

# 太陽에너지 利用과 經濟性\*

李 俊 植\*\* 譯

太陽에너지는 막대한 生態學的, 熱力學的, 그리고 經濟的인 復合的 利益을 提共한다. 生態學的으로서는 在來의 에너지源에 依해 可動되는 補助裝置를 使用하는 경우를 제외하면 전혀 公해가 없다는 점이며, 熱力學的으로서는 가까운 장래의 일에 부합되는 에너지質에 있어 理想的으로 適合하다는 것이다. 물을 데우거나 建築物을 冷暖房하는 등의 소규모 作業에 있어서는 價格이 저렴하고 다소 效率이 적은 平板 集熱器가 使用될 수 있다. 대규모의 作業에 있어서는 太陽의 輻射熱을 集中시키기 위해 다소 費用이 드는 太陽追跡 拋物線形 反射器를 使用함으로써 高溫을 얻을 수 있다. 太陽의 輻射에너지는 蒸氣를 利用한 電氣의 動力에 必要한 熱을 供給하며, 이 動力은 未來에 電氣分解, 또는 多方面의 運搬用 水素燃料에 使用된다. 水素燃料은 또한 太陽에너지의 저장問題를 解決해 준다. 晝間의 太陽에너지는 水素燃料을 生成한다. 水素와 酸素가스에 依해 動力化된 燃料電池는 在來의 蒸氣터어빈보다 熱力學的 效率이 60%나 더 높은 水準으로 電氣를 일으킨다. 經濟的인 면에서 太陽에너지는 在來의 에너지源을 능가하는 獨특한 利點을 가지고 있다. 現在 美國內 消費의 70%를 供給하는 오일이나 천연가스의 價格은 계속되는 이러한 燃料의 소모로 인한 高갈로 인해 급속히 增加하고 있다. 反面 太陽에너지 生産의 확충은 아무런 燃料費用의 增加를 가져오지 않는다. 널리 使用할 수 있는 太陽熱을 利用한 建築物의 冷暖房은 在來의 방식에 대해 相對的으로 이들의 經濟的 性能에 左右된다. 經濟的 評價와 在來 방식과 이차 대체되는 太陽熱을 利用한 방식

의 비교는 太陽熱을 利用한 방식의 經濟的長點을 決定하는 데 필수적이다. 이러한 費用과 利點을 集成하고 分析하기 위해서는 신빙성있고 일관된 절차가 필요하다. 이 글은 太陽熱을 利用한 방식에 對한 經濟的 效率을 評價하고 비교하기 위한 分析法에 대해 說明한다.

使用 全期間에 對한 費用 分析에 있어서 다음의 각 主要 단제가 太陽熱을 利用한 建築物의 冷暖房에 어떻게 적용되는지 알아보자.

- 평가 대상물과 제약요소에 대한 내역
- 代案과의 比較
- 각각의 代案에 대한 비용 명세와 액수의 비교
- 화폐 流動의 等價調整
- 使用全期間에 對한 費用의 계산과 다른 分析과의 비교

주된 目的은 最低의 費用으로 溫度, 濕度, 그리고 관련된 性質으로써 建築物內에서 要求되는 水準의 안락을 얻는 데 있다.

代案에는 단독적으로 또는 천연가스나 프로판, 오일, 電氣등을 動力源으로 하는 在來의 방식과 혼합하여 다양하게 設計된 太陽에너지를 이용한 裝置가 포함된다. 그리고 어떤 경우에 있어서도 에너지 保存에 있어서 交換 投資에 對한 可能性을 包含하여야 한다. 太陽熱을 利用한 裝置에 대한 投資는 그 裝置의 壽命期間 전반에 걸친 費用과 절약을 포함하므로 모든 重要한 화폐가치의 流動을 合算하는 壽命期間 費用 分析과 같은 方法을 利用해야 한다. 주어진 冷暖房 裝置에 대한 壽命期間 費用을 算내기 위해서 다음과 같은 費用 項目이 관계된다.

(1) 취득비용: 裝置를 감정하거나 設計하고 구입, 運搬, 設置하며 그 裝置에 맞게 建築物을 調整하는 데 드는 費用

\*Life-Cycle Costs and Solar Energy R. T. Ruegg, ASHRAE Journal November 1976.

\*\*서울大學校 大學院

(2) 純 배상의 보험료를 포함한 裝置의 보수와 대치 비용

(3) 日常의 維持費

(4) 燃料費用이 증가 되는 運轉費用

(5) 처분비용 또는 再販賣 費用(分析 期間 동안 建築物이 팔릴 경우)

費用을 견적하는 데 있어서 어떤 洲나 연방정부의 장려계획과 재산 및 所得稅의 影響을 고려해야 한다. 화폐 價値의 時間的 流動 때문에 다른 期間에서 表示된 同額의 費用과 절약은 같은 價値를 나타내지 않는다. 그러므로 이러한 流動的인 費用을 評價하기 위해서는 화폐의 流動을 現在의 價値 또는 一年間의 價値를 基準으로 하여 調整하여야 한다. 利子係數의 適用에 있어서 할인을 하게 되면 現在의 消費와 수익에 대해 相對的으로 未來의 지출과 수익이 줄어들게 된다. 이러한 할인 화폐 유동에 근거를 둔 太陽에너지費用과 節約의 分析은 비할인 화폐流動에 근거를 둔 分析보다 작은 純費用 節約을 가져오는 경향이 있다.

예를 들어 太陽熱을 利用한 裝置에서 年間 家庭 暖房 負荷 一億二千萬 BTU에 必要한 燃料 1,428갈론의 50%를 節減할 수 있다고 가정하자. 現行 燃料價格이 갈론당 40달러라하고 每年 10%의 상승을 예상하면 비할인 方法으로 計算한 燃料節約은 첫째해에 314달러가 되고 20년째에는 1,921달러가 되며 20年間을 總合하면 17,990달러가 된다. 이러한 燃料費用의 節約은 大部分의 家庭用 太陽에너지 裝置의 投資費用을 상쇄하는 데 충분하다. 價格이 \$14.00/ft<sup>2</sup> 되는 集熱器(부수요소포함)의 경우 500ft<sup>2</sup>의 集熱器를 使用할 때 7,000불이 소요된다. 維持와 修理 費用을 제외하면 이 方式을 使用함으로써 20年間 10,992달러의 純節約을 할 수 있다. 그러나 이러한 燃料節約이 20年間에 걸쳐 이루어질 때 수익성에 있어서 상당한 差異가 생기게 된다. 時間的인 화폐의 流動이 10%라 가정하면 20年間 燃料 節約의 실지 가치는 5,712달러가 된다. 이것은 裝置의 最初 投資費用을 충당하기에는 부족하다.

◎ 税金과 獎勵策

더 나아가서 太陽에너지 裝置의 壽命環費用의 견적에 있어서 고려 되어야 할 사항은 所得稅와 財產稅, 그리고 洲 또는 연방이 후원하는 獎勵計劃의 影響이다. 個人 또는 商業的 建築物에서 모두 在來式 裝置에 비해 보다 큰 資本集中이 必要하므로 財產稅는 相對的으로 費用을 增加시키는 경향이 있다. 財產稅는 裝置의 壽命期間에 걸쳐 달러의 現在 價値水準으로 따질 때 수 킬볼에 이르는 심각한 制約 條件이 된다. 建築物에 대해서 과세 대상이 되는 所得으로부터 저당이자 지불액을 공제함으로써 最初 費用의 一部를 줄이는 데 도움이 될 것이다. 마찬가지로 財產稅의 삭감도 太陽에너지 裝置의 投資費用을 줄이는 데 도움이 된다. 大部分의 경우에 있어서 商業的 建築物에만 적용되는 다른 税金에 대해서도 고려 되어야 한다. 太陽에너지 裝置의 投資費用의 절하에 대한 과세 대상의 所得을 낮게 책정하는 것도 有利한 面이 된다. 예를 들어 最初 7,000달러의 투자에 대해 15년간의 直線的 評價 절하는 50%의 한계 세율과 10%의 할인을 에 기초를 들 때 現在 價値水準으로 1,775달러에 상당하는 所得稅 節約을 가져온다. 產業課程의 필수 구성 要素로서의 商業的 裝置에 대해서 現在 허용되고 있는 10%의 상환성 投資稅 信用貸付도 太陽에너지 裝置의 使用에 고무적인 것이 된다. 商業的 適用 裝置에 대한 税金信用貸付의 범위를 넓혀야 할 것이며, 住居用 裝置에 까지 혜택이 확장되어야 한다. 과세대상에서 在來式에너지 裝置에 대한 稅를 공제할 수 있게 허용한 現행 稅法은 太陽에너지 裝置에 있어서 불리한 點이 된다. 이는 실질적으로 太陽에너지 裝置의 燃料節約 利點을 줄이는 影響을 미친다. 예를 들어 한계세율이 50%일 때 이 절약은 반으로 준다. 現在의 資本評價節下 허용과 세액신용 대부 규정은 一般的으로 太陽에너지 裝置에 의해 절약된 에너지의 세액공제의 손실을 充당하지 못한다. 太陽에너지의 利用을 촉진하기 위해

서 洲 입법부와 議會에서 太陽에너지 裝置를 費用面에서 效果的으로 하기 위해 여러 計劃이 檢討中이다. 12개 洲에서는 이미 太陽에너지 裝置의 매매에 대한 財政的자원을 직접적으로 提供하는 法案을 통과시켰고, 또 다른 12개 洲에서도 특수 R&D와 촉진계획을 수립했으며 議會에서는 直接的인 재정지원을 위한 法案이 심의 중이다. 太陽에너지 裝置의 구매자에 대한 직접적인 補助, 所得稅, 信用貸付, 財産稅의 삭감 또는 공제, 評價節下에 대한 所得稅 삭감, 利率補助金등을 포함한 獎勵策이 이미 實行中 이거나 고려중에 있다.

◎ 評價 모델

太陽에너지의 經濟的 性能을 測定하는데는 여러가지 方法이 있다. 예를 들면 現在の 價値를 基準으로한 評價에서는 特定期間 동안(즉 裝置의 壽命)에 걸친 모든 費用과 節約의 差額은 現行의 等價로 表示된다. 年間費用을 基準으로한 評價에서는 全 壽命期間費用과 利益과의 差異는 一定한 年間額數로 表示된다.

內部回收率모델은 할인된 전체 節約이 할인된 全體費用과 一致되는 水準에서 利率을 決定한다. 보상모델은 累積되는 利益이 裝置의 費用과 같게 되는 데 소요되는 年數를 決定한다. 다음은 太陽에너지 裝置의 수익성을 評價하기 위한 壽命期間費用 모델의 要約說明이다. 太陽에너지 裝置의 모든 要素와 이와 관련된 사항에 대해서 모델을 完全하게 하기 위해서는 할인료, 임대료 利子, 整備, 修理, 배상보험비용, 절약된 燃料 값으로 表示되는 直接的인 費用節約 그리고 재

산세, 매도세, 소득세의 삭감, 특수 장려책등의 影響을 포함한 직접적인 費用을 고려하여야 한다. 그러므로써 全 壽命期間費用과 利益을 計算 比較할 수 있고 年間 純利益과 손실로 表示되는 差額을 計算할 수 있다.

순절약 = 연료절약 - 투자비용 - 순세액  
여기서

순절약 : 지정된 年數에 걸쳐 太陽에너지 裝置로부터의 年間 純節約

燃料節約 : 年間 燃料節約值

즉, 建築物의 暖房負荷 × 太陽에너지 裝置에의 해 供給된, 負荷의 比率 × 在來式 燃料의 年間 價格(指定된 年數에 걸친 燃料 最初價格의 상승과 現價格을 1年間の 價格으로 나타낸 것)

投資費用 : 裝置의 취득, 정비, 보수등에 소요되는 年間 等價 費用

純稅額 : 재산세, 매도세, 대부이자지불의 삭감, 資本評價節下, 그리고 과세 대상이 되는 所得에 대한 費用등을 合한 年間費用(이것은 住居用과 商業用에 있어서 다른 값으로 나타낸다)

◎ 費用의 效率性

太陽에너지의 費用을 效率的으로 하는데 있어서 다음 要素들이 특히 重要하다.

- (1) 취득비용과 재판매 가격
- (2) 연료가격과 상승율
- (3) 現在 價格에 대해 미래의 할인에 대한 利子率
- (4) 裝置의 壽命
- (5) 裝置가 建築物에 供給하는 流動에너지 量 (裝置가 사용되는 地域의 기후환경, 크기 등의

表 1. 태양에너지를 이용한 난방장치들의 연간 순절약(달러)

건축물형태	연료비등	면세	과세	재산세감면과 5년간의 평가절하
주거용	\$ .45 <sup>b</sup>	\$ -60	\$ -410	130
	.90 <sup>b</sup>	410	340	600
상업용	\$.45	-220	-350	-90
	\$.90	180	-150	110

MADISON, WI (7, 863DD)와 같은 기후조건을 갖는 지역에서 열손실 계수 10 Btu/ft<sup>2</sup>/deg day 를 가지는 1500ft<sup>2</sup>의 건축물에 기초를 두고 계산된 것임.

함수)

表1은 선택된 주요 매개변수의 여러 값과 다른 일련의 매개변수에 기초를 둔 태양열裝置가 設置된 建築物의 年間 純節約을 나타낸다. 14달라/ft<sup>2</sup>의 集熱器를 使用한다면 燃料價格은 最低 0.15달러/kwh, 最高 0.3달러/kwh 와 대등하게 된다. 이러한 例의 說明을 通해서 壽命期間費用 分析法의 適用은 太陽에너지 裝置가 費用面에서 效率의이거나 非效率의이라는 假定을 내릴 수 없다. 裝置에 대한 특수한 資料分析이 없이 이

方法을 適用할 때 裝置의 費用 效率이 정규 세 금과 장려 계획의 영향에 민감하다는 것을 알아야 한다.

결론으로 壽命期間 費用 方法을 通한 太陽에너지 裝置의 評價를 함으로써 더욱 效果的인 에너지 節約을 가져올 수 있다. 이는 에너지 使用者가 壽命期間 費用 分析法을 使用 함으로써 단 위량의 소비에너지에 대해 적은 費用을 들일 수 있음을 뜻한다.