

# 太陽熱 暖房의 經濟性 考察



Economic Analysis of  
Solar Energy Systems

工博 吳 正 茂

韓國 動力資源 研究所

太陽에너지 研究部長

## I. 서론

태양열 住宅이 韓國에 소개된지도 이미 몇해가 지났다. 그동안 太陽熱 住宅의 普及에 대한 많은 論難이 거듭되어 왔고 그 논란의 대상은 技術的인 문제점 및 經濟性으로 크게 區分되어 왔다. 이 시점에서 技術적인 문제점은 現代科學으로 거의 완전히 해결되고 있으나 經濟性 문제는 앞으로도 계속 考察, 檢討되어야 할 사항이 되고 있다.

태양열 시스템의 經濟性 分析의 궁극적인 目的은 태양열 시스템의 경제성 分析에 의거한 最高集熱器 면적을 선정하여 태양열 시스템의 경제성 여부를 一般 暖房 시스템과 比較하여 判斷하는데 있다고 보겠다.

태양열 시스템의 經濟性 分析 方法에는 여러가지가 있겠으나 가장 普遍的이고 타당성이 있는 “時間에 따른 화폐價値의 評價法”(Life-cycle Cost Analysis)이 가장 많이 쓰인다. 이 평가법을 간단히 설명하자면 태양열 시스템 分析期間을 選定하여 태양열 시스템과 一般暖房 시스템에 所要되는 年間費用을 계산하고, 그 費用의 가치를 分析初期點으로 전환시킨 후 두 시스템간의 經濟性을 比較, 分析하는 方法이다.

이 論文 紙面이 限定되어 있어 分析方法에 대한 자세한 내용은 省略하기로 하고 分析結果의 내용을 중점적으로 다루어 보겠다. 그리고 태양열 시스템에 生소한 讀者들을 위하여 그 概念을 먼저 定立해 보기로 한다.

## II. 본론

### 가. 태양열 시스템

#### 1. 太陽熱 시스템의 定義

태양열 시스템이라 함은 그 構成要素로 集熱部 (Collector Element), 蓄熱部 (Thermal Storage Element)가 모두 갖추어진 시스템을 의미하며 각 構成部門의 熱傳達 方法이:

가. 모두 機械的 強制循環方式에 의한 때 이를 設備型 (Active) 시스템이라 하고,

나. 모두 非機械的方式에 의한 때 이를 自然型 (Passive) 시스템이라 하며

다. 주로 非機械的 自然循環方式에 의한 것이나,

약간의 機械的 強制循環도 添加한 것을 混合型(Hybrid)시스템이라 일컫는다.

• 여기서 機械的 強制循環方式이라 함은 펌프(Pump)나 송풍기(Fan)와 같이 外部로 부터 他에너지를 소모하여 機械를 사용하여 熱傳達을 시키는 方式을 뜻하며 반면에 自然循環方式은 外部로 부터 他에너지의 개입없이 熱傳達이 自然的인 現象(傳導, 自然對流/혹은 輻射)에 따라 이루어지는 方式을 의미한다. 그리고 太陽熱 시스템을 設置하여 暖房(혹은 冷房)을 태양열로 應當할 수 있게 만든 住宅을 태양열 住宅이라 한다.

### 2. 自然型 및 設備型 태양열 시스템의 長短點 比較

設備型 태양열 시스템은 과거 여러 해에 걸친 研究開發結果 그 技術이 完숙단계에 도달했으나, 아직도 事後管理, 經濟性 등 해결하여야 할 문제들이 남아 있어, 現在 우리나라의 실정으로는 그 大衆普及를 하기에 때가 이른 감이 없지 않다. 自然型 태양열 시스템은 그 效率面에 있어서 設備型에 못지 않으며, 初期 投資費가 저렴하고 事後管理 문제가 거의 없으므로 우리나라 실정에 가장 適合할 것으로 判斷된다.

設備型 태양열 시스템은 이미 우리 나라에도普及가 進行되고 있고, 自然型 태양열 住宅은 그 研究開發 歷史가 적어 아직 우리나라에 널리 알려져 있지는 않지만, 앞으로 그 普及 展望은 매우 밝은 편이다.

태양열을 利用한 冷房도 별 문제가 없으나 設備型에서는 그 初期投資費가 높아 現在로서는 經濟性이 없는 것으로 판단된다.

表1은 自然型 및 設備型 태양열시스템의 長短點을 比較한 것이다.

### 3. 自然型 및 設備型 태양열住宅의 建築費用

태양열住宅을 建設하는데 必要되는 費用을 一般住宅과 比較해 보자. 예를 들어 30坪 정도의 暖房面積을 가진 都市型住宅을 기준으로 할 때 그 建築施工費를 平均으로 計算하여

- ① 斷熱이 안된 一般住宅 : 50만원
- ② 斷熱이 잘된 一般住宅 : 60만원
- ③ 自然型 태양열住宅 : 70만원
- ④ 設備型 태양열住宅 : 80만원 이상으로 예상된

(表-1) 自然型 및 設備型 태양열 시스템의 長短點

장단점 시스템	長 點	短 點
設備型 (Active)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 制御容易 (실내온도 격차가없다)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經濟性 적음</li> <li>• 設計, 作動및管理 곤란</li> <li>• 故障의 위험 큼</li> </ul>
自然型 (Passive)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經濟性 큼 (初期投資費低廉)</li> <li>• 設計, 作動및管理 용이</li> <li>• 靛적성 큼 (복사열에의한)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 制御시스템곤란 (실내온도격차 다소 존재)</li> </ul>

다.

다시 말해서 一般住宅을 태양열住宅의 基準으로 斷熱하는데에는 그 費用이 平均 10만원이고, 斷熱이 잘된 住宅에 自然型시스템을 設置하는데 追加費用은 平均 10만원 가량이며, 만일 設備型시스템을 設置한다면 그 추가비용이 平均 20만원 이상이 必要됨을 의미한다. 이때 태양열住宅의 年平均 태양열 暖房率은 시스템設計, 氣候條件, 住宅構造 그리고 入住者의 생활습관에 따라 다르겠지만, 일반적으로 잘 設計된 태양열住宅은 그 種類를 막론하고 年間 暖房所要熱量의 40%에서 80%까지 應當할 수 있는 것으로 나타나고 있다.

### 나. 태양열 시스템의 經濟性 分析

#### 1. 基準條件

경제성 分析을 하기 위한 기준조건은 다음과 같다

- 1) 시스템별 初期投資費 및 節減費

(表2 參照).

- 2) 經濟性 係數

가. 수명기간 : 설비형 15년  
자연형 25년

나. 할인율 : 6%, 10%(실질치)

다. 예상油價상승율 : 0%, 2%, 4%, 6%  
(실질치)

라. 시스템 유지보수 및 기타費用  
設備型 - 初期投資費의 1% / 년  
自然型 - 0%

마. 投資費 : 100% 自己資本

〈表-2〉

(금액단위 : 천원)

구 분	시스템별 설비형주택 (30평기준)	5 인 급 탕		공 중 복 욕 탕		자연형주택 (30평기준)
		조건 A	조건 B	조건 A	조건 B	
초기투자비 (C)	5830	1745	1640	35362	29200	3545
초기년도절감액 (E)	499	154	154	3569	3569	365
E/C	0.086	0.088	0.094	0.101	0.122	0.103

- (주) 1) 조건 B : 年 集熱器 2000매 이상 시공시 업체의 見積
- 2) 조건 A 및 기타 : 입세 및 物價資料 중심으로 산출
- 3) 油價 : 경유 (278원/ℓ ) B-C유 (207.27원/ℓ )

3) 分析 方法

經濟性 分析 方法은 先進한 바와 같이 “時間에 따른 社會價値의 評價法”(Life-cycle Cost Analysis Method)을 적용하였다.

2. 經濟性 分析 結果

1) 投資損益額 및 投資時點

100% 自己資本일 경우 시스템 수명기간동안 몇 가지 經濟性係數에 대한 投資損益額과 손해일 경우 경제성이 있기 위한 投資時點는 表3 과 같다.

〈表-3〉

시스템명	할인율	유가상승율	투자손익액		손익분기투자년도		
			조건 A	조건 B	조건 A	조건 B	
설비형주택 (30평기준)	6%	0	-1051		19890年		
		2	-437		3.9		
		4	284				
		6	1133				
	10%	0	-2081		44150		
		2	-1645		16.8		
		4	-1157		5.6		
		6	577		1.8		
	5인급탕	6%	0	-270	-165	16,820	10620
			2	-80	24	2.4	
			4	141	246		
			6	403	508		

시스템명	할인율	유가상승율	투자손익액		손익분기투자년도		
			조건 A	조건 B	조건 A	조건 B	
공중복욕탕	10%	0	-588	-483	41,090	34890	
		2	-456	-351	15.3	12.2	
		4	-302	-197	4.8	3.3	
		6	-123	-19	1.3	0.2	
자연형주택	6%	0	-1183	4979	3404		
		2	3209	9371			
		4	8368	14530			
		6	14440	20600			
자연형주택	10%	0	-8548	-2383	27670	8525	
		2	-5493	687	8.5		
		4	-1938	4224	1.4		
		6	2207	8369			
	6%	0	1121				
		2	2092				
		4	3369				
		6	5063				
		10%	0	-231		6765	
			2	326			
			4	1042			
			6	1965			

- (주) 1) 투자손익액의 (-)는 시스템 수명기간 동안 손해액의 현재가임.
- 2) 손익분기 투자년도 : 현재기준 향후연도후를 말함.

2) 内部 收益率(IRR)

태양열 시스템의 油價上昇率에 의한 内部 收益率은 다음과 같다.

실질치 (단위 : %)

유가 상승율	시 스템 별 IRR					
	설비형 주택	5인급탕		공중목욕탕		자연형 주택
		조건 A	조건 B	조건 A	조건 B	
0	3.08	3.49	4.40	5.48	8.53	9.15
2	4.87	5.31	6.22	7.30	10.38	11.08
4	6.66	7.1	8.03	9.12	12.23	13.0
6	8.48	8.91	9.82	10.94	14.07	14.94

위 표에서 나타난 바와 같이 油價上昇率에 따라 각 시스템별 收益率로서 100% 정부의 용자지원이 있을 경우 利率은 위의 内部 收益率보다 낮아야 經濟性이 있으며 現在 設備型 住宅과 대규모 시스템(여기서는 公衆沐浴湯이 해당됨)인 경우는 100% 용자를 해주고 있으며 利率은 10%(명목치)로서 物價上昇率을 10%로 본다면 貸出金利는 실질치 0%로서 現 용자조건에서 設備型 住宅과 公衆沐浴湯은 經濟性이 있다.

3) 損益分岐 유가상승율

태양열 시스템별 할인율에 의한 손익분기 油價上昇率은 다음 표에서 보는 바와 같다.

실질치 : (%)

할인율	설비형 주택	5인급탕		공중목욕탕		자연형 주택
		조건 A	조건 B	조건 A	조건 B	
		6	3.27	2.76	1.76	
10	(7.73)	7.24	6.19	4.99	1.60	0.89

다시 말해서 6% 할인율을 적용할 경우 공중목욕탕(조건B)이나 自然型 住宅은 油類價가 전혀 오르지 않더라도 經濟性이 있음을 의미하며 나머지 경우에는 도표에서 보는 숫자보다 油價上昇率이 높으면 태양열 시스템의 經濟性이 있다는 結論을 얻게 된다.

4) 손익분기 投資回收 期間(Payback Period)

태양열 시스템별 損益分岐 투자회수 기간을 쉐리

率 및 油價上昇率을 變數로 하여 計算해 보면 다음 표와 같다.

(단위 : %)

할인율	유가 상승율	설비형 주택	5인급탕		공중목욕탕		자연형 주택
			조건 A	조건 B	조건 A	조건 B	
6%	0	21.3	20.0	17.9	15.9	11.8	15.0
	2	16.7	16.0	14.7	13.4	10.5	12.8
	4	14.2	13.7	12.8	11.8	9.5	11.4
	6	12.5	12.2	11.5	10.0	8.8	10.3
10%	0				100.1	18.5	37.6
	2	38.4	32.9	26.1	21.4	14.4	19.9
	4	22.0	20.7	18.6	16.4	12.3	15.6
	6	17.3	16.6	15.2	13.9	10.9	13.3

위 표의 숫자는 주어진 條件下에서 경제性이 있기 위한 시스템의 최소한의 兩久年數를 말하며 現在 設備型은 15年 自然型은 25年을 기준치로 잡고 있다. 따라서 이 표내의 숫자가 이보다 작으면 經濟性이 있고 이보다 크면 經濟性이 없는 것으로 판단할 수가 있다.

5) 損益分岐 E/C

할인율 유가상승율		6 %			
		0 %	2 %	4 %	6 %
구분	설비형	0.104	0.093	0.082	0.072
	자연형	0.078	0.065	0.053	0.042
할인율 유가상승율		10 %			
		0 %	2 %	4 %	6 %
구분	설비형	0.133	0.120	0.107	0.095
	자연형	0.110	0.094	0.08	0.066

앞에서 서술한 基準條件중 시스템별 E/C 와 비교하여서 실제 초기년도 E/C 가 위 표의 結果值 보다는 커야 經濟性이 있다는 것을 의미하며 따라서 위의 결과치는 시스템의 效率上昇으로 인한 油

類 절감량의 증가 또는 Cost Down 등에 대한 경제성을 판별할 수 있다.

위의 分析 結果를 전반적으로 종합해 보면:

(1) 經濟性 有無判斷은 할인율 유가상승율 등 경제성 係數에 따라 달라지므로 이의 正確한 豫想이 선행되어야 한다.

(2) 위의 조건에서 할인율 6%(한미 에너지 평가 사업기준치) 유가 0%하에서 보면 設備型인 경우는 公衆沐浴湯(조건B일 경우)과 自然型 住宅은 이미 경제성이 있으며 그 외의 경우에는 국가 융자나 稅制혜택으로 그의 經濟性을 유도해 낼 수 있다 이때의 융자의 貸出金利는 2-2)항의 IRR 以下로 되어야 함.

(3) 설비형 태양열 시스템은 住宅暖房보다는 給湯分野가 利用度가 높으나 소규모 給湯인 경우는 集熱面積當 비용이 크므로 대규모 給湯 시스템보다는 경제성이 불리하나 初期投資費 규모가 작으므로 실제 보급이 容易한 利點이 있다.

(4) 一般的으로 規模가 클수록 集熱面積當 投資費用이 적으므로 여기서 적용한 것보다 규모가 크면 경제성이 훨씬 유리하게 나타난다.

(5) 現在 사용한 日射量 자료는 과거 중앙관상대 資料로서 世界分布上의 國內 日射量值 보다 32% 작게 나타나 있어 이의 正確한 資料에 따라 經濟性이 크게 向上될 전망이 크다.

(6) 태양열 시스템의 보급은 현재 국가적인 次元에서의 에너지節減 및 代替, 미래의 不투명한 재래식 에너지供給에 대비하여 우선적인 국가정책적 支援下에 서서히 進行되어야 한다.

## 다. 太陽熱利用 研究活動 및 政府施策

### 1. 研究活動

1974年 韓國原子力研究所가 科學技術處의 지원으로 국내 처음으로 태양의 집을 築造하여 研究가 시작된 이후 生活에 태양에너지를 이용하기 위한 研究가 몇몇 機關에서 소규모적으로 進行되어 왔으나 계속되는 에너지危機를 克服하기 위한 代替에너지 특히, 태양에너지의 研究를 본격화하기 시작한 것은 1978년 5월 政府의 지원하에 태양에너지연구소의 발족을 보고 부터였다. 그후 政府의 정책에 따라 同연구소가 통폐합되어 현재는 韓國動力資源

研究所 태양에너지 연구소로서 그 이용기술 개발을 위한 研究活動이 활발히 進行되고 있다. 그동안 당 연구소에서는 자체의 연구활동 이외에 태양열住宅 모델의 建立, 기술자문, 업체 및 관련분야에 종사하는 專門人力에 대한 기술훈련 등 계몽과 인력양성에 주력하였으며 현재 서울 장안동에 동양 최대 규모를 자랑할 自然的 태양열빌딩내에 研究實驗室을 구비하고 있다.

현재 당 연구소에서는 住宅의 冷暖房 및 給湯을 위한 태양열이용기술 確立을 목적으로 다음과 같은 研究를 進行하고 있다.

○ 도시, 농촌 주거환경에 적합한 自然型 暖房 시스템의 開發

○ 기존 自然型, 設備型住宅의 효율제고를 위한 研究

○ 도시형 연립주택(自然型 시스템)의 건설 및 示範

○ 자연형 주택의 건축시공에 관한 研究

이와 함께 당 연구소에서는 빌딩 등 人型建物(학교, 군대막사, 아파트, 공공건물 등)에도 自然型 태양열 시스템을 이용할 수 있는 技術을 확립하기 위하여 자체기술 향상에 전력을 기울이고 있다.

### 2. 政府施策

정부가 추진하고 있는 주요 관련시책 내용은 다음과 같다.

太陽熱 集熱器 品質管理

○ 집열기 형식승인 기준 제정

○ 제조업체 정비육성

○ 시공업체 지정육성

弘報 및 專門家 敎育

○ 이용기자재의 전시회 개최

○ 시공업체 전문기술요원 양성교육

支援制度의 強化

○ 국민주택자금 융자계획을 주택건설비 500만 원+평당 25만원으로 확대(설비형 주택)

○ 자연형 태양열주택 및 급탕시스템에도 금융 세제지원 확대

○ 집열기 생산업체의 시설자금 융자

## III. 結論

우리나라의 태양에너지 利用技術의 보급은 전반

적으로 초기 시작단계에 불과하나 당면한 에너지危機를 타개하기 위해서는 代替에너지源의 개발이 緊要함을 인식하고 태양에너지 개발에 정부와 국민이 열성을 쏟고 있음은 매우 고무적인 現象이라 생각된다. 더구나 지리적으로도 우리나라가 태양에너지를 活用할 수 있는 제반여건을 갖춘 유리한 위치에 자리하고 있어 장차 一般住宅의 난방 혹은 급탕에는 물론 냉방에 까지 태양에너지의 活用도는 계속 증가하리라 믿는다.

그러나 이렇듯 태양에너지 利用技術이 일반인에 대하여 보편적으로 活用되어 大衆化하기에는 우선 선결되어야 할 課題들이 산재해 있다는 점에 유념하여야 할 것이다.

이렇게 하면 우리나라는 우리 實情에 알맞은 태양열

시스템을 研究開發하여 보급하는 것이 緊要하다는 것이다. 이런 관점으로 本論文의 結論을 다음과 같이 要約해 본다.

#### 가. 住宅暖房 시스템

우리나라에 이미 導入된 설비형 태양열시스템은 일반 大衆에게 널리 알려져 있으나 높은 초기투자비와 事後管理에 난점이 많으므로 그 연구개발에 치중하고 그러한 문제점이 적은 自然型시스템의 우선 개발 및 보급이 현재로서는 보다 効果的이라 사료된다.

#### 나. 給湯시스템

設備型이나 自然型 시스템(따뜻한 남부지방에 국한)의 開發 및 普及이 勸奨된다.

## 電氣分野 調査研究 發表會 盛了

12. 2 (木) 16:00, 本協會 大會議室서

### 電氣工業의 育成方案 등 5個 研究課題

電氣分野 調査研究 發表會가 12月2日 하오 4시 부터 本協會 大會議室에서 金榮俊 會長을 비롯하여 辛基祚 韓國電力技術(株) 首席副社長, 金承根 大字 ITT 社長, 禹亨曠 서울工大 名譽教授, 李承院, 梁興錫, 朴旻鎬 서울工大 教授, 韓萬春 延世大 産業大學院長, 金善洪 照明工業協同組合 理事長, 羅公成 消防安全協會 會長 등 100 余名이 參席한 가운데 盛況裡에 開催되었다.

이날 研究課題 發表는 ▲高炳烈 前 韓電 昇圧部長의 「電氣機資材 發達에 따른 關係法令 改正補完方案」 ▲宋吉永 高麗大 工大教授의 「우리나라電氣工業의 育成方案」 ▲李柱熙 慶熙大教授, 李基宗 韓電安全課長의 「電氣災害의 豫防을 爲한 電氣保安制度和 運營實態」 ▲池哲根 서울大 工大 教授의 「88올림픽에 對備한 道路照明과 競技場 照明에 關한 研究」 ▲車宗熙 韓國에너지研究所長, 朴寅用 韓國에너지研究所 研究室長의 「小水力發電의 設計에 關한 研究」 등이 있었다.

研究課題 發表가 끝난 후 電氣産業界의 關心事인 電氣工業 育成方案에 對한 參席者들의 眞摯한 質問回答이 展開되었으며 특히 産業成長과 電力需要 急增에 따르는 電氣災害問題와 電氣機資材 發達에 따르는 關係法令改正 補完方案은 電氣界에서 切實히 要請되고 있는 關心事로서 法改正 補完方案은 電氣設備 技術基準等과 이에 따르는 公告等 適期에 体系的으로 補完改正토록 함은 勿論 이런 계속적으로 研究함으로써 他法令 乃至 電氣關係法令 相互間에 矛盾이 없도록 하는 合理的인 方案을 提示한 것으로서 參席者들의 많은 關心과 呼應을 받았다.

또한 이날의 發表를 통해 現在 政府에서 強力하게 開發을 推進하고 있는 小水力開發에 對한 小水力發電設計는 各 會員社는 勿論 小水力開發業體의 參考資料로서 크게 寄與하게 될 것이며, 86年の 아시안 게임과 88年 올림픽大會 등 世界的인 大行事를 앞두고 道路 및 競技場의 照明에 對한 先進國의 例와 現在의 韓國實情을 比較檢討한 「88올림픽에 對備한 道路照明과 競技場 照明에 關한 研究」는 時宜에 맞는 研究課題로서 크게 寄與할 것으로 期待된다.

한편 發表會가 끝난 후 續開된 리셉션에서는 會員社를 비롯한 電氣界 人士들과 發表者들과의 歡談을 통해 相互意見交換과 우의를 돈독히 한 바 있다.