

## 액체수소 운반선의 국내외 기술동향 및 기술적 고려사항

KR 대체연료기술연구팀 노길태 수석



### 탈탄소 시대의 수소 운송 : 액화수소와 암모니아 운반선

파리 협약을 이행하는 과정에서 각국은 온실가스 배출 감축 목표, 즉 국가 결정 기여(NDC)를 설정하고 있으며, 이는 평균적으로 2030년까지 40% 감축을 목표로 하고 있다. 이러한 도전적인 목표를 달성하기 위해 각국은 대량의 수소를 해외로부터 수입할 계획을 수립했다. 특히 한국, 일본, 대만의 경우 에너지 수요에 비해 화석연료 기반 블루 수소 또는 재생에너지 기반 그린 수소의 생산이 충분하지 않아 80% 이상의 수소를 외국으로부터 수입해야 하는 실정이다. 또한 유럽과 중국과 청정수소의 자국 생산을 증대시키고 있지만 여전히 많은 양의 수소를 수입해야 하는 국가로 분류된다. 반면 중동, 호주, 미국, 남미 등은 풍부한 천연자원과 재생에너지를 기반으로 블루 수소나 그린 수소를 생산하여 수출할 수 있는 나라들이다.

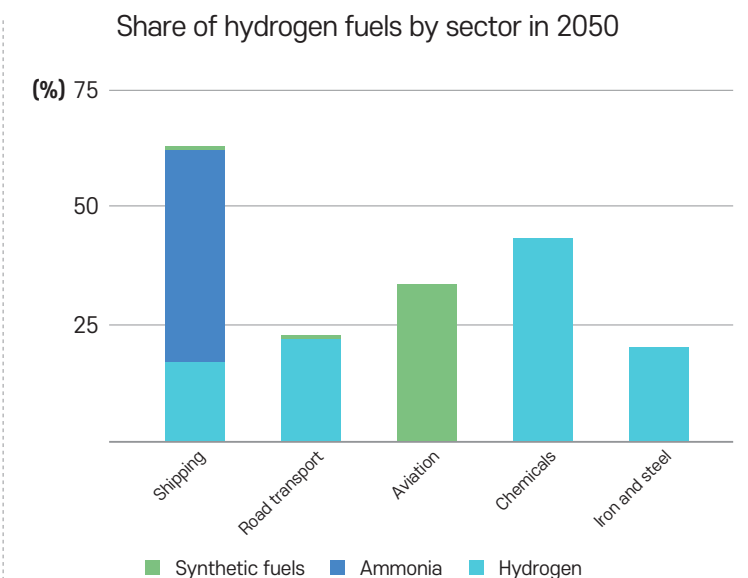
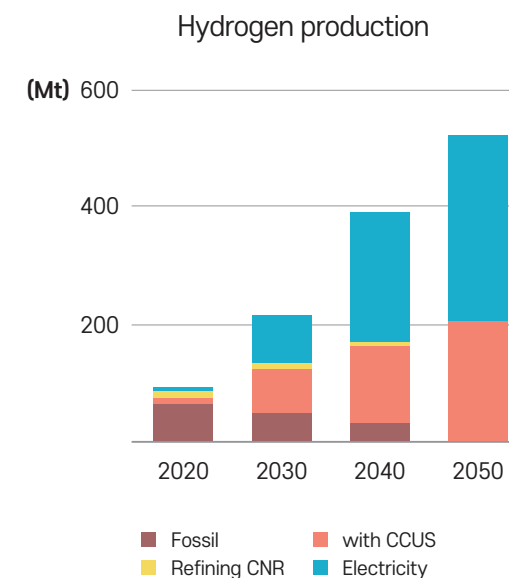


### 전 세계 수요 생산량 및 소비량

현재 LNG가 주요 에너지 운송 수단으로 사용되고 있지만 미래에는 수소가 청정에너지 운송의 주요 수단으로 자리 잡을 것으로 예상된다. IEA에서는 전 세계적으로 2030년까지 2억 톤, 2050년까지 5억 톤의 수소가 생산되어 선박, 도로, 항공 및 산업에 사용될 것으로 예측하며, 2050년까지 이러한 수소를 수송하기 위한 액화수소 운반선이 200여 척에 이를 것으로 예상하고 있다.

### 수소 운송 수단 : 암모니아와 액화수소

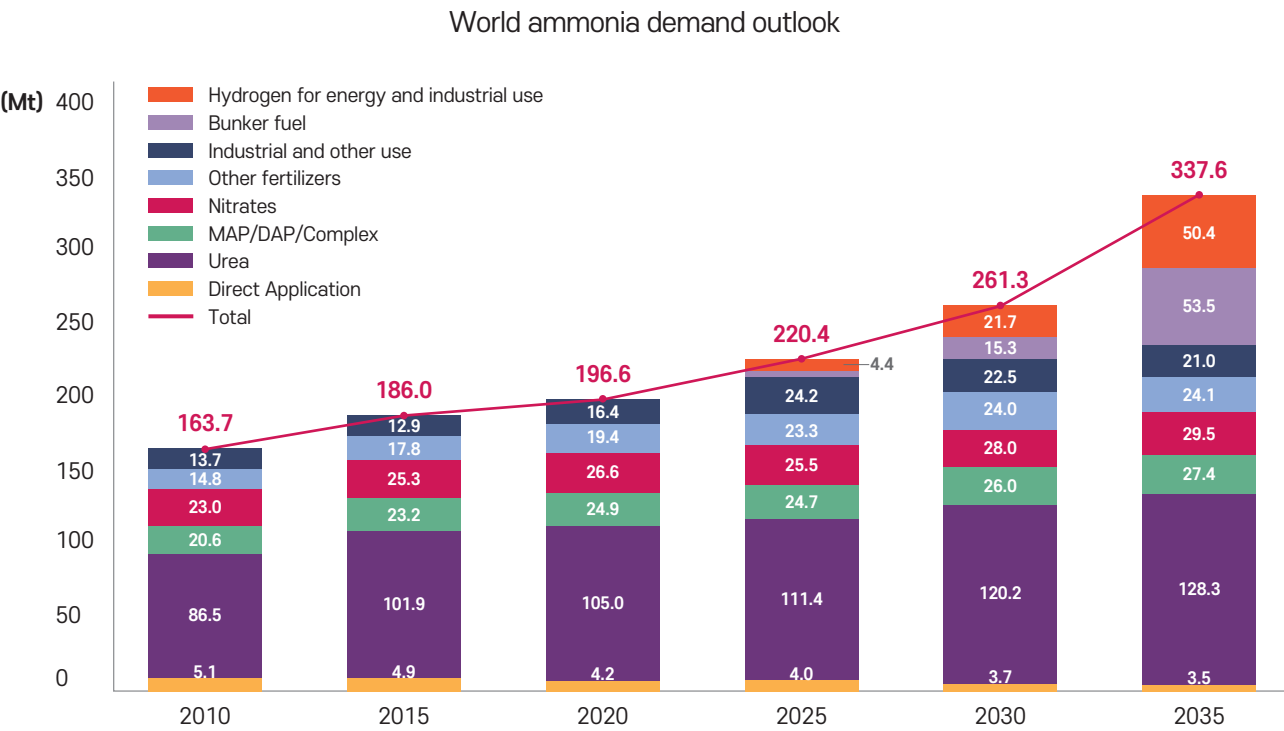
수소를 운송하는 방법으로는 액화수소 형태로 직접 운반하는 방법과 암모니아로 합성하여 운반하는 방법이 있다. 암모니아의 경우 -33℃로 저장 및 운송이 용이하다는 장점이 있으나 독성이 있다는 점과 에너지 사용을 위해서는 질소와 수소를 분리하는 과정이 필요하고 이때 많은 에너지가 필요하다는 단점이 있다. 액화수소의 경우 높은 순도의 수소를 운송함으로써 수소를 필요로 하는 산업에 직접 사용할 수 있다는 장점이 있는 반면, -253℃의 매우 낮은 온도로 액화해야 하고 운송 시 LNG에 비해 증발에 의한 손실이 많이 발생한다는 점 및 부피당 에너지 밀도가 낮다는 단점이 있다.



현재 암모니아 운반선의 경우 실제 많은 선박이 운항되고 있고 친환경 암모니아를 운반하는데 기술적인 허들이 거의 없다는 장점 때문에 단기와 중기의 수소 운반 수단으로 각광을 받고 있다. 액화수소 운반선의 경우 아직까지 극저온 화물창 기술이나 기자재가 개발 중인 단계이고 생산지에서 대규모 액화 플랜트가 필요하다는 점에서 2030년 이후 장기적인 수소의 운반 수단으로 사용될 것으로 보인다. 특히 한국과 일본은 유사한 산업 생태계와 우수한 조선 기술을 바탕으로 수소 운반 정책도 거의 유사하여, 단기·중기로 암모니아, 장기로 암모니아와 액화수소를 병행하는 방법을 통해 수소를 수입할 계획을 갖고 있다.

암모니아 수입 : 한국, 일본, 유럽

현재 암모니아의 글로벌 생산량은 2억 톤 가량이며 물동량은 1,800만 톤으로 대부분 비료 제조 목적으로 운송이 된다. 하지만 향후 석탄 발전에 암모니아를 혼소하거나, 수소 운반의 수단 및 무탄소 선박 연료로서의 사용을 고려한다면 2035년까지 3.4억 톤으로 성장할 것으로 전망된다. 유럽의 경우 수소 수입의 상당량을 암모니아 수입을 통해 공급할 예정이며 수입된 암모니아를 크래킹할 수 있는 대규모 플랜트를 계획 중이다. 한국과 일본의 경우 석탄 발전에 암모니아를 혼소하기 위하여 금년부터 청정 암모니아를 수입할 예정이며 이에 따라 항만 인프라 시설을 확장하고 있다. 향후에는 발전과 더불어 암모니아를 크래킹하여 얻은 수소를 차량과 제철 분야에 사용할 예정이다.



출처 : S&P Global Commodity Insights, 2023.08.

초대형 암모니아 운반선의 등장

대륙에서 대륙으로의 수소 운반 수단으로 암모니아 사용될 경우, 기존의 비료 사용 목적으로 사용되는 80~90K 암모니아 운반선은 운송 효율 측면에서 경제성이 떨어질 수밖에 없다. 이에 따라 대형 조선소를 중심으로 150~200K에 이르는 초대형 암모니아 운반선이 설계되고 있다. 초대형 암모니아 운반선의 경우, 기존에 사용하던 독립형 Type A 탱크로 설계할 시 크레인 용량의 제한으로 인해 탱크를 분할하여 제작해야 하는 문제와 중량 및 폭이 증가하여 항만 입항이나 운하 통과에 불리할 수 있다는 단점이 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해 대형 조선소에서는 새로운 개념의 화물창 설계를 고심하고 있으며 KR에서도 이와 관련된 협업을 활발히 진행하는 중이다.



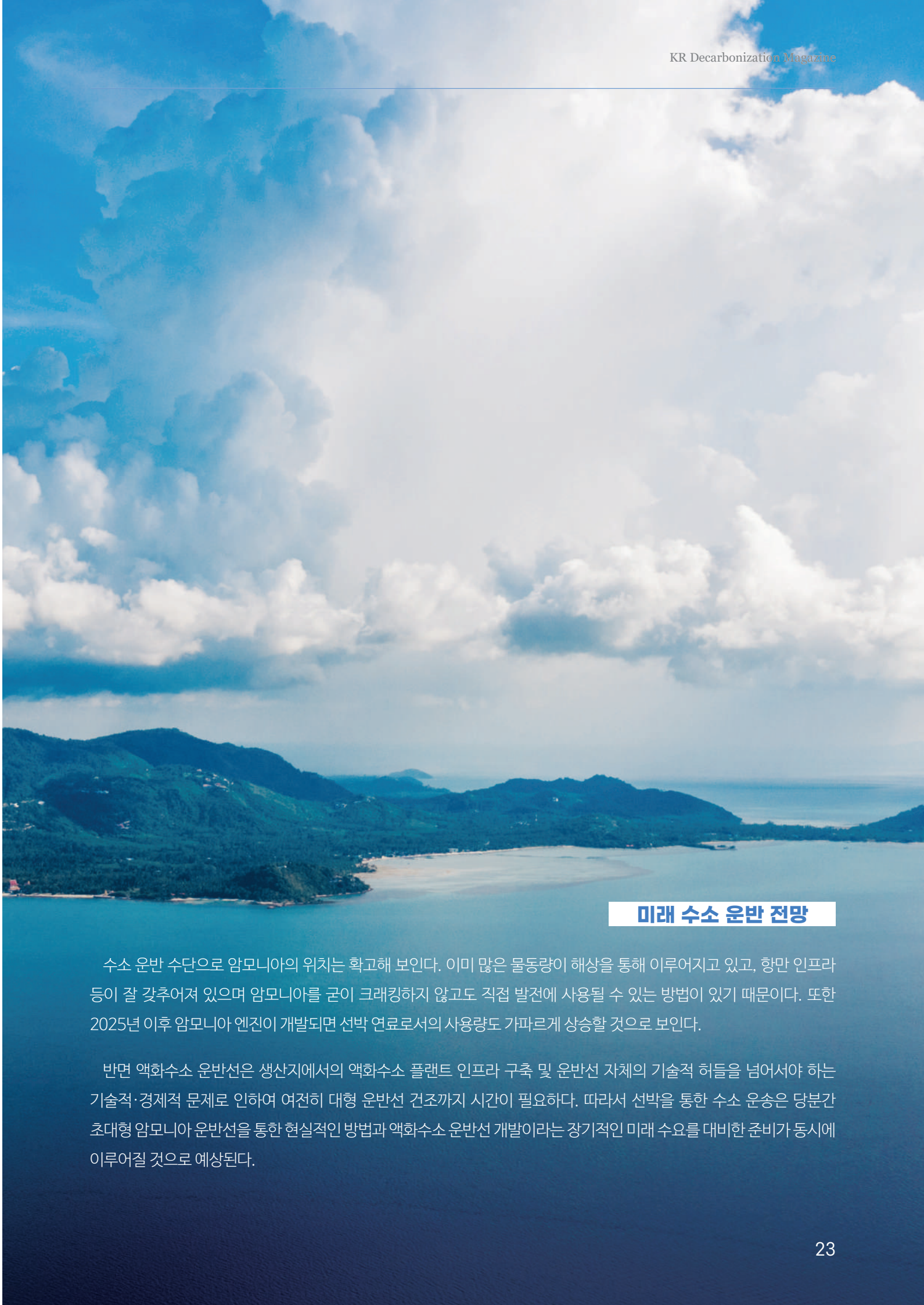


액화수소 운반선 개발 : 한국과 일본

액화수소 운반선의 경우, 일본의 가와사키 중공업에서 세계 최초로 1.25K급 Suiso Frontier를 건조하여 호주로부터 액화수소를 운반하였으며 2030년 이전까지 160K의 액화수소 운반선을 건조하겠다는 프로젝트를 발표하였다. 한국은 2028년까지 2.0K급 액화수소 운반선을 건조할 계획이며 2030년까지 이를 40K로 확대하고 향후 160K 이상의 액화수소 운반선을 건조할 예정이다.

단계적인 용량 확대는 대형 액화수소 운반선 건조를 위해 거쳐야 하는 필수적인 절차이다. 우선 파일럿 프로젝트 형태로 화물창 기술, BOG 처리 기술 개발 및 소형 선박을 통해 실선 검증을 수행하고, 이후 대규모 수소 생산, 액화 플랜트 건설, 수소 수요 증대로 이어지는 공급망을 갖추면서 규모의 경제로 성장함에 따라 상업용 액화수소 운반선 건조가 이루어질 것이다.

한편 IMO MSC에서는 금년 액화수소 운반선에 대한 잠정지침을 완료할 예정이었으나 한국정부에서 제안한 Type C 이외의 다양한 화물창 기술을 포함하자는 의견이 받아들여져서 2~3년 정도 연장될 예정이다.



미래 수소 운반 전망

수소 운반 수단으로 암모니아의 위치는 확고해 보인다. 이미 많은 물동량이 해상을 통해 이루어지고 있고, 항만 인프라 등이 잘 갖추어져 있으며 암모니아를 굳이 크래킹하지 않고도 직접 발전에 사용될 수 있는 방법이 있기 때문이다. 또한 2025년 이후 암모니아 엔진이 개발되면 선박 연료로서의 사용량도 가파르게 상승할 것으로 보인다.

반면 액화수소 운반선은 생산지에서의 액화수소 플랜트 인프라 구축 및 운반선 자체의 기술적 허들을 넘어서야 하는 기술적·경제적 문제로 인하여 여전히 대형 운반선 건조까지 시간이 필요하다. 따라서 선박을 통한 수소 운송은 당분간 초대형 암모니아 운반선을 통한 현실적인 방법과 액화수소 운반선 개발이라는 장기적인 미래 수요를 대비한 준비가 동시에 이루어질 것으로 예상된다.



KR Decarbonization Magazine

# Interview\_

