

국내 폭염 연구 동향 분석

Analysis of Domestic Heatwave Research Trends

백준범¹ · 권용석^{2*}Jun-Beom Baek¹, Yongseok Kwon^{2*}¹Researcher, Future Strategies Research, Daegu Gyeongbuk Development Institute, Daegu, Republic of Korea²Research Fellow, Future Strategies Research, Daegu Gyeongbuk Development Institute, Daegu, Republic of Korea

*Corresponding author: Yongseok Kwon, kwony@dgi.re.kr

ABSTRACT

Purpose: Due to the nature of heatwave research, where research is conducted for a variety of subjects and purposes, it is important to anticipate research trends and development directions in order to improve the quality of the research. Therefore, in order to provide basic data that can suggest the current status of heatwave research and the direction of future research, we tried to examine the trends of heatwave-related research. **Method:** Heatwave studies published in academic journals registered with the National Research Foundation of Korea from 2011 to 2020 were analyzed by classifying them according to the research period, the purpose of the study, the research subjects and the research method. **Result:** The main research results are as follows. First, as interest in heatwaves increases, the number of heatwave studies also increases. Second, the purpose of heatwave research is biased and needs to be studied from various perspectives. Third, although various research subjects were used, an even study was not conducted. Fourth, under the influence of the research purpose, the bias of the research method appeared together. **Conclusion:** The damage caused by the heat wave is persistent and has a widespread impact. In order to manage, prevent, and respond to such heat waves as disasters, equal research should be conducted in various fields.

Keywords: Heatwave, Heatwave Research, Research Trend, Journal, Disaster

요약

연구목적: 다양한 주제와 목적으로 연구가 진행되는 폭염 연구의 특성상 연구의 질적 향상과 고도화를 제고하기 위해서는 연구의 동향 및 발전 방향을 전망하는 것이 중요하다. 따라서, 폭염 연구의 현황과 앞으로 수행될 연구의 방향성을 제시할 수 있는 기초자료를 제공하고자 폭염 관련 연구의 동향과 추세를 살펴보고자 하였다. **연구방법:** 2011년부터 2020년까지 한국연구재단에 등록된 학술지에 게재된 폭염 연구들을 대상으로 연구가 진행된 시기, 연구의 목적, 연구에 활용된 연구대상, 연구의 방법으로 분류하여 분석하였다. **연구결과:** 주요 연구의 결과는 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 폭염에 대한 관심이 증가할수록 폭염 연구의 수도 증가하고 있다. 둘째, 폭염 연구의 목적은 편중되었으며, 다양한 관점으로 연구되어야 할 필요가 있다. 셋째, 다양한 연구대상을 활용하였으나 균등한 연구가 이루어지지 못하였다. 넷째, 연구목적의 영향을 받아 연구방법의 편중이 함께 나타났다. **결론:** 폭염에 의한 피해는 지속적이고 광범위하게 나타나고 있다. 이러한 폭염을 재난으로서 관리하고, 예방 및 대응하기 위해서는 다양한 분야에서 균등한 연구가 이루어져야 한다.

핵심용어: 폭염, 폭염 연구, 연구 동향, 학술지, 재난

Received | 17 September, 2021

Revised | 4 November, 2021

Accepted | 11 November, 2021

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

최근 기후가 변화함에 따라 온난해진 기후는 폭염, 폭한, 호우, 폭설 등과 같은 극한 기후재해를 빈번하게 발생시켜 사회경제시스템과 자연환경에 커다란 영향을 미치고 있다(Kim et al., 2016). 그 중 폭염은 기후변화가 진행됨에 따라 피해가 가장 많이 증가될 것으로 우려되는 기상재해 중 하나이다. 폭염으로 인한 피해는 21년간(1991~2011) 총 442명이 온열질환에 의해 사망하였으며, 폭염 일수가 많아짐에 따라 폭염사망자가 증가하고 있다(Kim et al., 2014). 특히, 2018년 여름 서울 39.6°C, 강원홍천 41.0°C라는 기상관측 이래 역대 최고기온을 기록하였다(Kwon et al., 2020). Park et al.(2020)의 연구에 따르면 기록적인 폭염을 맞은 2018년의 온열질환자는 44,060명이 발생하였고, 초과사망자는 약 929명의 인명피해가 발생한 것으로 추정된다. 이렇듯 최근 폭염의 심각성이 대두되면서 피해를 경감하기 위한 지속적인 연구와 관찰, 대비가 필요하다(Lee et al., 2020).

폭염에 대한 피해와 우려가 증가하면서 우리나라도 2018년 폭염을 자연재난으로 지정¹⁾하고, 폭염피해의 예방 및 경감 조치²⁾를 하는 등 폭염에 대응하여 시민들의 건강과 안전을 위해 노력하는 모습을 보이고 있다. 또한, 대기, 도시, 환경, 정책 등 다양한 분야와 주제로 폭염의 영향과 피해를 산정하고 대처하기 위한 연구가 이루어지고 있다. Jung et al.(2014)은 1994년부터 2010년까지 17년간의 기온자료와 사망자 수를 바탕으로 각 도시별 사망자가 급증하는 임계온도와 최소사망 온도를 분석하였으며, 앞으로 지구온난화가 진행됨에 따라 사망자가 급격하게 증가할 수 있다는 가능성을 시사하였다. Lee et al. (2016)은 폭염발생으로 인한 초과사망 위험 감소에 대한 통계적 인간생명가치 산출을 목적으로 서울시 30세이상 75세미만 성인 801명을 대상으로 지불의사금액을 추정하고 이를 근거로 통계적 인간생명가치를 산출하였으며, 이를 통해 취약계층 이외에도 일반인들이 인지하고 이행할 수 있는 적응정책이 필요함을 시사하였다. Yang et al.(2020)은 지역수준 폭염적응정책의 도입과 확대가 온열질환의 건강위험을 저감시키는 데 유의미한 영향을 미치는지 확인하였으며, 폭염특보가 시행되지 않은 날에도 최고기온의 관측값이 35°C 이상 기록된 점을 들어 폭염특보 시행의 예측력 및 정확도를 높일 필요가 있음을 시사하였다. 이와 관련하여 Hwang et al.(2019)은 국내외 폭염특보 운영시스템을 조사하고 다방면의 선행연구에서 제시된 현 폭염특보의 한계와 개선요구사항을 정리하여 제안하였다. 또한, Kim et al.(2016)은 과거 폭염 자료와 기후변화 시나리오 자료를 이용하여 미래의 폭염 분포와 그 원인을 분석하였으며, 폭염에 대한 직, 간접적인 피해를 줄이기 위해 폭염에 대비할 수 있는 시설 및 취약계층 맞춤형 서비스에 대한 대책이 마련되어야 한다고 주장하였다. 이에 Kim et al.(2020)은 취약계층의 고온 노출 환경과 대응 행동을 분석하여 무더위쉼터 정책의 개선방안을 제시하였으며, Sim et al.(2020)은 그늘형성 시설물의 중앙부처 및 광역지자체 21개 가이드라인을 비교 분석하여, 공공공간 내 그늘 형성 시설물 가이드라인의 현황과 문제점, 개선에 대한 방향을 제시하였다. 이외에도 폭염의 취약성을 평가하기 위해 Yoon et al.(2013)은 시흥시 15개 동을 대상으로 취약성 평가를 실시하여 폭염으로 인한 건강 영향을 경고하였으며, Koo et al.(2015)은 부산광역시를 대상으로 폭염 취약성 평가를 수행하여 단기적 대응정책방향을 제시하였다. 또한, Eum(2016)은 선행연구 고찰을 통하여 도시 및 환경계획 분야에 활용될 수 있는 취약성 평가지표를 선정하고, 서울시를 대상으로 열환경 상태를 진단하였다.

이처럼 폭염과 관련된 선행연구를 볼 때, 폭염을 중심으로 전반적이고 광범위한 흐름에 따라 연구가 진행되고 있으며, 직 간접적으로 영향을 주고 있는 것으로 보인다. 이와 관련하여 다양한 주제와 목적으로 연구가 진행되는 폭염 연구의 특성상

1) 재난 및 안전관리 기본법 제3조

2) 자연재해대책법 제33조의2

연구의 질적 향상과 고도화를 제고하기 위해서는 연구의 동향 및 발전 방향을 전망하는 것이 중요할 것이라 생각된다.

반면, 국내에는 폭염 연구의 체계화를 위해 연구동향과 추세를 분석하는 연구가 부재한 상태이다. 이에 현시점에서 폭염 관련 연구의 내용을 구체적이고 다각적으로 검토하고, 향후의 방향 및 전망을 제시하는 것은 시의적절하다고 판단된다. 따라서 본 연구는 국내 폭염 관련 연구의 동향을 파악하기 위해 관련 연구 논문들을 수집하고, 수집된 논문을 네 가지 기준으로 나누어 내용을 분석하려고 한다. 또한, 이를 활용하여 현재 폭염 연구의 현황과 앞으로 수행될 연구의 방향성을 제시할 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

분석대상 및 분석의 준거

분석대상

연구에서는 폭염의 영향과 동향, 폭염을 완화, 적응, 대응하기 위한 연구 등 폭염과 관련된 연구의 추세를 살펴보는 것을 목적으로 선행연구들을 분석대상으로 선정하였다. 분석대상으로 선정된 선행연구들은 학술연구정보서비스(Riss: Reserch Information Service System), 한국학술정보(KISS: Koreanstudies Information Service System), 국가과학기술정보센터(NDSL: National Digital Science Library) 등의 저널검색 사이트를 활용하여 검색하였으며, 과거부터 비교적 최근의 연구 동향을 살펴보기 위해 2011년부터 2020년까지 10년간 국내 학술지에 게재된 논문을 수집하였다³⁾. 1차적으로 폭염을 주제로 연구가 진행되었거나, 폭염과 관련된 연구를 살펴보기 위해 주제 및 키워드 검색은 ‘폭염’으로 검색하였다. ‘폭염’ 키워드로 추출한 분석대상 논문 중 KCI 등재, KCI 우수등재된 논문이며, 논문 내용이 한국어로 작성된 논문을 2차적으로 분류하였다. 이 과정을 거쳐 수집된 논문들은 제목과 초록을 통해 폭염과의 연관성을 살펴보았고, 마지막으로 논문의 내용을 보고 폭염과 관련이 있는 논문만을 수집하였다. 논문의 주제가 폭염에서 벗어나거나, 연관성이 부족한 논문 등은 제외하였으며, 수집과정에서 중복되는 논문들은 하나만 수집하였다. 선정과정을 거쳐 총 126편의 논문이 선정되었고, 이를 본 연구의 분석대상으로 선정하였다.

분석의 준거

본 연구의 분석준거는 국내에 폭염 연구동향 분석 연구가 없기에 타분야의 연구동향 분석 연구에서 일반적으로 쓰이고 있는 틀을 활용하였다. 참고한 연구동향 분석 논문은 Table 1과 같다. 총 6편의 연구동향 분석 논문을 참고하여 모든 논문에서 공통적으로 활용되는 분석준거를 본 연구의 분석준거로 선정하고, 본 연구의 목적에 맞게 재구성하였다. 공통적으로 활용되는 분석준거는 연구시기, 연구목적, 연구대상, 연구방법 네 가지로 나타났다. 각 기준에 따라 분류, 범주화하여 분석대상 논문을 검토하였다.

본 연구에서는 2011년부터 2020년까지 최근 10년간 국내 학술지 논문에 게재된 폭염 관련 연구를 분류하였다. 지난 10년간 KCI 등재 학술지에 게재된 폭염 관련 연구는 총 126편이었으며, 다양한 학술지를 통해 게재되었다. 연구대상으로 수집된 논문의 게재 학술지와 유형은 Table 2와 같다.

3) 초기 검색 과정에서 국내 학술지만으로도 1,200건이 넘는 규모의 후보군을 확인하였기에 학위논문, 학술대회 발표 논문, 기타 잡지 및 발간물, 정책 보고서 등은 제외하였다.

Table 1. Paper of research trend analysis

연구자(연도)	분석대상	분석기간	분석준거
Yun(2021)	학위논문 63편 학술논문 63편	2001 ~2020	기본정보(발행연도, 발행처), 연구대상(소속군, 개인별 특성), 연구방법(자료분석 방법, 측정도구), 연구내용(연구목적, 핵심어, 연구주제), 프로그램(유형, 운영)
Im et al.(2021)	학술논문 62편	2002 ~2020	연구시기(발표연도), 연구대상(성별, 연령, 최종학력, 직군, 결혼유무), 연구내용(스트레스유형, 미술매체, 표현기법, 측정도구 등), 연구방법(연구설계유형, 결과 분석 방법)
Kim(2021)	학위논문 13편 학술논문 22편	2011 ~2020	연구시기(연도별 현황), 연구의 이론적 근거, 연구방법(방법적 분류, 효과검증 도구), 연구대상(참여인원, 회기수, 회기당 운영시간), 효과성 및 후속 연구 제언
Lee(2021)	학술논문 52편	2011 ~2020	연구물의 특성(게재연도, 게재지, 연구분야), 연구주제(기초연구, 영향관계 분석, 측정도구 개발 등), 연구대상(간호사, 교사, 군인 등), 연구방법(양적연구, 질적연구 등)
Zoo et al.(2020)	박사학위논문 학술논문 126편	2002 ~2020	연구시기(5년단위 현황), 연구주제(교육, 보건, 공공행정 등), 학문 분과, 지역(아시아, 아프리카, 중남미, 중동 등), 연구방법(경험적, 비경험적 연구), 가치기술, 이론적 틀
Kim et al.(2020)	학술논문 58편	2010 ~2020	기본정보(발행처, 발행연도), 연구참여자(유형별, 학교급별, 지지대상, 표본 크기), 연구방법(연구방법론), 연구주제(진로 관련 변인, 진로상담 및 교육, 프로그램, 핵심어)

Table 2. Number of papers by research period

구분	KCI 등재	KCI 우수등재	게재 학술지
편수	117 (92.9%)	9 (7.1%)	국토지리학회, 대한건축학회, 대한공간정보학회, 대한지리학회, 대한토목학회, 한국기후변화학회, 한국방재학회, 한국생태환경건축학회, 한국응용과학기술학회, 한국조경학회, 한국지리정보학회, 한국측량학회, 한국환경과학회, 한국환경기술학회, 한국환경생태학회, 환경정책연구학회 등

본 연구의 분석 준거는 폭염을 대상으로 한 연구에서 연구목적의 동향을 보기 위해 논문의 요약과 서론에서 명시한 연구의 목적에 따라 분류하였다. 연구목적을 분류하기 위해 126편 모든 논문의 요약과 서론을 분석하였으며, 결과, 평가, 동향, 정책, 대책, 저감, 예측, 피해, 관측으로 총 8개의 연구목적이 나타났다. 연구목적 및 목적의 분류는 Table 3과 같다. ‘평가’는 IPCC의 취약성 개념을 바탕으로 폭염 취약성평가와 취약성 관련 지표를 개선하거나 폭염의 평가를 목적으로 연구된 논문들을 분류하였으며, 다년간 폭염의 변화나 동향을 분석한 논문은 ‘동향’, 폭염 관련 정책을 주된 내용으로 정책적 제언이나 타 정책과 비교하는 논문들을 ‘정책’ 목적으로 분류하였다. 폭염에 대응하거나 다양한 연구대상을 활용하여 폭염 대책을 마련하는 논문들을 ‘대책’ 목적으로 분류하였으며, 시설, 녹지, 공간 등을 활용하여 폭염이나 기온을 완화시키는 목적의 연구들을 ‘저감’ 목적으로 분류하였다. 폭염의 영향이나 경향을 예측하는 논문은 ‘예측’, 폭염의 피해를 분석하는 논문은 ‘피해’, 기상관측과 위성영상 등 폭염 관측 자료를 활용하여 폭염의 영향을 분석하는 논문을 ‘관측’ 목적으로 분류하였다.

연구대상은 연구의 주체로서 활용된 대상을 분류하였으며, 연구대상의 목록은 Table 4와 같다. 관측을 목적으로 가진 연구를 예로 들어 기온, 열환경, 온열질환자 등 다양한 대상을 주체로 관측에 대한 연구가 진행되었으며, 연구목적별로 연구대

상을 분류하거나 빈도를 집계하여 연구대상에 대한 동향을 분석하였다.

Table 3. Classification of Research Purposes

분류	분석기준	연구 예
평가	폭염의 영향력이나 취약성을 평가하기 위한 목적	“본 연구에서는 부산지역에 대한 폭염 취약성 평가를 통해 부산시 폭염 대응방안의 수립을 위한 기초자료 및 근거를 마련하고자 한다(Kim et al., 2020).”
동향	폭염과 관련된 동향 및 추세를 분석하기 위한 목적	“우리나라를 대상으로 열대야 특성의 공간적 패턴과 추세를 분석하고 이를 통해 향후 열대야우심 지역을 분류해 열대야대책마련에 도움이 되고자한다(Kim et al., 2019).”
정책	폭염 정책의 제언 및 개선하기 위한 목적	“(중략) 이를 통해 시민의 도시열섬현상에 대한 경험 자료로서의 역할과 함께 정책적 시사점을 도출하고자 한다(Jung et al., 2017).”
대책	폭염에 대응하여 대책을 마련하기 위한 목적	“본 연구는 급격한 기후변화 상황에서 폭염 및 열섬현상 대응 능력을 향상시키기 위한 기후변화 대응 주거단지 가이드라인 개발을 위한 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다(Lee et al., 2017).”
저감	시설, 녹지 등을 활용하여 기온이나 폭염 저감을 위한 목적	“(중략) 쿨루프 공법을 적용한 후, 기존 녹색우레탄 방수 지붕포장 건물 내외부와의 온도 차이를 상호 비교·분석하여 쿨루프의 온도 저감 효과를 규명하고자 한다(Song et al., 2016).”
예측	미래 폭염을 예측하거나 추정하기 위한 목적	“본 연구에서는 일 최대기온을 이용한 H-지수 개념을 도입하여 우리나라의 폭염 현황을 정량화하고자 하였다. 또한 이를 기반으로 기상청 국가표준 기후변화 시나리오를 반영하여 미래 폭염을 전망해보고자 하였다(Seo et al., 2020).”
피해	폭염으로 인해 발생한 피해를 분석하는 목적	“본 연구는 폭염에 의한 가축 폐사와 축산 피해를 보도한 뉴스와의 관계에 대하여 분석하였다(Park et al., 2019).”
관측	기상관측 자료 등을 활용하여 폭염 특징을 분석하는 목적	“본 연구에서는 21세기 이후 한반도에서 가장 강하였던 2016년과 2018년폭염의 종관 분석을 통한 발생 메커니즘과 그 차이점에 대하여 비교·분석하였다(Lee et al., 2020).”

Table 4. Classification of study subjects

분류	연구대상 예
기상	기온, 이상고온, 열환경, 표층수온, 도시열섬강도, 열스트레스, 열환경, 표면온도, 지면온도, 일 최저 기온 등
사람	취약계층, 온열질환, 온열질환자, 폭염인식, 고령인구, 시민, 체온조절 행동, 고혈압환자, 교통사고 등
시설 및 장소	가로수, 버스정류장, 그늘시설물, 폭염저감시설, 열집중지역, 주거단지, 어린이공원, 노후주거지 등
기타	폭염정책, 토지피복, 법제도, 소셜 데이터, 신문기사, 보건사업, 시각화 플랫폼 등

연구유형은 양적연구와 질적연구로 분류하여 분석하였다. 양적 연구 중 실험연구는 인위적인 조작을 통하여 종속변인에 미치는 영향을 측정한 후 분석하는 연구를 의미하며, 조사연구는 어떠한 현상이나 사실을 있는 그대로 기술하는 연구로, 질문지, 면담, 설문조사, 실측조사 등의 자료를 수집하여 분석하는 연구이다. 마지막으로 상관연구는 주어진 현상을 조작하거나 통제하지 않고 변인들의 관계 패턴이나 경향을 규명하는 연구를 분류하였다. 질적연구 중 사례연구는 특정한 폭염 사례나 현상을 찾아내어 깊이 있게 연구하고, 분석하는 논문들을 분류하였으며, 문헌연구는 다수의 문헌들을 고찰하고 분석 및 평가하는 연구들이다. 연구방법의 분류 내용은 Table 5와 같다.

Table 5. Classification of research methods

방법	분류	내용
양적 연구	실험연구	인위적인 조작을 통하여 종속변인에 미치는 영향을 측정, 분석하는 연구
	조사연구	어떠한 현상이나 사실을 있는 그대로 기술하는 연구로, 질문지, 면담, 실측조사 등의 자료를 수집하여 분석하는 연구
	상관연구	주어진 현상을 조작하거나 통제하지 않고 변인들의 관계 패턴이나 경향을 규명하고자 하는 연구
질적 연구	사례연구	특정한 사례를 찾아내어 깊이 있게 분석하는 연구
	문헌연구	다수의 문헌들을 고찰하고 분석, 평가하는 연구

분류별 폭염 관련 연구의 동향

연구시기별 동향

시기별 폭염 관련 연구의 동향을 살펴보기 위하여 2011년부터 2020년까지의 연구를 연도별로 분석하였다. 연도별 논문의 수와 추세는 증가하고 있으며, 2011년이 3편으로 가장 적고 2020년이 28편으로 가장 많은 것으로 나타났다. 국내 학술지에 게재된 폭염 관련 연구의 수는 2011년부터 2016년까지 서서히 증가하였으나, 2018년 이후 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 10년간 폭염 관련 연구의 추세를 살펴보면 전체적으로 꾸준히 증가하였으며, 2019년 이후에는 연구의 수가 높게 유지되었다. 이는 Fig. 1과 같이 폭염과 관련된 지표의 증가 추세와 함께 폭염에 대한 우려와 관심이 증가하며 폭염 관련 연구의 수도 증가하는 것으로 판단된다. 특히, 폭염관련 연구는 2017년 감소하다 2018년 이후 급격히 늘어났는데, 이는 2018년 여름 한반도에 기상관측이 이루어진 이래로 가장 더위 일 최고기온 및 최저기온이 가장 높았으며, 폭염일수와 열대야일수 등 폭염을 나타내는 모든 지표에서 역대 최고치를 기록(Chae et al., 2019)하면서 관심이 높아진 것으로 판단된다. 또한, 2018년 9월 폭염을 자연재난에 포함하는 법안이 국회를 통과하면서 정책과 법, 대응 등 폭염 연구가 다방면으로 이루어지며 재해로서 주목받은 것도 연구가 증가하는 주된 요인이라 판단된다.

연구목적별 동향

폭염 관련 연구의 목적은 관측, 대책, 동향, 예측, 저감, 정책, 평가, 피해로 나누어 분석하였으며, 연도별 동향과 연구의 수를 분류하였다. 폭염 관련 연구의 목적별 논문 수는 Fig. 2와 같이 나타났다. 연구목적 중 기상관측자료를 활용하여 폭염을 분석하는 관측이 36편(28.57%)으로 가장 많으며, 대책과 평가가 22편(17.46%), 저감이 13편(10.32%)으로 상대적으로 다른 목적에 비해 많은 수가 게재되었다. 반면, 폭염의 동향이나 추세를 살펴보는 동향이 3편(2.38%)으로 가장 적었으며, 정책이 9편(7.14%), 예측이 10편(7.94%)으로 나타나 편중된 연구가 이루어지고 있음이 나타났다.

관측을 목적으로 한 논문의 경우 2017년부터 논문의 수가 급증하였으며, 2020년에 게재된 폭염 관련 연구 중 가장 많은 것으로 나타났다. 이는 기존의 관측장비를 활용한 관측에서 2017년 위성영상을 활용한 열환경, 열섬강도, 이상 고온, 지표온도 등을 공간적으로 분석하기 위한 논문들이 많아졌기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 기상관측 자료와 위성영상의 비교 및 검증을 통해 폭염의 영향력을 분석하는 논문이 게재되며 2017년 이후로도 꾸준히 높은 게재율을 보이는 것을 확인하였다.

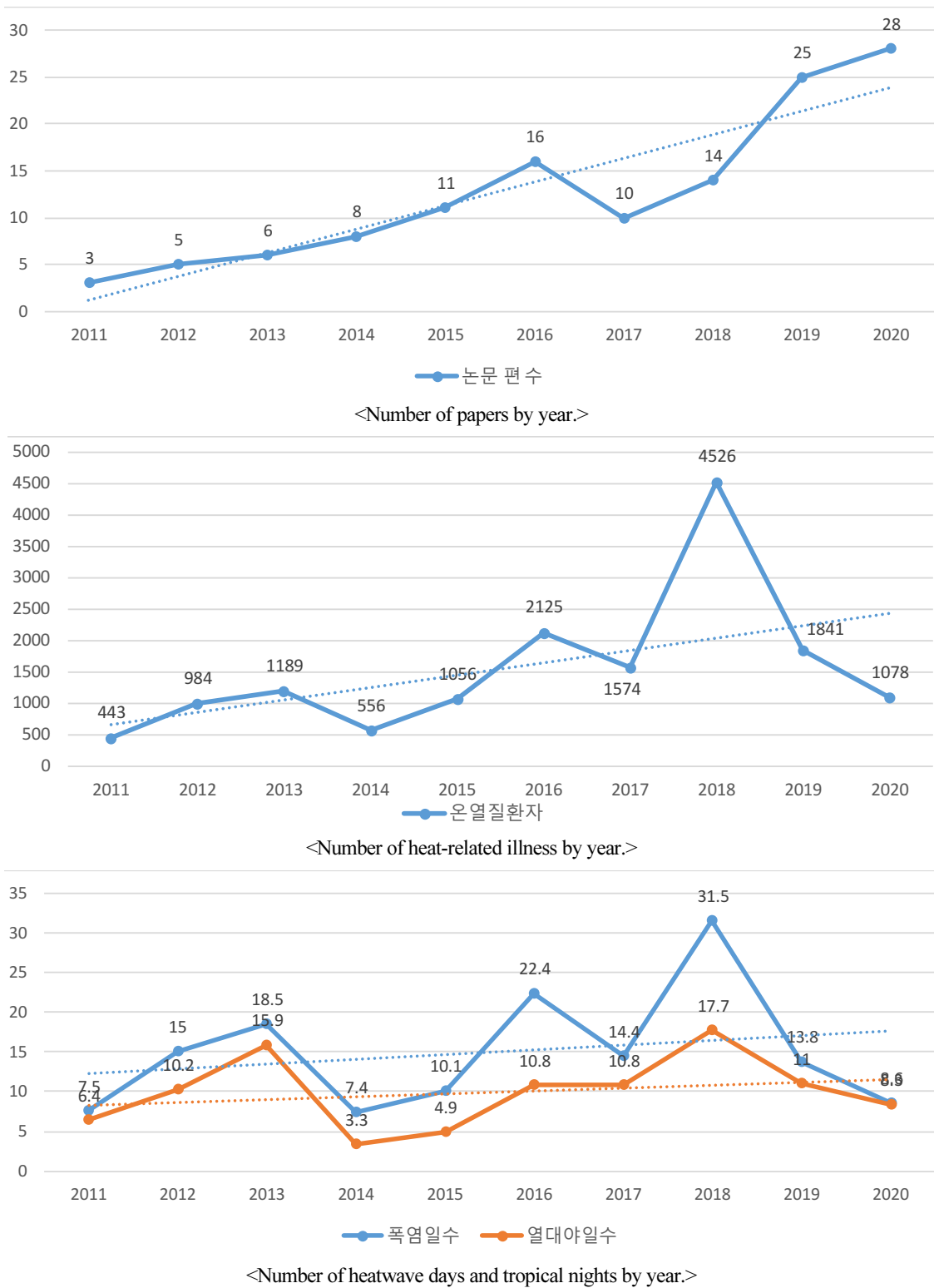


Fig. 1. Number of heatwave related papers and heatwave status by year

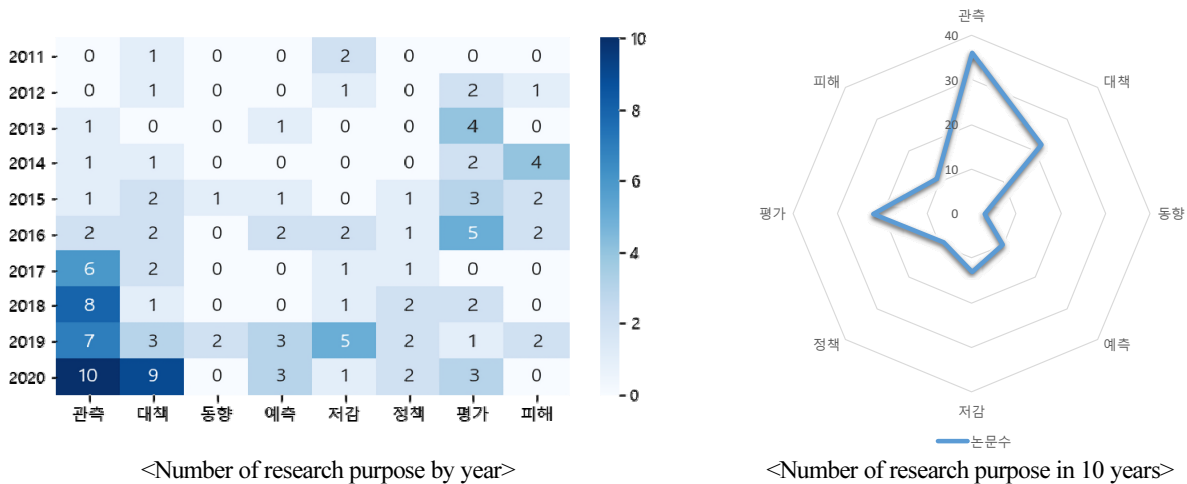


Fig. 2. Trend by research purpose

폭염에 대응하여 대책을 마련하기 위한 대책 목적의 연구들은 10년간 꾸준히 이어져 왔지만, 2020년을 기점으로 높게 나타났다. 이는 폭염 연구가 단순한 자료 분석에서 공간분석으로 나아가면서 초기 ‘기후변화 적응도시 모델개발을 위한 계획 기법 및 사례분석’(Kim, 2012)과 같은 도시계획적 관점의 기초연구에서 ‘공공공간의 그늘 형성 시설물 가이드라인에 관한 연구’(Sim et al., 2020)와 같이 실질적이고 상세화된 폭염 저감 연구가 많아진 것이 원인으로 보인다.

동향을 목적으로 한 연구는 2015년에 1편과 2019년에 2편으로 폭염 관련 연구 중 가장 적은 것으로 나타났다. 이는 순수하게 폭염이나 기상, 기후의 동향 및 추세를 분석하는 논문들이 적은 것이 원인으로 보이며, 단순히 기상 및 폭염의 동향만이 아닌 시설물, 정책, 폭염 피해의 추이 등 다양한 관점에서 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

예측을 목적으로 한 연구는 기후변화 시나리오를 활용하여 미래 폭염의 영향을 예측한 논문이 주를 이루었으며, 위성영상과 시뮬레이션 등을 활용하여 폭염의 전망을 예측하였다. 예측 연구의 연구대상은 다양하게 나타났는데, 기본적인 기온을 활용한 연구부터 시뮬레이션, 인명피해 등을 활용하여 앞으로 피해가 예상될 취약지역과 취약계층을 도출하기도 하였다.

2011년과 2012년과 같이 초기 폭염 저감 연구는 거시적 관점에서 도시 전역이나 특정 공간에 대한 기온 비교를 통해 저감의 정도를 파악하는 연구가 주를 이루었다면, 2016년 이후에는 그늘시령, 쿨루프, 식생냉각효과, 식재설계와 같은 실효성에 근거한 폭염 저감 연구가 더 많이 나타났다. 2018년 기록적인 폭염피해 이후 2019년에 폭염 저감을 위한 논문이 가장 많이 게재되었으며, 주로 기온 저감을 주제로 연구되었다.

폭염 관련 정책 연구는 2018년 이전까지 폭염 정책에 대한 필요성과 사례를 통한 기초연구가 주를 이루었다. 이후 폭염이 재난으로 지정되면서 폭염을 자연재해로 분류하고 도시계획, 재난관리 정책 등과 함께 연계되어 연구되는 것으로 나타났다. 상대적으로 다른 연구목적과 비교하여 적은 것으로 나타났으며, 앞으로의 연구에서 폭염 저감 정책의 효과 및 검증 등과 같은 정책 고도화를 위한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

평가를 목적으로 한 연구는 최근 10년간 지속적으로 연구되어 왔으며, IPCC의 기후변화 취약성 개념을 바탕으로 폭염 취약성 평가에 대한 연구가 주를 이루었다. 취약성을 활용한 논문은 2014년도 이전에도 있었지만, 2015년 재해취약성분석이 의무화되면서 RCP(Representative Concentration Pathway) 시나리오를 활용한 재해취약성분석에 대한 연구가 증가하였

다. 이에 2016년 평가를 목적으로 한 연구가 가장 많이 게재되었으며, 그 후 2020년까지 연구가 이어지고 있다.

폭염 피해를 목적으로 한 연구는 총 11편으로 다른 연구목적에 비해 상대적으로 적게 나타났으며, 피해대상은 온열질환자, 온열사망자 등과 같이 인명피해와 관련된 지표를 가장 많이 활용하였다. 피해를 산정하기 어려운 폭염의 특성상 연구의 추세는 갈수록 적어지고 있으며, 가장 기록적인 폭염 피해를 입은 2018년 이후에도 2편의 연구만이 이루어졌다. 앞으로의 폭염피해 연구는 여름철 에너지 소비, 가축 및 농산물 피해, 어획량 등의 다양한 주제에서 폭염의 영향을 집계하고, 폭염의 위험성을 나타낼 수 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다.

연구대상별 동향

폭염 관련 연구의 연구대상은 네 가지 범주로 기상, 사람, 시설 및 장소, 기타로 나누어 연도별로 분류하였다. 그 결과는 Fig. 3과 같다. 연구대상의 동향은 기상관련 연구대상(34.13%)의 비중이 다른 대상에 비해 높게 나타났으며, 기타 연구대상(26.98%), 사람 관련 연구대상(21.43%), 시설 및 장소 연구대상(17.46%) 순으로 나타났다. 이는 폭염을 평가하고, 분석하는데 있어 기상 관련 지표(기온, 습도 등)를 활용하는 것이 주요한 원인으로 보인다. 기타 연구대상의 경우 34편으로 두 번째로 높게 나왔지만, 전체의 11.9%를 차지하는 연구대상인 취약성을 기타로 분류하여 높게 나타난 것으로 판단된다. 취약성의 경우 취약계층과 취약지역, 폭염 관련 시설과 기상 등 복합적으로 고려하기 때문에 기타 연구대상으로 분류하였다.

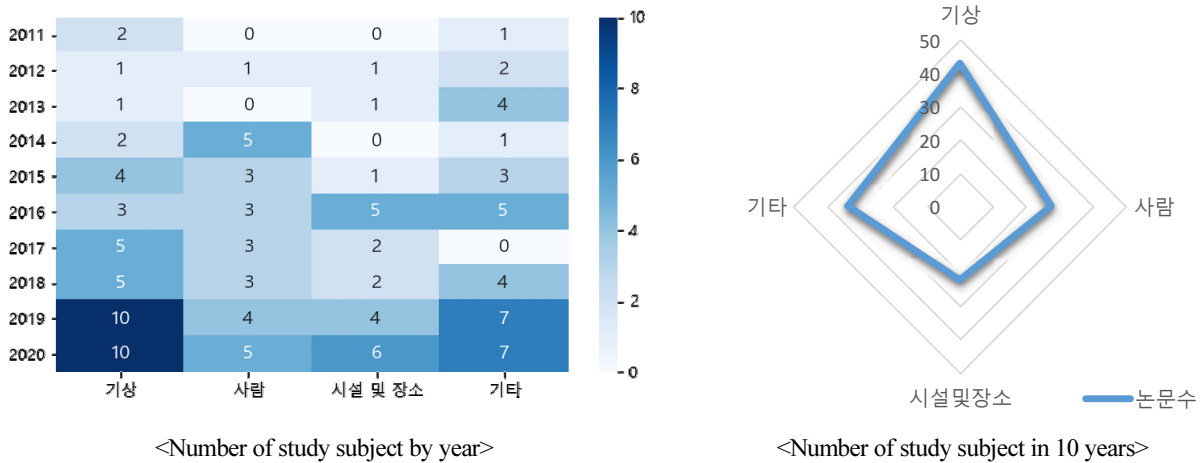


Fig. 3. Trend by study subject

최근 10년간 폭염 관련 연구에서 활용된 126개의 연구대상을 네 가지 범주로 분류하지 않고, 개별적으로 집계하여 분석하였다. 분석의 결과는 Fig 4와 같이 나타났다. 폭염 평가를 목적으로 한 연구에서 주로 활용되었던 취약성(11.9%)이 15편으로 연구대상 중 가장 많은 것으로 나타났으며, 폭염 피해에서 많이 활용된 온열질환자가 12편(9.52%), 기온 11편(8.73%), 폭염과 취약계층이 10편(7.94%) 순으로 나타났다. 중복되지 않고 한 번 활용된 연구대상은 기타로 집계하여 분석하였다. 과반수를 차지하고 있는 기온 및 인명피해와 관련된 연구대상을 제외한다면 비교적 균등한 비중이 나타나 다양한 연구대상을 활용하여 폭염 연구가 진행되는 것으로 나타났다.

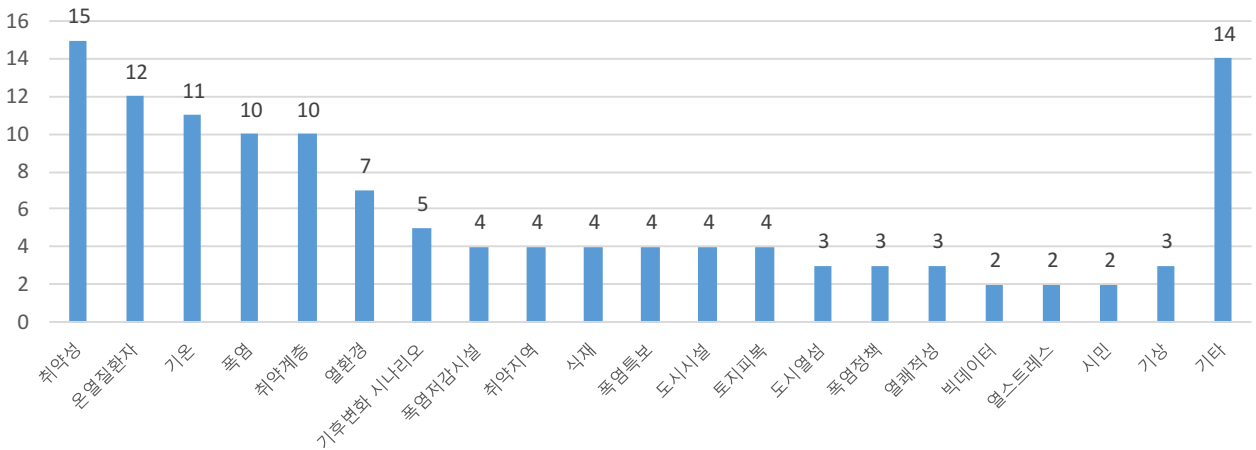


Fig. 4. Research subject of heatwave research

연구방법별 동향

폭염 관련 연구의 연구방법은 연도별로 양적연구(실험연구, 조사연구, 상관연구)와 질적연구(사례연구, 문헌연구)로 분류하였으며, 그 결과는 Fig. 5와 같다. 연구방법의 동향은 양적연구(84.13%)의 비중이 질적연구(15.87%)에 비해 압도적으로 높게 나타났으며, 조사연구가(32.54%), 상관연구가 40편(31.75%), 실험연구가 25편(19.84%), 사례연구가 12편(9.52%), 문헌연구가 8편(6.35%) 순으로 나타났다. 이는 폭염 관련 연구의 목적별 분류에서 직접적으로 실측하거나, 자료를 수집하여 분석하는 것이 많은 관측 목적의 연구와 지표들의 관계나 패턴을 활용하여 폭염을 평가하는 것을 목적으로 하는 평가 연구가 가장 많이 나타난 것과 무관하지 않다. 양적연구의 경우 조사연구와 상관연구의 비중이 비교적 유사하게 나타났으며, 실험연구가 가장 적은 것으로 나타났는데, 폭염의 특성상 인위적으로 변인을 주고 미치는 영향을 정량적으로 판단할 수 있는 수단이 시뮬레이션 분석과 폭염 저감시설의 유무 등 활용할 수 있는 연구가 적으므로 상대적으로 비중이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 모든 연구방법의 최근 10년간 추세는 증가하는 것으로 나타났으나 이는 연구 논문의 수가 늘어남에 따라 증가하는 것으로 판단되며, 그중 조사연구와 상관연구가 높은 상승세를 보이는 것으로 나타났다.

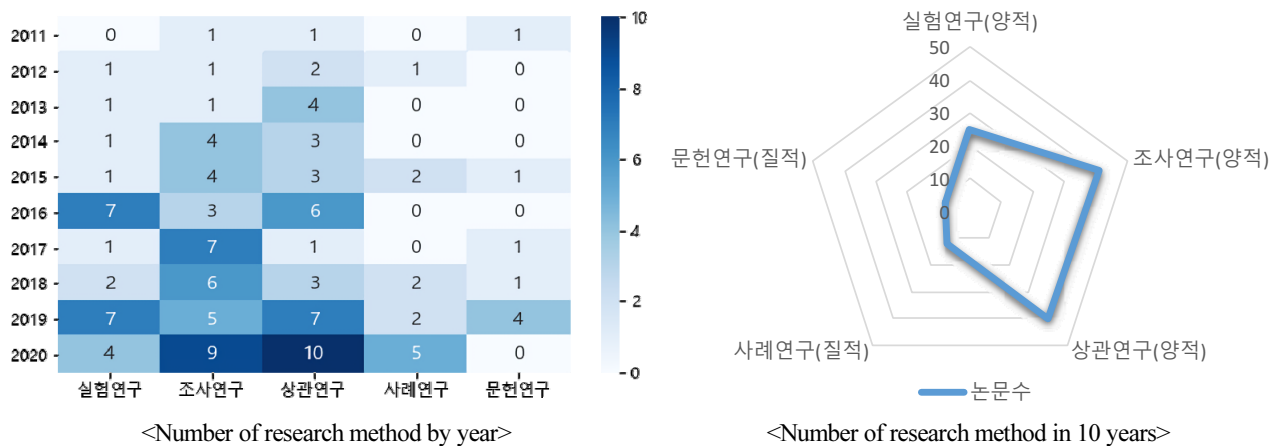


Fig. 5. Trend by research method

결론

본 연구는 2011년부터 2020년까지 최근 10년간 국내 학술지에 게재된 연구 논문들을 중심으로 분석하여 폭염 관련 연구의 최근 동향과 추세를 분석하고, 결과를 바탕으로 폭염 연구에 대한 방향성을 제시해 주는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 KCI 등재 및 우수 등재 학술지에서 126편의 논문을 추출하고, 추출된 논문의 연구시기, 연구목적, 연구대상, 연구방법의 동향을 살펴보았다. 연구결과와 요약은 다음과 같다.

첫째, 폭염에 대한 관심이 증가할수록 폭염 관련 연구의 수도 증가하고 있다. 시기별 연구 동향을 분석한 결과 폭염 관련 연구는 과거에 비해 증가하는 추세임을 확인하였다. 5년 단위로 논문의 수를 살펴보면 2011년에서 2015년까지 게재된 논문은 33편이지만, 2016년부터 2020년까지 게재된 폭염 관련 논문은 총 93편으로 2배 이상 증가하였다. 특히, 2018년 기록적인 폭염 피해를 겪은 후 2018년 14편에서 2019년 25편으로 증가하였으며, 2020년 28편의 논문이 게재되며 10년간 가장 많은 폭염 관련 연구가 2020년에 게재되어 최근까지도 폭염 관련 연구가 활발히 진행 중인 것으로 나타났다. 이는 국내의 온열질환 자수가 전체적으로 증가 추세(Hwang et al., 2019)에 있는 것과 기후변화로 인해 폭염 발생빈도가 증가하고 강도가 높아지고 있는 것(Choi et al., 2015) 등 폭염에 대한 관심이 증가하며, 폭염 관련 연구도 함께 증가하는 것으로 판단된다. 또한 증가된 폭염 연구가 최근까지도 유지되며 게재되는 것을 볼 때 이러한 관심은 매년 지속될 것이라 예상할 수 있다.

둘째, 폭염 연구의 목적은 편중되었으며, 같은 목적 내에서도 다양한 관점으로 연구되어야 할 필요가 있다. 연구목적별 동향 분석의 결과는 총 8개의 주제로 분류하여 관측이 36편(28.57%), 대책과 평가가 22편(17.46%), 저감이 13편(10.32%), 피해가 11편(8.73%), 예측이 10편(7.94%), 정책이 9편(7.14%), 동향이 3편(2.38%) 순으로 비중이 나타났다. 8개의 목적 중 관측과 대책, 평가가 80편(63.49%)으로 편중되는 경향이 나타났으며, 동향과 예측, 정책은 22편(17.46%)으로 상대적으로 낮은 비중으로 나타났다. 이는 최근 10년간 폭염 관련 연구의 목적이 현재 폭염이 미치는 영향을 관측 및 평가하여 이에 대응하는 연구가 주로 이루어지고 있는 것이 원인으로 판단된다. 특히, 관측의 경우 위성영상의 활용과 관측장비의 다양화로 연구가 증가하는 모습을 보였으며, 평가의 경우 IPCC의 취약성 개념을 바탕으로 재해취약성분석 등을 목적으로 폭염을 평가하며 많은 연구가 이루어졌다. 초기 폭염대책을 목적으로 한 연구는 대체적으로 기후변화 연구의 일환으로 진행되어 도시계획 측면으로 봤을 때 그 대안이 구체적이지 못하고 원론적(Kwon, 2018)이었으나 2018년도 이후에 시설이나 기상특보 등과 같은 실질적이고 다양한 연구가 이루어지며 비중이 증가하였다. 반면에 정책분야의 경우 2018년 폭염이 자연재해로 지정되며 관련 연구가 진행되었지만, 수가 적고 폭염이 주된 연구가 아닌 도시환경 문제의 하나로 통합적인 연구가 진행되었으므로 폭염을 주제로 정책 효과와 실효성 제고 등 실질적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한, 예측과 동향을 목적으로 진행된 연구 역시 증가 추세에 있지만, 기온과 인명피해 등 연구대상이 한정된 모습이 나타났다. 폭염 저감을 목적으로 한 연구의 경우 2018년의 폭염 피해를 반영하여 기온 저감에 대한 연구가 이루어지고 있으나 시설물, 장소와 같은 실효성 있는 연구가 더 필요할 것으로 판단된다. 또한, 폭염 피해를 목적으로 한 연구 역시 빅데이터, 기후변화 시나리오 등과 연계하여 다양화되었으나 실질적인 연구대상이 인명피해에 그치고 있어 다방면에서 폭염의 영향력을 산정할 수 있는 연구가 필요하다. 폭염 관련 연구목적의 전체적인 동향과 추세를 살펴보았을 때, 기초연구를 거쳐 실질적인 대안을 제시할 수 있는 연구로 발전하고 있으나 연구의 편중을 주의하고 다양한 관점으로 연구가 이루어져야 할 필요가 있다.

셋째, 폭염 관련 연구의 연구대상별 동향은 다양한 연구대상을 활용하였으나 균등한 연구가 이루어지지 못하였다. 기상관련 연구대상(34.13%)의 비중이 비교적 크게 나타났으며, 사람(21.43%), 시설 및 장소(17.46%), 기타(26.98%)로 기상과 사

람의 비율이 50% 이상으로 나타났다. 기상관련 연구대상 중 기온(25.58%)이 가장 많았으며, 폭염(23.26%)과 열환경(16.28%) 순으로 많이 활용된 것으로 나타났다. 대부분의 폭염 연구에서 기상환경을 대상으로 관측 및 예측, 피해, 평가 등을 목적으로 활용하고 있으며, 기온을 폭염의 척도(일 최고기온 33°C 이상)로 활용하므로 가장 많이 나타난 것으로 판단된다. 사람 관련 연구대상은 온열질환자(44.44%), 취약계층(37.04%), 시민(7.41%) 순으로 나타났으며, 폭염 피해를 목적으로 한 연구 중 72.23%의 연구가 사람을 연구대상으로 활용한 것으로 나타났다. 이는 폭염 피해 관련 연구의 경향이 주로 온열질환이나 온열사망자와 같은 사람이 주가 되는 연구가 이루어지고 있음을 보여주고 있지만, 경제, 농축산, 에너지 등 다양한 대상을 주제로 연구가 필요함을 시사한다. 시설 및 장소를 대상으로 한 연구는 폭염저감시설과 취약지역, 식재, 도시시설(18.18%)의 비중이 높게 나타났다. 초기 2012년과 2013년의 경우 시설이 주변에 미치는 영향을 판단하거나 특정 장소의 온열환경에 대한 연구가 주를 이루었다면, 2017년 이후의 연구는 시설의 가이드라인, 장소별 대책에 대한 연구가 이루어졌다. 이는 초기 관측을 통한 폭염의 영향을 파악하는 연구를 바탕으로 취약지역의 열환경 개선까지 연구가 발전하는 모습을 보였으며, 추후 폭염 취약지역의 폭염저감시설물 적지선정, 취약지역별 폭염 예방대책 등 폭염예방형 연구의 방향을 제시할 것으로 기대된다. 이외에도 빅데이터, 보건사업, 수온, 시각화 플랫폼 등 다양한 연구대상을 활용하여 폭염 관련 연구가 진행되었으나 비중이 낮게 나타나 균등한 연구가 필요함을 시사한다.

넷째, 연구목적의 편중에 따라 연구방법의 편중이 함께 나타났다. 2011년부터 2020년까지 학술지에 게재된 연구들의 연구방법을 살펴보면, 양적연구(84.13%)가 106편, 질적연구(15.87%)가 20편으로 양적연구로 편중된 경향이 나타났다. 이는 연구목적의 편중과 무관하지 않으며, 관측, 평가 등 상대적으로 양적연구를 활용하는 연구목적이 많았으므로 나타나는 현상으로 보인다. 폭염 연구의 특성상 수집된 자료를 바탕으로 객관적 지표를 활용하는 연구가 많으므로 양적연구가 많이 나타났으나 국외의 폭염 사례 및 연구를 고찰하는 질적연구를 등한시해서는 안 될 것으로 판단된다.

국내에서 폭염피해가 발생한 이후 기온, 열환경, 인명피해, 재난관리 등 다양한 폭염 관련 연구가 등장하였으며 실질적이고 실효성 있는 연구로 발전을 지속해왔다. 하지만, 다양한 주제와 이슈가 있음에도 주목받지 못하는 분야가 있는 것으로 나타났으며, 시기에 따라 유행처럼 연구가 편중되는 모습을 보여 많은 아쉬움을 보여주고 있다. 폭염에 의한 피해는 지속적이고 광범위하게 영향을 미치고 있으며, 이러한 폭염을 재난으로서 관리하고, 대응하기 위해서는 다양한 분야에서 균등한 연구가 이루어져야 한다. 추후 진행될 폭염 연구는 현재와 과거의 폭염의 피해와 영향을 분석하는 연구에서 더 나아가 미래 폭염을 예방하고, 예측할 수 있는 방향으로 진행되어야 할 것이다. 본 연구는 10년간 국내에서 이루어진 폭염 관련 연구의 동향과 추세를 분석하고자 국내 학술지에 게재된 논문을 분석하였다. 하지만, 학위논문과 기타 발간물 등을 고려하지 못하였으며, 국내에서 진행되었으나 국외 학술지에 투고된 논문 역시 모두 수집하는 것이 현실적으로 불가능하여 제외하였다. 따라서, 국내에서 이루어진 모든 폭염 관련 연구를 검토하지는 못하였지만, 국내 학술지에서 수집한 논문의 수와 기간을 고려한다면 앞으로 진행될 폭염 관련 연구의 설계와 방향성을 정하는 데 있어 본 연구의 결과를 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 국토교통지역혁신기술개발 사업(과제번호: 21RITD-C161506-01)의 연구비 지원을 받아 수행되었습니다.

References

- [1] Chae, Y., Lee, S.J., Jeon, H.C., Seo, S.B., Park, J.C., Choi, Y.U., Kim, D.S., Choi, S.H. (2019). EstablishmEnt and Evaluation of Climate Change Adaptation Capacity for National Risk Management: Data-Based Analysis of Direct and Indirect Impacts of Heat Waves and Cold Waves. Korea Environment Institute, 979-11-5980-373-4, Sejong, Korea.
- [2] Choi, J.H., Ha, J.S. (2015). "Strategy for development and management of a long-term heatwave plan addressing climate change." *Journal of Environmental Policy*, Vol. 14, No. 3, pp. 21-40.
- [3] Eum, J.-H. (2016). "Vulnerability assessment to urban thermal environment for spatial planning - A case study of Seoul, Korea -." *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, Vol. 44, No. 4, pp. 109-120.
- [4] Hwang, M.-K., Kang, Y.H., Kim, S.M., Kim, Y.-K. (2019). "Investigation of operation and improvement for heat watch warning system to provide health-weather information." *Journal of Environmental Science International*, Vol. 28, No. 2, pp. 277-285.
- [5] Im, H.-J., Park, S.J. (2021). "Research trends analysis for adult stress in art therapy: A focus on articles published in Korean Academic Journals." *Korean Journal of Art Therapy*, Vol. 28, No. 1, pp. 249-270.
- [6] Jung, E.-J., Yun H.-C. (2017). "A Study on citizens' consciousness and policy for UHI Phenomenon - case of Gwangju Metropolitan City -." *The Studies in Regional Development*, Vol. 49, No. 1, pp 87-110.
- [7] Jung, J.H., Kim, I.-G., Lee, D.-G., Shin J.H., Kim, B.-J. (2014). "Study on the vulnerability regarding high temperature related mortality in Korea." *Journal of the Korean Geographical Society*, Vol. 49, No. 2, pp. 245-263.
- [8] Kim, D.S., Park J.C., Chae, Y.R. (2020). "The policy measures to reduce heat-wave damage of vulnerable groups in Korea." *Journal of Environmental Policy and Administration*, Vol. 28, No. 2, pp. 211-230.
- [9] Kim, D.-W., Chung, J.-H., Lee, J.-S., Lee, J.-S. (2014). "Characteristics of heat wave mortality in Korea." *Atmosphere*, Vol. 24, No. 2, pp. 225-234.
- [10] Kim, H.M. (2021). "Domestic research trend on the group counseling program for couples." *The Korean Journal of East West Mind Science*, Vol. 24, No. 1, pp. 65-78.
- [11] Kim, J.H., Kim, H.-G., Yoon, Y.H., Kwon, K.U. (2016). "Thermal environment transition of response climate change and heat wave application evaporative cooling system." *Journal of Environmental Science International*, Vol. 25, No. 9, pp. 1269-1281.
- [12] Kim, J.-A., Kim, K.-R., Lee, C.C., Sheridan, S.C. Kalkstein, L.S. Kim, B.-J. (2016). "Analysis of occurrence distribution and synoptic pattern of future heat waves in Korea." *Journal of Climate Research*, Vol. 11, No. 1, pp. 15-27.
- [13] Kim, J.S., Kim, Y.S. (2020). "An exploratory study on the trend of domestic research related to career counseling for students from multicultural families." *Korean Education Inquiry*, Vol. 38, No. 3, pp. 153-177.
- [14] Kim, J.K. (2012). "The analysis of planning methode and case study for model 'climate change adaptation city'." *Korea Institute of Ecological Architecture and Environment Journal*, Vol. 12, No. 4, pp. 13-19.
- [15] Kim, K.W., Park, B.C., Heo, J.B., Kang, J.Y., Lee, I.J. (2020). "Assessment of heat wave vulnerability in Busan using the IPCC climate change vulnerability assessment framework." *The Korea Spatial Planning Review*, Vol. 104, pp. 23-38.
- [16] Kim, R.G., Won, J.E., Lee, J.M., Choi, J.H., Kin, S.D. (2019). "Trend of heat wave events in South Korea using daily minimum air temperature." *Journal of Wetlands Researh*, Vol. 21, No. 4, pp. 344-353.
- [17] Koo, Y.S., Kim, J.E., Kim, J.S., Lee, S.H. (2015). "Study on the improvement of adaptation ability by vulnerability analysis of heat wave-the case of Busan Metropolitan City." *Journal of The Korean Regional Development Association*, Vol. 27, No. 5, pp. 331-348.
- [18] Kwon, Y.S. (2018). "Estimation and countermeasure of the heat wave cause of Daegu Metropolitan Basin from the

urban structural dimension.” *The Korea Spatial Planning Review*, Vol. 98, pp. 23-35.

- [19] Kwon, Y.S., Ahn, Y.J. (2020). “Political effects of countermeasures against heat wave using system dynamics method: Case study in Daegu Metropolitan City.” *The Korea Spatial Planning Review*, Vol. 106, pp. 41-64.
- [20] Lee, C.-H., Chung, J.-H. (2017). “A Study on development of the housing guidelines for climate change response - focused on extreme heat and heat Island effect -.” *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 33, No. 4, pp. 77-89.
- [21] Lee, H.-D., Min, K.-H., Bae, J.-H., Cha, D.-H. (2020). “Characteristics and comparison of 2016 and 2018 heat wave in Korea.” *Atmosphere*, Vol. 30, No. 1, pp. 1-15.
- [22] Lee, K.Y. (2021). “An analysis of research trends about servant leadership published in Korean Journal Articles.” *The Journal of Humanities and Social science*, Vol. 12, No. 1, pp. 1001-1014.
- [23] Lee, S.H., Shin, H.S., Kim, D.-E. (2016). “Economic valuation of statistical life in life loss of heat wave attributed to the climate change.” *The Korean Journal of Health Economics and Policy*, Vol. 22, No. 2, pp.51-78.
- [24] Park, J.C., Chae, Y.R. (2020). “Analysis of heat-related illness and excess mortality by heat waves in South Korea in 2018.” *Journal of the Korean Geographical Society*, Vol. 55, No. 4, pp. 391-408.
- [25] Park, J.C., Han, K.J., Chae, Y.R. (2019). “Correlation analysis between livestock mortality caused by heat wave and news big data.” *Journal of the Association of Korean Geographers*, Vol. 8, No. 3, pp. 529-543.
- [26] Seo, J.Y., Won, J.E., Choi, J.H., Lee, O.J., Kim, S.D. (2020). “Quantification of heat wave and projection of future heat wave using H-Index.” *Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 20, No. 6, pp. 421-435.
- [27] Sim, Y.S., Kim, J.Y., Kewon, Y.J. (2020). “A study on the guidelines of shade-forming facilities in public space.” *Journal of Korea Intitute of Spatial Design*, Vol. 15, No. 5, pp. 75-90.
- [28] Song, B.G., Kim, G.A., Park, K.H. (2016). “Reduction in indoor and outdoor temperature of office building with cool roof.” *Korea Institute of Ecological Architecture and Environment Journal*, Vol. 16, No. 6, pp. 95-101.
- [29] Yang, H.J., Yoon, H.Y. (2020). “Evaluating the Effectiveness of heat-wave adaptation policies against climate risk: Application of local-level health impact assessment.” *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 55, No. 2, pp. 101-110.
- [30] Yun, S.W., Choi, B.S., Jeon, E.-C. (2013) “A Study on vulnerability assessment to climate change in Siheung-si.” *Journal of Climate Change Research*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-10.
- [31] Yun, S.J. (2021). “An analysis of domestic research tendency on the soldiers' adaptation program for their military life.” *Korean Journal of Culture and Arts Education Studies*, Vol. 16, No. 1, pp. 119-142.
- [32] Zoo, H.N., Chung, H.R., Kwon H., Lee, H.J. (2020). “Research trends of Korea's ICT ODA: A systematic literature analysis from 2002 to 2020.” *International Development and Cooperation Review*, Vol. 12, No. 3, pp. 33-55.