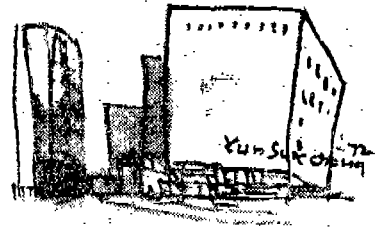


# 21世紀의 燃料과 世界動力



【原題】 Fuel and Power in the 21st Century

【著者】 By Prof. M. W. Thring (런던·퀸메리大學教授)

【資料】 Electronics & Power, 172, 1

【翻譯】 洪仁基

세계의 燃料資源 採掘이 現在그 比率대로 나아간다면 西紀 2,000年 에는 극도로 燃料의 不足을 招來 하게 될 것이다. 그렇게 되면 殘餘 資源 속에서 가장 有效하게 使用할 수 있는 方法을 模索하게 될 것임 에 틀림이 없다. 이러한 問題에 對해서 英國의 퀸·메리大學 교수인 트링氏의 構想과 意見을 여기에 紹介한다.

## 1. 序 論

人類가 使用하고 있는 動力은 앞으로 數10年間은 現在比率에서 指數的으로 增加해 갈 것이라는 것은 극히 최근에까지 一般的으로 널리 알려진 일이지만 오늘날에는 動力을 現在の 比率대로 使用해 간다면 限定되어 있는 世界的 化石燃料은 急速히 減少될 것이라는 警告가 나 오고 있다. 이와 같이 將來의 燃料을 생각해 볼때, 가장 먼저 問題가 되는 것은 人類가 必要로 하는

에너지의 適正量이 얼마인가라는 데 있다. 이것은 世界的 人口와 1人當 年間 必要量의 豫想 등으로 算出할수가 있는데 世界的 人口에 對해 내가 最適이며 最良이라고 생각하는 案으로는 西紀 2,000년까지 에는 現在の 比率(年率 2%)대로 增加할 것이며, 지금의 35億에서 66億으로 증가되지만 그 以後인 21世紀에는 增減하지 않는다고 假定 된다. 따라서 人口 1人當 에너지를 必要量의 算定에는 여러가지 要素가 있다는 것을 考慮할 必要가 있다.

## 2. 考 察

먼저 美國의 人口는 全世界 人口의 4%以下이지만 그들의 年間使用 에너지를 34%이다. 美國인의 1人當 年間 電氣消費量은 82,000kwh(石炭換算 126t, 石油換算 7.0t, 에너지를 量을 燃料의 t數로 表示하는 方法이 一般的으로 채택

되고 있는데 1t의 石炭은 0.56t의 石油내지 電力 6.5kwh와 同量의 熱을 放出한다)인데 現在の 世界人口 1人當의 平均值인 19,000kwh의 4倍以上이 된다.

어느 國家에 있어서나 國民의 生活水準은 그 國家의 國民 1人當 燃料消費量과 거의 正比例한다는 것이 指摘되어 오고 있다. 이 “法則”에 의하면 世界的 全人口가 現在の 美國인과 같은 生活水準을 享受한다고 할때, 모든 사람은 現在 美國인이 使用하고 있는 것과 同量의 燃料을 使用하는 것이 된다. 이 “法則”을 單純하게 그대로 適用한다는 것에 對해서는 두 가지의 異論이 있다.

첫째는 西紀 2,000年の 世界人口가 現在の 2배가 되며, 또한 1人當 4.5배의 에너지를 使用하게 된다면 全世界의 에너지를 使用量은 現在の 9배가 되어 地球上의 開發이 可能한 모든 石油과 天然가스는 20年 以內에 그리고 石炭이나 오일, 타르

와 같은 燃料은 100年以內에 다다 이날 것이다. 그렇기 때문에 今後에는 燃料의 浪費나 非能率의 使用은 節對 許用되지 않을 것이며, 世界的으로 展望한 가장 經濟的인 使用法에 의해서 必要로 하는 生活水準이 現在의 半以下의 燃料消費로서 取得될 수 있도록 開發될 것이다.

물체는 現在의 美國과 같은 높은 生活水準은 個人生活의 質(가장 넓은 意味로서의 自由 또는 自己達成의 機會를 생각함)이라는 點에서 볼 때, 이미 最適의 條件을 넘은 것이 아니냐라는, 疑問이 많은 識者間에서 言及되고 있는 點이다. 따라서 世界의 人口가 倍增하고 앞으로 더욱 混雜해질 것을 考慮한다면 問題들은 아직도 重要하다고 하겠다. 美國人の 1人當 에네르지의 消費量은 지금도 增加하고 있으나 世界全體의 年間增加率인 3.8%에 비한다면 불과 1.05%이기 때문이다.

### 3. 豫 測

위와 같이 考慮할 때 나는 理想的인 狀況으로서 다음과 같은 提案을 하려고 한다.

西紀 2,000년에는 世界人口의 1人當 電力消費量은 40,000kwh보다 조금 적은 (現在의 世界平均인 19,000kwh의 約2倍)까지 上昇하지만 21世紀에는 增減하지 않는다. 人間은 이 에네르지로 最上의 生活水準이 얻어지는 것이 된다. 이 案에 의하면 現在 美國의 約半程度의 에네르지를 使用하고 있는 英國과 같은 國家들은 現狀의 消費量을 維持하며 反對로 美國의 消費量은 大幅減少되는 것이 된다. 그리고 이 案에 의하면 現在 全世界의 年間消費

량은 70兆kwh(石炭換算 10億t)이므로 21世紀의 年間 總消費量은 그의 約 4倍(人口 2倍, 消費量 約 2倍)인 280兆kwh(石炭換算 400億t)이 된다.

이와 같은 理想案은 世界의 全人類가 科學技術의 惠澤을 받을 수 있게 되며, 21世紀를 통해서 文明을 維持할 수 있는 唯一한 案이다. 이 案은 現在의 連續膨脹하는 經濟를 保存經濟로 轉換하는 것이며, 따라서 다음의 것들을 包含한다.

- 代替나 豫備가 없는 모든 鑛產品은 可能한 限 오래도록 또는 再使用해서 最少한의 消費에 그칠 것.
- 燃料消費의 經濟面을 建設原價의 節減에 비해 重視할 것.
- 效率이 優秀한 로봇트나 遠隔操作裝置를 危險作業에 使用함으로써 鑛山에서는 燃料 또는 鑛石 등을 深層까지 採取할 것 등이다.

### 4. 循環資源

水力은 太陽에 의해서 再生 되는 데 1kwh의 電力量은 1m<sup>3</sup>의 물이 360m의 落差를 落下하는 것과 相當하는 것이므로 다음과 같은 地域들이 開發可能한 것이다. 즉 海拔數百미터되는 곳에 貯水地를 建設할 만한 適當한 場所가 있고, 그 上流는 커다란 流域面積이 있으며, 下流와 멀지 않은 곳에 放流場所가 있는 地域들이다. 그러나 이와 같은 地域이라도 댐, 水路, 및 發電所의 建設費가 龐大하므로 水力發電의 經費는 火力發電의 經費와 對等한 程度가 된다.

그러나 21世紀가 되면 循環에네르지 資源의 價値가 앞에서와 같은

높은 建設費를 相殺하고도 남는 것이 된다. 但, 댐에 의해서 惹起되는 長期的인 生態的인 變化는 全社會的으로 보아 有害해서는 안된다. 美國이나 스위스같은 高度로 開發된 國家들은 大部分이 이미 全包裝水力을 開發해서 利用하고 있으며, 21世紀에는 南美, 아프리카 등 모든 發展途上國에서도 水力開發이 行해지고, 또 댐에 쌓인 沈泥를 流下시켜 肥料가 되도록 하며 同時에 댐을 農業用水의 調節에도 使用하는 등 長期的으로 본 食糧의 增産이 維持될 수 있게 될 것이다.

그리고 모든 計劃은 全體的 長期的인 效果를 考慮할 것이며, 單純히 發展에 대한 것만을 考慮할 것이 아니다. 그러나 全世界에서 發電에 所要되는 水力의 合計가 에네르지의 使用量을 낮게 잡은 이 理想案에 대한 에네르지 豫想值의 4分の 1 以下를 期待하는데에 不過하다.

### 5. 潮力 및 風力

潮流를 利用해서 發電하는 일은 옛부터의 꿈이었다. 그러나 潮流에는 落差가 적어서 10萬kwh에 相當하는 流量은 2,000m<sup>3</sup>/s의 오다가 되며, 그것도 1日 24時間의 半以下 밖에는 利用할 수가 없다. 예를 들면 揚水施設을 兼한 方式이 設置되었다 하더라도 1日 3時間씩 4回發電에 그치고 만다. 프랑스에 있는 랑스河口의 發電施設에는 많은 資本을 投入하여 建設 하였으므로 現在로서는 그 投資費用을 回收할 方法이 없으나 燃料가 不足되고 循環資源이 높아져 그것이 投資額數보다 重要해졌을 경우에는 이런 類의 建設이 妥當해질 것이다. 그러므로

21世紀가 되면 天然의인 河口나 海峽 등 潮汐干滿의 差가 甚한 地域들은 모두 이와 같이 利用될 것이다.

風力은 먼 옛날부터 動物에 의하지 않은 動力의 하나였다. 바람이 강한 山上에서 直徑이 100m나 되는 커다란 푸르벨러에 의해 數百kwh를 發電한다는 등의 計劃이나 實驗이 實施되었으나 바람이 강한 山上이라 하더라도 항상 바람은 不規則한다. 그러므로 燃料가 不足해 지면, 길이 300m에 達하는 엔드레스·벨트에 날개의 길이 50m나 되는 50個의 푸르벨러를 달고 이것을 높이 100m에 達하는 두 개의 塔中間에 設置한 후 各塔의 內部에는 發電機를 設置하는 大規模의 建設費가 所要될 風力發電所도 생각할 수가 있다. 특히 同一 山脈系에서 匹敵 負荷供給量의 揚水設備까지 建設된다면 더한층 그 妥當性이 增加될 것이다.

循環에 빠르기 資源中에서 가장 重要한것은 太陽이다. 21世紀가 되고 水資源이 不足해지면 太陽에 에너지를 利用하여 海水를 蒸溜해서 沙漠을 灌溉한다는 大計劃이 實施되고, 사탕수수, 棉花 등의 農作物을 비롯한 人類가 必要로 하는 生産品을 얻고 그 殘滓는 水素로 處理되어 輸送用 油類를 만들거나 發電所의 燃料로 使用하게 될 것이다.

## 6. 地下의 炭化水素

過去 數百萬년에 걸친 多量의 太陽에 에너지를 固形炭化水素(石炭)로서 現在 世界에서 使用하는 에너지를 數百年分이 埋藏되어 있다. 가령 英國에서는 年間 2億t을 250年間 產出하기에 足할만큼의 埋藏

量이 確認되고 있다. 美國이나 소련의 埋藏量은 그보다 더욱 많다. 21世紀가 되기 以前에 놀랍게도 遠隔操作이 可能한 모구라식의 探炭機가 發明되어 地下를 파고 들어가 센더로서 地上의 人間에게 炭脈을 發見했음을 알리게 되고, 地上의 人間은 遠隔操作에 의해서 石炭의 探掘을 命令하고 探掘場에서 直接發電所까지 運搬하여 아무도 모르는 가운데 燃焼하게 되는 時代도 앞으로 닥아올 것이다.

英國 最大의 資源인 石炭의 이와 같은 利用法의 開發費用은 核分裂 研究에 지금까지 投入된 金額에 不過 十分의 일이면 끝날 것이다. 그 探掘機械는 人間이 地下에 全然 들어갈 必要없어도 世界에 散在해 있는 모든 金屬의 探鑛과 探掘에 使用될 수 있을 것이다. 英國에서 生産하는 電力의 全部를 高價輸入燃料인 原子力에 依存하지 않는다고 한다면 이 方法이 所要電力量의 相當部分을 國產品으로 얻을 수 있는 唯一한 方法인 것이다.

油類 또는 天然가스를 蓄積하는 데는 이들 有機物質을 固形의 不透透性 炭盤 밑에 多孔隙 岩石 속에 貯藏해둘 必要가 있다. 이와 같은 條件을 具備한 地域은 世界에서도 炭層이 있는 地域보다 훨씬 적다. 故로 液體내지 가스 燃料의 全資源은 石炭資源보다 아주 적은 것이다. 사실 최근 美國에서 發行된 人類의 資源이라는 調查報告書에 의하면 現在의 比率대로 石油의 使用를 增加시켜 간다면 西紀 2,000年頃에는 產出額의 採油費用 때문에 石油의 最大使用量이 減少되기 시작하고, 얼마 후에는 모든 石油의 全部를 使用하게 될 것이라고 하였다. 陸上이나 空中輸送에는 液體燃料

以外에는 그와 代替할 만한 것이 發見되지 않았으므로 21世紀가 되기 以前에 液體燃料의 使用制限의 到來가 決定될 것이다.

將來 이 方面으로의 最大의 進歩는 固形 炭盤下에 있는 炭化水素의 有無 또는 그 全量의 調査를 炭盤의 두께 如何에 구애됨이 없이 그것에 커다란 試掘孔을 뚫지 않고 行하는 方法의 開發에 있을 것이다. 이런 裝置는 조그만 모구라와 같은 形態의 것으로 놀랍게도 直徑이 10cm, 길이 40cm程度이며, 地上과의 連絡은 電氣信號로서 地下를 掘進하며 必要한 測定을 行하는 機械일 것이다.

採取가 可能한 液體내지 氣體炭化水素를 全部 使用한 후에는 캐나다의 아스타스카에 埋藏된 타르·샌드(推定 3,000億바렐)과 코로라도의 오일 셸(推定 1.4 兆바렐, 但大部分 低品質)에서 타르를 回收하는 좋은 裝置가 考察될 것이다.

## 7. 原子力

原子力에 의한 發電이 全部 增殖爐에서 行해지도록 되기 까지는 核分裂에 빠르기는 적은 同位元素인  $U^{235}$  (天然우라늄의 0.7%)를 消費해서 얻는다. 이것만으로는 우라늄의 品質이 좋은 資源을 모두 써 버릴 危險이 있다. 또 增殖爐가 完全히 運轉할 수 있게 되어도  $U^{235}$  原子가  $U^{238}$  또는 도리움에서 增殖되어 얻어지는 核分裂 原子로 代替되기 까지는 10年은 要하게 될 것이다.

21世紀까지는 이와 같은 問題들도 克服되고 增殖爐發電所의 生産電力으로 廢棄物質의 處置와 廢漏洩危險의 問題는 남아있다고

하더라도 세계가 所要로 하는 電力의 半分程度는 解決할 수 있게 될 것이다. 한편 20世紀末까지에는 原子核融合에 必要한 超高温을 制御하고 保持하는 方法이 發見되고 二重水素 또는 三重水素가 21世紀의 中葉까지는 重要한 燃料資源으로 登場할 것이다. 이와 같은 重水素들은 海水에서 多量으로 製造되고, 그 使用으로 因해 核分裂에 의한 放射能 危險의 大部分은 防止할 수 있게 될 것이다.

## 8. 新發電方式

現在 널리 알려져 있는 두 가지의 發電方式가 21世紀가 되어 燃料의 不足을 招來한다면 차츰 使用하게 될 것이다. 그 하나는 發電과 同時에 排出되는 蒸氣를 家庭用 또는 工業用 熱源에 利用하는 混合사이클의 使用으로서, 管路方式 등의 取扱에는 困難한 경우도 있으나 이것도 不遠 克服될 것이다. (例를 들면 密閉供給 管路에서 需要家側에 温水加熱器를 2基 直列 또는 直並列로 接續하는 方法) 이것은 可燃性 廢棄物의 處理도 同時에 解決할 수 있을 것이다.

다음으로는 엘릭트로·가스·다이내믹스 (EGD) 방식인데 이는 流體의 動에 네르기를 電氣로 變換하는 하나의 方法으로서 高壓力의 가스 噴流에 帶電粒子를 태우고 發電체널 內를 驅動하는데에 따라서 체널兩端의 電極間에 高電壓을 發生시키는 것으로서 研究中에 있는 新發電方式이다.

또 스타린·사이클·機關을 使用한 自動式의 500 KVA 發電裝置가 開發되어 피크負荷 또는 配電의 解決에 많은 役割을 할 것이다. 이 스타린·사이클·機關이란 空氣를 作業物로한 外燃機關의 一種으로 效率增進을 위해 再生器를 冷却器와 火爐 사이에 設置한 것으로서 1 사이클은 다음의 4過程이다. ①火爐 또는 機關內의 等溫膨脹 ②再生器內의 等容放熱, 再生器의 蓄熱過程, ③冷却器內의 等溫壓縮, ④再生器內의 等容受熱, 再生器의 放熱過程인데 理論은 좋으나 現在의 資料로서는 形態가 크고 效率도 좋지 않다.

다음으로는 作業流體로서 高温域에 水銀보다 좋은 流體를 使用하는 二流體사이클 機關이 開發된 것이다. 二流體사이클 機關이란 壓力上界比率에 比해 飽和溫度의 上昇이 낮고 따라서 有效하게 利用해서 얻어지는 熱量의 增加가 僅少한 蒸氣를 作業流體로 하는 汽力發電의 熱效率을 增進시키기 위해 蒸氣보다 飽和溫度가 높은 物質 (現在 實際로 使用되고 있는 것은 水銀뿐이다)을 一次作業流體로 해서 高温域에서 쓰고, 低温域에서는 蒸氣를 二次作業流體로 해서 使用하는 2사이클 併用の 機關이다. 이것은 水銀의 有毒과 其他問題가 있다.

모스크바에서 天然가스를 利用해서 運轉되고 있는 25MW出力의 마그네트·하이드로·다이내믹스 發電機 (MHD)의 熱效率은 이미 50%以上에 達하고 있으나 21世紀가

되면 파울세이딩·콘덴션과 시드材料도 再循環되는 高溫度 再生式 豫熱器와의 併용으로 效率을 60%로 올릴수가 있게 될 것이다. MHD發電에 使用되는 完全密閉型 均質개스爐는 앞으로 50年間은 保守 또는 廢棄物의 問題도 없이 連續運轉이 可能할 것이다. 또 EGD에 簡單하게 高壓電流을 發生케하는 高效率의 方式가 完成될 것이다.

피크負荷問題는 工業用 高熱개스를 貯溜하는 大端히 效率的인 蓄熱裝置 또는 물을 電氣 分解해서 水素와 酸素로서 貯藏하는 것에 의해서 解決될 것이다.

## 9. 輸送用 動力

地球表面의 輸送裝置用 燃料로서는 炭化水素의 適當한 代替品이 發想되지 않지란 大體로 鐵道는 電化되고, 車의 騒音을 防止하기 위해서 레일로부터 空氣베어링으로 懸垂되도록 될 것이다. 乘客은 日氣變化에 拘碍없이 每時 200마일의 스피드로 運搬되고, 船舶이나 航空機는 現在와 比等한 스피드로 運航되었으나 境界層推進을 함에 있어 燃料은 現在의 半分以下로 충분할 것이다.

炭化水素가 차츰 없어진다면 물을 電氣分解해서 水素를 容器에 넣어 運搬하고 輸送用 主燃料로 하게 될 것이다.

內燃機關은 이를테면 燃料電池 또는 스타링機關, 蒸氣機關과 같은 조용하고 空氣를 汚染하지 않는 方法下에서 變하지 않을 것이다.