

경계를 넘다: 수소 공급망의 확장

더욱 청정한 미래를 위해 산업을 혁신할 수 있는 잠재력을 가진 수소는 에너지 전환의 퍼즐에서 누구도 반박할 수 없는 핵심 요소입니다. 수소의 막대한 잠재력은 완전한 실현이 이루어질 때까지는 비전으로 존재하며, 그 실현을 위해 산업계는 수소 공급망의 복잡한 환경을 탐색하여 생산자와 최종 사용자를 원활히 연결해야 합니다. 롯데에어리퀴드 에너지하이(LAE)의 김소미 대표와 롯데케미칼(LCC)의 김용학 부문장을 초청하여 오늘날 수소와 관련한 장벽을 허물고 더 넓은 선택을 효과적으로 할 수 있는 중요과정에 관하여 들어보도록 하겠습니다.

1. 에너지 전환을 위한 글로벌 경쟁에서 아시아 태평양 지역의 수소 관련 역량은 어떤 수준일까요?

김소미 대표:

에너지 전환은 실제로 글로벌 차원의 경쟁입니다. 아시아 태평양(APAC) 지역의 지리적 다양성과 요구 사항을 고려할 때 각국은 서로 다른 속도로 경쟁하고 있습니다. 수소 관련 "역량"이란 최종 용도에 가장 적합한 형태로 수소를 컨디셔닝, 운송, 저장 및 유통하기 위해 수소의 생산 또는 조달을 지원하는 인프라를 보유한 정도로 이해할 수 있을 것입니다. 이러한 노하우는 수년 간 거래되어 왔음에도 탄소를 거의 또는 전혀 배출하지 않으면서 실행하기는 어렵습니다. 수소 생산지와 사용 사례에 따른 맞춤형 방안이 필요할 것입니다.

신재생 자원이 부족한 일부 아시아 국가에서는, 태평양 또는 중동에서 저탄소 수소를 수입하는 방안을 적극적으로 모색하고 있습니다. 한국은 해외에 저탄소 수소 생산 시설을 구축하고 국내에서의 사용을 위해 암모니아 또는 액체 수소 형태로 수입할 계획입니다. 이와 관련하여 에어리퀴드코리아와 롯데케미칼은 암모니아 분해, 액체수소 컨디셔닝 및 유통 관련 사업개발을 위하여 최근 업무협약(MOU)을 체결하기도 했습니다. 일본은 수소 수입량을 상업적 규모로 확장하기 전 파일럿 사업으로 호주를 왕복하는 세계 최초의 액체수소 운반선인 '수소 프론티어(Suiso Frontier)'를 건조하여 운항했습니다. 액체수소를 일본으로 수송하는 이 선박은 국제 수소 공급망의 기술력을 보여줍니다. 한편, 풍부한 신재생 자원을 가진 중국은 북서부 지역의 신재생 에너지 발전소를 남동부의 전력 수요와 연결하여 대량의 화석 기반 수소를 청정 수소로 전환할 방안을 모색 중입니다. 이처럼 아시아 태평양 지역의 역량은 다른 지역의 국가들에 비해 뒤떨어져 있지 않습니다.

김용학 부문장:

저도 같은 생각입니다. 더불어 한국은 수소 기술 및 채택의 최전선에서 활동하는 야심찬 선도국 중 하나입니다. 한국의 최근 사용 사례는 모빌리티에 집중되어 있으며, 머지 않아 발전에 집중하게 될 것입니다. 실제로 현대자동차는 세계 최초로 수소연료전지차(FCEV)를 양산해 국내는 물론 유럽, 미국까지 진출하는 등, 수소 연료 전지 기술 분야에서 세계적으로 선구자적인 행보를 보이고 있습니다.

또한 롯데케미칼은 포스코, 삼성엔지니어링, 한국석유공사, 말레이시아 사라왁주의 사라왁경제개발공사(Sarawak Economic Development Corporation)와 함께 1.1GW규모의 그린 암모니아 프로젝트를 추진 중입니다. 또한 롯데정밀화학과 아람코(Aramco)는 2022년 1월 저탄소 암모니아에 대한 업무협약을 체결하였습니다. 그리고 2022년 10월에는,

암모니아 5만톤 수입(Sabic 2.5만톤, Maaden 2.5만톤)을 위한 공급계약 또한 체결하였습니다. 이는 롯데케미칼의 2030년 로드맵인 'Every Step for H2'의 일환으로, 당사는 이 로드맵을 이행코자 청정 암모니아 수입을 포함해 120만톤의 청정 수소 생산 및 판매에 6조원을 투자할 계획입니다.

수소로의 에너지 전환이 머지 않았으며, 아시아 태평양 지역의 국가 대부분은 이미 수소 생태계 인프라를 개선하고 점진적으로 저탄소 공급망으로 이동하기 위한 조치를 취하고 있다는 사실에 김소미 대표님도 동의하실 것 같습니다.

2. 수소 관련 산업은 정부의 정책에 따라 좌우된다고 봐야 하나요?

김소미 대표:

정부의 지원은 분명 수소 산업을 가속화할 수 있습니다. 그러나 여러 업계 선두주자들이 입증 한 것처럼, 관련 산업이 반드시 정부에만 의존해야 하는 것은 아닙니다. 저는 업계의 협업이 보다 중요하다고 생각합니다. 서로의 전문 분야를 활용할 수 있고 협력을 통해 더 큰 목표를 달성할 수도 있기 때문입니다. 예를 들어, [HysetCo](#)는 에어리퀴드를 포함하여 탈탄소 이동 수단을 추구하는 4개 회사가 합작 투자한 수소 모빌리티 스타트업입니다. [HysetCo](#)는 협력을 활용하여, 수요를 창출하고, 수소 인프라의 자금 조달을 촉진하며, 규모의 경제를 달성하여 비용 절감을 가속화하고 있습니다. 공동투자를 통해 [HysetCo](#)는 2022년 여러 수소충전소를 구축하였으며, 4만회 충전량에 달하는 약 100톤의 수소를 유통한 바 있습니다.

이와 유사하게, 에어리퀴드코리아는 수소 경제를 촉진하기 위하여 두 개의 전략적 연합을 통해 롯데케미칼과 협력하고 있습니다. 롯데에어리퀴드에너지(Lotte-Air Liquide-Ener'Hy: LAE)는 그 중 하나로 한국의 모빌리티 시장을 위한 지속 가능하고 경쟁력 있는 수소 공급망 구축에 중점을 두고 있으며, 첫 번째 사업은 대산공장 부지에 롯데케미칼의 부생수소를 활용하는 대규모 고압수소 출하센터를 구축하는 것입니다. 이 센터는 연간 5,500톤 이상의 용량을 갖게 되며, 하루에 자동차 4,300대 또는 상업용 버스 750대를 충전할 수 있습니다. 수소 인프라에 대한 투자 협력은 청정 모빌리티의 미래를 준비하는 길입니다.

또한, 에어리퀴드코리아는 산업용 가스 기업 중 유일하게, 수소 충전 인프라 구축을 위한 컨소시엄인 HyNET과 KOHYGEN에 모두 참여하고 있습니다. 정부의 의지와 재정 지원은 수소충전소와 수소차를 빠르게 확산시키는데 크게 도움이 되었습니다. 참고로, 현재 에어리퀴드는 한국 내 19개 수소 충전소를 공급했으며, 수도권과 서부 및 남부 지역에 걸쳐서 6개 충전소에 수소를 공급하고 있습니다.

김용학 부문장:

맞습니다. 롯데에어리퀴드에너지는 업계를 선도할 수 있는 대표적 사례입니다. 그러나 수소 생태계 구축의 초기 단계에서는 정부의 역할 또한 중요합니다.

수소산업 생태계는 발전을 시작으로 모빌리티(선박, 항공기, 기차 등을 포함하여), 일반산업(철강, 석유화학, 시멘트, 전자 등) 분야의 순으로 확산하며 점진적으로 형성되어 나갈 것으로 예상하고 있습니다. 현재는 모든 분야에 걸쳐 수소 생태계의 초기 형성 단계에 있으며, 기술 발전, 적용의 수월성, 강력한 수요처의 유무 등에 따라 활성화 속도가 좌우될 것으로 보입니다. 따라서 정부는 명확한 방향을 제시하고 관련한 지원을 통해 초기 수소 생태계의 구축에 기여할 수 있는 가장 확실한 경제 주체입니다.

한국의 경우, 정부가 수월하게 부양할 수 있는 분야가 바로 발전(發電)입니다. 다른 분야들은 강력하고 단일화된 수요처가 없기 때문에, 정부의 지원 여부와 무관하게 생태계가 활성화되는데 어느 정도 시간이 필요하다고 생각하고 있습니다. 문제는 시간이 길어질수록 수소 경제 활성화의 완전한 순환을 유도할 가능성이 떨어지게 된다는 것입니다. 이것이 시사하는 것은 발전 분야에서 영향력을 행사할 수 있는 정부의 역할이 매우 중요하다는 사실입니다. 수소 생태계가 조기에 발전 분야에 구축되는 것은 규모의 경제 효과를 통하여 타 분야에서의 수소 생태계 형성 시간을 단축할 수 있는 마중물이 될 수 있습니다.

3. 액체 수소의 채택이 확대될 수 있을 것으로 보시는지요?

김용학 부문장:

과제는 공급망입니다. 기술 개발 수준, 유통망 구축 여부 및 수요처가 모두 중요합니다. 이러한 요인 중 하나라도 문제가 발생하면 수소 생태계를 효과적으로 조성하기가 어려울 것입니다. 아직 수소 생태계가 초기 구축 단계라는 점을 감안하면, 수요처의 확보가 가장 중요한 요인이라고 생각하고 있습니다. 수소는 화학물질 중 휘발성이 가장 큰 물질입니다. 따라서 수소를 기체 상태이든 액화된 상태이든 운송 및 저장에 비용이 매우 많이 들어갑니다. 이러한 특징으로 인해 어떠한 형태의 수소 프로젝트도 저장 및 운송비용을 최소화하여 경제성을 향상시키는 방안을 강구해야만 수요처를 조기에 확보할 수 있을 것입니다. 그렇기 때문에 저는 대규모 수요처 인근에서 수소를 생산하여 파이프라인을 통해 공급하여 규모의 경제를 창출하는 사업 모델을 개발하는 것이 최우선 과제가 될 것이라고 생각합니다. 소형 수요처에 파이프라인을 통해 수소를 공급하는 것은 현실적으로 어렵습니다. 즉, 수소의 수송과 저장은 불가피하며, 따라서 기체 또는 액화에 대한 의사결정이 필요합니다. 이 경우 물류비 및 에너지 비용을 종합적으로 고려하여 판단해야 하는데, 수요물량이 어느 정도 확보되느냐가 관건이 될 거라고 생각합니다. 한국의 경우 액화수소 사업이 경제성을 확보할 수 있을 정도로 수요가 형성되는 시기는 2027~2030년경으로 보고 있습니다.

김소미 대표:

전적으로 동의합니다. 수요 창출은 한국 정부의 청정 수소 생태계 조성 계획의 전략 중 하나입니다. 정부는 2030년까지 상용 수소 차량 30,000대를 보급하고 관련 수소 수요를 70개의 액체 수소 충전소를 통해 지원한다는 목표를 발표했습니다. 액체 수소 사용은 모빌리티 분야에서도 점차 더 중요한 문제가 되고 있습니다. 에어리퀴드코리아는 액체 수소 컨디셔닝 및 유통 분야에서 입증된 실적을 토대로 나아갈 준비가 되어 있습니다. 에어리퀴드 Engineering & Construction에서는, 한국 최초로 일 5톤 생산용량의 수소 액화기를 창원 지역에 공급했으며, 현재 국내 최대 용량인 일 90톤 용량의 수소 액화기를 인천에 공급하는 프로젝트를 진행 중에 있습니다. 유럽에서는 에어리퀴드와 Group ADP의 합작 투자사인 [Hydrogen Airport](#)를 통해 무탄소 항공용 액화수소와 관련한 사업개발이 본격적으로 전개되고 있습니다.

4. 지속 가능한 수소 공급의 잠재력은 무엇인가요?

김소미 대표:

수소의 잠재력은 상당하며 다양한 분야에서 유망합니다. 수소는 재생에너지, 물의 전기 분해, 바이오매스 등 다양한 원천에서 생산할 수 있는 풍부한 원소입니다. 재생 자원을 사용하여 생산한 수소는 "청정(Green) 원료"로 간주되며 몇 가지 이점을 제공합니다.

도로, 해양 및 항공을 포함하여 탄소 집약적 산업과 모빌리티 분야에서는 에너지 전환을 지원하기 위한 새로운 수소 응용 프로그램이 개발되고 있습니다. 수소의 여러 적용 사례를 고려할 때 수소를 청정하게 생산할 수 있다는 것은 이러한 모든 과정에서의 탄소 발자국을 크게 감축할 수 있다는 의미가 됩니다.

현대자동차, 토요타, 혼다 및 기타 자동차 제조사가 차세대 수소 차량을 출시함에 따라, FCEV를 활용하여 기존 차량을 탄소배출 제로 차량으로 전환하는 데 모빌리티 사업자들의 관심이 쏠리고 있습니다. 이는 차량단의 도로 배출량을 크게 경감시킬 것입니다. 동시에 수소 연료 탱크의 확장을 탐색하는 해양 및 항공 분야의 연구가 전 세계적으로 진행되고 있습니다. 이는 우리가 여행하는 방식에 혁신을 가져올 수 있습니다.

안정적이고 신뢰할 수 있으며 지속 가능한 수소 공급은 수소의 기체 또는 액체 상태 저장을 가능하게 할 것이며, 따라서 재생 에너지의 불연속적인 공급 특성을 보완할 수 있습니다. 에너지 운반체로서 다재 다능한 수소를 수소 조건화 및 유통 분야에서 에어리퀴드가 가진 전문기술과 결합하면 미래 기업과 가정에 전력을 공급하는 방식에 혁신을 가져올 수 있습니다.

김용학 부문장:

반론의 여지가 없습니다. 특히 수소는 이제 온실 가스 배출을 억제하는 데 중요한 존재가 되었습니다. 그러나 재생에너지 사용이나 탄소 포집 및 저장으로 인해 생산 비용이 증가함에 따라 경제성 확보는 더욱 어려운 문제가 되고 있습니다. 지속 가능한 수소 공급을 위한 세 가지 핵심 요소는 규모의 경제 구축, 인프라 및 기술 개발입니다. 지속 가능한 수소 공급의 잠재력을 실현하는 차원에서 저는 모두가 이러한 요소를 달성하는 데 집중해야 한다고 생각합니다.

5. 롯데에어리퀴드에너지는 지속가능한 수소 경제의 구현을 위해 어떤 노력을 하고 있나요?

김용학 부문장:

제가보기에 롯데에어리퀴드에너지의 3가지 중요 요건은 성장성, 지속가능성, 하모니입니다. 파트너십이 더 확대되지 않고 대신 수소출하센터에서 협력이 멈춘다면, 이 협력 법인의 성공은 제한적일 것입니다. 따라서 당사에서는 울산과 여수지역에서도 공동 작업을 조속한 시일 내에 전개하여 이 협력 투자의 성공을 이어 나갈 계획입니다. 또한 하나의 수소 충전소로 수소를 판매하는 **Stand Alone**형 사업은 위기상황에 매우 취약하므로 다양한 영역에서 사업을 전개할 필요가 있습니다. 따라서 고순도 수소와 관련하여서는 수소 충전소외에도 수소를 판매할 수 있는 방안을 검토할 예정입니다. 단기적으로는 합작법인의 지속가능한 운영을 위해 수소 정제 사업도 검토하고 있습니다. 마지막으로, 합작 회사운영에서 두 회사 간의 하모니가 매우 중요하다고 생각합니다. 두 기업 간의 시너지가 부족하다면 성공적인 사업 추진이 어려울 것이며, 부조화에 따라 시간과 자원이 소모될 것입니다. 이에 따라 저희는 롯데에어리퀴드에너지를 상호신뢰를 바탕으로 한 합작회사로 발전시키기 위해 최선을 다할 계획입니다.

6. 오늘날 사용되는 수소는 대부분 화석 연료를 사용하여 생산되고 있습니다. 업계가 재생 자원을 활용한 수소 생산 체제를 추구하는 데 있어 전환점이 된 것이 있다면 무엇인가요?

김소미 대표:

대규모 재생 에너지 역량을 구축하기 위한 노력은 지금도 이루어지고 있지만, 일부 지역에서는 이를 위한 충분한 자원이 없는 상황입니다. 그럼에도 불구하고 많은 국가는 탄소 중립을 국제적으로 약속했으며 이제 재생 자원으로 수소를 생산하거나 수입하는 것은 시간 문제일 것이라고 생각합니다.

이러한 측면에서 볼 때, 재생 수소 생산을 위한 상업 규모의 전기분해 개발에 국가의 재원을 조달한 유럽의 사례에서 아시아태평양 지역의 국가들은 많은 것을 배울 수 있을 것입니다. 프랑스 정부가 후원하는 지속가능한 수소 공급 프로젝트인 [Normand'Hy](#)가 대표적인데, 이를 통해 에어리퀴드는 산업 및 모빌리티 시장에서 탈탄소화를 지원하는 선두주자로서의 야망을 실현하고 있습니다. 적절한 정부 보조금 정책은 [Normand'Hy](#)와 같은 재생 수소 사업이 "chicken-and-egg"문제를 극복하며 경쟁력 있는 재생 수소 공급을 통해 수소 경제에서 수요와 공급의 선결 문제를 극복할 수 있게 해줄 것입니다.

또한 발전 및 운송과 같은 오염 부문의 전환을 위해서는 인센티브와 더불어 규제를 요구하며, 화석 연료 기반의 수단을 단계적으로 제한할 수 있도록 유도해야 할 것입니다.

7. 수소경제의 성공에 필수적인 생태계는 무엇이라고 생각하시나요?

김용학 부문장:

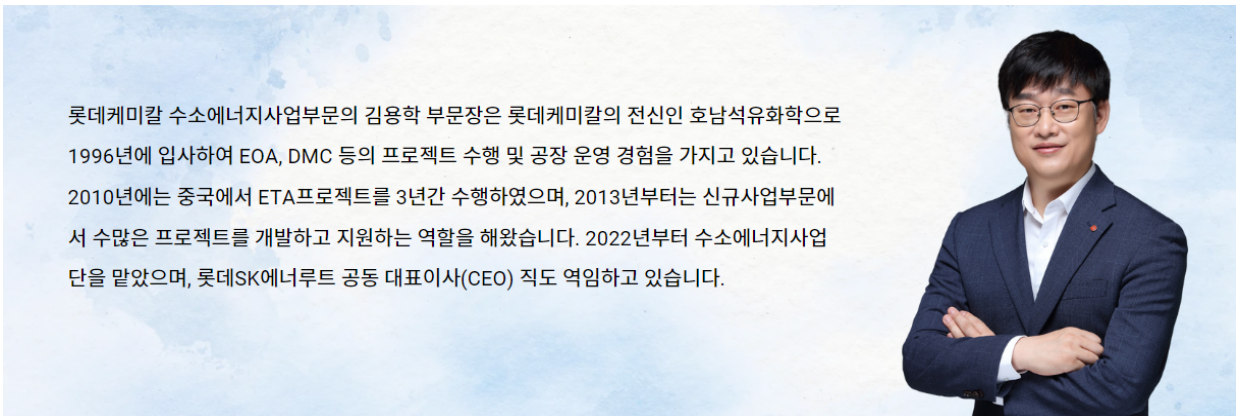
약 40년 전 한국에서는 지금의 수소 생태계 구축과 유사한 액화천연가스(LNG) 생태계의 구축과 관련하여 한 가지 우려 사항이 존재했습니다. 당시, 한국 정부는 경제적 타당성을 보장하는 차원에서 전국 단위의 기반시설(수입 단말, 부대 시설, 파이프 시스템 등) 개발을 주도하였으며, 이를 통해 기존의 에너지를 매우 빠른 속도로 대체하는 데 성공했습니다. 수소 생태계도 이와 비슷한 과정을 거쳐야 할 텐데, 이번에는 수소 기술과 솔루션의 최전선에 있는 산업계가 관련 노력을 주도하게 될 것입니다. 그러나 정부는 청정 수소 인증 및 초기 인센티브 제공 등의 공익적 역할을 (특히 발전 분야에서) 제공할 경우 진정한 게임 체인저가 될 것이며 수소 생태계 구축을 가속화할 수 있을 것입니다.

김소미 대표:

저도 동의합니다. 분명한 것은 많은 주체들이 힘을 모아야 한다는 것입니다. 우리는 수소 관련 수요를 이해하고 이를 통합할 수 있어야 합니다. 산업용 가스 회사는 수소 공급망 기술을 개선해야 하며 장비 제조사는 신뢰할 수 있고 내구성 있는 수소장비 대량 생산에 집중해야 할 것입니다. 전 세계 정부는 수소 생태계 참여자에게 인센티브를 제공하는 동시에 전통적인 화석 연료 기반 솔루션의 사용을 제한해야 합니다. 무엇보다 수소 경제의 안정을 위해서는 장기적인 관점에서 수소의 가격 불안정성을 규제하는 당국의 개입이 필요합니다. 모든 주체는 도전에 나서야 합니다. 흔히 말하는 것처럼, 변화를 위해서는 공동체 전체가 나서야 합니다.



김소미 대표는 롯데에어리퀴드에너지의 초대 CEO이자 대표이사입니다. 롯데에어리퀴드에너지는 한국 모빌리티 시장을 겨냥하여 수소 공급망 확충을 목표로 2022년 12월에 설립된 에어리퀴드코리아와 롯데케미칼의 합작회사입니다. 이전에는 수소 에너지 사업부를 이끌었으며 다양한 직책을 담당한 바 있습니다. 2009년 에어리퀴드코리아에 합류한 후에는 Industrial Merchant 사업 부문장, Onsite 사업 책임자 및 Large Industries 사업 개발 등을 담당했습니다. 2016년부터 에어리퀴드코리아 집행위원, 2019년 9월부터 정부에서 지정한 '수소산업 진흥 전담기관'인 H2Korea의 비상임이사, 2021년 6월부터 KOHYGEN(Korea Hydrogen Green Energy Network) 비상임이사로 활동 중입니다.



롯데케미칼 수소에너지사업부문의 김용학 부문장은 롯데케미칼의 전신인 호남석유화학으로 1996년에 입사하여 EOA, DMC 등의 프로젝트 수행 및 공장 운영 경험을 가지고 있습니다. 2010년에는 중국에서 ETA 프로젝트를 3년간 수행하였으며, 2013년부터는 신규사업부문에 서 수많은 프로젝트를 개발하고 지원하는 역할을 해왔습니다. 2022년부터 수소에너지사업단을 맡았으며, 롯데SK에너지 공동 대표이사(CEO) 직도 역임하고 있습니다.