

2000年代의 原子力發電 展望



Boris A. Semenov

〈國際原子力機構(IAEA) 事務次長〉

原子力發電 現況

전세계적으로 급증하고 있는 전력수요에 부응하기 위해서 원자력발전은 1989년도에도 지속적인 성장을 보여, 세계 전체 원자력발전용량이 약 8 GWe 증가하였다.

1989년도에 12기의 신규 원자력발전소가 운전에 들어감으로써 전세계에서 운전중인 원자력발전소는 모두 439기에 이르렀으며, 1989년말 현재 발전용 원자료를 보유하고 있는 국가는 27개국이었다.

1989년에 신규로 운전을 시작한 원자력발전소를 보면 서독 1기, 동독 1기, 인도 1기, 일본 1기, 한국 1기, 멕시코 1기, 영국 1기, 미국 3기, 소련 2기이고, 또한 5기가 신규 착공되었는데 일본 2기, 한국 2기, 소련 1기이다.

현재 원자력발전은 세계 총 전력량의 17%를 공급하고 있다.

그러나 원자력발전의 세계적인 현상향을 보면 매우 불확실하고 복잡하다. 원자력발전소 건설이 지연되고 있는 국가들이 있는가 하면, 반면에 발전소 건설이 계속 확장되고 있는 나라들도 있다. 또한 일부 국민들은 원자력에너지 사용을 강력히 반대하고 있는 반면에, 환경문제 특히 이산화탄

소, 질소산화물, 이산화황산의 방출과 관련된 문제들을 해결할 수 있는 깨끗한 에너지라고 원자력을 평가하는 사람들도 있다.

原電開發의 問題点

원자력발전소 개발문제를 논의하기에 앞서 분명히 하고 싶은 점이 하나있다. 우리는 원자력기술분야를 깊이 이해하고 있는 과학자로서 원자력에너지의 이용 가능성에 대해서 국민들이 납득할 수 있도록 노력해야만 할 것이다. 국민들은 과학적인 전문용어로서는 이해하지도 이해할 수도 없다. 과학자들을 포함하여 원자력에너지의 혜택을 받은 적이 있는 사람들을 제외하면 국민들의 우리에게 대한 신뢰도는 위험수위에 이르고 있다고 판단된다. 만약 국민들이 원자력에너지의 혜택을 신뢰하지 않는다면 원자력에너지의 개발은 큰 난관을 맞게 될 것이다.

원자력발전소 개발에 대한 문제점은 크게 3가지로 분류할 수 있는데 서로 밀접한 연관성을 갖고 있다. 즉, 국민들의 이해, 허가 및 규제문제(국민들의 이해와 연관됨), 경제성의 감소(허가 및 규제와 밀접하게 관련됨) 등이다.

규제기관 등이 인허가와 규제 및 경제성문제에

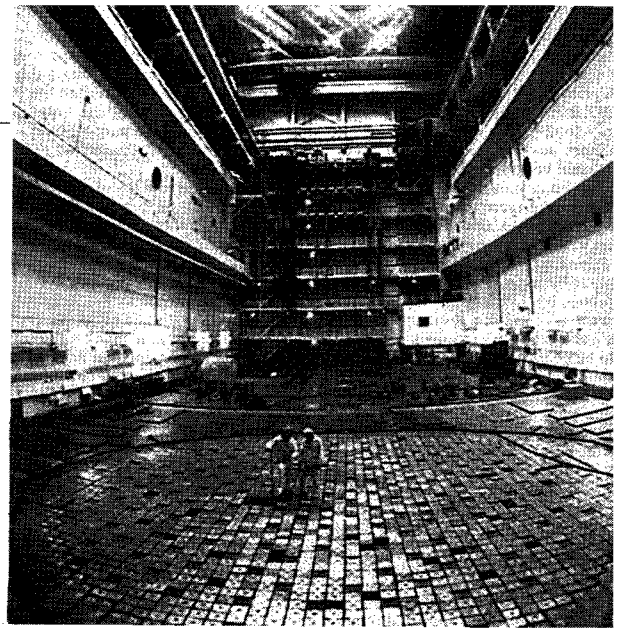
대해 연구한 바에 의하면, 원자력발전소 인허가절차로 인해서 착공 당시에는 경제적 타당성을 지닌 원자력발전소가 필요로 하는 허가를 얻거나, 규제 조항을 개정하는 등의 이유로 건설기간중 그 타당성을 상실하게 된다는 것이다. 어떤 국가에서는 표준화문제가 해결되지 않아 원자력발전소 경제성에 나쁜 영향을 미치고 있는 것으로 나타나고 있다. 경제성 제고를 위한 개선절차가 최소한 5년 내지 10년간 지속적으로 추진되어야 할 것이며, 그래야만 이러한 문제점이 해결될 것으로 예상된다.

한편 국민들의 이해는 규제될 수도, 또는 보다 경제적으로 변환할 수도 없으므로 중요한 논제가 된다. 국민들이 우려하는 바는 위험성, 경제적 손실, 안전성, 유전공학적 피해, 환경문제 등과 직접 관련되는 것이다. 일반국민중 많은 사람들이 원자력발전소가 원자폭탄처럼 폭발할 수 있다고 생각하고 있다. 유감스럽게도 방사선피폭, 원자력 안전성 등에 대해서 전문가와 국민들 사이에는 이해 정도의 차이가 매우 크다. 이것은 단순히 정보에서 오는 견해 차이가 아니다.

국제원자력기구(IAEA) 과학자는 수시로 일반 대중들에게 정보를 제공하고 있다. 그러나 문제는 일반대중들이 이 정보를 얼마만큼 이해하느냐, 기술적인 전문용어가 아닌 말로 원자력 발전을 이해시키기 위해 정부가 최선의 노력을 다하고 있느냐, 또 어떤 기술이든 어느 정도의 위험이 따른다는 것을 국민들이 납득할 수 있느냐 하는 것이다.

이제 지구온난화문제와 관련하여 결단의 시기에 이르렀음을 깨달아야 할 것이다. 경제적 성장이 지속되기를 원하는가? 또는 그렇지 않은가? 경제 성장을 원한다면 이에 기여할 수 있는 에너지는 과연 무엇인가? 수용할 수 있는 위험 정도는 어느 정도인가?

원자력발전으로 방사선에 피폭되는 수준과 일상 생활의 자연방사성물질로 인해 방사선을 받는 정도를 비교해 봄으로써 올바른 견해를 정립할 수 있다. 원자력방사선효과에 대한 UN과학위원회(UNSCEAR)의 최근 보고서가 이러한 견해에 근거를 제시하고 있다.



UNSCEAR에 따르면 정상적인 원자력발전에서 나오는 방사성폐기물은 무시해도 좋을 만큼이다. 평화적인 핵연료주기활동으로 인해 개인이 일년에 받는 방사선의 정도는 자연방사성물질, 예를 들면 우주선이라든가 방사선을 방출하는 건축자재와 같은 것으로 부터 받는 방사선의 극히 일부에 지나지 않는다(0.1% 미만).

원자력발전의 안전성은 전체적으로 양호하다. 1979년 TMI와 1986년 체르노빌에서 발생한 두 건의 대형사고를 감안하더라도 그렇다. TMI사고의 경우 원자로 노심의 약 40% 정도가 용융되었으나 최후의 안전장치인 격납용기가 제기능을 발휘하여 더이상 확산되는 것을 막았다. 이 사실은 매우 가치있는 것이며, 또한 일반대중은 물론 원전 종사자 어느 누구에게도 신체적 영향이 없었다.

체르노빌에서 발생한 사고는 한층더 심각한 사고였다. 사망자수는 31명이었는데, 운전원과 소방대원들이었다. 또한 피해를 줄이기 위해서 발전소에서 작업을 하였던 사람중 200명 이상이 많은 양의 방사선에 피폭되었다. 그러나 그들 대부분은 병원에서 진료후에 완쾌되어 다시 일을 할 수 있게 되었다.

체르노빌 부근에 거주하는 주민들은 일반인 허용량을 초과하는 방사선량을 받았는데 그들의 평균 개인선량은 방사선작업종사자 피폭허용량과 같은 정도였다. 한편 체르노빌주민들 사이에서 실질적인 건강상 장애는 발견되지 않았다. 광범위하고 장기적인 역학조사가 미래에 어떤 신체적 징후가 실제로 일어날 것인지 어떤지에 대해 수행

되고 있다. 지난 해 가을에 출간된 UNSCEAR의 보고서자료에 의하면 소련 인근 유럽지역에서는 이 사고로 인해서 국민들이 받는 선량은 극히 미량으로서 자연방사선의 일부라고 나타내고 있다.

원자력발전소에 대한 국민들의 이해를 얻으려면 다른 것보다도 세계의 모든 지역에서 무사고 운전이 무엇보다 중요하다. 체르노빌에서와 같은 사고가 절대로 되풀이 되어서는 안된다는 인식을 가져야 한다. 그러기 위해서는 원자력을 이용하는 모든 국가들의 협력이 필요하고, 또한 원자력발전소 운전의 안전성을 높이고 모든 사고를 미연에 방지하기 위한 효과적인 대책이 마련되어야 할 것이다. 체르노빌사고로 모든 국가가 안전성문제에 합심하여 주의를 기울여야 함을 재확인했다. 국제원자력기구(IAEA)와 각국의 정부 및 전력회사들의 노력에 의해서 원자력안전제도가 수립되어 운전안전성이 제고되었으며, 각종 비상대책과 사고 대응을 위한 만반의 준비가 이루어졌다.

원자력발전은 진보다 더욱 안전해졌고, 오늘보다 내일 더 안전해 질 것이다. 그러나 안전성이란 통계수치적 개념만을 의미하지 않는다. 한편 표준화와 단순설계개념을 갖는 개량형 원자로가 실용화단계에 이르렀다. 1990년대 말경에는 수동안전 특성을 갖고 소형화된 신형 원자로가 이용 가능하게 될 것이다.

핵폐기물처리문제가 아직 해결되지 않았다는 주장이 종종 나오고 있다. 이러한 견해는 이 분야에서 활동하고 있는 과학자나 전문가들의 주장과는 매우 상반되는 것이다. 상당히 오랜동안 핵폐기물을 안전하게 처리하기 위한 기술과 이론들이 연구되어 왔다. 그리고 과학자들은 그 기술들의 이용 가능성에 대해 확고한 신뢰를 갖고 있다.

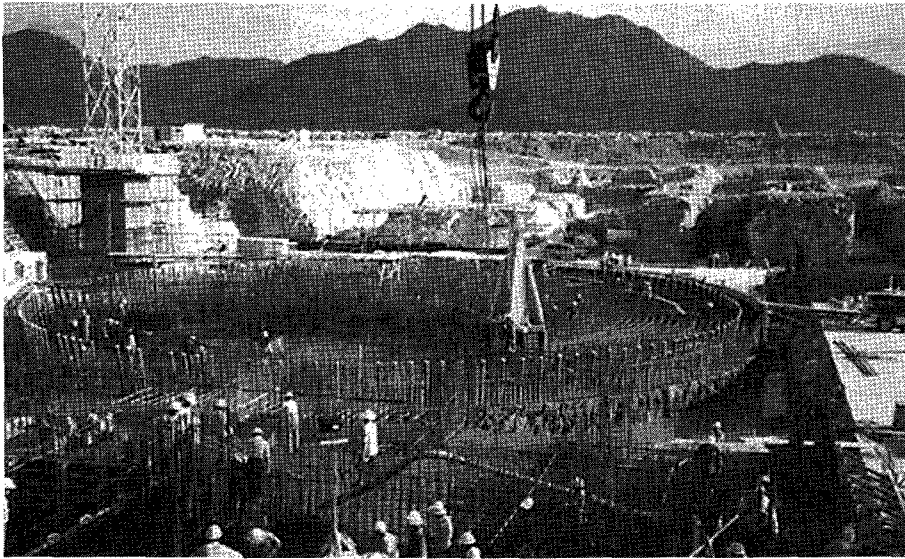
사용후핵연료에서 발생하는 고준위 방사성폐기물의 최종처분은 아직 확립되어 있지 못한데 이는 능력부족 때문이 아니라, 자연적인 방법으로 열과 방사능이 모두 사라지도록 하기 위해 처음에 수십 년동안 보관하여야 하는 처분개념 때문이다. 50년동안 저장하면 사용후핵연료의 방사능이 1/20로 줄어들고, 발열량이 1/25로 줄어들게 된다. 따라서 결과적으로 폐기물 용기와 저장고의 설계

및 엔지니어링을 용이하게 한다. 가장 중요한 문제는 고준위 방사성폐기물의 처분은 기술적인 문제라기 보다 정치적으로 국민적인 이해를 획득하는 것이다. 즉, 안전한 처분방법과 설비를 갖추겠다는 지속적이고 강력한 정치적 약속 내지 공약이 필요하다고 할 수 있다.

방사성폐기물은 수천년동안 위협할 수도 있다. 반면에 석탄이 연소되고 남는 것중 일부는 비소, 카드뮴, 납, 수은과 같은 유독성 중금속을 함유하여 영원히 유해성이 남는다는 것도 또한 사실이다. 안정된 원소들이 지닌 유독성의 경우 시간이 흐른다고 감소하지 않으며, 결국 방사성물질의 유독성과 마찬가지로이다.

원자력발전으로 발생하는 사용후핵연료의 총량은 1987년에 약 6,000톤이다. 원자력발전에 의한 전력을 생산하기 위해 석탄을 사용했다라면 막대한 양의 CO₂, SO₂, 질소산화물은 물론이고 최소한 90,000톤의 중금속을 남겼을 것이다. 원자력과 석탄의 주요 차이점은 석탄의 경우와 달리 방사성폐기물은 격리처분된다는 것이다. 방사성폐기물의 관리처분비용, 원자력발전소 해체비용은 법률에 의해서 많은 국가에서 원자력발전비용에 포함하도록 되어있다. 핵확산문제에 대해서 보면 더 많은 국가로 핵무기가 확산될 위험이 있음은 물론 사실이며, 그 위험을 줄이기 위해 심도있는 노력이 요구된다. 그러나 원자력발전의 잠정적인 중지로 이 위험의 감소가 만족스런 성과를 거두기는 어려울 것이다. 오히려 원자력발전을 통한 평화적인 전력생산을 위한 원자력기술, 하드웨어 및 핵연료의 이전이 평화적 목적에 이용하도록 하기 위한 법률적이고 확실한 제어장치 역할을 할 것이다. 전력 생산을 위해 원자력이 확산됨에 따라 세계 최초로 현지조사시스템, 즉 IAEA의 안전보장조치시스템이 설치되었다. 핵확산위험은 일반적으로 지적되고 있는 것처럼 평화적인 원자력기술의 이전 결과가 아니라, 문체 국가들의 독자적인 노력에 기인하고 있다. 따라서 핵무기 감축장치라든가, IAEA의 안전보장조치시스템이 국제적으로 받아들여져야 할 필요가 있는 것이다.

원자력발전은 에너지문제 해결에 어느 정도 이점이 있다. 즉, 한정된 석유자원으로 인한 문제,



사실 그 문제는 국제평화에 중대한 위협이 아닐 수 없는데 그러한 문제 해결에 도움이 될 수 있다. 정부가 선택할 수 있는 에너지원중에서 원자력을 제외한다면 에너지문제는 그 자체만으로 1970년대 처럼 세계적인 중요 논제로 떠오를 것이다.

전술한 문제점들은 오늘날, 또 미래에 원자력발전 개발에 영향을 미칠 것이다. 다행히도 원자력에너지를 적극 이용하려는 국가들을 살펴보면 이러한 문제점들이 동시에 복합적으로 발생하지 않는다는 것이다.

국민의 이해가 매우 좋은 국가도 있고, 또한 원자력발전소 설계가 표준화되어 허가와 건설에 소요되는 시간의 단축문제를 잘 해결한 나라도 있다. 한 국가에서 이러한 문제들이 성공적으로 해결될수록 원자력발전 개발에 대한 현상황 나아가 미래의 전망이 밝아질 것이다.

프랑스, 일본에서는 대부분의 문제점들이 해결되었고, 다만 상황이 변함에 따라 생기는 사소한 문제가 없지 않지만, 원자력발전은 이들 국가의 에너지수요를 충족시키는데 핵심적인 역할을 하고 있다.

소련에서는 국민의 이해가 최근에 문제로 대두됨에 따라 원자력발전 개발의 주요한 장애요인이 되고있다.

미국에서는 다양한 양상을 띠고 있는데 원자력

발전소 건설을 위한 인허가절차의 간소화를 위해 단계적인 조치가 행해지고 있는 반면에, 어떤 지역에서는 주민들의 반대로 경제성 향상에도 불구하고 원자력발전소 건설이 방해를 받고 있다.

스웨덴, 핀란드에서는 국민들의 이해가 최대 관심사가 되어왔다. 그러나 점차 국민들의 여론이 좋아지고 있다. 특히, 난방문제에 있어서는 긍정적인 태도를 보이고 있다.

이처럼 다양각색의 상황들을 보면 원자력발전 개발에 따르는 문제점을 해결하기 위한 방법은 반드시 존재한다. 그러한 방법을 수집분석하기 위한 국제적인 노력이 매우 중요한 시기이다. 그러나 각 나라마다 그 나라의 사정에 따라 주의깊게 적용되어야 할 것이다.

다른 에너지원과 마찬가지로 원자력의 잠재적 가능성은 다음의 주요 문제에 달려있다.

- 에너지 수요, 특히 전기수요가 앞으로 20~30여년간 증가할 것인가?
- 만약 그렇다면 원자력은 다른 에너지원과 비교하여 다음의 측면에서 살펴볼때 우수한가?
 - 생태학적으로 해가 없는 연료인가?
 - 값싸게 오랫동안 걸쳐서 사용할 수 있는 에너지원인가?
- 만약 그렇다면 원자력은 다음 조건에 비추어 국민의 이해를 얻을 수 있는가?

- 만족스러울만큼 안전한가?
- 폐기물관리 및 처분문제가 신뢰할 수 있을 정도로 해결되었는가?

이러한 문제들에 대한 해답을 하나씩 살펴보기로 한다.

2000年代의 에너지需要

물론 2000년대의 에너지수요에 대한 예측은 그것이 추산하기 어려운 많은 변수들과 관련되어 있으므로 상당히 조심하여 고려되어야 한다. 그러나 일반적인 동향은 얼마간 믿을만하게 확인해볼 수 있다. 이 예측은 에너지절약대책에도 불구하고 선진국과 개발도상국에서 전반적으로, 특히 전기부문의 에너지수요량이 지금부터 최소한 30년 동안은 계속 증가할 것임을 보여준다.

따라서 최근의 세계에너지회의(World Energy Conference)에서의 예측은 1985년부터 2020년까지 사이의 세계 에너지소비량이 50% 내지 75% 증가할 것임을 보여주고 있다.

비록 이러한 수치들이 불확실한 것이기는 하지만, 우리는 전력생산용량에 있어서 2020년까지 2배로 증가시키는 것과 같은 상당한 증가가 요구될 것이라고 확고하게 말할 수 있다. 이는 분명히 누군가가 무엇보다도 먼저 생태학적 영향의 관점에서, 그리고 둘째로 기술적 실행 가능성과 경제성 타당성을 잊지 않으면서 가능한 모든 옵션들에 대하여 조심스럽고 책임있게 그리고 현실적으로 고려해야함을 의미한다.

여러가지 에너지옵션들의 比較

가능한 모든 에너지옵션들은 2개의 주요 카테고리 분류될 수 있다.

○ 오늘날 이미 기술적으로 증명되었으며 경제적으로 경쟁력을 가지고 있는 옵션

○ 미래를 위하여 고려 및 개발 중인 옵션

첫번째 카테고리에 포함되는 것들은 다음과 같다.

- 석탄
- 석유 및 가스

○ 수력

○ 원자력

세부적인 분석을 하지 않더라도 다음 사항을 알 수 있을 것이다.

○ 석탄은 여러 세기 동안 사용 가능할 것이며, 아마도 기존의 요건 내에서 경제적 경쟁력을 가질 것이나 생태학적으로는 불건전한 것으로 간주되고 있다.

새로운 정제기술의 도입이 NO_x 및 SO₂ 방출량을 상당히 감소시켜줄 것이나, 동시에 경제적 경쟁력 역시 감소시킬 것이다. 그러나 특히 CO₂와 같은 온실효과가스는 여하한 경우에도 주요한 부정적 요인으로 남아있다.

○ 석유 및 가스는 끊임없이 원가가 높아지고 그에 따라 경제성은 낮아지면서 수십년간 사용 가능할 것이나, 화학업계의 원료로서 좀더 효율적으로 사용할 수 있을 것이며, 그렇게 되어야 한다. 이들은 연소시 생태학적으로는 석탄보다 양호하다. 가스가 CO₂ 산출량에 있어서 석탄보다 계수 2 만큼 더 양호하지만 1%~2%의 파이프라인 누출이 이 이점을 상쇄할 수도 있다.

○ 수력은 세계 잠재력의 약 60%, 그리고 선진국의 경우에는 거의 100%가 이미 개발되었다. 수력은 생태학적으로는 깨끗하지만 환경적으로는 중립이 아니다(exclusion zones, 댐 등).

그리고 마지막으로 원자력에 대해서는 이 에너지원은(특히 플루토늄의 활용과 함께) 수세기동안 사용 가능하며, 경제적으로 타당성이 있으며, 정상적인 가동상태하에서는 생태학적으로 깨끗하며(결점이 없으며), 또한 사고상태하에서도 수용되게 할 수 있다.

현재 개발단계에 있는 대체에너지옵션의 두번째 그룹에 대해서는 WEC(세계에너지회의)의 추산에 대하여 언급하고자 한다. WEC는 새로운 재생에너지원 등이 2020년까지 세계 에너지 공급량의 단지 3%만을 차지할 것으로 추산하고 있다. 이는 1983년의 연구시 추산되었던 6%와 비교하여 급격히 감소된 것이며, 이 에너지원들에 대한 좀더 현실적인 추산이다.

이상과 같은 여건을 감안하여 판단할때 앞으로 최소한 20 내지 30년 동안 증가하는 에너지수요를

충족시키기 위하여 우리가 현실적으로 의지할 수 있는 에너지옵션은 단지 두가지, 즉 주로 석탄인 유기연료와 원자력이라는 점에 대하여 의견을 같이 하리라 믿는다.

그리고 이 에너지원들의 장점을 비교함에 있어서 두가지가 다 경제적 타당성이 있다고 가정하면, 최우선순위는 생태학적 요소에 주어져야 한다.

원자력은 CO₂ 혹은 기타 온실효과기체들을 방출하지 않으며 또한 산성비의 원인이 되는 SO₂, NO_x 혹은 기타 기체물을 방출하지 않는다. 원자력의 이러한 특성은 석탄을 연료로 사용하는 발전방식과 비교하여 특히 중요하다. 예를 들어 동일한 규모의 석탄발전소와 비교하면, 1300MWe의 원자력발전소는 대기중으로 연간 약 2,000톤의 분진, 850만톤의 CO₂, 12,000톤의 SO₂, 그리고 6,000톤의 NO_x 방출을 피할 수 있게 해 준다. 정확한 방출량은 석탄의 질, 발전소의 설계와 열효율, 그리고 방출감소시스템의 효율에 따라 다르다.

원자력의 반대자들은 이러한 사실을 시인하기는 하지만 원자력이 세계 에너지균형에 있어서 차지하는 부분이 너무 적으므로 CO₂ 문제의 심각성에 비하면 미미한 것이라고 주장한다. 적절한 문제는 석탄이 방출하는 CO₂의 얼마나 많은 양을 추가 원자력이 방지해 줄 수 있는가 하는 점이다. 오늘날 세계 전기의 16%(그리고 세계 총 1차에너지의 5%)가 원자력을 사용하여 공급되고 있다. 이 전기를 석탄을 사용하여 발전했다면 연간 약 20억톤의 CO₂가 추가로 방출되었을 것이다. 현재의 방출량 수준인 연간 200 내지 250억톤으로 부터 2005년까지 감소시켜야 한다고 토론토 세계기후회의가 제시하였던 40 내지 50억톤과 비교하면 20억톤이 이미 원자력발전산업에 의하여 매년 감소되고 있는 것이다.

CO₂방출에 대한 미래의 원자력의 영향은 분명히 전력증가율과 원자력에 의한 공급분에 달려있다. 만일 2000년과 2020년 사이에 신설되는 모든 추가 발전용량이 석탄을 연소시키는 발전방식이라고 가정하면 결과적으로 2020년에는 연간 약 120억톤의 CO₂가 발전으로 인해서 추가로 방출될 것이며, 따라서 기후에 있어서 돌이킬 수 없는 변화를

피하기 위하여 요구되는 2005년까지 20%의 감소 대신 연간 총 방출량이 1990년과 비교하여 60% 증가하게 될 것이다. 심지어 석탄으로 부터 천연가스를 연료로 사용하는 전기 생산으로 비현실적인 전환을 한다면 2020년의 연간 방출량은 약 30% 증가될 것이다. 이 모든 것은 2000년 이후의 증가하는 에너지수요량을 충족시키기 위하여 사용 가능한 최선의 옵션들 중의 하나가 원자력임을 객관적으로 보여주고 있다고 믿는다.

그러나 IAEA는 UN에 제출한 지속가능한 개발에 관한 보고서에서 원자력의 계속적인 혹은 확대된 사용이 지구온난화에 대한 만병통치약이라고 주장하고 있지는 않다. 오히려 원자력은 산성비 및 지구온난화를 야기시키는 기체들이 거의 없는 세계 에너지균형에 상당한 기여를 한다. 이 보고서는 또한 온실효과기체들의 방출을 감소시키기 위하여서는 원자력이 에너지절약 및 재생에너지원들과 함께 사용되어야 한다고 제안하고 있다.

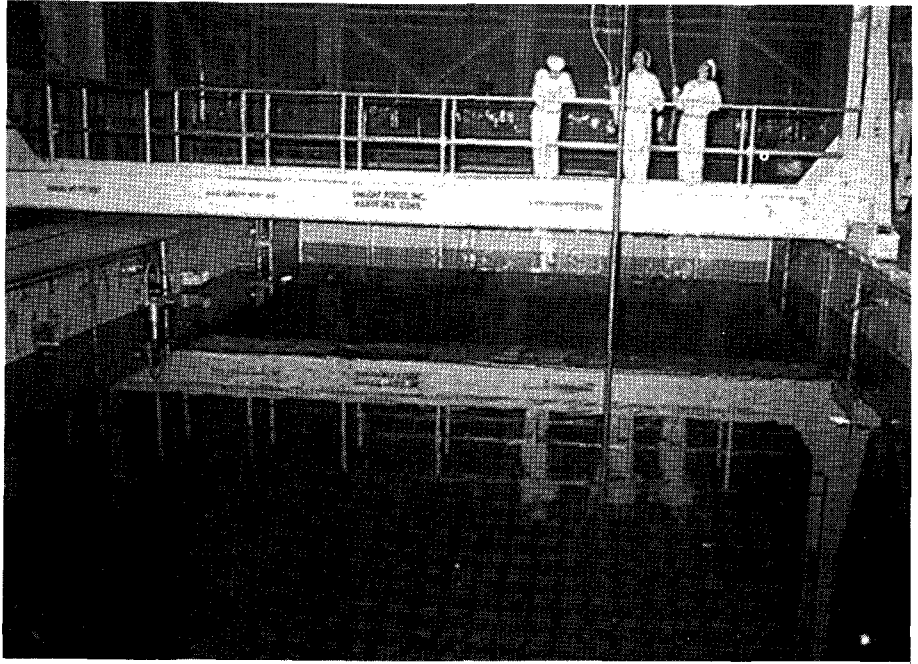
지난 여름 파리정상회담을 종결하는 성명서에서 캐나다, 독일, 프랑스, 이탈리아, 일본, 영국 및 미국의 지도자들과 유럽공동체위원회의 회장이 다음과 같이 발표한 것은 고무적인 일이다.

“우리는 원자력발전소에 대한 최고의 안전기준을 유지시키고 발전소의 안전한 가동과 폐기물의 관리에 있어서 국제협력을 강화할 것을 약속하며, 원자력이 또한 온실효과기체들의 방출을 제한하는데 있어서 중요한 역할을 한다는 것을 인정한다.”

1989년 7월의 인터뷰에서 고르바초프 소련 대통령이 다음과 같이 언급한 것 역시 중요하다.

“세계에는 원자력 없이 지낼 수는 없다는 하나의 의견이 팽배해 왔으며 본인도 그 의견에 동의한다. 우리의 전체 전력생산에 있어서 원자력이 어떤 위치를 차지해야 하는가는 또 다른 문제이다. 그리고 당연히 안전이 보증되어야 한다. 그러나 우리는 원자력 없이는 살아남지 못할 것이다.”

그러므로 여기서 우리는 원자력과 그 방사성폐기물이 안전하게 그리고 경제적으로 관리될 수 있음을 기술적으로 보증하고 그것을 일반대중과 정책결정권자들에게 확신시킬 수 있는 경우에만 이 모든 것들이 널리 실현될 수 있는 기회를 갖는다는 앞서의 우리의 주장으로 되돌아가야 한다.



원자력의 이미지를 개선하고 원자력에 대한 일반대중의 수용 가능성을 증가시키기 위하여 취해야 할 주요 조치들은 무엇일까? 이 점에 있어 많은 주요 방법들이 있으며, 이들 대부분이 이미 철저히 연구되고 있다고 본인은 믿는다.

1. 설계의 표준화를 가능케하고, 건설비 원가를 낮추고, 전력회사들이 원자력발전소를 경제적으로 가동할 수 있도록 하는 인허가 및 규제 법령의 합리화.

2. 기존 원자로들, 특히 원자력 개발의 초기단계에 건설된 원자로들의 안전상태 재평가. 필요에 따라 그 원자로들은 개량하거나 혹은 어떤 경우에는 폐쇄해야 한다.

3. 기존의 증명된 원자로형의 개량 및 좀더 진보된 새로운 노형의 도입.

프랑스의 N4, 독일의 Convoi, 미국 및 일본의 W-M APWR, 그리고 CANDU-3 및 CANDU-6, MK2 등

4. 자연순환, 비상냉각재의 중력공급, 운전원의 인위적 조작에 덜 의존하는 단순한 운전, 그리고 표준화와 같은 특별한 수동적 특성을 가진 혁신적인 원자로계통의 개발 및 도입.

이 새로운 원형원자로의 개발을 위하여는 재정적인 고려사항이 결정적인 요소이므로 국제협력프로젝트를 통한 비용분담이 유리함에 특별히 '주의'를 기울여야 한다.

스웨덴의 PIUS, 일본의 ISER, 독일·소련·일본의 HTGRs, 여러 국가들의 FBRs

5. 각 국가의 기본적인 안전어프우치와 안전기준 수준에 대한 단계적인 국제적 조화.

만일 이 모든 조치들이 점진적으로 시행된다면 원자력은 계속 증가하는 신뢰도, 경쟁력 및 안전성과 함께 수십년 이내에 끊임없이 개발되고 사용이 확대되는 혼합 원자로계통이 될 수 있는 막대한 잠재적 가능성을 가지고 있다.

차세대의 원자로들이 충족시켜야 하는 향상된 경제성 및 안전요건들은 가정할 수 있는 최악의 사고의 경우에도 원자력발전소 주변주민들을 대피시킬 필요가 없도록 하기 위하여 방출된 핵분열생성물의 격리를 규정해야 한다. 이 목표가 기술적으로도 경제적으로 달성 가능하므로 이 개발은 원자력에 대한 일반대중의 이해를 얻는데 있어서 주요 조치들 중의 하나가 되어야 한다.

이 방향에 있어서의 개발은 어떤 경우에도 대부

분의 기존 및 미래의 원자로들에 있어서 안전수준 문제를 일으키지 않는다는 것을 강조하고자 한다. 미래의 원자로시스템은 여러 해를 위한 혼합된 계통일 것이다.

일반대중이 원자력을 받아들이는데 있어 또하나 중요한 면은 방사성폐기물의 관리, 특히 그 처분문제이다. 2000년 이후에는 이 분야에 상당한 진전이 예측된다. 고준위 폐기물분야에 관하여는 IAEA 회원국들 간에 심지층처분이 사용후핵연료 및 고준위 폐기물의 처분을 위하여 바람직한 기술이라고 받아들여지고 있다. 2000년까지는 저장소가 운영되지는 않을 것이나, 여러 회원국들은 2010년과 2020년사이에 운영을 시작할 계획으로 활발한 연구프로그램을 진행하고 있다. 몇몇 국가들은 사용후핵연료를 재처리하여 고준위 폐기물을 처분할 계획이며(프랑스, 소련, 일본 및 영국), 반면에 다른 국가들은 사용후핵연료를 그대로 처분하려고 있다(스웨덴, 캐나다 및 미국). 사용후핵연료를 재처리하는 대부분의 국가들은 고준위의 액체 폐기물을 유리고화시키려고 계획하고 있다. 이러한 고준위 폐기물 혹은 사용후핵연료를 처리하기 위하여 받아들일 저장소들이 사용 가능케될 때까지 이 폐기물들을 저장할 필요가 있을 것이다. 회원국들은 사용후핵연료를 수풀 및 건조캐스크 혹은 중앙집중식 사용후핵연료 저장시설에 저장하려고 계획하고 있다. 고준위 폐기물은 처분시설이 사용 가능케될 때까지 재처리시설에 저장될 것이다. 과학계는 고준위 폐기물을 안전하게 처리할 수 있는 기술이 연구중임을 확신하고 있으나, HLW 처리용 저장소에 대한 일반대중의 이해가 부족하다는 것이 대부분의 회원국들에 있어서 연구일정에 영향을 주는 문제가 되고 있다. 앞으로 20년간에 대하여 예측되는 사용후핵연료 부산물의 양(2010년의 추정량은 400,000톤이 넘음)은 가능한 한 빠른 해결책을 요구한다.

원자력개발을 위한 이 중요하고 필수적인 문제들의 해결을 촉진시키기 위한 주요 조치들에는 다음 사항들이 포함되어야 한다고 믿는다.

1. 여러가지 폐기물관리 및 처분방법들의 신뢰도와 안전성에 대한 가능한 빠른 실험에 의거한 확인.

2. 국제적인 원형폐기물처분장의 설립.
3. 폐기물관리 및 처분의 기본적인 기준 및(가능한 경우) 표준에 대한 국제적 수용.
4. 폴스코프 저장소의 실증(다음 세기 초).
5. 국제 혹은 지역 저장소의 조직.

그러는 동안 보증된 폐기물관리 및 처분기술의 안전성과 신뢰도에 대하여 일반대중이 확신하지 않는다면, 악티니드계열의 방사성 원소들을 높은 플럭스시설 내에서 연소(변환)시키거나 심지어 그것들을 우주공간으로 내보내는 것과 같은 폐기물처분방법들을 무시할 수 없다. 일반대중은 우리가 어떤 경우에는 실용적으로 그리고 최종적으로 문제를 해결할 수 있는 방법(현재는 경제적인 방법이 아니라 할지라도)을 마지막 수단으로서 가지고 있다는 것을 알아야 한다.

약 5 내지 7년후에는 다음 사실들이 널리 인정받을 것임을 확신한다.

○ 여러 수십년 동안 세계는 에너지, 특히 전기 에너지 공급량 증가를 필요로 할 것이다.

○ 이러한 증가는 환경 및 건강에 미치는 영향을 가능한 한 가장 적게 유지하면서 이루어져야 한다.

○ 최소한 반세기 동안은 원자력이 이 목표를 충족시키기 위하여 사용 가능한 주요 옵션들 중 하나가 될 것이다.

○ 또한 다음 세기 상반기에는 원자력 전기에 추가하여 원자력 열(Nuclear Heat)의 생산이 심각하게 고려될 것이며, 수세기 후에는 널리 사용될 것임을 확고하게 믿는다.

○ 그리고 다음 세기 중반까지는 핵융합이 세계 에너지시스템으로의 상업적인 도입이 시작될 것이다.

이러한 믿음들이 실현되기 위하여는 본고에서 열거된 여러 중요한 조치들이 국가적 및 국제적 수준에서 시행되어야 할 것이다.

본인은 우리의 공동목표라고 믿고 있는 안전하고 신뢰할만하며 생태학적으로 유리하고 경제적으로 실행 가능한 원자력 개발의 실현을 도울 수 있는 광범위한 국제협력의 중요성을 강조함으로써 결론을 지으려 한다.