

02 수소경제시대

수소에너지 시대 온다



대한민국 최대의 자동차 전시회 '서울 모터쇼'에 등장한 BMW 수소자동차 H2R

연합포토

글_ 홍성안 한국과학기술연구원 책임연구원 sah@kist.re.kr

최 근 유가 강세가 지속되면서 국내는 물론 세계 경제가 몸살을 앓고 있다. 또한 에너지 위기론도 재부상하고 있다. 전문가들 조사에 따르면 지구상의 화석연료는 그것이 만들어지는 속도에 비해 10만 배 이상이나 빠른 속도로 고갈되고 있으며, 석유자원은 10년 후부터 공급이 수요를 못 따라갈 것이라는 예측이다. 이러한 이유로 선진국들은 70년대 두 차례 석유파동을 거치면서 석유를 대체

할 새로운 에너지 개발, 특히 신·재생에너지 기술개발에 많은 노력을 해왔으며, 이러한 노력 결과 석유를 대체할 가능성이 있는 에너지로 수소에너지가 등장하고 있다.

2040년에 연료전지 차량 90% 달할 것

2003년초 부시 미국 대통령이 의회에서 행한 연두교서 연설에서 석유를 대체할 수소에너지 및 연료전지 자동차 개발

가속화를 위해 앞으로 5년간 17억 달러(약 2조 원)를 정부가 지원하겠다고 하면서 선진국이 공동으로 참여하는 '수소경제를 위한 국제협력기구(IPHE)'를 제안한 것을 보아도 수소에너지 시대가 얼마만큼 중요한 의미를 갖는지 알게 해 준다.

수소는 전기와 같이 다른 에너지원에서 얻어지는 2차 에너지원이지만 지구상에 존재하는 풍부한 물을 이용해 제조할 수 있어 자원 제약이 없고, 또한 전기를 생산

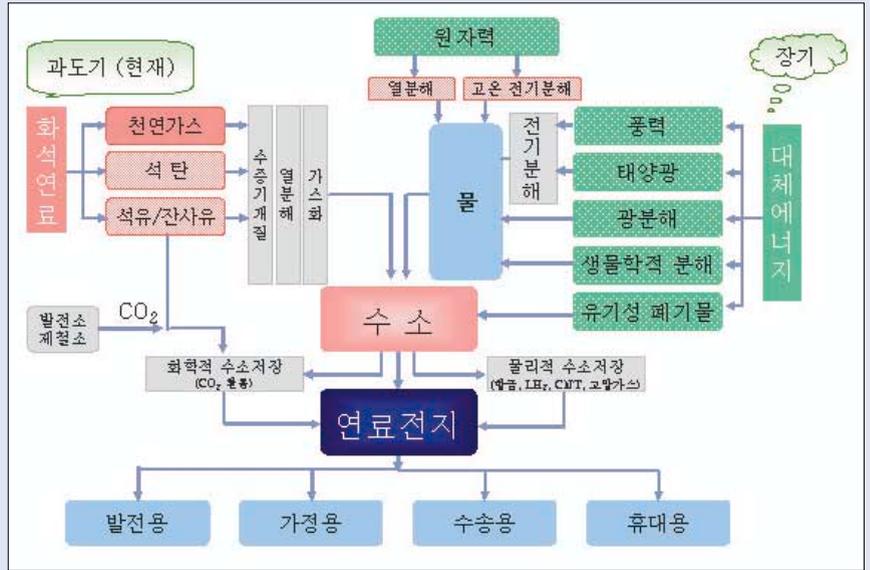
할 때 생성물이 물밖에 없는 재생 가능한 청정연료다. 이러한 이유로 수소에너지는 궁극적으로 인류가 당면하고 있는 에너지와 환경 문제를 동시에 해결할 수 있는 유일한 꿈의 에너지원으로 평가된다.

향후 30~40년 뒤에 예상되는 수소에너지시대, 즉 수소경제의 비전이 달성될 때 수소이용 기술인 연료전지 기술은 보편화돼 새로 건설되는 발전소는 연료전지 발전소가 대부분일 것이며, 가정과 상업용 건물에도 연료전지가 설치되어 자가발전 전기를 사용하게 될 것이다. 또한 운행되는 상당 부분의 승용차와 버스가 연료전지 차량이며, 이에 상응해 주유소의 절반 정도는 연료전지 차량에 수소를 공급하는 수소 주유소로 대체될 것이다.

미국에서 발간된 한 보고서에 의하면 매우 낙관적 예측이긴 하지만, 2040년경 연료전지 차량의 점유율이 90%에 달할 것으로 추정하고 있다. 그러나 이러한 꿈을 이루기 위해서는 수소에너지 체계의 핵심인 연료전지 기술의 상용화는 물론 풍력, 태양 등을 이용한 대체 에너지원으로부터의 수소생산기술, 수소저장, 운송에 따르는 수소 인프라스트럭처 구축 등 해결해야 할 과제가 적지 않다.

환경친화적인 '물 분해 기술' 개발이 관건

현재는 대체에너지원으로부터 수소를 경제적으로 생산할 수 있는 기술이 개발되지 않았기 때문에 천연가스나 석유 등 화석연료에서 직접 수소를 추출하여 사용하고 있다. 과도기적으로 화석연료 사용을 통해 연료전지의 활용을 확대하면서 기술개발과 상용화를 견인하고 있는 것이



수소경제와 연료전지



연료전지 자동차 - 현대자동차(원내)와 벤츠

다. 예를 들면 천연가스에서 추출한 수소를 사용한 연료전지 자동차의 효율은 현재 36%나 돼 기존 가솔린엔진의 16%에 비해 월등히 높기 때문에 연료전지 자동차를 이용할 경우 자동차의 연료를 석유에서 천연가스로 대체함을 물론, 에너지 사용량은 50% 이상 절감할 수 있게 된다. 또한 수소를 이용한 기술이기 때문에 지구 온난화의 주범인 이산화탄소의 배출이

전혀 없음은 물론이다.

향후 기술개발이 원활히 진행된다면 수소는 현재의 화석연료에서 추출하는 것이 아니라, 물을 전기 분해하거나 열분해하여 얻게 될 것이다. 태양광, 풍력 등 자연 에너지로부터 경제성 있는 전기를 생산하고 여기서 생산된 잉여전기를 통하여 물을 분해하여 수소를 얻게 되고, 다른 한편에서는 현재 국제공동기술개발을 추진하



가정용 연료전지 - FCP(왼쪽), GSFC



수소스테이션 - 현대/기아 남양연구소(왼쪽), 일본의 JHFC



수소경제 구현을 위해서는 가격 경쟁력 있는 수소 생산 기술 못지않게 실용성 있는 수소저장 기술이 필요하다. 미국 에너지부는 자국의 수소저장기술개발 국가 프로그램에 향후 5년간 \$150M의 개발투자를 하고 있다.

또한 수소 수송방법으로는 수송되는 수소량 및 수송거리에 따라 파이프라인에 의한 방법, 화학공장에서 인근 사용처에 운송하는 방법, 필요한 곳에서 생산, 저장, 이용하는 방법, 액체수소로 운송하는 방법, 트레일러로 수송하는 방법 등으로 구분할 수 있다. 수소인프라 구축 측면에서 수송 방법은 수소 생산기술, 수소저장 기술, 이용기술의 진보 등에 따라 종합적으로 향후 검토되어야 할 것이며, 수소인프라가 없는 현대에서는 수소가 직접 필요한 곳에서 수소를 생산, 저장하여 이용하는 소위 현지 설치형 수소충전소가 과도기적으로 보편화될 전망이다.

이와 같이 수소생산기술과 수소저장기술, 수소수송기술을 포함한 인프라기술, 그리고 수소이용기술인 연료전지 기술이 일상화되는 것이 바로 진정한 의미의 수소경제인 것이다. 이는 현재의 에너지 경제구도가 화석에너지로부터 수소중심사회로 전환되었을 때를 의미한다. 현재 우리가 석탄, 석유, 천연가스를 공히 사용하는 에너지원의 믹스에 살고 있다면 다가오는 수소경제 시대에는 수소를 생산하는 방법에 의한 에너지기술의 믹스에 살게 될 것이다.

국가 수소경제 이괄 종합 마스터플랜 준비중

우리 정부도 이러한 수소와 연료전지의 중요성을 크게 느껴 10대 성장동력산업의 하나로 연료전지 기술을 결정했으며, 이

고 있는 제4세대 원자료를 활용할 수도 있다. 제4세대 원자로는 안전성과 환경성이 기존 원자력에 비하여 월등히 뛰어나고, 또한 물을 열분해할 수 있는 900℃ 이상의 고급열을 방출하는 특징이 있다. 물론 여기에는 생성되는 열을 이용하여 경제적이고 환경친화적인 물 분해 기술이 개발되어야 한다는 전제조건이 따른다.

이외 광촉매나 생물학적 방법으로 물을 직접 분해해서 수소를 생산하는 연구도 활발히 진행되고 있다. 미국의 에너지 부가 주도하고 있는 수소개발 프로그램에 의하면 광촉매 태양전지에 의한 수소생산의 기술적 목표는 2015년까지 변환효율 14%, 시스템 내구성 2만 시간, 수소생산

가격 5\$/kg을 달성하는 것으로, 이 목표가 달성된다면 인류의 에너지 문제가 해결된다고 하여도 과언이 아닐 것이다.

‘현지 설치형 수소충전소’ 보편화 예상

수소 저장 방법으로는 극저온 액체상태, 상온 압축기체상태, 금속수소화물 또는 화학적 수소화물 상태의 저장 방법으로 구분된다. 이러한 저장기술은 일부 실용화단계에 있으나, 수소 저장 부피밀도나 중량밀도가 낮으며, 수소를 용기에 담고 방출할 때 비등손실이나 에너지 손실이 너무 커서, 보다 많은 양의 수소를 경제적으로 저장할 수 있는 새로운 수소저장기술이 절대 필요한 실정이다. 진정한



발전용 연료전지(한국전력연구원)

를 효과적으로 추진하기 위해 수소·연료전지사업단을 구성한바 있다. 또한 정부는 올해를 '수소경제' 원년으로 천명한 가운데, 오는 2040년까지의 국가 수소경제 정책의 방향성을 제시할 종합 마스터플랜을 준비하고 있다.

석유시대를 마감하고 수소경제시대로 이행하는 것은 에너지 체계의 근본 패러다임을 바꾸는 작업으로 어느 한 기업이나 정부가 단기간에 감당하기에는 부담이 클 수밖에 없다. 앞으로 수소 경제를 이끌어 갈 산업체는 단기적 이윤추구에 너무 집착하지 말고 미래에 대한 확실한 투자라는 측면에서 접근하는 지혜가 필요하며, 또한 정부는 이러한 산업체가 위험요소를 안고서도 확실한 투자를 할 수 있도록 수소경제 지향에 관한 정부의 정책의지를 확실히 천명할 필요가 있다.

불의 발견으로 시작된 인류 역사는 석탄을 에너지원으로 하는 증기기관과 20



휴대용 연료전지



세기의 산업발전을 주도한 석유시대의 내연기관을 거쳐 다가오는 수소경제시대에서는 연료전지 발전기술이 상용화돼 환경친화적이고 지속가능한 수소에너지 사회가 될 것이다.

다가오는 수소경제로의 전환은 선택과 가능성 문제가 아니라 인류의 에너지 문제와 환경 문제를 동시에 해결하는 유일한 대안으로 인식되어야 할 것이며, 이를

위해 우리 모두의 노력이 필요할 것이다. ㉔



글쓴이는 서울대학교 화학공학과를 졸업 후 한국과학기술원에서 석사학위를, 미국 펜실베이니아 주립대학에서 박사학위를 받았다. 현재 산업자원부 연료전지기술 연구회장, 산업자원부 수소·연료전지개발사업 단장, 한국전기화학회 부회장, 한국에너지공학회 부회장을 겸임하고 있다.