

호주의 원자력 논의와 전개 방향

유승직¹⁾

에너지경제연구원, 선임연구위원



1. 머리말

호주는 우리에게 에너지자원을 포함하여 지하자원이 풍부한 국가로 알려져 있다. 특히 석탄 및 천연가스의 매장량이 풍부하고 그 결과 호주에서 생산되는 전력 대부분은 석탄과 천연가스를 연료로 사용하여 생산되는 것으로 알려져 있다. 실질적으로 호주는 현재 50%에 가까운 에너지를 석탄으로부터 얻고 있으며 동시에 전 세계에서 가장 많은 양의 석탄을 수출하는 국가이다. 우리나라도 호주로부터 많은 양의 철광석 및 유연탄을 수입하고 있다. 이처럼 양질의 저렴한 풍부한 석탄 및 천연가스가 부존함에도 불구하고 지난 몇 달 동안 이곳 호주에서는 원자력 도입을 둘러싼 논쟁이 정치권뿐 만 아니라 학계, 산업계, 그리고 환경단체에까지 확대되어 진행되었다.

원자력을 둘러싼 논쟁은 지난 5월말 미국, 캐나다,

그리고 아일랜드 등을 방문하는 과정에서 호워드(Howard) 호주 수상이 원자력발전과 우리나라 농축공장을 건설하는 것에 대한 대중토론의 필요성을 제기하면서 시작되었다. 특히 호워드 수상은 2006년 5월 20일 캐나다 방문에서 원자력 발전에 관한 집중적인 토론을 원하고 있으며 호워드 수상 자신은 원자력 개발, 호주의 원자력 발전을 위한 우리나라 농축공장을 건설할 것인지에 대해서 개방된 자세를 취하고 있음을 밝혔다.

호워드 호주 수상은 최근 지속적으로 상승하는 국제유가 및 온실가스 배출을 줄이고 기후변화를 방지하려는 국제사회의 노력을 원자력 발전 필요성에 대한 근거로서 제시하였다. 호워드 호주 수상은 최근 전문가팀(task force)들을 구성하였으며 이러한 전문가들에 의해 우리나라 광산, 우리나라 농축처리, 그리고 원자력 발전에 대한 보고서를 제출하도록 하였다. 전문가들의 연구를 통하여 호주내에 비용 측면에서 경쟁력을 가진 원

1) Visiting Fellow, Australian National University. 연락처: seungjick.yoo@anu.edu.au

자력 발전소를 건설할 수 있는 가에 대한 의견이 제시 될 것으로 기대하고 있다.

호주는 전력생산에 있어서 주요 연료인 석탄 및 천연가스뿐만 아니라 원자력 발전의 연료인 우라늄도 세계 최대의 매장량을 가지고 있으며 캐나다 다음으로 많은 양을 생산하고 있다. 하지만 전통적으로 풍부하고 저렴한 석탄 발전의 비용 경쟁력, 주정부를 장악하고 있는 노동당과 환경단체의 강력한 반대로 자국에서 생산된 우라늄을 이용한 원자력 발전을 도입하지 못하고 생산된 우라늄을 거의 전량 외국으로 수출하고 있다. 또한 호주의 주요 우라늄광이 있는 주정부는 “3개 우라늄광” 정책을 고수하며 새로운 우라늄광의 개발을 원칙적으로 금지시키고 있다. 현재까지 호주에 부존하는 저렴한 풍부한 석탄자원으로 인하여 원자력 발전은 에너지 공급 대안으로서의 위치를 찾지 못하였다.

하지만 지난 4월 중국의 원자바오 총리가 호주를 방문했을 때 호주와 중국은 호주의 우라늄을 중국에 수출하고 양국간 우라늄 탐사, 관련 기술개발 및 교류를 내용으로 한 협약을 체결하였다. 또한, 호주는 그 동안 인도가 핵확산금지조약 미가입국임을 이유로 우라늄 공급을 하지 않기로 했던 종래의 입장이 변화할 수 있다는 가능성을 호워드 호주 수상이 미국 방문시 행한 연설을 통하여 제시하였다.

호주산 우라늄 수요가 증가함에 따라 호주 정부는 주요 수출에너지원인 우라늄을 단순히 생산된 상태로 수출하는 것보다는 농축(enrichment)과정을 거쳐 보다 높은 부가 가치를 창출할 수 있도록 하기 위하여 농축과정을 호주국내에 도입하고자 한다. 구체적으로 우라늄 농축공장 가동을 통하여 현재 0.7%의 용융이 가능한 동위원소인 우라늄 235를 핵연료로 사용이 가능한 3~5%의 우라늄 235로 농축함으로써 수출시 부가

가치를 높이고자 한다.

이처럼 호주에서는 자국내 풍부하게 존재하는 우라늄에 대한 대중의 관심을 높이고 이를 국내에서의 활용 가능성에 대한 대중의 의견을 살펴보고자 하는 시도가 현재 진행되고 있는 것이다. 국내의 풍부한 천연자원을 석탄과 천연가스에만 국한하지 않고 다양하게 이용함으로써 호주의 에너지 안보를 증진시키고자 하는 것도 표면상으로 나타난 원자력 논의 전개에 근거이다.

본 글에서는 우선적으로 호주의 에너지 소비 현황 및 전망, 전력수요, 전력생산 연료, 그리고 우라늄 등 원자력발전과 관련이 있는 광물자원에 대하여 살펴볼 도록 하겠다. 그리고 원자력 발전 및 우라늄에 관한 현안들에 대하여 간략히 살펴보고 현재까지 호주 사회 계층간에 논의되고 있는 원자력 관련 내용을 정리하여 보도록 하겠다. 마지막으로 이상에서 살펴본 논의를 근거로 향후 호주 원자력 발전 도입에 관한 필자의 의견을 정리하여 보도록 하겠다.

2. 호주의 에너지 수급 현황

호주 ABARE(2006)가 발표한 호주 에너지 생산 및 소비 자료를 살펴보면 2004~05 회계 연도 기간 중 호주의 에너지 생산 증가율은 국내 소비증가율을 상회한 것으로 나타났다. 동기간 천연가스 생산은 10% 증가하였으며 우라늄 생산은 15% 증가하였다. 그리고 호주 에너지 생산의 50%를 차지하는 석탄 생산은 6% 증가하였다. 2004~05년 현재 호주 에너지 생산에 있어서 석탄이 차지하는 비중은 50%에 이른다. 한편 최근 높은 생산 증가율을 보이고 있는 우라늄은 전체 에너지 생산에서 31%를 차지한다. 천연가스 생산 비중은 약 10%에 이른다.

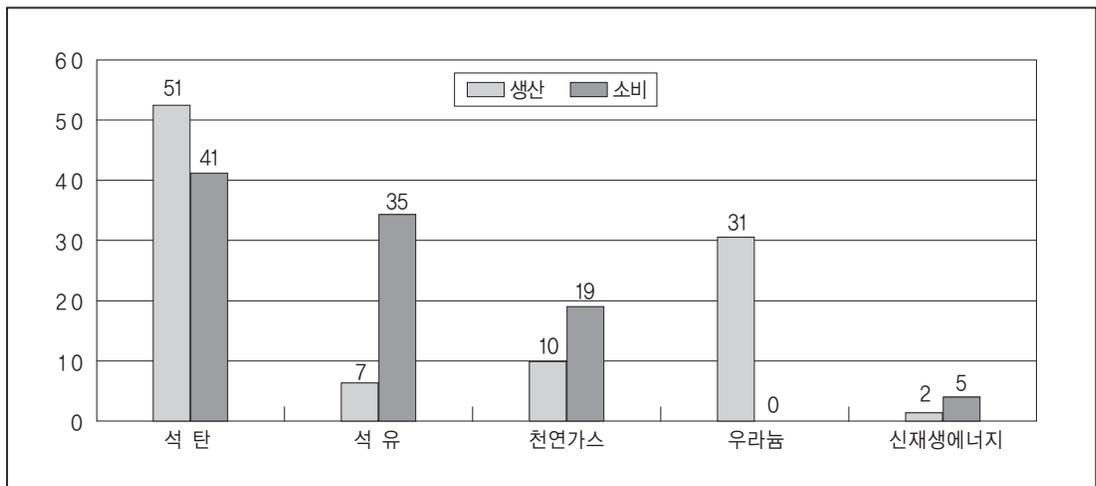
이슈진단

호주는 과거 30년 동안 에너지 소비량이 2배 이상 증가하였다. 상대적으로 높은 에너지 소비증가를 보인 1970년대에는 연평균 3.8%씩 증가하였다. 1980년대에는 경기침체와 에너지 가격의 급상승으로 에너지 소비 증가율은 2.6%로 하락하였다. 하지만 1990년대의 에너지 실질가격 하락 및 견고한 경제성장으로 인하여 에너지 소비는 더 이상 하락하지 않고 연평균 2.5%를 유지하였다. 그리고 2004~05년에는 전년도 대비

호주의 에너지 생산 및 소비를 함께 살펴보면 석탄과 우리나라의 경우 국내 소비에서 차지하는 비중은 생산에서 차지하는 비중보다 낮다. 석유와 천연가스는 생산 비중보다 소비비중이 높은 것을 알 수 있다. 이러한 에너지원별로 국내에서 생산과 소비에서 차지하는 비중의 차이를 반영하여 석탄 및 우리나라 호주의 에너지 수출에서 차지하는 비중이 매우 높다. 석탄(유연탄)수출이 호주 전체에너지 생산에서 차지하는 비중은 40%

[그림 1] 호주의 에너지원별 생산 및 소비 비중(2004~05)

(단위 : %)



자료: ABARE, Energy Update, June, 2006

1.9% 증가하였다.

한편 에너지 소비증가율을 GDP소비 증가율과 비교하여 보면 90년대 이후 호주의 연평균 에너지 소비 증가율은 연평균 실질 GDP 증가율보다 낮은 상태를 유지하고 있다. 호주의 에너지 소비에 있어서 연료별 비중을 살펴보면 [그림 1]에서와 같이 석탄의 비중이 41%, 석유가 35%, 그리고 천연가스가 19%를 차지한다.

이때 우리나라가 수출이 차지하는 비중은 31%이다.

호주의 에너지 소비 증가율과 비교하여 높은 생산 증가율은 에너지 수출의 높은 증가율을 의미한다. 호주 석탄(유연탄) 수출은 2004~05년 전년대비 6% 증가하였으며 우리나라 수출은 24% 증가하였다. 그리고 호주는 전체 생산량 중 1/3을 국내에서 소비하고 나머지 2/3를 해외시장으로 수출하는 것이다.

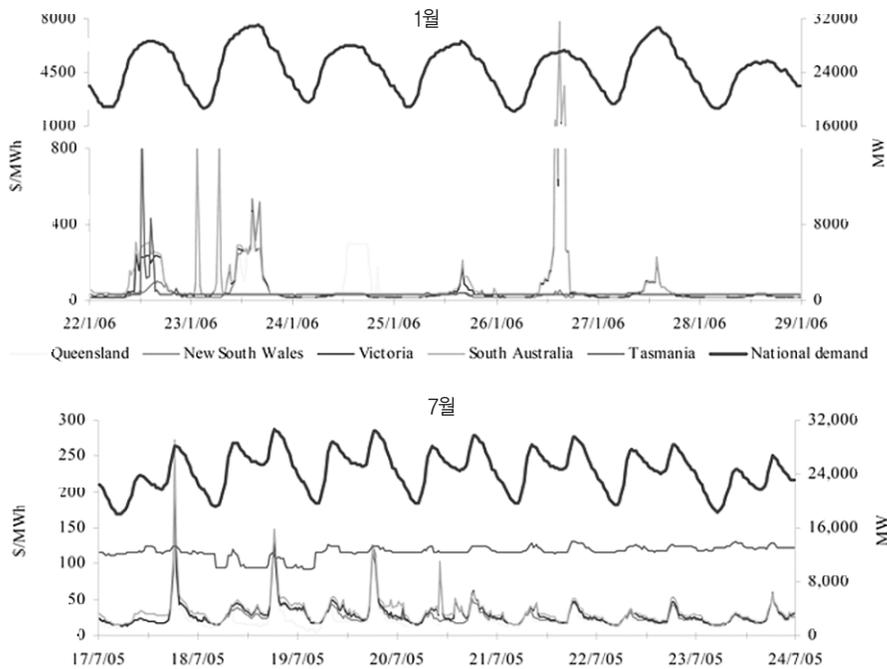
호주 전체 에너지 소비에 있어서 전력생산이 차지하는 비중은 31%이고 수송 및 제조업 부문이 차지하는 비중은 24%이다. 한편 전력생산에 있어서 에너지 원별 구성비를 살펴보면 2004~05년 기준으로 석탄이 차지하는 비중은 76%이고 천연가스가 차지하는 비중은 15%이다. 그 외에 석유 및 수력이 차지하는 비중은 각각 1%, 7%이다. 그리고 수력이외의 신재생에너지가 차지하는 비중은 1%미만이다.²⁾

호주의 전력 소비는 전체에너지 소비에 비하여 상대적으로 높은 증가속도를 보이고 있다. 1990~91년 이

후 에너지 소비의 연평균 증가율은 2.4%이었지만 전력 소비의 연평균 증가율은 3.5%이었다. 그리고 앞에서 살펴본 바와 같이 2004~05년도 에너지 소비는 전년도 대비 1.9% 증가하였지만 전력소비는 전년도 대비 4.3% 증가하였다. 호주 에너지 정책당국의 입장에서는 에너지소비 증가율뿐만 아니라 경쟁시장 체제하에서 상대적으로 높은 증가율을 보이고 있는 전력의 안정적 공급 및 증가하는 전력 수요를 충족시킬 수 있는 발전 설비를 확보하는 것이 시급한 문제이다.

[그림 2]는 2005~06년 호주 전체, 그리고 주별 일

[그림 2] 호주의 일별 부하 형태



자료: Byrne, Aidan, Nuclear Technologies, Past, Present and Future.에서 인용

2) 호주에서는 수력을 신재생에너지에 포함하고 있으며 이 경우 신재생에너지의 비중은 8%이다.

일 전력수요를 나타내고 있다. 호주의 전력수요는 하절기인 1월이 동절기인 7월보다 높지만 그 차이는 그리 크지 않다. 원자력 발전은 석탄 발전과 마찬가지로 일반적으로 기저부하를 담당한다. 호주의 경우 하절기 및 동절기 모두 기저 부하는 최대 부하대비 약 60% 이상을 유지하고 있으므로 상대적으로 원자력 발전설비를 설치하여 기저부하의 일부를 담당할 잠재력이 존재한다.

2029~30까지 호주 에너지 전망을 살펴보면 2010년대 초반까지는 상대적으로 높은 GDP성장이 기대되어(전망기간 연평균 3.1%성장) 1차 에너지 소비는 연평균 2.1%씩 증가할 것으로 기대된다. 그리고 2029~30년까지는 연평균 1.9%씩 증가할 것으로 전망하고 있다. 전망기간동안 에너지원별 연평균 증가율을 살펴보면 천연가스가 2.8%, 그리고 신재생에너지는 2.7% 성장할 것으로 전망하고 있다.

유연탄의 경우에는 연평균 1.4%, 그리고 갈탄의 경우에는 연평균 0.9% 성장할 것으로 전망하고 있다. 신재생에너지 중에서는 바이오 가스 및 바이오 매스가 각각 5.8%, 2.8%씩 증가할 것으로 전망하고 있다. 에너지원별로 소비에서 차지하는 비중을 살펴보면 2029~30년 기준 석탄이 36%, 석유가 34%를 차지하고 천연가스는 25%를 차지할 것으로 전망하고 있다.

전력생산에 대한 전망을 살펴보면 전망기간 중 전력은 1차에너지 소비증가율보다 높은 연평균 2.1%씩 증가할 것으로 전망하고 있다. 전망기간 중 전체 전력소비의 증가 중 38%는 상업부문에서 발생하며 가정부문 및 제조업부문의 수요 증가는 각각 전체 증가의 24%, 21%를 차지한다. 전력생산에 사용되는 연료를 살펴보면 전망기간 중 천연가스가 연평균 3.8%의 가장 높은 증가율을 보인다. 이는 퀸스랜드(Queensland) 주정부

의 전력구매자가 구입하는 전력 중 13%를 천연가스 발전에서 구입하도록 한 제도 및 다른 지역에서의 온실가스 저감정책을 반영한 결과이다.³⁾

한편 동기간 중 유연탄 발전은 연평균 1.9%씩 증가하고 수력발전은 연평균 0.4%씩 증가할 것으로 기대된다. 전력생산전망에 있어서 가장 두드러진 특징은 수력을 포함한 신재생에너지 발전이 연평균 2.4%씩 증가하는 것이다. 특히 바이오 매스, 바이오 가스, 그리고 풍력발전은 연평균 7%이상의 높은 증가율을 보일 것으로 전망하고 있다. 그 결과 2029~30년 기준 전력생산에서 석탄이 차지하는 비중은 69%로 감소하지만 천연가스의 비중은 22%로 증가할 것으로 기대된다. 그리고 수력을 제외한 신재생에너지가 전력생산에서 차지하는 비중은 현재의 1%수준에서 4%로 상승할 것으로 전망하고 있다.

호주의 천연가스에 대한 수요는 위에서 언급한 바와 같이 주정부의 천연가스 발전 전기 의무구입 및 온실가스 감축정책으로 인하여 높은 증가가 기대된다. 호주에 매장된 139Tcf 중 79%가 서호주에 있고 14%는 호주 북쪽지역에 있다. 하지만 인구의 90% 이상이 사는 호주 동부지역은 전체 천연가스 매장량의 8%만이 부존한다. 특히 이지역의 가스수요는 전망기간 중 현재 대비 2배 이상 증가할 것으로 예상되어 2010년대 중반 이후 천연가스 수요공급 불균형이 40%에 이를 것이다. 이러한 부족분은 현재로서는 외국에서 수입하거나 호주 동북부지역에서 충당할 계획이다. 이러한 천연가스의 지역별 수요와 공급의 차이는 증가하는 발전용 천연가스 수급의 불확실성을 가져다주는 요인으로 작용한다.

이상에서 살펴본 바와 같이 호주의 에너지 수요는 지속적으로 증가할 것으로 전망되고 있으며 전체적으

3) 한편 New South Wales 주정부는 2007년까지 1인당 온실가스 배출수준을 1989-90년 대비 5% 감소한 수준을 목표로 하는 정책을 발표하였다.

로 석탄 및 천연가스의 지속적 생산 증대를 통하여 국내 수요뿐만 아니라 해외 수요도 충당시켜 나갈 것으로 전망된다. 하지만 상대적으로 높은 전력수요 증가가 기대되고 인구의 90% 이상이 거주하는 동부지역에서는 지역적인 천연가스 공급 불균형이 발생할 가능성이 있다. 그러므로 지속적으로 증가하는 전력수요를 충당할 수 있는 발전연료의 안정적 확보와 발전설비의 확충이 해결해야할 정책과제로 남아있다.

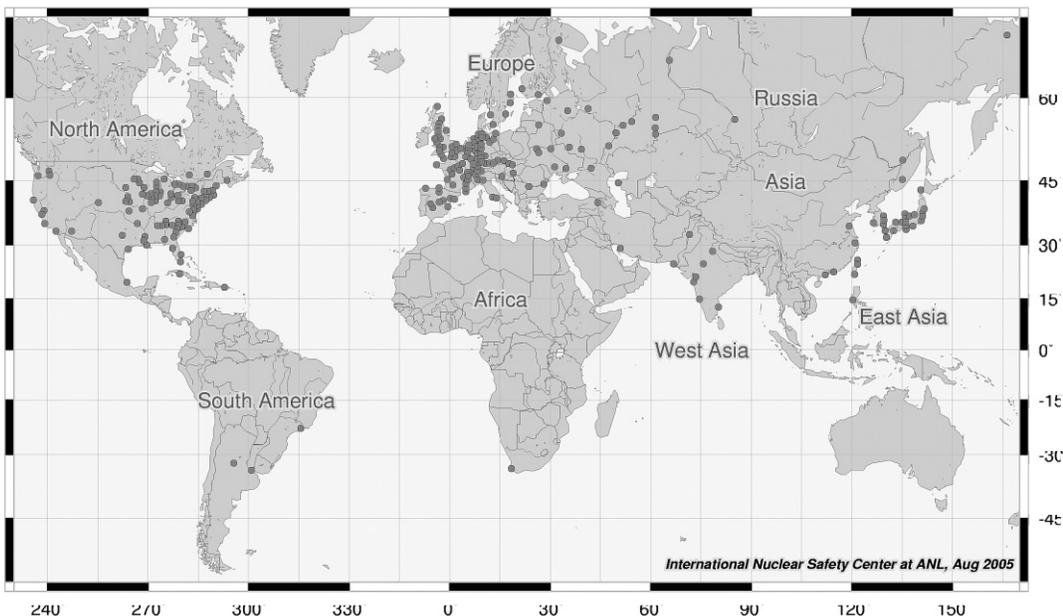
3. 세계 원자력 발전과 호주의 우라늄 생산

세계 원자력 발전에 관한 연구 및 자료는 상대적으로 풍부하기 때문에 여기서는 OECD/NEA가 최근 원자력 및 우라늄에 관하여 발표한 내용을 중심으로 세계 원자력발전의 흐름 및 우라늄 이동을 호주를 중심으로 살펴

보도록 하겠다. 원자력 발전의 흐름 및 지역별 원자력 발전에 대한 정책을 간략히 살펴보면 다음과 같다.

2004년 현재 약 440개의 원자로가 가동 중이며 발전용량은 369GWe이며 우라늄 소비량은 67.3천톤이다. 원자력 발전은 1950년 이후 급속도로 발전하여 왔다. 하지만 1970년대 말 1980년대 초반의 Three Mile Island 및 Chernobyl 사건 등 원자력의 안전성에 대한 의문이 제기되면서 1980년 이후 증가속도는 낮아졌다. 다만 중국의 급속한 원자력 발전 시설추가 결과 최근 원자력 발전용량이 증가하였다. 이처럼 원자력 발전의 완만한 증가원인은 원자력에 대한 안전성 문제뿐만 아니라 1983년의 갑작스런 화석연료가격의 하락, 그리고 1980, 1990년대의 전력시장 자유화초치이후 투자 위험성이 높은 원자력 발전에 대한 민간부문의 투자 회피 등이 있다.

[그림 3] 세계 원자력 발전 분포도



이슈진단

[그림 3]은 전 세계적으로 가동 중인 원자력 발전소의 분포를 나타내고 있다. 유럽, 북아메리카, 그리고 동북아 지역에 원자력 발전소가 밀집되어 있다. 현재까지 유럽국가들이 전체 전력 생산에서 원자력 발전에 의존하는 비중은 다른 지역보다 높다. 원자력발전이 전 세계 발전에서 차지하는 비중은 약 16%이며, 원자력 발전을 도입한 국가의 전력생산에서 원자력발전이 차지하는 비중은 약 28%이다. 전체 발전에서 원자력 발전이 차지하는 비중은 국가별로 다양하게 나타나고 있는데 리투아니아(Lithuania)와 프랑스(France)의 경우 각각 80.0%, 78.0%를 차지하고 중국과 인도의 경우에는 매우 낮게 나타나 각각 2.2%, 3.3%를 차지한다.

현재 신규 원자력 발전설비를 건설하는 국가는 러시아, 프랑스 그리고 일본 등이다. 가장 적극적으로 원자력 발전의 도입을 추진 중인 국가는 중국이다. 중국은 현재 8개의 원자력발전소를 건설하고 있으며 최소한 향후 10년간 8개의 발전소를 추가적으로 건설할 것으로 알려지고 있다. 그리고 오스트리아, 덴마크, 그리스, 아일랜드, 이태리, 그리고 노르웨이 등은 원자력 발전을 금지시키고 있으며 스위스, 독일, 그리고 스웨덴 등은 원자력의 자연적 소멸 정책을 택하고 있다. 현재 원자력이 없는 국가 중 원자력 발전소 건설에 대한 논의가 진행되고 있는 국가들은 호주, 오스트리아, 덴마크, 그리스, 아일랜드, 그리고 노르웨이 등이다.

유럽 국가 중 핀란드는 서방국가로서는 15년 만에 자국내 5번째 원자력 발전소를 건설할 것을 공식화하며 향후 10년 이내에 새로운 원자력 발전소를 가동할 계획을 발표하였다. 미국은 새로운 원자력 발전소 건설 이외에도 기존의 26개 원자력 발전소에 대하여 허가기간을 20년 추가로 연장하였다. 이러한 미국의 적극적인 원자력발전 정책 추진은 에너지원의 독립성 확보,

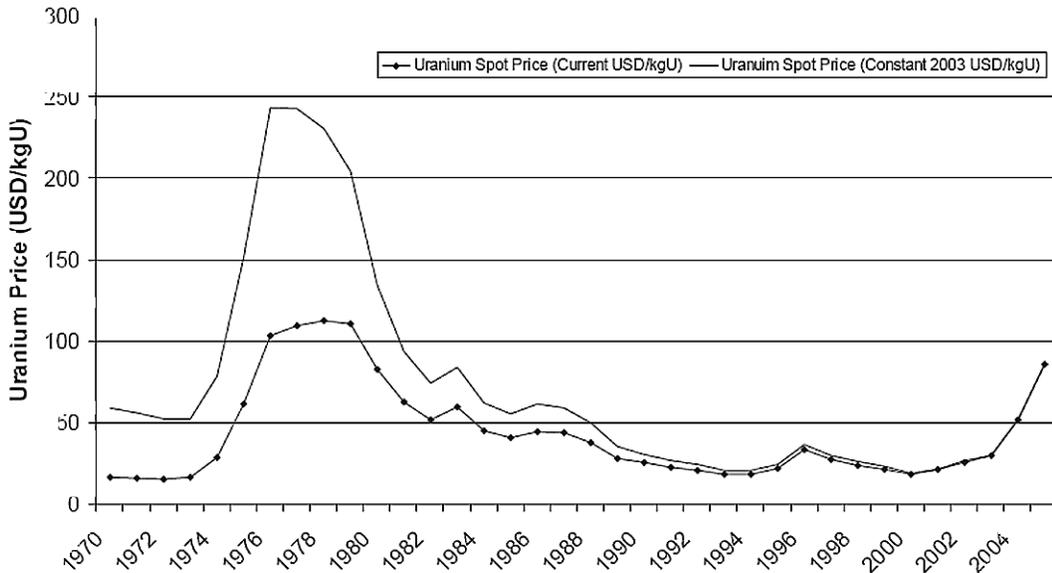
혹은 에너지 안보를 증대시키는 것에 근거하고 있다.

원자력 발전의 이러한 환경변화로 인하여 원자력 발전 설비는 2020년까지 약 7~15%로 완만히 증가할 것으로 전망된다. IAEA는 2020까지 전세계 발전 중에서 원자력 발전이 차지하는 비중은 17%정도로 전망하고 있다. 원자력발전 비중의 증가는 앞에서 언급한 바와 같이 대부분 아시아, 그리고 중부 및 동유럽 국가들에서 신규 건설되는 원자력발전소 때문이다.

원자력 발전의 연료인 우라늄은 최근 지속되는 고유가 등으로 인하여 국제시장에서의 가격도 급등하였다. [그림 4]는 1970년 이후 국제시장에서 거래되는 우라늄 가격의 변화를 나타낸다. 현재의 우라늄 가격은 2003년 실질가격 기준으로는 1970년대 후반 수준에는 미달한다. 하지만 2002년 이후 우라늄 가격은 5배 이상 상승하였다. 우라늄 가격의 상승은 한편으로는 기존에 개발되거나 이미 생산하고 있는 우라늄광으로부터 생산을 증대시키고 다른 한편으로는 우라늄광에 대한 탐사를 활발히 진행시킬 수 있는 동기를 제공한다. 2004년 현재 우라늄 탐사에 지출된 비용은 약 133백만 달러로서 2002년 대비 약 40% 증가하였다(OECD 2006). 미국은 2002년 우라늄 탐사에 약 1백만달러를 지출하였으나 2004년에는 1천만달러를 지출하였다. 이처럼 전세계적으로 우라늄 탐사 및 탄광개발이 활발히 진행되고 있다.

2004년 현재까지 알려진 전세계 우라늄 매장량은 8,547천톤에 이른다. 2004년의 우라늄 매장량 추정치는 2003년에 비하여 증가하였는데 이는 새로운 우라늄의 발견보다는 우라늄 가격이 상승함에 따라 채굴가능한 우라늄의 질을 조정한 결과이다. 한편 확인되지 않은 우라늄의 양은 약 1천만톤으로 추정하고 있다. 앞에서 지적한 바와 같이 우라늄의 국제시장가격이 상승

[그림 4] 국제 우라늄 가격의 변화 추이



Source: Echavarri Luis, Sokokov, Yuri, "Uranium Resources: Plenty to Sustain Growth of Nuclear Power," 2006

함에 따라 기존 매장량의 재평가로 인한 우라늄의 매장량 증가뿐만 아니라 탐사 증대로 인한 매장량의 증가도 단기적으로 예상된다.

2004년 현재 우라늄은 4만톤이 생산되었다. 2004년 우라늄 생산량은 수요량 대비 60%인 데 부족분은 채고, 핵무기 분해 등을 통한 2차 공급원으로 충당되었다. 이는 2002년의 생산량 3만6천톤 대비 12%증가한 결과이다. 2004년 현재 우라늄을 생산한 국가는 19개국이다. 2002년 대비 2004년 생산량이 30%이상 증가한 국가들은 호주, 카자흐스탄, 나미비아 등이고 브라질, 러시아, 그리고 우즈베키스탄 등은 약 5%~15% 정도 증가하였다.

우라늄에 대한 수요전망에 의하면 신규 건설 및 기존 원자력 발전소의 허가기간 연장에 따른 원자력 발전

증가로 인하여 2025년에는 수요가 각각 82.3천톤, 그리고 100.8천톤에 이를 것으로 추정하고 있다. 현재의 생산 추세 및 계획된 생산에 의하면 2010년까지 우라늄 수요량은 kg당 80달러이하의 비용이 소요되는 광산으로부터 충분히 공급될 것으로 기대된다. 하지만 2010년 이후에는 2차 공급원의 역할이 감소될 것으로 기대되므로 추가적인 우라늄광의 개발 및 생산이 필요하다.

매장량 기준에 따라 호주는 전세계 매장량의 28%에서 40%에 이르는 우라늄을 보유하고 있는 최대의 우라늄 부존국가이다. 그리고 수출에 있어서도 캐나다에 이어 2번째로 많은 양의 우라늄을 수출하고 있다. 호주 외에 우라늄 매장량이 많은 국가로는 전세계 매장량의 15%를 보유한 카자흐스탄, 그리고 14%를 보유한 캐나

이슈진단

나 등이 있다. 에너지 안보측면에서 우리나라가 석유와 다른 점은 호주, 캐나다 등 주요 생산·수출국가가 중동지역국가에 비하여 지정학적으로 안정되어 있어 공급의 안정성이 뛰어나고 그 결과 이들 국가로부터 우리나라를 공급받는 국가들은 연료공급의 안정성을 확보할 수 있다는 것이다.

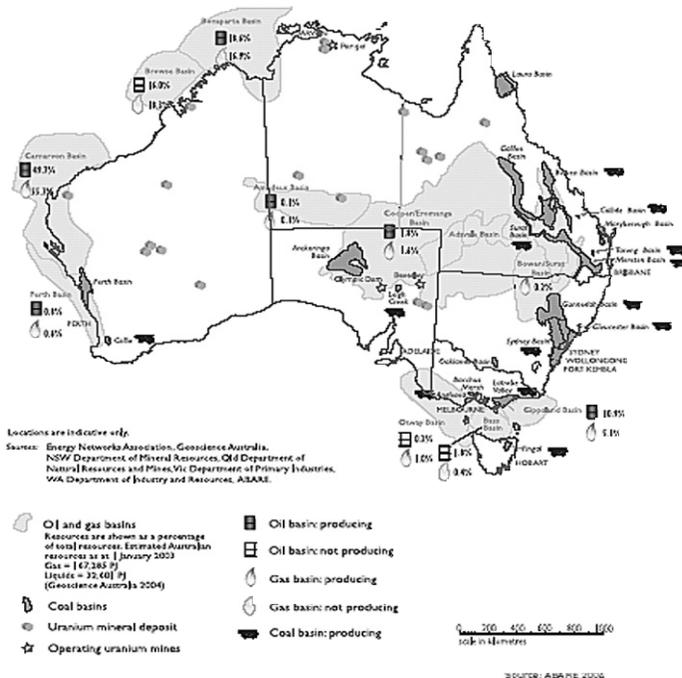
호주의 우리나라를 포함한 광물자원에 대하여 좀 더 살펴보고자 하겠다. 최근 국제유가 및 광물자원 가격 인상으로 인하여 호주의 에너지 및 광물자원에 대한 탐사 및 개발에 대한 투자는 높은 속도로 증가하고 있다. 호주 전체의 광물자원 탐사비용 지출액은 2005~06년 현재 전년도 대비 13% 증가하였으며 과거 25년간 평균

지출액보다 6% 정도 높다. 이러한 규모는 1997~98년 이후 가장 높은 수준이다.

이 중 석탄, 철광, 그리고 우리나라탐사에 지출한 금액은 2005~06년에 매우 높은 증가를 보이고 있다. 2005~06년도 석탄 탐사비용 지출액은 전년도 대비 24% 증가한 157백만호주달러를 기록하였다. 그리고 2005~06년도 우리나라탐사 지출액도 전년도 지출비용의 2배 수준인 56백만호주달러에 이를 것으로 기대하고 있다. 이러한 우리나라광 탐사 증가는 앞에서 살펴본 바와 같이 전 세계적으로 원자력에 대한 관심이 높아지는 것과 우리나라 가격이 상승한 결과이다.

[그림 5]는 호주 정부가 발표한 에너지 자원의 분포

[그림 5] 호주 에너지 자원 분포



자료: Australian Government, Securing Australia's Energy Future, 2004

를 나타내고 있다. 우라늄은 호주 서부 및 북부지역에 주로 분포되어 있다. 특히 호주 동부의 퀸스랜드 지역에도 상당량의 우라늄이 매장되어 있다. 현재 호주의 우라늄광은 외국과의 합작투자에 의해서 이루어지고 있다. 호주 우라늄광에 투자한 국가는 영국, 미국, 캐나다, 그리고 남아프리카 공화국이다. 영국은 호주의 ERA-Australia와 Ranger Mine에, 호주의 BHP-Billiton와 Olympic Dam에 투자하고 있다. 호주의 Heathgate사와 미국은 Beverley에 투자하고 있다. 그리고 캐나다와 남아프리카 공화국은 호주의 Southern Cross사와 Honeymoon 사업에 공동 투자하고 있다.

호주에는 발전용 원자료가 존재하지 않으므로 생산된 우라늄은 거의 전량 해외로 수출된다. 호주로부터 우라늄을 수입하는 나라는 우리나라를 포함하여 미국, 일본, EU 그리고 캐나다 등이다. 미국은 호주 우라늄 전체 수출량의 39%를 차지하고 있으며 일본과 유럽연합이 각각 25%, 캐나다가 1%, 그리고 우리나라가 10%를 차지하고 있다. 현재 수출액은 약 355백만호주달러에 이르며 중국에 대한 수출이 이루어질 경우 약 710백만호주달러에 이를 것으로 추정하고 있다.

호주는 최근 중국과 원자력에 관한 2가지 협약을 체결함에 따라 중국에 우라늄을 공급하게 될 것이며 인도의 수출 요구에 대해서도 호워드 호주 수상이 인도가 핵확산금지조약 가입국이 아님에도 불구하고 긍정적으로 고려할 수 있다는 의견을 제시함으로써 인도에 대한 수출 가능성도 존재한다. 호주는 이들 국가에 우라늄을 공급하게 되는 경우 높은 수출소득을 올릴 수 있다. 그리고 현재처럼 단순히 생산된 우라늄을 수출하는 대신에 농축과정을 거쳐 부가가치를 높이는 경우 더욱 많은 수입을 창출할 수 있을 것이다. 최근의 원자

력 발전 및 농축공장을 건설하는 것에 대한 호주 국내의 논의는 이러한 측면도 고려하여 진행되고 있는 것으로 볼 수 있다.

4. 호주의 원자력 발전에 대한 논의

현재까지 발표된 호주 정부의 공식적인 에너지 정책 백서인 "Securing Australia's Energy Future"에서는 원자력 발전을 언급하고 있지 않다. 그리고 현재 호주의 주정부를 장악하고 있는 제1 야당인 노동당의 정책 강령에서도 명시적으로 호주의 에너지 대안에서 원자력을 제외하고 있다.

- (노동당)은 방사능폐기물을 바다에 버리는 것을 절대적으로 반대한다.
- 호주내 원자력 발전소의 건설 및 핵연료처리과정을 금지시킨다.
- NPT 당사국으로서의 책무를 완벽하게 이행한다.
- 호주 밖에서 생산된 핵폐기물의 수입 및 저장을 강력히 반대한다.

이와 같은 정부의 기본 에너지 정책 및 야당의 분명한 반대에도 불구하고 호주의 호워드 수상은 해외순방 과정에서 원자력 발전 및 우라늄 농축에 대한 대중의 논의를 제안하였다. 호워드 수상은 최근의 고유가와 환경에 대한 관심 증가가 원자력 발전에 대한 논의를 유발시키고 있음을 지적하였다. 그리고 미래에는 결국 경제적인 고려를 통하여 원자력을 도입하는 것이 불가피하다고 하였다.

이처럼 호주에서 원자력에 대한 관심이 높아지게 된 직접적인 계기는 호주-중국 간 원자력 관련 협약의 체

이슈진단

결 및 이에 근거한 호주의 우라늄 대중국 수출계획일 것이다. 지난 4월 중국의 원자바오 총리가 호주를 방문할 때 호주와 중국은 호주 우라늄의 중국공급을 합의하였다. 중국과 호주는 원자력에 관한 2가지 협약을 맺었다. 첫째 협약은 원자력 물질의 이전에 관한 것이다. 두 번째 협약은 원자력 관련 물질, 장비, 그리고 기술의 이전에 관한 협약이다.

호주 정부는 중국에 대한 우라늄수출 설명 자료를 통하여 중국은 현재 전체 전력생산의 80%를 석탄에 의존하고 있으며 증가하는 에너지 수요를 충족시키기 위해서는 현재의 원자력 발전 수준을 4배 높여야 한다고 하였다. 그리고 중국이 지속적으로 연료인 우라늄을 공급하기 위해서는 수년 내 외국으로부터 우라늄을 수입해야 함을 지적하며 호주는 중국의 주요한 우라늄 공급 국가가 될 것임을 설명하고 있다. 한편 중국이 호주의 우라늄광에 대한 투자의 길은 물론 연방정부 및 주정부의 승인을 요하지만 원칙적으로 열려있다. 또한 이러한 중국과 호주의 협약을 통하여 중국과 호주간 우라늄 탐사와 관련된 협력도 하기로 합의되었다.

호워드 수상 이외에도 호주 재무장관인 코스텔로(Peter Costello)는 현재 호주의 천연가스 및 석탄은 매장량이 풍부하고 채굴비용이 낮기 때문에 현재 상황에서 원자력을 도입하여도 원자력 발전의 비용은 석탄 발전에 비하여 2배 이상 높을 것이라고 하며 원자력이 단기간내에 도입될 가능성은 그리 높지 않음을 지적하였다. 하지만 호워드 수상 및 산업장관인 맥파레인(Ian Macfarlane)은 2020년을 전후하여 원자력 발전은 석탄 발전과 경쟁력을 가질 수 있을 것이라고 하였다.

호주 다운너(Alexander Downer) 외무장관은 최근의 기후변화로 인하여 많은 사람들이 원자력에 대한 입장을 바꾸고 있으며 따라서 원자력 발전에 대한 토론이

필요하다고 하였다. 호주 기상청은 지난 1월 2005년이 지금까지 온도 기록이 존재하는 기간 중에서 가장 더운 한 해였다고 발표하여 지구 온난화에 대한 호주 국민의 관심을 집중시켰다. 다운너는 원자력의 온실가스 배출 저감 효과 및 호주가 전세계 우라늄의 매장량 중 30~40%를 가지고 있다는 관점에서 국민이 원자력 발전 도입 및 농축프로그램의 도입을 논의해야 할 것이라고 하였다.

제1야당인 노동당은 앞에서 언급한 바와 같이 공식적으로 원자력 발전을 반대할 뿐만 아니라 우라늄광 개발에 있어서도 새로운 우라늄광의 개발을 원칙적으로 반대하고 있다. 하지만 최근 연방정부 및 주정부는 남부 호주 및 북부 호주에서 새로운 우라늄광의 개발 및 확장을 승인하였다. 2005년에는 노동당이 장악한 호주 북부 주정부가 우라늄광에 대한 통제권을 호주 연방 정부에 반환하였다. 호주 북부지역에는 약 \$120억 상당의 우라늄 매장량이 있다.

호주 녹색당 대표인 브라운(Bob Brown) 상원의원은 호워드 수상이 원자력 발전을 도입하고자 하는 입장은 분명하고 호워드 수상의 당이 상원을 지배하고 있으므로 호주가 전 세계적인 핵확산의 주도적 역할을 하게 될 것이라고 비판하고 있다. 또한 환경단체는 원자력 도입의 근거로 삼는 온실가스 배출 저감효과는 2050년까지 전 세계적으로 원자력의 보급수준을 현재 수준보다 2배 증가시키는 경우에도 5%수준에 불과할 것임을 지적하며 이러한 호워드 수상의 주장이 원자력 발전 도입효과를 과장하고 있음을 지적하며 비판하고 있다.

원자력 발전 도입에 반대하는 다른 전문가들은 민간 부문이 정부 보조금 없이 원자력발전 사업의 위험을 감수할 가능성은 매우 낮으며 원자력 발전을 도입하기 위해서는 많은 보조금이 지급되어야 할 것이고 주장하고

있다. 구체적으로 호주 녹색당 대변인은 원자력 발전소를 건설하기 위해서는 국민들로부터 많은 세금을 거둬 보조금을 지급해야 할 것이라면서 반대 입장을 밝혔다. 녹색당은 이미 호주의 우라늄폐광처리를 위하여 우라늄광산 업계에 보조금이 지급되고 있음을 지적하였다. 또한 호주 그린피스 소속 전문가들은 호워드가 방문한 캐나다의 경우 원자력으로 인하여 전력요금이 상승하였다고 주장하고 있다.

한편 산업계의 입장에서도 원자력 도입에 대하여 상반된 의견이 제시되고 있다. 전력생산에 있어서 원자력 발전과 경쟁관계에 있는 석탄업계는 환경단체와 더불어 원자력 도입을 강력하게 반대하고 있다. 석탄업계는 호주가 충분하고 저렴한 석탄자원을 보유하고 있으므로 발전비용이 높은 원자력 발전을 도입할 필요가 없다는 의견을 강력하게 피력하고 있다.

호주 광산업계는 호주와 중국의 우라늄 수출 및 원자력관련 기술교류 등에 관한 협약을 계기로 호주 중앙 정부 및 지방정부의 우라늄 탐사 및 개발에 관한 제도가 바뀌기를 기대하고 있다. 이러한 제도 개정을 통하여 호주 우라늄이 세계 시장에서 가격경쟁력을 가지고 시장을 확대해 나가기를 바라고 있다. 특히 호주 광산업계는 현재 주정부를 장악하고 있는 노동당의 신규우라늄광 개발 제한조치로 인하여 세계 우라늄 시장을 카자흐스탄과 캐나다에게 잠식당하고 있음을 지적하며 이러한 조치가 완화되거나 철폐되어야 한다고 주장하고 있다. 그리고 앞에서 언급한 중국과의 원자력 관련 협약을 통하여 현재 약 20억달러 수준인 중국에 대한 광산업계의 재화와 서비스 수출규모를 2010년까지 60억달러 규모로 확대하려고 한다.

호주 경제계를 대표하는 호주 상공회의소(Australian Chamber of Commerce and Industry)

는 2005년 7월 호주상공회의소의 공식적인 에너지 정책에 대한 입장으로서는 미래의 잠재적 에너지원으로서 원자력을 고려할 것을 주장하였다. 물론 이러한 주장이 당장 원자력을 에너지공급정책대안으로 간주할 것을 주장하는 것은 아니라는 것을 밝히고 있다. 다만 중장기적인 관점에서 경제적 비용편익분석, 정치적 의견 수렴 등의 과정을 통하여 호주에서 원자력이 에너지 대안으로 가능한 지를 살펴보아야 한다는 것이다. 이러한 호주 상공회의소 주장의 근거는 원자력을 통한 온실가스 배출 감소 편익이 다른 부정적인 영향을 능가할 것이라는 것이다.

호주 상공회의소는 향후 15년간 호주의 전력수요는 인구 증가, 경제성장으로 인하여 연간 2.4%씩 증가할 것으로 예상되지만 유연탄 발전은 정부의 정책 및 각종 규제에 인하여 동일 기간 동안 연평균 2.2%씩 증가할 것으로 전망되기 때문에 원자력발전도 대안으로서 고려하여야 할 것임을 주장하고 있다. 또한 호주 상공회의소의 자료에 의하면 최근 원자로 설계의 표준화, 기술 발전, 그리고 건축기간의 단축 등으로 원자력 발전 비용이 급격히 하락하여 석탄발전과 발전비용 측면에서 충분한 경쟁력을 가지고 있음을 지적하고 있다.

한편 원자력 발전에 대한 전문가들의 논의의 핵심은 원자력 발전의 경쟁력이다. 이에 대하여 2005년말 호주 멜버른(Melbourne) 대학의 세비아(Martin Sevier) 교수팀은 호주의 원자력 발전에 관한 연구 결과를 발표하였다. 세비아 교수팀은 유럽에서 발표된 연구를 포함한 과거의 연구에서 원자력 발전의 편익은 낮게 평가되었으며 폐기물 처리에 관한 내용이 과장되었음을 지적하였다. 특히 세비아 교수팀은 유럽에서 수행된 원자력에 관한 연구가 에너지 비용과 원자력발전소 건설과정에서 발생하는 이산화탄소 배출량을 과대평가하였음을

이슈진단

지적하고 있다. 세비아 교수팀은 이러한 잘못 산정된 내용을 바로 잡는 경우 호주에서 원자력발전이 석탄발전만큼 저렴하게 이루어질 수 있음을 보이고 있다.

세비아 교수팀은 우리나라 공급량은 현재에 알려진 것보다 수백배 이상 증가할 수 있음을 보이고 있다. 세비아 교수팀은 1파운드당 50달러의 우리나라 국제가격하에서 현재의 사용량을 기준으로 알려진 우리나라는 50년 정도 사용할 수 있으며 추가적으로 발견 가능한 양을 전제로 하는 경우 약 150년 정도 사용할 수 있을 것으로 추정하고 있다. 하지만 원자력발전에 있어서 연료비용이 차지하는 비중이 워낙 낮기 때문에 우리나라 가격이 현재보다 10배 정도 상승하여도 전기요금에 미치는 영향은 미미할 것으로 추정하고 있다.

그러므로 우리나라 가격이 현재보다 10배 이상 상승하게 되면 전기요금에 미치는 영향 없이 우리나라에 대한 추가 탐사 및 개발이 가능하게 되어 우리나라 공급량이 급속히 늘어나게 된다는 것이다. 또한, 현재 인도 등에서 장기적으로 추진하고 있는 우리나라 대신 매장량이 3배나 많은 토리움을 연료로 이용하는 원자력 발전이 이루어지는 경우 수세기 동안 사용할 수 있는 연료가 공급될 수 있을 것으로 추정하고 있다.

원자력 발전 비용의 대부분을 차지하는 원자로 건설 비용에 있어서도 최근 중국의 원자로 건설 계약에서 나타난 바와 같이 비용하락이 두드러지게 나타나고 있다. 현재 세계적으로 건설되는 원자로는 대부분 제3세대 원자로이다. 이러한 제3세대 원자로 건설에 소요되는 비용은 최근 프랑스의 원자로 건설에서 경험한 바와 같이 동일한 원자료를 동시에 여러 대 건설할 때 규모의 경제가 작용하여 큰 폭으로 감소한다. 그 결과 원자로 건설비용은 KW당 약 1천달러에서 1.5천달러가 소요되는 것으로 추정되고 있다. 이러한 비용규모는 제2세대

원자로 건설비용이 KW당 5천달러가 소요된 것에 비하면 획기적으로 낮은 비용이다.

세비아 교수팀은 원자로의 건설 기간도 일반적으로 3년으로 단축되고 있음을 지적하고 있다. 또한 중국 등에서 새로이 건설되는 원자로 건설비용 및 기존 설비의 운영비를 참고로 하는 경우 원자력 발전의 발전단가는 KWh당 약 3센트로 추정하고 있다. 이러한 발전비용은 현재 호주 동부에서 석탄발전의 발전단가인 KWh당 2.7~3.2센트(3.8~4.5호주 센트)와 비교할 때 경쟁력을 가질 수 있는 수준이다.

원자력 발전이 장기적으로 석탄 발전에 비하여 경쟁력을 가질 수 있다는 연구결과는 다른 곳에서도 존재한다. 미국 시카고 대학의 연구 결과에 의하면 가까운 미래에 건설비용 측면에서 원자력 발전소는 석탄, 가스 발전소와 경쟁력을 유지할 것으로 전망하고 있다. 그리고 미국 MIT대학의 연구결과에서도 원자력 산업계의 실질 비용에 대한 의견을 반영하면 미국의 경우 원자력 발전 비용은 KWh 당 약 4.2센트로 추정되어 석탄 발전 비용과 유사한 수준임을 보이고 있다.

5. 맺음말

이상에서 살펴본 바와 같이 호주의 원자력 발전 도입에 대한 논의는 시작단계라 할 수 있다. 호주는 우리나라와 같이 에너지자원이 빈약하여 전체 에너지 소비의 97%를 해외에 의존하는 상황이 아니다. 호주가 원자력에 대한 관심이 상대적으로 적었던 이유는 앞에서 지적하였듯이 석탄 및 천연가스와 같은 화석연료가 상대적으로 풍부하게 존재하기 때문이다. 호주는 오히려 자국내에 풍부하고 저렴한 에너지자원이 존재하므로 이러한 자원을 가격 경쟁력, 환경, 에너지 안보, 그리고 국

가경제에 미치는 영향을 종합적으로 고려하여 합리적으로 사용할 수 있는 대안을 모색하여야 하는 고민에 처해 있는 것이다. 그러나 전 세계적으로 에너지 비용의 상승, 에너지 안보 확립, 그리고 온실가스 감축 필요성 등으로 원자력에 대한 관심이 높아지고 있고, 호주 또한 세계 최대의 원자력 연료 보유국으로서 이러한 흐름에서 벗어나 있을 수는 없을 것이다.

경제적인 측면에서 호주는 자국 내 풍부한 석탄자원이 존재하므로 원자력 발전이 석탄발전과 대비하여 우월한 경쟁력을 가지는 것은 현실적으로 어렵다 하겠다. 하지만 최근 원자로에 대한 설계가 표준화되고 안전성이 높아지고, 건설기간도 단축되는 추세에 근거하면 원자력 발전 비용도 현재에 비하여 매우 높은 속도로 낮아질 것으로 기대된다. 호주에서 채택하게 되는 원자로 형태에 따라 원자력 발전 비용이 결정되겠지만 경제적인 측면에서 원자력 발전 도입의 가능성은 시간이 지남에 따라 점차 높아질 것으로 예상할 수 있다.

호주에 있어서 원자력 도입 여부를 결정짓는 것은 경제성뿐만 아니라 환경, 그리고 정치적 입장도 중요하며 오히려 이러한 요인들이 호주의 원자력 도입 여부 및 도입시기를 결정하는 데 결정적인 역할을 할 수 있을 것이다. 호주는 미국과 마찬가지로 기후변화협약 부속서 I 국가임에도 불구하고 교토의정서를 비준하지 않고 있다. 하지만 내부적으로는 온실가스 감축에 대한 자체적 정책을 시행하고자 하는 의지는 분명히 존재한다고 하겠다.

호주는 교토의정서 상에서도 다른 국가와는 달리 제 1차 온실가스 감축의무기간 동안 온실가스 배출량이 1990년 대비 증가할 수 있는 국가이다. 이는 호주가 자국 내 풍부하게 존재하는 석탄을 주연료로 하여 전력을 생산하는 특성을 반영한 결과이다. 하지만 호주는 자체

적으로 석탄발전을 증가시키면서도 발전과정에서 배출되는 이산화탄소의 양을 줄이기 위하여 배출된 이산화탄소를 지하에 저장하는 방안을 고려하고 있다. 이러한 온실가스 저감정책은 매우 높은 비용을 유발할 것이다. 향후 기후변화의 가능성이 점차 높아지고 이를 억제하기 위한 전 지구적인 노력이 강화되는 경우 온실가스저감비용측면에서 원자력 발전은 충분한 대안으로서 가능하다 하겠다.

온실가스 배출 측면에서 원자력 설비 건설 및 발전 전체 단계를 고려한 원자력 발전으로부터 배출되는 온실가스의 양은 풍력 또는 태양광 발전과 유사한 것으로 추정된다. 물론 태양이나 풍력의 경우와 마찬가지로 원자력 발전의 경우에도 발전단계에서 온실가스를 배출하지 않지만 건설, 우라늄 채광, 건설, 운영, 그리고 연료의 처리단계 등 전 발전단계를 고려하는 경우 kWh당 약 2.5gC의 온실가스가 배출되는 것으로 추정하고 있다. IEA의 보고서에서는 kWh당 약 2~6gC를 배출한다.

이러한 온실가스 배출규모는 석탄발전과는 비교할 수 없을 정도로 낮은 수준이다. 하지만 기후변화를 억제하기 위한 환경정책으로서의 장점에도 불구하고 원자력 발전과정에서 발생하는 부산물의 환경 및 건강에 대한 잠재적인 부정적 영향 때문에 환경단체 자체도 원자력을 적용가능한 기후변화정책 대안으로 간주하고 있지 않다. 이러한 환경단체, 국민정서, 그리고 호주 노동당의 정책에 비추어 볼 때 기후변화정책으로서의 장점도 일반 대중의 원자력 발전 도입에 대한 의견을 전환시키기에는 충분하지 못할 것이다.

에너지 안보 측면에서도 호주는 자국내 향후 50년간 사용할 수 있는 석탄, 그리고 향후 100년간 사용할 수 있는 천연가스, 석유 등이 풍부하게 매장되어 있어서 높은 수준의 에너지 안보를 유지하고 있다. 또한 에

너지 공급망도 상대적으로 잘 발달되어 있으며 세계에 너지 시장에 대한 접근성도 뛰어나다. 따라서 호주의 물리적 에너지 안보는 매우 높은 수준이며 보다 저렴한 에너지공급원을 모색하는 것이 넓은 의미의 에너지 안보를 제고시키는 정책이라 할 수 있다. 따라서 단기적으로 에너지 안보측면에서 원자력으로 급격히 전환해야 할 필요는 없을 듯하다.

결국 호주에 있어서 원자력 도입이 단기적으로 실현되기는 어려울 것이다. 그리고 이러한 논의가 보다 심도 깊게 진행되고 지속적으로 진행될 것인지의 여부도 호주 연방정부의 주도권을 어느 정당이 갖느냐에 의해서 영향을 받을 것이다. 현재와 같이 호워드 수상의 집권당이 계속해서 정권을 유지하는 경우 원자력 도입에 대한 논의는 계속적으로 진전될 수 있을 것이다. 하지만 현재 주정부를 장악하고 있는 노동당이 정권을 장악하는 경우 원자력 도입에 대한 논의는 활발하게 진행되지 못할 것이다.

현재의 원자력에 대한 논의는 원론적인 수준의 논의이므로 만약 원자력 도입 시기 및 발전소 입지 등에 대한 구체적인 계획이 제안되어 이를 중심으로 논의가 진행된다면 보다 침체하고 구체적인 의견 대립이 가시화될 것이다. 또한 호주의 원자력 정책은 국제 정세의 흐름과도 무관하지 않을 것이다. 미국 부시정부의 원자력에 대한 우호정책과 중동 정세의 불안정성이 계속되는 한 호주의 정책도 상대적으로 원자력에 대하여 우호적으로 기울 수 밖에 없을 것이다.

2005년의 서베이에 의하면 호주 국민 중 47%는 원자력 발전을 지지하고 40%는 반대하는 것으로 나타났다. 하지만 야당이 지배하고 있는 6개의 주정부는 원자력 발전을 반대하고 있다. 호주의 일부 주에서는 주법으로 원자력 발전을 금지시키고 있고 연방법이 주법을 무

효화하는 것은 상대적으로 어렵다. 따라서 현재의 상황 하에서는 호주에서 원자력에 대한 논의는 지속적으로 진행될지라도 중단기적으로 호주내 원자력 발전 및 농축처리가 진행될 가능성은 미약하다고 할 수 있다. 다만 호주의 상공회의소가 2030년 전후에나 사용이 가능한 제4대 원자로를 대안으로 제안하고 있듯이, 그리고 석탄발전에 비하여 원자력 발전의 비용측면에서의 경쟁력에 대한 확실한 동의를 이루어지지 않고 있는 측면에서 호주에서의 원자력 도입은 장기적으로 잠재력이 있는 대안으로 보는 것이 합리적인 판단일 것이다.

참고문헌

- ABARE, Australian Energy: National and State Projections to 2029~30, October 2005.
- Australian Chamber of Commerce and Industry, Nuclear Power—An Option for Australia August, 2005.
- Byrne, Aidan, Nuclear Technologies, Past, Present and Future, 발표자료, Uranium, Energy, Security: Australia & Its Region, June 2, 2006
- Echavarri, Luis, Sokolov, Yuri, Uranium Resources: Plenty to Sustain Growth of Nuclear Power, 발표 자료, 2006.
- NEA/OECD, Nuclear Energy Today, 2005.
- OECD, Uranium 2005—Resources, Production and Demand, 2006.
- World Nuclear Association, The Economics of Nuclear Power, 2005.