호주의 우라늄 자원 및 광업현황

고 상 모

한국지질자원연구원 지질기반정보연구부

우라늄은 주로 원자력발전소의 핵연료와 의학용 동위원소 원료로 사용된다. 세계 원자력 발전소 438개 원자로로부터 발생되는 전력량은 371기가와트이며 총 전력에서 원자력이 차지하는 비중이 약 16%에 달한다. 또한 2007년 중반부터 32개 원자로가 중국, 한국, 일본 및 러시아에서 건설 중에 있다.

호주에서는 1969-1975년 짧은 기간동안 약 50여개(이중 15개 광상은 중요한 광상)의 우라늄 광상을 발견하였고, 1975년 이후에 6개의 광상이 발견된 바 있다. 1975년부터 현재까지 호주의 우라늄 經濟的確認資源量(EDR: Economic Demonstrated Resources)은 점진적 증가를 나타낸다(그림 1). EDR은 경제적으로 이윤이 창출될 수 있는 자원량을 의미하며, 精測(Measured) 및 槪測(Indicated) 자원량(Resources)의 합이다. AEDR(Accessible EDR)은 환경문제, 정부정책이나 군사지역 등으로 인해 광업이 제한되고 개발이 불가능한 지역을 제외한 광업활동이 가능하여 자원개발이 허용되는 지역에 부존되어 경제성이 확인된 채굴가능한 자원량을 의미한다.

호주의 우라늄 EDR은 1983년과 1993년에 두 차례 큰 증가를 보이는데 이는 올림픽댐(Olympic Dam) 광상과 킨티레(Kintyre) 광상에서의 신규 광체 확보에 기인된 현상이다. 2008년 현재 개발중인 광상은 South Australia에 위치한 올림픽댐 광산과 베벌리(Beverley) 광산 및 Northern Territory에 위치한 레인저(Ranger) 광산이다. 호주의 우라늄 광상은 각력복합형, 부정합형 및 사암형 광상의 자원량이 전체의 약 93%를 차지하며, 각력복합형 광상의 자원량이 66%를 차지할 정도로 압도적으로 우세하다. 가장 대표적인 각력복합형 광상이 남호주 Gawler 지괴에 위치하는 올림픽댐 광상으로서 항내채광을 하는 우라늄 광상으로서는 세계 최대규모이다.

우라늄의 현물시장 가격은 2005년과 2006년 동안 큰 폭으로 상승하였다. 2005년 1월 U_3O_8 가격은 US$ 20/lb 이었으나 2006년 12월에 US$ 72/lb로 증가하였으며, 2007년 7월에는 US$138/lb에 달한 적도 있다. 2008년 5월에는 다소 안정된 가격인 US$60/lb이 지속되고 있다. 가격 상승의 주요 원인은 군사적으로 비축된 농축 우라늄으로부터의 공급이 감소하였을 뿐만 아니라 최근에 각국에서 원자력에 대한 관심이 증가되고 유가의 상승이 현물시장에 영향을 미쳐 가격상승을 초래한 것으로 판단된다. 부가적으로 온실가스방출로부터 초래되는 기후변화에 대한 관심이 증대되어 많은 국가에서는

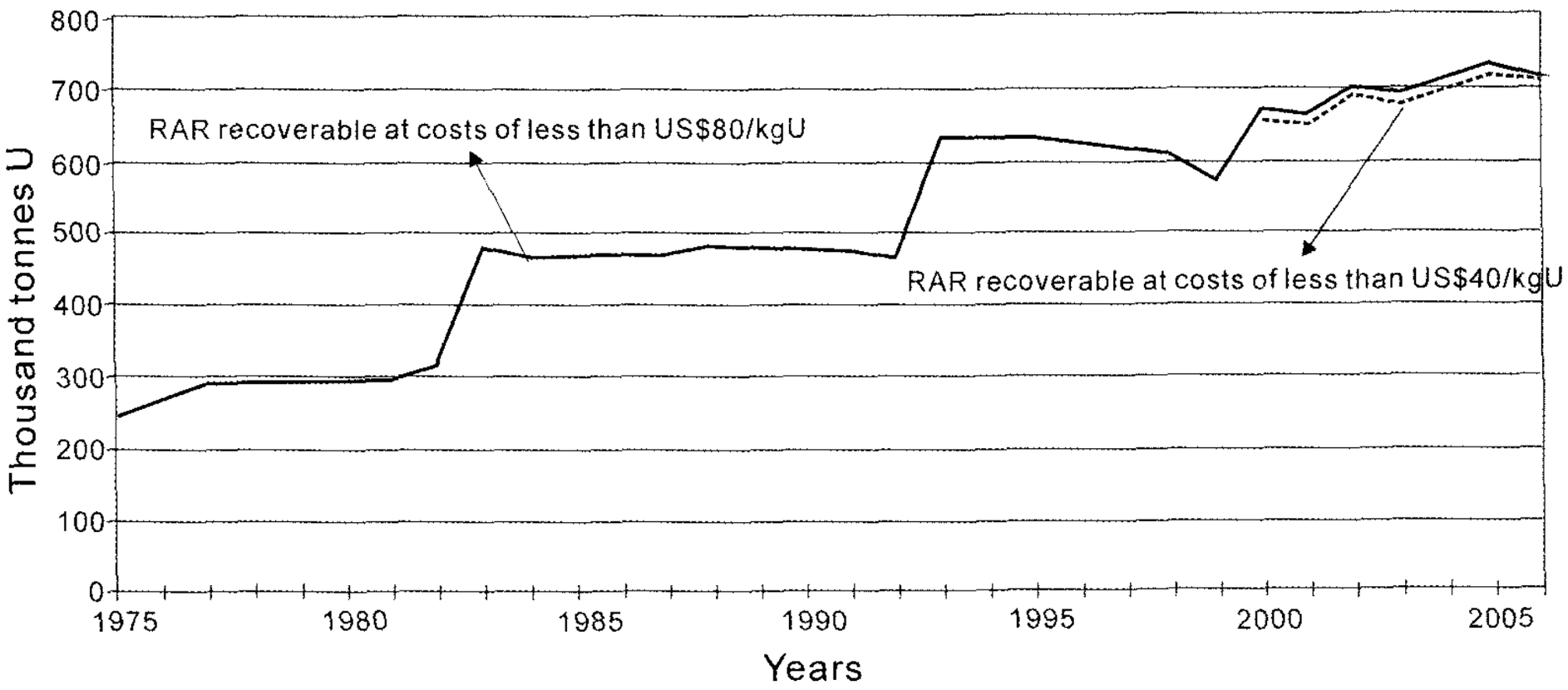

그림 1. 호주의 우라늄 경제적확인자원량(EDR) 추이(RAR은 NEA/IAEA에 의한 분류로서 Reasonably Assured Resources의 약어이며 호주국가분류인 EDR과 동일함). 이 자료는 Geoscience Australia(2007)에서 발간된 자료임.

원자력에 대한 관심이 새로워졌다. 중국이나 인도와 같은 개발도상국에서는 원자력 발전소 확장 계획을 가지고 있어 우라늄의 소비는 점차 증가될 것으로 예측된다.

광상유형(Deposit Type)

OECD/NEA(경제협력개발기구 산하 원자력기구) 및 IAEA(국제원자력기구)에서는 세계에 분포하는 우라늄 광상유형을 지질학적 환경에 따라 15개 유형으로 분류하였으며, 각 유형별 특성은 표 1과 같다.

호주에 부존된 우라늄 광상유형은 각력복합형, 부정합형, 사암형, 지표형, 변성교대형, 변성형, 화산형, 관입형 및 맥상형이다. 유형별 자원량은 각력복합형(65.5%), 부정합형(20.4%) 및 사암형(6.7%)순으로서 이 3개 유형 광상이 92.6%

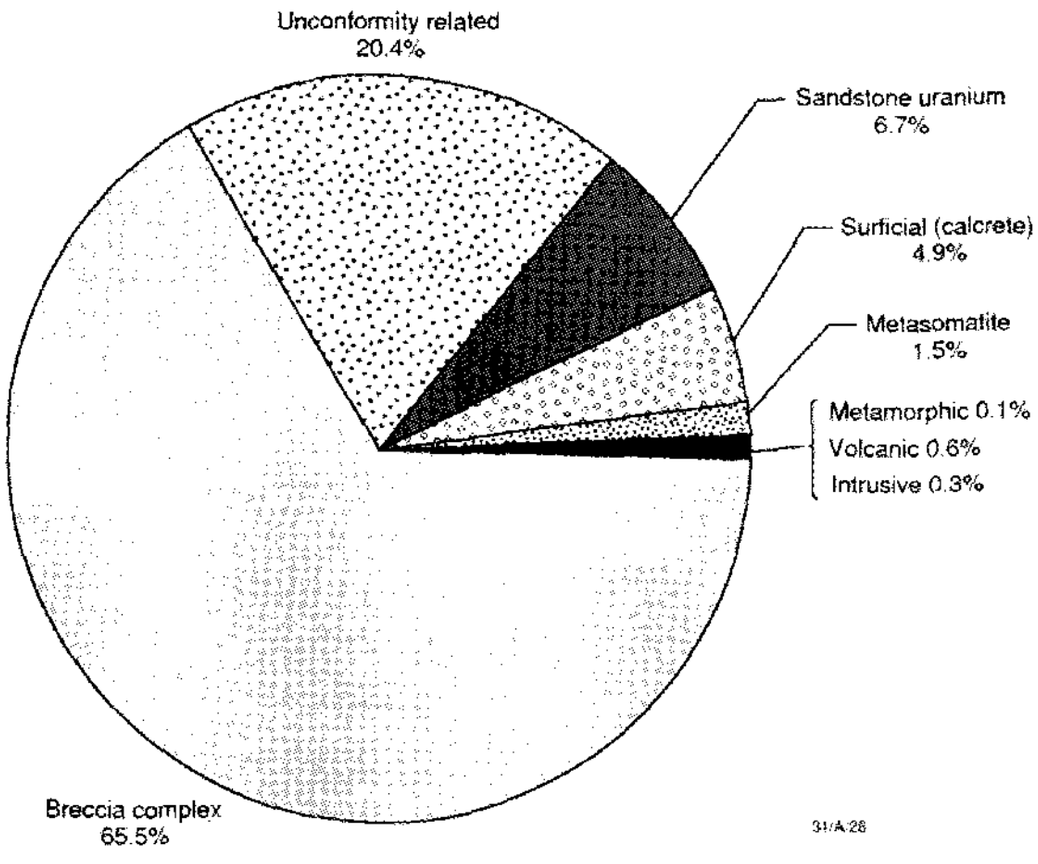

그림 2. 호주의 우라늄 광상유형별 자원량 비율(McKay & Miezitis, 2001).

를 차지한다(그림 2). 2000년까지 보고된 상위의 주요 광상형에 대한 광상유형별 자원량 및 품위를 정리한 자료가 표 2에 나타나 있으며, 이는 Geoscience Australia에서 2001년 발간한 자료이다(McKay and Miezitis, 2007).

호주의 우라늄 광상 분포는 그림 3과 같으며, 이 분포도에는 과거 개발한 광상, 현재 개발 중인 광산 및 탐사가 수행 중인 광상으로 구분되어 도시되어 있다.

2008년 현재 개발 중인 광산은 올림픽댐, 베벌리 및 레인저 광산이다. 이들 광산 현황은 다음과 같다.

표 1. 우라늄 광상유형별 분류(OECD/NEA & IAEA, 2000) 및 특성(BGS, 2007)

광상유형	산출특성	품위(ppm U)	대표광상
각력복합형(Breccia Complex)	파쇄암으로 충진된 깔때기 및 파이프형 광체	300-500	Olympic Dam, Australia
부정합형(Unconformity-related)	고기 퇴적분지의 부정합과 관련	8,500-200,000	McArthur River, Canada Cigar Lake, Canada Ranger, Australia
사암형(Sandstone Deposit)	산화-환원환경을 가지는 사암층 내 배태	400-4,000	Crow Butte, USA
지표형(Surficial Deposit)	미고화된 표층퇴적물 (때때로 탄산칼슘으로 교결)	〈1,500	Langer Heinrich, Namibia
변성교대형(Metasomatite Deposit)	마그마정치에 의해 변질작용이 초래되어 형성	1,000-25,000	Lagoa Real, Brazil
변성형(Metamorphic Deposit)	부분용융과 같은 과정에 의해 농집	〈850	Mary Kathleen, Australia
화산형(Volcanic Deposit)	산성암질 용암류 및 관련 회유 응회암과 수반	400-4,000	Fozhou, China
관입형(Intrusive Deposit)	마그마의 결정화작용 및 재이동에 수반	60-300	Rõssing, Namibia
맥상형(Vein Deposit)	균열이나 틈을 충진	250-8,500	Pribram, Czech Rep.
석영-역암형(Quartz Pebble Conglomerate Deposit)	산화작용이 일어나기 전 매몰된 고기퇴적광상	130-1,100	Witwaterstrand Basin, South Africa
인회토형(Phosporite Deposit)	퇴적인산염암에 농집	60-200	Melovoe, Kazakhstan
함몰각력파이프형 (Collapse Breccia Pipe Deposit)	각력파이프 주변의 기질부나 균열대에 농집	2,500-8,500	Arizona Strip, USA
갈탄형(Lignite Deposit)	점토층, 사암층 내 분포하는 갈탄층에 수반	〈100	Koldjat, Kazakhstan
흑색셰일형(Black Shale Deposit)	유기물 함량이 높은 해성기원의 셰일에 농집	50-400	Chanziping, China Ogcheon Group, Korea
기타형(The Others)	상위 14개 외의 광상형		

표 2. 호주의 주요 우라늄 광상유형별 자원량 및 품위(McKay & Miezitis, 2001)

광상유형 및 광상명	지질단위명 (지역명)	자원량 : U_3O_8톤 (자원량분류기준)	품위 (%U_3O_8)	최저개발품위 (%U_3O_8)	회사명
각력복합형광상					
Olympic Dam	Stuart Shelf of Gawler Craton	996,000(Measured +Indicated+Inferred)	0.05	-	WMC
Radium Ridge	Mount Painter field	2,177(In situ)	0.06	0.05	Exoil NL
Mount Gee	〃	2,722(In situ)	0.10	0.05	〃
Amchair-Streitberg	〃	1,814(In situ)	0.10	0.05	〃
Hodgkinson	〃	567(In situ)	0.25	0.05	〃
합계		**1,003,280(65.5%)**			
부정합형광상					
Ranger No.1 Orebody	Alligator Rivers	0(Mined out)	-	-	Energy Resources
Ranger No.3 Orebody	〃	57,000(Measured+Indicated)	0.26	0.12	〃
	〃	23,251(Inferred)	0.26	0.12	
Ranger 68	〃	5,000(Resources)	0.357	0.1	Queensland Mines
Jabiluka 1 Orebody	〃	3,400(Geological Resource)	0.25	0.05	Energy Resources
Jabiluka 2 Orebody	〃	88,000(Measured+Indicated)	0.57	0.2	〃
	〃	75,000 (Inferred)	0.48	-	
Koongara 1 Orebody	〃	14,500(Proved+probable reserves)	0.8	-	Cogema Australia
Koongara 2 Orebody	〃	2,000(Unspecified)	0.3	-	〃
Nabarlek	〃	0(Mined out)	-	-	Queensland Mines
Hades Flat	〃	726(Unspecified)	-	-	〃
Caramal	〃	2,500(Resources)	-	-	〃
Mount Fitch	Rum Jungle field	1,500(in situ)	0.042	-	-
CoronationHill	South Alligator Valley field	1,850(Indicated Resources)	0.537	-	-
Adelaide River	Pine Creek Inlier	20(Stockfile)	0.5	-	-
Twin	〃	304(Measured+Indicated Resources)	0.12	-	Total Mining
Dam	〃	442(Measured+Indicated Resources)	0.13	-	〃
Kintyre	Rudall Province	36,000(Probable+Inferred Resources)	0.15-0.4	-	Canning Resources
Angelo River 'A'	Turee Creek Area	797 (Mineralization)	0.124	-	-
합계		**312,290(20.4%)**			
사암형광상					
Beverley	Lake Eyre Basin	10,600(Resources recoverable by ISL)	-	-	Heathgate Resources
Honeymoon	〃	3,900(Resources recoverable by ISL)	-	-	Southern Cross.
East Kalkaroo	〃	4,000(Resources recoverable by ISL)	-	-	〃
Goulds Dam	〃	17,600(Resources recoverable by ISL)	-	-	〃
Warrior	Eucla Basin	4,000	0.034	-	PNCExploration
Redtree	McArthur Basin	12,600 (Inferred Resources)	0.126	-	Rio Tinto
Junnagunna	〃	5,300 (Inferred Resources)	0.098	-	〃
Huarabagoo	〃	3,000 (Inferred Resources)	0.169	-	〃
Sue	〃	675 (Resources)	0.16	-	〃
Outcamp	〃	945 (Resources)	0.16	-	〃
Angela	Amadeus Basin	10,200 (Measured+Indicated+Inferred)	0.1	0.05	Palladin Resources
Bigrlyi	Ngalia Basin	2,774 (Proved+Probable Resources)	0.372	-	Central Pacific Minerals
Walbiri	〃	686 (Resources)	0.162	-	〃
Mulga Rock	Gunbarrel Basin	15,330 (Resources)	0.14	0.035	PNCExploration
Manyingee	Canarvon Basin	5,000(Resources recoverable by ISL)	-	-	Cogema
Bennetts Well	〃	1,500 (Resources)	0.16	-	Eagle Bay Resources
Oobagooma	Canning Basin	5,000(Resources recoverable by ISL)	-	-	Cogema
합계		**103,160(6.7%)**			

광산현황
(Situation of Uranium mine)

올림픽댐 광산(Olympic Dam Mine)

항내채광을 하는 세계 최대규모의 각력복합형광상으로서, 1985년부터 개발을 시작하여 1988년부터 생산을 시작하였다. 1993년까지 WMC (Western Mining Corporation) Ltd와 BP Minerals사의 합작투자에 의해 운영되다가 1993년 WMC Ltd가 단독 소유주가 되었다. 1989년부터 1995년까지는 년간 3백만톤의 원광석을 처리하여 U_3O_8 1,700톤(1,440톤 U)과 Cu 85,000톤 뿐만아니라 부산물인 Au과 Ag을 생산하였다. 1999년 19.4억불(A$)을 투자하여 확장시설을 갖추어, 원광석 8.7-9.2백만톤을 처리함으로서 년 생산량이 U_3O_8 4,600톤(3,900톤 U), Cu 200,000톤, Au 2,050kg 및 Ag 23,000kg으로 증가하였다 (Kinhill, 1997). 계속하여 시설확장을 통하여 년간 U_3O_8 7,700톤(6,500톤 U)과 Cu 350,000톤 생산 계획을 세우고 있다. 이 광산에서는 U, Cu, Au 및 Ag 제련시설을 갖추고 있다. 파쇄 및 분쇄된 광석은 물과 혼화되어 부선기로 이동되어 부유선광을 하게 된다. Cu는 표준부유선광과정으로 회수되고, 우라늄광물을 포함한 부유되지 않은 부유광미(floatation tailing)는 약60℃에서 산(산화제)과 반응시켜 우라늄을 침출시킨다. 우라늄은 용매침출법(solvent extraction)에 의해 침출액으로부터 회수된다. 회수율을 높이기 위해 용해된 우라늄을 함유한 용액을 암모니아와 반응시켜 중우라늄산암모늄(ammonium diuranate)으로 침전시키고 이를 소성하여 U_3O_8 99% 이상의 우라늄 산화물을 생산한다.

베벌리광산(Beverley Mine)

이 광상은 사암형 광상에 속하고, 이 유형광상에서 사용하고 있는 원지용해침출채광법(In Situ Leaching: ISL)에 의해 우라늄을 생산하는 호주에서 유일한 광산이다. 사암에 분포하는 우라늄은 원지에서 주입공(injection well)을 통해 주입된 산화제인 황산이나 과산화수소에 의해 용해된다. 용해된 우라늄을 함유한 침출물은 생산공(production well)을 통하여 지표로 펌핑된다. 지표로 이동된 침출물은 이온교환기술(ion-exchange technology)에 의해 우라늄을 침전시킨다. 이 광산은 년간 U_3O_8 1,000톤 (U 848 톤) 처리용량을 갖추고 있다.

레인저광산(Ranger Mine)

이 광산은 부정합형 우라늄 광상에 속한다. 1981년 No.1 광체에 대해 노천채굴이 시작되었으며 1994년 종료되었다. 채광 종료 후 5백만톤 이상의 광석이 비축되어, 1996년 No.3 광체 개발이 시작되기까지 여러 해 동안 사용되었다. 1997년에 이 광산은 년간 처리량 U_3O_8 3,500톤 (U 3,000톤)에서 U_3O_8 5,000톤(U 4,240톤)으로 확장하여 No.3 광체의 채광에 대비하였다. 이는 이전 처리시설에 비해 원광석 기준 1.3-2.0 백만톤 증가된 양이다. 1994년부터 1997년까지 No.1 노천채굴장은 광미 저장소로 사용되었으며, No.3 노천채굴장은 2007년까지 개발이 종료되어 2008년에는 광미 저장소로 활용될 예정이다. 분쇄된 광석은 황산을 이용하여 침출시키는 용매추출법에 의해 침출물로부터 회수하여 중우라늄산암모늄 상태로 침전시킨다. 침전된 중우라늄산암모늄을 소성시켜 98.5% U_3O_8 이상의 우라늄산화물을 회수한다. 이 광산은 2000년까지

호주의 우라늄 자원 및 광업현황

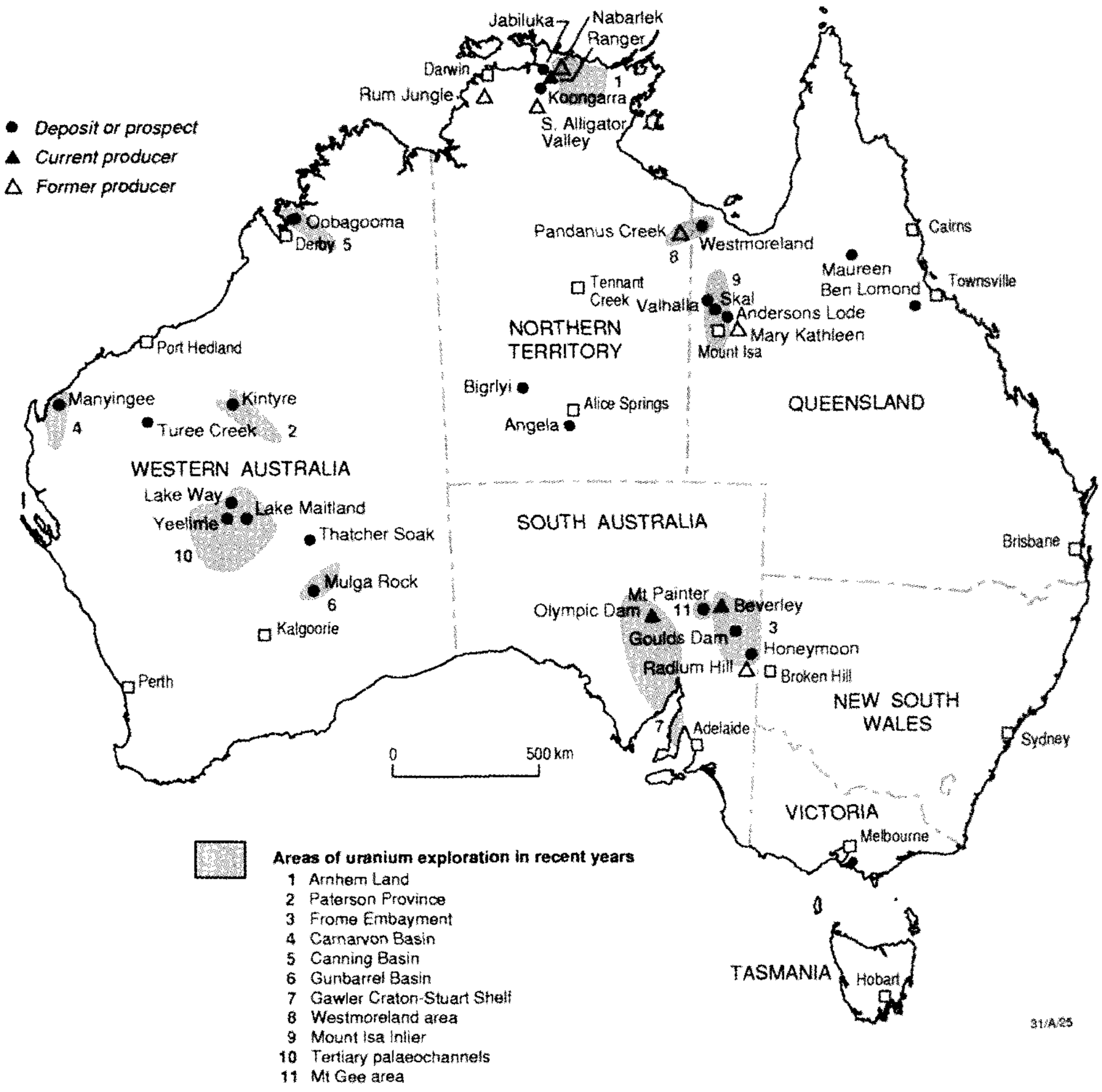

그림 3. 호주의 우라늄 광상 분포도(McKay & Miezitis, 2001).

U_3O_8 60,697톤(U 51,471톤)을 생산하였으며 이 생산량은 세계에서 세 번째이었다.

우라늄 자원량 (Uranium Resources)

호주지구과학연구소(Geoscience Australia)는 호주의 국가 자원량 분류기준에 의해 산정된 결과를 OECD/NEA(경제협력개발기구 산하 원자력기구) 및 IAEA(국제원자력기구)에 의해 정의된 기준에 맞추어 비교하였으며, 이 기준은 채광이나 분쇄과정 중에 일어나는 손실을 제외한 회수가능한(recoverable) 자원량으로 산정되었으며 그 결과는 표 3과 같다. 표 3의 호주 기준이나 NEA/IAEA 기준을 나타내는 용어는 저자가 일본 자료(히로시마 대학 웹사이트)를 일부 참조하여 한자어와 국문으로 표기한 것임을 부언한다.

수년전에는 kg당 US$40 이하에서 회수가능

표 3. 자원량 분류기준에 의거한 호주의 우라늄 자원량(Geoscience Australia, 2007)

호주국가분류	NEA/IAEA 분류	회수가능한 우라늄(톤)	
		2006년 12월기준	2007년 8월기준
經濟的確認資源量 (Economic Demonstrated Resources: EDR)	kg당 US$80 이하에서 회수가능한 적정확정자원량 ((Reasonably Assured Resources (RAR) recoverable at less than US$80/kg U))	714,000	953,000
准經濟的確認資源量 (Paramarginal Demonstrated Resources)	kg당 US$80-130에서 회수가능한 적정확정자원량 (RAR recoverable at US$80-130/kg U)	11,000	11,000
經題限界下確認資源量 (Submarginal Demonstrated Resources)	kg당 US$130 이상에서 회수가능한 적정확정자원량 (RAR recoverable at greater than US$ 130/kg U)	미산정	미산정
經濟的豫測資源量 (Economic Inferred Resources)	kg당 US$80 이하에서 회수가능한 예측자원량 ((Inferred Resources(IR) recoverable at less than US$80/kg U)	502,000	577,000
准經濟的豫測資源量 (Paramarginal Inferred Resources)	kg당 US$80-130에서 회수가능한 예측자원량 (IR recoverable at US$80-130/kg U)	16,000	16,000

한 자원이 경제적인 것으로 고려되었으나, 2006년부터는 가격 상승으로 인해 kg당 US$80 이하의 자원이 경제적인 자원량으로 평가되었다. 2006년 말까지 산정된 호주의 경제적 확인자원량(EDR)은 U 714,000톤이다(표 3). 이 기간 동안 레인저광상(Northern Territory), Mt Fitch광상(Rum Jungle area), Mt Gee 광상(South Australia), Valhalla광상(Queensland), Westmoreland광상(Queensland)에서 탐사 및 개발을 위한 시추가 수행되어 자원량의 증가를 초래하였다. 올림픽댐 광상은 오히려 EDR이 감소하였는데 이는 이전 기업주인 WMC Resources사에 의해 산정된 자원량보다 새로운 주인인 BHP Billiton이 보다 보수적으로 자원량을 산정한 결과이다. 산정된 자원량의 93%가 올림픽댐광상, 호주 북부 Alligator River 지역에 위치하는 레인저-자비루카(Jabiluka)-쿤가라(Koongarra)광상, 서호주 지역에 위치한 킨티레(Kintyre)-엘리리에(Yeelirrie) 광상으로부터 산정된 결과이다.

2006년 12월과 2007년 8월에 집계된 각 주별로 분포된 우라늄 자원량은 표 4와 같으며, 남 호주(South Australia) 지역의 자원량이 70% 이상을 차지하는 것은 올림픽댐광상과 레인저광상이 위치하고 있기 때문이다.

이용 가능한 경제적확인자원량 (Accessible EDR: AEDR)

호주에서는 경제적확인우라늄자원량 즉, 우라늄 EDR의 약21%가 개발하기 어려운 환경에 놓여져 있다. 서호주와 퀸스랜드에 있는 대부분의 우라늄 광상이 개발이 어려운 자원량으로 분류되고 있는데, 이는 주정부에서 우라늄 광산

표 4. 2006년 12월을 기준한 주별 우라늄 자원량(Geoscience Australia, 2007)

주명	*kg당 US$80이하에서 회수가능한 적정확정자원량(U톤)		**kg당 US$80이하에서 회수가능한 예측자원량(U톤)		총자원량(U 톤)		비율(%)	
	2006년 12월기준	2007년 8월기준	2006년 12월기준	2007년 8월기준	2006년 12월기준	2007년 8월기준	2006년 12월기준	2007년 8월기준
South Australia	487,441	727,309	394,720	469,336	882,161	1,196,645	73	78
Northern Territory	145,614	144,728	67,273	67,563	212,887	212,291	17	14
Western Australia	59,595	59,595	20,158	20,158	79,753	79,753	7	5
Queensland	21,358	21,358	19,769	19,769	41,127	41,127	3	3
New South Wales	0	0	0	0	0	0	-	-
Victoria	0	0	0	0	0	0	-	-
Tasmania	0	0	0	0	0	0	-	-
Total	714,008	952,990	501,920	576,826	1,215,928	1,529,816	100	100

* 원어는 Reasonably Assured Resources(RAR) recoverable at 〈US$80kg U(ton)
** 원어는 Inferred Resources(IR) recoverable at 〈US$80kg U(ton)

개발을 금지하는 정책을 펴고 있기 때문이다. Northern Territory 지역의 개발이 어려운 광상은 호주 원주민의 소유지에 위치하여 전통적으로 광산개발이 허용되지 않고 있는 자비루카 광상지역과 환경문제로 광산개발이 허용되지 않는 쿤가라 광상이다. 남호주 지역은 주정부가 새로운 우라늄 광산개발을 허용하는 정책을 펴고 있어 모든 광상 개발이 허용되어 이 지역의 우라늄 광상 자원량은 이용 가능한 자원량으로 분류된다.

JORC 자원량(JORC Resources)

JORC는 "The Joint Ore Reserves Committee"의 약어로서 호주에서 공식적으로 출판되는 모든 탐사결과보고서나 자원량 및 매장량 보고서에 적용되는 표준지침서이다(JORC, 2004). 이 코드는 Australian Institute of Mining & Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists와 Minerals Council of Australia 세 기관의 Joint Committee 에서 발간한 보고서이다.

2006년 JORC Code에 의해 집계된 우라늄 자원량은 U 342,000 톤으로서, 호주 국가분류 기준인 이용가능한 경제적확인자원량(AEDR: Accessible Economic Demonstrated Resources)의 61%에 달한다.

세계순위(World Ranking)

호주는 kg당 U 가격이 US$80 이하에서 회수가능한 적정확정자원량(RAR) 즉, EDR은 세계 총 자원량의 27%(2006년 12월 집계결과)로서 세계 1위를 차지한다. 카자흐스탄이 14%로서 2위, 캐나다가 13%로서 3위, 나이지리아와 남아프리카공화국이 7%로서 4위권이다(OECD/NEA & IAEA, 2000). 또한 호주는 kg당 U 가격이 US$40 이하에서 RAR은 36%로서 세계에서 가장 많은 자원량을 확보하고 있다. 올림픽댐광상은 세계에서 가장 큰 우라늄 광상으로서 2006년 6월 BHP Billiton에서 보고된 자료를 근거

로 호주지구과학연구소에서는 US$80 이하에서 RAR이 476,000톤으로 측정하였다. 이 자원량은 세계 총 자원량의 18%를 차지한다.

광업현황(Mining Situation)

2005-2006년 동안 호주의 우라늄 탐사는 가격상승에 기인하여 활기를 띠었다. 2006년 이전에는 34개 회사에서 우라늄탐사를 수행하였으나 2006년 이후에는 200여개의 회사가 우라늄 탐사를 수행하였으며, 총 소요된 탐사비용은 2004년 13.96백만불과 2005년 41.09백만불에서 2006년에는 80.7백만불로 증가되었다. 2006년 탐사가 수행된 주요 지역은 남 호주의 Gawler 지괴와 Stuart Shelf 지역, 북호주의 Alligator River 지역-Western Arnhem Land-Ngalia 분지, 퀸스랜드의 Mopunt Ias 지역이다. 이 기간 탐사에 의해 남호주 베벌리 광상에서 8km 북서편에 위치하는 Four Mile 광상과 올림픽댐광상의 연장대 및 퀸스랜드 Mt Isa 지역의 Valhalla광상과 Skal 광상의 연장대가 발견되었다. Four Mile 광상의 시추결과 원광석 U_3O_8 0.37% 3.9Mt(million tons)을 확보하였으며, 이 양은 U_3O_8 15,000톤에 해당된다. Mount Isa 지역에서는 시추결과 Valhalla 및 Skal 광상에서 광체 연장대를 확인하였으며, Valharra 광상의 경우는 U_3O_8 0.077% 33.3 Mt(million tons)의 개측(indicated) 및 예측(inferred) 자원량을 확보하였으며, 이 양은 U_3O_8 25,900톤에 해당된다.

올림픽댐광산은 설비확장을 위해 2년간 예비타당성조사(pre-feasibility study)를 수행 중에 있다. 확장 내용은 U_3O_8 4,400톤의 연간생산량에서 3배 이상인 U_3O_8 15,000톤으로 증가시키는 것이다. 확장프로젝트는 수년이 소요 될 것이며 노천채굴장으로부터 첫 번째 광석 채굴은 2013-2014년이 될 것이다. 이는 광상 남동부에 대규모의 노천채굴장을 건설하여 광석을 채광한다는 계획이다. 레인저광산은 2006년 생산량이 전년 대비 20% 감소하였다. 이는 비가 많이 와서 노천채굴장에 물이 차 고품위 광석의 채굴이 감소하였기 때문이다. 이 광산회사는 U_3O_8 50,869톤의 매장량(reserves)을 보고하였으며, 이는 전년도 보고량보다 11,000톤이 증가된 양이다. 이에 부가적으로 U_3O_8 43,253톤의 총 자원량(resources)을 보고하였다. 2006년 탐사에서 레인저 No.3 광체의 연장 가능성을 확인하였다. 따라서 이 광업사는 노천채굴장의 확장 타당성조사(feasibility study)를 수행하고 있으며, 확장이 진행된다면 채광은 2011년까지 지속될 것이며 비축된 광석의 분쇄작업(milling)은 2020년까지 지속될 것으로 예측하고 있다. 베벌리 광산의 소유주인 Healthgate Resources는 개발지의 동편으로 광화작용이 연장함을 확인하였고, 남쪽에서는 추가적으로 광화작용이 확인한 바 있다. 2006년 12월 이 광업사는 광업임대지를 늘리면서 지속적인 확장을 꾀하고 있다.

생산 및 수출 (Production and Exports)

2006년 호주의 우라늄 총생산량은 U_3O_8 8,943톤(7,584톤 U)이며 이는 세 광산에서만 생산된 양이다. 레인저 광산이 U_3O_8 4,736톤, 올림픽댐 광산이 U_3O_8 3,382톤을 생산하였으며 그리고 원지용해침출채광법을 사용하는 베벌리 광산이 U_3O_8 825톤을 생산하였다. 이 생산량은 2005년에 비해 약20% 감소된 양이며 이는 올림픽댐 광

산의 예기치 않은 유지보수공사와 레인저 광산의 노천채굴장에 물이 차 고품위 광체로의 접근이 어려워 생긴 결과이다. 호주의 우라늄 생산은 캐나다(세계 생산량의 25%)에 이어 두 번째로 많은 양(세계 생산량의 19%)이다.

2006년 우라늄 수출량은 U_3O_8 8,660톤(7,344톤 U)이며 수출가는 호주달러 529백만불에 달한다. 호주 우라늄의 수출은 어떠한 군사적인 목적이 아닌 평화적 목적을 위해 사용된다는 확신을 가질 수 있는 엄중한 안전규제안에 의해 감독되고 있다. 이러한 조건은 호주 및 수입국간의 양자간 안전규제동의안 합의를 통해 이루어진다. 비핵보유국가의 경우 IAEA 안전규제가 그 국가내의 현재 또는 미래의 핵 활동 전반에 적용된다. 핵보유국가의 경우는 호주 우라늄이 평화적 목적으로 사용될 것이라는 약정 수준의 신뢰가 있어야 하며, 역시 IAEA 안전규제안에 동의 하여야 한다.

호주의 광업회사들은 우라늄을 전력발전소에 사용한다는 장기계약에 의해 영국, 프랑스, 독일, 스페인, 스웨덴, 벨지움, 핀란드 등 EU 국가 뿐만 아니라 미국, 일본, 한국 및 캐나다에 공급하고 있다.

국제협력 및 광업정책 (International Cooperation and Mining Policy)

2007년 초 호주와 러시아 정부는 1990년에 약정한 "호주-러시아 원자력협력협약"을 대신할 새로운 원자력협력에 대해 협상을 시작하였다. 제안된 새 동의안은 호주의 우라늄생산사가 러시아로 우라늄 공급을 허용하고, 이전 협약서에 포함된 엄격한 안전규제조건들을 유지하되 다른 안전규제조건을 포함시키자는 것이다.

2007년 2월부터 호주-중국간 새로운 원자력 협력합의문이 만들어졌다. 이 합의문에 의해 호주의 우라늄 생산사들이 중국으로 수출 할 수 있는 법적인 틀이 마련되었다.

호주 정부는 지구과학연구소에 5년 이상 년간 58.9백만불을 육상에너지안전대책발의안(The Onshore Energy Security Initiative)의 일환으로 지원한다고 발표하였다. 이 프로그램은 육상의 석유, 지열 및 우라늄 및 토륨의 에너지자원의 탐사에 대한 투자를 증대시키기 위하여 지진파, 방사능, 항공 전자기 및 지구화학자료의 획득을 포함하고 있다. 획득된 자료는 에너지자원 및 다른 광화작용에 대한 광상의 잠재성을 평가하는데 효율적으로 이용될 것이다. 또한 이 자료는 투자 위험을 줄이는 결정적인 자료로 활용될 것이다. 육상에너지안전대책발의안은 중앙정부와 주정부와의 국가지구과학협의(National Geoscience Agreement)를 통해 이행될 것이다.

요약(Summary)

이 동향자료는 Geoscience Australia에서 2001년 발간한 "Geoscience Australia Mineral Resources Report No.1"과 역시 동 기관에서 2007년 발행한 "Australia's Identified Mineral Resources 2007" 중 일부 내용을 발췌하여 정리한 것으로서 요약하면 다음과 같다.

OECD/NEA와 IAEA(2000)는 세계적으로 분포하는 우라늄 광상유형을 지질학적인 형성환경에 따라 15개 유형으로 분류하였으며 호주에서는 각력복합형, 부정합형, 사암형, 지표형, 변성교대형, 변성형, 화산형, 관입형 및 맥상형이 보고되어 있다. 유형별 자원량은 각력복합형, 부정합형 및 사암형 3개 유형 광상이 약 93%를

차지하며, 각력복합형광상의 자원량이 63%에 달한다. 현재 개발되는 광상은 각력복합형의 올림픽댐 광산, 부정합형인 레인저 광산 및 사암형인 베벌리 광산이다.

호주는 세계 총 우라늄 자원량의 27%를 보유하고 있어 세계 1위를 차지한다. 올림픽댐광상이 항내채광을 하는 우라늄 광산으로서는 세계에서 가장 큰 광상으로서 US$80 이하에서 회수가능한 RAR(적정확정자원량)이 476,000톤이다. 이 자원량은 세계 총 자원량의 18%를 차지하며, 단일 광산으로서는 세계최대규모이다.

2006년 호주의 우라늄 총생산량은 U_3O_8 8,943톤(7,584톤 U)이며 이는 세 광산에서 생산된 양으로서 캐나다에 이어 두 번째로 많은 양(세계 생산량의 19%)이다. 2006년 우라늄 수출량은 U_3O_8 8,660톤(7,344톤 U)이며 수출가는 호주달러 5억2천9백만불에 달한다.

호주는 우라늄 수출국들과 "원자력협력협약"을 맺어 평화적 목적을 위해서만 공급한다는 단서를 달고 있으며 IAEA에 의해 관리/감독되고 있다.

최근 호주 정부는 지구과학연구소에 많은 예산을 투여하여 육상에너지안전대책을 발의하여 자원개발에 요구되는 탐사자료 확보에 주력하고 있다.

참고문헌

히로시마대학 웹사이트 http://home.hiroshima-u.ac.jp

BGS (2007) British Geological Survey Mineral Profile, Uranium.

Geoscience Australia (2007) Australia's Identified Mineral Resources 2007. 96p.

JORC (2004) Australian code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The JORC Code). Report of the joint committee of the Australian Institute of Mining & Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia. 20p.

Kinhill (1997) Olympic Dam Expansion Project Environmental Impact Statement. Kinhill Engineers Pty Ltd., Unpublished report.

McKay, A.D. and Miezitis, Y. (2001) Australia's Uranium: Resources, Geology and Development of deposits. Geoscience Australia Mineral Resource Report 1, 184p.

OECD/NEA & IAEA (2000) Uranium, 1999: Resources, Production and Demand, OECD Nuclear Energy Agency, Paris.