



## 21세기 원자력에 영향을 줄 현안

Karl P. Cohen\*

**원**자력과 관련하여 어떻게 현재의 가망 없는 현실이 전개되어 왔는지를 고려하기 위해서는 다음 세기를 전망하기 전에 과거를 돌이켜 보는 것이 유용하다.

필자는 미국을 도울 목적과 나치 독일에 대하여 원자탄을 사용하는 것을 막기 위하여 1940년 5월 우라늄 동위원소 분리 작업 프로젝트에 참여하였으나, 이러한 목적이 충족되지 않을 것이 명백해지자 1944년 5월 맨하탄 프로젝트를 떠났다.

필자는 그 당시 원자력의 평화적 이용이 동 프로젝트의 실패를 보상해 줄 수 있을 것이라 희망했다. 그러나 역사는 그러한 방식으로 전개되지 않았다.

원자력의 군사적 이용은 전세계적으로, 그리고 미국 정부에서도 최우선 순위로 간주되어왔다. 원자 폭탄의 최초 사용 이후 원자력에 대한

열광의 물결이 일반 대중을 휩쓸고 지나간 후, 핵무기 개발은 지속되었으나 핵무기가 더 이상 미국의 독점물이 아니라는 것이 밝혀지자 열광은 두려움으로 바뀌어졌으며 일반 대중의 반대 목소리도 점차 높아져 갔다.

아이젠하워의 원자력의 평화적 이용 프로그램 일환으로 원자로의 개발 및 민간 소유가 촉진된 것은 1954년 원자력법 제정과 함께 10년의 세월이 흐른 뒤였다.

동 프로그램은 핵무기 개발을 하지 않겠다는 약속하에 전세계의 국가를 대상으로 원자력 개발에 필요한 정보 제공을 기본으로 하고 있으나 미국에서는 결코 보편적으로 수용되지 않았다.

평화주의자·사회주의자·비산업계 주류들은 결코 진정되지도 침묵하지도 않았으며, 항상 그들의 핵무기에 대한 두려움과 증오를 시

민의 몫으로 전가시키려고 애를 썼다.

원자력의 평화적 이용 프로그램은 핵무기 개발 기술을 전력 생산 기술과 구분하고자 하였으나 정치적 반대론자들은 이들을 서로 연계시키려고 애를 썼다. 그 후에 우리는 원자력의 평화적 이용에 따른 반대 급부 약속에 따라 핵무기 개발을 자발적으로 단념하고 방향을 선회하여 그 효율 가치를 위축시키는 미국 정부의 애처로운 광경을 목격하게 된다.

핵확산(proliferation)이란 단어는 이미 수소 폭탄에 부여된 실체인데, 이것은 동력용 원자로의 사용후 연료로부터 회수된 플루토늄의 전환을 통해 가상적인 저준위 폭탄 제조에도 적용되었다.

우리는 케네디 행정부 시절 로스 알라모스(Los Alamos)에서 수행된(결코 완전히 공개된 적이 없음)

\* 전 GE 원자력그룹 책임과학자, 미국원자력학회(ANS) 회장(1968~1969)

일련의 비밀 실험 결과에 근거하여, 1세대 핵무기에서 사용되었던 것보다 결코 세련되지 않는 기술과 설계 능력을 사용한 잠재적 핵확산 가능성 국가 또는 국가 산하 단체도 수 천 톤의 생산 능력이 있는 것으로 확실시되는 원자로에 사용되는 플루토늄으로부터 핵무기를 제조할 수 있다고 들은 바 있다.

미국의 역대 민주당 행정부는 이러한 가능성을 들어 사용후 연료의 재처리를 금지해야 할 정도로 심각하다고 믿어왔다(이로 인해 최근 북한에 핵무기급 플루토늄 생산 프로그램을 취소하는 대가로 2기의 경수로를 제공하기로 협정을 체결토록 한 바 있다).

사용후 연료로부터 추출된 플루토늄이 테러 집단 또는 위험 국가의 표적 대상이 될 수 있다는 믿음의 일부는 전쟁 후 미국이 우라늄의 동위원소 분리 방법으로 확산 장벽(barrier diffusion) 방식을 선택한 것에 기인한다.

이 서투른 방법은 천연 우라늄을 95% 수준의 U-235로 농축시키기 위해 수천 단계의 공정을 필요로 할 뿐만 아니라, 이를 위해서는 대규모의 공장과 동력원을 필요로 하기 때문에 감시를 피하거나 또는 국가 산하 단체들에게 가용하지도 않을 것이다. 수 년 동안 대량 생산을 위해서는 이 방법이 최적이라고 믿어져 왔다.

1989년 9월 러시아가 영국·네덜란드·독일·일본 등과 마찬가지로 기존의 확산 방식을 폐기하고 원심 분리 기술로 연간 1,000만 SWU의 생산 능력을 보유하고 있다고 발표한 사실은 확산 방식이 쓸모가 없다는 것임을 보여준다.

그러나 동위원소 분리는 엄청난 정도의 힘든 과정을 거친다는 고정관념이 미국에서는 여전히 주장되고 있다.

사용후 연료의 전용은(취급하기 어려울 뿐 아니라 쉽게 추적되는데) 아직 발생하지 않았으며 회수된 플루토늄의 손실도 없었다.

십만 톤 규모의 핵무기에 의한 보복 가능성이 명백한 상황에서 시험되지 않은 수십 톤의 핵무기를 위험 국가들이 왜 사용하려 하겠는가?

또는 만약 부정확한 방법이 통용되지 않는다면, 널리 이용되는 원심 분리 기술을 이용하여 쉽게 폭발 가능한 2만톤 규모의 U-235 핵무기를 제조하는 것이 어떠하겠는가?

테러 집단이 어떻게 고방사능을 띠고 있으며 쉽게 감시당할 수 있는 폐플루토늄을 밀수할 수 있을 것인가?

비확산 '토륨 포함 연료'를 개발코자 하는 현재의 질풍같은 노력은 반핵 활동가의 원칙론을 반영시키는 것 외에, 비방사성 고농축 U-235 연료를 추가적으로 농축시키

기 위해서 전용해야 하는 더 큰 위험을 낳게 된다(우라늄 농축은 이라크의 사담 후세인이 채택했던 방법임을 명심해야 한다).

사용후 연료를 재처리하지 않는 결과는 두 가지로 구분할 수 있다. 가장 심각한 것은 천연 우라늄으로부터 이용 가능한 에너지의 양을 1/5로 축소시킴에 따라 100년 또는 200년 후 우라늄 자원이 고갈되고 나면 핵분열에 의한 에너지는 더 이상 지구의 장기적 에너지 수요에 대한 해결책이 될 수 없다는 것이다.

또 다른 결과는 사용후 연료의 처분이 10,000년 이상 보관 및 관리를 필요로 한다는 것인데, 이것은 기본적으로 믿어지지 않을 정도로 엄청난 부담 사항으로서 원자력 반대론자로 하여금 설득력 있는 주장을 낳게 하고 있다.

한편 재처리를 통해 장수명의 중(重)원소들은 단수명 핵분열 생성물로부터 분리되어 재사용되는데, 핵분열 생성물은 대부분 상대적으로 단수명이며 신뢰성 있게 200년 정도 저장될 수 있다.

지난 수십 년 동안 미국에서는 상업 목적의 연료 재처리는 없었으며, 핵무기 생산용 저연소 우라늄의 대규모 재처리만 수행해 왔다. 물론 이것은 핵확산(Proliferation)으로 불리지 않는다.

원자력 사업자들이 당면한 사용

후 연료 문제를 해결하려고 애쓴 결과, 사업자 단체들은 입증할 수 없는 것을 입증하려고 노력하였으며, 이에 따라 원자력 산업계의 장기적인 미래는 불투명하게 되었다.

### 21세기의 전망

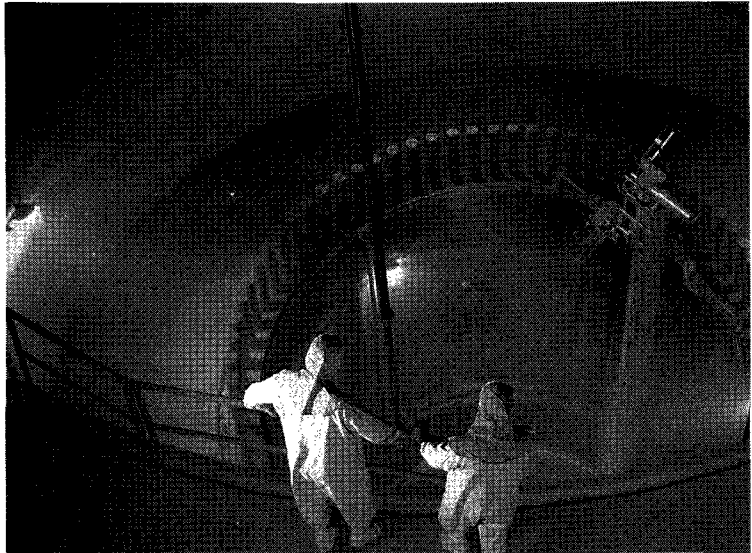
원자력의 이용에 대한 지난날 예측(1983년, The Resourceful Earth ; A response to Global 2000)에서 본인은 1999년 미국의 발전량이 110GWe(실제 98GWe)이고 공산주의 국가가 100GWe(실제 50GWe), 전세계적으로는 총 500GWe(실제 350GWe)일 것이라고 전망했다.

그 당시 본인의 예측은 비관론적인 것으로 여겨졌으나 (예 : OECD(1982) : 미국의 2000년도 전기 생산량 예측 151GWe), 그 때는 체르노빌 사건 발생 이전이었다.

우리는 핵분열을 이용한 에너지를 매장기로 한 미국 정부의 결정과 함께 21세기에 진입한다(원자로 개발을 위한 연방 예산을 방사성 폐기물 처분장 사업 또는 핵융합 예산과 비교해보면 명확해진다).

유럽의 여러 국가는 이것에 대해 좀더 민감해서 녹색당의 출현과 함께 원자력발전소의 폐쇄를 입법화하였다.

그러나 1988~1998년 10년 동안 미국에서의 전력 소비량은 29% 증



2000년 4월 26일 MSNBC는 15,133명의 독자를 대상으로 한 원자력에 대한 설문 조사 결과를 발표했는데 약 77%는 원자력이 안전하다고 생각하고 있고, 83%는 신규 원전이 허가되어야 하며, 71%는 기계이 원전이 있는 지역에 거주하겠다고 응답하였다.

가한 반면 설비 용량 증가는 1% 미만에 그쳤으며, 그 결과 기존의 원전은 연장된 인허가 수명이 다할 때까지 운전이 허용될 것으로 기대된다.

그러나 원전에 대한 반대의 목소리, 숨막힐 듯한 규제로 말미암아 원전의 건설기간 및 비용이 증가되고, 더 나아가 낮은 원자력 연료비를 상쇄시키기에 충분할 정도로 원전 운영비를 증가시키게 됨으로써 향후 새로운 전력 설비는 원자력이 될 수 없도록 강요하는 결과를 낳게 되었다.

지금은 미국 여론의 복잡 다양성에 대해 논의하기에 적절한 시기이다. 오늘날 언론 매체는 원자력에 대해 적대적이며 그들의 적대감은

그들의 원자력에 대한 무지를 능가한다. 흥미롭게도 원자력 기술의 군사적 사용에 대한 여론은 호의적이어서 핵잠수함이나 핵항공모함 등은 당연한 것으로 여겨진다.

핵무기 실험 중단 국제 협정으로 인해 주변 환경은 매우 만족스럽지만 연간 45억달러 규모의 컴퓨터 시뮬레이션과 National Ignition Facility 창설 등과 같이 이러한 중단 협정을 교묘히 빠져나가는 미국의 조치에 대해서는 반대의 목소리가 없다.

세계를 핵무기 보유국과 비보유국으로 구분하는 것에 대해서도 완전히 당연시하고 영속적인 것으로 여기고 있으며 우리의 종교계나 두뇌 집단으로부터도 아무런 이견이

제기되지 않는다.

우리 여론의 양면성은 아래의 두 가지 예에서 잘 나타난다. 2000년 4월26일 MSNBC는 15,133명의 독자를 대상으로 한 원자력에 대한 설문 조사 결과를 발표했는데 약 77%는 원자력이 안전하다고 생각하고 있고, 83%는 신규 원전이 허가되어야 하며, 71%는 기꺼이 원전이 있는 지역에 거주하겠다고 응답하였다.

두 번째 예는 미국의 Center for Energy Efficiency and Renewable Technologies and Global Greens에서 배부한 소책자에서 나타난다. 이 책자에서는 청정 에너지(Green Power)를 풍력·태양력·소규모 수력 발전·지열·생체 에너지 등으로 한정하였는데, 원자력은 원전이 파국적인 고장 위험을 발생시킬 수 있으며 수 천년간 저장되어야 하는 방사성 폐기물을 생성하는 문제점을 지니고 있기 때문에 Dirty power 목록으로 분류하고 있었다.

많은 원자력 전문가들 사이에는 지구의 온난화가 환경론자로 하여금 원자력을 지지하도록 만들게 될 것이라는 환상을 가지고 있다. 아마도 해저 수위가 50cm 정도 상승한다면, 21세기 하반기쯤 이러한 현상이 발생할 수도 있으나 단시일 내에는 발생되지 않을 것이다.

자연 숭배론자들과 엔지니어들

사이에는 깊은 철학적 차이가 있다. 환경 운동은 모든 다른 대체 에너지 수단이 고갈되기 전까지는 원자력에 의존하려 하지 않을 것이다.

그린피스·Sierra club 등과 같이 소수의 비정부 활동 기구는 발전소의 건설을 무기한 묶어 놓을 수도 있다.

원자력은 비록 소송에서 패배할 지라도 자신의 목적 달성을 위해 법의 승고하고 사려 깊음을 이용하는 반대자를 갖는다는 점에서 결코 혼자 아니다.

유전공학 결과물들·유전자 연구·폐기물 소각로·도로·해양 유정·전력선·벌목 등도 모두 원자력과 문제점을 공유한다.

원자력의 당면한 미래는 중국과 같이 여론이 통제되거나 무시되는 사회주의에 달려 있을 것이라는 의견이 제기된다.

삼협댐(Three Gorges Dam)과 같은 프로젝트는 미국의 법률하에서는 결코 이뤄질 수 없는 상황이다. 사실 현재 건설중인 대부분의 원전은 극동 지역에서 진행되고 있다.

현재의 하강 국면에서 원자력에 대한 서구 사회의 전망은, 환경이 붕괴되고 다른 모든 대응 조치가 실패하는 경우 훗날 회복될 것이라는 막연한 희망과 함께 지속적으로 서서히 붕괴해 나갈 것이라는 것이다.

## 원자력의 부활

원자력을 부활시키기 위한 프로그램은 다음 사항들을 포함할 수 있다.

① 주요 열강의 핵무기 재고량을 수천개에서 수백개로 감축하며 무기 등급과 무기로 사용 가능한 플루토늄 사이에는 주요한 차이가 있다는 것을 일반 대중에게 교육시키고, 무기 등급 플루토늄과 U-235의 잠재적 재고량을 동력용 원자로 용도 수준으로 저감하여야 한다는 것이다. 열중성자로 또는 속중성자로 어느 쪽도 가능하다. 속중성자로는 증식료여야 한다는 이야기는 종지부를 찍어야 한다.

② Yucca Mountain을 임시 처분장(i.e 200여년) 부지로 재천명하고 원전 사업자 부지의 저장 문제를 해결해야 한다.

③ 우리나라 에너지의 완전한 사용과 장수명 중(重)원소의 매장을 최소화하기 위해 재처리 연구를 재개하여야 한다.

④ 방사선 기준치를 보수적 기준에서 합리적 기준으로 개정해야 하는데 이를 위해서는 Nanotechnology와 같은 개선된 장비를 통해 방사선에 대한 일반인의 인식을 향상시켜야 하며, 아울러 방사선 치료에 대한 분자 생물학 연구를 지원하여야 한다. ☞