



텍스트 분석을 통한 국내 ‘회복력’ 관련 연구동향 : 도시 기후변화 및 재난재해를 중심으로

이길상* · 진대용** · 송슬기* · 최희선****

*한국환경정책·평가연구원 환경계획연구실 연구원, **한국환경정책·평가연구원 사회경제연구실 부연구위원,
***한국환경정책·평가연구원 환경계획연구실 선임연구위원

Text Analysis on the Research Trend of ‘Resilience’ in Korea : Focus on Climate Change and Urban Disaster

Lee, Gil Sang* · Jin, Dae Yong** · Song, Seul Ki* and Choi, Hee Sun****

*Researcher, Division for Environmental Planning, Korea Environment Institute

**Research Fellow, Division for Environmental Economy, Korea Environment Institute

***Chief Research Fellow, Division for Environmental Planning, Korea Environment Institute

ABSTRACT

Since the 2000s, there has been a rapid increase in studies related to resilience in various fields, including natural sciences and engineering, social sciences, culture/arts/sports, and medical sciences/psychology. To analyze the trend in domestic research on resilience, this study conducted a frequency analysis on 6,590 studies, including 371 studies related to climate change and urban disasters, and a keyword & network analysis of 301 studies with abstracts. The frequency of domestic research on urban climate change and disasters has been increasing since 2011. Frequency and keyword analysis showed that “region” and “disaster” drew the maximum attention from researchers in the fields of climate change and urban disasters, and such studies have focused on keywords such as “management,” “impact,” and “assessment.” The LDA(Latent Dirichlet Allocation) and network analysis showed that the key topics of related studies in Korea could be summarized as 1) impact of disasters, 2) management plans for response, and 3) establishment of an assessment framework. The objectives of this study are to determine the trend in domestic research on resilience in the fields of climate change and urban disasters, to set the direction for further research, and to provide a knowledge base for future investigations. The result of this study are also expected to provide a basis for consideration in setting the space and the extent of disasters to deal with resilience.

Key words: Resilience, Text Analysis, Climate Change, Urban Disaster, Sustainability

1. 서 론

전 세계적으로 기후변화와 재난재해로 인한 영향과 피해가 증가하는 가운데, 국가와 도시, 커뮤니티 차원에서 이러한 외부적 영향에 빠르게 대응할 수 있는 기반 확보의 노력들이 이루어지고 있다 (Marchese et al., 2018). 그러한 흐름 속에서 국내외적으로 ‘회복력’에 대한 정책과 연구가 도시 분야뿐 만 아니라 다양한 분야에서 급격하게 증가하고 있다 (Kim et al.,

2015b, Kim et al., 2016, Kwon and Cha., 2016; Jeong and Yang, 2018; Marchese et al., 2018; Sanchez et al, 2018). 우리나라의 경우에도 최근 이상기후로 인한 리스크 증가로 다양한 범주에서의 회복력 연구가 진행, 확대되고 있는데, 최근에는 지속가능성과 회복력에 대한 연구들이 다수 (Marchese et al., 2018; Elmqvist et al., 2019; Rogov and Rozenblat, 2018) 나오고 있는 등 지속가능성에 있어서 회복력이 중요한 개념으로 발전되고 있다.

† Corresponding author: choihs@kei.re.kr (370, Sicheong-daero, Sejong-si, Republic of Korea / Tel. +82-044-415-7611)
Received November 19, 2019 / Revised December 4, 2019 / Accepted December 19, 2019

최근 UN International Strategy for Disaster Reduction (UN ISDR)은 도시들이 가뭄, 홍수, 열섬, 극한 폭우 및 자연재난 등 글로벌 환경변화에 대한 취약성이 증가할 것으로 결론내린 바 있으며 (Elmqvist et al., 2019), 세계경제포럼 (World Economy Forum: 다보스포럼)은 ‘2019년 전 세계 리스크 보고서 (WEF, 2019)’를 통해 전 세계 리스크 중 Top 1~3로 극한기상 사건 (event), 기후변화 감축과 적응의 실패, 자연재난을 제시하는 등 기후변화 및 재난재해로 인한 영향은 도시와 국가단위의 리스크로 확대될 것으로 보인다. 이러한 글로벌한 위기 속에서 UN-HABITAT는 2018년 10월 31일 세계도시의 날을 기념하는 해의 주제로 “Building Sustainable and Resilient Cities”를 설정하고 영국의 리버풀에서 개최한 바 있으며, 2050년 전세계 인구의 70%가 도시에서 거주할 계획이나 60% 이상이 새로운 정주지 개발이 이루어지고 있어 회복력 있는 도시를 건설하는데 큰 기회가 있다고 제안하였다 (UN-HABITAT, 2018). 또한 개도국의 경우 공식적이고 체계적인 계획의 부재로 자연재해에 노출된 지역에 주택이 도입될 가능성이 높아 지진에 따른 주거지의 경제적 손실은 25%까지, 홍수는 42%까지 증가할 것으로 예측하였으며, 지난 10년간 자연재난으로 인해 2억 20만명이 피해를 받았으며, 연간 \$100billion 피해를 보는 등 2030년까지 회복력에 더 많은 투자를 하지 않는다면 자연재난으로 인한 피해비용은 전세계적으로 연간 \$314billion까지 증가할 것으로 예측했다 (UN-HABITAT, 2018).

‘회복력’은 심리학, 병리학, 경제학, 교육학, 병리학, 재료공학, 도시계획학 등 다양한 분야에서 사용되고 있으며, 도시계획 분야에서의 회복력 연구의 증가뿐 만 아니라 경제, 사회적 취약성이 점차 증가하고, 미래에 대한 불확실성 (uncertainty)과 불안정성 (insecurity), 위기 (crisis)의 증가 속에서 다른 분야에서도 회복력 관련 연구가 증가하고 있는 것으로 보인다 (Kim et al., 2016; Kwon and Cha., 2016; Jeong and Yang, 2018). 연구에서 언급되는 용어는 ‘회복력’, ‘탄력성’, ‘회복탄력성’, ‘리질리언스’, ‘탄력회복력’ 등 다양하게 언급되고 있으며, 정의는 증가하는 연구만큼이나 다양한데, 회복력을 고려하는 공간적 영역도 글로벌 차원에서부터, 국가, 지역, 도시, 커뮤니티, 개인에 이르기까지 여러 위계로 나누어져 있으며, 기후변화나 재난재해와 관련된 회복력에 있어서도 홍수, 화재, 생태계 등 고려되는 부문이 다양하다.

라틴어 ‘salire’와 ‘resilire’에서 유래된 회복력 (resilience)은 어원상 ‘회복 혹은 극복할 수 있는 능력’을 말하며 (Kim et al., 2015b; Kwon and Cha, 2016 재인용), 기본적으로는 ‘어려움으로부터 회복하는 능력 (the ability to recover from

adversity)’을 의미하지만, 지난 20여 년간 공공정책 속에서 사용되어오면서 많은 다른 정의로 발전되어오고 있다 (Sanchez et al., 2018). 회복력에 대한 개념과 정의 (Wolff, 1995; Norris et al., 2008; Meerow et al., 2016; Sanchez et al., 2018), 프레임워크 및 모델 (Dhar and Khirfan, 2017; Marchese et al., 2018; Elmqvist et al., 2019; Ribeiro and Pene Jardim Goncalves, 2019), 지표 및 지수 (Alison, 2016; Eckstein et al., 2019; Gharai et al., 2018; Rus et al., 2018; Cui and Li., 2019), 관련문헌의 분석 및 리뷰 (Ostadtaghizadeh et al., 2015; Romero-Lankao et al., 2016; Patel et al., 2017; Demiroz and Haase, 2019; Masnvi et al., 2019) 연구 등 회복력의 학술적 정립을 위해 국제적으로는 다양한 연구들이 이루어지고 있다. 특히 회복력은 도시 및 기후변화 연구에 있어서 ‘hot topic’으로 (Haase, et al., 2014; Meerow, et al., 2016), 최근에는 도시의 환경 지속성에서 도시 회복력으로 관심이 전환 (Sanchez et al, 2018, Schewenius et al., 2014)되면서, 도시계획 분야로 확장되었다 (Choi and Seo, 2018). 이러한 전환의 측면에서 ‘disaster resilience’, ‘engineering resilience’, ‘ecological resilience’, ‘socio-ecological resilience’, ‘evolutionary resilience’ ‘builtin resilience’, ‘climate change resilience’ 등으로 보다 세분화하여 발전되고 있다 (Sanchez et al, 2018). 2002년 MIT-컨퍼런스에서 논의되기 시작한 (Lee and Kim, 2018) 도시계획 분야에서의 회복력은 최근에는 개념적 수준에서의 논의가 아닌, 실제 도시 단위, 커뮤니티와 같은 지역사회 단위로 적용되고 있으며, 영국 런던의 경우 ‘런던환경전략 (London Environment Strategy, 2018)’을 통해, 회복력을 “The ability of a system to recover from the effect of an extreme load that may have caused harm”으로 정의하고 적응정책이 기후변화에 대응하여 지역사회와 생태계의 더 큰 회복력을 유도할 수 있다고 제시 (GLA, 2018)하는 등, 많은 국가들의 도시에서 도시의 발전방향으로 고려하고 있다 (ICLEI, 2018). 국가와 도시단위의 회복력 논의는 최근 지역 (Local) 및 커뮤니티의 회복력 (community resilience)으로 발전하고 있으며, 특히 IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies)는 다양한 위계의 회복력에 있어서 동일한 문화와 동일한 리스크의 노출 등을 고려한 커뮤니티 회복력을 강조하였다 (IFRC, 2014). Norris et al, (2008)은 커뮤니티 회복력의 이론과 모델 제시를 통해, 재난 등에 대응하는데 있어 성공적이고 효과적으로 기능을 할 잠재성이 커뮤니티에 있음을 강조하기도 하였다. 또한, 커뮤니티 회복력에 있어서 네트워크화된 적응역량을 강조하고 경제성장 (Economic Development), 사회자본 (Social Capital), 정

보와 커뮤니케이션 (Information and Communication), 커뮤니티 기능 (Community Competence)을 주요 사항으로 제시한 바 있다.

이처럼 회복력은 최근 다양한 분야에서 발전하고 있으며, 특히 도시와 관련된 회복력에 있어 보다 세분화되어 진화·발전되고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 회복력 관련 연구들을 조사하고, 키워드를 중심으로 텍스트 분석을 통해, 그간의 회복력 관련 연구 추이를 살펴보고 향후 보다 발전될 수 있는 연구방향, 분야 등의 시사점을 도출하고자 하였다.

2. 연구의 방법

2.1 관련문헌 수집

‘회복력’ 관련연구의 수집은 1961년부터 2019년 현재까지 회복력 (Resilience)을 주제로 수행된 국내 연구물을 대상으로 하였다. 연구물은 학위논문을 포함한 국내 논문과 국내에서 발간된 연구보고서로 한정하였다. 연구물의 누락을 최소화하기 위하여 학술지 검색시스템 중 한국교육학술정보원 (Research Information Sharing Service, RISS)과 한국학술정보 (Korean Studies Information Sharing System, KISS), 한국과학기술정보센터 (National Digital Science Leaders, NDSL), 학술데이터베이스서비스 (Data Base Periodical Information Academic, DBpia), 국회 도서관, 주요 5개 검색시스템에서 자료를 수집하였다. 다음으로 검색어의 경우, 연구물의 제목과 주제어를 기준으로 하였으며 ‘회복력’ 뿐 아니라 회복력과 동일 또는 유사한 개념으로 사용되고 있는 ‘탄력성’ 및 ‘회복탄력성’, ‘복원탄력성’, ‘복원력’, ‘극복력’, ‘적응유연성’, ‘Resilience’의 한글표기 방식 중 가장 많이 쓰이고 있는 ‘레질리언스’와 ‘리질리언스’를 포함하여 검색하였다. 또한 ‘리즐리언스’ 등 소수이기는 하나 이들 키워드에서 누락된 연구물까지 포함하기 위하여 영문 ‘Resilience’를 추가적으로 검색하였다.

1차적으로 연구 분야의 구분 없이 검색된 연구물을 바탕으로 중복 검색된 연구물과 원저가 아닌 연구물, 학술대회 발표집에 실린 연구물, 회색문헌, 국외논문, 원문을 확인할 수 없는 연구물, 동일한 제목의 학술논문이 있는 학위논문 등을 배제하여 총 6,590개의 연구물을 추출하였다. 2차 분류의 경우, 연구의 대상이 도시 또는 지역, 커뮤니티이며, 재난 및 재해 (기후변화 포함)의 충격에 대한 회복력을 주제로 하는 연구를 추출하였다. 이 때, 회복력의 분야는 환경 및 사회, 정치·경제, 물리 (기반시설), 생태 등 다양한 분야를 포함할 수 있다.

록 제약을 두지 않았다. 또한 이 과정에서는 연구 분류의 정확도를 높이기 위하여 개별 분류 후 대조, 의견차가 있는 항목에 대해서는 논의 후 삭제제를 통해 분류가 모호한 연구물은 제외하였다. 이를 통하여 총 371개의 연구물을 추출하여, 빈도분석에 활용하였다. 마지막으로 본 연구에서 텍스트 분석은 본문을 제외한 초록을 기준으로 수행하는 바, 3차 분류를 통해 초록을 수집할 수 없는 연구물을 배제하였고, 최종적으로 301개의 연구물을 대상으로 텍스트 분석을 수행하였다.

2.2 관련문헌의 분석

수집된 문헌의 분석은 크게 1)회복력 관련문헌의 빈도 분석을 실시하고, 도시 기후변화 및 재난재해 분야의 2)키워드 분석, 3)키워드 네트워크 분석을 수행하였다.

1)회복력 관련문헌의 빈도 분석은 수집한 관련문헌을 시계열별, 연구분야별로 분류하여 수행하였다. 학문 연구경향을 분석하는데 있어서 현재 및 향후 학문동향 예측은 5년 단위만 되어도 가능하다는 선행연구 (Wu et al., 2009; Jang et al., 2015; Kwon and Cha, 2016)를 근거로, 5년 단위로 분류하여 분석하였다. 또한, 연구분야 분류는 연구진간 논의를 통해 연구주제를 재정리하여 자연과학 및 공학, 사회과학, 문화·체육·예술, 의료·심리 총 4개의 연구주제를 분류하고, 이 가운데에서 다시 도시 기후변화 및 재난재해 분야의 연구를 최종적으로 재분류하여 분석하고자 하였다.

도시 기후변화 및 재난재해 분야로 분류된 문헌의 2)키워드 분석은 키워드 빈도수 및 트렌드 분석, 토픽 모델링 (Topic Modeling)을 통한 연구주제 도출을 수행하였다. 키워드 분석을 위해 파이썬 (Python) 라이브러리 (Library)인 ‘KoNLPy’ 에 포함된 ‘Twitter’ 형태소 분석기를 사용하여 명사를 추출하였다. 예를 들어 형태소 분석기에 ‘미세먼지는 인체에 매우 심각한 영향을 미친다.’와 같은 문장을 입력하는 경우 ‘미세먼지’, ‘인체’, ‘매우’, ‘심각’, ‘영향’의 명사 형태로 출력한다. 이를 통해 각 문서에 형태소 분석을 수행하여 명사 (키워드)를 추출하고 중복 또는 유사 용어 (ex. 회복력 = 탄력

Table 1. Example of Document-Word matrix

	Resilience	Disaster	Sustainability	Index	City
Doc1	7	0	2	6	2
Doc2	4	3	1	0	3
Doc2	1	5	0	4	2
DocN	11	7	2	1	2

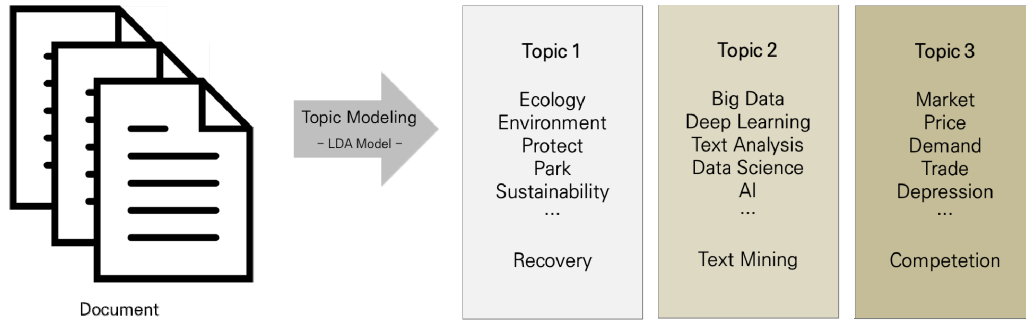


Fig. 1. Example of LDA Topic Modeling.

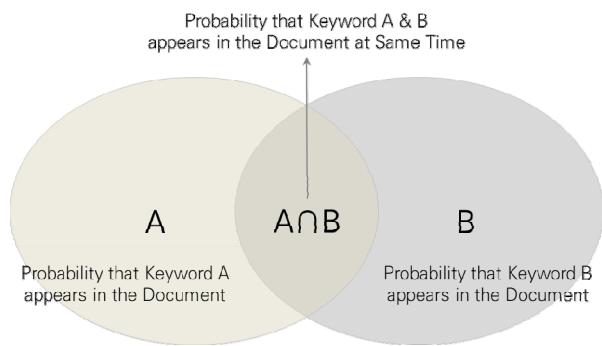


Fig. 2. Relationship between two keywords.

성, 회복탄력성, 복원탄력성, 복원력, 극복력, 적응유연성, 리질리언스, 레질리언스 등)와의 통합 및 불용어 제거 등 전처리 작업을 거쳐 명사를 정제한다. 이후 Table 1과 같이 문서-명사 행렬을 구축하여 이를 문서에 나타난 명사들의 빈도수 (term frequency, TF) 카운팅을 통해 각 문서를 명사의 빈도수로 파악할 수 있으며, 이 때 명사의 빈도수가 높다는 것은 해당 키워드가 중요하다는 것을 의미한다. 이후 행렬의 열합 (column sum)을 통해 전체 문서에서의 키워드 빈도수를 파악할 수 있으며, 시계열별로 문서를 분류하여 적용하는 방법을 활용하여 키워드 트렌드 분석을 수행하였다.

토픽 모델링은 주어진 문서에서 숨겨진 주제를 발견하는 통계 방법론으로, 본 연구에서는 토픽 모델링 방법 중 가장 널리 사용되고 있는 Latent Dirichlet Allocation (LDA) 모델 (Blei et al., 2003)을 이용하였다. LDA는 주제의 개수 (K)를 입력받아, 이를 토대로 문서에 포함된 키워드의 분포를 잘 설명할 수 있는 최적의 주제-문서 행렬과 주제-단어 행렬을 찾아내는 방법론이다. 이후 계산된 두 행렬을 통해 각 문서에 대해 주제, 그리고 주제에 대한 단어들을 할당한다. Fig. 1은 LDA 수행결과의 예시를 나타낸 것이며, 각 주제 클러스터에

포함된 키워드만이 결과로써 나타나고, 연구자의 판단에 따라 클러스터의 주제를 레이블링 하는 방식의 알고리즘이다.

3) 키워드 네트워크 분석은 문헌의 주요 키워드를 활용하여 학문의 연구 동향을 분석하는 방법으로, 계량서지학 분석 방법론을 바탕으로 컴퓨터 기술의 비약적 발전으로 계량적으로 분석된 정보를 노드 (node)와 링크 (link)로 표현하는 네트워크 도식화 (network mapping)가 가능해지면서 분석대상에 대한 의미적 연관구조를 파악하는 것이 가능해졌다 (Kim et al., 2015a).

Fig. 2는 두 키워드 사이의 연관관계를 표현한 그림으로, $P(A)$, $P(B)$ 는 키워드 A, B가 각각 몇 개의 문서에서 나타나는지 대한 확률을 의미한다. 연관관계를 평가하는 지표로 지지도 (Support), 신뢰도 (Confidence), 향상도 (Lift) 등의 3개 지표를 활용할 수 있는데, 지지도는 두 키워드 A, B가 같은 문서에서 동시에 발생할 확률을 의미하여 $P(A \cap B)$ 로 나타낼 수 있으며, 그 값이 클수록 키워드 A와 B의 연관성이 높은 것을 의미한다. 신뢰도의 경우 문서에서 키워드 A가 나타났을 때, 키워드 B가 같은 문서 내에서 발생할 확률을 의미하고 $P(B|A)$ 로 표현할 수 있으며, 그 값이 클수록 연관성이 높음을 의미한다. 하지만 지지도의 경우 대부분의 문서에서 나타나는 키워드가 있을 경우 그 키워드와 다른 키워드 사이의 값은 항상 크게 나타나며, 신뢰도는 소수의 문서에서 나타나지만 적어도 같이 등장하는 확률이 높은 두 키워드는 높은 신뢰도 값을 가지게 되는 특징을 갖고 있어, 이 두 개의 지표를 서로 보완할 수 있는 지표인 향상도를 함께 활용한다. 키워드 A와 B의 향상도는 $P(A \cap B)/P(A)P(B)$ 로 표현할 수 있으며, 즉 두 키워드가 독립일 때와 비교하면 두 키워드가 얼마나 동시에 얼마나 발생하는지를 의미한다. 또한, 활용에 따라서는 키워드 A와 키워드 B가 동시에 나타날 확률 (지지도)값에 각각의 키워드가 나타날 문서에 확률을 나누어 주는 일종의 페널티로써 역할을 수행할 수 있으므로,

본 연구에서는 이러한 점에 착안하여 향상도를 활용하여 연관관계를 파악하고자 하였으며, apriori 알고리즘을 활용하여 분석하였다.

본 연구에서는 최소 지지도와 최소 신뢰도를 만족하는 두 키워드 세트들을 구성하고, 향상도를 기준으로 순위화하여 링크를 구성 (제한)하여 문서 단위로의 연관분석 결과, 즉 키워드 네트워크 구성에 필요한 링크 리스트들을 도출하여 이를 토대로 키워드 네트워크를 구성하였다. 네트워크 분석 방법은 크게 하위 네트워크 분석, 구조적 등위성 분석, 중심성 분석 등으로 나눌 수 있으며 (Kim et al., 2015a; Kwon and Cha, 2016), 이 가운데 중심성 분석은 키워드 영향력을 파악할 수 있는 방법으로 일반적으로 가장 많이 사용하는 분석기법 가운데 하나이다 (Kim et al., 2015a).

구성된 키워드 네트워크에서 노드의 크기는 연결중심성 (Degree centrality)을 의미하며, 색깔은 매개중심성 (Betweenness centrality)을 의미한다. 연결중심성은 특정한 주제가 얼마나 많은 주제어와 연계 (Kim and Lee, 2017)되어 있는가를 판단하는 지표로, 연결중심성이 높다는 것은 연구에서 다른 키워드와 함께 많이 사용된 키워드라는 것을 의미하는 것으로 (Kim et al., 2015a) 잠재적 중요성이 높은 키워드임을 의미한다 (Jeong and Yang, 2018). 매개중심성은 직접적인 연결이 없는 특정한 두 주제어를 매개시켜주는 역할을 수행하는 정도 (Jeong and Yang, 2018)를 측정하는 지표로, 새로운 연구분야를 연결하는 다학제적 (multi-disciplinary) 연구를 도출하는 경우 매개중심성의 키워드를 중심으로 접근하는 것이 효과적이다 (Park and Na, 2016; Kim and Lee, 2017; Yoo et al., 2019).

3. 연구결과

3.1 회복력 관련연구 빈도 분석

우리나라에서 회복력 관련 전체 연구는 1961년 2편의 논문을 시작으로 2000년까지 총 213개의 연구가 이루어졌으나, 2001년 이후부터 다양한 분야에서의 회복력 관련연구들이 이루어지기 시작하면서 급격하게 증가하여 2019년 10월까지 총 6,590개의 연구가 진행되었다 (Fig. 3., Table 2. 참조). 초기에는 사회과학과 자연과학 및 공학의 일부 영역에서 회복력과 관련된 연구가 진행되었으나, 2001년부터는 문화·체육·예술은 물론 의료·심리에 이르기까지 거의 전 연구 분야에 걸쳐 연구들이 수행되고 있다. 이러한 측면에서 앞서 전처리 작업에서 살펴볼 수 있듯이 회복력과 관련하여 다양한 용어가 다양한 분야에서 사용되고 있으므로, 회복력과 관련하여 공통된 하나의 개념으로 정립되어 있지 않고 다양한 개념 및 정의가 사용되고 있음을 유추할 수 있다.

도시 기후변화 및 재난재해 분야에서의 회복력 관련연구는 이보다 조금 늦은 2011년 이후부터 급격하게 증가하기 시작하였으며, 2019년 10월까지 총 371개의 관련연구를 확인할

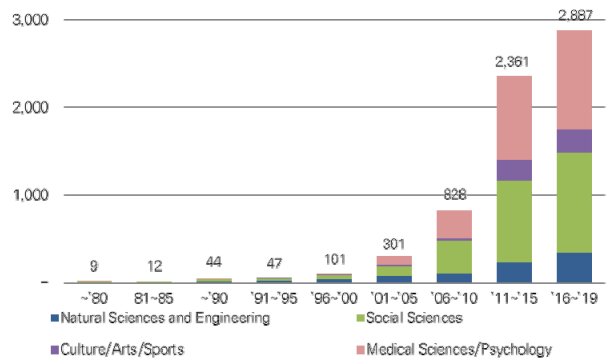


Fig. 3. Number of resilience studies.

Table 2. Number of resilience studies by research area

Research Area	~'80	81~85	'86~'90	'91~'95	'96~'00	'01~'05	'06~'10	'11~'15	'16~'19	Sum
Natural Sciences and Engineering	2	3	12	16	34	76	102	232	344	821
Social Sciences	4	9	28	30	54	109	374	934	1,145	2,687
Culture/Arts/Sports				1	6	13	30	229	267	546
Medical Sciences /Psychology	3		4		7	103	322	966	1,131	2,536
Total	9	12	44	47	101	301	828	2,361	2,887	6,590

수 있었다 (Fig. 4. 참조). 주로 자연과학 및 공학, 사회과학 (지역경제 측면) 부문의 연구가 가장 큰 비중을 차지하고 있었으며, 재난재해와 관련하여 일부 심리학 측면에서의 연구도 함께 분류되었다. 이는 2000년대 중·후반부터 이슈화되기 시작한 기후변화에 대한 관심과 최근 들어 기후변화에 따른 자연재해의 발생빈도 및 심각성 증가에 기인하고 있음을

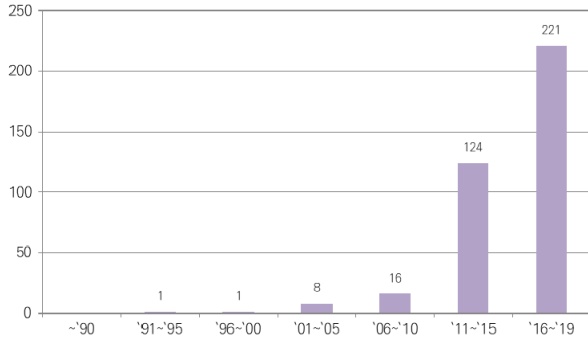


Fig. 4. Number of resilience studies about climate change & urban disaster.

나타낸다고 할 수 있다.

3.2 도시 기후변화 및 재난재해 분야 회복력 관련연구 키워드 분석

본 연구에서는 도시 기후변화 및 재난재해 분야 회복력 관련연구 총 371개의 초록을 대상으로 분석을 수행하고자 하였으나, 실제 초록을 확보할 수 있었던 301개를 대상으로 연구를 진행하였으며, 2011년 이후부터 급격히 증가하는 연구경향을 고려하여 2010년 이전, 2011~15년, 2016~19년까지로 시기별 그룹핑을 하여 각 그룹별로 21개, 92개, 188개의 연구를 분류하였다. 301개 연구에서 총 3,479개의 문장을 추출하여 이들 문장을 대상으로 형태소 분석을 통해 분해한 키워드를 바탕으로 중복 또는 유사한 키워드와의 통합 및 불용어 제거 등의 전처리 작업을 거쳐 최종분석을 위한 키워드를 도출하였다.

단순 키워드 빈도수 분석 결과 Table 3과 같이 ‘회복력’, ‘재난’, ‘지역’, ‘사회’, ‘도시’ 순으로 많이 나타났음을 확인할 수 있으며, Fig. 5와 같이 최근으로 올수록 이들 키워드의 빈

Table 3. Top 15 Keywords Frequency

Rank	Keyword	Total	Period					
		Frequency	Keyword	Frequency	Keyword	Frequency	Keyword	Frequency
1	Resilience (회복력)	1,662	Developm-ent (개발)	66	Resilience (회복력)	481	Resilience (회복력)	1,123
2	Disaster (재난)	1,141	Resilience (회복력)	58	Region (지역)	196	Disaster (재난)	956
3	Region (지역)	912	Indicator (지표)	49	Society (사회)	193	Region (지역)	672
4	Society (사회)	728	Region (지역)	44	City (도시)	181	Society (사회)	529
5	City (도시)	719	Housing (주택)	42	Disaster (재난)	173	City (도시)	501
6	Managem-ent (관리)	476	Assessment (평가)	39	System (시스템)	135	Managem-ent (관리)	359
7	Indicator (지표)	383	City (도시)	37	Damage (피해)	127	Impact (영향)	266
8	System (시스템)	368	Permission (허가)	33	Flood (홍수)	115	Indicator (지표)	238
9	Impact (영향)	357	Vulnerabil-ity (취약성)	26	Managem-ent (관리)	106	System (시스템)	228
10	Assessment (평가)	348	Change (변화)	26	Planning (계획)	104	Planning (계획)	227
11	Developm-ent (개발)	339	Action (행위)	25	Policy (정책)	100	Assessment (평가)	215
12	Planning (계획)	339	Character-istic (특성)	24	Vulnerabil-ity (취약성)	98	Policy (정책)	210
13	Damage (피해)	331	Ecosystem (생태계)	24	지표 (Indicator)	96	Climate Change (기후변화)	206
14	Policy (정책)	320	Restoration (복원)	24	Assessment (평가)	94	Developm-ent (개발)	202
15	Climate Change (기후변화)	304	Earthquake-resistant (내진)	23	Facility (시설)	90	Damage (피해)	187

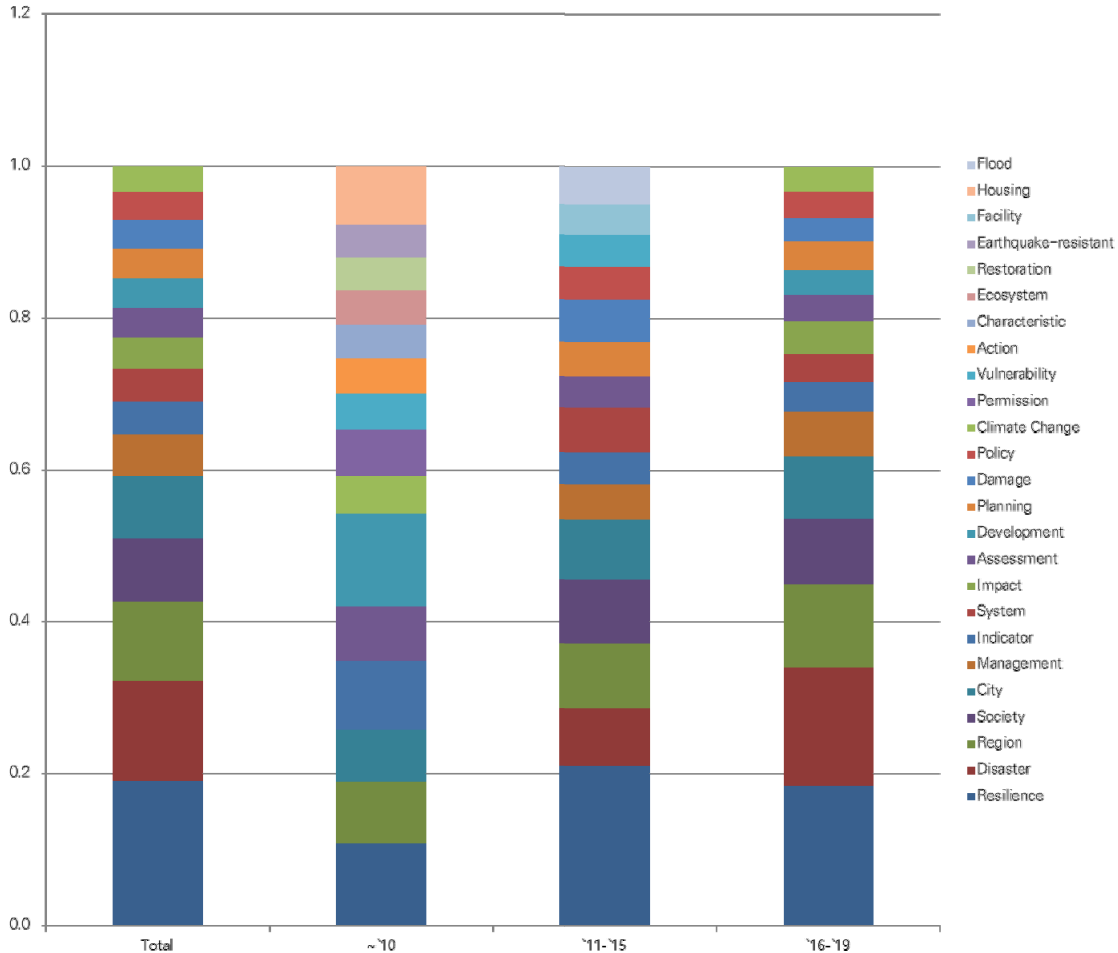


Fig. 5. Trend of Keyword Analysis (Relative ratio = 1.0).

도 비율이 높아지는 것으로 분석되었다. 특히 2010년 이전에는 재난재해와 관련한 키워드는 순위가 높지 않았고, ‘개발’, ‘주택’, ‘허가’, ‘행위’, ‘수요’ 등 시가지 확대와 관련된 키워드 빈도가 높게 나타났으나, 최근으로 올수록 ‘재난’, ‘영향’, ‘피해’ 등 재난재해와 관련된 키워드의 빈도가 급격하게 증가하는 것으로 분석되었다.

또한, 분석 대상과 관련된 ‘지역’, ‘사회’, ‘도시’ 등의 키워드들이 빈도가 높게 나타나는데, 회복력을 다루는 공간적 영역과 관련하여 ‘지역’ > ‘도시’ > ‘마을’ > ‘국가’ 순으로 빈도수가 나타나는 것으로 분석되었고, 이러한 경향은 시기와 관계없이 유사한 것으로 나타났다.

회복력과 관련된 키워드를 주제별로 분류하기 위해 우선 회복력을 분석에서 제외하고 LDA 알고리즘을 활용하여 토픽 모델링을 실시하였으며, Table 4와 같이 3개로 도출된 토픽

픽을 구성하는 키워드를 바탕으로 1)재난재해에 따른 영향 (Topic A), 2)대응을 위한 계획 및 관리 시스템 (Topic B), 3) 평가체계 (Topic C)로 각 토픽의 주제를 분류할 수 있었다. 토픽 주제별 연구를 다음 Fig. 6와 같이 시계열별로 분석하면, 최근으로 올수록 상대적으로 재난재해에 따른 영향과 관련된 연구의 비율은 증가하고, 대응을 위한 계획 및 관리 시스템 관련 연구는 감소하는 경향이 나타나고 있으며, 평가체계와 관련된 연구는 크게 변화가 없이 지속적으로 이루어지고 있는 것으로 분석되었다.

3.3 도시 기후변화 및 재난재해 분야 회복력 관련 연구 네트워크 분석

도시 기후변화 및 재난재해 분야에서의 회복력과 관련한 301개 연구의 키워드 가운데, 47번¹⁾ 이상 출현한 키워드를

Table 4. Top 15 Keywords by Topic Group

Rank	Topic A: Disaster Impact	Topic B: Management Plan	Topic C: Assessment Framework
1	Disaster (재난)	City (도시)	Indicator (지표)
2	Society (사회)	Region (지역)	Region (지역)
3	Region (지역)	Planning (계획)	Vulnerability (취약성)
4	Impact (영향)	Society (사회)	Development (개발)
5	Community (공동체)	System (시스템)	Damage (피해)
6	Policy (정책)	Flood (홍수)	Climate Change (기후변화)
7	Safety (안전)	Change (변화)	Restoration (복원)
8	Factor (요인)	Development (개발)	Facility (시설)
9	System (시스템)	Environment (환경)	Climate (기후)
10	Capacity (역량)	Ecology (생태)	Change (변화)
11	Response (대응)	Adaptation (적응)	City (도시)
12	Damage (피해)	Risk (위험)	Cost (비용)
13	Activity (활동)	Policy (정책)	Prevention of Disaster (방재)
14	Recovery (복구)	Climate (기후)	Variable (변수)
15	Organization (조직)	Impact (영향)	Use (이용)

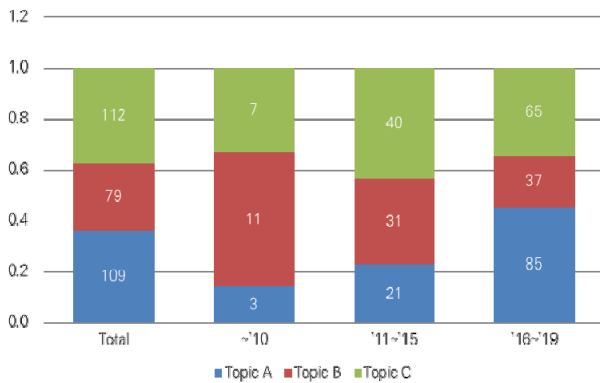


Fig. 6. Trend of topic modeling (Relative ratio = 1.0).

대상으로 중심성 분석을 통해 전체 네트워크를 시각화한 결과는 Fig. 7와 같으며, 연결중심성 지수를 기준으로 ‘지역’, ‘사회’, ‘재난’, ‘영향’, ‘기후변화; 등 상위 15개의 키워드가 Table 5와 같이 도출되었다.

연결중심성이 높은 이들 키워드는 도시 기후변화 및 재난 재해 회복력 연구를 이끄는 핵심으로 간주되어 다른 키워드와 연계되어 다양한 연구주제를 형성하고 있다는 의미로 해

석할 수 있다. 연결중심성 분석 결과, 기후변화에 의해 발생되는 재난의 영향과 피해에 대한 연구와 이러한 재난에 대한 지역과 도시 그리고 사회 차원에서 대응, 관리 방안 마련 연구, 그리고 이를 평가할 수 있는 연구가 중점적으로 이루어지고 있음을 확인할 수 있으며, 이는 앞서 분석한 LDA 토픽 모델링 결과의 해석을 통한 연구주제 분류와 유사하게 나타나는 것으로 이해할 수 있다.

키워드 네트워크 분석 결과를 시기별로 비교하기 위하여, 앞서 키워드 분석에서 분류한 바와 같이 2010년 이전, 2011~15년, 2016~19년까지로 나누어 Fig. 8과 같이 각 시기별로 네트워크 분석을 수행하여 연결중심성과 매개중심성을 중심으로 살펴보았다. 연결중심성 측면에서는 Table 6과 같이 2010년 이전에는 ‘개발’, ‘지역’, ‘변화’, ‘특성’, ‘비교’ 등이, 2011~2015년에는 ‘지역’, ‘사회’, ‘영향’, ‘재난’, ‘평가’ 등이, 2016년 이후에는 ‘사회’, ‘지역’, ‘정책’, ‘환경’, ‘특성’ 등의 키워드 빈도가 높게 나타나는 것으로 분석되었다. ‘지역’의 경우, 전 시기에 걸쳐 도시 기후변화 및 재난재해 분야에서 회복력 연구와 관련한 지속적인 핵심 키워드로 파악되고 있으며, ‘사회’, ‘영향’, ‘정책’ 등은 최근 들어 연구가 집중되고 있는 키워드로 파악되었다. 반면, ‘평가’, ‘비교’ 등의 경우 점

1) 연관분석시 최소 지지도 조건 (0.15)에 따라 결정된 값임

차 연구의 핵심 키워드에서 벗어나고 있음을 확인할 수 있다. 또한, 2010년 이전에는 회복력과 관련된 주요 주제가 지역의 개발 및 변화에서, 2011년 이후에는 지역에서 발생하는 재난 재해에 따른 지역사회의 영향으로, 2016년 이후에는 재난재해에 대응·관리 차원의 정책 및 계획으로 주요 연구들의 핵심 주제가 변화되고 있는 것으로 파악되었다.

한편, 최근 들어 관련연구의 빈도는 계속적으로 증가하고 있는데, 연결중심성 측면에서 상위 키워드들의 연결중심성 지수가 전체적으로 감소하는 경향이 나타나고 있어 도시 기후변화 및 재난재해 관련 회복력 연구가 특정 키워드 중심에

서 점차 다양한 키워드로 폭넓게 이루어지고 있음을 시사하고 있는 것으로 이해할 수 있다.

매개중심성 측면에서는 Table 7과 같이 2010년 이전에는 '개발', '지역', '변화', '특성' 등이, 2011~2015년까지는 '지역', '사회', '도시', '평가' 등이, 2016년 이후에는 '사회', '지역', '피해', '관리' 등의 키워드 빈도가 높게 나타나고 있어 네트워크상에서 전체 연결과 흐름에 영향을 미치는 등 키워드간 연결을 중재하는 역할이 크다고 할 수 있다. '지역'의 경

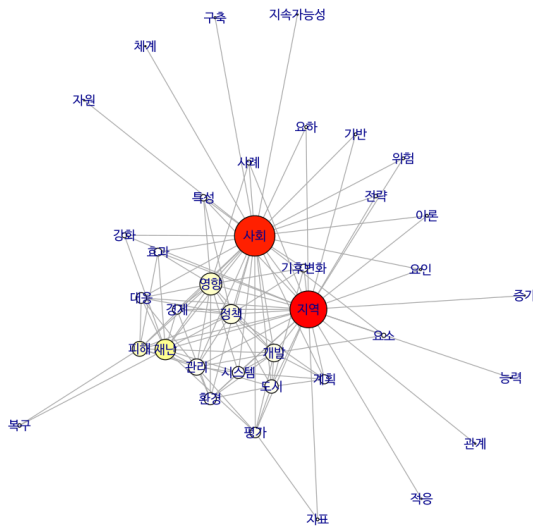


Fig. 7. Keyword Network Analysis about climate change & urban disaster²⁾.

Table 5. Result of Degree Centrality Analysis

Rank	Keyword	Degree Centrality
1	Region (지역)	0.861
2	Society (사회)	0.833
3	Disaster (재난)	0.417
4	Impact (영향)	0.417
5	Climate Change (기후변화)	0.389
6	Development (개발)	0.361
7	Policy (정책)	0.361
8	Management (관리)	0.333
9	Damage (피해)	0.278
10	City (도시)	0.250
11	Environment (환경)	0.250
12	Assessment (평가)	0.222
13	Response (대응)	0.222
14	System (시스템)	0.222
15	Planning (계획)	0.194

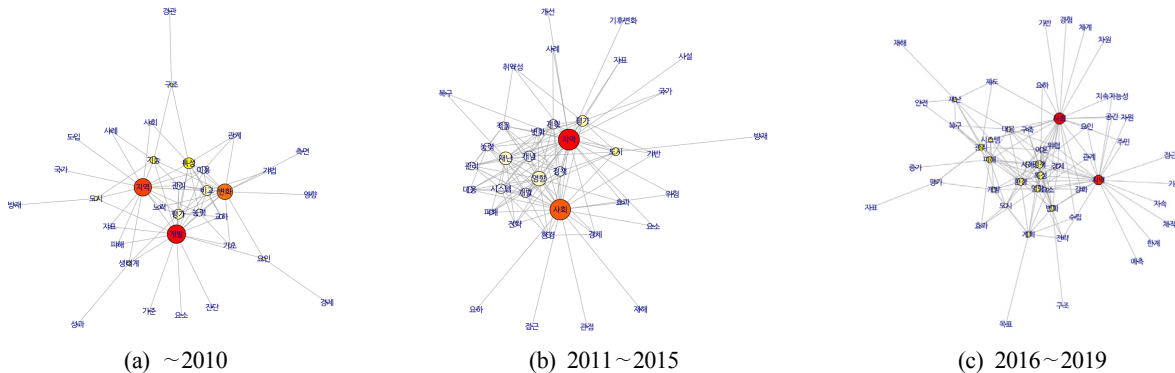


Fig. 8. Trend of Keyword Network Analysis about climate change & urban disaster³⁾.

2) The keyword in Fig. 7. is shown in Korean because it is the result of keyword network analysis on Korean studies.

3) The keyword in Fig. 8. is shown in Korean because it is the result of keyword network analysis on Korean studies.

Table 6. Trend of Degree Centrality Analysis

Rank	~2010		2011~2015		2016~2019	
	Keyword	Degree Centrality	Keyword	Degree Centrality	Keyword	Degree Centrality
1	Development (개발)	0.576	Region (지역)	0.857	Society (사회)	0.520
2	Region (지역)	0.545	Society (사회)	0.743	Region (지역)	0.480
3	Change (변화)	0.485	Impact (영향)	0.457	Policy (정책)	0.300
4	Characteristic (특성)	0.333	Disaster (재난)	0.4	Environment (환경)	0.280
5	Comparison (비교)	0.303	Assessment (평가)	0.371	Characteristic (특성)	0.280
6	Assessment (평가)	0.303	Development (개발)	0.314	Impact (영향)	0.260
7	Use (이용)	0.212	Planning (계획)	0.286	Damage (피해)	0.240
8	Function (기능)	0.212	Policy (정책)	0.286	Climate Change (기후변화)	0.220
9	Capacity (능력)	0.212	System (시스템)	0.286	Management (관리)	0.220
10	Management (관리)	0.212	Capacity (능력)	0.257	Planning (계획)	0.200
11	City (도시)	0.121	Adaptation (적응)	0.229	Case (사례)	0.200
12	Ecosystem (생태계)	0.121	City (도시)	0.229	System (시스템)	0.180
13	Structure (구조)	0.121	Climate Change (기후변화)	0.229	Development (개발)	0.180
14	Factor (요인)	0.091	Management (관리)	0.229	Theory (이론)	0.160
15	Relation (관계)	0.091	Environment (환경)	0.171	Response (대응)	0.160

우 앞서 연결중심성 분석 결과와 유사하게 전시기에 걸쳐 도시 기후변화 및 재난재해 분야의 회복력 관련연구를 매개해주는 가장 핵심 키워드로 나타나고 있으며, 매개중심성 측면에서 최상위에 위치하고 있는 대부분의 키워드는 연결중심성 측면에서의 위상과 대부분 유사하게 나타나는 것으로 파악되어 연구경향 또한 시기별로 지역의 개발 및 변화 → 재난재해의 영향 → 대응·관리 차원에서 정책 및 계획으로 변화하는데 키워드 매개 측면에서 기여할 것으로 분석되었다. 한편, 최근 들어 매개중심성 측면에서의 상위 키워드의 경우 연결중심성 상위 키워드와는 반대로 전체적으로 지수가 점차 커지는 것으로 나타나 키워드 매개 영향이 커져 다른 키워드와의 연계 및 중재 역할이 강화되고 있는 것으로 해석할 수 있어, 해당 키워드들의 경우 연구주제와 연결되는 연결중심성은 감소하지만, 다른 키워드와의 연계성은 점차 증가하고 있어 연구의 핵심 키워드는 점차 다양해지고 폭넓어지고 있음을 확인할 수 있다.

4. 결론 및 고찰

전 세계적으로 기후변화와 재난재해로 인한 영향과 피해를 증가함에 따라 도시 분야뿐만 아니라 다양한 부문에서 지

속가능성과 회복력에 대한 연구가 급격하게 증가하고 있다. 도시 및 기후변화 연구에서 회복력이 주요 핵심 키워드로 부각되면서, 회복력의 정의와 공간적 영역, 범주, 이론과 모델 등 또한 다양하게 발전하고 있다. 이에 본 연구는 회복력과 관련한 국내연구 특히, 도시 기후변화 및 재난재해 분야에서의 301개의 연구를 중심으로 키워드 및 네트워크 분석을 통해 연구동향 및 흐름을 살펴보고자 하였으며, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 회복력과 관련된 국내 연구는 2000년을 기점으로 국내에 다양한 분야에서 적용되기 시작하였고 도시 기후변화 및 재난재해 분야에서는 이보다 늦은 2011년 이후부터 본격적으로 확산되기 시작하여, 2019년 현재는 회복력과 관련하여 매우 다양한 분야에서 다양한 연구를 다양한 주제로 수행하고 있음을 확인할 수 있으며, 이를 통해 회복력과 관련하여 개념 및 정의가 다양하게 사용되고 있음을 유추할 수 있다. 이미 Kwon and Cha (2016)은 회복력은 공통된 하나의 개념으로 정립되어 있지 않고 연구자마다 다르게 사용하고 있으며, 이는 회복력을 규정하는 정의의 범위가 넓고 모호하기 때문이라 밝힌바 있어 추후 회복력 개념 및 정의와 관련하여 추가적인 연구가 필요하다는 것을 시사하고 있다.

둘째, 도시 기후변화 및 재난재해 분야의 회복력과 관련하

Table 7. Trend of Betweenness Centrality Analysis

Rank	~2010		2011~2015		2016~2019	
	Keyword	Betweenness Centrality	Keyword	Betweenness Centrality	Keyword	Betweenness Centrality
1	Development (개발)	0.349	Region (지역)	0.433	Society (사회)	0.332
2	Region (지역)	0.285	Society (사회)	0.318	Region (지역)	0.299
3	Change (변화)	0.231	City (도시)	0.058	Damage (피해)	0.090
4	Characteristic (특성)	0.101	Assessment (평가)	0.043	Management (관리)	0.075
5	Function (기능)	0.069	Impact (영향)	0.028	Impact (영향)	0.061
6	Structure (구조)	0.061	Disaster (재난)	0.024	Planning (계획)	0.058
7	City (도시)	0.061	Planning (계획)	0.014	System (시스템)	0.055
8	Factor (요인)	0.061	Development (개발)	0.011	Disaster (재난)	0.054
9	Ecosystem (생태계)	0.061	Policy (정책)	0.009	Climate Change (기후변화)	0.054
10	Assessment (평가)	0.029	Adaptation (적응)	0.008	Environment (환경)	0.053
11	Comparison (비교)	0.028	System (시스템)	0.006	Characteristic (특성)	0.053
12	Use (이용)	0.01	Capacity (능력)	0.003	Policy (정책)	0.051
13	Capacity (능력)	0.006	Climate Change (기후변화)	0.003	Assessment (평가)	0.040
14	Management (관리)	0.002	Management (관리)	0.001	Development (개발)	0.030
15	-	-	Environment (환경)	0.001	Response (대응)	0.030

여 키워드 분석 결과 시기별로는 차이가 다소 있지만 전체적으로는 ‘재난’, ‘지역’, ‘사회’, ‘도시’, ‘관리’ 등의 키워드가 가장 빈도수가 높게 나타나고 있으며, 이를 토픽 모델링을 통해 주제별로 분류하면, 1)재난재해 영향, 2)대응을 위한 계획적 측면에서의 관리방안, 3)평가체계 마련으로 분류할 수 있었다. 시계열별 연구주제의 경향성을 분석하면, 재난재해 영향과 관련된 연구는 지속적으로 증가하는 반면, 대응을 위한 계획적 측면에서의 관리방안은 그 비율이 감소하고 있으며, 평가체계 마련과 관련된 연구는 비교적 일정한 것으로 나타나고 있다.

셋째, 도시 기후변화 및 재난재해 관련 국내 연구에서 연구자들의 가장 많은 관심을 받은 핵심 키워드로는 ‘지역’, ‘사회’, ‘재난’, ‘영향’, ‘기후변화’ 등으로 나타났으며, 이들 핵심 키워드를 중심으로 다양한 연구주제를 형성하고 있음을 확인하였다. 관련 국내연구를 시기별로 분석하면 2010년 이전에는 지역에서의 개발 및 변화 중심에서, 2011~2015년에는 재난재해의 영향, 2016~2019년에는 대응·관리 차원에서의 정책 및 계획 중심으로 연구주제가 변화하고 있으며, 최근 들어 회복력 연구의 주제가 특정 키워드 중심에서 다양한 키워드로 폭넓어지고 있음을 시사하는 것으로 나타났다.

본 연구는 회복력과 관련한 6,590건의 국내연구를 시계열

별, 분야별로 분류하여 2000년 이후 회복력은 다양한 분야의 연구주제로 부각되었으며, 특히 도시 기후변화 및 재난재해 측면에서는 2011년부터 이후부터 집중적으로 연구가 수행되었음을 확인하였다. 도시 기후변화 및 재난재해 관련 국내연구 301건의 초록을 중심으로 텍스트 분석을 실시하여 국내 회복력 관련 핵심 키워드와 연구 동향을 파악하고, 토픽 모델링을 통해 키워드들의 주요 연구 주제와 네트워크 분석을 통한 키워드간의 연관관계를 파악하고자 하였다는 점에서 의의가 있다.

하지만, 본 연구가 가진 의미있는 결과에도 불구하고 다음과 같은 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 첫째, 회복력 관련 국내연구를 검색하는 과정에서 국내 주요 5개의 검색시스템을 활용하여 관련문헌을 최대한 찾았으나, 일부 논문 및 보고서의 경우 누락되었을 가능성이 있다. 둘째, 검색한 국내연구를 분류하는 과정에서 연구 분야로의 분류와 도시 기후변화 및 재난재해 관련연구로의 포함 여부 분류 과정에 있어 연구진의 일부 자의적 판단이 개입되었을 수 있으므로, 이에 따른 일반화에 대한 주의가 필요하다. 셋째, 도시 기후변화 및 재난재해 분야의 국내 회복력 연구는 최근에 급격하게 증가하고 있는 분야로, 관련연구를 시기별 연구의 수가 매우 상이하며, 특히 최근 들어 연구가 급증하고 있어 시기별 연구

키워드 및 주제 분류 분석에 있어 최근 급증하는 빈도에 따른 가중치를 완전히 배제하지는 못 하였다는 한계가 존재한다. 넷째, 텍스트 분석을 중심으로 수행한 본 연구에서는 국내 회복력 연구의 주요 분야와 흐름을 파악하고자 하였으나, 국제 연구동향의 변화와 그에 따른 국내 연구동향과의 괴리, 특히 도시 공간과 관련된 사회생태적 회복력과 도시회복력 등에 대한 용어의 혼돈 및 연구내용에 대한 반영에 있어 미흡한 부분이 일부 있을 수 있어 향후 이에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것이라 판단된다.

이와 같은 한계에도 불구하고, 도시 기후변화 및 재난재해 관련 연구를 중심으로 텍스트 분석에 기반한 체계적 검토(systemic review)를 통해 향후 관련연구의 발전방향을 제시하고, 관련 연구자들의 연구 키워드 및 주제 선정에 기여할 수 있을 것으로 기대되며, 국내연구 검색사항의 추가적인 보완뿐 만 아니라, 해외연구 및 기술자료 등을 함께 포함한다면 회복력 연구의 동향과 추세, 특징을 보다 명확하게 판단할 수 있을 것으로 예상할 수 있으므로, 추가적으로 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

사 사

본 논문은 국토교통부 ‘쇠퇴지역 재생역량 강화를 위한 기술개발사업’의 연구비지원 (19TSRD-B151228-01)에 의해 한국환경정책·평가연구원이 수행한 ‘쇠퇴지역의 도시공간 위험성 분석 및 도시회복력 향상을 위한 기술개발 연구’의 일부 내용을 발췌하여 논문화한 것입니다.

REFERENCES

- Alison B. 2016. City Resilience Index. Arup
- Blei DM, Andrew YN, Michael IJ. 2003. Latent Dirichlet Allocation. *Journal of Machine Learning Research*. 3 (2003). p.993-1022.
- Choi HY, Seo YA, 2018, Design Strategies and Processes through the Concept of Resilience, *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, 46 (5): 44-58.
- Cui P, Li D. 2019. Measuring the Disaster Resilience of an Urban Community Using ANP-FCE Method from the Perspective of Capitals, *Social Science Quarterly*. 100 (6): 2059-2077.
- Demiroz F, Haase TW. 2019. The concept of resilience : a Bibliometric analysis of the emergency and disaster management literature. *Local Government Studies*. 45 (3): 308-327.
- Dhar TK, Khirfan L. 2017. A Multi-scale and Multi-dimensional Framework for Enhancing the Resilience of Urban form to Climate Change. *Urban Climate*. 19. p.72-91.
- Eckstein D, Hutfils ML, Wings M. 2019. Global Climate Risk Index 2019. GERMANWATCH.
- Elmqvist T, Andersson E, Frantzeskaki N, McPhearson T, Olsson P, Gaffney O, Takeuchi K, Folke C. 2019. Sustainability and Resilience for Transformation in the Urban Century. *Nature Sustainability*. 2019 (2): 267-273.
- Greater London Authority. 2018. London Environment Strategy. p. 331.
- Gharai F, Manavi MR, Hajibandeh M. 2018. Urban Local-Spatial Resilience : Developing the Key Indicators and Measures. A Brief Review of Literature. *The Scientific Journal of NAZAR*. 14 (57): 19-32.
- Hasse D, Fratzeskaki N, Elmqvist T. 2014. Ecosystem services in urban landscape : practical applications and governance implications. *AMBIO*. 43 (4): 407-412.
- Hassler U, Kohler N. 2014. The ideal of Resilient Systems and Questions of Continuity. *Building Research & Information*. 42 (2): 158-167.
- ICLEI. 2018. Resilient Cities Report 2018 : Tracking Local Progress on the Resilience Targets of SDG11
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC). 2014. IFRC Framework for Community Resilience
- Jeong HJ, Yang CH. 2018. Analysis of Trends in Resilience Research in Public Administration and Policy Studies : Focusing on Keyword Network Analysis, *Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation*. 28 (3): 49-74.
- Jhang SE, Lee SM, Lee SS, Kim JH. 2015. Themes and Trends in Offshore Industry Research through Incorporation of Corpus and Language Network Analysis : A Social Network Analysis of Author Keywords in English Academic Articles. *The Korean Association of Language Sciences*. 22 (3): 171-198. (in Korean with English abstract)
- Kim BM, Lee DK. 2017. Social Network Analysis on the Research Trend of Korean Ecological Restoration

- Technology, Journal of the Korean Society of Environmental Restoration Technology. 21 (3): 67-81. (in Korean with English abstract)
- Kim BS, Jeong MW, Jeon SE, Shin DB. 2015. Global Research Trends on Geospatial Information by Keyword Network Analysis. Journal of Korea Spatial Information Society. 23 (1): 69-77. (in Korean with English abstract)
- Kim DH, Song SK, Kang SJ, Kwon TJ, Kim JO, Nam KC, Yoon DK, Lee DK, Jung JC, Jo SC, Hong SH. 2016. Urban Climate Resilience : Operationalization and Evolution (II), Korea Environment Institute. (in Korean with English abstract)
- Kim JK, Lim JH, Lee SH. 2015. A Research on Urban Resilience for Urban Regeneration. Land and Housing Institute.
- Kwon YJ, Cha MH. 2016. A Study on the Research Trend of Resilience using Keyword Network Analysis. Korean Journal of Counseling. 17 (6): 105-121.
- Linkov I, Bridges T, Creutzig F, Decker J, Fox-Lent C, Kröger W, Lambert JH, Levermann A, Montreuil B, Nathwani J, Nyer R, Renn O, Scharte B, Scheffler A, Schreurs M, Thiel-Clemen T. 2014. Changing the resilience paradigm. Nature Climate Change. Vol. 4. p. 407-409.
- Lee SH, Kim JK. 2018. Development and applicability of resilient city criteria for adopting resilient city model: Focused on Hamburg Water Cycle Jenfelder Au, Germany. Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design 19 (1): 113-126.
- Marchese D, Reynolds E, Bates ME, Morgan H, Clark SS, Linkov I. 2018. Resilience and Sustainability : Similarities and Differences in Environmental Management Applications. Science of The Total Environment. 2018. Vol. 613-614. p.1275-1283.
- Masnvi MR, Gharai F, Hajibandeh M. 2019. Exploring Urban Resilience Thinking for Its Application in Urban Planning : A Review of Literature. International Journal of Environmental Science and Technology. 16. p.567-582.
- Meerow S, Newell JP. 2016. Urban Resilience for Whom, What, When, Where, and Why?. Urban Geography. Vol. 40. p.309-329.
- Meerow S, Newell JP, Stults M. 2016. Defining Urban Resilience : A Review, Landscape and Urban Planning. Vol. 147. p.38-49.
- Norris FH, Steven SP, Pfefferbaum B, Wyche KF, Pfefferbaum RL. 2008. Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness. American Journal of Community Psychology. Vol. 41. p.127-150.
- Ostadtaghizadeh A, Ardalan A, Paton D, Jabbari H, Khankeh HR. 2015. Community Disaster Resilience : a Systematic Review on Assessment Models and Tools. PLOS Currents Disasters. Apr 8.
- Patel SS, Rogers MB, Amlot R, Rubin GJ. 2017. What Do We Mean by 'Community Resilience'? A Systematic Literature Review of How It Is Defined in the Literature. PLOS Currents Disasters. Feb 1.
- Park SJ, Na JM. 2016. A Social Network Analysis on the Research Trend of Korean Rural Development : Focus on the Centrality Structure Analysis of Key words. Journal of the Korean Regional Science Association. 32 (3): 29-43. (in Korean with English abstract)
- Ribeiro PJG, Goncalves, LAPJ. 2019. Urban Resilience : A Conceptual Framework, Sustainable Cities and Society. Vol. 50.
- Rogov M, Rozenblat C. 2018. Urban Resilience Discourse Analysis : Towards a Multi-Level Approach to Cities. Sustainability. Vol. 10.
- Romero-Lankao P, Gnatz D, Wilhelmi O, Hayden M. 2016. Urban Sustainability and Resilience : From Theory to Practice, Sustainability, Vol. 8.
- Rus K, Kilar V, Koren D. 2018. Resilience Assessment of Complex Urban Systems to Natural Disasters : A New Literature Review. International Journal of Disaster Risk Reduction. Vol. 31. p.311-330.
- Sanchez A, Heijden J, Osmond P. 2018. The City Politics of an Urban Age : Urban Resilience Conceptualisations and Policies. Palgrave Communications. 4 (25).
- Schewenius M, McPhearson T, Elmqvist T. 2014. Opportunities for Increasing Resilience and Sustainability of Urban Social - ecological Systems: Insights from the URBES and the Cities and Biodiversity Outlook Projects. AMBIO. 43 (4) Vol. 434-444.
- UN-HABITAT. 2018. Building Sustainable and Resilient Cities : Concept Note.
- WEF (World Economy Forum). 2019. The Global Risks Report. p.8.

- Wolff S. 1995. The Concept of Resilience Australian & New Zealand. *Journal of Psychiatry*. 29 (4): 565-574.
- Wu YT, Lee MH, Tsai CC. 2009. Research Trends in Science Education from 2003 to 2007 : A Content Analysis of Publications in Selected Journal. *International Journal of Science Education*. 31 (15): 1999-2020.
- Yoo JH, Jeon EC, Kim HN. 2019. Study of Research Trends in Climate Change using Text Analysis : Focusing on Journal of Climate Change Research. *Journal of Climate Change Research*. 10 (3): 161-172. (in Korean with English abstract)