

청정수소 인증제 핵심이슈 분석



청정수소 인증제 핵심이슈 분석

청정수소 인증제 핵심이슈 분석

발간일	2023년 12월
저자	정석환(seokhwan.jeong@fourclimate.org)
도움주신 분	이진선(jinsun.lee@fourclimate.org) 오동재(dongjae.oh@fourclimate.org) 임장혁(janghyeok.lim@fourclimate.org) 김자현(jahyun.kim@fourclimate.org) 최서윤(seoyoon.choi@fourclimate.org)
문의	정석환(seokhwan.jeong@fourclimate.org)

정부는 내년부터 청정수소에 대한 인센티브를 부여하기 위한 **“청정수소 인증제”**를 도입한다. 청정수소 인증제의 도입 취지는 국내 청정수소 활성화를 통해 탄소중립에 기여하는 것인데, 현재 정부에서 고려하는 **“청정수소”의 대상에 화석연료를 기반으로 하는 수소가 포함되어 있어** 탄소중립이라는 본래 목적에 어긋나며, 온실가스 감축에도 큰 기여를 하지 못할 것으로 보인다. 또한 내년에 개설될 **“청정수소발전 입찰시장”에 수소/암모니아의 화석연료 혼소 발전도 참여 대상으로 포함될 것으로** 예정되어 많은 문제가 야기될 것으로 예상된다.

이에 본 브리프는 현재 정부에서 고려하는 **“청정수소 인증제”와 “청정수소발전 입찰시장”**의 한계점을 지적하고 개선방향을 제안하고자 한다.

수소는 분자 내에 탄소를 포함하고 있지 않기 때문에 이산화탄소 배출이 없다는 이유로 차세대 에너지원으로 각광받고 있다. 따라서 기존에 탄소를 발생시키고 있던 다양한 분야에 적용시켜 온실가스 감축을 유도할 수 있다는 점에서 수소는 기후변화 해결에 큰 잠재력을 갖고 있다. 그러나, 모든 수소가 온실가스 감축에 기여하는 것은 아니며 어떤 분야에 적용하는지에 따라 기후에 부정적인 영향을 가져올 수도 있다.

1. 수소의 종류

- 수소의 생산 과정에 따라 대표적인 3가지 종류(그린수소, 블루수소, 그레이수소)로 분류 가능

표 1. 수소의 생산 과정에 따른 분류

구분	수소 생산방식	
그린수소	수전해	재생에너지로 생산한 전기를 활용해 물을 전기분해해서 생산한 수소
블루수소	화석연료 개질 + 탄소포집저장 (CCS)	화석연료를 개질하여 수소를 만드는 과정에서 발생한 이산화탄소 (CO2) 를 포집 · 저장한 수소
그레이수소	화석연료 개질	화석연료를 개질하여 생산한 수소
	부생가스 정제	석유화학, 철강 등 공정에서 부산물로 발생하는 수소
암모니아 (수소화합물)	수소를 원료로 합성	원료수소의 생산 방식에 따라 동일하게 분류

2. 청정수소의 개념

- 수소 생산 및 수입시 온실가스 배출량이 일정수준 이하인 수소

* 정부 발표내용 기준 수소 1kg을 생산하는데 발생하는 온실가스 이산화탄소 환산량(CO₂eq)이 4kg 이하인 경우 청정 수소로 인정

3. 청정수소 관련 인센티브 정책

- 청정수소 인증제: 청정수소를 등급에 따라 인증하고 연계된 인센티브를 제공하는 제도
- 청정수소 발전의무화제도(CHPS): 정부에서 고시한 청정수소 활용 발전량을 청정수소발전 입찰 시장을 통해 거래할 수 있도록 마련한 제도

4. 수소활용의 잠재성과 한계

- 수소활용의 잠재성: 발전분야(연료전지, 수소/암모니아 혼소), 운송(수소차, 해운), 산업(철강, 석유화학) 등 다양한 분야에 적용이 가능하여 큰 잠재력 보유
- 한계: 수소의 생산 방식이나 활용처에 따라 온실가스 감축에 대한 효과가 상이하며 경우에 따라서는 기후에 부정적인 영향 초래 가능 ☞ 청정수소 인정 범위, 청정수소 활용 대상이 중요

5. 청정수소 인증제 이슈 분석

이슈1. 청정수소 인증제의 기준

- 수소의 생산 과정 중 온실가스 배출이 없는 수소는 그린수소가 유일한 반면, 정부에서 고려하고 있는 청정수소인증제는 국내 그린수소 생산 경쟁력 강화를 유인하기에는 역부족
- 해외에서 천연가스를 조달하기 위한 선박과 포집된 이산화탄소를 운반하는 선박에서 발생하는 온실가스 배출량을 한시적으로 제외할 예정이라는 점과 암모니아 또는 액화수소 형태로 조달된 이후 수소로 전환하는 과정에서 소요되는 에너지를 고려하지 않는다는 점도 한계

표 2. 청정수소 등급(안) 및 해당기술군¹

등급 (kgCO2eq/kgH2)	등급별 해당 주요기술
1 등급 (~0.1)	국내 및 해외 그린수소 (수소 생산 시 100% 재생에너지 활용)
2 등급 (0.1~1)	국내외 원전수소 및 해외 그린수소 중 일부 그리드전력 연계 (시스템안정화 차원에서 일부 전력믹스 연계)
3 등급 (1~2)	PNG 활용 90% 이상 포집 CCS 외 추가 감축활동 반영 블루수소 (원료생산단에서 감축, 저탄소전력 연계)
4 등급 (2~4)	90% 이상 포집 CCS 블루수소 (평균적인 가스전 + 그리드 전력 활용)

- 특히, 블루수소의 경우 원료인 천연가스의 채굴-운반과정에서의 메탄 탈루에 의한 온실가스 발생 영향이 명확히 규명되지 않았고, 생산 공정(Steam Methane Reforming) 중에 발생하는 이산화탄소의 포집-액화-운반-저장 과정에 소요되는 에너지에 의한 온실가스가 전부 고려되지 않는 기 때문에 청정수소의 혜택을 받게 된다면 많은 논란 발생 예상

그림 1. 보령 블루수소 플랜트 계획(기후솔루션 구성)



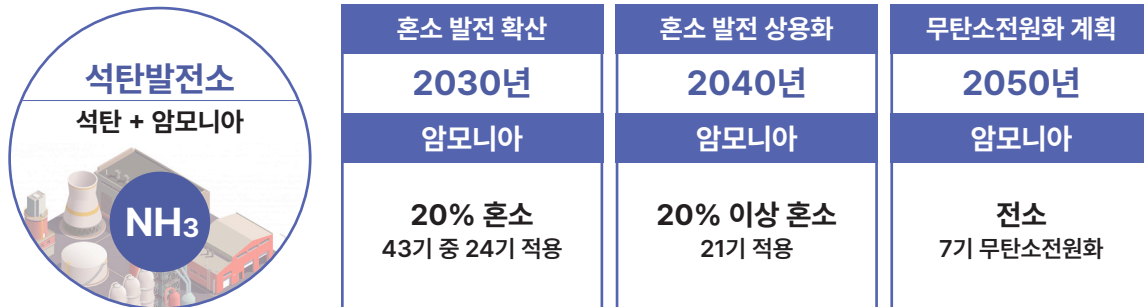
* 한국중부발전과 SK E&S가 추진하는 보령 블루수소 프로젝트: 바로사(Barossa) 가스전에서 채굴한 LNG를 도입하여 블루수소로 개질하고 개질 공정에서 발생하는 이산화탄소를 바유-운단(Bayu-Undan) 폐가스전에 저장하는 개념. LNG 수입과 포집된 이산화탄소의 운반 과정에서 발생하는 온실가스는 고려되지 않는다.

1 에너지경제연구원 발표자료(2023. 11. 02.)

이슈2. 수소·암모니아 혼소발전의 청정수소 발전의무화 포함 여부

- 수소발전 입찰시장에 참여할 수 있는 혼소 방식은 크게 두 가지로 나뉘며 ①수소를 LNG연료와 혼소하여 가스터빈 발전을 하는 방식과 ②암모니아를 석탄연료와 혼소하여 보일러(증기터빈) 발전을 하는 방식으로 구분
- 수소와 암모니아를 기존 화석연료와 혼소하는 방식은 화석연료 기반의 발전방식을 유지한다는 측면에서 청정수소 입찰시장 참여 대상에서 제외 필요
- 특히, 암모니아 혼소의 경우 정부 정책에 따르면 2050년까지 석탄연료 사용을 수반하기 때문에 발전시스템 단위에서 고려할 때 청정한 발전방식으로 정의하기 어렵다는 문제점 존재

그림 2. 암모니아 혼소 로드맵(산업부 자료 기후솔루션 재구성)



- 암모니아 혼소 방식은 일본과 한국이 기술개발을 주도하고 있으며 블룸버그 뉴 에너지 파이낸스(BNEF), 트랜지션 제로(Transition Zero), E3G, 키코 네트워크(Kiko Network) 등 국제사회에서는 일본과 한국의 암모니아 혼소 확장에 대해 우려를 표명하며 탈석탄의 필요성 강조

암모니아 혼소 주요 문제점

① 석탄화력발전 종료 지연

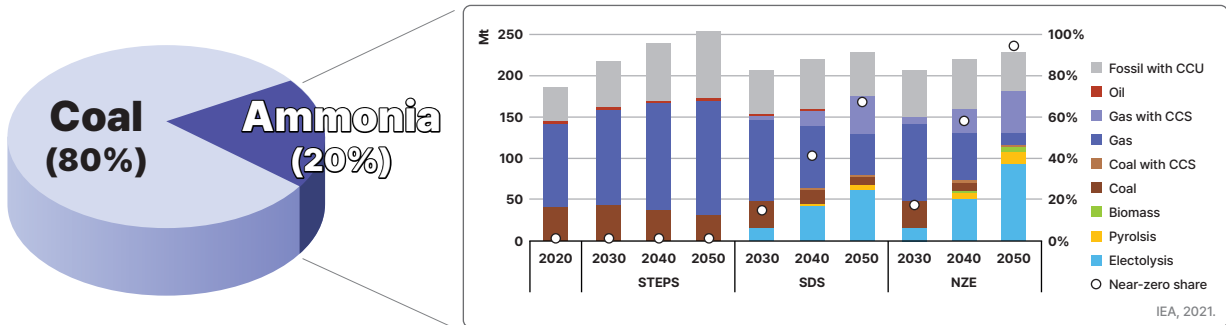
- 미국의 메릴랜드 대학교 글로벌 지속가능성 센터에서는 우리나라가 2035년까지 모든 석탄발전이 종료되어야만 파리협정에 부합하는 1.5°C 이내의 온도상승 억제를 달성할 수 있다고 분석²
- 정부의 암모니아 혼소 계획에 따르면 2050년까지 석탄발전은 지속될 예정이며 발전설비 투자에 따른 투자비회수 압박은 가동률 확보 노력으로 이어져 석탄발전 조기종료에 차질 발생

2 UMD-CGS Korea Energy Plan Assessment for CGS release, Sep. 2023

② 불분명한 온실가스 감축 효과

- 암모니아를 20% 혼소하더라도 나머지 80%는 석탄연료로 필요 발열량을 충족하는 개념이기 때문에 여전히 석탄발전에 가까우며, IEA의 전망에 따르면 2030년이 되더라도 혼소되는 대부분의 암모니아는 화석연료에 기반할 것으로 예상

그림 3. 2030년 암모니아 생산 기반기술 전망 (IEA 2021년 자료 재구성)

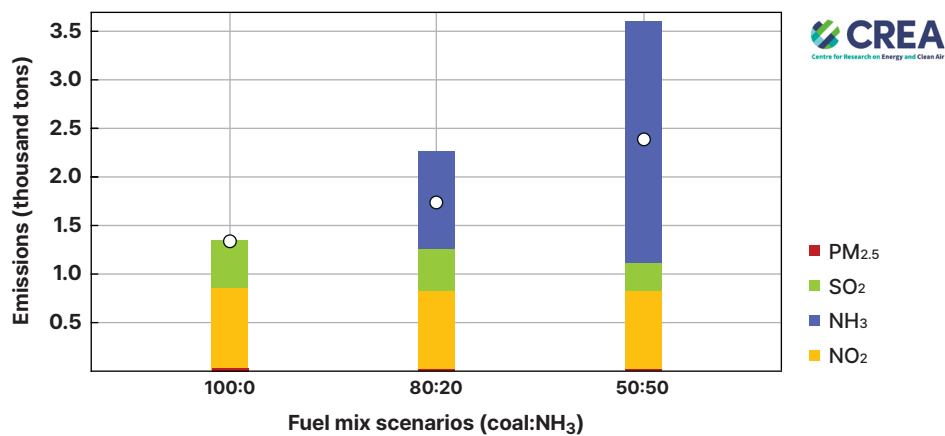


- 화석연료 기반 암모니아의 전 주기를 고려한 탄소 배출과 천연가스 메탄 탈루 가능성까지 고려한다면 실질적인 탄소감축 효과에 대한 의구심 존재

③ 미세먼지 발생 증가

- 에너지·청정대기연구센터(CREA)에서 발표한 보고서에 따르면³, 석탄 100%로 화력발전 연료를 구성했을 경우보다 암모니아를 혼소할 때 초미세먼지 물질(PM2.5, SO2, NO2, NH3)이 기존 대비 30% 더 많이 배출될 것으로 분석

그림 4. 혼소비율에 따른 미세먼지 물질 배출량 (CREA 2023년 자료)



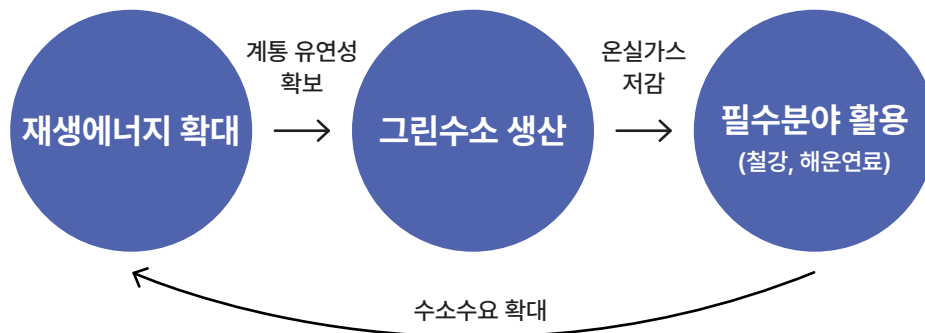
3 CREA(2023), Air Quality Implications of Coal-Ammonia Co-Firing

- 특히, 초미세먼지 물질 중 암모니아의 배출량 증가가 지배적이라는 점을 고려하면 대기중의 암모니아 확산이 지역사회에 상당한 불안을 안겨줄 것으로 예상
- 암모니아 혼소 적용으로 인한 미세먼지 배출 부담은 결국 지역주민 건강에 대한 부담 및 환경설비에 소요되는 설비비용의 부담으로 이어져 석탄화력발전기의 좌초자산 심화 유도

6. 결론

- 탄소중립 기여라는 청정수소 인증제의 도입 목적을 고려하면 청정수소가 실제 탄소중립에 기여하는지 명확한 검증 과정 필요
- 생산 과정에서 메탄 누설을 포함한 온실가스 발생량 규명이 명확하지 않은 블루수소는 장려 대상에서 제외되는 것이 바람직하며, 그린수소 중심의 장려정책을 통해 재생에너지 확대로 이어지는 선순환 구조 확립 필요
- 또한, 수소의 수요확대에 집중된 정책에서 적용이 반드시 필요한 분야(Hard-to-abate)에 수소를 활용하는 정책으로 전환이 필요

그림 5. 그린수소 중심 선순환 구조(기후솔루션 구성)



- 수소/암모니아 혼소발전을 청정수소 발전입찰시장에서 제외하고 석탄발전의 조기폐지와 함께 재생에너지 및 분산형 전력시스템 확대에 대한 논의 가속화 필요

7. 참고자료

- 에너지경제연구원 발표자료(2023. 11. 02.) – 제4회 사회적 합의를 위한 에너지정의포럼 수소 경제 토론회
- UMD-CGS Korea Energy Plan Assessment for CGS release, Sep. 2023
- CREA(2023), Air Quality Implications of Coal-Ammonia Co-Firing
- BNEF(2022), Japan's Ammonia-Coal Co-Firing Strategy
- IEA(2021), Ammonia Technology Roadmap
- 기후솔루션(2022), 청정한 블루수소는 없다: 한국 수소 경제의 숨겨진 온실가스 배출 추산
- Transition Zero(2023), Japan's toxic narrative on ammonia coal co-firing
- Kiko Network(2023), Japan's Ammonia Co-firing Plans Threaten Paris Goals
- E3G(2023), Challenging Japan's promotion of ammonia co-firing for coal power generation
- KIST 청정대기센터(2023), 국내 암모니아 농도 및 배출 실태와 개선 사항
- 산업통상자원부, 제10차 전력수급기본계획
- 산업통상자원부(2021), 제1차 수소경제 이행 기본계획



발간일 **2023년 12월**

저자 **정석환(seokhwan.jeong@forourclimate.org)**

기후솔루션은 전 세계 온실가스 감축 및 올바른 에너지 전환을 위해 활동하는 비영리법인입니다. 리서치, 법률, 대외 협력, 커뮤니케이션 등을 통해 폭 넓은 방법으로 기후위기 해결을 위한 실질적 솔루션을 발굴하고 변화를 위한 근본적인 움직임을 만들어 나갑니다.