



## 地球環境保護를 爲한 温暖化防止對策技術

— CO<sub>2</sub> 問題에 對한 對策技術의 分類와 評價 —

A Countermeasure Technology of the Preventive Earth Weather

From Warm for the Global Environment Protect

李 春 澤\*

Lee, Chun Taek

우루과이 라운드(UR)의 推移에 온 神經을 쏟고 있는 가운데 이보다 훨씬 큰 衝擊은 우리經濟에 몰고 올 國際的인 環境規制의 움직임이 그 모습을 分明하게 드러내고 있다.

몬트리얼 議定書, 바젤協約, 氣候變化防止協約, 動植物의 多樣性保護協約 등 現在進行中인 4개의 環境關連 國際協約은 올해 안에 모두가 發效 또는 締結될 展望이다. 동시에 오는 6월 브라질에서 開催될 UN 環境開發會議(UNCED)에서는 世界環境保全을 위한 「리오선언」이 採擇될 豫定이다. 이밖에도 UR이 妥結되면 그 이후 에는 國際環境問題를 論議할 「그린라운드」를 열자는 提案도 나오고 있다. 이와같이 하나뿐인 地球를 살리자는 움직임이 世界的 共感帶를 형성하고 있다. 또한 이를 主導하는 美國·EC 등 先進國들은 汚染物質을 많이 排出하는 國家에 대해서는 貿易規制를 취할 態度도 보이고 있다. 結局 다가올 21世紀는 環境保護의 原則이 世界經濟秩序의 基本을 이룰 것으로 豫想되고 있다. 지금까지 環境問題를 소홀히 대해 온 우리들에게 非常이 걸린 셈이다.

世界的인 環境保全움직임은 우리나라의 經濟成長, 產業構造 및 國際貿易에 넓고 깊은 파장을 불러 일으킬 것이 分明하다.

### 〈目 次〉

- |                             |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1. CO <sub>2</sub> 對策技術의 分類 | 4. 社會變動을 前提로 하는 對策                |
| 2. 現狀維持型 對策技術               | 5. 氣候變化 對應型 對策                    |
| 3. 太陽 등의 1次 Energy를 想定하는 對策 | 6. CO <sub>2</sub> 問題의 對策과 今後的 課題 |

### 1. CO<sub>2</sub> 對策技術의 分類

地球規模 環境問題의 하나로서 化石燃料 使用에 따른 CO<sub>2</sub>의 增大가 問題로 되고, 그 對策

에 關해서도 여러가지 提案이 나오고 있다. 여기서는 그들 對策方法의 分類 및 定性的인 評價를 試圖한다.

地球規模의 環境問題는 人間活動으로 因한 環境과피의 問題인 것이다. CO<sub>2</sub>에 關해서는

\*鑛業資源(地下資源開發技術士) | 韓國資源研究所 技術情報部 技術情報室 責任研究員

化石燃料의 消費에 의한 大氣中の CO<sub>2</sub>濃度 增加가 原因인 것이고, 地球를 溫暖化하는 일로 추측 되어지고 있다. 化石燃料의 消費와 大氣中の CO<sub>2</sub> 濃度增加의 상관은 實測值를 근거로 해서 認知되어지는 것이지만 CO<sub>2</sub>의 濃度增加와 地球溫暖化의 상관에 對해서는 Model에 의한 추측결과를 기초로 議論되고 있으며 研究者에 豫測되는 溫暖化의 程度도 가지각색이다. 따라서 CO<sub>2</sub>에 관한 對策의 方法도 CO<sub>2</sub> 濃度を 增加시키지 말아야 할 것이 기본이 될 뿐이다. 그러나 現在 提案되어지고 있는 對策에는 溫暖에 對應하는 對策도 包含되고 있다. 이 兩者는 明確하게 區別할 必要가 있다. 더구나 CO<sub>2</sub> 課題는 長期的으로는 地球環境 維持의 問題도 있지만 短期的으로는 現在 社會 産業의 構造를 維持하는 일이 곤란하게 될 可能性이 示唆되는 것에 따라서 社會的 동요로 있을 생각케 된다. 따라서 大氣中の CO<sub>2</sub> 濃度を 增加시키지 말아야 한다고 하는 觀點에서 提案되고 있는 對策을 現在의 社會·産業의 構造를 維持하는 觀點으로 提案되어진 것인가 아닌가로 나누는 일이 될 수 있다. CO<sub>2</sub> 對策 最初의 整理로써 이들 두가지의 點에서 分類 整理한 結果를 表1에 나타냈다. 表1에는 各項目에 관해서 簡單한 評價를 記述했다.

表1. CO<sub>2</sub> 問題에 對한 工學的 對策技術

1. 現狀維持型對策技術

1-1. Energy 利用의 高效率化(省 Energy)

- 現時點에서 可能한 것
- 研究開發의 Potential이 있음

1-2. 石炭·石油의 天然가스로의 移行

- 天然가스의 資源으로써 制約이 따름
- 對替技術確立까지 問題의 Advance로써 意味를 가짐

1-3. 自然 Energy의 利用

- 開發의 Potential이 있음
- 太陽·地熱 등은 效率의 向上이 必要, 水

力은 場所의 問題

1-4. 核 Energy의 利用

- 安全性에 對한 社會的 認知가 必要
- 廢棄物處理가 課題

1-5. 化石燃料로부터 脫炭素에 의한 水素의 製造

- 技術的인 Potential이 있음.
- Process 全體로서의 效率이 問題

1-6. CO<sub>2</sub>의 回收·處理

- 技術的으로는 問題가 없음
- 投棄場所로서의 海洋可能性은 不明

1-7. 植林·沙漠의 綠化

- 植林은 現狀에서 伐採에 따른 頁의 效果를 抑制
- 沙漠의 綠化는 Energy 投入量으로 對應이 疑問

1-8. 海洋을 利用한 CO<sub>2</sub>의 固定

- 效果에 關한 確信이 없음.
- Energy 投入量을 固定量으로 對應하는 것이 疑問

1-9. Biomass의 利用

- CO<sub>2</sub>의 循環再活用 System으로 期待됨
- 成長이 빠른 植物을 發見할 必要가 있음

2. 太陽의 1次 Energy를 想定하는 對策

2-1. 水素의 利用 System

- 水素에 의한 直接還元製鐵等 産業의 CO<sub>2</sub> 抑制에 效果가 있음.

2-2. CO<sub>2</sub>의 還元固定化·再利用

- CO<sub>2</sub>의 循環利用 System으로서 期待됨.
- 開發의 Potential이 있음.

2-3. 石炭·石油로부터 低炭素燃料의 製造

- 炭素資源으로서 石炭·石油의 溫存이 可能

- CO<sub>2</sub> 發生源을 集中化하여 低炭素燃料의 供給이 可能

3. 社會變動을 前提로 하는 對策

3-1. 省 Energy 都市의 建設

- 都市의 動的變動에 對應될 것인가?

3-2. 技術·産業의 移轉

- 國家의 Security의 問題가 있음.

#### 4. 氣候變化·對應型對策

- 4-1. 高堤防建設에 의한 都市에워쌓기
  - 長期的 計劃으로써 지나친 無策
- 4-2. 農業植物 등의 品種改良(含遺傳子工學)
  - 安全性에 關한 社會的 認知가 必要
- 4-3. 農業의 世界的 分擔
  - 國家的 Security의 問題가 있음.

表1에서 「省 Energy 建設 및 產業移轉」을 社會·產業構造의 變動을 前提로 한 對策으로써 分類했다.

CO<sub>2</sub> 問題는 基本的으로는 Energy 問題인 것이고 後述하고자 하는 社會·產業의 維持를 前提로 한 對策의 大部分은 化石燃料의 消費삭감을 目的으로 하고 있다.

그러나 化石燃料의 消費삭감을 위하여, 例를 들면 化石燃料에 對한 課徵金制度가 導入되어진 경우에는 豊富한 水力發電을 갖는 地域으로 產業이 移轉할 可能性도 否定할 수는 없다.

더우기 將來 太陽 Energy의 大規模의인 利用이 現實化되는 경우에는 太陽 Energy가 豊富하게 存在하는 沙漠 주변에서 產業이 活潑化할 可能性도 있다.

이들은 주로 經濟的 要因에 의한 變動인 것이지만 現在提案되고 있는 對策中 특히 技術開發을 中心으로 한 對策에는 結果로써 產業의 世界的인 移動을 가져올 可能性이 많고, 社會·產業構造의 變動에 關해서도 考慮하는 일도 금후는 必要하다고 思料된다.

이외에 CO<sub>2</sub> 問題에 대한 對策은 原則으로 現在社會·產業構造의 維持를 前提로 하고 있다. 그러나 이들 가운데는 「資源 Energy의 利用」과 같이 1次 Energy의 開發을 中心으로 한 對策과 「CO<sub>2</sub>의 還元固定化」와 같이 化石燃料에 대신하는 1次 Energy를 尙정하는 대책이 혼재하고 있다.

表1에는 이들을 分類해서 나타낸 것이다. 1次 Energy를 尙정하는 對策은 電氣 Energy 및 水素 Energy를 利用하는 일을 前提로 하고

있다. 이들은 CO<sub>2</sub> 對策으로서는 長期的인 開發 技術로서 位置한다는 事情은 現狀에서 天然가스에 比較한 單位 發熱量當 CO<sub>2</sub> 배출량이 많기 때문에 CO<sub>2</sub> 問題 가운데에서는 尙정되는 方向으로 있지만 1次 Energy가 開發되는 일을 尙정하면, 水素를 利用한 低炭素燃料의 製造가 可能하고 「CO<sub>2</sub> 還元固定化」와 마찬가지로 位置하는 것이 될 수가 있다. 이들을 除外한 現狀維持를 目的으로 한 對策은 化石燃料의 使用量을 尙감하는 것을 目的으로 한 것과 化石燃料로부터 排出되는 CO<sub>2</sub>를 處理하는 일을 目的으로 한 것으로 大別할 수가 있다.

表1의 (1-1)로부터 (1-5)에 나타낸 「Energy 利用의 高效率化」, 「炭素·石油」의 天然가스에의 移行」, 「自然 Energy의 利用」, 「核 Energy의 利用」, 「化石燃料로부터의 脫炭素에 의한 水素의 製造」가 化石燃料 使用量 尙감을 目的으로 한 對策인 것이다.

表1의 (1-6)으로부터 (1-9)에 나타낸 (CO<sub>2</sub>의 回收·處理」, 「植林·沙漠의 綠化」, 「海洋을 利用한 CO<sub>2</sub>의 固定」, 「Biomass의 利用」은 주로 CO<sub>2</sub>의 處理를 目的으로 한 것이다.

여기에서 問題는 火力發電所 등의 大量發電所에서 排出되는 CO<sub>2</sub>의 處理에 有效한 對策이 없는 것이다. 現在 提案되어지고 있는 唯一한 對策은 CO<sub>2</sub>를 回收하고, 海洋에 投機(廢棄)하는 것이다. 그러나 海洋에 廢棄된 CO<sub>2</sub>가 海洋의 生物에게 주는 영향 및 大氣中에 떨어질 可能性을 念慮하고 있다. 따라서 現狀으로서 「植林·沙漠의 綠化」가 有效한 對策으로 注目되기에 이르고 있다. 그러나 後述하는 바와같이 陸上의 植物園은 現在로써 CO<sub>2</sub>의 發生源으로써 있다고 생각되어진다. 따라서 「植物·沙漠의 綠化」는 大氣中の CO<sub>2</sub> 問題의 對策으로서 化學燃料의 使用을 尙감시키는 일은 重要한 課題인 것이고, 原則으로써 世界的으로 異論은 없는 것이라고 思料된다.

問題는 그 程度와 時期인 것이라고 본다. 이

下 上述한 對策에 關係서 技術的인 問題를 中心으로 現狀과 將來展望에 對해서 記述하고자 한다.

## 2. 現狀維持型 對策技術

### 2-1. Energy 利用의 高效率化(省 Energy)

大氣中 CO<sub>2</sub> 濃度의 추정 Model로서 美國議會報告에도 使用되어진 레이몬드 타이티 Model 計算에 의하면 Energy 利用效率의 경우에는 2050年 CO<sub>2</sub> 排出量이 炭素換算으로써 約 160億톤에 달하지만 Energy 利用效率을 두 배 效率로 하면 약 60億톤으로 減少할 것이라고 報告되어지고 있다.

이경우의 Energy 利用效率은 日本에서의 Energy 利用效率보다는 약간 나쁜 狀態로 있을 것이라고 생각하고 있다. 이 效率을 세계에서 一률적으로 달성하는 일이 곤란하다고 사료되지만 Energy 利用效率 向上(省 Energy)의 重要度를 나타내고 있다.

#### a. 電力部門에서의 高效率化

수증기를 쓰는 통상의 火力發電所 效率은, 使用蒸氣溫度壓力으로써 決定되어진다. 이들은 使用되는 材料의 限界溫度에 依存하고 있다.

現在 開發의 中心은 가스터빈과의 병용에 의한 콤파운드 사이클로서의 效率向上인 것이다. 이경우에는 가스터빈의 效率化가 問題되고 있다. 石炭火力에 關係서도 마찬가지로 콤파운드 사이클의 활용으로 해서 石炭가스화 複合發電이 計劃되고, 新 Energy·産業技術綜合開發機構(NEDO)에 의해 200T\D의 Pilot Plant의 建設이 進行되고 있다. 또 石炭燃燒의 콤파운드 사이클로서는 加壓流 床燃燒도 着案되어지고 있다. 이것은 石炭直接燃燒와 가스터빈과의 複合 사이클로서 이고, 歐美에서는 70MW 급 4臺, 330MW 급 1臺의 運轉이 1995年까지로 計劃되고 있다.

火力發電에서의 配列利用을 前提로한 Co-

generation은 理想狀態로써 約 80%의 效率을 期待되는 것이 되고, Energy 利用의 高效率化 技術로해서 期待되어 近年 急速하게 普及되고 있다. 그러나 供給되어지는 Energy의 熱과 미치는 電氣의 比率(熱電比)이 一定하게 安定되는 것이 必要하기 때문에 現在利用은 小規模 施設에 限하고 있다.

Cogeneration이 普及되면 그것이 故障된 경우에는 買電하는 일이 많기 때문에 電力會社가 過剩의 豫備發電設備을 두지 않으면 안되는 등의 問題도 있고, 慎重하게 對應하는 일이 必要하다. 燃料電池는 化學反應에 의한 燃料의 電氣에의 直接轉換으로 있으며 磷酸型, 熔融炭酸鹽型, 固體電解質型 등이 開發되어지고 있다.

作動溫度는 各各 200℃程度, 400~800℃, 800~1,000℃이다. 燃料電池의 燃料에는 天然 가스, 改質가스, 石炭가스화 등의 生成가스가 想定되고 있다. 따라서 高溫으로 作動하는 것 만큼 發電 System의 複合化에 의한 效率의 向上이 期待된다.

石炭가스화, 熔融炭酸鹽型燃料電池, 가스터빈을 冢맞춤으로써 50% 程度의 綜合效率이 想定되고 있으며, NEDO를 中心으로 Moonlight 計劃의 일환으로서 100KW 급의 開發이 行해지고 있다.

固體電解質型燃料電池에 關係서는 基礎研究가 進行되고 있는 段階이다.

MHD 發電(Magnetohydrodynamic Electrical Power Generation)은 導電性의 流體를 高速으로써 強磁界中을 횡으로 끊을때에 誘導되는 起電力과 電流에 의해 發電을 行하는 것으로 되어 있다.

高溫에서 作動하기 때문에 通常의 發電 System 上流에 놓게되는 것으로 效率의 向上을 是는 Topping Cycle로서의 活用이 期待되고 있다.

最近 話題로 되는 것은 많은 超電導技術을 利用하는 일로써 損失의 低減高電流密度化를 期待할 수 있으므로 發電機에 應用이 期待되고 있다. 더우기 將來技術로 核融合爐用의 高磁界

를 發生하는 마그네틱트로의 使用이 企劃되고 있다. 現在는 招電導材料의 開發이 行해지고 있는 단계에 있다.

b. 産業·民間部門에서의 高效率化

前項에서는 電力部門 Energy 使用의 高效率化에 관해서 調査結果를 記述했지만 電力을 消費하는 側의 省 Energy 推進은 世界各에서 判이하게 다르다.

表2에서 世界 主要國의 電氣利用分野에서 期待되는 省 Energy 率 推定結課를 나타냈다. 省 Energy가 이미 推進 되고 있는 日本과 西獨에서는 그다지 期待되지 않지만 美國, 中國,

蘇聯에서는 現在 60% 程度의 省 Energy가 可能하다고 推定하고 있다.

기타 産業部門에서는 Energy 利用의 高效率化(省 Energy) 技術로서 現在 開發되어지고 있는 것으로는 스팅구엔진, 스팅-히트, 펌프 등이 있다. 이들중에서 酸素富化燃焼技術은 通常의 空氣에 의해 높은 酸素濃度로써 燃焼시키는 技術로써 爐溫度의 上昇에 의한 傳熱促進效果 및 排出가스量이 減少하는 것에 따른 排出가스 熱損失量의 減少가 期待되고, 通常의 보일러에 應用만이 아니고, MHD 發展用의 燃焼器로서도 開發이 進行되어지고 있다. 또 排

表 2. 各國의 電氣利用分野와 可能한 省 Energy

國	電氣利用分野		電氣利用의 方法 (可能한 省) (Energy率의 豫想)	可能한 省 Energy率의 豫想
美 國	住宅	34.9%	모타(냉장고, 에어컨, 세탁기), 조명	70%
	상공업	61.4%	모타(전동기계, 에어컨), 조명	70%
	공공단체	2.6%	모타, 조명	50%
	철도	0.2%	모타, 조명	30%
	기타	0.9%	조명	70%
소 련	철공업	64.3%	모타(전동기계), 조명	70%
	운수	8.9%	모타, 조명	30%
	공공·가정·건설	25.7%	모타, 히타, 조명	50%
日 本 (9전력)	전등	2.54%	모타(냉장고, 에어컨, 세탁기), 조명	5%
	철공업	31.4%	모타(전동기계, 에어컨), 조명	10%
	철도	2.6%	모타, 조명	5%
	업무용	16.3%	모타(에어콘), 조명, 히타	10%
	小口電力	17.4%	모타(전동기계, 에어컨), 조명	10%
	기타	5.9%		5%
中 國	철공업	61.5%	모타(전동기계), 조명	70%
	운수	1.0%	모타	30%
	농업	11.6%	모타(전동기계), 히타, 조명	70%
	가정	6.6%	조명, 모타(냉장고, 세탁기)	70%
	자치제·상업	3.8%	조명	-
西 獨	손실	15.6%		
	산업	49.6%		
西 獨	운수	3.0%		
	가정	25.2%		
	농업	2.0%	日本과 同	8% 정도
	상공업	11.3%		(日本과 동정도)
西 獨	공공	7.8%		

氣中の CO<sub>2</sub> 濃度가 높기 때문에 CO<sub>2</sub>의 回收가 容易하다고 指摘되고 있다.

民間部門에서의 省 Energy로서는 省 Energy 省 Energy 住宅, 빌딩이 建設되기 시작했다. 前者는 從來의 Energy 消費의 65%를, 后者는 78%를 節約시켰다고 報告되어지고 있다.

c. 運輸部門에서의 變動變化

가까운 將來에 實現 가능한 省 Energy로서 汽油인 自動體의 燃費向上에 의한 運輸部門의 省 Energy가 期待되어지고 있다. 表 3에 現在의 量産體와 試作體의 燃費를 나타냈다.

量産體에 비해 試作體의 燃費는 約 30% 以上 向上하고 있다. 試作體에는 디젤엔진이 많다. 現時點에서 가장 效率이 좋은 엔진은 디젤엔진이지만 窒素氧化物과 粉塵의 排出量이 많아 후후는 汽油體의 燃費向上이 要望되고 있다.

2.2. 石炭·石油의 天然가스에의 移行

現在 世界에서 使用되고 있는 化石燃料는 石油 및 天然가스이다. 表 4에 그 炭素에 대한 水素의 比, 發熱量을 나타냈다.

化石燃料(특히 石炭)은 產地에 의한 相違가 크고, 表 4의 값은 各各의 代表的인 값인 것이다. 또 表 4에는 똑같이 Energy를 얻을때에 發生하는 CO<sub>2</sub>量도 나타냈다.

자주 말한바와 같이 똑같이 Energy를 얻을 때 發生하는 CO<sub>2</sub>量은 石炭에서는 石油의 約 4배, 天然가스는 石油의 約 0.7배이다. 一般적으로 炭素가 적은 『低炭素燃料』(逆으로 「高水素燃料」라고 불리우는 것도 있다)는 發熱量에 대한 CO<sub>2</sub> 發生量은 적다. 따라서 CO<sub>2</sub> 抑制의 面에서는 石炭보다도 石油의 使用이 要望되고, 石油보다도 天然가스의 使用이 要望된다. 그러나 이것에는 두가지의 問題가 있다.

그 하나는 天然가스 存在量의 問題인 것이다. 表 5에 世界化石燃料의 存在量을 나타냈다. 天然가스는 石炭·石油에 비해 存在量이

적고, 石油와 마찬가지로 存在하는 場所가 編在되어 있다.

今後 天然가스의 使用을 극단으로 增大하는 것이 될 수 있다고 생각하기 어렵다. 天然가스의 또 하나의 問題는 天然가스는 石炭·石油보다는 적지만 역시 CO<sub>2</sub>를 發生한다고 하는 일인 것이다. 따라서 天然가스로의 移行은 CO<sub>2</sub>의 處理技術이 確立될 때까지의 時間적인 여유를 주는 가장 간편한 方法으로 位置해 갈 것이다.

表 3. 4인승 自動車の 燃費

區分	차종	엔진·타입	燃基(km/ℓ)
量産車	푸조 205	가소린	18
	포드, 에스콧	디젤	22
試作車	혼다, 시티	가소린	22
	스즈기, 스포린트	가소린	24
	볼보 LCP 2,000	디젤	30
	푸조 ECO	가소린	31
	폴크스바겐 E80	디젤	31
	폴크스바겐 E80	디젤	35
	도요타 AXV	디젤	41

註: (1) 都市 및 高速道路의 復合燃費 (2) 市街地走行值  
 資料: Deborah Bleviss: The New Oil Crisis and Fuel Economy Technologies: Preparing the Light Transportation Industry for the 1990's(New York: Quorum Press, in Press).

表 4. 各種燃料의 比較

區分	石炭(一般炭)	原油	天然가스	水素
發熱量 (kcal/kg)	7,000	10,890	12,800	23,850
H/C比 (atom/atom)	0.93	1.77	3.93	00
CO <sub>2</sub> 發生量 (g/kcal)	0.41	0.29	0.21	0.0
CO <sub>2</sub> 發生量의 比(對原油)	1.43	1.00	0.74	0.0

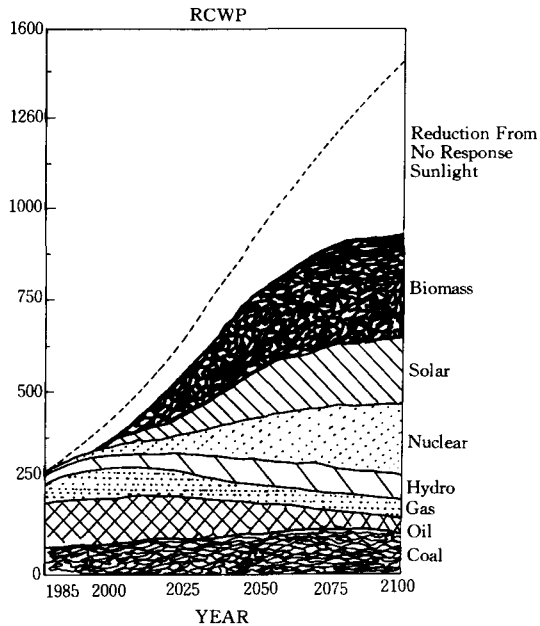


그림 1. 에드몬드·라이리 모델 CO<sub>2</sub> 制約下에서의 1차 에너지 공급분포(EPA 보고).

### 2.3 自然 energy의 利用

大氣中の CO<sub>2</sub> 濃度の 推定모델로서 美國議會報告에도 使用되어진 레이몬드-라이리 모델내에서의 計算에 의하면 2100年에서의 CO<sub>2</sub> 排出量은 現在量 보다도 더 抑制하기 위해서는 化石燃料 生産課徵金, 使用과정금 등의 政策을 行하는 일이 必要하다고 말하고 있다.

그 경우의 1차 Energy 供給量分布를 圖 1에 나타냈다. 化石燃料의 使用이 抑制되는 結果, 1차 Energy 使用量の 增大에는 바이매스, 태양, 원자력 등 1차 Energy로써 代替시킬 수 없는 것이 있다. 또 化石燃料의 가운데에서는 天然 가스의 比重이 상대적으로 크게되어 있다.

日本에서는 自然Energy의 開發은 石油에 代替하는 新Energy의 開發(Sunshine 計劃)로써 Oil-Shock 이후, 新Energy·産業技術綜合 開發機構(NEDO)를 中心으로 積極的으로 進行되어 왔다.

太陽 Energy의 利用形態는 熱利用과 光利用

으로 크게 나뉘어 진다.

熱利用 小型의 것은 溫水機, Solar system 등으로써 이미 實用化되어 있다. 大規模인 것으로서는 太陽熱發電이 있고, 日本에서는 sunshine 計劃에 의해 香川県 仁尾町에서 1,000KW급의 Pilot Plant 研究가 行해졌다. 光利用으로서는 結晶系 및 아몰화스系の 실리콘 太陽電池가 있다. 電卓 등의 小電力消費機器, 人工위성, 無人灯台 등의 特殊用途 電源으로서 實用化되고 있지만 Cost가 높고, 電力用으로는 開發段階에 있다. 愛媛県西條市에서 1,000KW급 Plant에 의한 研究가 NEDO에 의해 行하여지고 있다. 太陽 Energy는 全體로서는 方대하지만 密度가 적어 大規模로 集合시키는 것이 곤란하고 發電容量에 대한 投資 Energy의 比率이 火力發電에 비해 10<sup>4</sup>~10<sup>5</sup>배나 되고, 設備費가 크게 든다고 말하고 있다. 이것은 다른 自然Energy에도 공통으로 되고 있는 課題이다. 表 6에 各種의 發電 Plant建設에 投入되는 Energy量을 나타냈다.

太陽 以外の 自然Energy로는 風力波力, 水力, 地熱 등이 있다. 現在 水力의 Energy 供給 比率은 1차 Energy 總需要의 6.8%, 總電力量의 20.3%이다. 立地의 問題가 있고, 先進國에서는 그 大部分은 開發되지 않지만 今後 發展 途上國에서의 開發이 期待되어지고 있다.

### 2.4 核 Energy의 利用

原子力은 核 Energy를 利用하고 있는 것이므로 CO<sub>2</sub>를 전혀 放出치 않는다. 그러나 發電 Plant의 安全性 및 放射性 廢棄物의 處分은 世界的으로 커다란 問題로 되고 있다. 大型 電源으로서 우수한 原子力發電을 安全하게 運轉하기 위해서는 定格出力에서의 發電이 양호하고, 既存의 技術로써는 揚水發電 以外에 蓄電池, 후라이 호일 등의 電力貯藏技術의 開發이 必要하다. 原子力發電은 安全性을 포함해서 技術水準이 綜合的으로 높은 先進國의 開發課題로 있다.

表 5. 化石燃料의 確認可採埋藏量(1986年)

單位：石油換算百萬七

地 域	石 油		石 炭			天 然 氣		全埋藏量
	埋藏量	壽命(年)	石炭埋藏量	低品位炭埋藏量	壽命(年)	埋藏量	壽命(年)	
北 美	5,100	9.0	90,336	45,067	313	7,421	15.5	147,924
라틴아메리카	12,400	37.7	1,804	1,430	241	5,102	71.6	20,736
西 歐	2,400	12.2	23,174	20,206	212	5,751	35.9	51,531
中 東	54,800	85.5	×	×	×	24,211	100+	79,011
아 프 리 카	7,300	29.3	43,793	75	362	5,288	100+	56,446
아 시 아 및 아세아니아	2,500	14.3	28,343	14,414	211	5,195	54.4	50,452
공 산 권(전)	10,700	14.0	198,204	65,224	207	41,836	62.6	315,964
中 國	2,400	18.5	104,254	4,534	202	742	64.8	111,930
蘇 聯	8,000	13.1	72,525	45,311	312	40,723	64.0	166,559
기 타 공 산 권	300	11.0	21,425	15,379	104	371	6.4	37,475
世 界(合 計)	95,200	32.5	385,744	146,416	227	94,804	58.7	722,064

資料課：British Petroleum(BP), BP Statistical Review of World Energy

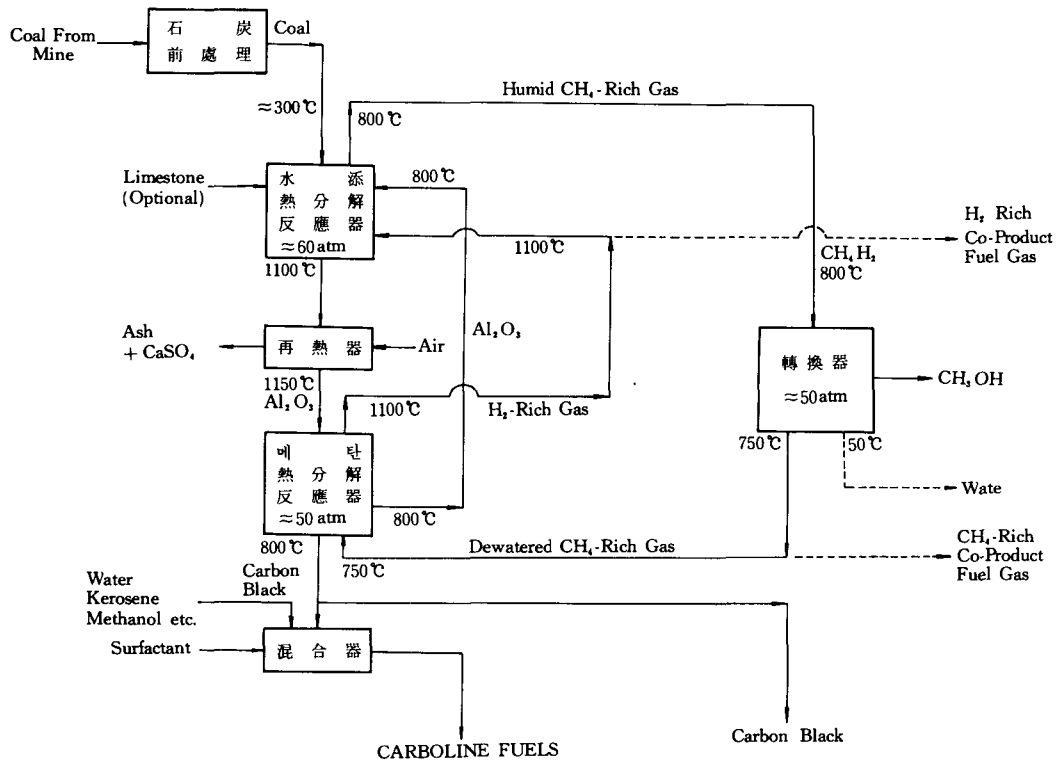


그림 2. 石炭으로부터의 脫炭素에 의한 水素製造 Process



表 6. 發展 Plant 建設에 投入되어지는 Energy量

發電技術名	發電容量 [MW]	投入Energy量 [t(石油換算)]	單位容量當의 Energy 投入量[t/MW]
輕水爐	1,000	97	0.097
石炭火力	1,000	140	0.140
石油火力	1,000	43	0.043
中小水力	10	5,462	546
地熱	10	3,983	398
波力	海上	1	1,179
	固定	0.1	180
潮流	3	4,177	1,390
海底溫度差	2.5	8,853	3,540
風力	0.1	125	1,255
太陽光	1	5,221	5,220
太陽熱	타워採光	5	18,060
	曲面集光	5	28,872
宇宙衛星	5×10 <sup>6</sup>	6.5×10 <sup>7</sup>	13

表 7. 部門別 二酸化炭素排出 Share

總排出量 251Mi-C Energy 轉換部門計	方法 1	方法 2	方法 3
Energy 轉換部門計	35.5	25.5	0.0
電氣系系者 (送配電ロス相當分)	25.8 (0.7)	17.2 (0.7)	-
自家發電	4.0	2.5	-
熱供給系系者	0.1	0.1	-
都市가스	0.5	0.6	-
코크스製造業	1.4	1.4	-
石炭·亞鉛鑛業	0.1	0.1	-
天然가스鑛業	0.1	0.1	-
石油製造	3.5	3.6	-
最終 Energy 消費計	6.45	74.5	100.0
產系部門計	31.6	36.8	49.8
農林水產業	3.0	3.1	3.4
鑛業	0.1	0.2	0.2
建設業	1.5	1.5	1.7
製造系計	26.9	32.0	44.5
食料品	0.9	1.2	1.8
섬유	1.0	1.2	1.6
紙·필프	1.4	1.8	2.9
化學工業	2.7	3.5	5.5
窯業土石	3.3	3.6	4.3
鐵鋼	12.6	13.7	17.3

非鐵金屬	0.5	0.7	1.3
金屬機械	0.9	1.8	3.5
其他製造業	3.7	4.5	6.3
民生部門柱	13.1	17.6	28.2
家庭用	7.4	9.9	15.7
系務用	5.7	7.7	12.5
運輸部門計	19.8	20.1	22.0
自動車	17.3	17.3	18.5
其他	2.5	2.8	3.5

方法 1: 轉換部門을 獨立의 排出源으로 봄.

方法 2: 有效電力分을 最終消費者로 轉稼

方法 3: 轉換部門의 排出을 모두 最終消費者에게 配分

### 2.5 化石燃料로 부터의 脫炭素에 의한 水素의 製造

化石燃料로부터 CO<sub>2</sub>가 排出되는 것은 化石燃料에 含有된 炭素가 原因인 것이다. 따라서 炭素를 쓰지 않고서 水素만을 취하는 것만으로 써 使用한다고 하는 提案이 나오고 있다.

具體的으로는 圖 2에 나타난 바와 같이 化石燃料을 水添가스화하고 만들어진 메탄을 熱分解해서 炭素를 카본부랙으로 除去하고, 水素를 製造한다고 하는 것이다. 天然가스으로써 第1段階로 있는 메탄化는 省略될 수 있다. 이 Process에 의하면 石炭으로부터는 約 24%의 Energy가 水素로해서 추출시킨다고 주장되고 있다. 從來 化石燃料의 轉換技術은 經濟的 觀點으로부터 化石燃料에 含有된 炭素를 利用하기 쉬운것에 有益함이 없이 變換한다는 立場으로만 開發하여 왔다.

그러나 이 提案은 炭素는 利用치 않고, 固體의 카본부랙으로써 除去한다고 하는 觀點에서 提案되어지고 있다. 이 觀點에 따르면 重質油로부터도 副生成物로 있는 카본은 固體로서 除去하는 일이 可能하다. 化石燃料로부터 炭素의 除去技術 經濟性 檢討가 必要하지만 CO<sub>2</sub>發生源의 抑制라고 하는 意味로 有效하고 今後 檢討되어져야 할 課題로 될 것이라고 본다.

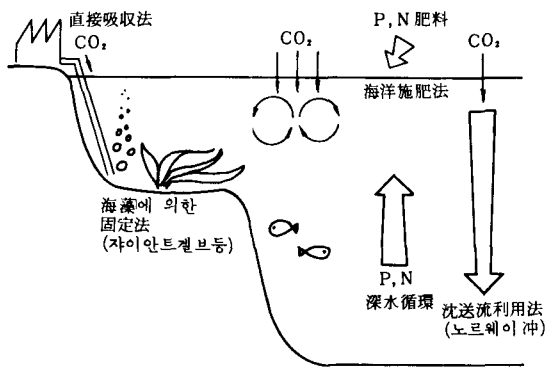


그림 3. 二酸化炭素의 海洋投棄 模式圖

### 2.6 大量發生源으로부터의 CO<sub>2</sub> 回收·處理

日本에서의 CO<sub>2</sub> 排出量을, 化石燃料를 原料로 해서 電氣 등의 2次 Energy로 轉換시키는 部門으로부터 排出되는 量과 産業, 民間, 運輸 등의 部門에서 最終 利用되어진 結果 排出되는 量으로 나눈 것이 表 7에 있다.

Energy의 轉換으로 約 35% CO<sub>2</sub>가 排出되고 있다. 그 大部分은 火力發電에 의한 電氣로의 轉換이다. CO<sub>2</sub>의 回收·處理로서는 自動車 등의 小量 發生源을 對象으로 하기 보다는 發電所 등의 大量 發生源으로부터 回收·處理하는 方法이 技術적으로도 간단하고 效果가 있을 것이라고 생각된다. 火力發電所 등의 CO<sub>2</sub> 大量固定 發生源으로부터 CO<sub>2</sub>를 分離 回收하고

深海와 廢油田에 廢棄하는 方法이 提案되고 있다. 이 方法은 製鐵所와 시멘트工場 등의 一般 産業 CO<sub>2</sub> 大量固定 發生源에도 適用 可能하다. 圖 3에 나타낸 바와 같이 火力發電所 등으로 부터 排出되는 CO<sub>2</sub>를 아민의 溶劑로써 吸收 分離하고, 이것을 50 數氣壓으로 壓縮하여 液化한다.

이것을 500m 以下の 深海로 보내면, 水壓에 의해 CO<sub>2</sub>를 液體의 그대로 가두어 두는 것이 될 수 있다. 이 方法을 쓰는 경우 試算에 의하면 電力發生 Cost가 60% 以上 싸지는데 技術的인 實現可能性이 높은 것이라고 생각된다. 그러나 深海 등에 液化한 CO<sub>2</sub>를 廢棄하는 경우에는 效率적으로 廢棄하는 場所에 對해서의 檢討가 必要한 것이다.

海洋表層은 大西洋北部에서 深海에 가라 앉히고, 深海流로 되어 大西洋을 南下하고 인도양을 지나서 太平洋을 北上하고, 그 사이에 一定한 上昇流로 되어 表層에 이른다라고 생각하고 있다. 表層流는 深海流와는 逆으로 移動하고 北部 大西洋에 到達한다고 되어 있다. 이 1 循環에 約 1,600年이 걸린다. 이 모델에 따르면 CO<sub>2</sub>를 投棄하기 위해서는 太平洋보다는 大西洋 海洋의 炭素循環機構를 밝히는 일이 必要하다. 또 海洋에 投棄되어진 CO<sub>2</sub>의 海洋生物의 生態에의 影響평가가 必要하다는 것은 言及할 必要도 없다.

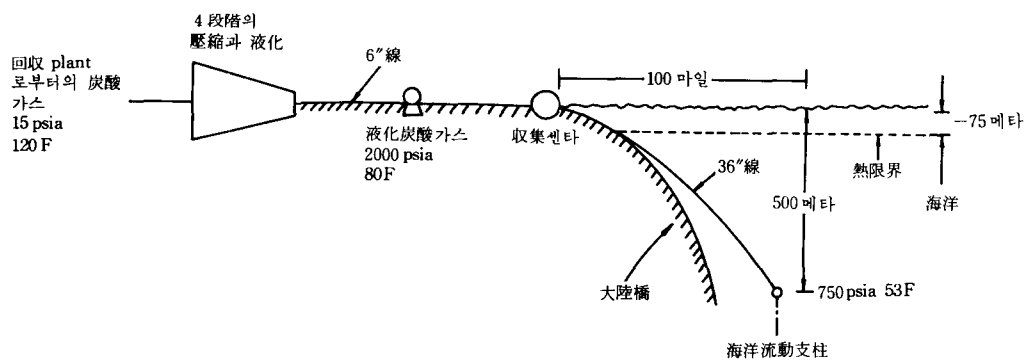


그림 4. 海洋利用의 CO<sub>2</sub> 固定法

## 2.7 植林·砂漠의 錄化

陸上의 植物體로서 著續되어 있는 炭素量은 約 8,300億톤이라고 생각하며 그 절반 이상은 熱帶林에 있다. 熱帶林의 總面積은 24.5億 헥타이지만 近年 0.1~0.2億 헥타/年の 速度로써 消失되어지고 있다고 말하고 있다.

이것은 主로 火田式 移動農耕에 따른 것이라고 생각된다. 한편 人工林의 增加는 0.01億 헥타 程度이고 消失로는 오히려 따라 잡을 수가 없을 정도다. 앞으로도 現在의 植林規模를 넘는다는 것은 困難하다고 본다. 따라서 植林은 現狀의 伐採에 의한 負의 效果를 抑制하는 것, 大氣中의  $CO_2$ 를 減少시키는 效果를 내기에는 도달치 못할 것이라고 생각된다. 또 全世界에서 每年 600萬 헥타가 砂漠化되어진다고 말하고 있다. 砂漠化의 防止에는 保水劑의 撒布 등 其他 人工降雨技術 등이 檢討되고 있다. 이들은  $CO_2$ 對策이라기 보다는 耕地의 確保라고 하는 側面이 많다.

## 2.8 海洋을 利用한 $CO_2$ 의 固定

지금까지 放出되어진  $CO_2$ 의 약 절반은 海料로 吸收되어졌다고 생각된다. 따라서 現在 海洋에의  $CO_2$  吸收固定速度를 促進시키는 것에 따라 大氣中  $CO_2$ 濃度의 增加를 抑制하는 것이 될 수가 있다.

海洋을 利用한  $CO_2$ 의 固定方法 概念圖를 圖 4에 나타냈다. 海洋施肥法, 人工湧昇流法, 珊瑚의 育成, 直接吸收法 등의 固定法이 提案되고 있다.

海洋施肥法은 植物프랑크톤의 數를 增加시키는 것으로써 海洋의 吸收固定速度를 增大시킨다는 方法인 것이다. 그러기 위해서는 植物프랑크톤의 成長制限因子로 되어 있는 無機鹽을 海洋에다 施肥치 않으면 안된다.

人工湧昇流法도 海洋施肥法과 마찬가지로 植物프랑크톤에 의해 固定시키는 것이나 施肥의 대신에 榮養鹽이 풍부한 深海水를 表層으로 나르는 것과 같다. 深海水를 表層으로 輸送하는 것에 관해서는 이미 海洋溫度差 發電으로서의 利用이 考案되었다. 이 方法은 同時에 深

海水에 의한 海洋表層의 冷却 效果도 期待할 수가 있다.

珊瑚의 炭素固定量 試算은 어렵지만 現在 1~10kg/( $m^2 \cdot 年$ )의 範圍로 概算되고 있다. 만약 그 固定量을 10kg.( $m^2 \cdot 年$ )으로 한 경우, 그레트바리아리호의 10배 정도의 面積( $2.3 \times 10^{12} \cdot m^2$ )으로써 珊瑚를 育成하는 것에 따라 人類가 排出하는 전체의  $CO_2$ 를 固定하는게 될 수가 있다. 珊瑚에 의한  $CO_2$ 의 固定으로써 特徵적인 것은 이것은 沿海域에서만이 實行 可能한 것이다. 沿海域에서는 外洋에 비해서 植物프랑크톤의 活動이 活發하게 있음이 알려지고, 이것은 陸上으로부터의 廢棄物에서 榮養鹽의 補給에 의한 것이라고 생각한다.

海洋施肥法의 方法은 陸上에서 肥料를 生産하여 外洋으로 撒布한 것이지만 沿海域에서는 河川에 의해 이것이 이루어질 수가 있다고 생각된다. 따라서 앞으로는 沿海域과 外洋의 表層水 交換에 관해서도 考察해 볼 것이 必要하다고 본다.

以上の 提案은 海洋生物에 의한  $CO_2$ 의 固定으로 期待하는 點에서 共通되어 있다. 海洋生物에 의한 炭酸칼슘의 生産은 海水의 pH를 低下시켜 그것에 의해 海水中の 全炭酸·容存量이 減少되는 것으로써 實質적으로는  $CO_2$ 의 海洋에서 大氣로 放出이 指摘되고 있다.

그러나 海洋表層의 大部分을 點하는 外洋에서의 植物프랑크톤에 의한  $CO_2$ 의 固定은 炭酸칼슘으로써 하기 보다는 有機炭素의 形態로서 행하는 것이 많고, 더우기 炭酸칼슘도 最終적으로는 深海에서 溶解한다고 생각되므로 植物프랑크톤에 의한 固定速度를 增大시켜줌으로써 海洋全體로서는 容存全炭酸의 增大하는 것을 期待할 수가 있다. 이들의 議論을 整理하기 위해서는 海洋에 있어서 炭素循環을 海洋化學 및 海洋生態學의 知識을 考慮해서 定量的으로 考察하는 일이 必要하다.

直接吸收法은 大量發生源에서는  $CO_2$ 를 回收하고 海洋에 吸收시키는 것이다. 이것에 관해서는 「大量發生源에서  $CO_2$ 의 回收·處理」

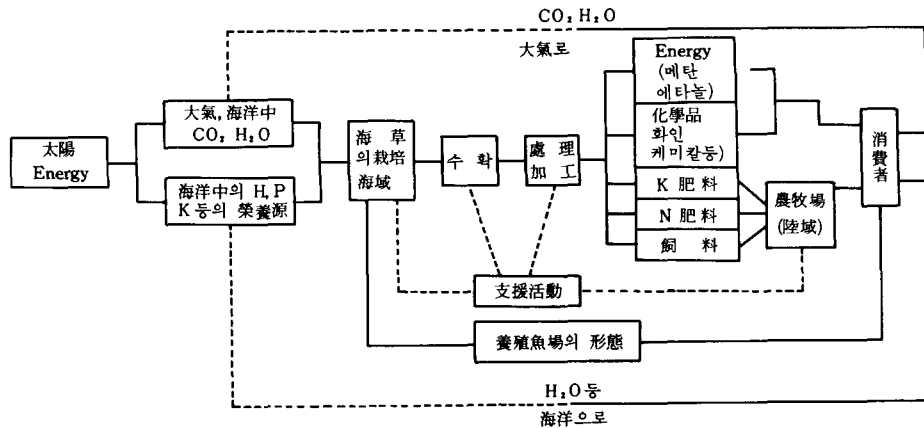


그림 5. 海藻의 規模栽培를 基礎로 한 農工複合體 System

의 項에서 記述했다.

### 2.9 Biomass의 利用

太陽 Energy의 또 하나의 利用形態는 植物을 栽培하는 것이다. 現在에도 브라질에서는 全 Energy 消費量의 3%에 相當하는 에타놀을 사탕수수로부터 生産하고 있다.

그러나 政策的 要素가 크고, Energy 收支上에서는 마이너스라고 하는 評價도 있다. 또 一般的으로 植物은 成長이 느리고, 우리가 使用하는 Energy의 一部를 分担하는 일은 곤란하다고 생각된다. 植物 中에서는 海草類가 成長이 빠르기 때문에, 海洋에서의 大規模栽培를 基本으로 한 海洋型 農工複合 System이 提案되고 있다. 圖에 그 System의 概念圖를 나타냈다. 海洋에 廣大한 面積의 栽培地를 確保하는 곤란함은 있지만 技術的으로는 可能하다고 생각하고 있다.

## 3. 太陽 等の 1次 Energy를 想定하는 對策

### 3.1 水素의 利用 System

水素는 燃燒에 의해 CO<sub>2</sub>를 發生치 않는 깨끗한 燃料로 있기 때문에 水素를 Energy로 利用하는 System이 提案되고 있다. 水素의 製造

는 물의 電解이외의 熱化學法이 提案되며 研究되고 있다.

民間用的 Energy로서 水素를 利用하는 것은 輸送 貯藏의 點에서 現實的이 아니라고 생각한다. 오히려 高爐法으로 直接還元製鐵로 轉換하는 등 産業에서 技術開發에 의한 化石燃料의 使用을 삭감하는 效果가 期待된다.

### 3.2 CO<sub>2</sub>의 還元固定化·再利用

예를들면 CO<sub>2</sub>의 接觸水素反應에 의해 여러 가지의 化學品을 合成하는 일이 될 수가 있다. 그 概略을 圖 6으로 나타냈다.

一酸化炭素의 接觸水素化로서는 메타놀 合

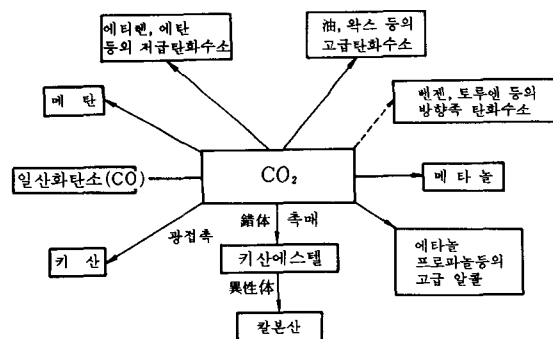


그림 6. CO<sub>2</sub>의 觸媒水素化反應 概略圖

成 등 實用化되어 있는 것이 있고, CO<sub>2</sub>接觸水素化에 관해서도 高性能의 觸媒가 發見되어지면 實現이 可能性은 높은 것이라고 思料된다.

메탄, 에탄, 에칠렌 등의 低級炭化水素로부터 오일, 왁스류, 기산에스텔 등의 加루본산 誘導體 더우기 메탄올, 에탄올 등의 알콜合成 報告도 있다.

圖 7에 CO<sub>2</sub>로 부터의 메타놀合成의 反應經路를 나타냈다. CO<sub>2</sub>의 化學法인 再資源化法으로는 其他 電氣化學的 方法, 光化學的 方法, 人工 光合成法 등이 있다.

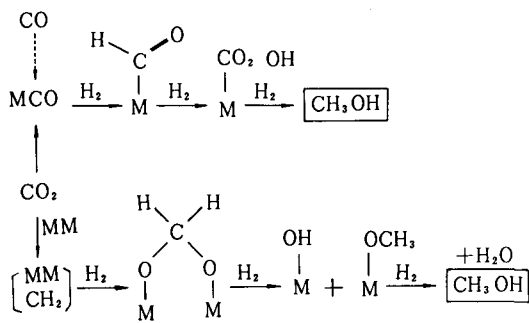


그림 7. CO<sub>2</sub>로부터의 메타놀 合成經路

表 8에 電氣化學的 CO<sub>2</sub>還元反應 例를, 圖8에 光化學的 CO<sub>2</sub>還元反應에 Scheme (構造)例를 나타냈다. 이들중에서 大量發生源으로부터의 CO<sub>2</sub>를 回收하여 接觸水素化에 의해 合成한 메타놀을 燃料로해서 再利用하는 System이 炭素의 循環利用 System으로서 提案되고 있다.

이것은 太陽 등의 1次 Energy의 CO<sub>2</sub>를 使用한 液體燃料化라고 생각할 수가 있다.

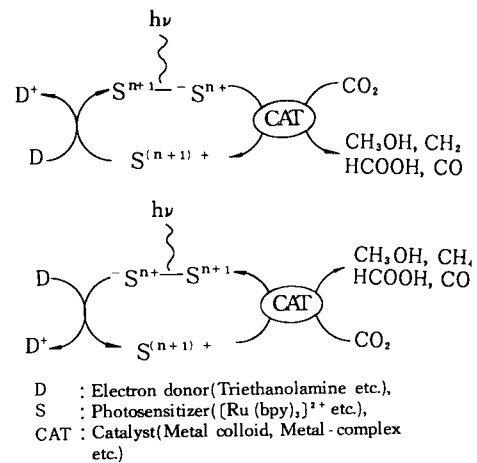


그림 8. 光化學的 CO<sub>2</sub>還元反應의 一般的인 Scheme

表 8. 電氣化學的 CO<sub>2</sub>還元反應例

電極材料	電子傳達體	溶 媒	還元電位(vs, SCE)	生成物
水 銀	[Ni (cvelam)] <sup>2+</sup>	H <sub>2</sub> O	-0.9 ~ -1.05	CO
水 銀	테트라자 大環狀化 合物 / Co, Ni 錯體	CH <sub>3</sub> CN / H <sub>2</sub> O	-1.3 ~ -1.6	CO
Glassy Carbon	Ag(OEP), Pd(OEP), Pb(TPP)	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	-1.50 ~ -1.65	(COOH) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub>
水 銀	Co(TCPP), (TPPS <sub>3</sub> )	Clark - Lubs buffer	-1.1 ~ -1.5	HCOOH
水 銀	[Fe <sub>4</sub> S <sub>4</sub> (SPH) <sub>4</sub> ] <sup>2-</sup>	DMF	-2.0	HCOOH

OEP : octaethylporphine, TPP : tetraphenylporphine,  
TCPP : mesotetracarboxylporphine, TPPS<sub>3</sub> : tetraphenylporphinesulfonate

### 3.3 石炭·石油로부터 低炭素燃料의 製造

太陽 등의 1次 Energy의 液體燃料化에는 炭素가 必要하다. CO<sub>2</sub>에 의한 메타놀의 合成도 그 하나이지만 排出하는 CO<sub>2</sub>는 接觸水素化에 의해 메타놀로 變換시킨다.

一般的으로 石炭·石油의 利用에 대해서는 石炭·石油를 轉換하는 것으로서 低炭素燃料를 製造하고, CO<sub>2</sub>를 回收하기 어려운 少量使用者로 供給하는 System을 選擇하는 일이 肝要하다.

이것이 「CO<sub>2</sub> 發生源의 集中化」의 考察法인 것이다. 이 경우에는 轉換에 必要한 Energy 效率의 低下를 補充할 뿐이지만 石炭·石油의 使用量은 增加한다.

또 供給되는 Energy는 使用하기 쉬운 것으로 發展途上國에 대해서는 爆發的인 Energy 需要의 增大로 될 可能性이 매우 크다.

그러나 上述한 바와같이 石炭·石油의 利用은 現在로서는 Energy 轉換이 많고, 금후에도 世界的으로 Energy 總需要의 增大를 피할 수 없을 것이기 때문에 이 部門에서의 Energy 利用效率를 行하고, CO<sub>2</sub> 輩出을 抑制하는 것과 함께 Energy의 多樣性을 確保하는 일이 重要한 것이다.

특히 發展途上國에 있어서는 價格의 點에서 入手가 곤란하게 되는 石油보다는 石炭의 轉換 技術의 導入이 바람직 하다.

## 4. 社會變動을 前提로 하는 對策

### 4.1 省 Energy 都市의 對策

單一의 住宅·事務所의 省 Energy에 멈추지 않고, 都市全體를 省 Energy化 한다고 하는 計劃인 것이다. 「Marine-solar Village」로 해서 캘리포니아의 산베루트地帶에 計劃되었다. 住宅은 原則으로 集合住宅으로 하고, 職進接近의 System에 의해 이 都市에 있어서 民生效用 Energy의 45%를 省 Energy로 될 수가 있다고 본다. 省 Energy 都市의 建設은 全體로 해서 住宅과 職場의 Balance, Local Energy로

消費의 Balance 등이 重要하고, 都市 成長등의 動的變化에 對應하여 가는 持續性을 維持하는 일이 肝要하다.

### 4.2 技術·産業의 移轉

CO<sub>2</sub> 問題의 政策的 對策으로 化石燃料의 生産·消費에 관해서 課徵金制度가 想定되고 있다. 化石燃料에 의한 CO<sub>2</sub>의 處理가 具體的 課題로 된 경우에는 水力, 太陽 등의 1次 Energy가 開發되기 쉬운 地域에, Energy 多消費型 産業은 移轉할 可能性은 否定할 수는 없다.

## 5. 氣候變化 對應型 對策

以上の 對策은 CO<sub>2</sub>의 增加에 의해 豫想되는 氣候變化를 抑制하기 위한 對策이라고 생각할 수가 있다. 한편 氣候變化에 對應하는 對策도 提案되어지고 있다. 여기에서는 提案의 나열에 그치겠다.

5-1. 高堤防建設에 따른 都市의 책위

5-2. 農業植物등의 品種改良(含遺傳子工學)

5-3. 農業의 世界的 分担

## 6. CO<sub>2</sub> 問題의 對策과 今後的 課題

地球溫暖化 問題의 解決을 위해서 人類는 일찍이 經驗한 일이 없는 막대한 量의 炭素를 地球規模로써 取扱해야만 한다. 그러기 위해서는 現在の 化學工學과 Energy 工學을 한층 發展시켜서 地球規模로써의 Macro的인 物質循環, Macro的인 Energy 變換, 더구나 Macro的인 生態 System을 取扱하고 地球規模工學이라고 하여야할 새로운 學問의 構築과 그 技術의 體系化를 人類는 주저없이 곧바로 開始해야 한다고 思料된다.

만약 이와같은 學問·技術體系가 確立된다면, 단지 地球溫暖化 問題만이 아니고, 人類가 반드시 直面하는 人口問題, 食量問題, 石油 Energy 枯湯後의 새로운 Energy 問題등에 대해서도 解決 할 수 있을 것으로 본다. 以下로 今後 檢討하여야 할 課題를 提案하는 바이다.

- (1) CO<sub>2</sub> 問題의 Energy 問題로서의 位置
  - 省 Energy, 1次 Energy 變換技術 등의 評價
  - 需要를 滿足시키기 위한 合理的인 1次 Energy 供給體系의 提案
- (2) CO<sub>2</sub> 問題의 經濟問題로서의 位置
  - 社會變動을 前提로하는 對策의 評價
  - 化石燃料 課徵金이 미치는 産業構造에의 影響
  - 産業의 世界的 分業化에 의한 Energy 供給의 變化
- (3) CO<sub>2</sub> 循環機構의 모델化
  - 陸上 生態系에 의한 炭素의 循環
  - 海洋에 있어서 炭素의 循環
- (4) Idea 와 段階에 있는 對策技術의 定量的 評價
  - 海洋을 利用한 CO<sub>2</sub>의 固定등.

本稿는 日本化學工學會의 「CO<sub>2</sub>와 地球環境問題研究會」에서 檢討되어진 對策技術에 關係서 整理된 報告書를 번역소개 하는 것임을 밝혀두며 對策技術의 定量的 評價는 今後의 課題이고, 現在도 檢討中에 있다. 檢討結果에 對해서는 再次 機會를 얻어 報告하고 싶다.

#### — 引用文獻 —

- 1) 進藤勇治, 小宮山宏: MOL, 3月號, 47 (1990)
- 2) 橫山長之, 林正康, 鈴木基雄: 産業公害, 25, (12), 7, (1989)
- 3) 「ニコエナジー」, 新エネルギー·産業技術總合開發機構編著, p.112(1989)
- 4) 中林恭之, 石炭利用技術研究發表會講演集 (第11回), p.104, 石炭技術研究所, (1989)
- 5) 萩須吉洋, 「地球溫暖化對策技術入門」, 橫山長之編, オーム社より近刊
- 6) 「ニコエナジー」, 新エネルギー·産業技術總合開發機構編著, p.164(1989)
- 7) 鹽田進, 石炭利用技術研究發表會講演集 (第11回), p.30, 石炭技術研究所, (1989)
- 8) 植田清陸, 第9回工技院筑波總合 シンポジウム予稿集, p.123(1989)
- 9) 島本進, 化學工學, 47, (8), 503(1983)
- 10) 中尾眞一, 化學工學, 54, (1), 44(1990)
- 11) 大阪ガスミックス, 18, (5), 372(1983)
- 12) 「ニコエナジー」, 新エネルギー·産業技術總合開發機構編著, p.178(1989)
- 13) 「ニコエナジー」, 新エネルギー·産業技術總合開發機構編著, p.182(1989)
- 14) 「省エネルギー住宅の試み」, 硝子纖維協會 (1977)
- 15) エネルギー·資源, 1989, (9), (1989)
- 16) 伊牟田和敏, 「地球環境對策技術入門」, 橫山長之編集, オーム社より近刊
- 17) POLICY OPTIONS FOR STABILIZING GLOBAL CKIMATE, DRAFT REPORT TO CONGRESS, Volume II, Chapter 5, USA Environmental protection Agency, Office of Policy, Planning, and Protection, Feb., 1989
- 18) 電源開發(株), サンシャイン計面仁尾太陽熱發電プラント, 昭和56年3月
- 19) 田中忠良, サンシャインジャーナル, 10-2, P.17 (1989)
- 20) 內山洋司, 化學工學, 54, (1), 30(1990)
- 21) 內山洋司, 「エネルギー情勢と電力技術開發の返還」, 電力中央研究報告Y87009, 1988年11月
- 22) Meyer Steinberg, 1989 International Conference on COAL SCIENCE (IEA主催) 予稿集, p.1059(1989)
- 23) 森口祐一, 西岡修三: 環境研究, 第77號, p.156, (財)環境調査センター(1990)
- 24) M. Steinberg, H. C. Cheng and P. Horn, A Systems Study for Removal, Recovery and Disposal of Carbon Dioxide form Fossil Fues Power Plants in the U. S., Brookhaven National Laboratory (1984)
- 25) 茅陽一ら, 「温室効果 ガスと地球溫暖化」, p.68, アクネ承風社 (1989)
- 26) 小島紀徳, 「地球溫暖化問題ハンドブック」, 小宮山宏鹽修, アイピー社より近刊
- 27) 木下幹夫, MACRO REVIEW, 2, (1), 35 (1989)
- 28) 稻藥敦, 化學工學, 54, 18 (1990)
- 29) 進藤勇治, 小宮山宏, 化學工學, 54, 36 (1990)
- 30) 小宮山宏指導, 東京大學化學工學科平成元年度プロセフ設計レポート(1989)