃이 재처리, 플루토늄연료의 가공, 농축 등 核非擴散政策上 가장 델리케이트한 개발업무를 담당함에 있어서 安全問題와 병행하여 신경을 써야할 점이었다.

日本에서 原子力開發에 착수했을 당시에는 일본에 천연우라늄이 이용할 수 있을 정도로 존재하고 있는지도 몰랐고, 또한 動力爐와 研究爐에서의 효율화를 위해 필요한 濃縮우라늄의 自給을 할 수 있으리라고는 도저히 생각할 수 없는 시대였다. 아이젠하워대통령의 「原子力 平和利用」선언에서 농축우라늄이 평화이용으로 해방되는 방침의 발표가 있었고, 원자력개발이 결의된 것이었다.

따라서 法制에도 特殊核物質의 관리를 별도로 정하여 국가관리, 국가책임의 표현이 있었다. 당초에는 핵물질을 필요로 하는 것은 國家에서 차용하는 형태를 취하고 있었지만, 原子力發電의 진전에 의해서 미국에서도 民有制로 이행됨에 따라 지금의 체제가 되어 온 것이다.

輕水爐의 低濃縮우라늄이 핵무기급 고농축우라늄과는 전혀 다른 것은 잘 알려져 있지만, 플루토늄은 아직 전반적으로 잘 이해되지 않았다.

경수로연료는 되도록이면 燃料經濟를 도모하기 위해 原子爐內에서 우라늄-235가 분열되는 외에, 비핵분열성인 우라늄-238이 中性子를 흡수하여 生成된 플루토늄중 핵분열성인 239나 241이 그곳에서 核分裂에 참여하도록 설계되어, 결과적으로 使用後核燃料를 재처리하여 회수되는 플루토늄에서는 핵분열성 동위원소는 60% 정도로 떨어져 핵무기급 94%와는 다르다. 또한 짝수번호의 동위원소는 自發核分裂의 결과 스스로 中性子를 發生시키므로 플루토늄을 주의하여 취급하지 않으면 即發臨界(일정량 이상이 모인 체계내에서 연쇄반응을 일으켜 버린다)의 위험이 있다.

輕水爐燃料는 산화물이며, 플루토늄리사이클 연료도 당연히 산화물이다. 新型轉換爐와 高速增殖爐도 우라늄플루토늄혼합산화물연료이다. 그렇다면, 平和利用 핵연료사이클에서는 재처리시 플루토늄 單體를 꺼낼 필요가 없다. 혼합용액이 재처리후 전환공정에서 일련의 시설내에 갇혀 있고, 혼합용액에서 혼합산화물로 전환한후 플루토늄연료가공시설로 옮겨도 지장이 없다. 이것이 당시 美日 재처리교섭의 기술논쟁이었다. 혼합용액에서 혼합전환하는 과정에 대해 動燃은 특별한 기술을 개발했는데, 뜻밖에 粉末特性이 극히 뛰어난 제품을 얻는 결과가 되었다.

이들 成果는 재처리공장에서 보장조치기술개선의 연구결과와 함께 그 무렵 실시되고 있던 INFCE라는 국제적인 핵연료사이클과 핵비확산의 관계검토회의에서 筆者가 일본대표로 참가하여 발표했다.

이러한 노력이 日本에 대한 국제적 신용이 되어 일본의 핵연료사이클 추진의 기반이 되었는데, 이는 觀念的인 원자력 평화이용과 핵비확산의 양립이라는 제목 뿐 아니라 기술실적이 있다는 것이었다.

그러나 세계는 우리 뿐이 아니다.

얼마전 중공의 북경에서 태평양연안국원자력회의가 개최되어 筆者도 참가했는데, 회의 참가자에게 배포된 현대 중공의 핵공업이라는 두꺼운 책의 前半에는 원폭, 수폭개발, 원자력잠수함, 대형미사일 사진과 플루토늄生産爐, 재처리공장, 농축시설의 사진이 자랑스럽게 게재되어 있었고, 自立開發의 경과가 설명되어 있었다. 會議에는 한국의 친구들과 인도네시아, 멕시코, 인도, 파키스탄 등의 전문가와 미국, 카나다, 호주, 서구제국의 원자력계 인사들도 다수 참석하였는데, 그들 모두가 어떻게 생각했느냐 하면 머리를 한방 맞은 것 같다고 했다.

다른 나라는 어쨌든 日本에서는 原子力 平和利用과 核非擴散의 兩立을 확립하는 길을 걸어야 하겠다. (前 動燃事業團 理事)