

자연어 처리를 이용한 국제기구 및 한국 정부의 기후기술 협력 동향 분석

최영현* · 박상현* · 송영석* · 염성찬**,* · 이천환**†

*국가녹색기술연구소 데이터정보센터 박사후연구원, **국가녹색기술연구소 데이터정보센터 선임연구원,

***국가녹색기술연구소 데이터정보센터 센터장

Analyzing trends in climate technology cooperation in international organizations and the Korean government using natural language processing

Choi, Yeong-Hyeon* · Park, Sanghyun* · Song, Youngsuk* · Yeom, Sungchan**,* and Lee, Cheonhwan**†

*Post-Doc. Researcher, Center for Data Information, National Institute of Green Technology

**Senior Researcher, Center for Data Information, National Institute of Green Technology

***Director, Center for Data Information, National Institute of Green Technology

ABSTRACT

This study investigates temporal trends and changes in climate technology cooperation through natural language processing of international organizational news and Korean policy briefings. Documents from 2019 to 2023 were collected based on keywords related to climate change from UNFCCC, CTCN, GCF, and Korean policy briefings. Web scraping, text mining, and community detection-based clustering were performed using packages in R and Python, and quadratic assignment procedure correlation analysis used Ucinet programs. First, this study identified trends and patterns of climate technology cooperation by period, as shown in the news from international organizations (UNFCCC, CTCN, GCF) and Korean policy briefings. UNFCCC news, influenced by COVID-19, shows significant topic distribution changes, reflecting global issue sensitivity. The GCF news maintains stability in climate technology and funding trends. Korean policy briefings demonstrate consistent topic distribution, emphasizing Korean climate policy discussions. Text mining reveals nuanced organizational differences in climate change goals. UNFCCC and CTCN prioritize SDG-focused initiatives, while GCF focuses on financial support for developing countries. Second, this study comprehensively compared and analyzed the climate technology cooperation trends in international organizational news and Korean policy briefings and classified the topics into reduction, adaptation, and general to identify the importance of climate technology cooperation trends. Expert discussions highlight mitigation coverage in Korean briefings and GCF. The GCF news specializes in limited topics with a consistent reporting pattern, while UNFCCC leads diverse climate initiatives. This study unveils news coverage similarities and differences between the Korean government and international organizations, offering valuable insights for global cooperation and policy formulation.

Key words: Climate Technology, Climate Finance, International Organizations, Natural Language Processing, Text Mining

1. 서론

기후변화는 현재 세계적으로 직면한 중대한 과제로, 국

가들과 지역사회, 인류 전반에 큰 영향을 미치고 있다. 이 같은 기후변화 문제에 대한 전 지구적 경각심이 증가하게 되면서, 기후변화 대응이 전 세계적인 과제로 부각되고

†Corresponding author : chlee@nigt.re.kr ((07328) 60, Yeouinaru-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul, Korea. Tel. +82-2-3393-3974)

ORCID 최영현 0000-0002-3119-4325
박상현 0009-0006-9446-4755
송영석 0000-0002-2630-1958

염성찬 0000-0002-6103-7929
이천환 0000-0002-1186-7457

있다(Lee et al., 2021). 특히 2015년 유엔기후변화협약(United Nations Framework Convention on Climate Change, 이하 UNFCCC) 제21차 당사국 총회(Conference of the Parties, 이하 COP)에서 파리협약이 체결된 이후로, 선진국과 개도국 간의 협력이 강조되었으며, 기술적 메커니즘의 강화를 목표로 기술 연구, 개발, 실증, 개발도상국의 역량 강화가 요구되고 있다(Park et al., 2019).

기후기술(Climate Technology)은 온실가스 배출을 없애는 것을 목표로, 에너지, 건설, 수송, 중공업, 식량, 토지 이용 등 다양한 분야에서 온실가스를 줄이거나 관리하는 활동을 포함한다(Samil PwC, 2021). 감축, 적응, 감축/적응 융복합의 3개 분야로 구분되며, 현재 국가기후기술정보플랫폼(CTis) 상에서는 45개의 기술분류로 구성된다(CTis, n.d.). 국가 간 경계를 넘어 기후기술을 공유하며, 기후변화에 대한 효과적인 해결책을 모색하기 위해서는 국제협력이 필수적인데, 대표적으로 UNFCCC, 기후기술센터 및 네트워크(Climate Technology Centre and Network, 이하 CTCN), 녹색기후기금(Green Climate Fund, 이하 GCF)와 같은 국제기구에서 협력 촉진 및 대응, 기술 및 자금 지원을 수행하고 있다.

이와 관련하여 현재까지 수행된 연구로 기후기술과 젠더 주류화 현황에 대한 연구(Lee and Oh, 2020), 기술지원 분석을 통한 협력 활성화 방안(Park et al., 2019), CTCN 기술지원 사례 기반 한국의 기후기술협력 방안(Park and Lim, 2023), 국내 언론 뉴스기사 및 정부 보도자료에 나타난 기후변화와 녹색 정책의 이슈 분석(Lee et al., 2021) 등이 수행되었으나, 기후기술 대응기구의 전반적인 보도 비교나, 거시적 차원에서의 주제적 동향 변화를 살펴본 연구는 드문 실정이다. 기후기술에 관한 보도는 국제기구 및 정책의 효과성 평가와 함께, 사회적 인식을 확산시키고 협력 방안을 모색하는 데 중요한 역할을 수행할 수 있게 중요하다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 국제기구 뉴스와 국내 정책브리핑에서 나타나는 기후기술 협력 분야의 동향에 대해 종합적으로 비교·분석하고자 한다. 연구문제 1과 연구문제 2에서는 국제기구(UNFCCC, CTCN, GCF) 뉴스와 국내 정책브리핑에 나타난 기후기술 협력에 대한 시기별 동향과 패턴을 파악하였다. 구체적으로, QAP 상관관계분석을 통한 담론 구조적·형태적 변화, 클러스터링 분석을 통한 세부주제 동향, 텍스트 마이닝을 통한 세부내용 동향에 대해 전반적으로 살펴보았다. 연구문제 3에서는 국제기구 뉴스와 국내 정책브리핑에서 나타난 기후기술 협력 동향을 종합

적으로 비교하고 분석하며, 주제를 감축, 적응, 일반적으로 분류하여 기후기술 협력 동향 정보 안에서의 중요성을 파악하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 기후기술 협력기구 및 동향

UNFCCC는 지구온난화에 대해 전 지구적 차원에서 공동으로 대응하기 위해 만들어진 국제협약이다. 1992년 6월 리우데자네이루에서 개최한 유엔환경개발회의(United Nations Conference on Environment and Development, 이하 UNCED)를 통하여 채택되었으며, 2023년 12월 기준 UNFCCC는 EU를 포함해 198개 당사국으로 구성되어 있다(CTis, [date unknown]). 한국은 1993년 12월에 가입하여 전 세계에서 47번째로 UNFCCC에 가입한 국가로, 기후변화 대응을 위해 국제사회와 협력하는 데 주력하고 있다.

UNFCCC는 협약의 구체적인 이행 방안 논의를 위해 매년 COP를 개최하고 있으며, 이를 통하여 협약의 이행을 검토하고 이에 필요한 주요 결정들을 내린다(Lee, 2016). 즉, UNFCCC가 지구온난화 방지를 위해 체결한 협약이라면, COP는 기후변화협약 당사국이 모여 협약 이행을 검토하고 이에 필요한 실제적인 결정을 내리는 실무회의라고 할 수 있다. 1995년 베를린에서 개최한 첫 번째 COP를 시작으로 하여(Ahn, 2013), 최근 두바이에서 28번째 COP가 개최되었다(UNFCCC, 2024).

COP는 2010년 기후기술의 개발 및 이전을 가속화하고 강화하기 위한 수단으로 기술 메커니즘을 설립하였다(Kim and Sohn, 2016). Fig. 1과 같이 기술 메커니즘은 그 기능에 따라 상호보완적인 두 개의 기관으로 구성되는데, ‘기술집행위원회(Technology Executive Committee, 이하 TEC)’와 ‘기후기술센터 및 네트워크(Climate Technology Centre and Network, 이하 CTCN)’가 각 기술정책의 의제 논의와 기술개발 및 기술이전에 대한 역할을 수행하고 있다(Park et al., 2019). CTCN은 ‘기후기술센터(Climate Technology Center, 이하 CTC)’와 ‘기후기술네트워크(Climate Change Network, 이하 CTN)’로 구성되며, 주요 업무로는 기술지원(Technical Assistance, TA)을 통한 기술이전 지원, 정보공유 활성화 및 정보 접근성 강화, 기후기술 수요자 및 전문가 간 네트워크 활성화이다(Park et al., 2019).

UNFCCC는 기후 재정의 공급을 촉진하기 위해 재정

메커니즘을 설립하였으며, 이를 통해 개도국 당사국들에 대한 재정적 지원을 수행한다(Yoon and Oh, 2021). UNFCCC는 재정 메커니즘이 하나 이상의 기존 국제기관에 위임될 수 있음을 명시하고 있으며, 이에 따라 1994년 협약이 발표된 이후 ‘지구환경금융(Global Environment Facility, 이하 GEF)’이 재정 메커니즘의 운영 주체 역할을 수행해왔다. 2010년 칸쿤에서 개최된 COP16을 통하여 당사국들은 ‘녹색기후기금(Green Climate Fund, 이하 GCF)’을 재정 메커니즘의 운영 주체로 지정하였다. GEF는 1990년 10월 설립 이후, UNFCCC 뿐만 아니라 다른 국제 환경 제도들의 재정을 담당하는 기구로서 활동하였던 반면, GCF는 UNFCCC만을 위한 전문적 기금으로서 설립되어 운영되고 있다(Kim and Oh, 2021). 특히, GCF는 글로벌 팬데믹으로 원활하지 못했던 이사회 논의를 2022년 정상화하며 정책과 사업 승인, 차기 재원보충 마련 등 다수의 주제에서 진전을 이루고 있다(Song and Lee, 2023).

2.2. 텍스트 마이닝을 활용한 기후변화 및 기후기술 관련 선행연구

텍스트 마이닝과 네트워크 분석은 최근 기후변화에 대한 대중의 인식과 정책 영향을 평가하는 연구에서 중요한 방법론으로 활용되고 있다. 그 예로, Bickel (2017)은 텍스트 마이닝과 네트워크 분석을 통해 독일의 에너지 전환과 관련된 지역별 기후 행동 계획을 분석하였는데, 사회시스템과 에너지시스템, 지속가능성 원칙을 통해 각 지자체의 활동을 분류하고 평가하였다. 지자체가 에너지 변환과 최종 사용에 중점을 두며 경제 이해관계자들보다 더 활발한 역할을 수행하고 있다는 사실을 확인하였다. Wei et al.

(2021)은 유럽 연합 탄소 배출권 거래제와 관련된 소셜 미디어 데이터를 대중의 인식과 논의의 변화를 시간에 따라 추적하였다. 다양한 텍스트 분석 방법론을 활용하여, 대중이 주로 정책과 입법, 할당 가격, 할당 방식에 관심을 가지고 있음을 확인하였다.

Kang et al. (2016)은 1990년대 이후 기후변화 영향에 관한 신문기사를 분석하여 기후변화 리스크와 관련된 내용을 매칭하고, 리스크별 빈도와 피해 크기를 함께 평가하였다. An et al. (2020)은 기후기술 감축 분야에서 국가 R&D 사업과 특히 성과를 조사하고, 이를 통해 교통관리 및 생산공정 개선, 에너지 효율화 등의 주제를 우선순위로 설정하여 텍스트 마이닝으로 분석하였다. Lee et al. (2021)은 국내 뉴스 기사와 정부 보도자료를 통해 기후변화와 녹색 정책 이슈를 분석하였으며, ‘기후변화’, ‘녹색’, ‘그린’ 등의 키워드를 활용하여 빈도분석과 토픽모델링을 수행함으로써 언론과 정부가 시대와 정권에 관계없이 이 주제들을 지속적으로 다루고 있음을 확인하였다. Jho and Lee (2021)는 ‘기후변화’를 포함한 국내 뉴스 기사를 LDA 토픽모델링으로 분석하여, UNFCCC와 탄소정보공개프로젝트 같은 범정부적 협약과 기술개발 프로젝트가 뉴스 기사에 큰 영향을 미친다는 것을 확인한 바 있다.

3. 연구방법

3.1. 수집데이터 및 수집방법

기후기술협력 동향을 살펴보기 위해, 기후변화대응에 대한 국제기구 뉴스와 국내 정부 보도자료를 수집하였다. 기후변화대응 관련 국제기구로 UNFCCC, CTCN, GCF의 뉴스 기사를 수집하였으며, 한국 정부의 보도자료(정책브

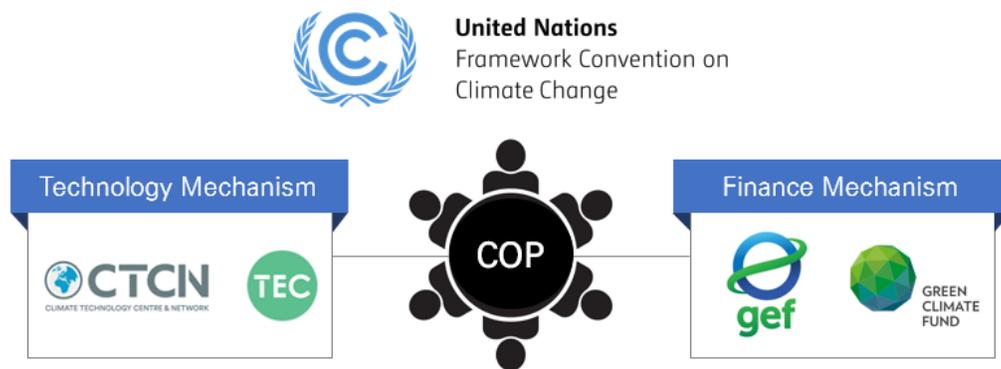


Fig. 1. Organizations of Technology and Finance mechanisms under UNFCCC

리핑)를 수집하였다. 수집기간은 2019년부터 2023년까지 5개년도이며, 온라인 홈페이지를 통한 직접 수집, R 소프트웨어를 활용한 웹 스크래핑(Web Scraping) 방식의 자동 수집으로 진행하였다.

UNFCCC의 뉴스는 UNFCCC 홈페이지에서 제공하는 소식 중 외부 소식을 제외한 주요 뉴스 및 활동 내용을 중심으로 총 731건의 문서를 직접 수집하였다. CTCN의 뉴스 기사는 CTCN 홈페이지에서 제공하는 모든 뉴스 문서를 웹 스크래핑 방식으로 수집하여, 총 436건을 수집하였다. GCF 뉴스 기사는 GCF 홈페이지에서 제공하는 소식 중 외부 언론 뉴스는 제외하고 자체적으로 작성된 뉴스 및 활동 내용을 중심으로 수집하였고, 웹 스크래핑 방식으로 총 321건을 수집하였다. 대한민국 정책브리핑 홈페이지에서 제공하는 정부 부처의 보도자료는 웹 스크래핑 방식으로 수집하였으며, ‘기후변화’, ‘온실가스’, ‘탄소중립’, ‘온난화’, ‘재생에너지’, ‘제로에너지’ 등의 검색 키워드를 통해 1차 도출된 결과를 대상으로 총 10,680건을 수집하였다(Table 1).

3.2. 분석방법 및 절차

본 연구의 전체적인 분석 절차는 Fig. 2와 같다. 먼저, 웹 스크래핑을 바탕으로 채널별로 뉴스 기사 및 정책 동향을 수집하였다. 수집된 텍스트 데이터는 텍스트 마이닝 과정을 거쳐 형태소를 분해한 다음, 주요 키워드를 중심으로 행과 열이 같은 1-mode 매트릭스를 구성하였다. 매트릭스의 행과 열을 무작위로 재배열하는 과정을 거쳐 QAP 상관관계분석을 실시하고, 동시에 매트릭스를 연결망 형태로 구축하여 군집을 분류하였다.

3.2.1. 텍스트 마이닝

텍스트 마이닝이란 자연어로 구성된 비정형 텍스트 데이터에서 숨겨진 패턴 또는 관계를 추출하여 의미 있고 활용 가치가 높은 정보 또는 지식을 찾아내는 분석 기법으로, 자연어처리기술을 기반으로 한다(Choi and Lee, 2020). 시작은 형태소 분리 및 품사 부착(Part-Of-Speech Tagging)으로, 이 과정에서 의미의 최소 구성단위인 형태소의 품사를 태깅하는 작업을 수행하고, 띄어쓰기가 보정된다. 본 연구에서는 형태소 분석을 위해 영문은 NLTK Tokenizer, 국문은 KoNLPy 라이브러리와 Mecab-ko 분석기를 사용하였다. 분석에 사용될 의미 있는 단어들을 선별하기 위해, 불용어(stopwords) 처리와 어간 추출(stemming) 과정을 통해 숫자, 문장부호, 오타자, 중복어, 유사어 등을 정리하였다.

텍스트를 이용하여 주제의 동향이나 맥락을 분석한 선행연구에서는 문서 집합에서 출현빈도가 높은 단어를 추출하고, 동시출현단어의 빈도수를 분석하고 있다(Park et al., 2017). 단어빈도(Term Frequency, TF)는 특정 단어가 문서 집합에서 얼마나 빈번하게 등장하는지를 나타내는 값이나, 한편으로는 문서 집합 내에서 빈번하게 사용되는 것은 그 단어가 흔하다는 것을 의미한다. 따라서, 정보검색과 텍스트 마이닝 분야의 최신 연구들에서는 TF-IDF(Term Frequency Inverse Document Frequency)를 통한 해석을 채택하고 있다. TF-IDF는 문서 내에서 특정 단어의 중요성을 평가하는 방법으로, 문서 내 특정 단어의 빈도수(term frequency)와 여러 문서 내 특정 단어의 빈도수에 역수를 취한 값(inverse-document frequency)를 곱하여 계산한다(Kim et al., 2015; Lee et al., 2021). 수식 (1)은 TF-IDF의 계산 원리를 나타낸 것이다.

Table 1. Data collection information

Classification	Channel	Period	Document volume					Total
			2019	2020	2021	2022	2023	
International organization trends	UNFCCC News	2019.1.1. ~ 2023.12.31.	181	112	165	141	132	731
	CTCN News	2019.1.1. ~ 2023.12.31.	95	119	118	67	37	436
	GCF News	2019.1.1. ~ 2023.12.31.	99	43	57	43	79	321
Korean policy trends	Policy briefing	2019.1.1. ~ 2021.12.31.	1,124	1,508	3,038	4,284	726	10,680

Note: The Korean Policy briefing could not be collected starting from the year 2022 as crawling was prohibited, preventing data acquisition

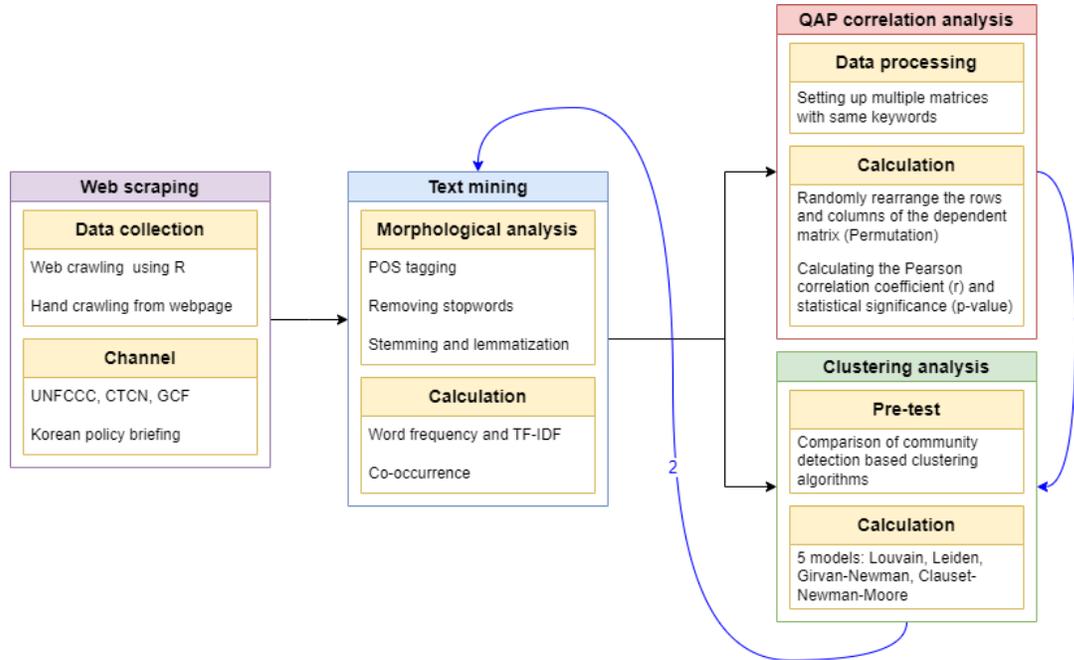


Fig. 2. Data analysis process

Note: The blue line represents the process of analyzing the research results, while the black line represents the process of the data analysis

$$IDF(t, D) = \log_{10} \frac{|N|}{|d \in D: t \in d|}$$

$$TF-IDF = TF \times IDF$$

(1) Formula of TF-IDF

Note: N represents the number of documents in the corpus, t represents a specific word, d represents a specific document, D represents the entire set of documents, and $|d \in D: t \in d|$ is the number of documents in the corpus that contain the specific word t (Lee et al., 2021)

3.2.2. QAP 상관관계분석

QAP 상관관계분석은 네트워크 분석에서 구조적 유사성을 측정하는 방법으로, 동일한 노드로 이루어진 매트릭스 간 상관관계를 검토하기 위하여 대응되는 노드의 배열을 무작위로 재배열하여 통계적 유의성을 검증하는 방법이다(Krackhardt, 1987). 두 매트릭스의 상관관계를 분석할 때, 종속행렬을 무작위로 재배열함으로써 우연에 의해 결정된 것인지를 검증한다(Seo and Kang, 2018). 종속행렬과 독립행렬 간 계수비교를 통해 피어슨 상관계수를 구한 다음, 종속행렬의 행과 열을 무작위로 재배열하는 과정을 거쳐 비교하는 과정을 통해 분석이 수행된다(Kwahk, 2014).

네트워크를 구성하는 키워드(노드)가 동일한 상태에서 키워드 간 연결 관계의 유사성(주제)을 비교하여 상관계수를 도출하기 때문에, 특정 기간 일정한 담론(주제)의 동질성이나 관계성 변화를 확인할 수 있다.

그 예로, Lee (2019)는 세계 대도시들이 어떻게 기후변화에 대응하고 있는지를 이해하기 위해 도시 기후 리더십 그룹(C40 Cities Climate Leadership Group)에 속한 도시들의 세 가지 유형의 상호작용(사회화, 학습, 협력)을 분석하였다. 도시 간 사회화가 어떻게 학습 및 협력 관계에 영향을 미치는지 파악하기 위해 QAP 상관관계분석을 활용하였으며, 이를 통해 사회화 과정이 기후기술 및 정책 전략에 중요한 영향을 미치는 것을 확인하였다. Shi et al. (2020)은 “기후변화”와 “지구온난화” 해시태그를 포함하는 트윗을 수집하여 기후 관련 담론 네트워크를 만들고, QAP 상관관계분석을 수행하였다. 이를 바탕으로, 다양한 기후 개념이 어떻게 연결되며, 그 연결구조가 시간에 따라 어떻게 변화하는지 평가하는 데 사용하였다. 결과적으로, 기후변화 담론이 지구온난화 담론보다 과학적이고 통합적인 관점을 가지고 있었으며, 지구온난화 담론은 정치적 반응을 더 많이 유발하고 현상과의 연결성이 더 크다는 것을 확인하였다.

3.2.3. 네트워크 클러스터링 분석

각 키워드들이 어떻게 다른 키워드들과 관계를 맺는지에 대한 패턴을 분석하기 위해, 커뮤니티 탐지를 통한 클러스터링 분석을 수행하였다. 텍스트 데이터의 클러스터링 분석을 다른 연구에서 공통적으로 활용되는 대표적인 커뮤니티 탐지 모델로는 루베인(Louvain), 레이든(Leiden), 거번 뉴먼(Girvan-Newman)이 있다(Bogomolova et al., 2021; Clemente et al., 2022). 특히, 루베인 알고리즘은 모듈 최적화를 기반으로 하는 휴리스틱 방법으로, 여러 모델 중에서도 네트워크의 군집을 발견하는 정확성과 효율성 측면에서 우수하다고 평가되고 있다(Lancichinetti and Fortunato, 2009; Seo and Cho, 2016, 2020).

Table 2와 같이 본 연구의 데이터에 이러한 알고리즘들을 실제로 적용해본 결과, 평균 군집 수가 루베인 5.15, 레이든 3.00, 클라젯 뉴먼 무어 2.45, 거번 뉴먼 1.10 순으로 나타나, 루베인 알고리즘이 모든 다른 모델들에 비해 주제를 가장 잘 세분화하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구는 python-louvain 라이브러리를 활용하여 네트워크 클러스터링 분석을 수행하였다.

Table 2. Comparison of the average number of clusters for each data source over a five-year period using the community detection models

Source	Louvain	Leiden	Girvan Newman	CNM*
UNFCCC	5.8	4.2	1.4	2.8
CTCN	5.8	3.2	1.0	2.6
GCF	4.8	3.0	1.0	2.8
Policy briefing	4.2	1.6	1.0	1.6

*CNM: Clauset-Newman-Moore

4. 연구결과

4.1. 국제기구 뉴스에 나타난 기후기술 협력 동향

기후기술 협력에 대한 기후변화대응 국제기구들의 보도 동향을 살펴보기 위해, 본 연구에서는 2019년도부터 2023년도까지 UNFCCC, CTCN, GCF의 뉴스 기사를 대상으로 주요 키워드를 추출하였다. 답변 구조의 변화를 거시적으로 확인하기 위해 주제어들을 네트워크로 형태로 구축한

다음, 5개년도의 키워드 네트워크를 토대로 QAP 상관관계분석을 실시하였다. 피어슨(Pearson) 상관계수를 사용하였으며, 5,000번의 재배열(permutation)을 거쳤다.

여러 토픽에 걸쳐 키워드가 분포되는 토픽모델링과 달리, 네트워크의 클러스터링 분석은 모든 키워드가 동시에 하나의 군집에만 속하게 된다. 따라서, 주제 분포를 보다 명확하게 확인할 수 있다. 본 연구에서는 커뮤니티 탐지 모델 중에서 가장 세분화된 토픽을 많이 도출해낸 루베인 분석모델을 채택하였다(Table 3).

Table 3. Hierarchical clustering analysis model derivation results

Source	Model	2019	2020	2021	2022	2023
UNFCCC	Louvain	4	10	6	4	5
	Leiden	3	11	3	2	2
	Girvan Newman	1	3	1	1	1
	Clauset-Newman -Moore	3	4	3	2	2
	Louvain	6	6	6	4	7
CTCN	Leiden	4	4	3	3	2
	Girvan Newman	1	1	1	1	1
	Clauset-Newman -Moore	3	3	2	2	3
GCF	Louvain	6	5	5	4	4
	Leiden	4	2	3	3	3
	Girvan Newman	1	1	1	1	1
Policy briefing	Clauset-Newman -Moore	3	2	3	3	3
	Louvain	5	4	3	5	4
	Leiden	2	1	1	2	2
	Girvan Newman	1	1	1	1	1
Policy briefing	Clauset-Newman -Moore	2	1	1	2	2

결과 해석에서 단순 출현 빈도수만을 고려하여 주요 키워드를 선정하는 경우, 맥락 내에서 중요하지 않은 단어가 빈번하게 나타날 수 있다. 이에 본 연구에서는 빈도의 절대적인 개념보다는 상대적인 개념인 Term Frequency Inverse Document Frequency(이하 TF-IDF)를 채택하여, 최대 상위 100개의 키워드를 추출하였다. 추출한 100개 키워드 내에서도 TF-IDF 5.0 미만의 키워드(climate, change, earth, planet 등)는 일상적인 단어라고 판단하여 주요 주제로 간주하지 않았다.

4.1.1. UNFCCC 뉴스에 나타난 기후기술 협력 동향

4.1.1.1. 주제 변화 분석

기후기술 협력에 대한 뉴스 내용의 구조적 변화를 살펴본 결과, 2021년부터 2023년까지 $r=0.7$ 이상의 높은 상관관계가 관찰되었다(Table 4). 상관계수가 가장 높게 나타난 연도는 2021년과 2022년 $r=0.864^{***}$ 이며, 다음으로 2022년과 2023년 $r=0.797^{***}$, 2019년과 2021년 $r=0.739^{***}$ 으로 나타났다. 2020년이 포함되면 상관관계는 $r=0.237^* \sim 0.494^{***}$ 로 낮아졌는데, 이는 기후기술 협력에 있어 코로나19로 인한 주제적 변화의 영향으로 해석된다.

주요 토픽 추출을 위해, 루비인 알고리즘을 바탕으로 클러스터링 분석을 수행한 결과, 2020년도에 10개, 2021년도에 11개로 가장 많은 군집으로 분류되고, 2019년과 2022년이 모두 4개의 군집으로 분류되었다. 이는 QAP 상관관계분석의 결과와 유사한데, 코로나19의 영향이 미치는 2020년과 2021년에는 UNFCCC 뉴스에서 기후변화 외에도 다양성 주제들이 많이 나타났고, 2019년과 2022년에는 비교적 주제의 일관성이 높았다는 것을 시사한다.

4.1.1.2. 세부내용 변화 분석

Table 5와 같이 UNFCCC 뉴스에 나타난 시기별 주요 주제와 주제 변화 동향을 살펴본 결과, 전반적으로 에너지(재생에너지, 열에너지, 에너지배출), 금융(투자), 기후변화 대응 및 복원력(자연재해, 회복력, 협업, 지속가능성), 정부의 역할(정부, 정책, 지원)과 관련된 주제가 공통적으로 중요하게 다루어졌다. 연도별 주제 보도의 차이에 집중하여 살펴보면, 2019년도에는 지속가능발전목표(SDGs)의 관점에서 여성(130.57) 및 해양(64.08)과 관련된 다양한 주제가 강조되었다. 여성 참여를 통한 사회적 투자, 교육, 건강, 파트너십 구축, 생물다양성 보호, 기술 활용 등의 주제가 포함되었으며, 해양 보존과 지속가능한 어업, 해양 에너지 개발에 대한 투자 등의 주제가 포함되었다.

2020년도에는 기후기술 협력에 대한 내용보다는 코로나

19 대유행(25.44)으로 인한 회복, 위험 관리, 질병 대응, 팬데믹 대비가 강조되면서, 상대적으로 기후변화에 대한 이슈가 덜 부각되었다. 또한, 재생에너지(7.82)와 관련된 주제도 주요 주제로 나타났는데, 배출량 감소, 기술혁신, 탄소 중립, 재생에너지 투자, 전기차 도입, 교토프로토콜 이행 등의 주제가 포함되었다. 2021년도에는 온실가스(162.01)와 국제협력(105.02)을 통한 자원관리(148.15)와 관련된 주제가 강조되었다. 이는 기후변화 대응의 긴밀한 국제협력의 필요성을 반영한 것으로 해석될 수 있다. 온실가스와 관련된 세부 주제로 배출량 감소, 기온 관리, 이산화탄소 감축이 나타났으며, 국제협력 주제에서는 금융 지원, 정부 협력, 에너지 안정성, 재해 대응, 생태계 보호, 농업과 수자원 관리, 기상 변화와 같은 세부주제가 나타났다.

2022년에는 개발도상국(229.76)과 기후변화 대응기술(213.25) 관련 주제가 강조되었다. 개발도상국 주제에서는 물 관리, 여성 참여, 경제 발전, 기금 지원, 자원 보호, 식품 생산, 재난 대응, 교육과 투자와 같은 세부주제가 나타났으며, 기후변화 대응기술 주제에서는 에너지 생산 및 사용, 배출량 관리, 해양 보호, 건물 에너지 효율, 신재생 에너지, 물 관리, 탄소중립, 농업의 지속가능성이 다루어졌다. 2023년에는 태양에너지(100.24)를 비롯한 신재생 에너지 정책, 기금 지원, 배출량 감소, 지속가능성, 기술개발, 경제적 효과, 건물 에너지 효율, 온실가스 감축과 같은 주제가 다루어졌다.

4.1.2. CTCN 뉴스에 나타난 기후기술 협력 동향

4.1.2.1. 주제의 형태 변화 분석: QAP 상관관계분석과 클러스터링

2019년과 2021년 $r=0.795^{***}$, 2022년과 2023년 $r=0.793^{***}$, 2021년과 2022년 0.765^{***} 순으로 높은 상관관계가 관찰되었다(Table 6). 전반적으로 모든 연도의 피어슨 상관계수가 $r=0.51 \sim 0.79$ 를 상회하므로, CTCN의 기후기술 협력 관련 핵심 논의는 비교적 매년 일관성 있게 유

Table 4. QAP correlation analysis of UNFCCC

	2019	2020	2021	2022	2023
2019	1.000				
2020	0.364*	1.000			
2021	0.739***	0.237*	1.000		
2022	0.627***	0.291*	0.864***	1.000	
2023	0.533**	0.494***	0.661***	0.797***	1.000

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Table 5. Top 30 Key keywords related to climate technology cooperation in UNFCCC news

2019		2020		2021		2022		2023	
word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf
women	130.57	emission	27.53	emission	187.92	energy	490.48	energy	397.68
forest	110.96	technology	25.44	finance	207.25	emission	374.26	finance	313.00
food	102.27	COVID19	25.44	government	140.57	finance	372.79	fund	386.48
investment	96.34	recovery	25.44	energy	272.18	ocean	370.75	emission	270.44
education	95.05	finance	23.03	resilience	162.53	government	278.64	LDC	238.32
land	89.98	carbon	23.03	carbon	169.39	building	266.07	sustainability	247.51
finance	88.80	risk	20.72	GHG	162.01	resilience	261.85	technology	261.74
building	71.49	compliance	16.88	fund	292.79	renewables	240.52	government	175.04
government	68.81	building	16.88	temperature	126.16	water	232.10	resilience	171.89
infrastructure	64.76	price	12.88	economy	110.03	LDC	229.76	economy	184.07
sea	64.08	footprint	12.88	investment	149.35	women	222.97	renewables	203.99
economy	63.66	resilience	12.88	policy	133.20	forest	220.78	policy	188.81
health	63.25	investment	12.88	building	140.91	technology	213.25	environment	182.37
disaster	62.67	coal	7.82	ocean	230.75	sustainability	207.10	resource	148.15
resilience	62.17	education	7.82	COVID19	111.30	economy	202.98	building	137.50
energy	61.64	transport	7.82	technology	139.70	temperature	201.37	GHG	146.09
deforestation	60.16	disease	7.82	nature	151.00	carbon	191.04	carbon	146.69
waste	59.50	meat	7.82	disaster	223.98	fund	188.28	women	193.92
fund	56.28	protection	7.82	collaboration	105.02	GHG	183.28	ocean	216.11
CO2	55.25	cost	7.82	CO2	115.34	resource	177.82	food	162.80
partnership	53.37	plan	7.82	resource	94.98	weather	165.42	collaboration	116.52
ocean	52.89	renewables	7.82	forest	191.39	food	158.50	AI	153.83
biodiversity	51.95	agriculture	7.82	coal	170.64	CO2	156.49	water	145.90
nature	51.89	kyotoprotocol	7.82	environment	103.57	agriculture	154.33	forest	175.99
heating	51.63	deforestation	7.82	food	143.67	coal	153.85	vulnerability	118.99
policy	51.02	partnership	7.82	ecosystem	115.31	policy	153.57	temperature	114.96
technology	50.73	economy	7.82	agriculture	135.77	disaster	151.33	investment	117.23
carbon	49.97	ratification	7.82	water	144.94	education	146.06	fossilfuel	120.64
environment	49.79	support	7.82	pandemic	86.77	investment	143.74	agriculture	101.73
transport	49.11	environment	7.82	weather	112.21	biodiversity	135.06	solar	100.24

Table 6. QAP correlation analysis of CTCN

	2019	2020	2021	2022	2023
2019	1.000				
2020	0.516**	1.000			
2021	0.795***	0.674**	1.000		
2022	0.647***	0.533**	0.765***	1.000	
2023	0.636***	0.551***	0.678***	0.793***	1.000

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

지되고 있다고 할 수 있다. 클러스터링 분석 결과에서도 2019년, 2020년, 2021년의 CTCN 뉴스데이터에서는 각각 6개의 군집이 도출되었으며, 2022년에는 4개, 2023년에는 7개의 군집이 나타났다. 또한, CTCN의 전 연도 군집(주제) 수에 대한 표준편차는 0.98인데 반해, 앞서 분석한 UNFCCC의 표준편차는 2.23이므로, CTCN 뉴스 주제의 분포가 비교적 더 일관성 있게 나타났다고 볼 수 있었다.

4.1.2.2. 세부내용 변화 분석: 텍스트 마이닝
CTCN 뉴스에 나타난 시기별 주요 주제와 주제 변화

동향을 살펴본 결과, 에너지와 기술이 지속적으로 중요한 주제로 유지되었다(Table 7). 여러 연도에서 태양에너지, 수소에너지, 재생에너지, 전력과 같은 키워드가 주요 주제로 나타났으며, 2022년 이후부터 블록체인, 디지털, 인공지능도 주요 주제로 등장하고 있었다.

2019년도에는 SDGs의 관점에서 성별(145.38), 여성(119.40)과 같은 영역이 강조되었다. 관련하여 정책, 지원, 사업, 교육, SDGs, 협업과 같은 세부주제를 확인하였는데, 기후기술 분야에서 여성들이 평등하게 참여하고 차별 없이 혜택을 누리도록 하는 정책이나 지원 사업, 교육

Table 7. Top 30 Key keywords related to climate technology cooperation in CTCN news

2019		2020		2021		2022		2023	
word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf
energy	232.23	technology	298.76	energy	308.49	technology	171.98	hydrogen	136.10
technology	198.53	energy	293.64	technology	297.96	water	153.15	technology	124.85
gender	145.38	women	174.57	water	164.01	energy	143.77	water	115.92
women	119.40	food	169.76	women	160.28	gender	117.82	energy	112.92
policy	115.02	water	158.70	gender	154.47	sustainability	98.75	gender	106.08
carbon	90.62	emission	138.41	policy	122.71	environment	96.34	solar	82.54
emission	89.76	carbon	127.14	environment	115.88	agriculture	93.19	food	80.58
environment	84.47	waste	125.90	building	114.76	blockchain	86.86	women	75.85
finance	84.47	policy	124.88	finance	108.10	digital	83.02	AI	75.37
water	82.48	gender	124.48	fund	106.91	building	82.82	agriculture	72.43
support	81.44	fund	122.09	support	106.22	policy	82.54	sustainability	70.08
business	79.56	biogas	115.40	waste	103.18	TEC	82.35	digital	70.05
government	75.23	government	105.91	carbon	101.59	resource	77.80	drought	68.87
eco	74.81	nature	102.57	emission	100.97	partnership	75.61	resource	64.72
building	72.74	environment	99.90	government	94.68	waste	75.49	LDC	62.87
GHG	67.84	building	97.91	efficiency	93.70	emission	75.18	building	61.71
soil	65.60	heat	96.16	partnership	92.69	support	73.91	environment	60.30
cooperation	64.63	efficiency	95.47	flood	91.34	food	71.52	carbon	58.95
economy	63.21	business	81.84	resilience	88.93	LDC	70.87	farmer	55.62
fund	63.11	COVID19	81.12	resource	88.00	finance	64.49	network	52.20
partnership	61.68	resource	80.72	investment	85.20	TNA	61.67	training	50.56
hydrogen	61.00	ecosystem	75.12	agriculture	84.09	groundwater	59.31	TEC	49.12
renewables	57.91	infrastructure	75.12	food	77.24	transport	54.50	policy	48.52
SDGs	57.42	partnership	73.41	COVID19	76.16	fund	53.59	collaboration	47.07
transport	56.99	collaboration	72.55	GHG	75.24	collaboration	46.97	finance	46.03
resource	55.80	CO2	68.83	ecosystem	72.90	carbon	43.73	waste	45.81
training	52.30	finance	68.38	SDGs	72.45	government	43.34	renewables	44.24
collaboration	50.58	pandemic	60.10	infrastructure	72.08	farmer	42.45	partnership	39.71
agriculture	48.02	GHG	59.10	collaboration	71.58	weather	42.45	infrastructure	38.03
agroforestry	44.29	health	55.80	business	69.08	GHG	40.63	emission	36.77

등의 다양한 측면에서 차별을 줄이고 여성의 기술적 역량을 높이기 위한 전 세계적 노력을 반영하는 결과로 해석된다. 2020년도에는 코로나19, 팬데믹, 건강과 같은 코로나19(81.12) 대응 관련 주제가 강조되었는데, 이는 급격한 환경 변화에 대한 기후기술 협력의 관점에서의 대응 필요성을 시사한다. 세부적으로 의료 시스템 및 치료에 대한 효과적인 협력, 정부 사업, 사회 경제적 파급 효과, 디지털 기술 및 전환이 다루어졌으며, 코로나19 대응과 동시에 환경 위기에 대한 대응과 지속 가능한 방안이 강조되었다.

2021년도에는 지속가능한 물(164.01) 관리 주제가 특징적으로 나타났는데, 물, 효율성, 홍수, 복원력, 지속가능성, 기술과 같은 연관 키워드의 등장을 통해, 수자원 관리와 홍수 대비, 기후변화에 대한 복원력 강화, 수자원 관리 기술이 강조되었다. 전반적으로, 2019년, 2020년에도 강조되었던 여성, 환경 보전, 정부 및 비즈니스 협력, 식량 안보, 코로나19 대응, 탄소 감축과 관련된 키워드들이 2021년도에도 지속적으로 핵심 주제어로 나타났다. 2022년도와 2023년도에는 디지털 기술 관련 주제가 부각되었다. 2022년도에는 블록체인(86.86), 디지털(70.05), 스마트(26.13), 2023년도에는 인공지능(75.37), 디지털(70.05), 스마트(20.02)가 주요 키워드로 나타남에 따라, 혁신적인 기술의 도입이 기후기술 협력의 주요 트렌드 중 하나로 점차 강조되고 있음을 알 수 있었다.

4.1.3. GCF 뉴스에 나타난 기후기술 협력 동향

4.1.3.1. 주제의 형태 변화 분석: QAP 상관관계분석과 클러스터링

GCF 뉴스에서도 앞선 UNFCCC와 유사하게, 모든 연도에서 2020년도와의 상관관계가 가장 낮게 나타났다 (Table 8). 각각 2019년 $r=0.469^{***}$, 2021년 $r=0.488^{***}$, 2022년 0.436^{***} , 2023년 0.410^{***} 과 같다. 다른 국제기구들과 달리, GCF의 경우 2020년도를 제외한 나머지 연도

의 피어슨 상관관계수가 $r=0.70 \sim 0.85$ 를 상회하므로, GCF는 코로나19 확산 시기인 2020년도를 제외하고는 기후기술 협력과 관련하여 비교적 일관된 주제 동향을 보였다고 할 수 있다. 클러스터링 분석 결과를 살펴보면, 2019년 6개, 2020년과 2021년 5개, 2022년과 2023년 4개의 군집이 도출되었다. 군집(주제)의 수가 시간이 지날수록 근소하게 감소했으나, GCF의 표준편차는 0.78이므로 실질적으로 UNFCCC(2.23)나 CTCN(0.98)보다 낮았다. 따라서, 국제기구 뉴스 중에서 가장 일관된 주제 분포 경향을 보였다고 할 수 있다.

4.1.3.2. 세부내용 변화 분석: 텍스트 마이닝

GCF 뉴스에 나타난 시기별 주요 주제와 주제 변화 동향을 살펴본 결과, 특징적으로 기금, 금융, 투자와 같은 키워드들이 모든 연도에서 최상위권에 등장하였다(Table 9). 이는 기후 금융 및 투자에 대한 지속적 관심으로 볼 수 있었으며, 에너지 기술을 지원하고 발전시키는 데 필요한 금융 투자 및 지원에 대해 활발하게 논의되고 있음을 시사한다.

2019년도에는 에너지 정책(219.99, 84.15), 산림(128.05) 및 자원 보호(106.99)와 같은 주제가 특징적으로 나타났다. 에너지 정책과 관련하여 정책, 정부, 기술, 인프라와 같은 연관 키워드의 등장을 통해, 정부의 역할, 기술의 도입, 에너지 인프라에 대한 논의 및 계획 수립이 강조되었음을 확인하였다. 또한, 숲, 산림, 자원, 생태계, 온실가스, 탈산림화와 같은 키워드의 등장을 통해, 자연 생태계와 자원 보호에 대한 논의를 확인하였다. 2020년도에는 시의적 이 슈인 코로나19(88.55)와 관련하여 정부 정책, 팬데믹 대응, 건강이 세부주제로 나타났으며, 여성(52.68)과 관련하여 폭력, 지원, SDGs, 고용과 같은 키워드가 함께 등장하며, SDGs 관점에서 여성의 사회적 참여 및 지원에 대한 논의를 확인할 수 있었다.

2021년도에도 코로나19(103.32), 팬데믹(68.99)으로 인한 긴급 대응 및 회복이 주요 주제로 나타났다. 이와 함께

Table 8. QAP correlation analysis of GCF

	2019	2020	2021	2022	2023
2019	1.000				
2020	0.469***	1.000			
2021	0.858***	0.488***	1.000		
2022	0.701***	0.436***	0.750***	1.000	
2023	0.708***	0.410**	0.801***	0.770***	1.000

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Table 9. Top 30 Key keywords related to climate technology cooperation in GCF news

2019		2020		2021		2022		2023	
word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf
energy	219.99	finance	101.83	finance	157.16	fund	261.35	fund	599.98
finance	187.26	policy	89.83	fund	155.31	finance	250.40	finance	592.07
investment	177.61	COVID19	88.55	support	126.38	investment	210.59	investment	413.67
fund	166.77	recovery	75.85	forest	120.89	resilience	159.28	water	390.92
forest	128.05	investment	74.79	energy	113.93	ecosystem	119.98	resilience	389.23
support	112.74	technology	65.78	investment	109.95	agriculture	117.90	support	379.19
resilience	110.48	fund	62.75	COVID19	103.32	sustainability	105.29	health	321.51
agriculture	107.91	pandemic	56.99	water	90.22	policy	104.76	LDC	283.01
resource	106.99	energy	55.56	resilience	82.38	water	95.74	vulnerability	261.77
government	106.35	women	52.68	recovery	78.82	technology	94.88	bank	243.51
emission	106.03	emission	48.52	pandemic	68.99	emission	93.75	sustainability	216.22
water	104.62	resilience	44.75	emission	68.63	CO2	89.27	agriculture	184.42
food	85.98	environment	41.79	technology	60.80	energy	87.33	food	179.11
carbon	84.75	government	41.59	carbon	58.80	environment	86.19	government	173.69
policy	84.15	violence	36.89	environment	56.68	forest	85.17	energy	171.64
electricity	74.57	CO2	36.83	agriculture	53.43	food	81.31	environment	165.64
partnership	73.99	support	36.83	policy	48.29	government	77.98	forest	162.81
environment	73.72	ecosystem	36.54	government	46.96	support	77.98	ecosystem	148.07
economy	73.46	partnership	35.35	infrastructure	46.78	ocean	67.05	infrastructure	146.93
CO2	71.24	carbon	33.48	food	42.13	fishery	66.97	children	141.92
deforestation	70.95	sdgs	32.95	CO2	40.84	capital	62.35	technology	139.03
ecosystem	69.31	forest	32.83	ecosystem	40.54	carbon	61.00	economy	130.54
technology	59.47	job	32.77	GHG	32.38	marine	49.56	policy	120.97
infrastructure	56.64	water	28.49	sea	30.06	methane	47.86	building	119.96
GHG	53.15	temperature	26.27	weather	30.06	biodiversity	37.96	CO2	118.43
forestry	48.37	health	25.90	disaster	29.36	forestry	36.90	future	115.85
health	45.41	deforestation	24.95	drought	24.18	governance	29.46	emission	114.84
loan	41.59	food	24.36	hazard	24.18	hydrogen	25.19	cost	108.27
land	41.69	agriculture	23.31	hurricane	22.60	solar	24.55	renewables	85.64
hydromet	41.63	debt	22.18	cost	21.35	cleanenergy	23.44	education	80.81

Table 10. QAP correlation analysis of policy briefing

	2019	2020	2021	2022	2023
2019	1.000				
2020	0.818***	1.000			
2021	0.450**	0.633***	1.000		
2022	0.637***	0.713***	0.852***	1.000	
2023	0.559***	0.649***	0.788***	0.942***	1.000

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

금융, 자금 지원, 기술이 함께 등장하면서 팬데믹 대응과 회복에 있어서 금융 및 자금 지원, 기술의 역할이 강조되었다. 또한, 재해(29.36), 기상(30.06), 가뭄(24.18), 위험(24.18), 태풍(22.60)과 같은 키워드를 통해 기후재난과 이에 대한 대응에 대한 논의를 확인할 수 있었다.

2021년부터 2023년도까지는 기후 관련 자금 및 투자, 기후탄력성 및 지속가능성, 정책과 기술에 대한 주제가 공통 주제로 논의되었다. 2022년에는 농업 및 생태계 보전(농업, 임업, 농부, 식품, 생태계, 생물다양성), 청정에너지 기술(청정에너지, 태양광, 수소, 기술)이 주요 주제로 부각되었으며, 2023년에는 개발도상국 지원(개발도상국, 취약성, 은행, 지원, 건강, 자금, 투자, 금융, 어린이, 교육), 환경과 에너지 전환 정책(환경, 지속가능성, 숲, 생태계, 재생에너지, 에너지, 정부, 인프라, 정책)이 주요 주제로 나타났다.

4.2. 국내 정책 자료에 나타난 기후기술 협력 동향

4.2.1. 주제의 형태 변화 분석: QAP 상관관계분석과 클러스터링

국내 정책브리핑 사례의 경우, 2019년~2020년 $r = 0.818^{***}$, 2020년~2021년 $r = 0.633^{***}$, 2021년~2022년 $r = 0.852^{***}$, 2022년~2023년 $r = 0.942^{***}$ 와 같이, 시간이 지날수록 전년도와 그 다음 연도의 상관관계가 점차 높아졌다(Table 10). 국제기구들의 사례에서 코로나19 발생기인 2020년도가 다른 연도들과 상관관계가 가장 낮았던 데 비해, 정책브리핑에서는 이러한 경향이 두드러지게 나타나지 않았다. 2019년과 2021년의 상관계수가 $r = 0.450^{**}$ 으로 가장 낮았으며, 2020년도와 다른 연도의 관계는 모두 $r = 0.6 \sim 0.7$ 을 선회하였다. 그럼에도 불구하고, 바로 연속된 다른 연도들끼리의 상관계수보다 2020년과 2021년의 상관계수가 상대적으로 낮으므로, 코로나19에 의한 주제적 변화 가능성을 고려할 수 있을 것이다. 클러스터링 분석 결과를 살펴보면, 2019년 5개, 2020년과 4개, 2021년 3개, 2022년 5개, 2023년 4개의 군집이 도출되었다. 국내 정책브리핑의 주제 개수에 대한 표준편차는 0.75로, 국제기구들의 뉴스에서 나타난 표준편차보다 낮으므로, 본 연구의 모든 사례 중에서 가장 일관된 주제 분포 경향을 보였다.

4.2.2. 세부내용 변화 분석: 텍스트 마이닝

Table 11과 같이 국내 정책브리핑에 나타난 시기별 주

요 주제와 주제 변화 동향을 살펴본 결과, 모든 시기에서 수소에너지, 신재생에너지, 전력, 원자력, 태양광과 같은 에너지 기술 관련 키워드들이 모든 연도에서 상위 주제로 등장하였다. 이는 국가 차원에서 지속가능한 에너지 정책의 중요성이 강조되고 있으며, 다양한 에너지 자원과 기술에 대한 관심이 유지되고 있다는 것을 시사한다. 또한, 디지털(스마트) 기술과 관련된 키워드들도 지속적으로 주요 주제로 나타났는데, 이는 스마트 그리드, 스마트 에너지 저장 기술 등 디지털 기술을 통한 효율화(에너지 소비 모니터링, 디지털 플랫폼 및 인프라 구축 등)와 관련된 관심으로 해석될 수 있을 것이다.

국내 정책브리핑의 경우, 앞서 분석한 주제 보도의 일관성 정도가 주요 국제기구 뉴스들보다 높은 것을 확인하였다. 5개년도 정책브리핑에 나타난 주요 주제를 살펴보면, 코로나19가 성행하였던 2020년도와 2021년도를 제외하고는 에너지 기술 및 자원, 환경, 탄소감축과 같은 주제어들이 모든 연도에서 중점적으로 나타났다. 2020년에는 코로나19(6697.69)에 발생에 따라 규제(5145.19), 디지털(4995.67), 제도(4201.68) 차원에서 집중적으로 논의가 이루어졌다면, 2021년도에는 교육(10024.98), 스마트(9742.56), 디지털(9650.86), 식품(6159.57), 보건(5014.20) 등의 코로나19로 인해 변화한 환경에 대한 다양한 차원의 적응 방안에 대해 중점적으로 논의되었다.

4.3. 국내·외 기후기술 협력 동향 비교·분석

4.3.1. 기구별 동향

UNFCCC, CTCN, GCF는 기후 문제에 대응하기 위한 국제기관으로, 공통적인 목표를 공유하지만 목표를 이루기 위한 방식과 역할에서 차이를 보였다. 또한, 키워드의 주제 분석 결과가 국제기구의 특성을 반영하고 있다는 사실을 확인할 수 있었다. UNFCCC는 기후변화로 인해 발생하는 부정적 영향을 직접적으로 체감하는 소외 및 취약 계층의 상황을 고려하여 정책 수립 및 협력사업을 추진하는 기관이다(Lee and Oh, 2020). 또한, CTCN은 유엔기후변화협약 기술 매커니즘 중 이행을 담당하는 기구로, 개발도상국 요청에 근거한 기술지원, 기후기술 정보 공유 및 확산, 기후기술 관련 이해관계자 간 네트워크 구축 및 협력 강화와 같은 업무를 수행한다(Oh et al., 2019). 본 연구의 분석 결과에서도 이러한 국제기구들의 특성이 어느 정도 반영되어, UNFCCC와 CTCN의 뉴스에서 여성과 빈곤(취약계층)에 대한 지원과 같은 SDGs 관련 영역의 주

Table 11. Top 30 Key keywords related to climate technology cooperation in policy briefing

2019		2020		2021		2022		2023	
word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf	word	tf-idf
energy	8009.92	energy	10925.19	carbon	26538.17	carbon	9908.65	carbon	9290.96
technology	7135.60	technology	10425.73	technology	23508.03	technology	9375.05	technology	8121.74
environment	4949.77	hydrogen	8149.07	energy	18544.39	energy	9251.22	energy	7930.62
forest	4232.88	environment	7684.81	environment	17568.28	environment	8865.90	environment	6875.53
hydrogen	3811.24	COVID19	6697.69	forest	17075.53	hydrogen	6447.19	hydrogen	5666.40
renewables	3226.25	forest	6404.34	hydrogen	15497.34	forest	6110.16	forest	4739.72
smart	3218.42	smart	5870.80	COVID19	10533.10	mitigation	5051.71	green	4627.64
GHG	3023.98	carbon	5576.57	education	10024.98	GHG	4515.74	GHG	4145.73
regulation	3014.23	green	5276.97	finance	9851.55	green	4461.83	emission	3761.54
nuclear	2972.02	regulation	5145.19	electricity	9827.43	resource	4438.58	electricity	3397.83
sea	2843.52	digital	4995.67	green	9805.64	emission	3830.88	renewables	2723.78
emission	2686.03	electricity	4958.81	smart	9742.56	nuclear	3569.56	regulation	2314.34
electricity	2635.41	renewables	4310.90	resource	9695.65	water	2921.38	eco	2241.72
mitigation	2560.37	policy	4201.68	digital	9650.86	education	2894.83	education	2185.25
solarpower	2549.31	resource	4081.79	sea	9384.22	eco	2885.67	digital	2084.27
finedust	2526.87	finance	4061.03	regulation	9219.08	ecosystem	2878.62	ecosystem	1999.38
resource	2420.49	emission	3962.72	eco	9200.74	digital	2560.15	bio	1924.24
education	2214.49	localgov	3940.33	mitigation	9193.59	renewables	2518.25	cleanenergy	1844.16
trade	2159.98	solarpower	3908.54	emission	8406.72	localgov	2497.18	agriculture	1816.01
law	2003.69	GHG	3834.61	GHG	8327.16	agriculture	2283.16	solarpower	1734.73
finance	1876.87	sea	3735.96	SMEs	7000.65	sea	2233.70	chemistry	1651.75
ecosystem	1827.04	water	3733.25	water	6901.72	food	2210.85	plastic	1606.92
eco	1787.02	eco	3720.08	renewables	6664.29	waste	2165.32	air	1598.38
localgov	1768.71	mitigation	3668.61	food	6159.57	air	2105.35	car	1556.26
carbon	1728.75	trade	3592.76	ecosystem	5793.61	law	2000.56	nuclear	1462.97
agriculture	1687.24	ecosystem	3553.36	agriculture	5563.32	smart	1950.12	localgov	1447.36
building	1630.99	education	3521.68	recovery	5295.45	plastic	1948.74	law	1433.20
green	1566.42	job	3258.91	solarpower	5155.47	finance	1790.71	food	1426.61
transport	1529.66	SMEs	3215.80	health	5014.20	bio	1721.19	battery	1405.48
coal	1478.58	windpower	2900.67	law	4884.97	farming	1718.23	semiconductor	1402.91

제어들이 모든 연도에서 주요 주제로 도출되었다.

GCF는 UNFCCC 재정 매커니즘의 운영 기구로, 개도국의 기후변화 대응 사업을 지원하고 정책을 수립하는 데 필요한 재정을 지원하는 기관이다(Lee and Oh, 2020). 본 연구의 결과에서도 개발도상국, 자금, 투자, 금융, 인프라와 같은 키워드가 GCF에서 집중적으로 나타남에 따라, GCF가 기후기술의 재정적 지원을 역할을 수행하고 있음을 확인할 수 있었다. 대한민국 정책브리핑은 한국 정부에서 주관, 운영하는 포털사이트로, 기후기술과 관련해서는

에너지 기술 및 자원에 대한 정책을 특화하여 다루고 있었다. 이는 기후변화와 관련하여 지속가능한 에너지 개발에 대한 정부의 강력한 의지를 반영하는 결과일 것이다.

4.3.2. 내용별 동향

앞선 분석에서 텍스트 마이닝을 통해 UNFCCC, CTCN, GCF, 국내 정부의 기후기술 국제협력 관련 보도 내용에 대한 주요 주제어를 도출하였다. 이 정보를 활용하여 전문가 3명의 논의를 거친 후, ‘감축(mitigation)’, ‘적응

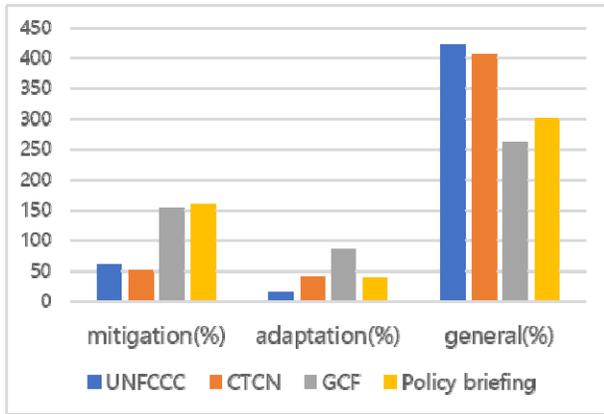


Fig. 3. Aggregated ratios of mitigation, adaptation, and general keywords by channel

(adaptation)', '감축과 적응 모두에 해당(both)', '그 외 일반(general)'으로 주요 키워드들을 분류하였다. 감축과 적응 모두에 해당되는 경우, 값을 2로 나누어 감축, 적응에 각각 합산하였다(Fig. 3). 분류 결과를 바탕으로 전체 연도의 평균 비율과 표준편차를 계산하였다(Table 12).

감축과 관련된 보도는 국내 정책브리핑(31.95%), GCF (28.00%), UNFCCC(12.36%), CTCN(10.40%) 순으로 많이 다루어졌다. 이는 기후변화의 주요 대응 전략으로서 한국 정부에서 활발하게 온실가스 감축 관련 정책 및 사업을 지원하고 있다는 사실을 반영하며, GCF가 기후변화 대응을 위한 자금 지원과 관련하여 감축 프로젝트(신재생 에너지, 에너지효율화, 산림보전 등)를 중점 지원하고 있다는 사실을 반영하는 결과로 볼 수 있다. 적응과 관련된

Table 12. Distribution of mitigation, adaptation, and general keywords ratio

channel	year	mitigation(%)	adaptation(%)	general(%)
UNFCCC	2019	6.67	3.33	90.00
	2020	17.24	0.00	82.76
	2021	16.00	8.00	76.00
	2022	11.54	0.00	88.46
	2023	10.34	3.45	86.21
	Average	12.36	2.96	84.69
	SD	2.98	2.90	5.00
CTCN	2019	16.00	12.00	72.00
	2020	10.00	8.00	82.00
	2021	8.00	10.00	82.00
	2022	10.00	4.00	86.00
	2023	8.00	8.00	84.00
	Average	10.40	8.40	81.20
	SD	2.83	2.73	4.96
GCF	2019	30.43	17.39	47.83
	2020	30.00	14.00	52.00
	2021	26.67	13.33	53.33
	2022	28.57	14.29	52.38
	2023	24.32	13.51	56.76
	Average	28.00	14.50	52.46
	SD	2.40	1.48	2.89
Policy briefing	2019	33.33	9.52	57.14
	2020	31.25	8.33	60.42
	2021	30.77	7.69	61.54
	2022	32.14	7.14	60.71
	2023	32.26	6.45	61.29
	Average	31.95	7.83	60.22
	SD	0.88	1.05	1.46

보도는 GCF(14.50%), CTCN(8.40%), 국내 정책브리핑(7.83%), UNFCCC(2.96%) 순으로 많이 다루어졌다. 이는 GCF가 기후적응과 감축 프로젝트를 모두 활발하게 지원하고 있으며, 특히 다른 국제기구들보다도 적응 프로젝트에 집중하고 있을 수 있다는 가능성을 시사한다. 또한, 국내 정책브리핑과 GCF의 경우, 표준편차도 다른 기구들에 비해 작게 나타났기 때문에 보도 패턴의 일관성이 높다고 할 수 있을 것이다.

그 외 일반적인 보도는 UNFCCC(84.69%), CTCN(81.20%), 국내 정책브리핑(60.22%), GCF(52.46%) 순으로 많이 나타났다. 이는 UNFCCC가 기후 정책과 기후변화 대응을 촉진하는 기구로서 다양한 이니셔티브를 주도하고 있기 때문으로 추론된다. 또한, CTCN은 새로운 기후기술의 전파와 도입을 촉진하는 역할을 수행하므로, 혁신적이고 지속가능한 신기술들을 소개하는 과정에서 다양한 키워드들이 출현할 수 있을 것이다. UNFCCC와 CTCN의 뉴스에서 일반적 키워드들의 비중이 높게 나타난 것은 이들 기구가 보다 정책적인 측면에서 기후기술 전파 및 도입을 주도하는 역할을 수행하고 있음을 시사한다.

5. 결론

본 연구는 기후기술 협력에 대한 주제적 동향을 살펴보기 위해, 기후변화대응 관련 국제기구(UNFCCC, CTCN, GCF) 뉴스기사 및 국내 정부 부처의 정책브리핑을 수집하여 다양한 자연어 처리 기법(NLP)을 통해 분석하였다. 2019년부터 2023년까지 5개년도의 뉴스 기사가 수집되었으며, 분석 목적에 맞게 주제 탐지를 위한 거시적 분석(QAP 상관관계분석, 커뮤니티 탐지 기반 클러스터링 분석), 내용 변화 동향 확인을 위한 미시적 분석(텍스트 마이닝, 감축·적응·일반 주제어의 질적 분류)으로 나누어 분석을 수행하였다.

QAP 상관관계분석과 클러스터링 분석을 통해, 기후기술협력 국제기구의 보도내용의 구조적 변화를 살펴본 결과, UNFCCC 뉴스에서 2020년 코로나19의 영향을 크게 받아 주제 분포 변화가 가장 크게 나타남으로써, 비교적 글로벌 이슈 변화를 잘 반영하고 있다는 것을 알 수 있었다. 반면, GCF 뉴스는 가장 일관된 주제 분포 경향을 보임으로써, 안정적이고 일관된 기후기술 및 자금 지원 프로그램을 유지하고 있음을 확인하였다. 정부의 정책브리핑에서는 국제기구들 보다 일관된 주제 분포를 보임으로써, 기후 정책 및 관련 주제에 대한 일관성 있는 관심과

논의가 이루어지고 있다는 것을 확인하였다.

텍스트 마이닝을 통해 미시적 내용 변화를 살펴본 결과, 기후변화대응에 대한 공통된 목표 속에서도 개별 기구들이 중시하는 목적과 관심, 지원하는 우선순위에 차이가 있다는 점을 확인하였다. UNFCCC와 CTCN의 뉴스에서는 주요 주제로 SDGs 관점에서 여성과 취약계층에 대한 이니셔티브가 확인되었으며, GCF에서는 개발도상국에 대한 재정적 지원, 국내 정책브리핑에서는 에너지 기술 및 자원에 대한 주제가 주요 주제로 확인되었다.

채널 별로 감축, 적응, 일반적 주제어를 질적 분류한 결과, 감축과 관련된 보도는 국내 정책브리핑과 GCF에서 가장 많이 나타났고, 이를 바탕으로 한국 정부와 GCF에서 기후변화대응을 위한 감축 프로젝트 및 자금 지원을 중점적으로 수행하고 있음을 확인하였다. GCF의 경우, 적응과 관련된 보도도 가장 활발하게 이루어졌으며, 표준편차도 다른 국제기구들에 비해 적게 나타났다. 이에 따라, GCF의 뉴스 보도가 기후기술 협력과 관련하여 가장 전문적으로 한정된 주제들에 집중하고 있으며, 보도 패턴의 일관성이 가장 높다는 점을 확인하였다. 반면 UNFCCC에서는 일반적인 주제어들이 가장 많이 등장함으로써, 기후정책과 기후변화대응을 촉진하는 다양한 프로그램 및 이니셔티브를 주도하고 있음을 알 수 있었다.

본 연구는 다양한 NLP 기법을 통해 텍스트 데이터를 분석하고, 주제의 분포 변화를 거시적·미시적 관점에서 통합하여 살펴봄으로써 향상된 연구방법을 제안하였는데 학술적 의의를 가진다. 실무적 관점에서도 기후기술 협력에 참여하는 국내 정부 및 국제기구에게 전략적인 인사이트를 제공할 수 있다. 예를 들어, GCF의 안정적이고 일관된 기후기술 및 자금 지원 프로그램에 대한 확인은 이 기구의 지속적인 노력을 시사하며, 이는 정부 및 비정부 기관이 지속 가능한 기후 프로젝트를 개발하고 지원하는 데 유용한 정보로 활용될 수 있다. 또한, 본 연구에서 확인된 여성과 취약계층에 대한 주요 주제는 성별과 사회적 취약성을 강조하는 정책 수립에 기여할 수 있으며, 향후 기후대응 프로그램에서 다양성과 공정성을 강화하기 위한 노력 방안으로 활용될 수 있다.

본 연구에서는 감축, 적응, 일반 등의 카테고리 주요 키워드를 분류하고 각 카테고리의 키워드 비중 변화를 분석하였으나, 이러한 질적 분류 과정에서 키워드의 문맥적 의미를 완벽하게 파악하는 데는 한계가 있다. 후속연구에서는 머신러닝 기반의 텍스트 분류 모델을 사용하여 키워드의 변화와 의미를 더욱 세밀하게 분석할 필요가 있다.

며, 관련 분야의 전문가들이 문맥을 평가하는 접근법을 병행할 수 있을 것이다. 또한, 본 연구에서는 국내 자료로 정책브리핑만을 활용하였으나, 후속연구에서는 실질적으로 기후기술 및 기후재정을 담당하고 있는 부처들(과학기술정보통신부, 기획재정부, 탄소중립녹색성장위원회 등) 과 국내 CTCN 지역사무소 등의 보도자료들에 대한 분석을 고려해볼 수 있다. 다양한 국내 부처들의 자료를 포괄적이고 심도 있게 분석함으로써, 한국의 기후변화대응에 대한 다각적인 접근과 전략을 모색할 수 있을 것이다.

사사

본 연구는 국가녹색기술연구소 “[F2400001] 지능형 디지털 플랫폼 기반의 혁신 융·복합 기후기술 개발”의 지원으로 수행되었습니다.

References

- Ahn YJ. 2013. A study on the energy policy to respond to the climate change in Germany (I) (in Korean with English abstract). *J Econ Geogr Soc Korea* 16(1): 135-148.
- An S, Kim G, Lee J, Yeom S. 2020. A topic analysis on the patent developed by national climate technology R&D project (in Korean with English abstract). *J Intell Prop* 15(3): 293-330. doi: 10.34122/jip.2020.09.15.3.293
- Bickel MW. 2017. A new approach to semantic sustainability assessment: Text mining via network analysis revealing transition patterns in German municipal climate action plans. *Energy Sustain Soc* 7: 22. doi: 10.1186/s13705-017-0125-0
- Bogomolova A, Ryazanova M, Balk I. 2021. Cluster approach to analysis of publication titles. In *J Phys Conf Ser* 1727(1): 012016.
- Choi YH, Lee KH. 2020. Ethical fashion research trend using text mining: Network analysis of the published literature 2009-2019 (in Korean with English abstract). *Fash Text Res J* 22(2): 181-191. doi: 10.5805/SFTL.2020.22.2.181
- Clemente JB, Besas G, Callado J, Evangelista JE. 2022. Predicting the biological classification of cell-cycle regulated genes of *saccharomyces cerevisiae* using community detection algorithms on gene co-expression networks; arXiv. doi: 10.48550/arXiv.2208.10119
- CTis. [date unknown]. Climate technology taxonomy. [accessed 2023 Dec 15]. <https://www.ctis.re.kr/contents.do?key=1141>
- Jho H, Lee B. 2021. Analysis of news articles about climate change based on text mining for the last two decades (in Korean with English abstract). *J Energy Clim Change Edu* 11(2): 153-163. doi: 10.22368/ksecce.2021.11.2.153
- Kang Y, Shin J, Park CS. 2016. Assessing climate change risk and adaptation policy improvements through text-mining (in Korean with English abstract). *Urban Des* 17(2): 69-84.
- Kim HJ, Jo NO, Shin KS. 2015. Text mining-based emerging trend analysis for the aviation industry (in Korean with English abstract). *J Intell Inf Syst* 21(1): 65-82. doi: 10.13088/jiis.2015.21.1.65
- Kim JH, Sohn HS. 2016. Science, technology and innovation and international development cooperation: Analysis of German technology transfer cooperation framework for climate change (in Korean with English abstract). *J Contemp Eur Stud* 34(3): 405-444. doi: 10.17052/jces.2016.34.3.405
- Kim TY, Oh CW. 2021. Linking the technology mechanism and the financial mechanism of technology support under the UNFCCC: Policy integration theory (in Korean with English abstract). *J Climate Change Res* 12(1): 15-36. doi: 10.15531/KSCCR.2021.12.1.015
- Krackhardt D. 1987. QAP partialling as a test of spuriousness. *Soc Netw* 9(2): 171-186. doi: 10.1016/0378-8733(87)90012-8
- Kwahk KY. Social network analysis. Seoul: Chung Ram Publishing.
- Lancichinetti A, Fortunato S. 2009. Community detection algorithms: a comparative analysis. *Phys Rev E* 80(5): 056117. doi: 10.1103/PhysRevE.80.056117
- Lee CH, Hwang H, An S, Lee E. 2021. A comparative analysis of climate change and green policy issues:

- Focusing on text data analysis for each period of Korean government (in Korean with English abstract). *J Environ Policy Adm* 29(3): 1-47. doi: 10.15301/jepa.2021.29.3.1
- Lee KY, Oh C. 2020. Research on Korea's gender mainstreaming strategies for climate technology cooperation: Analysis of gender mainstreaming efforts under the UNFCCC (in Korean with English abstract). *J Clim Chang Res* 11(5-2): 455-479. doi: 10.15531/KSCCR.2020.11.5.455
- Lee T. 2019. Network comparison of socialization, learning and collaboration in the C40 cities climate group. *J Environ Policy Plan* 21(1): 104-115. doi: 10.1080/1523908X.2018.1433998
- Lee YH. 2016. Searching for global climate governance: Focused on world wide views on climate and energy 2015. *ECO* 20(1): 63-104.
- Oh CW, Kim SY, Hwang JA, Bak IH, Lee HB, Kim MH. 2019. Policy trend of climate technology global cooperation under the UNFCCC. Seoul, Korea: Green Technology Center.
- Park I, Shin KN, Yang R, Lee SK, Jang CS, Lee J. 2019. Suggestion for enhancing climate technology cooperation of Korea through technical assistance of the climate technology center and network (in Korean with English abstract). *J Clim Chang Res* 10(2): 103-110. doi: 10.15531/KSCCR.2019.10.2.103
- Park SG, Kim W, Lee DT. 2017. The research trend analysis of the Korean Journal of physical education using Mecab-ko morphology analyzer (in Korean with English abstract). *Kor J Phys Edu* 56(6): 595-605. doi: 10.23949/kjpe.2017.11.56.6.43
- Park Y, Lim CH. 2023. Identifying strategies for climate technology cooperation on the Korean peninsula: Focusing on the climate technology center & network (in Korean with English abstract). *J Clim Chang Res* 14(3): 349-371. doi: 10.15531/KSCCR.2023.14.3.349
- Samil PwC. 2021. PwC climate technology report: Climate tech, the next destination for venture capital. Seoul, Korea: Samil PwC Accountings. 2101F-RP-002.
- Seo I, Kang K. 2018. Study of nepotism networks for core positions in the bureaucracy via MR-QAP (in Korean with English abstract). *Korean Public Adm Rev* 52(4): 239-268.
- Seo IJ, Cho JH. 2016. Subgroup analysis of global communication network on Twitter (in Korean with English abstract). *J Korea Contents Assoc* 16(6): 671-679. doi: 10.5392/JKCA.2016.16.06.671
- Seo IJ, Cho JH. 2020. Clustering foursquare users' collective activities: A case of Seoul (in Korean with English abstract). *Korea J Big Data* 5(1): 55-63. doi: 10.36498/kbigdt.2020.5.1.55
- Shi W, Fu H, Wang P, Chen C, Xiong J. 2020. #Climatechange vs. #Globalwarming: Characterizing two competing climate discourses on Twitter with semantic network and temporal analyses. *Int J Environ Res Public Health* 17(3): 1062. doi: 10.3390/ijerph17031062
- Song JH, Lee YR. 2023. Current status and implications of the Green Climate Fund (GCF) in 2022. Sejong, Korea: Korea Institute for International Economic Policy.
- UNFCCC. 2024. COP28: What was achieved and what happens next? [accessed 2024 Jan 31]. https://unfccc.int/cop28?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA5-uuBhDzARIsAAa21T837paM_v9zkjRyiX0U21ztoG7y600_Ftb4UdiMzVTkDdyn2txPAKQaAsB8EALw_wcB
- Wei Y, Gong P, Zhang J, Wang L. 2021. Exploring public opinions on climate change policy in "Big Data Era"—A case study of the European Union Emission Trading System (EU-ETS) based on Twitter. *Energy Policy* 158: 112559. doi: 10.1016/j.enpol.2021.112559
- Yoon S, Oh C. 2021. Case study for design factors of the green climate fund's climate technology incubator & accelerator program for developing countries (in Korean with English abstract). *J Clim Chang Res* 12(2): 163-185. doi: 10.15531/KSCCR.2021.12.2.163