21世紀의 原子力에너지 展望

經濟協力開發機構·原子力機關(OECD/NEA)의 과학담당 고문인 Georges Vendryes박사는 100억의 人口가 생활하게 될 21세기에 안정된 에너지需給을 위한 原子力에너지의 의무와 역할에 대해 전망하였다.

현재 지구상의 50억 인구는 2050년에는 두배로 증가될 것으로 예상된다. 그때는 인구의 증가추세가 둔화되고 안정되겠지만, 생활수준의 대폭적인 향상이라는 새로운 문제에 직면하게 될 것이다. 오늘날과 같은 각종 불균형은 쉽게 용납되지 않을 것이며, 남녀노소할 것 없이 100억의 인구는 모두 다 오늘날 선진제국에서 누리고 있는 생활수준과 최소한 같은 정도의 쾌적한 생활환경과 안락한 가정생활을 누려야 할 것이다.

先進富國들이 에너지의 절약과 보존을 위해 노력하고 어느 정도 성공한다 할지라도, 전세계에 걸쳐 에너지수요의 끊임없는 증가는 다음 세기에도 피할 수 없을 것이다. 이런 에너지수요를 충족하는 에너지자원 또한 莫大할지라도 분명히 무진장한 것은 아니다. 어떤 종류의 에너지가 그 가격이 적당하고 그것을 사용하는데 따르는 위험을 감수할 만하면 인류는 그 에너지의 이용을 포기해서는 안될 것이다. 그러므로 21세기에는 원자력에너지의 평화적 이용은 지금보다 훨씬 더 큰 규모로 增大될 것이다.

어떠한 장기에너지수급계획도 논쟁의 여지가 있으며 불확실하기 마련이다. 그러나 다음 세기 초기에 예상되는 경제성장에 부응하기 위해 필요한 막대한 에너지수요에 대한 해결책으로서 원자력에너지사업은 기술적인 측면에서 볼때 이미 유리한 高地를 점하고 있다.

일반대중은 의식적으로나 무의식적으로 일단 원자력에너지를 두려워하고 있으며, 이러한 반응은 체르노빌사고 이후 더욱 尖銳化되어왔다. 원자력발전의 위험은 잘못 인식되어 있으며, 반면에 대중의 의견은 이 에너지源의 계속적인 이용 여부의 결정을 좌우하고 있다.

이러한 부정적인 태도를 극복하는 일이 다음 10년 동안의 가장 큰 과제임에 틀림없다. 우선 가장 중요한 것으로 원자력관련 모든 산업계에서 안전성에 있어 나무날데가 없는 완전무결한 記錄을 달성하여야 하겠다. 안전성의 향상과 운전의 신뢰성 확보는 사고의 확률을 저하시키는데 있어 가장 근본적인 필수조건이다.

시간이 경과함에 따라 각종 에너지源의 상대적인 利點을 비교평가하는데 있어 감정적인 요소는 점차 배제되고 편견이 없어지며 좀더 객관적으로 되게 될 것이다. 우리가 살고있는 지구는 그 자체가 원래부터 자연방사능을 가지고 있고, 새로운 에너지源을 개발하는 과정에는

인체에 대한 위험요소와 주변환경의 오염이 수반된다는 사실을 점차 인정함에 따라 우라늄이나 플루토늄의 핵분열을 이용한 원자력에너지에 좀더 호의를 갖게 될 것이다.

原電의 將來 展望

최근 원전의 利用 증가추세는 상당히 둔화되었으나 결코 중단되지는 않고 있다. 反원전운동의 역사가 가장 오래되었고 가장 강력한 미국에서 마저도 새로운 원자력발전소가 완공되어 시운전을 계속하고 있다. 원자력발전소의 건설은 東歐諸國을 비롯하여 일본, 영국, 소련에서도 착실히 추진되고 있으며, 많은 국가에서 원자력발전은 이제 중단할 수 없는 형편이다.

2000년까지 1차에너지소비의 40%를 원자력이 담당하도록 되어있는 프랑스의 예는 이런 사실을 더욱 확실히 보여주고 있다. 이러한 경향은 끊임없이 지속될 것이고 심지어는 경제계의 압력 여하에 따라 더욱 가속화될 것임에 틀림없다. 다음 세기 초반에는 많은 선진공업국가에서 원자력발전소의 건설이 대규모로 다시 재개될 것이다.

한편 개발도상국가의 원자력발전소 건설에 대한 中期展望은 약간 침체될 것으로 기대된다. 침체의 主要因으로는 전력수송 및 배전설비의 미비 뿐만 아니라 취약한 재정상태와 하부 산업구조의 취약을 들 수 있다. 따라서 21세기 초기에는 이들 국가에서 원자력발전의 현저한 증가는 기대하기가 어려운 것이다. 또한 어떤 開途國에서는 원전 개발을 위해 해결하여야 할 가장 큰 장해요인으로 여러 분야에 걸쳐 고도로 훈련되고 숙련된 인력의 부족을 들 수 있다.

따라서 21세기 초기에는 원자력발전은 經濟富國의 전유물로서 향유되는 반면, 貧國에게는 선망의 대상으로 될 公算이 크다. 여러가지 면에서 이런 상황은 매우 염려스러운 상황으로서 선진공업국의 노력 만이 이를 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

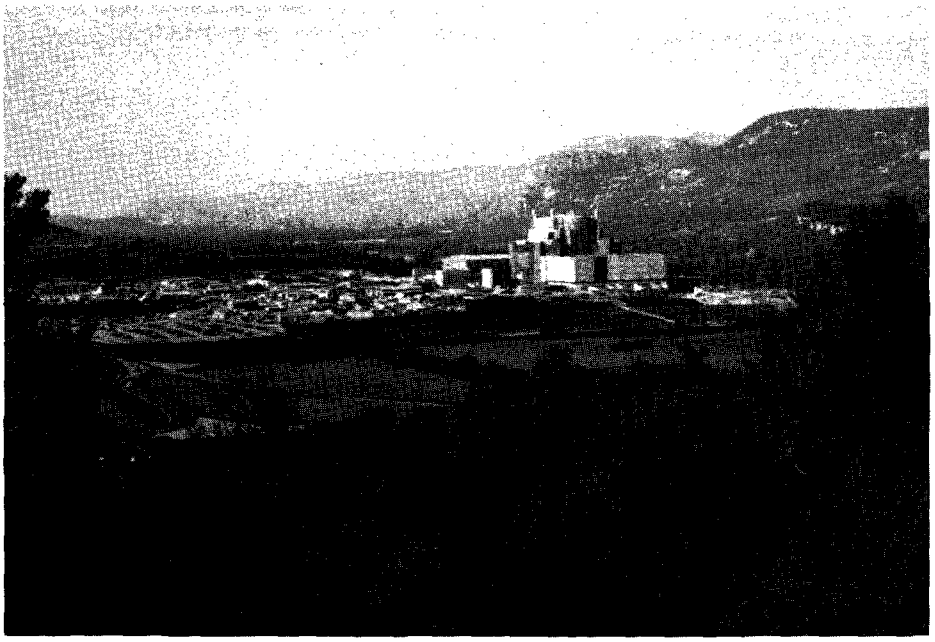
기술적인 면에서 원자력발전소 설계는 당분간은 많은 변동이 없을 것으로 판단되며, 오늘날 이용되고 있는 것과 판이하게 다른 새로운 원자로가 시장에 나타나지는 않을 것 같다. 한편 전력회사들은 爐型 선택에 있어 한 두가지 노형으로 제한할 것 같다. 특히, 세계적으로 가압경수로가 점차 증가하게 되고 결국 우세한 위치를 점하게 될 것이다.

표준화사업은 기술의 발전을 막는 것이 아니므로 계속 추진될 것이며 가압경수로의 개선도 계속될 것이고, 특히 로보트의 이용이라든지 인공두뇌의 이용 확대 등 非원자력분야의 개발이 활발히 추진될 것으로 전망된다. 기기의 신뢰도 향상으로 보수 및 점검을 위한 발전소 정지기간을 단축하게 될 것이고, 원자로의 수명기간도 40년으로 증가될 것이다.

핵연료의 高연소도 달성으로 현재 3년으로 되어 있는 연료 연소주기도 점차 연장될 것이며, 우라늄과 플루토늄의 혼합연료의 이용도 증대될 것이고, 발전소 종사자의 방사선피폭량도 점차 더욱 감소될 것이다.

原子力에너지의 새로운 利用

다음 세기의 초기에 원자력에너지의 이용은 각 선진공업국가에서는 전력분야 이외의 다른 분야에서 그 이용이 현저히 증가될 것으로 예상된다. 맨 먼저 생각할 수 있는 것으로는 지역난방을 위한 고온수의 생산과 각종 산업공정에 이용되는 고온 증기의 생산을 들 수 있다. 이는 원자로를 직접 이용하거나 전력도 함께 생산하는 열병합발전 형태의 이용을 생각할 수 있다. 소련을 위시해서 여러 국가에서 이미 이러한 경향을 볼 수 있다. 21세기에 접어들면 원자력에 대한 대중의 이해도 증진되게 될 것이고 대도시 주변이나 대규모 공장지대의 근교에는 熱



◀프랑스의 슈퍼 피닉스 고속증식로. 프랑스는 2000년까지 원자력으로 1차 에너지 소비량의 40%를 공급할 계획이다.

의 생산을 목적으로 하는 대규모 원자력플랜트가 들어서게 될 것이다.

우라늄 핵분열에너지는 수송분야에서 새로운 시장을 형성할 가능성도 있을 것이다. 그러나 핵추진 잠수함이나 항공모함에서 이룩한 괄목할만한 성공에도 불구하고 원자력에 의한 추진력이 대형 상선에 이용될 가능성은 아직도 매우 희박하다. 이의 실현을 위해서는 비용의 절감이나 안전성의 향상과 관련 해운법의 개정과 같은 조치가 선행되어야 하는데 아직 아무런 조짐이 보이지 않고 있다.

우주탐험분야에서 괄목할만한 팽창을 예견할 수 있겠다. 추진력 뿐만 아니라 우주선에 필요한 에너지를 지속적으로 공급하는 에너지원은 매우 콤팩트하고 수명이 길어야 할 것이므로 원자력을 이용함으로써 적절한 해결책을 얻을 수 있을 것이다. 이것은 물론 특수한 분야이며 그 시장도 매우 좁을 것이지만 다음 세대의 기술자들에게는 매우 고무적이며 기술적으로 어려운 도전임에 틀림없을 것이다.

핵연료주기분야는 어떻게 전개될 것인가? 증가하는 우라늄수요를 충족하기 위해 파운드당 100$ 정도의 저렴한 가격의 우라늄자원을 계속 탐사할 수 있을 것인가를 추정하는 일은 매우 어렵다. 그러나 앞으로도 대규모의 탐사를 통하여 새로운 광산을 찾아낼 것이고 확인매장량은 추정매장량을 향해 더 접근해 갈 것이다.

현재 전 세계적으로 자연우라늄 생산은 과잉상태를 유지하고 있고, 우라늄 농축 또한 같은 형편으로 금세기 말까지는 설비 과잉상태를 계속 유지할 것이다. 하지만 원자력발전소 건설의 증가추세를 고려할 때 2000년 까지는 대폭적인 설비 증설이 불가피하게 될 것이다. 몇가지 종류의 농축공정이 경합을 벌이게 될 것이고 농축산업분야에서 새로운 場을 맞을 것이다.

원자로분야에서는 우세한 기술이 이미 시장을 지배하고 있는데 반해 농축분야에서의 경쟁은 아직도 개방되어 있다. 특히 레이저광선을 이용한 농축기술이 돌파구를 열음으로써 현재의 상황이 뒤바뀔런지도 모른다. 레이저를 이용한 농축기술은 기술적인 면에서 매우 매력적이며 대폭적인 비용 절감의 가능성을 견지하고

있다. 한편 레이저기술에 의해 농축과정에서 발생하는 감손우라늄이나 재처리공정을 거친 우라늄에 남아있는 많은 양의 우라늄235를 회수하는 방법이 가능하게 될지도 모른다.

高速增殖爐의 將來

원자력에너지界의 새로운 轉機를 제공할 증식로시대는 10년 전에 전망했던 것 보다 그 개발속도가 다소 느려져서 더 늦게 실현될 것으로 확실시 되고 있다. 물론 이러한 전망은 증식로의 필요성이나 利點이 사라진 것을 의미하는 것이 아니며, 국내 에너지자원이 빈약한 국가들의 증식로에 대한 전략적인 중요성은 계속 유지될 것이다.

언젠가는 핵분열에너지를 말할 때 이는 곧 증식로를 지칭하는 시대가 올 것이고, 이날은 많은 전문가들이 믿고 있는 것 보다 더 빨리 올지도 모른다. 현재 증식로의 기술은 완전히 정복되었으며 산업화의 가능성도 이미 실증되었다. 다만 기술개발을 서두르지 않고 꾸준히 추진하고 있으며, 이미 그 가능성이 보이는 가격경쟁력을 높이는 일만이 남아 있다.

증식로가 대규모로 건설되기 전에 가압경수로에서 연료로 플루토늄을 점차 사용하게 됨에 따라 플루토늄의 이용이 일반화 될 것 같다. 플루토늄에는 많은 에너지가 내재되어 있기 때문에 다음 세기에는 플루토늄이 연료로서 더욱 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

따라서 다음 세대를 위해 핵분열 생성물질을 안전한 형태로 저장할 것인가, 또는 적절한 안전조치하에 영구적으로 처분해야 할 것인지에 대한 논의와 더불어 재처리에 대한 강한 논쟁을 불러 일으킬 것이다. 그러므로 앞으로 20년 내에는 기대할 수 없겠지만 사용후핵연료의 재처리설비의 대폭적인 증설이 예상된다. 당분간은 연료를 곧바로 재처리할 형편이 아니므로 대부분의 사용후핵연료를 상당기간 동안 잠정적으로 저장해야 하며 이에 대비해야 할 것이다. 몇 개소에 신설될 재처리공장은 이런 전망하에서 계획된 것이고, 건설을 추진하는 국가에서는 재처리기술을 습득하는데 목적을 두게 될 것이다.

우라늄과 플루토늄으로 분리된 핵분열 생성물을 어떻게 처리할 것인가는 오늘날 원자력산업계에서 가장 큰 쟁점으로 대두되고 있다. 실제로 원자력에너지 이용으로 발생되는 이들 방사성 부산물은 사업자에게 부담이 되기는 커녕 일부분은 오히려 귀중한 자산이 될 것이다. 인간의 풍부한 창작력과 뛰어난 재능은 이미 과학, 의학, 농업 및 산업계에서 널리 이용되고 있는 방사성동위원소의 이용범위를 더욱 넓혀갈 것이다. 사용후핵연료로 부터 특정한 방사성 핵종을 분리해 내는데 소요되는 비용이 점차 감소됨에 따라 방사성동위원소 시장이 활기를 띠게 될 것이다. 그럼에도 불구하고 핵분열 생성물의 상당 부분은 시장성이 없을 것이기 때문에 이들 방사성물질을 안전하게 처분하는 방법도 강구해야 하겠다. 현재 고려되고 있는 유일한 방법은 지질구조를 고려하여 주의깊게 선정한 지하저장고에 이들 고준위 폐기물을 깊이 저장하는 것이다. 이러한 방법으로 안전성을 충분히 보장할 수 있으며, 이러한 선택은 후세대들에 대해서도 결코 무책임한 선택이 아님에 틀림없다.

결론적으로 다음 세기의 에너지원은 선택의 폭이 비교적 좁을 것이며, 21세기의 에너지수요를 충족시키기 위해 안전성과 신뢰성 면에서 이미 상당한 수준에 도달한 原子力發電은 분명히 가장 유망한 에너지원이다.

한편 지난 십여년간의 예로 부터 볼 때, 에너지원의 선택은 대중의 이해 및 수용 정도와 당국의 정책 결정권자들의 손에 의해 좌우되어 왔다. 따라서 일반대중의 태도를 懷疑로 부터 승락으로 反轉시키는 일은 원자력산업계가 당면한 최대 과제로써 계속될 것이다.