

수소 경제, 정책 지원으로 견인한다

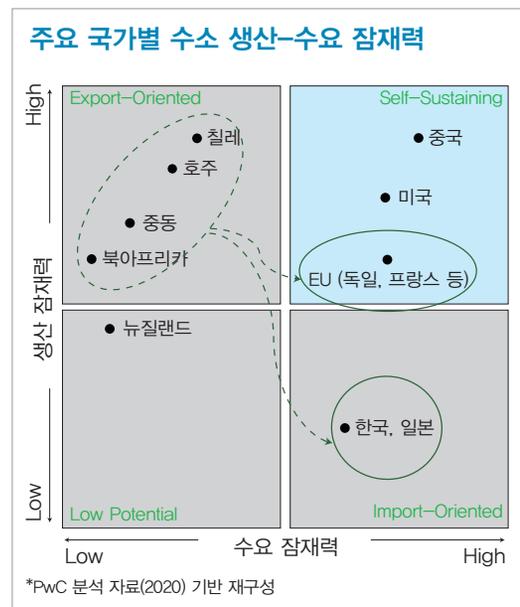
김상민 · 최정덕

EU, 미국 등 주요국에서 공격적인 수소 경제 활성화 정책들을 입안하고 있습니다. 이에 따라 지지부진하던 수소 경제로의 이행이 탄력을 받을 것으로 보입니다. 이 글에서는 국가별 동향을 바탕으로 수소 경제의 미래를 예상해 보았습니다.

펜실베니아 대학의 제레미 리프킨(Jeremy Rifkin) 교수가 2002년 그의 저서 『The Hydrogen Economy』에서 ‘탄소 경제보다 친환경적이며 영구적인 수소 경제’라는 아름다운 수사(修辭)를 제시한 지 벌써 20여년이 지났다. 이후 탄소중립에 대한 목소리가 여느 때보다 높아지고, 이를 위한 핵심 수단으로서 수소 경제의 필요성에 대한 글로벌 공감대가 형성되는 등의 진전이 있었다. 물론 수소 경제는 경제성 부족, 관련 인프라 미비 등의 이유로 자생력을 확보하기 어려워 신기루에 불과하다는 의구심이 여전히 있다. 그러나 최근 1~2년간 각국에서는 수소 생산 비용을 낮추고 운송 및 수요 인프라를 구축·확충하기 위한 정책적 지원을 구체화하면서, 비로소 수소 경제를 향한 실질적인 움직임이 나타나고 있다.

현실화되기 시작하는 수소 경제

주요 국가별 수소 정책을 살펴보면, 먼저 자급자족이 가능한 EU/미국 등은 청정 수소¹ 생산의 경제성 제고와 수요 확대를 촉진시킬 수 있는 정책을 병행 추진함으로써 수소 경제의 선순환 체계를 마련하는 데 주력하고 있다. 반면 수소의 수입 의존도가 높은 한국/일본은 자체 생산보다 유리한 생산 환경을 가지고 있는 수출국으로부터의 해외 조달에 초점을 맞추고 있다. 또한 이들은 해상 운송의 고비용 문제를 해결하기 위한 실증 사업 지원과 함께 수요 기반을 미리 확보하기 위한 정책도 추진하고 있다. 수출국인 호주, 남미(칠레), 중동(UAE, 사우디, 카타르 등)은 이와 반대로 자체 생산 지원과 수요국 주도의 해상 운송망 구축 협력에 집중하고 있다. 한편, 중국은 생산과 수요 측면에서 세계에서 가장 잠재력 높은 국가 중 하나로 평가받고 있으나, 아직까지 중앙 정부 차원에서 명확한 정책 목표와 구체적인 정책 수단을 발표하지 않고 있다. 다만 중국의 성장 잠재력과 글로벌 파급력을 감안하면, 향후 중국의 정책 변화 움직임을 주목할 필요가 있다.



1 청정 수소는 일반적으로 그린 수소, 블루 수소, 핑크 수소로 분류함
 - 그린 수소: 재생 발전(태양광, 풍력 등) 기반 수전해(水電解)를 통해 생산
 - 블루 수소: 천연가스 개질 및 그 과정에서 발생한 탄소의 포집·저장을 통해 생산
 - 핑크 수소: 원자력 발전 기반 수전해를 통해 생산

주요 국가별 수소 경제 관련 정책 동향

구분	비전 및 목표	주요 정책 수단	
		공급 확대	수요 촉진
자급 자족	EU	· 신재생 발전 인프라 투자 지원 확대(CEEAG) · 수전해 인프라 투자 지원 포함(Innovation Fund 3차 프로젝트 지원, GBER InvestEU펀드 지원 개정안)	· 산업, 수소 연료 중심의 CCfD 도입(독일, 네덜란드 파일럿) · 수소 충전소 건설비 50% 지원(GBER InvestEU 펀드 지원 개정안)
	미국	· 인프라 구축 세제 지원(ITC), CCUS 세제 지원 확대 · 수소 생산에 대한 PTC 도입(\$0.12~3.00/kgH2) · 수소의 생산·운송·활용 연계 허브 구축에 \$80억 인프라 투자(컬프만, 캘리포니아 등 고려 중, 최소 4개 허브)	· 신규 수소차 구매자 대상 세제 지원/현금 리베이트 (연방 정부 \$7,500~40,000, 캘리포니아 정부 \$4,500)
	중국	· 전략적 신규 사업 · 25년 그린 수소 생산 10~20만톤 · (지방 정부) 수전해 설비 보조금 지원(사천, 우한) · (지방 정부) 수전해 설비 관세 면제(내몽고) · 액화수소의 생산·운송·활용 국가 표준 발표	· 수소 연료전지 관련 부품 관세 4%p 인하 · (지방 정부) 내연기관 수소차 교체 시 보조금 지원 (베이징 1만위안, 후베이 8천위안)
수입 중심	한국	· 수소 경제 전주기 생태계 구축으로 청정 수소 경제 선도 · 30년 청정 수소·암모니아 수요 290만톤 ; 50년 최종 에너지 수소 비중 33%(청정 수소·암모니아 500만톤 자체 생산) · MW급 수전해 실증 사업 확대 · 청정 수소 공급망 이니셔티브 추진	· 청정 암모니아 혼소 발전 보조금 지원(24년부터 시행 예정), 상용 수소차 연료 보조금 지원 (3,500~4,100원/kg) · 청정 수소 발전 의무화 제도로 할당 규제 · 신규 수소차 구매 보조금 지원(최대 3,750만원)
	일본	· 에너지 안보 확보 및 기후 변화 대응 · 30년 청정 수소·암모니아 시장 42만톤 ; 50년 청정 수소·암모니아 시장 2,000만톤 규모 달성 · FIT 제도로 신재생 발전 차액 지원 및 수전해 CAPEX의 최대 66% 보조금 지원 · 후쿠시마 F2R, 그린 수소·암모니아 생산 실증, 豪 Perth 블루 암모니아 생산 실증(미쓰이-JOGMEC) · 豪 Latrobe Valley 갈탄 수소 액화 공급망 실증 (HySTRA) · 브루나이 SPERA MCH 공급망 실증(AHEAD)	· 암모니아 혼소 발전 시 차액 보조 지원 검토 중 · 산업용 분산발전 연료전지 보조금 지급 (산업용 SOFC CAPEX ~33%, 가정용 연료전지는 폐지), 수소 충전소 CAPEX 50~66%, OPEX ~66% 지원 · 신규 수소차 구매 보조금 지원(225~250만엔)
수출 중심	호주	· 에너지 안보 증진, 일자리 창출, 수출 산업 육성 · (NSW) 30년 그린 수소 연간 11만톤 생산, (SA) 40년 수소 시장 점유율 12% 달성 · (지방 정부) 그린 수소 생산 전기료, 망 이용료 인하 검토 (NSW, 퀸즈랜드) · 그린 수소 실증 허브 구축 사업에 정부 펀드 투자 (연방 정부 펀드 \$2.9억 + 각 지방정부 지원)	· (지방 정부) 수소 트럭 및 충전소 실증
	남미 (칠레)	· 30년 그린 수소 생산 100만톤 · 그린 수소 생산 프로젝트에 정부 펀딩(388MW급, \$5,000만) · 북부 사막 국유지 임대 계약 절차 간소화	· 광물 채굴용 상용차 수소 연료 시스템 개발
	중동 (UAE)	· 30년 저탄소 수소 시장 점유율 25% · 국영 기업 ADNOC, 그린·블루 수소 프로젝트 투자 · 국영 기업 ENEC 등, 핑크 수소 프로젝트 R&D MoU	-

수소 경제 선도하며 주도권 확보 노리는 EU와 미국

현재 수소 경제 육성에 가장 적극적인 EU와 미국은 재생 발전 비용이 저렴하고 막대한 규모의 천연가스전을 가지고 있는 등 청정 수소 생산에 가장 유리한 것으로 평가 받고 있다. 운송 측면에서도 기존 천연가스 파이프라인을 활용하여 생산된 수소를 역내 수요지로 비교적 저렴하게 이동시킬 수 있는 장점이 있다. 또한 화학, 정유 등 기존 그레이 수소² 사용 산업과 상용차나 철강 등 청정 수소 외에는 탈탄소가 어려운 영역에 상당한 수준의 수요 기반을 보유하고 있는 것도 강점이다.

EU는 그린 수소 생산-수요의 도전적인 목표(2030년까지 그린 수소 1,000만톤 생산, 2,000만톤 수요)와 함께 균형 잡힌 지원책을 제시하고 있다. 다른 국가와의 큰

2 천연가스, 석탄 등 화석연료의 개질(고온/고압의 수증기와 반응)을 통해 생산된 수소

차이점은 러시아-우크라이나 전쟁 이후 EU는 에너지 수급난을 겪으며 천연가스 기반 블루 수소에 대한 목표나 정책 지원을 폐기하고 그린 수소에만 초점을 맞추고 있다는 것이다. EU는 2008년부터 ‘2020 기후 에너지 패키지’를 통해 그린 수소 생산의 전제 조건인 신재생 발전 인프라에 대한 투자를 이끌며 2020년 재생 에너지 비중을 22%까지 확대하였다(2010년 14%). 최근에는 수전해 프로젝트에 대한 투자 지원도 늘리고 있다.³ 국제에너지기구(IEA)의 2021년 발표에 따르면 2030년 EU 내 양산 가능한 그린 수소 생산 프로젝트의 예상 규모는 약 940만톤이며, 정책적 지원이 강화됨에 따라 EU의 생산 목표치인 1,000만톤 달성은 충분히 가능해 보인다.

또한, EU는 그린 수소의 수요를 촉진하기 위해 탄소차액계약제도(Carbon Contract for Difference, 이하 CcFd)의 도입을 추진하고 있다.⁴ CcFd는 탄소저감 공정을 통한 생산 비용이 탄소세(혹은 탄소배출권 가격)를 포함한 기존 탄소배출 공정의 생산 비용보다 높을 경우 그 차액을 지원해주는 제도이다. 우선적으로 산업 공정 내 청정 수소 도입(암모니아 생산, 정유 탈황, 수소환원제철 등) 및 전기화에 적용될 것으로 보인다.

미국은 바이든 정부가 에너지 안보 및 기후 변화 대응 관련 법안을 정비하면서, 공격적인 수소 전략과 정책 지원을 통해 수소 경제의 주도권 확보 경쟁에 참여하고 있다. 그린 수소 중심으로 역내 생산과 역외 조달을 병행하는 EU와 달리 미국은 그린 수소 외에 블루 수소와 핑크 수소도 청정 수소 범위에 포함하여 완전한 자급을 통한 2030년 1,000만톤 규모의 수소 경제 달성을 목표로 하고 있다. 미국은 청정 수소의 생산 비용을 낮출 수 있는 공급 촉진 정책에 초점을 두면서 생산자에 충분한 투자 유인을 제공하고 있다. 대표적인 공급 촉진 정책으로 생산세액공제(Production Tax Credit, 이하 PTC), 투자세액공제(Investment Tax Credit, 이하 ITC), 탄소포집·저장·활용 세액공제(CCUS Tax Credit, 이하 CCUSTC) 등을 들 수 있다.⁵ 이 중 특히 주목할 만한 정책은 PTC인데, BNEF(Bloomberg New Energy Finance)는 PTC 지원 하에 2030년 미국의 그린 수소 생산 비용이 충분한 경제성 확보가 가능한 수준까지 하락할 것으로 예상하고 있다. 이를 방증하듯이 PTC가 포함된 인플레이션 감축 법안이 통과된 직후 수전해 시스템 기업인 넬(Nel)은 북미 시장 진출을 위해 생산 Capa를 2배 증설하는 계획을 발표했으며, 톱소(Topsoe)는 미국 내 세계 최대 규모의 수전해 시스템 생산 공장 건설을 검토하고 있다.

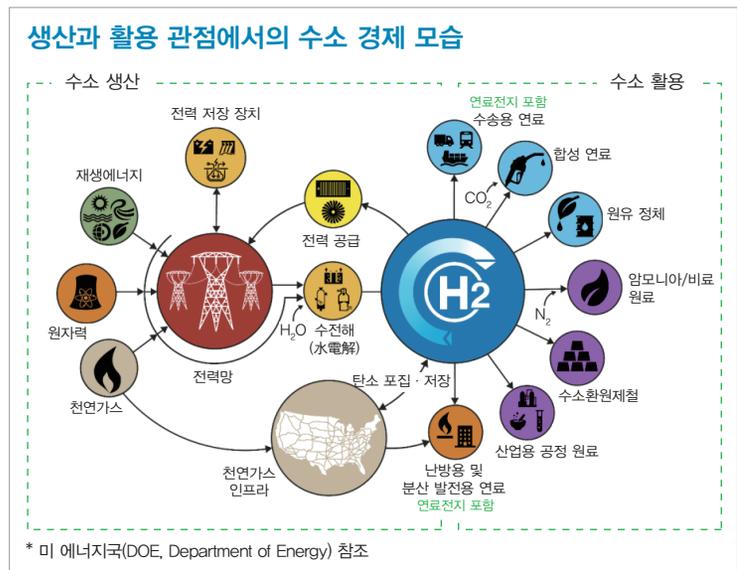
3 2021년 10월 EU는 GBER(General Block Exemption Regulation, 지원금 보조 규정) 개정을 통해 InvestEU 펀드의 수전해 프로젝트 투자 지원 근거를 마련했으며, 2022년 11월 지원을 받기 시작한(올해 2분기 중 지원 프로젝트 확정 예정) Innovation Fund의 3차 지원 대상 중에도 수전해 프로젝트를 포함하였음.

4 EU 집행위원회에서 REPowerEU(2022년 5월 발표)를 통해 공식적으로 도입 예고

5 미국의 경우 2021년 11월 Infrastructure Investment and Jobs Act(IIJA)와 2022년 8월 Inflation Reduction Act(IRA)를 통해 공급 확대 정책을 도입 및 강화함: PTC를 통해 청정 수소 생산 시 탄소 배출량에 따라 최대 \$3/kg의 세제 혜택 제공, ITC를 통해 신재생 발전 설비 투자비의 최대 60% 규모까지 지원, CCUSTC를 통해 탄소포집·저장·활용에 대한 최대 \$85/CO₂e의 세제 혜택 제공 등

수요 기반 확대 정책은 수소 허브 활성화를 중심으로 추진될 전망이다. 기존 그레이 수소에서 청정 수소로의 전환 수요가 많은 걸프만(다수의 정유 및 암모니아 생산 공장 위치)과 수소 충전소 등 인프라 수준이 상대적으로 높은 캘리포니아가 주요 수소 허브 후보지로 거론된다.

EU와 미국은 정책 지원에 힘입어 향후 10년 내 보조금 없이도 수소 경제의 자생력 확보가 가능한 공급과 수요 기반을 마련하고, 2030년경 이후에는 본격적인 수소 경제 활성화가 가능할 것으로 기대한다. EU는 CCfD를 통해 지원 대상 산업에서 그린 수소가 기존 화석연료 기반 공정과 가격 평형(Cost Parity)을 이룰 수 있을 것으로 예상된다. 한편, 미국은 현 시점에서도 PTC를 통해 청정 수소가 천연가스 또는 그레이 수소 대비 유사한 수준의 가격 경쟁력을 확보하는 것으로 나타난다.⁶



역외 조달 수소를 통한 수소 경제를 준비하는 한국과 일본

청정 수소의 자체 공급이 절대적으로 부족한 한국과 일본은 청정 수소 생산이 용이한 호주, 남미, 중동 등 수출국으로부터의 역외 조달이 불가피하지만, 수출국의 청정 수소 생산 확대 지연 및 해상 운송 인프라의 낮은 경제성으로 단기 내 공급 규모 확대는 어려워 보인다. 따라서 한국과 일본의 수소 경제는 자생력을 확보하는데 적어도 10년 이상의 시간이 필요할 것으로 보이며, 그동안은 주로 기존 운송 인프라 활용이 가능한 암모니아 중심으로 도입이 이뤄질 것으로 예상된다. 청정 암모니아 도입의 경우, 암모니아를 다시 수소로 전환하는 암모니아 크래킹 방식보다는 발전용 혼소⁷ 등에 우선적으로 활용될 것으로 예상된다. 이와 함께 한국과 일본은 수요 기반을 확대하고 다양한 해외 조달 방식을 검증하는 시도가 이미 활발하게 이루어지고 있다.

6 2021년 미국 천연가스 가격 기준(\$3.9/MMBtu): 천연가스 가격은 \$0.5/kgH₂, 그레이 수소 가격 \$0.9/kgH₂, 그린 수소 가격은 최대 정책 지원시 \$0.6~2.4/kgH₂: 천연가스의 경우 수소 1kg의 열량 39.4kWh 기준으로 환산함. (World Bank Commodities Price Data, BNEF 자료 참고)

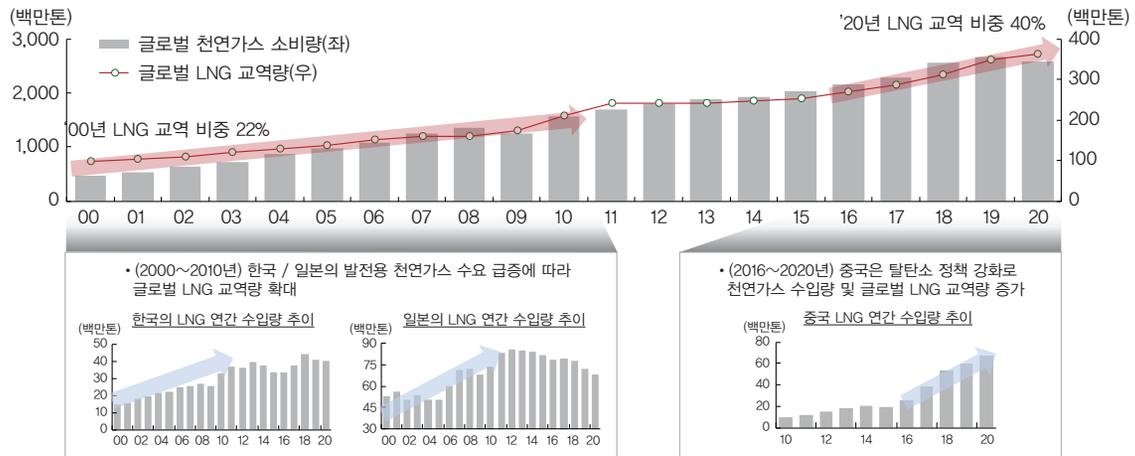
7 석탄/가스 화력 발전 시, 암모니아/수소를 혼합해 연소시키는 방식

한국은 밸류체인 전체보다는 발전용 및 수소차 수요 기반 확대에 집중 지원함으로써 점진적으로 업스트림까지의 활성화를 기대하고 있다. 산업통상자원부는 2024년부터 24개 석탄화력발전소에서 5% 수준의 암모니아 혼소를 위한 보조금 지원을 검토 중이다. 또한, 청정 수소 발전 의무화 제도를 통해 청정 수소의 수요를 촉진시킬 계획을 가지고 있다. 수소차 구매 보조금, 상용 수소차 연료 보조금 등의 수송용 수요 촉진 정책도 시행 중으로, 중장기 관점에서 수요 인프라를 확충하는 데에도 주력하는 모습이다.

일본도 수요 관점에서는 한국과 유사하게 발전용 및 수소차 수요 기반 확대를 지원하고 있다. 일본은 신에너지산업기술종합개발기구 지원 하에 2023년 혼슈 아이치현에 있는 1GW급 석탄화력발전소에서 20% 암모니아 혼소를 실증할 예정이다. 향후 기존 연료와의 차액 지원을 통해 2030년까지 일본 내 전체 석탄화력발전소의 혼소율을 20%까지 확대할 계획이다. 또한 일본은 2010년대 초반부터 수소차 생태계 확대에 가장 적극적인 모습을 보인 국가 중 하나이다. 수소 충전소 건설 및 운영 비용 보조금 지원, 수소차 구매 보조금 지원을 통해 2021년 기준 수소 충전소 글로벌 M/S

LNG 사례로 보는 주요 에너지원으로서 수소의 부상 가능성

글로벌 천연가스 소비량 및 LNG 교역량 추이(2000~2020년)



동북아의 수소 경제 활성화에 대한 부정적인 시각은 주로 수소의 원거리 운송에 대한 어려움에 기인한다. 이는 2020년 글로벌 천연가스 교역량의 40%를 차지하는 LNG 시장 초기의 우려와 매우 유사하다. 당시에는 고압 액화 비용부터 터미널 구축 비용까지 경제성이 낮아 LNG 시장의 활성화는 현실적으로 불가능하다는 관점이 많았다. 그러나 탈탄소 드라이브와 함께 2000년 1억톤에 못 미치던 LNG 교역량은 한국, 일본의 수요 증가와 중국의 시장 진입에 힘입어 2020년 3억 6,000만톤 수준까지 약 3.7배 증가할 수 있었다.

23%, 수소차 M/S 13%를 달성했다.⁸

이와 더불어 일본 정부는 수소의 원격지 운송에 대한 난맥상을 해결하기 위해 다양한 수소 캐리어를 활용한 글로벌 공급망 실증에도 많은 지원을 아끼지 않고 있다. 호주와 세계 최초이자 현존하는 유일한 액화수소 해상 공급망 실증 사업(HySTRA), 브루나이와 액상유기수소운반체⁹를 통한 해상 공급망 실증 사업(SPERA)을 추진 중이다. 한국은 작년 ‘청정 수소 공급망 이니셔티브’ 추진을 발표했으나, 실증 파트너를 찾고 있는 초기 단계에 머물고 있다.

다가오는 수소 경제, 장기적 관점의 관심과 대응이 필요

수소 경제는 더 이상 막연한 수사로만 바라볼 수 없으며, 대형 비즈니스 기회로서 주목해야 한다. 국가별 차이는 있지만 그동안 수소 경제의 도래를 지연시키던 당위와 현실 사이의 간극을 정책이 채우기 시작하고 있다. 2050년 탄소중립을 향한 주요 수단 중 하나로서 수소 경제는 비가역적 트렌드로 자리잡고 있다. 수소는 2050년 최종 에너지 믹스에서 15% 내외¹⁰의 비중으로 확대가 전망되는 바, 새로운 에너지 경제 체제를 맞이할 준비가 필요하다.

수소 경제의 성장 속도에 대한 지역별 편차와 불확실성이 여전히 존재하므로 사업 관점에서 유연한 대응이 필요하다. 동북아 LNG 교역 활성화 사례를 통해 확인할 수 있듯이, 주요 잠재력을 갖춘 한국과 일본은 분명 거대 시장으로 성장할 가능성이 있다. 그러나 수소 경제 여건이 양호하고 정책적 지원으로 가속 성장이 예상되는 EU나 미국과 달리, 한국이나 일본은 수소 경제 도입에 최소 10년의 시간이 소요될 것으로 보인다. 기술적/경제적 장벽을 뛰어 넘을 수 있는 돌파구 마련 가능성을 예의 주시하면서, 중장기적인 관점에서 수소 관련 사업의 접점 마련과 함께 사업 기회를 모색할 필요가 있다. LG경영연구원

8 IEA Global EV Outlook 2022 참고; 수소 충전소 글로벌 점유율 1위, 수소차 글로벌 점유율 4위(등록 기준)

9 수소를 상온/상압에서 액체 상태의 탄화수소화합물로 결합한 물질. 보관 및 운송이 용이하며, 수조에서 화학적 분해를 통해 다시 수소를 분리해 활용할 수 있음. 대표적인 액상유기수소운반체로는 톨루엔(메틸벤젠)이 있음.

10 2020년 한국의 최종 에너지 믹스 중 천연가스 비중은 12% 수준



본 보고서에 게재된 내용이 LG경영연구원의 공식 견해는 아닙니다. 본 보고서의 내용을 인용할 경우 출처를 명시하시기 바랍니다.