

이슈페이퍼 24-10

# 탄소중립 이행을 위한 국외 탄소저장소 확보 전략 연구: 탄소저장소 활용 확대 방안을 중심으로

추다해·김수인



QR 코드를 스캔하여  
보고서 전문을  
확인하실 수 있습니다.

이슈페이퍼 24-10

**탄소중립 이행을 위한  
국외 탄소저장소 확보 전략 연구:  
탄소저장소 활용 확대 방안을 중심으로**

추다해·김수인

## 1 연구의 필요성 및 목적

### □ 연구의 필요성

- CCUS(Carbon Capture, Utilization, and Storage)는 이산화탄소 포집 및 저장하는 기술(Carbon Capture and Storage, CCS)과 이산화탄소를 포집 및 활용(Carbon Capture and Utilization, CCU)하는 기술을 통칭하며, 글로벌 넷제로 달성에서 필수적으로 활용되어야 하는 탄소배출 저감기술로 그 중요도가 매우 높은 것으로 인식됨.
  - 우리나라는 연료 대체, 전기화, 산업공정 전환 등을 통한 온실가스 배출 감소가 어려운 철강, 석유화학 등 난감축 사업의 비중이 높아 탄소중립 이행에서의 CCUS의 역할은 더욱 중요
- 탄소중립 이행에서의 CCUS 중요도에도 불구하고 국내 저장 역량에 기반한 CCUS 감축분 달성에는 난관이 예상되므로 국외 탄소저장소 확보가 필수적
  - 국내 CCUS 기술 수준은 선도국과의 격차가 여전하며 빠른 시일 내에 사용이 가능할 것으로 보이는 국내 저장 역량은 아직까지 동해가스전이 유일
  - 따라서 국외 탄소저장소 활용 확대 방안 연구를 통해 탄소중립 이행에서의 CCUS 감축목표 달성을 보조할 필요가 있음.

### □ 연구의 목적

- CCUS 관련 국내외 여건 진단과 주요국에 대한 분석을 기반으로, 국경이송 탄소 저장에 수반되는 국제협력 전략화 요소를 진단하고 국외 탄소저장소의 활용 및 활용 다각화를 위한 기초자료의 역할을 수행하고자 함.

## 2 주요 연구내용

### □ 글로벌 CCUS 동향 및 현안

- 파리협정에서의 새로운 기후체제 출범은 글로벌 넷제로(Net Zero)로의 강도 높은 이행 노력을 요구하며, 이러한 전 세계적인 목표 달성을 위해 CCUS 프로젝트 확대 역시 빠르게 진행 중임.
  - IEA와 IPCC에 따르면, 글로벌 넷제로 달성을 위해서 CCUS의 역할이 필수적으로, 특히 전세계적으로 탄소중립을 이루는 2050년에는 약 76억 톤(7.6GtCO<sub>2</sub>)의 탄소가 포집되어 대부분이 저장되어야 함.
  - 공정 전환이나 연료 대체 등으로 배출 감축이 어려운 산업 부문에서는 특히 CCUS 활용이 필수불가결한 감축 수단임을 공통적으로 인지
- 현재까지 평가된 전세계 기술적 지질 저장용량은 약 1조 톤(1,000GtCO<sub>2</sub>)으로 추정되며, 이는 지구 온난화를 1.5℃로 제한하기 위해 2100년까지 필요한 탄소 저장 요구량을 초과하는 수준임.
  - 전세계적으로 높은 탄소저장 잠재력에도 불구하고, 탄소중립 이행을 위해서는 해당 저장용량을 적기에 개발하여 CCS 가용성을 높이는 것이 무엇보다 가장 중요하고 시급한 과제로 부상
- CCS 확대에서 가장 큰 장애요인은 사업성 확보로, 폐기물인 이산화탄소의 상품성·경제성 부재를 각국은 CCS 허브·클러스터화를 통해 규모의 경제를 도모
  - 포집 클러스터와 저장 및 포집 허브 등을 구축해 규모의 경제를 실현하고, 대규모 자금이 소요되는 CCS 프로젝트의 리스크를 여러 국가 혹은 여러 기업이 공유하는 방식을 통해 CCS 사업 현실화를 추진 중

- 다만, 이러한 CCS 사업에서의 국제협력은 여러 국가에 런던의정서 등과 같은 다양한 국제협약 하에서의 이산화탄소 수출을 가능케 하도록 하는 지원 과제를 생성하기도 하였음.
  - 런던의정서에서 폐기물로 규정되어 있는 이산화탄소 특성으로 인해, 런던의정서 개정안 결의안을 협력국 간 수락해야 하며, 이외의 경우 런던의정서 당사국인 이산화탄소 수출국이 탄소누출에 대한 책임을 모두 지도록 규정
  - 온실가스 감축실적을 개별 국가에 분배하기 위한 논의(국제감축결과이전, ITMO) 역시 중요한 쟁점사항 중 하나로, 이를 위해 파리협정 제6조 자발적협력에 관한 논의 요구됨.

#### □ 주요국 정책 동향

- 「2050 탄소중립 시나리오」 해외 협력 대상국으로 호주, 동남아, EU, 북미 등의 후보지가 제안된 점을 고려하여, 호주, 말레이시아, UAE, EU, 미국의 CCS 산업을 지원하는 정책과 추가적으로 일본과 싱가포르 사례를 통해 CCS 지원 정책을 살펴봄.
- 호주는 5천만 호주달러 규모의 CCUS 개발기금을 수립하여 CCUS 파일럿 프로젝트 및 상업화 이전 단계의 프로젝트 개발과 호주탄소배출권 운영을 통해 CCUS를 포함한 온실가스 배출 감축 프로젝트를 지원
- 미국은 CCS 산업 지원에 있어 가장 선도적인 국가 중 하나로, 인프라법을 통해 향후 5년간 미국의 CCS 기술 분야에 120억 달러 이상의 지원을 계획하며 더불어 인플레이션감축법을 통해 기존 세액공제 규모를 확대 개편
- EU는 EU-ETS 수익을 기반으로 EU 혁신기금을 운용하여 CCS 기술 보급 확대를 위한 보조금 정책을 적극적으로 활용 중이며, 2021년 4개, 2022년 7개의 CCS

사업이 해당 보조금의 지원을 받는 사업으로 선정되어 CCS 기술 개발을 가속화

- 일본은 국제적으로 '아시아 CCUS 네트워크' 구축하여 CCS 관련 지식 공유 및 해외 CCS 사업에 대한 자금 조달을 지원하여 역내 네트워크 확장을 도모하고 있으며, 에너지금속광물자원기구(JOGMEC)의 사업 범위에 CCS를 포함하는 등 CCS 사업을 전두지휘하도록 함.
- CCS를 선도하고 있는 호주, 미국, EU와 아시아 권역에서 가장 CCUS를 빠르게 추진 중인 일본을 제외하면, CCUS 지원 정책은 아직 초기 논의 및 지원 단계에 머무르고 있는 것으로 파악됨.
  - 말레이시아는 에너지 공기업 페트로나스(Petronas)를 통한 CCS 사업 개발과 더불어 말레이시아의 그린에너지 인프라사업 관련 주요 지원 정책으로 CCS 사업개발을 촉진하기 위한 세제 공제 정책을 시행
  - 아랍에미리트(UAE)는 여러 중동 국가와 유사하게 CCUS에 대한 명시적인 법률이나 규정은 부재한 상황으로, 걸프지역협의회(GCC) 차원에서 CCUS 허브를 구축하고 국경 간 이동을 통해 탄소 저장에 대한 비전을 제시하였으나 국경 간의 탄소 이동을 규제하기 위한 GCC 차원의 역내 공통 규제 근거 역시 미흡
  - 싱가포르 에너지시장청은 국내 CCUS 기술 개발 및 적용을 확대하기 위해 산업계 및 연구기관 등과의 협력을 통해 CCUS R&D 이니셔티브를 수립하고, 초기 단계의 기술 개발 지원을 도모

#### □ 국내 CCS 정책 및 산업 동향

- 우리나라는 2010년 「국가 CCS 종합추진 계획」 이후, CCS에 대한 기술개발을 추진해 왔으며 포항 영일만 앞바다에서 세계에서 3번째로 100톤 규모의 소규모 탄소저장에 성공하는 등 소기의 진전을 보여 왔음.

- 그러나 2017년 발생한 포항 지진의 여파로 CCS 기술개발 및 사업 진행에 지연이 발생해 선도국과의 CCUS 기술격차가 좁혀지지 못하고 있는 상태로, CCS 전체가치사슬에 걸친 성장지연이 발생
  - 그러나 우리나라는 2050년 탄소중립 선언과 더불어 유엔기후변화협약에 국가결정기여(National Determined Contribution, NDC)를 제출하였고, 우리나라의 탄소중립 이행에서 CCUS를 통한 온실가스 감축 필요성을 재확인
    - 2023년 발표된 「탄소중립 녹색성장 국가전략 및 제1차 국가기본계획」에서 2030년 CCUS 통한 온실가스 감축분을 1,180만 톤으로 상향하는 등 탄소중립 이행 과정에서 CCUS 중요도는 더욱 증가
  - 국내에서 자체적으로 해결할 수 있는 잠재적인 탄소저장 역량은 약 7.3억 톤으로 추산되지만, 2030년 내 가용할 수 있는 탄소저장소는 약 1,400만 톤 규모로 추산되며 이는 2030년 목표 저장량에 크게 미치지 못하는 수치임.
    - 국내 저장 여건만으로는 탄소중립 이행 단계별 목표 달성을 위한 CCUS 인프라 활용이 불가능한 상황으로, 국외 탄소저장소 확보와 CCS 국제협력을 통한 선제적인 대응이 필요한 것으로 판단됨.
- **우리나라의 국외 탄소저장소 활용 환경과 CCS 국제협력 사업**
- 2023년 3월 기준 우리나라와 지리적으로 인접한 동남아시아와 오세아니아 권역으로 2030년까지 목표로 하는 연간 최대 저장용량은 각각 1,900만 톤과 2,163만 톤이며, CCS 활용에서 가장 큰 진척을 보이는 지역은 북미와 EU를 포함한 유럽 전역, 그리고 중동 순임.
    - 저장 역량 측면에서는 지리적으로 인접한 오세아니아와 동남아시아를 넘어서 국외 탄소저장소 활용 방안을 고려하는 것이 필요

- 수송 관련 공개적으로 가용한 비용 데이터가 부재하여 액화천연가스 수입처에 따른 비용을 살펴본 결과, 동남아, 오세아니아와 이외 국가의 선박 수송비용에서 큰 차이가 발생함을 관찰할 수 있음.
  - 문헌 기반 수송비용 분석에서는 호주와 말레이시아가 유사한 규모를 보인 데 반해, UAE의 경우 수송비용이 116~192% 높아져, 호주 수송 대비 2배 이상의 수송비용을 부담해야 하는 것으로 분석되며 EU와 미국은 약 3~5배 사이의 비용이 소요될 전망
- 한편, 우리나라 기업은 호주와 말레이시아를 중심으로 한 CCS 프로젝트 협력을 진행 중이며, 대표적으로 SK E&S의 바유운단 CCS 프로젝트, 삼성엔지니어링 주도의 셰퍼드 CCS 프로젝트, 포스코인터내셔널과 말레이시아 페트로나스 CCS 협력이 진행 중임
  - 국외 탄소수송 및 저장 사업의 자립에 대한 전제조건은 CCS 비용보다 낮은 탄소가격이지만, 현시점에서 이는 불가능한 상황으로 중단기적으로 이를 완화할 수 있는 방안은 수소와 CCS 사업의 연계
- 수송 거리에 따른 탄소활용처 제약이 존재하는 상황에서, 국내 기업이 폐유·가스 전이나 대염수층 활용을 계획하는 프로젝트에 참여하거나 혹은 국내 기업의 해외 사업체에서 발생하는 탄소를 저장할 수 있는 국외 탄소저장소 확보 등의 활용처 다각화 필요
  - 천연가스 수입 및 블루수소 연계 등을 통해 중동으로 협력 대상국을 확장하고 이외 장거리 수송이 수반되는 미국과 EU 등에 대해서는 국외 탄소저장 프로젝트 참여를 통한 ITMO 확보하는 방안이 고려될 수 있음.



### 3 정책 시사점

#### □ 협력 대상국별 정책 지원

- 호주, 미국, EU와 같은 선진국에서는 높은 감축 강도를 가지고 있지만 런던의정서, 법의지배, 기존협력 측면에서 높은 안정성을 보이며, 반면 동남아시아 국가들은 감축강도가 비교적 낮고 런던의정서, 법의지배, 기후에너지·CCS 관련한 기존협력 관계 측면에서 리스크 요인이 높게 나타남
  - 선진국과의 CCS 협력에서는 ITMO 분배 논의가 사전적으로 준비될 필요가 있으며, 기존 교토의정서의 선진국 간 협력인 공동이행 사례 등 분석을 통해 크레딧 분배 방안을 검토 및 해당 문안을 기반으로 대응방안을 수립하는 것이 필요
  - 개도국과의 협력 확대를 위해서는 정부보증기금 투입이나 협력국가와의 공동 기후에너지 기금 조성을 통해 사업 리스크를 경감하고, CCS 개발과 운영에 대한 지속적인 추진과 이에 따른 자금지원 등의 지원 방안을 고려할 필요

#### □ CCS 환경 조성을 위한 공통 지원

- 국외 탄소저장소 활용 확대를 위한 가장 큰 정책요구사항 중 하나는 국제협약 하에서의 CCS 사업 지원으로, 런던의정서와 이산화탄소 감축 실적 반영 및 이행에 대한 지원이 요구됨.
  - 협력 상대국의 런던의정서 당사국 지위에 따른 탄소스트림 수송 논의가 필수적이며, 특히 비당사국과의 CCS 사업을 추진하는 경우 수송에 대한 런던의정서 내용을 포함한 양자협약안 구성 등 사전적 준비가 요구됨.
  - 양자협력을 중심으로 진행되고 있는 CCS 프로젝트 특성 상, 파리협정 시장 제 6.2조가 CCS 감축실적 확보의 핵심이 될 전망

- 따라서 CCS 프로젝트 협력 국가 및 잠재적 협력 대상국과의 양자협력추진과 후속 조치로 국제감축사업 추진에 대한 세부 규정에 대한 합의를 완료하는 것이 필요
- CCS 프로젝트 진행을 위해서는 경제성 확보가 무엇보다 중요하나 녹색기술의 높은 비용문제와 시장 불확실성으로 인해, 초기시장 형성에 주요한 장애물로 작용하고 있음.
  - 저장소 개발단계에서 소요되는 막대한 재정과 사업 성공의 불확실성은 CCS 생태계 조성의 큰 장애요인으로, 영국의 CCS 인프라기금과 같은 형태의 자본금 지원이 필요
  - 운영단계에서는 탄소차액계약제도와 미국의 IRA와 같은 직접적인 세제 혜택을 통해, 초기 운영에서의 운영비용에 대한 부담을 경감토록 보조하는 것 역시 하나의 지원 방안이 될 수 있음.
  - CCS 서비스 수요보장 수단으로 CCS를 통해 감축된 저탄소 철강, 석유화학 제품, 연료, 전력 등을 공공 조달 등을 통해, CCS 초기시장이 충분히 성숙할 수 있는 시간을 제공하는 것이 필요
- 이산화탄소 수송과 저장 인프라는 막대한 비용과 시간이 소요되는 만큼, CCS 사업을 총괄하는 국가 CCS 전담 기관에서 국내 수송·저장 인프라 구축에 대한 조기 계획 수립과 폐 유·가스전 등 확보 및 해외저장소 개발 사업 참여가 추진되어야 함.
  - 초기시장에서는 탄소저장소 서비스라는 공급 독점으로 진행 가능성이 높을 것으로 판단되는 바, 전담 기관을 통해 국외 탄소저장 서비스 구매자로서 프로젝트 투자 등을 통한 조기에 참여할 필요
  - 국내의 온실가스 배출원을 고려하여 최적의 수송 파이프라인을 구축하고 탄소 수출 항구 및 허브 설정 등에 대해 관계 기관, 기업, 지역 정부 등 간의 협의 총괄 역할을 수행하는 것이 필요