

# 脚光 받는 브라질의 알콜에너지化 計劃

## 80년도 生産目標量 40億리터

玄 源 福 譯

〈서울 研究團地 代辯人〉

- …… 南韓의 90배나 되는 廣大한 國土(850萬km<sup>2</sup>)를 가지고 豊富한 鑛物……○
- ……資源을 누리고 있는 브라질도 가장 중요한 資源인 石油가 나오지 않……○
- ……는다. 73년의 石油波動이래 브라질은 石油와 바꿀 수 있는 에너지 源……○
- ……開發에 온갖 힘을 쏟아 온 결과 최근 自力으로 開發한 에틸 알콜 量……○
- ……產計劃이 요즘 열매를 맺기 시작하여 세계각국의 주목과 부러움을 사……○
- ……고 있다. (編輯者註) ……○

### 石油波動이 促進劑 구실

73년의 石油波動이전까지만 해도 브라질은 다른 나라와 마찬가지로 에너지源을 石油에 기대고 있었다.

브라질이 소비하고 있는 에너지의 半은 輸出 石油였었다. 그러나 石油값이 뛰여 오르면서 아무리 높은 經濟成長等を 자랑하던 브라질로서도 에너지源을 石油가 아닌 다른 것에서 찾아야만 했다.

브라질政府는 經濟自立의 길을 國產에너지資源에서 찾기 시작한 것이다. 石油波動적후부터 새로운 에너지源을 模索하기 시작한 브라질政府는 여러가지 可能性을 검토했다. 그중에는 西獨

과 손을 잡고 原子爐를 비롯한 原子力시스템을 輸入하고 그 대신 西獨에 우라늄鑛을 제공하자는 原子力化計劃이 있었고 國際石油資本의 힘을 빌어 石油探査와 오일셸(油頁岩)를 開發하자는 計劃도 있었다.

이런 검토과정에서 떠오른 것이 砂糖수수대를 原料로하여 알콜(에타놀)을 만들고 이것으로 石油의 代替에너지를 키워보자는 프로젝트였다.

불과 몇해전에 시작된 브라질의 알콜化研究計劃은 가이젤大統領의 個人的인 支援으로 갑자기 커져서 수백개의 프로젝트로 늘어나고 79년, 80년에는 6천 5백만달러를 投資할 정도로 成長하였다.

美科學者들도 브라질이 自力으로 기반을 닦은 이 분야의 에너지研究開發은 어떤 先後進國家보

다 앞서고 있다고 높이評價하고 있고 특히 西獨과 北歐의 科學者들은 비상한 관심을 쏟고 있다.

브라질 政府는 75년 11월 알콜生産目標을 80년까지 年々 40億리터로 잡고 정력적으로 이 계획을 밀고 나온 결과 74년과 75년에는 각각 10億리터 수준에 지나지 않았던 生産量이 76년에는 20億리터로 경중 뛰어올라 이 目標을 달성하는 것은 별로 어려운 일이 아닌 것으로 보고 있다.

브라질이 해마다 40億달러나 지불하고 輸入하고 있는 石油를 모두 알콜로 바꾸자면 400億리터의 에타놀을 產生해야 한다.

## 厄運덮친 原子力化 計劃

브라질 政府의 알콜計劃이 돋보이게 된 것은 原子力化計劃이 당초의 뜻대로 잘 풀려 나가지 않아 對照를 이루었기 때문이다.

오일쇼크보다 앞서 69년에 브라질은 美國의 웨스팅하우스와 契約을 맺고 리오데자네이로 西南方에 있는 안그라도스레이스 海岸에 625메가와트의 核電을 建設하기로 했다. 이리하여 72년부터 시작된 建設공사는 厄運이 붙어 다녔다. 77년에는 불이 나서 裝備에 1천만달러의 損失을 가져왔고 核電의 敷地인 바위 山頂이 천천히 바다쪽으로 밀려나가기 때문에 이것을 막기 위한 工事が 추가로 필요하게 되었다.

더우기 西獨과 75년 체결한 8기의 1300메가와트 核爐契約에도 문제가 생겼다. 이 契約에는 裝備, 資材, 技術支援뿐만 아니라 濃縮工場과 再處理工場의 建設까지 포함되어 있었으나 後者에 대해서는 카터 行政府의 制動이 걸렸고 더우기 和蘭政府마저 安全措施를 이유로 歐州유렌코 콘소시움에서 나오는 濃縮우라늄 供給을 거절했다.

뿐만 아니라 브라질 科學界의 批判의 소리도 높다. 代案없이 모두 패키지로 原子力技術을 사들인다면 브라질 契約社가 部品生産을 점차로 引繼한다고 해도 設計는 전적으로 獨逸에게 맡기는 것이 되어 眞正한 技術移轉은 할수 없게 되고

결국 브라질이 核爐設計에서 배우지도 못한다는 것이다. 그런데 브라질은 核物理學分野에만도 8백명 안팎의 博士들을 갖고 있다.

## 土着技術開發에 큰 自負心

이에 비하면 알콜化計劃은 自力으로 이룩한 研究開發이라는 점에서 브라질 科學者들에게 土着技術開發에 自信을 심어 주었다. 브라질의 主要都市에서는 현재 乘用車들이 20퍼센트까지 알콜을 섞은 블랜드燃料(混合燃料)로 달리고 있으나 81년까지는 모든 새차의 6분의 1은 알콜만으로 달리도록 할 計劃이다.

알콜만으로도 차를 훌륭히 달릴 수 있다.

브라질 政府는 현재 상파우로州立大學에 위촉하여 實證테스트를 하고 있다. 3대의 試驗乘用車에 알콜을 95퍼센트까지 섞은 블랜드燃料를 넣어 10萬km 이상을 走破시킨 결과 알콜은 가솔린보다 못지 않은 우수한 燃料라는 것이 밝혀졌을 뿐만 아니라 가솔린이 따를 수 없는 長點도 찾아 냈다.

熱量만 가지고 비교한다면 알콜은 가솔린에 미치지 못한다. 그러나 壓縮比를 크게 할 수 있다는 점에서 가솔린보다 우수하며 따라서 最終的으로 얻을 수 있는 힘은 가솔린보다 크다. 또 알콜은 가솔린에 包含되어 있는 不純物이 없다.

## 大氣汚染 없어 一石二鳥의 長點

가솔린을 쓰는 엔진으로부터는 硫黃酸化合物, 窒素, 酸化合物, 4에틸鉛이 배출되어 大氣汚染이나 光化學스모그의 원인이 된다. 그러나 알콜이 타면 물과 2酸化炭素가 되어 가솔린의 경우와 같이 나쁜 영향은 없다. 또 가솔린과 섞어 블랜드燃料로 써도 엔진出力은 떨어지지 않는다.

실상 브라질의 블랜드燃料의 歷史는 半世紀가 넘는다. 20년대 自動車가 많지 않던 시절에 브라질은 이미 블랜드燃料를 生産하기 시작했다. 30년대에는 法律로서 블랜드燃料를 쓰도록 되어 있었고 45년이후에는 블랜드燃料가 브라질에서

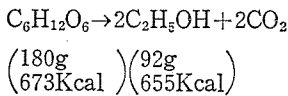
는 常識化되다시피 했다. 지역에 따라 조금씩 차이는 있으나 가솔린에 2~8퍼센트의 알콜을 블랜드 燃料가 보통 판매되고 있다.

이른바 가소홀(gasohol)이라고 불리는 이 混合燃料에 대한 需要者의 反應은 여러가지다. 가소홀에 대한 가장 큰 不平은 타이밍調節이 잘 안된다는 것이다. 그래서 氣溫이 내려가 쌀쌀한 아침에는 상파올로 거리가 엔진의 逆火로 덮여 버리고 燃料의 소모가 늘어 난다는 것이다. 그러나 이것도 小型의 豫熱器를 달면 극복할 수 있다.

그런데 알콜化計劃研究의 本山이고 현재 34건의 알콜·엔진設計研究를 추진하고 있는 산·파울로 근교의 航空宇宙技術센터는 그런 不平은 별로 문제거리도 되지 않으며 大量으로 알콜을 利用하는 技術妥當性을 확립했다고 주장하고 있다.

### 損失 적은 에너지 轉換

한편 알콜供給分野에서도 많은 研究가 進行되고 있다. 오늘날 美國등 여러나라에서는 에틸렌을 合成하여 알콜을 만들고 있다. 에틸렌은 原油에서 分溜하는 나프타로부터 나온다. 이런 化學合成法은 50년째부터 시스템으로서 完成한 것이지만 人類의 傳統的인 알콜 製造法은 微生物의 도움을 빈 것이었다. 微生物을 이용해서 알콜醱酵를 하여 다음과 같이 糖을 알콜로 바꾸는 것이다.



1分子的 糖에서 2分子的 알콜과 2酸化炭素가 생긴다. 무게로 따져 180g(에너지 換算 673Kcal)의 糖에서 92g(에너지換算 655Kcal)의 알콜이 合成된다. 太陽에너지의 固定產物인 糖이 이렇게 쓰기 쉬운 液體燃料로 바뀌지만 이때 損失되는 에너지는 아주 작다.

따라서 固定된 太陽에너지를 效率 좋게 利用한다는 점에서 알콜醱酵의 效率는 꽤 우수하다고 할 수 있다. 일반적으로 微生物에 의한 에너

지 變換에서는 에너지의 損失이 꽤 적은 것이 특징이라고 할 수 있다.

브라질이 20년대부터 일찍 알콜生産에 손을 대게 된 것은 이 나라의 基幹産業인 砂糖수수에서 砂糖을 生産하는데 코스트面을 強化하기 위해서였다. 바꿔 말해서 砂糖의 生産價를 낮춰 競爭力을 불리기 위해서 그 精製製程에서 생기는 알콜을 팔아 그만큼 砂糖값을 내리기 위한 것이었다. 이때 생기는 알콜은 國家政策으로서 블랜드 燃料를 만드는데 쓰였다. 砂糖의 코스트低減을 위한 目的으로 副產物인 알콜을 活用한 것이었다.

### 輸入石油를 完全代替 가능

그러나 오일·쇼크를 고비로 砂糖과 알콜의 자리는 主客이 轉倒되어 버렸다. 알콜이 지난날의 主役자리에 올라 앉은 것이다. 브라질은 본시 이 地上에서 가장 植物이 빨리 자라는 고장의 하나이다. 안데스山脈을 源泉으로 하여 赤道바로 아래를 西쪽에서 東쪽으로 가로질러 흐르는 大아마존江 주변에는 끝없이 密林地帶가 펼쳐 나가고 있다. 植物의 成長이 좋다는 것은 太陽에너지의 固定效率이 좋다는 뜻과 같다.

그래서 브라질國土의 2퍼센트(南韓 땅의 2배 미만)쯤 되는 17萬km<sup>2</sup>의 땅에 알콜原料가 되는 植物을 키울 수만 있다면 브라질은 石油輸入을 하지 않아도 된다는 계산이 나온다.

브라질의 넓은 땅과 풍부한 물과 이상적인 기후 등 여러 조건으로 미루어 이 나라의 알콜化計劃은 꽤 實現性이 높은 것이라고 하겠다.

브라질은 당초 알콜化計劃의 주요한 대상으로 매니오크(manioc)를 잡았다. 이것은 타피오카 노키라고도 부르는 植物인데 뿌리는 감자와 같고 낱것을 카사바, 그 녹말을 타파오카라고 한다. 이 植物은 브라질외에도 熱帶地方에 널리 분포되어 原住民들의 主食이 되고 있다. 브라질 原住民인 인디안들도 매마른 땅에서도 잘 자라는 이 植物을 많이 키우고 있다.

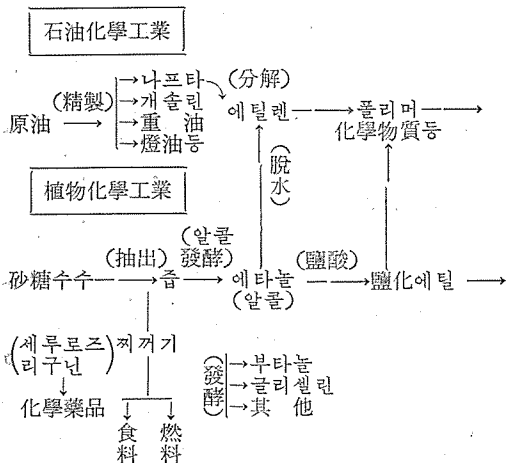
그러나 브라질政府는 현재 알콜原料를 주로 砂糖수수에 기대고 있다. 매니오크는 아무베이 건 수확할 수 있는데 비해 砂糖수수의 수집기간은 年中 6개월뿐이라고 하지만 醱酵用 砂糖은 쉽게 抽出할 수 있고 또 껍데기는 태워서 醱酵 과정에 필요한 에너지를 공급할 수 있는 것이다

그러나 알콜化計劃의 大成功으로 입맛을 당긴 政府官吏들은 다른 原料植物을 찾느라고 부산히 움직이고 있다. 이들이 대상에 올린 것중의 하나는 바바쿠(babacu) 棕櫚나무의 열매이다. 이 열매는 씨를 추려내서 부수어 기름을 짜내는데 쓰이고 있다. 현재 진행중인 연구는 이 열매를 부분마다 다른 목적에 이용하자는 것이다. 예컨대 씨는 종려나무 열매기름을 만들고 속은 숯과 개스를 만들고 껍데기는 알콜을 만들고 果皮는 1次點火用으로 쓴다는 것이다.

### 野心的인 植物化學工業 시스템

그런데 브라질이 目標로 하고 있는 알콜化計劃은 알콜自動車로 끝나는 것이 아니다. 최종적으로는 새로운 「植物化學工業」이라고 할 수 있는 새로운 시스템을 實現하자는 것이다(그림(1) 參照).

(그림 1) 植物化學工業



石油化學工業에서는 原油의 精製과정에서 생기는 나프타를 分解하여 주로 에틸렌을 만들고 거기서부터 새로 合成과정이 출발한다.

우리가 衣食住를 비롯한 日常生活에서 흔히 이용하는 化學藥品이나 肥料 플라스틱등 거의 모든 石油化學제품은 이렇게 만들고 있다.

그러나 砂糖수수의 植物化學工業에서는 에틸렌까지 이르는 과정이 다르다. 砂糖수수에서 抽出되는 砂糖수수즙을 原料로하여 알콜을 醱酵시킨다. 그런데 이때 作用하는 微生物의 종류에 따라 生成하는 물질이 달라진다. 微生物이 砂糖수수즙을 먹이로 해서 번식한 결과 생기는 것이 바로 生成하는 물질이기 때문에 微生物에 따라 이 代謝生成물이 달라지는 것은 당연한 이치이다.

그래서 알콜외에도 부타놀, 글리세린, 아세톤 등 여러가지 모양의 化學물질을 만들수 있는 것이다.

알콜은 脫水하면 에틸렌이 생긴다. 에틸렌위의 과정은 現在의 石油化學工業의 시스템을 그대로 이용할 수 있다. 그렇다고 해서 植物化學工業을 石油化學工業에 종속시킬 필요도없고 植物의 特性을 살리는 다른 시스템을 개발하는 것도 좋다.

醱酵로 생긴 化學물질을 일부러 에틸렌으로 分解할 것도 없고 바로 거기서부터 化學合成을 시작한다면 꽤 合理的이라고 볼 수 있다. 또 醱酵을 제어해서 바라는 化學물질을 만들수 있다면 더욱 효율적이다. 이것은 앞으로의 技術開發에 달려 있다.

### 微生物利用은 立地條件이 關鍵

微生物이 종류뿐만 아니라 原料가 되는 物質의 종류에 따라서도 최종적으로 生成되는 物質이 달라진다. 따라서 微生物을 이용하는 시스템을 만들어 實用化하는 경우 立地條件이 꽤 중요한 역할을 한다. 손에 넣을 수 있는 原料 물질의 종류나 量은 栽培하는 땅이나 季節에 따라 크게 변화한다.

이에 따라 醱酵條件과 醱酵형태도 변화한다. 따라서 시스템으로서는 大規模의 集中화된 것은 바람직스럽지 않으며 彈力性있는 小規模의 分散화된 것이 적당하다고 볼 수 있다.

한편 알콜醱酵에서 생기는 에너지는 알콜뿐만 아니라 水素개스도 함께 生成된다. 水素는 태우면 물로 바뀌는 깨끗한 에너지이며 熱量도 크다 따라서 植物의 알콜化와 마찬가지로 植物의 개스化도 앞으로 중요한 研究分野가 될 것이다.

植物體를 많이 생산한 뒤 嫌氣的인 조건에 놓아 두면 어떤 종류의 微生物의 作用으로 메탄가스를 발생한다. 메탄개스는 큰 에너지를 가진 毒없는 개스로서 都市개스에도 포함되어 있다. 이것은 炭素 하나와 水素 넷을 가진 간단한 化合物이어서 필요에 따라 化學物質合成의 原料가 될 수 있다.

### 藻類에서 메탄가스 生産

메탄개스는 꼭 오랜 옛날부터 生産해 왔으나 요즘 와서 効率的인 生産方法이 검토되고 있다.

예컨대 美國 켈리포니아大學에서는 1에이커에 연간 16~32t(乾量)이나 되는 많은 生産力을 가진 藻類를 원료로하여 메탄製造시험을 하고있다

藻類는 메탄化하기 쉬운 뿐만 아니라 메탄化 뒤의 찌꺼기는 肥料로 이용할 수도 있다.

또 켈리포니아州에 있는 海軍의 海洋센터에서는 켈프라고 하는 큰 표착海草를 원료로 메탄化 실험을 하고 있다.

한편 美宇宙航空局(NASA)의 센트루이스技術研究所는 호테이아오이라는 무서운 번식력을 가진 水草를 이용하는 연구에 손을 대고 있다.

熱帶와 亞熱帶地方의 개울이나 못에서 자라나는 이 풀은 1헥타르당 하루에 17t이나 되는 왕성한 生産力을 갖고 있을 뿐만 아니라 汚染된 물을 淨化하는 힘도 커서 「一石二鳥」의 효과를 거둘 수 있다.

그밖에도 이 풀은 汚水속의 金, 銀, 코발트, 카드뮴, 니켈, 鉛, 水銀과 같은 重金屬까지 뿌리속에 넣어 하루만 지나면 無毒化시켜 버린다.

이 풀의 用途는 첫째 20퍼센트나 되는 蛋白質을 갖고 있어 飼料로서 利用할 수 있고 둘째 메탄가스化할 수 있다. 1kg의 호테이아오이에서 얻을 수 있는 混合가스(메탄가스 60~80%)를 374ℓ 生産할 수 있다. 메탄개스는 그대로 燃料로 利用할 수 있으나 電氣나 液體연료로도 바꿀 수 있다.

메탄가스發生長치에서 나오는 副産物은 分解 찌꺼기와 細菌의 殘骸가 있다. 이것은 그대로 肥料로 쓸 수도 있고 土壤改良劑로서도 이용할 수 있다. 이 풀의 利用시스템은 循環시스템이 되어 있다는 것이 특징이다.

醱酵의 科學과 技術은 얼른 보기에 쉬운 것 같으나 生物을 다루는 것이기 때문에 이것을 제어하자면 高度의 技術이 필요하고 經驗과 숙련 또한 없어서는 안된다. 粗雜한 技術을 가지고도 알콜이나 메탄개스를 만들 수는 있으나 高度의 技術을 가지면 그 만큼 効率도 높아지게 마련이다. 그래서 이 分野의 技術開發은 아직도 開拓의 餘地가 많은 것이다.

#### <參 考 文 獻>

- (1) David Dickson, Brazil's scientists fan doubts over energy priorities. nature 19 Oct 78.
- (2) Wolverton. B., Mcdonald. R.C. Don't waste waterweeds, New Scientists, 12Aug 76.
- (3) NAS. Energy for Rural Developments. 76.

마음마다 科學심고

손끝마다 技術심자