

# 高準位廢棄物의 分離

久保田 益充

日本原子力研究所 燃料安全工學部

## 서론

원자력발전소에서 발생하는 사용후연료에서 우라늄과 플루토늄을 회수(재처리)해 이들 원소를 다시 연료로 사용하는 이른바 핵연료사이클(주기)을 완성하는 과정에서 발생한 방사성 폐기물의 안전하고 경제적인 처리·처분방법의 확립이 앞으로의 중요한 과제 중의 하나가 되어 있다.

일본에서는 재처리에 의해 발생된 고준위폐기물은 전량 유리固化해 저장후 지하 수백미터 이상되는 깊은 지층에 처분하는 것이 기본방침으로 되어 있고 이렇게 함으로써 고준위폐기물을 충분히 안전하게 처분할 수 있다고 보고 있다.

이러한 처리·처분방법과는 전혀 별도로 고준위폐기물에 포함된 핵종의 반감기와 이용목적에 따라 분리해서 유용한 핵종을 이용하는 동시에 장수명의 핵종을 중성자조사 등에 의해 핵분열을 일으키게 해서 단수명의 핵종 또는 非방사성의 핵종으로 전환(消滅處理)시키는 방법이 있다.

다음에 분리연구개발내용에 대해 일본원자력연구소에서의 연구를 중심으로 소개하기로 한다.

## 분리대상원소

분리연구개발은 고준위폐기물처분에서 10만년 이상에 달하는 장기적인 안전성확보를 가장 중점적으로 다루고 있으며 超우라늄원소(TRU)가 분리대상의 가장 중요한 원소이다. 재처리공장에서는 약  $2M(\text{mol dm}^{-3})$ 의 硝酸용액으로 저장되는 고준위폐액(HLLW)에서 TRU를 분리할 때의 회수율은 99.9% 이상이 목표가 된다.

TRU 이외에는 고준위폐기물을 지층처분을 때의 환경에 미치는 영향 및 자원면에서 Tc 99(반감기 약 20만년)와 白金族원소 그리고 고준위폐기물을 유리고화체로 할 때 고화체의 온도와 방사선량을 될수록 낮게 하는 것이 바람직하다는 관점에서 Sr 90(반감기 약 30년)과 Cs 137(반감기 약 30년)이 각각 분리의 중요한 대상원소로 보고 있다.

## 분리공정의 연구개발

일본원자력연구소에서는 최초로 HLLW 중의 원소를 3群(TRU군, Sr-Cs군, 그외의 원소군)으로 분리하는 방법을 연구하고 특히 TRU 분리에 신규 抽出劑인 디소데실麟酸(DIDPA)을 사용하는 분리공정을 개발했다.

1983년에는 실제의 HLLW를 사용한 시험을 하고 0.5M의 초산용액에서 DIDPA에 의해 Am과 Cm을 99.99% 이상 회수할 수 있다고 밝혔다. 1984년에는 분리에 의한 HLLW처리·처분 시스템에 대한 평가를 하고 HLLW 중의 원소 가운데에서도 특히 Np 237(반감기 약 200만년)과 Tc 99의 분리를 중점적으로 다룬 4군(TRU군, Tc-백금족원소군, Sr-Cs군, 기타 원소군)의 분리공정의 개발이 새로운 과제가 될 것이라고 밝혔다.

4군분리에 의한 고준위폐기물처리·처분의 개념을 도표로 나타냈다. 지금까지 얻은 4군분리공정에 관한 연구개발의 주요성과에 대해 특히 Np분리를 중심으로 알아보기로 한다.

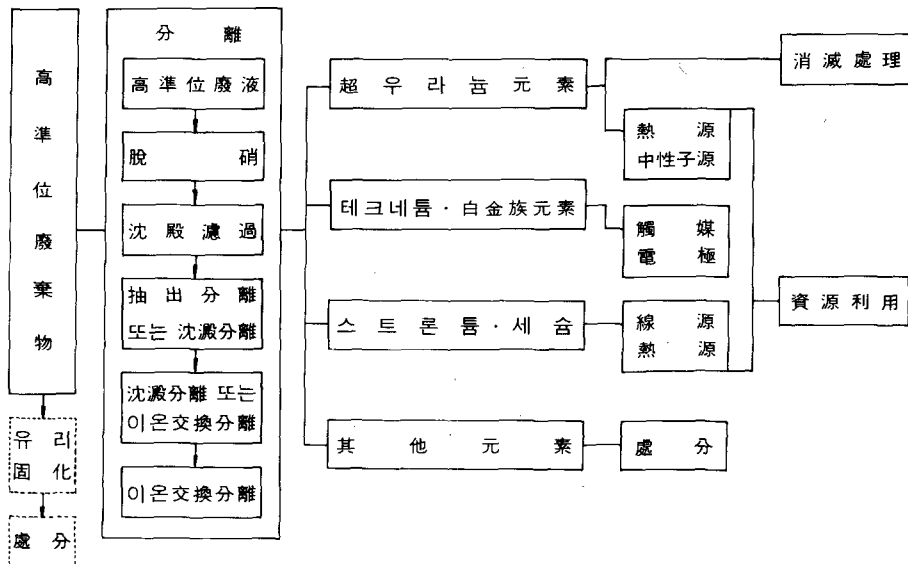
여러가지 原子價의 Np를 사용한 DIDPA에 의한 추출시험에서 4價와 6價는 물론 HLLW 중에 안정적으로 존재하여 일반적으로 추출이 곤란하다고 여겨지고 있는 5價의 Np가 서서히 DIDPA에 의해 추출된다는 것이 분명해졌다. 그후 5價인 Np의 추출속도개선에 관한 연구에서 過酸化水素를 共存시킴으로써 추출이 크게 촉진된다는 것을 발견했다. 多段向流型 추출장

치인 mixer-settler에 의한 연속적인 5價 Np의 추출시험에서는 과산화수소의 첨가방법에 의해 99.95% 이상을 추출할 수 있다는 것을 알았다.

이같은 높은 분리도는 다른 추출용액에서는 쉽게 얻을 수 없는 값이다. DIDPA는 3價, 4價, 6價의 TRU에 대해서도 높은 추출능력을 가지고 있기 때문에 이 抽出溶媒의 사용으로 HLLW에 포함된 모든 TRU를 효율적으로 회수하는 새로운 분리법을 개발할 수 있었다.

### 앞으로의 과제

실제의 HLLW를 사용한 4군분리공정에 대한 시험을 조기에 실시하고 동시에 이 과정의 실용화를 위한 기술개발을 촉진한다. 분리·소멸처리의 연구개발은 원자력위원회의 「원자력 개발이용장기계획」상에 고준위폐기물의 자원화와 그 처분의 효율화면에서 매우 중요한 연구 과제가 되고 있어 앞으로 폭넓은 분야에서의 적극적인 전개가 요망된다(Isotope News 10月號).



高準位廢棄物의 分離·資源化·消滅處理