

영국의 태양熱에너지 利用에 關한 現在의 研究와 未來의 展望

鄭 尚 鎮

目 次

1. 序論
2. 英國의 에너지供給과消耗
3. 英國에서의 太陽輻射熱
4. 太陽熱의 溫水煖房
5. 現在의研究
6. 未來의 展望

1. 序論

앞으로 겪게 될 資源難에 대비하여 世界各國이 太陽熱에 關한 研究에 열을 올리고있다. 太陽熱에 關한 研究가 이처럼 부각되는 것은 石油資源이 限界를 들어내고 있는반면 太陽熱은 無限에 가깝다는점에 있다. 太陽에서 發射되는 熱量중 地球가 실제받는 熱量은 200억분의 1 에 불과하지만 70年基準 世界年間에너지 需要의 3 만배에 이르며, 石炭으로 換算할 경우 600백만톤이 된다고한다. 韓國에서도 몇몇 團體에서 이의 研究에 박차를 가하고있고 實驗단계에서 成功한것으로 알고있다. 本文에서는 英國의 太陽熱利用에 關한 전망을들어서 建築人여러분에게 太陽熱에너지에 關한 認識을 새롭게 해보고자 함에 있다.

2. 英國의 에너지供給과消耗

本資料는 英國建築研究所의 報告書를 참고해서 작성한 것으로서, 英國의 에너지供給과 消耗를 分析하고 새住宅과 基存住宅에서 使用되는 에너지保存에 대해서 論述했다. 內容중 중요한것은 아래와같다. (註1)

1972年 英國의 총에너지소비는 8.83×10^9 GJ 이었다. 이에너지는 (그림 1)에서 보여준바와같이 4 種類의 에너지로 나타냈다.

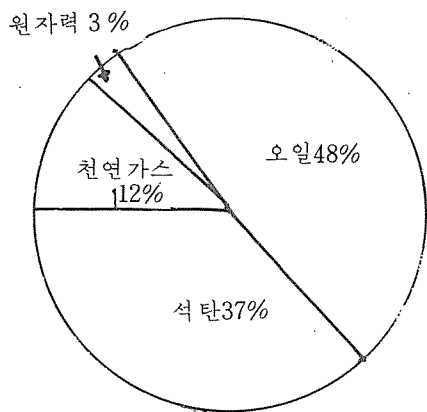
消耗된 모든에너지가 유익하게 使用되었다고는 할수없다. 그러나 最終消費者에 의한 消耗分析에서 住宅, 工場 등에서 使用된 에너지는 6.16×10^9 GJ 이었다. 나머지 2.67×10^9 GJ 은 에너지環元용으로 消耗되었다. 예를들어 石油精製와 電力등으로서 消耗됐다. 最終消費者에게 供給된

6.16×10^9 GJ 은 産業의 여러分野로 分配된 것을 (그림 2)에서 알 수있다. 에너지로 供給되는 石炭, 개스, 電力 등을 고려하고, 表 1에서는 各部分의 적당한 손실을 추정하며 (그림 3)에 있어서는 총에너지소모의 各部分의비율을 評價할 수있다.

家庭과 기타部分(事務室, 學校, 病院등)에 供給된 모든 에너지는 煖房과 採光용으로 消耗됐다. 家庭과 기타建物에서 消耗된에너지는 英國총에너지소모의 40~50%에 달한다고 分析됐다. 예를들어 이것은 産業部分에 消耗된에너지 비율보다 더 많다. 家庭과 기타建物에서 使用된 총에너지消耗熱량과 純에너지消耗熱량에는 差異가 있다. 두경우에 있어서 純에너지消耗熱량은 총에너지消耗熱량의 60%이다. 이는 煖房을 위한 電力使用의 關係가 있기때문이다. 런던의 家庭電力消耗量은 EEC 가입국가의 여러수도와 比較할때 두번째로 많은 消耗量이된다.

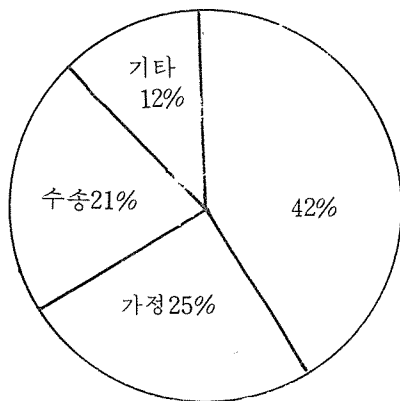
1972년에 英國의 各住宅이 平均적으로 81GJ의 에너지를 供給받았고 (表 2)에서 보여준것은 各家庭에서 使用된 純에너지消耗를 요약한 것이다. 보통주택에서 溫水용으로 消耗된 에너지는 18GJ이었고 그중에서 12GJ은 給湯으로 消耗된것이고 나머지 6GJ은 煖房機具와 파이프(pipe)내에서 熱流失로 消耗된 것이라고 (BRE)보고서에서 發表했다.

英國에서는 建物내에 自体煖房設備를 하므로써 총에너지消耗량의 15%를 節約할수있고 基存住宅改良으로 6%



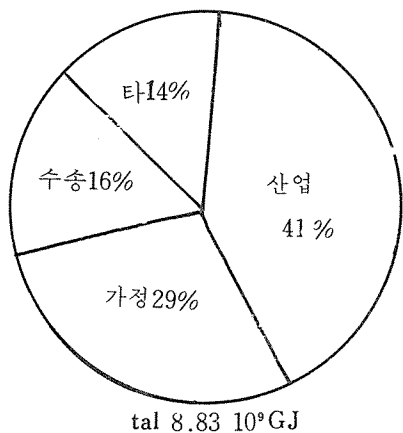
Total 8.83×10^9 GJ.

그림 1. 영국의 에너지자원(1972)



Total 6.16×10^9 GJ

그림 2. 영국의 순 에너지소모(1972)



tal 8.83×10^9 GJ

그림 3. 영국의 총 에너지소모(1972)

최종에너지	최종에너지와총에너지비
전기	3.73
제조연료	1.40
오일	1.08
천연가스	1.06
석탄	1.02

표 1. 주요한 에너지비

	GJ	%
난방	52	64
온수	18	22
취사	8	10
TV, 채광등등	3	4
계	81	100

표 2. 가정의 에너지소모(순)

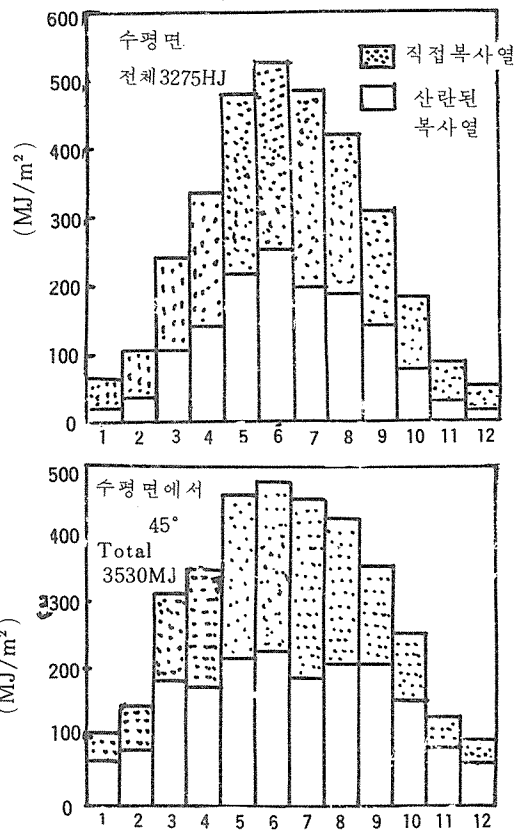


그림 4. Kew 지방에서의 태양복사열

를 減少시킬수있다고 한다. 에너지管理方法은 히터펌프를 使用하고, 電機暖房으로부터 개스나 오일을 使用하는 暖房方式으로 轉換시키며 發電所에서 送電過程中에 熱이 생기지 않도록하고, 또 벽에서도 斷熱이 잘되도록하는 것이다. 太陽熱溫水機를 利用함으로 國家的으론 총에너지消耗量의 1~2%를 減少시킬 수 있다. 만약 太陽熱이 暖房으로 使用된다면 國家的으론 총에너지消耗量의 10~20%를 節約시킬 수 있다. 最近 國際太陽熱協會의 英國分會에서는 建物에 있어서 太陽熱로 인한 에너지 管理에 대해서 發表했는데 그結論은 BRE 報告書와 마찬가지로 一致했다.

3. 英國에서의 太陽輻射熱

每年 英國에서는 水平線에 있어서 平均 3.0GJ/m² 太陽輻射熱을 받는다. 그러므로 英國의 총에너지消耗量은 全國土面積에서 받는 太陽輻射熱의 1.25%熱量과 같다. 一般的으로 英國의 氣候는 日照量이 적다. 地中海에 位置한 國家, 캘리포니아, 남오스트리아에서는 平均적으로 太陽輻射熱이 6.0GJ/m²이다. 그러나 英國의 太陽輻射熱에 있어서 散亂된輻射熱이 50%以上이라는데 特徵이 있다. 輻射熱變化에 있어 겨울철로부터 겨울철까지는 全體輻射熱 6:1의 비율로 받는다. (그림 4)는 每月 水平面, 南쪽으로 45도 向한 水平面이 받는 直接輻射熱과 散亂된輻射熱의 特徵들을 說明해 주고 있다. 이것은 1958~1968사이 10年동안 kew에서 얻은 資料들이다. 直接輻射熱이 적은 英國에서는 集點을 맞추는 集熱板들을 使用할 수 없고, 겨울철 暖房目的으로 集點을 맞추는 集열판을 使用하는 것은 어렵다. 英國의 住宅에서는 美國과 反對로 空氣調和施設(airconditioning)이 必要없다. 예를들면 住宅에서 太陽에너지利用은 溫水暖房과 關係가 있다.

西洋이 東洋보다 太陽輻射熱을 平均적으로 많이 받는 傾向이 있다. (그림 5)의 지도들은 太陽輻射熱의 等高線을 나타내고 있다. 英國의 남쪽과 북쪽에서 받는 輻射熱의 部分的差異가 6월보다 12월에 더 심하게 나타나고 있다. 周圍의 大氣溫度는 북쪽에서 더 낮아진다. 예를들면 7월의 平均溫度가 스코틀랜드 에비르딘에서 14.5도 kew에서는 18도이다. 스코틀랜드에서는 暖房이 1~12月까지 必要하다. 太陽에너지 適用이 가장 좋으며 유리한 位置는 氣候적으로 추운 英國의 남쪽보다 스코틀랜드라고 할수 있다.

4. 太陽熱의 溫水暖房

英國의 氣候는 앞에서 언급했었다. 建物에 있어서 太陽에너지의 신중한 適用은 溫水暖房과 關係있고 太陽熱溫水暖房을 위하여 集點을 맞추지않는 集熱板들이 適當한 것이다. 英國에서는 20가지이상의 平板集熱板을 현재 商業적으로 利用하고있고 太陽熱貿易協會는 여러회사로 組織되어 있다.

一般的으로 平板集熱板과 溫水循環코일은 구리와 알루미늄, 鐵로 製造된다. 集熱板들은 表面을 無光彈黑色 페

인트칠하여 마감한다. 유리를 두장끼운 集熱板은 反射熱의 熱損朱이크므로 한장의 유리를 끼워서 太陽熱 溫水暖房용으로 使用하는것이 通例이다. 柔軟性的의 黑色 프라스틱으로 만든 集熱板들은 室內水泳場용으로 販賣된다. 지금까지 英國에서 壳別個도 않된 集熱板의 販買數를가지고 利潤을 評價하는것은 어렵다고 볼수있다. 現在 設計된集熱板은 規格化되어있고 지붕위에 設置하도록되어있다. 특히 유리끼우기, 지붕의 防腐處理, 파이프에 의한 지붕貫通의 回避, 지붕施設費의 節減으로 인해서 새住宅에 溫水集熱板을 設置하는게 바람직하다. 最近 英國에서는 太陽熱溫水暖房의 經濟性이 研究者에 依해서 다음과같이 評價되고있다.

太陽熱溫水暖房은(그림 6)에서 보여준 시스템으로 平均 35%의 熱量을 期待할 수 있다. 英國에서 集熱板의 크기는 4~5m²인데 이 集熱板은 每年 에너지 5GJ 供給하고 平均적으로 住宅에서 必要한 물을 給湯하는데 利用되는 에너지의 40%를 담당한다. 現在 太陽熱溫水暖房시스템의 價格은 400파운드이다. 만약 大量으로 設置가 된다면 200파운드로 引下가 될것이다.

一般的으로 太陽熱에너지經濟性은 最高電力料 26파운드에서 기타개스로10파운드에 依存된다. 만약 太陽熱溫水暖房시스템의 價格이 위에말한 燃料價格以上이면 太陽熱에너지시스템은 經濟性이 없을것이다. 그結果 英國에서 大量으로 設置되었다면 太陽熱溫水暖房시스템은 펌핑과 維持價格을 無視하더라도 年6%의 利潤이 생길것이라고 한다.

5. 現在의 研究

지금까지 대부분의 연구는 太陽熱溫水暖房에 關한 것이었고 建物에있어서 다른 用途의 使用은 다음研究에 있고 아래를 참고하십시오.

英國의 技術研究所는 Miltor keynes의 새都市에 建立한 示範住宅결에 4.5m³의 溫水貯藏탱크와 한장의 유리를 끼운 38m²의 알루미늄集熱板으로 設置를 制限했다. 그시스템의 計劃案은(그림 7)에서 보여준다. 各鐵 탱크에는 2개의 구리시린더(熱變換機)를 갖고있고 集熱板의 循環코일에서 알루미늄관과 구리관은 露出로인한 腐蝕을 最少화 하기위하여 스텐레스관을 使用하고 50미크론의 스텐레스製 필터(filter)와 알루미늄양극은 循環코일에 設置한다 腐蝕은 역시 물循環으로도 防止된다. 住宅에서 熱의 分配는 排出되는 溫氣에 依해서 이루어지고 40도에서 물은 各 유닛(unit)를 통하여 循環한다. 만약 貯藏탱크의 溫度가 40도이상이면 개스보일러가 暖房負荷를 담당하지 않고 25도以下에서는 보일러가 全暖房負荷를 담당하게 된다. 太陽熱시스템의 컴퓨터研究에서는 住宅에서 所要될 溫水는 太陽熱에너지에 依하여 供給될 수 있고, 50%以上의 暖房負荷에 對해서는 太陽熱채난에 依하여 解決할 수 있음을 보여주고 있다.

더큰 容量의 貯藏탱크가 附着되어있는 太陽熱住宅이 에

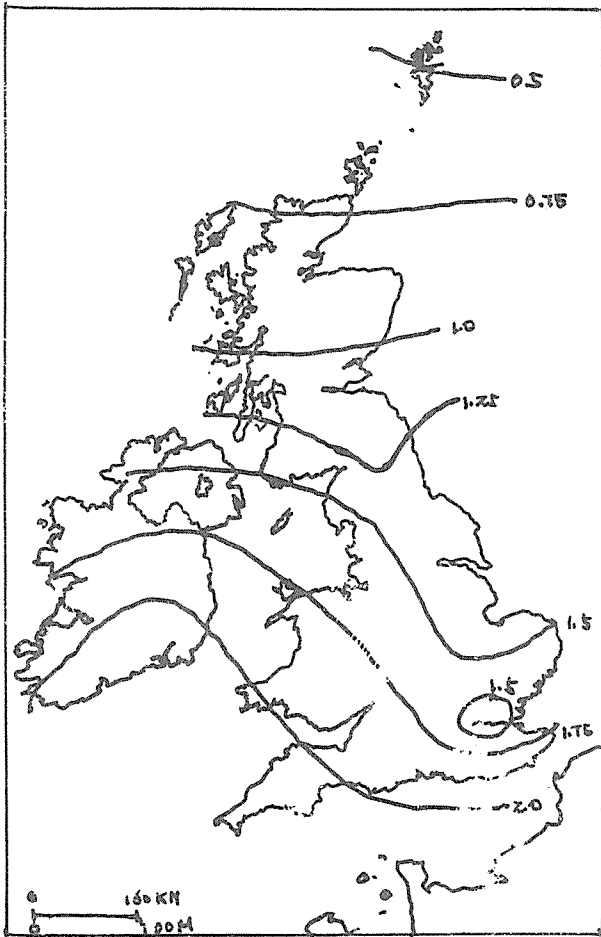


그림5a. 6월의 평균태양 복사열(MJ/m²)

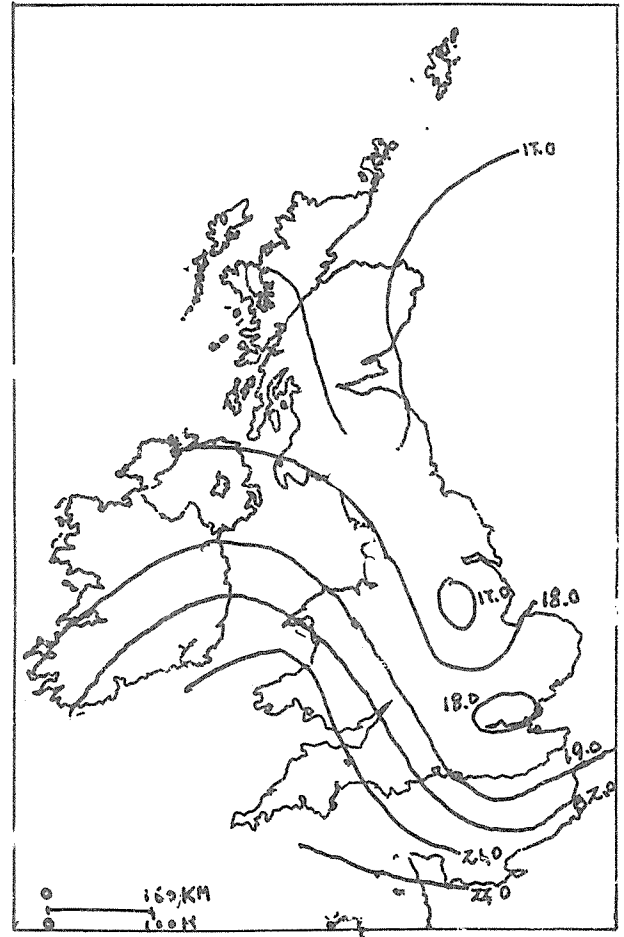


그림5b. 12월의 평균태양 복사열(MJ/m²)

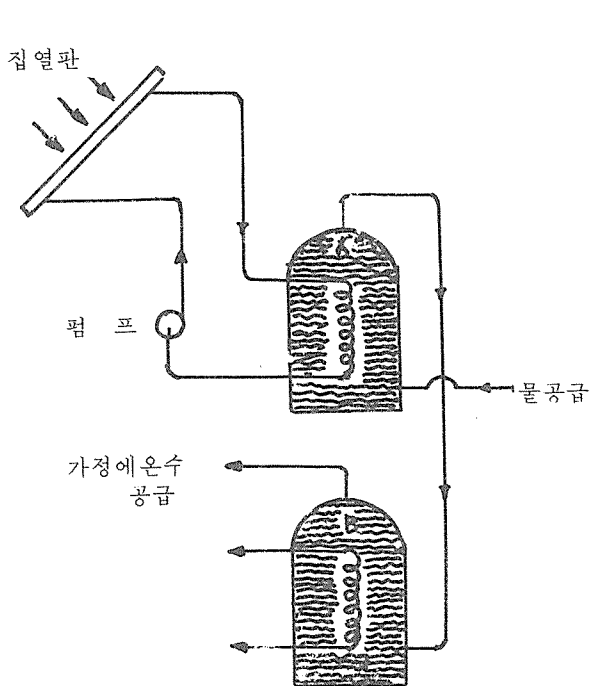


그림 6. 태양열 온수난방 시스템

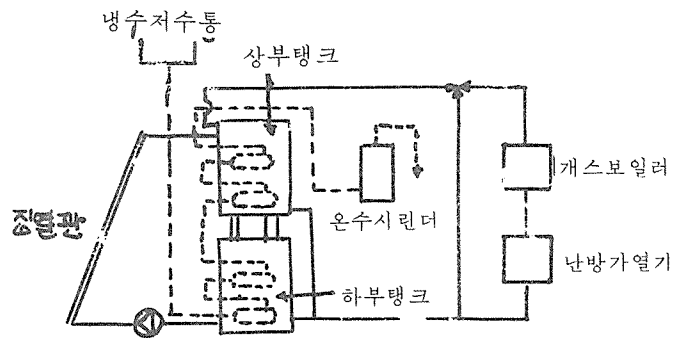


그림 7. Mihn Keynes 에 있어 주택의 태양열 이용한 방법

너지消耗가 적은 住宅을 研究할 目的으로 BRE에 依하여 計劃되었다. 序述한 試驗用住宅은 에너지 保存에 대해서 여러 각도로 試驗하고 說明하게 될 3樓의 에너지 消耗가 적은 住宅중의 하나가 될것이다. 建坪이 各各84m²인 垆地에 침실이 3개인 木造住宅들이 BRS에 3棟이 세워질 것이다. 이垆地의 한쪽에 太陽熱住宅이 있을것이고 동시에 이垆地의 다른한쪽에 있는 住宅은(太陽熱住宅에서 使用되고난)물과 空氣流通에서 熱回収를 위한 再使用의 시스템

템을 태양열住宅과 合併해서 裝置할 수 있을것이다. 中央의住宅은 再使用시스템의 機械를 위해서 부수적인 試驗로 유용할것이다. 이땅에서 떨어져 네번째로 建立한住宅은 특별히 고안한 空氣熱히터펌프(air-to-air heat pump)를 가질것이고 이펌프의 증발기 코일에대한 空氣投入은 簡單한 空氣加熱機를 利用해서 住宅의 지붕위에있는 集熱板밑으로 끌어올려진다. 收集한溫度에 依存하는 36m²의 地下貯藏탱크에서 heatpump를 통하여 熱을 供給해주는 Garston 시에 建立될 주택에 附着될 集熱板크기는 20m²가 적당할 것이다. 이탱크로부터 받은 熱을 暖房과 溫水를 위해서 使用될것인데 이熱은 1~0.3m³의 蓄熱機로부터 작은펌프를 통해서 밤에 運搬될것이다. 그런가닭에이 heatpump는 電力消耗가 가장 많은시간이 아닐때 電器를 使用해야할 것이다. Milton keynes住宅에 있어서暖房시스템은 물의溫度가 40°C以下가되도록 設計했다.

이런 主要計劃에 덧붙여서 BRE는 두學校에 設置하는 太陽熱溫水暖房을 設計하고 監督할것을 要求한다. 이와같은 要求는 영국에서 좋은經驗과 여러가지의 資料를 줄수 있을것이다. 太陽熱溫水暖房試驗에서 集熱의 性能開發 및 變化가 심한 太陽熱條件하에서 太陽熱 시스템 利用에 關한 研究와 太陽熱 시스템의 컴퓨터연구가 進行되고 있다. Cardiff 大學의 機械工學科 太陽熱 研究팀에 依하여 集熱板設計가 進行되고 있다. 그 研究팀은 키세는불빛을(註5) 基礎로 한 人工太陽을 위하여 科學研究會의 후원을 받고 있다. 또 BRE가 경사진 表面積위에 光度測定의 研究를 위해서 후원하고 있다. 이 實驗을 위해서 太陽熱계기가 附着된 移動될수있는 유리판(集熱板)들은 2~3分 間隔으로 連續的인 位置에서 往復이 되고 每5秒마다 計器에서 光度를 읽을것이다. 단 몇분동안에도 輻射熱이 일정하지않은 영국의 太陽熱시스템 設計에서는 앞에서 收集된 資料가 중요하다. 영국에서는 基存 太陽熱住宅과 計劃될 太陽熱住宅에 關하여 상세하게 報告한바있다. 예를들면 Wallasey School, Richmans worth house, autonomous house(太陽熱集熱機에서 地下코일을 利用한 溫水와 暖房을 供給하는 南部런던고령자를 위한 平地붕으로 最近 計劃되었던 劍브리지에 建立될 住宅).고령자를 위해서 計劃된 리버플도시近交의 住宅들은 Trombe wall principle 壁으로 構成되어있다(表3)

표 3. 영국에서 태양열을 이용한 건물

형태별	년도	위 치	비 고
주 택	1956	Rickmans worth Hert	남쪽으로 아주큰 두장의 유리를 끼운창문: 히터 펌프이용
학 교	1960	Wallasey Mersey side	남쪽벽은완전하게 두장의 유리가 끼워짐: 단열이 잘되고 높은열용량을 지니고 통풍속도가낮다.

주 택	1974	Montgomery Shire	60m ² 의 알루미늄 집열판은 연속V형으로 주름진 현상으로 됨
주 택	1975	Milton Keynes Buck	한장의 유리끼운 38m ² 의 집열판과 4.5m ³ 의 저장탱크: 선풍기이용한대류식 난방장치에의하여40도에서 물순환
3주택블	1975	Coydon Surry	특히유리끼운 8m ² 의 집열판은구리로만들어지고 온수를공급함
학 교	1976	Tunbridge well s Kent	6m ² 의 압축한 집열판은 온수를 공급함
복합상점	1976	Canwley, Surry Dournemouth, Dorset	가계와 홈대름 보관소에 태양열 난방이 이용됨
학 교	미래	S Scotland	태양열온수난방법
주 택	미래	Garston, Herts	20m ² 의 평판집열판, 36m ³ 의 지하저장탱크와 3개의 히터펌프의 사용
주 택	미래	Garston, Herts	30m ² 의 간단한 공기난방장치히터펌프에서온수를공급함
고령자주 택	미래	Higher Bebington, Merseyside	Trombe wall; 온수 공급하는 집열판
고령자의평주택	미래	Lewisham, London	온수공급하는온수난방집열판과 코일
주 택	미래	Ayrshire, Scotland	14m ² 의 집열판은 지붕과 통합되어 있음
독립된주 택	미래	Cambridge	40m ² 의온수난방집열판, 40m ² 의저장탱크는개별적인 역할을담당함 ³

6. 未來의 展望

영국에서도 5~10년이 경과된 후에야 太陽熱溫水 暖房의 經濟性을 期待할수 있을것이다. 太陽熱을 利用한 住宅의 經濟性은 특히 새住宅에서 設備施設의 簡素化는 集熱板設計에서 생각할수있고 大量生産을 하므로써 集熱板의 價格이 低下될것이다. 溫水를위한 개스나 오일使用 코스트와 太陽熱시스템의 價格에는 差이가커서 太陽熱시스템은 현실적으로 有用성이 적을것이다. 住宅에서 太陽熱시스템設置를 위한 技術上의 問題(예를들어 集熱板을 安全하게 附着시키고 耐候性)가 있을지라도 設置의 改良을 期待할수 있을것이다. 集熱板의 여러가지 材料와 시스템設計에 關係된 特徵은 研究室에서 評價할 필요가있다. 알루

표 4. 태양열연구

연구 단체	비 고
Cariff 대학교	경사진 평면위의 태양광선의 크기와 인조 태양에 있어서 집열판의 설계연구
Brighton Polytechnic	집열판과 열변환기 설계연구
Plymouth Polytechnic	집열판의 시험과 히터펌프연결시험.
North London polytechnic	집열판 연구
Polytechnic of Central London	태양열 난방의조직 연구
Sheffield 대학교	태양에너지 이용을 위한 건축 형태의 연구
Strathclyde 대학교	공기 난방장치연구
Building Research Establishment (BRS)	온수난방집열판의 성과시험
Pikingtons Ltd	여러종류의 온수난방 집열판의 비교시험
Imperial Metal Industries Ltd	태양열 집열판의 개발
Delta Group	태양열 집열판의 개발

미늄集熱板을 다른金屬에 結合해서 使用하기전에 알루미늄集熱板에 대한 많은 經驗이 必要하게 될 것이다. 오랫동안

안 熱貯藏이 可能하도록 技術이 改良될때까지는 集熱板으로 太陽熱暖房을하는 영국에서는 에너지保存의 必要性에 크게 寄與하지 못한다. 비록 다른 熱貯藏方法이 몇년간 研究된바 있지만 물과돌에 依한 熱貯藏方法이 斷熱된 住宅에서 必要한 熱을 여름에 貯藏하여 두었다가 겨울에 供給할수있는 方法이 될것이다. 위두種類의 熱貯藏方法에 있어서 大部分의 住宅에 所要되는 熱量을 만족하게 供給하려면 熱貯藏탱크가 지나치게 커지게된다. 每年 20m²의 集熱板이 남쪽지붕에서 太陽輻射熱75GJ을 받을 수있게되고 未來의 斷熱된 住宅에서는 溫水와 暖房을 위해서 35GJ의 太陽輻射熱을 받은 후에는 貯藏된 太陽熱 에너지로부터 暖房이 영국에서는 可能해질 것이다. 窓門의 크기와 方向을 決定하므로 太陽시스템의 施設費가 들지않고도 겨울철 太陽輻射熱을 어느정도 양호하게 받아들일수있다. 太陽熱의 이러한 着眼의計劃은 책에서 얻을수 있다. 太陽熱을 利用한 對流式暖房은 태양열 溫水暖房보다 더 適當하다. 그러나 영국에서는 對流式暖房使用이 좀처럼 採択이 되지 않고 있다.

— 끝 —

註 1. GJ : 4,18605 × 10⁹ cal

註 2 純에너지소모량 : 총에너지消耗量에서 에너지 環元 用으로 消耗된 에너지량을 뺀 消耗量.

註 3 太陽熱溫水機 : 沐浴물을 데우는 溫水機.

註 4 MJ : 4.18605 × 10⁶ cal

註 5 키세논 : 稀有가스元素의 일종

国立建設研究所 建築部