



공간적 하위시장의 주택가격 불확실성이 주택재정비사업의 소요기간에 미치는 영향

: 서울시 자치구를 중심으로*

The Impact of Housing Price Uncertainty by Spatial Sub-Market on the Duration of Residential Regeneration Projects

: Focused on the Districts in Seoul

성현곤**

Sung, Hyungun

Abstract

This study examined the effect of uncertainties in housing sales prices on the duration period of a total of 598 housing regeneration projects from November 2003 to June 2022 in Seoul. The study applied proportional hazard models considering factors of housing price uncertainties across districts such as the clustered marginal model, shared frailty model, and random intercept model. The results confirmed that the uncertainty of apartment housing sales prices, rather than all housing types, significantly affects delaying the completion of housing regeneration projects. Specifically, the study demonstrated that one unit increase in the standard deviation of the apartment sales prices index delayed the project duration period by 15.45%. In Seoul, where there are few land resources available for development, redevelopment projects are the only means of supplying housing. Therefore, the government should continuously strive to control the uncertainty of the housing market by district, especially apartment housing prices, to ensure the timely supply of housing through housing regeneration projects.

주제어 주택가격, 불확실성, 주택재정비사업, 소요기간, 생존모형

Keywords Housing Price, Uncertainty, Housing Regeneration Project, Duration Period, Survival Model

1. 서론

우리나라, 특히 서울의 주택시장은 역동적인 과정을 경험했다. 1970년대와 1980년대의 급격한 경제성장기에 서울은 강남, 목동, 상계 등의 미개발지에서 대량의 주택을 공급함과 더불어 무허가 불량주택지의 재개발을 통한 주거환경정비를 시행하였다. 이후

경제성장 안정기인 21세기에 서울은 행정구역 내에서의 개발 가능지의 부족과 기존 주거환경의 노후화에 따라 재개발, 재건축, 그리고 주거환경정비 등의 주택재정비사업들을 통하여 부족한 주택공급을 추진했다. 최막중(2005)은 주택의 재개발과 재건축 등의 사업은 서울과 같이 신개발이 가용하지 않은 기성 시가지에서 토지이용의 효율성을 높이고 주택공급을 촉진할 수 있는 유일

* This paper is dedicated to the late professor Mack Joong Choi, who can be called "Leonardo da Vinci" at the field of urban planning in Korea. 본 저자는 이 논문을 대한민국 도시계획 분야의 "레오나르도 다 빈치"라고 불릴 수 있는 최막중 교수님에게 바칩니다.

** Professor, Graduate School of Urban Studies, Hanyang University (hgsung80@hanyang.ac.kr)

한 수단임을 강조하였다. 또한 최막중(1995)은 신도시 또는 신개발 중심의 주택공급정책보다는 기성 시가지에서의 주택재정비사업은 토지이용 효율성을 높이고, 도시기반시설의 투자 및 개선 비용을 줄이고, 그리고 저소득층의 생활기반 공간을 확보하는 장점들이 있다고 역설하였다.

그러나 주택의 재개발, 재건축, 그리고 주거환경정비 등의 사업들은 신개발과 달리 다양한 이해관계자와 더욱 강한 정부의 규제, 그리고 경기변동과 밀접한 영향을 받기 때문에 그 소요기간이 장기화하는 특징이 있다. 지규현 외(2017)는 기성 시가지에서의 주택공급은 복잡한 제도와 다양한 이해관계자들과의 갈등 등으로 오랜 시간에 걸쳐 이루어짐에 따라 그 공급이 비탄력적이며, 수요와 공급의 시기적 불일치로 인하여 주택가격이 불안정해지는 특징이 있음을 보고하였다. 주택 재개발사업의 문제점은 사업의 장기화, 사업성의 미확보, 재입주율의 저조와 젠트리피케이션, 세입자의 주거 불안정 등이 있지만 사업 기간의 장기화가 가장 시급히 해결되어야 할 과제임을 이도길 외(2010)는 강조하였다. 이처럼 주택재정비사업들의 장기화는 거주민의 주거 생활의 불편과 불안, 구역 내의 행위 제한으로 인한 재고 주택의 거주환경 악화, 그리고 주변 지역으로의 질 낮은 생활환경의 공간적 파급 등 부작용을 초래하게 된다.

따라서 주택재정비사업들의 사업소요 기간에 영향을 미치는 결정요인들을 확인하고 이를 관리하려는 노력이 이루어져 왔다. 이 중에서 도시 및 주거환경 정비법이 재개발, 재건축, 주거환경정비 등의 다양한 재정비사업들을 체계적이고 효율적으로 정비하기 위하여 2000년 초반 제정되어 시행되고 있다. 또한, 최근에는 서울시는 소규모 재건축·재개발사업과 공공성과 사업성의 균형을 도모한 신속통합기획 등의 제도를 도입하여 주택재정비사업을 활성화하고자 노력하고 있다. 이와 같은 제도개선 등을 통하여 주택재정비사업들의 평균 소요기간은 점차 줄어드는 경향을 보이거나 여전히 이들 사업의 소요기간의 장기화는 서울과 같은 기성 시가지에서의 원활한 주택공급의 가장 큰 문제 중의 하나이다.

주택시장, 특히 가격의 불확실성은 제도개선 등과 더불어 이들 재정비사업의 소요기간에 영향을 주는 요인 중의 하나이다. 이러한 주택가격의 불확실성은 비합리적인 투자수요를 견인하여 주택가격을 불안정하게 하여 주택시장의 버블을 초래하고, 형평성을 저해하는 요인으로 작동하게 된다(최영결 외, 2004). 또한 우리나라에서 주택가격의 안정화는 국민의 주거 생활을 보장하는 중요한 정책 의제 중의 하나이다(조준혁 외, 2010; 최문규·성현곤, 2022). 그리고 박정민·최막중(2009)은 금리 변동에 따른 주택가격의 충격, 즉 불확실성에 대응하여 주택가격의 지수 연동금리 모기지(Housing Price Index-Linked Mortgage)을 도입할 필요가 있음을 주장하였다. 이러한 이유뿐만 아니라 주택가격의 불확실성은 미래의 수요에 결정적인 영향을 미치고, 부동산 개발사업의 성공 여부를 궁극적으로 결정짓는 경향이 있다(Holland,

2000). 주택가격의 불확실성은 더욱 높은 기대이익을 위하여 내대지 개발의 유보(Titman, 1985), 토지의 타 용도로의 전환의 어려움(Schatzki, 2003), 토지가격의 상승(Cunningham, 2006), 주택공급의 시점 유보(Li et al., 2022), 그리고 주택재개발 시점의 연기(김혜원·최막중, 2011; Clapp et al., 2012) 등 주택시장의 불안정성을 초래한다. 김혜원·최막중(2011)은 서울시 행정동별 주택가격의 불확실성이 커지면 실물옵션의 가치가 증가하여 주택재개발 시점이 늦추어짐을 밝혔다. 해외에서도 마을(town)(Clapp et al., 2012), 학군(Cunningham, 2006), 지구(Li et al., 2022) 수준에서의 주택가격의 불확실성은 개발업자들이 개발의 시점을 연기하거나 주택의 판매 시점을 유보함을 밝히고 있다. 이는 지역의 주택가격의 불확실성이 재개발 등 개발사업의 시행 시점과 밀접한 연관성이 있음을 보여주는 것이다.

한편, 주택가격의 불확실성은 지역의 하위시장별로 주택유형별로 차이가 있으며, 이러한 차이가 해당 지역의 주택재정비사업의 소요기간에도 영향을 줄 수 있다. 예를 들어 주택 유형 중에서 아파트가 사업추진과정과 건설 기간이 길고 공급 규모가 크기 때문에 다른 주택 유형과 비교하면 주택가격이 더욱더 비탄력적이다(지규현 외, 2017). 그리고 서울의 주택재정비사업들은 주로 아파트 위주로 공급되기 때문에 주택 유형 중에서 특히 아파트 가격의 불확실성이 이들 사업의 소요기간에 더욱더 큰 영향을 줄 수 있을 것이다. 또한, 주택은 부동산 중에서 가장 대표적인 이질재(heterogeneous goods)로 수많은 하위시장으로 구성되어 있으며, 특히 입지적 고정성과 용도변경의 비가역적 특성으로 인하여 공간적 하위시장이 형성되어 있다는 특징이 있다(이훈 외, 2021; 최막중, 2005). 예를 들어 강남의 주택가격 증가는 이 지역시장의 주택시장 불균형에서 비롯되는 경향이 있다. 또한, 최영결 외(2004)는 가격형성 요인으로 합리적·적용적 기대가격과 버블 가격의 형성 가능성을 확인하면서, 서울시 자치구별로 다른 결과를 보일 수 있음을 보고하였다. 그러므로 공간적 하위시장별로 주택가격의 불확실성이 주택재정비사업들의 소요기간의 차이가 발생할 수 있을 것으로 예상할 수 있다. 그런데도 지역 하위시장의 주택 유형별 가격의 불확실성이 주택재정비사업들의 소요기간에 미치는 영향을 실증한 연구들은 거의 없다.

따라서 본 연구는 도시 및 주거환경 정비법이 시행된 이후인 2003년 11월부터 2022년 6월까지 추진되어온 재개발, 재건축 등의 주택재정비사업들의 소요기간에 서울시 자치구별 하위시장의 주택가격 불확실성이 어떠한 영향을 주었는지를 실증하는 데 목적이 있다. 분석의 대상이 되는 2003년 이후의 주택재정비사업들은 재개발, 재건축, 그리고 도시환경정비사업들을 모두 포함하면 총 598개이다. 그리고 방법론으로는 이들 주택재정비사업의 소요기간이 완료되지 않은 것들이 있어 오른쪽 절단 분포를 보이므로 생존모형이 적합하다. 또한, 자치구별 주택가격의 불확실성과 소요기간은 독립적이지 않으므로 군집화된 한계 생존모형, 공통 프

레일티(shared frailty) 생존모형, 그리고 임의절편 생존모형 등 다양한 대안적 모형들의 결과를 비교하여 확인하고자 한다. 그리고 주택가격의 불확실성은 2003년 11월부터 2022년 6월까지의 자치구별 아파트 매매가격 지수의 월별 표준편차, 전체 주택 매매가격 지수의 월별 표준편차, 그리고 주택가격의 월별 변동률의 표준편차로 측정하였다. 이를 통해 본 연구는 주택가격의 불확실성이 주택재정비사업의 소요기간에 어떠한 영향을 주는지를 실증하고자 한다.

II. 선행연구 고찰과 본 연구의 차별성

주택재정비사업의 추진확률과 소요기간은 기성 시가지에서의 도시 재구조화와 주택시장의 안정화를 위하여 중요한 과제임에도 불구하고 이에 관한 연구들은 아직 충분하지 않은 실정이다. 이는 재정비사업에 영향을 미치는 다양한 요인들에 대한 자료 수집의 어려움, 방법론의 다양성, 분석 시점의 차이에 따른 연구결과와의 불일치, 그리고 아직 밝혀지지 않은 다른 요인들의 실증 부족 등에 기인한다. 본 장에서는 주택재정비사업들의 소요기간과 추진확률의 결정요인들에 관한 연구들과 주택가격의 불확실성이 주택의 개발 및 판매에 미친 영향에 관한 연구들로 나누어 고찰하고자 한다.

1. 주택재정비사업의 소요기간과 추진확률

먼저 주택재정비사업의 소요기간을 실증한 연구 중에서 이용만(2005)은 재건축사업에서 개발이익 환수기법 중의 하나인 임대주택 의무건설 규제에 따른 건설비용의 증가로 재건축 시점에 지연되는 효과를 모의실험을 통하여 추정하였다. 또한, 다중선행회귀모형을 적용하여 사업 소요기간의 결정요인들을 파악한 연구들이 있다. 먼저 신수임 외(2006)는 서울시 주택재개발사업에서 준공된 사업들을 대상으로 사업지 면적이 커질수록, 세입가구 비율이 높을수록, 그리고 구릉지일수록, 그리고 1995년 이전에 구역이 지정되었을수록 그 소요기간이 커짐을 실증하였다. 이재원 외(2021)는 도시정비형 재개발사업에서의 소요기간의 영향요인을 밝히기 위하여 정비구역지정부터 관리처분계획 인가까지 소요된 기간을 종속변수로 한 선형회귀모형을 적용하였다. 손동진·이현석(2022)은 2000년부터 2020년 상반기까지 완료된 전국의 주택재개발 및 재건축사업의 227개 표본을 사용하여 사업소요 기간에 미치는 요인을 확인하였다. 이들은 사업구역의 소유자 수가 적을수록, 현금청산인 수가 많을수록, 시행용적률이 적을수록, 세대수 증가가 클수록, 구역토지면적이 클수록, 일반분양수입이 많을수록, 사업지가 서울인 경우, 국내총생산(gross domestic product, GDP)이 적을수록, 그리고 회사채금리가 클수록 사업 소요 기간이 길어짐을 밝혔다.

이항로지스틱 모형을 활용하여 주택재정비사업의 추진확률을 실증한 연구들은 강세진 외(2007)와 김태선 외(2015)를 들 수 있다. 먼저, 강세진 외(2007)는 1984년부터 2005년까지의 주택 재개발 구역 자료를 활용하여 구역지정 후 2년 이내 사업시행 인가 여부에 대한 이항로지스틱 모형을 구축하여 사업구역의 속성, 접근성, 거시경제 지표 등의 영향요인을 실증하였다. 이들은 공급주택 수와 공급주택의 평균 면적, 개발용적률, 공공시설 비율과 임대주택건립비율 등의 지표는 사업추진확률에 유의한 영향이 없음을 보고하였다. 김태선 외(2015)는 서울시의 주택재정비사업 중 재개발과 재건축사업의 추진 또는 해제의 결정 여부에 영향요인을 이항로지스틱 모형을 적용하여 실증하였다. 이들은 과소 필지 비율과 다세대연립주택 연면적 비율이 높을수록, 추진 주체가 있는 경우, 그리고 주거환경만족도가 낮을수록 주택재정비사업을 추진할 확률이 높음을 실증하였다.

주택재정비사업의 소요기간과 추진확률을 동시에 추정하는 생존모형을 적용한 연구들은 이도길 외(2010)와 이진원 외(2018) 등이 있다. 이도길 외(2010)는 합동재개발방식이 도입된 1983년 이후에 구역이 지정된 285개 재개발사업을 대상으로 생존분석모형을 적용하여 사업시행단계별로 소요기간에 영향을 미치는 요인들을 실증하였다. 특히, 이 연구는 재개발사업 기간의 결정모형을 각각의 시행단계별로 별개의 모형을 적용하여 실증하였다는 점에 의의가 있다. 이들은 사업지 면적이 클수록 관리처분에서 준공까지의 기간이 증가하며, 이로 인하여 전체 시행 기간이 증가함을 보고하였다. 이진원 외(2018)는 도시 및 주거환경 정비법이 적용된 2003년부터 2015년까지 총 60개 구역 중 용적률의 상한이 250%로 지정된 이후의 사업계획이 추진된 재개발사업을 대상으로 하였다. 이들은 사업의 지속기간에 미치는 영향요인으로 사업지역 속성 이외에 거시경제 변수들을 적용하여 선형회귀모형과 생존분석모형과의 결과를 비교하여, 선형회귀모형보다는 생존분석모형이 더욱 적합함을 밝히고 있다. 또한, 이들은 사업지 면적, 임대 가구 수, 조합원 수, 금리, 주택 매매 및 전세가격 지수가 통계적으로 유의함을 보고하였다.

2. 주택시장의 불확실성

주택시장, 특히 가격의 불확실성으로 인한 주택 공급과 개발의 이슈를 고찰하기 이전에 주택을 포함한 부동산 시장의 가격 불확실성의 원인과 유형을 고찰할 필요가 있다. 부동산 시장의 가격 불확실성은 그 시장의 효율성, 구조, 기능, 그리고 환경 등에 의하여 결정됨을 Renigier-Bilozor et al.(2021)은 밝히고 있다. 또한, Kinnard(2003)은 자산으로서의 부동산과 그 시장의 특성들로부터 유발되는 4가지 유형의 불확실성(위험)이 있음을 보고하였다. 구체적으로 살펴보면, 시간(time)의 불확실성은 부동산이 장기적인 자산의 특성으로 발생하는 불확실한 미래의 위험을,

입지(location)의 불확실성은 부동산의 입지적 고정성으로 인하여 해당 입지의 경쟁력 변화로 발생하는 위험을 말한다. 그리고 정보(information)의 불확실성은 부동산의 가격 결정이 불확실한, 또는 불충분한 정보로 나타나는 위험을, 그리고 목표(target) 위험은 투자재로서의 사용자와 소유주 사이의 투자와 이용 목적에서의 혼란, 또는 불일치로 발생하는 위험을 말한다.

그리고 부동산의 특성(예: 고정된 위치, 긴 유효 수명, 물리적 특성의 변동)과 부동산 시장의 특성(예: 낮은 효율성, 낮은 수요와 공급 탄력성)으로 인하여 부동산 시장 가격의 불확실성은 다른 시장에 비하여 이례적으로 높다(Lee, 2021). 그뿐만 아니라 Nguyen Thanh et al.(2020)은 주택을 포함한 이러한 부동산 시장의 불확실성은 전반적인 경제 불확실성보다 상당히 오래 지속함을 밝히고 있다. 그리고 이들은 거시경제의 불확실성에 비하여 부동산에 특화된 불확실성이 주택가격에 더욱더 민감한 영향을 미침을 실증하였다.

또한, Renigier-Bilozor et al.(2021)은 도시재정비를 고려한 투자 결정의 맥락에서 세 가지 유형의 불확실성을 보고하였다. 첫째는 복잡한 문제와 실행 가능한 대안들의 본질에 대한 공유된 지식의 결핍과 문제의 이해관계자 간 차별적 인식으로 발생하는 실질적 불확실성이다. 둘째는 의사 결정에 관여하는 행위자의 다양한 목표, 현실에 대한 인식, 다양한 전략 및 의사 결정 과정의 예측 불가능성으로서의 전략적 불확실성이다. 셋째는 복잡한 문제가 종종 기존의 조직 및 제도적 경계, 관리 수준 및 네트워크를 가로지르는 제도적 불확실성이다. 이처럼 부동산 시장과 도시재정비에서의 불확실성은 다양하게 측정할 수 있다. 이러한 점에서 부동산 시장의 불확실성을 측정하는 완벽한 단일의 지표는 없다고 Cunningham(2006)은 강조하였다. 본 연구는 주택시장의 불확실성의 잠재적 지표 중에서 주택가격의 불확실성에 초점을 맞추고자 한다. 왜냐하면, 주택가격의 변화에 대한 불확실성은 주택시장의 안정화를 목표로 추진되는 정책과 시책의 필요성에 대한 논리적 근거로 작용할 수 있기 때문이다.

3. 주택가격의 불확실성과 개발

주택가격의 불확실성은 도시 및 부동산 개발, 토지 및 주택가격, 공급과 수요의 불일치 등 다양한 형태로 주택시장의 불안정성을 초래하는 경향이 있으며, 이는 국민의 주거 생활의 불안을 위협하는 요인으로 작동한다. 그러한 점에서 주택가격의 불확실성 진단과 그 영향에 관한 실증연구는 매우 중요하다. 그러나 이러한 연구들은 주로 해외에서 이루어졌다. 해외의 연구 중에서 부동산 가격의 불확실성과 개발 시점과의 연관성을 탐구한 최초의 연구는 Titman(1985)이다. 그는 실물옵션 이론에 기반을 둔 부동산 가격의 불확실성이 내대지의 개발 시기를 늦추게 됨을 모의실험을 통하여 밝혔다(Grovenstein et al., 2011). 그의 연구

는 주택가격의 불확실성이 증가함에 따라 내대지의 소유자들은 더욱 가치 있는 옵션의 범위를 기대하여 개발의 시기를 지연시킬 가능성이 있음을 보여주었다. 그리고 그는 이러한 상황이 내대지 개발 시기의 지연뿐만 아니라 부동산 가격의 불확실성 아래에서의 주택가격과 관련된 다른 상황(예를 들어 주택철거와 재개발 등)에서도 적용 가능함을 주장하였다. Schatzki(2003)은 또한 모든 잠재적 토지의 용도에서의 더 높은 불확실성은 다른 용도로의 전환을 지연시키는 요인임을 밝히고 있다.

이와 더불어 Cunningham(2006)은 미국 시애틀지역의 부동산 거래자료를 활용하여 학군수준에서 더 큰 가격의 불확실성은 개발 시기를 지연할 뿐만 아니라 토지가격을 증가시킴을 확인하였다. 그는 가격 불확실성에서 한 단위 표준편차의 증가는 토지 개발의 가능성을 11% 낮춤을 확인하였다. Clapp et al.(2012)은 1994년과 2007년 사이에 미국 코네티컷의 53개 마을에서 162,000건 이상의 부동산 거래자료를 활용하여 주택가격 증가율과 주택가격 변동성이 주택재개발 추진 여부와 밀접한 연관성이 있음을 밝히고 있다. Li et al.(2022)은 1995년부터 2015년까지의 홍콩의 주택개발자료를 활용하여 개발업자가 주택가격의 불확실성(6개월 변동성)으로 인하여 판매 시점을 연기할지 아니면 선분양할지에 대한 전략적 선택 확률을 추정하였다. 이들은 선분양 옵션이 없으면 주택가격의 불확실성으로 인하여 개발업자들이 주택 판매의 시점을 지연하는 전략을 선택함을 확인하였다.

국내에서 주택재정비사업의 소요기간에 이러한 이론을 적용하여 실증한 연구는 김혜원·최막중(2011)이 유일하다. 이들은 Titman(1985)의 주장에 기반을 두어 2000년부터 2008년까지의 서울시 행정동별 평당 아파트 매매가격의 추정 변동률의 표준편차가 커질수록 뉴타운 사업지구 내에서의 재개발이 이루어질 확률이 감소함을 보고하였다.

4. 본 연구와의 차별성

기존 연구들은 본 연구의 목적인 지역 하위시장의 주택가격 불확실성이 주택재정비사업의 소요기간에 미치는 영향을 파악하는데 도움을 주었다. 예를 들어, 결정요인의 도출, 방법론의 검토, 그리고 주택가격 불확실성의 측정 등이 그것이다. 그럼에도 불구하고, 이들 연구들과 비교하여 본 연구가 가지는 차별성은 크게 3가지로 나눌 수 있다. 첫째, 기존 연구들은 대부분 미래 주택가격의 불확실성이 획지 단위의 개발을 유보하여 내대지로 되어 있는 기간이 길어지거나 재개발의 시행착수를 유보하는 연구들(Clapp et al., 2012; Cunningham, 2006; Titman, 1985; 김혜원·최막중, 2011)이라면, 본 연구는 재개발 추진이 결정된 이후의 소요기간에 주택가격의 불확실성이 영향을 미칠 수 있음을 실증하고자 한다는 점에서 차이가 있다.

둘째, 본 연구는 기존 연구와 달리 차지구별 주택가격의 불확

실성을 근집화하여 추정하는 대안적 모형들을 검토하여 이의 효과를 확인하고자 한다는 점에서 기존 연구와 차별성이 있다. 주택시장은 공급 측면에서의 지역 및 주택 유형 등에 따라 가격 탄력성에서의 차이가 있다. 이는 기존 연구들이 지역별로 또는 주택유형별로 주택가격의 불확실성이 주택재정비사업의 소요기간에 미치는 효과가 독립적이지 않음에도 불구하고 이를 고려하지 않았다는 한계가 있다.

셋째, 본 연구는 주택가격의 불확실성을 아파트 가격과 전체 주택가격의 변동성으로 측정하여 적용하고자 한다는 점에서 기존 연구들과 차이가 있다. 기존 연구들은 단일 유형의 부동산 가격 또는 전체 부동산 가격을 이용하여 주택가격 불확실성을 측정하였다. 예를 들어 김혜원·최막중(2011)은 아파트 매매가격, Clapp et al.(2012)과 Li et al.(2022)는 모든 주택 거래가격을, Holland(2000)과 Grovenstein et al.(2011)은 모든 부동산 가격을 단일 지표로 사용하였다. 이와 달리 본 연구는 아파트 위주의 주택재정비사업에 미치는 주택가격의 불확실성을 아파트와 전체 주택으로 각각 측정하여 그 차별적인 효과를 실증하고자 한다.

III. 자료와 방법론

1. 연구의 범위와 분석 지표

본 연구의 공간적 범위는 서울시이다. 서울은 주택공급의 중요한 수단이 재정비사업이며, 이러한 사업들의 장기화로 인하여 수요와 공급의 시기 불일치로 주택가격이 불안정한 도시 중의 하나이다. 본 연구는 서울의 재개발, 재건축, 그리고 도시환경정비 등의 주택재정비사업들을 대상으로 하고 있으며, 그 시간적 범위는 2003년 11월 1일부터 2022년 6월 30일까지이다. 이러한 시간적 범위에 해당하는 사업들은 총 598개 사업이다.

주택재정비사업의 관련 자료는 서울시청에서 제공하는 구역지정 후 정비사업 추진현황 자료를 활용하였다. 이들 자료에는 정비사업이 이루어지는 자치구, 면적, 사업방법, 기존 가구 수, 건립 가구 수, 임대 및 소형주택 가구 수, 그리고 구역지정과 추진위원회 설립, 준공 등의 일정에 대한 정보가 있다. 도시 및 주거환경정비법이 2002년 12월에 제정되고 그 시행령이 2003년은 7월 1일에 공포되었다. 이 법은 각각 개별법으로 규정되어 있던 재개발과 재건축사업, 그리고 주거환경개선사업을 보완한 일관성 있고 체계적인 단일·통합법이다(김상문, 2003). 본 연구는 이 제도의 정비 이전과 이후에서의 주택재정비사업의 소요기간에서의 차이가 있을 수 있으므로, 본 연구는 이 법 시행 이후의 사업들만을 대상으로 설정하였다. 그리고 본 연구의 분석대상 시점을 2003년 11월로 설정한 것은 해당 법령의 공포 이후 사업추진이 일정기간 소요될 여지를 가짐과 더불어 주택가격의 불확실성의 지표로 사

용하는 주택매매가격지수의 자료가 이 시점부터 제공되고 있기 때문이다. 2022년 6월 30일까지로 한정된 것은 본 연구를 시작하면서 가장 최근의 시기이기 때문이다.

주택재정비사업의 소요기간은 구역지정일과 추진위원회 설립일 중 보다 빠른 일정을 최초 시점으로 하고, 준공일을 종점으로 하여 소요기간(일)을 측정하였다. 또한, 이들 재정비사업 중에서 준공이 완료되지 않은 사업들은 2022년 6월 30일 기준으로 하여 기간을 측정하였다. 즉, 이들 사업의 소요기간은 우측 절단 분포 자료가 된다. <표 1>은 주택재정비사업들의 준공 여부와 그 소요기간에 대한 요약 통계량을 보여주고 있다. 총 598개 주택재정비사업 중에서 준공이 완료된 사업은 224개로 전체의 37.5%를 차지하고 있으며, 사업의 소요기간은 즉, 사업이 추진된 시점부터 평균 소요기간은 3908.8일(=10.7년)이다. 이 중에서 준공이 완료된 사업 중 아파트 지구로 지정된 재건축사업은 평균 13.4년, 공동주택 재건축사업은 8.82년, 단독주택 재건축사업은 11.0년, 재개발사업은 9.93년, 그리고 도시환경정비사업은 8.87년 소요된 것으로 나타났다. 김호철(1997)은 주택개량재개발 사업에서의 소요기간은 지구지정일로부터 사업준공까지 평균 11년, 신수임 외(2006)는 주택재개발사업의 소요기간이 1983년 합동재개발 방식이 도입되기 전에는 평균 17년 1개월이, 이후에는 약 7년 6개월이 소요됨을 보고하였다.

본 연구에서 서울시 자치구별 주택가격의 불확실성이 주택재정비사업의 소요기간에 미친 영향을 확인하기 위하여 투입된 통제변수들은 기존 연구들을 참고하여 설정하였다. 먼저 주택재정비사업의 평균 면적은 45.09 천㎡이며, 표준편차가 1712.5이다. 기존 연구들에서는 해당 재정비사업의 소요기간이 사업면적이 클수록 증가하였다(손동진·이현석, 2022; 신수임 외, 2006; 이도길 외, 2010; 이건원 외, 2018). 주택재정비사업의 유형별 이질적인 특징으로 인하여 사업의 소요기간의 차이가 발생할 수 있다. 본 연구는 재건축 유형에서는 아파트 지구지정 재건축, 공동주택 재건축, 단독주택 재건축으로 분류하였으며, 그리고 이외의 사업으로 재개발과 주거환경 정비사업으로 크게 나누었으며, 이들을 더미로 처리하여 모형에 투입하였다. 단독주택 재건축사업은 노후화된 단독·다가구·다세대·연립 주택 등을 철거하고 아파트로 재건축하는 정비사업이다. 기반시설이 열악한 지역이 많아 사실상 재개발사업과 큰 차이가 없고, 세입자 대책 부재로 주민갈등이 발생하는 등의 이유로 2014년 8월 해당 법률의 개정과 함께 폐지되었다. 그러나 이 사업은 분석 기간의 범위 내에 있고, 또한 이후 폐지되었더라도 진행 중인 사업이 있다는 측면에서 이를 재건축사업 유형의 하나로 분류하였다. 주택재정비사업 중에서 재개발사업(353개)이 전체의 59.0%를 차지하고 있고, 아파트 지구 재건축사업(22개)은 전체의 3.7%, 공동주택 재건축사업(92개)은 15.4%, 단독주택 재건축사업(73개)은 12.2%를 차지하고 있음을 알 수 있다.

Table 1. Summary statistics on the variables employed in the study

Variable		Description	N	Mean / Percent	Sd	Min	Max	
Dependent variable	Time	Project duration period (days)	598	3908.8	1712.5	236	6776	
	Event	0	Project completed=No	374	62.50%			
		1	Project completed=Yes	224	37.50%			
Project attributes	Area	Area designated (1,000m ²)	598	45.09	54.47	0.37	405.8	
	Project type	Reconstruction_ APT	Reconstruction project for apartment district (ref.)	22	3.70%			
		Reconstruction_ Gongdong	Reconstruction project for apartment type	92	15.40%			
		Reconstruction_ Single	Reconstruction project for single- and multi-family housing type	73	12.20%			
		Redevelopment	Redevelopment project	353	59%			
	Public housing	0	Renewal	Renewal project	58	9.70%		
			0	Including public or small-size housing=No (ref.)	190	31.80%		
		1	Including public or small-size housing=Yes	408	68.20%			
	No. households increased after project		Same or less (ref.)	151	25.30%			
			1.5 times Increase	141	23.60%			
		More than 1.5 times increase	182	30.40%				
		No information	124	20.70%				
Project beginning time attributes	Housing construction investment	Investment in housing construction (trillion won)	598	69.65	13.156	46.8	109.3	
	Key interest rate	Key interest ratio	598	3.07	1.212	0.5	5	
	APT sales index	Apartment sales price index (2017.11=100.0)	598	69.24	13.655	43.95	104.4	
District attributes (price uncertainty)	SD on APT sales price index	Standard deviation of apartment sales price index	598	13.18	1.015	11.31	16.61	
	SD on housing sales price index	Standard deviation of entire housing sales price index	598	18.86	1.609	15.54	21.61	
	SD on housing price variation	Standard deviation of housing price index	598	0.67	0.176	0.403	1.234	

본 연구는 또한 주택재정비사업에서 임대주택 또는 소형주택의 공급 여부를 통제변수로 투입하였다. 이용만(2005)은 임대주택 의무비율 규제가 재건축사업을 지연시키는 효과가 있음을 주장하였다. 반면에 강세진 외(2007)는 재개발사업에서 임대주택건설비율이 사업추진확률에 유의한 영향이 없음을 밝히고 있다. 또한, 본 연구에서는 주택재정비사업 이전의 가구 수에 비하여 이후 건립(예정)할 가구 수의 증가 여부를 통제요인으로 모형에 투입하였다. 손동진·이현석(2022)은 증가한 세대수가 많을수록 재개발과 재건축의 소요기간이 증가함을 밝히고 있다.

본 연구에서는 사업 이전과 비교하면 이후에 가구 수가 같거나 적을 경우를 준거로 하여 150% 이상 및 미만 세대수 증가, 그리고 이에 대한 정보가 없음을 더미로 하여 모형에 투입하였다. 세대수 증가에 대한 정보가 없는 경우는 재정비사업이 추진되고 있지만, 건립 세대수가 확정되지 않은 사업들 또는 상업 및 공업지역 등에서 비주거 건물들의 도시환경정비사업들은 기존 가구 수가

없는 사업 등이 이에 해당한다. 세대수 증가가 없거나 적은 사업은 25.3%(151개), 세대수가 150% 미만으로 증가한 사업은 23.6%(141개), 세대수가 150% 이상 증가한 사업은 30.4%(182개), 그리고 해당 정보가 없는 사업은 20.7%(124개)임을 <표 1>은 보여주고 있다.

본 연구에서는 주택재정비사업의 시점 당시의 거시경제 지표와 아파트 매매가격지수를 통제하고자 하였다. 이는 거시경제의 불확실성과 서울이라는 전체 지역 주택가격의 불확실성을 통제하기 위함이다. 손동진·이현석(2022)은 사업 시작 당시의 금리가 높을수록 사업 소요기간이 길다고 보고하였다. 이진원 외(2018)는 사업시행 시점의 금리가 낮을수록, 그리고 주택매매가격 지수가 높을수록 그 소요기간이 증가함을 보여주었다. 본 연구에서는 사업시행 시점의 주택건설투자액(조원), 기준금리, 아파트 매매가격 지수를 통제변수로 모형에 투입하였다.

2. 주택가격의 불확실성 지표

본 연구의 가장 중요한 관심 지표는 주택가격의 불확실성 지표이다. 이 지표를 어떻게 측정할지, 그리고 어떤 지표들이 주택을 포함한 주택시장의 불확실성을 더욱더 대표할 수 있는지에 대하여 논의가 필요하다. Kinnard(2003)는 시간, 입지, 정보, 목표의 네 가지의 위험이 부동산 시장의 불확실성을 유발한다고 하였다. 또한, Renigier-Bilozor et al.(2021)는 실질적, 전략적, 그리고 제도적 불확실성을 주택재정비 관점에서 고려하여야 한다고 하였다. 본 연구는 주택재정비사업 추진에서의 고려사항으로서 실질적 불확실성, 특히 시간과 입지의 위험성을 확인하고자 한다. 시간의 불확실성은 부동산 투자가 장기적인 관점의 결정요인이므로, 시간이 지남에 따른 시장 조건에서의 변화로 인한 투자된 자본 손실의 위험성을 말한다. 입지의 불확실성은 주택재정비사업이 고정된 입지로 인하여 부동산의 이용과 소득 생산성이 그 입지의 경쟁력 변화나 인접한 환경의 변화에 특히 민감한 위험성을 말한다. 이러한 점에서 시간과 입지, 즉 장기적인 관점과 주변 지역의 환경 변화로 인한 주택가격의 변동성을 주택시장의 가격 불확실성으로 측정하고자 한다.

그러나 이러한 주택가격의 시간과 입지의 불확실성을 측정하는 완벽한 지표는 없다(Cunningham, 2006). 시간의 불확실성은 분석의 목적에 따라 단기, 중기, 장기로 각각 측정할 수 있을 것이다. Sing(2001)은 개발옵션을 발휘할 시점에서의 기대이익은 현실화되지 않았기 때문에 최적 개발 시점을 모형에 투입하는 방법은 단기와 장기로 볼 수 있다고 주장한다. 주택가격의 불확실성 측정과 관련하여 Li et al.(2022)은 1995년부터 2015년까지 20년간, Clapp et al.(2012)은 1994년부터 2007년까지 14년간, 김혜원·최막중(2011)은 2000년부터 2008년까지 8년간, 그리고 Cunningham(2006)은 사업 시점 전후 6개월 또는 1년의 단기간에 대하여 불확실성을 측정하여 지표로 활용하였다. 본 연구는 주택가격의 불확실성이 주택재정비사업의 소요기간에 미치는 영향에 초점을 두고 있으므로, 단기적인 가격 불확실성보다는 장기적인 가격의 그것이 더욱 적합하다. 실제로 주택재정비사업의 소요기간이 평균 10.7년이며, 완료되지 않은 사업을 고려한다면 이 기간은 더욱 길어질 수 있을 것이다. Nguyen Thanh et al.(2020)에 따르면 주택시장의 불확실성은 전반적인 경제 불확실성보다 상당히 지속되는 경향이 있다. 이러한 점에서 본 연구는 장기적 관점에서의 주택가격 불확실성을 측정하고자 한다.

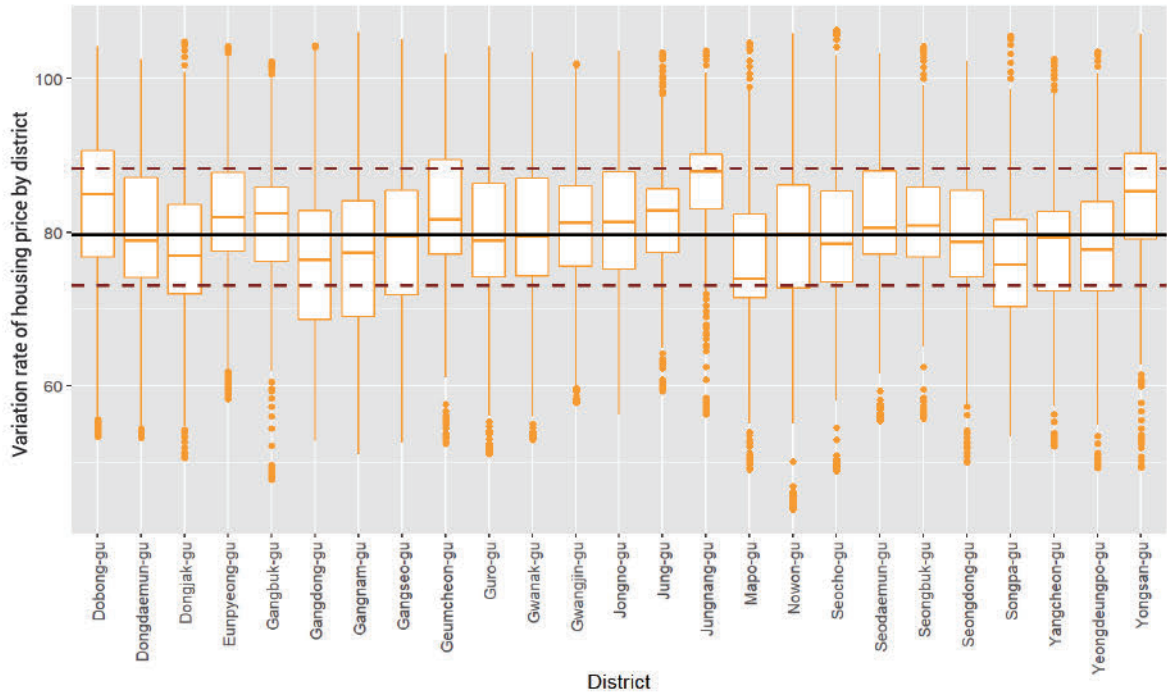
또한, 입지의 불확실성은 주택재정비사업의 주변 지역을 어떻게 설정할 것인가에 따라 달라질 수 있다. 이와 관련하여 유사 사례들에서는 마을(town)(Clapp et al., 2012), 학군(Cunningham, 2006), 지구(district)(Li et al., 2022) 또는 행정동(김혜원·최막중, 2011) 등의 수준에서 주택가격 변동성, 즉 불확실성을 측정하였다. 우리나라는 주택시장 안정화를 위한 규제와 정책

의 공간적 단위를 주로 시군구 단위로 설정하여 시행하여 왔다. 또한, 이우민 외(2019)는 주택정책에 따른 서울의 주택시장 반응을 자치구별로 실증하였다. 이러한 관점에서 자치구 수준의 불확실성을 본 연구에서는 측정하고자 한다.

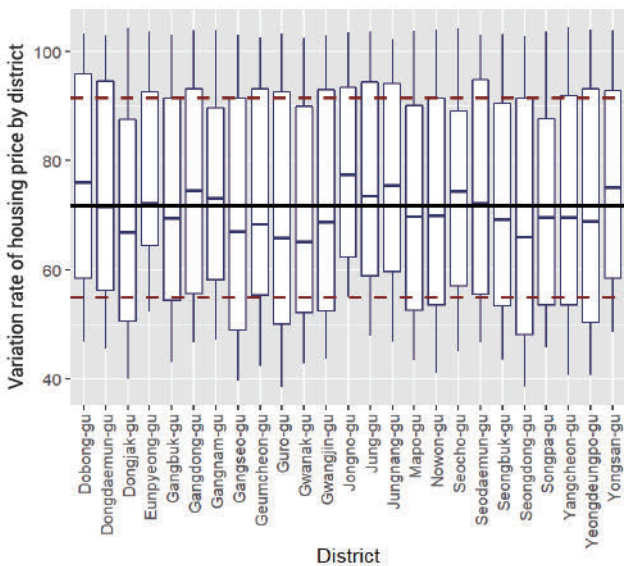
한편, 주택가격의 불확실성은 시기와 입지의 관점뿐만 아니라 이를 어떻게 측정할 것인가에 따라라도 달라질 것이다. 일반적으로 매매 또는 거래된 개별 자료를 특정한 공간 단위에 집계하여 추정할 수 있다. 예를 들어 김혜원·최막중(2011)은 서울시 행정동별 평당 아파트 매매가격의 월별 시계열 자료를 이용하여 일반 자기회귀 조건부 이분산성(Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity, GARCH) 모형을 활용하여 가격 변화율의 표준편차로 추정하여 적용하였다. 이와 유사하게 Cunningham(2006)과 Li et al.(2022)도 개별 매매가격 자료에 대하여 GARCH 모형을 활용하여 그 불확실성을 추정하였다. 서울시 자치구 단위에서도 이 모형을 활용하여 가격 불확실성을 측정할 수 있을 것이다. 그러나 우리나라는 아파트를 포함한 주택 가격 지수를 월별로 시군구별로 공표하고 있다. 그러므로 이의 측정에서는 모형을 통한 추정보다는 정부에서 공표하는 공식적인 지표를 활용하는 것이 더욱 바람직할 것이다.

그러므로 본 연구는 2003년부터 2022년까지의 약 20여 년의 장기적 관점의 자치구 수준에서의 주택가격 지수를 불확실성 지표로 활용하고자 한다. 본 연구에서는 분석 기간인 2003년 11월부터 2022년 6월까지의 20여 년간의 월별 자치구별 아파트 매매가격지수의 표준편차, 전체 주택 매매가격 지수의 표준편차, 그리고 주택가격 월별 변동률의 표준편차를 적용하였다. 아파트 매매가격 지수의 표준편차, 전체 주택 매매가격 지수의 표준편차, 그리고 주택가격 변동률의 표준편차는 13.18, 18.86, 0.67임을 <표 1>에 보여주고 있다.

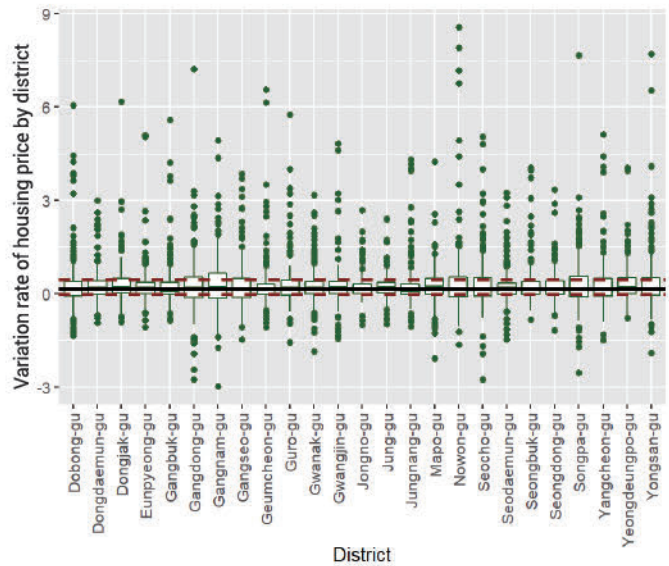
<그림 1>은 본 연구에서 채택한 세 개의 주택가격 불확실성 지표들, 즉 월별 아파트의 매매(a)와 전세(b)의 가격지수, 그리고 전체 주택가격의 변동률의 불확실성, 즉 변동성의 분포를 보여주는 상자 그래프(box plot)이다. 아파트 매매가격지수의 자치구 간 변동성은 전세가격지수의 그것에 비하여 그 변동 폭은 상대적으로 작지만 이상치들(outliers)이 더욱더 많이 분포하는 특징을 보인다. 반면에 주택가격의 변동률은 전반적으로 자치구 간 분포의 범위가 넓지 않지만 이상치들이 보다 많은 분포 패턴을 보여주고 있다. <그림 1(a)>에서 전체 아파트 매매가격지수의 25분위(아래 수평 점선)보다 낮은 분포를 보이는 자치구는 강동구, 강남구, 강서구, 마포구, 송파구 등이며, 75분위(위의 수평 점선)보다 높은 분포를 보이는 자치구는 도봉구, 금천구, 중랑구, 용산구 등이다. <그림 1(b)>의 전체 아파트 전세가격지수의 25분위(아래 수평 점선)보다 낮은 분포를 보이는 자치구는 동작구, 강서구, 구로구, 성동구, 영등포구 등이며, 75분위(위의 수평 점선)보다 높은 분포를 보이는 자치구는 도봉구, 동대문구, 서대문구 등이다. 주택가



(a) Apartment sales price index



(b) Apartment Junse price index



(c) Housing price variation rate

Figure 1. Distributions of monthly apartment sales and Junse price indices and housing price variation by district

Note: In the box plots by district, the middle line is the median, the lower line is the 25th percentile, the upper line is the 75th percentile, and the dots are outliers. The black horizontal line is the median value, the lower horizontal line is the 25th percentile, and the upper horizontal line is the 75th percentile, for the entire districts

격 월별 변동률(그림 1(c))은 전반적으로 전체 자치구들의 25분위와 75분위(수평 점선)를 모두 벗어나는, 즉 가격 변동 폭이 큰 자치구들이 있다. 이들은 강동구, 강남구, 노원구, 송파구 등이 이에 해당한다.

3. 방법론

본 연구에서 사용하는 자료는 주택재정비사업의 소요기간과

준공이라는 시간-이벤트(time-event)의 속성을 가지고 있다. 이와 같은 자료의 속성을 가지고 있을 때 사용할 수 있는 대안적 모형들은 기존 연구들에서 고찰한 바와 같이 시간 속성만을 고려하는 선형회귀모형, 이벤트의 발생 여부만 고려하는 이항로지스틱 모형, 그리고 시간과 이벤트의 모두를 고려하는 비례확률 생존모형(survival model)이다.

선형회귀모형은 주택재정비사업의 지속시간 또는 로그로 변환한 시간을 종속변수로 사용하지만, 중도절단에 대한 고려가 없다

는 한계가 있다. 이러한 모형은 준공이 완료된 서울시 주택재개발사업의 소요기간에 대한 영향요인(신수임 외, 2006)과 도시정비형 재개발사업에서의 소요기간의 영향요인(이재원 외, 2021)을 실증할 때 적용한 모형이다. 또 다른 대안적 모형은 이항로지스틱 모형이다. 이 모형은 특정 시점에서의 이벤트 발생 여부, 즉 실패, 성공 등이 발생한 경우를 1, 그러하지 않은 경우를 0으로 하여 종속변수를 사용한다. 그러나 이 모형은 이벤트 발생(생존) 여부만을 고려하고, 그 지속시간을 고려하지 않아 정보의 손실이 발생한다는 한계가 있다. 이들을 적용한 모형은 서울시 재개발사업의 구역지정 후 시행인가 여부의 영향요인(강세진 외, 2007)과 재개발과 재건축 등 사업의 추진 또는 해제에 대한 결정요인(김태선 외, 2015)의 연구들이 있다.

마지막으로 본 연구에서 채택하고자 하는 생존모형은 생존 여부와 그 지속의 시간을 함께 고려하는 모형이다. 본 연구에서는 각각의 사업 지속시간(시간)과 사업의 종결 여부(0과 1)로 하여 모형에 투입된다. 이 모형을 적용한 연구들은 주택가격 불확실성과 재개발 시점과의 관계(김혜원·최막중, 2011), 재개발사업의 시행의 결정요인(이건원 외, 2018; 이도길 외, 2010), 수도권 주택건설 착공 시기 결정요인(지규현 외, 2017), 가격 불확실성과 개발업자의 부동산 판매 시점과의 관계(Li et al., 2022)이 있다. 이건원 외(2018)는 선형회귀분석과 비교하여 생존모형이 더욱더 적합한 모형임을 밝히고 있다. 그리고 이 모형은 공변량에 따라 기저위험함수에 비례적으로 증가하는 개별위험함수를 모형화한 비모수적 모형이면서, 다양한 변수들을 모형에 포함할 수 있는 유연한 구조로 되어 있다는 장점이 있다(이도길 외, 2010).

생존모형에서는 전통적으로 위험함수(hazard function, $h(t, x)$)의 형태로 모형을 구성하며, 지속시간의 구간(t)에서 이벤트(사업의 준공)가 관측될 확률을 의미하며, 다음과 같은 수식으로 표현할 수 있다.

$$h(t, x) = (h_0(t)) \cdot \exp(\beta \cdot x \cdot u) \tag{1}$$

이때 위험함수($h(t, x)$)는 미지의 기저 위험함수($h_0(t)$), β 는 이 위험확률에 영향을 미치는 설명변수들(x)의 회귀계수, 그리고 오차(u)로 구성된다. 이를 로그 스케일로 변환하여 표현하면 식 (2)와 같다.

$$\ln(h[t, x]) = \ln(h_0[t]) + \beta \cdot x + u \tag{2}$$

시간-이벤트 또는 생존의 기간과 그 여부를 포함한 자료를 분석하는 생존모형은 생존시간의 독립성을 가정하고 있다. 그러나 특정 집단 또는 기간 등의 자료 속성과 결합할 때는 이러한 독립성 가정을 충족하지 못하여 군집 등의 상호 연관된 생존시간에는 적합하지 않게 된다(Chapfuwa et al., 2020; Niu et al., 2018). 이처럼 각 시간-이벤트 자료가 군집화되었을 경우의 대안적 모형

은 군집화된 한계 생존모형, 공유 프레일티 생존모형, 그리고 임의절편 생존모형을 적용할 수 있다. 즉, 다변량, 상관된, 또는 군집된 생존 시간-이벤트 자료(multivariate, correlated, or clustered survival time-to-event data)의 대안적 모형들은 각각의 위험 함수에 대한 공변량의 효과를 추정하는 비례위험 생존모형이다(Emura et al., 2020).

군집화된 한계 비례위험 모형(clustered marginal Cox proportional hazard model)에서는 명시적으로 포함하지 않지만, 표준오차에서의 강건성을 고려함으로써 회귀계수를 타당하게 추정하는 방법이다(Glidden and Vittinghoff, 2004). 식 (1)에서 오차(u)를 조정하여 강건한 오차로 추정하는 방식을 말한다. 김은경·이선하(2009)는 분류된 지역 또는 기간 내에 관측치 간 급내상관(intra-class)의 관계가 존재하는 경우, 표준오차의 추정에는 이분산과 급내상관의 관계를 고려한 군집화된 강건 표준오차를 사용함으로써 추정 계수의 통계적 유의성에 대한 신뢰도를 제고할 수 있다고 하였다.

공유 프레일티(shared frailty) 비례위험모형은 생존함수의 모형에 측정되지 않은 요인들을 대변하는 프레일티 항(frailty term, α_i)을 모형에 추가한 것이며, 이는 군집별 기저함수의 위험에 영향을 줌을 가정한 모형이다(Glidden and Vittinghoff, 2004). 이를 수식으로 표현하면 식 (3)과 같다.

$$h_{ij}(t, x) = \alpha_i h_0(t) \cdot \exp(\beta \cdot x_{ij}) \cdot u_{ij} \tag{3}$$

위의 식에서 i 계층, 여기서는 i 자치구에서의 급내상관의 관계는 위험함수의 클러스터별 효과 또는 공유 프레일티 항(α_i)으로 표현된다. 이 항(α_i)은 감마 또는 가우시안 분포 형태를 가정한 준모수적 모형이므로 이를 각각 가정하여 적용한 모형 결과를 비교하여 최종 모형을 선택할 수 있다. 임의절편 비례위험 모형(random intercept proportional hazard model)은 공유 프레일티 모형과 유사하지만, 특정 계층에 속하는, 여기서는 특정 자치구에 속하는 사업들이 군집화된 고정 효과 절편이 있는 경우로 적용할 수 있다. 이러한 모형은 다수준 또는 위계선형 비례위험모형과 유사하다. 본 연구에서는 이들 대안적 3개 모형을 모두 적용하고 그 결과를 비교하여 최종 모형을 선택하고, 그 결과를 해석하고자 한다.

IV. 분석결과와 해석

시간-이벤트 자료의 속성과 자치구별 급내상관의 관계를 고려하여 본 연구는 군집화된 한계모형(Model A), 가우시안과 감마 분포의 공통 프레일티 모형(Model B and C), 그리고 임의절편 모형(Model D)을 각각 적용하여 그 결과를 요약하면 <표 2>와 같다. 공통 프레일티 모형에서는 가우시안 분포를 고려한 모형과 감

Table 2. Analysis results on the duration period of housing regeneration projects

	Model A (Clustered marginal PH model)		Model B (Shared frailty PH model w/ Gaussian distribution)		Model C (Shared frailty PH model w/ Gamma distribution)		Model D (Random intercept PH model)		
	Coef.	Robust S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	
Project area	-0.005 ***	0.002	-0.005 ***	0.002	-0.005 ***	0.002	-0.005 ***	0.002	
Project type	Reconstruction_								
	Gongdong	1.080	0.660	1.095 *	0.621	1.094 *	0.620	1.085 *	0.618
	Reconstruction_Single	1.179 **	0.570	1.143 *	0.636	1.141 *	0.636	1.163 *	0.632
	Redevelopment	1.240 **	0.573	1.233 **	0.623	1.231 **	0.623	1.237 **	0.618
	Renewal	0.845	0.673	0.845	0.675	0.842	0.675	0.844	0.671
Including public housing (=Yes, ref.=No)	0.309	0.259	0.328	0.204	0.328	0.204	0.317	0.203	
No. households increased after project (ref.=Same or less)	1.5 times increase	-0.441 ***	0.138	-0.447 **	0.217	-0.447 **	0.217	-0.443 **	0.216
	More than 1.5 times increase	-0.008	0.165	-0.004	0.164	-0.006	0.164	-0.006	0.162
	No information	-0.471	0.371	-0.483	0.337	-0.484	0.337	-0.475	0.334
Project beginning time attributes	Housing construction investment	-0.005	0.018	-0.006	0.019	-0.006	0.019	-0.005	0.019
	Key interest rate	0.115	0.106	0.130	0.098	0.130	0.098	0.121	0.097
	APT sales index	-0.031 ***	0.010	-0.031 ***	0.010	-0.031 ***	0.010	-0.031 ***	0.010
District attributes (price uncertainty)	SD on APT sales price index	-0.168 **	0.072	-0.159	0.099	-0.158	0.098	-0.164 *	0.091
	SD on entire housing sales price index	-0.008	0.066	-0.012	0.091	-0.011	0.091	-0.009	0.084
	SD on housing price variation	0.444	0.658	0.409	0.679	0.390	0.679	0.425	0.638
Frailty term or random effects by district			Chisq=5.3182, p-value=0.2398		Chisq=5.2038, p-value=0.243		Std. Dev.=0.01, Variance=0.00997		
Model statistics	AIC	2527.464		2524.494		2524.625		2526.512	
	BIC	2578.639		2586.200		2586.158		2582.792	

Note: *p-value<0.1, **p-value<0.05, ***p-value<0.01; PH=proportional hazard, coef.=coefficient, S.E.=standard error

마 분포를 고려한 모형 등 2가지의 결과를 함께 제시하고 있다. 먼저 4개의 대안적 모형의 비교를 위하여 AIC(Akaike Information Criterion = $-2\log Likelihood + 2p$)와 BIC(Bayes Information Criterion = $-2\log Likelihood + \log(n)p$)를 사용하였다. 여기서 $-2\log Likelihood$ 는 모형 적합도를, p 는 모형의 추정된 매개변수의 개수를, n 은 변수의 수를 의미한다. 이들 모형 통계량이 보다 적은 값을 보일 때, 그 모형이 더욱 적합하다고 판단할 수 있다.

〈표 2〉에서 이들 통계량을 살펴보았을 때, 이들 값의 차이가 거의 없음을 알 수 있다. 그런데도 AIC를 적용하여 크기를 비교하면 가우시안 분포형태의 공통 프레이리티 모형(Model B)이 가장 적합하고, 반면에 BIC를 적용하면 잔차를 수정한 강건한 군집화된 한계모형(Model A)이 더 적합함을 보여준다. 이러한 결과 차이는 공통 프레이리티 모형에서는 프레이리티 항이 추가되었고, 임의

절편 모형에서는 군집의 상수항이 추가되어 상대적으로 독립변수의 개수가 군집화된 한계모형보다 한 개 더 많아서 나타나는 결과라 할 수 있다. 이러한 모형 통계량들로서는 최적의 모형을 특정 기준으로 선정하기가 쉽지 않다.

이처럼 이들 통계량의 결과가 서로 다를 경우에는 최종 모형의 선택은 신중할 필요가 있다. 일반적으로 AIC보다 BIC는 독립변수의 개수에 더욱더 패널티를 가중하는 통계량이다. 그러므로 변수의 개수가 다를 경우에는 AIC보다 BIC를 준거로 하는 경향이 있다. 그뿐만 아니라 Chakrabarti and Ghosh(2011)에 따르면, AIC가 미래를 예측하는 모형을 선택하는 데 더 적합할지라도, 더욱더 정확한 값을 추정하는 데에서는 BIC가 보다 더 바람직하다. 본 연구는 미래 예측을 위한 목적이 아니라 더욱더 정확한 현실을 추정하고 설명하는 것이 목적이다. 그러므로 본 연구는 BIC

통계량을 기반으로 하여 최종 모형을 선택하고자 한다. 결론적으로 본 연구에서는 BIC 통계량이 가장 적은 모형인 근집화된 비례 확률 모형(모형 A)을 최적 모형으로 선택하였다.

이 최적 모형 결정요인들의 회귀계수에 대한 분석결과를 해석하는 데 있어 먼저 주의를 환기할 필요가 있다. 왜냐하면, 비례위험 생존모형이 생존모형에서 출발하였기 때문에 원래는 생존 기간과 죽음(= 1)에 대한 추정이지만, 본 연구는 소요기간과 사업의 준공(= 1), 즉 성공확률이므로 회귀계수들의 방향성이 긍정(양수)이면 사업의 소요기간이 짧아지고, 반면에 방향성이 부정(음수)이면 사업의 소요기간이 길어진다고 해석하여야 한다. 이를 고려하여 주택재정비사업의 소요기간에 미치는 영향을 통제하기 위하여 투입된 결정요인들의 분석결과를 살펴보고자 한다.

먼저 주택재정비사업의 면적은 주택재정비사업의 소요기간에 음의 영향을 미치고 있으며, 통계적으로 유의하다. 이는 주택재정비사업의 면적이 클수록 주택재정비사업의 소요기간이 길어짐을 의미한다. 사업의 면적이 클수록 그 소요기간이 길어짐(신수임 외, 2006; 손동진·이현석, 2022) 또는 추진확률이 낮아짐(이건원 외, 2018)을 보고하는 결과와 유사하다. 이에 기반을 둔다면 서울시가 최근에 추진하고 있는 소규모 재건축사업과 역세권과 준공업지역에서의 소규모 재개발사업의 제도정비는 사업 기간을 단축하는 해법으로 작용할 수 있을 듯하다.

두 번째 통제변수는 주택재정비사업의 유형이 해당 사업의 소요기간에 미치는 영향에 대한 것이다. <표 2>는 아파트 지구지정의 재건축사업을 준거로 하여 다른 사업유형들의 상대적 사업 소요기간의 차이가 통계적으로 유의한지를 보여주고 있다. 최종 모형의 결과(<표 2>의 모형 A)에 따르면, 단독주택 재건축사업과 재개발사업은 통계적으로 유의함을 알 수 있다. 반면에 도시환경정비사업과 공동주택 재건축사업은 통계적으로 모두 유의하지 않는다. 결과적으로 아파트 지구지정의 재건축사업은 단독주택 재정비사업과 재개발사업과 비교하면 그 사업의 소요기간이 짧지만, 이외의 재정비사업의 유형들과는 통계적으로 유의한 차이가 없음을 시사한다.

세 번째 통제변수는 임대주택 또는 소형주택의 물량이 있는 주택재정비사업과 그러하지 않은 사업과의 소요기간에서 차이가 있는지를 확인하는 것이다. <표 2>의 모형 A의 결과에서 보는 바와 같이 임대주택 또는 소형주택의 건설물량이 있는 재정비사업과 그러하지 않은 사업과의 소요기간의 차이는 모든 모형에서 통계적 유의성 없음을 보여주고 있다. 이 결과는 재건축 대상 사업지에서의 임대주택 의무건설 규제는 건설비용의 증가와 자산가치의 하락으로 인하여 재건축 시기를 지연시킬 수 있다는 연구(이용만, 2005)의 결과와 차이가 있다. 반면에 임대주택건립비용은 주택재개발 사업의 추진확률과 무관함을 밝히고 있는 강세진 외(2007)의 결론을 지지하여 준다. 이는 최근 주택재정비사업에서의 소형주택의 (추가) 공급이 개발이익환수 수단으로뿐만 아니

라 실현 용적률의 상향을 위한 전략으로 사업 주체들이 자발적으로 추진하고 있어서, 이 결정요인의 통계적 유의성이 없게 나타날 수 있음을 시사한다.

네 번째 통제변수는 주택재정비사업 이전의 가구 수와 비교하여 새로이 공급되는 주택의 가구 수의 정도가 그 사업의 소요기간에 미치는 영향에 대한 것이다. 모형 A의 분석결과를 사업 이전의 가구 수보다 공급 가구 수가 100~150%로 증가하게 되면 통계적으로 유의하게 그 사업의 소요기간이 길어짐을 보여주고 있다. 반면에 150% 이상의 가구 수의 증가와 해당 정보가 없음은 기존 가구 수가 같거나 적은 사업과 소요기간에서의 차이가 통계적으로 유의하지 않음을 보여준다. 이는 적당한 수준의 가구 수의 증가는 오히려 사업의 소요기간을 장기화하는 요인으로 작동하는 비선형성의 관계를 보여준다. 이러한 사업의 특징은 재정비사업에서 적정 평형대를 유지하면서 적정한 일반 분양 물량을 확보하여 사업의 분담비용을 줄이고자 할 때 사업이 더욱 장기화할 수 있음을 시사한다. 이는 과도한 세대수의 증가, 즉 사업성을 극대화하기 위한 사업보다는 적절한 이윤을 담보로 한 사업의 추진이 이루어지면 더욱더 사업 소요기간을 짧게 하여 사업성을 담보할 수 있다는 것을 의미한다.

지금까지의 통제변수들은 주택재정비사업들의 특성에 대한 것이었고, 사업시행 당시의 주택건설투자액, 기준금리, 그리고 아파트 매매가격 지수는 거시경제 지표에 해당하는 통제변수들이다. 이들에 대한 분석결과는 모든 모형에서 주택건설 투자액과 기준금리는 통계적 유의성이 없는 반면에 아파트 매매가격 지수는 통계적으로 유의하면서, 그 계수의 방향은 음수를 띠고 있다. 이는 주택재정비사업의 시행 당시의 주택매매가격이 높을수록 그 사업의 소요기간이 늘어남을 의미한다. 즉, 사업 착수 당시의 주택 매매가격 지수가 한 단위 높을수록 약 26.7%의 사업 기간이 길어짐을 의미한다. 이는 이진원 외(2018)의 분석결과와 유사하다. 이들은 기존의 주택을 재정비하여 매매하려는 의도를 갖는 사람이 많을수록 재개발사업의 진행 속도는 빨라지게 된다고 그 결과를 해석하고 있다.

본 연구의 가장 큰 관심 지표들은 장기간의 공간적 하위 주택시장의 가격 불확실성을 나타내는 지표들이다. 구체적으로 본 연구에서는 2003년부터 2022년까지의 서울시 자치구별 아파트 매매가격지수의 월별 표준편차, 전체 주택의 매매가격지수의 월별 표준편차, 그리고 주택가격 변동률의 월별 표준편차를 모형에 투입하였다. 이들 세 지표 중 후자의 두 지표는 모형 A에서 통계적으로 유의하지 않았다. 반면에 서울시 자치구별 아파트 매매가격지수의 월별 표준편차는 최종 모형에서 통계적으로 유의하며, 음의 값을 가지고 있음을 보여주고 있다. 이는 자치구별 장기간의 아파트 매매가격의 불확실성은 주택재정비사업의 소요기간을 장기화하는 효과가 있음을 보여준다. 반면에 전세가격지수와 주택가격의 변동률은 통계적으로 유의하지 않음을 보여주고 있다.

이러한 결과는 서울시 행정동별 주택가격 변동성의 불확실성이 커지면 실물옵션의 가치가 증가하게 되어 뉴타운 사업의 시점을 늦추게 되는 효과가 있음을 밝히는 김혜원·최막중(2011)의 결과와 유사하다. 반면에 본 연구에서 도입한 전체 주택의 매매가격과 가격 변동률의 지표는 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과를 종합하면 주택재정비사업이 대부분 아파트 위주로 공급되기 때문에 다른 주택 유형보다는 아파트 매매가격의 불확실성이 사업 소요기간을 장기화하는 요인으로 작동함을 본 연구결과는 보여주고 있다. 이는 아파트가 사업추진과정과 건설 기간이 길고 공급 규모가 크기 때문에 다른 주택 유형과 비교하면 주택가격이 더욱더 비탄력적인 특성(지규현 외, 2017)이 있기 때문으로 해석될 수 있다.

V. 토의 및 결론

본 연구는 서울시 자치구별 공간적인 하위 시장에서의 주택유형별 매매가격의 불확실성이 주택재정비사업의 소요기간에 미치는 영향을 파악하기 위하여 군집화된 한계 비례위험 모형, 공통 프레이미티 비례위험 모형, 그리고 임의절편 비례위험 모형을 적용하여 실증하였다. 본 연구는 주택재정비사업이 평균 10년 이상이 소요되고 있다는 점을 고려하여 이 불확실성의 측정 기간을 2003년부터 2022년까지 약 20년간의 주택 및 아파트 매매가격의 변동성 지표들을 활용하였다. 본 연구의 분석결과는 모든 주택 유형이 아닌 아파트 주택가격의 불확실성이 주택재정비사업의 장기화에 유의한 영향을 미치고 있음을 확인하였다. 특히, 아파트 매매가격의 불확실성, 즉 아파트 매매가격 지수의 표준편차 한 단위 증가는 $15.45\% (= 1 - \exp(-0.167878))$ 의 위험비율(Hazard Ratio, HR)의 증가, 즉 사업 소요기간 지연과 밀접한 연관성이 있음을 확인하였다.

주택가격의 불확실성은 실물옵션의 이론에 기초하여 내대지의 개발 유보, 주택 재개발사업의 착수 시기 지연 등을 유발함을 기존 연구들은 밝히고 있다. 부동산에 실물옵션 기반이론을 최초로 적용한 Titman(1985)은 주택가격의 불확실성이 증가함에 따라 내대지의 소유자들은 더욱 가치 있는 실물옵션을 기대하여 개발의 시기를 지연시킬 가능성이 있음을 보여주었으며, 주택가격과 관련된 다른 상황(예를 들어 주택철거와 재개발 등)에서도 적용이 될 수 있음을 주장하였다. 이러한 Titman(1985)의 주장을 토대로 하여 김혜원·최막중(2011)은 2000년부터 2008년까지의 서울시 행정동별 평당 아파트 매매가격의 추정 변동률의 표준편차를 활용하여 가격 불확실성이 커질수록 뉴타운 사업지구 내에서의 재개발이 이루어질 확률이 감소함을 실증하였다. 본 연구는 이들 연구와 달리 주택재정비사업이 착수되었음에도 그 소요기간이 그 해당 자치구의 모든 주택가격이 아니라 공급되는 주택 유형인 아파트의 매매가격 불확실성에 의하여 장기화함을 밝히고

있다는 데 그 의의가 있다. 특히, 본 연구는 자산시장의 특성으로부터 유발되는 시간(time)과 입지(location)의 주택가격 불확실성이 주택재정비사업을 장기화하는 효과가 있음을 확인하였다.

서울은 이미 기성 시가지화된 도시이므로 개발 가능지가 절대적으로 부족하며, 새로운 주택공급은 노후화된 주거환경의 재정비를 통하여 이루어질 수밖에 없다. 즉, 주택재정비사업은 신개발이 가능하지 않은 서울에서 토지이용의 효율성을 높이고 주택공급을 촉진할 수 있는 유일한 수단이다(최막중, 2005). 그러나 주택시장은 공급 측면에서 지역별로 주택유형별로 가격 탄력성에서의 차이가 있으며, 특히 아파트의 공급은 다른 주택 유형보다 사업추진과정이 더욱 복잡하고, 건설 기간이 더욱 길고, 다양한 이해관계자들의 갈등 요소가 더욱 크기 때문에 사업이 장기화할 수밖에 없는 구조로 작동하게 된다.

그리고 자치구 수준의 주택 하위시장의 불확실성은 다양한 주택재정비 사업들에 의하여 영향을 받는 내생적 관계가 있을 수 있음을 고려할 필요가 있다. 본 연구의 자료에서 자치구별 주택재정비사업의 평균 개수는 23.92개이다. 그러므로 이들 개별 사업들로 인하여 주택의 멸실과 공급이 시차를 두고 이루어지면서 주변 지역의 주택가격의 불확실성이 증가하였을 수 있다. 이는 서울에서의 주택 재건축사업이 사업 추진단계부터 완료 이후까지 주변 지역의 주택가격 증가를 유발함을 밝힌 연구들(김지나 외, 2020; 오동훈·이민석, 2004)로부터 알 수 있다. 여기서 공간적 하위시장의 주택가격 불확실성과 주택재정비사업의 소요기간이 인과관계인지는 추가적인 연구가 필요하지만, 주택가격의 불확실성이 주택재정비사업에 영향을 주지만, 그 반대의 관계도 가능할 수 있음을 시사한다. 이러한 관점에서 이들 사업으로 인한 공간적 하위시장의 주택가격 불확실성 영향을 제어하려는 노력이 필요하다. 최근 서울시는 소규모 재건축·재개발 사업의 추진과 신속통합기획제도의 도입 등을 통하여 장기화하고 있는 주택재정비 사업들을 원활하게 추진하고자 시도하고 있다. 이러한 노력은 주택재정비 사업들로 인한 주택가격 불확실성을 제어할 수 있는 정책들이라고 할 수 있다.

그러나 이러한 노력만으로는 한계가 있을 수 있다. 왜냐하면, 사업의 규모나 정부 정책 등의 요인들 이외에 다른 요인들에 의한 주택가격의 불확실성도 주택재정비 사업의 기간을 장기화하는 요인이기 때문이다. 그러므로 지방정부뿐만 아니라 중앙정부도 주택시장의 장기적인 안정화를 위한 노력이 필요하다. 최문규·성현곤(2022)은 특정 지역 또는 특정 주택의 가격에 대한 담보대출 규제 등 단기적인 대중적 대책보다는 중장기적인 정책을 통하여 주택가격의 안정화를 도모하여야 함을 주장하였다. 즉, 단기적 대책 위주의 주택시장 안정화는 주택가격의 결정이 불확실한 정보로부터의 발생하는 위험과 주택에 대한 사용자와 소유주 사이의 투자와 이용의 목적에서의 불일치로 발생하는 위험의 가격 불확실성(Kinnard, 2003)을 초래할 수 있다. 그러므로 단기적 부양

과 규제의 되풀이되는 일관성 없는 정부 대책은 시장 참여자들의 혼란과 대책의 불신을 증대시켜 가격 불확실성을 초래하므로 일관성 있는 체계적인 중장기적 정책 마련이 시급하다(조준혁, 2011; 최영걸 외, 2004).

그러나 일관된 중장기적인 정책으로도 경기변동과 이자율 변동 등 자본시장에 의해 유발되는 주택가격의 불확실성을 충분히 제어할 수 없을 것이다. 그러므로 예상하지 못하는 외부 충격으로 인한 주택가격의 불확실성에 대응하는 정책 마련도 필요하다. 예를 들어, 박정민·최막중(2009)은 주택가격의 지수 연동금리 모기지를 도입하면 금리 충격으로 인한 주택시장에서의 경기변동의 안정성을 유지하고, 소득수준별 형평성을 보장하고, 그리고 지역별 주택시장의 안정화에도 이바지할 수 있음을 증명하였다. 이러한 점에서 정부는 주택가격의 지역별·소득수준별 불확실성의 제어나 이로 인한 자산시장의 바람직하지 않은 충격을 완화할 수 있는 중장기적인 정책을 수립할 필요가 있다.

본 연구가 서울시 자치구별 하위시장의 가격 불확실성이 주택 재정비사업의 소요기간에 미친 영향을 실증하고 있다는 데 의의가 있지만, 향후 연구에서 극복하여야 할 한계들도 존재한다. 첫째, 본 연구는 주택공급과 금리의 거시경제 관점에서 그 영향을 통제하였다 하더라도 주택시장의 거시적 변동성을 충분히 다루지 못하였다는 한계가 있다. 둘째, 본 연구가 20년 동안의 장기적 관점에서 월별 가격 불확실성을 측정하여 분석하였지만, 그 기간의 적정성에 대해 검증하지 않았다는 한계가 있다. 셋째, 본 연구는 사업 단위의 시점과 그 인접 지역의 미시적인 공간 단위의 주택가격 불확실성에도 작동할 수 있음을 확인하지 못하였다는 한계가 있다. 그리고 마지막으로 주택재정비사업의 추진과 주택가격의 불확실성과의 인과성을 진단하는 추가 연구가 필요하다. 이와 같은 한계들에도 불구하고 본 연구가 주택가격의 안정화를 목표로 다양하게 추진되는 정책 또는 시책들의 필요성에 대한 논리적 근거를 제공한다는 점에서 연구의 의의가 있다.

인용문헌
References

1. 강세진·김창석·남진, 2007. “개별행태적·시계열적 모형에 의한 주택재개발사업 추진의 영향요인 분석”, 「국토계획」, 42(3): 107-129.
Kang, S.J., Kim, C.S., and Nam, J., 2007. “Promoting Factors on Housing Redevelopment Project”, *Journal of Korea Planning Association*, 42(3): 107-129.

2. 김상문, 2003. “도시 및 주거환경정비법 제정배경 및 시행방안”, 「국토」, 258: 99-103.
Kim, S.M., 2003. “Urban and Residential Environment Maintenance Act Enactment Background and Implementation

Plan”, *Planning and Policy*, 258: 99-103.

3. 김은경·이선화, 2009. “수도권 규제개혁의 경제적 파급효과 분석과 정책적 시사점”, 「한국경제연구」, 24: 235-266.
Kim, E.K. and Lee, S.H., 2009. “A Study on the Economic Effects of Regulatory Reform in the Capital Region of Korea and Policy Implications”, *Journal of Korean Economy Studies*, 24: 235-266.

4. 김지나·한광호·조원진·노승환, 2020. “재건축사업 진행단계가 서울시 재건축 아파트 가격에 미치는 영향 분석”, 「부동산·도시연구」, 13(1): 85-104.
Kim, J.N., Han, G.H., Cho, W.J., and Noh, S.H., 2020. “Reconstruction Project Phases and Housing Price in Seoul”, *Review of Real Estate and Urban Studies*, 13(1): 85-104.

5. 김태선·남진·이도길, 2015. “서울시 주택재개발·주택재건축사업 추진결정에 영향을 미치는 요인분석 - 주택재개발·주택재건축사업 실태조사 자료를 중심으로 -”, 「국토계획」, 50(5): 169-185.
Kim, T.S., Nam, J., and Lee, D.G., 2015. “Analysis of Factors affecting the Decision-making on the Promotion of Housing Redevelopment and Housing Reconstruction Project”, *Journal of Korea Planning Association*, 50(5): 169-185.

6. 김혜원·최막중, 2011. “주택가격 변동성이 옵션가치와 재개발 시점에 미치는 영향”, 「국토계획」, 46(3): 133-141.
Kim, H.W. and Choi, M.J., 2011. “The Effects of Housing Price Volatility on Option Value and Timing of Residential Redevelopment”, *Journal of Korea Planning Association*, 46(3): 133-141.

7. 김호철, 1997. “주택개량재개발 사업에서의 사업소요기간에 영향을 미치는 요인 분석”, 「도시행정학보」, 10: 45-62.
Kim, H.C., 1997. “The Analysis of Factors Affecting a Period of Completion in Housing Renewal Projects”, *Journal of the Korean Urban Management Association*, 10: 45-62.

8. 박정민·최막중, 2009. “주택가격지수 연동금리 모기지의 도입효과 분석 - 대출금리 안정화와 차입자 효용변화를 중심으로”, 「국토계획」, 44(2): 133-143.
Park, J.M. and Choi, M.J., 2009. “The Effects of House Price Index-Linked Mortgage on Interest Rate Fluctuations and Borrower's Utilities in Seoul Housing Submarkets”, *Journal of Korea Planning Association*, 44(2): 133-143.

9. 손동진·이현석, 2022. “재개발과 재건축의 소요기간에 대한 영향요인 비교분석”, 「부동산·도시연구」, 14(2): 25-46.
Son, D.J. and Lee, H.S., 2022. “A Comparison Analysis on Impact Factors for Business Period between Redevelopment and Reconstruction Project”, *Review of Real Estate and Urban Studies*, 14(2): 25-46.

10. 신수임·최유미·남진, 2006. “서울시 주택재개발사업의 사업소요기간에 영향을 미치는 요인분석”, 대한국토도시계획학회 정기학술대회, 원주: 상지대학교, 663-672.
Shin, S., Choi, Y., and Nam, J., 2006. “Analysis on the Factors Affecting a Period of Completion in Housing Redevelopment Project in Seoul”, Paper presented at the Regular Academic Conference of Korea Land and Urban Planning Association, Wonju: Sangji University, 663-672.

11. 오동훈·이민석, 2004. “주택재건축사업의 진행단계별 가격상승

- 규모 추정에 관한 실증연구”, 『국토계획』, 39(6): 143-155.
- Oh, D.H. and Lee, M.S., 2004. “An Empirical Study on the Estimation of Price Rising Scale through the Reconstruction Project Phases”, *Journal of Korea Planning Association*, 39(6): 143-155.
12. 이근원·민병하·김세용, 2018. “재개발사업 시행에 미치는 영향 요인 분석: 생존분석의 모수분포를 가정한 분석모형을 중심으로”, 『국토지리학회지』, 52(1): 1-10.
 - Lee, G., Min, B., and Kim, S., 2018. “Analysis of Influences on the Implementation Period of Housing Redevelopment Projects: Focusing on a Survival Analysis Model Assuming a Parametric Distribution”, *The Geographical Journal of Korea*, 52(1): 1-10.
 13. 이도길·김창석·남진, 2010. “재개발사업기간에 영향을 미치는 요인에 관한 연구”, 『도시행정학보』, 23(3): 239-254.
 - Lee, D.G., Kim, C.S., and Nam, J., 2010. “A Study on Determinants of Redevelopment Duration”, *Journal of the Korean Urban Management Association*, 23(3): 239-254.
 14. 이용만, 2005. “재건축 개발이익 환수제도가 재건축 시기와 가격에 미치는 영향”, 『주택연구』, 13(1): 81-101.
 - Lee, Y.M., 2005. “Regulation on Housing Reconstruction, Reconstructing Timing, and Reconstructing Housing Price”, *Housing Studies Review*, 13(1): 81-101.
 15. 이우민·김경민·김진석, 2019. “주택정책에 따른 서울 자치구별 주택시장 반응에 대한 연구”, 『한국경제지리학회지』, 22(4): 555-575.
 - Lee, W., Kim, K.M., and Kim, J., 2019. “A Study on the Housing Market of Seoul Districts in Responses to Housing Policies”, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, 22(4): 555-575.
 16. 이재원·배상영·정보선·이상엽, 2021. “도시정비형 재개발사업 소요기간의 영향요인: 사업구역과 경제적 및 입지적 특성을 바탕으로”, 『한국건설관리학회 논문집』, 22(3): 61-68.
 - Lee, J.W., Bae, S.Y., Jeong, B.S., and Lee, S.Y., 2021. “A Study on the Factors Affecting the Duration of Urban Redevelopment Projects: Based on the Project Area, Economic and Locational Characteristics”, *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, 22(3): 61-68.
 17. 이훈·이동성·남형권, 2021. “주택하부시장에 따른 경사도의 차별적 영향”, 『국토계획』, 56(7): 157-180.
 - Lee, H., Lee, D.S., and Nam, H.K., 2021. “Differential Effects of the Slope According to Housing Submarkets”, *Journal of Korea Planning Association*, 56(7): 157-180.
 18. 조준혁, 2011. “주택가격의 불확실성에 대한 인식이 전세가격에 미치는 영향”, 『국토계획』, 46(5): 179-192.
 - Jo, J.H., 2011. “The Effect of Psychological Cognition in Housing Price Uncertainty on a Deposit Lease Price”, *Journal of Korea Planning Association*, 46(5): 179-192.
 19. 조준혁·노승철·김예지, 2010. “심리요인이 주택가격 변동에 미치는 영향”, 『국토계획』, 45(6): 45-58.
 - Jo, J.H., Noh, S.C., and Kim, Y.J., 2010. “Effect of Psychological Factor for Volatility of a Housing Price”, *Journal of Korea Planning Association*, 45(6): 45-58.
 20. 지규현·최성호·주현태·이창무, 2017. “수도권 주택건설 착공시
 - 기에 대한 생존분석”, 『주택연구』, 25(3): 117-132.
 - Ji, K.H., Choi, S.H., Joo, H.T., and Lee, C.M., 2017. “An Survival Analysis of Factors Affecting Housing Construction Starting Time in the Capital Metropolitan Area of Korea”, *Housing Studies Review*, 25(3): 117-132.
 21. 최막중, 1995. “주택정책 및 공간정책의 도시개발 패러다임에 의한 신개발과 재개발의 평가와 대안”, 『주택연구』, 3(2): 29-53.
 - Choi, M.J., 1995. “Housing Vs. Spatial Policy Paradigms for Urban Development in Korea: An Evaluation and Alternative or New and Redevelopment”, *Housing Studies Review*, 3(2): 29-53.
 22. 최막중, 2005. “재건축 규제의 허와 실”, 대한국토도시계획학회 세미나, 주택시장 안정을 위한 정책토론, 29.
 - Choi, M.J., 2005. “The Illusion and Truth of Reconstruction Regulations”, Korea Land and Urban Planning Association Seminar, Policy Discussion for Housing Market Stabilization, 29.
 23. 최문규·성현곤, 2022. “서울시 고가주택에 대한 담보대출 규제가 주택가격 및 거래량 변화에 미치는 영향”, 『국토계획』, 57(5): 174-187.
 - Choi, M.G. and Sung, H., 2022. “Impacts of Mortgage Loan Regulation for High-Price Housing on Changes in Its Price and Trading Volume”, *Journal of Korea Planning Association*, 57(5): 174-187.
 24. 최영걸·이창무·최막중, 2004. “서울시 주택시장에서 작동되는 가격기대심리에 관한 실증연구: 적응적기대와 합리적기대를 중심으로”, 『국토계획』, 39(2): 131-141.
 - Choi, Y.G., Lee, C.M., and Choi, M.G., 2004. “Relationship between the Present Price and Expectations on Future Capital Gains in the Housing Market: Adaptive Expectation and Rational Expectation Hypotheses”, *Journal of Korea Planning Association*, 39(2): 131-141.
 25. Chakrabarti, A. and Ghosh, J.K., 2011. “AIC, BIC and Recent Advances in Model Selection”, *Philosophy of Statistics*, 7: 583-605.
 26. Chapfuwa, P., Li, C., Mehta, N., Carin, L., and Henao, R., 2020. “Survival Cluster Analysis”, Paper presented at ACM Conference on Health, Inference, and Learning, Canada: Toronto Ontario, 60-68.
 27. Clapp, J.M., Bardos, K.S., and Wong, S.K., 2012. “Empirical Estimation of the Option Premium for Residential Redevelopment”, *Regional Science and Urban Economics*, 42(1-2): 240-256.
 28. Cunningham, C.R., 2006. “House Price Uncertainty, Timing of Development, and Vacant Land Prices: Evidence for Real Options in Seattle”, *Journal of Urban Economics*, 59(1): 1-31.
 29. Emura, T., Shih, J.H., Ha, I.D., and Wilke, R.A., 2020. “Comparison of the Marginal Hazard Model and the Sub-distribution Hazard Model for Competing Risks under an Assumed Copula”, *Statistical Methods in Medical Research*, 29(8): 2307-2327.
 30. Glidden, D.V. and Vittinghoff, E., 2004. “Modelling Clustered Survival Data from Multicentre Clinical Trials”, *Statistics in Medicine*, 23(3): 369-388.
 31. Grovenstein, R.A., Kau, J.B., and Munneke, H.J., 2011. “Development Value: A Real Options Approach using Empirical

- Data”, *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 43(3): 321-335.
32. Holland, A.S., Ott, S.H., and Riddiough, T.J., 2000. “The Role of Uncertainty in Investment: An Examination of Competing Investment Models using Commercial Real Estate Data”, *Real Estate Economics*, 28(1): 33-64.
33. Kinnard, W.N., 2003. “Reducing Uncertainty in Real Estate Decisions”, in *Essays in Honor of William N. Kinnard, Jr.* 169-180. Boston, MA: Springer.
34. Lee, C., 2021. “Predicting Land Prices and Measuring Uncertainty by Combining Supervised and Unsupervised Learning”, *International Journal of Strategic Property Management*, 25(2): 169-178.
35. Li, L., Bao, H.X., and Chau, K.W., 2022. “On the Strategic Timing of Sales by Real Estate Developers: To Wait or To Pre-sell?”, *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 1-28.
36. Nguyen Thanh, B., Strobel, J., and Lee, G., 2020. “A New Measure of Real Estate Uncertainty Shocks”, *Real Estate Economics*, 48(3): 744-771.
37. Niu, Y., Wang, X., and Peng, Y., 2018. “geecure: An R-package for Marginal Proportional Hazards Mixture Cure Models”, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 161: 115-124.
38. Renigier-Biłozor, M., Chmielewska, A., Walacik, M., Janowski, A., and Lepkova, N., 2021. “Genetic Algorithm Application for Real Estate Market Analysis in the Uncertainty Conditions”, *Journal of Housing and the Built Environment*, 36(4): 1629-1670.
39. Schatzki, T., 2003. “Options, Uncertainty and Sunk Costs: An Empirical Analysis of Land Use Change”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 46(1): 86-105.
40. Sing, T.F., 2001. “Optimal Timing of a Real Estate Development under Uncertainty”, *Journal of Property Investment and Finance*, 19(1): 35-52.
41. Titman, S., 1985. “Urban Land Prices under Uncertainty”, *The American Economic Review*, 75(3): 505-514.

Date Received 2022-10-11
 Reviewed(1st) 2022-11-25
 Date Revised 2023-01-05
 Reviewed(2nd) 2023-01-23
 Date Accepted 2023-01-23
 Final Received 2023-02-02