



趙 滿

〈韓國에너지研 · 新型爐研究室長〉

〈承 前〉

5. 核燃料週期 比較

다음 核燃料週期面에서 重水爐, 輕水爐, 高速增殖爐에서 uranium 核燃料物質이 어떤 흐름으로, 어떤 量이, 어떤 過程을 거쳐서 供給되고 廢棄되는가를 살펴보기로 하자. 이것을 그림으로 나타낸 것이 다음 세가지 그림이다(그림11).

輕水型爐, 重水型爐 또는 高速增殖爐에서의 핵연료주기상의 長短點을 알기 위하여 同一한 出力을 갖는, 여기서는 100萬kW級 出力의 原子力發電所를 1년간 稼動하는데 必要的 核燃料를 서로 比較해 본다.

輕水型爐에서는 약 221톤의 천연우라늄이 一次的으로 必要하다. 이것을 濃縮過程에서 34톤의 3.2% 濃縮우라늄으로 만들어 原子力發電所에 넣는다. 이것을 1년간 태우게 되면 32톤의 使用後核燃料로서 廢棄된다. 이 使用後核燃料속에는 Pu核分裂性物質이 약 0.22톤 들어 있다.

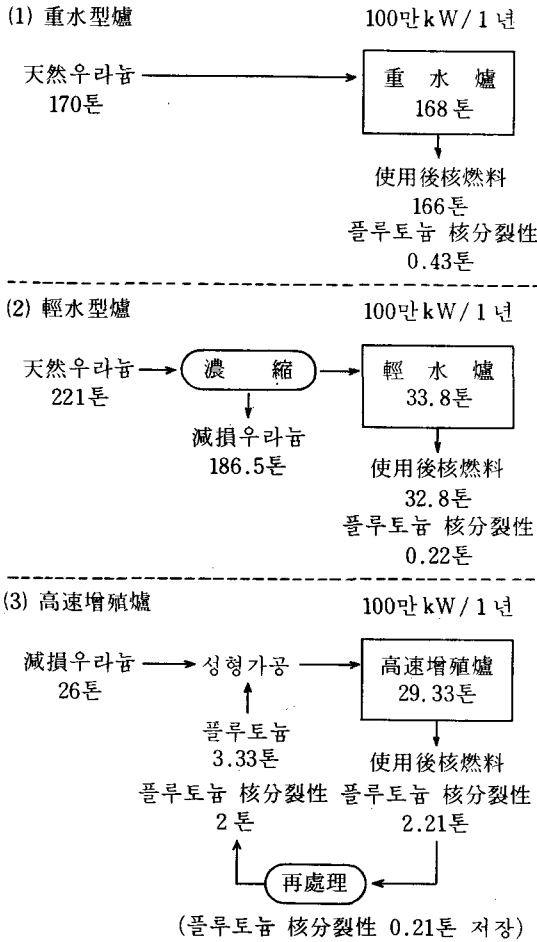
여기서 특히 우리가 주의해야 할 것은 221톤의 천연우라늄에서 34톤의 核燃料를 만들어냈으니 約 187톤 정도의 우라늄, 즉 U-235의 含量

이 0.2%로 줄어버린 減損우라늄이 생겨나고 있는 점이다. 여기서는 使用後核燃料속에 있는 우라늄 또는 Pu를 再循環하지 않는다는 前提下에서의 計算이다.

이에 비해서 重水型爐는 輕水型爐보다 核燃料는 적게 들어 170톤의 천연우라늄으로 168톤의 核燃料를 만들어 낸다. 이것을 100萬kW級 重水型爐에서 1년간 태우면 166톤의 使用後核燃料로서 나오게 된다. 이 使用後核燃料속에는 Pu核分裂性物質이 0.43톤 들어 있다. 여기서는 濃縮過程을 거치지 않는다. 따라서 原鑛 所要量面에서 볼때 輕水型爐 보다 重水型爐가 적게 드는 것을 알 수 있다.

또한 주의할 것은 使用後核燃料속에 들어 있는 Pu의 含量인데, 輕水型爐에서는 32톤속에 Pu核分裂性物質이 0.22톤 들어 있는데 비해서, 重水型爐에서는 166톤의 使用後核燃料속에 Pu核分裂性物質이 0.43톤이 들어 있다. 따라서 Pu이 들어있는 전체의 양은 重水型爐가 많지만, 再處理해야 할 使用後核燃料의 양이 너무 많으므로 현재로서는 重水型爐에서 나오는 使用後核燃料는 再處理해서 Pu를 뽑아내지 않고 있다.

(그림 11) 重水型爐 · 輕水型爐 · 高速增殖爐의 核燃料의 흐름



Ref. IAEA Bulletin 18, No. 516, 8 (1976)

* OECD : Feb '78

이것은 천연우라늄 보다 核分裂性物質의 含量이 적기 때문이기도 하다. 따라서 오늘날 Pu를 再活用해서 쓰고자 하는 것은 輕水型爐에서 나오는 核燃料이 주가 된다.

한편 高速增殖爐의 경우를 살펴보면 천연우라늄이나 또는 濃縮過程中에서 생겨났던 減損우라늄 26톤에 Pu核分裂性質이 2톤 가량 들어있는 Pu核燃料 3.33톤을 섞어서 混合酸化物 核燃料 29톤을 만들어 낸다. 이것을 100萬kW級 出力의 高速增殖爐에서 1년간 태우면 약 28톤의 使用

後核燃料이 排出된다. 이 28톤의 使用後核燃料속에는 Pu核分裂性物質이 2.21톤 가량 들어 있다. 이 2.21톤은 맨처음 들어갔던 2톤보다 많다. 즉, 增殖되어 있음을 알 수 있다.

따라서 이 使用後核燃料속에 들어있는 2.21톤 가운데 2톤만을 다시 減損우라늄이나 천연우라늄 26톤과 섞어서 核燃料을 만들면 그다음 1년간 사용할 核燃料가 만들어진다. 여기서 남는 0.21톤은 저장해 두었다가 이 다음에 增設될 高速增殖爐의 核燃料로 使用하면 된다.

이렇게 살펴볼 때 두가지 점에 주의할 필요가 있다.

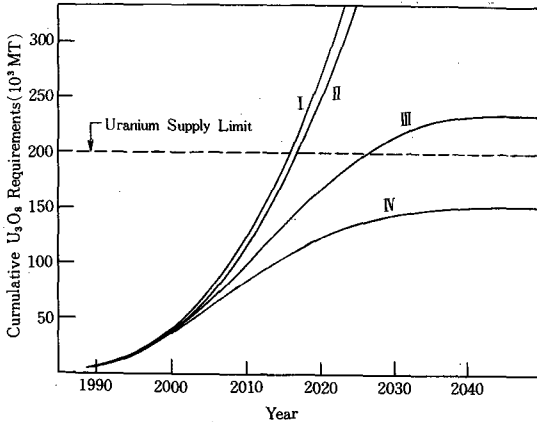
첫째, 輕水型爐와 高速增殖爐를 比較하면 우선 처음에 들어가는 양이 前者는 천연우라늄 221톤임에 비해서 後者は 減損우라늄 26톤이다. 이것은 우리나라와 같이 資源이 없는 나라가 外國에서 導入해야 할 우라늄原鑛의 양이 준다는 것을 얘기할 수 있고, 세계적으로도 우라늄原鑛 消耗量이 그만큼 줄어들게 된다.

따라서 역시 제한된 核燃料를 有效 적절하게 利用함으로써 核燃料의 壽命을 늘려주게 된다. 그렇게 되면 資源을 갖고 있지 않은 우리나라도 外部的인 壓力 또는 國際的인 環境변화의 영향을 적게 받도록 好轉되리라는 것도 상상할 수 있다. 이와 같은 과정이 資源非保有 先進工業國들이 高速增殖爐의 開發에 박차를 가하고 있는 큰 理由이다.

자유세계의 우라늄 확인 매장량은 약 500백만 ton이라고 하는데 그러면 이 가운데 우리나라가 쓸 수 있는 양은 과연 얼마나 될까? 우리나라에 배당되는 양은 전세계 人口에 대한 우리나라의 인구 비례로 산출되는 방법이 있을 수 있겠고, 전세계 GNP에 대한 우리나라의 GNP 비례로 산출하는 방법이 있겠는데 후자의 경우 약 5萬톤 정도가 배당된다고 한다.

그런데 2000년대에는 우리나라의 電力消耗量 增加率이 다른 나라에 비해 2倍정도 늘고, 工

〈그림 12〉 우라늄累積需要量



- I. 높은 經濟成長率 가정하의 once-through strategy
- II. 낮은 經濟成長率 가정하의 once-through strategy
- III. 높은 經濟成長率 가정하의 FBR strategy
- IV. 낮은 經濟成長率 가정하의 FBR strategy

業成長力이 2배정도 빨라서, 全世界 GNP에 대한 우리나라 GNP의 비례가 현재의 4배정도 된다고 하면 20만톤 정도를 우리나라가 사용할 수 있겠다. 한국에너지연구소 에너지政策研究室에서 작성한 原子爐 爐型政策을 살펴보면 그림 12와 같이 2015년경에는 核燃料供給에 어려움을 겪게 되리라는 전망이다.

우리나라의 경우 가능한한 빨리 高速增殖爐와 核燃料週期를 導入해서 그만큼 世界的으로 한정된 核燃料資源을 有効하게 쓰고 또한 우리나라의 外貨負擔도 줄여야 되겠다는 것이 현재 우리가 생각할 수 있는 좋은 方法이라고 할 수 있다.

둘째, 에너지의 安定供給을 確保키 위하여는 先行·後行 核燃料週期施設을 國內에 保有함이 바람직하다.

우라늄 once-through週期에서는 濃縮施設이 主要施設이 된다. 그러나 이의 경제단위가 커서, 100萬kW級 輕水爐 發電所를 40~50基 運轉하여야 經濟性이 있다고 한다. 따라서 適正規模의

濃縮施設의 우리나라에로의 도입은 2010년대 후반이 되게 된다. 이 연대는 고속증식로의 본격적 실용기로 展望되는 때이다.

다른 한편, 재순환주기에서는 輕水爐의 使用後核燃料 800톤/년이면 再處理工場의 經濟的規模가 된다는 프랑스의 資料를 採擇하면, 100萬kW級 輕水爐 25基로서 2005년경에는 輕水爐만으로 이 規模에 도달하여 Pu再處理의 經濟性이 있게 된다.

또한 이를 적극적으로 수행키 위하여는 高速增殖爐와 관련 핵연료주기가 우리나라에서도 經濟性이 성립되도록 技術과 産業構造를 向上시켜야 한다. 〈끝〉

이달의 到着資料

- ◇ Nuclear News<ANS> 5月號
- ◇ INFO<AIF> 5月號
- ◇ Nuclear Engineering International (NEI) 5月, 6月號
- ◇ ATOM<UKAEA> 4月, 5月號
- ◇ Atoms in Japan<JAIF> 4月號
- ◇ 原子力産業新聞<日本原産> 1280號, 1281號, 1282號, 1283號, 1284號, 1285號, 1286號
- ◇ 原子力工業<日本日刊工業新聞社> 6月號
- ◇ 原子力文化<日本原子力文化振興財團> 5月號
- ◇ IAEA Bulletin<IAEA> Vol. 27, No. 1
- ◇ Nuclear Industry<AIF> 5月號
- ◇ FAPIG<日本第一原子力産業그룹> No. 109