

21世紀의 에너지

水素에너지



趙 慶 哲
慶熙大 工大教授

우리 太陽系에서 살고 있는 모든 生物에겐 太陽은 그야말로 “生命의 根源”이다.

太陽은 地球의 33萬倍나 되는 質量을 갖고 있고, 表面溫度는 約 6,000度, 中心溫度는 1千 400萬度라는 엄청난 溫度를 지니고 있다. 太陽의 核部分은 鐵보다 13倍나 무거운 物質로 鑄고 있다고 보고 있으며 그 物質을 形成하고 있는 元素는 여러 가지가 있지만 主成分은 水素原子이며, 이렇게 엄청난 溫度를 發生케 하는 原料로서 作用하고 있는 것이다. 4個의 水素原子가 1個의 「헬륨」原子로 變換되는 過程에서 「헬륨」을 만들고 남은 過剩物質이 Energy로 變하는, 이른바 核融合이라는 反應으로써 太陽 안에서 Energy 發生이 되며 宇宙 空間으로 放出되고 있으니 따지고 보자면 水素爆彈의 原理가 바로 이것인 것이다.

이렇게 熱에너지가 太陽을 빛나는 불덩어리 같이 보이게 하고 있는데 根本적으로 보자면 水素가 太陽의 生命을 維持시키고 있는 셈이다. 太陽 속에 水素가 있는 限 太陽은 永遠히 빛날 것이다.

이 水素를 우리들 地球인들이 直接 어떤 에너지源으로 利用할 수는 없을까? 科學者들은 水素야말로 이렇게 近間에 “에너지 危機”가 論議되고 있는 가운데서 가장 理想的이고 効力 좋은 人類窮極의 에너지源이라 보고 있다.

太陽의 Energy

1 屯의 水素가 「헬륨」으로 變換되면 0.58Q 라는 膨大한 熱量을 放出한다. Q는 큰 에너지를 測定할 때 使用하는 單位이며 다음과 같은 量이다.

$$1Q = 2.5 \times 10^{17} \text{ Calory}$$

가 된다.

1978년, 1年間に 全人類가 消費한 總 에너지量은 0.26Q이며 換算하자면 約 半屯 以下の 水素爆彈發生에너지만 있으면 1年間 地球上의 全人類가 所用되는 에너지가 充當될수 있게 된다는 뜻이다. 그리고 地球上에 人類가 出現한 以來로 消費한 總에너지만해도 14Q 밖에 지나지 않는다.

太陽에선 毎秒 6億屯의 水素가 헬륨으로 變換되고 있다. 이런 式으로 太陽의 水素燃料가 太陽의 總質量的 10%밖에 안된다 쳐도 250億年間이나 하늘에서 빛을 낼 수 있는 計算이 된다.

그럼에도 不拘하고 그 膨大한 太陽에너지가 앞에서 地球에 向해 오는 量은 不過 200億分の 1밖에 안되고 또한 地球에 到達한 後에도 30%는 表面에서 反射되며 겨우 大氣圈에 突入한 것도 47%는 空氣에 吸取되어 없어진다.

이렇게 해서 地表에 이른 22%分이라해도 1時間에 0.134Q 나 되는 엄청난 量이니 人間이 1年間 消費하는 에너지總量에 比肩할 만한 것이다.

이 數値는 太陽定數라 하며 다음과 같은 表現으로 나타낼 수도 있다. 즉 “每分 1平方cm 當 1.95칼로리”에 해당하는 것이다.

地表에 到達한 太陽에너지는 거의 모두가 물의 蒸發에 消費되며, 바람이나 波濤 에너지로 轉化하는 것은 500分の 1, 生物의 同化作用에 사용되는 것이 不過 4,000分の 1밖에 안된다. 에너지 目的으로 利用되는 近間에 流行하기 시작한 太陽에너지利用의 여러 가지는 우리 地球가 받고 있는 太陽에너지의 10,000分の 1 程度가 되는 끝이다.

太陽에너지를 利用하고 싶다할 때 가장 困難한 點은 密度가 희박하다는 稀박성과 雨天엔 別수없는 間欠性이다. 하기가 稀박성이 없으면 벌써 地球는 焦熱地獄化했을 것이고, 間欠성이 없었던들 雨水를 얻을 수 없어 生物이 물을 마실 수가 없고 植物이 자랄 수가 없으리라 만……말이다.

炭素系부터 水素系에너지時代로

人類가 다룰수 있는 에너지로서 처음 손에 넣은 것이 枯木(나무개비)였지만 1850년에 이르기까지는 거의 90%의 우리 人類의 에너지 需要를 이 枯木으로 充當되어 왔었다. 化學式으로는 $(CH_2O)_n$ 로 表現하며 酸素를 包含한 低칼로리의 것으로 재(灰)와 煙氣를 낸다. 이것이 石炭의 發見으로 汽車, 汽船, 暖房, 工場機械 等等 모두가 石炭으로 움직이는 이른바

「煙筒文明」의 時代가 되었고, 1900年엔 숲에너지의 70%가 石炭으로 充當되어 이것이 바로 産業革命의 推進動力이 된 것이다. 그러나 石炭 역시 燃燒時엔 黑煙과 炭灰가 수반한다.

또한 運搬이 不便하고 채굴이 쉽질 않아…… 따라서 값이 비싸다. 이런 條件이 結局은 石油와 天然가스 利用으로 移轉되게 되었고 1970年엔 이것이 石炭의 王座를 빼앗아 우리들의 에너지 總需要量的 75%를 點하게 된 것이었다. 특히 1960年代는 石油값이 너무 싸서 「石油經濟」의 黃金時代를 이루었고 그야말로 石炭使用의 燃燒機械는 地球上에서 그 자취를 감춰야 했던 것이다. (우리 나라의 煉炭을 배우는 筒器만은 살아 남았지만 말이다).

石炭은 原理的으로는 炭素(C)塊이다. 石油나 天然가스는 化石炭化水素라 부르며 炭素와 水素와의 化合物로서 C_nH_m 로 表示한다. n 가 1이고 m 가 0면 $C_1H_0=C$ 로서 石炭이 된다고 생각하자.

다음표1은 炭素原子(C)數와 水素原子(H)數의 成分比(m/n)에 따라 어떤 種類의 것이 있는 가를 나타내며 또한 우리들이 어느程度 實生活에 利用하고 있는가를 보여주는 것이다.

그림1은 또한 年代順에 따르는 에너지 資源의 利用變遷을 보여 주는 것이다.

그림1에서 보는 바와 같이 自然的인 傾向으로서 炭素成分이 많은 것(即 m/n 比가 작은 것)에서부터 漸次로 炭素成分이 적은 것(m/n 比가 큰 것)으로 變遷해 가고 있음을 알 수가 있다. 이러한 理由로서는

(1) 炭素成分 n 가 많아지면 汚染物質이 많아지고,

(2) n 가 크면 무겁다. 같은 칼로리에 對해서 運搬經濟上으로 봐서 不利하다.

(3) 反對로 水素成分 m 가 많아지면 輕量化될 뿐더러 燃燒排氣가스가 깨끗해 진다.

(4) m 值가 增大해 짐에 따라 常壓常溫에서 氣體로 되는 것이 많아 沸點이 낮아진다. 이 境遇엔 液化하여 運搬하면 燃燒時 氣化하기 쉽기 때문에 燃燒效果가 높아진다.

以上과 같은 理由로 水素成分이 많은 化石燃料의 使用이 自然的으로 增加된 것이었다. 이

런 事情의 極限值가 $m/n = \text{無限大}$ 일 것이니 그런 것은 炭素가 없고 水素만의 狀態, 即 水素 燃料를 얻을 수 있으면 가장 理想的인 에너지 가 되지 않겠나? 하겠는데 바로 이것이 人類

그러나 現在 石油經濟時代로부터 그냥 水素 經濟時代로 挑躍은 不可能하다. 왜냐하면 需要 供給의 Mechanism이 經濟面으로나 技術面으로 보나 아직도 Balance가 잡혀있지 않기 때문이다. 水素生産의 方法이 아직도 高價이며 多量生産이 不可能하기 때문이다.

〈표 1〉 化石炭化水素의 種類의 特徵

名 稱	n	m	m/n	利用順位
重 油	~20			1
潤 滑 油	~16		↓	2
輕 油	13~18			7
* 나 프 타	17 7~13	30	1.76 ↓	2
* 燈 油	12 12~15	26	2.16 ↓	6
이오오크탄	8	18	2.25	
揮 發 油	7	16	2.29	3
"	6	14	2.33	3
天然揮發油	4~10		↓	4
노르말펜탄	5	12	2.4	
부 탄	4	10	2.5	5
프 로 판	3	8	2.7	5
에 탄	2	4	3.0	8
메 탄	1	4	4.0	2

萬一에 내 손에 水素燃料가 있다면?

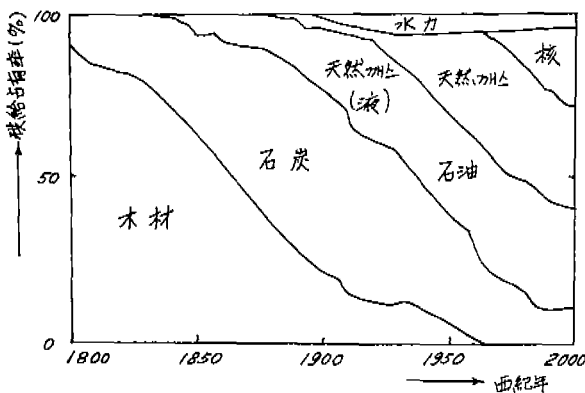
人類가 萬一에 化石燃料가 없는 天體에 誕生 했더라면 반듯이 開發했을 것으로 믿어지는 燃料은 역시 水素燃料였을 것이다. 核에너지와 太陽에너지를 使用하여 물에서부터 水素를 만들어 燃料로 使用했을 것이란 말이다. 水素에 너지의 特徵은 다음의 네가지로 要約될 수 있을 것이다.

(1) 生態的(Ecological)이 있다는 點이다. 이 에너지는 石炭과 石油같은 '物件'이 아니고 물(水)로부터 나와서 물(水)로 돌아가는 하나의 '狀態'라는 本來의 에너지利用의 理想型을 나타내는 것이기 때문에 이것을 燃料로 使用하면 生物은 生鮮하게 자라고 自然 Cycle에 하 나도 變化나 影響을 주지 않는다.

(2) 經濟性(Economic)이 있다는 點이다. 水資源은 無限大라 할 수가 있다. 核에너지와 太陽에너지도 無限大이라 할 수가 있다. 이들 1次 에너지 System과 2次에너지 System을 利用 System에 有機的으로 結合시킬 수만 있다면 現代의 에너지生産 方法보다도 經濟性이 높은 에너지로 使用할 수가 있다.

(3) 에너지效率(Energitic)이 높다는 點이다. 水素는 일(Work)에의 變換效率이 他燃料에 비해 높고 또한 電氣에너지에의 變換은 他的 追從을 不許한다. 또한 電氣에너지의 缺點인 貯藏도 可能하고 輸送損失은 電力의 10%에 비해 1%밖에 안된다.

(4) 에너지技術을 輸出(Export)할 수 있다는 點이다. OPEC(石油輸出國機構)의 橫暴은 '石油의 武器化'로써 非產油國에 많은 苦痛을 주



〈그림 1〉 에너지源의 變遷

의 究極的인 에너지源이 될 것으로 科學者들은 믿고 있다.

고 있지만 그네들의 마음 속은 결코 安泰하지는 않을 것이다. 原油價格을 제아무리 引上한다 하더라도 價格을 올린 原油를 原料로 하는 더욱 高價의 製品을 輸入하여야 하기 때문이다. 技術이 없다는 것은 資源이 없다는 것 이상으로 괴로운 것이다. 또한 30年만 지나면 石油資源이 枯渴한다는 소리가 支配的이라는 것도 그네들은 알고 있기 때문이다.

그네들의 石油가 없어져도 아랍砂漠에 내리쬐이는 太陽熱과 아랍海水로써 얼마든지 水素를 만들 수 있고 水素利用의 工業이 砂漠에서 盛行하면 砂漠은 排出되는 大量의 水蒸氣로써 綠化되어 農業까지 營爲할 수 있음을 認識시킬 수 있다는 것이다.

여기서 우리들은 前美國 國務長官였던 「키신저」氏의 In a global economy of physical society, science and technology are becoming our most precious resources. (科學과 技術만이 最大의 資源)이라고 한 말을 우리들은 記憶하자.

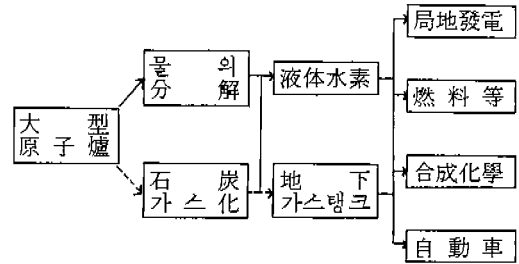
水素 에너지 生産 System

우리들은 1次 에너지 System (에너지源)과 2次 에너지 System (에너지 媒体)와 利用 System의 세 System의 有機的 運用이 바로 經濟活動 및 産業活動의 水準을 決定한다.

1次 에너지로서는 太陽에너지, 水力, 原子等を 利用한다는 것을 생각해 봐야 겠다. 核分裂에너지의 「우라늄」燃料은 美國에서부터 輸入한다지만 購入條件으로서 實際로 物品이 내

손에 들어오는 8年前에 價格의 切半을 支拂해야 한다는 形便없는 強要를 甘受하여야 하는 立場도 있지만 대체로 그림2와 같은 System으로 水素를 얻어 實用化에의 構想을 外國學者들이 하고 있다.

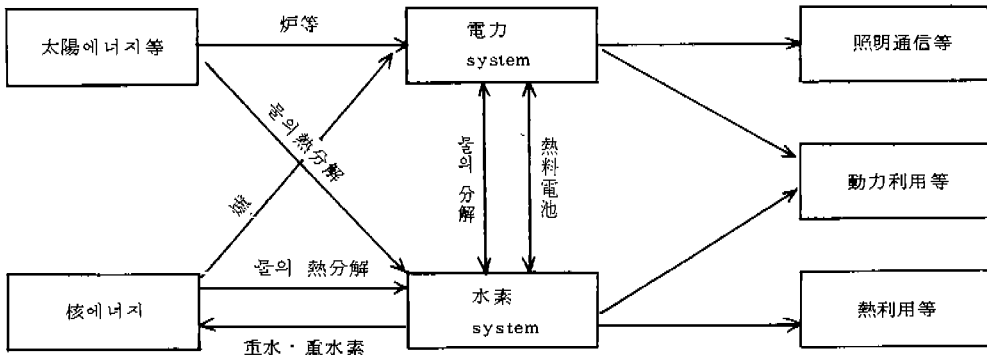
이 System에서 가장 重要한 過程은 에너지源으로부터 高溫으로 물을 分解하여 水素를 製造하고 그 餘熱로 發電한다는 에너지節約型의 技術이다. 이 方法은 日本이 開發의 主目標로 세우고 있는데 比해 美國은 그림3과 같이 全的으로 原子爐를 利用하는 原子力에만 依存하여



〈그림3〉 美國의 1次, 2次(水素)에너지 利用 System

水素를 만들어 産業(利用 System)活動에 使用하고자 하고 있다.

美國 System은 「아폴로」技術의 하나인 電氣分解와 燃料電池에의 過度의 信賴로부터 생긴 것이며 水素를 「에너지의 媒体」로서 使用하는 體制로 一貫되어 있어 에너지輸送損失率 1%라는 利點도 있긴 하지만 核燃料의 大量消費란 不利點도 있다. 現在로서는 日本式이 一步 앞섰다고 생각이 선다.



〈그림2〉 一次, 二次(水素) 에너지利用 System