

## 原子力發電으로 부터 얻는 利得

英國原子力公社(UKAEA)의 경제담당 수석고문인 Peter M.S. Jones教授는 지금까지 英國을 비롯해 全世界에서 이루어진 原子力開發을 위한 投資는 정당하였음이 입증되었다고 하였다. 다음은 Jones教授가 原子力發電으로 부터 얻는 利得에 대해서 ATOM誌 5月號에 게재한 論文이다.

原子力發電 初期부터 原子力發電의 옹호자들은 원자력의 開發이 대규모의 電力이나 열을 生産하는데 어떠한 다른 수단 보다 훨씬 비용을 절감하게 될 것이라고 주장하였다. 또한 原子力發電은 化石燃料를 대체하게 되어 점점 줄어드는 지구상의 化石연료를 보존하게 될 것이라고 하였다.

원자력발전의 반대자들은 1970年代에 들어 그들의 우려를 표출하기 시작하였는데 그들은 原子力發電이 직접적으로는 放射性物質의 放出에 의한 피해를 가중시킬 것이며, 간접적으로는 原子力技術의 확대에 따른 핵무기 확산의 증가에 의한 일반공중이나 環境에 대한 위험성을 비판하게 되었다.

모든 人間活動에서와 마찬가지로 原子力發電도 이에 수반되는 위험을 가지고 있으며, 利得을 評價할 때 이 점도 고려하여야 할 것이다. 原子力發電의 경우 보건, 環境 및 경제적 利益이 달성되었으며, Health and Safety Executive에 의해서 잠재적인 위험 보다 계속적으로 利益이 더 큰 것으로 확인되었다.

原子力發電의 영향에 대한 綜合的인 評價結

果 기대했던 경제적 이득이 크게 나타났으며, 반대자들이 예상했던 바와는 달리 環境에 대해서도 중요한 利益을 주는 결론이 나왔다. 보다 세부적인 조사결과 原子力發電이 많은 경제적 利得을 가져오며, 원자력발전에 대한 投資價値가 완전히 입증된 것으로 나타났다.

本稿에서는 처음에 세계 전체에 대해서 전망하고, 그 다음에는 범위를 좁혀 英國에 대해서 정당성을 論하고자 한다.

### 産業規模와 世界燃料의 節約

1956年 英國의 Calder Hall에서 최초로 상업용 원자력발전소가 가동한 이후 1987年 말까지 全世界의 原子力發電所가 發電한 電力量은 12,000 TWh에 이르고 있다. 現在 26개국에서 40기 이상의 原子力發電所가 稼動되고 있으며, 140여기가 건설중에 있고, 110여기의 原子力發電所가 計劃中에 있다.

全世界 原子力發電量은 年間 약 1,500 TWh이고, 世界 총 전력생산량의 16%를 占하고 있다. 原子力發電量은 수송을 포함하여 1차에너

지의 5%에 해당되는데, 몇개국은 電力이나 에너지공급면에서 原子力의 점유율이 더욱 높은 실정이다.

프랑스와 벨기에는 電力量의 60% 이상을 原子力發電으로 충당하고 있으며 韓國, 대만 및 스웨덴은 40%를 넘고 있다. 영국은 Torness 개량형기체냉각로(AGR)가 완전 가동되고, 스코틀랜드 電力量의 60%를 原子力이 충당하게 되더라도 전체 전력량중 原子力의 비율은 20%를 약간 밑돌게 되며, 세계 순위로는 13위에 머무르게 된다. 1990년까지는 자유세계 공업국가의 전력생산량중 25%를 原子力發電으로 충당하게 될 것이다.

우라늄 대신 다른 연료를 사용한다고 가정하면 연간 5억5천만톤의 석탄이나 3억5천만톤(24억 배럴)의 원유가 소모될 것이다. 이량은 영국에서 매년 소모되는 석탄의 5배에 해당되며, 석유 및 석유제품에 소모되는 量의 3배에 해당된다. 原子力 대신 석유로 대체할 경우 매 10년마다 영국 北海유전 규모의 신규유전을 하나씩 발견해야 한다.

原子力의 累積發電量은 44억톤의 석탄이나, 28억톤의 석유를 절약한 것과 같다. 이량은 全世界 고체화석연료 7,000억톤(석탄환산이나, 석유매장량 6,500억배럴 800억톤)에 비해 많은 양은 아니지만 이미 알려진 低價의 우라늄자원을 고속증식로에서 사용하게 된다면 석탄으로 환산해서 10조톤에 해당되어 모든 화석연료의 매장량 보다 더 많은 양이 되며 수백년동안 필요한 모든 全世界 에너지소요량을 충분히 충족시킬 것이다.

또한 原子力의 화석연료 대체는 여러가지 효과를 가지고 있는데 지구의 공해를 감소시키고 생명을 보호하며 화석연료 가격의 상승을 억제하는데 도움을 줄것이다.

## 環境側面에서의 利益

1,000MWe級 석탄화력발전소 1기는 연간 약

3백만톤의 석탄을 소비하게 되며 7백만톤의 이산화탄소, 12만톤의 아황산가스, 2만톤의 질소산화물 및 75만톤의 분진을 발생하게 된다.

정확한 발생량은 석탄의 質과 發電設備의 設計에 달려있는데, 이량은 배기가스의 탈황이나 탈질소산화물 설비가 없는 것으로 가정한 것이다.

이러한 오염물질 발생량을 근거로 할때 30年間의 原子力發電에 의해서 석탄화력발전소에서 연소하는 44억톤의 석탄소비를 줄이게 되어 대기중으로 방출되는 오염물질을 줄였다. 즉, 전체적으로 100억톤의 이산화탄소와 2억톤의 산성기체, 그리고 약간의 중금속과 발암성의 벤조피렌과 같은 유기산화물의 생성을 방지하였다. 原子力發電으로 인해 공해물질의 양이 상당히 많이 감소되었지만 아직 매년 방출되는 전체량에서 볼때는 적은 양이다.

이러한 오염물질 방출에 대한 영향은 많은 토론의 주제가 되어 왔으며, 최근 활발히 研究가 추진되고 있다. 일반적으로 화석연료의 연소(발전소만이 아님)로부터 나오는 산성방출물이 산림의 황폐화에 중요한 요인이 되고 있으며, 유럽이나 북미에서는 호수나 강의 피해 확대에 산성비가 큰 영향을 미치는 것으로 받아들여지고 있다. 또한 산성방출물은 건물이나 금속에 물리적인 손상을 끼치고, 농작물에도 나쁜 영향을 주게 되는데 인과관계를 파악하기가 어렵고 실제 피해의 정도 및 가치평가도 곤란하며, 인구밀도나 지역특성에 따라 지역마다 영향이 상이하기 때문에 피해의 크기를 금액으로 計算하는 것은 사실상 불가능하다. 공해발생원별로 피해에 대한 원인여부를 판단하는 것은 쉽지 않은데, 자동차의 배기가스가 나무에 피해를 주는데 기여했을 것으로도 고려된다.

조금 늦게 나타나는 영향으로는 대기중에 축적되는 이산화탄소의 증가를 들 수 있는데, 이로 인해 지구의 온도상승(온실효과)이 유발되며 2030년까지 1.5℃에서 4℃ 정도 온도가 상승

할 것으로 예측되고 있다.

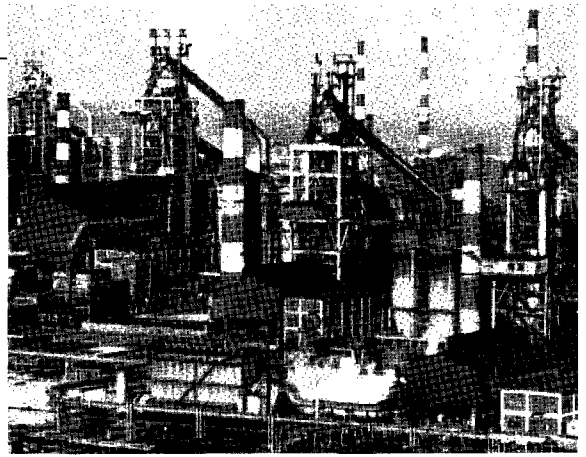
이산화탄소 증가에 의한 온도상승으로 해수가 팽창하고, 남극과 북극의 빙하가 녹게 되면 海面이 상승하게 될 것이다. 최근 100年間 해면이 10cm에서 15cm까지 상승했으며, 다음 세기에 50cm에서 200cm까지 상승할 것이라고 주장하는 學者도 있다. 이렇게 될 경우 全世界的으로 낮은 곳에 위치한 도시들이 물에 잠기게 될 것이다.

또 다른 면에서는 강우의 형태가 바뀌고, 날씨의 변동이 심해지는 등 기후풍토가 바뀌게 될 것으로 예상된다. 북아프리카에서는 가뭄이 반복되고 있고 비정상적인 바람, 강우, 강설 등 기후의 변동이 시작되는 징후가 최근 世界 곳곳에서 관측되고 있다. 기후의 변화가 실제로 일어난다면 全世界的의 경제에 미치는 영향은 재산상의 손실 뿐만 아니라 世界 농작물의 피해로 인해 그 파급영향은 엄청나게 클 것으로 보이며, 인류사상 최대 규모가 될 것이다.

## 保健上の 利得

化石燃料의 연소로 부터 발생하는 오염물질의 放出은 健康에도 영향을 끼치게 되는데, 피해의 정도는 前述한 바와 같이 모든 인자가 따라 결정되므로 결과적으로 판단 하기가 매우 어렵다. 美國에서는 특정연구사업으로 기관지염, 氣腫 및 폐암과 같은 오염물질 放出에 직접 비례하는 질병에 대해서는 발병률과 사망률을 가정하곤 한다. 미국의학협회(American Medical Association)와 미국에너지연구 프로젝트(US National Study Project)와 같은 조직에서는 석탄의 연소로 GW·년당 0.8에서 400까지의 범위로 早期사망을 높이고, 일반공중의 장해는 6,000에서 77,000까지 나타낼 것으로 評價했다.

利用 가능한 모든 資料를 기초로 하여 수행한 최근의 보다 보수적인 美國의 견해를 表1에 나타냈는데, 화석연료와 원자력발전이 모두



포함되어 있다. 정상적인 原子力發電所에서 環境으로 放出된 放射性物質이 일반대중에게 미치는 영향을 評價할 때에는 석탄화력의 영향과 마찬가지로 放出과 放出으로 인한 効果 사이의 일정한 상관관계를 기초로 하여야 한다.

環境으로 방출된 오염물질에 의한 公衆의 위험과 연료수송에 따라 증가하는 사고를 적절하게 반영한다면 原子力發電에 의한 全世界的인 효과는 1만명의 生命을 구하고, 250만명의 장해를 방지하는 것에 상당하다.

영국의 일부 전문가들은 인간의 健康에 중대한 영향을 끼치지 않을 정도의 공기중 아황산가스의 상한선(Threshold Level)을 정하려는 견해를 보이고 있다. 그 이유는 석탄화력발전소가 일반대중에게 미치는 영향으로 연료수송상의 事故와 석탄연소에 의해서 방출되는 放射性物質로 인한 암발생의 증가 및 다환식방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydro-carbon)와 같은 발암성 물질의 방출은 극히 제한되어 있다고 믿기 때문이다.

미국의 評價에서는 화석연료의 연소에 의한 오염물질의 방출이 일반대중에게 미치는 영향이 매우 큰 것으로 나타났으며, 채광이나 수송 사고에서의 인명손실은 더욱 크게 나타났다. 영국 Health & Safety Executive의 研究에서는 석탄화력과 원자력발전의 비교에서 채광 및 수송부문 종사자들의 사망자 차이가 GW·년당 1.6으로 나타났는데, 이는 어떤 면에서는 表1 보다 낮은 것이다. 原子力發電이 시작된 후

(表1) 電力GW·年当 事故 및 질병장해

	事 故				질 병				합 計	
	중 사 자		일 반 공 중		중 사 자		일 반 공 중		사망	상해
	사망	상해	사망	상해	사망	상해	사망	상해		
석 탄	1.40	60	1.0	18	1	3	10	2,000	13	2,100
석 유	0.35	30	?	?	?	?	10	2,000	10	2,000
천연가스	0.20	15	0.009	0.005	0	0	0	0	0.2	15
원 자 력	0.20	15	0.012	0.11	0.1	1	0.1	0.1	0.4	16

(註) 원자력의 가상사고 제외

부터 지금까지의 누적발전량은 全世界적으로 2,000명의 사망을 방지한 것과 같고, 상해발생의 방지효과는 사망자 보다 약 100배 정도 큰 것으로 평가되고 있다.

사망률과 발병률의 評價에서 原子力事故는 고려되어 있지 않으며, 실제로 原子力發電所의 事故는 그 발생확률이 극히 희박하며, 사고에 수반되어 직접적인 사망과 직접적으로 건강에 큰 영향을 끼친 사고는 1986년 發生한 체르노빌事故가 유일하다. 체르노빌事故에서는 31명이 화재진압과정에서 사망했고, 300명이 급성 방사선장해를 받았다. 소련과 유럽에서 사고시 放出된 放射線에 의해 만성방사선장해를 받은 사람의 수가 수천명에 이를 것이라는 이러한 평가는 放射線量과 장해 사이에 線形的 相關關係가 있는 것으로 가정하고, 문턱치(Threshold)가 없는 것으로 가정한 것이다. 그밖에 발전소 주변 주민의 암발생 위험은 사고시 소개된 13만 5천명 중에서 1%의 몇십분의 1이 될 것이다.

체르노빌事故는 매우 큰 재앙이었으며, 이러한 사고는 다시는 일어나지 않을 것이다. 비록 原子力發電所의 事故로 인해 현저한 장해를 받았고 사망자가 발생하였으나 原子力發電의 채택으로 인하여 사고를 감소시킨 것과 관련하여 볼때는 오히려 적은 편이다.

체르노빌사고에 직접 투입된 비용은 재산상의 손실보상을 포함해서 20억파운드였고, 美國 Three Mile Island事故에서는 20억달러가 소요되었는데, 이러한 차이는 TMI原電은 방사성물

질을 내부에 가두어 두도록 설계되어 있었기 때문이다.

원자력발전소가 정상상태 하에서는 석탄화력에 비해 환경측면에서 유리하다는데는 의심의 여지가 거의 없다. 또한 우리나라는 석탄광산에 비해 규모가 작고 안전하며 이의 사용은 자연환경이나 기후에 해로운 영향이 거의 없다. 화석연료의 生産이나 수송하는 과정에서 사망할 수 많은 생명을 原子力發電이 구했다는 데에 의심할 여지가 없을 것이다.

### 燃料價格

세계의 화석연료 가격에 대해 原子力發電이 미친 효과를 정량화하는 것은 불가능하지만, 原子力發電으로 매년 5억5천만톤의 석탄을 절감하고 있으므로 世界市場에서 거래되는 석탄이 연간 3억5천만톤 규모인 점을 감안할때 석탄가격에 原子力發電이 중대한 영향을 끼친 것으로 판단되고 있다.

年間 全世界 原子力發電量에 비해 영국의 原子力發電量은 매우 적은 규모이지만, 1984년 광산파업동안 석탄과 석유의 수입이 증가되었을때 原子力發電의 效果를 경험하게 되었다. 프랑스는 석유의 대체를 목적으로 원자력을 이용하고 있으며, 다른 국가에서도 原子力를 채택하여 世界の 석유수요를 감소시키는데 기여하고 있어서 석유가격의 상승을 중지시키는데 주요한 요인이 되었으며 오히려 현재는 급격히

하락시키게 되었다.

1973年 이후 석유와 그밖의 화석연료가격이 급격히 상승함에 따라 全世界가 불경기에 빠져 들게 되어 脫石油가 절실하게 요청되었다. 화석연료 대신 原子力을 利用함으로써 發電費의 상승을 막았고, 직접적인 利得으로는 화석연료의 가격에 영향을 주어 경제적인 利得과 世界의 경제가 호전되었다.

지난 2년 사이 世界의 석탄 및 석유가격의 하락은 지역별 평균치로 볼때 석탄이 톤당 10달러이고, 원유는 배럴당 15달러에 이르렀으며, 연간 총 감소액은 3천5백억달러에 달한다. 가격하락의 이유는 여러 요인이 있는데, 비싼 연료 대신 값싼 연료를 사용하고자 하는 것이 그중 한가지 요소이다. 그밖의 이유로는 높은 가격에 자극받아 供給量이 늘었지만, 세계경제의 침체로 인해서 수요가 오히려 감소하였으며 에너지 절약효과 등이 있다.

原子力이 世界産業經濟에서 年間연료비 절감의 일부분을 담당함으로써 얻은 누적된 利得은 상당히 큰 것이었다. 原子力의 利用에 따른 직접비의 절감 정도는 국가마다 서로 상이하하며, 연료구입비용과 원자력발전소 투자비 감소 여부에 좌우된다.

原子力의 利用에 가장 성공한 國家로는 프랑스와 캐나다(대부분의 국가들은 상세한 자료의 인용이 불가능)인데, 이 두 국가는 원자로의 복제와 동일부지에 다수기 운영으로 生産, 建設 및 運營에 所要되는 비용의 절감을 도모할 수 있어서 원자력 고유의 장점을 더하게 되었다.

프랑스의 原子力發電費는 석탄화력발전비의 약 70%인데 반해 캐나다의 온타리오·하이드로 電力會社의 경우 원자력발전비가 석탄화력의 64% 정도이다. 어떤 전문가들은 프랑스전력청(EDF)의 부채가 증가하여 계속 누적되고 있으며, 재정비용이 계속 높아져 석탄화력정책을 선택하도록 도전 받게 될 것으로 보고있다. 이는 社會下部構造에 대한 막대한 투자의 필연적

인 결과이다.

미국과 같은 국가에서는 허가와 빈번한 설계 변경에 의해서 건설이 지연되는 등 原子力發電이 한계점에 도달하였다. 그러나 현재 原子力發電으로 부터 얻는 순이득이 100억달러에 이르고 있다.

原子力發電의 開發은 광산, 核燃料製造, 發電所 設計와 建設, 發電所 運營, 使用後燃料 管理等 全世界적으로 새로운 産業의 탄생을 유도하게 되었으며, 매년 매출액이 약 400억달러 규모에 달한다. 전체적으로 볼 때 原子力發電이 직·간접으로 全世界에 상당한 經濟的 利得을 提供해 온 것이 분명하고, 特別히 일부 國家에서는 많은 利得을 성공적으로 달성하게 되었다.

利得을 계량화하기 위한 연구가 필요하지만, 실질적으로 계량화하기는 쉽지 않다.

## 英國에서의 利得

英國이 原子力發電으로 부터 얻는 基本的인 利得은 앞에서 언급한 바 있지만, 全世界에서 얻는 利得과 비슷하다.

## 環 境

석탄의 채굴과 연소로 인한 環境영향은 英國에서 세부적으로 검토되어 왔다. 온실효과와 같은 현상은 全世界적으로 發生하고 있으며, 英國의 독자적인 기여는 일부에 지나지 않는다. 산성비는 국경을 초월한 문제이며, 英國의 발전소가 유럽과 스칸디나비아에 피해를 끼칠 수 있고, 희박하긴 하지만 강한 바람에 의해 역효과가 나타날 수도 있다. 비록 모든 피해가 발전소에 의해서만 일어나지는 않았겠지만 英國의 산림이 오염물질에 의해 피해를 받은 증거가 있으며, 자동차와 낮은 굴뚝에서 나오는 방출물이 넓은 지역에 불규칙하게 영향을 미치는 것으로 보고 있다.

에너지·환경위원회(The Commission on

Energy and the Environmental)는 폐기물, 배수 및 선광 작업, 소음과 침전 등 석탄광산의 영향을 검토하였는데 發電所에서 많은 量의 영국 석탄을 사용하기 때문에 그 영향이 發電所에까지 미치게 되었다. 年間 5천만파운드 이상이 채굴에 따른 地盤降下 등의 보상에 지불되고 있으나 이로 인한 재산가치의 상실을 保全하지 못하고 있다. 이 위원회는 최악의 상황에서는 아황산가스 방출로 인한 농작물의 피해가 연간 2천3백만파운드 일 것으로 評價했다. 또한 연간 1억3천만파운드의 피해가 예상되는 건물(철구조물만 고려)의 감소하기 위해서는 아황산가스를 40%이상 감소시켜야 한다고 주장했다. 전체 비용을 파악하는데에는 어려움이 있고, 특히 석조물의 피해를 입증하는 것은 더욱 곤란하다.

산성방출물 감소비용과 피해비용이 복합적으로 검토되어야 하는데, 현재 영국에서는 관련정책이 심의중이며 투자비의 증가와 연소효율 감소로 발전비는 15%정도 상승하게 될 것으로 예측된다. 이 委員會는 공해방지에 따라 추가되는 비용이 영국에서는 연간 1억9천5백만 파운드에서 3억3천만파운드이고, 유럽 전체로는 연간 50억파운드가 될 것으로 評價했다. 만약 영국에 원자력발전소가 없다면 석탄화력발전소의 환경비용과 피해비용이 현대단계에서 18% 상승하게 될 것이다.

### 公衆保健의 피해

이 委員會는 오염물질이 건강에 미치는 영향을 검토했는데, 최종결론은 매우 복잡하며 영국의 도시에서 스모그와 아황산가스의 평균 겨울준위가 낮음을 지적하였다(스모그:  $40\mu\text{gm}^{-3}$ , 아황산가스:  $100\mu\text{gm}^{-3}$ ). 이는 기관지염을 악화시키는 준위(스모그:  $250\mu\text{gm}^{-3}$ , 아황산가스:  $600\mu\text{gm}^{-3}$ ) 및 사망률이 현저히 증가하는 량(스모그:  $700\mu\text{gm}^{-3}$ , 아황산가스:  $800\mu\text{gm}^{-3}$ )과 비교를 한 결과이다.

원자력산업으로 인한 放射線量은 연간 자연 방사선량( $2\text{mSv}$ )의 0.1%인데, 이는 단시간에 照射되어 조기사망의 원인이 되는 放射線準位보다 1,000배나 작은 값이다. 석탄화력발전소로부터 나오는 放射性物質은 석탄에 있는 토륨과 다른 방사성원소로서 실제로 核週期를 포함하여 원자력발전소에서의 放出과 비슷한 수준이고, 영국의 자연방사선준위보다 훨씬 낮은 量이 일반인에 피폭되는 것이다.

영국에서 석탄연소의 찌꺼기(발전소부터 나오는 모든 것은 아님) 때문에 발생한 암으로 인한 초과사망은 흡연 때문에 매년 100에서 200명이 조기사망하는 경우 보다는 많지 않을 것으로 결론내렸다. 그중 흡연에 의한 방사선피폭으로 조기 사망하는 수는 약 6명이 될 것이며, 원자력발전소를 이용하여 전력을 생산함에 따라 발생하는 수와 비슷할 것이다. 양자 모두 영국에서 매년 암으로 사망하는 사람이 10만명인 것과 비교할때 매우 작은 것인데 원인에 대한 정확한 이해 부족으로 관련효과로 높게 추정 평가한 결과이다.

방출영향 외에도 채광과 연료수송상의 사고로 일어나는 직접 사망이 포함되어야 하는데, 이는 통계적인 방법으로 예측할 수 있다. 원자력발전소로부터 生産된 누적전력생산량에 근거하여 Health & Safety Executive는 앞에서 언급한 사고율을 評價하였는데, 原子力發電所가 805TWh의 누적전력량을 생산하여 광부 147명의 조기사망을 방지한 것으로 예측했으며, 중상은 최소한 사망의 2배가 된다고 하였다.

### 資源節約

資源節約의 경우 역시 영국은 全世界狀況의 축소판이다. 영국은 적은 量의 우라늄을 수입, 使用하고 있으며, 절감되는 量을 석탄으로 환산하면 거의 3억톤에 상당하고, 석유로는 1억 8천만톤이 된다.

原子力事業으로 현재로서는 가치가 없는 감

손우라늄이 25,000톤 축적되어 있다. 이 감손우라늄을 장기적인 에너지源으로 영국에서 이용한다면(고속중식로에서 사용) 영국의 모든 경제성있는 확인된 석탄자원(450억톤) 보다도 많은 에너지資源이 되며 우라늄을 더 이상 채광할 필요가 없게 된다. 따라서 이 감손우라늄을 필요할때 사용하기 위해 저장용기에 보관하고 있다.

### 發電費用

英國에서 原子力發電의 利得중 가장 관심이 큰 것은 경쟁력있는 발전비용이다. 직접적인 비교는 어렵지만, 原子力을 선택함에 따라 화석연료의 수요가 감소하였기 때문에 채산성있는 광산만을 개발하게 되므로 화석연료의 가격을 낮게 유지하는데 도움을 주고 있다. 또한 연료공급을 독점한 회사가 價格을 올리는 횡포나 타당성 없는 임금상승을 억제하는데 원자력발전이 크게 기여하고 있다. 發電費用의 세부적인 비교를 CEGB가 수행하였는데, 가동중인 발전소의 실제 연료비를 기초로 가격을 비교하였다.

原子力發電의 利得을 계산하기 위해서는 어떤 형태의 발전소를 건설할 것인지와 연료의 가격동향을 파악할 必要가 있다. 그러나 發電費用의 경제성에 대해 명확한 해답을 구하기는 어려우며 대략의 評價만이 가능한데, 그 이유는 많은 가정이 필요하기 때문이다.

공정한 比較를 하기 위한 가장 적절한 방법은 發電所 수명기간 동안의 예상발전량, 發電所의 전수명기간(해체, 폐기물관리 및 처분비용을 포함) 동안의 투자비, 연료비 및 운영비용 등을 추정하여야 하며, 화폐에 시간-가치를 고려하기 위해 적절한 할인율을 적용해야 한다. 기존 발전소에 대해서는 발전소 수명 기간중 잔여기간의 화석연료 가격의 전망이 必要한데 이는 경제적이니 기술적 수명기간이 끝난 發電所가 아직 없기 때문이다.

원자력발전에 반대하는 사람은 연료가격이 상승하던 시절의 發電所 建設에서 부터 현재까지 투입된 비용을 합하려는 경향이 있다. 이렇게 되면 투자비가 높고 연료비가 낮은 원자력발전의 가치가 상대적으로 좋게 評價되지 않는다. 이러한 의도로 CEGB가 추정한 수명기간 발전비에서는 Magnox 發電所가 0.22P/KWh 이고 Hinkley B AGR이 0.18P/KWh로 채래식 석탄화력발전소 보다 높은 숫자를 보이고 있다. 석탄화력은 5%의 실질투자 보수율을 적용하였다.

원자력발전소를 건설하지 않았다면 電力生産에 추가로 필요한 석탄의 量이 어느 정도 되었을 것인지 의문이다. 政府가 영국석탄산업에 대해서 지원을 계속한다고 가정해도 적절한 가격은 석탄의 추가 생산에 필요한 비용을 반영해야 할 것이다. CEGB가 가장싼 석탄만을 구입하게 된다면 영국의 다른 고객은 비싸게 구입할 수 밖에 없을 것이다. 추가 생산에 필요한 單價는 영국석탄의 평균 생산가격 보다 높다(그들의 공급곡선은 평균 생산가격을 초과하는 영국광산중 가장 채굴 효율성이 낮은 광산의 생산 가격을 나타낸다). 석탄을 10% 증산하기 위해서는 석탄가격을 1960년 부터 1984년 까지 기간동안 CEGB가 지불한 석탄가격의 65%정도가 투입되어야 한다. 평균 生産費와 CEGB가 지불한 가격간에는 약 9%의 차이를 가질 것이다(CEGB는 대부분을 영국석탄의 평균 생산가격이하로 구입). 한계생산비로 생산된 석탄은 1984년 화폐기준으로 CEGB의 가격보다 평균 1.14P/KWh 비쌌다.

원자력발전이 가져다준 발전비용의 절감은 76억 파운드가 될 것인데, 만약 석탄으로 대체 되었다면 같은 기간동안 영국 국내석탄이 현재와 같은 공급경쟁력을 갖고 이러한 이득이 그렇게 큰 것은 아니지만 에너지省이 원자력의 연구개발에 지출한 예산과 거의 같은 수준이다. 연료비 절감으로 매년 약 5억파운드가 계속 利

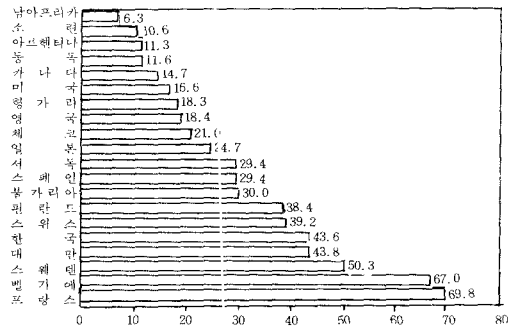
得으로 發生하며, 고속증식로와 같은 장래의 원자로 開發이나 關係統에 대한 연구개발로 利得은 계속 發生하게 될 것이다.

### 燃料의 供給保障

1984년에서 1985사이 광산파업 기간동안 원자력의 직접적인 경제적 利得이 더욱 커졌는데, 장기적인 파업기간동안 原子力發電所는 47TWh의 전기를 공급하였다. 원자력을 이용할 수 없었다면 원자력에 비해 가격이 높은 연료인 석유를 사용했을 것이며, 이 기간동안 15억파운드 가 소비되었을 것이다. 물론 석유화력발전소들도 이미 석탄의 사용량을 줄이기 위해 가동중이었으므로 실질적으로는 유류발전용량의 예비용량도 없었다.

과거에 原子力發電所 대신 석탄화력발전소를 건설했다고 가정한다면 20% 정도의 電力供給부족현상이 나타났을 것이다. 이 때의 電氣의 가치는 실제 가격보다 높다.

世界的으로 電力會社는 電氣供給保障問題비용·편익分析을 위해서 電氣의 가치를 가정용, 상업용 및 産業용으로 구분하여 評價하고 있다. CEGB는 정전의 경우에는 중간치인 2파운드/KWh를 使用하고, 에너지가 일부 供給되지 않을 수도 있는 전압강하의 경우에는 정전시의 10분의 1을 사용하였다. 이를 근거로 하여 경제적 효과를 評價하였는데, 정전을 어떤 방식으로 하는가에 따라 직접적인 손실이 940억 파운드에서 94억파운드까지 나타났다. 실제로 電氣供給의 中斷이 계속되거나 규칙적으로 반복하게 되면 에너지消費를 조정하여 비교적 덜민감한 방안을 강구하게 된다. 상업활동이나 산업 투자계획에 대한 영향이 지속되는 것으로 예상할 수 있으므로 수백억 파운드로 추정된 경제적 비용이 결코 과대평가라고 볼 수는 없다. 광부의 임금에 대한 장기적 영향이나 경제성이 없는 광산을 계속 운영하는 등 파업이 성공적이었을 경우를 무시하더라도 그러하다(파업의



〈그림1〉 1986年度 世界各國의 原子力發電 占有率

주된 주제는 광산폐쇄 계획이었음).

국가의 電力供給이 연간 20% 不足하게 되면 기본적인 경제활동의 모든 면에서 국내총생산(GDP)이 수% 감소하게 된다. (GDP의 1%는 30억파운드 이상임).

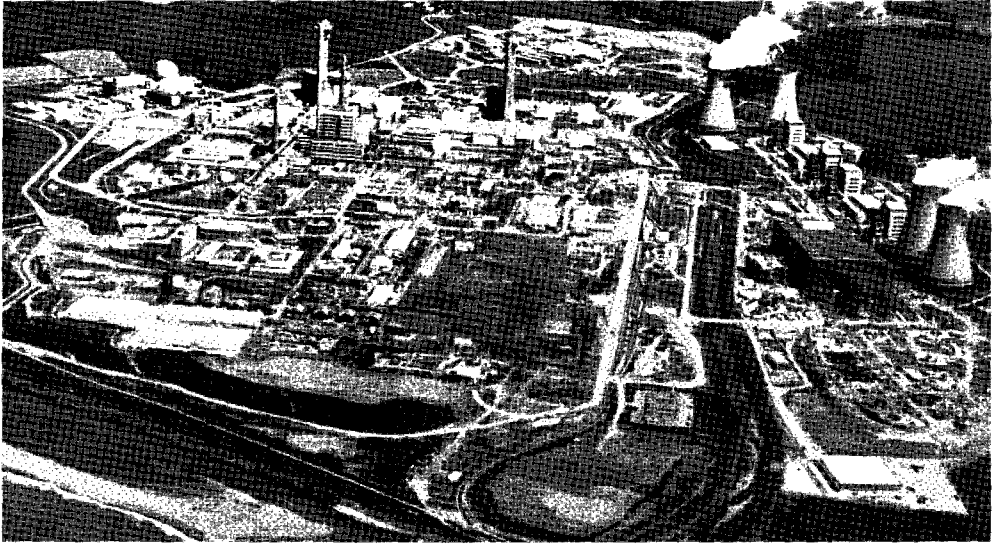
原子力發電의 利得과 직접적인 관계는 없지만 지난 총선기간중 일부 국민이 선호한 영국의 原子力發電 포기정책은 一考의 가치도 없다. 이 포기정책을 선택하였다면 연간 5억파운드가 추가되며, Sizewell B를 포함해서 기존 發電所와 許可받은 發電所가 모두 가동할 경우와 비교하면 연간 10억파운드의 추가부담을 안게 되었을 것이다.

### 其他 經濟的 效果

英國에서 原子力發電이 가져다 준 것은 財政的 效果 만이 아니다. 原子力産業은 약 43,000명의 고용효과 (그중 10,000명은 발전소에 근무)를 가져왔으며, 영국 전체로는 177,000개의 일자리를 만들어 내었다.

Sizewell B와 또 다른 PWR 발전소 4기를 짓고자 하는 전력업계의 目標에 근거해 볼때 原子力設計 및 건설은 1990년대 후반에 매년 5억 파운드의 자금을 풀게 된다. 미국의 설계를 채택하고 Framatome社로 부터 원자로를 사오기는 하지만, 總費用의 90%가 英國內에서의 구매에 使用될 것이다. PWR 1기가 산업계 전체로 보아 7년간 10,000명에게 일자리를 제





공하며, 건설현장에는 최고 15,000명의 인원이 동시에 투입될 것이다. 부지의부에서의 각종 작업은 England, 스코틀랜드, 북에이레에 있는 24개 공장에서 수행될 것이다.

英國核燃料公社(BNFL)의 성공 또한 괄목할 만하다. 약 750백만파운드의 총 매상중 150백만파운드는 수출판매분으로서 일본에 대한 영국 最大輸出會社중의 하나가 되었다. 수주액은 일본으로 부터의 21억파운드, 유럽으로 부터의 950백만파운드인데 우라늄농축회사인 Urenco 분도 포함되어 있다. Urenco는 약 25억파운드의 수주액을 기록하고 있는데, 그중 약 1/3을 영국 Capenhurst원심분리공장에서 담당할 것이다.

BNFL이 매년 물품과 용역을 구입함에 있어 7억파운드를 사용하여 5,000명 이상의 계약자에게 일거리를 제공하고 있다.

구입비용의 45%가 England北西部에 투자된다. BNFL의 총 투자규모는 지난 10년간 45억 파운드이었는데 영국의 全化學産業界 투자액의 약 40%에 해당된다. 규모는 작지만 英國原子力會社산하의 연구소들도 England 北西部, Caithness 등의 지역개발에 기여하였다.

혜택은 직접 혹은 간접 고용효과에 局限되지 않는다. 原子力産業은 新技術開發에도 기여하

였다. 방사성동위원소를 開發·生産하여 의료 진단 및 치료, 환경감시, 그리고 産業工程制御에 큰 기여를 하였다. 그리하여 原子力産業은 산업의 전반적 효율성과 경제성 뿐만 아니라 국민의 건강과 복지에도 이바지하였다.

원자력산업계는 또한 新素材와 工程을 개발하였는데 非原子力分野에도 크게 活用되고 있다. 原子力會社(AEA)는 영국의 산업계를 위하여 비원자력부문 연구개발에 매년 3,300만파운드를 투자하고 있다. AEA는 국립연구소를 통해서 비파괴검사, 生命工學, 시스템신뢰도, 化學非常對應體制 등의 연구를 材料, 工學 및 환경과학의 전문기관과 협력하여 수행하고 있다.

民間原子力産業은 英國經濟의 귀중한 일부분으로서 원자력으로 부터의 혜택은 영국 全域에 퍼지고 있다. 영국의 전력 부문 年間投資率은 GDP의약 6.8%, 즉 國內총자본의 4% 정도이다. 電氣料가 生産原價의 평균 4% 를 차지하는데 철강 및 化學工業 등 에너지 集約的 산업에서는 그 비율이 더 높다. 영국산업연합회(CBI)와 같은 기관은 값싼 전력의 안정적공급이 國內投資와 國際시장에서의 경쟁력 확보에 매우 重要하다고 지적하고 있다. 따라서 CBI는 원자력발전이 가져다 주는 惠澤을 직접 체험하였기

때문에 강력한 원자력응호集團이 되었다.

### 第3世界

韓國, 인도네시아, 대만, 인도, 브라질, 아르헨티나 같은 國家는 이미 상당한 民需用 原子力開發計劃을 갖고 있으며, 産業國家의 단계에 들어서고 있다. 비교적 개발이 더딘 국가, 특히 아프리카는 이렇다할 産業이 없으며 火木과 輸入石油에 크게 의존하고 있다. 이러한 나라의 에너지수요는 빈약하고, 資本도 넉넉하지 못하여 원자력 등 선진 기술의 혜택을 보지 못하고 있다. 그러나 그들 自國과 全世界의 이익을 위해서 삼림을 황폐화시키고 國土를 사막으로 만들 수 있는 火木의 사용을 최소화하고자 노력하고 있다.

資本集約的인 水力資源 이외에 그들이 의존할 수 있는 유일한 방안은 화석연료를 사용하는 것인데, 이마저도 대부분의 경우 수입하여야 한다. 先進國에서 석유나 석탄을 절약함으로써 이러한 자원의 可用年數를 늘리고 生産原價의 불가피한 인상을 억제시키며 물가를 安定시킬 수 있다. 이는 빈곤한 나라들이 선진국의 원자력산업으로 부터 간접적인 혜택을 받게 되는 것이기도 하다.

### 將來의 展望

原子力設備容量은 계속 증가하며, 東·西 産業國家에서의 原子力發電 占有率도 더욱 높아질 것이다. 이 증가속도는 1980년에 들어서서 둔화되었으며, 산업계가 위축되기도 하였지만 1990년대 후반 그리고 2000년대 초에는 총 전력수요가 늘지 않더라도 原子力發電設備의 代替가 일어날 것이다.

미래에는 원자력이 熱에너지市場에도 참여할 것이다. 여러나라에서는 이미 원자로가 工程熱이나 지역난방열을 공급하고 있다. 장기적

으로는 선박추진에도 活用될 수 있을 것이다.

전세계의 우라늄자원이 갖고 있는 무한한 잠재력은 오늘날 우리가 使用하는 價格과 비슷한 수준의 에너지공급을 수천년 도안 보장할 수 있게 한다. 화석연료나 재생가능 에너지원이라면 이러한 주장을 할 수 없다. 이러한 에너지를 얻는 비결은 기술적 타당성과 안전성이 입증된 高速增殖爐이다.

지구환경과 오존층의 변화에 대한 관심이 증가하면 화석연료의 사용과 火木의 사용을 줄이도록 強力한 壓力을 가하게 될 것이다. 原子力만이 단기간내에 이를 대신할 수 있는 유일한 에너지源이다.

따라서 원자력이 지니고 있는 잠재력 혜택은 지금까지 우리가 받아온 것보다 훨씬 더 클 것이다.

英國 自體만으로도 壓力設備를 60GWe 수준에서 유지하기 위해서는 매년 약 1.5~2 GWe의 신규발전소가 필요한데, 原子力發電은 다른 에너지源과 비교해 불때 산업계에 매년 20~30억파운드의 기여를 하게 되며, 電力設備중 원자력의 占有率이 높아지게 되면 이 기여도는 수십억파운드로 증가하게 될 것이다.

### 結 論

本稿의 목적은 우리가 오늘날 또 앞으로 원자력으로 부터 얻을 수 있는 혜택을 개괄적으로 알아보고자 한것이다.

原子力은 환경오염을 줄이고, 화석연료의 사용에 따른 早期死亡과 災害를 줄이는 등 매우 큰 기여를 하였다. 경제적 이득도 많이 있었는데, 發電原價를 낮추었을 뿐 아니라 환경의 피해도 줄였으며, 에너지供給의 安全性을 확보하였으며, 경제활동에 큰 활력소가 되었다.

原子力은 이미 우리가 투자한 이상을 우리에게 되돌려 주었으며 앞으로 더욱 더 큰 혜택을 우리에게 줄 것이 확실하다.