

세계의 핵燃料所要量 豫測

美國에너지省·에너지情報局(DOE/EIA)은 「세계의 핵燃料 所要量 : 1989年(World Nuclear Fuel Cycle Requirements 1989)」 보고서를 발표하였다. 다음은 原子力資料 9月號에 게재된 비공산권세계(WOCA) 5개 그룹과 WOCA제국 전체의 핵연료소요량(우라늄精鑛(U₃O₈)과 우라늄농축서비스) 및 사용후핵연료 발생량 예측이다.

WOCA제국의 원자력발전 설비용량 예측은 <표 1>에서 보는 바와 같다.

1988년말 현재 미국을 제외한 WOCA 각국에서는 원자로 241기, 실질출력 7,300만KWe가 운전 가능상태에 있다. 해외의 원자로에 대해서는 운전개시 후 30년에 폐로될 것으로 가정했다.

2010년 시점에서 WOCA제국의 원자력발전 설비용량 예측은 저성장 케이스에서 실질출력 2억4,770만KWe, 고성장 케이스에서 실질출력 2억9,900만KWe의 범위에 있다.

1988년말 현재 미국 이외의 WOCA 각국의 원자로로는 WOCA제국 전체의 65%를 차지했다. 해외의 원자로중 약 80%는 경수로이고, 나머지는 가스냉각로와 개량형 가스냉각로, 가압수형 중수로, 고속중식로이다. 경수로는 정기적인 연료 교환을 필요로 하지만, 주로 영국에 있는 가스냉각로와 캐나다에 있는 가압수형 중수로는 운전중에 연료교환이 가능하다. 이 결과는 WOCA 각국의 노형별 핵연료사이클 소요량에 나타나 있다.

예측을 위해 WOCA제국을 다음과 같은 그룹으로 분류했다.

<표 1> 非共產圈諸國의 原子力發電設備容量의 豫測

(單位 : 萬KWe)

年 度	캐나다	유럽 ^a		極東 ^b	기타 ^c		合計
		輕水爐	全爐型		輕水爐	全爐型	
1988 ^d	1,180	9,850	11,710	3,950	290	470	17,300
低成長케이스	1,270	9,680	11,770	4,050	190	530	17,620
高成長	1,360	10,250	12,030	4,260	190	550	18,200
2000							
低成長	1,530	11,330	12,660	5,350	220	830	20,370
高成長	1,810	11,820	13,230	5,950	300	830	21,900
2010							
低成長	1,930	11,730	14,610	6,770	260	1,460	24,770
高成長	2,390	12,450	17,260	7,870	330	2,380	29,900

a 유럽에는 오스트리아, 벨기에, 핀란드, 프랑스, 그리스, 이탈리아, 네덜란드, 포르투갈, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 영국, 유고, 서독이 포함된다.

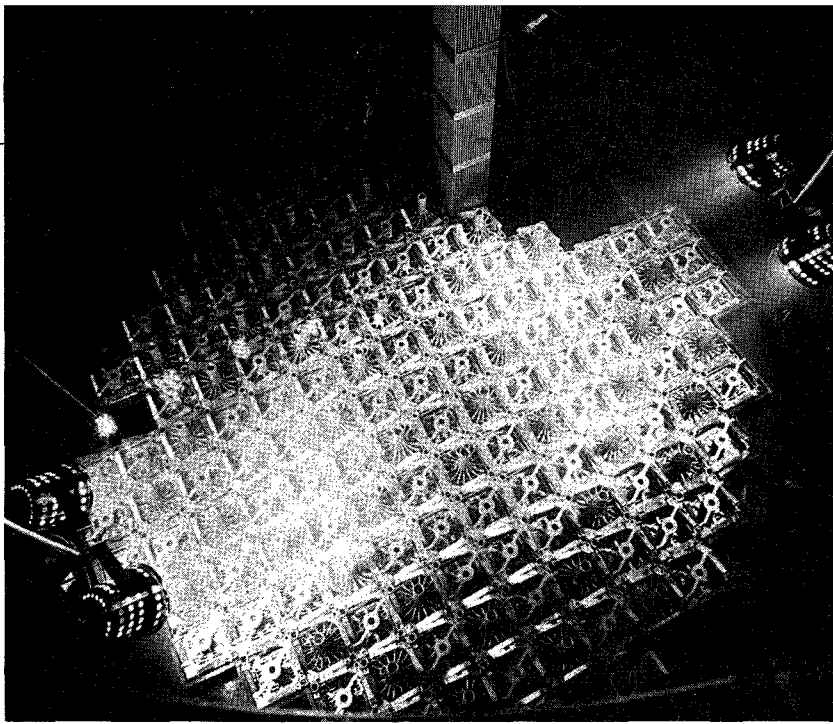
b 일본, 한국, 대만이 포함된다.

c 아르헨티나, 브라질, 이집트, 인도, 이스라엘, 멕시코, 파키스탄, 남아프리카가 포함된다.

d 實績值

<주> 合計는 개개의 데이터를 사사오입한 관계로 맞지 않는 경우도 있다.

- 미국
- 캐나다
- 유럽(오스트리아, 벨기에, 핀란드, 프랑스, 그리스, 이탈리아, 네덜란드, 포르투갈)



갈, 스페인, 스웨덴, 스위스, 터키, 영국, 서독, 유고슬라비아)

- 극동(일본, 한국, 대만)
- 기타(아르헨티나, 브라질, 이집트, 인도, 이스라엘, 멕시코, 파키스탄, 남아프리카)
- WOCA제국 전체

우라늄精鑛 所要量

미국을 포함한 WOCA제국의 U_3O_8 평균 연간 소요량은 고성장 케이스로 1989~1995년의 107.4에서, 2006~2010년에 156.6으로 증가할 것으로 기대되며, 이것은 46%의 증가에 해당된다.

같은 기간중에 WOCA제국의 연간 U_3O_8 소요량은 저성장 케이스로 23% 증가<표 2>할 것으로 예측된다.

이 예측된 우라늄 소요량의 증가는 원자력발전 설비용량에 대한 예측보다 약간 밀돌고 있다. 연료연소도의 향상이 예상되고 재처리와 우라늄 산화연료(MOX연료)를 경수로에 재장전하는 것을 가정하면 우라늄 소요량은 감소한다.

미국 및 유럽은 1989년부터 1995까지의 가까운 장래에 WOCA제국의 연간 우라늄 소요량의 75%를 차지할 것으로 예측된다. 2006~2010년까지 극동의 연간 우라늄 소요량은 50% 이상 증가하고, 그결과 WOCA제국의 연간 소요량은

<표 2> 非共產圈諸國의 原子力發電所 平均 年間 우라늄所要量豫測(1989~2010年)

(單位: 100萬 磅 換算 U_3O_8)

年 度	미국	캐나다	유럽	극동	기타	합계
1989						
低成長케이스 ...	37.6	4.1	40.3	17.4	2.6	102.1
高成長 *	28.2	4.2	42.3	19.6	3.1	107.4
1996~2000						
低成長케이스 ...	36.4	4.6	39.2	20.2	3.5	103.8
高成長 *	37.6	5.3	43.9	22.9	4.3	114.0
2001~2005						
低成長케이스 ...	35.6	5.1	39.2	24.8	4.2	108.9
高成長 *	41.7	6.0	47.8	27.6	6.0	129.1
2006~2010						
低成長케이스 ...	41.1	5.7	45.8	26.7	6.2	125.5
高成長 *	54.6	7.0	54.9	30.6	9.6	156.6

의 차이는 1989~1995년의 5%에서, 2006~2010년까지의 25%로 확대되고 있다.

2006~2010년에 케이스간의 차이가 「기타」의 나라들에서 최고로 되어있는 것은 예측되는 원자력발전 설비용량이 비교적 불확정이라는 의미의 반영이다.

WOCA제국의 1955년 이후 누적 우라늄 소요량은 고성장 케이스에서는 2010년까지 1989년말 시점의 누적소요량의 3배가 될 것으로 예측된다<표 3>.

거의 20% 증가한다.

WOCA제국의 평균 연간 우라늄정광 소요량에 관한 저성장 케이스와 고성장 케이스 예측치

〈표 3〉 1955년 이후의 非共產圈諸國 原子力發電所 累積우라늄 所要量 豫測

(單位: 100萬과운드U₃O₈換算)

年 度	미국	캐나다	유럽	극동	기타	합계
1989						
低成長케이스	461.7	36.2	550.6	176.4	19.4	1,244.3
高成長 ·	464.6	37.0	553.5	180.8	19.5	1,255.4
1990						
低成長 ·	497.0	44.0	587.2	193.3	23.6	1,345.1
高成長 ·	499.9	44.7	591.9	197.9	23.7	1,358.1
1995						
低成長 ·	686.6	65.2	792.9	279.4	37.9	1,862.0
高成長 ·	694.0	66.3	809.9	298.5	41.2	1,909.9
2000						
低成長 ·	868.4	88.3	988.7	380.3	55.5	2,381.2
高成長 ·	882.0	92.7	1,029.5	412.8	62.7	2,479.7
2005						
低成長 ·	1,046.3	113.6	1,184.9	504.4	76.6	2,925.5
高成長 ·	1,090.5	122.5	1,268.7	550.6	92.7	3,125.0
2010						
低成長 ·	1,251.8	142.1	1,414.1	637.4	107.5	3,552.9
高成長 ·	1,363.3	157.3	1,543.1	703.6	140.5	3,907.8

a 합계에는 各國그룹이 商業用原子力發電을 導入한 1955년 이후의 우라늄濃縮所要量이 포함되어 있다. 各國의 U₃O₈ 必要量 合計는 1984년까지는 우라늄 235의 濃縮廢棄濃度를 從來의 0.20%로 하여, 2010년까지는 廢棄濃縮를 0.25%까지 증가를 想定한 것 에 의거했다. 그리고 미국의 廢棄濃縮는 每年 變動 하고 있다.

WOCA제국의 누적 우라늄 소요량의 고성장 케이스와 저성장 케이스의 차이는 1989년의 1% 미만에서, 2010년의 약 10%로 확대된다 (기타 그룹은 2010년 시점에서 고성장 케이스 는 저성장 케이스 보다도 약 31% 크다).

우라늄濃縮서비스 所要量

우라늄농축서비스(SWU소요량)에 대한 WO-CA제국의 평균적인 연간 요구량은 고성장 케이 스의 경우에는 1989~1995년까지의 2만 2,700톤 SWU에서, 2006~2010년까지의 3만 4,800톤 SWU로 증가할 것으로 예측되고 있다. 이것은 53%의 증가가 된다<표 4>.

〈표 4〉 非共產圈諸國의 原子力發電所 平均 年間 우라늄濃縮 서비스所要量

(單位: 1,000톤SWU)

年 度	미국	캐나다	유럽	극동	기타	합계
1989-1995						
低成長케이스	8.5	0.0	8.4	4.2	0.5	21.6
高成長 ·	8.6	0.0	8.7	4.8	0.6	22.7
1996-2000						
低成長 ·	9.2	0.0	8.4	5.3	0.6	23.5
高成長 ·	9.6	0.0	9.3	5.8	0.8	25.5
2001-2005						
低成長 ·	9.8	0.0	9.0	6.2	0.7	25.7
高成長 ·	10.8	0.0	10.9	7.0	1.1	29.8
2006-2010						
低成長 ·	10.6	0.0	9.6	6.4	1.1	27.8
高成長 ·	14.0	0.0	11.6	7.7	1.5	34.8

「기타 국가」그룹의 농축서비스 소요량은 동 기간에 2배 이상이 될 것으로 생각된다.

캐나다에 관한 농축서비스 소요량은 나와 있 지 않으나 이것은 캐나다의 원자료가 천연우라 늄만을 이용하기 때문이다. 단, 캐나다의 원자 로에 대해서도 微濃縮우라늄의 이용이 검토되 고 있다.

고성장 케이스의 경우 WOCA제국의 농축서 비스 소요량의 약 36~40%는 미국이 차지할 것으로 본다. 유럽제국은 고성장 케이스에서 1989~1995년에 WOCA제국 전체 소요량의 38% 를 차지하지만, 2006~2010년에 33%로 저하할 것으로 예측되고 있다.

현재 세계의 농축설비용량은 가까운 장래에 농축우라늄 수요를 충분히 충족시킨다<표 5>.

〈표 5〉 各年末時點에서 世界의 우라늄濃縮施設運轉能 力豫測

(單位: 1,000톤SWU)

施設所有者	國 各	1989	1995
에너지省	미국	19.2	19.2
유로디프	프랑스	10.8	10.8
코제마	프랑스	4	4
텍스너 백스포트	소련	3.0	3.0
우렌코	네덜란드, 영국, 서독	2.6	4.0
動燃事業團	일본	2	6
기타	남아프리카, 브라질, 아르헨티나, 중국	9	1.0
合計		37.1	40.0



그리고 현재의 확장계획에 따르면 금세기 말까지의 농축서비스 소요량을 충족시키기 위해 필요한 용량을 상당히 초과하고 있다.

使用後核燃料의 發生量

각국 그룹에서 발생하는 사용후핵연료의 연간 추출량을 경수로와 기타 노형으로 나눠 표시한다.

경수로는 우라늄 235를 3% 미만에서 4% 남짓의 일정농도로 농축된 우라늄을 사용한다. 경수로는 상당한 균질의 사용후핵연료를 발생시킨다. 대부분의 경우 사용후핵연료는 장기간에 걸쳐 보관된다.

기타 노형의 경우에는 천연우라늄(카나다형 CANDU로) 또는 微濃縮우라늄(영국의 개량형 가스냉각로)이 사용된다. 단위 발전전력량당 생성되는 사용후핵연료량은 기타 노형 쪽이 경수로 보다도 많다. 그러나 유럽, 인도 및 일본의 기타 노형에서의 사용후핵연료는 통상 추출된 후 곧 재처리되므로 사용후핵연료의 재고량으로 되지는 않는다.

고성장 케이스에서의 미국, 유럽 그리고 극동의 경수로에서 발생하는 사용후핵연료의 평균 연간 추출량은 1989~1995년의 4,900톤에서 2006~2010년의 7,300톤으로 거의 50% 증가할 것으로 예측된다.

고성장 케이스의 기타 노형에서 추출되는 연

간 사용후핵연료량은 동 기간중 거의 일정하게 추이한다. 저성장 케이스의 경수로와 기타 노형의 사용후핵연료 추출량은 <표 6>과 같다.

<표 6> 非共產圈諸國의 使用後核燃料 평균 연간 추출량 예측

(單位: 1,000톤初期重金屬)

年 度	輕水爐				기타 爐型			
	미국	유럽	극동	합계	유럽	카나다	기타	합계
1989-1995								
低成長케이스	1.9	1.9	0.9	4.8	3.8	1.4	0.2	5.5
高成長	1.9	2.0	0.9	4.9	3.8	1.5	0.2	5.6
1996-2000								
低成長	1.9	2.1	1.1	5.2	3.2	1.7	0.3	5.3
高成長	1.9	1.1	1.2	5.4	3.4	1.8	0.4	5.6
2001-2005								
低成長	1.7	2.2	1.2	5.3	2.9	1.9	0.4	5.3
高成長	1.8	2.4	1.3	5.8	3.3	2.3	0.4	6.1
2006-2010								
低成長	1.9	2.7	1.5	6.3	2.1	2.0	0.5	4.6
高成長	2.2	3.1	1.7	7.3	2.5	2.4	0.7	5.7

WOCA제국의 경수로에서 추출되는 사용후핵연료 연간 평균량의 저성장 케이스와 고성장 케이스의 차이는 1989~1995년의 2.0%에서, 2001~2005년의 9.4%로, 그리고 2006~2010년의 16%로 확대된다.

기타 노형의 경우 저성장 케이스와 고성장 케이스간의 연간 사용후핵연료 추출량 예측치의 차이는 1996~2000년의 5.7%에서, 2006~2010년의 24%로 증가한다.