

高油價時代의 技術開發

지난날의 技術發展은 將來를 위한 健全한 모델이 될 수 없다.

콜린·노만

<美 월드워치 研究所 先任研究員>

- ▶... 값싼 石油과 가에 바탕을 둔 지난 날의 技術發展은 石油값이 무섭게...◀
- ▶...뛰어 오른 高油價時代를 맞아 將來를 위한 健全한 모델을 提供하지 못할...◀
- ▶...뿐만 아니라 開途國의 에너지技術을 選擇하는데 있어서 健全한 規範도 提...◀
- ▶...供하지 못한다<著者の 글에서> ...◀

◎ 石油·개스는 世界商用에너지 豫算의 $\frac{2}{3}$ 차지

값싸고 풍부한 化石燃料은 産業革命 이래 거의 모든 중요한 技術發展에서 핵심적인 역할을 했다. 1950~1975년 간 지구의 農産物生産은 실제로 2배로 늘어났는데 이것은 주로 에너지集約型의 化學肥料를 썼기 때문이었다. 品位가 낮은 鑛石을 캐내고 처리하는데 많은 에너지를 쏟아 넣는 새로운 技術을 개발함으로써 鑛物資源 不足이라는 문제도 解消되었다. 戰後의 유례없는 經濟成長의 바탕이 된 勞動生産性의 급격한 向上은 대체로 人間과 動物의 筋力을 化石燃料로 바꾼 機械化技術로 이루어진 것이었다.

그런데 이런 技術發展은 거의가 石油 1바렐當 油井에서는 15센트, 國際市場에서는 2달러에도 미치지 못할 때 이루어진 것이다. 값싼 石油과 개스는 그 결과 50년전까지만해도 世界商用에너지 豫算의 16퍼센트를 차지하던 것이 오늘날은 3분의 2를 차지하게 되어 現代産業社會를 움직이는 피가 되었다. 값싼 石油은 農業과 工業生

産을 늘리는데 중요한 보조 역할을 했을 뿐만 아니라 지난 30년간 物質的, 社會的 環境을 크게 바꿔 놓았다. 예컨대 값싼 交通手段을 제공함으로써 都市와 시골의 모습을 바꿔놓았고 에너지源을 절약하는데 거의 關心을 돌리지 않으면서 에너지集約型 技術을 擴散시켰으며 經濟企劃專門家들은 에너지効率에 대해서는 關心조차 없었다.

石油과 개스가 싸고 많았을 때는 石油과 現代 技術의 結合은 걱정거리가 되지 못했다. 실상 技術의 發展으로 지난날 食糧과 物質의 不足을 이겨냈을 때 장차는 에너지 구분마저 극복할 수 있으리라는 기대를 모았다. 그런 희망을 짊어진 것이 原子力이었다. 原子力의 옹호자들은 한때 原子力은 石油과 가스보다 밀도는 값으로 無制限의 에너지를 제공할 것이라고 자신있게 약속했다. 그러나 에너지供給에 대한 이런 樂觀의 기대는 70年代에 접어들면서 무참히도 짓밟히고 말았다. 1973~74년의 아랍石油禁輸 조치후 4년간 世界石油값은 4배로 뛰어 오르고 豐饒의 시대는 별안간 새로운 에너지 高價時代로 바뀌고 말았다.

地球의 石油·가스生産은 90年代에 絶頂에 도달한 뒤 꾸준히 줄어들 것으로 보인다. 심지어는 80年代初부터 石油 不足현상이 몰아 닥칠 수도 있다는 예측도 있다. 原子力은 온갖 문제를 안고 있다. 그중에는 값의 急騰, 恒久的인 廢棄物處理施設의 不足, 核武器擴散의 두려움같은 것이 포함된다. 또 에너지를 石炭으로 轉換할 때 保健과 環境에 미치는 영향을 고려하지 않을 수 없고 더구나 太氣중에 二酸化炭素를 누적시킬 때 유래될 地球氣象의 變化는 커다란 위협이라고 하지 않을 수 없다.

石油의 不足이 豫想되고 原子力과 石炭에 대해서도 의문이 크게提起되면서 太陽光, 流水, 바람, 植物資源등 再生할 수 있는 에너지源을 利用하는 技術을 開發할 必要가 당면한 重要과제로 등장했다. 그러나 이에 못지 않게 중요한 것은 에너지의 効率的인 利用에 주목해야 한다는 점이다.

◎ 石油값 昂騰의 影響

값싼 에너지가 技術變化에 어떻게 영향을 주었고 에너지값의 昂騰과 石油·가스의 潜在的인 不足이 장차 開發에 어떤 영향을 줄 것인가하는 문제를 생각하기 위해 先進工業國의 食糧生産과 分配시스템을 검토해 보는 것이 좋겠다.

傳統的인 農業시스템에서는 밭을 갈고 씨를 뿌리며 잡초를 뽑고 수확을 거두는데 필요한 유일한 에너지源은 人力이었으므로 알록속에 갇힌 에너지는 耕作에 쓰인 에너지의 量을 넘어서야 한다. 만약에 그렇지 못하면 農業은 傳統的인 農耕社會를 유지할 수 없게 되는 것이다. 예컨대 中南美 일부지방에서는 火田式農耕法으로 옥수수를 재배할 때 들에 나가 소비하는 每 Kcal의 에너지 마다 5Kcal의 食糧에너지를 거둬 들고 있다. 아시아 여러곳에서 하고 있는 벼농사는 이보다 더 좋은 에너지收益이 있다. 농사에 쓰인 에너지 1單位마다 10~15單位的 食糧에너지를 거둬 들인다.

한편 美國, 朝鮮, 유럽, 日本과 같은 나라의

高度로 機械化된 農業을 필요한 에너지의 대부분을 化石燃料에 기대고 있다. 코넬大學의 데이비드·파이넬에 의하면 美國에서는 1에이커의 옥수수를 가꾸는데 개솔린 80갤런相當을 쓰고 있어 耕作에 쓰인 에너지 每Kcal에 대해 고작 2Kcal의 食糧에너지를 생산할 뿐이다. 더우기 이 옥수수를 家畜의 먹이로 쓸 때 에너지均衡은 기우뚱해지고 최고기속에 갇힌 1單位的 에너지를 얻기 위해 적어도 10單位的 에너지를 투자해야 한다.

肥料과 殺虫劑와 除草劑生産을 위해 값싼 에너지를 얻을 수 있다는 것은 耕作地를 크게 넓히지 않고도 수확을 올릴 수 있다는 뜻이다. 美國의 옥수수收穫高는 지난 30年間 倍로 늘어났는데 이것은 주로 肥料使用量을 16배나 늘렸기 때문이다. 값싼 化石燃料은 工業國家에서 人力과 動物의 힘을 트랙터, 콤바인 收穫機, 電氣펌프 및 그밖의 農耕機械의 利用으로 代替했다. 그 結果 美國의 農業人口比率은 1920~1950年間 半으로 줄어들었고 다시 1962년에 半減하였으며 그 뒤 또다시 50퍼센트가 줄었다. 현재 美勞動人口의 약 4%만이 직접 農事에 從事하고 있다. 人口의 극히 적은 일부만 農事일을 하고 있는 이런 社會에서는 莫大한 에너지가 食糧貯藏과 分配에 쓰이고 있다. 美國에서는 生産에 쓰이는 에너지보다 약 4배나 많은 에너지가 食糧의 수송, 가공처리, 저장, 판매, 조리에서 쓰이고 있다. 어떤 종류의 食糧生産은 특정지역에 集中되었다. 예컨대 商用野菜生産은 캘리포니아州와 플로리다州에 집중되어 있는데 몇해전만해도 뉴저지州는 美東海岸에 出荷된 野菜의 상당부분을 供給했다. 그런데 캘리포니아로부터 뉴욕으로 1파운드의 野菜를 수송하자면 약 1,150Kcal의 化石燃料이 필요하다.

◎ 食品加工處理와 分配패턴 바꾸면 食糧시스템의 에너지 効率 向上

그렇다고해서 潜在的인 化石燃料의 不足때문

에 世界는 傳統的인 農事方式으로 되돌아 가야 한다는 뜻은 아니다. 앞서의 이야기는 西方式食糧시스템이 지나치게 化石燃料에 기대게 되었고 이것은 대다수의 開途國이 본 받을 만한 모델은 아니라는 것을 보여주자는 것이다. 만약에 世界의 人口가 美國式의 食品技術로 생산된 飲食을 먹는다면 生産과 分配하는데만 이미 알려진 石油·가스賦存量을 13년내에 모두 消盡해 버릴 것이다. 마찬가지로 만약에 印度가 美國式으로 農事시스템을 바꾼다면 農事を 짓는데만 현재 印度에서 온갖 目的으로 쓰이고 있는 商用에너지의 70%나 필요로 할 것이다.

西方食糧시스템의 에너지 均衡 상태를 볼 때 가장 非能率的인 사래는 食品이 農家の 문을 나선 뒤부터 發生한다. 가장 費錢하기 짝이 없는 非能率은 10파운드의 食品바구니를 슈퍼마켓에서 운반하는데 2톤짜리 자동차를 쓰는 일이다. 오늘날 지나치게 번잡한 처리과정, 수송, 포장으로 말미암아 막대한 에너지를 사용하고 있는데 이것은 食糧生産과 分配의 集中化를 完화하면 절약할 수 있는 것이다. 都市의 채소가꾸기 太陽熱利用住宅의 建設, 食品店의 容器再利用의 擴大등은 모두가 先進國의 食糧시스템을 에너지 集約型에서 벗어 나는데 도움을 줄 것이다.

食品의 加工處理와 分配의 패턴을 바꿈으로써 食糧시스템의 에너지 効率을 向上시킬 수 있는 좋은 展望은 보이지만 아울러 農事方法에도 改善의 餘地가 많다. 化學肥料生産에 쓰이는 에너지는 현재 美國農事に 들어가는 에너지·인푸트의 주요한 몫을 차지하고 있고 이것은 트랙터와 그밖의 農耕機械를 움직이는데 쓰이는 汽油의 量보다 훨씬 省되고 있다. 오늘날의 化學肥料는 불과 20~30년전까지 肥料로 쓰이던 거름과 糞과 植物의 역할을 거의 도맡아하고 있다. 이것은 값싼 石油·가스로 말미암아 化學肥料가 경제적으로 매력있는 代用物이 되어 버렸기 때문이다. 그러나 에너지값이 뛰어나 오르면 이제부터는 在來式의 肥料를 멀리 使用하는 것이 經濟的으로 有利하게 될 것 같다. 下水의 汚物찌꺼기가 重金屬으로 汚染된 문제를 해결할 수 있다면 이것을 利用함으로써 化學肥料의 所要를 줄일 수

있다. 에너지 節約이라는 관점외에도 거름과 같은 有機肥料를 더 멀리 使用한다면 매마른 地力을 向上시키는데 도움이 되고 農地에 下水汚物찌꺼기를 再循環시킴으로써 새로운 下水處理場을 建設하는데 쓰일 資本과 에너지비용을 줄이게 될 것이다.

그러나 傳統的인 技術이라고 해서 모두가 에너지 効率이 있는 것은 아니다.

제 3 世界村落에서 흔히 볼 수 있듯이 탁트인 곳에서 장작불을 피워놓고 조리를 한다면 熱量의 90%가 낭비되어 가스나 電氣스토브에서 조리하는 것보다 더 많은 에너지가 든다. 에너지 分析專門家인 아전·마키자니에 의하면 傳統的인 印度인의 조리용스토브의 効率은 10달터정도를 주고 스토브를 사면 倍로 늘어 날 것이고 이로써 年間 장작의 비용은 한가족당 10~25달러나 절약할 수 있다. 이 스토브는 또 남아 돌아가는 熱을 이용하여 집안의 공기와 물을 데울수 있다. 뿐만 아니라 保健에도 좋다. 굴뚝도 없는 방 한가운데서 불을 피우는 전통적인 방법은 肺 질환과 눈병을 일으키기 尙상이다.

한편 여러 開途國에는 索引用動物의 힘을 이용하여 効率을 向上시킬 여지가 많다. 아시아 全域을 통해 주요한 耕作動力源인 索引用動物을 예컨대 印度에서는 트랙터보다 12배나 더 많은 힘을 제공하고 있다. 이 동물들은 草原의 纖維質飼料과 같이 再生할 수 있는 에너지源을 쓸모 있는 일로 轉換한다. 그러나 이들의 効率은 두가지 이유로 말미암아 減少되는 일이 흔히 있다. 첫째로 몇世紀를 두고 動物이 끄는 쟁기와 수레와 그밖의 農機具의 設計 그리고 家畜의 品種에는 거의 改良이 없었다. 최근에 와서 効率的인 馬具와 고무 바퀴가 달린 수레등 비교적 간단한 設計의 變化로 効率을 向上시키는 경향이 보이고 있는 것은 사실이다. 둘째로 家畜의 糞을 조리용의 燃料으로 흔히 태우고 있는데 이것은 馬草動物穀物이라는 에너지 사이클의 効率을 줄여 버린다. 이것을 生物가스공장에서 拔效하여 에너지를 추출하고 영양분은 땅에 되돌려 주면 動物의 힘의 經濟的分配은 크게 向上될 것이다.

◎ 에너지 集約的 交通 시스템에 對한 助成策 검토해야

先進國, 開途國을 가릴 것 없이 점차로 에너지 集約型으로 深化되어 가는 食糧生産시스템에 못지 않게 交通分野에서도 이런 경향이 일어나고 있다. 乘客이나 貨物輸送에 쓰이는 에너지는 사용하는 輸送시스템에 따라 전적으로 좌우된다. 거의 모든 先進國에서는 사람과 物資를 운반하는데 가장 에너지効率が 낮은 方法들을 지난 몇해 동안 늘려만 가고 있다. 그래서 飛行機, 自動車, 트럭의 에너지 効率は 50年代와 60年代에는 실질적으로 下降했다.

오르티지 國立研究所의 에너지 分析專門家인 에릭·허스트는 제트·엔진이 절약형의 피스톤·엔진과 代替되면서 飛行機의 에너지 効率は 1950~1970年間 거의 半으로 뚝 떨어졌다고 말하고 있다. 自動車의 効率は 같은 기간 약 12%가 떨어졌고 트럭의 効률도 약간 떨어졌다. 그런데 美國의 貨物과 乘客輸送市場에 있어서의 航空機가 차지하는 몫은 50年代와 60年代에 각각 7%와 5%가 늘어났다. 自動車의 수는 4천만대에서 9천 2백만대로 뛰어올랐고 트럭의 貨物輸送占有率は 13%에서 19%로 늘어났다.

한편 鐵道는 디젤·엔진이 蒸氣機關車와 代替되어 1970년의 에너지効率は 1950年보다 5배이상이나 向上되었다. 그러나 鐵道는 運輸業界에서 트럭과 飛行機에게 밀려나고 있다. 鐵道の 貨物輸送占有率は 1950년에 47%였던 것이 1970년에는 35%로 떨어졌다. 같은 기간중 鐵道の 乘客輸送占有率は 7%에서 1%로 뚝 떨어졌다. 가장 에너지 効率が 낮은 輸送手段인 乘用車가 急増하고 버스가 乘客을 잃음으로써 같은 추세가 都市交通에서도 일어났다.

보다 에너지 集約的인 輸送技術로 轉換하게 된 것은 우연한 일이 아니다. 제트機는 스피드의 利點을 제공하고 乘用車는 便益을 주고 트럭은 鐵道貨車보다 더욱 多樣性이 있기 때문이다. 더구나 政府의 政策은 큰규모의 高速道路建設計劃과 空港建設計劃과 鐵道보다 有利한 道路輸送運

賃을 통해 이 낮은 効率시스템을 助長했다.

交通시스템이 乘用車를 중심으로 建設될 때 보다 効率的인 다른 技術이 있어도 이와 競爭하기 어렵게 마련이다.

가장 우수한 에너지効률을 가진 交通手段인 自轉車는 여러 開途國에서는 중요한 역할을 하고 있으나 先進國에서는 乘用車 때문에 밀려났다.

石油가 바릴當 2弗을 할 때는 에너지 効率が 交通計劃專門家들의 큰 關心事가 되지 못했으나 값이 뛰면서 어쩔 수 없이 에너지 効률에 注目하지 않을 수 없게 된다. 開途國으로서는 乘用車와 트럭을 중심으로 建設된 높은 에너지集約度的인 先進國型交通시스템을 採擇하기에 앞서 일단 신중한 검토를 해야 할 것이다. 또 工業國家도 에너지集約的인 交通시스템에 대한 助成策을 다시 검토해야 할 것이며 物品과 사람을 移動시키는 보다 効率的인 方法을 널리 利用하도록 권장해야 할 것이다.

◎ 耐久性商品 설계와 낭비성포장 제거

값싸고 풍부한 化石燃料를 쉽게 얻을 수 있게 됨으로써 農業과 交通 뿐만 아니라 다른 여러分野의 技術發展에도 커다란 영향을 주었다. 예컨대 建築技術의 發展으로 유리壁의 密封된 구조물이 생겼는데 이것은 주로 溫冷房시스템을 配慮하기 위한 것이다. 美建築學會의 조사에 따르면 새로운 빌딩의 設計改良과 既存빌딩의 일부 改築으로 1990년까지 하루 1천 2백 50만 바렐의 石油를 절약할 수 있다는 계산이 나와 있다. 그러기 위해서는 빌딩設計 과정에서 적절한 절연재, 太陽熱을 이용한 溫冷房設計, 최소한의 照明. 알루미늄보다는 스테인레스鋼과 같이 生産에서 에너지가 덜 드는 建築材의 使用을 고려해야 할 것이다.

또 鑛山에서 쓰레기 處理場에 이르기까지 거의 모든 工業經濟과정을 통해 볼 수 있듯이 資材의 大的인 一方的인 흐름은 流通하는 과정마다 莫大한 양의 에너지를 필요로 한다. 資材

를 추출하고 加工處理를 하는데만도 美國에서 쓰이는 모든 에너지의 25%가 소요되지만 이것은 거의가 쓰레기장에서 끝나 버린다. 그러나 古鐵에서 鋼鐵을 만드는데 소요되는 에너지는 鐵鋼에서 生産할 때 필요한 에너지의 14%밖에 들지 않고 銅과 알루미늄의 경우도 이 비율은 각각 9%와 5%이다. 再循環만으로는 충분하지 않다. 工業社會가 소비하는 物資를 줄이자면 더 오래 견딜 수 있고 수리하기 쉬운 商品을 設計해야 하며 낭비적인 포장은 제거해야 한다.

◎ 電氣사용 効率化 중요

끝으로 非効率의 하나의 根源은 質이 낮은 에너지를 써도 좋은 경우에도 電氣와 같은 高級에너지源을 使用하는 것이다. 電氣는 高溫生産에서 地下鐵의 動力에 이르기까지 넓은 범위의 일을 할 수 있는 多樣性있는 에너지源이다. 그런데 1單位의 電氣를 發電하자면 대체로 3單位의 化石燃料이 필요하며 이때 나머지 에너지는 低溫의 熱로서 大氣속으로 放出되다. 物理學者 에이머리 로빈스가 지적하듯이 「이 電氣는 당초 그것을 만든 燃料이 할 수 있는 것보다 더 어려운 일을 해야 마땅하지만 만약 그렇지 않다면 모두가 헛일이다」. 집과 사무실을 섭씨 68도까지 데우는데 電氣를 사용한다는 것은 그보다 큰 낭비는 없다고 할 수 있다.

世界가 값싸고 풍부한 에너지時代에서 에너지 값이 뛰고 石油·가스 不足이 예상되는 時代로 옮겨감에 따라 지난 날의 技術發展은 强靱을 위한 健全한 모델이 될 수 없고 開途國의 에너지 技術選擇을 위한 健全한 바탕이 될 수도 없는 것이다.

지난 수년간 開途國은 地球經濟시스템의 再編을 強力히 主張하였고 이들은 1979년 8월 비엔나에서 열릴 예정인 유엔科學技術開發會議에서 先進國의 技術獨占문제를 다룰 것으로 보인다. 先進國에서도 環境運動이 번져나가고 技術評價運動이 일어나고 適正技術集團이 結成되는 등 일련의 움직임이 일어나고 있는데 이것은 現代技術에 대한 여러가지 不滿을 表示하는 것이라고 볼 수 있다.

어떤 技術이 適正한 것인가를 決定하기 위한 몇가지 基準을 判別하는 일은 비교적 쉽지만 適正技術을 發展시키고 應用하는 社會的메커니즘을 案出한다는 것은 훨씬 어려운 일이다. 또 하나의 社會에서 다른 社會로 一般化시킨다는 것도 어려운 일이다. 다만 새로운 技術이 사람, 社會시스템, 自然環境에 미치는 영향을 주의깊게 관찰함으로써 어떤 특정한 상황에 맞는 適正技術의 모습이 들어 나기 시작할 것이다. 그러나 技術的인 萬病通治藥이라는 것은 없다. 다만 어려운 選擇이 있을 뿐이다.

〈Economic Impact 1979/2〉〈玄源福抄譯〉

