



23

스프레이는
왜 LPG 가스를
쓰나요?



단단하게 결합해 있습니다. 산소와 결합한 물(H_2O), 탄소와 결합한 탄화수소(C_nH_m), 그리고 질소와 결합한 암모니아(NH_3)가 대표적입니다. 수소를 연료로 사용하려면 물이나 탄화 수소에서 수소만 떼어내야 합니다. 엄청난 노력과 비용이 필요합니다.

과학자들은 수소를 얻을 수 있는 다양한 기술을 개발해냈습니다. 대표적인 기술로 고온의 수증기를 이용해 천연가스(LNG)를 열분해하는 방법이 있습니다. 열분해로 수소를 생산하는 과정에선 뜨거운 수증기를 만들기 위해 적지 않은 양의 LNG를 연소시켜야 합니다. 이때 각종 온실가스와 질소 산화물이 배출되기 때문에 열분해 수소를 100% 청정 연료라고 부르는 어렵습니다. 게다가 작은 도시에 건설하는 수소 연료전지 발전소에는 LNG를 충분히 공급하기도 쉽지 않고요.

정유공장에서 원유를 정제하는 과정에서, 코크스(화석연료를 정제해 고탄소화시킨 연료)를 사용하는 제철 공정에서도 수소가 생산됩니다. 이를 ‘부생 수소’라고 하는데, 현재 국내에서 생산되는 부생 수소로 연간 50만 대의 수소 자동차를 운행할 수 있습니다.

수소를 얻는 또 다른 기술은 물을 전기분해하는 겁니다. 이를 ‘수전해 수소’라고 하는데요. 태양광이나 풍력으로 생산한 전기로 물을 전기분해하면 수전해 수소처럼 깨끗한 수소를 생산할 수 있습니다. 물론 신재생에너지 발전소 대부분이 수소 연료를 많이 쓰는 대도시에서 멀리 떨어져 있다는 단점이 있지만요. 최근에는 원자로에서 나오는 열을 이용해 물을 열분해하는 방법도 개발되고 있습니다.

수소를 깨끗하게 얻고 안전하게 사용하기 위한 기술은 아직 갈 길이 많이 남아있습니다. 하지만 한 가지 분명한 것은, 수소는 절대 포기할 수 없는 미래의 에너지라는 사실입니다.

A



석원경 교수가 답하다

스프레이의 구조는 비교적 간단합니다. 높은 압력을 견딜 수 있는 병이나 캔에 여닫을 수 있는 작은 구멍의 밸브를 달아놓은 것이 전부입니다. 밸브를 누르면 용기 속 액화 상태의 물질이 작은 구멍을 통해 에어로졸 형태로 분사됩니다. 에어로졸은 100 μ m보다 작은 크기의 액체 방울이나 고체 입자입니다. 구름과 안개는 공기 중 수증기가 뭉쳐져 만들어진 에어로졸이고, 연기는 장작, 낙엽 등의 연소 과정에서 배출된 에어로졸입니다.

스프레이, 전장의 군인을 위해 개발돼

스프레이는 방향제, 살충제, 의약품, 페인트 등 일상에서 자주 볼 수 있습니다. 맑은 화장수를 분사하는 ‘미스트’도 스프레이의 일종이고, 경찰이 거칠게 반항하는 범죄 용의자에게 뿌리는 최루 스프레이나 일반인이 호

신용으로 들고 다니는 스프레이도 있습니다. 이처럼 일상 곳곳에서 이용되는 스프레이는 1927년 노르웨이의 엔지니어 에릭 로테임이 개발했습니다. 그는 자신이 제조한 스프레이로 미국 시장까지 노렸으나, 상업적으로 성공을 거두지는 못했습니다.

이후 제2차 세계대전 중 미국 정부에서 스프레이를 본격적으로 사용하기 시작했습니다. 열대 지역에 주둔하던 군인들을 위해 모기 퇴치제 스프레이를 만든 것이었죠. 열대 지역은 말라리아로 사망한 군인의 수가 상당할 정도로 말라리아를 옮기는 모기가 많았습니다. 1941년 미국 정부는 살충제를 분사하는 스프레이를 개발했습니다. 손에 짚 수 있을 만큼 작은 크기의 철제 캔에 액화 가스를 추진제로 넣어 다이클로로다이페닐트라이클로로에테인(DDT) 등의 살충제를 뿌리는 용도로 사용했습니다. 전장에 있는 군인들에게는 기적과도 같은 제품이었죠. 전쟁이 끝난 뒤에는 민간인들 사이에서도 인기를 끌었습니다. 사람들은 스프레이 방식의 살충제를 ‘벌레 폭탄(bug bomb)’이라고 불렀습니다. 1970년대까지 많이 사용했던 ‘모기약’이 전쟁의 산물이었던 셈입니다.

LPG, 저렴하고 안전한 최적의 추진제

스프레이에 소비자가 만족할 수 있을 정도의 강한 추진제를 넣으려면 스프레이 용기의 압력이 매우 높아야만 합니다. 그런데 기체의 압력이 높아지면 폭발의 위험이 커집니다. 에어로졸이 분사되는 강도도 지나치게 세집니다. 그만큼 용기도 튼튼하게 만들어야 하죠. 이 모든 것을 고려했을 때 강한 추진제를 만들 수 있는 가장 효과적인 방법은 상온에서의 증기압이 대기압보다 조금 높은 물질을 추진제로 사용하는 것입니다. 용기 속에



서 추진제는 대부분 액체 상태고, 일부만 기체로 증발한 상태로 존재합니다. 스프레이를 사용하면 이런 액체 상태로 있는 추진제가 기체로 증발하게 됩니다. 이때 스프레이에서 에어로졸이 분사되는 강도는 추진제의 증기압으로 결정됩니다.

오늘날 스프레이의 추진제로는 주로 액화석유가스(LPG)를 이용합니다. LPG는 정유공장에서 휘발유나 경유를 생산하는 과정에서 부산물로 얻어 집니다. 증기압이 약 21°C에서 8.5기압 정도인 프로페인과 약 10°C에서 1.7기압 정도인 부테인의 혼합물이죠. 추진제의 압력은 프로페인과 부테인의 비율로 조절합니다. LPG는 값이 싸고, 냄새가 나지 않으며 독성이 없습니다. 또 스프레이의 용기를 부식시키지도 않고, 스프레이를 비교적 안전하게 생산하고 사용할 수 있는 것도 장점입니다. 그래서 페인트, 살충제를 비롯한 스프레이는 LPG를 추진제로 사용합니다. 단, 향수와 같은 화장품, 의료용 스프레이, 식품을 담은 스프레이 용기에는 LPG를 사용하지 않습니다. 건강에 문제를 일으킬 수 있기 때문입니다. 실제로 LPG 성분 중 부테인이나 프로페인을 흡입하면 환각 증상, 산소 부족으로 인한 질식 증상 등이 나타나고, 폐렴이나 심장마비를 일으킬 수도 있습니다.

이런 LPG를 대체할 수 있는 물질로 한때 염화플루오린화 탄소가 주목 받은 적이 있었습니다. CFC는 미국의 화학자 토머스 미즐리가 개발한 가스인데요, '프레온'이라는 상품명으로 더 유명합니다. 이는 본래 가정용

냉장고와 에어컨의 냉매로 개발됐습니다. CFC는 화학적으로 매우 안정적인 물질로 건강에 유해하지 않습니다. 색과 냄새가 없고, 혀에 닿아도 아무런 맛이 나지 않습니다. 프레온의 한 종류인 프레온-12는 약 20°C에서 증기압이 4.3기압 정도고, 프레온-11은 상온에서 0.803기압 정도입니다. 가격이 LPG보다 조금 비싸지만, 화장품이나 의약품용 스프레이로는 제격이었죠.

그러나 CFC가 화학적으로 너무 안정한 것이 오히려 문제가 됐습니다. 공기 중에 배출된 CFC는 부서지지 않은 상태로 대기 중에서 50년 이상 떠다닐 수 있습니다. 공기에 떠다니던 CFC가 40km 고도의 성층권으로 올라가면 문제가 됩니다. 성층권에는 오존층이 존재하는데요. 이 오존층은 우주에서 지구로 들어오는 자외선을 흡수해 지구 표면에 도달하는 자외선량을 조절해 줍니다. 이 오존층 덕분에 육상 생물이 출현했죠. 그런데 CFC가 성층권으로 올라가면 아직 오존층이 걸러주지 않은 햇빛 속 강력한 자외선이 CFC를 부숩니다. 그 결과 염소 원자가 방출되죠. 이렇게 떨어져 나온 염소는 성층권에 있는 오존층을 파괴합니다. 1977년 미국은 '청정 대기법 수정법안'을 내놓으면서 대기 중에 CFC가 방출되는 것을 규제하기 시작했습니다. 그리고 1989년 몬트리올 의정서에 의해 CFC는 전 세계적으로 생산, 사용이 금지됐죠.

아직도 LPG, CFC를 대신할 완벽한 스프레이 추진제는 나오지 않았습니다. 일각에선 CFC를 대신해 오존층 파괴를 걱정할 필요가 없는 수소 플루오린화 알케인(HFA) 또는 수소 플루오린화 올레핀(HFO)을 추진제로 사용하기도 합니다만 이 역시 기존 용매에 비해 비싸고, 불에 탈 수 있고, 온실효과가 큰 것이 문제입니다.

Q

24

액화 질소는
어떻게 영하 196°C를
만드나요?

