

技 術 解 說

來日의 新에너지(Ⅲ)

宋 吉 永

〈高麗大 工大 電氣工學科 教授·工博〉

會誌 第28卷 第10號 p.8의 계속

■ 雜 俚 ■

- 5. 生物에너지 資源
 - 5.1 石油을 만드는 植物의 탐색작전
 - 5.2 炭化水素의 預金과 年報
 - 5.3 풍부한 石油作物의 후보
 - 5.4 石油代替燃料의 탐색—일꾼自動車
 - 5.5 植物化學工業
 - 5.6 미생물 가스燃料
- 6. 맺는말

5. 生物에너지 資源

待望의 80年代에 들어섰다고는 하지만 에너지難은 갈 수록 더할 뿐이다. 특히 최근에 있었던 油價引上은 세계에서 그 유례를 볼 수 없는 59.4%를 넘어서 정할 앞이 캄캄할 지경이다.

하루 빨리 이 難局을 이겨내어야 하겠다는 마음이 간절한데 이것은 곧 하루 빨리 石油依存에서 벗어나 石油을 대신하는 새로운 에너지資源을 획득하여야 하겠다는 것과 통하는 것이다.

지난번까지 石油이후의 新에너지로서 石炭의 가스化 및 液體化, 파도 및 溫度差를 이용한 海洋에너지 그리고 太陽熱을 중심으로한 太陽에너지의 利用과 전망에 대해서 설명하였다.

차세대로라면 이번에는 高速增殖爐라던가 核融合등에 관해서 설명하여야 하겠지만 이들은 이미 많이 알려져있고 또 여러가지 文獻에서도 자주 소개되기 때문에 여기서는 조금 각도를 바꾸어서 石油을 만드는 植物이라든가 微生物燃料을 중심으로하는 이른바 生物에너지資源에 대해서 간단히 소개해 보기로 한다.

5.1 石油을 만드는 植物의 探索作戰

미국의 캘리포니아주 버어클리에 있는 캘리포니아大學의 M. 칼빈 教授의 연구실에서는 현재 石油을 만드는 植物의 탐색작전이 한창 진행중에 있다.

植物이 大氣중의 二酸化炭素(CO₂)를 섭취하고 이것을

원료로해서 太陽에너지로 炭水化合物을 합성하는 光合成에 대해서는 이미 잘 알려져 있다. 칼빈教授는 이 光合成의 機構를 발견한 장본인으로서 이 공적에 의해서 얼마전에 노오벨賞까지 받았으며 光合成사이클을 흔히 「칼빈回路」라고 부르는것도 이 때문인 것이다. 그런데 光合成으로 植物이 만들어내는것은 炭水化合物인 糖이라던가 澱유분만이 아니다. 脂肪, 단백질, 核酸, 炭化水素등도 똑같은 光合成과정으로 부터 만들어지고 있다. 植物은 石油과 닮은 物質도 만들어내고 있는 것이 아닌가. 그것은 抽出할 수 없겠는가. 칼빈教授가 겨냥하고 있는 것은 바로 이점이라고 한다.

주지하는 바와 같이 石油은 여러가지 장류의 炭化水素의 混合物이다. 石油만이 아니고 石炭 天然가스, 오일헬이라던가 타알센드등 「化石燃料」라고 불려지고 있는것은 모두가 炭化水素의 混合物로 이루어지고 있는 것이다.

한편 前述한 바와 같이 植物은 光合成이라는 과정에서 石油과 똑같은 成分을 가진 炭化水素를 만들어 내고 있다. 그렇다면 石油에 대신하는 에너지源이나 原料로서 그 炭化水素를 채취하고 이용할 수 있는 가능성이 없겠는가. 아이러니컬하게도 칼빈教授의 머리에 이런 아이디어가 떠올랐던 것은 1973년의 石油危機시대로 당시 教授가 자기車에 휘발유를 넣기위해서 주유소 앞에 줄서 있었을때 였다고 한다. 石油은 에너지源의 王이고 化學工場의 原料로서도 빼놓을 수 없는 것이다. 이 石油이 머지않아 枯竭되리라는 사태에 직면하고 있는 이마당 教授는 과거 35년간에 걸쳐 쌓아온 化學과 生物學의 知識을 토대로해서 이 石油難局의 돌파구를 열어야 하겠다고 느꼈다는 것이다.

5.2 炭化水素의 預金과 年收

인류가 과거 수백년간 소비해 온 化石燃料은 지구상에 있는 炭化水素의 이른바 「預金」인 것이다. 수백만 년전의 植物도 태양에너지를 흡수해서 光合成을 해왔었다. 그것은 그후 그 어떤 이유로 명속이나 湖沼에

물리게 되고 오랜동안 化學변화를 받아서 차츰 植物로부터 化石燃料인 炭化水素로 그 모습을 바꾸게 된 것이다. 또 石油의 炭化水素의 원천으로된 작은動物등도 이들 植物을 먹고 살아왔다. 즉 化石燃料의 炭化水素는 太古의 太陽에너지가 그 모습을 바꾼것으로서 우리들 인류가 공유하는 地下의 預金과 같은 것이라고 말할 수 있다.

오늘날 우리는 이들 化石燃料을 에너지源으로서, 또한 化學工業의 原料로서 요긴하게 사용하고 있다. 즉 이같은 太古의 太陽에너지의 遺産인 化石燃料의 預金を 깎아먹고 있다는 것을 말한다.

그러나 이 預金은 워낙 방대하기 때문에 우리가 무위도식으로 그냥 까먹는다고 하더라도 좀처럼 줄어들지 않는 것이다. 가령 현재의 化石燃料의 消費水準을 앞으로 몇년간 더 계속할 수 있을 것인가를 알아보기 위해서 化石燃料중에서 가장 많은 石炭의 추정매장량을 현재의 소비량으로 나누어 보면 금후 수백년은 걱정없다고 한다. 이 값은 경제성을 무시한 값이므로 약간 수정되어야 겠지만 그래도 이제까지 遺産으로 남겨진 化石燃料의 預金은 그만큼 풍부한 것이다.

그러나 유감스럽게도 우리는 이 預金만 까먹으면 된다는 취지가 못된다. 우선 첫째 이유로서는 환경적인 제약이 크기 때문이다. 그림 5.1은 大氣中에 포함되는 二酸化炭素량의 과거 15년간에 걸친 觀測결과를 보인 것이다.

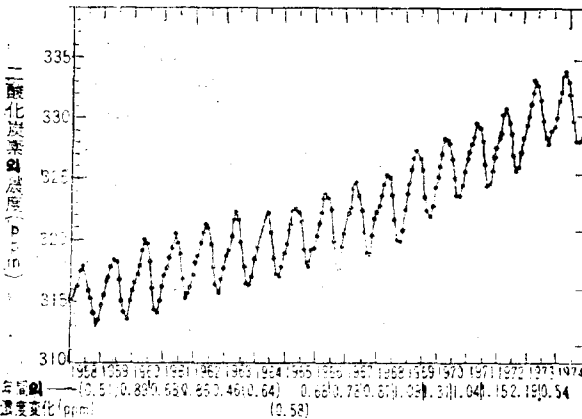


그림 5.1. 大氣中의 二酸化炭素(CO₂)의 濃度

이에 의하면 北半球에서는 二酸化炭素의 量이 겨울에는 늘어나고 여름에는 減少하고 있지만 그래도 年單位로서는 해마다 그 양이 증가하고 있다. 더욱이 그 增加量은 1970年代에 들어와서 더욱더 加速化되고 있는 것이다. 그래프의 下段의 숫자는 年間的 濃度변화를 가리키고 있다. 또한 木材中의 放射性炭素를 分析하므로써 大氣中의 二酸化炭素量을 추정할 수 있는데

관측결과와 100년전의 이 추정치를 비교해보면 현재의 大氣中에 포함된 二酸化炭素量은 100년전에 비해서 15%나 늘어나고 있으며 최근 15년사이만으로는 5%나 급격히 증대하였다고 한다. 이와같은 二酸化炭素의 증가는 地球氣候의 溫暖化를 일으켜 이른바 異常氣象의 원인이 되고있다. 이것이 계속진전 되면 과연 우리들에게 어떤 破局을 초래하게 될지 아무도 모르는 일이다.

二酸化炭素외에도 石炭으로부터 大量의 發癌물질이 나오기 때문에 이의 영향도 무시할 수 없다고 한다. 또한 經濟上의 제약도 가일층 무거워지고 있다.

그러므로 비록 化石燃料의 預金이 풍부해서 간단히 枯渴되지 않을 것이라 하지만 위에는 環境, 경제등의 여러가지 制約이 얽혀있기 때문에 현대사회는 앞으로 化石燃料에 依存할 수만 없는 처지에 있는 것이다.

그러므로 위에서 본 바와 같이 化石燃料이라는 預金에 그다지 기대를 걸 수 없다면 인류는 「年收」의 범위에서 살아가지 않을 수 없다. 預金이 太古의 太陽에너지가 植物에 固定된 것이라는 데 대해서 이 「年收」라는 것은 현재의 太陽에너지를 의미한다. 즉 炭化水素의 年收到 한정한다면 그것은 매년 지구상의 植物의 固定하는 太陽에너지의 總量과 같은 것이다.

현재 지구상에 내려쬐이고있는 太陽에너지 가운데 光合成이라는 과정을 통해서 植物에 固定되는 것은 겨우 0.1%에 지나지 않는다. 그러나 비록 0.1%일지라도 植物은 自然界에 존재하는 것중에서 가장

우수한 太陽에너지의 集積裝置인 것이다.

太陽에너지는 植物의 葉綠素에 捕捉되고 이 에너지에 의해서 물이 分解된다. 그 결과 酸素를 生成시키면서 강력한 還元力이 발생한다 이것에 의해서 植物의 잎의 氣孔으로부터 흡수된 二酸化炭素가 還元되어서 糖類가 합성되는 것이다.

糖類合成의 反應과정은 일종의 回路로 되어 있으며 이것이 칼빈回路인 것이다. 이 칼빈回路內에서 앞서 설명한 바와 같이 炭水化合物을 비롯하여 脂肪, 단백질, 核酸, 炭化水素등 여러가지 物質이 合成된다. 결국 植物은 二酸化炭素를 原料로해서 太陽光線으로 上記한 植物質을 合成하고 酸素를 放出하고 있는 것이다.

이상의 과정이 化石燃料과 어떻게 틀리는가 하는 것을 그림 5.2를 빌려서 설명해 본다.

化石燃料은 燃燒시키면 드디어는 물과 二酸化炭素로 되어버린다. 그러나 반대로 물과 二酸化炭素를 가지고서는 化石燃料을 만들어 낼 수는 없는 것이다. 이에 대

하여 植物은 更新可能한 燃料이다. 植物도 燃焼시키면 化石燃料과 마찬가지로 물과 二酸化炭素로 되어버린다.

이러한 이유에서인 것이다.

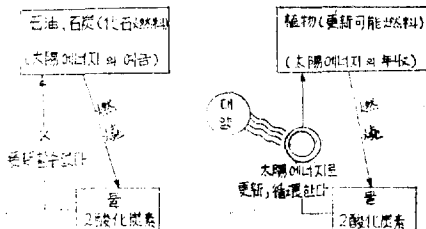


그림 5.2. 化石燃料과 更新可能燃料(植物)

그러나 이것은 石油라던가 石炭과 달라서 植物은 이들 물과 二酸化炭素를 원료로 해서 여기에 太陽에너지의 작용으로 다시 燃焼가능한 植物로 되돌아갈 수 있다는 것이다. 이와같은 燃焼와 更新의 循環이 太古의 太陽에너지의 蓄積에 의하지 않고 어디까지나 현재의 太陽에너지로서 이루어지고 있다는 것이 그 큰 차이점이라고 할 수 있다. 따라서 太古의 太陽에너지는 써버리면 언젠가는 없어지는 「預金」인데 대하여 현재의 太陽에너지는 아무리 사용하여도 계속 벌어들일 수 있는 「年收」에 해당하게 되는 셈이다. 칼빈教授는 植物의 活用이야말로 「年收」의 범위에서 살아갈 수 있는 길이라고 믿고 있다. 植物은 그대로 燃料로서 사용할 수 있다는 것은 더 말할 필요가 없다.

한편 化石燃料가 化學工業에서의 原料物質로서 이용되고 있는 것처럼 更新可能燃料도 原料物質의 供給源이 될 수 있다.

光合成의 칼빈回路內에서 植物은 여러가지 物質을 合成하고 있다. 이 合成된 物質 가운데에는 우리가 필요로 하는 것이 들어있을 가능성이 많다. 칼빈教授가 「石油을 만드는 植物」이라는 일론 생각하기에는 꿈과 같은 植物의 탐색에 전력을 기울이고 있는것은 바로

5.3 풍부한 石油作物의 候補

植物중에는 우리가 잘 아는 고무나무가 있다. 고무나무가 만드는 고무는 天然의 石油와 흡사한 炭化水素의 일종이다. 원래 고무나무의 생산지는 말레이半島에만 국한되고 있던 것인데 지난 2次大戰중 미국에서는 自國內에서도 이와비슷한 植物이 없겠는가 해서 적극적인 탐색작업을 편 결과 캘리포니아州 등 西部地方에 有望한 樹種이 있음을 밝혀내고 수년간 재배하기도 했다는 記錄이 남아있다. 이 때에는 고무만을 생산한다는 목적에서 고무보다 훨씬 分子量이 적은 炭化水素를 만드는 植物은 然用之物도 버려졌는데 수년이 지난 오늘날에 와서는 이때 버려졌던 이들 植物이야말로 石油를 생산해 낼 수 있는 植物로서 더욱 더 많은 관심과 기대를 모으게 된 것이다.

칼빈教授는 당시의 記錄을 토대로해서 미국의 南西部, 아프리카, 칠레 등의 砂漠이라던가 乾燥地帶를 대상으로 하여 石油植物 탐색을 전개한 결과 여러가지 유망한 植物을 찾아내기에 이르렀다.

즉, 이들 石油植物은 分子量이 적은 炭化水素를 포함하는 尤福비아屬(Euphorbia)이라는 多肉質의 植物들이 바로 그것인 것이다. 청산호(英名—milkbush), Euphorbia lathyris, Asclepias 등의 각 植物들은 上記한 乾燥地帶에 生育하는 多肉質의 巨木들로서 고무나무처럼 껍질에 상처를 입히면 大量의 樹液을 噴出하게 되고 이 樹液으로부터 溶媒를 써서 石油를 抽出할 수 있게된 것이다. 위에는 植物外에도 여러가지 종류의 것이 계속 발견되고 있으며 개중에는 1~수년생 植物로서 이것을 베어 내어 樹液을 짜내고 石油를 쉽게 抽出해낼 수 있는 栽培可能作物도 나오고 있다.

여기서 石油를 만드는 植物로부터 石油를 抽出해내는 방법을 알아보기로 한다. 보통 溶媒로서는 벤젠과 아세톤의 混合溶液을 많이 쓰고 있다. 表 5.1은 이 溶

表 5.1. 아세톤과 벤젠의 溫合液으로 抽出한 植物의 成分

植 物	벤 젠 抽 出			아 세 톤 抽 出			
	고 무	왁 스	計	計	그리세라드 이	이소프레노이드	其 他
Asclepias cursavica	0.6	<0.1	0.7	5.9	3.0	<0.5	2.0
Eucalyptus globulus	<0.01	0.05	0.1	12.0	3.5	<0.5	7.0
Euphorbia lathyris	0.1	0.2	0.3	25.0	13.7	2.2	8.3
Euphorbia marlothii	0.2	0.4	0.6	9.5	5.1	<0.5	3.3
Euphorbia tirucalli	0.1	0.3	0.4	8.5	4.4	<0.5	3.4
Hevea brasiliensis	1.3	0.2	1.5	9.6	5.1	<0.5	2.6
Jatropha curcas	<0.1	0.6	0.7	4.2	1.5	0.8	1.4

媒트 테스트란 각종 植物의 分析結果를 보인 것이다.

결과에 따르면 이들 植物은 평균 2~8%의 炭化水素를 포함하고 있으므로 이것으로부터 1년간에 1에이커 (약 1,225坪)當 50톤의 植物을 생산하면 炭化水素를 1톤(含有量 2%일 경우) 내지 5톤(含有量 10%의 경우) 생산할 수 있게된다. 한편 石油植物의 生産코스트는 1에이커當 150달러 정도로서 이것은 石油 1바렐當 20달러에 해당하게 된다. 물론 코스트전체로서는 여기에 抽出費用등이 더해지겠지만 요즈음처럼 石油값이 계속 오르고 있어 머지않아 바렐當 30달러를 넘게될 것으로 전망되고 있으니 만큼 코스트採亨面에서 石油植物에 의한 생산은 그다지 비관적인 것은 아닐 것 같다.

다시 表 5.2는 樹液에 포함되는 炭化水素와 스테롤(環式構造의 알칼성의 脂質)의 양을 보인 것이다.

表스테롤은 고무보다도 分子量이 적은 것이다. 이들과로부터 炭化水素를 만드는 植物의 대부분은 고무보다도 石油에 가까운 炭化水素를 만들고 있다는 것을 알 수 있다.

이와같은 炭化水素를 更新可能한 燃料로서 이용해 가는 최종적인 방법은 오늘날 原油를 이용함에 있어서 채용하고 있는 방법과 기본적으로는 별차이가 없는 것이다. 우선 精製해서 스테롤을 分離하고 그 뒤에 에틸렌이나 폴리플로필렌등으로 分解해 버린다. 그리고 나

表 5.2. 樹液의 炭化水素와 스테롤

植 物	고 무	스테롤	스테롤의 종 류*
Achras sapota	14*	66	a,b
Asclepias sp.	3.5	31	a,b
Asclepias sp.	12	72	a,b
Euphorbia characias	—	—	g,c,j,i
Euphorbia coerulescens	1	75	d,e,m
Euphorbia latyris	3	50	j,i,g,c,d
Euphorbia misera	—	—	d,c,i,m
Euphorbia obtusifolia	—	—	g,c,h,j,d
Euphorbia tirucalli	1	50	d,m,e
Euphorbia trigona	1.5	75	—
Hevea brasiliensis	87	1	k,f,l

서 이들을 原料로 해서 有用物質을 再合成해 나가면 되는 것이다. 이 방법이라면 지금 당장이라도 실현 가능한 것이다. 더욱이 石油植物에 대해서도 改良의 여지가 많기 때문에 石油植物에 의한 石油採取란 그다지 어려운 문제가 아닐 것이라는 견해가 점점 늘어나고 있는 형편이다.

현재 이러한 데이터를 바탕으로 해서 南켄포니아의

實驗農場에서는 이들 石油植物의 栽培가 추진되고 있다. 砂漠이나 乾燥地帶에 생육하던 野生種을 改良해서 石油植物을 石油作物로 바꾸어 나갈려면 아직 時日이 필요하고 또한 해결하여야 할 문제점도 많을 것이다. 그러나 그 중에서도 몇가지 植物은 一年草이기 때문에 몇년 이내에 충분한 데이터가 나올 전망이다이라고 한다.

農場에서의 實驗이 끝나면 石油作物에 의한 炭化水素生産, 石油抽出등을 經濟的으로 定着시킬 계획을 세우고 있다. 칼빈教授의 구상에 의하면 이에는 木林등을 많이 다룬 製紙會社, 化學藥品을 사용하고 化學合成에 숙련한 化學會社, 原油精製의 경험이 풍부한 石油會社 이 3개社가 힘을 합쳐서 유기적으로 결합해 나간다면 石油作物에 의한 石油生産도 머지않은 장래 이루어질 것으로 기대된다고 하고있다.

또 한편에서는 이 光合成의 메커니즘을 解明해서 植物의 힘을 빌리지 않고 직접 사람의 손으로 이룰 수 없을가하는 보다 의욕적인 研究도 계획되고 있다. 이렇게만 된다면 그야말로 인류는 枯渴이라는 걱정이 太陽에너지가 地球에 내려쬐이고 있는 한 생산하고 소비해 나갈 수 있는 炭化水素를 얼마라도 확보할 수 있게 되는 것이다.

5.4 石油代替燃料의 探索—알콜自動車

브라질이라는 나라가 있다. 국토의 면적은 850萬평방킬로로서 세계에서 다섯번째로 큰 나라이다. 地下資源도 鐵鑛石을 비롯해서 아주 풍부하다고 하는데 다만 한가지 없는 것이 있다. 그것은 바로 石油이다. 1973년 겨울의 오일쇼크이래 이나라의 최대의 經濟政策은 에너지의 自立에 두어져왔다고 한다. 石油를 수입하려면 막대한 外貨가 드는데 에너지源의 半가량을 輸入石油에 의존하게 되는 한 브라질 經濟는 도저히 발전될 수 없다는 것이다. —이렇게 소개하다 보니 우리나라야말로 더 압담하다고 할가 어려운 입장에 놓여있다는 것을 거듭 느끼지 않을 수 없다. —위에서 본바와 같이 브라질은 에너지消費의 약 半을 輸入石油에 의존하고 나머지는 나무(薪炭), 水力, 石炭, 사탕수수정질등의 國產에너지로 충당하고 있다지만 石油代金を 어떻게 마련하느냐 하는것이 가장 큰 골치꺼리였다. 브라질 政府가 經濟의 自立을 이룩하기 위해서는 우선 무엇보다도 國產에너지資源을 한층 더 효과적으로 이용해야 하겠다고 내세운 것은 당연한 일이다.

다행히 넓은 國土내에 묻혀있는 地下資源은 풍부한 편이다. 그래서 西獨과 손을잡아 原子力발전소를 건설하고 그 代價는 우라늄鑛石을 제공하겠다는 原子力化計劃, 國際石油資本에 의한 石油探查와 .오일셸(油頁岩)의 開發計劃등 굵직한 計劃이 세워졌지만 최근 다

욱 더 우리에게 관심을 이르게 한 것은 사탕수수를 原料로 해서 알콜(에타놀)을 製造하고 이것을 石油의 代替에너지로 삼아보자는 프로젝트일 것이다.

이것은 前述한 石油植物과 상통하는 計劃인데 여기서는 石油대신에 알콜을 抽出하겠다는 것이다.

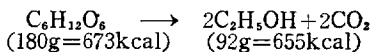
알콜을 가지고도 충분히 自動車를 움직일 수 있다. 브라질政府는 상파울로州立大學에 의해서 현재 그 實驗테스트를 추진하고 있다. 테스트車는 3대의 자동차인데 燃料로서는 濃度 95%의 알콜을 사용해서 이미 10萬킬로 이상을 走破하였다는데 그 결과는 아주 좋다고 한다. 알콜은 石油못지않게, 아니 어쩌면 가솔린보다 더 나은 燃料이 될 수 있다고 하고 있다.

熱量만을 비교한다면 알콜은 가솔린보다는 떨어진다. 그러나 馬力을 좌우하는 엔진의 壓縮比를 크게 할 수 있다는 점에서는 가솔린보다 우수하다고 하며 이 결과 최종적으로 얻어지는 파워는 가솔린보다 커진다. 또 알콜에는 가솔린에 포함되는 不純物이 없다. 가솔린의 엔진으로부터는 硫酸化合物, 窒素化合物, 4에틸鉛등이 排出되어 大氣汚染이라던가 毒性煤煙의 원인으로 되고 있다. 이에 반하여 알콜은 연소하면 물과 二酸化炭素로 되어버려서 가솔린의 경우와 같은 나쁜영향을 훨씬 줄여준다. 또한 알콜과 가솔린을 일정비율로 섞은 混合燃料을 사용하더라도 엔진의 出力은 거의 떨어지지 않는다. 보통의 自動車엔진은 전혀 改造하지 않고도 이 混合燃料로 움직일 수 있으며 브라질은 이미 50년전부터 알콜과 가솔린을 섞은 이 混合燃料을 사용해 온 세계에서 유일한 나라인 것이다.

오늘날 알콜은 에틸렌을 合成시켜서 만들고 있는데 이 에틸렌은 石油精製時 原油로부터 分溜되는 「나프사」를 쓰고 있다. 그러나 이와같은 현재의 化學合成法은 1950년경에야 겨우 시스템으로서 完成을 보게된 것이고 이제까지의 전통적인 알콜製造法은 微生物의 發酵作用에 의한 것이었다. 즉 微生物로 알콜發酵을 시키고 그것으로 糖을 알콜로 變換했던 것이다. 植物로부터 抽出한 糖분에 알콜發酵을 하는 微生物을 첨가하고 적당한 온도를 유지하면서 酸素를 공급해주면 微生物이 糖을 알콜로 變化시키는 것으로서 이것은 술을 빚는 것과 똑같은 原理에 의한 것이다.

이 反應을 구체적으로 설명하면 다음과 같다. (그림

① 알콜發酵



② 光合成反應

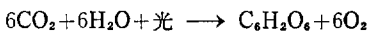


그림 5.3. 알콜發酵에 의한 에너지變換

5.3參照)

지금 알콜發酵을 시키면 1分子의 糖으로부터 2分子의 알콜과 2分子의 二酸化炭素가 만들어진다. 重量으로 말하면 180g(에너지換算 673kcal)의 糖으로부터 92g(에너지換算 655kcal)의 알콜이 合成되는 셈이다. 참고로 이때 糖分을 만드는 光合成反應을 들어보면 6分子의 二酸化炭素와 6分子의 물, 그리고 빛(光)이 1分子의 糖과 6分子의 酸素를 合成하게 되는 것이다. 이 두가지 反應을 합치면 空氣와 물과 太陽으로부터 알콜燃料이 만들어진다는 것을 알 수 있다. 즉 太陽에너지의 固定產物인 植物의 糖分이 이와 같이 해서 사용되기 쉬운 液體燃料로 變換되는 것이다. 또한 이때 이 變換에 의한 에너지의 損失은 극히적기 때문에 固定된 太陽에너지를 효율 좋게 이용한다는 점에서는 이 알콜發酵이 극히 우수한 反應이라고 할 수 있다.

그런데 브라질에서의 混合燃料의 生産은 自動車 그 자체가 썩 드물었던 1920年代에 이미 개시되었고 1930年代에는 法律로 이 混合燃料 사용이 의무지어졌던 것이다. 현재는 地域적으로 다소 차이가 있지만 가솔린에 2~8%의 알콜을 첨가한 混合燃料이 판매되고 있다. 물론 알콜의 첨가비율을 더 높여도 되는데 이는 엔진의 改造가 뒤따라야 하기 때문에 현재 自動車를 國產化하지 못하고 輸入만 하는 입장에서는 부득이하나 머지않아 알콜自動車의 테스트結果를 바탕으로 알콜燃焼用 엔진을 개발하겠다고 하는 대대적인 알콜燃料利用計劃을 세우고 있다고 한다.

그런데 특히 브라질이 이처럼 오래전부터 微生物의 힘을 빌려서 알콜生産에 착수한 것은 브라질의 基幹産業인 사탕수수로부터의 砂糖生産의 코스트를 낮추기 위해서였던 것이다. 즉 主要産業인 砂糖生産을 될 수 있는대로 싸게해서 國際競争力을 지니기 위하여 精製過程에서 생기는 알콜을 팔아서 그만큼 砂糖을 싸게 할려고 하였던 것으로서 混合燃料은 말하자면 砂糖生産의 副產物이었던 것이다.

그러던 것이 石油危機를 경계로해서 砂糖과 알콜이 主客轉倒하게 되었다. 副產物이 하루아침에 각광을 받게 되어 알콜이 主役이 되고만 것이다. 브라질은 지구상에서도 植物의 成長이 가장 빠른 地域의 하나이다. 植物의 成長이 좋다는 것은 太陽에너지의 固定效率이 좋다는 것이다. 브라질 國土의 2%에 해당하는 17萬平方킬로의 土地에 알콜의 原料가 되는 植物을 재배할 수 있다면 計算上으로는 브라질은 그것만으로 石油를 한방울도 輸入안해도 된다고 한다. 廣大한 土地, 풍부한 물, 이상적인 氣候, 이 세가지 조건을 갖춘 브라질이야말로 알콜燃料實用化의 最先端에 서있다고 할 수

있겠다.

브라질에서는 우선 1차적으로 1980년까지 소에너지 消費의 20%를 사탕수수로부터의 알콜로 충당할 계획 이라고 한다. 이 量은 1년간에 800億리터의 알콜에 해당하는데 상기한 좋은 自然條件과 政府의 의욕적인 뒷 받침으로 그 전망은 꽤 밝다고 한다.

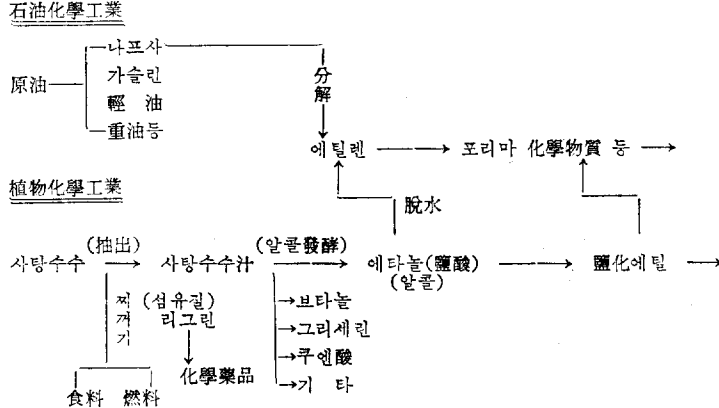


그림 5.4. 植物化學工業의 개요

石油化學工業에서는 原油의 精製過程에서 생기는 나프사를 分解해서 주로 에틸렌을 만들고 그것으로부터 새로히 合成過程을 시작하고 있다. 즉 에틸렌으로부터 化學藥品, 肥料, 프라스틱등 衣食住를 비롯해서 일상 생활속에서 볼 수 있는 모든 물질을 合成해 내고 있는 것이다.

이에 대하여 사탕수수의 植物化學工業에서는 에틸렌에 이르는 前半部의 과정이 다를 뿐이다. 즉 사탕수수로부터 抽出하는 사탕수수의 汁을 原料로해서 알콜發酵을 시킨다. 發酵時에 있어서는 여기에 작용하는 微生物의 종류에 따라 생산되는 물질이 달라진다. 이때 생산되는 물질은 微生物이 汁을 「먹이」로 해서 번식한 결과 생기게 되는 代謝生成物인 것이다. 그리하여 알콜이외에도 브타놀, 그리세린, 쿠엔酸, 아세톤, 이소프로파놀등 갖가지 형태의 化學物質을 만들어 낼 수 있게 된다. 이때 알콜을 脫水하면 에틸렌이 생산된다. 여기서 현재의 石油化學工業과 植物化學工業이 서로 마주치게 된다. 즉 에틸렌 이후의 프로세스는 현재의 石油化學工業의 시스템을 그대로 이용할 수 있다는 것이다. 물론 植物化學工業을 石油化學工業에 종속시킬 필요는 없는 것이며 植物의 特質을 살린 새로운 시스템으로 발전시켜 나가는 것이 더 좋을지 모른다. 發酵로 생기는 化學物質을 굳이 에틸렌으로 分解시키지 않고 거기서부터 化學合成을 시작하도록 한는 쪽이 보다 合理的일 것이므로 이런 方向에서의 技術開發이 이제부터의 課題라고 할 수 있다.

5.5 植物化學工業

그런데 브라질이 겨냥하고 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 시스템을 實現시키고자 하고 있는 것이다. 그림 5.4는 이 植物化學工業과 현재의 石油化學工業의 시스템의 차이를 보인 것이다.

表 5.3. 微生物에 의한 化學物質의 製造에 有用한 原料物質

에 타 놀 (알콜)	아세톤·브타놀	브타놀·이소프로파놀	아세톤·에타놀
糖 蜜	糖 蜜	糖 蜜	糖 蜜
製紙廢液	製紙廢液	사탕수수	감 자
세루로즈 펄프	옥수수의 軸	租 糖	옥 수 수
파이넛풀 汁	木 糖	木 糖	피너쓰의 껍질
감자 및 2製品	—	製紙廢液	오트麥의 껍질
穀類의 廢物	—	澱粉을 포함한 製品	옥수수의 軸
고 구 마	—	—	木 糖

참고로 表 5.3에 微生物에 의한 化學物質의 제조에 有用한 原料物質을 정리해서 보인다.

5.6 微生物 가스燃料

알콜發酵에 의해서 생기는 에너지는 알콜만이 아니고 동시에 생산되는 水素가스도 포함한다. 水素는 태우면 물로 변화하는 깨끗한 에너지인 것이며 熱量도 크다. 그러나 植物을 그냥 그대로의 상태로 燃焼시키기에는 불편한 점이 많다.

植物의 알콜化가 이것을 극복하는 하나의 手段이 있다면 植物의 가스化도 또한 有力한 에너지變換法이라고 할 수 있다.

植物體를 大量생산해서 嫌氣的인 조건, 즉 酸素가 없는 조건에 두면 그 어떤 微生物의 작용으로 「메탄

가스」를 발생하게 된다. 메탄가스는 거대한 에너지를 갖는 無毒가스로서 都市가스에도 포함되고 있다. 또 이것은 炭素 1개와 水素 4개의 간단한 化合物이므로 필요에 따라서 化學物質合成의 原料로도 될 수 있는 것이다.

이와같은 利點을 가진 메탄가스 生産은 인류사상 오래전부터 이루어져 오고 있는 것이다. 그런데 최근에는 보다 효율적인 메탄가스生産의 試圖가 여러가지 植物을 원료로해서 추진되고 있다.

미국의 켈포니아 大學에서는 1에이커(약 1,225坪)當年間生産量이 乾燥重量으로 해서 16~32톤이나 되는 큰生産力을 갖는 藍藻를 원료로해서 메탄가스製造메스를 벌리고 있다. 藻類는 일반적으로 單細胞이고 단순한 構造이기 때문에 메탄發酵微生物의 작용을 받기 쉬워서 아주 메탄化되기 쉬우며 또 메탄化되고 남은 찌꺼기는 肥料가 된다고 한다. 에너지와 肥料를 동시에 생산할 수 있다니까 이거야말로 1石2鳥가 아니겠는가.

여기서는 보다 구체적인 例로서 宇宙開發의 尖端에 있는 미국航空宇宙局(NASA)에서의 實驗例를 소개해 본다. 미국의 미시실피州 센트루이스에 있는 NASA의 技術研究所에서는 연못에 떠있는 일종의 水草인 H藻類를 사용해서 그 메탄化實驗을 계속하고 있다. 이 H藻類의 繁殖力은 生育條件이 좋으면 1헥타(약 3,000坪)의 水面을 이용해서 1日當 17.8톤(濕重量)의 生産力이 있다고 한다. 이것은 乾燥한 후의 重量으로 환산하면 0.9~1.8톤에 해당하는 量으로서 年間이면 1헥타當 212톤(乾燥重量)에 달하여 植物로서는 파격적인 生産力을 가지는 것이다. 이 H藻類의 生育에 필요한 각종의 營養素는 물로부터 흡수하게 되는데 그렇다고 肥料까지 줄 것없고 人口 1,000명 정도의 마을에서 배출되는 生活廢水를 끌어넣어 주면 충분하다고 하니 이것 역시 污水處理에도 한몫하는 아주 편리한 過程을 이루고 있다.

그림 5.5는 NASA의 연구소에서 실시하고 있는 實驗과정의 一면을 보여준다.

다음에서의 生活廢水, 소나 養鷄場에서 나오는 廢水 등을 일단 污水池에 저장한다음 H藻類가 있는 연못에 끌어넣어 준다. H藻類는 이것을 營養素로하고 太陽熱을 흡수해서 繁殖하게 된다. 연못은 얇고 水面은 넓을수록 효율은 좋아진다. 淨化된 물은 江으로 放流되는데 이때 繁殖한 H藻類는 두가지 用途로 이용된다.

첫째는 家畜의 飼料로 써 좋다는 것이다. 두번째가 主目的인 메탄가스化이다. 메탄가스發生裝置라는 것은 이속에서 메탄發酵細菌이 藻類를 發酵시켜서 메탄가스라던가 水素가스로 變換하는 장치이다.

H藻類의 1헥타當의 生産量은 0.9~1.8톤(乾燥重量)이므로 이것을 전부 메탄가스로 變換할 수 있다면 220~440立方미터로 된다.

이때의 가스는 정확하게 메탄가스 뿐만 아니라 炭素가스, 水素가스, 硫化水素등이 포함된 混合가스이다. 研究結果에 따르면 1kg의 H藻類로부터 374리터의 混合가스를 생산할 수 있다는데 에너지價로 본다면 100%의 메탄가스 1立方미터當 31,600BTU인데 대하여 이 混合가스는 21,000BTU로서 實用에 충분한 것이라고 한다.

메탄가스는 그냥 그대로도 좋은 燃料로 되지만 다시 이것을 壓縮시켜서 液體燃料로도 할 수 있다. 이것은 아직도 實驗段階이지만 無用의 연못을 이용해서 家畜의 飼料라던가 좋은 肥料를 만들면서 동시에 에너지를 얻을 수 있다는것, 더욱이 都市나 마을의 生活廢水까지 淨化시킬 수 있는 機能을 지니고 있다니까 이것을 循環 시스템으로서 잘 이용하면 우리에게 큰 도움을 안겨줄 것으로 기대되고 있다.

6. 맺는말

이상으로 3회에 걸쳐 石油에너지를 대신하는 미래의 新에너지에 대해서 설명하였다. 물론 소개한 내용의 것 외에도 여러가지가 있고 또 어떤것은 이미 開發단계에 있고 개중에는 우리나라에서도 일부 시험되고 있는 것도 있다. 예를들면 風力發電이라던가 原子力發電 같은 것인데 이들도 우리나라 地形이나 條件에 맞추어 再認識되어야 할 부분의 것이라고 믿는다. 아 물론, 여기서 소개한 내일의 新에너지에 관해서는 모두가 외국에서 연구하고 있는 것들 뿐이다.

물론 石油危機를 맞이해서 어느나라 할것 없이 새로운 에너지資源開發에 전력하지 않을 수 없는 실정이지만 특히 國內資源이 전혀 없다시피한 우리나라에서는 한층 더 이 문제에 대한 인식을 높이고 그 어떤 해

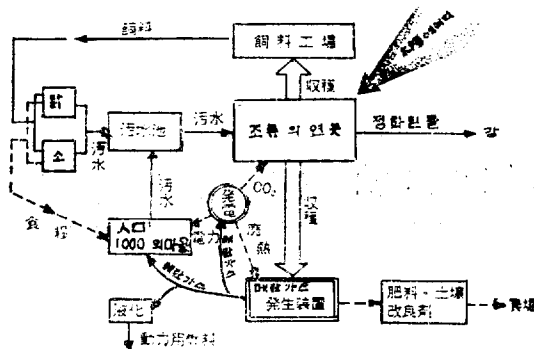


그림 5.5. H藻類에 의한 燃料 變換시스템

결점을 모색하는데 앞장서지 않으면 안되리라고 믿는 바이다. 그런 의미에서 이 시리즈가 에너지의 오늘과 내일을 생각하는데 讀者에게 조금이라도 도움이 되었으면 다행으로 생각하는 바이다.

끝으로 본시리즈를 준비하는데 여러가지 文獻과 資料를 이용하였는데 특히 아래의 刊行物を 많이 참고하였고 또 引用한 부분도 적지 않다. 이자리를 빌려

이들의 著者께 깊이 謝意를 표하는 바이다.

- (1) 朝日新聞 科學部編 “내일의 에너지” 日本 朝日新聞社 1978
- (2) 小出五郎著：“超石油에너지” 朝日新聞社 1979
- (3) 太田時男著：“에너지시스템” “新에너지論” NHK books 1979

◆ 電氣技師 및 電氣工事技師 1・2級 資格試驗問題集

改正
新版

電氣關係法令集

〈1,300問題 收錄〉

申 大 徹 著

B5版・400p.・ 값 5,700원

全國有名書店에서 販賣中

圖書
出版

新岩文化社

서울 중구 종림동 543
Tel. 7 7 7-9 2 4 0