

## 국내 기후테크 산업의 주요 위험과 해외 보험 사례

본 장에서는 기후테크 산업의 불확실성을 완화하는 데 있어 보험산업이 할 수 있는 역할에 대한 논의를 살펴보고, 국내 기후테크 산업 및 정부가 주력하는 기술 분야를 선별한 뒤 각 분야가 직면한 위험과 관련 해외 보험상품 사례를 조사하였다.

### 1. 기후테크 산업의 위험 완화를 위한 보험산업의 역할 논의

앞서 II장 3.에서 살펴본 바와 같이 국내 기후테크 산업의 투자는 해외 주요국에 비해 아직 낮은 수준이다. 이에 기후테크 산업에 대한 투자를 촉진하기 위해 정부와 금융권에서 할 수 있는 역할에 대한 고민이 필요한 시점이며, 보험산업 또한 기후테크 산업 육성을 위해 할 수 있는 역할이 있다는 논의가 제기되고 있다. 기후테크 산업이 타 산업에 비해 성숙도가 낮고 새로운 기술에 대한 검증이 진행 중인 경우가 많아 기술 성능·수익성에 대한 불확실성이 존재하므로 투자 유치가 쉽지 않은데, 보험산업이 기후테크 관련 위험을 인수하고 관리함으로써 기후테크 사업의 위험을 완화하면 민간 부문의 투자를 제고할 수 있다는 것이다.

먼저 제네바협회(The Geneva Association)에서 발간한 Golnaraghi and Belanche-Guadas(2024)와 Golnaraghi et al.(2024)는 기후테크 산업을 위한 보험산업의 역할을 전반적으로 다룬다. Golnaraghi and Belanche-Guadas(2024)는 기후테크 기술의 상용화 과정에서 직면하는 도전 과제와 이에 대응하는 보험산업의 역할을 제시하고, 재보험사·보험회사 최고경영진(C-level) 대상으로 설문조사를 실시하여 보험산업이 기후테크 기술의 상용화 이전 단계부터 참여할 경우 얻을 수 있는 이점과 현실적 제약을 제시한다. 구체적으로 기후테크 기술들은 아직 초기 단계인 경우가 많아 새로운 형태의 위험을 파악해야 하는데, 이를 위해 기술 개발의 초기 단계부터 개발자, 엔지니어, 조달·시공 기업, 투자자, 정부 등 다양한 이해관계자가 보험업계 관계자와 협력함으로써 혁신적이고 통합적인 위험 관리 솔루션을 공동으로 설계해야 한다고 주장한다. 또한 기후테크 산업 차원에서는 기후테크 기술이 상용화 단계에 도달했을 때, 보험업계가 기술을 검증하거나 인증하는 기

관 등과 협력하여 기술 관련 위험 관리 체계, 실행 규범, 가이드라인 등을 개발함으로써 기술 상용화를 지원할 수 있다고 제안한다. 마지막으로 재보험사·보험회사 최고경영진 88명을 대상으로 실시한 설문조사에서 최고 경영진들은 손해보험(P&C) 분야가 기후테크 기술의 초기 단계부터 산업의 이해관계자와 협력할 수 있음을 인식하고 있으나, 검증되지 않은 기술들은 아직 기술 관련 데이터가 부족하고 수익성 또한 우려되는 점 등이 보험업계 참여를 제약하는 요인으로 지적하였다. 또한 대형 손해보험 재보험사·보험회사들은 입증된 기후테크 기술에 대하여 위험 관리·인수 역량을 확대하고 데이터·리스크 분석 서비스를 강화하는 등 기후테크 기술 관련 위험을 인수하는 데 필요한 역량을 내부적으로 발전시켜나가고 있었다.

Golnaraghi et al.(2024)는 기후테크 기술 개발을 위한 자금조달 체계의 변화와 기술의 상용화를 위해 보험상품 개발이 중요함을 강조한다. 특히 기술의 상용화 이전 단계부터 재보험사·보험회사가 기후테크 이해관계자와 협력하여 위험 관리 전략을 수립하는 것이 가지는 장점을 제시한다. 구체적으로 Golnaraghi et al.(2024)는 기후테크 기술에 대한 자금조달 수단으로서 과거 전통적으로 사용되던 벤처캐피털 투자보다는 기술의 복잡성과 대규모 자본 수요를 반영한 프로젝트 파이낸싱이 점차 활용되고 있음을 지적하며, 기후테크 기술의 상용화를 위해선 자금 조달의 체계도 변화가 필요하다고 주장한다. 또한 기후테크 기술의 초기 단계부터 보험산업과 기후테크 이해관계자가 협력할수록 위험 선호도와 부담 능력에 따라 위험을 효율적으로 배분하는 위험 관리 솔루션이 가능해지며, 이는 보험산업이 검증되지 않은 위험에 대한 이해를 높이고 위험 평가 역량을 발전시킬 수 있는 기회가 될 수 있다고 주장한다.

또한 특정 기후테크 기술 분야와 관련하여 민간 투자 유치를 위한 위험 관리의 필요성을 고민해 볼 수 있다. 예를 들어 OECD and The World Bank(2024)는 탄소 배출량을 줄이기 위해 수소에너지에 대한 관심이 높아지고 있으나, 수소에너지 프로젝트에 대해 투자자들이 인식하는 위험(수익성, 정치·규제, 기술 수준 등에 관한 위험)이 높기 때문에 민간 부문 투자가 제한되고 있음을 지적한다. 따라서 프로젝트의 불확실성을 완화하기 위해 OECD는 여러 위험 관리 수단을 제시하는데, 여기서 정치적 위험 보험, 건설공사보험, 해외투자보험 등 보험상품도 언급된다. 이러한 위험 관리 수단을 적절히 조합하여 위험-수익 간 균형을 유지하면서 중복 적용 등을 제외해 불필요한 비용을 방지하는 방식으로 수소에너지 프로젝트의 불확실성을 완화하고 투자를 촉진하는 방안을 제시하였다.

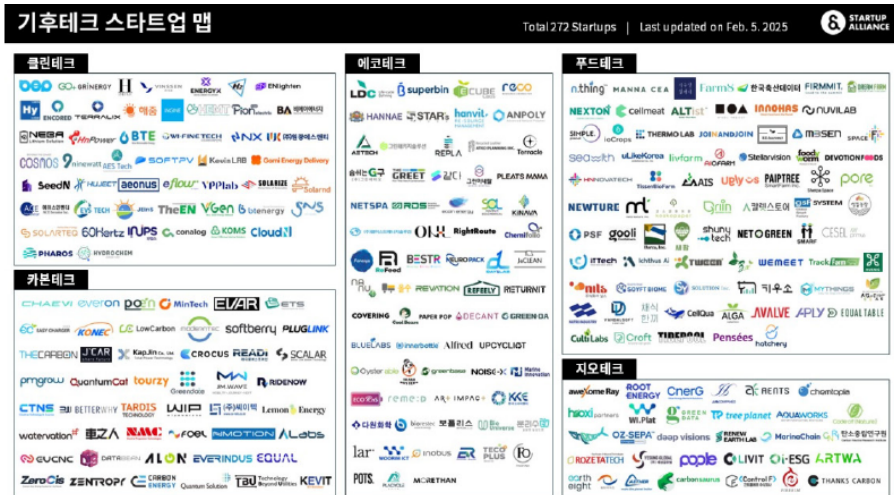
London Market Group(2025)는 런던 보험시장이 대체·재생 에너지 생산을 지원하기 위해 어떠한 역할을 하고 있는지 설명한다. 구체적으로 브로커, 신디케이트, 업무대행대리점(MGAs) 등을 설문조사하여 런던 보험시장이 에너지 생산 프로젝트에 관하여 어떤 역할을 하고 있는지 살펴보았다. 설문조사 결과 영국 재보험사·보험회사들은 지적재산권 보험, 신용위험 보험, 건설보험, 자연재해 피해에 대한 보험 등을 도입해 에너지 생산 프로젝트의 불확실성을 완화하고 추가적인 투자 유치를 지원하고 있는 것으로 나타났다.

종합하면, 기후테크 산업은 아직 성장 단계에 있는 신흥 산업으로서 초기 단계의 기술이 다수 존재하며 이러한 기술들이 직면한 위험에 대한 이해가 부족해 기술 성능과 수익성에 대한 불확실성이 크므로 민간 투자를 유치하는 데 어려움이 있다. 따라서 특정 기술이 상용화에 이르기까지 발생할 수 있는 다양한 위험을 이해하고 적절히 제어할 필요가 있으며, 이러한 맥락에서 위험 평가 및 인수 역량을 보유한 보험산업의 역할이 중요하다. 보험 산업과 기후테크 산업 이해관계자와의 협업을 통한 위험 관리 솔루션 설계, 검증된 기술을 대상으로 한 위험 분석 역량 강화와 적절한 보험상품 공급 등의 접근을 통해 보험산업도 기후테크 산업에 대한 민간 투자를 촉진하는 데 기여할 수 있을 것이다.

## 2. 국내 기후테크 산업의 주요 기술 분야

기후테크 산업 육성에 보험산업이 위험관리자로서 역할을 수행하기 위해선 먼저 위험에 대한 이해가 선행되어야 한다. 그러나 기후테크 산업은 비교적 초기 단계에 있는 산업으로, 다수의 기술에 대한 위험이 충분히 정리되지 않은 상황이다. 특히 국내에선 최근에서야 기후테크 기업을 분석한 연구가 나오고 있으며(윤민혜 2025; 서울대학교 기후테크센터 2024; 임지훈 2024; 이동원 외 2024), 국내 기후테크 산업이 직면한 위험은 무엇인지에 대한 조사가 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 국내 기후테크 산업이 집중하고 있는 기술 분야를 선별한 후 각 분야에서 발생할 수 있는 위험들에 대하여 정리하였다. 그리고 각 기술 분야의 해외 보험상품 사례를 살펴보고, 최종적으로 기후테크 산업을 위한 우리나라 보험산업의 역할과 정책적 시사점을 도출해 볼 것이다.

〈그림 III-1〉 기후테크 스타트업 맵



자료: 윤민혜(2025)

본 연구가 국내 기후테크 산업이 주력하고 있는 기술 분야를 추려내기 위해 사용한 방법은 다음과 같다. 먼저 국내 기후테크 스타트업이 실제로 주력하고 있는 기술들을 찾아보았는데, 이를 위해 윤민혜(2025)가 조사한 기후테크 스타트업 맵의 272개의 기후테크 기업들을 참조하였다(〈그림 III-1〉 참조). 윤민혜(2025)는 2025년 2월 기준으로 민간 비영리 기관인 스타트업얼라이언스가 언론보도 등을 통해 자체 집계한 투자 건 중 Seed 단계 이상의 투자를 유치한 기후테크 스타트업(폐업·상장·인수되거나 타 기업의 자회사는 제외)을 대상으로 기후테크 기업의 특성을 분석하였는데, 이러한 분석 방법은 현재 우리나라 기후테크 산업을 스타트업 중심으로 파악할 수 있다는 장점이 있다. 기후테크 맵에 포함된 기후테크 스타트업들의 홈페이지와 더브이씨(THE VC, 한국 스타트업 투자 데이터베이스)의 기업 관련 정보를 참조하여 각 스타트업이 주력하는 기술을 파악하였다. 그중 다수의 스타트업이 다루고 있는 기술 분야를 우리나라 기후테크 산업이 주력하는 분야로 보았다.

하지만 기후테크 스타업을 참조하여 우리나라 기후테크 산업이 주력하는 기술을 살펴보는 것은 한계가 있는데, 스타트업이 아닌 이미 일정 수준 성장한 기업들이 주도적으로 참여하는 기술 분야와 스타트업들이 주력하는 기술 분야가 다를 수 있기 때문이다. 예를 들어 대규모의 설비가 필요하거나 이미 검증이 된 기술의 경우, 초기 단계의 스타트업 보

다는 이미 성장한 기업이 주력하고 있을 수 있다. 규모가 있는 기업들이 주력하는 기후테크 기술 분야를 간접적으로 파악하기 위해 본 연구는 정부가 정책적으로 지원하는 기후테크 기술 분야를 추가적으로 조사하였다. 즉, 스타트업이 아니라 어느 정도 성장한 기업들이 주력하는 기후테크 기술 분야는 기술 성능이나 향후 성장성이 부분적으로나마 검증되었다고 가정하여, 이러한 분야에 대해선 탄소중립 전환을 위해 정부가 정책적으로 지원한다고 전제하였다. 정리하면, 본 연구는 1) 다수의 기후테크 스타트업들이 주력하고 있는 기술 분야 또는 2) 정부 차원에서 정책적으로 지원하고 있는 기술 분야를 추려서 국내 기후테크 산업이 주력하는 주요 기술 분야를 파악하였다. 이렇게 두 가지 기준을 통하여 연구자가 추려낸 국내 기후테크 산업의 주요 기술 분야는 <표 III-1>에 제시되어 있다.

〈표 III-1〉 국내 기후테크 산업의 주요 기술 분야

| 기후테크 분야 | 주요 기술 분야                            |
|---------|-------------------------------------|
| 클린테크    | 수소에너지 생산, 이차전지 및 에너지 저장장치           |
| 카본테크    | 전기차 충전소 운영, 공기 중 탄소 및 유해가스 포집·활용·저장 |
| 에코테크    | 폐플라스틱 열분해 및 재활용, 폐배터리로부터 리튬 회수      |
| 푸드테크    | 스마트팜 구축, 대체육 및 세포배양육                |

주: 윤민혜(2025)가 조사한 기후테크 스타트업 중 다수가 주력하는 분야 또는 정부가 정책적으로 지원하는 분야임  
 자료: 윤민혜(2025)

한편 플랫폼이나 관리 목적 소프트웨어 기술은 타 분야의 사이버 보안 위험과 유사하다고 판단해 위험 분석 대상에서 제외하였다. 탄소 및 재해와 관련된 데이터를 이용하여 기후 변화를 감시하고 기후 적응에 기여하는 지오테크 또한 기술 성격상 소프트웨어 중심의 해결책이 대부분이므로 분석 대상에서 제외하였다. 그리고 배송 서비스 역시 타 분야의 서비스업과 유사한 위험을 갖는다고 판단하여 분석 대상으로 삼지 않았다. 그 결과, 클린·카본·에코·푸드 테크에서 각각 2개씩 주요 기술 분야를 추려내었다.

클린테크의 경우, 수소에너지 기술에 대해 주력하는 클린테크 기업이 다수 존재하고 정부 또한 수소차·수소충전소를 정책적으로 지원하고 있으며,<sup>67)</sup> ‘수소경제 육성 및 수소 안전 관리에 관한 법률’(이하 ‘수소법’)이 제정되어 국가 차원에서 수소 산업을 체계적으로 육

6) 국무총리실·국무총리비서실 보도자료(2020. 7. 1.), “수소경제 선도국가를 위한 컨트롤타워 가동”

7) 기후에너지환경부 보도자료(2026. 1. 4.), “수소차·수소충전소 보급사업 지원 착수”

성하기 위한 제도적 기반이 마련되었다. 이 분야에 속하는 기후테크 기업들은 에너지 생산을 위한 수소 추출 설비, 수소의 폭발 가능성 낮추는 촉매, 수소 전기 기반 소형 선박 건조, 수소를 이용한 연료 전지 생산 기술 등에 주력하고 있다. 이들 기업의 공통점은 에너지 지원으로 수소를 활용한다는 점이며, 따라서 폭발성이 높은 수소로 발생하는 위험을 관리할 필요가 있다. 클린테크의 또 다른 주요 기술 분야는 이차전지 및 에너지 저장장치 생산에 관련한 분야이다. 이차전지는 충전하여 반복 사용이 가능한 배터리를 뜻하며, 에너지 저장장치는 잉여 전력을 저장했다가 필요할 때 공급하는 시스템을 뜻한다. 이차전지 및 에너지 저장장치 생산 분야는 기존 리튬전지보다 폭발 위험성을 줄인 리튬이차전지, 이차전지를 활용한 에너지 저장장치 등을 다룬다. 이차전지에 대해서도 정부 차원의 지원이 논의되고 있는데, 배터리 기술 개발 지원, 주요 소재와 핵심 광물 공급망 강화, 전기차 보조금 확대 및 취득세 감면 등을 통한 이차전지 수요 창출 등의 방안이 논의되고 있다.<sup>8)</sup>

카본테크에서는 전기차 충전소를 운영하는 기업이 다수 존재하였으며, 정부 또한 충전시설에 대한 설치 지원 사업을 운영하고 있다.<sup>9)</sup> 그리고 공기 중 탄소 혹은 유해가스를 포집하는 기술에 주력하는 기업이 다수 존재하였다. 해당 기업들은 공기에 존재하는 탄소를 직접 포집하거나, 천연가스 발전 과정에서 발생하는 탄소를 포집·흡수하는 기술, 반도체 공정 중 발생하는 유해가스를 포집하는 기술 등에 주력하고 있다. 해당 기술과 관련하여 ‘이산화탄소 포집·수송·저장 및 활용에 관한 법률’이 제정되면서 국가 차원의 제도적 지원 및 관리 체계가 구축되었다.

에코테크는 주로 업사이클링<sup>10)</sup>과 연관되는데, 먼저 첫 번째 주요 기술 분야는 페플라스틱 등 산업 폐기물로부터 열분해 등의 처리과정을 통하여 나일론, 열분해유(열분해로 만든 원유), 텅스텐 등 희소금속 등을 추출하여 생산하는 분야이다. 최근 정부도 열분해 공정을 이용한 재활용 사업을 활성화하기 위하여 규제특례(샌드박스)를 추진하는 중이다.<sup>11)</sup> 이외에도 에코테크 분야에서는 전기차 폐배터리로부터 리튬을 다시 회수하는 기술에 주력하는 기업이 다수 존재하며, 정부도 이러한 사업을 규제특례로 지원하고 있다.<sup>12)</sup>

8) 기후에너지환경부 보도자료(2025. 11. 28.), “K-배터리로 미래 산업 성장에너지 충전한다”

9) 환경부 보도자료(2025. 2. 26.), “2025년 전기차 충전시설 지원 본격 추진”

10) 업사이클링(Upcycling)이란 폐기물에 창의적인 디자인과 기술을 더해 기존 상품보다 더 높은 가치를 가진 제품으로 재탄생시키는 과정을 뜻함

11) 기후에너지환경부 보도자료(2026. 1. 18.), “페플라스틱, 고품질 재활용 문 활짝… 열분해 규제특례 과제추진 사업자 모집”

12) 기후에너지환경부 보도자료(2025. 11. 23.), “폐기물 핵심광물 추출, 규제특례로 지원”

마지막으로 푸드테크에서는 다수의 기업들이 스마트팜 관련 기술에 주력하고 있는데, 예를 들어 IoT(사물인터넷) 기반 스마트팜 설비, 컨테이너형 스마트팜 설치 기술 등이 있다. 또한 정부도 스마트농업 육성을 위한 기본계획을 세운 바 있다(농림축산식품부 2025a). 두 번째로는 식물성 대체육 또는 세포배양육 관련 기술 분야가 있다. 이 분야에서 기후테크 기업들은 콩·해조류 등을 이용하여 식물성 원료 기반 대체육을 생산하거나 동물 세포를 배양해 세포배양육을 구현하는 기술 등에 중점을 두고 있다. 푸드테크와 관련해서는 두 가지 법률이 제정되어 제도적으로 지원하는 체계가 마련되었는데, ‘스마트농업 육성 및 지원에 관한 법률’은 농업의 자동화·정밀화·무인화를 촉진하여 스마트농업을 육성하고, ‘푸드테크산업 육성에 관한 법률’(이하 ‘푸드테크산업법’)은 식품산업에 첨단기술을 적용하기 위한 정책적 지원 기반을 정립한다. 또한 정부는 푸드테크 육성을 위한 R&D 투자 확대 및 전용 펀드 조성 등의 지원 정책을 마련하였다.<sup>13)</sup>

다음 장에서는 본 연구가 선별한 국내 기후테크 산업의 주요 기술 분야에 대하여 각각 기술이 직면한 주요 위험을 살펴보고, 이러한 위험들이 해외에서는 어떻게 관리되고 있는지 파악하기 위해 해외 보험 사례를 조사하였다.

### 3. 국내 기후테크 산업의 주요 위험과 해외 보험 사례

#### 가. 클린테크 - 수소에너지 생산

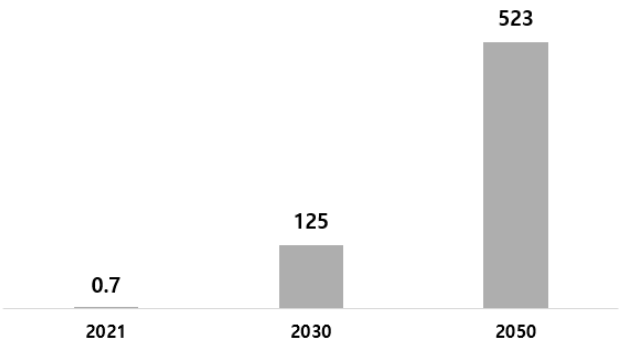
수소에너지는 증가하는 에너지 수요를 충족하는 동시에 온실가스 배출을 감축할 수 있는 대체 에너지원으로 주목받고 있다. 특히 우리나라의 경우 대부분의 석유·가스를 수입하고 있어 에너지 수입의존도가 2025년 11월 기준 92.7%에 달하는 만큼(에너지경제연구원 2025), 물을 전기분해하여 얻을 수 있는 수소는 에너지 안보 측면에서도 매우 중요하다. 해외에서도 에너지 안보와 탄소 감축을 위해 선진국과 개발도상국 모두 수소에너지에 주목하고 있어 향후 수소에너지에 대한 수요 및 생산량은 급격히 증가할 것이란 전망이 우세하다. 실제로 국제재생에너지기구(International Renewable Energy Agency, 이하 ‘IRENA’)는 파리협정 목표에 따라 지구 평균 기온 상승폭을 1.5℃로 제한하기 위해 2021년에 0.7Mt였던

13) 농림축산식품부 보도자료(2025. 12. 19.), “농식품부, 「푸드테크산업 육성에 관한 법률」 시행 계기, 산업 육성 본격 시동”

청정수소(청정수소 또는 Clean Hydrogen의 의미는 <표 III-2> 참조) 생산량을 2030년엔 125Mt, 2050년엔 523Mt까지 늘려야 한다고 주장한다(IRENA 2023, <그림 III-2> 참조).

수소에너지를 생산하기 위해선 먼저 수소를 추출해야 한다. 수소는 물을 전기분해하여 생산되는데, 이때 전기분해에 필요한 에너지를 얻는 방법에 따라 수소 추출 방법이 구분되며 각자의 방법마다 탄소 배출량이 다르다. 수소 추출 방식을 구분하기 위해 색깔을 이용하는데, <표 III-2>에서 설명하듯이 그린 수소부터 블루, 그레이, 블랙, 브라운 등 다양한 방식으로 수소가 생산된다.

<그림 III-2> 지구 평균 기온 상승 폭을 1.5℃를 제한하기 위해 필요한 수소 생산량 (단위: Mt)



자료: IRENA(2025)

흔히 블루 수소와 그린 수소가 탄소 감축의 효과가 있어 청정수소(Clean Hydrogen)로 간주되며(IRENA 2023), 현재 수소 생산 시설도 블루·그린 수소 생산에 주력하고 있다. 다만 단기적으로는 기존의 수소 생산 방법에서 탄소 포집·저장 공정을 추가한 블루 수소를 위주로 수소를 생산하더라도 2050년에는 생산된 수소의 대부분이 그린 수소의 형태여야 한다는 주장도 있다(The World Bank 2024).

<표 III-2> 탄소의 색깔 스펙트럼

| 수소 종류        | 뜻                                                      |
|--------------|--------------------------------------------------------|
| 그린(Green) 수소 | 자연에서 얻은 재생에너지로 물을 전기분해하여 얻은 수소이며, 수소 추출 과정에서 탄소 배출이 없음 |

〈표 Ⅲ-2〉 계속

| 수소 종류            | 뜻                                                                |
|------------------|------------------------------------------------------------------|
| 블루(Blue) 수소      | 석탄, 석유, 천연가스와 같이 화석연료를 사용하여 추출된 수소이나, 추출과정에서 발생한 탄소가 따로 포집·저장됨   |
| 그레이(Gray) 수소     | 석탄, 석유, 천연가스와 같이 화석연료를 사용하여 추출된 수소이나, 추출과정에서 발생한 탄소가 포집되지 않고 방출됨 |
| 블랙(Black) 수소     | 석탄을 활용해 생산된 수소                                                   |
| 브라운(Brown) 수소    | 갈탄(석탄의 한 종류)을 활용해 생산된 수소                                         |
| 청록(Turquoise) 수소 | 화석연료를 열분해하여 수소와 탄소로 분해한 과정을 거친 수소                                |

자료: Allianz Commercial(2025)

따라서 수소에너지와 연관된 기후테크 기술의 주요 위험을 검토하기 위해서는 그린·블루 수소의 생산 및 활용 과정에서 발생할 수 있는 위험 요인을 살펴보아야 할 것이다. 이러한 방향에 맞춰 그린·블루 수소와 관련한 주요 위험을 〈표 Ⅲ-3〉에 정리하였다.

〈표 Ⅲ-3〉 수소에너지 기술의 주요 위험

| 위험                | 설명                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 화재 및 폭발           | <ul style="list-style-type: none"> <li>수소는 공기와 혼합하면 점화가 매우 쉽고 폭발 가능성이 높으며, 정전기나 고온의 표면으로도 점화가 가능함</li> <li>수소는 가장 작은 원자로서 누출 가능성이 높은 특성이 있으므로 누출된 수소를 감지할 전문 센서가 필요함</li> </ul>                 |
| 취성(Embrittlement) | <ul style="list-style-type: none"> <li>수소는 강철이나 특정 합금 등에 침투해 균열을 일으키고 강도를 약화시킬 수 있음</li> <li>파이프라인의 재료로 쓰이는 탄소강(Carbon Steel) 등에서 역치 응력(Threshold Stress)을 감소시켜 작은 힘으로도 손상이 발생할 수 있음</li> </ul> |
| 기술 위험             | <ul style="list-style-type: none"> <li>전기분해 기술은 아직 설치 용량이 100MW(메가와트)인 수준에 대해서만 검증되었으며 GW(기가와트)급 대형 프로젝트에서는 기술의 성능, 내구성에 대한 불확실성이 존재함</li> </ul>                                                |
| 탄소포집기술의 성능 불확실성   | <ul style="list-style-type: none"> <li>블루 수소 생산 과정에서 탄소를 포집하는 기술이 SMR(Steam Methane Reforming)에서 성능이 뛰어난 ATR(Autothermal Reforming)로 전환하는 과정에 있으나 ATR의 성능에 대한 검증이 충분하지 않음</li> </ul>            |
| 재생에너지 공급          | <ul style="list-style-type: none"> <li>그린 수소 생산에 활용되는 재생에너지의 공급이 불안정해지면서 재생에너지의 가격이 상승하면 그린 수소에너지 사업의 경제성이 악화될 수 있음</li> </ul>                                                                  |

〈표 III-3〉 계속

| 위험       | 설명                                                                                                                                                                            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 수요처 불확실성 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산된 에너지에 대한 장기 구매 계약을 체결할 구매자를 확보하지 못하거나 계약한 구매자가 계약 상 의무를 이행하지 못하고 이를 대체할 구매자를 찾지 못할 경우 프로젝트 진행을 위한 투자 자금 조달이 어려울 수 있음</li> </ul>   |
| 정치·규제 위험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 세제 혜택, 보조금 등에 대한 예기치 않은 변화가 프로젝트의 재무 건전성에 부정적 영향을 줄 수 있음</li> <li>• 국유화, 몰수, 송금 제한, 전쟁 및 내란 등 정치적 불안정으로 프로젝트 진행이 어려울 수 있음</li> </ul> |

자료: Allianz Commercial(2025a), The World Bank(2024), OECD and The World Bank(2024), Schlissel(2024)를 참조하여 정리함

수소에너지 기술의 주요 위험은 수소의 특성으로 인한 화재·폭발과 취성 문제, 기술 성능에 관한 위험, 기술의 수익성에 관련된 위험과 정치·규제 위험으로 나뉘볼 수 있다. 먼저 수소는 인화성이 매우 높아 점화가 쉽게 발생하며 폭발 가능성도 높다. 또한 수소는 수직 방향으로 빠르게 확산되는 특성이 있어 화재가 발생했을 때 진압이 어려우며, 무색·무취이고 가장 작은 원소이므로 누출되기 쉬워서 이를 감지할 전문 센서도 필요하다(Allianz Commercial 2025a).

수소가 가장 작은 원자이기에 발생하는 또 다른 문제로 취성(Embrittlement)이 있다. 수소는 강철이나 특정 합금 등에 침투하여 균열을 일으키면서 구조적 강도를 약화시킬 수 있다. 특히 파이프라인 재료로 자주 쓰이는 탄소강(Carbon Steel)이나 저합금강(Low-alloy Steel) 등은 수소의 취성으로 인해 역치응력(Threshold Stress)이 감소하면 작은 힘으로도 영구적인 손상이 발생할 가능성이 존재한다. 이는 수소를 파이프라인을 통해 운반할 때 문제가 될 수 있다(Allianz Commercial 2025a).

기술 성능에 관한 위험도 존재하는데, 이는 수소에너지 기술이 아직 충분히 검증되지 않았기에 발생하는 위험이다. 수소를 얻기 위해 물을 전기분해하는 기술은 아직 대규모 프로젝트에서는 성능이 검증되지 않아서 투자 자금 조달이 어려울 수 있다. 또한 전기분해 설비인 전해조(Electrolyzer)도 수명이 제한적이므로, 전해조의 성능이 떨어질수록 교체 주기가 단축될 가능성도 있다(The World Bank 2024).

그리고 블루 수소의 경우 탄소포집기술의 효율에 대한 불확실성이 존재한다. 현재 SMR(Steam Methane Reforming)은 천연가스인 메탄에 수증기와 열을 가해 수소를 만드

는데, 이 과정에서 발생한 탄소를 포집하는 데 한계가 있다고 알려져 있다. 반대로 메탄에 산소와 수증기를 가해 수소를 생산하는 ATR(Autothermal Reforming)은 탄소 포집에 있어 효율이 더 높다고 알려져 있으나, 아직 초기 단계이기에 대규모의 프로젝트에서도 높은 효율로 탄소가 포집될 수 있는지에 대한 검증이 필요하다(Schlissel 2024).

기술의 수익성 측면에서는, 우선 재생에너지의 공급 위험이 존재한다. 그린 수소는 재생 에너지를 이용하여 물을 전기분해하는 방식인데, 자연재해 등으로 재생에너지 공급이 원활하지 않아 재생에너지의 가격이 상승할 경우 수소에너지 기술의 수익성이 악화될 수 있다. 두 번째로는 수요처의 불확실성(Offtake 위험)이 있다. 장기 구매 계약을 이행할 구매자를 찾지 못했거나, 찾았더라도 구매자가 구매계약을 이행하지 못하고 대체 구매자를 찾지 못할 때 발생하는 위험이다. 이렇게 확실한 수요처를 확보하지 못하면 해당 수소에너지 프로젝트는 수익성에 불확실성이 발생하므로 투자 유치가 어려울 수 있다(The World Bank 2024).

마지막으로 정치·규제 위험에는 먼저 세제 혜택이나 보조금과 같은 제도의 변화 위험이 있다. 수소에너지 기술은 초기 단계인 경우가 많아 정부의 세제 혜택, 공공 조달, 보조금 등의 정책적 지원에 의존하는 편이므로 법·제도의 갑작스러운 변화는 프로젝트의 수익성에 영향을 미칠 수 있다. 또한 정치적 위험의 경우엔 전쟁·내란·몰수 등이 발생하여 프로젝트가 재무적으로 큰 부정적인 영향을 받는하거나, 개발도상국에서는 정치적 불안정이 장기화되어 통화가치가 절하하면 선진국으로부터 수입해야 할 전해조 등 핵심설비 구입 비용이 상승할 수 있다. 특히 수소에너지 프로젝트는 자본집약적이면서 사업 기간이 길기 때문에 정치적 불안정이 길어질수록 정치·규제 위험은 더욱 확대된다(OECD and The World Bank 2024).

이렇게 수소에너지 기술은 여러 가지 주요 위험에 직면하고 있으며, 이러한 위험들을 인수하고 관리하는 해외 보험상품 사례를 알아보고자 한다. <표 III-4>는 수소에너지 기술에 대한 해외 보험상품 사례를 정리한 것이다.

〈표 III-4〉 수소에너지 기술 관련 해외 보험상품 사례

| 보험상품                                                    | 설명                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 취리히(Zurich) 보험 그룹과 Aon의 Clean Energy Insurance Facility | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 자본지출(Capex)이 최대 2.5억 달러인 초기 단계의 수소에너지 시설에 포괄적인 위험 보장을 지원하는 상품임</li> <li>• 건설 지연, 영업 중단, 제3자 배상책임에 대하여 블루 수소의 경우 탄소 포집·활용·저장 기술에 대한 위험 보장도 포함함</li> <li>• 〈표 III-3〉에서 언급된 위험 중 화재 및 폭발, 취성, 기술 위험, 탄소 포집기술의 성능 불확실성이 담보되는 상품임</li> </ul>                                                                                                      |
| Munich Re의 HySure                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전해조 제조사의 위험을 인수하는 상품으로, 제조사의 재무적 안정성을 제고하는 동시에 전해조를 활용하는 수소 프로젝트의 현금흐름 예측 가능성을 높이는 효과가 있음</li> <li>• 전해조 고장으로 인한 과도한 유지·수리 비용, 성능이 기준에 미달할 경우 발생하는 손실 보장, 예상치 못한 설비 가동 중단에 대한 보장 등이 포함됨</li> <li>• 〈표 III-3〉에서 언급된 위험 중 기술 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>                                                                                           |
| Marsh Clean Hydrogen Facility                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 해당 Facility는 청정수소 생산 프로젝트에 대한 위험 인수를 지원하는 플랫폼으로, Marsh는 프로젝트와 A등급 글로벌 (재)보험사를 연결하여 보험 계약을 촉진함</li> <li>• 건설·운영 중 재산 손해, 준공 지연, 영업 중단, 제3차 배상책임, 해상 운송 위험, 기술 실패 위험 등이 보장되며, 각 프로젝트에 대한 맞춤형 위험 관리 솔루션을 제공함</li> <li>• 자본지출이 최대 6억 달러인 프로젝트에 대해 최대 4억 달러의 보장 한도를 제공함</li> <li>• 〈표 III-3〉에서 언급된 위험 중 화재 및 폭발, 취성, 기술 위험 등이 담보되는 상품임</li> </ul> |

자료: OECD and The World Bank(2024), Zurich(2024)를 참조하여 정리함

취리히 보험 그룹과 Aon이 협업하여 도입한 Clean Energy Insurance Facility는 자본지출이 2.5억 달러 이하인 초기 단계의 블루·그린 수소 생산 시설에 대한 보험상품을 제공한다. 건설 지연, 영업 중단, 제3차 배상책임 등 기존 보험상품이 보장하는 위험에 더하여 블루 수소의 경우 수소 추출 과정에 포함되는 탄소 포집·활용 기술에 대한 보장도 포괄한다. Munich Re의 HySure 상품은 전기분해 장치인 전해조를 제조하는 기업에 대한 위험을 보장한다. 이로써 해당 전해조를 활용하는 수소 생산 시설도 전해조가 기능을 수행하지 못할 경우에 대한 손실을 보상받을 수 있어 현금 흐름의 예측 가능성을 높일 수 있다. HySure 상품은 전해조가 고장 나거나 성능이 계약에서 설정한 기준에 미치지 못할 경우, 예상치 못하게 설비 가동이 중단될 경우 등에 대하여 보장한다. Marsh의 Clean Hydrogen Facility는 청정수소 생산·활용 프로젝트의 보험 계약을 촉진하기 위해 설계된 플랫폼으

로, Marsh는 보험 브로커로서 각 수소에너지 프로젝트와 A등급 글로벌 (재)보험사를 연결하는 역할을 수행한다. 이 과정에서 Marsh의 전담 리스크 엔지니어링 팀이 해당 수소 프로젝트의 위험을 검토하고 그 결과를 바탕으로 위험 완화 전략과 보험상품을 제안한다. 건설·운영 중 손해나 영업 중단 등 기존 보험상품이 보장하는 위험에 더해 수소 생산 기술 성능의 불확실성까지 보장할 수 있어 각 수소 프로젝트의 특성에 따라 유연한 구조의 보험상품이 제공될 수 있다.

해외 보험상품 사례 조사를 기반으로 <표 III-3>에서 언급된 수소에너지 기술 관련 위험 중 담보될 수 있는 위험들을 선정하였다. 취리히 보험 그룹·Aon의 상품과 Marsh의 상품은 수소 생산 기술과 관련하여 화재 및 폭발, 취성, 기술 리스크, 탄소 포집기술의 성능 불확실성 등의 위험으로부터 발생하는 피해를 보상한다. Munich Re의 상품은 전해조 관련 피해 보상에 집중하고 있으므로 기술 위험을 담보하는 것으로 보인다. 다만 세 가지 상품 모두 재생에너지 공급, 수요처 불확실성, 정치·규제 위험을 담보하지는 않는데, 이러한 위험과 관련된 보장 공백은 정부나 정책금융기관 등 공공 부문과의 협력으로 해결할 필요가 있으며, 구체적인 정책적 시사점은 뒤에서 다루기로 한다.

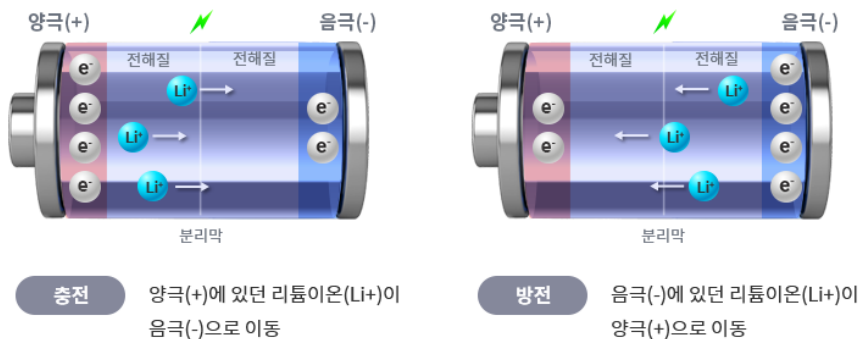
수소에너지 기술의 주요 위험과 해외 보험상품 사례에서 도출되는 시사점은 다음과 같다. 먼저, 수소 고유의 특성으로 화재·폭발 위험과 취성의 문제가 있어 이에 대한 전문적인 위험 평가가 필요하다. Marsh는 수소 프로젝트의 위험을 평가하기 위하여 전담 리스크 엔지니어링 팀을 운영하고 있으며, 취리히 보험 그룹과 Aon도 수소 시설에 대한 보험상품을 도입하기 전에 약 2년에 걸쳐 광범위한 연구를 수행하고 고객과 협업을 통해 위험에 대한 이해를 축적하였다. 두 번째로, 초기 단계의 프로젝트에 대해서도 보험상품이 도입되고 있다. 수소 생산 기술은 아직 초기 단계에 있어 기술 검증이 충분히 이뤄지지 않은 경우가 많으며, 기술 성능에 대한 불확실성으로 인해 추가적인 투자 유치가 어려울 수 있다. 따라서 고유한 위험 평가 능력을 보유한 (재)보험사가 기술 성능에 대한 위험을 인수함으로써 프로젝트의 재무적 안정성을 제고하며 수소 생산 시설 사업자의 투자 자금 조달에 도움이 될 수 있다. 마지막으로 수소 생산 프로젝트의 장비 공급자인 전해조 제조사에 대한 보험상품이 등장하였다. 전해조의 빈번한 고장·가동 중단은 전해조 제조사에게도 부담이 되며, 전해조를 활용하는 수소 프로젝트의 수익성에도 부정적인 영향을 미친다. 이에 대응하여 수소 프로젝트의 핵심 요소인 전해조에 대한 위험 보장을 강화함으로써 제조사의 재무적 부담을 줄이고 수소 생산 프로젝트의 현금 흐름을 안정화하는 효과를 얻을 수 있다.

## 나. 클린테크 - 이차전지 및 에너지 저장장치

이차전지(Secondary Batteries)는 충·방전을 통해 재사용이 가능한 배터리를 총괄하는데, 여러 이차전지 중에서 리튬 이온의 이동을 이용해 전기를 저장·방출하는 리튬전지에 대한 관심이 높으며 실제로 제일 많이 활용되고 있다. 이는 리튬전지가 높은 에너지 밀도를 바탕으로 같은 무게로도 많은 에너지를 저장할 수 있어 스마트폰과 같은 휴대형 기기에 적합하기 때문이다(QBE Insurance 2024). 또한 리튬전지는 전기차 보급과 같이 화석연료 중심의 에너지 활용 구조에서 벗어나기 위한 에너지 전환 과정에서 필수적인 역할을 수행한다. 따라서 본 연구에서는 이차전지 분야에서 리튬전지를 주로 다루기로 한다.

리튬전지는 리튬이온의 이동으로 충전·방전을 구현한다. 구체적으로 리튬전지는 여러 개의 작은 배터리 셀(Battery Cell)로 구성되어 있는데, 각 배터리 셀에는 양극(Anode)과 음극(Cathode)이 있다. 리튬전지의 충전 과정에서는 리튬이온이 음극으로 이동하고, 에너지가 발생하는 방전 과정에서는 리튬이온이 양극으로 이동한다(〈그림 III-3〉 참조). 이 과정에서 리튬의 이온화 경향이 높기 때문에 다른 금속에 비해 리튬의 이온이 쉽게 발생하므로 리튬전지가 다른 이차전지에 비해 동일한 질량 내에서 에너지 발생량이 높은 것이다.

〈그림 III-3〉 배터리 셀과 충전 및 방전 과정



자료: 포스코퓨처엠 웹사이트

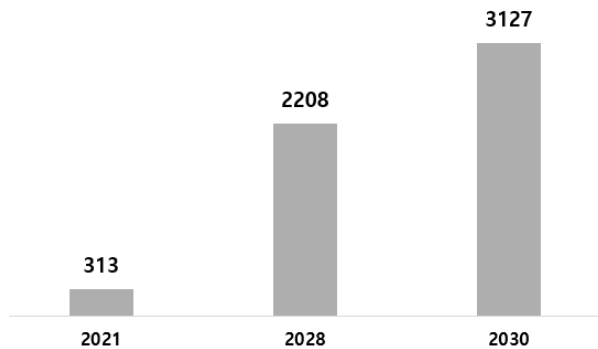
리튬전지에 대한 글로벌 수요는 지속적으로 증가할 것으로 보인다. 2021년 약 363GWh 수준이었던 리튬전지 수요는 2028년엔 2,208GWh, 2030년엔 3,127GWh까지 상승할 것으로 전망된다(〈그림 III-4〉 참조). 이러한 수요 증가의 상당 부분은 모빌리티 부문에서 발

생활 것으로 예상되는데, 2030년 수요 예측치인 3,127GWh 중 570GWh는 개인 자가용에, 2,300GWh는 대중교통을 위해 쓰일 것으로 추정된다(Consultancy.uk 2022).

에너지 저장장치(Energy Storage System, 이하 'ESS')는 생산된 전력을 저장했다가 필요할 때 송전하여 에너지 사용의 효율을 높이는 시스템을 뜻한다. 에너지 저장장치에 포함된 리튬전지가 전력을 저장하는 역할을 담당하는데, 구체적으로 태양열, 풍력과 같은 신재생 에너지를 활용해 전력을 생산하고, 이 에너지를 리튬전지에 저장하여 적기에 에너지를 사용하는 방식으로 에너지 활용의 효율성을 극대화하는 것이다. 따라서 리튬전지의 충전·방전 성능이 에너지 저장장치의 성능과 직결되어, 리튬전지 기술과 에너지 저장장치 기술을 함께 연관 지어 검토한다.

〈그림 III-4〉 리튬전지 전 세계 수요 전망

(단위: GWh)



자료: Consultancy.uk(2022)

리튬전지 생산 기술에도 여러 가지 위험이 존재하는데, 이를 〈표 III-5〉에 정리하였다. 먼저 리튬전지의 특성과 관련하여 열폭주(Thermal Runaway) 및 화재 위험이 존재한다. 리튬전지는 〈그림 III-3〉의 구조를 갖는 배터리 셀들이 모여 구성되는데, 일부 배터리 셀들이 과충전·과방전 등으로 과열될 경우, 연쇄적으로 과열되어 화재가 발생할 가능성이 높아진다. 특히 배터리 셀 내부에 존재하는 전해질은 가연성 유기 용매로서 고온에서는 분해되어 불화수소(Hydrogen Fluoride; HF)를 발생시키는데, 이렇게 가스가 발생하면서 폭발이 발생할 위험도 높아진다. 최근 소방청에서도 최근 5년간 리튬이온 배터리로 인한 화재가 총 612건임을 발표하면서, 사고 발생 건수가 증가 추세임을 밝히기도 했다.<sup>14)</sup> 에너지 저

장장치도 리튬전지가 부품으로 쓰이기 때문에, 리튬전지 생산 기술의 위험이 에너지 저장 장치 생산에도 적용된다.

〈표 III-5〉 리튬전지 생산 기술의 주요 위험

| 위험              | 설명                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 열폭주 및 화재 위험     | <ul style="list-style-type: none"> <li>리튬전지 내 배터리 셀(Battery Cell)들이 과열되면서 연쇄 반응을 일으켜 화재나 폭발이 발생할 수 있음</li> <li>리튬이온의 이동을 돕는 전해질이 분해되면서 가연성 가스(불화수소)가 발생해 폭발 피해가 더 커질 수 있음</li> </ul>                                         |
| 제3자 및 환경 책임     | <ul style="list-style-type: none"> <li>리튬전지 화재 시 전해질에서 발생하는 불화수소는 물과 반응해 불산(Hydrofluoric Acid)이 되며, 불산은 호흡기에 치명적이고 유리까지 부식시켜 주변 환경에 부정적 영향을 미칠 수 있음</li> </ul>                                                               |
| 제조 및 설계 결함      | <ul style="list-style-type: none"> <li>배터리 셀 부품의 오염 또는 부적절한 조립으로 인한 제조 결함으로 내부 단락(양극과 음극을 분리해주는 분리막이 역할을 하지 못하는 현상)이 발생해 양·음극이 직접 접촉하는 합선 현상이 나타날 수 있음</li> <li>설계 결함으로 열관리나 보호 장치가 충분히 않은 상태에서 배터리가 기기와 통합될 수 있음</li> </ul> |
| 소송 위험           | <ul style="list-style-type: none"> <li>리튬전지가 다양한 상품에 활용되면서 관련 소송도 증가할 수 있음</li> </ul>                                                                                                                                        |
| 지정학적 경쟁과 공급망 위험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>핵심 원재료인 리튬과 코발트 공급을 중국이 주도하고 있어 지정학적 위험과 공급망 위험이 동시에 발생할 수 있음</li> </ul>                                                                                                              |

자료: QBE Insurance(2024), Marsh(2022), RAA 웹사이트를 참조하여 정리함

전해질이 분해되어 발생하는 불화수소는 물과 만나 불산(Hydrofluoric Acid)으로 전환되는데, 불산은 호흡기에 치명적이면서 피부 내부로의 침투력이 강해 매우 위험한 물질로 평가된다. 따라서 리튬전지 화재는 주변 환경에 제3자 배상책임 또는 환경 책임을 질 수 있다. 리튬전지 생산자는 주변 환경에 대한 영향이 어디까지 통제될 수 있는지 확인할 필요가 있다.

리튬전지 제조나 설계 과정에서 결함이 발생할 경우에도 화재가 발생할 수 있으며, 소비자로부터 소송이 발생할 수도 있다. 결함이 있는 리튬전지는 내부단락(Internal Short Circuit; ISC)이 나타날 수 있는데, 이는 양극과 음극을 물리적으로 분리하는 분리막이 손상되어 양·음극이 직접 접촉하는 합선 현상을 뜻한다. 내부 단락이 발생하면 배터리 셀이

14) 소방청 보도자료(2024. 7. 21.), “전기 배터리, 충전 후 바로 코드를 뽑아주세요”

과열되어 화재 및 폭발로 이어질 수 있다. 실제로 리튬전지 화재로 인한 소비자의 소송이 증가하고 있는데, RAA(Reinsurance Association of America)에 따르면 전기차, 스마트폰, 호버보드(개인용 전동 이동수단), 전자담배 등에서 발생한 화재·폭발과 관련된 소송이 증가하고 있으며, 리튬전지 생산자 역시 이러한 소송 위험에 노출되어 있다.

마지막으로 리튬전지 생산 과정에서 리튬과 코발트가 필요한데, 이 둘의 공급망이 특정 국가(중국)에 집중되어 있는 상황이다. 따라서 미·중 갈등이 심화할 경우 지정학적 위험이 공급망에 부정적인 영향을 미쳐 공급 차질이 발생할 위험도 고려해야 한다.

〈표 III-6〉 리튬전지 및 에너지 저장장치 기술 관련 해외 보험상품 사례

| 보험상품                               | 설명                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ariel Green의<br>기술성능보험 컨소시엄        | <ul style="list-style-type: none"> <li>에너지 저장장치 기술과 관련하여 발생 가능성이 낮으나 손실 규모가 큰 위험을 보장하는 보험상품으로, 전통적인 보험상품에서 인수되지 않는 위험들이 보장됨</li> <li>각 건별로 보장금액은 최대 1.5억 달러임</li> <li>〈표 III-5〉에서 언급된 위험 중 열폭주 및 화재 위험, 제조 및 설계 결함 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>                                                     |
| Munich Re의<br>Green Tech Solutions | <ul style="list-style-type: none"> <li>배터리 제조업체나 에너지 저장장치 제조 및 운영 업체에 대한 제품·성능 보증을 제공함</li> <li>에너지 저장장치 업체의 경우 배터리 제조업체가 파산하더라도 보증 보화는 유지됨</li> <li>장기간에 걸쳐 보증을 제공하는데, 예를 들어 리튬전지 제조업체인 Hithium에게 리튬전지 성능에 대한 15년의 보증기간을 제공함</li> <li>〈표 III-5〉에서 언급된 위험 중 제조 및 설계 결함 위험이 담보되는 상품임</li> </ul> |
| Chubb의 리튬전지<br>위험 전용 보험 컨소시엄       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Chubb가 주도하는 보험 컨소시엄이며, 리튬전지의 운송 및 보관과 관련된 위험을 보장함</li> <li>운송보험, 해상적하보험, 화물배상책임보험 등을 포괄하는 원스톱 형식의 위험 관리 솔루션을 제공함</li> <li>〈표 III-5〉에서 언급된 위험 중 열폭주 및 화재 위험, 소송 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>                                                                  |

자료: Ariel Green 웹사이트, Ariel Re(2024), Munich Re(2022), Reinsurance News(2023), Chubb(2023)를 참조하여 정리함

리튬전지 생산 기술과 관련된 위험을 담보하는 해외 상품의 사례는 〈표 III-6〉에 정리하였다. 먼저 Ariel Re에 소속된 조직인 Ariel Green은 에너지 저장장치를 포함한 다수 기후테크 기술에 대한 기술성능보험을 제공한다. 발생 가능성은 낮으나 손실 규모가 커서 전통

적인 보험상품에서는 인수되지 않는 위험을 보장하며, 보장금액은 건별로 최대 1.5억 달러이다. Munich Re 또한 제품·성능 보증을 제공하는데, 에너지 저장장치 업체뿐만 아니라 배터리 제조업체에 대해서도 배터리 성능에 대한 보증을 제공한다. 또한 보증 기간도 10년이 넘게 제공되기도 한다. 마지막으로 Chubb는 리튬전지의 운송 및 보관에 대한 보험상품을 제공한다. 리튬전지는 운송 및 보관 과정에서도 화재 및 폭발 가능성이 있다. Chubb는 이러한 위험들을 포괄하고자 운송보험, 해상적하보험, 화물배상책임보험 등이 결합된 원스톱(One-Stop) 형식의 보험상품을 제공한다.

조사된 해외 보험상품들은 <표 III-5>에서 언급된 위험 중 기술과 관련된 열폭주 및 화재 위험과 제조 및 설계 결함 위험을 담보하며, Chubb의 상품의 경우 소송 관련 법적 비용도 보상하는 것으로 나타났다. 다만 제3자 및 환경 책임이나 지정학적 경쟁과 공급망 위험은 담보되지 않는 것으로 보이는데, 피해 보상 범위가 넓거나 위험 평가가 쉽지 않으면 위험 인수가 어려울 수 있다.

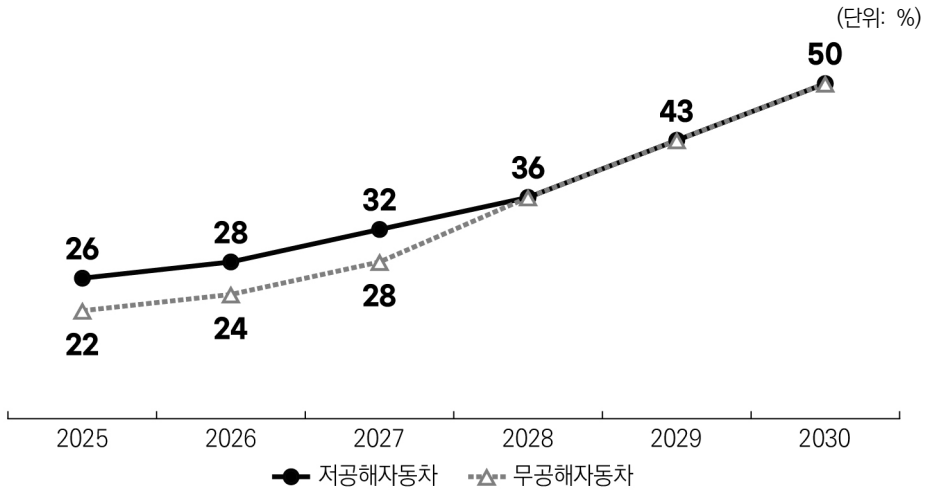
리튬전지 및 에너지 저장장치에 대한 해외 보험상품 사례에게 도출되는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 리튬전지나 에너지 저장장치의 성능에 대한 보증 상품이 활용되고 있다. 리튬전지는 작은 결함으로도 과충전·과방전·내부단락 등으로 화재가 발생할 수 있어 기술 성능과 안전성에 내재된 불확실성을 간과하기 어렵다. 따라서 배터리 제조업체 및 에너지 저장장치 제조·운영 업체에 제품 및 기술에 대한 보증을 제공함으로써 현금 흐름의 안정성을 제고하고, 나아가 추가적인 투자 유치에도 긍정적으로 작용할 수 있다. 둘째, 리튬전지의 보관·운송 관련 위험을 담보하는 보험상품이 운영되고 있다. 이는 리튬전지가 보관·운송 중에도 연쇄적인 화재 및 폭발을 일으킬 수 있기 때문이며, 이렇게 제품이 생산된 이후에도 위험이 계속 존재할 경우 추가적인 보험상품이 필요할 수 있다.

#### 다. 카본테크 - 전기차 충전소 운영

오늘날 전기차(Electric Vehicle, 이하 'EV')는 탄소 배출 저감을 위한 핵심 수단 중 하나로, 운송 부문의 탈탄소화를 실현하는 데 중요한 역할을 수행하고 있다. 우리나라 정부도 최근 전기차를 포함한 저공해·무공해자동차의 보급을 확대하는 목표를 세우고 이를 지원하는 내용의 고시를 발표하였다(기후에너지환경부 2026). 고시에 따르면, 정부는 2030년까지 국내 신차의 50%를 전기차·수소차인 무공해차로 보급하는 것을 목표로 한다(<그림 III-5>). 따라서 국내 전기차 보급은 계속 확대될 것으로 보인다.

전기차 보급이 확대될수록 전기차 관련 인프라의 확충도 필수적인데, 그중에서도 전기차 충전소는 가장 핵심적인 기반시설로 꼽힌다. 정부는 전기차 보급 확대 방향에 맞춰 전기차 충전시설 설치사업에 대한 예산을 증액하고 도심 밀집 지역에 급속충전기를 우선적으로 설치하는 등의 방식으로 충전시설 확대를 지원하고 있다.<sup>15)</sup> 이처럼 전기차 충전시설이 빠르게 확산되는 가운데, SNE리서치의 보고서에 따르면 국내 전기차 충전소 시장 규모는 2030년까지 연평균 약 45%에 달하는 높은 성장률을 보일 것으로 전망된다(그림 III-6).

〈그림 III-5〉 정부의 저공해자동차·무공해자동차 보급목표



주: 1) 신차 중 저공해자동차·무공해자동차의 비중임

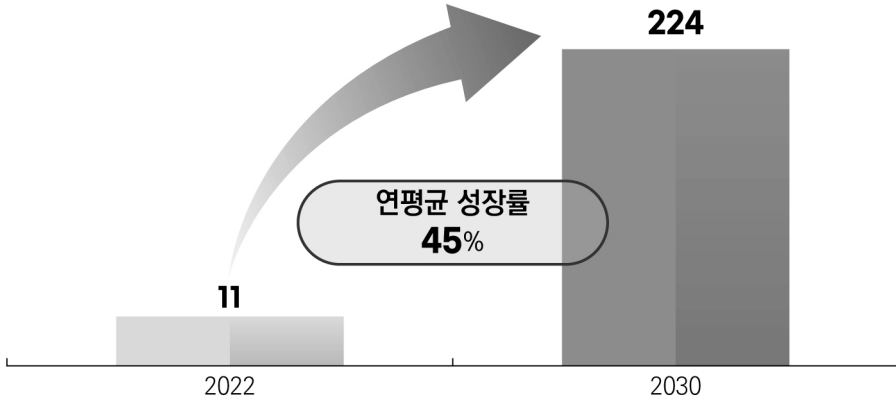
2) 저공해자동차는 대기환경보전법 시행령에 따른 전기·수소차(1종), 하이브리드차(2종), 배출허용기준을 만족한 LPG·휘발유차(3종)을 뜻하며, 무공해자동차는 공해물질이 전혀 없는 자동차로, 전기차와 수소차가 대표적임

자료: 기후에너지환경부(2026)

15) 기후에너지환경부 보도자료(2025. 2. 26.), “2025년 전기차 충전시설 지원 본격 추진”

〈그림 III-6〉 국내 전기차 충전소 시장 규모 전망

(단위: 억 달러)



자료: SNER리서치(2024)

기후테크 산업에서도 전기차 충전소를 운영하는 기업들이 다수 등장하였다. 따라서 해당 기업들이 전기차 충전시설을 운영하면서 고려해야 할 위험들을 알아보고자 <표 III-7>에 관련 위험을 정리하였다. 전기차 충전소 운영에 있어 가장 주요한 위험은 전기차의 화재이다. 전기차 충전기에 과전류·과전압이 발생하면 해당 충전기로 충전하는 전기차 내부의 리튬전지도 손상될 수 있다. 게다가 전기차 충전소에는 여러 전기차가 같이 주차되어 있을 수 있어, 한 전기차에서 화재가 나면 인접 차량으로 확산되어 피해규모가 겹잡을 수 없이 커질 수 있다(Allianz Commercial 2025b).

전기차 화재 피해는 단순히 전기차의 피해로만 끝나지 않는다. 리튬전지를 구성하는 리튬, 니켈 등 중금속이 주변 지하수나 토양에 유출되면 환경 및 토양 오염을 일으킨다(Allianz Commercial 2025b). 또한 리튬전지의 전해질은 고온에서 분해되면서 유독 물질인 불산을 방출한다. 앞서 III장 3. 나.에서 언급했듯이 불산은 호흡기에 치명적이며 피부를 침투할 수 있어 인명피해를 발생시킬 가능성이 높다. 이처럼 전기차 화재는 전기차뿐만 아니라 주변 환경에도 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로, 전기차 충전소 업체는 이에 대한 배상책임을 부담할 가능성이 있다(Zurich 2023).

〈표 III-7〉 전기차 충전소 운영의 주요 위험

| 위험         | 설명                                                                                                                                                                           |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 전기차 화재 위험  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전기가 과부하될 경우 충전하는 차량의 리튬전지가 손상되면서 열폭주 및 화재가 발생할 수 있음</li> <li>• 여러 전기차가 주차되어 있을 경우 화재가 인접차량까지 확산되면서 피해가 걷잡을 수 없이 커질 수 있음</li> </ul> |
| 환경 및 토양 오염 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기차 화재가 발생할 경우 리튬전지의 다양한 중금속이 지하수나 토양으로 유출되어 주변 환경을 오염시킬 수 있음</li> <li>• 전해질이 분해되어 생성되는 불산이 주변 환경이나 인체에 부정적인 영향을 미칠 수 있음</li> </ul> |
| 배상책임 위험    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 충전기 구성품(충전 케이블 등)의 결함으로 사고가 발생할 경우 충전소 운영 업체 또는 제조업체에게 배상책임이 발생할 수 있음</li> </ul>                                                    |
| 사이버 위험     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 사이버 공격으로 인해 충전 서비스가 중단될 수 있음</li> <li>• 전기차 충전 네트워크의 데이터베이스 내 결제 및 개인 정보가 유출될 수 있음</li> </ul>                                       |

자료: Allianz Commercial(2025b), Zurich(2023), 김태우 외(2025)를 참조하여 정리함

마지막으로 전기차 충전 서비스가 사이버 공격에 취약할 수 있다. 실제로 2023년 유럽에서는 전기차 충전소 운영 시스템이 외부에서 원격으로 조작되고 시스템에 대한 제어권이 탈취된 사례가 보고되었다. 또한 같은 해 유럽의 전기차 충전소를 대상으로 QR코드 피싱 사례가 발생하였는데, 해당 충전소에서 QR코드를 통해 결제 시스템에 접근하는 과정에서 사용자 인증 절차가 부재하여 발생한 사례였다. 이렇게 전기차 충전소의 시스템은 사이버 공격에 취약할 수 있으며, 결제나 개인 정보가 유출될 수 있다(김태우 외 2025).

〈표 III-8〉 전기차 충전소 운영 관련 해외 보험상품 사례

| 보험상품                           | 설명                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hartford의 EV Charging Solution | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기차 충전소에 대한 개별화된 위험 담보를 제공함</li> <li>• 충전 장비에 대한 재산/해상보험, 일반배상책임보험, 1,500만 달러 한도의 기업 포괄배상책임보험 등이 포함될 수 있음</li> <li>• 〈표 III-7〉에서 언급된 위험 중 전기차 화재 위험, 배상책임 위험이 담보되는 상품임</li> </ul> |
| Mitigata의 충전 네트워크 사이버 보험       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기차 충전소 및 충전 네트워크에 대한 사이버 공격으로 발생한 피해에 대해 자기손해보험, 배상책임보험 등을 제공함</li> <li>• 〈표 III-7〉에서 언급된 위험 중 사이버 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>                                                       |

자료: The Hartford(2025), Mitigata의 웹사이트를 참조하여 정리함

전기차 충전소 운영과 관련한 위험을 담보하는 해외 보험상품 사례를 살펴보고, <표 III-8>에 정리하였다. 먼저 Hartford는 전기차 충전소 관련 여러 가지 위험을 담보한다. 예를 들어, 충전 장비를 설치하거나 운영하는 과정에서의 위험을 담보하는 재산/해상 보험, 충전소의 오류로 사고가 발생했을 경우를 대비하는 일반배상책임보험, 전기차의 열폭주 등으로 피해가 커질 경우를 대비한 기업 포괄배상책임보험 등이 제공된다. 인도에 위치한 Mitigata는 사이버 보험 전문 회사로, 전기차 충전소 관련 사이버 위험을 담보하는 보험상품을 제공한다. 구체적으로 사이버 공격으로 인한 데이터 복구 및 시스템 재구축 등 자기손해가 발생하거나 고객 데이터 유출 등으로 배상책임이 발생할 경우 등을 보장한다.

해외 보험상품들을 분석한 결과, <표 III-7>에 제시된 위험 중 전기차 화재 위험, 배상책임 위험, 사이버 위험을 담보하는 보험상품이 존재한다. 반면 환경 및 토양 위험은 피보험자의 직접적인 피해라기보다 사회적 피해의 성격이 강해 보험을 통한 위험 인수가 제한적일 수 있다.

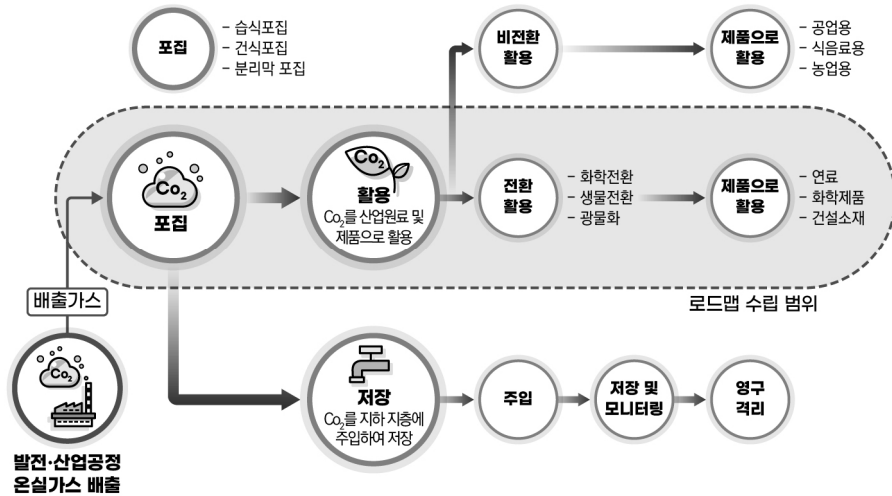
전기차 충전소 운영과 관련한 해외 보험상품 사례로부터 도출되는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 충전기 결함으로 인해 전기차 화재가 발생할 수 있어 이에 대한 배상책임보험이 보장 범위에 포함된다. 여러 전기차가 주차되어 있을 경우 연쇄적으로 화재가 발생해 피해 규모가 커질 수 있으므로 이를 대비한 포괄배상책임보험도 고려해 볼 수 있다. 둘째, 전기차 충전소를 겨냥한 사이버 공격 위험을 담보하는 보험상품이 등장하였다. 충전소나 충전 네트워크를 해킹해 충전소 기능이 마비되는 경우 발생하는 자기손해를 보상하거나, 고객의 결제 정보와 같은 개인 정보가 유출될 경우 배상책임 위험을 보장한다. 충전소의 결함으로 인한 화재 등의 물리적 피해뿐만 아니라, 사이버 위험으로 인한 피해까지 보상받을 수 있는 것이다.

## 라. 카본테크 - 공기 중 탄소 및 유해가스 포집·활용·저장(CCUS)

탄소 포집·활용·저장 기술(Carbon Capture, Utilization, and Storage, 이하 'CCUS')은 발전소나 공장에서 발생한 이산화탄소를 포집하여 이를 활용·저장하는 기술을 총칭한다. 구체적으로 탄소가 발생하는 지점에서 탄소를 포집하고, 수송관이나 선박을 이용해 탄소를 수송하여 지하 깊은 곳에 저장하거나 다른 용도로 활용하는 기술이다. 이로써 기존 방식대로라면 대기로 직접 배출되었을 이산화탄소를 관리 가능한 형태로 전환하고 장기간 격

리하거나 자원으로 활용할 수 있다. <그림 III-7>은 2021년 우리나라 정부가 세웠던 CCUS 기술혁신 로드맵의 범위로, CCUS 기술이 다루는 영역에 대하여 간략하게 설명한다.

<그림 III-7> CCUS 기술 혁신 로드맵(안)

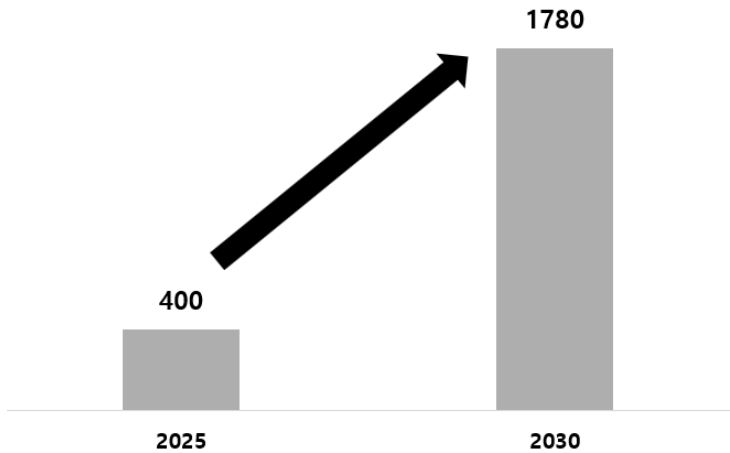


자료: 관계부처 합동(2021)

CCUS 기술이 주목받는 이유 중 하나는 탄소 배출 감축이 매우 어려운 분야가 있기 때문이다. 시멘트, 철강 등 화학제품을 생산하는 산업은 고온의 열을 필요로 하는 경우가 많으나, 고온의 열을 만드는 데 쓰이는 화석연료를 대체할 수 있는 기술은 아직 제한적이다. 또한 고온의 열을 만드는 화석연료를 대체하더라도 산업 공정의 화학반응에서 이산화탄소가 발생할 수 있다. 따라서 화석연료를 활용하는 공정 과정을 전환하는 것보다는 공정 과정에서 배출되는 이산화탄소를 직접 포집하는 CCUS 기술이 이산화탄소 배출을 감축하는 기술로 주목받고 있는 것이다. 실제로 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)는 지구 평균 기온 상승 폭을 1.5℃ 제한하기 위해 CCUS 기술이 산업 부문의 탄소 감축량 중 약 20%를 담당해야 한다고 주장한다(IEA 2019).

〈그림 Ⅲ-8〉 전 세계 CCUS 투자규모 전망

(단위: 억 달러)



자료: Lloyd's(2024)

CCUS에 대한 관심이 높아지면서 관련 투자 또한 늘어날 것으로 보인다. 2025년 기준 CCUS 투자는 400억 달러 정도이나, 2030년까지 1,780억 달러까지 증가할 것으로 전망된다(〈그림 Ⅲ-8〉 참조). CCUS 기술 시장의 확대에 발맞춰 우리나라에서도 관련 기술에 주력하는 기후테크 기업들이 등장하였다. 다음 〈표 Ⅲ-9〉에 CCUS 기술을 다루는 기업들이 직면할 수 있는 주요 위험들을 정리하였다.

〈표 Ⅲ-9〉 CCUS 기술의 주요 위험

| 위험          | 설명                                                                                                                                                                                                |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 이산화탄소 누출 위험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 정해진 장소에 저장된 이산화탄소가 대기 중으로 누출될 경우 주변 환경 오염과 건강·재산 피해를 유발할 수 있음</li> <li>• 다른 지역으로 수송되기 위해 고압으로 압축된 이산화탄소가 누출될 경우 인체 건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있음</li> </ul>       |
| 모니터링 관련 위험  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 저장된 이산화탄소에 대한 지표들을 확실하게 추적할 수 있는 기술은 아직 부재하여, 지하에 저장된 이산화탄소의 상태를 완전하게는 볼 수 없는 상황임</li> <li>• 저장된 모든 이산화탄소에 대해 누출 가능성과 이에 따른 환경 피해 가능성을 전제해야 함</li> </ul> |

〈표 III-9〉 계속

| 위험               | 설명                                                                                                                                         |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 장기 사후 책임         | <ul style="list-style-type: none"> <li>이산화탄소를 영구적으로 저장할 경우 일반적인 보험 보장 기간과 부합하지 않아 보험 보장이 끝난 뒤 누출 위험을 책임질 주체가 없을 가능성이 있음</li> </ul>         |
| 대중 인식 및 정치·규제 위험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>대중은 여전히 CCUS 기술에 대한 누출 가능성과 환경에 미치는 영향에 대해 우려하고 있어, 이에 따라 정부의 CCUS 기술에 대한 정책 방향이 변할 수 있음</li> </ul> |

자료: IEAGHG(2024), Howden(2025), Smith(2025), Lloyd's(2024)를 참조하여 정리함

CCUS 기술의 가장 주요한 위험은 이산화탄소 관리와 연관된다. 저장되어 있거나 다른 곳으로 수송되고 있는 이산화탄소는 보통 고압으로 압축되어 있어서, 누출될 경우 주변 대기나 수질을 오염시킬 수 있고, 인체에게도 호흡곤란·질식 등 피해를 끼칠 수 있다. 문제는 이러한 누출을 확실하게 모니터링할 수 있는 기술이 아직은 존재하지 않는다는 것이다. 이산화탄소는 무색·무취·무미의 기체로 누출을 감지하기 위해선 고도화된 기술이 필요하다. 그러나 이미 저장된 이산화탄소의 상태를 살펴볼 수 있는 지표들(균열 압력(Fracture Gradient<sup>16)</sup>), 유정 주입성(Well Injectivity<sup>17)</sup>), 투과도(Permeability<sup>18)</sup>), 압력(Pressure<sup>19)</sup>), 플룸 이동(Plume Migration<sup>20</sup>))을 확실하게 추적할 수 있는 기술이 아직 존재하지 않는 상황이다. 즉, 저장된 모든 이산화탄소가 누출 및 주변 환경 오염 위험을 갖고 있다고 전제해야 하는 것이다.

또 다른 주요 위험은 이산화탄소 저장 기간과 보험 보장기간이 다름에서 기인한다. 이산화탄소 저장은 거의 영구적인 데 반해 이렇게 긴 기간을 보장하는 보험은 환경책임보험 외에는 없다(Smith 2025). 따라서 보험 보장기간 이후에는 저장된 이산화탄소와 관련된 위험을 책임지는 주체가 없을 가능성이 존재한다. 마지막으로 CCUS 기술에 대한 대중 인

16) 보통 이산화탄소는 깊은 지하의 지층에 저장하는데, 균열 압력이란 지층이 깨져서 누출이 생길 수 있는 압력으로, 이산화탄소를 어느 압력으로 주입해야 하는가에 대한 지표임

17) 유정은 석유를 채취하는 구멍을 뜻함. 유정에 고압의 이산화탄소를 저장하면 지하의 압력이 상승하여 석유 시추가 더 원활하게 이뤄지는데, 이 유정 주입성은 해당 유정이 얼마나 많은 이산화탄소를 받아들이는가에 대한 지표임

18) 지하의 암석 내부에서 이산화탄소가 얼마나 잘 이동하느냐에 대한 지표로, 저장층은 투과도가 높아야 이산화탄소가 퍼져 많은 양이 저장되나, 저장층을 덮는 덮개층은 투과도가 낮아야 이산화탄소가 위로 새지 않음

19) 저장층 내부에 형성되는 전반적인 압력을 뜻하며, 압력이 높으면 균열이 발생하여 저장층의 안정성이 낮아질 수 있음

20) 저장층에 주입된 이산화탄소 덩어리(플룸(Plume))가 어떻게 이동하는지에 대한 지표임

식 및 정치·규제 위험을 고려해야 한다. 이산화탄소 누출과 주변 환경 오염 가능성에 대한 우려가 해결되지 않을 경우 이산화탄소 저장 시설 설치가 제한될 수 있다. 또한 대중의 의견에 따라 정부도 CCUS 기술에 대한 입장을 바꿔 규제를 강화할 가능성이 존재한다.

이러한 주요 위험들에 대해 보험회사가 어떤 보험상품을 공급하고 있는지 <표 III-10>에 정리하였다. 먼저 Howden은 이산화탄소 누출 시 피해를 보장하는 보험상품을 도입하였다. 이 보험상품은 저장되거나 수송 중인 이산화탄소가 누출되어 발생한 환경 피해(제3자 배상책임)와 수익 손실(자기 손실)을 보상하는데, 이산화탄소 누출로 기존에 부여받았던 탄소크레딧<sup>21)</sup>의 손실이 발생한 경우도 피해를 보상한다. Marsh는 HDI Global과 협력하여 여러 군데에서 포집된 이산화탄소를 공동의 수송·저장 인프라를 활용해 처리하는 최신 트렌드를 반영한 보험상품을 도입하였다. 각각의 이산화탄소 배출원에서 포집된 이산화탄소를 같이 공동의 시설에 안전하게 저장하기 위해 각 이산화탄소가 가져야 할 규격(Specification)을 설정하는데, 만일 피보험자가 포집한 이산화탄소가 이러한 규격을 지키지 못해 피해가 발생하면 이를 보상해 주는 상품이다. 구체적으로 규격에서 벗어난 이산화탄소로 인해 다른 공동 배출원이 받게 될 재무적 및 탄소크레딧 손실, 복구·오염 제거 비용이나 소송 관련 비용 등을 보상한다.

<표 III-10> CCUS 기술 관련 해외 보험상품 사례

| 보험상품                       | 설명                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Howden의<br>누출 위험 대비 보험상품   | <ul style="list-style-type: none"> <li>저장되어 있거나 수송 중인 이산화탄소가 누출되었을 때 발생한 제3자 배상책임 및 자기 손실, 탄소크레딧 손실을 보상함</li> <li>&lt;표 III-9&gt;에서 언급된 위험 중 이산화탄소 누출 위험, 모니터링 관련 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>                                                                                    |
| Marsh의<br>규격 외 이산화탄소 대상 보험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>여러 배출원에서 포집된 이산화탄소들을 공동의 시설에서 함께 저장하는 방식을 활용할 때, 특정 배출원에서 포집된 이산화탄소가 기존에 설정된 규격을 벗어나 다른 배출원에게 피해를 끼칠 때 이에 대한 보상책임을 보상함</li> <li>HDI Global과 협력하는 형태임</li> <li>&lt;표 III-9&gt;에서 언급된 위험 중 이산화탄소 누출 위험, 모니터링 관련 위험이 담보되는 상품임</li> </ul> |

21) 탄소크레딧(Carbon Credit)이란 기업이나 국가가 탄소 배출을 감축한 양을 수치화하여 거래할 수 있게 만든 '배출권'으로, 이산화탄소 1톤 감축마다 1 탄소크레딧이 부여됨. 이 탄소크레딧은 자발적 탄소시장(Voluntary Carbon Market: VCM)에서 거래될 수 있음

〈표 III-10〉 계속

| 보험상품                                | 설명                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Willis Towers Watson의<br>탄소 세액공제 보험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>세무 당국이 탄소 세액공제의 적용을 문제 삼을 경우 세액 환수 등으로 발생하는 피해를 보상함</li> <li>이산화탄소 누출, 탄소 포집 설비의 적합성 여부, 시설 건설·유지 관리 과정의 기준 준수 여부 등으로 세액공제 혜택이 문제 시 되었을 때 피해를 보상함</li> <li>〈표 III-9〉에서 언급된 위험 중 이산화탄소 누출 위험, 모니터링 관련 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>                               |
| Aon의<br>탄소 포집·저장 대상 보험              | <ul style="list-style-type: none"> <li>이산화탄소 수송·저장 사업자들 대상으로 설계된 보험상품임</li> <li>재산 피해, 매출 감소, 배상책임에 대한 보상과 함께 이산화탄소 누출로 인한 탄소 세액공제 손실 또는 탄소크레딧 의무 구매에 대한 보상을 제공함</li> <li>Aon, Convex, QBE, Berkley Offshore가 협력하는 형태임</li> <li>〈표 III-9〉에서 언급된 위험 중 이산화탄소 누출 위험, 모니터링 관련 위험이 담보되는 상품임</li> </ul> |
| CarbonPool의<br>탄소크레딧 보험             | <ul style="list-style-type: none"> <li>피보험자가 예기치 못한 일로 탄소크레딧을 상실하였을 때, CarbonPool이 보유한 자체 탄소크레딧으로 보상함</li> <li>보험금 대신 현물을 지급하는 것이 특징임</li> <li>〈표 III-9〉에서 언급된 위험 중 이산화탄소 누출 위험, 모니터링 관련 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>                                                                                  |

자료: Howden(2025), Marsh 웹사이트, Smith(2025), Aon(2024), London Market Group(2025), Lloyd's(2024)를 참조하여 정리함

Willis Towers Watson(이하 ‘WTW’)는 CCUS 시설에 대한 탄소 세액공제 혜택이 환수되는 경우 발생하는 손실을 보상한다. 이산화탄소가 누출되거나 탄소 포집 설비의 적합성 및 시설 건설·유지관리 기준을 준수하지 못했을 경우 세액공제 혜택이 무효화되어 환수될 수 있다. WTW는 세액공제 상환, 세액공제 상환 시 발생할 수 있는 과징금 및 이자, 법률 방어 비용, 보험금 수령으로 발생하는 세금 등 피보험자의 재무적 피해를 다양한 측면에서 보상한다. Aon은 앞서 언급한 보험상품들과 비슷하나, 대규모 CCUS 시설을 대상으로 하며, 재산 피해나 영업 중단에 의한 수익 손실, 일반배상책임에 대하여 충분한 한도를 제공한다. 이산화탄소 누출 시 세액공제 환수나 탄소크레딧 손실에 대한 보상도 포함한다. 마지막으로 CarbonPool은 CCUS 사업자가 탄소크레딧을 상실하였을 때 현물인 탄소크레딧으로 보상한다. CarbonPool은 타 프로젝트에서 취득한 탄소크레딧을 보유하고 있어 이 크레딧을 직접 활용해 피보험자의 피해를 보상하는 것이다.

CCUS 기술 관련 해외 보험상품들은 모두 <표 III-9>에 제시된 위험 중 이산화탄소 누출 위험과 모니터링 관련 위험을 담보하는 것으로 판단된다. 이는 CCUS 기술에서 이산화탄소 누출 위험이 가장 주요한 위험으로 고려되기 때문일 수 있다. 반면 장기 사후 책임 위험과 대중 인식 및 정치·규제 위험은 민간 영역에서 인수하기 어렵고 공공 부문과의 협력이 필요한 것으로 보인다.

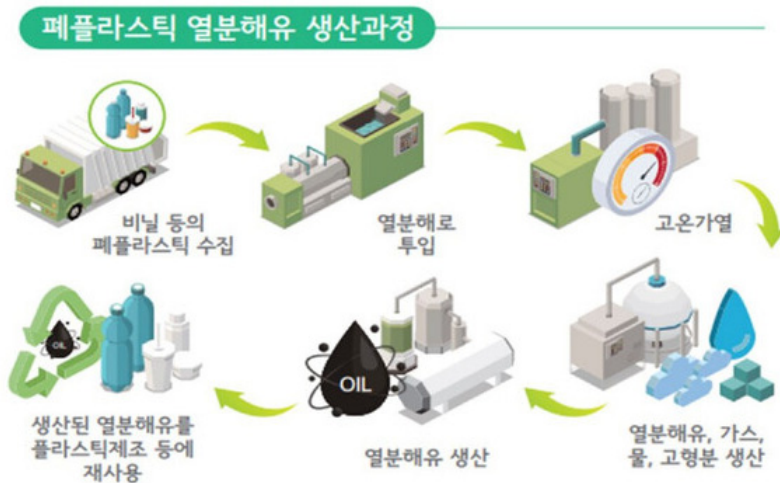
CCUS 기술에 대한 해외 보험 사례를 통하여 도출되는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 특정 기술의 활용 기간과 위험 보장기간 간의 차이가 발생할 수 있다. CCUS 기술은 이산화탄소를 거의 영구적으로 저장하나, 장기간 위험을 보장하는 보험상품을 설계하기는 어렵다. CCUS 기술은 최근에 등장한 기술로서 장기간 기술 활용 시 축적된 데이터가 없을 뿐만 아니라, 보장기간이 길수록 준비금 규모는 커지므로 보험회사 입장에서는 상품 공급이 어려울 수 있기 때문이다. 따라서 저장 후 초기에는 민간이 위험을 인수하더라도 시간이 지난 후에는 정부가 누출 책임을 지는 방식 등이 거론되고 있다(Smith 2025). 둘째, 세액공제 혜택이 환수되었을 때를 대비한 보험상품이 등장하였다. CCUS, 재생에너지 생산과 같은 탄소 절감 기술들은 세액공제나 보조금 등 정부의 지원에 크게 의존하는데, 예기치 못한 일로 이러한 혜택이 환수될 경우 보험상품이 피해를 보상하는 것이다. 셋째, 피해가 발생했을 때 현금이 아닌 현물로 직접 보상하는 보험상품도 개발되고 있다. 탄소크레딧 손실에 대해 크레딧 가격을 기준으로 현금 보상을 할 경우, 탄소크레딧 가격이 불안정해질수록 보험회사의 재무적 불확실성도 확대된다. 그러나 피보험자의 크레딧 손실에 대해 현물로 직접 보상하면 피해액과 보험금이 모두 크레딧 가격에 연동되므로 보험회사의 재무적 불확실성이 완화될 수 있다.

## 마. 에코테크 - 폐플라스틱 열분해 및 재활용

최근 해양 쓰레기나 미세플라스틱 등 플라스틱이 제어되지 않은 상태로 우리 사회에 유입되고 있어 이에 대한 해결책이 필요한 상황이다. 실제로 유엔환경총회(United Nations Environment Assembly; UNEA)는 결의안 '5/14'를 채택하고, 플라스틱의 생산부터 폐기까지 전 생애주기를 포괄적으로 다루는 접근법으로 플라스틱 오염 문제를 해결하고자 하였다. 해당 접근법에서는 플라스틱 폐기물의 처리 방식 역시 플라스틱 문제 해결을 위한 검토 대상에 포함된다(Quicker 2023).

플라스틱 폐기물 처리 방안으로 주목받고 있는 기술 중 하나는 바로 열분해(Pyrolysis)이다. 열분해 공정은 플라스틱 폐기물을 구성하는 고분자를 작은 분자로 전환하며, 그 결과 오일(열분해유), 가스 및 소형 잔여물(Small Residue) 등이 생산된다. 이러한 산물은 연료로 쓰이거나 시멘트 생산 등 다른 산업에 다시 활용되면서 순환경제 구축에 기여한다(남영진 외 2024, <그림 III-9> 참조). 또한 열분해와 같은 화학적 공정은 플라스틱에 포함되어 있던 불순물이나 오염물질을 침전하거나 파괴시킬 수 있어 물리적인 재활용 공정과 달리 오염물질을 제거할 수 있는 장점이 있다. 이는 사회 전체에 축적된 오염물질을 해독하는 순기능이기도 하다(Quicker 2023).

〈그림 III-9〉 페플라스틱 열분해 및 재활용 과정

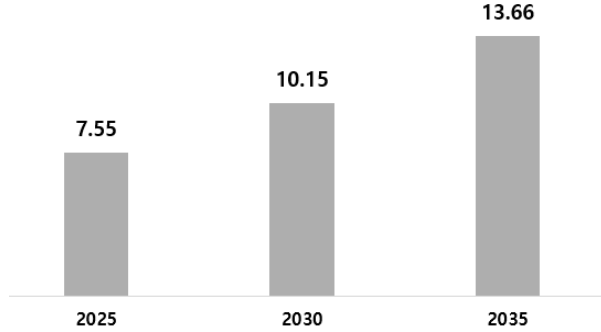


자료: 에너지플랫폼 뉴스(2023. 4. 11.), “페비닐, 열분해유로 재탄생 위해 서울시-정유사 손잡이”

최근 열분해 공정으로 생산된 열분해유에 대한 수요가 높아지고 있는데, 이는 열분해유가 연료 또는 새로운 플라스틱의 재료로 사용될 수 있기 때문이다. 전 세계 열분해유 시장의 크기를 보면, 2025년 약 7.5억 달러에서 2035년에 13.7억 달러까지 상승할 것으로 보인다 (Towards Chem & Materials 2025, <그림 III-10> 참조).

〈그림 III-10〉 전 세계 열분해유 시장 규모 전망

(단위: 억 달러)



자료: Towards Chem&Materials(2025)

〈표 III-11〉 열분해 기술의 주요 위험

| 위험         | 설명                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 화재·폭발 위험   | <ul style="list-style-type: none"> <li>열분해 과정에서 300~900℃의 고온의 온도가 활용되며, 열분해유와 열분해가스가 인화성이 높아 화재·폭발이 발생할 수 있음</li> <li>열분해 공정 이후 생성된 잔여물들은 탄소 함유량이 높아 분진 폭발의 위험성이 높음</li> </ul>                                                  |
| 열분해유 품질 문제 | <ul style="list-style-type: none"> <li>열분해유가 플라스틱 생산에 활용되기 위해선 추가적인 정제 공정이나 대폭 희석하는 과정이 필요하다는 주장이 제기되었으며, 해당 공정들이 에너지 집약적이라 탄소 감축 목표와 부합하지 못할 수 있음</li> <li>이는 열분해 기술의 성능 및 수익성에 대한 불확실성으로 작용하며 추가적인 투자 유치가 어려울 수 있음</li> </ul> |
| 규제 변화 위험   | <ul style="list-style-type: none"> <li>열분해유 품질에 대한 정부의 입장이나 규제의 변화로 열분해 사업 수익성의 불확실성이 확대될 수 있음</li> <li>예를 들어 바이든 정부 시기 열분해유에 관하여 시행되었던 규제가 트럼프 정부에서 철회되었음</li> </ul>                                                           |

자료: 서동현 외(2023), Zero Waste Europe(2023), EPA 웹사이트를 참조하여 정리함

열분해유에 대한 수요가 높아지면서 정유·화학 기업들도 고부가가치 사업으로서 열분해유 생산에 대한 관심이 높아졌다.<sup>22)</sup> 이러한 흐름에 맞춰 열분해 기술에 주력하는 기후테크 기업도 등장하였으며, 해당 기업들은 열분해유나 그 외 잔재물들을 다시 재활용하는

22) 머니투데이(2024. 1. 31.), ““재활용 플라스틱 더, 더”…열분해유 가격 치솟아도 기업들 앞다퉈 찾는다.”

방법에 대해 연구하고 있다. 열분해 공정을 활용하는 기술에 대한 위험을 <표 III-11>에 정리하였다.

열분해 기술의 가장 큰 위험은 인화성이 높은 열분해유, 열분해가스 및 분진으로 인한 화재·폭발 위험이다. 열분해 공정이 300~900℃의 고온에서 진행되에도 불구하고 열분해 공정에서 발생하는 탄화수소 형태의 가스들은 자연발화점이 500℃보다 낮고, 열분해유의 경우 인화점이 30℃보다 낮은 열분해유가 생산되기도 하는데, 이때는 상온에서도 화재가 발생할 수 있다. 열분해유 외에 다른 잔재물들은 고형물질의 형태로 남게 되는데, 대부분 탄소 함유량이 높아서 분진폭발의 위험성도 높다(서동현 외 2023). 두 번째 위험은 열분해유의 품질에 관한 불확실성이다. Zero Waste Europe(2023)는 플라스틱 재활용업체들이 열분해유가 바로 타 산업에 사용될 수 있다고 주장하나, 실제로는 열분해유에 대한 추가적인 정제 공정이 필요하다고 지적한다. 이는 생산된 열분해유가 오염되어 있거나 기존 산업 시스템의 규격을 충족하지 못하기 때문이며, 따라서 오염물질을 제거하는 정제 과정이나 버진 나프타<sup>23)</sup>와 혼합하는 방식으로 열분해유의 품질을 관리하는 과정이 필요할 수 있다. 그러나 이 두 공정 모두 에너지 집약적인 과정이기에 탄소감축 목표와 충돌할 수 있는 우려도 존재한다. 이러한 논의는 열분해유의 상품성 및 열분해 공정의 수익성에 대한 불확실성을 확대시켜 추가적인 투자 유치에 제약 요인으로 작용할 수 있다.

실제로 바이든 정부 시절 EPA(미국 환경 보호국, United States Environmental Protection Agency)는 불순물이 포함된 플라스틱 폐기물로부터 생산된 열분해유를 연료의 재료로 사용하기 위해선 최소 90일 전에 EPA에 사전 통보하고 검토를 받아야 한다는 ‘중요 신규 사용규칙(Significant New Use Rules; SNUR)’을 발표하였다. 이는 열분해유의 활용이 인체 건강 및 환경에 미치는 영향을 미리 평가하기 위해서였다(Federal Register 2023). 그러나 SNUR의 근거가 되었던 유해물질통제법의 섹션 5(e)가 소송 결과로 취소됨과 동시에 트럼프 정부는 위 규칙을 철회하였다. 이렇게 정부의 입장이나 규제의 변화가 잦을 경우 열분해 사업의 불확실성이 확대되어 안정적인 사업 운영이 어려워질 수 있다.

---

23) Virgin Petroleum Naphtha, 원유를 증류할 때 얻어지는 혼합물 중 하나임

〈표 III-12〉 열분해 기술 관련 해외 보험상품 사례

| 보험상품                         | 설명                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ariel Green의<br>기술성능보장보험     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 최대 규모의 폐기물 열분해 기술에 대한 보험상품임</li> <li>• 기술 성능 저하로 생산량과 매출이 감소할 경우 부채 상환 비용과 운영 비용을 보상함</li> <li>• 〈표 III-11〉에서 언급된 위험 중 화재·폭발 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>              |
| New Energy Risk의<br>기술성능보장보험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 에너지, 오염 저감, 탈탄소화 기술 등을 대상으로 하는 보험상품임</li> <li>• 최근 플라스틱을 연료화하는 기업인 RES Polyflow를 대상으로 기술성능보장보험을 공급하였음</li> <li>• 〈표 III-11〉에서 언급된 위험 중 화재·폭발 위험이 담보되는 상품임</li> </ul> |

자료: Ariel Green(2024), New Energy Risk(2019), Dickson(2021)를 참조하여 정리함

다음으로 열분해 기술에 대한 해외 보험 사례에 대하여 〈표 III-12〉에 정리하였다. 먼저 Ariel Re의 청정에너지 관련 조직인 Ariel Green은 국내 경주에서 폐기물 열분해 사업을 운영하는 에코크레이션에 대해 열분해 관련 위험을 담보하는 상품을 도입하였다. 이 과정에서 DB손해보험과 피스손해보험중개가 참여하였고, 피보험기업은 기술의 성능이 기대치에 미치지 못하여 수익이 감소할 때 발생하는 부채 상환이나 운영 비용을 보상받을 수 있게 되었다. 이와 유사하게 AXA XL의 계열사인 New Energy Risk는 플라스틱을 연료화하는 공장을 운영 중인 RES Polyflow에게 기술성능보장보험을 제공하였다. 실제로 해당 보험상품은 사업의 불확실성을 완화함으로써 RES Polyflow가 총 1.85억 달러의 금액을 낮은 금리로 대출 받는 데 도움이 되었다(NER case study 2020).

조사된 해외 보험상품은 열분해 공정 중 발생하는 화재·폭발로 인해 생산물의 품질이나 생산량이 예상치보다 낮을 경우 발생하는 손실을 보상한다. 반면 열분해유 품질 문제 위험이나 규제 변화 위험에 대해서는 인수하지 않는 것으로 보인다. 이는 열분해유 품질에 대한 논쟁이 지속되고 있으며 품질에 대한 규제도 변화하고 있어 해당 위험을 인수하기가 어려운 것으로 보인다.

열분해 기술 관련 해외 보험상품 사례에서 도출되는 시사점은 다음과 같다. 열분해 기술은 공정이나 생산물 특성상 사고 위험이 높아 해당 위험을 보험회사로 이전하는 형태의 보험이 등장하였다. 이와 같은 위험 전가는 사업의 불확실성을 완화하여 열분해 기술에 대한 프로젝트 파이낸싱 성사 가능성을 높이고 자본비용을 낮출 수 있다. 나아가 자원순환에 기여하는 신기술의 상용화를 촉진할 수 있으므로, 열분해 기술 관련 보험상품은 단

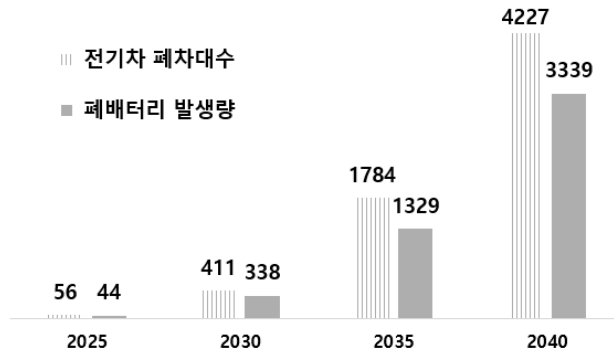
순한 위험 인수분 아니라 검증이 충분치 않은 신기술에 대한 위험 관리와 시장 신뢰 형성을 지원할 수 있다.

## 바. 에코테크 - 폐배터리로부터 리튬 회수

전기차 이용이 확대되면 차량 운행 과정에서의 탄소 배출량은 줄어들 수 있지만 배터리 생산 과정에서 발생하는 탄소 배출량은 늘어나게 된다. 또한 전기차 배터리에는 리튬, 니켈, 코발트 등의 광물이 필요하므로 전기차 보급이 확대될수록 채굴·정련 과정에서의 에너지 소모도 커질 수 있다. 따라서 배터리 생산에 필요한 광물을 새로 채굴하는 것보다는 사용된 배터리로부터 광물을 회수·재활용함으로써 광물자원의 고갈을 완화하고 채굴·정련 과정에서의 에너지 소모를 줄이는 방식에 대한 관심이 높아지고 있다(CAS 2022). 실제로 전기차 폐차 대수는 2025년 56만 대에서 2040년 4,227만 대까지 크게 확대될 것으로 전망되어, 배터리 재활용 시장의 규모도 증가할 것으로 보인다(〈그림 III-11〉 참조). 이러한 방향에 맞춰 국내에서도 폐배터리로부터 리튬 등의 광물을 회수하는 기술에 주력한 기후테크 기업들이 등장하였다.

〈그림 III-11〉 전 세계 전기차 폐차 대수 및 폐배터리 발생량 전망

(단위: 만 대, GWh)



자료: SNE리서치, 한국무역협회(2023)에서 재인용함

폐배터리를 재활용하는 공정은 여러 가지 종류가 있으나, 대개 공정의 주요 단계는 다음과 같다. 먼저 폐배터리는 전처리(Pretreatment) 과정을 거치는데, 전처리 과정은 크게 물리적인 공정과 열을 이용한 공정으로 진행된다. 물리적인 공정에서는 먼저 폐배터리를 비

활성화하여 전류와 전압을 방전시키고, 배터리를 해체한 뒤 부품들을 물리적으로 분해한다. 그 뒤 분해된 결과물은 열적 공정을 거치면서 최종적으로 배터리 셀 내부의 양극·음극 소재 및 니켈 등의 금속을 포함한 분말 형태의 블랙 매스(Black Mass)가 형성된다.

〈표 III-13〉 폐배터리 광물 회수 과정

| 과정     | 설명                                                                                                                                                                                                              |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 전처리 과정 | <ul style="list-style-type: none"> <li>리튬전지를 방전시킨 뒤 물리적으로 파쇄하고 입자 크기, 밀도, 자성, 전기전도도 등을 이용해 파쇄된 내용물을 비슷한 성질끼리 분리함</li> <li>그 뒤 열적 공정을 통하여 니켈, 코발트, 리튬, 흑연 등을 포함한 분말 형태의 블랙 매스(Black Mass)를 생성함</li> </ul>        |
| 소재 회수  | <ul style="list-style-type: none"> <li>건식제련 또는 습식제련 공정을 통해 블랙 매스로부터 니켈을 회수함</li> <li>건식제련은 블랙 매스를 고온의 용광로에서 용융하여 금속을 합금·산화물 형태로 회수하나, 습식제련은 특정 수용액에 블랙 매스를 용해시켜 침전한 금속을 회수함</li> <li>둘 다 병행하는 경우가 많음</li> </ul> |

자료: IEA(2024)를 참조하여 정리함

블랙 매스는 그 다음 단계인 소재 회수(Material Recovery) 공정에 적용되어 리튬 등의 금속을 회수한다. 소재 회수 공정은 크게 건식제련(Pyrometallurgy)과 습식제련(Hydrometallurgy) 방식으로 나뉘는데, 건식제련은 블랙 매스를 고온의 용광로에서 용융시켜 금속들을 합금 또는 산화물의 형태로 회수하나, 습식제련은 특정 수용액에 블랙 매스를 용해시킨 뒤 침전한 금속을 회수한다. 건식제련은 일반적으로 습식제련에 비해 전처리 공정이 간소하고 유연하다는 장점이 있으나, 건식제련만으로는 소재를 완전히 회수할 수 없어서 건식제련과 습식제련을 병행하는 경우가 많다(IEA 2024).

다음으로 폐배터리에서 광물을 회수하는 과정 중에서 발생할 수 있는 위험들을 〈표 III-14〉에 정리하였다. 먼저 재활용 공정을 적용할 폐배터리를 저장하는 과정에서 폐배터리에 손상이 생겼을 경우 화재나 폭발이 발생할 수 있다. 해체·파쇄하는 과정에서는 폐배터리 내부 배터리 셀이 강제로 파쇄되면서 내부에 있던 반응성 물질이 밖으로 노출되어 화재나 폭발이 발생할 가능성이 있다. 따라서 폐배터리를 저장하거나 해체, 파쇄하는 과정에서 열폭주 및 폭발 위험에 대한 각별한 주의가 필요하다. 그리고 폐배터리를 파쇄하는 과정에서 내부 반응성 물질들에 의해 독성·부식성 가스가 발생하고, 열처리 과정에서

도 불화수소와 같은 유해성 물질이 생성된다. 이들은 인간에게 치명적인 영향을 주거나 환경을 오염시킬 수 있으므로 정화되어 배출될 필요가 있다(Ronken 2023).

〈표 III-14〉 폐배터리 광물 회수 기술의 주요 위험

| 위험       | 설명                                                                                                                                                                                 |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 열폭주 및 폭발 | <ul style="list-style-type: none"> <li>해체 작업 전 저장된 리튬전지에 손상이 발생할 경우 열폭주 또는 폭발이 발생할 수 있음</li> <li>리튬전지 해체·파쇄 작업 중 배터리 셀이 파괴되면서 반응성 물질이 공기 중 노출되어 폭발이 일어날 수 있음</li> </ul>            |
| 유해가스 노출  | <ul style="list-style-type: none"> <li>리튬전지 파쇄 및 열처리 과정에서 독성가스가 발생하는데, 이는 인간에게 치명적인 영향을 미치거나 환경을 오염시킬 수 있음</li> </ul>                                                              |
| 기술의 복잡성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>각 배터리마다 설계, 구성, 화학 조성이 다양하고 변화하고 있어 이에 대응해 재활용 공정도 복잡해질 수 있음</li> </ul>                                                                     |
| 수익 불확실성  | <ul style="list-style-type: none"> <li>공정에 쓰이는 연료나 금속 가격이 변동하고 있어 기술의 수익성에 불확실성이 발생할 수 있음</li> <li>특히 리튬과 같은 탈탄소 에너지 전환에 필요한 광물들은 해당 금속 시장이 아직 초기 단계여서 가격의 불확실성이 클 수 있음</li> </ul> |

자료: Ronken(2023), Goyal(2025), IEA(2024)를 참조하여 정리함

또 다른 위험으로는 재활용 기술의 복잡성이 있다. 폐배터리는 다양한 종류로 존재하며, 각 배터리마다 설계, 구성, 화학 조성 등이 다르고 계속 변화한다. 이렇게 다양한 폐배터리들을 다루기 위해서는 재활용 공정도 복잡해질 수 있다. 또한 공정 중 발생하는 독성 물질과 화재 위험 등을 대비하는 안전조치로 인해 비용이 증가할 수도 있다(Goyal 2025).

마지막으로 재활용 공정의 수익에 대한 불확실성이 존재한다. 공정에 쓰이는 원료와 금속, 그리고 리튬과 같이 회수되는 금속의 가격이 변동하면서 재활용 공정의 수익이 변한다. 특히 니켈 등 일부 금속은 타 금속들보다 시장이 아직 초기 단계에 있어 가격 변동성이 더 클 수 있다(IEA 2024).

〈표 III-15〉 폐배터리 광물 회수 기술 관련 해외 보험상품 사례

| 보험상품                | 설명                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acko의<br>배터리 성능보증보험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acko는 전기차 배터리에 성능보증보험을 도입하여 배터리 성능에 문제가 생길 경우 문제가 된 배터리를 수거하고 교환 비용을 보상함</li> <li>• Lohum은 보험약관대로 수거된 배터리를 재활용하여 리튬을 회수함</li> <li>• 〈표 III-14〉에서 언급된 위험 중 수익 불확실성 위험이 담보되는 상품임</li> </ul> |

자료: Mint(2023)를 참조하여 정리함

〈표 III-15〉는 폐배터리 광물 회수 기술과 관련한 해외 보험상품 사례로 Acko의 배터리 성능보증보험을 제시한다. 이 보험상품은 Acko가 전기차 배터리에 대해 공급하는 성능 보증 보험이며, 배터리 성능에 문제가 생길 경우 기존 배터리를 수거하고 배터리 교환 비용을 보상한다. 수거된 배터리는 재활용업체인 Lohum에게 공급되는데, 이로써 Lohum은 리튬 회수를 위한 폐배터리를 안정적인 가격으로 공급받을 수 있게 된다. 또한 배터리 생산 업체는 생산한 배터리에 대한 성능 보장을 받으면서 동시에 폐배터리를 안정적으로 판매할 수 있는 수요처를 확보할 수 있게 된다. 이렇게 폐배터리 재활용업체는 전기차 배터리에 대한 보험상품을 운영하고 있는 Acko와 협력함으로써 폐배터리를 안정적으로 공급받아 생산 비용을 효율적으로 관리할 수 있는 이점을 얻을 수 있다(Mint 2023).

따라서 Acko의 보험은 〈표 III-14〉에서 제시된 위험 중 수익 불확실성 위험을 완화하는 것으로 보인다. 공정에 사용되는 폐배터리의 가격을 안정화시킴으로써 수익 불확실성을 축소하는 것이다. 다만 기술과 관련된 열폭주 및 폭발, 유해가스 노출 및 기술의 복잡성에 관한 위험은 아직 인수되지 않는 것으로 보이는데, 이는 폐배터리 활용 기술에 대한 검증이 아직 충분치 않은 것이 이유일 수 있다. 실제로 Ronken(2023)은 현재 폐배터리 광물 회수 수준으로는 공정 설비에 들어가는 비용을 감당할 수 없다고 지적한다. 또한 현재 보험회사들이 폐배터리 재활용 기술의 위험을 인수하는 데 소극적이라는 비판도 등장하였다(Williamson 2025).

폐배터리 광물 회수 기술과 관련하여 보험상품으로부터 도출되는 시사점은 다음과 같다. Acko의 보험은 기술 자체가 아니라 기술에 투입되는 원료인 배터리에 대한 보장을 제공하며, 폐배터리 재활용업체와 협력함으로써 재활용업체는 폐배터리의 안정적인 공급망을 확보할 수 있게 된다. 이러한 방식과 같이 타 기술에 대해서도 기술 자체가 아닌 공정에 사용되는 원료에 대한 공급망을 완화하는 방식으로 보험회사와 재활용업체가 협력하는 사업모형을 고려해 볼 수 있다.

## 사. 푸드테크 - 스마트팜 구축

기후위기로 인한 극단적인 날씨와 자연재해는 식량·영양 불안정을 야기할 수 있어 기후 위기에 대응할 수 있는 지속가능한 식량 시스템은 식량 안보 보장에 있어 매우 중요하다. 또한 전 세계 농식품 시스템은 전체 온실가스 배출의 약 1/3을 차지하고 있어 (CarbonBrief 2021) 온실가스 감축 측면으로도 기후위기에 대응할 수 있는 농업 기술 개발이 필요하다. 게다가 세계 인구는 지속적으로 증가해 2080년 중반에는 약 103억 명에 이를 것으로 전망되므로(UN 2024), 식량 수요를 대응하기 위해 효율적인 농업 기술 도입이 요구된다.

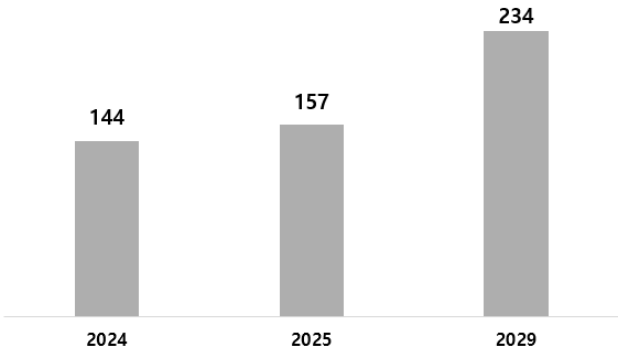
이에 따라 생산량을 확대하면서 기후위기에 대응할 수 있는 방안 중 하나로 디지털 기술을 농업에 적용하는 접근이 주목받기 시작했다. McFadden et al.(2022)는 OECD와의 협업 연구를 통하여 디지털 기술을 농업에 적용한 수확량 지도·모니터링 및 병해충 관리 기술 등이 생산량 향상에 도움이 되었다고 분석하였다. 또한 Parra-Lopez et al.(2024)는 디지털 기술을 농업에 적용한 사례를 살펴보고 디지털 기술이 자원의 정밀한 관리나 의사결정 과정을 개선함으로써 농업의 효율성을 증진시키고 온실가스 배출량을 감소시켜 기후 위기 대응에 기여한다고 주장하였다.

우리나라도 「스마트농업 육성 및 지원에 관한 법률」(이하 ‘스마트농업법’)을 제정하여 스마트농업을 지원하는 제도적 기반을 마련하였다. 이 법안에 따르면 스마트농업이란 ‘생산성·품질 향상과 경영비·노동비 절감 등을 위하여 농업 분야에 정보통신기술 등 첨단기술을 접목한 농업’을 뜻한다. 또한 농림축산식품부(2025b)에 따르면 우리나라 제1차 스마트농업 육성 기본계획은 극한 기상·기후변화에 대응한 스마트팜 원천 기술에 투자하면서 작물의 안정적 생산을 지원하고 있어, 우리나라의 스마트농업은 농업의 생산성 향상과 기후위기로 인한 피해를 완화하는 데 중점을 둔다.

기후위기 대응 방안이자 식량 안보 보장 측면에서 스마트농업의 중요성이 대두되면서 스마트농업 시장도 지속적으로 성장할 것으로 보인다. 실제로 MarketsandMarkets(2024)은 2024년 144억 달러 규모였던 스마트농업 시장이 2025년엔 157억 달러, 2029년엔 234억 달러에 이를 것으로 전망하였다(그림 III-12) 참조). 이러한 방향에 맞춰 국내에서도 스마트팜 기술에 주력하는 기후테크 기업들이 등장하였다.

〈그림 III-12〉 스마트농업 시장 규모 전망

(단위: 억 달러)



자료: Marketsandmarkets(2024)

〈표 III-16〉 스마트팜 기술의 주요 위험

| 위험             | 설명                                                                                                                                                                                                                |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 기술 목표 달성의 불확실성 | <ul style="list-style-type: none"><li>디지털 기술 도입과 생산성 향상·탄소 배출 감축 등의 기술 활용 목표 간의 연계가 아직 실증적으로 규명되지 않은 경우가 많음</li></ul>                                                                                             |
| 장비 고장 위험       | <ul style="list-style-type: none"><li>농기계의 전자장치들은 먼지나 곡물 찌꺼기 등으로 고장나거나 작동에 문제가 생길 수 있음</li></ul>                                                                                                                  |
| 사이버 공격 위험      | <ul style="list-style-type: none"><li>스마트농업 시설은 와이파이로 연결된 장비를 활용해 농장의 현황을 파악하는 경우가 많아, 사이버 취약성에 노출되어 해킹·랜섬웨어 공격을 당할 수 있음</li></ul>                                                                                |
| 데이터 접근성 논쟁     | <ul style="list-style-type: none"><li>농장에서 생성되는 데이터는 비개인적이고 기계가 생성한 데이터로, 개인정보보호를 받지 못하는 경우가 많음</li><li>데이터의 통제권과 접근권(데이터 소유권)에 대한 논쟁이 있으며, 특히 농업인이 데이터나 소프트웨어에 접근할 수 없으면 기계 고장 시 고가의 수리비용을 지불해야 할 수 있음</li></ul> |

자료: McFadden et al.(2022), HSB(2023), Burton & Company(2024), ART(2025)를 참조하여 정리함

다음으로 스마트팜 농업 기술과 관련된 주요 위험들을 〈표 III-16〉 정리하였다. 먼저 스마트팜 기술과 관련된 데이터가 부족하여 기술 효과에 대한 검증이 충분히 이뤄지지 않은 측면이 있다. 스마트팜 기술은 농가의 특성, 생산 품목, 지역 여건 등에 따라 그 효과가 달라질 수 있어 데이터를 이용해 기술 효과에 대한 실증적인 검증이 필요하다. 하지만 관련 데이터 부족으로 인해 생산량 확대 및 탄소 배출 감소 등의 목표와 스마트팜 농업 기술 간의 관련성에 대한 신뢰가 아직 부족하다(McFadden et al. 2022).

또한 스마트팜 기술은 농기계에 로봇·센서 등을 적용하여 무인으로 수확하거나, 환경 데이터를 실시간으로 수집하는 장치를 이용해 자동적으로 파종·병충해 방제를 실시하기도 한다. 이렇게 디지털 기술이 적용된 농기계들은 매우 고가이면서 주변 환경에 민감할 수 있는데, 이러한 장비들이 활용되는 작업장은 먼지나 곡물 찌꺼기가 많을 수 있어 장비의 고장이 잦을 수 있다. 또는 전자장비들은 와이파이로 연결되어 농장의 현황을 파악하거나 장비를 작동시키는데, 사이버 공격에 노출되어 장비가 제대로 작동하지 않을 수 있다(HSB 2023; Burton & Company 2024).

마지막으로 데이터 접근성에 대한 논쟁이 있다. 농장에서 활용되는 장비들에서 생성되는 데이터는 비개인적이기 때문에 개인정보보호를 받지 못하는 경우가 많다. 오히려 장비 생산업체에서 데이터의 통제 및 접근 권한을 보유하고 사용자는 데이터에 접근하지 못할 수 있다. 이러한 경우 기계 고장 시 농업인이 데이터나 소프트웨어에 접근할 수 없어 고가의 수리비용을 지불해야 할 수 있다. 따라서 데이터 접근 권한에 대한 논쟁이 스마트팜 기술 적용에 걸림돌이 될 가능성이 존재한다(ART 2025).

〈표 III-17〉 스마트팜 기술 관련 해외 보험상품 사례

| 보험상품                         | 설명                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HSB의 정밀농업 보험                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 고가의 장비 및 기계, 전자장치 등의 고장·손상에 대해 보상함</li> <li>• 〈표 III-16〉에서 언급된 위험 중 장비 고장 위험이 담보되는 상품임</li> </ul>                                             |
| Burton & Company의 농장 및 목장 보험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 디지털 기술이 적용된 고도화된 장비의 손상·도난에 대한 특약, 사이버 공격으로 인한 피해 및 데이터 유출로 인한 손해배상 책임 등을 보상함</li> <li>• 〈표 III-16〉에서 언급된 위험 중 사이버 공격 위험이 담보되는 상품임</li> </ul> |

자료: HSB(2023), Burton & Company(2024), Sellars et al.(2024)를 참조하여 정리함

〈표 III-17〉에 스마트팜 기술 관련 해외 보험상품 사례를 정리하였다. 먼저 HSB의 정밀농업 보험(Precision Ag)은 디지털 기술이 적용된 농기계의 고장·손상에 의한 피해를 보상한다. 물리적 고장뿐만 아니라 내부의 전자회로 또는 펌웨어 고장까지 같이 보상하는 상품이다. Burton & Company의 농장 및 목장 보험은 스마트팜 기술 관련 특약을 제공하는데, 디지털 기술이 적용된 장비가 손상·도난되었을 때의 피해, 그리고 사이버 공격으로 인한 농장 피해 및 데이터 유출로 인한 손해배상 책임 등에 대해 보상하는 특약이다.

조사된 해외 보험상품들은 <표 III-16>에서 제시된 위험 중 장비 고장 위험과 사이버 공격 위험을 담보한다. 그러나 기술 목표 달성의 불확실성 위험과 데이터 접근성 논쟁 관련 위험은 아직 인수되지 않는 것으로 보인다. 기술 성능에 대한 실증 사례가 충분치 않아 기술 성능에 대한 위험을 평가하기 어렵고, 데이터 접근성 논쟁은 규제 측면에서 접근할 필요가 있어 민간 영역에서는 위험 인수가 쉽지 않을 수 있다.

스마트팜 기술 관련 해외 보험상품 사례는 다음과 같은 시사점을 제공한다. 첫째, 디지털 기술의 적용으로 새로운 담보 위험이 만들어지며, 해당 보장한도가 확대될 수 있다. 농장에서 사용되던 농기계에 디지털 기술이 적용되면서 장비 가격 자체도 상승하고 고장의 빈도수 및 수리비 또한 변화할 수 있어 위험에 대한 재평가가 필요하게 된다. 둘째, 디지털 기술은 사이버 보안과 연관이 된다. 특히 와이파이 등으로 외부와 연결해 사용하는 기기들은 해킹·랜섬웨어 공격에 노출되어 있어 이에 대한 위험 보장이 필요하다.

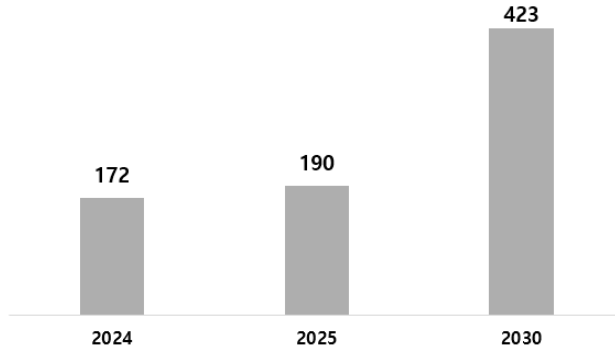
#### 아. 푸드테크 - 대체육 및 세포배양육

대체육 및 세포배양육 생산 기술은 현재 증가하는 인구와 기후위기에 대응하기 위한 농업 기술로서 스마트농업 기술과 함께 주목받고 있다. 선행연구에 따르면 식물 및 곤충 기반의 대체육은 기존 육류보다 탄소 배출량이 적으며, 배양육은 소고기보다는 탄소 배출량이 낮고, 돼지고기와 가금류보다는 높은 것으로 평가된다. 따라서 대체육과 배양육 소비가 확대될수록 농업에서 배출되는 온실가스 양을 줄일 수 있다. 또한 축산 동물을 생산 과정에서 제외하므로 윤리적 문제를 완화할 수 있다. 다만 일부 대체육과 배양육은 생산 비용이 육류보다 높으며, 신제품에 대한 안전성 우려 등으로 소비자들의 수용도가 높지 않을 가능성도 있다(Frezal et al. 2022).

따라서 대체육과 배양육의 생산성·수익성을 높이고 소비자에 대한 신뢰를 얻기 위해 추가적인 연구가 진행되고 있다. 관련 시장에 대한 전망도 밝은데, 2025년 190억 달러였던 대체육·배양육 규모 시장은 2033년에 423억 달러에 이를 것으로 보인다(<그림 III-13> 참조). 이러한 방향에 맞춰 국내에서도 대체육·배양육 기술에 주력하는 기후테크 기업들이 등장하였다.

〈그림 III-13〉 대체육·세포배양육 시장 규모 전망

(단위: 억 달러)



자료: Market.us(2025)

〈표 III-18〉 대체육·세포배양육 생산 기술의 주요 위험

| 위험           | 설명                                                                                                                                                                                                        |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 식품 안전 위험     | <ul style="list-style-type: none"> <li>대체육은 알려지나 발암물질이 발생할 수 있으며, 배양육은 바이러스나 감염성 프리온에 노출될 수 있음</li> </ul>                                                                                                 |
| 수익 불확실성      | <ul style="list-style-type: none"> <li>대체육·배양육 생산 기술의 수익성에 대한 불확실성이 존재함</li> <li>공급 측면에선 식물성·곤충 기반 대체육과 배양육 모두 기존 육류 생산 과정보다 생산비용이 높음</li> <li>수요 측면에서도 식물성 대체육 선호가 높고, 배양육, 곤충 기반 대체육 순으로 선호함</li> </ul> |
| 특허의 법적 충돌 위험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>일반적으로 식품화학 분야의 특허 이의 제기율이 다른 분야보다 높으며, 대체육·세포배양육 관련 특허에 대해서도 이의 제기율이 증가하고 있음</li> <li>이의가 제기된 식품화학 분야의 특허는 타 분야에 비해 높은 확률로 취소 또는 부분 취소됨</li> </ul>                 |
| 규제 위험        | <ul style="list-style-type: none"> <li>국가 및 국제 차원에서 명확한 기준이나 가이드라인이 부족함</li> <li>예를 들어 대체 단백질 식품은 안전한 사용 이력이 없는 '신규 제품'으로 규제될 가능성이 높는데, 해당 규제가 국가마다 다름</li> </ul>                                         |

자료: Hadi and Brightwell(2021), Frezal et al.(2022), Lexology(2026), Malila et al.(2024)를 참조하여 정리함

다음으로 대체육·세포배양육 생산 기술의 주요 위험들을 〈표 III-18〉에 정리하였다. 먼저 대체육·세포배양육은 식품이므로, 식품 안전 위험이 항상 존재한다. 식물성·곤충 기반 대체육은 알려지 위험이 있으며 열처리 과정에서 발암물질이 생성되기도 한다. 세포배양육

의 경우 태아 소의 혈청을 기반으로 한 배양액을 쓰기도 하는데, 이때는 바이러스나 감염성 프리온에 배양육이 노출될 수 있다(Hadi and Brightwell 2021). 대체육·세포배양육 생산 기술은 수익의 불확실성도 존재한다. 구체적으로 대체육과 세포배양육 모두 생산비용이 높다. 식물성 대체육은 여전히 프리미엄 가격으로 판매되고 있으며, 곤충 기반 대체육은 식물성 대체육보다 더 비싼 편이다. 세포배양육은 아직 시장에 본격적으로 출시된 편은 아니어서 규모의 경제가 이뤄지지 않았기에 현재 생산비용은 높으나, 향후 생산비용이 하락할 것으로 기대된다(Frezal et al. 2022).

세 번째로 특허의 법적 충돌 위험이 있다. 기후테크 기업들은 신기술에 대해 특허를 출원함으로써 기술력을 보호받으려 하나, 일반적으로 식품화학 분야는 특허 이의 제기율이 타 분야보다 높은 편이다. 실제로 식품화학 분야의 특허 이의 제기율은 13%로, 전체 기술 분야의 평균인 4%에 비해 매우 높다. 또한 식품화학 분야에서는 이의가 제기된 특허 중 8~9%가 특허 출원이 취소 또는 부분적으로 취소되는데, 타 분야에선 이의 제기된 특허 중 2~2.5%가 타격을 입는 것에 비하면 매우 높은 비중이다. 이는 대체단백질과 관련하여 여러 기업이 유사한 원료와 공정을 개발하고, 식감, 풍미, 영양 강화 측면에서 비슷한 개선 내용을 특허로 출원하려는 노력 때문인 것으로 보인다(Lexology 2026).

〈표 III-19〉 대체육·세포배양육 생산 기술 관련 해외 보험상품 사례

| 보험상품                      | 설명                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Risk Partners의 푸드테크 대상 보험 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 대체육·배양육 및 그 외 푸드테크에 대한 생산물배상책임, 지식재산권 보호, 사이버 보안, 영업중단, 규제 위험 등에 대한 보장을 제공함</li> <li>• 〈표 III-18〉에서 언급된 위험 중 식품 안전 위험, 특허의 법적 충돌 위험, 규제 위험이 담보되는 상품임</li> </ul> |

자료: Risk Partners 웹사이트를 참조하여 정리함

마지막으로 규제 위험이 존재하는데, 대체육·세포배양육과 관련하여 국가 및 국제 차원에서의 명확하고 투명한 기준이나 가이드라인이 부족하기 때문이다. 식품 안전과 국가 간 교역을 위해선 이러한 규제가 명확하게 세워져야 한다. 특히 대체육·세포배양육은 안전성 검증이 부족한 ‘신규 제품’으로서 규제의 대상이 되나, 해당 규제의 내용이 국가마다 다를 수 있어, 이는 공정한 교역과 산업의 성장을 방해하는 요소로 작용할 수 있다.

대체육·세포배양육 관련 해외 보험상품 사례로 Risk Partners의 푸드테크 대상 보험상품이 있다(〈표 III-19〉 참조). 이 상품은 대체육·세포배양육 생산 기업 외에 다양한 푸드테크 기업들의 위험을 담보한다. 구체적으로 생산물배상책임, 지식재산권 보호, 사이버 보안, 영업중단, 규제 리스크 등에 대한 보장을 제공하여, 〈표 III-18〉에서 제시된 위험 중 식품 안전 위험, 특허의 법적 충돌 위험, 규제 위험이 담보된다. 그러나 수익 불확실성은 아직 인수되지 않고 있는데, 이는 대체육·세포배양육 생산 비용이 계속 변하고 소비자의 수요 또한 확실하지 않기 때문인 것으로 보인다.

Risk Partners의 상품은 다음과 같은 시사점을 제공한다. 첫째, 식품을 생산하는 산업은 식품 안전에 대한 규제를 고려해야 하는데, 기후테크 기술과 같이 새로운 기술을 적용하는 경우 안전 검증이 미비하기 때문에 규제의 영향을 크게 받을 수 있다. 즉, 규제 위험이 확대될 수 있어 이에 대한 담보가 필요하다. 둘째, 지식재산권 관련 보호도 고려해야 한다. 식품화학 산업과 같이 특허 이의 제기율이 높은 산업은 지식재산권 보호 또한 어려울 수 있어 지식재산권 관련 피해에 대한 보상이 기후테크 기업에게 매우 중요할 수 있다.