



우리나라, 先進國에  
 밀리지 말고, 지금  
 부터 研究 實力  
 쌓아두어야

## 未來의 에너지 水 素

# 2000年代初 實用化단계 이룩되

韓國에너지기술연구소  
 대체에너지연구센터長  
 工 學 박 사  
 孫 永 睦

### I. 머릿말

화석연료의 점진적 枯渴에 따른 대체 에너지 개발의 필연성은 현재 우리가 당면하고 있는 環境公害의 심화로 더욱 절실히 요구되고 있다.

지구의 기상과 환경에 해를 끼치고 있는 것은 수송, 전력생산 및 난방에 사용되는 化石燃料로 인한 대기오염에 기인한다.

매년 300억톤이 넘는 CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, 감명 및 회재등이 대기중에 뿌려지고 있으며, 이로 인한 산성비는 지구상의 많은 호수를 죽이고, 농산물 및 임산물의 생산 감소를 가져올 뿐만 아니라 역사적인 건축물의 침해까지 일으키고 있다.

오랜동안 연소생성물인 二酸化炭素

(CO<sub>2</sub>)는 무해한 것으로 생각되어 왔으나, 최근의 이상기후 및 지구의 溫暖化가 CO<sub>2</sub>에 의한 溫室效果로 보고되고 있다. 지구상의 CO<sub>2</sub> 농도는 지난 200년 동안 280ppm에서 340ppm 정도로 증가하였으며, 또한 계속적인 증가추세에 있음을 報告하고 있다.

지난 100년간의 지구상 기온도 상승 추세를 보이고 있다. 이에 따라 2050년까지 지구상의 기온은 3~5°C의 증가가 예상되며 兩極지방의 빙산이 녹아내려 2100년에는 海面이 1~4m 정도 상승하여 지상의 많은 도시 및 농경지의 침수가 예상된다고 주장하는 학자도 있다

이상과 같은 환경요인 이외에도 화석 연료는 그 자원이 偏在되어 있다는 점이다. 따라서 각 국가간의 에너지 불균형이 에너지원을 확보하려는 강대국들의 군사력에 의해 견제되어 새로운 世界大戰의 불씨가 될 우려도 배제할 수 없는 형편이다.

지금까지 개발되고 있는 1차적인 대체에너지로는 便宜性에서 문제가 지적되기도 한다. 예를들어 太陽에너지, 風力 및 海洋에너지는 자원이 무한하고 공해가 없으나 항시 이용할 수 없거나 소비처와 너무 멀리 떨어져 있다는 輸送과 貯藏상의 문제를 갖고 있으며, 原子力은 열오염 및 방사성 폐기물을 만들어 낸다.

# 淸淨性, 資源무한성, 순환성등 장점

## II. 수소에너지 시스템

이상에서 언급한 短點들을 보완하기 위하여 수소에너지의 연구에 관심을 기울이게 되는데, 수소의 强點은 지구상에 무한히 존재하는 물이 자원이며 물에서 생성되어 다시 물로 되돌아가면서 열을 내는 것이다. ( $H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O + \text{열}$ )

연소시 소량의  $NO_x$ 를 배출하는 이외에는 거의 공해가 없어 모든 합성연료중 가장 유망하다.

표 1은 현재 사용중인 휘발유 및 천연가스와 수소의 대비표로서 수소는 단위에너지당 무게가 화석연료의 1/3 정도이나 부피로는 액체인 경우 휘발유의 3.8배, 기체인 경우 천연가스의 3.6배이다.

또한 수소는 효율적으로 使用處에서 다른 형태의 에너지로 변환이 가능하고, 빠른 화염속도와 넓은 연소한계는 내연기관, 가스터빈 및 제트엔진 등의 연료로 적합하며 고발화점과 낮은 화염밝기는 다른 연료보다 안전한 연료로 평가되는데, 有害하지 않고 再循環이 가능하다.

수소는 아주 효율적인 에너지 媒介體이다. 400마일 이상의 거리에서 수소를 파이프라인으로 수송하는 경우에는 송전선으로 전기를 수송하는 것보다 저렴하며, 전기는 저장할 수 없지만 수소는 액체상태나 금속수소화물로 貯藏되어, 각 산업체에서 직접 열 및 수증기의 형태로 變換, 이용될 수 있다. 또한 燃料電池를 이용하여 산업체, 빌딩 및 가정에서의 전기수요에 대응할 수 있게 될 것이다.

## III. 수소의 製造

이글은 代替에너지로서의 수소로 가

다히 잡히는 만큼 물로부터의 제조를 주로 다룬다. 여기에는 電氣分解法, 熱化學法, 直接熱分解法, 및 光分解法으로 대강 나뉘어진다.

### 1. 電氣分解法

물을 전기분해하여 얻는 수소제조는 오래전부터 실용화 되어 있는 방법이나 화석연료로 제조되는 수소보다 高價이다.

그러나 전력요금에 싼 나라인 브라질, 노르웨이, 캐나다 등에서는 먼 거리를 석유컴비나트에서 수소를 반출하여 수송하는 것보다 그 需要場所에서 물의 電解로 수소를 제조하는 것이 싸게 된다.

물의 전해에서 관건이 되는 것은 시스템의 전압을 저하시켜서 에너지 교환 효율, 즉 電力原單位를 저감시키고자 하는 노력과 電流密度를 대폭 증대시켜서 소형대용량화와 고정비의 저감을 도모하고자 하는 노력으로 집약된다.

전통적인 전기분해법으로 알카리 水

電解法이 우리들이 알고 있는 일반적인 방법인데 물의 解離度와 이온移動度を 좋게 하기 위하여 약 30~40%의 KOH 용액(NaOH도 쓰이나 부식성이 더 강함)을 쓰기 때문에 알카리라는 이름이 붙게 되었다.

효율을 좋게 하기 위한 시도로는 과전압이 적은 陰極과 陽極 그리고 저항이 낮은 隔膜을 개발한다. 이러한 조건을 개선하기 위해서는 온도를 높이는 것이 좋으므로 100°C 전후의 온도가 적용된다.

또한 위의 지적대로 고농도 알카리 용액은 부식성이 강하기 때문에 전해조 재료와 주변시스템 재료는 높은 耐蝕성이 요구된다.

표 2에 상업적인 알카리 수전해조의 대표적인 예를 표시한다.

다음으로 固體電解質 電氣分解(Solid Polymer Electrolyte)가 있다.

極板사이의 거리를 짧게 하고, 극판의 면적을 크게 하고자 하는 시도로서 미국의 G. E社가 1970년대에 개발한 것으로 전해질 대신에 불소수지의 이온교환막을 固體電解質로 사용하는 방법인데 실은에

표1. 휘발유, 천연가스 및 水素의 특성비교

Property	Gasoline	Natural Gas	Hydrogen
Density(g Cm <sup>-3</sup> )	0.73	0.78×10 <sup>-3</sup>	0.84×10 <sup>-4</sup> (gas) 0.71×10 <sup>-1</sup> (liquid)
Boiling point(°C)	38/204	-156	-253(20K)
Lower heating value :			
gravimetric(kj kg <sup>-1</sup> )	4.45×10 <sup>4</sup>	4.8×10 <sup>4</sup>	12.50×10 <sup>4</sup>
volumetric(kj m <sup>-3</sup> )	32.0×10 <sup>6</sup>	37.3×10 <sup>3</sup>	10.4×10 <sup>3</sup> (gas) 8.52×10 <sup>6</sup> (liquid)
Stoichiometric Composition in air(Vol.%)	1.76	9.43	29.3
Flammable limits(% in air)	1.4~7.6	5~16	4~75
Flammable speed(m s <sup>-1</sup> )	0.40	0.41	3.45
Flame temperature in air(°C)	2197	1875	2045
Ignition temperature(°C)	257	540	585
Flame luminosity	high	medium	low

기종 (기업명)	수소제조능력 (Nm <sup>3</sup> /時槽)	전극寸法 (m)	Cell수 (Cell/槽)	온도 (°C)	압력 (기압)	전류밀도 (A/dm <sup>2</sup> )	Cell전압 (V/Cell)	가스순도 H <sub>2</sub> O(%)
Lurgi(독일)	750	1.5φ	556	90	30	20	1.86	99.8-99.9/99.3-99.5
데노라(이태리)	540	2×4	108	80	상 압	15	1.85	99.9/99.6
Norsk Hydro (노르웨이)	340	1.6φ	235	80	상 압	17.5	1.75	98.8-99.9/99.3-99.7
비마크(독일)	320	1.5×2	100	80	상 압	25	1.94	
Brown Boverly (스위스)	300	1.5×3	80	80	상 압	20	2.04	98.8/99.6
Electrolyzer (캐나다)	12.5	0.6×0.8	-	70	상 압	13.4	1.90	99.9/99.7

표2. 상용 알카리의 대표적 예

서의 比抵抗이 15ΩCm로 아주 작다.

이것을 사용하면 150°C, 200氣壓, 2A/cm<sup>2</sup>이라는 이제까지 물의 전해에서는 생각할 수 없는 고성능이 될 뿐만 아니라 크기도 소형화하여 2A/cm<sup>2</sup>의 전류 밀도 일 때의 디자인에 있어서도 두께는 0.25mm로 충분하다고 한다.

지르코늄을 혼합한 이트륨합금을 電極으로 사용하며, 하나의 電解槽로 0.3A/cm<sup>2</sup>의 전류밀도일 때 1.07 볼트라는 지극히 낮은 값을 가진다.

또다른 방법으로는 서독의 Dornier & Lurgi 社나 미국의 웨스팅하우스(WH)社에서 개발한 것으로 물을 기체인 수증기로 해서 이를 전기분해하는 장치를 만들었는데 이것을 蒸氣狀電解法(VPE)이라고 한다. LaMnO<sub>3</sub>와 Sr과의 합금으로 된 양극과 니켈을 음극으로 하고 있으며, 전류밀도는 0.3A/cm<sup>2</sup>, 전압은 1.23볼트이다.

수증기의 온도는 800~1,500°C이고 전력효율은 100% 이상으로 되어 있는데 이것은 열의 보급으로 물의 분해가 이루어지기 쉽게 돼있기 때문이다.

SPE나 VPE가 물의 전기분해에서 장차의 방법으로 개발되었지만 동시에 電解槽의 성능향상 연구도 이루어질 것으로 보인다.

## 2. 熱化學法

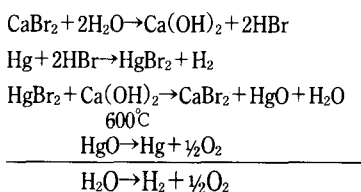
물의 분해를 산화 혹은 환원형의 觸媒를 가하여 수소와 산소를 분리하는 단계적 반응으로 나누어 비교적 낮은 온도(1300K 이하)에서 진행되는 화학반응으로 구성한다.

역시 熱源의 공급이 문제가 되는데 고온의 가스爐 또는 核反應爐를 예상하고 있으며, 太陽熱 및 제철소 鎔鑪의 폐열을 이용하는 방법등이 고려되고 있다.

1960년대에 이태리 Ispra 연구소의 Marchetti에 의해 적극적으로 연구되어 최초의 실질적 열화학 사이클인 Mark I의 탄생을 보게 되었는데 이것은 수은(Hg)을 물과 브롬화물이 반응하여 나온 HBr(브롬화수소)과 반응시켜 H<sub>2</sub>를 생산 저장하고, 이 반응에서 나온 HgBr<sub>2</sub>는 알카리로 처리하여 HgO로 한 다음 이를 열분해하여 산소와 Hg를 얻는다.

결국 촉매로 사용한 Hg와 최초의 브롬화물이 再生 回收되며, 물은 수소와 산소로 解離되었다.

이 반응을 방정식으로 표시하면 다음과 같이 된다.



이들 반응은 촉매선정이 관건이 되는 데, 산화와 환원력 중에서 한쪽이 조금이라도 강하면 분리가 곤란하여 中間성질을 갖는 금속(Hg) 등이나 스스로 산화력과 환원력을 동시에 갖는 원소(S, Br, I) 등을 사용하고 반응조건에 변화를 주어서 보다 나은 效率로 H<sub>2</sub>O의 解離나 촉매의 回收가 잘되게 연구한다.

지금까지 200여개의 사이클이 제안되고 있으나 實用化된 기술은 없다.

최근 순수 열화학 사이클의 보완 및 개선책으로 電氣分解과 光分解을 병용하는 「하이브리드사이클」의 연구도 진행되고 있다.

## 3. 直接熱分解法

물을 3300K 이상으로 가열하여 직접 수소와 산소로 해리하는 방법으로 네가지 방법중 가장 어려운 방법이다.

이는 먼저 그와 같은 고온의 熱源을 값싸게 얻을 수 있는 방법이 발견되기 어렵고, 고온에 견디는 爐의 재료가 高價이며 해리하여 얻어진 H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HO, O 등의 混合氣體에서 수소만을 쉽게 分離하는 방법이 어렵기 때문이다.

캐나다의 Bilgen 등은 태양광을 集光하여 高溫을 얻고 이로부터 수소를 직접 열분해하는 연구를 추진하고 있다. 실제로 이와같은 방법으로 4000K 가량의 고온을 얻을 수 있으나 이를 大出力의 것

# 전기분해, 열화학, 광분해법등으로 제조

	단위체적당수소밀도 (mol H <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> )	단위중량당수소량 (중량%)
수소(표준상태)	0.045	100
액체수소(20K)	35	100
물(293K)	56	11.2
MgNiH(금속수소화물)	47	3.6
MgH(금속수소화물)	55	7.7
methanol	49	12.6
cyclohexane	28	7.2
toluene	24	6.2
ammonia	72	17.8
2-propanol	13	3.4
고압복제(복제중량포함)	6.7	1.2

표3. 수소매체중의 수소밀도와 수소함유량

藏容器가 필요하다. 수소의 액화는 1기압하에서 -235°C에서 이루어지는데 액체수소의 취급이 간단하지는 않으나 수소가스에 비해 체적이 약 1/800로 감소하며 200기압의 고압수소에 비해 약 4배의 에너지 밀도를 가지고 있어서 기체수소에 비해 수송 저장의 효율이 향상된다.

그러나 액체수소는 沸點이 낮고 熱傳導度가 크기 때문에 취급시 증발하기 쉽다. 斷熱性이 대단히 높은 특수용기가 필요하게 되는데 이러한 조건과 관련하여 冷熱利用이 경제적인 도움을 더하게 되는 방법이 고려되지 않으면 이 저장방법은 에너지 변환효율을 나쁘게 한다.

그래서 로켓트 연료로서 주로 사용하게 된다.

으로 하자면 시설이 대규모가 되어 高價가 된다.

앞으로 核融合爐가 개발된다면 물분해에 이용할 수 있는 가장 좋은 熱源이 될 것이다.

爐의 재료문제는 세라믹 등 적당한 재료가 개발될 것으로 생각되며, 혼합기체의 분리기술은 일본의 「센샤인」 계획에서 연구된 적이 있는 것으로 팔라듐 등의 금속 薄板이 수소만 통과시키는 것이 확인되었다.

또 프랑스의 Lede교수는 이 고온의 혼합기체를 액체수소의 온도까지 急冷하여 수소 이외의 기체를 모두 고체와 액체로 해서 제거한다는 논문을 발표한 바가 있다.

## 4. 太陽光 利用法

광분해에 의한 수소제조는 太陽光을 이용하여 전기를 얻고 이를 물의 전기분해에 사용하는 방법과 태양광을 받는 素子 자체를 물의 전기분해에 이용하는 두 가지 기술로 대별할 수 있다. 후자의 경우에 보다 더 높은 효율이 기대되며 TiO<sub>2</sub>,

CdS, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MoS<sub>2</sub> 등의 여러가지 半導體素子들이 연구되고 있다.

기타 Ru(bipy)<sub>3</sub><sup>3+</sup> 등의 무기물 또는 수소를 생산하는 微生物들을 이용하여 수소를 제조하는 방법도 연구되고 있다.

## IV. 수소의 輸送 및 貯藏

제조된 수소는 가장 가벼운 기체원소로서 수송 저장하는데 機械化學的인 기술을 필요로 한다.

이들은 기체상태를 압축한 고압가스 또는 액체수소로 하여 사용하는 경우와 金屬水素化物로 만드는 경우 및 水素化合物로 전환하여 수송 저장하는 방법이 있다.

### 1. 고압 및 액체수소

고압수소의 용기는 일반적인 鋼鐵 材質의 것이 사용되며, 200기압 정도로 압축하게 되는데, 부피기준으로 에너지 밀도는 천연가스(메탄)의 약 1/3 정도이어서 천연가스에 비해 약 3배 더 많은貯

## 2. 金屬水素化物

금속 또는 합금에 수소를 반응시켜 이들의 결정구조 속으로 수소가 吸藏된 상태로 존재하는 것이다.

이 저장매체에서 수소를 다시 뽑아 쓰 고자 할때는 온도와 압력을 가하여 再生하게 된다. 수소의 수송저장 매체로서의 금속수소화물의 長點으로는 액체수소에 필적할 만큼 수소吸藏밀도가 높고, 수소 含有率이 높으며 반응속도가 빠르다.

또한 수소화물이 安定하며 수소를 선택적으로 흡장한다.

표 3은 금속수소화물을 포함한 각종 수소 수송매체중의 수소밀도를 표시한다.

금속수소화물은 수소를 약 800~1000분의 1의 체적으로 압축하는 효과가 있으며, 만일 용기가 파손된다 하더라도 수소가 放出되려면 반응열이 필요하기 때문에 보통조건에서는 安定하다고 볼 수 있는데 용기의 중량은 높아진다.

### 3. 水素化合物

化合物을 이용하는 수소의 수송저장은 有機 또는 無機化合物을 수소와 반응시켜 이루어진다.

이들의 대표적인 반응은 표 4에서 보는 바와 같다.

메탄올을 이용하는 예를 이야기해 보면, 로켓트 시험장이나 발사기지가 수소 제조 工場으로부터 멀리 떨어져 위치하면 수소의 원료로서 메탄올을 운반하여 오고, 온 사이트에서 표 4에서 보는 바와 같이 逆으로 反應을 진행시켜 수소를 만들고 이를 액화하여 로켓트 연료의 液體水素를 제조한다.

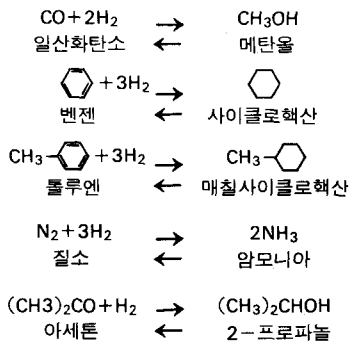
이 방법의 이점으로는 輸送效率이 높고, 액체이기 때문에 취급이 용이하며, 이미 기술이 確立되어 있는 것이 많으며, 大量취급이 가능하다. 경제성 면에서도 상당히 유리하다고 알려지고 있다.

여기서 유럽과 캐나다의 퀘벡간에 이루어지고 있는 Euro-Quebec Hydro-Hydrogen Pilot Project를 간단히 소개하고자 한다.

EC위원회, 캐나다 퀘벡 주정부 그리고 캐나다와 유럽의 企業出資에 의해 이루어지고 있는 이 프로젝트는 현재 제2기 妥當性 조사를 완료하였다.

그 내용은 캐나다의 대서양측에 있는

표 4. 수소 수송에 이용되는 화학반응



## 가정용熱源 이용가능성 높아져

퀘벡주의 풍부한 水力으로 발전을 하고, 이를 水電解하여 수소를 생산한다. 이를 액체수소 또는 화합물의 형태로 대서양을 건너 독일의 하노버항에 수송 사용한다는 것이다.

유럽에서의 수소용도는 발전, 항공기, 수송기관(자동차, 선박) 및 도시가스에 혼합사용하는 등의 방법을 생각하고 있다. 이 프로젝트의 일환으로 에어버스 산업에서는 水素航空機의 개발이 진행되고 있다.

### V. 수소의 利用연구

수소는 수송용, 가정용 그리고 산업용 등 우리의 거의 모든 일상생활 영역에 이용이 가능하다.

#### 1. 수소 自動車

수소자동차의 개발은 배가스의 국제 연료의 다변화 및 低燃費化를 지향하기 시작한 1970년대 부터 엔진 본체부터 주행시험까지 연구하게 되었다.

이들 엔진의 噴射방식은 기존 가스엔진의 연료계통을 수소系로 개조한 吸氣管定時噴射 방식이 많고 이의 연소와 出力등을 개선코자 하는 汽缸내 저압분사 및 고압분사 방식으로 구분된다.

아직까지 수소의 정장방식과 燃料系 등에서 에너지손실을 줄이고자 하는 것이 과제이다.

지금까지 구미, 캐나다, 호주, 소련, 중국, 일본 등이 연구하고 있는데, 열심인 나라는 독일과 일본이다. 벤츠社는 연방 정부의 원조하에 試驗車를 4년 가까이 주행시험을 하여 배가스의 청결성과 안전성을 실증하였으며, BMW社는 액체 수소를 사용, 改良型 세단에 적용하고 있다.

일본에는 무사시(武藏)工大의 古兵 연구실에서 금속수소화물을 쓸 경우 重量에서 유리한 트럭을 포함한 수종의 試作車를 만들고, 수소연료시스템의 감시 제어시스템을 탑재하여 汽缸내 噴射型 엔진의 가능성을 실증하였다.

#### 2. 수소가스터빈

수소가스터빈은 複合發電에서 CO<sub>2</sub>의 규제에 대비한 高 효율화 와 청정화를 시도하고 있다.

이 분야는 산소와의 혼합, 점화 등 燃燒制御와 연소기의 개발이 要素기술로 되어 있는데, 항공분야에서 1950년대 미국 NACA가 효시아나 역시 油일속크래인 1970년대 NASA에서 본격 연구되었

다. 高 효율의 APHODID 사이클이 미국의 호클라호마 주립대에서 연구되었으며 독일 연방 항공우주연구소에서는 최근 40Mw 급의 蒸氣발생장치를 개발했고 일본은 內燃式 랜킨사이클을 제안한 水中연소, 또한 수소의 연소를 불활성가스 중에서 행하는 내연식 가스터빈 密閉 사이클을 제안하였다.

이들은 아직 産業化 되어 있지 않는데, 수소의 제조, 저장, 공급 및 안전성 등의 전체시스템의 확립등이 문제로 남아 있다.

#### 3. 가정용

가정용으로 사용되고 있는 연료를 수소로 대체하기 위해서는 수소연료의 普及網 및 가정용 연소기기의 改造연구 등이 요구된다.

천연가스를 보급하고 있는 기존의 파이프라인을 이용하여 수소를 수송할 경우 容量이 천연가스보다 2.9~3.4배 커지는 문제점이 있다. 따라서 가정용 가스

연소기에 수소를 사용할 경우 그만큼 유량이 커지며, 연소공기는 천연가스인 경우 空氣-燃料비가 10:1 정도이나 수소인 경우 2.38:1이므로 이에 따른 機器改造가 필요하다.

수소의 연소온도는 기존의 연료보다 훨씬 높으므로 이를 버너로 사용하는 경우보다 낮은 온도에서 연소시키는 燃燒觸媒의 개발이 필요하다. 이용도의 촉매로서 低溫型和 高溫型이 고려되고 있으며, 저온형으로는 백금과 같은 귀금속을 사용할 경우 400°F 이하에서도 안정된 연소가 가능하다.

고온형으로는 철관 같은 물질을 사용하며, 이들은 저온에서는 촉매효과가 없으나 赤熱되면 촉매효과가 생긴다. 수소를 촉매와 함께 연소시키는 경우 연소효율이 증가할 뿐만 아니라 NOx의 생성도 감소된다.

#### 4. 産業부문

수소의 산업부문에서의 용도는 다양하다. 수소는 암모니아 합성 등 合成原料로 사용되고 있으며, 정유공장에서 硫黃 및 수소화 改質, 석탄의 액화 및 기화, Oil Shale 및 Tar Sand 등의 중질유 改質 등과 90년대 말 일부 실용화되고 있는 40Kw~11Mw 급의 인산형 연료전지 發電, 초전도를 이용한 送電 등 많은 분야에서 이용되고 또 앞으로의 이용도 기대되고 있다.

그밖의 위와같은 금속수소화물의 熱特性에 의한 냉난방기기 이용, 에너지의 저장, 가정에서의 종합적인 에너지시스템 구축 등 많은 연구들이 진행되고 있다.

### VI. 국내의 수소 연구現況

최근까지만 해도 국내의 수소에너지 연구는 단편적인 기초연구가 간간히 수

표5. 국내의 수소에너지 연구추진 현황

연구과제	연구기관
熱化學法에 의한 수소제조	에너지기술연구소
수소의 안전대책 및 物性연구	에너지기술연구소
光電氣分解法에 의한 수소제조	KIST/KAIST
光電氣化學을 이용한 수소제조	표준과학연구원
光化學法에 의한 수소제조	慶北大
生物學的 光分解에 의한 수소제조	江原大
金屬水素化合物을 이용한 수소저장기술	KAIST
超低温을 이용한 수소저장기술	KAIST
수소가스의 爆發災害 방지기술	기계연구소

행되어 왔으나, 1974년 이래의 일본 선사와 같은 종합적인 에너지 관련연구는 추진되지 못한 형편이었다.

다행히 대체에너지 관계법이 공포된 이후 대체에너지에 대한 국가적 관심도 간 커져 1989년 6월부터 科技處 특정과제로 표 5에 보인바와 같이 종합적인 수소관련 研究가 본격적으로 시작되었다.

또한 1989년 7월 국내에서도 수소에너지學會가 설립되었으며, 11월에는 제1회 정기學術發表가 개최되었고, 90년 11월에 제2회 정기학술발표대회가 있었는데, 이들 논문들을 정리하여 수소에너지 저널을 매년 발간하고 있다.

기타 일부 大學 및 기업체에서 수소연구가 진행되고 있다는 보고가 있으나 확실한 자료가 없어 다음기회에 발표코자 한다.

### VII. 맺는 말

水素에너지의 실용화는 무엇보다도 먼저 값싼 수소제조기술이 개발되어야 하는데, 이는 化石燃料이 아닌 물로부터의 기술개발이어야 한다.

지구의 溫暖化 현상을 줄이고자 하는 세계적인 規制 움직임은 이를 유발하는 가스(CO<sub>2</sub>, 메탄, CFC'S, N<sub>2</sub>O 등)의 제조 및 사용을 금지하여 2000년까지 현재

수준으로 안정화 시키려는 裝置의 설정을 위해 빈번한 국제적인 모임 등을 갖고 있다. 이에 대응하는 방편으로 여러가지 代替에너지의 개발이 진행되고 있는데, 그중 수소 에너지분야는 산업용 및 수소 자동차 등 각 분야에서 試製品이 나와 있으나 실용화까지는 아직도 시간이 필요한 것 같다.

이를 극복하고 넘어야 할 문제는 첫째, 經濟性, 즉 초기투자비와 사후관리비가 많이 드는 문제를 해결해야 하며, 이는 국제 石油價의 추이에 따라 영향을 받게 되고 또한 문제가 되는 熱源으로서 태양전지나 태양열 素子が 개발되는 2000년대 전반에는 유리해지리라 보고 있다.

둘째로는 技術性으로 세계적인 기술이 아직도 연구개발되어야 할 분야가 대단히 많으며 이에 따른 설계, 시공이나 관련研究 기술인력이 부족하다.

셋째는 社會性의 결여를 들 수 있겠는데 代替에너지의 必要와 이와 관련된 여러문제에 대한 인식부족에 있다.

끝으로의 바람은 烈強속 속에서 우루과이라운드에서 보는 바와 같은 현상으로 밀리지만 말고 미리 對應함으로써 우리의 실력을 기를 필요가 있다고 생각한다.