

# Greenovation | & |

## Issues&Insights

2024년

07

발간일 | 2024년 7월 31일

### 탄소중립 달성을 위한 기후기술 핵심 인재양성, 나아갈 방향은?

황정아 심유영 이종열 이원아  
성지윤 김종윤 정용운

마이크로소프트 '탄소 네거티브' 약속,  
AI 경쟁과 함께 갈 수 있을까?'

세계 최대 대기 중 탄소 직접 포집 시설,  
아이슬란드에서 가동 시작

한세희



# Greenovation | & |

## Issues&Insights

2024년

07

발간일 | 2024년 7월 31일

### 탄소중립 달성을 위한 기후기술 핵심 인재양성, 나아갈 방향은?

황정아 심유영 이종열 이원아  
성지윤 김종윤 정용운

마이크로소프트 '탄소 네거티브' 약속,  
AI 경쟁과 함께 갈 수 있을까? '

세계 최대 대기 중 탄소 직접 포집 시설,  
아이슬란드에서 가동 시작

한세희



## 탄소중립 달성을 위한 기후기술 핵심 인재양성, 나아갈 방향은?

### 요약문

- 탄소중립 달성 및 기후 위기 대응을 위해 글로벌 산업 체제 개편과 기후기술 인력 수요가 급증함에 따라 국제사회에서는 관련 분야 핵심 인재 양성을 위해 경쟁적으로 정책적 노력을 기울이고 있다.
- 국내에서도 기후기술 분야 인재 양성을 위한 중장기적 관점에서 제도적 기반은 마련하였으나, 그 실행은 아직 초기 단계에 머물러 있어, 정부 주도의 기후기술 인재 양성 추진이 매우 시급한 상황이다.
- 이러한 배경하에 본 고에서는 국내외 기후기술 인력의 정의, 인력 현황 및 전망, 국내·외 기후기술 인재 양성 정책·사업 동향을 살펴보았으며, 이를 기반으로 국내 기후기술 인재 양성이 나아갈 방향을 제시하였다.
- 기술, 정책, 금융 등 다양한 분야에 걸친 복합적인 난제로서의 탄소중립 및 기후 위기 대응을 위해 향후 정부 주도의 융합형 K-기후기술 인재 양성이 필요하며, 이에 특화된 전문 인재 양성 프로그램을 제안한다.

황정아 국가기후기술협력센터  
 심유영 국가기후기술협력센터  
 이종열 국가기후기술협력센터  
 이원아 국가기후기술협력센터  
 성지윤 국가기후기술협력센터  
 김종윤 국가기후기술협력센터  
 정용운 국가기후기술협력센터



## 1. 나날이 성장하는 기후기술 산업과 증가하는 기후기술 인력 수요

### 탄소중립 중심 글로벌 산업 체제 개편과 함께 급부상한 블루오션, 기후기술 인력!

• 2015년 파리협정 이후 UN(United Nations)을 중심으로 꾸준히 탄소중립을 위한 국제 사회의 노력이 강조되었다. 그러나 공공의 노력만으로는 2050 탄소중립 목표를 달성하는 데 한계가 있다. 제26차 유엔기후협약당사국총회(Conference of Parties 26; COP26) 및 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 등 기후 변화 대응 국제회의를 통해 국제사회는 재차 기후 관련 중대 위험 및 기회에 관한 정보 공시의 중요성을 공론화하였다.

• 이후, 2023년 ISSB(International Sustainability Standards Board)를 통하여 ESG 공시 기준 공식화가 발표되었고 탄소중립을 위한 범정부 차원의 협력이 촉구되었다.<sup>1</sup> 이에 세계 경제 선진국들은 그 어느 때보다 발 빠르게 각국의 산업 체제를 탄소 ‘배출’ 중심에서 탄소 ‘중립’ 체제로 전환 중이다.

• 글로벌 산업 체제 개편이 ‘탄소중립’으로 전환된다는 것은 국가 및 기업의 경제 활동에 직접적인 제약으로 작용함을 의미한다. ESG 공시 표준화가 도입되면 당장 각 국가의 주요 산업을 담당하는 기업은 탄소 배출 저감을 현실적으로 수치화하여 이행하고 결과를 공시해야 한다. 이렇게 되면 저탄소 설비 전환 및 탄소 저감을 위한 신기술 개발은 피할 수 없다. 국제에너지기구 IEA(International Energy Agency)는 청정에너지 분야 고용 인원이 2030년까지 1,400만 명 가량 증가할 것으로 예상하였다.<sup>2</sup>

• 글로벌 산업체제 개편을 바탕으로, 전 세계 경제 선진국 및 다국적 기업은 앞다투어 기후기술이 탄소중립 목표를 달성하는 수단으로 작용함과 동시에 각국의 새로운 국가 성장 동력을 이끄는 핵심기술이라고 인식하기 시작했다. 세계는 이제 기후기술이라는 블루오션에 집중하고 있다. 정부와 기업을 포함한 글로벌 기후기술 수요 증가가 전망되기에 이와 관련된 기술의 개발, 법체계 개편, 인프라 조성을 비롯한 인력의 양성 및 활용 또한 준비되어야 한다.

### 글로벌 탄소중립 산업 체제 전환에 대응하는 대한민국! 기후기술 인재 양성, 한국의 현주소는?

• 우리나라 역시 기후기술 산업 성장에 따른 관련 분야의 인력 수요를 2030년 약 19만 명으로 예상하고 있다.<sup>3</sup> 그러나 국내 기후기술에 대한 전문 인재 양성은 아직 초기 단계이다. 지난 2022년에 기후기술 인재 양성에 대한 법적 근거로 ‘기후 위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(제정 ’21.9, 시행 ’22.3 / 제4조, 제56조)<sup>4</sup> 및 ‘기후변화대응 기술개발 촉진법(제정 ’21.4, 시행 ’21.10 / 제14조)<sup>5</sup>이 만들어졌다. 현재는 기후기술법에 기반하여 기후기술에 인재 양성 시범 사업이 운영 중이나, 해당 사업은 2024년 말 종료될 예정이다. 따라서 시범 사업 이후 후속 사업을 위한 프로그램 정비가 필요한 시점이다.

1 심유영 외 3인(2023), “ESG 공시기준 표준화 주요 내용과 기후기술 R&D 투자 및 국제협력 전망”, NIGT BRIEF, 1(9), 1-7.

2 IEA(2020), Renewables 2020 - Analysis and Forecast to 2025, Revised Version: IEA Fuel Report.

3 정용운 외 3인(2022), 한국의 기후기술 산업 인력 수요 전망과 정책적 시사점, 한국기후변화학회

4 환경부(2022.03.), 기후 위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법

5 과학기술정보통신부(2022.12.), 기후변화대응 기술개발 촉진법.

• 기후기술 산업은 타 산업과 달리 국제사회와 각국 정부의 정책 및 규제, 탄소시장 등으로 만들어지고 성장한다는 독특한 특성이 있다. 이에, 기후기술 인재 양성은 국제 기후기술 산업 동향 및 국내 경제 상황을 고려한 범부처 차원의 인재 양성 제도 및 프로그램의 제공이 매우 중요하다. 본 고에서는 기후기술의 인력 현황, 국내·외 기후기술 분야의 인재 양성 프로그램을 살펴보고, 국내 기후기술 인재 양성이 나아가야 할 방향을 제시하고자 한다.



출처 : OpenAI(2024), ChatGPT (June 13 version) [Large language model]

## 2. 기후기술 인재란?

### 기후기술 인재 양성의 중요성은 늘 강조되나, 공통된 정의 부재

• 파리협정 제12조는 당사국이 기후 변화 교육, 훈련 등 대중의 접근을 강화할 것을 장려하고<sup>6</sup>, UNESCO(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)는 거의 모든 국가가 UNFCCC 보고 절차에 따라 제출하는 국가 보고서에 기후 변화 교육에 대한 언급을 포함하였다. 이는 기후변화에 대응하는 인재를 양성하려는 국제사회의 범국가적 의지라고 할 수 있다.<sup>7</sup> 이처럼 국제사회에서 기후기술 인재 양성의 중요성은 늘 강조되고 있으나, 국제기구와 각국 정부마다 기후기술 인재에 대한 정의는 상이하다. 따라서 본 고에서 다루는 기후기술 인재양성의 방향을

6 UNFCCC(2015), Paris Agreement, 2024.06.14. 접속, [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php).

7 UNESCO(2019), Country progress on climate change education, training and public awareness, 2024.06.14. 접속, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000372164>

논의하기에 앞서, 기존의 다양한 정의와 분류 체계를 살펴볼 필요가 있다.

• UN은 ‘녹색 일자리’를 ‘환경의 질을 보존하거나 복원하는 데 실질적으로 기여하고 폐기물 발생과 오염을 최소화하는 부문의 일자리’로 정의하고 있다.<sup>8</sup> 국제노동기구(International Labour Organization, ILO)는 ‘모든 경제 부문에서 환경의 질을 보존, 복원 및 개선하는데 기여하는 양질의 일자리’로 정의하고 있다. 유럽직업훈련개발센터(Cedefop)은 기후기술을 ‘지속 가능하고 자원 효율적인 사회에서 생활하고, 개발하고, 지원하는 데 필요한 지식, 능력, 가치 및 태도’로 정의하며<sup>9</sup> 기후기술 일자리를 ‘기후기술을 필요로 하는 직업’으로 정의하고 있다.

• 기후기술 인재를 정량화하기 위해 두 가지 주요 접근법을 활용할 수 있는데, 첫 번째 유형은 기후기술 관련 산업을 구분하고 해당 부문 또는 산업의 모든 고용을 기후기술 인력으로 간주하는 하향식 접근법이다. 두 번째 유형은 상향식 접근 방식으로 직무에 대한 정보를 활용한다. 다양한 직업이 수반하는 기술 또는 업무와 해당 업무 또는 기후기술을 다루는 정도를 기준으로 녹색 일자리를 정의할 수 있다.

• 인력 통계는 정책이 노동시장에 미치는 영향의 규모를 파악하고, 지역 및 국가 경제의 구조적 변화를 파악할 수 있어 정책 이행을 위한 전략 수립과 사업 추진의 근거로 활용할 수 있다. 본 고에서는 <표1>과 같이 국내외 주요 기후기술 유관 분야 인력 통계를 <표 1> 비교하여 제시하고자 한다.

<표 1> 국내외 기후기술 유관 분야 인력 분류 체계

구분	국내			국외	
	과기정통부	환경부	산업부	유럽	영국
인력 분류 체계명	기후기술산업 통계	환경산업 통계 조사	산업기술 인력 수급 실태 조사	환경 재화 및 서비스 부문(EGSS)	저탄소 및 신재생에너지 경제 (LCREE)
조사 대상	기후기술 분류 체계 및 특허 CPC Y 코드 출원 기업 및 기관	환경산업 특수분류 기준에 해당하는 사업체	산업기술 인력 관련 산업의 사업체 (근로자 10인 이상)	산업별 노동 집약도 기반 추정	25,000개 영국 기업
분류 기준	기후기술 분류 체계의 3대 분야, 14대 중분류	환경산업분류의 8대 분류 KSIC 세세 분류 기준 167개 산업	산업기술 인력과 관련된 KSIC(35개) 및 KSCO(145개)	녹색 일자리와 관련 있는 기능(Skills)과 지식(Knowledge)	72개 2자리 영국 표준산업분류(14개)와 LCREE 분야(17개)
조사 기관	국가녹색기술연구소	한국환경산업협회	한국산업기술진흥원	유럽연합통계국 (Eurostat)	영국 통계청 (ONS)

출처: 과기부 외(2022)<sup>10</sup>; 환경부·한국환경산업협회(2022)<sup>11</sup>; 산업통상자원부·한국산업기술진흥원 (2021)<sup>12</sup>, Eurostat(2016)<sup>13</sup>, ONS(2021)<sup>14</sup>

8 ILO(2023), Green jobs, green economy, just transition and related concepts, 2024.06.14. 접속, [http://search.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/documents/publication/wcms\\_883704.pdf](http://search.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_883704.pdf).

9 OECD/Cedefop(2014), Green skills and innovation for inclusive growth, Publications Office of the European Union, 2015.

10 과학기술정보통신부·한국과학기술연구원·국가녹색기술연구소(2022), 2021년 기후기술 산업 통계

11 환경부·한국환경산업협회(2022), 2020년 기준 환경산업 통계 조사 보고서

12 산업통상자원부·한국산업기술진흥원(2021), 2021년도 「산업기술 인력 수급 실태 조사」 결과

13 Eurostat(2016), Environmental goods and services sector accounts handbook, 2016 edition.

14 Office for National Statistics(2021), The challenges of defining a "green job", 2024.06.14. 접속, <https://www.ons.gov.uk/economy/environmentalaccounts/methodologies/thechallengesofdefiningagreenjob>

## 기후기술법에 기반하여 기후기술 인재를 새롭게 정의!

• 본 고에서는 탄소중립 및 기후 위기 대응 관련 법과 제도에 언급된 정성적 개념을 기반으로 기후 변화 대응 기술 세부 내용 고시<sup>15</sup>를 준용하여 아래와 같이 기후기술 인력을 새롭게 정의하고자 한다. 기후기술 인력이란 ‘탄소중립 및 기후 위기에 대한 해결책으로 온실가스 감축을 실현하기 위해 필요한 전문적 지식과 기술 또는 기후 변화의 완화 및 적응을 위한 기후기술 실행에 기여할 수 있는 지식과 기술을 갖춘 인력’을 의미한다.

• 아울러, 객관적인 정의를 위해 기후 변화 대응 기술 세부 내용 고시를 준용하여 <표 2>와 같이 기술 분야를 기준으로 인력을 분류하고자 한다. 본 연구에서는 인력 통계를 살펴보기 위해 기술 분야를 기준으로 제시하고자 하며, 이는 각 기술 분야와 직접적으로 연관된 인력뿐 아니라, 경영, 행정 등 유관 분야 인력도 포함하는 광의의 개념이다.

<표 2> 기후기술 인력 분류(안)

구분	기후기술 인력 분류	분야 설명
감축	온실가스 배출 저감 에너지 기술 인력	온실가스를 배출하지 않거나 기존보다 적게 배출하면서 열 또는 전기를 생산
	온실가스 저감 연료·제품 생산 기술 인력	온실가스 배출을 줄일 수 있는 연료·원료 또는 제품을 생산·운송·활용
	에너지 효율 및 최적화 기술 인력	에너지의 생산·저장·전달·소비 효율을 향상시키거나 에너지 사용을 최적화
	온실가스 처리·흡수·대체 기술 인력	온실가스를 포집(捕執)·저장·활용 등의 방식으로 처리하거나 흡수 또는 대체
	융복합 감축 기술 인력	위의 4가지 기술 중 둘 이상의 기술을 융합하여 에너지를 생산·저장·전달·소비
적응	기후 변화 감시 및 예측 기술 인력	기후 변화의 원인과 현상을 관측·조사하여 기후 변화를 감시하고 예측
	기후 변화 조사·분석·진단 기술 인력	기후 변화 취약성과 그에 따른 위험성에 해당하는 사항을 조사·분석·진단
	기후 탄력성 및 적응 강화 기술 인력	기후 변화로 인한 피해를 줄이거나 사전에 예방하여 기후 변화 적응 역량을 높이고 기후 변화로 인한 피해로부터 회복할 수 있는 기후 탄력성을 강화
	기후 변화 적응 정책 분석·평가 기술 인력	기후 변화 적응 관련 정책이나 기술의 진척 및 효과를 분석·평가

출처: 과학기술정보통신부 기후변화대응 기술 세부내용 고시를 기반으로 저자 재구성

## 3. 기후기술 인력 현황은?

### 국가 기후기술 산업 통계를 기반으로 인력 현황 파악

• 앞장 <표1>에서 살펴본 바와 같이, 기후기술 유관 분야 인력 통계 조사로는 대표적으로 과기부의 기후기술 산업 통계, 환경부의 환경산업 통계 조사, 산업부의 산업기술 인력 수급 실태 조사가 있다. 본 연구에서는 ‘기후기술 산업통계(과기부 외, 2022)<sup>16</sup>’ 중, 인력 통계(종사자수)를 바탕으로 기후기술 분야의 인력 현황을 살펴보고자 한다.

15 과학기술정보통신부(2022), 기후변화대응 기술 세부내용 고시 [시행 2022.9.23.] [과학기술정보통신부고시 제2022-55호]

16 과학기술정보통신부·한국과학기술연구원·국가녹색기술연구소(2022), 2021년 기후기술 산업 통계



&lt;표 3&gt; 기후기술 인력 현황 조사 개요

구분		내용
조사 대상		'21년 12월 기준 CPC Y코드(Y02, Y04)로 특허를 출원 및 등록한 기업 및 기관 및 기후기술 분야 국가연구개발사업 수행 기업 및 기관 10,065개
조사 방법 / 조사 도구		온라인 및 전화, 팩스 조사
조사 도구		구조화된 설문지(Structured Questionnaire)
조사 내용	일반 현황	기업/기관명, 대표자명 사업자등록번호, 법인등록번호 설립년월, 대표 번호 주력 업종, 대표 기후기술 분야
	재무 현황	전체 매출액 기후기술 분야 관련 매출액, 수출액 비중 연구개발비 연구개발비 재원 출처별 비중 전체 종업원 수, 기후기술 분야 종업원/연구원 수 비중
	정책 수요	기술 개발 및 활용 현황 기후기술의 전반적 현황, 기후기술 제품 판매 기후기술 기술 이전/도입, 기후기술 사업화 지원 정부 지원 참여 의향, 인력 양성
	조사 기간	2022년 10월 3일 ~ 2022년 11월 3일
조사 수행 주체		조사 주관 기관 : 녹색기술센터      조사 실시 기관 : ㈜메트릭스

출처: 과학기술정보통신부·한국과학기술연구원·국가녹색기술연구소(2022), p.3

• 앞장에서 새롭게 정의한 기후기술 인력 분류를 적용하여 인력 현황을 살펴보면 아래 <표4> 같다. 감축 분야 인력은 '에너지 효율 및 최적화 기술 인력'(44%), '온실가스 배출 저감 에너지 기술 인력'(17.8%) 등의 순으로 나타났다. 반면, 융복합 감축 기술 인력 등은 상대적으로 적은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 한편, 적응 분야 인력은 '기후 탄력성 및 적응 강화 기술 인력'(17.2%), '기후 변화 감시 및 예측 기술 인력'(1.1%) 순으로 나타났다. 기후기술 변화 조사 분석·진단 기술 인력, 기후 변화 적응 정책 분석·평가 기술 인력은 부재한 실정이다.

&lt;표 4&gt; 기후기술 인력 현황(2021년 기준)

구분	기후기술 인력 분류	인원(명)	비중(%)
감축	온실가스 배출 저감 에너지 기술 인력	42,794	17.8
	온실가스 저감 연료·제품 생산 기술 인력	10,033	4.2
	에너지 효율 및 최적화 기술 인력	105,790	44.0
	온실가스 처리·흡수·대체 기술 인력	2,497	1.0
	융복합 감축 기술 인력	35,397	14.7
	감축 합계	196,511	81.7
적응	기후 변화 감시 및 예측 기술 인력	2,623	1.1
	기후 변화 조사·분석·진단 기술 인력	-	0.0
	기후 탄력성 및 적응 강화 기술 인력	41,292	17.2
	기후 변화 적응 정책 분석·평가 기술 인력	-	0.0
	적응 합계	43,915	18.3
기후기술 합계		240,426	100.0

출처: 과학기술정보통신부·한국과학기술연구원·국가녹색기술연구소(2022), "2021년 기후기술 산업통계"를 기반으로 재구성



## 4. 기후기술 인력 전망은?

### 2030년 기후기술 인력 수요는 우상향, 특히 융복합 및 정책 분야 인력 수요 급증

• 본 고에서는 <표4>와 같이, 선행연구의 증가율<sup>17</sup>을 적용하여 기후기술 인력 전망 증가율을 도출하였다. 선행연구에서는 기후기술산업분류별 2020년 통계를 기업별 기후기술인력의 표준산업 소분류 통계로 전환하였으며, 고용정보원의 한국표준산업분류 소분류별 중장기 인력수급전망자료<sup>18</sup>에서 산출한 2019~2029년도의 소분류 산업별 인력수요 증가율을 전망치에 적용하여 2020~2030년까지의 중장기 인력전망을 살펴보았다.

• 2020~2030년까지의 중장기 인력전망을 도출하는 과정에서 2020 기후기술 인력분류체계 분야의 증가율을 적용하였고, 매칭되지 않는 ‘기후변화 조사·분석·진단 기술’과 ‘기후변화 적응 정책 분석·평가 기술’은 ‘기후 변화 감시 및 예측 기술’의 증가율을 적용했다. 또한, 2021년 기준 환경산업 통계조사 보고서<sup>19</sup> 자료를 활용하여, 기후변화 조사·분석·진단 기술’과 ‘기후변화 적응 정책 분석·평가 기술’의 인력을 일부 보완하고, 추가적으로 교육인력을 보완하여 기후기술 인력을 아래 <그림1>, <그림2>와 같이 전망하였다.

• 감축 및 적응 분야를 포괄한 인력을 살펴보면 10년간 증가율은 5.5%로 전망된다. 감축 분야의 경우 10년간 종사자의 5.8%가 증가할 것으로 전망되며, 특히 ‘융복합 감축 기술’(11.2%) 인력 수요가 가파르게 증가할 것이 예상된다. 적응 분야를 기준으로 증가율을 살펴보면 10년간 종사자의 3.9%가 증가할 것으로 전망되며 세부적으로는 ‘기후 변화 적응 정책 분석·평가 기술’(10.9%), ‘기후 변화 감시 및 예측 기술’(10.7%), ‘기후 변화 조사·분석·진단 기술’(10.6%) 등 정책 및 조사·분석 분야 인력 수요가 가장 빠르게 증가할 것으로 보인다.

### 수요와 공급을 동시에 고려하더라도 여전히 부족한 인력 공급, 때아닌 구인난 우려<sup>20</sup>

• 보다 정밀한 기후기술 인력의 중장기 전망을 위해서는 인력 수요와 공급을 함께 고려해야 한다. 기후기술 인력 공급의 경우, 세부 전공별 또는 기후기술 인력 학과를 특정하기 어려우므로, 본 연구에서는 제한적인 가정하에 공학계열 및 자연계열 졸업생 장기 전망(한국고용정보원, 2020)을 기반으로 기후기술 인력 공급 전망을 사전 검토해보았다. 앞 장에서 살펴본 바와 같이, 2030년까지 기후기술인력 취업자 수요증가 규모와 대조되게 공학계열 및 자연계열 졸업생 수는 상대적으로 부족할 것이 예상된다.

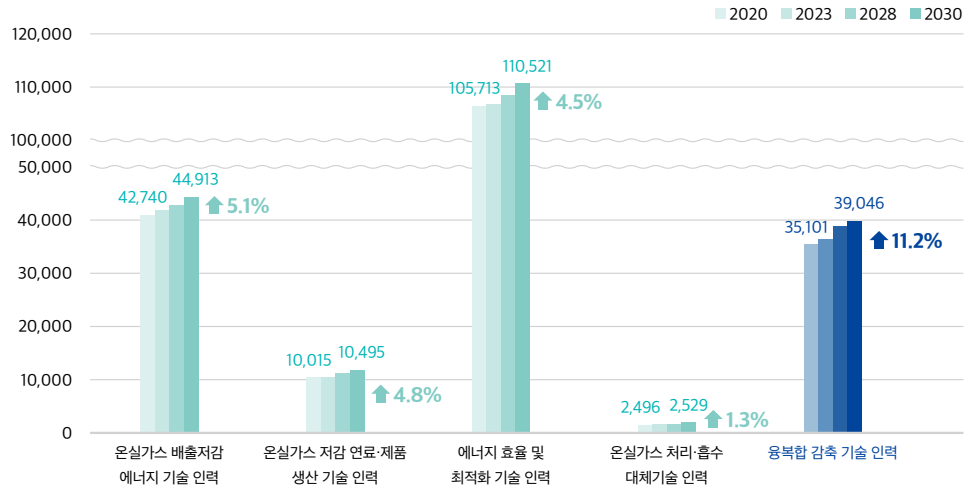
17 정용운 외 3인(2022), 한국의 기후기술 산업 인력 수요 전망과 정책적 시사점, 한국기후변화학회

18 한국고용정보원(2020), 2019~2029 중장기 인력 수급 전망

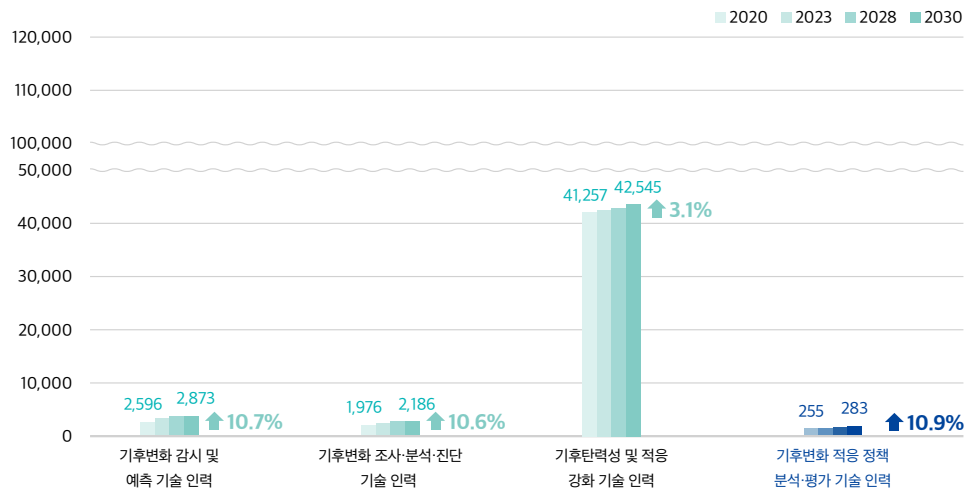
19 환경부·한국환경산업협회(2022), 2020년 기준 환경산업통계조사 보고서

20 본 고의 중장기 수급 전망에 관한 연구 결과는 초기 단계로, 보다 정밀한 분석은 향후 연구 과제로 남겨둔다.

[그림 1] 기후기술 인력 수요 전망 - 감축



[그림 2] 기후기술 인력 수요 전망 - 적응



## 5. 2050 글로벌 탄소중립 목표 달성을 위한 해외 기후기술 인재 양성 동향

### 주요 선진국들은 이미 기후 위기를 기회로 바꾸기 위해서 인재 양성에 매진 중!

• 주요 기후기술 선진국들은 중장기적 관점에서 국가 기술 주도권 확보 및 미래 기후기술 산업 수요에 대응하고, 나아가서는 기후위기라는 난제를 해결하기 위하여 인재양성에 매진하고 있다. 본 고에서는 인재 양성 주요 동향을 살펴보고 우리나라의 글로벌 탄소중립 목표 달성 및 기후기술을 위한 인재 양성 방향을 모색하고자 한다.

&lt;표 5&gt; 기후기술 주요국의 인재 양성 동향

구분/국가	미국	영국	EU
관련 정책	미국 일자리 계획 (American Jobs Plan, 2021) <sup>21</sup>	녹색산업 혁명을 위한 10대 중점 계획 (The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, 2020) <sup>22</sup>	유럽 그린딜 (European Green Deal, 2019) <sup>23</sup> 및 그린딜 산업 계획(A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age, 2023) <sup>24</sup>
비전	2050년까지 에너지 기술 강국 입지 구축	2030년까지 총 25만 명 녹색 일자리 창출	2050년까지 기후 중립 목표 달성을 위한 청정 기술시장 선점
주요 내용	청정에너지 기반 산업구조 전환 및 국가 발전 R&D 예산 8년간 \$5,800억 (약 793조 원) 투자	'30년까지 10대 중점계획 위주로 £120억 투자 (약 19조 3,300억 원)	녹색경제 체제 전환 및 촉진을 위한 향후 10년간 ('21년~'30년) 약 €1조 (약 1,490조 원) 지원
기후기술 특성화 대학 중심 주요 교과 과정	(Stanford) <sup>25</sup> 기후정치학, 법학, 고고학, 지구 공학, 기후·정치·금융·인프라 (MIT) <sup>26</sup> 환경 데이터 분석, 글로벌 환경 정책학, 기후과학 (Berkeley) <sup>27</sup> 기후 및 환경 과학, 경제학, 정책학, 기술학	(Oxford) <sup>28</sup> 지구시스템학, 글로벌 변화 및 생물권, 새로운 환경 경제 사고 (Cambridge) <sup>29</sup> 경제학, 공공정책학, 사회과학, 법과 지배구조, 기후변화, 도시계획학 (Sheffield) <sup>30</sup> 환경학, 국제개발학, 국제 현장 수업, 도시개발 및 기후 변화	(Copenhagen) <sup>31</sup> 기후학, 빅데이터분석학, 글로벌환경 거버넌스 (Lund) <sup>32</sup> 국제 및 국가 정책학, 환경과학, 경영학, 경제학
시사점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가별 주요 정책으로 기후변화 대응을 위한 공공·민간 네트워킹 및 국제 공동연구 연계 활동 등 우수 인재양성 및 활용을 위한 글로벌 인재양성 지원 방안을 추진하고 있음</li> <li>- 각국의 기후기술 특성화 대학을 중심으로 추진되고 있는 주요 교과 과정은 '기후기술'이라는 과학기술 분야임에도 불구하고 사회·인문·자연과학 등 전반적으로 학제 간(interdisciplinary) 융합을 도모하는 경향이 있음</li> <li>- 개별 인력에 대한 단순 교과 과정 이수 외에도 인턴십, 해외 연수, 세미나 등 다양한 프로그램 중심의 기후기술 인재 양성 인프라 환경 조성 및 활성화를 위한 생태계를 확보하고 있음</li> <li>- 일반적인 전달식 강의로만 교과 과정이 구성된 것이 아니라, 국제현장 수업, 기관 연구수행 등 실무 위주의 실용수업들을 공통으로 포함하고 있음</li> <li>- 기후기술과 관련하여 이론적 교육뿐 아니라 실제 정책 개발과 기술 혁신에도 중점을 둬으로써 실질적인 문제 해결 능력을 기를 수 있는 교과 과정으로 구성하였음</li> </ul>		

출처: 국가별 정책 자료 원본, 국가녹색기술연구소 발간물, 대학 홈페이지 게시물을 바탕으로 저자 작성

21 The White House(2021), Fact Sheet : The American Jobs Plan, 2024.06.04. 접속, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/31/fact-sheet-the-american-jobs-plan/>22 The Government UK(2022), The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, 2024.06.04. 접속, <https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution>23 European Commission(2019), Factsheets on the European Green Deal, 2024.06.04. 접속, [https://commission.europa.eu/publications/factsheets-european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/publications/factsheets-european-green-deal_en)24 European Commission(2023), Communication: A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age, 2024.06.04. 접속, [https://commission.europa.eu/document/41514677-9598-4d89-a572-abe21cb037f4\\_en](https://commission.europa.eu/document/41514677-9598-4d89-a572-abe21cb037f4_en)25 Stanford University(2024), 2024.06.10. 접속, <https://sustainability.stanford.edu/admissions-and-education/graduate-certificate-programs/climate-change>26 Massachusetts Institute of Technology(2024), 2024.06.10. 접속, <https://catalog.mit.edu/interdisciplinary/undergraduate-programs/degrees/climate-system-science-engineering/>27 University of California, Berkeley(2024), 2024.06.10. 접속, [https://climatesolutions.berkeley.edu/mcs/?utm\\_source=PR&utm\\_medium=Email&utm\\_campaign=PR&utm\\_id=PRRCNR](https://climatesolutions.berkeley.edu/mcs/?utm_source=PR&utm_medium=Email&utm_campaign=PR&utm_id=PRRCNR)28 University of Oxford(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.ox.ac.uk/admissions/graduate/courses/msc-environmental-change-and-management>29 University Of Cambridge(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.landecon.cam.ac.uk/course-page/mst-climate-environment-and-urban-policy>30 University of Sheffield(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.sheffield.ac.uk/postgraduate/taught/courses/2024/environmental-change-and-international-development-msc#moreinfo>31 University Of Copenhagen(2024), 2024.06.10. 접속, <https://studies.ku.dk/masters/climate-change/>32 Lund University(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.iiee.lu.se/education/masters-programme-environmental-management-and-policy-emp>

### 미국: 대규모 인프라 및 R&D 투자를 통한 에너지·산업 전환 및 양질의 일자리 창출 도모

• 미국의 2050 탄소중립을 선언한 바이든 정부는 2021년 미국 일자리 계획(American Jobs Plan)을 발표하며 저탄소 및 청정에너지 기반 산업 구조 전환을 위한 대규모 인프라 투자 및 R&D 투자 계획을 제안하였다. 특히, 총예산 \$2조 3,000억 중, R&D 및 미래 기술 투자 부문에 예산의 약 25%인 \$5,800억이 투입될 예정이라는 점에서 정부 차원의 탄소중립, 기후기술 및 혁신 R&D 분야의 글로벌 선도 의지를 예측할 수 있다.

• 미국의 경제 부흥을 위한 산업 전략 정책에 맞추어 에너지 산업 인력 수요에 대응하기 위한 전문 기후기술 인재양성 추진 대표 특성화 대학으로는 Stanford University(Climate Change Major), Massachusetts Institute of Technology(Science in Climate System Science and Engineering Major), University of California, Berkeley(Climate Solutions Major) 등이 있다.

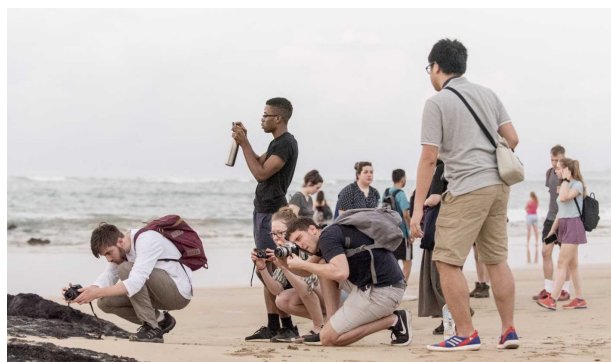
• Stanford University와 MIT는 각각 미국 정부의 주요 기후기술 관련 정책의 반영 및 목표 달성하고 국가의 기후기술 산업을 이끌 인재 배양을 위하여 Justice 40 Policy Lab<sup>33</sup>, Design of Sustainable Polymer Systems<sup>34</sup> 등 실습 중심의 산학연 연계를 통한 실무적 경험을 학생들에게 제공하고 있다. 세 대학 모두 공통으로 기후 및 환경 과학, 경제, 정책, 기술학 등 공학 지식 외에 사회과학, 인문학에 대한 교과 과정의 필수 이수가 확인되었다.



출처: UC Berkeley, Rausser Master of Climate Solutions

### 영국: 녹색·탄소중립을 제창하며, 산업 구조 재편을 통하여 주도권 확보 및 경쟁력 강화 시도

• 영국은 2020년 브렉시트 이후, 탄소중립 전환을 위한 독자적 행보로 녹색산업 혁명 10대 중점 계획(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution)을 발표하였다. 이는 내수 경제를 활성화하여 장기적으로는 글로벌 산업 경쟁력을 강화하려는 계획이다. 25만 개의 녹색 일자리를 창출하여 숙련된 녹색산업 기술인력을 확보한 후, 탄소 중립 산업 전환을 가속화 하는 국가 전략의 일환이다. 성공적인 탄소 중립 선도국 입지 공고화 정책에 부합하는 영국 내 주요 기후기술 인재양성 주력 대학으로는 Oxford University(Environmental Change and Management Major), Cambridge University(Climate, Environmental and Urban Policy Major), Sheffield University (Environmental Change and International Development Major)가 있다. 각



출처: University of Sheffield, Environmental Change and International Development field class

33 Stanford University(2024), 2024.06.10. 접속, <https://sustainability.stanford.edu/admissions-and-education/graduate-certificate-programs/climate-change>

34 Massachusetts Institute of Technology(2024), 2024.06.10. 접속, <https://catalog.mit.edu/degree-charts/climate-system-science-engineering-course-1-12/>

대학은 기후기술의 특징을 반영하기 위하여 기후기술과 관련된 환경 공학적인 교과목 외, 기술의 보급 및 확산을 위한 글로벌, 금융, 경영 정책 등의 사회과학적 교과목의 중요성을 함께 강조하고 있다.

- Oxford University의 Lake District National Park Fieldwork<sup>35</sup>는 교외 현장학습을 통해 실무 중심의 경험을 축적하는 연구 인프라 및 생태계를 제공한다. Cambridge University의 Climate Change and The Energy Transformation Class<sup>36</sup>는 국제협력, 기술, 정책, 금융, 환경 등 다각화된 요소들의 상호작용을 중요하게 고려하여 교과목을 구성하였다. 또한, Sheffield University는 글로벌 협력의 필요성을 인식하여 국제수업을 연계하여 교육하고 있다. 이렇듯, 기후기술 문제해결을 위해서는 이공계 및 인문학적 소양이 양립되어야 한다는 점, 국제 분쟁 및 협력과 같은 복합적인 문제를 다루기 위한 글로벌 역량 강화의 단계적인 준비가 필요하다는 점을 확인할 수 있었다.

### EU: 탄소중립 테마 선도과, 이를 뒷받침하기 위한 숙련인력 역량 강화

- 유럽연합(EU)은 2050년까지 EU 회원국의 탄소중립 목표 달성 및 청정기술 산업역량을 구축하기 위하여 2019년 유럽 그린딜(European Green Deal)을 발표하였다. 그 후, 주변 탄소 중립 선도국(미국, 일본 등)을 견제하고 유럽연합의 신속한 탄소 중립 산업 전환을 지원하기 위한 후속 조치로 녹색 기술·제품의 제조 역량 강화 및 수요 충족을 위한 그린딜 산업계획(A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age, 2023)을 제시하였다.

- 효과적인 그린딜 산업 계획 추진을 위하여 유럽연합의 주요 대학들이 기후기술 인재양성에 힘쓰고 있음을 확인하였다. 유럽 내 대표적인 기후기술 특성화 대학으로는 덴마크의 University of Copenhagen(Climature Change Major)과 스웨덴의 Lund University(Environmental Management and Policy Major)가 있다. University of Copenhagen의 Climate Solutions Class<sup>37</sup>는 학연을 활용하는 네트워크 중심으로 수업을 구성하여 온실가스 배출 감소를 위한 최상의 기술 및 관행을 갖춘 대학 및 업계 전문가와 함께 워크숍에 참여하는 기회를 제공한다. Lund University의 Sustainability Solutions in Context - Project Course<sup>38</sup>는 국제 및 국가 정책학, 환경 과학, 경영학, 경제학 등 다학제적인(interdisciplinary) 접근 방법을 활용하여 기후기술 의사결정자로서의 역량을 강화하고 있다.

- 미국 및 영국 대학과 비슷하게, 유럽 대학 또한 기후기술의 학문적 특성을 살린 산학연 연계, 워크숍, 프로젝트 등 현장 기반의 실무역량을 강화하는 교과 과정을 제공하고 있다. 유럽연합의 기후대응 정책을 반영하여 복잡한 글로벌 환경 문제를 관리하고 기술과 금융을 활용하여 정책적 대응이 가능한 인력의 양성에 집중하는 추세이다. 더 나아가, 글로벌 탄소 중립 환경을 설계하고 평가하는 능력을 주도하는 인재를 육성하고자 한다는 점도 확인하였다.



출처: The collaboration initiative Climate-neutral cities 2030 - Open Academy together with the City of Malm

35 University of Oxford(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.ox.ac.uk/admissions/graduate/courses/msc-environmental-change-and-management>

36 University Of Cambridge(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.landecon.cam.ac.uk/course-page/mst-climate-environment-and-urban-policy>

37 University of Copenhagen(2024), 2024.06.10. 접속, <https://studies.ku.dk/masters/climate-change/programme-structure/>

38 Lund University(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.iiee.lu.se/education/masters-programme-environmental-management-and-policy-emp>

## 6. 국내 정부 부처별 기후기술 인재 양성 프로그램 현황

### 우리나라 기후기술 인재 육성의 현주소, 이대로 괜찮을까?

우리나라 또한 기후기술 인재 육성을 위하여 <표 6>과 같이 각 부처와 기상청에서 다양한 사업을 추진하고 있다.

<표 6> 국내 과학·기술 분야 기후기술 인재 양성 대표 사업

구분	과기정통부	환경부	산업부	고용노동부	기상청
사업명	기후기술인재양성 시범사업	환경 분야 특성화대학원	에너지인력양성사업	저탄소 분야 학과 신설	국제 기상기후전문인력 양성사업
사업 기간	3년	5년 이내	5년 이내	1년 이내	1년 이내
2024년 예산 <sup>39</sup> (단위: 백만원)	2,864	26,159	10,458	15,000	201
대상 인원	약 120명	30명 이상/년	-	과정 당 20~25명	20명
지원 분야	공통 교육-정책, 금융 특화 교육 - 과학·기술(수소), 국제협력	과학·기술(생물 소재, 녹색 복원, 포스트 플라스틱) 금융(녹색 금융)	과학·기술(태양광, ESS, 원자력, CCUS 등 에너지 관련 14개 분야)	과학·기술(그린 반도체, 바이오 시스템, 전기자동차 등)	국제협력

출처: 부처별 정책 자료를 바탕으로 저자 작성

• 과학기술정보통신부에서는 기후 난제 해결책을 제시할 수 있는 과학 인재 양성을 위해 총 88억 원의 예산을 투입하여 「기후기술인재양성 시범사업」(‘22~’24년)을 운영하였다. 해당 사업은 R&D 수행에 있어서 과학기술 혹은 국제협력에 관한 특화 교육과 기후 변화 대응 현황 및 정책 교육을 통한 인재 육성에 주력한다.<sup>40</sup>

• 환경부에는 미래 환경 분야를 선도하고 경쟁력을 갖춘 현장 맞춤형 전문 인재 육성을 위해 환경 분야 특성화대학원을 모집·선정하고 있다. 해당 사업의 지원 분야는 매년 차이가 있지만, 공통적으로 생물 소재, 녹색 복원, 포스트 플라스틱 등 과학·기술 분야에 중점을 두고 있으며, 추가로 녹색 채권, ESG 분석 등 녹색 금융 분야도 그 대상이다. 대학별로 과학·기술 분야는 10억 원/년 내외, 녹색 금융 분야는 5억 원/년 내외를 지원하였다.<sup>41</sup>

• 산업통상자원부에서는 에너지 산업의 인력 수급 불균형 해소와 국가 에너지 정책 변화 대응에 주목하였다. 이에 매년 14개 분야\* 에너지 인력 양성 사업을 운영하고 있다. 사업은 크게 대학생을 대상으로 한 에너지 인재 육성을 위한

39 교육부(2024), 2024 대한민국 인재양성 사업안내서

40 과학기술정보통신부(2022), “2022년도 과학기술 혁신인재양성사업(양자정보과학 인적기반 조성사업, 육해공무인이동체 혁신인재양성사업, 기후기술인재양성 시범사업) 신규과제 통합 재공고”, 2024.06.04. 접속, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=129&mPid=224&pageIndex=1&bbsSeqNo=100&nttSeqNo=3177685&searchOpt=ALL&searchTxt=%EA%B8%B0%ED%9B%84%EA%B8%B0%EC%88%A0%EC%9D%B8%EC%9E%AC%EC%96%91%EC%84%B1+%EC%8B%9C%EB%B2%94%EC%82%AC%EC%97%85>

41 한국환경산업기술원(2020), “『녹색 융합기술 인재 양성 특성화대학원』 모집 공고”. 2024.06.04. 접속, <https://www.keiti.re.kr/site/keiti/ex/board/View.do?cbldx=277&bcldx=31862>



대학 환경 조성 사업(10억 원 내외/년), 에너지 관련 기업을 대상으로 한 인력 양성 사업(5~15억 원 내외/년), 글로벌 인재 양성을 위한 사업(1억 원 내외/년) 등으로 구성된다.<sup>42</sup>

\* 태양광, ESS, 원자력, CCUS, 수소, 자원 순환, 전력 계통, 풍력, 섹터 커플링, 산단 건물, 정유, 연료 전지, 청정연료 발전, 에너지 효율

• 고용노동부에서는 산하 기능대학인 한국폴리텍대학교를 중심으로 총 10개의 저탄소 분야 학과와 2년제 및 하이테크 과정을 신설하였다. 2022년과 2023년에 신설된 학과는 그린 반도체, 바이오 시스템, 미래 전기자동차, 이차 전지 등 주로 과학·기술에 초점이 맞춰져 있다. 이어서 2024년에 친환경차 전문 진단·정비를 위한 과의 추가 개설을 지원하였다.<sup>43</sup>

• 기상청에서는 국제적 소양을 갖춘 기상 기후 전문 인력 양성을 위해 매년 「국제 기상기후전문인력 양성사업」을 운영하고 있다. 해당 사업은 국제기구 근무 이전 역량배양을 위한 3주간의 선행 교육으로 구성되어 있다. 교육 종료 후에는 6개월 간 국제기구에 근무하며 기상 업무 및 기상·기후 관련 국제협력을 주로 담당한다.<sup>44</sup>



42 NTIS(2023), "2024년 에너지인력양성사업 신규과제 수요조사 및 연구개발과제기획단 공모", 2024.06.05. 접속, <https://www.ntis.go.kr/rndgate/eg/un/ra/view.do?roRndUid=1155876>

43 고용노동부(2023), "폴리텍 디지털·저탄소 인력 양성 속도 낸다", 2024.06.04. 접속, [https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news\\_seq=15514](https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=15514)

44 기상청(2024), "2024년 국제 기상기후전문인력 양성사업 교육생 모집안내", 2024.06.04. 접속, <https://www.kma.go.kr/kma/news/notice.jsp?mode=view&num=1193426>

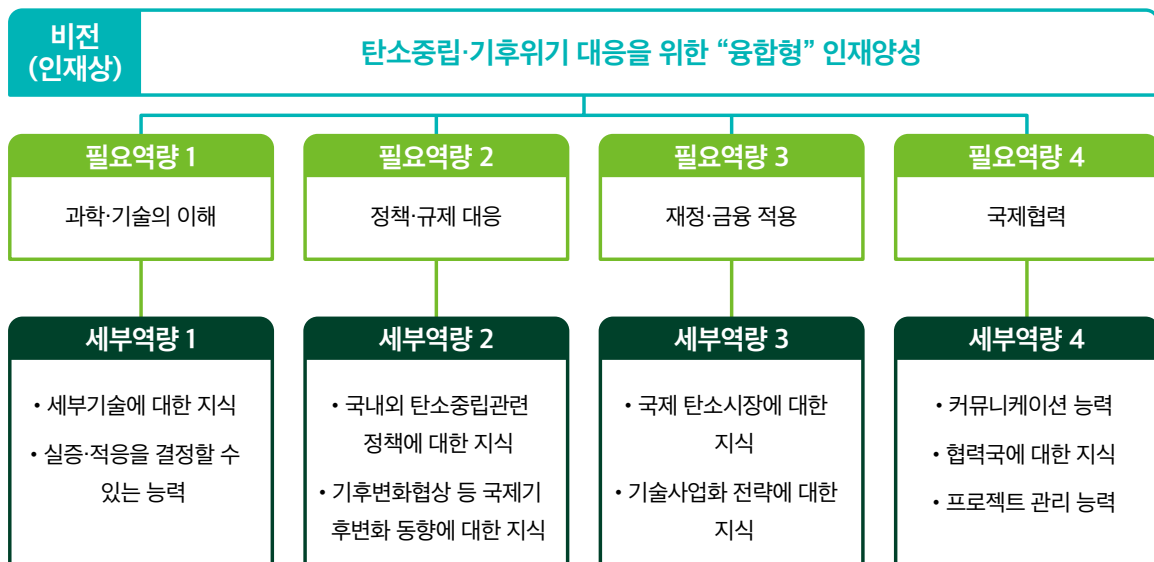


## 7. 탄소중립 달성을 위한 기후기술 핵심 인재 필요 역량

### 탄소중립 달성을 위한 기후기술 인재상

• 앞서 설명하였듯이 탄소중립 달성은 복합적 문제를 균형 있게 다루어야 해결되는 난제이다. 복합적인 문제를 해결하기 위해서는 다양한 역량이 동시에 필요하다는 것을 자연스럽게 생각해볼 수 있다. 소위 ‘융합형 인재’를 요구하는 것이다. 그렇다면 기후기술 핵심인재가 되기 위해서 갖추어야 할 필요역량은 무엇일까?

[그림 3] 탄소중립·기후위기 대응을 위한 인재상



### 필요 역량 1: 과학·기술의 이해

• 직관적으로, 과학·기술은 탄소중립 달성이나 기후위기 대응에 가장 필요한 요소이다. 모든 국가와 기업들은 직접적이면서도 효과적인 기술개발 및 대규모 적용을 활발하게 진행하고 있다. 따라서 단일한 기술보다 다양한 학제 및 공급망을 아우르는 융복합 기후기술이 절실한 상황이다. 기후변화 대응을 위한 과학 및 기술에 대한 충분한 지식과 이해는 기후기술 핵심인재로 거듭나기 위한 기본소양이다.

• 최근 우리나라는 탄소중립 핵심기술을 17대 중점분야 내 100대 핵심기술로 구분하였고, 이를 바탕으로 다양한 이해관계자들 간의 기술 관련 논의를 촉진하려 하였다.

\* 탄소중립 녹색성장 기술 혁신 전략에 이어 탄소중립 녹색성장 기본 계획의 후속 조치로서 본 100대 핵심 기술 확정 및 기술 개발 청사진 제시<sup>45</sup>

• 기후기술은 국내외 어느 곳에서나 활용되어야 한다. 어떠한 환경적·사회적·경제적 상황이더라도 해당 국가 혹은 지역 단위에서 필요로 하는 세부 기술을 파악하고 이를 실증·적용을 결정하기 위해서는 기후기술에 대한 전문가의 폭넓은 이해가 선행되어야 함은 당연하다.

45 과학기술정보통신부(2023), [보도자료]한국형 탄소중립 기술개발 청사진 공개...100대 핵심기술 확정, 2024.05.24. 접속, <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148915321>

## 필요 역량 2: 정책·규제 대응

- 각국 정부에서는 탄소중립·기후위기 대응을 위하여 크고 작은 정책과 규제를 추진하고 있다. 산업 및 생활 전반에 걸쳐 광범위한 영향을 미치게 되므로, 관련한 정책·규제에 대한 이해와 이를 활용할 수 있는 역량이 요구되고 있다.
- 이를테면 온실가스 감축을 위해서 각국에서는 국가 결정 기여(Nationally Determined Contribution; NDC)를 공표하고 이행하고 있다. 특히 우리나라는 2023년 기준, 국내 온실가스 감축 목표는 26.3%(2018년)에서 40.0%로 대폭 상향함<sup>46</sup>에 따라, 이를 이행할 수 있는 기술별 세부 정책의 이해가 절실하다.
- 최근에는 탄소 규제가 무역장벽으로 활용하는 사례가 확인되고 있다. 특히, EU 탄소국경조정제도<sup>47</sup>와 같은 국외 탄소 규제가 시행됨에 따라, 수출지향형 국가 및 기업들에서 이러한 규제 동향을 이해하고 그 영향을 평가·관리할 수 있는 인재가 필수적인 상황이다.

## 필요 역량 3: 재정·금융 적용

- 기후 변화 대응을 위한 지속가능 발전 목표(Sustainable Development Goals, SDGs)는 산업·경제 측면에서 핵심 가치로 주목받게 되면서, 기후기술이 접목된 새로운 산업이 개척되고 있다.<sup>47, 48, 49</sup> 기후기술 산업이 새로운 성장 동력으로 주목받고 있는 상황에서, 산업 발전과 신시장 선도를 위한 재정·금융의 적용이 필요한 상황이다.
- 녹색 금융·투자는 장기적으로 보았을 때, 탄소 배출 감소에 효과적이기에,<sup>50</sup> 다양한 산업체에서 녹색 금융·투자 측면에서 적극적으로 활용할 것이 예상된다. 따라서, 자원 유형별 특징과 활용방안에 대한 충분한 이해가 기반되어야 한다.

\* 크게 공공 자원(선진국 공적 개발 원조Official Development Assistance, ODA) 및 해외 사업 프로그램, 다자국제기구 기후 자원 등)과 민간 자원(벤처 캐피탈(VC), ESG 펀드, 녹색 채권 등)으로 구분할 수 있다.

- 온실가스 감축과 함께 경제 성장을 위해서는 더 실질적이고 혁신적인 기후변화 대응책이 필요하다. 이를 위해 전 세계적으로 기후기술 산업에 관한 관심과 투자가 증가하는 추세이며, 재정·금융 연계를 바탕으로 관련 사업의 기획 및 운영할 수 있는 역량이 요구되고 있다.<sup>51</sup>

## 필요 역량 4: 국제협력

- 신기후체제의 도입으로 선진국뿐만 아니라 개도국 역시 기후 변화 대응에 참여하게 되었다. 특히 개도국의 온실가스 감축 기술 발전을 위해 국제협력의 확대가 중요해지고 있는 상황으로, 커뮤니케이션 능력, 협력국에 대한 지식, 프로젝트 관리 능력 등 국제 개발 협력에 필요한 소양이 함께 요구될 것으로 보인다.

46 탄소중립 녹색성장 위원회(2024), “2030 국가온실가스 감축목표”, 2024.05.24. 접속, <https://www.2050cnc.go.kr/base/contents/view?contentsNo=59&menuLevel=2&menuNo=109>

47 심유영 외 3인(2023), “ESG 공시기준 표준화 주요 내용과 기후기술 R&D 투자 및 국제협력 전망”, NIGT BRIEF, 1(9), 1-7.

48 이윤정 외 4인(2024), 국내의 기후공시 기준 및 정책 동향, 2024.05.24. 접속, [https://www.kimchang.com/ko/insights/detail.kc?sch\\_section=4&dx=29410](https://www.kimchang.com/ko/insights/detail.kc?sch_section=4&dx=29410)

49 UN SDGs 협회(2024), UN SDGs 유엔 지속가능개발목표, 2024.05.24. 접속, [http://asdun.org/?page\\_id=2183](http://asdun.org/?page_id=2183)

50 Li, Q. et al.(2022), “Do climate technology, financialization, and sustainable finance impede environmental challenges? Evidence from G10 economies”, Technological forecasting and social change, 185, 122095.

51 임지훈(2024), “기후테크 산업 동향 및 우수기업 사례를 통해 본 성공 전략”, Trade Focus, 2021-08.

• 기후 위기는 과학기술, 정책, 금융, 국제 관계 등이 얽혀 있어 각국의 이해관계가 충돌하는 경우가 많다. 이에 각국의 과학기술, 경제, 사회, 정치적 흐름 등 여러 분야에서 통찰과 이해가 필요하여, 이를 연계하여 의사결정을 할 수 있는 역량이 요구된다.

### 그 외에 부족하거나 필요한 세부 역량을 확보하는 방법: 기후기술 관련 자격증 및 교육 프로그램

• 우리나라 부처 차원의 교육 프로그램 외에도, 개인 차원에서 알아보고 역량을 확보할 수 있는 자격증 및 관련 프로그램들도 존재한다. 우선 과학·기술 역량과 관련하여서는 국가기술자격인 기사가 대표적인 사례이다. 환경·에너지, 농림·어업, 건설 등 관련 분야 내의 세부 기술자격 분야별 기사 자격증을 취득할 수 있다. 기후 관련 재정·금융 역량에 대해서는 대표적으로 GARP와 CFA Institute의 두 자격 프로그램을 예로 들 수 있다. 전자의 경우 기후변화와 관련한 리스크 전반에 관한 내용이며, 후자의 경우 ESG 관련 투자 고려요소를 중심으로 관련 지식을 제공하고 있다.

• 한편 과학·기술에 대한 일정 수준 이상의 이해도 및 관련 경력을 바탕으로 관련 제도 및 표준화와 관련한 역량을 확보할 수 있도록 하는 자격 프로그램도 존재한다. 온실가스검증심사원(보)는 온실가스 배출량 평가와 검·인증, 환경영향평가사는 환경 영향 파악 및 예방, ISO 14001 검증심사원(보)는 산업체 환경경영 시스템 인증 심사를 중점적으로 수행한다.

## 기후기술 관련 자격 및 교육 프로그램 예시

### 1. 기사(국가기술자격)<sup>52</sup>

• 관리 체계: 고용노동부에서 국가기술자격법령 및 제도 운영 총괄, 주무부처(국토교통부, 산림청, 산업통상자원부, 환경부 등)에서 관련 사업 법령에 의거 자격 취득자 활용 및 사후 관리(자격증 종목관리), 한국산업인력공단에서 국가기술자격검정 집행, 시험 문제 출제, 관리(검정 시행)

<표 7> 탄소중립/기후 기술 관련 자격 분야

분야	목록
환경·에너지	온실가스 관리, 대기 환경, 수질 환경, 폐기물 처리, 토양 환경, 자연생태 복원, 생물 분류, 소음 진동, 기상, 에너지 관리, 신재생에너지 발전 설비 등
농림·어업	유기농업, 산림, 식물 보호, 시설 원예 등
건설	조경, 교통 산업, 도시 계획 등

출처: 한국산업인력공단 큐넷을 바탕으로 저자 작성

52 한국산업인력공단 큐넷(2024), 국가자격 종목별 상세정보, 2024.05.24. 접근, <https://www.q-net.or.kr/crf005.do?id=crf00501&gSite=Q&gld=>

2. ESG 관련 자격/교육 프로그램

<표 8> ESG 관련 자격/교육 프로그램

프로그램명	내용	
Sustainability and Climate Risk (SCR) Certificate <sup>53</sup>	시행 기관	Global Association of Risk Professionals (GARP)
	지향점	기후 리스크 저감을 위한 전략 개발 현재의 물리적/전환 리스크에 대응하는 법 기후 변화의 경제적 영향에 대한 실질적 관점 획득 회사가 지속가능하게 투자 및 유의미한 변화를 만들 수 있도록 유도
	주요 내용	기후 변화 개괄, 지속가능성 기후 변화 리스크, 측정 및 관리 지속가능성 및 기후 정책/문화/지배구조 녹색 및 지속 가능 금융(시장 및 도구) 기후 모델 및 시나리오 분석 넷제로, 기후 및 자연 리스크 평가 전환 계획 및 탄소 보고
Certificate in ESG Investing <sup>54</sup>	시행 기관	CFA Institute
	지향점	의사결정 과정에서의 ESG 고려 사항 연계 지식 및 기술 획득 이를 통하여 지속가능성/윤리적 관행/사회적 책임의 우선순위화에 있어 중요한 역할 수행 및 고객 수요 지원 강화
	주요 내용	ESG 투자 및 시장 관련 오버뷰 환경 요인, 사회 요인, 지배구조 요인 참여 및 스튜어드십 ESG 분석/평가/통합, ESG 통합된 포트폴리오 구성 및 관리 투자 멘데이트/포트폴리오분석 &클라이언트 보고
	진로	ESG 분석가/스페셜리스트/프로젝트 매니저/헤드 지속가능성 매니저 CSO (Chief Sustainability Officer)

출처: 참고문헌을 바탕으로 저자 작성

53 GARP(2024), Sustainability and Climate Risk (SCR) Certificate, 2024.05.24. 접속, <https://www.garp.org/scr>

54 CFA Institute(2024), Certificate in ESG Investing, 2024.05.24. 접속, [https://www.cfainstitute.org/en/programs/esg-investing?s\\_cid=cpc-esg-global-restofworld-FY23-brand-x-b2c-SFDCdirect7013Z00000350tSQUAU-googleads-conversion-pro\\_oth-157004952236-cfa%20esg-685253578973&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw9layBhBJEiwAVuc3foA5flqyl\\_TkfUSK3FRmP-Ailsnfr4bL7pEYbf3tt4z47HwLlzGv\\_hoCLMUQAvD\\_BwE&gclsrc=aw.ds](https://www.cfainstitute.org/en/programs/esg-investing?s_cid=cpc-esg-global-restofworld-FY23-brand-x-b2c-SFDCdirect7013Z00000350tSQUAU-googleads-conversion-pro_oth-157004952236-cfa%20esg-685253578973&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw9layBhBJEiwAVuc3foA5flqyl_TkfUSK3FRmP-Ailsnfr4bL7pEYbf3tt4z47HwLlzGv_hoCLMUQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds)

3. 온실가스 및 환경 영향 평가 관련 자격 프로그램

<표 9> 온실가스 및 환경 영향 평가 관련 자격 프로그램

프로그램명	내용	
온실가스검증심사원(보) <sup>55, 56</sup>	시행 기관	국립환경인재개발원
	지향점	기업이나 조직의 온실가스 배출량을 측정하고 평가하는 전문가
	주요 내용	국가 온실가스 관련 제도 및 검증 제도 이해 온실가스 배출량 산정·보고 일반 공통 분야 온실가스 배출량 산정 및 검증 사업장 고유 배출계수 및 측정 불확도 이해 온실가스 검증 실무
	자격조건	전문학사 이상 또는 이와 동등한 학력 보유 및 3년 이상의 실무 경력(온실가스관리기사·산업기사 자격 소지자의 경우 실무 경력 2년 이상) 등
환경영향평가사 <sup>57</sup>	관리체계	한국환경산업기술원에서 시행 계획 수립/보고, 환경부에서 시행 계획 승인, 이후 시행 계획 공고 환경영향평가협회에서 수험자 응시 자격 확인 후 원서 접수, 시험 합격 후 자격증 발급 이후 교육 훈련 한국환경보전원에서 이수
	지향점	사업 시행 시 환경에 미치는 영향 조사·예측·평가 해로운 환경 영향 제거·감소 방안 설정·평가·검증, 환경 영향 평가서 작성 수행·총괄·관리 등(「환경영향평가법」 제2조 및 제54조)
	주요 내용	환경 정책: 환경 정책 일반, 국가 환경 정책, 지역 환경 정책 국토 환경 계획: 환경 계획 일반, 국토 계획, 환경 보전 계획 환경 영향 평가 제도: 환경 영향 평가 제도 일반, 사후 환경 관리, 공중 참여 환경 영향 평가 실무: 환경 영향 평가 계획 수립, 평가 항목·범위 결정, 항목별 평가 기법, 계획 평가, 사업 평가, 대안 평가, 종합 평가
	자격 조건	환경 분야 기사 취득 후 실무 경력 4년 이상 환경 관련 학과(비관련 학과) 대학 졸업자 실무 경력 6년(7년) 이상 등
ISO 14001(환경경영) 검증심사원(보) <sup>58</sup>	관리 체계	각국 인정 기관(단일)으로부터 위탁을 받은 연수기관에서 교육 운영, 연수 합격자는 해당 연수기관에 심사원보 자격 신청 (예시) 한국인정지원센터(KAB, 인정기관)-한국표준협회/ 한국품질재단/ 로이드인증원 등(연수기관) 단, 연수기관에서 발급하는 검증심사원(보) 자격 발급 기관은 상이 (한국표준협회-한국 KAR&미국 GPC, 로이드인증원-영국 IRCA 등)
	지향점	산업체 환경경영 시스템 인증 심사 수행
	자격조건	대학 졸업 기준 4년 이상의 실무 경력(2년 이상 환경경영 시스템 관련 실무 경력 포함)

출처: 참고문헌을 바탕으로 저자 작성

55 한국표준협회(2024), 자격조건, 2024.05.25. 접속 [https://ksa.or.kr/ksa\\_kr/5375/subview.do](https://ksa.or.kr/ksa_kr/5375/subview.do)

56 국립환경인재개발원(2024), 2024 환경교육계획.

57 한국환경산업기술원 환경기술산업 원스톱 서비스(2024), 환경영향평가사 소개, 2024.05.24. 접근, <https://ecosq.or.kr/websquare.do#w2xPath=/ui/eve/ev/oa/EVOA100M01.xml&valM=&menuSn=40401100>

58 LRQA(2024), ISO14001 인증심사원 (CQI IRCA 승인), 2024.05.14. 접속, <https://www.lrqa.com/ko-kr/training/iso-14001-lead-auditor/>

## &lt;표 10&gt; 기후·환경 융합 인재 필요 역량과 관련 국내외 자격 간 연관성 여부

자격 구분	필요 역량			
	과학·기술	정책·규제	재정·금융	국제협력
기사·산업기사 (한국환경산업인력공단)	◎	△		
SCR Certificate		△	◎	△
Certificate in ESG Investing		△	◎	
온실가스검증심사원	△	◎		
환경영향평가사	○	◎		
ISO 14001 검증심사원(환경경영)	△	◎	△	

출처: 자격 정보 분석을 바탕으로 저자 작성 (◎매우 관련 있음, ○: 관련 있음, △: 일부 포함)

## 위의 네 가지 필요 역량의 균형 있는 계발을 지원하는 자격·교육 과정이 필요하다!

• 과학·기술, 정책·규제, 재정·금융, 국제협력 모두 국내외 기후 변화 대응 문제에 있어 반드시 필요한 역량이다. 그러나 거의 모든 자격증 및 교육 과정이 이 네 가지를 균형 있게 다루지 않는 것으로 나타났다. 기후 변화 대응을 위해서 우수한 융합 인재의 수요는 많은데, 이를 효율적으로 양성할 수 있는 체계 구축에 대하여 고민이 필요한 시점이다.

• 개인 차원에서 필요한 역량별로 관련된 자격증 및 교육 과정을 찾아서 수료함으로써 복합적 역량을 확보해나갈 수도 있으나, 이러한 정보에 대한 접근성 및 인지도가 제한적인 실정이다. 국가 차원에서 필요한 인재를 적기에 확보할 수 있도록 정책적 방향성을 수립하고, 지원 프로그램을 기획·운영·확대하는 것이 효과적이지 않을까?



## 8. 탄소중립 달성을 위한 기후기술 인재 양성 방안

### 정부 주도의 융합형 K-기후기술 인재 양정으로 탄소중립·기후위기 대응 촉구

• 앞서 본 바와 같이 향후 증가하는 기후기술 수요에 대응하고, 기후기술 시장의 경쟁력을 확보하기 위해서는 기후기술 인재의 역할이 매우 중요하다. 그러나 ‘인재’의 양성과 공급은 즉각적으로 이루어질 수 없기에 인재양성을 위한 ‘교육’은 필요한 역량을 선제적으로 판단하고 미래를 위해 장기간 투자해야 하는 특징을 가진다.

• 현재는 정부 차원에서 기후기술 분야의 인재양성 사업을 시범적으로 운영하고 있으나, 핵심인재가 양성되어 각 산업 부문에 기여하기까지는 많은 시간과 비용이 소요된다. 따라서, 더욱 장기적인 관점에서 기후기술 인재양성 사업 추진하는 것이 시급하다고 할 수 있다. 특히, 기술, 정책, 금융 등 복잡한 난제로서의 탄소 중립 및 기후위기 해결을 위한 인재는 다양한 분야 간 협력이 필요한 만큼, 각 대학 또는 민간분야에서 독자적으로 추진하기 어려운 상황이다.

• 따라서, 기후기술의 인력양성은 정부주도의 정책적 노력을 통해서만 달성할 수 있다. 물론, 개인 차원에서 필요한 역량별로 관련된 자격증 및 교육과정을 찾아서 수료함으로써 복합적 역량을 확보해나갈 수 있으나, 이러한 정보에 대한 접근성 및 인지도는 현재로서 극히 제한적이다. 국가 차원에서 필요한 인재를 적기에 확보할 수 있도록 정책적 방향성을 수립하고, 지원 프로그램을 기획·운영·확대하는 것이 효과적이지 않을까?

### 세부 분야에 대한 융화가 아닌, 융합을 꿈꾸는 기후기술 융합 인재 양성 방안

• 기후기술 융합 인재의 양성 방안은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 향후 성장이 예상되는 기후기술을 선정하여, 해당 기술분야의 네 가지 핵심역량인 기술-정책-경영-국제협력을 중심으로 융합인재를 양성하는 것이다. 가령, 수소, CCUS, 무탄소 전원과 같이 현재 국가에서 중점적으로 육성하고 있는 기후기술 분야에 특화된 금융, 정책, 국제협력 인력을 양성하는 것이다. 이는 해당 기술 분야의 이공계 학생은 관련된 금융, 정책 등을 학습할 수 있고, 경영, 정책 등 인문사회계열의 학생은 기술 및 산업 분야를 깊이 있게 학습하는 방식이다.

• 둘째, 기후기술 ‘난제’의 특성을 고려하여 전 분야의 융합을 시도하는 교육 프로그램을 운영하는 것이다. 기후 변화는 다양한 이해관계와 인과가 복잡하게 얽혀 있다. 따라서 에너지, AI, 나노 등 다양한 기술의 융합과 정책, 경영뿐 아니라 사회학, 철학 등 다양한 학문간 연결도 필요하다. 독일의 ARIADNE(Ariadne-Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energiewende)와 유럽의 Horizon Europe은 기후 변화의 난제 해결을 위해 기술-인문사회 연계를 장려하고 있으며, 영국의 UKRI(UK Research and Innovation)도 새로운 기술 분야에 있어서는 과학기술과 인문사회의 연계 프로젝트를 장려하고 있다. 따라서 선도적인 기후기술 개발을 위해서는 모든 학문을 융합하는 교육 프로그램을 시도하는 것도 중요하다.

### 기후기술 인재 양성 교육 과정 운영 방향: 다양한 종류의 기회 부여

• 국내외 사례를 살펴보면, 이와 같은 다각적인 전문성을 갖춘 인재를 양성하기 위해서는 다음과 같은 사항들이 기후기술 인재 양성 프로그램에 포함되어야 한다.

• 첫째, 석·박사 과정생을 대상으로 하는 고도의 전문화된 인재양성 프로그램이 필요하다. 기후기술의 인재는 기술,



국내외 기후기술 정책, 기후기술 산업, 금융 등에 박학다식하고 융합적인 사고가 가능해야 한다. 그런데 융합적 사고는 단기 연수 및 비 전일제 교육과정으로는 형성되기 어렵다. 따라서 전일제 석박사 과정생을 대상으로 각 분야에 대한 전문성을 높이고 동시에 융합적 사고를 할 수 있는 교육 프로그램이 필요하다.

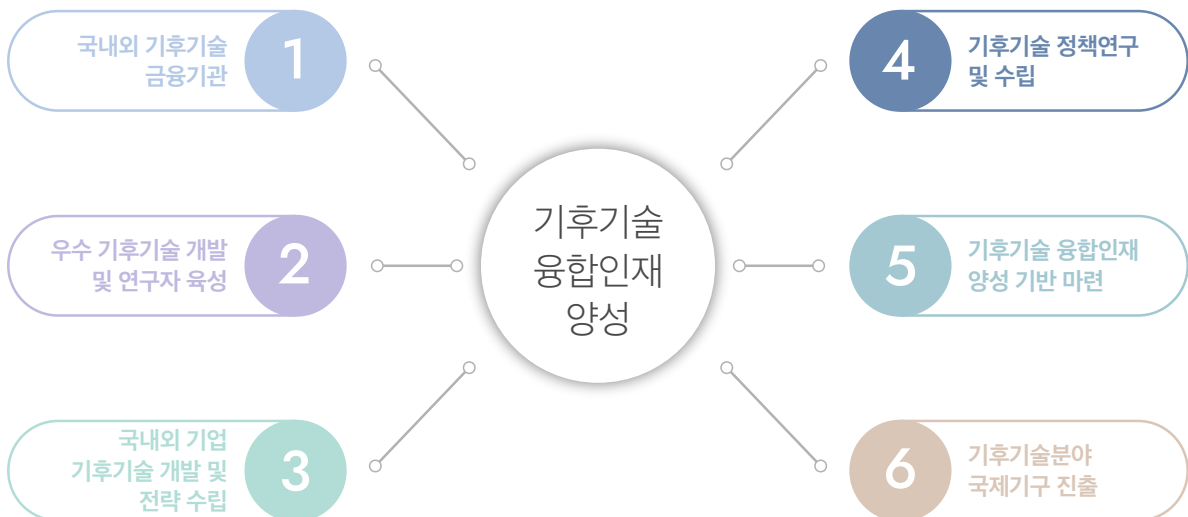
• 둘째, 각 분야의 학생들이 함께 토론하고, 문제를 해결하는 융합프로젝트의 수업이 필요하다. 기존의 국내 기후기술 인재양성 정부 정책 및 프로그램들은 에너지-AI 등 기후기술 간 융합교육, 또는 기후기술, 기후금융 등 기후기술과 관련된 각 분야를 분절적으로 교육하고 있다. 그러나 앞서 말했듯이 기후기술이라는 '난제' 그리고 기후기술 시장의 특성을 고려하였을 때에는 융합적 사고가 매우 중요하다. 이는 교육으로만 되는 것이 아니라 다양한 배경의 학생들이 함께 토론하고 고민하면서 기후변화에 대한 기후기술을 활용한 문제해결을 모색하는 경험의 축적을 통해서 이룰 수 있다.

• 셋째, 국내외 인턴십을 강화해야 한다. 인재양성의 목적은 기후기술과 관련된 기술, 정책, 금융 등 각 분야의 인력 수요에 적합한 인재를 배출하고 각 분야에서 국내 기후기술산업의 경쟁력을 강화하여 국제사회에서 우리나라의 위상을 높이는 데 있다. 이를 위해서는 교육과정 동안 인턴십을 통해 산업계에서 업무 경험을 강화하고, 부족한 부분을 교육과정 동안 보완할 수 있는 산-학 연계를 강화해야 한다.

• 넷째, 글로벌 경쟁력을 갖춘 기후기술 연구인력을 양성할 수 있는 프로그램이 필요하다. 기후기술 인재양성의 목적 중 하나는 국제사회에서 기후기술을 선도할 수 있는 우수한 연구자를 양성하는 것이다. 이를 위해 학기 중에도 해외 유수의 대학과 온라인 공동세미나, 공동 학술 워크숍 등을 통해 국외연구 활동을 증진하는 것이 중요하다. 이와 함께, 해외 우수 대학 및 연구소에 체류하며 공동연구를 수행하고 국제학회 활동을 할 기회를 제공하는 것이 필요하다.

### 융합형 K-기후기술 인재, 국내외 기후기술 산업 발전에 앞장설 것으로 기대

[그림 4] 기후기술 핵심 인재의 진출 분야 및 기대 효과



• 기후기술 핵심 인재 양성 프로그램의 교육생들은 향후 탄소중립과 기후 변화 대응과 관련하여 각 분야로 진출하여 국내 기후기술 분야를 이끌어 나갈 것으로 기대된다. 예를 들어 국내외 글로벌 기업에 진출하여 기술 개발과 각 기업의 전사적 차원의 탄소중립 전략 수립, 탄소중립 기술로드맵 작성 등을 할 수 있으며, 제철, 석유화학 등 기후 변화 대응과 관련이 깊은 기업에 진출하여, 이를 신사업 기회로 만들기 위한 기술 전략 수립 및 기술 개발에 참여할 수 있다.

다음으로는 기후기술에 대한 투자가 증가함에 따라, 기후기술에 대한 투자하고있는 금융기관(예: 임팩트 투자사, 녹색금융기관), 탄소금융 기관에 진출하여 투자 기회를 발굴하고, 국내 탄소시장이 발전하는 데 기여할 수 있다.

• 정부 및 지자체 정책 기관에 진출해 NDC 수립 등 기후기술과 관련된 정책을 수립하고, 정부 및 지자체 주도의 기후기술 R&D 투자 계획을 세우는데 기여할 수 있다. 국내 정부 기관뿐 아니라 GCF, GGGI 등 국제기구로도 진출하여 국제사회에서 한국의 위상을 높이는데도 기여할 수 있다.

• 기후기술은 다양한 기술분야가 융합되는 만큼, 학문적으로도 많은 기술 개발의 가능성을 가지고 있다. 기후기술 인재 양성 프로그램을 통해 다양한 기술간 융합을 시도해 볼 수 있어, 국제적으로 우수한 연구자를 육성하여 더욱 진보한 기후기술을 개발하는 것을 기대할 수 있다.

• 마지막으로 정부 주도의 기후기술 관련 융합인재 사업이 만들어진다면, 향후 국내 다른 대학들이 이를 벤치마킹하여 유사한 융합사업을 추진하는 기반을 제공하게 된다. 또한, 사업 종료 후에도 참여 대학들이 구축된 인재양성 시설, 네트워크 등을 활용하여 꾸준히 교육생들을 양성할 수 있다.

### 기후기술 인력이 필요한 곳은 어디일까?

• 기후기술 교육생은 졸업 후, 기후기술 공학 분야 전공자는 신재생 에너지, 전기차 등 기후기술을 개발하는 기업으로, 정책 분야 전공자는 중앙 및 지방 정부, 국제기구, 공공 연구소 등, 경영 분야 전공자는 국내외 기업의 ESG 전략, 컨설팅기업 등으로 진출할 수 있다.

<표 11> 기후기술 인력 수요처 1 - 공학 분야 사례

구분	내 용
재생에너지 기업	태양광, 풍력, 수소 등의 재생에너지 시스템을 개발하는 기업
기후테크 스타트업	탄소 포집, 저장, 활용 등 기후기술 관련 스타트업
글로벌 엔지니어링 기업	대규모 공학 및 건설 프로젝트를 수행하는 기업
전기차 제조사	전기 및 수소 자동차를 제조하는 기업
대학 및 연구소	공학 분야의 대학 연구소 및 공공 연구 기관
공공 인프라 기관	교통, 에너지, 건축 등 공공 인프라를 담당하는 기관
환경 모니터링 기업	대기, 수질, 토양 모니터링 시스템을 제공하는 기업
에너지 저장 기술 기업	배터리 및 에너지 저장 기술을 개발하는 기업
폐기물 관리 업체	폐기물 재활용 및 에너지 회수 분야의 기업
도시계획 및 건축사무소	녹색 건축 및 도시계획을 담당하는 기관

&lt;표 12&gt; 기후기술 인력 수요처 2 - 정책 분야 사례

구 분	내 용
재생에너지 기업	태양광, 풍력, 수소 등의 재생에너지 시스템을 개발하는 기업
기후텍 스타트업	탄소 포집, 저장, 활용 등 기후기술 관련 스타트업
글로벌 엔지니어링 기업	대규모 공학 및 건설 프로젝트를 수행하는 기업
전기차 제조사	전기 및 수소 자동차를 제조하는 기업
대학 및 연구소	공학 분야의 대학 연구소 및 공공 연구 기관
공공 인프라 기관	교통, 에너지, 건축 등 공공 인프라를 담당하는 기관
환경 모니터링 기업	대기, 수질, 토양 모니터링 시스템을 제공하는 기업
에너지 저장 기술 기업	배터리 및 에너지 저장 기술을 개발하는 기업
폐기물 관리 업체	폐기물 재활용 및 에너지 회수 분야의 기업
도시계획 및 건축사무소	녹색 건축 및 도시계획을 담당하는 기관

&lt;표 13&gt; 기후기술 인력 수요처 3 - 경영 분야 사례

구 분	내 용
재생에너지 기업	태양광, 풍력, 수소 등의 재생에너지 시스템을 개발하는 기업
기후텍 스타트업	탄소 포집, 저장, 활용 등 기후기술 관련 스타트업
글로벌 엔지니어링 기업	대규모 공학 및 건설 프로젝트를 수행하는 기업
전기차 제조사	전기 및 수소 자동차를 제조하는 기업
대학 및 연구소	공학 분야의 대학 연구소 및 공공 연구 기관
공공 인프라 기관	교통, 에너지, 건축 등 공공 인프라를 담당하는 기관
환경 모니터링 기업	대기, 수질, 토양 모니터링 시스템을 제공하는 기업
에너지 저장 기술 기업	배터리 및 에너지 저장 기술을 개발하는 기업
폐기물 관리 업체	폐기물 재활용 및 에너지 회수 분야의 기업
도시계획 및 건축사무소	녹색 건축 및 도시계획을 담당하는 기관

## 참고문헌

### 영문자료

1. CFA Institute(2024), Certificate in ESG Investing, 2024.05.24. 접속, [https://www.cfainstitute.org/en/programs/esg-investing?s\\_cid=cpc-esg-global-restofworld-FY23-brand-x-b2c-SFDCdirect7013Z00000350tSQAU-googleads-conversion-pro\\_oth-157004952236-cfa%20esg-685253578973&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw9layBhBJEiwAVuc3foA5flqyl\\_TkfUSK3FRmP-Ailsnfr4bL7pEYbf3tt4z47HwLlzGv\\_hoCLMUQAvD\\_BwE&gclid=aw.ds](https://www.cfainstitute.org/en/programs/esg-investing?s_cid=cpc-esg-global-restofworld-FY23-brand-x-b2c-SFDCdirect7013Z00000350tSQAU-googleads-conversion-pro_oth-157004952236-cfa%20esg-685253578973&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw9layBhBJEiwAVuc3foA5flqyl_TkfUSK3FRmP-Ailsnfr4bL7pEYbf3tt4z47HwLlzGv_hoCLMUQAvD_BwE&gclid=aw.ds)
2. E2(2023), Clean Jobs America 2023, 1.
3. European Commission(2019), Factsheets on the European Green Deal, 2024.06.04. 접속, [https://commission.europa.eu/publications/factsheets-european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/publications/factsheets-european-green-deal_en)
4. European Commission(2023), Communication: A Green Deal Industrial Plan for the Net-Zero Age, 2024.06.04. 접속, [https://commission.europa.eu/document/41514677-9598-4d89-a572-abe21cb037f4\\_en](https://commission.europa.eu/document/41514677-9598-4d89-a572-abe21cb037f4_en)
5. Eurostat(2016), Environmental goods and services sector accounts handbook, 2016 edition.
6. GARP(2024), Sustainability and Climate Risk (SCR\*) Certificate, 2024.05.24. 접속, <https://www.garp.org/scr>
7. ILO(2023), Green jobs, green economy, just transition and related concepts, 2024.06.14. 접속, [http://search.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/documents/publication/wcms\\_883704.pdf](http://search.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_883704.pdf).
8. IEA(2020), Renewables 2020 - Analysis and Forecast to 2025, Revised Version: IEA Fuel Report.
9. Li, Q. et al.(2022), "Do climate technology, financialization, and sustainable finance impede environmental challenges? Evidence from G10 economies", Technological forecasting and social change, 185, 122095.
10. Lund University(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.iieee.lu.se/education/masters-programme-environmental-management-and-policy-emp>
11. Massachusetts Institute of Technology(2024), 2024.06.10. 접속, <https://catalog.mit.edu/degree-charts/climate-system-science-engineering-course-1-12/>
12. Massachusetts Institute of Technology(2024), 2024.06.10. 접속, <https://catalog.mit.edu/interdisciplinary/undergraduate-programs/degrees/climate-system-science-engineering/>
13. OECD/Cedefop(2014), Green skills and innovation for inclusive growth, Publications Office of the European Union, 2015.
14. Office for National Statistics(2021), The challenges of defining a "green job", 2024.06.14. 접속, <https://www.ons.gov.uk/economy/environmentalaccounts/methodologies/thechallengesofdefiningagreenjob>
15. OpenAI(2024), ChatGPT (June 13 version) [Large language model], 2024.06.10. 접속, <https://chat.openai.com>
16. Stanford University(2024), 2024.06.10. 접속, <https://sustainability.stanford.edu/admissions-and-education/graduate-certificate-programs/climate-change>
17. The Government UK(2022), The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, 2024.06.04. 접속, <https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution>
18. The White House(2021), Fact Sheet : The American Jobs Plan, 2024.06.04. 접속, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/03/31/fact-sheet-the-american-jobs-plan/>
19. UC Berkeley(2024), Rausser Master of Climate Solutions, 2024.06.4. 접속, <https://images.app.goo.gl/hNLN4PR6bvWkYqa4A>
20. UNESCO(2019), Country progress on climate change education, training and public awareness, 2024.06.14. 접속, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372164>
21. UNFCCC(2015), Paris Agreement, 2024.06.14. 접속, [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php).
22. University of California, Berkeley(2024), 2024.06.10. 접속, [https://climatesolutions.berkeley.edu/mcs/?utm\\_source=PR&utm\\_medium=Email&utm\\_campaign=PR&utm\\_id=PRRCNR](https://climatesolutions.berkeley.edu/mcs/?utm_source=PR&utm_medium=Email&utm_campaign=PR&utm_id=PRRCNR)
23. University Of Cambridge(2024), 2024.06.10. 접속, <https://www.landecon.cam.ac.uk/course-page/mst-climate-environment-and-urban-policy>

## 참고문헌

24. University Of Copenhagen(2024), 2024.06.10. 접속, <https://studies.ku.dk/masters/climate-change/>
25. University Of Copenhagen, 2024.06.10. 접속, <https://studies.ku.dk/masters/climate-change/programme-structure/>
26. University Of Oxford, 2024.06.10. 접속, <https://www.ox.ac.uk/admissions/graduate/courses/msc-environmental-change-and-management>
27. University of Sheffield(2024), Environmental Change and International Development field class, 2024.06.14. 접속, <https://images.app.goo.gl/dYhk8HbQMXRf6J8T8>
28. University of Sheffield, 2024.06.10. 접속, <https://www.sheffield.ac.uk/postgraduate/taught/courses/2024/environmental-change-and-international-development-msc#moreinfo>

## 국문자료

1. KISTEP(2021), “과학기술 인력에 대한 새로운 정의 및 현황 -국립과학재단(NSF)-”, KISTEP 과학기술 인재 정책 동향 브리프, 2021-20.
2. LRQA(2024), ISO14001 인증심사원 (CQI IRCA 승인), 2024.05.14. 접속, <https://www.lrqa.com/ko-kr/training/iso-14001-lead-auditor/>
3. NTIS(2023), “2024년 에너지인력 양성 사업 신규 과제 수요 조사 및 연구 개발 과제 기획단 공모”, 2024.06.05. 접속, <https://www.ntis.go.kr/rndgate/eg/un/ra/view.do?roRndUId=1155876>
4. RE100 정보 플랫폼(2024), 2024.05.20. 접속, <https://www.k-re100.or.kr/>
5. UN SDGs 협회(2024), UN SDGs 유엔 지속가능 개발 목표, 2024.05.24. 접속, [http://asdn.un.org/?page\\_id=2183](http://asdn.un.org/?page_id=2183)
6. 고용노동부(2023), “폴리텍 디지털·저탄소 인력 양성 속도 낸다”, 2024.06.04. 접속, [https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news\\_seq=15514](https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=15514)
7. 과학기술정보통신부 한국연구재단(2019), 과학기술 인력 양성 추진 체계 구축·운영.
8. 과학기술정보통신부(2022), “2022년도 과학기술 혁신 인재 양성 사업(양자정보과학 인적 기반 조성 사업, 육해공 무인 이동체 혁신 인재 양성 사업, 기후기술 인재 양성 시범 사업) 신규 과제 통합 재공고”, 2024.06.04. 접속, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=129&mPid=224&pageIndex=1&bbsSeqNo=100&nttSeqNo=3177685&searchOpt=ALL&searchTxt=%EA%B8%B0%ED%9B%84%EA%B8%B0%EC%88%A0%EC%9D%B8%EC%9E%AC%EC%96%91%EC%84%B1+%EC%8B%9C%EB%B2%94%EC%82%AC%EC%97%85>
9. 과학기술정보통신부(2022), 기후 변화 대응 기술 세부 내용 고시. [시행 2022.9.23.] [과학기술정보통신부고시 제2022-55호]
10. 과학기술정보통신부(2022.12.), 기후 변화 대응 기술 개발 촉진법.
11. 과학기술정보통신부(2023), [보도자료]한국형 탄소중립 기술 개발 청사진 공개…100대 핵심 기술 확정, 2024.05.24. 접속, <https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148915321>
12. 과학기술정보통신부·한국과학기술연구원·국가녹색기술연구소(2022), 2021년 기후기술 산업 통계.
13. 교육부 (2024), 2024 대한민국 인재 양성 사업 안내서.
14. 국립환경인재개발원(2024), 2024 환경 교육 계획.
15. 기상기후인재개발원(2024), 2024년도 교육 훈련 계획.
16. 기상청(2023), 2024년도 예산 사업 설명 자료.
17. 기상청(2024), “2024년 국제 기상 기후 전문 인력 양성 사업 교육생 모집 안내”, 2024.06.04. 접속, <https://www.kma.go.kr/kma/news/notice.jsp?mode=view&num=1193426>
18. 김다은·최고봉·정용운(2022), 주요 선진국의 기후기술 인력 양성 정책 사업 동향 및 시사점, 국가녹색기술연구소 GTC Brief 3-12.
19. 김승균·임상우·김홍영(2019), “과학기술 인력 양성 정책 동향”, KISTEP 기술동향브리프, 2019-03.
20. 산업통상자원부·한국산업기술진흥원(2021), 2021년도 「산업기술 인력 수급 실태 조사」 결과

21. 서울특별시교육청 교육혁신과(2021), 인공지능 시대, 학습의 패러다임을 바꾸어가는 융합 교육 중장기 발전 계획("21~25).
22. 식품의약품안전처 식품의약품안전평가원(2021), 식의약 R&D 이슈 보고서.
23. 심유영·백용준·이희섭·정용운(2023), "ESG 공시기준 표준화 주요 내용과 기후기술 R&D 투자 및 국제협력 전망", NIGT BRIEF, 1(9), 1-7.
24. 어영준·이덕난·이수민·신혜진·엄원섭·임미나·장하리·최재은·Xin Li(2023), "미래인재 양성을 위한 국내·외 정책 동향 분석과 시사점: 한국, 미국, 독일, 핀란드, 일본, 싱가포르를 중심으로", 국회미래연구원, 23-03.
25. 이윤정·황형준·전인환·김지영·김성우(2024), 국내외 기후공시 기준 및 정책 동향, 2024.05.24. 접속, [https://www.kimchang.com/ko/insights/detail.kc?sch\\_section=4&idx=29410](https://www.kimchang.com/ko/insights/detail.kc?sch_section=4&idx=29410)
26. 이천기(2024), 핵심 품목·원자재 공급망 규제에 관한 글로벌 규범 현황 및 시사점, 한국법제연구원.
27. 임지훈(2024), "기후테크 산업 동향 및 우수 기업 사례를 통해 본 성공 전략", Trade Focus, 2021-08.
28. 정용운·이우성·이승철·김다은(2022), 한국의 기후기술 산업 인력 수요 전망과 정책적 시사점, 한국기후변화학회.
29. 탄소중립 녹색성장 위원회(2024), "2030 국가 온실가스 감축 목표", 2024.05.24. 접속, <https://www.2050cnc.go.kr/base/contents/view?contentsNo=59&menuLevel=2&menuNo=109>
30. 한국고용정보원(2020), 2019~2029 중장기 인력 수급 전망.
31. 한국과학기술기획평가원(2023), 과학기술 인력 양성 추진 체계 구축·운영.
32. 한국기상산업기술원(2023), "인재 양성 정책 동향 및 기상 기후 부문에서의 시사점", ISSUE PAPER, 2023-03.
33. 한국산업은행 (2024), 미래에너지펀드 운영 계획, 2024.05.20. 접속 <https://www.fsc.go.kr/comm/getFile?srvcId=BBSTY1&upperNo=82127&fileTy=ATTACH&fileNo=7>
34. 한국산업인력공단 큐넷(2024), 국가자격 종목별 상세 정보, 2024.05.24. 접속, <https://www.q-net.or.kr/crf005.do?id=crf00501&gSite=Q&gld=>
35. 한국에너지기술연구원 (2021), "기후 변화 대응 기술 개발 촉진법"의 주요 내용 및 시사점", KIER 기술정책 Focus, 15(2).
36. 한국표준협회(2024), 자격 조건, 2024.05.25. 접속, [https://ksa.or.kr/ksa\\_kr/5375/subview.do](https://ksa.or.kr/ksa_kr/5375/subview.do)
37. 한국환경산업기술원 환경기술산업 원스톱 서비스(2024), 환경영향평가사 소개, 2024.05.24. 접속, <https://ecosq.or.kr/websquare.do#w2xPath=/ui/eve/ev/oa/EVOA100M01.xml&valvl=&menuSn=40401100>
38. 한국환경산업기술원(2020), "녹색 융합기술 인재 양성 특성화대학원" 모집 공고". 2024.06.04. 접속, <https://www.keiti.re.kr/site/keiti/ex/board/View.do?cbIdx=277&bcIdx=31862>
39. 허은녕·김연배·이응규·이지현·김관섭(2023), 탄소중립 이행을 위한 혁신 기술의 효율성 연구(2023년도 국회예산정책처 연구용역보고서).
40. 환경부(2022.03.), 기후 위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법.
41. 환경부·한국환경산업협회(2022), 2020년 기준 환경산업 통계 조사 보고서.

'본 연구는 국가녹색기술연구소의 한국연구재단 수탁사업인 '기후기술국제협력촉진사업 (2022M3K1A1078178)'의 지원을 받아 수행되었습니다.'

## 기후탄소 이슈레포트

**마이크로소프트  
'탄소 네거티브' 약속,  
AI 경쟁과 함께 갈 수 있을까?**

**세계 최대 대기 중 탄소  
직접 포집 시설,  
아이슬란드에서 가동 시작**



## 마이크로소프트 '탄소 네거티브' 약속, AI 경쟁과 함께 갈 수 있을까?

마이크로소프트는 2020년 “2030년까지 ‘탄소 네거티브(carbon negative)’를 실현하겠다”는 계획을 발표했다. 탄소 네거티브는 배출하는 탄소와 흡수하는 탄소의 양을 맞춰 순 배출량을 0으로 만드는 ‘넷 제로’를 넘어, 나오는 탄소보다 더 많은 탄소를 제거 또는 흡수해 그간 누적된 탄소까지 줄이는 것을 말한다.

하지만 이 계획은 초반부터 삐걱거리고 있다. 최근 발표한 자체 지속가능성 보고서에 따르면, 마이크로소프트가 2023년 기업 활동 과정에서 배출한 탄소의 양은 약 1,500만 메트릭톤으로 2020년에 비해 도리어 29.1% 늘었다.

탄소 네거티브로 가는 길의 최대 장애물은 인공지능(AI)이었다. 초거대 AI 모델 운영에는 강력한 컴퓨팅 자원을 갖춘 데이터센터가 많이 필요하다. 마이크로소프트가 AI 수요에 대응해 데이터센터를 추가 건설하는 과정에서 건축 자재 등으로 탄소가 다량 배출되었다. 데이터센터에 들어가는 반도체와 서버도 생산 과정에서 많은 탄소를 배출하는 제품들이다. 공교롭게도 마이크로소프트가 탄소 네거티브 계획을 선언한 2020년부터 생성형 AI에 대한 관심이 높아지며 관련된 투자도 늘어났다.

마이크로소프트는 자사 탄소 배출을 ▲기업 활동에 의한 직접 배출 (scope 1) ▲전기나 열 소비로 인한 간접 배출 (scope 2) ▲그 외 연관된 다른 모든 활동에서 비롯된 간접 배출 (scope 3) 등 세 가지로 분류한다. 첫번째와 두번째 영역에서는 2020년에 비해 탄소 배출량을 6.3% 줄였으나, 데이터센터 건설과 같이 공급망에서 나오는 탄소 배출을 말하는 세번째 영역에선 배출량이 30.9% 늘어났다. 세번째 영역은 마이크로소프트 전체 탄소 배출량의 96%를 차지한다.

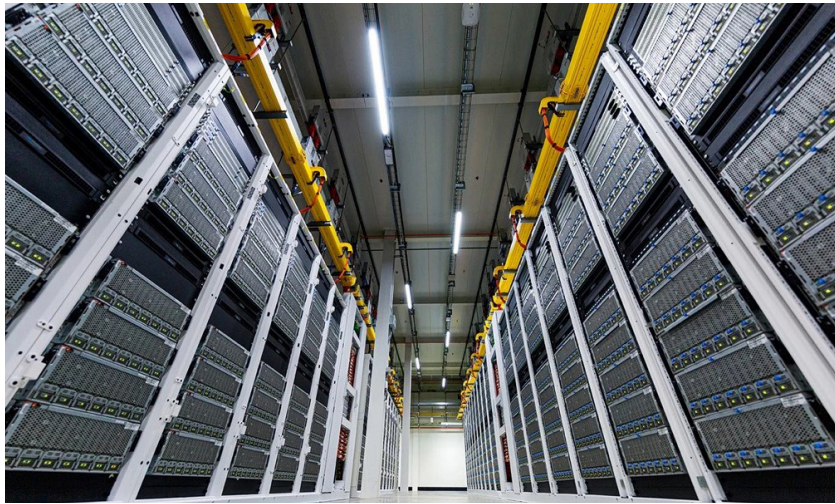
문제는 마이크로소프트가 AI 시장에서 경쟁하기 위해 지속적인 대규모 데이터센터 투자가 필수라는 점이다. 생성형 AI 모델이 프롬프트 하나를 처리하는 데 쓰는 전력은 검색어 하나를 처리하는 전력의 10배에 이른다. 생성형 AI 확산으로 사람들이 검색하여 정보를 찾는 대신 AI를 더 많이 활용하게 되면 이를 처리할 데이터센터도 더 많이 지어야 한다.

마이크로소프트가 AI와 데이터센터에 투자할수록 탄소 네거티브 목표는 멀어지지만, 투자를 늦출 생각은 없어 보인다. 이 회사는 5월 초 AI와 클라우드 역량 강화를 위해 미국 위스콘신주에 33억 달러, 한화 약 4조 5,000억 원을 투자하기로 했다. 독일, 일본, 말레이시아에도 20억-30억 달러 규모의 대규모 AI 인프라 투자 계획을 연달아 밝혔다. 2025년까지 데이터센터 규모를 3배로 늘릴 계획이다.

마이크로소프트 브래드 스미스 사장은 블룸버그와 인터뷰에서 “AI는 부정적 환경 영향을 넘는 긍정적 결과를 낼 수 있다”라며 “AI의 확산 속도를 늦추는 것이 아니라 AI를 친환경적으로 만드는 연구에 속도를 내는 것이 해결책”이라고 말했다.

마이크로소프트는 2030년까지 100% 신재생 에너지로 생산된 전력만 사용한다는 목표를 갖고 있고, 주요 협력사들에게도 같은 요구를 할 계획이다. 2030년까지는 세번째 영역의 탄소 배출을 절반 수준으로 줄인다는 목표다. 친환경 AI를 만들려는 노력, 그리고 친환경 AI를 통한 기술 혁신이 기후 위기 극복의 원동력이 될지 주목된다.

[사진 1] 마이크로소프트 데이터센터



마이크로소프트는 AI 수요에 대응하기 위해 데이터센터에 공격적으로 투자하고 있다.  
출처: 마이크로소프트

[사진 2] 바이든 위스컨신 방문



조 바이든 미국 대통령이 미국 위스컨신주를 방문, 마이크로소프트의 현지 데이터센터 투자 계획을 격려하고 있다.  
출처: 미국 백악관 X 계정

## 세계 최대 대기 중 탄소 직접 포집 시설, 아이슬란드에서 가동 시작

마이크로소프트는 '탄소 네거티브' 선언 이후, 이를 현실화하기 위해 탄소를 제거하는 활동에도 나섰다. 2021년 탄소 포집 및 활용, 저장(CCUS)이나 삼림 조성 등 여러 종류의 탄소 제거 프로젝트를 지원하거나 투자하여 130만 톤의 이산화탄소를 제거했다.

이때 마이크로소프트의 투자를 받은 기업 중 하나가 대기 중 직접 포집(DAC, Direct Air Capture) 기술을 가진 스위스 기업 클라임웍스(Climeworks)이다. 이 회사가 5월 초 아이슬란드에서 세계 최대 규모의 DAC 시설을 가동하기 시작했다. 대기에 누적된 탄소를 제거할 수 있는 DAC 기술을 확산하려는 노력의 일환이다.

CCUS는 주로 대형 플랜트나 공장에서 나오는 이산화탄소를 바로 포집하여 지하에 저장하거나 재활용하는 방식으로 이루어진다. 반면 DAC는 거대한 팬으로 공기를 빨아들여 흡착제나 용매 등으로 화학처리해 탄소를 분리한 후, 탄소는 땅속에 저장하고 나머지 성분은 다시 대기로 내보내는 방식이다. 일반적인 CCUS가 새로 배출되는 탄소가 대기에 퍼지지 못하게 막는 것이라면, DAC는 이미 대기 중에 쌓여 있는 탄소까지 제거할 수 있다.

클라임웍스가 아이슬란드에 구축한 DAC 시설 '매머드(Mammoth)'는 연간 최대 3만 6,000톤의 이산화탄소를 처리할 수 있다. 이는 2021년 역시 아이슬란드에 구축된 클라임웍스의 첫 DAC 시설 '오카(Orca)'에 비해 6-7배 늘어난 용량이다. 매머드의 전체 운영은 아이슬란드의 풍부한 지열 에너지에 의존하며, 분리한 탄소는 아이슬란드 기후 기술 기업 카브픽스(Carbfix)와 협력해 지하에 묻는다.

대기 중 탄소 농도가 높아지고 기후 변화 위험이 거세지고 있지만, 산업과 교통, 건설 등 탄소 다량 배출 분야의 탄소 저감 노력은 기후 변화의 속도를 늦출 수 있을 정도의 성과를 아직 내지 못하고 있다. 이런 가운데 DAC는 탄소 네거티브를 달성하기 위한 사실상 유일한 기술로 주목받고 있다. 카본엔지니어링(Carbon Engineering)은 2026년 영국 스코틀랜드와 미국 텍사스에 50만 톤 규모의 DAC 시설을 지을 계획이다. 스트라토스(Stratos) 역시 텍사스에 50만 톤 규모의 DAC 시설을 짓고 있다.

하지만 DAC로 처리할 수 있는 탄소는 아직 극히 적다. 현재 세계 모든 DAC 시설을 다 합쳐도 연간 1만 톤의 탄소를 처리할 수 있다. 반면, 세계에너지기구(IEA)는 세계 탄소중립 목표를 맞추려면 2030년까지 매년 7,000만 톤의 탄소를 줄여야 할 것으로 추산한다.

가격도 문제다. 처리 비용이 톤당 100달러 정도로 떨어져야 경제성이 있지만, 아직은 500-600달러 수준이다. 산업용 이산화탄소는 지층에 주입해 석유 시추 공정을 효율화하는데 많이 쓰인다. 탄소를 포집해 다시 화석 연료 생산에 쓰는 셈이다. 탄소 포집이 탄소 배출을 근본적으로 줄이려 노력하기보다는 기존 화석 연료 확대를 묵인하는 알리바이로 활용된다는 비판도 나온다.

세계 각국이 탄소 포집 기술 개발에 나선 만큼, 지금의 회의론을 극복할 성과를 낼 수 있는지가 관건이다. 클라임웍스는 2030년까지 연간 100만 톤, 2050년까지 10억 톤을 처리한다는 목표다.

[사진 3] 클라임웍스



클라임웍스가 아이슬란드에서 최근 가동에 들어간 대기 중 직접 포집 시설 '매머드'의 모습  
출처: 클라임웍스