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.

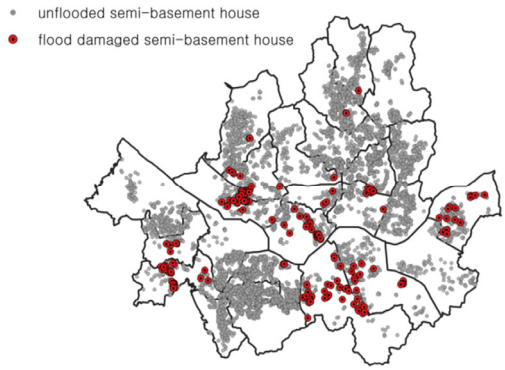


Fig. 1. Sampled Semi-Basement Houses

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

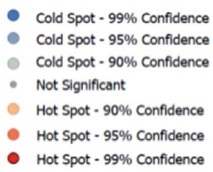
서울특별시 반지하주택의 침수피해에 대한 물리적 취약요인의 특성과 다중공선성 및 Moran's I 값은 Table 4와 같고, 핫스팟 분석결과는 Fig. 2(a, b, c)와 같다.

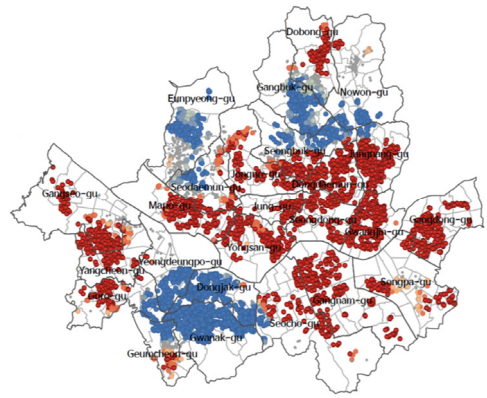
건축물 노후도는 음(-)의 관계(β=−3.45, p<0.05)를 갖는 것으로 나타났다. 이는 반지하주택이 신축일수록 침수피해 가능성이 높은 것을 의미한다. 침수피해 반지하주택은 사용승인일이 15년 이상 44년 이하(1980년부터 2009년)인 주택이었고, 이 중 노후도가 낮은 건축물이 해당되는 것으로 분석된다. 이는 신축 당시의 건축 기준이 2012년 건축법 이전을 적용한 정책 변화에 기인했을 가능성이 있다. 건축물 노후도의 전역적 공간자기상관석 분석결과 Moran's I 값이 0.4464(<0.001)로 나타나 건축물 노후도가 유사한 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

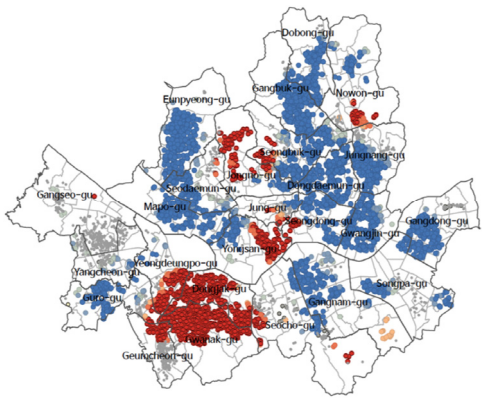
Category	Vulnerability Factor	VIF	Count Model Coefficients		Moran's I
			Estimate	z-value	
PVF	P1	1.99083	-3.45343**	-2.502	0.4464***
	P2	1.151664	6.72466**	2.194	0.4446***
	P3	2.221174	-1.97046*	-1.799	0.2964***
EVF	E1	1.095315	-7.74024	-1.164	-
	E2	1.134918	-2.75385**	-2.57	0.7206***
	E3	1.28578	1.78735**	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

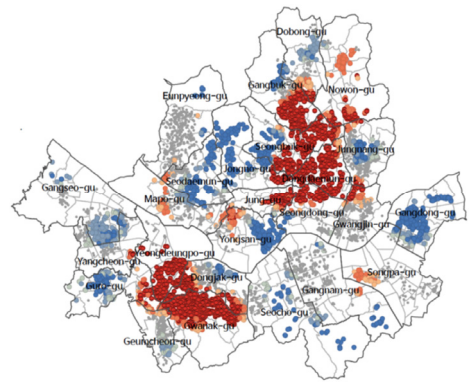




(a) Physical Vulnerability Factor: Building Deterioration

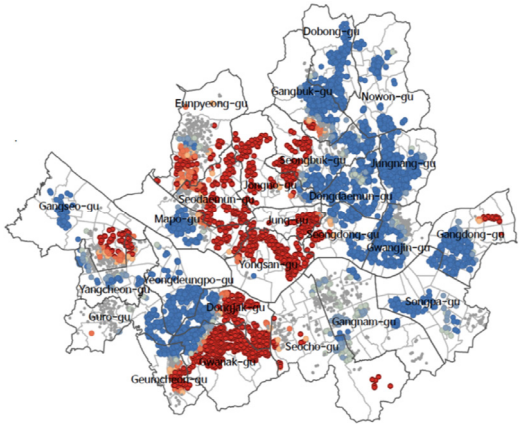


(b) Physical Vulnerability Factor: Unit Floor Area

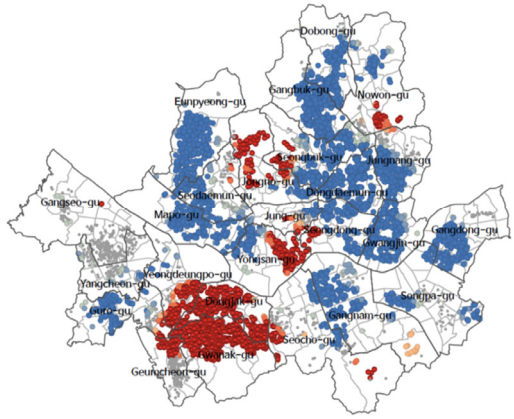


(c) Physical Vulnerability Factor: Building Coverage Ratio

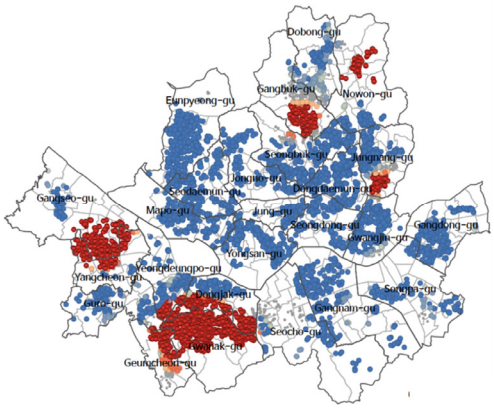
Fig. 2. Results of Hotspot Analysis



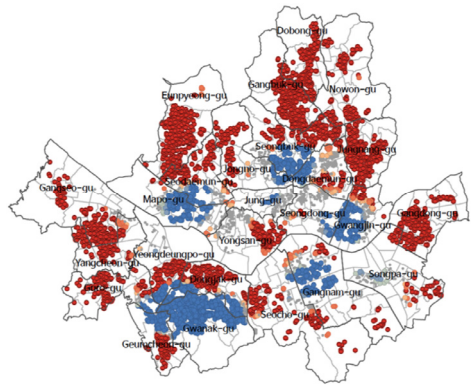
(d) Environmental Vulnerability Factors: Terrain Slope



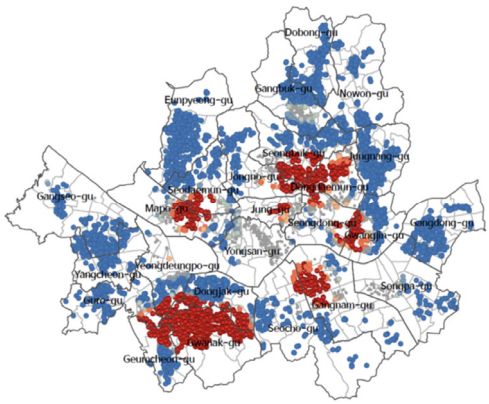
(e) Environmental Vulnerability Factors: Expected Flood Depths



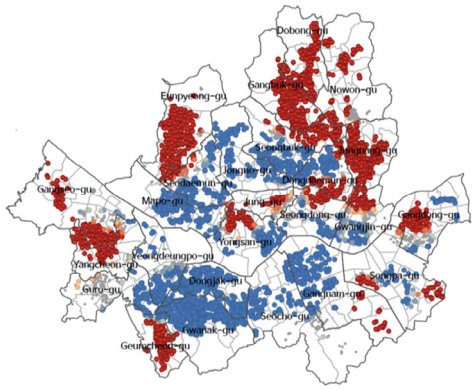
(f) Socioeconomic Vulnerability Factors: Population Density



(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