

太陽에너지의 經濟性 및 効用性(V)

—轉換 과 그 政策—

朴 伊 東

<成均館大 工大 教授·工博>

IV. 太陽 에너지 시스템의 특징과 전환

일단 完成된 太陽 에너지 시스템의 스케치는 확실치 못하지만 抽象的인 未來의 시스템을 사실상의 現在와 연결해줄 수 있는 가지의 重要한 특징을 나타내 준다. 이들 중 한가지는 메탄이 시스템속에서 作用하여 適合할 것이라는 點이다. 生産이 되는 지역으로부터 太陽 에너지를 收集하여 消費하는 곳으로의 輸送 수단으로서와 熱과 電氣를 單獨으로 또는 함께 效率的으로 얻을 수 있는 燃料로서와 長期間의 需要와 供給의 不均衡을 조절하여 메꾸어 주는 에너지의 저장 수단으로서이다. 그리고 다른 한가지의 특징은 병합발전기(Cogenerator)의 使用으로서 熱과 電氣를 太陽 에너지로부터 알맞은 形態로 生産하게 될 것이라는 點이다. 이러한 두 가지 특징은 함께 再生不能한 現在의 에너지 시스템을 未來의 再生可能한 시스템으로 연결해줄 수 있다. 왜냐하면 그들은 再生成 燃料 시스템의 重要한 인자일 뿐 아니라 現存하고 있고 現在의 再生不可能한 시스템의 한 요소이기 때문에 쉽게 膨脹될 수 있기 때문이다.

再生可能한 太陽 燃料인 메탄은 전적으로 現在의 再生不可能한 天然가스과 代替가 可能하다. 그 理由는 天然가스의 主成分이 메탄이기 때문이다. 또한 現在 天然가스의 供給시스템을 利用할 수 있기 때문이다. 전환기중 메탄을 天

然가스에 依存하고 있는 現在의 生産過程을 방해하지 않고 점차적으로 순조롭게 代替될 수 있을 것이다. 또 도시의 쓰레기 처리장, 農村에서의 곡물과 퇴비, 山林地域의 木材, 海邊에서의 海草등과 같이 生物群이 있는 어디에서나 메탄 生産은 可能하다. 메탄이 生産되면 이 메탄은 現在의 天然가스 시스템으로 注入되어 질 수 있다. 그래서 점차적으로 비싼 天然가스의 流通을 줄이고 대신 태양 메탄(solar methane)의 흐름을 增加시키면 供給에 방해나 부족함이 일어나지 않을 것이다. 이러한 전환은 相對的으로 比較해 볼때 價格이 비싸지 않다. 왜냐하면 現在의 供給 시스템을 效果的으로 利用할 수 있고 利用하지 않을 경우 價格이 上昇되고 利用의 減少로 인해 생겨날 經費의 浪費를 없앨 수 있기 때문이다. 또 煖爐나 煖房器具들은 代替될 必要가 없다.

전환이 進行됨에 따라 天然가스, 태양메탄 混合物의 價格은 代數的으로 增加하는 天然가스의 價格에 의해서보다 安定되어 있는 태양 메탄의 價格에 의해 지배되기 때문에 에너지 價格의 上昇效果는 진정될 것이다.

이러한 전환의 例는 거의 注目받지 못했지만 이미 시작되어 있다고 할것이다. 미국시카고의 People Gas Company는 1978년 Guymon과 Oklahoma State에 있는 農場들에서 얻어지는 비료로부터 生産되는 메탄을 사들이기 始作했고 이 量은 매일 약 160萬ft³이며 Oklahoma로부

터 시카고로 천연가스를 運搬하는 파이프라인에 注入되고 있다.¹⁷⁾ 게다가 기름과 곡물의 찌꺼기로부터 얻어지는 비로로서 剩餘 所得을 얻고 있다. 그래서 現在 시카고의 煖爐들은 얼마만큼은 再生成燃料을 使用하고 있다. 크기면에서는 限界가 얼마만 하던간에 이것은 分明히 增加 단계의 太陽 燃料이며 太陽에너지로의 전환은 可能할 뿐만 아니라 事實이라는 具體的인 證據라고 말할 수 있을 것 같다. 太陽 에너지 시스템의 두번째 重要한 특징인 메탄을 利用한 地域的인 熱과 電氣의 병합발전 生産方式은 에너지와 資本을 節約하고 에너지 價格을 낮추며 환경오염을 除去한다는 理想論에 불과한 것같이 보일 수도 있으나 이것도 이미 利用되고 있다. 近來에 병합발전 方式에 대해 최초로 發行된 權威있는 한 영국서적을 보면 1967년에 이미 미국內에 500여가지의 成功的인 병합발전기가 있다고 했다.¹⁸⁾

이중에 가스연소 병합 발전기(gas fired cogenerator)가 가장 效率的이고 成功的인 사례로서 이것은 보통의 내연기관이 40% 정도의 效率인데 비해 실제로 82%의 效率를 얻을 수 있다.

가스 연소 병합발전기의 設置는 消費者의 經費節減과 國家的인 에너지 節約보다 더 많은 利益을 낳는다. 또한 이 方式은 太陽 에너지의 3가지 다른 形態와 調和될 수 있다. 첫째는 그것이 使用하는 天然 가스는 태양 메탄으로 代置될 수 있고 그다음 集光器가 熱과 溫水의 供給을 위해 이 시스템에 첨가될 수 있고 이미 導入된 熱供給用 병합발전기에 의해 太陽 에너지 시스템은 經濟的인 利益을 最大化할 수 있는 크기에 맞추어질 수 있다. 마지막으로 병합 발전기와 그 自體의 電氣 組織이 具備되어 있는 建物이나 家屋의 에너지 方式에 必要한 동력 조절장비는 追加經費없이 光電池만 부착함으로써 될 수 있다. 집광기와 광전지의 追加로 병합발전기에 使用되는 氣體燃料의 量은 줄어들 수 있다.

太陽 에너지 전환의 初期段階에서는 氣體燃料의 消費를 줄임으로서 上昇하는 價格의 影響을 줄일 수 있고 天然가스대신 태양메탄의 使用

量이 많아질 전환의 나중 段階에서는 太陽光線 集光器와 光電池로부터의 地域적인 熱과 電氣生産은 地域적인 에너지 生産量이 부족한 상태에서도 氣體燃料의 使用을 줄일 수 있다.

여기에 太陽 에너지로의 전환중 최소한 한 가지의 實用性이 있다.

첫째로 天然가스를 燃料로 使用하는 병합발전기가 設置되어 점차 많은 메탄을 生産함에 따라 天然가스는 태양 메탄으로 代替되고 집광기로부터의 熱과 光電池로부터의 電氣가 풍부해짐에 따라 이 源泉들은 메탄을 대신할 수 있다. 그래서 전환은 再生 不可能한 燃料 消費와 자금의 浪費를 줄일 수 있는 實用的이고 現存하는 병합발전기로부터 始作되어 다음 단계를 實用化해 나가며 에너지에 대한 全體의 需要가 再生成 太陽에너지로서 充足될 때까지 계속될 수 있다. 이렇게 하여 抽象的으로 보이는 未來의 太陽 에너지 시스템은 現在를 基盤으로 하여 始作되어 결국은 달성될 수 있다고 본다.

이렇게 현실을 基盤으로하여 最小限 部分的으로라도 太陽 에너지 시스템을 계획할 수 있고 양쪽을 연결시키는 연관성을 찾아냄으로써 우리는 지금 어떻게 이러한 연관성들을 折衷해야 하는지를 식별해 낼 수 있다. 一般的으로 現在의 再生 不可能한 에너지 시스템을 太陽 에너지로 代替하는 全體 過程은 약 50년 걸릴 것으로 알려져 있다. 만일 이 기간동안 現在와 같은 에너지 利用 形態가 계속된다면 에너지의 需要는 2배로 增加될 것이다. 그러나 例를 들어 병합발전기와 전기화를 시키고 利用하는 등으로, 우리가 가장 浪費的인 部分부터 에너지를 節約하기 위해 努力한다면 이 需要增加를 3분의 1로 낮추는 것이 可能한 것이다.

전환의 初期단계에서는 熱과 電氣의 增加되는 需要充足을 위해 天然가스를 燃料로하는 병합발전기가 가능한 한 設置되어야 하며 더욱 廣範圍한 가스 供給체계가 設置되어야 한다. 동시에 可能한 곳에서는 煖房에 電氣를 利用하는 現設備들을 가스연소 병합발전기로 代替해야 한다. 이러한 方法들이 全體 에너지利用에 대한 效率

을 증가시키는 동안 節約되는 燃料들은 석탄, 우라늄, 기름등의 동력을 生産해내는 燃料들일 것이다. 전환의 初期 25년 동안에는 太陽 에너지의 生産은 천천히 增加될 것이다. 지금부터 始作하여 可能한 곳에서는 熱供給에 집광기를 사용하고 가솔린대신에 充分한 生物群이 存在하는 곳에서는 어디서나 生産되는 메탄을 供給시스템에 주입하기 시작한다. 이렇게 전환이 始作된 후 약 5년뒤에는 光電池와 風力發電의 利用은 대단히 膨脹되기 시작할 것이다. 점차적으로 太陽 에너지의 全生産量은 增加하여 25년後에는 全에너지량의 20%를 차지하게 될 것이다. 전환의 중간 단계에서는 太陽 에너지와 天然가스의 增加된 生産量은 全 에너지 生産량의 50% 이상을 차지하게 될 것이다. 이러한 增加와 함께 石油의 使用등을 減少시킬 수 있을 것이다. 전환을 위한 특히 有用한 다른 方法은 太陽 에너지를 原子力과 대치하기 시작하는 것이다. 미국의 경우, 근래의 Three Mile Island Nuclear Power Plant 사고의 불행스러운 結果中的 하나는 그것이 시카고와 뉴잉글랜드 주와 같이 특히 原子力에 依存하고 있는 地域과 맞대고 있다는 點이다. 이 지역의 住民들은 昨年 3月 Harrisburg 住民들이 직면했었던 災殃과 危險不確實性들을 자기들도 직면하고 있다는 것을 알게 되었다. 또한 經濟的인 災難을 資料로 하지 않고는 그들의 에너지 供給을 중단할 수도 없다는 것을 알았다. 太陽 에너지는 核發電所 근처에 사는 住民들의 이러한 근심과 공포를 解消시킬 수 있다. 例를 들어 集光器, 가스연소 병합발전기, 光電池등과 같이 現在 使用할 수 있는 太陽 에너지의 生産과 에너지 節約 方法은 즉시 도입될 수도 있고, 이러한 地域에서 必要한 에너지 供給을 방해함이 없이 核發電所를 점차로 代替할 수 있다. 사실상 전환의 大部分에서는 太陽 에너지와 天然가스의 利用增加가 石油와 原子力の 使用을 代替할 수 있고 에너지의 全 需要 增加를 만족시킬 수 있다.

그다음 25년 동안에는 특히 수소와 같은 太陽 에너지 資源의 生産이 계속 增加될 것이므로 天然가스 生産量은 매년 減少되고 石油, 石炭 原

子力の 生産은 점차로 제거될 것이다. 결국은 전시스템의 약 90%를 太陽 에너지가 차지할 것이다. 그다음 부터는 10%의 天然가스 비중은 점차로 소멸될 수 있을 것이며 이 燃料는 季節的인 需要와 供給의 불균형을 調節하기 위해 利用될 수 있을 것이다.

미국의 경우에 이러한 전환계획은 50년간 全體 1350 quad의 연결燃料과 天然가스를 生産해내는 것을 포함하고 있다.¹⁹⁾ 現在 地質學的으로 미국에 묻혀있는 天然가스의 量은 900~1300quad로 認定되고 있으며 이 量은 전환을 지원하는데에 약간 부족한 量이라고한다.²⁰⁾ 그러나 近來 몇 년동안에 發見된 사실들은 이 展望을 대단히 낙관적으로 변경시켰다. 즉 미국내에는 훨씬 더 많은 量의 天然가스가 매장되어 있다는 것이다. 이렇게 새로 發見된 根源의 하나는 텍사스近海 8,000~15,000ft 海底의 염수속에서 나타나는 地質學的으로 가압된 메탄이고 다른 하나는 地質구조속에 매장된 天然가스 이다.²¹⁾ 아팔라치아의 수천개의 油田은 이러한 지질구조 속에서 天然가스를 生産해 내고 있으나 生産量은 작고 限界가 있다²²⁾ 그러나 近來에 이러한 가스 流出을 막고 있는 견고한 지질구조를 뚫을 수 있는 어느 정도 간단한 方法이 發見되었다²³⁾ 물과 작은 사립 또는 다른 물질이 高壓下에서 유정속으로 注入되면 이 壓力은 地質構造를 파괴하고 열려진 균열사이로 粒子들을 밀어 넣게 되고 壓力이 풀려지면 粒子들은 균열을 열어 놓게 되고 가스는 흘러 나오게 된다. 같은 方法이 미국 남서부의 배사구조로 부터 天然가스를 누출 시키는데 使用되고 있다.

V. 選擇 決定의 問題

이제 全體的인 전환의 經路를 決定해야 할 段階이다. 이제까지 叙述해 본 2가지의 約定的인 經路가 技術的으로 可能하다 하겠다. 여러개의 成功的인 증식로가 유럽에서 建設되고 있고, 지금까지는 그들이 연료를 대단히 效率的으로 再生하고 있는 것 같지는 않지만 그들이 결국은

우리들에게 必要한 에너지를 供給할 수 있을 것임에는 틀림이 없다. 그리고 우리가 考察해 온 바와 같이 太陽에너지의 전환도 可能하다. 이 두가지 方法 모두 巨大한 經費가 들고 국가의 將來를 決定짓게 될 것이다. 그런데 증식로를 採擇하는 것에는 대단히 침울한 疑問點들이 內包되어 있다. 즉 核發電所의 安全性에 대한 不確實性, 방사성물질이 安全하게 保管될 수 있는지와 可能하다면 그 方法이 問題이고 또 增加하는 核發電所의 建設 費用을 어떻게 감당할 것이냐와 結果的인 에너지 價格의 上昇率을 맞출 수 있는가와 증식로에 必須的인 플루토늄, 토리움, 우라늄 233의 增加量에 따른 방사능오염과 또 核武器化에 대한 可能生에 따르는 公포적인 危險을 어떻게 대처해 나가야 하는 點이다.

太陽 에너지를 選擇하는 데에도 똑같이 어렵고 또 다른 疑問點들이 內包되어 있다. 즉 石油기구나 국가들이 더 많은 天然가스를 生産해 내고 巨大한 量의 병합 발전기 生産에 企業들이 投資할 것인지와 消費者들이 集光器와 다른 太陽器具들을 구입할 수 있는 資金을 貸付 받을 수 있는지와 政府가 光電池의 生産이 增加되고 價格的으로 市場에서 競爭이 될 수 있을만큼 充分한 量의 光電池를 購入할 것인지 등이다. 증식로의 전환은 石炭의 利用을 동반하여 現在 악화되어 있는 환경 오염을 더욱 악화시킬 것이며 결국 社會的으로나 政治的으로 巨大한 惡結果를 낳을 것이다. 그러나 太陽 에너지로의 전환은 환경문제와는 전혀 상관이 없다.

그리고 太陽光線은 廣範圍하게 存在하고 地域的으로 분산된 作業에도 대단히 適合하며 어떤 事故에 의해 太陽 器具가 고장이 나도 해로운 點이 전혀 없다. 또한 太陽 에너지는 무기화 될 수도 없으며 그래서 太陽 器具의 도난에 대해서 열려할 必要도 없다.

또한 두 가지 시스템의 長點을 充分히 利用하고 短點을 最小化할 수 있기 위해 共存을 고려해 보면 不幸히도 이것이 不可能하다는 것을 알 수 있다. 그 理由는 증식로 방식은 巨大한 電氣供給 시스템을 必要로 하며 모든 일의 遂行은 이 하나의 根源으로부터 可能하며 太陽 에너지

시스템에서는 煤탄 수소供給 시스템이 결국은 大部分의 電氣組織을 占有하고 에너지는 여러 形態로써 적은 單位에 地域的으로 生産되게 된다. 게다가 양쪽 시스템의 建設 費用은 대단히 크므로 두가지를 다 취한다는 것은 不可能하다. 그러므로 이 둘중의 하나만을 擇해야 하는데 이 選擇方法으로는 公開討論에 의하는 것이 가장 좋을 것 같다. 즉 公開討論에서 어느 方法이 奏效할 것이고 人類의 福祉를 위할 수 있는지를 비교 選擇하는 것이다.

참 고 문 헌

- (17) C.W. Meckert "The Calorific Project" Presented in Great Plains Extension Seminar and Tour "Methane Production From Live Stock Manure" Compiled by J.M. Sweeten. (College Station, Texas, Texas Agricultural Extension Service Texas A M University System, Feb. 5, 1978) pp. 102~107
- (18) R.M.E. Diament, Total Energy (Oxford: Pergamon Press, 1970) pvii 미국의 Cogenerator 設置 例는 pp.361~404에 실려 있다.
- (19) 이 50년간의 계획은 CBNS의 Mr. Robert Scott가 作成하였고 이 계획에 대한 상세는 Barry Commoner의 1978년 6월 13日 Environment Energy and Natural Resources Subcommittee에서의 "The Administration's Solar Energy Policy에 대한 청문회에서 발표되었다. 이 발표서에는 50년동안에 現在의 燃料消費가 太陽 에너지 지원에 의해 代替될 수 있는 方法과 이에 必要한 天然가스의 量이 포함되어 있다.
- (20) B.M. Miller "Geological Estimate of Undiscovered Recoverable Oil and gas Resources in the United States, U.S. Geological Survey Circular 725 (Reston, Va:U.S. Geological Survey. National Center 1975) p.34
- (21) M.H. Dorfman, "The Supply of Natural Gas from Geopressurized Zones: Engineering and Costs, "The Future Supply of Nature Made Petroleum and Gas, Technical Reports" edited by R.F. Meyer, Proceedings of a UNITAR Conference held in Schloss Caxen-