

# 자연어처리기술을 활용한 코로나19 전후 지속가능한 글로벌 공급망 연구 동향 변화와 시사점

이소연<sup>1</sup>, 송민채<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>NH금융지주 금융연구소, <sup>2</sup>이화여자대학교 빅데이터분석학협동과정

## A Research Review of Sustainable Global Value Chains after the COVID-19 using Natural Language Preprocessing Techniques

So-Yeon Lee<sup>1</sup>, Min-Chae Song<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>NH Financial Research Institute of the Nonghyup Financial Group  
<sup>2</sup>Ewha Womans University Big Data Analyticscion

**요약** 코로나19 사태로 기존 글로벌 공급망의 취약점이 드러나면서 위기 발생에 대한 선제적 리스크 관리 및 신속 대응을 위한 국가와 기업들의 새로운 공급망 구축에 대한 논의가 활발히 진행 중이다. 그 중 '지속가능한 공급망(Sustainable Global Value Chains)' 전략이 가장 큰 주목을 받고 있다. 그러나 어떠한 배경에서 코로나19가 글로벌 공급망 연구와 관련 논의에 영향을 미쳤는지를 실증 분석한 연구는 찾아보기 어렵다. 본 연구는 코로나19가 어떻게 글로벌 공급망 전략에 영향을 미쳤고, 지속가능한 글로벌 공급망 연구가 2019년 전후로 어떠한 양상으로 변화하고 있는지 텍스트 분석기법을 이용해 살펴보았다. 결론으로 분석에서 도출된 결과를 토대로 지속가능한 글로벌 공급망 연구의 영역 및 연구대상(주체)의 확대, 실행가능한 제도 정비의 필요성 등을 미래 연구의제로 제시하였다. 본 연구는 국가 간 경제의 상호의존성 심화로 코로나19 충격이 개별 기업의 대응 역량과 범위를 벗어나 경제 구조 전반을 변화시킴에 따라 글로벌 공급망의 패러다임 전환이 진행 중에 있음을 실증분석으로 확인하고, 어떠한 대응이 필요한지 제안하였다는 점에서 그 의미가 있다.

**Abstract** The vulnerabilities of present global value chains were revealed by the COVID-19 pandemic. Discussions are underway in various countries and companies to establish new global value chains for risk management purposes and improve response to global risks, and the sustainable global value chain strategy has received the most research attention. Although research on sustainable global value chains has increased significantly since 2019, few studies have empirically analyzed how COVID-19 affected global value chain research and discussion. In this study, we analyzed how the COVID-19 pandemic affected global value chain strategies and why sustainable global value chain research changed before and after 2019 using natural language preprocessing techniques.

Based on the implications derived from empirical results, we suggest sustainable global value chain research scope and research subjects be expanded and that the need for system preparation be explored. This study shows, using natural language preprocessing, that a paradigm shift in global value chains is in progress due to the COVID-19 pandemic.

**Keywords** : Sustainable Global Value Chains, COVID-19, Natural Language Preprocessing, Keyword Analysis, Text Network Analysis, Topic Model

---

\*Corresponding Author : Min-Chae Song(Ewha Womans Univ.)

email: mc.song@ewha.ac.kr

Received July 14, 2022

Accepted October 7, 2022

Revised August 16, 2022

Published October 31, 2022

## 1. 서론

최근 빈번해진 대규모 자연재해 등으로 공급망 문제는 전 세계적으로 빠르게 확산되고 있다. 또한 주요국의 공급망 자산화 전략에 따른 '의도된 단절'이 발생하면서 공급망 문제는 개별 기업의 대응 역량과 범위를 벗어나는 이슈로 부상했다[1]. 특히, 국가적으로 반드시 확보해야 하는 필수재화나 전략 물자에 대한 공급망 리스크 관리가 산업 경쟁력, 사회 안정, 외교·안보 상황과 직결되면서 공급망 충격에 대한 대응 체계와 회복력(resilience) 확보는 기업 차원을 넘어 국가적으로 중대한 사안이 되었다. 다만 각국의 선제적이고 파격적인 대응에도 불구하고 글로벌 공급망의 불확실성은 여전히 높다. 특히 코로나로 인해 시작된 공급망 관련 이슈는 현재까지도 제조와 물류 부문에 지속적으로 영향을 미치고 있고, 러시아-우크라이나 전쟁과 같은 국제정세의 불안으로 글로벌 공급망의 불확실성을 증폭시키고 있는 것이 현실이다.

이처럼 코로나를 계기로 더욱 활발히 논의되고 있는 글로벌 국가들의 공급망 재편 움직임은 국내뿐 아니라 글로벌 국가 및 산업에 중요한 영향을 미치므로 관련 연구에도 변화가 있을 것으로 예상했다. 본 연구는 2019년 이후 글로벌 공급망 재편에 대응하는 연구 현황과 변화를 검토하며 지속가능한 글로벌 공급망 연구가 활발히 논의되고 있다는 점에 주목했다. 일부 연구[2-4]에서는 텍스트 분석기법을 적용해 지속가능한 글로벌 공급망 연구 동향을 분석했지만 모두 코로나19 발생 이전의 연구라는 점에서 코로나19 전후 연구 동향 변화 파악에 한계가 있다.

이러한 관점에서 본 연구는 지속가능한 글로벌 공급망 연구 동향을 파악하기 위해 1990년 대부터 2022년까지의 국제학술지를 대상으로 연구 동향 변화를 분석했다. 2010년 이후 관련 연구가 크게 증가해 전통적 문헌조사 방법론으로 분석하는 데 한계가 있어 본 연구에서는 텍스트 분석기법을 적용했다. 텍스트 분석기법은 대량의 텍스트 데이터를 머신러닝 기법을 적용해 계량적 접근이 가능하다는 점에서 최근 문헌 조사연구에서 활발히 적용되고 있다. 텍스트 분석을 통해 도출된 결과를 토대로 지속가능한 글로벌 공급망에 관한 미래 연구의제를 제안하며 결론을 맺는다.

## 2. 지속가능한 글로벌 공급망 선행연구

글로벌 공급망 연구는 계획, 구매, 생산, 납품과 관련

한 효율성 확보와 최적화 모형 개발에서 시작되었다가 IT기술이 빠르게 발달하면서 기업 경쟁력 향상을 위한 공급망 구축 연구로 확대되었다[5]. 그리고 2010년 이후 기업의 사회적 책임(corporate social responsibility, CSR)과 환경이 강조되면서 지속가능한 글로벌 공급망과 관련된 연구가 활발하게 진행되었다[6]. 지속가능 공급망(sustainable value chain)이란 공급망 내에 존재하는 기업 간 정보 흐름, 제품 흐름, 자금 흐름 등에 대한 관리 활동 전반의 프로세스를 지속가능성(sustainability)의 관점에서 통합, 조정하는 활동을 의미한다[7]. 다시 말해 기업의 경영 활동을 사회적, 경제적, 환경적 관점에서 통합 관리하고, 그 성과를 동시에 달성하기 위한 기업의 전략적 활동으로 정의할 수 있다[8,9].

2021년 미국 물류전문가협회가 발표한 '공급망 지속가능성 현황' 보고서에 따르면 지속가능한 공급망 활동의 전략적 중요성에 대해 기업의 관심과 인식이 높아지고 투자 활동은 확대되고 있는 것으로 나타났다[10]. 최근 연구에서도 지속가능한 글로벌 공급망 구축은 단기적으로는 시설 구축으로 인한 비용 부담이지만 장기적으로는 기업 성과에 긍정적 영향을 미치고 나아가 기업의 경쟁력 강화에 기여하는 결과를 보였다[11]. 이는 글로벌 기업들이 기업의 사회적, 경제적, 환경적 책임을 수동적 대응 차원에서 수행하는 행위를 넘어 지속가능성 확보를 경쟁우위의 원천으로 인식했기 때문이다. 따라서 기업들은 글로벌 공급망의 자원과 정보를 효율적으로 활용하여 외형적 성장만을 지향하기보다는 지속가능한 공급망 구축을 통해 사회, 경제적, 환경적 책임을 동시에 추구하여 내부적으로는 기업의 부가가치를, 외부적으로는 기업의 경쟁우위 확보와 고객가치 창출을 위해 변화하고 있다[12].

## 3. 분석방법 및 결과

### 3.1 분석데이터

본 연구는 지속가능한 글로벌 공급망 관련 연구의 동향을 분석하기 위해 Scopus에 게재된 학술지를 대상으로 했다. Table 1과 같이 학술 검색 키워드는 'Sustainable Global Value Chain'이다. 1992년도부터 2022년까지 초록이 있는 학술지만 선택하면 총 25,001편의 학술지가 검색되었다. 선행연구[2-4]가 주제 및 키워드를 대상으로 텍스트 분석을 했다면, 본 연구는 논문의 저자가 지정한 키워드가 아닌 초록을 대상으로 분석했다. 이는 일

반적으로 논문의 주제 키워드는 5~10개이기 때문에 키워드만을 대상으로 할 경우 논문에서 전달하고자 하는 전체 내용을 파악하거나 한 논문 내에서 동시 등장하는 단어 간 관계나 맥락 등의 분석에 한계가 있기 때문이다.

Table 1. Search keyword and source

Search keyword	Source
Sustainable Global Value Chain	Scopus

한편 Table 2에서 보는 바와 같이 기간별 검색 학술지 건수는 지난 약 30년 동안 코로나19 발생 이후인 최근 4년(2019~2022)이 52%의 비중을 차지해 코로나19 이후 지속가능한 공급망 연구가 활발하게 진행되었음을 확인할 수 있었다.

Table 2. Publishing journal's count of analytical period

All	1992-2009	2010-2018	2019-2022
25,001 (100%)	1,305 (5%)	10,792 (43%)	12,904 (52%)

Fig. 1은 분석 수행을 위한 과정을 도식화한 것이다. 먼저 검색된 학술지의 초록을 대상으로 형태소 분석을 수행해 문장 내 단어들의 최소 단위를 추출하고 불용어를 제거했다. 형태소 분석이란 의미의 최소 단위인 형태소를 사용해 단어가 어떻게 형성되는지에 대한 문법적 분석이다. 텍스트 분석을 위해서는 텍스트를 숫자로 변환해야 하는데, 이때 문장 내 등장하는 단어들의 의미를 형태소 단위로 분절한다[13]. 형태소 분석을 수행하면 형태소와 해당 형태소에 대응되는 품사가 동시 추출되는데, 본 연구에서는 '명사'의 품사를 가진 형태소만 분석에 사용하였다. 명사는 단어의 의미를 내포하는 실질형태소이므로 텍스트 분석에서 주제 도출에 대표적으로 사용되는 품사이다. 다음으로 불용어 처리를 위해 NLTK(Natural Language Toolkit)에서 제공하는 불용어 함수를 적용한 뒤 단어를 건별로 확인하고 논문의 핵심 주제와 관계가 없지만 높은 빈도로 등장하는 단어들은 별도로 제외했다. 이러한 불용어에는 city, copyright, gdp, mediterranean, state, study, July, June, methods, key 등의 단어들로 구성되어 있다. 이렇게 제거한 불용어의 수는 364개이다. 마지막으로 대문자는 모두 소문자로 변환한 뒤 동일한 대상을 지칭하나

다양하게 표현되는 단어들을 하나로 통일시키는 정규화 작업을 수행했다. 예를 들어 글로벌 공급망은 'global value chain', 'global supply chain', 'GVCs' 등 다양하게 표현하고 있기 때문에 GVC로 하나의 통일된 표현으로 변환했다.

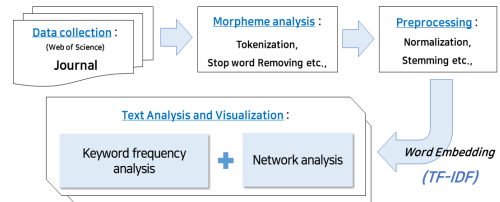


Fig. 1. Flow chart of analysis

본 연구는 텍스트 분석에 파이썬 패키지를 사용했다. 파이썬 버전은 3.8.3이며, 분석에 사용된 대표적 라이브러리와 그 버전은 다음과 같다. 먼저 형태소 분석함수는 3.5 버전의 NLTK 라이브러리를 사용했다. 사이킷런(Scikit-learn)은 0.23.2 버전, 트리맵 생성에는 squarify의 0.4.3 버전, 네트워크 분석을 위해서는 networkx 라이브러리의 2.4 버전, 마지막으로 토픽 분석에는 3.8.3 버전의 gensim 라이브러리를 사용했다.

### 3.2 분석방법

지속가능한 글로벌 공급망에 관한 연구는 2000년도 중반 이후부터 현재까지 다양한 주제로 양적 확대가 이루어지고 있어 전통적인 방식의 문헌조사 방법론으로는 한계가 있다. 이에 선행연구와 마찬가지로 텍스트 분석 기법을 사용했다[2-4].

자연어처리 또는 텍스트 마이닝으로 표현되는 분석은 크게 데이터에 라벨(label)의 유무에 따라 라벨이 있는 경우 지도 학습(supervised learning)과 비지도 학습(unsupervised learning)으로 구분된다[14]. 본 연구에서는 연구 동향을 파악해 향후 연구 의제를 제시하는 목적을 고려해 비지도 학습을 적용했다. 구체적으로 대표적 비지도 학습 기법인 키워드 빈도분석 및 네트워크 분석을 수행했다. 텍스트 분석을 위해서는 비정형으로 표현된 텍스트를 숫자로 변환시키는 과정을 거쳐야 하는데, 이를 단어 임베딩(word embedding)이라 한다. 단어 임베딩 방법은 다시 빈도 기반(frequency-based) 방법과 확률 기반(prediction-based) 방법으로 나뉜다. 본 연구는 빈도 기반 방법 중 TF-IDF 기법을 선택했다. TF-IDF란 'Term Frequency-Inverse Document

Frequency'의 약자로 '단어 빈도-역문서 빈도'를 의미한다. TF-IDF는 문서별로 자주 등장하는 단어는 낮은 가중치를 주고, 드물게 나오는 단어는 높은 가중치를 주는 방법이다. 이를 위해 단어 빈도에 문서 빈도 역수를 가중치로 사용해 문서 전반에 걸쳐 자주 등장하는 단어는 가중치를 낮추고, 개별 문서에서만 많이 사용되는 단어에 가중치를 크게 주는 방법이다[15]. Fig. 2는 텍스트 데이터에 전처리와 단어 임베딩 과정을 거친 후 2개의 분석기법을 적용한 과정을 도식화한 것이다. 각 분석기법에 대한 구체적 설명은 각 장의 분석 결과에 기술하였다.

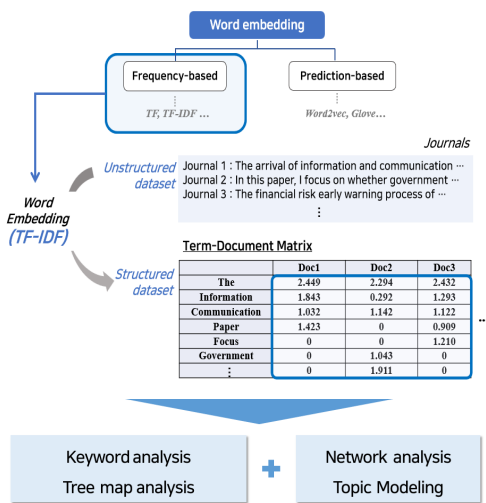


Fig. 2. Process of text mining analysis

### 3.3 키워드 빈도분석과 시각화 결과

키워드 빈도분석은 특정 문서들 내에서 자주 사용되는 단어를 추출하여 언급된 단어의 빈도수에 따라 중요도를 분석하는 방법으로, 키워드를 통해 문서의 주제, 태도나 감성 등을 추론할 수 있다. 이러한 키워드 빈도분석을 통해 문서 내 주제의 흐름이 어떻게 변화하였는지 그 양상이나, 어느 시점에 등장한 키워드를 통해 어떤 사건을 기준으로 새로운 이슈가 등장했는지 등을 파악할 수 있다. Fig. 3에서 확인할 수 있듯이 지속가능한 공급망 연구는 2010년 이후로 본격화되어 코로나19를 기점으로 뚜렷한 양적 성장세를 보였다.

본 연구는 코로나19 전후로 지속가능한 글로벌 공급망 연구 동향 변화 파악을 위해 2019년을 전후로 키워드 빈도를 추출했다. 그 결과 Fig. 3에서 확인할 수 있듯이 코로나19 전후의 키워드 빈도 증가 추세는 양적으로 급격하게 증가했다.

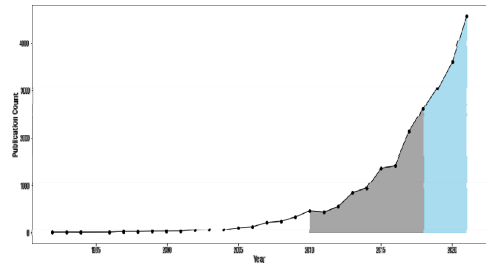


Fig. 3. Trend of publishing journal's count

다만 특정 키워드 빈도분석 결과 Table 3을 통해 본 연구는 코로나19 전후로 지속가능한 글로벌 공급망 연구 분야에서 담화의 전환이 진행 중이며, 현재는 그 과도기에 있다고 해석할 수 있었다. 그 근거는 아래와 같다. 분석 결과를 세부적으로 살펴보면 첫째, 'China', 'CSR', 'COVID-19', 'Sustainability', 'development' 등의 키워드가 확인되었다. 이를 통해 본연구에서는 공급망 연구는 2가지 주류의 담화가 논의되고 있다고 추정할 수 있다. 첫째는 'China'를 중심으로 하는 공급망 관련 연구이고, 둘째는 'CSR', 'COVID-19', 'Sustainability', 'development' 를 중심으로 하는 공급망 연구이다.

Table 3. Result of keyword analysis

Rank	All	2010-2018	2019-2022
1	China 28,375	China 12,829	China 14,586
2	sustainability 12,845	CSR 4,218	sustainability 8,210
3	SME 11,133	Africa 4,176	COVID-19 8,074
4	CSR 10,338	sustainability 4,030	SDGs 7,726
5	development 9,841	SME 4,002	industry 6,323
6	Africa 9,367	management 3,988	development 6,148
7	industry 9,066	society 3,155	SME 6,071
8	management 8,647	energy 2,983	CSR 6,043
9	SDGs 8,361	Europe 2,887	India 5,141
10	COVID-19 8,074	development 2,853	Africa 4,254
11	India 7,788	G20 2,809	management 3,582
12	Europe 6,563	SCM 2,583	food 3,262
13	SCM 6,342	India 2,477	Europe 3,228
14	society 6,016	assessment 2,383	economy 3,173
15	energy 5,550	environment 2,352	SCM 3,008
16	food 5,529	Brazil 2,144	green 2,793
17	Brazil 5,049	industry 2,125	Brazil 2,739
18	green 4,702	U.S.A. 1,979	society 2,604
19	U.S.A. 4,615	food 1,972	IoT 2,565
20	economy 4,515	green 1,703	energy 2,337

먼저 전 기간에 걸쳐 높은 빈도수를 유지하고 있는 토픽은 'China'이다. 이는 글로벌 공급망 상에서 비용의

효율성, 시장접근성 등 중국이 주요 글로벌 생산 거점의 역할을 수행해 온 결과에 기인할 것이다[16]. 그러나 많은 선행연구에서 지적되어 온 것처럼 코로나19로 필수 중간재 수급 차질을 겪으며 전 세계 생산이 과도하게 중국에 의존하고 있음을 인식시키는 계기이자, 생산 거점의 이동 변화를 조래하는 결과를 낳았다[16]. 이에 공급망 관련 연구는 코로나19의 영향으로 전세계적으로 변화 필요성 인식과 함께 다양한 시도와 변화가 이루어질 것으로 예상된다. 그리고 그 역할 중심에 'China'가 여전히 주요 토픽으로 연결되어 논의될 것으로 예상된다.

한편 'Sustainability', 'develop' 토픽과 관련된 지속가능한 발전에 관한 연구는 코로나19 영향에 따라 글로벌 차원에서 다양하게 시도되고 있는 논의 중 한가지로 해석할 수 있을 것이다. 'Sustainability', 'develop'는 코로나19 이전에도 상위 토픽을 차지하였으나 코로나19 이후 키워드 빈도수 분석 결과 각각 4,030개에서 8,210개로, 2,852개에서 6,148개로 증가하였기 때문이다. 이를 통해 예상되는 점은 'Sustainability'와 관련된 공급망 연구는 'China'를 중심으로 하는 공급망 연구에서 다양한 논의가 시도되면서 점진적으로 확대되다가 결과적으로 코로나19 이후 그 관심이 더욱 확대되었다고 해석할 수 있다. 그리고 현재는 앞서 지적한 것과 같이 과도기에 있다고 보여진다.

둘째, 전 기간에 걸친 상위 키워드 'development', 'industry', 'country'의 키워드가 확인되었다. 이는 국가와 산업 간 상호의존도가 높은 글로벌 공급망 상의 특성을 반영한 결과이자, 코로나19 이후로 국가 및 산업에 걸쳐 지속가능한 글로벌 공급망 연구가 본격화된 것과 같은 맥락을 공유한다고 볼 수 있다. 특히 코로나19가 심화되면서 중국, EU, 미국 등 주요 거점국 중심으로 그 충격이 전 세계로 빠르게 확산되었고, 각 산업에 이르기까지 영향이 확대되었다. 공급망 위기 취약성에 따른 위험 노출을 축소하기 위해 국가별 산업 레벨에 이르기까지 공급망 재편 움직임이 나타나고 있는데, 이러한 상황을 반영한 결과로 판단된다.

셋째, 2010년을 전후로 'CSR'과 'Environment'와 관련된 주제의 키워드가 확인되었는데 앞서 서술한 바 코로나19 이후에는 특히 'Sustainability'(빈도수: '4,030개→8,210개)의 키워드가 크게 증가하였다. 이는 코로나19가 전 세계의 동시다발적 충격이 환경과 사회의 지속가능한 성장에 대한 어젠다를 글로벌적으로 빠르게 확산·부상하는 기폭제가 되었음을 시사한다.

마지막으로 'management', 'assessment', 'development'라

는 단어가 상위 빈도를 차지하였다는 점이 확인되었다. 이는 기업들이 개별 사업 부문에 대한 관리적 관점에서 글로벌 공급망 전략에 접근하다 2010년 이후로 지속가능한 글로벌 공급망 연구가 시작되면서 기존 효율성 기반 공급망 전략에서 지속가능성을 고려한 전략으로 전환하는 과도기적 상황을 보여주는 결과로 해석된다.

다음은 키워드 빈도 결과를 직관적으로 확인할 수 있는 시각화 분석이다. 본 연구에서는 텍스트 분석의 시각화에 많이 활용되는 트리맵(tree map)을 적용했다. 트리맵은 다양한 색상과 크기의 사각형을 사용하여 데이터의 계층 구조를 파악하는 데 효과적인 방법이다. Fig. 4에서 확인할 수 있듯이 키워드의 빈도가 높을수록 사각형에서 더 넓은 범위를 차지하게 된다. Fig. 4-1과 Fig. 4-2를 비교해 보면, 두 기간 모두 공통되게 빈도가 가장 높았던 'China'는 코로나19 이후 그 영향도가 낮아진 반면, 상대적으로 'sustainability'의 크기가 커졌다. 모든 단어에 대해 열거하지 않으나 'management'나 'development'와 같은 단어도 유사한 비중의 변화를 확인할 수 있었다. 이는 앞서 상위 20개의 키워드 분석과 일치하는 결과이다.

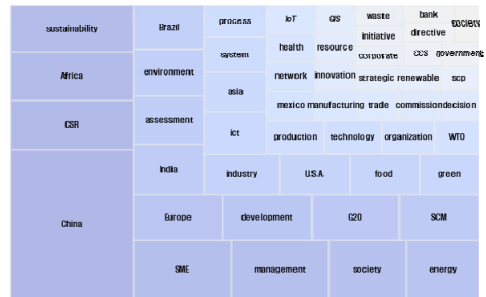


Fig. 4-1. Tree map of Keyword analysis (Before COVID-19)

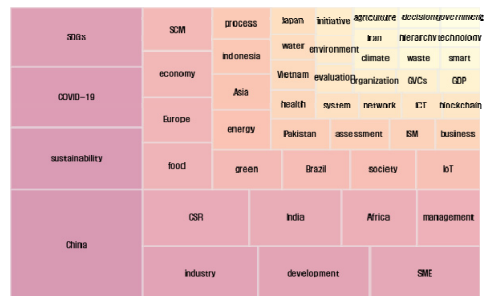


Fig. 4-2. Tree map of Keyword analysis (Before COVID-19)

### 3.4 텍스트 네트워크 분석 결과

텍스트 네트워크 분석이란 문서 내 자주 출현하는 단어 중에서 동시 출현(co-occurrence)하는 단어의 빈도를 통해 단어 간의 관계적 속성을 살펴보는 텍스트 분석 기법이다[17]. 본 논문에서는 문서-단어 행렬 (term-document matrix)로 변환된 데이터에서 50개의 키워드를 추출한 후 네트워크 안에서 서로 연결된 정도를 시각화된 그래프로 추출했다. 네트워크를 시각화하는 방법도 연결중심성, 매개중심성 등 다양한 방법이 있는데, 본 연구에서는 연결중심성 중심으로 네트워크를 생성했다. 연결중심성은 연결 정도에 기반을 둔 개념으로 노드에 연결된 단어의 수를 통해 다른 단어들과 얼마나 많이 동시에 출현하며 연결되는지를 나타내는 개념이다[18]. 연결중심성이 높은 키워드는 다른 키워드와 많이 연결되고 있으므로 지속가능한 글로벌 공급망 연구의 논의에 주요 주제로 해석할 수 있다. 본 연구에서는 키워드 빈도분석과 동일하게 2019년을 전후로 하여 네트워크가 어떻게 변화했는지를 중심으로 살펴보았다.

본 연구에서 제시한 네트워크 시각화 결과는 최소비용 신장트리(minimum cost spanning tree) 방법을 적용했다. 일반적으로 신장트리(spanning tree)는 그래프 내의 모든 정점(vertex)을 포함한다. 이때, 각 간선(edge)의 가중치가 동일하지 않을 때 단순히 가장 적은 간선을 사용한다고 해서 최소 비용이 얻어지지 않는데, 최소비용 신장트리는 간선에 가중치를 고려하여 최소 비용의 신장 트리를 선택하는 방법이다. 따라서 모든 정점을 연

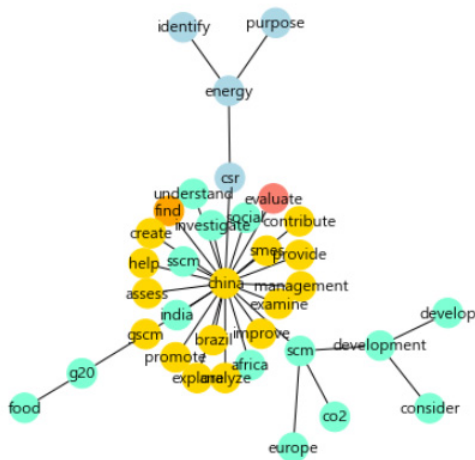


Fig. 5-1. Result of text network analysis (Before COVID-19)

결하는 신장트리에 비해 키워드 들간의 관계를 직관적인 파악이 가능하다. Fig. 5는 본 연구의 네트워크 분석 결과이다.

첫째, 빈도분석에서 높은 비중을 차지했던 ‘중국’이라는 키워드가 코로나19 이전에는 연결중심성이 높은 노드로 등장한 반면, 지속가능과 관련된 단어인 SDGs의 키워드로 연결된 하위 노드의 키워드로 이동하였다. SDGs란 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals)를 의미하는데, 전 세계의 지속가능 발전을 실현하기 위해 2016년부터 2030년까지 유엔과 국제사회가 달성해야 할 목표로 지정된 어젠다이다. 즉 코로나19 발생 이전 중국은 글로벌 공급망 상에서 차지하는 비중과 역할이 컸으나 환경이나 사회적 책임과 같은 지속가능성 관련 어젠다와는 직접적으로 연결되지 않았다는 점이 해당 이슈와 중국의 역할이 강조되지 않았던 것으로 해석하였다. 그러나 코로나19를 계기로 지속가능한 글로벌 공급망 연구가 활발해지면서 ‘management’와 ‘development’, ‘SDGs’, ‘CSR’, ‘Sustainability’와 같이 지속가능성 관련 이슈가 연결중심성 높은 노드로 이동하였다. 이는 지속가능한 글로벌 공급망 연구의 대상과 주제가 전환 중에 있음을 시사한다고 해석하였다.

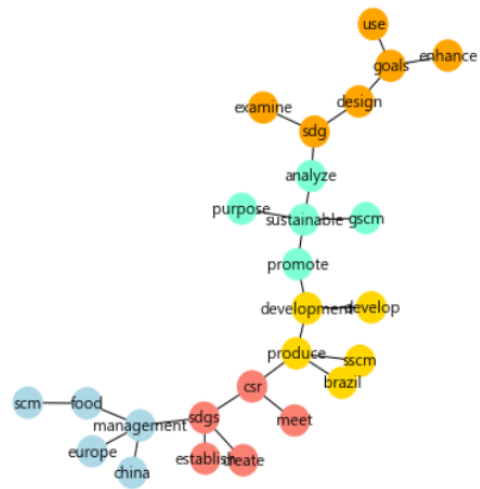


Fig. 5-2. Result of text network analysis (After COVID-19)

둘째, 2019년 이전까지는 별개 사안으로 다루어졌던 ‘energy’, ‘food’, ‘Co2’, ‘Sustainability’ 등의 키워드가 2019년 이후 ‘SCM’, ‘management’, ‘CSR’, ‘development’, ‘Sustainable’ 등의 키워드와 네트워크

를 형성하였다는 점이다. 이는 기존에 관리 관점에서 다루어지던 글로벌 공급망 연구가 지속가능성으로 연구 범위가 확장되고 있음을 보여준다고 해석하였다.

마지막으로 2019년 이후 연결중심성 높은 노드로 ‘sustainable’, ‘analyze’, ‘design’, ‘goals’, ‘use’과 같은 단어들이 네트워크를 형성하고 있었다. 이는 코로나19를 계기로 지속가능한 글로벌 공급망 연구가 본격화됨에 따라 기존의 효율성 중심의 공급망 분업 구조에서 탈피해 지속가능성을 고려한 새로운 글로벌 공급망 전략에 대한 연구방법 및 이론 정립을 위한 실증적 연구가 진행 중임을 시사하는 결과로 해석된다.

이는 3.3에서 수행한 단순 단어의 빈도가 아닌, 동시 출현하는 단어의 관계를 보여줌으로써 본 연구에서 확인하고자 했던, 코로나19 전후로 지속가능한 글로벌 공급망 연구의 변화를 가장 분명하게 나타내는 결과이다.

### 3.5 토픽모델 분석 결과

토픽모델이란 대량의 텍스트에서 일정 패턴을 발견해 주제를 찾는 방법으로써 기존의 키워드 빈도분석에서 발생할 수 있는 한계점을 보완하는 방법이다. 이러한 토픽 모델에는 크게 2가지 방법이 있는데, 첫번째는 의미 단위로 분절된 단어에 임베딩을 수행한 뒤 차원 축소를 통해 유사한 단어들을 추출하는 LSA(Latent Semantic Analysis) 기법이다. 두 번째는 확률 기법을 활용해 문서의 토픽 분포를 추론하는 LDA(Latent Dirichlet location) 모델이다. 본 연구에서는 두번째 방법인 LDA 모델을 적용해 코로나19 전후로 지속가능한 글로벌 공급망 연구의 주제에 어떠한 변화가 있었는지 살펴보았다.

토픽의 레이블(labeling)은 각 토픽 구성 비중이 높은 키워드를 중심으로, 토픽 비중이 높은 문서와 함께 연구자가 종합적인 판단을 통해 해당 토픽의 의미를 부여한다[19]. Fig. 6은 토픽에 대한 분포를 시각적으로 나타냈고, 전체 토픽에서 가장 핵심적인 키워드 TOP5를 Table 4에 정리하였다.

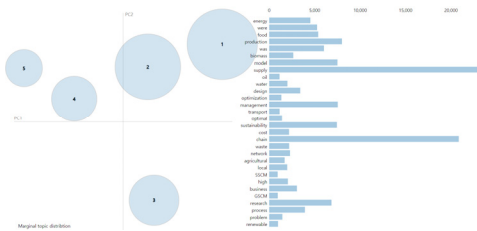


Fig. 6-1. Topic model analysis (Before COVID-19)

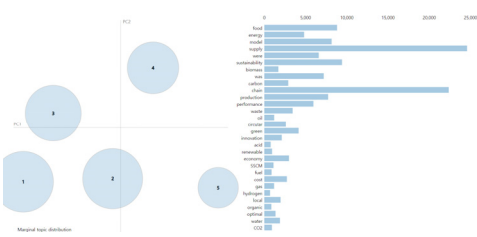


Fig. 6-2. Topic model analysis (After COVID-19)

본 연구에서는 키워드 빈도분석 결과에서도 지적한 바와 같이 각 토픽에 속한 상위 키워드가 코로나 전후 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이는 토픽 모델로 문서 주제 도출에 있어 본 연구에서 택한 임베딩 기법이 단어의 의미를 전달함에 있어 한계가 있거나 토픽 모델을 통한 주제 도출에 충분한 문서의 수가 아닌 것이 원인인 것으로 보인다. 그러나 SVC와 관련된 상위 키워드에 주목할 점이 있다고 판단하였다. 상대적으로 이들은 밀집되어있지 않아 연관성은 낮으나 SVC와 함께 ‘Environment’, ‘Energy’, ‘food’, ‘carbon’ 등 각각의 키워드들이 ‘Sustainability’와 관련된 의제로 등장하고 있음을 추정할 수 있었다.

Table 4. Result of topic analysis

	Topic	Top 5 keyword
Before COVID-19	1	SVC, sustainability, research, development, performance
	2	food, environment, development, SVC, sustainability
	3	SVC, energy, biomass, design, production
	4	SVC, production, oil, study, market
	5	SVC, transport, water, study, production
After COVID-19	1	SVC, sustainability, research, performance, management
	2	food, sustainability, production, development, research
	3	SVC, model, sustainability, environment, management
	4	energy, production, SVC, biomass, carbon
	5	food, SVC, waste, production, organic

## 4. 미래 연구의제

본 연구는 지난 30년간 축적된 지속가능한 글로벌 공급망 연구에 대해 빈도분석, 네트워크 분석, 토픽모델링 기법을 적용해 코로나19가 지속가능한 글로벌 공급망 연구에 미치는 영향 및 연구 동향 변화를 분석했다. 분석 결과는 다음과 같다.

빈도분석에서는 지속가능한 공급망 관련 연구의 양적 확대가 이루어졌고 ‘china’가 최상위 토픽으로 나타났으며 그 뒤로 ‘Sustainability’, ‘Covid-19’, ‘SDGs’, ‘industry’ 등이 그 뒤를 따르고 있다. 하지만 본 연구 결과에서 가장 비중 있게 다루어진 주제 중 ‘sustainability’, ‘develop’, ‘Environment’, ‘Energy’, ‘carbon’, ‘CSR’ 등 지속가능성과 관련된 주제가 상위 주제로 추출되면서 관련 의제에 대한 관심이 증가하였다고 추정할 수 있었다.

둘째, 빈도분석 결과에서 코로나19가 지속가능한 글로벌 공급망 연구에 미치는 직접적 인과 관계를 보여주는 한계가 있다고 보아, 이를 보완하기 위해 네트워크 분석을 수행하였다. 네트워크 분석을 통해 코로나19로 인한 지속가능한 글로벌 공급망 연구의 변화를 가장 분명하게 확인할 수 있었는데 그 결과는 다음과 같다.

먼저, 코로나19 발생 이전 중국은 글로벌 공급망 상에서 차지하는 비중과 역할이 컸으나 환경이나 사회적 책임과 같은 지속가능성 관련 어젠다와는 직접적으로 연결되지 않았다. 그러나 2019년 이후로 ‘management’와 ‘development’, ‘SDGs’, ‘CSR’, ‘Sustainability’와 같이 지속가능성 관련 이슈가 연결중심성 높은 노드로 이동하였다. 이를 통해 본 연구는 코로나19가 발생한 2019년을 기점으로 지속가능한 글로벌 공급망 연구의 대상과 주제가 전환 중에 있다고 해석하였다.

셋째, 기존의 키워드 빈도분석에서 발생할 수 있는 한계점을 보완하기 위해 토픽모델을 적용하여 토픽 간의 변화를 파악하고자 했다. 그러나 빈도분석 결과에서도 언급한 바와 같이 각 토픽에 속한 상위 키워드에서는 코로나19 전후의 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이는 토픽 모델로 문서 주제 도출에 있어 본 연구에서 택한 임베딩 기법이 단어의 의미를 전달함에 있어 한계가 있었거나 토픽 모델로 주제 도출에 충분한 문서의 수가 아닐 수 있었기 때문으로 보인다.

그러나 ‘SVC’와 관련된 상위 키워드에 주목할 점이 있다고 판단하였다. 상대적으로 이들은 밀집되어있지 않아 연관성은 낮으나 ‘SVC’와 함께 ‘Environment’, ‘Energy’, ‘food’, ‘carbon’ 등 각각의 키워드들이 ‘Sustainability’와 관련된 의제로 등장하고 있음을 확인할 수 있었다.

이러한 결과를 종합하면 지속가능한 공급망과 관련된 연구는 코로나19를 계기로 전 세계적인 글로벌 공급망 변화의 필요성 인식과 함께 다양한 시도와 변화가 이루어질 것으로 예상된다. 또한 중국은 코로나19 이후에도 글로벌 공급망에서 여전히 중요하게 다뤄질 것으로 보인

다. 특히 ‘지속가능성’과 글로벌 공급망에 관한 다양한 논의가 이뤄지다 코로나19를 계기로 지속가능성에 대한 관심이 더욱 높아졌다고 해석할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 결과를 토대로 향후 글로벌 공급망 연구 분야에서 다음 주제들이 중요해질 것으로 예상하였다.

첫째, 지금까지의 공급망의 한계를 관리·제고함에 있어 어떻게 사회·경제·환경의 지속가능한 발전과 조화하여 이를 기업의 새로운 성장전략으로 내재화시킬 것인지의 문제가 중요해질 것으로 보인다. 코로나19 이전에는 글로벌 경제의 세계화로 생산비용 절감, 투자비용 극대화 등 효율성에 근간한 국가 간 분업 생산 체계가 구축되었다. 따라서 기업과 산업이 성장하기 위해서는 자국과 다른 국가들의 비교우위에 있는 경쟁력을 활용하여 효율적으로 공급망 상에서의 역할을 배분하느냐가 매우 중요한 문제였다. 그러나 ‘코로나19’를 겪으며 실제로 환경 문제 및 사회의 지속가능성에 대한 경각심이 글로벌로 확대되었다. 따라서 각 국가와 기업들은 기존의 탄소 기반 공급망에서 지속가능성을 고려한 공급망 구조로의 전환을 중장기 전략으로 수립해야 할 것이고 이를 위한 다양한 주체의 의사결정 수립과 지원에 대한 전략이 필요해질 것이다.

둘째, 코로나19라는 전 세계 동시다발적 충격을 극복해가면서 이미 우리 사회가 밀접하게 상호의존적으로 연결되어 있다는 점을 인식하는 계기가 되었다. 코로나19가 환경과 직접적으로 관련되지 않았지만 이미 환경 악화로 인한 이상기후와 그로 인한 충격은 지금부터 관리하지 않으면 반드시 닥칠 문제이며, 한번 발생하면 그 이전으로 돌이키기 어렵다는 점에서 기존 글로벌 공급망에도 실천적인 변화가 수반되어야 할 것이다. 선행연구에서는 지속가능한 글로벌 공급망 전략의 핵심 주체는 거버넌스, 즉 공급자의 역할이 중요하다고 강조하고 있다 [20]. 여기서 거버넌스란 기업뿐 아니라 정부 및 시민사회 등 다양한 주체들 간의 협력 및 조정을 의미한다[20]. 따라서 지금까지 공급망 전략에서 주도적이었던 기업뿐 아니라 다양한 주체들 간의 역할 및 상호관계 분석에 관한 실증연구가 중요해질 것으로 보인다.

마지막으로, 각 국가의 지속가능한 글로벌 공급망 정책 방향에 부합해 실제 기업의 투자로 이어지도록 법 제정·개정 등 정책적 대응과 이에 관한 연구가 필요할 것이다. 지속가능한 글로벌 공급망에 대한 논의가 실제로 반영되기까지는 오랜 시간이 걸릴 것으로 예상된다. 이는 지속가능한 글로벌 공급망 구축이 글로벌 공급망 상에서 파트너 간 환경 정책에 대한 협력뿐 아니라 실천이 동반



되어야 장기적으로 그 성과가 나올 수 있기 때문이다. 현재 국가 차원에서 논의되고 있으나 기업과 산업에 정착되는 과정에 제도 정비 및 신규 투자 등 재무구조의 변화가 예상된다. 따라서 각 국가의 지속가능한 글로벌 공급망 정책 방향에 부합해 실제 기업의 투자로 이어지도록 법 제정·개정 등 정책적 대응과 이에 관한 연구가 필요한 시점이다.

## References

- [1] Ministry of Economy, Trade and Industry, Circumstances Surrounding Economic Methods for Realizing Carbon Neutrality Worldwide, Japan, pp.1-14.
- [2] B. Fahimnia, J. Sarkis, and H. Davarzani, "Green supply chain management : A review and bibliometric analysis", *International Journal of Production Economics*, 162, pp.101-114, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.003>
- [3] E. B. Jeong and J. S. Park, "A Systematic Literature Review on Green Supply Chain Management: Bibliometrics and Keyword Network Analysis", *Korean management Review*, Vol.48, No.1, pp.133-157, 2019.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.17287/kmr.2019.48.1.133>
- [4] U. R. de Oliveria, I. R. da Silva, L.S.Espindola, and H. M. Rocha, "A systematic literature review on green supply chain management: Research implications and future perspectives", *Journal of Cleaner Production*, 187, pp.537-561, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.083>
- [5] G. Gereffi, J. Humphrey and T.Sturgeon, "The Governance of Global Value Chains", *Review of International Political Economy*, Vol.12, No.1, pp.78-104, 2005.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>
- [6] I. Gavronskia, R. D. Klassen, S. Vachon and L. F. M. do Nascimento, "A resource-based view of green supply management", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.47, No.6, pp.872-885, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.018>
- [7] S. Seuring and M. Müller, "From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management", *Journal of cleaner production*, Vol.16, No.15, pp.1699-1710, 2008.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>
- [8] C. R. Carter and P. L. Easton, "Sustainable supply chain management: evolution and future directions", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.41, No.1, pp.46-62, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.1108/09600031111101420>
- [9] E. John, "Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business", *Environmental quality management*, Vol.8, No.1, pp.37-51, 1998.  
DOI: <https://doi.org/10.1002/tqem.3310080106>
- [10] A. Bateman, *State of Supply Chain Sustainability*, Cambridge, Mass.: MIT Center for Transportation & Logistics and Council of Supply Chain Management Professionals, 2021, pp.13-22.
- [11] E. S. Park and D. Y. Choi, "A Study on the Effect of Sustainable Supply Chain Activities on Customer Performance through Competitive Advantage", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 20, No. 1, pp.107-117, 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2022.20.1.107>
- [12] M. S. Schwartz and A. B. Carroll, "Corporate Social Responsibility: A Three-Domain Approach", *Business Ethics Quarterly*, Vol.13, No.4, pp.503-530, 2003.  
DOI: <https://doi.org/10.5840/beq200313435>
- [13] M. S. Song, H. J. Park and K. S. Park, "Attention-based Long Short-term Memory Network Using Sentiment Lexicon Embedding for Aspect Level Sentiment Analysis in Korean", *Information Processing and Management*, Vol.56, No.3, pp.637-653, 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2018.12.005>
- [14] M. S. Song and K. S. Shin, "Construction of Consumer Confidence index based on Sentiment analysis using News articles", *Journal of Intelligent Information Systems*, Vol.23, No.3, pp.1-27, 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.13088/jiis.2017.23.3.001>
- [15] A. Aizawa, "An information-theoretic perspective of tf-idf measures", *Information Processing and Management*, Vol.39, No.1, pp.45-65, 2003.  
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0306-4573\(02\)00021-3](https://doi.org/10.1016/S0306-4573(02)00021-3)
- [16] N. H. Han and J. U. Park, "A Study on Restructuring the Supply Chain in East Asia under COVID-19", *Regional industry research*, Vol.43, No.4, pp.243-268, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.33932/rir.43.4.12>
- [17] J. S. Rha, "Analysis on Issues Related to Supply Chain Management in the Era of Covid19 using Network Text Analysis", *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol.25, No.6, pp.109-123, Dec. 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.9723/jksjis.2020.25.6.109>
- [18] S. Y. Yoo and G. G. Lim, "Analysis of News Agenda Using Text mining and Semantic Network Analysis: Focused on COVID-19 Emotions", *Journal of Intelligent Information System*, Vol.27, No.1, pp.47-64, Mar. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.13088/jiis.2021.27.1.047>
- [19] Y. H. Yang, "Analysis on Types and Trends of Public Conflicts using Topic Modeling", *The Korea Local Administration Review*, Vol.35, No.2, pp.159-188, 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.22783/krila.2021.35.2.159>

- [20] A. Khattak and L. Pinto, "A Systematic Literature Review of the Environmental Upgrading in Global Value Chains and Future Research Agenda", *Journal of Distribution Science*, Vol.16, No.11, pp.11-19, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.15722/jds.16.11.201811.11>

---

이 소 연(So-Yeon Lee)

[정회원]



- 2011년 3월 : SOKA대학교 대학원 경제학연구과 (경제학 석사)
- 2017년 3월 : SOKA대학교 대학원 경제학 연구과 (경제학 박사)
- 2016년 9월 ~ 2018년 9월 : 한국금융연구원 책임연구원
- 2019년 9월 ~ 현재 : NH농협금융지주 금융연구소 부연구위원

<관심분야>

ESG, 정부정책, 산업분석

---

송 민 채(Min-Chae Song)

[정회원]



- 2011년 2월 : 이화여자대학교 일 반대학원 경제학과 (경제학 석사)
- 2019년 2월 : 이화여자대학교 일 반대학원 빅데이터분석학과 (빅데이터분석학 박사)
- 2019년 9월 ~ 2021년 8월 : 이화여자대학교 빅데이터분석학 협동과정 겸임교수
- 2021년 9월 ~ 2022년 8월 : 이화여자대학교 빅데이터분석학 협동과정 초빙교수

<관심분야>

텍스트분석, 빅데이터분석, 산업분석