토지주택연구

Land and Housing Review

Vol. 16 No. 4
062
December 2025

1 반지하 주택 침수 영향요인의 공간적 분포 특성 분석 : 서울시를 대상으로
최유라

19 주거 불안정에 관한 해외 연구 동향 분석: 계량서지학적 방법론의 적용
장진하 · 이민주

37 단독주택에 거주하는 독거노인의 주거 만족도 요인 분석 : 생활 인프라 역할을 중심으로
권혁진 · 김진엽

55 스마트도시 조성을 위한 리빙랩 연구동향에 관한 소고
이호현 · 박신원

69 전세사기피해 예방을 위한 정책제안: 대학가 실제 사례를 중심으로
류두원 · 양희진

87 가구특성과 생애주기에 따른 아파트 선택 연구: 두 시기 비교 분석을 중심으로
전에스더 · 김환용

101 주택매매소비심리와 수요 · 공급의 변화가 지방광역시 아파트 가격에 미치는 영향에 관한 연구: 대구광역시를 중심으로
김명찬 · 김종진

113 공동주택 철근콘크리트 공사의 시공중 하자 분석과 개선 방안
신우진 · 조성민 · 장명훈

127 현장투수시험 시 Clogging 발생을 최소화하기 위한 시험절차 개선방안
윤성규 · 윤현수 · 김탁용 · 장지건 · 강기천

137 교통정보 CCTV를 활용한 인공지능 기반 포트홀 탐지 기술 개발
임원섭 · 민철규 · 최영환

147 공동구의 확률적 성능등급 예측을 위한 베이지안 네트워크 모델
오원준 · 조중연 · 이용준

ISSN 2093-8829 (PRINT) ISSN 2234-1765 (ONLINE)

LH
Land and Housing Research Institute
Korea Land & Housing Corporation

편집위원회

편집위원장

이승일 | 서울시립대 교수

편집부위원장

이명훈 | 한양대 교수

편집위원

강순주 | 건국대 교수
강인석 | 경상국립대 교수
강정규 | 동의대 교수
고진수 | 광운대 교수
권영철 | 한라대 교수
김건우 | 한양대 교수
김용우 | Univ. of Washington 교수
김의종 | 인하대 교수
김종진 | 전주대 교수
김형규 | 홍익대 교수
김형민 | Univ. of Melbourne 교수
김흥순 | 한양대 교수
남영우 | 나사렛대 교수
문성호 | 서울과학기술대 교수
박윤미 | 서울대 교수
박인권 | 서울대 교수
박진철 | 중앙대 교수
백승철 | 안동대 교수
백인열 | 가천대 교수
서원석 | 중앙대 교수
성현곤 | 한양대 교수
송정섭 | 건국대 교수
양근혁 | 경기대 교수
오세준 | 평택대 교수
원재웅 | 경희대 교수
윤갑식 | 동아대 교수
이재경 | 홍익대 교수
이재우 | 목원대 교수
이현정 | 경희대 교수
임준홍 | 충남연구원 선임연구위원
장일한 | 아주대 교수
장재동 | Univ. of Kansas 교수
전경수 | 성균관대 교수
정재호 | 목원대 교수
조영하 | Univ. of Oxford Brookes 교수
조재열 | 서울대 교수
지규현 | 한양사이버대 교수
천상현 | 홍익대 교수
최수경 | 한서대 교수
한승훈 | 전남대 교수

토지주택연구

Land and Housing Review

Vol. 16 No. 4 (062) December **2025**

CONTENTS

1 반지하 주택 침수 영향요인의 공간적 분포 특성 분석: 서울시를 대상으로
최유라

19 주거 불안정에 관한 해외 연구 동향 분석: 계량서지학적 방법론의 적용
장진하 · 이민주

37 단독주택에 거주하는 독거노인의 주거 만족도 요인 분석 : 생활 인프라 역할을 중심으로
권혁진 · 김진엽

55 스마트도시 조성을 위한 리빙랩 연구동향에 관한 소고
이호현 · 박신원

69 전세사기피해 예방을 위한 정책제안: 대학가 실제 사례를 중심으로
류두원 · 양희진

87 가구특성과 생애주기에 따른 아파트 선택 연구: 두 시기 비교 분석을 중심으로
전에스더 · 김환용

101 주택매매소비심리와 수요·공급의 변화가 지방광역시 아파트 가격에 미치는 영향에 관한 연구: 대구광역시를 중심으로
김명찬 · 김종진

113 공동주택 철근콘크리트 공사의 시공중 하자 분석과 개선 방안
신우진 · 조성민 · 장명훈

127 현장투수시험 시 Clogging 발생을 최소화하기 위한 시험절차 개선방안
윤성규 · 윤현수 · 김탁용 · 장지건 · 강기천

137 교통정보 CCTV를 활용한 인공지능 기반 포트홀 탐지 기술 개발
임원섭 · 민철규 · 최영환

147 공동구의 확률적 성능등급 예측을 위한 베이지안 네트워크 모델
오원준 · 조중연 · 이용준

발 행 한국토지주택공사
토지주택연구원
(34047) 대전광역시 유성구
엑스포로 539번길 99

전 화 042 866 8562

팩 스 042 866 8638

Home https://lhri.lh.or.kr

발행인 정 창 무

인쇄처 (주)에이퍼브
02 2274 3666

인쇄일 2025년 12월 29일

발간일 2025년 12월 31일

저널기획단

심영종 정연우 신병흔 오명택 송기욱
김태민 이동건 양홍석 윤병훈 김경진

토지주택연구

Land and Housing Review

Vol. 16 No. 4 (062) **December 2025**



CONTENTS

1 Spatial Analysis of Flood Vulnerability Factors in Semi-Basement Housing: A Case Study of Seoul
Yura Choi

19 An Analysis of Global Research Trends on Housing Instability : A Bibliometric and Thematic Approach
Jinha Jang · Minju Lee

37 Housing Satisfaction Among Elderly Living Alone in Detached Single-Family Homes: Focusing on the Role of Living Infrastructure
HyeokJin Kwon · Jinyhup Kim

55 A Review of Research Trends in Living Labs for Smart City Development
Ho-Hyun Lee · Shin-won Park

69 The Policy Proposal for Prevention from Jeonse Fraud in Korea : Focusing on University Cases
Doowon Ryu · Heejin Yang

87 A Study on the Apartment Choice by Household Characteristics and Life Cycle: Focusing on the Comparative Analysis of Two Periods
Esther Jun · Hwan-Yong Kim

101 A Study on the Effects of Consumer Sentiment in Housing Sales and Changes in Demand and Supply on Apartment Prices in Local Metropolitan City: Based on Daegu Metropolitan City
Myungchan Kim · Jongjin Kim

113 Analysis and Improvement of Defects in Reinforced Concrete Construction in Apartment Houses
Woojin Shin · Seong-Min Jo · Myunghoun Jang

127 Study on the Reduction Method of Clogging Phenomena in In-situ Permeability Tests
Seong-Kyu Yun · Hyeonsu Yun · Tak-Yong Kim · Ji-Gun Chang · Gichun Kang

137 AI-Based Pothole Detection Using Traffic Surveillance CCTV
Won Seop Im · Chul Gyu Min · Young Hwan Choi

147 A Bayesian Network Model for Probabilistic Performance Grade Prediction of Utility Tunnels
Wonjoon Oh · Choongyeun Cho · Youngjun Lee

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):1-17 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.1

반지하 주택 침수 영향요인의 공간적 분포 특성 분석 : 서울시를 대상으로

Spatial Analysis of Flood Vulnerability Factors in Semi-Basement Housing : A Case Study of Seoul

최유라*
Yura Choi*

Abstract

Semi-basement houses, predominantly occupied by vulnerable populations due to their lower rental costs, are increasingly exposed to flood damage. This study aims to analyze the spatial distribution characteristics of flood damage and its influencing factors in semi-basement housing, and to propose housing policy directions to mitigate the associated vulnerabilities. The vulnerability factors were classified into physical, environmental, and socio-economic categories, and the key influencing variables and spatial distribution patterns were identified. The results indicate that semi-basement houses constructed prior to the Building Code revision and with floor areas under 400 m^2 are highly vulnerable. Additionally, houses located in low-slope areas and in zones with greater predicted flood depth are at higher risk of flooding. Neighborhoods with higher population density, greater proportions of single-person households, vulnerable populations, and basic livelihood security recipients, are more likely to be at risk of flood damage. In particular, Gwanak-gu, where multiple vulnerabilities overlap, requires urgent housing policy intervention.

Keywords: Semi-Basement House, Flood Damage, Disaster Vulnerability Factors, Zero-Inflated Poisson Regression, Hotspot Analysis

1. 서 론

우리나라는 1950년대 방공을 목적으로 반지하층이 도입되었다. 이후 60~70년대부터 수도권으로의 인구유입으로 임대료가 상승하고 주택이 부족해지면서 저렴주택의 대안으로 반지하주택 건설이 확산되었다. 서울시 반지하주택은 전체 가구의 약 5%인 20만 2,741호로 추정되고 있다(신상영 외, 2023:2). 반지하주택은 도심지에서 비교적 낮은 주거비를 지불할 수 있어 일반가구에 비해 고령·1인가구·장애인·저소득층 등 경제적 취약계층을 중심으로 지속적인 수요가 발생하고 있다.

반지하주택은 주변지역 대비 저렴한 임대료로 거주할 수 있는 장점이 있지만, 매년 시간당 100mm 이상의 비가 내리면 침수피해가 발생하기도 한다(신상영 외, 2023:2). 또한 주택에 소화기나 화재경보기가 설치되어 있지 않아 각종 재난에도 취약하다(계현우, 2022). 국내에서는 2022년 서울 관악구와 동

*세종연구원 전문연구위원(yrchoi@sri.re.kr)
Received: April 15, 2025 / Revised: July 13, 2025 / Accepted: October 3, 2025

작구 일대, 2017년 인천, 2010년 서울 등에서 반지하주택 침수로 인한 피해가 발생하였다. 피해자들은 주로 저소득층, 고령자, 장애인 등 경제적·신체적으로 취약한 계층이었다. 이에 서울시는 2010년 주요 침수지역을 대상으로 반지하주택의 건축허가를 제한하였고, 국토교통부는 2012년에 「건축법」을 개정하여 침수가 우려되는 지역에서 지하층을 주거용으로 건축허가를 하지 않도록 하였다. 또한 국토교통부(2023a)[1]는 반지하주택을 정비·매입하거나 이주비를 지원하는 등 반지하주택의 물리적 안전성뿐만 아니라 거주자의 안전을 확보할 수 있도록 주거복지 측면에서도 대응방안을 마련하고 있다.

반지하주택의 발생은 국내에 국한되지 않고 미국 뉴욕, 캐나다 온타리오 등 임대료 부담이 높은 지역에서 저렴주택의 대안으로 지하층 주택(basement apartment, 이하 반지하주택)의 수요가 증가하고 있다. 미국 뉴욕주는 2021년 허리케인 아이다로 인한 13명의 사망자 중 11명이 반지하주택에서 발생한 것으로 집계되었다. 뉴욕에서만 5만호 이상의 불법 반지하주택에 최소 10만 명이 거주하고 있으며(NYC Government, 2021), 대다수가 경제적으로 취약한 이민자인 것으로 보고되고 있다. 국외의 반지하주택 또한 반복적으로 침수가 되고 있으며, 경제적으로 취약한 수요자들로 인해 그 피해가 지속되고 있는 실정이다. 이에 미국은 반지하주택을 법적 주거공간으로 도입하는 방안을 추진하고 있다. 또한 지방 및 주정부가 재해취약주택을 매입·철거하고 해당 부지를 공개공지로 전환하거나 세입자에게 임대료를 지원하는 위험 완화 보조금 프로그램(Hazard Mitigation Grant Program)을 시행하고 있다(FEMA, 2024). 시카고는 2021년에 일부 지역에서 지하층을 임대할 수 있는 보조주택 조례[2]를 도입하였고, 이 조례에서 배수펌프, 방수 건식벽 등의 기준을 마련하여 임차인이 안전한 공간에서 거주할 수 있도록 한다. 캐나다 온타리오주는 2020년부터 반지하주택을 건축법 상 보조주택[3]의 유형으로 합법화하고, 온타리오 건축법과 소방법에 의해 방화구획, 전기·화재설비, 대피경로 등의 건축허가 기준을 충족하는 경우에 임대를 허용하는 법·제도적 안전장치를 마련하고 있다.

반지하주택은 환경이 열악하고 재해에 취약한 주거유형이지만, 주거비가 높은 대도시에서 토지자원을 고도 활용하고, 임대수익을 극대화하려는 소유자와 저소득층의 저렴한 주거 기회이기 때문에 즉각적으로 멸실하는 것은 어려운 실정이다(신상영 외, 2023:3). 또한 반지하주택에 자가로 거주하는 경우에는 주거비 지원에 한계가 있으며(최은영·구형모, 2020:7), 임차인에게 이주비를 지원하더라도 인근 주택의 주거비가 높아 또다시 재해취약주택을 선택할 가능성이 있다(박인숙, 2023:4). 또한 기후변화로 인해 극한 기후현상과 도시화, 인구 및 시설 과밀이 도시홍수가 지속되고 있으며(이규민 외, 2020:109), 재해는 취약지역, 아동 및 노인 인구, 기저질환자 등 취약계층에게 더 영향을 준다(WHO, 2023). 이러한 상황에서 도시에서 주거취약계층이 집중된 반지하주택의 안전성을 확보할 수 있는 방안의 마련이 필요하다. 단기적으로는 소유자와 거주자의 주거기회를 유지할 수 있도록 안전의 문제가 없는 지역

1) 국토교통부(2023a)는 재해취약주택의 단계적 감축, 대체 주거공간 마련 및 거주자 안전확보 등 재해취약주택 해소에 대한 내용과 도시계획 수립 시 방재계획 강화, 재해 취약지역 정비 지원 및 방재시설 확충, 스마트도시 기술을 활용한 재해대응력 강화 등 예측하기 어려운 극한 기후현상 증가에 대응하고 안전한 주거환경을 구축하고자 도시 공간 전반의 재해대응력을 강화하는 방안을 발표하였다.

2) 시카고 보조주택(Additional Dwelling Units)은 한 건축물에 2개 이상의 주택이 있는 경우, 지역 중위소득(AMI)의 60% 이하인 가구가 감당할 수 있는 임대료로 임대하는 주택이다(City of Chicago, 2020).

3) 온타리오주의 보조주택(Second Suites)은 지하층, 다락방, 주차장에 전용 주방·욕실·침실의 독립형 주거공간을 갖춘 주택이다(Province of Ontario, 2024).

은 주거취약계층의 적정주거로서 반지하주택을 활용하며 단계적으로 반지하주택을 멸실하는 방안의 마련이 필요하다.

이러한 배경에서 본 연구는 서울시 반지하주택의 침수피해 발생에 영향을 미치는 요인과 그 영향요인의 공간적 분포 특성을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 반지하주택의 주거취약성 개선을 위한 주거정책 지원의 서울시 자치구별 정책적 방향을 제시하고자 한다. 이를 위해 반지하주택의 침수피해를 유발하는 재해취약요인과 주거정책 측면에서의 주거환경적 취약요인을 분류한다. 또한 침수피해에 영향을 주는 취약요인의 특성을 도출하고, 서울시 구별 침수피해 대응방안을 제시하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 반지하주택 재해와 주거정책

최근 기후변화로 인해 주거환경의 재해취약성이 심화되고 있고, 특히 취약계층이 집중되어 있는 반지하주택은 침수, 화재, 폭염 등 다양한 재난에 취약하다. 재해는 단순히 물리적 피해에 그치지 않고, 주거불안, 경제적 손실, 사회적 배제 등 주거복지 전반에 복합적인 영향을 미친다(Li et al., 2023).

반지하주택은 법적으로 정의되어 있는 용어는 아니지만,「건축법」2조에서 지하층이란 바닥이 지표면 아래에 있는 층으로서 바닥에서 지표면까지 평균 높이가 해당 층 높이의 2분의 1이상으로 정의되어 있다. 동법(국토교통부, 1976; 시행 1976.2.1) 제19조에 지하층의 거실은 환기 기타 위생상 지장이 없도록 설치하도록 규정되면서 반지하층을 주택으로 활용하는 법적 기준이 마련되었으나, 반지하주택의 재해취약성을 고려한 기준은 마련되지 않아 거주자들이 재해에 노출되어 있는 실정이다.

이에 따라 국내외 정부에서는 재해에 취약한 반지하주택 거주자를 대상으로 주거복지 차원에서 주거안정을 보장하기 위해 민간임대 전세보증금 무이자 대출, 지상층 주택 월세 지원, 공공임대주택 입주 우선권 부여 등 대체 주거공간 마련 등 주거정책을 시행하고 있다(국토교통부, 2022a; 서울특별시, 2022a). 또한 반지하주택의 재해취약요인을 저감하기 위해 반지하주택 등 보조주거유닛의 안전을 고려한 조례를 마련하거나, 건축법과 소방법 등으로 주거공간의 최소면적, 방화벽 및 설비 설치 기준 등을 규제하거나(Province of Ontario, 2024; City of Chicago, 2020), 반지하주택의 신축을 제한하기도 한다. 반지하주택의 침수위험을 원천적으로 차단하기 위해 반지하주택을 매입 후 공개공지로 전환하거나(FEMA, 2024), 반지하 밀집지역의 주택정비를 활성화하고, 신축 또는 비주거용으로 용도전환 등 기축 재해취약주택을 단계적으로 정비하는 사례도 나타나고 있다(국토교통부, 2022a). 매입이 불가한 주택에 대해서는 내부환경 개선, 침수방지시설 설치 등 반지하주택 정비를 지원하고 있다.

이와 같이 반지하주택은 재해취약주택으로서 이주비 보조, 공공임대주택 우선권 부여 등의 거주자 지원과 건축물 규제, 정비 등 물리적 지원 등 주거복지 측면의 지원이 필요함을 알 수 있다.

2.2 반지하주택의 재해취약요인

반지하주택은 1970년대부터 건설되어 노후도가 심각하며, 주택의 용적률에 포함되지 않기 때문에 도로·하수관 등 기반시설 용량에 과부하를 유발할 수 있다(박인숙, 2023). 또한 지면보다 아래에 위치하여 비가 내리면 침수위험이 높아 재해취약주택(국토교통부, 2023a) 또는 재해취약지하층(안의순·박종훈, 2023)으로 불리기도 한다.

반지하주택의 재해취약요인은 건축물적 취약요인과 침수위험(신상영 외, 2023), 사회적·경제적·환경적 취약요인(음정인·김형규, 2024), 재해노출과 물리적 취약성, 사회적 대응력(한소라 외, 2023)

Table 1. Analytical Indicators Used in This Study Derived from Literature Review

Cate-gory	Indicator	Disaster Vulnerability			Housing Vulnerability		This study
		Shin et al. (2023) (in Korean)	Eum and Kim (2024) (in Korean)	Han et al. (2023) (in Korean)	REI (2005) (in Korean)	Seo and Kim (2019) (in Korean)	
PVF	Building Deterioration	○		○	○	○	Building deterioration
	Location within Undersized Lots	○				○	Building coverage ratio
	Minimum Housing Size				○		Unit floor area
	Road Accessibility	○				○	-
	Distance to Nearest Evacuation Shelter			○			-
	Sewer Pipe and Manhole Density			○			-
	Presence of Slate Roofing					○	-
	Vacant Houses					○	-
EVF	Proportion of Legally Designated Hazard Zones		○				Proportion of legally designated hazard zones
	Terrain Slope	○	○	○			Terrain slope
	Expected Flood Map	○					Expected flood depth and extent
	Low-Lying Areas	○					
	Topographic Wetness Index	○					
	Precipitation		○	○			
	Elevation			○			
	Proportion of Floodmark Map	○	○				Proportion of floodmark map
	Impervious Surface Area		○	○			(PVF)Building coverage ratio
SVF	Population Density		○				Population density
	Proportion of Vulnerable Population		○	○		○	Proportion of vulnerable population
	Proportion of Single-Person Households		○	○			Proportion of single-person households
	Proportion of Basic Livelihood Security Recipients		○	○		○	Proportion of basic livelihood security recipients
	Housing Cost				○		Housing cost
	Residents of Semi-Basement Households		○				-
	Population with Disabilities			○			-
	Social Infrastructure and Transport Facilities		○				-
	Land-Use Proportion		○				-

Note: PVF (Physical Vulnerability Factors), EVF (Environmental Vulnerability Factors), SVF (Socioeconomic Vulnerability Factors)

을 지표로 활용하여 파악되고 있다(Table 1). 이와 같이 반지하주택은 침수피해를 유발하는 지형적·인적·경제적 요인이 복합적으로 작용한다. 반지하주택의 재해취약요인은 법정위험지역, 경사도, 침수예상도, 침수흔적도 등의 재해노출 취약요인과 건축물 노후도, 과소필지 내 위치, 도로폭, 맨홀밀도 등의 물리적 취약요인, 그리고 인구밀도, 고령자·어린이 인구, 1인가구, 저소득층 인구 등의 사회경제적 취약요인이 고려되어야 함을 알 수 있다. 기후변화로 인해 폭우 발생빈도와 강도 증가가 예측되는 상황에서 반지하주택의 복합적인 취약요인을 저감할 수 있도록 주거환경을 정비하는 방안이 필요하다.

2.3 반지하주택의 주거취약요인

반지하주택은 형성 당시부터 열악하여 최저주거기준을 충족하지 못하거나, 사회취약계층 거주비율이 높으며, 거주자들이 안전한 삶을 영위하기 어려운 주거취약지역이다(서수정·김영하, 2019). 한편, 반지하주택은 저소득계층이 내부환경보다 입지이점을 추구하는 주택이기도 하다(이후빈 외, 2020).

또한 「주거기본법」 제18조에서 반지하주택 가구는 주거지원필요계층으로서 주거복지 수요에 따른 임대주택의 우선공급 및 주거비의 우선지원 대상이 된다(국토교통부, 2021; 주거기본법 법률 제18561호 2021.12.7., 일부개정). 이와 관련하여 정부에서 반지하주택 등 주거취약지역 거주자를 위한 주거지원 대책을 추진하고 있으나, 반지하주택 가구는 재해 우려를 증빙해야 하는 어려움으로 수혜비율이 낮은 실정이다(이길제 외, 2022:100).

주거취약계층이 거주하는 환경은 주거복지, 도시재생 측면에서 접근하는 것이 필요하다. 주거환경연구원(2005)은 주거취약계층이 적정한 주택에서 안정된 주거를 기반으로 공동체를 형성할 수 있도록 물리적·주거환경적·사회경제적 측면의 개념을 제시하였고, 서수정·김영하(2019)는 취약지역을 주거환경·기반시설·인구사회적 요인을 고려하여 평가하는 방안을 제시하였다(Table 1). 이와 같이 반지하주택의 침수 예방 대책은 물리적·주거환경적 조사가 선행되어야 하지만, 주거취약계층의 특성, 주거비 부담 등도 고려되어야 한다. 주거정책 측면의 주거환경 취약요인은 최저주거기준, 노택노후도, 과소필지 비율 등의 물리적·주거환경적·기반시설 취약요인을 고려하고, 주거비 지불능력, 고령인구, 기초생활수급자 등의 사회경제적 취약요인이 고려되어야 한다. 이를 기반으로 반지하주택의 물리적 안전대책이나 거주자 지원방안 마련이 필요하다.

2.4 선행연구 고찰

도시 및 건축물의 물리적·자연적·사회적 요인과 침수피해 간의 영향관계 또는 취약성을 분석하는 연구는 다수 진행되어 왔다(국토교통부, 2024; 조영진 외, 2023; 이은석, 2020; Park and Yu, 2020; Park and Lee, 2019; 박한나·송재민, 2014).

반지하주택을 대상으로 한 연구 또한 물리적·환경적·사회적 요인을 중심으로 침수 취약성을 규명해왔다. 임재빈·정기성(2025)은 서울시 반지하주택의 공간적 분포와 사회적 취약계층, 침수위험 지역 간의 공간적 상관관계를 분석하였으며, 음정인·김형규(2024), 신상영 외(2023), 한소라 외(2023)는 사회·경제·환경적 취약요인을 활용하여 반지하주택의 침수 취약성을 평가하고, 취약지역에 대한 정책적 방안을 제시하였다. 이 연구들은 주로 침수피해 발생을 가정하여 반지하주택의 취약성을 높이는 요인을 규명하는 데 초점을 두었다.

반면, 본 연구는 실제 침수피해가 발생한 반지하주택을 대상으로 물리적·환경적·사회경제적 영향요인을 종합적으로 분석하고, 그 영향요인의 공간적 분포 특성을 분석하였다. 또한 이러한 결과를 토대로 주거정책 지원방안을 제시한다는 점에서 선행연구와 차별성을 가진다.

3. 연구방법

3.1 조사대상지 선정

전국의 반지하주택 가구(32만7천 가구) 중 61.5%인 20만 가구가 서울에 위치하고 있다(박인숙, 2023:2). 서울시는 침수로 인한 인명·재산피해를 예방하기 위해 침수해소사업을 추진해왔음에도 불구하고 피해가 반복되고 있다(신상영 외, 2023:16). 따라서 반지하주택이 많고 반복적인 침수가 발생하는 서울시를 중심으로 연구를 진행하였다.

3.2 조사내용

본 연구는 반지하주택의 재해취약요인과 주거정책 측면의 취약요인을 함께 파악할 수 있도록 분석의 틀을 설정하였다. 반지하주택의 취약요인은 물리적·환경적·사회경제적 취약요인으로 구분하였다. 선행연구에서 파악된 요인 중 침수피해와 직접적인 연관성이 없거나, 데이터를 수급하기 어려운 요인은 제외하고 연구를 진행하였다(Table 1).

물리적 취약요인 중 '도로 접근성'과 '대피소와의 거리'는 분석에 활용되는 공간 범위에 따라 해석이 달라질 수 있고, '하수도관·맨홀 밀도'는 본 연구에서 사용하는 침수예상도가 펌프장, 우수저류조 등 방재시설이 정상적으로 작동하는 조건을 기반으로 작성되었기 때문에, 이와 중복되는 요소로 판단되어 제외하였다. '슬래브 지붕 주택'과 '빈집'은 반지하주택의 침수 피해와 직접적인 인과관계를 설명하기 어렵다고 판단하여 제외하였다. '과소필지'는 대지면적 자체보다는 건축물이 조성된 대지를 기준으로 한 건폐율이 침수 취약성을 설명하는 데 보다 적합하다고 판단하여, 건폐율로 대체하였다.

환경적 취약요인에서는 침수예상도에 저지대, 고도, 강수량, 지형습윤지수 등의 요소들이 통합적으로 반영되어 있어 침수예상도를 대표 지표로 활용하였다. '불투수면'은 일반적으로 도로, 주차장, 건축물 지붕 등을 포함하나, 본 연구에서는 대지 내 건축물의 외부포장 영향을 분석하기 위해 물리적 취약요인의 건폐율 변수에 통합하여 활용하였다.

사회경제적 취약요인 중 '반지하주택 세대원 수'는 개별 반지하 가구의 세대 구성이 정확히 파악되지 않으며, '사회기반시설'과 '교통시설'은 공간적 범위 설정에 따라 해석이 달라질 수 있어 분석에서 제외하였다. 또한, '주거·상업·공업지역 비율'은 본 연구의 대상인 반지하주택이 대부분 주거지역에 위치하고 있어 제외하였다.

이에 본 연구에서 활용한 물리적 취약요인은 건축물 노후도, 세대면적, 건폐율 등 건축물과 관련된 요인이다. 환경적 취약요인은 자연재해·재해위험지구 중 침수위험지구인 법정위험지역, 경사도, 침수예상도(비율, 깊이), 침수흔적도 비율와 같이 침수에 영향을 줄 수 있는 요인이다. 사회경제적 요인은 인구밀도, 1인가구 비율, 취약계층 비율, 저소득층 비율, 주거비를 선정하여 연구를 진행하였다(Table 2). 취약계층 비율은 「재난 및 안전관리 기본법」에서 안전취약계층으로 분류되는 13세 미만 및 65세 이상 인구를 의미하며, 저소득층은 국민기초생활 수급자를 대상으로 하였다.

3.3 분석자료 수집 및 분석방법

분석자료는 취약요인을 파악할 수 있는 데이터를 수집·가공하여 활용하였다. 반지하주택은 정확한 통계가 존재하지 않아 관련 선행연구들에서는 다양한 방법을 통해 반지하주택 여부를 추정한다.

본 연구에서는 서울연구원(신상영 외, 2023)의 반지하주택 산정방법 및 물량추정 방법을 참고하여 연구를 진행하였다. 건축물대장의 표제부 및 층별개요 데이터를 활용하여 지하층을 포함하는 건축물을 추출한 후, 층별개요 데이터를 통해 건축물의 지하층 용도의 일부 또는 전부가 주거용도인 데이터를 추출하였다. 건축물대장에서 지하층이 있는 건축물 37만 9408동 중 지하층을 주거용도로 사용하는 건축물은

Table 2. Analytics Definitions and Data Information

Cate-gory		Vulnerability Factor	Definition	Year	Data Provider/Dataset Name
		Semi-Basement House		2023b	Ministry of Land, Infrastructure and Transport/ Building Register (in Korean)
		Flood-Damaged Semi-Basement House		2022b	Ministry of Land, Infrastructure and Transport/ Visualization of Flood Damage in Semi-Basement Houses (2006~2018) (in Korean)
PVF	P1	Building Deterioration	Building Age	2023b	Ministry of Land, Infrastructure and Transport / Building Register (in Korean)
	P2	Unit Floor Area	Floor Area of Semi-Basement Units (m^2)		
	P3	Building Coverage Ratio	Building Coverage Ratio (%)		
EVF	E1	Proportion of Legally Designated Hazard Zones	Area of Hazard Zones Within The Site (%)	2023c	Ministry of Land, Infrastructure and Transport / Special-Purpose Area and Special-Purpose District (in Korean)
	E2	Terrain Slope	DEM (°)	2023	Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources/ Terrain Slope (in Korean)
	E3	Expected flood depths	Expected flood depth within the site within the site (m)	2024	Seoul Metropolitan Government/ Predicted Flood Risk Map (in Korean)
	E4	Expected Flood Ratio	Expected Flood Depth within the Site (%)		
	E5	Proportion of Floodmark Map	Floodmark Map Area within the Site (%)	2022d	Seoul Metropolitan Government/ Floodmark Map (in Korean)
SVF	S1	Population Density	Population Density by Dong (10^3 persons/km^2)	2022	National Geographic Information Institute/ Population Data (in Korean)
	S2	Proportion of Vulnerable Population	Proportion of Elderly (65+) and Children (≤13) by Dong (%)		
	S3	Proportion of Single-Person Households	Proportion of Single-Person Households by Dong (%)	2022b	Seoul Metropolitan Government/Status of Single-person households (in Korean)
	S4	Proportion of Basic Livelihood Security Recipients	Proportion of Basic Livelihood Security Recipients by Dong (%)	2022c	Seoul Metropolitan Government/ Status of Basic Livelihood Security Recipients (in Korean)
	S5	Housing Cost	Average Housing Cost (Rent or Lease) by Dong (KRW)	2023	Seoul Metropolitan Government/Real Estate Lease and Rental Price Information (in Korean)

Note: Socioeconomic vulnerability factors are based on the smallest available unit of data and analyzed at the Dong level, which serves as the core unit of the housing welfare delivery system. Each building was assigned the corresponding Dong-level value for analysis.

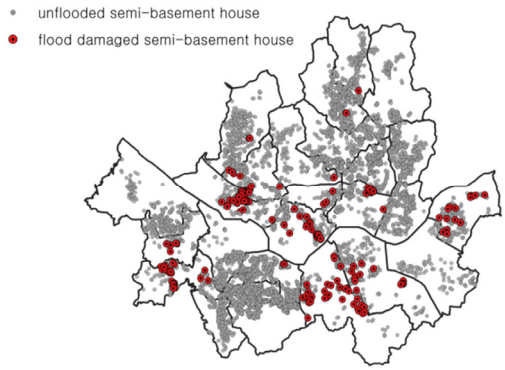


Fig. 1. Sampled Semi-Basement Houses

20만 2741동이었다. 이 중 주거용도의 건축물 중 단독주택, 다세대주택, 다가구주택, 연립주택을 선정하고, 건축물 대장상 건축면적과 건폐율, 세대면적 등 건축물 정보를 확인할 수 있고, 주차장이나 기계실 등 다른 유형의 공간과 겸용하여 활용하는 건축물은 제외하고 해당되는 건축물 9878동을 분석대상으로 하였다. 이 중에는 국토교통부(2022b)에 침수피해가 보고된 주택 230동 중 226동이 포함되어 있다(Fig. 1).

분석자료는 데이터 개방시점과 제공 시점의 사유로 가능한 최신 자료를 활용하였다. 또한 각 취약요인은 연속변수이며, 서로 다른 측정단위 간의 비교를 위해 데이터를 정규분포에 의한 Z-score법과 Min-Max Scailing을 이용하여 계산한 후 데이터가 0과 1 사이에 위치하도록 변환하여 각 데이터의 값을 산출하였다. 구축된 자료의 종속변수는 침수피해 유무로 침수피해가 발생하지 않은 주택의 종속변수는 0이며, 본 연구에서 활용한 데이터는 종속변수가 0인 값이 98%로 과잉 분포한다. 이러한 영과잉 자료를 일반 회귀분석을 사용하여 분석하면 영과잉 부분에 대해 과소추정이 발생하고 자료의 이질성을 발생시켜 모형의 신뢰성을 떨어뜨린다(장태연·장태성, 2004:77). 종속변수가 0을 과도하게 많이 포함하는 경우, 영과잉 포아송 회귀모형과 영과잉 음이항 회귀모형이 고려된다(신혜연·강준성, 2021:716).

본 연구에서 데이터 분석은 R에서 수행하였다. 분석에 앞서 다중공선성을 검정한 결과, 모든 변수의 VIF 값이 10 미만으로 나타나 회귀모형에서 다중공선성 문제가 없는 것으로 확인되었다. 또한 데이터의 과분산 여부를 검정한 결과, 분산 추정치가 0.977로 1에 근접하였으며, 과분산이 통계적으로 유의하지 않은 것으로 확인되어 포아송 분포의 가정을 충족하는 것으로 나타났다. 또한 회귀모델의 적합도를 확인하는 AIC(Akaike Informaion Criterion) 값은 낮을수록 더 적합한 모델임을 나타내는데, 영과잉 포아송 회귀모형(1734.986)이 영과잉 음이항 회귀모형(1736.983)보다 낮게 나타나 본 연구에 더 적합한 모델임을 확인하였다. 영과잉 포아송 회귀분석은 영과잉 부분과 아닌 부분을 구분하여 설명한다. 카운트(Count) 모형은 독립변수가 종속변수에 미치는 영향에 대한 분석이고, 두 번째는 로짓(Logit) 모형에 대한 결과로 종속변수가 0인 집단에 속하는 데에 영향을 미치는 요인이다. 본 연구에서는 침수피해 반지하주택 취약요인의 특성에 대한 추정을 분석하기 위해 카운트 모형을 활용하여 분석결과를 도출하였다.

회귀분석을 통해 유의하게 나타난 취약요인들을 대상으로 전역적 공간 자기상관성을 검정하기 위해 Global Moran's I 통계량을 산출하였다. 또한 지역적 특성을 파악하기 위해 Arc GIS에서 핫스팟 분석을 실시하여 Getis-Ord Gi*를 계산하여 높거나 큰 값을 가지는 지역들이 군집하려는 경향을 공간적으로 분석하여, 통계적으로 유의미한 높은 값를 Hot spot, 낮은 값을 Cold spot으로 식별하였다.

4. 분석결과

4.1 기초통계분석

해당 변수들의 기초통계량은 Table 3과 같다. 분석대상의 준공년도는 전체 반지하주택의 경우 평균

Table 3. Descriptive Statistics

		n=9,878					n=226				
Category	Vulnerability Factor	Total Semi-Basement Houses					Flood-Affected Semi-Basement Houses				
		Mean	SD	Min	Max	Variance	Mean	SD	Min	Max	Variance
PVF	P1	21.42	11.73	1.00	87.00	137.50	31.04	4.88	15.00	44.00	23.77
	P2	58.09	33.55	2.83	1,114.86	1,125.46	50.24	35.30	3.12	392.31	1,246.38
	P3	56.38	6.58	14.18	116.04	43.26	55.04	10.38	14.61	85.83	107.76
EVF	E1	0.04	0.24	0.00	14.50	0.06	0.04	0.20	0.00	1.01	0.04
	E2	2.58	3.75	0.00	28.22	14.05	1.54	2.77	0.00	11.80	7.67
	E3	0.17	0.38	0.00	3.00	0.14	0.32	0.47	0.00	1.00	0.22
	E4	0.19	3.34	0.00	272.33	11.16	0.28	0.44	0.00	1.30	0.20
	E5	0.06	0.39	0.00	17.73	0.15	0.21	0.41	0.00	1.30	0.17
SVF	S1	30.4	38.3	0.2	244.7	1,465,721.7	44.4	34.6	1.5	129.8	1,198,527.2
	S2	0.55	0.13	0.00	0.91	0.02	0.52	0.13	0.14	0.72	0.02
	S3	0.42	0.17	0.00	1.00	0.03	0.45	0.15	0.12	0.86	0.02
	S4	0.13	0.09	0.00	0.75	0.01	0.12	0.08	0.01	0.41	0.01
	S5	0.28	0.18	0.00	1.00	0.03	0.25	0.18	0.05	0.85	0.03

21.42년이었으나, 침수피해 반지하주택은 평균 31.04년으로 침수피해를 입은 반지하주택의 평균 노후도가 더 크게 나타났다. 또한 전체 반지하주택의 최소값이 1년으로 최근까지 반지하주택이 주거용도로 건축되고 있음을 알 수 있었다.

환경적 취약요인에서는 전체 반지하주택의 경사도보다 침수피해 반지하주택의 경사도가 완만하여 배수가 원활하지 않은 지역의 주택에 침수피해가 발생했던 것으로 나타났다. 또한 침수예상도의 깊이와 비율, 침수흔적도의 비율 모두 침수피해 반지하주택에서 높은 것으로 파악되었다.

사회경제적 취약요인의 경우, 전체 반지하주택과 비교할 때 침수피해 반지하주택이 위치한 동은 인구밀도가 높고, 1인가구 비율이 높으며, 주거비는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

4.2 침수피해 반지하주택 영향요인 분석결과

4.2.1 물리적 취약요인

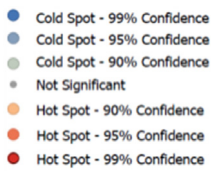
서울특별시 반지하주택의 침수피해에 대한 물리적 취약요인의 특성과 다중공선성 및 Moran's I 값은 Table 4와 같고, 핫스팟 분석결과는 Fig. 2(a, b, c)와 같다.

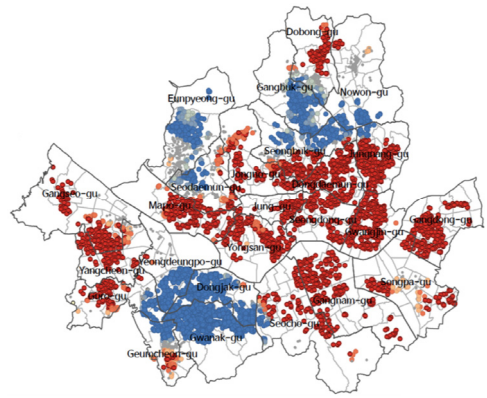
건축물 노후도는 음(-)의 관계(β=−3.45, p<0.05)를 갖는 것으로 나타났다. 이는 반지하주택이 신축일수록 침수피해 가능성이 높은 것을 의미한다. 침수피해 반지하주택은 사용승인일이 15년 이상 44년 이하(1980년부터 2009년)인 주택이었고, 이 중 노후도가 낮은 건축물이 해당되는 것으로 분석된다. 이는 신축 당시의 건축 기준이 2012년 건축법 이전을 적용한 정책 변화에 기인했을 가능성이 있다. 건축물 노후도의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.4464(<0.001)로 나타나 건축물 노후도가 유사한 수준끼리 공간적으로 군집하는 정(+)의 자기상관성이 존재함을 확인하였다. 핫스팟 분석결과, 음의 관계를 가진 콜드스팟이 집중되어 있는 관악구와 동작구, 강북구, 은평구에 노후도가 낮은 반지하 주택이 집중되어 있음을 알 수 있다. 관악·동작구는 대학가와 다세대주택이 혼재된 고밀주거지이며, 강북·은평구는 재개발·재건축이 활발히 이루어진 특성을 가지고 있다. 이러한 공간적 분포 특성

Table 4. Analysis of Flood Damage Risk Factors: VIF, Zero-Inflated Poisson Regression, and Moran's I

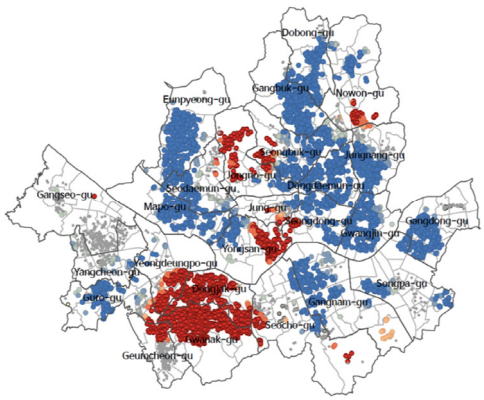
Category	Vulnerability Factor	VIF	Count Model Coefficients		Moran's I
			Estimate	z-value	
PVF	P1	1.99083	-3.45343**	-2.502	0.4464***
	P2	1.151664	6.72466**	2.194	0.4446***
	P3	2.221174	-1.97046*	-1.799	0.2964***
EVF	E1	1.095315	-7.74024	-1.164	-
	E2	1.134918	-2.75385**	-2.57	0.7206***
	E3	1.28578	1.78735**	2.359	0.6265***
	E4	1.207454	8.71283	0.219	-
	E5	1.067133	0.01485	0.01	-
SVF	S1	1.127007	1.66993**	1.994	0.9918***
	S2	5.728274	3.08339**	2.263	0.9675***
	S3	6.104479	3.39829*	1.94	0.9801***
	S4	1.813546	3.61251***	3.489	0.9387***
	S5	1.376534	-0.37804	-0.704	-

Signif. codes: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

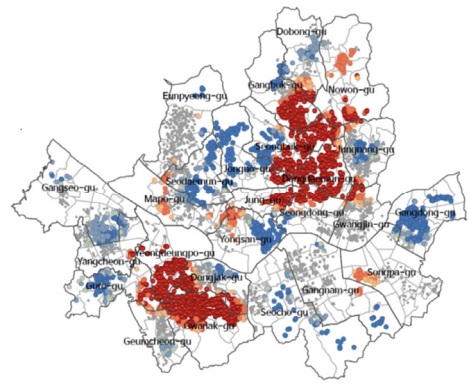




(a) Physical Vulnerability Factor: Building Deterioration

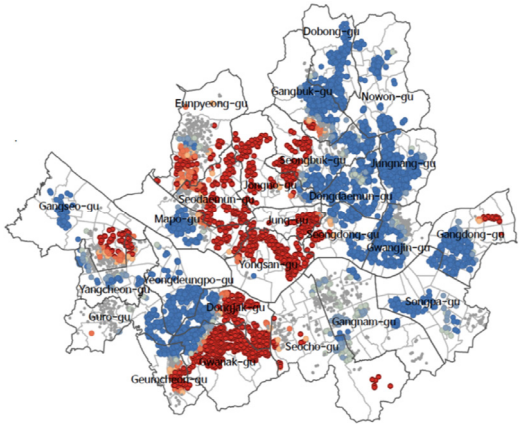


(b) Physical Vulnerability Factor: Unit Floor Area

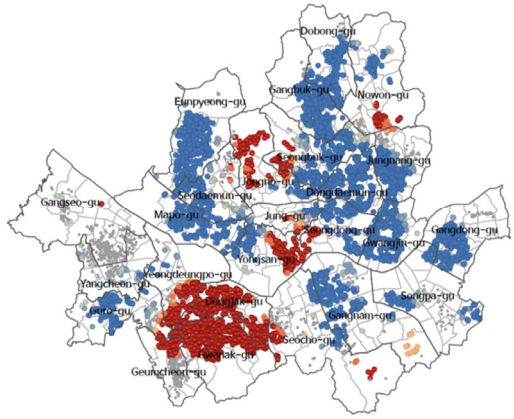


(c) Physical Vulnerability Factor: Building Coverage Ratio

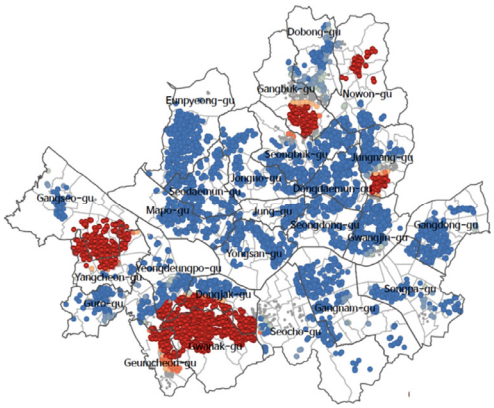
Fig. 2. Results of Hotspot Analysis



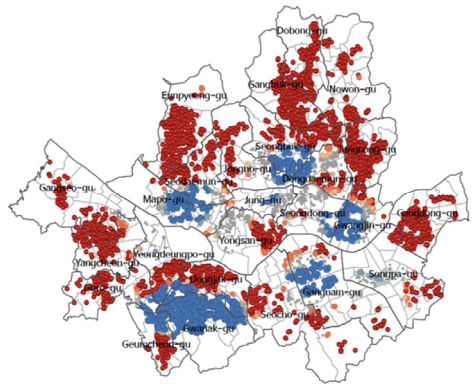
(d) Environmental Vulnerability Factors: Terrain Slope



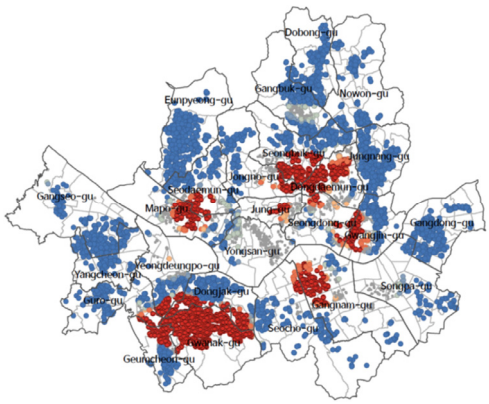
(e) Environmental Vulnerability Factors: Expected Flood Depths



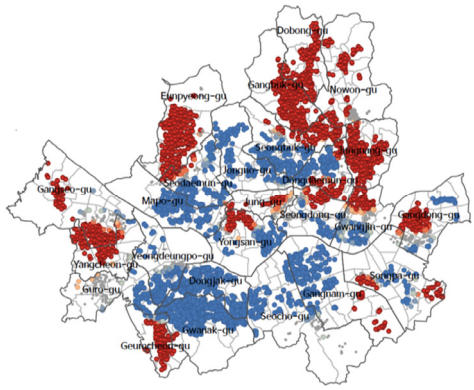
(f) Socioeconomic Vulnerability Factors: Population Density



(g) Socioeconomic Vulnerability Factors: Proportion of Vulnerable Population



(h) Socioeconomic Vulnerability Factors: Proportion of Single-Person Households



(i) Socioeconomic Vulnerability Factors: Proportion of Basic Livelihood Security Recipients

Fig. 2. Results of Hotspot Analysis (Continued)

은 단순히 개별 건축물의 노후도가 침수피해에 영향을 주는 것이 아니라, 특정 지역단위에서 신축 반지하주택이 군집함으로써 해당지역이 구조적으로 침수취약성을 내포할 수 있음을 시사한다.

세대면적은 양(+)의 관계(β=6.72, p<0.05)를 보이고 있으며, 세대면적이 클수록 침수피해 가능성이 높은 것으로 나타났다. 세대면적의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.4446(<0.001)로 나타나 공간적으로 유사한 값이 군집하는 경향이 확인되었다. 핫스팟 분석결과에서는 관악구와 동작구, 용산구, 종로구 등이 핫스팟 지역으로 나타났다. 관악·동작구는 대학가 원룸 밀집지역으로 반지하 세대가 집중되어 있으며, 종로·용산구는 도심 내 고밀·노후 주택지가 분포하는 지역이다. 이러한 지역적 특성은 기반시설의 부담을 가중시켜, 세대면적이 큰 반지하가 집중된 지역일수록 침수피해의 구조적 취약성이 심화될 수 있음을 보여준다.

건폐율은 음(-)의 관계를 가지고 있는 것으로 분석되어 건폐율이 낮을수록 침수피해가 발생했던 것으로 나타났다. 이는 반지하주택이 위치한 대지에서 건축물 외부공간이 아스팔트나 콘크리트 등 불수투면으로 조성된 경우가 많아 빗물의 침투와 배수를 저해함으로써 반지하주택의 침수취약성을 높이는 요인으로 작용했을 가능성이 있다. 건폐율의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.2964(<0.001)로 나타나 정(+)적인 공간적자기상관성의 패턴을 보였다. 핫스팟 분석결과 건폐율이 낮은 쿨스팟 지역은 강동구, 종로구, 용산구 등으로 파악되었다. 해당 지역들에서 건축물 외부 공간이 상대적으로 넓게 확보되어 있으나, 불투수면 위주로 포장된 주택은 배수 취약성을 심화시키는 구조적 문제를 내재하고 있을 가능성이 있다고 해석된다.

4.2.2 환경적 취약요인

서울별시 반지하주택의 침수피해에 대한 환경적 취약요인의 특성과 다중공선성 및 Moran's I 값은 Table 4와 같고, 핫스팟 분석결과는 Fig. 2(d, e)와 같다.

환경적 취약요인 분석결과를 살펴보면, 경사도는 음(-)의 관계(β=−2.75, p<0.05)를 가져 경사도가 낮을수록 침수피해가 발생하는 경향이 있던 것으로 파악되었다. 경사도가 낮은 지역은 우수유출이 지연되고, 물이 반지하 입구에 집적되기 쉬운 지형적 특성에 기인한 것으로 해석된다. 경사도의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.7206(<0.001)로 나타나 강한 군집 경향을 보였다. 경사도가 낮은 지역은 콜드스팟 지역으로 동작구·관악구 일부, 동대문구, 중랑구, 강북구, 강동구 등에 밀집되어 있음을 확인할 수 있다. 이러한 지역은 상대적으로 완경사지에 반지하 주택이 밀집되어 있다는 점을 보여주며, 강우 시 유출 지연과 배수 불량으로 인한 침수위험이 구조적으로 강화될 수 있음을 시사한다.

침수예상도 깊이는 양(+)의 관계(β=1.78, p<0.05)를 갖는 것으로 나타나 예상 침수심이 깊게 예측되는 곳에 위치할수록 침수피해 반지하주택의 분포가 높은 것으로 분석된다. 침수예상도의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.6265(<0.001)로 나타나 강한 군집 경향을 보였다. 분석대상 주택의 예상 침수가 깊은 지역은 핫스팟 지역인 관악구와 동작구, 용산구와 종로구 등으로 파악되었다. 이들 지역은 방재시설의 한계로 인해 침수가 발생했던 지역이고, 향후 극한 강우에 의해 침수피해 발생이 우려되는 지역이다.

4.2.3 사회경제적 취약요인

사회경제적 취약요인 분석결과는 독립변수들의 값을 분석대상 반지하주택이 위치한 동별 데이터로 산출한 것으로, 변수 간 영향보다는 침수위험 주택의 입지적 배경을 파악하는 데 중점을 두었다. 서울

시 반지하주택의 침수피해에 대한 사회경제적 취약요인의 특성과 다중공선성 및 Moran's I 값은 Table 4(f, g, h, i)와 같고, 핫스팟 분석결과는 Fig. 2와 같다.

인구밀도는 양(+)의 관계(β=1.67, p<0.05)를 가지고 있어, 인구밀도가 높은 지역일수록 침수피해 반지하주택이 분포하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 이는 주거수요가 높은 지역에서 저렴한 대체주거지로 반지하주택이 집중된 결과로 볼 수 있다. 인구밀도의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.9918(<0.001)로 나타나, 강한 정(+)적 공간 자기상관성의 패턴을 보였다. 핫스팟 분석결과 인구밀도가 높은 지역은 관악구, 금천구와 강서구, 강북구, 중랑구, 노원구 등 일부 지역이다. 이 지역들은 상대적으로 인구밀도가 높아 침수피해 가능성이 있는 반지하주택도 주거주요가 높을 것으로 예상되는 지역이다.

1인가구 비율은 양(+)의 관계(β=3.08, p<0.05)를 나타내며, 1인가구 비율이 높은 지역의 반지하주택에서 침수피해가 발생하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 1인가구가 전체 가구보다 반지하주택에 거주하는 비율이 높다(계현우, 2022)는 점을 고려하면, 1인가구는 침수 가능성이 있는 반지하주택이 위치한 지역에 주거수요가 집중된 것으로 해석할 수 있다. 1인가구 비율의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.9675(<0.001)로 나타나, 강한 정(+)적 공간 자기상관성의 패턴을 보였다. 핫스팟 분석결과 1인가구 비율이 높은 지역은 관악구, 강남구·광진구·성북구·마포구 등의 일부 지역으로 파악되었다. 이러한 지역은 1인가구의 높은 수요로 인해 반지하주택과 같은 저렴하거나 불안정한 주거형태가 상태적으로 많이 분포하고 있음을 의미한다.

취약인구 비율은 양(+)의 관계(β=3.40, p<0.1)를 가져 취약인구 비율이 높은 지역일수록 반지하주택의 침수피해가 발생하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.9801(<0.001)로 나타나, 강한 정(+)적 공간 자기상관성의 패턴을 보였다. 핫스팟 분석결과 취약인구 비율이 높은 지역은 강북구, 중랑구, 은평구, 양천구, 강동구 등으로 파악되었다. 수도권 임차가구의 경우 반지하주택의 가구구성이 고령자 가구주 비율이 높고 비주택보다 자녀양육가구가 많은 점이 특징으로 나타난 연구결과(이후빈 외, 2020:58)를 참고한다면, 이러한 지역에 고령자나 자녀양육가구 등의 취약인구가 침수피해 가능성이 있는 주거취약지역의 반지하주택에 거주함을 시사한다.

기초생활수급자 비율 또한 양(+)의 관계(β=3.61, p<0.01)로 나타나, 기초생활수급자 비율이 높은 지역에서 반지하주택에 침수피해가 발생하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 반지하주택 거주자는 일반가구에 비해 평균소득이 낮고, 기초수급 가구비율이 높으며(이후빈 외, 2020:56; 계현우, 2022), 침수피해 가능성이 있는 반지하주택이 밀집된 지역을 선택할 가능성이 높은 것으로 해석할 수 있다. 기초생활수급자 비율의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.9387(<0.001)로 나타나, 강한 정(+)적 공간 자기상관성의 패턴을 보였다. 핫스팟 분석결과, 은평구, 강북구, 도봉구, 중랑구의 기초생활수급자 비율이 높은 것으로 나타났다. 이러한 지역은 경제적으로 취약한 인구집단이 침수위험 반지하주택에 집중 거주하고 있음을 보여준다.

4.3 소결

종속변수인 침수피해 반지하주택에 유의미한 독립변수와 취약요인이 유의미하게 밀집된 지역을 중심으로 연구결과를 종합하면 다음과 같다.

물리적 취약요인은 건축물 노후도가 1980년부터 2009년에 준공된 반지하주택 중 노후도가 낮고, 전용면적은 400m^2 이상이며, 건폐율이 낮아 건축물 외부공간의 불투수면이 큰 특성을 가지면 침수피해 가능성이 있는 것으로 나타났다. 관악구와 동작구는

건축물의 노후도가 낮고 세대면적 큰 반지하주택, 용산구와 종로구는 세대면적이 크고 건폐율이 낮은 반지하주택을 중심으로 대책 적용이 필요하다.

환경적 취약요인은 경사도가 낮고 침수예상도 깊이가 깊으며 침수흔적도 비율이 높은 지역에 위치한 반지하주택이 침수피해 경향이 있는 것으로 나타났다. 이는 지형상 배수가 원활하지 않고 과거에 침수경험이 있으며 미래 침수발생 시 침수높이가 높은 지역을 의미한다. 이러한 지역은 반복적인 침수발생 가능성이 있는 지역을 나타내므로, 침수피해방지를 위한 대책이 필요한 지역으로 분석된다.

사회경제적 취약요인은 모두 양의 관계를 갖는 것으로 나타나, 인구밀도와 1인가구 비율, 취약계층 비율, 기초생활수급자 비율이 높은 주거취약지역에는 반지하주택에 침수피해 경향을 가질 수 있는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 사회경제적 취약요인을 지닌 거주자들이 주거환경이 취약한 지역에 거주하기 때문으로 판단된다. 이들은 반지하주택에서 벗어나더라도 다른 취약주택으로 이주할 가능성이 높은 계층이므로, 강서·중랑·노원·성북·마포 등 사회경제적 취약요인이 밀집된 특성이 있는 지역을 중심으로 공공임대주택 공급을 확대하고, 정비사업을 지원하여 주거정책 측면에서 주거환경을 개선해주는 것이 필요하다.

취약요인이 가장 많이 중첩된 지역은 관악구였으며, 이 지역은 물리적·환경적·사회경제적 취약요인 대부분이 해당되어 반지하주택의 물리적 환경개선과 거주자 지원 등 종합적인 주거정책이 시급한 지역으로 파악되었다.

5. 결 론

본 연구는 서울시 반지하주택의 침수피해 발생에 영향을 미치는 요인을 분석하고, 영향요인의 공간적 분포 특성을 파악하였다. 연구결과를 통해 반지하주택의 침수피해 특성에 따른 주거정책 방안을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 물리적 요인 중 건축물 노후도(-), 세대면적(+), 건폐율(-)이 유의미한 변수로 도출되었다. 이는 신축 반지하주택일수록, 세대면적이 클수록, 건폐율이 낮을수록 침수위험이 높음을 의미한다. Moran's I와 핫스팟 분석결과는 이러한 물리적 요인이 관악구·동작구·종로구용산구 등 특정 지역에 군집함을 보여주였다. 따라서 해당 지역에서는 신축 건물을 포함한 침수방지시설 설치 의무화가 필요하다. 또한 관악구·동작구 등 세대면적이 큰 반지하주택이 밀집된 지역에 대해서는 면적에 비례하여 배수용량을 확보하는 방안을 검토한다. 용산구와 종로구 등 건폐율이 낮은 지역 중 외부공간이 불투수면으로 조성되어 빗물침투와 배수가 저해되는 지역은 건축물 외부의 불투수면을 투수성 포장으로 전환하거나, 빗물저류시설 설치를 지원하여 빗물침투와 배수기능을 강화해야 한다. 이외에도 해당지역에서 정비사업이나 매입·멸실 정책을 추진할 때 단순히 건축연한이 아니라 세대 규모와 건폐율 조건에 따른 배수용량을 반영한 우선순위 설정이 필요하다.

둘째, 환경적 요인에서는 경사도(-)와 침수예상도 깊이(+)가 유의미한 변수로 나타났다. 이는 완경사지역과 침수예상도가 깊은 지역에서 침수피해 가능성이 높다는 것을 의미한다. Moran's I 분석결과, 강한 군집 패턴을 확인하였다. 특히 경사도가 낮고 침수예상도 깊이가 깊은 지역이 중첩되는 관악구·동작구 등은 배수 인프라 확충과 주택에 대한 구조개선과 주거이전 지원을 연계하여 추진이 필요하다. 환경적 취약요인이 중첩된 반지하주택은 지형적 취약성에 의한 침수위험 예방을 위해 해당 주택을 매입한 후 공개공지로 전환하는 방안 검토가 필요하다.

셋째, 사회경제적 요인에서는 인구밀도, 1인가구 비율, 취약인구 비율, 기초생활수급자 비율이 모두 양의 관계를 나타냈다. 이는 사회경제적 취약계층이

거주하는 지역일수록 반지하주택의 침수피해 가능성이 높으며, 이들이 침수 위험이 높은 주택을 선택할 가능성이 높음을 의미한다. 따라서 사회경제적 취약요인이 중첩된 관악구·강북구·중랑구·은평구 등에는 단순한 침수방지대책을 넘어선 주거복지적 접근이 필수적이다. 이러한 지역은 임대주택 공급 확대, 맞춤형 이주 지원, 주거급여 제도 개선 등 사회적 안전망과 연계된 정책적 개입이 요구된다.

넷째, 모든 요인을 종합했을 때, 관악구는 물리적·환경적·사회경제적 취약성이 중첩된 대표적 지역으로 나타났다. 이는 반지하주택의 침수가 개별 차원의 문제가 아니라, 특정 지역단위에서 구조적 취약성이 누적되고 있음을 보여준다. 따라서 물리적 안전 강화와 주거취약계층 주거지원을 통합적으로 추진하는 것이 필요하다. 단기적으로는 침수방지시설 의무 설치 및 지원을 확대하고, 장기적으로는 공공임대주택 확대를 통한 침수 취약 주거지로부터의 이주지원을 통해 근본적인 해결책을 마련해야 한다.

본 연구는 데이터의 비정확성·수급제한 등으로 인해 서울시의 일부 반지하주택을 대상으로 하였고, 최근 침수피해 주택을 연구대상으로 활용하지 못하였으며, 취약요인을 제한적으로 활용한 한계가 있다. 그러나 반지하주택의 침수와의 영향관계를 분석하고, 서울시 구별 맞춤형 대책을 제시한 점에 연구의 의의가 있다. 향후에는 취약요인을 다양화하고 지역을 확대하여 반지하주택의 취약요인을 파악하는 연구가 진행될 필요가 있다.

참고문헌

1. 국토교통부(1976.2.1), “건축법”(법률 제2852호) 제22조의3.
2. 국토교통부(2021.12.7), “주거기본법”(법률 제18561호).
3. 국토교통부(2022a), “국민 주거안정 실현방안 발표”, 세종.
4. 국토교통부(2023a), “도시·주택 전반의 재해대응력 높인다”, 세종.
5. 국토교통부(2024.1.19), “도시 기후변화 재해취약성 분석 및 활용에 관한 지침 일부개정훈령”.
6. 박인숙(2023),「반지하주택의 침수 예방을 위한 개선과제」, 국회입법조사처 이슈와 논점 2132호, 서울: 국회입법조사처.
7. 박한나·송재민(2014), “침수 취약성 지표와 사회적 취약계층 비율 간의 상관관계분석을 통한 환경정의 실증 연구”,「국토계획」, 49(7): 169~186.
8. 서수정·김영하(2019),「도시지역 새뜰마을사업 국비지원체계 개선방안 연구」, 세종: 건축공간연구원.
   Seo, S. and Y. Kim (2019), *A Study on Improvement of National Support System for Saettle Maeul Projects in Urban Area*, Sejong: Architecture & Urban Research Institute (in Korean).
9. 서울특별시(2022a), “서울시, 주거취약계층 일상과 안전 보듬는 ‘주거안전망 종합대책’”, 서울.
10. 신상영·김성은·남현정·김상균(2023),「서울시 반지하주택 유형과 침수위험 해소방안」, 서울: 서울연구원.
    Shin, S., S. Kim, H. Nam and S. Kim (2023), *Basement Homes in Seoul: Types and Safety Improvements*, Seoul: Seoul Institute (in Korean).
11. 신혜연·강준성(2021), “벌점화 영과잉 음이항 회귀분석 방법에 대한 비교 연구”,「한국데이터정보과학회지」, 32(4): 715~737.
12. 안의순·박종훈(2023),「건축행정 데이터 기반 재해취약 지하층 주택 현황 분석」, 세종: 건축공간연구원.
13. 음정인·김형규(2024), “서울특별시 반지하 가구를 고려한 홍수 취약성 평가”,「한국기후변화학회지」, 15(1): 35~46.
    Eum, J. and H. Kim (2024), “Assessment of Flood Vulnerability of Semi-Basement Households in Seoul”, *Journal of Climate Change Research*, 15(1): 35~46 (in Korean).
14. 이규민·최진원·전경수(2020), “사회적 평가 지표를 반영한 도시 홍수취약성 평가”,「LHI Journal」, 11(1): 109~116.
15. 이길제·김지혜·윤성진·박미선·우지윤·임지현(2022),「주거취약계층을 위한 주거상향 지원사업 강화 방안 연구」, 세종: 국토연구원.

16. 이은석(2020), “건축물 정보를 활용한 도시침수 취약성 진단방법 개발”, 「한국기후변화학회지」, 11(1): 65~75.

17. 이후빈·박미선·이보경·고영화·이성호·이원경(2020), 「비적정주거의 사회·공간적 특성과 주거지원 강화방안: 지하주거 거주가구를 중심으로」, 안양: 국토연구원.

18. 임재빈·정기성(2025), “서울시 지하층 주택 밀집지역 분포와 공간적 상관관계 연구: 침수위기지역과 취약가구 거주지역을 중심으로”, 「토지주택연구」, 16(2): 105~120.

19. 장태연·장태성(2004), “택시교통사고발생에 영향을 주는 요인의 한계효과”, 「한국지역개발학회지」, 16(1): 75~88.

20. 조영진·허한결·송유미·현태환(2023), 「빅데이터 기반 건축물 화재 및 홍수 리스크 분석 모델 개발 연구」, 세종: 건축공간연구원.

21. 주거환경연구원(2005), 「주거복지정책의 효율적 추진을 위한 협력네트워크 구축방안 연구」, 안양: 건설교통부.
Residential Environment Institute (REI) (2005), *Study on Establishing a Cooperation Network for Efficient Promotion of Housing Welfare Policy*, Anyang: Ministry of Construction and Transportation (in Korean).

22. 최은영·구형모(2020), “영화 기생충이 소환한 지하 거주실태와 정책적 시사점”, 「국토이슈리포트」, 15.

23. 한소라·임재권·이혜경(2023), “FVI를 활용한 서울시 개별 반지하 주택의 침수 취약성 분석 및 대응 방안: 물리적 취약성과 사회적 대응력을 중심으로”, 「한국지역개발학회지」, 35(4): 105~126.
Han, S., J. Lim and H. Lee (2023), “Flood Vulnerability Analysis of Individual Semi-Basement Houses in Seoul: Focusing on Physical Vulnerability and Social Resilience”, *Journal of the Korean Regional Development Association*, 35(4): 105~126 (in Korean).

24. City of Chicago (2020), Additional Dwelling Units Ordinance, Chicago.

25. Li, A., M. Toll and R. Bentley (2023), “Health and Housing Consequences of Climate-Related Disasters: A Matched Case-Control Study Using Population-Based Longitudinal Data in Australia”, *Lancet Planet Health*, 7(6): 490~500.

26. Park, K. Y. and I. S. Yu (2020), “Evaluating the Vulnerability of Buildings to Urban Flooding Using the Fuzzy Inferences Method”, *Desalination and Water Treatment*, 183: 88~103.

27. Park, K. Y. and M. H. Lee (2019), “The Development and Application of the Urban Flood Risk Assessment Model for Reflecting upon Urban Planning Elements”, *Water*, 11(5): 920.

28. Province of Ontario (2024), *2024 Ontario Building Code: Secondary Suites*, Ontario.

29. 계현우(2022.9.20), “전국 반지하 거주 60만 명…‘고령·1인 가구·장애인’ 비중 높아”, KBS 뉴스, https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=5559330.

30. 국토교통부(2022b), “저층주거 침수피해 시각화”, http://open.eais.go.kr.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2022b), “Visualization of Flood Damage in Semi-Basement Houses”, https://www.data.go.kr (in Korean).

31. 국토교통부(2023b), “건축물대장”, http://open.eais.go.kr.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2023b), “Building Register”, http://open.eais.go.kr (in Korean).

32. 국토교통부(2023c), “자연재해/재해위험지구”, https://www.vworld.kr/dtmk/dtmk_ntads_s002.do?svcCde=MK&dsId=30396.
Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2023c), “Special-Purpose Area and Special-Purpose District”, https://www.vworld.kr/dtmk/dtmk_ntads_s002.do?svcCde=MK&dsId=30396 (in Korean).

33. 국토지리정보원(2022), “인구”, https://map.ngii.go.kr/mn/mainPage.do.
National Geographic Information Institute (2022), “Population Data”, https://map.ngii.go.kr/mn/mainPage.do (in Korean).

34. 서울특별시(2022b), “1인가구 현황”, https://data.seoul.go.kr/.
Seoul Metropolitan Government (2022b), “Status of Single-person Households”, https://data.seoul.go.kr/ (in Korean).

35. 서울특별시(2022c), “기초생활수급자 현황”, https://

data.seoul.go.kr/.
Seoul Metropolitan Government (2022c), “Status of Basic Livelihood Security Recipients”, https://data.seoul.go.kr/ (in Korean).

36. 서울특별시(2022d), “침수흔적도”, https://data.seoul.go.kr/.
Seoul Metropolitan Government(2022d), “Floodmark Map”, https://data.seoul.go.kr/ (in Korean).
37. 서울특별시(2023), “전월세주거비 정보”, https://data.seoul.go.kr/.
Seoul Metropolitan Government (2023), “Real Estate Lease and Rental Price Information”, https://data.seoul.go.kr/ (in Korean).
38. 서울특별시(2024), “침수예상도”, https://data.seoul.go.kr/.
Seoul Metropolitan Government (2024), “Predicted Flood Risk Map”, https://data.seoul.go.kr/.
39. 한국지질자원연구원(2023), 지형경사도, https://www.bigdata-environment.kr/user/data_market/detail.do?id=c0a2e080-313c-11ea-adf5-336b13359c97.
Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (2023), “Terrain Slope”, https://www.bigdata-environment.kr/user/data_market/detail.do?id=c0a2e080-313c-11ea-adf5-336b13359c97 (in Korean).
40. FEMA (2024), Hazard Mitigation Grant Program (HMGP), https://www.fema.gov/grants/mitigation/learn/hazard-mitigation.
41. NYC Government (2021), Transcript: Mayor de Blasio Holds Media Availability, https://www.nyc.gov/office-of-the-mayor/news/599-21/transcript-mayor-de-blasio-holds-media-availability.
42. WHO(2023.10.12), “Climate change”, World Health Organization, https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health.

요 약

반지하주택은 상대적으로 저렴한 임대료로 인해 주거취약계층이 주로 거주하고 있으나, 침수로 인한 피해가 발생하고 있다. 본 연구는 반지하 주택의 침수피해와 영향관계의 공간적 분포 특성을 분석하고, 취약요인을 저감할 수 있는 주거정책 방향을 제시하는 것을 목적으로 한다. 재해취약요인을 물리적, 환경적, 사회경제적 요인으로 분류하고, 반지하주택의 침수피해와의 영향요인과 공간적 분포 특성을 도출하였다. 연구결과, 건축법 개정 이전에 건축되고, 세대면적이 크며, 용적률이 낮고 외부공간에 불투수면이 많은 주택이 침수위험이 높게 나타났다. 또한 완경사 지역에 위치하고, 침수예상도 깊이가 깊은 반지하주택 역시 침수 가능성이 높은 것으로 분석되었다. 인구밀도·1인가구·취약인구·기초생활수급자 비율이 높은 지역에 침수위험이 있는 반지하주택이 위치하고 있으며, 주거취약계층이 이러한 주택을 선택할 가능성이 있음을 파악하였다. 특히 관악구는 모든 취약요인이 중첩되어 있는 지역으로, 물리적 정비뿐만 아니라, 이주지원과 공공임대주택 등 복합적인 정책의 도입이 요구된다.

주제어: 반지하주택, 침수피해, 재해취약요인, 영과잉포아송회귀분석, 핫스팟분석

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):19-36 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.19

주거 불안정에 관한 해외 연구 동향 분석 : 계량서지학적 방법론의 적용

An Analysis of Global Research Trends on Housing Instability : A Bibliometric and Thematic Approach

장진하* · 이민주**
Jinha Jang* · Minju Lee**

Abstract

This study was conducted in response to growing social concern over housing instability, which has been exacerbated in recent years due to rising housing costs and widespread rental fraud in Korea. While existing research has primarily focused on vulnerable groups or economic factors, this study seeks to provide a more comprehensive overview by systematically examining international academic publications on housing instability. To this end, a bibliometric analysis was conducted on 2,374 journal articles related to housing instability, indexed in the Web of Science between 2000 and 2025. The analysis revealed a sharp increase in publications after the late 2010s, with core themes such as homelessness, mental health, eviction, and women, emerging particularly in studies from the United States. These findings indicate that housing instability extends beyond housing access to encompass complex phenomena closely linked to health, welfare, and social inequality. Furthermore, the temporal dynamics of research keywords show that while earlier studies concentrated on economic drivers, community, and structural inequality, recent studies have expanded into multidimensional contexts, including social stigma, gender, mental health, and the COVID-19 pandemic. Based on these results, this study highlights policy implications such as strengthening preventive housing welfare, establishing integrated support systems linking housing with health and social services, and expanding tailored support for vulnerable populations.

Keywords: Housing Instability, Bibliometric Analysis, Research Trends, Housing Policy, Homelessness

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 수년 간 주택 가격이 급격히 상승함에 따라, 서민들의 주거안정이 크게 위협받고 있다. 우리나라는 과거 고도성장기를 지나 점차 경제 성장세가 둔화되면서 국민의 가계소득 증가세 역시 유사한 경향을 보였다. 반면, 주택 가격은 급격하게 상승하여 주거비 부담이 심화됨에 따라 서민들의 주거 불안정이 가중되고 있다. 이러한 상황 속에서도 물가 상승, 소득 양극화가 지속되며, 주거비 부담 능력이 충분하지 못한 계층에 대한 정책적 대응의 필요성이 강조

*한국기초과학지원연구원 박사후연구원(주저자: jjh83@uos.ac.kr, jjh83@kbsi.re.kr)
**제주연구원 부연구위원(교신저자: minju@ji.re.kr)

Received: May 26, 2025 / Revised: September 1, 2025 / Accepted: September 23, 2025

된다(이민주, 2020).

특히 최근에는 전국적으로 대규모 전세사기 피해가 빈번히 발생하였다. 사회 초년생이나 신혼부부 등 자가를 보유하기에는 여유 자금이 부족한 청년 계층에게 피해가 집중되었으며, 월세에 비해 비교적 자산을 축적하기 유리한 임대 방식이라 여겨지던 전세 제도에 대한 신뢰를 저하시켰다.

'주거 불안정(housing instability)'은 주택을 구하기 어렵거나, 주택에 대한 통제력이 미약하며, 주택 상실의 위험이 있거나, 임차 기간이 불확실한 상태, 혹은 기본적인 생활을 충족시키지 못하는 주택에 거주하는 상태를 의미한다. 주거 불안정은 광범위한 주거 관련 어려움을 포괄하며, 주거비 과부담, 질 낮은 주택 거주, 과밀, 강제 또는 잦은 이사 등으로 측정된다(DeLuca and Rosen, 2022; 김주영·강승범, 2025).

주거 불안정은 안정적이고 안전하며 저렴한 주거 환경에 대한 불확실성으로 정의되며, 그 원인으로는 주택 가격 상승, 저가 주택 공급 부족, 세입자의 불안정한 소득 등이 지적된다. 또한 주거 불안정은 경제적인 요인에 국한되지 않고 사회적 관계, 정책의 공급, 제도적 환경 등 다차원적인 요소에 영향을 주고받으며, 지속적이고 역동적 과정으로 이해할 수 있다(DeLuca and Rosen, 2022).

'주거 불안정'을 의미하는 용어로는 housing instability를 비롯하여, residential instability, housing insecurity, housing precarity 등이 있으며, 유사 개념으로 '주거 스트레스(housing stress)'가 있다. 주거 스트레스는 주택의 물리적 특성, 경제적 여건, 사회적 요인에 의해 유발되는 부정적 영향을 의미하며, 주거비 과부담, 주택 규모 및 설비 부족, 가족 관계 악화 등 다양한 원인으로 발생한다(김영주·조인숙, 2023). 주거 불안정은 단순하게 주거 문제에 국한되지 않고 건강, 교육, 고용, 사회 네트워크 등 다양한 삶에 부정적인 영향을 미친다(김주영·강승범, 2025).

이에 따라 학계에서도 주거 불안정에 대한 관심이 지속적으로 증가 중이다. 기존 연구문헌들은 주거비 부담 능력이 낮은 저소득층, 한부모 가구, 청년계층 등을 중심으로 열악한 주거 환경에서의 생활 경험, 이주 압력과 비자발적 이주, 심리적·정신적 영향 등 주거불안 경험과 이에 따른 삶에 대한 영향과 변화를 인터뷰와 설문조사, 실증분석 등을 통해 분석하였다(Clark, 2010; Hankins et al., 2014; Desmond et al., 2015; Desmond and Kimbro, 2015; Desmond and Gershenson, 2016; 권은선·김광중, 2011; 박애리 외, 2017; 박미선, 2017; 구한민, 2024; 이새롬, 2024; 이은정 외, 2024).

그러나 이러한 연구문헌들은 주거비 부담 능력이 부족한 계층의 주거 문제에 초점을 맞추고 있으며, 주거 불안정의 원인을 경제적 요인의 중심으로 해석하는 경향이 존재한다(전지영·임재만, 2023; DeLuca and Rosen, 2022).

국내 주거 불안정과 관련된 연구 또한 고시원, 옥탑방 등 비주택 거주 및 주거취약계층[1]에 대한 분석에 집중되어 있으며(김성태·권영상, 2020; 김윤민, 2024; 고정희 외, 2025), 청년계층 주거 불안정에 관한 논의도 활발히 이루어지고 있다(이새롬, 2024; 이은정 외, 2024; 구한민, 2024). 주택 가격에 비해 주거비 부담 능력이 낮은 연령층·사회 계층의 주거 문제에 집중된 것을 확인할 수 있다.

주거 불안정은 사회 구조적 불평등에서 비롯된 자원 제약에 근본을 두고 있다. 그러나 주거 구조를 형성 및 해체하는 사회적 관계에 위치하며, 정책에 따라 변화가 가능하다(DeLuca and Rosen, 2022). 각 국가의 정책, 제도, 문화에 따라 주거 불안정의 양상은 상이하게 나타나므로, 국가별 비교를 통한 연구

1) 주거취약계층은 비주택자, 주거약자, 최저주거기준 미달가구 등으로 규정하였다(최정상·김수진, 2024).

동향 분석이 필요하다. 또한 국제적 비교를 통해 주거 불안정 연구의 핵심 주제, 주요 네트워크, 개념적 전환을 조망하는 것은 국내 주거정책 연구와 정책적 논의에도 기여할 수 있다.

이에 본 연구는 계량서지학적 방법론을 적용하여 2000년 이후 최근까지 발표된 주거 불안정 관련 학술논문을 대상으로 연구 동향을 분석하였다. 계량서지학적 분석(bibliometric analysis)은 문헌의 연도별 출판 추이, 저자 네트워크, 인용 수, 핵심어 등을 분석함으로써 연구의 구조적 특성과 발전 방향을 체계적으로 파악할 수 있는 정량적 연구 방법이다(Pritchard, 1969; Darvish, 2020). 또한 계량서지학적 분석을 통해 연구 동향을 분석하는 것은, 타당한 준거에 따라 문헌을 체계적으로 분석하여 학문의 구조적 성격과 역사를 이해하는 효과적인 접근 방법이다.

전세사기, 주택 가격 상승 등 사회구조적 문제가 발생함에 따라, 전통적으로 안정적인 주거 방식으로 여겨지는 제도에 대한 신뢰가 무너지고 있다. 이에 따라 주거정책에 대한 재검토와 개선 요구가 대두되면서, 주거정책에 대한 학술적 접근성의 필요성이 커졌다. 기존 문헌들은 주거 불안정을 야기시키는 경제적 요인이나 주거취약계층에 초점을 맞춘 데 반해, 본 연구는 보다 포괄적으로 주거 불안정 연구 전반의 흐름을 파악하고자 하였다. 특히, 연구 대상과 연구 관점을 확장하여, 사회적 관계와 정책에 대한 영향까지 포괄하는 구조적인 과정으로 접근하였다. 국가별로 주거 문제가 어떻게 다르게 나타나는지 파악함으로써 기존 연구의 한계를 보완하고, 이를 통해 포괄적인 이론적·정책적 함의를 도출할 수 있다.

한편, 기존 연구들이 질적 연구와 주거취약계층에 대한 실증 분석에 집중한 반면, 본 연구에서는 계량서지학이라는 새로운 방법론을 통해 객관적이고 체계적인 방법으로 연구 동향을 종합적으로 파악하였다. 연구의 구조적 특성과 흐름을 파악함과 동시에 해당 연구 분야의 주요 주제와 발전 방향에 대해 거시적인 관점에서 분석하였다.

요컨대, 본 연구는 국가별로 주거 불안정의 현상이 어떻게 나타나며, 이에 대한 정책적 대응이 어떻게 이루어지고 있는지를 구조적으로 파악하였다.

1.2 연구 방법 및 절차

본 연구에서는 계량서지학적 방법론을 적용하여 주거 불안정 해외 연구 동향을 파악하였다. 연구 동향 분석을 위해 세계적인 학술 데이터베이스 중 하나인 Web of Science의 핵심 컬렉션에서 문헌들을 수집하고, R의 Bibliometrix 패키지를 활용하여 분석하였다. Web of Science 핵심 컬렉션은 과학, 사회과학, 예술 및 인문학 분야의 인용 네트워크와 서지를 할 수 있는 국제적인 문헌 DB이다.

본 연구에서는 PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) 방법을 적용하여 주거 불안정 문헌들을 수집하였다. PRISMA 방법은 체계적 문헌고찰을 위한 방법으로, 자료의 정의(Identification), 선별(Screening), 선정(Included)의 세 단계로 구성된다.

첫 번째 정의(Identification) 단계에서는 Web of Science를 활용하여 해외 문헌을 수집하였다. 자료 수집은 2025년 07월 28~30일에 실시하였으며, 문헌 제목(title), 저자 키워드(Author keyword)에서 검색어인 “housing instability”, “residential instability”, “housing insecurity”, “housing precarity”, “housing stress”를 기준으로 추출하였다. 검색 조건으로 ‘단어 중 하나라도 포함이 된다면(or)’을 사용하여 추출하였다. 그 결과, 총 2,692개 문헌이 수집되었다.

두 번째 선별(Screening) 단계에서는 앞 단계에서 검색된 문헌 중 실제 분석에 활용할 자료를 추출하기 위해 자료유형이 ‘학술논문(article)’, 언어가 ‘영어(English)’, 문헌 게재 기간이 2000년~2025

년인 연구들을 확인한 결과, 318개의 문헌을 제외하여 2,374건의 결과를 도출하였다. 여기서 전문분야(subject area)의 관련도가 낮은 연구들을 검토하였다. 그 결과, 공중·환경·산업보건(Public, Environmental & Occupational Health), 사회복지학(Social Work), 도시학(Urban Studies), 보건의료과학 및 서비스(Health Care Sciences & Services), 정신의학(Psychiatry), 보건정책 및 서비스(Health Policy & Services), 가족학(Family Studies) 등 분야의 연구들이 포함되었다. 도출된 전문분야들이 주거 불안정을 다루는 전문분야의 범위로 포괄할 수 있으며, 이 단계에서 제외한 문헌들은 없다.

마지막으로 선정(Included) 단계에서는 관련성이 없다고 판단되는 문헌들을 최종적으로 제외하기 위해 연구자들이 직접 논문 초록 등 내용을 직접 검토하였다. 그 결과, 전 단계에서 도출된 문헌들이 본 연구 주제와 관련성이 높아 이에 최종적으로 총 2,374개 문헌을 분석 대상으로 확정하였다(Fig. 1).

본 연구에서는 분석 대상 문헌들의 게재 연도, 저자 키워드, 국가, 학회지 정보 등의 서지정보를 도출하여 연구 동향을 분석하였다. 논문 게재 연도 및 국가의 경우 문헌의 발간 빈도를 중심으로 분석하였고, 세부 분석으로 키워드 분석은 빈출 키워드 분석, 동시출현분석을 진행하였다. 심화 분석으로 전략적 다이어그램과 생키 다이어그램을 진행하였다.

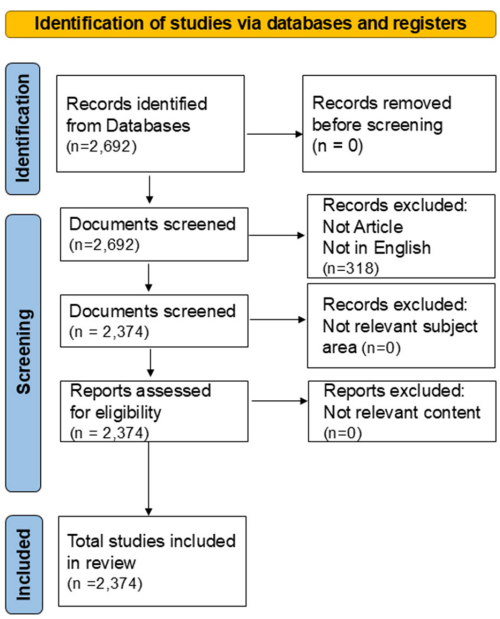


Fig. 1. PRISMA Flow Diagram

Web of Science에서는 문헌의 저자 키워드(Author keywords)와 키워드 플러스(Keywords-Plus), 그리고 저자 키워드와 키워드 플러스를 모두 합친 전체 키워드(All keywords)를 제공한다. 저자 키워드는 문헌의 저자가 직접 작성한 키워드로, 본인의 연구 내용을 가장 잘 표현하고 대표성이 높다고 판단하는 단어들이라 할 수 있다. 키워드 플러스는 Web of Science에서 제공하는 컴퓨터 알고리즘으로 생성되는 단어로 논문 제목이나 참고문헌의 제목에 자주 등장하는 단어와 구문 등이다(Zhang et al., 2016; 장진하·남진, 2023). 본 연구는 저자 키워드를 중심으로 분석을 진행하면서, 저자 키워드와 키워드 플러스가 포함된 전체 키워드 결과와의 비교를 통해 연구 주제가 연구자 의도와 학문적 담론에서 어떻게 드러나는지를 확인하고자 하였다.

키워드 분석의 경우, 분석 과정에서 저자별로 다르게 사용된 유사 키워드들은 동의어로 통합하여 정리하였다. 복수형 키워드는 단수형으로 통일하였으며, 동일하거나 유사한 개념이지만 표현이 다른 경우에는 하나의 표준화된 키워드(예: homeless → homelessness)로 변경하였다. 또한, 분석 과정에서 분석의 왜곡을 최소화하기 위해, 검색어 자체와 직접적으로 중복되는 용어들은 제외하였다. 예컨대 housing instability로 검색된 문헌에서 별도로 분리된 housing, instability 등의 키워드, 그리고 검색 과정에서 사용된 핵심 키워드(예: housing insecurity, housing precarity, housing stress)는 최종 분석에서 제외하였다.

2. 이론적 논의

2.1 주거 불안정

다수 연구에서 주거 불안정(housing instability)에 대해 다루고 있으나, 대부분 이를 명확히 정의하지는 않고 있다. 사전적 정의에 따르면 주거는 '일정한 곳에 머물러 삶 또는 그런 집'으로, '불안정'은 '안정성이 없거나 안정되지 못한 상태'로, 안정은 '바뀌어 달라지지 않고 일정한 상태를 유지함'으로 정의된다. 사전적 정의들로부터 주거 불안정은 '주거의 안정성이 없거나 안정되지 못한 상태' 혹은 '주거가 바뀌어 달라져 일정한 상태를 유지하지 못하는 상태'로 정의된다(이민주, 2020).

Kleit et al.(2016)은 주거 불안정을 경험한 가구가 직면하는 여러 가지 상황들로부터 그 개념을 설명하였다. 우선 가구의 재정 상황을 기준으로 주거 불안정을 '주거비 지불에 대한 어려움에 직면한 상황'으로 정의하였다. 또한 주거 불안정은 거주하는 주택규모를 기준으로 '가구원 수에 비해 충분한 규모의 주택을 확보하지 못해 붐비는 공간에서 거주하는 상황'으로도 설명된다. 비좁은 공간에 여러 명이 함께 거주하거나, 무상으로 가족, 친구 등과 함께 거주하는 상황이 이에 포함된다. 이 외에도 주거 불안정의 징후로 매우 잦은 주거이동이 나타나는데, 잦은 주거이동은 일반적으로 퇴거 요구와 같은 비자발적 동기로 나타난다. 이 경우 가구는 이주를 반복하면서 더 열악한 주거 또는 그러한 지역으로 이주하게 된다. 마지막으로 주거 불안정은 퇴거(eviction), 노숙(homelessness) 상태로 설명된다. 종합하면, 주거 불안정은 가구가 주거비용에 부담을 느껴 이를 감당하기 위해 노력하는 상태부터 노숙 상태까지, 주거 불안정 정도에 따라 경제적 불안정, 불충분한 주택 규모, 잦은 이동, 퇴거, 노숙 등 다양한 징후들로 나타난다(Kleit et al., 2016). 이 외에도 주거의 점유 형태와 주거의 질 악화, 심리적 고통과 생활편의 감소 등도 주거 불안정의 양상으로 언급된다(Clark, 2010; 노승철·이희연, 2009; 오근상 외, 2013; 이민주·박인권, 2019; 이민주, 2020).

2.2 계량서지학

계량서지학(bibliometrics)이란 정량적 분석방법을 통해문헌의 서지 정보를 분석하여 지식의 배포와 소통과정, 문헌을 통해 표출되는 지식의 여러 속성과 형태를 연구하는 학문 분야를 의미한다.[2)]

주제 문헌의 서지를 수량학적으로 분석하여 문헌을 통해 지식의 배포 및 소통 과정, 그리고 표출되는 지식의 속성과 행태를 연구하는 학문이다(김솔희 외, 2016). 미시적 수준(micro level)인 저자와 문헌 수준과 중간 수준(meso level)인 기관 및 저널 대상 분석, 거시적 수준(macro level)인 국가와 학문 수준에서의 분석 수행 등 체계적인 문헌 분석을 통해 특정 분야의 핵심 연구 결과를 파악하고 연구 흐름을 객관적이고 정량적으로 분석하는 연구 방법이다(Tijssen and Van Raan, 1994; 박종진 외, 2023; 장진하·남진, 2023).

계량서지학은 연구문헌의 서지 개요 또는 인용 빈도가 높은 문헌들을 대상으로 분석하여, 저자의 주요 연구분야, 관련 문헌에 대한 국가의 출판 빈도, 국제적 인용을 토대로 정보를 제공한다. 계량서지학의 분석 방법이 세밀해지고 범주가 확장됨에 따라 연구 분야의 주요 역들의 상호연관성을 파악할 수 있다(장진하·남진, 2023).

특히 최근 들어 계량서지학 분석을 위한 소프트웨어의 발전으로 과학 분야를 비롯한 관심 있는 분야나 주제의 연구 동향을 분석하는 것이 용이해졌다. 소프트웨어 프로그램은 수학적 알고리즘에 의해 서

2) 연구 방법론에 대한 설명은 https://www.kla.kr/kla/reference07/402(한국도서관협회, 2025)를 참조하였다.

지 데이터를 처리하여 분석한다. 이러한 소프트웨어 프로그램을 활용하여 논문 수 분석, 인용(Citation) 분석, 동시 출현(Co-occurrence) 분석, 공동 저술(Co-authoring)분석, 텍스트 분석 등의 다양한 분석 방법이 활용된다(이소연·박혜선, 2022; 이하민·박혜연, 2023).

계량서지학을 활용한 연구 동향 분석은 국내 연구 동향과 해외 연구 동향에서 많이 수행되었다. KCI(한국학술지인용색인)에서 서지정보를 수집하여 계량서지학적 분석을 수행하는 국내 연구 동향 연구와 Google Scholar, Web of Science, Scopus 등의 국제 학술논문 데이터베이스로부터 서지정보를 수집한 해외 동향 연구들이 수행되었다(유영준·이재윤, 2016; Kumar et al., 2021; 김솔희 외, 2016; 이재윤 외, 2020; 김동훈 외, 2021; 배진아, 2022; 박종진 외, 2023; 장진하·남진, 2023).

3. 연구 분석 및 결과

3.1 분석 개요

본 연구에서는 Web of Science의 핵심 컬렉션을 기준으로 문헌의 서지를 수집 및 정리하였다. 논문 수 분석은 대규모의 논문 데이터베이스에서 저자의 국가, 기관, 논문의 제목, 출판연도, 키워드 등을 추출하여 분석하는 것이다.

2,374개의 주거 불안정과 관련된 서지가 도출되었다. 연평균 22.19%의 성장률을 보인다. 문서의 평균 연령이 4.41년으로 많은 연구가 비교적 최근임을 확인할 수 있다. 평균 연령이 낮을수록 문헌이 비교적 최근임을 의미한다(González-Alcaide et al., 2016; González-Alcaide et al., 2018). 논문의 평균 영향을 평가하는 평균 인용 수는 17.91회 인용되었다. 참고문헌은 86,355개이며, 저자는 10,311명으로 도출되었다.

2000년부터 2025년까지의 문헌 서지를 수집한 후, PRISMA의 3단계를 거친 최종 2,374개의 문헌 데이터에 대한 개괄적인 분석 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Document Overview

Standard	Housing Instability
Main Information about Data	
Timespan	2000:2025
Sources (Journals, Books, etc)	861
Documents	2,374
Annual Growth Rate %	22.19
Document Average Age	4.41
Average Citations per Doc	17.91
References	86,355
Keywords Plus (ID)	3143
Author Keywords (DE)	4871
Authors	
Authors	10,311
Authors of Single-authored Docs	197
Authors Collaboration	
Single-Authored Docs	220
Co-Authors per Doc	5.54
International Co-Authorships %	11.5

3.2 연구 동향 분석

3.2.1 연도별 분석

주거 불안정 연구가 시간의 흐름에 따라 어떤 방향으로 발전해왔는지를 확인하기 위해 연도별 분석을 실시한 결과가 Table 2와 같다. 문헌 수집 대상 기간인 2000년 이후, 주거 불안정 연구문헌은 지속적으로 증가하여 출간되었다. 문헌 수집 대상 기간인 2000년 이후 점진적으로 주거 불안정 연구 게재 건수가 증가하였는데 2019년부터 연간 연구문헌 발행 수가 급증하는 경향이 있다. 또한, 분석 대상 기간 초기에 발간된 주거 불안정 연구의 문헌별, 연도별 평균 인용 수를 볼 때, 초기 주거 불안정 연구에 대한 분석과 인용을 통해 이후 기간에 관련 연구

들이 활발하게 진행되어 이전에 생산된 문헌의 인용 수가 증가하게 된 것을 알 수 있다. 최근에 가까워질수록 문헌 발간 수는 증가하였지만, 인용 수가 낮게 도출된 이유는 인용 축적 기간이 상대적으로 짧기 때문으로 해석할 수 있다.

Table 2. Year of Publication (2000-2025)

Yeer	MTCA	N	MTCY
2000	320.00	2	12.31
2001	52.50	4	2.10
2002	109.50	6	4.56
2003	116.33	9	5.06
2004	76.80	5	3.49
2005	33.43	7	1.59
2006	87.67	15	4.38
2007	83.87	15	4.41
2008	86.50	12	4.81
2009	63.40	20	3.73
2010	49.38	21	3.09
2011	62.92	25	4.19
2012	75.05	22	5.36
2013	49.38	34	3.80
2014	40.29	38	3.36
2015	43.21	61	3.93
2016	40.54	67	4.05
2017	32.32	90	3.59
2018	31.63	89	3.95
2019	27.35	109	3.91
2020	21.48	166	3.58
2021	15.75	218	3.15
2022	10.14	301	2.54
2023	5.88	334	1.96
2024	1.91	404	0.96
2025	0.48	300	0.48
Total	59.14	2,374	3.78

Notes : N = number of publications
MTCA (MeanTCperArticle) = average total citations per article
MTCY (MeanTCperYear) = average total citations per year

평균적인 인용 수는 59.14로 문헌 간 인용이 활발히 진행되고 있음을 확인하였다. 기출판된 문헌을 계속 인용하여 논문이 출판되고 있다.

연평균 인용 지수(MTCY)는 연도 내 인용된 출판물의 평균을 확인하는 지표이며, 논문의 평균 영향력을 확인할 수 있다. 연평균 인용 지수는 3.78로 문서의 평균 연령(4.41)과 유사하게 도출되었다.

주거 불안정 논문은 2000년 이후 지속적으로 연구되고 있으며, 상호 인용과 최신 논문을 인용하는 등 인용이 활발히 진행되고 있다.

3.2.2 국가별 분석

교신저자의 소속 기관의 국가를 확인함으로써 해외 문헌들이 발간된 지역들의 패턴을 확인할 수 있다. 주거 불안정 관련 연구자들의 국가는 총 41개국이었으며, 교신저자를 기준으로 보면 미국의 발간 수가 1,659건으로 가장 많고, 이는 전체 분석 대상의 약 70%에 해당한다. 다음으로 캐나다, 호주, 영국, 스페인 순으로 나타났다. 국가별 협력 빈도를 보면, 미국과 캐나다 간의 협력이 6회로 가장 많고, 호주와 영국 간의 협력이 4회, 호주와 네덜란드 간의 협력이 3회로 높게 나타나 북미 및 영연방 국가 연구자들 간의 협력이 비교적 활발히 이루어지고 있다.

Table 3의 국가별 협력 빈도를 살펴봤을 때, 미국과 캐나다 협력과 인용이 가장 많은 것을 볼 수 있다.

Table 3. Countries Contributed to the Publications

County	Author's Country		Total Citation	Average Article Citations
	Corresponding Author	Total Authors		
USA	1,659	8,474	1,578	81
Canada	255	1465	195	60
Australia	140	525	115	25
United Kingdom	73	273	51	22
Spain	33	135	24	9

스페인을 제외하고 영미권 국가를 중심으로 주거 불안정 관련 연구의 인용과 협력이 이루어지고 있다. 특히 미국과 캐나다는 북미 국가라는 인접성과 유사한 생활환경을 바탕으로 주거 불안정 관련 현상이 발생하면서 연구 네트워크를 형성한다.

3.3 연구 동향 세부 분석

주거 불안정과 관련된 연구 동향의 세부 분석으로 문헌의 전체 키워드와 저자 키워드를 대상으로 빈출 키워드 분석, 동시출현분석을 수행하였고 이를 통해 주거 불안정과 관련된 연구 동향 특징을 도출하였다.

3.3.1 빈출 키워드 분석

빈출 키워드 분석은 가장 관련성이 높은 키워드를 식별하고 시각화하여 서지 분석을 확장하는 방법이다. 빈출 키워드 분석 대상은 키워드 플러스(Keywords plus)와 저자 키워드(Author keywords)로 도출된다. 키워드 플러스는 연구문헌의 제목이나 참고문헌 제목에 자주 등장하는 단어와 구문들로 구성된다. 키워드 플러스는 동의어와 준동의어 회피(용어), 단수와 복수 통일(문법), 철자 변형 등의 기준에 따라 정규화 된다(González-Alcaide et al., 2018). 저자 키워드는 저자가 자신의 논문 주제와 내용을 가장 잘 나타냈다고 판단하여 제공하는 단어들을 의미한다(Zhang et al., 2016). 키워드 플러스와 저자 키워드는 연구문헌에서 인용한 단어가 무엇인지 파악할 수 있으며, 저자의 연구 목적과 세부 연구 주제를 파악할 수 있다(장진하·남진, 2023).

키워드 플러스는 저자 키워드보다 포괄적이며 일반적인 내용을 포괄하면서 연구 방법론을 강조한다. 저자 키워드는 신중히 선택되는 경우가 많고, 특정 현상을 설명하는 내용을 포괄한다. 저자 키워드는 키워드 플러스보다 구체적이라는 특징이 있다(Zhang et al., 2016).

본 연구에서는 주거 불안정이라는 현상을 분석한 논문을 대상으로 하고 있기 때문에 키워드 플러스보다 저자가 분석하고자 하는 현상과 주제를 직접 선택하여 제시하는 저자 키워드를 중심으로 분석하되, 저자 키워드와 키워드플러스를 포함하여 도출된 전체 키워드와 저자 키워드를 비교 분석하였다. 전체 기간을 대상으로 주거 불안정과 관련하여 많이 등장한 빈출 키워드 와 시기별 출현 경향을 분석하였다.

전체 키워드에서 가장 많이 등장한 단어는 건강(health), 노숙(homelessness), 위험(risk), 돌봄(care) 등이 도출되었다.

전체 키워드 대상으로 도출된 빈출 빈도를 표현하면 Table 4와 Fig. 2와 같다. 건강을 중심으로 노숙과 위험 등 안전과 건강을 중심으로 한 키워드가 많이

Table 4. Frequent Keywords (All Keywords)

Keywords	Frequency
Health	525
Homelessness	386
Risk	267
Care	240
Food Insecurity	191
Women	173
Impact	170
Social Determinants of Health	163
Mental-Health	151
United-States	147



Fig. 2. Wordcloud (All Keywords)

도출된 것을 확인할 수 있다.

저자 키워드는 노숙(homelessness), 건강의 사회적 결정요인(social determinants of health), covid-19, 정신건강(mental health), 식량 불안정(food insecurity) 등이 도출되었다.

저자 키워드에서 도출된 빈출 빈도는 Fig. 3과 Table 5와 같이 표현할 수 있다.

전체 키워드와 저자 키워드를 비교하였을 경우, 전체 키워드의 경우 건강이라는 큰 주제를 중심으로 보편적인 용어가 많이 도출되었다. 그러나 저자 키워드의 경우 노숙과 코로나라는 주거 불안정 관련하여 문제점으로 제기되는 현상을 중심으로 도출되었다. 전체 키워드의 경우, 보편적이며 포괄적인 단어들이 많이 도출되었지만 저자 키워드의 경우, 저자가 주거 불안정과 관련된 원인과 현상이라고 판단한 단어들이 많이 도출된다는 것을 확인할 수 있다.

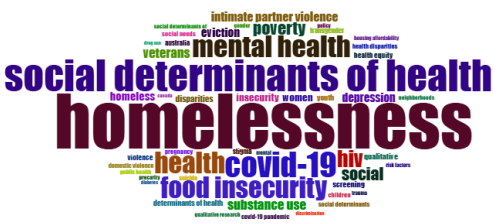


Fig. 3. Wordcloud (Author Keywords)

Table 5. Frequent Keywords (Author Keywords)

Keywords	Frequency
Homelessness	280
Social Determinants of Health	163
Covid-19	131
Mental Health	112
Food Insecurity	108
Health	108
HIV	86
Poverty	68
Social	67
Substance Use	53

한편, 2020년 전후로 등장한 covid-19 키워드가 빈출 키워드로 포함되었다는 점은 눈여겨 볼 필요가 있다. 이는 코로나19가 2019년 말에 발생하여 비교적 짧은 기간 동안 전 세계적으로 확산된 사건임에도 불구하고, 주거 불안정과 관련된 연구에서 활발히 다루어졌음을 보여준다. 특히 코로나19 팬데믹은 주거 환경과 건강, 사회적 취약성의 연계성을 부각시켰고, 이에 따라 단기간 내 다수의 연구가 집중적으로 이루어진 것으로 해석할 수 있다. 따라서 'covid-19'의 빈번한 등장 자체가 최근 연구 동향에서 주거 불안정이 갖는 시의적 중요성과 학문적 주목도를 반영한다고 볼 수 있다.

Table 6의저자 키워드의 시기별 출현 경향(Trend Topics)을 분석한 결과, 각 키워드의 빈도(frequency)와 등장 시점(year_q1, year_med, year_q3)을 통해 해당 주제의 연구 집중 시기를 확인할 수 있다. 예를 들어, 노숙(homelessness)와 정신 건강(mental health)는 2019년 이후 급격히 연구가 증가하여 최근까지 활발히 이어지고 있는 반면, 압류(foreclosure)나 주거이동(residential mobility)와 같은 키워드는 2010년대 중반~2020년경을 중심으로 연구가 집중된 뒤 점차 감소하는 양상을 보였다. 이러한 결과는 주거 불안정 연구의 핵심 주제가 사회적·경제적 환경 변화와 밀접하게 연동되어 왔음을 보여준다.

더 구체적으로 보면, 주거 불안정 연구는 사회적 맥락 변화에 따라 주요 주제가 점차 확장 및 심화된 것을 알 수 있다. 2000년대 초반에는 사회적 자본(social capital), 지역사회 불이익(neighborhood disadvantage) 등 지역사회와 불평등 구조를 설명하는 키워드가 등장하였다. 이후 2010년 전후로는 약물 남용(substance abuse), 범죄(crime), 주거 이동(residential mobility), 압류(foreclosure) 등 경제·사회적 위기와 직접 연관된 주제가 나타났고, 청소년기(adolescence), 위탁보호(foster care), 어머니(mothers) 등 특정 집단을 대상으로 한 연구도 꾸

Table 6. Trend Topics (Authors' Keywords)

Keywords	Freq	Year_q1	Year_med	Year_q3
Substance Abuse	8	2010	2014	2016
Neighborhood Disadvantage	6	2004	2014	2022
Crime	7	2012	2015	2022
Mothers	7	2014	2015	2024
Residential Mobility	17	2015	2016	2020
Foreclosure	10	2014	2016	2020
Social Capital	10	2004	2016	2021
Mobility	15	2015	2017	2022
Foster Care	14	2013	2017	2020
Adolescence	13	2016	2017	2020
Neighborhood	19	2014	2018	2022
Neoliberalism	8	2016	2018	2022
Maltreatment	7	2015	2018	2020
Children	26	2014	2019	2024
Social Disorganization	18	2014	2019	2023
Social Support	15	2014	2019	2022
Poverty	68	2017	2020	2023
Violence	29	2017	2020	2022
Neighborhoods	23	2013	2020	2023
Eviction	47	2020	2021	2023
Women	41	2020	2021	2023
Stigma	27	2019	2021	2023
Homelessness	280	2019	2022	2024
Mental Health	112	2019	2022	2024
Health	108	2021	2022	2024

준히 축적되었다.

특히 2017년 이후에는 빈곤(poverty), 폭력(violence), 낙인(stigma)과 같은 키워드가 본격적으로 부상하였으며, 코로나19 팬데믹을 전후한 2019년 이후에는 노숙(homelessness), 정신 건강(mental health), 건강(health), 여성(women), 퇴거(eviction) 등이 핵심 키워드로 집중적으로 연구되었다. 이는 주거 불안정이 단순히 경제적 취약성을 넘어, 건강, 젠더, 사회적 차별 등 다차원적인 요인과 긴밀히 연결되어 있음을 보여준다.

종합적으로, 저자 키워드의 시기별 출현 경향은 주거 불안정 연구가 초기에는 사회적 환경과 구조적 불평등 요인을 중심으로 전개되다가, 2010년대 중반 이후 제도·정책적 주제와 특정 인구집단에 대한 연구로 확대되었음을 시사한다. 나아가 2019년 이후 코로나19 팬데믹과 맞물려 노숙과 정신건강, 퇴거, 여성 등이 집중적으로 연구되면서, 주거 불안정이 사회 전반의 복합적 위기와 불평등을 드러내는 연구 분야로 자리매김했음을 확인할 수 있다.

3.3.2 동시출현분석

동시출현분석은 문헌 내에 동시에 출현하는 단어 간의 상호관계가 있다고 판단하여 단어들 간의 관계, 네트워크를 시각화하여 문헌의 지적구조를 파악하는 분석 방법이다(장진하·남진, 2023). 단어들 간의 관계와 네트워크를 통해 문헌의 구조를 확인할 수 있다. 문헌의 주제어(keywords)가 반복하여 출현하는 빈도를 산출하고, 주제어 간의 관계를 분석하여 시각화하여 분석한다.

주거 불안정 관련 전체 키워드에서는 건강(health), 노숙(homelessness), 위험(risk)를 중심으로 하나의 큰 클러스터가 형성되었고, 여기에서 돌봄(care), 식량 불안정(food insecurity)으로 연결되는 1개의 작은 클러스터가 존재한다.

전체 키워드는 건강을 중심으로 파생되는 위험과 현상에 대한 키워드가 동시에 등장하는 것을 확인할 수 있으며, 이를 통해 주거 불안정과 건강이 중요한 네트워크를 형성함을 확인할 수 있었다.

저자 키워드에서는 노숙(homelessness)을 중심으로 한 정신건강(mental health), 건강(health), covid-19 등이 네트워크 된 클러스터와 건강의 사회적 결정요인(social determinants of health)을 중심으로 연결된 클러스터로 2개의 큰 클러스터가 형성

되었다. 이 중에서 covid-19는 2019년 이후 등장하게 되었으며, 사회적 이슈로 작용하였다.

저자 키워드는 노숙을 중심으로 하여 건강과 관련된 주거 불안정 현상에 대해 파생되는 것을 확인할 수 있다. 연구문헌의 저자들은 주거 불안정의 가장 두드러지는 현상으로 노숙을 판단하였고, 노숙으로부터 원인과 다른 현상 등이 파생되는 것을 확인할 수 있다(Fig. 4).

전체 키워드와 저자 키워드는 2,3개로 큰 클러스터를 형성한 후, 각 단어들 간의 네트워크를 형성하였다. 공통적으로 등장한 단어는 '노숙'이다. 노숙이 주거 불안정의 대표적인 현상이며, 동시에 노숙으로 인해 건강, 위험 등 파생되는 현상이 존재한다.

그러나 전체 키워드의 경우, 건강과 노숙, 위험 등 보편적인 단어들이 네트워크의 중심을 형성하였지만 저자 키워드는 노숙을 중심으로 건강의 사회적 결정요인, covid-19 등 주거 불안정의 또다른 현상이 네트워크되어 있는 것을 확인할 수 있다. 이를 바탕으로 주거 불안정이 하나의 현상으로 도출되는 것이 아니며, 여러 현상과 원인들이 복합적으로 작용하고 있으며, 이를 저자들이 다면적으로 파악하는 것을 확인할 수 있다(Fig. 5).

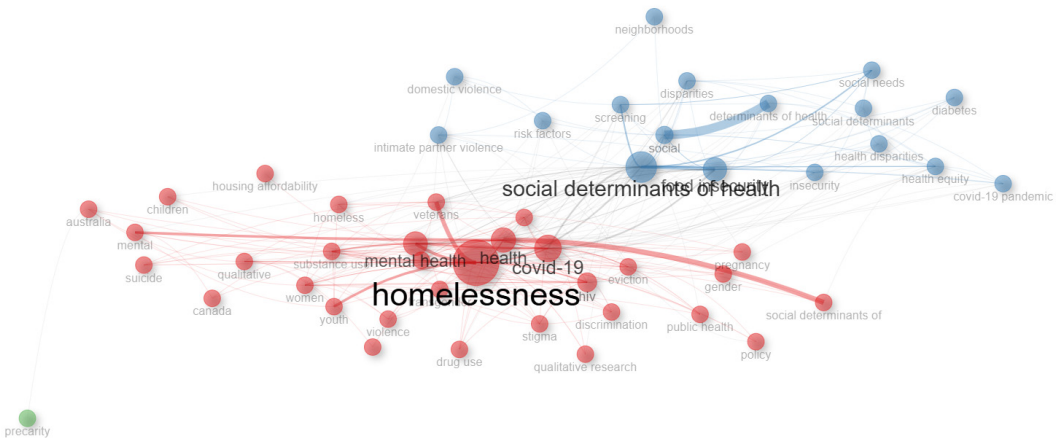


Fig. 4. Co-Occurrence Network (Authors' Keywords)

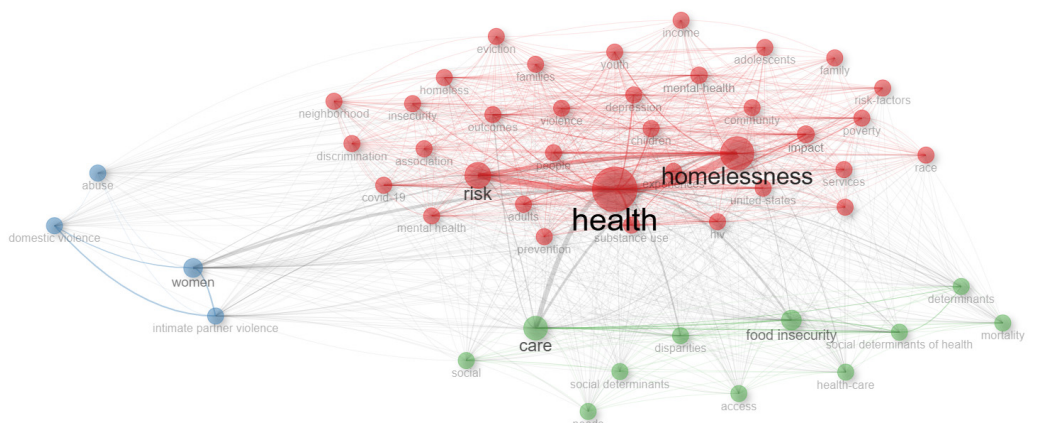


Fig. 5. Co-Occurrence Network (All Keywords)

3.4 주제 심층 분석

앞서 세부 분석을 통해 도출된 주제에 대해 전략적 다이어그램 분석과 생키 다이어그램 분석을 통해 주거 불안정에 대한 주제 심층 분석을 수행하였다.

3.4.1 전략적 다이어그램(Strategic Diagram) 분석

전략적 다이어그램(Strategic Diagram) 분석은 단어의 중심성과 밀도를 시각화하여 나타내는 분석으로 다이어그램의 분석을 통해 각 문서 간의 발전 가능성과 특성을 확인하는 분석 방법이다(장진하·남진, 2023). 이를 통해 주거 불안정 연구의 핵심 및 주변 주제와 성숙도 등을 시각적으로 확인할 수 있다.

전략적 다이어그램 분석은 도출된 키워드들을 중심성(Relevance degree, Centrality)과 밀도(Development degree, Density)를 기준으로 네 가지 유형으로 분류한다.

중심성(Centrality)은 연구 주제가 다른 주제와의 연결 정도를 측정한다. 주제 간의 상호작용을 측정하며, 중심성의 값이 클수록 해당 주제가 다른 주제들과 폭넓게 연결됨을 의미하며, 이는 학문 분야 내에서 주제의 중요도가 높으며 더 높은 전략적 위치에 있음을 의미한다. 밀도(Density)는 주제의 네트워크를 설명하는 내부 연결성이 얼마나 강하게 연결되어 있는지를 측정한다. 밀도는 해당 주제 영역 내부에서의 결속력과 응집도를 나타내며, 이는 주제의 성숙도와 자기완결성을 의미한다. 즉, 키워드의 연결이 강할수록 해당 군집이 나타내는 주제들이 일관성 있고 통합된 전체를 형성하는 것을 의미한다(Han et al., 2013; Bai et al., 2021). 따라서 중심성과 밀도를 함께 고려하면, 특정 주제가 연구 분야에서 핵심적으로 다뤄지는지(높은 중심성), 혹은 아직 초기 단계이지만 내부적으로 빠르게 성장하는지(높은 밀도)를 파악할 수 있다. 이러한 해석을 통해 본 연구에서 제시한 전략적 다이어그램은 단순한 키워드 분포 이상의 의미를 가지며, 주거 불안정 연구의 핵심 주제, 신흥 주제, 주변 주제를 구조적으로 구분할 수 있다

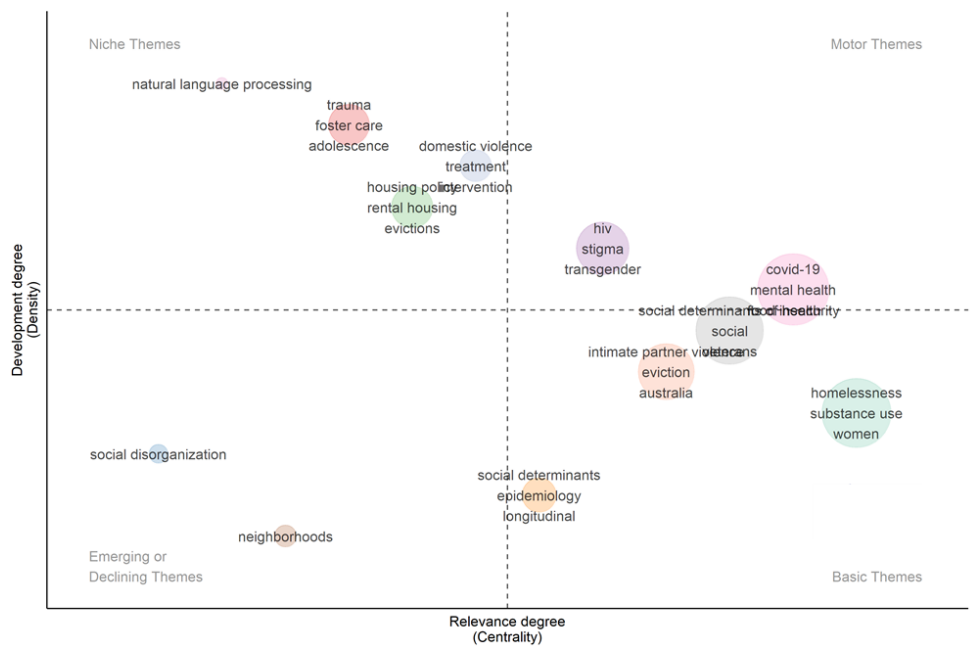


Fig. 6. Thematic Map (Author Keywords)

(Fig. 6).

1사분면(motor themes)에 해당하는 키워드들은 중심성과 밀도가 모두 높으며, 발전 가능성이 높고, 중요한 연구 분야를 의미한다. 2사분면(niche themes)은 약하게 구조화된 분야로, 전체 네트워크에서 특정 분야와는 강하게 연결되어 있지만 상호 간의 연결이 낮은 특성을 갖는다. 즉, 매우 전문적이고 주변적인 주제에 해당한다. 3사분면(emerging or declining themes)은 새롭게 부상하거나 감소하는 주제들로, 밀도 및 중심성이 낮은 주제에 해당한다. 4사분면(basic themes)은 중요한 키워드이지만 해당 연구 분야에서 아직 발전하지 않은 주제로, 글로벌 연구 네트워크에는 약한 특성을 보인다(He, 1999; Mühl and de Oliveira, 2022; 이민주·백일순, 2023).

저자 키워드의 중요하면서 발전적인 키워드가 위치한 1사분면에는 covid-19, 정신건강(mental health), HIV 등 건강과 질병, 취약한 환경 등에 관련된 주제가 부상하는 것을 확인할 수 있다. 상호 간의 연결이 낮은 2사분면에는 가정폭력(domestic violence), 위탁 돌봄(foster care), 임대주택(rantal housing) 등 세분화된 주제가 도출되었다. 3사분면의 새롭게 부상하거나 감소하는 주제로는 사회 무질서(social disorganization), 이웃(neighborhoods) 등 사회 연결망에 관한 주제가 도출되었다. 글로벌 연구 네트워크가 약한 4사분면에는 여성(women), 노숙(homelessness), 퇴거(eviction) 등이 도출된 것을 확인할 수 있다. 미국의 지역적 특성이 두드러지는 주제들이 위치했다고 볼 수 있다.

1사분면과 4사분면에 걸쳐 건강의 사회적 결정요인(social determinants of health)이 도출되었는데 이는 건강의 사회적 원인으로 주거 불안정이 지속적으로 도출되어 온 주제임을 확인함과 동시에 중요하게 인식되고 있음을 확인할 수 있다.

저자 키워드에서 가장 많은 빈도를 도출한 노숙(homelessness)이 전략적 다이어그램 분석을 통해 중요한 키워드지만 글로벌 연구 네트워크가 약해 발전되지 않은 연구 주제에 있다는 것이다. 이것은 노숙이라는 사회적 현상이 전 세계에서 공통적으로 발생하는 주거 불안정의 현상이 아니라, 미국에서 중요하게 도출된 사회현상이기 때문으로 볼 수 있다. 또한 HIV, 정신 건강 등 주거 불안정으로 인해 파생되는 환경 위협으로 인한 문제점과 함께 covid-19라는 특수 상황이 부상하는 것을 확인할 수 있다.

3.4.2 생키 다이어그램(Three Field Plot) 분석

생키 다이어그램(Three field plot) 분석은 출처, 국가, 소속 기관, 키워드, 주요 저자, 인용 출처 등의 관계를 시각적으로 구성하는 연구 방법이다. 이를 통해 시기별 주제 전환과 흐름을 직관적으로 확인할 수 있다.

연구 네트워크의 연관성 및 변화 등 관계를 시각적으로 표현하는 네트워크 플롯인 생키 다이어그램은 각 세 개의 분야 간 연결을 보여준다(Rusydiana, 2021). 네트워크의 가중치를 그래프로 표현하며, 각 노드에서는 투입-산출 가중치의 양이 동일한 것으로 가정한다. 결과값으로 표현된 직사각형의 크기가 클수록 관계가 많이 형성되었음을 의미한다(Kumar et al., 2021; 이민주·백일순, 2023).

본 연구에서 연구 네트워크 설정 기준을 키워드 플러스(왼쪽)-국가(중앙)-저자 키워드(오른쪽)으로 설정한 결과는 Fig. 7에서 확인할 수 있다.

키워드 플러스에서 도출된 단어들의 직사각형 크기는 건강(health)과 위험(risk), 돌봄(care) 순으로 큰 것을 확인할 수 있다. 도출된 다른 용어들은 비슷한 크기로 도출되었으며 비슷한 빈도를 나타낸다. 중앙에 있는 국가로의 연결 역시 모두의 용어들이 각 국가들로 연결됨에 따라 국가에서 보편적으로 사용됨을 확인할 수 있다.

중앙에 있는 국가는 미국과 캐나다인 북미가 대부분의 빈도를 차지하고 있다. 또한 이 두 국가는 키워드 플러스의 대부분의 용어를 사용함과 동시에 저자

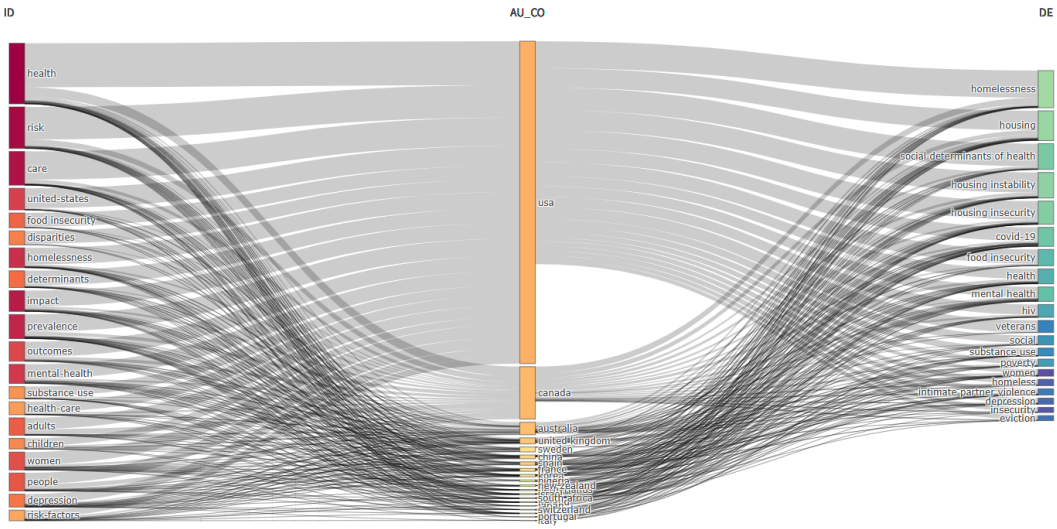


Fig. 7. Three Field Plots (Keywords Plus-Country-Author Keywords)

키워드와의 네트워크 역시 대부분을 차지하고 있다. 특히 미국은 노숙(homelessness), 주택(housing), 주거 불안정 관련하여 높은 빈도를 도출하였다.

저자 키워드에서는 노숙(homelessness), 주택(housing), 건강의 사회적 결정요인(social determinants of health) 등이 도출되었다. 이와 함께 주거 불안정(housing instability, housing insecurity)가 저자 키워드에서 많이 도출되는 것을 확인하였다. Covid-19라는 상황에 대한 연구자의 선택도 많은 것을 확인할 수 있다. 하지만 저자 키워드에서 도출된 대부분 용어들은 미국과 캐나다에서 도출되었다. 이는 북미에서 출간된 연구가 다수를 차지하며, 지역적 특성에서 기인하여 주거 불안정 관련 연구가 진행되었다.

키워드 플러스와 국가, 저자 키워드 간의 관계를 파악하여 주거 불안정에서 중점적으로 확인한 것이 무엇인지 파악하였다. 대부분의 연구가 미국과 캐나다 등 북미에서 진행되었으며, 건강과 돌봄, 노숙, 주택 등 물리적 안전에 대한 네트워크가 형성됨을 확인할 수 있다. 저자는 노숙, 주거 불안정, 건강의 사회적 요인 등 현상과 그에 대한 원인을 주로 도출하고자 하였으며, 연구문헌에는 건강과 위험 등 보편적인 단어가 도출되었다. 주거 불안정과 노숙, 주택 등과 건강, 위험, 돌봄 등이 상호 네트워크를 형성하였다. 이를 바탕으로 미국에서는 노숙, 주거 불안정 등의 현상을 중심으로 주거 불안정 관련 연구를 지속적으로 진행하고 있음을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구는 2000년부터 2025년까지 Web of Science에 수록된 해외 주거 불안정 관련 학술논문 2,374편을 대상으로 계량서지학적 분석을 수행하였다. 분석 결과, 2010년대 후반부터 해당 분야의 연구가 급증했으며, 특히 미국을 중심으로 '노숙(homelessness)', '건강(health)'이 주거 불안정 연구의 핵심 주제로 부상한 것으로 나타났다. 노숙은 건강, 식량 불안정, 정신건강 등과 긴밀히 연결되어 있으며, 주거 불안정이 단순한 주거 문제를 넘어 사회 전반의 복합적인 위험 요소와 구조적 불평등의 결과임을 보여준다.

특히 미국에서는 1980년대 이후 도시 젠트리피케이션, 공공주택 공급 부족, 주택도시개발부와 사회

복지기관의 대규모 예산 삭감 등의 구조적인 배경이 노숙 증가의 주요 원인으로 작용되었다.

반면 한국의 경우, 주거 불안정은 노숙 문제보다는 주거비 과부담, 전세사기, 청년·저소득층의 주거 취약성과 더 밀접하게 연관되어 있다. 이는 해외 연구에서 도출된 핵심 주제와는 차이가 있으나, 주거 불안정이 사회적 불평등과 복합적 위험 요인으로 이어진다는 점에서는 공통적인 문제의식을 보여준다.

노숙은 부동산 소유를 통한 자산 축적, 개발업자의 주택시장 투기 수익 등 경제적 이득을 추구하는 주택을 상품으로 보는 관점으로 임차인 대상 주택 공급 감소, 다세대주택 건설 방해 등 배타적인 주택 정책, 그리고 소득 불평등 심화 등에 의해 발생하며, 노숙은 우울증, 자살 충동, 약물 남용 등 정신건강을 비롯한 건강에 해로운 영향을 끼친다(Padgett, 2020). 노숙자는 HIV, AIDS 전염병에 노출될 가능성이 높으며, 빈곤과 노숙 상태에 장기간 위치할 가능성 역시 높다는 연구 결과가 존재한다(National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine et al., 2018). 노숙은 단순히 주거 공간이 없는 것뿐만 아니라, 다양한 형태의 사회적 고통을 초래하는 고착화된 사회경제적 불평등의 결합과 누적의 결과이다(Padgett, 2020).

또한 건강의 사회적 결정요인으로 주택 관련 정책이 미국에서 인정을 받고 있다. 오바마 정부 당시 저가의 의료보험은 저소득 가구가 정신건강보험을 가입할 수 있도록 대상을 확대하였다(Padgett, 2020).

주거 불안정은 단발성이 아니라 다른 현상과 이어지는 특징을 가지며, 이는 주거 관련 어려움과 삶의 다른 부분에도 부정적인 상호작용을 발생시킨다. 주거 불안정이 단발적인 위기 상황이 아닌 장기적이고 누적적인 삶의 궤적 속에서 발생하는 현상으로 분석해야 함을 시사한다(Kang, 2023).

주거 불안정에 대한 연구를 진행하는 중요 이유로 첫째, 정책의 예방적 추진의 중요성을 파악할 수 있다는 것이다. 주거 불안정이 일시적인지, 아니면 만성적으로 지속되는지에 따라 초기 단계에서 정책이 진행됨에 따라 누적되는 문제를 최소화하도록 해야 한다. 둘째, 만성적인 주거 불안정에 취약한 집단을 식별하여 주거취약계층에 대한 맞춤형 정책을 추진할 수 있다(Kang, 2023).

본 연구에서는 주거 불안정에 대한 연구문헌을 분석함에 따라 주거 불안정 관련 현상이 노숙, 정신건강 등 복합적으로 도출됨을 확인하였다. 이러한 현상은 다변적이며, 상호 연관되어 연쇄 작용함을 파악하였다.

이러한 분석 결과를 바탕으로 정책적 시사점을 도출하면 다음과 같다, 첫째, 예방 중심의 주거복지 정책을 강화해야 한다. 주거 불안정은 노숙 등으로 인쇄 작용이 발생하므로 노숙 상태로 진행하기 이전 단계에서 이를 예방하고 완화하기 위한 적극적인 정책 추진이 필요하다. 주거 상실 위험에 놓은 가구를 미리 발견하여 선제적으로 지원하는 예방 중심의 주거복지 정책을 강화하여, 주거 불안정 문제가 만성화되고 심화되는 것을 방지해야 한다. 둘째, 보건·복지 서비스와 연계한 통합지원체계 구축이 필요하다. 주거 불안정은 단순히 주거 문제가 국한되지 않고, 건강·정신건강·복지 등 다양한 사회 문제와 밀접하게 연결되어 있다. 이러한 복합성을 고려하여 주거지원을 보건·복지 서비스와 유기적으로 연계하는 통합지원체계를 구축해야 한다. 이는 주거 불안정으로 인해 연쇄적으로 발생하는 문제를 해결하는데 효과적이다. 마지막으로 주거 불안정에 취약한 주거취약계층을 명확히 식별하며 맞춤형 주거지원을 확대해야 한다. 주거취약계층의 특성과 필요에 기반한 맞춤형 지원 정책을 수립하여 보건·복지·주거를 통합한 정책을 추진할 수 있어야 한다.

향후 연구에서는 주거 불안정 연구의 지역적 범위를 다변화하여 북미 이외의 지역에서도 해당 현상을 심층적으로 탐색하고, 각 국가 및 지역의 사회경제

적 맥락을 반영한 비교 연구를 수행할 필요가 있다. 또한 정성적 연구와 정량적 연구를 결합하는 융합적 접근을 통해 주거 불안정의 요인과 영향을 다각도로 규명해야 한다. 아울러 주거 불안정 개념에 대한 다층적 정의를 정립함으로써 노숙 이전 단계 등 다양한 수준의 주거 불안정 상태를 포착할 수 있는 개념적 틀을 마련해야 할 것이다.

마지막으로, 본 연구는 계량서지학적 분석을 통해 연구 동향과 구조를 파악하는 데 집중하였기에 개별 논문의 세부 내용이나 실증 결과를 직접 다루지 못했다는 한계가 있다. 계량서지학적 분석은 연구 분야의 전반적 흐름을 이해하는 데 유용하지만 개별 연구의 심층적인 내용 파악에는 어려움이 있으므로 결과 해석 시 이 점에 유의해야 한다.

요컨대, 주거 불안정은 단순한 주택의 문제가 아닌, 사회적 불평등, 건강 격차, 복지 사각지대 등과 밀접히 연결된 복합적 현상이다. 해외와 국내의 주거 불안정의 현상과 사회적 배경이 다름을 고려한 후속 연구가 필요하다. 연구의 한계를 보완하기 위해 정량적 분석과 더불어 사례 연구 등 심층적인 정성 분석을 병행하여 주거 불안정 연구에 대해 보다 풍부한 이해를 도모해야 할 것이다. 궁극적으로 학술적 통찰과 정책적 노력이 결합 될 때 주거 불안정 문제의 근본적 완화를 기대할 수 있다.

참고문헌

1. 고정희·임미화·김덕례(2025), “서울시 옥탑방 거주자의 주거특성 및 주거불안 영향요인 분석”, 「토지주택연구」, 16(2): 1~18.
2. 구한민(2024), “코로나19 팬데믹을 전후로 청년의 주거 불안정은 어떻게 변화하였는가?”, 「지방행정연구」, 38(2): 27~62.
3. 권은선·김광중(2011), “주택재개발에 따른 비자발적 주거이 동이 세입자에게 미치는 심리적 영향”, 「서울도시연구」, 12(2): 41~60.
4. 김동훈·김규리·주영준(2021), “2020 구글 스칼라 매트릭스에 색인된 국내 주요 학술지에 대한 계량서지학적 분석”, 「정보관리학회지」, 38(1): 53~69.
5. 김성태·권영상(2020), “도시빈곤 주거지로서 다가구·다세대주택 옥탑방의 형성과 변화 - 관악구 봉천동 일대 청년가구 사례를 중심으로”, 「도시설계」, 21(2): 25~40.
6. 김솔희·서교·김태곤(2016), “한국농촌계획의 연구동향 분석을 위한 한국농촌계획학회 학술논문 (1995-2014)의 계량서지학적 분석”, 「농촌계획」, 22(1): 1~11.
7. 김영주·조인숙(2023), “빅데이터 분석방법론을 활용한 코로나19 전·후 주거스트레스 관련 키워드 변화 – 2018~2022년 신문기사를 중심으로”, 「한국주거학회논문집」, 34(2): 27~41.
8. 김윤민(2024), “열악한 주거환경에서 청년의 결핍된 삶과 위기 경험: 지하방, 옥탑방, 고시원 거주 청년을 중심으로”, 「사례관리연구」, 16(1): 151~182.
9. 김주영·강승범(2025), “다차원적 주거 불안이 정신건강에 미치는 효과: 성별 그리고 지역의 교차적 관점을 중심으로”, 「지역연구」, 41(1): 79~128.
10. 노승철·이희연(2009), “주거이동을 통한 주거 불안정성 변화에 관한 연구-저소득층을 대상으로 하여”, 「한국경제지리학회지」, 12(4): 507~520.
11. 박미선(2017), “한국 주거불안계급의 특징과 양상: 1인 청년 가구를 중심으로”, 「공간과 사회」, 27(4): 110~140.
12. 박애리·심미승·박지현(2017), “청년세대의 주거 빈곤 진입과 주거 불안정성 인식에 관한 연구”, 「청소년복지연구」, 19(2): 1~20.
13. 박종진·임수영·김언용·전한종(2023), “계량서지학적 분석을 통한 건축 분야 온톨로지 연구동향 분석”, 「대한건축학회논문집」, 39(2): 95~104.
14. 배진아(2022), “주제어프로파일링 및 동시출현주제어분석을 통한 한국의 프랑스학 연구 학회들의 정체성 분석”, 「프랑스 문화연구」, 55(1): 1~29.
15. 오근상·오문현·김은영·남진(2013), “서울시 소득계층별 주거 상·하향 이동에 관한 연구”, 「국토계획」, 48(5): 127~144.
16. 유영준·이재윤(2016), “웨스트민스터 신학학술지에 대한 계량서지학적 연구”, 「신앙과 학문」, 21(3): 225~245.
17. 이민주(2020), “대도시 거주자들의 주거불안정 영향

요인에 관한 다층분석", 「지역연구」, 36(4): 57~67.

18. 이민주·박인권(2019), "대도시 공간배제적 주거이동 영향요인 실증분석", 「국토연구」, 101: 49~73.
19. 이민주·백일순(2023), "지방소멸시대의 도시축소: 계량서지학적 방법론을 활용한 국내외 도시축소 연구동향 분석", 「한국도시지리학회지」, 26(2): 17~35.
20. 이새롬(2024), "청년층 주거 불안정 탈피 및 진입의 영향요인 분석", 「지역연구」, 40(3): 23~42.
21. 이소연·박혜선(2022), "1인 주거 연구의 국제적 동향에 대한 계량서지학적 분석", 「대한건축학회논문집」, 38(11): 13~24.
22. 이은정·이은영·김혜진(2024), "청년 가구주의 주거불안정의 유형과 우울에 관한 연구", 「보건사회연구」, 44(4): 443~468.
23. 이재윤·이지원·김수정(2020), "해외 계량서지 서비스 유형 및 사례 분석 연구", 「정보관리학회지」, 37(4): 225~253.
24. 이하민·박혜연(2023), "노인의 사회적 관계망에 대한 계량서지학적 분석", 「한국노년학」, 43(1): 65~77.
25. 장진하·남진(2023), "여성 주거에 대한 해외 연구의 계량서지학적 분석", 「대한건축학회논문집」, 39(7): 108~119.
26. 전지영·임재만(2023), "주거 불안정지수 개발과 영향요인 분석", 「부동산학연구」, 29(3): 21~32.
27. 최정상·김수진(2024), "주거취약계층의 주거상향 서비스 경험 연구 (중장년층 남성 1인 가구 중심으로)", 「미래사회복지연구」, 15(1): 65~93.
28. Bai, Y., H. Li and Y. Liu (2021), "Visualizing Research Trends and Research Theme Evolution in E-learning Field: 1999–2018", *Scientometrics*, 126: 1389~1414.
29. Clark, S. L. (2010), "Housing Instability: Toward a Better Understanding of Frequent Residential Mobility Among America's Urban Poor", *Center for Housing Policy*.
30. Darvish, H. (2020), "Diffusion of Nanotechnology Knowledge Using Mixed Methods", Sattler, K. D. (ed.), *21st Century Nanoscience–A Handbook: Public Policy, Education, and Global Trends (Volume Ten)*, CRC Press: Boca Raton.
31. DeLuca, S. and E. Rosen (2022), "Housing Insecurity Among the Poor Today", *Annual Review of Sociology*, 48: 343~371.
32. Desmond, M. and C. Gershenson (2016), "Housing and Employment Insecurity Among the Working Poor", *Social Problems*, 63(1): 46~67.
33. Desmond, M. and R. T. Kimbro (2015), "Eviction's Fallout: Housing, Hardship, and Health", *Social Forces*, 94(1): 295~324.
34. Desmond, M., C. Gershenson and B. Kiviat (2015), "Forced Relocation and Residential Instability Among Urban Renters", *Social Service Review*, 89(2): 227~262.
35. González-Alcaide, G., J. Gorraiz and J. L. Hervas-Oliver (2018), "On the Use of Bibliometric Indicators for the Analysis of Emerging Topics and Their Evolution: Spin-Offs as a Case Study", *El Profesional de la Información*, 27(3): 35~52.
36. González-Alcaide, G., P. Llorente and J. D. Ramos (2016), "Bibliometric Indicators to Identify Emerging Research Fields: Publications on Mass Gatherings", *Scientometrics*, 109(2): 1283~1298.
37. Han, H., J. Gui and S. Xu (2013), "Revealing Research Themes and their Evolutionary Trends Using Bibliometric Data Based on Strategic Diagrams", *2013 International Conference on Information Science and Cloud Computing Companion*: 653~659.
38. Hankins, K., M. Puckett, D. Oakley and E. Ruel (2014), "Forced Mobility: The Relocation of Public-Housing Residents in Atlanta", *Environment and Planning A*, 46(12): 2932~2949.
39. He, Q. (1999), "Knowledge Discovery through Co-Word Analysis", *Library Trends*, 48(1): 133~159.
40. Kang, S. (2023), "Severe and Persistent Housing Instability: Examining Low-Income Households' Residential Mobility Trajectories in the United States", *Housing Studies*, 38(9): 1615~1641.
41. Kleit, R. G., S. Kang and C. P. Scally (2016), "Why do Housing Mobility Programs Fail in Moving Households to Better Neighborhoods?", *Housing Policy Debate*, 26(1): 188~209.
42. Kumar, R., S. Singh, A. S. Sidhu and C. I. Pruncu (2021), "Bibliometric Analysis of Specific Energy Consumption (SEC) in Machining Operations: A Sustainable Response", *Sustainability*, 13: 5617.
43. Mühl, D. D. and L. de Oliveira (2022), "A Biblio-

metric and Thematic Approach to Agriculture 4.0", *Heliyon*, 8(5): e09369.

44. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Health and Medicine Division, Board on Population Health and Public Health Practice, Policy and Global Affairs, Science and Technology for Sustainability Program, and Committee on an Evaluation of Permanent Supportive Housing Programs for Homeless Individuals (2018), *Permanent Supportive Housing: Evaluating the Evidence for Improving Health Outcomes Among People Experiencing Chronic Homelessness*, Washington, D.C.: National Academies Press (US). Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519584/ (Accessed August 31, 2025).
45. Padgett, D. K. (2020), "Homelessness, Housing Instability and Mental Health: Making the Connections", *BJPsych Bull*, 44(5): 197~201.
46. Pritchard, A. (1969), "A Statistical Bibliography or Bibliometrics?", *Journal of Documentation*, 25(4): 348~349.
47. Rusydiana, A. S. (2021), "Bibliometric Analysis of Journals, Authors, and Topics Related to Covid-19 and Islamic Finance Listed in the Dimensions Database by Biblioshiny", *Science Editing*, 8(1): 72~78.
48. Tijssen, R. J. W. and A. F. Van Raan (1994), "Mapping Changes in Science and Technology; Bibliometric Co-occurrence Analysis of the R&D Literature", *Evaluation Review*, 18(1): 95~115.
49. Zhang, J., Q. Yu, F. Zheng, C. Long, Z. Lu and Z. Duan (2016), "Comparing Keywords plus of WOS and Author Keywords: A Case Study of Patient Adherence Research", *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(4): 967~972.
50. 한국도서관협회, "문헌정보학 용어사전", 2025.5.9 읽음. https://www.kla.kr/kla/reference07/402.

요 약

본 연구는 최근 주거비 부담 심화, 전세사기 확산 등으로 주거 불안정 문제가 사회적 쟁점으로 부상하고 있는 상황에서, 국제적 연구동향을 종합적으로 검토하고자 수행되었다. 기존 연구가 주거취약계층이나 경제적 요인에 주로 초점을 맞춘 데 비해, 본 연구는 보다 포괄적인 시각에서 주거 불안정 관련 학문적 논의를 체계적으로 조망하고자 하였다. 이를 위해 2000년부터 2025년까지 Web of Science에 수록된 해외 주거 불안정 관련 학술논문 2,374편을 대상으로 계량서지학적 분석을 실시하였다. 분석 결과, 2010년대 후반 이후 해당 분야의 연구가 급격히 증가하였으며, 특히 미국을 중심으로 노숙(homelessness), 정신 건강(mental health), 퇴거(eviction), 여성(women) 등이 핵심 주제로 부상하였다. 이는 주거 불안정이 단순히 주택 확보의 문제를 넘어, 건강, 복지, 사회적 불평등과 긴밀히 연계된 복합적 현상임을 보여준다. 또한 연구 키워드의 시기별 출현 경향은 주거 불안정 연구가 초기에는 경제적 요인, 지역사회와 불평등 구조에 집중되었다가, 최근에는 사회적 낙인, 젠더, 정신건강, 코로나19 팬데믹 등 보다 다차원적 맥락으로 확장되고 있음을 확인하였다. 결과를 토대로, 본 연구는 예방 중심의 주거복지 강화, 보건·복지와 연계한 통합지원체계 구축, 취약계층 맞춤형 주거지원 확대 등 정책적 시사점을 제시하였다.

주제어: 주거 불안정, 계량서지학적 분석, 연구 동향, 주거정책, 노숙

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):37-53 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.37

단독주택에 거주하는 독거노인의 주거 만족도 요인 분석 : 생활 인프라 역할을 중심으로

Housing Satisfaction Among Elderly Living Alone in Detached Single-Family Homes : Focusing on the Role of Living Infrastructure

권혁진* · 김진엽**
HyeokJin Kwon* · Jinyhup Kim**

Abstract
As of 2024, 37.8% of households with individuals aged 65 and older are single-person households, with an increasing proportion residing in detached single-family homes as they age. This study examines how living infrastructure accessibility affects housing satisfaction among the elderly living alone in such homes. Using data from the 2022 Korea Housing Survey, an ordinal logistic regression model was applied. The findings reveal three key points. First, elderly individuals living alone in detached single-family homes tend to have lower housing satisfaction when access to living infrastructure is insufficient. Second, the impact of living infrastructure accessibility on housing satisfaction varies depending on the elderly dependency ratio and the age of the dwelling. Third, the older the detached single-family home, the greater the impact of living infrastructure accessibility on housing satisfaction. These findings highlight the need for tailored policies to address regional disparities in living infrastructure and improve housing satisfaction for this population. Policy strategies should consider both infrastructure expansion and housing age when developing interventions for elderly individuals living alone in detached single family homes.

Keywords: Detached Single-Family Homes, Elderly Living Alone, Housing Satisfaction, Living Infrastructure

1. 서 론

현재 우리나라는 가구 수가 전국적으로 증가하고 있으며, 2022년 2,166만 가구에서 2052년 2,327만 가구로 증가할 전망이다(통계청, 2024c). 이러한 변화는 1~2인 가구의 확대와 같은 가구 구조 변화와 맞물리며 급속한 고령화를 동반하고 있다(통계청, 2024a). 특히 노인가구 중 독거노인의 비중은 2022년 192만 3천 가구(36.8%)에서 2052년에는 약 2.6배로 증가한 496만 1천 가구(42.1%)로 증가할 전망이다(통계청, 2024c). 이는 가구 구조의 변화가 중요한 사회적 문제로 자리매김할 것을 시사하며, 특히 부양할 가족들이 없는 독거노인을 대상으로 발생하는 사회적 문제점들에 대한 정책적 해결 방안의 중

*계명대학교 도시계획 및 교통공학과 석사과정(주저자: khj000905@gmail.com)
**계명대학교 도시계획 및 교통공학과 조교수(교신저자: jyk@kmu.ac.kr)
Received: June 27, 2025 / Revised: September 1, 2025 / Accepted: October 14, 2025

요성이 강조될 것을 의미한다.

독거노인의 주거 형태를 살펴보면, 46.2%는 단독주택에, 41.3%는 아파트에 거주하고 있다(통계청, 2024b). 주거 형태에 따라 생활환경과 주거 만족도는 큰 차이를 보이며, 아파트 거주 노인들은 생활 인프라 접근성이 상대적으로 높아 단독주택에 거주하는 노인들에 비해 주거 만족도가 높다(심준영 외, 2014). 아파트는 대체로 교통망, 의료 복지시설, 상업 인프라 등 주로 생활 인프라 시설과 밀집된 지역에 있어 생활 인프라 만족도가 높다. 반면에 단독주택은 상대적으로 이러한 편의시설에 대한 접근성이 떨어지기 때문에 생활 인프라 만족도가 낮다(김민정·김철영, 2024). 이러한 특징은 지역적 맥락에서도 차이를 보인다. 수도권보다 비수도권에서 사회적 유대 형성에 있어 공동체 참여의 중요성이 더욱 크게 나타난다. 이는 곧 지방 도시의 단독주택 거주 노인에게 이웃과의 상호작용이 삶의 안정과 정주의식을 강화하는 핵심 요인임을 시사한다(송경재, 2024). 즉, 아파트는 다양한 생활 인프라 시설이 근접해 있다는 점에서 생활의 편리함을 제공하지만, 이웃 간의 사회적 유대는 상대적으로 약하게 나타난다. 반면에 단독주택은 생활 인프라 측면에서는 불편함이 따를 수 있으나 지역 내 공동체 관계가 비교적 원활하게 유지된다. 이러한 상반된 특성은 고령자의 주거 선택에 있어 단순한 주변 환경과 시설 만족도뿐 아니라 사회적 관계망과 생활 인프라 분포 역시 중요한 고려 요소임을 암시한다.

고령자통계(통계청, 2024b)에 따르면 2022년 기준 65세 이상 노인 가구의 주택 만족도와 주거 환경 만족도는 모두 2.93점으로 나타났다. 주택 만족도는 전년과 동일했고 주거 환경 만족도는 0.01점 소폭 상승한 수준이었다. 그러나 전체 가구와 비교했을 때 고령자 가구의 주택 만족도는 0.07점, 주거 환경 만족도는 0.04점 낮게 나타났다. 대기오염이나 지역 유대 항목에서는 노인 가구의 만족도가 더 높았지만, 대부분의 생활 인프라 접근성 항목에서는 전체 가구가 더 높은 만족도를 나타냈다. 노인 가구는 전반적으로 주거 만족도가 낮은 편이며, 특히 생활 인프라가 부족한 지역에 거주할 경우 의료 서비스나 복지시설 접근이 어려워 만족도가 더욱 낮아질 수 있다는 연구 결과도 존재한다(천현숙·강미나, 2012). 이는 가족의 돌봄을 받기 어렵고 경제적 여건이 부족한 독거노인에게 생활 인프라 접근성이 더욱 중요한 요인으로 작용한다. 따라서 독거노인을 대상으로 한 주거 만족도 연구가 필요하다는 점을 시사한다.

독거노인이 급증하는 한국은 노인에 관한 다양한 연구들이 진행해 왔다. 그러나 생활 인프라 접근성이 독거노인의 주거 만족도에 미치는 영향에 대해 실증 분석한 연구는 부족한 실정이다. 이에 지역적 특성과 가구 형태를 반영하여 맞춤형 정책을 내세운다면 독거노인의 주거 만족도 상승과 사회적 고립을 막아 주거 안정에 크게 기여할 수 있다고 예상한다. 이러한 측면에서 우리나라의 독거노인을 대상으로 하는 본 연구는 상당히 의미가 있을 것이다. 아울러 본 연구에서는 노인부양비 수준 상·중·하를 고려하여 노인 비율에 따른 지역별 차이를 비교 분석한다. 이에 본 연구는 2022년 주거실태조사 데이터(국토교통부, 2024)를 활용하여 순서형 로지스틱 회귀분석을 사용하여 단독주택에 거주하는 독거노인을 대상으로 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 미치는 영향을 실증 분석한다. 특히 본 연구에서는 단독주택을 일반 단독주택, 다가구 단독주택, 영업 겸용 단독주택을 모두 포함하는 포괄적 범주로 정의하였으며, 이는 세부 유형 간 차이보다는 단독주택 거주 전반의 공통적 특성을 파악하는 데 초점을 두었기 때문이다. 이를 통해 단독주택에 거주하는 독거노인을 지역별 특성을 고려한 맞춤형 정책적 시사점을 제시한다.

2. 선행연구

2.1 노인 가구의 주거 만족도 연구

우리나라의 노인 가구의 주거 만족도 연구는 다양한 주제들로 활발하게 진행되었다. 인구 사회학적 변수와 주거 형태와 관련된 연구가 주를 이루었다. 인구 사회학적 변수에 관한 연구는 다음과 같다. 김소희(2009)는 주거만족집단과 불만족집단의 주거 특성의 차이를 파악하기 위해 개인적 특성 변수를 중심으로 실증 분석하였다. 60세 이상을 대상으로 면접 설문조사 자료를 활용하여 다중회귀분석을 실시하였다. 결과로 경제적 생활 수준이 좋을수록 주거 만족도 증가, 집의 크기가 클수록 주거 만족도 증가, 주택 노후도 낮을수록 주거 만족도가 증가함을 발견하였다. 천현숙·오민준(2013)은 노인가구 유형별이 주거 만족도에 미치는 영향을 파악하기 위해 노인가구 유형별 변수를 중심으로 실증 분석하였다. 2010년 주거실태조사를 활용한 순서형 로짓 모형 분석을 진행한 결과로 모든 가구 유형에서 이웃과의 관계, 병원 접근성 등이 좋을수록 주거 만족도가 높았다. 독거노인의 경우 대출 상환이 없을수록, 최저주거기준 충족할수록 주거 만족도가 증가함을 확인하였다. 이한나·김승희(2016)는 앞으로 다가올 초고령사회를 대비하여 준고령자와 고령자 모두 정책 대상으로 고려해야 한다고 판단하며 연령 집단 간 비교를 중심으로 실증 분석하였다. 강원도 18개 시·군을 대상으로 설문 및 면접조사를 준·고령자의 주거 만족도 차이 분석을 진행한 결과 준고령자는 시에 거주할 때 주거 만족도 증가, 고령자는 군에 거주할 때 주거 만족도가 증가하였다. 공통적인 변수로는 월평균 소득이 높을 때 아파트에 거주할 때 주거 만족도가 높은 것을 확인하였다. 김용욱 외(2023)는 서울에 거주하고 있는 1인 가구를 청년층, 중장년층, 노년층으로 구분하여 집단 비교를 중심으로 주거 만족도에 미치는 영향을 분석하였다. 2020 서울서베이 도시정책지표조사 자료를 활용하여 구조방정식 분석을 진행한 결과 청년층의 경우 대중교통 요인, 이웃 관계, 지역 환경, 치안 및 방범 요인이 유의한 양(+)의 영향을 미쳤다. 중장년층의 경우 대중교통 요인, 이웃 관계 요인, 지역 환경 요인이 유의한 양(+)의 영향을 미쳤다. 노년층의 경우 대중교통 요인, 지역 환경 요인이 유의한 양(+) 영향을 미쳤다. 또한 노년층의 경우 주거 만족도가 삶의 만족도로 이어지는 매개효과는 확인되지 않아, 노년층의 삶의 만족도는 물리적 환경보다 사회적 관계 유무에 더 큰 영향을 받는 것으로 분석되었다.

주거 형태와 관련된 연구는 다음과 같다. 강은택·정효미(2015)는 노인의 주거 특성에 따른 지역변수가 주거 만족도에 미치는 영향을 파악하기 위해 수도권 거주 여부 변수를 중심으로 실증 분석하였다. 한국노동패널 조사(Korean Labor & Income Panel Study, KLIPS) 15차 자료를 활용한 순서형 로지스틱 회귀분석을 진행한 결과 수도권지역 거주가 비수도권 지역 거주에 비해 주거 만족도가 높았다. 즉, 수도권지역의 편의시설, 대중교통 접근성이 좋을수록 주거 만족도가 증가함을 확인하였다. 구연희(2023)는 한국의 65세 이상 가구 비중이 급증하는 시점에서 주거 만족도는 독거노인의 삶의 질 확보에 중요한 요소가 될 수 있다고 판단하였다. 자가 및 임차 가구를 대상으로 점유 형태 변수를 중심으로 실증 분석하였다. 2018, 2021년 주거실태조사를 활용한 다중회귀분석을 진행한 결과 대중교통과 주변 도로가 좋을수록 자가의 주거 만족도가 높았고, 임차와 자가 모두 고령 친화 시설요인이 주거 만족도를 높이는 것으로 나타났다. 자가의 경우 문손잡이, 단차 제거가 주거 만족도를 높이고, 임차의 경우 단차 제거, 안전한 바닥재가 주거 만족도를 높이는 요인으로 작용하였다.

위와 같은 선행연구를 통해 노인인구의 주거 만족도는 물리적 주거 환경, 지역 특성, 경제적 특성, 주거 특성, 점유 형태 특성 등 다양한 변수들에 혼재된 영향을 받고 있다고 나타났다. 다양한 연구가 진행되

었음에도 단독주택에 거주하는 독거노인을 대상으로 진행한 연구는 존재하지 않았다. 이에 따라 단독주택에 거주하는 독거노인을 대상으로 한 주거 만족도는 추가적인 분석이 필요하였다.

2.2 노인 가구의 주거 환경 만족도(생활 인프라) 연구

노인을 대상으로 하는 주거 환경 만족도 연구는 지속해서 발전해 왔으며, 일반 가구와 노인가구 연구가 진행되었다. 일반 가구에 관련된 연구들은 다음과 같다. 황광선(2013)은 2010년 주거실태조사를 활용하여 점유 형태에 따른 주거 환경이 주거 환경 만족도에 미치는 영향을 파악하기 위해 점유 형태별 변수를 중심으로 실증 분석하였다. 분산분석과 회귀분석을 진행한 결과 자가 소유자들은 의료, 상업, 공공기관, 대중교통 접근성과 같은 물리적 주거 환경에 만족하고 있다고 나타났다. 반대로 전·월세 소유자들은 물리적 주거 환경에 대부분 만족하지 않다고 나타났다. 즉 자가와 전·월세의 주거 만족도 차이는 물리적 주거 환경 차이에 기인함을 발견하였다. 배민경·박승훈(2018)은 2014년 주거실태조사와 설문조사를 활용하여 지역적 특성이 주거 환경 만족도에 미치는 영향을 실증 분석하였다. 다수준 로지스틱 회귀 분석 결과 아파트에 거주할수록 주거 환경 만족도가 높고, 입지적 요인 중에 의료시설, 문화시설은 시설 수와 규모보다 접근성 좋을수록 주거 환경 만족도가 높은 것으로 나타났다. 추가로 도서관 수, 버스 정류장 수, 상업시설 수가 많을수록 주거 환경 만족도 높은 것으로 나타났다. 손희주·남궁미(2018)는 2016년 주거실태조사를 활용하여 가구의 생애 주기별에 따라 주거 환경 만족도에 미치는 영향을 파악하기 위해 가구 진입기(29세 이하), 형성 및 확대기(30~49세), 축소기(50~69세), 해체기(70세 이상)로 세분화하여 분석하였다. 순서형 로지스틱 회귀분석 결과 가구 축소기 집단에서는 상업시설 접근 용이성이 좋을수록 주거 환경 만족도가 높고, 가구 해체기 집단에서는 주변 도로의 보행 안전이 좋을수록 주거 환경 만족도가 높은 것으로 나타났다. 즉, 생애주기별 집단별로 주거 환경 만족도에 유의미한 영향을 주는 변수가 다름을 발견하였다. 옥희석(2020)은 2006년부터 2018년 주거실태조사를 활용하여 연도별로 지역별 주거 환경 만족도 차이를 분석하였다. 분석 결과 2016, 2017, 2018년에는 도 지역에 거주하는 사람들의 주거 환경 만족도가 낮은 것으로 나타났다. 2006, 2008, 2012, 2014년 경우에는 광역시에 거주하는 사람들의 주거 환경 만족도가 높은 것으로 나타났다. 교통, 교육, 문화, 경제생활 부분에서 비교적 좋은 도시 인프라를 가지고 있는 광역시가 주거 환경 만족도를 높이는 주요 요인을 추측하였다.

노인가구를 대상으로 하는 연구들은 다음과 같다. 권세연·박환용(2014)은 2010년 주거실태조사를 활용하여 서울시 1인 가구의 주거 환경 만족도에 미치는 영향을 실증 분석하였다. 선형 회귀 분석 결과 치안과 주택 만족도가 60대 이상 1인 가구에서 중요한 요인으로 나타났다. 특히 고령자의 특성 중 경제적 취약성과 사회적 관계망 축소를 고려할 때, 주거 환경의 안전성과 주택 자체에 대한 기본적인 만족이 주거 안정성을 유지하는 핵심 요소임을 확인할 수 있었다. 남궁미 외(2017)은 2012년 주거실태조사를 활용하여 수도권 거주 노인가구를 연령별로 구분하여 주거 만족도 결정 요인을 분석하였다. 순서형 로지스틱 회귀분석 결과 전기 노인가구는 집주변의 소음 상태, 주변 자연환경이 양(+)의 요인으로 나타났고, 후기 노인가구는 의료시설 접근과 주변 자연환경이 양(+) 요인으로 나타났다. 이러한 결과는 노인 집단의 연령 특성을 고려한 차별화된 주거복지 정책의 필요성을 시사하였다. 반승주 외(2021)은 2018년 주거실태조사를 활용하여 20년 이상 된 노후주택에 거주하는 65세 이상 독거노인을 대상으로 주거 환경이 주거 만족도에 미치는 영향을 실증 분석하였다. 다중회귀분석 결과 단독주택은 집의 구조

물과 방수상태, 방범 상태, 화재로부터 안전성이 개선 우선순위로 나타났고, 공동주택은 집의 구조물, 재난·재해 안전성, 환기 상태, 채광상태가 개선 우선순위로 나타났다. 이러한 결과는 주택 유형과 노후 정도에 따라 개선해야 할 주거 환경 요인이 상이함을 보여주며, 유형별 맞춤형 주거 환경 개선정책의 필요성을 시사하였다. 최정미 외(2024)는 2021년 주거실태조사를 활용하여 주거 환경 만족도가 주거 이동에 미치는 영향을 분석하였다. 표본 선택 이변량 프로빗 분석 결과 주거 환경 만족도 및 치안 및 범죄 방범 상태가 주거 이동과 주거 이동 계획 지역에서 음(-)의 요인으로 나타났다. 이는 현재 거주하고 있는 주거 환경 만족도가 높을수록 주거 이동 의사가 없고, 주거 이동 의사가 있는 경우 지역 내에서 이동할 확률이 높은 것을 의미한다.

위의 선행연구들은 주거 만족도와 주거 환경 만족도에 관한 분석을 통해 일반 가구와 노인가구가 서로 다른 요인에 의해 영향을 미친다는 점을 보여주었다. 일반 가구의 경우, 점유 형태와 지역적 인프라 특성이 주요 요인으로 파악되었다. 반면 노인가구 연구에서는 연령별 특성과 주택 노후도, 주택 유형에 따른 안전 및 환경 요인이 중요하게 작용하였다. 특히 노인가구의 경우 생활 인프라 접근성, 주거 안전성, 주택의 물리적 환경이 주거 만족도에 직접적인 영향을 미친다는 점이 반복적으로 확인되었다. 이는 주거 안전과 생활 인프라 접근성 강화하는 방향을 우선적으로 고려될 필요가 있다.

3. 연구 목적 및 질문

3.1 연구 목적

기존 선행연구들을 통해 가구 유형에 따라 주거 만족도에 미치는 요인이 서로 다르게 작용함을 확인하였다. 하지만 기존 연구들은 주로 연령별, 연도별에 초점을 맞추었으며, 지역적 특성이나 건축 노후도 요인을 반영하지 못했다. 이에 본 연구에서는 단독주택에 거주하는 독거노인을 중심으로, 노인부양비 수준을 구분하여 지역 간 차이를 살펴보고자 한다. 특히 노인부양비 수준을 상·중·하로 구분하여 분석을 진행한다. 추가로 주택 노후도에 따라 주거 만족도 차이를 비교함으로써 각 지역의 특성에 적합한 정책적 방향을 제시하고자 한다. 이는 단독주택에 거주하는 독거노인을 대상으로 지역적 특성을 반영했다는 점에서 기존 연구와 구별되는 차별성을 가진다. 이를 위해 다음과 같은 연구 질문을 설정한다.

3.2 연구 질문

3.2.1 생활 인프라가 주거 만족도에 미치는 영향 분석 (전체 독거노인 대상)

본 연구의 첫 번째 연구 질문은 단독주택에 거주하는 독거노인을 중심으로 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 어떤 영향을 미치는지를 파악한다. 다른 연령대와 비교하면 노인은 운전 능력 저하와 체력 감소로 인해 생활 반경이 좁아 주변의 생활 인프라 접근성이 중요한 요소로 작용한다. 특히, 독거노인은 부양할 자식과 배우자가 없기 때문에 생활 인프라에 미치는 영향이 크게 작용한다. 이에 본 연구는 연구가설 1로 “생활 인프라 접근성이 높을수록 단독주택에 거주하는 독거노인의 주거 만족도에 양(+)의 영향을 미칠 것”으로 예상한다.

3.2.2 노인부양비의 상·중·하 지역에 따른 생활 인프라가 주거 만족도에 미치는 영향 분석

본 연구의 두 번째 연구 질문은 노인부양비 수준 상·중·하 지역을 대상으로 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 미치는 영향을 분석한다. 노인의 비율이 많은 지역은 다른 지역들보다 노인 친화적 정책의 필요성이 크다. 특히 이동성의 제약이 가진 노인들의 경우, 생활 인프라 접근성은 삶의 질을 높이는 핵심 요소로 작용한다. 이에 본 연구는 노인부양비를 고령

화 수준과 사회·경제적 부담을 간접적으로 나타내는 지표로 활용한다. 17개 시도를 노인부양비 삼분위 구간을 설정하여 하위(20% 이하), 중위(21~32%), 상위(33% 이상)로 구분한다. 노인부양비가 높은 지역은 저부양비 지역에 비해 독거노인의 생활 인프라 접근성이 뚜렷한 차이를 보일 가능성이 크다. 따라서 본 연구는 이러한 지역별 고령화 수준을 반영하여, 독거노인의 주거 만족도를 결정하는 요인을 규명한다. 분석에는 각 구간을 대표하는 지역으로 노인부양비 하 구간은 울산(20%), 중 구간은 대구(26%), 상 구간은 전라남도(38%)로 분석을 진행한다. 대표 지역을 선정한 이유는 모든 지역을 투입할 경우 표본 불균형으로 인해 분석력 저하가 우려되어, 각 구간에서 표본 수가 충분하고 결측치가 적은 지역을 대표로 선택한 것이다. 물론 특정 지역 간 절대 비교에는 방법론적 한계가 있으나, 가능한 많은 변수를 통제함으로써 생활 인프라가 미치는 영향을 최대한 엄밀히 측정하고자 한다. 본 연구는 연구가설 2로 “노인부양비 상 지역에 더 많은 생활 인프라 접근성 요인들이 주거 만족도에 양(+)의 영향을 줄 것”으로 예상한다.

3.2.3 노인부양비의 상 지역에서 단독주택 노후도에 따른 생활 인프라가 주거 만족도에 미치는 영향 분석

본 연구의 세 번째 연구 질문은 단독주택 노후도에 따라 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 미치는 영향을 분석한다. 노후주택은 기반 시설 부족으로 인해 생활 인프라 접근성이 낮을 수 있다. 신규주택은 상대적으로 기반 시설이 마련된 시기에 건설되어 접근성이 더 좋을 가능성이 있다. 따라서 노후주택과 신규주택간 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 미치는 영향에서 차이가 나타날 것으로 예상한다. 이에 본 연구에서는 “노후 연도가 높은 주택일수록 더 많은 생활 인프라 접근성 요인들이 주거 만족도에 양(+)의 영향을 줄 것”으로 예상한다.

4. 자료 및 방법론

4.1 연구자료 및 변수구성

본 연구는 국토교통부에서 실시하는 주거 실태조사를 활용한다. 이 조사는 2006년부터 국민의 주거 실태에 대한 전반적인 항목들을 가구 설문조사를 통해 파악한 조사이다. 일반 가구 조사는 국민 전체를 대상으로 2년마다 짝수년에 실시하였지만 2017년부터 매년 조사가 되었다. 본 연구는 최신 상황을 반영한 분석을 진행하기 위해 일반 가구 조사 중에 가장 최근 자료인 2022년 주거실태조사 데이터를 분석에 활용한다. 연구에서 사용하는 데이터는 2022년 7월부터 12월까지 전국 가구를 대상으로 진행된 대규모 조사이다.

본 연구에서는 전체 표본 51,325개 중 연구 목적에 부합하는 표본을 추출했다. 65세 이상 가구만을 추출하여 총 21,631개 노인 가구를 선별했다. 이후 주택 유형별 차이를 더욱 명확하게 분석하기 위해 단독주택 거주 독거노인 가구만을 선별하였으며, 이 과정에서 8,829개 가구를 선별했다. 이후 데이터 정제 과정을 거쳐 분석에 영향을 미칠 수 있는 이상치를 제거한 결과, 최종적으로 7,785개 가구를 분석 대상으로 선별했다.

본 연구는 주거 만족도를 종속 변수로 설정하여 분석을 수행한다. 독립 변수는 기존 선행연구를 참고하여 가구 특성, 지역 특성, 주택 특성, 생활 인프라 접근 특성 네 가지 범주로 구분하였고, 변수 구성은 아래 Table 1과 같다. 종속 변수인 주거 만족도는 주거 환경 만족도와 주택 만족도의 평균을 구하여 리커트 척도인 값을 갖도록 한다. 설명변수는 독거노인의 가구 특성으로 나이, 학력, 월평균 총 경상소득, 부채 유무, 이사계획을 변수로 사용한다. 지역 특성은 수도권 여부로 구성하여 장소에 대한 통제를 시도한다. 주택 특성은 점유 형태, 건축 연도, 주택 사용 면적으로 구성하며, 건축 연도는 통계청 노후주택 분류 기준과 선행연구(반승주 외, 2021)를 참고하고, 표본의 균형을 고

Table 1. Variable Description

Category		Description
Dependent Variable	Housing Satisfaction	1 = Very dissatisfied 2 = Somewhat dissatisfied 3 = Generally satisfied 4 = Very satisfied
Household Characteristics	Age	65 years and older
	Education Level	0 = Less than high school graduate 1 = High school graduate or higher
	Total Assets	0 = Below average 1 = Above average
	Regular Income	
	Presence of Debt	0 = Not applicable 1 = Applicable
	Moving Plans	
Regional Characteristics	Capital Region Classification	0 = Capital region 1 = Non-capital region
Housing Characteristics	Tenure Type	0= Owner-occupied 1= Otherwise
	Year Built	0= 10 years or less, 1=20 years or less 2= 30 years or less 3= More than 30 years
	Usable Floor Area	0 = Less than 85 m^2, 1 = 85m^2 to less than 110m^2, 2 = 110 m^2 to less than 139 m^2, 3 = 139 m^2 or more
Accessibility to Living Infrastructure	Commercial Facilities	1 = Very dissatisfied 2 = Somewhat dissatisfied 3 = Generally satisfied 4 = Very satisfied
	Medical Facilities	
	Public Institutions	
	Cultural Facilities	
	Urban Parks and Green Spaces	
	Pedestrian Safety on Nearby Roads	
	Educational Environment	
	Public Safety and Crime Prevention Conditions	

려해 20년을 기준으로 노후주택을 구분한다. 생활 인프라 접근성은 상업시설, 의료시설, 공공기관, 문화시설, 도시공원 및 녹지 접근성과 주변 도로의 보행 안전, 교육환경, 치안 및 범죄 상태로 구성한다. 이는 주거 환경 만족도 문항 중 생활 편의시설 접근성 항목을 활용하며, 각각 리커트 4점 척도로 평가한다.

회귀모형의 독립 변수에 대한 다중공선성을 진단하기 위한 VIF 검정 결과, 모든 변수의 값이 1.02에서 4.06 사이로 나타났으며 평균은 1.78로 확인되었다. 일반적 다중공선성 기준치인 5를 초과하지 않아 다중공선성 문제는 없는 것으로 나타났다.

4.2 방법론

본 연구에서 주거 만족도는 순서형 변수이기 때문에, 적절한 분석 방법으로 순서형 로지스틱 회귀분석(Ordered Logistic Regression)을 활용한다. 주거 만족도는 “매우 불만족”, “약간 불만족”, “대체로 만족”, “매우 만족”까지의 리커트 척도로 측정된다. 이

러한 순서형 데이터는 연속형 변수처럼 다룰 수 없으므로, 일반적인 선형 회귀분석(OLS)보다는 순서형 로지스틱 회귀분석이 더 적합한 분석 방법이라고 확인된다. 순서형 로지스틱 회귀분석은 이항 로지스틱 회귀분석(Binary Logistic Model)을 확장한 형태로, 종속 변수가 단순한 이분법적 응답이 아닌 순서화된 다항 응답(ordinal response)을 다룰 수 있도록 설계된 모형이다. 더욱 자세한 내용은 이성우 외(2005)를 참고할 수 있으며, 순서형 로짓 모형의 기본 식은 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\Pr ob(y \le \mathrm{j} \mid \mathrm{x}) = \mathrm{F}(\mu_{\mathrm{j}} - \sum_{\mathrm{k}=1}^{\mathrm{K}} \beta_{\mathrm{k}} \mathrm{x}_{\mathrm{k}}) =$$

$$L(\mu_{\mathrm{j}} - \sum_{\mathrm{k}=1}^{\mathrm{K}} \beta_{\mathrm{k}} \mathrm{x}_{\mathrm{k}}) = \frac{\mathrm{e}^{\mu_{\mathrm{j}} - \sum_{\mathrm{k}=1}^{\mathrm{K}} \beta_{\mathrm{k}} \mathrm{x}_{\mathrm{k}}}}{1 + \mathrm{e}^{\mu_{\mathrm{j}} - \sum_{\mathrm{k}=1}^{\mathrm{K}} \beta_{\mathrm{k}} \mathrm{x}}}$$

순서형 로짓 모형에서 독립 변수 값에 대한 확률 값은 두 항간의 차이를 통해서 산정할 수 있다. 즉, 순서형 로짓 모형에서 $j = 1$인 경우의 확률은 $P(y = j) = P(y \le j) - P(y = j-1)$로 표현될 수 있다. 앞서 기본식에서 순서형 로짓 모형 J 개의 확률 값은 다음의 식으로 산정할 수 있다.

$$P(y=1) = L(\mu_1 - \Sigma_{k=1}^{K} \beta_k x_k) = L(-\Sigma_{k=1}^{K} \beta_k x_k)$$

$$P(y=2) = L(\mu_2 - \Sigma_{k=1}^{K} \beta_k x_k) - L(-\Sigma_{k=1}^{K} \beta_k x_k)$$

$$P(y=3) = L(\mu_3 - \Sigma_{k=1}^{K} \beta_k x_k) - L(\mu_2 - \Sigma_{k=1}^{K} \beta_k x_k)$$

$$P(y=J) = 1 - L(\mu_{J-1} - \Sigma_{k=1}^{K} \beta_k x_k)$$

$$(\therefore P(y \le J) = 1)$$

추가적으로 순서형 로지스틱 회귀분석의 가정이 충족됨을 확인하고자 모델 적합성 검사를 진행했다. 모델 적합성을 검증하기 위해 평행선 검정(parallel regression assumption test)을 실행했다. 그 결과 모든 P값이 0.05 이상으로 유의하게 나타났다.

4.3 노인부양비

노인부양비는 생산가능인구(15~64세)에 대한 고령인구(65세 이상)의 비율을 의미한다. 한국 사회는 급격한 고령화와 저출산 문제가 지속되면서 생산연령인구 감소 와 노인인구가 증가하고 있어 생산연령인구가 부담해야 하는 부양책임이 더욱 커지고 있다. 우리나라의 노인부양비는 생산연령인구 1백 명당 부양할 인구는 2017년 36.7명에서 2067년 120.2명까지 증가할 전망이다(통계청, 2019). 특히 지방과 인구밀도가 낮은 지역일수록 노인부양비의 성장 속도가 빠른 것으로 나타났다(한국고용정보원, 2024). 이러한 추세는 노년층의 주거 및 복지 환경에 대한 정책적 대응이 더욱 중요해지고 있음을 시사한다. 이에 본 연구는 노인부양비 수준에 따른 주거 만족도의 차이를 분석한다. 또한 Table 2는 시도별 노인부양비

Table 2. Old-Age Dependency Ratio by Region

Si/Do	Old-Age Dependency Ratio	Si/Do	Old-Age Dependency Ratio	Si/Do	Old-Age Dependency Ratio
Seoul	24%	Ulsan	20%	Jeollabuk-do	34%
Busan	31%	Sejong	14%	Jeollanam-do	38%
Daegu	26%	Gyeonggi-do	20%	Gyeongsangbuk-do	35%
Incheon	21%	Gangwon-do	33%	Gyeongsangnam-do	28%
Gwangju	21%	Chungcheongbuk-do	28%	Jeju	24%
Daejeon	22%	Chungcheongnam-do	28%	-	-

를 제시하고 있다. 이를 활용하여 노인부양비 수준에 따른 지역적 특성을 비교하기 위해, 노인부양비가 상대적으로 높은 지역인 전라남도, 중간 수준의 대구광역시, 낮은 수준의 울산광역시를 각각 대표 지역으로 선정하여 분석을 진행한다. 아울러 노인부양비를 상·중·하로 구분하는 접근은 지역별 고령화 수준을 반영함과 동시에 그에 따른 생활 인프라 수요 차이를 분석에 반영한다는 점에서 의의가 있다. 특히 노인부양비가 높은 지역은 저부양비 지역과 비교할 때 독거노인의 생활 인프라 접근성이 상이하게 나타날 가능성이 크다. 이에 본 연구는 지역별 고령화 수준을 고려하여 독거노인의 주거 만족도 결정 요인을 규명한다.

5. 실증분석

5.1 기초통계량

Table 3의 기술통계에서 주거 만족도는 4점 척도에서 평균 2.96, 표준편차 0.47로 나타나 전반적으로 만족 경향을 보인다. 응답자의 평균 나이는 76.87이다. 학력은 평균 0.25로 나타나 고등학교 졸업 이하이며, 자산은 0.34로 평균 이하인 경우가 많다. 월평균 수입은 0.37로 낮아 소득이 없는 고령층이 대다수임을 보여준다. 부채 보유 여부는 평균 0.15로 다수가 부채가 없다. 이사계획도 평균 0.01로 응답자의 대부분이 이사계획이 없음을 보인다. 점유 형태의 평균은 0.24로 자가 거주 비율이 상대적으로 높았

Table 3. Variable Statistics

Category		Mean	Std.dev	Min	Max
Dependent Variable	Housing Satisfaction	2.959	0.472	1	4
Household Characteristics	Age	76.867	7.422	65	101
	Education Level	0.250	0.433	0	1
	Total Assets	0.338	0.473	0	1
	Regular Income	0.371	0.483	0	1
	Presence of Debt	0.148	0.354	0	1
	Moving Plans	0.013	0.115	0	1
Regional Characteristics	Capital Region Classification	0.871	0.335	0	1
Housing Characteristics	Tenure Type	0.240	0.427	0	1
	Year Built	2.360	0.936	0	3
	Usable Floor Area	0.362	0.657	0	3
Accessibility to Living Infrastructure	Commercial Facilities	2.492	0.785	1	4
	Medical Facilities	2.415	0.811	1	4
	Public Institutions	2.522	0.777	1	4
	Cultural Facilities	2.286	0.808	1	4
	Urban Parks and Green Spaces	2.833	0.728	1	4
	Pedestrian Safety on Nearby Roads	2.936	0.627	1	4
	Educational Environment	2.636	0.733	1	4
	Public Safety and Crime Prevention Conditions	2.942	0.566	1	4
N		7,785			

다. 건축 연도 평균이 2.36으로 비교적 오래된 건물에 거주하는 비율이 높았다. 주택 사용 면적은 평균 0.36으로 주거지가 대체로 작은 면적에서 거주한다. 생활 인프라 접근성을 살펴보면 상업시설, 의료시설, 공공기관 접근성이 각각 2.49, 2.41, 2.52로 나타나 필요한 시설을 이용하는데 편리한 편이다. 문화시설 접근성은 평균 2.29로 다른 인프라에 비해 약간 낮지만, 도시공원 및 녹지 접근성은 2.83으로 양호한 수준을 보인다. 주변 도로 보행 안전은 2.94, 교육환경 만족도는 평균 2.64로 교통의 안전성과 교육환경에 대해 대체로 만족하고 있다. 치안 및 범죄율에 대한 만족도 역시 평균 2.94로 대체로 만족하는 것으로 나타난다.

5.2 생활 인프라가 주거 만족도에 미치는 영향 분석 (전체 독거노인 대상)

Table 4는 단독주택에 거주하는 독거노인의 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 미치는 영향을 분석

Table 4. Impact of Living Infrastructure on Housing Satisfaction (Elderly Living Alone)

Dependent Variable	Housing Satisfaction	Coefficient	Std.err.
Household Characteristics	Age	-0.002	0.005
	Education Level	0.241***	0.085
	Total Assets	0.398***	0.095
	Regular Income	0.053	0.835
	Presence of Debt	-0.214**	0.096
	Moving Plans	-0.278	0.278
Regional Characteristics	Capital Region Classification	0.442***	0.104
Housing Characteristics	Tenure Type	-0.424***	0.086
	Year Built	-0.765***	0.038
	Usable Floor Area	0.328***	0.053
Accessibility to Living Infrastructure	Commercial Facilities	0.377***	0.081
	Medical Facilities	0.231***	0.078
	Public Institutions	0.269***	0.073
	Cultural Facilities	0.013	0.059
	Urban Parks and Green Spaces	0.321***	0.048
	Pedestrian Safety on Nearby Roads	0.853***	0.059
	Educational Environment	0.196***	0.057
	Public Safety and Crime Prevention Conditions	1.305***	0.067
N		7,785	
LogLikelihood		-3579.11	
LikelihoodRatio (LR)		3463.68	
p-value		0.000	
Pseudo R^2		0.3261	

Note: *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

한 결과이다. 생활 인프라 접근성 중 상업시설(0.377, p<0.01), 의료시설(0.231, p<0.01), 공공기관(0.267, p<0.01), 도시공원 및 녹지 접근(0.321, p<0.01), 주변 도로의 보행 안전(0.853, p<0.01), 교육환경(0.196, p<0.01), 치안 및 방범 상태(1.305, p<0.01)가 주거 만족도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 황영명(2018)의 연구에서는 상업시설 접근성이 좋을수록 주거 만족도가 높다는 것이 확인되었다. 하지만 해당 연구에서는 전 연령을 대상으로 진행하고 본 연구에서는 독거노인만을 대상으로 진행했다는 차이점이 있다. 이에 따라 독거노인은 의료시설, 공공기관, 도시공원 및 녹지 접근, 주변 도로의 보행 안전, 교육환경, 치안 및 방범 상태에서 다른 연령층보다 더욱 중요한 요인이라고 예상한다. 의료시설 접근성 역시 중요한 요인으로 작용하는데 병원과 약국 등 의료 서비스 이용이 편리할수록 노인가구의 건강 유지 및 응급 상황 대처가 용이해 주거 만족도가 높아지는 결과로 예상한다. 이러한 결과는 장은하 외(2020)의 연구에서도 동일하게 나타났으며, 의료시설 및 공공기관 접근성이 좋은 경우 주거 만족도가 상승한다는 점을 뒷받침한다. 공공기관 접근성 또한 주거 만족도에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 주민센터, 우체국 등 행정기관이 가까울수록 노인층의 행정 서비스 이용이 편리해지며, 이는 주거 만족도를 높이는 요인으로 작용한다. 도시공원 및 녹지 접근성이 좋은 환경은 주거 만족도를 상승하는 시키는 것으로 나타났다. 김단야(2023)의 연구에서도 도시공원 및 녹지 접근성이 양호할수록 독거노인의 주거 만족도가 높아지는 것으로 나타났다. 공원과 녹지 공간은 노인의 여가 및 신체활동을 지원하는 역할을 하므로 이러한 공간이 가까울수록 독거노인의 생활 만족도가 증가하는 것으로 예상된다. 보행 안전성이 확보된 도로 환경은 주거 만족도를 높이는 중요한 요인으로 나타났다. 보도가 정비되어 있거나 교통안전 시설이 잘 구축된 지역의 경우, 노인들의 외출 및 이동이 용이해지면서 주거 만족도가 증가하는 것으로 예상된다. 치안 및 방범 상태가 주거 만족도에 중요한 요인으로 나타났다. 노인들은 안전한 거주 환경이 주거 만족도를 높이는 요인으로 예상된다. 이는 김병석·이동성(2021)의 연구와도 유사한 결과가 나타났다. 독거노인은 특히 치안 및 방범 상태가 양호할수록 주거 만족도가 높은 경향이 나타났다. 이러한 연구 결과는 연구가설 1의 "생활 인프라 접근성이 높을수록 단독주택에 거주하는 독거노인의 주거 만족도에 양(+)의 영향을 미칠 것"과 일치한다.

가구 특성에서는 학력(0.241, p<0.01)이 높을수록, 총자산(0.398, p<0.01)이 높을수록 주거 만족도에 유의미한 양(+)의 영향이 나타났다. 김단야(2023)의 연구에서도 비슷한 연구 결과로 독거노인의 학력이 높을수록 주거 만족도에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면에 부채 유무(-0.214, p<0.05)에서 부채를 가진 독거노인이 주거 만족도에 유의미한 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

지역 특성에서는 수도권 여부(0.442, p<0.01)에서 수도권보다 지방 도시에 거주할 때 주거 만족도가 높은 것으로 나타났다. 독거노인은 주거비용 및 생활물가가 높은 수도권보다 상대적으로 쾌적한 생활이 가능한 비수도권에서 거주하는 것이 주거 만족도가 높은 것으로 예상한다. 이는 김병석·이동성(2021)의 연구와도 유사한 결과로 나타났다.

5.3 노인부양비의 상·중·하 지역에 따른 생활 인프라가 주거 만족도에 미치는 영향 분석

Table 5는 노인부양비 상·중·하 지역의 단독주택에 거주하는 독거노인의 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 미치는 영향을 분석한 결과를 정리한 것이다. 노인부양비 상·중·하 지역에 따라 유의미한 결과가 차이가 나타났다. 먼저 노인부양비 상 지역에서는 상업시설 접근성(0.871, p<0.01), 공공기

Table 5. Impact of Living Infrastructure on Housing Satisfaction by Regional Old-Age Dependency Level

Dependent Variable	Housing Satisfaction	Ulsan (Low Old-Age Dependency Ratio)		Daegu (Medium Old-Age Dependency Ratio)		Jeollanam-do (High Old-Age Dependency Ratio)	
		Coefficient	Std.err.	Coefficient	Std.err.	Coefficient	Std.err.
Household Characteristics	Age	-0.084**	0.034	-0.012	0.026	0.007	0.014
	Education Level	0.189	0.525	0.018	0.460	0.311	0.314
	Total Assets	-0.386	0.562	0.794	0.500	0.227	0.289
	Regular Income	0.383	0.562	-0.267	0.434	0.239	0.253
	Presence of Debt	0.220	0.569	0.383	0.483	-0.171	0.356
	Moving Plans	-3.891	2.042	-0.245	1.895	0.937	2.051
Housing Characteristics	Tenure Type	-0.980	0.657	-0.090	0.514	-0.601**	0.280
	Year Built	-0.568**	0.246	-0.542**	0.272	-1.077***	0.117
	Usable Floor Area	0.309	0.344	0.431*	0.345	0.437***	0.166
Accessibility to Living Infrastructure	Commercial Facilities	0.949*	0.523	-0.501	0.424	0.871***	0.310
	Medical Facilities	0.578	0.530	0.585	0.454	-0.166	0.293
	Public Institutions	-0.060	0.526	1.069**	0.428	0.624**	0.311
	Cultural Facilities	0.266	0.516	-0.197	0.380	0.009	0.210
	Urban Parks and Green Spaces	1.658***	0.483	-0.046	0.349	0.327***	0.117
	Pedestrian Safety on Nearby Roads	0.907**	0.429	1.300***	0.393	1.132***	0.167
	Educational Environment	-0.206	0.604	0.873*	0.411	-0.068	0.159
	Public Safety and Crime Prevention Conditions	2.124***	0.517	0.650	0.430	0.932***	0.177
N		278		372		855	
LogLikelihood		243.34		132.87		596.32	
LikelihoodRatio (LR)		-89.234		-126.77		-433.733	
p-value		0.000		0.000		0.000	
Pseudo R^2		0.577		0.344		0.407	

Note: *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

관 접근성(0.624, p<0.05), 도시공원 및 녹지 접근성(0.327, p<0.01), 주변 도로의 보행 안전(1.132, p<0.01)이 양호할수록 주거 만족도에 양(+)의 영향을 미쳤다. 이는 생활 인프라 접근성 및 보안 및 안전이 노인부양비 상 지역에서 독거노인의 주거 만족도를 높이는 요인으로 나타났다. 김윤환·한효상(2024)의 고령인구 비율이 높은 전라남도와 고령인구 비율이 낮은 충청북도를 비교한 연구에서, 상업시설 접근성이 고령인구 비율이 높은 지역에서 주거 만족도에 유의미한 양(+)의 영향을 미친다는 유사한 결과

로 나타났다. 다만, 해당 연구는 아파트를 대상으로 진행된 반면, 본 연구는 단독주택을 대상으로 했기 때문에 공공기관 접근성, 도시공원 및 녹지 접근성, 주변 도로의 보행 안전, 치안 및 범죄 방범 상태 등이 단독주택 거주 노인가구에 더욱 중요한 요인으로 작용하는 차이점이 있다고 예상할 수 있다.

노인부양비 중 지역에서는 공공기관 접근성(1.069, $p<0.05$), 주변 도로의 보행 안전(1.300, $p<0.01$)이 좋을수록 주거 만족도가 높아지는 경향 나타났다. 하지만 김민정·김철영(2024)의 연구에서는 대구의 단독주택을 대상으로 한 연구에서 주변 도로의 보행 안전이 주거 만족도에 유의미한 영향을 미치지 않는다는 결과가 나왔다. 이러한 차이는 선행 연구가 전 연령대를 대상으로 했지만, 본 연구는 독거노인만을 분석한 데서 기인한 것으로 보인다. 즉, 노년층의 경우 보행 안전이 더욱 중요한 요소가 될 수 있다는 점을 반증하는 결과로 볼 수 있다. 또한, 다른 지역과 달리 대구에서는 교육환경(0.873, $p<0.1$)이 주거 만족도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

노인부양비 하 지역에서는 상업시설 접근성(0.949, $p<0.1$), 도시공원 및 녹지 접근성(1.658, $p<0.01$), 주변 도로의 보행 안전(0.907, $p<0.05$), 치안 및 방범 상태(2.214, $p<0.01$)가 양호할수록 주거 만족도가 높아지는 경향이 나타났다.

이러한 연구 결과는 연구가설 2의 "노인부양비 상 지역에 더 많은 생활 인프라 접근성 요인들이 주거 만족도에 양(+)의 영향을 줄 것"과 일치한다. 각 지역 특성에 맞는 맞춤형 정책적 접근이 필요하다는 점을 시사한다. 노인부양비 상 지역에는 상업, 의료, 공원 접근성, 보행 안전성, 치안을 중점적으로 개선하는 것이 필요하다. 노인부양비 중 지역에는 공공기관 접근성, 보행 안전성을 중점적으로 개선하는 것이 필요하다. 노인부양비 하 지역은 도시공원 및 녹지 접근성, 보행 안전성, 치안을 중점적으로 개선하는 것이 필요하다. 세 지역의 공통점으로 보행 안전성은 중요한 요인으로 나왔으므로 노인부양비 수준에 상관없이 보행 안전성을 중요한 요인으로 보인다.

5.4 노인부양비의 상 지역에서 단독주택 노후도에 따른 생활 인프라가 주거 만족도에 미치는 영향 분석

Table 6의 분석에서는 단독주택의 노후 정도에 따라 독거노인의 생활 인프라 관련 주거 만족도에 미치는 영향을 분석한 결과를 정리한 것이다. 분석 대상은 Table 5에서 노인부양비 상 지역이 다른 지역보다 주택 노후 연도가 주거 만족도에 가장 큰 음(-)의 영향을 보였기에, 해당 구간으로 분석을 진행한다. 노후 단독주택은 상업시설 접근성(0.823, $p<0.05$), 공공기관 접근성(0.829, $p<0.05$), 도시공원 및 녹지 접근성(0.329, $p<0.05$), 보행 안전성(1.218, $p<0.01$), 치안 상태(0.908, $p<0.05$)가 주거 만족도에 영향을 미치는 변수로 나타났다. 반면, 신규 단독주택은 치안 및 범죄 방범 상태(1.148, $p<0.01$)가 주거 만족도에 영향을 미치는 변수로 나타났다. 이는 단독주택의 노후도와 상관없이 치안 및 범죄 방범 상태는 주거 만족도에 영향을 미치는 것을 시사한다. 이재현·고봉성(2012)의 공동주택을 대상으로 한 연구에서는 주택의 유형에 상관없이 치안 및 범죄 방범 상태가 주거 만족도에 영향을 미친다는 결과가 나왔다. 이러한 연구 결과는 연구가설 3의 "노후 연도가 높은 주택일수록 더 많은 생활 인프라 접근성 요인들이 주거 만족도에 양(+)의 영향을 줄 것"과 일치한다. 추가로 치안 및 범죄 방범 상태가 모든 독거노인의 주거 만족도에 영향을 미치는 것을 의미한다. 또한 신규 단독주택에서 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 유의하지 않은 결과가 나타났다. 신규주택은 대체로 기반 시설이 일정 수준 이상 갖춰진 지역에 위치하기 때문이다. 즉, 상업·공공·교통시설 등 주요 생활 인프라에 대한 접근성이 전반적으로 양호한 환경에서는 주거 만족도에 미치는 상대적 영향력이 낮

Table 6. Effect of Living Infrastructure on Housing Satisfaction by Housing Age in High Elderly Areas

Dependent Variable	Housing Satisfaction	Aged Single-Family Homes (20 Years or Older)		Newer Single-Family Homes (20 Years or Less)	
		Coefficient	Std.err.	Coefficient	Std.err.
Household Characteristics	Age	0.015	0.016	-0.023	0.036
	Education Level	0.361	0.374	0.462	0.607
	Total Assets	0.328	0.353	0.430	0.523
	Regular Income	0.272	0.294	0.245	0.560
	Presence of Debt	-0.000	0.497	0.045	0.547
	Moving Plans	0.581	1.987	omitted	
Housing Characteristics	Tenure Type	-0.547	0.316	-0.248	0.653
	Usable Floor Area	0.610	0.195	0.251	0.304
Accessibility to Living Infrastructure	Commercial Facilities	0.823**	0.336	0.588	0.842
	Medical Facilities	-0.089	0.325	-3.844	0.715
	Public Institutions	0.829**	0.346	-1.425	0.836
	Cultural Facilities	0.022	0.237	0.192	0.463
	Urban Parks and Green Spaces	0.329**	0.132	0.017	0.283
	Pedestrian Safety on Nearby Roads	1.218***	0.184	0.583	0.440
	Educational Environment	-0.105	0.188	-0.003	0.319
	Public Safety and Crime Prevention Conditions	0.908**	0.202	1.148***	0.413
N		713		142	
LogLikelihood		448.97		40.73	
LikelihoodRatio (LR)		-347.951		-89.346	
p-value		0.000		0.0006	
Pseudo R^2		0.392		0.186	

Note: *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

아진다. 반면, 안전 요인은 주택의 노후도와 상관없이 핵심 요소로 작용하므로, 신규 단독주택에서도 치안 및 범죄 방범 상태가 유의하게 나타났다. 이에 따라 노후 단독주택과 신규 단독주택은 치안 및 방범 상태를 공통으로 고려하며, 주택 특성 및 지역적 특성에 따라 차별화된 정책이 필요한 것으로 나타났다.

추가적으로 분석 과정에서 '이사 계획(moving plans)' 변수는 제외되었는데, 이는 해당 하위 표본에서 모든 응답자가 '주거 이동 계획 없음'으로 응답했기 때문이다. 따라서 이는 분석 과정의 오류가 아니라, 변수 특성과 데이터 구조에 기인한 한계로 해석할 수 있다.

6. 결 론

우리나라는 초고령사회 진입과 1~2인 가구 분화로 인해 노인가구가 증가하며, 이에 따라 노인 주거 문제가 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 이에 많은 학

자들이 노인 주거와 관련된 다양한 연구를 진행해 왔다. 그러나 지금까지의 연구는 주로 연령별, 연도별 비교 중심에 분석에 초점을 맞추었다. 취약계층인 독거노인에 대한 분석은 제한적이었다. 또한 지역적 특성을 반영한 연구는 상대적으로 부족했다. 따라서 본 연구는 2022년 주거실태조사 자료와 순서형 로지스틱 회귀분석을 활용하여 위와 같은 한계점을 보안하고자 한다. 특히, 노인부양비 수준이라는 지역적 특성을 고려한 분석을 시도함으로써 기존 연구와 차별성을 지닌다.

주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 연구가설 1의 분석 결과, 생활 인프라 접근성이 높을수록 단독주택에 거주하는 독거노인의 주거 만족도 수준이 향상되는 것으로 나타났다. 상업시설, 의료시설, 공공기관, 도시공원 및 녹지, 보행 안전, 교육환경, 치안 및 방범 상태 모두 양(+)의 영향을 보였다. 특히 독거노인은 이동 범위가 제한되어, 생활 인프라 접근성이 중요한 요인으로 작용하였다. 이 중에서도 주변 보행 안전이 가장 큰 영향력을 보였다. 둘째. 연구가설 2의 분석 결과, 노인부양비 상 지역에 더 많은 생활 인프라 접근성 요인들이 주거 만족도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 노인부양비 상 지역에서는 상업시설, 공공시설, 도시 인프라, 녹지, 보행 안전, 치안이 주요 요인으로 나타났다. 반면 노인부양비 중 지역에서는 공공기관, 도시공원 및 녹지, 보행 안전, 치안 및 방범 상태가 핵심 요인으로 나타났다. 노인부양비 하 지역에서는 도시공원 및 녹지, 보행 안전, 치안 및 방범 상태가 주요 변수로 나타났다. 이는 지역 고령화 수준이 높을수록 생활 인프라 관련 요인이 주거 만족도에 더 큰 영향을 미친다는 점을 보여준다. 따라서 정책 수립 시 노인부양비 수준별로 우선순위를 구분하고, 공통적으로 보행 안전을 핵심 과제로 설정하는 것이 바람직하다. 셋째, 연구가설 3의 분석 결과, 건축 연도가 높은 주택일수록 더 많은 생활 인프라 접근성 요인들이 주거 만족도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 노후 단독주택에서는 상업시설, 공공기관, 도시공원 및 녹지, 보행 안전, 치안 및 방범 상태가 중요한 영향요인으로 나타났다. 신규 단독주택에서는 치안 및 방범 상태만이 유의미한 변수로 나타났다. 이는 신규 단독주택의 경우 기반 인프라가 양호하여 생활 인프라 접근성의 영향력이 낮아지는 반면에 치안 및 방범 상태 요인은 일관되게 중요한 요소임을 보여준다. 결과적으로 세 가지 가설의 실증분석을 통해 생활 인프라 접근성이 단독주택에 거주하는 독거노인의 주거 만족도에 중요한 요인으로 확인되었다. 특히 노인부양비 수준과 건축 연도를 고려할 때, 고령화 수준이 높거나 주택이 오래될수록 생활 인프라 접근성의 영향력이 커지는 경향이 드러났다. 따라서 정책적으로는 치안 및 방범 상태를 공통 핵심 과제로 삼고, 고부양비 지역과 노후주택 거주자를 위한 생활 인프라 지원이 필요하다.

최근 빠른 고령화와 가구 구조 변화로 인해 독거노인이 꾸준히 늘어나고 있으며, 이에 따라 주거 문제가 사회적으로 중요한 과제로 떠오르고 있다. 특히 이동성이 제한된 독거노인의 증가와 노후주택 비중 확대로 인해 생활 인프라의 중요성을 더욱 커지고 있다. 이에 따라 인구학적 특성, 지역적 특성, 주택 특성을 고려한 맞춤형 정책 방향의 필요성이 제기된다. 본 연구는 2022년 주거실태조사 자료를 바탕으로, 단독주택에 거주하는 독거노인을 대상으로 지역별 특성을 반영한 정책 방향을 제시하였다. 이를 통해 노인부양비 수준 차이를 고려한 분석을 시도한 점에서 연구의 의의를 가진다. 다만, 본 연구는 2022년 7월부터 12월까지 조사된 데이터를 활용하였으며, 이 시기는 코로나19 팬데믹의 영향이 완전히 해소되지 않은 시점이다. 따라서 시기적 특수성이 주거 만족도나 생활 인프라 이용 행태에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 또한 분석 대상과 시계열적 확장성 측면에서 제약이 있으며, 공간 단위가 시·도 수준에 머

물러 세밀한 행정 단위를 반영하지 못한 한계가 있다. 아울러 생활 인프라 접근성은 응답자의 주관적 인식에 의존해 측정되었기 때문에, 개인적 성향이나 정서적 요인에 따른 편향 가능성이 존재한다. 더 나아가 생활 인프라 접근성과 주거 만족도 간에는 상호작용으로 인한 내생성 문제가 발생할 수 있다. 따라서 실제 생활 인프라의 물리적 분포나 상업·의료 시설까지의 거리 등 객관적 접근성이 충분히 반영되지 못한 점 역시 고려할 필요가 있다. 또한 본 연구에서 공동주택 분석이 제외하였으며, 주택 유형 세분화가 이루어지지 못한 한계가 있다. 예컨대, 일반 단독주택, 다가구 단독주택, 영업 겸용 단독주택은 서로 다른 특성이 존재하며, 특히 독거노인의 경우 주택 유형에 따라 생활 여건이 달라질 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 여러 시점의 자료와 세밀한 행정 단위를 활용하여 주택 유형 세분화와 공동주택 분석을 포함한 후속 연구가 필요하다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 독거노인의 주거 만족도 향상을 위한 생활 인프라 측면의 주요 요인을 실증적으로 제시하고, 지역별 및 건축 연도별 맞춤형 정책 방향을 제안했다는 점에서 정책적·학술적 활용 가치를 가진다.

참고문헌

1. 강은택·정효미(2015), “노인가구의 주거특성이 주거만족도에 미치는 영향”, 「주거 환경」, 13(1): 109~121.
2. 구연희(2023), “고령 1인 자가 및 임차가구의 주거 만족도에 관한 연구”, 박사학위논문, 동의대학교.
3. 권세연·박환용(2014), “서울시 1인 가구의 주거환경 만족 영향요인 연구”, 「주택연구」, 22(1): 77~104.
4. 김단야(2023), “순서형 프라빗 모형 기반 1인가구 주거 만족도 영향 요인 분석: 지역별, 연령별, 소득별 영향요인 차이 규명을 초점으로”, 「부동산분석」, 9(2): 49~69.
5. 김민정·김철영(2024), “대구시 노후주택의 유형별 주거 만족도 영향요인 분석: 2019~2021년 주거실태조사를 중심으로”, 「한국도시설계학회지 도시설계」, 25(3): 41~51.
6. 김병석·이동성(2021), “노인 1인가구의 주거특성이 주거 만족도에 미치는 영향: 노인가구와 일반가구 비교를 중심으로”, 「주거 환경」, 19(3): 349~360.
7. 김소희(2009), “지역사회거주 노인의 주거 만족도 영향요인에 관한 연구”, 「사회복지정책」, 36(1): 117~142.
8. 김용욱·김새힘·황준원·조미정(2023), “청년 1인 가구의 주거환경이 주거와 삶의 만족도에 미치는 영향: 다른 연령 집단과의 비교를 중심으로”, 「LHI Journal」, 14(2): 19~34.
9. 김윤환·한효상(2024), “지역 고령인구비율 차이를 고려한 아파트 거주 가구주의 주거 환경 만족도 영향요인”, 「농촌의학·지역보건」, 49(3): 167~178.
10. 남궁미·최희용·전희정(2017), “노인가구의 연령별 주거만족도 차이 및 결정요인에 관한 연구”, 「한국정책학회보」, 26(3): 1~22.
11. 반승주·정희남·김재태(2021), “고령자 1인가구 주거공간의 환경요인개선 우선순위 분석”, 「부동산융복합연구」, 1(2): 81~99.
12. 배민경·박승훈(2018), “주거 환경 만족도에 영향을 미치는 도시의 지역적 특성에 관한 연구”, 「주거 환경」, 16(2): 183~195.
13. 손희주·남궁미(2018), “가구 생애 주기별 주거 만족도 영향요인 분석”, 「한국지역개발학회지」, 30(1): 169~196.
14. 송경재(2024), “지방소멸 시대의 사회적 자본과 공동체 참여: 수도권과 비수도권 비교연구”, 「시민사회와 NGO」, 22(2): 85~118.
15. 심준영·임병호·이시영·지남석(2014), “단독주택과 아파트 거주자의 주거 만족도 및 영향요인 비교 연구: 대전광역시를 대상으로”, 「국토지리학회지」, 48(1): 1~16.
16. 옥희석(2020), “세대와 거주 지역별 주택규모, 주거이동, 주거 환경 만족도의 변화 분석 연구: 2006년~2018년 주거실태조사를 대상으로”, 박사학위논문, 영산대학교.
17. 이성우·민성희·박지영·윤성도(2005), 「로짓·프로빗 모형 응용」, 서울: 박영사.
18. 이재현·고봉성(2012), “공동주택 거주자의 주거 만족도 결정 요인에 관한 연구”, 「주거 환경」, 10(3): 231~244.

19. 이한나·김승희(2016), “준고령자와 고령자의 주거 만족도 차이 분석”, 「주거 환경」, 14(4): 183~194.
20. 장은하·홍석호·백옥미(2020), “한국 노인의 주거만족 관련 요인: 체계적 문헌고찰”, 「노인복지연구」, 75(2): 27~62.
21. 천현숙·강미나(2012), 「저소득층 독거노인가구의 주거지원방안」, 세종: 국토연구원.
22. 천현숙·오민준(2013), “노인가구 유형별 주거 만족도 영향요인 비교연구”, 「한국주거학회논문집」, 24(5): 27~37.
23. 최정미·김경희·임미화(2024), “수도권 고령가구의 주거이동 선택에 대한 연구: 거주기간을 중심으로”, 「토지주택연구」, 15(4): 43~57.
24. 통계청(2019), “장래인구추계: 2017~2067년”, 대전.
25. 통계청(2024a), “2023년 인구주택총조사 결과(등록센서스 방식)”, 대전.
26. 통계청(2024b), “2024 고령자통계”, 대전.
27. 통계청(2024c), “장래가구추계: 2022~2052년”, 대전.
28. 한국고용정보원(2024), “지역별로 불균등하게 진행되는 고령화”, 세종.
29. 황광선(2013), “주택점유형태에 따른 주거 환경과 주거만족 연구”, 「서울도시연구」, 14(1): 57~72.
30. 황영명(2018), “1인 가구의 주거 환경 만족도에 관한 연구: 전국·서울시·부산시를 중심으로”, 박사학위논문, 영산대학교.
31. 국토교통부, “2022년 주거실태조사”, 국토교통부 통계누리, 2024.6.2 읽음. https://mdis.kostat.go.kr/dwnlSvc/ofrSurvSearch.do?curMenuNo=UI_POR_P9240.

요 약

2024년 기준으로, 65세 이상 가구 중 37.8%가 1인 가구에 해당하며, 연령이 높아질수록 단독주택 거주 비율이 증가하고 있다. 본 연구는 독거노인을 대상으로 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 어떤 영향을 미치는지를 실증적으로 분석한다. 이를 위해 2022년 주거실태조사 자료를 활용하여 순서형 로지스틱 회귀분석을 적용한 결과, 세 가지 주요 결론을 도출했다. 첫째, 단독주택에 거주하는 경우 생활 인프라 접근성이 높을수록 주거 만족도가 높아지는 경향을 보였다. 둘째, 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 미치는 영향은 노인부양비 수준에 따라 달라졌다. 셋째, 단독주택의 건축년도가 높을수록 생활 인프라 접근성이 주거 만족도에 미치는 영향력이 더 크게 나타났다. 이러한 결과는 지역 간 생활 인프라 격차를 해소하고, 독거노인의 주거 만족도를 향상시키기 위해 맞춤형 정책이 필요함을 시사한다. 특히 향후 정책 수립 과정에서는 생활 인프라 확충뿐만 아니라 단독주택의 노후 정도를 함께 고려하는 전략적 접근이 요구된다.

주제어: 독거노인, 단독주택, 생활 인프라, 주거만족도

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):55-67 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.55

스마트도시 조성을 위한 리빙랩 연구동향에 관한 소고

A Review of Research Trends in Living Labs for Smart City Development

이호현* · 박신원**
Ho-Hyun Lee* · Shin-won Park**

Abstract
This study examines how academic research on Smart City-Living Labs, an innovative approach to solving various urban problems arising from rapid urbanisation worldwide, has developed domestically and internationally by applying text mining methodologies. The analysis shows that smart city related research has been active overseas since 2002 and in Korea since 2016. This time lag appears to reflect the international diffusion of the Smart City-Living Lab concept from Europe (EU), followed by the gradual expansion of research in Korea as institutional foundations were established and relevant networks strengthened. In addition, an examination of key terms based on TF-IDF values reveals that, in the Korean literature, keywords such as 'citizen participation', 'user-centred', and 'service' have high weights, indicating a focus on service provision centred on citizens and users. By contrast, in overseas studies, terms such as 'data', 'innovation', and 'research' emerge with higher weights. This suggests that, whereas Korean research emphasises citizen participation and user-centred service delivery, international research seeks to more explicitly define and highlight the role of citizens through research grounded in technology and data. Overall, Smart City-Living Lab research, which has become a key paradigm for urban development in the twenty-first century, is establishing itself as an innovative and highly effective methodology for addressing the complex and multidimensional problems of cities. Accordingly, it is expected to continue to contribute to the development of integrated and holistic urban management strategies in which technology and social contexts are closely interconnected, serving as an important framework for future cities.

Keywords: Smart City-Living Lab, Text Mining, TF-IDF, Citizen Participation, Data

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

전 세계적으로 산업화와 도시화에서 유발되는 도시문제 해결을 위한 혁신적인 접근 방식으로 스마트도시(Smart City)가 확산되었고, 산업구조의 변화에 따라 정보통신기술(ICT)을 활용한 도시의 관리는 사회·경제적으로 중요한 과제가 되고 있다. 이러한 스마트도시는 단순하게 공공부문에서 새로운 기술을 도입하여 도시문제를 해결하려는 차원을 넘어 시민참여와 협력을 통한 지속가능한 도시 발전을 목표로 한다는 점에서 리빙랩(Living Lab)과 밀접한 관련이 있으며, 도시문제 해결에 있어 기술 중심의 솔루션 및 서비스 도입에서 확장되어 민(民)·관(官)·산(産)·학(學)과 같은 다양한 주체 간 협력이 강조되면서 실증적인 접근 방식을 가능하게 한다.

*중앙대학교 대학원 도시계획 부동산학과 박사과정 수료(주저자: winteran93@nate.com)
**한국토지주택공사 토지주택연구원 스마트기후환경센터 수석연구원(교신저자: soka21@lh.or.kr)
Received: July 8, 2025 / Revised: September 10, 2025 / Accepted: November 18, 2025

최근 스마트도시는 방대한 양의 데이터와 정보가 온라인 기사, 도서, 기술문서, 누리소통망 서비스(Social Network Services, SNS), 웹페이지 등에서 텍스트 형식으로 저장 및 제공되고 있는데, 다양한 텍스트 정보에서 어느 특정한 주제와 관련된 부분을 추출하여 의미를 분석하고, 사회 현상이나 연구 경향 등 고품질의 정보를 효율적으로 추출하기 위한 방법으로 텍스트 마이닝 방법론이 활용되고 있다. 이러한 패러다임의 확산은 스마트도시 리빙랩(Smart City-Living Lab)과 관련된 다양한 연구를 통하여 도시문제 해결방안을 제시하기 위한 주요 연구 주제로 자리 잡고 있다.

기존 김은지(2019), 배기련 외(2022), 성지은·한규영(2017), 최민주(2022) 등의 선행연구에서는 시민 중심의 리빙랩 지표와 모델을 구축하는 것에 주안점을 두어 이론적 토대를 마련하고자 하였다. 또한, 김성묵·김영준(2020), 김기연(2024) 등의 선행연구에서는 리빙랩과 관련된 국내 키워드 분석이 이루어졌으며, 스마트도시와 리빙랩이 매우 중요한 핵심 키워드로 도출된 것을 확인하였다. 하지만 국내 연구에만 치우쳐져 있어 스마트도시 조성에 필요한 리빙랩과 관련된 해외 연구도 함께 수행되어 국내와의 키워드를 비교할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 선행연구에서 공통적으로 도출되었던 핵심 키워드인 스마트도시 조성을 통해 도시문제를 해결하는 주요 혁신 도구인 시민참여를 기반으로 한 국내·외 스마트도시 리빙랩(Smart City Living Lab) 연구의 동향을 시계열적 관점에서 텍스트 마이닝 방법론을 활용하여 분석하고, 향후 스마트도시 조성을 위한 리빙랩의 연구 방향 설정을 위한 유의미한 학문적 기초자료를 제공하는 것에 그 의의가 있다.

1.2 연구의 범위와 방법

본 연구에서 활용한 분석자료는 학술자료 대표 검색엔진 사이트인 학술연구정보서비스(RISS; Research Information Sharing Services)와 전세계 학술 논문이 대량으로 수집되어 있는 Google 검색엔진 사이트의 자료를 활용하였다. 특히, 연구를 수행함에 있어 검색 대상에 초록을 포함시켰는데, 이는 연구의 핵심 주제와 주요 키워드를 가장 압축적으로 담고 있는 초록을 분석 대상으로 포함함으로써, 분석 결과의 정확성과 관련성을 높이기 위함이다. 즉, 초록에는 연구의 모든 과정이 모두 압축되어 제시되고 있다. 이에 초록을 검색 대상에 포함하는 것은 분석의 신뢰도와 타당성을 높이는 매우 중요한 연구 설계라고 판단되어 초록의 내용을 모두 포함하여 분석하고자 한다.

국내 자료는 3개(스마트도시 리빙랩, 스마트시티 리빙랩, Smart City Living Lab)의 단어를 검색하여 제목(주제어) 또는 초록으로 사용된 149편의 논문을 활용하고자 한다. 또한, 해외 자료는 2개(Smart City Living Lab, Urban City Living Lab)의 단어를 검색하여 제목(주제어) 또는 Abstract에 사용된 총 583편의 논문을 최종적으로 분석에 활용하고자 한다.

종합적으로 본 연구를 수행하기 위한 기초자료로써, 국내·외 학술 동향을 비교·분석하기 위해 총 732편의 논문을 활용하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 스마트도시 리빙랩의 개념

스마트도시(Smart City)는 다양하게 정의되고 있으나, 일반적으로 교통·안전·환경 분야 등 도시에서 발생하는 다양한 문제를 첨단정보통신기술(ICT; Information & Communications Technology)을 활용하여 시민들의 불편함을 해소하고, 쾌적한 삶을 누릴 수 있게 하는 일명 '똑똑한 도시'를 의미한다.

대한민국은 2008년 세계 최초의 스마트도시 관련 법률인 「유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률」을 제정하고, 신도시 중심의 U-City 개발을 추진하였다. 이후 2017년에는 기존 법률을 인프라 구축 중심의 스

마트도시 추진 체계를 기성 도시를 포함한 개발을 추진하기 위해 「스마트도시의 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률」로 전면 개편하였다(정승현·김민주, 2021).

리빙랩(Living Lab)은 인공지능(AI)·사물인터넷(IoT) 등의 신(新)기술을 활용하여 사용자가 도시에서 발생되는 문제를 해결하기 위한 시민사회 영역의 혁신적인 공간을 의미하는데, '살아있는 실험실', '우리 마을 실험실', '일상생활 실험실' 등으로 해석되어 상용화되었다. 특히, 리빙랩에서는 기술의 개발 및 고도화, 사업화 과정에서 해당 기술을 이용하는 수요자들이 수동적 역할 개념에서 해당 기술 개발 과정에 밀접하게 참여함으로써, 기술 혁신을 이끌어나가는 핵심 기능을 수행하는 주체로 역할이 변화된다(곽병창 외, 2023).

스마트도시에 적용되고 있는 스마트도시 리빙랩(Smart City- Living Lab)은 도시에서 발생하는 다양한 문제를 해결하기 위해 민(民)·관(官)·산(産)·학(學) 등이 함께 참여하여 실제 생활 환경에 혁신적인 기술이나 서비스를 개발 및 테스트하는 실험적 플랫폼을 의미한다. 이는 지역 주민들이 직·간접적으로 참여하는 방식으로 장기적인 관점에서 살기 좋은 도시를 형성하여 도시를 보다 발전시키고자 하는 것으로써, 의제 발굴부터 심층(주민) 조사, 문제의 해결방안 도출, 문제의 해결(실험), 보완점 도출, 피드백 반영까지의 전 과정을 통해 발생하는 각종 문제점들을 지역에 거주하고 있는 주민들과 함께 해결하고자 하는 것이 가장 큰 특징이다(이호현·박신원, 2023).

2.2 텍스트 마이닝(Text Mining)

텍스트 마이닝은 방대한 양의 텍스트 데이터에서 유용한 정보를 수집·전처리·표현·분석 및 해석하여 데이터 기반 의사결정을 지원할 수 있는 정보를 효율적으로 찾아내는 기법이다.

텍스트 마이닝 기반 기술은 빅데이터 기술과 자연어 처리(NLP; Natural Language Processing)로 논문과 같은 비정형 텍스트에서 유의미한 정보 또는 패턴을 찾는 연구의 한 영역으로 일련의 텍스트 분석과 처리 과정을 통해 이루어진다.

텍스트 마이닝의 첫 단계는 데이터의 품질과 관련성을 고려하여 웹사이트, 도서, 논문 등 다양한 자료를 찾아 텍스트 데이터를 수집하고, 수집된 텍스트 데이터를 전처리 과정을 통해 토큰화, 불용어 제거, 어간 추출 및 표제어 추출, 대·소문자 변환 등의 작업을 수행한다. 전처리된 텍스트는 단어 빈도-역문서 빈도(TF-IDF; Term Frequency-Inverse Document Frequency)와 단어 임베딩(Word Embedding)을 통해 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 변환한다.

대표적으로 네트워크 분석(Network Analysis)은 텍스트의 주요 의미를 가지는 단어들을 추출하여 연결 관계를 시각적 네트워크로 재구조화하여 보다 다양한 특성을 분류하는 데 유용하며, 주제 모델링(Topic Modeling)은 구조화되지 않은 대량의 문서 집합에서 내재된 토픽 구조를 발견하고, 통계적 추론 알고리즘으로 동일 또는 유사한 의미를 가진 텍스트 데이터를 클러스터링하는 방식으로 토픽을 추론하는 데 사용되고 있다. 이외에도 문서 분류와 연관 규칙 학습 등의 방법도 널리 사용되고 있다.

전반적으로 텍스트 마이닝 분석 결과는 인사이트를 도출하여 연구자의 의사결정을 지원하는 데 중요한 역할을 하기 때문에 데이터를 시각화하여 결과를 효과적으로 전달하는 것도 필수적이라고 할 수 있으며, 분석 결과를 통해 연구자는 다양한 분야에서 명확한 연구의 방향이나 전략을 세울 수 있게 도움을 주는 강점이 있다.

3. 분석모형 설정 및 기초 분석

3.1 LDA 토픽 모델링

잠재적 디리클레 할당(LDA; Latent Dirichlet Allocation)은 텍스트 데이터 내에 잠재된 주제(Topic)

를 확률적으로 추론하는 대표적인 토픽 모델링 기법이다. 문서를 여러 주제들의 혼합으로 구성되어 있다고 가정하고, 각 주제는 특정한 단어들의 확률적 분포로 정의된다. 이러한 LDA를 텍스트 마이닝 기법에 적용하여 다음 4가지의 특성을 반영한 국내·외 스마트도시 리빙랩(Smart City-Living Lab)의 분포 및 변화를 효율적으로 분석하고자 한다.

첫째, LDA는 비지도 학습 방식으로 동작하기 때문에 레이블링이 되지 않은 대규모 텍스트 데이터를 효과적으로 분석할 수 있다.

둘째, 문서 내 주제 분포와 주제 내 단어 분포를 확률적으로 표현하여 직관적인 해석과 주제의 시각화가 가능하므로, 주제 간 비교나 텍스트 내 주요 이슈 파악에 유리하다.

셋째, LDA는 단어와 문서 간의 관계를 명확하게 모델링하여 특정 텍스트가 어떤 주제들로 구성되어 있는지 정량적으로 나타낼 수 있어 다양한 분야에서 실무적으로 활용이 가능하다.

넷째, 대규모 텍스트 데이터 셋에서도 계산 효율성이 높아 빠른 분석이 가능하며, 분석의 확장성과 유연성이 뛰어나다.

이러한 LDA 모델을 적용하기 위해서는 전체 텍스트를 몇 개의 주제(k)로 분류할 것인지를 사전에 결정해야 한다. 즉, k값은 "해당 분야의 연구 동향이 총 몇 개의 핵심 흐름으로 구성되어 있는가?"라는 질문과 직결되며, 이 값의 선정 과정은 연구의 타당성을 입증하는 핵심 절차이다.

본 연구는 k값을 임의로 선정하지 않고, 통계적·정량적 지표를 통해 가장 객관적인 최적의 k값을 도출하고자 한다. 이를 위해 토픽 모델링의 품질을 평가하는 가장 보편적인 지표 중 하나인 토픽 일관성 점수(Coherence Score)를 사용하였다. Coherence Score는 특정 토픽을 구성하는 상위 단어들이 원본 텍스트에서 실제로 얼마나 자주 함께 등장하는지를 측정한다. 점수가 높을수록 해당 토픽이 우연의 일치가 아닌, 의미론적으로 명확하고 일관성 있는 주제(동향)로 구성되었음을 의미한다. 특히, LDA 모델의 주제 일관성을 평가하기 위해 R의 CalcProbCoherence 함수를 활용하여 토픽 응집도(Topic Coherence)를 측정하였다. 또한, KoNLP 패키지를 활용해 텍스트 데이터에서 명사를 추출하였으며, dplyr 패키지로 단어 빈도를 분석한 후 wordcloud 패키지를 이용해 핵심 키워드를 시각화하여 주요 키워드 분석을 도출하고자 한다. 이와 관련하여 토픽 응집도(Topic Coherence) 지표의 수식은 다음 식 (1)과 같다.

$$C_P(t) = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i=2}^{N} \sum_{j=1}^{i-1} \log \frac{DF(w_i, w_j) \cdot D}{DF(w_i) DF(w_j)} \quad (1)$$

* D: 전체 문서 수
* $DF(w_m, w_i)$: 두 단어가 함께 등장한 문서 수
* N: 토픽 내 단어 수

분석을 위해 k값을 2(최소 분류)부터 10(세분화)까지 순차적으로 변화시켜 각 모델의 Coherence Score를 측정하였다(Fig. 1).

그래프의 x축은 토픽 수(k)를, y축은 Coherence Score를 나타내며, 점수의 범위는 약 0.01에서 0.07 사이로 산출되었다. Coherence Score는 무차원 지표로써, 값이 높을수록 토픽 내 단어들의 의미적 결속력이 강하고 모델의 주제 해석 품질이 우수함을 의미한다. 이와 관련하여 토픽 수(k)를 2에서 10까지 순차적으로 변화시키며 Coherence Score를 산출한 결과, k=2에서는 약 0.015로 비교적 낮은 값을 보였으나 이후 k가 증가함에 따라 점수가 점진적으로 상승하였다. 특히, k=5부터 k=8에 이르기까지 Coherence Score는 전반적으로 상승하는 추세를 보이고 있었으며, k=8에서 약 0.066으로 최고점을 기록하였다. 이는 토픽의 수를 8개까지 세분화하는 과정이 '스마트도시 리빙랩' 연구들의 이질적인 특성들을 더 명확하게 분리하여 토픽의 품질을 향상시켰

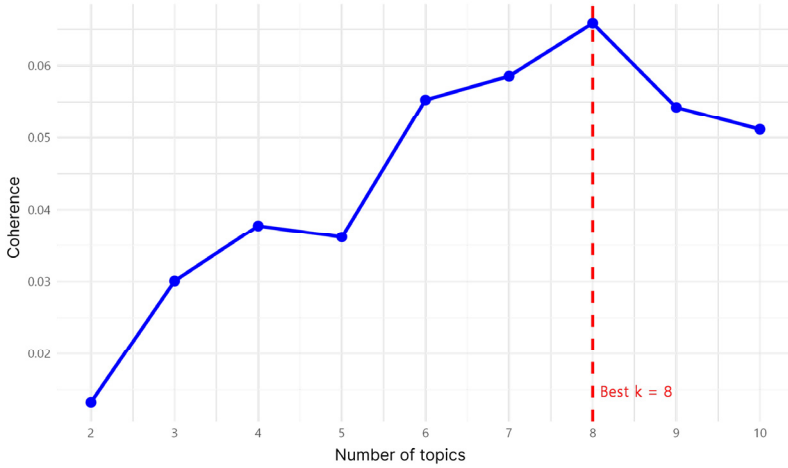


Fig. 1. Changes in the Coherence Score

음을 의미한다. 이 때 주목할 점은 k=8에서 점수가 가장 뚜렷한 정점(Peak)을 기록한 후, k=9부터는 오히려 점수가 하락한다는 것이다. 이것은 연구 동향을 8개보다 과도하게 세분화할 경우, 실제로는 하나의 일관된 동향이었던 주제가 불필요하게 쪼개지거나 의미 없는 단어들의 조합이 생성되어 토픽의 전반적인 품질과 일관성이 저하됨을 시사한다.

3.2 연도별 데이터 수집 및 전처리

본 연구에서는 국내·외 스마트도시(Smart City) 리빙랩 관련 연구를 수행한 논문의 제목(주제어), 국문초록의 비정형 데이터를 활용하여 스마트도시 리빙랩 연구의 주제 흐름, 핵심어 출현 빈도, 연구 방향성 등을 체계적으로 분석하고자 한다. 단, 복수형 단어(-s)를 단수형 단어로 모두 통일하였다. 이는 표제어 추출을 함으로써, 동일한 의미를 가진 단어의 다양한 형태를 하나로 통일하여 분석의 정확도를 향상시켜 데이터의 복잡성을 줄이기 위함이다. 이렇게 정리된 데이터는 R의 KoNLP 패키지를 활용해 텍스트 데이터에서 명사를 추출하였으며, dplyr 패키지로 단어 빈도를 분석한 후 wordcloud 패키지를 이용해 핵심 키워드를 시각화하여 주요 키워드 분석을 도출하고자 한다.

먼저 국내 스마트도시 리빙랩 관련 연도별 연구논문 수는 다음 Fig. 2와 같다. 2016년에 처음으로 연구논문이 발표되어 지속적으로 성장세를 보이다가 2022년 이후에는 일정한 연구 패턴을 보이고 있다. 특히, 2017년 한국리빙랩네트워크(KNoLL)의 출범과 U-City법(유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률)에서 스마트도시법(스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률)으로 개정된 이후 2019년에서 2021년에는 뚜렷한 양적 성장세를 보였다. 이는 스마트도시의 제도적 기반 정비와 리빙랩 네트워크의 활성화가 결합되어 연구의 양적 확대에 기여한 결과라고 해석된다.

해외 Smart City Living Lab 관련 연도별 연구논문 수는 다음 Fig. 3과 같다. 2002년에 처음으로 연구가 시작되어 2000년대 초기에는 다소 미미한 수준의 논의가 이루어졌으나 2010년을 기점으로 급격한 양적 성장이 나타났다. 이후 2012년부터는 연간 논문 발간 수가 일정한 수준이 유지되면서 비교적 안정적인 연구 패턴을 보이고 있는데, 2010년에 들어서면서 스마트도시 리빙랩의 개념이 국제적으로 널리 확산되어 연구의 초기 탐색 단계를 지나 성

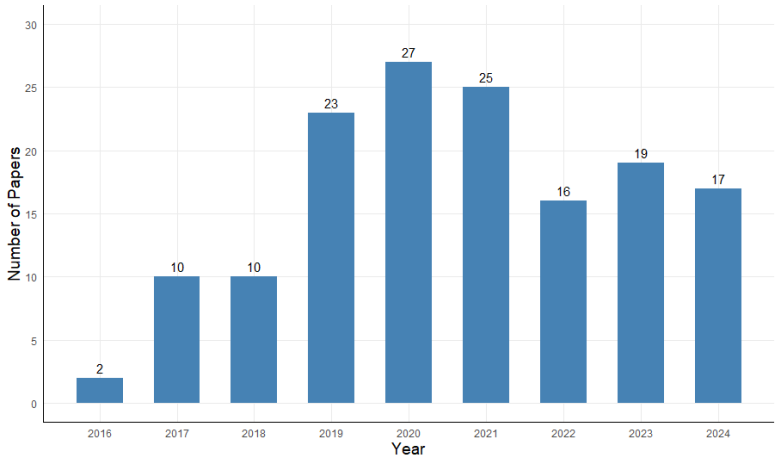


Fig. 2. Number of Papers Published by Year (Domestic)

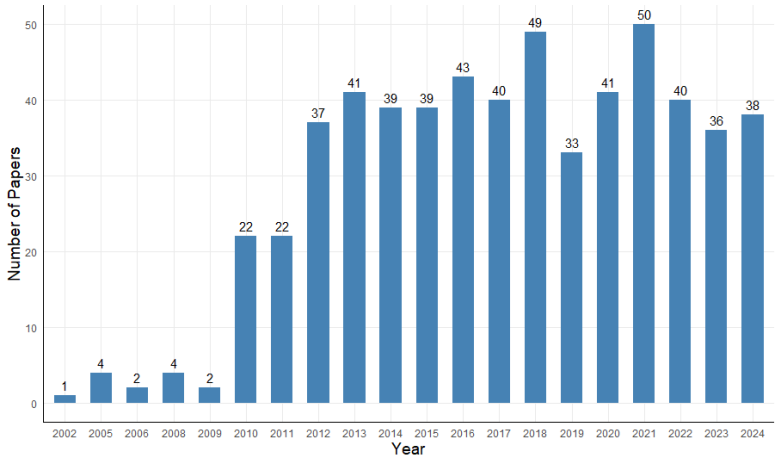


Fig. 3. Number of Papers Published by Year (Overseas)

숙기에 접어들었다고 이해할 수 있다. 특히, 이 시기부터 스마트도시 리빙랩이 단순히 이론적 논의에 머무르지 않고, 실증적·응용적 접근을 강조하는 실용 중심의 학문 분야로 자리 잡게 되면서 연구의 주제도 보다 다변화 및 구체화되는 경향을 보이고 있다. 또한, 스마트도시 리빙랩 개념이 전 세계적 확산과 더불어 연구의 초점이 점차 기존의 이론적 기반 확립이나 개념 정립 중심에서 벗어나 다양한 도시 환경과 사회적 맥락 속에서 실질적으로 발생하는 도시문제를 해결하기 위한 구체적·실무적인 연구와 적용 사례 중심으로 활발히 이루어진 결과로 이해할 수 있다.

4. 텍스트 마이닝 분석

4.1 워드 클라우드 분석

워드 클라우드(Word Cloud)는 특정 텍스트 데이터에서 단어들의 빈도수 또는 중요도를 시각적으로

표현한 것으로서, 자주 등장한 단어일수록 더 크게 나타난다. 사용자는 주로 문헌, 인터뷰, 설문조사 응답, 정책 문서 등을 분석할 때 워드 클라우드를 활용하고 있으며, 이러한 분석을 통해 주요 키워드를 직관적으로 파악하고 있다. 즉, 스마트도시 리빙랩 연구의 과거 경향과 방향성을 요약해 종합적인 인사이트를 도출할 수 있는 강점이 있다. 이에 본 연구에서는 국내·외 스마트도시 리빙랩(Smart City-Living Lab) 관련 자료에서 추출한 데이터를 기반으로 워드 클라우드를 생성하고자 한다.

먼저 국내에서 연구되었던 주요 단어와 의미를 Fig. 4에서 살펴보면 리빙랩, 스마트, 도시, 연구, 시민, 서비스 등이 가장 핵심적인 수단으로 자리잡고 있다. 이는 스마트도시 리빙랩이 단순한 실험 공간을 넘어서 시민참여 기반의 도시 혁신 거버넌스 모델로 부상하고 있음을 알 수 있다. 즉, 스마트도시 조성에 있어 기술 기반(TF, ICT) 못지않게 시민 중심,

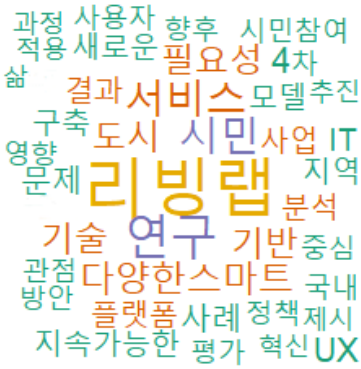


Fig. 4. Results of Domestic Word Cloud Analysis



Fig. 5. Results of Overseas Word Cloud Analysis

사용자 경험, 서비스 수요가 매우 중요하게 인식되고 있다는 것을 시사한다.

분석 대상은 실행 전략(운영·서비스), 제도적 모델(구축·평가), 정책 방향(지속가능성·도시재생) 등의 주제를 균형 있게 다루고 있다. 궁극적으로 이 모든 흐름은 스마트도시 정책이 기술 중심에서 사람 중심으로 전환되고 있음을 뚜렷하게 보여주고 있는 것이다. 종합적으로 스마트도시와 리빙랩을 단순한 구상 수준을 넘어 실행(Operationalization) 단계로 끌어올리고자 하는 시도가 강하게 드러나고 있는 것으로 확인된다.

해외에서는 Fig. 5에서 나타나듯이 Smart City-Living Lab 단어를 중심으로 Urban, Innovation, Data 등이 스마트도시 리빙랩 연구 분야에서 가장 핵심 수단이자 주요 키워드로 자리 잡고 있다. 특히, 도시 혁신과 지속가능성을 위한 리빙랩 개념의 확산과 더불어 도시문제 해결의 중심에 시민의 역할을 더욱 강조하고, 도시공간에서의 혁신을 촉진하는 방법론적 접근이 연구의 주요 흐름으로 정착되고 있다. 이와 관련하여 Data, Research, Development, Governance, Design, Citizens, Sustainability, Technology, Approach, Systems 등은 다음 단계인 중간 규모 키워드로 나타나고 있다. 이는 스마트도시 리빙랩 연구가 단순히 기술적인 측면을 강조하는 것을 넘어서 데이터 기반 연구를 활용해 도시의 지속가능한 발전을 핵심 가치로 삼고 있으며, 다양한 이해관계자들과의 협력을 바탕으로 도시의 복잡한 문제들을 실질적으로 해결하려는 통합적·실증적인 접근 방식을 중심으로 꾸준히 발전하고 있음을 의미한다.

또한, 데이터 기반의 연구 및 의사결정, 거버넌스 체계를 통한 정책적 지원, 사용자 중심의 디자인 접근법과 같은 실무 중심적인 요소들이 스마트도시 리빙랩 개념의 확산과 정착에 크게 기여하고 있음을 보여준다.

전반적으로 국내·외 스마트도시 리빙랩 연구는

모두 기술과 사람의 균형 잡힌 결합을 추구하고 있으며, 시민 중심적 접근과 도시 혁신 거버넌스 모델의 중요성을 뚜렷하게 강조하고 있는 공통점이 있다. 하지만 이와 관련하여 접근 방식의 경향성에서 일부 차이가 관찰된다. 국내 연구의 경우에는 세종특별자치시와 부산광역시 국가 시범도시 리빙랩 사례에서 나타나듯 개발된 기술·서비스를 실제 환경에 적용하고, 그 과정에서 얻은 결과를 바탕으로 정책적 효용성을 검증하여 제도적 안착을 지원하려는 실행적 측면에 집중하는 경향이 강하다. 반면, 해외에서는 MIT Senseable City Lab과 유럽 리빙랩 네트워크(ENoLL) 사례에서 나타나듯 전 세계 다양한 도시에서 생성되는 방대한 데이터를 심층적으로 연구하여 문제의 본질을 탐구하거나 시민참여 자체를 혁신의 핵심 동력으로 보아 방법론을 체계화하는 등 보다 통합적인 연구의 기반을 구축하는 데 무게를 싣고 있는 것으로 본다.

4.2 TF-IDF 분석

TF-IDF 분석은 비정형적인 텍스트 데이터 분석에서 특정한 단어가 문서 안에서 얼마나 중요한지를 평가하는 분석기법이다. 이는 단어 빈도(TF; Term Frequency)와 역문서 빈도(IDF; Inverse Document Frequency)의 곱으로 정의된다. 이 때 중요한 것은 앞서 분석한 Coherence Score는 LDA 모델을 통해 도출된 토픽의 해석 가능성과 품질을 평가하는 데 활용되는 반면, TF-IDF는 문서 내 단어의 중요도를 산정하는 데 활용된다는 점에서 그 차이가 있다.

TF는 특정 단어가 해당 문서 내에서 얼마나 자주 등장하는지를 나타내며, 일반적으로 단어가 문서 내에서 많이 등장할수록 높은 가치를 가진다. 그러나 모든 문서에서 흔히 등장하는 단어들은 TF 값만으로는 그 중요성을 충분히 평가할 수 없기 때문에 IDF로 이러한 문제를 보완하고자 해당 단어가 전체 문서의 집합에서 얼마나 드문지 희소성을 측정한다(김기연, 2024). 즉, 이 기법은 특정 단어의 중요도를 평가하는 데 사용되고 있으며, 단어 임베딩은 단어를 벡터 공간에 매핑하여 의미적 유사성을 반영하고 있다. 이와 관련하여 TF-IDF의 수식은 다음 식 (2)와 같다.

$$tf(t,d) = 0.5 + \frac{0.5 \times f(t,d)}{\max\{f(w,d) : d \ni w\}}$$

$$idf(t,D) = \log \frac{|D|}{\{D \ni d : d \ni t\}}$$

$$tfidf(t,d,D) = tf(t,d) \times idf(t,D) \quad (2)$$

* t: 특정 단어
* d: 특정 문서
* $|D|$: 문서집합 D의 크기
* $\{D \ni d : d \ni t\}$: t가 포함된 문서의 수

수식에서는 t(단어)가 d(문서)에서 얼마나 독특하고 중요한 단어인지를 수치로 표현한 값을 나타낸다. 이것은 한 문서에서 자주 등장하면서도 다른 문서에서는 보기 힘든 단어일수록 높은 가중치(TF-IDF)를 갖는다. 이러한 단어의 중요도를 효과적으로 측정하기 위해 먼저 명사 형태의 단어로 정제한 주요 키워드 빈도를 검토한 결과는 다음 Table 1과 같다.

국내에서는 스마트도시 기술과 디지털 서비스를 활용한 지역사회 발전 전략을 연구하는 과정에서 시민의 참여와 사용자 중심적 서비스 개발이 중요한 축으로 자리 잡고 있음을 발견할 수 있다. '시민참여', '사용자 중심', '서비스' 등과 같이 시민과 사용자를 중심으로 한 서비스 제공을 기반으로 한 키워드들이 높은 TF-IDF 값으로 나타나는 점은 스마트도시 리빙랩 연구가 기존의 기술 위주 접근에서 더 나아가 발전된 기술을 활용해 주민 참여와 사용자 경험을 핵심 가치로 설정하고 있음을 명확히 보여준다. 이는 기술과 도시 혁신의 방향성을 설정할 때 지

Table 1. Domestic and Overseas Occurrence Frequency of Key Word

Division	Frequency	Keywords
Domestic	Top 30	Smart City (531) Living Lab (359) Research (191) Citizen (144) Service (131) City (110) Various (97) Smart (95) Foundation (86) Necessity (80) Technology (77) Business (74) Platform (71) Results (67) Analysis (67) Problem (60) Case (54) Deployment (48) Model, New (47) Sustainable (44) Region (44) Impact (39) Policy (37) Center (34) Future (33) Perspectives (32) Methods (32) Evaluation (31) Citizen Participation (29)
Overseas		City (2573) Living (1651) Smart (1488) Lab (1438) Urban (1101) Innovation (624) Research (492) Technology (429) User (423) Data (366) Development (365) Paper (330) Approach (284) Design (276) Citizens (271) Based (251) Services (238) Project (230) Study (230) Social (228) Public (224) Process (215) Energy (206) Sustainable (204) Solutions (190) Challenges (186) Local (185) Project (185) Concept (184) Governance (161)

역 주민과의 협력을 통해 주민이 실제로 필요로 하는 실효성 있는 서비스 개발이 필수적이라는 점을 강력하게 시사하고 있다. 더하여 '사례(Case)', '개발(Development)', '참여(Participation)' 등의 융합 관련 단어들이 높게 등장하는 것은 지역사회에서 발생하는 다양한 도시문제를 해결하는 데 있어 단순히 이론적 차원에 머물지 않고, 실제 도시 현장에 적용이 가능한 구체적인 사례 연구와 이를 통해 실효성 높은 해결 방안을 모색하는 노력이 활발히 진행되고 있음을 의미한다. 즉, 스마트도시 기술과 서비스를 기반으로 지역사회가 겪고 있는 사회적·경제적·환경적 문제들을 효율적으로 해결하기 위해 지역 내 다양한 이해관계자들이 적극적으로 참여하고 협력하는 새로운 형태의 도시 혁신 모델이 대두되고 있음을 의미한다.

해외에서는 'Smart City(Urban)-Living Lab', 'Data', 'innovation' 'research' 등의 단어는 상대적으로 높은 TF-IDF 값을 보여 스마트도시 조성을 위해 관련 데이터를 활용한 연구를 통해 혁신을 하고자 하는 것으로 해석된다. 특히, 혁신을 의미하는 'Innovation' 키워드는 향후 스마트도시 리빙랩 연구의 근본적인 개념과 매우 밀접하게 연결된 의미 있는 핵심 단어로 본다. 이러한 혁신 개념은 단순한 기술 도입이나 인프라 구축 수준을 넘어 도시 내에서 지역사회가 당면한 복잡한 문제들을 해결하기 위한 포괄적·실현적인 접근 방식에서 출현하고 있다. 즉, 리빙랩의 개념이 도시 혁신과 지역사회 문제 해결이라는 구체적인 목표를 달성하기 위한 효과적인 방법론으로 자리 잡고 있으며, 연구에서는 이러한 혁신적 접근 방식을 다양한 지역사회 맥락에서 적용하고 있음을 알 수 있다.

더 나아가 주요 핵심 키워드가 시계열적 관점에서 얼마만큼 활용되었는지 살펴보고자 한다. Fig. 6에서 보면, 국내·외 스마트도시 리빙랩 관련 연구는 공통적으로 2010년대를 전·후로 급격한 관심과 확산

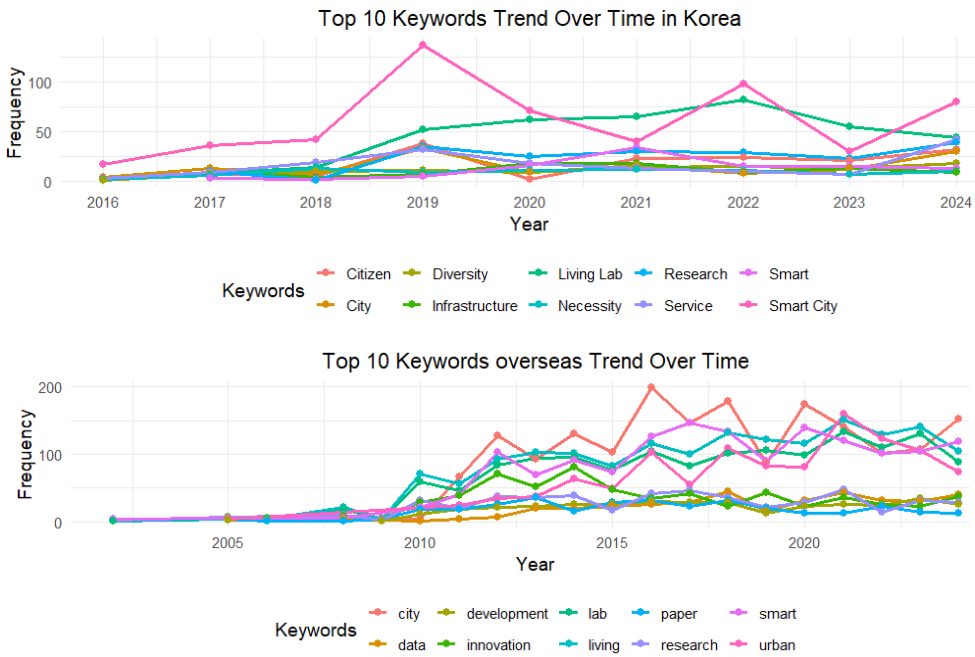


Fig. 6. Primary Keywords Trends Over Time

이 이루어졌으며, 2020년을 기점으로 '스마트도시', '리빙랩'과 같은 키워드가 주된 중심축으로 자리 잡는 양상이 뚜렷하다. 이러한 시계열적 변화는 국내·외 연구자들이 세계적인 스마트도시 담론을 적극적으로 수용하면서 이를 자국의 사회적·정책적 환경에 맞게 재해석하려는 경향과 밀접하게 연관되어 있음을 시사한다.

이와 관련하여 국내 스마트 기반 도시의 필요성이 높아짐에 따라 리빙랩과 같은 세계적인 방법론을 적극 수용했다는 큰 흐름을 읽을 수 있다. 이와 동시에 해외의 기술과 데이터 중심을 바탕으로 시민의 역할을 더욱 명시적으로 강조하는 것을 고려하여 '한국형 스마트도시' 모델을 구축하고자 지속적으로 노력하고 있음을 엿볼 수 있다. 즉, 글로벌 트렌드의 수용과 국내에서만의 독자적인 발전을 통한 로컬라이제이션(Localization) 과정이 키워드 빈도 변화에 그대로 나타나 있다고 본다. 예를 들어, 글로벌 사례를 수용하되 국내 지역별 실정에 맞게 변형한 스마트도시 계획이 대표적이라고 할 수 있다.

해외에서는 2000년대 초반에는 주요 키워드의 빈도가 전반적으로 낮은 수준을 유지하였으나, 2010년을 기점으로 뚜렷한 증가세가 나타났으며, 2012년부터는 다수의 키워드에서 뚜렷한 절정이 확인된다. 이 가운데 스마트도시 리빙랩 관련 계열이 가장 높은 빈도를 보여 주도적인 위치를 꾸준히 차지하는 추세를 보였다. 또한, 연구를 활용해 도시문제 해결을 위한 실증적 근거를 마련하고자 하는 빈도도 상당히 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 특히, 도출된 핵심 키워드 중 "paper"와 "research" 등의 단어는 분석 대상 문헌의 연구 성격(예: 이론 중심 연구에서 실증적 연구로의 전환), 연구의 축적 정도 등을 반영하는 중심 개념으로 해석된다.

전반적으로 21세기 도시 발전의 핵심 패러다임으로 자리 잡은 스마트도시는 더 이상 낯선 개념이 아니다. 첨단 기술을 활용하여 도시문제를 해결하여 시민의 삶의 질을 향상하려는 이 거대한 흐름은 전

세계적으로 확산되었으며, 국내·외에서 저마다 다른 방식으로 새로운 도시 모델을 구현하고자 노력하고 있다.

따라서 스마트도시 리빙랩 연구는 단순히 스마트 기술이나 ICT 기반 기술 적용에만 머무르지 않고, 지역 공동체를 중심으로 시민들이 능동적으로 참여하여 도시가 직면한 다양한 사회적·경제적·환경적 현안을 보다 체계적인 경험(사례)을 기반으로 해결하고자 하는 융합적·통합적인 접근 방식을 지향하고 있다고 본다. 향후 이러한 접근 방식은 도시 정책과 리빙랩의 실행 전략을 수립하는 데 있어 더욱 중요한 프레임워크로 기능할 것으로 기대되며, 주민 친화적인 스마트도시 구현에 기여할 것으로 전망된다. 이러한 과정을 통해 스마트도시 리빙랩 연구는 도시 문제 해결을 위한 새로운 학제적 연구 프레임워크를 제시하고, 실증적 자료의 축적을 통해 연구의 신뢰성과 타당성을 향상할 수 있으며, 더 나아가 스마트도시 연구의 이론적 지평을 확장하는 데 기여할 수 있을 것이라고 사료된다. 즉, 이것은 향후 스마트도시 리빙랩이 4대 요소(시민참여, 기술, 정책, 사회적 측면)를 모두 아우르는 융합적인 연구 방식을 더욱 강조하고자 하는 것이다.

5. 결 론

본 연구는 전 세계적으로 도시화가 급속하게 진행됨에 따라 도시에서 발생하는 각종 문제를 해결하기 위한 혁신적인 접근 방식인 스마트도시 리빙랩(Smart City-Living Lab) 연구에 대해서 텍스트 마이닝 방법론을 활용하여 국내·외에서 학문적으로 어떻게 발전해왔는지 고찰하였다. 분석을 위해 국내 기초자료는 학술자료 대표 검색엔진 사이트인 RISS(학술연구정보서비스)의 자료를 활용하였으며, 해외 기초자료는 전 세계 학술 논문이 대량으로 수집되어 있는 Google 검색엔진 사이트의 자료를 활용하였다. 이를 통해 스마트도시 리빙랩 연구의 주제 흐름, 핵심어 출현 빈도, 연구 방향성 등을 체계적으로 도출하고자 하였다. 이와 관련하여 본 논문에서 분석 결과는 크게 다음 4가지로 구분할 수 있다.

첫째, 먼저 LDA 모델의 주제 일관성을 평가하기 위해 토픽 응집도(Topic Coherence) 지표를 활용해 k값을 2(최소 분류)부터 10(세분화)까지 순차적으로 변화시켜 각 모델의 Coherence Score를 측정하였다. 점수의 범위는 약 0.01에서 0.07 사이로 산출되었으며, 토픽의 수를 8개까지 세분화하는 과정이 '스마트도시 리빙랩' 연구의 이질적인 특성들을 더 명확하게 분리하여 토픽의 품질을 향상시켰음을 확인하였다.

둘째, 스마트도시 리빙랩이 학문적으로 발전하게 된 시점은 해외에서는 2002년부터 연구가 시작되었으나 국내에서는 2016년부터 연구가 시작되었다. 이는 해외 그 중에서도 유럽(EU)에서 스마트도시 리빙랩의 개념이 국제적으로 널리 확산되었고, 연구의 초기 탐색 단계를 지나 성숙기에 접어들면서 국내에서도 이러한 흐름에 발맞춰 2017년 한국리빙랩네트워크(KNoLL)의 출범과 U-City법(유비쿼터스도시의 건설 등에 관한 법률)에서 스마트도시법(스마트도시 조성 및 산업진흥 등에 관한 법률)으로 개정하는 등 스마트도시의 제도적 기반 정비와 리빙랩 네트워크의 활성화가 결합되어 양적 확대에 기여한 결과라고 해석된다. 이러한 흐름에 따라 현재 스마트도시 리빙랩은 단순히 이론적 논의에 머무르지 않고, 실증적·응용적 접근을 강조하는 실용 중심의 학문 분야로 확고히 자리 잡게 되면서 연구 주제도 보다 다변화 및 구체화되는 경향을 나타내게 되었다.

셋째, 주요 단어 키워드를 살펴봤을 때, 국내에서는 스마트도시 기술과 디지털 서비스를 활용한 지역사회 발전 전략을 연구하는 과정에서 시민의 참여와 사용자 중심적 서비스 개발이 중요한 축으로 자리잡고 있음을 발견할 수 있었다. 반면, 해외에서는 리

빙랩의 개념이 도시 혁신과 지역사회 문제 해결이라는 구체적인 목표를 달성하기 위한 효과적인 방법론으로 자리 잡고 있으며, 연구에서는 이러한 혁신적 접근 방식을 다양한 지역사회 맥락에서 적용하고 있음을 알 수 있었다.

넷째, 더 나아가 핵심 키워드에 대한 시계열적 관점에서 살펴본 결과, 국내 스마트 기반 도시의 필요성이 높아짐에 따라 리빙랩과 같은 세계적인 방법론을 적극 수용했다는 큰 흐름을 읽을 수 있었다. 이와 동시에 해외에서는 기술과 데이터를 바탕으로 시민의 역할을 더욱 명시적으로 연구를 통해 강조하고자 하였다.

전반적으로 21세기 도시 발전의 핵심 패러다임으로 자리 잡은 스마트도시는 더 이상 낯선 개념이 아니다. 첨단 기술을 활용하여 도시에서 발생되는 다양한 문제를 해결하여 시민의 삶의 질을 향상하려는 이 거대한 흐름은 전 세계적으로 확산되었으며, 국내·외에서 저마다 다른 방식으로 새로운 도시 모델을 구현하고자 노력하고 있다. 향후 이러한 접근 방식은 도시 정책과 리빙랩의 실행 전략을 수립하는 데 있어 더욱 중요한 프레임워크로 기능할 것으로 기대되며, 주민 친화적인 스마트도시 구현에 기여할 것으로 전망된다.

그럼에도 불구하고 본 연구에서는 분석에 활용한 자료가 학술 데이터베이스에 한정되어 있어 비학술적 현장 사례나 정책적 동향 등 실무적 측면을 충분히 반영하지 못한 한계가 있다. 이에 향후 연구에서는 정성적 연구 방법과 결합하여 데이터를 추가적으로 보완한다면 보다 발전된 연구가 진행될 수 있을 것이라고 사료된다.

참고문헌

1. 곽병창·지원길·이성재·김길태(2023), “스마트하우징 주거서비스 기술에 대한 이용자 인식 개선을 위한 리빙랩 활용성 분석 연구”, 「LHI Journal」, 14(3): 125~135.
2. 김기연(2024), “리빙랩에 관한 연구 주제 및 동향 분석: LDA 토픽모델링과 의미 연결망 분석을 통한 탐색적 접근”, 「한국인터넷정보학회논문지」, 25(5): 171~182.
3. 김성묵·김영준(2020), “텍스트 마이닝을 이용한 리빙랩 연구동향 분석”, 「우리말글」, 18(8): 37~48.
4. 김은지(2019), “리빙랩 평가지표 개발에 관한 연구: 도시재생 리빙랩을 중심으로”, 박사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
5. 배기련·양정연·송경신·김재민·이준협·정혜주(2022), “보건복지 분야를 중심으로 본 국내 리빙랩 연구의 현황: 주제범위 문헌고찰”, 「보건사회연구」, 42(4): 248~265.
6. 성지은·한규영(2017), “중간지원조직의 리빙랩 현황과 플랫폼으로서의 발전 가능성 탐색”, 「기술혁신학회지」, 20(4): 915~938.
7. 이호현·박신원(2023), “효율적인 스마트시티 구현을 위한 리빙랩 활성화 방안에 관한 연구”, 「부동산학보」, 92: 115~132.
8. 정승현·김민주(2021), “EU 라이트하우스 프로젝트 분석을 통한 스마트시티 실증과 확산을 위한 시사점 도출”, 「LHI Journal」, 12(2): 1~12.
9. 최민주(2022), “시민 중심의 스마트도시 리빙랩 모델 구축”, 박사학위논문, 한밭대학교.

요 약

본 연구는 전 세계적으로 도시화가 급속하게 진행됨에 따라 도시에서 발생되는 각종 문제를 해결하기 위한 혁신적인 접근 방식인 스마트도시 리빙랩(Smart City-Living Lab) 연구에 대해서 텍스트 마이닝 방법론을 활용하여 국내·외에서 학문적으로 어떻게 발전해왔는지 고찰하였다. 분석 결과, 해외에서는 2002년부터, 국내는 2016년부터 스마트도시 관련 연구가 활성화되었으며, 이는 유럽(EU)에서 스마트도시 리빙랩의 개념이 국제적으로 널리 확산된 후 국내에서도 제도적 기반 정비와 네트워크 활성화로 연구가 점차 확대된 것으로 분석된다. 더하여 주요 키워드를 살펴봤을 때, TF-IDF 값이 국내에서는 '시민참여', '사용자 중심', '서비스' 등과 같이 시민과 사용자를 중심으로 한 서비스 제공을 기반으로 한 키워드들이 높게 형성되었다. 반면, 해외에서는 'Data', 'innovation' 'research' 등의 단어가 높게 형성되는 것을 확인하였다. 이는 국내 연구가 시민참여와 사용자 중심 서비스 제공에 초점을 맞추고 있는 반면, 해외 연구는 기술과 데이터를 바탕으로 시민의 역할을 더욱 명시적으로 연구를 통해 강조하고자 하는 것을 의미한다. 전반적으로 21세기 도시 발전의 핵심 패러다임으로 자리 잡은 이러한 스마트도시 리빙랩 연구는 도시의 복합적·다차원적인 문제를 효율적으로 해결하기 위한 실효성이 높은 혁신적인 방법론으로 자리 잡아가고 있다. 따라서 미래에는 기술과 사회적 맥락이 긴밀하게 연결된 융합적·통합적인 도시의 관리 전략과 중요한 프레임워크로 지속해서 발전에 기여할 것으로 전망된다.

주제어: 스마트도시 리빙랩(Smart City-Living Lab), 텍스트 마이닝, TF-IDF, 시민참여, 데이터

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):69-86 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.69

전세사기피해 예방을 위한 정책제안 : 대학가 실제 사례를 중심으로

The Policy Proposal for Prevention from Jeonse Fraud in Korea : Focusing on University Cases

류두원* · 양희진**
Doowon Ryu* · Heejin Yang**

Abstract

In this study, we investigated Jeonse fraud by focusing on a real case that occurred in university areas. Jeonse fraud can be classified into four main types: canned Jeonse, false or undisclosed important facts, abuse of counterforce, and illegal contracts. The case examined in this study is characterized as a modified form of Jeonse fraud. Based on this case, we recommend policies to prevent new victims of Jeonse fraud. First, landlords should bear an unconditional obligation to pay interest on delayed deposit returns when no prior agreement exists, without the need for lawsuit or verbal consent. Second, the Jeonse guarantee insurance policy should be amended to enable immediate eligibility and application at the time of contract date. Landlords should also be required to disclose and verify the maximum guarantee amount and confirm the property's eligibility for Jeonse guarantee insurance. Third, if there are no issues until the expiration date, tenants should have the right to claim a partial refund of their deposit. Fourth, regulations should mandate that landlords share building drawings with tenants. Fifth, given the high share of young adults among Jeonse fraud victims and their limited contract-related knowledge, institutional support measures for fraud prevention are essential. Beyond theoretical instruction, developing practical, experience-based learning programs and user-friendly educational applications would help improve young adults' access to real estate contract knowledge.

Keywords: Jeonse (Long-Term Rent with Lump-Sum Deposit) Fraud, Policy Proposal, Real Estate Policy, Real Estate Finance, Case Study

1. 서 론

전국주택가격동향조사에 따르면 전세는 전 세계적으로 우리나라에만 존재하는 주거임차 방식이다. 전세권이란 전세권자는 전세금을 지급하고 타인의 부동산을 점유하여 그 부동산의 용도에 좇아 사용·수익하며, 그 부동산 전부에 대하여 후순위권리자 기타 채권자보다 전세금의 우선변제를 받을 권리(민법 제 303조 1항)를 말한다. 2019년 국토교통부 주거실태조사 결과에 따르면 전체 주택 점유형태 중 전세 비중은 15.1%였으며, 2023년에는 전세(보증금 있는 월세, 보증금 없는 월세, 사글세, 일세 등을

*경희대학교 글로벌경영학과 조교수(주저자: lyucreon@khu.ac.kr)
**동국대학교 WISE 글로벌경제통상학부 부교수(교신저자: yhj427@dongguk.ac.kr)

Received: July 13, 2025 / Revised: August 25, 2025 / Accepted: September 9, 2025

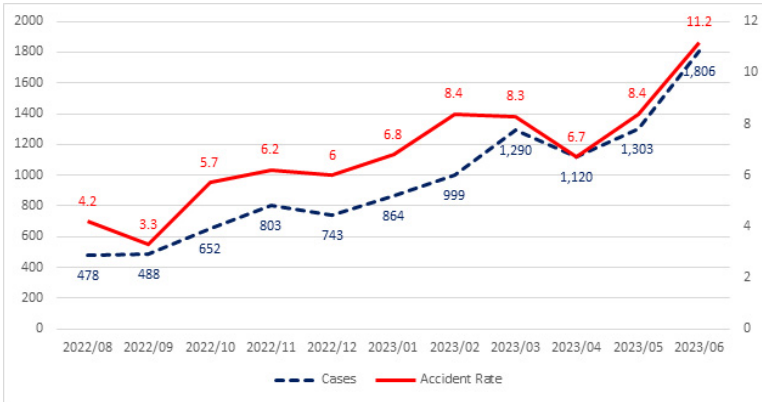


Fig. 1. Jeonse Guarantee Incidents in the Seoul Metropolitan Area (Cases & Rate)

Source: Korea Real Estate Board (2025) (in Korean)

포함)의 임차 비중은 38.8%로, 우리나라에서 대중적인 임대차 형식으로 자리 잡고 있다.

한국부동산원(2025)이 제공하는 부동산테크 임대차시장 사이렌에 따르면, 2023년 6월 수도권 기준 보증사고건수는 1,806건으로 사고율(보증만기도래금액 대비 보증사고금액)이 11.2%(약 4,129억여 원)에 달한다. 2022년 9월 488건, 3.3%(약 1,041억여 원)에 비해 사고율이 급격히 증가하고 있는 것으로 나타났다. Fig. 1은 한국부동산원에서 제공하고 있는 보증사고 자료를 수집하여 구성한 도표이다.

급격하게 사고건수와 사고율이 증가하고 있는 추세로, 이후 더욱 증가할 것이 우려되어 전세사기에 대한 해결과 피해자 지원이 매우 절실하다고 할 수 있다. 한 가지 유의하여 살펴볼 부분은 해당 사고건수와 사고율, 사고금액이 '보증사고'에 대한 부분이라는 것이다. 즉, 전세보증보험 가입자들의 전세피해에 대한 통계임에도 불구하고 매우 높게 나타나고 있어 미가입자를 포함한 전세사기 피해 건수와 사고율, 사고금액, 규모 등은 이를 훨씬 상회할 것이므로 그 심각성이 상당할 것으로 예상된다.

또한, 보증보험에 가입하지 못한 상당수의 전세사기 피해자들은 민사재판이나 형사 고소·고발은 시도하지 못하고 오히려 전세금의 일부라도 돌려받기를 바라며 가해자에게 호소하는 처지에 놓이기도 한다. 최근 다양한 형태의 부동산 전세 사기가 보고되면서 이에 대한 각별한 주의가 요구되고 있지만, 전세사기 및 전세금 반환 문제의 주요 특징은 임차인(세입자)이 철저하게 주의를 기울이고 신경을 쓴다고 하여도 해결 방법을 찾기 어려운 점에 있다. 이러한 전세사기는 주거생활에 직접적인 영향을 미치기 때문에 피해자에게는 장기적으로 심각한 피해를 초래하고 사회적으로도 막대한 손실을 유발하는 만큼, 그 파급효과가 광범위한 사회적 문제로 대두되고 있다.

최근 전세사기에 대한 사회적 관심이 높아지면서 전세사기 유형 및 대응방안에 대한 다양한 연구가 시도되고 있으나 실제 발생한 전세사기를 대상으로 전세사기를 유형별로 구분하고, 해당 사례에 대해 공식적인 자료와 인터뷰를 통해 심도 있게 살펴본 연구는 드물다. 이러한 측면에서 본 연구는 서울시내 한 대학가에 위치한 도심형생활주택에서 실제로 발생한 사건을 구체적으로 살펴보고, 관련된 정책적 제언을 하고자 한다. 기존 연구와는 달리 실제 피해자 다수가 대학생 등 청년층으로, 전세사기 범죄로 드러나기 전까지 대다수의 피해자들이 인지를 못하거나 범죄 사실 이후에도 미숙한 대처 방법으로 많은 대학생들의 피해가 발생한 사건을 대상으로 정책

적 및 제도적 전세사기 해결방안을 제시한다. 전세사기에 취약한 청년층에 대한 피해를 줄이고 임차인의 피해보상에 초점을 맞춰 실질적인 시사점을 제시한다는 점에서 기존 연구들과의 차별성이 있다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

전세계약을 통해 임차인(전세권자)은 전세보증금을 안전하게 돌려받을 수 있는 담보권자로서의 지위를 가지며 주택 가격보다는 낮은 금액으로 주택을 이용할 수 있고,[1] 임대인(전세권 설정자)은 전세보증금을 통하여 무이자로 자본 조달을 할 수 있기 때문에, 레버리지 효과를 누릴 수 있음과 동시에 주택가격 상승도 기대할 수 있다는 장점을 가지고 있다(신세덕, 2023; 황세은·장희순, 2023). 그러나 동시에 전세 보증금 시세는 주택가격, 금리 등의 영향을 받아 부동산 시장 변동에 민감하게 반응하며, 만기 시에 임차인이 자신의 보증금을 돌려받지 못할 가능성이 존재한다는 약점이 있다. 이처럼 해당 전세금을 돌려받지 못하거나, 전세 계약과 관련하여 재산상의 손해를 입히는 사기 행위를 전세 사기라고 한다.[2] 최근 금리 변동과 단기금리를 비롯한 다양한 거시경제변수와 유의한 관계에 있는 부동산 시장의 급격한 가격 변동(홍정효·문규현, 2009; 전해정, 2014)으로 인하여, 전세사기는 그 규모와 빈도수에서 매우 심각한 지경에 이르렀다.

최근의 전세사기 사건들은 서민들의 생계를 크게 위협하고 경제 질서를 어지럽히는 것뿐만 아니라, 피해자들이 극단적인 선택을 하는 안타까운 사례들이 있어 목숨까지도 위협하는 심각한 범죄행위이자 민생안정을 위해 최우선적으로 다루어져야 하는 사안이라고 할 수 있다. 이처럼 전세 제도의 위험이 사회적 문제로 대두 되면서 전세제도의 문제점을 역전세, 갭투자, 전세사기, 전세보증금 가격 급등락으로 설명하며 전세제도 폐지를 위한 정책제안을 제시(신세덕, 2023)하는 연구도 있다. 이에 정부에서도 전세사기 피해 임차인 추가지원 대책을 발표하고[3], 전세사기에 가담한 것으로 의심되는 공인중개사들을 대상으로 특별 점검을 실시하는 등 여러 정책을 발표하고 있으나[4], 당장 심각한 피해를 입고 있는 피해자들을 구제하기에는 역부족이다.

지난 2022년 9월 1일 '임차인 재산 보호와 주거안정 지원을 위한 전세사기 피해 방지방안'(이하, 전세사기 방지방안)을 정부 관계부처 합동으로 발표했다.[5] 전세사기 방지방안에 따르면, 전세사기의 유형은 크게 '깡통전세', '중요사실 허위·미고지', '대항력 악용', '위법 계약'의 네 가지로 나누어 볼 수 있다. '깡통전세'는 매매가격보다 전세가격을 높게 설정하는 것으로 정보비대칭이 주요원인이며, '중요사실 허위·미고지'는 세금체납, 대출 사실을 숨기고 계약을 체결하는 형태의 사기를 말한다. '대항력 악용' 사례는 계약당일에 주택을 매도하거나 근저당을 설정하여 임차인이 충분한 대항력을 갖출 수 있는 시점까지의 간극을 악용하는 사기 수법이며, '위법 계약'은 임대인 사칭, 직거래 유도, 무권한자의 계약 체결 등으로 임차인의 법적권리를 제한하여 이루어지는 사기 방법이라고 할 수 있다.

경찰청은 22년 7월부터 24년 7월까지 전세사기 전담수사팀 2,118명을 편성하여 전국적인 특별단속을 추진한 결과, 24개월간 총 2,689건 8,323명을

1) KB부동산 주택가격동향조사 자료에 따르면 2015년부터 2024년까지 전세가율은 평균 70.2%이다.
2) 전세사기의 정의는 연구자, 기관에 따라 다소 상이하게 정의되고 있다. 보다 자세한 논의는 김진유(2022)와 국토연구원(2024.11.14) 국토용어사전을 참고하기 바란다.
3) 국토교통부(2023b), "전세사기 피해확인서 발급 빠르게…긴급주거 선택권도 확대", 세종.
4) 국토교통부(2023a), "전세사기 가담한 공인중개사 특별점검", 세종.
5) 관계부처 합동(2022.9.1), "임차인 재산 보호와 주거안정 지원을 위한 전세사기 피해 방지방안", 세종

Table 1. Special Enforcement Action Against Jeonse Fraud: Apprehension Data

	Number of Arrests	Number of Detainees	Arrest Rate (%)
Panel A. Number of Arrests by Type of Jeonse Fraud			
Fake Lease Guarantee Insurance	2,935	318	35.30%
Zero-Capital Gap Investment	1,994	156	24.00%
Illegal Brokerage & Appraisal	1,575	9	18.90%
Jeonse Deposit Non-return (e.g., Negative Equity)	1,037	74	12.50%
False Disclosure of Rights	578	33	6.90%
Perpetual Lease Contract	164	15	2.00%
Contract Beyond Delegated Authority	40	5	0.50%
Total	8,323	610	100%
Panel B. Number of Arrests by Role			
Fake Tenant	3,141		37.70%
(Licensed) Real Estate Agent	2,081		25.00%
Landlord / Owner	1,454		17.50%
Broker	1,122		13.50%
Building Manager	372		4.50%
Building Owner / Developer	128		1.50%
Appraiser	25		0.30%
Total	8,323		100%

Source: Korean National Police Agency (2024) (in Korean)

검거하고 610명을 구속하였다고 밝혔다.[6] Table 1은 전세사기 특별단속 결과를 전세사기 유형별, 가담 형태별 검거인원을 보여준다. 전세사기 유형별 검거인원 비중은 '허위 보증·보험' 형태가 35.5%, 가담 형태별 검거인원 비중은 '(가짜)임대인 임차인'이 37.7%로 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 2는 전세사기 피해자 현황을 보여준다. 경찰청 조사에서 발표한 16,314명의 피해자 중 연령별로는 20대 이하 및 30대의 피해자가 각각 25.1%, 37.7%로 가장 높았다. 주택 유형별로는 다세대 빌라 59.9%, 오피스텔 31%의 피해자가 발생하였고, 피해금액은 1억~2억 금액 피해자가 34%로 가장 높았다.

이는 2023년도 기준, 만 40세 미만인 가구의 자가 점유율은 24.1%로, 40대 가구 58.3%, 50대 66.9% 등과 비교하여 월등히 낮으며,[7] 주택유형별 임차비중은 아파트가 26.9%인 것에 비해 단독주택(51%)과 다세대 주택(42.2%)의 전세 비중이 높은 현실을 반영한 결과라 할 수 있다.[8]

전세사기 피해자 현황을 통해 알 수 있듯이, 자가보율이 높고 아파트 거주 비율이 높은 중장년층에 비해 경제력뿐만 아니라 부동산 계약 관련 경험 및 지식이 미흡한 20~30대 사회 초년생, 대학생인 청년층이 전세사기 피해 위험에 가장 노출되고 있다는 것을 알 수 있다. 홍세준·최정민(2023)은 대학생들

6) 경찰청(2024), "전세사기 전국 특별단속 24개월간 8,323명(구속 610명) 검거, 1,919억 원 보전", 서울.
7) 2023년도 주거실태조사에서는 가구주의 연령을 40세 미만, 40대, 50대, 60세 이상으로 구분한다.
8) 국토교통부(2024), 「2023년도 주거실태조사: (일반가구) 연구보고서」, 세종.

Table 2. Special Enforcement Action Against Jeonse Fraud: Victim Status Report

	Number of Victims	Victim Rate (%)
Panel A. Victims by Age Group		
Aged 20 or Below	4,102	25.10%
Aged 30–39	6,152	37.70%
Aged 40–49	2,585	15.80%
Aged 50–59	1,341	8.20%
Aged 60–69	654	4.00%
Aged 70 or Older	226	1.40%
Corporation	1,254	7.70%
Panel B. Victims by Housing Type		
Multi-Family Housing (Villa)	9,772	59.90%
Officetel	5,061	31.00%
Apartment	1,337	8.20%
Detached House	144	0.90%
Panel C. Victims by Damage Amount		
Up to 50 million KRW	2,998	18.40%
50–100 million KRW	3,887	23.80%
100–200 million KRW	5,545	34.00%
200–300 million KRW	3,066	18.80%
Over 300 million KRW	818	5.00%
Total	16,314	100%

Source: Korean National Police Agency (2024) (in Korean)

의 임대차계약에 대한 인식조사를 실시한 결과, 33%는 임차경험이 없으며, 주택임대차보호법 관련 인지수준은 '전입신고 및 확정일자'만 평균적으로 들어본 적 있음 수준이고, '보증보험 가입', '특약가입', '전세권 설정' 항목에 대한 대학생들의 인지도 수준은 '모름'과 '들어본적 있음' 사이의 수준으로 나타났다.

전세사기에 관한 기존 연구들은 대부분 전세사기 유형 고찰 및 대응방안에 집중되어 있다. 황세은·장희순(2023)은 전세 사기를 8가지 유형으로 분석하고 그에 대한 대응방안으로 주택임대차 보호법, 전세보증금 반환보증, 전세권용 권리보험, 임차권용 권리보험, 감정평가사 또는 Automated Valuation Model 업체를 통한 시세 확인, 전세계약 이후 조기 감지를 통한 확인, 신용생명보험 검토를 제시하였다. 강민채·안정빈(2024)은 전세사기 발생 원인을 전세자금 대출제도 문제, 다주택 소유와 규제, 금융기관 등의 관리 감독 문제라고 설명하고 있으며, 전세사기 발생 유형 및 판례를 통해 보증금 전액보증 및 신탁제도 도입, 임차권 공시방법 보완, 주택시세 실시간 반영시스템 보급, 부동산 정책기조 일관성 유지를 전세사기 대응 방안으로 제시하였다. 김진유·권혁신(2024)은 전세사기 유형에 대한 고찰을 통해 신축분양 시, 계약 시, 계약기간 중, 계약만료 시 등 4개 시점으로 구분하여 제도적 문제점을 지적하였다. 또한 전세제도 개선 방안으로 전세권설정등기 의무화, 전세가율 상한제, 임대인변경 고지 의무화, 전세 관련 기관 간 정보공유, 표준계약서 개선 및 공제금액 현실화, 법률적 비용 부담 완화를 위한 전세보증금 반환 관련 보증·보험 상품 다양화도 제안하였다. 강문찬(2023)은 전세사기 발생 원인을 부동산 시장의 급격한 변동으로 설명하고 전세사기 유형 및 최근 판례 동향을 통해 전세사기 방지방안을 제언하였다.

3. 사 례

3.1 사건 개요 및 목적물 정보

본 절에서는 사건 경과와 목적물(부동산)에 대한 구체적인 정보를 전달하고자 한다. 본 사례는 2021년 9월 경 건물전체에 대한 임의경매가 진행되면서 불거지게 되어 현재까지도 법적 처리가 진행 중인 사건이다. 해당 임대차목적물은 서울특별시 성북구 소재 한 대학가에 위치한 건물(이하 N건물이라고 칭함)로, 대학가 주변에 위치하여 주로 대학(원)생 및 청년층 대학 종사자들 대상으로 2017년 말부터 임대를 진행하였다. 해당 사례는 단순 피해자와 피해

액 측면에서도 상당한 규모이지만, 전세사기 사건에서 흔히 나타나는 전형적인 특성을 보여줄 뿐만 아니라, 동시에 복잡한 소유구조와 제도적 허점을 결합한 특수성을 동시에 지니고 있는 유의미한 사례라고 할 수 있다.

N건물의 연혁에 대해서 구체적으로 제시하면 다음과 같다. 먼저, 서울특별시 성북구 모대학가에 소재한 기존 건물을 2015년 10월 26일에 기존 소유자가 자녀 3명(최1: 0.5, 최2: 0.1, 최3: 0.1)과 당시 그 배우자들 3명(박: 0.1, 남: 0.1, 김: 0.1)에게 소유권을 이전하고, 2015년 11월 26일에 멸실 등기하였다. 이후, 현재의 '집합건물'을 건축하면서 동지번(새로운 도로명주소)으로 2017년 12월 4일 경에 '집합건물'로 등기하였으며, 공유자와 지분율은 동일하게 소유권보존 하였다. N건물은 총 6층의 공동주택(아파트), 도시형생활주택, 제2종근린생활 시설로 지하 3층에서 6층에 이르는 규모이다. 이후, 2021년 9월 27일에 부동산임의경매 개시결정이 되었으며, 청구금액은 약 45억 5천만 원으로, 2022년 10월 기준 사건내용 상 채권자 2인, 소유자 19인, 임차인 51인(사업체 포함), 가압류권자 4인, 교부권자(지자체) 6인, 배당요구권자 5인, 임차권자 2인이 등록되어있는 대형 사건이다.

건물의 구성은 다음과 같다. 건물 지하3층 중,지하2층과 3층은 주차, 관리 및 보관 용도로 사용되고 있고, 사실 상의 지상인 지하1층(로비층)은 3~4개의 소규모 사업체들이 임대를 하여 사용하고 있으며, 지상1층부터 지상 5층까지는 도심형생활주택(아파트)으로 사용되고 있는 형태이다. 따라서 본 연구에서는 지하1층(로비)을 포함한 지하층은 제외하고 1층에서 6층에 해당하는 주거 부분을 위주로 다루고자 한다.

N건물의 세대구성을 정리하면, Table 3과 같다. 2022년 기준 등기부등본 상의 존재하는 지하(로비 포함)를 제외한 세대구성은 등기부등본 상 총 29세대로 구성되어 있으나 실제 임대세대는 총 42세대로, 대부분 전세계약을 통한 임차인들이 거주하고 있는 것으로 파악되어 등기부등본 상 세대 수인 29세대 보다 늘려서 임대를 하고 있었다는 것을 확인할 수 있었다. 물론, 부동산을 여러 개로 쪼개서 임대를 하는 것은 흔히 대학가 원룸촌, 오피스텔 등에서 임대구역을 늘리기 위해 사용되는 방법이므로 완전하게 불법이라고는 할 수는 없다. 하지만, 1개 층 전체를 하나의 등기부등본으로 구성하지 않고 여러 개의 등기부등본으로 구성한 후에 또 다시 나누어서 임대한 것은 논란의 여지가 있는 것으로 보인다. 이

Table 3. Land Registry vs. Actual Lease Structure – Building N, Seongbuk-gu, Seoul

Floor	Unit Composition in Land Registry		Actual Lease Unit Composition		Notes
	Unit Numbers	Units	Unit Numbers	Units	
1F	101-108	8	101-110	10	–
2F	201-208	8	201-210	10	–
3F	301-308	8	301-310	10	–
4F	401-404	4	400-408	9	–
5F[9)]	501	1	501-502	2	Duplex (5F–6F)
6F			601	1	
Total	–	29	–	42	–

9) 5층의 1호(501)에는 소유자들의 친족이 살고 있었으며, 정확한 임대계약 여부는 알려지지 않았다.

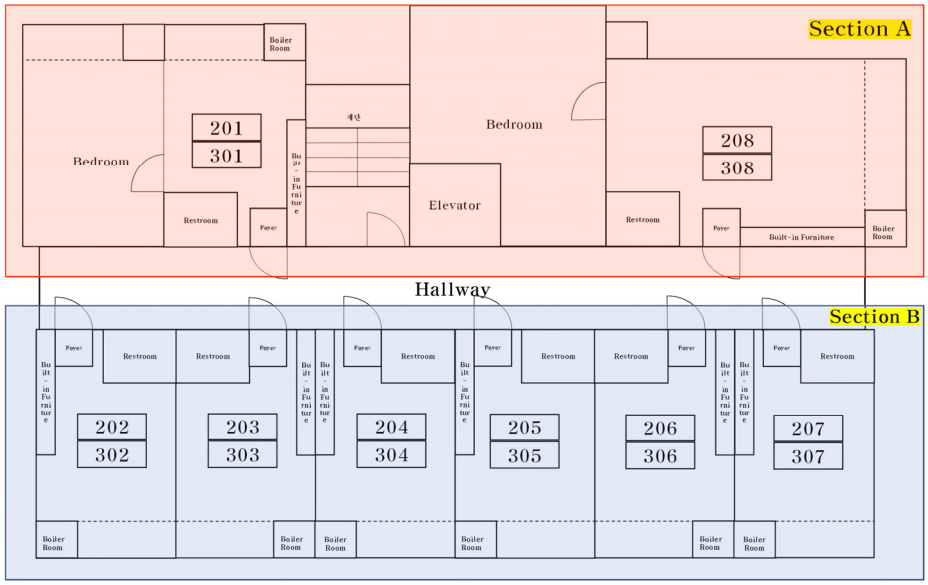


Fig. 2. 2F-3F Layout of Building N, Seongbuk-gu, Seoul (From Building Status Diagram)

Source: Seumter (2025) (in Korean)

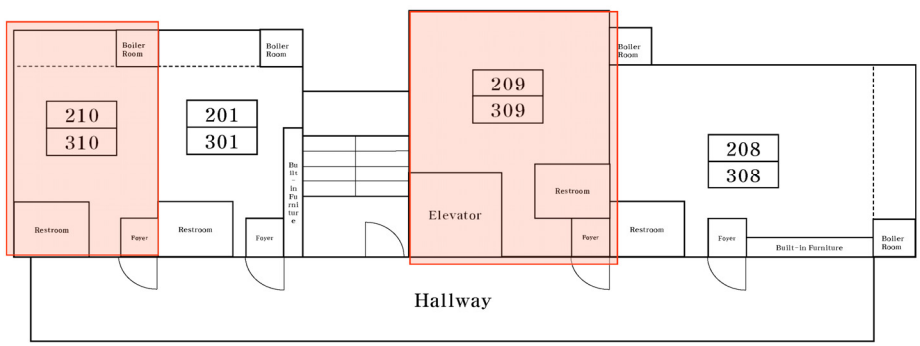


Fig. 3. 2F-3F Layout of Building N, Seongbuk-gu, Seoul (Actual Structure)

에 따라, 대다수의 임차인들은 자신이 거주하는 실제 등기부등본 상의 호수나 임차 부분에 대해 명확히 인지하지 못한 경우가 많았으며, 이로 인해 법적 권리 주장에 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다.

Fig. 2는 N건물 2층과 3층의 건축물현황도를 참고하여 간소화한 건물 구조이다.[10] 2층과 3층은 동일한 구조로 되어있어 2층을 기준으로 서술하도록 한다. 용이한 설명을 위하여 평면도를 임의로 A구역(붉은색 표기)과 B구역(푸른색 표시)으로 나누어서 표시하였다. A구역의 두 세대와 B구역의 여섯 세대로 구성되어있으며, A구역의 두 세대는 상대적으로 면적이 넓다. 하지만, 실제 A구역의 세대 구성은 현황도면과는 확연히 다르다. 이와 관련된 부분을 Fig. 3으로 제시하였다.[11]

10) 문 방향, 방의 건축도 상의 크기 등은 간소화하여 반영하였다.
11) 방 내부의 화장실, 현관, 빌트인 등의 정확한 위치는 내부를 실제 확인한 세대를 바탕으로 도면을 참고하여 임의로 반영하였다.

문제가 되는 A구역의 세대 구성은 건축물현황도 상으로는 201호와 208호(두 세대)이지만 실제로는 201호와 210호, 그리고 208호와 209호(네 세대)로 구성되어 있다. 즉, Fig. 3에서 붉은색으로 표시한 209호와 210호는 건축물현황도 상에는 존재하지 않는 세대로 , 해당 라인에 입주한 세입자에 의하면 계약 당시 해당 건축물에 대한 평면도를 제공받지 못했다고 밝혔다. 이에 해당 세입자들은 임대한 부분이 당연히 등기부등본 상에 독립되어 구성된 부분으로 인식하고 있는 경우도 있었으며, 경매가 시작되고 전세금 반환소송을 진행하면서 알게 된 경우도 있다고 답했다. 또한, Fig. 2의 B구역은 표면적으로는 문제가 없는 것으로 보이나, 일부 입주자들은 계약서 및 첨부된 중개목적물과 실제 거주 호수 간 불일치를 지적하기도 하였다.

3.2 목적물의 소유구조

Table 4는 N건물의 특이하고 복잡한 소유구조를 보여준다. 1층의 101, 106, 107, 108호, 2층의 201, 208호, 3층의 301, 308호, 4층 전체, 그리고 5-6층의 소유자들인 여섯 명(최1, 박, 최2, 남, 최3, 김, 이하 '6인'이라 칭함)은 최0으로 부터 최초로 증여받은 인물들이다. 다른 호들은 각기 다른 명의로 소유하고 있는 것으로 이 여섯 명과 관련이 없는 것으로 보이지만, 해당 호들의 등기부등본을 살펴보면 동일한 사람들(6인)이 환매권자로 등록되어 있었다.[12] 이들은 각각, 2022년도 5월과 10월에 최2, 남, 최3, 김, 4인(이하 '4인'이라 칭함)이 각각 자신들의 소유지분을 최1에게 매도 한 것으로 확인되었다. 소유한 부동산 지분 매도는 정상적인 거래로 보일 수 있으나, N건물 사례는 그 결과가 심각한 전세사기 문제로 귀결될 수 있음을 시사한다. 이에 대한 논의는 다음 장에서 자세히 제시한다.

4. 사례와 전세 사기 유형 간의 관계

본 장에서는 관계부처에서 합동으로 발표한 '전세사기 피해 방지방안'에서 제시한 전세사기의 네 가지 유형인 '깡통전세', '중요사실 허위·미고지', '대항력 악용', '위법 계약'과 본 사례가 어떻게 관련이 있는지를 비교하여 살펴보고자 한다. 이러한 정부정책 문서에 근거한 네 가지 유형의 분류체계를 조작적 정의로 삼아 분석프레임으로 사용하여 추후 다른 사례 간 비교 가능성과 정책적 함의를 극대화할 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 네 가지 유형과의 비교를 통해 본 사례를 유형별로 대비해 분석함으로써 사건의 법적 성격과 사회적 함의를 보다 체계적으로 설명하고, 나아가 이러한 유형별 전세사기를 예방·억제할 수 있는 정책적 대안을 모색하고자 한다.

4.1 깡통전세

깡통전세는 매매가격보다 전세가격을 높게 설정하는 것으로 주택도시보증공사에 의하면 임대인의 집이 경매로 넘어갔을 때 보증금을 돌려받지 못하는 주택을 깡통주택으로 설명하고 있다. 매매가격의 대부분이 세입자의 보증금과 빚으로 구성되어 사실상 임대인의 몫은 거의 없는 주택이다. 깡통주택의 상당수는 갭투기를 통해 주택을 구입한 경우가 많기 때문에 이러한 깡통주택이 전세로 거래되는 경우 전세 계약 종료 시 임대인이 보증금을 미반환 하는 경우가 빈번하게 발생한다. 특히 주택이 경매로 넘어가거나 집값이 하락하여 전세 보증금보다 낮은 상황

12) 2023년 2월 기준, 환매권에 대한 부분은 기간이 경과하여 상실되었으며, 소유자 중 상당수가 최1에게 매도(환매)를 한 것으로 알려져 있다. 또한, 6인 외 소유자 중 일부는 최1과 친분이 있는 지인이라는 주장, 처음부터 고도로 설계된 분양사기라는 주장, 매도(환매)를 하였으나, 대금은 지급 받지 못했다는 주장, 이들 중 상당 수가 분양사기에 깊게 개입되어있다는 주장 등이 제기되고 있으나 본 연구에서는 전세사기와 관련된 부분만을 주로 다루기로 한다.

Table 4. Ownership Structure of Building N, Seongbuk-gu, Seoul (Based on Land Registry Records)

Unit No.	Official Price (2021, KRW)	Area (m^2)	Owners Before 2022	Owners After 2022
101	173,000,000	37.36	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
102	108,000,000	22.72	Lee	Lee
103	108,000,000	22.72	Baek	Baek
104	108,000,000	22.72	Gan	Gan
105	108,000,000	22.72	Gan	Gan
106	108,000,000	22.72	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
107	108,000,000	22.72	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
108	211,000,000	45.97	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
1F Total		219.65	-	-
201	173,000,000	37.36	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
202	108,000,000	22.72	Lee	Lee
203	108,000,000	22.72	Kim	Kim
204	108,000,000	22.72	Baek	Baek
205	108,000,000	22.72	Choi	Choi
206	108,000,000	22.72	Lee	Lee
207	108,000,000	22.72	Lee	Lee
208	211,000,000	45.97	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
2F Total		219.65	-	-
301	173,000,000	37.36	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
302	108,000,000	22.72	Kim	Kim
303	108,000,000	22.72	Song	Song
304	108,000,000	22.72	Han	Han
305	108,000,000	22.72	Lee	Lee
306	108,000,000	22.72	Lee	Lee
307	108,000,000	22.72	Lee	Lee
308	211,000,000	45.97	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
3F Total		219.65	-	-
401	173,000,000	37.36	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
402	205,000,000	43.85	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
403	205,000,000	43.85	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
404	205,000,000	43.85	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
4F Total		168.91	-	-
501	917,000,000	274.87	Choi1, Park, Choi2, Kim, Choi3, Nam	Choi1, Park
5-6F Total		274.87	-	-

이 발생하는 경우에는 임차인은 보증금을 돌려받지 못할 위험이 커진다.

해당 건물이 깡통전세인지에 대해서 S지방법원 2021타경XXXX사건일반내용을 토대로 계산하여 추정해 보고자 한다. 먼저, 법원 의뢰에 따라 2021년 10월 1일에 작성된 N건물의 감정평가서에 따르면, 해당 부동산 전체의 감정평가액은 102억 8천백만원이다. 법원 경매에서 감정평가액보다 낮은 가격에 낙찰되는 것이 일반적이지만, 해당 토지와 건물이 감정평가액 대로 102억 8천만 원 정도의 가치를 지닌다고 가정하자. 여기에, 건물 건축 시에 이루어진 것으로 보이는 토지에 대한 선순위채권자A의 근저당 총금액(채권최고액) 58억 5천만 원 중, 45억 5천만 원(경매사건에서의 선수위채권자A의 요구 금액)을 제외하면, 약 57억 3천백만 원이 남는다.

다음으로 피해자들의 피해금액을 추정하면 다음과 같다. 2022년 10월 기준, 51명의 임차인과 2인의 임차권자 이외에도 근저당권자 1명, 가압류권자 5명, 압류권자 1명, 교부권자 7명, 배당요구권자 5명이 존재한다. 이 중, 로비 층에 임차하고 있는 사업체들, 허위 임차인으로 의심되는 건, 그리고 중복으로 등록된 것으로 보이는 임차인을 제외한다. 그러면, 건물 구조 상 복도식 현관으로 구분이 되어 순수하게 주거가 가능한 호실은 42실이다. 소유자들의 직계가족이 거주하고 있는 1실을 제외하면 41실과 임차권 등기자 2인의 총 43인의 임차(권)인이 존재한다고 할 수 있다. 피해금액 추정을 위하여, 모든 호실에 대한 정확한 전세금 정보를 얻을 수는 없었으나, 1,2,3층의 건물구조가 동일하고, 4층과 5-6층의 건물구조가 다른 점, 그리고 등기부등본에 기록된 임차권 등기 금액과 피해자 연락과 조사를 통하여 확인한 층, 호수별 특징을 반영하여 합리적으로 재구성하여 Table 5로 정리하였다. 이렇게 계산된 전세사기 피해자들이 받아야 하는 총 금액의 추정치는 보수적으로 계산하여도 최소 65억 4천5백만 원이다.[13]

Table 5. Estimated Jeonse-Related Financial Damage – Building N, Seongbuk-gu, Seoul

Floor	Units	Average Jeonse Deposit per Unit	Total Jeonse Deposit Amount
1F	10	160,000,000	1,600,000,000
2F	10	160,000,000	1,600,000,000
3F	10	160,000,000	1,600,000,000
4F	9	160,000,000	1,440,000,000
5F	1	205,000,000	205,000,000
6F	1	100,000,000	100,000,000
Total	41	–	6,545,000,000

이는 경매사건에서의 선수위채권자A가 요구한 금액인 45억5천만 원 이외의 모든 교부권자, 이해관계자, 다른 관련 경매사건에서의 채권자가 요구한 금액을 계산에서 제외하고, 감정평가액에 해당하는 금액 모두를 받는다고 하더라도 전부를 변제하기에는 약 8억 원 정도의 금액이 부족하다. 또한, 대한민국법원 법원경매정보(2025)를 통한 2022년 1월부터 2022년 12월까지 1년간의 연립주택, 다세대 매각가율(매각가/감정가*100)은 평균 85.5%이다. 이를 적용하면, N건물의 예상낙찰가는 8,790,255,000원(약 87억 9천만 원)으로 감정가보다 15억 정도 낮은 금액이므로, 이를 모두 합하면 최소 23억 원 이상의 피해금액이 발생한다. 이렇게 계산된 결과를 Table 6으로 정리하였다.

추가적으로 N건물에서 가장 큰 가치를 지니고 있는 것으로 평가되는 5-6층의 평가금액은 21억여 원이다. 임차권 등기자 2인의 보증금 각 2억 500만원과 1억 원을 제외한 부분은, 2015년 증여 이전의 소

13) 일부 세대는 평균 전세금 보다 낮거나 높으며, 임차권자 중 1인은 전체 1억 2천만 원의 전세금 중 일부(8천만 원)를 돌려받고 잔여분(4천만 원)에 대한 소송을 진행 중인 세대도 있으며, 이를 모두 반영하여도 추정치에 크게 벗어나지는 않을 것으로 예상된다.

Table 6. Estimated Loss Calculation under Forced Auction

Item	Formula	Amount (KRW, million)
Appraised Value (A)	A	10,281
Auction Price (B)	= A × 0.855	8,790
Distribution to Senior Secured Creditor (C)	C	4,550
Remaining for Tenants (D)	= B - C	4,240
Tenant Deposits (E)	E	6,545
Estimated Loss (F)	= D - E	**- 2,305**

유자인 최0씨와 그의 부인(법적 혼인관계, 증여를 받은 자녀 및 기타친족들과의 임대차계약이 있었는지는 파악되지 않았으며, 배당권리신청 여부는 알 수 없음.)이 실거주 중이다. 공용 구역을 제외하고 면적만으로 5-6층 전체 면적 중 2/5 정도의 구역을 차지하고 있으므로 8억여 원의 가치를 지닌다고 가정하면, 피해자들에게 돌아갈 금액의 최소 약 31여억 원의 금액이 부족하다고 할 수 있다.

더불어, Table 5에서 계산되지 않은 임차권자 2인의 전세금, 소액이라 우선시 될 것으로 보이는 업체명으로 등록된 임차인들, 교부권자, 이해관계자 중에서 임차권자 보다 우선시되는 배당권자가 존재하는 것으로 보인다. 또한, 지난 2023년 6월과 7월 이미 두 차례의 경매 유찰로 인하여 건축물 일부와 토지권의 경매 시작가격이 각각 64%와 80% 수준으로 떨어졌으며, 추후 낙찰도 불투명한 상황으로 평균매각가율 85.5% 보다 확연히 낮은 낙찰가가 예상된다. 소송비용, 이자 등의 비용과 임차인들이 겪은 간접적 피해는 전혀 고려하지 않더라도, 실제 피해금액은 상당하다고 볼 수 있다.

이처럼 본 사례는 결과적으로 보증금 회수가 어려운 깡통전세에 해당한다고 볼 수 있다. 또한, 58억여 원의 근저당이 임대차계약 이전부터 있었다는 점, 5-6층을 제외한 각 층별 세대의 전세금 총합이 감정평가액과 거의 비슷하거나 더 높다는 점, 더불어 사건이 불거지기 시작한 2021년 9월경은 우리나라의 부동산 가격이 고점이었으며, 2023년의 전세가격 급락으로 인한 역전세 현상과도 무관하다.[14] 그러므로, 예상치 못한 부동산 가격 하락으로 인하여 벌어진 상황이 아닌 계약당시부터 매매가보다 전세가가 높은 고의적인 깡통전세 계약이었다고 보는 것이 타당하다.

4.2 중요사실 허위·미고지

중요사실 허위·미고지는 세금체납, 대출 사실을 숨기고 계약을 체결하는 형태의 사기로, 임대인의 세금체납 사항 뿐만 아니라 선순위 보증금 허위고지, 건축물에 대한 허위고지를 포함한다. 해당 사건의 경우 피해자들의 계약 당시 상황을 조사한 결과, 계약 시에 기본적인 정보에 대한 고지는 이루어진 것으로 보인다. 그러나 해당 부동산과 관련한 중요 사실들과 환매권자의 존재와 정확한 사실관계 등에 대한 내용들의 전달은 상당히 부족하게 제공된 것으로 보인다. 특히, 2020년 3월 이후에 이루어진 계약자들의 경우 가압류 10억 원에 대한 부분 등에 대해서는 적절하게 고지되지 않은 것으로 확인되었다.

또한, 무엇보다도 가장 중요한 '소유권 이전'에 대한 중요사실이 전혀 고지되지 않은 것으로 파악되었다. 2021년 5월 13일에 공유자 최2와 남은 최1에게 본인들의 지분 전체(각 0.1, 총0.2)를 총 614,600,000원에 매매하였으며, 2021년 10월 20일에 공유자 최3과 김은 최1에게 본인들의 지분 전체(각 0.1, 총0.2)를 총 853,479,920원에 매매하였다. 임차인들은 이러한 사실을 사전에 전혀 고지 받지 못하였으며, 사

14) 김성찬·성주한(2025)은 2023년도 전세가격 급락으로 인한 역전세와 전세보증사고가 유의미한 관계가 있음을 밝혔다.

건이 발생한 사후에도 고지 받지 못하였다. 피해자들은 임의경매가 진행된 이후에 법적인 절차를 진행하는 도중에서야 알게 되었으며, 현재까지도 알지 못했던 임차인들이 있는 것으로 파악되었다. 다수의 피해자들은 해당 사실을 알았다면, 바로 계약해지를 요구했을 것이라고 답변하였다.

또한, 지자체 등이 교부권자로 경매사건에 기록되어 있었으나, 세금 체납과 관련하여 임차인들은 어떠한 고지도 받지 못하였다. 다만, 세금 체납은 계약 이후에 일어난 것으로 생각되는 점과 체납된 세금의 종류가 확인되지 않은 점을 고려하면 원칙적으로는 중요 사실 고지 의무 위반에 해당하지 않으나 고의성이 입증된다면 전세사기에 해당할 수도 있다.

4.3 대항력 악용

대항력 악용은 계약당일에 주택을 매도하거나 근저당을 설정하여 임차인이 충분한 대항력을 갖출 수 있는 시점까지의 간극을 악용하는 사기 수법으로 대항력 발생 이전 저당권 설정, 대항력 발생 이전 소유권 변경 등의 유형이 있으며 임차인의 대항력 효력이 발생하기 전 임대인이 선순위주택담보대출을 받는 경우 등이 이에 해당한다. 본 사례의 경우 대부분의 세입자들이 계약일부터 전입신고와 확정일자를 받는 날까지 문제가 없었음에도 불구하고, 앞의 Table 3, Fig. 2, Fig. 3으로 제시한 바와 같이 세대를 쪼개서 임대차 계약을 진행하였기 때문에 임대 부분을 명확히 하는 것이 어려워 대항력을 증명하는데 세입자들이 어려움을 겪었다는 점이다. 본 사례의 재판과정에서 대부분의 피해자들의 대항력은 인정되었으나, 인정 과정에서 난항을 겪은 것은 사실이다.

4.4 위법 계약

위법 계약은 임대인 사칭, 직거래 유도, 무권한자의 계약 체결 등으로 임차인의 법적권리를 제한하여 이루어지는 사기 방법이다. 본 사례에서는 재판과정에서 소유자 4인이 무권한자의 계약 체결을 주장하였는데, 이에 관하여 살펴보고자 한다.

N건물의 최초 소유자 6인 중, 2023년 1월 까지도 소유 중인 최1과 박(최1의 배우자) 2인을 제외한 나머지 4인(최1의 여자 형제들과 그 배우자)은 민사소송 과정에서 최1에게 일시적으로 건물의 권리와 관리권을 위임하였다가 2017년 이후 해지하였으며, 이후 임대차계약은 최1이 인감과 명의를 도용하여 체결한 것이라고 주장하였다. 그러나 이들의 주장은 이후 “애초에 위임 자체가 없었다”는 상반된 진술로 번복되었으며, 어떠한 객관적 근거도 제시하지 못하였다.

이러한 주장은 다음과 같은 측면에서 신빙성이 없다고 할 수 있다. 첫째, 만일 2017년 이후 위임을 해지 하였다면 건물이 완공된 후, 문제가 불거지기 까지 3년이 넘는 기간 동안 40세대 규모 건물에 단 한 건의 임대차계약도 이루어지지 않았다고 인식하고 있었어야 한다. 둘째, 건물의 실질적인 관리가 최1에 의해 수행되어 왔다는 것이다. 만일 건물관리를 최1에게 위임하지 않았다면 직접 관리를 하고, 건물 전체에 대한 수도세, 가스요금, 전기세, 인터넷 사용료 등을 나눠서 부담했어야 한다. 그런데 가스요금은 각 세대별로 세입자들이 직접 납입(개별난방)하고 있었다는 점(세입자가 없으면, 소유자들이 납부를 하여야 함), 수도세 고지서의 경우에는 최2가 대표명의로 고지되고 있었다는 점, 인터넷과 전기세는 건물 관리비에 포함되어 최1에 의해 고지되고 있었다는 점 등은 다른 소유자들이 최1에게 건물의 계약, 관리 등에 대한 사항을 위임했다고 보는 것이 타당하다. 셋째, 최초 소유자 6인 모두 공동대표로 임대사업자등록을 한 점과 위임을 해지 했다고 말한 시점에서도 사업자등록을 말소하지 않았다는 점은 4인의 주장에 타당성이 없다는 근거이다.[15)]

또한, 만일 소유자 4인의 주장처럼 최1에게 인감과 명의를 도용되었고, 자신들이 전혀 모르는 상황에서

임대차계약이 이루어졌다면, 인식한 시점에서 해결을 위해 도용 신고, 소송 제기, 내용증명 발송 등 본인들의 무고를 증명하기 위한 노력과 세입자 보호를 위한 조치를 취했어야 한다. 그러한 행위는 전혀 이루어지지 않았고, 임차인들에게 어떠한 연락이나 대응을 하지 않았다. 특히, 건물에 본인들의 (직계)가족이 살고 있으며, 명절 등에 방문한 것으로 여겨지는 것 또한 4인의 주장이 허위임을 강하게 시사한다.

종합하면, 본 사례는 소유자 4인의 주장과 달리 무권한자의 계약 체결에 해당한다고 보기 어렵다. 또한, 이들은 자신의 지분을 변제 능력이 전혀 없는 최1에게 매도함으로써 사실상 전세금 반환채무를 회피하였고, 그 결과 임차인들이 법적으로 권리를 행사할 수 있는 통로를 차단하였다. 이는 곧 '위법 계약' 유형의 전세사기에 해당한다고 볼 수 있다.[16]

4.5 변형된 전세사기

앞서 살펴본 바와 같이 본 사례는 기존의 각 유형에 해당하면서도 차이가 있다. 먼저, (1) 일반적인 깡통전세와는 다르게 복잡한 소유구조로 인하여 세입자들이 계약 당시 근저당 부분에 대해 충분한 정보를 수집하였다고 하더라도, 건물 전체에 대한 가치와 선수위채권자, 다른 세입자들의 전세금과 계약, 환매권과 같은 계약 사항 등에 대하여 파악이 불가능했다는 점, (2) 중요사실 허위·미고지가 있었으나, 계약 초기나 직후 보다는 이후에 이루어진 변경 부분에 대한 중요한 내용들이 고지가 되지 않았다는 점, (3) 기존의 대항력을 악용 방법과는 다르게 대학가 등에서 쉽게 있는 세대 쪼개기 등으로 피해자들이 권리주장에 어려움을 겪었던 점, (4) 법적으로 인정이 되는 공인중개사를 경유하여 전세계약을 했음에도 불구하고 책임이 없음을 주장하면서, 임대차계약 이후 친인척 간 변제능력이 없는 자에게 모든 책무를 떠넘기는 형태로 지분을 15억여 원에 팔아넘긴 점 등이 기존의 전세사기 유형과는 차이가 있다고 할 수 있다. 이처럼 기존 전세사기의 기본 틀은 유지하면서도, 허점을 활용하거나 권리관계를 복잡하게 조작함으로써 피해자 보호 장치의 작동을 회피하는 형태의 전세사기 행위를 변형된 전세사기라고 규정할 수 있다. 이러한 변형으로 인하여 대다수의 피해자들은 본인들의 전세사기 피해사실을 인지하기 어려웠으며, 신속한 법적대응이 불가능하기도 하였다.

이외에도 각 세대(임차인)마다 계약 시기를 비롯한 여러 계약 조건과 상황이 다르다는 점이 사건을 더욱 복잡하게 만들었다. 일부 세대는 법적으로 권리를 인정받았으며, 일부 세대는 소송을 통하여 보증금을 돌려받았거나 돌려받기로 되었다.[17] 그러나 상당수의 세대는 변칙적인 계약(특약 등)과 건물의 전체 가치를 내세우며 배당 등을 통해 충분히 보증금을 돌려받는 것이 가능할 것이라는 말에 별 다른 대책 없이 기다리면서 전세금을 반환 받을 가능성이 불분명해진 경우도 있다. 이와 같이 변형된 전세사기 형태로 인하여 더 큰 피해를 유발하게 되었다고 할 수 있다.

5. 이후의 전개 상황

복잡한 소유지분을 바탕으로 단일 건물에서 다수의 피해자가 발생한 본 사례에서 계약당시 소유자였던 6인은 친인척관계이며, 최1과 박, 최2와 김, 최

15) 일부 전세금반환소송에서 이러한 점이 인정되어, 기존 소유자들 6인 모두에게 전세금을 반환할 동일한 책임이 있다는 1심 재판 결과가 통지되었고, 피고인들은 이에 불복하고 항소하였으나, 2심에서 또한 원고 승소 판결되어 최종 확정되었다.

16) 이와 관련하여, 최1은 지분을 매수할 만한 자금이 없는 것은 물론 취득세를 납부할 능력조차 없어서, 대납은 물론 실제 자금이 오간 것이 아니라 장부거래를 했다는 주장 또한 있다.

17) 상당한 사회적 비용과 시간, 그리고 법적 분쟁 과정을 통하여 해결되었고, 피해자가 겪은 경제적·정신적 손해를 전부 배상받지는 못하였다.

3과 남은 각각 부부 관계이다.[18]이들 6인 중에 최1과 박은 2023년 1월까지도 해당 건물을 소유하고 있으므로 당연히 변제의무가 있으나 변제 능력이 없다. 이들을 제외한 4인(최2, 최3, 박, 남)의 각각 10%씩 지분을 소유하고 있었으며, 최2와 김은 2021년 5월 경, 최3과 남은 2021년 10월 경, 본인들의 지분을 최1에게 양도하였다. 이후, 이들 4인은 피해자들의 전세금 반환 요구와 전세금반환소송 사건에서 반환요청과 소송이 시작될 당시에 이미 지분을 양도하였으며, 본인들은 건물에 대한 관리 및 계약에 관한 사항을 위임을 한 적이 없고 최1이 본인들의 인감증명서를 부당하게 사용하였다고 주장하였다. 그렇기 때문에 본인들은 전세금 반환을 책임이 없다고 하였다.

또한, 자신들은 임대차 계약에 관해서는 전혀 모르는 일이기에 전세금 반환에 책임이 없으며, 본인들 또한 최1의 피해자라고 주장하였다.[19] 그러나 (1) 사업자등록을 공동대표로 진행한 점, (2) 위임을 해지 했다고 주장하면서, 사업자등록증을 말소하지 않은 점, (3) 완공부터 2022년 지분을 양도하는 시점까지 등기부등본 기준 30세대 가까운 건물에 임차인이 없었다고 생각했어야 하는 점, (4) 수도세, 전기세, 도시가스비, 소방안전관리, 인터넷 사용자 등록 등을 최1이 대표로 진행하여 실질적으로 건물관리를 위임한 점, (5) 지분매각 시에 수십 명의 임차인들에게 아무런 고지를 하지 않은 점, (6) 해당 건물에 직계가족이 거주하고 있었다는 점, (7) 최1이 사문서위조, 인감도용 등의 중범죄를 저질렀다고 주장하면서, 2022년도에 지분을 최1에게 양도할 때와 그 이후에도 이러한 중범죄에 대한 경찰 수사, 고소 등을 행하거나, 임차인들에게 부정계약임을 전달하지 않고 본인들을 상대로 소송이 이루어졌을 때가 되어서야 주장한 점 등은 이들의 주장의 진실성과 신빙성이 의심된다고 할 수 있다. 특히 (7)에 대하여, 실제로는 지분 매각에 대한 자금이 오가지 않았다는 주장 또한 제기되었는데, 만일 장부거래가 이루어진 것이라면, 이는 또 다른 위법행위에 해당할 수 있다. 정리하면, N건물이 전세사기 사건에서 현재 소유자인 최1과 박1은 당연히 전세사기 가해자가 되며, 이들 외에 4인 또한 전세 사기의 공범이라고 여겨질 수 있다.

2025년 2월 기준, 몇몇 피해자들은 이들 6인과의 전세금반환소송에서 최종 승소한 것으로 확인되었다. 그러나 승소는 했지만 금전적 손해를 보았거나 여전히 한 푼도 돌려받지 못한 피해자들도 있으며, 소송을 진행 중인 피해자들과 아직까지도 아무런 조치를 취하지 못하고 있는 피해자들도 다수였다.

추가적으로 본 사례는 법제처 국가법령센터의 사기사건 판례정보와 비교해 민사상 채무불이행일 뿐만 아니라보면 사기죄 성립 가능성 또한 존재한다. 사기죄의 성립에 관하여, '사기죄는 타인을 기망하여 그로 인한 하자있는 의사에 기하여 재물의 교부를 받거나 재산상의 이익을 취득함으로써 성립되는 범죄로서 그 요건으로서의 기망은 널리 재산상의 거래관계에 있어서 서로 지켜야 할 신의와 성실의 의무를 저버리는 모든 적극적 및 소극적 행위를 말하는 것이고 그 본질은 기망행위에 의한 재물이나 재산상 이익의 취득에 있는 것이지 상대방에게 현실적으로 재산상손해가 발생함을 요건으로 하는 것이 아니므로 사기죄는 기망수단을 써서 상대방을 착오에 빠뜨리고 그로 인하여 피기망자로부터 재물을 교부받아 편취하였으면 바로 성립되는 것이고 피해자에게 민사상의 구제수단이 있다거나 재산상의 손해가 발생하지 않았다 하더라도 사기죄의 성립에는 아무런 영향이 없다.' 라고 밝히고 있다.

18) 이들 중 최1과 박은 이혼했다고 주장하였다.
19) 일부 재판 결과, 이들 모두에게 전세금을 반환해야 하는 책임이 있다는 판결이 확정되었다.

6. 결론 및 제언

본 연구는 실제 일어난 변형된 전세사기사건을 사례로 살펴보았다. 특히 본 연구는 법원 판결문, 소송 관련 서류, 국토 교통부 산하시스템(세움터) 등의 공식자료는 물론, 피해자와 이해관계자 인터뷰 등을 통하여 다각도로 정보를 수집하였다. 이를 통해 복잡하게 얽혀있는 사건을 심층적으로 분석하였다는 의의를 갖는다. 이러한 분석을 통하여 본 연구의 결과는 단일 사례에 국한되지 않고 다른 지역이나 유사 사례에도 적용될 수 있을 것으로 보인다. 예를 들어, 소유구조의 복잡성을 이용하는 방법이나 임차인과 임대인 간의 정보비대칭을 악용하는 방법이 다른 사례에도 등장하였는지를 확인하여 본 사례와 비교하여 분석 가능할 것으로 보이며, 사례연구에서 법정자료를 이용하여 명확한 사실관계를 제시하고 근거로 사용하는 것 또한 학문적 의의가 있다고 할 수 있다.

2023년 8월 기준 10여 건의 전세금반환소송이 진행 중이며, 이미 상당 수 재판에서는 원고(임차인) 승소 판결이 나왔으며, 소유주와 관련된 다른 법적 분쟁이 지속되고 있는 것으로 파악되고 있다. 해당 사건은 결과적으로 많은 피해자를 양성하였다. 법적 근거와 법원의 판단에 의하여 6인이 분명한 책임 있다는 것과 합리적인 추론을 바탕으로 법적책임을 져야 할 당사자들이 책임을 회피하려는 움직임이 있었다는 것은 명확해 보인다. [20]

2023년 7월 경찰청 전세사기 특별단속 결과 보고에 따르면, 피해자 5,013명 중 20대 이하 23.8%, 30대 34.1%, 40대 17.7%로 젊은 세대의 비율이 압도적으로 높았다. 본 사례 또한, 사회생활 기간이 비교적 짧은 20~30대 대학생과 사회초년생인 청년들을 대상으로 발생한 전세사기로 장기적인 피해가 심각하다는 점은 명시하고 싶다. 또한, 피해자들과의 인터뷰에서 상당수의 피해자들은 아직도 N건물에 거주 중이었으며, 소음에 불안해한다거나, 갑자기 생명의 위협을 느낄 정도의 불안감을 호소하는 피해자들도 있었다. 피해자들이 정책적인 지원을 받아 하루 빨리 안정을 찾기를 바란다.

정용찬·강승범(2024)은 서울 강서구 임차보증금 위기 가구를 대상으로 실시한 조사 자료를 통해 임차보증금 위기가 건강 및 신용 상태에 미치는 영향을 분석한 결과 임차보증금을 돌려받지 못한 가구의 경우 임차보증금 대출이 클수록 정신건강 악화에 영향을 미친다는 것을 보였다. 현재까지도 전세사기나 전세금을 돌려받지 못한 피해는 고스란히 세입자들의 몫이다. 임차인 보호 측면에서 임대차계약 신고 시, 바로 확정일자가 발급되게 변경된 점과 전세사기 피해자 지원이 정부차원에서 이루어지고 있는 점은 긍정적이나 여전히 임차인에 대한 보호는 부족하다고 볼 수 있다. 예를 들어, 단순히 전세금 반환이 늦어지는 경우에도 법정이자를 책임지고 지급하는 임대인은 거의 없다고 할 수 있다. 이는 보증금반환채무(임대인의 의무)와 임차물명도의무(임차인의 의무)가 동시이행 관계에 있다는 판례를 근거로 하기 때문인데, 이는 현재의 임대차보호와는 동떨어져 있어 현실적인 개정이 되어야 할 것으로 보인다. 이러한 측면에서 전세사기 방지를 위해 법률적, 제도적으로 현실적으로 필요한 다음과 같은 정책적 제안을 제시하는 바이다.

첫째, 임차인의 유책이 아닌, 임대인의 사정으로 인한 합의되지 않은 보증금반환 지연은 별다른 소송이나 계약(구두계약을 포함) 없이도 한국은행 기준금리에 준하는 이자를 무조건 추가 지급하는 책임을

20) 본 연구에서는 많은 피해자 그리고 법정대리인과의 연락과 다양한 경로를 통해 얻은 정보들을 바탕으로 최대한 객관적인 사실을 전달하기 위하여 피해자들의 감정적인 울분, 의혹적인 주장들과 명확한 사실이 밝혀지지 않은 부분에 대해서는 제시하지 않도록 노력하였다.

임대인이 지도록 하는 제도를 통해 임대인의 보증금 미반환에 대한 금전적인 보상이 이루어져 임차인의 피해를 줄일 수 있도록 해야 할 것이다.

둘째, 현재의 전세보증보험 가입 신청은 임대차목적물을 양도 받은 이후에만 가능하며, 가입이 거부될 수 도 있는 위험 또한 모두 임차인이 떠안아야 한다. 임대사업자의 경우 임대인이 의무가입을 하게끔 되어있으나, 여전히 대부분의 임차인들은 무방비상태에 놓여 있다고 할 수 있다. 그렇기 때문에 1) 효력은 전입 이후 발생하더라도, 전세보증보험 가입 신청이 계약 직후 바로 가능하도록 개정이 되어야 하며, 2) 임대인은 의무적으로 계약 전에 임대차목적물이 전세보증보험 기관들로부터 가입이 가능한지 여부와 보험에서 보증할 수 있는 최대 금액 확인증을 임차인에게 제시하고 확인받아야 하는 규정, 그리고 이를 중개인이 확인해야 하는 과정을 의무화하면, 임차인의 전세관련 피해를 대폭 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 전세보증보험과 관련하여 보증일 만기 까지 아무런 문제가 없었다면, 일정 부분 환급을 하도록 규정해야 한다. 보증보험료에 대한 부담은 임차인뿐만 아니라, 사업자등록을 하여 가입책임이 있는 임대인에게도 큰 편이다. 또한, 다른 보험에 비하여 보증기간이 짧은 편이며, 매월 보험료가 납입되는 것이 아니라 일시불 납입에 보험료 또한 비싼 편이다. 그렇기 때문에 환급률을 규정하면 부담이 대폭 낮아질 것으로 생각된다. 더불어, 최초 가입 이후 계약을 연장하는 경우에는 매월 보험료를 지급하는 것으로 선택이 가능하다면 좋을 것으로 생각된다.

넷째, 개별적으로 등기부등본 상에 입력된 부동산 전체를 임대하는 것이 아닌 경우에는 반드시, 건물 도면과 임대부분을 명확히 표시한 도면을 제공하도록 하여야 한다. 본 사례에서도 살펴본 바와 같이 세대 쪼개기 형태의 임대가 실제 많이 이루어지고 있으며, 이로 인하여 임차인이 권리를 주장하는 과정에서 피해가 가중되고 있다. 건물 도면과 임대부분을 표시한 도면을 제공한다면, 임대인과 임차인 간에 임차 부분을 명확히 하여 추후 생길 수 있는 분쟁을 사전에 방지하는 해결책이 될 수 있을 것이다.

다섯째, 청년층의 전세사기 피해 비중이 특히 높다(구한민·김갑성, 2023; 고은결·이정란, 2023; 홍세준·최정민, 2023)는 점은 청년층이 부동산 계약과 관련한 지식과 정보에 취약하다는 것을 의미한다. 본 사례에서 또한 대부분의 피해자들은 20~30대였다는 것을 감안하면 청년층을 포함한 부동산 정보 취약계층을 위한 추가적인 제도적 지원이 필요하다고 할 수 있다. 예를 들어, 한국부동산원에서 전세사기 피해 예방을 위한 전세 계약 체크리스트 학습을 위한 보드게임을 개발하여 대학생들의 전세 계약에 대한 이해도를 향상시켰다는 김영준 외(2024)의 연구 결과는 체험형 학습이 전세 계약에 대한 이해도를 효과적으로 높일 수 있음을 시사한다. 그렇기 때문에 전세사기 예방을 위해 이론 교육뿐만 아니라 실질적인 체험형 학습 및 접근성이 용이한 교육용 앱을 개발하여, 쉽게 부동산 계약에 대한 지식과 정보를 얻을 수 있게 하는 방안이 도움이 될 것으로 보인다.

마지막으로, 임대인의 특수관계인 또는 부동산에 대한 관리, 책임, 일부 소유 등을 위임받아 특정한 지위에 있는 경우, 상황에 따라 임대인과 동일한 책임을 지도록 하는 방안이 필요하다. 다른 전세사기 사례들을 살펴보면, 실제 소유주의 아들, 조카, 부모 등이 해당 건물에 거주하거나 실소유자의 친인척이 소유주의 나이, 거동불편, 상황 등을 이유로 대신 위임을 받아서 모든 권리를 행사하면서 임차금은 본인이 유용하고, 전세금 반환 시점에서는 자신이 소유자가 아니라는 이유로 책임을 회피하는 경우도 있기 때문이다.

이러한 정책들은 유의미하나, 첫 번째부터 세 번째 방안은 국회를 통한 입법 절차가 필요한 사항이며, 임대인의 권리 또한 지켜져야 하는 부분이 있기 때

문에 중장기적인 접근이 필요할 것으로 보인다. 그러나 건물 도면 제공 의무화의 경우 시행규칙이나 시행령, 지침 개정 등을 통해 규정을 강화하는 행정조치로 실행이 가능하며, 청년층 대상 체험형 학습과 교육용 앱 개발은 공공기관 사업으로 추진이 가능하여 단기간 내로 도입이 가능하다. 또한, 큰 사회적 비용이나, 임대인의 추가적인 부담 없이 전세사기, 전세금반환소송과 관련하여 낭비되고 있는 엄청난 사회적 비용을 절감할 수 있는 안전장치기이기도 하기 때문에 실행가능성과 효율성 측면 모두에서 우선 추진되어야 하는 과제라고 생각된다.

한편, 본 연구에서 제안한 방안들은 특정 사례를 중심으로 제시하고 있기 때문에 전세사기가 발생하는 여러 경로 중 일부에 국한된다고 볼 수 있다. 그렇기 때문에 분명한 효과는 기대할 수 있으나, 진화하는 새로운 유형의 전세사기를 미연에 방지하거나, 지속적으로 발생하는 전세사기가 미치는 사회적 악영향을 획기적으로 줄여줄 것으로 기대하는 데에는 한계가 있다고 할 수 있다. 전세가격이 주택매매가격에 선행하거나, 연관이 있다는 연구(김상배, 2023; 김상배·이승아, 2021; 진찬우·이건학, 2016)들과 부동산 시장은 유기적이며, 다른 금융 시장과 연결되어 있다는 연구결과(박정아·김종진, 2023; 안지혜, 2025)를 고려하면, 전세사기가 국내 금융시장 전반에 비정상적인 영향을 미칠 수 있는 만큼 근본적인 대책이 마련되어야 할 것이다. 향후 연구에서는 사회 구조 또는 금융시장과 관련하여 거시적이고 장기적인 관점에서 우리 사회에서 전세사기를 근절시킬 수 있는 정책을 제안할 수 있는 연구들이 진행되기를 기대한다.

참고문헌

1. 강문찬(2023), “전세사기 발생원인 및 법적 방지방안에 관한 연구”, 「부동산법학」, 27(2): 23~48.
2. 강민채·안정빈(2024), “전세사기의 발생원인과 대응방안에 관한 연구”, 「한국콘텐츠학회논문지」, 24(9): 531~540.
3. 경찰청(2024), “전세사기 전국 특별단속 24개월간 8,323명(구속 610명) 검거, 1,919억 원 보전”, 서울.
Korean National Police Agency (2024), “Nationwide Two-Year Special Crackdown on Jeonse Fraud: 8,323 Suspects Arrested (610 Detained) and 191.9 Billion KRW Recovered”, Seoul (in Korean).
4. 고은결·이정란(2023), “청년층의 공공분양주택 선호 연구”, 「주택연구」, 31(2): 109~131.
5. 관계부처합동(2022), “임차인 재산 보호와 주거안정 지원을 위한 전세사기 피해 방지방안”, 세종.
6. 구한민·김갑성(2023), “공공임대주택, 청년 주거의 디딤돌인가?: 임대주택유형이 자가보유의식에 미치는 영향과 주거만족도의 매개효과”, 「주택연구」, 31(2): 43~71.
7. 국토교통부(2023a), “전세사기 가담한 공인중개사 특별점검”, 세종.
8. 국토교통부(2023b), “전세사기 피해확인서 발급 빠르게…긴급주거 선택권도 확대”, 세종.
9. 국토교통부(2024), 「2023년도 주거실태조사: (일반가구) 연구보고서」, 세종.
10. 김상배(2023), “점진적 이동을 고려한 지역별 아파트 매매가격과 전세가격 사이의 전이 효과에 대한 연구”, 「부동산분석」, 9(1): 211~228.
11. 김상배·이승아(2021), “아파트매매가격지수와 아파트전세가격지수 사이의 선형 및 비선형 인과관계분석”, 「부동산분석」, 7(3): 1~20.
12. 김성찬·성주한(2025), “아파트 역전세가 전세보증사고에 미치는 영향에 관한 연구”, 「토지주택연구」, 16(2): 69~88.
13. 김영준·김윤식·이명현·김채빈·박세은·김창희(2024), “전세사기 예방을 위한 교육용 보드게임 개발: 전세계약 핵심 체크리스트를 기반으로”, 「서비스경영학회지」, 25(4): 120~148.
14. 김진유(2022), “고위험 전세와 전세보증금 미반환 위험의 상관관계 분석: 서울시 전세보증사고를 중심으로”, 「부동산학연구」, 28(4): 55~69.
15. 김진유·권혁신(2024), “전세사기 예방을 위한 제도개선방안 연구”, 「주택연구」, 32(4): 29~56.

16. 박정아·김종진(2023), “동적패널모형을 활용한 코로나 19 팬데믹 기간 아파트가격 결정 요인 연구: 서울특별시 3000 세대 이상 대규모 아파트 단지를 중심으로”, 「LHI Journal」, 14(1): 33~46.
17. 신세덕(2023), “전세제도 폐지에 관한 논거”, 「법이론실무연구」, 11(4): 569~585.
18. 안지혜(2025), “통화정책과 거시건전성정책이 주택가격에 미치는 동적 효과 분석”, 「토지주택연구」, 16(1): 107~116.
19. 전해정(2014), “글로벌 금융위기 전·후로 거시경제변수와 부동산시장 간의 관계에 대한 연구”, 「부동산학보」, 58: 33~44.
20. 정용찬·강승범(2024), “누구의 건강과 신용에 더 치명적인가?: 서울 강서구 임차보증금 위기 가구의 건강 및 신용 상태 변화에 관한 탐색적 연구”, 「주택연구」, 32(3): 61~99.
21. 진찬우·이건학(2016), “SpVAR모델을 활용한 주택매매-전세가격의 시공간적 상호작용 패턴 분석: 수도권 주택 시장을 중심으로”, 「부동산분석」, 2(2): 23~24.
22. 홍세준·최정민(2023), “전세사기 예방을 위한 대학생의 임대차계약에 대한 인식조사”, 「한국주거학회 학술대회논문집」, 35(2): 412~414.
23. 홍정효·문규현(2009), “국내 부동산시장과 주요 거시경제지표들간의 선-후행성 연구”, 「금융공학연구」, 8(2): 97~125.
24. 황세은·장희순(2023), “전세사기 유형별분석 및 해결방안”, 「주거환경」, 21(1): 21~36.
25. 국토연구원(2024.11.14), “국토용어사전”, https://www.krihs.re.kr.
26. 대한민국법원 법원경매정보, “2022 용도별 매각 통계”, 2025.7.11 읽음. http://www.courtauction.go.kr.
27. 세움터, “건축물현황도”, 2025.5.12 읽음. https://www.eais.go.kr.
Seumter, “Building Status Diagram”, Accessed May 12, 2025. https://www.eais.go.kr (in Korean).
28. 한국부동산원, “2024 부동산테크 통계자료”, 2025.7.11 읽음. http://www.rtech.or.kr.
Korea Real Estate Board, “2024 Real Estate Tech”, Accessed July 11, 2025. http://www.rtech.or.kr (in Korean).

요 약

본 연구는 최근 사회적 이슈로 부각된 전세사기와 관련하여, 서울 소재 대학가에서 발생한 사례를 법정 자료, 공식 문서, 피해자 인터뷰를 바탕으로 다각도로 심층 분석하였다. 해당 사례는 깡통전세, 중요사실의 허위·미고지, 대항력 악용, 위법 계약 등 네 가지 유형과 연관되면서도 일종의 변형된 전세사기로 파악되었다. 이를 토대로 다음과 같은 전세사기 피해 방지 정책을 제언한다. 첫째, 보증금 반환이 지연될 경우 임대인이 지연이자를 지급하도록 하는 정책, 둘째, 전세보증보험은 계약 직후 즉시 가입 가능하도록 하고, 임대인은 계약 체결 시 임대차 목적물의 보험 가입 가능 여부 및 보증 한도를 확인한 서류를 임차인에게 제시하며, 중개인은 이를 확인하도록 하는 정책, 셋째, 전세보증보험 가입 후 보증 만기까지 별다른 문제가 발생하지 않은 경우 일정 부분 보험료를 환급하는 정책, 넷째, 건물 일부만 임대하는 경우 등기부등본 정보만으로는 한계가 있으므로 반드시 건물 도면을 제공하도록 하는 정책, 다섯째, 청년층은 전세사기 피해 비중이 높고 관련 지식과 정보가 부족하다는 점을 고려할 때, 전세사기 예방을 위해 이론 교육뿐 아니라 체험형 학습과 교육용 앱을 개발하여 청년층이 쉽게 부동산 계약 관련 지식을 습득할 수 있도록 하는 정책을 제안한다. 이러한 정책을 통하여 전세사기를 효과적으로 방지하고 주거안정성 확보에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

주제어: 전세사기, 정책제안, 부동산 정책, 부동산 금융, 사례연구

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):87-99 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.87

가구특성과 생애주기에 따른 아파트 선택 연구 : 두 시기 비교 분석을 중심으로

A Study on the Apartment Choice by Household Characteristics and Life Cycle : Focusing on the Comparative Analysis of Two Periods

전에스더* · 김환용**
Esther Jun* · Hwan-Yong Kim**

Abstract

Using the 2010 and 2020 Korean Housing Survey data, this study empirically investigates the structural determinants of apartment selection, focusing on the roles of household characteristics, housing-market conditions, and life-cycle dynamics. The life cycle is categorized into five stages based on age and household composition. We compare point-in-time probabilities of apartment selection with ten-year pseudo-cohort transitions constructed from the same birth groups.The results show household income, asset levels, tenure status, and relocation motives as key determinants. Notably, substantial shifts in selection probability occur during the formation and contraction stages. In 2010, during a market downturn, tenure status exerted greater influence, whereas in 2020, amid a market boom, price-related constraints became more salient. Advancement in the life cycle is consistently associated with a higher probability of apartment selection. Moreover, the Seoul metropolitan area showed persistently lower probabilities than non-metropolitan areas. These findings point to the importance of designing policy interventions that incorporate life-cycle heterogeneity in housing demand alongside time-varying market conditions. Such a dual policy approach can enhance housing market stability and more effectively address diverse residential needs amid rapidly changing conditions.

Keywords: Apartment Selection, Life Cycle, Housing Market Conditions, Korea Housing Survey, Household Characteristics

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라는 아파트 중심의 주거구조가 빠르게 확산되고 있다. 전체 주택 유형 중 아파트의 비중은 꾸준히 증가하고 있으며, 수도권 및 대도시를 중심으로 비아파트 유형의 비중은 점차 축소되는 추세이다. 이와 같은 흐름은 가구의 주택유형 선택에서 아파트 선호가 보편화되고 있다는 점을 시사하나, 실제 선택은 단순한 선호만으로 결정되지 않으며 다양한 조건에 의해 구조적으로 제약된다.

가구의 주택유형 선택은 생애주기, 가구구성, 소득 및 자산 수준, 직업, 거주지역, 주택시장 상황 등 복합적 요인의 영향을 받는다. 특히 생애주기와 주

*한양대학교 건축설계학과 박사과정(주저자: estherjun.hanyang@gmail.com)
**한양대학교 건축학과 교수(교신저자: hwankim@hanyang.ac.kr)

Received: July 29, 2025 / Revised: September 29, 2025 / Accepted: October 15, 2025

택시장의 변화는 주택 수요 구조에 지속적으로 영향을 미치는 핵심 요인으로 작용하며, 개별 가구의 주거선택 분석에 중요한 기준이 된다. 주택시장은 순환적 구조를 가지며 확장기와 침체기를 반복하고, 이는 가구의 주거선택에 영향을 미칠 수 있다.

우리나라의 주택정책은 오랜 기간 공급 중심의 기조를 유지해 왔으며, 아파트는 고밀도 개발을 통한 주택공급 수단으로 집중적으로 활용되어 왔다. 그러나 동일한 생애주기 단계에 있는 가구라 하더라도 시장의 상황에 따라 아파트를 선택하기도 하고 비아파트를 선택하기도 한다. 이와 같은 행위는 고정된 선호가 아닌, 시장 여건과 시간의 흐름에 따라 변화하는 선택 구조임을 보여준다.

실제 주택시장에서도 주택 유형에 대한 수급은 경기 흐름에 따라 변화해 왔다. 아파트 공급 비중은 금융위기 이전인 2003년부터 2007년까지 평균 86.1%에 달하였으나, 경기 침체기인 2008년부터 2012년에는 69.9% 수준까지 하락하였으며, 이후 호황기에 해당하는 2017년 이후 다시 74.4% 수준으로 상승하였다.[1] 이는 주택유형별 수급 구조가 경기 상황에 따라 동태적으로 반응함을 보여주는 경험적 사례로 해석된다. 「주택법」에서는 아파트, 단독, 다세대 등 일반주택을 주택 유형으로 규정하고 있으며, 오피스텔·도시형생활주택 등은 「건축법」상 준주택으로 분류된다. 본 연구는 정책 적용의 실효성과 자료의 정합성을 확보하기 위해 '주택법상 주택'에 거주하는 가구만을 분석대상으로 설정하였다.

이러한 배경 하에 본 연구는 가구의 사회경제적 특성과 주택시장 여건이 주택유형 중 아파트 선택에 생애주기별로 어떠한 영향을 미치는지를 실증적으로 분석하고자 한다. 이를 위하여 주거실태조사 자료를 활용하며, 주택시장 여건 변화를 반영하기 위해 침체기(2010년)와 호황기(2020년) 두 시점을 분석 대상으로 설정하였다. 분석 대상 지역은 전국으로 설정하되, 수도권은 주택시장 여건이 상이하다는 점을 고려하여 더미변수로 구분하였다. 또한 자가와 차가 여부는 주택 선택의 제약 조건이 뚜렷이 다르므로 분석모형에 통제변수로 포함하여 추정의 정밀도를 제고하였다. 분석은 동일 시점 내 생애주기별 주택유형 선택의 차이, 동일 생애주기 내 시점 간 선택의 변화, 그리고 유사한 속성의 가구가 10년간 생애주기가 상향될 때 선택 전환 구조를 비교할 수 있도록 설계되었다. 이를 통해 생애주기 변화와 시간축을 따른 여건 변화가 주택유형 선택에 미치는 영향을 종합적으로 분석하고자 한다.

가구의 사회경제적 특성과 주택시장 여건 변화를 반영하여 생애주기별 주택유형 선호 변화를 파악할 수 있다면 수요 맞춤형 주택정책을 수립하는 데에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

1.2 연구의 범위와 방법

이 연구의 시간적·공간적·내용적 범위, 분석자료와 분석방법은 다음과 같다.

연구의 시간적 범위는 2010년과 2020년으로 한정하였다. 2010년은 글로벌 금융위기의 여파로 전국 주택매매가격지수는 전년 대비 1.9% 상승하였으나 수도권은 2.9% 하락였으며 전국 미분양주택은 8.9만호로 2010~2020년 기간 중 가장 많은 침체기였다.[2] 반면 2020년은 코로나19 이후 유동성 확대와 초저금리 기조가 맞물리며, 전국 아파트 매매가격지수는 전년 대비 7.6% 상승하고 수도권도 9.1% 상승하였고 전국 미분양주택은 1.9만호로 2010~2020년 기간 중 최저 수준을 기록한 호황기였다.[3] 이와 같은 시점 간 시장 상황의 구조적 차이는 동일 계량모형을 적용

1) 국토교통부(2024), 「2023년 주택업무편람」, 세종, 348.
2) 통계청, "주택매매가격 동향", e-나라지표, 2025.5.30b 읽음. https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1240.

하였을 때 변수들의 영향력이 어떻게 변화하는지를 비교할 수 있는 유의미한 기반이 된다.

공간적 범위는 주거실태조사의 표본 설계 기준에 따라 전국 단위로 설정하였다. 분석대상은 주거실태조사에 포함된 일반가구 중 민간주택 거주가구(아파트, 단독, 연립·다세대)에 한정하며, 공공임대주택, 도시형생활주택, 그리고 오피스텔 등 비주택 유형은 제외하였다. 수도권과 비수도권 간 구조적 차이를 반영하기 위하여 수도권 지역 더미변수를 포함하였다. 내용적 범위는 본 연구는 주거실태조사에서 수집되는 각 가구의 주택유형(아파트/비아파트) 선택 행태와 영향요인을 중심으로 분석한다.[4)]

첫째, 동일 시점 내에서 생애주기별 주택유형 중 아파트 선택을 비교하여 사회경제적 특성과 지역특성의 이질성이 아파트 선택에 미치는 영향을 파악한다. 둘째, 상이한 시점 간(2010년과 2020년) 동일 생애주기 단계의 아파트 선택 행태를 비교하여 사회경제적 특성과 주택시장 상황 변화가 미치는 영향을 분석한다. 셋째, 시간 경과에 따라 유사 코호트의 생애주기 단계가 상향될 때(예: 2010년 형성기 → 2020년 확장기) 아파트 선택 행태와 영향 요인을 분석한다. 세 번째 분석은 주거실태조사가 무작위 추출방식(random sampling)으로 이루어지므로 동일한 코호트를 추적하기 어려운 한계는 있으나, 유사한 연령과 가족구성을 갖는 대표 집단 간 비교를 통해 실질적인 전이 효과 및 구조 비교가 가능하다.

실증분석 방법은 이항로짓모형(binomial logistic model)을 적용하였으며, 비아파트 선택 확률에 대한 아파트 선택 확률의 비율을 종속변수로 설정하였다. 설명변수는 실증분석 부분에서 상세히 설명하기로 한다.

2. 선행연구 검토

주택유형 선택에 관한 기존 연구는 설명변수의 속성에 따라 경제적 요인, 인구사회적 특성, 주택시장 구조, 주거환경 및 정책요인 등을 반영하여 다각적으로 수행되어 왔다.

그러나 대부분의 연구는 단일 시점의 횡단면 분석에 머물러, 생애주기 변화와 경기 국면의 차이를 반영한 시계열적 비교 연구는 제한적으로 이루어졌다. 경제적 요인에 주목한 연구들은 소득, 자산, 사용자 비용, 주택가격 등의 재무지표가 주거유형 선택에 미치는 영향력을 실증적으로 검토하였다. 임재만·임미화(2017)는 패널자료를 활용하여 주택시장 관련 뉴스보도가 소비자의 심리와 거래량, 가격 움직임에 어떻게 연결되는지를 분석하였고, 이 연구는 정보 환경이 시장 변동성에 미치는 영향을 실증적으로 제시하였다. 이러한 접근을 확장하여 권건우·진창하(2020)는 생애주기별 소득 수준과 점유형태, 지역 여건이 주거비 부담과 아파트 선택 구조에 의미 있는 차이를 만든다는 점을 확인하였다. 금융환경 변화에 초점을 둔 박종훈·이성우(2018)는 글로벌 금융위기 전후의 자가 선택 요인을 비교하여 경제 변수의 영향력이 시기별로 달라지는 구조적 변화를 도출하였다.

주거유형 선택을 보다 세분화한 연구로는 허경재·민혁기(2021)의 분석이 있으며, PIR과 순자산이 단독·다세대·아파트 선택에서 상이한 방식으로 작동한다는 점을 규명하였다. 또한 심승규·지인엽(2021)은 연령대별 주택소유 변화를 추적하여 청년기의 무주택 유지, 중장년의 자가 전환, 노년의 소형주택 이동이라는 일련의 주거전환 경향을 드러냈다. 이어서

3) 통계청, “주택매매가격 동향”, e-나라지표, 2025.5.30b 읽음. https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1240.
국토교통부, “미분양주택현황보고”, 국토교통 통계누리, 2025.5.30. 읽음. https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statView.do?hFormId=2086&hRsId=32.

4) 통계청, “주거실태조사 마이크로데이터”, 2025.5.30a 읽음. MDIS, https://mdis.kostat.go.kr.

황광훈(2022)은 청년층의 소득 수준, 고용 안정성, 경제적 자립도가 주거유형 선택을 결정짓는 주요 요인임을 실증적으로 제시하였고, 배종찬·정재호(2021)는 서울 아파트가격의 변동에서 거시경제 변수보다 정책 요인의 영향력이 더 크게 나타났으며, 특히 규제보다 공급 확대로 가격 안정 효과가 높다는 점을 확인하였다. 국외 연구로는 Kim(2020)이 스웨덴 청년층의 아파트 선택 경향을 소득, 주택가격, 교통 접근성 요인에 따라 이질적으로 설명하였고, Aydoğan et al.(2022)는 두바이 거주자의 주택유형 선택이 경제적 조건과 교육 접근성에 의해 구조화된다고 보았다. 이러한 기존 연구들은 경제 변수의 영향력을 한 시점에서 분석하는 데 초점을 두었으나, 본 연구는 시점과 시장 국면의 변화를 함께 고려한다는 점에서 차별성을 갖는다.

인구사회학적 특성을 기반으로 한 연구들은 연령, 혼인상태, 가족구성 등의 요소가 주거선택에 미치는 영향을 계층별로 분석하였다. 김정수·이주형(2004)은 가구 구성 형태가 아파트·단독·다세대 선택에 결정적으로 작용한다고 보았고, 이동훈(2012)은 1인 가구의 연령 및 소득에 따른 주택유형 선호의 차별성을 검토하였다. 송인호(2017)는 청년과 고령층의 주택유형 선택이 연령과 가구특성에 따라 상이한 결과를 보인다고 분석하였으며, 장세린·홍성조(2023)는 주택유형의 공간 분포가 연령별 주거 선택 구조에 영향을 준다고 분석하였다. 김주영·유승동(2013)은 가구원 수 변화가 주택유형 선택에 중요한 영향을 미친다고 분석하였다. 1~2인 가구는 자가 선택 확률이 낮고 연립·다세대 선호가 높았으며, 3~4인 가구는 아파트 선호가 강화되는 구조를 보였다. 국외 연구로는 Essence Communications(2015)가 멜버른 아파트 시장에서 연령과 가족 구성에 따라 환경요인 선호가 달라짐을 실증하였다. 다만 이들 연구는 가구원 수나 혼인상태를 중심으로 주거선택을 설명하며, 동거 가구나 비혈연 집단을 포함한 표본을 사용한 한계가 있다. 이에 본 연구는 혈연 중심 가구만을 표본으로 설정하여 생애주기별 주택 선택 구조를 보다 정합적으로 규명하고자 한다. 주택시장 구조 및 공급 특성에 관한 연구들은 유형별 공급량, 거래량, 지역별 밀도 구조 등을 변수로 설정하여 시장 구조가 수요자의 선택에 미치는 경향을 분석하였다. 고세범·안건혁(2010)은 장기 시계열 분석을 통해 아파트 공급 편중이 주택선택을 경직화 시키는 경향을 확인하였으며, 정대석(2015)은 주택유형별 거래량과 가격 구조의 연동성을 분석하였다. 정재훈·박사유(2018)는 통화정책과 부동산대책이 주택유형별 가격 변화에 미치는 영향을 차등적으로 밝혔고, Jun(2013)은 서울시의 아파트 선호가 도시공간 구조와 선택 집중 구조에 영향을 미치는 것으로 보았다. 그러나 이러한 연구들은 특정 시점이나 지역에 한정되어 시장 국면의 변화가 주택선택에 미치는 동태적 영향을 충분히 설명하지 못하였다. 주거환경 및 정책 요인을 다룬 연구는 주거 만족도, 입지환경, 정책 수단 등이 주택유형 선택 구조에 미치는 영향을 중심으로 전개되었다. 지상현·김재태(2021)는 주택유형과 점유형태별 주거환경 인식을 실증분석하였으며, 박서연·전희정(2019)은 공공임대 및 주거급여 제도가 주거비 부담과 유형 선택에 미치는 영향력을 비교하였다. 이에 더불어 김용욱 외(2023)는 1인가구를 중심으로 주거만족도에 영향을 미치는 주거환경요인에 대하여 분석 하였다. 손희주·남궁미(2018)는 2016년 주거실태조사 자료를 바탕으로 생애주기별 주거만족 요인이 다르게 작용함을 확인하였고, 문태헌 외(2008)는 가구 특성과 지역 요인이 아파트 선택 확률에 영향을 미치는 구조를 제시하였다. 김현태·남진(2012)은 서울시 생활권 단위의 로짓모형을 적용하여 공간적 이질성을 검증하였고, 이미정 외(2024)는 공공임대 유형별 주거만족도를 비교 분석하여 시설 접근성과 소음 등 정책·환경 요인의 유의한 영향을 도출하였다. 국외 연구로는 Chiwuzie et al.(2020)가 나이지리아 임차인

Table 1. Life Cycle Composition and Household Sample Size by Life Cycle Stage

Life Cycle Stage	Age of Household Head	Household Composition	Number of Households	
			2010	2020
Independence	Under 35	One-Person Household	995	1,542
Formation	35-44 years	Married Couple with Child(ren) under 6	1,398	2,477
Expansion	45-54 years	Married Couple with School-Age Child(ren)	2,454	2,904
Stability	55-64 years	Married Couple with Adult Child(ren)	3,472	6,275
Contraction	65+ years	One-Person or Couple-Only Household	4,682	13,038
Subtotal (A)	-	-	13,001	26,236
Total Sample (B)	-	-	28,579	43,664
Proportion (A/B)	-	-	45.5%	60.1%

의 주거환경 인식과 주택유형 선택 간의 위계적 구조를 밝힌 바 있으며, Essence Communications(2015)는 환기, 채광, 소음 등 아파트 환경요인이 주택 선택에 실질적으로 작용함을 밝혔다. 그러나 기존 연구들은 주거환경과 정책 요인을 개별 변수로 검증하는 데 그쳐, 상호작용적 분석은 부족하였다. 이상의 선행연구들은 개별 변수의 영향력을 검증하며 주택유형 선택의 다차원적 요인을 해석하였다는 점에서 학문적 의의를 갖는다. 그러나 대부분 단일 시점 또는 특정 연령층에 한정되어 있어 생애주기 변화와 시장 여건 변화를 동시에 반영하지 못하였다.

본 연구는 선행연구와 달리 동일한 시점에서 생애주기별 주택유형 선택 뿐 아니라, 주택시장 여건이 상이한 두 시점간(2010년과 2020년) 동일생애주기 단계의 아파트 선택 형태를 비교하여 사회경제적 특성과 주택시장 상황 변화가 미치는 영향을 분석하고, 시간 경과에 따라 유사코호트 생애주기 단계가 상향될 때(예: 2010년 형성기->2020년 확장기) 아파트 선택형태와 영향 요인을 분석함으로써, 주택유형 중 아파트 선택의 동적 구조를 실증적으로 규명 하고자 한다. 이와 같은 분석 체계는 주택정책 수립 시 생애주기별 수요 대응과 더불어 시장 국면별 맞춤형 주택공급 조정의 실증적 근거로 활용될 수 있을 것이다.

3. 생애주기구분 및 기초통계량

3.1 분석자료 및 생애주기 구분

본 연구는 활용된 자료는 국토교통부의「주거실태조사」2010년 및 2020년 원자료이며, 분석대상은 조사 기준일로부터 5년 이내에 민간주택으로 이주한 가구로 한정하였다. 분석자료에는 단독·연립·아파트 등 일반주택에 거주하는 가구만을 포함하였으며, 준주택 및 비거주용 주택 표본은 제외하였다. 또한 연령·가구구성 정보가 결측되거나 생애주기 분류 요건을 충족하지 않는 사례는 분석에서 배제하였다. 이에 따라 유효표본은 2010년 13,001가구, 2020년 26,236가구로 구성되며, 이는 전체 조사표본의 각각 45.5%, 60.1%를 차지한다.

생애주기 구분은 통계개발원(2013)과 권건우·진창하(2020)의 기준을 반영하여 가구주의 연령과 가족 구성 형태를 기준으로 설정하였으며, 구체적인 내용은 Table 1과 같다.

3.2 기초통계량

2010년과 2020년 주거실태조사 자료를 활용하여 생애주기별 주택 점유형태를 검토한 결과는 Table 2에 제시하였다.

두 시점 모두 생애주기가 진전될수록 자가 거주비율이 점진적으로 높아지는 경향이 나타났다.

생애주기별 거주주택 유형은 Table 3에 정리하였다. 형성기와 확장기에서는 아파트 거주비율이 높게 나타났으며, 독립기와 축소기에서는 상대적으로 낮은 분포가 관찰되었다.

생애주기별 가구 소득과 순자산은 Table 4에 제시하였다. 소득 수준은 확장기에서 가장 높게 나타났으며, 순자산은 안정기에서 가장 높은 수준을 보였다

Table 2. Housing Tenure by Life Cycle Stage

Life Cycle Stage	2010		2020	
	Owner (%)	Renter (%)	Owner (%)	Renter (%)
Independence	5.5	94.5	5.3	94.7
Formation	46.6	53.4	52.4	47.6
Expansion	65.6	34.4	69.5	30.5
Stability	84.0	16.0	82.0	18.0
Contraction	84.2	15.8	84.1	15.9
Total	70.6	29.4	74.4	25.6

4. 실증분석

이 장에서는 아파트 선택에 영향을 미치는 변수들의 영향 정도를 실증 분석하고자 한다. 종속변수는 주택유형 중 비아파트 선택 확률에 대한 아파트 선택 확률의 비율이며, 독립변수는 가구의 사회경제적 특성 변수로 가구주 학력, 가구주 종사상 지위, 점유형태 월세

Table 3. Housing Type by Life Cycle Stage

Life Cycle Stage	2010		2020	
	Apartment (%)	Non-apartment (%)	Apartment (%)	Non-apartment (%)
Independence	15.5	84.5	16.2	83.8
Formation	71.6	28.4	75.5	24.5
Expansion	58.2	41.8	71.2	28.8
Stability	41.7	58.3	55.4	44.6
Contraction	20.1	79.9	33.2	66.8
Total	37.7	62.3	45.3	54.7

Table 4. Average Household Income and Net Assets by Life Cycle Stage (Unit: 10,000 KRW)

Life Cycle Stage	2010		2020	
	Income	Net Assets	Income	Net Assets
Independence	173	3,412	204	3,716
Formation	345	15,384	446	23,594
Expansion	382	22,711	460	33,095
Stability	321	31,080	426	35,319
Contraction	106	15,895	151	23,728
Total	279	18,992	311	25,167

(보증부 월세 포함) 기준 자가와 전세 더미변수, 가구 소득과 순자산, 이사 이유(주거환경 개선 목적)를 설정하였으며 가구주 연령은 생애주기와 중복을 피하기 위해 제외하였다. 생애주기는 독립기를 기준으로 형성기, 확장기, 안정기, 축소기로 구분하고 더미변수로 넣었으며, 지역변수는 수도권을 더미변수로 설정하였다.

먼저 생애주기가 독립변수로 포함된 아파트 선택 전체 모형을 분석하고, 다음으로 생애주기별 개별 모형을 분석하고자 한다.

4.1 전체 모형 분석

전체 모형 추정 결과는 아래 Table 5와 같다.

2010년과 2020년 모두 대부분의 변수들은 1% 수준에서 유의하였다. 또한 수도권 더미변수를 제외한 모든 변수들은 아파트 선택확률에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 표준화계수를 중심으로 가구의 사회경제적 특성 변수가 아파트 선택확률에 미치는 영향의 상대적 중요도를 보면, 2010년과 2020년 모두 점유형태_자가와 가구 소득의 영향력이 크게 나타났다. 이는 소득이 높은 가구가 주택을 구입할 때 비아파트보다 아파트를 선택할 확률이 상대적으로 높다는 것을 의미한다. 가구주의 학력도 비교적 높은 영향력을 나타내고 있는데 이는 일반적으로 학력이 소득과 정(+)의 관계를 나타내는 데에 기인하는 것으로 판단된다. 가구의 순자산은 2010년에 비해 2020년에 더 높은 영향을 미치는 것으로 나타났는데 이는 2020년에 주택시장이 호황인 상황에서 비아파트에 비하여 아파트 가격이 더 크게 상승함에 따라 자산 여력이 많은 가구가 상대적으로 아파트를 더 구입한 데에 기인한 것으로 판단된다. 주거환경 개선 목적이라는 이사 사유와 가구주의 종사상 지위는 아파트 선택 확률에 양(+)의 영향을 미

Table 5. Estimation Results of the Overall Model for Apartment Choice

Variable	2010		2020	
	Coef.	Std. Coef.	Coef.	Std. Coef.
Constant	-6.267 ***		-5.773 ***	
Education Level (HH Head)	0.835 ***	0.229	0.641 ***	0.176
Employment Status (HH Head)	0.331 ***	0.091	0.139 **	0.038
Tenure = Owner	1.361 ***	0.365	1.036 ***	0.285
Tenure = Jeonse	0.769 ***	0.196	0.358 ***	0.085
log (Household Income)	0.734 ***	0.335	0.628 ***	0.278
log (Net Assets)	0.127 ***	0.187	0.151 ***	0.194
Reason for Moving	0.149 **	0.041	0.482 ***	0.129
Life Cycle _ Formation	1.961 ***	0.448	1.800 ***	0.396
Life Cycle _ Expansion	1.623 ***	0.368	1.646 ***	0.312
Life Cycle _ Stability	1.401 ***	0.294	1.204 ***	0.261
Life Cycle_ Contraction	1.701 ***	0.374	1.536 ***	0.394
Region Dummy _ Capital Area	-0.463 ***	-0.128	-0.588 ***	-0.157
N	5,468		9,521	
Max-Rescaled R-Square	0.4505		0.390	

Note: Coef. refers to unstandardized coefficient, and Std. Coef. refers to standardized coefficient.
**p < 0.05, ***p < 0.01

치지만 그 영향 정도는 적은 것으로 분석된다.

주택의 점유형태는 앞에서 설명하였듯이 자가, 전세, 월세(보증부 월세 포함)로 구분하였으며, 월세를 기준으로 하여 자가와 전세를 더미로 처리하였다. 2010년과 2020년 모두 자가와 전세의 아파트 선택 확률은 양(+)의 관계를 나타내고 있지만, 2010년에 비하여 2020년에는 자가, 전세 모두 아파트 선택 확률에 미치는 영향이 낮아진 것으로 나타났다. 이는 2020년에 주택시장 호황으로 비아파트에 비해 상대적으로 고가인 아파트의 매매가격과 전세가격 상승률이 높아짐에 따라 전세의 월세화가 가속되고 비아파트로 이동하는 확률이 높아졌기 때문인 것으로 추정된다.

생애주기 변수가 아파트 선택에 미치는 영향을 독립기 기준으로 살펴보면 모든 생애주기에서 양(+)의 관계를 보이고 있다. 표준화 계수를 이용하여 살펴보면, 2010년과 2020년 모두 생애주기별 아파트 선택 확률 순위는 형성기>축소기>확장기>안정기>독립기 순으로 나타났다. 특이한 점은 2010년과 2020년 모두 소득 및 자산 수준이 상대적으로 낮은 형성기에서 아파트 선택 확률이 가장 높게 나타났다. 형성기 가구의 아파트 선택 확률이 높은 이유는 주거생활 편의성과 아파트 가격 상승에 대한 기대감 등이 작용한 것으로 판단된다.

지역적으로는 수도권 가구의 아파트 선택 확률이 낮으며 2010년에 비해 2020년에 더욱 낮게 나타났다. 이는 수도권의 경우 아파트 가격이 높고, 특히 2020년에는 비수도권에 비해 수도권 아파트 가격이 상대적으로 크게 상승한 데에 기인하는 것으로 판단된다.

4.2 생애주기별 모형 분석

생애주기별 분석에서는 2010년과 2020년 동일 생애주기 단계에서 아파트 선택에 영향을 미치는 요인과 정도를 비교 분석하고, 2010년 일정 생애주기 단계에서 2020년 유사 코호트가 한 단계 상위 생애주기 단계로 이동할 때의 영향을 살펴보기로 한다.

2010년과 2020년 생애주기별 아파트 선택 모형 추정 결과는 Table 6과 같다. 먼저 독립기의 경우 2010년에는 가구주 종사상 지위를 제외한 모든 변수가 유의수준 10% 이내이며, 2020년에는 가구주 종사상 지위, 가구 순자산, 이사 이유를 제외한 모든 변수의 유의수준이 5% 이내이다.

유의한 변수를 중심으로 표준화계수를 이용하여 두 시점을 비교하면, 2010년에는 가구특성 변수 중 소득, 순자산, 점유형태_자가의 영향이 크고, 2020년에는 점유형태_자가, 소득의 영향이 큰 반면 순자산의 영향은 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 대부분 미혼이고 젊은 독립기 가구가 주택을 구입할 때는 아파트를 선택할 확률이 높으며 소득이 높을수록 그 확률이 높아진다는 것을 의미한다. 다만, 2010년과 같이 아파트 가격이 낮을 때에는 순자산이 아파트 선택에 중요한 영향을 미치지만 2020년과 같이 아파트 가격이 급등하면 축적된 자산이 상대적으로 적은 독립기는 순자산보다 향후 소득을 고려하여 주택유형을 선택하는 것으로 추정된다.

형성기의 경우 2010년에는 가구주 종사상 지위와 이사 사유를 제외한 모든 변수가 유의수준 5% 이내이며, 2020년에는 가구주 종사상 지위를 제외한 모든 변수의 유의수준이 5% 이내이다.

유의한 변수를 중심으로 두 시점을 비교하면, 2010년에는 가구특성 변수 중 점유형태_자가, 점유형태_전세, 가구주 학력, 소득의 영향이 크고, 2020년에는 점유형태_자가, 소득의 영향이 크게 나타났다. 형성기 가구에서 2020년에 아파트 선택에서 점유형태_전세의 영향이 크게 감소한 것으로 나타났다.

2010년 횡단면 분석에 따르면 독립기에 비해 형성기에는 점유형태_전세의 영향력이 커졌다. 반면, 2010년 독립기와 유사 코호트인 2020년 형성기는 오히려 점유형태_전세의 영향력이 작아진다.

Table 6. Estimation Results of Apartment Choice Models by Life Cycle Stage

Variable		2010		2020	
		Coef.	Std. Coef.	Coef.	Std. Coef.
Independence	Constant	-7.365 ***		-6.391 ***	
	Education Level	0.414 *	0.113	0.477 **	0.129
	Employment Status	-0.181	-0.049	-0.302	-0.082
	Tenure_ Owner	2.512 ***	0.272	3.734 ***	0.413
	Tenure_ Jeonse	0.778 ***	0.189	0.505 ***	0.115
	log (Income)	0.849 ***	0.285	0.828 ***	0.273
	log (Net Assets)	0.165 **	0.195	0.003	0.004
	Reason_Voluntary	-0.484 **	-0.131	0.048	0.013
	Region_Capital Area	-0.706 ***	-0.194	-0.644 ***	-0.166
Formation	Constant	-6.214 ***		-6.845 ***	
	Education Level	0.964 ***	0.241	0.392 **	0.077
	Employment Status	0.270	0.064	0.214	0.047
	Tenure_Owner	1.800 ***	0.486	1.356 ***	0.373
	Tenure_Jeonse	1.037 ***	0.283	0.431 **	0.116
	log (Income)	0.871 ***	0.227	0.950 ***	0.180
	log (Net Assets)	0.089 **	0.109	0.171 ***	0.163
	Reason_Voluntary	0.245	0.068	0.258 **	0.070
	Region_Capital Area	-0.917 ***	-0.253	-1.277 ***	-0.347
Expansion	Constant	-7.963 ***		-9.562 ***	
	Education level	0.810 ***	0.223	0.764 ***	0.196
	Employment status	0.681 ***	0.187	0.266 *	0.068
	Tenure_Owner	1.784 ***	0.489	1.183 ***	0.325
	Tenure_Jeonse	0.608 ***	0.158	0.571 **	0.143
	log (Income)	1.059 ***	0.329	1.211 ***	0.282
	log (Net Assets)	0.076 **	0.124	0.216 ***	0.220
	Reason_Voluntary	0.317 **	0.083	0.288 *	0.066
	Region_Capital Area	-0.434 ***	-0.120	-0.944 ***	-0.257
Stability	Constant	-5.422 ***		-6.263 ***	
	Education Level	0.906 ***	0.221	0.705 ***	0.188
	Employment Status	0.350 **	0.091	0.302 *	0.082
	Tenure_Owner	1.385 ***	0.374	0.936 ***	0.251
	Tenure_Jeonse	1.052 ***	0.245	0.312	0.070
	log (Income)	0.563 ***	0.190	0.661 ***	0.182
	log (Net Assets)	0.118 ***	0.164	0.155 ***	0.168
	Reason_Voluntary	0.080	0.021	0.604 ***	0.139
	Region_Capital Area	-0.452 ***	-0.124	-0.612 ***	-0.166
Contraction	Constant	-5.729 ***		-4.648 ***	
	Education Level	1.087 ***	0.173	0.613 ***	0.094
	Employment Status	-0.283	-0.030	-0.394 *	-0.043
	Tenure_ Owner	0.039	0.011	0.698 ***	0.192
	Tenure_ Jeonse	0.100	0.024	0.242 *	0.050
	log (Income)	0.440 ***	0.170	0.430 ***	0.166
	log (Net Assets)	0.319 ***	0.494	0.164 ***	0.215
	Reason_Voluntary	0.466 ***	0.126	0.688 ***	0.184
	Region_Capital Area	0.049	0.013	-0.144	-0.038

Note: Coef. refers to unstandardized coefficient, and Std. Coef. refers to standardized coefficient.
*p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01

이를 종합해 보면 2020년에 주택가격 및 전세가격이 크게 상승하면서 아직 소득이 낮고 자산이 적은 형성기 가구는 아파트 전세 대신 월세(보증부 월세 포함) 또는 비아파트로의 이동이 늘었기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 결과는 시장국면에 따라 이들 가구에게 공공임대주택 확대 공급과 더불어 전세대출과 월세대출의 크기를 탄력적으로 조정할 필요성을 시사한다.

확장기의 경우 2010년과 2020년에 모든 변수의 유의수준이 10% 이내이다. 두 시점을 비교하면, 2010년과 2020년 모두 가구특성 변수 중 점유형태_자가, 소득이 아파트 선택에 미치는 영향이 큰것으로 나타났다. 다만 2010년에 비해 2020년에는 아파트 선택에 대해 소득의 영향력 보다는 순자산의 영향력이 크게 증가한 것을 볼 수 있다.

2010년 횡단면 분석에 따르면 형성기에 비해 확장기에는 점유형태_전세의 영향력이 작아지고 소득의 영향력이 커졌다. 반면, 2010년 형성기와 유사 코호트인 2020년 확장기는 순자산의 영향력이 커진다. 이를 종합해 보면 2020년에 주택가격이 크게 상승하면서 순자산 수준이 높은 확장기 가구는 비아파트에 비해 상대적으로 고가이고 가격상승 가능성이 높은 아파트를 구입하는 경향이 강하다는 것을 의미한다. 이 경우 정부는 소득과 자산이 주택유형 선택에 미치는 영향을 감안하여 주택금융정책을 달리 할 수 있을 것이다. 주택가격 안정 또는 내집 마련 지원 측면에서 자산의 영향이 크면 대출금을, 소득의 영향이 크면 대출기간을 조절하는 방안을 검토해 볼 수 있을 것이다.

안정기의 경우 2010년 이사사유와 2020년 점유형태_전세를 제외하고 모든 변수의 유의수준이 10% 이내이다. 두 시점을 비교하면, 2010년에는 점유형태_자가, 점유형태_전세, 소득, 순자산의 영향이 크고, 2020년에는 다른 요인은 비슷하지만 점유형태_전세의 유의 수준이 낮았다.

2010년 횡단면 분석에 따르면 확장기에 비해 안정기에는 점유형태_자가의 영향력이 작아지고 점유형태_전세의 영향력이 커졌다. 반면, 2010년 확장기와 유사 코호트인 2020년 안정기는 점유형태_전세는 유의성이 낮아진다. 이를 종합해 보면 안정기 가구는 주택경기 침체로 아파트 가격이 낮은 시기인 2010년에는 자가든 전세든 아파트를 선택하는 경향이 높으나 주택가격이 크게 상승한 시기인 2020년에는 소득과 자산을 기반으로 전세보다는 추가적인 가격 상승에 대한 기대감으로 상대적으로 가격 상승률이 높은 아파트를 구입하는 경향이 강해졌다는 것을 의미한다.

축소기의 경우 2010년에는 가구주 학력, 소득, 순자산, 이사사유는 1% 수준에서 유의하나 나머 지 변수는 유의하지 않은 것으로 나타났으며, 2020년에는 거주지역을 제외하고 모든 변수들이 10% 수준 이내에서 유의하였다.

생애주기의 다른 단계에서는 지역변수가 유의하였으나 축소기에는 지역변수가 유의하지 않은 것이 특이하다. 두 시점을 비교하면, 2010년에는 순자산, 소득의 영향이 크고, 2020년에는 순자산, 점유형태_자가, 소득의 영향이 크게 나타났다. 2010년 횡단면 분석에 따르면 안정기에 비해 축소기에는 순자산의 영향이 크게 증가하였다.

그러나 2010년 안정기와 유사 코호트인 2020년 축소기에는 순자산의 영향력은 소폭 증가하는 데에 그치고 있다. 이를 종합해 보면 축소기 가구는 수도권과 비수도권 구분 없이 보유하고 있는 순자산을 활용하여 생활이 편리한 아파트에서 거주하기를 희망하는 것으로 해석된다.

5. 결 론

본 연구는 2010년과 2020년 주거실태조사 자료를 기반으로 가구특성과 생애주기에 따른 아파트 선

택 요인을 분석하였다. 동일 가구 패널 자료는 아니나, 유사한 연령과 가족구성을 갖는 코호트의 비교분석을 통해 동일 시점에서 생애주기 변화에 따른 아파트 선택의 영향 요인, 상이한 시점에서 동일 생애주기 단계, 그리고 상이한 시점으로 생애주기 단계 상향 전이 시의 아파트 선택의 영향 요인을 비교분석하였다.

분석 결과 아파트 선택 확률은 소득, 자산, 학력, 점유형태, 이사 이유 등의 구체적 사회경제적 특성에 의해 결정됨이 확인되었다. 생애주기별로 살펴보면, 독립기에는 소득과 자가 점유의 영향이 꾸준히 유지되면서도 순자산의 효과가 약화되었는데, 이는 아파트 가격 급등기에 청년층이 자산보다 소득을 중심으로 선택을 결정하는 경향이 강화된 것으로 해석된다. 이에 따라 독립기 가구에는 초기 주거비 부담을 완화할 수 있는 임대주택 공급과 청년·신혼부부 지원 정책이 필요하다.

형성기에서는 2010년 자가와 전세 점유, 학력, 소득이 아파트 선택에 유의하게 작용하였으나, 2020년에는 자가 점유와 소득의 영향력이 강화되고 전세의 영향은 약화되었다. 이는 가격 상승기에 월세 또는 비아파트 선택으로 이동하는 현상과 연결된다. 따라서 형성기 가구에는 신혼부부 특별공급과 같은 맞춤형 공급정책 뿐 아니라, 전세 불안정을 완화할 수 있는 금융지원 방안이 요구된다.

확장기에서는 두 시점 모두 자가 점유와 소득의 영향력이 크게 나타났으나, 2020년에는 순자산의 영향력이 더욱 강화되었다. 이는 자산 수준이 높은 가구가 고가 아파트를 선호하는 경향과 연계된다. 이에 따라 확장기 가구에는 자산 축적 기반의 주택금융제도와 세제 지원을 통해 안정적 주거 확보를 유도하는 정책이 필요하다.

안정기에서는 2010년 자가와 전세 점유, 소득, 순자산이 모두 영향을 미쳤으나, 2020년에는 전세 점유의 영향력이 크게 약화되고 자가 중심의 선택 경향이 강화되었다. 따라서 안정기 가구에는 장기거주를 고려한 금융지원과 수도권 고가 아파트의 부담을 완화할 수 있는 대책이 필요하다.

축소기의 경우, 2010년에는 소득과 순자산의 영향력이 뚜렷했으며, 2020년에는 순자산, 자가 점유, 소득 모두가 중요한 요인으로 확인되었다. 특히 지역 변수는 유의하지 않아 고령층이 지역보다는 생활편의성과 안정성을 우선시하는 경향이 나타났다. 이에 따라 축소기 가구에는 주택연금 활성화와 고령자 친화형 주거환경 공급이 정책적으로 요구된다.

시장 상황별 비교 시, 2010년 침체기에는 자가 및 전세 점유형태가 아파트 선택에 미치는 영향력이 컸으나, 2020년 과열기에는 아파트의 매매가격과 전세가격 급등에 따라 이들 변수의 영향력은 상대적으로 감소하였다. 특히 2020년에는 전세의 월세화 현상과 비아파트 유형에서의 이탈 현상이 동시에 관찰되었다.

한편, 수도권 가구는 전 시점에 걸쳐 비수도권에 비해 아파트 선택 확률이 낮았으며, 2020년에는 그 격차가 더욱 확대되었다. 이는 수도권 아파트 가격 급등이 실제 주택 선택에 있어 중요한 제약 요인으로 작용함을 보여준다.

이 같은 결과는 생애주기와 주택시장 국면의 변화에 따른 맞춤형 주거 정책이 필요함을 시사한다. 신혼부부 및 청년층에는 임대주택 및 특별공급 정책의 강화가 정책적 지원 수단으로 요구되며, 중장년 및 고령층에는 자산 기반 맞춤형 주택 금융 정책과 주거비 절감을 위한 지원책이 필요하다. 또한 시장 상황과 점유형태 변화, 지역적 특성을 반영한 차별화된 공급 전략 수립도 중요하다.

결론적으로, 본 연구는 두 시점의 표본을 통해 시장 변화와 가구특성 및 생애주기에 따른 아파트 선택 결정요인의 구조적 차이를 실증하였으며, 분석 결과는 주거 정책 설계에 실효적 근거를 제공할 수 있기를 기대해 본다.

본 연구는 주거실태조사가 무작위 추출(random sampling)된 자료라는 점에서 동일 가구 추적에는 한계가 존재한다. 향후 패널 자료(panel data)에 기반한 분석이 이루어 진다면 더 효과적인 분석이 가능할 것이다. 비록 패널 자료는 아니지만, 현재의 주거실태조사 자료는 18개 연도(2006~2023년)의 시계열이 구축되어 있으므로 다양한 시장 상황 하에서 점유형태, 주택유형, 주택 규모 등에 대한 시점간 비교분석을 시도하는 후속 연구가 있기를 기대해 본다. 더불어 금리, 주택공급량, 정부정책도 주택유형 선택에 중요한 요인일 수 있지만 분석모형에서는 반영하지 못하고 결과해석에 참고하였으며, 2010년에 비해 2020년에는 독립기를 제외하고 생애주기별로 가구당 가구원수가 소폭 변화가 있었으나, 그 요인이 미치는 영향은 분석하지 못한 한계가 있음을 밝힌다.[5)]

참고문헌

1. 고세범·안건혁(2010), "우리나라 주택유형 비율의 변화 특성에 관한 연구", 「대한건축학회논문집」, 26(8): 45~54.
2. 국토교통부(2024), 「2023년 주택업무편람」, 세종.
3. 권건우·진창하(2020), "생애주기별 가구의 주거비 부담 결정요인에 관한 연구", 「주택연구」, 24(3): 49~69.
4. 김용욱·김새힘·황준원·조미정(2023), "청년 1인 가구의 주거환경이 주거와 삶의 만족도에 미치는 영향: 다른 연령 집단과의 비교를 중심으로", 「LHI Journal」, 14(2): 19~34.
5. 김정수·이주형(2004), "가구특성에 따른 주택선택행태에 관한 연구", 「국토계획」, 39(1): 191~204.
6. 김주영·유승동(2013), "가구특성이 주택점유형태와 주택유형 선택에 미치는 영향 분석: 생애주기상 가구원수 변화와 가구의 경제적 특성을 중심으로", 「주택연구」, 21(4): 65~89.
7. 김현태·남진(2012), "서울시 생활권별 가구 특성과 아파트 선택요인 분석", 「서울도시연구」, 13(2): 155~173.
8. 문태헌·정윤영·정경석(2008), "주택유형 선택요인 분석 및 선택확률에 관한 연구: 진주시 사례를 중심으로", 「국토계획」, 43(2): 87~98.
9. 박서연·전희정(2019), "주거복지정책 유형별 주거비 부담수준 결정요인 분석: 공공임대주택 거주가구와 주거급여 수급가구의 비교연구", 「국토계획」, 54(3): 27~48.
10. 박종훈·이성우(2018), "주택유형에 따른 투자수요 변동에 관한 연구: 글로벌 금융위기 시기를 중심으로", 「부동산분석」, 4(2): 61~83.
11. 배종찬·정재호(2021), "거시경제와 부동산정책이 서울 아파트가격에 미치는 영향 연구", 「LHI Journal」, 12(4): 41~59.
12. 손희주·남궁미(2018), "가구 생애 주기별 주거만족도 영향요인 분석: 2016년도 주거실태조사를 중심으로", 「한국지역개발학회지」, 30(1): 169~196.
13. 송인호(2017), "주거유형의 선택결정 요인 이해: 청년층과 고령층을 중심으로", 「주택도시금융연구」, 3(2): 5~25.
14. 심승규·지인엽(2021), "생애주기별 주택소유와 주거유형: 연령대별 손바뀜 현상에 대한 실증분석", 「LHI Journal」, 12(4): 31~40.
15. 이동훈(2012), "서울시 저소득 1인가구를 위한 임대주택 유형에 관한 연구", 「대한건축학회논문집 계획계」, 28(12): 75~84.
16. 이미정·김찬호·이창수(2024), "공공임대주택 유형별 주거만족도 영향요인 비교연구", 「토지주택연구」, 15(1): 39~55.
17. 임재만·임미화(2017), "주택시장 뉴스, 소비심리, 가격, 거래량의 관계", 「주택연구」, 25(3): 5~24.
18. 장세린·홍성조(2023), "유형별 주택공급이 인구의 연령 구성에 미치는 영향", 「부동산분석」, 9(3): 111~129.
19. 정대석(2015), "주택 유형별 거래량의 동태적 상관관계 분석", 「GRI연구논총」, 17(3): 115~137.

5) 독립기에는 1인으로 동일하고, 시간경과에도 불구하고 생애주기별로 가구당 가구원수에 큰 변화가 없는 Table 1에서 생애주기별 가구 구성 형태를 미리 통제하였기 때문으로 판단된다. 형성기는 2010년 3.11명 → 2020년 3.05명, 확장기는 2010년 3.33명 → 2020년 3.29명으로 소폭 감소하였다. 반면 안정기는 2010년 2.86명 → 2020년 2.87명, 쇠퇴기는 2010년 1.55명 → 2020년 1.58명으로 증가하였다. 이는 성인 자녀의 독립이 늦어지고 기대수명 연장으로 쇠퇴기 가구 중 부부 모두가 생존한 비율이 높아졌기 때문으로 해석된다(통계청, "주거실태조사 마이크로데이터", 2025.5.30a 읽음. MDIS, https://mdis.kostat.go.kr.).

20. 정재훈·박사유(2018), "주택유형별 주택가격 변동성에 관한 연구: 통화정책과 부동산대책 효과를 중심으로",「대한건축학회연합논문집」, 20(4): 1~10.
21. 지상현·김재태(2021), "주택유형과 점유형태별 주거환경에 대한 인식 비교",「부동산융복합연구」, 1(3): 83~104.
22. 통계개발원(2013), "생애주기별 주요 특성 및 변화 분석", 통계청.
23. 허경재·민혁기(2021), "주거비 부담이 가구유형별 주거선택에 미치는 영향",「주택도시연구」, 11(3): 17~40.
24. 황광훈(2022), "수도권 및 비수도권 청년층의 주거특성 및 주거특성에 미치는 영향요인 분석",「LHI Journal」, 13(3): 21~38.
25. Aydoğan, F., S. Kocaman and A. Latifoğlu (2022), "Analyzing the Housing Consumer Preferences via Analytic Hierarchy Process (AHP) in Dubai, United Arab Emirates", *Behavioral Sciences*, 12(9): 327.
26. Chiwuzie, A., D. I. Dabara, E. P. Mbagwu, B. O. Ajiboye and S. T. Olawuyi (2020), "Housing-Related Attributes and the Changing Structure of Preferences", *African Journal of Built Environment Research*, 4(1): 37~58.
27. Essence Communications (2015), *Better Apartments: Community Survey Results*, Department of Environment, Land, Water and Planning, State Government of Victoria, Melbourne, Retrieved from https://www.planning.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0023/9590/Better-Apartments-Community-Survey-Results.pdf.
28. Jun, M. J. (2013), "The Effects of Housing Preference for an Apartment on Residential Location Choice in Seoul: A Random Bidding Land Use Simulation Approach", *Land Use Policy*, 35: 395~405.
29. Kim, M. J. (2020), *Exploring Housing Preference of Young Adults in Sweden: With Focus on Largest Cities*, Master's Thesis, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm.
30. 국토교통부, "미분양주택현황보고", 국토교통 통계누리, 2025.5.30 읽음. https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statView.do?hFormId=2086&hRsId=32.
31. 통계청, "주거실태조사 마이크로데이터", 2025.5.30a 읽음. MDIS, https://mdis.kostat.go.kr.
32. 통계청, "주택매매가격 동향", e-나라지표, 2025.5.30b 읽음. https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1240.

요 약

본 연구는 2010년(침체기)과 2020년(호황기) 주거실태조사 자료를 활용하여 가구특성 및 주택시장 상황과 생애주기 변화에 따른 아파트 선택 경향을 실증적으로 분석하였다. 가구주의 연령과 가족 구성을 기준으로 독립기, 형성기, 확장기, 안정기, 축소기 등 다섯 단계의 생애주기를 설정하고, 각 시점의 아파트 선택 확률과 10년 동안 생애주기별 전이 구조를 심층적으로 분석하였다. 분석 결과, 아파트 선택에 있어 소득, 자산, 점유형태, 이사 이유가 핵심적인 결정 변수로 확인되었다. 특히 형성기에서는 신혼부부 및 자녀가구 대상 정책 특례공급의 영향으로 아파트 선택 확률이 유의미하게 증가하는 경향을 보였다. 흥미롭게도 축소기에서는 주거환경 개선을 목적으로 아파트로 이전하는 비율이 뚜렷하게 높게 나타났다.시장 환경별 분석에서는 2010년 침체기에는 자가 및 전세 점유형태의 영향력이 컸던 반면, 2020년 호황기에는 아파트와 전세 가격 급등, 전세의 월세화, 비아파트 이탈 현상이 두드러지는 양상을 보였다. 또한, 수도권은 비수도권에 비해 아파트 선택 확률이 지속적으로 낮았으며, 2020년에는 가격 격차와 선택의 제약이 더욱 심화된 것으로 파악되었다. 본 연구는 생애단계와 시장 국면의 상호작용을 고려한 아파트 수요 분석의 중요성을 강조하며, 향후 생애주기별 수요 구조를 반영한 맞춤형 공급 전략과 시점별 시장 변화에 대한 이원적 정책 설계의 필요성을 시사한다. 이는 급변하는 주택 시장 환경 속에서 안정적인 주거 공급과 다양한 계층의 주거 수요 충족에 기여할 것으로 기대된다.

주제어: 아파트선택, 생애주기, 주택시장국면, 주거실태조사, 가구특성

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):101-112 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.101

주택매매소비심리와 수요·공급의 변화가 지방광역시 아파트 가격에 미치는 영향에 관한 연구 : 대구광역시를 중심으로

A Study on the Effects of Consumer Sentiment in Housing Sales and Changes in Demand and Supply on Apartment Prices in Local Metropolitan City : Based on Daegu Metropolitan City

김명찬* · 김종진**
Myungchan Kim* · Jongjin Kim**

Abstract
This study examines the effects of interest rate shifts, supply-demand dynamics, and housing consumer sentiment on apartment prices in Daegu Metropolitan City, a market characterized by substantial price volatility since the mid-2010s. The impulse response analysis shows that interest rate shocks exert the strongest impact on apartment prices in Daegu Metropolitan City, followed by substantial responses to shocks in housing market consumer sentiment and apartment completions, with their influence expanding considerably over the long term. The variance decomposition of forecast errors also yields comparable results. Among the variables, interest rates exhibit the greatest explanatory power for changes in the apartment sales price index, followed by housing market consumer sentiment and apartment completions. However, both the growth of household number (as a demand variable) and single-family housing performance (as a substitute product) exhibit low explanatory power throughout the forecast periods. In particular, the explanatory power of interest rates and apartment completions increases steadily over longer horizons, and their effects persist in the long run. Meanwhile, the consumer sentiment index of the housing sales market tends to decrease in the long run although its explanatory power rises significantly at the initial time difference.

Keywords: Consumer Sentiment Index of Housing Sales Market, Apartment Sales Price Index, Daegu Metropolitan City, Vector Error Correction Model (VECM)

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

주택은 거주를 위한 공간 소비재로서 입지적 특성에 따라 그 가격이 크게 영향을 받게 된다, 또한, 주택은 가격수준이 높은 투자 경제재로서 경제환경, 대체재의 존재, 수요와 공급과 함께 소비심리에 의해서도 가격이 크게 영향을 받는 것으로 나타나고 있다. 즉,

*전주대학교 부동산학과 박사과정(주저자: bm2011@naver.com)
**전주대학교 부동산국토정보학과 교수(교신저자: jongjink66@naver.com)
Received: September 9, 2025 / Accepted: October 31, 2025

주택은 일반 경제재와 달리 지역적 차별성이 매우 강한 시장으로 지역별 분석을 통한 정책 및 투자적 측면의 연구 필요성이 높다. 최근 우리나라는 낮은 경제성장률 지속적인 인구증가에서 인구감소로의 전환 등 새로운 사회적 패러다임의 변화를 경험하고 있다. 특히, 혼인비율 저하, 초저출산, 지방소멸 등 지역별 급격한 인구구조의 변화 그리고 AI혁명에 의해서 산업구조의 급속한 변화가 진행되면서 지역적 특성이 두드러지는 상황이다. 특히, 최근 수도권 주택가격의 급등으로 인한 주택시장에 대한 소비자 심리의 변화는 지역 주택시장에 큰 영향을 미칠 수 있다.

지방 경제 및 문화의 중심지역인 6대 광역시 주택시장은 수도권 인근 위치 여부와 경제 및 인구 등의 특성이 다르게 나타나고 있으며, 광역시별 산업구조 등에 의해 거시경제환경의 변화에 따른 영향도 큰 차이를 보일 수 있다. 또한, 지방의 거점 도시권역인 광역시의 경제와 인구유출 등의 심각화로 인해 주택시장이 크게 영향을 받는 실정이며, 이는 다시 광역시의 경제 및 사회문제를 야기하는 주요 원인이 되고 있다.

지방 광역시 중 대구광역시 아파트시장은 2010년대 중반 이후 큰 폭의 가격상승과 하락 그리고 2016년 미분양 주택수가 915호였으나 2022년 13,445호로 크게 증가하여 미분양이 가장 많은 도시 등 급격한 변화를 경험하고 있다. 따라서 대구광역시 아파트시장에 대한 연구를 통하여 광역시 주택시장에 영향을 미치는 주요 요인들을 분석할 필요성이 높다.

이러한 인식을 바탕으로 본 연구는 대구광역시 아파트시장을 대상으로 거시경제환경, 수급 변수 그리고 주택소비심리의 변화가 가격에 미치는 영향을 분석하고 그 의미와 시사점을 제시하고자 하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 급격한 가격변동을 경험하고 있는 대구광역시 아파트시장으로 설정하였고, 시간적 범위는 2013년 1사 분기부터 2024년 4사 분기까지로 설정하였다. 대구광역시 아파트 가격지수에 영향을 미치는 변수로는 경제특성 변수(이자율), 수요과 공급변수 그리고 주택매매소비심리의 분기별 자료로 설정하였다. 구체적으로 종속변수는 대구광역시 아파트 가격지수로 설정하고, 독립변수는 경제특성변수로 이자율, 수요와 공급변수로는 주택매매시장 소비심리지수, 세대수, 아파트 준공실적, 단독 준공실적, 아파트 매매가격지수로 설정하였다. 분석방법은 모형에서 사용된 경제, 소비심리 및 수급변수들이 시간의 변화에 따라 측정된 시계열 변동의 특성을 가지고 있으므로, 변수간의 장기균형관계를 가정하는 다중시계열 분석방법인 VECM(벡터오차수정모형)을 이용하였다. 분석도구는 다중시계열 자료의 분석에 특화된 프로그램 중 하나인 Eviews 8.0 version을 이용하였다.

2. 주택매매시장의 개요 및 선행연구 고찰

2.1 주택매매의 개요 및 구성요소

주택시장은 주택의 고유한 특징적 요소를 지닌 시장으로, 주택 매도인과 매수인의 상호 협의 과정을 통해 주택의 소유권이 양도되는 시장을 말한다(현무준, 2014). 일반적으로 주택시장의 활성화 혹은 침체 상황은 주택매매 가격과 함께 거래량 관련 동향으로 파악하는 경우가 많다. 다수의 국내외 주택 거래량 관련 연구들은 주택 거래량과 가격의 상관성이 매우 높은 것을 보여주고 있다(류현욱·고성수, 2012).

또한, 주택매매 거래량은 가격과 함께 시장 활성화의 중요한 지표로 인식되며, 정부가 주택 관련 정책을 수립하거나 개인 간 거래 측면에서도 매우 중요한 분야이다(서원석, 2025). 따라서 주택매매 거래량에 직접적으로 영향을 미치는 요인들을 연구하는 것은 특정 지역의 주택시장 구조와 특징 및 예측에 대한 이해를 더 높일 수 있어 부동산 분야에서 주택 매매거래량

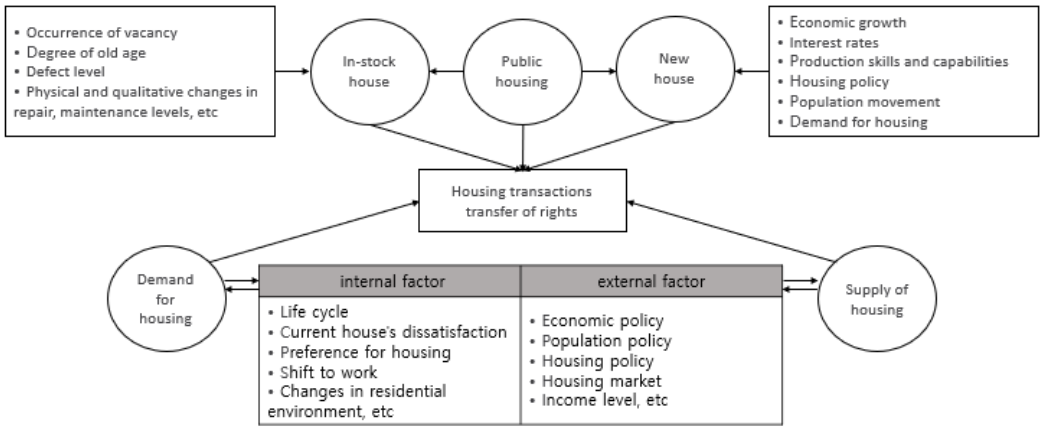


Fig. 1. The Operation and Components of the Housing Market

Source: Kim (2018: 201) (in Korean)

에 대한 관심이 높다(김윤식, 2020). 한편 선행연구들에서 주택매매량은 수요와 공급 및 이자율 등 경제적 환경이 크게 영향을 미치는 것으로 나타나는데, 빅데이터를 활용한 최근 연구들은 주택매매량은 인터넷 등 온라인 정보가 보편화되면서 온라인에서의 기사나 정보 검색량 등 투자심리에 영향을 미칠 수 있는 요인들이 중요한 것으로 분석되고 있다(정창원, 2016).

주택매매시장 소비심리지수는 국토연구원이 작성·공표하는 지수로, 전국 152개 주요 시군구를 대상으로 일반가구와 중개업소를 통해 조사한 부동산시장 소비심리 결과를 바탕으로 산출된다. 지수는 0~200 범위의 값으로 표현되며, 100을 초과하면 가격 상승이나 거래 증가에 대한 응답이 많음을 의미한다. 소비심리지수는 각 조사항목별 지수를 단계적으로 합산하여 최종 부동산시장 소비심리지수를 도출하며, 지수값에 따라 9단계(상승국면 1~3단계, 보합국면 1~3단계, 하강국면 1~3단계)로 구분된다. 국면 판정은 지수가 115 이상이면 상승국면, 95 이하이면 하강국면, 그 사이 값은 보합국면으로 분류한다.

주택의 거래와 관련된 주택시장의 작동 및 구성요소는 다음 Fig. 1과 같이 설명된다(김지현, 2018).

주택시장은 각 구성 요인들은 동적으로 변하면서 상호작용에 의해 반응한다. 내부적 요인인 해당 지역 가구의 생애주기, 주거환경변화 및 타 주택 및 주거지에 대한 소비 욕구 등이 주택수요와 상호작용을 통하여 주택거래의 주요 요인이 된다(김수정·정재호, 2025). 외부적 요인으로는 소득수준, 거시 및 주택정책, 주택 경기 변동과 인구구조 및 인구이동 등이 주택공급과 상호작용을 통하여 주택거래의 변화를 야기하게 된다.

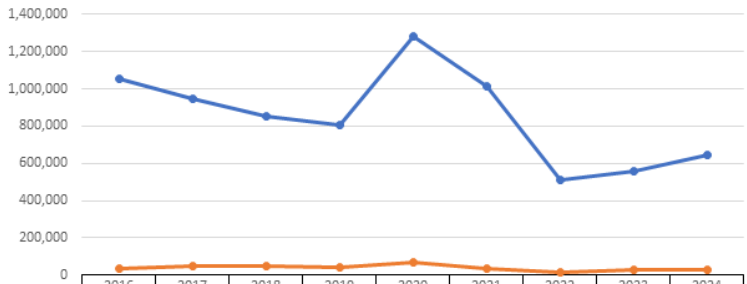
2.2 대구광역시 주택시장 현황 및 특징

2.2.1 대구광역시 주택매매거래량

Fig. 2는 전국과 대구광역시의 주택매매 거래량을 보여주고 있다.

2016년 전국 주택매매 거래량은 105만 건으로 시작하여 2019년까지 점진적으로 감소하였다. 2020년에는 거래량이 약 127만 건으로 급등하며 2019년 대비 50%이상 증가했다. 이는 코로나19시기 저금리와 풍부한 유동성이 부동산시장으로 유입되면서 투자자와 실수요자 중심의 거래가 급증한 결과로 해석된다. 2021년에도 100만 건 이상을 유지했으니, 금리 인상 여파로 감소세가 나타났다. 2022년에는 약 55만 건으로 2020년 대비 65%이상 줄어들며 거

(Unit: Number of cases)



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Nationwide	1,053,069	947,104	856,219	805,272	1,279,305	1,015,171	508,790	555,054	642,576
Daegu Metropolitan City	32,383	44,603	47,931	42,956	66,096	31,113	15,031	25,325	27,663

Fig. 2. Home Sales Volume

Source: KOSIS National Statistical Portal (2025) (in Korean)

(Unit: Arc)



	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Daegu Metropolitan City	915	126	362	1,790	280	1,977	13,445	10,245	8,807

Fig. 3. Unsold House

Source: KOSIS National Statistical Portal (2025) (in Korean)

래 절벽 현상이 심화되었다. 2023년과 2024년에는 다소 회복세를 보이며 각각 약 55만건과 64만 건 수준을 기록했다.

대구광역시의 주택매매 거래량은 2016년 약 3만 2천건에서 2019년까지 4만 건대를 유지했다. 2020년에는 약 6만 6천건으로 정점을 찍었으나, 이후 급감하여 2022년에는 약 1만 5천건으로 줄었다. 이는 전국보다 더 큰 폭의 하락으로 불과 2년 만에 4분의 1 수준으로 축소된 것이다. 2023년과 2024년에는 각각 약 2만 5천건과 2만 7천건으로 소폭 회복하였다. 전반적으로 전국과 대구 모두 금리 인상과 경기 침체의 영향을 받아 거래량이 급격히 감소하였다.

2.2.2 대구광역시 주택 미분양 현황

Fig. 3은 대구광역시의 미분양 현황을 전체적으로 살펴보면, 2022년에 급증하고 이후 감소추세를 보이고 있다.

대구광역시의 주택 미분양은 2016년 915호를 시작하여 2017년 126호로 크게 감소하였고, 2018년 362호로 소폭 증가하였다. 2019년에는 1,790호로 급증했으나, 2020년에는 다시 280호로 감소하였다. 2022년에 13,445호로 급격하게 증가하며 정점을 기록했으나, 2023년 이후에는 하락세가 이어졌다. 2022년의 급증은 공급의 확대, 경기의 변화, 수요의 위축 등의 복합 요인에 기인했을 가능성이 크다. 이

러한 추이는 대구 주택시장의 공급과 수요의 불균형에 대해서 보여주고 있다.

2.3 선행연구 고찰 및 차별성

박덕연(2019)은 국내 대표적인 지방광역시인 광주광역시를 대상으로 지역 경제특성변수와 인구구조의 변화가 아파트가격에 미치는 영향을 연구하였고, 이질적 지역특성을 보이는 구도심과 신도심의 아파트시장 가격 영향요인을 비교 분석하였다. 분석결과 구도심의 아파트시장은 소비자물가지수와 경제활동인구비율의 상승이 주요 수요증가 요인으로 나타났으며, 65세 이상 인구비율의 증가는 수요감소요인으로 나타났다. 반면에 신도심 아파트시장은 소비자물가지수와 경제활동인구비율의 상승이 주요한 수요증가 요인으로 나타났다. 이 연구는 지역특성변수와 인구구조변수의 변화가 구도심과 신도심의 아파트시장에 미치는 영향이 다르다는 측면에서 투자적 관점에서 지역 특성을 고려해야 함을 제시하고 있다. 이현미(2022)은 패널 VAR모형을 활용하여 수요공급요인과 거시경제요인들을 중심으로 서울시 25개 구의 아파트매매가격에 변동을 미치는 요인을 분석하였다. 분석결과 매매가격의 단기 변동은 수요요인에 의해 유의하게 영향을 받으나, 장기 변동은 공급요인이 중요한 요인으로 나타났다. 또한, 순환주기의 측면에서 서울시 아파트시장은 전세가격이 경기도 아파트 가격은 회사채수익률이 설명력이 높은 것으로 확인되었다. 이 연구는 서울 권역별 아파트가격은 설명력에 유의한 차이가 있어, 아파트시장이 지역별로 고도로 세분화되고 있다고 하였다. 최문기(2022)는 강남4구 실거래 분석을 통해 문재인 정부시기 아파트 가격이 급등한 이유를 분석하였다. 이 연구는 선행연구들을 기반으로 주택담보대출금리, 소비자물가지수, 주가지수, 산업생산지수 등 경제환경의 변화와 주택가격 간의 상호작용을 분석하고, 이들 변수 간 시차효과 및 파급력을 설명하였다. 분석결과 강남4구 아파트가격 급등은 금리의 영향력이 가장 큰 것으로 나타났다. 고동우(2024)는 일반자기회귀 조건부 이분산모형과 벡터오차수정모형을 이용하여 주택수요와 공급상황과 주택가격의 동태적 변화를 분석하였다. 분석결과 주택가격의 변동은 주택대출액과 주택공급 변화에 의해 크게 영향을 받으며, 주택가격은 관성적인 변동성 군집현상을 보이는 것으로 나타났다. 또한, 단기적으로 현재의 주택가격은 이전 시점 주택가격이나 주택대출에 의해 영향을 받지만, 장기적으로는 등 주택공급의 영향을 상대적으로 더 크게 받는 것으로 나타났다. 또한, 수요측면에서 실질적 상환능력인 경제성장은 가계부채 감당능력을 증가시키면서 주택가격 상승이 가계부채를 높이며, 공급측면에서는 GDP상승 증가와 주택가격 상승이 주택건설을 촉진하고 공사비 증가는 건설에 부정적 영향을 미치는 것을 발견하였다. 김기태(2025)는 ARCH/GARCH모델과 연결성 접근법을 활용하여 수도권과 16개 지역의 아파트가격의 상호작용 강도와 방향성을 정량적으로 분석하였다. 특히, 아파트 매매 및 전세시장의 지역 간 상호작용과 전이효과를 중심으로 코로나펜데믹과 같은 외부충격의 영향을 분석하였다. 분석결과 수도권은 아파트시장에서 주요 전이자로 서울을 중심으로 발생한 변동성이 경기도와 인천을 통해 비수도권으로 확산되는 구조를 가지는 것으로 나타났다. 외부충격의 경우 금융위기는 매매시장 그리고 코로나 시기는 전세시장의 변동성이 크게 나타났다.

본 연구의 차별성은 첫째, 수도권 주택시장과 비교하여 수요 유입의 한계를 가지고 있는 지방 광역시 아파트시장을 연구대상으로 설정하였고, 둘째, 수급불균형과 주택소비심리가 급격한 가격변동과 미분양 증가에 미치는 영향을 도출하고 시사점을 제시하였다는 측면에서 그 의의를 둘 수 있다.

3. 연구모형

본 연구에서는 앞의 선행연구 등 아파트 매매시장과 관련된 문헌고찰을 통하여 변수들 간의 영향 관계의 이론적 고찰을 통해 다음 Fig. 4와 같이 연구모형을 설정하였다.

연구모형을 바탕으로 대구 아파트 매매가격지수 결정요인의 이론적 모형을 다음과 같이 구축하였다.

ASPI(t)= f {(ROI), (HMCSI), (NOH), (CAOA), (CAOS)}

ASPI(t)={시점t의 대구 아파트 매매가격지수}

또한, 위의 대구 아파트 매매가격지수 연구모형을 시차1 장기균형모형으로 가정한다면 다음의 함수식으로 표현할 수 있다.

$$ASPI_t = c_1 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i ROI_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \beta_i HMCSI_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \gamma_i NOH_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \delta_i CAOA_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \epsilon_i CAOS_{t-i}$$

4. 분석결과

4.1 변수특성 및 기초분석

4.1.1 기술통계량

본 분석에 사용된 자료는 2013년 1사분기부터 2024년 4사분기 대구 아파트 매매시장과 이자율, 주택매매시장 소비심리지수, 세대수, 아파트 준공실적, 단독 준공실적의 분기별 자료로 설정하였다. 자료는 국토교통부, 통계청, e-나라 지표, 한국부동산원 등에서 제공하는 통계자료를 활용하였다.

Table 1은 각각의 변수에 대한 평균, 첨도, 왜도 등의 기초통계 결과를 보여주고 있다.

분석기간 동안 주택매매시장 소비심리지수의 최소값이 75.8, 최대값이 153.4, 아파트 준공실적은 510호에서 14816호로 나타나고 있으며 그 외의 단독준공실적 등 대부분 변수들의 차이가 큰 것으로 나타났다. 첨도(Kurtosis)는 아파트 준공실적, 대구 아파트 매매가격지수를 제외한 모든 변수가 3보다 낮아 평탄분포의 형태를 보이고 있으며, Jarque-Bera 통계량을 기준으로 아파트 준공실적을 제외한 변수들이 모두 정규분포 형태임을 알 수 있다. 따라서 변수들은 로그변환 되지 않은 수준변수(Level Variable) 형태로 분석을 수행하였다.

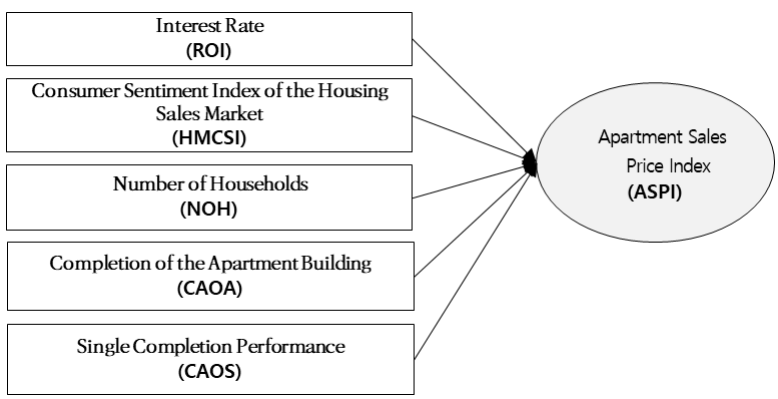


Fig. 4. Research Model

Table 1. Technical Statistics

	ROI	CAOA	CAOS	HMCSI	NOH	ASPI
Mean	2.192083	4863.417	1613.604	117.7813	1024203	84.28056
Median	2	4363.5	1222.5	115.55	1021968	84.18333
Maximum	3.905	14816	4356	153.4	1103508	100.7
Minimum	0.854	510	77	75.8	950163	66.23333
Std.Dev.	0.847702	2962.996	1283.346	20.4986	46781.99	7.909224
Skewness	0.349145	0.919981	0.620553	0.204874	0.102914	0.169141
Kurtosis	2.008137	4.073445	2.124016	2.056191	1.748609	3.20611
Jarque-Bera	2.942802	9.075494	4.615383	2.117335	3.216689	0.313831
Probability	0.229604	0.010697	0.099491	0.346918	0.200219	0.854776
Sum	105.22	233444	77453	5653.5	49161750	4045.467
SumSq. Dev.	33.77416	4.13E+08	77407955	19749.05	1.03E+11	2940.124
Observations	48	48	48	48	48	48

Note: Interest Rate (ROI), Consumer Sentiment Index of the Housing Sales Market (HMCSI), Number of Households (NOH), Completion of the Apartment Building (CAOA), Single Completion Performance (CAOS), Apartment Sales Price Index (ASPI)

Table 2. ADF Unit Root Test Results

Sortation	ROI	CAOA	CAOS	HMCSI	NOH	ASPI
Level Variable	-1.688742 (0.4301)	-4.952494 (0.0002)	-0.815181 (0.8055)	-2.587238 (0.1029)	0.343374 (0.9782)	-2.337585 (0.1652)
Difference Variable	-4.223709 (0.0017)	0 (0.0)	-9.509167 (0.0)	-5.796156 (0.0)	-5.812295 (0.0)	-3.329344 (0.0193)
Test Critical Values.	1% significance ; -3.588509 5% significance ; -2.929734 10% significance ; -2.603064					

4.1.2 정상성 검정결과

본 연구는 ADF 검정법을 통하여 각 변수의 단위근 존재 여부를 검정하였다. Table 2는 모든 변수의 수준변수와 차분 변수의 단위근 검정결과를 나타내고 있다.

검정결과 유의수준 5%를 기준으로 6개 변수의 검정통계량을 보면 일부 변수들이 5%의 임계값보다 큰 것으로 나타났다. 따라서 차분 안정화과정(Diference-Stationary process)을 수행하였고, 1차 차분한 검정결과 변수별 검정 통계량은 -9.509(CAOS)~-3.329(ASPI)로 임계값보다 적은 값을 나타내고 있다. 따라서 차분 변수들의 단위근 검정결과 안정적 시계열로 전환되었다고 할 수 있다.

4.1.3 장기 공적분 검정결과

Table 3은 변수들의 공적분 검정결과를 보여주고 있는데, 5% 유의수준에서 3개의 공적분의 관계가 존재하는 것으로 나타나 본 연구에서는 벡터오차수정모형을 이용하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

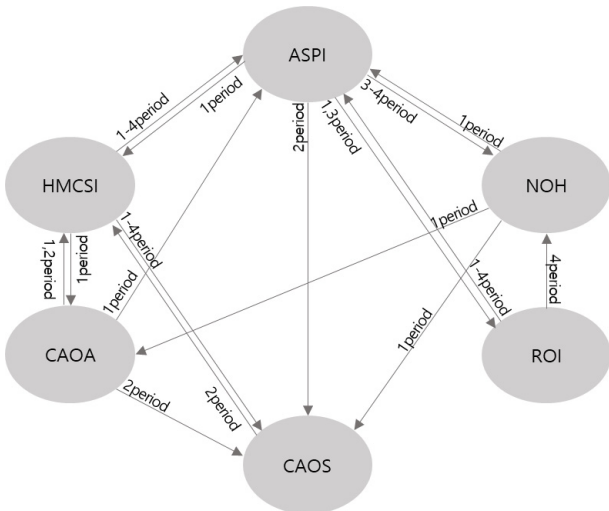
4.1.4 그랜저 인과관계 검정결과

Fig. 5는 각 변수간 그랜저 인과관계를 도식화한 그림이다. 주택매매시장 소비심리지수, 아파트 준공실적, 대구 아파트 매매가격지수, 단독 준공실적, 이자율, 세대수의 변수들은 모두 상호 그랜저 인과관

Table 3. Johansen Results of Cointegration Test

Hypothesized		Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
No. of CE(s)	Eigenvalue			
None *	0.5858	119.1880	83.9371	0
At most 1 *	0.5086	78.6343	60.0614	0.0006
At most 2 *	0.4005	45.9513	40.1749	0.0118
At most 3	0.2716	22.4186	24.2760	0.0842
At most 4	0.1441	7.8383	12.3209	0.2495
At most 5	0.0147	0.6818	4.1299	0.4685

Note: *The existence of a long-term equilibrium relationship, **Significant level



HMCSI: Consumer Sentiment Index of the Housing Sales Market
CAOA: Completion of the Apartment Building
CAOS: ingle Completion Performance
ROI: Interest Rate
NOH: Number of Households
ASPI: Apartment Sales Price Index

Fig. 5. A Schematic Diagram of the Relationship between Daegu Apartment Sales Price Index Granger and the Causal Relationship

계 하는 것으로 나타났다. 한편, 아파트 준공실적은 대구 아파트 매매가격지수와 단독 준공실적, 세대수는 아파트 준공실적과 단독 준공실적, 이자율은 세대수, 대구 아파트 매매가격지수는 단독 준공실적에 그랜저 인과관계 하는 것으로 나타났다.

4.2 충격반응 및 예측오차 분산분해결과

4.2.1 충격반응 분석결과

Fig. 6 은 대구 아파트 매매가격지수에 대한 각 변수들의 충격반응을 보여주고 있다.[1)]

분석결과 단독 준공실적과 세대수의 변화는 대구

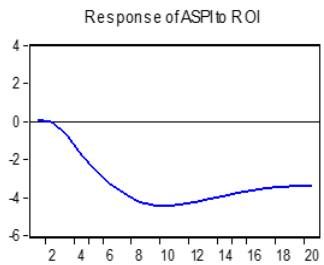
1) 시차모형 분석결과 AIC와 SC값이 최소로 나타난 1시차 모형을 기준으로 충격반응과 예측오차분산분해 분석을 수행하였다.

광역시 아파트가격에 대한 충격반응이 다소 등락이 있으나 전 시차에 걸쳐 크게 나타나지는 않고 있다. 그러나 이자율, 주택매매시장 소비심리지수 그리고 아파트 준공실적의 충격 반응은매우 큰 것으로 나타나고 있으며, 그 추세도 시차가 커질수록 충격반응의 정도도 크게 높아지는 것을 알 수 있다.

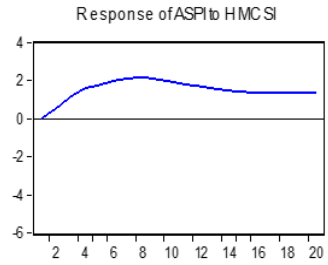
4.2.2 예측오차 분산분해 결과

Table 4는 예측오차분산분해의 분석결과를 나타내고 있다.

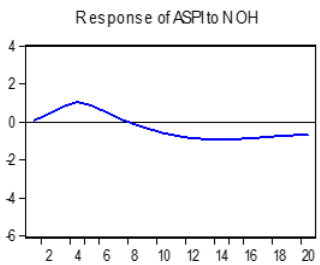
대구 아파트 매매시장 모형 분석결과 과거 가격의 설명력은 시차가 커지면서 점차 낮아지는 것으로 나타났다. 변수 중 아파트 매매가격지수의 변화는 이



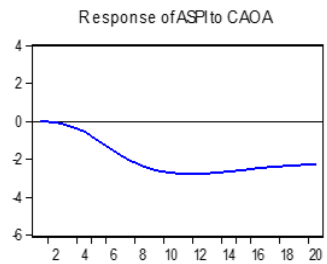
Impact Response Function of Daegu Apartment Sales Price Index by Interest Rate



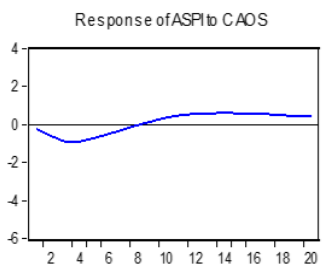
Impact Response Function of Daegu Apartment Sales Price Index by Consumer Sentiment Index of Housing Sales Market



Impact Response Function of Daegu Apartment Sales Price Index by Number of Households



Impact Response Function of Daegu Apartment Sales Price Index by Apartment Construction Performance



Impact Response Function of Daegu Apartment Sales Price Index based on Single Completion Performance

Fig. 6. Analysis of Impact Response of Daegu Apartment Sales Price Index Model

Table 4. Prediction Error Variance Decomposition Analysis Results

Period	S.E.	ROI	HMCSI	NOH	CAOA	CAOS	ASPI
1	0.7042	2.2735	0.0565	1.5611	0.0011	11.2395	84.8684
2	1.6064	0.4738	11.2207	6.9952	0.0585	16.1503	65.1015
3	2.6216	7.2083	23.9160	12.0006	0.8754	18.4669	37.5328
4	3.8703	23.3512	28.2366	13.0847	2.1255	13.8724	19.3296
5	5.2029	37.2923	27.2455	9.9327	5.1398	9.5839	10.8059
6	6.6806	46.6769	25.3373	6.6195	8.4154	6.3439	6.6070
7	8.2325	51.8365	23.3391	4.3953	11.4727	4.2970	4.6595
8	9.8100	54.8672	21.3633	3.1110	13.8269	3.0276	3.8040
9	11.2928	56.4660	19.4932	2.4560	15.7022	2.3058	3.5768
10	12.6437	57.3200	17.9011	2.1742	17.1279	1.9270	3.5498
11	13.8361	57.6390	16.6244	2.1095	18.2904	1.7289	3.6078
12	14.8963	57.7236	15.6270	2.1484	19.2010	1.6349	3.6651
13	15.8259	57.6807	14.8334	2.2198	19.9435	1.5895	3.7331
14	16.6461	57.6064	14.1996	2.3040	20.5413	1.5772	3.7716
15	17.3668	57.5187	13.7041	2.3770	21.0324	1.5686	3.7992
16	18.0121	57.4511	13.3235	2.4346	21.4297	1.5611	3.8000
17	18.5972	57.4084	13.0317	2.4674	21.7583	1.5449	3.7893
18	19.1402	57.3930	12.8066	2.4825	22.0283	1.5249	3.7647
19	19.6512	57.3997	12.6334	2.4802	22.2511	1.4993	3.7364
20	20.1423	57.4243	12.4999	2.4677	22.4351	1.4709	3.7020

자율에 의해 가장 크게 설명되고, 그 다음으로 주택매매시장 소비심리지수, 아파트 준공실적 순으로 나타났다. 따라서 이들 변수들은 대구광역시 아파트가격에 영향을 미치는 주요한 요인으로 판단된다. 그러나 세대수와 아파트의 대체재인 단독주택 준공실적의 변화는 전 시차에서 낮은 설명력을 보여주고 있다. 특히 이자율과 아파트 준공실적은 설명력이 시차가 커질수록 지속적으로 높아져 그 영향이 장기적으로 유지된다는 것을 알 수 있다. 한편, 주택매매시장 소비심리지수는 초기 시차에서 그 설명력이 크게 상승하지만 장기적으로 낮아지는 추세를 보이고 있다.

이러한 분석결과의 해석과 시사점은 다음과 같다. 첫째, 과거 아파트 가격의 설명력이 시차가 커질수록 낮아져 대구 광역시 아파트가격은 장기적으로 변동폭이 매우 크다는 것을 알 수 있다. 둘째, 이자율의 변화는 3분기 이후 아파트 가격에 크게 반영되며 그 영향력은 지속적으로 유지되어 대구 광역시 아파트 시장은 이자율 변동에 매우 민감한 것으로 나타났다. 셋째, 주택매매소비심리의 변화는 3분기 이후 아파트 가격에 크게 반영되며, 3년 이후부터는 다소 약해져 대구 광역시는 장기적으로 아파트 시장 상황의 변화에 더 민감하게 반응하는 것을 알 수 있다. 넷째, 아파트의 대체재라고 할 수 있는 단독주택의 공급량의 영향이 매우 낮은 것으로 나타나, 아파트 대체재로서의 기능이 약하며 대구 광역시는 주거형태 중 아파트에 대한 선호현상이 높은 것으로 판단된다. 또한, 주택의 주요 수요요인인 세대수의 변화는 크

게 영향을 주지 않는 것으로 나타나 대구광역시 아파트시장은 실수요자 시장이라기 보다는 투자시장으로서의 특징이 강한 것으로 해석될 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 2010년대 중반 이후 큰 가격 변동추세를 보이고 있는 대구광역시 아파트시장을 대상으로 이자율, 수요와 공급 그리고 주택소비심리의 변화가 가격에 미치는 영향을 분석하고 그 의미와 시사점을 제시하고자 하였다.

충격반응 분석결과 대구광역시 아파트가격에 대한 이자율의 충격반응이 가장 크며 주택매매시장 소비심리지수와 아파트 준공실적의 반응도 매우 크며, 그 정도도 장기적으로 크게 높아지는 것을 알 수 있다. 또한, 예측오차분산분해도 유사한 결과를 보여주고 있다. 변수 중 아파트 매매가격지수의 변화에 대한 설명력은 이자율이 가장 높고 그 다음으로 주택매매시장 소비심리지수, 아파트 준공실적 순으로 나타났다. 그러나 주택수요 변수인 세대수와 아파트의 대체재인 단독주택 준공실적의 변화의 설명력은 전 시차에 걸쳐 낮게 나타났다. 특히 이자율과 아파트 준공실적은 설명력이 시차가 커질수록 지속적으로 높아져 그 영향이 장기적으로 유지된다는 것을 알 수 있다. 한편, 주택매매시장 소비심리지수는 초기 시차에서 그 설명력이 크게 상승하지만 장기적으로 낮아지는 추세를 보이고 있다.

분석결과의 의미와 시사점은 다음과 같다. 첫째, 대구광역시 아파트시장은 중장기적으로 가격의 변동폭이 매우 높은 특징을 가지고 있어 단기적인 주택정책보다는 장기적 측면에서 접근할 필요성이 높다.

둘째, 주택의 주요 수요요인인 세대수의 변화는 크게 영향을 주지 않는 것으로 나타나 대구광역시 아파트시장은 실수요자 시장이라기 보다는 투자시장으로서의 특징이 강한 것으로 해석될 수 있다. 또한, 이자율의 변화가 주요한 가격 변동요인으로 나타나 대구광역시 아파트시장 또한 주택담보대출금리에 의해 크게 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 따라서 대구광역시 아파트시장은 향후 이자율 추이를 고려한 주택수급에 대한 모니터링 필요성이 높다.

셋째, 아파트의 대체재라고 할 수 있는 단독주택의 공급량의 영향이 매우 낮은 것으로 나타나, 아파트 대체재로서의 기능이 약하며 대구광역시는 주거형태 중 아파트에 대한 선호현상이 높아 아파트의 수요요인인 세대수보다는 아파트의 건설실적이 대구광역시 아파트가격의 장기변동에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

넷째, 대구광역시 아파트시장은 중기적으로 주택매매시장 소비심리지수에 의해 크게 영향을 받는 것으로 나타나, 이자율과 함께 아파트에 대한 투자심리가 주요 영향요인으로 판단된다. 그러나 주택매매소비심리지수는 아파트시장의 장기 예측지표로서는 한계가 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 주택매매소비심리지수의 변화는 단기 수요지표로서 영향을 미치는 주요한 요인으로 아파트의 수급변화와 함께 고려해야 할 지표로 판단된다.

궁극적으로 대구광역시 아파트시장은 세대수 변동 등 주택수요보다는 이자율, 주택매매 수요심리 그리고 공급상황에 의해 크게 영향을 받으므로 이를 고려한 정책수립의 필요성이 높다고 할 수 있다.

참고문헌

1. 고동우(2024), “한국주택시장의 가격변동과 수요 및 공급 결정요인 연구: 리츠(REITs) 정책사례를 포함하여”, 박사학위논문, 부산대학교.
2. 김기태(2025), “부동산시장의 지역 간 전이와 연계성 분석: COVID-19 팬데믹영향”, 박사학위논문, 부산대학교.
3. 김수정·정재호(2025), “아파트공급 단계별 물량이 아파트 시장에 미치는 영향에 관한 실증 분석”, 「토지주

택연구」, 16(3): 169~181.

4. 김윤식(2020), “아파트 거래량에 영향을 미치는 부동산 비정형 빅데이터의 구축 및 실증연구”, 박사학위논문, 서울벤처대학원대학교.
5. 김지현(2018), 「부동산경제학의 이해」, 서울: 이프레스
Kim, J.-H. (2018), *Understanding Real Estate Economics*, Seoul: E-press (in Korean).
6. 류현욱·고성수(2012), “가격과 거래량의 관계에 대한 실증연구”, 「부동산학연구」, 18(3): 23~36.
7. 박덕연(2019), “지방대도시 구도심과 신도심의 아파트 가격 영향요인에 관한 연구”, 박사학위논문, 전주대학교.
8. 서원석(2025), “서울권과 인접권역 주택시장의 연쇄적 가격 전이효과: 패널 VECM의 적용”, 「토지주택연구」, 16(2): 89~103.
9. 이현미(2022), “주택 매매시장 변동성에 관한 연구”, 박사학위논문, 상명대학교.
10. 정창원(2016), “온라인과 오프라인 부동산 정보검색이 주택 가격과 거래량에 미치는 영향”, 박사학위논문, 한성대학교.
11. 최문기(2022), “거시경제변수가 아파트 실거래가격지수에 미치는 영향에 관한 연구”, 박사학위논문, 대구대학교.
12. 현무준(2014), 「주택 임대차시장 선진화를 위한 임대주택시장의 이해: 임대사업자 등록 이론과 실무」, 서울: 범론사.
13. KOSIS 국가통계포털, “주택매매거래량”, 2025.6.25 읽음. https://kosis.kr/.
KOSIS National Statistical Portal, “Unoccupied Units”, Accessed June 25, 2025 https://kosis.kr/ (in Korean).

요 약

본 연구는 2010년대 중반 이후 큰 가격 변동추세를 보이고 있는 대구광역시 아파트시장을 대상으로 이자율, 수요와 공급 그리고 주택소비심리의 변화가 가격에 미치는 영향을 분석하고 그 의미와 시사점을 제시하고자 하였다. 충격반응 분석결과 대구광역시 아파트가격에 대한 이자율의 충격반응이 가장 크며 주택매매시장 소비심리지수와 아파트 준공실적의 반응도 매우 크며, 그 정도도 장기적으로 크게 높아지는 것을 알 수 있다. 또한, 예측오차분산분해도 유사한 결과를 보여주고 있다. 변수 중 아파트 매매가격지수의 변화에 대한 설명력은 이자율이 가장 높고 그 다음으로 주택매매시장 소비심리지수, 아파트 준공실적 순으로 나타났다. 그러나 주택수요 변수인 세대수와 아파트의 대체재인 단독주택 준공실적의 변화의 설명력은 전 시차에 걸쳐 낮게 나타났다. 특히 이자율과 아파트 준공실적은 설명력이 시차가 커질수록 지속적으로 높아져 그 영향이 장기적으로 유지된다는 것을 알 수 있다. 한편, 주택매매시장 소비심리지수는 초기 시차에서 그 설명력이 크게 상승하지만 장기적으로 낮아지는 추세를 보이고 있다.

주제어: 주택매매시장 소비심리지수, 대구광역시 아파트매매가격지수, 아파트 준공실적, 벡터오차수정모형(VECM)

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):113-125 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.113

공동주택 철근콘크리트 공사의 시공중 하자 분석과 개선 방안*

Analysis and Improvement of Defects in Reinforced Concrete Construction in Apartment Houses

신우진** · 조성민*** · 장명훈****
Woojin Shin** · Seong-Min Jo*** · Myunghoun Jang****

Abstract

The construction of reinforced concrete structures involves a combination of formwork, reinforcement, and concrete, resulting in various defects both during and after the construction process. While post-construction defects can be managed through repair or reinforcement methods, defects that occur during the construction process must be addressed before the project is completed. This study analyzes the main causes of defects occurring during the construction of reinforced concrete in residential buildings and suggests improvement measures. Given that the causes and solutions can vary based on the characteristics of the construction site, interviews with related field experts were conducted to identify the types of defects. Nine defects were selected for analysis: cold joints, material segregation, settlement cracks, plastic shrinkage cracks, bleeding, construction joint issues, poor concrete filling, insufficient cover thickness, and surface honeycomb. For each defect, 2-3 detailed subcategories were selected, and causes and improvement measures were suggested based on expert opinions. Despite the fact that quality control standards and guidelines for reinforced concrete construction methods are clearly established, most construction sites rely heavily on the experience of field technicians. Since this study reflects the opinions of field experts, different results may be derived depending on the site conditions.

Keywords: Reinforced Concrete, Construction Defect, Site Expert, Cause, Improvement Measure

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

철근콘크리트는 뛰어난 내구성, 비교적 적은 비용, 다양한 설계 요구 사항을 충족시킬 수 있는 유연성 등의 특성으로 현대 건축에서 가장 널리 사용되는 재료이다. 하지만 철근콘크리트 구조물은 시공 과정에서 미흡한 관리와 기술적 오류로 인해 다양한 하자가 발생할 수 있으며 이에 따라 구조물의 안전성과 내구성을 저하시킬 수 있으며 사회적, 경제적 비용 상승과 인명 피해까지 발생할 수도 있다. 이러한 사고는 공공의 안전에 대한 신뢰를 저하시키고, 관

*본 연구는 석사학위 논문(신우진, 철근콘크리트 공사의 시공 중 하자 분석과 개선방안, 2024.08) 결과의 일부이며, 2025학년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음.
**HJ중공업 차장, 제주대 공학석사(주저자: hca2210284@hjsc.co.kr)
***가나종합건설 대표, 제주대 박사과정
****제주대 건축공학과 교수(교신저자: jangmh@jejunu.ac.kr)
Received: August 8, 2025 / Revised: September 17, 2025 / Accepted: October 15, 2025

련 기업이나 기관의 사회적 책임 문제로 확대될 가능성이 크다. 또한 하자로 인한 보수나 보강 작업은 상당한 비용을 발생시키며, 건설공사 비용 증가로 이어질 수 있다.

공동주택은 공사 중과 공사 후에 다양한 하자가 발생하고 있다. 이 연구는 공동주택의 철근콘크리트 중 빈도가 높게 발생하는 하자의 원인을 분석하여 개선방안을 제시한다. 공사 과정에서 발생할 수 있는 하자 사례를 유형별로 분류하고, 각 하자의 유형별 발생 원인을 파악하여 개선방안을 제시함으로써 철근콘크리트 공사의 품질향상에 기여하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

이 연구는 공동주택 건설현장의 철근콘크리트 공사에서 시공 중에 발생하는 하자를 대상으로 다음과 같이 연구를 수행한다.

(1) 철근콘크리트 공사의 하자에 대한 분석과 관련 연구를 고찰한다.
(2) 철근콘크리트 공사 중에서 발생하는 하자의 원인을 파악하고 개선방안 제시한다.
(3) 하자의 원인과 개선방안에 대해 전문가 면담을 통해 검증을 시행한다.

2. 철근콘크리트 공사와 하자

2.1 철근콘크리트

철근콘크리트는 콘크리트의 압축력과 철근의 인장력이 일체로 되어 서로의 결점을 보완하며 외력에 대응하는 구조로 설계된다(이남균, 2018). 기둥, 보, 벽 등의 부재 모양의 거푸집에 철근을 미리 조립하여 콘크리트를 부어 넣어 굳으면 철근콘크리트 부재가 만들어진다. 각 부재에 작용하는 각종 힘 가운데 압축력은 콘크리트가 지지하고 철근은 콘크리트의 인장변형력의 약점을 부담한다. 두 재료가 일체로 되어 전단력 등의 외력에도 저항할 수 있다.

철근콘크리트는 재료의 공급이 수월하고 구조물의 형태와 크기가 자유롭다. 콘크리트는 내구성에 강하고 철근은 내진성에 강하며, 장기적인 측면에서 유지관리 비용이 적다. 구조체의 경직성으로 수정 또는 변경이 어려우며, 공사기간 중 외부 여건이나 날씨 등의 영향을 많이 받는 특성이 있다(박재순, 2010).

2.2 철근콘크리트 공사

철근콘크리트 공사는 건축물의 각 부재 형상을 만들기 위하여 콘크리트와 철근을 시공해가는 과정이다. 원하는 형상을 만들기 위해 거푸집이 필요하며 바닥, 기둥, 보, 실내외 벽체 등 부재의 종류와 설치 위치 등에 따라 다양한 거푸집이 사용된다.

공동주택의 철근콘크리트 공사는 콘크리트 바닥 타설 작업이 완료된 후 정확한 위치와 구조물의 정렬을 위한 먹매김 작업부터 시작된다. 바닥에 평면도에 따른 먹줄을 치며 이는 벽체와 기둥의 정확한 위치를 결정하는 데 중요한 역할을 하고, 먹매김 작업 후에는 거푸집을 설치한다. 아파트와 같이 대규모 공사는 외벽에 갱폼과 같은 대형 거푸집을 설치하고 철근을 인양하고 각 부재에 설치한다.

벽체 거푸집 인양과 함께 내벽 형틀 거푸집 작업이 동시에 진행되고 작업 완료 후 동바리와 멍에 장선을 이용하여 슬래브 거푸집을 시공하며, 슬라브 철근 인양 및 배근이 완료되면 상부 청소 후 콘크리트를 타설하게 되는 과정으로 공사가 이루어진다.

2.3 공동주택의 하자

하자는 사전적 의미로 '옥의 얼룩진 흔적이라는 뜻으로, 흠을 이르는 말' 또는 '법률 또는 당사자가 예기한 상태나 성질이 결여되어 있는 일'이다. 하자의 개념은 법률적, 기능적, 경제적 차원에서 포괄적으로 이해되기도 하며, 이는 건축물에 기대되는 기능, 안전성, 미관, 그리고 경제적 가치를 충족하지 못하는

다양한 형태의 불완전함을 의미한다.

공동주택과 관련된 분야에서 사용되는 하자는 「주택법」[1] 제48조의2에서 '공사상 잘못으로 인하여 균열·침하(沈下)·파손·들뜸·누수 등이 발생하여 안전상·기능상 또는 미관상의 지장을 초래할 정도의 결함'이라고 정의하고 있다.

「공동주택관리법 시행령」[2] 제37조에서는 하자의 범위를 내력구조부별 하자와 시설공사별 하자로 구분하고 있다. 내력구조부별 하자는 공동주택 구조체의 일부 또는 전부가 붕괴된 경우 또는 공동주택의 구조안전상 위험을 초래하거나 그 위험을 초래할 우려가 있는 정도의 균열·침하(沈下) 등의 결함이 발생한 경우를 말한다. 시설공사별 하자는 공사상의 잘못으로 인한 균열·처짐·비틀림·들뜸·침하·파손·붕괴·누수·누출·탈락, 작동 또는 기능불량, 부착·접지 또는 전선 연결 불량, 고사(枯死) 및 입상(서 있는 상태) 불량 등이 발생하여 건축물 또는 시설물의 안전상·기능상 또는 미관상의 지장을 초래할 정도의 결함이 발생한 경우이다.

2.4 공동주택 하자 관련 선행 연구

공동주택 공사에서 발생하는 하자에 관한 선행 연구를 살펴보면 주로 하자의 원인, 유형 분석과 개선 방안이 다양한 방법으로 연구가 진행되었음을 알 수 있다.

박용금(2008)은 공동주택에서 발생할 수 있는 공정별 하자의 유형 및 특성을 파악하고, 계속해서 발생하는 하자와 그 원인을 규명하여 반복적으로 하자가 발생하지 않도록 공동주택 하자 예방을 위한 자료를 제안하였다. 이현종(2011)은 공동주택에서 발생하는 주요 공정별 하자의 유형과 특징을 파악하고, 계속해서 발생하는 하자와 그 원인을 규명하여 공동주택 하자 예방을 위한 자료를 제시하였다. 박권식 외(2014)는 아파트 공용 부위의 마감 하자 발생빈도와 유형을 체계적으로 분석하고, 하자 발생의 주요 원인을 파악함으로써 건설업체와 입주민 양측에게 실질적인 해결 방안을 제시하였다.

이민주 외(2020)는 공동주택의 하자에 대한 이해를 높이고, 입주자와 사업주체 간의 하자 여부에 대한 분쟁과 행정력 낭비를 줄이기 위해 주요 시설공사를 중심으로 하자 유형 사례를 도출하였다. 또한, 마감공사, 창호공사, 내력구조부, 단열공사, 방수공사, 전기 및 전력설비공사의 하자 유형 사례를 상세히 알아보며 하자 원인을 구체적으로 분석하여 하자 저감 개선방안을 제시하였다.

이동우(2022)는 하자발생의 분석 자료를 통해 공정별 하자의 유형 및 특징을 파악하여 이를 통해 공급자와 수요자 간의 민원 발생 요소를 줄이기 위해 원인과 분석 자료를 제시하였다. 서정민(2022)은 공동주택의 하자를 건축, 설비, 전기, 통신의 4가지 분야로 나누어 분석하고, 이를 통해 하자의 원인과 처리 비용을 상세히 조사하여 하자 비율이 높게 나타난 공종 및 하자 관리의 주요 요소를 식별하여, 건축 공사 전반에 걸쳐 발생 가능한 하자를 최소화할 수 있는 효과적인 관리 방안을 제시하였다.

공동주택의 하자를 방지위한 방법으로 모듈러 공법을 제안하기도 한다. 김민준(2023)은 생산성을 높이고 공기단축을 높이는 PC코어 시스템을 개발하여 구조성능을 확보하였다. 장수명주택을 위한 이지은 외(2021)의 연구에서는 OSC공법을 활용한 공동주택 모델을 제시하였다. 하지만 공장생산된 모듈러 부분과 현장에서 타설된 구조체와의 결합부위는 하자가 발생할 수 있으므로 품질관리가 중요하다(손정락 외, 2019).

공동주택 하자에 관한 연구들은 주로 시공 후에 발생하는 하자(이하 '시공후 하자'라 함)에 초점을 두

1) 주택법[시행 2024. 7. 17.] [법률 제20048호, 2024. 1. 16., 일부개정]
2) 공동주택관리법 시행령 [시행 2025. 4. 15.] [대통령령 제35451호, 2025. 4. 15., 일부개정]

고 진행되었다. 이는 공동주택의 하자 연구에서 중요한 부분을 차지하지만, 시공 과정에 발생하는 하자(이하 '시공중 하자'라 함)에 대한 연구는 상대적으로 부족한 상황이다. 철근콘크리트 공사는 공동주택 건설에서 가장 기본이 되는 공사로 이 과정에서 발생하는 하자는 건물의 안전성과 직결되므로 철저한 관리가 필요하다. 따라서 이 연구에서는 공동주택 콘크리트 공사의 하자 중 시공중 하자에 초점을 두고 연구를 진행하고자 한다.

3. 시공중 하자의 유형 및 특성

3.1 시공중 하자의 유형

시공중 하자는 공동주택의 원인별, 규모별, 지역별, 구조별로 매우 다양하다. 이 연구에서는 체계적으로 하자의 원인을 분석하고 개선방안을 제시하기 위하여 공동주택 철근콘크리트 공사 시공중 하자의 대표적인 유형을 선정하였다. 선정 방법과 결과는 다음과 같다.

기존 연구(박성욱, 2011; 허우영, 2024; 이의진, 2012)를 기초로 하여 2024년 2월부터 2개월간 공동주택 철근콘크리트 공사 2개 현장의 공사 관계자 20명을 대상으로 집단심층면접조사(Focus Group Interview)를 실시하였고, 현장의 실제 하자 사례를 조사였다. 그 결과 발생빈도가 높고 하자의 특성이 명확하게 구분되는 콜드조인트, 재료분리, 침하균열, 소성수축균열, 블리딩, 시공이음, 콘크리트 채움불량, 피복두께 부족, 표면곰보 등 9개를 공동주택 철근콘크리트 공사 시공중 하자의 대표 유형으로 선정하였다.

3.2 시공중 하자의 유형별 특성

3.2.1 콜드조인트

콜드조인트(cold joint)는 계획된 콘크리트의 타설 중 문제로 인해 이미 타설된 콘크리트가 굳어지기 시작해 신·구 콘크리트가 완전히 일치되지 않는 불연속면이다(김성준, 2015). 대량의 콘크리트 타설시 허용 타설 시간간격이 넘은 경우에 이미 타설한 콘크리트에 표면처리 없이 재타설하는 경우 발생하는 콜드조인트는 구조물의 내구적, 구조적 성능 저하에 영향을 미친다(박명숙, 2001). Fig. 1은 하자 사례 조사 현장의 실제 콜드조인트 사례이다.



Fig. 1. Cases of Cold Joints



Fig. 2. Cases of Material Segregation

3.2.2 재료분리

콘크리트는 이상적인 측면에서 어느 부분의 시료를 채취하더라도 균일하여야 하는 것이 기본이지만, 실무에서는 그렇지 못하고 비균질성을 나타내는 경우가 있으며 균질성이 소실되는 현상이 재료분리이다(쑹위안러우, 2016). Fig. 2는 실제 공동주택 시공현장에서 발생한 재료분리 사례이다.

3.2.3 침하균열

콘크리트를 타설하고 다짐하여 마감 작업을 한 이후에도 콘크리트는 계속하여 압밀되는 특성을 보이는데, 이것은 재료의 비중차이로 인하여 수분이 상승하고 고형물이 침강하는 블리딩 현상 때문에 생기



Fig. 3. Cases of Settlement Cracks



Fig. 4. Cases of Bleeding

는 특성이다. 이러한 압밀 현상이 거푸집이나 철근 배치 등에 영향을 주거나, 콘크리트 경화의 부분적인 차이에 의한 침강의 차이가 생겨서 그 표면에 규칙적인 간격으로 균열이 발생하는데 이것이 침하균열이다(박기봉, 2002). Fig. 3은 실제 사례 조사 현장에서 발생한 침하균열의 사례이다.

3.2.4 소성수축균열

굳지 않은 콘크리트의 건조수축은 일반적으로 노출 면적이 넓은 슬래브와 같은 구조부재에서 타설 직후에 일어난다. 이와 같이 타설 초기의 건조에 의해 발생하는 균열이 소성수축균열이다(박기봉, 2002). 소성수축균열은 굳지 않은 콘크리트에 증발 또는 누수에 따른 수분감소에 따른 수축과 시멘트의 수화반응 후 체적 감소에 따른 수축으로 인해 발생한다.

콘크리트에 포함된 수분은 시멘트의 수화반응과 블리딩으로 인해 누수 발생 시 감소한다. 이때 낮은 습도에서 바람에 영향을 받거나, 고온에서 수분이 급격히 증발해 블리딩 속도를 상회할 정도로 건조를 받게 되면 콘크리트가 수축하게 된다(김정인, 2022).

3.2.5 블리딩

블리딩(bleeding)이란 콘크리트 내부의 잉여수가 콘크리트 표면에 떠오르는 현상이다(황인성, 2003). 레이턴스(laitance)는 블리딩으로 인해 표면에 침전한 미세 입자가 형성된 약한 층을 의미한다. Fig. 4는 사례 조사 현장에서 발생한 블리딩과 레이턴스 사진이다.



Fig. 5. Cases of Construction Joints

3.2.6 시공이음

층간 이음부와 같이 이미 시공된 콘크리트와 이어 타설하는 콘크리트 사이인 신·구 콘크리트 사이에 생기는 이음을 시공이음(construction joint)이라 한다. 이것은 구조물의 강도, 내구성, 수밀성 및 외관을 해치지 않도록 시공계획서에 정해진 위치, 방향 및 시공 방법을 준수하여 설치하는 고의적인 이음이다(이태형, 2018).

구조적 또는 설계상의 제약으로 인해 전단력이 큰 위치에 시공이음을 설치해야 할 상황이 발생할 경우 시공 이음부의 구조적 무결성을 확보하기 위한 추가적인 조치가 필요하다. 이음부에 장부나 홈을 설정하거나, 적절한 강재를 이용하여 보강하는 방법이 있으며, 이는 구조물에 작용하는 하중을 더 효과적으로 분산시키고 전체적인 구조적 안전성을 향상시킨다. Fig. 5는 시공이음부에 청소 불량이나 이물질 등으로 발생한 시공이음 부위 하자 사례를 보여주고 있다.

3.2.7 콘크리트 채움 불량

콘크리트 채움 불량의 원인은 다양하며, 공기구멍의 미설치, 진동 작업의 불충분, 작업자의 숙련도 부



Fig. 6. Cases of Poor Filling

족 등으로 인해 발생한다. 적절한 물-시멘트 비율의 확보, 혼화재료의 적정 사용, 형틀의 정확한 설계와 강도 확보, 충분한 진동을 통한 공기 배출과 콘크리트의 균일한 배치는 콘크리트 채움 불량을 방지하기 위한 필수 요소들이다. 또한, 고온 또는 저온과 같은 극단적인 기후 조건에서의 콘크리트 작업 시에는 특별한 주의가 요구되며, 작업자의 전문성과 경험도 중요한 역할을 한다. Fig. 6은 현장에서 주로 발생하는 패널 뒷면(좌)과 창호 하부(우)의 채움 불량 현상 사례이다.

3.2.8 피복두께 미확보

콘크리트 피복은 철근을 외부 환경으로부터 보호함으로써 부식을 방지한다. 내화성 확보는 철근 피복의 중요한 기능 중 하나이며, 콘크리트는 열전도율이 낮아 화재 발생 시 고온이 철근까지 도달하는 것을 지연시켜 구조물의 붕괴를 방지하는 역할을 한다. 또한, 피복은 철근과 콘크리트 사이의 강한 부착력을 형성하여 두 재료가 함께 작용하게 한다. Fig. 7은 시공 과정에서 발생한 피복두께가 확보되지 않은 모습이다.



Fig. 7. Cases of Cover Thickness



Fig. 8. Cases of Surface Honeycomb

3.2.9 표면곰보

콘크리트 표면에 시멘트 페이스트나 모르터가 새어 나와 기포현상이 발생하는 것이 곰보이다. 거푸집을 2회 사용한 현장에서는 거푸집 2회째 사용 시 거푸집 표면상에 콘크리트 잔해 물을 제대로 제거하지 않아 거푸집 탈형 시 곰보가 형성될 수 있다. 또한 외기의 영향으로 거푸집의 고정상태가 밀실하지 않은 부분에서도 발생한다. 콘크리트 타설 과정에서도 발생하기 때문에 과도한 진동다짐이나 다짐 불량에 주의하여야 한다. Fig. 8은 사례 조사 현장에서 발생한 표면 곰보 사진이다.

4. 시공중 하자 원인분석과 개선방안

4.1 분석개요

공동주택 철근콘크리트 공사의 시공중 하자에 대한 원인 분석과 개선방안 도출을 위해 2024년 5월부터 2개월간 공동주택 4개 현장의 공사 관계자 20명을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

1단계로 3장에서 선정한 시공중 하자의 대표유형 9개에 대하여 기존 연구 및 현장조사 결과를 바탕으로 원인 항목과 개선방안 항목을 도출하였다. 2단계로 설문을 통해 하자의 원인 항목과 개선방안 항목이 타당한지에 대한 동의 수준을 조사하였다.

설문 응답자는 남성 19명, 여성 1명으로 연령대는 Fig. 9와 같이 40대가 12명(60%)이며, Fig. 10과 같이 5~10년의 실무경력자도 12명(60%)으로 가장 많다. 기술 등급은 특급 5명(25%), 고급 50명(25%), 중급 8명(40%), 초급 2명(10%)이다.

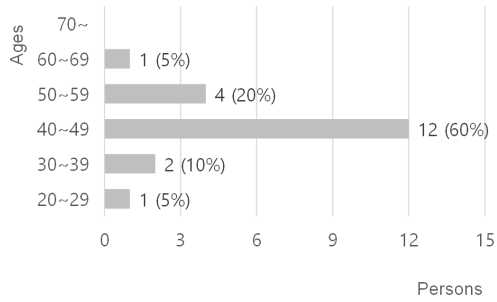


Fig. 9. Ages of Questionnaire Respondents

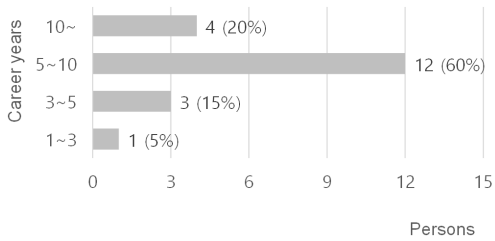


Fig. 10. Career Years of Questionnaire Respondents

4.2 하자 유형별 원인분석

1단계 조사에 따른 공동주택 철근콘크리트 공사 시공중 하자의 대표 유형에 대한 원인으로는 콜드조인트 3개 항목, 재료분리 2개 항목, 침하균열 3개 항목, 소성수축균열 2개 항목, 블리딩 현상 3개 항목, 시공이음 2개 항목, 채움 불량 3개 항목, 피복두께 3개 항목, 표면곰보 2개 항목이 도출되었다. 이에 대해 2단계 설문을 통해 각 하자 유형에 대한 원인 항목이 타당한지에 대한 분석 결과는 다음과 같고 Table 1로 정리하였다.

4.2.1 콜드 조인트

콜드 조인트 발생 원인 항목으로 '레미콘 트럭의 도착시간 지연과 타설시간 지연'(1-C1)에 대해서는 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 70%이며, '콘크리트 온도 상승 및 외부 환경'(1-C2)에 대해서는 45%만 그렇다고 응답하였다. '작업자의 휴식'(1-C3)이 원인이라는 질문에는 35% 그렇다고 응답하였다. 따라서 콜드조인트 발생 주요 원인은 레미콘 도착시간 지연 및 이에 따른 타설시간 지연으로 볼 수 있다.

4.2.2 재료분리

재료분리의 원인으로 '굵은 골재의 분리'(2-C1)에 대해서는 매우 그렇다와 그렇다가 30%이며, '시멘트 페이스트 및 물의 분리'(2-C2)에 대해서는 20%만 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 이와 같이 재료분리의 원인에 대해서는 굵은 골재나 시멘트 페이스트 분리 외의 다른 원인에 관한 추가적인 연구가 필요하다.

4.2.3 침하균열

침하균열의 원인으로 '대형의 철근 직경'(3-C1)에 대해 매우 그렇다와 그렇다 응답이 40%이며, '높은 슬럼프 값'(3-C2)에 대해서는 75%가 매우 그렇다, 그렇다고 응답하였다. '피복두께가 작다'(3-C3)에 대해서는 20%만 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 침하균열의 주요 원인은 높은 슬럼프 값으로 볼 수 있다.

4.2.4 소성수축균열

소성수축 원인 항목인 '건조한 바람'(4-C1)에 대해서는 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 20%이며, '고온 저습한 외기'(4-C2)에 대해서는 10%만 그렇다고 응답하였다. 따라서 소성수축의 균열 주요 원인은 건조한 바람 외에도 다양한 원인이 있으며 추가적인 연구가 필요하다.

4.2.5 블리딩

블리딩의 발생 원인 항목으로 '콘크리트 배합'(5-C1)에 대해서는 보통에 응답한 비율이 80%이며, '재료 원인'(5-C2)으로는 매우 그렇다, 그렇다, 보통이다라고 응답한 합계가 75%이다. '시공 환경'(5-C3)이 원인이라는 답변에는 매우 그렇다와 그렇다

Table 1. Survey Results: Respondent Agreement on Causes of Construction Defects

Defects	Code	Causes	Percentage of Respondents (%)*				
			SA	A	N	D	SD
Cold Joints	1-C1	Delay in arrival of ready-mix trucks & delay in pouring time	20	50	15	10	5
	1-C2	Concrete temperature rise & external environmental conditions	5	40	30	15	10
	1-C3	Lack of continuous operation and worker's break	5	30	30	25	10
Segregation	2-C1	Segregation of coarse aggregates	10	20	35	30	5
	2-C2	Separation of cement paste and water from the rest of the concrete mix	5	15	55	15	10
Settlement Crack	3-C1	Diameter of reinforcement bars (rebar)	25	15	45	15	0
	3-C2	High slump value of concrete	15	60	20	5	0
	3-C3	Cover thickness for re-bars	5	15	55	15	10
Shrinkage Crack	4-C1	Dry wind	5	15	55	15	10
	4-C2	Exposure to high temperatures and low humidity conditions	0	10	75	15	0
Bleeding	5-C1	Concrete mixture design	5	5	80	5	5
	5-C2	Concrete materials	5	5	65	15	10
	5-C3	Site conditions and construction environment	5	15	55	20	5
Construction Joint	6-C1	Limitations of the concrete pouring method	10	30	40	20	0
	6-C2	Characteristics of concrete cracking	20	30	40	10	0
	6-C3	Inadequate management at construction joints	0	5	65	15	15
Concrete Poor Filling	7-C1	Absence of air vents	10	30	40	10	10
	7-C2	Insufficient vibration	20	30	35	10	5
	7-C3	Lack of worker proficiency	5	5	55	20	15
Cover Thickness	8-C1	Lack of experience among workers	15	40	25	15	5
	8-C2	Improper installation of spacers	20	40	20	5	15
	8-C3	Dislodgement or movement of spacers	15	30	40	10	5
Surface Honeycomb	9-C1	Presence of foreign materials on the surface of reused formwork	35	20	20	10	15
	9-C2	Improperly secured or non-tight formwork	20	45	20	10	5

Note: * SA: Strongly Agree, A: Agree, N: Neutral, D: Disagree, SD: Strongly disagree

가 20%, 보통이다에 55%가 응답하였다. 블리딩 원인에 대한 답변에는 절대적으로 매우 그렇다와 그렇다에 응답한 비율보다 보통이다에 응답한 비율이 상대적으로 높다. 따라서 블리딩 원인은 콘크리트의 배합, 재료, 환경이 복합적으로 작용한다고 볼 수 있다.

4.2.6 시공이음

시공이음 부위 하자 원인으로 '타설 공법의 한계'(6-C1)에 대해서는 매우 그렇다와 그렇다 40%, 보통이다 40%이며, '콘크리트 균열 특성'(6-C2)에 대해서는 50%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. '시공이음 부위 관리 미흡'(6-C3)에는 그렇다 5%, 보통이다 65%로 응답하였다. 따라서 보통이다에 응답한 비율을 고려하면 콘크리트 균열 특성, 타설공법의 한계, 이음부위 관리미흡 순으로 영향이 크다고 판단할 수 있다.

4.2.7 콘크리트 채움 불량

콘크리트 채움 불량 원인으로 '공기구멍 미설치'(7-C1)에 대해서는 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 40%이며, '진동 작업 불충분'(7-C2)에 대해서는 50%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. '작업자의 숙련도 부족'(7-C3)에는 매우 그렇다와 그렇다에 10%만 응답하였다. 따라서 콘크리트 채움 불량의 주요 원인은 공기구멍 미설치와 진동작업 불충분을 들 수 있다.

4.2.8 피복두께 미확보

피복두께 미확보에 대한 원인으로 '숙련공 경험 부족'(8-C1)에 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 55%이며, '스페이서(spacer) 시공 불량'(8-C2)에는 60%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. '간격재 이탈'(8-C3)에 대해서는 45%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 피복두께 부족의 주요 원인은 숙련공 경험 부족과 스페이서 시공 불량으로 볼 수 있다.

4.2.9 표면곰보

표면곰보 원인으로 '이물질 미제거'(9-C1)에 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 55%이며, '거푸집 고정상태 밀실 미흡'(9-C2) 원인에 대해서는 65%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 표면곰보 현상의 주요 원인은 밀실하게 거푸집 고정하지 못한 것이라고 할 수 있다.

4.3 하자 유형별 개선방안 분석

1단계 조사에 따른 공동주택 철근콘크리트 공사 시공중 하자의 대표 유형에 대한 개선방안으로는 콜드조인트 3개 항목, 재료분리 3개 항목, 침하균열 2개 항목, 소성수축균열 2개 항목, 블리딩 현상 2개 항목, 시공이음 2개 항목, 채움 불량 2개 항목, 피복두께 2개 항목, 표면곰보 3개 항목이 도출되었다. 이에 대해 2단계 설문을 통해 각 하자 유형에 대한 개선방안 항목이 타당한지에 대한 분석 결과는 다음과 같고 Table 2로 정리하였다.

4.3.1 콜드조인트

콜드조인트 하자에 대한 개선방안으로 '일일 타설량 계획'(1-R1)에 대해 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 60%이며, '식사시간 타설공 교대 타설'(1-R2)에는 25%만 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. '휴식시간으로 인한 진동 누락방지 관리'(1-R3) 질문에는 매우 그렇다와 그렇다의 응답이 40%이다. 따라서 일일 타설량 계획이 주요 개선방안이라고 할 수 있다.

4.3.2 재료분리

재료분리를 개선하는 방안으로 '굵은 골재 최대 치수와 피복 두께, 철근 간격 고려'(2-R1)에 대해 매우

Table 2. Survey Results: Respondent Agreement on Solutions for Construction Defects

Defects	Code	Solutions	Percentage of Respondents (%)*				
			SA	A	N	D	SD
Cold Joint	1-R1	Daily placement volume in the planning of concrete pouring	20	40	25	5	10
	1-R2	Shift system for workers during meal times	10	15	40	20	15
	1-R3	Vibration and compaction process during break times	15	25	50	5	5
Segregation	2-R1	Maximum size of coarse aggregate by considering the cover thickness and the spacing between reinforcement bars	10	20	25	30	15
	2-R2	Watertight formwork to prevent the leakage of cement paste	5	20	55	10	10
	2-R3	Reducing the pour height and avoiding excessive compaction	20	20	45	10	5
Settlement Crack	3-R1	Tamping for improving settlement cracks and concrete quality	0	25	65	5	5
	3-R2	Properly compacting the concrete and managing its settlement	20	20	40	5	15
Plastic Shrinkage Crack	4-R1	Using plastic sheeting or curing blankets to cover concrete after pouring	5	15	60	5	15
	4-R2	Installing formwork securely to prevent settlement and deformation	5	20	55	20	0
Bleeding	5-R1	Managing materials and mixtue design	0	25	65	5	5
	5-R2	Careful construction practices and site management	20	20	40	5	15
Construction Joint	6-R1	Employing waterstop keys and ensuring thorough surface preparation with high-pressure washing	20	20	35	15	10
	6-R2	Using an elastic putty coating as a means of improving construction joints	10	15	40	15	20
Concrete Poor Filling	7-R1	Conducting a thorough investigation to identify potential problem areas for voids or poor filling	20	50	15	5	10
	7-R2	Selecting and using the appropriate vibrator	30	20	35	10	5
Cover Thickness	8-R1	Visual inspection to assess cover thickness	15	40	15	10	20
	8-R2	Installing chairs and spacers at appropriate intervals	10	40	25	15	10
Surface Honeycomb	9-R1	Sufficient pre-compaction	35	20	35	5	5
	9-R2	Respecting the formwork removal period	15	65	10	5	5
	9-R3	Applying form release agents	15	20	20	35	10

Note: * SA: Strongly Agree, A: Agree, N: Neutral, D: Disagree, SD: Strongly disagree

그렇다와 그렇다는 응답은 30%이며, '수밀성 있는 거푸집 사용'(2-R2) 대해서는 25%만 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. '낮은 타설 높이 및 과도한 다짐 방지'(2-R3)에 대해서는 40% 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 주요 개선방안은 타설 높이를 낮게 하고 과도한 다짐을 방지하는 것이라고 할 수 있다.

4.3.3 침하균열

침한 균열 개선방안으로 '콘크리트 타설면을 두드리거나 누르는 다짐 방법인 탬핑(tamping) 작업'(3-R1)에 대해서는 그렇다는 응답이 25%이며, '다짐 및 침하 관리'(3-R2)에 대해서는 40%만 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 침하균열의 개선을 위해서는 다른 원인에 관한 추가적인 연구가 필요하다.

4.3.4 소성수축균열

소성수축균열 개선방안으로 '비닐이나 양생포를 이용 보양'(4-R1)에 대해 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 20%이며, '견고한 거푸집 설치'(4-R2)에는 25%만 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 소성수축균열의 개선을 위해서는 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

4.3.5 블리딩

블리딩 하자에 대한 개선방안으로 '재료 및 배합 관리'(5-R1)에 대해서는 그렇다는 응답이 25%이며, '시공적 측면 관리'(5-R2)에 대해서는 40%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 블리딩은 시공적인 측면에서 관리하는 것이 적절하다.

4.3.6 시공이음

시공이음부 개선방안으로 '방수키 사용 및 고압세척기를 이용한 레이턴스 제거'(6-R1)에 대해 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 40%이며, '탄성 퍼티 도막 사용'(6-R2)에는 25%만 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 시공이음부 개선을 위해서는 고압세척기 이용하여 레이턴스를 제거하는 것이 필요하다.

4.3.7 콘크리트 채움 불량

콘크리트 채움 불량에 대한 개선방안으로 '채움 불량 위치 확인 사전조사'(7-R1)에 대해 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 70%이며, '적절한 진동기 사용'(7-R2)에 대해서는 50%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 채움 불량의 주요 개선방안은 채움 불량 위치 확인과 사전 대책 마련으로 볼 수 있다.

4.3.8 피복두께 미확보

피복두께 미확보에 대한 개선방안에는 '외관 검사를 통해 피복두께 검사'(8-R1)에 대해 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 55%이며, '적절한 간격의 고임대 및 간격재 설치'(8-R2)에 50%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 두 방안 모두 피복두께 미확보를 개선하는 방안으로 판단할 수 있다.

4.3.9 표면곰보

표면곰보를 개선하기 위한 방안으로 '충분한 사전 다짐'(9-R1)에 대해 매우 그렇다와 그렇다는 응답이 55%이며, '거푸집 존치기간 준수'(9-R2)는 80%가 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. '거푸집 박리제 도포'(9-R3)에는 35%만 매우 그렇다와 그렇다고 응답하였다. 따라서 충분한 거푸집 존치기간이 주요 개선방안이라고 볼 수 있다.

5. 결 론

철근콘크리트 공사는 대부분의 건축물을 건설하는 과정에서 필요로 하는 공종이다. 거푸집, 철근, 콘

크리트의 조합으로 이루어지는 공사이므로 공사 과정과 공사 후에 다양한 하자가 발생하고 있다. 공사 후에 발생한 하자는 보수나 보강 공법에 의해 관리될 수 있지만, 공사 과정 중의 하자는 최소화해야 한다.

이 연구는 공동주택 공사의 철근콘크리트 시공 중에 발생하는 하자의 주요한 원인을 분석하고 개선방안을 제시하였다. 구체적인 방법으로는 첫째, 시공 중 하자의 대표 유형으로 콜드조인트, 재료분리, 침하균열, 소성수축 균열, 블리딩, 시공이음, 콘크리트 채움 불량, 피복두께 미확보, 표면 곰보 등 9개를 선정하였다. 둘째, 기존 연구 및 현장조사 결과를 바탕으로 각 하자 유형별로 2~3개의 원인 항목과 개선방안 항목을 도출하였다. 셋째, 현장 전문가를 대상으로 한 설문을 통해 하자의 원인 항목과 개선방안 항목이 타당한지에 대한 동의수준을 조사하였다.

건설현장에서는 철근콘크리트 공법의 품질관리 기준이나 지침 등이 명확하게 확립되어 있음에도 불구하고, 대다수의 경우 현장 기술자의 경험에 의존하고 있다. 이 연구도 현장 전문가의 의견을 반영한 것이므로 현장의 상황에 따라 다른 결과가 도출될 수 있다.

이 연구는 실제 철근콘크리트 시공 중에 발생하는 하자의 원인을 분석하고 개선방안을 제시함으로써 실무자들이 참고할 수 있는 유용한 자료가 될 것으로 기대되지만, 새로운 기술 개발을 통해 철근콘크리트 공사 중 발생하는 하자를 더욱 효과적으로 예방하기 위한 노력이 필요하다.

참고문헌

1. 국토교통부(2024.7.17), “주택법” 제48조의2(사전방문 등).
2. 국토교통부(2025.4.15), “공동주택관리법 시행령” 제37조(하자의범위).
3. 김민준(2023), “모듈러주택 적용을 위한 PC코어 시스템 제안”, 「LHI Journal」, 14(1): 115~122.
4. 김성준(2015), “슬래그 및 하중조건을 고려한 콜드조인트 콘크리트의 투수성 평가”, 석사학위논문, 한남대학교.
5. 김정인(2022), “셀룰로우스 섬유 혼입 포장콘크리트의 소성수축균열저항 및 강도특성”, 석사학위논문, 전남대학교.
6. 박권식·정지형·반영운·이태호(2014), “아파트 공용부위 주요 하자 저감방안”, 「한국주거환경학회」, 12(1): 187~195.
7. 박기봉(2002), “철근콘크리트 구조물의 균열에 따른 원인과 대책에 관한 연구”, 석사학위논문, 경일대학교.
8. 박명숙(2001), “콘크리트 구조물의 콜드조인트의 중성화 제어에 관한 연구”, 석사학위논문, 연세대학교.
9. 박성욱(2011), “철근콘크리트 구조물의 하자예방에 관한 연구 : 공동주택 구조하자 실태조사를 중심으로”, 석사학위논문, 건국대학교.
10. 박용금(2008), “공동주택의 공정별 하자발생 및 예방대책에 관한 연구”, 석사학위논문, 서울산업대학교.
11. 박재순(2010), “알미늄 거푸집 사용 콘크리트의 표면마감성 향상에 관한 연구”, 석사학위논문, 청주대학교.
12. 서정민(2022), “공동주택 하자분석: 시공관리 중심으로”, 석사학위논문, 한양대학교.
13. 손정락·이동건·방종대·김진원(2019), “적층식 모듈러주택의 시공 프로세스 분석을 통한 품질관리 중점사항 제안”, 「LHI Journal」, 10(3): 67~75.
14. 쑹위안러우(2016), “슬럼프 플로우 최대 및 최대비에 의한 콘크리트의 재료분리 저항성 평가지수 제안”, 석사학위논문, 청주대학교.
15. 이남균(2018), “공동주택 골조공사 공기지연의 원인과 방지방안에 관한 연구”, 석사학위논문, 한양대학교.
16. 이동우(2022), “사례조사를 통한 공동주택세대 하자유형 관리방안분석”, 석사학위논문, 한양대학교.
17. 이민주·설재윤·박달웅·임진환·정락형(2020), “공동주택 시설공사별 하자유형 사례소개”, 「한국구조물진단유지관리공학회」, 25(2): 150.
18. 이의진(2012), “노출콘크리트 일반 건축물의 시공사례 분석을 통한 개선 방안 도출”, 석사학위논문, 고려대학교.
19. 이지은·노정열·권수혜·김승모(2021), “장수명주택 인증을 고려한 OSC공법 주택의 가변형 평면계획 연구”, 「LHI Journal」, 12(4): 103~117.

20. 이태형(2018), “층간이음부 방수키 성능시험을 통한 합리적인 보수공법 제안”, 석사학위논문, 충북대학교.
21. 이현종(2011), “공동주택 하자원인 분석을 통한 하자 예방에 관한 연구”, 석사학위논문, 한양대학교.
22. 허우영(2024), “철근콘크리트 시공하자 사례분석을 통한 품질개선 방안연구”, 석사학위논문, 한양대학교.
23. 황인성(2003), “콘크리트 블리딩 특성 및 저감제 개발에 관한 연구”, 석사학위논문, 청주대학교.

요 약

철근콘크리트 공사는 거푸집과 철근, 콘크리트의 조합으로 이루어지는 공사로 공사 과정과 공사 후에 다양한 하자가 발생할 수 있다. 공사 후에 발생한 하자는 보수나 보강 공법에 의해 관리될 수 있으나 공사 과정 중의 하자는 공사가 완료되기 전에 하자를 제거하여야 한다. 이 연구는 공동주택 공사의 철근콘크리트 시공 중에 발생하는 주요한 원인을 분석하고 개선 방안을 제시하였다. 건설현장의 특성에 따라 원인과 개선 방안이 달라질 수 있어 관련 현장 전문가의 면담을 통해 하자의 종류를 파악하였다. 분석 대상으로 콜드조인트, 재료 분리, 침하 균열, 소성수축 균열, 블리딩, 시공 이음, 콘크리트 채움 불량, 피복두께 미확보, 표면 곰보의 9개를 선정하고 각 대상별로 2~3개의 세부 항목에 대해 현장 전문가의 의견을 반영하여 원인과 개선방안을 제시하였다. 건설현장에서는 철근콘크리트 공법의 품질관리 기준이나 지침 등이 명확하게 확립되어 있음에도 불구하고, 대다수의 경우 현장 기술자의 경험에 의존하고 있다. 이 연구도 현장 전문가의 의견을 반영한 것이므로 현장의 상황에 따라 다른 결과가 도출될 수 있다.

주제어: 철근콘크리트, 하자, 현장 전문가, 원인 분석, 개선 방안

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):127-136 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.127

현장투수시험 시 Clogging 발생을 최소화하기 위한 시험절차 개선방안*

Study on the Reduction Method of Clogging Phenomena in In-situ Permeability Tests

윤성규** · 윤현수*** · 김탁용**** · 장지건***** · 강기천******
Seong-Kyu Yun** · Hyeonsu Yun*** · Tak-Yong Kim**** · Ji-Gun Chang***** · Gichun Kang******

Abstract

This study examines the impact of clogging, resulting from soil disturbance and fine particle deposition during in-situ permeability tests, on the estimation of the coefficient of permeability. Field tests using the water level descent method were conducted using two approaches: the Uncased Method and the Cased Method, each applied with top water injection and the newly proposed bottom water injection method. The results show that bottom injection significantly reduced clogging effects and yielded higher permeability values, especially in the uncased method. Comparisons between water level descent and rise methods revealed that the descent method generally yielded higher permeability coefficients, although site-specific factors, such as soil type and anisotropy, influenced the results. This study provides insights into the impact of test methods on permeability measurement and suggests methodological improvements for reliable in-situ testing procedures.

Keywords: Coefficient of Permeability, In-situ Permeability Test, Uncased Method, Cased Method, Water Level Descent Method, Bottom Water Injection, Clogging

1. 서 론

흙 내부의 간극수 흐름을 결정짓는 여러 계수 중, 정상상태 조건에서 유속과 유량을 Darcy 법칙을 통해 산정할 수 있는 투수계수(coefficient of permeability)는 가장 핵심적인 요소라 할 수 있다. 이 계수는 흙의 입자 크기, 입자의 형상, 간극비, 침투수의 점성 등에 따라 달라지므로, 정확한 산정이 필수적이다.

투수계수 산정 방식에는 실내시험(Darcy, 1856; Elhakim, 2016), 이론 해석식(Kozeny and Carman, 1956; Chapuis and Aubertin, 2003), 현장시험(Yang et al., 2025) 등이 있으나, 조립토의 경우 비교적 큰 입경과 시료 채취의 어려움, 적용조건의 제약으로 인해 실내시험이나 경험식을 활용하는 데 한계

*이 논문은 2022년 석사학위논문(김탁용, 2002)을 수정·보완하여 작성하였음.
**경상국립대학교 공학연구원 학술연구교수(주저자: tjdrb330@gnu.ac.kr)
***경상국립대학교 공과대학 토목공학과 박사과정
****한국토지주택공사 부장
*****㈜광림엔지니어링 사장
******경상국립대학교 공과대학 토목공학과 부교수(교신저자: gkang@gnu.ac.kr)
Received: April 7, 2025 / Revised: August 10, 2025 / Accepted: October 21, 2025

가 있다(Attewell and Farmer, 1976).

이에 따라, 대부분의 설계에서는 현장시험을 통한 투수계수 산정이 중심이 되고 있는 실정이다(Elhakim, 2016; Yang et al., 2025). 지반의 투수성뿐 아니라, 전단강도, 변형계수, 지하수위 영향 등도 실내시험보다는 현장 조건을 반영한 현장시험의 중요성이 강조된다. 이는 실내시험에서 발생하는 시료 교란, 스케일 효과 등의 한계로 인해 주요 설계 인자들이 현장시험 결과에 기반하여 결정되는 경향이 강하기 때문이다(김상연 외, 2014; 이해진 외, 2021).

현장투수시험 중에서는 시추공을 이용한 방법이 분석이 간단하고 신속하여 널리 사용되나, 수위하강시험 시 주수 과정에서 지반이 교란되고, 그로 인해 토립자에 의한 clogging 현상이 발생할 수 있음에도, 이러한 요소를 고려하지 않고 투수계수를 평가하는 경우가 많다. 이는 지반의 실제 투수 특성을 정확히 파악하는 데 한계를 초래할 수 있다.

이에 본 연구에서는, 시추공 내 주수 시 지반교란을 최소화할 수 있는 시험기법을 고안하고, 이를 기존 시험방법과 비교·분석함으로써 침전물에 의한 clogging 현상이 투수계수에 미치는 영향을 규명하였다. 또한, 이러한 영향을 최소화할 수 있는 적정 투수계수 산정 방법을 제안함으로써, 보다 합리적이고 신뢰성 있는 지반투수성 평가기법을 제시하고자 한다.

2. 기존의 연구사례

2.1 시추공 내 현장투수시험을 이용한 투수계수 결정에 대한 연구사례

시추공 내 현장투수시험을 지하수위 상부 구간 및 지하수위 하부 구간 위치로 나누어 실시하였으며, 사례현황은 Table 1, 시험조건은 Fig. 1과 같다. r은 케이싱의 반경, L은 시험구간의 길이, H_1은 T_1에서 케이싱 수두상단에서 케이싱하단까지의 거리, H_2는 T_2에서 H_1-H_3, T_2-T_1은 경과시간(시험측정 시간)을 나타낸다.

2.1.1 토질조건 및 시험구간 위치에 따른 투수시험 결과

1) 시험구간이 지하수위 상부인 경우

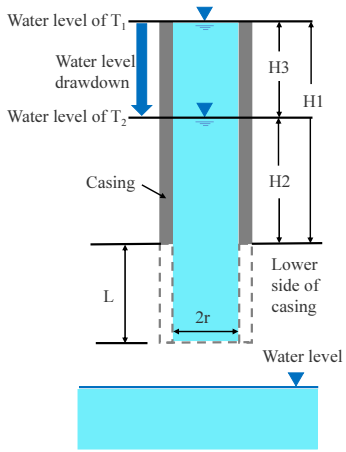
투수계수 시험 결과는 Fig. 2와 같다. 초기와 후기의 기울기가 서로 다르게 나타나며, 초기에 보다 후기에 투수계수가 감소하는 이유는 간극수와 토립자의 흡착에 따른 영향으로 판단된다.

2) 시험구간이 지하수위 하부인 경우

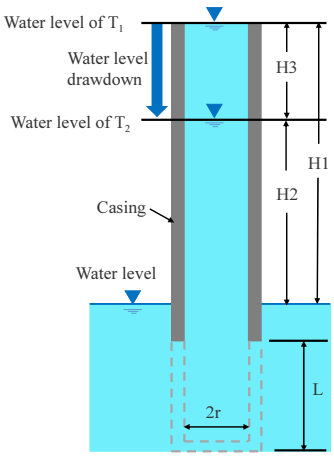
투수시험결과는 Fig. 3과 같다. 전체적으로 초기, 중기, 후기의 기울기가 다르게 나타났으며, 후기로 갈 수록 Clogging의 영향이 큰 것으로 판단된다.

Table 1. Field Permeability Test Conditions for Existing Research

NO.	Depth (GL, -m)	Layer	Water Level (GL, -m)	Test Section (cm)	R (cm)	Note
1	1.0~2.0	Colluvial Soil (Silty Sand, Silty Sand)	4.3	100	8.9	Upper Water Level
2	4.5~5.5	Weathered Soil	6.9	100	8.9	
3	12.0~14.0	Weathered Rock	13.5	200	8.9	
4	1.0~2.0	Weathered Layer (Silty Sand)	1.2	100	8.9	Under Water Level
5	4.5~5.5	Weathered Soil	4.8	100	8.9	
6	23.0~23.5	Weathered Rock	1.0	50	7.2	

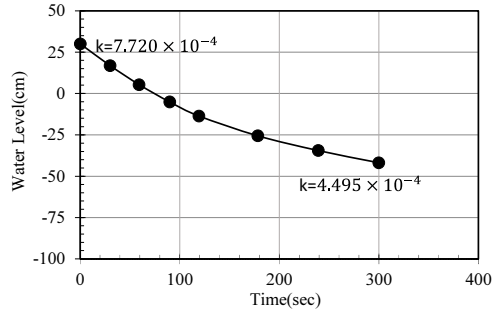


(a) Above the Groundwater Level

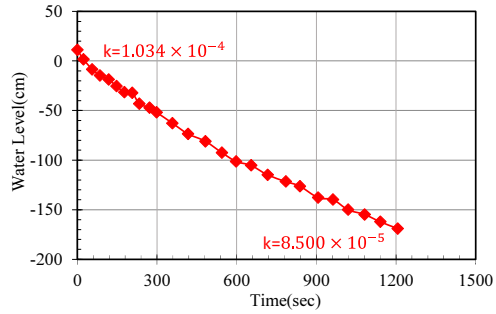


(b) Below the Groundwater Level

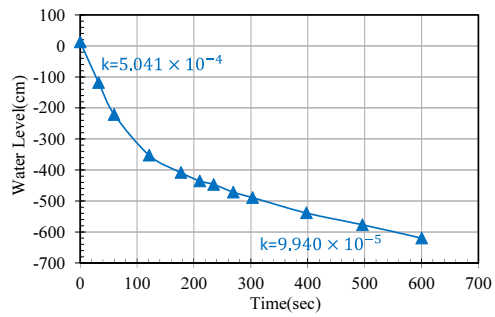
Fig. 1. Test Conditions of Variable Head Permeability Test



(a) Colluvial Soil



(b) Weathered Soil Layer



(c) Weathered Rock Formation

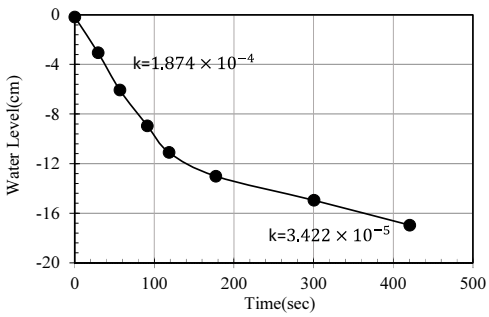
Fig. 2. Field Permeability Test Result Permeability Coefficient (Upper Groundwater Level)

2.1.2 토질에 따른 투수시험결과 변곡점 출현시간

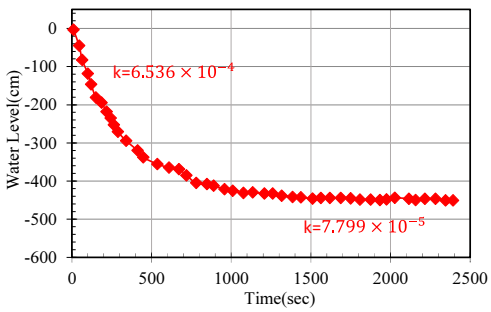
변곡점 출현시간은 Table 2와 같으며, 시험구간이 지하수위 하부의 시험결과가 상부에서의 결과 보다 길게 나타났다. 또한, 풍화토와 풍화암같이 투수성이 작은 흙에서는 변곡점의 출현시간이 투수성이 큰 붕적토나 실트질 모래층보다 길게 나타났다.

2.2 사례분석 결과

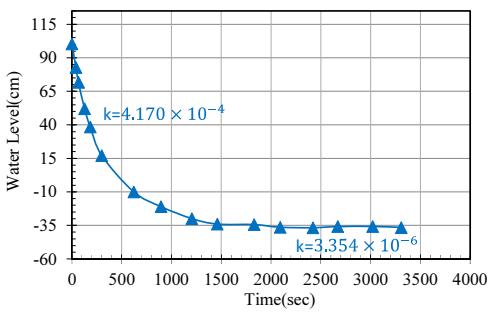
지하수위 아래에서의 현장투수시험 결과, 전체적으로 그래프 후반부에서 투수계수가 감소하는 경향을 보였다. 이러한 현상은 Clogging에 의한 것으로 판단된다. 따라서, 투수계수의 적용은 그래프 전반부의 기울기에 의한 값을 적용하는 것이 실제에 부합하였다. 지하수위 상부에서의 현장투수 시험 결과, 포화에 의한 간극수와 토립자의 흡착 및 막힘현상의 영향이 포함되어 있는 것으로 판단되므로 지하수위 하부에서의 현장투수시험 결과와 반대로 그래프 후반부의 기울기를 이용한 투수계수를 적용해야



(a) Silty Sand Layer



(b) Weathered Soil Layer



(c) Weathered Rock Formation

Fig. 3. Field Permeability Test Result Permeability Coefficient (Under The Groundwater Level)

Table 2. Time of Appearance of Inflection Point in Permeability Test Results According to Soil Quality

Upper Water Level		Under Water Level	
Colluvial Soil	130 s	Silty Sand	90~180 s
Weathered Soil	360~600 s	Weathered Soil	240~1020 s
Weathered Rock	60~180 s	Weathered Rock	300~1500 s

한다. 현장투수시험을 수행 할 경우 막힘현상의 발생을 최소화 하기 위해서 수위하강법(양수법)이 적용 가능하나 양수법의 경우 시추공벽의 교란이 발생할 경우 투수면적이 불확실하고, 교란부로의 지하수 유출로 실제보다 큰 투수계수가 산정될 수 있다. 현장투수시험 시 공내수에 포함된 세립토의 영향으로 막힘현상이 발생 가능함으로 깨끗한 공내수를 사용하고 시험시 나공구간에 스트레이너를 사용하는 등의 시험방법 개선이 요구된다.

3. 현장투수시험시 Clogging 현상을 고려한 투수계수 산정 방법

현장 투수시험을 위한 보링 및 주수 과정에서는 지반 교란에 의해 세립분이 유실되거나 침전되어, 시험 지반 내 간극을 막는 Clogging 현상이 발생할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 Clogging이 투수계수 산정에 미치는 영향을 분석하기 위해, 수위하강법을 이용한 투수시험을 수행하였다. 시험은 나공법(uncased method)과 공저법(cased method)으로 구분하고, 기존의 상부 주입 방식(water injection at top of borehole)과 본 연구에서 제안하는 하부 주입 방식(water injection at bottom of borehole)을 각각 적용하여 비교하였다.

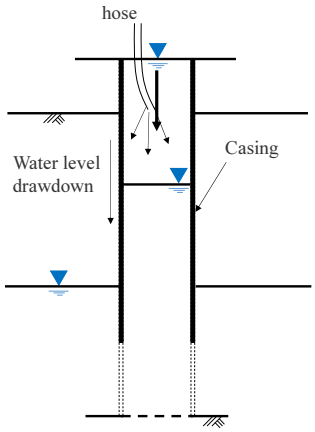
3.1 수위하강법에 의한 현장 투수시험 조건

수위하강법에 의한 현장투수시험 시 나공법과 공저법에 의한 현장 투수시험 중 상부주수법과 하부주수법으로 현장투수시험을 하였고, 시험조건은 Fig. 4와 같고 투수시험 현황은 Table 3과 같다.

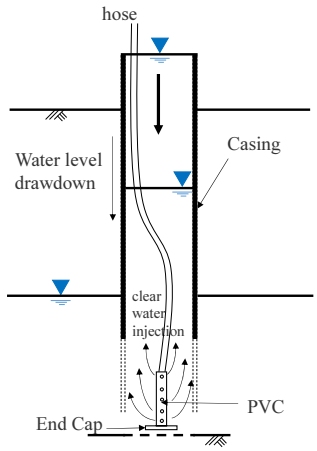
3.1.1 나공법과 공저법에 의한 현장 투수시험 결과분석

1) 나공법

현장투수시험(수위하강법)시 나공법에 의한 방법으로 상부주수법을 시험조건으로 한 결과 Table



(a) Water Level Descent Method
(Water Injection at the Top of Bore Hole)



(b) Water Level Descent Method
(Water Injection at the Bottom of Bore Hole)

Fig. 4. Test Conditions of the Field Permeability Test (Water Level Descent Method)

Table 3. Field Permeability Test Conditions

No.	Depth (GL, -m)	Layer	Water Level (GL, -m)	Test Section (cm)	Note
1	3.0~4.0	Silty Sand	1.45	100	Uncased-method (water injection at the top of bore hole, water injection at the bottom of bore hole)
2	7.0~8.0	Silty Sand	2.55	100	
3	46.0~47.0	Weathered Soil	3.75	100	
4	3.0~4.0	Silty Sand	1.45	100	Cased-method (water injection at the top of bore hole, water injection at the bottom of bore hole)
5	7.0~8.0	Silty Sand	2.55	100	
6	46.0~47.0	Weathered Soil	3.75	100	
7	3.0~4.0	Silty Sand	1.45	100	Water level rising method

Table 4. Result of Permeability Coefficient Test of Uncased-Method (Water Injection at the Top of Bore Hole)

No.	Depth (GL, -m)	Layer	Water Level (GL, -m)	k (cm/sec.)	Note
1	3.0~4.0	Silty Sand	1.45	4.30E-03	
2	46.0~47.0	Weathered Soil	3.75	1.48E-03	

4, Fig. 5와 같다. 실트질모래 지반의 투수계수는 k=4.30E-03cm/sec., 풍화토 지반의 투수계수는 k=1.48E-03cm/sec.로 나타났다.

현장투수시험(수위하강법)시 나공법에 의한 방법으로 Fig. 6과 같은 방법으로 상향주수 장치를 사용한 하부주수법에 따라 현장투수시험 시행하였으며, 결과는 Table 5, Fig. 7과 같다. 나공법 중 하부주수법의 투수시험결과 실트질모래 지반에서는 k=7.85E-03cm/sec., 풍화토 지반에는 k=3.47E-03cm/sec.의 투수계수가 나타났다.

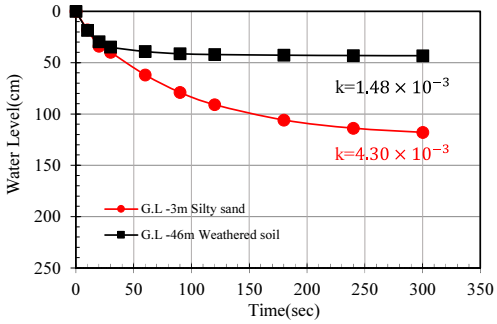


Fig. 5. Field Permeability Test Results Coefficient of Permeability (Silty Sand, Weathered Soil)



(a) Muddy Water in the Bore Hole



(b) Removing Muddy Water in the Bore Hole by Pouring Water Up

Fig. 6. Water Injection at the Bottom of Bore Hole_ Lab Reproduction

2) 공저법

현장투수시험(수위하강법)시 공저법에 의한 방법으로 상부주수법을 시험조건으로 한 결과 Table 6, Fig. 8과 같다. 실트질모래 지반의 투수계수는

Table 5. Result of Permeability Coefficient Test of Uncased-Method (Water Injection at the Bottom of Bore Hole)

No.	Depth (GL, -m)	Layer	Water Level (GL, -m)	k (cm/sec.)	Note
1	3.0~4.0	Silty Sand	1.45	7.85E-03	
2	46.0~47.0	Weathered Soil	3.75	3.47E-03	

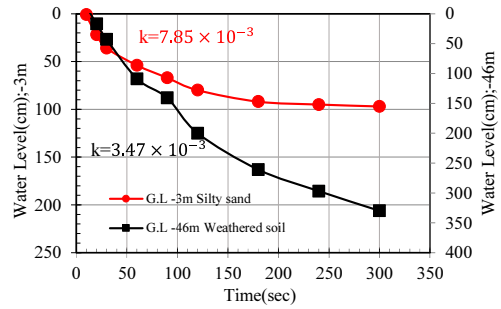


Fig. 7. Water Injection at the Bottom of Bore Hole_ Uncased-Method (Silty Sand, Weathered Soil)

Table 6. Result of Permeability Test on Cased-Method (Water Injection at the Top of Bore Hole)

No.	Depth (GL, -m)	Layer	Water Level (GL, -m)	k (cm/sec.)	Note
1	3.0~4.0	Silty Sand	1.45	2.66E-03	
2	46.0~47.0	Weathered Soil	3.75	2.09E-03	

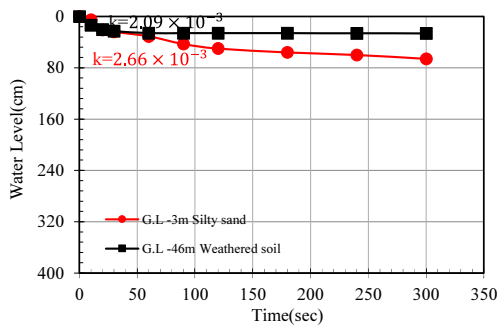


Fig. 8. Water Injection at the Top of Bore Hole_ Cased-Method (Silty Sand, Weathered Soil)

Table 7. Result of Permeability Test on Cased-Method (Water Injection at the Bottom of Bore Hole)

No.	Depth (GL, -m)	Layer	Water Level (GL, -m)	k (cm/sec.)	Note
1	3.0~4.0	Silty Sand	1.45	3.87E-03	
2	46.0~47.0	Weathered Soil	3.75	6.10E-03	

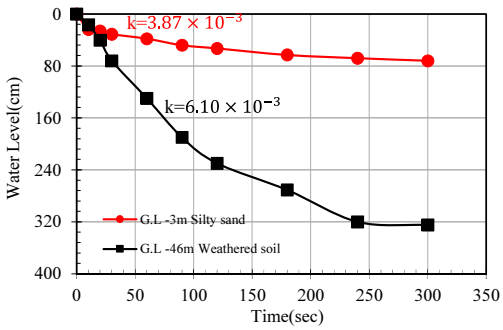


Fig. 9. Water Injection at the Bottom of Bore Hole_ Cased-Method (Silty Sand, Weathered Soil)

k=2.66E-03cm/sec. 풍화토 지반의 투수계수는 k=2.09E-03cm/sec.로 나타났다.

현장투수시험(수위하강법)시 공저법에 의한 방법으로 하부주수법에 따라 현장투수시험 시행하였으며, 결과는 Table 7, Fig. 9와 같다. 공저법 중 케이싱 하부주수법의 투수시험 결과 실트질 모래 지반에서 k=2.09E-03cm/sec., 풍화토 지반에서는 k=6.10E-03cm/sec.의 투수계수가 나타났다.

3.1.2 상부주수법과 하부주수법에 의한 투수계수 비교

상부주수법과 하부주수법을 통한 투수시험 비교결과는 Table 8과 같다. 현장투수시험 데이터를 비교 분석한 결과 토질과는 관계없이 케이싱 하부에서 주수하는 방법이 투수계수가 가장 크게 나타났다. 이 결과는 천공시 필연적으로 발생하는 케이싱 내부의 혼탁수에 의한 막힘현상이 시험결과에 영향을 주

Table 8. Field Permeability Test Result

Depth (GL, -m)	Layer	Water Level (GL, -m)	k (cm/sec.) Method of Water Injection	Note
3.0~4.0	Silty Sand	1.45	4.30E-03 (Top) 7.85E-03 (Bottom)	Uncased Method
46.0~47.0	Weathered Soil	3.75	1.48E-03 (Top) 3.47E-03 (Bottom)	
3.0~4.0	Silty Sand	1.45	2.66E-03 (Top) 3.87E-03 (Bottom)	Cased Method
46.0~47.0	Weathered Soil	3.75	2.09E-03 (Top) 6.10E-03 (Bottom)	

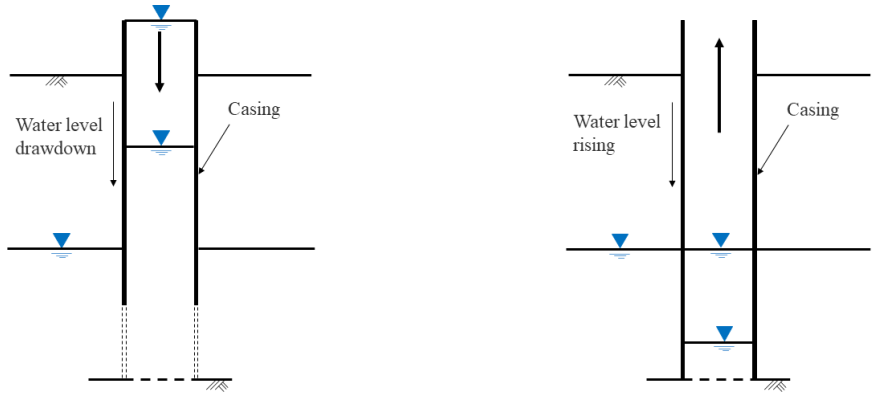
는 것으로 판단된다.

특히, 나공법이 공저법에 비해 주수방법(상부주수, 하부주수)에 의한 투수계수 차이가 더 큰 것으로 나타났는데 이는 나공법의 투수시험 대상단면이 공저법에 비해 넓어 막힘현상이 더욱 크게 영향을 미친 것으로 보인다.

또한, 실트질 모래층에서는 나공법이 투수계수가 크게 나타났고, 풍화토층에서는 공저법이 더 크게 나타났는데 이는 나공법에서 시추공벽 교란이 공저법에 비해 상대적으로 더 크게 나타나 투수계수에 영향을 미친 것으로 판단된다.

3.2 수위상승법에 의한 현장 투수시험 조건

Fig. 10은 현장 투수시험의 수위하강법과 수위상승법에 대한 모식도이다. 수위상승법의 경우 주변 지하수위보다 보링공 내 수위가 낮아 침투수압이 중력의 역방향으로 작용하기 때문에 보링공 내 세립토



(a) Water Level Descent Method (b) Water Level Rising Method

Fig. 10. Test Conditions When Applying the Field Permeability Test

침전에 의한 막힘현상이 수위하강법에 비해 상대적으로 적을 것으로 판단되어 수위하강법과 비교실험을 시행하였다.

3.2.1 나공법과 공저법의 수위상승법과 수위하강법에 의한 투수시험 결과

1) 나공법

지하수위 GL-1.45m 구간에서 나공법으로 동일한 보링공 내 연속해서 수위상승법과 수위하강법으로 투수시험을 하였고 투수시험 결과는 Fig. 11과 같다.

2) 공저법

지하수위 GL-2.55m 구간에서 공저법으로 동일한 보링공 내 연속해서서 수위상승법과 수위하강법으로 현장 투수시험을 하였고 투수시험 결과는 Fig. 12와 같다.

3.2.2 수위상승법과 수위하강법에 의한 투수시험 결과분석

Figs. 11과 12 및 Table 9와 같이 수위상승법(상부주수)과 수위하강법의 시험결과를 비교 분석한 결과 수위하강법을 이용한 시험방법이 수위상승법에 의한 투수계수보다 큰 것으로 나타났다.

이는 보링공 내 수위가 주변보다 낮아 상향 침투수

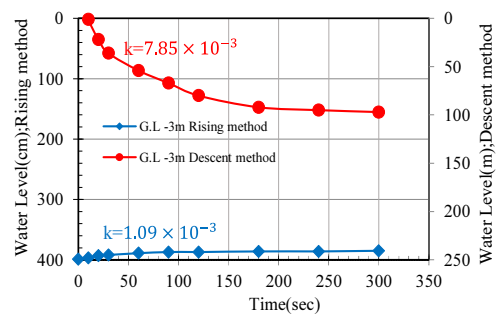


Fig. 11. Water Level Rising Method (Uncased-Method)

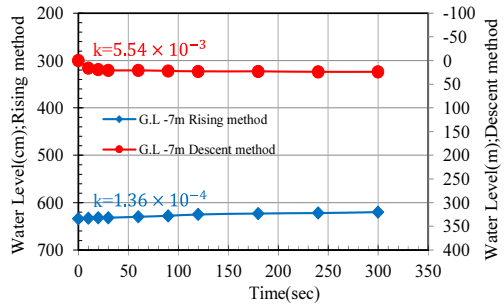


Fig. 12. Graph of Water Level Rising Method and Water Level Descent Method Permeability Test Result in Cased-Method

압이 발생하는 수위상승법 실험특성상 보링공 내 세립토에 의한 막힘현상의 영향이 적어 수위하강법의 실험값보다 더 크게 나올 것이라는 예상과는 달리

Table 9. Water Level Rising Method and Water Level Descent Method Field Permeability Test Results

Method	Depth (GL, -m)	Layer	Water Level (GL, -m)	k (cm/sec.)	Note
Water Level Descent Method	3.0~4.0	silty sand	1.45	7.85E-03	Uncased Method
Water Level Rising Method				1.09E-03	
Water Level Descent Method	7.0~8.0	silty sand	2.55	5.54E-03	Cased Method
Water Level Rising Method				1.36E-04	

시험결과 더 작은 투수계수 값이 산정되었다.

그 원인으로 수위상승법 시험 시 보링공 주변 배면 지반의 토질 중 점토질 성분이 포함되어 있는 지반의 경우 사실상 불투수층으로 작용하여 당초 기대했던 수두차가 작용하지 않은 점이 가장 큰 요인으로 판단되고, 지반의 수평투수계수와 수직투수계수가 상이한 투수계수의 이방성 등도 영향을 미친 것으로 판단된다.

다만, 이론적으로 수위상승법이 수위하강법에 비해 세립토에 의한 Clogging을 최소화 할 수 있기 때문에 수위상승법을 이용한 지반의 투수계수 산정방법에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 현장투수시험 시 보링공 내 흙탕물로 인해 시험대상 지반의 간극 Clogging을 고려하지 않아, 실제 지반의 투수계수와 상이하게 산정될 수 있어, 현장투수시험을 위한 주수 시 보링공 내 흙의 교란이 최소화 되도록 시험방법을 개선하고, 현장투수시험(상부주수법, 하부주수법) 결과를 비교하여 시험결과에 미치는 영향을 평가하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 본 연구의 현장 투수시험결과 시험방법과 관계없이 투수시험 후반부에 투수계수가 감소하는 경향을 나타내며, 이러한 현상은 시간경과에 따른 시추공벽 교란 및 Clogging의 영향으로 판단되며, 이 경우 초기단계의 투수계수를 적용하는 것이 실제 지반과 유사하고, 공학적으로 안전할 것으로 판단된다.
2. 보링공 내 주수를 통한 수위하강법의 경우 보링공 내 현탁액 발생이 최소화 되도록 주수관을 보링공 저부까지 내려 상향으로 주수하는 하부주수법이 상부주수법에 비해 공법(나공법, 공저법)이나 토질(실트질 모래, 풍화토)과 관계없이 투수계수가 크게 나타났으며, 이는 천공 시 필연적으로 발생하는 케이싱 내부의 현탁액의 침전 등으로 인한 Clogging 현상이 투수계수에 영향을 미친 것으로 판단된다.
3. 현장 투수시험방법 중 시추공 내 양수를 통한 수위상승법 적용 시 막힘현상의 영향이 최소화되어 다른 시험방법에 비해 투수계수가 크게 나타날 것으로 예상하였으나, 시험결과 수위하강법의 하부주수법에 비해 투수계수가 작게 나타났다.

이는 보링공의 공벽교란 및 주변 지반의 토질(점성토 등 불투수층, 투수계수의 이방성 등) 특성이 영향을 미친 것으로 판단되며 이에 대한 영향분석은 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김상연·박종배·박용부·김동수(2014), "점성토 지반에 근입된 말뚝기초의 동적 원심모형 실험을 통한 응답 스펙트럼 평가", 「LHI Journal」, 5(2): 115~126.

2. 김탁용(2022), "지반의 현장투수시험에서 Clogging 현상이 투수계수에 미치는 사례연구", 석사학위논문, 경상국립대학교.
3. 이해진·조계춘·장일한(2021), "바이오폴리머-흙 처리(BPST) 기술의 강도 발현 거동에 대한 주요 영향인자 분석", 「LHI Journal」, 12(3): 109~119.
4. Attewell, P. B. and I. W. Farmer (1976), *Principles of Engineering Geology*, London: Chapman & Hall.
5. Chapuis, R. P. and M. Aubertin (2003), "Evaluation of the Kozeny-Carman Equation for Fine-Grained Soils", *Canadian Geotechnical Journal*, 40(3): 616~628.
6. Darcy, H. (1856), *Les Fontaines Publiques de La Ville de Dijon*, Paris: Victor Dalmont.
7. Elhakim, A. F. (2016), "Estimation of Soil Permeability", *HBRC Journal*, 12(3): 282~287.
8. Kozeny, J. and P. C. Carman (1956), *Flow of Gases through Porous Media*, New York: Academic Press.
9. Yang, Y., J. Du, X. Shen, Z. Li, H. Jin and M. Jiang (2025), "Experimental Investigation on the Influence of Scale Effects on the Permeability Coefficient of Coarse-Grained Soil", *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 10(1): 1~16.

요 약

본 연구는 현장투수시험 중 보링 및 주수 과정에서 발생하는 지반 교란과 이에 따른 세립분의 침전으로 인해 발생하는 간극 막힘 현상(Clogging)이 투수계수 산정에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이를 위해 수위하강법을 이용한 시험을 나공법(Uncased Method)과 공저법(Cased Method)으로 구분하고, 각각에 대해 상부주수법과 본 연구에서 제안한 하부주수법을 적용하여 비교 실험을 수행하였다. 시험 결과, 하부주수법이 상부주수법에 비해 막힘 현상이 감소하여 전반적으로 더 높은 투수계수를 나타냈으며, 특히 나공법에서 그 차이가 크게 나타났다. 수위상승법과 수위하강법 간 비교에서도 하강법이 더 높은 투수계수를 보였으나, 이는 보링공 주변 지반 조건(점성토, 불투수층 등)의 영향으로 해석되며, 향후 보다 정밀한 해석이 필요한 것으로 판단된다. 본 연구는 시험 방법에 따른 투수계수 차이를 규명함으로써, 보다 신뢰성 있는 현장투수시험 수행을 위한 개선방안을 제시하였다.

주제어: 투수계수, 현장투수시험, 나공법, 공저법, 수위하강법, 하부주수법, Clogging

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):137-146 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.137

교통정보 CCTV를 활용한 인공지능 기반 포트홀 탐지 기술 개발*

AI-Based Pothole Detection Using Traffic Surveillance CCTV

임원섭** · 민철규*** · 최영환****
Won Seop Im** · Chul Gyu Min*** · Young Hwan Choi****

Abstract
As road infrastructure ages, potholes tend to form more frequently, resulting in increased vehicle damage and traffic accidents that pose significant societal challenges. Existing pothole detection methods, which use vehicle-mounted sensors or drones, suffer from limited coverage and high deployment costs. This study proposes an AI-based automated pothole detection model utilizing nationwide traffic surveillance CCTV. The model employs YOLOv8 with instance segmentation for precise pothole detection and integrates a vehicle tracking algorithm to automatically measure traffic volume. By combining data on pothole size, location, and traffic, the system quantitatively assesses road risk and supports maintenance prioritization. The proposed approach achieves high detection accuracy and real-time processing performance compared to existing methods, contributing to improved efficiency and safety in road infrastructure management.

Keywords: Road Defect, Pothole, Pothole Detection, Traffic Information CCTV, YOLOv8

1. 서 론

도로에 발생하는 포트홀(pothole)은 아스팔트 포장 도로에서 지름 15cm 이상, 깊이 2cm 이상의 움푹 패인 형태의 파손을 의미하며, 도로 안전과 차량 운행에 심각한 위협이 된다. 포트홀은 빗물, 염화칼슘 등이 아스팔트 포장 내부로 침투하여 접착력이 약화되고, 차량 하중으로 인해 골재가 탈락하며 발생한다. 국내 도로는 1970년대 이후 본격적으로 건설되어, 2022년 기준 총 연장 114,314km에 달하며, 이 중 30년 이상 경과한 노후도로가 51.5%에 이른다(국토교통부, 2022). 도로 노후화로 인해 포트홀 발생 빈도는 지속적으로 증가하고 있으며, 이에 따른 차량 손상, 인명 피해, 교통사고 등이 사회적 문제로 대두되고 있다(한국도로공사, 2023). 따라서 포트홀을 신속하고 정확하게 탐지하여 선제적으로 유지보수를 수행하는 것은 도로 안전 확보에 있어 필수적인 요소다.

기존의 도로 상태 점검은 인력에 의존한 현장 조사나 수동 촬영을 기반으로 하고 있으며, 시간과 비용이 과다하게 소요된다. 이러한 방식은 포트홀 발생 즉시 대응이 어려워 사고 예방 효과가 제한적이다. 최근 이를 극복하기 위해 영상 기반의 자동 탐지 기술이 활발히 연구되고 있다. 예를 들어, Lee et al.

*본 연구는 중소벤처기업부의 기술개발사업 [RS-2024-00426703] 및 [RS-2025-02313765]의 지원에 의한 연구임.
**경상국립대학교 건설시스템공학과 학부과정(주저자: dnjs9545@naver.com)
***경상국립대학교 건설시스템공학과 학부과정
****경상국립대학교 건설시스템공학과 부교수(교신저자: yh.choi@gnu.ac.kr)
Received: August 1, 2025 / Accepted: November 13, 2025

(2023)은 F-RCNN과 Inception-V2 모델을 결합하여 포트홀의 경계와 질감 특징을 활용한 탐지 기법을 제안했다. Kim et al.(2022)은 다양한 컴퓨터 비전 모델의 성능을 비교하고, YOLO 계열 모델이 주간 및 저조도 환경에서 빠르고 높은 정확도를 보이는 반면, R-CNN 계열 모델은 야간 환경에서 우수한 성능을 보임을 확인하였다. 또한, Bhatia et al.(2022)은 열화상 카메라를 활용하여 빛에 의존하지 않고 온도 차이를 통해 포트홀을 탐지하는 방법을 제시하였고, Saisree and Kumaran(2023)은 Mask R-CNN을 적용한 고해상도 항공 이미지 기반 포트홀 탐지 시스템을 개발하였다.

최근 연구들은 인공지능 기술의 발전에 힘입어 YOLOv8, YOLOv7, YOLOv5 등 최신 객체 탐지 모델을 활용하여 포트홀 탐지 성능을 지속적으로 개선하고 있다. Yurdakul and Tasdemir(2025)은 YOLOv8과 RGB-D 데이터를 결합하여 포트홀의 물리적 특성까지 정밀하게 측정 가능한 모델을 제안하였지만, RGB-D 센서의 설치 비용과 범용성 측면에서 한계가 있다. Zanevych et al.(2024)은 YOLOv11에 FPN과 Grad-CAM++을 적용하여 야간 환경에서도 높은 정확도를 확보하였으나, 조명 변화 외에 복잡한 도로 조건에서의 일반화 성능은 제한적이다. Li et al.(2023)은 YOLOv5를 활용한 실시간 포트홀 탐지 모델을 개발했지만, 시간에 따른 포트홀의 변화를 고려하는 동적 분석이 부족하다. Rout et al.(2023)은 저해상도 영상을 ESRGAN을 통해 복원한 후 YOLOv7으로 탐지 정확도를 향상시켰지만, 연산 비용이 증가하며 실시간 처리에 어려움이 존재한다. 또한, Rehan et al.(2023)은 자율주행 차량을 위한 포트홀 탐지 모델을 제안하였으나, 자율주행 차량이 접근 가능한 도로에 국한된다는 한계가 있다. 마지막으로, Safyari et al.(2024)은 포트홀 탐지에 대한 종합적인 리뷰를 통해 최신 기술 동향을 제시했지만, 실제 적용 가능성에 대한 정량적 실험이 부족하다.

이와 같은 최근 연구들은 대부분 차량에 장착된 센서나 드론, 혹은 단일 시점의 카메라 영상에 기반하고 있어 특정 도로 구간만 탐지 가능하거나 설치 및 유지보수 비용이 높은 문제가 있다. 또한 대부분의 연구가 단순 탐지 성능 향상에 집중되어 있어, 포트홀로 인한 사고 위험도를 예측하거나, 도로의 통행량과 결합한 복합적인 분석 기능은 미흡하다. 특히, 포트홀 탐지 이후 어떤 도로가 보다 시급히 보수되어야 하는지에 대한 의사결정 지원 체계는 여전히 부족한 실정이다.

본 연구는 이러한 한계점을 극복하고자 한다. 차량 탑재 센서나 드론 기반의 제한적인 데이터 수집 방식이 아닌, 전국 도로망에 이미 구축된 교통정보 CCTV를 활용하여 포트홀을 탐지하는 방식을 제안한다. CCTV는 고정된 위치에서 광역적인 도로 상태를 모니터링할 수 있어 높은 공간적 확장성을 가지며, 기존 인프라를 활용하기 때문에 경제성이 뛰어나다. 또한, 본 연구는 단순 포트홀 탐지에서 나아가, AI 기반 차량 트래킹 모델을 결합하여 도로 통행량을 자동으로 측정하고, 이를 바탕으로 포트홀 발생 위치와 도로 이용 강도를 종합적으로 분석한다. 이를 통해 포트홀의 위험도를 정량화하고, 보수 우선순위 결정 및 사고 예방을 위한 실질적인 의사결정 지원 도구로 활용 가능한 새로운 접근법을 제시한다.

2. 포트홀 탐지 자동화 기법

본 연구에서 제안하는 교통정보 CCTV를 활용한 포트홀 탐지 자동화 기법은 세 가지 주요 작업(Task)으로 구성된다. 전체적인 흐름도는 Fig. 1과 같이 데이터 세트 구성(Dataset Composition), AI 기반 포트홀 탐지 모델 개발(Development of Pothole Detection Model), 그리고 교통량 측정 모델 개발(Traffic Volume Measurement)로 이루어진다. 데이터 세트 구성은 부족한 학습 데이터 문제를 해결하기 위해 실제 데

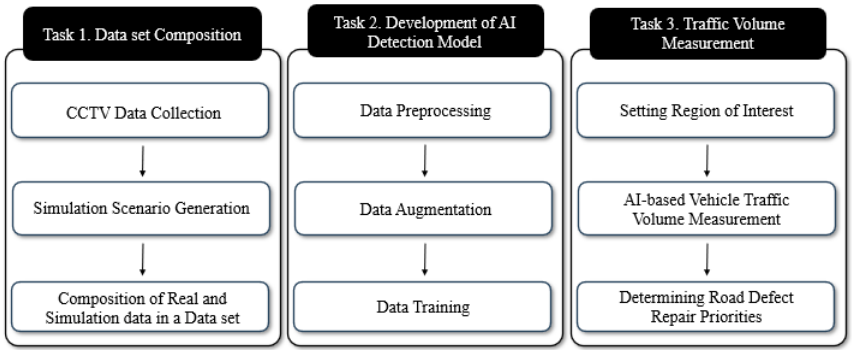


Fig. 1. Flowchart of the Automated Pothole Detection Technique

이터를 기반으로 한 모의 시나리오 데이터를 생성하고, 이를 실제 수집 데이터와 결합하여 학습용 데이터 세트를 확보하는 과정이다. 이후 AI 기반 포트홀 탐지 모델은 해당 데이터 세트를 전처리 및 증강하여 YOLO 기반 인스턴스 세그멘테이션 모델을 학습시키고, 실시간 탐지 시스템으로 구현된다. 마지막으로 도로의 교통량 측정 모델은 포트홀 발생 위치에 따른 차량 통행량 정보를 정량화하여 사고 위험도 분석 및 보수 우선순위 결정에 활용된다. 본 연구 과정은 Fig. 1에 나타내었다.

2.1 Dataset 구성

본 연구에서는 도로 표면 결함 중 포트홀(Pothole)을 주요 탐지 대상으로 선정하였다. 학습 데이터는 국토교통부의 교통정보 CCTV Open API와 경찰청 교통정보센터(UTIC)에서 제공하는 오픈소스 데이터를 활용하였다. 그러나 CCTV 기반 포트홀 데이터는 포트홀의 자연 발생 빈도가 낮고, 카메라 해상도나 촬영 각도에 따라 탐지 가능한 영상이 제한적이기 때문에 원활한 모델 학습을 위한 데이터가 절대적으로 부족하다.

이를 해결하기 위해 본 연구는 합성 데이터(Synthetic Data)를 적극적으로 활용하였다. 실제 포트홀의 형상과 질감을 보존하기 위해 포트홀 부분만을 배경이 없는 형태로 추출한 후, 포트홀이 없는 CCTV 원본 영상에 다양한 위치와 스케일로 합성하였다. 포트홀의 크기는 일반적으로 차선 폭의 약 1/10에 해당하는 10cm~20cm 로 설정하고, 개수는 이미지당 1~3개의 포트홀이 삽입되도록 설계하였다. 또한, 포트홀의 회전(Rotation), 크기 변환(Scaling), 밝기 조정(Brightness), 노이즈 추가 등 다양한 변형을 적용하여 데이터의 다양성을 확보하였다. 데이터 품질 측면에서 사용된 CCTV는 평균 1280×720 해상도이며, 촬영 각도는 도로 전체를 포괄할 수 있도록 상부 또는 측면 45도 이내로 설치된 것이 대부분이다. 야간 촬영 시에는 가로등 및 차량 헤드라이트에 의해 조도가 불균형하게 분포한다는 한계가 존재한다. 따라서 조도 변화에 따른 모델 성능 저하를 방지하기 위해 밝기와 대비를 조정한 데이터 증강 Fig. 2와 같이 추가하였다. 데이터셋의 편향성 또한 고려되었다. CCTV 영상 데이터는 주로 도시 주요 도로와 교차로에 설치된 공공 CCTV에서 수

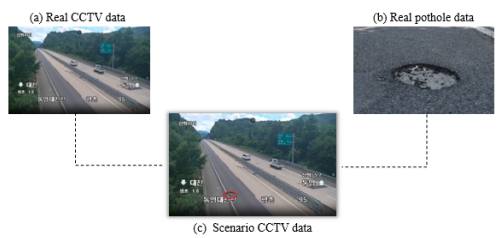


Fig. 2. Process of Generating Simulated Scenarios

집되었기 때문에, 농촌 지역, 산간 도로, 또는 도심 외곽 도로에서 촬영된 데이터는 상대적으로 부족하다. 또한, 수집된 원본 영상의 시간대 분포는 주간 약 70%, 야간 약 30%이며, 기상 조건은 맑음이 60%, 흐림과 비가 각각 약 20%로 편중되어 있다.

이러한 편향을 보완하고 모델의 일반화 성능을 확보하기 위해, 본 연구에서는 부족한 환경(야간, 우천, 악천후, 외곽 도로 등)을 대상으로 실제 촬영 데이터 및 공개 데이터셋을 추가 확보하였으며, 더 나아가 도로 야간 특성을 고려한 조도 보정을 통해 합성 데이터를 생성하여 학습 데이터에 포함시켰다. 합성 데이터의 비중은 전체 학습 데이터의 35%이며, 이는 모델이 다양한 도로 유형과 환경 조건에서도 안정적으로 작동하도록 하기 위한 것이다. 합성 데이터의 성능 기여도를 정량적으로 평가하기 위해 합성 데이터만으로 학습한 모델, 실제 데이터만으로 학습한 모델, 그리고 두 데이터를 결합한 모델로 실험을 수행하였다.

mAP50(mean Average Precision at IoU 0.5)은 객체 탐지(Object Detection) 성능을 평가하기 위한 대표적인 지표로 검출된 객체의 예측 박스와 실제 정답 박스 간의 교차 영역 비율(IoU, Intersection over Union)이 0.5 이상일 때를 정답으로 간주하여 계산한 평균 정밀도(Average Precision, AP)의 평균값을 의미한다. 여기서 IOU는 두 영역이 얼마나 겹치는지를 수치로 나타낸 값이다. 모델이 예측한 영역이 실제 정답 영역과 얼마나 일치하는지 평가할 때 사용하며, 두 상자가 많이 겹칠수록 IOU 값이 1에 가까워진다.

그 결과, 실제 데이터만으로 학습 시 mean Average Precision at IoU 50%(mAP50)은 78.4%, 합성 데이터만으로는 74.1%, 두 데이터를 결합할 경우 85.2%로 나타나, 합성 데이터가 모델 성능 향상에 실질적인 효과가 있음을 확인하였다.

2.2 AI 탐지 모델 개발

데이터 전처리 과정에서 대략 1000장을 AI모델에 학습할 수 있는 형태로 라벨링 툴(Labelme)을 이용하여 폴리곤 형태로 주석처리 하였다. 그리고 도로표면 결함을 탐지할 AI모델로는 YOLO(You Only Look Once)를 활용하였다. YOLO(Redmon et al., 2016)의 1-stage-detection모델로 정확도(AP)는 상대적으로 낮지만 처리속도(FPS)가 빨라 실시간 탐지에 적합하다는 장점이 있다. 여러 모델 중 YOLOv8으로 선정하였고 매개변수에 따라 Nano, Small, Medium, Large, Extra-large 총 5가지의 확장된 버전이 존재하며 픽셀 단위로 분할이 가능한 Instance Segmentaion을 지원한다(Terven et al., 2023). 각 버전별로 COCO데이터세트의 벤치마크 결과는 Table 1과 같으며 본 연구에서는 Small을 사용하였다.

이후 데이터 증강(Data Augmentation) 기법을 사용해 원본 데이터로부터 새 데이터를 만들어 내어 학습 정확도와 효율성을 높여주었다. 데이터 증강의 방법으로는 회전(Rotation), 이동(Translation), 노

Table 1. COCO Dataset Benchmark Results for Versions of YOLOv8

Model (Segment)	mAPbox 50-95	mAPmask 50-95	Speed CPU ONN	Speed A100 TensorRT
Nano	36.7	30.5	96.1	1.21
Small	44.6	36.8	155.7	1.47
Medium	49.9	40.8	317.0	2.18
Large	52.3	42.6	572.4	2.79
Extra-large	53.4	43.4	712.1	4.02

이즈 추가(Noise Addition), 크기 조정(Scaling), 색상 변환(Color Transformation) 총 5개의 방법을 사용하였다.

2.3 AI 기반 차량 트래킹

포트홀 탐지 결과는 도로 위험도 평가로 확장되기 위해 반드시 도로 이용 강도와 결합되어야 한다. 이를 위해 본 연구는 영상 기반 차량 트래킹 모델을 추가로 개발하였다. 차량 트래킹은 YOLOv8 탐지 결과를 기반으로, 프레임 간 바운딩 박스의 위치 변화와 IOU(Intersection over Union) 계산을 통해 이루어진다.

IOU 값이 0.75 이상인 경우 동일 객체로 판단하고, 그렇지 않으면 신규 객체로 인식한다. 이 방식은 중복 카운팅을 효과적으로 방지하면서도 차량 이동 경로를 지속적으로 추적할 수 있도록 한다. Table 2와 같이 트래킹 알고리즘의 성능은 교차로, 터널, 곡선도로, 악천후 등 다양한 복잡한 환경에서도 검증되었다. 실험 결과, 평균 통행량 측정 오차율은 4.7%로 나타났으며, 이는 기존의 단순 배경 차분 기반 방식의 오차율(약 12.5%)에 비해 상당히 개선된 수치이다. 특히 터널 출입구나 비·눈이 내리는 상황에서도 안정적인 차량 인식 및 트래킹 성능을 유지하였다. IOU 수치에 대한 기준은 Table 2에 나타내었다.

차량 트래킹 기능은 단순히 통행량 측정에 그치지 않고, 차량의 속도 추정과 차종 분류로 확장되었다. 속도는 두 연속 프레임 간 바운딩 박스 중심 좌표의 변화량을 시간당 거리로 환산하여 계산하였고, 차종 분류는 YOLOv8 모델에 추가로 학습시킨 차량 클래스(승용차, 버스, 트럭) 분류기로 처리하였다. 이를 통해 본 연구는 포트홀의 위치와 크기뿐만 아니라, 해당 도로의 통행량, 평균 속도, 대형차량 비율까지 종합적으로 분석하여 도로 위험도를 정량화할 수 있게 되었다.

Table 2. IOU Notation

Sample IOU Score	IOU Threshold
IOU=0.50	>=0.50
IOU=0.75	>=0.75
IOU=0.95	>=0.95

결국 본 연구에서 제안하는 포트홀 탐지 자동화 시스템은 단순한 결함 탐지 기능을 넘어, 도로 이용 행태와 결합하여 유지보수 우선순위를 도출하고, 교통안전성 확보를 위한 실질적인 의사결정 지원 도구로서 활용 가능하다. 이는 기존의 차량 센서 기반 포트홀 탐지 기술이나 드론 기반 탐지 방식이 가지는 공간적 한계와 비용 부담 문제를 효과적으로 극복하는 대안으로 제시될 수 있다.

3. 적용 및 결과

본 연구에서는 교통정보 CCTV를 활용한 포트홀 탐지 및 차량 통행량 측정 모델의 실질적인 성능을 정량적으로 평가하였다. 이를 위해 데이터 구성의 효과성 검증, 포트홀 탐지 정확도 분석, 차량 트래킹 및 통행량 측정 성능 평가, 그리고 위험도 분석 및 오류 원인 규명 등 총 네 가지 단계로 실험을 진행하였다. 본 장에서는 각 단계별 실험 절차와 결과를 체계적으로 제시하며, 본 연구의 실용적 가치와 기존 연구와의 차별성을 구체적으로 설명한다.

3.1 Simulation scenarios 데이터 효과

본 연구는 CCTV 데이터의 한계인 포트홀 발생 빈도 부족 문제를 해결하기 위해 합성 데이터(Synthetic Data)를 생성하여 학습 데이터에 추가하는 방식을 적용하였다. 실제 수집된 도로 영상 데이터는 총 1,000장이었으며, 여기에 합성 데이터를 추가하여 최종적으로 2,000장의 학습 데이터셋을 구성하였다. 합성 데이터는 포트홀의 크기, 위치, 형태, 밝기, 그리고 도로 배경의 다양한 특성을 고려하여 제작되

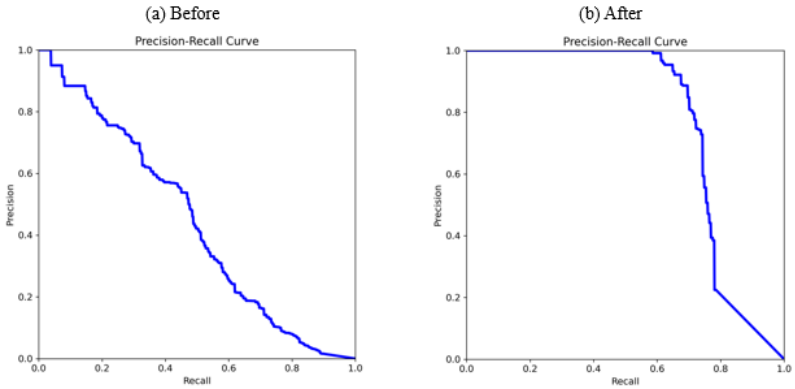


Fig. 3. Changes in the Precision-Recall Curve

었다. 특히 포트홀의 크기는 10~20cm로 설정되었으며, 회전, 밝기 변화, 노이즈 추가 등의 변형을 통해 데이터의 다양성과 일반화 능력을 극대화하였다. 합성데이터를 추가 전후의 예측 정확도는 Fig. 3과 같이 Precision-Recall 곡선에서 변화를 볼 수 있다.

합성 데이터가 모델 성능에 미치는 영향을 확인하기 위해, 합성 데이터가 없는 경우와 포함된 경우로 나누어 성능을 비교 분석하였다. 그 결과, 합성 데이터를 포함하지 않고 학습한 모델은 Precision 84.1%, Recall 79.3%, F1-Score 81.6%, mAP50 78.4%의 성능을 기록하였다. 반면 합성 데이터를 포함한 모델은 Precision 89.7%, Recall 92.9%, F1-Score 91.2%, mAP50 85.2%로 성능이 크게 향상되었으며, 특히 Recall 수치의 상승이 두드러졌다. 이는 포트홀을 놓치는 경우(False Negative)가 현저하게 감소했음을 의미한다. 또한 FPS(Frame Per Second)는 평균 122로 측정되어 실시간 처리 성능도 충분함을 입증하였다.

이러한 결과는 합성 데이터가 데이터 부족 문제 해결 뿐만 아니라, 모델의 일반화 능력 향상에도 크게 기여함을 보여준다. 특히 실제 발생 빈도가 낮은 포트홀 패턴에 대한 학습 효과가 극대화되었다는 점에서 매우 의미 있는 결과이다.

3.2 Pothole Detection 결과

포트홀 탐지 성능을 평가하기 위해 본 연구는 다양한 환경 조건을 반영한 실험 시나리오를 설정하였다.

본 실험은 교통정보 CCTV를 통해 포트홀의 탐지 가능성을 중점적으로 보기 위해 야간 및 악천후 상황을 제외한 맑은 날씨에서 촬영된 영상만을 활용하였다. 또한 카메라의 자세 이동이 없는 CCTV를 활용하였기 때문에 포트홀이 식별 가능한 영상에서 비디오 프레임 추출을 통해 이미지 데이터로 탐지 성능 평가를 진행하였다. 실제 전국의 교통정보 CCTV 3,000대에서 데이터를 고려하여 포트홀이 식별가능한 영상을 적용하여 제안된 포트홀 탐지 성능을 검증하였다. 이러한 제한된 포트홀 사례는 데이터의 희소성을 다시 한번 입증하는 결과이며, 본 연구의 합성 데이터 기반 접근 방식이 반드시 필요한 이유이기도 하다.

Fig. 4는 연구에 사용된 실제 포트홀이 식별된 원본 이미지와 알고리즘을 통한 포트홀 탐지 결과를 나타낸 것이다. 검증에 사용된 교통정보 CCTV는 지면에서의 높이, 위치, 카메라 자세가 다양하게 구성되었고, 지면에서 높게 설치된 CCTV에서도 포트홀 검출이 가능한 것을 확인할 수 있다. 이는 본 연구의 핵심 목표인 교통정보 CCTV를 통해 포트홀의 탐지가 가능한지에 대한 긍정적인 결과이다.

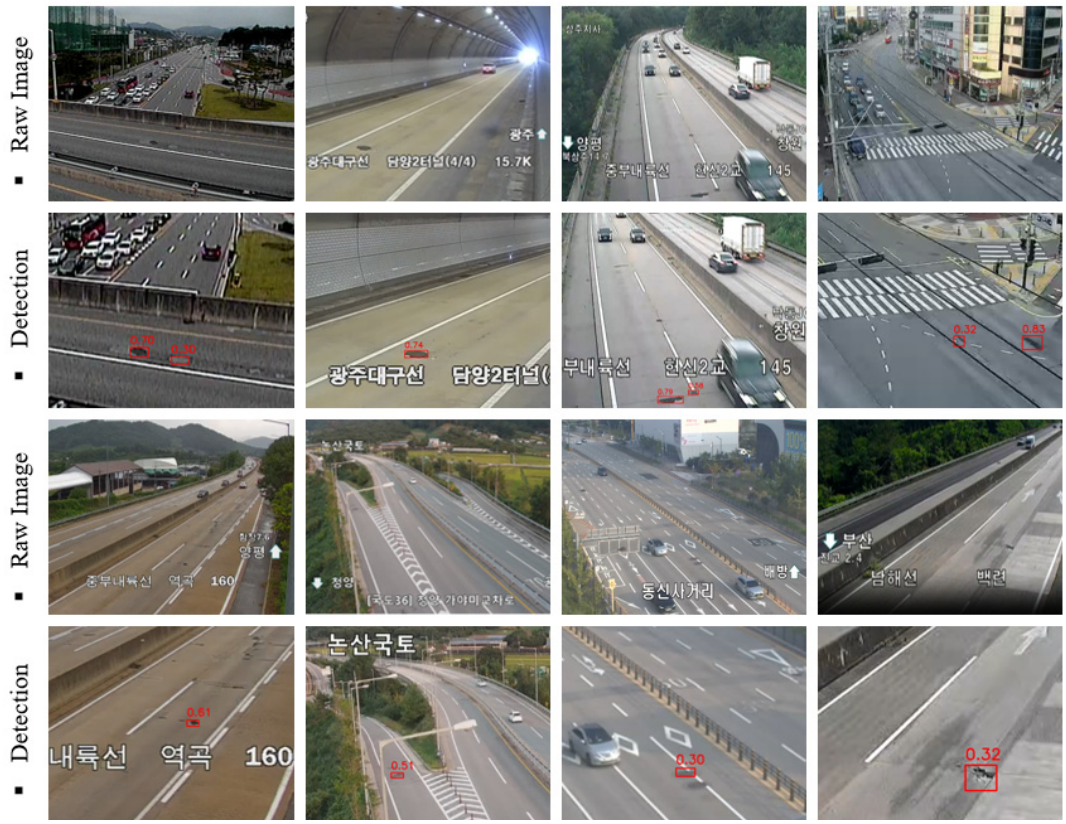


Fig. 4. Pothole Detection Results Using the Algorithm

제안하는 알고리즘의 포트홀 탐지 성능을 평가하기 위해 모델이 평가해야 하는 요소인 TP(True Positive), FP(False Positive), FN(False Negative)을 이용해 성능평가를 수행한다. 본 연구에서 TP(True Positive)는 포트홀을 정확하게 포트홀으로 검출한 것을 의미하고, FP(False Positive)는 포트홀이 아닌 것을 포트홀으로 잘못 검출한 것을 의미하고, FN(False Negative)는 실제 포트홀을 탐지하지 못한 것을 의미한다. Table 3은 실제 포트홀 28개가 포함된 교통정보 CCTV 이미지를 통해 성능 평가를 진행한 것이다. Precision(정밀도)는 84.61%이고, Recall(재현율)은 78.57%를 보인다. Table 3은 연구 결과를 정리한 표이다.

탐지 성능을 보다 정밀하게 분석하기 위해 오류 유형별로 False Positive(FP)와 False Negative(FN)에 대한 상세한 원인 분석을 수행하였다. 분석 결과, FP는 총 5건으로 나타났으며, 이는 대부분 도로 상의 맨홀 뚜껑, 진한 그림자, 또는 유류 얼룩이 포트홀과 유사한 형태로 인식되어 발생하였다. 이러한 오탐지는 주간 시간대의 특정 각도에서 그림자 패턴이 강하게

Table 3. Pothole Detection Results

Category	Value
Total TP	22
Total FP	5
Total FN	6
Precision	84.61%
Recall	78.57%



(a) Real CCTV date (b) Image after illumination correction

Fig. 5. Comparison of Images before and after Preprocessing for Illumination Correction

드리워지는 경우에서 빈번하게 나타났다. FN은 총 6건으로 기록되었으며, 주요 원인은 야간 조도 부족과 차량에 의한 포트홀 가림 현상으로 분석되었다. 특히 야간 촬영 시 포트홀의 경계가 흐려지고 대비가 낮아지는 문제가 발생하였으며, 차량 통행으로 인해 포트홀이 일시적으로 시야에서 사라지는 상황에서 탐지 누락이 발생하였다. 이러한 오류를 보완하기 위해 본 연구는 조도 보정을 위한 이미지 전처리 기법을 적용하였다(Fig. 5). 조도 보정 기법을 통해 이미지의 밝기와 선명도는 개선되었으나 포트홀 탐지 정확도에는 유의미한 향상이 나타나지 않았다. 그러나 포트홀은 싱크홀과 달리 한 번에 큰 구멍이 발생하는 것이 아니라 도로표면에 반복되는 충격과 하중이 점진적으로 누적되면서 서서히 확장되는 특성을 지닌다. 따라서 단기적인 야간 촬영이나 악천후 상황에서 탐지 성능이 다소 저하되더라도 포트홀의 발생 및 성장 특성을 고려할 때 즉각적인 탐지보다 지속적 모니터링과 반복적인 관측을 통한 점진적 손상을 추적하는 것이 더 효율적이다.

3.3 차량 트래킹의 정확도

포트홀 탐지 뿐만 아니라, 도로 위험도 평가의 핵심 지표인 차량 통행량 측정을 위해 트래킹 모델의 성능도 정밀하게 검증하였다. 트래킹은 ROI(Region of Interest) 설정과 IOU 기반 객체 추적 알고리즘을 결합하여 수행되었다. 차량 트래킹은 산청 대전-통영고속도로에 설치 되어있는 한 부분을 화면 녹화를 통해 진행하였다. Fig. 6에서 보이는 파란색 바운딩 박스가 관심영역을 설정한 구간이다. 각 차량은 고유 ID로 구분되며, 이동 경로가 선으로 표시된다. 이를 통해 동일 차량의 중복 카운팅을 방지하고, 차량의 이동 패턴까지도 직관적으로 파악할 수 있다. 관심영역을 설정해 정확도를 올려주었다. 차량이 박스를 통과할 때마다 인공지능을 통해 차량으로 인식해 왼쪽 상단에 초록색으로 되어있는 숫자가 1씩 올라간다. 그렇게 지나가는 차량의 대수를 세어낸다. 화면 녹화 시간을 1분으로 설정한 후 총 30군데 장소를 선정해 실험을 진행하였다. 탐지율이 가장 낮게 나왔을 때는 78.6%로 차량이 총 33대가 지나갔을 때 28대만 탐지한 결과이다. 모든 차량의 대수를 탐지한 장소도 존재했다. 이러한 방식으로 CCTV 30대를 관측해 나온 결과를 평균을 내어 81.48%라는 탐지

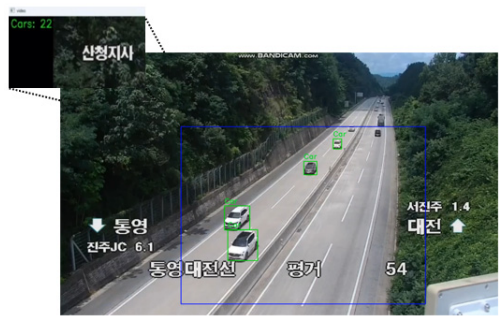


Fig. 6. AI-Based Vehicle Tracking Process

율이 나왔다.

이는 우수한 트래킹 성능을 의미할 수 있다. 81.48%의 차량 추적 정확도를 의미하며, 평균 속도 추정은 영상 프레임 간의 바운딩 박스 이동 거리를 기반(한국도로공사, 2023)으로 평가하였을 경우 실제 도로 속도 데이터와 비교했을 때 평균 오차는 ±4.3 km/h로 매우 신뢰성 있는 수준으로 실시간 운영에도 충분한 성능임을 확인 할 수 있었다.

4. 결론 및 향후 과제

본 연구는 교통정보 CCTV를 활용하여 도로 포트홀을 자동으로 탐지하고, 교통량 데이터를 기반으로 도로 위험도를 정량화하는 인공지능 기반 포트홀 탐지 및 분석 기법을 제안하였다. 실험 결과, 제안한 포트홀 탐지 모델을 통한 성능평가 결과 탐지 확률은 78.57%로 본 연구에서 목표로 하는 교통정보 CCTV를 통한 포트홀 탐지에 긍정적인 결과를 얻었다. 이는 교통정보 CCTV를 통해 식별 가능한 실제 포트홀을 학습데이터로 추가하여 추가적인 학습을 진행한다면 더 높은 정확도를 기대할 수 있다. 하지만 본 연구는 몇 가지 한계도 존재한다. 첫째, 교통정보 CCTV는 고정형 카메라로서 설치 위치에 따른 시야 제한이 존재하며, 일부 도로 구간은 사각지대에 포함될 수 있다. 둘째, CCTV의 해상도가 제한적이기 때문에 포트홀이 너무 작거나 먼 거리에서는 탐지 정확도가 저하될 가능성이 있다. 셋째, 실험은 주로 맑은 날씨와 주간 조건에서 수행되었으며, 야간, 비, 눈 등 악천후 환경에서의 성능은 충분히 검증되지 않았다. 이러한 환경에서는 조도 저하, 반사광, 영상 품질 열화 등의 문제가 발생할 수 있어 탐지 성능에 영향을 미칠 수 있다.

향후 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 몇 가지 방향으로 연구를 확장할 계획이다. 첫째, 드론이나 이동형 카메라를 활용한 다각도 영상 데이터를 수집하고 이를 기존의 CCTV 영상과 융합하여 시야 제한 문제를 해결하는 방안을 모색할 것이다. 둘째, 포트홀 탐지에서 나아가 균열(Crack), 싱크홀(Sinkhole) 등 도로 전반의 다양한 결함을 포괄적으로 탐지하는 멀티 타겟 분석 모델로 연구를 확장할 예정이다. 셋째, 현재 단순히 포트홀의 존재 여부와 차량 통행량만을 활용한 위험도 평가에서 더 나아가, 포트홀의 면적, 깊이, 위치와 같은 정밀한 물리적 특성을 결합한 정량적 포트홀 위험도 예측 모델을 개발할 계획이다. 이를 통해 사고 발생 가능성을 사전에 예측하고, 도로 유지보수 우선순위 설정의 신뢰성을 더욱 향상시킬 수 있을 것이다. 결론적으로 본 연구는 기존의 수동적이고 국지적인 포트홀 관리 방식을 대체할 수 있는 실시간, 광역, 정량적 도로 결함 탐지 및 분석 시스템의 가능성을 실증하였다. 이러한 기술은 향후 스마트 시티 구축 및 도로 인프라 유지관리의 디지털 전환에 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 국토교통부(2022),「2022 도로통계연보」, 세종.
2. 한국도로공사(2023),「도로 결함 및 유지관리 현황 연례 보고서」, 김천.
3. Bhatia, Y., R. Rai, V. Gupta, N. Aggarwal and A. Akula (2022), “Convolutional Neural Networks Based Potholes Detection Using Thermal Imaging”, *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 34(3): 578~588.
4. Kim, Y. M., Y. G. Kim, S. Y. Son, S. Y. Lim, B. Y. Choi and D. H. Choi (2022), “Review of Recent Automated Pothole-Detection Methods”, *Applied Sciences*, 12(11): 5320.
5. Lee, S. Y., T. H. M. Le and Y. M. Kim (2023), “Prediction and Detection of Potholes in Urban Roads: Machine Learning and Deep Learning Based Image Segmentation Approaches”, *Developments in the Built Environment*, 13: 100109.

6. Li, Q., Y. Shi, Q. Liu and G. Liu (2023), "Deep Learning-Based Pothole Detection For Intelligent Transportation: A YOLOv5 Approach", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(12): 314~321, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0141242.
7. Redmon, J., S. Divvala, R. Girshick and A. Farhadi (2016), "You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection", *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Las Vegas, NV.
8. Rehan, M., A. Abbas, M. Iftikhar, M. Raza and A. Ahmed (2023), "Pothole Detection for Autonomous Vehicles Using Deep Learning", *Frontiers in Built Environment*, 9, 1323792, doi: 10.3389/fbuil.2023.1323792.
9. Rout, N. K., G. Dutta, V. Sinha, A. Dey, S. Mukherjee and G. Gupta (2023), "Improved Pothole Detection Using YOLOv7 and ESRGAN", *arXiv preprint*, arXiv: 2401.08588, doi: 10.48550/arXiv.2401.08588.
10. Safyari, Y., M. Mahdianpari and H. Shiri (2024), "A Review of Vision-Based Pothole Detection Methods Using Computer Vision And Machine Learning", *Sensors*, 24(17): 5652, doi: 10.3390/s24175652.
11. Saisree, C. and U. Kumaran (2023), "Pothole Detection Using Deep Learning Classification Method", *Procedia Computer Science*, 218: 2143~2152.
12. Terven, J., D. M. Córdova-Esparza and J. A. Romero-González (2023), "A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS", *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 5(4): 1680~1716.
13. Yurdakul, M. and Ş. Tasdemir (2025), "An Enhanced YOLOv8 Model for Real-Time and Accurate Pothole Detection and Measurement", *arXiv preprint*, arXiv: 2505.04207, doi: 10.48550/arXiv.2505.04207.
14. Zanevych, Y., V. Yovbak, O. Basystiuk, N. Shakhovska, S. Fedushko and Argyroudis, S. (2024), "Evaluation of Pothole Detection Performance Using Deep Learning Models Under Low-Light Conditions", *Sustainability*, 16(24): 10964.

요 약

노후화가 진행됨에 따라 도로 포트홀 발생 빈도는 지속적으로 증가하고 있으며, 이로 인한 차량 파손 및 교통사고는 중요한 사회적 문제로 대두되고 있다. 그러나 차량 장착 센서나 드론을 활용한 기존 포트홀 탐지 기법은 적용 범위가 제한적이고 구축 비용이 높다는 한계를 가진다. 본 연구에서는 전국 도로에 설치된 교통감시용 CCTV를 활용하여 포트홀을 자동 탐지하는 AI 기반 기법을 제안한다. 제안한 모델은 YOLOv8 인스턴스 세그멘테이션을 적용하여 포트홀을 정밀하게 식별하며, 차량 추적 알고리즘을 결합하여 교통량을 자동 산출한다. 이를 통해 포트홀 규모와 위치, 교통량 정보를 종합적으로 이용하여 도로 위험도를 정량적으로 평가하고 유지관리 우선순위 설정을 지원한다. 제안한 기법은 기존 방법 대비 높은 탐지 정확도와 실시간 처리 성능을 확보하였으며, 도로 인프라 관리의 효율성과 안전성 향상에 기여함을 확인하였다.

주제어: 도로 결함, 포트홀 , 포트홀 탐지, 교통정보 CCTV, YOLOv8

토지주택연구
Land and Housing Review
pISSN: 2093-8829, eISSN: 2234-1765
Land and Housing Review 2025, 16(4):147-162 | https://doi.org/10.5804/LHR.2025.16.4.147

공동구의 확률적 성능등급 예측을 위한 베이지안 네트워크 모델*

A Bayesian Network Model for Probabilistic Performance Grade Prediction of Utility Tunnels

오원준** · 조중연*** · 이용준****
Wonjoon Oh** · Choongyeun Cho*** · Youngjun Lee****

Abstract

This study proposes a performance prediction model based on a Bayesian network to more precisely predict the comprehensive performance grade of the utility tunnel, thereby supporting maintenance decision-making. The current comprehensive performance grade system is limited to a one-time evaluation based on the weighted average score at the time of inspection, making it challenging to estimate performance deterioration over time or reflect causal relationships between complex factors. To address this, this study selected six key variables, including facility configuration, facility aging, structural defect index, accident history, climate impact index, and management cycle adequacy, with the causal relationships between variables structured into a DAG format. From 2015 to 2024, 121 comprehensive performance evaluation datasets from 39 utility tunnels were collected and preprocessed, divided into learning (96 cases) and verification (25 cases), and a Conditional Probability Table (CPT) was created. The model was trained using a data-driven learning algorithm, and the verification results showed high prediction performance with an accuracy of 0.880, a Macro F1 of 0.871, and a Weighted F1 of 0.902. The prediction for grades was quite accurate, with the misclassification cases limited to adjacent grades (i.e., only neighboring grade categories, such as A↔B or B↔C, were confused). Currently, utility tunnels are graded B or higher, and data for grades C through E is insufficient, limiting verification of predictive power for mid- and lower grades. This study extended the quantitative evaluation results into a probabilistic model to enhance the applicability of utility tunnel performance assessment. Future research should focus on ensuring balanced data distribution and expanding the model application to other types of infrastructure, such as bridges, tunnels, and dams, thereby strengthening its generalizability and reliability.

Keywords: Utility Tunnel, Comprehensive Performance Grade, Bayesian Network, F1 Score, Confusion Matrix

1. 서 론

1.1 연구의 배경

도시 기반시설은 공공의 안전과 일상생활의 연속성을 확보하기 위한 핵심 요소이며, 이 중 공동구는 전력, 통신, 열 수송, 수도 등의 다양한 기반시설을 한 구조물 내에 수용하는 복합 시설로서, 도시기능 유지에 필수적인 역할을 수행하고 있다. 특히 도심지

*본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2023-00245334).
**유니콘스(주) 부장(주저자: wonjoon_oh@hanmail.net)
***유니콘스(주) 대표이사
****한국토지주택공사 토지주택연구원 연구원(교신저자: yjlee@lh.or.kr)
Received: August 19, 2025 / Revised: September 23, 2025 / Accepted: November 6, 2025

내 지중화된 공동구는 지반 내 설치 특성상 사고 발생 시 대규모 피해로 이어질 가능성이 높아, 이에 대한 지속적이고 정량적인 성능평가와 유지관리가 요구된다(오원준 외, 2019, 2020; 국토교통부, 2017). 공동구가 중요한 복합시설임에도 불구하고 교량, 터널 등 다른 인프라에에 비해 베이지안 네트워크를 활용한 성능등급 예측 연구는 거의 이루어지지 않았으며, 이러한 연구 공백을 보완하기 위해 본 연구를 수행하였다.

국내에서는 2018년 「시설물의 안전 및 유지관리 관련 특별법」의 개정 이후, 공동구에 대한 정기적인 성능평가가 의무화되었으며, 이에 따라 구조적 안전성뿐 아니라 설비, 환경, 운영 측면에 대한 종합적 평가가 시행되고 있다. 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제21조 및 같은 법 시행령 제17조에 따라 제정한 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침」의 시행하고 있으며, 점검/진단 결과에 따라 종합평가 및 안전등급(이하 '종합성능등급')을 산정한다(국토안전관리원, 2021; 국토교통부, 2018).

1.2 연구의 필요성

현재의 종합성능등급은 항목별 점수의 가중평균에 기반한 일회성 진단 결과로, 시간의 흐름에 따른 성능저하 예측이나, 향후 유지보수 시기의 결정, 예산 배분과 같은 실질적 의사결정 과정에 활용하기에는 한계가 존재한다. 또한 복합적 원인(예: 기후, 사고 이력 등)에 의해 성능이 변동되는 공동구의 특성을 반영하지 못하고 있다. 이에 따라, 성능평가 결과를 다양한 변수 간 인과관계와 불확실성을 반영한 통계 기반 모델로 확장할 필요성이 제기된다. 이러한 한계를 극복하기 위해, 최근 시설물 평가 분야에서는 확률기반 인과 모델의 적용이 주목받고 있으며, 그중 하나인 베이지안 네트워크(Bayesian Network)는 조건부 확률 기반의 인과 모델로서, 유지관리 계획 수립에 효과적으로 활용될 수 있다.

1.3 연구 목적

본 연구는 공동구의 종합성능등급 평가에 있어, 기존 점수 누적 방식의 한계를 극복하고자 베이지안 네트워크 기반 모델을 적용하였다. 종합성능등급외에 수용시설 구성, 설비 노후도 등 주요 인자를 변수로 설정하여 공동구의 성능저하 확률을 정량적으로 추정할 수 있는 베이지안 네트워크 모델을 개발하였다. 또한, 다양한 상태 변수 간의 인과적 연관성과 불확실성(확률적 추론)을 정량적으로 반영함으로써, 신뢰성 있는 종합성능등급 예측체계를 구축하는 것을 목적으로 연구를 진행하였다.

2. 이론적 배경

2.1 공동구 현황 및 종합성능등급 제도

2.1.1 공동구 현황

현재 공동구는 39개소(총연장 170.7㎞)가 운영중이며, 제2종 시설물로 관리되고 있다. 국내 공동구는 전국 주요 도시와 산업 거점을 중심으로 설치·운영되고 있으며, 지역별 규모와 수용시설 구성에 차이가 있다(국토안전관리원, 2025).

2.1.2 종합성능등급의 개요

종합성능평가는 공동구의 주요 구성요소에 대한 상태와 기능을 평가하여, 통합적인 종합성능등급을 산정하는 제도로, 평가 항목은 구조, 설비, 환경, 운영 등으로 구분된다(국토교통부, 2018). 종합성능등급은 A(우수), B(양호), C(보통), D(불량), E(위험)의 5등급으로 산정되며, 세부 항목의 가중치 합산 및 기준 점수 구간에 따라 분류된다(Table 1).

현재 공동구의 약 36%는 30년 이상으로 노후화되었으며, A등급 74%, B등급 26%로 관리되고 있는 것으로 조사되었다(Table 1).

Table 1. Comprehensive Performance Grade by Years of Use (As of December 31, 2024, Unit: Number of Locations)

Division	Less than 10 Years	Between 10 and 20 Years	Between 20 and 30 Years	More than 30 Years	Total
Total	10 (25.6%)	8 (20.5%)	7 (17.9%)	14 (35.9%)	39 (100%)
Grade A	10 (34.5%)	8 (27.6%)	7 (24.1%)	4 (13.8%)	29 (100%)
Grade B	0	0	0	10 (100.0%)	10 (100%)
Grade C	0	0	0	0	0
Grade D	0	0	0	0	0
Grade E	0	0	0	0	0

2.1.3 한계점 및 활용 제약

현행 종합성능평가 결과는 정량적 점수 기반이기는 하나, 결과 활용의 정형화 부족, 일회성 평가(점검 주기: 1년~6년), 복합 변수에 대한 인과관계 미반영의 한계점을 가지고 있다. 따라서 이러한 평가결과를 통계적 모델과 연계하여 성능저하 예측 및 유지관리 판단의 기반자료로 활용하는 연구가 요구된다.

2.2 베이지안 네트워크 이론

2.2.1 개요 및 정의

베이지안 네트워크는 확률적 인과관계를 방향성 비순환 그래프(Directed Acyclic Graph, DAG) 형태로 나타내는 확률기반 그래픽 모델이다. DAG는 변수(노드)와 변수 간 인과적 종속관계(간선)를 체계적으로 표현하여, 복잡한 시스템에서 발생하는 조건부 확률 관계를 시각적으로 구조화할 수 있다. DAG는 단순 점수 합산 방식과 달리, 변수 간 직·간접 인과관계를 조건부 확률 형태로 분석할 수 있다는 장점을 가진다. 본 연구에서는 DAG를 활용하여 공동구 성능평가를 정적인 점수 산정에서 동적인 확률추론 체계로 확장하고자 한다. 베이지안 네트워크(Bayesian Network, BN)를 구성하는 요소는 노드, 간선, 조건부 확률 테이블(Conditional Probability Table, CPT)로 구분할 수 있다(Table 2; Needham et al., 2007).

2.2.2 베이지안 정리

베이지안 네트워크는 베이즈 정리를 기반으로 확률 추론을 수행한다.

$$P(H|E)=\frac{P(E|H)\cdot P(H)}{P(E)} \quad (1)$$

여기서, H는 가설 (예: 성능저하 발생 여부), E는 증거

Table 2. Components of the Bayesian Network

Components	Details
Node	• Also commonly referred to as a variable or random variable • A unit representing status in a network (e.g., "Equipment age = good")
Edge	• Generally referred to as a directed arc or arc, it represents a conditional dependency • It defines a causal or probabilistic dependency between parent and child nodes
CPT	• More formally expressed as a Conditional Probability Distribution (CPD) • A table that organizes the probabilities of child nodes based on the state of their parent nodes

(예: 균열, 침수, 감시설비 고장 등), P(H | E)는 증거 E가 주어졌을 때의 H의 사후확률을 의미한다. 베이지안 이론은 사전확률(prior information)을 관측된 증거와 결합하여 사후확률(posterior information)을 구체적으로 이해하기 위한 방법을 제공한다. 식 (1)은 단일 사건의 확률 추정에 그치지 않고 다변량의 인과관계로 확장되며, 네트워크 구조를 통해 복잡한 변수들 간의 연쇄적인 조건부 확률 추론을 가능하게 한다(Chan and Darwiche, 2012).

2.3 기존 문헌에 대한 고찰

2.3.1 인프라 분야의 적용 사례

최근 인프라 자산의 상태 추정과 유지관리 의사결정을 지원하기 위해 베이지안 네트워크를 적용한 다양한 연구가 수행되고 있다. 기반시설 분야에서는 구성요소 상태의 불확실성을 고려하여 검사 시점과 보수 시기를 계획하는 의사결정 모델이 제안되었으며(Zhang and Marsh, 2021), 복잡한 토목·구조물 시스템의 신뢰성 분석에 BN을 활용하고, 대규모 인프라 시스템을 베이지안 네트워크로 모델링할 때 발생하는 계산 복잡성을 줄이기 위해, 데이터 업데이트인 순차적 학습과 압축 기법인 변수 축소 및 구조 단순화를 적용하여 확장성을 확보하는 방안을 제시하였다(강재영·김종진, 2024; 김태원·이정형, 2025; Tien, 2014).

교량 분야에서는 동적 베이지안 네트워크(DBN)를 이용하여 생애주기비용(LCC)의 불확실성을 모델링하고 예측하는 연구가 이루어졌으며(Vagdatli et al., 2024), FTA(Fault Tree Analysis)를 대체하는 새로운 절차로서 신념 네트워크(Belief Network)를 활용한 손상 모델링 방법이 제시되었다(Attoh-Okine and Bowers, 2006).

터널 분야에서는 중국 대련 지하철 해저터널을 대상으로 13개의 리스크 요인을 BN으로 통합하여 실시간 건강위험도를 예측하는 모델이 개발되었다. 건강위험도란 시설물의 구조적 건전성과 운영환경을 종합적으로 고려하여 안전사고나 기능마비 발생 가능성을 정량적으로 표현한 지표를 의미한다(Ni et al., 2024). 도로 분야에서는 지반 변위 모니터링을 위해 측면 인클리노미터 데이터를 수집하고, 이를 BN 기반 필터로 분석하여 이상 탐지 및 예측을 수행한 사례가 보고되었다(Green and Jaspan, 2023). 수자원 분야에서는 미국 내 흙댐을 대상으로 기계학습(ML) 알고리즘을 통해 자동 BN 모델을 생성하고, 이후 전문가 지식을 반영해 모델을 수정·보완하는 방법이 제안되었다(Tang et al., 2022).

2.3.2 선행연구 분석 및 본 연구의 차별성

현재 공동구에 대한 베이지안 모델 적용은 아직 활발히 연구되지 않고 있으며, 종합성능등급과 연계된 위험도 예측 모델은 부족한 실정이다. 국내·외에서는 공동구나 기반시설을 대상으로 한 종합성능등급 또는 유지관리 계획 수립 연구가 일부 진행된 바 있으나, 대부분이 수리적 열화 모델(예: Markov Chain, Weibull 분석 등)이나 전문가 점수 기반 다기준 의사결정(MCDM: Multi-Criteria Decision Making, 예: AHP, Fuzzy) 방식에 치우쳐 있다.

본 연구는 이러한 배경을 바탕으로, 공동구에 적합한 베이지안 네트워크 모델을 구성하였다. 종합성능평가 결과를 실질적 출력 변수로 활용한 정량 모델 시도하였으며, 변수(구조결함, 사고 이력 등) 간 인과관계를 반영하여 베이지안 네트워크의 조건부 확률 기반 추론을 활용하여 종합성능등급을 예측하는 모델을 제안하고자 한다. 또한, 정확도, 정밀도, 재현율, F1 Score 등의 성능지표를 기반으로 모델을 검증하고, 실무적 적용 가능성을 평가하고자 한다. 공동구에 대한 적용은 아직 초기 단계이며, 종합성능등급과 같은 체계적인 입력 변수와 연결한 사례는 본 연구의 필요성과 차별성이라고 할 수 있다.

Table 3. Research Methodology and Procedures

Order	Item	Details
First	Variable Selection	• Variable review using existing literature: Classification of variables and categories through literature review • Final variable selection: Definition of roles, variables, and state values
Second	Constructing a DAG	• Creating a directed relationship graph between variables • Designing a Bayesian network model: Defining and designing a relationship structure diagram between variables
Third	Data Collection	• Data collection for model analysis (literature review, etc.)
Fourth	Data Classification	• Training data vs Validation data
Fifth	Analysis	• Model training: Training is performed based on actual data.
Sixth	CPT Construction	• Define the probability distribution for each node • Create a conditional probability table (CPT)
Seventh	Model Validation	• Model Validation: Evaluating prediction accuracy using validation data • Methods: Accuracy, Precision, Recall, F1-score, etc.

3. 연구 방법론

3.1 연구 방법 및 절차

본 연구는 공동구의 종합성능평가 결과 데이터를 기반으로 베이지안 네트워크 모델 도출 후 검증하고자 하며, 이를 위해 아래와 같이 연구 절차를 수행하였다(Table 3). 모델에 사용할 변수 선정 후 DAG 작성을 수행하며, 모델 수립을 위한 자료 수집 후 학습/검증 데이터로 분류한다. 그리고, 학습 데이터를 활용하여 CPT 작성 후 검증을 수행하여 모델의 정확도를 평가하도록 하였다.

3.2 변수 도출 및 분류

변수 선정을 위해 국토교통부 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 시행지침(국가법령정보센터, 2025), 국토안전관리원(2021)의 기반시설 관리체계 연구보고서, 국내외 공동구 및 기반시설 관련 논문(Zhang and Marsh, 2021; Tien, 2014)을 참고하였다. 또한, 베이지안 네트워크 설계 시 변수 간 중복성 및 관련성을 확인하였으며, 데이터 확보 가능성, 측정 용이성, 인과 구조상 중요도를 기준으로 최종 변수를 선정하였다. 마지막으로, 변수 역할, 세부내용, 상태 값에 대하여 정의하였다(Fig. 1).

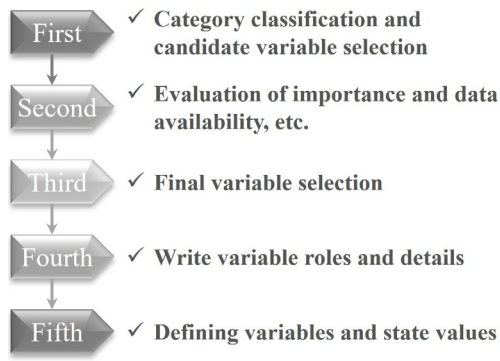


Fig. 1. Process for Deriving Variables

공동구의 성능에 영향을 미치는 변수는 기 수행된 연구, 문헌 고찰 등을 기반으로 공동구의 안전성과 성능에 영향을 미치는 요인을 크게 5개 카테고리로 분류하였다. 이 분류는 시설 구성의 복잡성, 설비 노후화, 구조 안전성, 운영 관리 체계, 외부 환경 요인으로 공동구의 리스크 요인을 포괄적으로 반영할 수 있도록 구성하였다. 5개 카테고리에서 총 20여 개

Table 4. Classification of Categories and Review of Candidate Variables

Category	Candidate Variables	Final Variable
Facility Composition	• Number and complexity of reception facilities (power, communications, gas, water pipes, etc.) • Stability of the collaboration system between reception facilities • Level of separation between facilities • Whether pipelines are redundant	• Facility Composition
Equipment Condition and Aging	• Equipment aging (installation age, residual lifespan) • Reliability of drainage, ventilation, and fire prevention equipment • Power supply redundancy and availability of emergency power • Adequacy of electrical grounding and insulation	• Equipment Aging
Structural Safety	• Frequency of structural cracking and settlement • Rebar corrosion rate and cladding damage • Seismic performance level • Frequency of defect grades (C and D) determined as a result of inspection	• Structural Defect Index
Operation & Management Level	• Compliance with regular inspection cycles and records • Management personnel and skill levels • Emergency maintenance response system and recovery times • Complaint handling rates and up-to-date safety management manuals	• Accident History • Management Cycle Appropriateness
External Environmental and Disaster Impacts	• Increased rainfall and snowfall due to climate change • Potential for groundwater inflow and changes in water level • History of damage from external disasters (earthquakes, floods) • Corrosiveness of surrounding soil and risk of ground subsidence	• Climate Impact Index

의 후보 변수를 발굴하였으며, 데이터 확보 가능성, 변수 간 상관성 및 중요도를 평가하여 최종적으로 6개의 주요 변수를 선정하였다(Table 4).

모델의 결과변수는 종합성능등급이며, 종합성능등급은 이들 입력 변수의 조건부 확률 조합을 통해 베이지안 네트워크 기반으로 도출된다. 본 연구에서는 공동구의 종합성능등급을 예측하기 위해 총 7개 변수(입력 6개, 결과 1개)를 고려한 베이지안 네트워크 모델을 구성하였다(Table 5). 입력 변수로는 수용시설 구성, 설비 노후도, 구조결함지수, 사고이력, 기후영향지수, 관리주기 적정성을 설정하였으며, 이들 변수의 조건부 조합을 기반으로 종합성능등급을 확률적으로 도출하였다. 이 중 종합성능등급은 출력/목표 노드(변수)이며, 나머지는 입력 노드(변수)(input variable)로서 상호 간 조건부 의존관계를 가진다.

6개의 입력 변수를 기반으로 종합성능등급을 예측하기 위한 베이지안 네트워크를 구성하였으며, 각 입력 변수(노드)의 상태는 2~3단계로 분류된다. 이에 따라 전체 CPT는 6개 입력변수의 상태(2×2×3×3×3×2) 조합에 따라 총 216개 경우로 구성된다. 이는 각 변수의 다양한 상태 조합을 반영하여, 단일 조건이 아닌 대규모 시나리오 기반의 성능등급 추론이 가능함을 의미한다. 입력 노드는 공동구의 설비 노후도, 사고이력 등으로 구성되며, 이들 간의 조건부 관계를 통해 최종 종합성능등급을 예측하게 된다(Table 6).

Table 5. Variable Roles and Descriptions

Variable Name	Type	Details
Facility Composition	Input Variable	• The combination of power, communications, heat transport, water supply, and other facilities within a utility tunnel. Increased complexity places additional burdens on facilities and structures. • The complexity and management difficulty vary depending on the type of infrastructure included within the utility tunnel.
Equipment Aging	Input Variable	• The age of mechanical equipment, including ventilation, lighting, drainage, and instrumentation. This is indirectly affected by the configuration of the facility. • The age and condition of equipment, such as power, communications, and heat transport.
Structural Defect Index	Input Variable	• Physical condition of major structures in the utility tunnel • Reflects structural defects such as cracks, leaks, and deterioration
Accident History	Input Variable	• Frequency of past accidents. The older the equipment, the greater the likelihood of failure. • Number of past accidents, such as fires, flooding, and short circuits.
Climate Impact Index	Input Variable	• Vulnerability to external climate risks • Regional climate conditions (rainfall, flood risk, etc.) that affect structural integrity and the probability of defects.
Management Cycle Appropriateness	Input Variable	• Whether inspections and maintenance are performed regularly. This affects the structural and equipment maintenance status. • Inspection frequency: Number of regular inspections, frequency of maintenance activities.
Comprehensive Performance Grade	Output Variable	• Decision based on the comprehensive evaluation results inferred by the Bayesian model based on the combination of the six variables mentioned above. • Final evaluation results are graded A to E.

Table 6. Definitions of Variables and State Values

Variable Name	Type	Number of states	State Type	Details
Facility Composition	Input Node	2	More than three, No more than three	Types of facilities within the utility tunnel
Equipment Aging	Input Node	2	Aged, Good	Ventilation, lighting , and control equipment status
Structural Defect Index	Input Node	3	Low, Medium, High	Inner walls, cracks, and water leaks, etc.
Accident History	Input Node	3	None, One time, Two or more times	Fire, flooding, and malfunctioning detection devices, etc.
Climate Impact Index	Input Node	3	Low, Medium, High	Possibility of rainwater inflow, history of flooding
Management Cycle Appropriateness	Input Node	2	Inadequate, Adequate	Completion of legal inspection cycles
Comprehensive Performance Grade	Output Node (Target Node)	5	A, B, C, D, E (Predictor variable)	Comprehensive performance grade evaluation criteria

3.3 베이지안 네트워크 구조 설계

본 연구에서 사용된 베이지안 네트워크 구조는 6개의 입력 노드로부터 종합성능등급을 예측하는 단일 출력 구조를 가지며, 이는 DAG 형태로 표현할 수 있다(Zheng et al., 2018; Hyttinen et al., 2018). DAG는 CPT의 수치가 조정되더라도 변수 간 인과관계 구조가 동일한 이상 네트워크의 구조 자체는 변하지 않는다. 또한, 각 노드는 출력 노드인 종합성능등급과 조건부 확률 기반의 인과관계를 가지며, Fig. 2는 도출된 베이지안 네트워크의 구조를 나타

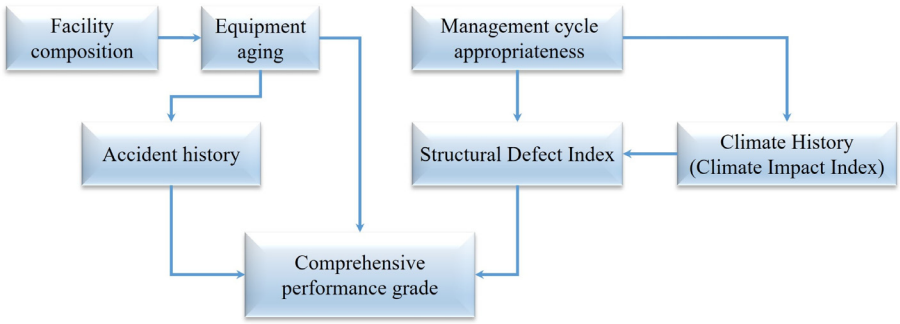


Fig. 2. DAG Structure for Predicting Comprehensive Performance Grades

Table 7. Relational Structure and Logical Connectivity

Direction of Links between Nodes	Logic
Facility Composition ⇒ Equipment Aging	High variety and density of utility facilities (e.g., power, district heating, telecommunications) increase operational load and maintenance complexity, thereby accelerating the aging of ventilation, monitoring, and other auxiliary systems
Equipment Aging ⇒ Accident History	Equipment aging increases failure rates, thereby elevating the probability of incidents such as fires, flooding, and instrumentation malfunctions
Accident History ⇒ Comprehensive Performance Grade	Accident history is a major direct factor contributing to the downgrade of the comprehensive performance grade, with consecutive incidents often resulting in a grade of D or lower
Structural Defect Index ⇒ Comprehensive Performance Grade	Structural defect index carries the highest weight within the structural category, and issues such as cracking or leakage are highly likely to result in a comprehensive performance grade of C or lower
Climate Impact Index ⇒ Structural Defect Index	Regions with high rainfall or elevated groundwater levels contribute to the structural defect index through factors such as wall infiltration, moisture accumulation, and deterioration of insulation performance
Management Cycle Appropriateness ⇒ Structural Defect Index, Management Cycle Appropriateness ⇒ Climate Impact Index	Failure to conduct regular inspection and maintenance prevents the early detection of structural damage, leading to its progression, while omission of drainage system inspections directly amplifies the climate impact index
Equipment Aging ⇒ Comprehensive Performance Grade	The equipment category is directly weighted in the comprehensive performance grade, with functional deterioration of ventilation, monitoring, and lighting systems typically resulting in below-average grades

낸다.

각 입력 변수는 공동구의 물리적 상태, 위험이력, 유지관리 체계 등을 반영하며, 이들 요소는 종합성능등급에 조건부 확률 형태로 영향을 미친다. 이 구조를 DAG 형태로 시각화(Fig. 2) 하였으며, 모든 인과관계는 입력 → 출력 방향의 단방향 흐름을 따른다. Table 7은 각 노드 간 연결 방향과 그 인과 논리적 근거에 대한 설명이다. 입력 노드가 출력 노드인 '종합성능등급'에 직간접 영향을 미치며, 설비 노후도는 사고이력에 영향을 주고, 관리주기 적정성은 구조결함 및 기후영향에 영향을 주는 구조이다. 공동구 종합성능평가에서 도출된 입력 변수들을 DAG 구조에 배치하여, 각 변수의 인과관계와 흐름을 종합성능등급 산정 과정에 반영하였다. 이를 통해 종합성능등급은 단순 가중합이 아니라 DAG에 기반한 조건부 확률 추론 과정을 거쳐 결정되도록 하였다.

3.4 모델 학습

3.4.1 학습 데이터 구성

학습 데이터는 기반시설 관련 시스템의 기본정보, 상세정보, 정밀안전점검/진단 보고서 등을 활용하여 전처리 과정을 수행하였다.

1) 자료 출처: 시설물통합정보관리시스템(2025), 점검진단평가관리시스템(2025), 기반시설관리시스템(2025), 국가건설기준센터(2025), 지자체 정보공개포털(2025) 등
2) 기간 및 범위: 2015~2024년, 총 39개 공동구,

Table 8. Model Development Data Set

Division	Facility Composition	Equipment Aging	Structural Defect Index	Accident History	Climate Impact Index	Management Cycle Appropriateness	Comprehensive Performance Grade
UT-T-01	More than Three	Good	High	None	Medium	Adequate	A
UT-T-02	More than Three	Good	High	Two or More Times	Medium	Adequate	B
UT-T-03	More than Three	Aged	Medium	Two or More Times	Low	Inadequate	B
UT-T-04	More than Three	Good	Low	Two or More Times	Medium	Adequate	A
UT-T-05	No More than Three	Aged	Low	Two or More Times	Medium	Adequate	A
		:				:	
UT-T-92	No More than Three	Good	Medium	None	High	Adequate	A
UT-T-93	No More than Three	Aged	High	One Time	High	Inadequate	B
UT-T-94	More than Three	Good	Low	Two or More Times	Low	Adequate	A
UT-T-95	More than Three	Aged	Low	One Time	Low	Adequate	A
UT-T-96	No More than Three	Good	High	None	Low	Inadequate	A

Note: UT: Utility Tunnel, T: Training

121건의 평가 사례

3) 전처리: 결측치 보정, 범주형 정규화, 상태 값 통일

본 연구에서는 총 121건의 데이터를 기반으로 베이지안 네트워크 모델 학습과 검증을 수행하기 위하여 전체 데이터를 학습:검증=0.8:0.2로 분할하여 연구를 수행하였다. 학습 데이터(96건)는 조건부 확률 기반 구조 학습에 사용되었으며(Table 8), 검증 데이터(25건)는 종합성능등급 예측 정확도 및 정밀도 평가에 활용하였다.

3.4.2 학습 방식

본 연구에서 언급하는 '학습'은 기계학습(machine learning)의 맥락에서, 수집된 성능평가 데이터를 이용하여 베이지안 네트워크의 CPT를 추정하는 과정을 의미한다.

DAG는 변수 간의 인과 구조를 정성적으로 정의하는 역할에 그치지만, CPT를 적용하면 각 상태 조합에 따른 조건부 확률이 수치적으로 부여되어 정량적 추론이 가능하다. 이를 통해 단순 가중치 합산 방식으로는 표현하기 어려운 변수 간 상호작용을 반영할 수 있으며, 성능등급 예측의 정밀도 또한 향상된다. Table 9은 CPT 적용 여부에 따른 차이를 비교하여, CPT 도입의 개선 효과를 정리한 것이다.

CPT는 베이지안 네트워크에서 가장 핵심적인 구성요소 중 하나이며, 그 설정의 논리적·통계적 근거는 3가지 방식으로 정당화할 수 있습니다. 전문가 지식 기반 설정(Expert Elicitation), 시뮬레이션 기반 설정 (Scenario-based Simulation), 과거 사례/문헌 기반 통계 설정 (Empirical Estimation from Literature) 중 본 연구에서는 2015~2024년간 수행된 공동구 종합성능평가 자료 121건을 활용한 과거 사례/문헌 기반 통계 설정을 적용하였으며, 모델 학습은 CPT 기반 베이지안 네트워크 구조를 바탕으로 진행하였다.

과거 사례/문헌 기반 통계 설정, 즉 데이터 기반 학습 방식은 실제 수집된 이력 데이터를 기반으로 각 상태 조합에 해당하는 사례 수를 집계한 후, 등급별 빈도수를 상대적 비율로 환산하여 조건부확률로 반영한다. 즉, 입력 조건이 동일한 사례군 내에서 각 등급이 얼마나 자주 나타났는지를 확률적으로 반영한 방식이다. 이 과정에서 다차원 빈도 테이블 구성 및 라플라스 스무딩 처리 등을 통해 데이터 희소성 문제를 완화할 수 있다. 이러한 데이터 희소성 문제를 보완하기 위해, 관측된 조합에 대해서만 조건부 확률을 경험적 비율로 추정하였으며, 관측되지 않은

Table 9. Comparison of Bayesian Network with and without CPT

Aspect	Without CPT (Only DAG)	With CPT (DAG + CPT)
Model Nature	Defines qualitative structure only	Provides quantitative inference capability
Variable Relations	Only directional links between nodes	Conditional probability distributions based on parent–child relationships
Inference Method	Identifies influence directions qualitatively	Estimates specific probabilities of performance grades under given conditions
Prediction Accuracy	Assumes variable independence → lower precision	Reflects inter-variable dependencies → improved precision
Practical Applicability	Limited to structural explanation	Supports decision-making (e.g., maintenance timing, resource allocation)

Table 10. Details for Deriving the CPT

Division	Details
Learning Method	• Data-driven learning: Refinement of the CPT using training samples. • Fixed-structure learning (Fixed DAG): Variable dependency structure fixed based on a pre-derived diagram
Learning Algorithm (Technique)	• [P(X|Parents(X))] representation applied to all nodes. • Maximum Likelihood Estimation (MLE)
Tools Used	• Manual construction of the CPT using Python or Excel

조합에 대해서는 균등분포 기반의 초기값을 사용하였다. 이는 기존 베이지안 네트워크 기반 평가 및 시설 진단 연구에서 일반적으로 사용되는 절충 방식이다(Scutari, 2017).

본 연구에서 CPT 도출을 위한 학습 방식, 알고리즘, Tool에 대한 사항은 Table 10와 같다. 학습은 DAG 및 데이터에 기반하였으며, 알고리즘은 조건부 확률 및 MLE를 활용하였다(Dempster et al., 1977; Douc et al., 2011). Tool은 Excel 및 Python을 사용하여 최종 CPT를 구축하였다.

Table 8의 학습 데이터를 기반으로 도출된 데이터 기반 CPT는 Table 11과 같다. 각 변수의 조건에 대하여 조합의 수는 216개이며, 각 조합에 대하여 등급별 확률을 도출하였다. 조합별 등급 확률이 가장 높은 등급이 최종 선정되며, 각 변수에 따라 선정되는 조합에서 A등급 147개, B 등급 62개, C 등급 7개로 결과가 도출되었다.

3.4.3 모델 검증 방법

학습 데이터로 도출된 CPT의 검증은 '4. 사례 적용 및 결과 분석'에서 수행 예정이며, 본 절에서는 모델 검증 방법에 대한 세부 사항이다.

예측 모델의 성능을 종합적으로 검증(평가)하기 위하여 혼동행렬(Confusion Matrix)을 활용하였다. 혼동행렬은 실제값(Actual)과 예측값(Predicted)을 비교하여, 맞춘 경우/틀린 경우를 등급별로 보여주는 표이다. 행(Row)은 실제 종합성능등급을 열(Column)은 예측된 종합성능등급을 나타낸다. 또한, 모델의 예측 성능은 실제 평가등급과의 비교를 통해 정확도(Accuracy), 정밀도(Precision), 재현율(Recall), F1-Score 지표로 검증하였다. 검증을 위하여 혼동행렬을 선정한 이유는 단순히 전체 예측 정확도뿐만 아니라, 등급별 예측 신뢰성과 오류 유형을 정량적으로 평가하기 위함이다(Chicco and Jurman, 2020).

F1 Score는 정밀도와 재현율의 조화 평균으로, 본 연구에서는 다등급 예측 상황에서 클래스 간 균형성과 예측력의 조화를 확인하기 위해 Macro F1 및 Weighted F1 지표를 병행하여 분석하였다(Lee et al., 2024). 이는 단순 정확도보다 더 신뢰성 있는 판단 기준으로 활용되며, 특히 데이터 불균형 조건에서 효과적이다.

F1 score의 분석 결과와 관련하여 F1 해석가이드(Futurense, 2025)에서는 F1이 0.8보다 높을 경우 '균형 잡힌 성능을 갖춘 강력한 모델'이라고 하였으며, Encord(Encord, 2025)에서는 F1이 0.8~0.9인 경우 Good, F1> 0.9인 경우 Very good이라고 언급하고 있다.

학습 데이터(96건)에서도 검증 방법을 활용하여 정확도 및 정밀도 지표를 산정하였으나, 이는 모델이 이미 학습한 데이터에 관한 결과로 과적합 가능성을 내포하고 있다. 따라서 본 논문에서는 모델의 일반화 성능을 평가하기 위해, 별도로 분리된 검증 데이터(25건)를 기준으로 검증 결과를 제시하고자 한다.

Table 11. Data-Driven Probabilistic Model

Division	Facility Composition	Equipment Aging	Structural Defect Index	Accident History	Climate Impact Index	Climate Impact Index	Grade Probability				
							A	B	C	D	E
1	No More than Three	Aged	Low	None	Low	Inadequate	88.5%	10.9%	0.6%	0.0%	0.0%
2	No More than Three	Aged	Low	None	Low	Adequate	93.1%	6.7%	0.2%	0.0%	0.0%
3	No More than Three	Aged	Low	None	Medium	Inadequate	77.5%	20.0%	2.5%	0.1%	0.0%
4	No More than Three	Aged	Low	None	Medium	Adequate	86.0%	12.9%	1.0%	0.0%	0.0%
5	No More than Three	Aged	Low	None	High	Inadequate	71.6%	24.6%	3.5%	0.2%	0.1%
6	No More than Three	Aged	Low	None	High	Adequate	82.0%	16.5%	1.5%	0.1%	0.0%
7	No More than Three	Aged	Low	One Time	Low	Inadequate	76.8%	21.0%	2.1%	0.1%	0.0%
8	No More than Three	Aged	Low	One Time	Low	Adequate	85.5%	13.6%	0.9%	0.0%	0.0%
9	No More than Three	Aged	Low	One Time	Medium	Inadequate	58.6%	33.6%	7.5%	0.2%	0.1%
10	No More than Three	Aged	Low	One Time	Medium	Adequate	72.3%	24.2%	3.5%	0.1%	0.0%
		:							:		
207	More than Three	Good	High	One Time	Medium	Inadequate	27.5%	44.1%	24.7%	1.9%	1.7%
208	More than Three	Good	High	One Time	Medium	Adequate	43.4%	40.7%	14.7%	0.8%	0.5%
209	More than Three	Good	High	One Time	High	Inadequate	19.4%	41.5%	26.2%	4.5%	8.5%
210	More than Three	Good	High	One Time	High	Adequate	34.7%	43.3%	17.5%	2.0%	2.5%
211	More than Three	Good	High	Two or More Times	Low	Inadequate	32.6%	44.9%	18.9%	1.7%	1.9%
212	More than Three	Good	High	Two or More Times	Low	Adequate	49.0%	39.3%	10.6%	0.7%	0.5%
213	More than Three	Good	High	Two or More Times	Medium	Inadequate	13.7%	39.7%	37.1%	3.8%	5.7%
214	More than Three	Good	High	Two or More Times	Medium	Adequate	26.1%	43.9%	26.4%	1.8%	1.8%
215	More than Three	Good	High	Two or More Times	High	Inadequate	7.9%	35.3%	41.8%	7.3%	7.7%
216	More than Three	Good	High	Two or More Times	High	Adequate	18.2%	41.0%	27.7%	4.2%	8.8%

Table 12. Dataset for Case-Study Application

Division	Facility Composition	Equipment Aging	Structural Defect Index	Accident History	Climate Impact Index	Management Cycle Appropriateness	Comprehensive Performance Grade
UT-V-01	No More than Three	Good	Medium	Two or More Times	Low	Adequate	A
UT-V-02	More than Three	Aged	High	None	Low	Inadequate	A
UT-V-03	No More than Three	Aged	High	None	Low	Inadequate	A
UT-V-04	More than Three	Aged	Low	Two or More Times	Medium	Inadequate	B
UT-V-05	No More than Three	Good	Low	One Time	Low	Adequate	A
		:				:	
UT-V-21	More than Three	Aged	High	Two or More Times	Low	Inadequate	B
UT-V-22	More than Three	Good	Low	One Time	High	Adequate	A
UT-V-23	More than Three	Aged	High	One Time	High	Adequate	B
UT-V-24	More than Three	Aged	Low	One Time	Low	Inadequate	A
UT-V-25	No More than Three	Aged	Low	One Time	High	Inadequate	A

Note: UT: Utility Tunnel, V: Validation

4. 사례 적용 및 결과 분석

4.1 데이터 구성

3.4.1의 학습 데이터 구성 시 121건의 평가 사례 중 확률 모델 학습에 96건(80%)을 사용하였으며, 나머지 25건(20%)을 검증에 적용하기 위해 사용하였다(Table 12). 자료 출처, 기간 및 범위, 전처리에 대한 모든 사항은 동일하여 생략하였다.

4.2 베이지안 모델 예측 결과

4.2.1 종합성능등급 예측 결과

검증 데이터(25건)에 대한 혼동행렬 분석 결과, 등급 A와 B에 해당하는 사례가 주를 이루었으며, D등급과 E등급은 도출되지 않았다(Fig. 3). 실제 A등급 중 16건은 A′로 정확히 예측되었으며, B′로 잘못 분류된 사례는 2건이었다. B등급의 경우 6건이 B′로

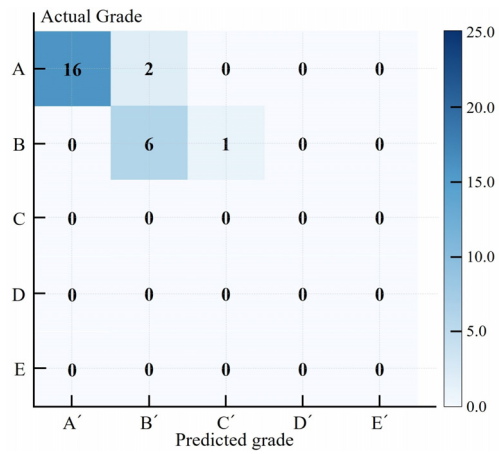


Fig. 3. Confusion Matrix Based on Validation Data

Table 13. Precision, Recall, and F1 Score by Grade

Grade	Precision	Recall	F1 Score
A	1.000	0.889	0.941
B	0.750	0.857	0.800
C	-	-	-
D	-	-	-
E	-	-	-

정확히 예측되었고, C′로 1건 잘못 분류되었다. 전체적으로 볼 때, 예측 모델은 A와 B 등급에 대해 높은 정확도를 보였으며, 오 분류 사례 또한 인접 등급 간에서 제한적으로 발생하였다. 이는 모델이 등급 간 경계를 비교적 명확히 학습하고 있음을 시사한다.

Fig. 3은 제안된 베이지안 모델의 혼동행렬을 보여주며, Table 13은 혼동행렬에서 계산된 정밀도, 재현율, F1 Score에 대한 사항이다. 정밀도, 재현율, F1 점수에서 A등급이 B등급보다 모두 높았으며, 제안된 모델은 정확도 점수 0.880, Macro F1 점수 0.871, Weighted F1 점수 0.902로 나타났다. 본 모델의 F1 Score는 0.871로, 일반적인 분류 모델 평가 기준에 비추어 볼 때 실무 적용 가능성이 높은 수준으로 평가된다. 특히 정밀도(0.875)와 재현율(0.873) 사이에 균형이 유지되어 F1 Score가 안정적으로 나타났으며, 이는 클래스 간 성능 편차 없이 모델의 예측력이 균형 있게 발휘된 결과로 해석된다.

결론적으로 본 모델은 상위 등급(A, B)에 대한 예측 성능은 우수하나, 본 연구에서 활용된 데이터셋의 규모와 다양성이 제한적이어서 일반화 가능성을 확보하기 위해서 추가 검증이 필요하다. 현재 공동구 39개의 성능이 모두 B등급 이상이므로 재현성 확보에도 제약이 있으며, 향후에는 다양한 등급을 포함한 자료를 확보하여 검증이 필요하다. 또한 제안된 입력변수는 출력변수와의 다중공선성 검토를 선행한 뒤 선정함으로써 모델의 안정성과 해석력을 더욱 강화할 수 있을 것이다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구는 공동구의 종합성능평가 결과를 활용하여 베이지안 네트워크 기반의 성능 예측 및 유지관리 의사결정 지원 모델을 제안하고, 실제 사례에 적용하여 그 실효성을 검증하였다. 주요 연구 내용을 요약하면 다음과 같다.

1) 공동구의 구조, 설비, 환경, 운영 등 종합성능평가 항목을 기반으로 주요 영향을 미치는 변수(구조 결함지수, 설비 노후도 등)를 도출하고, 이를 베이지안 네트워크 모델의 입력 변수로 설정하였다.
2) 변수 간의 인과관계를 데이터 기반 분석을 통해 구조화하고, 전체 데이터(121개) 중 학습 데이터(96개)를 기반으로 CPT을 구성하여 모델을 구축하였다.
3) 잔여 데이터(25개)에 대하여 검증을 수행한 결과, 베이지안 네트워크 모델은 높은 예측 성능과 실용적인 해석력을 보임으로써 유지관리 의사결정에 효과적으로 활용될 수 있음을 입증하였다.

공동구는 도시 기반시설 중 사고 발생 시 파급효과가 큰 핵심 인프라이며, 이에 대한 체계적인 성능평가 및 예측기반 유지관리가 필수적이다. 본 연구는 정량적 등급 정보를 정교한 확률 모델로 전환하는 출발점을 제공하였다.

현재 공동구 종합성능등급이 현재 모두 B등급 이상 이어서 중/하위 등급(C~E)에 대한 예측력은 판단이 어려웠다. 따라서 향후 정확한 등급 분류를 위해서는 데이터 분포의 균형 확보가 필요하며, 특히 중/하위 등급에 관한 학습사례를 위하여 타 시설물에 확대가 요구된다. 또한 본 연구에서 활용된 데이터셋의 규모와 다양성이 제한적이어서 일반화 가능성을 확보하기 위해 추가적인 검증이 필요하다. 제안된 입력변수 역시 출력변수와의 다중공선성 검토

를 선행한 뒤 선정함으로써 모델의 안정성과 해석력을 더욱 강화할 수 있을 것이다. 향후 지속적인 데이터 축적과 기술 발전을 통해 본 모델의 실현성과 적용성을 더욱 확대해 나갈 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 강재영·김종진(2024), "도시계획시설 용량 산정을 위한 확률적 수요 예측에 관한 연구", 「토지주택연구」, 15(1): 135~146.
2. 국토교통부(2017), 「사회기반시설의 성능중심 관리 운영을 위한 한국형 성능등급 산정기술 개발 최종보고서」, 세종: 국토교통부.
3. 국토교통부(2018.5.18), "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 시행규칙".
4. 국토안전관리원(2021), 「기반시설 관리를 위한 세부 업무 체계 및 기준 마련 연구용역」, 원주.
5. 국토안전관리원(2025), 「2024년 국토안전 통계연보」, 원주.
6. 김태원·이정형(2025), "인공신경망 모델에 따른 재실시간 중 실내 $PM_{2.5}$ 예측성능 비교", 「토지주택연구」, 16(1): 127~139.
7. 오원준·나귀태·조중연·이민재(2019), "기존시가지의 규모(면적)에 따른 공동구 설치 타당성에 관한 연구", 「대한토목학회논문집」, 39(6): 903~911.
8. 오원준·조중연·이민재(2020), "공동구 기본계획 기준수립을 위한 절차 및 적용사례에 대한 연구", 「한국건설관리학회 논문집」, 21(4): 100~107.
9. Attoh-Okine, N. O. and S. Bowers (2006), "A Bayesian Belief Network Model of Bridge Deterioration", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Bridge Engineering*, 159(2): 69~76.
10. Chan, H. and A. Darwiche (2012), "Reasoning about Bayesian Network Classifiers", *Proceedings of the 28th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI 2012)*, San Francisco, CA, 107~115.
11. Chicco, D. and G. Jurman (2020), "The Advantages of the Matthews Correlation Coefficient (MCC) over F1 Score and Accuracy in Binary Classification Evaluation", *BMC Genomics*, 21(1): 6.
12. Dempster, A. P., N. M. Laird and D. B. Rubin (1977), "Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm", *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 39(1): 1~38.
13. Douc, R., E. Moulines, J. Olsson and R. van Handel (2011), "Consistency of the Maximum Likelihood Estimator for General Hidden Markov Models", *The Annals of Statistics*, 39(1): 474~513.
14. Green, D. K. E. and A. Jaspan (2023), "Applied Bayesian Structural Health Monitoring: Inclinometer Data Anomaly Detection and Forecasting", *Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics*, 23(4): e202300145.
15. Hyttinen, A., J. Pensar, J. Kontinen and J. Corander (2018), "Structure Learning for Bayesian Networks over Labeled DAGs", *Proceedings of the 9th International Conference on Probabilistic Graphical Models (PGM 2018)*, 72: 157~168.
16. Lee, M. C. H., J. Braet and J. Springael (2024), "Performance Metrics for Multilabel Emotion Classification: Comparing Micro, Macro, and Weighted F1-Scores", *Applied Sciences*, 14(21): 9863.
17. Needham, C. J., J. R. Bradford, A. J. Bulpitt and D. R. Westhead (2007), "A Primer on Learning in Bayesian Networks for Computational Biology", *PLoS Computational Biology*, 3(8): 1409~1416.
18. Ni, H., X. Li, J. Huang and S. Zhou (2024), "Health Risk Prediction of Operational Subsea Tunnel Structure Based on Bayesian Network", *Buildings*, 14(5): 1475.
19. Scutari, M. (2017), "Beyond Uniform Priors in Bayesian Network Structure Learning", *arXiv preprint*, arXiv:1704.04103.
20. Tang, X., A. Chen and J. He (2022), "A Modelling Approach Based on Bayesian Networks for Dam Risk Analysis: Integration of Machine Learning Algorithm and Domain Knowledge", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 71: 102789.
21. Tien, I. (2014), "Bayesian Network Methods for Modeling and Reliability Assessment of Infrastructure Systems", Ph.D. Dissertation, University of California, Berkeley, Civil and Environmental Engineering.

22. Vagdatli, T., K. Petroutsatou, P. Panetsos, Z. Barmpa and N. Fragkakis (2024), "Probabilistic Pre-Estimation of Life-Cycle Costs of Road Bridges Using Dynamic Bayesian Networks", *Structure and Infrastructure Engineering*, 20(8): 2414971.
23. Zhang, H. and D. W. R. Marsh (2021), "Managing Infrastructure Asset: Bayesian Networks for Inspection and Maintenance Decisions Reasoning and Planning", *Reliability Engineering & System Safety*, 207: 107~121.
24. Zheng, X., B. Aragam, P. Ravikumar and E. P. Xing (2018), "DAGs with No Tears: Continuous Optimization for Structure Learning", *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2018)*, 31: 9472~9483.
25. Encord, "F1 Score in Machine Learning", Encord Blog, Accessed June 21, 2025. https://www.encord.com.
26. Futurense, "F1 Score in Machine Learning: All You Need to Know in 2025", Futurense Academy, Accessed May 30, 2025. https://www.futurense.com.
27. 국가건설기준센터(KCSC), "KDS 29 공동구 설계기준 개정(안)", 국가건설기준센터 홈페이지, 2025.6.12 읽음. https://www.kcsc.re.kr.
28. 국가법령정보센터(NLIC), "시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법 시행규칙", 국가법령정보센터, 2025.5.18 읽음. https://www.law.go.kr.
29. 기반시설관리시스템(Inframanage), "도시기반시설 15종 통합관리체계 구축 보도자료", Inframanage, 2025.7.5 읽음. https://www.inframanage.go.kr.
30. 시설물통합정보관리시스템(FMS), "시설물통합정보관리시스템 소개", FMS, 2025.5.28 읽음. https://www.fms.or.kr.
31. 점검진단평가관리시스템(IREMS), "공공시설물 안전관리 정보조회 서비스", 국토안전관리원/공공데이터포털, 2025.6.21 읽음. https://www.data.go.kr/data/15046035/openapi.do.
32. 지자체 정보공개포털(Open Government Korea), "지자체 기반시설 정보공개 서비스", 공공서비스포털, 2025.6.30 읽음. https://www.open.go.kr.

요 약

본 연구는 공동구의 종합성능등급을 보다 정밀하게 예측하고 유지관리 의사결정을 지원하기 위해 베이지안 네트워크(Bayesian Network) 기반의 성능예측 모델을 제안하였다. 현행 종합성능등급 제도는 점검 시점의 가중평균 점수에 의한 일회성 평가에 그쳐, 시간 경과에 따른 성능저하 추정이나 복합 요인 간 인과관계를 반영하기 어렵다는 한계가 있다. 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 수용시설 구성, 설비 노후도, 구조결함지수, 사고이력, 기후영향지수, 관리주기 적정성 등 6개의 핵심 변수를 선정하고, 변수 간 인과관계를 DAG 형태로 구조화하였다. 2015~2024년간 39개 공동구의 121건 종합성능평가 데이터를 수집·전처리하여 학습용(96건)과 검증용(25건)으로 구분하고, 각 노드의 조건부 확률 분포를 나타내는 조건부확률표(CPT)를 생성하여 모델 학습에 활용하였다. 모델 학습은 데이터 기반 학습 알고리즘 방식을 활용하였으며, 검증 결과 정확도 0.880, Macro F1 0.871, Weighted F1 0.902로 높은 예측 성능을 보였으며, 오 분류 사례는 인접 등급(예: A↔B, B↔C) 간에서만 제한적으로 발생하였다. 등급에 대한 예측 정확도가 높았으며, 오 분류 사례도 인접 등급에서 제한적으로 발생하였다. 현재 공동구는 모두 B등급 이상으로 C~E 등급 데이터가 부족하여 중·하위 등급에 대한 예측력은 검증이 제한되었다. 본 연구는 정량적 평가 결과를 확률 모델로 확장하여 공동구 성능평가 활용성을 높였으며, 향후 연구에서는 데이터 분포의 균형성을 확보하고, 교량·터널·댐 등 다른 기반시설로 적용을 확대함으로써 범용성과 신뢰성을 강화할 수 있을 것이다.

주제어: 공동구, 종합성능등급, 베이지안 네트워크, F1 score, 혼동행렬

「토지주택연구」 발간 및 편집규정

2010. 07. 23 제정
2012. 02. 27 수정
2016. 08. 01 개정
2020. 01. 17 개정
2020. 08. 04 개정
2020. 12. 04 개정
2021. 07. 22 개정
2022. 03. 25 개정
2022. 12. 28 개정
2023. 03. 24 개정
2023. 12. 22 개정
2024. 01. 18 개정
2024. 06. 30 개정
2025. 03. 21 개정
2025. 08. 21 개정

제 1 장 투 고

제 1 조 (원고의 대상 및 종류)

1. 「토지주택연구」(영문명 「Land and Housing Review」)는 국토, 주택 및 도시관련 분야의 연구성과를 수록하는 전문 학술지로서, 논문을 게재하는 것을 원칙으로 한다. 논문은 창의적인 연구결과 및 일정한 주제에 관한 연구성과·동향·전망을 학술논문의 형식에 따라 기술한 것을 말한다.
2. 논문은 연구논문과 실용논문으로 구분한다. 연구논문은 일반적 학술논문이며, 실용논문은 실무현장의 다양한 문제점을 검토하고 실증을 통해 그 해결방안을 제시하는 제반 논문을 말한다.

제 2 조 (원고의 분량)

1. 논문의 분량은 그림 및 표를 포함하여 A4 용지 2단 편집 10매 내외로 한다.
2. 원고 분량이 본 규정보다 지나치게 초과 또는 미달하는 경우에는 본지 편집위원회가 투고자에게 조정을 요구할 수 있으며, 투고자는 이에 따라야 한다.

제 3 조 (원고의 작성)

1. 모든 원고는 본지의 원고작성 방법에 따라 작성하여야 한다.
2. 원고의 작성 언어는 국문 또는 영문을 원칙으로 한다.
3. 원고는 워드프로세서(한글 또는 word)를 이용하여 A4용지에 작성함을 원칙으로 한다.
4. 원고는 키워드까지는 1단으로, 본문부터는 2단으로 편집한다.

제 4 조 (원고의 접수)

1. 원고는 논문투고시스템을 통해 수시로 접수하며, 원고가 접수된 일자를 원고접수 일자로 한다.

2. 논문 투고자는 논문투고시스템에 논문제목, 논문개요, 키워드, 저자, 참고문헌, 본문을 등록해야 한다.
3. 접수된 원고 중 투고규정 및 원고작성 방법에 의거해 작성하지 않은 원고는 본지 편집위원회에서 저자에게 수정 및 보완을 요구할 수 있고, 투고자는 이에 따라야 한다.

제 5 조 (투고 논문)

1. 투고자는 투고시 다음과 같은 사항이 포함된 경우 관련 정보 등을 제출하여야 한다.
   가. 저자 및 논문과 관련된 이해관계로 인하여 논문 결과 및 게재에 영향을 미칠 수 있는 이해상충 정보가 포함된 경우
   나. 공동저자로 특수관계인(연구자가 미성년자(만19세 이하인 자) 또는 가족(배우자, 자녀 등 4촌 이내))이 포함된 경우
2. 투고자는 인권, 생명윤리, 환경보호에 대한 보편성을 확보하도록 투고 원고를 기술해야 한다.
3. 투고자는 투고 원고가 젠더 혁신 정책에서 추천하는 가이드라인을 준수하도록 하고, 연구주제와 기술방법, 결과 등을 점검하여야 한다.

제 2 장 원고작성 방법

제 6 조 (논문의 구성)

1. 국문논문의 구성
   가. 국문논문의 경우, 국문제목, 영문제목, 국문저자명, 영문저자명, 영문요약(Abstract), 영문주제어(Keywords), 본문(서론, 본론, 결론), 참고문헌, 국문요약, 국문주제어, 부록 등의 순서로 구성한다. 단, 부록은 필요한 경우에 한하여 작성한다.
   나. 저자의 소속 및 직위는 논문 첫 페이지의 하단에 각주로 작성하되, 국문으로 작성한다.
2. 영문논문의 구성
   가. 영문논문의 경우, 영문제목(Title), 영문저자명(Authors), 영문요약(Abstract), 영문 키워드(Keywords), 본문(Body), 참고문헌(References), 국문요약, 국문주제어, 부록(Appendix) 등의 순으로 구성한다.
   나. 저자의 소속 및 직위는 논문 첫 페이지의 하단에 각주로 작성하되, 영문으로 작성한다.

제 7 조 (논문제목의 표기)

1. 논문제목은 연구내용을 간결하고 명확하게 표현할 수 있도록 기재한다.
   가. 국문논문의 경우, 국문제목을 먼저 작성하고, 아래에 영문제목을 작성한다. 한자 또는 영어로 표기하지 않으면 의미 전달이 곤란한 경우에는 괄호 안에 한자 또는 영어를 병기한다.
   나. 영문논문의 경우, 영문제목(부제목 포함)의 첫 글자는 대문자로 시작한다. 제목 내의 단어는 전치사와 접속사, 관사를 제외하고는 첫 글자를 대문자로 시작한다.
   예: Schematic Layout Design Process for Apartment Dwelling
2. 논문에 부제목이 있는 경우, 국·영문 논문 공히 주제목 다음에 ':'을 표기하고 부제목을 기재한다.

제 8 조 (저자의 표기)

1. 논문 제목 아래에 저자명을 기재함을 원칙으로 한다.
   가. 국문논문의 경우, 저자의 국문이름을 먼저 기재하고, 아래에 영문이름을 기재한다.
   나. 영문논문의 경우, 저자의 영문이름을 기재한다.

2. 표기 방법
   가. 영문저자명은 이름, 성의 순서로 기재한다. (예: Gildong Hong, Gil-Dong Hong)
   나. 저자가 복수일 경우, 주 저자(main author)가 맨 앞에 오도록 한다. 저자명의 오른쪽 어깨에 *, **, ***, … 을 표기하고, 저자와 저자 사이에 가운뎃점(·)을 넣어 구분한다.
3. 토지주택연구 심사규정 제6조 제3항에서 정하는 심사결과가 게재가 또는 수정후게재로 판정된 이후에는 저자를 추가하거나 삭제할 수 없으며, 저자의 유형도 변경할 수 없다.
4. 심사결과가 게재가 또는 수정후게재로 되기 전에 저자를 추가하거나 삭제 또는 유형 변경을 하고자 할 때에는 [별표 1]*의 논문저자 수정요청서를 제출하여야 한다.

제 9 조 (저자의 소속 및 직위 표기)

1. 논문 첫 페이지 하단에 각주로 표기하며 *, **, ***, … 을 표기하여 구분한다.
2. 모든 저자는 소속기관과 직위를 표기하고 주저자와 교신저자의 경우 연락처(E-mail주소)와 함께 표시한다.
3. 표기방법
   가. 국문
      1) 토지주택연구원 경영정책연구실 연구원(주저자: First Author@lh.or.kr)
      2) 토지주택대학교 공공정책학과 교수(교신저자: Corresponding@lh.or.kr)
      3) 토지주택연구원 건설환경연구실 연구위원
   나. 영문
      1) Research Fellow, Dept. of Administration & Policy Research, Land & Housing Institute (First Author: Main@lh.or.kr)
      2) Professor, Dept. of Public Policy, Land & Housing College (Corresponding Author: Correspond@lh.or.kr)
      3) Senior Research Fellow, Dept. of Civil & Environ. Research, Land & Housing Institute

제 10 조 (영문요약(Abstract) 및 국문요약 작성)

1. 영문요약(Abstract) 및 국문요약은 연구목적, 연구방법, 연구결과, 연구의 시사점, 향후 연구방향 등을 중심으로 작성한다.
2. 영문요약은 상단 좌측에 'Abstract'으로 기재하고 200단어 내외로 작성한다.
3. 국문요약은 상단 중앙에 '요약'으로 기재하고 700자 내외로 작성한다.

제 11 조 (주제어(Keywords) 표기)

1. 영문요약 하단에는 'Keywords'라고 기재하고 콜론(:)을 표기한 후 5개 내외의 영문주제어를 작성한다.

2. 국문요약 하단에는 '주제어'라고 기재하고 콜론(:)을 표기한 후 5개 내외의 국문주제어를 작성한다.

제 12 조 (본문 작성방법)

1. 본문은 학술논문의 통상적인 전개방식에 따라 작성한다.
2. 원고의 읽기와 교정이 용이하도록 용지의 상하좌우 및 행간에 여백을 두어야 한다.
3. 각주는 반드시 본문 해당면의 하단에 위치하도록 한다.
4. 본문의 단락 처음에는 들여쓰기(10pt)를 한다.

제 13 조 (표기 언어 및 표기 방법)

1. 국문원고의 경우, 의미전달 상 필요한 경우에 한하여 한자 및 외래어를 괄호 안에 표기할 수 있다.
2. 목차 및 본문의 장, 절, 항 등의 번호 전개는 1., 1.1, 1.1.1, 1), (1), ①의 순으로 한다.
3. 장 타이틀은 위와 아래 각각 1행씩을 비우고, 절 타이틀은 위만 1행을 띄우고, 항 타이틀은 행을 비우지 않는다.
4. 숫자는 아라비아 숫자를 사용하고, 모든 단위는 미터법을 사용한다.

제 14 조 (표 및 그림)

1. 표 및 그림의 제목과 내용은 영문으로 작성한다.
2. 표 번호는 Table 1, Table 2의 순으로 표 상단 좌측에 제목과 함께 명기한다.
3. 그림 또는 사진 번호는 Fig. 1, Fig. 2의 순으로 그림 하단의 중앙에 제목과 함께 명기한다.
4. 본문에 들어가는 도표 및 사진은 수정 없이 바로 인쇄할 수 있도록 작성하여 제출한다. 특별한 경우를 제외하고 컬러인쇄를 하지 않으므로 이에 유의하여 흑백으로 인쇄하여도 식별이 가능하도록 한다.
5. 인용한 도표 및 사진의 경우에는 자료의 출처를 영문으로 작성한다. 국문자료인 경우 영문으로 번역한 출처 마지막에 '(in Korean)'을 추가한다.
6. 국문논문은 참고문헌에 표, 그림 출처 문헌을 국문과 영문으로 각각 작성한다. 영문 전환 후 마지막에 '(in Korean)'을 추가한다. 영문논문은 영문만 작성한다.

제 15 조 (인용문헌, 각주 및 참고문헌 표기법)

1. 인용문헌

가. 본문 중에 인용문헌은 다음과 같이 저자와 발표년도를 기재한다. 단, 필요한 경우에는 인용한 쪽수(page)를 밝힐 수 있다.

① 단독연구: 장병권(2000)에 의하면 … , Smith(1992, 82~83)는 … , 이들 연구(유승호, 1996; 임창호, 1998)에 의하면 … , … 라는 견해도 있다(황혜선, 1999: 25~27).

② 공동연구(2명인 경우): 김주찬·민병일(2003)에 의하면 … , Getis and Ord(1992)는 … , … 라고 말하고 있다(Howe and Linaweaver, 1967; Weeks and Mcmahon, 1973).

③ 공동연구(3명 이상인 경우): 이동필 외(2001)는 … , … 라고 지적하였다(Maidment et al., 1985).

나. 국문 저자명은 성과 이름을 다 밝히고, 영문저자명은 성만 기재한다. 일본 저자명은 국문 저자명의 표기방법에 준한다.

2. 각주

가. 본문 중에 부연 설명을 필요로 하는 내용이 있을 경우, 해당 내용의 마지막 글자 오른쪽 어깨에 일련번호(예: 1), 2), 3), …)를 붙이고, 해당 페이지 하단에 각주로 처리한다.

나. 각주에서 자료 출처를 밝힐 경우, 표기방법은 인용문헌 작성방법에 준한다.

3. 참고문헌

가. 본문에 인용된 문헌만 참고문헌 목록에 표기한다.

나. 참고문헌은 원어로 표기함을 원칙으로 하되, 영문문헌을 제외한 모든 문헌은 영문을 병기하여야 한다.

다. 국문 참고문헌을 가나다순으로 먼저 열거한 후 동양문헌을 기재한다. 그 다음 서양문헌을 알파벳순으로 나열한 후, 인터넷 사이트를 기재한다.

라. 논문의 경우, 저자, 출판년도, 제목, 학술지명 및 페이지를 밝히고, 논문 제목은 “ ”안에 넣는다. 학술지명은「 」(국문 및 동양문헌) 또는 이탤릭체(서양문헌)로 표시한다.

마. 단행본의 경우, 저자, 출판년도, 서명, 출판지: 출판사의 순으로 기록하고, 서명은「 」(국문 및 동양문헌) 또는 이탤릭체(서양문헌)로 표시한다.

바. 동일한 저자의 문헌은 연대순으로 나열하고, 동일한 연도의 문헌이 2개 이상 있을 경우에는 순서에 따라 연대 뒤에 a, b, c …를 기입한다.

사. 서양문헌의 첫 번째 저자는 성, 이름순으로 표기하며 두 번째 저자부터는 이름, 성순으로 표기한다.

아. 저자가 복수일 경우, 모든 저자를 다 밝힌다.

자. 영어논문에서 참고문헌 중 국문학술지명을 표기할 때 학술지 고유의 영어명으로 표기하는 것을 원칙으로 한다. 만일, 고유한 영어학술지명이 없는 경우에는 한글 학술지명을 소리나는 대로 적고 괄호속에 학술지명을 영어로 번역하여 표기한다.

차. 한글논문 또는 국문단행본을 영어논문에서 표기할 경우 논문명·단행본명을 영어로 번역한 후 말미에 (in Korean)을 추가하여 한글로 된 참고문헌임을 표기한다.

카. 생성형 AI를 이용한 경우, 기관명, 일자, 제목(버전)[Large language model], URL 순으로 표시한다.

타. 이상 참고문헌 작성요령의 예시는 아래와 같다.

[단행본]

① 국문단행본: 저자(출판년도),「도서명」, 출판지: 출판사.

- 노융희(1987),「한국의 지방자치」, 서울: 녹원출판사.

② 영문단행본: 저자 (출판년도), *도서명(이탤릭체)*, 출판지: 출판사.

- McShane, W. (1990), *Traffic Engineering*, Englewood Cliffs: Prentice Hall.

[공저에서 특정 저자의 글(챕터)]

③ 국문 단행본 챕터 인용: 저자(출판년도), “제목”,「도서명」, 대표 편저자, 출판지: 출판사.

- 홍길동(2010), “지방화와 도시경쟁력”,「지방자치단체 100년」, 박문수, 서울: 을지사.

④ 영문 단행본 챕터 인용: 저자 (출판년도), “제목”, in *도서명(이탤릭체)*, (ed) 대표 편저자, 인용페이지, 출판지: 출판사.

- Kelly, J. D. (2010), “Seeing red: Mao Fetishism, Pax Americana, and the Moral Economy of War.” in *Anthropology and Global Counterinsurgency*, (ed) Beatrice, J., 67~83, Chicago: University of Chicago Press.

[학회지 등 정기간행물]

⑤ 국문논문: 저자(출판년도), “제목”, 「정기간행물명」, 권(호): 쪽 수.

- 최상철(1992), “동북아 연안역의 환경 및 생태계 보존을 위한 협력”, 「환경논총」, 30: 35~106.
- 박근석·박은규·권치홍·남원석(2011), “Social-mix 단지에서의 입주자참여 및 갈등이 주거만족에 미치는 영향에 대한 탐색적 연구”, 「토지주택연구」, 2(3): 239~247.
- 조은진·정창무(2007), “생태 및 유비쿼터스 기술과 거주자 특성의 상관성에 관한 연구”, 「대한국토·도시계획학회 2007 추계학술대회 논문집」, 1,105~1,112.

⑥ 영문논문: 저자 (출판년도), “제목”, *정기간행물명(이탤릭체)*, 권(호): 쪽 수.

- Moss, M. L. (1987), “Telecommunications, World Cities, and Urban Policy”, *Urban Studies*, 24(6): 634~546.
- Nam, Y. and R. Ooka (2011), “Development of Potential Map for Ground and Groundwater Heat Pump Systems and Application to Tokyo”, *Energy and Buildings*, 43: 677~685.
- Sun, F. P., C. Liang and C. A. Rogers (1994), “Experimental Model Testing Using Piezoceramic Patches as Collocated Sensors - Actuators”, *Proceedings of the 1994 SEM Spring Conference and Exhibits*, Baltimore, MI.

⑦ 인쇄 중 또는 미발표 자료: 저자(출판년도), “제목”, 「정기간행물명」(영문은 *이탤릭체*), (인쇄 중; 영문 in press).

- 김길동(2001), “역사환경 관련법이 농촌지역에 미친 영향”, 「국토계획」(인쇄 중).
- Gerloff, R. (2002), “Rediscovering the Village”, Urban Planning (in press).

⑧ 영어논문에서 국문 참고문헌 표기: 저자명 (출판년도), “제목”, *정기간행물명(이탤릭체)*, 권(호): 쪽수 (in Korean).

- Hong, K. D. (2011), “A study on priorities~ ”, *Journal of Korea Planners Association*, 52: 3~14 (in Korean).

[학위논문]

⑨ 국문학위논문: 저자(취득년도), “논문제목”, 학위명, 취득학교명.

- 홍길동(2011), “도시정비사업을 위한 주민참여적 거버넌스 구축에 관한 논문”, 박사학위논문, LH 토지주택대학.

[번역서]

⑩ 번역서: 역저자명(역)(출판년도),「도서명」, 출판지: 출판사(원저자명 (출판년도), *제목(이탤릭체)*, 에디션 번호, 출판지: 출판사).

- 송경현, 박용훈(역)(1994),「교통과 도시계획」, 서울: 명보문화사(Blunden, W. R. and J. A. Black (1984), *The Land-use/Transport System*, 2nd ed., New York: Pergamon Press).

[정부, 기업 등의 간행물 및 보도자료, 법률 및 고시, 지침]

⑪ 정부 간행물: 기관명(발행년도),「간행물명」, 출판지.

- 서울특별시(1992),「하수도 기본계획 재정비 보고서」, 서울.

⑫ 정부 보도자료: 보도기관명(연도), "기사명", 출판지.

- 국토교통부(2012), "행정중심복합도시 추진 계획", 경기.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2012), "Multifunctional Administrative City", Gyeonggi-Do.

⑬ 법률, 고시, 지침, 판결: 작성기관명(공시 년. 월. 일), "법률명"(부제목).

- 국토교통부(2021. 5. 21), "공공임대주택 예비입주자 업무처리지침".
- 경찰청(2021. 5. 13), "도로교통법" 제2조8항.

[신문기사]

⑭ 신문기사: 기자명(기사 년, 월, 일), "기사명", 매체명.

- 고길동(2013. 5. 20), "박근혜 정부의 도시재생정책", 동아일보.
- Krugman, A. (2007, May 21), "Fear of Eating", New York Times.

[인터넷 및 온라인 자료]

⑮ 인터넷 자료

■ 작성일자를 아는 경우: 저자명(기관명)(작성일자), "글제목", (website이름,) URL.

- 이길동(2013.7.22), "보행자 중심의 가로", 한국도시계획가협회, http://www.kiup.org/rg4_board
- Posner, R. (2010, Feb 21), "Double Exports in Five Years?", The Becker-Posner Blog, http://unchicagolaw.typepad.com/beckerposner/2010/02/double-exports-in-five-years-posner.html.

■ 작성일자를 모르는 경우: 저자명(기관명), "글제목", 읽은 날짜. (website이름,) URL.

- 서울특별시, "2003년 서울시 통계연보", 2014.8.1 읽음. http://www.metro.seoul.kr/kor2003/main/index.html.
- McDonalsd's Corporation, "McDonald's Hapy Meal Toy Safety Facts", Accessed July 19, 2009. http://www.mcdonalds.com/corp/about/factsheets.html.

⑯ 온라인 저널: 저자(발표년도), "제목",「정기간행물명」(영문은 이탤릭체), 권(호): 쪽수, DOI.

- Kossinets, G. and D. J. Watts (2009), "Origins of Homophily in and Evolving Social Network", *American Journal of Sociology*, 115: 405~450, doi: 10.1086/599247.

⑰ 생성형 AI : 기관명(질문 생성 일자), 제목(버전)[Large language model], URL
- OpenAI (2025.8.21), ChatGPT (5.0버전)[Large language model], https://chatgpt.com.

제 16 조 (기타 등 표기)

1. 연구비의 출처와 사사(謝辭, acknowledgement)는 논문 첫 페이지의 각주에 기재하되, 저자의 소속과 직위 앞에 오도록 한다.
2. 편집위원회는 게재 확정된 논문의 저자명 다음에 원고접수일, 수정원고 접수일과 심사완료일을 기재한다.
3. 게재가 확정된 논문은 저자에게 요청하여 해당논문이 가지는 실무 및 정책적 시사점을 작성하여 결론 부분에 포함시킬 수 있도록 한다.

제 3 장 발간 및 기타

제 17 조 (논문 교정)

1. 편집위원회는 심사자의 심사결과 및 수정 확인 결과 '게재가'로 최종 판정된 논문에 대해 최종 교정을 담당한다.
2. 편집위원회는 오탈자, 비문(非文), 논리 전개의 오류, 논문의 편집 등을 교정하거나, 저자에게 수정을 요구할 수 있다.

제 18 조 (논문의 게재순서)

1. 논문의 게재순서는 원칙적으로 편집분과별 구성의 순서를 따른다.

제 19 조 (논문게재 편수 제한)

1. 동일한 호수의 논문집에 동일 투고자(주저자, 교신저자 및 공동저자)의 논문은 2편을 초과하여 게재할 수 없다.

제 20 조 (심사료 및 투고료의 지급)

1. 「토지주택연구」에 투고하여 심사가 진행된 논문의 모든 심사자에게는 소정의 심사비를 지급하며, 심사비는 토지주택연구원 원장이 정하는 별도의 기준에 따른다. 단, 심사료는 해당 논문의 게재여부가 최종 확정된 뒤에 지급한다.
2. 주저자가 외부인으로 「토지주택연구」에 투고하여 게재된 논문에 한하여 소정의 투고료를 지급하며, 투고료는 토지주택연구원 원장이 정하는 별도의 기준에 따른다. 단, 투고료는 해당 논문이 최종 발간된 뒤에 지급한다.

제 21 조 (발행 횟수와 시기)

1. 본지는 1년에 4회 발행하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 본지 편집위원회가 필요하다고 인정할 경우 발행횟수를 조정할 수 있다.

2. 본지 발행일은 3월 31일, 6월 30일, 9월 30일, 12월 31일로 한다. 다만, 발행횟수를 조정할 경우, 발행일은 본지 편집위원회에서 정한다.

제 22 조 (발행 부수)

1. 본지의 발행부수와 인쇄의 질 등은 편집위원회에서 정한다.

제 23 조 (논문게재 요청 및 저작권 이양 동의)

1. 토지주택연구에 투고하는 논문의 대표저자는 토지주택연구 논문 저작권 이양 동의서에 서명하여 제출하여야 한다.

부 칙

제 1 조 (시행일)

이 규정은 2025년 8월 21일부터 시행한다.

[별표 1]

「토지주택연구」 투고논문 저자 수정 요청서 양식(안)

논문명	
수정요청 내용	(당초) (수정)
수정요청 사유	

「토지주택연구」 발간 및 편집규정 제8조제4항에 따라 위와 같이 논문저자 수정을 요청합니다.

년 월 일

저자 1	소속:
	직위:
	성명: (인)
저자 2	소속:
	직위:
	성명: (인)
저자 3	소속:
	직위:
	성명: (인)
저자 4	소속:
	직위:
	성명: (인)

* 투고 당시의 모든 저자가 서명하여야 하며, 필요시 난을 추가하여 기입하십시오.

「토지주택연구」 심사규정

2010. 07. 23 제정
2020. 01. 17 개정
2020. 08. 04 개정
2020. 12. 04 개정
2021. 07. 22 개정
2021. 12. 23 개정
2022. 11. 10 개정
2024. 01. 18 개정

제 1 조 (목적)

이 규정은 토지주택연구 편집위원회 규정 제4조에 규정된 「토지주택연구」 투고원고에 대한 심사기준 및 절차에 관한 지침을 정함을 목적으로 한다.

제 2 조 (원고모집 공고)

1. 편집위원회는 토지주택연구와 관련 학회의 학술지 및 홈페이지 등에 원고모집에 관한 사항을 게시한다.
2. 원고모집을 공고함에 있어서는 투고절차, 논문작성 및 문헌인용방법, 심사기준 및 절차에 관한 기본적인 사항을 고지하여야 한다.

제 3 조 (원고접수)

1. 편집위원회 간사(이하 편집간사)는 원고를 접수하고, 각 투고자에게 접수결과를 통보한다.
2. 편집간사는 투고자의 인적사항, 논문제목, 접수일자, 분량 등을 기재한 접수결과표를 작성하여 편집위원장에게 송부한다.
3. 편집위원장은 원고가 편집위원회에서 정한 발간 및 편집규정에 현저히 위배된다고 판단하는 경우에는 투고자에게 수정을 요구할 수 있다.

제 4 조 (심사위원의 선정 및 심사원고 송부)

1. 편집위원장은 각 투고원고에 대해 3인의 심사위원을 선정하고, 각 심사위원에게 심사기한을 정해주고 심사원고를 송부한다. 논문 심사기간은 원칙적으로 2주 이내로 한다.
2. 심사위원을 선정함에 있어서는 해당분야에 대한 심사위원의 전문성을 고려하고 심사의 공정성을 기할 수 있도록 유의한다. 투고자와 동일한 소속기관에 종사하는 자 등 심사의 공정성을 해칠 우려가 있는 심사자의 위촉은 원칙적으로 배제한다.
3. 심사원고에는 투고자의 인적사항이 기재되어서는 안 되며, 이미 기재되어 있거나 내용 가운데 인적 사항을 추론할 수 있는 부분은 삭제한다.

제 5 조 (투고원고에 대한 심사)

1. 심사위원은 투고원고를 심사 후 심사평가서(심사의견, 판정결과)를 작성하여 심사기간 내에 온라인 저널투고시스템에 제출토록 한다.
2. 심사위원은 투고원고를 심사함에 있어서 주제의 창의성, 연구방법의 적절성, 내용의 완결성, 논문작성

및 문헌인용방법의 정확성, 연구결과의 학문적 기여도 등을 심사기준으로 한다.

제 6 조 (투고원고에 대한 게재여부의 결정)

1. 편집위원장은 심사위원의 심사평가가 완료된 후 투고원고에 대한 게재여부의 결정을 위한 편집회의를 개최한다.
2. 편집위원장은 심사결과표를 작성하여 편집회의에 보고하고, 편집회의에서는 이를 토대로 게재여부를 결정한다. 다만 투고원고의 게재여부에 대한 최종결정이 있을 때까지 투고자 및 심사위원의 인적사항이 공개되지 않도록 유의하여야 한다.
3. 투고원고에 대한 게재여부 판정은 다음 심사기준표의 기준에 의해 게재가, 수정후게재, 수정후재심, 게재불가를 판정한다.

심사위원1	심사위원2	심사위원3	심사결과
게재가	게재가	게재가	게재가
게재가	게재가	수정후게재	수정후게재
게재가	게재가	수정후재심	수정후게재
게재가	게재가	게재불가	수정후게재
게재가	수정후게재	수정후게재	수정후게재
게재가	수정후게재	수정후재심	수정후게재
게재가	수정후게재	게재불가	수정후게재
게재가	수정후재심	수정후재심	수정후재심
게재가	수정후재심	게재불가	수정후재심
게재가	게재불가	게재불가	게재불가
수정후게재	수정후게재	수정후게재	수정후게재
수정후게재	수정후게재	수정후재심	수정후게재
수정후게재	수정후게재	게재불가	수정후게재
수정후게재	수정후재심	수정후재심	수정후재심
수정후게재	수정후재심	게재불가	수정후재심
수정후게재	게재불가	게재불가	게재불가
수정후재심	수정후재심	수정후재심	수정후재심
수정후재심	수정후재심	게재불가	수정후재심
수정후재심	게재불가	게재불가	게재불가
게재불가	게재불가	게재불가	게재불가

※ 심사판정 기준

① 게재가: 현재 상태로 논문을 그대로 토지주택연구에 게재해도 되는 경우

② 수정후게재: 경미한 수정을 한 후 추가 심사절차 없이 토지주택연구에 게재해도 되는 경우(다만, 수정후게재에 해당하는 판정에 대해서도 위원회에서 게재 전에 수정한 결과를 확인할 필요가 있을 경우 위원회에 알릴 수 있다.)

③ 수정후재심: 논문의 내용 및 방법론에 문제가 있으나, 수정이 가능하고 심사자가 수정결과를 확인

하고자 다시 심사를 해야 하는 경우

④ 게재불가: 논문의 내용 및 방법론에 결정적인 문제가 있어 수정이 불가능하다고 여겨지는 경우

4. 게재불가로 판정받은 논문을 재투고할 경우는 게재불가 사유로 지적된 내용을 반영하여 재투고할 수 있다.
5. 재투고 논문의 제목과 내용은 기존논문과 달라야 하며 재투고가능여부는 편집위원회에서 결정한다. 다만, 이 경우 다른 원고와 동일한 조건에서 심사과정을 거치게 된다.
6. 편집위원장은 게재가 확정된 논문에 한해 표절검사를 실시하고, 그 결과를 바탕으로 저자에게 수정을 요구할 수 있다.

제 7 조 (심사결과 통보, 논문 수정기간 및 이의 신청)

1. 편집위원장은 편집회의 후 즉시 각 투고자에게 결정 결과 및 이유, 사후 절차를 내용으로 하는 공문을 발송한다.
2. 게재가 또는 수정후게재인 경우 투고자는 심사결과를 통보받은 후 6개월 이내에 최종본을 제출하여야 하며, 부득이한 경우 6개월을 연장할 수 있다.
3. 수정후재심인 경우 투고자는 심사결과를 통보받은 후 원칙적으로 3개월 이내에 수정논문을 제출하여야 하며, 그렇지 않은 경우 논문투고를 포기한 것으로 간주한다. 단, 수정논문을 3개월 이내에 제출할 수 없을 경우에는 사전에 사유서를 제출하여야 하고, 편집위원회가 사유를 인정하면 허용된다.
4. 게재불가 결정을 받은 투고자는 편집위원장에게 이의신청을 할 수 있으며, 편집위원장은 이의신청에 대해서 가결 또는 기각여부를 결정한다.
5. 편집위원장이 이의신청에 대해 가결을 결정한 때에는 심사위원을 다시 선정하고 심사를 의뢰하여 그 결과에 따라 게재가 또는 게재불가 결정을 한다.

제 8 조 (최종원고의 제출, 교정 및 편집)

1. 게재가의 결정을 통보 받은 투고자는 정해진 기간 내에 최종원고를 작성하여 편집간사에게 제출한다.
2. 최종원고에 대한 교정 및 편집에 관한 사항은 편집위원장이 결정하며, 필요한 때에는 최종원고를 투고자에게 송부하여 교정을 볼 수 있게 할 수 있다.

제 9 조 (논문게재예정증명서의 발급)

편집위원장은 학술지 발행 이전에 최종적으로 게재가 확정된 원고에 대하여 투고자의 신청이 있는 경우에는 '논문게재 예정증명서'를 발급한다.

제 10 조 (게재논문의 전자출판)

게재가 확정된 논문은 전자출판을 원칙으로 한다.

부 칙

제 1 조 (시행일)

이 규정은 2024년 1월 18일부터 시행한다.

「토지주택연구」 편집위원회 규정

2010. 07. 23 제정
2016. 07. 29 개정
2020. 01. 17 개정
2020. 12. 04 개정
2024. 02. 21 개정

제 1 조 (목적)

이 규정은 한국토지주택공사 토지주택연구원(이하 'LHRI'라 칭함)의 「토지·주택·도시와 관련된 정책·제도 및 건설·환경분야 학술지」(이하 '토지주택연구' 이라 칭함) 발간을 위한 편집위원회의 구성과 운영에 관한 사항을 정함을 목적으로 한다.

제 2 조 (구성)

1. 편집위원의 구성은 LHRI 및 국내외의 국토·주택, 도시, 부동산, 건축, 토목 등 각 연구분야 전문가로 위촉하며 외부위원의 수가 전체 편집위원회의 과반수가 되도록 한다.
2. 편집위원장을 제외한 편집위원은 편집부위원장, 편집분과장, 내외부 편집위원으로 구성한다.
3. 「토지주택연구」의 국제화를 위하여 영문초록 등의 질을 제고할 수 있도록 Abstract Editing Committee를 구성한다.

제 3 조 (편집위원의 선임 및 임기)

1. 편집위원장은 LHRI 원장이 선임한다.
2. 편집부위원장, 편집분과장과 편집위원은 편집위원장이 추천하고 LHRI 원장이 선임한다.
3. LHRI 원장은 위원회의 업무를 효율적으로 지원하기 위하여 간사를 선임할 수 있다.
4. 편집위원의 임기는 2년으로 하며, 연임할 수 있다.

제 4 조 (편집위원장의 업무)

편집위원장의 주요업무는 다음과 같다.

1. 편집위원 추천과 편집분과장회의와 편집위원회 소집 및 운영
2. 학술지 편집에 관한 내용 기획 및 총괄
3. 투고된 원고의 심사를 위한 심사위원 선임, 심사의뢰 및 심사내용 통보
4. 윤리위원회 구성, 연구윤리위반 사항 발생시 윤리위원회에 심의 의뢰 및 윤리위원회의 결정을 당해 투고자에 통보
5. 기타 편집위원회 운영에 필요한 업무

제 5 조 (편집부위원장 및 편집분과장의 업무)

편집부위원장과 편집분과장의 주요업무는 다음과 같다.

1. 편집위원장 주관 편집분과장회의 참석
2. 편집부위원장은 편집위원장 유고시의 업무대행
3. 해당분과 편집위원 추천과 분과위원회 소집 및 운영
4. 해당분과 학술활동 기획 및 건의
5. 해당분과 투고논문 심사위원 추천
6. 편집위원장 판정 해당논문의 게재여부 판정에 대한 지원
7. 기타 편집위원장이 요청한 사항과 편집분과의 운영에 필요한 업무

제 6 조 (편집위원회의 업무)

이 위원회의 주요업무는 다음과 같다.

1. 학술지의 편집 및 출판, 원고의 모집 및 게재여부 판정 등 학술지 편집에 관한 제반업무를 관장
2. 투고 및 심사 등 편집위원회의 업무와 관련된 지침의 제·개정
3. 기타 편집위원장이 필요하다고 판단하는 업무

제 7 조 (운영)

1. (정기회의) 편집위원회는 학술지 발행과 맞추어 연 4회 개최한다.
2. (임시회의) 편집위원장이나 편집위원 과반수의 요구가 있는 경우 편집위원장이 소집할 수 있다.
3. 본 위원회의 의결은 편집위원 1/3 이상의 출석과 출석위원 과반수의 찬성에 의한다.
4. 다만, 사전에 위임한 자는 출석한 것으로 간주한다.

제 8 조 (편집위원 회의비)

편집위원이 편집위원회와 관련된 회의에 참석하는 경우, LHRI 원장이 정하는 별도의 기준에 따라 소정의 회의비가 지급된다.

부 칙

제 1 조 (시행일)

이 규정은 2024년 2월 21일부터 시행한다.

「토지주택연구」 윤리규정

2010. 07. 23 제정
2020. 01. 17 개정
2021. 05. 14 개정
2021. 07. 22 개정
2022. 07. 22 개정
2024. 01. 18 개정
2025. 08. 21 개정

제 1 장 총 칙

제 1 조 (목적)

이 규정은 「토지주택연구」의 연구활동과 관련하여 연구윤리를 확립하고 연구부정행위를 사전에 예방하며, 연구부정행위 발생시 공정하고 체계적인 진실성 검증과 처리를 위한 편집위원회 산하 연구윤리위원회(이하 '윤리위원회'라 한다)의 운영에 관한 기본적인 사항과 연구윤리위반에 대한 조치, 그 절차 등 제반사항을 규정함을 목적으로 한다.

제 2 조 (연구윤리규정 서약)

「토지주택연구」에 투고한 저자는 연구윤리규정(이하 '윤리규정'이라 한다)에 서약한 것으로 간주한다.

제 3 조 (연구윤리규정 위반 행위 범위)

연구윤리규정 위반행위는 다음의 연구부정행위와 명예침해 행위를 포함한다.

1. 연구의 부정행위는 다음 각호와 같이 연구의 제안·수행 및 연구결과의 발표과정에서 위조·변조·표절·부당한 저자표시·자료의 중복사용 등으로 연구의 진실성을 해치는 행위를 말한다.
   가. '위조'라 함은 자료나 연구결과를 허위로 만들고 이를 기록하거나 보고하는 행위를 한다.
   나. '변조'라 함은 연구와 관련된 자료·과정·결과를 사실과 다르게 변경하거나 누락시켜 연구가 진실에 부합하지 않도록 하는 행위를 말한다.
   다. '표절'이라 함은 원저자의 아이디어·논리·고유한 용어·데이터·연구과정·분석체계·연구 결과 등을 출처를 밝히지 않고 임의로 활용하는 경우와 출처를 밝혔지만 인용부호 없이 타인의 저술이나 논문의 문구와 아이디어 등을 원문 그대로 옮기는 경우를 말한다.
   라. '부당한 저자 표시'는 연구내용 또는 결과에 대하여 학술적 공헌 또는 기여를 한 사람에게 정당한 이유 없이 저자자격을 부여하지 않거나, 학술적 공헌 또는 기여를 하지 않은 자에게 저자 자격을 부여하는 행위를 말한다.
2. 중복 게재와 관련된 사항은 다음을 따른다.
   가. 국내 한국연구재단 등재지, 등재후보지 또는 국외 학술지에 게재된 논문이나 이와 유사한 논문은

「토지주택연구」에 투고, 게재할 수 없다.

나. 교내학술지 등 한국연구재단 등재지나 등재후보지가 아닌 학술지에 게재된 논문은 수정·보완된 경우에 한하여 「토지주택연구」에 투고, 게재할 수 있으며, 이 경우 반드시 그 수정·보완 사실을 명시하여야 한다.

다. 학술대회 등에서 발표된 논문이나 그 일부를 그대로 또는 수정 · 보완하여 「토지주택연구」에 투고하는 경우에는 반드시 그 사실을 명기하여야 한다.

라. 연구보고서나 그 일부를 그대로 또는 수정·보완하여 「토지주택연구」에 투고하는 경우에는 반드시 그 사실을 명기하여야 한다.

3. 「토지주택연구」에 투고하는 논문은 국내 다른 한국연구재단 등재지, 등재후보지나 국외 학술지에 동시에 또는 선·후에 관계없이 중복 투고할 수 없으며, 그 대상은 심사과정 중에 있는 논문을 포함한다.
4. 투고자는 데이터 분석, 이미지 생성 등 연구수행 과정에서 생성형 인공지능을 이용할 경우 이용 여부 및 출처를 밝혀야 한다.
5. 심사자는 심사 대상 논문을 생성형 인공지능에 업로드해서는 안되며, 생성형 인공지능을 이용하여 심사 대상 논문을 분석하거나 내용을 요약하는 것을 금지한다.
6. 투고논문에 대한 심사를 의뢰 받은 심사자는 본 윤리규정을 준수하여 심사하여야 한다.
7. 정당한 이유 없이 타인의 명예를 침해하는 표현을 사용하는 행위를 포함한다.
8. 투고자는 이해상충, 특수관계인 정보제공, 생명윤리, 젠더혁신정책 등 윤리준수 사항을 준수하고, 편집위원회와 논문심사자는 공정한 심사를 위해 관련 규정을 준수하여야 한다.

제 4 조 (연구윤리규정 위반행위 판정 및 벌칙)

1. 연구윤리규정 위반에 대한 제보가 있으면, 편집위원장은 검증조사를 위한 필요한 조치를 취한다.
   가. 편집위원장은 위반내용을 확인하고 연구윤리위원회 심의안건으로 상정한다.
   나. 연구윤리위원장은 필요시 조사위원회를 선임하여 검증절차를 진행한다.
   다. 편집위원장은 윤리위원회의 판정결과와 사유를 당해 투고자에게 통보한다.
   라. 피조사자가 이의신청을 한 경우 윤리위원장은 재판정을 위하여 윤리위원회를 개최하고 조사위원회와 제보자, 피조사자의 진술을 듣는다.
2. 조사결과 위반행위가 인정된 경우 다음의 조치를 취한다.
   가. 편집위원장은 홈페이지와 토지주택연구에 연구윤리규정 위반행위에 대해 공시한다.
   나. 당해 투고논문은 게재 취소되며, 이미 게재된 논문에 대해서는 토지주택연구 논문목록에서 삭제한다.
   다. 당해 투고자는 향후 3년 동안 토지주택연구에 투고하는 것을 금지한다.

제 2 장 연구윤리위원회

제 5 조 (구성)

본 운영규정의 목적을 달성하기 위하여 연구윤리위원회를 설치하여 운영한다.

1. 제보 등으로 연구윤리위반의 의심이 드는 때에는 편집위원장이 윤리위원회를 구성한다.

2. 윤리위원회 위원은 편집위원회 위원장이 선임한다.
3. 윤리위원회는 편집위원장을 포함하여 7인 이내로 구성한다.
4. 윤리위원회 위원장은 편집위원이 아닌 위원 중에서 호선으로 한다.
5. 윤리위원회의 간사는 본 편집간사가 겸하며, 간사는 의결권을 가지지 아니한다.

제 6 조 (기능)

위원회는 「토지주택연구」의 연구윤리 확립과 관련된 다음 각호의 사항을 심의·의결한다.

1. 연구부정행위의 조사에 관한 사항
2. 연구부정행위 조사결과의 처리 및 후속조치에 관한 사항
3. 기타 연구윤리의 확립과 관련하여 위원장이 부의하는 사항

제 7 조 (심의 및 의결)

1. 위원회 회의는 위원 과반수의 출석과 출석위원 3분의 2이상의 찬성으로 의결한다.
2. 심의·의결의 공정을 기하기 어려운 사유가 있는 위원은 당해 심의·의결에 관여할 수 없다.
3. 연구윤리규정위반 심사대상자에게는 결정에 앞서 소명의 기회를 부여하여야 한다.
4. 필요한 경우 위원이 아닌 자를 회의에 참석시켜 의견을 들을 수 있다.
5. 회의는 비공개를 원칙으로 한다.
6. 기타 사항은 위원회에서 결정한다.

제 8 조 (위원회 및 위원의 준수사항)

1. 위원회 및 위원은 본 연구윤리 규정에 의거하여 심의·의결하여야 한다.
2. 위원회 및 위원은 제보자의 신원 등 위원회 직무와 관련하여 취득한 사항에 대하여 비밀을 유지하여야 한다.

제 9 조 (비밀유지의 의미 등)

1. 위원회는 제보자를 보호하고 피조사의 명예를 부당하게 침해하지 않도록 노력하여야 한다.
2. 제보·조사·심의·의결 및 건의 등과 관련된 일체의 사항은 비밀로 하되, 상당한 공개의 필요성이 있는 경우 위원회의에서 의결을 거쳐 공개할 수 있다.
3. 위원회에 참여한 위원은 심의·의결 등의 조사과정에서 취득한 정보를 누설해서는 안된다.

제 10 조 (경비)

LHRI는 위원회의 운영에 필요한 경비가 발생할 경우 예산의 범위 내에서 지급할 수 있다.

부 칙

제 1 조 (시행일)

이 규정은 2025년 8월 21일부터 시행한다.

「토지주택연구」 논문을 모집합니다

한국토지주택공사 토지주택연구원(LHRI)은 토지 · 주택 · 도시 분야에서 정책과 기술을 망라하는 학술교류의 장을 마련하기 위해 「토지주택연구(**Land and Housing Review**)」를 발간하고 있습니다. "토지 · 주택 · 도시와 관련된 정책 · 제도 및 건설 · 환경분야"의 논문을 수시로 모집하고 있사오니 관심있는 분들의 많은 투고를 바랍니다. 특히 2025년 6월부터 실무현장의 경험과 시사점을 주제로 한 실무자 논문을 우선으로 평가하는 '실용논문(Technical paper)'을 수시로 모집하고 있사오니 관심 있는 분들의 많은 투고를 바랍니다.

- **원고매수:** A4 용지 2단 편집 10매 내외
- **논문분야:** 토지 · 주택 · 도시와 관련된 정책 · 제도 및 건설 · 환경 기술 분야

인문 · 사회 (Humanities & Social Science)	**국토**(국토 및 지역계획, 도시행정, 해외 및 북한도시개발 등), **주택**(주거복지, 주택관리, 주거학 등)
	도시(도시계획, 생태 · 환경계획, 조경 · 경관계획 교통계획, 공간정보 등)
	부동산(토지 · 부동산시장분석, 부동산금융, 부동산 개발, 주택경제 등)
공학 · 기술 (Engineering Science & Technology)	**건축**(건축계획 및 설계, 건축구조, 건축환경, 건축설비 및 에너지, 건축시공 등)
	토목(지반, 도로, 구조재료, 토목환경, 건설관리, 스마트건설, 수자원 등)

- **작성방법**
  - 원고는 「토지주택연구」 논문작성 방법에 따라 작성해야 합니다.
  - 「토지주택연구」의 논문작성 방법 등 관련 양식 및 규정은 토지주택연구원 홈페이지 '논문투고' 메뉴를 참조하시기 바랍니다.
- **논문접수:** 수시모집
- **발간주기:** 계간(3월 31일, 6월 30일, 9월 30일, 12월 31일)
- **제출처 및 문의**
  - 제출처: 토지주택연구원 홈페이지(https://lhri.lh.or.kr) 메인화면 '논문투고'
  - 문　의: Tel) 042-866-8562, Fax) 042-866-8638, E-mail) lhreview@lh.or.kr

※「토지주택연구」는 토지 · 주택 · 도시와 관련된 정책 · 제도 및 건설 · 환경기술 관련 연구를 장려하기 위해 투고료 및 심사료를 받지 않습니다.

Land and Housing Review
토지주택연구

Vol. 16 No. 4 (062) December 2025

1 Spatial Analysis of Flood Vulnerability Factors in Semi-Basement Housing: A Case Study of Seoul
Yura Choi

19 An Analysis of Global Research Trends on Housing Instability: A Bibliometric and Thematic Approach
Jinha Jang · Minju Lee

37 Housing Satisfaction Among Elderly Living Alone in Detached Single-Family Homes: Focusing on the Role of Living Infrastructure
HyeokJin Kwon · Jinyhup Kim

55 A Review of Research Trends in Living Labs for Smart City Development
Ho-Hyun Lee · Shin-won Park

69 The Policy Proposal for Prevention from Jeonse Fraud in Korea: Focusing on University Cases
Doowon Ryu · Heejin Yang

87 A Study on the Apartment Choice by Household Characteristics and Life Cycle: Focusing on the Comparative Analysis of Two Periods
Esther Jun · Hwan-Yong Kim

101 A Study on the Effects of Consumer Sentiment in Housing Sales and Changes in Demand and Supply on Apartment Prices in Local Metropolitan City: Based on Daegu Metropolitan City
Myungchan Kim · Jongjin Kim

113 Analysis and Improvement of Defects in Reinforced Concrete Construction in Apartment Houses
Woojin Shin · Seong-Min Jo · Myunghoun Jang

127 Study on the Reduction Method of Clogging Phenomena in In-situ Permeability Tests
Seong-Kyu Yun · Hyeonsu Yun · Tak-Yong Kim · Ji-Gun Chang · Gichun Kang

137 AI-Based Pothole Detection Using Traffic Surveillance CCTV
Won Seop Im · Chul Gyu Min · Young Hwan Choi

147 A Bayesian Network Model for Probabilistic Performance Grade Prediction of Utility Tunnels
Wonjoon Oh · Choongyeun Cho · Youngjun Lee

34047 대전광역시 유성구 엑스포로 539번길 99(전민동)
Tel 042-866-8562 **Email** lhreview@lh.or.kr **http://lhri.lh.or.kr**