

지속가능발전목표 관점에서 토픽모델링을 활용한 지속가능한 도시 연구 동향 분석*

Analysis of Trends in Sustainable City Research based on
Topic Modeling in terms of Sustainable Development Goals

김경아** · 김선희***
Gyeonga Kim · Sunhee Kim

요약: 본 연구의 목적은 국내 지속가능한 도시에 관한 연구 동향을 분석하고, 향후 연구의 발전 방향을 제시하는 것이다. 이를 위하여 연구 방법은 토픽모델링 분석 방법을 사용하였으며, 1993년부터 2020년 11월까지의 한국학술지인용색인(KCI)에 게재된 지속가능한 발전 연구대상으로 지속가능한 도시의 연구 동향을 분석하였다. 분석 결과, 지속가능한 도시에 관한 연구는 5개의 주제로 분류되었으며, 5개의 주제는 하나의 네트워크로 연결되어 있었다. 이 중 도시의 자원 및 에너지 관련 연구가 시기적으로 가장 큰 비중을 차지하고 있었다. 또한, 도시성장 관리와 거버넌스 연구가 활발하게 진행되고 있는 경향을 보였다. 그리고 시민 키워드는 네 개의 토픽을 연결하는 것으로 나타나 지속가능한 도시에서의 시민참여의 중요성을 확인할 수 있었다. 반면 문화유산, 대기, 폐기물, 녹지 관련 연구는 미비한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 지속가능한 도시연구에 대한 현황을 파악하는 정보를 제공하고, 향후 지속가능한 도시 연구의 연구 방향을 제안하였다.
핵심주제어: 지속가능한 도시, 도시정책, 연구 동향 분석, 토픽모델링

Abstract: The purpose of this study is to analyze research trends surrounding sustainable cities in Korea and to provide a direction for future research. For this purpose, the research method used was Topic Modeling, and research trends in sustainable cities were analyzed by surveying subjects of sustainable development research published in the Korean Journal Citation Index (KCI) between 1993 to November 2020. As a result of this analysis, research on sustainable cities was classified into five topics, and these five topics were linked to a single network. Of those, research related to urban resources and energy accounted for the majority of papers published. Furthermore, research related to urban growth management and governance studies has been active for many years. Also, we found that there was an overlap in citizen keywords in four topics, thus confirming the importance of citizen participation in a sustainable city. On the other hand, studies related to cultural heritage, atmosphere, waste, and green space were sparse. Based on these results, we have provided information about the current status of sustainable city research and propose research directions for future sustainable city studies.

Key Words: Sustainable City, Urban Policy, Research Trend Analysis, Topic Modeling

* 이 연구는 국토연구원에서 제공한 '2020 국토서원' 프로그램의 지원을 받아 수행되었음.

** 주저자, 중앙대학교 도시계획부동산학과 박사과정

*** 교신저자, 국토연구원 명예연구위원

I. 서론

「지속가능한 발전」(Sustainable Development)¹⁾은 1987년 브룬트란트 보고서(Brundtland Report)에서 처음으로 언급되었다. 초기의 지속가능한 발전은 환경 중심의 논의에서 경제성장 및 사회발전을 포함하는 개념으로 발전하였다. 이후 1992년 리우회의 이후 수립된 Agenda 21은 지속가능한 발전 실현을 위한 국가 차원의 전략 수립 및 이행을 강조하였다. 도시는 환경오염, 주거, 공공서비스, 인프라, 소득 등 환경적·경제적·사회적 모든 부문을 포괄(Hiremath et al., 2013)하고 있다는 특징이 있다. 따라서 '도시'²⁾는 지속가능한 국가발전을 위한 전제조건이자 핵심 요소로서 도시정책의 핵심과제이고 궁극적인 목표 중 하나이다(서준교, 2018; 황희연, 2005).

2015년 UN 총회에서 2030년까지 달성하기로 결의한 의제인 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals, 이하 SDGs)는 기존 새천년발전목표(Millennium Development Goals, 이하 MDGs)가 추구하던 빈곤퇴치에서 나아가 환경, 사회발전, 사회적 불평등, 경제발전 등을 고루 포함한다. SDGs 17개 목표 중 도시 부문은 11번째 목표로서 포용적이고 안전하며 회복력 있고 지속가능한 도시와 거주지 조성을 목적으로 한다(UN, 2015). 그러나 국내에서 SDGs는 보편적 목표 차원의 담론으로 논의되며, 교육, 환경 등 일부 분야에서 논의되고 있다. 이에 지속가능한 도시관점에서 지속가능한 발전을 종합적이고 거시적으로 검토할 필요성이 있다(고재경, 2015).

본 연구는 SDGs 11번 목표인 지속가능한 도시 부문을 중심으로 지속가능한 발전에서 도시 분야의 연구 동향을 파악하고, 해당 연구 분야의 의미 있는 연구주제를 도출한다. 이를 통하여 향후 지속가능한 도시를 위한 연

1) 환경적으로 건전하며 지속가능한 발전(Environmentally Sound and Sustainable Development, ESSD)을 의미한다.

2) 우리나라의 도시화율은 2018년도 기준 91.8%이다. 전 세계적으로 도시는 지표면의 2%를 차지하고 있지만 전 세계 인구의 54%를 수용하고, GDP의 약 80%를 생산하며, 온실가스의 70%를 배출한다. 2050년까지 전 세계의 도시화율은 70%에 이를 것으로 예상되며, 약 25억 명의 도시인구가 증가할 것으로 전망된다(UN Habitat, 2016).

구의 방향에 발전적인 시사점을 제시하고자 한다.

이를 위한 본 연구의 질문은 다음과 같다. ‘첫째, 국내 지속가능한 발전 연구 중 지속가능한 도시를 주제로 하는 연구의 주요 키워드는 무엇인가? 둘째, 지속가능한 도시 연구의 주요 키워드별 네트워크 관계는 어떠한가? 셋째, 지속가능한 도시에 관한 토픽은 시간의 흐름에 따라 어떻게 변화하는가?’이다.

본 연구는 텍스트마이닝 기법의 하나인 토픽모델링 기법을 이용하여, 2020년 7월까지의 지속가능한 발전 분야 중 지속가능한 도시와 관련된 연구주제를 유형화한다. 또한 지속가능한 도시 주제의 시기별 변화를 파악한다. 이를 통해 관련 주제 간 네트워크 분석을 통하여 지속가능한 도시에 관한 주된 연구주제를 도출한다. 그리고 지속가능한 발전 측면에서 도시를 구성하는 다양한 분야 중 어떠한 부문들이 주요 주제로 연구되는지를 파악한다. 분석 결과를 통해 지속가능한 도시 분야에서 중요하게 혹은 과소하게 다루어지고 있는 연구주제를 파악한다. 분석 결과에 기반하여 지속가능한 발전 목표 달성을 위하여 향후 지속가능한 도시연구에서 어떠한 부문들이 고려되어야 할지에 대한 방향을 제시한다.

II. 이론적 논의 및 선행연구 검토

1. 지속가능한 발전과 지속가능발전목표(SDGs)

지속가능한 발전(Sustainable Development)은 “미래 세대가 그들의 필요를 충족시키는 능력을 손상하지 않으면서 현재의 필요한 부분을 충족시키는 개발”로 정의된다. 지속가능한 발전은 ‘환경보전-경제성장-사회발전’의 3대 축을 기반으로 하는 균형적인 발전을 통해 자연이 허용하는 범위 내에서 사회적 경제적으로 균형되고 조화로운 발전을 의미한다(문태훈, 2007; 조창현·유평준, 2015; Elkington, 1994; Rogers et al., 2008; Redclift, 1987).

2000년 UN에서 채택된 MDGs는 2015년까지 세계의 빈곤을 반으로 줄인다는 목적 아래 지속가능한 발전을 위한 8개 목표³⁾를 제시하였다. 나아가 2015년 UN 총회에서 2030년까지 달성하기로 결의한 의제인 SDGs는 SDG 17개의 목표로 구성된다. SDGs는 MDGs가 추구하던 빈곤퇴치에서 한 걸음 더 나아가 사회적 불평등, 사회발전, 경제발전, 환경, 이행 수단 등 환경적, 경제적, 사회적 부문을 포괄한다(UN, 2015).

2. 지속가능한 도시와 SDG 11

1) 지속가능한 도시에 관한 논의

지속가능한 도시는 지속가능한 발전의 개념을 도시계획, 도시개발, 도시관리에 적용하는 것을 의미한다. 과거 경제적 발전에만 치중했던 기존 성장 지향적 접근에서 나아가 환경적, 경제적, 사회적 측면을 통합적으로 고려하는 지속가능한 도시는 도시정책에서도 중요한 가치와 의미로 받아들여지고 있다(Goodland, 1995). 지속가능한 도시는 첫째, 시민 모두의 요구를 충족시키는 사회적 발전-도시문화와 도시 커뮤니티의 발전 등을 포함-을 지향하는 도시, 둘째, 효과적으로 환경을 보전하는 도시, 셋째, 토지 이용과 에너지 사용 등 자연 자원을 신중하게 이용하는 도시, 넷째, 안정적인 경제성장과 고용을 유지하는 도시로 정의할 수 있다(문태훈, 2007). 포용적이고, 환경친화적이고, 사회경제적으로 발전할 수 있도록 계획되고 관리되는 지속가능한 도시는 삶의 질을 개선하고 국가 전체적으로 지속가능한 발전에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다.

3) ① 절대빈곤과 기아 퇴치 ② 보편적 초등교육 달성 ③ 성평등과 여성의 지위 향상 ④ 영아 사망률 감소 ⑤ 모성 보건 증진 ⑥ HIV/AIDS, 말라리아, 기타 질병 퇴치 ⑦ 지속가능한 환경보전 ⑧ 범지구적 파트너십 구축이다.

2) SDG 11(Urban SDG)에 관한 논의

SDG 17개의 목표 중 11번 목표는 지속가능한 도시를 주제로 한다(이하 Urban SDG). Urban SDG는 사회-지리적, 경제적, 문화적 차이와 관계없이 모든 도시에 적용되며 포용적이고 안전하며, 복원력 있고, 지속가능한 도시와 인간 거주지를 조성하는 것을 목적으로 한다(Siragusa, et al., 2018).

〈표 1〉 Urban SDG(SDG 11) 세부목표

구분	세부목표 및 지표
11.1	2030년까지 모두를 위한 적절하고 안전하며 적절한 가격의 주택 및 기초서비스에 대한 접근을 보장하고 빈민가를 개선한다.
11.2	2030년까지 모두를 위한 안전하고 적절한 가격의, 접근이 쉽고 지속가능한 교통 시스템을 구축하고, 특히 취약계층, 여성, 아동, 장애인과 노인의 수요를 고려하여 대중교통을 확대함으로써 도로 안전을 향상한다.
11.3	2030년까지 포용적이고 지속가능한 도시화를 확대하며 참여적이고 통합적이며 지속가능한 인간 정주 계획과 관리 역량을 강화한다.
11.4	세계의 문화·자연 유산을 보호하고 보존하기 위한 노력을 강화한다.
11.5	2030년까지 빈곤층과 취약계층 보호에 중점을 두고, 사망자 수 및 피해자 수를 상당히 감축하고, 물 관련 재난을 포함하여 재난에 의해 발생하는 국내총생산 대비 직접적인 경제적 손실을 상당히 감축한다.
11.6	2030년까지 대기의 질과 도시 및 기타 폐기물 관리에 대한 특별한 주의 등을 통하여 도시의 1인당 부정적인 환경 영향을 감축한다.
11.7	2030년까지 특히 여성과 아동, 노인과 장애인을 위한 안전하고 포용적이며 접근이 용이한 녹지 및 공공공간에 대한 보편적 접근을 보장한다.

출처: UN, 지속가능발전목표, 지속가능발전포털(<http://ncsd.go.kr/>)

Urban SDG는 도시에 초점을 맞추고, 도시문제를 해결하기 위한 다양한 분야에 대한 이슈를 포괄한다. Urban SDG는 주거 불안 해소를 위한 대책 강구, 포용적이고 지속가능한 도시계획 구축, 친환경 도시 공간 확대의 측면에서 도시 내의 모든 활동이 포함된다. 이러한 측면에서 SDGs를 바라보면, SDGs 목표 대부분이 Urban SDG로 수렴되고 연계된다. Urban SDG는 모든 시민이 적절한 가격의 주택에서 거주하면서 기본적 서비스를 받고, 안전한 교통체계를 이용하며, 자연 재난의 위험에 대비하고, 공공

및 녹지 공간의 이용, 문화 및 자연 유산의 보호, 폐기물과 대기오염물질에 대한 관리를 제시한다. 더불어 이러한 과정에서의 시민참여와 지속가능한 도시계획의 필요성을 강조한다(임현묵 등, 2017).

3. 지속가능한 도시에 관한 선행연구 검토

지속가능한 도시에 관한 기존 연구는 1990년대부터 현재까지 다양한 연구가 이루어지고 있다. 해당 연구는 주로 지속가능발전지표를 활용하여 도시를 다양한 부문을 포괄하고, 지속가능한 도시를 위한 방안을 모색한 연구와 환경, 주거, 교통, 거버넌스 등 특정 한 부문을 중심으로 지속가능한 도시를 위한 방안을 살펴본 연구로 나눌 수 있다.

첫째, 지속가능발전지표를 활용한 연구는 지속가능발전지표를 설정하는 연구와 SDGs 지표에 초점을 맞춰 지속가능한 도시를 위한 발전 방향을 모색한 연구이다. 둘째, 도시를 구성하는 다양한 요소 중 특정한 부문을 중심으로 지속가능한 도시를 위한 발전방안을 살펴본 연구이다. 지속가능한 도시에 관한 선행연구는 <표 2>와 같다.

<표 2> 지속가능한 도시에 관한 선행연구 정리

구분		내용
SDGs를 활용한 연구	개별 도시의 지표를 설정한 연구	<ul style="list-style-type: none"> 특정 도시를 대상으로 지속가능한 도시와 관련한 세부 지표를 설정하고 환경적, 경제적, 사회적 측면의 발전방안을 도출(김재한, 2007; 이우성 등, 2008).
	SDGs 달성에 초점을 맞춘 연구	<ul style="list-style-type: none"> SDGs에 부합하는 도시지표를 구축하여 국내 도시의 SDGs 이행현황을 조사(윤경호, 2018) SDG 11을 검토하고 지속가능한 도시를 위한 이행 전략을 도출(방설아·신유승, 2015; 한상미, 2019)
특정한 부문을 중심으로 지속가능한 도시의 발전 방안을 살펴본	환경적 측면	<ul style="list-style-type: none"> 토지 이용, 환경, 교통, 에너지를 중심으로 환경친화적인 계획을 위한 방안을 모색(김범철, 2005) 지속가능성 측면에서 공원녹지를 위한 정책 마련이 중요함을 시사(최희선 등, 2019) 토지환경 분야에서의 SDGs 이행을 위한 정책 방향을 모색(명수정, 2016) 전반적인 도시 환경-공원녹지, 환경오염, 문화공간, 자연생태계, 교통, 재해 등을 검토하고, 지속가능한 도시개발을 위한 전략을 제시(김현식 등, 1997)

연구	경제적 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색경제를 중심으로 지속가능한 경제를 위한 측정지표를 개발하고 녹색경제의 활성화를 위한 정책 방향을 제시(강병수, 2010; 추창민, 2017)
	도시계획적 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 택지개발지표를 설정하고, 지속가능성 측면에서 개별 지표의 중요도를 도출(원종준 등, 2011) • 신도시를 조성할 때 지속가능성을 고려하는 평가항목을 개발(고영순, 2010) • 도시계획 측면에서 거버넌스의 중요성 강조(사득환, 2007).
	주거적 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 토지 이용, 교통, 에너지, 커뮤니티가 조화될 수 있는 주거지 계획방안을 모색(대한주택공사, 2000; 송기택, 2006).
	문화적 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 문화자원과 자연 자원을 이용하는 문화도시 조성 과정에서 환경친화적인 관광산업을 증진하여 지역의 경제 활성화 주장(박양호, 2006; 이병훈, 2009)
	교육적 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 지자체 특성에 맞는 교육프로그램을 개발해야 함을 주장(이경임, 2017)
	성평등 측면	<ul style="list-style-type: none"> • 여성과 남성 모두가 도시에서 제공되는 서비스 -공원, 녹지, 교통, 고용, 교육, 안전-에 대하여 차별 없이 평등하게 혜택을 누려야 함을 강조(권상우, 2007)

지속가능한 도시와 관련해서는 다양한 학문 분야를 포괄하여 연구가 진행되고 있다. 초기에는 지속가능한 도시지표를 개발하고, 이를 위한 정책 방안을 모색하는 연구가 주로 이루어졌으나, 최근 들어 다양한 연구 분야에서 지속가능한 도시를 위한 정책 방향을 모색하고 있다. 더욱이 지속가능한 도시는 다양한 논의를 거쳐 다양한 분야를 포괄하는 개념으로 발전하였기 때문에, 지속가능한 도시에 관한 연구가 시기별로 어떠한 논의를 거쳐 발전하였는지 살펴볼 필요가 있다.

그러나 1990년 이후 다양한 분야에 많은 연구가 이루어진 지속가능한 도시에 관한 연구 동향을 포괄적으로 분석한 연구는 없다는 문제가 있다. 이에 본 연구는 지속가능한 도시를 구성하는 다양한 분야에 관한 연구 동향을 분석하여 지속가능한 도시에 대한 논의가 시기별로 어떻게 발전하였는지 살펴보고, 최근의 연구 동향을 파악하여 향후 지속가능한 도시를 위한 연구의 발전적인 방향을 제시하고자 하는 측면에서 기존 연구와 차별화된다.

III. 연구방법

1. 토픽모델링

토픽모델링(Topic Modeling)은 텍스트 마이닝에서 사용하는 연구 방법이다. 토픽모델링은 자연어 처리 기술(natural language processing)을 사용하여 텍스트 데이터에서 사용된 단어들의 동시 사용 패턴을 바탕으로 주제어를 묶음으로 분류하고, 대표하는 주제(Topic)를 도출하기 위해 사용하는 통계적 분석 방법이다(DiMaggio et al., 2013; Inzalkar and Sharma, 2015; Khan and Kanth, 2016). 토픽모델링은 구조화되지 않은 다양한 문서에서 텍스트 마이닝과 정보추출을 하면서 확률적 기반으로 공통된 주제를 추출하고, 토픽(topic)을 범주화(clustering)한다. 가장 대표적인 토픽모델링 기법은 잠재 디리클레 할당(Latent Dirichlet Allocation, 이하LDA)이다. LDA는 비정형 텍스트의 숨겨진 토픽을 찾아내는 생성확률 기본모델이다. 단어들의 집합이 공통된 주제를 포함한다는 가정을 기초로, 단어들이 주제에 포함될 확률을 조건부 확률분포로 계산하여 확률이 높은 단어들의 집합을 추출하는 토픽 분류 기법이다(이효섭·조대연, 2020; 조성배 등, 2018; Blei, 2012; Steyvers and Griffiths, 2007).

토픽모델링은 텍스트 자료를 활용하여 분석하는 전통적인 내용분석의 한계점을 극복⁴⁾한 분석 방법론으로서, 기존의 개별 단어 빈도분석에서 발생하는 유의어, 다의성, 의미 계층구조 등의 문제점을 해결하는 대안으로 제시된다(Blei and Lafferty, 2005). 문서들이 어떤 주제들을 함께 다루고 있는지 예측할 수 있으며, 시간에 따라 주제들의 동향을 파악할 수 있는 특징이 있다. 이에 토픽모델링은 특정 주제와 관련된 연구 동향을 파악하는 데 유용하게 활용되고 있다(박건철·이치형, 2019).

4) 내용분석(content analysis) 방법은 범주화를 토대로 빈도분석, 상관분석 등이 통계분석을 수행한다. 그러나 코딩의 일관성 확보 문제, 연구자의 주관적인 문제로 발생하는 신뢰성 문제와 오기입과 같은 문제가 발생할 수 있다. 여러 명의 코더를 통하여 오류를 줄일 수 있으나, 대용량 데이터를 처리하는데 상당한 시간과 비용이 소요된다는 단점이 있다(최성철·박한우, 2020).

2. 데이터 수집 및 분석과정

1) 데이터 수집

본 연구에서는 지속가능한 도시에 관한 국내연구 동향을 분석하기 위해 KCI 한국학술지인용색인에 등재된 “Sustainable Development”을 포함하는 논문으로서 제목에 “지속가능한 발전” 및 “지속가능한 개발”을 포함하는 경우로 한정하였다.⁵⁾ 논문은 시대의 변화와 흐름을 살펴볼 수 있는 유용한 도구이며, 논문 제목은 논문의 특성과 핵심 주제를 가장 잘 반영하고 있기 때문이다(Rice, 2005). “지속가능한 발전” 및 “지속가능한 개발” 검색 결과 830개⁶⁾ 중 초록이 없거나, 구독이 불가능한 논문과 본 연구의 주제인 “지속가능한 도시”와 관련되지 않은 논문을 제외한 576개의 논문의 초록을 활용하였다.⁷⁾ 논문의 초록은 논문의 내용과 주제를 표현하는 가장 적절한 정보로 인식되기 때문이다(육동인, 2017; 최상희·이재운, 2012).

분석의 최종 분석대상으로 선정된 논문에서 최초 논문의 발표 시기는 1993년이다. <그림 1>을 살펴보면 지속가능한 발전에 관한 논문 중 지속가능한 도시와 관련된 연구는 전반적으로 증가하고 있다. 1990년대에는 지속가능한 도시에 관한 연구는 많이 이루어지지 않았으나, 그리고 2000년대 후반 이후 활발한 연구가 이루어지는 것을 확인하였다. 이는 2007년 「지속가능발전 기본법」이 지속가능한 도시와 관련된 다양한 연구가 시작

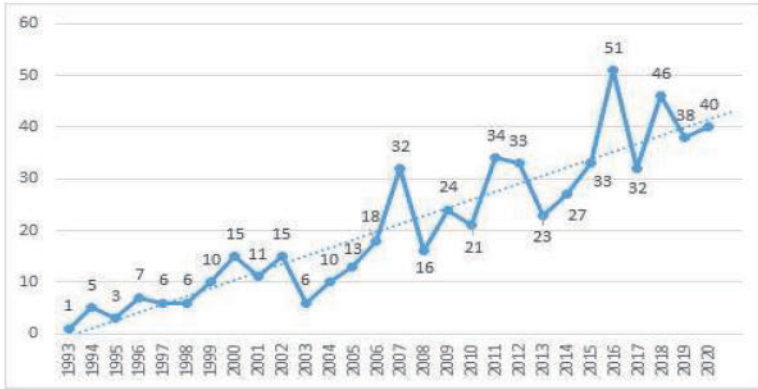
5) “지속가능한 발전”으로 제목 키워드로 검색한 논문의 구독은 20년 8월 23일~25일 기간 동안 진행하였다. 그리고 “지속가능한 개발”로 제목 키워드로 검색한 논문의 구독은 20년 12월 27일~29일 기간 동안 진행하였다.

6) 한국학술지 인용색인(KCI, Korea Citation Index)은 국내 학술지 정보, 논문 정보(원문) 및 참고문헌을 DB화하여 논문 간 인용 관계를 분석하는 시스템으로, KCI 등재 논문이란 학술지의 질적 수준을 평가할 수 있는 도구로 활용된다(양연희 등, 2019). 따라서 본 논문에서 KCI 등재 논문 기준으로 연구대상 범위를 한정한다. 2002년 이전 논문의 경우 KCI 국내 학술지 인용색인에서 검색이 불가능하였다. 따라서 2002년 이전 기간의 논문은 KCI에서 검색하는 기준에 맞추어 학술연구정보서비스(RISS)에서 확보하였다.

7) 논문 초록은 영문 초록을 이용하였다. 576개의 논문 중 한글 초록만 있는 23개의 논문은 영문 초록으로 변환하여 분석에 사용하였다.

했다고 볼 수 있다.

〈그림 1〉 연도별 지속가능한 도시와 관련된 논문 발행 건수



2) 분석과정

지속가능한 도시에 대한 연구 동향의 분석은 논문 초록에 제시된 텍스트들을 대상으로, 키워드들의 출현 빈도를 워드클라우드 방식으로 분석하고 초록에 등장한 주요 키워드들의 동시 출현 빈도를 분석하였다.

텍스트 데이터를 분석에 활용하기 위해서는 비정형화된 텍스트 데이터를 분석할 수 있도록 데이터를 표준화하는 전처리 작업을 진행해야 한다. 전처리 된 데이터는 분석에 걸리는 시간을 줄이고, 정확성을 높일 수 있다 (조성배 등, 2018).

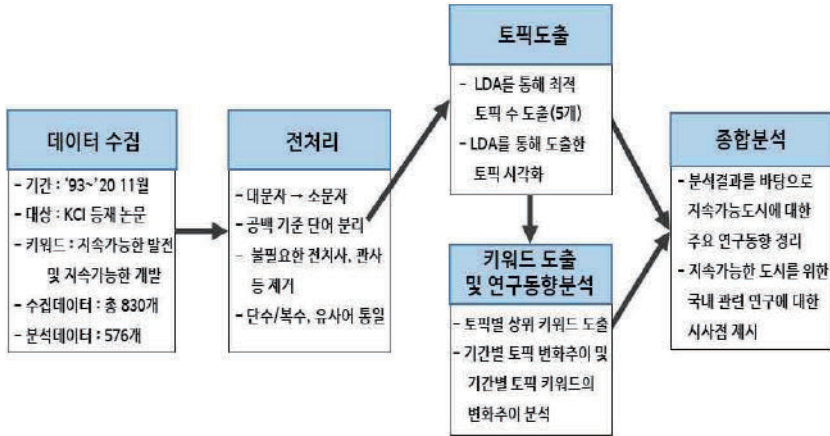
〈표 3〉 전처리 과정

전처리 단계	내용
Lowercase	대문자를 소문자로 변경 City → city, Governance → governance
Tokenization	공백을 기준으로 단어를 분리
Stopwords	분석에 불필요한 전치사, 관사 등 제거 addition, first, half, other etc.
Stemming	단수/복수, 유사어 통일 house → housing, resources → resource

추출된 키워드의 전처리 과정은 대문자를 소문자로 변경(Lowcase)⁸⁾하고 여러 문장에 대한 공백을 기준으로 단어를 분리하는 토큰화(Tokenize) 작업을 수행하였다. 이와 함께 분석에 불필요한 접속사, 특수 문자, 전치사, 관사 등 분석에 불필요한 불용어(Stopwords)를 제거하고, 단수와 복수와 유사어를 통일시키기 위해 어간을 추출하는 어간추출(Stemming) 작업을 수행하였다(〈표 3〉 참고).

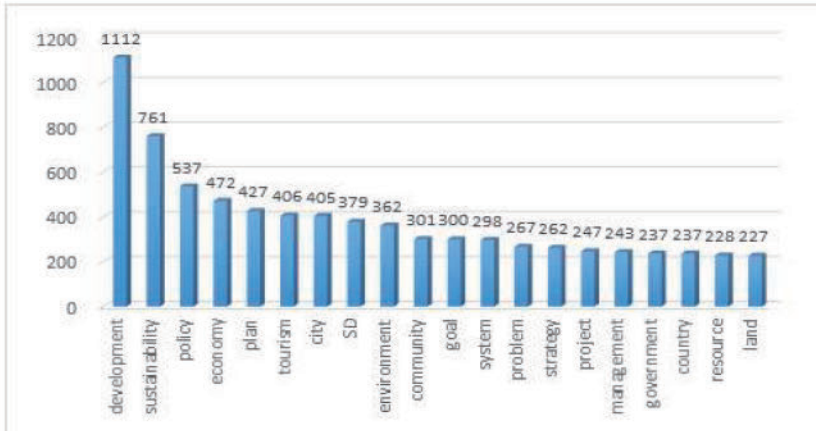
분석 자료를 정형화한 이후 LDA 기법을 활용하여 토픽모델링 분석을 진행하였으며, Netminer 4.4.3 버전을 이용하였다. LDA 분석을 통하여 전체 연구의 맥락(토픽)을 추출하였다. 이때 토픽의 수를 설정하는 것이 중요하다. 적절한 토픽의 수는 토픽 간 유사도(cosine)의 상관관계를 계산하여 평균과 분산이 가장 낮은 구간의 토픽 수를 정성적으로 연구자가 선정(양연희 등, 2019)하였다. 그 결과 5개의 토픽이 가장 적절한 것으로 나타나 5개 토픽으로 선정하였다. 분석과정은 〈그림 2〉와 같다.

〈그림 2〉 분석과정



8) 이때 범용인 Act는 행동(act)과 구분하기 위하여 Act로 사용하였다.

〈그림 4〉 가장 많이 언급된 상위 20개 단어



이 외에 “sustainability”, “policy”, “plan” 등 계획과 참여 관련 키워드들이 상위에 있다. 그리고 “economy”, “tourism”, “environment”, “community” 등 도시를 구성하는 경제, 사회, 환경에 관한 키워드 또한 연구자들이 많이 언급한 것을 알 수 있다(〈그림 4〉 참고).

다음으로, NetMiner 4.3.3의 LDA 패키지를 통해 지속가능한 도시 관련 논문의 초록 중 문장을 중심으로 토픽모델링을 한 결과 〈표 4〉와 같이 총 5개의 토픽이 도출되었다.

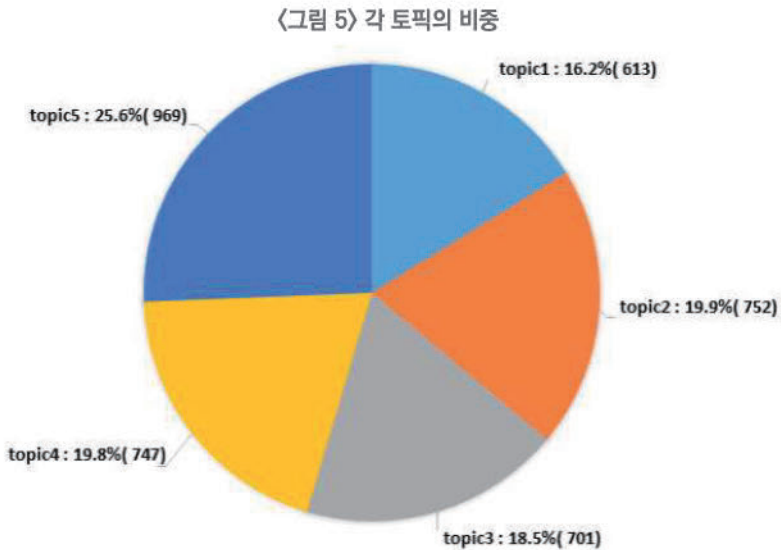
〈표 4〉 지속가능한 도시 관련 논문 토픽별 주요 키워드 현황

주제	키워드
Topic-1 : 거버넌스	citizen, conflict, governance, growth, knowledge, participation, relationship
Topic-2 : 도시성장 관리	citizen, growth, land, law, participation, protection, regulation
Topic-3 : 도시공간 개발	buliding, citizen, land, indusrty, space, transportation, tourism
Topic-4 : 도시 주거 계획	agenda, cooperation, citizen, housing, project, program, target
Topic-5 : 도시의 자원 및 에너지	energy, growth, land, pollution, project, resource, water,

Topic-1은 시민, 갈등, 거버넌스, 성장, 지식, 참여, 관계의 키워드로 구성되었다. Topic-2는 시민, 성장, 토지, 법, 참여, 보호, 규제 키워드로

구성되었다. Topic-3은 건물, 시민, 토지, 산업, 공간, 교통, 관광의 키워드로 구성되었다. Topic-4는 의제, 협력, 시민, 주택, 사업, 프로그램, 대상의 키워드로 구성되었다. Topic-5는 에너지, 성장, 토지, 오염, 사업, 자원, 물의 키워드로 구성되었다.

LDA 분석을 통해 나타나는 결과는 키워드가 군집된 토픽으로 도출된다. 그리고 이 군집을 바탕으로 각 토픽의 확률이 제시되는데, 토픽을 바탕으로 워드 네트워크(Word-Network) 분석을 수행하여 각 문서 내 단어 조합 간 가중치를 분석한 결과는 <그림 5>와 같다.



지속가능한 도시 관련 연구를 5개 토픽으로 분류한 결과, 각 연구 논문 내에서 여러 개의 토픽이 논의되고 있는 특징을 볼 수 있었다. 이는 도시의 지속가능성이 도시사회(주민참여, 갈등, 거버넌스, 복지), 도시 환경(정주, 환경, 교통, 방재 및 안전), 도시경제(산업, 관광, 경제), 지원체계(토지, 계획, 제도) 등 도시를 구성하는 여러 부문을 포괄하는 특성(김상조 등, 2014)상 하나의 연구에도 다양한 주제가 논의되는 것으로 판단된다. 5개의 토픽의 비중은 큰 차이는 없었으나, 이 중 가장 큰 비중을 차지하는

주제는 “Topic-5, 도시의 자원 및 에너지(969건, 25.6%)”, “Topic-2, 도시 성장 관리(752건, 19.9%)”로 확인되었다. 그리고 “Topic-4, 도시 주거 계획(747건, 19.8%)”, “Topic-3, 도시공간 개발(701건, 18.5%)”, “Topic-1, 거버넌스(613건, 16.2%)” 순으로 나타났다.

3. 지속가능한 도시 관련 연구 동향

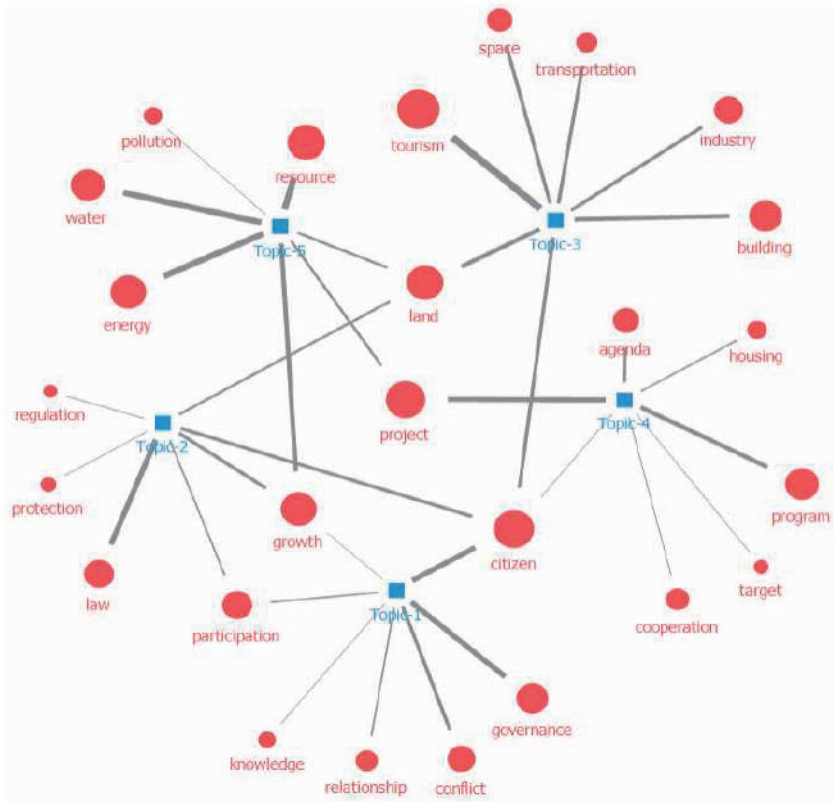
국내 지속가능한 도시 관련 연구를 대상으로 토픽모델링을 통해 도출된 5개 주제의 토픽별 세부 키워드 간의 네트워크 관계를 <그림 6>과 같이 확인하였다. 토픽별 세부 키워드 간 네트워크 맵은 세부 키워드 간의 문서 내 동시 출현 빈도를 바탕으로 가깝게 등장한 키워드끼리 링크가 생성된다. 키워드의 점의 크기는 토픽에 대한 키워드의 등장 빈도를 나타내며, 선의 굵기는 토픽에 대한 해당 키워드의 영향력을 의미한다.

분석 결과, 5개의 토픽은 하나의 네트워크로 연결이 되어 있는 것으로 나타났다. 각각의 토픽을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, Topic-1(거버넌스)에서는 시민, 거버넌스, 갈등 순으로 주제가 영향력이 가장 높았다. 특히 시민 키워드는 Topic-5(도시의 자원 및 에너지)를 제외한 모든 주제와 연결되는 것으로 확인되었다. 그리고 성장 키워드는 Topic-2(도시성장 관리)와 Topic-5와 연결되어 도시의 성장과 자원 및 에너지 측면이 거버넌스와 연관되는 것을 알 수 있었다. 이와 함께 참여 키워드는 Topic-2와 연관되었다. 둘째, Topic-2(도시성장 관리)는 법, 시민, 성장, 토지 키워드 순으로 영향력이 높은 것으로 나타났다. Topic-2에 속한 키워드 중 토지는 Topic-3(도시공간 개발)과 Topic-5(도시의 자원 및 에너지)와 연결되어 도시의 성장은 도시공간 개발과 도시 내 자원과 에너지 측면에서 연관되는 것으로 확인되었다. 셋째, Topic-3(도시공간 개발)은 구성하는 관광, 토지, 건물, 시민, 산업, 공간, 교통의 모든 키워드가 전반적으로 영향력이 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 넷째, Topic-4(도시 주거 계획)는 사업, 프로그램, 의제, 주택의 키워드 순으로 영향력이 높은 것으로 나타났다. 이 중 사업은 Topic-5와 연결되어 도시

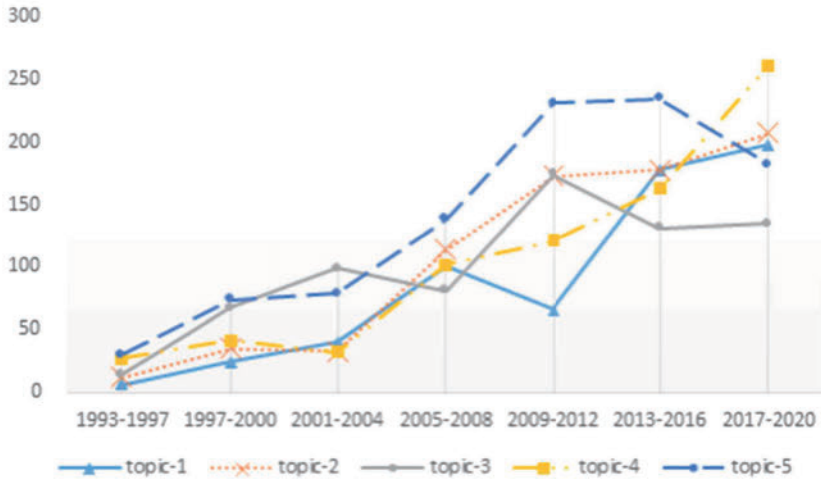
주거 계획은 도시의 자원 및 에너지와 연관되는 것으로 나타났다. 마지막으로 Topic-5(도시의 자원 및 에너지)는 자원, 에너지, 물, 성장, 키워드 순으로 영향력이 높은 것으로 분석되었다.

〈그림 6〉 지속가능한 도시에 관한 연구의 토픽모델링 네트워크



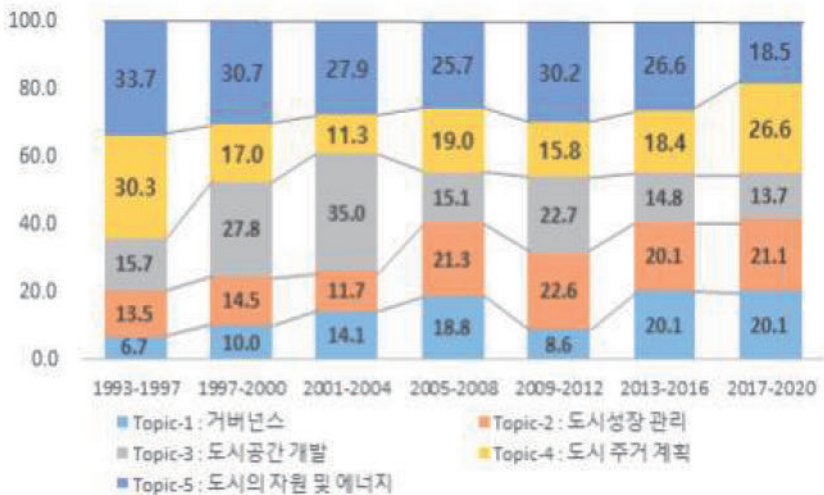
다음으로 시기별 연구 동향을 파악하기 위해 7개년도로 기간을 나누고 연도별 주제의 변화 추이를 살펴보았다. 〈그림 7〉을 살펴보면, Topic-5(도시의 자원 및 에너지)의 연구 비중이 전반적으로 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 또한, Topic-4(도시 주거 계획)와 관련된 연구가 최근 증가하는 것을 확인하였다.

〈그림 7〉 시기별 Topic 변화 추이



시기별 지속가능한 도시 관련 연구의 Topic 별 비중의 변화를 살펴보면 다음과 같다(〈그림 8〉 참고).

〈그림 8〉 시기별 Topic의 비중 변화



앞서 살펴본 바와 같이 Topic-5(도시의 자원 및 에너지)는 시간이 지날수록 연구 비중이 감소하고 있으나, 전반적으로 높은 비중을 차지하는 주제이다. 그리고 Topic-3(도시공간 개발)의 논의는 증가하다가 감소하는 경향을 보이지만, Topic-4(도시 주거 계획)의 논의는 감소하다가 증가하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 특히, Topic-1(거버넌스)의 연구 비중은 점차 증가하여, 초기보다 최근 3배 이상 증가한 것으로 나타났다. Topic-2(도시성장 관리)의 연구는 증가하다가 정체하는 경향을 보이는 것으로 확인되었다.

지속가능한 도시에 관한 연구를 전체적으로 살펴보면, 자원 및 에너지와 관련한 논의가 가장 많이 연구되었으며, 시기별로도 활발하게 이루어지고 있는 것을 알 수 있다. 이는 초기 지속가능한 개발이 자원의 집중적인 산업착취와 환경 악화로 인한 생태적 위기의 해결책으로 정의되어, 환경을 주제로 한 연구가 많이 이루어진 것으로 미루어볼 수 있다.

도시성장, 법, 보호, 규제에 관련된 Topic-2(도시성장 관리)에 대한 연구 비중은 증가하는 경향을 보이다가 2000년대 중반 이후부터 연구의 비중에 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 도시성장 관리 연구는 수도권 집중의 억제와 지방분산을 위한 정책이 출발점이다(임은선 등, 2006). 이러한 배경에서 '도시성장 관리'에 관한 연구는 2000년대 초반부터 2010년대 중반까지 활발하게 진행되었다. 「제1차 수도권정비계획법」이 제정되어 도시성장 관리를 위한 제도적 토대를 마련한 이후 1997년 「제2차 수도권정비계획법」이 마련되어 도시의 무분별한 개발로 인해 발생할 수 있는 부작용을 최소화하기 위한 연구가 다양하게 이루어졌다. 또한 2007년 「지속가능발전 기본법」 제정 이후 도시개발 시 지역경제, 교통, 토지 등에 초점을 맞춘 도시성장 관리에 연구가 진행되고 있다(이자원, 2015). 이와 같은 맥락에서 Topic-3(도시공간 개발)과 관련한 연구 2000년대 초반까지 활발하게 진행되다가 이후 감소하는 경향을 보인다. 이는 도시성장 관리 정책이 실행되면서 도시공간 개발에 관한 연구는 상대적으로 감소한 것으로 보인다.

Topic-4(도시 주거 계획)에 관한 연구 비중은 1990년대 및 2000년대 초반과 비교해 보았을 때 2000년대 중반 이후 많이 증가하였다. 이는 2000년대 이후 주거복지 제도가 확산하고, 임대주택 공급 확대, 주거급여 정책 등 다양한 주거복지 정책이 시행(진미운, 2015)되면서 주거복지와 관련된 연구는 증가한 것으로 판단된다. 특히, Topic-1(거버넌스)을 주제로 한 연구는 초기 연구의 비중이 가장 작았으나 지속해서 연구의 비중이 증가한 것을 확인할 수 있었다. 1994년 지방자치제 이래 2003년 참여정부가 출범하여 지방분권 정책을 추진(차미숙 등, 2003)함에 따라 거버넌스에 관한 연구가 증가한 것으로 보인다. 그리고 공공갈등이 증가함에 따라 갈등을 해결하기 위한 연구 또한 급증하였다. 갈등은 다양한 가치와 이해관계자가 포함되어 있어 장기화하면 경제적, 사회적 손실로 이루어지게 된다. 따라서 지속가능한 도시를 위해서는 정부, 민간단체, 시민 등이 참여하는 거버넌스 구성하여 자원 배분을 둘러싼 다양한 이해관계자들의 갈등을 해결하고, 지속가능한 공공의 목표를 설정할 필요(사득환, 2007; 양연희 등, 2019; 임동진·윤수재, 2016)에 의하여 거버넌스에 관한 연구가 증가한 것으로 보인다.

V. 결론

지속가능한 발전은 1987년 브룬트란트 보고서에서 언급된 이후 다양한 논의를 거치면서 환경적, 경제적, 사회적 전반적인 부문을 포괄하는 개념으로 발전하였다. 특히 기후변화, 환경오염, 빈곤, 공공서비스, 소득 등 환경적, 경제적, 사회적 모든 부문을 포괄하는 부문인 도시는 지속가능한 발전을 위해서 고려되어야 하는 요소이다.

국내에서도 지속가능한 발전에 대한 중요성을 인지하여 1990년대 학술지에 등장한 이래 2020년까지 다양한 논의를 거쳐 연구되고 있다. 본 연구에서는 지속가능한 도시에 대한 논의가 시기적으로 어떻게 발전하였는

지 살펴보고, 향후 지속가능한 도시 분야의 연구에 시사점을 제시하고자 하였다. 이에 본 연구는 지속가능발전목표(SDGs) 중 11번째 목표의 키워드에 초점을 맞추고, LDA 기반의 토픽모델링 기법을 활용하여 1993년부터 2020년 11월까지의 모든 분야에 걸쳐 진행된 지속가능한 발전 연구를 대상으로 지속가능한 도시의 연구 동향을 분석하였다.

연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 지속가능한 도시에 관한 연구는 전반적으로 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 자원, 오염, 성장관리, 주거, 산업, 교통, 시민참여 등 다양한 주제가 논의되고 있음을 확인해 볼 수 있었다. 이 중 지속가능한 도시에 관한 출현 빈도수가 많은 키워드는 ‘발전’, ‘지속가능성’, ‘정책’, ‘계획’ 등으로 나타나 정책적 논의의 비중이 높은 것을 확인할 수 있다.

둘째, 지속가능한 도시에 대한 연구주제는 총 5개의 Topic으로 분류되었다. 도시의 자원 및 에너지(Topic-5), 도시성장 관리, 도시공간 개발 및 도시 주거 계획(Topic-2, Topic-3, Topic-4), 거버넌스(Topic-1)에 관한 주제로 분류되어 주거지, 교통, 정주 계획, 환경 등의 측면에서 Urban SDG 세부 목표와 연계되는 연구가 다양하게 이루어지는 것을 살펴볼 수 있다. 5개의 토픽 중 가장 큰 비중을 차지하는 주제는 도시의 자원 및 에너지(25.6%)가 가장 많이 논의되는 것으로 나타났다. 그리고 도시성장 관리(19.9%), 도시 주거 계획(19.8%), 도시공간 개발(18.5%)에 주제에 관한 논의의 비중도 적지 않은 것으로 나타나, 경제적·사회적 지속가능한 도시에 관한 연구 또한 다양하게 진행되고 있는 것으로 분석되었다. 이는 지속가능한 도시 측면에서 도시 환경 및 에너지, 지역의 문화 및 산업, 주민참여, 주거지 관리 등에 대한 정책적 수요가 높은 것으로 판단된다.

셋째, 토픽모델링을 통해 도출된 5개 토픽의 네트워크 관계를 분석한 결과, 5개 토픽은 하나의 네트워크로 연결되어 있다. 이는 지속가능한 발전의 환경적, 경제적, 사회적 조화를 이루어 양적 성장과 질적 성장을 추구하는 논의와 부합하는 것에 주목해볼 수 있다. 따라서 향후 심층적인 지속가능한 도시 관련 연구를 위해서는 도출된 토픽을 매개하고 있는 키

워드를 고려한 연구들이 진행되어야 할 필요가 있다. 이와 함께 시민 키워드는 거버넌스, 도시성장 관리, 도시공간 개발, 도시 주거 계획의 네 개의 토픽을 연결하는 것으로 나타나 지속가능한 도시에서의 시민참여의 중요성을 확인할 수 있었다. 이러한 연구 결과를 통하여 살펴볼 때, 주민의 요구를 수용하고 이에 기반한 도시의 사회경제개발과 환경이 조화를 이루는 통합적인 도시정책 수립이 요구된다.

넷째, 5개 토픽이 시간에 흐름에 따른 변화를 살펴본 결과, 도시의 자원 및 에너지가 시기별로 연구가 활발하게 이루어졌으며, 거버넌스와 도시성장 관리에 관한 연구는 초기에 비중이 작았으나, 시간이 지나면서 연구가 활발하게 진행되고 있는 것으로 나타났다. 이와는 달리 도시공간 개발 관련 연구는 초가 가장 활발하게 연구되었으나, 연구의 비중이 점차 감소하는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 지속가능한 도시를 위해서는 무분별한 도시개발에서 벗어나 주민참여와 지속가능한 도시를 위한 계획적 측면에 대한 필요성이 증가하고 있는 것으로 보인다. 따라서 주민참여 기반 지속가능한 도시를 위한 전략, 정책, 프로그램이 형성되기 위한 연구가 진행될 필요가 있다.

하지만 문화유산, 재난, 대기, 폐기물, 녹지 등에 관한 키워드는 도출되지 않아 해당 분야에 대한 논의는 미비한 것으로 나타났다. 포괄적으로 도시공간 개발(Topic-3), 도시의 자원 및 에너지(Topic-5) 측면에서 문화유산, 대기, 폐기물, 녹지에 관한 연구가 이루어졌으나, Urban SDG-4(문화자원 유산 보전), Urban SDG-5(재난 대비), Urban SDG-7(녹지/공공공간 접근)을 달성하기 위해서는 이와 관련된 연구 및 정책적 논의가 진행되어야 할 필요가 있다.

본 연구는 기존 연구에서 시도되지 않은 질적 연구의 양적분석 방법인 토픽모델링을 기법을 활용하였다. 토픽모델링을 통하여 다양한 학문에 걸친 메타 분석을 통하여 다양한 개념을 포괄하고 있는 지속가능한 도시에 관한 연구의 학문적인 흐름을 종합적으로 파악하였다는 점에서 의의가 있다. 더불어 도출된 키워드와 토픽은 다양한 분야에서 지속가능한 도시에

관한 연구의 방향의 수립 시 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 다음의 한계점과 보완해야 할 부분이 있다. 첫째, 연구 논문의 초록을 대상으로 분석하였기 때문에, 논문의 내용을 구체적으로 반영하지 못했다는 한계점이 있다. 더불어 국내 논문에 한정하여 분석하였다. 따라서 향후 해외연구의 연구 흐름을 파악하여 비교분석이 진행된다면, 국내 지속가능한 도시에 관한 연구의 발전 방향을 좀 더 구체적으로 제시할 수 있을 것이다. 둘째, 본 연구에서는 빈도가 높은 키워드를 중심으로 살펴보았기 때문에 비중은 적으나 중요한 시사점을 제공할 수 있는 세부적인 내용을 포괄하지 못했다는 한계가 있다. 이와 함께 키워드 간 네트워크 분석이 대략적인 연결 관계 정도 파악에 그쳤기 때문에 향후 Semantic Network Analysis 등을 적용하여 심도 있는 연결 관계를 도출할 수 있을 것이다. 마지막으로, 지속가능한 도시를 위한 정책을 대상으로 실제 계획에서 중요시되는 키워드와 토픽을 도출하고, 정책을 달성하기 위한 연구의 방향 제시는 후속 연구로 남긴다.

■ 참고문헌 ■

- 강병수, 2010, “지속가능한 도시경제개발 측정지표의 개발에 관한 연구,” 『도시행정학보』, 23(2), pp.105-122.
- 고영순, 2010, “지속가능한 택지개발을 위한 계획지표의 중요도에 관한 연구,” 석사학위논문, 한양대학교, 서울.
- 고재경, 2015, 『환경 이슈 : 지속가능발전목표(SDGs) 동향과 시사점』, (GRI 현안브리프), 수원: 경기연구원.
- 권상우, 2007, “성인지적 관점에서 본 지속가능한 도시의 성형평성 분석,” 석사학위논문, 연세대학교, 서울.
- 김범철, 2005, “환경친화도시의 구성요소 중요도 분석,” 석사학위논문, 연세대학교, 서울.
- 김상조·김동근·이선용·강우석, 2014, 『도시의 지속가능성 및 생활인프라 평가 시행 연구』, 안양: 국토연구원.
- 김재한, 2007, “우리나라 대도시의 지속가능발전성 비교평가,” 『한국지역지리학회지』, 13(3), pp.235-253.
- 김현식·김선희·이영아, 1997, 『지속가능한 도시개발전략에 관한 연구』, 안양: 국토개

발연구원.

- 대한주택공사, 2000, 『지속가능한 정주지개발을 위한 정책 및 제도연구』, 성남: 대한주택공사.
- 명수정, 2016, 『토지환경 분야의 지속가능발전목표(SDGs) 이행을 위한 정책 방향』, (KEI working paper: 2016-11), 세종: 한국환경정책평가연구원.
- 문태훈, 2007, 『시스템사고로 본 지속가능한 도시』, 서울: 집문당.
- 박건철·이치형, 2019, “토픽모델링을 활용한 스마트시티 연구동향 분석,” 『인터넷정보학회논문지』, 20(3), pp.119-128.
- 박양호, 2006, “새로운 도시패러다임 - 문화도시: ‘살고 싶은 문화도시’로의 전환을 향한 시도,” 『도시문제』, 41(446), pp.33-41.
- 방설아·신유승, 2015, 『Goal 11 - 회복력있고 지속가능한 도시와 거주지 조성』, 성남: 한국국제협력단.
- 사득환, 2007, “지속가능한 도시발전과 로컬 거버넌스,” 『한국공공관리학보』, 21(4), pp.153-173, DOI: 10.24210/kapm.2007.21.4.007.
- 서준교, 2018, “지속가능한 도시개발로서 스마트도시의 개발을 위한 공간기준의 전략적 선택에 대한 탐색적 접근,” 『지방정부연구』, 22(2), pp.303-339, DOI: 10.20484/klog.22.2.13.
- 송기택, 2006, “지속가능한 주거단지의 커뮤니티 계획기법에 관한 연구,” 석사학위논문, 충남대학교, 대전.
- 양연희·권영주·이상철, 2019, “토픽모델링과 네트워크 분석을 활용한 공공갈등 연구경향 분석,” 『지방정부연구』, 23(3), pp.427-450, DOI: 10.20484/klog.23.3.18.
- 원종준·민경돈·안건혁, 2011, “신도시 계획을 위한 도시지속가능성 평가항목 개발 연구,” 『주택도시연구』, 1(2), pp.23-30.
- 윤경효·윤희철·김은누리, 2018, 『우리 지역사회의 지속가능성은 어디쯤일까?』, 서울: (사)한국지속가능발전센터.
- 육동인, 2017, “텍스트 마이닝을 활용한 직업학 연구동향 분석,” 『한국산학기술학회논문지』, 18(3), pp.586-599, DOI: 10.5762/KAIS.2017.18.3.586.
- 이경임, 2017, “지자체 환경교육 프로그램 현황 및 개선 방안,” 석사학위논문, 이화여자대학교, 서울.
- 이병훈, 2009, “문화도시의 지속가능성에 관한 연구,” 박사학위논문, 전남대학교, 전남.
- 이우성·정성관·박경훈·유주한·김경태, 2008, “도시의 지속가능한 발전을 위한 유형분류 및 관리방안,” 『환경영향평가』, 17(6), pp.335-348.
- 이자원, 2015, “도시 성장의 지속가능성에 관한 고찰,” 『국토지리학회지』, 49(2), pp.187-198.
- 이효섭·조대연, 2020, “토픽모델링과 키워드 네트워크분석을 활용한 국내 전환학습 연구동향,” 『평생교육학연구』, 26(1), pp.1-24.
- 임동진·윤수재, 2016, “갈등원인이 갈등수준에 미치는 영향력 분석,” 『행정논총』, 54(2),

pp.117-148.

- 임은선·이종열·김형진·이희연, 2006, 『도시성장관리를 위한 공간구조 측정방법에 관한 연구』, (국토연; 2006-6), 안양: 국토연구원.
- 임현묵·강상규·오수길·박세훈·김지현·김현정, 2017, 『우리의 지속가능한 도시』, (한국사회와 지속가능발전목표; 11), 서울: 유네스코한국위원회.
- 조성배·신신애·강동석, 2018, “토픽모델링을 이용한 개방형 혁신 연구동향 분석 및 정책 방향 모색,” 『정보화정책』, 25(3), pp.52-74, DOI: 10.22693/NIAIP.2018.25.3.052.
- 조창현·유평준, 2015, “지속가능한 발전 추진동향과 정부의 대응방향: 향후 Post-2015 SDG의 맥락에서,” 『창조와혁신』, 8(3), pp.217-254, DOI: 10.22834/PDS.2015.8.3.217.
- 진미윤, 2015, “주거복지 성장기의 과제,” 『부동산포커스』, 85, pp.74-90.
- 차미숙·박형서·정윤희, 2003, 『지역발전을 위한 거버넌스체계 구축 및 운용방안 연구』, (국토연; 2003-16), 안양: 국토연구원.
- 최상희·이재운, 2012, “문서 클러스터링을 위한 학술지 논문의 구조적 초록 활용성 연구,” 『한국정보관리학회지』, 29(1), pp.311-349, DOI: 10.3743/KOSIM.2012.29.1.331.
- 최성철·박한우, 2020, “토픽모델링 연구동향 분석,” 『Journal of The Korean Data Analysis Society』, 22(2), pp.815-826.
- 최희선·안소은·이후승·송슬기·이길상, 2019, 『도시의 지속가능성을 위한 공원녹지 정책의 재정립 방안』, (연구보고서; 2019-04), 세종: 한국환경정책·평가연구원.
- 추창민, 2017, 『녹색경제와 지속가능발전을 위한 환경정책 뉴 패러다임 개발 연구』, (KEI 정책보고서; 2017-05), 세종: 한국환경정책·평가연구원.
- 한상미, 2019, “지속가능한 도시개발 및 관리 평가지표 개발 및 적용에 관한 연구,” 박사학위 논문, 한양대학교, 서울.
- 황희연, 2005, “‘지속가능 도시지표’ 운영을 제안하며,” 『도시정보』, 280, p.2
- Blei, D. M., 2012, “Probabilistic topic models,” *Communications of the ACM*, 55(4), pp.77-84, DOI: 10.1145/2133806.2133826.
- Blei, D. M. and J. D. Lafferty, 2005, “Correlated topic models,” *Proceedings of the 18th International Conference on Neural Information Processing Systems*, Vancouver, pp.147-154.
- DiMaggio, P., M. Nag, and D. M. Blei, 2013, “Exploiting affinities between topic modeling and the sociological perspective on culture,” *Poetics*, 41(6), pp.570-606, DOI: 10.1016/j.poetic.2013.08.004.
- Elkington, J., 1994, “Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development,” *California Management Review*, 36, pp.90-100, DOI: 10.2307/41165746.

- Goodland, R., 1995, "The concept of environmental substantiality," *Annual Review of Ecology & Systematics*, 26(1), pp.1-24.
- Hiremath, R. B., P. Balachandra, B. Kumar, S. S. Bansode, and J. Murali, 2013, "Indicator-based urban sustainability—A review," *Energy for Sustainable Development*, 17(6), pp.555-563, DOI: 10.1016/j.esd.2013.08.004.
- Inzalkar, S. and J. Sharma, 2015, "A survey on text mining-techniques and application," *International Journal of Research In Science & Engineering*, 1, pp.380-385.
- Khan, R. A. and S. Kanth, 2016, "Text mining: Knowledge discovery from unstructured data," *Artificial Intelligent Systems and Machine Learning*, 8(2), pp.71-77.
- Rice, R. E., 2005, "New media/internet research topics of association of internet researchers," *The Information Society*, 21, pp.285-299, DOI: 10.1080/01972240500189232.
- Rogers, P. P., K. F. Jalal, and J. A. Boyd, 2008, *An introduction to sustainable development*, London: Earthscan.
- Redclift, M., 1987, *Sustainable development: Exploring the contradictions*, London: Methuen.
- Siragusa, A., P. Vizcaino, and C. Corbane, 2018, *Tracking progress towards inclusive, safe, resilient and sustainable cities and human settlements—SDG 11 synthesis report to the high level political forum 2018*, New York: UN.
- Steyvers, M. and T. Griffiths, 2007, Probabilistic topic models, In T. K. Landauer, D. S. McNamara, S. Dennis, and W. Kintsch (Eds.), *Handbook of latent semantic analysis*, (pp.427-448), Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- UN, 2015, *Sustainable development goals*, New York: UN.
- UN Habitat, 2016, *New urban agenda*, New York: UN.
- 지속가능발전포털, n.d., "UN 지속가능발전목표," <http://ncsd.go.kr/unsdgs>, [2020.10.28]

김경아: 중앙대학교 석사학위를 취득하고 동 대학원에서 박사과정을 수료하였다. 주요 관심분야는 지속가능한 발전, 도시정책, 도시계획 등이다(kimgaeng221@naver.com).

김선희: 서울시립대학교 공학박사로 국토연구원 명예연구위원으로 있으며, 주요 관심분야는 스마트그린도시, 지방소멸대응, 강소도시권 육성 등이 있다(krihsksh@naver.com).

투 고 일: 2020년 12월 01일
심 사 일: 2020년 12월 13일
게재확정일: 2021년 02월 15일