



유지영
(과학신문 기자)

최고의 수소 그릇을 찾아라

효율높은 수소저장방법 연구할기 화학수소화물, 탄소나노튜브 주목

“아 저씨, 수소 4만원어치 넣어주세요.” 앞으로 10년 후 고속도로 주유소에서 휘발유 대신에 이렇게 수소를 주문하는 것이 일상이 될지도 모르겠다.

또 노트북 컴퓨터의 배터리를 충전하기 위해 콘센트를 찾는 대신, 수소 주입장치에 액체 몇 방울을 떨어뜨리는 장면도 공상과학 영화의 한 장면만은 아니다.

수소를 에너지원으로 사용하기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있기 때문이다. 이미 미국에는 수소로 달리는 연료전지 자동차가 시중에 팔리기 시작했고, 이 자동차를 위한 수소 스테이션도 선보이기에 이르렀다.

실제 세계적인 정유회사인 셸이 지난 2004년 11월 10일 미국 워싱턴에서 수소를 넣을 수 있는 충전 스테이션을 개소한 바 있다. 이 수소 충전 스테이션은 GM을 비롯해 세계 각국의 메이저 자동차 메이커들의 새로운 연료전지 자동차들이 이용하게 될 예정이다.

이는 미국이 의욕적으로 추진하고 있는 차세대 수소 에너지 경제 시대의 신호탄이다.

미국 부시대통령은 지난 2003년, “지금 태어

나는 어린아이들은 수소 무공해 차량을 보게 될 것”이라며 수소자동차 시대의 개막을 예언한 바 있다. 이에 발맞춰 우리 자동차 메이커들도 수소자동차를 개발, 미국 시장 공략에 나섰다는 소식이다.

이처럼 수소를 미래 에너지원으로 활용하기 위한 준비가 착착 진행 중이다.

그러나 전문가들은 수소 에너지 시대를 위해서는 먼저 두 가지 문제가 해결되어야 한다고 지적한다. 얼마나 값싸게 수소를 생산하느냐와 이렇게 생산된 수소를 얼마나 효율적이고 안전하게 사용자에게 전달하느냐의 문제다.

특히 수소의 저장 및 운반 방법은 심장에서 만들어진 피를 각 세포에 전달하는 핏줄의 역할로, 현재 석유경제를 대체하기 위한 중요한 조건으로 대두되고 있다.

아무리 수소가 효율적인 에너지원이라 하더라도 보관이나 운반이 어렵다면 그 사용처가 제한적일 수밖에 없다. 자동차의 경우에는 더욱 그렇다.

예를들어 수소를 사용하는 자동차가 자기 몸집보다 더 큰 수소저장탱크를 짊어지고 다녀야

한다면 어떨까? 아마도 그렇게 불쌍사나운 자동차를 사려는 사람은 없을 것이다. 게다가 그 수소탱크가 아차 하는 순간 폭발할 가능성마저 가지고 있다면 두말할 필요도 없다.

노란색 주의 표시에 '폭발위험'이라는 글자가 커다랗게 쓰인 수소 저장탱크를 본다면 심리는 도망가는 게 사람 심리다. 수소 경제의 푸른 꿈이 악몽이 될 수 있다는 경고는 바로 수소의 작은 충격에도 엄청난 폭발력을 갖는다는 점 때문이다.

결국 안전하고 간편한 수소 저장 및 운반 방법 개발은 수소 에너지 시대를 여는 중요한 열쇠인 셈이다. 때문에 각국은 효율적인 수소 에너지 저장 방법 개발에 혈안이다.

수소 에너지에 관심이 집중되는 것은 바람, 태양, 수력발전과 같이 재생 가능한 자원이라는 점 때문이다. 물을 전기 분해해서 얻은 수소는 에너지로 쓰이고, 다시 물로 돌아간다.

인류가 미래 에너지원으로 수소의 중요성에 주목하는 이유가 바로 이 때문이다. 그러나 꽃의 여왕인 장미에게 날카로운 가시가 있듯, 수소는 다루기 어려운 물질이라는 치명적 단점을 가지고 있다.

현재 수소는 고압압축과 액화방식을 이용해 저장 운반하고 있다. 이 방식은 작은 용기에 강한 힘으로 수소를 밀어 넣고 밀봉하는 것이라 할 수 있는데, 문제는 이 방식이 효율적이지 못하다는 점이다. 고압에도 견딜 수 있을 정도로 용기가 두껍고 강해야 하는데, 밀어넣는 데에도 한계가 있기 때문이다. 설상가상으로 사고라도 발생하는 경우 엄청난 폭발을 감수해야 한다.

이런 이유 때문에 수소연료를 사용하는 연료전지 자동차의 대중화가 이르다고 주장하는 목소리도 적지 않다.

과학자들은 이 문제를 해결하기 위해 다양한 수소 저장방법을 개발 제안하고 있다.

현재 가장 각광을 받고 있는 수소저장 방법은 화학물질 속에 수소를 결합시켜 저장하는 방법이다.

현재 약 20종의 금속화합물들이 수소를 담은 화학그릇 후보로 거론되고 있다. 이중 가장 효율적인 그릇으로 주목받고 있는 것이, 붕소나트륨(NaB)이다.

이 물질에 수소를 반응시켜 만든 수소화 붕소나트륨(NaBH_4 , 화학수소화물)은 분말형태로 상온상압에서 안전하게 보관이 가능해 유력한 후보 물질로 각광받고 있다. 특히 이 분말에 물을 섞어 사용하면, 물에 들어 있는 수소까지 빼내어 에너지로 활용이 가능하기 때문에 과학자들은 일석이조의 수소저장 방법으로 꼽고 있다.

이렇게 화학물질에 수소를 가둬서 사용하면 보통의 고압수소 저장방식보다 크게는 75%까지 저장용기의 크기를 줄일 수 있을 것이라는 게 과학자들의 설명이다.

특히, 이 방법은 사고로 자동차가 전복되거나 수소저장 탱크가 손상되는 경우에도 수소가 쉘 염려가 없기 때문에 2차 폭발 등의 위험이 적어 기대를 모으고 있다.

이 방법은 이미 스위스 미국 우리나라 일본 등의 연구팀에서 중요한 성과를 거두고 있다.

최근 우리 삼성엔지니어링이 스쿠터용 수소 저장장치를 개발해, 약 6리터의 화학수소화물 수용액으로 140km 정도의 거리 주행에 필요한 수소를 저장하는데 성공한 바 있다.

이에앞서 일본 공학원대학의 스다 교수가 장을 역임하고 있는 연구개발 벤처회사인 '수소 에너지 연구소'는 노트북 컴퓨터에 적용할수 있



는 최소급 고성능 연료전지를 선보여 눈길을 끈 바 있다.

스다 교수는 NaBH_4 수용액을 수소저장재료로 사용해, 높이 3센티 폭 2센티 두께 3밀리의 연료전지를 개발했다. 이 방식을 이용하는 경우 보통 노트북에서 사용하는 리튬이온전지에 비해 4배이상 많은 전력을 저장할수 있다는 연구팀의 설명이다. 스다교수는 이 기술을 좀더 발전시켜, 비상전원용 수소저장재료 개발도 서두르고 있다.

여기에서 한걸음 더 나아가 과학자들은 나노튜브와 나노섬유로 자체 무게의 3분의 2수준까지 수소의 밀집저장이 가능할 것으로 내다보고 있다.

나노튜브를 이용한 수소 저장방식이 현실화 되는 경우 미래의 연료전지 자동차는 한번 수소 충전으로 수천 킬로미터를 달리는 것도 꿈은 아니라는 설명이다.

문제는 이 시기를 얼마나 앞당기느냐 하는 것이다. 그러나 아직 금속수화물을 이용한 방식이 아직 석유의 저장방식보다는 효율이 낮기 때문에, 나노튜브를 이용한 수소저장 방식이 나와야 본격적인 경쟁이 시작될 것이라는 견해도 대두되고 있는 실정이다.

물론 이 방법이 유일한 수소저장 방법은 아니다. 이밖에도 수많은 저장방식이 과학자들에 의해 고안되고 있다.

영국 뉴캐슬대학과 리버풀 대학의 연구팀은 '운동론적 가둠효과(kinetic trapping effect)' 를 이용한 저장방법을 개발, 최근에 발표했다.

화학수소화물을 이용한 수소 저장법이 화학적으로 수소를 가두는 방법이라면, 영국의 연구팀이 개발한 방법은 수소를 원자와 분자 사이에 물리적으로 가두는 방식이다. 금속 원자들이 유

기분자들에 의해서 일종의 '우리(cage)' 혹은 '감옥' 구조를 만들고, 여기에 수소를 가두는 것이다.

이 분자 감옥은 보통 압력에서는 수소를 강하게 붙들고 있지만, 압력이 낮아지는 경우엔 율타리가 느슨해지면서 수소를 밖으로 풀어내는 방식이다. 영국의 연구팀은 이 방식을 이용해서 금속의 공동부피에 최대 71%를 수소로 채우는 데 성공했다.

자동차용 연료용 저장물질이 되기 위해서는 무게의 6%에 해당하는 수소를 저장해야 하기 때문에, 고작 무게의 1%의 수소저장 능력을 가진 이 기술방식은 실용화를 논하기엔 시기 상조다.

하지만 이 기술이 아직 대학의 실험실 단계라는 점을 감안하면, 그 성장 가능성은 무궁무진하다는 게 연구팀의 기대다. 즉, 수소 경제가 시작되는 10년 후에는 이 기술 또한 충분히 실용성을 갖게 된다는 것이다.

이 밖에도 대규모 수소 저장시설에 대한 연구도 병행되고 있다.

지난 10월 말 독일 칼스루에 연구센터는 유럽에서 가장 큰 수소-시험 설비를 건립했다. 이 실험설비는 독일의 주요 자동차 생산업체와 에너지공급 업체들의 지원을 받아 설립되었다. 앞으로 다가올 수소시대를 대비하기 위한 업체 공동 대책 마련의 일환인 셈이다. 이 시험 설비는 다양한 누설 및 연소시나리오들이 실험적으로 증명될 예정이다.

두 대의 대형 철제 압력실에서는 거대한 연료전지와 자동차가 실험의 대상이 된다. 사고로 인해 수소가 누출될 경우 생길수 있는 각종 폭발 사고를 컴퓨터를 통해 시뮬레이션 하는 동시에 직접 사고를 재현해 봄으로써 안전대책을 마련

할 수 있는 것이다.

한편, 칼스루에 연구센터는 유럽의 수소 안전 연구네트워크를 주관하면서 수소를 이용하는 환경을 보다 안전하게 하기 위한 각종 누출 시나리오를 연구하고 있다. 이를 통해서 수소사고에 대한 국제차원의 자료 은행을 구축한다는 게 이들의 계획이다.

옛말에 구슬이 서말이라도 꿰어야 보배라고 했다. 딱 수소 에너지에 어울리는 속담이다. 수소는 깨끗하고 무한에너지라는 점에서 미래의

희망으로 꼽히고 있다. 그러나 아무리 많은 장점을 가지고 있다한들, 실생활에서 사용하기 불편하다면 말짱 헛일이다.

안전하고 효율적인 수소저장방법을 찾는 과학자들의 행보는 바로 값비싼 구슬을 쓸모있게 다듬고 꿰는 작업이라 할 수 있다.

그들 손에서 만들어진 새로운 기술에 의해 수소는 안전하게 가정으로 배달될 것이다.

그리고 인류의 미래를 책임지게 될 것이다.

발특2004/12



달력

인간이 농경생활을 하게 되자, 씨뿌리거나 수확의 시기, 폭풍이 많은 계절, 큰 비가 오는 계절, 가뭄이 계속되는 계절 등을 기억해 두기 위해 달력이 필요하게 되었다. 달력에는 태양력과 태음력이 있다. 중국에서는 기원전 6백년 경인 춘추대에 태양음력이 만들어지고, 그리스에서도 기원전 5세기에 메톤이라는 사람이 비슷한 달력을 만들었다. 중국이나 메톤이 발명한 것은 태음력

이다. 태양력은 이집트에서 발명되어 6천년 전에 1년을 365일로 하여 이미 사용되고 있었다. 이 달력은 4년에 약 하루씩 차이가 난다.

현재 전세계에서 쓰이고 있는 달력은 로마의 교황 그레고리오 13세가 로마의 율리우스력을 개정한 것으로 1년이 365.2425일이다. 서기 연수가 4로 나뉘는 해를 윤년으로, 2월 끝에 윤일이 있다.