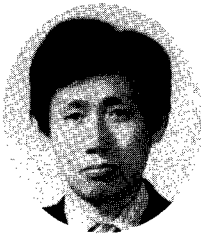


및 確保戰略



梁 昌 國

(韓國電力公社 核燃料次長職務代行)

1. 머 리 말

우라늄은 自然에 존재하는 元素中 51번째로 地殼에 많이 分布되어 있으며 地殼中에 銀의 10倍, 金의 100倍 이상 매장되어 있으며 보통 Yellow cake이라 불리는 우라늄 精鑛으로 거래된다.

우라늄정광은 核武器 製造를 위한 原料로 1940年代 初부터 생산을 시작하였으며, 原子力發電用으로는 1970年代 이후부터 본격적으로 사용되기 시작하였다.

우라늄은 核擴散과 관련 國際的 規制對象 物質로 原子力發電用 燃料로만 사용되므로 世界 原子力發電所 건설계획 추이에 따라 需給이 결정되며, 짧은 우라늄 상업시장 역사중 구매자시장 (Buyer's Market), 판매자시장 (Seller's Market)의 교차가 빈번하였으며, 우라늄 가격도 등락이 심하였다.

本稿에서는 우라늄 수급전망, 시장동향을 살펴보고 그에 대응한 확보전략을 검토한다.

2. 우라늄 需給展望

1982年 2月 국제원자력기구에서 발표한 자료에 의하면 자유세계의 확인 및 추정 우라늄 매장량은 약 500만톤U으로 2010년까지 자유세계 수요를 충족할 수 있을 것으로 예측된다.

바닷물 속에는 0.003ppm의 우라늄이 含有되어 있으며 이는 40億톤 우라늄에 해당한다. 美, 日, 蘇, 英 等地에서 同우라늄 回收 方法을 開發中이며 1990年代에는 경제성이 있는 우라늄 抽出方法을 개발할 수 있을 것으로 예상된다. 우라늄은 인산염 副産物로도 생산되며, 2000년에는 연간 約 8,000톤U이 생산 될 것으로 INFCE 報告書는 보고하고 있다.

1982년 자유세계 우라늄 생산량은 約 48,000톤U₃O₈으로 所要量 約 29,000톤U₃O₈을 훨씬 상회한다. 이와 같은 공급과잉은 1990년까지도 계속될 것으로 展望되며, 1982년 4.9年分의 自由世界 在庫는 1991년에는 4年分이 될 것이다.

現在 상업운전중인 원자력발전소의 우라늄 利

用率은 1% 내외로 우라늄 利用率 提高를 위한 핵연료 개발에 많은 투자를 하고 있다. 기술개발중인 고속증식로의 경우 우라늄 이용율을 熱中性子爐의 60배 이상 提高할 수 있다. 상업운전중인 열중성자로의 핵연료 이용율 제고를 위해 핵연료집합체 格子材料의 改善, 高燃燒度 核燃料開發, 裝填모형 變更 等 여러 方法을 研究중이며 그에 따라 우라늄 利用率을 크게 높일 수 있을 것으로 기대된다. 熱中性子爐의 우라늄 利用率이 提高되고 高速增殖爐가 適期에 導入되면 우라늄은 數世紀동안 人類에게 에너지를 供給할 수 있을 것이다.

3. 우라늄 市場動向

1940年代初 문을 연 우라늄 市場은 1950年代까지 核武器 제조를 위한 軍事的 需要에 의존하였으며 美國政府의 구매 政策에 따라 우라늄 市場이 좌우되었다. 同 期間중 所要 우라늄 대부분을 해외 공급원에 의존하던 美國은 국내 탐사를 권장하기 위해 美國政府(당시 원자력위원회)는 새로운 鑛山에서 우라늄 生産時 價格 保障은 물론 상여금까지 지급하였다. 그에 따라 위험부담이 큰 우라늄 探査에 個人 投資가 늘어나고, 탐사기술 開發로 새로운 우라늄 鑛山이 속속 發見되었다.

軍事 目的의 需要를 어느정도 충족한 美國原子力委員會는 1958年 새로운 우라늄 구입 계약을 제한하기 시작하였으며, 1962年 11月 기존 계약상 引渡 日程을 4~5年 뒤로 늦추는 提議를 하여 상당수의 美國 우라늄 供給者가 이에 응하였다. 美國政府가 구입하던 우라늄 價格도 점차 하락하기 시작하여 1948~1957年間 平均 10.83 \$ / lbU₃O₈에서 1967, 68년에는 파운드당 8 \$, 1969, 70년에는 파운드당 最高 6.70 \$로 떨어졌다.

1940~1970年 期間中 美國政府는 300,000餘萬噸 U₃O₈의 우라늄을 구입하였으며 그중 55%는 美國 內에서, 24%는 캐나다, 21%는 남아연방 및 벨기에, 콩고에서 구입하였다.

1960年代 중반이후 美國政府의 구매가 감소되고 價格 保障制度 등이 무너지자 美國은 물론 캐나다 등 우라늄 업계는 심한 타격을 받게 되었으며 캐나다政府는 동 충격을 일부라도 완화하기 위하여 1963~64年 約 2,000만\$을 투자, 캐나다產 精鑛을 備蓄 目的으로 政府에서 구입하였다.

1964年 8月 美國 議會는 核物質의 個人所有가 가능하도록 原子力法을 改正하였다. 그에 따라 發電會社는 美國原子力委員會에서 核物質을 빌려쓰던 방식에서 탈피하여 우라늄을 所有할 수 있게 되었다.

1970年 12月 이후 美國原子力委員會는 新規 우라늄 賃貸契約을 中止하였으며, 1973年 7月 既存 賃貸契約을 파기하였다. 또한 美國은 自國 우라늄 業者의 보호를 위하여 美國內 原子力發電所에 外國產 우라늄 使用을 禁止하였으며, 그에 따라 海外 우라늄 業界는 더욱 타격을 받게 되었다.

캐나다는 우라늄 業界 보호를 위해 추가로 備蓄量을 確保키로 決定하고 1965~1970년에 約 19백만 파운드를 파운드당 5.25 C \$에 구입하였다.

1960年代 中반 이후 1973年 석유파동 직전까지는 政府 주도의 우라늄 市場이 商業市場으로의 전환기였으며, 供給 과잉으로 구매자市場(Buyer's Market)이 계속되었다. 규모가 적고 生産費가 高價인 우라늄 鑛山의 조업 중단이 속출하였으며 探査活動도 현저하게 줄어들었다. 그러나 상당수 우라늄 供給者들은 原子力發電所 建設에 따른 우라늄 붐을 기대하면서 生産費에도 미치지 못하는 파운드당 6.00 \$선의 우라늄 價格을 견디면서 生産을 지속하였다.

구매자 立場에서 당시의 우라늄 市場은 淸 安定된 상태였다. 供給量은 충분했고 價格도 저렴하였으며 원하는대로 供給源을 多元化할 수 있어, 歐美 發電會社들은 심각하게 長期 供給契約을 고려하지 않고 좋은 市場 條件을 즐겼다.

生産者들은 자신들을 보호하기 위하여 1972年 2月 파리에서 10개 우라늄會社가 生産CLUB

會議을 開催하였다(카나다 3個社, 濠洲 4個社, 아프리카 1個社, 英國 1個社, 프랑스 1個社). 그들이 모인 目的은 適正한 uranium 價格을 받는 方法의 모색이었으나 當時 市場형편으로 生産者 카테르를 형성할 수도 없었다.

1973年은 uranium 市場이 구매자市場에서 판매자시장으로 바뀌는 轉換期였다. 그 主要 原因은

첫째, 美國原子力委員會의 濃縮契約方式의 變更이다. 美國原子力委員會는 必要時期에 濃縮 役務를 供給받을 수 있는 所要 濃縮契約에서 長期 固定 濃縮契約 체제로 契約方式을 바꿨다. 長期 固定 濃縮契約은 發電所 준공 최초 10年前에 締結하여야 하였으며 10年分의 濃縮 物量을 確定하여야 하였다. 그에따라 濃縮契約 締結과 同時 實際 發電所 건설공정과는 관계없이 最少 10年分의 uranium 所要量이 確定되었다.

둘째, 1973年末 發生한 석유파동이다. 同 파동은 代替 에너지 開發의 必要性을 다시 한번 인식시키는 契機가 되었다. 各國 政府는 原子力發電을 經濟性과 安全性이 立證된 최적의 代替에너지源으로 판단하고 의욕적인 原子力發電所 建設 計劃을 樹立하고 同 發電所의 安定된 運轉을 위하여 uranium 精鑛의 長期 確保와 適定 水準의 備蓄量 確保에 주력하게 되었다.

셋째, 濠洲政府의 uranium 開發 中止 決定이다. 1972년 濠洲 勞動黨 政權의 uranium 開發 中止 決定에 따라 生産費가 저렴하고 규모가 큰 濠洲 uranium 鑛山으로부터 uranium 供給을 받을 수 없게 되었다.

1973년 原子力發電所 注文은 크게 늘어나고 uranium 需要는 폭발적으로 늘어났다. 급격한 物價上昇에 따라 uranium 生産費도 엄청나게 引上 되었다. 生産者들은 契約條件으로 基準價에 100% 物價調整을 要求하였으며, 基準價도 올라 1973년에는 10.00 \$ / lb U₃O₈을 要求하였다. 1974年에 접어들자 uranium 市場은 구매자市場에서 엄격한 판매자市場(Seller's Market)으로 변모했다. 급격히 늘어나는 原子力發電所 建設 計劃에 따라 3~4年内에 uranium 供給 不足사태가 예견

되었으며 다투어 uranium 市場에 紹介하였다.

uranium 값은 폭등하기 시작하여 1973年 10月 파운드당 6.5 \$이던 uranium 現物市場價는 1974年 10月 파운드당 14.75 \$, 1976年 10月 파운드당 41 \$, 1977年 10月 파운드당 42.75 \$로 거의 6.5배나 뛰었다. 發電會社들은 未確保된 uranium 을 구입하기 위하여 長期 契約 締結을 실시하였으나 판매자들은 그에 응하지 않고 판매자의 入札에 구매자들이 응찰하는 方式으로 市場이 바뀌었다. 판매자는 "×파운드의 팔 uranium이 있으니 사고 싶으면 價格과 支拂 條件을 提示하라"고 要求하였으며 구매자는 相互 눈치를 보면서 制限된 物量의 쟁탈전에 뛰어들었다. 판매자는 長期契約을 기피하고 좋은 價格의 現物市場에서의 거래를 즐겼다.

uranium 市場이 急變하자 一部 發電會社는 uranium 確保方法을 多元化하여 發電會社가 직접 uranium 探査 및 開發에 投資하였다. 반대한 原子力發電所 建設 計劃을 가지고 있던 美國의 TVA社가 제일 먼저 投資를 시작하였으며 많은 發電會社가 그 뒤를 따랐다.

카나다는 自國의 核非擴散政策을 强요하는 手段으로 카나다와 核安全措施協定 締結이 遲延되는 日本 및 歐洲國家에 대해 일시 禁輸을 단행하였으며, 카나다와 長期 供給契約을 가졌던 이를 發電會社는 카나다로부터 供給이 중단되자 좁은 美國 市場에 紹介하여 uranium 價格 上昇을 부채질하였다.

原子力發電所 建設은 계속 遲延되었으나 美國 에너지省과의 濃縮契約에 따라 uranium 需要는 줄지 않았으며 이 또한 價格 上昇에 한 原因이 되었다. 다행한 일은 uranium 現物市場 價格이 파운드당 40.00 \$을 넘어서자 uranium 探査 및 開發 活動이 활기를 띠어 精油業界 등을 포함한 많은 個人企業의 投資가 活發히 推進되어 良質의 鑛山들이 속속 發見되었다.

1978년에 접어들자 uranium 市場은 安定勢를 찾아 價格도 42~43 \$ / lb U₃O₈ 선에서 安定되고 長期契約이 활발히 論議되기 시작하였다. 판매자는 여전히 市場의 주도권을 잡고 鑛山 開發

費의 一部를 要求하기도 하는 등 莫大한 契約先拂金을 要求하였다.

1980년에 접어들자 우리늄市場은 판매자市場에서 구매자市場으로 서서히 바뀌기 시작하였다. 原子力發電所 建設 計劃은 1974年度 計劃과 比較 約 1/3로 縮小되었고 建設공기의 遲延, 計劃된 發電所 취소 등으로 우리늄 需要는 현격히 줄어들었다.

世界的인 高金利 현상이 지속되자 原子力發電所 建設計劃의 취소 또는 지연으로 과다한 우리늄 在庫를 保有하게 된 發電會社는 재정압박을 이기지 못하여 在庫를 방매하기 시작하였으며 그 影響으로 우리늄 現物市場價는 급격히 下落하기 시작하여 1980年 하반기 파운드당 30\$線이 무너지고 1982年 중반에는 파운드당 20\$線도 깨어지고 82年 8月 파운드당 17\$線에 이르렀다.

現物市場의 需給상황은 5:1로 供給 과잉을 보여 완전히 시장이 붕괴된 상태에 이르게 되었다. 契約締結時 先拂金을 要求하는 판매자의 條件은 철회되고 구매자는 契約 最高價(上限價)를 契約 부대條件으로 要求하기에 이르렀다. 우리늄 價格 침체로 우리늄 探查 및 開發 活動은 침체되고 生産費가 높은 鑛山의 운휴 및 폐광이 속출하였다.

平均 生産費가 가장 높은 美國의 경우 約 40%의 鑛山이 작업을 中斷하였다. 그러나 캐나다, 濠洲 等 良質의 鑛山에서 新規 生産이 늘어 全体 供給量은 감소하지 않고 있다. 대부분 長期 契約은 生産費가 보상되는 35~36\$ / lb U₃O₈의 價格을 보장받고 있어 生産을 계속하는데 問題가 없다(現物市場에 거래되는 우리늄 量은 총 우리늄 거래량의 10% 미만으로 全体 우리늄 價格을 代表할 수 없음).

1982年 下半기에 접어들자 國際 金利가 하락하기 시작하였으며, 發電會社들의 잉여 在庫 방매가 주춤하자 現物市場價는 서서히 고개를 들어 83年 3月 現在 約 22\$ / lb U₃O₈ 線까지 上昇하였다.

現在 現物市場價는 대부분 우리늄 鑛山의 生

産費에도 미치지 못하는 低價로 2~3年内 우리늄 價格이 上昇할 것이라는 樂觀論도 있으나 1980年代 下半期까지도 우리늄 價格이 회복되지 않을 것이라는 悲觀的 展望도 있다.

4. 確保 現況 및 戰略

석유과동전 우리나라는 우리늄 공급을 발전소 공급자에 의존하였다. 원자력 1호기 및 3호기 初期爐心用 우리늄精鑛은 原子爐 供給者인 Westinghouse社 및 AECL社에서 각각 공급도 록 계약되었다.

1975年 우리나라는 원자력 1호기 교체연료 제조를 위한 우리늄을 구입하여야 하였으며, 우리늄시장은 이미 판매자시장으로 전환되어 구입이 여의치 않아 적은 물량을 現물시장에서 구입 조달하였다.

1974~77年 기간중 장기계약을 시도하였으나 그에 응하는 공급자가 없었으며, 입찰기간 일주일 미만의 現物 판매 入札에 숨가쁜 눈치작전을 펴며 應札하곤 하였다. 1978年 우리늄 시장이 호전되자 장기계약을 제의하는 우리늄 공급자수가 늘어갔으나 대부분 총계약금의 5% 정도 的 契約先拂金을 要求하였으며 일부 공급자는 광산 개발비의 부담을 要求하기도 하였다.

정부의 의욕적인 원자력발전소 建設계획에 따라 1979年 輕水爐 8基分의 농축계약을 締結하였으며 그에 소요되는 막대한 확정 수요를 現物市場에만 의존할 수 없어 長期契約 및 開發輸入을 적극 추진하였다.

캐나다, 호주, 미국, 프랑스 등 공급자와 우리늄 장기계약을 장기간 협의 끝에 先拂金없이 引渡 當時 市場價보다 약간 저렴한 가격으로 구입하는 조건으로 6개의 우리늄 장기계약을 체결하여 1980年代 所要物量을 확보하였다. 남미 파라과이와 아프리카 가봉의 우리늄 공동탐사가 1978年 및 1980年 각각 시작되었다.

파라과이 탐사는 미국 Anschutz사(50%, 운영자), 대만전력(25%) 및 한국전력(25%)이 공동 투자 운영중이며, 가봉 탐사는 프랑스 COG-

EMA社(49%, 운영자), 한국전력(41%), 가봉정부(10%)가 공동 투자하고 있다. 위험부담이 큰 우라늄 탐사에 공동 투자하는 외에 우라늄 埋藏 이 확인된 광산에 투자를 계획하고 캐나다, 호주 등 有望地域 鑛山所有者와 접촉중이다. 우라늄 開發投資는 실수요자인 한국전력 뿐만 아니라 종합무역상사 등에서도 推進하고 있다.

政府의 장기전원개발계획에 의하면, 1991년까지 11基의 원자력발전소를 건설하여 총 발전량의 50%를 원자력으로 충당할 계획인바, 동 발전소에 소요되는 우라늄 정광은 1990年代에 연간 약 1,500톤에 이른다. 국내 우라늄 매장량이 빈약한 우리나라는 우라늄 정광 소요의 대부분을 해외에 의존할 수 밖에 없으며 우라늄의 안정 확보를 위하여는 확고한 확보전략하에 적극적 확보 추진이 필요하다.

정부의 에너지 수급계획에 따라 발전회사는 우라늄 확보의 일차적인 책임을 지고 우라늄을 확보하되 신뢰성있는 공급자와 계약을 체결하고 계약자와 좋은 유대관계를 유지하며, 공급원을 다원화하며, 적정수준의 비축량을 유지하여 공급중단에 대비하여야 할 것이다.

국내 지하자원 탐사기관은 국내 부존 자원 확보를 위한 탐사 활동을 계속하며, 정련기술 개발을 위한 연구를 계속하여야 할 것이며, 정부는 상기 활동이 원활히 추진될 수 있도록 적절한 통제와 조정을 하여야 할 것이다.

영리를 추구하는 발전회사로서 가격조건은 꽤 중요하지만 핵연료 공급중단 또는 인도 지연에 따른 손해는 더욱 크기 때문에 계약자의 신용도는 계약의 절대적 전제조건이 된다. 약 10여년간의 짧은 우라늄 商業市場史에 정치적인 이유로 공급중단을 수차례 경험하였으며 국제적으로 “핵연료은행” 창설 등 공급보장 방법이 논의되었으나 동 기구의 실현은 확실치 않다.

공급중단에 대비하는 가장 효과적인 방법은 공급원을 다원화하고 비축량을 확보하는 것이다. 공급원 다원화는 국가별로 뿐만 아니라 같은 국가에서도 회사별로 다원화가 필요하며 확보방

법도 장단기 구입, 개발수입 등으로 다원화하여야 한다. 특히 우라늄 탐사는 위험부담이 크므로 특별 용자제도를 도입하던지, 자원개발에 관심이 있는 민간회사의 consortium을 정부가 주도하여 형성하는 것도 좋은 방법이다. 공급중단에 대비하는 가장 좋은 방법은 비축량을 유지하는 것이다.

핵연료는 수송 및 저장이 간편하며 핵연료 가격은 화석연료에 비하여 훨씬 저렴하나 공급중단에 따른 발전소 운휴시 손해가 막대하므로 세계 대부분의 발전회사는 1년분 이상의 천연우라늄을 비축하고 있으며, 일부 歐洲 및 동남아 발전회사는 가공된 핵연료도 비축하고 있다.

우리나라도 안보상 특수성을 고려하여 천연우라늄 및 가공 우라늄을 적정량 비축하는 것이 바람직하다. 충남북일대 매장이 확인된 우라늄은 그 品位가 낮기 때문에 현시장여건하에 개발의 경제성이 의문이나 장차 高우라늄價의 시장을 대비하여 정련기술을 개발하는 것이 바람직하다.

또한 선진국에서 연구 개발하고 있는 바닷물에서 우라늄을 회수하는 방법도 그 기술개발 현황을 추적하여 적절한 시기에 技術을 活用할 수 있도록 정부의 적절한 계획이 요망된다.

5. 맺 는 말

우라늄은 原子力發電用으로만 거래가 되며 원자력발전소 건설 현황 및 계획에 따라 우라늄 시장이 민감히 움직이므로 해외 원자력 동향 및 우라늄 시장 동향을 예의 주시 대처하여야 한다.

우라늄의 확보는 자유시장기능에 맡기되 정부는 자원의교를 강화하여 공급국과 원활한 국교관계를 유지함이 요청된다. 원자력발전의 에너지 공급상 차지하는 비중이 점차 증대됨에 따라 국가 에너지源 수급 차원에서 국내의 우라늄 공급 계획을 수립하여 우라늄의 장기 안정 확보에 차질이 없도록 하여야 할 것이다.