



연료전지 자동차의 허와 실

Prospect of Fuel Cell Vehicle



최 재 범 / TRW Automotive
Seibum Choi / TRW Automotive

서론

현대 문명은 부존량이 유한한 화석 연료에 기초하고 있다. 특히 대체 에너지의 개발은 절대로 하루 아침에 이루어 질 수 없음을 고려할 때, 현재 대체 에너지에 대한 세간의 관심은 매우 바람직한 현상이라 생각된다. 그렇다면, 현재 고려되고 있는 대체 에너지들은 앞으로 기술적, 경제적 타당성이 있을 것인가? 이 글에서는 이들 논쟁의 거품과 몇가지 가정의 오류를 주로 자동차 응용의 관점에서 짚어 보고자 한다.

에너지 현황

현재 추정되는 가용 에너지의 매장량은 석유의 경우 약 50년분 정도로 알려져 있다. 그러나, 실제로 석유가 고갈되는 시점은 새로운 유전의 발견과 소비량의 변화에 따라 좀 더 여유가 있는 것으로 알려져 있다. 전체 세계에너지의 1/3 이상을 소비하는 미국의 경우, 자국내 석유 생산량은 1970년대를 정점으로 차츰 줄어들고 있으며, 석유를 수입하지 않을 경우 자국내 석유는 10년 이내에 고갈되는 것으로 조사되고 있다. 우리나라의 경우도 불과 수십년

정도의 사용 분량이 매장되어 있다고 한다. 따라서, 에너지 문제에 대한 해법으로는 고갈되지 않는 재생 에너지의 개발과 고효율 동력 기관의 개발이 거론되고 있다.

재생에너지

공해가 전혀 없고 무한히 재생가능한 에너지, 정말로 꿈 같은 이야기다. 현재 기술로 가능한 재생 에너지는 지열, 태양열, 풍력, 조력, 식물을 이용한 광합성 등으로 지열을 제외하면 모두 태양 에너지를 직·간접적으로 이용하는 방식이다. 지열의 경우 극히 일부분의 지역을 제외하면 대체 에너지의 방편으로 고려되지 않는다.

태양 에너지를 직·간접적으로 이용하는 방식의 공통된 문제는 에너지의 밀도가 매우 낮다는 것이다. 한 예로, 미국 동부의 한 주에서의 연구에 의하면, 주 전체에서 필요한 전기를 풍력으로 얻기 위해선, 주 전체 면적의 약 절반 가량을 풍력 발전기 설치에 할애해야 한다는 결과가 나왔다. 즉 대량의 에너지를 태양으로부터 얻기 위해서는 대형의 시설이 필요하고, 단위 에너지당 비용(단위비용)이 매우 높게 나온다.



여기서, 간과하지 말아야 할 것이 바로 단위 비용이다. 흔히 단위 비용은 그 단위의 양이 늘어날수록 줄어든다고 이야기 된다. 그러나 그 비용의 많은 부분은 그 장치의 생산에 들어가는 에너지의 비용이다. 이 에너지 비용은 단위 생산량이 늘어나도 대체로 줄어들지 않는다. 따라서, 어떠한 에너지를 고려할 때, 그 에너지를 생산하는 장치를 만드는데에 들어가는 에너지를 절대로 간과해서는 안된다. 금이 철보다 비싼 가장 큰 이유중의 하나는, 금의 경우 자연 상태에서 매우 저밀도로 존재하고, 채광 및 100% 순도로 정련하는 과정에서 매우 많은 에너지가 필요하기 때문이다. 비슷한 이유로, 알루미늄이 철보다 훨씬 비싸다. 즉 매우 저밀도로 존재하는 재생 가능한 에너지의 특성상 에너지 자체의 단위 생산 가격은 별로 낮아질 가능성이 없다. 다만 현재의 에너지 가격이 매우 급등하여 재생 에너지 가격의 상승분을 능가하는 시점에서, 재생 에너지는 경쟁력을 갖게 될 것이다.

연료 전지의 허와 실

현재 연료 전지에 대한 관심은 국내외에서 매우 뜨겁다. 사실 연료 전지는 실용화된지 이미 50년이 넘는다. 잘 알려진 바와같이 1969년 달 착륙선에서 이미 연료전지가 사용되었다.

연료 전지가 갑자기 주목받기 시작한 것은, 전기 자동차의 실패에 기인한 것이다. 즉, 기존의 전지를 이용한 에너지 저장방법이 실용성이 없다고 판명되자, 전기 에너지의 공급원으로 연료전지가 주목되었다. 처음에는 가솔린에서 수소를 추출하여 연료 전지에 공급하는 방법이 연구되었으나 경제성은 물론 에너지 효율에 있어서도 실용성이 없다고 판명되자, 이번에는 압축 수소를 바로 연료 전지에 공급

하는 방안이 고려되고 있다.

여기서 주목할 것은, 수소는 자연 상태에서 에너지 지원으로 존재하지 않으며, 다만 에너지의 변화된 형태일 뿐이다. 에너지는 변환할 때마다 그 양이 줄어드는 것은 더 말할 필요가 없다. 수소는 공업용으로 매우 오랫동안 사용되어 왔으며 주로 천연가스로부터 추출되고있다. 그 이유는 경제성 즉 에너지 변환의 효율성 때문이다. 참고로 물을 전기분해하여 수소를 얻는 방식의 에너지 효율은 매우 낮다 (30% 미만).

따라서 수소로의 에너지 변환 효율을 고려한다면 연료전지의 전체 에너지 효율은 그다지 높지 않다. 아래의 도표는 미국 에너지부의 2003년 "연료 전지의 리포트"에 있는 내용이다. 엔진 자체의 생산에 필요한 에너지는 고려되지 않았다.

엔진 형식	효율 (Liters/Miles)
가솔린 엔진	0.150
가솔린 하이브리드 엔진	0.105
디젤 엔진	0.105
디젤 하이브리드 엔진	0.095
가솔린 연료 전지	0.085
압축 수소 연료 전지	0.075

이 도표에 의하면, 가솔린 연료 전지는 디젤 하이브리드 엔진에 비해 불과 10% 정도의 효율개선 효과가 있다. 현재의 기술로 연료전지 자동차를 제작하는데 드는 비용은 6~10억원 정도로 알려져 있다. 연료전지가 50년이 훌쩍 넘은 오래된 기술인 점을 감안할 때 그 가격이 가솔린 엔진 정도의 수준으로(500만원 이하) 급격히 내려가기를 기대하기는 매우 어렵다. 현재 미국에서 시판되고 있는 가솔린 하이브리드 자동차의 경우 동급의 가솔린 엔진 자동차보다 약 700만원 정도 비싸며, 약 300만원 정도하는 전지의 경우도 자동차의 수명 기간동안 한 번쯤 바꾸어 주어야 한다.

디젤 엔진의 경우, 가솔린 엔진보다 약간 비싸지



만, 가솔린 하이브리드 엔진보다 훨씬 저렴하다. 이러한 이유로, 유럽에서는 새로 판매되는 승용차의 약 절반 정도에 디젤 엔진이 장착되어있다. 디젤 엔진의 경우 분진의 발생은 가솔린 엔진보다 더하지만, 탄화 가스의 발생은 훨씬 적다. 디젤 분진의 경우도 매연 후처리 필터가 이미 100만원 정도의 판매 가격으로 개발되어있다.

현재 자동차의 분포를 보면 주로 겨울이 추운 지역에 치우쳐있으며, 가솔린 혹은 디젤 엔진의 폐열은 난방에 아주 효과적으로 이용되고 있다. 따라서 난방 에너지를 전체 에너지 사용 효율에 포함시킨다면 내연기관의 에너지 효율은 더욱 높게 나타날 것이다. 이외에도, 수소의 금속 부식성, 오존파괴 효과, 초고압 저장 안정성, 에너지 배급 시스템의 부재등 수소 에너지는 해결해야 할 문제가 산적해 있다. 즉, 에너지 공급 시스템의 전체 효율과 동력 기관 자체의 높은 비용(제작 과정의 높은 에너지 사용)을 고려할 때 연료 전지는 물론 하이브리드 내연 기관 또한 전체 시스템의 에너지 이용 측면에서 별 다른 이점이 없다.

향후 전망 및 결론

현재의 내연 기관은 100여년전 자동차 발명의 초기 단계부터 전기 자동차를 포함한 다른 형태의 동력 기관들과의 경쟁을 통해 주도적인 위치를 얻게 되었으며, 효율 또한 지난 30여년간 큰 비용증가없이 약 70%의 개선이 진행되었다. 석유에 비하여 비교적 풍부한 천연가스 부존량과 가솔린에서 천연가스용으로 매우 손쉬운 내연기관의 변환을 고려할 때 향후 자동차의 동력기관은 가솔린 엔진에서 점차 천연가스 엔진으로 이동할 것으로 예견된다. 또한 내연 기관의 지속적인 효율 증가와 에너지 가격 상승에 따른 자동차의 소형화가 예상된다. 이미 수년전부터 독일 VW사는, 소형 터보 디젤 엔진을 장

착하고 연료 3리터로 100km를 주행하는 (78mile/gal), 소형 승용차를 판매하고 있다.

높은 초기 비용과 유지 비용(전지교환)을 고려할 때, 하이브리드 엔진의 대중화에는 아직 매우 상당한 시간이 걸릴 것으로 예측된다. 그리고 전체 에너지 효율과 부재한 수소 배급 시스템을 고려할 때, 연료 전지는 생산 가격이 하이브리드 엔진 가격보다 훨씬 낮아질 때 비로서 하이브리드 엔진과 경쟁할 수 있게될 것이다.

현재 시가로는 연료전지에 사용되는 백금 촉매의 가격만으로도 동급 내연기관의 가격을 상회하며, 백금의 공급량 또한 연료 전지 자동차를 대중화하기에 충분하지 않은 것으로 알려져 있다. 연료 전지의 또 다른 장애물인 수소의 저장에 있어서도, 고압 탱크의 경우 초 고압의 특성상 탱크 제작과 수소의 압축과정에 많은 에너지가 사용되므로 근 시일내에 가격의 하락을 기대하기 매우 힘들다. 초 저온 액화의 경우, 그 과정에 드는 에너지가 수소 자체 에너지의 약 40%에 이르는 것으로 조사되고 있다.

현재 엔진 분야에서 최고의 명성을 자랑하는 BMW사의 경우 하이브리드 엔진 및 연료전지에 전혀 투자하지않고 있으며, Toyota사의 자체 개발 결과에 의하면 하이브리드 엔진의 전체 에너지 효율이 오히려 연료 전지의 효율을 상회하고 있다. 또한 Ford사의 연구에 의하면, 설사 수소가 공짜로 주어진다 해도 수소를 바로 내연 기관에서 연소시키는 방법이 훨씬 경제적이라는 결과가 나왔다. 재미있는 사실은, 현재 연료전지의 최고 지지자인 GM사의 경우 아직도 대부분 구식의 푸쉬로드 방식의 엔진을 생산하고 있으며, 신형 6기통 엔진을 일부 Honda사로부터 수입하고 있다. 미국 월스트리트의 기술 분석가들 역시 연료 전지는 현실성이 없다고 결론지었으며, 이는 연료전지 회사들의 주식 가격에 그대로 반영되고 있다.

(최재범 박사 : ben.choi@trw.com)