



Occasional Paper Series

11-02

원자력발전의 안전성과 경제성: 한국의 선택은?

장순흥

May 2011

장 순 흥 (張 舜 興)

- 한국과학기술원(KAIST) 원자력 및 양자공학과 교수(1982-현재)
- 서울대 핵공학과(1972), MIT 핵공학 석사(1979) 및 박사(1981)
- 국제원자력기구 안전자문단 위원 (1992-1999)
- 원자력안전기술원 자문위원 및 안전심의위원 (1982-현재)
- OECD/NEA 안전위원회 위원 (1994-현재)
- 원자력안전전문위원회 위원장 (2001-현재)
- 한국과학기술원 부총장 (2005-2010)

원자력발전의 안전성과 경제성: 한국의 선택은?*

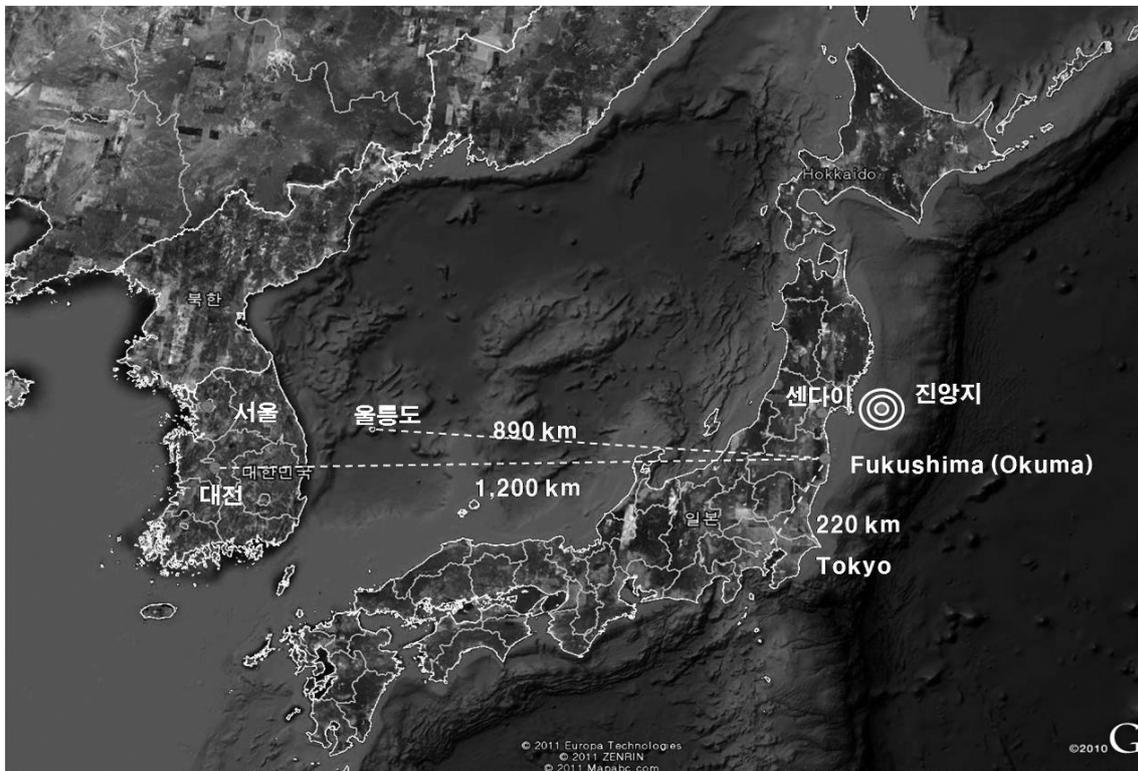
장순홍

후쿠시마 원전사고의 문제와 교훈에 대해서 먼저 설명하고, 원전의 안전성과 경제성, 그리고 앞으로 나아가야 할 방향에 대해서 생각해 보는 시간을 갖도록 하겠다.

I. 후쿠시마 사고의 문제와 교훈

〈그림 1〉을 보면 후쿠시마는 동경에서 220km 떨어져 위치해 있고, 한국에서 약 1,200km 정도 떨어져 있다. 이것을 언급한 이유는 지난 주 나와 친분이 있는 전 일본 원자력위원회 위원장인 후지이에 박사와 인터뷰를 가졌는데, 당시 후지이에 박사가

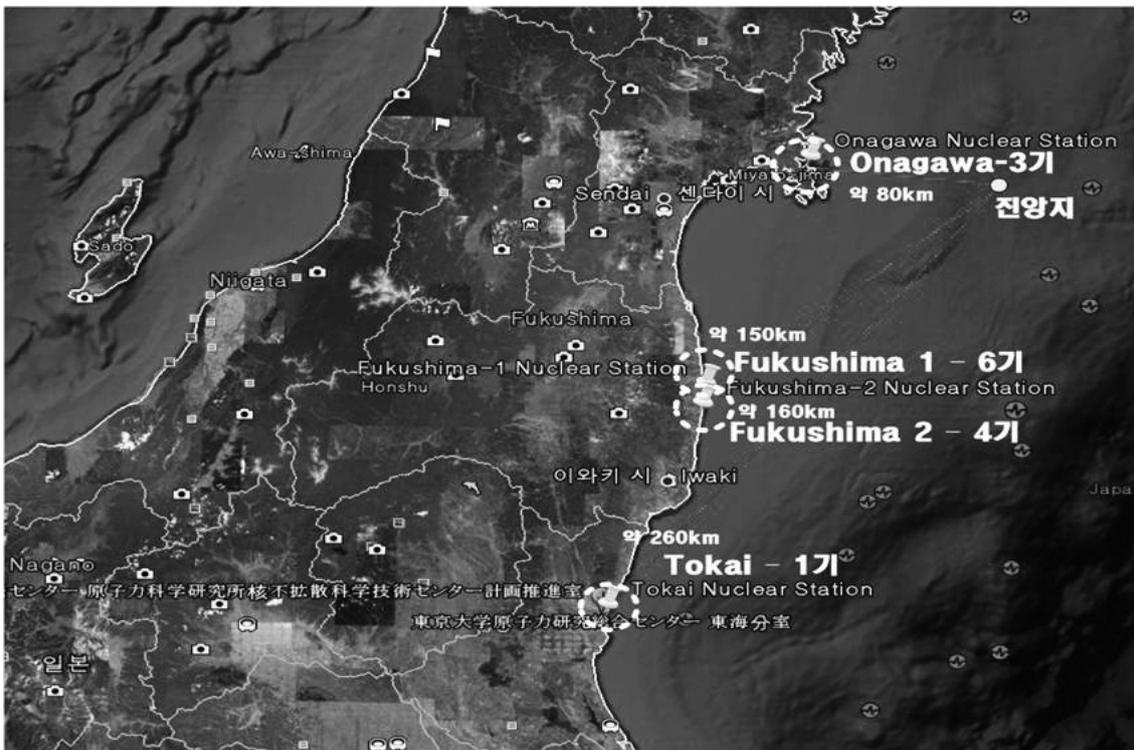
〈그림 1〉



* 이 글은 2011년 4월 28일 개최된 특별강연의 내용을 녹취하여 정리한 것으로 필자의 개인 의견임을 밝혀둔다.

사고지점에서 220km 거리에 있는 동경도 방사성 물질 피해가 없는 만큼 1,200km나 떨어져 있는 대전이나 서울은 문제가 없을 것으로 확신한다고 여러 차례 언급하였기 때문이다. 이번 대지진의 진앙지는 후쿠시마와 센다이 중간 해변이었다(그림 2). 일본에서 운영중인 원자력발전소가 총 54기가 있는데, 진앙지 인근 지역에 13개 원전이 있다. 후쿠시마 제1발전소에 6기, 후쿠시마 제2발전소에 4기, 오나가와에 3기로 13개 발전소 중 진앙지에 제일 가까웠던 오나가와 지역의 원전은 오히려 문제가 없었다. 후쿠시마 1발전소와 2발전소 간의 거리가 11.5km 정도 밖에 안 되는데도 불구하고 후쿠시마 1발전소에만 문제가 있었다. 왜 후쿠시마 제1발전소에만 문제가 있었는지에 관해서는 나중에 설명하겠다.

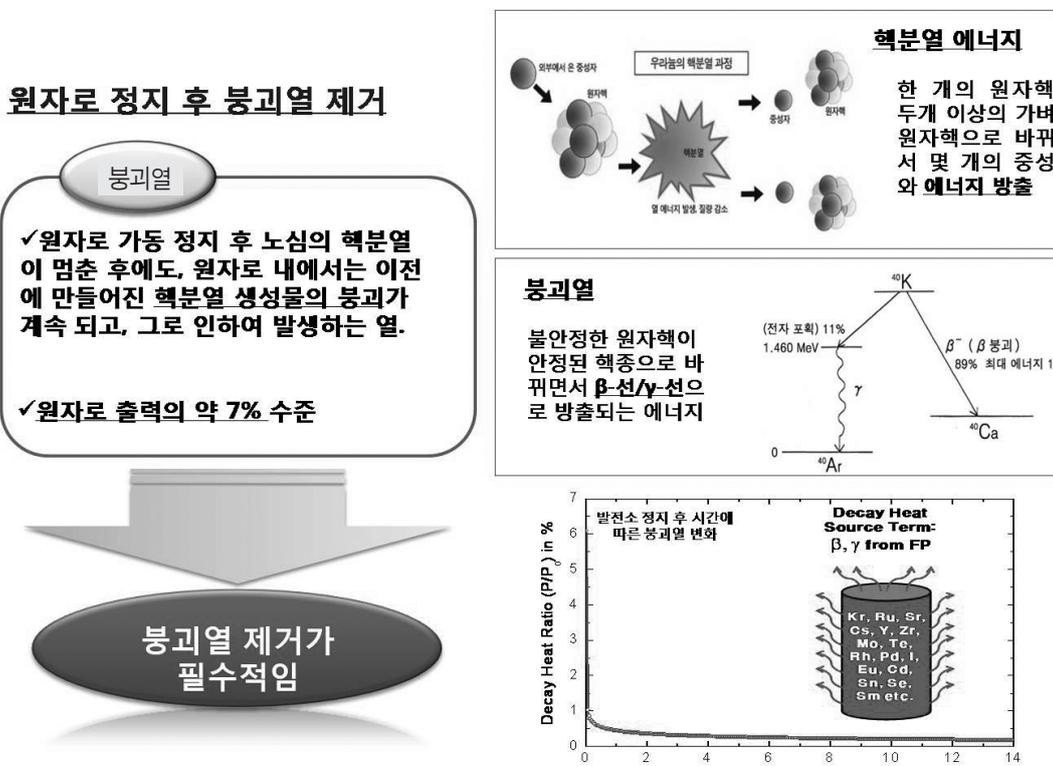
〈그림 2〉



원자력안전은 복잡해 보이지만 원리는 단순하다. 원자력에 이상이 생기면 빨리 원자력을 정지시키고, 붕괴열을 제거해야 한다(그림 3). 핵분열 반응을 통해서 에너지가 나오는데, 우라늄-235가 핵분열을 하게 되면 방사선을 띤 두 가지의 생성물이 안전상태로 바뀌기 위해 많은 열, 즉 붕괴열을 내뿜는다. 이 열을 제거해 주지 않으면 수천℃까지 뜨거워져 핵연료봉이 녹으면서 다량의 방사성물질이 방출된다. 그래서 원자로 가동 정지 후에 붕괴열(decay heat), 즉 잠열을 식히는 냉각장치가 중요하다. 이번 사태에서도 핵분열 반응을 정지하는 것은 문제가 없었지만 핵연료에서 나

오는 붕괴열을 제거하지 못하였기 때문에 지금까지 사고의 수습이 원만하게 이루어지지 않고 지연된 것이다. 이 붕괴열은 시간이 지남에 따라 방출량이 줄어드는데 처음에는 원자로 출력의 약 7%가 방출되고, 하루가 지나면 1.5%가 방출된다. 지금은 약 0.15% 정도가 방출되고 있다. 이 방출되고 있는 열이 적은 양은 아니기 때문에 제거가 필수적이다. 이번 후쿠시마 사태의 문제는 원자로에 있는 핵연료도 문제였지만 수조에 있는 사용하고 남은 핵연료에서도 적게나마 붕괴열이 나온다는 것이다. 원자력안전의 핵심은 핵분열을 정지시킨 후 붕괴열을 제거하는 것이라고 말할 수 있다.

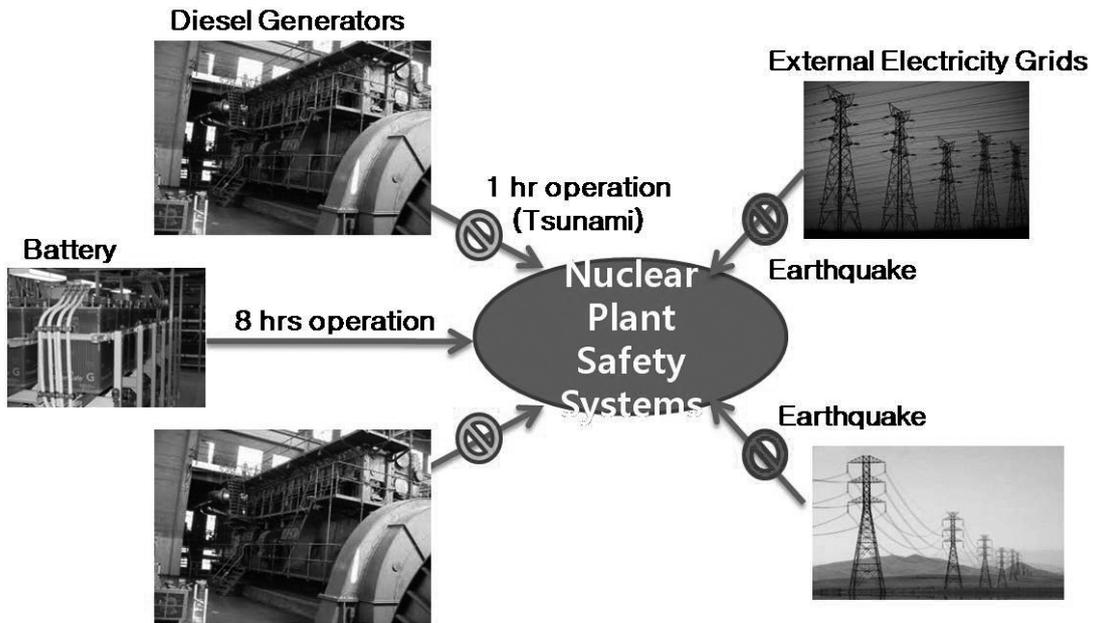
〈그림 3〉



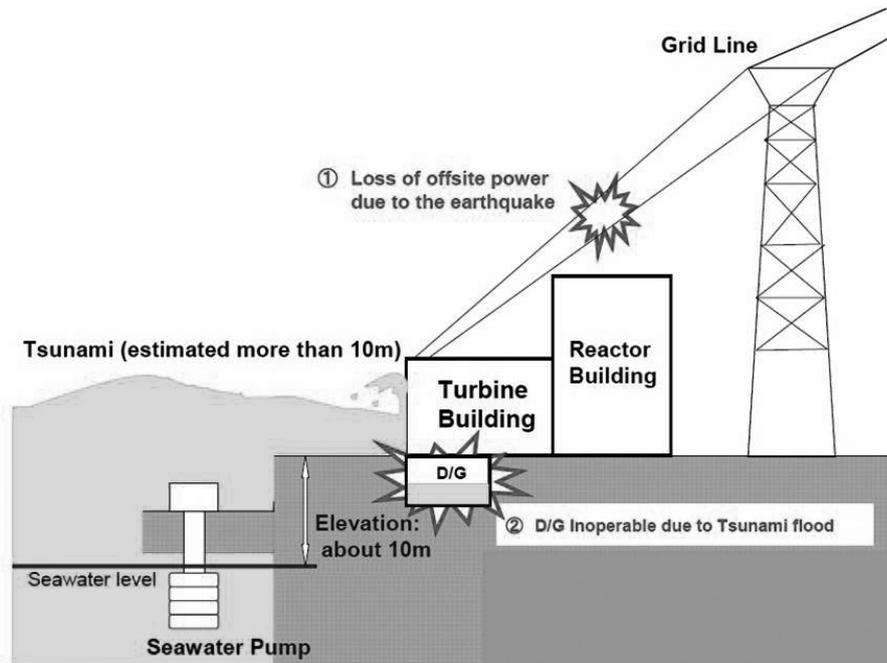
이번 후쿠시마 원전사고의 진행경위를 보면(그림 4), 지진 발생으로 인해서 발전소가 자동으로 정지되는 비상계통 작동은 성공적이었다. 하지만 지진으로 인해 외부에서 들어오는 External Electricity Grids가 끊겼다. 디젤발전기는 지진엔 견뎠지만 한 시간 후 해일(Tsunami)로 인해 작동이 멈췄고, 8시간 후에는 배터리도 나가게 되어 모든 전기공급이 끊겼다. 이처럼 해일에 침수된 비상 디젤발전기가 더 이상 전기를 공급하지 못하였기 때문에 냉각펌프가 작동되지 않아서 붕괴열을 제거하지 못한 것이 문제였다. 이번 사고의 결정적인 원인은 비상 디젤발전기(D/G)가 터빈 건물 지하에 위치했다는 것이다(그림 5). 15m 높이의 해일이 원전의 6.5m 방벽을 넘어서 비상

디젤발전기가 침수가 되었고, 전기공급의 기능을 상실한 것이 사고의 결정적 원인이 라고 할 수 있다. 앞서 언급했듯이 문제가 발생하지 않은 오나가와, 후쿠시마 제2발 전소에는 비상 디젤발전기가 지하에 있지 않았기 때문에 침수되지 않았다.

〈그림 4〉

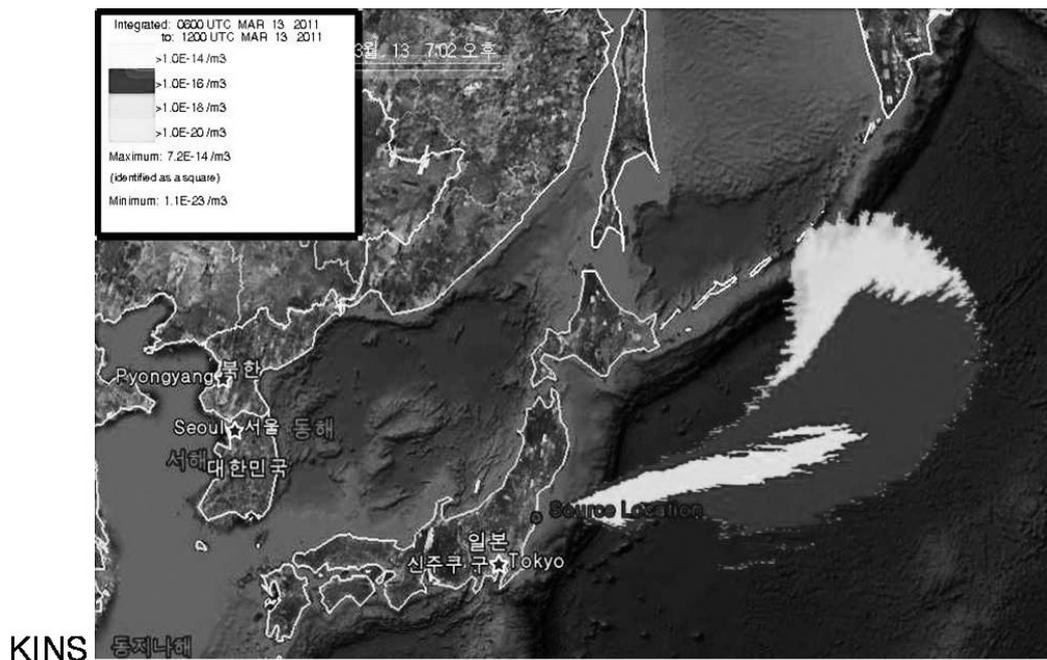


〈그림 5〉



후쿠시마 원전사고 후 한국에서 검출된 방사능 물질(요오드, I-131)의 최고 농도는 미량으로 인체에 영향을 주는 정도는 아니다(그림 6). 이것은 연간 방사선 안전기준치에 못 미치는 정도로 국내에 미치는 영향은 거의 없다. 그럼에도 불구하고 많은 사람들이 방사능에 대해 우려를 하고 있다. 이 부분은 원자력발전소의 안전성에 대해 언급할 때 다시 설명하겠다.

〈그림 6〉 사고 후 방사성 물질의 예상 이동경로



일본 원전사고로부터 우리가 얻을 수 있는 교훈을 기술적인 측면과 제도적인 측면에서 각각 5가지씩 살펴보면 아래와 같다.

■ 기술적 측면

- (1) 비상전기공급 등 비상냉각시스템 강화
- (2) 사용후 핵연료 보관수조에 대한 안전성 강화
- (3) 수소제거시스템의 점검 및 보완
- (4) 가동중 원전에 대하여 PSA¹⁾ 분석 등을 통한 안전성 재점검
- (5) 신규 원전에 대한 피동안전계통(전기나 펌프가 아닌 중력이나 대류를 사용) 강화

■ 제도적 측면

- (1) 중대사고시 대응할 수 있는 절차서의 확립

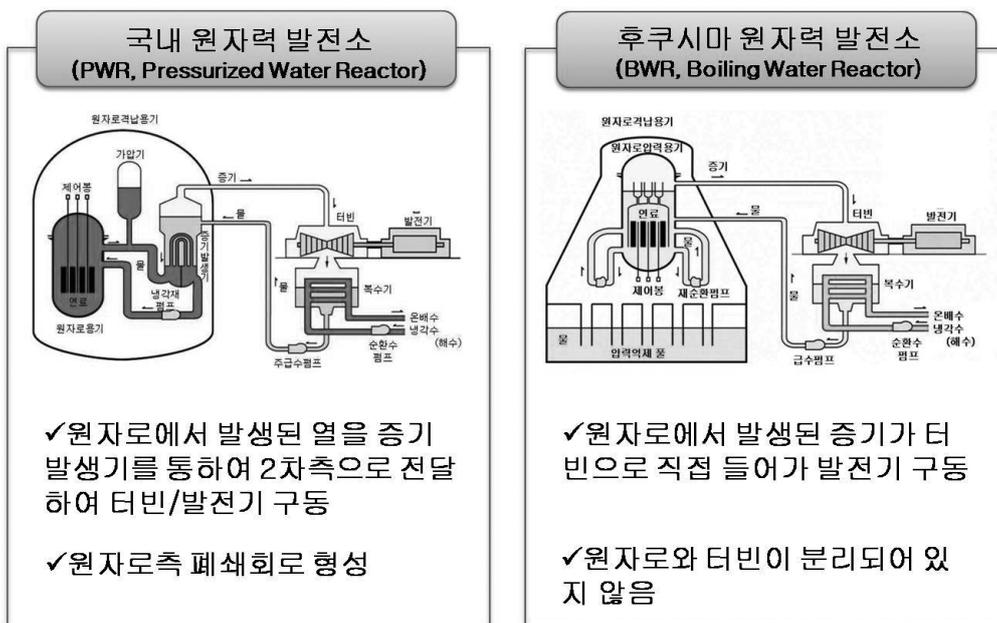
1) Probabilistic Safety Assessment(=PSA): 확률론적 안전성 평가

- (2) Control Tower의 기능강화 및 고급인력 양성
- (3) 중대사고를 포함한 안전 연구를 증진하고 매뉴얼에 반영
- (4) 국제협력 및 산학연 협력을 통한 정보 및 지식교류
- (5) 안전문화 확립 및 국민이해 증진

II. 원자력발전소의 안전성

국내 원전의 가압경수로(PWR, Pressurized Water Reactor) 방식과 후쿠시마 원전의 비등경수로(BWR, Boiling Water Reactor) 방식을 비교해 보겠다. 국내 원전에서 사용하고 있는 가압경수로로는 원자로에서 발생된 열을 증기발생기를 통하여 2차측으로 전달해서 터빈을 돌리도록 되어 있다. 반면 비등경수로 방식은 원자로에서 바로 증기를 발생시켜 터빈을 돌리도록 되어 있기 때문에 발생된 증기에는 방사능 물질이 포함되어 있어 환경에도 나쁜 영향을 끼친다. 이와 같이 가압경수로에는 증기를 만들어내는 측(1차측)과 발생된 증기로 터빈을 돌리는 측(2차측)이 구분되어 있는 폐쇄회로가 형성되어 있기 때문에 사고가 났을 경우에도 방사능 물질의 유출을 막는 하나의 방벽이 더 존재한다는 장점이 있다. 또한 비등경수로에서는 1차측을 통해서만 붕괴열이 제거되지만 가압경수로에서는 1차측과 2차측의 비상냉각 시스템이 구축되어 있어 다양한 안전계통 및 저장수를 확보하고 있다. 가장 결정적인 차이는 원자로를 싸고 있는 가압경수로의 격납용기 부피가 비등경수로의 격납용기의 10배이

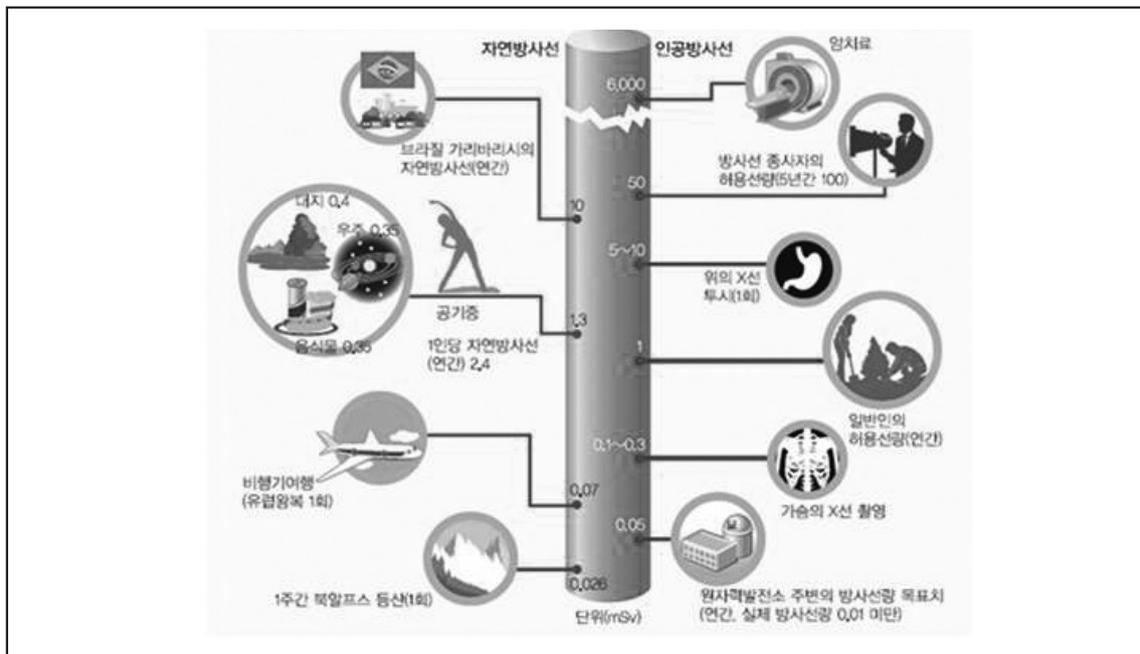
〈그림 7〉



다. 그렇기 때문에 가압경수로의 압력은 천천히 올라가서 사고시 대처시간 확보가 용이하다. 반면 비등경수로의 압력상승은 매우 빨리 진행되기 때문에 금방 터질 위험이 있고, 방사능의 유출 때문에 압력을 내보낼 수도 없는 문제점이 있다. 그러므로 국내 원전이 후쿠시마 원전에 비해 훨씬 더 안전하다(그림 7).

〈그림 8〉에서 보면 우리는 환경으로부터 즉, 하늘과 땅, 음식물 등 자연에서 나오는 방사선을 연간 약 2.4mSv를 받고 있다. 또한 CT 촬영이나, X선 검사 등과 같은 인공방사선으로부터는 연간 1mSv 이상 노출되지 않도록 국민을 안전하게 보호하기 위한 기준을 정부가 정하고 있다. 대부분 사람들이 인식하는 개념적인 원자력안전과 실제 원자력안전 간에 차이가 크기 때문에 많이 불안해하고 있다. 가령 지난 4월 5~7일(2011년) 한국에 내렸던 방사능이 섞인 비를 하루에 2ℓ씩 1년 내내 마신다고 가정 하여도 연간 노출되는 방사능은 0.05mSv정도(안전 기준의 1/20) 밖에 되지 않기 때문에 너무 걱정을 하지 않아도 된다. 의학적으로 250mSv 이하의 방사선 피폭에는 임상중세가 없고, 과학적으로도 100mSv 이상이 되어야만 현미경을 통한 DNA 관찰로써 방사선 피폭여부를 알 수 있다. 이러한 안전기준은 과학적으로 관찰할 수 있는 수준의 1/100 정도로 잡은 것이다. 100mSv 이하 정도의 방사선은 면역이나 신진대사에 좋다고 주장하는 의학자들도 있다.

〈그림 8〉

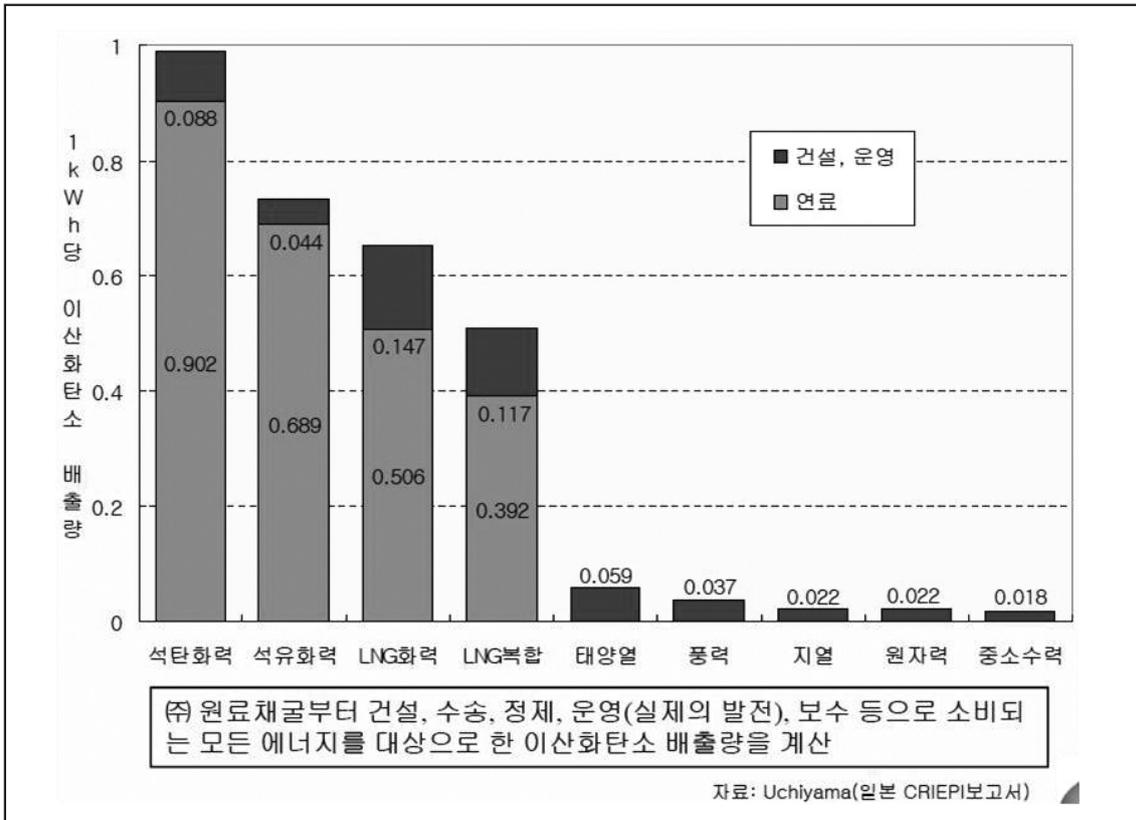


발전원별 안전성을 살펴보면, 일반적인 인식으로는 원자력발전이 수력발전에 비해 훨씬 위험하다고 생각한다. <표 1>은 발전원별 1GWe 설비 발전소를 100년 운전하는데 평균사망자수를 나타낸 것이다. 원자력발전의 경우에는 체르노빌 원전사고 외에는 사망자가 없었기 때문에 평균사망자는 0.18명이다. 석탄발전의 경우에는 발전소 때문에 사망한 사람보다는 채굴하다가 사망한 사람이 많기 때문에 평균 5.27명을 기록했다. 중유(6.20명)와 LNG(1.55명)는 주로 폭발로 인해 사망자가 발생하였다. 발전소를 가동하면서 사망자수가 가장 많이 발생했던 것은 수력발전 댐(4.79명)이다. 일반적으로 사람들은 가장 안전한 발전이 수력이라고 생각하지만 역사적으로 원자력발전보다 수력발전 댐을 가동하다가 사망한 사람이 훨씬 더 많다.

<표 1>

	원자력	석탄	중유	LNG	수력
사고사망(death/GWh)	0.18	5.27	6.20	1.55	4.79

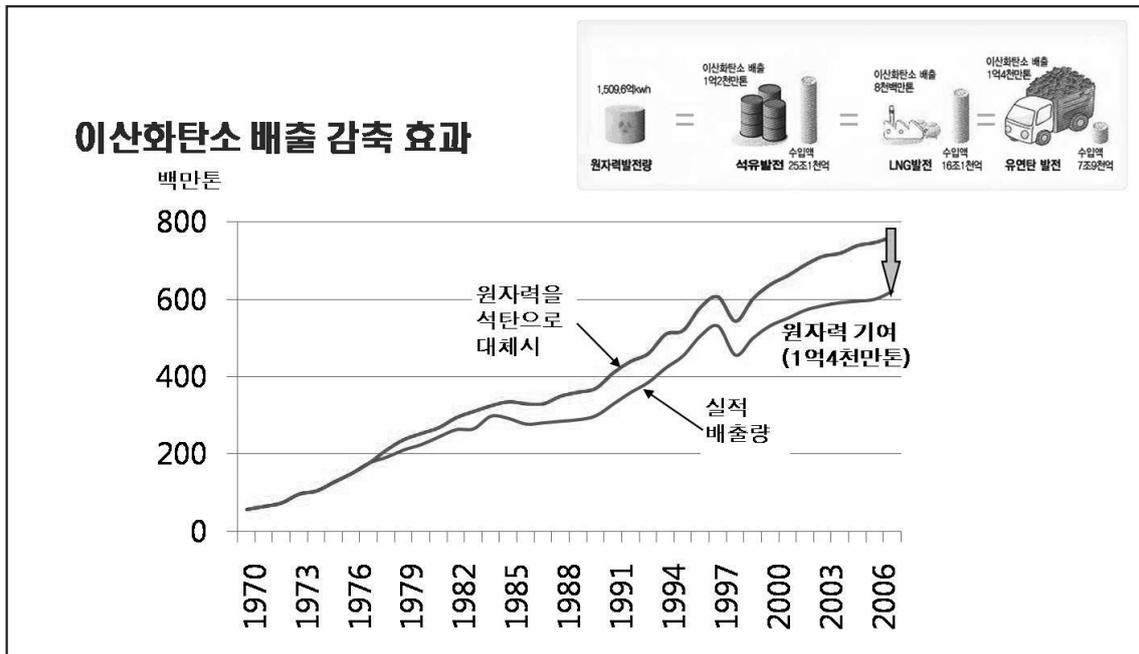
<그림 9>



원자력발전 가동 중에는 이산화탄소 배출이 제로이다. 제작, 건설, 운용, 폐기 등

기타 과정에서 이산화탄소 배출이 있기는 하지만 전체적인 이산화탄소 배출량은 절대적으로 적다(그림 9). 한국 정부가 2020년까지 온실가스 배출전망치의 30%를 감축한다는 계획을 확정하였는데 만약 원자력발전을 가동하지 않고, 석탄으로 대체한다면 현재 배출하는 이산화탄소 양에서 22%(1억 4천만 톤) 가량이 더 늘어나게 된다(그림 10). 뿐만 아니라 2010년 4월 8일에는 환경부 장관에 의해 2012 탄소세 도입이 발표된 바 있다.

〈그림 10〉



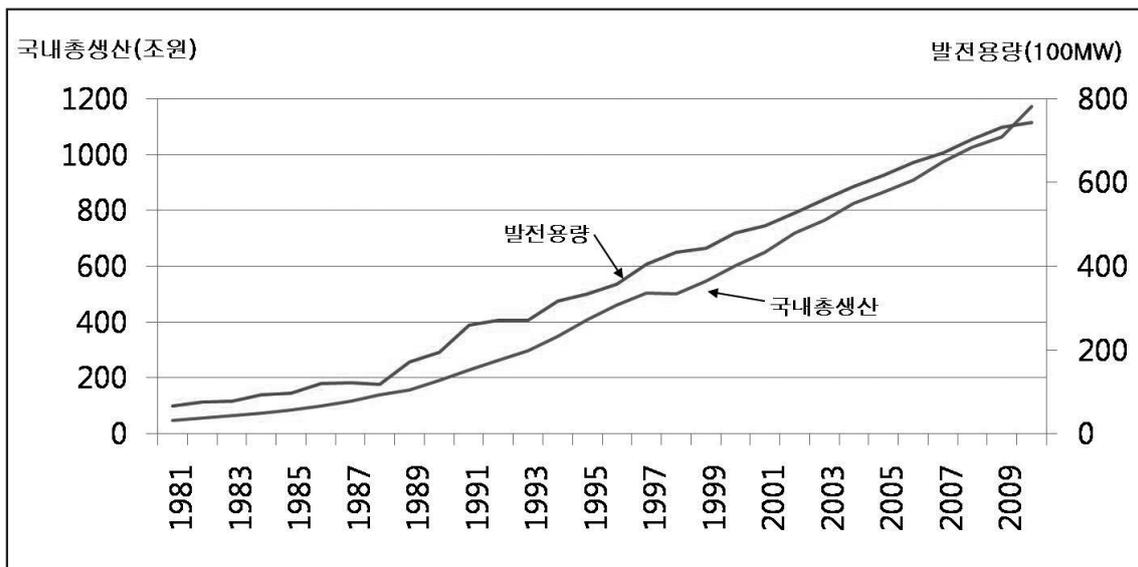
앞에서 언급했듯이 사람들은 원자력이 핵폭탄같이 위험하며, 안전하게 만들 수도 없다고 생각한다. 하지만 원자력은 뛰어난 안전운전 기록이 있고, 과거의 경험에서 배워서 지속적으로 개선하고 있어 안전문화와 규제체제를 갖추고 있다. 결론은 원자력의 실제 데이터나 경험이 꽤 좋음에도 불구하고, 인식은 상당히 나쁘다.

III. 원자력발전소의 경제성

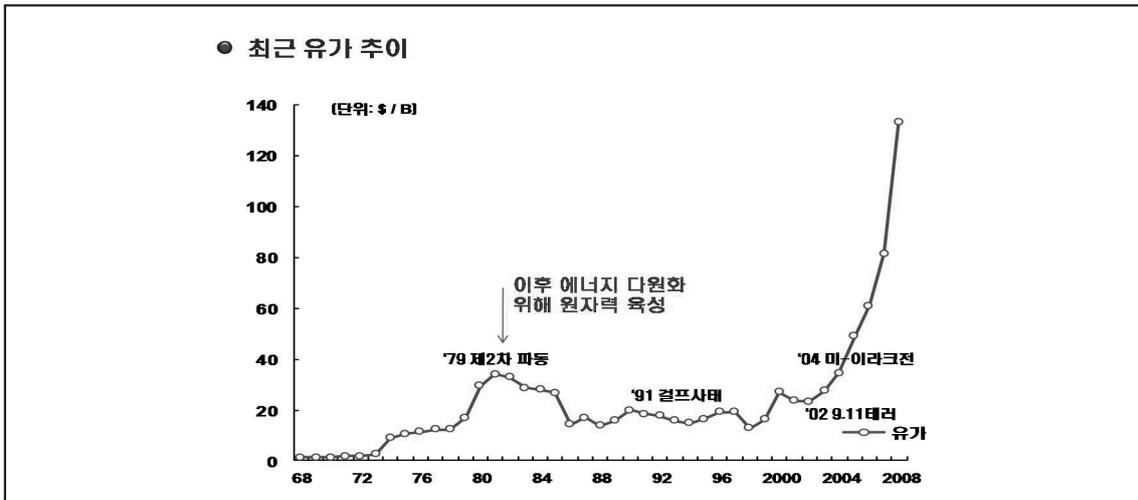
나는 원자력발전소를 가동해야 하는 가장 큰 이유 중 하나가 에너지안보라고 생각한다. 1차 에너지원이 전세계적으로 불균형하게 분포되어 있고, 에너지 수급이 불안정하다. 특히, 우리나라는 자원매장량이 거의 없다. 〈그림 11〉을 보면, 각국의 GDP

가 증가하면서 발전용량이 증가하므로 에너지가 국가경제발전에 핵심동력인 것은 분명하다. 특히, 전기는 편리성으로 인해 자동화, 정보화, 냉난방 등에 사용되는 추세가 더 빠르게 증가하고 있다. 중국도 GDP를 증가시키기 위해 극복해야 할 문제가 에너지자원의 확보이다. 그래서 중국의 후진타오 국가주석이나 원자바오 총리가 수행하는 해외외교의 최소한 50% 이상이 자원의외교라고 한다. 한 예로 아프리카의 자원을 채광하기 위해 원조와 인프라를 제공하는 등 중국은 에너지자원을 확보하기 위해 애쓰고 있다. 에너지는 국가경쟁발전의 핵심동력이기 때문에 안정적인 경제성장을 위해서는 에너지 확보가 필수적이다. 에너지전문가 견해에 따르면 확보할 수 있는 에너지를 최대한 확보해도 부족하다고 한다. 일본 전문가들은 이번 후쿠시마 사태로 인한 전기부족으로 올 여름을 견디기가 힘들 것이라고 예상하고 있다. 또한 생산공장 25%를 순번제로 가동을 멈출 필요가 있다는 제안도 나오고 있다. 전기가 없으면 사람은 물론 경제활동에 큰 차질이 생기는 등 문제가 발생하기 때문에 에너지 확보는 매우 중요하다. <그림 12>의 유가변동을 보면 1960년대 2달러였던 유가가 최근 140 달러까지 급등했다. 이와 같은 유가의 변동에도 불구하고 우리나라의 전기요금은 매우 안정적이었다. 1982년부터 2010년까지 소비자 물가는 약 208% 오른 반면 전기요금은 약 19.6% 밖에 오르지 않았다. 우리나라의 전기요금이 전세계에서 가장 저렴한데, 이것은 원자력에 덕택이라고 말할 수 있다. 이 부분은 뒤에서 한번 더 언급하겠다.

<그림 11>

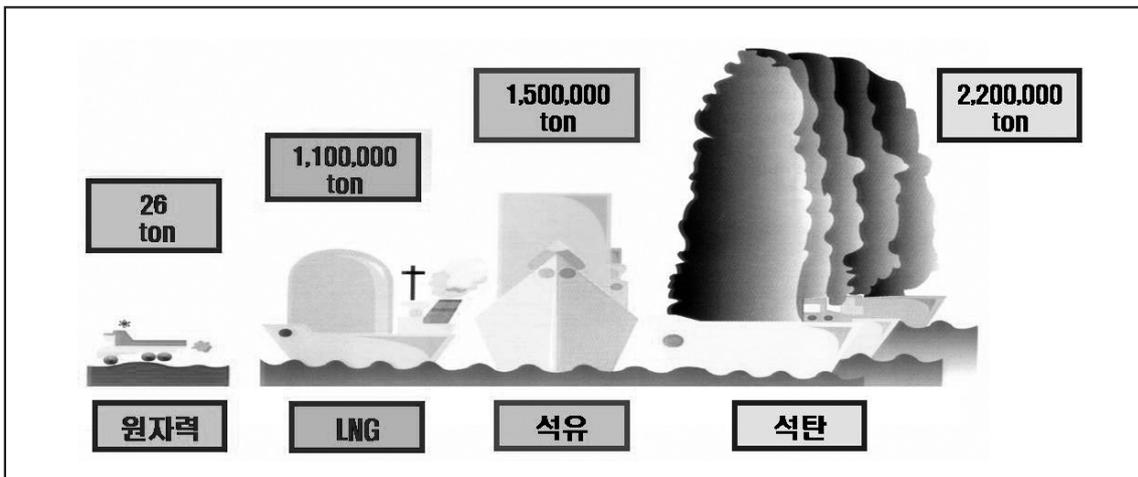


〈그림 12〉

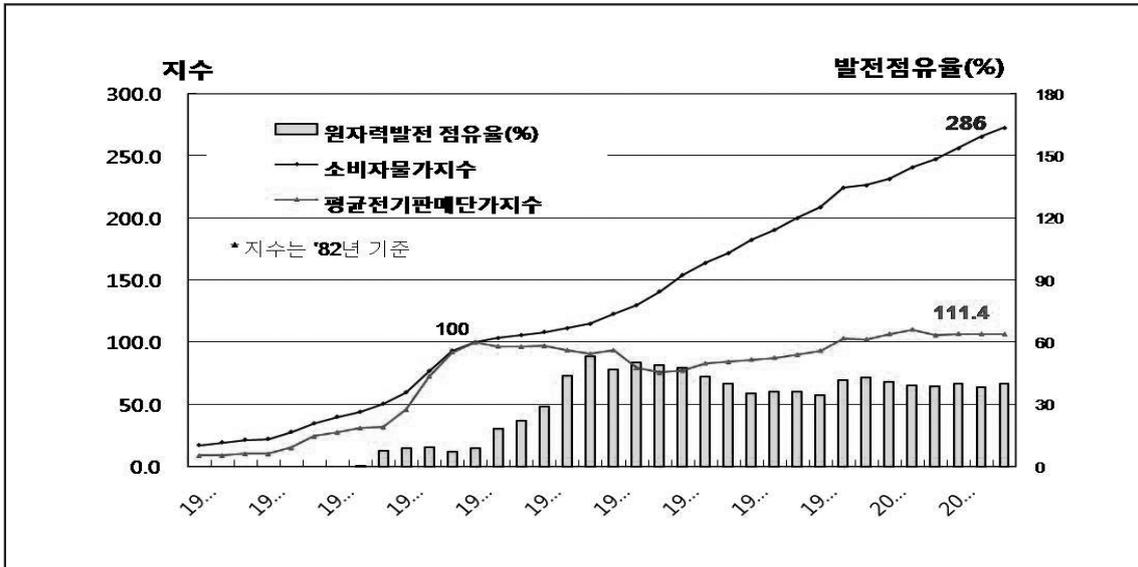


〈그림 13〉을 보면 같은 양의 전기를 발전시키는데 필요한 원료의 양(무게로)이 원자력발전은 석탄을 사용하는 화력발전에 비해 약 1/100,000 정도만 있어도 되기 때문에 매우 경제적이다. 앞에서 언급한 바와 같이 IMF 시기를 비롯하여 물가가 엄청나게 상승한 것에 비해 전기요금은 거의 오르지 않았다. 그 이유는 원자력 핵연료인 우라늄의 값이 차지하는 비중이 전체 전기값에 2% 밖에 되지 않을 정도로 적기 때문이다. 반면 화력발전소에서 사용하는 석탄이나 석유의 연료값은 전체 비중에 60~70%를 차지한다. 나는 언젠가 경제잡지에서 IMF 시기에 전기요금을 올리지 않았기 때문에 IMF 경제침체에서 빠져 나오는데 가장 도움이 됐다는 기사를 본적이 있다. 이렇게 원자력은 경기회복에도 크게 기여를 하지 않았나 생각한다. 〈그림 14〉를 보면 1982년 대비 2010년 소비자물가는 209% 상승했으나 전기요금은 19.6% 상승에 그쳐진 것도 원자력발전 덕택이라고 할 수 있다.

〈그림 13〉



〈그림 14〉

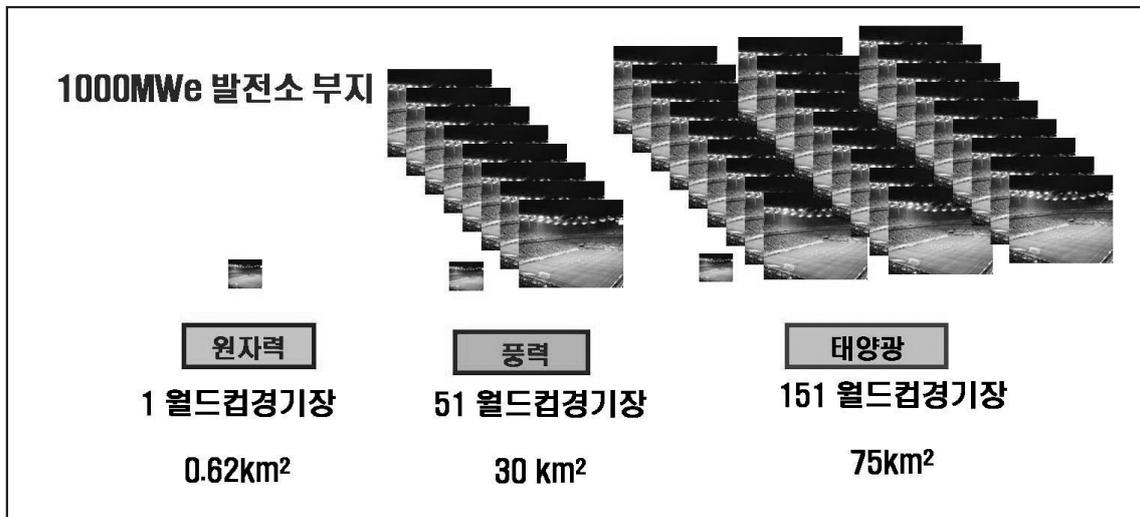


〈표 2〉의 전력생산단가를 보면 태양력이 시간당 1kW를 생산하는데 드는 비용이 859원인데 비해 원자력은 39원으로 비용대비 효율이 20배 가까이 차이 난다. 우리나라 신재생에너지의 전기보급률은 1% 수준이다. 이 가운데 태양력과 풍력은 0.1%, 폐자원 바이오가스가 0.9%를 차지하고 있다. 물론 신재생에너지의 개발은 필요하지만 가격이 너무 비싸고, 전체 전기에 차지하는 비중도 0.1% 밖에 되지 않는다. 뿐만 아니라 전기의 질도 매우 나쁘기 때문에 실질적으로 경제에 이바지하는 기여도는 매우 낮다. 다만, 기존 기술에서 효율을 1~2% 높인다 해도 비전이 없기 때문에 완전히 패러다임을 바꿀 신재생에너지가 자리 잡을 때까지는 원자력이 이를 대체해야 한다고 보는 것이 옳다. 부지면에서도, 동일한 전기를 발전시킬 경우 원자력발전소 부지가 월드컵경기장(0.62km²) 1개를 차지하는 것에 비해 풍력발전소는 같은 경기장 52개(30km²)가 필요하며, 태양광발전소는 월드컵경기장 151개(75km²)가 필요하다(그림 15).

〈표 2〉 전력생산단가(2008)

원자력	석탄	천연가스	석유	풍력	태양광
39 ₩/kWh	54 ₩/kWh	147 ₩/kWh	195 ₩/kWh	128 ₩/kWh	859 ₩/kWh

〈그림 15〉



현재 우리나라는 에너지수입율이 97%이다. 석유수입이 세계 4위를 차지하며, 석유 소비는 세계 7위, 에너지소비는 세계 9위이다(2007년 기준). 이처럼 한국은 에너지 수입이 대부분을 차지하면서 에너지를 많이 사용하므로 에너지면에서 매우 취약한 나라이다. 그렇기 때문에 에너지가 제대로 공급되지 않는다면 매우 위험한 나라 중에 하나이다. 원자력은 준(準)국산에너지로 간주하고 있다. 그 이유는 앞에서 언급했듯이 연료비용이 거의 들지 않기 때문이다. 2008년 발표된 국가에너지기본계획을 보면 앞으로 2030년까지 원자력의 설비 비율을 27%에서 40.6%로 높이고, 그에 따라 원자력 전기생산 비율도 39%에서 59%까지 높일 계획이다(표 3). 원자력 전기생산 비율을 59%까지 달성하려면 더 많은 발전소가 필요하다. 현재 우리나라에 가동중인 원자력발전소는 총 21개인데, 신규원전 건설계획은 신고리 3개와 신월성 2개가 건설중이고, 신울진 2개가 건설준비 중이다. 그리고 2017년 이후에 10개 발전소를 더 건설할 계획이다.

〈표 3〉 국가 에너지 기본 계획 (2008)
전기생산 비율 39% (2006) → 59% (2030)

발전 설비 비율 (%)			
년도	LNG	석탄	원자력
2006	26.6	28.2	27.0
2030	17.9	30.9	40.6
전기생산 비율 (%)			
년도	LNG	석탄	원자력
2006	17.9	36.5	39.0
2030	1.0	28.8	59.0

기후변화협약에서의 우리나라 입지를 살펴보면, 한국은 세계 6위 배출국이며 에너지 부문의 이산화탄소배출량 증가율은 세계 최고수준이다. 1990년 이후에 세계 평균 온실가스 배출량이 27.9% 증가한 것에 비해 우리나라의 온실가스 배출총량은 99.6% 증가했다. 만약 원자력 대신 석탄이 원료인 화력을 도입한다고 가정할 경우, 앞의 <그림 10>에서 볼 수 있듯이 2007년도 기준으로 국내 온실가스 배출량 6억 2천만 톤에 연간 약 1억 4천만 톤이 추가로 발생한다. 이는 우리나라 전체 온실가스 배출량의 22%에 해당한다. 만약 배출권시장에서 온실가스 배출권이 톤 당 20달러에 거래된다고 가정하면, 약 28억 달러의 부가가치가 발생되어 이산화탄소 배출 절감효과를 볼 수 있다.

지난 2010년 한국의 원전기술로 아랍에미리트(UAE)에 200억 달러 건설과 200억 달러 운전계약으로 총 41조원 가치의 수출을 이루어낸 역사적으로 큰 사건이 있었다. 그로 인해 한국의 위상이 상당히 높아졌고, 향후 세계시장에서 원전 수출경쟁력을 갖추었다. 뿐만 아니라 지난 3월 13일 UAE에 칼리파 과학기술연구대학(KUSTAR)과 KAIST가 차세대 신성장동력인 원자력을 공동연구·수행을 하는 MOU를 체결한 바 있다. 나는 이번에 칼리파대학교에 원자력공학과를 만드는 것을 도와주고, 그 학교를 한국의 KAIST처럼 끌어주는 일을 맡게 되었다.

IV. 맺음말

에너지는 국가경제성장에 있어서 필수적이다. 환경에 영향을 주지 않는 에너지기술이란 거의 없다. 중요한 것은 이러한 영향이 통제가능한 것인가 하는 것이다. 또한, 어떻게 기술적으로 다룰 수 있느냐는 것이다. 기술은 진보하고 있고, 원자력도 마찬가지이다. 지금처럼 산업이 고도로 발달하고, 우리 인간이 좀 더 편리하고 풍요롭게 살기를 포기하지 않는 한, 기후변화를 완전히 막을 수 있는 유일한 해결책을 찾는다는 것은 쉽지 않다. 어쩌면 우리가 미래 사회로 나아가는데 해결해야 할 가장 큰 과제중의 하나가 될지도 모른다. 하지만 원자력은 기후변화를 막을 수 있는 중요한 대안 중 하나이다. 국가의 미래를 결정짓는 에너지정책은 객관적인 정보와 합리적인 토론을 통해 결정되어야 할 것이다. 마지막으로 모든 장애를 극복해낸 Hellen Keller 여사의 말을 인용하면서 강연을 마치고자 한다.

“안전이란 미신 같은 것이다. 자연적으로 존재하는 것도 아니며, 일반적으로 경험할 수 있는 것도 아니다. 위험을 회피하는 것은 장기적으로 보면 솔직히 노출하는 것보다 더 안전하지 못하다. 인생이란 과감한 모험이다. 그렇지 않으면 아무 것도 아니다...”

질의 & 응답

질문 요즘 최대 관심사는 고리원자력발전소의 안전성에 관한 것이다. 언론에 보도된 바에 의하면 고리원자력발전소가 30년 수명을 다했는데 10년을 더 운영하도록 연장이 되었다. 10년 후에는 어떠한 방식으로 고리원자력발전소를 폐기를 할 것이며, 최근 논란이 되고 있는 안전성문제에 대한 의견을 듣고 싶다.

답변 설계수명이 30년(1978~2008년)인 고리원자력발전소는 조금 먼저 지어진 미국의 키아니발전소와 똑같은 발전소이다. 실질적으로 두 발전소가 같은 발전소인데도 불구하고, 키아니발전소는 설계수명이 40년이다. 지난 2011년 1월 미국 NRC가 키아니발전소에 20년 수명연장 허가를 주었다. 즉, 사용수명이 총 60년인 것이다. 2008년 고리원자력발전소가 매 10년마다 실행되는 주기적인 안전성 평가에서도 향후 10년 정도는 무난할 것으로 분석되었기 때문에 걱정할 필요는 없다고 본다. 세계 최대 원자력발전국인 미국의 원자력발전소 100개 중 64개가 60년으로 수명연장을 다 받은 바 있다.

질문 원자력발전소의 안전문제에 대한 일반 시민들의 시각과 전문가들이 보는 시각에는 큰 차이가 있는 것 같다. 한 개의 발전소를 건설하려면 상당한 금액이 필요한데, 사용할 수 있는데도 불안하다고 폐기한다면 큰 국가적 손실이 아닐 수가 없다. 이에 대한 의견을 듣고 싶다.

답변 귀하의 의견에 100% 공감한다. 내가 생각하기로 이에 대해서는 정책을 담당하는 지도층의 합리적 결정이 가장 중요하다고 본다. 하지만 내가 제일 우려하는 부분은 포퓰리즘이다. 사람들이 불안해한다고 해서 정밀분석을 통해 안전하게 사용될 수 있는 원자력발전소를 폐기한다면 당장에 대체할 에너지 확보가 어렵다. 역사를 돌아보면 에너지관리를 잘못된 나라는 망했던 것처럼 모든 국가는 에너지경쟁이라고 해도 과언이 아니다. 북한과 남한 간의 경쟁도 에너지경쟁이었다고 볼 수 있다.

질문 북한의 원자력발전소와 중국의 동북부 원자력발전소의 안전성에 대한 의견을 듣고 싶다.

답변 북한은 지금까지 천연우라늄을 사용하는 가스냉각로를 사용했었다. 하지만 최근 우라늄농축을 정당화시키기 위해서 실험용 경수로 원자로의 건설을 계획하고 있다. 현재 경수로 건설속도가 빨리 진척되고 있어서 본격적인 논의가 필요할 것으로 본다. 원자력 안전문제는 세계적 문제이기 때문에 많은 나라들이 북한에 대해 걱정과 공격을 할 것이다.

중국이 원자력발전소 건설을 점차 확대하고 있는 상황도 우려가 되고 있다. 다행히 중국의 원자력발전소는 가압경수로를 사용하고 있기 때문에 치명적인 위협이 되지는 않을 것으로 본다. 또한 가압경수로에 관한 협력이 용이하기 때문에 안전문제에 관한 협조체계가 중요하다. 하지만 큰 사고에 대비해 앞으로 한·중·일 간에 원자력 안전협력이 긴요하며, 비공식 전문가 회담을 자주 열어 협력하는 것이 필요하겠다.

질문 방사선 없이 전력을 생산할 수 있는 핵융합발전이 실용화 단계에 있지는 않지만 연구중인 것으로 알고 있다. 핵융합발전 단계가 어느 정도에 이르러야지 우리가 전력을 실제 사용할 수 있는지 궁금하다.

답변 내가 대학 다닐 때에 핵융합이 실용화가 되려면 앞으로 50년이 걸릴 것이라고 들었는데, 지금도 50년이 걸릴 것이라고 한다. 즉, 여전히 갈 길이 멀다는 말이다. 플라즈마로 제어를 해야 하는데 아직도 정확하게 제어하는 방법을 모른다. 또한 1억 ℃ 이상의 고온에서 에너지를 창출하는 과정을 견딜 수 있는 재료도 문제가 된다. 핵융합발전이 이루어지기 전에 우라늄-238의 핵분열 과정에서 생기는 플루토늄을 재활용하는 액체금속로가 먼저 실용화되어야 한다. 우라늄의 가채년수는 60년인데 액체금속로가 실용화되면 한정된 우라늄의 이용효율의 60배인 3천 600년까지 쓸 수 있는 장점이 있다. 액체금속로가 실용화가 되고 나서 핵융합발전이 될 것 같다.

질문 현재 한국은 북한이라는 위험한 집단과 마주하고 있다. 만약 북한이 원자력발전소에 테러나 미사일 공격을 한다면 어떠한 결과를 예상할 수 있겠는가?

답변 미국은 후쿠시마 사태와 같은 큰 사고에 대비한 매뉴얼을 가지고 있다. 다만, 미국의 매뉴얼은 천재지변이 아닌 9·11테러와 같은 사고에 대비한 것이다. 가령 북한이 원전에 테러나 미사일 공격을 한다면 가장 위험한 상황은 비상발전기나 사용후 핵연료가 공격 당하는 것이다. 우선은 보안을 철저히 해야 하고, 만약 비상발전기가

공격을 당했을 경우에는 즉시 이동식 비상발전기가 공급되어야 한다. 해일이든 테러 공격이든 원전사고 안전 대비책은 전기공급을 통한 붕괴열 제거가 핵심이라는 면에서 동일하기 때문이다. 그래서 미국의 테러 대비 매뉴얼에 반영된 복구책도 해일로 인한 사태와 거의 비슷하다. 안전한 방어가 가능하다고 생각한다.

세계경제연구원 후원회 가입안내

· 후원회원의 종류 : 법인회원, 개인회원

· 법인회원에 대한 서비스
연구원 주최 행사에 우선 초청
연구원 주최 행사에 5인까지 무료 참가 가능
연구원이 발간하는 모든 간행물 무료 제공
법인 회원을 위한 특별 세미나 및 간담회 개최

· 개인회원에 대한 서비스
연구원 주최 행사에 초청
행사 참가비 할인
연구원이 발간하는 일부 간행물 무료 제공

· 후원회비는 관련세법에 따라 세금공제 가능

· 회원 가입 문의
551-3334~7(전화) 551-3339(팩스)
E-mail : igenet@igenet.com
<http://www.igenet.com>



서울 강남구 삼성동 159 무역센터 2505호
전화 : 551-3334/7, FAX : 551-3339
E-mail : igenet@igenet.com
<http://www.igenet.com>