

# 수소경제(Hydrogen Economy) 현황

이병권 | KIST 환경공정연구부 선임 · 책임연구원, 반응매체연구센터장, 환경공정연구부장

## I ■ 수소에너지

현재 우리가 살고 있는 지구에는 다양한 형태의 에너지가 존재한다. 무한정의 태양에너지를 비롯하여 이로 인하여 생성되는 풍력, 수력에너지 및 지열에너지, 화석연료로 불리는 석탄, 석유, 천연가스 등의 화학에너지 및 원자력에너지 등이 포함된다.

이러한 에너지의 효율적 이용기술 개발은 우리 인류의 영원한 과제라고 할 수 있다. 특히, 국가 총에너지원의 97% 이상을 수입에 의존하고 있는 우리나라의 경우 신에너지 기술개발의 중요성은 아무리 강조해도 지나칠 수 없다. 이러한 맥락에서 차세대의 이상적인 대체에너지로서 가장 주목을 받고 있는 것 중의 하나가 바로 수소에너지이다.

화석연료는 사용 후 대기오염물을 배출하여 지구의 환경을 오염시키고 있을 뿐만 아니라 이산화탄소의 대기 중 농도증가를 유발하여 지구온난화의 우려를 가중시키고 있다. 또 다른 에너지원인 원자력은 그 사용과정이나 사용 후에도 방사능오염에 대한 문제점이 야기되고 있어, 이들 에너지원의 지속적인 사용이 지구 생태계를 파괴시켜 인류의 생존을 위협하고 있다는 우려의 목소리도 있음이 현실이다.

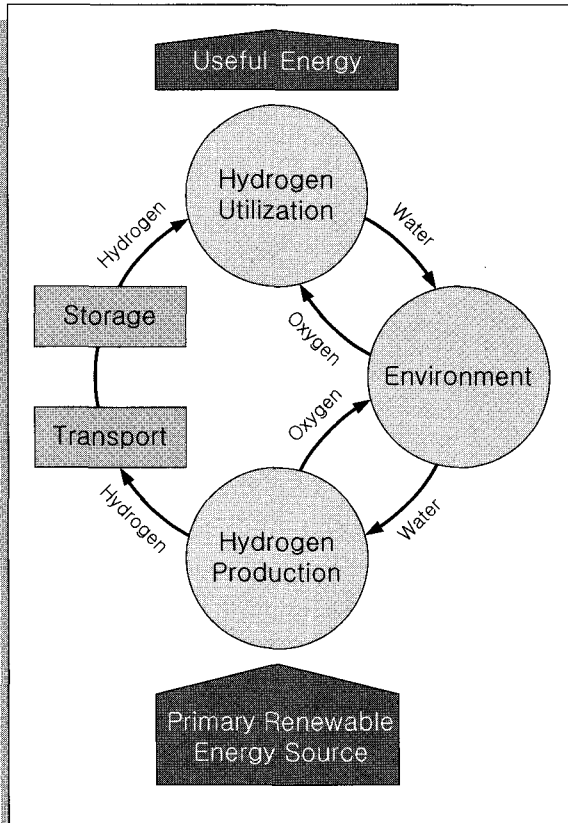
이에 비하여 에너지원으로서의 수소는 여러 가지 장

점을 지니고 있어 미래의 에너지시스템에 가장 적합한 것으로 판단되고 있다. 즉, 수소는 공기 중에서 연소시 극소량의 질소산화물의 발생을 제외하고는 공해물질이 생성되지 않으며, 직접 연소에 의한 연료로서 또는 연료전지 등의 연료로서 사용이 간편하다. 또 수소는 가스나 액체로서 쉽게 수송할 수 있으며, 고압가스, 액체수소, 수소저장합금 등 다양한 형태로 저장이 용이하다. 아울러 수소는 궁극적으로는 무한정인 물을 원료로 하여 제조할 수 있으며, 사용 후에는 다시 물로 재순환이 이루어진다. 수소에너지는 대체에너지원을 이용하여 물로부터 수소를 생산 활용하여 다시 물을 생성하는 그림 1로 표시되는 싸이클 시스템을 그 근간으로 하고 있어 현재의 화석에너지가 갖지 못하는 자원의 무제한성 및 환경친화성으로 대표되는 장점을 갖고 있다.

## II ■ 수소에너지 기술

수소에너지는 인류가 현재 당면하고 있는 에너지 자원 고갈과 환경오염문제를 궁극적으로 해결할 수 있는 가장 유력하고 유일한 대안으로 인식되고 있으며 21세기에는 지구 온난화 방지 및 에너지 안보차

> 그림 1 수소에너지 순환도



원에서 그 필요성이 한층 높아질 것으로 예측된다. 그러나 수소에너지 시스템이 실용화되기까지는 제조, 수송, 저장, 안전, 이용 등 모든 분야에 있어서 해결되어야 할 많은 문제가 남아 있다.

수소에너지 시스템을 개발하기 위해서는 수소를 싼 값으로 대량 생산할 수 있는 제조법, 경제적인 저장과 수송법 및 연료전지 등과 같은 다양한 이용기술의 확보가 선행되어야 한다. 즉, 수소에너지 기술은 크게 수소제조, 저장, 수송 및 이용기술로 분류될 수 있으며 그림 2는 이들 상호간의 기술체계를 보여주고 있다. 수소에너지기술은 금세기에 예상되는 에너지고갈 및 환경문제를 해결할 수 있다는 점에서 많은 관심의 대상이 되고 있다.

수소의 통상적 제조 방법은 주로 석유나 천연가스

등의 화석연료의 수증기 개질(steam reforming)이며 다른 화학공정의 부산물로도 얻어지고 있다. 수증기 개질 공정으로 제조된 수소는 연료로 사용되고 있지는 않지만, 비료 및 화학제품의 제조에 사용되며 석유화학제품의 품질을 향상하는데도 이용된다. 이 제조법은 가격경쟁력 면에서 가장 효율적인 수소 제조방법이기는 하나, 제조공정에서 화석연료를 사용하고 있어 궁극적인 수소제조기술이라고는 할 수 없다.

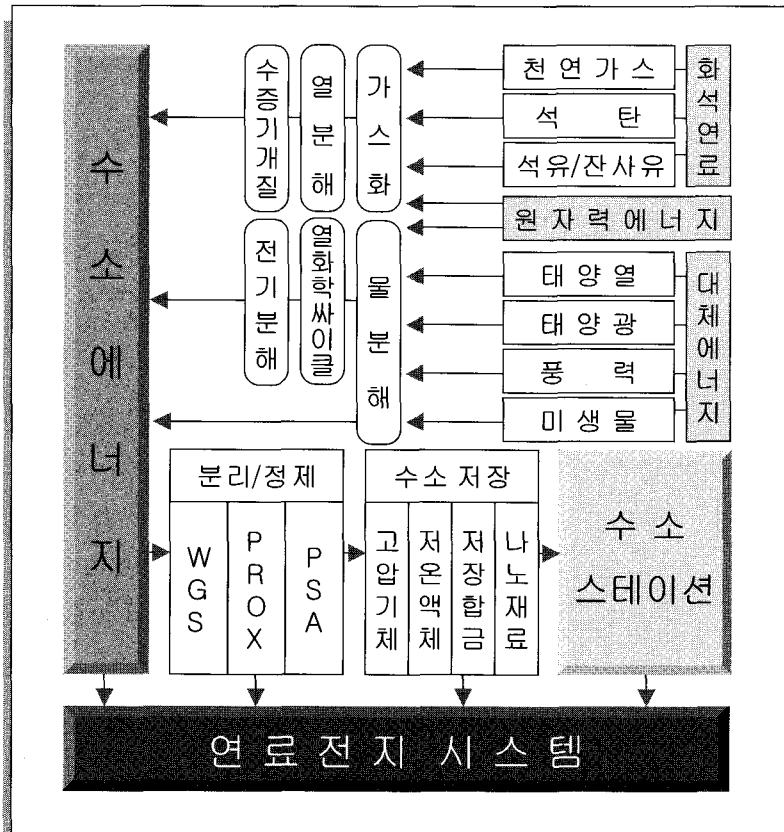
미래 청정에너지 시스템 구축에서 궁극적인 수소에너지 제조기술은 화석연료에 의존하지 않고 대체 에너지를 이용하여 물로부터 수소를 제조하는 것을 목표로 한다. 물로부터 수소를 제조하는 기술은 지구상 자원의 유한성 및 환경 측면에서 매우 바람직한 미래에너지 기술임이 분명하나, 안정한 물을 분해하여 수소를 만들 때 필요한 막대한 에너지를 어떻게 조달하느냐가 key issue 이며 현재까지 다양한 기술들이 연구개발 중에 있다.

수소사용을 일반화하기 위해서는 안전하면서도 실제적인 저장시스템의 개발이 선행되어야 한다. 수소저장기술은 크게 물리적 저장과 화학적 저장으로 구분될 수 있다. 수소이용기술의 대표적 예로는 연료전지 기술을 들 수 있다. 연료전지는 기존 발전 방법에 비하여 발전효율이 높고, 출력조절이 용이하며, 공해가 없으므로 21세기 에너지 변환기술로 촉망받는 기술이다. 연료전지기술은 연료전지 자동차를 비롯하여 대규모 발전용, 소규모 가정용 전원용, 휴대용 기기 전원 등 다양한 형태로 활용될 수 있다.

### III ■ 수소경제 현황

수소에너지 기술은 이미 그 중요성이 국제사회에 너무나 널리 알려져 있으며 미국·일본을 비롯한 기

> 그림 2 수소에너지기술 상호체계도



용에 의한 대량공급을 장기 목표로 한다.

수소에너지 기술은 이미 1960년대에 우주개발의 필요로 수소추진 로켓, 액체수소의 저장과 수송, 연료전지 이용기술 등이 미국 등 선진국에서 일부 실용화되어 있고, 선진국을 중심으로 수소에너지 공동개발추진 및 수소에너지 시스템 실증 등이 이루어지고 있다. 1970년대의 오일 파동은 수소에너지의 중요성을 다시 인식시키는 계기가 되어 각국에서 대체에너지 혹은 수소에너지 개발 사업이 시작되었으나, 기반기술의 취약성으로 인해 1980년대 말까지는 크게 주목을 받지 못하였다. 그러나 1990년대에 보인 빠른 기술의 진보, 특히 대체에너지원으로 부터의 수소 생산 기술 및 연료전

술선진국들은 21세기 에너지문제와 환경문제를 한꺼번에 해결할 수 있는 거의 유일한 대안으로 수소에너지 기술의 연구에 심혈을 기울여오고 있으며 이미 상당한 성과를 거두고 있다. 수소에너지에 대한 각국의 연구개발 동향으로 볼 때, 정부나 주정부 등 공공기관이 개발 자금을 부담하여 적극적으로 개발을 지원하고 있고, 기존 기술을 활용하여 실용시스템을 구성하여 문제점 해결과 시민에 대한 계몽을 함으로써 장래 시장 도입을 용이하게 할 수 있도록 기반을 조성하고 있으며, 이용분야에 있어서는 환경개선 효과가 큰 수소 이용자동차를 개발 도입하는데 중점을 두고 있다는 공통적인 특징이 있다. 수소공급원으로서 중단기적으로는 천연가스 개질, 수전해, 바이오매스 가스화 등으로 수소를 공급하고, 재생 가능 에너지 이

지를 비롯한 수소 이용기술의 획기적 발전은 다시 수소에너지 개발사업이 본격적으로 활성화되는 동기를 제공하였다. 대규모 실용화를 목표로 1980년대 중반 독일에서 시작된 수소기술 개발계획은 이후 미국과 일본에서도 본격적인 계획 수립에 착수하여 미국은 1990년, 일본은 1993년을 기점으로 각각 대규모 수소 기술개발 프로그램을 시작하였다.

특히 미국의 부시 행정부는 에너지안보와 환경문제 해결을 위해 수소/연료전지의 개발/보급을 강력히 추진하고 있으며 2010년까지 총 판매 자동차의 25%를 수소이용 자동차로 보급하고 2020년까지 일반자동차와 가격·품질면에서 경쟁력을 갖춘 수소·연료전지자동차를 보급할 계획하는 한편, 2030년까지 총 에너지 소비량의 10%를 수소로 공급하는 목

표를 설정하고 있다.

일본 WE-NET의 목적은 수소를 이용하는 재생에너지의 효과적 공급, 수송 그리고 이용을 위한 세계적인 에너지 네트워크를 건설하는 것이다. 우리나라와 마찬가지로 일본 역시 화석에너지 자원뿐만 아니라 대체에너지 개발의 근간이 되는 태양에너지 측면에서도 그다지 좋은 여건을 갖추지 못하고 있다. 따라서 보다 효과적인 그리고 대규모로 대체에너지 혹은 수소에너지를 도입하기 위해 북미 혹은 중동 지방의 사막에서 태양에너지를 이용 전기를 발생시키고, 이것을 다시 수소로 전환하여 일본 국내에서 사용하는 원대한 계획을 일본은 갖고 있다.

우리나라에서도 이미 1970년대부터 관심을 가지고 수소의 제조/저장/이용 등 각 분야에 대한 기초적

인 연구를 시행하여 오고 있다. 2003년부터는 과학기술부 21세기 프론티어사업의 하나로 '고효율 수소 제조, 저장 및 이용기술 개발사업'이 시작되어 수소에너지 원천기술 확보를 목표로 연구가 진행되고 있으며, 산업자원부에서도 2003년 후반 '수소연료전지 사업단'을 발족시켜 수소스테이션(수소충전소) 및 연료전지 활용기술의 보급을 위한 기술개발을 지원하고 있다.

인류의 에너지 체계가 궁극적으로는 화석에너지 중심사회에서 수소에너지 중심사회(Hydrogen Economy, 수소경제)로 전환될 것으로 예상되고 있는 바, 세계 선진각국에서는 수소에너지 시대에 대비한 기술경쟁력 확보를 위해 엄청난 연구비를 투자하고 있다.