

新·再生에너지資源에 관한 研究

吳 萬 植*

<目 次>	
I.	序
II.	自然에너지資源
III.	化石에너지資源
IV.	其他에너지資源

I. 序

今日 石油可採年數 30年이라는 時限性과 그 동안의 그 價格上昇에 따라서 新·再生에너지 資源에 관한 研究가 活潑히 行하여 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로서는 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 1986年頃에 가면 石油의 立場이 窮地에 몰리게 될 것이라고도 한다. 그 理由는 當分間은 어찌할른지 모르겠으나 長期的으로 볼 때에는 石油可採年數가 漸次로 짧아짐에 따라서 石油價는 繼續 오르는 反面 太陽熱開發技術은 高度로 發展될 것이기 때문이다. 即 1982년에는 石油와 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.

新·再生에너지資源도 많은 種類가 있을 수 있으나 여기서는 自然에너지資源과 化石에너지資源을 中心으로 考察하여 볼까 한다.

II. 自然에너지資源

自然에너지資源으로서는 太陽, 風力, 小水力, 메탄가스, 地熱, 海洋資源, 바이오매스 및

* 本研究所 研究員, 서울大學校 貿易學科 教授. 本論文은 1983學年度 文敎部 學術研究助成費의 支援을 받아 作成된 것임.

有機廢棄物資源 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資源들은 그 利用技術이 아직 定立되어 있지 않고 그의 潛在力도 他에너지資源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 $1.6 \times 10^9 \text{KWH/年}$ 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이 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 프레온가스터빈 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 $330 \times 10^9 \text{KWH/年}$ 으로(國土面積의 1%만 利用할 경우) 이는 1979年度 總에너지消費量(約 $470 \times 10^9 \text{KWH/年}$)의 約 0.7 배에 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 實證的으로 計算되지 못하여 普及에 큰 進展을 보지 못하고 있다.

〈表 1〉太陽熱利用普及實績

(單位：世帶)

區 分		年 度					累 計 (’82.9基準)	1982 展 望
		1978	1979	1980	1981	1982 1~9		
太陽熱住宅	設 備 型	4	21	154	247	218	644	250
	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 (972)	343	1,656 (1,709)	541 (620)

註：()數字는 教室數 基準.

資料：動力資源部.

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 있다.

〈表 2〉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
年間油類節減額(千圓)	585	363	185
初期年度利子額(千圓)	492	409	154
(利子率 10%通用)	(△93)	(+46)	(△31)

資料：動力資源部.

〈表 3〉經濟性이 있기 위한 施設費節減規模

區 分	設 備 型 住 宅	自 然 型 住 宅	給 湯 施 設
初期投資費(現在)(千圓)	5,850	3,630	1,850
要投資費規模(千圓)	3,740 (△2,110, △36%)	現在도 經濟性 있음	1,400 (△450, △24%)

資料：動力資源部.

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

② 問題點 및 對策

① 經濟性的 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 經濟性이 있으나 設備型 및 給湯施設은 經濟性이 없다. 따라서 現油價基準으로 設備 및 給湯施設이 經濟性이 있기 위하여는 初期投資費가 設備型의 경우 36%, 給湯施設의 경우 24% 程度 節減되어야 한다.

② 시스템의 複雜性

太陽熱入住者の 實態調查結果 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.

〈表 4〉 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%	—	
시 스템 複 雜 性	—	—	58%	하자발생 시문의치 { 施工會社 54% } { 製造業體 15% }
아 프 터·서 비 스	—	—	47%	
初 期 施 設 投 資 費				政府施策에 對하여 { 研究開發後 普及 50% } { 권장해도 괜찮다 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).

③ 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 給湯施設을 于先하여 重點 普及하도록 할 必要가 있다.

④ 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물을

〈表 5〉給湯施設과 設備型住宅 比較

區 分	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)
利用效率(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	높음	낮음
작動不能時生活影響	적음	많음
	集熱器除外한 附帶施設의 投資比率 : 57%(시스템設置比率 : 21%)	集熱器除外한 附帶施設의 投資比率 : 46%(시스템設置比率 : 16%)

資料 : 動力資源部.

〈表 6〉初期投資費明細

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%)
蓄 熱 槽	950(16%)	200(11%)	集 熱 壁 窓	122(3%)
制御裝置, 配管 및 保溫材	810(14%)	465(25%)	벽콘크리트工事	928(26%)
시스템設置費 및 附帶費用	910(16%)	390(21%)	建 築 減 少 分	△866(△24%)

資料 : 動力資源研究所, 1981年 7月.

註 : 30坪型住宅(設備 및 自然型), 5人用給湯施設 基準.

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.

㊤ 設備型住宅의 改善研究

첫째로는 設備型住宅의 普及은 自律의으로 建設하도록 行政支援을 하고 둘째로는 政府는 原價節減을 통한 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.

㊶ 弘報의 強化

첫째로는 現在 實施하고 있는 各種 에너지 定期刊物에 繼續 弘報를 하며 둘째로는 TV 등에 特輯計劃形式의 弘報를 實施하고 셋째로는 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.

㊷ 技術教育의 強化

〈表 7〉太陽熱利用普及促進資金融資

區分	資金別	國民住宅資金	에너지節約施設資金	에너지利用合理化基金
對象者		60坪未滿의 太陽熱住宅建 立者	太陽熱을 利用코자 하는 事業者	太陽熱利用器機製造業體 集熱器設置하는 事業者 및 個人
融資限度		25坪未滿 住宅資金 300萬원 太陽熱施設費 坪當20萬원 25坪超過 60坪未滿 太陽熱施設費 坪當20萬원	設備購入(輸入)및 設置者 단의 100%(副資材購入 費, 人件費, 設計費包 含)	集熱器生產施設 및 附帶 施設費의 90% 集熱器, 蓄熱槽, 補助熱源 裝置, 自動制御裝置, 配 管 및 附屬資材의 90%
融資金利		年 10%	年 10%	年 10%
償還期間		個人:1年 据置 19年 事業者:3年 分割	2年 据置 3年	3年 据置 5年
取扱銀行		韓國住宅銀行 本·支店	市中銀行, 地方銀行, 中 小企業銀行, 國民銀行, 外換銀行, 農協, 水協	產業銀行, 中小企業銀行

〈表 8〉太陽熱利用施設에 對한 稅制上的 支援

區分	稅制別	國 稅	地 方 稅	住 宅 債 券
對象施設		集熱器 50m ² 以上 設置하는 事業場 (에너지管理公團 에 設置申告者)	設備型太陽熱住宅(暖房面積 1/3 以上の 集熱器設置) 골프場太陽熱給湯施設(集熱 器 149m ² 以上設置)	設備型太陽熱住宅(暖房面積 1/3 以上の 集熱器設置)
支援稅制		法人稅 所得稅 特別減價償却 —위 3個中 1個選擇—	登錄稅(住宅) 取得稅(住宅, 골프場) 財產稅(골프場)	住宅債券
支援範圍		法人稅, 所得稅, 投資額의 6~10% 控除 特別減價償却: 範圍額의 50/100	全額免除	買入免除

〈表 9〉太陽熱住宅의 國民住宅基金融資實績

年 度	總 配 定 額	貸 出 確 定
1979	1,000	88.5
1980	2,000	1,070
1981	2,000	776
1982.1~9	2,000	6

資料: 韓國住宅銀行基金運營部.

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

(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 똑 같은 發電方式을 擇하며 보일러의 熱源으로 太陽熱을 代替한 것에 不遇하다. 各 發電方式別 主要 데이터를 表로 整理하면 다음과 같다.

<表 10> 太陽熱發電方式別 데이터

溫度 範圍	集 光 裝 置	作 動 流 體	作 動 사 이 클	發 電 形 式	總 效 率
低溫(~150°C)	平板型 V-Trough	Organic Vapor	Rankine	Farm	0.06
中溫(~350°C)	圓筒형 포물면경, Slit형 반사경, 포물면경	Steam	Rankine	Farm	0.10~0.15
高溫(500°C~)	{ 포물면경, Neliostat 포물면경	{ Steam	Rankine	Tower	0.20
		{ 공 기	Brayton	Tower	
		공기, Helium	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는 어려운 形便이나 많은 研究所에서 行한 經濟性豫測을 土臺로 한다면 概略의인 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.

樂觀的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들은 建設하여 活潑한 研究가 進行되고 있으나 그 中 重要한 것은 다음 表와 같다.

「미네소타大學에서는 1978년까지 基礎研究를 끝내고 1985년까지는 出力 50萬KW의 實驗發電所 1號를 稼動할 模樣이고 濠洲나 美國 휴스턴大學 或은 에어로스페이스社, 日本의 工

〈表 11〉 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	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 Pilot Plant	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 100MW級 商業發電用 建設을 위한 진초 Plant
1MW 鑛物用용 실험용	太陽爐	Odeillo(佛蘭西)	CNRS(1700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 2,000程度의 마을 의 全員 Neliostat 200個
500KW	Tower	Almeria(스페인)	IEA(서독宇宙航空實業研 究所主管)(1979年着工)	37m ² Neliostat 180個 800°C증기 150m ² 원통포물던경병렬
1MW	Tower 높이 50m	Sicity섬(伊太利)	MBB(西獨) Ansaldo(伊太利) (1980年末竣工)	7,800m ² , 230個, 500°C 증기터빈
1MW	Tower	니오(日本)東京 西南方 600km 地點	Sunshine計劃 (1980年着工)	約 5千萬달러, 원통형 및 Heat pipe利用

業技術院 등에서도 1975年 以後 猛烈한 開發研究에 들어 갔다. 아마 太陽熱發電은 20世紀 最後의 巨大科學으로 發展해 갈 것이다.

「美國 뉴저지州 Brown Boveri社(스위스系)는 餘分の 電力을 利用, 空氣를 壓縮시켜 地下 洞窟에 貯藏해 두었다가 必要할 때 그 壓縮空氣로 터빈發電機를 돌리는 CAES(Compressed Air Energy Storage)시스템을 建設하고 있다.

「日本の 工業技術院 電子技術綜合研究所는 山岳地帶 南傾斜地에 플라스틱으로 커버한 集熱裝置에서 섭씨 500~600度의 熱에너지를 얻어 地下蓄熱所로 유도하는 데 파이프 或은 蓄熱탱크의 蓄熱劑 或은 熱을 誘導하는 物質로는 炭酸가스, 水素, 헬륨같은 氣體나 나트륨(소다) 或은 나트륨과 칼슘의 合金인 液體金屬을 使用하는 方法을 計劃하고 있다. 이것은 물보다 훨씬 많은 熱量을 貯藏할 수 있기 때문이다.

「吸收體로는 金屬파이프 表面을 加工하여 吸收率을 올리고 一端 吸收된 熱을 外部로 달아 나지 못하게 하고 있다.

「또 吸收캐슬의 圓筒파이프 內面에는 可視光線을 通過하고 熱線만을 反射시키는 特殊膜이

부착되어 있어 여기서도 一端 들어온 太陽에너지를 外部에 못나가게 하고 있다. 이리하여 蓄熱된 貯藏탱크에 冷水를 通過시켜 恒常 水蒸氣를 얻어 發電터빈을 돌리게 하는 것이다.

「萬若 集光面積 10平方m짜리를 個人住宅屋上에 裝置했다고 하면 年間 晴天日을 200日로 보고 하루 日照時間 5時間 熱變換效率 50%로 하면 한달 平均 28萬KCal의 熱을 얻게 되어 85%의 電力을 節約할 수 있게 된다. 이것은 月平均 100KWH의 에너지를 使用한다고 보고 計算한 것이다.

「日本 電源開發株式會社는 日政府의 依賴로 香川縣 仁尾町에 1,000KW 塔集光方式(製作 三菱重工業)과 같은 1,000KW規模의 曲面反射鏡 集光方式(製作 日立製作所)으로 두 개의 太陽熱發電所를 建設하고 1981年 여름부터 本格的인 送電에 들어 갔다. 實驗發電計劃으로는 世界最大級이며 約 2年間 研究運轉을 繼續하면서 實用化를 위한 資料를 얻고 있다. 兩쪽 總工事費는 約 100億원이다.

「集熱效率은 兩方式 모두 直射日射量 1平方m當 0.75KW(때로는 50~60%)로 그의 設計值와 비슷했다고 한다. 受光面積은 1,300平方m(1,000KW를 얻기 위해 에너지損失을 零으로 보고)의 10倍의 面積 即 13,000平方m의 反射鏡을 使用하고 있으니 結局 效率은 太陽에너지의 10% 밖에 利用 못하는 셈이 된다.

「只今까지 太陽熱을 集熱시켜 高溫 高壓蒸氣를 얻어 發電機를 돌리는 方法을 紹介하였으나 이밖에 太陽熱을 異柱의 두 金屬線 閉回路 한 쪽에 集熱시켜 電氣를 直接 얻는 제백效果를 利用하는 太陽熱發電法(普通 熱電對發電法이라 부른다)이 있다. 이 方法으로 美國 NASA의 제트 프로펠션研究所는 家庭用 小規模 太陽熱發電機(Solar Electric Thermionic Generator)를 開發 市販하고 있다. 대개 數 KW 未滿짜리 太陽熱發電機가 大部分이다.」⁽¹⁾

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의인 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의 高溫을 達成하며 이 溫度는 液體나트륨에 貯藏되어 이 熱으로써 水蒸氣를 만들어서 發電에 使用하는 것이다. 이와 같은 大規模의인 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. 그

(1) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1983年 7月, pp. 36-41.

라고 이렇게 되면 集熱과넬은 美國沙漠地帶의 10%에 該當하는 36,400平方km에 걸쳐서 展開되는 것이 된다。」⁽²⁾

(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.」⁽³⁾

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의 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. 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

<表 12> 經濟性比較

區 分	種 別	太 陽 光 發 電(A)	디 젤 發 電(B)	差 額 (A-B)
初 期 投 資 費(千圓)		123,693	9,600	114,363
年 間 運 營 費(燃料費包含)(千圓)		1,425	3,946	△2,521

資料：動力資源部.

註：1981年 基準(太陽電池價格 8.4달러/Wp 基準).

<表 13> 經濟性比較

區 分	種 別	太 陽 光 發 電(A)	디 젤 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).

(2) 日本放送出版協會, 『에너지』, 1978年 8月, p. 221.

(3) Robert Stabaugh and Daniel Yergin著, 金永日譯, 『에너지의 來日』, 1980, pp. 224~225.

實用化될 수 있는데 그들이 各國 에너지 供給시스템에 미칠 영향은 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 영향이 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 바뀌야 할 것이기 때문이다. 卽 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 電氣會社들 스스로의 支持가 必要하나 이 點에 있어서는 確信할 수 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의으로 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명한 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.

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의으로 다음과 같은 다섯가지가 있다고 볼 수 있다.

① 原價의 節減

첫째로 太陽電池發電이 一般의 用途로 實用化되기 위해서는 太陽電池의 製造코스트가 現在의 100分の 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의 에너지 貯藏技術의 開發이 必要하다고 思料된다.

③ 技術의 強化

셋째로는 美國 國立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 矽리콘太陽電池의 에너지變換效率를 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 絕對的으로 必要하다.

㉔ 素材價格의 高騰

비례로는 矽리콘太陽電池는 矽리콘素材價格도 비쌀 뿐만 아니라 普通의 程度로서는 1톤當 600달러로 製造되나 太陽電池에서 要求되는 超高純度 矽리콘의 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 어렵다고 主張한다. ⁽⁴⁾

(4) 太陽熱產業工程熱

① 太陽熱產業工程熱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 同伴해서 元來 燃料費가 無料인 太陽熱플랜트에 有利하게 될 것으로 보고 있다.

그런데 太陽熱產業工程熱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 들어 가고 있지 못하다.

② 問題點 및 展望

太陽熱產業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

(4) Harvard Business School이 *Energy Future*에서 저술한 솔라에너지 概念에 立脚, 美國의 主要機關의 豫測을 綜合한 솔라에너지의 開發展望을 例示하면 다음 表와 같다.

2000年의 솔라에너지 寄與度豫測

(單位：石油換算 百萬 B/D)

豫 測 機 關	솔라에너지	총에너지需要	寄與度(%)
President Council on Environmental Quality SRI	12	50	23
① Business as usual	5	73	7
② Low solar cost	10	70	13
③ High fuel cost	6	45	12
National Academy of Science	4	50	8
Union of Concerned Scientists			
① Maximum demand	10	50	20
② Intermediate demand	10	40	25
EXXON	3.8	45.5	8

2,000年頃に 가거나 試驗工場(pilot plant)을 設置 運營할 計劃으로 있다.

2. 風力에너지

(1) 風力에너지의 開發現況

風車에너지는 이미 自然에너지時代로부터 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 곳에 남아 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.

그런데 「風力으로 프로펠러를 돌려 發電機를 回轉시키는 根本原理는 예나 只今이나 別 다른게 없다. 다만 옛날은 回轉力을 直接 機械的 動力으로 사용하지만 近來에는 電氣에너지로 바꾸었다는 것만의 差異이다.

「프로펠러의 模樣이나 發電絲의 構成 或은 風速이 一致하지 않으니가 여기에 따라 發生하는 發電量도 一定하지 않은 것을 恒常 均等하게 에너지를 利用하는 方法 등에 對해 新開發이 進行되어 왔다.

「프로펠러의 模樣은 갖가지 種類가 있는데 그 中 몇 種을 紹介하면 다음과 같다.

「① 水平프로펠러…프로펠러의 軸이 水平으로 도는 것. 여기에는 1枚式 프로펠러, 2枚, 3枚, 多枚式(普通 Bicycle Wheel이라 부른다)이다. 이 以外에도 두 겹으로 된 2重式 프로펠러도 있다.

「② 垂直프로펠러…프로펠러軸이 垂直으로 된 것. 이것은 1925年 프랑스의 G.J.M.다리우스氏가 考案한 것을 美國 原子力委員會의 산디아研究所가 이를 開發한 바 있다. 이의 特徵은 어떠한 方向에서 불어오는 바람에도 利用할 수 있다는 點, 또 地上에서 大規模 風力發電할 수 있고, 回轉軸이 恒常 固定되어 있어 發電機에 動力傳達이 簡便하다는 點, 그래서 水平式보다 에너지 로스가 적다는 利點이 있다.

「1974年 NASA의 風洞實驗에서는 直徑 15피트, 時速 15마일의 風速으로 746W의 電力을 얻는 데 成功하였고 1980年代까지는 이것을 1百個 以上 地上(高地帶)에 세워 發電機를 直列, 7萬 ~20萬KW의 電力을 얻을 豫定이라 한다. 그리고 通風이 좋은 山岳地帶에 直徑 10m짜리 6層 垂直風車塔 1千個를 세우면 600萬KW級의 大規模 發電도 可能하다.

「또 미시건電子工業學校의 브레그氏가 考案한 것인데 55갤런들이 드럼筒 3個를 利用하여 2百乃至 5百W의 連續 發電을 얻고 있다.

「1975년에는 알루미늄製 드럼筒式 垂直風車로 10個의 蓄電池에 連結 60사이클, 120볼트 交流電流 1.5KW짜리를 市販하기 始作했다.

「山岳地帶 島嶼地方 或은 家庭用 小規模 發電으로 프로펠러式은 現在 世界 茫茫곡곡에서 相當히 利用되고 있다.

「美國 몬테너州立大學에서는 風力軌道車가 登場하여 大人氣를 끌고 있고 無風 때는 엔진을 稼動하고 或은 風力發電의 電力으로 물을 電氣分解하여 酸素와 水素로 分解 貯藏해 두었다가 必要할 때 燃料電池의 原料로 使用해서 電力을 얻는 方式 或은 太陽電池와 併用하는 方法 등이 開發되어 나오고 있다.」⁽⁵⁾

上述한 바와 같이 KW級 小型風車는 이미 商品化되어 販賣되고 있으나 10KW單位만 되어도 아직 信賴할 만한 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. 1976년에 100KW, 1978년에는 200KW級을 設置 稼動하였고 1979년에는 2,000KW級을 Bonne, NC에 設置 稼動中에 있으며 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/s에서 300KW의 出力을 내도록 設計되어 있으며 二翼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에 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).

이 보다 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

(5) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1983年 5月, pp. 42-44.

溝郡 開也島(220家口 1,200名 對象)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年間の 實驗運轉이 끝나야 알겠지만 이제까지의 測定值로 미루어 島嶋地方에서는 風車가 디젤發電에 比하여 優勢할 可能性이 充分히 있는 것이다.

〈表 14〉 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 稼動中인 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 15〉 經濟性分析

區 分	種 別	風車發電(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	

註：(1) 風力發電시스템 耐久年限：10年 基準
 (2) 디젤발전시스템 耐久年限：10年 基準

(2) 問題點 및 展望

「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 風力發展의 大規模化에는 많은 難點이 있다는 것이다.」⁽⁶⁾

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 島嶋用 小型風車 200基를 普及할 豫定이며 2,000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 100基를 普及할 豫定으로 있다.

(6) 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, p.25.

3. 小水力에너지

(1) 小水力에너지의 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 7.6×10^9 KWH/年, 小水力 4.0×10^9 KWH/年으로 總 11.6×10^9 KWH/年으로 推算되고 있다. 이것은 1986年度의 電力需要推定量(89×10^9 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 可能的인 包藏水力을 갖고 있으며 經濟的인 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로써 5,380千KW를 發電하고 있으며 프랑스는 2,200基로써 1,800千KW, 핀랜드는 175基로써 380千KW, 日本은 1,350基로써 7,000千KW를 發電하고 있다.

〈表 16〉 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 17〉 小水力開發 및 普及現況

國 內	外 國		
	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
	프 랑 스	1,800	2,200
2. 建設中인 發電所	핀 랜 드	380	175
	日 本	7,000	1,350

資料：動力資源部.

(2) 問題點 및 對策

〈表 18〉發電源別 原價比較

區 分 \ 源 別	小 水 力 (한흥小水力)	一 般 水 力	BC油發電	原 子 力	內 燃 力	無煙炭發電
建設單價(달러/KWH)	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

資料：動力資源部.

上記表에서 보는 바와 같이 小水力發電은 다른 種類의 發展에 比해서 經濟性이 아직 낮을 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 1986 年까지는 國內 水力發電水準까지 引下 可能할 것으로 보여 진다. 對策으로는 다음과 같은 것이 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의 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 自家發電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 小水力發展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 할 必要가 있다.

〈表 19〉年次別所要資金

內 譯 \ 年 度	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000年	計
研 究 開 發	—	—	—	—	—	50	50	100	50	50	1,000	1,300
普 及 및 商 用 化	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800	800
計						50	50	100	50	50	1,800	2,100

資料：動力資源部.

4. 메탄가스 에너지

(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메탄 가스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 20〉 經濟性分析 (1981年 8月 現在 煙炭價格 基準)

內	譯	金	額
初 期 投 資 費			855千원
年 間 燃 料 節 減 額			82千원

註：(1) 分析基準 및 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 産業界의 技術者에 의하면 地熱이 가까운 將來에 相當量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인 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 探査도 거의 行하여지고 있지 않고 探鑛技術의 開發도 初期段階에 있다. 그런데 이 에너지源을 大規模的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 效率的으로 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 商業的으로 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 經濟的으로 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 主로 어느 程度의 깊이에 鑛床이 있느냐에 依存하는 것이다. 그러나 實際的으로 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 積極的인 努力만 支拂하면 今世紀末까지에는 開發可能할 것으로 보여 진다. 여기서 남은 問題는 探査 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. 具體的으로 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.」⁽⁷⁾

6. 海洋에너지

(1) 波力發電

① 波力發電의 開發現況

水력과 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으로 많이 使用되고 있다. 그러나 이들은 모두 小規模이고 工業용으로 使用할 수는 없다. 波력이 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 波力は 將來에 있어서도 補助에너지로는 使用할 수 있어도 工業用에너지는 될 수 없을 것으로 생각 된다.

그리고 이와 같은 「波力에너지를 利用하여 電氣를 얻겠다는 方法은 1945년부터 各國에서 研究되고 있었다. 그러다가 1965년에는 小型波力發電機(10~18W)가 市販되고 75년에는 1千KW規模의 大型이 登場했고 英國의 Central Electricity Generating Board의 研究팀이 50MW에서 4萬MW의 超大型波力發電施設의 計劃開發을 서둘고 있고 日本은 3KW의 浮筒體發電機(外經 120m, 內經, 70m, 高 4m, 重量 2,000屯級)을 製作할 것을 計劃하는 등 눈부신 活躍을 하고 있다.

「그 理由는 波濤는 海面을 불어가는 바람으로부터 에너지를 얻어 發生하는데 波力에너지는 風速의 6乘에 比例해서 發達한다고 보고 風速 每秒 12m의 경우에 波幅 1m에서 60KW, 15m에서는 200KW의 波력이 밀어 닥치는 힘을 갖고 있으니 無視 못할 에너지이다. 故로 風速 12m의 바람을 타고 海岸線 1km에 밀어 닥치는 波力は 6萬KW의 에너지를 갖고 있는 셈이 된다. 이 때 波高는 普通 2~3m이다. 이 程度의 波濤는 年中 恒常 일어나고 있다.

「우리나라는 3面이 바다이고 大小 1千個에 가까운 섬들이 있어 特히 電力供給을 받지 못한 落島의 電力資源으로 將來가 매우 期待된다.

「뿐만 아니라 數千km의 海岸線을 가진 우리나라에서 其中 2千km만을 利用하더라도 1億 2千KW, 效率 30%로 計算하면 3,600萬KW가 된다.

「波力發電의 가장 普遍的인 方法은 空氣를 媒介로 터빈을 돌리는 方法(空氣터빈型)인데 鐵筒 或은 콘크리트製筒 或은 플라스틱筒 속에 波濤가 밀어 올리는 空氣의 壓力으로 터빈을 돌리는 것이다.

「이것은 海岸岩壁에 固定裝置할 수도 있고 或은 海面에 뜨게 하는 浮體에 裝置할 수도 있다.

(7) 日本放送出版協會, 『エネルギー』, 1978年 8月, pp. 202-206.

「或은 波濤가 밀어 올리는 힘을 이용하는 1枚瓣裝置(one way用)方法도 있고 4枚瓣裝置를 이용하여 波濤가 下降할 때 空氣를 吸引하고 上昇할 때 空氣를 밀어내는 힘으로 터빈을 돌리는 往復流型도 있다.

「岩壁에 固定하는 方法은 大型波濤(颱風 때 發生)가 칠 때는 發電機가 浸水되니까 콘크리트로 密閉埋立해야 한다.

「空氣를 이용하는 理由는 波濤의 힘은 強하지만 速度가 느리니까 空氣의 流出入斷面の 크기에 따라 吸出 或은 吸引速度를 굉장히 빠르게 할 수 있기 때문이다.

「日本の 海洋氣象觀測用 電力源은 浮體式 波力發電으로 引고 있고 또 海上保安廳의 燈臺用으로도 널리 使用되고 있다.

「現在 使用하고 있는 海洋氣象觀測用塔은 直徑 60cm짜리 플라스틱 空氣筒을 이용한 往復型 4枚瓣 波力發電機가 裝置되어 있다.

「何如튼 이들은 10年 以上 使用해도 故障 없이 稼動되고 그리고 太陽電池보다 價格이 싸고 또 信賴度가 높은 長點이 있으니 生覺해 不 問題이다. 波力의 變換效率은 26%이다.

「한편 캐나다나 美國等地에서는 浮體에 긴 파이프를 달고 바다에 띄워 浮體가 波濤에 밀려 올라갔다가 내려갈 때 海水가 파이프로 上昇하는 힘을 利用 터빈을 돌리는 樣式을 開發했다.

「勿論 파이프中央에 1枚瓣(Flapper valve)을 裝置하여 海流가 1方通行토록 되어 있다.

「이것을 大型化하여 發電力 3千KW 浮體式 空氣壓을 이용하는 波力發電 2千屯級(이 속에 空氣피스톤室 40~50室이 있다)을 2百m 間隔으로 10個 연결하여 3萬KW를 얻는 方法이 있다.

「이것은 水深 20~50m 海岸에다 施設하는데 結局 小型空氣壓式을 크게 한 것에 지나지 않는다.

「그러나 英國에서는 海面에 긴 鐵筒을 띄워 놓고 左右로 數 10個의 浮動體(Vane)을 달고 波濤칠 때마다 Vane이 끄덕끄덕 움직일 때 鐵筒 속의 바닷물을 一方通行시켜 터빈을 돌리게 하는 方法을 쓰고 있다.

「勿論 바닷물이 逆流 못하게 瓣이 8個(4個의 펌프室이 2個씩 있다)가 달려 있다.

「이리하여 波高 8피트에서 3百KW의 出力을 가진 發電機를 數 10個 한 줄로 連結하여 數 千KW를 낼 수 있는 鐵筒을 數10個 並列하여 數萬KW를 發電하는 大規模 波力發電施設을 計劃하고 있다.

「이것은 또 海岸의 波力을 吸收하므로 波濤로 因한 被害를 없애는 二重役割을 한다.」⁽⁸⁾

(8) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1983年 4月, pp. 26-27.

波力發電에 對한 外國에서의 技術開發現況 및 展望을 살펴 보면 波力發電은 아직 技術開發初期段階에 와 있으며 이것도 2,000年頃에 가야 實用化段階에 突入할 것으로 보여 지고 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 우리나라는 아직 波力發電을 開發할 만한 事前調査 및 技術이 定立되어 있지 못하다.

② 問題點 및 展望

波力에너지는 面積當 에너지量이 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에 가야 實用化段階에 들어 갈 것으로 보여 진다. 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.

(2) 潮力發電

① 潮力發電의 開發現況

「潮力發電은 滿潮때 海水를 댐에 流入시키면서 發電機의 水車を 돌리고 流入口를 잠그고 干潮때 바다로 放出시키면서 水車を 돌려 電氣를 얻는 方式을 말한다.

「干滿現象으로 생기는 海洋全體의 에너지는 約 10億KW나 되니 이것 또한 無視 못할 問題이며 地球와 달이 存在하는 限 없어지지 않는 에너지資源이다.

「潮汐發電이 水力發電과 다른 點은 한말이나 豪雨같은 日氣에 關係 없다는 것 또 每日의 潮汐의 差와 干滿時間으로 發電量과 時刻를 正確하게 豫測할 수 있다는 것 등이다.

「프랑스는 1967年 世界 最初의 潮汐發電인 프랑스 린스發電所가 運轉을 開始했다. 潮汐差는 最大 13.5m 平均 8.5m, 河口를 막은 댐의 길이 750m에 1億 8千萬m³의 물을 貯藏하고 出力 1萬KW 水車 24基를 稼動하여 年間 4億KWH의 電力을 얻고 있다.

「1969年 蘇聯은 린스發電所를 본 받아 바렌츠海의 올라灣에 試驗用 키스로구프發電所를 建設했다. 潮汐差 最大 4m, 댐의 길이 50m, 水深 4~5m, 出力 4千KW 圓筒水車式發電機 2基를 使用하고 있다.

「그리고 1985年까지는 오즈그海 東部 베진스카야(潮汐最大值 12m) 年間發電量 1百 1萬 KWH의 發電所를 完工할 豫定으로 있고 또 하마로스크에도 이와 비슷한 大規模 潮汐發電所를 建設하여 시베리아平原의 開拓用으로 使用할 模樣이다.

「이 以外에도 메젠發電所(最大潮汐差 9m, 出力 7千KW發電機 2,000基로 1,400萬KW,

年間 360億KWH를 얻을 豫定)와 노스로그發電所(年間 250億KWH) 등을 建設하고 있다.

「프랑스는 런스發電所에 이어 쇼제이 發電所(最大潮汐差 6.4m, 出力 2萬KW發電機 600基, 總出力 1,200萬KW).

「英國은 세번發電所(最大潮汐差 15.2m, 出力 5萬KW發電機 175基, 總 875萬KW, 年間 5兆KWH).

「美國은 버스머 코리發電所(潮汐差 8m, 1萬KW發電機 30基로 30萬KW, 年間 19億KWH)

「아르헨틴에서는 선호세發電所(潮汐差 11m, 總出力 60萬KW).

「캐나다 펀디灣에는 落差式 水壓을 利用한 터빈式發電으로 出力 600萬KW의 潮汐發電所를 建設하고 있는 등 나라마다 분주하게 움직이고 있다.」⁽⁹⁾

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KWH로 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KW級의 潮力發電所가 設置되어 있다.

우리나라의 潮力潛在力은 約 1.9×10^6 KWH/年으로 이것은 1986年度 電力需要量의 約 2%에 不遇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

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 있다. 그러나 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 보여 진다.

(3). 海流發電

① 海流發電의 開發現況

潮汐干滿의 差를 利用하여 電力을 얻는 潮力發電이 아니라 海流 即 바다물이 恒常 흘러가는 흐름을 利用하여 電力을 얻겠다는 方法이 있다. 勿論 干滿의 差로 生기는 흐름도 있지만 그보다 全然 다른 原因으로서 生기는 海流의 移動, 말하자면 海面을 흘러가는 氣流(바람) 또는 海水溫의 差異로 生기는 對流, 海底地形, 地球自轉 등이 關係되어 1年內內 繼

(9) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1983年 5月, pp. 45-46.

續해서 一定地域을 移動하는 海流를 말한다.

이러한 海流移動이 甚한 곳은 南太平洋 하와이 南쪽 約 8千km되는 크리스마스島 附近 또는 필리핀에서 北上하는 黑潮 或은 하와이에서 西로 흐르는 北赤道海流 或은 필리핀에서 파나마로 흐르는 赤道海流 或은 美國 東部海岸을 흐르는 플로리다海流 或은 멕시코灣流 등이 있다. 말하자면 이 海流를 利用하여 터빈을 돌려 電力을 얻겠다는 것이다.

이것을 처음 試圖한 것은 1973年 美國大西洋 海洋氣象研究所(마이에미)가 時速 4노트의 플로리다海流에 着眼하여 開發이 始作된 것이다. 이 플로리다海流의 總에너지는 地球上에 存在하는 모든 河川의 水力을 全部 合친 에너지의 50倍 以上이나 된다고 하니 絕對 無視 못할 에너지資源인 것이다.

아무리 빈약한 發電裝置라도 그 中 4%만의 海流에너지를 얻어 낸다면 1百萬~2百萬KW는 問題 없다는 것이다.

② 問題點 및 展望

1980年代에는 파라슈트를 連結하여 發電船의 터빈을 돌리는 方法이 가리스탈멘氏에 依해 考案되어 왔으며 發電量은 50萬KW 規模라고 하였다. 그러나 이 方法은 海上交通에 支障을 招來하는 不便이 있어 크게 發展하지 못하고 結局 海底에 固定시키는 水車式方法이 登場하기에 이르렀다.

豫想하건대 海流發電은 21世紀初까지는 海底都市나 海底基地의 電力供給源으로 방방곡곡에서 建設됨이 일어 날 것으로 보여 진다.

(4) 海水溫度差發電

① 海水溫度差發電의 開發現況

熱帶地方의 海面의 水溫은 섭씨 26~28度이지만 海中 600m 깊이는 4~6度 밖에 안된다. 이 海水의 溫度差를 利用하여 電力을 얻겠다는 計劃은 1926年 프랑스의 G. 그로드가 제일 먼저 試圖했다.

그 後 別 進展을 못 보고 오다가 1970年代 美國의 H. 앤더슨父子가 프로판가스를 利用하여 海水溫度差發電機를 考案했다. 從來는 水蒸氣를 利用했는데 效率이 좋지 않고 低性能이어서 取消하고 말았다.

말하자면 低溫氣體가 高溫 속을 通過할 때 體積이 膨脹하는 壓力으로 터빈을 돌려 發電하는 것인데 프로판가스를 使用하면 값도 싸고 腐蝕性이 없고 高壓에다 高密度氣體를 얻을 수 있다는 點 등의 特徵이 있다.

이리하여 멕시코灣의 海流에다 出力 10萬KW짜리 發電플랜트를 計劃했다.

總建設費 1,664萬 7千달러로 年間 6億 5,600萬KWH, 運轉費利子を 年 187萬달러로 치면 1KWH當 發電單價 約 1千分の 3달러 밖에 안된다.

이런 式으로 計算하면 멕시코灣流의 1年間의 에너지는 180兆KWH가 된다.

1980年代 美國이 1年間에 消費하고 있는 電力 2兆 8千萬KWH에 比하면 80倍가 넘는 量을 갖고 있는 셈이 된다.

赤道地方에 내리 쬐는 太陽에너지를 海水가 吸收하고 그것을 利用하여 電力을 얻으니 結局 太陽熱을 直接 利用하는 것과 別 다른 게 없다.

이것이 刺戟劑가 되어 1973년에는 美國 카네기-멜론大學의 C.제노教授가 암모니아를 使用하는 發電플랜트를 發表했다. 即 10度C의 氣化器에 들어간 高壓암모니아液(1cm²當 約 8.7kg의 壓力을 가졌다)을 25度C 海水 속을 通過시켜 20度C의 過熱蒸氣로 만들어 여기서 氣化한 암모니아가 斷熱膨脹하여 터빈을 回轉시키면 低壓가스로 變한다.

이것은 凝縮器로 5度C 水溫 속에서 冷却되어 다시 10度C의 同壓液體로 變하고 壓縮器로 1cm²當 8.7kg까지 加壓되고 繼續 循環하는 過程을 되풀이 한다.

美國 海軍 潛水센터의 H.E.기리그氏は 氣化器를 海面에다 두고 터빈發電器를 海底 600~1,000m 아래에다 施設하는 새로운 方法을 考案했고 여기에 比하면 제너식은 凝縮器와 터빈室을 海中 中間 層에 裝置하고 있다.

1975年 美國의 TRW研究팀은 冷海水를 海底로부터 뽑아 올려 凝縮器, 氣化器 터빈發電機를 모두 海面上에다 設置하는 方法을 擇하여 1990년까지 2億 1千萬달러를 投入 1基當 10萬KW짜리를 建設할 模樣인 것 같다.

② 問題點 및 展望

何如든 21世紀初에 가면 10萬KW級 TRW式 海水溫度差發電塔 20餘基가 카리브海의 자메이카, 아프리카 가나, 南美 가이아나 등 熱帶暖流가 흐르는 海岸 或은 島嶼地方의 電力源으로 活躍하게 될 것으로 보여 진다.

7. 바이오매스 에너지

(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 벗짚 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 1975年の 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 東南亞細亞, 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 데다 小農方式이 中心이 되고 生産性向上의 餘地도 큰 까닭에 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 合친 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.」⁽¹⁰⁾

(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

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

世界的인 石油·天然가스 需給의 問題에 크게 영향을 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는 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 題目로서 取扱되었다. 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을 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.

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 技術協力を 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의 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 技術協力を 實施하여 必要가 있다.

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 에너지

(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을 消費하게끔 되었을 때부터 固體의인 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 경향이 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 無機礦物廢棄物은 年間 約 11億噸, 有機廢棄物은 年間 20億噸 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 8千萬噸에 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 6百萬噸에 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량의 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량의 約 6%에 相當한다. 그는 또 廢棄物의 利用技術이 더욱 發展하면 그의 回收량은 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.」⁽¹¹⁾

(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 1990年頃에나 實用段階에 들어 갈 것으로 보여 진다.

셋째로는 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.

III. 化石에너지資源

1. 竊

(1) 竊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 Plant가 實驗中에 있으나 混合物의 安定化를 위한 物質化方法, 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가 있을 程度이다.

竊을 위한 우리나라 賦存資源量으로서는 石炭埋藏量이 14億 5千萬屯, 低質炭埋藏量이

(11) 吳萬植, 『우리나라 에너지資源의 現況 및 對策』, 1981, pp. 147-148.

5億 9千萬屯이므로 畚을 위한 石炭利用可能量은 國內的으로 多量이 있음을 發見할 수 있다.

우리나라의 畚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 畚에 對한 普及實績은 아직 없으며 1986年頃에 가서야 畚製造技術이 確立될 것이 豫想된다.

〈表 21〉 普及目標

技 術 開 發 目 標	普 及 目 標
1986年 : COM製造技術確立	1991年 : 公業으로 10基 産業用보일러 40基(800T/H) 2000年 : 公業으로 15基 産業用보일러 80基(1600T/H)

資料 : 動力資源部.

그리고 經濟性分析에 의하면 우리나라에서도 畚에 對한 經濟性은 매우 높은 것으로 評價된다.

〈表 22〉 經濟性分析

內 譯	金 額 (百萬元)
初 期 投 資 費	250
年 間 燃 料 費 節 減 額	176
年 間 費 用 增 加 額	63
年 間 純 節 減 額	113

資料 : 動力資源部.

註 : (1) 分析基準

對象 : 20T/H 油類보일러를 COM보일러로 改造時

보일러效率 : oil 85%, COM 83%

年間稼働日 : 330日

燃料費 : oil 203/l, Coal 75달러/T

(2) 分析內容

單純投資回收期間 : 2.2年

投資回收率 : 46.9%

(3) 分析結果 : 經濟性 매우 높음

(2) 問題點 및 對策

① 政府와 民間企業의 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 있으며 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 : 요

〈表 23〉 研究開發計劃

內譯	年度	'82	'83	'84	'85	'86
基礎實驗						
濕式밀에 依한 COM製造實驗		→				
安定劑開發		→				
Pilot Plant 實驗						
製造, 貯藏, 輸送 및 연소方法 實驗			→			
重油머너의 石炭슬러리 연소技術開發			→	→		
灰分除去裝置스케일 업 및 最底條件實驗			→	→		
實證實驗						
長期燃燒時 障害要因 防止技術開發					→	→
實用化準備						→

資料：動力資源部.

〈表 24〉 油類節減效果

(單位：千 Bbl)

種別	年度	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000
요로		—	—	—	—	—	28	56	84	112	140	210
보일러		—	—	—	—	—	56	140	252	392	560	1,120
計		—	—	—	—	—	84	196	336	504	700	1,330

資料：動力資源部.

註 (1) 요로：油類節減量 697 Bbl/T

보일러：油類節減量 697 Bbl/T

(2) 油類：石炭=60：40

〈表 25〉 年次別所要資金

內譯	年度	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000	計
研究開發		75	240	220	250	180	—	—	—	—	—	—	965
普及 및 商用化		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
요로		—	—	—	—	—	500	500	500	500	500	1,250	3,750
보일러		—	—	—	—	—	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	10,000	20,000
計		75	240	220	250	180	1,500	2,000	2,500	3,000	3,500	11,250	24,715

資料：動力資源部.

註：요로：250百萬원/기

보일러：250百萬원/기

업, 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 바람직할 것으로 보여진다.

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 流動層燃燒方案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 5千萬屯, 可採埋藏量 5億 4千萬屯, 低質炭埋藏量 5億 9千萬屯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 벗어 나지 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 1988년에 가서야 常壓流動層燃燒技術이 確立될 것으로 보여 진다. 그리고 石炭流動層燃燒의 經濟性은 높은 것으로 보여 진다.

〈表 26〉 普及目標

技 術 開 發 目 標	普 及 目 標
1988年：常壓流動層燃燒技術確立	1991年：常壓流動層연소보일러 10基 (施設容量 100T/H)普及 2000年：常壓流動層연소보일러 200基 (施設容量 200T/H)普及

資料：動力資源部.

〈表 27〉 經濟性分析

內 容	區 分	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	

註：日本の 例.

〈表 28〉 研究開發計劃

內 容	年 度											
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000	
第1次 上壓流動層 파이롯트 플랜트 試驗 및 經濟性分析(0.1T/H 規模)		→										
第2次 上壓流動層 파이롯트 플랜트 試驗 및 評價(1T/H 規模)			→	→	→							
實用화를 위한 示範 플랜트建設實驗(10T/H 規模)						→	→					

資料：動力資源部.

〈表 29〉 年次別 普及計劃 및 油類節減效果

區 分		年 度											
		'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000	
보 급	보급기수(基)	(신설)	—	—	—	—	1	—	1	4	4	190	
		(누계)	—	—	—	—	(1)	(1)	(2)	(6)	(10)	(200)	
	보일러용량 (T/H)	(신설)	—	—	—	—	10	—	10	40	40	1,900	
		(누계)	—	—	—	—	(10)	(10)	(20)	(60)	(100)	(2,000)	
유류절감량(千 Bbl)		—	—	—	—	39.5	39.5	79	237	395	7,900		

資料：動力資源部.

註：중기열량 6.67×10⁸Kcal/T

유류절감량：보일러 1T當 3,950ℓ

〈表 30〉 年次別 所要資金

(單位：百萬圓)

內 譯	年 度												計
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000		
연구 개발	255	200	350	300	200	200	200	—	—	—	—	1,705	
보급 및 상용화	—	—	—	—	—	2,000	—	2,000	8,000	8,000	380,000	400,000	
계	255	200	350	300	200	2,200	200	2,000	8,000	8,000	380,000	401,705	

資料：動力資源部.

註：보일러 10T/H 1基當 20億圓

(2) 問題點 및 對策

① 政府와 民間企業의 協助

研究開發에 있어서는 實用화를 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 生覺된다.

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. 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 70~105氣壓 및 80°~900°C에서 水素添加하는 Hygas法 前處理爐로서 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가스 보다 낮다.」⁽¹²⁾

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

㉠ 高發熱量가스

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

㉡ 中·低發熱量가스

Stined 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 (LLL社) 등이 開發中에 있다.

이 외에도 MHD發電에 石炭의 가스化技術이 活用되어 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

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

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성이 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 COED(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 갈은 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 제일가는 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. 即,

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.

세째 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 黃分の 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.

세째의 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, 세째 濕式吸收法, 네째 吸着法, 다섯째 觸媒酸化法이다.

乾式注入法은 石炭石(CaCO_3) 또는 若灰石 등의 粉末을 燃焼室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 溶液中の 強鹽基性物質과 反應하게 하는 것이다. 이 中에서 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 副産物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.」⁽¹³⁾

(2) 問題點 및 展望

① 技術開發段階

石炭의 가스化와 液化는 現在 外國에서도 技術開發段階에 있으며 石炭의 가스化는 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 가스化 및 液化

外國에서는 石炭의 가스化는 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 보여 진다.

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 보여 진다.

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 보여 진다.

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 생겨 날 것으로 보여 진다.

<表 31> 目 標

技 術 開 發 目 標	普 及 目 標
石炭가스化 1988年：先進技術動向把握 1996年：國內技術確立	石炭가스化 2000年：20基(200T/H)普及
石炭液化 1991年：先進技術動向把握 2000年：國內技術確立	石炭液化 2000년까지 普及物量 없음

資料：動力資源部.

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

〈表 32〉 研究開發計劃

內 容	年 度										1992~2000	
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91		
石 炭 气 化 先進技術動向把握 關聯技術確立												'94 → '96 파이롯實用化, 플랜트를 위 한 設置研究, 示範設置研究
石 炭 液 化 先進技術動向把握 關聯技術確立												
												基礎研究
												基礎파이롯實用研究 플랜트化를 위한 設置研究 플랜트化를 위한 示範設置研究

資料：動力資源部.

〈表 33〉 普及計劃 및 油類節減效果

區 分	年 度										1992~2000年	
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91		
普及 物量	石 炭 气 化	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200基(200T/H)
	石 炭 液 化			없				음				
油 類 節 減 量(千Bbl)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	790

資料：動力資源部.

註：油類節減量：보일러 1吨當 3,950 Bbl

〈表 34〉 年度別 所要資金

內 譯	年 度										1992~2000年	計
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91		
石 炭 气 化 研 究 開 發	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	2,500('96까지)	2,650
普 石 炭 液 化 研 究 開 發	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,000	2,000
計	-	-	-	-	-	-	-	50	50	50	4,500	4,650

資料：動力資源部.

4. 오일셀 및 타르샌드

(1) 오일셀 및 타르샌드의 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을 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과 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과 비슷한 기름이 되고 約 9% 程度는 熱料 가스 나머지 25%는 코크스와 같은 固體가 된다.

「美國의 오일셀埋藏量은 屯當 25같은 程度의 石油을 回收할 수 있는 高級頁岩이 約 756億 屯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 200 倍나 된다. 이에 追加하여 屯當 15~20같은 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 高溫蒸溜法 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.」⁽¹⁴⁾

「타르샌드(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 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 오일샌드(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되어 있으며 日産 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 日産 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는 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.

「타르샌드는 캐나다 以外에도 美國, 아프리카의 마다가스칼, 泰國 등에 少量씩의 埋藏量이 있다.」⁽¹⁵⁾

(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 節減

오이셀은 아직도 原油에 比해서 原價가 비싸다. 따라서 生産原價를 節減시킬 必要가 있다.

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

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

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 其의 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 생각 된다. 왜냐하면 그때까지는 油田頁岩으로부터의 石油回收技術도 大幅 改良될 수 있을 것이기 때문이다.

5. 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 믿어지며 事實上 石油은 天然가스를 大部分 同伴한다. 그러나 天然가스로서만 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, 프로판, 부탄 등의 炭化水素가스 以外에 不純物로서 二酸化炭素(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 물만 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 法的 容量을 채워줄 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 固體化하여 冷却裝置內를 막아버리기 때문이다.

「液化된 천연가스는 LNG用 特殊輸送船으로 바다 건너로 輸送되는데 그 反面 實需要者에 서는 이 LNG輸送船用 特殊埠頭施設이 있어야 한다.

「그런데 이 施設은 輸送船의 船舶施設外에 LNG貯藏탱크덱프 및 蒸發한 천연가스의 再壓 縮用 콤프레서(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 천연가스는 파이프라인을 통하여 實需 要處로 보내 진다.

「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 천연가스 確認埋藏量은 約 73兆m³로서 可採年數 即 埋藏量 對 年間生產 量比(R/P比)는 約 50年이다.」⁽¹⁶⁾

(2) 問題點 및 對策

① 천연가스의 安定供給

천연가스가 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 150萬屯, 1987년부터 300萬 屯/年(150萬屯 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는 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

천연가스는 石油資源이 枯渴될 때 이를 代替하는 에너지는 될 수 없을 것으로 보이며 벌써 LNG 生産國들은 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 보여 진다.

6. LPG

(1) LPG의 開發現況

LPG는 液化石油가스(Liquid 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.

(16) 에너지管理公團, 『에너지管理』, 1982年 10月, p. 46.

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 병커 C油 및 無煙炭의 10~20%이고 그 밖의 排出量은 LNG와 비슷하다.

LPG는 병커 C油 또는 병커 A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 堪當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 볼 때 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 될런지도 모른다.

③ 備蓄問題

세째로는 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

네째로는 「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 136千屯(年間處理能力 100萬屯)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 사우디 아라비아로부터 1982년에 250千屯, 83年

에 500千屯, 85년에 700千屯 그리고 87年以後에 1,000千屯의 輸入을 目標로 하여 80年 5월에 Petromin과 供給契約을 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.⁽¹⁷⁾

⑤ 가스産業의 育成

다섯째로는 가스産業의 育成이 必要할 것이다. 家庭燃料의 가스化를 擴大하여 나가기 위하여 가스供給施設材産業과 燃焼用 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 普及歷史가 日淺하여 가스器具開發이 落後되어 있는 狀況에서 優秀한 燃焼器具의 普及 缺이는 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.

IV. 其他에너지資源

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 試驗工場을 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. 특히 이탈리아와 西獨에서 일찍 부터 始作하여 西獨의 아텐工大에는 試驗工場을 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 네델란드의 Phillips社, 스위스의 Bachtel社, 美國의 프랑스社, 西獨의 BATCH社에서 研究가 行하여 지고 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

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

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 2000年頃に 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 2000年頃に 가서야 經濟性이 생길 것으로 展望된다.

〈表 35〉 研究開發計劃

內 容	年 度	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000年
先進技術開發動向追跡												→'96
基礎 研 究												→'98
파일로트플랜트 設置運營												→

資料：動力資源部.

〈表 36〉 年次別 所要資金

(單位：百萬圓)

內 譯	年 度	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000年	計
研 究 開 發		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	500
普 及 及 商 用 化					없		음						
計		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	500

資料：動力資源部.

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

그러나 MHD發電의 實用技術은 더욱 實證되지 않으면 안된다. 그 理由로서는 大規模의 實驗設備의 建設에 對한 뒷받침이 아직 없을 뿐만 아니라 裝置의 耐久性이라는 本質의 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 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 보고 있다.

MHD發電의 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 MHD發電의 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 경우 보다도 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.

그런데 MHD發電이 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.

그러나 MHD發電에 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 硫黃配化물을 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 단지 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 보여 진다.

〈表 37〉 普及現況

國	內	外	國
	普及實績 없음		美國, 日本 등에서 實證實驗設置段階 美國: 75,000KW 級 設置 實證實驗中

〈表 38〉 目 標

技 術 開 發 目 標	普 及 目 標
1991年: 先進技術開發動向追跡 2000年: 小規模發電시스템技術確立	2000년까지 普及計劃 없음

〈表 39〉 經濟性分析

○技術的인 問題가 解決되면 在來式 火力發電所와 競爭力 있음
○美國 G.E에서 評價한 經濟性
發電所建設單價: 965달러/KW
發電原價 30.8원/KWH

〈表 40〉 研究開發計劃

內 容	年 度										'92~2000年	
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91		
先進技術開發動向追跡												→'93
基 礎 研 究												→'96
小規模發電시스템試驗運營 (10KW級)												→'97
小規模發電시스템實用化 補完研究												→'97
大規模發電시스템導入 可能性分析												→'97

資料：動力資源部.

〈表 41〉 所要資金

(單位：百萬圓)

內 譯	年 度										'92~2000年	計
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91		
研 究 開 發	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,500	1,500
普 及 및 商 用 化	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
計											1,500	1,500

資料：動力資源部.

(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, 나프타 등이 使用되며 LNG導入計劃에 따라 燃料電池의 活用 可能性이 높아 지고 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의 規格化가 可能하다는 點일 것이다.

燃料電池는 外國에 있어서도 現在 研究開發段階에 있으며 磷酸燃料電池는 1985年 後半期頃에나 實用化가 可能할 것으로 보이고 융융炭酸鹽燃料電池는 1990年代頃에 가야 實用化가 可能할 것으로 보여 진다.

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 2000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 보여 진다.

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 보여 진다.

(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

<表 42> 經濟性分析

發 電 源						燃 料 費(원/KWH)	
인	산	연	료	전	지	29.4~35	
용	용	탄	산	염	지	26.6~49	
일		반	수	력	력	17.35	
원		자		력		15.42	
B	C	유	발	전		54.29	

註: 1990年頃이면 技術向上에 따른 原價節減으로 經濟性이 確實히 有利해 질 것으로 보여짐.

<表 43> 研究開發計劃

內 容	年 度										
	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92~2000年
先進技術開發動向追跡					→						
基 礎 研 究							→				
파이롯트플랜트설치운영											→
-폐열회수기술연구											
-국내적용문제점연구											
-시범설치지역연구											
小規模發電시스템실용화보완연구											→'96
大規模商用發電所建設可能性分析											→'97

資料: 動力資源部.

〈表 44〉 年次別 普及計劃 및 油類節減效果

區 分	年 度	'82~'86	'87~'91	'92~2000年
	普 及 物 量	(新 設) (累 計)	— —	40KW(1基) 40KW(1基)
油 類 節 減 量(千 Bbl)		—	0.9	3

註：BC油代替量：KW當 6.9Bbl

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