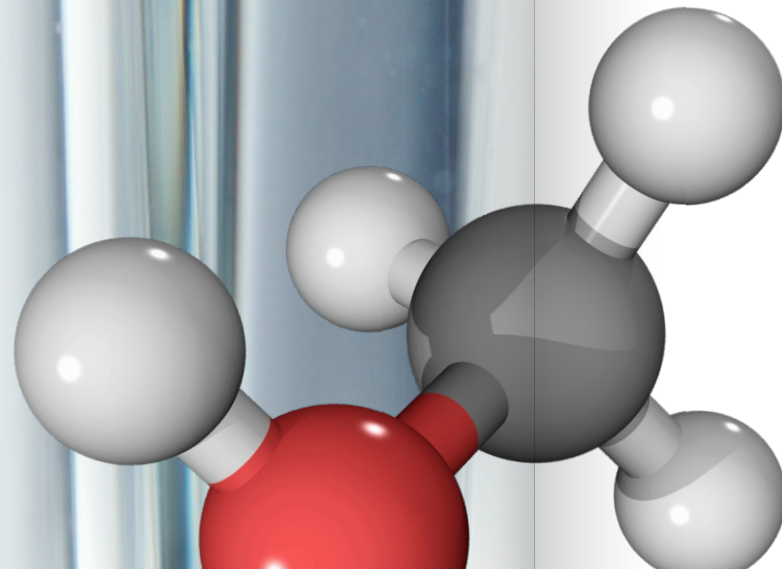
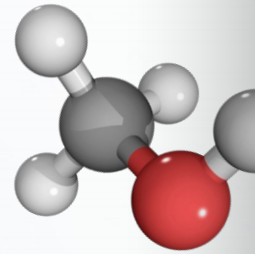
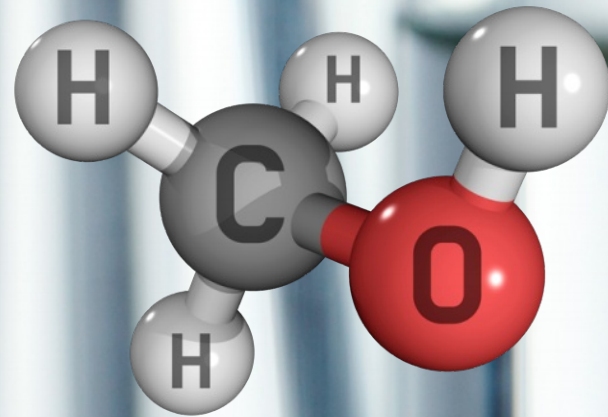


탄소중립 위한 수소운반체 암모니아 이어 ‘메탄올’ 뜬다

메탄올은 팔방미인이다. 여기저기 쓰임이 많고 운송이나 저장도 쉽다.
수소운반체로 암모니아에 이어 메탄올이 뜨고 있다.

성재경 기자 (h2.inno@h2news.kr)



경기도 고양시 중부대 고양캠퍼스에 세워진 플라젠의 '3세대 가스화기'.

합성가스로 수소를 생산하는 기술을 갖춘 업체를 찾을 때마다 자주 듣는 말이 있다. 페플라стик 열분해가스화 기술을 보유한 플라젠도 그 중 한 곳이다. “상업용 설비로 확장할 경우 수소보다 메탄올을 생산하는 게 더 유리할 수 있어요. 합성가스의 주요 성분인 수소와 일산화탄소를 합성하면 메탄올(CH₃OH)을 쉽게 얻을 수 있죠.”

메탄올은 수요가 많다. 메탄올은 유기합성 재료와 용제, 세척제, 연료 부동액 등으로 쓰임이 많고 연소 시 오염물질 배출이 적은 디메틸에테르(Dimethyl Ether, DME)로 전환하기도 쉽다. 실제로 충북 단양에서는 바이오프랜즈란 벤처기업이 이 사업을 추진하고 있다.

“메탄올은 전량 수입에 의존한다고 보시면 됩니다. 천연가스 공장 인근에서 대규모로 생산한 메탄올을 수입해서 쓰고 있죠. 이 편이 훨씬 저렴하니까요. 하지만 이게 그레이메탄올입니다. 생산 과정에서 대규모 온실가스가 배출되죠.”

플라젠 경국현 대표의 말이다. 페플라стик, 매립지 가스를 활용하거나 공장에서 나오는 이산화탄소를 포집해서 메탄올을 제조한다면 이야기는 또 달라진다. 블루메탄올이나 그린메탄올 소리를 들을 수 있다.

직접메탄올연료전지와 e메탄올

메탄올을 논할 때 빠지지 않고 등장하는 업체가 있다. 바로 가온셀(전신은 '프로파워')이다. 메탄올 생산이 아니라 '활용'에 특화된 업체로, 직접메탄올연료전지(DMFC) 분야에서 세계 최고의 기술력을 갖추고 있다.

가온셀은 이미 지난 2003년에 메탄올 3.3%, 물 96.7%를 연료로 하는 DMFC 방식의 수소연료전지를 개발했고, 2009년에는 DMFC와 리튬배터리의 장점을 살린 DMFC 배터리 하이브리드 시스템 개발에 성공했다. 액체 메탄올은 운송비용이 저렴하고 연료의 저장과 공급에도 이점이 많다. DMFC 파워팩을 적용한 지게차는 충분한 경쟁력을 확보하고 있다.

가온셀의 주가가 요즘 하늘을 찌른다. 지난해 '사우디-한국산업단지(SKIV: Saudi-Korea Industrial Village) 프로젝트'의 참여기업으로 선정돼 약 7억 8,000만 달러(9,500억 원)를 투자받으며 화제의 중심에 섰다. SKIV 조성사업은 사우디가 탈탄소 시대를 맞아 원유 중심의 경제구조를 개선하기 위해 추진하는 국가 프로젝트인 '사우디 비전 2030'의 일환이다.

SIVC 프로젝트는 약 330만㎡(100만 평) 부지에 에너지, IT, 의료·제약, 일반제조 등 세계적인 경쟁력을 갖춘 K중소기업 23곳을 유치해 조인트벤처 공장을 세우고 제품을 생산하게 된다. 제품의 영업과 판매는 사우디 현지 법인이 맡는다.

“사우디 안부 현지에 합작사를 세우게 돼요. 오는 5월에 사우디를 방문해서 일을 진행할 계획이죠. 현지 공장에서 DMFC를 적용한 지게차나 골프카트를 만들어 판매하게 돼요. 1.5kW급 DMFC를 비롯해 5kW급 PEMFC 생산도 고려하고 있죠. DMFC

가 액체(메탄올)를 연료로 하다 보니 촉매에 들어가는 백금 양이 기체(수소)를 쓰는 PEMFC보다 훨씬 많아요. 그래서 가격을 떨어뜨리기가 힘든 측면이 있죠. 연간 2만 대, 5만 대씩 양산체제로 가면 가격 경쟁력을 갖추는 데 큰 도움이 됩니다.”

가온셀 주용수 상무의 말이다. DMFC 지게차는 배터리 지게차 대비 충전효율이 매우 뛰어나다. 5분간 연료를 충전하면 8시간을 운행할 수 있다.

가온셀은 이번 투자에 한껏 상기돼 있다. 주용수 상무는 “처음 프로젝트를 시작했을 때보다 투자금이 더 늘었다”며 “현재 1조3,000억 원까지 보고 있다”고 말한다.

가온셀은 또 지난 2월에 말레이시아 TMM사와 ‘1차 수소연료전지 확산 시범사업’에 대한 양해각서를 체결했다. TMM은 말레이시아 국영에너지기업인 페트로나스의 1차 협력사로 석유, 가스, 석유화학 부문에서 광범위한 엔지니어링 서비스와 건설 사업을 수행하고 있다.

가온셀은 TMM이 진행 중인 여러 프로젝트에 약 500억 규모의 배터리와 연료전지를 공급하게 된다. 이미 지난 2020년에 페트로나스 에너지와 협력해 가온셀 DMFC에 가장 적합한 메탄올 연료를 개발한 경험이 있어 사업 추진에 속도가 붙을 전망이다.

“풍력이나 태양광 같은 신재생에너지로 수소를 만들고, 이 수소로 메탄올을 합성해 유통하겠다는 에너지 업체들이 많습니다. 탄소중립 연료로 한창 논의가 되고 있는 이퓨얼(e-Fuel)만 해도 그린메탄올에 주목하고 있죠. 이퓨얼의 경제성을 두고 논란이 있지만, 사우디가 속한 중동이나 풍력 자원이 좋은 칠레 같은 나라에서는 가능성이 있어요.”

독일의 지멘스 에너지가 칠레 남부에 건설하고 있는 그린수소 생산공장이 대표적이다. 칠레 남부 마가야네스 지방의 풍력을 활용해 수전해 방식으로 그린수소를 생산하고, 이 수소를 e메탄올이나 e가솔린으로 합성하게 된다. 자동차 제조사인 포르쉐가 e가솔린의 구입을 계획하고 있다.

다만 이퓨얼 제조에는 큰 전력이 들고, 생산 공정



2020년 7월에 열린 수소모빌리티쇼 현장에서 가온셀의 DMFC 지게차를 구동하고 있다.

의 효율도 낮은 편이다. 독일의 민간 싱크탱크인 아고라 베르케르스벤데(Agora Verkehrswende)는 100km 자동차 주행에 필요한 이퓨얼 생산에 103kWh의 전력이 든다고 분석했다. 이는 전기차(15kWh), 수소전기차(31kWh)와 비교했을 때 최소 세 배가 넘는다.

연료의 관점으로 본 메탄올

세계 최대 해상물류기업인 머스크(Maersk)가 글로벌 6개 기업과 제휴해 메탄올 연료 확보에 나서고 있



선박 엔진이나 육상 발전기로 활용되는 현대중공업의 H35DFV 힘센엔진.

지뱅크(GTB), 해상풍력발전으로 재생에너지를 생산하는 덴마크 오스테드와 유러피언 에너지, 스위스 메탄올 기업인 프로만, 미국의 바이오연료 기업인 웨스트퓨얼이 이름을 올렸다.

메탄올은 일반 선박 연료에 비해 황산화물(SOx)은 최대 99%, 미세먼지는 최대 95%, 질소산화물(NOx)은 최대 80%, 이산화탄소는 최대 15%가량 줄일 수 있어 친환경 연료라는 평가를 받는다.

머스크는 메탄올을 연료로 하는 1만6,000TEU급 컨테이너선 12척을 현대중공업에서 건조해 2025년까지 취항할 계획이다. 현대중공업과 함께 한국조선해양에 속한 현대미포조선은 bunkerC유와 메탄올을 모두 사용할 수 있는 이중연료엔진을 탑재한 메탄올 추진선박 두 척을 이미 지난 2016년에 고객사에 인도한 바 있다.

“메탄올, 암모니아, LPG는 물성이 유사한 저인화점(Low Flash Point) 연료로 분류가 돼요. 그래서 엔진 개발 시 많은 부분을 공유할 수 있죠. 현대중공업은 올해 메탄올엔진, 내년에 암모니아엔진, 2025년엔 수소엔진 개발을 목표로 하고 있어요. 머스크사 선박의 경우 메인 엔진은 독일의 만 에너지솔루션 제품을 쓰고, 발전기 엔진은 당사에서 독자 개발한 힘센엔진을 적용하게 되죠. 세계 최초로 개발한 메탄올 전용 모델인 힘센 H32DF-LM이 들어갑니다.”

현대중공업 엔진기계사업부 박현춘 팀장의 말이다. 그는 “온실가스 배출은 ‘엔진’이 아니라 ‘연료’의 문제에서 비롯된다”고 말한다. 이 말은 시사점이 있다. 실제로 선박용 이중연료엔진은 육상에서 발전용으로 쓸 수 있다. 발전 효율도 50%에 이른다.

수소경제가 수소전기차와 연료전지를 중심으로 한 ‘활용’ 측면에 출발했다면, 지금은 수소의 생산과 저장, 운송 등 밸류체인 전반을 아우른다. 수소를 어떤 방식으로 생산할지, 또 이를 어떻게 변환해 운송해서 활용할지가 중요한 관심사로 떠올랐다. 결국 ‘연료’의 관점에서 수소를 보기 시작했다는 뜻이다. 수소는 재생에너지의 유희전력을 저장해서 활용하는 에너지 운반체(carrier)로 기능한다. 수소경제에

현대미포조선에서 건조한 메탄올 추진선.



서 메탄올이 암모니아와 함께 거론되는 것은 대량으로 수소를 유통하는 현실적인 대안이기 때문이다. 수소의 운송방안으로 암모니아가 거론되지만, 다양한 소비처의 활용도 면에서는 메탄올의 유용성이 도드라진다.

“메탄올은 플라스틱, 고무, 각종 산업 기자재의 원료 등으로 쓰임이 아주 많아요. 암모니아는 다시 에너지를 들어서 분해해야 수소로 만들어 쓸 수 있지만, 메탄올은 그 자체로 활용처가 많고 DME 같은 청정연료로 변환하기도 쉽죠. 폐수처리장만 해도 미생물의 영양분으로 메탄올이 쓰여요. 폐수에서 나온 바이오메탄으로 메탄올을 만들고, 이걸 미생물의 먹이로 활용하는 것도 가능하죠.”

인투코어테크놀로지 엄세훈 대표의 말이다. 인투코어는 대구시 달성군에 있는 방천리 쓰레기매립장에서 매립가스(LFG)를 수소로 전환하는 ‘LFG 기반 고순도 수소정제 시스템’ 개발을 진행하고 있다. 매립지가스에 플라즈마 개질기술을 적용해 하루에 200kg의 수소를 생산하는 실증사업이다.

엄 대표는 이전에 같은 장소에서 LFG로 메탄올을 합성하는 과제를 성공적으로 완수한 바 있다. 시간당 1만6,000리터(16㎥)의 매립지가스를 RF(무선 주파수) 방식의 플라즈마 발생장치로 분해하고 이를 재합성해서 하루에 메탄올 50kg을 생산하는 플랜트를 300시간 연속으로 운전하는데 성공했다.

“매립지가스에는 메탄과 이산화탄소가 5대 5 절반 비율로 들어 있어요. 전단에서 플라즈마 반응으로 메탄과 이산화탄소를 깨서 합성가스로 전환하고, 이 가스를 촉매반응기에 넣어 메탄올을 만들게 되죠. 하지만 이렇게 만든 그린메탄올은 대규모 메가플랜트에서 생산한 메탄올보다 두 배 정도 가격이 비싸요. 환경이나, 경제성이나? 그린수소의 경제성을 두고 벌어진 논란이 메탄올에서도 재연이 되는 셈이죠.”

국내에 필요한 연간 180만 톤의 메탄올은 전량 수입에 의존하고 있다. 해외에 있는 메가플랜트에서 천연가스나 석탄을 써서 메탄올을 대량생산한다. 이 과정에서 엄청난 양의 온실가스가 배출된다.

수전해로 생산한 그린수소와 포집한 이산화탄소를 써서 메탄올을 생산한다면 이런 우려를 말끔히 해소할 수 있다. 머스크가 메탄올 추진선박 운영 시점에 맞춰 구축하려는 메탄올 연료 공급망도 이와 관련이 있다. 결국 친환경 바이오디젤, e메탄올로 가겠다는 것이다.

“메탄올(CH_3OH)은 화석연료에 들어 있는 탄소(C)를 활용할 수 있어요. 대신 수소(H)는 화석연료에 든 탄소를 꼭 없애야 합니다. 이 과정에서 이산화탄소가 배출될 수밖에 없죠. 그래서 수소생산은 궁극적으로 수전해로 가게 돼 있어요. 화석연료를 쓸 수밖에 없다면 과도기 연료로 메탄올은 분명한 이점이 있습니다. e메탄올에 대한 인센티브가 부여된다면 크게 성장할 수 있는 시장이죠.”



인투코어테크놀로지 엄세훈 대표는 “메탄올은 화석연료에 들어 있는 탄소를 활용하는 큰 장점이 있다”고 말한다.



대구 방천리 쓰레기매립장에 설치된 인투코어테크놀로지의 메탄올 합성 반응기.

암모니아가 ‘그린수소’라면 메탄올은 ‘블루수소’

현대오일뱅크는 지난 2015년에 한국화학연구원과 공동으로 하루 생산량 10톤 규모의 ‘클린 메탄올’ 실증 플랜트를 서산에 설치해 운영한 바 있다. 한국화학연구원 전기원 박사팀이 개발한 기술로 이산화탄소와 메탄, 수증기를 반응기에 넣고 촉매반응으로 합성가스를 만드는 기술을 적용했다.

이 공정은 천연가스를 이용한 기존 메탄올 생산 공정 대비 이산화탄소 배출량을 30% 줄인 것이 특징이다. 기후변화나 탄소중립에 대한 관심이 적을 때라 큰 관심을 끌지는 못했지만, 이 또한 탄소포집활용(CCU) 기술에 든다.

메탄올은 암모니아와 함께 수소운반체로 거론된다. 암모니아는 ‘무탄소’ 연료지만, 메탄올은 ‘저탄소’ 연료에 든다. 생산 과정에서 온실가스가 배출되더라도 수입해서 쓰는 소비자 입장에서는 탄소배출이 없거나 적은 청정연료인 셈이다.

올해 초 롯데케미칼과 삼성엔지니어링, 포스코가 말레이시아 사라왁에서 청정수소를 도입하는 프로젝트를 공동으로 추진하기로 했다. 수소는 암모니아, 메탄올 형태로 들여오게 된다. 운송료는 메탄올이 더 저렴하다.

사라왁 현지에서 진행된 사전타당성조사 결과에 따르면 연산 그린암모니아 63만 톤, 블루암모니아 60만 톤, 그린메탄올 46만 톤, 그린수소 7,000톤급 플랜트 건설이 추진될 예정이다. 그린수소 7,000톤은 현지에서 소비하고 나머지는 전량 국내로 수입하게 된다.

국내에서 추진되는 메탄올 프로젝트도 있다. 이산화탄소를 포집해 메탄올 생산에 활용하는 사업이 바이오프랜즈 주도로 충북 단양에서 진행된다. 바이오프랜즈는 성신양회 시멘트 제조공정의 킬른(Kiln)로에서 배출되는 이산화탄소를 포집해 메탄올로 전환하고, 이를 보은산업단지의 제1 DME공장으로 운송해 부가가치가 높은 탄소중립 청정연료인 DME로 전환할 계획이다.

DME(CH_3OCH_3)는 물성이 LPG와 유사하고 황산화물이 발생하지 않는다. 수소를 다량 포함한 기

체 화합물로 에너지밀도가 높고 가격도 LPG보다 저렴하다.

“천연가스에 수소를 혼소하듯, LPG에 DME를 섞어 쓰면 환경에 이점이 크죠. 디젤을 대체할 수 있지만, 경유차의 경우 호스나 오일에 문제를 일으킬 수 있어 개조가 필요해요. 그보다는 분산발전용 연료로 더 적합하죠.”

바이오프랜즈 조원준 대표의 말이다. 바이오프랜즈는 지난 2월 충북 보은의 1공장 인근에 연 1만 톤 규모의 2공장 착공식을 열었다. 2공장은 내년 상반기에 준공된다. 이와 별개로 단양에 짓는 메탄올 제조 시설은 2024년 완공을 목표로 하고 있다.

“증류수를 섞지 않은 순도 100% 메탄올은 위험물로 분류가 되기 때문에 일반이 아닌 산업용으로 유통이 돼요. 단양의 성신양회에서 생산하게 될 메탄올의 90% 정도는 보은으로 가져와서 DME로 전환하고, 10% 정도는 시중에 판매할 계획을 가지고 있죠.”

CCU를 적용한 메탄올 플랜트의 상용화 시기는 2025년경으로 본다. 조 대표는 2025년은 돼야 CCU 인증 시장이 열릴 것으로 전망한다.



롯데케미칼 여수1공장에 설치된 탄소포집 설비로 CCU에 활용된다.

바이오프랜즈는 DME연료전지를 활용한 수소 사업도 진행하고 있다. 농림부 과제로 원주의 가나안 농균학교에서 '스마트팜 다부처패키지 혁신기술개발' 사업을 지난해부터 시작했다. 청정연료인 DME

충북 보은에 있는 바이오프랜즈 1공장으로 DME를 생산한다.



를 천연가스 미공급 지역 농가에 연료전지 연료로 공급하고, 수소개질 과정에서 나오는 이산화탄소를 포집해 탄산재배에 활용하게 된다.

“연료전지에서 나오는 전기뿐 아니라 열을 냉난방에 활용하는 삼중열병합 시스템을 적용하게 되죠. 여기에 이산화탄소를 포집해서 농작물 재배에 활용하는 CCU를 접목했어요. 도시가스 미공급 지역의 스마트팜 운영 농가에 큰 도움이 되는 사업이죠.”

조 대표는 “산간이나 오지의 농어촌 지역 저탄소 연료전환에 메탄올이나 DME의 역할이 분명히 있다고 말한다.

암모니아는 그린수소, 메탄올은 블루수소에 빗낼 수 있다. 버디영화인 ‘내일을 향해 쏴라’에 나오는 폴 뉴먼, 로버트 레드포드처럼 둘은 붙어서 간다. “넌 저탄소, 난 무탄소” 식의 편 가르기가 아니라 연료의 생산과 유통, 활용을 아우르는 전주기에서 온실가스를 감축하는 또 하나의 선택지로 거론이 되고 있다.

수소의 친구가 또 하나 늘었다. ‘청정’의 범주를 놓고 다투기보다는 더 깨끗한 연료나 친환경 기술에 인센티브를 주는 식으로 제도를 잘 운영하는 것이 더 중요하다. 탄소중립을 향한 선택지는 많으면 많을수록 좋다. ^{H2}