

# GTC BRIEF

2020  
DECEMBER  
Vol.1 No.2

GTC BRIEF는 기후기술과 관련하여 시의성 있는 현안 및 동향정보를 알기 쉽게 정리한 자료임

## 1. 장기 저탄소 발전 전략(LEDs)과 탄소 중립 정책 동향

\_ 최형식

## 2. 기후변화대응을 위한 산림 분야 국내 정책 및 R&D 동향 분석

\_ 이천환 이은창 안세진 한수현

## 3. Korea's CTCN pro bono activities: experiences and lessons learned

\_ 이원아 양리원

## 4. 태양전지 분야 연구논문 동향 분석

\_ 하수진 오상진

## 5. LDA 기반의 융·복합 녹색·기후기술 도출 방법

\_ 신현우 전은진 오지현 정현덕

ISSUE  
02기후변화대응을 위한 산림 분야 국내 정책 및  
R&D 동향 분석

이천환 | chlee@gtck.re.kr

이은창, 안세진, 한수현 | ecleesia@gtck.re.kr, sejin\_an@gtck.re.kr, sue@gtck.re.kr

## 하이라이트

- 산림은 인간의 활동으로 인한 온실가스 배출의 상반된 역할을 수행하는 중요한 존재이나, 전 세계 산림면적의 지속적인 손실로 산림 보호와 조림이 시급함
- 기후변화 관련 국내 산림정책은 산림기본법과 탄소흡수원법을 기반으로 다양한 국가계획과 사업을 추진 중이며, 국가R&D는 예산 및 사업 분야를 확장 중임
- 기후변화 관련 국내 산림 정책과 국가R&D의 주요 텍스트 토픽은 산림 조성 및 복원, 산림 재해 예측 및 방지, 산림 종자 및 생태계 보전, 임산업 및 생산물, 국내외 산림 탄소 흡수, 산림 경영 및 서비스, 국내·외 협력사업 등의 범주로 나타남

## 키워드

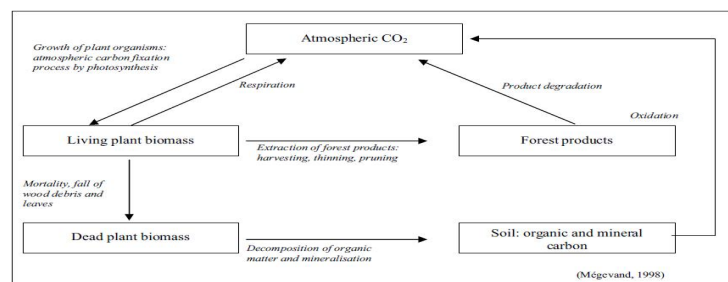
- 기후변화, 산림, 정책, R&D, 토픽모델링

## 서론

## 산림의 역할 및 중요성

- 산림은 산소 생성과 함께 이산화탄소는 흡수하고 저장하는 역할을 하며, 이를 통해 인간의 활동으로 발생하는 온실가스를 감축시켜 지구온난화를 막는 역할을 함
  - 산림은 대기 중의 탄소 흡수 뿐 아니라, 나무 뿌리 주변의 땅 속 바이오매스를 통해 토양탄소를 저장하게 되며, 죽은 나무의 바이오매스는 식물 성장에 필요한 주요 영양소를 발생
  - 기후변화와 산림 간의 관계를 살펴보면, 산림은 탄소 저장 및 흡수를 통해 온실가스 감축에 큰 역할을 하고 있으며, 기후의 변화는 임목의 고사와 생장, 수종분포 등에 영향을 미침<sup>1)</sup>

[그림 1] 산림에 의한 탄소 순환



※ 출처: FAO(2003)

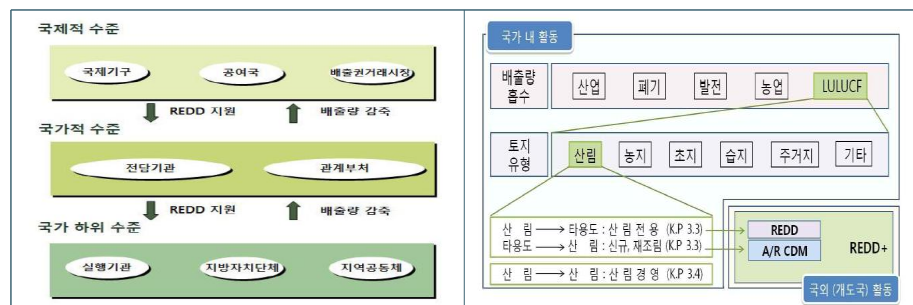


- 또한, 기후변화는 나무 열매와 버섯 등의 임산물 생산에 영향을 미치고, 따뜻한 기온으로 병충해가 발생하여 나무의 성장에 영향을 미치게 되어, 국가의 경제적·환경적 손실 발생

## 기후변화 대응과 산림분야

- 기후변화 문제의 해결을 위하여 UN과 전 세계 국가들을 중심으로 많은 논의와 활동이 이어지고 있으며, 지구 온난화 문제를 해결하기 위하여 산림 분야의 중요성이 대두되고 있음
- 전 세계는 유엔기후변화협약(UNFCCC)을 중심으로 기후변화에 대응하기 위한 논의를 진행해 왔으며, 기존의 산림을 통한 논의는 교토의정서를 기반으로 탄소 흡수원으로 산정 가능한 다양한 방법론과 기준이 제시되어 진행
- 산림 분야는 주요 국제 환경협약인 유엔사막화방지협약(UNCCD)과 생물다양성협약(CBD) 등의 당사국들을 통해 지속적으로 논의되는 주제이며, UN의 SDGs에서는 목표 15로 지정되어 국제적으로 중요하게 언급
- 유엔기후변화협약의 산림 관련 전략은 LULUCF, A/R CDM, REDD+ 활동 등으로 발전되어 왔으며, 산림 전용·황폐화 방지, 지속가능한 산림경영과 산림탄소 증진을 위한 사업으로 정의된 REDD+\* 사업이 교토체제 하에 국제적으로 진행<sup>2)</sup>
- \* 국제적 산림분야 기후변화대응 대책인 REDD+는 교토의정서 3.3조, 3.4조 등에 따른 개념으로 개도국 산림이 훼손되는 것을 방지하여 온실가스 배출을 줄이기 위한 활동

[그림 2] REDD+ 사업 접근방식(좌)과 LULUCF·A/R·REDD+ 관계(우)



※ 출처: 산림청(2014)

- 2015년 UNFCCC의 파리 협정 이후, 신기후체제(new climate regime)의 출범을 위해 선진국과 개도국이 공동으로 기후변화에 대응하기 위한 노력을 진행 중이며, 산림분야는 기존 교토체제의 사업 방식을 신기후체제에 적용하기 위한 논의를 진행 중
- 2018년 유엔기후변화협약 제24차 당사국총회(COP)에서는 산림부문의 감축량 산정을 통해 국가 온실가스 감축 목표에 활용해야 하는 점을 논의하였으나, 투명성 체계를 위한 감축량 산정 방법론과 기준의 적용과 관련된 부분은 추후 결정하기로 논의
- 2019년 유엔기후변화협약 제25차 당사국총회에서는 기존의 산림 탄소 흡수에 따른 국가별 감축량 산정 방법론과 기준 적용에 대한 부분은 결정되지 않았으나,

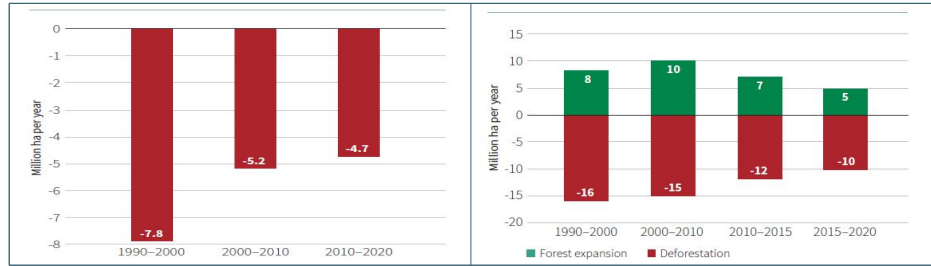
UNFCCC, FAO, UNCCD, GEF, UNEP, UNDP 등 주요 UN기관들이 산림의 훼손을 막기 위한 공동의 노력을 강조<sup>3)</sup>

- 국내 주요 국가 계획에서는 우리나라 온실가스 감축을 위한 수단으로 산림 부문을 주요하게 언급하고 있으며, 국내 산림 탄소흡수와 국제협력을 통한 국외 탄소흡수를 계획하여 추진 중임
  - 국내 기후변화 대응을 위한 국가 계획은 「저탄소 녹색성장 기본법」을 토대로 녹색성장 5개년 계획을 중심으로 하며, 그와 함께 기후변화대응 기본계획, 에너지 기본계획, 지속가능발전 기본계획 등이 수립되어 추진
  - 제3차 녹색성장 5개년 계획(2019~2023)에는 국내 산림의 조림 확대와 도시숲 조성 및 산림복원 등을 통해 신규 탄소흡수원을 확충하고, 해외 산림자원개발의 민간투자 확대와 REDD+ 중장기 종합계획 수립 및 시범사업 이행 등의 계획을 수립<sup>4)</sup>
  - 제2차 기후변화대응 기본계획(2020~2040)에는 2030년 국가 온실가스 감축 목표 달성을 위하여 국내 산림흡수원과 국외 감축기여를 통해 총 38.3백만톤 CO<sub>2</sub>를 감축하는 계획을 수립<sup>5)</sup>
  - 제3차 지속가능발전 기본계획(2016~2035)에는 산림 복원·보호 및 생태계 조성, 자연재해 방지 체계 구축 등을 통한 탄소흡수원 확충 계획을 수립<sup>6)</sup>

## 국내·외 산림 현황      글로벌 산림 현황

- 2020년 기준, 전 세계 산림 면적은 총 40.6억 헥타르(ha)\*로서, 전체 육지 면적의 약 31%를 차지하고 있으며, 최근까지 산림 면적은 계속해서 손실되고 있음<sup>7)</sup>
  - \* 1 헥타르(hectare, ha)는 10,000 제곱미터(100m×100m)에 해당하는 넓이<sup>8)</sup>
  - 유엔식량농업기구(FAO)의 평가 보고서에 따르면, 2001년부터 2015년까지의 글로벌 산림 탄소 흡수량은 전체 발생량의 1/4을 차지하고 있으며, 그 비율은 산림 면적의 감소로 인해 줄어들고 있다고 발표<sup>9)</sup>
  - 글로벌 산림 면적은 1990년 대비 현재까지 총 1.78억 헥타르가 손실되었는데, 이는 산림 면적의 증가보다 손실된 양이 많았기 때문
  - 지역별로는 남미와 아프리카 지역에서 산림 면적의 손실이 가장 컸으며, 아시아와 유럽 지역은 면적이 증가했고, 오세아니아와 북미 지역 등은 시기에 따라 손실·증가 변화
  - 전 세계 산림의 복원 활동에 따라 2000년부터 2019년까지 증가한 산림 면적은 총 약 0.26억 헥타르이며, 그 중 지역별로는 남미지역이 0.17억 헥타르로 가장 많았고, 동아시아 지역이 0.95억 헥타르, 그 외 동남아시아, 북미, 유럽 등의 순의 결과를 확인<sup>10)</sup>

[그림 3] 전 세계 산림 면적의 순 증가량(좌) 및 확장·감소량(우)



※ 출처: FAO(2020)

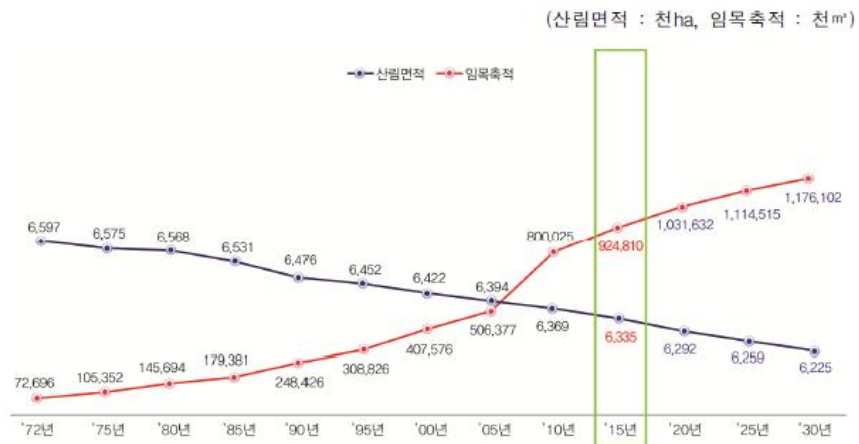
## 국내 산림 현황

- 우리나라의 산림 면적은 6,335천 헥타르로서, 전체 국토의 약 63.2%를 차지하고 있으며, OECD 국가 중 핀란드와 일본, 스웨덴에 이어 4번째로\* 산림 비율이 높은 국가임<sup>11)</sup>

\* 위 내용은 2015년 기준으로, 5년 주기로 공표되는 [2015 산림기본통계]를 바탕으로 작성

- 국내 산림자원은 광복 이후 대비 현재까지 경제발전과 함께 크게 발전했으며, 현재 우리나라 산림은 탄소 흡수원 역할과 함께 산림 서비스 제공, 생물다양성 보전, 임산업 촉진 등의 다양한 가치를 제공
- 국내 산림 면적은 도로신설, 주택건설, 산업단지 조성 등의 이유로 지속적으로 감소하고 있으나, 전체 임목은 꾸준히 증가하여, 산림 면적이 감소하는 비율보다 임목축적 비율이 더 크게 증가

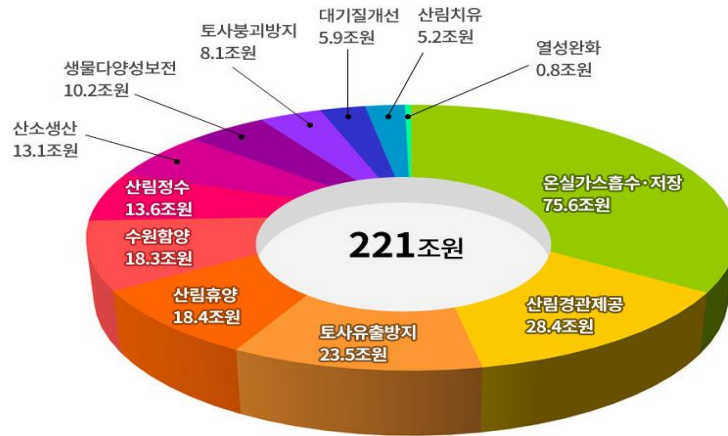
[그림 4] 국내 산림면적 및 임목축적 추이



※ 출처: 산림청(2016)

- 2018년 기준, 국립산림과학원이 발표한 국내 산림의 공익적 가치는 국내총생산(GDP) 대비 약 11.7%에 해당하는 총 221조원에 이르며, 그 중 온실가스 흡수와 저장의 기능이 전체 공익적 가치의 약 34%를 차지

[그림 5] 산림의 공익적 가치(2018년 기준)



※ 출처: 산림청(2020)

## 국내 산림분야 기후변화 대응 정책 동향

### 국내 산림분야 주요 정책

- 과거 황폐했던 우리나라 산림은 다양한 정책과 함께 빠른 속도로 발전했으며, 국내 산림정책이 추진된 주요한 시기는 크게 ①광복이후 산림청 발족 이전, ②산림청 발족 이후 치산녹화기 이전, ③제1차 치산녹화기, ④제2차 치산녹화기, ⑤산지자원화 추진기 이후의 5단계로 나뉜<sup>12)</sup>

[표 1] 주요 시기별 국내 산림정책 내용

시기	주요내용
광복 이후 산림청 발족 이전 (1946~1966)	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림황폐지 복구사업 <ul style="list-style-type: none"> <li>대한민국 정부 수립 시 산림국 내 임정·임산·조림과 설치</li> <li>「산림법」 제정</li> <li>황폐지 복구사업(실패) 및 임산연료 감축</li> </ul> </li> </ul>
산림청 발족 이후 치산녹화기 이전 (1967~1972)	<ul style="list-style-type: none"> <li>계획적인 산림 제도 수립 <ul style="list-style-type: none"> <li>농림분야가 포함된 제1차 경제개발 5개년계획 추진</li> <li>산림분야 치산7개년 계획 수립</li> <li>법적 규제를 통한 산림자원 소비 절약 추진</li> <li>대단지 조림계획 수립</li> </ul> </li> </ul>
제1차 치산녹화 10개년 계획 (1973~1978)	<ul style="list-style-type: none"> <li>국토의 속성녹화 기반구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>당초 계획보다 4년 앞당겨 108만 ha에 대한 녹화 완료</li> <li>화전정리사업의 완료와 농촌임산연료 공급원 확보</li> <li>육림의 날 제정과 산주대회 개최로 애림사상 고취</li> </ul> </li> </ul>
제2차 치산녹화 10개년 계획 (1979~1987)	<ul style="list-style-type: none"> <li>장기수 위주의 경제림 조성과 국토녹화 완성 <ul style="list-style-type: none"> <li>106만ha의 조림과 황폐산지 복구완료</li> <li>대단위 경제림 단지 지정, 집중조림 실시</li> <li>산지이용실태조사, 보전·준보전임지 구분체계 도입</li> </ul> </li> </ul>
제3차 산지자원화 계획 (1988~1997)	<ul style="list-style-type: none"> <li>녹화성공 후 산지자원화 기반조성 <ul style="list-style-type: none"> <li>32만ha의 경제림 조성과 303만ha의 육림사업 실행</li> <li>산촌개발의 추진과 산림휴양·문화시설 확충</li> <li>산지이용체계 재편, 기능과 목적에 의한 이용질서 확립</li> </ul> </li> </ul>

시기	주요내용
제4차 산림기본계획 (1998~2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지속가능한 산림경영기반 구축 → 사람과 숲이 어우러진 풍요로운 녹색국가 실현(2003년도 계획변경)</li> <li>- SFM 이행을 위한 기준과 지표설정, 「산림법」에서 「산림기본법」 중심의 12개 기능별 법체제로 개편</li> <li>- '심는정책'에서 '가꾸는 정책'으로 전환하여 산림의 가치 증진</li> <li>- 산림의 공익기능 증진과 산촌개발사업 본격추진</li> <li>- 백두대간 등 한반도 산림생태계의 보전 관리체계 구축, 「산지관리법」 제정으로 자연친화적 산지관리기반 마련</li> <li>- 산불진화 역량 확충과 해외조림사업 확대</li> <li>- 국립수목원, 국립자연휴양림관리소 신설 및 FGIS 시스템 구축</li> </ul>
제5차 산림기본계획 (2008~2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 숲을 활력있는 일터, 쉼터, 삶터로 재창조하기 위해 다양한 산림 혜택의 선순환 구조 확립</li> <li>- 지속가능한 기능별 산림자원 관리체계 확립</li> <li>- 기후변화에 대응한 산림탄소 관리체계 구축</li> <li>- 임업 시장기능 활성화를 위한 기반 구축</li> <li>- 산림 생태계 및 산림생물자원의 통합적 보전·이용 체계 구축</li> <li>- 국토의 안정성 제고를 위한 산지 및 산지재해 관리</li> <li>- 산림복지 서비스 확대·재생산을 위한 체계 구축</li> <li>- 세계녹화 및 지구환경 보전에 선도적 기여</li> </ul>
제6차 산림기본계획 (2018~2037)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건강하고 가치있는 산림, 양질의 일자리와 소득 창출, 국민 행복과 안심국토 구현, 국제기여 및 통일대비</li> <li>- 산림자원 및 산지 관리체계 고도화</li> <li>- 산림산업 육성 및 일자리 창출</li> <li>- 임업인 소득 안정 및 산촌 활성화</li> <li>- 일상속 산림복지체계 정착</li> <li>- 산림생태계 건강성 유지·증진</li> <li>- 산림재해 예방과 대응으로 국민안전 실현</li> <li>- 국제산림협력 주도 및 한반도 산림녹화 완성</li> </ul>

※ 출처: 산림청(2020), 행정안전부 국가기록원(2020)을 기반으로 저자가 재구성

- 현재 주요한 국내 산림정책은 「산림기본법」을 기반으로 제6차 산림기본계획을 수립하여, 2037년까지의 산림자원·산업·복지·보호·행정, 국제산림 협력, 산지 및 산촌 등과 관련된 종합계획을 수립함<sup>13)</sup>
- 제6차 산림기본계획은 제5차 계획에 이어 국내 온실가스 감축에 기여하고, 개도국과 북한 산림사업 협력 확장을 통해 국제적 의무 이행을 추진 중임
  - 제6차 산림기본계획은 탄소흡수력이 높은 수종과 신규 산림을 조성하여 국내 온실가스 감축\* 및 흡수에 기여하는 계획을 추진
    - \* 산림임업을 통해 2030년까지 국내 온실가스 감축의 10% 기여 목표
  - 목재 건축재 활용과 산림탄소관리체계 등을 구축하여 화석연료 대체를 통한 온실가스 감축을 추진하고, 기후변화에 따른 산림 피해를 줄이기 위한 산림 모니터링과 생태계 관리 활동 등을 추진
  - 개도국 산림전용 방지 사업(REDD+)을 확대\*하고 북한 산림복구 협력사업을 통해 기후변화 대응을 위한 국제적 의무 이행과 온실가스 감축에 기여
    - \* 2030년까지 총 10개국으로 사업 협력 확대 목표

[그림 5] 제6차 산림기본계획 비전 및 전략



※ 출처: 산림청(2018a)

- 또한, 산림청은 「탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률 (약칭 탄소흡수원법)」을 기반으로 기후변화와 직접적으로 관련된 산림 탄소 흡수 관련 국가 계획과 사업을 시행 중임
  - 산림청은 2015년 제1차 탄소흡수원 증진 종합계획에 이어 현재 파리협정에 따른 신기후체제 대응을 위하여 조기 수립된 제2차 계획을 토대로 산림의 탄소 흡수원 유지 및 증진을 위한 방안\*을 추진 중
    - \* 탄소흡수원 증진계획은 ① 목표와 기본방향, ② 국내외 여건, ③ 기술의 개발·보급, ④ 국제협력, ⑤ 온실가스 정보 및 통계 구축 등의 계획을 구축<sup>11)</sup>
  - 제2차 탄소흡수원 증진 종합계획은 2018년부터 2022년까지 시행되며, ①산림 탄소 흡수·저장·감축 기능 증진, ②임업·산림의 기후변화 적응능력 강화, ③온실가스 통계 제고 및 산림탄소상쇄제도 확대, ④신기후체제 대응 국제협력 증진, ⑤기후기술(R&D) 개발 확대 등의 중점과제를 계획<sup>14)</sup>
  - 특히, 정부는 산림탄소상쇄제도를 운영하여, 식생복구, 산림경영, 신규조림·재조림, 목제품 이용, 산림바이오매스 에너지 이용 등 사업에 대해 정부 검증을 거쳐 산림의 탄소 흡수량을 인증해주고 있으며, 관련하여 산림청은 산림탄소등록부를 운영 중



## 국내 산림분야 정책동향 분석

- [그림 6] 기후변화 관련 산림청 보도자료 주요 출현 단어



- 수집된 자료를 기반으로 텍스트마이닝 방식을 통해 각 게시물의 본문 텍스트를 기반으로 토픽 모델링 분석을 진행함
  - 분석 방법은 자연어 처리를 통하여 동시출현 단어를 기반으로 네트워크 분석을 진행하였으며, 잠재 디리클레 할당(Latent Dirichlet Allocation)을 사용하여 토픽 모델링 분석을 진행<sup>16)</sup>
  - 수집된 게시물의 본문을 중심으로 명사를 추출하여 분석을 진행하였으며, 형태소 분석기는 은전한닢을 사용
  - 본 분석은 ‘기후변화’, ‘우리나라’와 같은 분석에 불필요한 단어들은 제외하였으며, 유사어 사전을 통해 전처리 과정을 거침
  - 텍스트 데이터는 명사를 추출하여 말뭉치를 구성하였으며, TF-IDF(Term Frequency – Inverse Document Frequency)를 활용하여 가중치를 적용
  - 전체 텍스트 데이터의 토픽은 LDA를 통해 15개 토픽을 추출하였으며, 각 토픽에 등장하는 주요 관련 단어와 본문 등을 활용하여 분석 진행
- 토픽 모델링 분석 결과, 기후변화 대응 관련 국내 산림 정책은 산림탄소흡수 및 상쇄제도, 산림종 및 생태계 보호, 인적 역량강화, 국내외 산림협력 및 국제협약, 임산업 및 산림자원 확보, 산림 관측 및 관리, 산림 경영·서비스, 산림 행사, 산림 재해 방지 등의 주제를 주요하게 다룬 것을 확인함

[표 2] 산림 정책자료 토픽 모델링 분석 결과

주제	주요 단어
Topic 1 (산림탄소흡수 및 상쇄제도)	상쇄, 협의회, 그루, 중립, 저장량, 승용차, 자작나무, 잣나무, 국유지, 입법 예고, 크레딧 등
Topic 2 (산림 DNA연구 및 역량강화)	포플러, 약용, 인턴, 자문, 함량, 업록체, 자치단체장, 기념식, 리그닌, 토종, 플라스틱 등
Topic 3 (산림 생태계 관찰 및 국제협약)	아세안, 편성, 제주, 시험림, 아이디어, 산림, 아열대, 사업장, 발대식, 왕벚나무, 회담 등
Topic 4 (국내·외 산림 생물·표본 보호 활동)	표본, 광릉, 동아시아, 습지, 올릉도, 북방, 중앙아시아, 번식, 섬시호, 나비, 덩굴, 아랄해 등
Topic 5 (국내·외 산림자원 확보 활동)	버섯, 표고, 칠레, 우루과이, 파라과이, 에콰도르, 도서, 군상, 종균, 코스타리카, 마스터플랜 등
Topic 6 (식물 개화 및 종자 관측)	개화, 구상나무, 아까시나무, 침엽, 산악기상, 헛개나무, 고사, 분비나무, 홍릉, 눈잣나무, 가문비나무 등
Topic 7 (산림 DNA연구 및 국제협력)	백합, 잣나무, 클론, 복제, 씨앗, 체세포, 벚나무, 저항, 성형, 교배, 남북, 롬복 등
Topic 8 (사유림·조림 관리 및 임산물)	매수, 사유림, 양묘, 수액, 매도, 감정, 고로쇠, 후계자, 사업소, 감면, 대행, 법정제한림 등
Topic 9 (산림 품종관리 및 수재해 예방)	난대, 상록, 외래, 하천, 붉가시나무, 홍수, 침입, 활엽수림, 도토리, 방부, 종가시나무 등
Topic 10 (병해충 방지)	방제, 선충, 해충, 단풍나무, 흰개미, 벌레, 매미나방, 홍릉, 번식, 꽃매미, 시들음병 등

주제	주요 단어
Topic 11 (국내·외 산림 보전·복원 활동 및 생산물 협력)	평화, 보일러, 청소년, 에티오피아, 가로수, 은행나무, 숲사랑, 커피, 꽃가루, 캠프 등
Topic 12 (산림경영·서비스 활동 및 행사)	대나무, 박람회, 무인기, 절약, 예약, 개소식, 여행, 개관, 홍릉, 단양, 유치원, 초등학교 등
Topic 13 (산림 정보 제공 및 관련 행사)	토론회, 간담회, 계산기, 인지, 사립, 모바일, 보고회, 상생, 연찬회, 건기, 새만금, 발표회 등
Topic 14 (목조 건축 및 재료)	목조, 건축, 워크숍, 주택, 한옥, 재료, 목구조, 고층, 상용, 절약, 남북, 패널, 토론회, 화전 등
Topic 15 (산불 피해방지)	산불, 항공, 익산, 감시원, 산림항공본부, 연휴, 훈련원, 울진, 영서, 추석, 가상, 영덕, 개소식, 발대식 등

## 국내 산림분야 국가R&D 동향

### 산림분야 국가R&D 현황

- 국내 산림청 R&D는 국립산림과학원, 국립수목원, 산림청 출연 연구과제로 나뉘며, 산림·임업분야 연구개발 예산을 2020년 1,289억원, 2021년 1,493억원으로 편성하여, 예산 투자와 사업분야를 지속적으로 확장하고 있음<sup>17)</sup>
  - 2020년 신규 산림 R&D는 ①신기후체제 대응 연구사업, ②산림생명자원 소재 발굴 연구사업, ③목재자원의 고부가가치 첨단화 기술개발 사업, ④산림과학기술 실용화 지원 사업, ⑤산림산업 특화 연구지원 사업, ⑥대학(원)생 창의도전 아이디어 연구지원 사업 등을 추진<sup>18)</sup>
  - 2021년 신규 R&D는 ①4차 산업혁명 기술과 산림·임업의 접목, ②스마트 헬스케어 기술 개발, ③산림 재해 예방·대응 기술 개발, ④미이용 산림바이오매스 활용 사업 등이 추진될 예정<sup>17)</sup>
- 2020년 국내 산림과학기술 연구개발의 우수성과 중 기후변화 대응 관련 부분을 살펴보면, 7가지 사업구분 중 신기후체제 대응 연구를 별도 구분하여 우수 사례를 제시함
  - 산림과학기술 R&D의 신기후체제 대응 연구는 2017년부터 시작하여 계속 진행 중이며, 4년간 약 144.7억 규모의 예산이 투입
  - 2020년 우수 R&D사례는 산림의 탄소배출권을 확보하고 활용하는 방안과 관련된 기술 개발 등의 연구\*가 대표적 사례로 제시<sup>19)</sup>
    - \* ①국내 미활용 목질계 바이오매스 기반 슈퍼커패시터용 활성탄 개발, ②국산재 합판을 CLT의 코어재로 사용한 Ply-lam의 개발 및 활용에 관한 연구, ③국제적으로 이전되는 완화성과를 확보하기 위한 산림부문 기후변화대응 협력팀 모델 개발, ④산림부문 국제탄소시장 메커니즘을 활용한 해외 산림탄소배출권 확보방안 마련, ⑤산림토양의 메탄산화를 통한 온난화기체 저감 및 탄소배출권 활용 방안, ⑥신기후체제 대응을 위한 생활권 도시림의 탄소흡수원과 다원편익 증진을 위한 조성·관리·평가모델 및 기술개발, ⑦인도네시아 이탄지 보전·복원 및 기후변화대응 방안 개발

- 국내 산림분야 R&D의 기술분류체계는 산림과학기술분류체계와 국가과학기술표준 분류체계 및 국가기후기술분류체계 등을 통해 언급되어 있음
  - 산림과학기술분류체계는 「산림과학기술 출연 연구개발사업의 운영·관리 지침 제정(안)」에 근거하여 수립되었으며, 크게 ①산림정책, ②산림자원, ③목재과학, ④산지관리, ⑤산림복지, ⑥산림경영소득, ⑦산림생태, ⑧산림 환경보호, ⑨산림 재해/재난, ⑩4차 산업혁명 융·복합기술로 구분되어, 하위 총 96개 소분류로 구성<sup>20)</sup>
  - 2018년 개정된 국가과학기술표준분류체계의 산림 관련 분야는 농림수산식품 분류의 산림자원학으로 구분되어, 하위 총 10개 소분류로 구성<sup>21)</sup>
  - 국가기후기술분류체계의 산림 관련 분야는 산림·육상 부분으로 구분되어, 하위 3개 세부분류체계로 구성<sup>22)</sup>

- 본 분석은 상기 정책동향 분석 과정과 동일하게 텍스트 마이닝(Text mining) 기법을 기반으로 국문 키워드 분석을 추진하였으며, 분석 대상 데이터는 NTIS에서 제공하는 R&D자료 기반의 산림청 사업을 활용하여 분석을 진행함
- 산림분야 R&D 데이터는 NTIS 제공 자료 중 연구내용 요약문 텍스트를 확보할 수 있는 2000년부터 2019년까지 총 3,709건의 자료를 분석 대상으로 선정
- 해당 자료에서 주요하게 출현한 단어는 특성, 지역, 수종, 자원, 생산, 시스템 등이 있었으며, 그 외 탄소, 모니터링 등의 단어 확인



- 수집된 자료를 기반으로 텍스트마이닝 방식을 통해 각 게시물의 본문 텍스트를 기반으로 토픽 모델링 분석을 진행함
  - 분석 방법은 상기 정책동향 분석과정과 동일하게 진행하였으며, 전체 텍스트 데이터의 토픽은 LDA를 통해 15개 토픽을 추출하였고, 각 토픽에 등장하는 주요 관련 단어와 본문 등을 활용하여 분석 진행
- 토픽 모델링 분석 결과, 기후변화 대응 관련 국내 산림 R&D는 국내·외 산림탄소 흡수, 산림 재해 예측 및 방지, 임산업 및 바이오매스, 산림 경영 및 서비스, 산림 모니터링·복원, 산림종·생태계 보전 및 관찰, 사막방지화 및 도시숲 등의 주제로 연구가 진행된 것을 확인함

[표 3] 산림 R&D자료 토픽 모델링 분석 결과

주제	주요 단어
Topic 1 (국내·외 산림 탄소흡수 관련 연구)	탄소, 배출, 사업, 토지, 온실가스, 인벤토리, 상쇄, 바이오매스, 저장량, 감축, 표본점, 거래, 고사목 등
Topic 2 (산림 산림곤충 및 병해충 연구)	피해, 방제, 곤충, 선충, 소나무, 미생물, 해충, 병해충, 매개충, 수목, 살충, 기주, 사육, 진단 등
Topic 3 (건축 관련 목재 성능 연구)	목재, 성능, 국산, 목조, 건조, 강도, 부재, 수지, 탄화, 섬유, 가구, 건축, 집성재, 에너지 등
Topic 4 (산림재해 예측 및 대비 연구)	산불, 위험, 재해, 데이터, 알고리즘, 토사, 피해, 산지, 지도, 진화, 산사태, 센서, 관측, 시설물 등
Topic 5 (목재 생산공정 및 생산물 연구)	작업, 목재, 임도, 장치, 성능, 펄프, 임업, 기계, 집재, 포장, 부산물, 근적외선, 원료, 경량 등
Topic 6 (산림 경영 및 서비스 연구)	경영, 시설, 휴양, 산촌, 제도, 사업, 임업, 정책, 서비스, 생태계, 수요, 복지, 소득, 국유림 등
Topic 7 (산림 바이오매스 및 유전자 연구)	바이오매스, 유전자, 바이오, 목질, 리그닌, 발현, 나노, 셀룰로오스, 형질전환, 포플러, 연료, 당화, 복합, 원료 등
Topic 8 (산림자원 건강 기능성 연구)	추출물, 효능, 원료, 제형, 독성, 발효, 산채, 피부, 억제, 정제, 건강, 분획, 화장품, 염증 등
Topic 9 (산림 품종 및 유전자원 보존 연구)	유전, 품종, 종자, 보존, 집단, 클론, 유도, 유전체, 우량, 소나무, 조직, 교배, 형질, 육종 등
Topic 10 (산림생물 표본 및 분류 연구)	식물, 표본, 분류군, 유용, 곤충, 자생, 특산, 생물, 형질, 한반도, 보존, 전시, 유전, 분류학 등
Topic 11 (사막 방지화 및 산림복원 연구·국제사업)	건조, 협력, 과제, 국제, 사업, 사막, 핵심, 북한, 복원, 사방댐, 모델링, 해외, 사방, 조림 등
Topic 12 (산림생태 모니터링·복원 연구 및 도시숲 연구)	산지, 복원, 생물, 생태계, 도시, 훼손, 경관, 공법, 광릉, 시험림, 백두대간, 도시숲, 식물, 녹화 등
Topic 13 (숲건강, 산림 치유 및 교육프로그램 연구)	치유, 프로그램, 교육, 정원, 건강, 문화, 미세먼지, 시설, 질환, 식재, 수목원, 피톤치드, 융합 등
Topic 14 (산림 종자·묘목 연구)	임분, 사업, 조림, 종자, 소나무, 묘목, 활엽수, 식재, 양묘, 파종, 산지, 생장량, 비료, 조림지 등
Topic 15 (임산자원 생산·관리 연구)	재배, 버섯, 균주, 표고, 임산물, 소득, 품종, 유통, 수액, 대나무, 고로쇠나무, 줄기, 미생물, 수출 등

- 산림은 기후변화 대응과 관련하여 유일하게 탄소를 흡수하는 주요한 자원으로, 국제적인 중요성이 부각되고 있으며, 이에 따른 국내 정책 및 기술개발 활동이 다양하게 추진되고 있음
  - 국내 산림정책은 탄소흡수원으로 활용하기 위한 다양한 정책을 추진 중이며, 국내 산림 관련 법률 및 주요 국가계획은 국내 산림사업과 함께 개도국에 대한 국제적 의무 이행을 수행하기 위한 다양한 협력사업 방안을 수립
  - 다만, 국제적인 산림 탄소흡수원의 단일화된 글로벌 기준과 산정방법 마련이 시급한 상황이며, 향후 수립될 국제 표준에 따른 국내 탄소흡수 관련 정책의 적응 필요
  - 국내 산림분야 국가R&D는 예산과 사업분야를 지속적으로 확장 중이며, 신기후 체제에 대응하기 위한 연구를 별도 진행하여 산림의 탄소배출권 확보를 계획
  - 또한, 국내 산림분야의 R&D 기술분류체계는 산림과학기술분류체계에서 자세하게 구분하고 있으나, 국가과학기술표준분류체계 및 국가기후기술 분류체계와 연계 하여 국가적으로 단일화된 산림 기술분류체계 구축 필요
- 기후변화 대응 관련 국내 산림분야 정책과 국가R&D 데이터의 토픽 모델링 분석 결과는 대체로 비슷한 범주의 주제들로 나타났으며, 이를 통해 국내 산림분야 정책과 국가 R&D의 주요 추진 방향을 확인함
  - 정책 자료와 국가 R&D 자료에서 비슷하게 다루어진 주요 텍스트 주제는 산림 조성 및 복원, 산림 재해 예측 및 방지, 국내외 산림 탄소 흡수, 산림 경영 및 서비스, 국내·외 협력사업 관련 주제
  - 정책 자료가 국가 R&D 자료에 비해 비교적 많았던 주요 텍스트 주제는 산림 종자 및 생태계 보전 관련 주제였으며, 국가 R&D 자료가 정책 자료에 비해 비교적 많았던 주요 텍스트 주제는 임산업 및 생산물 관련 주제

[표 4] 산림분야 정책 및 국가R&amp;D 주요 토픽 모델링 결과 비교

주요 범주	정책 토픽 (건)*	국가R&D 토픽 (건)
1. 산림 조성 및 복원	2	1.5
2. 산림 재해 예측 및 방지	2.5	2
3. 산림 종자 및 생태계 보전	4.5	3
4. 임산업 및 생산물	2	5
5. 국내·외 산림 탄소 흡수	1	1
6. 산림 경영 및 서비스	2	2
7. 국내·외 협력사업	1	0.5

\* 두 가지 범주에 모두 속하는 토픽은 0.5로 카운트하여 두 범주에 가산

- 위 결과를 토대로 국내 산림분야의 기후변화 관련 정책과 국가 R&D는 대체로 비슷한 내용을 다루고 있으므로, 국가 정책과 R&D가 일치된 추진 방향을 가지고 있는 점을 알 수 있으며, 정책적으로는 산림 종자·생태계 보전 활동에 더 집중하고, 국가 R&D는 산업계 연구에 더 집중하고 있음을 확인

## 참고문헌

- 1) 김문일 외(2017). 기후변화가 한국 산림에 미치는 영향과 관리 전략.
- 2) 산림청(2014). REDD+ 교육교재 총론.
- 3) UNFCCC(2020). UNFCCC 홈페이지.  
<https://unfccc.int/news/at-cop25-a-call-to-turn-the-tide-on-deforestation>. 2020.11.12. 방문.
- 4) 관계부처 합동, 녹색성장위원회(2019). 제3차 녹색성장 5개년 계획.
- 5) 관계부처 합동(2019). 제2차 기후변화대응 기본계획.
- 6) 관계부처 합동(2016). 제3차 지속가능발전 기본계획.
- 7) FAO(2020). Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome.
- 8) 위키피디아(2020). <https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%97%A5%ED%83%80%EB%A5%B4>. 방문일 2020.11.12.
- 9) FAO(2015). Fao assessment of forests and carbon stocks, 1990-2015 : Reduced overall emissions, but increased degradation.
- 10) FAO & UNEP(2020). The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. Rome.
- 11) 산림청(2016). 2015 산림기본통계.
- 12) 행정안전부 국가기록원(2020). 산림녹화 홈페이지. <https://theme.archives.go.kr//next/forest/viewMain.do>. 2020.11.04. 방문.
- 13) 산림청(2018a). 제6차 산림기본계획.
- 14) 산림청(2018b). 제2차 탄소흡수원 증진 종합계획(2018-2022).
- 15) 국립국어원(2011). 행정 기관 보도 자료 작성 지침.
- 16) 백영민(2017). R을 이용한 텍스트 마이닝. 한울 아카데미.
- 17) 문화체육관광부(2020). 대한민국 정책브리핑 홈페이지 : 내년도 산림, 임업분야 R&D 역대 최대 예산 확보.  
<https://www.korea.kr/news/policyBriefingView.do?newsId=156412419>. 2020.11.17. 방문.
- 18) 행정안전부(2020). 정부24 홈페이지 : 2020년도 산림과학기술 분야 연구개발(R&D) 사업 본격 추진.  
<https://www.gov.kr/portal/ntnadmNews/2035084>. 2020.11.17. 방문.
- 19) 한국임업진흥원(2020). 2020 산림과학기술연구개발 우수성과 사례집.
- 20) 한국임업진흥원(2019). 산림과학기술 출연 연구개발사업의 운영·관리 지침.
- 21) 과학기술정보통신부, 한국과학기술기획평가원(2018). 국가과학기술표준분류체계.
- 22) 녹색기술센터(2020). 국가기후기술정보시스템 홈페이지 : 국가 기후기술 분류체계.  
<https://www.ctis.re.kr/ko/contents.do?key=1141>. 2020.11.17. 방문.
- 23) FAO(2003). Instruments related to the United Nations Framework Convention on Climate Change and their potential for sustainable forest management in Africa.
- 24) 산림청(2020). 산림청 홈페이지. <https://www.forest.go.kr/kfsweb/kfs/idx/Index.do>. 2020.11.12. 방문.

## (약어 정리)

- \* A/R CDM(Afforestation and Reforestation CDM) : 신규/재조림 청정개발체제
- \* CBD(Convention on Biological Diversity) : 생물다양성협약
- \* COP(Conference of Parties) : 당사국 총회
- \* FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations) : 유엔식량농업기구
- \* Global Environment Facility (GEF) : 지구환경기금
- \* LULUCF(Land Use, Land Use Change, Forestry) : 토지이용과 토지이용변화, 그리고 산림
- \* REDD+(Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation) : 산림전용 및 산림황폐화 방지를 통한 온실가스 배출 감축
- \* SDGs(Sustainable Development Goals) : 지속가능개발목표
- \* UNCCD(United Nations Convention to Combat Desertification) : 유엔사막화방지협약
- \* UNDP(United Nations Development Programme) : 유엔개발계획
- \* UNEP(United Nations Environment Programme) : 유엔환경계획
- \* UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change) : 유엔기후변화협약