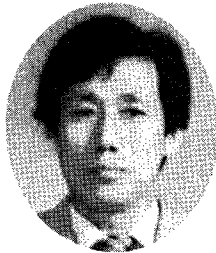


우리늄정광 수급현황 및 전망

1985년 이후 세계의 우리늄생산량은 소요량에 미치지 못하는 수급불균형이 계속되고 있다. 그러나 舊소련의 해체와 동구권의 개방으로 인한 우리늄재고량이 서방세계의 우리늄공급에 큰 역할을 하고 있다. 우리나라는 원자력발전계획을 의욕적으로 추진하는 국가로서 핵연료수요가 계속 늘고 있다. 단기적으로 유리한 현물시장조건을 활용하여 저렴한 가격으로 우리늄 확보에 노력하는 한편, 우리늄수급의 균형이 예상되는 2000년대를 향한 장기적인 대비를 하여야 할 것이다.



양 창 국
한국전력공사 연료처 기술역

원자력발전소에 사용하는 핵연료는 우리늄광에서 채광한 우리늄광석을 정련과정을 거쳐 생산한 우리늄정광을 원료로 하여 제작한다. 우리늄정광은 다시 변환, 농축, 성형가공의 제작과정을 거쳐 핵연료집합체로 만들어져 원자로에 장전하게 된다. 원자로에서 3~5년간 연소된 후 방출된 사용후핵연료에는 일부 우리늄이 미연소된 상태

로 남아 있으며, 연소중 플루토늄이라는 초자연원소가 생성되므로

<표 1> 세계 원자력발전용량

연 도	단위 : GWe(net)					
	91	92	94	96	98	2000
자유세계	285.4	287.0	296.3	304.5	313.6	319.5
동 구 권	43.8	44.5	47.6	52.4	59.0	60.2
계	329.2	331.5	343.9	356.9	372.6	379.7

자료 : NUKEM 92. 4

이를 회수하여 핵연료로 재사용하기 위해 재처리과정을 거치며 이러한 일련의 과정을 핵연료주기라 한다.

핵연료주기 중 변환, 농축, 성형가공분야는 일종의 서비스업무로서 수요에 비하여 공급능력이 충분하며, 수요가 늘어날 경우 관련시설을 증설 또는 신설할 수 있으므로 수급상 특별한 문제가 예상되지 않으므로 본란에서는 핵연료원료인 우리늄정광 수급상황에 대하여만 검토하였다.

우리늄 소요량 및 생산실적

국제원자력기구에서 조사하여 발표한 자료에 의하면 파운드당 30달러(kg당 80달러) 이하로 채광 가능한 확인매장량은 약 250만톤U으로 세계 소요량추세를 감안시 2030년경까지 소요를 충족할 수 있으며, 지표의 일부만 탐사된 상태이므로 추가로 매장량이 확인될 것으로 예상된다.

세계 원자력발전 시설용량은 1991년말 송전단출력 기준 약 329.2 GWe이며 2000년에는 379.7 GWe으로 증가될 전망이다. <표 2>에서 보는바와 같이 1991년 자유세계 우리늄소요량은 48,600톤U이며 20

〈표 2〉 자유세계 우라늄소요량 및 생산예상량

단위 : 1,000톤U

연 도	91	92	94	96	98	2000
소요량	48.6	47.6	50.3	50.0	52.3	52.5
생산량	28.5	28.9	31.1	34.5	31.9	29.4

자료 : NUKEM 92. 4

00년에는 약 52,500톤U으로 늘어날 전망이다. 그러나 1991년 자유세계 우라늄생산량은 28,500톤U으로 소요량의 60%에도 미치지 못하는 수준이다. 1985년 이후 계속 우라늄생산량이 소요량에 미치지 못하는 수급불균형이 계속되고 있으며 이러한 추세는 금세기 말까지 계속될 것으로 전망된다.

그동안 베일에 싸여 있던 中國을 포함한 동구권의 우라늄산업현황이 동구의 해빙과 함께 자료가 공개되기 시작하였다. 〈표 3〉에서 보는바와 같이 1991년 동구권의 우라늄생산량은 약 14,450톤U으로 소요량 8,850톤U을 초과하고 있다. 경제성과 관련없이 계획생산되던 동구체제가 자유경쟁체제로 바뀌고 환경에 무관심했던 광산운영방식에서 환경에 대한 투자가 불가피하여 기존 동구 우라늄광산의 채광경제성이 악화됨에 따라 1990년대 하반기에는 생산량이 감소되고 수요는 소폭 증가하여 동구권 자체의 수급이 균형을 이루어 수출여력이 없을 것으로 예측된다.

자유세계 우라늄생산량과 소요량의 불균형부분은 정부, 발전회사, 광산회사에서 보유하고 있던 우라늄재고로 충당되었다. 1991년말 자유세계 우라늄재고는 발표하는 기관마다 그 수치에 차이가 있으나

〈표 3〉 동구권 우라늄현황

단위 : 톤U

국 명	매장량	1990년까지 누적생산량	연생산용량	1991년생산량	연간소요량
불 가 리 아	~20,000	27,000	800	500	~600
체 코	100,000	100,900	2,000	1,800	750
헝 가 리	13,050	19,000	650	450	~450
루 마 니 아	18,000	15,000	800	200	~200
中 國	~150,000	N/A	3,000	1,000	~350
독 립 국 연	891,000	190,000	16,000	10,500	~6,500
계	1,192,050	332,900	23,250	14,450	~8,850

자료 : UI보고서(92. 4)

약 120,000~150,000톤U으로 보고되고 있다. 그 중 상당량이 현물시장 등을 통해 시장에 유입되고 있으며 우라늄시장을 약세시장으로 만드는 원인이 되고 있다.

동구권의 우라늄재고도 자유세계 우라늄공급에 큰 몫을 하고 있다. 동구의 경우 1990년까지 동구에서 생산된 우라늄 전량을 舊소련으로 인도하여 舊소련이 보관 관리하였으며, 운전중인 원자로에 필요한 핵연료는 舊소련에서 제작하여 동구제국에 공급하고 원자로에서 방출되는 사용후핵연료는 동구권 국가와 舊소련간의 양국간 협정에 의해 다시 舊소련으로 반송하였다. 1990년까지 舊소련의 총 우라늄생산량은 약 190,000톤U, 동구권의 우라늄생산량은 370,000톤U으로 합계 총 560,000톤U이 舊소련으로 수송된 것으로 알려지고 있다. 그 중 약 300,000톤U은 군사목적에 사용하였으며, 전력생산용으로 는 약 100,000톤U을 사용하여 현재 발전용으로 사용할 수 있는 약 160,000톤U의 우라늄재고를 러시아공화국에서 관장하고 있는 것으로 알려지고 있다. 최근 경화가 절

실히 필요한 러시아(舊소련 포함)는 우라늄을 천연 또는 농축우라늄 형태로 서방세계에 저렴한 가격으로 판매에 노력을 기울이고 있다. 미국 및 유럽 등에서 러시아산 우라늄을 수입하고 있으며, 미국의 수입실적을 보면 〈표 4〉에서 보는바와 같이 그 물량이 해마다 늘어 1991년에는 자유세계 소요량의 10%를 초과하는 4,900톤U에 이르고 있다. 우리나라도 1990년부터 러시아산 농축우라늄을 연간 약 40톤U(1,000MWe급 발전소 약 2기분) 규모로 수입하고 있다.

〈표 4〉 舊소련산우라늄 미국수입실적

연 도	88	89	90	91
천연우라늄 환산(톤U)	81.9	211.5	2,584.8	4,903.8
농축역무 (톤SWU)	47.7	123.3	587.4	372

자료 : NUKEM 92. 5

동서해빙에 따라 美蘇간 핵무기 제한협정이 체결되고 추가제한이 광범위하게 논의되고 있다. 전략무기제한협정에 따라 1990년대 하반기에는 핵무기해체에 따른 농축우



라늄의 상업시장 등장가능성도 예측되고 있다. <표 5>에서 보는바와 같이 미국과 舊소련이 보유한 핵탄두에 함유된 93% 이상의 고농축우라늄은 약 1,250톤U으로 그 중 약 1,000톤U을 천연우라늄과 희석하여 3~4% 농축우라늄을 만들어 경수로연료로 사용시 세계 소요량의 약 6년분에 해당한다. 핵무기해체 후 고농축우라늄의 상업시장 등장의 시기는 확실히 예측할 수 없으

나 핵무기해체 후 고농축우라늄저장문제 등을 고려시 우라늄 및 농축시장을 혼란에 빠뜨리지 않는 범위에서 일부 물량이 시장에 점차적으로 유입될 것으로 예측하고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 자유세계 및 러시아에 보유중인 우라늄재고로도 금세기중 우라늄소요량에 미치지 못하는 생산량의 차이를 충족할 수 있으며, 핵무기해체 후 핵물질 일부를 상용원자로에 사용시 우리는 추가로 핵연료공급원을 가지게 되는 셈이다.

향후 전망

우라늄정광은 원자력발전용 핵연료를 제작하는 외에 다른 용도로 대량 수요가 없으므로, 우라늄산업은 원자력발전소 건설운영계획에 좌우된다.

금세기내 원자력발전소 건설계획

의 획기적 증가는 예상되지 않으므로 발전용 우라늄수요의 큰 증가는 예상되지 않으며, 핵무기제조용 우라늄 신규수요도 이미 없어진 상태이므로 군사용 우라늄수요도 예측되지 않아 우라늄수요증가의 큰 요인은 없다.

또한 우라늄정광은 소량으로 막대한 에너지를 방출하며 저장이 용이 간편하며 재고를 비축하는데 넓은 공간이 필요 없으므로 큰 비용이 필요하지 않다. 그러므로 우라늄자원이 부족한 일부 국가에서는 2~5년의 우라늄 비축물량을 확보하는 경향도 있으며 상당 기간 우라늄소요량의 큰 몫을 우라늄재고로 충당할 것으로 예상된다. 과다 재고량의 시장방매와 동구권 우라늄의 자유세계 유입에 따라 현물시장가의 약세는 지속되어 1970년대 후반 파운드당 40달러를 상회하던 현물시장가는 1980년대 중반 이후 파운드당 10달러 이하로 떨어진 상태이며, 동 상태는 1990년대 중반까지 지속될 것으로 예상된다. 기존 우라늄광산은 현물시장가보다 훨씬 높은 수준에서 거래되고 있는 중장기시장가로 계약된 중장기계약에 의거 생산을 계속하고 있으나 1980년대 초반 체결됐던 중장기계약이 속속 종결됨에 따라 <표 6>에서 보는바와 같이 현물시장 거래량이 총 거래량 중 차지하는 비중이 증가하고 있으며 1980년대 중반 소요량의 약 10% 수준에서 1991년에는 약 25% 수준에 이르게 되었다.

현물시장의존도는 당분간 증가될 것으로 예상되며, 일부 우라늄생산

<표 5> 군사용 핵물질량 예측

단위: 톤

구 분	미 국	舊소련
1. 핵탄두		
· 고농축우라늄 (금속, 93%)	550±60	700±250
· Pu	90±7	140±25
2. 농축시설		
· 저농축우라늄 (1.9% 평균)	6,824	N/A
· 천연우라늄	37,764	N/A
· 감손우라늄	275,813	N/A

자료: UI회의록(92. 4)



업자도 현재와 같은 저가의 우라늄 시장에서 우라늄생산의 채산성을 확인할 수 없어 기존 광산의 생산을 감축하면서 일부 물량은 현물시장에서 구입하여 공급하는 실정이다.

우라늄가격하락에 따라 비교적 채광비가 높은 소규모 저품위광산을 운영하던 미국 우라늄업체는 치

명적인 영향을 받아 1991년 우라늄 생산실적은 1980년대 초반의 30% 수준으로 현격히 줄어들었다(표 8). 더구나 최근 저가의 러시아산 우라늄이 미국시장을 휩쓸자 13개 미국 우라늄생산업자는 1991년 11월 러시아산 우라늄 미국 수입관련 반덤핑제조를 하였으며 그에 따라 미국 상무부는 1992년 5월 115.

85% 반덤핑세 부과예비판정을 한 바 있으며 최종판정결과에 따라 러시아산 우라늄의 미국 수입가에 영향을 줄 것으로 예측되며 그에 따라 미국 및 미국 외 이중우라늄 현물시장가격 형성가능성을 배제할 수 없다. 또한 EURATOM 국가들은 러시아산 우라늄의 수입을 소요량의 20% 이내로 제한하려는 움직임을 보이고 있으며, 이는 자유세계 우라늄산업계를 살리기 위한 장기적인 포석으로 해석된다.

우라늄 재고처분으로 생산비를 밀도는 우라늄 현물시장가는 향후 수년간 계속될 것으로 예상되며, 일부에서는 금세기 말까지 지속될 것으로 예상하고 있다. 우리나라는 원자력발전계획을 의욕적으로 추진하는 국가로서 핵연료수요가 계속 늘고 있다. 단기적으로 유리한 현물시장조건을 활용하여 저렴한 가격으로 우라늄확보에 노력하는 한편, 우라늄수급의 균형이 예상되는 2000년대를 향한 장기적인 대비를 하여야 할 것이다.

현재의 철저한 판매자시장여건에서 2000년대 소요물량의 장기계약을 추진함으로써 소비자입장에서는 유리한 계약조건으로 우라늄을 안전 확보하는 이점이 있으며, 생산자로서는 현재와 같이 열악한 시장 조건에서 예측된 판매처확보로 생산계획을 수립할 수 있도록 하는 장점이 있다. 또한 생산경제성이 우수한 광산에 공동투자를 신중히 검토하여 장기적인 포석을 하는 것도 바람직하며, 비축물량의 수준도 시장변화에 따라 탄력적으로 운영 하는 것도 바람직하다. ▣

〈표 6〉 우라늄가격동향

단위 : U\$ / lbU₃O₈

연 도	88	89	90	91
EURATOM 중장기 가	31.82	29.35	29.39	-
캐나 다 평균 수출 가	25.00	24.00	24.00	-
호 주 평균 수입 가	30.94	28.57	18.30	21.29
미 국 평균 수입 가	19.03	16.75	12.55	-
현 물 시 장 가	14.55	10.00	9.76	8.70

〈표 7〉 연도별 현물시장 형태별 거래량

단위 : 천톤U

연 도	86	87	88	89	90	91
정 환 광	1,802	4,365	3,020	9,296	8,995	7,088
변 환 우라늄	2,178	2,718	1,328	1,976	3,734	2,943
농 축 우라늄	290	574	500	1,156	2,700	1,512
계	4,270	7,657	4,848	12,428	15,429	11,543

NUEXCO(91년 시장조합)

〈표 8〉 미국 우라늄생산실적

단위 : 톤U

연 도	82	84	86	88	90	91
생 산 량	10,300	5,600	5,040	5,150	3,400	3,040