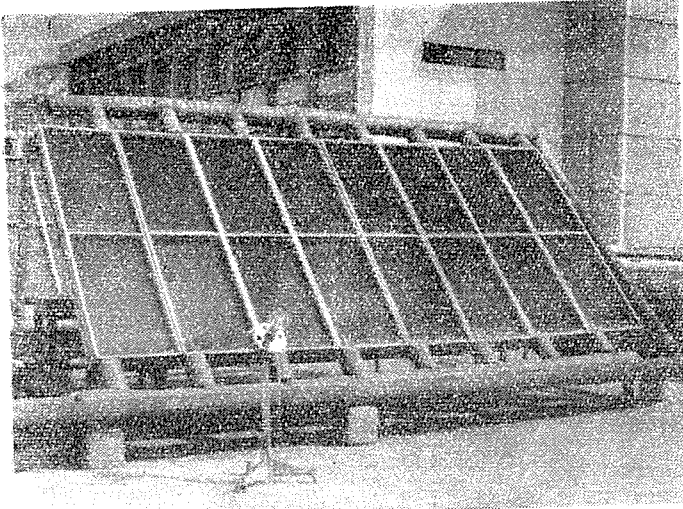
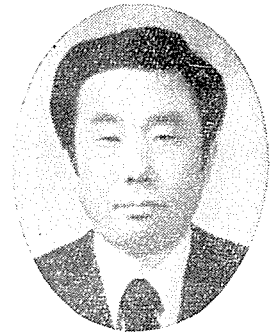


# 「太陽에너지 利用」

## 技術開發의 現況과 展望



韓國原子力研究所屋上에 設置된 太陽熱暖房을 爲한 集熱器群의 모습



工博 車宗熙  
韓國原子力研究所  
熱流動 研究室長

### 1. 序 論

韓國의 가장 큰 自然에너지資源은 太陽에너지이다. 우리나라에 떨어지는 太陽에너지의 總量은 이를 石油로 換算하면 年間 132億kI에 相當하며 이는 1974年에서의 우리나라 에너지 總消費量 4,023萬kI(石炭 1ton=石油 0.75kI 換算)의 約 328倍에 達하는 龐大한 量이다.

太陽에너지는 에너지가 必要하고, 또 必要할 때 얻을 수 있고, 經濟的으로 在來式과 競争이 될 수 있을 때 實用的 에너지源으로서 利用될 수 있을 것이다. 韓國은 國內에너지의 供給이 크게 必要하며 必要할 때 充分한 量의 太陽에너지를 얻을 수 있다. 또한 燃料價의 上昇과 그 높은 海外依存度는 太陽에너지로 하여금 漸次 在來에너지와 競争할 수 있게 하고 있다. 公害

없고 無盡藏의 太陽에너지資料의 利用普及은 韓國의 輸入燃料의 依存을 減少시켜 줄 뿐만 아니라 經濟增強 및 環境向上에 크게 이바지하게 될 것이다.

그러나 한편 우리나라에서는 一部 太陽에너지 利用技術이 實用化되고 있음에도 不拘하고 아직 普及되지 못하고 있다. 그 理由로서는 지금까지는 石油等の 化石燃料를 比較的 값싸게 또 必要한 量을 自由로히 輸入할 수 있어 太陽에너지를 積極的으로 活用할 必要性이 없었다는 것과 太陽에너지의 에너지密度가 낮아 利用하기 不便한 缺點이 있었기 때문이라고 본다.

오늘날 事情은 一變되어 石油는 量的制約이 더욱 甚해질 것이 豫測되어 石油供給을 充分히 補完하는 새로운 에너지源의 有力한 候補의 하나로서 太陽에너지가 期待되고 있다.

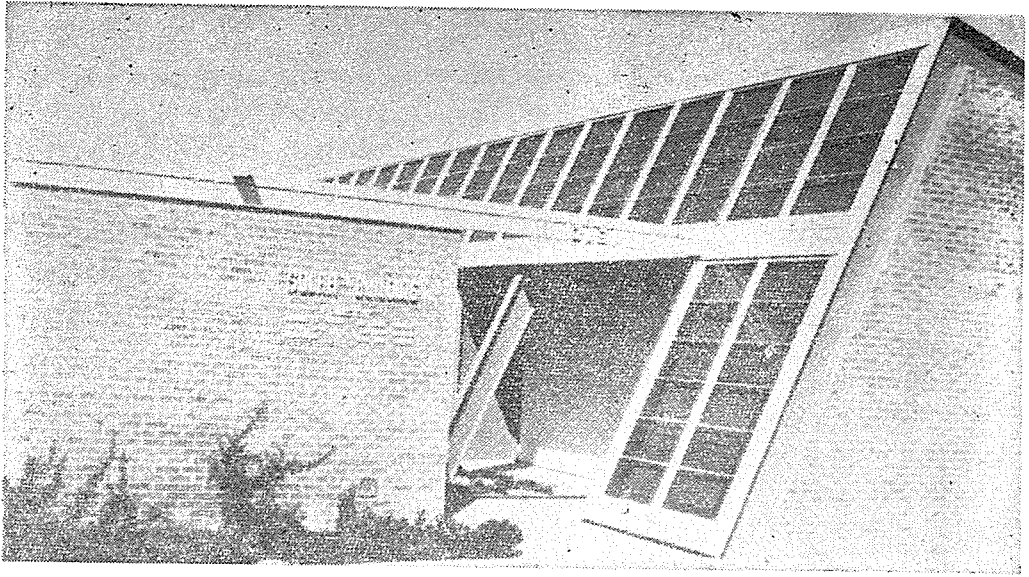


사진 : 美國 New Mexico州에 있는 太陽熱 暖冷房 實驗建物

## 2. 太陽에너지技術開發의 現況

一般的으로 太陽에너지利用中 이미 一部 實用化 되어 있는 것은 家庭用의 溫水器와 特殊電源用의 太陽電池가 있으며 研究開發이 進行되고 있는 것으로서는 太陽熱發電 太陽光發電, 太陽熱電子發電等의 太陽에너지發電, 太陽冷暖房, 太陽爐 等을 들 수 있다.

太陽熱發電에 對하여는 美國, 프랑스, 朝鮮, 日本 等에서 이미 基礎研究에 着手되어 小規模의 시스템模型實驗도 進行되고 있으며 이 시스템의 實現可能性이 實驗的으로 確認되고 있다. 이 概念의 一例를 든다면 美國 휴스튼大學의 힐더브랜드氏의 경우 地表上에 到達하는 太陽에너지를 反射鏡으로 反射시키어 地上 450m 높이의 塔의 頂上에 熱에너지로 收集하여 이 에너지를 보일러르 移動한 다음 電氣에너지로 變換시키는 것이다. 이 熱에너지의 溫度는 2,000°C 程度를 考慮하고 있으며 MHD直接發電을 計劃하고 있다.

太陽光發電은 太陽電池인 실리콘單結晶等 半導體素子の 表層에 PN接合을 만들어 光電效果

原理에 의하여 太陽에너지를 直接電氣에너지로 變換하는 것이다. 太陽電池는 可動部分이 없고 小規模 시스템으로부터 大規模에 이르는 넓은 分野에 適用할 수 있는 極히 優秀한 에너지變換素子이다. 지금까지 太陽電池는 主로 宇宙開發技術의 進展에 수반하여 人工衛星等의 電源으로 利用되어 왔다. 따라서 主要開發國은 美國, 朝鮮이며 最近에 와서 西獨, 프랑스 英國等도 精力的으로 矽리콘太陽電池, 輕量薄膜太陽電池,

CdS太陽電池等 研究를 進行하고 있다.

特記할 수 있는 것으로 美國의 NASA 計劃에 의하면 SSPS (Satellite Solar Power System) 라 하여 地球로부터 約 35,600km 떨어진 靜止衛星軌道에 衛星發電스테이션을 쏘아 올려 太陽電池를 利用하여 300~1,500萬KW의 發電을 하여 그 電力을 地上으로 마이크로웨이브電力線에 의하여 送電하는 것으로 1990年代에 完成을 計劃하고 있다.

그러나 現在로서는 太陽電池의 價格이 높아 (素子단1W當100弗程度) 火力發電等 商用電力과 競爭할 수 없으며 素子の 코스트다운, 效率向上 等을 위한 研究가 繼續되고 있는 現象이다.

太陽에너지에 의한 熱電子發電은 太陽에너지

를 反射鏡으로 集中하여 얻어지는 高輻射線束密度의 에너지에 의하여 發電하는 것이다. 이分野에 對하여는 시스템 및 에미터用材料에 관한 基礎研究가 進行되고 있는데 主로 美國, 朝鮮, 西獨, 日本 등에서 實施하고 있다. 例로서는 美國의 NASA와 제트推進研究所 共同으로 直徑 1.5m의 太陽爐로 使用한 12kg의 세슘컨버터에 의하여 41와트(効率 3%)의 發電을 한 것을 들 수 있다.

太陽熱溫水器는 太陽熱利用分野中 가장 많이 普及되어 있는 것이다. 지금까지 研究開發된 溫水器를 分類하면 定置式, 自然循環式 및 強制循環式이 있다. 定置式은 一定量의 물을 아침에 溫水器內에 채워 太陽에너지에 의하여 加熱된 溫水を 저녁에 使用하는 것으로서 價格이 싸서 널리 普及되어 있다. 自然循環式은 集熱器와 溫水槽로 構成되며 太陽에너지에 의하여 集熱器內의 물이 加熱되어 比重이 작아지면 그 上部의 溫水槽內에 流入하여 溫수가 貯藏되도록 되어 있다.

이 方式은 溫水槽를 만드시 集熱器의 뒷쪽에 두어야 하는 構造的 制限이 있으나 펌프動力이 不必要하고 貯熱中 放熱의 우려도 없어 太陽熱利用의 溫水供給裝置로서 有望하다고 볼 수 있다. 強制循環式은 펌프를 使用하여 集熱器內의 물을 循環시키는 것으로 溫水槽의 位置는 任意로 할 수 있으며 水槽內의 溫度도 制御할 수 있는 特徵이 있다. 溫水器의 開發은 美國, 日本, 이스라엘, 오스트랄리아 등에서 하고 있는데 美國에서는 自然循環式이 商品化되어 있고 日本은 定置式 및 自然循環式 그리고 오스트랄리아에서는 自然循環式 및 強制循環式이 開發되어 있다. 그러나 아직 効率 및 耐久性의 見地에서 改良의 餘地가 많아 계속 研究開發을 進行하고 있다.

太陽熱暖房은 集熱, 蓄熱 및 給熱의 3部分으로 構成된다. 集熱部分은 太陽熱을 吸收하는 裝置이며 蓄熱部分은 太陽熱을 收集하는 時間帶와 暖房에 必要한 時間帶와의 時差동안 一時 熱을 貯藏하는 裝置이다. 給熱部分은 從來의 暖房裝置中에서 熱源을 除外한 部分으로 보면 된다.

集熱裝置는 太陽熱集熱패널, 펌프 및 配管等을 包含하는 循環系로서 成立되며 蓄熱槽와 集熱器와의 사이를 물이나 空氣等 熱媒體가 循環하게 된다. 傳熱媒體로서 液體는 熱傳達率이 높아 集熱効果가 크나, 凍結과 漏洩의 우려가 있다. 空氣의 경우는 熱傳達率이 낮고 送風動力이 비교적 크나 凍結과 漏洩에 對하여 神經을 쓰지 않아도 된다.

太陽熱暖房은 美國, 日本 및 프랑스等地에서 實驗住宅이 建立되어 왔으며 우리나라에서도 最近 韓國原子力研究所에서 實驗이 進行되고 있다. 美國에서는 MIT에서 이미 基礎的 研究가 實施된 바 있으며 美國의 토마손과 로프의 太陽熱暖房住宅은 有名하다. 最近에 와서 콜로라도 페닉스의 太陽의 집을 위시하여 民間, 大學 등에서 冷房과 組合한 實驗住宅이 活潑히 建立되고 있다. 日本에서도 最近 선사인計劃의 一環으로 建設業體 및 民間에서 實驗住宅建立이 活潑하다.

全體的으로 太陽熱暖房에 對하여는 特別한 技術的 困難은 없으며 어떻게 經濟性을 높이느냐가 最大의 當面問題이다.

太陽熱冷房은 暖房에 比하여 얼마간의 難點이 있으며 아직 實驗의 初期段階에 있다. 루우프폰드에 의하여 지붕에 쏘이는 太陽熱을 除去하여 冷房負荷를 低減시키는 方式이나 平板集熱器를 冷却板으로 하여 夜間에 히이트펌프를 作動하여 冷却시켜 두었다가 晝間에 冷房으로 利用하는 方式도 太陽熱冷房이나 이 方式들은 太陽에너지를 充分히 活用하지 못하고 또 補助動力도 相當히 必要한 것이다. 將次的 太陽熱冷房은 吸收式 冷凍機를 使用하는 것이 될 것으로 豫想하여 研究가 進行되고 있다.

吸收式冷凍機를 使用하는 경우 高溫(100°C以上)의 熱媒體가 必要한데 이 경우의 集熱器로서는 平板形과 集光形이 使用될 수 있다. 平板形은 熱損失을 最少로 하고 集熱効率을 높이기 위한 性能向上이 必要로 하고 있다.

集光形은 拋物面鏡 또는 斷面이 拋物線이 되는 半筒狀鏡으로 되어 있으며 그 集線의 位置에 놓인 管에 集光시키어 管中の 물에 熱傳達하도록 한 것이며 高溫을 얻는데 效果的이나 太陽의 移動을 追跡해야 하는 問題가 있다. 集熱器에 얻어진 高溫의 太陽에너지는 吸收式冷凍機의 發生器에 供給되어 吸收式冷凍機의 供給熱源이 되는 것이다 여기의 熱媒體로서는 臭化리튬溶液이 有望하다.

위 방식에 의한 太陽熱冷房의 代表例는 美國 콜로라도州立大學의 計劃을 들 수 있는데 6個月 이상의 運轉實績을 얻고 있다. 美國을 위시하여 日本 오스트랄리아 등에서 實驗建物이 數個所 建立되고 있으며 大概 暖房과 冷房을 複合한 방식을 採擇하고 있다.

그밖의 太陽에너지는 乾燥, 蒸溜 및 再生産에 너지에 利用될 수 있다. 太陽熱은 穀物, 木材 및 果實의 乾燥에 利用될 수 있으나 아직 이 目的의 乾燥裝置開發은 未熟한 狀態이다. 오스트랄리아의 CSIRO에서는 太陽熱利用의 木材乾燥裝置研究가 發表되고 있는데, 이것은 56m<sup>2</sup>의 空氣式集熱器를 使用하며 晝間의 剩餘熱을 貯藏槽에 貯藏하였다가 夜間에도 乾燥運轉하여 經濟效果를 높이도록 設計되고 있다. 太陽熱蒸溜는 主로 海水淡水化 目的으로 研究가 進行되어 왔는데 近年 오스트랄리아, 美國, 朝鮮 및 印度 등에서 實用化를 위한 設計가 推進되고 있다.

에너지分野中에서 長期的 挑戰의 하나는 輸送할 수 있는 石油에 代身할 再生産에너지의 開發이다. 그것의 한 方法으로서 太陽에너지를 直接 使用하여 물의 熱化學反應 및 光分解를 하여 再生産에너지인 水素를 生産하는 研究와 太陽에너지를 使用하여 셀룰로오즈로부터 알코올을 生産하는 方法이 考慮되고 있다.

### 3. 太陽에너지技術開發의 展望

世界的으로 太陽에너지技術의 開發對象은 太

陽에너지發電, 太陽暖房 및 冷房, 溫水供給 및 工業工程利用等に 重點을 두고 있다. 이들을 效率的으로 開發하기 위하여 集光, 集熱裝置 등의 콘포넌트, 材料, 蓄熱技術 등의 各 시스템에 共通되는 基礎技術開發에 重點을 두고 있다.

太陽에너지發電中 太陽熱發이 다른 方式보다 發電效率, 技術開發의 리스크, 經濟性的의 見地에서 實現可能性이 높다고 보고 있다. 이 시스템은 使用形態에 따라 小規模의 것부터 大規模에 이르기까지 各種이 使用될 것으로 보며 오늘날 研究開發方向은 小規模시스템으로부터 着手하여 漸次 技術的 問題를 克服해 가면서 段階的으로 스케일업해 나가고 있다. 小規模의 것은 1MW 發電級의 파이릿트시스템을 取하고 있으며 다음 段階는 技術的 可能性을 明確히 하기 위하여 10~50MW級, 그리고 經濟성을 確證하기 위하여 500MW級을 構想하고 있다. 그리하여 2000年代初에 1000~2000MW級의 商用 高性能大容量 시스템 開發을 目標로 하고 있다. 이와 같은 시스템開發과 병행하여 高性能이고 耐久性 있는 選擇透過膜, 吸收面, 熱傳達媒體, 熱蓄積媒體 등의 材料開發, 시스템設計, 製造方式 등의 開發을 서두르고 있다.

太陽光發電은 太陽電池價格의 大幅의 低下, 效率向上에 成功한다면 廣汎한 用途에 쓰일 것으로 豫想하며 家庭의 지붕에 設置하여 發電하는 일도 可能하게 될 것이다. 따라서 開發의 重點은 價格의 破格의 低下, 效率의 向上에 두고 있으며 새로운 設計, 製造方式의 開發研究, 새로운 材料의 開發이 進行되고 있다.

太陽熱電子發電은 理論效率은 높으나 解決하여야 할 課題가 많으며 當面問題들은 시스템의 研究, 電極材料의 開發等 基礎技術의 確立이라고 본다. 主要研究開發項目으로서는 長壽命, 高效率의 에미터, 콜렉터用材料의 開發, 發電機本體 및 冷却系 등 發電시스템의 構成法의 研究設計製造方式의 開發等이다.

宇宙發電方式은 美國이나 日本이나 아직 構想

段階이며 언제 實用化 될 것인가는 現段階로서는 判斷할 수 없다. 當面問題는 宇宙空間에서의 發電方式, 마이크로웨이브 送電技術等の 基礎技術의 確立을 얻는 일이다.

太陽熱暖房은 우리나라에서는 韓國原子力研究所에서 約2年間の 實驗經驗을 얻고 있어 그 技術的 可能性은 確立된 셈이나 아직 經濟性을 어떻게 높일 것인가에 對한 宿題가 남아 있다 할 수 있다. 太陽에너지를 가장 有效하게 利用할 수 있는 高性能暖房機器의 開發과 아울러 暖房 效果가 높은 住宅의 開發, 高性能斷熱材의 開發 夜間, 흐린날을 위한 蓄熱裝置의 開發等を 繼續 追求할 必要가 있다고 본다.

太陽熱冷房은 暖房보다 技術的으로 困難하나 實現可能性은 充分히 있으며 當面問題로서는 高溫을 위한 集光, 集熱裝置의 開發, 適切한 冷房 機器의 開發이며 現추세로 보서는 1980年代에는 實用化의 可能性이 보인다.

太陽爐는 高溫을 얻을 수 있는 唯一한 裝置로서 高溫化學反應, 合成鑛物, 세라믹스, 半導體等工業目的을 위하여 그 實用化의 價値가 認定되고 있으며 均一溫度分布, 高溫材料開發, 太陽 追尾方式의 開發等問題가 尙存되고 있다.

그밖의 太陽熱蒸溜, 太陽熱乾燥等 技術에 있어서는 큰 問題는 없다고 보며 最適設計, 經濟性의 向上等이 이루어져야 한다고 본다.

#### 4. 韓國原子力研究所의 太陽熱暖房研究

韓國原子力研究所에서는 1974年 5月부터 太陽熱暖房開發을 위하여 그 첫 段階로서 必要한 氣象學的 基礎調查를 하고 既存建物內에 太陽熱暖房시스템을 設置하여 基礎의 性能實驗에 重點을 둔 研究를 始作하였다. 먼저 氣象學的統計에 의하여 우리나라에서의 太陽熱利用可能性을 調查하고 이를 土臺로 適切한 集熱裝置를 選定, 製作하여 그 性能을 實驗的으로 調查하였다. 그 結果 얻은 資料에 의하여 太陽熱暖房시스템을

設計建造하여 그 性能, 技術的 問題를 調查하여 可能性, 經濟性을 綜合하고 있다.

이 調査에 의하면 우리나라의 氣候條件은 暖房期間中の 平均日照率은 約 60%로서 比較的 良好한 편이다. 그러나 추위가 심한 12月 및 1月間은 暖房負荷를 充當하기에는 얼마간 不足하여 經濟的 實用性을 위하여는 太陽熱과 在來式 熱源을 組合할 必要가 있다고 보고 있다.

여기에 太陽熱暖房시스템은 集熱, 蓄熱 및 給熱의 3部分과 따로 補助加熱器를 두어 構成하고 있으며 集熱裝置中の 集熱패널은 알루미늄 폴론드加工品을 使用하고 있으며 集熱效率은 平均 40%를 얻고 있다.

위의 實驗에서 集熱器面積과 暖房面積이 同一한 경우 暖房期間中 適切한 暖房負荷에 對한 太陽熱에 의한 暖房率을 平均로 85% 報告한 바 있어 우리나라에서 太陽熱暖房의 可能性을 提示하고 있다. 韓國原子力研究所는 계속 空氣를 熱媒해 주體로 暖房시스템開發과 經濟性向上을 위한 最適設計에 重點을 두어 進行시키고 있으며 그 展望은 比較적 밝다.

#### 5. 結 論

太陽에너지는 에너지密度가 낮고 氣候等에 의한 變動을 받으나 地球가 받고 있는 그 에너지량은 龐大하며 또한 國產에너지임으로 그 供給의 安定性은 높아 將來의 有力한 에너지供給源이 될 수 있다.

太陽에너지利用技術中 國民生活이 直接 關聯되는 太陽熱暖房만 하더라도 그 經濟性이 妥當하면 이것의 普及은 相當한 에너지節約을 期할 수 있을 것이다.

大體的으로 現時點에서의 太陽에너지 利用技術은 經濟性의 면에서 實用的으로 活用普及되기는 困難하다고 보나, 繼續的當面 技術問題의 解決에 의한 經濟性의 向上과 今後의 化石燃料價格의 上昇을 考慮할 때 그 將來展望은 比較的 밝다.