

代替에너지資源에 관한 研究

吳 萬 植*

<目 次>

- I. 序
- II. 原子力에너지
- III. 化石에너지
- IV. 自然에너지
- V. 其他에너지
- VI. 結 言

I. 序

今日 石油可採年數 30年이라는 時限성과 그 價格의 上昇化에 따라서 代替에너지開發研究에 모든 智慧가 모여 지고 있다. 그런데 그 中에서도 앞으로 發展展望이 가장 큰 原子力과 資源의 供給이 어느 곳에서나 可能한 太陽熱의 比重이 크며 潮力, 風力, 地熱 등에 對한 研究도 脚光을 받고 있다.

現在의 技術로서 1kw의 電氣를 얻는 데 必要한 施設費는 火力을 利用하면 500달러, 原子力을 利用하면 1,000달러, 太陽光은 6,000달러가 든다고 한다. 그러나 이와 같은 計算은 1982년에는 大幅 바꾸어지고 1986년에는 石油의 立場이 窮地에 몰릴 것이라고 한다. 그 理由는 石油價가 繼續 오르는 反面 原子力 및 太陽熱開發技術이 高度로 發展될 것이기 때문이다. 即 1982년에는 石油과 太陽에너지의 發電單價가 거의 같게 되고 1986년에 가면 太陽에너지의 經濟性이 石油보다 훨씬 높아 질 것이라는 것이 專門家들의 見解이다. 原子力發電은 이미 商業化되어 있으며 우리들의 供給도 2000年代까지는 充分할 것으로 보여진다.

代替에너지資源은 많이 있을 수 있으나 大體로 原子力에너지, 化石에너지, 自然에너지, 其他에너지 등을 中心으로 考察하여 나가볼까 한다.

* 本研究所 研究員, 서울大學校 貿易學科 教授

II. 原子力에너지

原子力發電은 우리나라와 같이 에너지資源이 貧弱한 나라로서는 石油를 代替할 수 있는 唯一한 에너지源이라고 할 수 있다. 그의 하나의 좋은 例로서는 TMI事故가 바로 눈 앞에서 터졌는데도 核發電計劃을 全面的으로 取消한 나라는 하나도 없기 때문이다.

1978年末 現在 原子力發電所를 建設中이거나 發注中에 있는 것은 292機로 283GWE이었다.

그리고 現在 運轉中인 原子爐型은 出力規模로 보아 約 80%가 輕水爐이며 建設計劃中인 것을 包含하면 約 84%로 단연 壓倒的이다.

이 以外에 重水爐가 4.5%, 가스冷却爐가 2.9%, 其他 熱中性子爐가 7.6%이고 高速增殖爐가 나머지 1.1%를 차지하고 있다.

이와 같이 原子爐中에서 輕水爐가 단연 優勢한 것은 이 爐型이 그 中 많이 開發되고 安全性이 높기 때문이다.

1. 沸騰輕水爐

「沸騰輕水爐(boiling water reactor)는 美國 GE社에서 開發되어 1955년부터 常用化되어 美國, 日本에서 즐겨 建設하고 있는 反面 加壓輕水爐(pressurized water reactor)는 WH社에서 開發되어 1953년에 美國에서 實用化되었고 美國, 프랑스, 西獨에서 主로 使用하고 있다. 反面 重水爐는 캐나다에서 開發되어 現在 世界的으로 30餘機가 運轉 또는 建設中에 있다,

2. 高溫가스爐

「高溫가스爐(high temperature gas cooled reactor)는 1958年 美國에서 開發되어 4.0MME의 試驗發電所(peach bottom plant)가 1967년부터 稼動되고 있고 1980年代 中盤부터 常用發電이 期待된다.

「이 高溫가스爐開發은 蒸氣사이클에 依한 發電 以外에 페사이클 가스터빈과 工程熱利用에 期待하고 있다. 即 原子爐에서 나오는 헬륨冷却劑의 溫度를 1,000°C까지 높여서 製鐵과 化學工業의 熱源으로 利用하고 나머지는 發電에 그리고 더 낮은 400°C 前後의 것은 海水脫鹽과 地域暖房에 使用할 수 있다. 特히 西獨에서는 嚴格한 環境問題와 熱效率의 向上, 에너지源의 多樣化를 위해 多目的 HTGR(高溫가스爐) 開發에 매우 積極的이며 KFA Jülich에 石炭가스化 HTGR試驗爐를 建設하여 큰 進展을 보고 있다.

3. 高速增殖爐

「高速增殖爐(fast breeder reactor)는 先進各國에서 開發을 推進하고 있으며 特히 프랑스가

가장 앞서고 있다. 프랑스에서는 이미 250MWE Phenix가 1974年 7월부터 常用 稼動되어 70%의 稼動率을 얻었으며 Super Phenix(1200MWE)가 今後에 竣工될 計劃으로 있으며 이것이 成功할 경우 常用으로 普及될 可能性이 크다. 이 以外에 美國, 英國, 西獨, 蘇聯, 日本 등 여러나라에서 10餘個의 FBR(高速增殖爐)이 運轉 또는 建設中에 있다.

「FBR은 輕水爐에 比하여 燃料利用率이 60배에 達하며 核融合發電開發時期까지의 緩衝役割을 擔當할 것까지 期待되는 技術이나 核武器製造能力에까지 關係되어 政治的 問題를 안고 있다.

4. 核融合爐

「核融合은 太陽에너지와 함께 唯一한 無限한 에너지源이나 1977년에 이미 10億달러를 超過하는 研究費를 投入하였음에도 아직 큰 進展을 보지 못하고 있다.

「最近 美國의 Princeton Plasma Physics Lab.에 Tokamak Fusion Test Reactor(TFTR)를 2億 3千9百萬달러의 費用으로 建設하여 1982年初 稼動豫定이었으며 日本에서는 核融合爐(fusion reactor)의 基礎가 되는 임계프라즈마裝置(TT-60)가 1981년에 完工計劃으로 있고 유럽에서는 EEC가 2億 1千萬달러의 Joint European Torus(JET)에 依하여 英國 Oxford에 Culham Lab.을 建設할 豫定으로 있다.

「이 以外에 確定되지 않은 計劃들로는 美國이 1987년에 EPR-1인 10KWE, 美國, 蘇聯, 日本이 1990年代初에 三重水素增殖을 包含한 100MWE 實驗爐를, 그리고 1990年代末에 美國이 500MWE級의 室蒸爐를 建設할 것이라고 한다.

「最近의 우라늄調查에 依하면 130달러/kgU 費用으로 約 220萬톤 U₃O₈을 採鑛할 수 있고 追加로 約 210萬톤 U₃O₈이 더 埋藏되어 있으리라고 推定하고 있다.

「우리가 原子爐의 壽命을 30年으로 보고 주어진 年度에 世界의 原子爐를 稼動시키는 데 必要한 量을 現在의 推勢와 豫想最大值로 累積시켰을 때(推定埋藏量도 包含) 1992年~1996年까지 實需要를 充足시킬 수 있다는 計算이며 確認된 210萬톤만 基準한다면 1986年~1988年까지의 需要 밖에 供給할 수 없다는 結論이 나오게 된다. 따라서 1990年頃에는 우라늄 埋藏量을 더 찾아내든가 아니면 高速增殖爐利用이 이미 있어야 한다는 結論이 나온다.」⁽¹⁾

5. 우리나라 原子力發展 現況 및 對策

(1) 우리나라 우라늄資源 現況

우리나라는 1955년부터 3次에 걸친 우라늄資源에 관한 探查가 있었으나 大田-槐山地域(우라늄原鑛石 800萬톤)과 忠南, 湖南地域(토륨 30萬톤)에서 若干의 資源이 發見되었을 뿐

(1) 韓國石油開發公社刊, 『석유』, 1980年 6月 p.76~77.

이다. 이것도 그 純度가 0.045%로 一般的으로 0.1%~0.8%의 外國의 경우와 比較하면 相當히 떨어진다.

우리나라의 KIST는 그 동안 嶺南化學과 함께 輸入磷鑛石으로부터의 우라늄抽出을 研究開發하여 1978年 6월에 試驗工場이 竣工되어 그동안 操業하여 왔다. 1년에 3.5~10톤/U를 生産하는 規模이며 製品의 純度는 98% 가량으로서 美國의 同位元素濃縮工場에서 別途의 精製 없이 使用할 수 있는 높은 品位이다. 國內의 세 複合肥料工場들이 輸入하는 磷鑛石은 年間 200萬톤 程度이며 세 곳에 모두 우라늄抽出工場을 建設할 경우 年 200톤/U의 國內供給이 可能하며 原子力發電所 1, 2, 3號機의 所要量(年 196톤/U, 平均稼動率 60%)을 充足시킬 수 있는 分量이다.

이 以外에 KIST에서 現在 國際原子力機構(IAEA)와 長期研究契約을 締結하여 海水 우라늄抽出 모나자이트에서의 우라늄 및 토륨抽出工程을 開發하고 있다.

(2) 우리나라 原子力發電 現況

1956年 美國에서 原子力發電이 實用화된지 不過 20年 동안에 世界的으로 早期 實用화된 것은 에너지의 高密度, 高經濟性, 輸送貯藏의 便宜, 大氣汚染이 없다는 것 등에 있지만 무엇보다도 1977年 石油波動 以後 石油供給의 不安과 原價의 暴騰 등의 理由로 因하여 各國은 技術開發과 資源確保에 熱中하고 있다.

「우리나라도 國內水資源이나 石炭資源의 貧困 때문에 主油從炭의 不可避한 現實下에서 原子力開發을 서둘게 된 結果 1977년에 古里原子力發電所가 竣工되고 1978년부터 生産되게 되어 施設容量 5,874kw로서 아직은 總占有率 年 8.5%에 不過하다.

1978年 4月 29일부터 商業運轉에 들어간 1號機는 1978年中 總 25億 2,437萬6千kwh를 發電하여 初年度부터 45%의 利用率을 보였고 1979年度에는 總31億 2,876萬kwh를 發電하여 利用率 60.8%가 될 豫定이었다.」⁽²⁾

우리나라에는 今日 4個의 原子力發電所가 建設中에 있으며 2個의 追加的인 原子力發電所의 購買契約이 現在 進行中에 있다.

韓國에는 國內 에너지資源이 매우 不足한 狀態에 있으므로 長期電源開發計劃이 計劃되어 왔고 그 結果 長期的인 眼目에서 볼 때에는 原子力發電의 比率이 主가 될 것이며 2000년에 가면 우리나라에는 44個의 原子力發電所가 稼動하게 될 豫定으로 있다.

우리나라의 原子力産業은 基本的 原理에 있어서 確實한 電力供給, 經濟的 可能性, 原子力技術의 自給 및 地域開發을 위해서 運營되며 管理될 것으로 보여 진다.

(2) 大韓民國國會圖書館, 『우리나라의 「에너지」현황』, 1980年, p.144~145.

(3) 原子力發電所 建設

① 古里原子力發電所 第2號機

古里原子力發電所 第2號機는 650MW 施設能力을 가지는 Westinghouse PWR이며 現在 第1號機 附近에 建設中에 있다.

原子爐빌딩과 터빈빌딩을 위한 콘크리트構造가 現在 建設中에 있으며 1978年末까지 建設計劃의 22.3%가 完成되었다.

1983年 12월에 商業的 運營을 始作하기로 되어 있는 이 發電所는 第1號機보다 若干(3%) 더 濃縮된 우라늄을 燃料로 使用할 것이며 原子爐의 爐心の 3分の 1은 每年 새로운 燃料에 依해서 代替되어야 한다.

② 月城原子力發電所 第1號機

古里原子力發電所 第1號機 및 第2號機와는 달리 月城原子力發電所 第1號機에 있어서는 天然우라늄이 燃料로 使用될 豫定으로 있다. 678.7MW의 施設能力을 가진 이 發電所는 AECL에 依해서 考案된 CANDU-PHWR이다. 首位의 建設業者인 AECL은 原子爐와 그와 關聯되는 施設들을 供給하기로 되어 있다. 그리고 터빈과 그의 補助施設은 H. Person/CA社에 依해서 供給될 豫定으로 있다. 그리고 電力施設은 또 英國 GEC社에 依해서 供給될 豫定이며 現在 原子爐빌딩을 위한 둥근 天井이 建設中에 있다. 1978年末까지 工事日程의 45.6%가 完成되었으며 그의 商業的 運營이 1983年 4월에 始作될 豫定이었다.

③ 原子力發電所 第5號機 및 第6號機

原子力發電所 第5號機 및 第6號機는 950MW PWR의 쌍둥이 프로젝트로서 計劃되었고 이 發電所는 以前의 不明確한 隨意契約의 프로젝트와는 反對로 韓電에 依해서 直接的으로 遂行될 豫定으로 있다. 따라서 이번에는 보다 많은 地方企業들도 이 프로젝트에 參與시킬 것으로 보여 지는데 非隨意契約의 概念은 다음과 같다.

韓電은 디자인과 技術者를 위한 A/E를 雇傭하고 NSSS와 같은 主要施設의 購買契約를 締結한다. 그리고 T/G와 燃料組立은 프로젝트의 初期段階에서 行하여지며 殘餘 BOP는 詳細한 디자인이 進行됨에 따라서 購買된다.

原子力發電所 第5號機 및 第6號機를 위하여 韓電은 A/E로서 Bechtel社를 雇傭하였고 國際入札을 통해서 Westinghouse社가 NSSS와 原子力燃料組立의 供給者로서 選擇되었다. 英國의 GEC는 T/G를 위한 成功的인 招待者로서 選定되었다.

이들의 發電所의 프로젝트管理는 韓電에 依해서 行하여지고 技術에 對한 參加와 BOP施設의 購買를 위해서 韓電은 이미 美國의 로스앤젤레스에 10名の 技術者를 派遣하였고 거기

에서 韓電의 連絡事務所가 業務를 開始하고 있다.

한편 KNE(Korea Nuclear Engineering Co.)로부터 많은 技術者들이 그들의 技術能力을 向上시키기 위해서 디자인과 技術分散에 參加하고 있고 그 結果 그들은 將來의 原子力計劃을 위한 技術의 一部나 全部에 參加할 수 있게 될 것이다.

이들 發電所의 位置는 古里이며 發電所建設은 1978年 1월부터 始作되었다. 原子力發電所 第5號機는 1984年 9월에 着手될 豫定이며 第6號機는 1985年 9월에 各各 着手될 豫定으로 있다. 1978年末까지는 計劃의 6.16%가 完工될 豫定으로 있다.

(4) 將來計劃

① 原子力發電所 第7號機 및 第8號機

原子力發電所 第7號機와 第8號機는 第5號機와 第6號機와 같이 900MW級 PWR이다. 그리고 쌍동이 프로젝트로 運營할 豫定으로 있다.

主要部品の 供給을 위한 入札者의 評價는 거의 最終段階에서 이루어지며 契約을 위한 交渉은 短期間內에 始作할 豫定으로 있다. 位置는 全羅南道 桂馬이고 建設事業은 1979年의 1.4分期 동안에 着手되었으며 第7號機와 第8號機는 1985年 9월과 1986年 9월에 各各 稼動될 豫定으로 있다.

② 原子力發電所 第9號機 및 第10號機

이들 發電所도 쌍동이 프로젝트로서 運營될 것이며 主要施設은 國際入札을 通해서 調達될 豫定이고 契約은 1979년에 締結될 豫定이었다. 이 發電所의 位置는 東海岸에 있는 富邱이며 最近 詳細한 土地調査가 進行되고 있다. 이들 發電所들은 1986年 9월과 1987年 9월에 各各 稼動될 豫定으로 있다.

③ 原子力發電所 第11號機 및 第12號機

原子力發電所 第11號機와 第12號機도 또 역시 900MW級の 쌍동이 프로젝트로서 運營될 것으로 豫想된다. 그리고 最近 基本的인 計劃이 檢討되고 있다. 이들 發電所들을 위한 位置는 第7號機와 第8號機가 位置하고 있는 桂馬가 될 豫定으로 있다.

(5) 問題點 및 對策

① 核燃料의 長期安定確保

核燃料의 長期安定確保를 위해서는 우라늄精鑛을 購入할 必要가 있으며 精鑛을 購入하는데 있어서도 우라늄의 長期供給契約을 締結할 必要가 있을 뿐만 아니라 供給先의 多邊化도 推進시킬 必要가 있다. 우리나라가 核燃料를 確保하는 데 있어서도 파라과이나 가봉 등과 共同探查를 한다든지 確認埋藏量같은 것을 開發 推進시킬 必要가 있다.

〈表 1〉 原子力電源開發計劃(1970~1987)

契約年度	發電所	發電施設 (MW)	原子爐型	建設日程	原子力比率 (%)	位置
1978	古里 1	587	P W R	70.9~78.4	8.3	古里城
1983	月城	687.7	P HWR	76.1~83.4		
1983	古里 2	650	P W R	77.5~83.12	13.5	古里
1984	原子力 5	950	P W R	78.1~84.9		
1985	原子力 6	950	P W R	78.1~85.9	25.9	古里
1985	原子力 7	900	未決定	79.1~85.9		
1986	原子力 8	900	未決定	79.1~86.9	31.2	桂馬
1986	原子力 9	900	未決定	80.2~86.9		
1987	原子力10	900	未決定	80.2~87.9		

資料：韓國電力株式會社

② 技術人力的 確保

原子力發電의 增加에 따라 關聯技術人力需要도 81年 1,500名水準에서 86년에는 3,000名水準으로 大幅 늘어날 것이 豫想된다. 늘어나는 技術人력을 效率的으로 確保하기 위하여 特性化工高的 設置運營, 大學生에 對한 獎學金支給, 自體研究院을 통한 教育訓練의 強化, 國內外 教育訓練實施, 海外高級人力的 誘致 등을 積極 推進할 必要가 있을 것이다.

③ 原子力發電所의 安全對策

原子力發電의 安全性確保를 위하여 現在에도 放射性設備의 多重防護, 安全施設, 保有施設의 多重化 등 徹底한 安全對策을 講究하고 있으나 앞으로 運轉員의 教育強化, 豫防補修 및 點檢의 徹底, 施工管理徹底, 最新工業規格 및 基準適用 등을 通하여 더욱 安全性을 提高시켜 나갈 必要가 있다.

III. 化石에너지

石油을 代身할 수 있는 化石燃料로서는 天然가스가 石炭보다도 優秀하나 우리나라는 天然가스資源이 없을 뿐만 아니라 隣接國家에서 파이프 라인을 通하여 輸入할 與件을 갖고 있지 못하고 LNG輸入 또한 그리 簡單한 것이 못 된다.

특히 天然가스의 世界埋藏量은 石油보다 적어 멀지 않은 將來에 石油와 같은 處地에 놓여질 運命에 있다. 反面 石炭은 世界埋藏量이 數百年分에 達하고 있어 石炭資源保有國과 共同投資하여 炭鑛을 開發한다면 長期供給을 保障받을 可能性이 크고 비록 量은 充分하지 못하나 國內에도 어느 程度의 無煙炭을 保有하고 있어 石油代替에너지로서는 當場 얻을 수 있는 唯一한 資源이다. 石油을 石炭으로 代替함에는 純燃料로서 直接 燃燒시키는 方法이

있고 石油原料代替까지 생각하여 石炭을 高品位化하여 合成燃料를 만들어 使用하는 方法이 있을 수 있다.

1. 石 炭

(1) 世界石炭埋藏量

石炭의 全世界可採埋藏量은 約 6,000億% 程度로 推定되고 있으며 다른 化學燃料에 比해 가장 많은 量이 地球上에 埋藏되어 있다. 이러한 石炭의 埋藏量規模는 앞으로 約 2,000 年間 利用할 수 있는 豊富한 量인 것이다. 그러나 全世界의 石炭生産量은 1965年 以來 20億% 水準에서 답보 狀態에 머무는 不振相을 보이고 있으며 그나마 1970年代 以後 石炭의 主要生産國은 蘇聯, 폴란드, 東獨 등 東歐共産圈地域이 大部分이어서 最近 들어 開發輸入 등 石炭資源確保에 나서고 있는 우리나라는 이에 對한 積極的인 對策이 要求되고 있다.

〈表 2〉 國別石炭埋藏量推定

(單位：百萬%)

	可採埋藏量	確定埋藏量	總資源量
蘇 聯	150,576	301,151	6,298,158
美 國	200,379	400,758	3,223,709
캐 나 다	6,103	9,958	119,906
中 共	88,185	330,698	1,102,310
印 度	12,765	25,529	91,466
其他 아시아 諸國	6,589	19,901	27,645
西 獨	43,620	109,702	315,426
美 國	4,267	108,993	179,402
폴 란 드	24,956	42,851	66,803
其他 歐洲 諸國	66,903	90,980	107,976
남 아 연 방	11,667	26,702	48,875
其他 아프리카 諸國	5,560	6,688	15,989
濠 洲	26,814	81,946	218,879
其他 大洋洲 諸國	213	396	1,202
라틴 아메리카	3,089	10,129	36,295
合 計	651,676	1,565,532	11,854,114

資料：World Energy Conference Survey of Energy Reserve, 1974.

註：(1) 可採埋藏量은 各國의 現行技術 및 經濟條件下에서 採鑛이 可能한 埋藏量임.

(2) 確定埋藏量은 採鑛調査에서 鑛床 및 鑛質 등이 確認된 埋藏量임.

(3) 總資源量은 앞으로 技術이 發展되고 經濟性이 있으면 採鑛이 可能하리라고 보는 埋藏量임.

(2) 世界長期石炭需給豫測

① 長期需要豫測

韓國과는 달리 世界石炭需要는 1985년에는 約 1,525百萬톤이던 것이 繼續 增加하여 2,000

년에 가면 約 1,925百萬톤으로 增加할 것으로 보여 진다.

② 長期供給豫測

世界石炭供給은 1985년에는 1,680百萬톤이던 것이 2,000년에는 約 2,525百萬톤으로 增加하여 世界長期石炭需給에 있어서는 供給이 需要를 1985년에는 約 155百萬톤, 2,000년에는 約 600百萬톤이 超過함을 發見할 수 있다.

以上에서 본 바와 같이 石炭의 埋藏量은 石油에 比해서 豊富하다. 그러나 現在까지는 에너지 構造가 石油指向型이었기 때문에 이를 石炭으로 代替하려면 첫째 利用構造를 石炭指向型으로 改編하든가 둘째 石炭으로부터 合成燃料(Synfuel)를 抽出하여 使用하여야 할 것이다.

첫번째 方法은 莫大한 施設投資와 相對的으로 不便한 輸送問題를 克服하여야 하며 또한 環境汚染에 對處하여야 하는 등 많은 難題를 안고 있다. 따라서 合成燃料接近方法이 考慮될 수 있는 바 技術開發에 따라 經濟性이 強化되면 매우 有望한 代案으로 脚光을 받을 수 있을 것이다. 그리피드와 클라크의 分析에 따르면 2,000년까지의 石炭需給은 別般問題가 없을 것으로 展望된다.

〈表 3〉 世界長期石炭需給展望

(單位：百萬噸)

區 分	年 度		2000				
	1 9 8 5						
假 定 {	世界經濟成長率(%)	6	3.5	5	5	3	3
	世界에 너지價格(달러) (1975年度)	11.50	11.50	17.25	17.25	11.50	11.50
石 炭 供 給 量	1,680	1,465	3,170	2,440	2,525	2,070	
石 炭 需 要 量	1,525	1,495	2,575	2,225	1,925	1,610	
超 過 供 給 量	(155)	(△30)	(595)	(215)	(600)	(460)	

資料 : Edmond D. Griffith and Alan W. Clarke, "World Coal Production," *Scientific Review*, 1979.

(3) 우리나라 石炭賦存現況

① 賦存現況

「우리나라의 石炭賦存資源은 그 大部分이 古生代에 生成된 無煙炭이고 小量의 褐炭 및 土炭이 埋藏되어 있을 뿐 産業燃料의 中樞가 되는 瀝靑炭의 埋藏은 거의 없다. 또한 無煙炭의 80% 程度가 北韓地域에 偏在되어 있으며 南韓에는 嶺南의 江原道 山岳地帶인 三陟, 旌善, 聞慶, 江陵, 平昌 등에 集中的으로 埋藏되어 있다.

「우리나라의 無煙炭埋藏量은 確定埋藏量 約 169,100千%, 推定埋藏量 約 196,437千%, 豫想埋藏量 約 1,068,463千%으로 總 1,434,000千%에 이르고 있다.

「이 中 採掘可能埋藏量은 現在로서는 約 696,626千%으로 推定되고 있지만 앞으로 採炭事業의 擴大와 深部開發技術의 向上에 따라 可採埋藏量이 늘어나게 될 것으로 豫想된다. 最近에도 江原道 三陟郡 黃池邑에서 總理藏量規模가 400萬% 以上으로 規定되는 巨大한 炭脈이 發見되어 可採埋藏量增大의 可能性을 뒷받침해 주고 있다. 따라서 採炭方式의 機械化를 통한 深部開發技術단 向上된다면 우리나라의 炭鑛壽命도 延長될 수 있을 것으로 생각된다. 現在까지 確認된 可採埋藏量만으로도 現生産規模 約 1,820萬%(1979年 生産實績)으로 計算하여 可採年數는 約 33年 程度가 될 것으로 보인다.」⁽³⁾

② 炭質別 埋藏量

다음에 炭質別 埋藏量을 보면 可採埋藏量은 1980年 1月 現在 約 636,626千%으로 되어 있고 이 中 5,200cal 以上の 高質炭이 約 225,065千%으로서 約 35.4%를 占하고 있고 4,200~5,200cal의 中質炭은 約 159,063千%으로서 約 25% 程度를 차지하여 가장 적고 4,200cal 以下の 低質炭은 約 252,498千%을 占하여 全體의 約 39.6%로서 가장 많은 比重을 차지 하고 있다.

〈表 4〉 炭質別 埋藏量(1980年 1月 現在)

(單位: 千%)

	高質(5,200cal 以上)	中質(4,200~5,200cal)	低質(4,200cal 以下)
可 採 量	225,065	159,063	252,498
構 成 比(%)	35.4	25.0	39.6

③ 炭田別 埋藏量

다음에 炭田別 石炭埋藏量을 살펴 보면 三陟炭田이 約 470,977千%으로 總理藏量의 約 31.5%를 차지하고 있고 可採埋藏量도 約 286,765千%으로 可採埋藏量의 約 45.0%를 차지하여 第1位를 占하고 있다.

그 다음이 旌善炭田으로서 總理藏量은 約 457,795千%으로서 總理藏量의 約 11.4% 밖에 占하고 있지 않아 若干 적은 便에 該當한다. 이와 같이 볼 때 우리나라는 以上の 三陟炭田과 旌善炭田의 兩炭田이 石炭埋藏量의 約 60% 以上을 占하고 있음을 發見할 수 있다.

(4) 우리나라 石炭需給 現況 및 豫測

「우리나라 에너지源別 消費構造는 1980年 現在 石炭類消費가 全體의 約 31%를 차지하고 있다. 民需用 無煙炭消費는 全體의 約 87%이며 1970~1980年間의 民需用 年平均增加率은 6.2%이다. 最近 石油價格의 安定으로 石油類의 消費가 늘어날 展望이 없지 않으나 1985年 LNG使用이 現實化되기까지는 無煙炭消費가 現狀態를 維持할 것으로 보인다. 그러나 LNG

(3) 吳萬植, 『우리나라 에너지資源의 現況 및 對策』, 1981年 10月, p.10.

〈表 5〉 炭田別 埋藏量

(單位: 千%)

炭 田	總 埋 藏 量		可 採 埋 藏 量	
	埋 藏 量	占 有 率(%)	可 採 埋 藏 量	占 有 率(%)
三 陟	470,977	31.5	286,765	45.0
旌 善	457,795	30.5	72,674	11.4
忠 南	229,992	15.3	85,290	13.4
聞 慶	90,236	6.0	45,645	7.2
江 陵	77,964	5.2	51,088	8.0
丹 陽	71,178	4.7	28,652	4.6
和 順	63,442	4.2	40,237	6.3
報 恩	24,023	1.6	16,190	2.5
寧 越	1,890	0.1	1,326	0.2
其 他	12,858	0.9	8,759	1.4
計	1,500,354	100.0	636,626	100.0

가 無煙炭에 代替될 展望은 크다고 볼 수 있다. 따라서 1990년에 가까워서는 大都市에서 煉炭使用이 急激히 밀려나고 小都市와 農漁村으로 擴大될 것이며 絕對消費量도 줄어들 것으로 보인다.

「生産量에 있어서는 1977년까지 急速히 增加하다가 1978년부터는 增加率이 크게 鈍化되고 있는데 앞으로는 現狀維持되다가 減少될 것으로 보여진다.」⁽⁴⁾

우리나라의 石炭産業의 展望은 生産條件의 惡化와 生産費上昇이 石炭産業을 어렵게 만들어 앞으로 供給減退를 不可避하게 만들 것으로 보여진다. 國內炭의 生産環境은 나빠지고 있는데 外國의 技術開發은 進展되고 있으므로 比較優位性은 繼續 낮아질 것이고 輸入炭이 國

〈表 6〉 用途別 無煙炭消費實績

(單位: 千%)

	民 需 用	發 電 用	產 業 用	鐵 道 用	官 需 用	特 需 用	輸 出 用	合 計
1961	4,076 (68.4)	784 (12.5)	237 (4.1)	292 (5.0)	98 (1.7)	327 (4.6)	214 (3.7)	6,028 (100.0)
1965	7,118 (68.8)	1,568 (15.2)	708 (6.8)	322 (3.1)	150 (1.4)	308 (3.0)	172 (1.7)	10,346 (100.0)
1970	9,910 (83.8)	576 (4.9)	640 (5.7)	79 (0.7)	59 (0.5)	209 (1.8)	331 (2.5)	11,631 (100.0)
1975	13,613 (85.4)	1,349 (8.6)	643 (4.0)	42 (0.3)	11 (-)	287 (1.8)	- (-)	15,945 (100.0)
1980	18,037 (86.6)	1,865 (9.0)	708 (3.4)	5 (-)	4 (-)	211 (1.0)	- (-)	20,830 (100.0)

資料: 韓國動力資源研究所, 動資部, 大韓石炭協會

註: ()內는 構成比(%)

(4) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1982年 3月, p. 34.

內炭에 繼續 代替되어 나갈 것이다. 따라서 우리나라 石炭産業은 一定한 高비를 넘기면서 急激히 萎縮되어 나갈 것이다.

그 뿐만 아니라 國民의 所得水準이 높아짐에 따라서 消費패턴도 變化하게 되고 生活環境이 變化하면서 無煙炭의 劣等性은 繼續 높아 질 것이고 需要도 急激히 떨어질 뿐만 아니라 價格現實化에 따른 企業의 收益性도 낮아질 것으로 展望된다.

生産과 消費에 있어서의 劃期的인 技術開發이 있어 앞으로 石炭産業에 從事하고 石炭을 消費하는 것 등을 避하는 傾向이 더욱 甚하여져서 投資에 對한 매력도 喪失되고 그 結果 技術開發이나 機械化의 機會는 거의 없을 것으로 展望된다.

〈表 7〉 石炭生産量

(單位: 千噸)

年 度	國 營 炭 鑛	民 營 炭 鑛	合 計
1 9 7 0	4,454	7,940	12,394
1 9 7 1	4,306	8,479	12,785
1 9 7 2	3,809	8,594	12,403
1 9 7 3	4,245	9,326	13,571
1 9 7 4	4,409	10,854	15,263
1 9 7 5	4,574	13,019	17,593
1 9 7 6	4,617	11,810	16,427
1 9 7 7	4,508	12,760	17,268
1 9 7 8	4,672	13,382	18,054
1 9 7 9	4,702	13,506	18,208
1 9 8 0	4,786	13,838	18,624

資料: 動力資源部

(5) 問題點 및 對策

① 經濟性的 低下

現在 無煙炭의 熱量은 低下하고 生産條件의 惡化로 生産費用은 漸次로 上昇하는 趨勢에 있다. 石炭公社資料에 依하면 採炭深部化에 依한 投資의 增加는 深度 300m까지의 投資를 100이라고 假定하면 深度 600m 以上일때는 約 500에 가까워지고 生産原價는 深度 300m까지를 100이라고 假定할 때 600m까지 144, 600m를 넘으면 247에 達한다고 한다.

勞務員基準으로 36.7%씩 增加하였으나 OMS 即 1人當 生産噸數는 繼續 停滯現象을 나타내어 生産性을 크게 低下시키는 要因이 되므로 하루 速히 各作業部門에서 機械에 依한 能率向上策을 強力하게 推進시켜야 할 것이다.

그러나 深部開發方式의 合理的인 選擇 및 採炭作業機械化의 成敗에 따라서 크게 改善될 수 있는 餘地가 있다고 생각된다.

② 石炭産業의 比較優位性的의 低下

現在로서는 國內 石炭産業에 對한 支援과 特惠 그리고 輸入與件의 未備로 輸入石炭의 價格이 낮지 않으나 앞으로는 國產石炭의 比較優位性이 繼續 下落할 것으로 보여진다.

특히 先進諸國의 石炭産業과 輸送에 對한 技術進歩와 開發이 急進展되고 있으므로 比較優位性은 더욱 甚刻하여질 것으로 보여진다. 現在 우리나라는 低炭價政策을 維持하여 오고 있으나 現在輸入炭價格은 同一熱量基準으로 國產無煙炭價格의 約 2倍程度이므로 漸次的으로 國產炭價格을 輸入炭價格線으로 引上하여 줌으로써 石炭産業의 比較優位性을 維持시켜 주어야 할 것이다.

③ 安全性的의 惡化

生産條件의 惡化는 石炭産業에 從事하는 勤勞者의 作業安全성을 低下시키고 있어서 甚刻한 人命問題를 擡頭시킬 可能性이 있다. 따라서 그 對策으로서는 아래와 같은 것을 들 수 있다.

첫째로는 石炭價의 現實化로 優秀한 人力을 確保하여야 할 것이다.

둘째로는 投資는 既存施設의 改替나 新規投資가 適期에 施行되어야 할 것이다.

셋째로는 採炭法選擇에 있어서 可能한 限 尙傾斜採炭法의 使用을 止揚하여야 할 必要性이 있다.

네째로는 指示一邊倒式 能力以上の 責任生産量의 賦課는 無理한 作業의 原因이 될 수 있을 것이다.

다섯째로는 保安教育은 誠意 있는 視聽覺教育으로 끈기있게 履行되어야 한다.

여섯째로는 採用되는 勞動者는 嚴格한 身體檢査와 適性檢査로 職種別로 그 特性에 맞게 配置되어야 할 必要가 있다.

일곱째로는 能率의 向上으로 休日勞動을 全廢하며 勞動者가 充分한 休息을 取할 수 있게 할 必要가 있다.

④ 支援의 限界

民間主導型 經濟運用方針과 政府財政의 均衡化 및 縮小化 등에 따라 石炭産業에 對한 支援과 特惠는 制限의일 수 밖에 없고 앞으로는 縮小化 및 除去의 方向으로 調整이 不可避할 것이다. 이러한 傾向은 石炭産業의 收益性을 決定的으로 低下시켜 石炭産業의 減縮이 不可避하게 될 것으로 보여진다.

⑤ 技術開發 및 採炭機械化

첫째로는 技術者 및 技能工의 養成인 바 技術의 開發과 作業의 改善을 試圖하려면 于先

人力的 確保와 教育이 必要하다. 採炭作業의 機械化事業을 成功的으로 推進하기 爲하여는 새로운 採炭法 및 新裝備의 選擇과 活用に 對한 國內外見學乃至 研修를 시킬 必要가 있다.

둘째로는 段階的 機械化인데 이를 爲해서는, 支保의 鐵材化: 木材→鐵材→動力支保의 段階를 밟을 必要가 있으며, 積載의 機械化: 手積→슬러셔→自動積載의 段階를 밟을 必要가 있을 뿐만 아니라, 運搬의 機械化: 人力→動力의 段階를 밟을 必要가 있고, 採掘의 機械化: 人力→半機械→完全動力의 段階를 밟을 必要가 있다.

세째로는 經濟性 있는 裝備의 選擇인데 이를 爲해서는 小型, 輕量, 耐久性 있는 高能率을 採擇할 必要가 있다.

네째로는 將次 漸次的으로 可能한 限 國産化를 할 必要가 있다.

다섯째로는 海外資源開發의 進出을 爲하여서는 技術의 蓄積이 必要하다.

⑥ 炭鑛勞動者의 確保

첫째로는 勞動強度의 緩和와 作業環境의 改善을 爲한 機械化를 促進시킬 必要가 있다.

둘째로는 勞動壽命을 勘案한 適正水準까지의 賃金을 調整할 必要가 있다.

세째로는 鑛山勞動者를 爲한 厚生福祉施設을 強化할 必要가 있다.

네째로는 保安施設의 確保와 休日勞動日數를 減縮시킬 必要가 있다.

다섯째로는 技能工需要增加에 對備한 技能工教育課程을 實施할 必要가 있다.

⑦ 民營炭鑛에 對한 對策

첫째로는 鑛業權은 開發能力이 있는 個人이나 法人에게 許容할 必要가 있다.

둘째로는 에너지資源의 開發은 對外依存度를 輕減시키는 方向으로 國家安保의 次元에서 國內에서 最大限 確保하는 것이 最善의 方案이므로 企業性을 喪失한 民營炭鑛은 國家(石公)나 開發能力있는 大企業에서 吸收 開發되어야 할 것으로 보여진다.

⑧ 港灣의 荷役能力 및 輸送能力의 劃期的 轉換 및 擴張

石炭을 直接 燃燒시키는 方法은 이니 알려진 技術로서 輸入炭 使用에 큰 支障이 없을 것으로 생각되나 現趨勢로 보아 1990年代에는 輸入物量이 約 3,000萬톤, 2000년에 가면 無慮 6,000萬톤에 이를 것으로 豫想되는 바 港灣의 荷役能力 및 輸送能力의 劃期的 轉換 및 擴張이 前提條件이 된다고 할 수 있다. 이것이 이루어진다고 해도 우리 住宅의 9割 以上이 九孔炭 구들로 되어 있어 輸入炭으로 九孔炭을 만들 수 있는 技術開發이 先決되어야 하겠고 엄청나게 나오는 石炭灰의 處理技術이 아직 開發되지 못하고 있다. 萬若 輸入炭을 直接 使用한다면 이를 效率的으로 燃燒시킬 수 있는 새로운 型의 아궁이가 開發되어야 할 것이다. 石炭의 混合, 새로운 燃料形態의 開發과 아울러 아궁이問題, 石炭灰의 活用技術(建築材料),

公害問題 등은 이미 몇 年 前부터 KIST를 中心으로 重點的으로 研究되고 있으나 그의 成果를 보려면 적어도 2~3年이란 期間이 더 必要할 것으로 豫見된다. 特히 問題가 될 수 있는 것은 石炭發電所의 多量建設로서 이를 위하여는 公害가 적은 燃燒方法의 開發이 必要하다고 할 수 있다.

2. 石炭의 流動層燃燒

(1) 石炭의 流動層燃燒의 開發現況

石炭의 流動層燃燒方法은 低熱量石炭 및 硫黃分이 많은 石炭을 公害 없이 直接 燃燒할 수 있는 適切한 方法으로서 美國, 英國, 日本, 西獨 等地에서 大型의 pilot plant를 建設하고 熱心히 開發하고 있으나 加壓式 常壓式할 것 없이 이제 겨우 10MW 以下의 容量만이 商業化 段階이고 100MW 以上 되는 試驗用 보일러는 아직 開發되지 못하고 있는 實情에 있다.

以上에서 본 바와 같이 石炭의 流動層燃燒는 先進諸國에서도 常壓流動層燃燒技術이 實用化初期段階에 處해 있고 加壓流動層燃燒技術은 겨우 研究開發段階에 와 있음에 不過하다. 外國에서의 普及現況은 英國, 西獨 등에서 一部 商用化가 되어 있으며 英國에서는 現在 流動層燃燒 보일러 30餘基가 普及되어 있고 西獨에서는 10基 程度가 普及되어 있음에 不過하다. 그러나 이것이 1990年代에 가면 常壓流動層燃燒 보일러가 10基(施設容量 100T/H)가 普及될 것으로 보이며 2000년에 가면 常壓流動層燃燒 보일러가 200基(施設容量 200T/H)가 普及될 것으로 보인다.

이에 對해서 우리나라의 石炭流動層燃燒를 위한 賦存資源量은 石炭埋藏量이 14億 5千萬 噸, 可採埋藏量 5億 4千萬 噸, 低質炭埋藏量 5億 9千萬 噸이고 石炭의 利用可能量은 國內外的으로 多量 存在한다. 그러나 石炭의 流動層燃燒를 위한 技術開發現況은 우리나라의 경우는 아직 研究開發段階를 벗어나지 못하고 있으며 具體的으로 말하면 부하 變動에 따른 石炭投入量技術開發이 必要하며 最適시스템 研究도 必要하다.

石炭流動層燃燒의 普及現況은 우리나라의 경우는 現在 試驗研究用 流動層燃燒爐 1基가 韓國科學技術院에 設置되어 있을 뿐이며 1988年頃에 가서야 常壓流動層燃燒技術이 確立될 것으로 보여진다. 그리고 石炭流動層燃燒의 經濟性은 높은 것으로 보여진다.

〈表 8〉 經濟性分析(日本의 例)

	미 분 탄 연 소	유 동 층 연 소
建 設 單 價(달러/kw)	635	592
發 電 效 率(%)	33.8	35.8
發 電 單 價(Mills/kwh)	30.2	29.1

(2) 問題點 및 對策

① 政府와 民間企業의 協調

研究開發에 있어서는 實用化를 目標로 政府와 民間企業이 共同으로 推進시킬 必要가 있으며 普及 및 商用化에 있어서는 첫째로는 普及對象業體는 低質炭田 隣近業體로 하고 둘째에 있어서는 炭灰를 活用할 수 있는 業體로 하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

② 支援政策

支援方案에 있어서는 에너지節約施設資金으로 融資하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

3. 竝

(1) 竝의 開發現況

石炭의 오일스러리(Coal-Oil-Mixture:COM)化技術은 石炭을 微分하여 重油와 混合하여 液化狀態로 輸送, 貯藏 및 燃燒하는 石炭, 石油의 混合燃料이다. 物性이 重油와 비슷하여 輸送, 貯藏, 燃燒上의 追加投資를 最小限으로 줄이므로 石炭轉換에 따른 莫大한 初期投資를 緩和할 수 있으며 30~50%의 石油輕減이 可能하다고 한다. 現在 美國, 日本에서 pilot plant 가 實驗中에 있으나 混合物의 安定化를 위한 均質化方法, 腐蝕問題, 燃燒機設計 등과 같은 問題들 때문에 1985年 以後나 實用化될 것으로 展望되고 있다.

이 以外에도 石炭과 물을 混合, 流體輸送하여 既存石油탱커의 運搬시스템을 活用한 石炭스러리 發電技術은 이미 既存發電所에 活用된 例가 美國에 2~3個所의 그 實例이 있을 程度이다.

竝(Coal-Oil-Mixture)을 위한 우리나라 賦存資源量으로서는 石炭埋藏量이 14億 5千萬톤, 低質炭埋藏量이 5億 9千萬톤이며 竝을 위한 石炭利用可能量은 國內의으로 多量이 있음을 發見할 수 있다.

우리나라의 竝을 위한 技術開發現況으로서는 現在 研究開發段階에 있고 좀 더 具體的으로 보면 沈澱防止를 위한 安定劑開發研究가 必要하고 灰分除去研究, 腐蝕防止 및 材質에 關한 研究가 必要하다.

現在 우리나라에는 竝에 對한 普及實績은 아직 없으며 1986年頃에 가시야 竝製造技術이 確立될 것이 豫想된다. 그리고 經濟性分析에 依하면 우리나라에서도 竝에 對한 經濟性은 매우 높은 것으로 評價된다.

(2) 問題點 및 對策

① 政府와 民間企業과의 共同研究

研究開發에 있어서는 實用化를 目標로 政府와 民間企業이 共同研究를 推進할 必要가 있

〈表 9〉 磊의 經濟性分析

內	譯	金額(百萬元)	內	譯	金額(百萬元)
初期投資費		250	年間費用增加額		63
年間燃料費節減額		176	年間純節減額		113

註：分析基準

- (1) 對象：20T/H油類보일러를 COM보일러로 改造時
- (2) 보일러效率：Oil 85%，COM 83%
- (3) 年間稼動日：330日
- (4) 燃料費：Oil 203달러/L, Coal 75달러/t

으며 普及 및 實用化에 있어서는 普及對象業種은 有煙炭으로 代替하기 困難한 業種(例：요업, 金屬, 化工, 纖維, 製紙)으로 할 必要가 있다.

② 支援政策

支援方案으로는 에너지節約施設資金으로 融資하는 것이 바람직 할 것으로 보여진다.

4. 石炭의 가스化 및 液化

(1) 石炭의 가스化 및 液化의 開發 現況

「石炭의 가스化란 文字 그대로 固體石炭을 가스狀燃燒로 變形시키는 것을 말한다. 石炭은 炭素를 包含하고 있으나 天然가스(CH₄)에 比하여 水素의 含量이 매우 적기 때문에 가스化를 위하여서는 于先 水素를 外部로부터 供給해 주어야 한다. 이 水素添加反應에 依해 石炭中の 炭素分은 메탄 등의 炭化水素로 變하고 黃分, 窒素分 등 不純物도 水素化되어 各各 黃化水素(H₂S), 암모니아(NH₃) 등이 되어 除去된다.

「石炭 가스化工程에는 여러가지가 開發段階에 있으나 代表的인 것은 石炭粉과 輕油의 混合物에 70~100氣壓 및 80°~900°C에서 水素添加하는 Hygas法, 前處理爐로써 石炭의 粘結性을 除去하여 40~70氣壓 및 980°C 程度에서 가스化하는 Synthane法, 酸化칼슘(CaO)을 熱媒體를 使用하여 11~21氣壓 및 82°C 程度에서 가스化하는 CO₂-accepter法 등이 있다. 이 以外에도 西獨에서 開發된 Lurgi法은 이미 유럽에서 商用化되어 있으나 生成된 氣의 熱量이 天然가스보다 낮다.」⁽⁶⁾

商業化可能技術로서는 西獨의 Lurgi社 以外에 低壓의 K-T社, 美國의 Winkler社, McDowell-Well Man社 등이 있으며 炭의 性狀에 따른 製造技術의 定立을 위하여 高壓, 流動層, 가스爐 및 氣象가스火爐의 開發에 따른 새로운 製造工程의 開發이 進行되고 있다.

開發에 參與하고 있는 海外會社를 紹介하면

① 高發熱量 가스

(5) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1982年 10月, p. 49.

Bi-gas/BCR; Hygas/IGT; CO₂-acceptor/CONOCO

㉠ 中·低發熱量 가스

Stirred Fixed Bed/MERC

Slagging Fixed Bed/GFGRC

㉡ 加壓流動層/WESTING H

㉢ 低壓 氣象 反應狀/COMS ENG

등이 있으며 炭地에서 直接 低中發熱量가스를 製造하는 技術은 蘇聯에서 最初로 商業化하여 使用하고 있으며 美國에서도 Linked Vertical Wells技術(LERC社), Packed Bed Process(LL社) 등이 開發中에 있다.

이 외에도 MHD發電에 石炭의 가스化技術이 活用되며 現在는 單位工程別로 試驗開發中이며 1980年末 目標로 商業化計劃을 세워 推進中에 있다.

「石炭의 液化는 技術的으로 開發된지 오래이다. 石炭은 豊富하나 石油가 없는 獨逸은 1次大戰中 Bergius法을 開發하였으며 2次大戰中에는 Fisher-T-Ropsch法을 開發하여 日産 10萬 배럴을 生産하였다.

「이 方法은 모두 너무 비싸서 石油가 充分히 供給되고 있는 狀況下에서는 經濟的 妥當性이 없다. 더 經濟的인 液化法의 開發을 美國은 試圖하고 있으며 現在 試驗工場段階에 있는 것에는 CO-ED (Char-Oil-Energy-Development)工程이 있다. 이 工程은 1,022°, 1,472°, 1,742° 및 2,642°C의 4段階의 乾溜反應器를 거쳐서 揮發成分을 回收冷却하고 이리하여 얻어진 液體를 壓力下에서 水素化하는 方式이다.

「그리고 곱게 같은 石炭粉末을 湯에서 直接 水素添加하여 液化하는 方法들도 開發中에 있으나 이들은 아직도 試驗工場段階에 이르지 못하고 있다. 그리고 石炭利用上의 第1가는 問題는 黃分으로서 이 不純物이 石炭燃焼時 亞黃酸가스로 變해 大氣汚染, 酸性비 등 많은 公害問題를 일으키고 있는 데 있다. 이에 對한 對策으로서는 세가지가 있다. 卽

「첫째 黃分이 0.7% 以下の 良質炭만을 燃焼한다.

「둘째 燃焼前에 石炭을 處理하여 黃分을 除去한다.

「셋째 黃分이 높은 石炭을 燃焼시킨 後 排煙으로부터 亞黃酸가스를 除去한다.

「그러나 첫째의 良質의 石炭이 利用地로부터 먼 곳에 存在하면 經濟的이 못되어 實際로 不可能하며 두번째의 黃分의 除去는 物理的, 化學的 方法이 試圖되었으나 아직도 公害對策基準에 맞는 低黃濃度까지 分離하지도 못하고 있다.

「셋째의 方法은 于先은 가장 有望한 方法인데 여러 工程이 實際로 發電所에서 排煙脫黃試

驗을 하고 있으나 아직은 商用化된 것은 없다. 이들은 그 內容으로 보아 다음 다섯가지로 區分된다.

「即 첫째 乾式注入式, 둘째 乾式吸收法, 셋째 濕式吸收法, 넷째 吸着法, 다섯째 觸媒酸化法이다.

「乾式注入法은 石炭石(CaCO₃) 또는 若灰石 등의 粉末을 燃燒室에 注入시켜 주는 方法으로서 이 때 이들은 分解되어 酸化칼슘 또는 酸化마그네슘을 生成하고 이들이 亞黃酸가스와 反應하여 黃酸石灰가 되어 黃分을 除去하여 준다. 이 方法은 쉽고 投資費가 적으나 亞黃酸가스의 除去率이 25% 程度 밖에 안된다. 그리고 나머지 大部分의 吸收 및 吸着法은 비슷하다.

「排煙은 吸收室에서 固體 또는 溶液과 잘 接觸하여 排煙中の 亞黃酸가스를 이 固體 또는 溶液中의 強鹼基性物質과 反應하게 하는 것이다. 이 중에서 現在로서는 濕式吸收法이 가장 有利한 方法으로 보이며 生石灰 및 消石灰[CaO 및 Ca(OH)₂] 등의 슬러리가 가장 싸고 效果있는 方法으로 알려져 있다.

「觸媒酸化法은 排煙을 豫備處理하여 灰分 등 固體를 除去한 後 觸媒塔을 通過시켜 黃酸가스(SO₃)로 酸化시켜 준 다음 이를 물에 吸收시켜 黃酸으로 回收하는 方法이다.

「이 方法은 黃酸이 副產物로 나와 이것을 直接 利用하거나 또는 販賣할 수 있어야 經濟的이 될 수 있는데 發電所는 멀리 떨어져 있어 이 方法이 普遍的으로 有利할 수는 없을 것 같다.」⁽⁶⁾

(2) 問題點 및 展望

① 技術開發段階

石炭의 가스화와 液化는 現在 外國에서도 技術開發段階에 있으며 石炭의 가스화는 1990年頃 石炭의 液化는 1995年頃에야 實用化될 것이 豫想된다. 따라서 우리나라에서는 現在 아직 先進技術動向把握段階에 있는 것으로 思料된다.

② 普及現況

普及現況에 있어서는 美國, 獨逸, 英國 등에서 一部 試驗設置되고 있으며 우리나라에는 아직 普及되고 있지 못하다.

③ 石炭의 가스화 및 液化

外國에서는 石炭의 가스화는 2000年頃에 가서야 約 20基(200T/H)가 普及될 것으로 보여지며 이에 對해서 石炭의 液化는 2000年頃에 가도 普及이 잘 안될 것으로 보여진다.

(6) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1982年 10月, p. 49.

우리나라의 石炭의 가스化는 1988年頃까지 先進技術動向을 把握하고 1996年頃에 가서야 國內技術이 確立될 것으로 보여진다.

石炭의 液化는 1991年頃까지 先進技術動向을 把握하고 2000年頃에야 國內技術이 確立될 것으로 보여진다.

④ 經濟性

現在로서는 經濟性이 없으며 1990年頃에 가서야 새로운 工程開發로 經濟性이 생겨날 것으로 보여진다.

5. 오일셀 및 탈샌드

(1) 오일셀 및 탈샌드의 開發現況

「오일셀(oil shale)은 油田頁岩이라고도 불리워지며 美國 中西部地方에 多量으로 存在하는 莫大한 에너지 資源이다. 이 油田頁岩은 매우 微小粒子로 된 堆積岩으로서 液體石油를 包含하는 것이 아니라 케로젠(kerogen)이라 불리는 固體의 不溶性 有機物質을 包含하고 있다.

「케로젠은 石油內에 있는 炭化水素들과는 달리 이들 炭化水素分子들이 다시 交叉結合하여 高分子狀態로 되어 있다.

「그런데 이와 같은 케로젠을 燃料로 使用하려면 이 交叉結合을 잘라서 石油와 같은 炭化水素分子로 만들어 주어야 한다. 이것은 空氣가 없는 狀態에서 約 480°C로 加熱하면 되며 이때 케로젠은 熱分解를 일으켜 約 60%는 石油와 비슷한 기체가 되고 約 9% 程度는 燃料가스 나머지 25%는 코크스와 같은 固體가 된다.

「美國의 오일셀 埋藏量은 噸당 25갈론 程度의 石油를 回收할 수 있는 高級頁岩이 約 756 億噸으로서 石油로서는 約 6,000億배럴(또는 約 954億kl)로서 美國의 年間 石油生産量의 200배나 된다. 이에 追加하여 噸當 15~20갈론 程度 回收할 수 있는 低質頁岩이 約 200億 배럴(또는 約 32億kl)의 石油相當量이 있다고 하니 美國은 資源이 豊富한 나라임에 틀림이 없다. 油田頁岩으로부터의 石油回收工程은 앞서 說明한 高溫증류法 등이 商用化에 가장 有利한 것으로 알려져 있는데 이에는 TOSCO法(美國鑛務局에서 開發한 가스燃燒法), Union 石油會社가 開發한 Union法 등이 있으며 이들은 副產物로 나오는 固體코크스殘渣 또는 生成가스의 一部를 高溫蒸溜法에 必要한 燃料로 使用하고 있다.」⁽⁷⁾

「탈샌드(tar sand)는 油沙라고도 하며 高粘性炭化水素를 包含하고 있는 모래를 말하며 이 炭化水素는 常溫에서 固體乃至 半固體로서 特別한 工程으로서만 回收 可能하다. 世界에서

(7) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1982年 10月, p. 47

가장 큰 埋藏量을 갖고 있는 곳은 캐나다의 알버타(Alberta)州 아다바스카(Adabasca) 地方에 있으며 石油床當 1,740億배럴(約 276億kl)의 오일 샌드(oil sand)가 約 235億坪(約 777億平方메터)에 걸쳐 퍼져 있다.

「이 油沙로부터 石油의 回收技術은 1967년에 이미 商用化되 있으며 日產 45,000배럴을 生産하고 있다. 施設容量擴張計劃이 順調롭게 進行된다면 1980年代 中半에는 日產 125萬배럴에 到達할 것이라고 한다.

「現在 캐나다에서 使用하고 있는 工程에 따르면 먼저 油沙가 露田堀되고 있는 熱湯 및 蒸氣에 依해 油分과 모래로 分離된다. 이리하여 얻은 粗石油은 粘度가 높고 不純物(黃分 등)을 많이 包含하므로 코크스化裝置에서 加熱하여 溜出分을 얻고 다시 水素化脫黃하여 合成原油를 얻게 된다.

「탈샌드는 캐나다 以外에도 美國, 아프리카의 마다가스칼, 泰國 등에 少量씩의 埋藏量이 있다.」⁽⁸⁾

(2) 問題點 및 展望

오일셀의 에너지資源으로서의 活用에는 아직도 몇가지의 問題點이 남아 있다.

① 生産原價의 高騰

오일셀은 아직도 原油에 比해서 原價가 비싸다.

② 用水의 制限

頁岩이 生産되는 地域의 工程用水의 量이 制限(現在로서는 1kl의 기름을 回收하는 데 3kl의 用水가 所要)되어 있어서 日當 最大生産量은 百萬배럴(1980年度 美國의 石油生産量은 約 840萬배럴 程度였음)을 넘지 못하므로 따라서 石油은 如前히 必要하다.

③ 頁岩殘渣의 處理問題

石油을 回收하고 난 頁岩殘渣는 그의 溶量이 工程前에 比하여 約 15% 程度 늘어나 그 處分에 問題가 있다는 것이다.

그러나 앞으로 石油의 原油價가 繼續 올라가고 그 埋藏量이 漸次로 작아져도 큰 問題는 될 수 없을 것으로 생각된다. 왜냐하면 그때까지는 油田頁岩으로부터의 石油回收技術도 大幅 改良될 수 있을 것이기 때문이다.

6. 天然가스

(1) 天然가스의 開發現況

天然가스(natural gas)란 石油을 生成한 것과 비슷한 物質들로부터 生成하였다고 믿어지

(8) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1982年 10月, p. 48.

며 事實上 石油은 天然가스를 大部分 同伴한다. 그러나 天然가스로만 產出되는 곳도 많이 있다. 그리고 天然가스가 地下로부터 產出될 때의 組成은 產地에 따라 相當히 다르며 天然가스는 主成分인 메탄, 에탄, 프로판, 부탄 등의 炭化水素가스 以外에 不純物로서 그 酸化炭素(CO₂), 黃化水素(H₂S), 窒素(N₂), 水蒸氣(H₂O) 등 以外에 有用한 不純物로 헬륨(He)을 包含한 가스도 있다. 이들의 含量은 產地에 따라서 다르며 燃料로서의 天然가스는 一定한 熱量 以上이 되어야 한다.

그리고 天然가스는 또한 公害物質 및 腐蝕性物質을 包含해서는 안되므로 產地에서 이들 不純物을 除去하는 1次 精製工程을 거치게 된다.

또 天然가스가 直接 實需要者에게로 파이프 라인을 통해서 輸送되는 경우에는 黃化水素(H₂S) 및 몰단 除去하면 窒素 및 그 酸化炭素(CO₂)는 部分除去하여 3% 程度까지 天然가스 中에 남겨 둔다. 이것은 天然가스는 容積으로 販賣되며 이 程度 以內면 法定容量을 채워 줄 수 있기 때문이다.

그리고 헬륨이 있을 경우에는 이를 分離하여 別途로 販賣하거나 또는 壓縮하여 再循環시켜 주게 된다. 그 뿐만 아니라 天然가스를 파이프 라인으로 輸送할 수 없는 경우 即 바다 건너로 輸送할 때 등은 이를 壓縮 冷却시켜 液化天然가스(LNG)로 만들어 주어야 한다.

이 때에는 液化하기 前에 3% 程度의 二酸化炭素도 完全히 除去하여 주어야 하며 이것은 二酸化炭素가 比較的 높은 溫度에서 固化하여 冷却裝置內를 막아 버리기 때문이다.

液化된 天然가스는 LNG用 特殊輸送船으로 바다 건너로 輸送되는데 그 反面 實需要口에서는 이 LNG輸送船用 特殊埠頭施設이 있어야 한다.

그런데 이 施設은 輸送船의 停泊施設外에 LNG貯藏탱크펌프 및 蒸發한 天然가스의 再壓縮用컴프레서(Compressor), LNG 氣化裝置 등이 있다.

그리고 氣化는 比較的 낮은 溫度에서도 可能하며 氣化熱을 海水를 循環시켜서 供給할 수도 있다. 그 뿐만 아니라 이와 같이 하여 氣化된 天然가스는 파이프 라인을 통하여 實需要處로 보내진다.

이 LNG는 프로판(C₃H₈) 및 부탄(C₄H₁₀)을 主成分으로 하는 液化石油가스(LPG)보다 爆發危險性이 덜하며 燃燒時 煤煙 및 公害物質을 生成하지 않으므로 家庭의 炊事用 및 暖房用으로 適格이며 또한 都心地에 가까운 火力發電所用 燃料로도 適合하다.

그리고 世界의 天然가스 確認埋藏量은 約 73兆m³로서 可採年數 即 埋藏量 對 年間生産量比(R/P比)는 約 50年이다.

(2) 問題點 및 對策

① 天然가스의 安定供給

天然가스가 아직 發見되지 못한 우리나라에서는 比較的 輸送距離가 가까운 東南亞로부터 安定供給이 于先 바람직하며 LNG輸送船用埠頭的 建設이 必要하다.

② LNG受入基地의 建設

둘째로는 LNG受入基地의 建設이 있다. 導入物量은 1985년에 150萬톤 1987년부터 300萬톤/年(150萬톤 追加分導入先未定)으로 計劃하고 受入基地立地는 京畿道 平澤郡 平澤火力隣 近海岸으로 選定한 바 있다. 本基地의 工事は 韓國電力의 主管으로 總 5,287億원을 投入하여 1982年初에 着工. 1984年 6월에 1段階工事を 完了할 豫定으로 있다.

③ LNG의 展望

天然가스는 石油資源이 枯渴될 때 그를 代替하는 에너지는 될 수 없을 것으로 보이며 벌써 LNG 生産國들을 LNG 價格을 熱量基準으로서 石油價格과 連動制로 하려는 傾向이 있어 天然가스는 結局 우리나라 에너지問題에 對한 完全한 解決策은 될 수 없을 것으로 보여진다.

7. LPG

(1) LPG의 開發 現況

LPG는 液化石油가스(liquefied petroleum gas)의 略語로서 프로판을 主成分으로 하고 產地 或은 原油處理方式에 따라 부탄을 含有하고 있는 燃料이다.

發熱量은 約 12,000kcal/kg이고 脫黃程度에 따라 硫黃酸化物의 量이 變하나 一般的으로 LNG보다 조금 높고 벙커C油 및 無煙炭의 10~20%이고 그 밖의 排出量은 LNG와 비슷하다.

LPG는 벙커C油 또는 벙커A油보다 30~50% 비싸므로 大都市의 環境保護를 위한 目的 이거나 電力使用의 Peak Load를 填當하기 위한 目的이 아니면 發電用燃料로서 使用하기 어렵다.

그러나 LNG보다 流通市場이 普遍化되어 있다고 볼 수 있어서 가까운 日本의 例에 準하여 볼때 京仁地方의 發電用燃料과 都市가스로서의 供給은 原價面에서는 不利하다고 볼 수 있다.

그러나 LPG는 石油輸入과 附隨되어야 하는 供給條件, 公害防止 및 LNG 導入使用을 위한 前段階로 充分히 檢討하여 볼 만한 價値가 있다고 思料된다.

LNG 및 LPG價格은 產地需給事情, 輸送距離 및 契約締結에 따라서 많은 差異가 난다고 볼 수 있다.

(2) 問題點 및 對策

① 代替에너지로의 位置問題

첫째는 LPG의 代替에너지로서의 位置의 問題가 있다. 우리는 脫石油政策이란 觀點으로부터 우리나라 에너지政策 中에서 LPG의 位置를 明確히 할 必要가 있다. 萬一 LPG에 代替에너지로서의 位置가 明確히 賦與된다면 LPG에 依한 石油代替效果는 一層 크게 될 것으로 思料된다.

② 輸入體制의 確立

둘째로는 秩序있는 輸入體制의 確立이다. LPG備蓄義務者로서의 立場으로부터도 輸入業者의 明確化와 秩序있는 規制의 確立이 急先務이다. 경우에 따라서는 法律的인 檢討도 必要하게 될른지도 모른다.

③ 備蓄問題

셋째로는 備蓄의 問題이다. 在庫의 備蓄은 現在의 在庫能力으로부터의 供給不安 그것에 依한 價格의 變動이란 面으로부터도 그의 必要性이 높아져 오고 있다.

④ 受入基地의 建設

넷째로는 「LPG受入基地의 建設의 問題가 있다. 肥料, 메탄올 등 石油化學工業 原料인 납사代替를 目的으로 推進하고 있는 LPG事業에 있어서는 이미 1981年 7月 1次基地인 全南 麗川郡 삼일面 삼일港에서 136千톤(年間處理能力 100萬톤)規模의 受入基地建設起工式을 가진 바 있는데 事業主體인 大成에너지(株)는 사우디아라비아로부터 1982년에 250千톤, 83년에 500千톤, 85년에 700千톤 그리고 87年 以後에 1,000千톤의 輸入을 目標로 하여 80年 5월에 Petromin과 供給契約를 締結한 바 있다. 1983年初에 竣工될 同事業의 投資費는 總 670億원으로서 導入物量中 一部는 全南 麗川團地 化學工業原料用으로, 나머지는 都市가스用 및 一般民需用燃料를 供給할 計劃으로 있다.」⁽⁹⁾

⑤ 가스産業의 育成

다섯째로는 가스産業의 育成이 必要할 것이다. 家庭燃料의 가스화를 擴大하여 나가기 위하여 가스供給施設材産業과 燃燒用 器具製品産業에 對한 支援對策을 強力히 推進시켜 나갈 必要가 있다. 그런데 우리나라는 가스普及 歷史가 日淺하여 가스器具開發이 落後되어 있는 狀況에서 優秀한 燃燒器具의 普及 없이는 가스供給擴大가 어려우므로 이들 産業에 對한 技術導入을 積極 推進하고 稅制金融上 支援對策을 講究하여 安全하고 便利한 器具開發과 施設材生産을 誘導하여 나갈 必要가 있다.

(9) 에너지 및 資源部門計劃班, 『에너지 및 資源部門計劃(1982~86)』, 1981年, p. 113.

IV. 自然에너지

自然에너지源으로서는 太陽에너지, 潮力, 地熱 등이 있으며 또한 이들을 利用하기 위하여서는 에너지貯藏技術도 必要하다.

太陽에너지는 또 直接的 및 間接的 에너지로 나눌 수 있으며 아주 嚴格히 따진다면 化石燃料도 一種의 間接的 太陽에너지라고도 볼 수 있다. 間接的 太陽에너지에는 이 以外에 風力, 水力, 波力, 海熱, 海流, 生化學的 에너지(Biomass) 등이 屬하고 直接的 太陽에너지는 太陽熱的 에너지와 太陽光的 에너지로 다시 나눌 수 있다. 그리고 이들 太陽에너지와 달의 引力에 依하여 생기는 潮力은 그 現象이 反復되므로 循環에너지라고도 하며 우리나라는 年間 太陽照光時間이 2,600時間에 達하고 潮差도 11m에 達하여 循環에너지資源이 적은 便이 아니다. 다만 波力, 海熱, 海流 등 海洋에너지源들은 그 利用技術이 아직 定立되어 있지 않고 그의 潛在力도 他에너지源에 比하여 極小할 뿐만 아니라 正確한 測定도 어려운 形便으로 그의 開發은 遼遠하다고 할 수 있다.

地熱 역시 基礎研究가 先行되어야 할 處地에 놓여 있다. 太陽으로부터 우리 地球에 年間 보내지는 太陽光線은 $1.6 \times 10^9 \text{twh} // \text{年}$ 으로 이 中 約 31%가 大氣圈表面에서 宇宙로 反射되고 約 17.4%가 大氣層에서 熱로 吸收되며 約 51.6%가 地球表面에 到達한다. 이 中 32.7%가 大洋에 14.3%가 陸地에 떨어지고 4.3%가 反射되며 0.2%가 바람과 海流로 變하고 約 0.1%가 植物에 依하여 吸收된다. 潮力, 地熱은 各已 0.002% 및 0.02%에 該當되며 1975年度에 人間에 依하여 轉換된 總 에너지는 0.004%에 不過하다. 이러한 엄청난 에너지는 輻射, 對流, 蒸發 등으로 大氣圈에서 宇宙로 다시 輻射되어 地球의 에너지 均衡은 維持되고 있다. 이와 같은 太陽에너지 潛在力은 어디까지나 物理的인 것으로 工學的(理論的)으로 利用할 수 있는 潛在力은 훨씬 적다.

1. 太陽에너지

(1) 太陽熱暖房

① 太陽熱暖房의 開發 現況

太陽熱 直接利用은 크게 나누어 溫水給湯, 暖房 등 熱에너지形態로 直接 쓰는 경우와 蒸氣 터빈, 또는 푸레온가스터빈 등을 돌려 發電機에서 電氣에너지로 變換시키는 方法이 있다. 우리나라의 경우 太陽집 暖房利用을 위한 工學的 潛在力은 約 $330 \times 10^9 \text{kwh} // \text{年}$ 으로(國土面積의 1%만 利用할 경우) 이는 1979年度 總에너지消費量(約 $470 \times 10^9 \text{kwh}$)의 約 0.7배에

〈表 10〉太陽熱利用普及實績

(單位：世帶)

區 分	年 度	'78	'79	'80	'81	'82 1~9	累 計 ('82.9 기준)	'82 展 望
		太 陽 熱 宅	設 備 型	4	21	154		
	自 然 型	—	1	1	24	—	26	40
	小 計	4	22	155	271	218	670	290
給湯施設	簡易住宅	—	—	—	440	—	440	—
	給 湯	—	76	67	218	100	461	200
	小 計	—	76	67	658	100	901	200
其 他	學 校	—	—	3(33)	2(25)	—	5(58)	21(100)
	목욕탕等	2	6	29	18	25	80	30
	小 計	2	6	32 (62)	20 (43)	25	85 (138)	51 (130)
合 計		6	104	254 (284)	949 (971)	343	1,656 (1,709)	541 (620)

註：() 數字는 校室數基準

資料：動力資源部

該當된다. 太陽熱을 溫水給湯 및 暖房部門에 利用하는 데 必要한 工學的인 問題는 이미 解決되었다고 볼 수 있으나 太陽熱住宅 普及을 위한 最適시스템開發, 標準化, 施工方法 및 運營指針 등의 研究가 缺如되어 있는 狀態이다. 特히 經濟性與否는 아직 實質的으로 計算되지 못하여 普及에 큰 進展을 보지 못하고 있다.

그러나 우리나라에는 1982年 9月 基準으로 볼 때 約 670世帶의 太陽熱住宅이 서 있으며 그 中 設備型이 644世帶로 絶對 多數를 占하고 있으며 自然型은 26世帶로 되어 있다. 우리나라는 1982年中에 設備型 250世帶와 自然型 40世帶로 約 290世帶를 增設할 計劃으로 되어 있다.

다음에 太陽熱住宅의 經濟性分析을 하여 보면 太陽熱住宅은 現油價(1982年 11月) 基準으로 하여 自然型住宅은 經濟性이 있으나 設備型 및 給湯施設은 經濟性이 적음을 發見할 수

〈表 11〉太陽熱住宅의 經濟性分析

區 分	設 備 型 住 宅	自 然 型 住 宅	給 湯 施 設
初期投資費(千圓)	5,850	3,630	1,850
年間油類節減量(L)	1,771	1,470	554
年間油價節減額(千圓)	492	409	154
初期年度利子額(千圓)	585	363	185
(利子率 10% 通用)	(△93)	(+46)	(△31)

〈基準〉：設備型住宅—不凍液시스템(30坪型, 耐久年數 15年)

自然型住宅(30坪型, 耐久年數 25年)

給湯施設(5가족基準, 耐久年數 15年)

〈表 12〉經濟성이 있기 위한 施設設備節減規模

	設備型住宅	自然型住宅	給湯施設
初期投資費(千圓)	5,850	3,630	1,850
要投資費規模(千圓)	3,740	現在도 經濟性 있음	1,400
	△2,110 △36%		△450 △24%

註：(1) 現油價基準
(2) 投資回收率 10%(IRR)

있다.

그런데 現油價를 基準으로 設備型 및 給湯施設이 經濟성이 있기 위하여는 初期投資費가 設備型的 경우 36%, 給湯施設의 경우 24% 程度의 節減이 있어야 할 것으로 보여진다.

② 問題點 및 對策

① 經濟성의 未洽

첫째로서는 初期投資費가 높은 水準에 있다. 上述한 바와 같이 現油價(1982年 11月)를 基準으로 할 때 自然型住宅은 經濟성이 있으나 設備型 및 給湯施設은 經濟성이 없다. 따라서 現油價基準으로 設備 및 給湯施設이 經濟성이 있기 위하여는 初期投資費가 設備型的 경우 36%, 給湯施設 24% 程度가 節減되어야 한다.

② 시스템의 複雜性

〈表 13〉太陽熱入住者の 實態調查結果

區 分	調 查 結 果			備 考
	滿 足	普 通	不 滿	
暖房效果	19%	34%	23%	燃料節減效果： { 50% 以上 效果 16% } { 30~40% 效果 12% } { 20~30% 效果 30% }
溫水給湯	25%	31%	—	
시스템 複雜性	—	—	58%	하자발생시문의처： { 施工會社 54% } { 製造業體 15% }
아프티서비스	—	—	47%	
初期施設投資費				政府施策에 對하여： { 研究開發後普及 50% } { 권장해도 肯않다 34% } { 권장하면 안된다 7% }
融資惠澤	21%	24%	72%	
稅制惠澤	32%	26%	14%	

註：韓國太陽에너지學會 實態調查(1981年 7月 1日~10月末)

太陽熱入住者の 實態調査結果 및 動力資源部와 에너지管理公團에 接受된 民願事項을 보면 첫째가 시스템이 複雜하다는 것이고 둘째가 시스템의 故障이 잦다는 것이며 셋째로는 施工者의 아프터·서비스의 不滿 등이 代表的인 것이다.

㉔ 給湯施設의 重點普及

太陽熱은 天惠의 에너지로서 無公害, 無窮한 에너지이므로 長期的으로 그 利用을 擴大할 수 있도록 하여야 하며 經濟性, 技術水準을 考慮하여 順次的으로 普及施策이 推進될 必要가 있다.

그런데 給湯施設은 設備型보다 시스템, 利用效率 및 初期投資費面 등에서 有利하므로 給

<表 14> 給湯施設과 設備型住宅 比較

	給 湯 施 設	設 備 型 住 宅
初期投資費規模	적음(1,850千원)	많음(5,850千원)
使用期間	年中使用(12個月)	冬節期重點(5個月)
利用效果(太陽依存率)	높음(57%)	낮음(51%)
시스템構造	設備型보다 單純	複 雜
投資費節減可能性	높 음	낮 음
	집열기 除外한 附帶施設의 投資 比率: 57% (시스템設置比率: 21%)	집열기 除外한 附帶施設의 投資 比率: 46% (시스템設置比率: 16%)
作動不能時 生活影響	적 음	많 음

資料: 動力資源部

<表 15> 初期投資費明細

(單位: 千원)

設 備 型 및 給 湯 施 設			自 然 型	
區 分	設 備 型	給 湯 施 設	區 分	自 然 型
集 熱 器	3,180(54%) (4'×8', 12枚)	795(43%) (4'×8', 3枚)	集 熱 窓	2,520(69%)
			斷熱커튼	927(26%)
蓄 熱 槽	950(16%)	200(11%)	집열벽窓	122(3%)
제어장치, 배관 및 보온재	810(14%)	465(25%)	벽콘크리트	928(26%)
시스템設置費 및 부대비용	910(16%)	390(21%)	工事	△866(△24%)
合 計	5,850(100%)	1,850(100%)	合 計	3,630(100%)

資料: 動力資源研究所, 1981年 7月

<基準>: 30坪型住宅(設備 및 自然型). 5人用給湯施設

湯施設을 于先하여 重點 普及하도록 할 必要가 있다.

㉔ 自然型시스템의 普及擴大

自然型은 첫째로 經濟性이 있고 시스템도 單純하므로 學校教室 및 軍幕舍 등 公共建物을 中心으로 于先 普及 推進하고 이를 示範事業으로 漸次 一般 普及하도록 하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

둘째로는 自然型住宅의 경우에는 于先으로 大單位아파트에 自然型시스템을 適用하는 方案을 講究 推進하고 個人住宅의 경우에는 美觀上的 問題點 등을 改善하는 標準모델 디자인 研究를 繼續할 必要가 있다.

㉕ 設備型住宅의 改善研究

첫째로는 設備型住宅의 普及은 自律的으로 建設하도록 行政支援을 하고 둘째로는 政府는 原價節減을 通한 經濟性提高와 시스템單純化, 效率性向上을 위한 研究를 重點的으로 推進할 必要가 있다.

㉖ 弘報의 強化

첫째로는 現在 實施하고 있는 各種 에너지 定期刊行物에 繼續 弘報를 하며,

둘째로는 TV등에 特輯計劃形式의 弘報를 實施하고,

세째로는 國內 優秀한 建設業體 및 設計士를 對象으로 세미나 등의 弘報를 講究할 必要가 있다.

<表 16> 태양열이용 보급촉진 자금용자

구분	자금별	국 민 주 택 자 금	에너지 절약 시설자금	에너지 이용 합리화자금
대 상 자		○60평 미만의 태양열 주택 건설자	○태양열을 이용코자 하는 사업자	○태양열 이용기기 제조업체 ○집열기 설치하는 사업자 및 개인
용자한도		○25평 미만 주택자금 300만원 태양열 시설비 평당 20만원 ○25평 초과 60평 미만 태양열 시설비 평당 20만원	○설비구입(수입) 및 설치자 만의 100%(부자재 구입비, 인건비, 설계비 포함)	○집열기 생산시설 및 부대 시설비의 90% ○집열기, 축열조, 보조 열 원장치, 자동제어장치, 배 관 및 부속자재비의 90%
용자금리		○년 10%	○년 10%	○년 10%
상환기간		○개 인 : 1년거치 19년 ○사업자 : 3년 분할	○2년거치 3년	○3년거치 5년
취급은행		○한국주택은행 본·지점	○시중은행, 지방은행, 중소 기업은행, 국민은행, 외환 은행, 농협, 수협	○산업은행 ○중소기업은행

㉔ 技術教育의 強化

現在 實施하고 있는 施工業體教育(年 2回)을 實質的으로 도움이 될 수 있도록 教育課題, 內容을 補完 改善하도록 할 必要가 있다.

<表 17> 태양열이용 시설에 대한 세제상의 지원

구분 \ 세제별	국	세	지	방	세	주	택	채	권
대상시설	○집열기 50m ² 이상 설치하는 사업장 (에너지관리공단에 설치신고자)		○설비형 태양열 주택 난방면적 1/3 이상의 집열기 설치) ○골프장 태양열 급탕 시설 (집열기 149m ² 이상 설치)			○설비형 태양열 주택 (난방면적 1/3 이상의 집열기 설치)			
지원세제	○법인세 ○소득세 ○특별감가상각 —위 3개중 1개선택—		○등록세(주택) ○취득세(주택, 골프장) ○재산세(골프장)			○주택채권			
지원범위	○법인세, 소득세, 투자액의 6~10% 공제 특별감가상각: 범위액의 50/100		○전액면제			○매입면제			

(2) 太陽熱發電

① 太陽熱發電의 開發 現況

太陽熱發電은 在來式火力發電과 똑같은 發電方式을 擇하여 보일러의 熱源으로 太陽熱을 代替한 것 뿐에 不過하다. 各發電方式別 主要데이터를 表로 整理하면 다음과 같다.

<表 18> 太陽熱發電方式別 데이터

溫度 範圍	集 光 裝 置	作 動 流 體	作 動 사이클	發 電 形 式	總 效 率
低溫(~150°C)	평판型, V-Trough	Organic vapor	Rankine	Farm	0.06
中溫(~350°C)	원통형포물면경, slit형 반사경, 포물면경	Steam	Rankine	Farm	0.10~0.15
高溫(500°C~)	{ 포물면경, Neliastat 포물면경	{ Steam 공 기 공기, Helium	Rankine	Tower	0.20
			Brayton	Tower	
			Brayton, Stir	분산발전	0.20~0.24

이 表에 依하면 시스템總效率(直射에너지가 電力으로 轉換되는 總過程에 對한)은 100WWE 級 大容量發電을 基準으로 한 數值이다.

太陽熱發電은 아직 實驗段階에 있으므로 完全한 經濟性檢討은 어려운 形便이나 많은 研究 所에서 行한 經濟性豫測을 土臺로 한다면 概略的인 發電單價와 建設單價들은 그 容量과 形

式에 따라 1,600~5,000달러/kw 및 130~550mill/kwh(1975年度基準)에 놓인다. 現在로서는 他發電方式에 比하여 經濟性이 매우 좋지 않다는 것만은 事實이다. 그러나 油類波動 以後 美國을 위시하여 프랑스, 西獨, 日本 등 先進國들은 莫大한 投資를 들여 經濟性에 立脚한 大容量의 開發에 主力하고 있으며 다음과 같은 3段階로 나누어 推進되고 있다.

第1段階(1975~1980年) : Pilot Plant

第2段階(1981~1985年) : Demonstration Plant

第3段階(1986~1990年) : Commercial Plant

樂觀인 經濟性檢討에 依하면 1985年度頃에는 油類轉燒式 火力發電과 競爭할 수 있고 商業化時期는 1990年代를 目標로 하고 있는 것 같다.

現在 世界各國은 獨自的 또는 相互協助下에 試驗發電所들을 建設하여 活潑한 研究가 進行되고 있으나 그 中 重要한 것은 다음 表와 같다.

우리나라는 現在 韓電用役으로 KIST에서 개야島에 太陽-風力複合發電시스템의 一環으로 10kw點集光式拋物面鏡을 利用한 分散式太陽發電시스템을 設置하여 今年 3月부터 試驗

〈表 19〉 代表的 太陽熱發電所

容量, 目的	方 式	設 置 場 所	研究機關(年度)	備 考
5HW 集熱裝置 性能實驗	Tower 높이 60m	Albuquerque New Mexico (美)	Sandia (建設完了)	實驗中 Neliostat 300個 最大溫度 3000°F 總建設費 2100萬달러
10MW 實用化	Tower 높이 65m	Barstow 근처 Majare 사막 Calif(美)	Sandia (1981年完工)	420m ² 의 Neliostat 1700~2000개 960°F, 515Psi 總建設費 1億2千萬달러 1990年 100MW급 商業發電用 建設을 위한 전초 plant
1MW 광물용융 실험용	太陽爐	Odeillo(佛蘭西)	CNRS 1970年稼動	6×7.5m Neliostat 63個 4000°C
2.3MW 實用化	Tower	Targasome (佛蘭西)	CNRS (1982年 完工)	人口 2000 정도 마을의 전원 Neliostat 200個
500kw	Tower	Almeria (스페인)	IEA(서독 우주 항공 실업연구 소주관 (1979年 着工)	37m ² Neliostat 180個 800°C 증기 150m ² 원통포물면경 병렬
1MW	Tower 높이 50m	Sicily섬(이태리)	MBB(서독) Ansaldo(이태리) (1980年末竣工)	7800m ² , 230個, 500°C 증기 터빙
1MW	Tower	니오(日本)東京 西南方 600km 地點	Sunshine計劃 (1980年 着工)	約 5千만弗, 원통형 및 Heat pipe利用

發電을 始作하고 있다.

② 問題點 및 展望

「아리조나大學의 科學者들은 大規模的인 太陽熱發電을 提案하고 있다. 이것은 太陽熱吸收 技術의 發電에 依해서 500° 以上の 高溫을 達成하며 이 溫度는 液體나트륨에 貯藏되어 이 熱로서 水蒸氣를 만들어서 發電에 使用하는 것이다. 이와 같은 大規模的인 太陽熱發電은 現在로서는 經濟性이 작은 것이나 萬一 期待한 것과 같이 太陽熱發電이 10億kw의 目標을 達成할 수만 있게 된다면 그 때의 電力需要의 約 切半을 쉽게 供給할 수 있게 될 것이다. 그리고 이렇게 되면 集熱과열은 美國砂漠地帶의 10%에 該當하는 36,400平方km에 걸쳐서 展開되는 것이 된다.」⁽¹⁰⁾

(3) 太陽光發電

① 太陽光發電의 開發 現況

「太陽電池(solar cell)는 이미 人工衛星의 動力源으로 使用되고 있으며 1954年 처음으로 製作될 때 生産價格은 10,000달러/W 程度로 높았다. 이것이 그 동안 效率增大를 위한 研究와 生産工程의 改善 등으로 1976년에는 約 20달러/W程度로 價格이 節約되었고 現在는 約 10달러/W로 되고 있다.

「그러나 太陽電池가 經濟性이 있으려면 적어도 0.5달러/W 以內로 生産되어야 하고 이를 위하여 많은 努力이 傾注되고 있다. 換言하면 20:1程度의 價格節減이 要求되고 있는데 現在世界各國은 1985年度를 目標로 하고 있으나 樂觀하기는 힘든 形便에 있다. 現在로서는 燈臺라든가 島嶼用, 電信用, 動力源과 같은 特殊用途에 使用되고 있으며 우리나라에서는 太陽研究所에서 2kw級 發電施設을 研究所內에 設置하여 現在 實驗中에 있다. 그 뿐만 아니라 燈臺 166個所 小型發電機 3基 優良測定器 其他 56個所를 設置 使用하고 있다.

「太陽光發電과 디젤發電과의 經濟性을 比較하여 보면 太陽光發電의 경우가 디젤發電의 경우에 比해서 初期投資費는 비싸게 드나 年間運營費는 매우 低廉함을 發見할 수 있다.

「以上과 같이 費用이라는 障害만 克服되면 光電池의 可能性은 大端히 크다고 볼 수 있다.

<表 20> 經濟性 比較

	太陽光發電(A)	디젤發電(B)	差 額 (A-B)
初期投資費(千圓)	24,969	9,600	15,369
年間運營費(千圓)	1,652	4,574	△2,922

資料：動力資源部

註：1986年基準時(太陽電池價格 0.7달러/Wp 基準)

(10) 日本放送出版協會, 『エネルギー』, 1978年 8月, p. 221.

〈表 21〉經 濟 性 比 較

	太 陽 光 發 電(A)	디 젠 發 電(B)	差 額(A-B)
初期投資費(千원)	123,693	9,600	114,363
年間運營費(千원) (燃料費包含)	1,425	3,946	△2,521

資料：動力資源部

註：1981年 基準時(太陽電池價格 8.4달러/Wp基準)

그러나 果然 어떤 形態로 이 莫大한 可能性이 具體化될 것인가. 光電池는 두가지 形態로 實用될 수 있는데 그들이 各國 에너지供給시스템에 미칠 影響은 相當히 다르다고 볼 수 있다. 그 첫째로는 太陽熱暖房과 같은 團地形態가 있으며 이 發電機로서의 光電池는 電氣會社에 끼칠 影響이 太陽熱暖房보다 훨씬 더 크다. 왜냐하면 萬一 光電池에 依한 發電이 널리 普及되면 電氣會社는 發電보다 電氣普及에 더 重點을 두는 式으로 業務를 바뀌어야 할 것이기 때문이다. 即 電氣會社는 光電池를 쓰는 發電設備로부터 電氣를 사들여 利潤을 붙여서 普及해야 할 것이며 電氣를 貯藏할 수 있는 低廉한 方法이 開發되지 않는다면 在來式의 補助電氣를 供給하여야 할 것이다. 이러한 種類의 構造的인 變革을 위하여서는 規制上의 資源과 함께 電氣社會들 스스로의 支持가 必要하나 이 點에 있어서는 確信할 수는 없다.

「두번째로는 電氣會社들에 依해 所有, 運營되는 巨大한 中央集中式 光電池團地를 建設하는 方法이 있는데 電氣會社들은 一般的으로 이 方法을 支持할 것이다. 이 경우에는 原子力이나 石炭을 燃料로 하는 發電所代身 光電池를 쓴다는 點을 除外하면 電氣會社의 業務上에 別 다른 變化는 없을 것이다.

「어느 쪽이 더 可能性이 있다고 말하기는 좀 이른 감이 있다. 그러나 分明한 點은 團地設備로서의 光電池가 劃期的인 經費節減을 가져다 줄 것 같지는 않으며 어느 程度 節減이 可能하다고 하더라도 供給過程에서 相殺될 可能性이 있다. 反面에 電氣會社들은 光電池의 中央集中式 用法을 追求할 것이므로 原價만 充分히 減少된다면 이 團地와 中央集中式用法이 나란히 成長 할 수 있을 것이다.」⁽¹¹⁾

② 問題點 및 對策

特殊用途 小型發電은 어느 程度 經濟性이 있어 燈臺나 小型發電機, 優良測定器 其他에 使用되고 있으나 大型太陽光發電은 1990年代에 가야 既存發電施設과 競爭可能할 것으로 보여진다. 따라서 光電池分野에 對한 對策은 大體的으로 다음과 같은 다섯 가지가 있다고 볼 수 있다.

(11) Robert Stobaugh and Daniel Yergin 著 · 金永日 譯, 『에너지의 來日』, 1980年 5月, p. 224~225 參照.

① 原價의 節減

첫째로 太陽電池發電이 一般的 用途에 實用化하기 위해서는 太陽電池의 製造코스트가 現在의 100분의 1 以下가 되어야 한다는 것이다.

② 에너지貯藏技術의 開發

둘째로는 太陽電池의 壽命이 보다 延長되어야 하며 또 大量的의 에너지貯藏技術의 開發이 必要하다고 思料된다.

③ 支援의 強化

세째로는 美國 國立科學아카데미의 報告書에 依하면 最近 數年間 太陽電池의 改良研究는 거의 行하여지지 않고 있고 民間企業의 開發에 對한 補助金도 全혀 支拂되고 있지 않다. 同報告書는 今後의 開發努力에 依해서 실리콘太陽電池의 에너지變換效率을 現在의 約 13%로부터 20%程度까지 높여야 한다고 主張한다. 따라서 이 技術開發에는 國家의 財政援助가 絶對的으로 必要하다.

④ 素材價格의 高騰

네째로는 실리콘太陽電池는 실리콘素材價格도 비쌀 뿐만 아니라 普通의 程度로서는 1톤 당 600달러로 製造되나 太陽電池에서 要求되는 超高純度 실리콘의 製造에는 방대한 에너지가 必要하고 코스트도 100倍 程度가 될 것이라는 것이다. 그 뿐만 아니라 個個의 太陽電池를 太陽電池板에 組立하는 作業도 비싸게 치고 自動化도 어렵다고 主張한다.

(4) 太陽熱産業工程熱

① 太陽熱産業工程熱의 開發 現況

太陽熱플랜트의 建設코스트는 現在의 火力 또는 原子力發電所의 코스트의 大體로 2倍乃至 3倍程度에 不過하고 燃料費의 上昇에 同半해서 元來 燃料費가 無料인 太陽熱플랜트에 有利하게 될 것으로 보고 있다.

그런데 太陽熱産業工程熱은 現在 美國, 濠洲 등에서 示範工場을 設置 運營하고 있으며 우리나라에서는 아직까지 實現段階에 들어가고 있지 못하다.

② 問題點 및 展望

太陽熱産業의 工程熱은 現在로서는 建設코스트가 비싸게 치기 때문에 우리나라에서는 아직 實現段階에 들어 가지 못하고 있으며 1990年頃까지 外國의 先進技術動向을 보아 가지고 2,000年頃에 가서나 pilot plant를 設置 運營할 計劃으로 있다.

2. 風力에너지

(1) 風力에너지의 開發 現況

風力에너지는 이미 自然에너지 時代부터 人類가 動力源으로 使用하여 왔으며 이것은 化石에너지時代에 들어 오면서부터 자취를 감추어 歷史的 遺物로서만 몇 곳에서 있을 뿐이었다. 그러다가 石油波動 以後 다시 代替에너지源의 一環으로 各國에서 研究 開發하기 始作하고 있다. kw級 小型風車는 이미 商品化되어 販賣되고 있으나 10kw 單位만 되어도 아직 信賴 할만한 風車를 購入하기 힘든 形便에 있다. 그럼에도 不拘하고 現在 世界各國은 MW單位의 大型風車들을 이미 設置하였던가 設計中에 있으며 一部 實驗稼動中에 있는 곳도 있다. 美國은 DOE(에너지省)主管下에 1973年 以後 綜合的인 研究에 着手하고 있으며 프로펠러型을 採擇하고 있다. 1976年에 100kw, 1978年에는 200kw級을 設置 稼動하였고 1979年에는 2,000kw級을 Bonne, NC에 設置 稼動中이며 이것이 世界最初의 MW級 風車이다.

한편 西獨은 西獨宇宙航空實驗研究所(DFVLR)에서 50年度中半에 Hütter Type 100kw級을 設置하여 約 8年間 實驗運轉한 經驗이 있으며 이를 繼續 開發하여 3MW級 風車를 現在 MAN에서 設計中에 있다고 한다. Growian이라고 하는 이 風車는 美國 NASA의 2MW級 風車와 비슷하여 風速 12m/s여서 300kw의 出力을 내도록 設計되어 있으며 二翼型프로펠러型으로 되어 있다. 그 直徑은 100m가 넘고 塔 높이 또한 100m나 된다.

한편 Darius風車는 美國의 Sandia Lab.에서 60kw級을 開發中에 있고 캐나다에서 重點研究中에 있으며 4kw, 6kw는 이미 製作稼動中에 있고 只今은 50kw와 200kw級 大型風車 開發에 力點을 두고 있다.

國內에서는 1974년부터 小型三翼프로펠러風車가 韓國科學院과 KIST에서 開發되어 왔으나 經驗不足 및 持續的 研究與件이 주어지지 못하여 큰 成果를 얻지 못하였다. 그러나 2kw에서 始作된 風車技術이 78年度에서 5kw까지 꾸준히 開發되어 現在 京畿道 魚島에 設置되어 있다. 79년부터는 動資部 資源開發局에서 風車發電에 關心을 갖기 始作하여 「風力利用을 위한 氣象資料의 總整理」(KAIS 및 氣象臺)와 「落島의 電化를 위한 5kw級風力發展시스템 開發」(KAIS)研究가 進行되었으며 1979年 12月부터 國內 最初로 全北沃溝郡 竹島에 風力에 依한 電力이 供給되고 있다(11家口 40名對象).

이보다 앞서 韓國電力과 KIST 共同으로 「10kw級 太陽熱風力複合發電시스템」이 全北 沃溝郡 開也島(220家口, 1,200名 羈象)에 着手되어 今年 3月부터 試運轉中에 있다. 이 곳에 設置된 風車는 10kw級 MAN 新型風車로 Growian의 縮小型이다. 確實한 經濟性은 1年間의 實驗運轉이 끝나야 알겠지만 이제까지의 測定值로 미루어 島嶼地方에서는 風車가 디젤發電에 比하여 優勢할 可能性이 充分히 있는 것이다.

(2) 問題點 및 展望

〈表 22〉 風車設置現況

國	內	外	國
	試驗研究用風車：26基設置 現在 9基만稼動中 稼動 중인 風車： 個人設置分：6基(3~6kw級) 研究機關設置分：3基(4~10kw級)	10kw級 以下 風力發電機는 實用化普及關係에 있음 100kw級 以上 風力發電은 試驗設置段階인 2,000年頃에는 大量實用化豫測	

資料：動力資源部

〈表 23〉 經濟性分析

(81年末現在 基準)

區 分	種 別	風力發電(A) (5kw)	디젤發電(B) (10kw)	差 額 (A-B)
初期投資費(千원)		19,100	8,420	10,680
年間維持管理費(千원)		1,000	2,934	△1,934
發電單價(원/Kwh)		199.3	202.35	

分析基準：(1) 風力發電시스템 耐久年限：10年

(2) 디젤발전시스템 耐久年限：10年

「風力은 太陽의 加熱이 均一하지 못한 데서 發生하는 現象이지만 그것도 太陽熱의 20倍程度로 擴散되어 있어 그 集中捕捉이 容易하지 않다는 難點이 있다. 地上으로부터 一定한 高度에서는 一定한 方向으로 바람이 일어난다는 現象을 利用하여 地上 16km 높이의 塔을 세워 風車를 돌린다면 理論上으로는 可能하다고 한다. 그러나 그것은 現實과는 相當한 距離가 있어 風力發電의 大規模化에는 많은 難點이 있다는 것이다.」⁽¹²⁾

우리나라의 앞으로의 技術開發目標로서는 1986年頃까지 5kw級 風力發電시스템의 技術을 確立하고 1991年頃까지는 10kw級 風力發電시스템의 技術을 確立하고 1996年頃까지는 50kw級 風力發電시스템의 技術을 確立할 豫定으로 있다.

우리나라 風車의 普及展望으로서는 1991年頃까지 5kw級 島嶼用 小型風車 200基를 普及할 豫定이며 2000年頃까지는 5kw級 小型風車 500基를 普及하고 10kw級 小型風車 500基, 50kw級 中型風車를 100基를 普及할 豫定으로 있다.

3. 小水力

(1) 小水力の 開發 現況

水力에너지는 이미 오래 前부터 水力發電에 依하여 利用되고 있으며 이의 開發에 있어서 技術的 難點은 없으나 다만 小水力開發에 있어 發電器機의 標準化와 運轉管理問題가 先決되어야 할 課題로 남아 있다. 우리나라의 工學的 水力潛在力은 一般水力 $7.6 \times 10^9 \text{kwh/年}$, 小水力 $4.0 \times 10^9 \text{kwh/年}$ 으로 總 $11.6 \times 10^9 \text{kwh/年}$ 으로 推算되고 있다. 이것은 1986年度의

(12) 大韓商工會議所 韓國經濟研究센터, 『韓國의 에너지開發과 産業政策』, 1975年, p. 25.

電力需要推定量(89×10⁹ kwh/年)의 約 14%에 達하고 있다. 79年度 現在 우리나라 全電力源은 8,033MW로 이 中 約 11.4%가 水力資源(712MW)이 차지하고 있다(日本은 22%).

80年 2月 現在 未開發된 一般水力資源은 總一般水力資源(3,013MW)의 60%(1,811MW)를 占하고 있다.

小水力은 2,601個地點에서 945MW의 技術的으로 可能한 包藏水力을 갖고 있으며 經濟的 包藏小水力은 2,400個所 580MW로 推算된다. 이 中 이미 開發된 것이 2個地點 650kw이고 現在 開發中인 것이 5個地點 6,200kw이다.

이로써 우리나라 總包藏水力 約 400萬kw中 300萬kw가 아직 未開發狀態에 있다고 볼 수 있다.

이에 反해서 外國의 例를 보면 中共이 88,000基로서 5,380千kw를 發電하고 있으며 프랑스는 2,200基로서 1,800千kw, 핀란드는 175基로서 380千kw, 日本은 1,350基로서 7,000千kw를 發電하고 있다.

〈表 24〉 小水力 賦存量

	發電地點數	單位容量範圍(kw)	總容量(kw)	總發電量(kwh/年)
技術的 包藏水力	2,601	10~4,000	945,000	6×10 ⁹
經濟的 包藏水力	2,400	50~5,000	580,000	4×10 ⁹

資料：動力資源部

〈表 25〉 小水力開發 및 普及現況

國 內	國 外		
	國 別	容量(千kw)	基 數
1. 既設發電所 강원도 안흥발전소 : 150kw×3基 울릉도 추산발전소 : 100kw×2基	中 共	5,380	88,000
2. 建設中인 發電所	프 랑 스	1,800	2,200
	핀 란 드	380	175
	日 本	7,000	1,350

資料：動力資源部

〈表 26〉 發電源別 原價比較

(81年末 基準)

區 分	源 別 小 水 力 (안흥小水力)	一 般 水 力	B C油發電	原 子 力	無煙炭發電	無煙炭發電
建設單價(달러/kw)	1.317	1.200	545	1.169	300	650
發電原價(원/kwh)	68.72	17.35	54.29	15.42	202.35	55.38

(2) 問題點 및 對策

上記表에서 보는 바와 같이 小水力發電은 다른 種類의 發電에 比해서 經濟性이 아직 낮음

을 發見할 수 있고 우리가 小水力發電이 지니고 있는 問題點을 解決해 나갈 수 있다면 1986년까지는 國內 水力發電水準까지 引下 可能할 것으로 보여진다. 對策으로는 다음이 있다.

① 經濟性 있는 地點의 發見

첫째로 小水力發電은 經濟性 있는 地點을 民間主導로 開發하여 나갈 必要가 있다.

② 認許可節次的 簡素化

둘째로는 小水力發電에 있어서도 電源開發特例法을 適用하여 各種 認·許可節次를 簡素化시킬 必要가 있다.

③ 韓電에서의 買入

세째로는 自家發展을 除外한 全量을 韓電에서 買入하여 줄 必要가 있다(買入價格은 石油火力發電燃料費의 90%).

④ 小水力發電의 韓電과의 連結

네째로는 小水力發電을 韓電과 連結시킬 必要가 있다. 即 連結地點까지의 施設設置費는 事業者負擔으로 하고 既存線路는 補強하도록 할 必要가 있다.

⑤ 政府의 支援

다섯째로는 에너지節約施設資金을 融資하도록 하되 融資限度는 施設投資費의 100%까지로 한다.

4. 메탄가스

(1) 메탄가스의 開發 現況

우리나라의 메탄가스의 資源賦存量은 $70,848 \times 10^8 \text{kcal/年}$ 이며 이 中 利用可能量을 보면 理論的 利用可能量은 $36,666 \times 10^8 \text{kcal/年}$ 이나 實際利用可能量은 確實하지 않다.

그런데 印度, 中共, 臺灣 등에서는 技術이 이미 確立되어 普及 및 實用化段階에 突入하고 우리나라는 아직 研究段階를 벗어나고 있지 못하다.

具體的으로 보면 中共은 現在 約 700萬基가 普及되고 있을 뿐만 아니라 印度가 約 20萬基, 臺灣이 約 8千基가 普及되고 있는 데 反해서 우리나라는 1969年~1975年 사이에 簡易 메탄가스 發生裝置가 約 29,000基가 設置되었으나 그 中 現地殘存基數는 約 2,500基이고 이 中 約 20% 程度가 稼動中에 있다.

한편 試驗研究用 大型 메탄가스 發生裝置는 農業振興廳에 2基, 연암畜産大學에 2基, 動力資源研究所에 1基가 設置되어 있을 程度이다.

메탄가스의 經濟性分析을 한 것을 보면 一般的인 投資回收率을 10%로 볼 경우에는 經濟性이 없고 一般的인 投資回收率을 6%로 볼 경우에는 經濟性이 있다고 볼 수 있다.

〈表 27〉經濟性分析 (81年 8月 現在 煉炭價格基準)

內 譯	金 額
初期投資費	855千원
年間燃料費節減額	82千원

註：(1) 分析基準
 分析對象：小型메탄가스發生裝置(2.5m³)
 메탄가스發生裝置耐久年限：20年
 熱量：메탄가스 5,400kcal/m³
 (2) 投資回收率：7.18%
 (3) 單純投資費回收期間：10.5年

(2) 問題點 및 對策

① 研究所, 學校, 個人의 共同研究

첫째로는 메탄가스의 研究開發에 있어서는 研究所, 學校, 個人이 共同으로 研究를 推進할 必要가 있다.

② 普及對象

둘째로 普及對象으로서는 大型畜産農家로 한다.

③ 支援對策

세째 支援對策에 있어서는 에너지利用合理化基金을 融資할 必要가 있다.

5. 地熱에너지

(1) 地熱에너지의 開發現況

地球의 熱은 潛在的인 價値를 가지고 있는 에너지源이다. 그 可能性을 調査한 科學者나 產業界의 技術者의 意見으로서는 地熱이 가까운 將來에 相當한 量의 發電에 使用될 것이라는 것이다.

이와 같은 地熱資源은 세 種類로 나누어지며 即 蒸氣 熱水 熱岩이 檢討되고 있다. 캘리포니아州에서는 地熱發電所가 化石燃料나 核燃料를 使用하는 同規模의 發電所보다 낮은 코스트로서 18萬kw의 電力을 生産하고 있다는 것이다. 美國의 南西部에서는 電力을 發生시키고 慢性的인 물不足을 緩和시키기 위해서 蒸氣보다 더욱 豊富한 熱水資源을 利用하는 計劃이 있는 것으로 傳하여 지고 있다.

다음에는 地下의 熱岩資源을 開發하는 方法도 提起되고 있다. 그러나 이것이 技術的으로 可能한가 不可能한가의 問題는 아직 判明되고 있지 않다.

以上과 같은 地熱에너지에 關한 樂觀的 見解에도 不拘하고 그 利用은 初期的인 段階에 있고 實質的인 技術上의 問題는 未解決의 狀態에 있다. 地熱鑛床의 探查도 거의 行하여지

고 있지 않고 探鑛技術의 開發도 初期段階에 있다. 그런데 이 에너지源을 大規模으로 開發하는 경우에는 鑛物을 包含한 熱水에 依한 腐蝕을 抑制하고 低溫에서도 效率적으로 움직이는 터빈을 設計할 必要가 있게 된다.

地熱에너지에 依한 發電은 뉴질랜드, 日本, 蘇聯을 包含하는 7個國으로서 商業化되어 있다. 美國에서 商業적으로 利用되고 있는 唯一한 地熱資源은 카이저蒸氣田이다.

地熱資源이 다른 에너지源과 經濟적으로 競合할 수 있는가 어떤가는 그 價格 特히 堅固한 岩石을 굴착하는 費用과 聯關되어 있기 때문에 그것은 주로 어느 程度의 깊이에 鑛床이 있느냐에 依存하는 것이다. 그러나 實際적으로 深部굴착은 그리 必要하지 않은 경우가 많다.

우리나라의 地熱潛在力은 2,200MW로 推算되나 아직 이를 開發할 만한 事前調査 및 技術이 定立되어 있지 못한 狀態에 있다.

(2) 問題點 및 對策

「첫째로 地熱에너지資源은 적어도 가까운 將來 主要한 電力源으로서 化石燃料나 또는 核分裂에 代身할 可能性은 적다는 點이라 할 수 있다. 그러나 우리가 적게 보아도 1億kw의 發電能力을 가지는 적지 않은 資源이 積極적인 努力만 支拂하면 今世紀末까지는 開發可能할 것으로 보여진다. 여기서 남은 問題는 探查 및 技術開發에 相當額의 資金이 必要하다는 것이다. 그러나 今後의 展望으로 보아서는 代價를 支拂할 價値는 充分히 있다고 生覺된다.

「둘째로는 地熱에너지 利用에는 環境汚染의 問題가 있다는 事實이다. 具體적으로 例를 들면 地下로부터 噴出되는 蒸氣中에 有毒가스나 重金屬이 包含되어 있기 때문이다. 地熱發電所에 있어서는 이와 같은 問題를 解決하기 위해서 廢水를 地下에 還元시키는 方法을 使用할 수 있다.」⁽¹³⁾

6. 海洋에너지

(1) 海洋에너지의 開發 現況

「水力과 같이 太陽에너지의 間接利用의 形態로 되어 있는 것에 海洋에너지가 있다. 이것에는 于先 波力에너지를 생각할 수 있다. 이것은 이미 航海用的 標識燈으로서 많이 使用되고 있다. 그러나 이들은 모두 小規模이고 工業用으로는 使用할 수는 없다. 波力이 工業用 에너지로 되기 어려운 理由는 面積當 에너지가 적은 것과 氣候에 左右되는 것이라고 할 수 있다. 이와 같은 理由로 因하여 波力은 將來에 있어서도 補助에너지로는 使用할 수 있어도

(13) 日本放送出版協會, 『エネルギー』, 1978年 8月, p.202~206 參照

工業用 에너지는 될수 없을 것으로 생각된다.」⁽¹⁴⁾

해양에너지에 對한 外國에서의 技術開發現況 및 展望을 살펴보면 波力 및 海洋溫度差發電은 아직 技術開發初期段階에 와 있으며 이것도 2000年頃に 가야 實用化段階에 突入할 것으로 보여지고 이에 對한 外國에서의 普及現況도 美國, 日本, 英國 등에서 小規模 實驗發電所가 設置되고 있을 程度이다.

우리나라의 波力潛在力은 2,000MW程度로 推算되며 波力 및 溫度差發電은 이를 開發할 만한 事前調査 및 技術이 定立되어 있지 못하다.

해양에너지의 다음 것으로서 潮力에너지를 生覺할 수 있다. 그러나 大規模의인 工業에너지로서 使用되고 있는 것은 프랑스 한 나라 뿐이고 特히 現在로서는 潮力發電은 地點에 따라 經濟성이 있을 程度에 不過하다.

世界潮力の 賦存量을 살펴 보면 理論的 包藏潮力은 約 61,418百萬kwh인 데 反해서 技術的 包藏潮力은 約 13,266百萬24kwh로 推定되고 있다.

다음에 外國의 潮力發電의 技術開發現況 및 展望을 살펴 보면 外國에 있어서는 潮力發電은 이미 技術이 確立되어 있는 段階이고 프랑스에 있어서는 24萬級の 潮力發電所가 設置되어 있다.

우리나라의 潮力潛在力은 約 1.9×10^9 kwh/年으로 이것은 1986年度 電力需要量의 約 2%에 不過하다. 우리나라에서는 現在 西海岸의 加露林灣에 40萬kw級 潮力發電建設妥當性調査를 實施中에 있다.

(2) 問題點 및 展望

① 技術開發初期段階

첫째로 波力에너지는 面積當 에너지량이 적을 뿐만 아니라 氣候에 左右되기 쉽다는 缺點 때문에 將來에 있어서도 補助에너지로서의 價値 밖에 없다는 點에 있고 先進諸國에서도 現在는 技術開發初期段階에 있기 때문에 2,000年頃に 가야 實用化段階에 들어 갈 것으로 보여진다. 따라서 우리나라도 先進各國의 技術動向을 把握하고 2,000年頃 以後에나 가야 聯關技術을 確立할 수 있을 것으로 보여 진다.

둘째로 海洋溫度差發電에 있어서도 先進各國도 技術開發初期段階이므로 2,000年頃に 가야 實用化段階에 突入할 것으로 보여지며 따라서 우리나라로서도 先進各國의 技術開發動向을 注視하면서 2,000年頃 以後에 가서나 聯關技術을 確立할 수 있을 것으로 보여 진다.

(14) 藤井清光著, 『石油開發概論』, 1977年 4月, p.15.

② 政府의 參與

세제로는 潮力發電은 先進國에서 技術은 이미 確立되어 있으나 바다를 막아야 한다는 建設費 때문에 原子力發電所보다 施設費가 많이 든다는 缺點은 있으나 三面이 바다로 둘러싸인 우리나라로서는 有望할 것으로 생각된다. 따라서 政府는 仁川灣, 加露林灣, 淺水灣 3個灣中 하나를 1988년까지 完工시킬 計劃으로 있고 工事費 때문에 1990년에 가서야 그 經濟性이 保障될 것으로 보여진다.

7. 바이오매스

(1) 바이오매스의 開發 現況

바이오매스(Biomass)는 全地球表面에서 年間 約 1,000億톤이 生産되며 資源國이 따로 있는 것이 아니므로 우리도 他國의 영향 없이 獨立的으로 使用할 수 있는 長點을 가지고 있다.

그러나 우리나라는 國土가 狹小하여 特別한 바이오매스栽培는 생각하지 못하고 있는 形便에 있다. 다만 農村에서는 農產物, 人糞, 動植物쓰레기를 醱酵시켜 大規模單位로 메탄가스를 發生시켜 炊事 및 暖房用燃料로 使用하는 技術이 實用化되어 있다.

이 以外에 볏짚 또는 왕겨에서 알콜을 抽出하는 研究 등 바이오매스 基礎研究들이 몇 곳에서 研究되고 있을 뿐이다.

「다음 外國에 있어서의 燃料알콜의 開發 및 普及現況을 보면 1975년의 브라질에 있어서의 알콜政策에 依해서 出發된 燃料알콜生産은 美國의 가스올의 普及과 더불어 그 地位를 確立하였다. 1980년에 있어서의 브라질의 燃料알콜消費量은 300萬kl를 넘어서고 美國에서도 各州의 揮發油스탠드 6,000個所에 있어서 가스올이 이미 販賣되고 있다. 한편 東南아시아, 太平洋諸國의 非產油途上國에서도 필리핀, 泰國, 인도네시아, 피지, 파푸아뉴기니아, 파키스탄 등을 中心으로 具體的인 燃料알콜 生産計劃이 進行中에 있다. 이 때문에 가까운 將來, 남쪽의 途上國에 있어서 燃料알콜이 石油製品에 代身해서 登場하는 것이 現實의 問題가 되어 있다.

「現在 燃料알콜用 原料로서 生覺되는 것은 多樣한 바 있고 美國의 경우는 옥수수가 利用되고 있으나 브라질은 雪糖수수가 中心이 되어 있다. 한편 東南아시아, 太平洋地域에서는 雪糖수수, 고구마 등으로부터 生産이 考慮되고 있으나 雪糖수수로부터의 알콜生産은 雪糖과의 競合으로부터 雪糖市況에 左右되기 쉽고 또 大農方式에 依存하지 않을 수 없으므로 開發途上國에 있어서의 原料作物로서는 適合하다고는 할 수 없다. 이것에 對해서 고구마 등은 競合産業이 적은 위에 小農方式이 中心이 되고 生産性向上의 餘地도 큰 것으로부터 남쪽의 開發途上國의 原料作物로서는 適合하다고 할 수 있다.

以上과 같은 既存의 알콜 生産技術은 이미 充分히 確立된 것이다. 그러나 今日까지 生産된 알콜은 飲料用, 藥用 등 工業原料로서 利用되어 왔으므로 量的으로 적을 뿐만 아니라 에너지 收支面에서도 그의 生産技術은 반드시 優秀한 것은 아니다. 따라서 今日 에너지源으로서 알콜을 生産하고 利用하여 가는 위에서 에너지收支의 改善을 圖謀하는 것은 코스트低下의 點에서도 極히 重要한 것이 된다. 그런 故로 新技術이 現在 國內外에서 開發되는 中에 있고 無蒸餾醱酵技術, 疎水性膜에 依한 물과 알콜의 分離技術 등의 早期實用化가 期待된다. 그 뿐만 아니라 自動車엔진의 改良 등 利用面에서의 技術革新도 充分히 考慮되고 生産, 利用 兩面을 승친 에너지收支의 改善에 依해서 燃料알콜은 經濟的으로 보아서도 充分히 石油製品에 對抗할 수 있게 될 것이다.」⁽¹⁵⁾

(2) 問題點 및 對策

① 에너지 國際協力の 必要性

에너지의 國際協력이 必要하다. 急速的으로 增加하는 發展途上國의 에너지需要가 今後 世界的인 石油·天然가스 需給의 問題에 크게 影響을 미친다. 發展途上國은 바이오매스·에너지의 開發에 極히 熱心이고 先進國의 協力を 熱望하고 있다.

또 產油國은 增大하는 石油收入의 低所得層에로의 配分에 苦心하고 있다. 인도네시아에서는 生産農業을 振興하고 燃料알콜을 生産하여 이것을 內需用으로 하고 石油은 世界各國 등에 可能한 限 輸出할 것을 檢討하고 있다. 即 石油收入을 農業勞動을 통해서 農民에 分配하려고 하고 있다. 따라서 인도네시아는 自國에서의 燃料알콜 供給이 世界各國의 에너지 問題이기도 하다고 말하고 있다.

한편 ESCAP 第37次總會(1981年 3月)에서도 이 問題는 가장 重要한 題마로서 取扱하였다. 單只 燃料알콜 뿐만 아니라 메탄가스, 廢材, 木炭, 小水力, 地熱까지도 包含시켜 發展途上國의 에너지自給을 推進시키기 위해서 綜合的인 協力を 우리나라가 行하는 것은 우리나라 에너지 安全保障에도 直接 關係되게 된다.

具體的으로 發展途上國의 個別 에너지政策을 立案 推進하기 위해서 바이오매스 뿐만 아니라 各種 代替에너지의 開發計劃의 作成 또한 그 基礎가 되는 에너지需給統計의 整備를 에너지데이터銀行의 設立을 통해서 行할 必要가 있을 것이다.

② 現地 바이오매스·센터의 設立

現地 바이오매스·센터의 設立과 綜合的 技術協力の 實施가 必要할 것이다.

(15) 日本エネルギー經濟研究所, 『バイオマス生産利用技術に関するフイージビリティ調査』, 1981年 6月, pp. 1~2.

日本政府는 1981年度 豫算으로 인도네시아에 바이오매스·에너지研究開發센터의 設立을 決定하였으나 이와 같은 研究센터를 順次的으로 各國에 設立하는 것은 各國의 알콜生産政策을 推進하는 위에 極히 有效한 支柱가 된다. 또 今後는 設置된 센터에 對해서 原料問題, 알콜生産技術, 에너지經濟分析, 社會시스템分析 등의 專門家를 派遣해서 알콜生産에 關한 綜合的인 技術協力을 實施하고 各國의 알콜供給政策의 確立에 協力하는 것을 檢討할 必要가 있다. 그 뿐만 아니라 이와 같은 二國間的 具體的인 協力外에 OECD, 國聯, 世界銀行 등의 組織을 통해서 國際的 橫斷的인 바이오매스·에너지에 對한 技術協力을 實施하여 가야 할 것이다.

③ 바이오매스·에너지와 食糧供給上的 競合關係

바이오매스·에너지와 食糧供給의 競合關係의 調査와 政策立案이 必要하다.

一般的으로는 에너지生産農業과 食糧生産農業은 競合關係에 있는 것으로 認定되고 있다. 그러나 世界銀行의 報告書 및 ESCAP 第37次 總會에서의 WFC(World Food Council) 代表의 發言에 依하면 바이오매스의 食糧과 에너지의 同時解決도 可能하다고 말한 바 있다. 現地調査의 結果로부터도 燃料알콜生産의 推進에 依해서 農林部의 所得을 向上시킴과 同時에 高品位食糧作物生産을 위한 農地의 高度化와 畜産의 普及, 食糧貯藏設備의 普及, 澱粉을 使用한 蛋白質生産 및 異性化糖의 開發 등 바이오매스·에너지와 食糧供給을 同時에 解決할 수 있는 方策도 充分히 可能하다.

④ 先進技術動向의 把握

우리나라는 先進技術動向을 繼續 把握하여 나갈 必要가 있다.

8. 有機廢棄物資源

(1) 有機廢棄物資源의 開發 現況

「美國은 國內生産量을 훨씬 上廻하는 化石燃料를 消費하게끔 되었을 때부터 固體的인 有機廢棄物의 量도 埋立하는 것과 같은 從來의 方法에 依해 處分할 수 있는 量을 훨씬 上廻하게끔 되었다. 이들의 有機廢棄物은 많은 實驗結果에 依하면 合成燃料로 轉換하는 것이 可能하고 이와 같은 方法에 依해서 廢棄物 處分의 問題를 輕減함과 同時에 새로운 에너지資源을 獲得할 수 있게 된다.

「그러나 이와 같은 方法을 支持하는 論議는 只今까지는 매우 單純하였으며 低價値 에너지資源의 經濟性에 對해서 지나치게 樂觀的인 경우가 많았다. 또 廢棄物燃料論者의 大部分은 때때로 轉換可能한 廢棄物의 量을 過大評價함과 同時에 廢棄物蒐集의 困難性을 過小評價하는 傾向이 있었다.

「그런데 有機廢棄物을 燃料로 轉換하는 것은 廢棄物處理法으로서는 가장 理想的인 것이나 에너지資源이란 觀點으로부터 이 方法이 어느 程度의 價値를 가지는가는 廢棄物을 如何히 效率的으로 蒐集하는가 또는 廢棄物의 不足量을 다른 特別히 育成한 植物로서 如何히 補充하여 가는가에 달려 있다고 말할 수 있다.

「美國에서는 莫大한 量의 固體狀態의 廢棄物이 發生하고 있고 無機鑛物廢棄物은 年間 約 11億톤 有機廢棄物은 年間 20億톤 以上으로 되어 있다. 廢棄物燃料論者는 이 有機廢棄物을 處理함으로써 年間 25億배럴의 轉換油를 生産할 수 있으며 이것은 美國의 年間 石油消費量의 約 50%에 該當한다고 主張한다. 그러나 最近의 研究에서는 이 數字는 多少 過大評價되었음이 證明되었다.

「即 유타大學의 앤더슨教授가 美國內務省鑛山局에 報告한 研究에서는 이들 有機廢棄物의 半以上은 水分이고 灰分을 除外한 有機廢棄物의 量은 約 8億8千萬톤에 不過하다고 말하고 있다. 그에 依하면 이 中 80%는 넓은 範圍에 散在되어 있으므로 回收不可能이고 回收可能한 乾燥有機廢棄物은 約 1億3千6百萬톤에 不過하다고 主張하였다. 이 廢棄物로부터 얻어지는 轉換油는 約 1億 7千萬배럴이고 이것은 1971年の 美國의 原油消費量의 約 3%, 原油輸入量의 約 12%에 相當한다. 한편 이 廢棄物을 메탄가스로 轉換하는 경우에는 約 13億 6千萬立方피트가 얻어지고 이것은 同年의 天然가스 消費量의 約 6%에 相當한다. 그는 또 廢棄物의 利用技術이 더욱 發展하면 그의 回收量은 前記 數値를 훨씬 上廻할 것이라고 指摘하고 있다.

「그리고 有機廢棄物을 合成燃料로 轉換시키는 技術로서는 水素添加法, 熱分解法 및 微生物分解法의 세가지가 主된 것이다.」⁽¹⁶⁾

(2) 問題點 및 展望

첫째로는 代替에너지 資源確保란 觀點에서 볼 때 利用可能한 固體廢棄物의 量은 그리 많 이 얻을 수 없다는 데 있다.

둘째로는 外國에서도 이 問題는 技術的으로 試驗研究段階에 있고 1900年頃에나 實用段階에 들어 갈 것으로 보여진다.

세째로는 有機廢棄物資源은 現段階로서는 經濟性이 없다.

네째로는 우리나라는 앞으로 先進技術動向을 把握하면서 繼續 研究를 推進시켜 나갈 必要가 있다.

(16) 吳萬植, 『우리나라 에너지資源의 現況 및 對策』, 1981年 10月, p. 147~148 參照.

V. 其他에너지

1. 水素에너지

(1) 水素에너지의 開發 現況

水素에너지는 無盡藏의 原料, 無公害의 燃料라는 點에서 매우 興味있는 에너지源이라고 볼 수 있으나 貯藏 및 輸送問題가 解決되려면 그 實用化는 遼遠한 狀態에 있다고 할 수 있다.

水素의 製造技術에는 水電解法과 熱化學法이 있으며 水電解法은 美國의 PSE & G社, BNL 研究所와 PWA社가 共同으로 剩餘電力貯藏을 目的으로 推進하고 있으며 西獨, 日本 등에서도 pilot plant를 建設할 計劃으로 있다.

熱化學法은 EC의 共同研究센터(J.R.C.)의 研究計劃의 一環으로 EURATOM의 ISPRA 研究所에서 코스트評價를 包含한 폭넓은 研究를 行하고 있다. 特히 이탈리아와 西獨에서 일찍 부터 始作하여 西獨의 아헨工大에는 pilot plant를 建設 運轉中에 있다. 그리고 現在는 美國, 日本 등이 뒤따라 活潑히 研究中에 있다.

水素의 輸送, 貯藏用 合金의 探索은 네덜란드의 Phillips社, 스위스의 Bachtel社, 美國의 BNL 研究所에서 實施하고 있다. 實用化研究로는 水素自動車의 燃料貯藏에 對해서 美國의 프랑스社, 西獨의 BATCH社에서 研究가 行하여지고 있다.

水素에너지의 原料資源은 물이므로 資源量은 無制限이라고 볼 수 있다.

(2) 問題點 및 展望

첫째로는 外國에서도 現在 研究開發段階에 있으며 美國에서 實驗用水素自動車가 開發되고 있을 程度에 不過하다.

둘째로는 外國에서도 2,000年頃에 가야 實用化될 것으로 豫測된다.

세째로 우리나라에서는 現在 先進技術開發動向把握段階에 있으며 2,000年頃에 가서야 經濟性이 생길 것으로 展望된다.

2. MHD發電

(1) MHD發電의 開發 現況

MHD發電은 磁氣流體力學發電이라고도 불리워지며 主要燃料는 石油, 石炭, 天然가스이다.

MHD發電이란 가스의 燃燒熱을 電力으로 直接 轉換시키는 것이나 現在 開發이 뒤떨어진 것 中の 하나이다.

MHD發電機는 燃料의 必要量이 적을 뿐만 아니라 熱汚染도 적도 또 石炭을 燃燒시키는 發電所로부터 나오는 硫黃酸化物을 除去하며 窒素酸化物의 放出을 減少시키는 데 가장 優秀한 것 中の 하나라고 말할 수 있다.

그러나 MHD의 實用技術은 더욱 實證되지 않으면 안된다. 그 理由로서는 大規模的인 實驗設備의 建設에 對한 뒷받침이 아직 없을 뿐만 아니라 裝置의 耐久性이라는 本質的인 技術問題가 未解決의 狀態에 있다. 이 分野의 大部分의 科學者들은 이러한 問題가 決定的인 問題가 實證되고 있지 않기 때문에 明白하게 되어 있지는 않으나 將來性은 有望하다고 볼 수 있다.

MHD의 研究는 積極化되고 있으며 特히 日本이나 유럽 數個國에서 많은 努力을 기울이고 있다. 美國에서도 數個의 研究所가 內務省과 企業의 援助下에서 MHD의 研究를 實施하고 있다. 蘇聯은 보다 積極的인 努力을 기울이고 있으며 天然가스를 燃燒시키는 MHD發電機를 導入해서 75,000kw의 實驗發電所를 테스트하고 있다.

天然가스를 使用하는 경우는 石炭과 같은 炭塵을 내는 燃料를 使用하는 경우보다도 發電機의 設計가 容易하다. 最近 蘇聯을 訪問한 바 있는 어떤 美國人에 依하면 이 發電所는 短期間이기는 하나 4,000kw까지 發電하고 그 運轉도 잘 되고 있는 것 같다는 것이었다.

MHD가 直面하는 主要課題는 發電機의 耐久性에 있다. 그리고 長期運轉의 經驗은 아직 限定되어 있다. 아부코社는 數kw級의 發電機가 數百時間 運轉되고 蘇聯에서는 70kw級의 것이 500時間 運轉되었을 뿐이다.

그리고 MHD에 依한 發電方式이 가장 將來性을 보이는 것은 從來의 石炭을 燃燒시키는 發電所보다는 環境面에서 優秀하기 때문이다. 왜냐하면 石炭에 包含되어 있는 硫黃分은 燃燒時 腐蝕性的인 硫黃酸化物을 發生시켜서 大氣汚染의 큰 原因이 되기 때문이다. MHD發電所는 이와 같은 汚染源을 除去할 수가 있다.

MHD發電所의 建設費에 關하여 보면 아직 信賴할 수 있는 數値는 나와 있지 않으나 建設費는 從來의 石炭燃燒型發電所와 거의 同一할 것이라는 것이 一般的인 見解이다. kw當 運轉코스트는 燃料의 使用效率이 보다 좋기 때문에 매우 低廉하게 된다. 磁石의 코스트가 團地하나의 큰 課題이고 空氣豫熱器도 또 高價일 것으로 豫想된다. 酸素가 많은 燃料를 使用하면 空氣豫熱器의 必要性도 減少시킬 수 있게 되고 또 이것에 依해서 豫熱裝置의 코스트도 低廉하게 될 것으로 보여진다.

(2) 問題點 및 對策

① 低廉한 酸素源의 入手

첫째로는 低廉한 酸素源을 入手하는 것이 거의 不可能하다. 따라서 超傳導磁石 또는 酸素의 코스트를 적게 함으로써 이 電力源의 將來性을 一層 높일 수 있을 것이다.

② 많은 技術開發費의 必要性

MHD發電의 技術開發에는 많은 費用이 必要하다. 그 뿐만 아니라 試驗用 및 商業用發電所는 大規模가 아니면 안된다. 왜냐하면 MHD發電機의 電氣出力은 容積에 比例해서 增加하나 그의 大部分의 損失은 表面積에 比例해서 緩慢하게 增加하므로 酸素를 豊富하게 使用하지 않는 發電所의 實用最小規模는 10萬kw級이라고 豫測된다. 그리고 MHD發電이 石炭을 使用하는 경우에는 炭鑛業의 沈滯를 豫防할 수 있을 것이며 여기서 가장 必要한 것은 MHD發電에 機會를 提供하여 주는 것이라고 볼 수 있다.

3. 燃料電池發電

(1) 燃料電池의 開發 現況

燃料電池의 主要原料로서는 都市가스, 天然가스, 메탄올, 납사 등이 使用되며 LNG導入計劃에 따라 燃料電池의 活用可能性이 높아지고 있다.

燃料電池는 水素와 酸素가 電氣化學的으로 反應을 일으킴으로써 물과 電氣로 轉換되는 것이다.

燃料電池發電의 特徵으로서는 첫째가 燃燒過程 없이 直接 電氣를 얻을 수 있으므로 效率이 높다는 點(效率 40% 以上)이며 둘째로는 環境公害가 없어 電力需要地에 近接 設置가 可能하며 送電損失을 防止할 수 있다는 點이고 셋째로서는 各種附品の 規格화가 可能하다는 點일 것이다.

燃燒電池는 外國에 있어서도 現在 研究開發段階에 있으며 인산 燃燒電池는 1985年 後半期頃에나 實用화가 可能할 것으로 보이고 융융炭酸鹽燃料電池는 1990年代頃에 가야 實用화가 可能할 것으로 보여진다.

燃料電池發電은 美國, 캐나다, 日本에 있어서 天然가스를 利用하여 12.5kw級 65基를 實驗設置하고 있으며 美國에서는 40kw級 40基가 現在 實驗設計中에 있다.

그러나 2,000年頃에 가야 外國에 있어서도 燃料電池發電시스템의 10基(400kw)가 普及 使用될 것으로 보여진다.

그리고 1990年頃에 가면 技術向上에 따른 原價節減으로 經濟性이 確實히 有利하여 질 것으로 보여진다.

(2) 問題點 및 展望

우리나라에 있어서는 아직 先進技術動向을 把握하는 段階에 와 있음에 不過하며 앞으로는

첫째 材質의 耐久化 및 信賴性提高를 위한 研究가 必要할 것으로 보여지며 둘째로는 原料費 및 製作費引下를 위한 研究도 必要할 것으로 보여진다. 現在 우리나라에는 燃料電池發電의 普及實績은 없으며 1986年頃に 가야 先進技術現況의 追跡이 이루어지고 1996年頃に 가야 小規模發電 시스템의 技術이 確立될 것으로 展望된다.

VI. 結 言

今日 알려진 無限한 代替에너지源으로는 太陽에너지와 核融合이 있으나 太陽에너지는 아직 에너지需要에 크게 寄與하기 힘들고 核融合技術 역시 2,000年代 以後의 遼遠한 未來의 에너지에 屬한다고 할 수 있다.

우리는 只今 化石에너지時代로부터 未來에너지時代로 넘어가는 過渡期에너지時代에 處하여 있으며 우리에게 주어진 代替할 만한 에너지로서는 原子力과 石炭 밖에는 없다고 할 수 있다. 原子力도 高速增殖爐가 빨리 開發되지 못하면 核燃料의 供給 또한 石油波動과 같은 運命에 놓일 處地에 있으며 石炭 역시 公害問題, 荷役, 輸送, 貯藏問題 등을 가지고 있다. LNG/LPG 역시 施設投資가 엄청나게 크고 利用施設의 建設期間이 길 뿐만 아니라 世界天然가스 埋藏量은 오히려 石油보다 적어 品貴現象을 일으킬 危險이 많다. 따라서 當分間은 繼續 石油가 에너지源의 主宗을 이룰 것이 明白하며 다만 可能한 代替에너지의 利用體制가 定立될 때까지의 앞으로 몇 年間은 可能한 모든 分野에서 에너지를 節約하고 合理的으로 利用하는 方法 밖에는 없다고 생각된다.