



정수남 | 에너지관리공단 공공보급실장

### 1. 서론

최근 노트북에 사용할 수 있는 메탄올을 이용한 휴대용 연료전지를 국내 가전업체에서 개발하였다고 발표하였다. 또 다른 업체는 야외용 LPG를 이용한 연료전지를 상용화 하였다고 시제품을 전시하였다. 이런 것을 보면 근간에 우리의 일상에 분명 연료전지라는 것이 점점 자리매김은 분명한 것 같다.

지난 5월 독일의 뮌헨공항의 수소스테이션을 방문하였는데 내부 순환버스, BMW승용차, 작업용 지게차가 수소를 연료로 사용하고 별도의 관리자 없이 운전자가 스스로 주입하는 것을 보고 이미 유럽에서는 수소라는 새로운 에너지가 상용화되고 있는 것을 느낄 수 있었다.

해외 에너지 구조의 변화에 관계없이 우리나라도 수소라는 물질에 민감한 반응을 보이고 있다. 특히 지속적인 고유가 행진에 따른 경제의 어려움으로 무언가 해결을 해야 한다는 목표는 있으나 우리나라의 산업구조를 보면 분명 쉬운 일은 아닐 것이다.

현재의 유가도 배럴당 100달러 가능성도 예측하고 있으며 유가인상에 따라 전년에 비하여 에너지사용의 증가 없이 15조원 정도가 추가부담으로 돌아오



니 농가부채규모가 5조원인걸 감안하면 어마어마한 돈인 것은 분명하다. 이러한 대책은 분명 에너지절약이라고는 모든 사람이 말하지만 손쉬운 해결방법은 아닐 것으로 본다.

또한 우리나라의 경우 현재 몬트리올에서 개최되는 기후협약당사국회의에서 거론되는 탄소배출감축 의무부담 협공과 더불어 에너지의 97%이상을 수입에 의존하는 에너지자원빈국인 만큼 중장기적인 관점에서 에너지자원 확보하는 대책마련이 시급한 실정이다.

이러한 상황을 우려한 듯 지난 9월 에너지전시회가 개최된 코엑스에서 대통령 주제로 『친환경 수소 경제 구현을 위한 마스터플랜』에 대한 제3차 국가에너지자문회의를 개최하여 신재생에너지의 중요성과 더불어 본격적인 수소경제의 관심이 고조되었다.

특히 신재생분야는 한정된 재원으로 연구개발 및 보급에 투자하여야 하므로 기술수준, 가능성 등을 고려하여 수소·연료전지, 태양광, 풍력 3대 중점분야를 선정 선택과 집중에 따른 정책입안 및 연구기관 산업체등의 기술개발과 함께 상용화를 위한 노력을 한 결과 수소에너지는 우리나라 에너지의 새로운 장르의 소생이라고 할 수 있다.

다만 경제적 생산 및 보관성 등 대중적 현실접근성이 미흡하여 지속적인 기술개발이 요구되고 있으며 세계적으로 2010년경 연료전지산업은 메모리반도체시장(240억불)의 3배 규모(950억불)에 이를 전망으로 우리경제의 차세대 동력산업으로 지속적 관심이 필요하다

따라서 수소경제란 단기적으로는 석유, 석탄, 천연가스, 원자력, 신·재생에너지 등을 이용하여 수소를 생산하고, 연료전지를 통해 활용하는 고효율 저탄소 경제사회를 정의할 수 있으나 장기적인 개념에서는 태양에너지 등 신·재생에너지를 활용하여 직접 또는 물을 분해하여 수소를 생산하고, 연료전지를 통해 활용하는 고효율 무탄소 경제사회의 진입이라 정의할 수 있다.

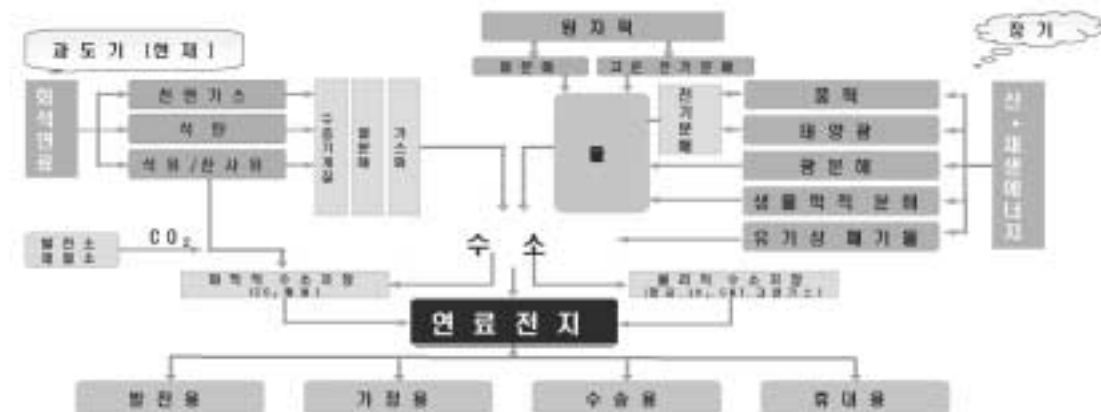
## 2. 수소에너지란 무엇인가?

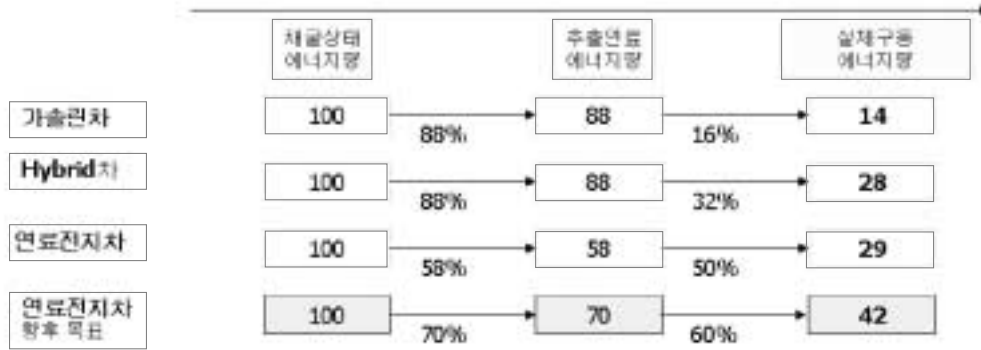
수소는 가장 확실한 인류의 미래에너지이다. 그러나 수소는 자연 상태로 존재하지 않기 때문에 물을 전기분해하거나 천연가스를 분해하는 등의 방법으로 생산하므로 석유나 가스와 같은 1차 에너지가 아니고 전기와 같은 2차 에너지이다. 인류는 화석연료가 고갈되기 전에 수소에너지시대로 진입할 것으로 예상된다.

수소1kg의 발열량은 28,570kcal로 탄소 1kg의 발열량 8,100kcal보다 3.5배 이상으로 높다. 그러나 수소는 가볍기 때문에 부피가 무척 커서 1Nm<sup>3</sup>의 발열량은 2,570kcal로 높지 않은 편이다. 수소의 비중이 작아 가볍기 때문에 수소를 대량으로 저장하기 위해서는 액체수소로 만들어 저장하는 것이 효과적이거나 국내에서는 경제성 있는 극저온재료의 사용에 어려우나 유럽에서는 이미 상용화되어 사용되고 있다.

수소의 제조방법으로는 크게 화석연료를 사용하는 방법과 생물자원을 사용하는 방법 및 물을 분해하는 방법으로 구분되며 현재 가장 효율적으로 그리고 경제적으로 광범위하게 이용되고 있는 수소제조 방법은 화석연료(주로 천연가스)를 수증기로 700-

1 |





925℃에서 개질 처리하는 방법으로 천연가스를 연소시켜 내화벽돌을 1,400℃까지 가열하고 공기공급을 중단하면 천연가스는 고온의 내화벽돌 위에서 온도가 800℃까지 내려갈 때까지 스스로 분해된다. 수소제조과정에서 값비싼 부산물인 카본블랙이 생산되며 제조과정에서 온실가스인 이산화탄소를 배출하지 않는다.

또한 석탄을 이용하는 방법으로는 대기압에서 분말석탄을 산소와 수증기속에서 급격하게 불완전 연소시켜 만들어진 원료가스에 물을 살포하면 증기에 비말이 동반되어 회분과 불필요한 열이 제거되고 압축, 정제 등의 과정을 거쳐 순도 97.5% 이상의 수소를 생산한다. 장치비가 많이 들고 다량의 재를 처리해야 하는 문제가 있다.

특히 최근에 검토되고 있는 유기화합물의 열분해법을 적용하여 얻을 수 있는 방법이나 태양광만을 에너지로 사용하여 물에서 수소를 직접 추출하는 방법은 기초 연구과정으로 앞으로 수많은 논란의 경제성이 요구되며 물의 전기분해법은 우리가 아는 가장 쉬운 방법이나 화석연료를 전기로 전기를 수소로 변환하므로 경제성이 극히 미흡하여 촉매등 특수용도 이외에 직접 에너지로 사용하기 위한 방법은 적절치 않다 하겠다.

따라서 우리나라의 현실에서는 천연가스를 개질하거나 석유화학단지, 제철소에서 생산하는 순수소를 사용하는 것이 가장 경제적이라 할 수 있다. 가정용 연료전지는 전 국토가 배관망이 되어 있는 LNG 도시가스를 사용할 수 있는 큰 장점을 가지고 있으며 축산분뇨, 하수처리장의 슬러지, 음식물쓰레기의 발효처리과정에서 발생하는 메탄가스를 이용할 수 있는 250KW급 연료전지가 실증연구 중으로 본격 보급을 검토하고 있다.

이러한 수소는 물을 분해하면 수소와 산소가 분해되며 반대로 촉매를 이용해 결합을 시키면 전기와 온수가 병행 생산되므로 이를 이용하면 소리 없는 열병합발전소, 전기를 공짜로 쓰는 가정용보일러, 엔진 없는 자동차, 죽을 때까지 사용하는 노트북 등이 현실로 다가올 것이다. 또한 에너지절약에서 보면 아래표의 경우 현재의 자동차가 최종 활용에너지는 14%에 불과하나 연료전지자동차는 29%로 가히 연비향상에 혁명적이라 할 수 있다.

### 3. 주요국가 동향

부시 행정부는 취임 초반인 2001년 5월 발표한

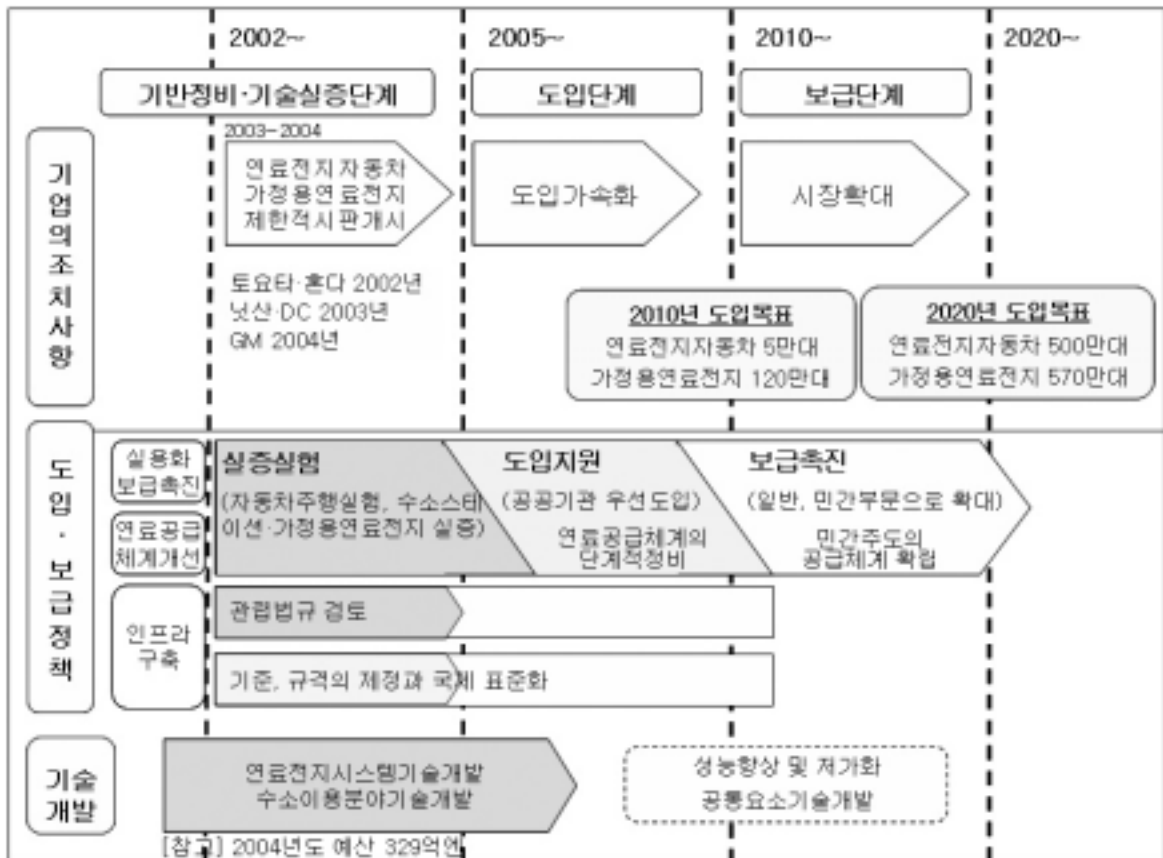
1

미 국	향후 5년간 Hydrogen Fuel Initiative와 FreedomCAR프로젝트에 총 17억달러 투자
일 본	2020년까지 연료전지자동차 500만대, 가정용 연료전지 570만대(1,000만kW) 등 보급 추진
E U	범유럽차원에서 2002~2006년간 연료전지와 수소에너지에 21억달러투자하고 있으며 프랑스, 독일 등 개별국가차원의 지원 병행
캐나다	연료전지상업화 로드맵(2003년)에 따른 정부차원의 육성 Ballard榜 등 세계적 기업 및 연료전지 클러스터 육성

국가에너지정책(National Energy Policy)에서 에너지와 환경조화의 중요성을 강조하였고, 수소 연구 개발을 정책 최우선 순위로 책정하였다. 이후 그해 11월 수소경제 국가 비전 회의를 바탕으로 2002년 9

월에 4단계 수소로드맵을 작성하였고, 수소 제조, 수송, 저장 및 이용 관련 기술개발 내용 및 일정을 체계적으로 수립하였다. 미국 수소에너지 전략 핵심은 세계선도의 수소경제를 확립하고 동력 및 소형

3





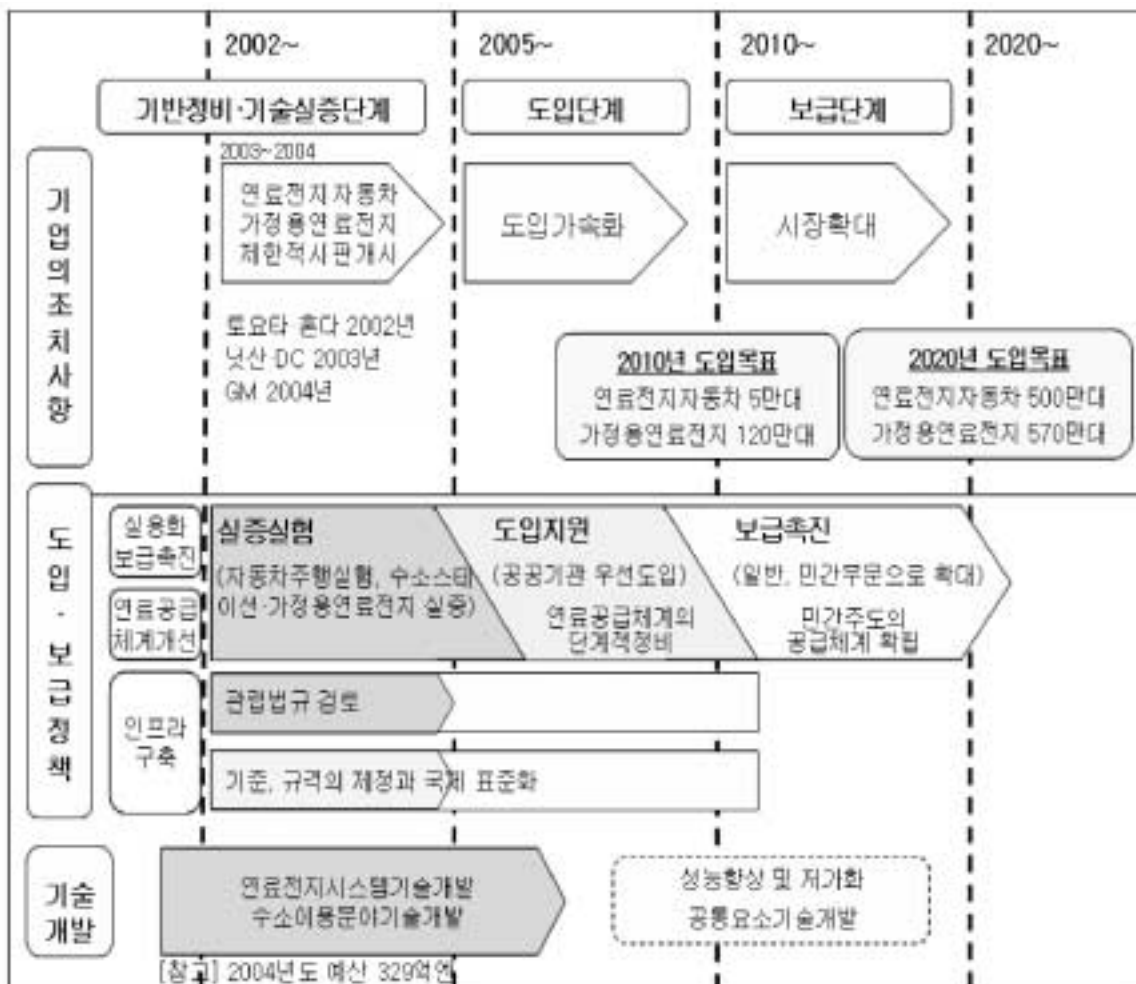
분산형 발전기술 그리고 이것들을 묶는 수소인프라를 조속히 확립 하고자 하는 내용으로서 이를 실현하기 위해 2003년도에 에너지성(DOE) 예산 1.7억 불을 이미 투입하였다.

또한 2003년 1월 부시 대통령은 연두교서를 통해 초기 기술 상용화를 통한 신규시장 진입이 가능한 것으로 판단되는 수소인프라, 연료전지 및 하이브리드 자동차 기술개발 5개년 계획에 17억불의 예산을 책정하였다. 특히, 수소·연료전지자동차의 보급 확

대를 위해 2030년까지 총 에너지사용량의 10%(14,000만toe)를 수소로 공급할 계획을 추진 중이다.

일본은 고이즈미 총리가 2002년 2월 3일 연설에서 수소에너지라는 말을 언급하였고 동시에 “연료전지는 수소를 에너지로 이용하는 시대의 문을 여는 열쇠이다.” 라고 하였다. 또한 “일본이 다른 나라보다 앞서서 조기 실용화하는 것이 중요하다.” 라고 각료간담회 (2002.4.26)에서 발언하였다. 이러한 일련의

4 |



총리발언은 환경문제 대응 및 산업경쟁력 강화라는 관점에서 기선을 잡기 위한 포석으로 보여진다.

일본의 수소프로그램은 주지하는 것과 같이 경제산업성(METI) 주도로 WENET 프로그램(phase I : 1993~1998, phase II : 1999~2002)이 진행되었다. 이 프로그램에서는 재생에너지원으로부터 수소 제조, 수송, 저장 및 이용 그리고 인프라 확립을 위한 수소스테이션 전반에 이르는 기반연구가 수행되었다.

그리고 최근에는 이를 바탕으로 보급기반 정비(Millennium project) 및 실증화 사업(JHFC project)에 초점을 맞추므로써 조기 시장진입을 서두르고 있으며 2020년까지 연료전지자동차 500만대, 가정용 연료전지 570만대(1,000만kW) 등을 보급 추진중으로 연료전지자동차는 혼다, 가정용은 에바라발라드와 미쓰비시 등이 주도하고 있다. (특히, 가정용은 '05년 400대 시범보급 추진 중)

독일은 EU 내에서 가장 적극적인 수소/ 연료전지 활성화 정책을 구사하고 있으며 자치정부의 실증프로그램이 추진되고 있다. 그 대표적인 예로 EIHP(European Integrated H<sub>2</sub> project)가 1998년 이래로 진행되고 있으며 주 내용은 수소자동차(내연기관/ 연료전지) 보급을 위한 인프라 구축과 안전관련 표준화, 코드, 법규 개발 및 지원을 하고 있다.

이와 더불어 각 지역별로 개별 실증 수소프로젝트(뮌헨공항 수소프로젝트, 함브르크 Van 실증 등)가 독립적으로 수행되고 있다. 2005~2007년까지 30

개소의 수소스테이션을 설치하고 2010년까지는 수전해에 의한 수소 스테이션을 300개소 구축하며, 2010~2015년까지 파이프라인에 의한 수소 공급 인프라를 확립 할 계획이다.

#### 4. 국내 현황

지난 88년부터 수소·연료전지 기술개발을 착수

4 |



2 |

구 분		수 소		연료전지			
분야별	분야	제조	저장	MCFC	SOFC	PEMFC	DMFC
기술수준	수준	44	31	77.7	35	65	61.1
평균기술수준		37.5		63.4			



하여 기초기술은 일정수준 확보하였으나 선진국에 비해 아직도 미흡한 수준이며 특히, 시스템과 소재 기술은 상당히 낮은 수준으로 지속적인 연구개발과 실증연구를 통하여 보급을 추진 중이다.

2004년부터 현대자동차(旗, CaFCP에 참여), POSCO, SK, 두산중공업 등 대기업이 수소·연료 전지분야 사업에 주도적 참여하고 있으며 250kw MCFC연료전지를 조선대학교등 3개소에 시험중이며 06년부터는 축산분뇨등 메탄가스시설을 대상으로 추진할 계획이다. 가정용연료전지 경우는 퓨얼셀의 신미남사장이 올해 12월7일 경기도 용인에 3리터 하우스를 독일 바스프사와 모델하우스를 준공하여 향후 가정용연료전지 시장의 초석을 다지고 있다.

수소에너지 사회로 조기 진입하기 위해서는 효율적인 수소 제조, 저장, 운반 및 이용 기술 개발과 더불어 최종 수요처인 소비자가 쉽게 접근 가능하도록 수소 인프라가 동시에 구축되어야 한다.

특히 현재 가장 시장진입이 빠를 것으로 기대되는 정치용 및 자동차용 연료전지의 성능향상 및 가격 저렴화와 더불어 수소 제조 및 공급 인프라 등에 관련된 기술 확립이 시급하다.

제한된 연구자금 및 인력을 효율적으로 배분하기 위해서는 수요자 측면에서의 접근이 유효하며 이를 위해 정부, 기업, 연구기관 그리고 대학 간의 연구개발 분담을 위한 긴밀한 네트워크 구성과 전략적 개발체제의 확립이 중요하다.

현재 국가적으로 수소에너지 시스

템 조기 구축을 위하여 추진해야 할 과제는 정치형(stationary) 및 자동차(mobile)용 연료전지 상용화 기술과 인프라 구축을 위한 수소스테이션을 들 수 있다.

이를 위하여 정부도 아래표와 같은 로드맵을 구성하여 연료전지 및 수소의 제조·저장·공급등 전반에 걸친 기술개발 및 인프라, 보급 및 산업화전략 등을 반영하고 있으며 2011년 총에너지의 5%를 신재생에너지로 충당한다는 계획을 수립하여 총체적 추진 중에 있다.

5

