

전성제

조만석

최진도

최 진

오민준

신휴석



행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구(Ⅰ)

A Study on Building Agent-
Based Model for Real Estate
Market Simulation(Ⅰ)



기본 24-36

행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구(Ⅰ)

A Study on Building Agent-Based Model for Real Estate Market Simulation(I)

전성제, 조만석, 최진도, 최진, 오민준, 신휴석

■ 저자

전성제, 조만석, 최진도, 최진, 오민준, 신희석

■ 연구진

전성제 국토연구원 연구위원(연구책임)

조만석 국토연구원 연구위원

최진도 국토연구원 전문연구원

최진 국토연구원 전문연구원

오민준 국토연구원 부연구위원

신희석 국토연구원 부연구위원

■ 외부연구진

안유순 前서울대학교 국토문제연구소 선임연구원

권희서 University of Liverpool 조교수

■ 연구심의위원

김명수 국토연구원 부원장

박천규 국토연구원 주택·부동산연구본부장

이길제 국토연구원 연구위원

황관석 국토연구원 부연구위원

유예진 국토연구원 부연구위원

유승동 상명대학교 교수

문영훈 국토교통부 사무관

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS



본 연구보고서의 주요 내용

- 1 시장참여자 행태를 고려한 부동산시장 정책 영향 시뮬레이션 도구의 필요성에 부응하여 행위자 행태를 반영한 정책 영향력 사전 시뮬레이션이 가능한 모형을 구축
- 2 주택가격 상승기 부동산시장 ABM 모형을 활용하여 다양한 시나리오별 시장 변화양상을 실험하고 시사점을 도출
 - 정책 모의실험과 관련해서는 주택가격 상승기 시행되는 여러 가지 금융 및 조세 정책 변화 시나리오를 적용하는 실험 등을 실시하고 그 결과를 바탕으로 정책적 시사점을 도출
 - 행위자 이질성 기반 행태변화 모의실험과 관련하여 행위자의 가격상승 기대가 달라질 때 시장 변화 양상을 검토하고, 시장참여자들의 정부규제 회피하고자 하는 특성 비중의 변화가 시장에 어떤 영향을 미치는지 실험한 후 시사점을 도출

본 연구보고서의 정책제안

- 1 정책 도입과 관련하여 시장참여자 행태에 기반한 다양한 정책 시뮬레이션이 가능한 ABM 모형을 통해 사전적인 정책 실험을 실시한다면 보다 효과적인 정책 수립이 가능
- 2 주택가격 상승기 정부의 조세 및 금융 정책에 대한 시뮬레이션 결과 대체로 정부 정책은 유의미한 영향이 나타났으나, 양도세 강화는 모형 기반 실험에서 효과가 미미
- 3 모형기반 실험 결과 주택가격 상승기 시장참여자들의 주택가격 상승 기대 변화가 시장에 미치는 영향이 큰 것으로 나타나 기대심리를 고려한 정책적 노력의 필요성이 높음을 시사



1. 연구의 개요

□ 연구의 배경 및 목적

- 정부는 반복되는 부동산시장 불안 해소를 위해 다양한 부동산시장정책을 시행하였으나 이러한 정책들 중 일부 효과가 미진한 부분도 있었던 것으로 평가
- 이처럼 부동산시장 정책효과가 충분하지 않았던 원인 중 하나는 시장 행위자들 (agents)의 행태가 미치는 파급효과를 충분히 고려하지 못했다는 점임
- 이에 시장참여자들의 행태를 고려하여 정책 영향을 실험할 수 있는 정책 실험 도구로서 ABM 모형 개발의 필요성이 높음
- 이 연구는 부동산시장 ABM 모형 필요성에 부응하여 행위자 기반 정책 영향력 사전 시뮬레이션이 가능한 모형을 구축하는 것을 목적으로 함

□ 행위자기반모형(ABM)의 개념

- 행위자기반모형은 “연구자가 환경 내에서 상호 작용하는 에이전트로 구성된 모델을 생성, 분석 및 실험할 수 있는 계산 방법”으로 정의(Gilbert, 2008, p.2)
- 행위자기반 모형은 아래와 같은 특성을 가지며, 유연하고 탄력적인 모형 구축이 가능해 변동성 높은 우리나라 부동산시장에 적용하기에 적합
 - 행위자기반모형 주요 구성요소로는 행위자와 (공간)환경, 규칙 등이 있음
 - 모형 내에서 각자의 자율적인 행위자들의 행위가 그 행위자들이 속한 복잡한 시스템에 영향을 주고 또 시스템으로부터 영향을 받음(Silva et al., 2014, p.312)
 - 여기서 규칙을 구성하는 수치의 경우 하나의 수치 뿐 아니라 확률 분포로도 주어질 수 있어 보다 탄력적이고 유연한 정책 시뮬레이션이 가능

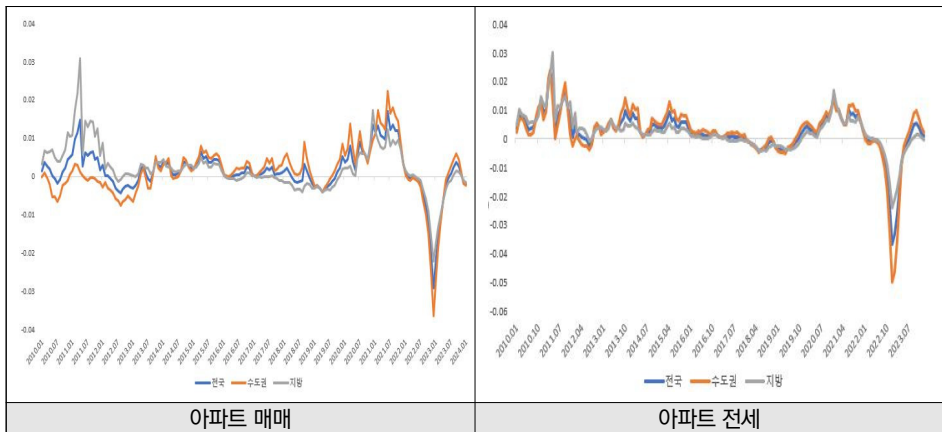
2. 부동산시장 변화 양상과 정책 이슈

- 2장에서는 먼저 2010년대 이후 시장변화양상을 검토하여 우리나라 부동산시장이 현재까지 시장불안 반복을 경험하고 있어 시장불안 완화를 위한 추가적인 정책도구가 필요함을 도출
- 다음으로 정부 부동산정책의 맥락과 주요 내용을 살펴봄과 동시에, 이 연구에서 구축할 ABM 모형이 다루어야 하는 주요 정책 그룹을 제시
- 이를 통해 이 연구의 필요성을 부각하고 정책 측면에서 연구의 기초 틀을 확립

□ 시장변화와 정책이슈

- 부동산시장은 일정 기간 안정적인 가격을 유지하다 2016년 이후 급격한 가격의 상승과 하락이 나타나며 변동성이 커지는 양상을 보임
 - 전세시장도 매매시장과 마찬가지로 급격한 상승 및 하락기를 겪으며 시장 불안이 반복되는 양상

그림 1 | 주택매매/전세가격 지수 변동률(아파트)



자료: 한국부동산원 R-ONE 주택가격지수 통계(<https://www.reb.or.kr/r-one/portal/main/indexPage.do>, 검색일: 2024.5.4.)를 참고하여 연구진 작성

- 중위주택가격(매매/전세)은 2022년 이후 큰 폭의 하락이 있기 전까지 지속적으로 상승하였으며 특히 수도권 지역이 전국, 지방 대비 더 큰 폭으로 가격이 상승

- 시장변동성에 따른 정부정책 변화양상을 파악하기 위해 과거 10년간 주요정책을 중심으로 살펴본 결과는 다음과 같음
 - 지난 10여 년간 주택시장 안정이라는 정책목표를 달성하기 위해 수요 및 투자 억제, 주택공급(공공·민간), 규제지역 지정, 조세 및 금융정책(수요조절로 활용) 등 다양한 정책수단을 활용하여 시장의 안정을 위해 노력
 - 다만, 당시의 대내외적 여건 및 시장상황에 따라 해마다 중점을 두는 정책 기조와 활용되는 정책수단의 구성이 조금씩 상이하며, 이러한 수단을 통해 시장변동성에 대응하고 있는 것으로 판단됨
 - 앞서 조사한 정부대책을 종합해 볼 때, 주요 정책기조에 활용된 정책수단은 4가지(①조세 및 금융정책, ②공급확대, ③시장불안지역대응, ④취약계층 지원)로 요약해 볼 수 있음
- 따라서 본 연구에서 조세 및 금융정책, 공급확대, 시장불안지역 대응 정책에 대한 행태기반 정책실험을 위한 ABM 모형을 구축한다면 앞으로 가격상승기 정부의 효과적 정책수립에 매우 필요성 높은 정책도구로 활용될 수 있을 것으로 판단

3. 행위자기반모형과 부동산시장

- 3장에서는 행위자기반 모델링의 철학적 배경, 지향점 및 활용성 등과 관련한 이론 및 선행연구를 검토하고, 이를 바탕으로 부동산시장 관련 분석에서 ABM의 장점과 활용성, 구축방향 등을 제시하여 본 연구 수행을 위한 이론적 토대를 제시

□ 행위자기반모형의 특성

- 행위자는 이질성을 구현하기 위해 보통 여러 가지 속성 변수를 가지도록 설정되며, 많은 경우 변수별로 확률분포를 따르게끔 구성함
- 행위자의 의사결정 규칙은 일반적으로 행위자 속성, 환경 변수, 네트워크 속성 등이 결합된 함수 형태로 주어지며, 이를 구성하는 방법으로는 단순결정규칙법, 상태전이접근법, 효용함수접근법 등이 있음
- ABM이 다른 모형구축 방법론과 차별화되는 장점으로 새롭게 나타나는 거시적

패턴을 포함하는 창발적 행태(Emergent behaviour), 이질성(heterogeneity), 정형화된 사실(stylised facts), 현실적인 행동(realistic behaviours), 가능성 탐구(exploring the possibilities), 복잡성(complexity), 비선형성(non-linearity), 다중평형(multiple equilibria) 등의 구현이 가능하다는 점에 있음

□ 주택시장 ABM모형의 주요 선행연구

- 위에서 살펴본 ABM의 장점과 유용성으로 인해 실제 영국 중앙은행, 헝가리 중앙은행 등 해외 국가기관에서도 부동산시장에 대한 모형을 구축
- 영국 중앙은행의 연구(Baptista et al., 2016 등)에서는 영국 주택시장 정책 수립을 위해 LTI 한도 및 모기지 한도 등의 효과를 식별하고 모기지 상품과 주택 시장 간 관계성 등을 분석함
 - 자본 요건을 강화하면 주택 자가 거주자와 임대용주택(BTL) 투자자에 대한 대출과 모기지 승인이 급격히 감소한다는 것 등을 발견
- 헝가리 중앙은행의 연구(Mérő et. al. 2023)는 헝가리 내 4백만 가구를 1:1 스케일로 모형화하여 주택시장의 모사와 정책 수단의 효과 등을 실험한 연구임
 - 기존 모형들이 비해 거시건정성, 재정 및 통화 정책이 주택시장에 미치는 영향에 대한 더 자세하고 타당성 있는(plausible) 분석을 가능하게 하였음
 - 헝가리 데이터로 모델을 보정한 후, 지역 및 가구소득 10분위에 따라 세분화된 수준에서도 주택시장의 주요 특성을 재현하는 데 성공
- 선행연구 검토 결과 ABM 설계 및 활용 시 시장 자체의 완벽한 모사에 집중하는 것은 지양할 필요가 있으며, 모형의 단계적 구축을 추진할 필요가 있다는 것임
 - 영국 중앙은행 연구자들은 현실모사에 치중하는 것의 위험성을 강조하면서 모형이 설명하고자 하는 시장 행태와 정책 도구를 중심으로 선택과 집중 원칙 하에 모형을 설계할 필요성을 강조
 - 또한 영국 중앙은행의 ABM 구축 사례는 모형을 지속적으로 업그레이드 하면서 정책 소요에 부합하도록 개선시켜 나가는 단계적 접근으로 시행

□ 부동산시장 적용을 위한 검토

- (행위 주체) 사례연구를 토대로 분석한 결과, 부동산시장 행위 주체는 주택구 매소비자, 주택 판매자, 부동산 중개인, 정부, 부동산 개발업자, 건설업체 등

이 있으며, 속성에 따라 구분할 수 있음

- (공간구성) 문헌 및 선행연구 검토 결과 기본적으로 부동산시장 관련 ABM 모형은 가상 또는 현실 공간을 채택하고 있었으나 행위자간 네트워크는 가상으로 설정해야 하는 등 현실과 동일한 모사가 아닌 모형으로서 효율성을 위해 현실과 유사한 특성을 가진 가상공간으로 구성하는 것이 바람직한 것으로 나타남

4. 공간기반 부동산시장 ABM 초도모형 구축

- 4장에서는 앞서 검토한 정책, 선행연구, 이론 등을 바탕으로 구성하고자 하는 모형의 기본 틀을 도출하고, 이를 구현하기 위한 첫 단계로서 공간 기반 부동산 시장 ABM 초도 모형을 구축
- 이를 위해 먼저 매도-매수 측면의 행위자, 행위자 행태, 주요 변수 등에 대한 개념 정리 및 관련 이론적 논의를 검토하고 모형의 기본 틀을 도출
- 이어서 수도권 공간구조를 단순화하여 공간환경을 구축하고, 공간상에 가구 단위 부동산시장 행위자를 구현한 후 매매 관련 규칙을 부여하여 초도모형을 구축

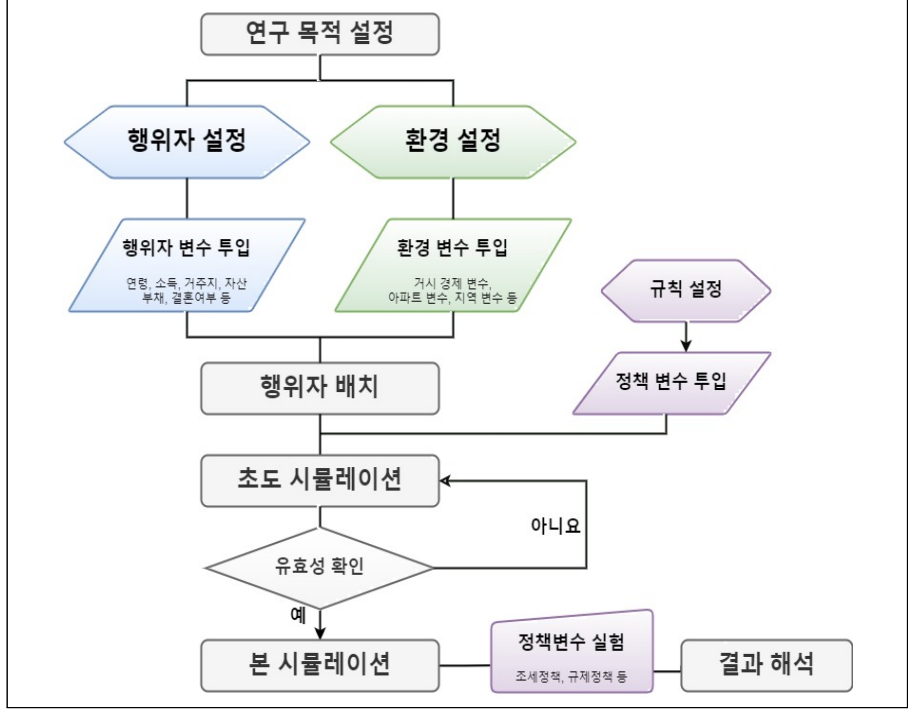
□ ABM모형 구축 방향

- (방향1) 조세, 금융과 관련한 정책변수 변화를 통한 실험, 즉 정책변수 중심의 시장 변화 시뮬레이션이 가능하도록 모형을 구축
- (방향2) 이론에 기반한 행위자들의 예상 정책 대응 행태 뿐 아니라 실제 시장에서 나타난 행위자들의 대응 행태를 반영할 수 있는 모형을 구축
- (방향3) 각 행위주체(가구)의 이질성(특히 주택 소유 여부, 자산 규모, 투자성향 등)을 충분히 반영하여 시장변화를 실험
- (방향4) 실제 공간을 염두에 둔 네트워크 구성과 지역 변수를 충분히 반영하여 주택시장의 공간적 변화양상을 포괄하는 정책효과 실험이 가능하도록 구축
- (방향5) 모형을 유연하고 개방적으로 설계하여 모형을 다층적으로 활용할 수 있도록 하되 지나치게 복잡한 방식의 규칙과 데이터 투입은 최소화, 즉 모형을 최대한 단순하게 구성하여 다양한 정책 수단과 연구 목적에 맞추어 유연한 정책 실험이 가능하도록 구축

□ 초도모형의 행위자 기본 규칙

- (규칙1) 주택매도매수 의사결정은 사용자비용을 바탕으로 이루어짐
- (규칙2) 사용자비용에는 주택가격 상승기대가 주요한 변수로 투입
- (규칙3) 주택가격이 오르고 일정한 시간이 흐르고 나면(상승 후반기가 되면) 주택가격 상승기대가 많은 사람에게 확산되어 공유됨과 동시에 기대수준은 높아지는 것으로 설정
- (규칙4) 높은 주택가격상승기대에도 주택구입을 일정 수준까지 밖에 하지 못하는 이유로 자본 및 금융 제약이 작용(단, 전세 레버리지를 활용한 겹투자는 예외)
- (규칙5) 투자적 행위자와 실수요 행위자의 행동 규칙은 다르게 나타남

그림 2 | 본 연구의 행위자기반모형 프로세스 개요도

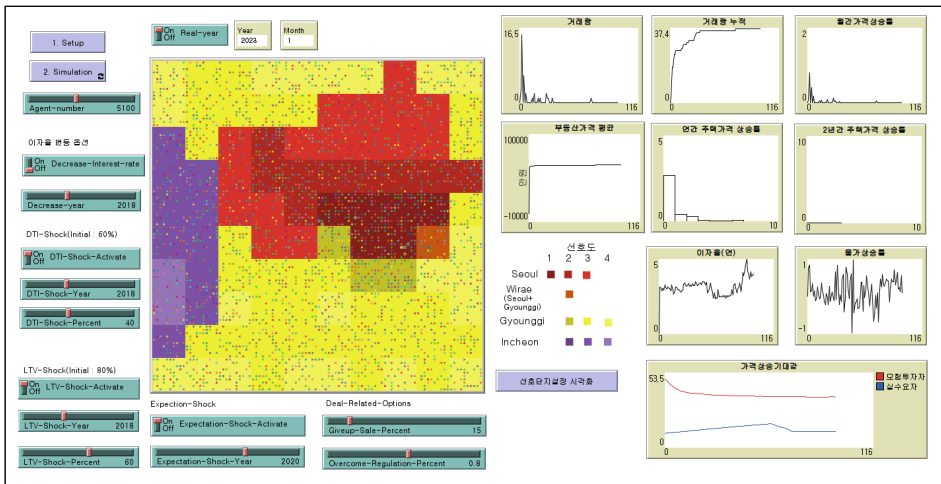


자료: 연구진 작성

□ ABM초도모형 구축

- 초도모형의 공간 설정은 앞서 제시한 공간구성의 기본 방향에 맞추어 개념적인 수도권 맵을 100*100셀의 공간에 아래 구현하였으며, 하나의 셀은 하나의 전용 85㎡의 아파트로 가정
- 수도권 내 선호지역 구분은 전성제 외(2023) 연구에서 부동산시장 현장의 공인 중개사와 시장전문가 의견을 반영한 결론을 참고하여 수도권을 4단계로 구분
- ABM 모형을 구성하는 환경 속성정보에는 앞서 설명한 공간변수와 함께, 부동산시장을 모의할 수 있는 다양한 공간속성정보가 포함
- 모형의 행위자는 수도권의 주택시장에 참여하는, 아파트를 구매하거나 구매할 예정인 행위자(가구)로 정의되며, 다음과 같이 수와 배치가 결정됨
 - 수도권을 10,000개의 주택(85㎡ 아파트)으로 요약한 공간 구성과 아파트의 자가 비율인 51%에 맞추어 5,100개의 행위자가 설정됨
 - 모형 내 10,000개의 공간은 100개의 지역으로 구획되는데, 이 지역에 겹치지 않고 균등하게 분포되도록 설정
- 모형은 Netlogo 6.4.0(Wilensky, 1999)로 작성하였으며, 전체적인 모형의 인터페이스는 <그림 3>과 같음

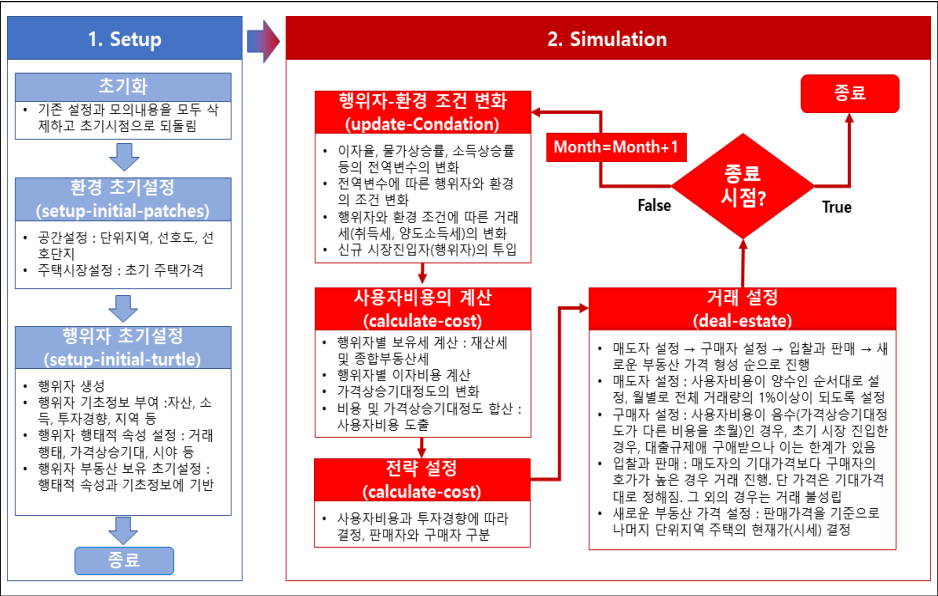
그림 3 | 모형의 인터페이스



자료: 연구진 작성

- 모형 초기조건은 1. Setup을 통해 설정하며, 2. Simulation을 통해 모의를 진행
- 초도모형 상에서 주택가격은 지속적으로 상승하는 것으로 나타났으며, 일부 모의 결과에서 현실보다 더 큰 폭으로 주택가격이 상승하는 결과가 도출
 - 중위수를 기준 2015년 대비 평균가가 7억 전후로 상승하는 모습은 현실과 유사
 - 그러나, 각 모의가 모두 같은 조건임에도 불구하고 일부 모의 결과에서 주택가격이 현실에서보다 폭등하는 경향을 보이는 결과가 나타남
 - 이는 초도모형이 모사하고 있는 주택시장의 불안정한 매커니즘을 반영하였다고 해석할 수도 있지만, 초도모형 내 거래 매커니즘과 매개변수의 민감도 분석을 통한 조정이 필요함을 보여준다고 볼 수 있음

그림 4 | 모형 구동의 흐름



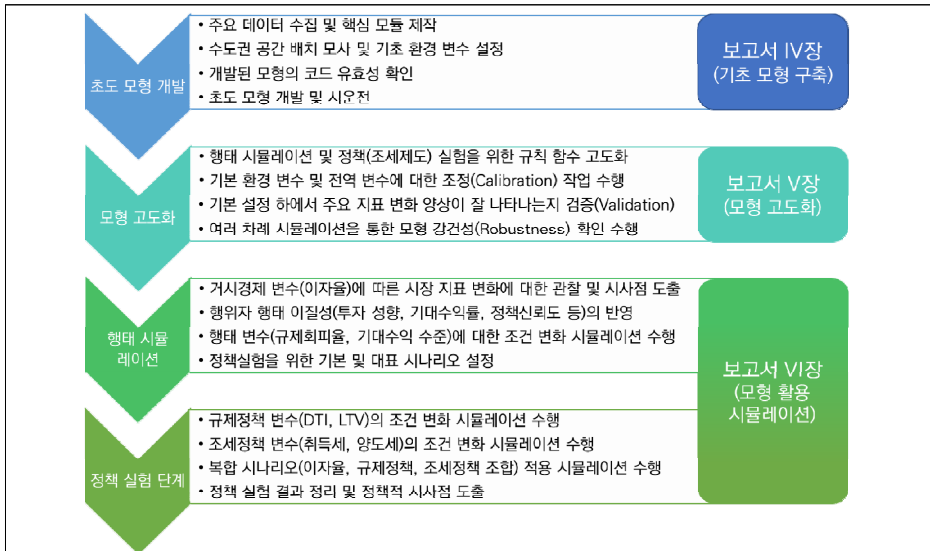
자료: 연구진 작성

5. 부동산 조세 및 금융 정책 효과 시뮬레이션을 위한 모형 고도화

□ ABM모형 고도화

- 이 장에서는 사용자비용 기반 의사결정 등 행태적 측면의 추가 구현 및 정책 시뮬레이션 등 다양한 시뮬레이션 기능 구현 등을 통한 모형 고도화를 수행하고, 이를 바탕으로 정책시뮬레이션이 가능하도록 개선된 모형을 구축하고자 함
- 첫째, 2015년 이후 관련 조세 및 금융제도 변화를 구체적으로 검토하여 ABM 모형에서 행위자 의사결정에 영향을 줄 다양한 조세금융 정책 조합을 도출하고, 또한 모형의 현실 적합성 검증을 위해 2015-2022년 사이 주택시장 변화에 대한 정책시나리오를 도출
- 둘째, 과거 조세 및 금융정책 변화에 따른 시장참여자(모형의 행위자) 행태 변화를 고려한 매매규칙함수를 설정
- 마지막으로 매매규칙함수를 반영한 행위자 행동규칙을 적용하고 조세 및 금융 정책 변화를 다양한 시나리오 형태로 모형에 적용할 수 있도록 모형을 고도화하고 이를 조정 및 검증하는 작업까지 수행하여 최종 모형을 구축

그림 5 | 모형 고도화 및 활용 순서도

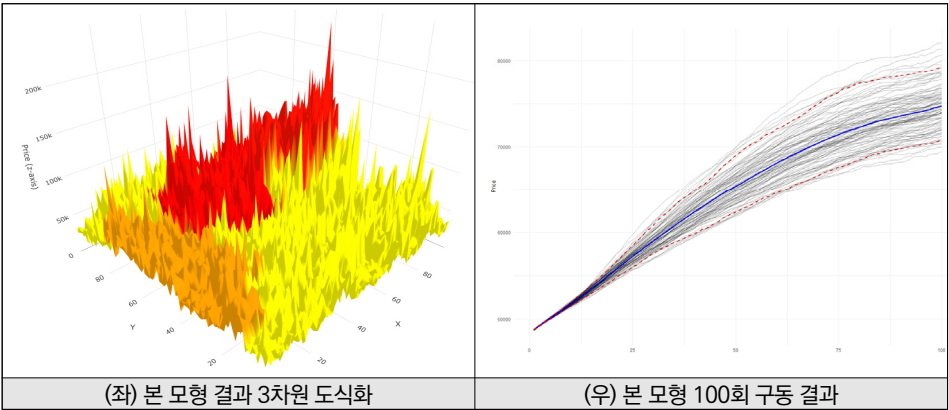


자료: 연구진 작성

□ 모형의 현실정합성 검증

- ABM 모형에서 조정의 목표는 현실의 완벽한 모사는 아니지만, 정책 실험의 시사점 도출을 위해 기본 시나리오 하에서 실제 시장을 어느 정도 모사할 수 있는 설명력을 확보하는 것은 필요
- 먼저 행위자의 기본 속성은 최대한 현실에 가깝게 설정하는 것이 중요하기 때문에, 직접적인 자료에 기반한 자산, 소득, 지출로 초도 모형 시 활용한 자료와 동일하게 추출하여 5, 100명의 행위자에 무작위로 부여함
- 주택의 공간적 분포와 가격 분포는 초도 모형과 동일한 가정 하에 추출하였으며, 초도 모형에서 활용한 선호 지역과 초기 가격 분포를 바탕으로 100개(10 x 10) 지역의 10, 000개 주택을 추출하였음
- 본 연구에서 시뮬레이션을 통해 생성되는 핵심 지표는 부동산 매매가격이므로, 아파트매매가격 지수의 형태와 본 모형 구동 결과를 비교하였으며, 초기 (2015~2019년) 과정에서는 행위자와 거래 등이 압축된 ABM 모형 특성 상 가파른 기울기를 보여주었으나 대체로 유사한 흐름으로 진행하였으며, 2021년 이후 금리의 대폭 변동으로 인해 매매가격도 현실과 유사한 상승과 하락세를 보였음을 확인

그림 6 | 본 모형 주요 결과



자료: 연구진 작성

□ 소결

- 고도화된 모형에서 사용한 R 프로그래밍 언어가 속도에 강점이 큰 도구가 아님에도 불구하고, 모형의 시험을 통해 조정을 수행하고 정책효과 시뮬레이션에 충분히 활용할 만큼 구동 시간을 단축함
- 고도화된 모형은 초도모형 모의결과에서 보였던 불안정성의 상당 부분을 해소한 강건성 있는 모형으로, ABM이 가진 창발성을 충분히 살리는 동적 결과를 도출하는 것과 동시에 추세의 차이를 확인할 수 있을 정도로 안정성을 확보

6. 부동산 ABM모형을 활용한 시나리오별 시뮬레이션

□ 시뮬레이션 개요

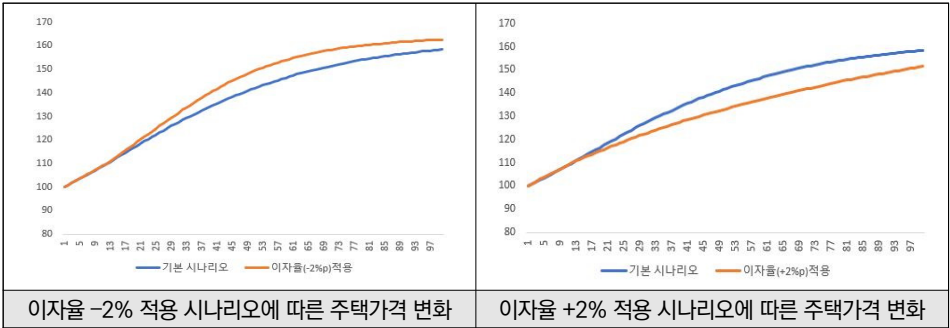
- 6장에서는 앞서 구축한 부동산시장 ABM 모형을 활용하여 다양한 정책·여건·행태 변화 시나리오별 시장변화 양상을 실험하고 시사점을 제시하고자 함
- ABM 모형 시뮬레이션의 목표는 크게 정책 모의실험, 행위자 이질성 기반 행태 변화 모의실험 등 두 가지임
 - (정책모의실험) ABM 모형을 기반으로 금융 및 조세정책이 적용되는 다양한 시나리오별 시장변화 양상을 실험
 - (행위자 행태변화 기반 시장변화 실험) ABM 모형을 기반으로 행태변화에 따른 시장변화 양상을 살펴보는 모의실험을 실시

□ 정책모의실험

- 이자율을 기본시나리오(Base Run)보다 2% 낮추었을 경우를 살펴보면, 기본시나리오보다 주택가격이 높아지는 것으로 나타남
- 이자율을 기본시나리오(Base Run)보다 2% 높였을 경우를 살펴보면, 기본시나리오보다 주택가격이 낮아지는 양상을 보이는 것으로 나타남
- 기본시나리오(Base Run)와 비교하여 48개월 시점에 LTV 규제를 강화했을 경우를 살펴보면, 소폭 안정세를 보이거나 효과는 크지 않은 것으로 나타남
- 48개월 시점에 DTI 규제를 강화했을 경우를 살펴보면, 기본시나리오 대비 48개월 이후 가격상승세가 빠르게 둔화되며 안정세를 보이는 것으로 나타남

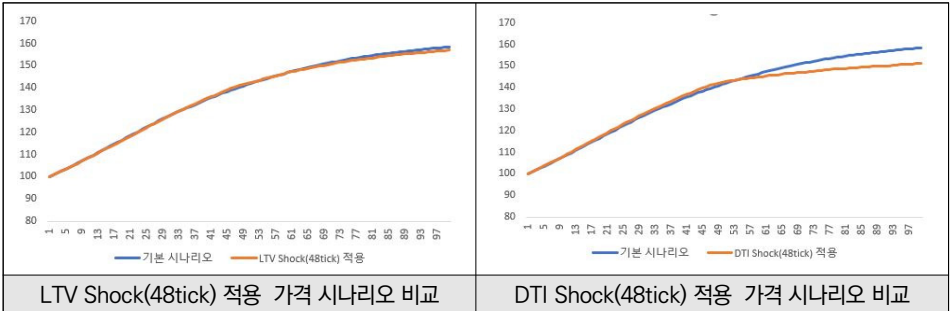
- 기본시나리오(Base Run)와 비교하여 취득세 규제를 완화했을 경우를 살펴보면, 기본시나리오 대비 주택가격이 높아지는 양상을 보이는 것으로 나타남
- 기본시나리오(Base Run)와 비교하여 양도세 규제를 완화했을 경우를 살펴보면, 기본시나리오와 큰 차이가 없이 주택가격이 상승하는 것으로 나타남

그림 7 | 이자율 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화



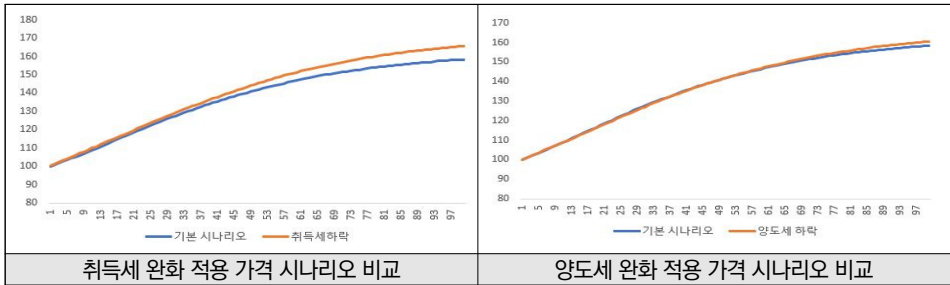
자료: 연구진 작성

그림 8 | LTV, DTI 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화



자료: 연구진 작성

그림 9 | 취득세, 양도세 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화



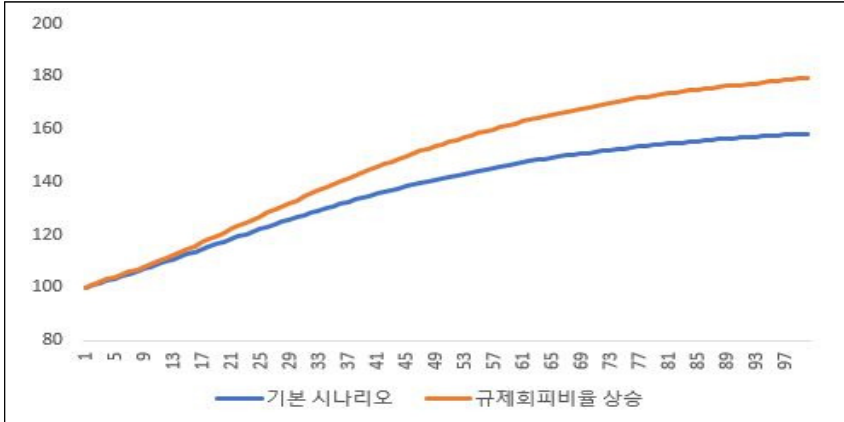
자료: 연구진 작성

- ABM모형을 활용한 정책실험 결과, 이자율 > 취득세 > DTI > LTV = 양도세 순으로 영향력이 있는 것으로 나타남
 - 이자율의 경우 주택가격 변화에 가장 큰 영향을 미치며, 양도세 정책의 경우 그 효과가 미미한 것으로 분석됨

□ 행위자 이질성 기반 시장변화 실험

- 가격상승기대 증가 시 주택시장 변화 양상 시뮬레이션
 - 행위자들의 가격상승기대가 높아진 시나리오의 실험 결과를 살펴보면, 기본 시나리오(Base Run) 대비 가격이 큰 폭으로 빠르게 상승한 것으로 나타남
- 가격상승기대 하락 시 주택시장 변화 양상 시뮬레이션
 - 행위자들의 가격상승기대가 낮아진 시나리오의 실험 결과를 살펴보면, 기본 시나리오 대비 가격 상승폭이 매우 낮은 수준을 유지하는 것으로 나타남

그림 10 | 규제 회피행태 확산 시 아파트 가격(평균) 변화양상 비교



자료: 연구진 작성

- 정부규제 회피 행태 변화에 따른 주택시장 변화 양상 시뮬레이션
 - 기본시나리오(Base Run)와 비교하여 규제 회피 시나리오의 실험 결과를 살펴보면, 기본시나리오(Base Run) 대비 가격이 빠르게 상승하며, 더 늦은 시점까지 가격이 지속해서 상승하는 것으로 나타남
 - 행위자들 사이 정부 규제에 대한 회피가 만연할 경우 주택가격 상승기에는 같은 조건에서도 주택시장 불안이 더 커질 수 있음을 발견

□ 소결

- 다양한 시뮬레이션 시행 결과 본 연구에서 구축된 ABM 모형은 행위자의 기대 심리나 행태변화 등 개별 행위자 특성 변화에 따른 시장변화 양상에 대한 시뮬레이션도 가능함을 보여 ABM 모형의 필요성과 장점에 부합하는 결과가 도출
- 특히 여러 정책 및 행태 변화 실험을 통해 다양한 조건 하에서 부동산시장 정책 시행에 따른 영향을 시험해 볼 수 있는 도구로 활용이 가능하다는 점을 보여주었으며, 이를 활용할 수 있는 예시적인 사례도 표 등을 바탕으로 제시하여 향후 실제 정책 수립 과정에서 활용될 수 있는 연구 결과를 제시

7. 결론

□ 본 연구에서는 행위자 특성 기반 정책 시뮬레이션 모형을 구축

- 본 연구는 시장참여자 행태를 고려한 부동산시장 정책 영향 분석 도구의 필요성에 부응하여 행위자 특성을 반영한 정책 시뮬레이션이 가능한 ABM 모형을 구축
- 2차년도에 걸쳐 수요 및 공급 측면을 포괄하는 ABM 모형을 구축하는 것을 목표로 1차년도에는 수요 측면의 ABM 모형을 우선적으로 구축
- 본 연구에서 개발된 기존주택 매도·매수측면 ABM 모형으로 정책 및 시장참여자 행태변화 시나리오별로 시뮬레이션한 결과, 정책 및 행태 변화가 시장에 미치는 영향을 사전적으로 검토할 수 있는 좋은 도구로 활용될 수 있음을 확인

□ 1차년도 구축 모형의 한계를 명확히 인식하여 2차년도 모형 고도화 및 확장 추진

- 1차년도 모형을 개발하면서 주택시장 참여자들의 행태적 특성과 수도권의 공간적 특성을 충실하게 반영하였음에도 주택가격 상승의 공간적 확산에 대한 제한적 구현, 신규공급 측면 모형 미포함 등의 한계가 노정
- 따라서 2차년도 연구에서는 수요측면 모형 고도화를 통해 주택가격 상승의 공간적 확산과정을 명확하게 보여줄 수 있도록 1차년도 구축 모형을 고도화함과 동시에 신규 공급 모형을 개발하여 한계를 극복하고자 함

차례

CONTENTS

주요 내용 및 정책제안 iii

요 약 v

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적 3

2. 연구의 범위 및 방법 5

3. 연구의 틀 및 주요 개념 8

4. 선행연구 검토 및 차별성 14

5. 연구의 정책·학술적 기대효과 16

제2장 부동산시장 변화 양상과 정책 이슈

1. 시장변화와 정책이슈 19

2. 시장변동성에 대응한 정부정책 32

3. 모형적용을 위한 주요정책수단 도출 45

제3장 행위자기반모형과 부동산시장

1. 행위자기반모형 개요와 모형 적합성 49

2. 부동산시장 적용을 위한 방법론 검토 72

제4장 공간 기반 부동산시장 ABM 초도모형 구축

1. 부동산시장 ABM 초도 모형 기본 구상	83
2. ABM 초도 모형 구축	93
3. ABM 초도모형 시험모의 결과와 시사점	116

제5장 부동산 조세 및 금융 정책 효과 시뮬레이션을 위한 모형 고도화

1. 모형구축의 방향과 정책 조건 설정	123
2. 고도화 모형 구축	132

제6장 부동산 ABM 모형을 활용한 시나리오별 시뮬레이션

1. ABM 모형 활용 시나리오 시뮬레이션의 개요	147
2. 정책 시나리오별 주택시장 변화양상 시뮬레이션	149
3. 행위자 특성 변화에 따른 주택시장 변화양상 시뮬레이션	166
4. 소결	171

제7장 결론

1. 결론	175
-------------	-----

참고문헌	179
------------	-----

SUMMARY	187
---------------	-----

표차례

LIST OF TABLES

〈표 1-1〉 연구방법론 및 활용 데이터 상세	7
〈표 1-2〉 연구의 차례	11
〈표 1-3〉 선행연구와의 차별성	15
〈표 2-1〉 연도별 중위소득 및 소득상승률	23
〈표 2-2〉 지역별 PIR 변화 추이	27
〈표 2-3〉 2013년~2016년 중반까지 주요 부동산 대책과 정책수단	34
〈표 2-4〉 2016년 후반~2020년까지 정부의 주요 부동산 대책과 정책수단	39
〈표 2-5〉 2021년~현재까지 정부의 주요 부동산 대책과 정책수단	43
〈표 2-6〉 정책수단별 대응방안	45
〈표 3-1〉 2016년 모형의 기본구성	56
〈표 3-2〉 2024년 모형의 기본구성	59
〈표 3-3〉 의사결정 방법 설정(영국 모형)	60
〈표 3-4〉 영국 중앙은행(Bank of England) ABM연구 비교	62
〈표 3-5〉 의사결정 방법 설정(헝가리 모형)	64
〈표 3-6〉 선행연구와의 차별성	69
〈표 3-7〉 부동산시장 관련 기존 ABM 문헌에서의 행위주체 설정	75
〈표 3-8〉 실제공간 기반 네트워크의 장단점	78
〈표 4-1〉 행위자기반모형 활용 핵심 변수 후보군 목록	84
〈표 4-2〉 투자적 행위자와 실수요 행위자 행동의 기본 규칙	90
〈표 4-3〉 연도별·선택지역별 Oneway-Anova 분석결과	97
〈표 4-4〉 연도별·선택지역별 Tukey HSD 사후검증 분석결과	98
〈표 4-5〉 선택지역별 거래가격에 대한 혼합효과모델 분석결과	100
〈표 4-6〉 초도모형 환경정보 층위(Layer) 구조: 공간설정과 주택가격관련정보를 포함한 환경정보	101
〈표 4-7〉 행위자의 속성과 세부 내용	102
〈표 4-8〉 수도권 아파트 자가가구의 가구 경제 및 자산 현황(평균, 표준편차)	103

〈표 4-9〉 지역별 주택소유 물건 수별 주택수 및 분포	104
〈표 4-10〉 행위자의 구분	105
〈표 4-11〉 초도모형 전역 변수 세부 내용	107
〈표 4-12〉 월별 주택담보대출 금리	110
〈표 4-13〉 월 물가상승률에 대한 연 통계	111
〈표 4-14〉 한국표준산업분류 중 비농업전산업의 임금상승률 계산	111
〈표 4-15〉 재산세 세율	112
〈표 4-16〉 연간 지역별 재고 대비 거래 비율	115
〈표 5-1〉 주요대책별 취득세율 제도변화	125
〈표 5-2〉 2015~2022년에 해당하는 취득세 과표 변화	126
〈표 5-3〉 양도소득세 기준금액 설정을 위한 계산 변수와 그 계산 방법	127
〈표 5-4〉 양도소득세 세율	127
〈표 5-5〉 양도소득세 장기보유특별공제율	127
〈표 5-6〉 양도소득세 종과세율	128
〈표 5-7〉 2010년 이후 양도소득세율 제도변화	129
〈표 5-8〉 2023년부터 적용된 보유 주택수별 종합부동산세율	130
〈표 5-9〉 2010년 이후 종합부동산세 제도변화	131
〈표 6-1〉 ABM 활용 정책실험 결과표 (안)	165

그림차례

LIST OF FIGURES

〈그림 1-1〉 연차별 연구수행 계획	8
〈그림 1-2〉 1차년도 연구 흐름도	10
〈그림 1-3〉 ABM의 주요 구성요소	13
〈그림 2-1〉 주택 매매가격 지수 변동률(주택종합, 아파트)	21
〈그림 2-2〉 주택 전세가격 지수 변동률(주택종합, 아파트)	21
〈그림 2-3〉 중위매매 및 전세 가격(주택종합) 추이	22
〈그림 2-4〉 전국 주택 매매거래 추이	24
〈그림 2-5〉 주택건설 인허가, 착공, 준공 추이	24
〈그림 2-6〉 주택구매력(HAI)지수 변화 추이	25
〈그림 2-7〉 주택시장의 행위자들	30
〈그림 2-8〉 주택시장의 역동성(변동성)	30
〈그림 2-9〉 서울 주간 APT가격 변동률(%)	38
〈그림 2-10〉 강남4구 주간 APT가격 변동률(%)	38
〈그림 2-11〉 PIR 추이(KB)	41
〈그림 2-12〉 공동주택 실거래가격지수(부동산원)	41
〈그림 3-1〉 Schilling(1971)의 동적 분리 실험(Dynamic models of segregation)	50
〈그림 3-2〉 Poledna et al.(2023)의 거시경제 예측모형으로서 ABM의 적용 사례	51
〈그림 3-3〉 영국주택시장 ABM모형(2016)의 에이전트 및 상호작용	52
〈그림 3-4〉 Baptista et al.(2016)의 연간 주택 가격 지수 ABM 실험 사례	55
〈그림 3-5〉 Baptista et al.(2016)의 모형 구축을 통한 분석결과	57
〈그림 3-6〉 모델에서 생성한 주택시장 주요 수량(100회 시뮬레이션의 평균값)과 실제 데이터의 비교	61
〈그림 3-7〉 Meró et al.(2023)의 헝가리 주택시장 ABM 모형의 기본 틀	63
〈그림 3-8〉 Zhou & Kockelman(2011)의 텍사스 토지시장 ABM 모형의 기본 틀	66
〈그림 3-9〉 박천규 외(2020)의 서울시 아파트 매매시장 시뮬레이션 결과	67
〈그림 3-10〉 이수욱 외(2022)의 초도 시뮬레이션 개요도	68

그림차례

LIST OF FIGURES

〈그림 3-11〉 영국 주식 가격의 월간 변화(1709-2016)의 비표준성	70
〈그림 3-12〉 행위자기반모형의 4가지 가상 네트워크 형태	77
〈그림 3-13〉 실제 공간 정보를 기반으로 한 행위자기반모형 예시	78
〈그림 4-1〉 본 연구의 행위자기반모형 프로세스 개요도	85
〈그림 4-2〉 초도모형 내 공간 구성의 개념도 (안)	87
〈그림 4-3〉 혁신확산 이론에서의 혁신 채택 시기에 따른 행위자 분류	89
〈그림 4-4〉 초도모형의 공간 설정	93
〈그림 4-5〉 초도모형의 공간 설정을 위한 단위지역 구분 개념도	94
〈그림 4-6〉 각 단위지역 내의 세부선호지역 구조와 사례	95
〈그림 4-7〉 연도별·선호지역별 거래금액 분포변화	99
〈그림 4-8〉 모형의 인터페이스	108
〈그림 4-9〉 모형 구동의 흐름	109
〈그림 4-10〉 행위자 행태별 가격상승기대의 변화 사례	113
〈그림 4-11〉 초도모형 시뮬레이션 주택가격 변화	117
〈그림 4-12〉 초도모형 시뮬레이션 거래량의 변화	117
〈그림 4-13〉 초도모형 시뮬레이션 실수요자의 가격상승기대정도	118
〈그림 5-1〉 모형 고도화 및 활용 순서도	124
〈그림 5-2〉 본 모형 코드 및 모듈의 구성 개요도	138
〈그림 5-3〉 본 모형 행위자의 의사결정 흐름도	139
〈그림 5-4〉 본 모형 초기 설정에 따른 행위자 속성별 분포	141
〈그림 5-5〉 본 모형 초기 설정에 따른 주택 가격 분포의 3차원 도식화	142
〈그림 5-6〉 본 모형 결과 강건성 확인	143
〈그림 6-1〉 정책 및 행태변화 시나리오별 시뮬레이션 결과	149
〈그림 6-2〉 이자율 -2% 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화	151
〈그림 6-3〉 이자율 +2% 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화	152
〈그림 6-4〉 이자율 -2% 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화(3D)	153

차례

CONTENTS

〈그림 6-5〉 이자율 +2% 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화(3D)	153
〈그림 6-6〉 LTV Shock(48tick) 적용 가격 시나리오 비교	154
〈그림 6-7〉 LTV Shock(48tick) 적용 가격 시나리오 비교(3D)	155
〈그림 6-8〉 DTI Shock(48tick) 적용 가격 시나리오 비교	156
〈그림 6-9〉 DTI Shock(48tick) 적용 가격 시나리오 비교(3D)	156
〈그림 6-10〉 취득세 완화 적용 가격 시나리오 비교	158
〈그림 6-11〉 취득세 적용 가격 시나리오 비교(3D)	158
〈그림 6-12〉 양도세 완화 적용 가격 시나리오 비교	159
〈그림 6-13〉 양도세 적용 가격 시나리오 비교(3D)	160
〈그림 6-14〉 이자율 상승과 DTI 규제 강화 중첩 시나리오 비교	161
〈그림 6-15〉 이자율 상승과 LTV 규제 강화 중첩 시나리오 비교	162
〈그림 6-16〉 이자율 하락과 DTI 규제 강화 중첩 시나리오 비교	163
〈그림 6-17〉 이자율 하락과 LTV 규제 강화 중첩 시나리오 비교	163
〈그림 6-18〉 취득세와 양도세 완화 중첩 시나리오 비교	164
〈그림 6-19〉 가격상승기대 상승 시나리오 비교	167
〈그림 6-20〉 가격상승기대 하락 시나리오 비교	169
〈그림 6-21〉 규제회피 행태 증가 시나리오 비교	170



CHAPTER 1

서론

1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구의 범위 및 방법	5
3. 연구의 틀 및 주요 개념	8
4. 선행연구 검토 및 차별성	14
5. 연구의 정책·학술적 기대효과	16

01 서론

이 장에서는 시장참여자 행태를 고려한 부동산시장 정책 영향 분석 도구의 필요성을 살펴보고, 이를 바탕으로 행위자 기반 부동산정책 사전 시뮬레이션 모형 구축을 연구 목적으로 제시하였다. 이어서 연구 목적을 달성하기 위해 필요한 분석 범위와 연구 방법을 기술하고, 이 연구가 기존 연구들과 어떤 차별성 및 독창성을 가지고 있는지를 선행연구 검토 결과를 바탕으로 제시하였다. 마지막으로 본 연구를 통한 학술적·정책적 기대효과를 제시하였다.

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

국내외를 막론하고 부동산시장은 국가 경제에 큰 영향을 미치며, 국민들이 보유하고 있는 자산 측면에서도 그 중요성이 매우 높다. 또한 최근 나타난 주택가격 급등은 주택 구입부담 가중, 임대료 상승에 따른 주거비 부담 심화 등 주거 측면에서 여러 부정적 영향을 미치고 있다.

이에 정부는 반복되는 부동산시장 불안 해소를 위해 다양한 부동산시장정책을 시행하였으나 이러한 정책들 중 일부 효과가 미진한 부분도 있었던 것으로 평가되고 있다. 예를 들어 조세정책의 경우 취득세 중과 강화는 매수 수요 감소에 일부 효과가 있었던 것으로 나타났으나, 양도세 중과는 주택 매도자들의 매도 감소로 귀결되어 주택가격 안정화 효과에 부정적 영향도 있었던 것으로 평가되고 있다(전성제 외, 2023:110).

부동산시장 정책의 효과가 충분하지 않았던 원인 중 하나는 시장 행위자들(agents)

의 행태가 미치는 파급효과를 충분히 고려하지 못했기 때문이다. 시장참여자 행태는 ‘부동산시장의 이례현상’으로 불리는 예상치 못한 시장변화를 야기하는 등 실제 시장 변화에 큰 영향을 준 것으로 판단된다. 그러나 현재까지는 부동산 시장참여자 행태 연구 및 시장참여자 행태의 파급효과에 대한 사전적 검토가 상대적으로 미흡하였다.

이처럼 정책 수립과정에서 시장참여자 행태를 고려하거나 이러한 행태를 반영한 정책 실험의 필요성이 높음에도 불구하고 이에 대한 연구는 상대적으로 매우 부족한 실정이다. 시장참여자 행태에 대한 연구는 일부 이루어지고 있으나 정부 정책에 따른 시장참여자 행태를 체계적으로 분석하고 이를 정책 대응과 연계한 연구는 거의 없는 실정이다(전성제 외, 2023:22). 또한 일부 행태를 반영한 부동산시장 모형 구축 연구가 있었으나 정부의 정책 시행에 대응한 행위자 대응 행태 구현에 초점을 맞춘 연구는 거의 없으며, 특히 실제 시장에서 나타난 행위자 행태를 반영하여 정책 실험이 가능하도록 모형을 구축한 연구는 이루어지지 못하였다.

만약 실제 시장에서 나타난 시장참여자 행태를 고려한 부동산시장 검토 체계 및 그러한 분석 결과에 기반한 과학적 정책 수립이 가능해진다면 향후 부동산시장 급변기 정책 대응에 있어 보다 효과적인 정책수립을 통한 시장안정 도모가 가능해질 것으로 기대된다. 나아가 기본적인 시장참여자 행태에 더하여 정부 정책 시행에 대응한 시장참여자 대응 행태를 사전에 시뮬레이션하여 검토할 수 있는 도구가 있다면 부동산시장 급등기 정부의 효과적 정책 수립에 매우 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

2) 연구의 목적

이 연구는 시장참여자 행태를 고려한 부동산시장 정책 영향 분석 도구의 필요성에 부응하여 행위자의 특성을 반영하면서 정책 영향력에 대한 사전 시뮬레이션이 가능한 모형을 구축하는 것을 목적으로 한다. 단, 주택가격 상승기와 하락기 시장참여자 행태가 전혀 다르게 나타난다는 점, 시장 하락기보다 상승기가 주거측면에서 부정적 영향이 더 클 가능성이 높다는 점, 주택가격 상승기가 하락기보다 정부의 정책 대응 필요성이 더 높다는 점 등을 종합적으로 고려하여 주택가격 상승기로 한정하여 적용이 가능한

모형을 구축한다. 또한, 부동산은 공간적 영향을 크게 받는 재화이며, 부동산 시장에서도 공간적 입지와 확산이 매우 중요한 이슈이므로, 공간적 측면을 충분히 반영할 수 있는 모형을 구축하고자 한다.

이를 위해 부동산시장 행위자들의 행태적 특성을 속성으로 가진 행위자(Agents)를 기반으로 한 행위자기반모형(Agent-Based Model) 방법론을 활용하여 공간적 측면의 입지 특성을 반영함과 동시에 예상되는 미래 부동산시장 변화 시나리오 분석, 정책에 대응한 행위자 대응 행태별 시나리오 분석이 가능한 시장변동시물레이션 모형을 구축하고자 한다. 궁극적 목표는 이 연구에서 구축된 모형을 활용하여 주택가격 상승기 부동산시장 안정을 위한 효과적 정책 수립에 기여하고, 이를 통해 부동산시장의 안정적 관리를 통한 국민 주거 안정 강화에 기여하는 것이다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

(1) 공간적 범위

이 연구의 공간적 범위는 수도권으로 설정하였다. 이는 하나의 단일 광역권으로서 부동산시장 변동이 유사한 방향으로 선명하게 나타나며, 해당 권역 단위로 관련 통계 구축이 용이한 점, 많은 선행연구가 이루어져 후속 연구로서 행위자기반 모형 구축 연구 수행이 용이한 점 등을 감안하여 수도권으로 공간적 범위를 한정하였다.

(2) 시간적 범위

연구의 시간적 범위의 경우, 통계적 분석범위는 수도권 부동산시장이 상승-과열-정점까지 온전한 주택가격 상승기를 포함하도록 2015년~2022년 까지를 통계분석의 시간적 범위로 하였으며, 이를 통한 시물레이션 분석의 범위는 미래 주택가격 상승기로 설정하였다.

(3) 연구 대상의 범위

이 연구의 대상이 되는 주택 유형은 아파트로 한정하였다. 아파트의 경우 관련 데이터가 다양한 시공간적 범위에서 보다 상세하고 다양한 데이터 구득이 가능하며, 상대적으로 현재 주택시장에서 선호도가 높고 주택가격 상승기 가격 변동 폭이 크기 때문에 본 연구의 대상으로 적합한 것으로 판단하고 연구 대상을 아파트로 한정하였다.

2) 연구 방법

이 연구는 문헌검토, 전문가자문, 통계자료 분석, ABM 모델링 등 다양한 연구방법을 활용하여 부동산시장 행위자의 행태를 분석하고 그 결과를 기반으로 한 ABM 모델을 구축하였다.

먼저, 문헌검토를 통해 모형구축을 위한 이론적 토대 구축, 정책 검토 등을 수행하였다. 이를 위해 먼저 ABM 관련 선행연구, 행위자 행태 관련 기사 등 관련 문헌을 검토하여 모델링의 이론적 토대를 구축하였다. 그리고 정부 주요 정책 범주화 및 분석 대상이 되는 정책 방안 도출, 행위자의 행태적 특성과 관련한 주요 변수 도출 및 유형화 등을 문헌 검토를 통해 수행하였다.

다음으로 통계분석 등을 통해 모형 구축에 필요한 행위자 행동 규칙과 관련 변수들의 탄력치 등을 도출하여 모형에 적용하였다. 구체적으로는 거시경제여건 변화 및 시장참여자 특성 등과 관련한 기초 통계량 도출 등을 수행하였다.

부동산시장 전문가 자문 등을 통해 보다 시장 특성에 부합하는 행위자 행동규칙 설정하였다. 부동산시장 전문가 자문 등을 통해 문헌연구, 통계분석 등을 통해 도출된 모형 내 행위자 행동 규칙이 보다 현실에 부합하는 형태로 구성될 수 있도록 조정하였다.

마지막으로, 전문가 자문과 더불어 외부전문가 활용 등을 통해 연구의 질을 높이고 활용성 높은 행위자기반모형을 구축하여 이 연구의 완성도를 높이하고자 하였다. 보다 구체적인 모형구축 단계별 연구방법 및 데이터 내용은 아래 <표 1-1>과 같다.

표 1-1 | 연구방법론 및 활용 데이터 상세

구분	방법론	데이터
ABM 모형 구축 전반	- Netlogo를 활용한 기본 모형 구축 - R을 활용한 구축 모형 고도화	- 행위자 규칙 설정 및 공간 구성을 위한 통계분석 수치 - 행위자 규칙 설정을 위한 현장 전문가 인터뷰 결과 등 관련 질적 데이터 - 행위자 규칙 설정 및 공간 구성을 위한 시장 행위자 행태에 대한 선행연구 등 문헌
초도모형 행위자 규칙설정	문헌연구 - 선행연구 등 문헌에서 나타난 행위자 행태 검토	- 부동산시장 행위자 행태에 대한 선행연구 문헌 (Shiller, 2015; Smith, 2011; 전성제 외, 2023) 등의 부동산시장 행위자 행태 관련 선행연구 자료
	계량 분석 - 변수 변화에 따른 사용자비용 변화 분석 - 무주택자, 1주택자, 다주택자 비율, 매매 특성 구득 위한 데이터 분석	- 서울, 이자율, 가계대출액, 관리비 데이터, 전세 가격 통계자료 - 무주택자, 1주택자, 다주택자 비율 데이터, 각 그룹별 주택매매 데이터
정책대응 행위자 규칙설정 및 모형 고도화	문헌연구 - 선행연구 등 문헌에서 나타난 부동산정책 대응 행위자 행태 검토	- 부동산시장 행위자 행태에 대한 선행연구 문헌 (Shiller, 2015; 신수호 외, 2022; 임상반·김병남, 2021; 전성제 외, 2023) 등의 정책 대응 부동산시장 행위자 행태 관련 선행연구 자료
	계량 분석 - 기준시점 사용자비용 분석 - 변수 변화에 따른 사용자비용 변화 분석	- 서울, 이자율, 가계대출액, 관리비 데이터, 전세 가격 통계자료
행위자 규칙 및 공간구성 검증	전문가 자문 - 문헌연구에서 도출된 초도모형에서 행위자 행태 규칙의 적합성을 검증 및 세부 조정을 위한 전문가 자문을 실시	- 전문가 자문 의견 질적 데이터
모형의 정합성 검증 및 조정 (Calibration and Validation)	모델성능평가 위한 계량분석 - ABM 모형 결과와 과거 추세의 피팅을 위한 오차분석 등 계량 분석 시행	- ABM 모형 시뮬레이션 결과 데이터 - 과거 부동산시장 변동 데이터

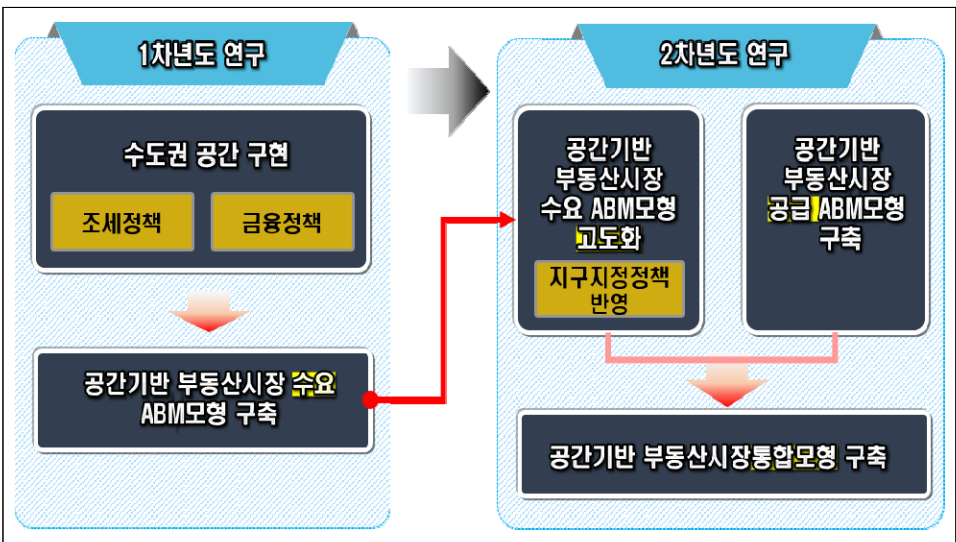
자료: 연구진 작성

3. 연구의 틀 및 주요 개념

1) 연구의 구성

이 연구는 2차년도에 걸친 연차별 연구를 통해 단계적으로 모형을 구축하고자 한다. 이를 위해 1차년도 연구에서는 부동산시장 수요 측면 중심의 기존주택 매도·매수시장 행위자기반 모형을 구축하고자 한다. 모형 구축을 위한 도구로 Net-logo 프로그램을 기본적으로 활용하되, 모형 고도화 과정에서 R 프로그램을 활용하여 모형을 구축하였다. 다음으로 2차년도 연구에서는 부동산시장 신규주택 공급 측면의 부동산시장 행위자기반 모형을 구축하고자 하며, 이와 동시에 1차년도에 구축된 부동산시장 ABM 모형을 보다 고도화한 후 2차년도에 새롭게 구축되는 신규주택 공급 측면의 부동산시장 모형을 결합 또는 연계하여 통합 모형을 구축하고자 한다.

그림 1-1 | 연차별 연구수행 계획



자료: 연구진 작성

2) 1차년도 연구의 흐름

1차년도 연구는 기존주택 매도·매수 중심의 부동산시장 행위자기반 모형을 구축하기 위해 다음과 같은 단계로 추진되었다. 첫째, 행위자기반 모형이 나타난 배경과 관련 이론적 논의, 주요 선행연구 및 정책 이슈를 검토하였다. 이를 위해 먼저 행위자 기반 모델링의 철학적 배경, 지향점 및 활용성 등과 관련한 이론 및 선행연구 검토하고, 이를 바탕으로 부동산시장 관련 분석에서 ABM의 적합성과 장점, 활용성 등을 제시하였다. 또한 정책적 측면에서 부동산 시장의 높은 변동성이 여러 주거 문제를 야기하고 있으므로 이를 해소하기 위해서는 관련 연구의 필요성이 높음을 제시하고, 모형 구축의 주요 틀을 작성하기 위한 주요 정책 범주도 정리하여 제시하였다.

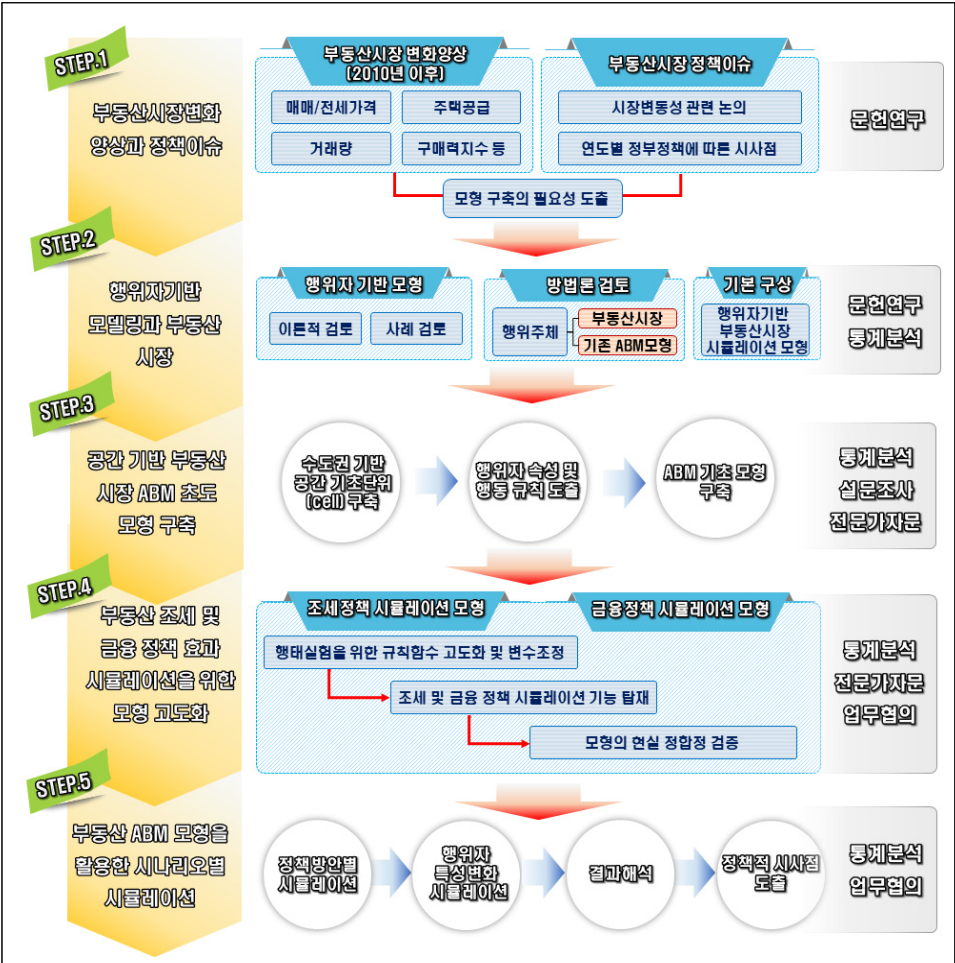
둘째, 공간 기반 부동산시장 ABM 초도 모형을 구축하였다. 해당과정은 부동산시장 수요 측면의 주요 행위자, 행위자들의 행태, 행위자에 영향을 미치는 주요 변수 등에 대한 개념 정리 및 관련 이론적 논의를 검토하고 모형의 기본 틀을 도출하는 것으로 하였다. 이를 통해 수도권 공간구조를 단순화하여 ABM 상의 공간적 기반이 되는 패치(patch)에 대한 속성을 부여하여 공간을 구축하고, 구축된 공간상에서 가구 단위로서 부동산시장 행위자를 구현함과 동시에 부동산 매매 관련하여 단순화된 규칙을 준 초도 모형을 구축하였다.

셋째, 위의 과정을 바탕으로 조세 및 금융 정책 효과 분석을 위해 부동산시장 ABM 모형을 고도화하였다. 이를 위해 보다 신속한 시뮬레이션 구동이 가능하도록 하기 위해 Netlogo 기반 모형을 R을 활용하여 재구축하고, 모형의 안정화를 위한 변수 조정 등을 수행하였다. 이를 통해 조세 및 금융 정책 변화 또는 행위자 기대심리 등 행위자 특성 변화에 따른 시장변화양상을 실험할 수 있는 시뮬레이션이 가능하도록 모형을 고도화하였다. 이렇게 구축된 모형은 과거 부동산시장 현황을 구축된 모형에 적용하여 실제 시장 변화양상과 유사한 결과를 보이는지를 시뮬레이션하여 모형의 적합성을 검증하는 절차를 거쳤다.

넷째, 부동산시장 정책 및 여건 변화, 행위자들의 기대심리 등 기저 여건별 부동산

시장 변화에 대한 시뮬레이션 분석을 수행하였다. 이를 통해, 주요 조세·금융 정책 도입에 따른 시장 변화 양상을 다양한 시나리오 하에서 시뮬레이션을 통해 예상되는 미래 부동산시장 변화 시나리오별로 정책에 대응한 행위자 전략별 시나리오 분석을 시행하여 정책적 시사점과 활용 방안을 제시하였다.

그림 1-2 | 1차년도 연구 흐름도



자료: 연구진 작성

표 1-2 | 연구의 차례

구분	목차	주요 내용
제1장	서론	• 연구의 배경 및 목적 • 연구의 범위와 방법 • 연구의 틀 및 주요개념 • 선행연구와의 차별성
제2장	부동산시장 변화 양상과 정책 이슈	• 2010년 이후 부동산시장 변화 양상 • 부동산시장 변화 과정에서 주요 정책 이슈 • 행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축의 필요성
제3장	행위자기반 모델링과 부동산 시장	• 행위자기반 모델링과 부동산시장관련 이론 및 문헌 검토 • 부동산시장의 행위 주체 검토 • 행위자기반 시뮬레이션 모형 기본 구상
제4장	공간기반 부동산시장 ABM 초도모형 구축	• 수도권 기반 가상공간 및 공간 기초단위(cell) 구축 • 기본적 행위자 속성 및 행동 규칙 도출 • 도출된 공간 및 행위자 속성 기반 초도모형 구축
제5장	부동산 조세 및 금융 정책 효과 시뮬레이션을 위한 모형 고도화	• 행태 실험 위한 규칙함수 고도화 및 변수 조정 • 조세 및 금융 정책 시뮬레이션 기능 탑재 • 구축된 모형의 현실 정합성 검증
제6장	부동산 ABM 모형을 활용한 시나리오별 시뮬레이션	• 모형을 활용한 정책 방안별 시뮬레이션 • 모형을 활용한 행위자 특성 변화 시뮬레이션 • 시뮬레이션 결과 해석 및 정책적 시사점 도출
제7장	결론	• 요약 및 주요 결론

자료: 연구진 작성

3) 관련 주요 개념

(1) 행위자기반모형(Agent-Based Model: ABM)

행위자기반모형은 Agent-Based Model을 지칭하는 말로, 물리학 등에서 과거부터 동일하게 번역 및 사용하고 있는 개념이다(채승병 외, 2007:10). 행위자기반모형은 “연구자가 환경 내에서 상호 작용하는 에이전트로 구성된 모델을 생성, 분석 및 실험할 수 있는 계산 방법”으로 정의되고 있다(Gilbert, 2008: 2).¹⁾ 이는 전산과학의 격자식 계산 자동화 모형(Cellular Automata)과 다중 행위자 체계(Multi-agent systems) 생태학의 개체 기반 모형(Individual-based model), 경제학의 행위자기반 계산경제모형(Agent-based Computational Economics Model) 등도 개념적으로 모두 포괄하는 개념이라 할 수 있다(Turrell 2016:174 등 참고).

한편, 행위자기반모형 주요 구성요소로는 행위자, (공간)환경, 규칙 등이 있다. 즉, 모형 내에서 각자의 자율적인 행위자들의 행위가 그 행위자들이 속한 복잡한 시스템에 영향을 주고 또 시스템으로부터 영향을 받는데(Silva et al., 2014:312), 여기서 규칙을 구성하는 수치의 경우 하나의 수치 또는 확률 분포로 주어질 수 있어 보다 탄력적이고 유연한 정책 시뮬레이션이 가능하다.

(2) 행위자(Agent)

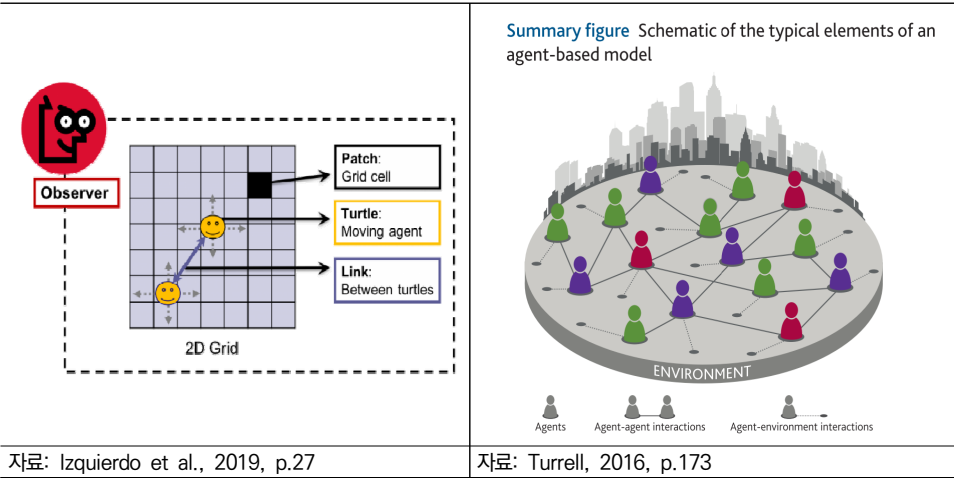
행위자는 의사결정을 내리는 행위 주체로 네트워크 상에서는 통상 점(Node)의 형태로 표현되며, 설정된 행동 규칙에 따라 의사결정을 수행하고, 환경 규칙에 따라 생성·멸실 되거나 이동할 수 있다.

ABM에서 행위자는 “지시를 따를 수 있는 존재”로 이해할 수 있으며(Wilensky, 2020), 사회과학 분야에서 행위자는 주로 “개인, 기업 등의 단체조직, 국가 등 대규모

1) Agent-based modelling is “computational method that enables a researcher to create, analyze and experiment with models composed of agents that interact within an environment.

집단” 등 사회적 행위자의 형태를 보인다(Gilbert, 2008:5). 이 행위자들은 가상환경(virtual environment) 안에서 서로 소통(interact)하며 의사결정을 하는데, 이러한 환경 자체도 행위자가 될 수 있다(Manson et al., 2020:5). 이처럼, 주택시장과 관련한 모형에서는 주로 가게 또는 가구가 행위자로 설정되며, 이 외 정부, 금융기관 등도 모형 구성 목적에 따라 행위자로 설정할 수 있다.

그림 1-3 | ABM의 주요 구성요소



(3) 환경(Environment)

환경은 행위자가 의사결정을 하는 무대로, 네트워크 형태(Topology)와 외부 변수, 그리고 행위자(주체)는 아니지만 동적 양상을 띠는 행위 객체 등으로 구성될 수 있다. 환경을 구성하는 변수(Variables)는 행위 규칙에 영향을 미치는 여러 가지 변수를 의미하며, 정책 수단(금리, 세율 등) 등도 외부 변수로 반영하여 반응을 시험해 볼 수 있다. 다음으로 네트워크 형태(Network Topology)는 행위자 간 연결(link)을 어떤 함수에 따라 부여하는가에 따라 네트워크 형태가 달라지며, 가상적 형태부터 실제 공간 반영까지 다양한 형태(격자망, 실제 지도 반영 등)를 구현할 수 있다. 마지막으로 행위 객체(Objects)는 행위 규칙에 영향을 미치는 동적 대상으로, 서로 다른 속성을 통해

이질성을 갖거나 특정한 규칙을 통해 생성/멸실, 이동할 수도 있는 개체이나 주체적 의사결정을 하지는 않는 대상(주택 등)을 의미한다.

(4) 규칙(Decision Rules)

규칙은 행위자가 의사결정을 내리는 규칙을 의미하며, 크게 ① 행위자 개인 함수에 따라 결정을 정하는 단순결정규칙법, ② 다양한 결정 단계를 가정하는 상태전이접근법, ③ 경제학적 효용함수를 가정하는 효용접근법 등을 가질 수 있다(정기철 외 2016:47). 이러한 규칙은 행위자 행태나 환경의 변화와 관련된 실제 작동체계를 구성하는 핵심 과정으로 이해될 수 있다.

4. 선행연구 검토 및 차별성

1) 선행연구 현황

기존에 수행된 부동산정책 관련 연구들은 부동산시장 관련 통계자료를 활용한 전통적인 계량 분석과 그에 기반한 정책효과 분석 연구가 대부분이다. 또한 많은 연구들이 전월세, 유동성 관리 등 특정 부동산정책에 대한 통계분석 등을 통해 특정 부문의 작동 매커니즘을 거시경제지표 등을 활용하여 도출한 후 시장파급효과 등을 분석하는 방식으로 이루어졌다. 이러한 연구들은 부동산시장의 이해를 크게 높였음에도 불구하고, 시장참여자의 행태적 특성이 시장에 미치는 파급효과를 분석하는 데까지는 나아가지 못한 한계가 있었다.

부동산 관련 연구가 통계분석 등에 집중하여 수행되면서 행위자 행태를 반영한 부동산 시장분석 및 정책효과에 대한 연구는 상대적으로 거의 이루어지지 못하였다. 일부 ABM을 활용한 부동산시장 모형 구축 연구가 있었으나, 이들 연구의 경우 공간을 매우 단순하게 설계하거나, 행위자 행동 규칙에 대한 논의가 실제 행위자의 정책 대응 행태들을 검토하여 반영하기보다 통계 분석에 기반한 제한된 행위자 행태 규칙에 한정되었

으며, 특히 부동산시장의 공간적 측면과 정책 대응 행태에 집중하여 정책 영향을 시뮬레이션하는 연구로는 이어지지 못하였다.

2) 선행연구와 본 연구와의 차별성

이 연구는 ABM 모델링 방법론을 활용하여 주요 부동산시장 참여자들의 실제 정책 대응 행태를 행태적 속성으로 구현한 행위자와 실제 부동산시장과 유사한 공간 환경을 구현하고, 이를 바탕으로 다양한 시나리오별 시뮬레이션이 가능한 모델, 즉 공간 및 행태 기반 정책 영향력 시뮬레이션 모형을 구축한다는 점에서 기존 연구와 차별화된다.

표 1-3 | 선행연구와의 차별성

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요연구내용
주요 선행 연구	1	- 과제명: 부동산시장 조기경보시스템 고도화 연구 - 연구자(연도): 국토교통부(2016) - 연구목적: 여건변화에 대응하기 위한 부동산 조기경보시스템 고도화	- 문헌 연구 - 통계 분석 - 협동 연구	- EWS의 구축과정 - EWS 개선 방향 및 방법론 정립 - 계량분석에 기반한 거시모형 개발 - EWS 운영 방안
	2	- 과제명: 유동성이 주택시장에 미치는 영향과 정책방안 연구 - 연구자(연도): 황관석 외(2021) - 연구목적: 유동성의 부동산시장 영향을 분석하고 시장 안정 위한 유동성 관리방안을 제시	- 문헌 및 이론 연구 - 통계 및 계량 분석 - 협동 연구	- 유동성 위험지표 분석 - 유동성과 거시경제 및 주택가격 간 관계 분석 - 주택금융규제 효과 분석 - 유동성 관리 방안 제언
	3	- 과제명: 빅데이터를 활용한 주택시장분석 및 예측모형 개발 - 연구자(연도): 이수옥 외(2022) - 연구목적: 서울 지역 매매, 임대, 이주 등을 구현하기 위한 ABM 모형 구축	- 문헌 및 이론 연구 - 통계 및 계량 분석 - 협동 연구 - ABM 모형 구축	- 서울시 주택시장 ABM 모형 구축 - 서울 아파트 시장 내 매매, 임대, 이주 행태 구현 - 정책 변수 영향 분석에는 한계
본 연구		주요 부동산시장 행위자들의 행태적 특성을 반영한 행위자기반모델링 기법을 활용하여 예상되는 미래 부동산시장 변화 시나리오 분석, 정책에 대응한 행위자 전략별 시나리오 분석이 가능한 부동산시장 ABM 모형을 구축하여 다양한 정책수립 지원을 통한 부동산시장 안정에 기여	- 국내외 문헌 검토 - 통계 및 계량 분석 - ABM 모형 구축 - 전문가 자문 및 협동 연구	- ABM관련 이론적 논의 및 활용 트렌드 검토 - 부동산시장 행위자 특성 및 행태 분석 - 모형기본구조 탐색 및 설정 - 부동산시장 ABM 모형 구축 - ABM 모형 기반 시뮬레이션 및 정책활용 방안 도출

자료: 연구진 작성

5. 연구의 정책 · 학술적 기대효과

1) 정책적 기대효과

이 연구에서는 부동산시장 행위자 특성을 고려한 정책 영향력 시뮬레이션 ABM 모형을 구축함으로써 보다 효과적인 부동산시장 정책 수립이 가능하도록 기여 할 것으로 기대된다. 보다 구체적으로 본 연구에서 개발된 ABM 모형은 주택가격 상승기 시장참여자 행태를 고려한 정책 시뮬레이션을 가능하게 하여 보다 효과적인 정책 조합을 찾을 수 있는 도구로서 부동산시장 안정을 위한 효과적 정책 수립에 기여하고, 이를 통해 부동산시장의 안정적 관리를 통한 국민 주거안정 강화와 주거복지 향상에 기여할 것으로 기대된다.

2) 학술적 기대효과

이 연구는 과거 연구를 통해 축적된 부동산시장 참여자 행태 분석 자료를 활용하여 행태 기반 시뮬레이션 모형까지 구축하였다. 이로써 과거 주택 및 부동산 정책과 관련한 학술적 논의에서 상대적으로 간과되어 온 행태 분석과 분석된 행태에 기반한 ABM 모형 구축까지 행태 관련 부동산시장 연구의 선구적 연구 사례를 제시한다는 측면에서 학술적으로 기여할 수 있을 것이다.

CHAPTER 2

부동산시장 변화 양상과 정책 이슈

- 1. 시장변화와 정책이슈 19
- 2. 시장변동성에 대응한 정부정책 32
- 3. 모형적용을 위한 주요정책수단 도출 45

02 부동산시장 변화 양상과 정책 이슈

이 장에서는 먼저 부동산시장 변화 양상과 정책 이슈를 도출하여 연구의 필요성을 부각하고 정책 측면에서 연구의 기초 틀을 확립하였다. 구체적으로는 첫째, 2010년대 이후 시장변화양상 검토를 통해 우리나라 부동산시장이 현재까지 시장불안 반복을 경험하고 있으며, 이는 국민 주거안정 저해 등 많은 부정적 영향을 끼치고 있어 시장불안 완화를 위한 추가적인 정책도구가 필요함을 도출하였다. 둘째, 정부의 부동산시장 정책의 맥락과 주요 내용을 살펴보고, 새로운 정책도구로서 ABM 모형이 다루어야 하는 주요 정책 그룹을 제시하였다.

1. 시장변화와 정책이슈

1) 2010년 이후 부동산시장 변화 양상

부동산 및 주택가격의 급격한 변동은 개인 및 국가경제에 큰 영향을 미칠 수 있어 안정적인 관리가 중요하다.¹⁾ 만약 부동산 가격이 급등할 경우 부동산 자산 보유 여부에 따라 계층 간 양극화 및 불균형이 심해질 수 있으며 과도한 유동성 집중은 생산적인 활동으로의 자금흐름을 위축시켜 경제성장에도 악영향을 미칠 수 있다. 반대로 부동산 가격 급락은 주택이나 토지를 구매하는 사람들에게 좋은 기회가 될 수 있으나 부동산 소유자들의 자산가치는 하락하며 이에 소비가 위축되고 경기하락 요소로 작용할 수 있다. 또한 자산가치 하락은 가계의 대출 상환 능력 감소로 이어져 은행 등 금융기관의 부실로 연결될 수 있으며 나아가 금융위기로까지 변질 수 있다.

1) 최진. 2020. 아파트 가격거품 검증과 시사점(2012~2020년 1월). 국토연구원, p.5

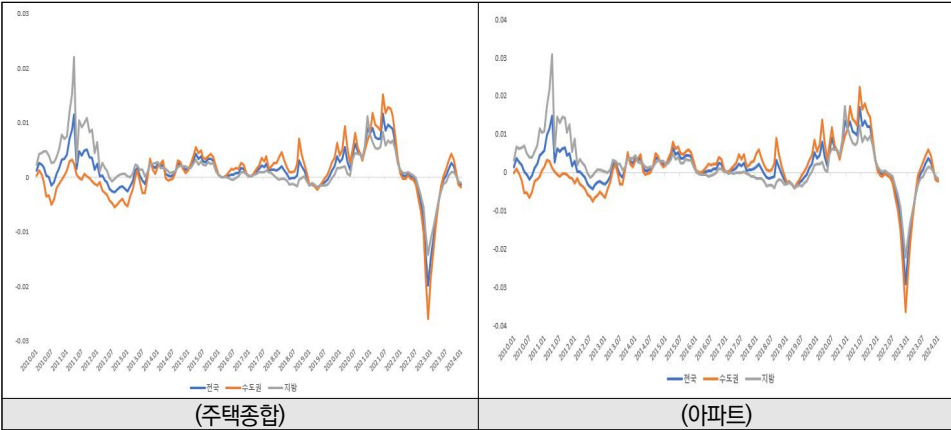
한편, 주택가격의 급격한 변동이 주거비 부담의 증가로 이어질 경우에는 개인과 가계 경제 사정의 악화될 뿐 아니라 경제·사회 전반의 다양한 문제로 귀결될 수 있다.²⁾ 예를 들어 부동산 가격 상승으로 인한 주거비 부담 상승은 가계부채 문제와 연동되어 가계의 경제적 건전성을 저해하고 사회문제로 전이될 수도 있다. 그리고 부동산 가격 상승은 매매뿐 아니라 주택 전월세 가격을 상승시켜 취약계층을 중심으로 주거 부담을 가중시키며 자산구조가 부동산에 편중된 국내 특성과 결부되어 경제 전반에 문제로 작용하기도 한다.

이러한 관점에서 2010년도 이후 국내 부동산시장은 일정 기간 안정적인 가격을 유지하다 2016년 이후 급격한 가격의 상승과 하락이 나타나며 변동성이 커지는 양상을 보였다. 전국, 수도권, 지방의 주택 및 아파트 시장은 2010년을 전후로 가격 상승 및 하락 시기를 1차례 겪었으며, 2016년부터 상승세로 전환된 이후 현재까지 시장의 변동성이 높아진 모습을 보이고 있다. 특히 2019년 이후 저금리 상황과 코로나 19 극복을 위한 유동성 확대 국면이 나타나며 2020~2021년 전국 기준 연평균 약 7.6%(아파트 약 10.8%)수준 가격이 급등하는 상승기를 겪었다. 반면, 2022년 이후에는 코로나 19 종료에 따른 유동성 축소, 금리 인상, 주택가격에 대한 고점 인식 확산 등으로 2022~2023년 전국기준 연평균 약 4.1%(아파트 약 6.2%)수준의 급격한 가격 하락기가 도래되었다. 2024년 상반기에는 서울과 수도권의 선호도가 높은 지역 내 신축아파트 중심으로 가격이 다시 급등하는 등 주택가격의 급등락이 반복되고 있다.

2010년 이후 전세시장도 매매시장과 마찬가지로 2019년 이후 급격한 상승 및 하락기를 겪으며 가격 변동 폭이 확대되는 양상이 나타났다. 2013~2019년까지는 전국기준 연평균 약 1.6% 수준(아파트 약 2.4%)가격이 상승하여 매매시장보다 상대적으로 높은 수준의 가격 상승을 보였다. 그 후, 시장 급등기인 2020~2021년은 전국기준 연평균 약 5.5%(아파트 약 8.5%) 수준에서 가격이 상승하였으며, 2022년 이후 하락기에는 전국기준 연평균 약 5.3%(아파트 약 7.8%)수준 가격이 급락하는 모습을 보이며 매매시장과 유사한 가격 흐름이 나타났다.

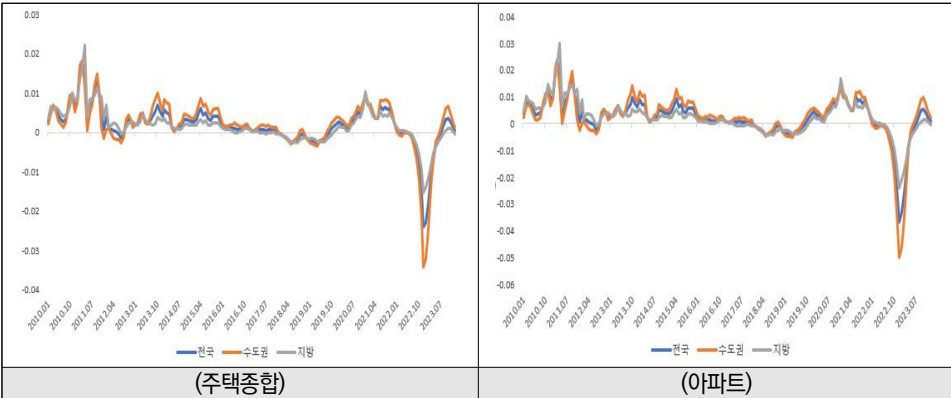
2) 조혜진·김민정. 2020. 중고령 임차가계의 주거비부담 및 주거비소득탄력성 변화 연구. 소비자학 연구

그림 2-1 | 주택 매매가격 지수 변동률(주택종합, 아파트)



자료: 한국부동산원 R-ONE 주택가격지수 통계(<https://www.reb.or.kr/r-one/portal/main/indexPage.do>, 검색
일: 2024.5.4.)를 참고하여 연구진 작성

그림 2-2 | 주택 전세가격 지수 변동률(주택종합, 아파트)

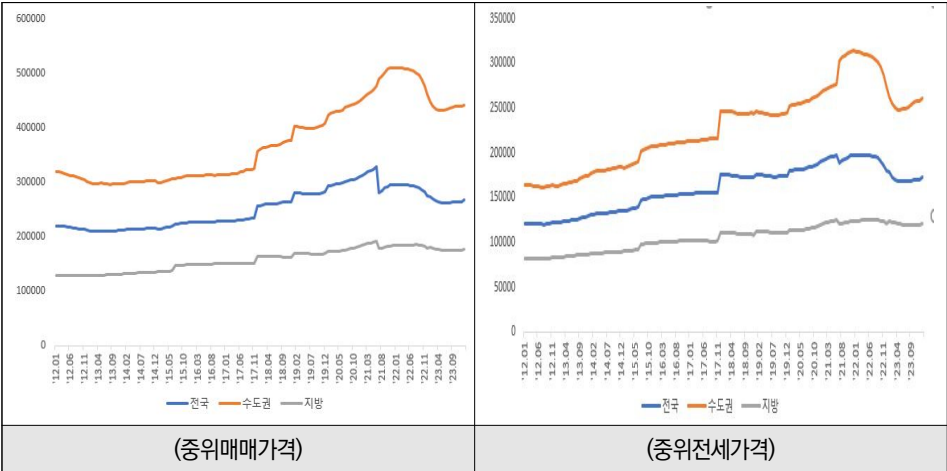


자료: 한국부동산원 R-ONE 주택가격지수 통계(<https://www.reb.or.kr/r-one/portal/main/indexPage.do>, 검색
일: 2024.5.4.)를 참고하여 연구진 작성

중위주택가격은 2022년 이후 큰 폭의 하락이 있기 전까지 지속적으로 상승하였으며 특히 수도권 지역이 전국, 지방 대비 더 높게 가격이 상승하는 추세를 보였다. 중위가격 기준 주택가격은 12년 1월 통계작성시점 이후 안정적인 수준을 유지하다 17년 이후 점차적으로 상승한 뒤 최근 가격이 큰 폭으로 하락하였다. 12년 간 전국(주택종합)기

준 중위가격은 저점 2.1억 원 고점 3.3억 원으로 최대 56.4%까지 상승하였으며 24년 1월 기준 중위가격은 2.7억 원으로 저점대비 27.2% 상승한 상황이다. 무엇보다 수도권은 저점 2.96억 원 고점 5.1억 원으로 최대 72.4% 상승하였으며, 24년 1월 기준 4.4억 원으로 저점대비 49% 상승하였다. 지방도 마찬가지로 저점 1.28억 원 고점 1.9억 원으로 최대 49.9% 상승하였으며 24년 1월 기준 1.77억 원으로 저점대비 38.4% 상승하였다. 주택 유형별로는 아파트의 가격 상승률이 타 주택 유형 대비 더 높게 상승하여 전국, 수도권, 지방에서 아파트는 저점 대비 고점 가격이 각각 72.%, 104.9%, 51.3% 상승세를 기록하였다.

그림 2-3 | 중위매매 및 전세 가격(주택종합) 추이



자료: 한국부동산원 R-ONE 주택가격지수 통계(<https://www.reb.or.kr/r-one/portal/main/indexPage.do>, 검색일: 2024.5.4.)를 참고하여 연구진 작성

중위전세가격도 중위주택가격과 마찬가지로 지속적으로 상승하였으며 지방보다 수도권에 더 큰 폭으로 상승하였다. 중위전세가격은 중위매매가격보다 저점대비 고점 상승률이 더 높았으며 최근 가격 하락기를 겪은 24년 1월 기준 지역별로 44~61% 수준 상승하여 매매가격보다 더 높은 상승률을 기록하였다. 통계작성시점 이후 전세중위가격의 저점은 전국 1.2억 원, 수도권 1.61억 원, 지방 0.81억 원이었으며 고점은 1.97

억 원, 3.14억 원, 1.25억 원으로 각각 64.8%, 95%, 59.1% 상승하였다. 주택유형별로는 아파트의 가격 상승률이 타 주택 유형보다 상승률이 높게 나타나 아파트의 경우 전국, 수도권, 지방의 저점대비 고점 가격이 각각 85.1%, 123.7%, 59.4% 상승하여 중위매매가격보다 더 높은 상승폭을 기록하였다. 2012~2022년 간 가계 소득 상승률은 중위소득 기준 49.5% 상승하여 가격 급등기 의 주택가격 및 전세가격 상승률보다는 낮은 수준의 소득 성장이 발생하였다. 가계금융복지조사의 2012년 중위소득은 3,360만 원, 2022년 중위소득은 5,022만원으로 10년 간 49.5% 상승(연평균 4.1%)하였다.

표 2-1 | 연도별 중위소득 및 소득상승률

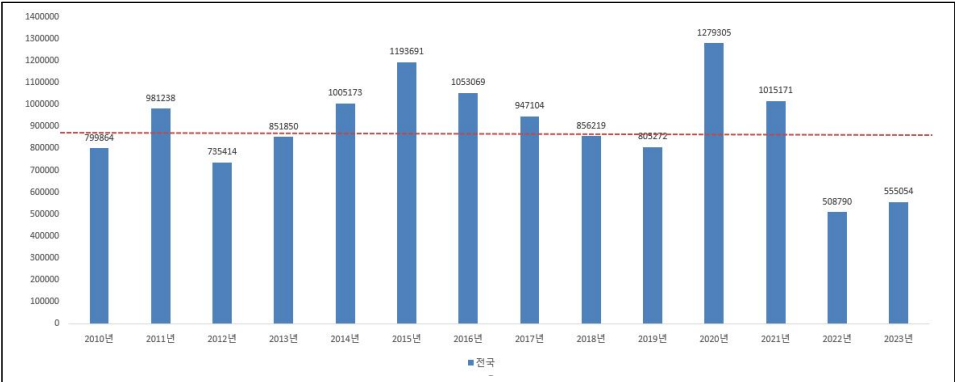
시기	중위소득(만원)	소득상승률
2012	3,360	-
2013	3,600	7.1%
2014	3,800	5.6%
2015	3,924	3.3%
2016	4,000	1.9%
2017	4,300	7.5%
2018	4,457	3.7%
2019	4,567	2.5%
2020	4,652	1.9%
2021	4,836	4.0%
2022	5,022	3.8%

자료: 통계청 가계금융복지조사(https://www.kostat.go.kr/statDesc.es?act=view&mid=a10501010000&str_cd=S003003, 검색일: 2024.7.6.)

주: 소득 관련 항목은 2018년부터 행정자료로 보완함에 따라 2016년 이전 조사자료와 직접 비교는 곤란하여 해당시점 소득 및 소득상승률은 참조수준으로 활용

한편, 전국 기준 2010~2023년 주택매매거래량은 평균 약 89.9만 건이며 가격 안정기 및 상승기에 매매거래가 하락기 대비 더 활발하게 발생하였다. 가격이 급격히 상승한 2020~2021년 주택 매매거래는 각각 129만 건, 101만 건으로 평균적인 주택 거래보다 더 많은 거래가 발생하였으며 가격 하락기인 2022~2023년에는 각각 50만, 55만 건으로 거의 절반 수준으로 매매거래가 감소하였다.

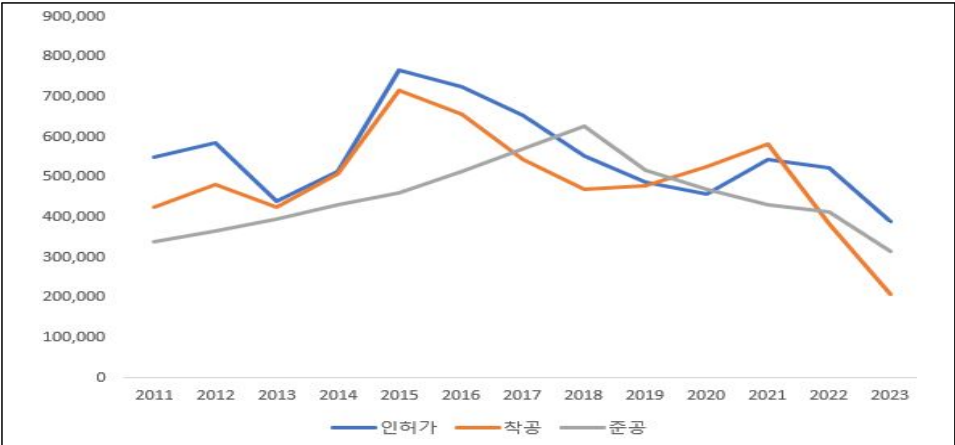
그림 2-4 | 전국 주택 매매거래 추이



자료: 한국부동산원 R-ONE, 주택가격지수 통계(<https://www.reb.or.kr/r-one/portal/main/indexPage.do>, 검색일: 2024.5.4.)

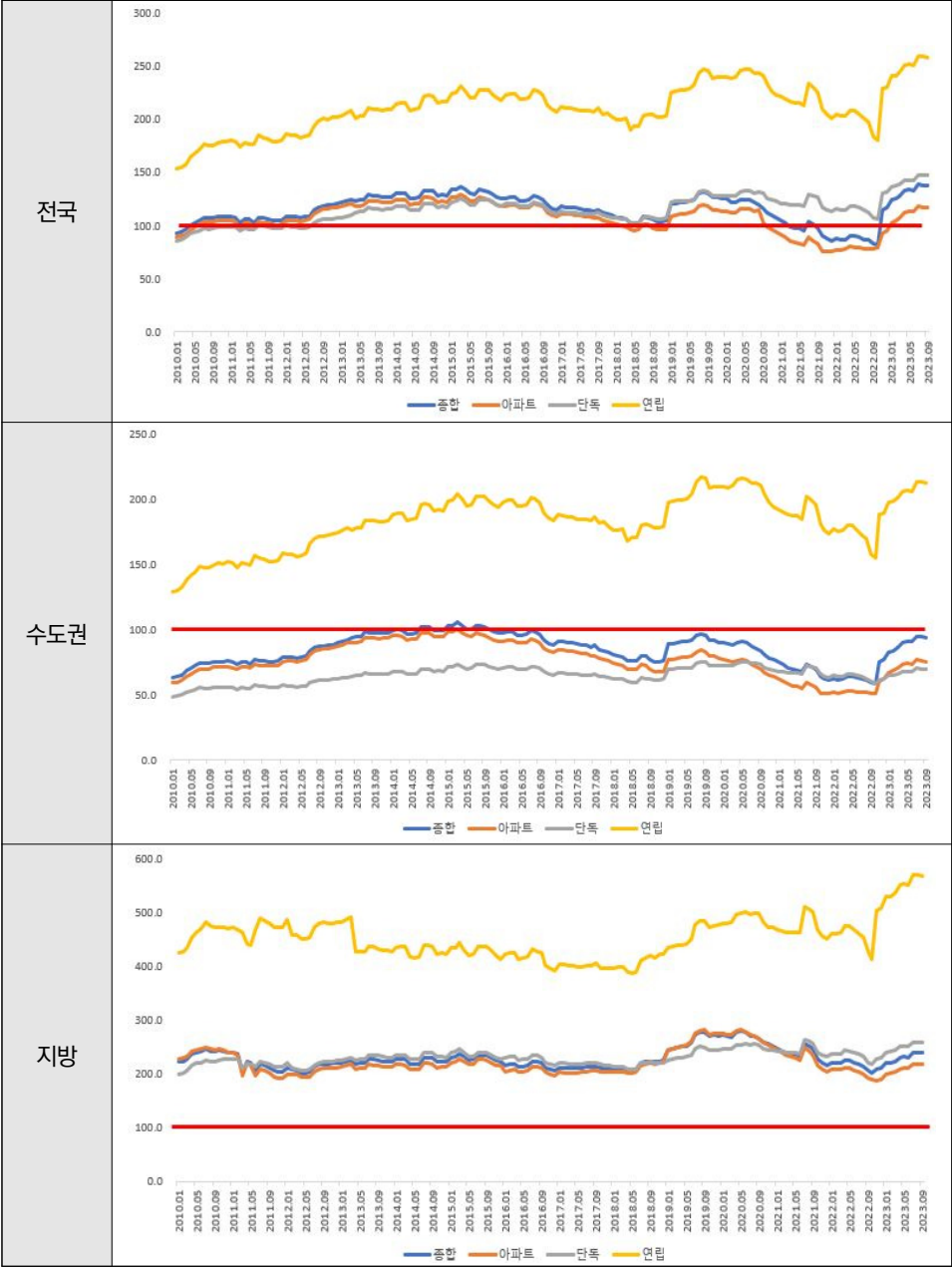
주택 공급은 각 지표별로 등락의 차이는 있으나 일정 수준의 공급이 지속되는 흐름을 보였으며 최근 주택 가격의 급락 시기와 맞물려 착공과 준공 지표가 빠르게 감소하는 추세를 보였다. 즉, 주택가격 안정 및 상승기에는 일정 수준 이상의 공급이 지속된 반면, 가격이 하락하는 시기에 인허가, 착공, 준공 지표 모두 장기평균 이하 수준으로 감소하였다.

그림 2-5 | 주택건설 인허가, 착공, 준공 추이



자료: 국토교통 통계누리, 주택건설 인허가, 착공, 준공 실적(https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statView.do?hRslId=31&hFormId=618&hDivEng=&month_yn=, 검색일: 2024.6.6.)

그림 2-6 | 주택구매력(HAI)지수 변화 추이



자료: KB통계(<https://kbland.kr/map?xy=37.5205559,126.9265729,17>, 검색일: 2024.4.5.)

주택 구매 여건을 나타내는 주택구매력지수(HAI)³⁾는 주택가격 상승 시기에 지수가 하락하여 주택구입 부담이 커지고 국민들의 주택구입이 더 어려워지는 것으로 나타났다. 지역별로 구분해서 보면 수도권은 주택 구매에 어려움이 큰 것으로 나타난 반면, 지방은 상대적으로 주택 구매 여건이 양호한 것으로 나타나 지역별로 차별화된 주택구매여건이 조성되고 있음을 확인하였다. 전국 기준 주택구매력지수는 2018년 일부 시기와 주택 가격이 급등한 2020~2021년에 종합 및 아파트 유형에서 100 이하로 떨어지는 것으로 나타나 가격 급등 시기에 전국적으로 주택구매여건이 악화되었다. 수도권은 연립주택을 제외한 종합, 아파트, 단독 주택의 주택구매력이 100 이하로 나타났으며 가격 상승기에는 50 이하 수준까지 구매력지수가 하락하였다. 반면, 6대 광역시 및 지방은 가격 상승기 주택구매력이 하락하기는 하였으나 모든 시기의 주택 유형에서 100 이상으로 나타나 서울을 포함한 수도권 대비 주택 구매여건이 상대적으로 양호한 측면을 보였다.

자가가구의 연소득 대비 주택가격비율(PIR)의 지역별 변화 추이도 2010년 이후 대체적으로 상승세를 보이고 있으며, 특히 수도권과 광역시의 PIR 상승폭이 큰 것으로 나타났다. 전국기준 PIR은 2010년 4.3년에서 2021년 6.7년으로 2.4년 증가하여 지난 10년 간 주택가격 상승으로 전반적인 주택구매여건이 악화되었다. 특히, 수도권 PIR은 2010년 6.9년에서 2021년 10.1년으로 3.2년 증가, 광역시 PIR은 2010년 3.5년에서 2021년 7.1년으로 3.6년 증가하여 주요 도시 지역의 구매 여건이 더 크게 악화되었다.

2010년 이후 주택시장은 최근 들어 변동성이 확대되고 있으며 소득상승률 보다 높은 주택가격 상승으로 주거비 부담 수준은 과거 대비 높아졌다. 이는 주거비용과 주택구매 여력은 주택시장 흐름에 따라 상승, 하락하는 형태를 보였으나 소득 등 종합적인 요건을 고려한 과거 대비 주거비 부담수준과 구매여력은 악화되었다고 할 수 있다. 또한 2022년 이후 급격한 주택시장 위축과 2024년에 나타난 수도권 일부지역의 주택가

3) 주택구매력지수는 우리나라에서 중간 정도의 소득을 가진 가구가 금융기관의 대출을 받아 중간가격 정도의 주택을 구입한다고 가정 시, 현재의 소득으로 대출 원리금 상환에 필요한 금액을 부담할 수 있는 능력을 의미하며 100보다 클수록 큰 무리 없이 주택 구입이 가능함을 나타낸다.

격 급등은 현재 시장의 불안정성이 매우 높다는 점을 보여준다. 주택가격 상승기에는 주택 거래와 공급이 장기평균을 상회하는 수준에서 이루어졌으며 주택가격 하락기에는 주택 거래와 공급이 장기평균을 하회하는 현상이 발생하였으며, 최근 주택가격의 급등락 반복은 현재 주택시장의 불안정성이 매우 높다는 점을 반증하는 것으로, 시장에 주택가격 급등에 대한 기대와 급락에 대한 불안함이 상존한다고 할 수 있다. 중장기적으로는 시장상황과 수요가 회복되는 시점이 도래 시, 하락기에 위축된 공급으로 인하여 수요·공급의 미스매치가 발생할 경우 재차 주택가격이 빠르게 상승하는 등의 시장 불안이 심화할 가능성도 지속 제기되고 있다.

표 2-2 | 지역별 PIR 변화 추이

시기(년)	전국	수도권	광역시	도지역
2010	4.3	6.9	3.5	2.9
2012	5.1	6.7	5.0	3.6
2014	4.7	6.9	4.7	4.2
2016	5.6	6.7	5.3	4.0
2017	5.6	6.7	5.5	4.0
2018	5.5	6.9	5.6	3.6
2019	5.4	6.8	5.5	3.6
2020	5.5	8.0	6.0	3.9
2021	6.7	10.1	7.1	4.2

자료: 연도별 주거실태조사, (<https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statMetaView.do?hRsId=327>, 검색일:2024.6.6.)

우리나라 주택시장의 높은 변동성은 여러 주거문제를 야기 또는 심화시켰으며, 이러한 높은 변동성이 지속된다면 앞으로도 국민 주거에 부정적 영향을 끼칠 가능성이 높다. 주택가격 급등은 주거비부담 및 주택구입 부담을 크게 증가시켜 국민들의 주거문제 해소에 어려움을 가중시켰으며, 이러한 시장 급등락은 주택의 안정적 공급에도 영향을 미쳐 미래 주택가격 불안가능성을 높이는 등 미래 주거문제에도 악영향을 미치고 있다. 따라서 주택시장의 불안 해소 또는 완화를 위한 정책적 노력의 필요성이 매우

높으며, 특히 효과적인 시장안정정책 수립 및 집행의 필요성이 매우 높은 상황이다. 이를 해소하기 위해서는 효과적 정책 수립을 위한 다양하고 새로운 정책도구의 개발 필요성이 매우 높다고 볼 수 있다. 특히, 과거 정부정책 수립시 시장참여자들의 행태에 대한 고려가 부족하였으며, 실제 관련 연구도 행태에 대한 연구보다는 통계자료에 기반한 계량분석 연구에 초점을 맞추는 경향이 있었기에, 현재 부족한 부분을 보완할 수 있는 행태기반 정책실험 도구의 개발 필요성이 높은 실정이다.

2) 시장변동성의 확대와 관련된 논의

앞서 살펴본 바와 같이 현재 우리나라 부동산 시장은 높은 변동성을 경험하고 있다. 이러한 변동성은 부동산 투자자와 소비자 모두에게 큰 영향을 미치며, 다양한 형태로 경제에 파급효과를 초래하기 때문에 변동성을 통제하고 시장 안정을 유지할 수 있는 정책이 필요하다.

이와 관련하여 주택시장 변동성에 영향을 주는 요인과 관련 정책에 대해 국내외에서 다양한 논의가 이루어졌다. 이와 관련하여, 박천규 외(2019)는 우리나라 부동산정책의 가장 큰 목표인 국민의 주거복지 증진을 위해서는 부동산시장의 단기적 변동성을 줄이고, 중장기적인 시각에서 이를 안정적으로 관리하는 것이 필요하다고 언급하였다.⁴⁾ Tejvan(2019)⁵⁾은 주택시장의 변동성에 영향을 미치는 주택가격 결정요인이 금리, 경제성장, 가구 수, 대출가능여부, 투자수요, 주택구입능력, 거래량 등이 주택수급에 영향을 미치기 때문이라 지적하였으며, 임재만(2006)⁶⁾은 국내 주택시장을 설명하는데 주택가격의 변동성이 중요한 요인임을 밝혔다. Hossain and Latif(2009)⁷⁾는 주택가격의 변동성이 주택가격 변화에 영향을 미치는 것으로 확인하였으며, 이태리 외

4) 박천규 외. 2019. 중장기 부동산시장 전망과 안정적 시장관리를 위한 정책방안 연구(II). 국토연구원, p.15

5) Tejvan Pettinger. 2019. Factors that Affect the Housing Market. Economics help. <https://www.economicshelp.org/>, 검색일: 2024.6.10.)

6) 임재만. 2006. 주택매매가격의 변동성에 관한 연구. 주택연구 Vol.14(2). pp.64-84

7) Hossain, B. and E. Latif, 2009, "Determinants of housing price volatility in Canada: a dynamic analysis," Applied Economics, 41(27), 3521-3531.

(2021)⁸⁾ 주택가격에 영향을 미치는 주요원인에 대한 기여도 분석 결과, 금융시장이 저금리 체계로 구조 전환된 이후 금리의 가격상승에 대한 기여도가 가장 높은 것으로 분석하였다.

한편, 정책적 측면에서 정부는 부동산시장 변화 과정에서 다양한 정책 수단을 통해 시장변화에 대응하고자 하였다. 정부의 주택정책은 주택시장에서 나타나는 시장의 실패를 교정하고 주택시장의 안정과 주거복지의 실현을 목표로 시행되며 정책목표를 달성하기 위해 조세, 금융정책, 지구지정정책 등 다양한 수단을 활용하고 있다.⁹⁾ 주택시장과 관련된 정부의 정책은 크게 주택수요와 주택공급 측면의 정책으로 구분될 수 있다. 주택수요정책은 실거주, 투자 등 다양한 동기에 기반하여 주택을 구매하고자 하는 사람들의 수요를 변화시켜 주택시장을 안정화시키는 데 초점이 맞추어져 있다. 반면 주택공급의 경우 공공주택, 민간 분양주택 등을 포함한 적정 주택공급을 유도하여 국민들이 안정적인 거주를 달성하는 것을 목표로 한다. 주택수요정책은 세제, 금융 등 관련 수단을 이용하여 규제를 완화 및 강화함에 따라 사람들의 주택수요에 직접적으로 영향을 미치며 공급정책보다 상대적으로 단기적인 정책 수단으로 활용되고 있다.

현대 주택시장은 경제 전반에 큰 영향을 미치는 중요한 요소로, 주택시장의 변동성은 금융부문을 포함한 경제전반의 불안을 가져올 수도 있다. 2008년 미국의 서브프라임 모기지 사태로 인해 금융위기가 발생 사례에서 나타나 바와 같이, 급격한 주택가격 하락은 은행 등 금융 기관의 재무구조 등에 위험을 증가시킬 수 있으며, 거시경제의 위기로 전이될 수도 있다. 부동산 가격의 급등은 부동산을 보유하지 못한 젊은 세대나 저소득층에게는 주거비용의 증가와 주택 소유 기회의 제한을 초래하기도 한다.

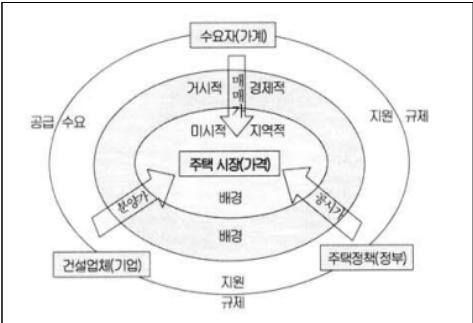
한편, 부동산시장 안정의 중요성이 높음에도 최근 부동산시장의 금융화로 시장 안정을 도모하기는 더 어려워지고 있다. 도시의 부동산시장은 자본주의 경제의 고도화와 더불어 도시공간의 재구조화 과정에 따라 급격히 팽창하면서 새로운 도시 ‘성장 기계’

8) 이태리 외. 2021. 주택가격 변동 영향요인과 기여도 분석. 국토이슈리포트 Vol.50. 국토연구원

9) 전성제 외. 2023. 부동산시장 정책에 대한 시장참여자 정책대응 행태 분석 및 평가방안 연구. 국토연구원. pp.73-74

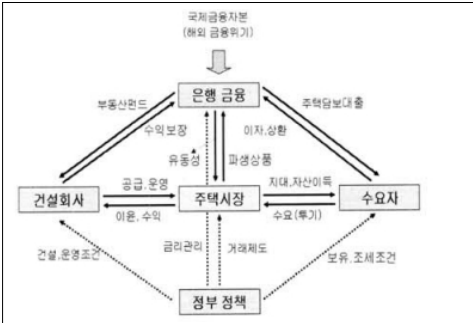
로 간주되거나 또는 ‘주거자본주의(Broome, 2018¹⁰⁾)’로 명명되고 있지만, 부동산시장의 이러한 팽창과 이에 내재된 모순을 유발하는 중요한 단초로서 부동산 자산이 가지는 특성은 제대로 고려되지 않고 있다.¹¹⁾ Chamey(2001)에 따르면, 주택과 토지 등 물리적으로 고정된 부동산은 비유동적이지만, 자본은 매우 유동적이고 발산적이기 때문에 부동산의 개발과 소유는 점차 ‘탈 국지화’ 되고 도시경계를 넘어서는 힘들에 의해 더 큰 영향을 받게 된다.¹²⁾ 또한, 류연택(2005)¹³⁾은 신고전적 접근방법이나 이의 변형이론들로는 부동산시장에 내재된 모순을 분석할 수 없고, 오늘날 매우 복잡하게 작동하고 있는 다양한 요소들의 관계를 제대로 설명하기 어렵다고 언급하고 있다. 특히, 수요-공급의 개념과 시장의 행위자 개념을 인정한다고 할지라도 부동산시장은 매우 복잡한 요소로 구성되어 있음과 동시에 행태적, 기능적 상호작용에 따라 역동적으로 변화하면서 주기적으로 위기상황을 드러내고 있다고 설명한다.

그림 2-7 | 주택시장의 행위자들



자료: 최병두(2009), 한국지역지리학회지 Vol.15(1). p.140

그림 2-8 | 주택시장의 역동성(변동성)



자료: 최병두(2009), 한국지역지리학회지 Vol.15(1). p.140

10) Broome, A., 2008. Neoliberalism and financial change: the evolution of residential capitalism in New Zealand, Comparative European Politics, 6(3), pp.346-364
 11) 최병두. 2009. 도시 주택시장의 변동성과 부동산 정책의 한계. 한국지역지리학회지 제15권 1호. pp.138-160
 12) Chamey, I., 2001, Three dimensions of capital switching within the real estate sector: a Canadian case study, International Journal of Urban and Regional Research, 25(4), pp.740-757
 13) 류연택. 2005. 도시 주택 및 거주지 구조에 대한 생태학적, 신고전적, 행태적, 관리적 접근: 비판적 고찰. 지리교육논집. 49. pp.127-142

이처럼 부동산시장 안정의 중요성은 국민 주거 안정 뿐 아니라 거시 경제적 측면에서 점점 더 커지고 있다. 그러나 부동산시장의 안정을 도모하는 것은 과거보다 더 복잡해지고 어려운 정책과제가 되고 있다. 이에 시장 환경과 변동성을 고려하여 적재적소에 필요한 정책의사결정을 하기 위해서는 다양한 주택시장의 행위자들과 부동산시장의 특성을 고려한 보다 효과적인 부동산정책 수립이 필요하나, 이러한 과정이 적절하게 이루어지지 못하는 실정이다. 따라서 다양한 주택시장의 행위자들과 부동산시장의 특성을 고려한 보다 효과적인 부동산정책 수립을 위한 정책 수립 지원 도구의 필요성이 매우 높은 시점이다.

2. 시장변동성에 대응한 정부정책

1) 검토 개요

이 절에서는 부동산시장 변동성에 대응한 정부정책 변화양상을 파악하기 위해 과거 10년간 주요 정책을 중심으로 살펴보고, 정책 배경 및 이슈, 그에 따른 주요 정책 방안을 중심으로 검토하였다. 즉, 시기별 정책 중 해당정책(핵심정책)을 추진하게 됨에 따른 시장의 영향과 배경, 그에 따른 정부의 대응방향을 중점적으로 검토하고, 이를 바탕으로 이 연구에 주는 시사점을 도출하였다.

2) 부동산시장 관련 주요 정부정책

(1) 2013~2016년 정책

2013년 이후 정부정책은 부동산시장 침체에 대응한 정책을 시행하였다. 금리, 조세, 공급, 청약 부문에서 관련 정책을 중점적으로 추진하였으며, 특히 주택거래 및 공급 확대 등의 정책을 통해 부동산시장 침체에 대응하였다. 관련 주요대책을 살펴보면, 2013년 4.1대책은¹⁴⁾ 공급물량 조절 및 실수요자(취약계층 등) 금융지원을 위한 대책이었다. 4.1대책의 추진배경은 매매시장이 '11년 하반기 이후 시장침체가 심화되었고, 전세시장도 '12년 이후 상승세가 둔화되었으나 체감상승률이 높은 상황에서, 주택가격 상승기에 도입된 수요억제-공급확대 정책기조가 시장 위축기에도 지속됨에 따라 변화된 시장 상황에 대응한 새로운 정책의 필요성이 제기된 데 따른 것이었다. 당시 3가지 정책이슈가 있었는데, 첫째, 매매가격 상승기대감 약화로 임차거주 수요가 늘어나고, 전세→월세 전환이 이루어지면서 서민주거비 부담이 늘었다. 둘째, 거래부진이 지속되면서 실수요자의 거래불편이 커졌다. 마지막으로, 높은 상환부담으로 어려움을 겪는 '하우스 푸어'가 사회적 문제로 대두되고, 경매로 넘어가는 주택도 수도권을 중심으로

14) 관계부처 합동. 2013.4.1., 서민 주거안정을 위한 주택시장 정상화 종합대책. 보도자료

지속 증가하는 상황이 발생하였다. 이를 해결하기 위해 정부는 기존의 정부개입규제를 완화하는 것으로 정책 방향을 전환하면서, 한시적 세제·금융지원을 통해 시장 조기회복을 견인하고자 하였다. 그리고 임대주택공급을 도시 외곽에서 도심내 공급 위주로 전환하고, 다양한 수요자 맞춤형 지원을 확대하여 보편적 주거복지 실현하고자 한 점이 특징이라고 할 수 있다.

다음 대책으로 실수요자 및 취약계층 지원을 위해 실시된 2013년 8. 28대책¹⁵⁾이 있다. 이 대책의 추진 배경은 전세난이 가중되는 상황에서 신혼부부 등 주택구입 실수요 서민층이 부담하기에는 집값¹⁶⁾이 여전히 높아 대출위주의 지원은 효과가 제한적이라는 여론이 형성되었기 때문이다. 이에 정부는 수익 공유형 모기지, 손익 공유형 모기지(Equity Loan) 제도를 국내 최초로 도입하여 전월세보다 저렴한 비용으로 주택을 구입할 수 있도록 지원하여 전세수요의 매매수요 전환은 물론 주거 안정성도 제고하고자 노력하였다.

2015년에는 임대주택 공급 활성화를 위한 1. 13대책¹⁷⁾이 추진되었다. 이 대책의 추진 배경은 주택에 대한 인식변화(소유→거주)로 자가점유율은 감소하는 반면 임대주택에 대한 수요가 증가하였기 때문이다. 이에 더해 임대주택 공급은 저금리, 낮은 집값 상승 기대감 등으로 인해 전세에서 월세로 빠르게 전환되면서 주거비 부담 증가 등으로 국민 주거 불안이 높아지는 상황이었다. 이러한 시장 변화에 대응하기 위해 정부는 장기간 거주 가능하고 임대료도 안정적으로 관리되는 등록(제도권) 임대주택 재고가 충분히 확보할 필요가 있었다. 이에 정부는 최소 8년 거주 능한 ‘기업형 임대주택’ 집중육성을 위해 주거서비스, 택지지원, 자금지원, 세제지원, 보증지원을 시행하였고, 임대사업 관련 규제를 혁신하여 분양전환의무, 임차인자격, 초기임대료, 임대주택 담보권 설정제한 등 4개 규제 폐지하는 등 관련 규제를 완화하여 공급 확대를 도모하였다

15) 국토교통부. 2013.8.27., 전월세보다 저렴한 비용으로 내집마련 지원한다. 보도자료

16) PIR(소득대비 집값) : 한국 6.4('11년), 미국 4.2('06년), 일본 5.3('06년) (자료: 국토교통부, 2013.8.27., 전월세보다 저렴한 비용으로 내집마련 지원한다, 보도자료)

17) 국토교통부. 2015.1.13., 기업형 주거임대사업 육성을 통한 중산층 주거혁신 방안. 보도자료

표 2-3 | 2013년~2016년 중반까지 주요 부동산 대책과 정책수단

발표시기	대책	주요 정책수단
2013	4.1 서민 주거안정을 위한 주택시장 정상화 종합대책	- 공공분양 물량 축소(연 7만호→연 2만호) - 생애최초 주택구입시 취득세 면제 - 신규분양주택 구입시 양도소득세 5년간 면제 - 장기주택 모기지 공급 확대 - 하우스푸어, 렌트푸어 지원방안
	8.28 전월세시장 안정을 위한 대응방안	- 주택 취득세율 인하, 장기모기지 공급 확대 - 전월세부담 완화(전세보증금 한도 70%까지) - 준공후 미분양 주택 임대주택 활용
	12.3 4.1, 8.28대책 후속조치 계획	- 주택구입자금 지원 확대 - 공유형모기지 본사업 시행 - 리츠 통한 하우스푸어주택 매입(희망임대주택리츠) 확대 - 행복주택 활성화
2014	2.26 주택임대차시장 선진화 방안	- 공공임대주택 공급 확대 : 공공임대리츠 - 기업형 임대사업자 육성 - 주택임대관리업 육성 및 임대사업자 지원 - 노후주택 재개축을 통한 임대주택 공급 - 매입임대사업자 규제 완화
	9.1 규제합리화를 통한 주택시장 활력회복 및 서민 주거안정 강화방안	- 재정비 규제 합리화 : 재건축 가능연한을 40년에서 30년으로 단축, 재건축 안전진단 시 주거환경비중 강화, 재건축시 85㎡이하 의무비율 완화 등 - 청약제도 개선 : 민영주택 가점제 완화, 입주자선정 절차 간소화, 청약통장 유형 단순화, 수도권 청약 1~2순위 통합 및 기간 단축 등 - 기부채납 관련 제도 개선 - 공급방식 개선 : 대규모 택지공급 억제 등
	10.30 서민 주거비 부담 완화 방안	- 매입 및 전세임대 집중 공급 - 도시규제 개선을 통한 장기민간임대 공급 - 민간건설 10년 공공임대 자금 지원 강화 - 준공공임대 활성화 및 세제지원(소득세, 법인세) 취약계층 대상 월세대출 실시
2015	1.13 기업형 주택임대사업 육성을 통한 중산층 주거혁신 방안	- 임대사업 관련 규제혁신(핵심규제 6개→2개) : 분양전환의무, 임차인자격, 초기임대료, 임대주택 담보권 설정제한 등 4개 규제 폐지 - 임대사업자 기업형, 일반형으로 단순화 - 기업형 임대사업자 육성 : 주거서비스, 택지지원, 자금지원, 세제지원, 종합금융보증 도입, - 일반형 임대사업자 장기(8년이상 임대 유도)
	4.6 서민 주거비 부담 완화를 위한 보완방안	- 임차보증금에 대한 반환보증 지원 - 월세대출 지원요건 강화 - 구입자금 지원 강화
	9.2 서민-중산층 주거안정 강화 방안	- 리모델링 임대 도입 및 전세임대 공급확대 - 가을 이사철 매입-전세임대 조기 공급

발표시기		대책	주요 정책수단
2016			- 공공실버주택 도입
	4.28	맞춤형 주거지원을 통한 주거비 경감방안	- 행복주택 및 기업형민간임대주택 확대 - 전세임대 및 특화임대(청년전세임대, 창업지원주택(신설), 신혼부부 매입임대리츠(신설), 공공실버주택 등 공급 - 집주인 매입임대, 공공임대리츠, 근로자 임대주택 등 공급방식 다양화 - 전세 및 구입자금 주거비 지원 - 임대차시장 통계 및 인프라 개선
	8.25	가계부채관리방안 (주택·토지분야 포함)	- 공공택지 공급 축소 - PF대출 심사 및 HUG 분양보증 강화 - 미분양관리지역 확대 : 분양보증 예비심사 - 집단대출 심사 강화, 가계대출 분할상환 유도

자료: 경제인문사회연구회. 2021. 부동산 시장질서 확립을 위한 중점 대응전략. pp.91-93, 재인용

(2) 2016년 후반~2020년 정부정책

2016년 하반기 국내외적으로 시장변동성이 확대됨에 따라 불안정한 상황에서 「주거공공성 강화」가 당시 부동산 정책의 핵심기조가 됨에 따라, 주택정책의 초점이 실수요자 보호, 투자수요 억제, 생애주기별·소득수준별 맞춤형 대책 추진에 맞추어졌다.

관련 주요 대책을 살펴보면, 먼저 조정대상지역 설정을 통해 투자수요 억제 및 실수요자 지원을 강화하기 위해 실시된 2016년 11.3대책¹⁸⁾이 있다. 이 대책이 추진된 배경에는 국내외 저금리 기조로 늘어난 유동성이 주택시장으로 유입되면서 일부 지역에서 국지적인 불안 양상 발생이 있다. 특히, 일부 재건축 예정 단지를 중심으로 집값이 단기간에 많이 오르고, 서울, 경기, 부산, 세종 등지의 일부 청약시장에서는 과열 현상이 발생하였다. 이에 따라 당시에는 국지적이지만 이 같은 과열 현상이 더 심화되거나 다른 지역으로 확산 될 경우 장래 주택경기의 조정 과정에서 가계와 경제 전반에 부담이 커질 우려가 있었다. 따라서 정부는 맞춤형 청약제도 조정, 단기 투자수요 관리 등을 통해 국지적 시장 과열 완화 및 실수요자 중심으로 정책을 추진하였다. 또한, 정비사업 제도 개선, 청약시장 불법행위 근절 등 주택시장 투명성 제고를 위한 노력도 계속하였다.

18) 국토교통부. 2016.11.3., 실수요 중심의 시장형성을 통한 주택시장의 안정적 관리방안. 보도자료

시장변동성에 대응하기 위한 다음 대책으로 투기지역 지정 등 투자수요를 억제하고 임대주택공급 확대하기 위한 2017년 8.2대책¹⁹⁾이 있다. 이 대책은 주택시장 과열이 서울 전역, 과천, 세종시 등으로 확산되는 양상을 보이는 상황에서 추진되었다. 당시 서울과 수도권의 주택 공급량은 예년을 상회하는 수준으로 공급여건은 안정적인 편이지만, 그간의 세제·주택규제 완화가 저금리 및 대내외 경제여건 개선과 맞물리면서 수요가 늘어나 주택시장 불안이 발생함에 따라 실수요 보호와 단기 투자수요 억제를 통한 주택시장 안정화가 필요하다고 판단한 것이다. 이에 따라 정부는 크게 4가지 방향으로 정책을 추진하였다. 첫째, 수요가 집중되는 곳을 투기과열지구·투기지역을 지정하여 시장불안을 조기 진화하고자 하였다. 둘째, 다주택자의 양도차익에 대한 과세체계를 정비하고, 주택담보대출의 레버리지를 활용한 단기 투자유인을 억제하고자 하였다. 셋째, 서민 주거안정을 위해 도심 내 및 도심 인근에 청년, 신혼부부 등 실수요자를 위한 임대·분양주택 공급을 확대코자 하였다. 넷째, 주택이 실수요자에게 우선적으로 돌아갈 수 있도록 청약제도 등을 개편하였다.

다음 정책으로는 주거취약계층 지원 및 주택공급 확대를 위해 시행된 2017년 11.29 대책²⁰⁾이 있다. 이 대책은 그간 공공임대주택을 확대해 왔으나, 장기공공임대주택 재고율(6.3%)은 OECD 평균(8%) 이하이며²¹⁾, 청년·신혼·고령층 등에 대한 맞춤형 임대주택 등이 부족하고, 지자체·민간 등과의 협력이 미흡하여 주거복지망 구축에 한계가 있다는 정부의 인식하에서 추진되었다. 즉, 정부에서는 공급자위주의 정책으로 수요자 맞춤형 지원 미흡하며, 주거정책의 공공성 약화, 순수 민간임대차 시장에 소극적 대응, 다양한 주체(사회적 경제주체, 민간부문 등)와의 협력이 미흡하다고 평가했다. 이에 따라 정부에서는 생애단계별·소득수준별 수요자 맞춤형 지원, 무주택 서민·실수요자를 위한 주택공급 확대, 임대차시장의 투명성·안정성 강화, 협력적 주거복지 거버넌스 구축 및 지원 역량 강화를 통해 시장변동성을 완화시켜 주거안정을 강화하고자 하였다.

19) 관계부처 합동. 2017.8.2., 실수요 보호와 단기 투자수요 억제를 통한 주택시장 안정화 방안. 보도자료

20) 관계부처 합동. 2017.11.29., 사회통합형 주거사다리 구축을 위한 주거복지 로드맵. 보도자료

21) 관계부처 합동. 2017.11.29., 사회통합형 주거사다리 구축을 위한 주거복지 로드맵. 보도자료

2018년 9. 13대책²²⁾에서는 시장불안지역 대응 및 수도권 주택공급을 확대하고자 추진되었다. 이 대책의 추진배경을 살펴보면, 당시 서울 주택가격이 7월부터 빠르게 상승하면서 일부 서울 인근 지역으로 가격 상승세가 확산되고 있었다. 또한, 풍부한 시장 유동성 하에서 가격상승 기대 등으로 매도물량이 감소하면서 공급자 우위의 시장 상황 지속되는 상황이라 정부는 판단했다. 이로 인해 서울과 일부 수도권 중심으로 단기간에 시장이 과열되고, 매물 부족 상황에서 투자수요 등이 가세하며 시장불안이 가중됨에 따라 주택시장 불안으로 인한 서민 주거안정 위협 등 부정적 영향이 커질 수 있다고 판단했다. 이에 따라 정부는 2주택이상 세대의 규제지역 내 주택구입, 규제지역 내 비거주 목적 고가주택 구입에 주택담보대출(주담대)을 금지하고, 종합부동산세(종부세) 세율인상, 수도권 공공택지 30곳 개발(30만호), 도심 내 규제완화, 지방 미분양 관리지역 지정기준 완화 등을 통해 시장상황에 대응하고자 하였다.

다음해에 추진된 2019년 12. 16대책²³⁾은 수요 억제를 통한 시장불안지역 대응 및 주택공급확대를 추진하기 위함이었다. 이 대책은 서울 등 일부지역에서 국지적 과열 재현과 집값 상승기대로 매수세 확대되며 겹 투자 등 투자수요의 유입이 심각한 상황이라는 판단 하에 발표되었다. 여전히 풍부한 시중 유동성²⁴⁾이 서울 등 일부 지역의 주택시장으로 유입되면서 이에 대응하여 시장 교란 행위 방지 및 안정적인 수급 관리 필요하다고 정부는 인식하였다. 이에 따라 정부는 일부 과열지역을 중심으로 집중되는 겹투자 및 다주택자의 투자수요 유입을 차단하기 위해 대출 규제의 사각지대를 해소하고자 하였다. 이를 위해 종합부동산세, 실거주하지 않는 주택의 양도차익에 대한 과세체계를 강화하였고, 분양가 상한제 지역을 확대하였다. 또한 서울 도심 내 공급과 수도권 30만호 계획을 조속히 차질없이 추진하고, 관리처분인가를 받은 정비사업의 조속한 분양을 지원하고자 하였다.

2020년 6. 17대책은²⁵⁾ 투자수요 억제를 통한 시장불안지역 대응 및 공급확대를 추

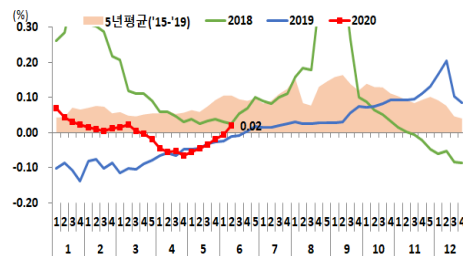
22) 관계부처 합동. 2018.9.13., 주택시장 안정대책. 보도자료

23) 관계부처 합동. 2019.12.16., 주택시장 안정화 방안. 보도자료

24) 관계부처합동(2019. 12.16)에 따르면, M2(조원)는 ('14) 2,009.6 ('15) 2,182.9 ('16) 2,342.6 ('17) 2,471.2 ('18) 2,626.9 ('19.9) 2,853.3을 보였다.

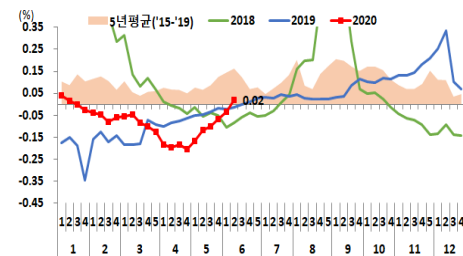
진하기 위해 시행되었다. 해당 시기에 서울 주택가격 상승추세 전환 및 수도권·지방 일부 지역의 과열이 지속되면서, 법인 거래 및 갭투자 등도 증가세가 뚜렷해짐에 따라 역대 최저수준 금리와 급격히 증가하는 유동성에 따라 투자수요의 주택시장 유입 가능성이 큰 상황에서 서울 중저가주택, 수도권·지방 비규제지역 중심의 시장 불안요인이 여전하며, 서울 고가재건축주택의 상승 압력 가시화됨에 따라 이에 대응하기 위해 정부는 새로운 정책으로 이 대책을 발표하였다.

그림 2-9 | 서울 주간 APT가격 변동률(%)



자료: 관계부처 합동, 2020.6.17. 보도자료, p.1

그림 2-10 | 강남4구 주간 APT가격 변동률(%)



자료: 관계부처 합동, 2020.6.17. 보도자료, p.1

이 대책에서 정부는 비규제지역에 집중되는 투자수요 유입을 차단하기 위해 수도권·대전·청주 대부분 지역을 조정대상지역·투자과열지구로 지정하였다. 또한, 갭투자를 차단하고 실수요자를 보호하기 위해서 규제지역의 주택담보대출 실수요 요건 및 전세 자금대출 규제를 강화하였으며, 재건축 안전진단의 투명성과 공정성을 높이고, 정비사업 조합원의 분양요건을 강화하는 등 정비사업 규제를 정비하였다. 이와 동시에, 주택 매매·임대사업자의 주택담보대출의 레버리지를 활용한 투자유인을 억제하고, 과세체계를 정비하여 법인을 통한 세금 회피통로를 차단하고자 하였으며, 마지막으로 수도권 주택공급 기반 강화방안(5.6)의 후속조치를 차질 없이 추진하고자 하였다.

25) 관계부처 합동, 2020.6.17., 주택시장 안정을 위한 관리방안. 보도자료

표 2-4 | 2016년 후반~2020년까지 정부의 주요 부동산 대책과 정책수단

발표시기		부동산 정책 및 주요 정책수단	정책목표
2016	11.3	- 조정대상지역 지정: 단기 투자수요 유입 차단 - 실수요자 금융지원 : 정책모기지 지속 공급 - LH 공공분양주택 중도금 지원 - 정비사업 제도개선 및 청약시장 불법행위 근절	주택시장안정 (수요관리)
	6.19	- 주택시장의 안정적 관리를 위한 선별적·맞춤형 대응방안 - 조정대상지역 추가 지정 및 전매제한 기간 강화 - 대출규제(LTV,DTI) 10%p 강화, 잔금대출 DTI 50% 신규 적용 - 재건축 조합원 주택 공급수(3주택→2주택) 제한	주택시장안정 (수요관리)
2017	8.2	- 실수요 보호와 단기 투자수요 억제를 통한 주택시장 안정화 방안 - 다주택자 및 정비사업 규제 본격화 - 투자지역·투자과열지구 지정으로 3중 규제제도 운영 개시 - 특별사법경찰제도 도입, 양도세 강화, 중도금대출 강화	주택시장안정 (수요관리)
	10.24	- 가계부채 종합대책 - 신DTI, DSR 조기도입, 상업용 부동산 규제 완화 - HUG 중도금대출 보증한도 하향 조정	주택시장안정 (가계부채)
	11.29	- 사회통합형 주거사다리 구축을 위한 주거복지 로드맵 - 2022년까지 무주택 서민·실수요자를 위한 공적(공공임대, 공공지원, 공공분양)주택 100만호 공급	주거복지 서민주거안정
	12.13	- 집주인과 세입자가 상생하는 임대주택 등록 활성화 방안 - 양도세, 종부세 등 세제혜택 통한 임대주택 등록 활성화	주택시장안정 (등록임대)
	2.20	- 재건축 안전진단 기준 강화 - 평가항목중 구조안전성 비중 상향	주택시장안정 (주택공급)
2018	9.13	- 주택시장 안정 방안 - 조정대상지역 2주택자 이상 보유자 종부세율 최고 3.2%로 강화 - 주택임대사업자 등록제도 보완 : 최고 임대임대기간 종료 시 자동말소 - 다주택자 주택담보대출 강화	주택시장안정 (수요관리)
	9.21	- 수도권 주택공급 확대 방안 - 1차 신규택지 17곳(3.5만호), 대규모 택지(20만호), 소규모택지(6.5만호) 등 - 수도권 공공택지 30만호 공급계획, 전매제한 8년, 거주임대기간 5년 - 도심 내 주택공급을 위해 용적률 상향, 기부채납 개선, 역세권 종상향 등	주택시장안정 (주택공급)
	12.19	- 2차 수도권 주택공급 계획 및 수도권 광역교통망 개선방안 - 대규모 택지 4곳(남양주 왕숙, 하남 교산, 인천 계양, 과천) 12.2만호, 중소규모 택지 37곳 3.3만호로 15.5만호 입지 확정 - 대규모 택지는 도심 도심까지 30분내 출퇴근 가능한 거리 - 중소규모 택지는 장기미집행 공원부지, 군유휴부지 등 다양한 부지 활용 - 광역교통 통합·조정 전담기구 「대도시권광역교통위원회」설치	주택시장안정 (주택공급)
2019	5.7	- 수도권 주택 30만호 공급방안에 따른 제3차 신규택지 추진계획 - 3차 신규택지 28곳 11만호 발표, 신규 공공택지 5곳(고양창릉, 부천대장, 안산 장상, 안산 신길2, 수원 당수2)와 기존택지지역 1곳 토지거래허가구역 지정	주택시장안정 (주택공급)
	8.12	- 민간택지 분양가상한제 적용기준 개선 추진 - 5년 만에 민간 분양가상한제 부활, 지정요건 설정	주택시장안정 (수요관리)

발표시기		부동산 정책 및 주요 정책수단	정책목표
	12.16	- 주택시장 안정화 방안 - 투자적 대출수요 규제 강화(시가 9억 LTV 20%, 15억 대출 금지) - 종부세 세율 강화 및 2주택자 세 부담 300% 인상, 공시가격 현실화 - 양도소득세 장기보유특별공제 거주요건 추가, 분양권 주택수 포함 - 조정대상지역 10년 이상 보유주택 2020년 6월말까지 한시적 중과 배제 - 민간택지 분양가 상한제 적용지역 확대, 자금조달계획서 구체화 - 실수요자를 위한 도심주택공급 지속	주택시장안정 (수요관리)
2020	2.20	- 투자 수요 차단을 통한 주택시장 안정적 관리 기조 강화 - 투자지역 16개, 투자과열지구 31개, 조정대상지역 44개로 규제지역 확대 - 조정대상지역내 주담대 LTV 60%→시가 9억원 기준 30~50% 차등 적용 - 조정대상지역내 사업자 주택구입목적 주담대 취득 금지	주택시장안정 (수요관리)
	3.20	- 주거복지 지난 2년의 성과와 더 나은 미래를 위한 발전 방안 - 주거복지로드맵 2.0, 2025년까지 장기공공임대주택 240만호 달성	주거복지 서민주거안정
	5.6	- 수도권 주택공급 기반 강화 방안 - 공공재개발, 소규모정비 등 공공성 강화한 정비사업 활성화 - 「주택공급활성화지구」 신설하여 사업기간 단축 및 금융지원 강화 - 「지분형주택」, 「수익공유형 전세」 개념 도입	주택시장안정 (주택공급)
	6.17	- 주택시장 안정을 위한 관리방안 - 조정대상지역(69곳), 투자과열지구(48곳) 지정, 토지거래허가구역 지정 - 규제지역 주담대 및 보증자리론 실거주 요건 강화, 전세대출보증 강화 - 주택 매매·임대사업자의 주담대 전면 금지, 법인 과세체계 정비	주택시장안정 (수요관리)
	7.10	- 주택시장 안정 보완대책 - 서민·실수요자를 위한 생애최초공급 확대, 취득세 감면, 중저가 주택 재산세율 인하 및 신흥부부 특별공급 소득기준 완화 - 12.16대책에 이어 다주택자 종부세율 최대 6%, 양도소득세 최고 70%, 취득세 최대 12%까지 상승, 신탁 시 보유세 납부\단기임대(4년) 및 아파트 장기일반매입임대(8년) 폐지, 신규등록임대주택 최소 10년 임대 의무 등	주택시장안정 (수요관리)
	7.30	- 계약갱신청구권, 전월세상한제 시행 - 집주인 실거주 등 계약갱신청구권 거절 예외조항	주거복지 서민주거안정
	8.4	- 서울권역 등 수도권 주택공급 확대방안 - 13.2만호 추가공급을 위한 신규택지 발굴(군부지, 이전기관 부지 등) - 3기 신도시 용적률 상향, 정비사업 공공성 강화, 공공참여형 고밀재건축 도입, - 노후 공공임대 재정비, 공시 상가·오피스 주거전환 등 - 수도권 127만호 주택(아파트) 공급계획 완성	주택시장안정 (수요관리)

자료: 경제인문사회연구회. 2021. 부동산 시장질서 확립을 위한 중점 대응전략. pp.104~106, 재인용

주: 국토교통부, 각 시기별 보도자료를 토대로 재정리

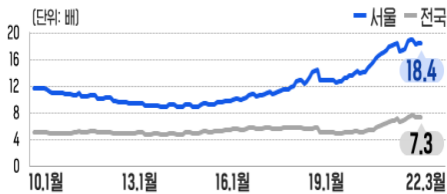
(3) 2021년~현재

2021년 이후 부동산시장의 과열국면 상황에서 시장안정을 위해 수도권 중심으로 주택공급 확대, 민간의 활력 제고, 공공 지원 강화, 주택품질 제고 등 국민 삶의 질 개선

을 위한 다양한 정책이 발표되기 시작하였다.

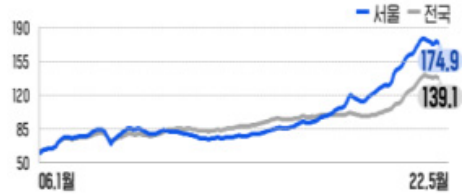
관련 주요 대책을 살펴보면, 먼저 2022년 주택공급 확대 및 취약계층을 지원하기 위해 시행된 8.16대책²⁶⁾이 있다. 이 대책은 단기 주택가격 관리에 치중한 수요 억제와 공급자 중심의 주택공급에 따른 수요자 니즈(needs)의 불충족 이슈에 대응하기 위해 발표되었다. 이 대책은 기존의 강한 규제가 수요가 많은 우수입지 내 신속한 주택공급 어려움을 야기한 측면이 있으며, 주택품질 측면에서 부족한 인센티브가 여전히 낮은 품질의 주택 공급에 영향을 끼친다고 정부의 인식 하에서 추진되었다.

그림 2-11 | PIR 추이 (KB)



자료: 관계부처 합동. 2022.8.16., 국민 주거안정 실현방안. 보도자료, p.1

그림 2-12 | 공동주택 실거래가격지수* (부동산원)



주: *실제 거래된 공동주택 가격을 지수화(17.11월=100)
자료: 관계부처 합동. 2022.8.16., 국민 주거안정 실현방안. 보도자료, p.1

이에 정부는 안전진단 제도개선 등을 통해 재개발·재건축 사업의 정상화를 주도하고자 하였고, 도심복합사업 개편(민간도심복합사업 신설 등), 우수 입지 공공택지 조성 확대, 신도시 정주환경 개선(1기 신도시 재정비 등), 지방 정주환경 개선, 재해취약주택 해소대책 마련(고시원, 반지하 등), 주택사업 인허가 절차 개선, 5년간 270만호 주택공급 계획 등을 통해 주택공급 확대 및 주거의 질을 높이하고자 하였다.

같은 해에 추진된 11.10대책²⁷⁾은 주택공급기반 위축방지 및 서민주택마련을 지원하기 위해 추진되었다. 이 대책은 매매·전세가격 하락세 지속 및 하락폭도 확대되는 상황 하에서 해당시점에 매수심리가 위축되며 관망세가 지속됨에 따라 역대 최저거래량 기록하였고, 미분양 주택수 수준은 장기평균을 하회하고 있으나, 증가속도는 확대

26) 관계부처 합동. 2022.8.16., 국민 주거안정 실현방안. 보도자료

27) 관계부처 합동. 2022.11.10., 부동산 시장 현안 대응 방안. 보도자료

되는 등 공급여건 악화로 주택공급 선행지표들이 하락세로 반전된 것이 배경이 되었다. 이로 인해 지난 5년간 급등한 주택가격의 안정이 필요했으나, 가파른 금리상승 등에 따른 급격한 시장냉각 가능성 및 서민·중산층 주거부담확대 등을 고려할 필요가 있으므로 단계적 조치가 필요하다고 정부는 판단하였다. 이에 따라, 주택공급기반 위축 방지(PF보증지원 확대, 리츠관련 규제 완화), 실수요자 내집 마련 애로 해소(규제지역 해제, LTV규제 방안 마련 등), 서민·중산층 부담 경감(실수요자 LTV 한도 확대, 임차보증금 반환대출 보증 확대 등)조치 등을 통해 주택공급을 더욱 확대하고자 하였다.

주택가격 오름세가 나타난 2023년에는 주택공급 확대를 기조로 한 9.26대책²⁸⁾이 추진되었다. 정부는 270만호('22.8) 및 공공주택 100만호('23.1) 공급계획을 수립하고 공급 규제 합리화를 추진하였으나, 22년 하반기부터 공급여건이 악화²⁹⁾된 상황이 지속된 것이 배경이 되었다. 이에 따라 정부는 금리, 원자재 가격 상승 등으로 사업성이 악화되고 있으며, PF 등 자금조달 흐름도 둔화되고 있기 때문에 공공물량 확대가 필요한 시점이라고 판단하였으며, 민간은 시장상황을 보며 사업추진시기 등을 조정하는 상황아래 민간사업의 정상화 지원 필요하다고 판단하였다. 이에 정부는 패스트트랙 도입 등 공공 주택공급 확대, 사업여건 개선, 원활한 자금조달 지원, 비아파트사업 지원, 도심공급기반 확충 등 민간공급 활성화를 위해 노력하였다.

2024년 올해 시행된 1.10대책³⁰⁾은 안정적 주택공급을 목적으로 시장안정에 더욱 치중한 정책을 펴 나갔다. 이 대책의 배경은 '23년 주택공급의 선행지표인 인허가, 착공이 위축되었으며, 그 중에서도 연립·다세대 등은 더욱 크게 감소하였고, 고금리, 고물가가 지속되면서 주택건설 사업성은 크게 악화됨과 동시에, 주택시장도 최근 하락세로 전환(실거래 기준)³¹⁾되어 거래도 정체된 것이 배경이 되었다. 특히, 최근 재건축

28) 관계부처 합동. 2023.9.26., 국민 주거안정을 위한 주택공급 활성화 방안. 보도자료

29) 관계부처합동(2023.9.26.)에 따르면, 인허가('23.1~8월)는 전년동기 대비 39% 감소(34.7 → 21.3만호), 착공('23.1~8월)은 전년동기 대비 56% 감소(26.1 → 11.4만호, 준공(입주) 물량은 작년과 유사하나 최근 감소(전년 동기 대비 92%)하였다.

30) 관계부처 합동. 2024.1.10., 국민 주거안정을 위한 주택공급 확대 및 건설경기 보완방안. 보도자료

과 관련하여 분양가상한제, 안전진단, 재건축초과이익환수는 일부 완화되었으나, 추가적 규제 조정의 필요성이 제기되는 점, 높아진 주택 구입·보유 부담과 등으로 수요가 위축된 것이 정책요인으로 작용하였다. 이에 정부는 주택공급 확대로 중장기적 주거안정 기반을 강화할 필요성이 높다고 정부는 판단하였다. 이에 따라 도심공급 확대(재건축, 재개발 등), 다양한 유형의 주택공급 확대(공급여건 개선 등), 신도시 등 공공주택 공급(공공주택 공급확대 등), 건설경기 활력 회복(PF대출 지원 등)을 통해 안정적 주택공급 유도를 통한 중장기적 시장 안정을 꾀하고자 하였다.

표 2-5 | 2021년~현재까지 정부의 주요 부동산 대책과 정책수단

발표시기	대책	주요 정책수단
2021	2.4 「공공주택 3080+」 대도시권 주택공급 획기적 확대방안	- ‘25년까지 서울 32만호, 전국 83.6만호 주택 부지 추가 공급 - 재개발·재건축 공공직접시행 정비사업 및 도심공공주택복합사업 신설 - 소규모 정비절차 신설 및 정비 및 도시재생(주거재생혁신 지구 도입)
	3.29 부동산 투자근절 및 재발방지대책	- 투자예방대책, 적발대책, 처벌대책, 환수대책 발표 - 공직자 이해충돌 방지 제도화, 부동산거래분석 전담조직 신설 - 부동산시장 4대 교란행위(내부정보 이용한 부당거래, 시세조작행위, 허위계약신고 등 불법중개 및 교란행위, 불법전매 및 부당 청약행위) 형사처벌 강화 및 부동산 시장에서 퇴출
2022	8.16 국민 주거안정 실행방안	- 도심공급확대(신규정비구역 지정 확대 등) - 주거환경 혁신 및 안전강화(신규택지 15만호 발굴, GTX 등) - 공급시차 단축(통합심의) - 주거사다리 복원(내집마련 리츠 등) - 주택품질 제고
	9.21 지방 광역시·도 조정 대상지역 전면 해제	- 지방권(세종 제외) 및 일부 수도권 외곽지역의 조정대상지역을 해제 - 서울·경기를 제외한 인천·세종 지역은 투자과열지구를 해제
	11.10 부동산 시장 현안 대응 방안	- PF보증지원 확대, 리츠관련 규제 완화 - 등록임대사업자 합리적 개편방안 마련 - 서울제외 규제지역 해제, LTV규제 방안 마련 - 무순위청약 거주지역 요건 폐지 - 실수요자 LTV 한도 확대, 임차보증금 반환대출 보증 확대

31) 관계부처합동(2024.1.10.)에 따르면, 전국 아파트 실거래가지수(%)는 (‘23.9월) 0.64 (10월) -0.20 (11월) -0.64를 보였고, 전국 주택거래량(만건)은 (‘23.9월) 4.9 (10월) 4.8 (11월) 4.5 / (최근 10년 월평균) 7.9를 기록하였다.

발표시기		대책	주요 정책수단
			- 특별보증금자리론 도입 등
2023	4.27	전세사기 피해자 지원 및 주거안정 방안	*전세사기 피해자에 대해 - 거주중인 주택낙찰 지원(경공매 유예 및 정지, 우선매수권 부여, 조세채권 안분, 경공매 낙찰시 금융/세제 지원) - 기존 임차주택을 공공임대로 제공 및 정부가 찾아가는 서비스 확대 - 전세사기 피해자 생계지원(생계비 지원, 신용대출 지원) - 경공매 완료 임차인에 대한 지원 및 가해자 처벌강화
	9.26	국민 주거안정을 위한 주택공급 활성화 방안	- 공공주택 공급물량 확대 및 패스트트랙을 통한 조기공급 - 공공택지 전매제한 완화 및 인허가 절차 개선 - PF대출 보증 확대(중도금 대출 지원 등) 및 비아파트 자금조달 지원 - 재건축/재개발 사업절차 개선 등
2024	1.10	국민 주거안정을 위한 주택공급 확대 및 건설경기 보완방안	- 재건축/재개발 여건개선(패스트트랙, 공사비갈등 완화 등) - 1기신도시 재정비 및 소규모정비/도심복합사업(사업가능지역 확대 등) - 전세사기 예방 및 피해지원(보증금 피해 경감 지원 등) - 공공주택 공급 확대('24년 공공주택 14만호+a) - 자금조달 및 유동성 지원(PF대출 지원 등) - 건설산업 리스크 완화 및 투자 활성화

자료: 연구진 작성, 관계부처 합동(2022.8.16., 2022.11.10., 2023.9.26., 2024.1.10. 등) 보도자료 참고

3. 모형적용을 위한 주요정책수단 도출

앞서 살펴보았듯이, 지난 10여 년간 정부는 주택시장 안정이라는 정책목표를 달성하기 위해 크게 수요 측면과 공급 측면에서 정책을 추진하였다. 보다 구체적으로는 수요 측면에서 조세 및 금융정책, 규제지역 지정 정책 등이 주로 활용되었으며, 공급 측면에서는 안정적인 민간·공공주택공급 정책을 추진하여 주택시장을 안정을 유도하고자 하였다. 다만, 당시의 대내외적 여건 및 시장상황에 따라 중점을 두는 정책 기조와 활용되는 정책수단은 상이하였다.

따라서 본 연구에서는 주요 정부 정책 검토 결과를 바탕으로 정부의 주요한 정책 수단으로 활용되어온 정책을 중심으로 실험이 가능한 행위자기반모형을 구축하고자 한다. 구체적으로는 수요측면에서 조세 및 금융정책과 지구지정정책, 공급 측면에서 민간·공공임대주택 공급 관련 정책들에 대한 행태기반 정책실험을 위한 ABM 모형을 구축하고자 한다. 만약 시장참여자 행태를 반영한 조세·금융·지구지정·공급 정책 실험이 가능한 ABM 모형을 구축한다면 앞으로 가격상승기 정부의 효과적 정책수립에 매우 필요성 높은 정책도구로 활용될 수 있을 것이다.

표 2-6 | 정책수단별 대응방안

정책수단	정책배경 및 이슈	세부 정책방안	정책기조
수요억제	- 저금리로 인한 유동성 증가로 등 투자수요 증가	- 조정대상지역 지정으로 단기 투자수요 관리 - 다주택자 임대등록 유도	- (규제강화) 투자수요 관리 강화
	- 재건축시장, 청약시장과 열에 따른 실수요자 피해	- 실수요자 당첨기회 확대 및 금융지원 강화	- (규제완화) 실수요자 중심지원
	- 주택시장과열이 수도권 및 일부지역 중심으로 확산	- 다주택자 양도세 중과 등 과세체계 정비 - 다주택자 금융규제 강화 - 민간택지 분양가상한제 적용지역 확대	- (규제강화) 다주택자 관리 강화
	- 주택가격 상승기대로 매수세 확대되며, 투자적 대출수요 증가	- LTV, DSR관리 강화 - 주담대 실수요 요건 강화 - 전세대출후 매입제한 및 보증 규제 강화	- (규제강화) 금융규제 강화
	- 세제 및 금융혜택을 활용한 법인 투자수요 증가로 실수요자 피해 증가	- 주택 매매·임대사업자 주택담보대출 금지 - 법인 보유주택 종부세율 인상 등	- (규제강화) 금융규제 강화
공급확대	- 주거인식변화로 인한 임대주택 수요 증가	- 임대주택 집중육성(뉴스테이 등) 및 규제혁신(분양전환의무, 임차인자격 등)	- (규제완화) 임대주택 공급확대

정책수단	정책배경 및 이슈	세부 정책방안	정책기조
	- 투자수요의 시장유입에 따른 국지적 과열 및 실수요자 피해	- 실수요자(청년, 신혼부부 등) 중심의 임대·분양 주택 공급 확대 - 청약제도 개편 - 수도권 공공택지 개발 등 30만호 공급계획 - 정비사업 제도개선 등 추진 지원 - 공공재개발 등을 통해 수도권에 연평균 25만호 +a 수준 주택공급	- (규제완화) 공급여건 개선 및 택지개발 확대
	- 수요자 맞춤형 지원 미흡 등으로 내집마련의 어려움	- 무주택 서민·실수요자를 위한 장기 공적(공공임대, 공공지원, 공공분양)주택 100만호 공급 - LTV 규제 완화 - 무순위, 청약 거주지역 요건 폐지	- (규제완화) 공공주택 공급활성화 및 금융규제 완화
	- 지나친 규제 및 복잡한 절차로 인한 주택공급 위축	- 신규정비구역 지정 촉진 및 안전진단 제도개선 등 - 민간도심복합 사업 신설 - 신규택지 조성확대 - 인허가 절차 개선(통합심의제도 확대 등) - 소규모정비사업 개선 및 지원	- (규제완화) 정비사업 제도개선 및 공급절차 개선
	- 매매·전세가격 하락세 지속(하락폭도 확대) 및 역대 최저거래량 기록으로 주택공급기반 위축	- PF대출 보증지원 확대 - 재건축규제 완화(안전진단 등)	- (규제완화) 금융지원 확대 및 정비사업 규제 완화
	- 금리·원자재 가격 상승 등으로 주택건설사업 사업성 악화로 인한 주택공급 위축	- 공공 주택공급 확대(패스트트랙 등) - 민간공급 활성화(공공택지 전매제한 완화, 인허가 절차 개선, 건설인력 확충, PF대출 보증 확대, 건설사 중도금대출 지원 정비사업 절차 개선 등)	- (규제완화) 공공/민간 주택 공급활성화를 위한 제도적여건 개선
시장불안지역 대응	- 주택시장과열이 수도권 및 일부지역 중심으로 확산	- 조정대상구역, 투자과열지구, 투자지역 지정(LTV 제한 등) - 분양가상한제 적용요건 개선 - 재건축초과이익환수제 시행 등 - 고가주택, 규제지역내 중부세 세율 인상	- (규제강화) 규제지역 설정 확대 및 도심복합사업 규제 강화
	- 개발호재 등에 따른 주택가격의 지속 상승	- 서울 중심으로 토지거래허가구역 지정 확대 - 정비사업 규제 정비(안전진단의 공정성, 조합원 분양요건 강화 등)	- (규제강화) 개발제한 및 정비사업 규제 강화
취약계층지원	- 주택가격급등으로 인한 전세난 가중	- 모기지 등 전세금융지원 - 취약계층 전세임대주택 지원 - 임차보증금 반환 대출보증 확대	- (규제완화) 금융지원 및 임대주택 지원
	- 임차가구의 주거 안전성 취약으로 주거비부담 증가	- 낮은 임대료로 장기거주 가능한 공공임대, 저렴한 공공분양주택 공급 확대(청년, 신혼부부 등) - 저리 기금대출 패키지 지원 - 규제지역내 서민, 실수요자 LTV한도 확대 - 청년 전세 특례보증 한도 확대	- (규제완화) 공공주택 공급 및 금융지원 확대
	- 주거기준 미달 등 취약계층의 증가로 주거의 질 저하	- 영구임대·매입임대를 차상위 계층, 고령자에게 확대 - 재해취약주택(고시원 등) 해소대책 마련	- (규제완화) 취약계층 지원을 위한 제도개선

자료: 연구진 작성

CHAPTER 3

행위자기반모형과 부동산시장

1. 행위자기반모형 개요와 모형 적합성 49
2. 부동산시장 적용을 위한 방법론 검토 72

03 행위자기반모형과 부동산시장

이 장에서는 행위자기반 모델링의 철학적 배경, 지향점 및 활용성 등과 관련한 이론 및 선행연구 검토하고, 이를 바탕으로 부동산시장 관련 분석에서 ABM의 장점과 활용성을 제시하여 본 연구가 필요한 이론적 토대를 제시하였다. 특히, 행위자 기반 모델링의 개요 및 주요 구성요소, 철학적 배경, 지향점 및 활용성 등과 관련한 이론 및 선행연구 등을 검토하여 도시 및 주택과 관련한 모형으로서 ABM 방법론의 장점과 활용성을 제시하였다. 또한 기존 부동산시장 관련 선행연구를 검토하여 ABM 모형의 부동산시장 적용을 위한 행위 주체, 공간 환경, 행동 규칙 등을 폭넓게 검토하여 본 연구에서 구축하고자 하는 ABM 모형 구축을 위한 기초자료를 도출하였다.

1. 행위자기반모형 개요와 모형 적합성

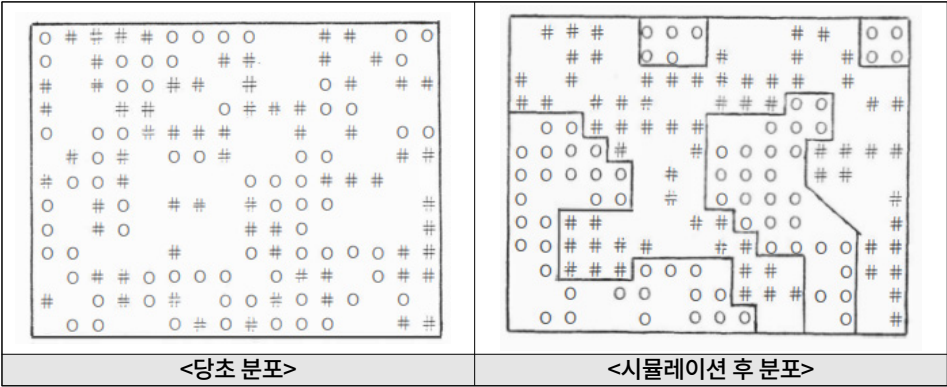
1) 행위자기반모형(Agent Based Model) 개요

(1) 행위자기반모형의 기원

행위자기반모형(Agent Based Model, ABM)은 물리학과 전산과학적 방법론에 기원을 두고 있으며, Fermi의 입자 운동 예측 모형, von Neumann의 격자 시뮬레이션 모형(Cellular Automata), Metropolis와 Ulam의 Monte Carlo 방법론 등을 근본으로 하고 있다(Turrell 2016:175). 사회과학적 응용의 본격적 시작은 Schelling(1971)의 지역 내 인종(race)의 자연적 분리 이동에 대한 실험이며, 이는 이웃에 같은 인종끼리 사는 것이 선호구조에 일정 비율 반영되지만 하면 완전한 분리가 일어난다는 것을 시물

레이션을 통해 보여준 연구이다. 해당 연구는 행위자의 설정(O, #로 대표), 행위자 간 네트워크의 구성(격자형 공간 제공), 행위자 의사결정 규칙 제공(이웃이 동질해지는 것을 일정부분 선호) 등 현재까지 이어지는 ABM의 기틀을 잡은 연구로 볼 수 있다.

그림 3-1 | Schelling(1971)의 동적 분리 실험(Dynamic models of segregation)



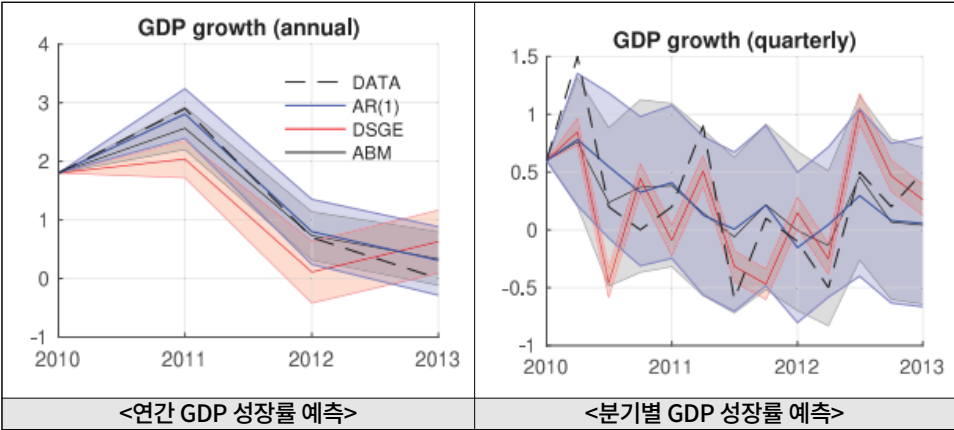
자료: Schelling(1971), fig 7, fig 10. p.160

(2) 행위자기반모형의 발전

행위자기반모형은 연구목적에 불문한 도구적 방법론으로, 전산과학, 물리학 등 본래 기원한 분야뿐만 아니라, 생태학, 도시계획, 질병 확산, 교통공학 등 다양한 분야에서 활발하게 활용되고 있다(Turrell 2016:177). 특히 최근에는 경제학에서 시장 경제를 분석하는 도구로서도 각광을 받고 있는데, 이는 ABM이 불확실성이 높고 외부충격에 의해 급격한 변화가 자주 일어나는 금융 및 자산 시장을 모사하는 방법론으로서 유용성이 크기 때문이다.

최신 연구인 Poledna et al. (2023:17)과 같이, GDP 성장률, 인플레이션율 등 거시 경제학에서 전통적으로 시계열 추정 및 연산일반균형 등으로 추정해 왔던 분야에서도 행위자기반모형의 적용이 활발해지고 있음을 확인할 수 있다.

그림 3-2 | Poledna et al.(2023)의 거시경제 예측모형으로서 ABM의 적용 사례



자료: Poledna et al.(2023) Fig 1. p.17

(3) 행위자기반모형의 기본 구성

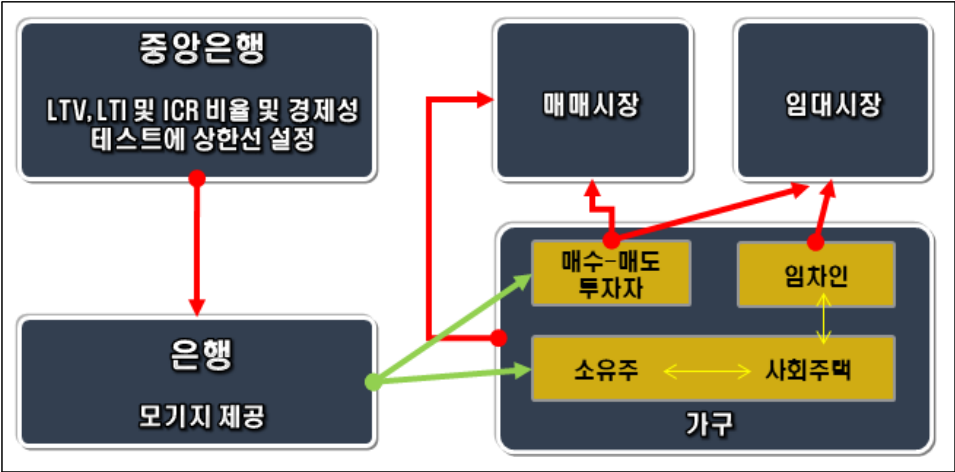
행위자기반모형은 공통적으로 크게 세 가지 요소로 이루어져 있는데, ①행위주체인 행위자(Agents), ②행위자가 행동하는 무대이자 영향을 주고받는 환경(Environment), ③행위자가 의사결정을 내리는 규칙(Decision Making Rule)의 세 가지가 가장 중요한 요소라고 볼 수 있다. 이 중에서 다시 환경은 행위자의 행위 규칙에 영향을 미치는 정책을 포함한 외부 요인 변수, 행위자 간 네트워크의 형태, 의사결정을 내리는 행위 주체는 아니지만 의사결정의 대상이 되면서 동적 움직임을 보여주는 행위 객체¹⁾ 등으로 구성된다.

행위자는 이질성을 구현하기 위해 보통 여러 가지 속성 변수를 가지도록 설정되며, 많은 경우 변수별로 확률분포를 따르도록 구성된다. 행위자의 의사결정 규칙은 행위자 속성, 환경 변수, 네트워크 속성 등이 결합된 함수 형태로 보통 주어지며, 이를 구성하는 방법으로는 단순결정규칙법, 상태전이접근법, 효용함수접근법 등이 있다(정기철 외 2016:47).

1) NetLogo와 같은 ABM 전문 프로그램에서는 이를 Patch라는 이름으로 정의하고 있으며(행위주체인 행위자는 turtle), 이를 행위자의 일종으로 분류하기도 한다.(NetLogo User Manual, 6.4.0)

영국 중앙은행에서 영국의 주택시장을 분석하고자 ABM을 도입한 연구인 Baptista et al. (2016) 사례를 살펴보면, ABM의 기본 요소를 잘 살펴 볼 수 있다. 이 연구에서 행위자는 가구와 시중은행으로 설정하였으며, 가구 역시 임대투자자, 거주목적 소유자, 임차인, 공공주택 거주자 등으로 구분하였다. 그리고 환경은 매매시장과 및 임대시장과 그를 구성하는 다양한 변수로 구성되며, 거래 대상인 주택과 공공 주택, 중앙은행 등도 행위 객체로서 환경을 구성하고 있다. LTV/LTV 비율, 모기지 한도 등은 정책 변수로 모형에 적용되었다. 마지막으로 규칙과 관련하여 행위 규칙으로는 가구의 현재 주택 소유 형태에 따른 거래 진입 및 거래 성사 여부에 대한 함수, 은행의 모기지 제공 여부에 대한 함수 등을 제공하였으며, 이 규칙 하에서 각 행위자는 서로 상호작용하게 된다.

그림 3-3 | 영국주택시장 ABM모형(2016)의 에이전트 및 상호작용



자료: Baptista et al.(2016) Figure 1., p.9 를 바탕으로 저자 번역을 반영하여 수정

행위자기반모형은 이 외에도 시물레이션 단위(tick)에 대한 가정(주택시장은 통상 월 단위), 행위자 규모에 대한 가정(민감성 분석을 통해 결정) 등을 수반하고 있다.

(4) 행위자기반모형의 장점과 한계

Turrell(2016)은 ABM이 다른 모형구축 방법론과 차별화되는 장점으로 Emergent behaviour(새롭게 나타나는 거시적 패턴을 포함하는 창발적 행태), 이질성(heterogeneity), 정형화된 사실(stylised facts), 현실적인 행동(realistic behaviours), 가능성 탐구(exploring the possibilities), 복잡성(complexity), 비선형성(non-linearity), 다중평형(multiple equilibria) 등의 구현이 가능하다는 점을 제시하였다.

위의 개념들을 조금 더 상세하게 살펴보면, 첫째, 개별 행위자의 결과로 나타나는 집합적 결과로서 창발성과 관련 행태를 모델링 할 수 있다는 점(Emergent behaviour)에서 큰 장점을 지닌다. 예를 들어, 실제 행위자의 이기적(self-interested) 행동들이 결합되어 어떻게 사회적으로 최적의 결과를 낳는지에 대한 이해로 해석되며, 아담 스미스의 ‘보이지 않는 손’ 또한 개별행위자 행태의 집합으로 나타나는 창발적 결과로 이해할 수 있다. 이와 관련하여 나타날 수 있는 이질성(heterogeneity)은 agent들의 서로 다른 특성(소득, 선호, 교육, 생산성 등)이 가져오는 결과를 분석할 수 있고, 보다 풍부한 행위들을 모델링할 수 있다는 특징이 있다.

둘째, 이론적 설명은 어렵지만 경험적으로 나타나고 있음을 인식할 수 있는 정형화된 사실들(stylised facts)에 대한 모델링과 설명이 가능하다는 특징이 있다. ABM의 큰 장점 중 하나로 자산시장에서 관찰되는 정형화된 사실들(stylised facts)을 설명하는 것인데, 채권이나 주식과 같은 자산시장에서 경험적으로 관찰되지만 전통적인 경제이론으로 설명되지 않는 현상들을 포함하는 정형화된 사실들을 설명하는 데 유용한 도구로 활용된다.

셋째, ABM은 주어진 조건하에서 에이전트가 현실적으로 발생 가능한 시나리오(realistic behaviours)와 관련하여 다양한 실험과 탐구가 가능하다. 즉, 합리적인 옵션이 없을 때, 이동비용이 너무 클 때, 에이전트의 환경이 시간에 따라 변할 때 등 현실적으로 발생 가능한 상황에서 에이전트가 어떻게 의사결정을 하는지 탐구가 가능하다.

넷째, 확률분포에 기반한 자유로운 모형 설계로 발생 가능성이 있는 여러 상황들을 실험을 통해 파악하는 것이 용이하다(Exploring the possibilities). 방정식 접근법은

에이전트 속성이 많아질수록 모델링이 복잡해진다는 한계가 있지만, ABM은 확률분포에 기반한 모형 설계로 에이전트들의 서로 다른 특성(heterogeneity)에 따라 발생할 가능성이 있는 다양한 상황들을 파악하는데 매우 용이하다는 장점이 있다.

다섯째, 현실에서 매우 복잡해 보이는 여러 현상을 비선형적 논리구조를 바탕으로 현실 그대로 복잡하게 설계한 모형(complexity, non-linearity)을 통해 다양한 실험이 가능하다. ABM의 또 다른 강점은 복잡 다양한 시스템을 설명할 수 있다는 점인데, 이러한 시스템의 상호 연결된 많은 부분과 극적으로 변할 수 있는 변수들을 이용하여 자체조직화(self-organisation)을 입증할 수 있다는 특징이 있으며, 이 과정에서 선형적인 투입-산출이 아니라 환류고리(feedback loop) 등 비선형적인 모델링이 가능하다.

한편, Turrell(2016)은 ABM이 가지고 있는 한계점으로 너무 많은 자율성, 루카스 비판(Lucas critique), 일반화의 어려움, 그리고 보정(calibration) 및 해석 과정에서의 검증(validation) 문제를 언급하고 있다. 조금 더 상세하게 살펴보면, 너무 많은 자율성(too much freedom)은 전통적인 경제모형에 비해 ABM의 구성에는 선택의 폭이 매우 넓기 때문에 모델러는 문제에 적합한 구성요소를 선택하는 문제에 직면할 수 있음을 의미한다. 루카스 비판(Lucas critique)은 에이전트의 의사결정규칙이 새로운 정책에 대응하여 변화함에 따라 추정된 회귀 계수 또한 변화하지만 최적의 행동과정을 따르지 못하는 특징이 있다. 또한, ABM을 구성하는데 모델러가 선택해야 하는 요소들이 급증함에 따라 또 다른 취약점이 발생하는데, 모든 변수에 대해 일반화된 결과를 도출하기 어려울 수도 있기 때문이다. 보정(calibration)과정에서의 검증(validation) 문제는 모형의 구성 방식에 여러 가지 다른 옵션을 포함하는 경우, 경험적 데이터와 유사한 데이터를 잘못 생성할 수 있는 과적합(overfitting)이 발생할 수 있기 때문이다.

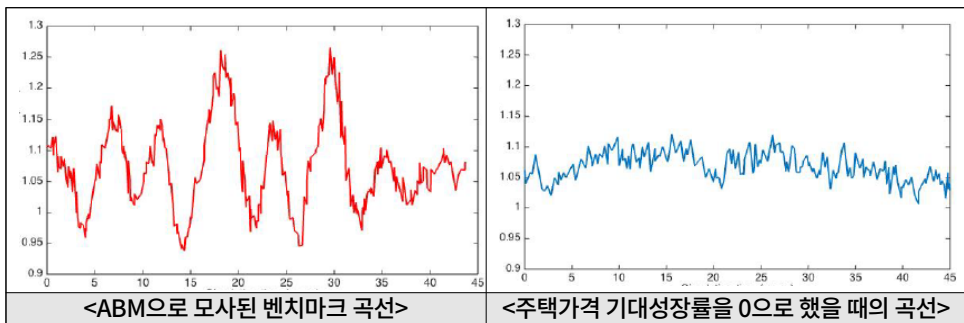
2) 행위자기반모형을 활용한 부동산시장 모형 구축 연구

(1) 부동산시장 관련 행위자기반모형 선행연구 개요

주택시장에 대한 ABM 연구 사례는 주로 2008년 서브프라임 모기지 사태 이후 집중적으로 이루어졌는데, 이는 당시 급격한 시장의 붕괴와 변화를 기존 모형으로는 설명하는데 한계에 부딪혔기 때문이다. ABM을 통한 서브프라임 모기지 관련 연구는 Geanakoplos et al. (2012), Ge(2017) 등을 대표 사례로 들 수 있다. Geanakoplos et al. (2012)은 워싱턴 D.C. 주택시장의 1997-2010년 간 변동을 ABM으로 시뮬레이션하고 주요 요인을 식별하여, 금리보다 레버리지가 중요하다는 연구결과를 도출하였다. Ge(2017)는 미국 주택시장의 2007-2009년 급등 및 붕괴 원인을 식별하기 위해 약 40년 기간을 모사하는 ABM을 개발하고 적용하여 버블의 주요 요인을 식별하였다.

그 외 여러 나라에서 꾸준히 ABM 관련 주택시장 연구가 진행되고 있으며, 대표적인 사례는 영국 중앙은행(Baptista et al, 2016), McBreen et al. (2011), Evans et al. (2021), Mérő et al. (2023) 등이 있다. McBreen et al. (2011)은 스페인 부동산 임대 시장 관련 시뮬레이션을 수행하였으며, 공실률 및 임차인 소득과 임대료 간의 관계성을 분석하였다.

그림 3-4 | Baptista et al.(2016)의 연간 주택 가격 지수 ABM 실험 사례



자료: Baptista et al.(2016) Figure 2., p.29

Baptista et al. (2016)는 영국 주택시장 정책 수립을 위해 LTI 한도 및 모기지 한도 등의 효과를 식별하고 모기지 상품과 주택시장 간 관계성 등을 분석하였다. Evans et

al. (2021)는 호주 시드니 근교 부동산 시장을 ABM으로 예측한 연구로, 공간 분포를 고려하여 지역별 분석을 수행하고 지방정부 정책변수 효과 등을 실험하였다. Méró al. (2023)는 헝가리 내 4백만 가구를 1:1 스케일로 모형화한 연구로, 주택시장의 모사와 정책 수단의 효과 등을 실험하였다.

한편, 최근의 ABM 연구는 행위자들과 주택의 공간성을 조금 더 적극적으로 반영한 형태로 모형을 구축하고 실험하는 연구가 늘어나고 있음을 확인할 수 있다. 주택시장 행위자기반모형과 관련한 핵심 선행 연구는 영국 중앙은행(Bank of England)의 2016년 모형과 국내 연구인 박천규 외(2020), 이수욱 외(2022)로 볼 수 있으며, 이들 문헌을 방법론적으로 심층 검토하고자 한다.

(2) 영국 중앙은행(Bank of England)의 영국 주택시장에 대한 ABM 모형 구축 연구

① 2016년 ABM모형

먼저 영국 중앙은행(Baptista et al. 2016)은 영국 주택시장의 중앙은행 차원 정책 수립을 위한 모형을 구축한 연구로, 주로 LTI(소득대비 대출비율) 한도에 대한 실험을 수행한 연구이다. 영국 중앙은행은 LTI 한도 설정 등 중앙은행의 정책이 주택시장에 미치는 영향을 다각도로 분석하고자 여러 모형을 활용하였으며, 그 중 핵심 모형 중 하나로 ABM을 채택하였다. 모형의 기본 구성은 다음과 같다.

표 3-1 | 2016년 모형의 기본구성

구성	주요 내용
행위자	가구(임대사업자, 거주-소유자, 임차인), 은행, 중앙은행
환경	주택 매매/임대와 은행 모기지 대출 발행을 가정한 가상 시장(공간요소 없음)
규칙	가구에는 매매/임대/사회주택 입주 선택 규칙, 은행은 모기지 대출 규칙 제공
사용 프로그램	Java 언어로 직접 코딩하여 구성

자료: Baptista et al(2016)을 참고하여 연구진 작성

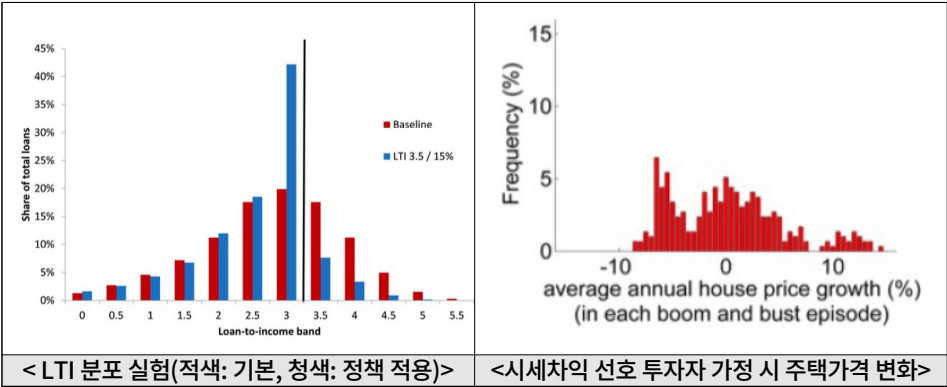
영국의 ABM모형에서 가구가 의사결정을 내릴 때 따르는 경험적 행동규칙 (behavioural rules of thumb)은 예상 임대료 지불, 주택가격 상승, 모기지 비용과 같

은 요인에 따라 달라진다고 규정하고 있다. 이러한 가구들은 유형 뿐 아니라 연령, 소득, 은행 잔액, 임대료 지불금액 등에서 서로 다른 특징을 가진다. 영국 ABM 모형의 주요 특징은 금융부문(explicit banking sector)을 포함한다는 점인데 이 금융부분이 모형 내에서 가구에 모기지 대출을 제공하고 모기지 시장에서 차용인에게 이용 가능한 범위를 설정한다. 금융부분의 대출 결정은 중앙은행의 규제를 받으며, 중앙은행은 소득대비 대출비율(LTI), 가치대비 대출비율(LTV), 이자 보장 비율 정책(ICR)을 설정한다.

모형내 데이터 보정 및 세팅과 관련하여, 2016년 ABM 모형은 영국 주택시장 데이터와 가구조사를 사용하여 보정(calibration) 절차를 거쳐 모형 내 에이전트들이 특정 기간 동안의 영국 인구 데이터와 일치하도록 구축하였다. 여기에는 주택이 거래되지 않을 경우 주택가격이 얼마나 많이 낮아지는지와 같은 행동적 특성(behavioural characteristics)이 포함된다. 주요 특징 중 하나는 실제 주택가격 주기를 내생적으로(endogenously) 생성할 수 있으며, 영국 모기지의 제품판매 데이터베이스(PSD)를 기반으로 한 소득대비 대출비중(share of loans by loan to income band) 분포가 포함된다.

영국 중앙은행 연구는 금융 및 정책변수(LTI 한도, 모기지 발행 시 한도 초과 허용 범위 등) 조정이 주택시장에 미치는 영향을 살펴본 연구로 직접적 선행연구가 되나, 공간적 요소를 반영하지 않고 주택 특성도 제한적으로 반영하였다는 한계가 있다.

그림 3-5 | Baptista et al.(2016)의 모형 구축을 통한 분석결과



자료: Baptista et al. (2016) (좌) Figure 10, (우) Figure 9, pp.36~37

영국 중앙은행의 연구는 중앙은행 정책이 핵심 주제이므로 지리적 요소보다는 거시경제적 요소(GDP, 실업률 등)를 추가적으로 고려하는 방향으로 발전 중에 있으며, 실제로 이러한 요소를 업데이트 한 모형을 최근 발표하였다(Bardoscia et al., 2024). 저자들은 ABM 설계 및 활용 시 시장 자체의 완벽한 모사보다는 모형이 설명하고자 하는 시장 행태와 정책 도구를 중심으로 선택과 집중 원칙하에 모형을 설계하고, 시장의 심리·사회적 측면의 행태 관찰에 적극 활용할 것을 권고하고 있다.

② 2022년 ABM모형

2022년 ABM모형은 2016년 모형을 보다 확장한 모델로써, 영국 거시안정성(macro-prudential) 프레임워크 내에서 사용가능한 주택정책의 영향을 알아보는 데 그 목적이 있다. 즉, LTV 및 LTI 한도라는 두 가지 주택정책실험(이 한도를 초과하는 특정 비율의 신규 모기지를 허용하는 것)이 주택 거래 건수, LTV 및 LTI 비율, 주택 가격 및 모기지 승인 등과 같은 주요 관심변수에 어떤 영향을 미치는지 분석하고자 하였으며, 2016년 모델 대비 신규모델은 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 첫째, 기존 메커니즘 중 인구통계블록 등과 같은 많은 부분이 향상되어 연령분포 모양 유지가 가능해졌고, 둘째, 모기지대출에 대한 연령조건과 같은 몇 가지 새로운 메커니즘을 구현하였으며, 셋째, 은행예금에 대한 이자 등과 같이 연구초점에 상대적으로 비중이 덜한 변수들이 단순화되거나 생략되었다. 이전 버전에서는 많은 매개변수가 수동으로 설정되었거나 공개되지 않았지만, 2022년 버전에서는 모델의 전체 매개변수 세트에 대한 체계적인 경험적 추정 및 교정을 추가하여 구현하였다. 또한 새로운 실험세트를 시뮬레이션 하였고, 그 결과를 자세히 분석하였다.

이 연구는 ABM 모델을 활용하여 LTV와 LTI 한도의 두 가지 정책실험을 통해, 주택가격 급등과 침체, 신규구매자, 주택이주자, 임차인과 같은 가구하위그룹의 의사결정에 초점을 맞추었으며, 그 결과 다음과 같은 특징이 발견하였다. 첫째, 위 두가지 정책은 주택가격 변동 주기를 완화하는 경향이 있는데, 즉, 주택 거래, 대출 승인, 주택가격과 같은 변수는 정책이 없는 기간에 비해 봄 기간에는 상대적으로 변동폭이 낮지

만 침체 기간에는 높아지는 경향이 있으며, 이는 레버리지 감소로 인해 시장의 변동성이 낮아지기 때문으로 분석하였다. 둘째, 위 두 가지 정책은 여러 리스크 지표에 영향을 미칠 수 있는데, 예를 들어 LTI 한도는 동일한 임차인 그룹에 사용가능한 LTV 비율을 줄일 수 있고, 이러한 효과는 리스크 감소를 달성하기 위한 정책 수단으로 유용함을 의미한다.

③ 2024년 ABM모형

2024년 모형은 Ashraf et al. (2017), Popoyan et al. (2017), Carro et al. (2022)의 이전 연구를 기반으로 하며, 주택거래 매커니즘을 통해 생산 및 거래활동을 조정하는 기업(예: 민간건설사), 은행, 가계의 자체 조직화 네트워크를 설명하고자 하였으며, 모형의 기본 구성은 <표 3-2>와 같다. 이러한 기본 구성조건을 바탕으로 모형의 시뮬레이션 환경은 다음과 같은 순서로 설정하였다.

표 3-2 | 2024년 모형의 기본구성

구분	주요내용
에이전트	가구, 건설사, 은행, 중앙은행, 정부
기본조건설정	(i) 가구는 노동을 제공하고 두 가지 유형의 상품(매매, 임대)을 소비하고, 주택에 소비/투자함 (ii) 주택재화는 건설사에서 생산 및 판매하며, 생산과정에서 노동을 투입하며, 생산된 상품은 시장에서 가구에게 판매되도록 구성하여 이로 인해 진화하는 내생적 거래 및 고용패턴이 발생함 (iii) 주택 임대기간과 관련하여 가구는 세 그룹으로 분류(임차인, 자가거주자, 임대용(BTL) 투자자)되고, 가구의 주택결정은 소득과 부에 따라 달라지며, BTL 투자자의 경우 예상자본이익과 임대수익률의 함수인 부동산투자 예상수익률에 따라 달라짐 (iv) 주택구매는 은행대출로 자금을 조달할 수 있는데, 대출은 중앙은행에서 규제하며, 중앙은행은 가치대비 대출비율(LTV) 또는 소득대비 대출비율(LTI)에 따라 대출한도를 설정할 수 있음 (v) 중앙은행은 통화정책을 담당하고 이중위임 테일러규칙을 사용하여 명목이자율을 설정하며 은행시스템을 감독하고 자본요건인 차용인기반조치를 설정 (vi) 정부는 취득세 및 양도세를 부과하고 부채를 서비스하며, 정부부채 대 GDP 비율의 변화에 대응하여 세율을 조정하고, 세금을 사용하여 채권의 이자율을 제공

자료: Ashraf et al.(2017), Popoyan et al.(2017), Carro et al.(2022)를 참고하여 연구진 작성

먼저, 시뮬레이션 시작 시, 원하는 수의 가구가 생성되고, 데이터에서 추정된 적절한 분포에 따라 해당가구의 특성들이 도출되도록 하였다. 다음으로 각 가구에게 1차

및 2차 소비재와 생산재가 할당되며, 건설사 공급계획은 가구 특성의 분포와 경제적 상품유형에 따라 초기화되도록 설정한다. 그 후, 주택이 생성되고 실제데이터의 가구 당 주택 분포에 따라 가구 간에 주택이 분배되도록 설정하고, 마지막으로 시뮬레이션 내 한 tick(step)이 한 주(week)를 뜻하며 반복적으로 running하는데, 각 tick마다 다 음의 의사결정 및 업데이트가 발생하도록 설정한다.

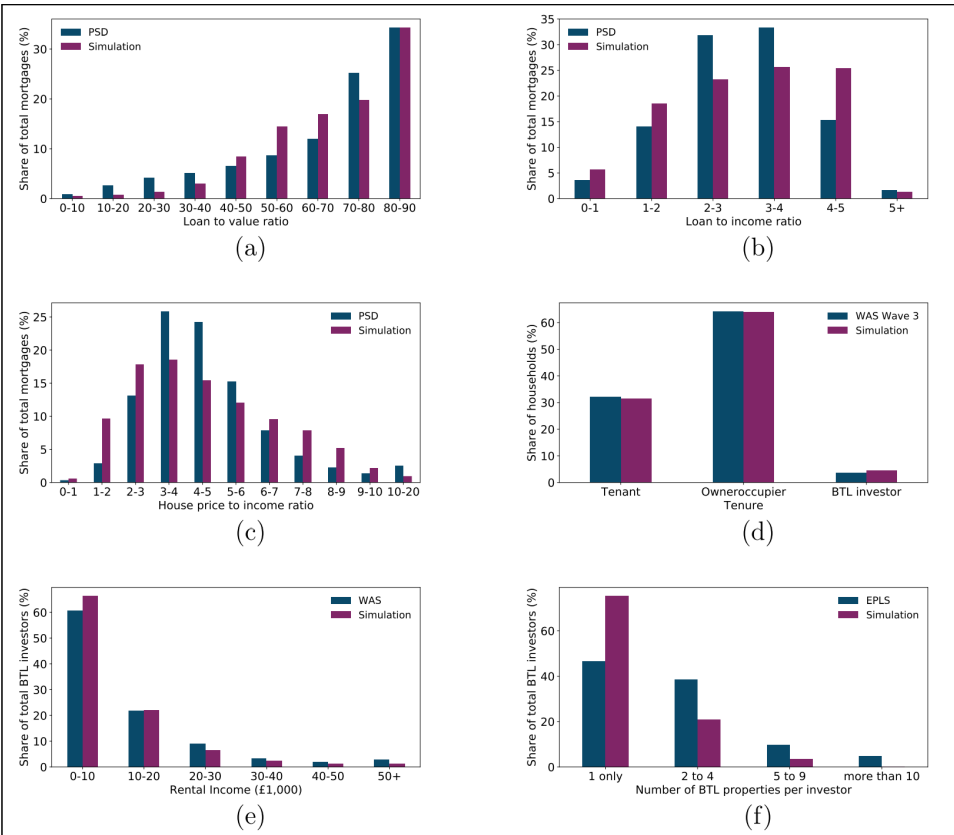
표 3-3 | 의사결정 방법 설정(영국 모형)

1. 새로운 건설사가 시장에 진입할지 여부를 결정한다. 2. 주택 및 시장에서 가구별 특성에 맞는 주택 및 일자리의 검색 및 매칭이 발생한다. 3. 은행은 잠재적 차용인의 신용도를 확인하고, 규제준수 여부 확인 및 필요한 경우 시정 조치를 취하고(신용연장 제한 등), 상업용 대출 이자율을 업데이트 한다. 4. 가계는 소비와 저축을 결정하고 현재 주택비용(예: 대출할부금 또는 임대료)을 지불한다. 5. 다음 달에 적용될 주택관련 의사결정이 내려진다.(매월) 6. 주택시장(매매 및 임대)이 청산된다.(매월) 7. 은행은 중앙은행에서 빌린 유동성에 대한 이자를 지불하고 정부채권에서 이자를 받는다. 중앙은행은 필요한 경우 유동성을 제공한다. 8. 노동, 상품, 재고처분 등 시장 거래가 이루어진다. 9. 통화 및 재정정책이 설정된다. 10. 파산한 건설사와 은행이 퇴장한다. 11. 소비재 가격과 임금이 업데이트된다.

자료: Ashraf et al.(2017), Popoyan et al.(2017), Carro et al.(2022)를 참고하여 연구진 작성

이 모형의 검증과정을 살펴보면, 이 연구는 몬테카를로 시뮬레이션을 수행하여 미시 및 거시변수가 공진화(co-evolution)를 주도하는 확률적 과정을 연구하는데 각각 85년 의 시뮬레이션으로 구성된 모델을 100번 시뮬레이션 함으로써 검증하고 있다. 이러한 과정을 통해 도출되는 모형의 분석 결과를 살펴보면, 자본 요건을 강화하면 주택 자가 거주자와 임대용주택(BTL) 투자자에 대한 대출과 모기지 승인이 급격히 감소한다는 것을 발견할 수 있다. 즉, 주택거래 건수는 상당히 감소하지만 주택가격-소득 비율은 일정수준을 유지하는 반면, LTI 한도가 적용되면 주택가격은 소득대비 급격히 감소하 고 주택 자가 거주자에 대한 모기지승인은 소폭 증가 및 BTL 투자자에 대한 모기지승 인은 상당히 증가하는 결과를 도출하였다.

그림 3-6 | 모델에서 생성한 주택시장 주요 수량(100회 시뮬레이션의 평균값)과 실제 데이터의 비교



자료: Bardoscia, M. et al.(2024), p.26

한편, 자본요건 증가(LTI 상한 도입)가 주택임대기간과 임대시장에 미치는 영향은 모든 모기에 어느 정도 동등한 영향을 미쳤다. 또한, 거시경제적 관점에서 차용인과 대출자 기반 규제정책은 모두 실질산출량과 실업에 긍정적인 영향을 미친 것을 확인하였다. 마지막으로 두 정책의 영향이 가산적(additive) 이지 않다는 점인데, 즉 독립적인 정책의 영향력이 결합된 영향력의 합계와 상당히 다르다는 점으로, 이는 모델 내에서 비선형 상호작용의 역할을 시사한다.

표 3-4 | 영국 중앙은행(Bank of England) ABM연구 비교

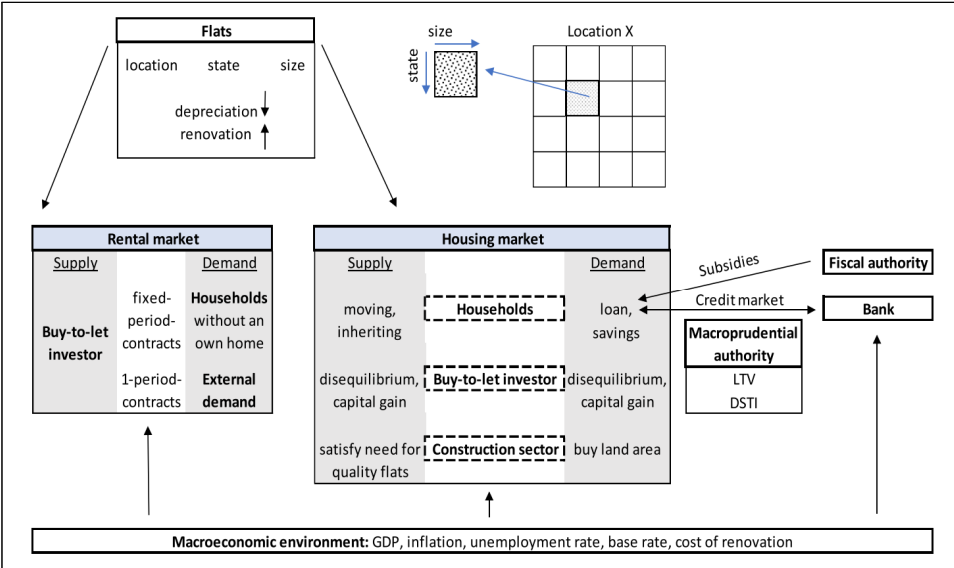
구분	2016년 연구	2022년 연구	2024년 연구
정책대상	LTI(소득대비 대출비율)한도	LTV(가치대비 대출비율), LTI(소득대비 대출비율)한도	LTV(가치대비 대출비율), LTI(소득대비 대출비율)한도
행위자	가구, 은행, 중앙은행	가구, 은행, 중앙은행	가구, 건설사, 은행, 중앙은행, 정부
공간요소	없음	없음	없음
보정 및 검증	주택 및 가구조사데이터 활용	주택 및 가구조사데이터, 연령요건 추가	주택 및 가구조사데이터, 연령요건, 인플레이션, 실업률, 금리, 대출

자료: Baptista, R. et al(2016), Carro, A. et al.(2022), Bardoscia, M. et al(2024)을 참고하여 연구진 작성

(3) 헝가리 중앙은행(Merő et al., 2023)의 헝가리 주택시장에 대한 ABM 모형 구축 연구

최근, Mérő et al. (2023)은 헝가리 데이터를 사용하여 해상도와 데이터 사용 면에서 기존 연구들에 비해 한층 발전한 주택시장 ABM 모형을 구축하였다. 이 모델은 모듈식 1:1 scale 모형으로 micro-level 실증데이터를 통하여 가구규모, 가구상태, 동네의 질(quality)과 같은 세부 속성 포함한 헝가리의 400만 가구 전체를 시뮬레이션 한 모델이다. 해당 모델은 거시건정성 정책기관(macprudential authority)과 거시경제 환경에 의해 규제되는 주택 및 임대시장, 건설 부문, 임대용 구매 (buy-to-let) 투자자, 신용시장, 주택 가격 변동성, 그리고 경기순행적(procyclical) 금융부문의 거래들을 포괄하고 있다. 즉, 전체 가구를 모두 포괄하고, 임대·건설·신용시장·금융 등을 모두 포괄한다는 점이 복잡성을 상당히 증가시키기는 하나, 모델의 세분성으로 보다 높은 해상도와 이질성(heterogeneity)의 결과값을 도출 가능하게 한다는 측면에서 기존 ABM 방식의 발전에 큰 기여를 하였다고 평가되고 있다. 이 연구는 ‘2022 Workshop on Economic science with Heterogeneous Interating Agents(WEHIA)’, ‘Agent-Based Modelling for Policy(ABM4Policy)’ 워크숍 및 앞서 살펴본 영국중앙은행(Bank of England) ABM 연구에서 영향을 받은 것으로 알려져 있다.

그림 3-7 | Mérő et al.(2023)의 헝가리 주택시장 ABM 모형의 기본 틀



자료: Mérő et al., 2023, p. 6.

모형 내 에이전트의 구성은 개인, 가구, 주택으로 이루어져 있다. 헝가리 주택시장 모형의 강점은 그 세부성에 있는데, 헝가리 400만 가구의 특성 및 구성(예: 1인가구, 혼인가구, 자녀유무 등)을 세부적으로 나타낸다. 또한, 2016년부터 가족의 자녀 수에 따라 주택구매를 지원하기 위해 도입된 보조금 프로그램(FHSP와 산전 아가지원 대출)의 영향 또한 실증적 데이터를 통해 구현하고 있다.

무엇보다, 노동시장 관점에서 개인 에이전트의 생활주기를 3단계로(비활동적, 취업 또는 실업, 은퇴) 나누었으며, 노동수준에 진입하는 연령, 실업가능성과 기간, 개인의 소득수준을 세 가지 범주의 교육수준에 따라 결정하였다. 또한, 여러 종류의 주택데이터를 사용하여 모형 내 주택을 생성하였으며 생성된 주택의 분포가 헝가리의 총 주택통계와 높은 일치율을 보이도록 가중치를 사용하였다. 모형 내 주택은 크기, 상태(품질), 위치 등 세 가지 속성을 지니며, 이는 연속변수로 표현되고, 아파트 품질(state; condition)의 경우 21개 카테고리에 대해 헤도닉 회귀모형을 사용하였다. 특히, 주택을 각 동네별로 크기와 품질에 따라 그룹화 하였는데, 주택재고의 변화원인으로 3가지

를(법인 양도, 재건축, 신축) 적용하였다.

이 모델의 타임 포인트(tick)는 한 달(month)로, 각tick 마다 다음의 단계들이 실행 되도록 하였다.

표 3-5 | 의사결정 방법 설정(헝가리 모형)

1. 개인별 특성 자료구축: 개인별 생활특성(분가, 결혼 등), 개인의 노동현황(실업, 은퇴, 임금수준 등) 등
2. 시장상황 자료구축: 주택시장가격, 가구의 이사결정, 주택 품질 악화 등
3. 주택시장 내 거래자료 구축: 건설업계의 주택공급 규모결정에 따른 사업부지 확보를 위한 기존 주택 매입 규모, 정부의 주택매입 규모, 개별 가구의 주택투자 등
4. 주택재고 자료 구축: 건설업계의 신규주택 건설, 재건축 등
5. 임대시장 자료 구축: 가구들의 임대 선호기준 평가, 단기/장기 임대 실행 등
6. 자금흐름 자료 구축: 개인별 임금수령, 임차인의 임대료 지불, 가구별 대출상환, 금리대출 이자율 변동, 주택시장 가격지수 계산 등

자료: Meró et al.(2023)를 참고하여 연구진 작성

모형의 교정 및 검증측면에서, 해당 모형은 실증데이터를 사용하여 지역 주택가격, 신규 주택대출 규모, 재고주택 거래건수, 신규주택 거래건수 등 4가지 시계열에 맞추어 교정 및 보정 작업을 거쳤다. 이러한 변수들은 교정에 이미 사용되었으므로 검증의 기준이 될 수 없기 때문에 교정에 사용되지 않은 지역단위 거래건수, 은행대출을 활용한 거래비율을 검증지표로 활용하였으며, 실제지표와 각각 0~0.2%, 1~3%수준 차이로 높은 일치율을 보였다. 즉, 이 모델을 통해, 거시경제적 관점에서 주택목적으로 집계된 대출 및 유동성의 흐름을 정확하게 포착할 수 있는 결과를 도출하였다. 또한, 여러 특성에 따른 부채 가구의 분포를 경험적 데이터와 비교하였는데 고소득 10분위 가구가 신용시장에서 하위 10분위 가구보다 훨씬 더 큰 점유율을 차지한다는 결과를 나타내며 실제 데이터와 일치하는 모습을 보였다.

이 연구에서는 모형의 검증 다음단계로 민감도 분석(sensitivity analysis) 및 견고성 분석(robustness analysis)을 수행하였다. 대규모 데이터기반 ABM의 경우 민감도분석에 여러 장벽이 있는데 이 연구는 이러한 장애물을 극복하기 위해 몇 가지 시도를 하였다. 예를 들어, 모델이 60개의 교정된 매개변수를 사용하기 때문에 견고성을 하나씩 검증할 수는 없었지만 이에 대한 대안으로 섭동(perturbation exercise)²⁾을 통해

매개변수에 대한 모델출력의 민감도를 동시에 테스트 하였다. 원래 매개변수로 생성된 40개 시뮬레이션 결과를 $U(-10\%, +10\%)$ 및 $U(-20\%, +20\%)$ 균일 분포에서 추출한 랜덤숫자를 사용하여 중앙값과 평균값을 비교하였는데 일반적으로 교정이 덜 성공적이었던 변수(예: 헝가리내 개발이 덜 진행된 지역의 평균 가격 및 거래건수)는 시뮬레이션 전체에서 더 큰 분산을 보였다.

헝가리 ABM모형은 이를 통해 기존 모형들이 비해 거시건정성, 재정 및 통화 정책이 주택시장에 미치는 영향에 대한 더 자세하고 타당성 있는(plausible) 분석을 가능하게 하였다. 연구진은 헝가리 데이터로 모델을 보정한 후, 지역 및 가구소득 10분위에 따라 세분화된 수준에서도 주택시장의 주요 특성을 재현하는 데 성공하였다고 볼 수 있다. 이 모델은 또한 건설비용쇼크 및 가족지원정책(measure)이 주택시장에 미치는 영향을 분석하는 용도로도 사용이 가능하다는 일부 학자들의(Mérő et. al, 2023:1)언급도 있다.

(4) Zhou & Kockelman(2011)의 텍사스 토지시장 ABM 모형 구축 연구

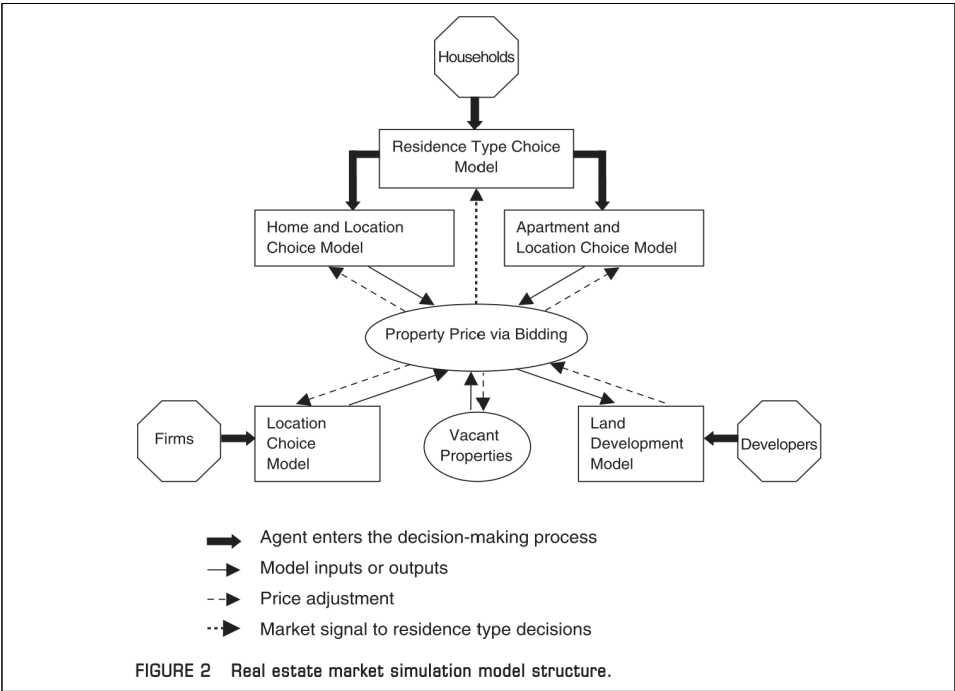
Zhou and Kockelman(2011)은 텍사스 오스틴의 데이터를 활용하여 토지개발 및 locator 입찰을 시뮬레이션하는 ABM 모형을 개발하였다. 이 모델은 시장의 수요 및 공급 측 개별 행위자들 간 상호작용을 강조하고 각 주요 행위자의 행동기반을 토지구획 단위 수준에서 활용하고 있다. 시장참여자 간 경쟁을 사용하여 가격 조정을 시뮬레이션 하였으며, 토지의 시장가격은 주거 및 상업용 부동산의 입찰 가격을 반복적으로 조정하여 내생적으로 결정되도록 모형을 구성하였다.

이 모형은 US센서스 microdata 샘플, 최근 주택구매자 및 거주자 설문조사, Texas Workforce Commission의 employment point data 등 실제 데이터를 통해 가구, 회사, 토지개발자, 소유자의 행태가 추정되었으며, 시뮬레이션 결과는 도시 토지이용 변화에 대한 구체적인 행태에 따른 결과를 도출하도록 하였다. 예측 연도의 균형 가격은 관찰

2) 일반적으로 물리학에서 사용되는 용어로서, 사전적 의미로는 “어떤 천체의 평형 상태가 다른 천체의 인력에 의해서 교란되는 현상”을 뜻하는 것으로 변수별 상호영향에 따라 수치에 대한 등락의 폭을 의미하는 것으로 이해한다.

값 또는 예상 값보다 전반적으로 낮았으나, 부동산 가치, 개발의 입지 및 개별 행위자의 공간적 분포를 합리적인 것으로 나타냈다(Zhou & Kockelman, 2011, p. 125).

그림 3-8 | Zhou & Kockelman(2011)의 텍사스 토지시장 ABM 모형의 기본 틀



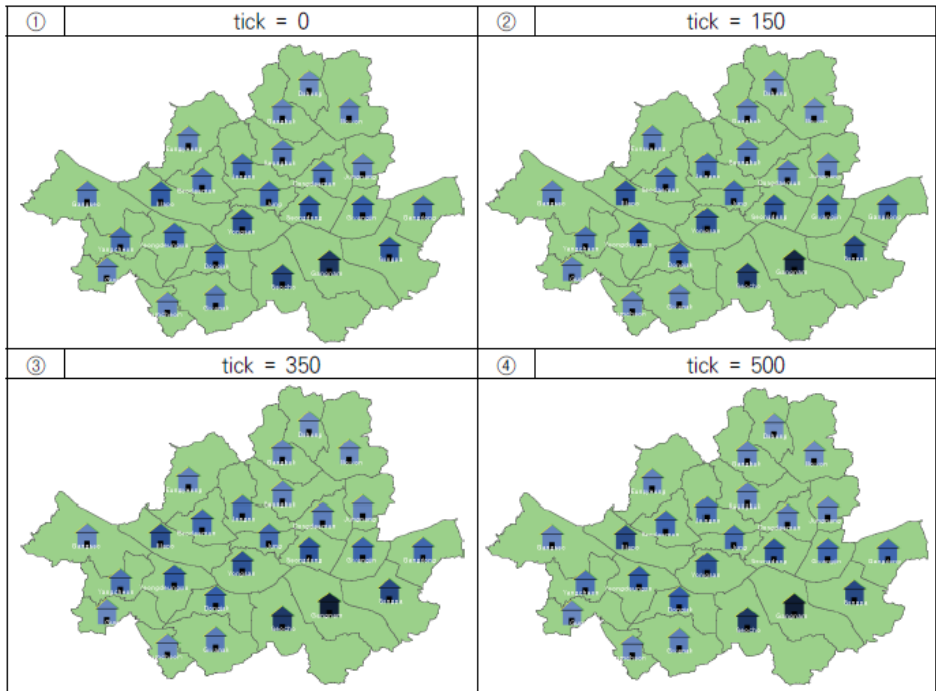
자료: Zhou & Kockelman, 2011, p. 130

(5)박천규 외(2020)의 서울 주택시장에 대한 ABM 모형 구축 연구

박천규 외(2020)는 서울의 주택(아파트) 매매 시장을 대상으로 25개 자치구에 대한 ABM 시뮬레이션으로 연구를 수행하였다.

서울 주택시장 ABM모형의 행위자는 가구(매매 참여 세대주)로 설정하였으며, 환경은 서울 25개 자치구(편의상 중심지에 밀집) 내 주택과 거주지, 직장으로 구성하였다. 모형의 규칙은 소득, 자산, 직주 거리, 지역번호, 보유 주택 수 등을 통해 거래 규칙 제공하였으며, 시뮬레이션 프로그램은 NetLogo를 사용하였다.

그림 3-9 | 박천규 외(2020)의 서울시 아파트 매매시장 시뮬레이션 결과



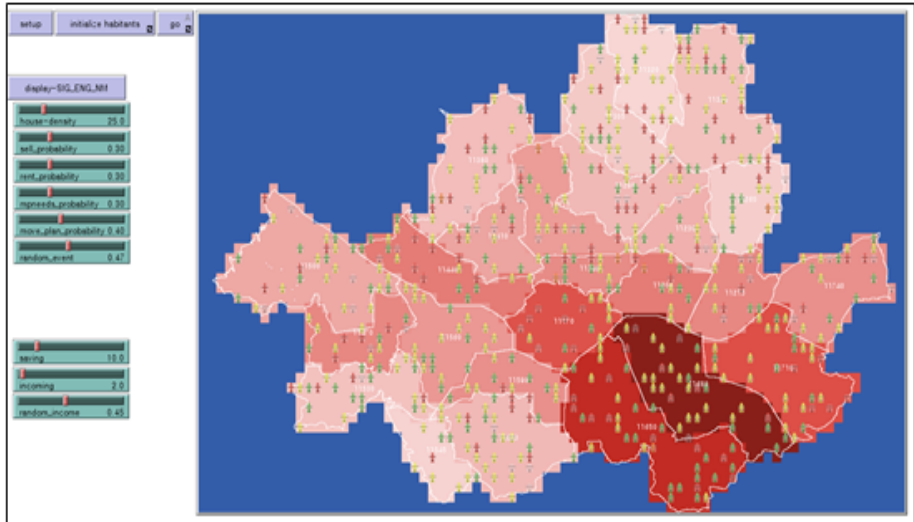
주: 짙은 색갈일수록 매매가가 높으며 연한 색갈일수록 매매가가 낮음. 1 tick은 대략 1개월.
 자료: 박천규 외(2020), 그림 5-4, p.153

이 연구는 본격적으로 매매시장을 중심으로 공간적 특성을 반영한 연구로 직접적인 선행연구 중 하나로서 중요한 참고가 되나, 공간을 매우 단순하게(사실상 25개 점) 적용한 점과 서울시 내만을 대상으로 한 점 등에는 한계가 있다.

(6)이수욱 외(2022)의 서울 주택시장에 대한 ABM 모형 구축 연구

이수욱 외(2022)는 서울의 25개 자치구 주택(아파트) 시장을 대상으로 매매, 임대, 이사 등을 포괄하는 ABM 시뮬레이션 분석 모형을 구축하였다.

그림 3-10 | 이수옥 외(2022)의 초도 시뮬레이션 개요도



주: 짙은 색갈일수록 매매가가 높으며 연한 색갈일수록 매매가가 낮음. 표시된 아이콘이 주택을 의미.
 자료: 이수옥 외(2022), 4차년도 성과자료집, 그림 2-36.(비공개 자료)

이 모형의 행위자는 가구이며, 환경은 서울 25개 자치구 내 주택시장(매매, 임대)으로 구성하였다. 세부 규칙은 다양한 변수를 통해 주택 탐색 및 이사/구매/임차에 대한 개별 알고리즘 제공하도록 하였고, 시뮬레이션 프로그램은 NetLogo(시범 구축), R(최종)을 사용하였다. 이 연구는 서울 아파트 시장을 대상으로 매매와 임대, 이주 등을 모두 포괄한 시뮬레이션 모형을 구축한 연구로 직접적인 참고가 되나, 여전히 공간 범위를 서울로 한정된 점과 지나치게 다양한 시장을 한꺼번에 구현하려는 시도로 인해 현실 모사는 잘 이루어졌으나 정책변수에 따른 영향 분석은 곤란해진 점 등에 한계가 있다. ABM을 주택시장에 적용한 국내 연구는 아직 초기 단계에 머물러 있는 것으로 파악되므로 본 연구의 방법론적 파급효과 및 학술적 기대효과가 클 것으로 판단된다.

3) 부동산시장 정책 도구로서 ABM 적용 적합성과 필요성

(1) 행위자기반모형의 장점과 단점

이상 행위자기반모형에 대한 개괄, 구성, 선행연구 등을 살펴본 결과를 종합하여 행위자기반모형의 방법론으로서의 장점과 단점을 정리하면 다음과 같다.

표 3-6 | 선행연구와의 차별성

구분	주요내용
장점	상향식 관점 • 개별 행위자를 단위로 상향식(Bottom-up)으로 모형을 구성하기 때문에 기존의 전통적인 모형에서 발견하기 힘든 창발성(Emergent Behavior)을 관찰할 수 있으며, 행위 규칙을 통해 행위자의 제한된 합리성을 허용함
	이질성 • 행위자에 대한 속성 변수의 가정 변수별 확률 분포의 적용 등을 통해 자연스럽게 이질적 행위자를 구성하기 용이하며, 전통적 방법론에서는 교차분석 등으로 간접적으로만 이루어지는 이질성에 대한 행태분석 및 시사점을 도출하기에 유리함
	복잡계적 특성 • 이질적인 개별 요소 간의 상호작용을 중심으로 하는 복잡계적 특성을 그대로 모형화 하였으므로, 초기 조건에 대한 민감성, 중요 요인의 급격한 변화에 따른 충격(shock) 모사 등 표준적이지 않은 급격한 변화 설명에 용이함
	높은 유연성 • 행위자, 환경, 네트워크, 규칙 등에 연구자가 자유롭게 가정, 분포, 함수 등을 적용할 수 있어 연구 목적과 대상에 맞는 모형을 구축하고 분석하는 데에 특화되어 있으며 독립/종속변수를 얼마든지 바꿔가며 분석이 가능
	실험 용이성 • 위 장점들이 결합되어 what-if 형태의 질문에 응답하기에 매우 유리한 방법론이며, 정책변수의 도입(on-off) 또는 급격한 변화 등에 따른 효과와 시장 반응을 살펴보기가 용이하며, 시나리오별 분석과도 호환성이 높음
단점	비계량 모형 • 높은 유연성 대신 모형의 강건성이 낮을 우려가 있으며, 전통적 관점에서의 결과 검증(신뢰구간, 변수 유의성 등)이 곤란한 한계가 있음
	일반화 어려움 • 연구 목적·대상에 따라 최적 모형(행위자, 환경, 규칙 세트)을 설계하므로 모형별 가정과 매커니즘 등의 설명에 상당한 부분을 할애하여야 함
	과적합 문제 • 모형의 설명력을 담보하기 위해 실제 데이터와의 조정(Calibration)이 필수적이며, 이때 과적합(overfitting) 문제가 발생할 수 있으므로 유의하여야 함 • 특히, 과적합과 통계적 검증에 대한 단점을 극복하기 위하여 통상 ABM은 강건성(Robustness)을 보장하기 위한 민감도 분석을 함께 수행하게 되며, 이는 주로 동일 조건 하의 시뮬레이션을 수백~수천회 반복하는 식으로 수행하게 됨

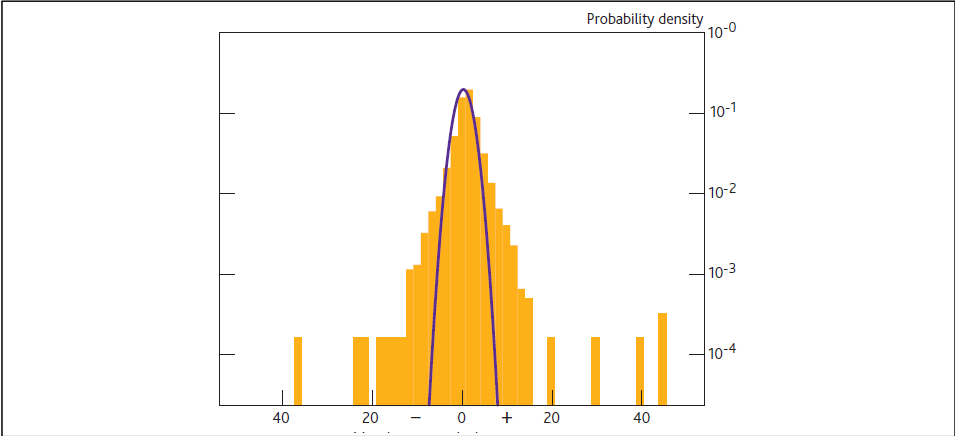
자료: 연구진 작성

(2) 사례연구를 통해 살펴본 행위자기반모형의 필요성

ABM 관련 이론적 논의와 영국, 헝가리 등의 사례연구들을 검토한 결과 ABM은 시스템적 복잡성이 크고(complex systems) 비선형성(non-linear) 역학이 일어나는 도

시·주택·부동산 분야를 분석하기에 유용한 접근방식이라고 할 수 있다. 부동산시장은 복잡계적 특징, 높은 불확실성, 급상승(Boom)과 급하락(Bust) 주기를 자주 보이는 점 등에서 금융시장과 함께 전통적 계량경제학 모형으로 설명하기 어려운 대상 중 하나로 제한된 합리성과 이질성을 바탕으로 복잡계에 대한 모델링이 용이한 ABM을 통한 실험에 매우 적합한 대상이다. 이러한 특성으로 인해 실제 영국 중앙은행과 헝가리 중앙은행 등에서 정책적 활용을 위한 주택시장 ABM 모형을 구축하는 연구들이 시행되었다.

그림 3-11 | 영국 주식 가격의 월간 변화(1709-2016)의 비표준성



주: 가로축은 월간 변동률(%), 곡선이 가장 근접한(fit) 정규분포곡선(Gaussian Fit) 결과임
 자료: Turrell(2016), Chart 1., p.179

또한, Turrell(2016)은 주식시장의 비표준성(Not-normal)을 지적하며, 행위자기반모형이 주택시장을 포함한 금융시장의 극단적 현상을 설명하기에 적합함을 주장하고 있다. 그러나 ABM이 방법론으로서 가장 비판받기 쉬운 부분은 주류 모델링방식에 비해 교정(Calibration), 검증(validation), 민감도분석(sensitivity analysis)이 상대적으로 까다롭다는 점이라고 할 수 있다. 즉, 전통적인 모형에 비하여 모델링의 유연성 측면에서 이점이 있으나, 모델구성의 선택의 폭이 매우 넓기 때문에 사용자가 적합한 구성요소 및 가정(assumption)을 선택할 때 각별히 주의를 기울여야 하고 또한 비선형성

(non-linearity)을 다룸에 있어서 모델 내에서 변수 간 상호작용에 대해 신중을 기해야 할 필요가 있다.

그룹에도 다양하고 광범위한 실증데이터를 활용하여 상호간의 영향관계를 분석할 수 있으며, 이를 과거 데이터를 토대로 변수별로 검증할 수 있기 때문에 주택시장에 대한 유용한 접근 방식이라는 점은 유효하다. 헝가리 주택시장 연구는 실증데이터를 사용하여 모델을 네 가지 지표 시계열에 맞추어 교정하였고 교정에 사용되지 않은 다른 실제 지표들을 검증수단으로 사용하였으며 섭동(perturbation exercise)을 통해 매개변수에 대한 모델충격의 민감도를 테스트하였다. 한편, 영국주택시장 연구의 경우에는 영국의 실제 주택 및 모기지시장의 주요 특징 데이터뿐만 아니라 분포에도 초점을 맞추어 검증을 진행하였고 2011년 데이터를 기준으로 사용하여 시뮬레이션 결과를 여러 실증적 주택 및 모기지 시장 통계와 추가로 비교하였다. 특히, 영국중앙은행 2024년 연구의 경우는 검증을 위해 인플레이션에 맞게 조정된 실제 변수에 초점을 맞추었으며 시뮬레이션 결과를 실제 주택거래건수 및 모기지승인 건수, 월 평균 주택가격 등 뿐 아니라 주택소유자 모기지 차용인의 LTV, LTI, 주택가격소득비율의 분포, 임대범주별 가구비율, BTL임대소득 분포, 투자자당 BTL 부동산 수 등의 실제값 및 분포와 비교하여 시뮬레이션 값이 실제 데이터와 얼마나 일치하는지 분석하여 주택시장 분석에서 ABM 방법론의 적합성을 확인하였다.

위에서 설명한 바와 같이 ABM모형을 통해 다양한 분석이 가능하지만, ABM 설계 및 활용 시 시장 자체의 완벽한 모사에 집중하는 것은 지양할 필요가 있으며, 모형의 단계적 구축을 추진할 필요가 있다. 앞서 영국 중앙은행의 모형 구축 연구자들이 강조했던 바와 같이 모형이 설명하고자 하는 시장 행태와 정책 도구를 중심으로 선택과 집중 원칙하에 모형을 설계하고, 시장의 심리·사회적 측면의 행태 관찰에 적극 활용할 필요가 있다. 또한 영국 중앙은행의 ABM 구축 사례에서 나타난 바와 같이 단계적으로 모형을 지속적으로 업그레이드 하면서 정책 소요에 부합하도록 개선시키는 단계적 접근이 필요하다.

2. 부동산시장 적용을 위한 방법론 검토

1) 부동산시장의 행위 주체

부동산시장 행위 주체는 주택구매소비자, 주택 판매자, 부동산 중개인, 정부, 부동산 개발업자, 건설업체 등이 있으며, 행위 주체를 속성에 따라 구분할 수 있다. 주택구매소비자는 주택시장에서 주택을 구매하는 행위자로, 자가 주택을 원하는 구매자, 차가(전세, 월세 등) 주택을 원하는 구매자 등이 있으며, 첫 주택 구매자부터, 투자 목적으로 매입하는 행위 주체자 등이 있다. 주택 판매자는 주택을 판매하는 행위자로 주택 소유자나, 부동산 개발업체 등이 해당된다. 부동산 중개인은 주택 구매자와 주택 판매자 간 거래를 중개하고 도와주는 전문가들이며, 부동산 중개인이거나 부동산 업체 등이 해당된다. 정부는 부동산시장 정책(완화, 규제 등)을 시행하는 정부 기관이나 지방 정부 등이 해당하며, 이들은 주택시장을 통제하고 주택 소유를 보호하는 정책을 시행한다. 또한, 부동산 개발업자는 새로운 주택이나 주거 단지를 개발하는 개인, 기업 또는 조직이 해당하고, 부동산 투자자는 부동산을 투자 목적으로 구매하는 사람들로, 임대 소득을 얻거나 장기적인 투자 수익을 추구한다. 건설업체(건설 관련 업체)는 새로운 주택을 건설하거나 기존 주택을 개조하는 건설업체, 시공업체 등이 포함된다.

행위자와 관련하여 조만·송인호 외(2013)의 ‘예외적이지만 발생 가능한’ 스트레스 시나리오가 부동산 부문과 연계성이 높은 경제주체에 대한 충격효과를 분석한 연구나 박천규 외(2020)의 주택정책 진단과 전망, 정책효과 분석 등을 위해 주택소비자의 의사결정구조를 반영한 주택시장 분석 체계 구축 연구에서는 시장 내 주택구매소비자에 대한 논의가 이루어졌다. 이들 연구에서는 시장참여주체를 주택을 구매하는 소비자(가계)로 정의하여, 주택구매소비자는 주택을 구매한 소비자와 구매 의향이 있는 잠재적인 소비자를 포괄하도록 설계하였다. 김인수·최영훈(2021)의 연구는 부동산정책에 영향을 미치는 이해관계자 범위를 분석한 결과, 공공부문에서는 모든 가구, 사람과 국내외 개인 및 기관들을 이해관계자로 보았다. 이 연구에서는 부동산정책과 관련하여 ‘대

통령·청와대’, ‘국토교통부’, ‘기획재정부’, ‘한국토지주택공사’ 등이 주요 정책행위자이며, 부동산정책의 주된 수요자는 신혼부부, 무주택자, 일반 국민, 임차인, 다주택 보유자, 토지소유자, 민간사업자 등 ‘부동산정책과정에 고려할 필요가 있는 개인이나 집단’으로 인식하였다.

2) 부동산시장 관련 기존 ABM 모형에서의 행위 주체

박천규 외(2020)는 정부 정책의 아파트 매매시장 변화에 대한 실험을 위해 행위자는 아파트 매매시장에 참여하는 세대주로 행위자 특성을 재현하였다. 이 연구는 주택 시장 내 수요-공급에 탄력적으로 대응하는 행위자의 가격 조정 성향 개념을 활용하여 가상 모형을 구축하고 아파트 매매시장에 대한 정책 대안을 실험하였다. 이 연구의 행위자는 서울시 25개 자치구 중 한 곳에 거주하며 아파트 매매시장에 참여하는 세대주로, 이들 중 일정 비율을 할당하여 잠재적 매도자 및 매수자로 가정하였다. 행위자의 각 특성은 실증 자료를 기반으로 결정하며, 행위자의 거주지, 직장 위치를 할당하고, 거주지와 직장 위치의 통근거리, 연령, 소득, 입지특성 선호(직주근접, 주거환경, 교육환경), 보유 아파트 수, 금융자산, 금융부채의 분포를 재현하였다. 정부 정책에 따른 변화 분석을 위한 종속변수는 주택매매가격, 주택매매가격의 연속적 상승 및 하락, 수요-공급 비율, 행위자들의 가격조정행동 비율, 주택매매 거래량을 활용하였으며, 정부 정책은 금융규제와 조세정책으로 구분하고, 금융규제 독립변수는 LTV, DSR, 금리, 대출기간을 포함하며 추가로 적정 소득대비부채비율을 활용하였다. 한편, 조세정책 독립변수는 양도세율, 양도세 최소과세구간, 취득세율, 재산세율, 종부세율, 소득대비세금비율을 활용하였다. 통제변수는 행위자를 생성(25개 자치구에서 1,000명의 행위자 생성), 호가 증감률, 초기 수요-공급 비율, 초기수익률, 자치구별 아파트 평균 면적, 대기시간(거래불발 행위자의 가격 재조정 관련 대기시간), 공인중개수수료 요율을 활용하였다.

이수옥 외(2022)는 사람 행위자를 기존에 주어진 다양한 자료를 혼합하여 도시의

아파트 가격을 예측하려는 행위자기반 시뮬레이션 혼합 모형을 설정 및 구축하였다. ABM 시뮬레이션에 사용한 변수는 크게 사람 행위자의 속성, 주택 속성, 지역 특성, 글로벌 특성 등 네 가지로 구분하여 활용하였다. 사람 행위자의 속성은 연령, 월 소득, 시군구 코드, 거주형태, 총자산, 순자산, 현금, 부채, 주택가격, 임대가격, 이사방향, 내집마련의향, 판매의사, 임대이사, 보유주택수를 활용하였으며, 주택의 속성은 시군구, 주택가격, 이전가격, 점유 여부, 소유자, 거주자, 건축연한을 활용하였다. 지역 특성은 인구, 노년부양비, 1인 가구, 주택수, 학교(학원), 거주면적, 건축연령, 사업체 수를 활용하였다. 한편, 글로벌 특성은 금리변수로 대출(LTV, TDI), 금리, 이자, 보유세, 소득상승률, 저축률, 계층별 소비지출, 일시적 이벤트(복권과 사고)를 사용하였고, 기존에 주어진 다양한 자료를 혼합하여 도시의 아파트 가격을 예측하려는 행위자기반 시뮬레이션 혼합 모형을 설계하였다.

Gilbert et. al. (2009)은 영국 주택시장을 분석하여 부동산을 매매하려는 가구들의 상호작용을 시뮬레이션 하였다. 이 연구는 주택 구매자, 매도자를 행위자로 보고, 거시경제 변수나 파라미터를 추가하여 정보를 반영하기도 하며 탐색과 교환의 알고리즘을 구축하여 테스트하였다. 가구들이 지역을 떠나야 할 때(직장 이전, 사망 등)나 가계 대출이 소득에 비해 많거나, 주택가격이 떨어질 때, 소득이 증가하면서 더 비싼 주택을 편안하게 구매할 수 있는 경우 등의 세계를 시뮬레이션 하였다. 판매를 결정한 가구는 근처 중개업자 중 하나 이상에게 가치 평가를 요청하며, 이는 해당 지역의 최근 가격 수준에 대한 부동산 중개업자의 경험에 기반, 판매자는 가장 높은 평가로 집을 시장에 내놓지만, 만일 판매가 이뤄지지 않으면 가격을 낮추도록 설계하였다. 구매자는 소득 수준에 가장 적합한 집을 찾아서 제안하도록 하였으나, 제안은 현실과 같이 체인이 붕괴되지 않는 한 통과되도록 하였으며, 새로운 입주자들은 일정 기간 동안 소득에 맞는 주택을 찾지 못하면 지역을 떠나도록 설계하였다.

Ge(2017)은 주택시장의 특별한 특성과 복잡한 성격을 설명할 수 있는 행위자 기반 모델을 개발하였다. 주택 모델에서 일반적인 행위자인 가구 및 개발자 외에도 투자자와 대출 에이전트를 포함하여 특성을 고려하도록 설계하였다. 이를 통해 주택 버블 상

승에 대한 투자와 레버리지 역할을 분석할 수 있었는데, 시뮬레이션 결과, 주택가격이 외부 충격 없이 내생적으로 상승하고 붕괴할 수 있으며, 주택 버블 상승의 두 가지 요인은 관대한 대출과 투자로 나타났다. 이는 비합리성에 기초한 행태의 결과이며, 소비자의 단독, 아파트 등 주택유형에 대한 선호는 시대나 연령, 경제 환경에 따라 달라질 수 있다. 이 연구의 시사점은 행위자의 특성에 따라 주택을 실거주로 보는지 임대료나 자본이득을 위한 투자목적으로 보는지에 대한 인식도 달라질 수 있으며, 자산의 포트폴리오 차원에서 부동산과 주식, 채권에 배분에 대한 인식도 시대나 연령에 따라 달라질 수 있기 때문에, 소비자의 행동론적 특성이 어떻게 변화해 하는지 살펴볼 수 있도록 정기적인 설문조사를 통한 조사분석 체계를 강화할 필요가 있음을 강조한 점이 특징이다. 그리고 부동산시장 행태 관련 기존 연구 사례, 부동산시장 정책에 연관되는 시장 행위주체를 검토, 정리하여 제시하였다는 점에서도 주목할 만하다.

표 3-7 | 부동산시장 관련 기존 ABM 문헌에서의 행위주체 설정

문헌	행위주체	행위자 관련 주요 변수	행동 규칙 등 가정
박천규 외 (2020)	가구 (세대주)	- 연령, 소득, 거주지, 보유주택, 자산, 부채, 입지 선호, 통근거리 등	- 금융규제(LTV, DSR, 금리 등), 조세정책(양도세, 취득세, 종부세 등)와 주택 면적, 대기시간 등을 활용한 거래 규칙 생성
이수옥 외 (2022)	가구	- 연령, 소득, 거주지, 보유주택, 자산, 부채, 판매/임대/이사 의향 등	- 전역 변수로 금리, 조세, 소득상승률, 저축률, 지출률, 개인이벤트(복권/사고) 등을 활용한 매매/임대/이주 규칙 생성
Gilbert et al. (2009)	가구, 중개업자	- 소득, 가처분소득, 거주지, 공실률, 업자 활동 범위, 거래기록, 가격하락을 등	- 가구는 판매자, 구매자로 구분하고, 중개업자의 경험과 지역성을 거래 규칙에 반영하여 주택 거래 시장 규칙을 생성
McBreen et al. (2011)	임차인	- 주거비, 임대비, 탐색비 등	- 임차인은 새로운 주택 탐색비와 현재 임대료를 비교하여 이전 여부를 결정
Geanakoplos et al.(2012)	가구, 은행	- 소득, 자산, 연령, 인종, 결혼 여부, LTV 비율 등	- 가구는 구매, 이사, 대출, 파산 등의 규칙을 생성하고, 은행은 모기지 대출 승인과 이자율 조정에 대한 규칙을 생성
Baptista et al. (2016)	가구, 은행, 중앙은행	- 소득, 자산, 연령, 결혼여부, 사회주택 여부, LTI 등	- 가구는 매매/임대/임차/사회주택 입주를 선택할 수 있으며, 은행은 모기지 대출 여부를 결정, 중앙은행은 정책변수 결정
Ge(2017)	가구, 투자자, 중개인, 은행, 기업	- 소득, 자산, 연령, 주택 품질 (유형, 지역성, 가격 등), 대출 간격 등	- 거래자로서 가구를 포함, 투자자, 중개인, 은행, 건설업체 등을 포함한 시장 전체에 대한 규칙을 생성하여 실험

Evans et al.(2021)	가구, 은행	- 소득, 자산 유동성, 거주지 변수(실제 지역 데이터), 주택 품질 등	- 지역 내 가구(실제 1개 주택에 거주), 지역 외 거래자(거주 없음)를 나누어 거래 및 임대 시장에 대한 규칙을 생성
Méró et al.(2023)	가구(실제), 은행, 기업	- 소득, 주택 품질, 거주지 변수(실제 지역 데이터), 기업 규모, 재무 정보 등	- 각 가구는 지불가능한 한 최상품질의 주택을 구매한다고 가정, 은행과 기업은 이익 극대화를 위해 대출, 건축, 임대 수행

자료: 연구진 작성

이상 행위주체에 대한 주요 문헌 검토 결과와 기타 유관 문헌의 검토 결과를 종합하여 정리하면 다음 <표 3-7>과 같다. 이상 행위주체에 대한 주요 문헌 검토 결과 기본적으로 부동산시장 관련 ABM 모형은 가구를 중심 행위자로 설정하고 있으며, 모형의 목적에 따라 은행, 기업, 중개인 등을 추가적으로 행위자로 설정하는 것을 파악할 수 있었다. 본 연구도 부동산시장의 주택가격 상승기 행위자 행태에 집중하고 있음을 감안하여 가구를 메인 행위자로 하여 구성하되, 향후 2차년도 모형 확정에 따라 기업(건설공급자), 은행 등을 행위자로 추가하는 방향으로 검토할 예정이다.

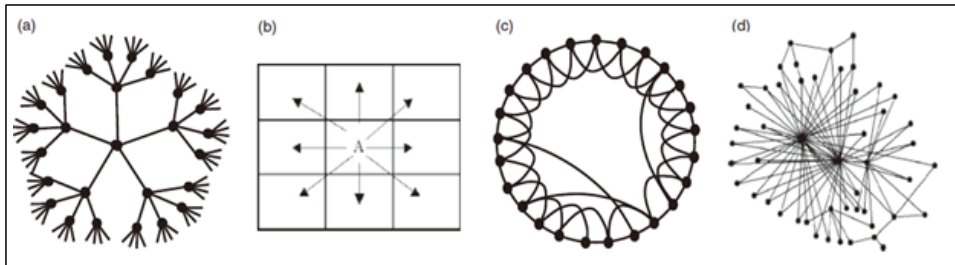
3) 부동산시장 관련 기존 ABM 모형에서의 공간 구성

행위자기반모형 환경의 구성요소 중 하나로 행위주체에 이어 네트워크의 형태(Topology)도 중요하다. Schelling(1971)이 최초 제안한 ABM은 격자형 공간에서의 계산적 자동화(Cellular Automata)였으며, 지금까지도 격자형 모형은 ABM의 기본 모형으로 활용되고 있다. 일반적으로 네트워크의 형태는 가상 네트워크일 경우 크게 4가지 형태로 분류된다(조만석, 2015:20).

먼저, 무작위 네트워크(Random network)는 네트워크의 속성을 거의 반영하지 않는 모형으로, 영국 중앙은행(Baptista et al. 2016)과 같이 완전한 개방 시장을 가정하는 경우 행위자끼리 매순간 연결되어 거래를 결정하는 형태로 활용된다. 둘째, 격자망(Cellular Network)는 직관적인 결과 표출이 가능하고 코딩이 단순해져 규칙 자체의 효용성을 실험하는 데 좋은 네트워크로, 가장 널리 쓰이는 방법이나 네트워크의 구조

가 경직적이고 노드에 연결된 링크의 수가 제한되는 한계가 있다. 셋째, 작은 세계 (Small-world Network)는 지구 상 인간관계가 몇 단계(6단계)를 거치면 모두 연결된다는 것을 모형화한 네트워크로, 행위자가 개인이며 링크가 개인 간 인간관계를 의미하고 노드 간 거리가 분석에서 중시될 때 채택하기 좋은 네트워크이다. 넷째, 멱함수 네트워크(Power-law Network)는 유난히 많은 링크를 가진 노드인 허브(Hub)를 가정할 수 있게 하는 멱함수 기반 네트워크로, 허브의 중요성이 높은 경제/경영 대상을 모형화하기에 유리한 네트워크이다. 가상 네트워크의 경우 표현은 격자망으로 하더라도, 실제 상호작용하는 관계인 링크의 설정에 따라 다른 형태의 네트워크도 융합하여 표현할 수도 있다는 특성이 있다.

그림 3-12 | 행위자기반모형의 4가지 가상 네트워크 형태

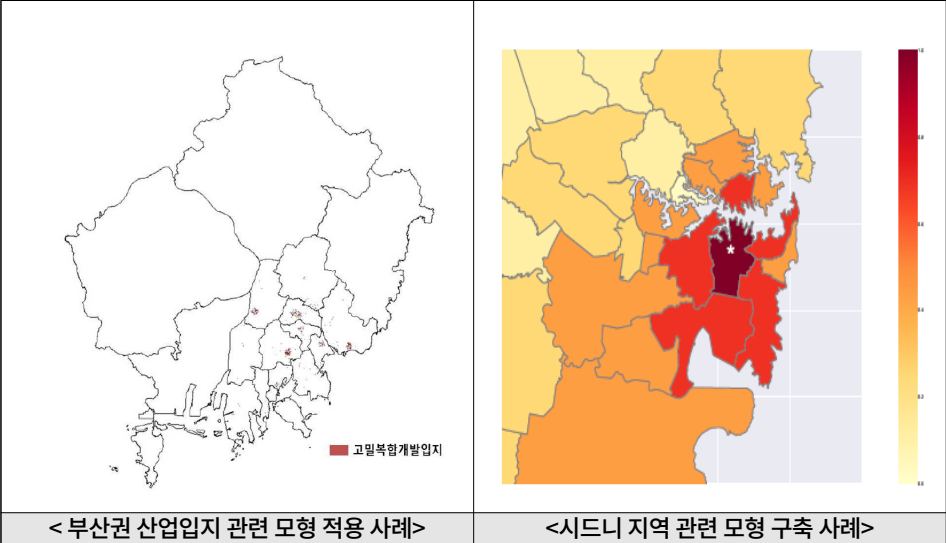


주: (a) 무작위 네트워크, (b) 격자망, (c) 작은 세계, (d) 멱함수 네트워크

자료: Bohlmann et al. (2010). 조만석(2015) 재인용, Figure 5. p.54.

최근 연구에서는 실제 공간을 기반으로 둔 공간기반 행위자기반모형도 지속적으로 개발 및 활용되고 있다. 도시모형과 같이 공간성이 중요한 연구에서는 실제 GIS 데이터를 활용한 공간기반 ABM을 예전부터 도입하고 있다(김동한 외, 2014:8).

그림 3-13 | 실제 공간 정보를 기반으로 한 행위자기반모형 예시



자료: (좌) 김동한 외(2014), 그림 5-23(우측) p.102, (우) Evans et al.(2021) Figure 2(b), p.9

앞서 소개한 박천규 외(2020), 이수욱 외(2022) 등은 서울시 실제지도를 단순화하여 반영한 바 있으며, Evans et al. (2021), Měrő et al. (2023) 등은 실측지도 및 지역별 시장 데이터를 이용하여 행위자기반모형을 구축한 사례가 있다. 그러나 실제 공간을 네트워크 기반으로 두는 경우 다음과 같은 장·단점이 있다.

표 3-8 | 실제공간 기반 네트워크의 장단점

구분	주요내용
장점	(1) 실제 공간을 적용함으로써 결과의 직관적 표출과 해석에 유리 (2) 공간기반 데이터를 행위자와 환경에 직접 적용함으로써 모형의 신뢰성 제고
단점	(1) 실제 공간 및 데이터의 적용은 ABM의 장점인 유연성과 상충적 (2) 복잡한 데이터 구조로 모형 구동 부하를 가중

자료: 연구진 작성

앞서 영국 중앙은행 모형 구축 연구자는 실제 모사에 치중하는 것의 위험성을 언급했으며, 또한 실제 공간을 ABM 환경에 모사하였다 하더라도 행위자 간 관계형성(링크)는 여전히 4가지의 가상적 모형에 기반을 두게 됨을 유의하여야 한다. 따라서, ABM 환경 상 실제 공간 적용은 실제 데이터를 얼마나 잘 모사하는가에 초점을 두고 받아들이기보다는 결과를 직관적으로 확인하고 해석할 수 있게 해준다는 점에서 의의가 있음을 유념해야 한다.

이상 공간구성에 대한 주요 문헌 및 선행연구 검토 결과 기본적으로 부동산시장 관련 ABM 모형은 가상공간 또는 현실공간을 채택하고 있었다. 그러나 행위자간 네트워크는 가상으로 설정해야 하는 등을 감안한다면 ABM에서 공간 구현은 현실과 동일한 모사가 아닌 모형으로서 효율성을 위해서는 현실과 유사한 특성을 준 가상공간으로 구성하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구도 공간환경의 경우 시장참여자들의 선호도 등 부동산시장의 현실공간에서 중요한 특성은 반영하되, 모형의 효율적 구축을 위해 구축된 가상공간을 모형의 공간환경으로 구현하도록 한다.

CHAPTER 4

공간 기반 부동산시장 ABM 초도모형 구축

- 1. 부동산시장 ABM 초도 모형 기본 구상 83
- 2. ABM 초도 모형 구축 93
- 3. ABM 초도모형 시험모의 결과와 시사점 116

04 공간 기반 부동산시장 ABM 초도모형 구축

본 장에서는 앞서 검토한 정책, 선행연구, 이론 등을 바탕으로 구성하고자 하는 모형의 기본 틀을 도출하고, 이를 구현하기 위한 첫 단계로서 공간 기반 부동산시장 ABM 초도 모형 구축을 다루었다. 이를 위해 첫 번째로 부동산시장 매도-매수 측면의 주요 행위자, 행위자들의 행태, 행위자에 영향을 미치는 주요 변수 등에 대한 개념 정리 및 관련 이론적 논의 검토하고 모형의 기본 틀을 도출하였다. 두 번째로 수도권 공간구조를 단순화하여 본 모형 구축에서 중요성이 매우 높은 공간적 기반이 되는 패치에 대한 속성을 부여하여 공간환경을 구축하고, 구축된 공간상에서 가구단위 부동산시장 행위자를 구현하고 매매 관련 단순화된 규칙을 준 초도모형을 구축하였다.

1. 부동산시장 ABM 초도 모형 기본 구상

1) 부동산시장 ABM 모형의 기본 구성 및 방향

부동산시장 ABM 모형은 기본적으로 행위자, 환경, 규칙으로 구성된다. 행위주체는 앞서 검토한 여러 문헌을 토대로 가구를 기본 단위로 하며, 각 가구는 여러 가지 인구통계학적 변수, 소득·자산 등 경제적 변수, 주택 소유 형태 등 행위 관련 변수를 확률 분포로서 부여받게 된다.

환경은 다시 거시적 외부 환경과 행위 객체, 네트워크 구조로 다시 나누어져 구성된다. 외부 환경은 수도권(서울/서울 외)의 주택 매매 시장을 기본 환경으로 가정하며, 금리, 물가 등 거시경제 변수와 주택시장 흐름 등을 변수로 가진다. 다음으로 공간 단위(cell or patch)는 주택 중에서도 데이터 구득 가능성과 정책적 파급효과가 가장 큰 아파트를 객체로 하고 여러 속성 변수를 가진다. 네트워크 구조는 실제 지역 또는 단순화된 실제 지역 기반 공간구조를 네트워크 구조로 가정하며, 이에 따른 규칙은 조세정책(취득세,

양도세 등)과 금융정책을 기본 정책변수로 두고 가구의 주택매매 규칙 함수를 설정하였다.

표 4-1 | 행위자기반모형 활용 핵심 변수 후보군 목록

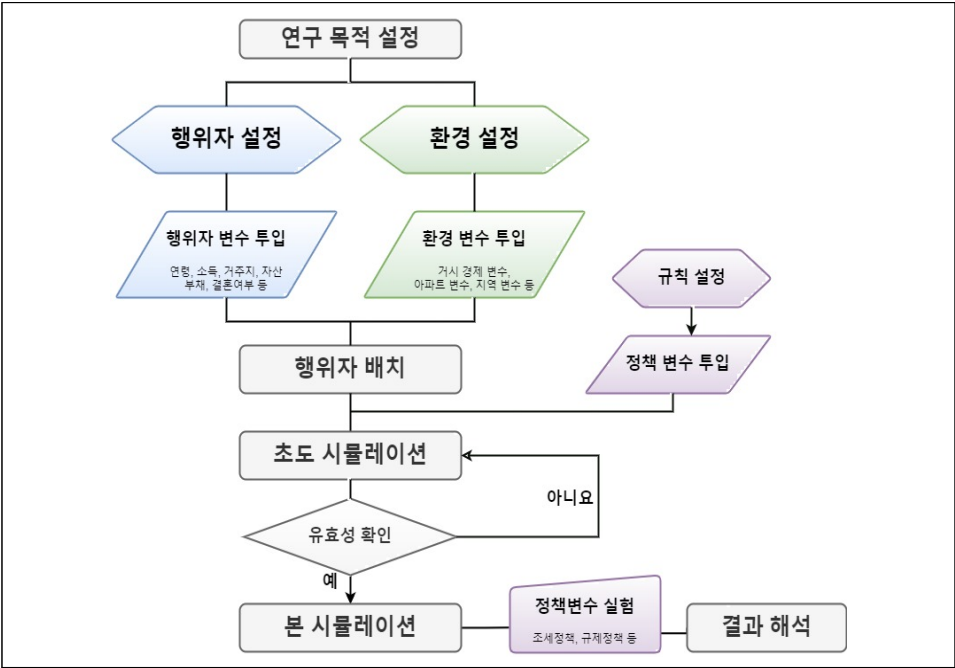
구 분	세부 구분	후보 변수
행위자 변수	인구통계학적 변수	연령, 가구원 수, 지역, 결혼여부, 자녀여부, 고용형태 등
	경제적 변수	가구 소득, 가처분소득, 자산, 부채, 신용점수 등
	행위(주택 거래) 변수	주택형태, 점유형태, 점유 수, 부동산 정책 지원 수혜 여부, 거래 주기 등
환경 변수	행위대상(주택) 변수	개별 가격(매매), 면적, 건축연한, 관리비 등
	거시 경제 변수	금리, 물가, 주택 평균 가격(평단가) 변화, 주택 공급량, 경제성장률(잠재성장률, 경제성장 등), 고용률, 실업률 등
	공간 변수	교통 접근성, 지역선호도(평단가, 학교, 상권, 환경변수_공원 등), 인구 및 가구 변화(전입/전출 등), 공실률 등
정책 변수		보유세(종부세), 취득세, 양도세, 규제지구 지정, LTV, DTI, DSR, 계층별 보조금, 지원금, 특례대출 등

자료: 연구진 작성

행위자기반모형은 기본적으로 정확한 정량적 예측이나, 안정적인 결과를 내기 위한 방법론이 아니며, 정책 수단이 가져올 여러 가지 변화를 조망하고 부작용이나 시너지 효과가 있는지 그 메커니즘을 살펴보는 데에 의의가 있다. 선행연구 중 상당수는 행위자기반모형의 재현성과 예측정확도에 천착하여 불필요한 과적합 및 제한된 정책적 활용에 그친 경우가 많아 본 연구는 행위자기반모형을 구축하고 개선해 나가면서 부동산 시장 정책 실험을 효과적으로 수행하는 데 초점을 두고자 한다. 이를 위한 5가지 주안점은 다음과 같다. 첫째, 조세, 금융과 관련한 정책변수 변화를 통한 실험, 즉 정책변수 중심의 시장 변화 시뮬레이션이 가능하도록 모형을 구축한다. 둘째, 이론에 기반한 행위자들의 예상 정책 대응 행태 뿐 아니라 실제 시장에서 나타난 행위자들의 대응 행태를 반영할 수 있는 모형을 구축한다. 셋째, 각 행위주체(가구)의 이질성(특히 주택 소유 여부, 자산 규모, 투자성향 등)을 충분히 반영하여 시장변화를 실험할 수 있도록 모형을 구축한다. 넷째, 실제 공간을 염두에 둔 네트워크 구성과 지역 변수를 충분히

반영하여 주택시장의 공간적 변화양상을 포괄하는 정책효과 실험이 가능하도록 구축한다. 다섯째, 일반사업으로서 모형을 유연하고 개방적으로 설계하여 모형을 다층적으로 활용할 수 있도록 하되 지나치게 복잡한 방식의 규칙과 데이터 투입은 최소화, 즉 모형을 최대한 단순하게 구성하여 다양한 정책 수단과 연구 목적에 맞는 모형 적용 유연성을 확보한다. 이러한 5가지 주안점에 기초하여 본 연구의 행위자기반모형 구축은 아래 그림과 같은 프로세스를 따르도록 설계하였다.

그림 4-1 | 본 연구의 행위자기반모형 프로세스 개요도



자료: 연구진 작성

행위자 및 공간 단위(cell 또는 patch) 설정 기본 방향은 다음과 같다.

① 현실 적합성이 높으면서도 직관적이고 단순한 행위자 행동 규칙 설정

ABM이 개발된 배경과 이론적 기반에 충실할 수 있도록 직관적으로 단순화할 수 있는 규칙은 최대한 단순하게 설정하고, 이를 기존 시장참여자 행태 연구 자료를 바탕으

로 세부 조정하여 현실과 가장 유사하면서도 단순한 행위자 행동 규칙(rule)을 도출하여 적용하였다. 예를 들어 여러 변수의 복잡한 함수로 매매/매도 의사결정을 하기보다 주택가격 상승 기대, 세금부담, 이자율 등 단순한 몇 가지 변수로 의사 결정이 이루어지는 것으로 가정하는 방안 등을 고려하였다.

② 공간단위(cell) 특성은 부동산시장에서 선호 여부 중심으로 설정

모형을 유연하고 개방적으로 설계하여 모형을 다층적으로 활용할 수 있도록 하는데 초점을 맞추면서도 기존 계량 모형과의 차별적 시뮬레이션이 가능하도록 하기 위하여 주택 선호도를 행위자들의 공간적 선호도 중심으로 단순화하여 적용하였다. 실제 시장 현장에서는 특정 단지나 지역이 선호되는 소위 ‘대장 아파트’ 또는 ‘상급지’로 인식이 되면 그 이후 이러한 선호도와 인식이 공고하며, 이는 잘 바뀌지 않는 특성이 있었다. 이러한 실제 시장 특성을 반영하여 복잡한 변수를 활용한 헤도닉 분석 등의 방식 대신 단순하게 선호지역 여부로 행위자들의 주택 선호도 여부가 결정되는 것으로 설계하였다. 구체적으로 본 모형에서는 모형의 cell을 구성하는 주택 특성을 지역별 선호도와 지역 내 선호도에 따라 단순하게 구분하는 방안 등을 고려하여 분석에 활용하였다.

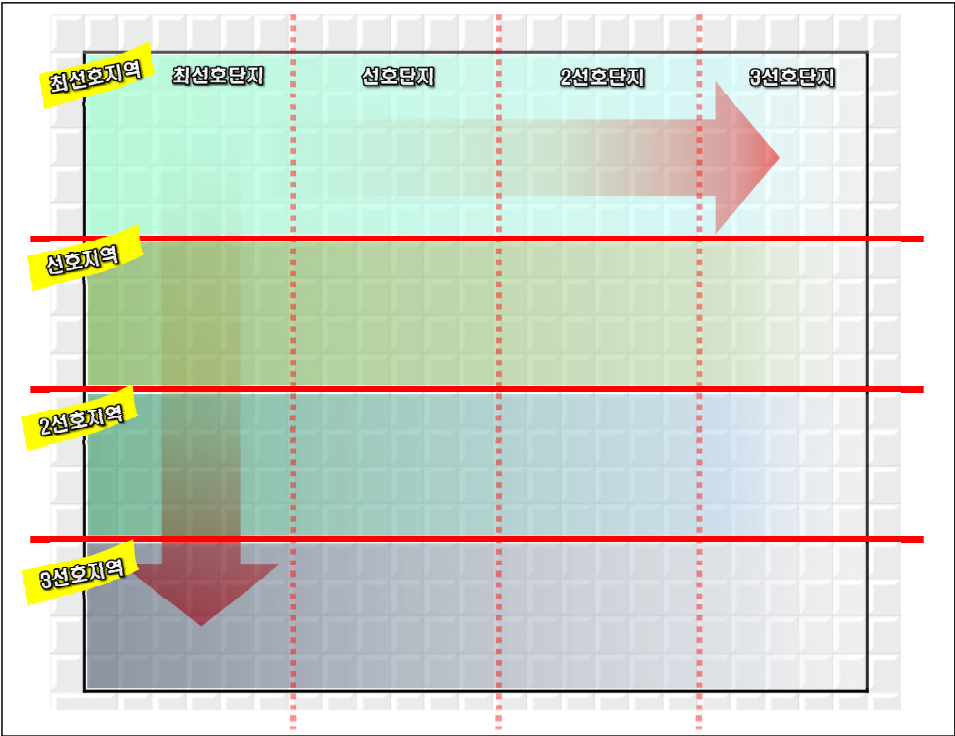
2) 초도모형의 공간 구성 기본 방향

ABM 모형은 복잡계와 관련한 이론적 논의를 실현할 도구로서 단순한 규칙들로 복잡한 현상을 재현 또는 시뮬레이션 할 수 있도록 개발되었다. 이런 측면에서 기존 계량 모형과는 차별화되는 특성을 가지며, 단순한 규칙들로 구성된 모형에 기반한 현상 시뮬레이션을 통해 복잡한 현상을 규명하고자 하는, 소위 복잡계 논의의 실현을 위한 도구로서의 정체성을 가진다. 이러한 ABM의 이론적 기초에 부응하여 이 연구에서 모형의 공간 기초단위인 주택과 주택의 합인 모형의 공간 구성을 행태적 논의의 결과에 기반하여 현실의 수도권 공간을 단순화하여 구현하였다.

공간단위 구성은 서울 동남권, 소위 강남지역을 정점으로 하는 방사형 공간으로 단순하게 구성하되, 지역 간, 그리고 지역 내 선호도별로 구분이 될 수 있도록 구성하였

다. 구체적으로 모형 내 수도권 공간에서 지역 간 선호도를 반영한 공간 구분은 강남 지역을 최선호지역으로 구현하고, 강남 주변 지역을 선호 지역으로, 선호지역 다음으로 선호되는 지역을 3선호지역으로, 그 외 지역 특성을 가지는 곳을 4선호 지역으로 구분하여 가상의 수도권 공간을 구성하였다. 시군구 지역 내 선호도를 반영한 공간 구분은 해당 지역 행위자가 참고하는 지역 내 선호되는 아파트 단지, 소위 대장아파트를 최선호단지, 그 외 아파트들을 2선호단지로 구성하여 실제 공간 특성을 단순화하여 반영한 모형 내 공간을 설정하였다.

그림 4-2 | 초도모형 내 공간 구성의 개념도 (안)



자료: 연구진 작성

공간을 구성하는 기초단위인 cell은 주택을 의미하는 것으로 하되, 모형에서 단순화된 가상공간 상에 cell 수(주택 수)는 100*100에 해당하는 1만 cell로 구성하였다. 공

간기초단위인 주택 간 네트워크 구조는 위에서 제시한 지역 간 관계 및 지역 내 관계에서 선호정도를 특성으로 구분하여 구성하였다.

2) 초도모형의 모형 내 행위자 기본 규칙

행위자 행동 규칙은 주택시장 상승기 시장참여자 행태에 대해 폭넓게 연구하여 관련 행동 규칙을 도출한 전성제 외(2023) 연구의 내용을 참조하여 구현하였다. 초도모형의 행위자 행동 규칙은 다음 5가지 단순한 규칙을 따르는 것으로 구성하였다.

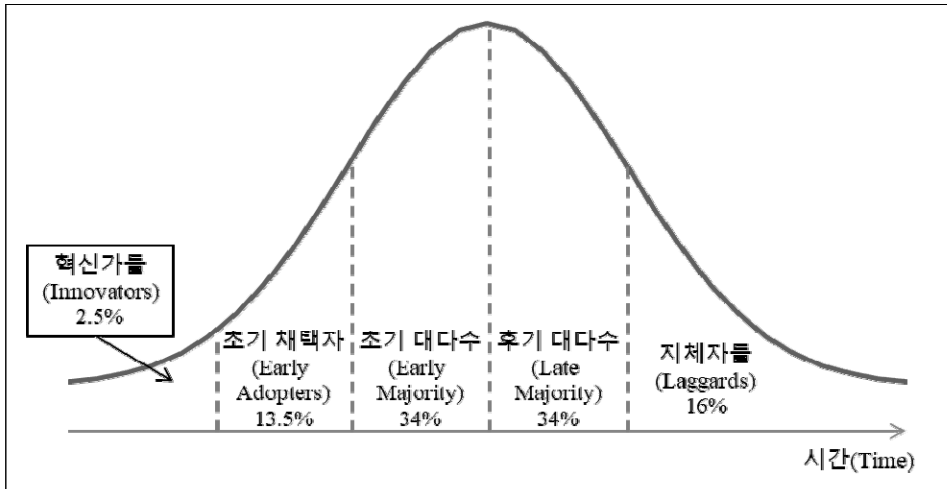
첫째, 여러 사용자비용 관련 연구들은 공통적으로 행위주체의 주택매수를 포함한 점유형태 결정에 있어 사용자비용이 중요한 의사결정의 기준으로 활용될 수 있음을 설명하고 있어 이러한 이론적 논의에 기반하여 사용자비용을 매도매수 의사결정의 주요한 지표로 설정하였다.

둘째, 사용자비용에 주택가격 상승기대를 주요한 변수로 투입하였다. 실제 부동산시장에서 시장참여자들의 심리적 기대가 많은 영향을 미치는 것으로 인식되고 있으며, 이를 반영하여 이론적 측면에서도 주택가격 상승기대 혹은 가격 상승률이 사용자비용에 마이너스로, 즉 비용이 아니라 이익으로 작용되고 있음을 반영하였다.

셋째, 주택가격이 오르고 일정한 시간이 흐르고 나면(상승 후반기가 되면) 주택가격 상승기대가 많은 사람에게 확산되어 공유됨과 동시에 기대수준은 높아지는 것으로 설정하였다. 주택시장에서 공개된 정보(평균 시세, 대장아파트단지의 가격, 주변 지역의 가격 등)의 경우에는 뉴스 등 미디어나 주변인들로부터 수시로 업데이트되는 실시간 정보로 모형에 즉각적으로 반영하는 것이 타당하다. 그러나 거래 참여 의사결정을 위해 추가로 필요한 암묵적 정보(유망단지 판단기준, 대출전략, 전세전략, 상호 신뢰 확보 전략 등)는 행위자 내에 시간을 두고 확산이 필요한 정보의 성격을 가지며, 주택가격의 지속 상승에 대한 기대 역시 이러한 암묵 정보 취득 이후에 형성된다고 볼 수 있다.

주택시장 상승기에 대한 정보의 확산이라는 측면에서 이러한 행태는 E. Rogers의 혁신 확산(Diffusion of innovation) 이론과 상통하는 측면이 있으며, 주택시장에 상승기대를 확산하고 진입하는 행위자를 혁신 채택자 분류와 연계하여 살펴볼 수 있다.

그림 4-3 | 혁신확산 이론에서의 혁신 채택 시기에 따른 행위자 분류



자료: Rogers(2003) Figure 1을 재구성; 조만석(2015) p.11에서 재인용

혁신확산 모형에서 일부 행위자(혁신가들, 초기 채택자들)는 초기부터 정보를 취득하여 의사결정(매매)에 참여하며, 이들의 행위는 시간에 따라 대다수에게 확산된다. 이후 후기 대다수를 지나고 나면 더 이상 정보(주택시장의 상승기대)가 확산될 곳이 없어 확산이 더디어지며, 지체자에 닿을 때쯤이면 시장의 절대 다수가 이미 의사결정을 내린 후이므로 확산 속도가 떨어진다. 즉, ABM 모형을 통해 행위자들이 상승기대에 대한 정보를 공유하는 것을 상징할 수 있으며, 이를 바탕으로 상승기대의 정점을 정보 확산의 최고점(peak-time)으로 두고 시뮬레이션하여 관찰하는 것이 가능하다. 본 기본모형에서는 거래가 실현된 매도가격을 다음 기 시세에 반영하면서, 기대수익을 시세에 비례하게 설정함으로써 매매가 상승기에 기대수준의 상승을 모형화 하였다.

넷째, 높은 주택가격상승기대에도 주택구입을 일정 수준까지 밖에 하지 못하는 이유로 자본 및 금융 제약이 작용하는 것으로 설정하였다. 여기서 전세 레버리지를 활용한 갭투자자는 예외로 하여 금융 규제에도 일부는 전세 레버리지로 이를 회피하여 주택매수를 지속하는 행태에 맞추어 구현하였다.

다섯째, 투자적 행위자와 실수요 행위자의 행동 규칙은 다르게 나타나도록 설정하였

다. 주택시장 참여자 행태를 분석한 전성제 외(2023)의 연구에 따르면, 주택가격 상승 초기 투자적 투자자들은 상대적으로 높은 주택가격 기대를 보이며 시장에 진입하는 반면, 실수요 가구들이 주택가격이 일정 이상 오른 후반기 뒤늦게 진입하는 경향이 있다. 이를 고려하여 실수요 행위자와 투자적 행위자의 행태는 상이하게 나타나는 것으로 규칙을 설정하였다.

표 4-2 | 투자적 행위자와 실수요 행위자 행동의 기본 규칙

구분		기본값	상승 초기	상승 후기
투자적 행위자	매수	- 초기 높은 가격상승기대, 후기 낮은 상승기대 - 리스크는 적게 고려	- 상급지 가격상승에 가격상승기대 큰 영향 → 낮은 사용자비용 => 다수 매수 행위 실행	- 다수 다주택자로 규제에 인한 매수 어려움 - 인지도가 강한 규제시 시장에서 아웃 => 매수 행위 동결, 일부 회피행태로 매수
	매도	- 규제가 강해지면 시장에서 아웃(대체 투자처를 탐색)	- 상급지 가격상승에 가격상승기대 큰 영향 => 매도 행위 미시행	- 일부는 높아진 사용자비용에 반응하고 후기 낮은 상승기대 - 일부는 높아진 상승기대 지속 => 일부 매도
실수요 행위자	매수	- 낮은 가격상승기대, 가격상승 후반기 가격상승기대 상승	- 상급지 가격상승이 가격상승기대 일부 영향 => 일부 실수요 매수 실행	- 후반기 가격상승기대 확산 및 강화에 일부 영향 => 일부 실수요 매수 실행
	매도	- 리스크는 크게 고려 - 규제가 강해지더라도 일부 수요 지속	- 적체매물 해소에 적극적 매도 실현 => 매도 의향자는 매도행위 실행	- 후반기 가격상승기대 확산 및 강화에 영향 => 일부 갈아타기 실수요자만 매도

자료: 연구진 작성

개별 행위자가 판단하는 주택보유 사용자비용은 아래 설명과 같이 산출하였다. 사용자비용이란 주택 소유에 의한 모든 비용의 총합을 뜻하는 것으로 여기에는 주택 판매 시 얻는 예상자본이득까지 고려한 비용을 뜻한다.¹⁾ 주택 소유 비용은 자기자본의 기회비용, 융자한 자본에 대한 이자, 주택 감가상각, 유지보수비, 조세 비용 등이 있다. 여기에 주택가격 변동에 따른 자본이득은 비용에서 차감하여 사용자 비용을 추정하였다.

1) 박천규 외. 2009. 가구생애주기를 감안한 주택수요특성 분석 연구, 국토연구 Vol.60(60), pp.171-187

자가 소유의 사용자 비용 기본식은 주택가격을 기초로 i_0 (이자율), d_0 (감가상각률), m_0 (유지비용비율), g_0 (자본이득률) 등을 고려하여 산정²⁾되며 기초적인 사용자 비용식을 바탕으로 연구자별로 수식을 개량하여 활용하였다.

$$(1) C_0 = V(i_0 + d_0 + m_0 - g_0) \quad \text{--- 주택 소유 비용}$$

주택 소비자는 자가 소유에 따른 사용자비용과 임차 비용을 비교하여 주택 구매 및 임차 여부를 선택하는데, 사용자비용이 임차비용보다 크면 주택 매수 수요는 감소하고 임차수요가 늘며, 반대로 사용자비용이 임차비용보다 낮으면 주택매수 수요가 증가한다.³⁾

주택의 사용자비용 중 금융비용은 외부로부터 차입한 자금에 대해 지급하는 이자 부담 등의 비용을 의미하며, 이는 ABM 모형 구축 시 금융정책과 관련한 행위자 행동 규칙 설정과 연계되는 부분으로 이해할 수 있다. 주택 금융비용의 경우 주택담보대출을 포함한 주택 구매 시 활용한 대출금이 있으며 이자 비용이 발생한다. 금리가 하락한다면 이는 주택담보대출의 금리를 하락으로 이어져 주택의 기대가격이 상승하고 대출 이자 등 비용이 감소해 주택소유자의 사용자 비용을 감소시키는 유인으로 작용하며, 금융 관련 규제가 강화될 경우 금융비용이 증가하여 주택매수 의사결정 유인을 줄이게 된다.

주택의 사용자 비용 중 세금 비용은 주택 소유에 따라 발생하는 조세비용을 의미하며, 이는 ABM 모형 구축 시 조세정책과 관련한 행위자 행동 규칙 설정과 연결된다. 주택의 세금 비용의 경우 주택의 취득 직후, 소유 중, 주택 판매 후 시기에 따라 취득세, 보유세, 양도소득세 등이 존재한다. 취득세의 경우, 주택 등의 취득에 대한 세금을 의미하며 보유세의 경우, 실제로 존재하는 세목이 아니라 보유 중인 주택의 가격에 비례해 납부하는 세금 등을 통칭하는 용어이며 재산세와 종합부동산세 등이 속한다. 양도소득세의 경우, 개인이 토지, 건물 등 부동산이나 주식 등과 파생상품의 양도 또는

2) O'Sullivan, 2009. 「오설리반의 도시경제학(제5판)」, 이변송 역, 서울: 박영사.

3) 마승렬. 2019. 사용자비용과 임차비용의 격차와 주택가격 간의 장기적 관계에 관한 연구. 주택연구, Vol.27(2), pp.63-90

분양권과 같은 부동산에 관한 권리를 양도함으로써 발생하는 소득을 과세 대상으로 하여 부과하는 세금이다.

주택관련 세제 변화로 인한 조세부담 증감은 사용자비용을 통해 행위자의 매도·매수 의사결정에 영향을 미쳐 균형가격의 변화를 초래하는 것으로 이해되고 있으며, 이러한 행태와 그로 인한 가격 변화는 모형에서도 주요한 행동 규칙으로 설정하였다. 세금이 높아지는 경우 행위자의 사용자 비용을 높여 주택매수 의사결정 유인을 줄이는 것으로 이해되며, 이러한 행태가 모형에서도 나타나도록 사용자비용을 활용하여 행위자 행동 규칙을 설정하였다. 한편 종부세 증가는 사용자비용을 높여 매도 증가에 영향을 미치는 것으로 이해되므로, 이러한 부분을 모형의 행위자 행동 규칙 설정에도 반영하였다.

단, 양도세의 경우 사용자비용에도 영향을 미치나 매도가를 행위가 이루어져야 발생하는 비용이므로, 양도세가 높아질 경우 이론적인 사용자비용 개념과는 차이가 있는 ‘매도행위’ 비용이 높아지는 것으로 이해될 수 있다. 이를 반영하여 양도세의 경우 ‘매도행위’ 비용이 발생하는 것으로 모형에 구현하였다. 취득세 또한 ‘매수행위’ 비용이 증가하는 것으로 이해하고 이를 행위자 행동 규칙에 반영하여 모형을 구성하였다.

주택의 사용자 비용의 변화에 따라 주택소유자의 행태가 달라지며, 이는 정책 변수를 행위자 행태 변화와 연결하는 중요한 메커니즘으로 작용하는 것으로 이해할 수 있다. 또한 주택가격 상승기대로 인한 사용자비용 변화도 중요한 요인으로 작용한다. 주택의 사용자 비용 증감에 따라 주택소유자는 주택을 계속 보유하거나 매매하는 등의 행위를 보인다. 사용자 비용이 감소하면 주택소유자는 주택을 구매하여 시장에서의 주택 물량이 감소하고 이는 주택가격의 상승으로 이어지며 사용자비용이 증가하면 주택 소유자는 주택을 판매하여 시장에서의 주택 물량이 증가하고 이는 주택가격의 하락으로 이어진다.

이 연구에서 행위자의 기본 규칙은 사용자비용을 따르되, 세부적인 정책에 대한 행위자 대응행태와 관련한 규칙은 실제 행위자들의 행태조사 결과를 반영하여 구현하였다. 예를 들어 모형 상 행위자 행동 규칙을 위한 여러 변수들을 확률 분포로 입력하여 보다 탄력적이고 유연한 정책 시뮬레이션이 가능하도록 구성되었다.

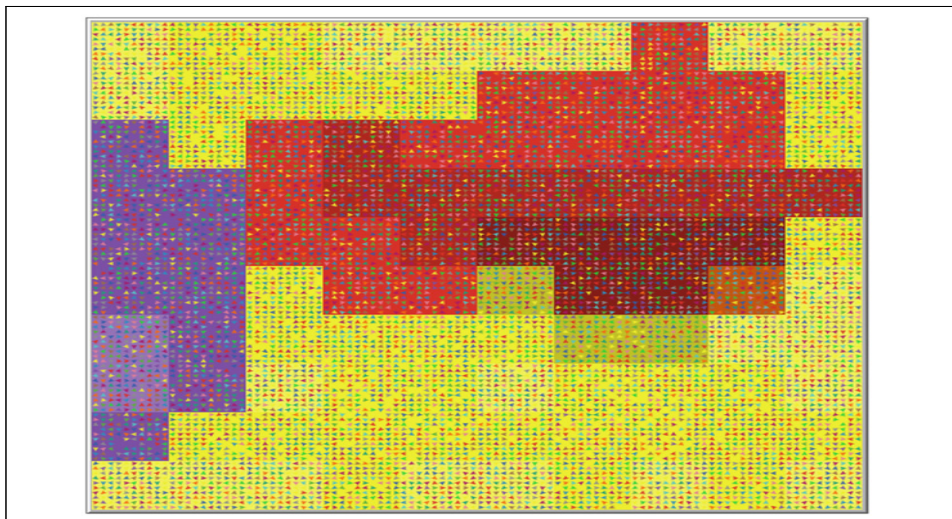
2. ABM 초도 모형 구축

1) 초도모형의 공간과 환경정보 설정

(1) 초도모형의 공간 설정 기본 방향

초도모형의 공간 설정은 앞서 제시한 공간구성의 기본 방향에 맞추어 개념적인 수도권 맵을 100*100셀의 공간에 구현하였으며, 하나의 셀은 하나의 전용 85㎡의 아파트로 가정하였다. 초도모형 공간환경을 단위지역으로 구분한 뒤 각 셀의 속성을 부여하도록 단계적으로 접근하였다. 현실을 어느 정도 반영하면서 연구의 단순성을 추구하기 위해, 초도모형의 공간 환경을 가로 10, 세로 10, 총 100개의 단위 지역으로 나누었으며 각 단위 지역 간 연결성을 최대한 고려하여 가상공간을 구성하였다. 다만 모형화의 한계에 따라 일부 지역의 경우 현실공간과 위치 차이가 일부 날 수 있음을 감안할 필요가 있다.

그림 4-4 | 초도모형의 공간 설정



자료: 연구진 작성

그림 4-5 | 초도모형의 공간 설정을 위한 단위지역 구분 개념도

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9	파주2	고양일산3	고양일산2	양주 동두천 포천2	양주 동두천 포천1	의정부2	의정부1	노원2	남양주3	남양주2	
8	파주1	김포2	고양일산1	고양덕양2	고양덕양1	은평	도봉	노원1	노원3	남양주1	
7	인천서구 검단	김포1	강서1	양천1	서대문	강북	성북	동대문	종로	구리	단위 지역명 서울
6	인천서구	인천부평	강서2	양천2	마포	중로-중 -용산	성동	광진	강동1	강동2	
5	인천서구 청라	인천부평	구로+금천 1	영등포	동작	서초2	서초1	강남1	송파1	하남	단위 지역명 인천
4	인천계양	인천남동	부천북부	구로+금천 2	관악	과천	강남2	송파2	위례	광주	
3	인천중동	인천남동	부천중동	광명	안양만안	안양동안 (병준)	성남판교	성남분당	성남수정+ 증원	용인처인	단위 지역명 경기
2	인천 미추홀	인천연수	부천남부	군포(산본)	의왕	수원장안	수원영통 (광교)	용인수지1	용인수지2	이천여주	
1	인천연수 송도	시흥1	시흥2	안산단원	안산상록	수원팔달	수원영통 (광교외)	화성동탄1	화성동탄2	용인기흥1	
0	시흥3	평택1	평택2	평택3	화성서부	화성중부	수원권선	오산	용인기흥2	안성	

자료: 연구진 작성

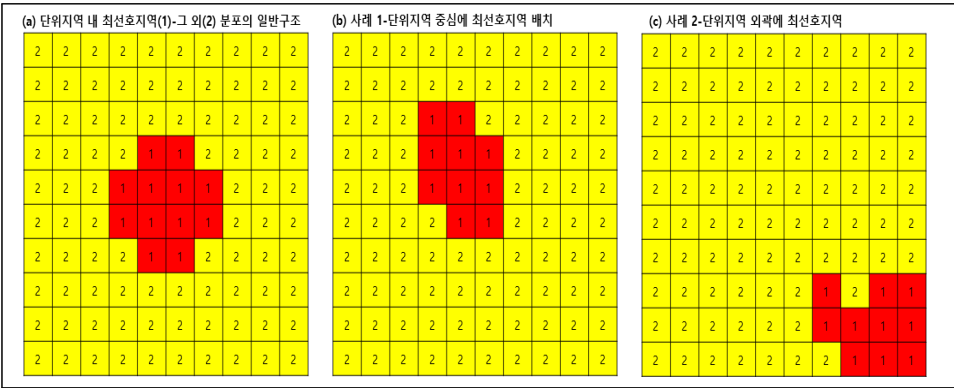
지역 구분을 위한 단위지역은 가능한 한 기초자치단체별로 구분하는 것을 원칙이나, 인구가 많은 기초자치단체는 두 개 이상으로 나누었다. 2022년 ‘인구주택총조사’에서 기초자치단체별 호수를 전체 수도권 호수로 나누어 비율로 나타냈을 때, 1% 이하인 곳은 병합하고, 2%를 넘는 곳은 2~3곳으로 쪼개어 구성하였다, 이는 각 단위지역별로 재고수가 크게 차이가 날 경우 각 셀의 모형 내 대표성이 실제 아파트 수와 괴리가 생기면서 모형의 현실반영 측면에 문제가 제기될 수 있기 때문이다.

아파트 재고수가 많고 부동산시장에서 별도의 하위시장으로 작동하는 것으로 인식되는 대규모 신도시(판교, 동탄 등)는 별도로 구분하였으며 대규모 신도시 외 각 기초자치단체를 구분할 때, 일반구가 있는 경우 일반구의 이름을 부여하였으며, 일반구가 없거나, 커서 나누어야 할 경우 1~3의 코드를 부여하였다. 행정단위로는 각 광역자치단체로 구분하였으나, 위례의 경우 서울과 경기 경계에 위치한 점을 반영하여 별도의 단위지역이자 중간지점으로 분리하였다.

수도권 내 시군구단위 선호지역 구분은 전성제 외(2023) 연구에서 부동산시장 현장의 공인중개사와 시장전문가 의견을 반영한 결론을 참고하여 수도권을 4단계로 구분하였다. 단위 지역 내 단지 단위 선호지역 구분은 2단계로 구성하여 지역 내 최선호 아파트단지들과 그 외 아파트 단지로 구분하였다. 각 단위 지역 내 랜덤으로 선호단지가 입지하도록 구성하되, 최선호단지들 끼리는 연접하여 입지하는 것으로 구현하였다.

단위지역 내 최선호단지의 비중은 수도권 주요사례 지역 전체 아파트 재고수 대비 최선호아파트단지 재고수 비율을 검토하여 세 지역 평균 비율인 10%를 반영하였다. 이와 같이 단위 지역의 구분 및 선호도를 구분하는 방식으로 현실을 최대한 반영하되, 모형을 구현하기는 쉽도록 환경을 구성하였다.

그림 4-6 | 각 단위지역 내의 세부선호지역 구조와 사례



주: 1은 최선호지역, 2는 그 외 지역, 1은 전체 지역의 10%(10개 셀)
자료 : 연구진 작성

(2) 초도모형 공간설정 적정성 분석: 시군구 단위 선호지역 구분

위에서 설명한 공간구성이 적합한지에 대해서 전성제 외(2023)의 연구결과를 바탕으로 공간구성을 위한 지역 간 구분을 실행하고 4개의 시군구단위 지역 구분이 통계적으로 적절한지를 검증 분석을 통해 파악하였다.

수도권 내 공간구성은 부동산 시장 전문가의 공간적 특성 차이에 대한 의견과 수도권 내 주택가격의 공간적 확산 잉태과정을 고려하여 4가지 지역으로 구분하였으며 공간적 구분 구성의 적절성을 검증하기 위해 그룹 간 평균 차이를 분석하는 ANOVA(Analysis of Variance, 분산분석)와 혼합 효과 모델(Mixed-effect model)을 활용하여 분석하였다. ANOVA 분석은 고정 효과 모델을 사용하여 여러 그룹 간의 평균 차이를 분석하며 특정요인이 종속변수에 미치는 영향을 평가하기 위한 분산을 분석하는 방법론이며 혼합효과모델 분석은 데이터 내의 고정효과와 랜덤효과를 동시에 고려하는 회귀모형으로 시계열적으로 반복 측정된 데이터나 그룹화 된 데이터를 대상으로 보다 정확한 그룹간 차이를 분석할 수 있는 방법론에 해당한다. 본 연구에서는 수도권 지역의 4가지 공간 그룹 구분으로 수도권 시군구를 구분하고 선호지역 구분의 적정성 분석을 수행하였다.

공간 구분의 적절성 분석을 위한 분석 자료는 2015~2022년 8개년 치의 아파트 매매 실거래 가격자료를 활용⁴⁾하였다. 분석기간 내 분석대상 거래 자료는 총 2,219,247건이며 전용면적 기준으로 산정한 m²당 거래금액 자료를 사용하여 선호지역 간 실제 주택 가격이 통계적으로 유의한 차이가 존재하였는지 분석하였다.

선호지역 공간구분별로 연도별 Oneway - ANOVA 분석결과 모든 연도에서 선호지역별 가격이 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 연도별 개별거래 데이터 전체 자료를 ANOVA로 분석할 경우 시간적인 변동성을 무시할 수 있으며 이상치의 영향요인이 커질 수 있음에 따라 동일 연도를 기준으로 각 연도별·선호지역별 가격 수준의 차이가 있는지를 분석하기 위해 연도별로 구분하여 분석하였으며 모든 연도에서 선호도 변수가 거래가격에 미치는 영향이 유의수준 0.01에서 유의미한 것으로 나타나 선호지역별로 통계적인 가격수준에 차이가 존재한다는 결과가 도출되었다.

4) 국토교통부 실거래가 공개시스템(<https://rt.molit.go.kr/>), 검색일: 2024.9.12.~21.)

표 4-3 | 연도별·선호지역별 Oneway-Anova 분석결과

연도	Term	df	sumsq	meansq	p.value
2015	선호도	3	10,671,829,801	3557276600	0.0
	Residuals	370171	7623313340	20594.0318	
2016	선호도	3	12,354,685,262	4118228421	0.0
	Residuals	328272	9110757584	27753.6847	
2017	선호도	3	16,723,635,935	5574545312	0.0
	Residuals	295530	11,861,272,222	40135.5944	
2018	선호도	3	15,640,080,926.3	5213360309	0.0
	Residuals	263668	13,576,741,117.9	51491.8045	
2019	선호도	3	28,135,539,655	9378513218	0.0
	Residuals	250783	21,176,905,049	84443.1443	
2020	선호도	3	36,142,205,332	12,047,401,777	0.0
	Residuals	398452	3,044,270,538	87951.0469	
2021	선호도	3	30,652,758,314	10,217,586,105	0.0
	Residuals	238157	31,622,787,716	132,781	
2022	선호도	3	10,046,784,371	3,348,928,124	0.0
	Residuals	74,182	8,945,433,133	120,588	

자료: 연구진 작성

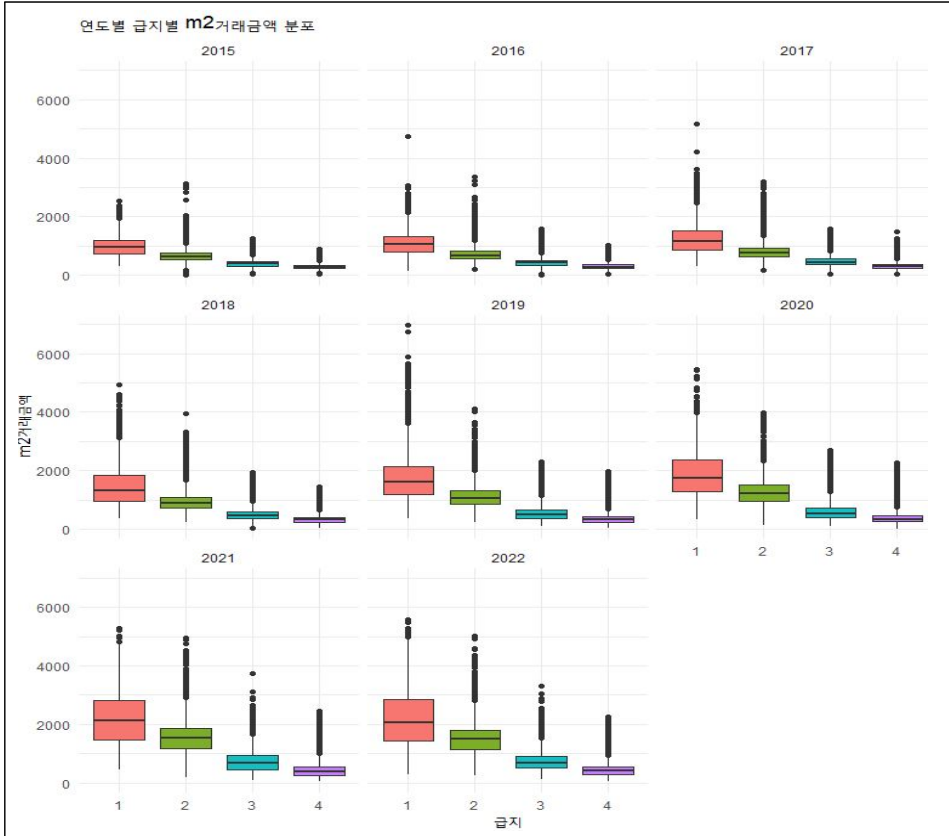
ANOVA 분석 후 구체적으로 선호도별로 평균 가격차이의 유의미성을 검증하기 위해 Tukey의 HSD(Honestly Significant Differece)검증을 수행하여 각 그룹별 차이를 검증하였다. 검증결과 모든 시기에 4가지 선호지역 간 상호 평균가격 수준이 유의수준 0.01 수준에서 차이가 존재하는 것으로 분석되었으며 2015~2022년까지 시간이 흐름에 따라 선호지역 간 가격차이 수준이 지속 확대되는 것으로 분석되었다.

표 4-4 | 연도별·선호지역별 Tukey HSD 사후검증 분석결과

연도	선호도	diff	p adj	연도	선호도	diff	p adj
2015	2-1	-335.9	0	2019	2-1	-614.5	0
	3-1	-593.8	0		3-1	-1182.1	0
	4-1	-709.6	0		4-1	-1362.2	0
	3-2	-257.9	0		3-2	-567.6	0
	4-2	-373.7	0		4-2	-747.7	0
	4-3	-115.8	0		4-3	-180.1	0
2016	2-1	-388.2	0	2020	2-1	-592.4	0
	3-1	-666.4	0		3-1	-1264.4	0
	4-1	-799.0	0		4-1	-1465.5	0
	3-2	-278.2	0		3-2	-672.0	0
	4-2	-410.8	0		4-2	-873.1	0
	4-3	-132.7	0		4-3	-201.1	0
2017	2-1	-440.0	0	2021	2-1	-626.0	0
	3-1	-770.2	0		3-1	-1456.3	0
	4-1	-924.6	0		4-1	-1738.6	0
	3-2	-330.2	0		3-2	-830.2	0
	4-2	-484.6	0		4-2	-1112.6	0
	4-3	-154.4	0		4-3	-282.3	0
2018	2-1	-499.2	0	2022	2-1	-704.2	0
	3-1	-926.1	0		3-1	-1475.7	0
	4-1	-1089.8	0		4-1	-1762.0	0
	3-2	-426.9	0		3-2	-771.4	0
	4-2	-590.6	0		4-2	-1057.7	0
	4-3	-163.7	0		4-3	-286.3	0

자료: 연구진 작성

그림 4-7 | 연도별·선호지역별 거래금액 분포변화



자료: 연구진 작성

추가적으로 선호 지역 구분의 통계적 유의성을 검증하기 위해 혼합효과모형을 사용하여 분석을 수행하였다. 혼합효과모형은 고정효과와 랜덤효과를 모두 고려하여 종속 변수와 독립변수 간 관계를 설명하는 회귀분석 방법으로 고정효과만을 고려하는 ANOVA모형과 달리 랜덤 효과를 고려하여 그룹 간 차이뿐만 아니라 그룹 내 변동성도 설명할 수 있는 장점이 존재한다. ANOVA 분석 방법은 단일 계층의 그룹 간 차이를 평가할 수 있으나 혼합효과모형은 계층 구조를 고려하여 분석할 수 있어 시간에 따라 변화하거나 여러 계층 구조를 가지는 데이터 분석 시 용이한 장점도 지니고 있다. 연도

별 거래가격을 종속변수로 하여 연도별, 선호지별 특성을 나타내는 독립변수 간 회귀 분석을 통해 연도별 선호지역별 영향을 동시에 평가하는 모형을 구성하였다.

혼합효과모델은 분석 시 고정 효과와 랜덤 효과를 동시에 추정하며 이에 최적화 과정이 복잡해 질 수 있어 모델이 안정적으로 수렴하도록 z-score 기준으로 데이터를 데이터 정규화 한 뒤 분석을 수행하였다.

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{ij} + u_j + e_{ij}$$

x_{ij} : 선호지역별 구분 변수(고정효과)

u_j : 연도별 변수(랜덤효과)

선호도를 고정효과로 연도를 랜덤효과로 두고 거래금액에 대한 영향을 분석한 결과 2, 3, 4 선호지역은 최선호지역에 비해 유의미한 수준에서 거래금액 낮은 것으로 분석되었으며 연도별로 거래금액의 실질적인 변동이 존재하는 것으로 나타났다. 해당결과를 통해 혼합효과모델 분석결과를 통해 연도별 효과를 포함한 선호지역별 거래가격 차이분석 결과도 ANOVA 모형의 결과와 동일하게 모든 선호지역에서 유의미한 가격차이가 있는 것으로 분석되었다.

표 4-5 | 선호지역별 거래가격에 대한 혼합효과모델 분석결과

Random effect			
변수	variance		Std.dev
연도(intercept)	0.1333		0.3652
Residual	0.4920		0.7014
Fixed effect			
변수	Estimate	Std.error	T-value
intercept	2.35	0.129	18.25
선호지역2	-1.23	0.00	-473
선호지역3	-2.38	0.00	-1062
선호지역4	-2.88	0.00	-1219

자료: 연구진 작성

(3) 초도모형 환경정보 설정과 공간환경정보 구현

ABM 모형을 구성하는 환경 속성정보에는 앞서 설명한 공간변수와 함께, 부동산시장을 모의할 수 있는 다양한 공간속성정보가 포함된다. 크게 공간설정에 관한 변수, 주택 가격 관련 변수, 결과 도출을 위한 중간 변수로 구분할 수 있으며, 이에 대한 개략적 정의는 아래 표와 같다. 활용 방식은 추후 시뮬레이션 단계에서 소개하고자 한다.

표 4-6 | 초도모형 환경정보 층위(Layer) 구조 : 공간설정과 주택가격관련정보를 포함한 환경정보

구 분	속 성	내 용	모형 내 변수명
공간 설정	단위지역구분	X축 Code × 10)+ Y축 코드	p_region_block
	단위지역이름	한글	p_region_name
	단위지역이름(영문)	영문(오류 방지)	p_region_name_eng
	광역자치단체명	한글	p_do
	선호지역	4단계(1~4), 작을수록 선호도 높음	p_preference
	선호단지	2단계(1~2), 작을수록 선호도 높음	p_preference_complex
	선호종합	(선호지역 × 10) + 선호단지, 작을수록 선호도 높음	p_preference_point
주택 가격 관련	현재 시장가격	단위: 만원	p_price
	현 소유자의 구매시 가격	단위: 만원	p_price_buying
	현 소유자가 판매할 가격	단위: 만원	p_price_selling
	현재 시장가격상 손익 정도	단위: 만원, (p_price-p_price_buying)	p_price_difference
주택 거래 관련	소유기간	단위 : 개월	p_own_month
	거주기간	단위 : 개월	p_live_month
	시장에 나온 부동산	1 : 시장에 나온, 0 : 나오지 않음	p_market
	거래가 성사된 호가율	단위 : %	p_call_ratio
	전세율	단위 : %	p_junse_ratio
	전세가격	단위 : 만원	p_junse_price
	취득세	단위 : 만원	p_acquisition_tax
	양도세	단위 : 만원	p_capital_gain_tax
결과 도출을 위한 중간 변수	연간 가격누적	단위 : 만원	p_price_accumulate_annual
	2년간 가격누적	단위 : 만원	p_price_accumulate_2year
	작년평균가	단위 : 만원	p_price_mean_lastyear
	지난2년 평균가	단위 : 만원	p_price_mean_last2year
	지난달가격	단위 : 만원	p_price_lastmonth
	지난달변화율(0~1)	단위 : 만원	p_price_change_month
	지난해변화율(0~1)	단위 : 만원	p_price_change_lastyear

자료: 연구진 작성

2) 초도모형의 행위자 설정

(1) 초도모형의 행위자 정의

모형의 행위자는 수도권의 주택시장에 참여하는, 아파트를 구매하거나 구매할 예정인 행위자(가구)로 정의되며, 다음과 같이 수와 배치가 결정된다. 수도권을 10,000개의 주택(85㎡ 아파트)으로 요약한 공간 구성과, 아파트의 자가 비율인 51%에 맞추어, 5,100개의 행위자가 설정되며 모형 내 10,000개의 공간은 100개의 지역으로 구획되는데, 이 지역에 겹치지 않고 균등하게 분포되도록 설정하였다. 배치된 행위자가 가지는 주요 속성은 아래 표와 같으며, 주요 속성값의 산출 방식은 아래에서 구체적으로 서술하도록 한다.

표 4-7 | 행위자의 속성과 세부 내용

구분	속성	내용	모형 내 변수명
소득과 지출	소득	단위 : 만원	t_income
	소득분위	1~5분위	t_income_grade
	고정지출	단위 : 만원	t_fixed_expense
	가용소득	단위 : 만원	t_income_usable
자산	자산분위	1~5분위	t_asset_grade
	현금자산	단위 : 만원	t_asset
	부동산자산	단위 : 만원	t_holding_value
	대출	단위 : 만원	t_debt
	총자산	부동산자산+현금자산-대출, 단위 : 만원	t_total_asset
행태적 속성	거래행태	실수요 행위자는 0, 투자적 행위자는 1(중간), 2(적극)	t_venture
	가격상승기대정도	단위 : %	t_expectation
	투자성향	1(소극적) ~ 5(적극적)	t_investment_tendency
	시야	정보 및 거래시 행위자의 관찰, 행동 범위	t_sight_radius
비용	사용자비용	단위 : 만원	t_own_cost
	재산세	단위 : 만원	t_property_tax
	종합부동산세	단위 : 만원	t_comprehensive
	보유세 종합	재산세+종합부동산세, 단위 : 만원	t_tax_total
	이자비용	이자율에 따른 월별 이자비용, 단위:만원	t_debt_cost
	행위자의 dti비율	단위 : %	t_dti
기본 정보	보유주택수	단위 : 채	t_ownership_amount
	거주 단위지역	0~99까지의 코드, (X축Code×10)+Y축코드	t_location
	시장진입시점	1: 신규 시장진입 행위자, 0:기존행위자	t_newbie
	시장진입 연	2015년~	t_initial_year
	시장진입 월	1~12월	t_initial_month
	초기 시장가	단위 : 단위	t_initial_market_price

자료: 연구진 작성

(2) 초도모형의 행위자 기초정보 설정

모형의 행위자가 행동규칙에 참고하는 가구의 경제 및 자산 기초정보는 통계자료를 기반으로 구축된다. 행위자 기반 ABM 모형 분석을 위한 가구 경제 및 자산 현황을 2014년, 2016년, 2018년, 2020년, 2022년 주거실태조사⁵⁾를 기반으로 취합하였다. 행위자의 행동 양식은 확률적으로 설정되기 때문에, 가구의 경제 및 자산 현황은 평균과 표준편차를 분석하여 적용하였다. 2014년의 주거실태조사를 기반으로 행위자의 기초 정보를 설정하였으며, 경상소득의 평균과 표준편차를 이용한 정규분포 기반의 임의 변수로 행위자의 월소득(t_income) 초기값을 산출하고, 순자산의 평균과 표준편차를 이용하여 행위자의 자산(t_asset)의 초기값을, 생활비 자료를 활용하여 행위자의 고정 지출 값을 설정하였다. 이렇게 구축된 정보를 기반으로 행위자의 소득분위(t_income_grade)와 자산분위(t_asset_grade)를 설정하였다. 자산 및 소득은 순위에 따라 5분위로 나누어지며, 이는 낮은 소득 또는 자산을 가진 분위를 1분위로 하는 형태로 구성하였으며, 이는 행위자의 주택거래 의사결정 행태 기초정보에 활용된다.

표 4-8 | 수도권 아파트 자가가구의 가구 경제 및 자산 현황(평균, 표준편차)

(단위: 만원)

구분	2014		2016		2018		2020		2022	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
경상소득	293.6	199.49	285.28	168.48	308.81	167.28	421.46	221.78	285.28	168.48
생활비	184.51	99.94	193.56	101.08	204.65	98.24	263.74	123.79	193.56	101.08
주택가격	15,117.0	14,136.1	15,823.9	12,852.2	17,075.7	9,146.35	39,798.5	32,883.9	15,823.9	12,852.2
총자산	20,840.2	29,354.5	19,626.5	17,874.6	21,810.5	18,012.8	47,330.4	43,511.2	19,626.5	17,874.6
부채	5,246.32	8,390.54	6,105.42	12,533.5	7,857.96	13,155.6	5,269.33	9,515.95	6,105.42	12,533.5
순자산	17,847.1	32,508.1	14,756.7	17,530.9	16,242.3	18,418.7	42,108.6	41,078	14,756.7	17,530.9

자료: 주거실태조사(각년도, 국토교통 통계누리)를 토대로 연구진 작성

5) 국토교통 통계누리, 주거실태조사, (<https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statMetaView.do?hRsId=327>, 검색일: 2024.6.6.)

표 4-9 | 지역별 주택소유 물건 수별 주택수 및 분포

(단위: 호, %)

구분		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
수도권	총계	6,110,231	6,228,523	6,369,040	6,548,222	6,729,022	6,927,042	7,157,090	7,284,022
	1건	5,238,276	5,308,345	5,400,550	5,542,712	5,678,558	5,870,516	6,137,781	6,265,593
	2건	684,108	716,267	748,095	777,954	813,903	821,458	795,988	796,165
	3건이상	187,847	203,911	220,395	227,556	236,561	235,068	223,321	222,264
서울	총계	2,386,284	2,412,355	2,436,182	2,459,986	2,483,492	2,536,442	2,602,070	2,628,669
	1건	2,031,658	2,038,942	2,047,176	2,071,399	2,090,528	2,150,423	2,230,851	2,261,000
	2건	267,860	279,608	289,171	288,947	291,963	287,379	277,244	274,992
	3건이상	86,766	93,805	99,835	99,640	101,001	98,640	93,975	92,677
인천	총계	732,615	746,413	763,252	780,533	791,488	803,261	822,999	839,794
	1건	635,384	644,621	657,497	670,503	676,497	687,119	711,481	726,571
	2건	79,126	82,214	84,732	88,126	91,943	93,218	90,077	91,546
	3건이상	18,105	19,578	21,023	21,904	23,048	22,924	21,441	21,677
경기	총계	2,991,332	3,069,755	3,169,606	3,307,703	3,454,042	3,587,339	3,732,021	3,815,559
	1건	2,571,234	2,624,782	2,695,877	2,800,810	2,911,533	3,032,974	3,195,449	3,278,022
	2건	337,122	354,445	374,192	400,881	429,997	440,861	428,667	429,627
	3건이상	82,976	90,528	99,537	106,012	112,512	113,504	107,905	107,910
수도권	총계	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	1건	85.73%	85.23%	84.79%	84.64%	84.39%	84.75%	85.76%	86.02%
	2건	11.20%	11.50%	11.75%	11.88%	12.10%	11.86%	11.12%	10.93%
	3건이상	3.07%	3.27%	3.46%	3.48%	3.52%	3.39%	3.12%	3.05%
서울	총계	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	1건	85.14%	84.52%	84.03%	84.20%	84.18%	84.78%	85.73%	86.01%
	2건	11.22%	11.59%	11.87%	11.75%	11.76%	11.33%	10.65%	10.46%
	3건이상	3.64%	3.89%	4.10%	4.05%	4.07%	3.89%	3.61%	3.53%
인천	총계	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	1건	86.73%	86.36%	86.14%	85.90%	85.47%	85.54%	86.45%	86.52%
	2건	10.80%	11.01%	11.10%	11.29%	11.62%	11.60%	10.94%	10.90%
	3건이상	2.47%	2.62%	2.75%	2.81%	2.91%	2.85%	2.61%	2.58%
경기	총계	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	1건	85.73%	85.23%	84.79%	84.64%	84.39%	84.75%	85.76%	86.02%
	2건	11.20%	11.50%	11.75%	11.88%	12.10%	11.86%	11.12%	10.93%
	3건이상	3.07%	3.27%	3.46%	3.48%	3.52%	3.39%	3.12%	3.05%

자료: 2022년 주택소유통계(국토교통 통계누리, 주택소유통계,
(<https://stat.molit.go.kr/portal/cate/partStts.do?stts=0150000>, 검색일: 2024.6.5.)를 기반으로 연구진 작성

행위자의 주택거래 의사결정 행태 기초정보는 다음과 같은 통계정보 및 가정으로 구성된다.

① 투자적 행위자와 실수요 행위자의 설정

초기설정에서는 투자적 행위자를 2주택 이상자, 실수요 행위자를 1주택자로 정의하였다. 초기설정 대상인 수도권의 2015년 1주택자는 85.73%, 2주택자는 11.22%, 3주택자는 3.5%이다. 행위자 설정을 모형에 반영할 때에는 자료의 불확실성과 모형의 동적 특성을 반영하기 위해 이를 그대로 반영하지 않고, 일정한 변동폭을 주어 반영하였다.

표 4-10 | 행위자의 구분

행위자 구분		통계수치(2015, %)	동적 구현 방식(%)
투자적 행위자	극도의 투자적 행위자(3주택 이상)	3.5	3.5 ± 1
	중간수준의 투자적 행위자(2주택)	11.20	11 ± 2
실수요 행위자(1주택자)		85.73	85.5 ± 1

자료: 연구진 작성

② 의사결정을 위한 시야범위의 설정

행위자의 소득분위(`t_income_grade`)를 활용하여, 이에 비례하는 형태로 행위자의 시야범위를 설정하였다. 기본 행위자의 시야각은 각 축(x, y) 기준 ±10개, 즉 가로, 세로가 20개인 정방형의 지역으로 설정. 각 지역이 총 100개(10×10)의 정방형 격자로 설정된다고 보았을 때, 연결 지역까지로 시야가 제한된다고 가정된다. 투자 적극성 지표가 최대치가 된다면, 행위자의 시야각은 각 축(x, y) 기준 ±500개 까지 확장되며, 이는 모형의 전체 영역(1,000×1,000)을 포괄하는 범위로 설정하였다.

$$T_{sight-radius} = \frac{T_{investment-tendency} + 5}{6} \times 30$$

Tsight-radius : 시야범위(10~500)

Tinvestment-tendency : 투자성향(1~5, 정수)

③ 행위자의 초기 주택 보유 설정

모형에서는 비자가 거주 행위자를 가정하지 않기 때문에, 모형 내 모든 행위자는 거주주택 이외 별도의 주택을 보유할 수 있다. 초기 주택 설정은 3단계로, 자가 거주지 보유 설정 → 2주택자 추가 보유 설정 → 3주택자 이상 추가 보유 설정 단계로 구성하였다.

자가 거주지 보유 설정 단계에서는 초기 설정한 격자를 행위자의 보유 주택으로 설정, 설정된 초기 주택값과 자산을 비교하여 자산을 먼저 사용하고, 부족분은 빚을 내는 방식으로 집을 구매하도록 설정되어 있다. 자가 거주이기 때문에 전세가격은 고려하지 않는다. 2주택자 추가 보유 설정 단계에서는 투자적 행위자 모두가 참여한다. 투자적 행위자의 시야범위 내 기 점유되지 않은 곳 중 가장 선호도가 높은 지역($p_preference_point$ 가 낮은 지역)을 선택하여 마찬가지로 남은 재산수준에 따라 구매하는 형태로 집을 구매하도록 설정하였다, 단 투자 목적이기 때문에 해당 주택의 전세값(p_jurse_price)을 뺀 만큼의 값을 필요 금액으로 설정하였다. 3주택자 이상 추가 보유 설정 단계는 투자적 행위자 중 극도의 투자적 행위자로 정의된 행위자가 참여한다. 2주택자 추가 보유 설정 단계와 동일하게 진행하되, 모형 내 소유자가 없는 주택(patch)가 없어질 때까지 반복하여 진행한다.

(3) 초도모형의 전역 변수와 정책결정요인 설정

부동산시장에 영향을 주는 정책적인 요인을 모의하기 위해서, 그리고 모형의 원활한 구동과 결과 도출을 위해서, ABM모형에 필요한 전역변수를 아래 <표 4-12>와 같이 구성하였으며, 세부적인 내용은 아래와 같다.

정책결정요인은 앞서 언급하였던 부동산시장에 영향을 주는 정책적인 또는 외부환경적 요인에 대한 전역 변수를 말한다. 이는 대개 모형의 인터페이스와 설정에서 조절 가능하도록 설정되었으며, 이자율, 대출규제정책(DTI, LTV), 행위자의 심리적인 조건 및 행동규칙 중 일부(가격상승기대감, 판매포기 비율)로 구성하였다. 모형 구동을 위한 중간변수는 모형 구동 중 행위자 또는 환경변수에 대한 모형 전체 대표값이 필요

한 경우에 만든 전역 변수이며, 결과 도출 전역변수는 그 중 모형의 결과로서 유의미한 것을 나타낸 전역 변수이다.

표 4-11 | 초도모형 전역 변수 세부 내용

구 분	속 성	내용	모형 내 변수명
정책결정 요인	이자율 감소여부	True/False	Decrease-Interest-rate
	이자율 감소 시점	단위 : 연	Decrease-year
	DTI 충격 활성화 여부	True/False	DTI-Shock-Activate
	DTI 충격 활성화 시점	단위 : 연	DTI-Shock-Year
	DTI 충격 비율	단위 : %	DTI-Shock-Percent
	LTV 충격 활성화 여부	True/False	LTV-Shock-Activate
	LTV 충격 활성화 시점	단위 : 연	LTV-Shock-Year
	LTV 충격 비율	단위 : %	LTV-Shock-Percent
	가격상승기대감 충격 활성화 여부	True/False	Expectation-Shock-Activate
	가격상승기대감 충격 활성화 시점	단위 : 연	Expectation-Shock-Year
	판매자 거래성사조건시 판매 포기 비율	단위 : %	Giveup-Scale-Percent
	규제(DTI, LTV) 회피 비율	단위 : %	Overcome-Regulation-Perc ent
모형 구동을 위한 중간변수	이자율	단위 : %	interest-rate
	물가상승율	단위 : %	inflation-rate
	임금상승률 평균	단위 : %	wage-growth-rate_mean
	임금상승률 표준편차	단위 : %	wage-growth-rate_sd
	DTI 규제 기준비율	단위 : %	DTI_regulation
	LTV 규제 기준비율	단위 : %	LTV_regulation
결과도출 전역변수	거래횟수	단위 : 건	number_of_transaction
	거래횟수 누적	단위 : 건	number_of_transaction_cum mulate
	시뮬레이션 연도	단위 : 연	Simulation_year
	시뮬레이션 월	단위 : 월	Simulation_month

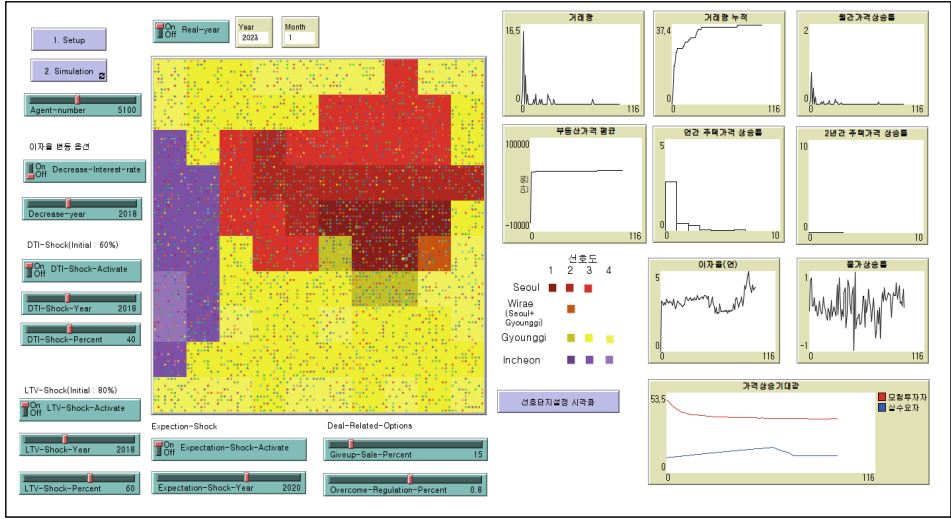
자료: 연구진 작성

3) 시뮬레이션 설정

(1) 개요

모형은 Netlogo 6.4.0(Wilensky, 1999)로 작성하였으며, 전체적인 모형의 인터페이스는 다음과 같다. 인터페이스 좌측 상단의 두 버튼은 모형의 기초설정(1. Setup) 및 시뮬레이션(2. Simulation)을 수행하는 버튼이며 왼쪽과 아래쪽의 스위치 및 슬라이더(청록색)는 전역 변수 중 정책결정 요인 변수로 시나리오 설정과 시험 수행을 위한 매개변수 조절이 가능하다. 인터페이스 중앙에서 환경과 행위자의 행동이 공간적으로 시각화되며, 우측에는 그래프를 통해 결과가 도출된다.

그림 4-8 | 모형의 인터페이스



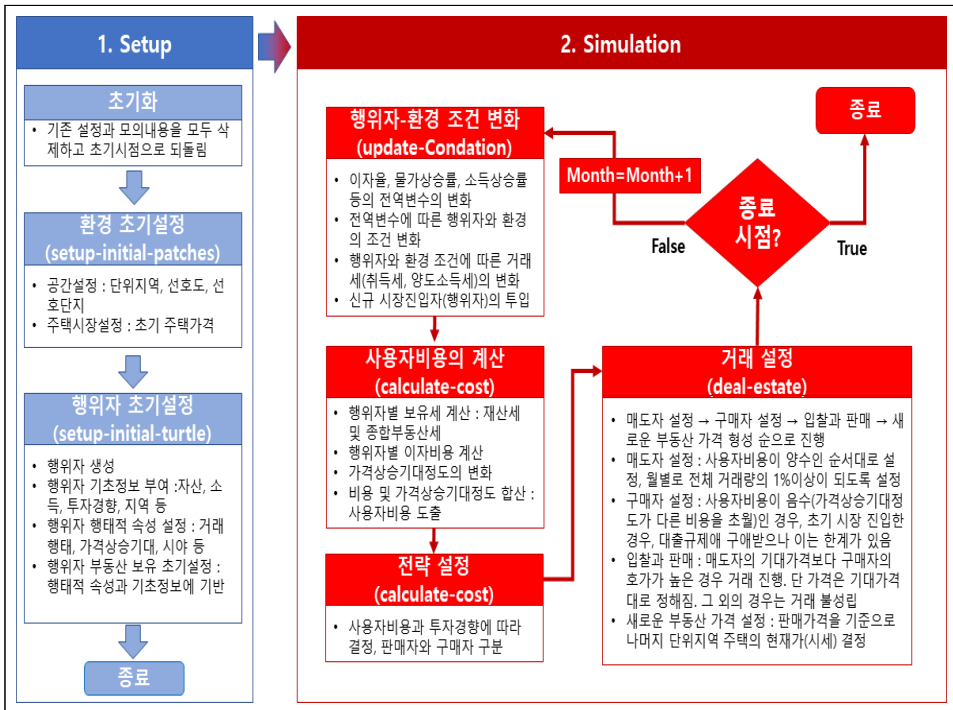
자료: 연구진 작성

모형의 초기조건은 1. Setup을 통해 설정하며, 2. Simulation를 통해 모의를 진행하였다. “1. Setup” 단계에서는 모형이 초기화되고, 앞서 설명한 행위자와 환경, 전역변수에 대한 초기설정이 진행된다. “2. Simulation”은 크게 네 가지의 부속 모듈로 이루어

어져 있으며, 시간의 흐름(ticks)에 따라 환류하는 형태로 진행된다. 시뮬레이션의 시간 흐름(tick)은 1개월로 정하였으며, 2015년 1월 시작 시점(ticks=0)으로 하여 2022년 12월까지 구동되도록(ticks=96) 설정하였다.

이후 “2. Simulation”의 부속 모듈의 세부 내용을 자세히 설명함으로써 시뮬레이션의 진행 단계를 기술하고자 한다.

그림 4-9 | 모형 구동의 흐름



자료: 연구진 작성

(2) 행위자-환경 조건 변화(“update-condition” 모듈)

이자율 설정의 경우 월별 주택담보대출금리가 한국은행 경제통계시스템에 공개되어 있어 해당 자료를 사용하였다. 단, 각 주택이 가진 여건에 따라 이자율이 달라지고,

모형의 동적 특성을 반영할 필요가 있어, 월별 자료를 그대로 사용하지 않고, 연 평균과 표준편차를 이용한 정규분포 기반 임의값을 활용하여 모의시기에 동적으로 도출하였다.

표 4-12 | 월별 주택담보대출 금리

(단위: %)

구분		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
월별	1월	3.34	3.10	3.16	3.47	3.12	2.51	2.63	3.85	4.58	3.99
	2월	3.24	2.99	3.19	3.46	3.08	2.52	2.66	3.88	4.56	3.96
	3월	2.97	2.97	3.21	3.45	3.04	2.48	2.73	3.84	4.40	3.94
	4월	2.81	2.93	3.21	3.47	2.98	2.58	2.73	3.90	4.24	3.93
	5월	3.06	2.89	3.26	3.49	2.93	2.52	2.69	3.90	4.21	
	6월	3.01	2.77	3.22	3.46	2.74	2.49	2.74	4.04	4.26	
	7월	2.96	2.66	3.28	3.44	2.64	2.45	2.81	4.16	4.28	
	8월	2.94	2.70	3.28	3.36	2.47	2.39	2.88	4.35	4.31	
	9월	2.92	2.80	3.24	3.29	2.51	2.44	3.01	4.79	4.35	
	10월	2.90	2.89	3.33	3.31	2.50	2.47	3.26	4.82	4.56	
	11월	3.04	3.04	3.39	3.28	2.45	2.56	3.51	4.74	4.48	
	12월	3.12	3.13	3.42	3.19	2.45	2.59	3.63	4.63	4.16	
연 요약	평균	3.03	2.90	3.27	3.39	2.74	2.50	2.94	4.24	4.37	
	표준 편차	0.14	0.14	0.08	0.09	0.26	0.06	0.33	0.38	0.14	

자료: 한국은행. 경제통계시스템(<https://ecos.bok.or.kr/#/>, 검색일: 2024.7.8)을 기반으로 연구진 작성

물가상승률 설정의 경우 통계청 소비자물가조사 자료 중 소비자물가지수 (2020=100)를 활용하였다. 월별로 되어 있는 2014년부터 2024년간의 물가를 활용하여 월별 물가상승률을 계산하였다. 모형에 동적 특성을 반영하기 위해 각 연도별 물가상승률의 평균과 표준편차를 계산하여, 이를 바탕으로 정규분포 기반 임의의 수를 추출하여 각 행위자의 비용증감분을 물가상승률로 대입하였다.

표 4-13 | 월 물가상승률에 대한 연 통계

(단위: %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
평균	0.09	0.11	0.12	0.11	0.06	0.05	0.30	0.41	0.26
표준편차	0.24	0.24	0.42	0.48	0.30	0.34	0.21	0.29	0.35

자료: 통계청 소비자물가(https://kostat.go.kr/board.es?mid=a40301010300&bid=a403010300&ref_bid=5126,11997, 검색일: 2024.7.6.)를 기반으로 연구진 작성

임금상승률 설정의 경우 한국생산성본부 생산성연구 통계 중 한국표준산업분류별 2015~2023 명목임금지수를 기반으로 임금인상률을 계산하였다. 각 산업 부분을 기반으로 전체 연 평균과 표준편차를 도출하여, 이를 바탕으로 정규분포 기반 임의의 수를 추출하여 각 행위자별 임금상승률로 대입하였다. 자료가 “연 임금상승률”이기 때문에 해당 값을 12로 나누어 사용하였다.

표 4-14 | 한국표준산업분류 중 비농업전산업의 임금상승률 계산

(단위: %)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
평균	3.15	5.33	5.01	6.68	4.91	3.54	4.01	5.07	7.56
표준편차	1.86	2.05	3.19	2.65	2.42	3.94	2.94	2.01	8.57

자료: 한국생산성본부 생산성연구 통계 중 한국표준산업분류별 2015~2023 명목임금지수 (<https://stat.kpc.or.kr/integration/index>, 검색일: 2024.7.7.)를 기반으로 연구진 작성

전세가격 비율 설정의 경우 한국부동산원 주택가격동향을 기반으로 월별로 계산된 매매가격 대비 전세가격 비율 평균의 연간 평균과 표준편차를 추출하였다. 이를 기반으로 각 patch에 정규분포 기반 임의의 수를 추출하여 전세가격의 비율과 주택가격에 맞는 전세가액을 산출하였다.

행위자가 시장에서 이탈 및 추가 되는 조건의 경우 초기 설정된 행위자가 이후 의사 결정 과정에서 수도권 주택시장으로부터 이탈하면, 그 만큼 또는 그 이상의 행위자가 수도권 주택시장으로 유입된다고 가정(이탈한 행위자의 $100 \pm 20\%$)하였다.

추가된 행위자의 기본 정보는 주택 보유조건을 제외하고는 현존하고 있는 행위자의 기본정보의 평균과 표준편차를 따르는 임의의 수로 설정하였다. 행위자의 소득과 자산이 달라지기 때문에 이에 따른 분위가 달라지고, 시야각이 달라지도록 설정하였는데, 이는 행위자 설정 시와 같으며, 이후 투자 전략의 변경에서 반영된다.

(3) 사용자비용의 계산(“calculate-cost” 모듈)

보유세 중 재산세는 일반적인 재산세 세율구조를 따라 세금이 계산되어 부여되도록 과표를 참고하여 반영하였다. 또 다른 보유세인 종합부동산세는 아래 제시된 과세표준 및 세율을 적용하여 보유비용 중 종합부동산세 비용으로 산정하였다. 이에 대한 자세한 내용은 5장에서 다루도록 한다.

표 4-15 | 재산세 세율

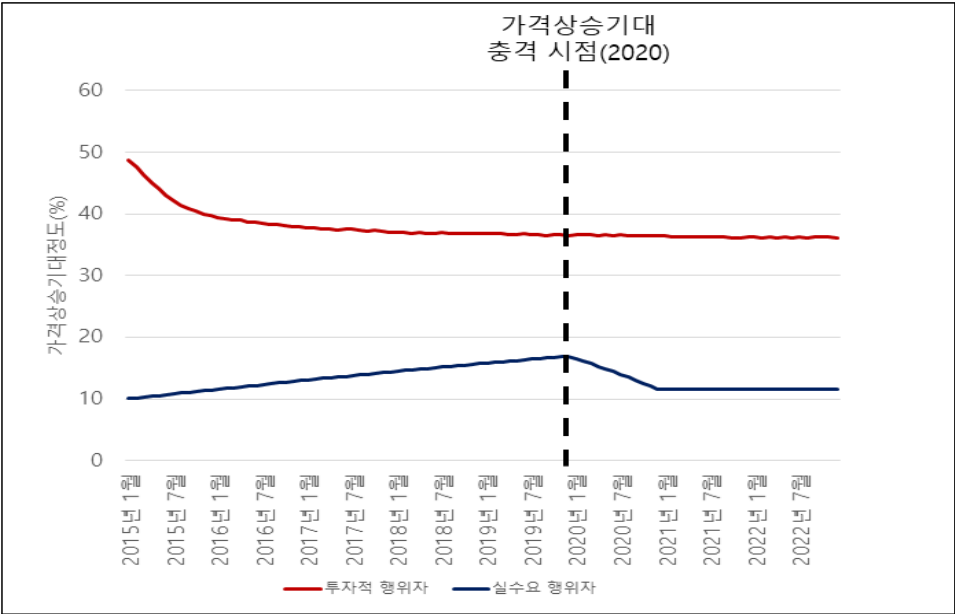
과세표준	세율	비고
6천만원 이하	1,000분의 1	도시지역분 : 과세표준액 1,000분의 1.4 지방교육세 : 재산세액의 100분의 20
6천만원 초과 1억 5만원 이하	60,000원 + 6천만원 초과금액의 1,000분의 1.5	
1억 5천만원 초과 3억원 이하	195,000원+1억 5천만원 초과금액의 1,000분의 2.5	
3억원 초과	570,000원+3억원 초과금액의 1,000분의 4	

자료: 서초구청(<https://www.seocho.go.kr/site/tax/02/10201120000002023050810.jsp>, 검색일: 2024.6.12)

기대수익은 행위자의 가격상승기대정도에 따라 계산된다. 가격상승기대정도의 경우 선행연구사례 검토결과를 바탕으로 투자적 행위자가 초기에 높았다가 꾸준히 낮아지는 형태로, 실수요자 행위자는 서서히 높아지다가, 후반부 시장과열에 따라 다소 꺾이는 형태로 설정하였다. 투자적 행위자는 시야범위 내 시장가격이 본인의 가격상승기대정도에 부합하는 경우 가격상승기대정도가 최대 50%삭감되도록(0~50%까지 임의로) 설정하였다. 실수요 행위자는 초기에 본인의 기대심리 부합하는 경우 가격상승기대정도가 미세하게 높아지다가 후반부 주택가격수준이 너무 높아지는 시점에 전후하여 떨어지는 형태로 설정하였다. 기대수익은 자신의 보유 부동산에 가격상승기대정도를 곱

하여 계산된다. 투자적 행위자와 실수요 행위자의 가격상승기대정도 평균 모의 사례를 제시하면 아래와 같다.

그림 4-10 | 행위자 행태별 가격상승기대의 변화 사례



자료: 연구진 작성

총 비용은 세금과 이자비용의 합에서 기대수익을 제한 값을 산정하였다. 세금 총액은 재산세+종합부동산세의 12분의 1(연간 →월간)로 산정하였으며 이자비용의 총액은 행위자의 대출금액(t_debt)와 이자율의 곱의 12분의 1(연간 →월간)로 적용하였다.

기대수익은 보유가치와 구매가치를 비교해서, 이에 대해서 일반적으로는 90~120%의 가치를 기대수익으로 보고, 투자적 투자자는 이에 대해서 더 넓게(최대 20%이상) 보는 형태로 설계하였다. 이를 통해 기대수익이 세금과 이자비용보다 크면, 총 비용은 음수, 즉 비용이 드는 것이 아니라 수익이 나는 것으로 산출된다.

(4) 전략 설정(“set-strategy” 모듈)

의사결정 점수(“t_decision_point”)를 설정, 이 값이 음수일 경우에는 집을 사고자, 양수일 경우에는 집을 팔고자 하는 잠재적 후보군으로 설정하였다. 앞서 총 비용이 음수가 나온 경우(기대 수익이 나머지보다 큰 경우), 그에 해당하는 값만큼 구매를 원할 것이라고 가정하여 구매후보자 설정시 우선권을 부여한다. 총 비용이 양수가 나온 경우, 기대 수익이 낮거나 세금과 이자비용의 부담이 있는 것이기 때문에 매도자로서 우선 설정되도록 하였다.

(5) 거래 설정(“deal-estate” 모듈)

거래는 판매자 설정 → 구매후보자 설정 → 구매자 가격 설정 → 판매자 입찰 및 판매 → 새로운 부동산 가격 형성의 순서대로 모형이 구현된다. 행위자는 하나의 턴에만 부동산만 거래할 수 있다.

매도자는 행위자 중 사용자비용이 높은(가격상승기대심리가 낮은) 임의의 행위자가 매도자로 설정된다. 규칙으로 자신의 시야 범위 내에 시장에 올라온 것 중 가장 선호도가 높은 지역을 우선 검색하는 것으로 설정하였고 선호도가 높은 지역에 원하는 주택이 없다면, 시야 범위 내에서 찾을 때까지 차순위 지역으로 이동하며 시야 범위 내에서 못 찾는 경우 구매 포기한다. 이때 투자적 행위자는 규제에 의해 대출이 불가능하다고 가정하며 시장가액과 전세가액의 차이(레버리지)가 자신의 현금성 자산 이내에 들어오는 경우에, 실수요 행위자는 DTI와 LTV를 고려하여 감당 가능할 경우 구매의사를 발동하는 것으로 설정하였다. 이에 해당하지 않으면 차순위 지역으로 이동하여 주택을 탐색한 후 해당되는 주택이 없으면 구매를 포기한다. 매수후보자는 예상가격을 자신의 가격상승기대심리를 반영하여 매수예상가격을 계산한다.

판매자는 현재 시장가를 기준으로 자신의 가격상승 기대심리를 반영한 가격을 설정하며 모의시기가 시장상승기이기 때문에, 가격상승기대심리가 음의 값이 되는 경우, 시장가를 기준 가격으로 설정하도록 하였다. 판매자의 기준금액보다 예상 가격을 높게

책정한 임의의 사람에게 판매하며 판매자가 자가를 판 경우(남은주택 0), 모형에서 떠나게 된다. 모든 거래가 끝난 후, 거래 기록을 바탕으로 지역별 평균 판매가와 인상률을 고려하여 각 지역별 부동산의 가치를 변경하여 다시 적용된다.

표 4-16 | 연간 지역별 재고 대비 거래 비율

(단위: 호, %)

구분		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
아파트 재고	수도권	4,716,333	4,807,205	4,939,888	5,164,220	5,390,352	5,580,948	5,756,368	5,927,659
	서울	1,636,896	1,641,383	1,665,922	1,679,639	1,720,691	1,772,670	1,818,214	1,851,242
	인천	577,346	588,563	597,929	624,332	648,403	661,611	683,337	717,820
	경기	2,502,091	2,577,259	2,676,037	2,860,249	3,021,258	3,146,667	3,254,817	3,358,597
아파트 거래량	수도권	407,157	359,850	312,946	297,361	249,100	441,152	275,141	87,299
	서울	131,413	122,606	107,897	96,622	71,734	93,784	49,751	15,384
	인천	53,738	46,920	39,849	33,203	35,322	62,122	46,597	13,956
	경기	222,006	190,324	165,200	167,536	142,044	285,246	178,793	57,959
재고 대비 거래 비율	수도권	8.63%	7.49%	6.34%	5.76%	4.62%	7.90%	4.78%	1.47%
	서울	8.03%	7.47%	6.48%	5.75%	4.17%	5.29%	2.74%	0.83%
	인천	9.31%	7.97%	6.66%	5.32%	5.45%	9.39%	6.82%	1.94%
	경기	8.87%	7.38%	6.17%	5.86%	4.70%	9.07%	5.49%	1.73%

자료: 주택총조사(통계청, <https://www.census.go.kr/sub/ehpp/fc/ehppfc100m01>, 검색일: 2024.7.5.), 부동산 거래현황(한국부동산원, <https://www.reb.or.kr/r-one/portal/stat/easyStatPage.do>, 검색일: 2024.5.6.)을 기반으로 연구진 작성

3. ABM 초도모형 시험모의 결과와 시사점

1) ABM 초도모형 시험모의 결과

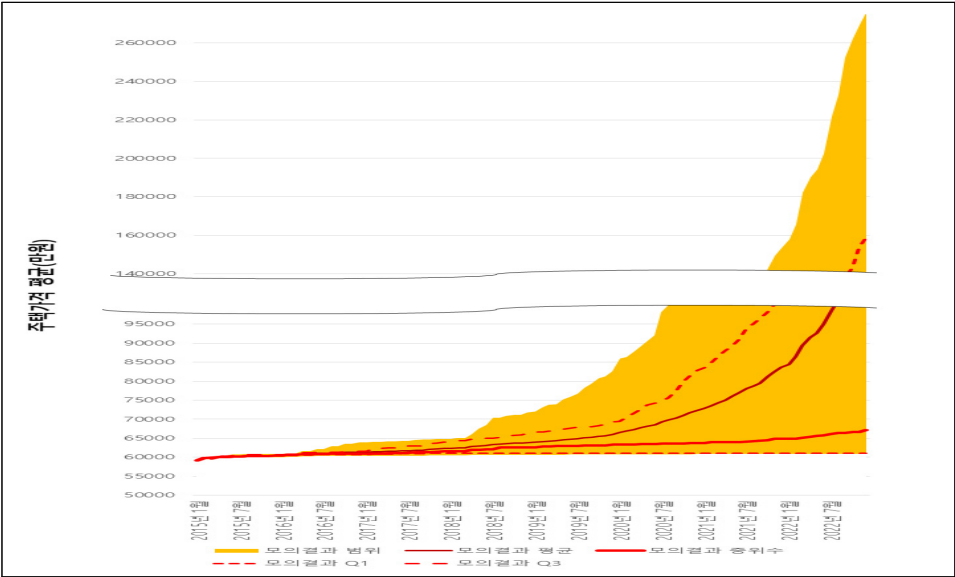
모형의 기초설정에 따라, 2015년 1월을 시작 시점으로, 2022년 12월까지 모의한 초도 시뮬레이션 하였다. 초도모형 구축 후 10회의 모형 실행을 한 결과 값을 바탕으로 주택가격의 10회 모의실험 평균값, 최소 값과 최대 값을 바탕으로 아래 <그림 4-12>와 같은 결과가 도출되었다.

초도모형 상에서 주택가격은 지속적으로 상승하는 것으로 나타났으며, 일부 모의 결과에서 현실보다 더 큰 폭으로 주택가격이 상승하는 결과가 도출되었다. 중위수를 기준으로, 2015년 대비 평균가가 7억 전후로 상승하는 모습은 현실과 유사한 결과로 볼 수 있다.

그러나, 각 모의가 모두 같은 조건임에도 불구하고 일부 모의 결과에서 주택가격이 현실에서보다 폭등하는 경향을 보이는 결과가 나타나며, 이는 초도모형이 모사하고 있는 주택시장의 불안정한 매커니즘을 반영하였다고 해석할 수도 있지만, 초도모형 내 거래 매커니즘과 매개변수의 민감도 분석을 통한 조정이 필요함을 나타낸다.

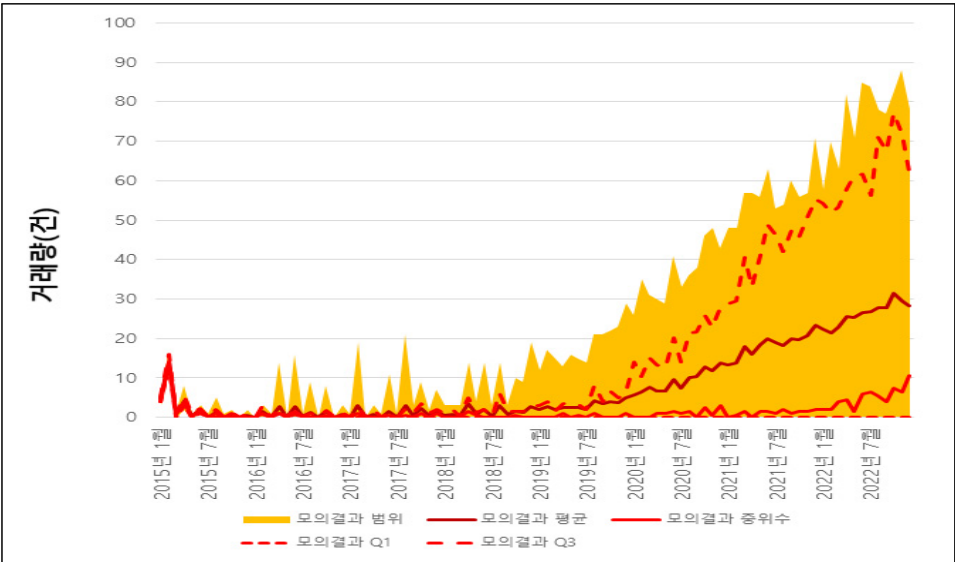
초도모형 내 거래 매커니즘을 볼 수 있는 거래량은 가정에 비해 낮은 편이었으며, 변위가 큰 편으로 나타났다. 거래량의 일반적인 경향은 모형 초기에 초기값 설정 등으로 인해 다소 높은 편이었다가, 실수요행위자의 가격상승기대감의 증가로 인해 모의 후반부에 증가하는 경향을 보인다. 모의 후반부의 거래량의 모의별 차이가 큰 편이며, 거래량이 높은 모의의 가격상승이 크게 나타났다.

그림 4-11 | 초도모형 시물레이션 주택가격 변화



자료: 연구진 작성

그림 4-12 | 초도모형 시물레이션 거래량의 변화

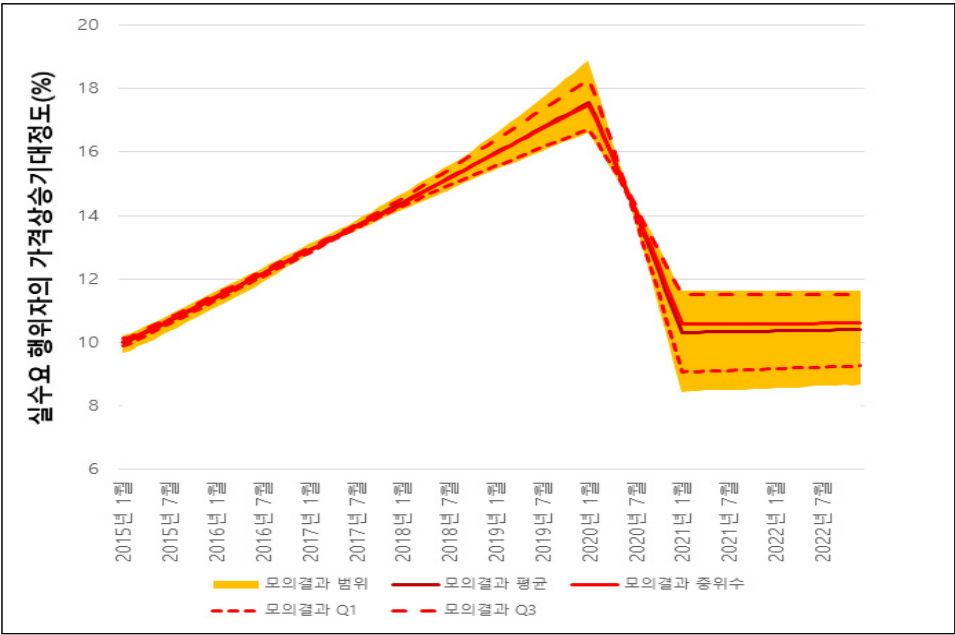


자료: 연구진 작성

주택시장에 큰 영향을 미칠 것이라 가정하였던 실수요 행위자의 가격상승기대정도는 전반부에는 유사하였으나, 충격으로 가정하였던 시점인 2020년 전후에 모의결과마다 상이한 특성을 보였으며, 충격이 발생한 2020년 이후 다소 차이가 줄었다가 안정된 이후 차이 폭이 커지는 경향을 도출되었다. 이는 모의결과 별 거래량과 가격의 차이에 결정적인 영향을 미쳤을 것으로 예상되나, 추가 시험 모의를 통한 민감도 분석을 진행할 필요가 있음을 시사한다.

해당 변수는 주택시장에 큰 영향을 주는 요소로 계량화가 어려워 통계모형이나 설문 조사로는 그 매커니즘을 알 수 없기 때문에, 가정을 바탕으로 한 실험이 지속적으로 이루어질 필요가 있으며, 이를 통해 현실을 반영하고 모형을 안정화할 필요가 있다.

그림 4-13 | 초도모형 시뮬레이션 실수요자의 가격상승기대정도



자료: 연구진 작성

2) ABM 초도모형 고도화를 위한 시사점

초도모형 모의결과를 통해 주택시장 현실을 반영하는 모의결과를 확인하고 일부 의의를 도출할 수 있었지만, 부동산 조세 및 금융 정책 효과 시뮬레이션을 위해서는 다양한 차원의 모형의 조정 및 보정 작업이 필요함이 도출되었다.

초도모형 모의결과에서 보인 불안정성은 ABM의 특성 및 강점으로 작용할 수 있지만, 현실에 부합하고 정책효과를 검증하기 위해서는 현실에 부합하는 범위 내로 불안정성을 조정할 필요가 있다. 또한, 초도모형 모의결과에서 확인한 부분 외의 정책 요소가 충분히 반영되었는지 시험을 거쳐서 모형을 조정, 고도화할 필요가 있다.

ABM 초도모형 구축에 활용하였던 NetLogo는 ABM 전용 도구로서 행위자와 환경을 쉽게 정의할 수 있다는 장점이 있으며, ABM을 통한 초도모형 구축이 일정 부분 현실 정합성을 갖추고 있다는 것을 충분히 검증하였으나, 모형이 복잡해짐에 따라 모의속도가 느려져 모형의 조정 및 보정 작업을 수행하기 어려운 한계를 가지고 있다. 초도모형 완성기 시 모의 시간은 컴퓨터 성능 및 조건에 따라 최소 30여 분에서 최대 3시간이 소요되며, 결과적으로 세부 매개변수 조정을 통한 모형의 보정 및 정책 효과 검증을 확인하기 위한 시험 모의 결과 확인에 많은 누적 시간이 요구된다.

많은 ABM 연구에서 ABM구축의 용이성과 모의속도가 가지는 교환관계에 대한 어려움이 있어, 이에 대한 대안으로 정책 관련 다수의 ABM구축은 ABM의 적용가능성과 초도모형에 대해서는 NetLogo를 사용하고, 이후에는 고급의 프로그래밍 언어(Java, Python, R 등)로 전환하여 고도화하는 단계를 거치고 있다. 본 연구에서도 모형 고도화 단계에는 초도모형을 바탕으로 고급 프로그래밍 언어 기반 전환을 수행함으로써 고도화를 수행하고자 한다.

CHAPTER 5

부동산 조세 및 금융 정책 효과 시뮬레이션을 위한 모형 고도화

- 1. 모형구축의 방향과 정책 조건 설정 123
- 2. 고도화 모형 구축 132

05 부동산 조세 및 금융 정책 효과 시뮬레이션을 위한 모형 고도화

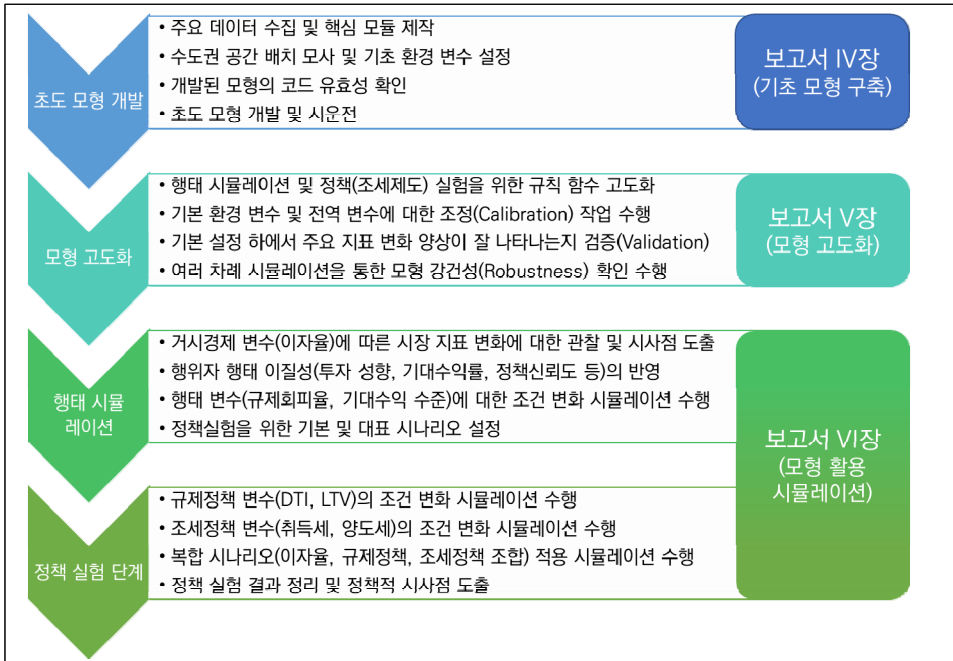
본 장에서는 초도모형을 바탕으로 조세 및 금융 규제에 따른 시장 변화를 시뮬레이션 할 수 있는 고도화된 ABM 모형을 구축하고자 한다. 고도화 작업은 초도모형을 기반으로 사용자비용 기반 의사결정 등 행태적 측면을 연구 목표에 부합하도록 구현하고, 다양한 정책 시뮬레이션을 가능하게 하는데 목적이 있다. 이 과정은 구축된 고도화 모형 대한 오류 검증과 기본적인 행태 모사가 가능한지 확인하며, 실제 시장 데이터를 충분히 반영하고 현실에 적합도가 높은 결과를 도출하도록 조정하는 작업을 포함한다.

1. 모형구축의 방향과 정책 조건 설정

1) 모형 고도화의 목표와 방향

모형 고도화의 목표는 사용자비용 기반 의사결정 등 행태적 요소와 정책 시뮬레이션 기능을 추가 구현하는 것이다. ABM의 가장 중요한 장점은 창발성이 드러나는 행태 시뮬레이션 결과를 보여줄 수 있다는 것과 정책 실험을 수행할 수 있다는 것이므로 초도모형에서 부족했던 행태 시뮬레이션을 위한 규칙 및 환경 변수를 고도화하여 반영하는 것이 일차적 목표가 된다. 그런 후에 초도모형에서는 이르지 못한 정책 실험을 가능하도록 하는 것이 모형 고도화의 최종 목표이다. 정책 실험에서는 모형에 반영되는 중요 정책 변수들에 대해 기본 및 대안적 시나리오를 구성하고, 시나리오별 시장 변화를 관찰하며 시사점을 도출하는 것을 목표로 한다.

그림 5-1 | 모형 고도화 및 활용 순서도



자료: 연구진 작성

본 장에서 구축하는 모형 고도화가 이전 장의 초도모형 구축, 그리고 모형의 활용과 어떻게 연계되는지를 개념도로 풀어 설명하면 <그림 5-1>과 같다. 초도모형의 구축 결과를 바탕으로 모형 고도화를 위해서는 다음 작업이 필요하다. 첫째, 2015년 이후 조세 및 금융제도 변화를 검토하여 ABM 모형에서 행위자 의사결정에 영향을 줄 기본 정책 변수를 설정하여야 한다. 이를 통해 주택시장 변화에 대해 핵심적으로 조정할 정책변수를 선정하고 시나리오를 설계할 수 있다. 둘째, 시장참여자 행태 변화의 핵심이 되는 매매규칙함수를 고도화하여야 한다. 초도모형에서 대략적으로 구축한 의사결정에 대한 로직을 고도화 모형에서 완결하는 작업이라고 보면 되겠다. 셋째, 기본 설정 하에서 주요 지표 변화 양상이 잘 나타나는지 검증이 필요하다. 이때 검증은 실제 수도권의 가격 변화와 모형이 도출하는 가격변화가 완전히 일치하는 것을 반드시 지향하지는 않는데, 그 이유는 실제 시장의 변화 역시 여러 가지 불확실성과 우연성이 겹쳐 일어난

것이기 때문에 지나치게 실제 시장에 맞추려고 하는 것이 오히려 과적합(over-fitting) 문제를 유발할 수 있기 때문이다. 따라서 검증의 목표는 고도화 모형이 실제 시장 기록과 어느 정도 유사한 상승폭(peak-level)과 고점 시기(peak-time)를 보여주는지에 목표가 있다고 할 수 있겠다. 마지막으로, 여러 차례 시뮬레이션을 통해 구축된 모형의 강건성 확보가 필요하다. 여기에서도 항상 거의 똑같은 결과가 출력되는 것이 목표가 아니며, 지나치게 무작위적인 결과가 나타나지는 않는지를 검증하는 것이라고 보면 되겠다. ABM의 중요한 장점 중 하나가 창발성과 불확실성에 대한 반영이므로, 어느 정도 때에 따라 유동적인 결과를 표출하되 완전히 임의적이어서 결과를 해석하기 곤란한 정도는 아닌지를 검증하는 것이 필요하다.

2) 조세제도 변화와 모형 구축

본 모형은 조세제도 중 취득세, 양도소득세, 종합부동산세를 중심으로 검토한다. 먼저, 취득세의 경우 2020년 8월 12일, 다주택자와 법인의 주택 취득에 대해 중과세 제도가 도입되면서 기존에 1세대 3주택 이상에 적용되던 3% 세율이 폐지되었다.

표 5-1 | 주요대책별 취득세율 제도변화

대책발표 일자	목적	주요내용
2013.8.27	전세 수요를 매매 수요로 전환	▶ 9억 이하 1주택 취득세율을 2%에서 6억 이하 1%로 변경 ▶ 9억을 초과하는 다주택자의 취득세율을 4%→ 3%로 변경 ▶ 다주택자를 위한 차등 세율을 폐지
2017.12.13	임대주택 등록 활성화를 위해 취득세 경감	▶ (취득세 감면) 8년 이상 장기 임대주택 등록시 40㎡이하: 100% 감면, 40~60㎡이하: 75% 감면, 하였으며, 60~85㎡이하: 50% 감면
2020.8.12	실제 수요자 중심의 주택보유 유도를 위해 지역 및 주택 수별 취득세 중과제도를 도입	▶ 법인이 주택을 취득하거나 1세대가 2주택 이상을 취득하는 경우 등은 주택 취득에 따른 취득세율을 상향 ▶ 단기보유주택 양도 및 다주택자의 조정대상지역 내 주택 양도에 대한 지방소득세 중과세율을 인상
2022.12.21	다주택자에 대한 취득세율 중과 해소 방안	▶ 조정대상지역 2주택자 세율을 8%에서 1~3%로 완화 ▶ 조정대상지역 3주택 이상 소유자 세율을 12%에서 6%로 완화 ▶ 비조정대상지역 3주택자 세율을 8%에서 4%로 완화 ▶ 조정대상지역 3주택 이상 소유자 세율을 12%에서 6%로 완화

자료: 국토교통부 보도자료(2013.8.27.), 관계부처합동 보도자료(2017.12.13.), 국토교통부 보도자료(2020.8.12.), 관계부처합동 보도자료(2022.12.21.)을 참고하여 연구진 작성

이후 주택 유상취득은 표준세율(1~3%)과 중과세율(8%, 12%)로 구분되었다. 또한 2022년 12월 21일에는 다주택자에 대한 중과세 부담을 완화하기 위해 취득세율 중과를 해소하는 개편안이 발표되었다. 이러한 취득세 관련 제도 변화 중 임대주택 관련 내용은 본 연구가 임대시장을 다루지 않고 있기 때문에 모형에 상세히 반영하기 어려운 점이 있으며 규제 지역(조정대상지역 여부)에 대한 고려도 일단 금년도 연구에서는 연구 범위에서 제외하였으므로, 가장 중요한 변화였던 2020년 변화를 반영하는 것으로 하였다. 취득세는 매수 후보자가 매수 의사결정 시 추가 비용으로 적용되며, 후보 매물의 가격에 따라 세율을 반영하여 계산된다. 따라서 취득세가 클수록 매수 비용이 커지며, 이는 매수자의 장애 요소로 작용하게 된다. 본 모형에서 적용되는 취득세 과표는 다음과 같으며, 2020년 이후의 사선형 누진세율도 그대로 모형에 반영하였다.

표 5-2 | 2015~2022년에 해당하는 취득세 과표 변화

시기	구분			기타
계단식 누진세율 시기				
구분	6억 이하	6~9억	9억 초과	
2014.1.1.~2019.12.31	1%	2%	3%	주택수별 차별과세 폐지
사선형 누진세율 시기				
구분	6억 이하	6~9억	9억 초과	
2020.1.1.~	1%	1~3%	3%	지역별, 주택수별 중과세 구조

자료: 이선화(2014), 주택거래 과세의 기능과 효과에 대한 연구 및 지방세법, 박진백(2023) p.25에서 일부 재인용

주택의 양도소득세는 국내외에 있는 주택을 양도하여 발생하는 소득에 대해 과세하는 제도이다. 거주자의 경우 국내외 주택 양도소득에 대해 모두 납세 의무를 가지며, 비거주자는 국내에 있는 주택의 양도소득에만 납세 의무가 부여된다. 양도소득세의 과세표준과 세액의 계산은 양도가액에서 취득가액, 자본적지출액 및 양도비 등 필요경비를 공제하여 양도차익을 산정하고, 3년이상 보유한 주택을 양도하는 경우 적용되는 장기보유특별공제액을 공제하여 양도소득금액을 산정하며, 기본공제 250만원을 차감하여 계산된 양도소득 과제표준에 세율을 곱하면 양도소득 산출세액이 계산된다.

표 5-3 | 양도소득세 기준금액 설정을 위한 계산 변수와 그 계산 방법

양도세 계산 변수	계산 방법
양도차익	양도가액-취득가액-필요경비
양도소득금액	양도차익-장기보유특별공제액
양도소득과세표준	양도소득금액-기본공제
양도소득산출세액	양도소득과세표준 × 세율 - 누진공제

자료: 국세청(2024), 주택과 세금, p.194

표 5-4 | 양도소득세 세율

과세표준	기본세율	누진공제액
1,400만원 이하	6%	-
5,000만원 이하	15%	126만원
8,800만원 이하	24%	576만원
1.5억원 이하	35%	1,544만원
3억원 이하	38%	1,944만원
5억원 이하	40%	2,594만원
10억원 이하	42%	3,594만원
10억원 초과	45%	6,594만원

자료: 소득세법 제104조, 제55조를 참고하여 연구진 작성

표 5-5 | 양도소득세 장기보유특별공제율

구분	다주택자	1세대 1주택자	
		보유기간	거주기간
2년 이상 3년 미만	-	-	8%(보유기간 3년 이상에 한정)
3년 이상 4년 미만	6%	12%	12%
4년 이상 5년 미만	8%	16%	16%
5년 이상 6년 미만	10%	20%	20%
6년 이상 7년 미만	12%	24%	24%
7년 이상 8년 미만	14%	28%	28%
8년 이상 9년 미만	16%	32%	32%
9년 이상 10년 미만	18%	36%	36%
10년 이상 11년 미만	20%	40%	40%
11년 이상 12년 미만	22%		
12년 이상 13년 미만	24%		
13년 이상 14년 미만	26%		
14년 이상 15년 미만	28%		
15년 이상	30%		

자료: 소득세법 제95조를 참고하여 연구진 작성

또한, 보유 주택 수에 따라 양도소득세에 중과세율이 부여되었으며, 해당 제도는 2021년 6월 이후 변경되었다.

표 5-6 | 양도소득세 중과세율

구분		세율		
		'21.5.31이전	'21.6.10이후	'22.5.10~'24.5.9
조정대상지역 소재 주택	2주택자	기본세율+10%	기본세율+20%	기본세율
	3주택이상 보유자	기본세율+20%	기본세율+30%	기본세율
	분양권	50%	1년 미만 : 70% 1년 이상 : 60%	1년 미만 : 70% 1년 이상 : 60%
주택 보유기간별	1년 미만	40%	70%	40%
	1년 이상 2년 미만	기본세율	60%	기본세율
	2년 이상	기본세율	기본세율	기본세율
미등기 양도주택		70%	70%	70%

자료: 소득세법 제104조를 참고하여 연구진 작성

양도소득세와 관련한 2010년 이후 주요한 제도 변화는 이외에도 여러 가지가 있었으나, 취득세와 마찬가지로 임대시장, 조정지역 등에 관한 것은 본 연구의 연구 범위를 넘기 때문에 적용하기 곤란하여 이번 년도 모형에서는 제외하였다.

양도세는 매도 시 매도자가 부담하는 매도비용이 된다. 양도세를 포함한 매도비용이 매도로 인해 발생하는 직접 수익보다 커질 경우 매도자는 매도 의사결정을 하지 않게 되므로, 양도세율의 정도는 매도비용을 높이기 때문에 매도 의사결정에 영향을 미칠 수 있다. 다만, 여러 가지 가정을 완화(임대 미고려, 조정지역 미고려)하였음에도 양도세의 적용을 위해서는 모형에 여러 가지 추가적 고려가 필요하였다. 필요경비는 통상 적용되는 것과 마찬가지로 기준시가의 3%로 가정하였으며, 장기보유 특별공제의 적용을 위해 각 행위자가 주택을 보유한 기간 역시 초기에도 분포로 부여하고, 이후 시뮬레이션 중에도 모형 내 거래에 따라 업데이트가 되도록 하였다. 여러 과표에 따른 공제도 <표 5-3>에서 <5-6>에 나타난 것은 그대로 반영하였으며, 보유기간, 다주택자 여부 역시 모두 반영하여 양도세를 적용하였다.

표 5-7 | 2010년 이후 양도소득세율 제도변화

대책발표	목적	주요내용
2010	경기활성화	▶ 지방소재 미분양주택을 2011년 4월 30일까지 취득 시 향후 5년간 발생한 양도차익에 대해 양도소득세를 60~100% 감면 ▶ 다주택자 양도소득세 중과 완화의 시한을 2년 연장
2011	임대사업자 활성화	▶ 매입임대사업자 양도소득세 중과를 완화
2012	주택시장 활성화	▶ 2012년에는 단기보유 양도소득세 중과세율 완화 ▶ 2012년말까지 미분양주택 취득시 5년간 발생할 양도차익에 대해 양도소득세 100% 감면
2013	주택시장 활성화	▶ 9억이하 신규·미분양 주택을 구입하면 취득후 5년간 양도소득세 전액 면제 ▶ 1세대 1주택자가 보유주택 이외 9억원·85㎡ 이하 주택을 2013년말까지 구입할 경우 취득후 5년간의 양도소득 세액을 전액 면제
2014	주택시장 활성화	▶ 신규·미분양주택 및 기존주택을 구입하여 준공공임대주택으로 활용할 경우, 3년간 임대기간 중 발생한 양도소득에 대해 양도소득세 면제 ▶ 준공후 미분양 주택을 2015년말까지 취득하고, 임대사업자 등록 및 임대계약 체결하여 5년이상 임대하는 경우, 취득후 5년간 발생하는 양도소득 50% 감면
2017	등록임대 활성화	▶ 양도소득세 감면정책을 실시: 등록임대 활성화에 따라서 양도소득세 100% 감면 ▶ 장기보유특별공제도 85㎡ 주택에 대해 최대 70% 공제율을 적용
2021	실수요자보호 및 단기 투자수요 규제	▶ 21년 5월 9일까지 조정대상지역 2주택자 10%p 가산, 3주택자 20%p 가산 ▶ 21년 6월~2022년 5월 9일까지는 조정대상지역 2주택자는 20%p 가산, 3주택자는 30%p 가산, 분양권은 1년미만의 경우 70%, 1년이상은 60%를 부과
2022	부동산시장 안정화	▶ 2022년 5월 정부는 소득세법 시행령 개정을 통해 다주택자에 대한 양도소득세 중과를 배제 ▶ 2022년 12월 21일 2023년 경제정책방향에서 다주택자에 대한 양도소득세 중과 배제를 2024년까지 연장 ▶ 2022년 5월 10일부터 2024년 5월 9일까지 적용되는 보유기간별 세율은 1년미만 보유 주택을 양도하면 70% 단일 세율에서 40%로 완화하였으며, 1년이상 2년미만 보유 주택을 양도하면 60% 단일 세율에서 기본세율로 완화

자료: 국토교통부 보도자료, 관계부처합동 보도자료 등 년도별 주택시장 대책 참고하여 연구진 작성

종합부동산세는 보유세의 하나로 아래 제시된 과세표준 및 세율이 적용된다. 과세표준은 타 세금과 마찬가지로 과세표준에 세율을 곱하여 계산한다. 주택에 대한 종합부동산세 과세표준은 납세의무자별로 주택의 공시가격을 합산한 금액에서 공제금액을 차

감한 금액에 공정시장가액비율을 곱한 금액으로 산정된다. 2021년부터는 납세의무자가 법인 또는 법인으로 보는 단체인 경우에는 다음의 경우를 제외하고 기본공제 9억원 적용을 폐지하였다.

주택분 종합부동산세 과세표준 = (인별주택 공시가격 합계액 - 공제금액) X 공정시장가액비율

*1세대 1주택자 12억원, 개인·공익법인 등 9억원, 그 외 법인 0원

주택 종합부동산세 세율은 과세표준액에 따라 기존 6단계에서 '23년 이후 7단계 초과누진세율을 적용하며, '19년부터 다주택자('23년부터는 3주택 이상)에 대해서 중과세율을 적용한다. 다만, 납세의무자가 법인 또는 법인으로 보는 단체인 경우에는 다음의 경우(누진세율 적용)를 제외하고, 단일세율(2.7%, 5%)을 적용(종부세법 제9조제2항, 종부세령 제4조 제4항)한다.

표 5-8 | 2023년부터 적용된 보유 주택수별 종합부동산세율

과세표준	일반(2주택 이하)			3주택 이상		
	개인		법인	개인		법인
	세율	누진공제		세율	누진공제	
3억원 이하	0.5%	-	2.7%	0.5%	-	5%
6억원 이하	0.7%	60만원		0.7%	60만원	
12억원 이하	1.0%	240만원		1.0%	240만원	
25억원 이하	1.3%	600만원		2.0%	1,440만원	
50억원 이하	1.5%	1,100만원		3.0%	3,940만원	
94억원 이하	2.0%	3,600만원		4.0%	8,940만원	
94억원 초과	2.7%	10,180만원		5.0%	18,340만원	

주: 3주택 등은 3주택 이상 보유자 및 조정대상지역 2주택 이상 보유자를 의미

자료: 국세청(2024), 주택과 세금, p.114

단, 본 모형에서 종합부동산세는 <표 5-8>에서 개인 형태로만 적용하였다. 가구 단위를 행위자로 가정하는 본 모형의 특성상 법인 여부는 모형에 반영하기 곤란하기 때문이다. 종합부동산세는 각 개인이 거래를 시작하기 전 사용자 비용을 계산할 때 재산세와 함께 보유비용 중 일부로 반영되며, 이를 통해 각 행위자의 의사결정에 영향을 미칠 수 있다.

표 5-9 | 2010년 이후 종합부동산세 제도변화

대책발표 년도	목적	주요내용
2005	부동산투자 억제 및 시장안정화	▶ 기존 종합토지세는 폐지하고, 종합부동산세를 도입
2006	중부세 정책의 강화	▶ 합산 방식을 기존 인별 합산에서 세대별 합산으로 강화 ▶ 주택분·종합합산 토지분 종합부동산세 과세기준액을 인하 및 세율 인상 ▶ 세부담상한율 및 과표적용율을 인상
2008~2009	글로벌 금융위기와 보유세 부담 증가에 따라 완화정책을 실시	▶ 종합부동산세의 세대별 합산 방식은 2008년 11월 헌법재판소에서 위헌 판결을 받음에 따라 인별 합산 방식으로 변경 ▶ 1주택자에 공제제도 도입 및 종합부동산세 과세기준액이 상향조정 ▶ 세부담상한율이 인하, 세율이 하향조정 ▶ 공시가격 현실화에 따라 세부담이 늘어나는 것에 대응하여 공정시장 가액비율 도입
2017	과세표준 현실화를 통한 보유세 강화	▶ 일반·다주택자에 대한 세율 차별화 및 세부담 강화 ▶ 종합부동산세 세부담상한율 인상 ▶ 공정시장가액비율을 2019년부터 5%p씩 상향하여 2022년 100% 도달하는 목표로 상향을 시작
2022	주택가격 상승에 따른 세부담 및 금리인상 부담 증가에 대응한 보유세 완화	▶ 다주택자에 대한 중과세 폐지되었고, 세율 인하, 누진공제액 인상 ▶ 다주택자에 대한 세부담 상한제 폐지(기존 3주택자 이상 300% 폐 지), 공정시장가액 비율 100%에서 60%로 하향

자료: 국토교통부 보도자료, 관계부처합동 보도자료 등 연도별 주택시장 대책 참고하여 연구진 작성

2. 고도화 모형 구축

1) 모형 구축 개요

여기에서는 4장에서 개발된 초도모형을 기반으로 앞서 검토한 여러 가지 조세와 매매 관련 규칙함수를 추가하여 수도권 지역을 대상으로 정책 실험이 가능하도록 초도모형을 고도화한다. 고도화 모형은 여러 조세 및 금융규제 정책변수를 적용할 수 있으며, 이러한 정책의 도입이 시장에 미치는 파급 효과를 공간적/시계열적으로 분석할 수 있도록 설계한다. 또한, 정책 변수의 중첩 효과를 시험할 수 있도록 기존의 행태 관련 연구와 정책 변수 분석 연구를 종합적으로 반영한다.

행위자 그룹은 주택 소유 여부에 따라 무주택자, 1주택자, 2주택자, 다주택자로 구분되며, 이들의 투자 성향 특성도 차별화하여 반영한다. 이러한 행위자 세분화를 통해 특정 그룹을 대상으로 한 정책의 효과를 더욱 정확하게 시뮬레이션하고 행위자 간 이질성을 반영할 수 있도록 구성한다.

행위자의 의사결정은 단순한 수익-비용함수의 결과 하나로 단발적으로 결정되는 것이 아니라, 정책 변화에 따른 여러 판단조건을 고려해 다단계로 이루어지도록 설계한다. 이는 현실에서의 의사결정과 유사한 모형을 구축하기 위함이다. 예를 들어, 취득세는 매수 시 발생하는 비용으로 작용하는데, 매물의 가격이 취득세의 과표를 결정하게 되고 매물을 탐색하는 단계에서는 정확히 어떤 매물을 살지, 사는 것이 가능할지 정해지지 않았으므로 모든 가능한 매물에 대해 미리 취득세를 계산하는 식으로 주어지는 의사결정은 현실적이지 않다. 따라서, 매수자는 일단 본인의 자산과 대출 규제, 그리고 주변에 나타난 실제 매물 등을 고려하여 일단 매수 후보군을 선별하며, 후보군 중 선호단지 여부를 중요하게 고려하여 매수를 시도한다. 이 때 취득세를 고려한 비용이 기대수익보다 높아지면 매수자는 구매를 철회하고 다른 매물을 탐색한다. 이와 같은 것이 바로 본 모형에서 구현하는 다단계적 의사결정이다.

또한 규제에 대한 행태의 다양성을 위해 행태 변수를 추가하였다. DTI(총부채상환

비율)의 경우, 구매자가 DTI 기준 이상 대출을 받을 수 없어 구매 의사가 있어도 구매하지 못하는 상황은 모형에 기본적으로 반영하되, 일부 행위자는 규제를 우회하여 추가 대출을 통해 구매할 수 있도록 하는 변수(기본값: 5%)를 추가하여 현실에서 발생할 수 있는 예외적인 상황도 모형에서 조정해가며 시뮬레이션 할 수 있게 하였다. 이러한 모형 구축은 본 연구에서 정책 실험의 시사성과 현실 적합성을 모두 확보하고자 하는 목적 하에 이루어졌다.

2) 모형 구축 내용

본 모형은 R 버전 4.4.1을 사용하여 구축되었다. R은 오픈소스 기반의 무료 통계 프로그래밍 언어로, 통계 분석과 시계열 분석 등 사회과학 분야에서 활용도가 높으며, 오픈소스 이기 때문에 라이선스 문제로부터 자유롭다. ABM은 대규모 연산과 반복 수행이 필요한 특성상 Java나 C와 같은 기초적 프로그래밍 언어가 연산 속도 향상에 더 적합할 수 있으나 경제 통계 데이터인 부동산 시장 데이터와의 호환성과 시뮬레이션 결과 분석의 표출, 자료 연계의 용이성을 고려하여 R을 선택하였다. R이 비록 반복 연산과 시뮬레이션에 최적화되어 있지 않은 언어라 하더라도 상용 프로그램인 Netlogo 보다는 자유도가 높기 때문에 모형에 더 많은 변수를 반영하여 고도화하는 것이 용이할 뿐만 아니라, 코드 최적화를 통해 구동 시간을 단축시킬 수 있다. 실제로 이식 작업을 통해 NetLogo에서 R로 변환한 후 구동 시간이 크게 단축되어 100 tick 1회 실행에 약 30~60분이 걸리던 것이 모형이 더 고도화되었음에도 불구하고 비슷한 조건 하에서 약 3분 내로 줄어들어 여러 가지 검증과 정책실험이 효율적으로 가능해졌다.

초도모형은 7개의 주요 프로세스로 구성되었는데, 이는 NetLogo에서는 모듈화 코딩이 불가능하였던 것을 R에서는 모듈화하는 것이 가능하였기 때문이다. 모듈을 세분화함으로써 각 모듈별로 추가적인 고도화작업을 효과적으로 수행할 수 있었으며, 모형 작동을 위해 필요한 각종 전역변수 데이터(이자율, 물가상승률, 자산분포 등)와 공간 정보(수도권 가상 공간의 이름, 선호도, 위치 등)도 외부 파일(csv) 형태로 입·출력할

수 있도록 수정하는 것도 가능하였다. 또한 스프레드시트 형태의 정책 시뮬레이션 입력과 시계열 그래프, 공간 분포 그래프 등 효과적인 결과 표출을 위한 프로세스도 추가하였다.

모형의 현실 적합성을 검증하기 위해, 각 거시경제 변수(이자율, 인플레이션, 임금 인상률 등)와 세율 변화(취득세, 양도세, 재산세, 종합부동산세), 금융 규제(DTI, LTV) 등은 4장과 5장에서 설명한대로 시계열적으로 반영하였으며, 일부 변동성을 반영하였다. 이는 예를 들어, 이자율은 현실 데이터를 그대로 반영하는 것이 아니라 실제 평균과 표준편차를 바탕으로 분포에서 매번 추출하는 것으로 반영하는 것을 의미한다.

행위자와 주택의 초기 설정은 각각 5,100명과 10,000채로 동일하게 시작하며, 생성 및 소멸 규칙에 따라 자연스러운 변화를 반영하였다. 예를 들어, 행위자가 순자산이나 보유 매물이 없을 경우 시장에서 퇴장하며, 퇴장 인원은 임의의 변동성을 반영하여 신규로 진입하는 형태로 설정되었다. 이러한 설계는 모형의 현실 적합성을 높이고, 행위자의 동적 변화를 효과적으로 모사하도록 한다. 단, 이 때 보유 매물이 없더라도 일정 자산을 보유하고 있는 행위자는 곧바로 퇴장하지 않고 매수자로 거래에 참여할 수 있도록 하여 초도모형에서 구현하지 않은 무주택자의 참여도 일정부분 고려되었다.

모듈의 구조를 상세하게 설명하면 다음과 같다.

먼저, 첫 번째 프로세스는 주택 분포를 설정하는 모듈이다. 주택 분포 설정 모듈은 공간 환경 설정 하부모듈을 포함하며, 공간 환경 설정 모듈에서는 수도권의 가상화된 지리적 정보(위치, 선호, 이름 등)를 생성하고 본 모듈에서는 주택의 가격과 전세가율 등 속성을 확률분포로부터 추출하여 배치한다.

두 번째 프로세스는 행위자 분포 설정 모듈로서, 행위자의 자산 구조(자산, 부채, 소득, 지출 등)와 행태 속성(투자적 행위자 여부, 투자 성향, 정책신뢰도, 시야범위 등)을 생성한다. 행위자 분포 설정 모듈에서는 행위자를 주택에 최초 배치하는 로직도 포함하는데, 임의의 위치에 배치된 행위자는 보유 자산과 대출 가능 여부, 투자 성향에 따라 1주택자, 2주택자, 또는 그 이상의 다주택자로 설정된다. 다이어그램에 명확히 표시되지는 않았으나, 이후 일부 행위자가 퇴장되고 신규 생성되는 행위자 역시 해당

모듈에서 확률분포에 따른 초기값을 부여받고 나타나게 된다.

세 번째 프로세스는 전역 변수 설정 모듈로서, 외부 값으로 입력된 연도별 거시경제 변수, 또는 시뮬레이션 설정에 따른 정책 변수의 초기값을 입력하는 단계이다.

이상 세 가지 모듈로 초기값을 설정하고 나면, 이 초기 설정을 고정해 놓고 여러 차례의 동일 조건 반복 구동을 통해 정책 실험 또는 검증 실험을 수행하게 된다. 만약 주택 배치와 분포, 행위자의 초기 위치와 자산 분포가 완전히 달라지게 되면 지나치게 모형의 변동성이 커질 수 있기 때문이다. 따라서 세 가지 초기 설정은 그대로 유지한 채로 이후 프로세스를 수 차례 바뀌가며 진행하는 것이 기본적인 본 모형의 시뮬레이션 구조라고 볼 수 있다.

네 번째 프로세스는 매물 거래가 이루어지기 전에 당기 매수자와 매도자를 결정하는 모듈로 다시 3개의 모듈로 구분해 볼 수 있다. 먼저, 행위자별 기대수익 분포를 결정하는 하부 모듈이 있는데, 이 때 행위자별 기대수익은 투자적 행위자 여부와 각자의 투자 성향에 따라 분포로 결정된다. 기대수익은 이후 거래 시 의사결정에 따라 변화할 수 있는데, 매도자가 매수자 등장 시 일정 확률로 매물을 회수하고 본인의 기대수익을 높이는 경우가 그러하다. 두 번째 하부모듈은 사용자비용을 계산하는 모듈로서, 재산세와 종부세를 바탕으로 현재 행위자가 보유한 부동산에 의한 보유 비용이 계산된다. 이 보유비용은 앞서 계산한 기대수익과 함께 합산되어 행위자별 최종 사용자 비용을 결정하게 된다. 마지막 하부 모듈은 전략 설정 모듈로, 사용자 비용을 바탕으로 행위자들이 매수자와 매도자가 되는 것을 결정하게 되는데 이 때 주변 매물 여부, 본인 자산 여유 여부, 대출 가능 여부 등을 고려하여 최종 매수 후보자가 될지 결정하게 되며, 매도자 역시 본인 매물 중 어떤 것을 최종 매물로 내어 놓을지 결정하게 된다.

다섯 번째 프로세스가 바로 본 모형에서 가장 핵심이 되는 거래 프로세스이며, 앞서 결정된 최종 매수자 및 매도자 후보군이 의사결정 프로세스에 따라 매수와 매도를 결정하게 되는 단계이다. 매수에 실패한 매수자는 다음 기에 다시 여러 과정을 거쳐 매수자가 되거나 빠질 수 있으며, 매도에 실패 또는 철회한 매도자는 기대수익을 조정한 후 다음 기에 다시 매도자가 되거나 빠질 수 있다. 만약 거래가 성사되면 부동산의 소유권

이 이전되며, 매수자와 매도자의 자산도 거래 결과에 따라 변동하게 된다. 물론 주택 가격도 거래 결과에 따라 변동하게 된다.

여섯 번째 프로세스는 이상의 거래 결과를 각 변수에 반영시키는 작업이다. 주택 정보를 갱신하는 모듈에서는 이전 기 가격 정보 등을 저장하며, 주택의 매물 등록 여부 등을 초기화한다. 행위자 정보 갱신 모듈에서는 거래 결과에 따른 자산 변동 등을 업데이트 하며 행위자의 퇴출과 진입도 계산하고, 행위자의 거래 속성 정보도 초기화한다. 마지막으로 전역 변수 갱신 모듈에서는 연도별로 변화하는 거시 경제 변수 등을 업데이트하고 정책 실험 변수 중 시기에 따라 달리 적용하는 것이 있을 경우 이를 반영한다.

설정된 모든 시뮬레이션 기간(기본값: 100 tick)이 끝나면 행위자, 주택, 전역 변수에 대한 정보는 별도로 저장되며 그 중 중요한 것들(시계열적 가격 변화, 기대수익률 변화, 거래량 변화, 공간적 가격 분포, 행위자 속성별 분포 등)은 결과 표출 모듈에 따라 여러 가지 방법으로 도식화할 수 있다.

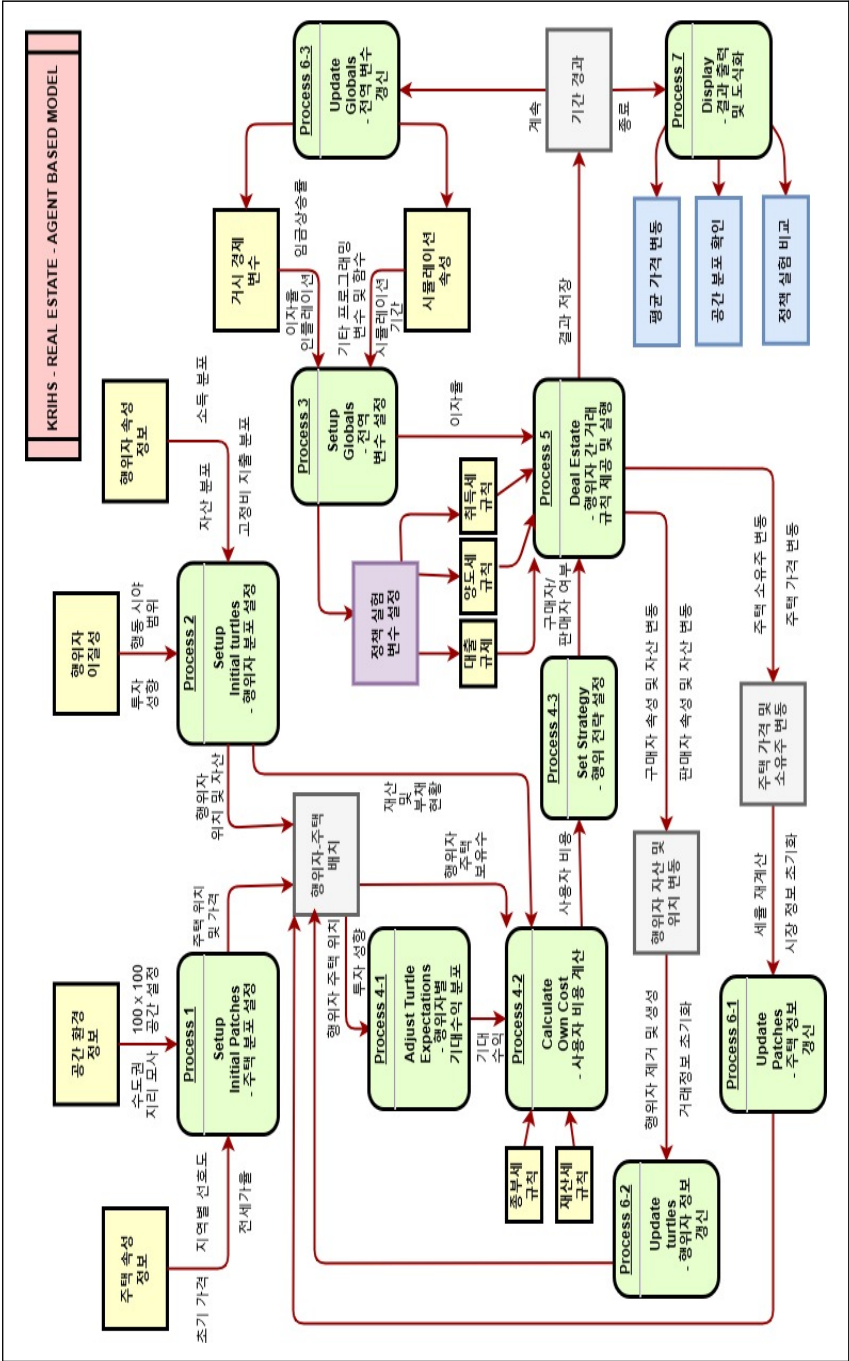
이상의 내용을 다이어그램으로 나타낸 것이 <그림 5-2>이다. 이 중에서 가장 중요한 거래 의사결정에 대해서는 중요한 로직 몇 가지가 초도모형보다 발전되었다. 먼저 기대수익의 경우 초도모형에서는 2020년 쯤 충격이 가해지는 가상적 상황을 가정하였으나, 본 모형에서는 자연스럽게 거래 규칙에 따라 기대수익이 상승하거나 하락하도록 반영하였으며 기대수익에 대한 충격은 시뮬레이션 요소로 변경하였다. 이 과정에서 기대수익의 상승과 하락 정도의 개인별 편차는 정규분포를 따르도록 설계되었다.

거래 규칙에서도 선호단지에 대한 매수 선호를 가중치로 반영하여 초도 모형에서처럼 모두가 특정 매물로 몰리지 않게 하였으며, 취득세와 양도세 등의 반영 시점을 앞서 설명하였듯이 다단계화하여 현실적인 의사결정이 이루어지게 하였다. 매도자 역시 사용자비용이 높은 순서로 선정되며, 투자적 행위자나 일반 수요자 모두 순자산 구매, 대출 등에 차등 없는 로직을 부여하였다. 이는 초도모형에서 투자적 행위자가 곧 다주택자이며, 모든 자산을 부동산에 투입하는 것으로 가정되었던 것을 일반화한 것이다. 거래 시 매도자는 가장 높은 호가를 제시한 매수자와 거래를 하게 되는데, 실제 부동산 거래가 반드시 공개 경매 형태로 이루어지는 것은 아니기 때문에 거래 단가는 호가를

그대로 따르는 것이 아닌 호가와 매도자 희망 가격의 중간 지점으로 결정되도록 하였다. 정책선택도 역시 행위자 이질성 요소로 금융규제에 대한 기대수익 반응으로 반영하였다. 이러한 거래 의사결정에 참여한 결과에 따라 모든 행위자는 자신의 자산과 위치, 비용, 기대수익률 등을 조정하게끔 설계하였다.

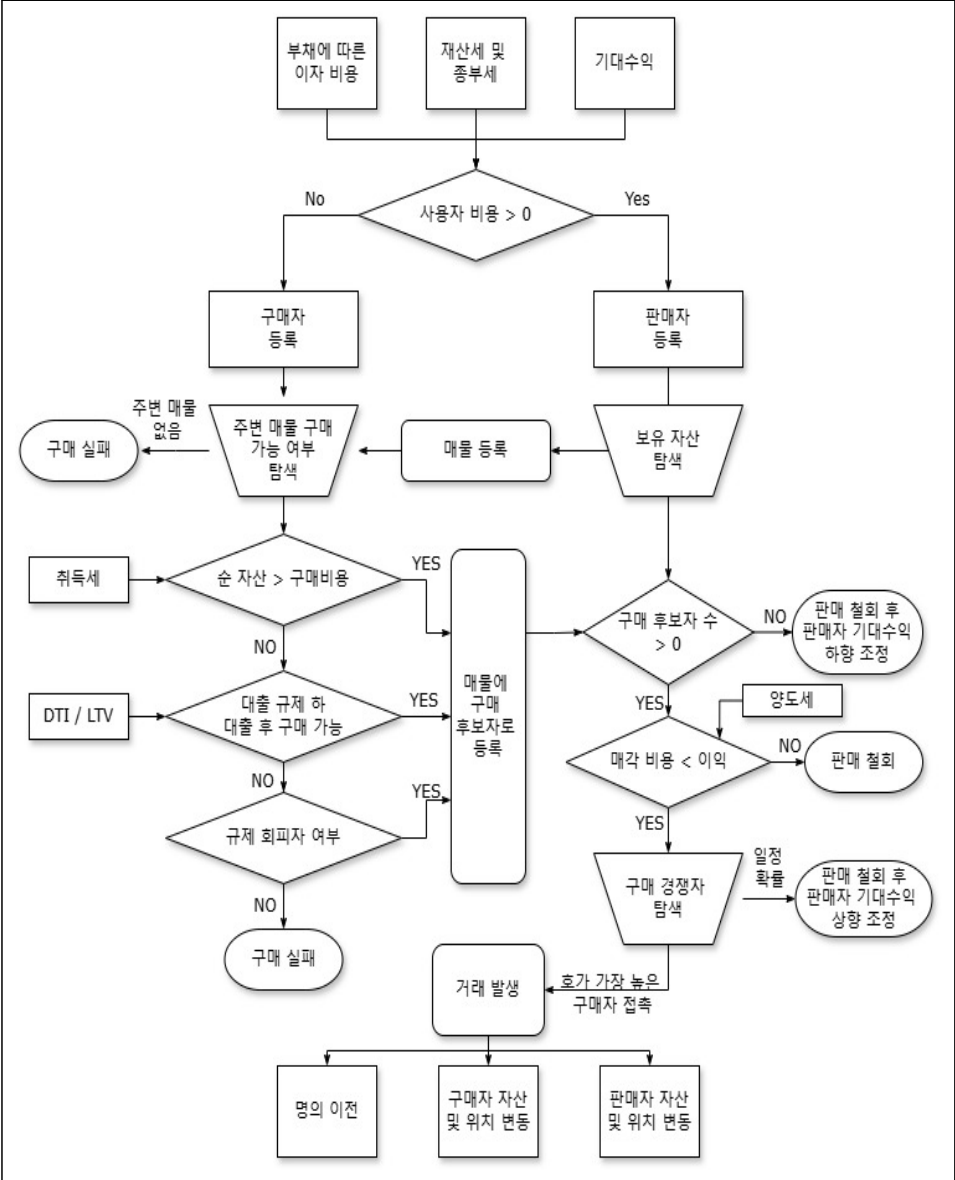
이상 의사결정 흐름을 도식화 한 것이 <그림 5-3>이다.

그림 5-2 | 본 모형 코드 및 모듈의 구성 개요도



자료: 연구진 작성

그림 5-3 | 본 모형 행위자의 의사결정 흐름도



자료: 연구진 작성

3) 구축된 모형의 현실 정합성 검증

2015년부터 2022년까지의 부동산 상승기 시장을 모사하기 위해, 모형의 이론적, 기술적 고도화뿐만 아니라 세부적인 모형 조정(Calibration) 작업이 필수적이다. ABM 모형에서의 조정은 현실의 완벽한 재현을 목표로 하기보다는, 정책 실험을 통해 시사점을 도출하기 위해 기본 시나리오 하에서 실제 시장의 중요한 변화를 어느 정도 모사할 수 있는 설명력을 확보하는 데 중점을 둔다.

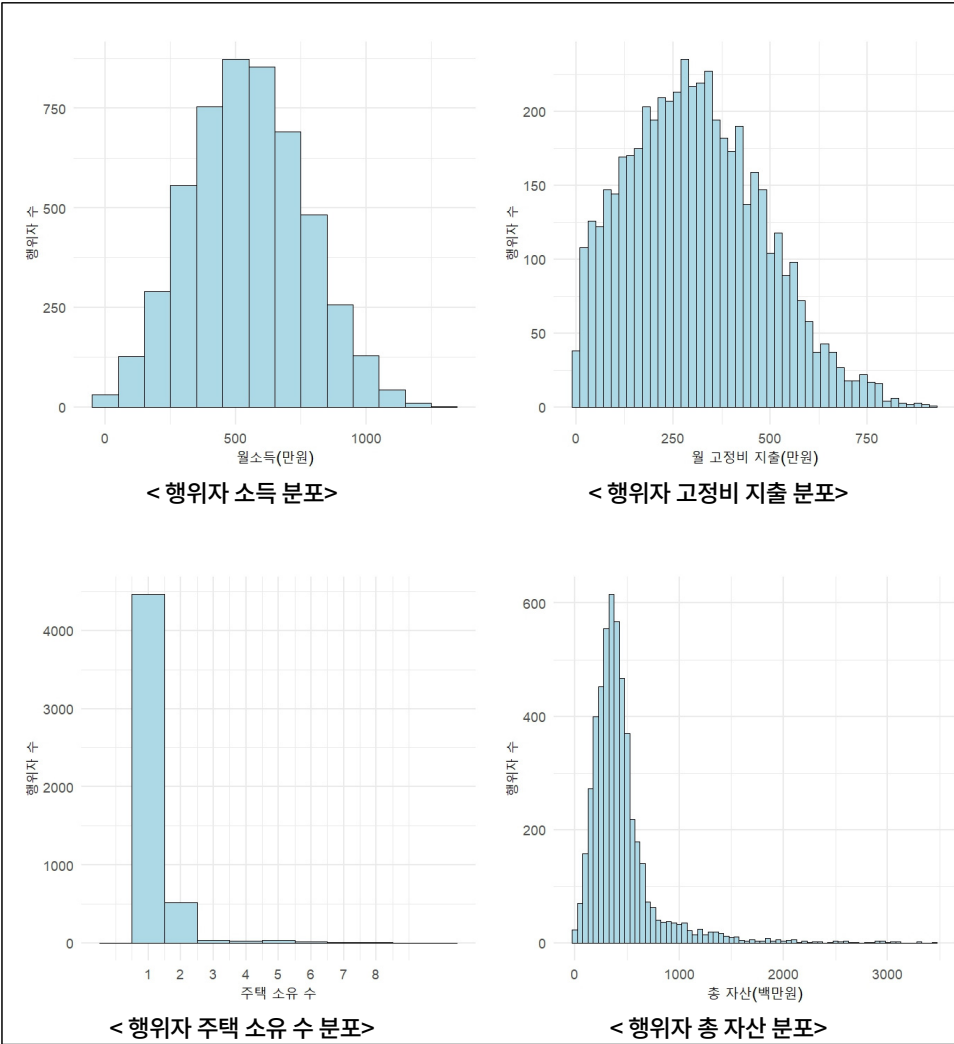
먼저, 행위자 기본 속성 설정부터 살펴보면, 자산, 소득, 지출과 같이 실제 자료에 기반을 둘 수 있는 속성은 초도모형에서 활용된 자료(표 4-9)와 동일하게 추출되었으며, 5,100명의 행위자에게 무작위로 부여되었다. 임의 가정에 기반한 속성인 투자 성향은 "투자적 행위자"로 분류되며, 해당 정보는 초도모형의 규칙(표 4-11)을 기반으로 설정되었다. 단, 행위자를 투자적 행위자로 구분하는 데에서만 해당 수치를 활용하였으며 다주택자 여부를 포함한 주택 소유 현황은 초도모형과 달리 자산과 대출 가능여부를 통해 초기에도 거래 규칙과 거의 유사한 로직을 통해 설정할 수 있도록 하였다.

이러한 과정을 통해 설정된 5,100명의 행위자는 각 속성별로 초기 분포를 형성한다. 여기에서 "총 자산"은 순자산, 부채, 부동산 자산 가치를 포함한 개념으로 정의되며, 현실 시장을 반영한 속성을 가진 행위자 집단을 구성하였다. 이러한 속성 설정은 모형의 초기 조건을 결정하는 중요한 과정으로, 현실 시장의 특성과 동적 변화를 효과적으로 모사하기 위한 기반을 제공한다.

주택의 공간적 분포와 가격 분포는 초도모형에서 사용된 가정을 그대로 따랐다. 먼저 공간적 분포는 초도모형에서 활용된 선호 지역과 초기 가격 분포를 기반으로, 총 100개 지역(10 x 10 그리드)에서 10,000개의 주택을 추출하였다. 이 과정은 지역별 시장 특성을 반영하여 각 지역의 주택 수와 위치를 결정하기 위한 것이다. 행위자를 주택에 거주시키는 조건으로는 1주택자는 자신이 소유한 주택에 거주(Owner-Occupier)한다고 가정하였으며, 다주택자는 소유한 여러 주택 중 임의로 선택된 한 곳에 거주하는 것으로 설정되었다. 주택 가격 분포는 한눈에 확인할 수 있도록 3차원 도식화로 표

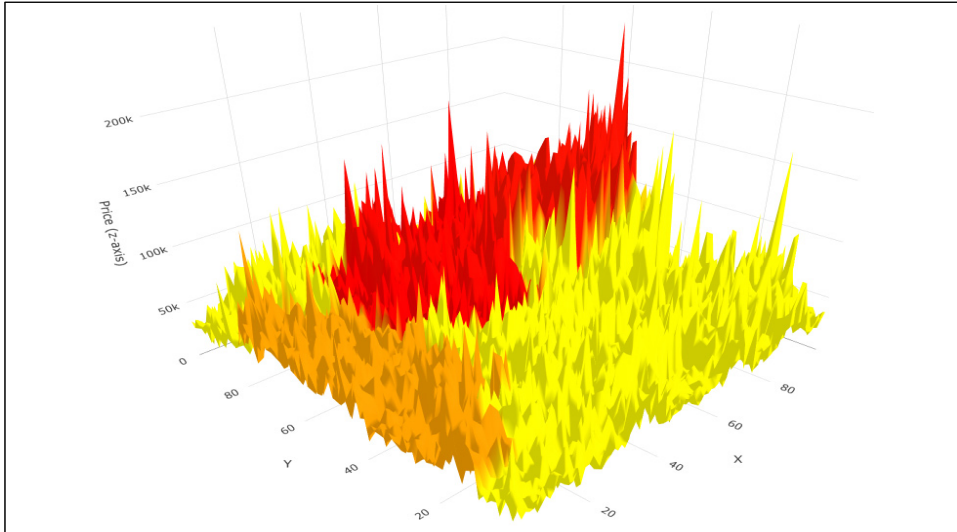
현하였으며, 지역별 색상은 서울을 적색, 인천을 주황색, 경기를 황색으로 구분하여 시각적으로 나타냈다.

그림 5-4 | 본 모형 초기 설정에 따른 행위자 속성별 분포



자료: 연구진 작성

그림 5-5 | 본 모형 초기 설정에 따른 주택 가격 분포의 3차원 도식화



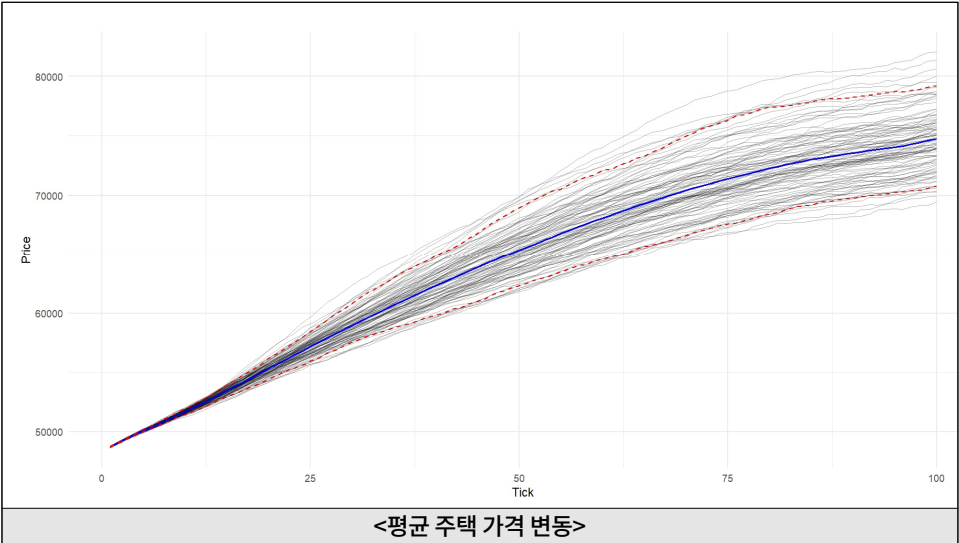
자료: 연구진 작성

다음으로는 모형이 지나치게 변동이 커서 분석이 어려운 상황인지, 아니면 변동이 지나치게 없어 ABM 특유의 창발성과 의외성을 확인하기 어려운 상황인지 점검을 하는 강건성(Robustness) 점검이 필요하다. 본 모형의 시뮬레이션 결과 강건성은 다음과 같이 검증되었다. 초기 설정(행위자의 속성과 주택 속성)을 고정한 상태에서 100회의 100 tick 반복 구동을 수행하였다. 본 연구에서 시뮬레이션을 통해 생성되는 핵심 지표는 부동산 매매가격이다. 거래량이나 거래참여자 수와 같은 물량 지표는 전산 자원의 한계로 인해 1:1 scale로 모사하는 것이 사실상 불가능하므로 물량은 직접적인 조정 지표로 활용하기 어렵다. 또한, 외생변수(이자율, 물가상승률 등)나 정책변수(세금 수준 등)는 모사의 대상이 아니라 입력 값으로 사용되기 때문에 이러한 변수들은 조정 지표로 활용할 수 없다. 따라서 시뮬레이션에서 내생적으로 결정되는 중요한 조정 지표인 부동산 매매가격을 핵심 지표로 보고 강건성 실험을 수행하였다.

<그림 5-6>에서 100회 구동한 결과는 각각 얇은 검은 선으로 나타내었고, 100회 구동의 평균은 파란색 실선, 상위 5% 곡선과 하위 5% 곡선은 붉은 색 점선으로 나타내었다. 그림에서 나타나다시피, 모형은 충분히 유사한 결과를 유지하면서도 일정 수

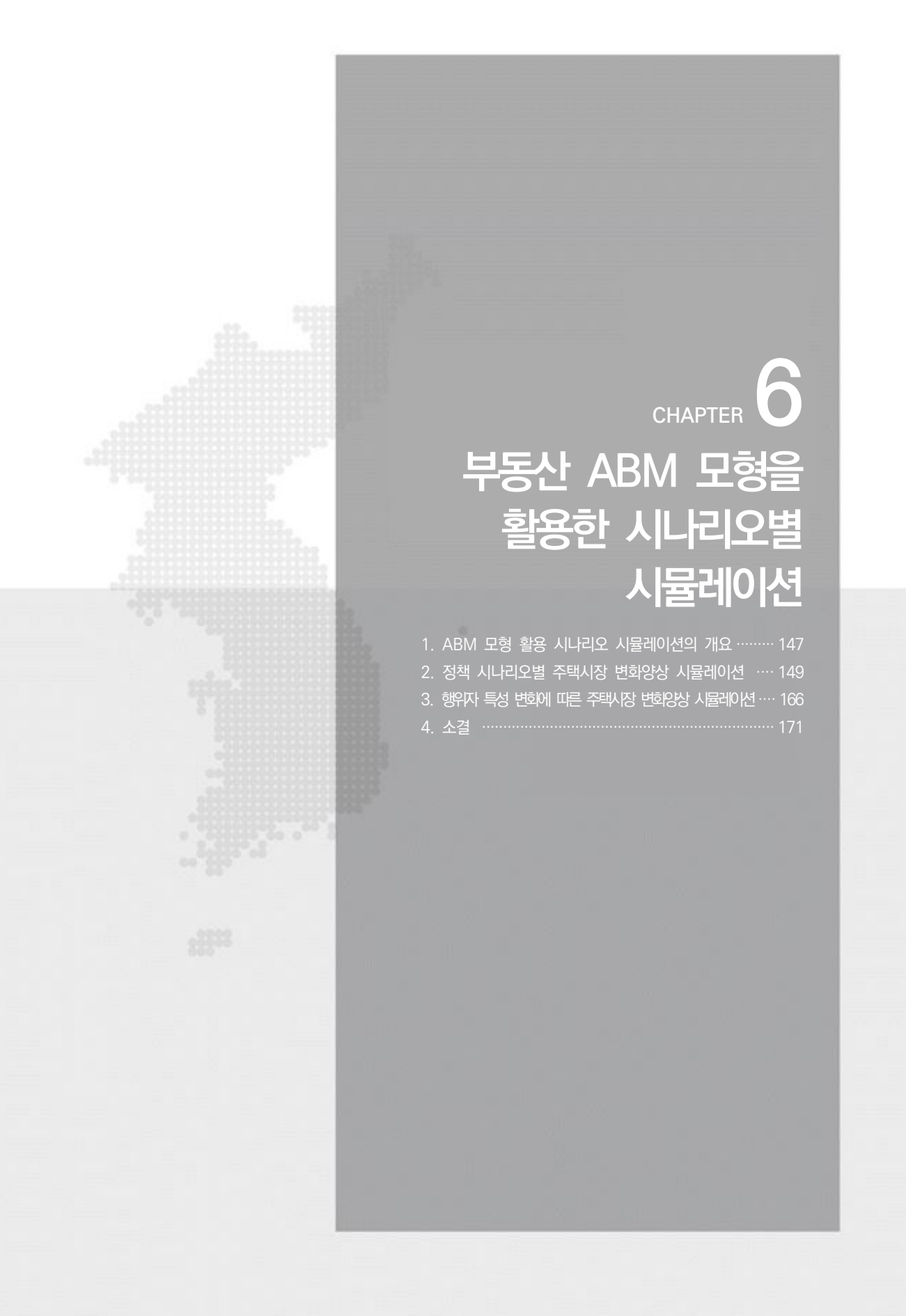
준의 창발성과 의외성을 발현하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 모형이 단순히 예측 가능한 패턴만 생성하지 않고, 복잡한 시스템 내에서의 변화와 예외적인 상황을 적절히 반영할 수 있음을 의미한다. 이러한 강건성 검증은 모형의 신뢰성과 실효성을 확인하는 중요한 과정이다.

그림 5-6 | 본 모형 결과 강건성 확인



자료: 연구진 작성

본 연구에서는 아파트 매매가격 지수 결과를 비교한 결과, 초기(2015~2019년) 과정에서 ABM 모형 특성상 행위자와 거래가 압축되어 나타나며 가격 변동이 급격히 발생하는 경향을 보였다. 그러나 전체적인 흐름은 실제 시장과 유사한 패턴을 보였으며, 특히 2021년 이후 금리의 급격한 변동에 따라 매매가격이 현실과 유사한 상승과 하락세를 보였음을 확인할 수 있었다. 구체적으로는 2022년(약 80tick 근처)에서 상승세가 둔화된다는 점과, 전체적인 가격 상승폭이 약 1.6배라는 점에서 본 모형은 제한적으로나마 유효성을 확인하였다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 본 연구에서 구축한 모형이 실제 시장 데이터를 어느 정도 반영하고 있으며, 정책 실험을 위한 유효한 시뮬레이션 도구로 활용될 수 있음을 시사한다.



CHAPTER 6

부동산 ABM 모형을 활용한 시나리오별 시뮬레이션

1. ABM 모형 활용 시나리오 시뮬레이션의 개요 147
2. 정책 시나리오별 주택시장 변화양상 시뮬레이션 149
3. 행위자 특성 변화에 따른 주택시장 변화양상 시뮬레이션 166
4. 소결 171

06 부동산 ABM 모형을 활용한 시나리오별 시뮬레이션

본 장에서는 5장에서 도출된 부동산시장 ABM 모형을 활용하여 다양한 정책·여건·행태 변화 시나리오별 시장 변화 양상을 실험하고 시사점을 제시한다. 구체적으로 정책과 관련해서는 주택가격 상승기 시행되는 금융 및 조세 정책 변화 시나리오 적용 실험을 하였다. 그리고 행위자 행태 측면에서는 행위자 가격상승 기대 변화 시나리오와 정부규제 회피 수준 시나리오를 적용한 실험을 통해 정부 정책과 행위자 행태 변화의 시장 영향력을 시뮬레이션 하고 그 시사점을 도출한다.

1. ABM 모형 활용 시나리오 시뮬레이션의 개요

이 연구에서 개발하고자 하는 ABM 모형 시뮬레이션 목표는 크게 정책 모의실험, 행위자 이질성 기반 행태변화 모의실험 등 두 가지이므로, 이 장에서는 이 두 가지 모의실험을 5장에서 구축된 ABM 모형을 활용하여 실시하였다. 먼저 다양한 시나리오별 정책 모의실험을 수행하였는데, 이는 ABM 모형을 기반으로 금융 및 조세 정책이 적용되는 시나리오별 시장 변화 양상을 실험을 통해 파악하고자 하는 것이다. 구체적으로 부동산시장 ABM 모형에 기반하여 주요 정책별 대표 시나리오를 구성하고, 가장 가능성이 높은 가정 및 조건으로 구성된 기본시나리오와 조세, 금융 등 각각 정책 수단에 따라 시장이 어떻게 변화하는 지를 비교하여 살펴보고자 하였다.

다음으로 기존 연구들과 차별화되는 부분으로 행위자 이질성 기반 행태 변화가 시장에 미치는 영향에 대한 실험을 수행하였다. 이는 행위자의 기본적 속성(생활비, 자산

및 소득 수준)은 실제 수치에 근거하되, 부동산에 대한 투자 성향도 차등적으로 적용하여 기대수익에 대한 평가가 주어진 행위자 특성별로 달라지도록 모형화하고, 행위자 그룹 별 특성을 다양하게 구현하는 시나리오별 실험 결과를 살펴보는 것을 의미한다. 실제 시장에서는 행위자 특성과 그로 인한 행태가 중요하며, 이를 감안할 때 시장 참여자들의 특성 변화가 시장에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보는 것은 ABM 모형으로서 차별성을 보여줌과 동시에 관련 시사점도 줄 수 있는 중요한 사항이므로 이 장에서 관련 시나리오 기반 실험을 실시하였다.

이 과정에서 여러 정책과 행태 변화가 중복되어 나타날 수 있으므로, 2가지 정책이 중복되어 나타나는 시나리오도 구성하여 시뮬레이션 하였다. 이는 앞서 살펴본 정책 및 행태 변화 실험을 보다 복합적으로 수행하여 향후 실제 정책 실험에서 다양한 복합 시나리오를 반영한 시뮬레이션이 가능함을 보여줌과 동시에 관련 정책 및 행태적 시사점도 풍부하게 도출할 수 있게 해 줄 것이다.

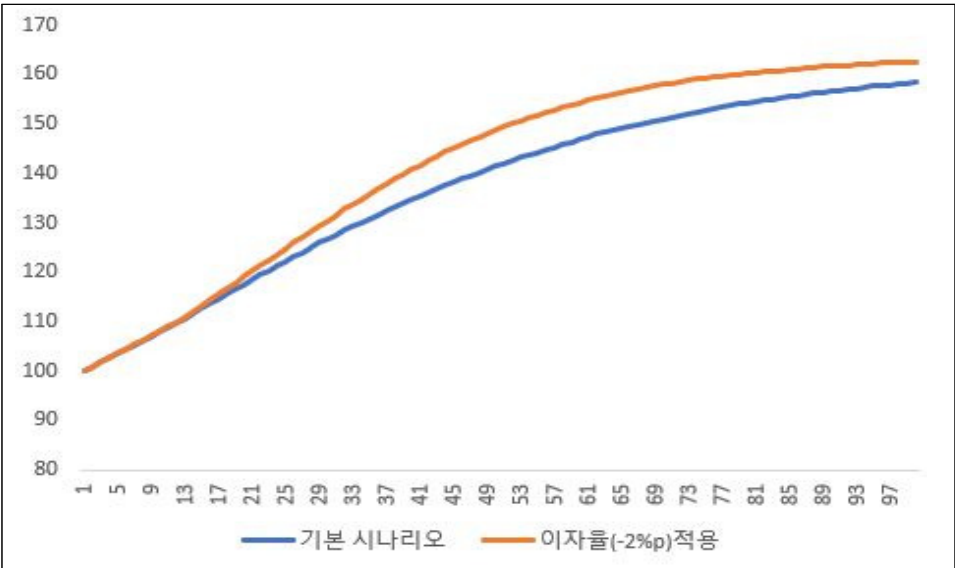
정책 시나리오는 앞서 정책검토를 통해 도출된 주요 정책수단인 금융정책과 조세정책을 중심으로 작성하여 시뮬레이션 하였다. 금융정책 시나리오는 부동산시장에 미치는 영향이 큰 것으로 인식되고 있는 이자율 변화와 주요 금융 규제인 LTV, DTI 변화를 실험하였다. 그리고 조세정책 시나리오는 주요한 조세정책인 취득세와 양도세 규제 변화로 구성하여 정책 실험을 수행하였다. 다양한 정책 및 행태변화에 따른 시나리오별 시뮬레이션 결과는 전체적으로 아래 <그림 6-1>과 같이 나타났다. 보다 구체적인 각 시나리오별 시뮬레이션 결과는 이어지는 절에서 자세히 살펴보도록 하겠다.

1) 금융정책 시나리오별 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

(1) 이자율 시나리오별 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

현재 주택시장에서 가장 영향력이 높은 변수 중 하나로 이해되고 있는 것이 금리이며, 금리의 경우 정부의 거시경제 관련 정책 수단으로 변화가 가능하므로 금융정책 시나리오 중 하나로 채택하여 시뮬레이션을 시행하였다. 이자율 변화 시나리오에서는 이자율 평균을 Base Run 보다 높이거나 낮추는 형태로 이자율을 변화시키는 형태로 구성하였으며, 구체적으로는 이자율을 Base Run 보다 2%를 높이는 시나리오와 2% 낮추는 2가지 시나리오를 설정하여 시장변화양상을 실험하였다. 이자율을 기본시나리오(Base Run)보다 2% 낮추었을 경우를 살펴보면, 아래 <그림 6-2>에서와 같이 기본시나리오보다 주택가격이 크게 높아지는 양상을 보이는 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면, 이자율을 2% 낮출 경우 수도권 아파트 평균가격은 60개월을 전후한 시기까지 빠르게 상승하였으며, 이후 상승폭이 줄어드는 것으로 나타났다. 반면 기본시나리오의 경우 일정한 속도로 주택가격이 상승하였으며, 후반부로 갈수록 상승폭이 완만해지는 것으로 나타났다. 이는 이자율을 낮추는 정책의 경우 주택가격이 더 많이 오르며, 또 상승 초기 상승속도를 높이는 효과가 있는 것으로 해석될 수 있다.

그림 6-2 | 이자율 -2% 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화



자료: 연구진 작성

이자율을 기본시나리오(Base Run)보다 2% 높였을 경우를 살펴보면, 아래 그림에서와 같이 기본시나리오보다 주택가격이 크게 낮아지는 양상을 보이는 것으로 나타났다. 이자율을 2% 높일 경우, 수도권 아파트 평균가격은 기본시나리오보다 완만한 상승추세를 보이는 것으로 나타나 이자율을 높이는 것은 주택가격 안정에 유효하며, 특히 상승속도를 낮추는 데 효과가 있는 것으로 해석할 수 있다.

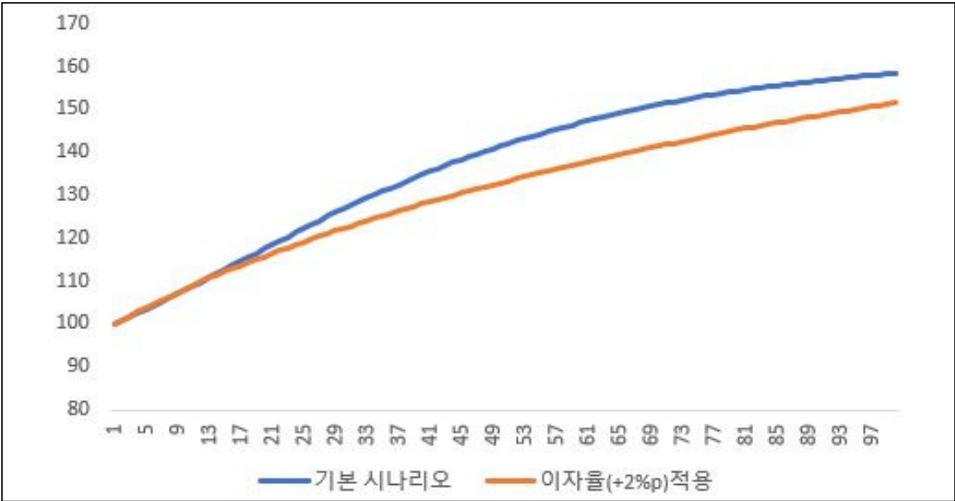
이러한 실험 결과를 바탕으로 이자율의 경우, 주택가격에 음(-)의 방향으로 영향을 미치며, 특히 이자율을 낮출 경우 주택가격은 초기 더 큰 폭으로 주택가격이 상승하는 것으로 실험결과가 도출되었다. 또한 이자율이 높을 경우 상승폭도 줄어들지만 상승추세도 완만하게 나타나 주택가격 상승기 시장 안정성이 상대적으로 높아지는 것으로 분석되었다. 이와 관련하여, 기존 박진백 외(2021)¹⁾, 허장만 외(2018)²⁾의 연구들에서도 이자율은 주택시장에 음의 방향으로 영향을 미치며, 특히 최근 주택시장 변화에서

1) 박진백 외(2021), 금리의 주택가격 상승 기여도 추정, 주택연구 Vol.29(4), pp. 75-100, 한국주택학회

2) 허종만·이영수(2018), 이자율변동의 주택시장 파급효과 분석, 부동산분석 Vol.4(1),pp.55-70

큰 영향을 미친 변수라는 결론을 내고 있는 바, 본 연구에서 구축한 ABM 모형을 기반으로 한 실험 결과도 이러한 기존 연구와 부합하는 결과를 보여준 것으로 판단된다.

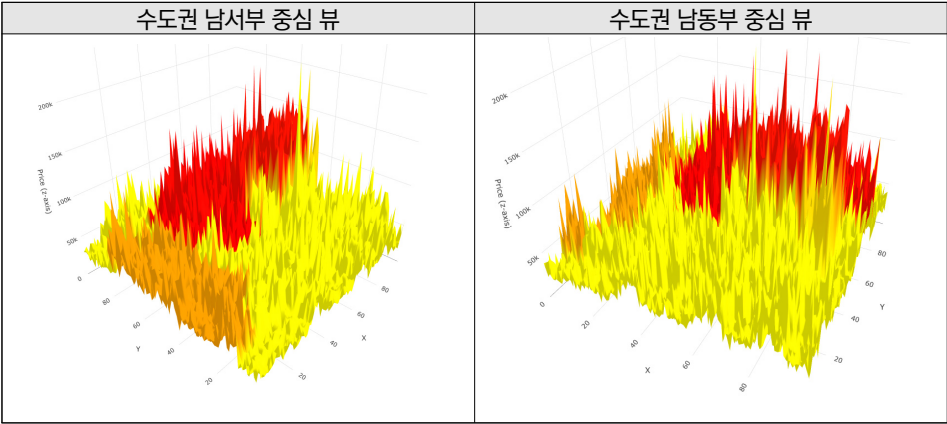
그림 6-3 | 이자율 +2% 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화



자료: 연구진 작성

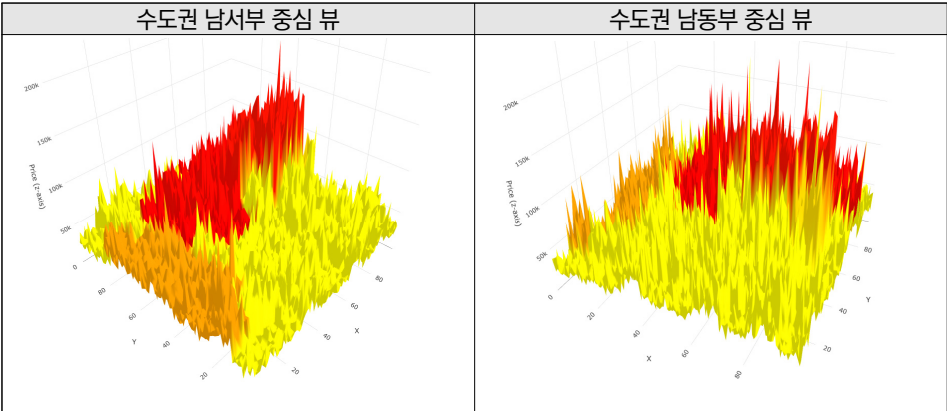
실험 결과의 공간적 분포를 3D 그래프를 통해 살펴보면, 아래 <그림 6-4>, <그림 6-5>에서 나타나는 바와 같이 이자율 -2% 적용 시, 실제 주택시장과 같이 강남4구 지역을 중심으로 고가주택이 밀집되어 있으며, 수도권 외곽으로 나갈수록 가격이 낮아지는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 특히, 강남지역의 최고가 지역의 경우, 평균 아파트가격이 2~3선호지역 평균 주택가격의 2개에 가까운 수준을 보이는 것으로 분석되었다.

그림 6-4 | 이자율 -2% 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화(3D)



자료: 연구진 작성

그림 6-5 | 이자율 +2% 적용 시나리오에 따른 주택가격 변화(3D)



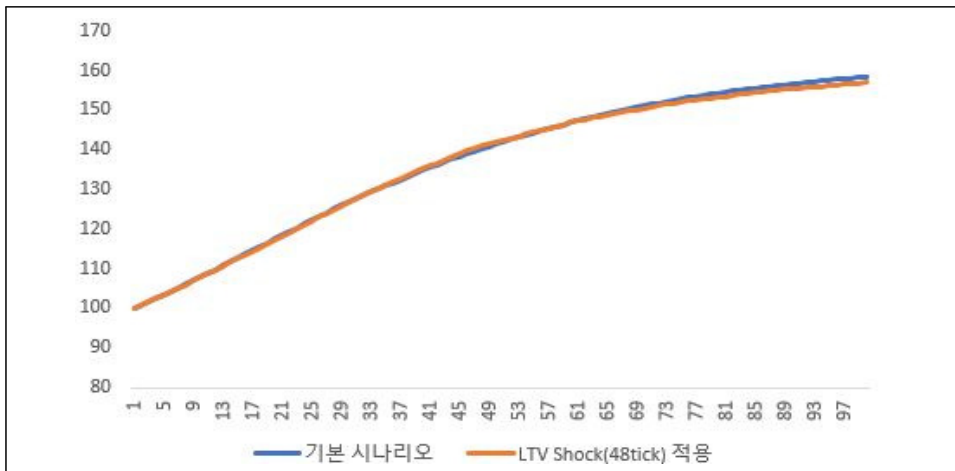
자료: 연구진 작성

이자율 +2% 적용시도 마찬가지로 강남지역을 중심으로 고가주택이 밀집되어 있으며, 인천과 경기 일부 인기지역도 상대적으로 높은 가격수준을 보이는 것으로 시뮬레이션 결과가 나타났다.

(2) LTV·DTI 시나리오별 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

정부는 주택시장의 안정을 위해 LTV나 DTI와 같은 금융규제 등을 활용하고 있으며, 특히, LTV의 경우 주택구매 여력에 큰 영향을 미치고 있기 때문에 행위자기반 시뮬레이션 실험에 있어서 주요변수라고 할 수 있다. LTV적용 시나리오에서는 일정시점에 LTV를 규제했을 때 나타나는 가격변화를 살펴보는 형태로 구성하여 시뮬레이션을 시행하였다. 구체적으로는 실제 LTV규제가 48개월이 되는 시점에 강화되는 것으로 설정하고 전후 시장변화양상을 실험하는 형태로 구성되며, 규제 강도는 LTV 80% → 40%로 설정하였다.

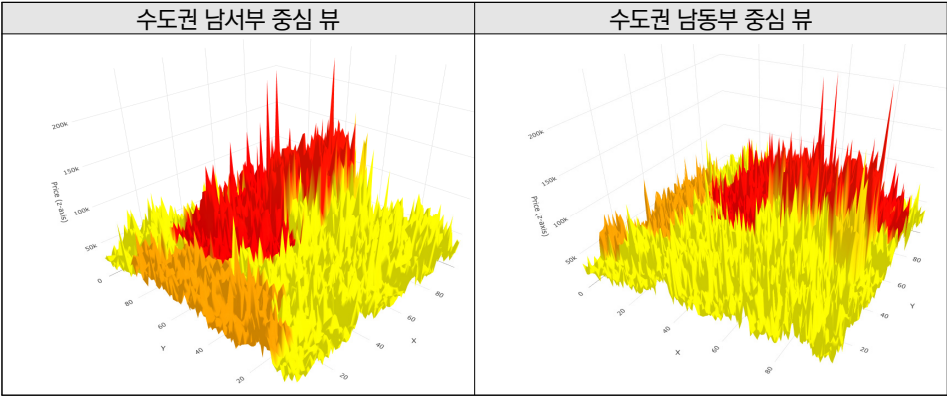
그림 6-6 | LTV Shock(48tick) 적용 가격 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

기본시나리오(Base Run)와 비교하여 LTV 규제를 강화했을 경우를 살펴보면, 기본 시나리오 대비 가격상승세가 소폭 둔화되는 것으로 나타났다. 반면 기본 시나리오에서 보이는 바와 같이 LTV규제가 없을 경우는 앞서 설명한 바와 같이 꾸준히 가격상승을 이어나갔으나 규제에 따른 차이는 미미한 수준인 것으로 나타났다. 이러한 LTV규제 강화 시뮬레이션 결과는 주택구매 후보자의 구매여력에 음의 영향을 미치나 그 크기는 작은 수준에 그치는 것으로 이해할 수 있다.

그림 6-7 | LTV Shock(48tick) 적용 가격 시나리오 비교(3D)



자료: 연구진 작성

총부채상환비율(Debt Service to Income : DTI) 규제는 2005년 투기지역을 중심으로 주택가격의 급등에 따른 경제 및 금융시장의 잠재적 불안요인을 차단하기 위해 도입된 제도이며, LTV와 마찬가지로 주택구매 여력에 큰 영향을 미치고 있기 때문에 행위자기반 시뮬레이션 실험에 있어서 주요변수라고 할 수 있다. DTI적용 시나리오에서는 LTV시나리오와 마찬가지로 일정시점에 DTI를 규제했을 때 나타나는 가격변화를 살펴보는 형태로 구성하였다. 구체적으로는 48개월 짜에 DTI규제가 강화되도록 하여 전후 시장변화양상을 실험하는 형태로 구성되며, 규제 강도는 DTV 60%→40% 수준으로 하였다. 실제로 2008년 금융위기 시점 등 주택시장이 위축되거나 강한상승 시장을 보이는 경우 유동성, 투기과열, 주거비부담 상승 등의 문제를 해결하기 위해 LTV와 더불어 DTI규제 강화를 적용한 경험에 있다.

기본시나리오와 비교하여 DTI 규제를 강화했을 경우를 살펴보면, 기본시나리오 대비 가격 상승세가 상대적으로 완만해지는 것으로 나타났으며, 규제 효과는 LTV에 비하여 DTI 규제 효과가 더 높은 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면, DTI규제가 강화된 48번째 개월 이후 수도권 아파트 평균가격 상승폭이 크게 완만해져 이후 규제를 하지 않았을 때와 비교하여 상대적으로 안정적인 모습을 보이는 것으로 나타났다. 이러한 실험 결과를 바탕으로 DTI규제 강화의 경우, 주택가격에 음(-)의 방향으로 영향

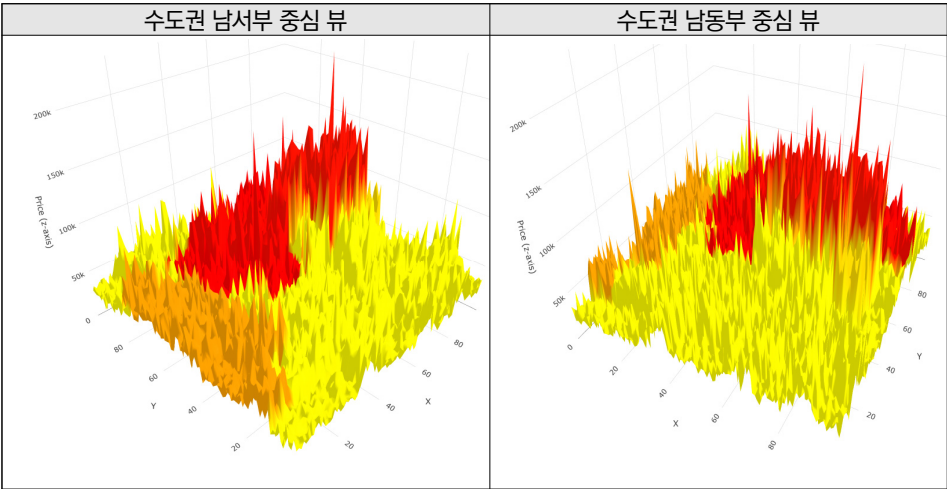
을 미치며, 특히 LTV규제 보다 더욱 강하게 주택가격을 하락시키는 실험결과가 도출된 것으로 이해할 수 있다.

그림 6-8 | DTI Shock(48tick) 적용 가격 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

그림 6-9 | DTI Shock(48tick) 적용 가격 시나리오 비교(3D)



자료: 연구진 작성

2) 조세정책 시나리오별 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

(1) 취득세 시나리오별 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

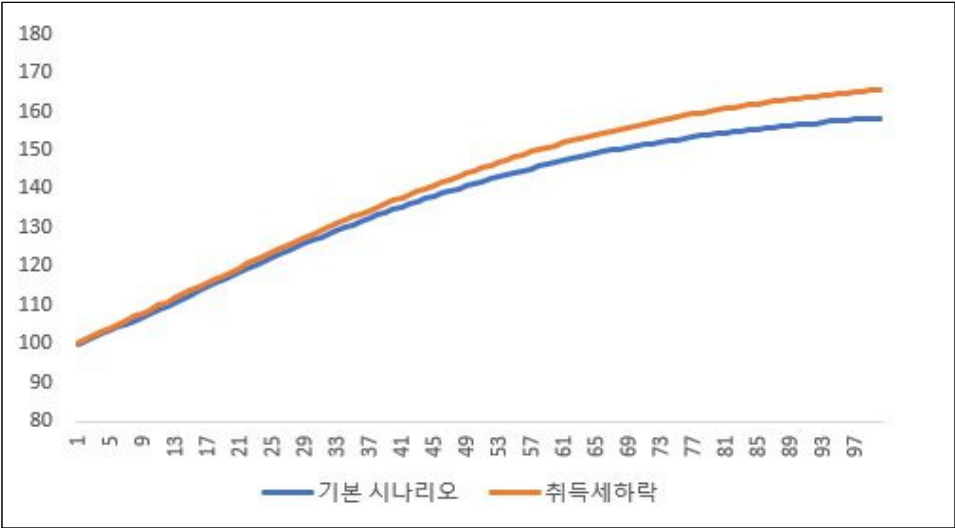
취득세는 매매가격 및 점유형태 선택에 큰 영향을 미치는 세제로 분석³⁾되고 있으며, 주택가격 상승기 시장참여자 행태분석 연구에서도 취득세의 강화는 수요 감소에 큰 영향을 미친 것으로 나타나는 등⁴⁾(전성제 외, 2023:123) 주택시장과 시장참여자 행태에 큰 영향을 미치는 변수로 인식되고 있다. 이에 본 연구에서는 취득세를 조세정책 주요 시나리오 변수로 채택하여 시뮬레이션을 시행하였다. 취득세 적용 시나리오에서는 취득세를 완화했을 때 나타나는 가격변화를 살펴보는 형태로 구성하였으며, 구체적으로는 다주택자 등에 대한 중과세 없이 일괄적으로 1%로 취득세를 적용했을 때 나타나는 변화를 실험하였다. 기본시나리오(Base Run)와 비교하여 취득세 규제를 완화했을 경우를 살펴보면, 기본시나리오 대비 주택가격이 높아지는 양상을 보이는 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면, 취득세를 1% 수준으로 낮출 경우 주택가격 상승폭이 기본시나리오보다 확대되어 100개월 차에는 약 4.4% 더 높은 가격수준에 달하는 것으로 결과가 도출되었다. 특히 기본시나리오에서 가격상승폭이 완화되는 중반기 이후 시기에 지속적으로 주택가격이 더 상승하는 것으로 나타났다. 더 큰 이러한 실험 결과를 바탕으로 취득세 완화 경우, 주택가격에 양(+)의 방향으로 영향을 미치며, 특히 취득세를 낮출 경우 높은 주택가격 상승폭이 보다 장기간 유지되는 실험결과가 도출되었다.

한편, <그림 6-11>에서 나타난 바와 같이 실험 결과를 공간적 측면에서 살펴보면, 취득세 규제 완화 시나리오에 따라 수도권 전체적으로 아파트 평균가격이 높게 나타났는데, 이는 취득세 완화가 실수요자들을 비롯한 다주택자의 수요를 확대하여 주택가격 상승속도를 높이는 데 기여한 결과로 해석된다.

3) 박진백 외(2023), 부동산세제의 시장영향력과 향후 정책방향 연구, 국토연구원, 기본23-04

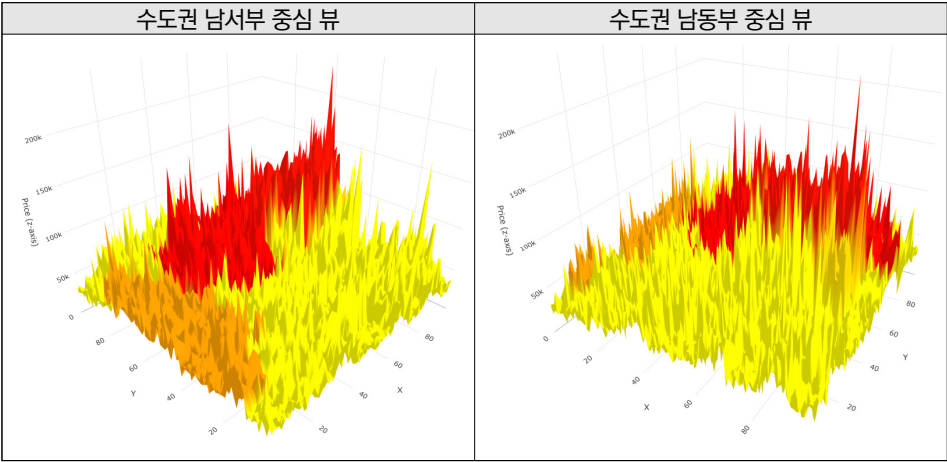
4) 전성제 외(2023), 부동산시장 정책에 대한 시장참여자 정책대응 행태 분석 및 평가방안 연구, 국토연구원, 기본23-30

그림 6-10 | 취득세 완화 적용 가격 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

그림 6-11 | 취득세 적용 가격 시나리오 비교(3D)

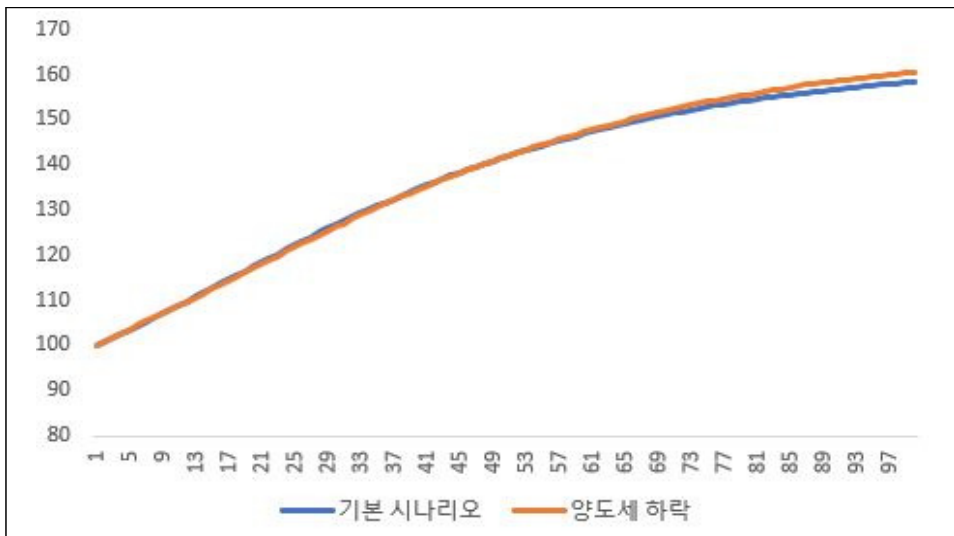


자료: 연구진 작성

(2) 양도세 시나리오별 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

취득세 규제정책과 함께 양도세 규제정책은 다주택자 등 행위자별 주택의 거래량, 거래시점, 점유형태(자가, 임차) 등에 많은 영향을 미치고 있기 때문에 본 실험의 주요 변수로 채택하였다. 양도세 적용 시나리오에서는 양도세 규제를 완화했을 때 나타나는 가격변화를 살펴보는 형태로 구성하였다. 주택가격 상승기 양도세 정책의 가장 중요한 이슈는 매도 측면에서 양도세 강화로 야기되는 매물 잠김으로 인한 매도(시장공급)물량 감소이며, 구체적인 시장참여자 행태는 매도자의 매물회수 및 매도회피 행태가 그에 해당한다.⁵⁾ 따라서, 실제 다주택자 종과세 조건을 해제하여 양도세를 완화했을 경우 시장변화양상을 실험하였다.

그림 6-12 | 양도세 완화 적용 가격 시나리오 비교

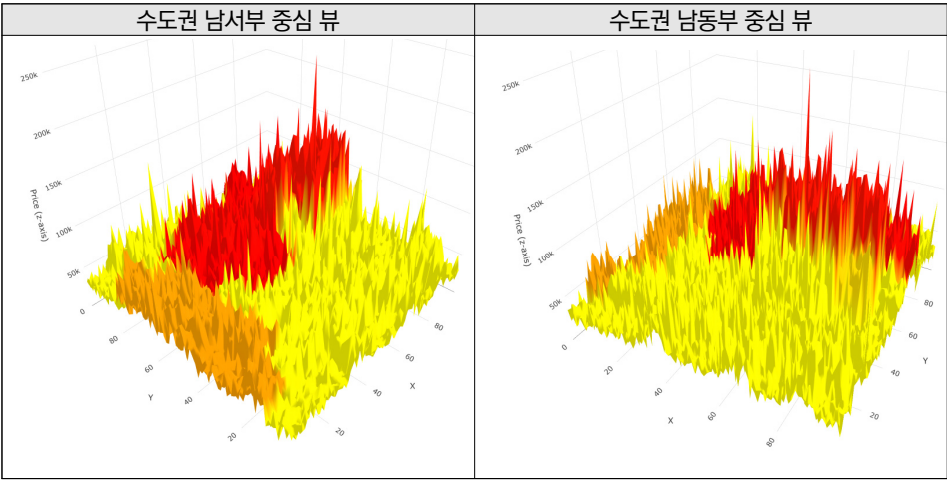


자료: 연구진 작성

5) 전성제 외(2023), 부동산시장 정책에 대한 시장참여자 정책대응 행태 분석 및 평가방안 연구. 국토연구원, 기본 23-30

기본시나리오(Base Run)와 비교하여 양도세 규제를 완화했을 경우를 살펴보면, 기본시나리오와 유사한 행태로 주택가격이 변화되는 것으로 나타났다. 이 실험결과만으로 양도세와 관련한 명확한 시장변화 양상을 설명할 수는 없으나, 실험결과 자체는 양도세 강화와 완화가 주택가격에 미치는 영향은 크지 않으며, 주택가격 상승기 후반부에 소폭 더 상승하는 영향이 있는 것으로 나타났다. 이는 양도세 변화가 주택가격에 큰 영향을 미치지 못했다는 점에서 기존 시장참여자 행태 관련 선행연구에서 살펴본 바와 같이 양도세를 강화하는 정책의 경우 양도세 부담으로 매도를 포기하는 다주택자가 증가하는 등 ‘매물잠김효과’가 나타나면서 소기의 목적을 달성하지 못했다는 설명⁶⁾과 일부 부합하는 실험 결과로 해석될 수 있다.

그림 6-13 | 양도세 적용 가격 시나리오 비교(3D)



자료: 연구진 작성

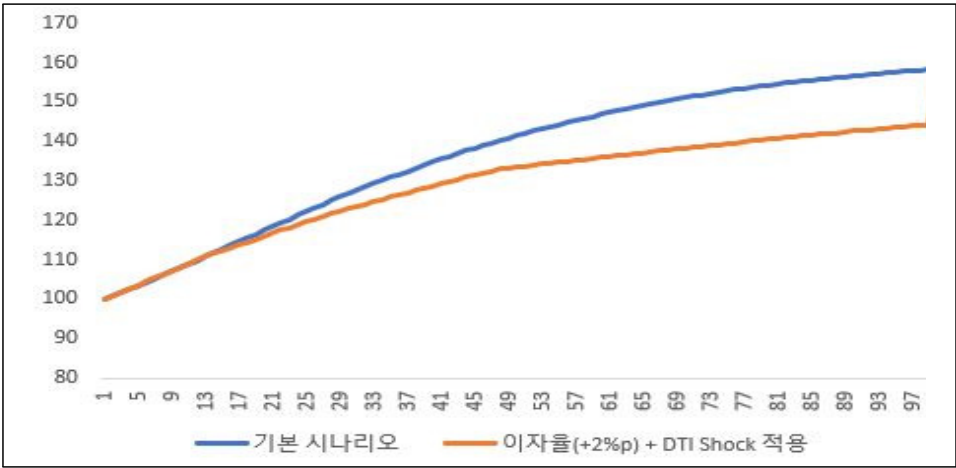
6) 전성제 외(2023), 부동산시장 정책에 대한 시장참여자 정책대응 행태 분석 및 평가방안 연구. 국토연구원, 기본 23-30

3) 정책 중첩 효과 분석 결과

앞서 각 금융 및 조세 정책별로 기본시나리오와 정책 변화에 따른 충격이 가해지는 시나리오를 각각 20회씩 시행한 결과의 평균값으로 정책효과를 분석하였다. 여기에 더해 이 절에서는 여러 정책 충격이 중첩될 경우 나타나는 효과를 시뮬레이션 하여 살펴 보도록 한다. 이를 위해 중첩되는 정책으로는 이자율 변화와 LTV·DTI 등 금융규제 중첩, 이자율 변화와 취득세 및 양도세 완화 중첩 등을 살펴본다.

먼저 이자율 변화와 금융규제 변화의 중첩효과를 시뮬레이션 한 결과를 살펴보면, 이자율을 높이면서 DTI 규제를 강화할 경우 하나의 정책을 시행할 때보다 더 시장이 안정되는 결과로 귀결되었다. 아래 <그림 6-14>에서 나타난 바와 같이 DTI 규제가 강화되는 48개월까지 이자율 상승으로 주택가격 상승폭이 상대적으로 완만했으며, DTI 규제 강화 후 추가적으로 주택가격 상승이 억제되어 더욱 완만한 기율기로 주택가격이 상승하는 것으로 시뮬레이션 결과가 도출되었다.

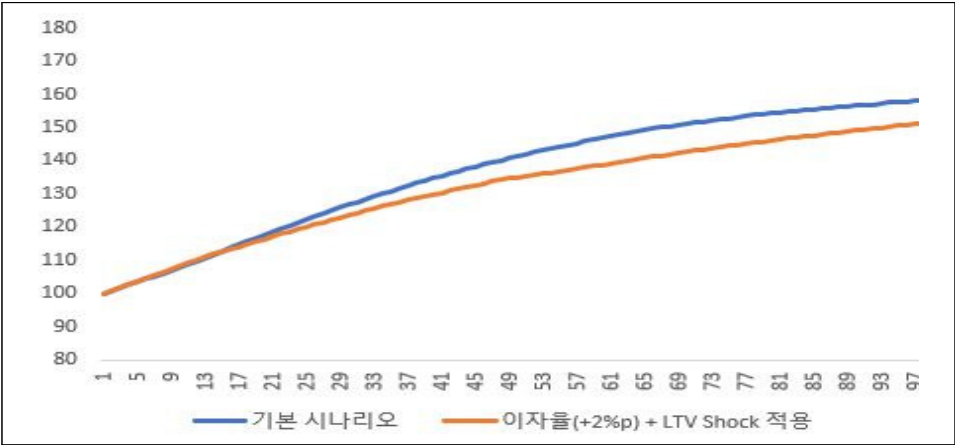
그림 6-14 | 이자율 상승과 DTI 규제 강화 중첩 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

또한 이자율 상승과 LTV 규제 강화 중첩도 DTI 정책만큼은 아니나 중첩으로 인한 추가적인 안정 효과가 미약하게 나타나는 것으로 시뮬레이션 되었다. 이러한 결과에 비추어 볼 때 주택가격 상승기 이자율과 금융규제 정책의 경우 중첩시행이 주택가격 안정에 긍정적 효과가 나타날 가능성이 높음을 시사한다.

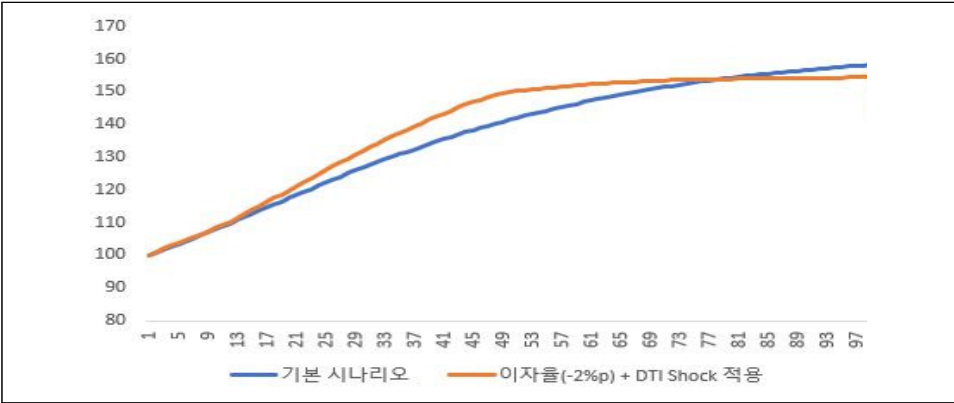
그림 6-15 | 이자율 상승과 LTV 규제 강화 중첩 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

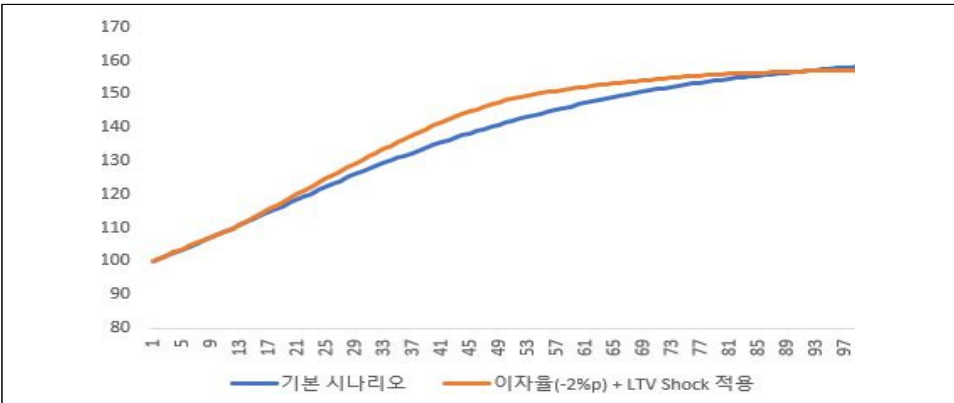
다음으로 이자율은 낮추면서 DTI 또는 LTV 규제를 강화할 경우, 아래 <그림 6-16> 과 <그림 6-17>에서 나타난 바와 같이 이자율 인하 효과로 주택가격 상승폭이 커지나 DTI 규제 강화로 예상되는 주택가격 상승폭은 제한적일 가능성이 높음을 보여주는 시뮬레이션 결과가 도출되었다. 특히 이자율이 하락했을 경우 DTI와 LTV와 같은 금융 규제 정책의 효과가 상대적으로 더 높은 것으로 나타나 저금리 시기에는 금융규제가 상대적으로 더 효과적일 수 있다는 해석을 가능하게 하는 결과가 도출되었다.

그림 6-16 | 이자율 하락과 DTI 규제 강화 중첩 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

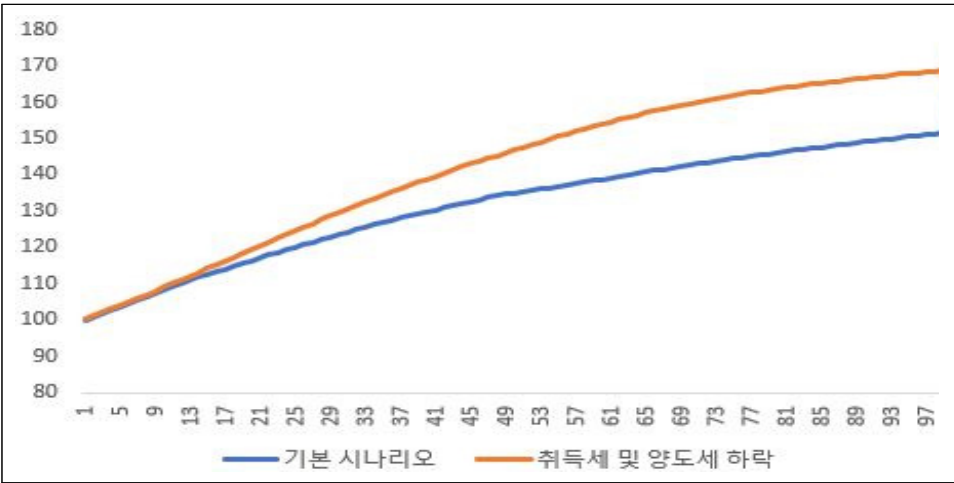
그림 6-17 | 이자율 하락과 LTV 규제 강화 중첩 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

다음으로 취득세와 양도세를 중첩하여 완화했을 경우 시장 변화 양상을 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 결과 취득세나 양도세를 단독으로 완화했을 경우를 합친 것보다 두 세제가 동시에 완화되었을 때 가격 상승폭이 더 크게 나타났다. 이는 세제정책의 경우 주택가격 상승기 중첩 적용될 경우 보다 큰 효과가 나타날 수 있음을 시사하는 것으로 이해될 수 있다.

그림 6-18 | 취득세와 양도세 완화 중첩 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

4) 정책 변화 시나리오별 시뮬레이션 결과 소결

이 절에서 살펴본 정책 변화에 따른 부동산시장 변화 양상에 대한 시뮬레이션 실험 결과는 아래 “ABM 활용 정책실험 결과표”에서와 같이 정리되어 제시될 수 있다. 예를 들어 금융정책이나 조세정책의 효과는 정책수단에 따라 다르게 나타나며, 또한 금융정책의 경우 중첩 시행이 보다 더 큰 효과를 가져오는 반면, 이자율 수준에 따라서는 금융 규제 영향이 달라짐을 보여줌으로써 어떤 정책들을 시행하고자 함에 따라 시장 영향이 어떻게 나타나는지 정책이 가져올 결과에 대한 사전 실험이 가능함을 보여주었다. 이에 더하여 각 정책 시나리오별 실험 결과와 관련한 기초통계량들로 아래 <표 6-1>과 같이 별도의 표로 정리하여 같이 제시함으로써 독자들의 정책실험 결과에 대한 다양한 해석이 가능하도록 ABM 모형을 활용한 시뮬레이션 결과를 활용할 수 있을 것이다.

〈표 6-1〉 ABM 활용 정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오			시나리오별 실험결과
금융 정책	이자율	-2%	(주택가격) 기본 시나리오대비 주택가격 상승폭 확대 (세부내용) 이자율을 낮출 경우 주택가격은 초기 더 큰 폭으로 주택가격이 상승하는 것으로 실험결과가 도출되었으며, 이자율이 높을 경우 상승폭도 줄어들지만 상승추세도 완만하게 나타남
		+2%	(주택가격) 기본 시나리오대비 주택가격이 상승폭 하락 (세부내용) 이자율을 2% 높일 경우, 기본시나리오보다 완만한 추세로 지속적으로 상승
	LTV 강화 (80% → 40%)		(주택가격) 기본시나리오와 큰 차이 없이 가격이 상승 (세부내용) LTV규제가 강화된 2019년(48번째 개월) 이후 수도권 아파트 평균가격은 기본시나리오 대비 미미하게 상승폭이 감소
	DTI 강화 (60% → 40%)		(주택가격) 기본시나리오 대비 가격상승세가 급격하게 둔화되며 안정세 (세부내용) DTI규제가 강화된 48번째 개월 이후 수도권 아파트 평균가격은 상승폭이 급격히 둔화되면서 시장이 상대적으로 안정적인 모습을 보임
조세 정책	취득세 완화 (1%)		(주택가격) 기본시나리오 대비 주택가격이 상승폭이 소폭 증가 (세부내용) 주택가격이 기본시나리오에 비해 5%p 추가 상승
	양도세 완화 (다주택자 중과 해제)		(주택가격) 기본시나리오와 유사한 행태로 주택가격이 변화 (세부내용) 양도세 완화의 효과는 거의 나타나지 않아 기본시나리오와 거의 동일한 수준으로 가격이 상승

자료: 연구진 작성

3. 행위자 특성 변화에 따른 주택시장 변화양상 시뮬레이션

ABM 모형의 특징이자 장점이 개별 행위자의 행태에 대한 다양한 시나리오를 통한 실험이 가능하다는 점이며, 앞서 언급한 바와 같이 본 연구에서 구축한 모형에서도 부동산시장 행위자들의 행태적 특성을 반영할 수 있도록 설계하였다. 한편, 시장참여자 행태 측면에서 부동산시장에서 규제강화 측면의 정부 정책이 추진될 때 시장참여자들을 다양한 회피수단을 동원하여 규제를 우회하는 행태들을 보였으며, 또한 부동산시장에서 주택가격 변화가 시장참여자들의 가격상승 기대에도 큰 영향을 받는 것으로 이해되고 있다.⁷⁾ 따라서 본 연구에서는 이러한 시장참여자들의 특성을 반영하여 정부의 규제완화에 대응하여 우회하는 행위자가 존재하며, 주택가격 변화에서 시장참여자들의 주택가격 상승 기대 정도가 영향을 미치는 방식으로 모형을 설계하였다.

이러한 모형의 특성을 활용하여 이 절에서는 행위자들의 행태적, 심리적 특성 변화가 부동산시장에 미치는 영향을 실험하기 위해 본 모형에서 반영한 행태적 특성 변수를 활용한 시나리오를 구성하여 시장변화양상을 실험하였다. 행위자 특성 변화에 따른 주택시장 변화 양상 실험을 위한 시나리오가 세팅이 된 후에는 각 조건별 시나리오에 따라 모형의 초기 세팅을 완료 한 후 시뮬레이션을 통해 행위자 특성 변화 따른 시장 변화 효과에 대한 실험을 시행하였다.

행위자 특성 변화 시나리오는 본 연구에서 활용한 행위자 특성 변수인 행위자의 주택가격 상승기대 수준과 정부 규제 회피행태 수준 중심으로 시뮬레이션 하였다. 가격상승기대 시나리오는 주택가격 상승기 가격상승흐름에 미치는 영향이 큰 시장참여자들의 심리지표로서 가격상승기대 수준을 중심으로 구성하였으며, 정부규제 회피 행태 시나리오는 주요한 금융정책인 DTI·LTV 금융규제를 회피할 역량과 의지가 있는 행위자 비율 변화를 중심으로 구성하여 시장 변화 양상을 실험하였다.

7) 전성제 외(2023), 부동산시장 정책에 대한 시장참여자 정책대응 행태 분석 및 평가방안 연구. 국토연구원, 기본 23-30

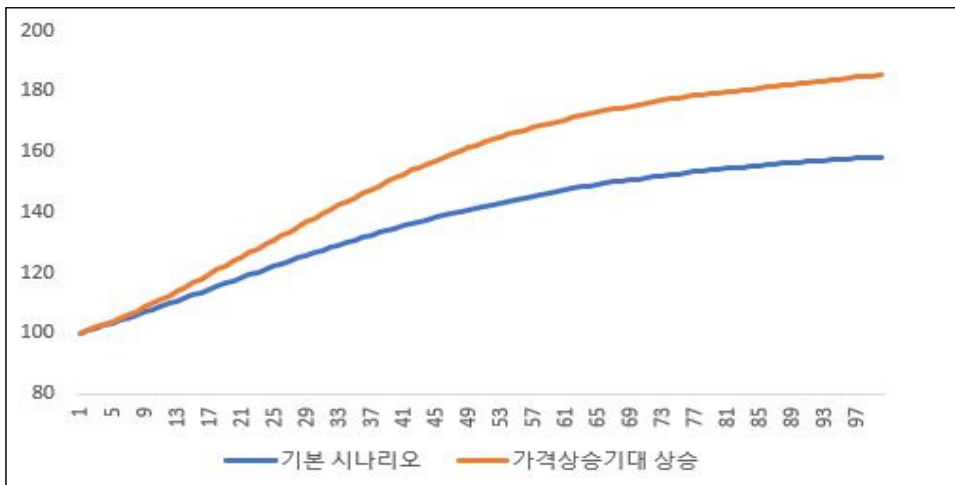
1) 가격상승기대 수준 변화에 따른 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

부동산시장에서 시장참여자의 심리 또는 가격상승기대는 매우 중요한 변수로 이해되고 있으며, 거시경제여건 등 경제적 펀더멘털(Fundamental) 뿐 아니라 기대심리 변화 또한 주택가격 변화에 큰 영향을 미치는 요인으로 이해되고 있는 바, 행위자 특성 관련 시뮬레이션 실험에 있어서 가격상승기대 변화 시나리오는 실험 필요성 매우 높은 주제이다. 이에 여기에서는 가격상승기대가 높아졌을 때와 낮아졌을 때를 시나리오로 구성하여 구축된 모형을 활용한 시장변화 실험을 실시하였다.

(1) 가격상승기대 상승 시 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

가격상승기대 상승 시나리오에서는 투기적 성향이 낮은 행위자의 가격상승기대를 높였을 때 나타나는 평균 가격 및 평균 가격상승 기대 변화를 살펴보는 형태로 구성하였다. 구체적으로는 시장참여자들의 평균적인 가격상승기대가 Base Run과 비교해 20%p 더 높은 수준으로 설정하였다.

그림 6-19 | 가격상승기대 상승 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

기본시나리오(Base Run)와 비교하여 시장참여자들의 가격상승기대가 높아진 시나리오의 실험 결과를 살펴보면, 기본시나리오(Base Run) 대비 가격이 빠르게 상승한 것으로 나타났으며, 여타 정책 실험에서 나타난 것보다 가격상승폭이 매우 큰 것으로 시뮬레이션 결과가 도출되었다. 구체적으로 살펴보면, 기본시나리오의 경우 100개월 후 아파트 가격이 약 58.4% 상승한 것으로 나타난 반면, 주택가격 상승기대가 높게 형성되었을 경우 약 85.4%가 상승한 것으로 나타나 가격상승폭이 약 1.5배 가까이 높은 것으로 시뮬레이션 결과가 도출되었다. 이러한 실험 결과를 통해 시장참여자들의 가격상승 기대가 높아질 경우 주택가격에 양(+)의 방향으로 강하게 영향을 미칠 수 있다는 점을 파악할 수 있었다. 또한 이는 높은 시장참여자 가격상승기대가 주택시장의 변동성을 크게 높이는 결과로 귀결될 수 있음을 시사한다.

(2) 가격상승기대 하락 시 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

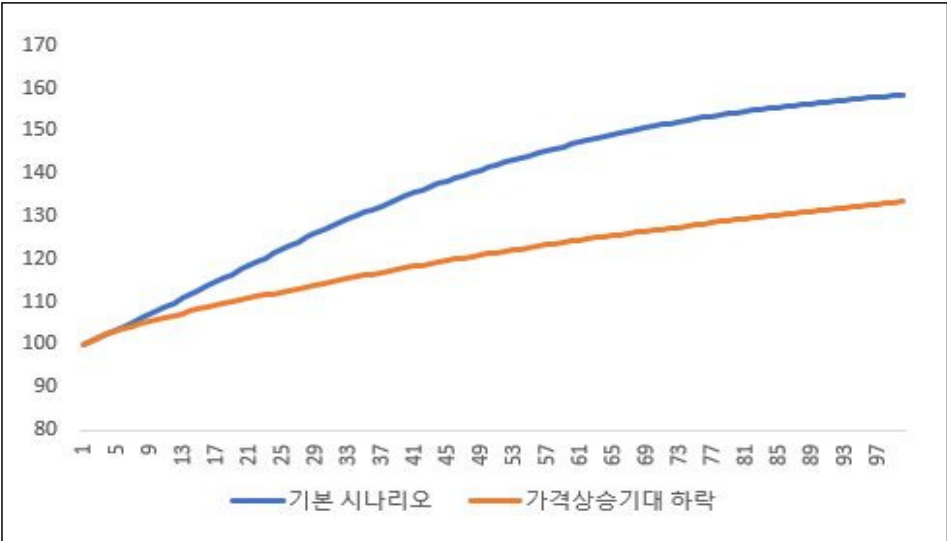
가격상승기대 하락 시나리오에서는 투기적 성향이 낮은 행위자의 가격상승기대심리가 기본 시나리오보다 더 낮을 때 나타나는 아파트 가격 변화를 살펴보는 형태로 구성하였다. 구체적으로는 시장참여자의 평균적인 가격상승기대가 Base Run과 비교해 20%p 더 낮은 수준으로 설정하였다.

시뮬레이션 결과 기본시나리오(Base Run)와 비교하여 시장참여자들의 가격상승기대가 낮아지면 기본시나리오(Base Run) 대비 가격 상승폭이 낮은 것으로 나타났다. 시기적으로도 초기부터 후기까지 주택가격 상승폭을 지속적으로 완만하게 만들어 주택가격 상승 폭을 크게 낮추는 것으로 나타났다. 이 또한 가격상승기대가 높아지는 시나리오와 마찬가지로 다른 정책 도입 등의 효과보다 가격상승에 더 큰 영향을 미치는 것으로 시뮬레이션 결과가 도출되었다.

이러한 실험 결과를 통해 시장참여자의 가격상승기대가 낮아질 경우 주택가격에 음(-)의 방향으로 영향을 미치며, 시장참여자 가격상승기대심리가 낮을 경우 같은 조건에서도 빠르게 주택시장이 안정을 찾을 수 있음을 보여준다. 이는 시장에서 시장참여자들의 가격상승기대가 미치는 영향력이 상대적으로 매우 높음을 시사하는 것으로, 주

택가격 상승기 시장참여자들의 가격 상승 기대가 과도하게 높아지지 않도록 하는 것이 매우 중요하다는 점을 잘 보여주는 것으로도 이해될 수 있을 것이다.

그림 6-20 | 가격상승기대 하락 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

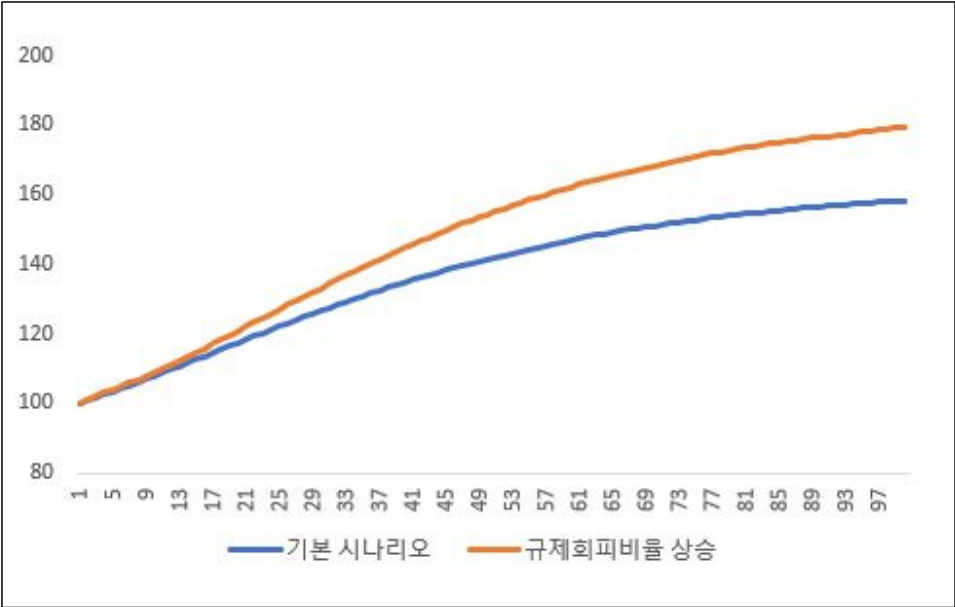
2) 정부규제 회피 행태 변화에 따른 주택시장 변화 양상 시뮬레이션

다음으로 행위자들의 정부규제 회피행태 변화 시나리오에서는 정부의 금융규제를 회피하는 행위자 비율 변화에 따른 평균 가격 및 평균 가격상승 기대 변화를 살펴보는 형태로 구성하였다. 구체적으로는 정부의 금융규제 중 DTI·LTV 규제를 회피하는 행위자 비율이 5%에서 10%로 Base Run과 비교해 5%p 더 높은 수준으로 시나리오를 설정하여 모형을 활용한 실험을 진행하였다.

기본시나리오(Base Run)와 비교하여 규제 회피 시나리오의 실험 결과를 살펴보면, 기본시나리오(Base Run) 대비 가격이 빠르게 상승하며, 더 늦은 시점까지 가격이 지속해서 상승하는 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면, 기본시나리오의 경우 약

58% 아파트 가격이 상승하는 반면, 규제회피행태가 증가할 경우 약 80% 가까이 주택 가격이 상승하는 것으로 시뮬레이션 되었다. 결과적으로 정부 규제에 대한 회피가 확대될 경우, 즉 정부 정책의 빈틈으로 우회 경로가 있어 이를 통한 규제 회피 행태가 보다 빈번해질 경우에는 주택가격상승기에는 같은 조건에서 주택가격이 더 빠르게 상승할 수 있음을 보여주는 실험 결과로 이해될 수 있다. 이러한 실험 결과를 통해 행위자들 사이 정부 규제에 대한 회피가 만연할 경우 주택가격 상승기에는 주택가격에 양(+)의 방향으로 영향을 미치며, 이 때에는 같은 조건에서도 주택시장 불안이 더 커질 수 있음을 발견하였다.

그림 6-21 | 규제회피 행태 증가 시나리오 비교



자료: 연구진 작성

4. 소결

이 장에서는 4, 5장에서 구축된 부동산시장 ABM 모형을 활용하여 정책 시행 및 행위자 특성 변화 등을 반영한 시나리오에 따른 시장변화양상을 시뮬레이션 하였다. 구체적으로는 주택가격 상승기 전형적인 시장 여건 등을 환경변수로 세팅하고, 이를 바탕으로 다양한 정책실험을 시행한 결과를 정리하여 제시함으로써 시장참여자의 행태를 고려했을 때 주택가격 상승기 발생할 수 있는 여러 상황에 대한 정책 실험 결과를 분석적으로 제시함으로써 향후 주택가격 상승기 정책 방향에 대한 시사점을 제공하였다. 이를 통해 향후 주택가격 상승기 시장참여자 행태를 고려한 사전적 시뮬레이션이 가능함을 확인하고 주택가격 상승기 정책 방향에 대한 시사점을 도출할 수 있었다.

먼저 금융정책에 대한 시뮬레이션 결과 이자율 증감은 주택시장 가격 변화에 유의미한 영향을 미치며, 이자율을 높일 경우 주택 가격 상승폭이 줄어들며, 이자율을 낮출 경우 주택가격 상승폭을 높이는 결과로 귀결되었다. LTV와 DTI 규제는 주택시장에 진입하는 가구의 자금조달능력에 대한 제약 조건으로 작용하여 주택가격 상승폭을 낮추는 영향을 미치는 것으로 나타났다.

다음으로 조세정책에 대한 시뮬레이션 결과 취득세 강화의 경우 수요자의 취득 비용을 높여 가격상승폭을 낮추는 것으로 나타났다. 반면 양도세의 경우 매수 측면에서 영향뿐 아니라 매도 측면에서 매도자가 기대한 만큼의 수익을 내기 위해 가격을 높여 매도하게 만드는 효과가 동시에 발생하여 주택가격에 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이는 과거 여러 연구들에서 양도세로 인한 동결효과가 ABM 모형에 기반한 실험에서도 유의하게 나타난 것으로 이해된다.

마지막으로 행위자 행태 변화 측면에 대한 시뮬레이션 결과 행위자들의 기대심리 변화가 주택가격 상승폭에 유의미한 영향을 미치며, 시장참여자들의 회피행태가 확산될 경우 주택가격 상승 폭을 높이는 것으로 나타났다. 이는 시장참여자의 행태 측면의 변화가 시장에 미치는 영향을 사전적으로 검토할 수 있는 좋은 도구로 활용될 수 있음을 보여준다.

이 장에서 다양한 시뮬레이션을 시행한 결과 본 연구에서 구축된 ABM 모형은 행위자들의 기대심리나 정책 대응 행태 변화 등 시장에 참여하는 개별 행위자 특성 변화에 따른 시장변화 양상에 대한 시뮬레이션도 가능함을 보여 ABM 모형의 필요성과 장점에 부합하는 결과가 도출되었다. 또한 향후 본 연구에서 구축된 모형으로 어떻게 정책 수립 시 활용할 수 있는지에 대한 예시적인 정책 실험 결과를 정리한 틀을 제시함으로써 향후 실제 정책 수립 시 본 모형의 활용의 유용성과 활용 방안을 제시하였다. 특히 여러 정책 및 행태 변화 실험을 통해 다양한 조건 하에서 부동산시장 정책 시행에 따른 영향을 시험해 볼 수 있는 도구로 활용이 가능하다는 점을 보여주었으며, 이를 활용할 수 있는 예시적인 사례도 표 등을 바탕으로 제시하여 향후 실제 정책 수립 과정에서 활용될 수 있는 연구 결과를 제시하였다는 점에서 의미가 있다.



CHAPTER 7

결론

1. 결론	175
-------------	-----

07 결론

본 연구는 시장참여자 행태를 고려한 부동산시장 정책 영향 분석 도구의 필요성에 부응하여 행위자의 특성을 반영한 정책 영향력 사전 시뮬레이션이 가능한 ABM 모형을 구축하고자 하였다. 정부는 반복되는 부동산시장 불안 해소를 위해 다양한 부동산시장 정책을 시행하였으나 부분적으로 효과가 충분하지 않았던 것으로 평가되고 있으며, 시장의 주요 행위자들(agents)의 행태가 미치는 파급효과를 충분히 고려하지 못한 점이 정책효과가 제한적으로 나타난 주요한 요인 중 하나로 인식되고 있다. 따라서 시장참여자들의 행태에 기반하여 정책 변화를 사전적으로 시뮬레이션 할 수 있는 모형 구축 필요성이 높은 실정이다. 이 연구는 이러한 필요성에 부응하여 이 연구에서는 행위자 행태 기반 모형을 정책 수립에 유용한 도구로서 개발하고자 하였다.

이에 본 연구에서는 2차년도에 걸쳐 수요 및 공급 측면을 포괄하는 ABM 모형을 구축하는 것을 목표로 1차년도에는 기존 주택 매도·매수를 중심으로 하는 ABM 모형을 우선적으로 구축하였다. 이를 위해 본 연구에서는 행위자기반 모형이 나타난 배경과 관련 이론적 논의 및 주요 선행연구를 검토, 공간 기반 부동산시장 ABM 초도 모형 구축 및 고도화, 개발된 ABM 모형을 활용한 부동산시장 정책 및 행위자 행태 변화에 대한 시뮬레이션 분석 수행 등을 수행하여 정책 및 행태 변화 시나리오별 시뮬레이션이 가능한 부동산시장 ABM 모형을 개발하였다.

구체적으로 ABM 모형 구축을 위해 부동산시장 기존주택 매도·매수 측면의 주요 행위자, 행위자들의 행태, 행위자에 영향을 미치는 주요 변수 등에 대한 개념 정리 및 관련 이론적 논의 검토하고 모형의 기본 틀을 도출하였다. 이 과정에서 수도권 공간구조를 단순화하여 ABM 상의 공간적 기반이 되는 패치(patch)에 대한 속성을 부여하여

공간을 구축하고, 구축된 공간상에서 가구 단위로서 부동산시장 행위자를 구현함과 동시에 부동산 매매 관련하여 규칙을 부여한 부동산시장 ABM 모형을 구축하였다. 또한 구축된 모형에 기반하여 정책 시나리오별 시뮬레이션 수행이 가능하도록 하며, 보다 신속한 시뮬레이션 구동이 가능하도록 하기 위해 Netlogo 기반 모형을 R을 활용하여 재구축하고 모형의 안정화를 위한 변수 조정 등을 수행하였다. 이를 통해 조세 및 금융 정책 변화 또는 행위자 기대심리 등 행위자 특성 변화에 따른 시장변화양상을 실험할 수 있도록 모형을 고도화하였다. 이렇게 구축된 모형은 과거 부동산시장 현황을 구축된 모형에 적용하여 실제 시장변화양상과 유사한 결과를 보이는지를 시뮬레이션하여 모형의 적합성을 검증하는 절차를 거쳤다.

본 연구에서 개발된 기존주택 매도·매수 측면의 부동산시장 ABM 모형으로 정책 및 시장참여자 행태 변화 시나리오별로 시뮬레이션한 결과, 개발된 모형이 정책 및 시장 참여자의 행태 변화가 시장에 미치는 영향을 사전적으로 검토할 수 있는 좋은 도구로 활용될 수 있음을 확인하였다.

금융정책에 대한 시뮬레이션 결과, 이자율 증감은 주택시장 가격 변화에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이자율을 높일 경우 주택 가격 상승폭이 줄어들며, 이자율을 낮출 경우 주택가격 상승폭을 높이는 결과로 귀결되었다. LTV와 DTI 규제는 주택시장에 진입하는 가구의 자금조달능력에 대한 제약 조건으로 작용하여 주택가격 상승폭을 낮추는 영향을 주었으나, LTV의 경우 정책 영향이 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

조세정책에 대한 시뮬레이션 결과, 취득세 강화의 경우 시장에 유의미한 영향을 미치나 양도세는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났으며, 이는 과거 여러 연구들에서 양도세로 인한 동결효과가 ABM 모형에 기반한 실험에서도 유의하게 나타난 것으로 이해된다.

마지막으로 행위자 행태변화 측면에 대한 시뮬레이션 결과 행위자들의 기대심리 변화가 주택가격 상승폭에 유의미한 영향을 미치며, 시장참여자들의 회피행태가 확산될 경우 주택가격 상승 폭과 기간을 늘리는 것으로 나타났다.

정책 및 행태변화 시나리오별로 다양한 시뮬레이션을 시행한 결과 본 연구에서 구축된 ABM 모형은 행위자들의 기대심리나 정책 대응 행태 변화 등 시장에 참여하는 개별 행위자 특성 변화에 따른 시장변화 양상에 대한 시뮬레이션도 가능함을 보여 ABM 모형의 필요성과 장점에 부합하는 결과가 도출되었다. 특히 여러 정책 및 행태 변화 실험을 통해 다양한 조건 하에서 부동산시장 정책 시행에 따른 영향을 시험해 볼 수 있는 도구로 활용이 가능하다는 점을 보여주었으며, 이를 활용할 수 있는 예시적인 사례도 표 등을 바탕으로 제시하여 향후 실제 정책 수립 과정에서 활용될 수 있는 연구 결과를 제시하였다는 점에서 의미가 있다.

본 1차년도 연구에서는 ABM 모형을 구축하면서 주택시장 참여자들의 행태적 특성과 수도권의 공간적 특성을 충실하게 반영하기 위해 노력하였다. 그럼에도 불구하고 1차년도에 구성된 모형은 다음과 같은 한계를 가진다. 첫째, 기존주택 매도·매수 측면에 국한하여 모형을 구축하여 주택시장에서 중요성이 높은 신규주택 공급 측면의 요소들은 모형에 반영하지 못하였다. 많은 연구에서 언급하듯 신규주택공급은 주택시장에 큰 영향을 미치는 주요한 요소 중 하나이나 본 1차년도 연구에서는 기존주택 매도·매수 측면의 모형 구축에 초점을 맞추어 연구를 추진한 관계로 공급 측면의 동적인 변화와 그 결과로 나타나는 아파트 주택재고 증가를 반영하는 형태로 모형을 구현하지는 못하였다.

둘째, 1차년도 모형은 수도권 공간을 최대한 단순화하여 구성하되, 시장참여자의 행태적 측면을 충실히 반영하여 주택시장의 동적 변화를 보여주는 데 주요한 요소는 모두 포괄할 수 있도록 구성하였다. 이처럼 공간적 특성과 차별성을 충실히 반영하였으나 그러한 공간상에서 주택가격 상승의 공간적 확산까지 선명하게 구현하지는 못하였으며, 이로 인해 정부정책 중 지구지정 정책의 효과를 구현하는데 까지 이르지 못하였다.

셋째, 수도권 주택시장 구성에서 임대차시장에 대해서는 고려하지 못하였다. 1차년도에서 구현한 기본 수요 측면의 모형 개발에도 많은 노력과 시행착오, 시뮬레이션에 있어 긴 물리적 시간 투입이 필요하여 임대차시장에 대한 로직을 개발하여 모형에 탑재하지는 못하였다.

이에 2차년도 연구에서는 위에서 살펴본 1차년도에 구축한 ABM 모형의 한계를 극복할 수 있는 방향으로 수행하고자 한다. 먼저 1차년도에 구축된 기존주택 매도·매수 측면 부동산시장 ABM 모형 고도화를 추진한다. 구체적으로는 1차년도 연구의 주요 한계점인 공간적 측면의 확산과정과 그와 연계한 투기과열지구 등 여러 가지 지구지정 정책의 효과도 행태 기반으로 자연스럽게 구현될 수 있도록 모형 고도화를 추진한다. 다음으로 기존주택의 매도·매수 뿐 아니라 공급 측면도 포괄하는 명실상부한 부동산시장 ABM 모형이 될 수 있도록 공급 측면의 부동산시장 ABM 모형을 구축하여 수요측면과의 연계를 통해 완성된 형태의 ABM 모형이 구축될 수 있도록 한다. 다만, 임대차 시장 구현의 경우 본 모형의 목적을 달성하는 데 있어 모형의 복잡성이 너무 커짐으로 인해 득보다 실이 더 클 수 있어, 모형 반영 여부를 보다 신중하게 검토할 필요가 있을 것으로 판단된다. 이러한 점들을 모두 고려하여 2차년도 과제가 수행된다면 명실상부한 우리나라 부동산시장 참여자들의 행태적 특성을 반영한 부동산시장 ABM 모형 구축이 가능할 것이라 기대한다.



【인용문헌】

- 관계부처 합동. 2013. 4. 1. 서민 주거안정을 위한 주택시장 정상화 종합대책. 보도자료
_____. 2017. 8. 2. 실수요 보호와 단기 투자수요 억제를 통한 주택시장 안정화 방안.
보도자료
_____. 2017. 11. 29. 사회통합형 주거사다리 구축을 위한 주거복지 로드맵. 보도자료
_____. 2017. 12. 13. 임대주택 등록 활성화 방안. 보도자료
_____. 2018. 9. 13. 주택시장 안정대책. 보도자료
_____. 2019. 12. 16. 주택시장 안정화 방안. 보도자료
_____. 2020. 6. 17. 주택시장 안정을 위한 관리방안. 보도자료
_____. 2022. 8. 16. 국민 주거안정 실현방안. 보도자료
_____. 2022. 11. 10. 부동산 시장 현안 대응 방안. 보도자료
_____. 2022. 12. 21. 2023년 경제정책방향. 보도자료
_____. 2023. 9. 26. 국민 주거안정을 위한 주택공급 활성화 방안. 보도자료
_____. 2024. 1. 10. 국민 주거안정을 위한 주택공급 확대 및 건설경기 보완방안. 보도
자료
경제인문사회연구회. 2021. 부동산 시장질서 확립을 위한 중점 대응전략. pp. 91-93,
pp. 104-106
국세청. 2024. 주택과 세금.
국토교통부. 2013. 8. 27., 전월세보다 저렴한 비용으로 내집마련 지원한다. 보도자료
_____. 2015. 1. 13., 기업형 주거임대사업 육성을 통한 중산층 주거혁신 방안. 보
도자료
_____. 2016. 11. 3., 실수요 중심의 시장형성을 통한 주택시장의 안정적 관리방안.

보도자료

- _____. 2016. 부동산시장 조기경보시스템 고도화 연구. 세종: 국토연구원
- _____. 2020. 8. 12. 민간택지 분양가상한제 부활. 보도자료
- 김동한·서태성·구형수·강민규·성혜정·김은빈. 2014. 행위자 기반의 공간변화 시뮬레이션 모형구축과 국토도시정책 활용방안 연구. 세종: 국토연구원
- 김인수·최영훈. 2021. 부동산정책의 이해관계자 분석, 정책분석평가학회보
- 류연택. 2005. 도시 주택 및 거주지 구조에 대한 생태학적, 신고전적, 행태적, 관리적 접근: 비판적 고찰. 지리교육논집. 49. pp. 127-142
- 마승렬. 2019. 사용자비용과 임차비용의 격차와 주택가격 간의 장기적 관계에 관한 연구. 주택연구, Vol. 27(2), pp. 63-90
- 박진백·이태리·오민준. 2021. 금리의 주택가격 상승 기여도 추정, 주택연구 Vol. 29(4), pp. 75-100, 한국주택학회
- 박진백·이수욱·이태리·전성제·권건우·고영우·이삼호. 2023. 부동산세제의 시장 영향력과 향후 정책방향 연구. 국토연구원. 세종
- 박천규·이수욱·손경환. 2009. 가구생애주기를 감안한 주택수요특성 분석 연구, 국토연구 Vol. 60(60), pp. 171-187
- 박천규·이수욱·김지혜·노민지·이윤상·황관석·강성우·오아연·최진. 2019. 중장기 부동산시장 전망과 안정적 시장관리를 위한 정책방안 연구(Ⅱ). 국토연구원.
- 박천규·김지혜·황관석·오민준·최진·권건우·오아연·황인영. 2020. 주택구매소비자의 의사결정구조를 반영한 주택시장 분석 체계 구축. 국토연구원
- 신수호·김미옥·정형록. 2022. 다주택자 조세 제도 및 개편 현황이 주택처분 의사결정에 미치는 영향. 세무학연구 39(3), pp. 115-143
- 이선화. 2014. 주택거래 과세의 기능과 효과에 대한 연구. 서울: 한국지방세연구원.
- 이수욱·박천규·변세일·이태리·황관석·최진도·정경석. 2022. 빅데이터를 활용한 주택시장 분석 및 예측 모형 개발: 주택시장의 분석 및 예측 모형 개발. 국토교통과학기술진흥원

- 이태리·박진백·오민준. 2021. 주택가격 변동 영향요인과 기여도 분석. 국토이슈리포트 Vol. 50. 국토연구원
- 임상빈·김병남. 2021. 법인 주택 과세강화 정책 효과 분석: 6.17 및 7.10 부동산 조세 정책 효과분석을 중심으로. 세무학연구 Vol. 38(3). 한국세무학회. pp. 91-114
- 임재만. 2006. 주택매매가격의 변동성에 관한 연구. 주택연구 Vol. 14(2). pp. 64-84
- 전성제·이수옥·변세일·박천규·김재환·김태환·이준호·최진·문지희·배순석·지대식·최수·유현지·허경희·신재용. 2013. 부동산시장 여건 변화에 대응한 주거지재생 효과분석 시스템 구축(Ⅰ). 국토연구원
- 전성제·이수옥·김지혜·황관석·최진·최진도. 2023. 부동산시장 정책에 대한 시장참여자 정책대응 행태 분석 및 평가방안 연구. 국토연구원.
- 정기철·김승현·조만석·이기현·김가은. 2016. 혁신제품 확산효과의 예측모형 연구. 정책연구 2016-11. 과학기술정책연구원.
- 조만·송인호·이창무·민인식·최성호·김현아·임미화·최필선. 2013. 부동산시장 구조모형을 통한 스트레스 테스트, 한국경제연구원.
- 조만석. 2015. *Diffusion of innovation in small-world networks with social interactions*, 박사학위 논문, 서울대학교 대학원
- 조혜진·김민정. 2020. 중고령 임차가계의 주거비부담 및 주거비소득탄력성 변화 연구. 소비자학 연구 Vol. 31(3), pp. 193-213, 한국소비자학회
- 채승병, 조항현, 문희태. (2007). 행위자 기반 모형과 그 응용. 물리학과 첨단기술, 16(10), pp. 10-14.
- 최병두. 2009. 도시 주택시장의 변동성과 부동산 정책의 한계. 한국지역지리학회지 제 15권 1호. pp. 138-160
- 최진. 2020. 아파트 가격거품 검증과 시사점(2012~2020년 1월). 국토연구원
- 황관석·김지혜·오민준·박진백·변세일·홍사흠·김진엽·유승동·정영식·최남진. 2021. 유동성이 주택시장에 미치는 영향과 정책방안 연구. 국토연구원
- 허종만·이영수. 2018. 이자율변동의 주택시장 파급효과 분석, 부동산분석 Vol. 4(1),

- Ashraf, Q., Gershman, B., Howitt, P. 2017. *Banks, market organization, and macroeconomic performance: An agent-based computational analysis*, Journal of Economic Behavior & Organization, Volume 135, March 2017, Pages 143–180
- Broome, A., 2008. *Neoliberalism and financial change: the evolution of residential capitalism in New Zealand*, Comparative European Politics, 6(3), pp.346–364
- Baptista, R., Farmer, J. D., Hinterschweiger, M., Low, K., Tang, D., and Uluc, A. 2016. *Macroprudential policy in an agent-based model of the UK housing market*, Staff Working Paper No. 619, Bank of England.
- Bardoscia, M., Carro, A., Hinterschweiger, M., Napoletano, M., Poopyan, L., Roventini, A., Uluc, A., 2024. *The impact of prudential regulations on the UK housing market and economy: insights from an agent-based model*, SSRN Electronic Journal. doi: 10.2139/ssrn.4821264.
- Bohlmann, J. D., Calantone, R. J., & Zhao, M. 2010. *The Effects of Market Network Heterogeneity on Innovation Diffusion: An Agent? Based Modeling Approach*. Journal of Product Innovation Management, 27(5), 741–760.
- Carro, A., Hinterschweiger, M., Uluc, A., Farmer J. 2022. *Heterogeneous effects and spillovers of macroprudential policy in an agent-based model of the UK housing market*, Industrial and Corporate Change. doi: 10.1093/icc/dtac030.
- Chamey, I., 2001. *Three dimensions of capital switching within the real estate sector: a Canadian case study*, International Journal of Urban and Regional Research, 25(4), pp.740–757
- Evans, B.P., Glavatskiy, K., Harre, M.S. and Prokopenko M. 2021. *The impact of social influence in Australian real estate: market forecasting with a spatial agent-based model*. Journal of Economic Interaction and Coordination 18, 5-57.

-
- Ge, J. 2017. *Endogenous rise and collapse of housing price: An agent-based model of the housing market*. Computers, Environment and Urban Systems, 62, 182-198.
- Geanakoplos, J., Axtell, R., Farmer, J. D., Howitt, P., Conlee, B., Goldstein, J., Hendrey, M., Palmer, N. M., and Yang, C.-Y. 2012. *Getting at systemic risk via an agent-based model of the housing market*. American Economic Review: Papers & Proceedings, 102(3), 53-58.
- Gilbert, N. 2008. 'The Idea of Agent-Based Modelling', in *Agent-Based Models*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, pp. 1-23. doi: 10.4135/9781412983259.
- Gilbert, N., Hawkesworth, J. C., and Swinney, P. A. 2009. *An agent-based model of the English housing market, No. 9: Technosocial Predictive Analytics*, Papers from the 2009 AAAI Spring Symposium, Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 30-35.
- Hossain, B. and E. Latif, 2009. *Determinants of housing price volatility in Canada: a dynamic analysis*, Applied Economics, 41(27), 3521-3531.
- Izquierdo, L. R., Izquiero, S. S. and Sandholm, W. H. 2019. *Agent-Based Evolutionary Game Dynamics*, Available at: <https://wisc.pb.unizin.org/agent-based-evolutionary-game-dynamics/>.
- Manson, S., Anb L., Clarke K., Heppenstall, A., Koche, J., Krzyzanowskia, B., Morgan, F., O'Sullivan, D., Runckh, B., Shooka E., Tesfatsioni, L. 2020. *Methodological issues of spatial agent-based models*, Jasss, 23(1). doi: 10.18564/jasss.4174.
- McBreen, J., Goffette-Nagot, F., and Jensen, P. 2011. *Information and Search on the Housing Market: An Agent-based Model*, 51st Congress of the European Regional Science Association: "New Challenges for European Regions and Urban Areas in a Globalised World", 30 August - 3 September 2011, Barcelona, Spain, European Regional Science Association (ERSA)

-
- Mérő, B., Borsos, A., Hosszu, Z., Olah, Z., and Vago, N. 2023. *A high-resolution, data-driven agent-based model of the housing market*. Journal of Economic Dynamics and Control, Vol.155.
- O' Sullivan, 2009. 「오설리반의 도시경제학(제5판)」, 이번송 역, 서울: 박영사.
- Popoyan, L., Napoletano, M., Roventini, A. 2017. *Winter is Possibly not Coming: Mitigating Financial Instability in an Agent-Based Model with Interbank Market*. European Union's Horizon 2020 grant No. 640772.
- Poledna S, Miess MG, Hommes C, Rabitsch K, 2023. *Economic forecasting with an agent-based model*. *European Economic Review*. 2023;151:104306. doi: 10.1016/j.eurocorev.2022.104306.
- Rogers, E. M. 2003. *Diffusion of innovations (5th Edition)*. Simon and Schuster.
- Schelling, T. C. 1971. *Dynamic models of segregation*. Journal of mathematical sociology, 1(2), 143–186.
- Silva, E., Healey, P., Harris, N., Vanden Broeck, P. 2014. *The Routledge Handbook of Planning Research Methods*. Routledge.
- Shiller, R. J. 2015. *Irrational Exuberance: Revised and Expanded Third Edition*. Princeton University Press.
- Smith, S. J. and Munro, M. 2009. *The microstructures of housing markets*. Routledge. p.15
- Smith, S.J. 2011. Home price dynamics: a behavioural economy? . *Housing, Theory and Society*. 28(3). pp.236–261
- Turrell, A. 2016. *Agent-based models: understanding the economy from the bottom up*. Topical articles, Quaterly Bulletin 2016 Q4, Bank of England, 173–188.
- Tejvan, P. 2019. *Factors that Affect the Housing Market*. Economicshelp. <https://www.economicshelp.org/>, 검색일: 2024. 6. 10.)
- Wilensky, U. 1999. *NetLogo*. Evanston, IL: Center for Connected Learning and

Computer-Based Modeling, Northwestern University.

Wilensky, U. 2020. *NetLogo 6.2.0 User Manual: Programming Guide*. Available at:
<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/programming.html#links>
(Accessed: 26 December 2020).

Zhou, B., & Kockelman, K. M. 2011. *Change in land use through microsimulation of market dynamics: Agent-based model of land development and locator bidding in Austin, Texas*. Transportation Research Record, (2255), 125-136.

【 인용 URL 】

국토교통 통계누리, 주택소유통계, (<https://stat.molit.go.kr/portal/cate/partStts.do?stts=0150000>, 검색일: 2024. 6. 5.)

_____, 주거실태조사, (<https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statMetaView.do?hRsid=327>, 검색일: 2024. 6. 6.)

_____, 주택인허가실적, (https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statView.do?hRsid=31&hFormId=618&hDivEng=&month_yn=, 검색일: 2024. 6. 6.)

국토교통부 실거래가 공개시스템(<https://rt.molit.go.kr/>, 검색일: 2024. 9. 12. ~21)

서초구청(<https://www.seocho.go.kr/site/tax/02/10201120000002023050810.jsp>,
검색일: 2024. 6. 12)

중앙일보(2021. 05. 21.). 세대분리 1년만에 청약 당첨...미친 집값이 만든 230만 K싱글
(<https://www.joongang.co.kr/article/24053433#home>, 검색일: 2023. 8. 2.)

통계청, 2022년 주택소유통계(<https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301100400&bid=11471>, 검색일: 2024. 6. 5)

_____. 소비자물가
(https://kostat.go.kr/board.es?mid=a40301010300&bid=a403010300&ref_bid=5126,11997, 검색일: 2024. 7. 6.)

_____. 가계금융복지조사

(https://www.kostat.go.kr/statDesc.es?act=view&mid=a10501010000&str_cd=S003003, 검색일: 2024. 7. 6.)

_____. 주택총조사(<https://www.census.go.kr/sub/ehpp/fc/ehppfc100m01>, 검색일: 2024. 7. 5.)

_____. 인구주택총조사(https://www.kostat.go.kr/board.es?mid=a10105030501&bid=11444&act=view&list_no=419406, 검색일: 2024. 7. 5.)

한국은행. 경제통계시스템(<https://ecos.bok.or.kr/#/>, 검색일: 2024. 7. 8)

한국부동산원. R-ONE, 주택가격지수 통계

(<https://www.reb.or.kr/r-one/portal/main/indexPage.do>, 검색일: 2024. 5. 4.)

_____. 부동산거래현황

(<https://www.reb.or.kr/r-one/portal/stat/easyStatPage.do>, 검색일: 2024. 7. 5.)

한국생산성본부. 생산성연구·통계(<https://stat.kpc.or.kr/integration/index>, 검색일: 2024. 7. 7.)

KB통계(<https://kbland.kr/map?xy=37.5205559,126.9265729,17>, 검색일: 2024. 4. 5.)

NetLogo 6.4.0 User Manual.

(<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/programming.html>(검색일: 2024. 3. 7.)

【 인용법령 】

소득세법 제55조, 제95조, 제104조

소득세법 시행령

종부세법 제9조 제2항

종수세령 제4조 제4항

SUMMARY



A Study on Building Agent-Based Model for Real Estate Market Simulation(I)

Jeon Sungje, Jo ManSeok, Choi Jindo, Choi Jin, Oh Minjun, Shin Huseok

Key words: Housing Market, Government Policy, Behavior, ABM(Agent-Based Model)

This study aimed to develop an Agent-Based Model (ABM) capable of conducting preliminary simulations of policy impacts reflecting the characteristics of actors in the housing market. The government has implemented various housing market policies to mitigate instabilities in the property market. However, these policies have been partially evaluated as insufficiently effective. One of key reasons identified for this limited effectiveness is the inadequate consideration of the effects stemming from the behavior of major market actors (agents). Therefore, there is a need for a model that can proactively simulate policy changes based on market participants' behaviors. Responding to this need, this study developed an agent-based model as a useful tool for effective policy implementation. The research is planned to be conducted over two years, and this study presents the outcomes from the first year.

The ABM developed in the first year enabled simulations of market dynamics resulting from changes in policies and individual actor characteristics. In

particular, the model proved useful as a tool for examining the effects of various real estate market policies through experiments involving multiple policy and behavioral changes. Additionally, practical application examples were presented, demonstrating that the research outcomes could be effectively utilized in future policy-making processes.

In the first-year study, ABM was modeled to accurately reflect the behavioral characteristics of housing market participants and the spatial characteristics of the Seoul metropolitan area. Nevertheless, the first-year model has the following limitations: First, the model was made solely focusing on existing housing transactions (buying and selling), so that didn't incorporate model related to the supply of new housing, which is crucial in the housing market. Second, the spatial diffusion of housing price increases was not clearly implemented in the model. Third, the rental market component within the Seoul metropolitan housing market was not considered. Thus, in the second-year study, the research will aim to resolve the limitations identified in the ABM developed during the first year.

기본 24-36

행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구(Ⅰ)

저 자 전성제, 조만석, 최진도, 최진, 오민준, 신휴석

발 행 인 심교언

발 행 처 국토연구원

출판등록 제2017-9호

발 행 2024년 12월 31일

주 소 세종특별자치시 대책연구원로 5

전 화 044-960-0114

팩 스 044-211-4760

가 격 7,000원

I S B N 979-11-7350-014-5

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2024, 국토연구원

이 연구보고서를 인용하실 때는 다음과 같은 사항을 기재해주십시오.

전성제, 조만석, 최진도, 오민준, 최진, 신휴석. 2024. 행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구(Ⅰ).

세종: 국토연구원.

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체 등이 적용되어 있습니다.

제1장

서론

제2장

부동산시장 변화 양상과 정책 이슈

제3장

행위자기반모형과 부동산시장

제4장

공간 기반 부동산시장 ABM 초도모형 구축

제5장

부동산 조세 및 금융 정책 효과 시뮬레이션을 위한 모형 고도화

제6장

부동산 ABM 모형을 활용한 시나리오별 시뮬레이션

제7장

결론

행위자기반 부동산시장

시뮬레이션 모형

구축 연구(I)

A Study on Building Agent-
Based Model for Real Estate
Market Simulation(I)



KRIHS 국토연구원

(30147) 세종특별자치시 국책연구원로 5 (반곡동)
Tel. (044) 960-0114 | Fax. (044) 211-4760

OPEN

출판권

인쇄물권

번역권

공공누리
공공 저작물 자유이용허락

값 7,000원



ISBN 979-11-7350-014-5