

核 地熱 波力 太陽 水 風 海

또 밀어닥칠 石油波動의 징후

우리는 언제까지 에너지 공급에 시달릴까?

- ……世界는 오래동안 賦存에너지資源을 比較的 自由스럽게 使用하여왔다. 그러나……○
- ……1973~74年에 있었던 全世界的인 油類波動은 化石燃料의 限界를 實感하게 했……○
- ……고 우리가 負擔없이 使用하던 에너지에 대한 認識을 새롭게 해주었다. 그런데……○
- ……石油波動의 傷處가 아물기 始作하자 大多數의 사람들은 過去의 쓰라린 經驗으……○
- ……로부터 배운 敎訓을 忘却해가고 있는 것같다. 한 에너지 專門家는 이러한 現……○
- ……實을 보고 “石油波動이 너무 迅速히 지나간것같다. 萬一 波動이 좀더 오래 繼……○
- ……續되었다면 全世界는 에너지를 節約하는 方法을 徹底히 배웠을것이며 그것을……○
- ……實行하고 있었을 것이다”라고 意味있는 말을 하였다. 그러나 에너지 波動以後……○
- ……에도 全世界는 自國의 國內總生産(GNP)을 擴大하는데 總力을 기울려왔으며……○
- ……그 結果는 必然的으로 에너지 消費의 急激한 伸張이 따르기 마련이다. ……○

過去 1962~74年間의 世界 總에너지 消費는 82%나 增加하였었는데 이와같은 世界 에너지 消費의 增加는 거의 石油와 가스로 充當되었었다. 앞으로의 年間 에너지 消費增加趨勢를 1962~1974年間의 增加趨勢의 約半程度인 4%로 假定할 경우 現在까지의 發見된 確認石油埋藏量은 앞으로 20년도 持續 하기가 어려울 것으로 보이며 現在의 에너지 消費趨勢가 維持된다 하더라도 그 埋藏量은 今後 약 35年 밖에 지탱할 수 없는 것으로 보고있다. 또한 輸送費가 石油보다 더

많이 所要되는 가스의 境遇 確認埋藏量은 現在의 年間 消費量을 基準으로 할 때 約 50年間은 使用할수 있을 것으로 推算된다.

한편 石炭은 環境汚染, 採鑛時의 危險, 輸送費 및 取扱上의 難點이 있어 石油나 가스에 比하여 지금까지 消費伸張趨勢가 緩慢하였으나 埋藏量이 石油나 가스보다 매우 豊富하여 枯渴되어가는 石油와 가스의 緊急代替에너지로서 却光을 받고 있으며 各國에서 石炭生産量을 大幅 增加시키고 있으므로 앞으로 世界에너지 供給에서

主要 에너지源의 世界埋藏量과 生産量

에너지源別	區分	單位	埋藏量	年間生産量	備考
石油		千 배 렐	685,685,720	19,655,615	確認埋藏量 75年生産量
天然 가스		10億立方피트	2,544,896	47,478	〃
石炭		百 萬 噸	591,191	4.84	可採埋藏量 73年生産量

主要한 役割을 할것이다. 그러나 石炭埋藏量의 大部分이 美國 蘇聯 및 中共에 偏重되어 있어 輸送에 큰 制約을 받고 있으며 또한 公害問題가 隨伴되고 石炭의 液化나 가스化計劃이 있기는 하나 費用이 많이 所要되므로 採算성이 問題視되고 있다. 이와 같은 石炭의 취약성과 또한 埋藏量에도 限度가 있다는 것을 生覺할때 終局的인 世界에너지源으로는 未及하다.

이와같이 化石燃料의 埋藏量이 바다날 날이 人類의 눈앞에 닥쳐왔는데 增大一路에 있는 에너지需要를 充足시킬 수 있는 에너지는 무엇인가? 將來性있는 可用「에너지」의 世界動向을 살펴보기로 하자.

核에너지

化石燃料의 供給이 不安하게되자 先進工業國들은 緊急代替에너지로써 核에너지 開發에 拍車를 加하고 있다. 各國은 原子力發電所 建造計劃을 大幅 擴充하고 있는데 主要産業國들의 原子力發電計劃을 보면 美國에서는 原子力 發電量을 1976年の 3,900萬kw를 西紀 2000년에는 8억萬kw로 擴張시켜 總發電容量의 45.7%를 原子力에 의한 發電을 할 計劃을 樹立하였으며 西獨역시 現在의 350萬kw에서 1985년에는 4,500~5,000萬kw를 發電하여 總電力生産의 45%를, 프랑스는 現在의 288萬kw를 1985년까지 4,375萬kW를, 英國은 1974年の 500萬kW를 西紀 2000년까지는 1억400萬kw를 發電하여 總發電容量의 50%를 原子力에 의한 發電을 할 計劃을 갖고 있다. 이와같이 先進工業國은 大體로 西紀 2000년까지는 總電力容量의 45~50%를 原子力 發電으로 充當할 長期計劃을 樹立하므로써 核에너지를 化石에너지의 重要緊急代替 에너지로 삼고 있다는 것을 잘 보여주고 있다.

原子力發電에는 原子炉外에도 必須的인 것은 高度의 技術이 所要되는 核燃料週期技術과 施設이다. 이는 原鑛採鑛, 精鍊轉換, 濃縮, 再處理 核燃料加工 및 廢棄物處理인데 이 核燃料週期技術과 施設의 保有가 安定된 原子力發電에 必須的인 것이다.

그런데 現在 先進工業國들은 核擴散과 密接한 關係가 있는 이 核燃料週期技術과 處理施設의 輸出을 制約하거나 共同運營方式을 提案하고 있어 앞으로 開發途上國들이 原子力發電所를 갖는다 하더라도 原油를 產油國에 依存하듯이 核燃料을 先進工業國들에 依存하게되어 한 나라의 基幹에너지産業인 原子力發電이 他國依存이라는 難點이 야기될 可能性이 있다.

核燃料의 大宗인 우라늄資源은 어떠한가? 現在까지 確認된 과연當 10弗以內的 經濟性이 있는 埋藏量과 原子力發電所의 稼動을 위한 우라늄需要量은 아래 그림과 같다.

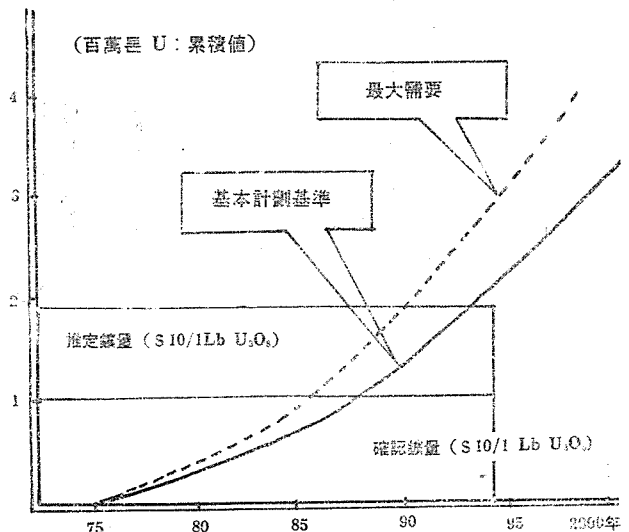


그림 1. 世界우라늄 需要展望

上記 그림과 같이 確認된 우라늄 埋藏量은 西紀 2000年前에 枯渴될 것이나 現在 研究開發中에 있는 核燃料利用效率이 높은 高速增殖炉等 改良된 原子炉가 實用化되면 核燃料効率을 높이기되고 또한 幅넓은 核燃料의 使用과 再使用이 可能하게 됨으로 專門家들은 核燃料問題는 解決될 것으로 보고있다.

原子炉가 에너지問題 解決에 도움이 될수있는 또 한가지 分野는 核分裂時 發生하는 熱을 利用하는 것이다. 獨逸에서 開發한 高溫度가스炉 (HTGR)의 境遇 約 950°C나 되는 高熱을 放出함으로 이를 家庭이나 産業에 利用하여 不足되는 에너지解決에 도움을 주는 方法이 注目을 끌

있다.

地 熱

未來의 에너지 源으로 손꼽히는 것중 다른 하나는 地熱이다. 現在 地熱을 利用하여 發電을 하고있는 나라는 美國, 日本, 이태리, 뉴질랜드, 蘇聯 및 멕시코 등이 있다. 地熱에는 스팀地熱田과 溫水地熱田이 있는데 地熱田의 斷面圖는 아래 그림 2와 같다.

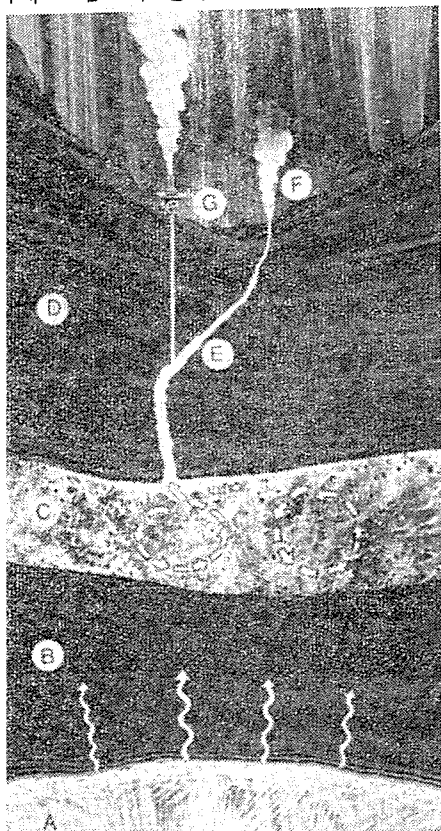


그림 2. 地熱田 斷面圖

- (A) 마그마 : 아직도 冷却過程에있는 融溶物質
- (B) 岩 石 : 熱을 위로 傳導한다
- (C) 多孔岩 : 물을 含有하고 있는데 이물이 下部로부터 熱로 끊게 된다.
- (D) 岩 石 : 스팀 脫出을 防止한다.
- (E) 裂 隙 : 스팀 脫出路가 된다.
- (F) 間歇泉 : 噴氣孔 또는 溫泉
- (G) 地熱井 : 裂隙속에 있는 스팀을 빼들린다.

美國에서 처음으로 建造한 스팀地熱發電所는 샌프란스코 近處에 있는 게이서스 地熱發電所인데 諸元을 보면 試錐깊이는 2,400m, 所要經費는 25萬弗, 溫度는 200°C 以上, 壓力은 10氣壓, 時間當 生産스팀은 100톤으로 噸당 費用은 0.3\$ 이며 kw當 費用은 0.003\$이다. 使用후 凝結水 處理費는 噸당 0.05\$로 베럴당 7\$인 기름을 使用하여 200°C의 스팀 1톤을 生産할 때 所要 되는 噸當 生産費 1\$과 比較할때 地熱이 매우 經濟性이 높다.

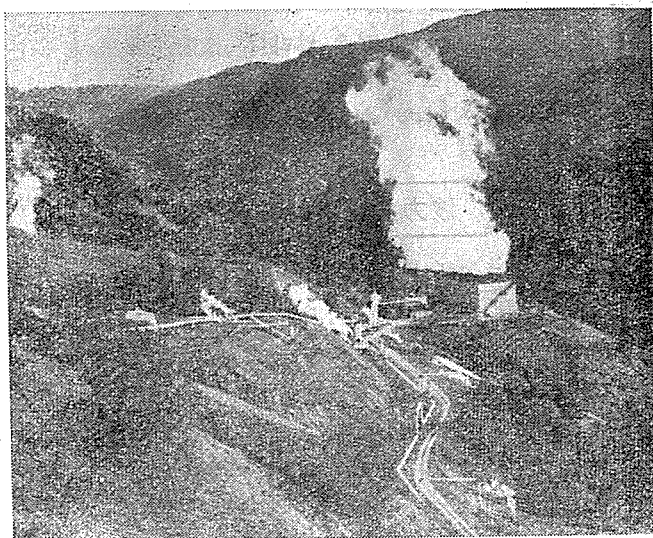


그림 3. 美國 캐리포니아州 소노마아에 있는 게이서스 地熱發電所에 있는 發電機이다. 前景에는 伸縮루우프가 있는 스팀파이프가 보인다 이 伸縮 루우프는 熱로 인한 파이프의 伸縮에 대비하기 위한 것이다. 左側 蒸氣가 올라오는 곳에는 減壓밸부가 있다. 發電所가 休運할때 蒸氣는 이밸부를 통해서 噴出된다. 左側 上端의 蒸氣는 自然裂隙에서 나오는 蒸氣이다.

溫水地熱 發電所를 처음에 設置한 나라는 뉴지랜드이며 平均 溫水地熱田의 試錐깊이는 1,500m, 溫度는 230°C 時間當 生産量은 물과스팀 400톤으로 스팀地熱田에 비하여 試錐費가 적게 所要되나 물과 스팀의 分離作業 물을 스팀化시키기 위한 壓力의 低下에서 오는 터빈의 效率低下 방대한 量의 물처리費 등으로 噸당스팀 生産費는 0.097\$ ~ 0.157\$이나 火力發電 보다는 經

濟性이 높은 것으로 나타나 있다.

美國 Koenig會社 報告에 의하면 地熱田試錐 成功率은 900m以上の 地域試錐 10個所를 했을 때 180°C 以上の 高溫度地熱이 生産된 곳이 4個였고, 10個地域試錐에서 總 119個의 地熱井 試錐를 한 結果 60%가 經濟性있는 地熱이 產出되었다고 한다.

比較的 資源도 豊富하며 經濟性이 높다는 利點을 갖고 있는 地熱이 아직은 큰 脚光을 받지 못하는 것은 에너지가 生産地에서 消費되어야 하며 또한 石油와 같이 商品으로써 多樣性이 없고 現在는 發電에 制限되어 있기 때문이다. 그러나 다른 地下資源이 적은 나라나 政府主導의 經濟體制를 갖고 있는 開發國에서는 有望한 에너지源으로 開發할 수 있는 分野이다.

波力發電

海洋이 가지고 있는 에너지를 電氣에너지로 變換시키는 方法으로서 海上에서 끊임없이 일고 있는 波濤의 에너지를 利用하여 發電機를 回轉시켜 電力을 生産하는 方式이다.

一般的으로 風速이 每秒 10m일때 最高 2.7m의 波濤가 發生하며 風速이 20m에 이르면 波高는 10m까지 높아진다. 平均 波濤가 2m일 경우 海岸線幅 1km에 25萬kw의 에너지가 發生되는 것으로 報告되어 있다.

現在 大型 波力發電에 關한 研究開發活動은 英國에서 매우 活發하지만 日本은 이의 實用化에 着手한 것으로 알려져 있다.

波力에너지를 電氣에너지로 變換시키는 方式에는

- (1) 浮力利用方式
- (2) 油壓利用方式
- (3) 浮上 物體(Buoy)動搖利用方式
- (4) 空氣터어빈 利用方式 等 4가지가 있다.

日本에서 發表한 發電코스트는 1kw當 8圓으로 나타났으며 失力發電의 境偶 1kw當 11圓(日本의 경우)에 若干 未達됨으로 波力發電은 資源이 豊富할뿐만 아니라 經濟性도 높은 에너지源으로 나타나 있다.

지금 日本이 擇하고있는 方式은 空氣「터어빈」 利用方式인데 그 原理는 다음 그림 3과 같다.

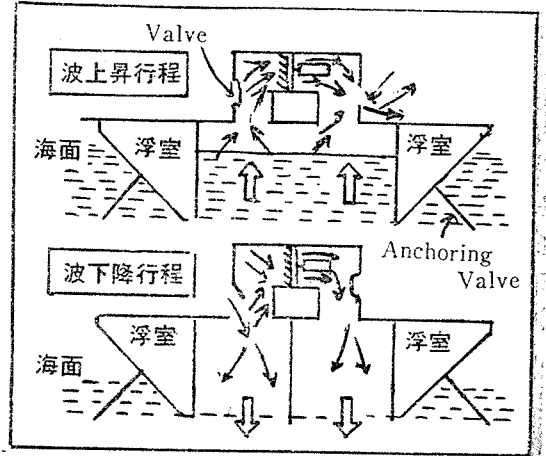


그림 4. 空氣터어빈式 波力發電 概念圖

太陽에너지

人類는 歷史의 始初부터 太陽에너지의 惠澤을 받아왔고 知識과 技術의 發達에 따라 太陽에너지의 利用은 그 範圍와 效率이 漸增하여왔다. 에너지危機를 안고 있는 世界文明이 終局的으로 依存할 에너지源은 太陽이 될것이라는 確信이 科學者들에게 점점 明白해지고 있다.

太陽에너지의 利用은 普通 아래와 같이 세가지 方法으로 分類할 수 있다.

- (1) 氣象學 또는 地球物理學的 效果를 利用하는 間接的 方法

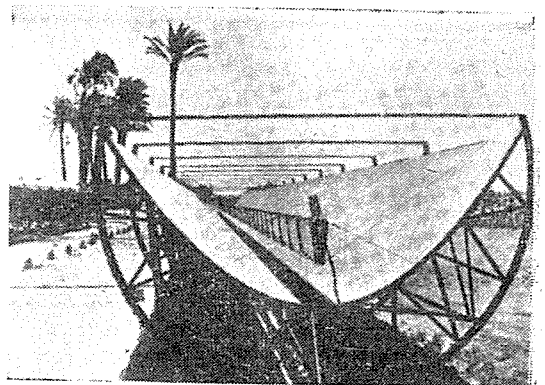


그림 5. 1912년 필라델피아技師 Shuman과 Boys가 建造한 太陽熱發電所에 設置된 太陽追跡集熱器이다

- (2) 熱로 直接 使用하는 方法
- (3) 電氣로 轉換하는 方法

水力 風力 海洋熱에너지

氣象學 또는 地球物理學的 效果를 利用하는 間接方法에는 水力, 風力 및 海洋熱傾斜度 等에 의한 發電이 있다.

水力發電은 效率이 높고(90%) 經濟的이며 技術이 完全開發되고 現在 使用中에 있으나 施設費가 높을뿐 아니라 堤建設이 生態學的인 面에 影響을 주고 또한 可容資源의 상당部分이 既 開發되어 있어 工業國들은 水力發電에 重點을 두지 않고 있다.

風力은 스팀이나 水力이 開發되기 前부터 人類가 使用해온 에너지源이었으나 石油과 石炭이 使用되면서 風力이 지닌 一關性不足이라는 缺點 때문에 거의 에너지源으로서 廢棄되다시피 되었다. 그러나 石油과 石炭의 不足現狀은 風力利用에 대한 關心을 부활시켰다.

美國은 大型 航空터어빈(Aeroturbine)의 設計가 計劃되어 있으나 風力의 持續의 大量獲得이 어렵고 日氣變動可能性등이 難點으로 지적되고 있다.

最近 美國의 에너지 研究開發局(ERDA)과 宇宙航空局(NASA)이 共同으로 General electric 會社와 1,000萬\$ 相當의 風力發電터어빈 開發契約을 締結하였으며 GE會社는 1977년에 1,500 kw의 出力터어빈을 갖인 높이 12층 푸르펠라 길이 약 66m 크기의 世界最大 風力發電所를 建造할 計劃을 가지고 있다. 그러나 現在는 先進 工業國들도 政府가 技術開發과 妥當性調査를 해 줄것을 바라고 있는 實情이다.

에너지 專門家들은 西紀 2000년까지 全電力所 要의 1%를 風力이 擔當할 수 있을 것으로 내다 보고 있다.

海洋熱 傾斜度發電所는 太陽熱이 海洋의 表面

을 加熱함으로써 表面水溫과 海底水溫과의 差異(약 15~22°C)가 發生하는데 이 溫度差를 利用하여 發電하는 것으로 稼動을 위한 燃料費없이 繼續的으로 能量을 얻을 수 있고 熱汚染의 危險도 없어 매우 理想的인 에너지源中的 하나이나 그러나 이것 역시 政府의 先導의 役活을 바라고 있는 狀態이며 西紀 2000년까지 世界의 發電量의 1% 程度를 生産할 수 있을 것으로 期待하고 있다.

太陽熱의 直接 使用方法으로 現在 매우 活潑한 開發이 이루어지고 있는 것은 물加熱과 暖房이다.

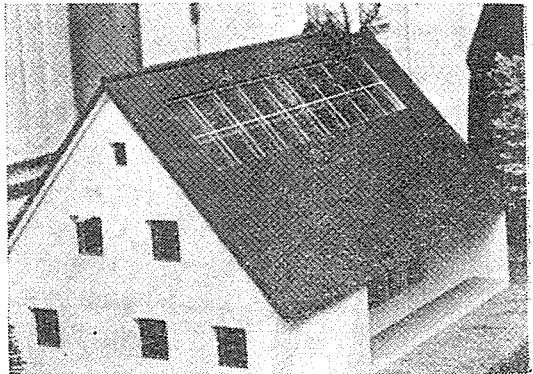


그림 6. 太陽熱 住宅 模型

이와같은 方法으로 家庭用 燃料費를 50~75%까지 減少시킬 수 있다. 이 裝置는 屋上이나 壁 등에 設置할 수 있으므로 別途의 空地가 必要치 않으며 環境汚染의 우려도 없다. 美國에서는 이 方法만으로도 西紀 2020년까지는 建物에 所要되는 全體에너지의 35%가 절약될 것으로 推算하고 있다.

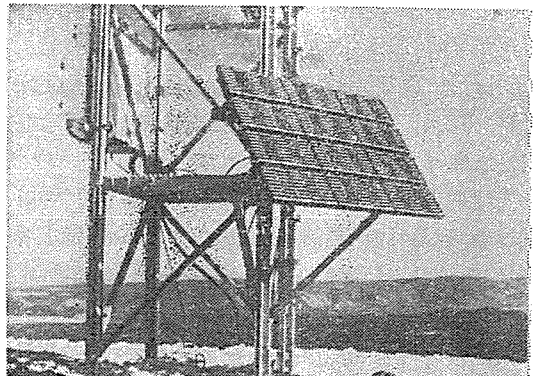


그림 7. 高山 자동기상대에 설치된 태양전지판

그러나 未來의 太陽에너지利用分野는 發電이 될 것이다. 太陽에너지에 의한 發電方法에는 基本的으로 두가지 方法이 있는데 첫째는 太陽光線→熱→蒸氣→機械動力→電氣 方法이고 둘째는 光起電 過程에 의하여 光線을 電氣로 直接 轉換하는 方法이다.

첫째 方法에 의한 發電은 이미 1878년에 A. mouchot가 파리 世界博覽會에 出品한 發電裝置가 있었고 그후 1912년에 필라델피아 技師 F. Shuman과 Boys가 애굽에 100馬力 太陽스팀엔진 發電所를 建造한 일이 있다.

이 方法에 의한 發電은 效率이 높고 施設費가 저렴하나 아직도 火力發電보다 單價가 높은것으로 나타나 있다.

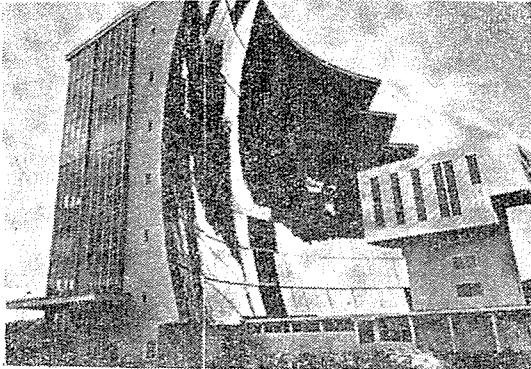


그림 8. 포물선 태양열 반사경이 설치된 실험실 건물(左) 반사열을 받아 난방되는 건물(右)

光起電方法에 의한 發電은 現在 宇宙開發의 電源으로서 使用되고 있으며 실리콘 電池가 使用되고 있다. 그러나 이 方法은 價格때문에 一般産業用으로 活用할 수 없다. 現在의 效率은 産業用일때 13%이며 實驗用이 16%이다. 앞으로 실리콘 代身 예를들면 황화 가들품 등이 使用되는 方法이 開發되고 市場이 擴大되면 저렴한 價格으로 供給이 可能하게 될 것이다.

光起電方法의 長點은 環境과 電力需要에 따라 規模를 容易하게 調節할수 있으며 또한 屋上이나 壁等에다 設置할 수 있어 別途의 空間이 必要치 않는 點이다.

太陽에너지에 의한 發電은 日照時에만 可能함으로 繼續的인 發電을 위해서는 에너지의 貯藏이 必要하게 되는데 太陽에너지 貯藏方法에는

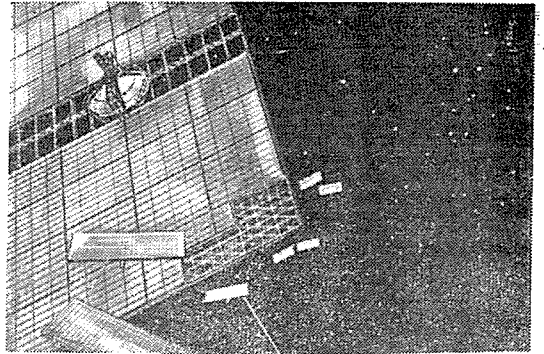


그림 9. 同期 軌道上的 太陽에너지 發電所

熱貯藏, 電氣貯藏, 機械의 貯藏 및 化學的 貯藏 方法 등이 있다.

太陽에너지에 의한 획기적인 發電計劃은 同期 軌道에 大型 太陽發電所를 設置하여 發電된 電氣를 마이크로 웨이브로 變換하여 地上受信所에 送信하면 이를 다시 地上에서 電氣로 還元하는 方法인데 이 方法은 技術的으로는 可能함이 임이 立證되었다. 同期軌道에서는 24시간 太陽光線을 받을 수 있고 外界에서의 太陽光線의 強度는 地上보다 6~10배가 크다는 것을 生覺할 때 이 方法에 依한 發電이 長期的인 世界에너지 解決에 큰 關鍵을 갖고 있다고 하겠다.

이상 世界에너지 動向을 보면 世界는 不足되는 에너지를 充足시키기 위하여 原子力發電에 重點을 두고 있고 長期的으로는 太陽에너지가 人類의 에너지로써 重要한 役을 할것같다. 그러나 未來의 에너지源들은 多樣化될 것이다.

未來의 에너지源들의 特色은 지금까지의 파서 쓰는式의 에너지가 아니라 高度의 技術이 要求되는 에너지라는 點이다. 世界는 지금 向後 30~40 밖에 쓸 石油나 가스밖에 가지고 있지 않다. 그런데도 아직 이를 代替할 確定的인 에너지를 確保하지 못하고 있는 實情이다. 40億 人口의 살림에 30~40年 밖에 쓸 에너지源밖에 없는데도 世界에너지需要는 增加 一路에 있다. 人類은 앞으로 남은 30~40年內에 現在까지 人類가 싸워온 文明을 維持할수 있는 豊富한 에너지를 開發해 내야하는 宿題를 안고있다. 참으로 숨가쁜 경쟁이다. 積極的이고도 體系的인 에너지開發計劃을 遂行하는 路만이 남아 있을 뿐이다.