

수소 자동차의 개발 방향 1

박정진

GLBRC, Michigan State University

To whom correspondence should be addressed e-mail: jjpark@msu.edu

많은 과학자와 연구자 들은 수소 연료 자동차에 대해 다양한 비판을 하고 있는 상황이다. 혹자는 현재의 기술적인 문제와 경제적인 문제를 극복하기 위해서는 적어도 40 년 이상의 연구가 필요할 것이라고도 말한다. 그리고 많은 사람들이 화석 연료를 대체 하기 위한 여러 방법 중에서 수소는 그 순위가 높지 않다고도 말한다. 즉 지금 당장, 또는 근미래에 수소 연료 자동차가 사용화되어 휘발유를 대체하면서 지구 온난화 현상까지 막아주기에는 현실적인 문제가 너무 많다는 것이다.

실제로 미국에서 운행되고 있는 수소 연료 자동차는 2009 년 10 월 자료로 200 여대로 밝혀 졌으며, 대부분은 캘리포니아의 로스엔젤레스에 있다고 한다. 특히 혼다에서 지난 2008 년 대대적인 광고로 시작한 FCX Clarity 는 월 600 불의 리스료를 받으며 로스엔젤레스에서 리스 판매를 시작했으나 현재 10 대가 운행중이며 대량 공급은 2020 년에 가서야 가능할 것으로 발표했다. 참고로 현재 로스엔젤레스에는 16 대의 수소 충전소가 운영 중이라고 한다.

게다가 미국 에너지성의 관계자는 수소 자동차가 그린하우스 가스(이산화탄소를 지칭)를 제거하는 데에 있어 가장 비효율적이며 가장 비싼 방법이라고 까지 말했다.

즉 지금 기술 수준으로는 미생물을 이용해서 필요한 만큼의 수소를 생산할 수 없으며, 현재 이용되는 수소는 화석 연료로 부터 나온다는 것이다. 그러므로 화석연료를 이용해 수소를 만든 다음, 값비싼 연료 전지를 이용해서 (연료 전지 가격 때문에 혼다의 FCX Clarity 의 대당 가격은 30 만불이라고 예상되고 있다) 수소를 전기에너지로 바꾸는 이 일련의 과정이 매우

비효율적이고 비이성적이라는 비판이다. 지금 당장 전국 모든 곳에서 전기를 쓸 수 있는데, 왜 굳이 똑같은 화석연료를 이용해 만드는 전기를 이렇게 복잡한 방법을 이용하냐는 것이다.

실제로 BMW 의 Hydrogen 7 과 같이 수소를 내연기관에서 직접 연소시키는 방식의 경우, 일반적인 휘발유 엔진에서 보다 더 많은 이산화 탄소가 생산된다는 이야기 (화석연료에서 수소를 만들 때 이산화 탄소가 발생한다)까지 나오고 있다.

이러한 수소 에너지의 불투명한 미래 때문에 2009 년 7 월, 미국의 에너지국 장관인 스티브 추(Steve Chu)는 수소 연료 자동차에 대한 연구 지원을 중단할 것이라고 까지 발표 했다.

하지만 다른 대체 에너지보다 확실한 장점으로 이야기 할 수 있는 것은 바로, 수소는 이론적으로는 친환경 재생에너지라는 것이다. 즉 앞으로 현재 눈 앞의 단점들을 모두 극복할 만한 기술력을 쌓게 된다면, 그 어떤 에너지보다 환경에 긍정적인 영향을 줄 것이라는 것이다.

그런 의미에서 이번에는 현재 연구개발 중인 기술들에 대해 알아보도록 하겠다.

자동차는 생활에 편리함을 주는 필수품이기도 하지만, 도시와 같은 인구 밀집 지역에서는 배기가스에 의한 공기오염, 주행 중 발생하는 소음과 같은 심각한 사회적 문제를 발생시키고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 환경 관련 국제협약으로서 오존층 파괴를 막기 위해 프레온 가스 사용을 규제한 1986 년 몬트리올 의정서 이래, 1992 년 브라질 리우데자네이루에서 최초로 탄생된 지구온난화 방지를 위하여 가솔린, 디젤 등 화석연료 사용을 감축하자는 국제간의 공동 협약인 기후변화협약이 1997 년 일본의 교토에서 최종적으로 채택됨으로써 세계 각국은 대기오염 및 환경문제에 관련하여 경각심이 고조되기 시작하였다.

또한, 이러한 각종 규제 협약과 일부 선진국의 개별입법에 의한 무역 규제가 강화됨에 따라 높은 수준의 환경기술과 환경친화적 산업구조를 가진 국가들이 지구 환경보전을 명분으로 국제적으로 그린라운드를 결성하고 있으며, 미국의 캘리포니아 주를 비롯한 여러 주에서는 무공해 배기가스 자동차(Zero Emission Vehicle: ZEV)와 저동해 자동차 의무 판매를 포함한 자동차 배기가스 규제를 입법화 하고 있어, 각국의 자동차 회사는 이에 대응하기 위한 친환경기술을 개발해야 하는 어려움에 직면하게 되었다.

이러한 상황은 자동차 기반기술이 상대적으로 부족한 우리나라도 예외가 아니기 때문에 국내 자동차 회사 및 부품회사들도 치열하게 전개되고 있는 국제시장에서의 생존하기 위해서는 북미의 배기 가스 규제, 캘리포니아 주의 ZEV 의무 수출 및 유럽연합의 CO₂ 규제 등에 대응할 수 있는 친환경 자동차의 개발이 필수적이다.

자동차에서 배출되는 유해물질인 NO_x(Oxides of Nitrogen), PM(Particulate Matter), CO 등을 최소화하기 위해 지금까지 다양한 방법이 연구 개발되었으며, 그 중에는 가솔린이나 디젤 엔진의 전처리기술, 후처리기술 등의 전통적인 방법과 더불어 최근 하이브리드 전기 자동차 등이 연구 개발되고 있으나, 이들은 모두 기존의 내연기관을 사용함으로써 무공해 배기가스 배출 차량에 이르기에는 한계가 있다. 결국 기존의 내연기관을 전혀 사용하지 않는 새로운 형태의 동력 발생 장치를 갖는 연료전지 자동차가 이러한 문제를 해결할 수 있는 가장 가능성 있는 방법으로 인식되고 있으며, 최근 선진국의 주요 자동차 회사들과 부품회사들은 이와 같은 장점을 갖고 있는 연료전지 자동차의 상용화를 위하여 경쟁과 협력을 통해 개발을 서두르고 있다.

연료전지(Fuel Cell)는 재생에너지(태양광, 풍력, 바이오 매스 등)를 사용하여 생산한 수소를 사용할 수 있고 반응 생성물로 물이 배출되는 청정 에너지 발전 장치이다. 또한 연료전지는 연료의 화학적 에너지를 전기 에너지로 직접 변환하므로 효율이 높다는 장점이 있다. 이러한 장점들로 인하여 대기 오염, 온실가스 방출 및 유가 상승 등과 같은 석유 기반 에너지 생산의 문제를 해결할 수 있는 방안으로 전세계적으로 기술 개발에 박차를 가하고 있다.

고분자 연료전지(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell: PEMFC)는 작동 온도가 낮고 시동과 부하 반응 시간이 빨라 자동차, 정지형 및 휴대용 전원으로 많이 개발되고 있다. 그러나 PEMFC는 아직 기존의 시스템과 비교하여 가격 경쟁력이 약하고 내구성도 충분하지 못하다. 특히 자동차용 PEMFC의 상용화와 보급 확대를 위해서는 가격과 수명이라는 두 가지 중요한 기술적 문제를 해결해야 한다. PEMFC의 내구성은 가격 상승과 성능 저하 없이 수명을 연장시키는 방향으로 개발이 이루어지고 있다. 수명에는 백금 입자 용해와 소결, 카본 지지체의 부식, 멤브레인의 두께 감소 그리고 연료전지의 운전 조건 (연료/공기의 불순물, 작동 온도, 전압/전류, 연료와 공기의 압력, 연속 혹은 단속적 운전)에 따른 시동과 중단) 등이 영향을 미친다.

연료전지 스택을 구성하는 단위 전지의 구성 부품 중의 하나는 전해질 및 연료극과 공기극이 접합되어 있는 전해질/전극 접합체(Membrane/electrode assembly: MEA)이다. 고분자 연료전지에서는 수소이온 교환막(PEM)이 전해질로 사용되고, 그 양쪽에 촉매가 담지된 연료극과 공기극이 설치되며, 일반적으로 이들로 구성된 전해질/전극 접합체가 채널이 파진 냉각/바이폴라 플레이트 사이에 위치하는 구조를 가지고 있다.

<그림 1> PEMFC 기본 도식

