

# 기후변화 적응력 향상을 위한 기술개발 전략과 추진체계

김은아 연구위원(혁신성장그룹장)

## 문제의식

- 그동안 기후변화 적응은 지자체의 재난 및 폭염 대응과 같은 일부 영역에 피해 저감을 위한 '조치'에 초점이 맞춰져 있었으며, 적응 '기술' 개발 관련 논의는 시작 단계에 있음
- 기후위기에 대응하여 적응력과 회복력을 높이는 동시에 관련 산업의 성장을 도모하기 위해서는 중장기적으로 적응기술 경쟁력이 담보되어야 함
- 기후변화 적응기술 개발은 궁극적으로 기후위기 환경에의 적응력과 회복력을 강화하는 목적의 '사회문제 해결형' R&D의 성격을 가지므로 전통적인 학제 중심의 기술개발 방식이 아닌 관련 부처, 지자체, 연구기관, 시민사회, 기업이 협업체를 구성하여 문제해결의 핵심이 되는 기술을 식별하고 기업과 지역이 성과를 확산시키는 방식의 기술개발 전략 및 확산 추진체계가 필요함

## 기후변화 적응기술 분류체계

- 기후변화대응 기술개발 촉진법은 기후변화기술을 온실가스 감축과 기후변화 적응기술로 구분하고 있으며, 2022년 과학기술정보통신부 고시를 통하여 적응기술의 세부 내용을 아래와 같이 규정함

[표1] 적응기술 목적별 구분 및 세부 구성 요소

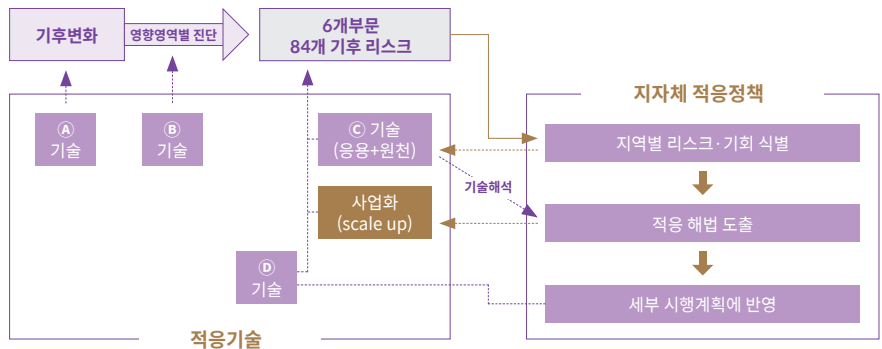
적응기술 구분	세부 분류
① 기후변화 원인, 현상 관측·조사, 예측	기후변화 감시 및 진단 기술
	기후변화 예측 기술
② 기후변화 영향 조사·분석·진단	기후변화 영향(건강, 물, 국토·연안, 농수산, 생태계, 산업 등) 평가 기술
	기후변화 취약성(영향영역, 계층, 지역) 및 위험성(위해성, 노출성, 취약성) 평가 기술
③ 기후변화 피해 저감, 사전 예방을 통한 기후변화 적응역량 및 기후탄력성 강화	건강 부문 기술
	물 부문 기술
	국토·연안 부문 기술
	농축수산 부문 기술
	산림·생태계 부문 기술
④ 기후변화 적응 관련 정책 및 기술 효과 분석·평가	산업·에너지 부문 기술
	적응조치의 효과평가 기술
	기후변화 적응기반 기술

과학기술정보통신부 고시 제2022-55호 내용을 편집, 정리함

## 적응기술 요소와 적응정책 간의 연계성

- 적응기술은 관측, 예측, 조사·분석·진단, 평가와 같은 현상을 파악하는 기술(A+B+D)로 기술 영역이 비교적 명확하게 정의된 영역과 적응역량 강화 및 기후탄력성 강화의 '목적'을 실현하는 기술(C)로 다양한 세부 기술의 융합이 필요하고 확장성이 큰 영역으로 구분할 수 있음
- 특히 C기술은 기술개발 성과가 기술 자체의 목표치가 아닌 그 효과가 적응력 및 회복력 향상에 얼마나 도움이 되었는지로 해석되어야 하므로 원천기술 성과지표 중심의 기술개발 로드맵을 도출하기 어려우며, 기획 및 개발 단계에서 기술 수요처와의 긴밀한 연계 작업이 요구됨

[그림1] 지자체의 기후변화 적응정책 수립·이행 단계에 대응하는 적응기술 요소



제3차 기후변화적응대책은 6대 부문 84개 국가 기후변화 리스크를 도출하여 리스크별 맞춤형 추진과제를 제시함 (A), (B), (C), (D) 기술 내용은 표1 참조

## 해외 기후변화 적응기술개발 관련 논의

- UNFCCC<sup>1)</sup>는 기후변화 적응력 및 회복력 강화 우선순위가 높은 영역인 (1) 농업, (2) 수자원, (3) 해안지역 관련 기술군을 아래와 같이 도출함
  - 농업: 생명공학(유전자변형), 보존농업, 토양 관리·복구, 농업용수 관리, 디지털 기술융합 등
  - 수자원: 수자원 관리 인프라(누수 감지 등 포함), 모니터링 기술(센서, 레이더 등), 물 재사용 등
  - 해안지역: 방파제, 배수 인프라, 호안, 그린인프라, 해안환경 복원, 건물 파손 방지 등
- UNEP는 자연해법 기반의 적응력/회복력 향상 및 조기경보 서비스 관련 프로젝트를 진행하고 있음
- 중국은 ‘국가 기후변화 적응전략 2035’에서 예보·조기경보, 모니터링, 영향·위험 평가, 재해 예방·완화 역량을 강화하는 내용으로 자연 생태계와 경제·사회 시스템 전반에서 자연기반 해법과 디지털 기술의 역할을 강조함<sup>2)</sup>
- 미국 국토안보부<sup>3)</sup>는 재난 대응력을 높이는 물관리 인프라 등의 기술개발 필요성을 인식하고 있으며, 인프라 투자 및 일자리법은 재난 대응 및 수자원 관리에 필요한 인프라 투자 내용을 중요하게 다루고 있음. 인플레이션감축법에서도 기후 예보, 해안·도서 지역 보전·복원, 산림, 생물다양성 등의 영역을 지원하는 내용으로 기후변화 적응 이슈가 일부 포함됨

1) UNFCCC Adaptation Committee (2022) Technologies for adaptation: innovation, priorities and needs in agriculture, water resources and coastal zones, advanced version  
 2) 중국 생태환경부 홈페이지 (https://www.mee.gov.cn, 접속일: 2023.07.04.)  
 3) 미국 국토안보부 홈페이지 (https://www.dhs.gov, 접속일: 2023.07.04.)

## 기후변화 적응기술 개발 우선순위

- 제3차 기후변화 적응대책의 8대 국민체감형 과제(홍수, 가뭄, 생물대발생, 산림재해, 식량 안보, 감염병·질환, 취약계층, 거버넌스)는 조속한 해결이 요구되는 과제로 관련 연구개발 수요가 존재함
- 기후변화 영향 대응력 향상을 위한 연구가 양적으로 부족한 영향영역<sup>4)</sup>으로 (1) 종의 이동, (2) 에너지 공급 안정성, (3) 교통시스템, (4) 보건정책이 식별된 바 있으며, 파급효과가 큰 5대 영향영역<sup>5)</sup>인 (1) 수자원 관리, (2) 해양환경 보전, (3) 기후보건, (4) 자연재난 대응, (5) 식량 공급을 종합적으로 고려하여 재난대응 물관리 인프라, 식량안보, 취약계층 기후 보건 등에 우선 집중할 필요가 있음
- 기상재난에 따른 농업용수 및 전력 공급 중단 리스크와 같은 산업시설의 적응 이슈 또한 업종별로 상이하며, 투자 기관 등을 대상으로 하는 기후·적응 정보서비스 관련 기술개발 수요 또한 존재함

## 국내 기후변화 적응기술 수준 진단<sup>6)</sup>

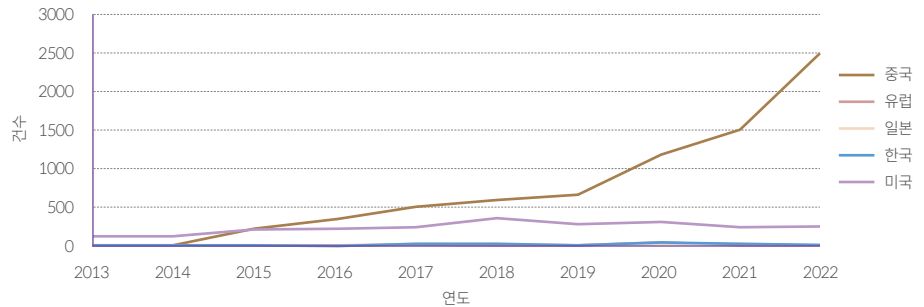
- 최근 10년(2013~2022년) 주요국(중국, 미국, 일본, 유럽, 한국)을 대상으로 기후변화 적응 부문<sup>7)</sup>에 출원된 특허 중 잠재적인 시장가치가 있다고 판단되어 특허 권리가 이전된 9,566건<sup>8)</sup>에서 한국이 최우선(최초) 출원한 특허는 0.6%에 그침
- 2013년에는 미국이 최우선 출원한 특허가 90%로 압도적인 비중을 차지했으나 최근 3년(2020~2022년)에 중국이 최우선 출원한 특허의 비중이 87%에 달함
- 기후변화 적응 분야에서 2006-2010년 사이 미국을 대상국으로 한 특허 건수 대비 피인용 수가 46.38로 다른 기후변화 기술 분야에 비해 압도적으로 높은 수준으로, 해당 분야의 기술이 2010년 이전에 미국 시장에서 선점되었을 가능성을 시사함
- 그러나 중국은 미국의 농업 지식재산권 대비 취약성을 인식하고 식량안보를 강화하기 위한 해외 투자를 포함하여 전방위적인 노력을 투입해옴
- 기후변화 적응 영역에서 농업 관련 기술 중 변화되는 기후환경에 적응하는 작물 개발 기술이 점차 주목을 받는 추세이며, 해당 분야에서는 기존의 밀집도 및 영향력이 높은 기술을 방어하면서 유망한 기술의 공격력을 높이는 특허 전략이 요구됨

[표2] 기후변화 영향 영역별 특허 권리가 이전된 출원 건의 출원국가 비중

영향 영역별 기술 구분	최우선(최초) 출원 비중(%)				
	중국	미국	유럽	일본	한국
건강	65	29	3.5	1.6	0.5
물	83	15	0.2	1.4	0.6
국토·연안	85	13	1.0	0.6	0.3
농축수산	87	10	1.0	0.9	0.7
산림	72	25	0	0	3.1
산업·에너지	80	17	1.5	1.2	0.1

- 4) 김은아 (2020) 기후변화 영향 대응현황 및 제언, 국가미래전략 Insight 7호
- 5) 김은아 (2022) 기후변화 5대 영향 영역과 적응입법 아젠다, 국가미래전략 Insight 43호
- 6) 2022년 국회미래연구원 연구보고서 22-20호 「기후변화 대응과 공급망 전략」 중 기후변화 적응기술 관련 내용의 일부를 보완하여 작성함
- 7) CPC-Y02A 코드에 해당하는 기술 중 적응에 간접적으로 기여하는 기술은 제외함
- 8) 최초 출원한 특허의 지식재산권(특허(등록)권, 전용실시권, 통상실시권, 질권, 근질권)이 타인에게 이전된 건

[그림2] 국가별 기후변화 적응기술 권리 이전 출원 건수 변화



유럽과 일본의 출원 건수는 한국보다 다소 높은 수준이나(표2 참조) 그래프에서 식별할 수 있을 만큼의 차이는 아닌

## 기후변화 적응 기술개발 추진체계 제언

- 기후변화 적응기술 개발은 궁극적으로 기후위기 환경에의 적응력과 회복력을 강화하는 목적의 ‘사회문제 해결형’ R&D의 성격을 가지며, 기술 영역이 빠르게 확장·변경될 수 있음
  - 따라서 문제 정의, 기술 해석, 연구개발, 기술 적용 및 확산, 성과평가 단계로 이어지는 기술개발전과정이 기존의 기술분류체계와 기술성숙도(TRL)중심의 선형적인 로드맵과는 다르게 추진되어야 함
- 문제 정의 및 기술 해석 단계에서는 영향영역 관련 부처 + 지자체 + 연구기관 + 시민사회 + 기업이 협의체를 구성하여 기술 개발자와 기술 사용자가 함께 기술로 해결할 수 있는 기후변화 적응 문제를 정의하고, 사업화 가능성을 논의할 필요가 있음
  - 기술개발 초기 단계부터 기업의 참여를 통하여 비즈니스 기회가 연계됨으로써 기술개발 성과가 빠르게 확산되는 혁신생태계가 조성될 수 있을 것으로 기대함
  - 기술개발 성과는 기술 자체에 관한 정량적 목표 이외에, 기후변화의 부정적인 영향을 저감하고 긍정적인 영향을 확대하는 관점에서 정성적으로 해석될 필요가 있음
- 기후변화 적응기술은 이미 다양한 부처에서 개발 중인 요소 기술을 기후변화 적응 수요에 맞춰 활용하는 방식으로 해석할 필요가 있으며, 최근에 급속도로 발전하고 있는 인공지능과 같은 혁신기술들을 활용하여 더 효과적이면서 지속가능한 솔루션을 도출할 수 있을 것으로 기대함
- 현재 기후변화대응 기술개발 기본계획 수립의 주체는 과학기술정보통신부장관으로 지정되어 있으나, 적응기술 유관 법률이 재난 및 안전관리 기본법(행안부), 물관리기본법(환경부), 국토기본법(국토부) 등 복수의 부처에 걸쳐있으며, 지자체 정책과도 연결되어 있음. 따라서 적응력 향상 목적 달성에 적합한 협력 거버넌스를 제도화할 필요가 있음
  - 기후변화 영향 영역에 해당하는 보건, 물, 국토·연안 등에 관한 관할 부처 및 지자체가 적응 이슈 및 문제해결 대상영역에 직접 적용될 수 있는 기술개발 수요 내용을 구성하고, 전문가 그룹과의 논의를 거쳐 원천기술 개발이 필요한 부분에 대한 정보를 과기부에 제공하여 중장기적으로 원천기술력 향상을 통하여 문제해결에 기여할 수 있도록 상호 보완 체계를 구축할 필요가 있음