

## 계량정보 분석을 활용한 방재성능평가 방법에 대한 고찰

김동현<sup>1</sup> · 유형주<sup>1</sup> · 이승오<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>홍익대학교 건설환경공학과 박사, <sup>2</sup>홍익대학교 건설환경공학과 교수

# Review for Assessment Methodology of Disaster Prevention Performance using Scientometric Analysis

Dong Hyun Kim<sup>1</sup>, Hyung Ju Yoo<sup>1</sup>, and Seung Oh Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ph.D, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Hongik Univ.

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Civil Engineering, Hongik Univ.

### 요약

기후변화로 인해 집중호우의 강우 특성은 과거와는 다르게 변화하고 있으며 불확실성 또한 크게 증가하고 있다. 이에 더해 도시개발, 인구집중 등의 변화는 홍수피해를 가중시키고 있다. 대다수의 도심지 침수 원인은 복합적이므로 해당 지역의 여건들을 고려하여 적절한 침수방어계획을 수립하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 정부는 지자체별로 방재성능목표라는 기준을 수립하고 있다. 2010년 처음 방재성능목표 개념이 제시된 이후, 몇 차례 설정 기준 등이 변화하였지만 전체적인 기술, 방법론, 절차 등은 유지되어 왔다. 따라서, 본 연구에서는 도시 방재성능목표 설정 및 전반적인 평가방법에 대한 고찰을 위해 계량정보분석(Scientometric Analysis) 방법을 활용하여 도시 방재성능과 관련된 연구 및 기술을 검토하였다. 계량정보분석은 논문, 문헌 등의 자료를 기반으로 해당 분야의 트렌드를 확인하고 새로운 지식 및 정보를 도출하는 방법으로, 본 연구에서는 1990년부터 2021까지 최근 약 30년동안 Web of Science의 관련 방재성능과 관련된 논문을 수집하였다. 계량정보 분석 소프트웨어인 Citespace를 활용하여 인용분석을 포함한 저자, 연구기관, 국가 및 연구동향 등을 파악하였다. 분석결과, 도시 방재성능의 기술적인 부분 외에도 자산 평가 개념 도입 등 의사결정에 필요한 고려요소들이 파악되었다. 향후 핵심키워드를 구체화하여 각 기술별 방재성능평가에 대한 고찰을 실시한다면 국내의 평가기준 및 절차를 고도화할 수 있을 것이라 기대된다.

핵심용어: 계량정보분석, 방재성능평가, 도시침수, Citespace

### ABSTRACT

The rainfall characteristics such as heavy rains are changing differently from the past, and uncertainties are also greatly increasing due to climate change. In addition, urban development and population concentration are aggravating flood damage. Since the causes of urban inundation are generally complex, it is very important to establish an appropriate flood prevention plan. Thus, the government in Korea is establishing standards for disaster prevention performance for each local government. Since the concept of the disaster prevention performance target was first presented in 2010, the setting standards have changed several times, but the overall technology, methodology, and procedures have been maintained. Therefore, in this study, studies and technologies related to urban disaster prevention performance were reviewed using the scientometric analysis method to review them. This analysis is a method of identifying trends in the field and deriving new knowledge and information based on data such as papers and literature. In this study, papers related to the disaster prevention performance of the Web of Science for the last 30 years from 1990 to 2021 were collected. Citespace, scientometric software, was used to identify authors, research institutes, countries, and research trends, including citation analysis. As a result of the analysis, consideration factors such as the the concept of asset evaluation were identified when making decisions related to urban disaster

\*Corresponding author: Seung Oh Lee, seungoh.lee@hongik.ac.kr

Received: 18 December 2022, Revised: 27 December 2022, Accepted: 28 December 2022



prevention performance. In the future, it is expected that prevention performance standards and procedures can be upgraded if the keywords are specified and the review of each technology is conducted.

**Keywords:** Scientometric Analysis, Disaster Prevention Performance, Urban Inundation, Citespace

## 1. 서론

모두가 아는 것처럼 기후변화에 대한 관심은 지속되어 왔고 실제로 기후변화로 인한 피해가 전세계적으로 곳곳에서 발생하고 있다. 기후변화는 주변의 기상 재해를 악화시키고 있으며 이는 폭염, 도시홍수 등 다양한 재해를 야기하고 있다. 특히 한반도의 경우 대부분 강우에 의한 수재해이므로 과거부터 이에 대한 연구 및 방재대책 등을 수립하여 왔다. 그럼에도 불구하고 최근 발생한 홍수 재난 양상과 피해현황을 보면 재난에 대한 완벽한 방어는 있을 수 없다는 것을 더욱 알 수 있고, 이는 재난의 대응 자세에 대한 패러다임 혹은 기술 변화가 필요하다는 것을 의미한다. 지난 수십년동안의 연구에서 볼 수 있듯이 한반도에 발생하는 집중호우의 강우 특성이 과거와는 다르게 변화함을 알 수 있으며 변화의 주기 또한 예측하기 힘들어 불확실성이 크게 증가함을 알 수 있다. 최근에 발생한 기후변화에 의한 피해는 그 변화를 피부로 체감할 수 있는 사건들이라 할 수 있다. 2020년 8월 1973년 이후 역대 가장 긴 장마철 기간으로 인해 약 1조 가량의 재산 피해가 발생하였고 시설물의 피해사례도 약 156건이 발생하였다. 이듬해인 2021년에는 서유럽권에서 하루에 과거 한달 치 가량의 집중호우가 쏟아지는 등의 이상기후 현상이 발생하였다. 올해 2022년 8월에는 극심한 집중호우로 인해 도심지 곳곳에서 침수가 발생하였고 재산피해뿐만 아니라 인명피해까지 초래하였다.

집중호우나 태풍은 자연의 섭리로 완벽히 막을 수 없다고 하면 인명이나 재산에 피해가 최소화 되도록 하는 것이 재난 대응 및 대책의 기본 방향이다. 그러나 도시침수 등의 재난피해의 원인은 복합적이므로 지역의 여건들을 고려하여 적절한 침수 방어계획을 수립하는 것이 중요하다. 특히 도심지의 경우 도시 개발로 인한 불투수면적의 증가, 인구집중으로 인한 불확실성 증가 등 변수들이 복잡하고 다양하기 때문에 원인을 구체화하고 영향정도를 정량화하는 것이 더욱 어렵다. 이에 해외에서는 각 국가별로 다양한 대책들이 마련되어 왔고 국내의 경우에도 2010년부터 지자체별 방재성능목표라는 기준을 제시하고 이를 만족하는지 여부를 확인하는 등의 대책을 마련하였다. 이는 해당 지역에 발생할 수 있는 홍수량을 예측하고 예측된 범위 내에서 도심지가 수용할 수 있는 방재성능목표를 제시한다. 제시된 방재성능목표에 도심지의 방재성능이 부합하는지 여부를 판단함에 따라 개선대책을 마련하는 것이다. 어찌보면 매우 당연하고 타당한 방안이라 볼 수 있다. 대부분 방재성능 목표를 수립하고 이를 만족하는지 평가하는 과정에 대해서는 동의할 수 있다. 그러나, 수립되는 목표 기준과 만족여부를 평가하는 방법론 즉 일반론을 수립하기 위한 도구의 타당성은 지속적으로 고민되어야 하는 문제들이다.

이처럼 기후변화는 우리 일상인 것처럼 오래전부터 인류의 역사와 함께 해왔다. 역사적으로 몇 번의 대형재난들은 기후변화에 대한 고민이 희미해질 즈음 발생하여 경각심을 일깨워 주었고 전세계를 이끌어가는 몇 차례의 기술혁명에 맞춰 기후변화 또한 성큼성큼 다가오고 있다. 그만큼 핵심기술의 변화주기는 짧아지고 그에 맞춰 기후변화를 바라보는 관심, 관점, 기술 등도 짧은 주기로 개선이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 계량정보분석을 통하여 도시 방재성능목표 설정, 평가방법 등과 관련된 기술, 연구 등을 검토하여 관련주제에 대한 전반적인 고찰을 수행하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 도시 방재성능목표

#### 2.1.1 도시 방재성능목표 개요

2010년 「기후변화를 골한 도시방재성능 목표설정 방안 연구」를 시작으로 도시 방재성능목표 설정 및 운영 지침을 마련하

였다. 해당 연구 결과를 바탕으로 2011년에는 지역별 방재성능목표를 설정하였으며 2012년에는 제도 시행을 위해 「자연재해대책법」 시행령을 개정하였고, 한 차례 방재성능목표 설정 기준을 변경하였다. 이후 2015년에는 「기후변화 영향을 고려한 방재성능목표 설정방안 연구」를 수행하여 2017년 12월에 지역별 방재성능목표 설정·운영 기준을 배포하였다. 도시 방재성능목표 설정의 배경에는 지자체별로 기준을 제시하여 일정 수준 이상의 강우에도 침수가 발생하지 않도록 하는 것이다. 관련 법령 근거로는 「자연재해대책법」 제16조의 4~16조의 6에 의거하여 수행된다(Han, 2012).

### 2.1.2 도시 방재성능목표 설정 기준

도시 방재성능목표 설정 기준은 홍수 등에 대한 재해를 예방하기 위한 방재정책 등에 적용하기 위한 지역별 방재성능목표 설정 기준을 정하는데 필요한 사항을 정의하는 것을 목표로 하고 있다. Fig. 1은 지역별 방재성능목표 설정기준을 제시하는 과정이다. 요약하면 지역별 확률강우량을 산정하고 기후변화 시나리오를 적용하기 위하여 활증률을 적용하여 방재성능목표 설정 기준을 제시한다. 이를 기준으로 하여 지역별 방재정책 추진 시 활용할 10년 단위의 지역별 방재성능목표를 설정하게 된다(Jeong et al., 2017; Han, 2012).

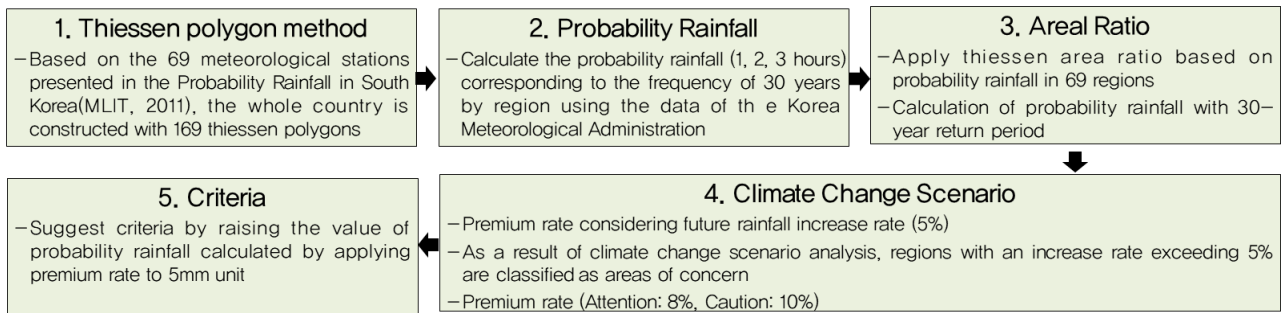


Fig. 1. Criteria for setting regional disaster prevention performance

### 2.1.3 도시 방재성능평가

앞 절에서 설정한 방재성능목표에 부합하는지 여부를 정량적으로 분석하는 것이 방재성능평가이다. 방재성능평가에서는 평가대상과 대상시설이 중요한 부분이다. 대상지역은 「국토계획법」상 도시지역 (주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역)으로 한정하고 있으며 대상시설은 「자연재해대책법」 시행령 제14조의 6 제1항에 따른 방재시설을 말한다. 대상시설은 주로 제방, 우수지, 하수관로, 배수펌프장, 빗물펌프장, 우수유출저감시설 등이 있다. Fig. 2는 지역별 방재성능평가 절차를 나타낸 것으로 도시 강우-유출 모델을 수행하여 홍수 유출량을 산정하고 유출량과 배수능력을 평가하여 내수침수 발생여부, 침수면적, 침수심등을 원인을 지구별로 기록하여 적정성을 판단한다.

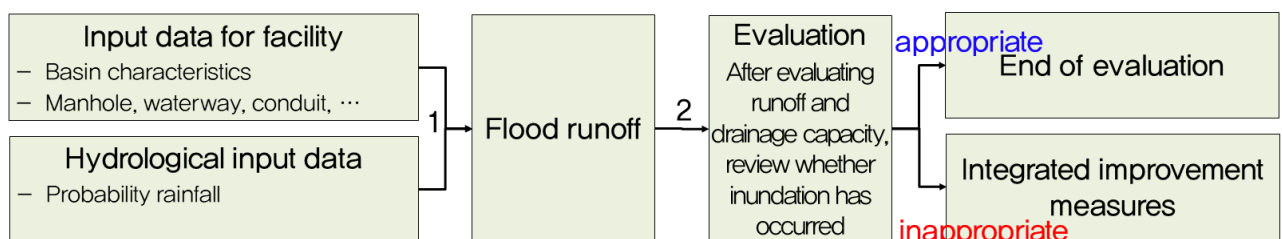


Fig. 2. Procedures for evaluating disaster prevention performance by region

## 2.2 계량정보 분석(Scientometric Analysis)

### 2.2.1 계량정보 분석 개요

계량정보분석은 과학기술의 성과로 대표되는 논문과 특허 데이터를 계량분석하여 정보를 분석하고 새로운 지식을 도출해내는 분석방법이다. 일반적으로 시간의 경과에 따라서 조사하고자 하는 지식영역이 어떻게 변화하였는가를 나타내는 데 목적이 있다. 이에 따라 새롭게 출현하는 지식 영역을 식별하고 기존의 연구들의 패러다임의 변화를 파악하는 것이 가능하다 (Yoon et al., 2008). 이러한 계량 정보 분석을 토대로 도십지 방재성능목표, 확률강우량 산정, 기후변화 시나리오 등의 지식 영역이 어떻게 변화하였고 새롭게 출현하는 지식 영역, 연구방법론 등을 바탕으로 현재 수준의 방재성능평가에 대한 고찰을 수행하고자 한다. 계량정보 분석을 통해 현 상황의 강점과 약점 그리고 기회, 위협요인들을 찾아내고 경쟁력 있고 타당한 방재성능평가에 대해서 제시하는 것이 필요하다.

계량정보분석은 크게 데이터 특성과 목적에 따라 분류할 수 있다. 특히 본 연구에서 수행하고자 하는 Scientometrics 분석 방법은 과학의 양적 측면을 논문의 정보를 통해 지식영역을 분석하는 것을 의미한다. Scientometrics는 기술의 발달 정도를 측정하는 방법에 대한 측정을 연구하는 학문이다(van Raan and Tijssen, 1993). 이 외에도 출판된 기록물 형태의 정보들을 사용하는 Bibliometrics 분석, 기술의 양적 측면을 통한 Technometrics 등이 있다.

### 2.2.2 CiteSpace

Citespace는 미국 Drexel 대학 교수인 Chaomei Chen이 개발한 소프트웨어로 Pathfinder 네트워크 분석과 군집화, Hub와 pivot 식별 기능 등을 수행하며, 비영리 학문적 목적으로 사용할 수 있도록 소프트웨어를 제공하고 있다. 이 소프트웨어는 지식영역을 시각화하는 방법으로 사용자가 원하는 연구영역을 구조적으로 매핑하고 분석해주는 보조적인 도구로 활용된다 (Chen, 2014). 분석 도구의 주요 구성으로는 Landmark node, Hub node, Pivot node가 있다. Landmark node는 가장 중점적인 역할을 하는 다인용노드, Hub node는 주변 노드들에 폭넓게 인용되는 노드, Pivot Node는 서로 다른 두 클러스터링을 중간에서 연결해주는 게이트웨이 기능을 하는 노드를 의미한다. 분석하고자 하는 분야 정보들을 수집하여 분석하여 주요 키워드, 저자, 문헌 등을 중심으로 노드 분석을 수행할 수 있다(Kim, 2005).

## 2.3 도시방재성능평가 분야 계량정보 분석

### 2.3.1 계량정보 분석 방법론

위에서 설명한 계량정보분석을 통해 도시방재성능평가 분야에 대한 문제점 및 지식영역의 변화, 주요 키워드 등을 분석하기 위한 과정을 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3에 나타난 것처럼 3가지 단계로 분석을 수행하였다. 첫 번째 단계로 방재성능평가 관련 연구 조사를 통해 개략적인 문제점을 도출하고 대표 프로젝트를 선별하였다. 두 번째 단계는 국내에서 수행된 대표 프로젝트를 NTIS 기준으로 선별한 후 해당 프로젝트들에서 발생한 고빈도 키워드를 추출하는 과정을 거쳤다. 여기서 대표 프로젝트는 방재성능평가의 연관성 등을 판단하여 결정하였다. 마지막으로 추출된 키워드는 Web of Science에서 서지정보를 추출하기 위한 것으로 사용되며 Citespace를 통해 계량정보 분석을 수행하였다.



Fig. 3. Methodology of Scientometric Analysis

### 2.3.2 계량정보 분석 결과

#### 1) 현 도시방재성능 관련 문제점 도출

본 연구에서 방재성능평가와 관련된 문헌 및 연구자료 등을 조사한 결과, 현 도시방재성능 관련 문제점은 3가지로 분류할 수 있다. 방재성능평가의 핵심 중에 하나는 기후변화를 고려하는 것이다. 방재성능목표 설정 기준에서 기후변화는 미래 강우 증가율을 고려하기 위하여 할증률 개념을 사용한다. 기후변화 시나리오 분석 결과를 확인하여 기본적으로 5%, 관심지역은 8%, 주의 지역은 10%로 일률적으로 증가시키도록 제시되어있다. 서론에서 언급하였듯이 불확실성이 큰 현재 상황에서 일률적인 할증률에 대한 적정성 여부를 검토할 필요가 있다. 두 번째는 수치모형의 적정성이다. 현재 방재성능평가의 유출모델은 모델 사용에 대한 사유를 기록하게끔 되어있지만 일반적으로 가장 널리 사용되는 프로그램들이 사용 중에 있다. 그러나 내수침수에 대한 다양한 원인이 발생하고 있는 가운데 수치모델의 분류 및 신기술 적용 등은 한번쯤 검토하여 확인할 필요가 있을 것이다. 마지막으로 평가범위에 대한 적절성이다. 「자연재해대책법」상 평가범위가 정해져 있으며 현재는 내수침수 중심으로 평가가 수행되고 있다. 그러나 2020년, 2022년 집중호우에 의한 피해양상으로 미루어 보아 외수침수에 확대도 필요할 것으로 보인다. 즉, 방재성능평가를 선택적으로 수행하더라도 그 평가 범위는 확대하여 다각적인 측면에서 도심지 침수를 바라봐야할 것으로 보인다.

#### 2) 핵심 키워드 추출

국내 방재성능평가 목표 설정 및 평가절차에 초점을 맞추다 보니 핵심 키워드 추출을 위한 대표 프로젝트는 국내의 프로젝트로만 제한하였다. 핵심키워드를 추출하기 위해 NTIS의 2017년부터 2021년까지 5개년을 대상으로 방재성능, 방재성능목표와 관련된 연구를 1차적인 데이터 수집대상으로 하였다. Fig. 4(a)는 연도별 과제수를 나타낸 것으로 관련연구가 2018년부터 점차 감소하다가 2021년에 다시 증가한 것으로 나타났다. 정량적 연구 성과건수의 경우에는 과제수가 많았던 2017, 2018년에 성과건수도 많이 배출되었다. 해당 과제들을 대상으로 핵심키워드를 도출한 결과 Fig. 4(c)와 같이 나타났다. 방재성능의 영향요소로 볼 수 있는 키워드로는 기후변화, 재난재해, 쇠퇴지역, 극한강수량 등이 우세하게 나타났고, 대책으로 볼 수 있는 키워드로는 선정지침, 침수대피지도, 위험성분석, 표준모델 등이 나타났다. 그 외에도 기술적으로는 딥러닝, 도시회복력, 인공지능, ICT 등이 관련 연구에서 많이 사용되는 것으로 분석되었다. Web of Science의 서지정보 추출을 위해 도출한 핵심키워드는 기후변화, 도시 홍수(재난재해, 쇠퇴지역), 방재성능평가로 최종 결정하였다.

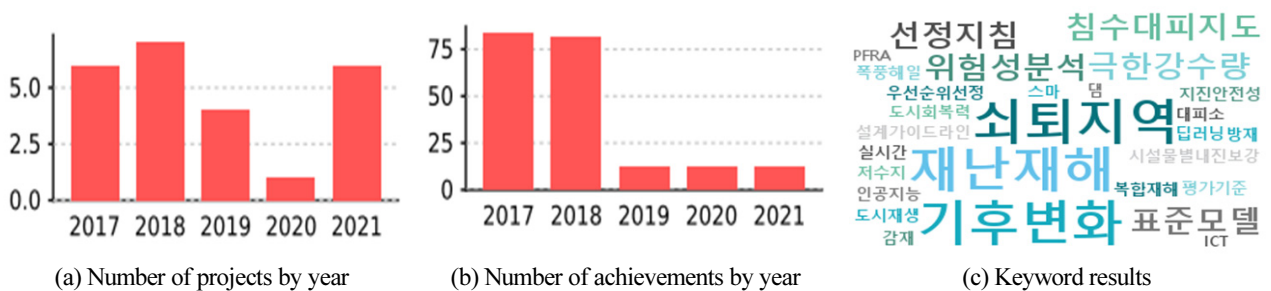


Fig. 4 Data collection and keyword extraction based on NTIS

#### 3) 서지정보 계량정보 분석

NTIS 기반의 1차 데이터 수집 결과를 바탕으로 추출한 키워드를 토대로 Web of Science에서 문헌검색을 실시하였다. 문헌검색 대상 조사연도는 1990년부터 2021년까지를 약 30개년을 대상으로 하였다. 3가지 키워드를 토대로 우선적으로 연구분야와 관련 논문의 인용 수 등을 분석하였다. Fig. 5(a)와 (b)는 해당키워드의 연구분야를 분석한 결과이다. 해당 키워드는

환경공학(Environmental Engineering)과 수자원 공학(Water Resource Engineering)에서 거의 과반수에 가깝게 연구들이 수행되었다. 관련 출판물의 수는 2009년부터 1차적으로 급격한 증가가 있는 후 점차 증가하다 2018년 이후에 급격히 관련 연구의 출판물의 수가 증가하는 것으로 나타났다. 인용수 또한 출판물 수의 추세와 유사하게 진행되어왔다.

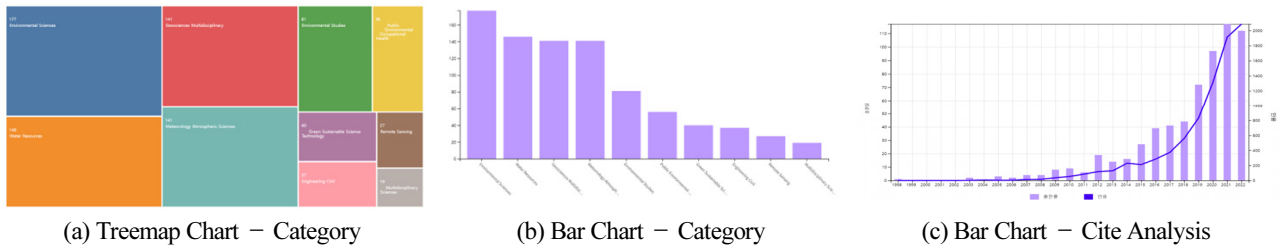


Fig. 5. Results of bibliographic information analysis (Web of Science)

Web of Science에서 수집한 서지정보를 Citespace를 활용하여 계량정보 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 기초적인 수준인 키워드, 저자, 문헌 분석을 수행하였다. 연관성이 높은 정보들을 동일한 색으로 군집을 형성하고 군집간의 연관성이 있을 경우 중점 노드와 노드사이로 연결된다. 키워드 분석 결과, 대표적으로 패턴분석, 기후변화, 위험도평가, 재해 예방, 재해 저감 등이 나타났다(Fig. 6(a)). 즉, 결국 전 세계적으로 방재성능과 관련된 주요 연구 주제는 유기적으로 연관성이 있으며 주로 재난에 대한 패턴분석들이 주를 이루어왔다. Fig. 6(b)에 나타난 것처럼 문헌 간 네트워크를 중심으로 정리하였을 때는 몇 가지 네트워크 형태가 나타난다. 관련 연구들은 빈도수로 봤을 때 중국본토, 위험도 평가, 다기준의사결정, 수문기상론적인 위험도 평가방법 등으로 나타났다. 특히 유역단위의 분석이 수문기상론적인 위험도 평가 방법에서 연관성이 높은 것으로 네트워크가 형성되어왔다. Fig. 6(c)는 저자와 키워드로 인용분석을 수행한 것이다. 극한 강우에 관련된 네트워크에서는 Hallegatte S, Shukla PR이 가장 많은 빈도로 인용되었고 이는 IPCC와도 연관성을 나타내었다. 기후 변동성의 경우 Liu YQ, Nguyen TTX가 가장 많은 인용수를 나타내었다. 하나의 네트워크를 이루고 있는 다기준 의사결정 네트워크의 경우 Hammond MJ, Lyu HM 등이 빈도가 가장 높았고, 이 네트워크는 자산가치(Asset value)의 키워드로 구성된 네트워크와도 연관성이 깊다. 이는 과거부터 수행되어왔던 기후변화와 관련된 기상모델, 수문모델도 중요하지만 최근에는 기후변화에 대응하기 위한 의사결정 모델로 자산가치, 취약도와 관련된 부분에서 많은 부분 연구가 이루어짐을 알 수 있다.

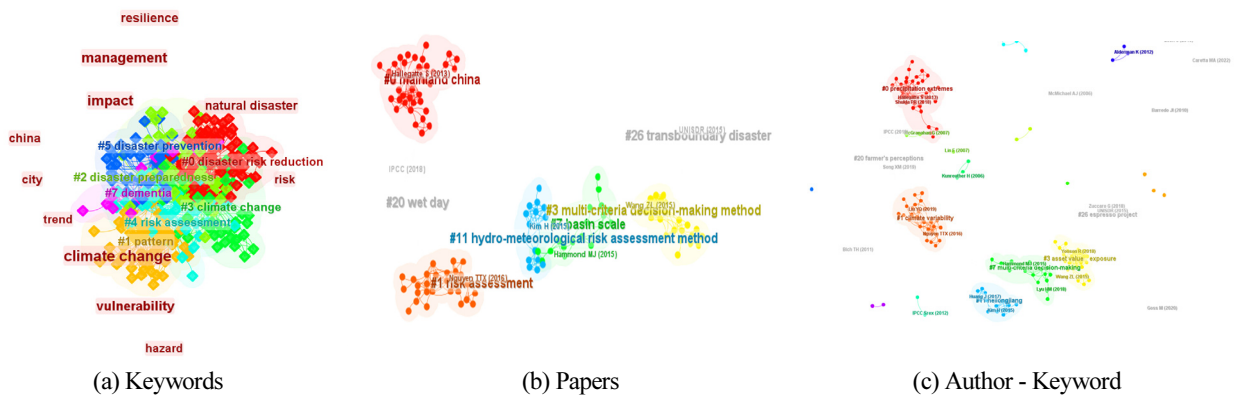


Fig. 6. Analysis results using Citespace

### 3. 결론

본 연구에서는 계량정보분석을 활용하여 방재성능목표 및 방재성능평가 대한 문헌, 키워드 등의 트렌드를 검토하고자 하였다. 지역별 방재성능목표 기준은 국내에서는 2010년을 기준으로 수립되어 왔고, 기후변화를 고려한 확률강우량 산정과 강우-유출량 모델을 통한 지역별 침수 대응 능력의 충족 여부 등을 판단하는 것을 목표로 하고 있다. 그러나 최근 기후변화는 급격히 변화하고 있는 만큼 검토 주기 또한 단축시켜야 된다. 이에 세대를 이끌어 가는 혁명기술의 개발 주기도 짧아지고 있기 때문에 현 시점에서 방재성능과 관련된 기술의 트렌드를 검토함이 필요하다고 판단하였다. 국내를 기준으로 방재성능과 관련된 핵심프로젝트를 선별하였고, 해당 프로젝트들에서 빈도수가 높은 키워드를 추출하였다. 추출된 핵심키워드들로 Web of Science 내 서지정보들을 수집하였으며, Citespace 소프트웨어를 사용하여 관련 연구 및 기술동향을 파악하였다. 국내·외 할 것 없이 도심지 방재성능과 관련된 가장 큰 주요인자는 기후변화이며 기후변화와 관련된 연구들이 큰 네트워크를 형성하고 있었다. 계량정보 분석결과 기후변화를 중심으로 기후변화 자체를 목표로 하여 수행되는 연구와 기후변화로 인한 영향을 분석하는 연구네트워크로 구분할 수 있었다. 기후변화로 인한 영향은 재난 대응, 예방의 관점에서 위험도 평가에 대한 관한 연구가 주를 이루었다. 이는 현재 국내에서 제시하고 있는 방재성능목표 설정 및 방재성능평가 절차의 방향과도 부합하고 있다. 다만 기술적인 부분 외에 개선대책을 수립하는 의사결정 과정에서 위험도 평가에 더해 자산가치 평가의 개념을 도입함에 따라 의사결정을 지원하는 연구들이 연관성이 높다는 것을 확인하였다. 국내는 단순히 방재시설의 개선사업비와 홍수 부담량을 근거로 한 경제성 평가지수를 통해 의사결정을 지원하고 있기 때문에 향후에는 국내에서도 자산가치 평가에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다. 문헌 정보의 시간적 범위가 30개년이다 보니, 기술적 측면에서 키워드나 문헌이 뚜렷이 부각되지는 못하였지만 기술적으로는 패턴 분석에 대한 빈도 수가 가장 높았으며 주요 저자들의 대표적 논문에는 주로 통계학적 분석방법, 인공지능, 머신러닝을 활용한 패턴 분석의 연구 빈도가 높은 것으로 나타났다.

본 연구결과를 통해 기후변화에 대한 할증률을 고도화하기 위해서는 머신러닝을 활용한 기후변화의 패턴분석 등의 적용이 필요할 것으로 판단되었으며, 위험도 평가 모델의 경우에도 주요저자를 중심으로 수치모형 혹은 타 기술 및 방법론 등에 대한 검토를 전반적으로 진행될 필요가 있다고 판단하였다. 또한 현재 행정구역 중심으로 설정되어 있는 목표를 유역단위로의 범위 확대가 필요할 것으로 보이며, 각 항목마다 관련기술의 트렌드를 구체적으로 확인하여 검토할 필요가 있을 것으로 판단된다. 향후 각 항목별 구체적인 핵심 키워드로 계량정보분석을 수행한다면 위에서 문제점으로 제시한 항목별 관련 기술에 대한 트렌드를 추출할 수 있을 것이다. 또한 기술수준을 고려하여 해당 기술들의 적용가능성을 검토한다면 방재성능목표 설정 기준이나 방재성능평가 의사결정 절차 등을 현 트렌드에 맞게 구현할 수 있을 것이라 기대된다.

### Acknowledgment

이 논문은 행안안전부 재난안전 공동연구 기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2022-MOIS63-002).

### References

- Chen, C. (2014). The Citespace Manual. College of Computing and Informatics. 1(1): 1-84.
- Han, S. (2012). Cover Story-Establishment and Operation of Disaster Prevention Performance Targets by Region. Journal of Disaster Prevention. 14(2): 61-62.
- Jeong, M., Oak, Y., Lee, Y., Lee, Y., Park, M., and Lee, C. (2017). Estimation of Disaster Prevention Target Rainfall according to Urban Disaster Prevention Performance. Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society. 18(4): 101-110.
- Kim, H. (2005). A Study on Visualization of Digital Preservation Knowledge Domain Using CiteSpace. Journal of the

Korean Society for Library and Information Science. 39(4): 89-104.

van Raan, A. F. J. and Tijssen, R. J. W. (1993). The Neural Net of Neural Network Research. *Scientometrics*. 26(1): 169-192.

Yoon, B. W., Lee, C. Y., Lee, H. Y., Son, K. W. and Kim, S. J. (2008). Analysis and Survey on Application of Informetrics. KISTI, Dongguk University.

#### **Korean References Translated from the English**

김희정 (2005). CiteSpace 적용을 통한 디지털 보존 지식영역 비주얼화 연구. *한국문헌정보학회지*. 39(4): 89-104.

윤병운, 이창용, 이학연, 손경원, 김소정 (2008). 계량정보 분석방법론의 과학기술 적용사례 조사·분석 연구. 한국과학기술정보연구원: 동국대학교.

정민수, 옥영석, 이영근, 이영섭, 박미리, 이철희 (2017). 도시방재성능에 따른 방재성능목표 강우량 산정 연구. *한국산학기술학회 논문지*. 18(4): 101-110.

한상만 (2012). Cover Story-지역별 방재성능목표 설정·운영. *방재저널*. 14(2): 61-62.