

07 _ 원자력 발전 왜 필요한가

에너지원으로서의 원자력, 선택 아닌 필수

글 | 이만기 _ 한국원자력연구소 정책연구부 경제분석연구실장 mkleee@kaeri.re.kr

현 인류문명은 에너지의 대량 소비를 바탕으로 유지되고 있다. 고 해도 과언이 아니다. 특히 산업혁명은 에너지자원의 소비를 가속적으로 증가시키는 계기가 되었다. 산업혁명 이후 초기에 인류가 주로 의존하였던 에너지자원은 석탄이었다. 오늘날은 석유가 주요 에너지원으로서의 역할을 담당하고 있어서 지금의 인류의 문명을 석유문명이라 일컫기도 한다. 최근에는 천연가스의 활용이 전세계적으로 활성화되고 있는데 이들 화석연료는 전세계 에너지 수요의 약 80%를 공급하고 있다.

국내 이용 전력 40% 원자력으로 생산

현재의 인류문명이 이와 같이 화석연료에 지속적으로 의존할 수 있을 것인가. 이에 대한 우려의 목소리가 높다. 이들 화석연료는 매장량이 한정되어 있어서 근본적으로 고갈성 자원이다. 석유의 경우 매장이 중동지역에 편재되어 있어서 항상 공급불안 및 가격 폭등의 가능성을 가지고 있다. 최근에 우리는 석유 및 석탄가격의 급격한 상승과 이로 인한 혼란을 경험하고 있다. 뿐만 아니라, 이들 화석연료는 연소과정에서 온실가스를 대량으로 배출하는데 이로 인해 기후 변화를 초래하여 기후관련 재앙이 세계 도처에서 관측되고 있다.

이들 화석연료의 대안으로 원자력에너지에 대한 관심이 전세계적으로 다시 높아지고 있다. 원자력에너지는 1986년 체르노빌 원자력발전소 사고 이후 그 활용이 감소하는 추세에 있었다. 체르노빌 원전 사고는 특히 유럽의 대부분의 나라들로 하여금 원자력발

전의 추진을 포기하는 반원전정책을 택하는 결정적 계기가 되었다. 그런데 체르노빌 원전 사고가 난지 20년이 지난 요즘 원자력 발전을 다시 도입해야 한다는 주장이 유럽을 비롯하여 세계 도처에서 들리고 있다. 이렇게 원자력이 주요 에너지 공급원으로 다시 주목 받고 있는 이유는 에너지 관련 주변 여건이 체르노빌 원전 사고 당시와는 매우 달라진 반면, 원전의 안전성은 체르노빌 사고 당시에 비해 획기적으로 개선되었기 때문이다.

거의 모든 에너지 공급을 해외에 의존하고 있는 우리 나라는 이미 1970년대에 두 차례의 석유 위기를 경험하면서 보다 안정적인 에너지 공급원의 필요성을 실감하였다. 이에 대한 대안으로서 적극적인 원전 도입정책을 추진한 결과, 현재 20기의 원자력발전소를 보유하고 있어서 우리가 이용하고 있는 전력의 약 40%를 원자력으로 생산하기에 이르렀다. 그런데 요즘 에너지문제에 대한 사회적 관심이 높아지면서 우리가 원자력발전을 지속적으로 추진해야 하는 지에 대한 논쟁이 가열되고 있다.

에너지 소비절약은 비현실적인 대처 방안

에너지수요를 충족시키는 방안으로는 에너지 공급 확대뿐만 아니라 수요 감소도 중요한 대안으로 고려될 수 있다. 에너지, 특히 전력수요를 획기적으로 줄일 수 있다면 더 이상의 대규모 원자력 발전이 필요 없기 때문이다. 에너지 소비수준의 적정성 및 효율성을 이야기할 때 여러 가지 지표를 활용할 수 있는데 그 중에서도 GDP당 투입전력량 지표를 살펴보자. 우리 나라의 GDP당 투입전

력량은 0.45kWh/US\$로서 OECD 평균(0.32)보다도 40%나 높은 수준이다. 이러한 통계수치로 살펴보면, 우리 나라는 전기에너지를 효율적으로 사용하지 못하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 전기에너지의 소비 절감을 통해 원전 등 대규모 발전설비의 건설을 피할 수 있는 것이다.

그런데 GDP당 전력투입량은 그 자체가 에너지투입의 물리적 효율성을 의미하지 않는다는 데에 주목할 필요가 있다. 생산공정에서 에너지를 효율적으로 이용하고 있더라도 그 에너지를 이용하여 생산한 제품의 부가가치율이 낮다면 당연히 GDP당 에너지투입량은 높은 수치를 갖게 된다. 에너지 다소비 기업의 주요 생산원료는 에너지이므로 에너지 사용을 보다 효율적으로 하여 원가를 절감해야만 국제시장에서 경쟁력을 유지할 수 있다. 우리 나라의 철강산업과 석유화학산업은 세계적인 수준인데 이들 업종에서의 에너지투입효율이 높다는 것은 자명한 이치이다.

그렇다면, 우리 나라의 GDP당 에너지 투입량은 왜 높은가. 그 이유는 낮은 부가가치율에 있다. 우리 나라의 부가가치율이 낮기 때문에 고품질, 고가 제품을 생산하는 독일, 일본 등에 비해 GDP당 에너지 소비가 높아지게 된다. 실제로 최근 제조업의 부가가치율을 살펴보면, 우리 나라는 27%인데 비해 일본은 33% 수준이다. 따라서 GDP당 에너지투입량을 줄이기 위해서는 기술개발을 통한 제품의 고부가가치화를 추구해야 한다. 또한 우리 나라의 GDP당 에너지투입량이 높은 이유는 에너지다소비형 산업구조에서 비롯된 부분도 크다고 할 수 있다. 실제로 GDP에서 에너지다소비 업종이 차지하는 비중은 우리 나라가 7.7%인데 비해 일본과 미국은 3.3%로 우리 나라의 절반에도 미치지 않는 수준이다.

우리나라가 전기에너지 소비를 줄이기 위해서는 제품 생산의 부가가치율을 대폭적으로 향상시켜야 하고 동시에 현재의 전기에너지 다소비업종의 생산을 큰 폭으로 줄이지 않으면 안 된다. 부가가치율의 향상은 기술개발이 관건인데, 이에 많은 투자와 시간이 요구된다. 또한 철강, 석유화학산업과 같은 전기에너지 다소비 업종의 비중을 줄이는 것이 국민경제의 이해와 일치한다고 단순히 결론지을 수 없다. 에너지소비 절감은 우리 사회가 당연히 추구해야 할 규범적 목표지만 에너지 공급 대안으로 삼기에는 한계가 있다고 할 수 있다.

‘온실가스 배출감축 의무국’ 지정시 대안 없어

그렇다면 대규모 에너지공급 수단이 필요한데 원자력의 대안으

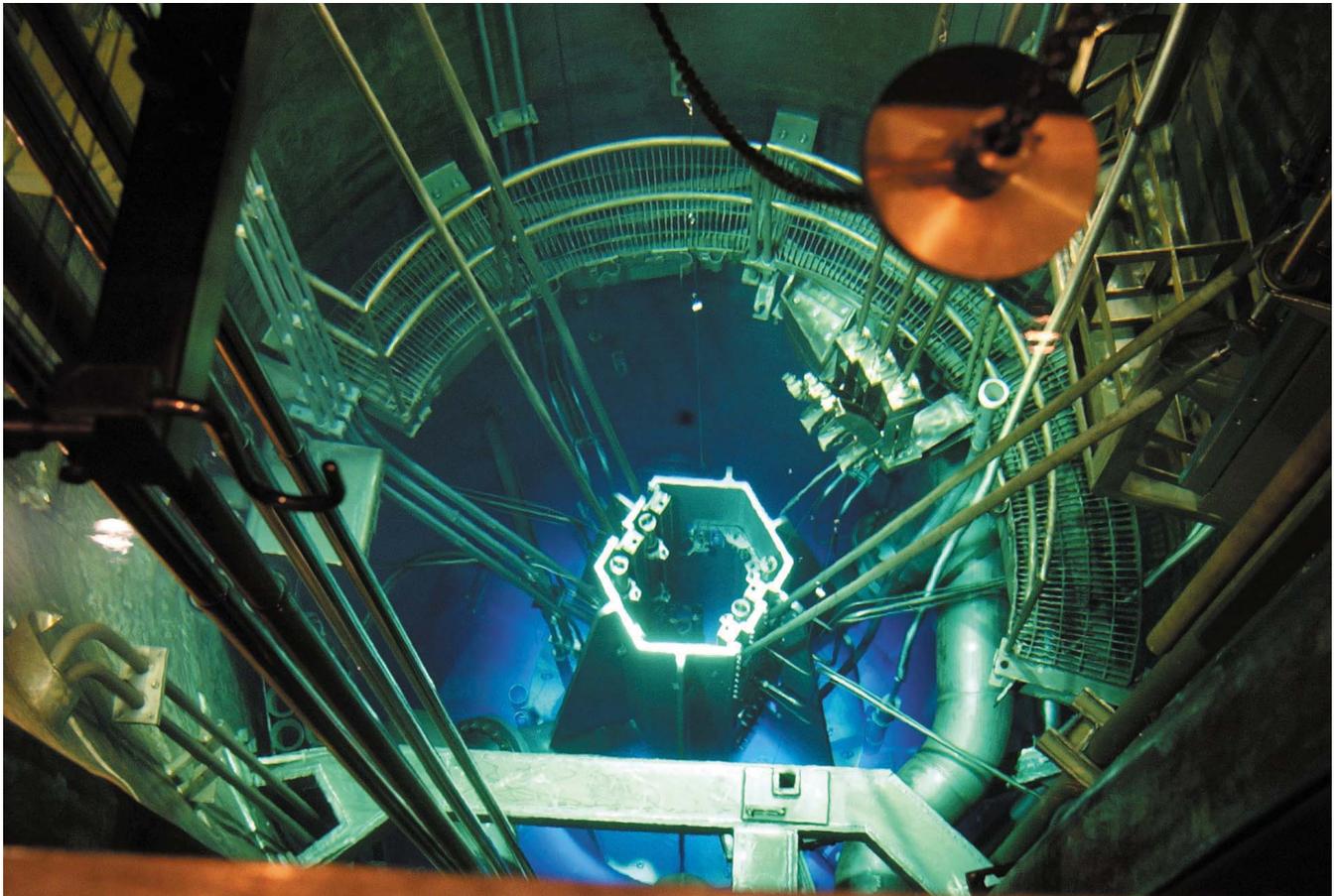
로 신재생에너지를 고려할 수 있을까. 신재생에너지는 다른 발전원에 비해 환경적으로 깨끗하며 에너지자원을 수입하지 않아도 되기 때문에 상당히 매력적인 대안임에는 틀림이 없다. 하지만 현실을 감안해 볼 때 그렇게 모두가 수긍할 만한 합리적인 대안이 아님을 알 수 있다.

가장 경제적인 것으로 평가받고 있는 풍력발전의 경우 전력생산 비용은 1kWh당 108원으로 원자력의 40원에 비해 2.7배나 비싸다. 풍력발전으로 원자력발전을 대체한다면 현재의 전기요금은 70% 정도 상승하게 되는데 이는 산업경쟁력 약화와 국민가계 부담의 증가를 가져올 것이다. 또한 풍력, 태양광 등의 신재생에너지원은 자연의 힘에 의존하기 때문에 발전량 수준을 일정하게 유지할 수 없으며 기존 전원에 비해 이용률이 현저히 낮을 수밖에 없다는 특징이 있다.

뿐만 아니라 원전을 신재생에너지로 대체하고자할 경우, 원전건설에 비해 설비용량이 약 3.8배, 소요부지는 약 50배, 투자비가 약 15배가 필요하게 된다. 현재 우리 나라의 원자력에너지를 모두 풍력으로 대체할 경우 서울과 부산광역시를 합친 면적의 부지가 소요된다. 현실적으로 수용하기 어려운 대안임을 알 수 있다.

한편 원자력발전은 그 경제성이 다른 발전원에 비하여 상당히 우월하다. 판매단가가 1kWh당 40원으로 석유의 80원에 비하여 절반수준에 불과하다. 원자력발전 덕분에 우리는 낮은 전기요금을 향유해왔다는 해석이 가능하다. 실제로 지난 20년 동안 소비자물가는 153% 오른 반면, 전기요금은 4.7% 상승에 그쳤다.

또한 앞으로 우리 나라의 에너지정책에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 기후변화협약하에서 원자력은 유리한 입장에 있다. 기후변화협약에서 규제하고 있는 온실가스의 대부분이 에너지의 사용 과정에서 배출되므로 기후변화협약은 근본적으로 에너지문제라고 볼 수 있다. 그런데 원자력발전은 온실가스를 거의 배출하지 않기 때문에 온실가스배출 저감 목표를 달성하는데 큰 기여를 할 수 있다. 2005년 2월 16일에 발효된 교토의정서는 온실가스 감축을 위한 구체적인 규제지침이라고 할 수 있다. 교토의정서가 발효됨에 따라 선진국(부속서 I 국가)들은 제1차 공약기간(2008~2012) 동안 온실가스 배출을 1990년 배출량 대비 평균 5.2%를 감축하는 의무를 지니게 된다. 우리 나라는 현재 온실가스배출의 의무를 지고 있지 않지만, 온실가스 배출 규모가 세계 9위이며 OECD 가입국임을 감안하면 제2차 공약기간(2013~2017)에는 온실가스 배출감축 의무국이 될 가능성이 많다.



한국원자력연구소 하나로동 원자로

대표적인 온실가스인 이산화탄소의 배출 저감에 있어서 원자력 발전의 잠재적 기여는 상당하다. 실제로 2004년 한 해 동안 원자력으로 발전된 전력을 석탄화력이 담당하였다면 이로 인한 이산화탄소 추가 배출량은 1억1천300만 톤이 되며 이 규모는 우리나라 총 이산화탄소배출량의 무려 20%에 해당하는 것이다.

이산화탄소의 배출을 비용 효과적으로 줄이기 위한 방안 중의 하나로 배출권 거래시장의 운영이 현재 유럽에서 활발히 진행되고 있으며, 우리나라에서도 이산화탄소 배출권시장 도입에 대한 방안이 논의되고 있다. 그런데 유럽의 주요 이산화탄소 배출권 거래시장에서 형성되고 있는 이산화탄소 배출권의 가격이 이산화탄소 톤당 20유로를 넘고 있다. 이러한 이산화탄소 배출권 가격을 석탄발전 비용으로 환산하면 1kWh당 22원의 추가비용이 발생하는 셈이 된다. 이 추가비용은 현재 석탄발전 비용의 50%를 상회하는 것이다. 우리나라가 온실가스배출 의무국이 되면 현재로서는 원자력발

전 이외에는 정책적 대안이 거의 없는 것이 현실이다.

에너지안보에 취약한 우리의 현실적인 대안

우리 나라는 세계 10위의 에너지 다소비국이지만 불행하게도 부존에너지자원이 거의 없어 97% 이상의 에너지를 해외에 의존하고 있다. 2005년에 우리 나라가 에너지를 수입하는데 지출한 금액은 667억 달러였는데 이는 우리의 수출 1, 2위 품목인 반도체와 자동차의 수출 합계액보다 훨씬 큰 규모다. 전체 수입액에서 에너지가 차지하는 비율도 26%에 달해, 과거의 20% 수준에서 급격히 더 악화되었다. 이는 2005년에 원유를 비롯한 에너지가격이 급격히 상승하였기 때문이다.

최근의 급격한 원유가격 상승을 비롯한 에너지원 가격 상승은 에너지를 거의 전량 수입에 의존하고 있는 우리나라의 실질소득 감소요인으로도 작용하고 있다. 에너지경제연구원의 연구결과에

의하면 유가가 배럴당 1달러 상승하면 우리 나라의 국내총생산(GDP)은 0.45% 감소하고 물가는 0.2% 상승한다고 한다. 그런데 에너지원의 가격이 상승하면 국내총생산만 감소하는 것이 아니라 실질적인 구매력수준을 반영하는 소득인 국민총소득(GNI)도 감소를 유의해야 한다. 이는 우리가 창출한 소득 중에서 에너지 수입에 지출해야 하는 몫은 증가하는 반면 우리의 주요 수출품인 반도체와 자동차 가격은 그 만큼 상승하지 않았기 때문이다. 실제로 2005년의 통계를 보면, 유가가 큰 폭으로 상승했음에도 불구하고 국내총생산(GDP)은 4% 증가했지만, 실질적인 구매력을 반영하는 소득인 국민총소득(GNI)의 증가율은 0.2%에 머물렀다.

이와 같이 우리 나라가 에너지 소비의 대가로 지불해야 하는 금액은 우리의 의지와는 상관없이 해외의 에너지시장 수급상황에 크게 좌우되므로, 우리 나라는 근본적으로 에너지 안보에 상당히 취약하다. 원자력발전은 발전비용에서 연료비가 차지하는 비중이 10%에 불과한 기술집약적 에너지원이므로 발전비용이 연료가격의 변동에 민감하지 않다. 따라서 에너지가격이 요즘과 같이 큰 폭으로 상승한다고 해도 발전비용에 미치는 영향이 당연히 적다. 실제로 1997년의 외환위기에 외환보유고가 부족하여 우리나라는 유사 이래 가장 심각한 국가 위기 상황을 경험하였다. 환율이 급격히 상승하여 수입품의 가격이 폭등하였다. 다행히 당시에 우리나라 전력공급의 42%를 원자력이 담당하고 있었기 때문에 에너지부문에서의 추가 외화 유출의 충격을 원자력이 흡수할 수 있었다. 원자력이 외환위기를 조기에 극복하는데 큰 역할을 한 것은 분명한 사실이다.

또한 원자력은 전력생산 뿐만 아니라 수소생산에도 매우 유력한 방안으로 평가받고 있다. 수소는 현재 언급되고 있는 미래의 여러 에너지 대안 중에서 가장 구체적이고 실현가능성이 높은 것으로 인식되고 있다. 수소는 물을 분해하면 얻을 수 있고 지구상에 물이 풍부하므로 고갈될 위험도 없다. 또한 연소과정에서 탄소를 배출하지 않으므로 환경피해도 전혀 없어서 기존의 화석연료가 가지고 있는 한계를 극복할 수 있는 유력한 에너지 대안이라고 할 수 있다. 그런데 수소는 자연상태에 단독으로 거의 존재하지 않아 다른 에너지원을 사용하여서만 얻을 수 있는 문제를 가지고 있다. 현재 대규모의 수소생산에 대한 연구가 전세계적으로 관심을 가지고 진행되고 있는데 수소생산방법 중 원자력을 이용한 수소생산에 대한 연구를 미국을 비롯한 일본, 유럽의 여러 나라들과 더불어 우리 나라도 관심을 가지고 추진하고 있다. 에너지 자원이 거의 없는 우리 나라의 경

우 발전뿐만 아니라 대규모의 수소생산에 원자력을 이용하는 것이 우리가 꿈꾸는 에너지 자립의 유력한 방안이라고 할 수 있다.

기술집약적·미래지향적 에너지원 개발 불가피

에너지 정책은 각국의 상황에 따라 다양한 모습을 보이고 있다. 에너지자원의 보유 여부, 에너지 안보의 중요성에 대한 고려 정도, 산업정책 및 에너지 수요의 상황 등에 따라서 각국마다 에너지 정책은 차이가 나게 마련이다. 원자력 개발에 대한 의사결정 또한 각국 고유의 에너지 상황과 여건이 반영되어야 한다.

요즘 우리가 국가정책과 관련하여 자주 접하는 단어 중 하나가 '지속가능발전'이다. 지속가능발전은 경제와 사회, 환경의 균형 발전을 내포하고 있다. 그런데 지속가능발전의 한 가운데에 원자력을 비롯한 에너지 문제가 있다. 우리 나라와 같이 에너지 부존자원이 거의 없지만 우수한 인재와 과학기술 발전의 잠재력을 보유한 나라에서는 기술집약적이며 미래지향적인 에너지원인 원자력의 개발이 바람직하다. 그런데 원자력 발전이 지속가능한 에너지로서의 역할을 다하기 위해서는 일반대중의 이해가 필수적이며, 이를 위해 원전의 안전성을 높이고 방사성폐기물을 완벽하게 처리하기 위한 노력을 꾸준히 기울여야 할 것이다.

이제 우리는 새로운 도전에 직면해 있다. 브라질, 러시아, 인도, 중국 등과 같은 신흥 경제 4국인 BRICs 국가의 급격한 경제발전에 의한 석탄가격 상승과 연일 치솟는 원유가격 상승에 우리 나라는 거의 무방비 상태로 노출되어 있다. 뿐만 아니라 기후변화협약에 따른 이산화탄소 배출규제도 멀지않아 우리가 감당해야 할 부담으로 다가오고 있으며 우리의 에너지 수요는 지속적으로 증가할 것이다.

이런 상황을 고려할 때, 원자력은 우리 나라의 에너지 문제 해결에 도움을 줄 수 있는 가장 현실적인 대안이다. 대용량 발전원을 대체할 수 있는 획기적인 신기술이 개발되기 전까지는 원자력이 중요한 전력생산 공급원의 역할을 담당하는 것이 현실적이다. 지금은 우리 나라 에너지 환경의 현실적인 상황에 대한 우리의 인식 제고가 필요할 때인 것이다. 그런 의미에서 원자력은 우리에게 선택이 아니라 필수다. ㉔



글쓴이는 IAEA/RCA 에너지과제 주도국 사업조정관, GEN IV 경제성분석모형 작업그룹위원을 역임했다.