

전성제
조만석
오민준
최진도
최진
신휴석
안유순



행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구 (II)

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

기본 25-36

행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구 (II)

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

전성제, 조만석, 오민준, 최진도, 최진, 신희석, 안유순

■ 저자

전성제, 조만석, 오민준, 최진도, 최진, 신휴석, 안유순

■ 연구진

전성제 국토연구원 부동산시장정책연구센터장(연구책임)

조만석 국토연구원 연구위원

오민준 국토연구원 부연구위원

최진도 국토연구원 전문연구원

최진 국토연구원 전문연구원

신휴석 국토연구원 부연구위원

안유순 국토연구원 부연구위원

■ 외부연구진

김정섭 울산과학기술원(UNIST) 교수

■ 연구심의위원

김명수 국토연구원 원장직무대행

박천규 국토연구원 주택부동산연구본부장

이태리 국토연구원 연구위원

황관석 국토연구원 부연구위원

박진백 국토연구원 부연구위원

유승동 상명대학교 교수

문영훈 국토교통부 사무관

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS



본 연구보고서의 주요 내용

- 1 시장참여자 행태를 고려한 부동산정책 영향을 시뮬레이션 할 수 있는 도구의 필요성에 부응하여 행위자 행태에 기반한 정책 영향력을 사전에 시뮬레이션 할 수 있는 모형을 구축
- 2차년도는 1차년도 개발한 매도·매수 모형을 공간확산 행태 등을 반영하여 고도화하고, 신규주택공급 모형을 추가하여 보다 완결된 형태의 행위자기반 주택시장 모형을 구축
- 2 주택가격 상승기 부동산시장 ABM 모형을 고도화하여 규제지역 정책 등 공간적 정책과 신규주택 공급정책에 대한 다양한 시나리오별 시장 변화 추세를 실험하고 시사점을 도출
- 1차년도 연구에서는 정책 모의실험(금융 및 조세 정책 등 변화 시나리오를 적용)과 행위자 이질성 기반 행태변화 모의실험(행위자의 가격상승 기대가 변화될 때 시장 변화 양상분석)을 통해 정책적 시사점을 도출
- 2차년도 연구에서는 신규공급과 지구지정 정책과 연계한 공간적 정책에 대한 실험이 가능하도록 고도화 및 확장된 ABM모형을 구축하였으며, 이를 활용하여 규제지역설정, 주택공급정책, 금융정책별 시나리오를 통해 정책적 실험결과를 도출

본 연구보고서의 정책제안

- 1 고도화된 ABM모형은 가격상승기에 적용 가능한 정책효과 예측 도구로서, 규제지역 지정, 금융규제, 공급 등 주요 정책수단별 파급효과를 시나리오별로 비교·분석할 수 있도록 설계
- 2 시나리오별 시뮬레이션 결과, 규제지역 지정(지역별 가격하락효과 및 풍선효과 일부 발생), 금융규제(가격하락 효과 높음), 공급확대정책(중장기 가격하락효과) 등 다양한 결과 도출
- 3 향후 주택가격 상승기 부동산 정책 시나리오별 실험 위한 도구로서 활용 가능하며, 정책의 부정적 영향을 줄일 수 있는 새로운 수단으로 기능할 수 있을 것으로 기대



1. 연구의 개요

□ 연구의 배경 및 목적

- 정부의 정책적 노력에도 높은 시장변동성이 계속되는 원인 중 하나는 시장의 주요 행위자들(agents)의 행태에 대한 사전적 고려가 충분하지 않기 때문임
- 이에 이 연구에서는 주택시장의 매도·매수, 신규 공급 등을 포괄하는 행위자기반모형(ABM)을 개발하여 시장참여자 대응 행태를 고려한 정책실험이 가능한 도구를 제공하고자 함
- 이번 2차년도 연구(2025)에서는 1차년도에 개발한 모형을 주택가격상승의 공간적 확산 행태 및 공간정책 반영 등을 보완하여 고도화하고, 신규 공급 모형을 추가하여 보다 현실에 부합하는 ABM 모형을 개발하는 것을 목표로 함
 - 1차년도 연구는 시장참여자 행태를 반영하여 정부 정책효과를 사전적으로 시뮬레이션 할 수 있는 매도·매수를 고려한 행위자기반모형(ABM)을 개발

2. 문헌 및 이론 검토와 2차년도 연구 과제

□ 1차년도 연구 주요 내용 및 성과

- 1차년도 연구에서는 공간기반 부동산시장 ABM 초도모형으로 가상의 수도권 공간 내 행위자기반 매도·매수 중심 모형을 구축
- 구축된 ABM 모형을 활용한 정책모의 실험
 - 실험방법: ABM 모형을 기반으로 조세 및 금융 정책이 반영되는 다양한 시나리오별 시장 변화 양상을 실험

- 실험결과: 이자율의 영향력이 크게 나타났으며, 취득세, DTI, LTV 등도 유의미한 영향을 미침
- ABM모형을 활용한 행위자 이질성 기반 시장변화 실험
 - 실험방법: ABM 모형을 기반으로 행태변화에 따른 시장변화 양상 모의 실험
 - 실험결과: 비투기적 행위자의 가격상승 기대가 낮아질 경우 주택가격 하락방향(-)으로 영향을 미치는 등 시장참여자의 가격상승 기대심리가 낮을 경우 동일 조건에서 빠르게 시장이 안정되는 경향이 나타남
- 1차년도 연구에서는 매도매수 행태와 행위자 행태별 차별성을 충실히 반영하였으나, 주택가격 상승의 공간적 확산, 신규주택 공급 등 공간적·공급적 측면에서 시장에 중요한 영향을 미치는 요소들은 모형에 반영하지 못한 한계가 있었음

□ 주택가격상승의 공간적 확산 패턴과 시장참여자 행태

- 기존의 선행된 이론적 논의에서 살펴본 바와 같이 주택가격의 공간적 확산(Spatial Diffusion)은 한 지역의 주택가격 상승이 인접 지역 또는 연결된 네트워크상 지역으로 전이되는 현상임
- 전성제 외(2023)는 주택가격 상승기에 시장 참여자들의 매수·매도행태와 관련해서 시장 급등락기에는 일반적인 수요-공급 규칙과 다른 형태로 시장 수요와 공급(매수와 매도)이 변화하는 양상을 보인다는 결론을 도출

표 1 | 주택가격 공간적 확산 패턴의 유형

확산 유형	의미	예시
파급형 (Ripple effect)	특정 지점에서부터 어떤 효과가 바깥쪽으로 동심원 물결처럼 퍼져 나가는 효과	서울 강남 → 강북 → 수도권 외곽
동시적 확산 (Synchronous)	여러 지역에서 거의 동시에 가격 상승	금리 인하기, 전반적 유동성 증가기
선도-추종형 (Lead-lag)	특정 선도지역 가격이 먼저 오르고 후속 지역이 뒤따름	용산 상승 → 마포·성동 → 경기 광명 등
네트워크 확산형	교통·정보망 상 연결된 지역 간 확산	GTX 노선 개통 예정 지역 등

자료: 연구진 작성

□ 지구지정정책의 맥락과 시장 영향

- 지구지정정책은 특정지역을 정책적으로 규제함으로써 부동산가격의 억제 또는 상승, 거래량변화, 투자심리 변화 등 부동산시장에 직접적인 영향을 미침
- 규제지역 지정 정책처럼 공간기반의 정책은 전이효과(spillover effect)와 함께 대체효과(displacement effect)가 발생하게 되며, 주변 지역에 대한 이러한 효과들로 인해 풍선효과가 발생하는 경향이 있음
- 전성제 외(2023)의 분석결과에 따르면, 규제지역 지정은 인근지역에 대한 전이효과 및 풍선효과가 발생하면서 규제지역의 주택가격 상승폭은 둔화되는 반면, 규제지역 인근지역 주택가격 상승폭은 확대됨을 확인

표 2 | 지구지정정책의 일반적인 효과

효과 구분	설명
가격 억제 또는 상승	- 투기지역 지정 시 대출·세제 규제 강화로 거래 및 가격 상승 억제 - 반대로 도시정비사업 또는 도시재생구역 지정 시 개발 기대감으로 가격 상승 유발 가능
거래량 변화	- 규제지역 지정 → 거래량 감소(심리위축) - 개발지구 지정 → 거래량 증가 (투자 수요 유입)
투자 심리 변화	- 규제지역 지정 → 보수적 심리 유도 - 개발지구 지정 → 낙후지역에 대한 기대 상승

자료: 연구진 작성

□ 신규주택공급 및 공급량 변화와 관련한 이론적 논의

- 주택시장은 거시경제 및 유동성 여건, 정책 요인, 주택 수급 상황, 심리적 요인 등 다양한 요인의 영향을 받기 때문에, 이러한 요인에 대응한 여러 정책을 통해 시장 변동성을 완화하려는 노력이 지속
 - 이에 주택수급의 핵심요소인 공급영향에 대한 검토와 그에 기반한 모형 확장이 필요
- 주택의 신규공급은 매매가격, 거시경제여건 등 다양한 요인의 영향을 받음
 - Dipasquale and Wheaton(1996)는 주택공급량에 미치는 영향을 살펴보기 위해, 4분면 모형(D-W모형)을 활용하였는데, 장단기 금리, 경제성장, 시중유동성과 뿐만 아니라 매매가격과 임대료, 거래량, 미분양 등 부동산시장의 지표들과도 밀접한 관련을 맺고 있다고 설명

- 신규주택 공급 및 공급량에 대한 이론적 논의는 주로 주택공급의 탄력성, 주택가격 등 경제적 요인, 시장환경, 제도적·공공정책적 제약을 중심으로 설명

표 3 | 신규주택공급에 미치는 영향요인

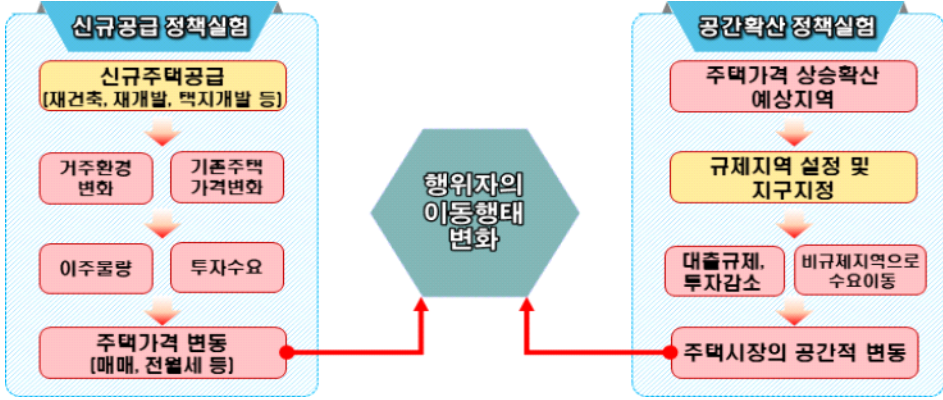
관점 구분	주요 내용
경제적 요인	가격, 건설비용(자재비, 인건비 등), 금리(PF대출 등), 경기변동 등
제도적 요인	인허가, 용도지역(용적율 등), 규제(개발부담금, 분양가상한제 등), 세제(재산세, 취득세 등) 등
사회·정치적 요인	주민 반대(NIMBY), 정치의지, 지역사회 수용성(정비사업) 등
시장 환경적 요인	주택수요, 주택가격(매매/전세), 거래량, 청약경쟁률 등
산업구조 요인	건설사 전략, 공급방식(민간/공공), 지역개발계획 유무, 교통 및 인프라 접근성 등
수요·인구 요인	인구증가율, 가구 변화(1인/고령가구), 주택보급률, 지역 수요(이주/전입 등) 등

자료: Geltner et al.(2007), Dipsasquale and Wheaton(1996) 등을 참고하여 연구진 작성

□ 2차년도 연구의 방향

- 1차년도 모형의 경우 기존주택의 매도·매수 중심으로 모형이 구축되어 신규주택공급을 포괄하지는 못했으며, 공간적 확산 행태 등 공간적 행태를 현실과 유사하게 구축하는 수준에는 이르지 못함
- 그러나 1차년도 모형에서 다루지 못했던 신규주택공급 부문과 공간적 확산은 주택시장과 정책 측면에서 중요성과 필요성이 높은 요소임
 - 신규주택공급은 앞서 이론적 논의에서 살펴본 바와 같이 실제 현실 시장에서 주택가격 변동에 영향을 미치는 주요한 원인으로 인식되고 있음
 - 공간적 확산 또한 기존 정책효과 분석이나 관련 선행연구들에서 주요한 가격 변화 과정의 일부로 그 중요성이 높음을 확인
- 이에 2차년도 연구에서는 신규공급과 지구지정 정책과 연계한 공간적 정책에 대한 실험이 가능하도록 모형을 고도화, 확장하는 데 중점을 두고 연구를 추진

그림 1 | 신규주택 공급 부문과 공간확산 및 지구지정 정책 대응행태 정책실험의 필요성



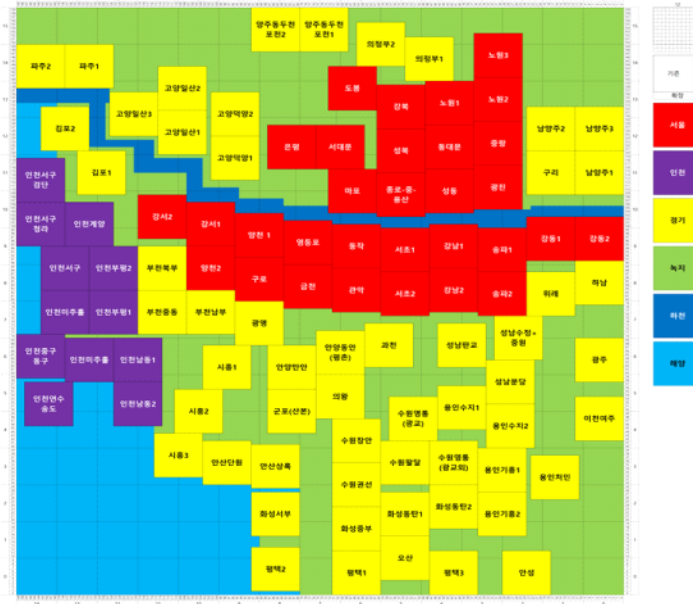
자료: 연구진 작성

3. 주택 매도·매수 모형 고도화

□ 모형의 공간 구성 고도화

- 1차년도 모형을 위한 공간구상 과정에서는 모형의 단순화를 위해 과도하게 추상화된 부분이 있으며, 현실 공간의 특성과 이동 제약 요인(자연장벽, 공간적 왜곡, 공급제약 등)을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있음
- 2차년도 연구에서는 가설 검증과 현실의 현상 모두에 집중하는 모형이기 때문에, 왜곡된 공간구조와 경직성 해소를 지향하면서도 연산능력 한계와 현실의 단순화 필요성을 모두 고려하여 하이브리드형 카토그램 공간 구성을 지향
 - 이를 반영하여 각 단위 구역을 가로 12 × 세로 12(총 144셀) 구조로 확장하였으며, 결과적으로 기존 대비 약 31.6%의 공간 여유분을 확보
 - 기존의 100×100 정사각형 격자 구조는, 남북 축을 확장한 150×160의 직사각형 구조로 전환되어, 현실 공간 왜곡 최소화 및 공간적 해석력을 제고하고, 신규주택공급에 필요한 토지공간을 모형상에서 확보

그림 2 | 고도화된 모형의 공간 구성 모식도



자료: 연구진 작성

□ 공간적 확산 및 지구지정정책 대응 행태 구현

- 선행연구에서 나타난 주택가격의 공간적 확산과 관련한 행위자들의 행태를 반영하여 모형상에서 공간적 확산이 구현될 수 있도록 고도화
 - 1차년도 모형에서 구현되지 못한 공간적 확산 행태를 반영하여 모형을 고도화하고 공간적 변화를 조금 더 용이하게 관찰하게 하는 것을 목표로 함
 - 즉, 지구지정 정책 대응 행태 구현과도 연계될 수 있도록 공간적 측면에서 나타나는 시장참여자 대응행태를 반영하여 모형을 개선
- 투기지역, 투기과열지구 등 규제지역 정책은 연구의 공간적 범위인 수도권에 광범위하게 적용된 실제 사례가 있으므로, 수도권 내에서 어디든 자유롭게 적용할 수 있도록 유연하게 설계하는 것이 필요
 - 특히, 매수자의 대출규제, 추가 과세 및 실거주 규제와 전매 제한, 매도자의 양도세 규제, 규제회피 비율을 낮추기 위한 기타 규제(신고의무 강화 등) 등이 정책실험을 위한 변수로 활용

□ 개선 모형의 검증 및 시범 결과 도출

- 2차년도 모형에서는 공간환경, 행위규칙, 행위자 설정, 정책실험, 결과표출 등에서 1차년도 모형을 개선하여 적용하였음

표 4 | 2차년도 모형의 1차년도 모형과의 차이점

구분	1차년도 모형	2차년도 모형
공간 환경	<ul style="list-style-type: none"> - 전체 격자: 100 x 100 (10,000개 셀) - 단위구역 크기: 10 x 10셀 (100개 셀) - 100개 단위구역으로 구성 - 단위구역을 10 x 10으로 정방형 배치 - 모든 셀은 주택(아파트)를 나타내며 가드 차 있음 - 빈 셀이나 자연 지형 관련 셀 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 전체 격자: 150 x 160 (24,000개 셀) - 단위구역 크기: 12 x 12셀 (144개 셀) - 100개 단위구역으로 구성 - 단위구역을 실제 지리와 유사하게 자연스럽게 배치 - 단위 구역 내에는 주택 및 공지(空地) 존재 - 녹지, 하천, 해양 등 지형지물 셀 존재
행위 규칙	<ul style="list-style-type: none"> - 단순 시야 기반 탐색 - 선호도는 단위구역 단위로 적용 - 최선호지역 클러스터링은 미적용 	<ul style="list-style-type: none"> - 지형지물을 고려한 시야 기반 탐색 - 선호도를 구역 내 최선호지역 선호까지 적용 - 선호지역 클러스터링 적용
행위자 설정	<ul style="list-style-type: none"> - 약 8천 명 이하로 제한되며, 기본값 5,100명 - 행위자 수는 주택 수보다 적어야 함 - 소유주가 없는 집이 많음(20% 이상) - 자산이 부족한 행위자는 소멸됨 - 매 기 일정 수의 새로운 행위자를 생성함 	<ul style="list-style-type: none"> - 행위자 수에 제한 없으며, 기본값 2만 명 - 행위자 수가 주택 수보다 많은 것이 권장됨 - 충분한 숫자가 있으면 대부분 주택이 소유됨 - 행위자 생성/소멸 규칙을 현실화하고, 행위자 중 일정 수가 시장에 진입 및 퇴장
정책 실험	<ul style="list-style-type: none"> - 금융 규제(LTV, DTI) - 세제 정책(취득세, 양도세) - 행태 변수(기대수익, 규제회피, 매물회수) 	<ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 모형의 모든 정책 실험 가능 - 규제지구지정 정책 실험 기능 추가 - 공급 정책 실험 기능 추가
결과 표출	<ul style="list-style-type: none"> - 평균 주택가, 거래량, 기대수준 시계열 자료 - 행위자 변수(자산, 보유주택 수 등) 통계 - 3D 가격 지도 생성 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 모형의 모든 결과 표출 가능 - 시계열 자료 고도화(변화량, 지구별 통계 등) - 등고선형 가격 지도, 공급 관련 통계 등
기타 사항	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 데이터 등은 코딩 내에 내장 형태로 적용 - 모든 단계 구동 종료 후에만 결과 확인 가능 - 모든 비교 분석은 한 번에 입력된 시나리오 세트 하에서 전체 구동하여야만 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 파일은 csv 파일 형태로 외부 입력 가능 (공간 환경, 거시경제 변수, 정책 실험 세트 등) - 인터랙티브형 대시보드 도입으로 입력/출력 방식 고도화 및 시뮬레이션 중간 결과 실시간 확인 가능 - Burn-in 기간 도입으로 시뮬레이션 안정화 제고 및 저장/불러오기 기능으로 비교 분석 효율 개선

자료: 연구진 작성

- 개선된 모형의 검증은 공간구현(신규주택공급 및 지형지물 등 고려), 시야기반 탐색 및 선호도 로직 강화, 행위자 설정 정교화 등의 개선작업을 수행

- 기초 시범 적용을 위해 1차년도와 동일한 기본 모형 하에서 규제지역의 지정 효과 등 정책적용 시나리오를 기본 시나리오와 비교하여 결과를 도출 및 검토

4. 신규 아파트 공급 ABM모형 구축

□ 주택 공급에 영향을 주는 주요 변수요인

- 기존 선행연구들에서 활용한 주택 공급 관련 변수를 검토 한 뒤 주택공급 단계 별로 정리하여 활용 가능성을 검토하였음
 - 신규주택공급 관련 변수를 종합적으로 고려하되, 변수의 중요성, 모형의 특성, 모형구축에의 필요성 등을 고려해 공사비지수, 신도시·재정비 공급 비율 등 필요한 변수를 추출하여 행위자기반 신규주택공급모형 구축에 활용

□ 공급모형의 구현

- 공급 모형의 실제 구현은 앞서 설명한 신규주택공급모형 구상을 기초로 하여, 다음과 같은 핵심 구성 요소를 갖도록 설계하였음
 - 신규주택공급모형에서 공급자는 곧 개발업자로, 별도의 행동 규칙을 가지는 행위자로 두지는 않되 금리, 건설비 지수, 주택시장 변화 등 외부 경제 변수와 정책 시나리오 등에 따라 공급량을 가변적으로 결정하는 단일 주체로 설계하였음
 - 연간 공급물량을 산정한 후 이를 월별/지역별로 배분
 - 지역별 배분 시 정비사업(재건축)과 신규 공급(신축) 사업을 구분하고 이에 따라 서로 다른 행태가 나타나게 구성
 - 공급 모형은 주택 가격 변동의 영향을 받음과 동시에 가격 변동에 영향을 주며, 지역 내 신규주택을 공급함으로써 본 모형의 주택 총 수량과 신규 행위자 진입 등에도 영향을 서로 주고 받음
 - 따라서, 주택유형이나 건설노동자 등 부차적 요인을 제외한 신규주택공급과 관련하여 앞서 살펴본 공급의 기초 프로세스를 충실히 반영

□ 공급모형의 단계별 진행

- 공급 모형은 입력 자료를 받은 후 크게 6단계 절차를 거쳐 ABM 본 모형에 신규

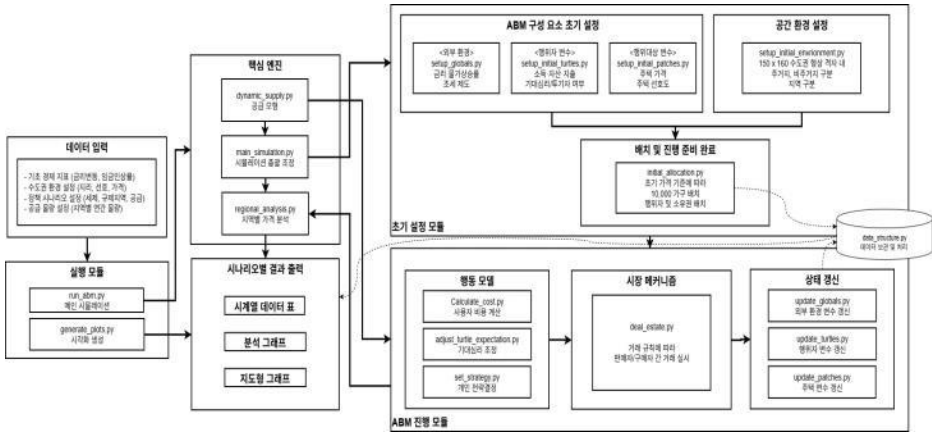
- 주택을 공급하게 되며, 본 모형과 공급모형은 서로 영향을 주고받게 되어 있음
- (1단계) 조정값 계산 단계로, 입력값으로 받은 기준 공급량 또는 모형 내에서 결정될 공급 가격에 적용할 조정값을 계산
 - (2단계) 지역별 물량 배분 단계로, 서울 4개(북동, 북서, 남동, 남서), 경기 4개(북동, 북서, 남동, 남서), 인천으로 구성된 9개 지역에 공급량을 할당
 - (3단계) 공급 할당 단계로, 지역별 할당량을 실제 100개 블록에 할당
 - (4단계) 공급 유형 결정 단계로, 본 모형이 신축과 재정비를 모두 고려하고 있기 때문에 이 유형을 분류하고 처리
 - (5단계) 가격 결정 단계로 공급가격(분양가)과 시장가격(거래가)을 결정
 - (6단계) 시장 업데이트 단계로 계산된 신규 주택의 공급과 가격을 실제 시장에 반영하고 본 모형과 연계

□ 매도·매수모형과 신규공급모형 연계 및 통합

- 기본적으로 매도·매수모형과 신규주택 공급 모형 간 상호작용은 모형 구동을 위한 컴퓨팅 파워 등을 고려하여 최대한 단순하게 설계하는 것을 원칙으로 함
- 모형 통합 시에는 구동 시간의 단축과 구동 편의성 증대, 복잡해진 모형의 결과 출력 자동화 등을 위하여 다시 모형의 기본 언어를 R에서 Python으로 교체
 - 실행 및 결과 출력 인터페이스도 개선하여 프로그래밍을 직접 하기 어려운 관련자나 사용자가 활용할 수 있도록 개선하였음
- 기존 모형에서 고도화하여 통합 모형은 실행 모듈과 핵심 엔진 모듈을 별도로 분리하였으며, 기존 모형에서의 모듈은 1차년도와 같이 초기 설정 모듈과 ABM 진행 모듈로 그대로 이어 받아 실행되도록 하였음
 - 데이터 입력은 지리(수도권 환경 설정), 경제(거시경제 지표 변화), 공급(공급 물량 기준값), 정책(시나리오 설정)의 4가지 입력을 csv 파일로 폴더에 미리 넣어놓는 것으로 설정하였으며, 이는 R 버전에서 공급 입력이 추가된 것임
 - ABM 진행 모듈은 사용자 비용 계산, 행위자별 기대심리 조정, 행위자별 전략 설정, 행위자 간 거래, 각 요소별 업데이트 등의 모듈로 구성되며 이 부분은 추가 신규 공급이 영향을 미치게 설정
 - 결과 출력은 시계열 분석 데이터의 csv 형태의 표 제작, 각 시장 지표의 그래프

제작, 지리적 정보를 포함한 지도형 도표의 제작 등으로 가능하며 이는 시물레이션 종료 후 실행 모듈 중 하나인 generate_plot.py를 통해 자동 생성

그림 3 | 통합 모형 개요도



자료: 연구진 작성

5. 통합 시물레이션 모형의 정책적 활용

□ 통합 ABM 모형을 활용한 정책 방안별 시물레이션

- 통합모형을 활용하여 지구지정, 신규공급확대, 금융정책, 재건축규제완화 정책 등 시행정책의 강도 등에 따라 시장이 어떻게 변화하는지를 실험하고, 그 결과에서 도출된 주택가격, 가격상승률, 행위자들의 주택가격 상승 기대 수준 변화 등 주요 변수를 통해 정책의 영향, 효과 등을 분석하고 시사점을 도출
- 정책실험을 위한 시나리오는 기본 시나리오 외에 규제지역, 공급확대(1.5배), LTV, DTI, 재건축 규제완화, 정책중첩(2개 이상의 정책별 혼합) 등의 변수에 충격을 주는 방식으로 시물레이션을 수행
- 규제지역 지정 시나리오
 - (시장 가격상승 기대) 규제가 도입된 시점에 가격상승기대가 소폭 하락한 이후, 지속적으로 주택가격 상승기대가 낮아지는 트렌드로 가격상승기대 흐름이 변화
 - (주택가격) 주택가격 상승 트렌드가 36개월 시점에 규제지역 지정 이후 가격상승

폭이 줄어드는 흐름으로 바뀌며, Base Run 대비 시장 안정효과가 관찰

• 공급확대 시나리오

- (시장 가격상승기대) 공급충격이후 점차 하락하는 흐름을 보이는데, 이는 주택공급 확대에 따라 미래의 주택공급 기대가 형성되고, 이에 따른 조정기를 거치게 되면서 가격상승률이 하락되는 과정을 통해 나타나는 결과로 이해
- (가격상승률) 36개월 시점 정책집행 이후 조정기간을 거친 후 60개월 시점 이후 하락하는 모습을 보이며 중장기적으로 주택가격상승률이 (-)로 전환

• DTI, LTV규제 강화 시나리오

- (시장 가격상승기대) 전반적으로 DTI, LTV 규제강화가 심리를 급격히 위축시키는 행태를 보이는데, 이는 신용제약 신호가 직접적인 수요자 매수 행위에 제약으로 작용하면서 가격상승기대와 실제 가격상승률을 낮춘 결과로 해석
- (주택가격) DTI 규제강화에 따른 주택가격은 충격시점 이후 매수심리 위축에 따라 가격이 하락하고, 시장참여자들의 차입여력이 줄어 투자수요 및 실수요 일부가 모형 내에서 감소한 효과로 분석. LTV 규제강화에 따른 규제 충격으로 행위자의 주택가격 상승 기대가 낮아지면서 기본시나리오 대비 가격상승 압력 하락으로 가격이 Base Run 대비 안정적 흐름을 보임

표 5 | 단일정책별 시뮬레이션 효과

정책	가격수준	가격상승률	가격상승기대	공간적 파급
규제지역 지정	▼둔화 → 하락(중장기)	-/▼ 둔화(상승속도 둔화) → 하락(상승억제)	▼단기 위축 → 지속 하락	규제지역 단기 하락, 일부 풍선효과 발생
주택공급 확대	-/▼소폭둔화 → 하락(중장기)	▼ 둔화 → 하락(상승억제)	-/▼ 장기적 위축/안정	가격의 공간적 격차 완화
DTI 강화	-/▼둔화 → 하락(중장기)	-/▼ 둔화(상승속도 둔화) → 하락(상승억제)	▼급격한 위축 → 완만한 하락	차선호지역 영향
LTV 강화	-/▼둔화 → 하락(중장기)	-/▼ 둔화 → 하락(상승억제)	▼급격한 위축 → 완만한 하락	광범위하게 영향
재건축규제 완화	-/▼둔화 → 소폭하락 (중장기)	-/▼ 둔화 → 하락(상승억제)	-/▼ 위축	사업주변지역 일시적 가격상승후 중장기안정

자료: 연구진 작성

□ 정책 중첩에 의한 시장 영향 시뮬레이션

- 정책효과와 경우 단편적인 정책효과와 2가지 이상 정책이 중첩되었을 때 결과가 크게 달라질 수 있기 때문에, ABM 모형을 통해 정책 중첩에 따른 시장영향을 시뮬레이션 함
- 규제지역 지정 + 수도권 전역 LTV, DTI 강화
 - (평균 주택가격) 정책 충격 이후 상승 기울기가 급격히 둔화되었고, 일정 시차를 두고 가격은 하락 전환되었으며, 이후 가격은 점진적으로 조정되며 Base Run 대비 가격하락폭이 크게 나타남
 - (주택가격 상승률) 가격상승률은 정책 도입 이전 상승세를 보였으나, 36tick에서 0% 수준으로 하락하여 중장기적으로 시장이 하향 안정세로 전환
 - (시장 가격상승기대) 정책 충격으로 가격상승기대가 큰 폭 조정 이후 완만한 하락세가 지속되어 Base Run 대비 가격상승기대가 크게 낮아지는 결과 도출
- 규제지역 지정 + 공급확대 및 재건축 규제 완화 + 금융규제
 - (평균 주택가격) 정책 충격 이후 단기 급락은 나타나지 않으나, 상승 기울기가 빠르게 낮아지고 중기 이후 하락 국면으로 전환되어 Base Run이나 단일 정책 도입에 비해 중장기적 가격 안정 효과가 상대적으로 높은 것으로 나타남
 - (주택가격 상승률) 가격상승률도 전반적으로 Base Run 대비 낮은 수준을 기록
 - (시장 가격상승기대) 공급정책과 규제지역 정책 등 정책 중첩시 가격상승기대 또한 Base Run이나 단일 정책 도입시 보다 상대적으로 더 낮은 수준을 나타냄

표 6 | 중첩정책별 시뮬레이션 효과

정책	가격수준	가격상승률	가격상승기대	공간적 파급
규제지역 지정 + 수도권 전역 금융규제 강화	▼빠른 둔화 → 하락(중장기)	▼ 급격한 둔화 → 하락	▼ 큰 폭 위축	규제지역 단기 하락, 일부 풍선효과, 수도권 전역 수요감소
주택공급 확대 + 재건축 규제완화	-/▼완만한 둔화 → 하락(중장기)	-/▼완만한 둔화 → -/▼하락	둔화→▼위축	공급지 인접지 가격 일시적 상승후 중장기 안정
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축규제 완화	-/▼둔화 → 하락(중장기)	-/▼둔화 → 하락	둔화→▼위축	규제지역 단기 하락, 일부 풍선효과, 중장기 전역 안정
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제완화 + 금융규제	-/▼빠른 둔화 → 하락(중장기)	/▼상승세 빠른 둔화 → 하락	▼큰 폭 위축	수도권 전역 격차 축소

자료: 연구진 작성

6. 결론

□ 본 2차년도 연구는 1차년도에 개발한 매수·매도모형에서 지구 지정 정책과 연계한 공간적 정책에 대한 실험과 신규주택공급과 관련한 정책 실험이 가능하도록 모형을 고도화, 확장하는 데 중점을 두고 연구를 추진

- 현실 수도권 공간과 유사한 가상의 공간상에서 주택의 매도매수, 주택가격의 공간적 확산이 일어날 수 있도록 모형을 개선
 - 또한 신규주택공급 모형이 구축되어야 함을 감안하여 모형의 공간상에 신규 주택공급이 가능한 나대지를 추가하여 현실과 더욱 유사한 공간으로 구성
- 이와 함께 신규주택공급모형을 추가로 구축하여 기 구축된 매도매수 모형과 결합하여 다양한 정책실험이 가능한 하나의 완결된 ABM 모형을 구축
- 개별 정책별 시뮬레이션 결과,
 - 규제지역 지정정책의 경우, 시장 심리·거래를 꺾지만, 규제 차등이 있으면 풍선효과가 생길 수 있음을 확인
 - 공급 확대정책은 단기엔 가격하락에 미치는 영향이 크지 않을 수 있으나, 중장기적으로는 가격의 안정/하방 효과가 있었음
 - DTI·LTV 규제 강화정책은 수요를 감소시켜 가격상승률을 낮추고 가격상승 기대에 영향을 미쳐 시장안정에 긍정적 효과를 미치는 것으로 나타남
 - 재건축 규제 완화정책은 단기적으로 가격 및 거래 조정 효과나 미미할 수 있으나, 중장기적으로 공급확대에 따른 시장안정의 효과가 있음을 확인
- 정책 중첩 시뮬레이션 결과, 전반적으로 규제 중첩은 행위자의 매수조건 강화, 가격상승기대 하락 등 정책효과가 중첩되면서 시장안정 효과가 상대적으로 크게 나타났으며, 정책 특성에 따라 장·단기적 효과가 나타남을 확인

□ 이 연구는 행태적 특성에 중점을 두고 복잡계로서 부동산시장을 모형화하여 접근하고자 한 새로운 시도로서 의의를 가짐

- 행위자(매도자, 매수자, 공급자)의 행태적 속성과 의사결정 규칙을 기초로 하는 모델링을 시도함으로써 부동산시장을 하나의 복잡계로 인식하고 이를 바탕으로 부동산시장을 모형화하여 접근하고자 한 선도적 시도로서 의미를 가짐

- 정책적 측면에서는 부동산시장 행태기반 정책수립을 위한 실증적 시뮬레이션 도구를 구축했다는 점에서 의의
- 학술적 측면에서는 행태기반 모델링 기법을 활용한 부동산시장 정책효과 분석 모델 구축이라는 새로운 방법론을 제시하고, 부동산시장 분석의 행태적 전환에 부응하여 ABM을 활용한 선도적 연구사례로 의의의 가치

표 7 | ABM 활용 단일정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오		시나리오별 실험결과	가격수준
규제 지역 설정	7개 구역 금융·규제 조치 강화	(주택가격) 규제충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 둔화되며, 규제기간이 길어질수록 그 격차는 커지는 행태를 보임. 공간적으로는 규제도입초기 풍선효과가 관찰 (가격상승률/심리) 규제 충격 이후 주택가격상승률과 기대심리가 상대적으로 위축 (상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제지역 설정이 가격상승 기대가 높은 선호지역의 사용자비용을 높여 가격상승이 제한될 가능성이 높아지면서, 이러한 선호지역에 대한 기대심리 변화로 가격상승폭이 낮아지며, 가격상승폭 하락은 이를 목격한 시장 참여자들이 가격 상승에 대한 기대수준을 하향 조정하도록 만드는 순환고리를 형성. 즉 규제지역 지정은 주택가격과 상승기대의 상호작용으로 지속적으로 가격상승기대와 가격 상승폭이 낮아지는 시장안정의 긍정적 순환고리(positive feedback loop)가 형성된 결과로 이해될 수 있음	-/▼둔화→ 하락(단기)
공급 정책	공급확대 (1.5배)	(주택가격) 공급충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 Base Run 대비 둔화되며, 장기적으로 그 격차는 커지는 행태를 보임 (가격상승률/기대심리) 공급 충격 이후 주택가격상승률과 기대심리가 상대적으로 위축 (상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 주택공급 확대는 기대심리 조정에 따른 단기적 영향과 중장기적 공급 물량 확대에 따른 매도매수 측면 압력 완화 효과로 중장기적으로 Base Run 대비 시장안정의 효과가 나타나는 것으로 분석	-/▼둔화→ 하락(중장기)
금융 정책	DTI 규제 강화 (60% → 40%) LTV 규제 강화 (70% → 60%)	(주택가격/가격상승률) 규제충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 둔화되며, 규제기간이 길어질수록 그 격차는 커지는 행태를 보임 (가격상승기대) 규제 충격시점부터 기대심리가 급격히 위축되며, 이는 주택가격에 영향을 미침 (상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 금융규제가 강화되면 자기자본 제약(LTV)과 상환능력 제약(DTI)으로 시장의 수요구조, 시장기대심리, 거래행태가 변화. 금융규제로 모형 내 행위자 행동규칙의 자본조달구조 변화로 신규인입 수요 감소와 고가주택의 레버리지 수요 감소로 이어지는 한편 기대수익률 하락에 따른 가격상승 기대 감소로 시장이 Base Run 대비 안정세를 보이는 결과로 귀결	-/▼둔화→ 하락(중장기)
재건축 규제 완화	용적률 150%	(주택가격) 규제완화 이후 단기적으로 Base Run과 유사한 흐름을 보이며 주택가격이 상승하는 경향을 보이지만, 중장기로 갈수록 기본 시나리오 대비 주택가격은 낮아지는 모습을 나타냄 (가격상승률/가격상승기대) 규제완화 시점 이후 가격상승률은 소폭상승후 기본시나리오 대비 먼저 하락하는 행태를 보이고, 상승기대 또한 상대적으로 더 위축 (상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 용적률 완화 정책이후 사업지 주변지역에 일시적으로 가격상승기대가 형성되며 가격상승이 지속되는 경향을 보임. 그러나 중장기적으로 이주와 입주이후 공급공백시점을 거치면서 주택가격 및 상승률은 둔화 및 안정화 단계를 거침	-/▼둔화→ 하락(중장기)

자료: 연구진 작성

표 8 | ABM 활용 중첩정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오	시나리오별 실험결과	가격수준
규제지역 지정 + 수도권 전역 금융규제 강화	<p>(주택가격/가격상승률) 규제충격 이후, 가격수준 변화와 가격상승률이 둔화되었고, 일정 시차를 두고 하락 전환. 공간적으로 규제지역 하락, 주변지역 소폭 상승하는 풍선효과가 관찰</p> <p>(기대심리) 규제 발동 이후 상승기대심리가 급격히 하락하였으며, 이후 완만한 하락세</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제지역 지정과 금융규제 강화를 혼합한 정책은 가격상승기대 하락 및 수요 억제 효과로 가격상승률이 빠르게 하락하는 요인이 되며, 기대심리 위축으로 인해 가격상승폭이 둔화. 중장기로는 정책효과로 인한 기대 하락과 가격 하락의 순환고리 형성에 따른 시장 안정이 나타났으며, 공간적으로는 규제지역 단일 작용에 더해 금융규제에 따른 효과가 중첩되어 규제지역 위축과 소폭의 풍선효과가 나타남</p>	<p>▼빠른 둔화 → 하락(단기)</p>
주택공급 확대 + 재건축 규제완화	<p>(주택가격/가격상승률) 정책시행시점 이후 가격 및 가격상승률이 즉각적으로 급락하지는 않으나, 상승 기울기가 점차 둔화되고 중기 이후 하락 전환</p> <p>(기대심리) 정책시행 이후 상승기대심리가 완만히 하락하며 중장기적으로 안정화</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 공급확대 정책과 재건축 규제 완화를 혼합한 정책은 중기이후 공급이 가시화됨에 따라 가격 안정 또는 하락효과가 발생하며, 기대심리는 단기 소폭 상승 후 안정되는 경향을 보임. 이는 공급 확대 기대에 따른 가격상승기대 완만한 하락과 신규 주택 공급 확대에 따른 시장 가격 안정이라는 공급 확대 중첩의 중장기 시장 안정 효과를 보여줌. 단, 단기적 하락은 신속하게 나타나지 않을 수 있다는 점도 시사</p>	<p>-/▼둔화 → 하락 (중장기)</p>
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축규제 완화	<p>(주택가격/가격상승률) 규제 및 공급 충격이후 즉각적인 급락은 나타나지 않으며, 상승률이 점차 둔화되다 하락세로 전환. 공급 확대 효과가 누적되면서 가격 조정 압력이 점진적으로 현실화되는 과정으로 판단</p> <p>(기대심리) 규제 이후 일시적으로 가격상승 기대심리가 하락되는 경향과 함께 장래 공급확대 효과로 심리는 완만히 하락</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제정책과 공급정책이 병행된 형태로, 수요 억제와 공급 신호가 동시에 작동함에 따라 단기적으로 가격상승을 억제하고, 중기이후 공급 증가로 하방 안정세를 보이며, 정책적으로 균형적인 시나리오로 판단됨</p>	<p>-/▼둔화 →하락 (중장기)</p>
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제완화 + 금융규제	<p>(주택가격) 규제/공급/금융 충격이후 단기 급락은 나타나지 않으나, 상승 기울기가 빠르게 낮아지고 중기 이후 하락 국면으로 전환</p> <p>(가격상승률/기대심리) 규제/공급/금융 충격이후 가격상승률은 0%수준으로 빠르게 하락하여 중기이후 하락세로 전환하였고, 상승기대는 급락한 후 완만한 하락세를 유지</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 공간적 규제 + 공급 + 금융규제는 전방위적 정책조합으로 단기적으로 급격한 가격상승기대 하락으로 이어짐. 중장기적으로는 상대적으로 더 빠르게 더 낮은 가격 수준으로 안정적 국면에 접어드는 시나리오로 판단</p>	<p>▼빠른 둔화 → 하락 (중장기)</p>

자료: 연구진 작성

차례

CONTENTS

주요 내용 및 정책제안	iii
요 약	v

제1장 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구 범위 및 방법	5
3. 연구의 틀 및 주요 개념	8
4. 선행연구 검토 및 차별성	14
5. 연구의 정책·학술적 기대효과	17

제2장 문헌 및 이론 검토와 2차년도 연구 과제

1. 1차년도 연구 주요 내용 및 성과	21
2. 가격 확산(지구지정 포함) 및 신규주택 공급 관련 이론적 검토	26
3. 2차년도 연구 방향	39

제3장 주택 매도·매수 모형 고도화

1. 모형의 공간 구성 고도화	45
2. 공간적 확산 및 지구지정정책 대응 행태 구현	52
3. 개선 모형의 검증 및 시범 결과 도출	59

제4장 신규 아파트 공급 ABM 모형 구축

- 1. 신규주택공급 관련 주요 행위자 및 변수 도출 77
- 2. 공급 모형의 구현 87
- 3. 매도·매수모형과 신규공급모형 연계 및 통합 100

제5장 통합 시뮬레이션 모형의 정책적 활용

- 1. 통합 ABM 모형을 활용한 정책 방안별 시뮬레이션 111
- 2. 정책 중첩에 의한 시장 영향 시뮬레이션 134

제6장 결론

- 1. 주요 연구 내용 149
- 2. 연구의 의의와 한계 154

참고문헌 157

SUMMARY 165

부록 169

표차례

LIST OF TABLES

〈표 1-1〉 연구방법론 및 활용 데이터 상세	7
〈표 1-2〉 1차년도 주요 연구 수행 내용	9
〈표 1-3〉 선행연구와의 차별성	16
〈표 2-1〉 ABM 활용 정책실험 결과표 (안)	25
〈표 2-2〉 주택가격 공간적 확산 패턴의 유형	27
〈표 2-3〉 주택가격 변동에 따른 시장참여자의 일반적인 대응행태	28
〈표 2-4〉 정책별 시장참여자의 대응행태	30
〈표 2-5〉 지구지정정책의 단계별 상태 및 지정목적	31
〈표 2-6〉 지구지정정책의 주요 내용	33
〈표 2-7〉 지구지정정책의 일반적인 효과	34
〈표 2-8〉 신규주택공급에 미치는 영향요인	38
〈표 3-1〉 ABM 모형의 공간적 구성방식과 그 장단점, 주요 사례	47
〈표 3-2〉 규제지역 지정에 따른 규제 강화 내용('20.6.17 대책 기준)	56
〈표 3-3〉 규제지역 지정 효과('23년 1월 이후)	58
〈표 3-4〉 2차년도 모형의 1차년도 모형과의 차이점	60
〈표 3-5〉 규제지역 지정 정책 시뮬레이션에 활용한 가정	70
〈표 4-1〉 사업발굴단계 주요 영향 변수	84
〈표 4-2〉 개발 전(인허가) 단계 주요 영향 변수	85
〈표 4-3〉 개발(착공 및 준공) 단계 주요 영향 변수	86
〈표 4-4〉 수도권 공공택지 주택공급 계획 (인허가 기준)	91
〈표 4-5〉 수도권 공공택지 주택공급 계획 (준공 기준)	91
〈표 4-6〉 시장권역별 수도권 공공택지 주택공급 계획 (준공 기준)	92
〈표 4-7〉 서울시 권역별 정비사업 공급 예정물량	93
〈표 4-8〉 인천광역시 정비사업 공급 예정물량	94
〈표 4-9〉 경기도 권역별 정비사업 공급 예정물량	94
〈표 4-10〉 연도별 공사비 지수(2020년 = 100)	95

〈표 4-11〉 출력 시계열 데이터 목록	107
〈표 5-1〉 규제지역 지정 정책 시뮬레이션에 활용한 가정	116
〈표 5-2〉 규제지역 지정 정책실험 결과표 (안)	119
〈표 5-3〉 공급확대 정책 시뮬레이션에 활용한 가정	120
〈표 5-4〉 공급확대 정책실험 결과표 (안)	123
〈표 5-5〉 금융규제 강화 정책 시뮬레이션에 활용한 가정	124
〈표 5-6〉 DTI, LTV규제 강화 정책실험 결과표 (안)	128
〈표 5-7〉 재건축 규제완화 정책 시뮬레이션에 활용한 가정	128
〈표 5-8〉 재건축 규제완화 정책실험 결과표 (안)	131
〈표 5-9〉 단일정책별 시뮬레이션 효과	132
〈표 5-10〉 ABM 활용 단일정책실험 결과표 (안)	133
〈표 5-11〉 규제지역 지정 및 수도권 전역 금융 규제 정책 시뮬레이션에 활용한 가정 ..	135
〈표 5-12〉 중첩정책별 시뮬레이션 효과	145
〈표 5-13〉 ABM 활용 중첩정책실험 결과표 (안)	146
〈표 6-1〉 ABM 활용 단일정책실험 결과표 (안)	152
〈표 6-2〉 ABM 활용 중첩정책실험 결과표 (안)	153

그림차례

LIST OF FIGURES

〈그림 1-1〉 연차별 연구수행 계획	8
〈그림 1-2〉 1차년도 연구 흐름도	10
〈그림 1-3〉 2차년도 연구 흐름도	12
〈그림 2-1〉 이 연구의 행위자기반모형의 코드 및 모듈의 구성 개요	22
〈그림 2-2〉 이자율 적용에 따른 주택가격 변화 시나리오	23
〈그림 2-3〉 LTV, DTI 적용에 따른 주택가격 변화 시나리오	23
〈그림 2-4〉 취득세, 양도세 완화적용에 주택가격 변화 시나리오	24
〈그림 2-5〉 가격상승기대 변화에 따른 아파트가격 변화양상 비교	24
〈그림 2-6〉 조정대상지역 지정에 따른 풍선효과	35
〈그림 2-7〉 신규주택 공급 부문과 공간확산 및 지구지정 정책 대응행태 정책실험의 필요성	41
〈그림 3-1〉 1차년도 모형의 공간 구성 : 단위지역 구분 개념도	46
〈그림 3-2〉 추상화된 환경 설정 사례	48
〈그림 3-3〉 현실 모사 환경 설정 사례	48
〈그림 3-4〉 고도화된 모형의 단위 구역의 확장	49
〈그림 3-5〉 고도화된 모형의 공간 구성 모식도	50
〈그림 3-6〉 Evans et al.(2021)의 모형 내 공간 구조 적용 여부에 따른 도심 위치 매수자 선호 결과 비교	52
〈그림 3-7〉 초기 가격의 공간적 분포 변경 3차원 도식 예시	53
〈그림 3-8〉 등고선형 주택 가격 도식화의 예시	54
〈그림 3-9〉 초도모형의 공간 설정	55
〈그림 3-10〉 2차년도 모형의 수도권 공간 구현 결과	61
〈그림 3-11〉 2차년도 모형의 수도권 공간 구현 결과(상세)	62
〈그림 3-12〉 행위자의 위치로부터 각 단위구역까지의 거리 분포	64
〈그림 3-13〉 선호도 분포 및 단위구역 내 아파트 셀의 배치	65
〈그림 3-14〉 행위자 보유 주택 수의 초기 및 최종기 분포 예시	66

〈그림 3-15〉 2차년도 모형의 Base Run 그래프	67
〈그림 3-16〉 1차년도 및 2차년도 모형의 초기 가격 분포 3차원 모식도	68
〈그림 3-17〉 각 주택 가격의 초기 및 최종기 분포 예시	69
〈그림 3-18〉 규제지역 지정 정책 효과 비교 - 전 지역 평균 아파트 가격 기준	71
〈그림 3-19〉 규제지역 지정 정책 효과 비교 - 3차원도	72
〈그림 3-20〉 규제지역 지정 정책 효과 비교 - 등고선도	73
〈그림 4-1〉 구현된 공급모형 개요도	89
〈그림 4-2〉 수도권 주택 공급 계획	92
〈그림 4-3〉 Python 버전 시뮬레이션 실행 프로그램 화면(대시보드형 실행 화면) ..	101
〈그림 4-4〉 통합 모형 개요도	102
〈그림 4-5〉 Python 버전 시각화 결과 출력 예시: 기본 대시보드(평균 가격, 변화율, 기대수준, 거래량)	104
〈그림 4-6〉 Python 버전 시각화 결과 출력 예시: 기대수준 변화(전체, 투기적 행위자, 비투기적 행위자)	105
〈그림 4-7〉 Python 버전 시각화 결과 출력 예시: 공간 도면	106
〈그림 5-1〉 기본 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승률, 시장 가격상승기대) ...	113
〈그림 5-2〉 기본시나리오 분석시점 및 관점별 가격 도식화	115
〈그림 5-3〉 규제지역 지정 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승률, 시장 가격상승기대)	117
〈그림 5-4〉 규제지역 지정 시나리오 분석시점 및 관점별 가격 도식화	119
〈그림 5-5〉 공급확대(1.5배) 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승률, 시장 가격상승기대)	121
〈그림 5-6〉 공급확대 정책 시나리오 분석시점 및 관점별 가격 도식화	123
〈그림 5-7〉 DTI강화(36tick) 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승, 시장 가격상승기대)	125

그림차례

LIST OF FIGURES

〈그림 5-8〉 LTV강화(36tick) 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승, 시장 가격상승기대)	126
〈그림 5-9〉 재건축용적률 완화(12tick) 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승, 시장 가격상승기대)	130
〈그림 5-10〉 규제지역 지정 + 수도권 금융 규제 강화 시나리오 시뮬레이션 결과 ..	136
〈그림 5-11〉 규제지역 지정 + 수도권 금융 규제 강화 시나리오 분석시점 및 관점별 가격 도식화	137
〈그림 5-12〉 공급확대 + 재건축 규제 완화 시나리오 시뮬레이션 결과	139
〈그림 5-13〉 규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제 완화 시나리오 시뮬레이션 결과	142
〈그림 5-14〉 규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제 완화 + 금융규제 시나리오 시뮬레이션 결과	144
〈그림 6-1〉 2차년도 모형의 수도권 공간 구현 결과(상세)	150
〈그림 6-2〉 통합 모형 개요도	151



CHAPTER 1

연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구 범위 및 방법	5
3. 연구의 틀 및 주요 개념	8
4. 선행연구 검토 및 차별성	14
5. 연구의 정책·학술적 기대효과	17

01 연구의 개요

이 장에서는 시장참여자 행태를 고려한 부동산시장 정책 연구의 필요성을 살펴보고 1차년도에 이은 주택시장의 매도·매수, 신규 공급 등을 포괄하는 행위자기반모형(ABM)을 개발의 배경과 목적을 제시하였다. 이어서 모형분석을 위한 연구의 공간적, 시간적, 내용적 범위와 방법을 기술하고 선행연구 검토를 통해 본 연구의 차별성을 제시하였으며, 마지막으로 이 연구를 통한 학술적·정책적 기대효과를 제시하였다.

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구 배경

우리나라 부동산시장은 주택시장 급등락의 반복 등 높은 시장 변동성을 경험하였으며, 이는 국민 주거안정 측면에서 여러 문제를 야기하였다. 특히, 주택가격 급변동은 주거비부담 심화, 거주가 아닌 투자 목적 주택 매매 확산과 그에 따른 추가적인 변동성 확대, 무주택 실거주 가구의 ‘내집마련’ 고충의 가중 등 사회 안정 측면에서 필수적인 주거안정 향상에 여러 부정적 영향을 주었다. 이에 대해 정부는 시장 변동성 완화를 위한 다양한 정책적 노력을 하였으나 현재까지도 주택시장의 변동성은 지속되고 있다.

이러한 정부의 정책적 노력에도 높은 시장변동성이 계속되는 원인 중 하나는 시장의 주요 행위자들(agents)의 예상과 다른 행태로 인해 시장이 영향을 받기 때문으로 판단된다. 즉, 부동산시장 여건 및 정책 변화에 대응한 행위자들의 다양한 행태로 인해 예상치 못한 시장변화가 발생하는 등 실제 시장변화에 큰 영향을 준 것으로 평가되는 가운데(전성제 외, 2024), 정책 수립 과정에서 시장참여자 행태변화에 대한 고려는 상대

적으로 일부 미흡하다는 지적이 계속되어 왔다.

이처럼, 정책 수립에 있어 예상되는 시장참여자 행태를 사전적으로 검토하고 고려할 필요성이 높음에도 불구하고 해당 분야의 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 무엇보다 주택·부동산 분야에서 행동경제학을 비롯하여 시장참여자가 행태에 대한 연구는 일부 이루어진 편이나, 정부의 주택 및 부동산정책에 따른 시장 참여자의 행태, 매매/이주 관련 심리 등을 체계적으로 분석하여 이를 근거로 정책적으로 활용하고자 한 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 더하여 행위자 행태를 반영한 주택시장 모형을 구축한 연구가 일부 있었으나, 점차 복잡해지고 있는 부동산정책 시행에 대응한 행위자 대응 행태 구현 및 시장 영향을 중점적으로 살펴본 연구는 부족하며, 특히 행위자들의 정책 및 여건 변화 대응 행태를 반영하여 정책 실험까지 가능하도록 구현한 연구는 부재한 실정이다. 만약 실제 국내 부동산시장에서 나타난 시장참여자 행태에 대한 분석 결과를 바탕으로 정부 정책 시행에 대응한 시장참여자 대응행태를 사전에 시뮬레이션 하여 결과를 검토할 수 있는 도구가 개발된다면, 미래 급변하는 부동산시장 정책 대응에 있어 보다 시의적절하고 효과적인 정책 수립에 기여할 수 있을 것이다.

이 연구에서는 이러한 필요성에 부응하여 주택시장의 매도·매수, 신규 공급 등을 포괄하는 행위자기반모형(ABM)을 개발하여 시장참여자 대응 행태를 고려한 정책실험이 가능한 도구를 구축하고자 한다. 이를 위해 1차년도 연구(전성제 외, 2024)에서는 시장참여자들의 행태를 반영하여 정부 정책 시행의 효과를 사전적으로 시뮬레이션 할 수 있는 매도·매수를 고려한 행위자기반모형(ABM)을 개발하였다. 이에 본 연구(2차년도 연구, 2025년)에서는 1차년도에 개발한 모형을 주택가격상승의 공간적 확산 행태 및 공간정책 반영 등을 보완하여 고도화하고, 신규 공급 모형을 추가하여 보다 현실에 부합하는 ABM 모형을 개발하였다.

2) 연구 목적

1·2차년도를 포괄하는 전체 연구는 시장참여자 행태에 기반한 부동산시장 정책 영향

분석 도구의 필요성에 부응하여 행위자의 특징에 기반하여 정책 영향을 사전에 분석 가능한 모형을 구축하는 것을 목적으로 한다. 단, 전성제 외(2023)의 연구에서도 나타난 바와 같이, 주택가격의 상승시점과 하락시점의 시장참여자 행태가 서로 다르게 나타난다는 점과 시장 하락기보다 상승기가 주택정책, 주거복지, 부동산경제 등의 측면에서 부정적 영향이 더 클 가능성이 높은 점 등을 종합적으로 고려하여 주택가격 상승기로 한정하여 적용이 가능한 모형을 구축하였다.

이러한 배경아래 부동산시장 참여자들의 행태적 특징을 속성으로 가진 행위자(Agents)를 기반으로 한 행위자기반모형(Agent Based Model) 방법론을 활용하여 정책에 대응한 행위자 행태 기반 시나리오 분석이 가능한 시장변동시물레이션 모형을 구축하였다. 궁극적으로는 이 연구에서 구축된 행위자기반 모형을 활용하여 주택가격 상승기 효과적 정책 수립에 기여하고, 이를 통해 부동산시장의 안정적 관리를 통한 국민 주거 안정 강화에 기여하고자 한다.

이러한 연구 목적 달성을 위해 이번 2차 년도 연구에서는 1차 년도에 개발한 매도·매수 모형을 고도화하고, 신규주택공급 모형을 추가하여 보다 완결된 형태의 행위자기반 주택시장 모형을 구축하는 것으로 목표로 한다.

2. 연구 범위 및 방법

1) 연구 범위

이 연구의 공간적 범위는 단기간 현실적이고 집중력있는 연구를 위해 수도권으로 설정하였다. 수도권은 하나의 단일 광역권으로서 정책적인 관심도가 가장 높을 뿐만 아니라 부동산시장 변동이 선명하게 나타나며, 많은 선행연구가 이루어져 관련 선행연구 검토가 용이한 점 등을 감안하여 공간적 범위는 수도권으로 한정하였다.

연구의 시간적 범위의 경우 통계분석 범위는 주택가격 상승기인 2015년~2022년,

시뮬레이션 분석의 범위는 미래 주택가격 상승기로 설정하였다. 통계분석의 경우, 수도권 부동산시장이 위축-상승-과열-정점까지 온전한 주택가격 상승기를 포함하도록 2015년~2022년까지를 시간적 범위로 설정하였다. 이는 1차년도 시간적 범위와 동일하며, 2차년도에서는 동일한 시간적 범위 내에서 공간구성을 고도화하고, 공급 모형 추가하는 등 모형 자체를 개선하는데 초점을 맞추었다.

한편, 연구의 대상이 되는 주택 유형은 아파트로 한정하였다. 아파트의 경우 타 유형에 비해 세부적인 통계자료 구득이 가능하며, 상대적으로 상승기 가격 변동 폭이 큰 부동산 자산이기 때문에 이 연구 대상 주택 유형을 수도권 아파트로 한정하였다.

2) 연구 방법

이 연구의 기초적인 틀 구축과 이론적 기반 및 현실모사 반영률을 높이기 위해 문헌 검토, 기초통계 분석, 전문가 자문, ABM 모델링 등 다양한 연구방법론을 활용하여 부동산시장에서의 참여자의 행태를 분석하였으며, 그 결과를 바탕으로 ABM 모델을 구축하였다.

먼저, 문헌검토를 통해 1차년도 구축 모형 고도화 및 신규주택공급 모형 구축을 위한 이론적 토대 구축 등을 수행하였다. ABM 관련 기존 선행연구, 행위자 행태 관련 선행연구 및 언론기사 등 관련 문헌을 검토하여 신규주택공급 모델링 및 1차년도 구축 모형 고도화를 위한 이론적 토대를 구축하고 정부 정책 범주화, 신규 공급 행위자의 행태적 특성과 관련한 주요 변수 도출 및 유형화 등의 기초자료를 확보하였다.

다음으로 다양한 연구방법을 통해 신규주택공급 ABM 모형 구축에 필요한 행위자 행동 규칙을 파악하여 모형에 적용하였다. 통계분석 등을 통해 시장여건 및 정책 변화에 따른 신규주택공급 관련 행위자들의 행태변화의 방향 및 강도와 관련한 기초 자료를 구득하였고, 신규주택공급 관련 주요 행위 주체에 대한 문헌 검토 등을 통해 행위자들의 행동 규칙과 관련하여 통계분석을 통해 확보할 수 없는 질적 데이터를 확보하여 보다 시장 내 행위자 행동 특성에 부합하는 행동 규칙 설정의 기초자료로 활용하였다.

그 외에 전문가 자문, 외부전문가 활용 등 외부 전문가와의 네트워킹 및 협업을 통해 보다 현실부합성이 높고 정책적 활용도가 높은 모형을 구축하였다. 이러한 모형 구축을 위한 단계별 절차와 연구방법 및 활용데이터는 <표 1-1>과 같다.

표 1-1 | 연구방법론 및 활용 데이터 상세

구분	방법론	데이터
ABM 모형 구축 전반	ABM - Netlogo 기반 공급부문 기본 모형 구축 - R을 활용한 구축 모형 고도화 - Python을 통한 통합 모형 완성 및 실행 패키지 제작	- 1차년도 개발 매도매수모형의 고도화(공간적 확산 행태 및 지구지정 대응 행태 반영) - 선행연구 및 언론보도 등 매도매수모형 고도화 및 신규아파트공급 규칙 설정을 위한 관련 질적 데이터 활용 - 행위자 규칙설정 및 공간구성을 위한 시장 행위자 행태에 대한 선행연구 및 문헌
1차년도 구축 매도매수모형 고도화	문헌연구 - 선행연구 등 문헌에서 나타난 공간적 확산 및 지구지정정책 대응 행위자 행태 검토	- 부동산시장 행위자 행태에 대한 선행연구 문헌 (Shiller, 2015; Smith, 2009; 전성제 외, 2023) 등의 부동산시장 행위자 행태 관련 선행 연구 자료
	IDI - 공간확산 및 지구지정 정책 대응 행위자 행태 규칙의 설정 및 세부 조정을 위한 전문가 심층인터뷰 시행	- IDI(In-Depth Interview: 심층인터뷰) 결과로서 질적 데이터 구득
	계량 분석 - 공간적 확산 및 지구지정 정책 관련 행태 특성 구득 위한 데이터 분석	- 지역별 가격 (변화율), 지역별 거래량 (변화율), 지구지정 전후 지역별 가격 및 거래량 (변화율) 등 관련 변수 기반 데이터 분석
신규아파트공급 모형 구축	문헌연구 - 선행연구 등 문헌에서 나타난 신규 주택 공급 관련 행위자 행태 검토	- 신규 아파트 공급과 관련(Payne, 2020 등) 행위자 행태 관련 선행연구 자료
	통계 및 계량 분석 - 신규아파트 공급 행태 특성 구득 위한 데이터 분석	- 공사비용, 정부정책, 이자율, 지역특성, 사업지 특성, 거시적시장 여건 등 관련 변수 기반 데이터 분석
매도매수모형과 신규아파트공급 모형 통합	ABM - 고도화된 매도매수 모형과 추가로 구축된 신규아파트공급모형을 연계하여 통합 모형을 구축	- 매도매수 및 공급 모형 데이터 일체 - Python 3.8 이상 버전 및 각 패키지 (numpy, pandas, scipy, matplotlib, plotly, kaleido, streamlit, tqdm, pytest)
모형의 적합성 검증 및 조정 (Calibration and Validation)	모델성능평가 위한 분석 - ABM 모형의 분석결과와 과거 기초자료 흐름의 셋팅 및 조정을 위한 오차분석 등 계량 분석 시행	- ABM 모형 시나리오별 시뮬레이션 결과 데이터 - 과거 부동산시장 변동 시계열 데이터

자료: 연구진 작성

3. 연구의 틀 및 주요 개념

1) 연구의 구성

이 연구는 2년간 단계적으로 추진되는 연차별 연구를 통해 단계적으로 모형을 구축하여 정책적 시뮬레이션을 위한 도구를 도출하고자 하였다.

1차년도 연구(전성제 외, 2024)에서는 주택가격 상승기 수도권 아파트 시장으로 한정하여 부동산시장 매도·매수 행위자기반모형을 구축하였으며, 모형 구축을 위한 도구로 Net-logo 및 R 프로그램을 기본적으로 활용하였다.

2차년도 연구(본 연구, 2025)에서는 1차년도에 구축된 매도매수모형을 공간확산 행태 등을 반영하여 고도화하고, 신규 아파트 공급 모형을 추가로 구축, 연계하여 1차년도 구축 모형을 고도화·확장한 수요-공급 통합 ABM 모형을 구축하고자 하였다. 모형 구축을 위한 프로그래밍 도구는 R과 Python을 활용하였다.

그림 1-1 | 연차별 연구수행 계획



자료: 연구진 작성

2) 1차년도 연구 주요 내용

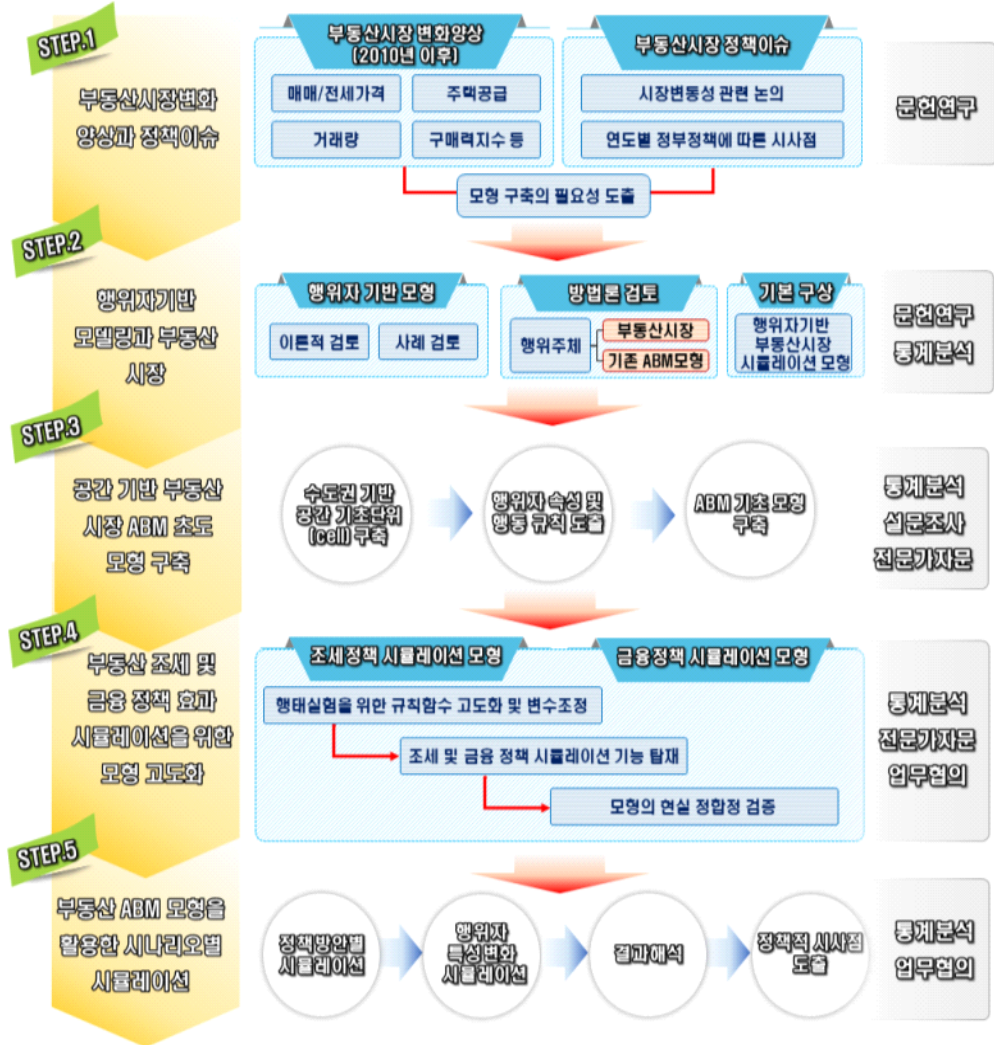
1차년도 연구에서는 행위자기반 부동산시장 모형의 기본 모형으로서 아래 <표 1-2>에서 제시된 흐름과 방향으로 수도권 아파트 시장 매도매수 모형을 구축하였다.

표 1-2 | 1차년도 주요 연구 수행 내용

- 행위자 기반 모델링의 철학, 방향성 및 활용분야 등에 기반한 이론 및 선행연구 검토하고, 이에 근거하여 부동산시장에서 활용되는 ABM의 특성 및 장점을 비롯한 활용성을 제시
 - 부동산시장의 수요적인 측면에서 주요 행위자(참여자), 행위자들의 행태, 행태에 영향을 미치는 주요 변수 등에 대한 개념을 정리하고, 관련 이론을 검토한 후, 모형의 기본 틀을 도출
- 주택가격 상승기 수도권 아파트시장을 대상으로 하는 부동산시장 매도매수 ABM 모형 구축
 - 수도권 공간구조의 단순화작업과 동시에 ABM 모형상의 공간적 기반이 되는 패치(Path)에 대한 속성을 부여하여 가상공간을 구축한 후, 가상공간상에서 가구단위로서 행위자를 구현하여 부동산 매매 관련하여 최대한 단순한 행동 규칙을 적용하는 방향으로 모형을 구축
 - 부동산시장 수요부문 행위자 그룹 정의 및 그룹별 특성과 세부 행태 분석을 위해 부동산자산 매매시장의 매입자 그룹, 매도자 그룹을 가구특성 (주택보유수 등), 행태특성별(투자선호, 실거주 중시 등) 등 특성별로 구분하여 정의하고, 행위자 그룹별 특성 및 세부 행태 기반 행위자 속성을 부여
 - 이렇게 구축된 모형은 과거 시계열기반의 시장현황을 구현한 모형에 적용하여, 실제 시장변화 행태와 유사한 결과가 도출되는지를 시뮬레이션 하여 모형의 적합성을 검증
- 시뮬레이션 모형의 활용
 - 부동산시장 여건 변화, 행위자의 기대심리 등 변수 및 상황별 부동산시장 변화에 대한 시뮬레이션 분석을 시행
 - 주요 금융·조세 정책 도입으로 인한 시장변화 행태를 다양한 시나리오를 기반으로 시뮬레이션 하여, 예상되는 부동산시장 변화에 대한 정책적 시사점과 활용 방안을 제시

자료: 연구진 작성

그림 1-2 | 1차년도 연구 흐름도



자료: 연구진 작성

2) 2차년도 연구 주요 내용

2차년도 연구에서는 1차년도에 구축된 매도매수모형을 공간확산 행태 등을 반영하여 고도화하고, 신규 아파트 공급 모형을 추가로 구축, 연계하여 1차년도 구축 모형을 고도화·확장한 수요-공급 통합 ABM 모형을 구축하고자 한다. 이를 위해 연구 배경 및 문헌 검토, 1차년도 구축 모형 고도화, 수도권 신규 아파트 공급 모형 구축, 통합 모형 구축, 통합 모형을 활용한 정책실험과 시사점 도출 등을 순차적으로 진행하였다.

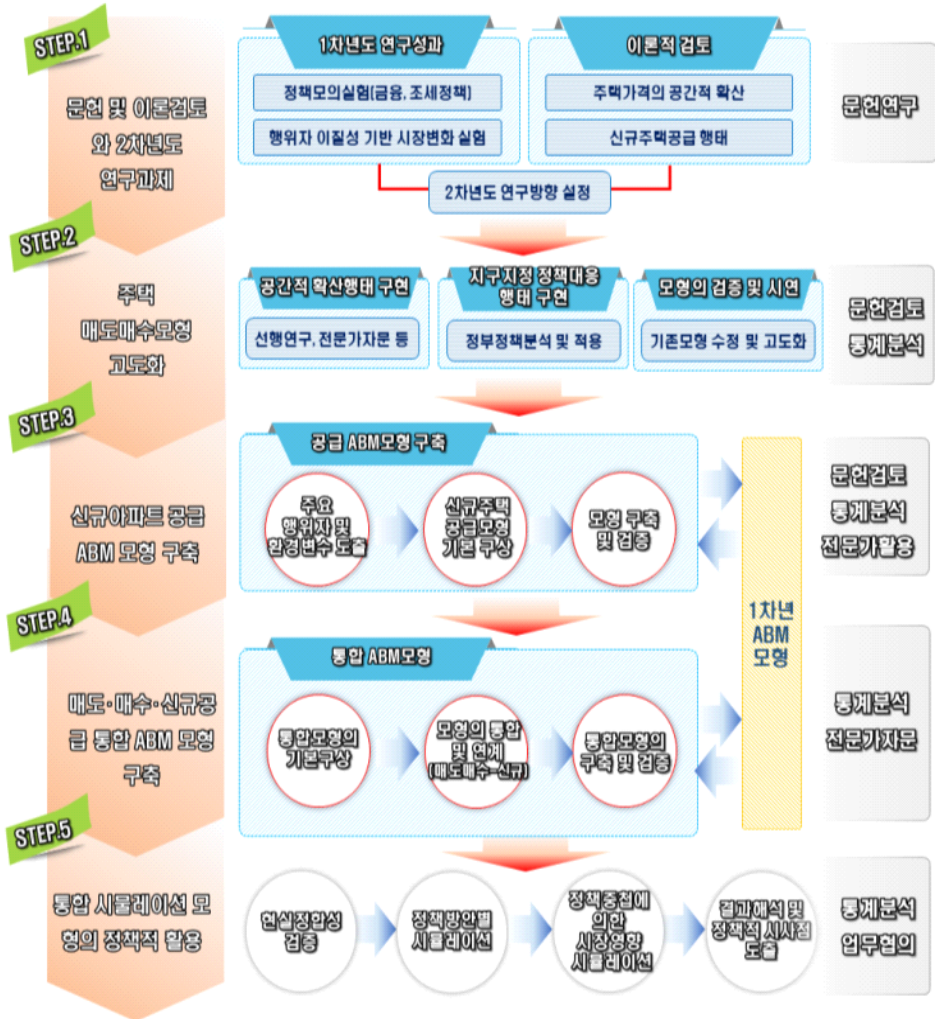
먼저 연구배경 및 문헌검토에서는 1차년도 연구성과 요약, 2차년도 연구 방향 도출, 공간적 확산 및 공급 행태 관련 이론과 선행연구 검토 등이 이루어졌다.

다음으로 1차년도 구축 모형 고도화를 위해 수도권 아파트 가격 상승의 공간적 확산 행태와 정부 지구지정 정책에 대한 대응 행태를 분석하고 이를 모형에 반영하였다. 이를 위해 부동산시장 행위자 행태에 대한 선행연구 문헌 (Shiller, 2015; Smith, 2009; 전성제 외, 2023) 등의 부동산시장 행위자 행태 관련 선행연구 자료 등을 바탕으로 주택가격 상승기 수도권 주택가격 상승세 확산 행태와 정부 지구지정 정책에 대한 대응 행태의 특성을 도출하고, 이를 구현할 수 있도록 기존 모형을 수정, 고도화하여 보다 다양한 정책실험이 가능한 모형을 구축하였다.

세 번째로 신규 아파트 공급 관련 규칙을 분석하고, 이를 바탕으로 신규 아파트 공급 ABM 모형을 구축하였다. 신규 아파트 공급 모형의 경우 가능한 한 단순한 구조와 규칙을 적용하되, 기 개발된 1차년도 모형과 연계가 가능한 구조로 개발하였다.

마지막으로 고도화된 1차년도 모형과 2차년도에 개발된 신규 아파트 공급 ABM 모형을 연계·통합한 수도권 아파트시장 ABM 모형을 구축하고, 구축된 모형을 활용하여 다양한 정책실험을 시행한 후, 시사점을 도출하였다.

그림 1-3 | 2차년도 연구 흐름도



자료: 연구진 작성

3) 관련 주요 개념¹⁾

(1) 행위자기반모형(Agent Based Model: ABM)

행위자기반모형은 Agent Based Model을 지칭하는 말로, 물리학 등에서 과거부터 동일하게 번역하고 사용하고 있는 개념(채승병 외, 2007)이며, 각각의 개별 행위자가 모형 상에 존재하며, 이들 행위자의 의사결정에 따른 행동의 합이 전역적으로 어떤 결과로 도출되는지를 시뮬레이션 하는 모형이다. 행위자기반모형 주요 구성요소로는 행위자와 (공간)환경, 규칙 등이 있다.

(2) 행위자(Agent)

행위자는 의사결정을 내리는 행위 주체로써, 네트워크 공간상에서는 통상적으로 점(Node)의 형태로 표현되며, 사용자가 설정한 행동 규칙에 따라 의사결정을 수행하며, 설정된 환경 규칙에 따라 생성 또는 소멸되거나 이동할 수도 있다. 주택 및 부동산 시장과 관련된 모형에서는 주로 가구단위로 행위자로 설정되며, 이 외 시행사, 정부, 금융기관 등도 모형 구성 목적에 따라 행위자로 설정하기도 한다.

(3) 환경(Environment)

행위자가 의사결정을 하는 무대로, 네트워크 형태(Topology)와 외부 변수, 그리고 행위자(주체)는 아니지만 동적 양상을 띠는 행위 객체 등으로 구성될 수 있다. 세부적으로 살펴보면, 변수(Variables)는 행위 규칙(rule)에 영향을 미치는 다양한 변수를 의미하며, 조세, 금리, 시장정책 수단 등도 외부 변수로 적용하여 반응을 실험해 볼 수 있다. 다음으로 네트워크 구조(Network Topology)에 대해 살펴보면, 행위자 간 연결(link)을 어떤 함수에 따라 할당하는가에 따라 네트워크 구조가 달라지며, 이러한 네트워크의 연결방법에 따라 가상적 형태부터 실제 공간 반영까지 다양한 형태를 구현할

1) 1차년도에서 기술한 주요개념과 동일하며, 독자의 이해도를 높이기 위해 다시 한번 기술하였다.

수 있다(예: 격자망, 실제 지도 반영). 다음으로 행위 객체(Objects)는 행위 규칙에 영향을 미치는 동적인 대상으로, 주택을 예로 들 수 있다. 즉, 행위객체는 서로 다른 속성을 통해 이질성을 갖기도 하고, 특정한 규칙을 통해 생성 또는 멸실, 이동할 수도 있는 개체이지만, 주체적으로 의사결정을 하지는 않는 대상을 의미한다.

(4) 규칙(Decision Rules)

규칙은 행위자가 의사결정을 내리는 규칙을 의미하며, 크게 세가지로 구분할 수 있다. 첫째, 행위자 개인 함수에 따라 결정을 정하는 단순결정규칙법, 둘째, 다양한 결정 단계를 가정하는 상태전이접근법, 셋째, 경제학적 효용함수를 가정하는 효용접근법 등을 규칙으로 활용할 수 있다(정기철 외 2016, p. 47).

4. 선행연구 검토 및 차별성

1) 선행연구 현황

부동산시장 및 정책 관련 연구들은 관련 통계자료 기반 계량 분석을 통해 정책효과나 시장 영향력을 분석하는 연구가 다수를 차지한다. 김형석(2008), 황관석 외(2021), Geltner et al. (2007) 등 다수의 연구들이 유동성, 금리, 가계부채 관리 등 부동산정책으로 인한 시장의 변화 매커니즘을 통계분석을 활용하여 거시경제지표 등의 영향 및 시장과급효과 등을 분석하는데 초점을 맞추고 있다. 주택공급 관련 연구의 경우 관련 금융 여건, 공사비 등과 주택공급 간 관계를 분석하고 관련 시사점을 제시하는 연구가 주를 이루고 있다.

이러한 선행 연구들은 부동산시장의 이해를 크게 높였음에도 불구하고 시장참여자의 행태적 특성이 시장에 미치는 파급효과를 분석하는 데까지는 나아가지 못하였다. 그 결과 행태 기반의 수요와 공급을 포괄하는 통합적인 정책 실험 도구를 제시하는 연구도

부재한 실정이다. 채승병 외(2007), 김동한 외(2014), 이수옥 외(2022) 등 일부 ABM tool을 활용한 부동산시장 모형 구축 연구가 있었으나, 기존 연구의 경우 공간 등 환경설정을 아주 단순하게 설계하거나 행위자의 행동 규칙을 제한적으로 적용하였으며, 특히 정책대응 행태를 중시한 연구는 이루어지지 못한 특징이 있다.

특히, 1차년도에서 ABM 모형을 구축하면서 시장 참여자들의 행태적 특성과 수도권 외의 공간적 특성을 충실하게 반영하기 위해 노력하였지만, 매도·매수를 중심으로 하는 ABM 모형의 기본틀을 구축하는 것에 집중하였기 때문에, 신규주택 공급측면을 고려한 동적변화 형태를 구현하거나, 지구지정정책에 따른 공간적 확산행태를 모형에 반영하는 데까지 나아가지 못한 한계가 있었다.

2) 선행연구와 본 연구와의 차별성

이 연구는 Agent-Based-Model 이라는 방법론을 활용하여 부동산시장 참여자들의 실제 정책대응 행태에 기반한 시장 변화양상을 살펴보기 위해 행태적 속성으로 가지는 행위자를 구현하고, 이를 바탕으로 매도·매수·신규공급 부문을 모두 포괄하는 다양한 시나리오별 정책 실험이 가능한 모델, 즉 행태 기반 부동산시장 모형을 유용한 정책 도구로서 개발한다는 점에서 기존 연구와 차별화된다.

특히, 1차년도 연구에서 반영하지 못하였던 투기지역 지정 등 지구지정정책의 공간적 파급 효과와 신규주택 공급에 따른 행위자들의 이동 행태 등 최대한 현실에 가까운 모사를 구현하고, 이를 바탕으로 정책에 따른 시장변화양상을 실험할 수 있는 완성도 높은 모형을 만드는데 집중하고자 하였다.

표 1-3 | 선행연구와의 차별성

구분	선행연구와의 차별성			
	연구목적	연구방법	주요연구내용	
주요 선행 연구	1	<ul style="list-style-type: none"> 과제명: 유동성이 주택시장에 미치는 영향과 정책방안 연구 연구자(연도): 황관석 외(2021) 연구목적: 유동성이 부동산시장에 미치는 영향을 분석 및 시장 안정 위한 유동성 관리방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 및 이론 연구 • 통계 및 계량 분석 • 협동 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 유동성 위험지표 분석 • 유동성/거시경제/주택가격 간 관계 분석 • 주택금융 정책적규제 효과 분석 • 유동성 관리를 위한 정책 방안 제언
	2	<ul style="list-style-type: none"> 과제명: 빅데이터를 활용한 주택 시장 분석 및 예측모형개발 연구자(연도): 이수욱 외(2022) 연구목적: 서울 지역 부동산 매매, 임대, 이주 행태를 구현하기 위한 ABM 모형 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 및 이론 연구 • 통계 및 계량 분석 • 협동 연구 • ABM 모형 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 서울시 주택시장 ABM 모형 구축 • 서울 아파트 시장 내 매매, 임대, 이주 행태 구현 • 정책 변수 영향 분석에는 한계
	3	<ul style="list-style-type: none"> 과제명: 주택공급상황 분석 및 안정적 주택공급 전략 연구 연구자(연도): 김지혜 외(2023) 연구목적: 주택공급 관련 현황 및 여건 분석을 바탕으로 공급지연 원인 분석 및 해소 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 및 이론 연구 • 통계 및 계량 분석 • 전문가 자문 	<ul style="list-style-type: none"> • 인허가, 착공, 준공 등 주택공급 현황 및 계획 분석 • 금리, 주택시장 여건 등 주택공급 지연 원인 분석 • 공급 지연의 해소·완화 위한 개선 방안 제시
본 연구	<ul style="list-style-type: none"> 행위자기반모델링 기법을 활용하여, 수도권 부동산시장 참여자들의 행태적 특성을 반영한 ABM모형을 구축하여, 이를 통해 예상되는 미래 부동산시장 변화, 정책에 대응한 행위자 전략별 시나리오 분석이 가능하도록 함으로써, 다양한 정책수립 지원을 통한 부동산시장 안정에 기여 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 문헌 검토 • 관련 행위자 심층인터뷰 • 통계 및 계량 분석 • ABM 모형 구축 • 전문가 자문 및 협동 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • ABM관련 이론적 논의 검토 • 공간차원의 행태 특성 및 공급 관련 행위자 행태 분석 • 1차년도 부동산시장 ABM 모형 고도화 및 확장 • ABM 모형 기반 시뮬레이션 및 정책활용 방안 도출 	

자료: 연구진 작성

5. 연구의 정책·학술적 기대효과

이 연구에서는 부동산시장 행위자 특성을 고려하여 매도·매수·신규공급을 포괄하는 통합적인 정책 영향력 사전 분석 ABM 모형을 구축함으로써 보다 시의성 있고 효과적인 부동산시장 정책 실험이 가능하도록 할 것으로 기대된다. 궁극적으로는 주택가격 상승기에 시장의 충격을 완화할 수 있는 효과적인 부동산 및 주택시장 정책결정 지원에 기여하고, 이를 통해 부동산시장에서 시의성 있고 안정적 관리를 위한 정책도구로 활용됨으로써 국민 시장안정 강화와 장기적으로 주거복지 향상에 기여할 것으로 기대된다.

학술적으로는 과거 연구들을 통해 누적되어 형성된 부동산시장 참여자 행태 분석과 관련된 이론 및 통계자료를 활용하여 행태 기반 시뮬레이션 모형까지 구축함으로써, 기존에 주택 및 부동산 정책분야와 관련된 학술적 논의에서 상대적으로 소외되어 온 행태분석을 비롯한 행태기반 모형 구축까지 아우르는 등 부동산시장 행태 관련 연구의 선도적 연구사례를 제시하였다는 점에서 의의가 있다.



CHAPTER **2**

문헌 및 이론 검토와 2차년도 연구 과제

- 1. 1차년도 연구 주요 내용 및 성과 21
- 2. 가격 확산(지구지정 포함) 및 신규주택 공급 관련
이론적 검토 26
- 3. 2차년도 연구 방향 39

02 문헌 및 이론 검토와 2차년도 연구 과제

이 장에서는 먼저 2차년도에 연구하고자 하는 지구지정정책과 신규공급모형을 반영한 ABM모형 구축과 관련한 이론적인 검토를 통해 연구의 필요성과 기초를 확립하였다. 구체적으로는 첫째, 1차년도에서 구축하였던 공간기반 부동산시장 수요 ABM모형을 활용한 정책실험의 성과를 바탕으로 2차년도 연구의 필요성을 도출하였으며, 둘째, 주택가격상승의 공간적 확산패턴과 신규주택공급의 시장 영향에 관한 기존의 이론적 논의를 정리하고, 2차년도 연구에서 주로 실험하고자 하는 정책의 맥락과 시장 영향에 대해 살펴보았다. 마지막으로 이 장의 논의를 바탕으로 2차년도 연구의 필요성과 중점 과제를 도출하였다.

1. 1차년도 연구 주요 내용 및 성과

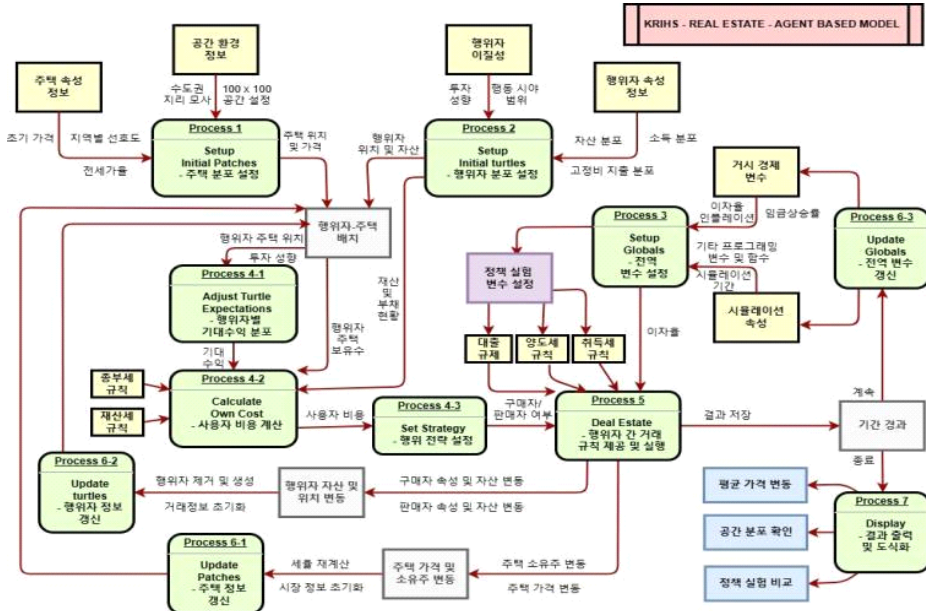
1) (주요성과) 공간기반 부동산시장 수요 ABM모형의 구축

1차년도 연구에서 정부가 활용한 정책수단을 분석한 결과, 금융 및 조세정책, 주택공급확대 정책, 시장불안지역 대응 정책에 대한 행태 기반 정책실험을 위한 ABM (Agent Based Model) 모형이 구축된다면, 향후 주택가격상승기 정부의 시의성 높고 효과적인 정책수립에 매우 적절한 도구로 활용될 수 있을 것으로 판단하였다. 이에 따라 부동산시장 참여자들의 행태적 특성을 속성으로 가진 행위자(Agents)를 바탕으로 한 행위자기반모형 방법론을 활용하여 매도-매수 중심의 정부 정책에 대응한 행위자 전략별 시나리오 분석이 가능한 시장변동시물레이션 모형을 구축하였다.

이와 관련하여 영국 중앙은행, 헝가리 중앙은행 등 해외에서도 주택시장 정책 수립을 위해 각각의 정책변수가 주택시장에 미치는 영향 등의 효과를 식별하고 각 변수와 주택시장 간 관계성 등을 분석한 사례가 있으며, 이러한 사례를 참고하여 국내에 적용

가능한 ABM모형을 구축하고자 하였다.

그림 2-1 | 이 연구의 행위자기반모형의 코드 및 모듈의 구성 개요



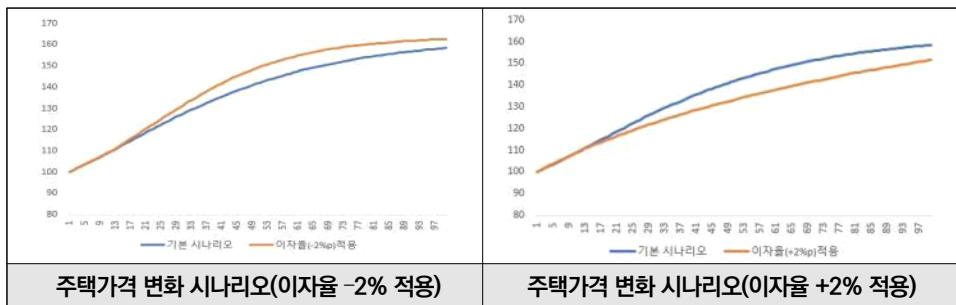
자료: 전성제 외(2024), p.138

행위자기반모형 구축 필요성에 부응하여 1차년도 연구에서는 공간기반 부동산시장 ABM 초도모형으로 가상의 수도권 공간 내 행위자기반 매도매수 모형을 구축하였다 (전성제 외, 2024). 부동산시장 ABM 모형은 기본적으로 행위자, 환경, 규칙으로 구성되며, 행위자변수(인구, 경제, 행위변수)와 환경변수(행위대상, 거시경제, 공간변수)를 통해 부동산시장 정책시험을 수행하는데 초점을 두었다. 이를 바탕으로 해당 규칙과 변수에 근거하여 ABM모형을 활용한 정책모의 실험과 ABM모형을 활용한 행위자 이질성 기반 시장변화 실험이라는 두 가지 실험을 실시하였다.

먼저, ABM모형을 활용한 정책모의 실험은 ABM 모형을 기반으로 금융 및 조세 정책이 적용되는 다양한 시나리오별 시장 변화 양상을 실험하는 것으로, 주택가격 상승기에 시행되는 여러 가지 조세 및 금융 정책 변화 시나리오를 적용하는 실험, 시장 참

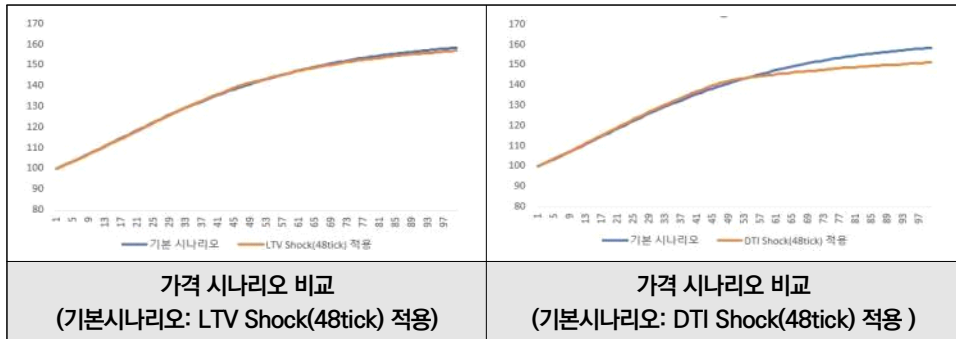
여자들의 주택가격 상승 기대 등 특성 변화 시나리오를 적용한 실험 등을 실시하고, 그 결과를 토대로 정책적 시사점을 도출하였다. ABM모형을 활용한 정책실험 결과, 이자율의 영향력이 크게 나타났으며, 취득세, DTI, LTV 등도 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타난 반면, 양도세의 경우 행태기반모형 시뮬레이션 결과 순으로 부동산 정책의 정책적 영향력이 거의 없는 것으로 나타났다.

그림 2-2 | 이자율 적용에 따른 주택가격 변화 시나리오



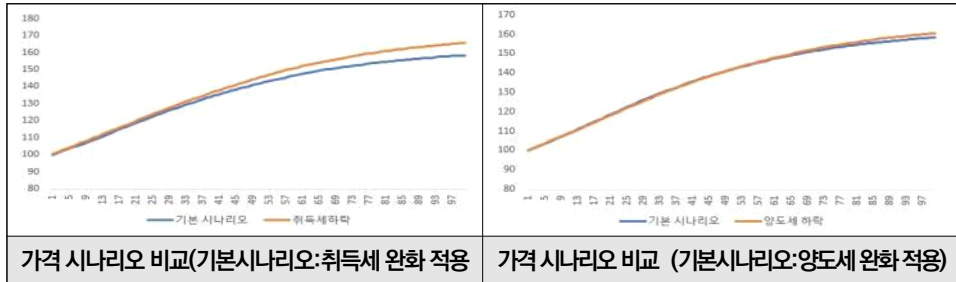
자료: 전성제 외(2024), pp.151-152

그림 2-3 | LTV, DTI 적용에 따른 주택가격 변화 시나리오



자료: 전성제 외(2024), p.154, p.156

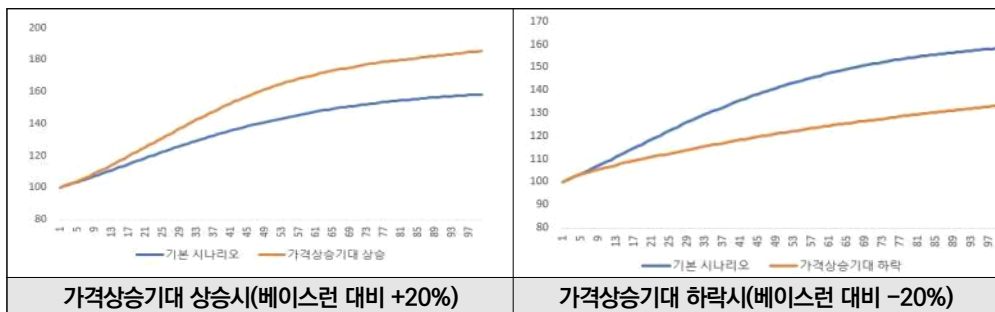
그림 2-4 | 취득세, 양도세 완화적용에 주택가격 변화 시나리오



자료: 전성제 외(2024), pp.158-159

다음으로, ABM모형을 활용한 행위자 이질성 기반 시장변화 실험에서는 ABM 모형을 기반으로 행태변화에 따른 시장변화 양상을 살펴보는 모의실험을 실시하였다. 해당 실험에서는 행위자의 투자성향별 가격상승에 대한 기대가 달라질 때 시장 변화 행태를 검토하고, 정부규제를 회피하고자 하는 특징을 가진 행위자들의 확산 여부가 시장에 어떤 영향을 미치는지 실험한 후 시사점을 도출하였다. 실험결과, 비투기적 행위자의 가격상승기대가 낮아질 경우 주택가격에 음(-)의 방향으로 영향을 미침과 동시에, 시장참여자의 가격상승 기대심리가 낮을 경우 동일한 조건에서도 빠르게 주택시장이 안정을 찾을 수 있음을 발견하였다. 또한, 행위자들 사이 정부 정책규제에 대한 회피현상이 확산될 경우, 주택가격 상승기에는 동일한 조건에서도 주택시장 불안이 더 커질 수 있음을 발견하였다.

그림 2-5 | 가격상승기대 변화에 따른 아파트가격 변화양상 비교



자료: 전성제 외(2024), p.167, p.169

표 2-1 | 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 원만하게 나타남
		+2% (주택가격) 기본 시나리오대비 주택가격이 상승폭 하락 (세부내용) 이자율을 2% 높일 경우, 기본시나리오보다 원만한 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 증과 해제)	(주택가격) 기본시나리오와 유사한 행태로 주택가격이 변화 (세부내용) 양도세 완화의 효과는 거의 나타나지 않아 기본시나리오와 거의 동일한 수준으로 가격이 상승

자료: 전성제 외(2024), p.165

2) 1차년도 연구의 한계

1차년도 연구는 수도권의 공간적 형태를 최대한 단순화하여 구성하되, 시장참여자의 행태적 측면을 현실적으로 반영하여 주택시장의 동적 변화를 보여주기 위해 주요한 요소는 최대한 포괄할 수 있도록 구성하였다. 이처럼 공간적 형태 및 특성과 타 연구와의 차별성을 충실히 반영하였으나, 해당 모형에서 주택가격 상승으로 인한 공간적 확산행태까지 구현하는데까지는 나아가지는 못하였다.

또한 수요 측면에 국한하여 모형을 구축하여 신규주택 공급 측면에서 시장에 중요한 영향을 미치는 요소들은 모형에 반영하지 못한 한계가 있다. 여러 연구에서 언급한 바와 같이 주택시장에서 신규주택공급은 시장행태변화 관점에서 큰 영향을 미치는 주요한 요인 중 하나이다. 그러나 이 연구의 1차년도 연구에서는 주택 매도·매수에 따른 수요 측면의 모형을 먼저 구축하여 행위자기반모형의 기본 틀을 구축하는 것에 초점을 맞추어 연구를 진행하였기 때문에 공급 측면의 확장된 동적인 변화와 아파트 주택 재고 증가에 따른 시장참여자 행태변화를 반영하는 모형을 구현하지 못하였다.

2. 가격 확산(지구지정 포함) 및 신규주택 공급 관련 이론적 검토

1) 주택가격상승의 공간적 확산 패턴과 시장참여자 행태

(1) 이론적 논의

주택가격 변동으로 인한 공간적 확산 행태변화를 정확하게 파악하는 것은 주택 및 부동산정책에 따른 시장 참여자의 대응행태 분석을 위한 중요한 기초를 제공한다. 정책의 변화뿐만 아니라 시장 환경의 변화에 대한 시장 참여자들의 반응을 확인할 수 있는 수단이 주택가격 상승의 공간적 확산 패턴이라 할 수 있으며, 주택가격 상승의 공간적 확산 패턴을 파악함으로써 중심지역에 적용되는 정책이나 충격에 따라 주변지역의 주택가격이 어떻게 변화할지를 먼저 예상할 수 있게 되므로 선제적인 정책대응이 가능하다는 장점이 있다(전성제 외, 2023). 또한 이러한 현상의 프로세스를 파악해야만 그 원인을 해소할 수 있는 정책수단의 적용과 운영 방향이 적절히 설정될 수 있으며, 정부의 시장개입 부작용 등을 최소화하고 실효성 있는 정책 운영이 가능하다(이용만·이상한, 2004).

수도권 주택시장에서는 강남지역을 중심으로 주택가격 상승이 순차적으로 확산하는 패턴이 나타나며, 이의 미래 반복 가능성이 매우 높은 것으로 이해되고 있다(전성제 외, 2023). 국내에서도 과거 주택가격이 급등했던 시기 전국의 주택가격 상승을 주도한 지역으로 강남3구가 언급되면서 관련 연구가 활발히 진행되어 왔다. 대부분 연구들은 ‘강남3구가 주택가격 상승의 진앙지인가?’에 초점을 맞추고 있다. 공간적 확산 패턴과 관련해서는 강남을 중심으로 주변지역을 확산해 나가는 패턴이 있으며, 이러한 패턴에 대해서 시장참여자들이 명확하게 인식하고 있어 미래 주택가격 상승기에도 동일한 공간확산 패턴이 반복될 가능성이 높음을 시사한다(전성제 외, 2023).

기존의 선행된 이론적 논의에서 살펴본바와 같이 주택가격의 공간적 확산(Spatial Diffusion)은 한 지역의 주택가격 상승이 인접 지역 또는 연결된 네트워크상 지역으로 전이되는 현상이라 말할 수 있다. 이는 지리적 접근성, 대체재의 가격, 통근가능 권역

등이 영향을 미친다. 이와 관련된 연구들을 살펴보면, Meen, G(1999)는 영국 주택시장에서 중심부에서 외곽으로 가격이 시간차를 두고 확산하는 “Ripple Effect”가 존재함을 분석을 통해 밝혔으며, 전해정(2013)은 강남지역에서 강북과 서울지역으로 매매가격과 전세가격의 변동성이전 효과가 지역별로 차이는 존재하나 어느 정도 있음을 실증적으로 확인하였다. 한편, 김현학(2017)은 가격확산 모형(Price Diffusion Model)을 활용해 중심지역에 대한 가격충격이 주변지역으로 확산되는지를 수도권 및 전국 아파트 시장을 대상으로 분석한 결과, 수도권의 경우 서울 동남부 지역의 아파트 가격 변화가 거리에 상관없이 대부분의 수도권 아파트 가격 변화에 영향을 미치는 것으로 나타나 가격 확산 효과가 있음을 확인하였다. 그 외 김채만·한아름(2020)은 GTX 개통에 따른 경기도 아파트 가격 변화를 지리가중 회귀분석으로 분석한바, GTX는 경기도 아파트 가격 상승 및 지역간 가격 격차 해소 효과가 있는 것으로 실증분석 하였다.

표 2-2 | 주택가격 공간적 확산 패턴의 유형

확산 유형	의미	예시
파급형 (Ripple effect)	특정 지점에서부터 어떤 효과가 바깥쪽으로 동심원 물결처럼 퍼져 나가는 효과	서울 강남 → 강북 → 수도권 외곽
동시적 확산 (Synchronous)	여러 지역에서 거의 동시에 가격 상승	금리 인하기, 전반적 유동성 증가
선도-추종형 (Lead-lag)	특정 선도지역 가격이 먼저 오르고 후속 지역이 뒤따름	용산 상승 → 마포·성동 → 경기 광명 등
네트워크 확산형	교통·정보망 상 연결된 지역 간 확산	GTX 노선 개통 예정 지역 등

자료: 연구진 작성

(2) 시장참여자의 행태변화 유형

이 연구에서 언급하고 있는 시장참여자는 주택가격에 따라 행동하는 수요자를 의미하며, 선행연구들을 바탕으로 할 때 일반적으로 수요자는 다음 <표 2-3>과 같은 행태변화를 보인다. 관련 연구들을 살펴보면, 공급자·매도자·수요자 행태변화를 포함한

주택가격 변동 프로세스 대한 행태적 측면의 연구들은 기존 전통경제학적 이론으로는 충분히 설명되지 않는 주택시장의 여러 현상들에 대한 경험적 연구 또는 시론적 연구들이 대부분 이루어졌다(전성제 외, 2023). 부동산시장 참여자의 전반적 행태에 대한 연구로는 Salzman and Zwinkel(2017), Wallace(2008), Smith(2011), 김진환·정준호(2018), 박동하·박인권(2022), 이용만(2012), 진창하·Gallimore(2012) 등의 연구가 있다.

표 2-3 | 주택가격 변동에 따른 시장참여자의 일반적인 대응행태

반응 유형	설명
기대이전 수요(expectation-driven shift)	중심지 가격 급등 → 외곽지역에서의 선매입
대체 수요(substitution)	예산 내 구매 가능한 지역으로의 이동
추격 매수(follow-on investment)	인접 지역 상승에 따라 상승 기대 반영해 매수
전세/매매 선택 변화	매매가 급등 시 전세 수요 증가 → 전세가 동반 상승

자료: 연구진 작성

세부적으로는 전성제 외(2023)의 연구에서 분석한바와 같이, 정책별(조세, 금융, 규제지역지정)로도 다양한 형태의 시장참여자의 대응행태가 나타나고 있는데, 정책별 대응행태 유형을 정리하면 다음과 같다.

먼저 조세정책에 대한 시장참여자 대응행태와 관련하여 양도세, 종부세, 취득세별 대응행태를 살펴보면, 주택가격 상승기의 양도세 강화 정책에 대응하여 시장참여자들은 주택공실유지, 가구분리, 매도철회 및 계속 보유, 합가보류, 증여 등의 대응 행태를 보였다. 또한 주택가격 상승기 종부세 강화 정책에 대응하여 시장참여자들은 저가주택 투자 확대와 증여 등 명의 분산 전략 등의 대응행태를 보였다. 한편, 주택가격 상승기 취득세 강화 정책에 대응하여 시장참여자들은 다주택자 주택수 기준을 회피하는 저가주택을 구입하거나, 합가보류, 가구분리 등 명의분산을 활용하는 등의 대응행태를 통해 정부 정책에 따른 비용 증가 혹은 수익 감소를 최소화하는 모습을 보였다.

둘째, 금융정책에 대한 시장참여자 대응행태는 금융규제, 양도세증과, 대출강화 정

책에 따라 달리 나타나는데, 주택가격 상승기 금융규제 강화 정책에 대응하여 시장참여자들은 높아진 전세가를 활용한 레버리지 투자, 전세자금대출, 전세 깎투자, 개인간 차용 및 증여, 고가주택기준선 맞춤 거래 등의 전략을 활용한 대응행태를 보인다. 그리고 다주택자 양도세 중과 정책에 대응하여 가장 눈에 띄게 나타나는 시장참여자 대응행태는 전세를 이용하여 금융규제를 회피하는 전세 깎투자 활용과 높아진 전세가를 통한 레버리지 투자 및 자금조달 등의 행태이다. 한편, 고가주택 대출강화 정책은 시장에서 고가주택에 해당하는 주택 중 기준가격과 유사한 가격대의 주택가격을 기준 이하로 형성시키는 대응 행태로 귀결되는 것으로 나타났다.

셋째, 지구지정정책에 대한 시장참여자 대응행태이다. 규제지역에 대하여 시장참여자들은 규제지역이 지정되는 패턴을 통하여 예측을 통해 규제가 강하지 않을 때 규제지역의 토지를 매수하는 방식으로 대응한다. 특히, 주택가격 상승기에 규제지구·규제지역 지정 정책에 대응한 시장참여자들은 행태를 살펴보면, 아직 가격상승이 덜한 규제지역 인접 지역의 주택을 적극적으로 매수하거나 규제지역내 비교적 저렴한 주택을 가격상승기대가 높은 상품으로 인식하고 주택을 구매하는 방식으로 대응한다.

한편, 전성제 외(2023)는 주택가격 상승기 시장 참여자들의 주택거래 행태와 관련하여 시장 급등락기에는 일반적인 수요-공급 법칙과 다른 형태로 시장 수요와 공급(매수와 매도)이 변화하는 양상을 보인다는 결론을 도출하였다. 즉, 부동산시장에서 투자 수요가 높은 것으로 인식되는 지역의 대표적인 주요 아파트단지에 대한 사례분석 결과, 주택가격 상승 초기에는 가격과 거래량이 모두 증가하나, 가격상승 후기에는 가격은 급등하는 반면 거래량은 급감하는 것으로 나타나는 특징 또한 발견하였다.

표 2-4 | 정책별 시장참여자의 대응행태

정책	시장참여자 특성	대응행태	
조세 정책	다주택자 양도소득세 중과	투자수요자 (다주택자)	가구 분리(위장이혼, 자녀 조기 독립세대 분리 등)
			합가 보류(사실혼 후 혼인 미신고)
			증여(독립세대 자녀에 대한 증여, 부부간 증여)
			지인 간 특수거래(시장가보다 낮은 가격 거래)
	임대사업자 양도세 감면	투자수요자	임대사업자 등록 (임대사업자로 등록하여 시세차익 노린 투기적 주택 매수 활동 강화)
	1주택자 장기 보유특별공제 거주요건 추가	투자수요자	주택공실 (세입자 전출유도 및 주택공실 확보 후 주민등록주소 이전)
	다주택자 양도소득세 중과 추가 강화	투자수요자	매물회수 및 매도회피 강화
			지방 저가주택 매수
다주택자 종부세 강화	투자수요자 (다주택자)	증여(독립세대 자녀에 대한 증여, 부부간 증여)	
고가주택 종부세 강화	투자수요자 (다주택자)	저가주택 투자 확대	
양도사 강화 + 종부세 강화	투자수요자 (다주택자)	매물회수 및 매도회피 강화	
다주택자 취득세 중과	투자수요자 (다주택자)	합가 보류(사실혼 후 혼인 미신고), 가구 분리(자녀 조기 독립세대 분리)	
		지방 저가주택 매수	
금융 정책	LTV·DTI·DSR 규제 강화	투자수요자 (다주택자)	전세 갭투자 활용 높아진 전세가를 통한 자금조달
		실수요자 (무주택자, 1주택자)	전세자금대출 활용(실수요와 투자수요 혼재) 제2금융권, 개인 간 차용 등 비규제 금융 활용
	고가주택 대출규제 강화	실수요자 (무주택자, 1주택자)	고가주택기준선 맞춤형 거래가격 형성
	지구지 정정책	투기지역·투기 과열지구·조정 대상지역 지정	투자수요자 (다주택자)

자료: 전성제 외(2023), p.113, 120, 126, 134, 139 등 일부 인용하여 연구진 작성

2) 지구지정정책의 맥락과 시장 영향

(1) 지구지정정책의 개요

“지구지정정책”이란 일정한 지역을 정책적으로 구분(지정)하여 특별한 규제를 적용하거나 혜택을 부여하는 정책을 말하며, 주택시장, 도시개발, 환경관리, 산업육성 등 다양한 분야에 걸쳐 시행되고 있다.¹⁾ 1962년 이후 수도권인 인구 집중에 대응하기 위해, 정부는 대규모 주택 건설정책을 추진하였는데, 이를 위해 대한주택공사(現 LH공사)를 설립하여, 대규모 택지개발, 신도시 건설 등 주택공급 확대에 꾸준한 노력을 기울여 왔다. 그 결과, 수도권을 중심으로 상습적이고 장기화된 수요초과가 지속되는 가운데 주택을 매매하거나 분양만 받아도 주택가격은 상승했고, 전국적으로 ‘뺏다방’, ‘복부인’ 등 투기세력이 만연하게 되었다.

표 2-5 | 지구지정정책의 단계별 상태 및 지정목적

단계	적용대상	지역의 상태	목적
1단계	조정대상지역	과열조짐	초기 과열 억제 (LTV/DTI 등 금융·세제 규제)
2단계	투기과열지구	투기현실화	청약 제한, 분양권 전매 금지 등 강도 높은 규제
3단계	투기지역	투기심화	양도세 대출 억제 중심의 철저한 투기억제

자료: 국토교통부 보도자료(2020.12.17.²⁾) 참고하여 연구진 작성

이러한 역사적 흐름 속에 정부는 수시로 부동산투기 억제 특별조치세, 전매제한, LTV·DTI 규제, 분양가상한제와 같은 투기억제 정책을 시행하기도 하였으며, 이러한 정책은 대체로 수도권 등 특정 지역이 아닌 전국적으로 시행했던 것이 특징적이다. 그러나 이러한 투기억제 대책이 전국적으로 시행되는 한계(지방의 수요억제에 따른 부동산시장 경기침체 등)를 극복하기 위해, 2000년대 이후에는 주택가격이 급등하는 등의 문제가 발생하거나 가능성이 있는 지역만 대상으로 하는 핀셋규제가 주요한 부동산정책 수단으로 활발하게 활용되었다. 그 결과 도입된 규제지역은 지역 내 아파트 등 주택

1) 국토교통부. 2014. 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 해설집. P.25를 참고하여 기술하였다.

2) 국토교통부 보도자료(2020.12.17.), 규제지역 지정 및 실거래 조사·현장단속 강화

가격이 급등하거나 그 영향이 타 지역으로 확산될 우려가 있을 경우에 이를 억제하거나 안정화시키기는 것을 목적으로 거래·금융·조세정책 등을 통해 규제를 하기 위한 중앙정부나 광역지방자치단체가 지정하는 지리적 범위를 뜻한다.

(2) 지구지정정책 변화 흐름

규제지역의 이해를 돕기 위해, 규제지역과 관련된 지구지정정책의 변화흐름을 간단히 살펴보았다. 2002년 9월, 투기과열지구의 개념이 최초로 도입되었다. 투기과열지구는 1999년에 폐지됐다가 2002년 재도입되었는데, 2002년 한일 월드컵 당시 일부 경기장 주변의 부동산 과열(특히, 강남권 아파트 가격 급등)을 억제하고자 투기과열지구 제도를 도입하였다. 투기과열지구는 2002년 9월 6일 「주택법」 개정을 통해 도입되었으며, 초기 서울 강남 3구, 목동, 분당 등의 지역이 지정되었다. 당시 지정 기준은 청약 경쟁률, 분양 감소 등 시장 과열 징후를 기반으로 하였으며, 무주택 실수요자 보호를 목적으로 하였다.

2003년 4월에는 투기지역 제도가 신설되었다. 투기지역은 2003년 5월 29일 「소득세법 시행령」 개정으로 제도가 신설되었으며, 초기지정지역은 2003년 6월 5일 서울 강남·서초·송파구 등이 1차 투기지역 지정되었다. 투기지역은 투기과열지구만으로는 가격 억제에 한계가 있다고 보고, 실수요자 보호보다는 단기 전매 차익을 노리는 다주택자 수요 억제가 시급하다는 정책적 판단아래 강력한 세제·금융 통제 장치가 필요함에 따라 신설되었다. 이는 양도소득세 중과, 대출 제한 등 강도 높은 조치로 구성되었으며, 주로 투기 억제를 위한 보완 수단으로 활용되었다. 이후, 2006년 초, 투기지역 제도는 유지된 반면, 투기과열지구는 해제되었으며, 2006년 '버블세븐'(강남, 서초, 송파 등) 지정 후 2011년 말까지 전면 해제되었다.

2016년 11월에는 조정대상지역 제도가 신설되었다. 2016년 11월부터 집값 급등 우려 지역에 대해 조정대상지역 개념을 도입하였으며, 지정 기준은 물가상승보다 2배 이상 집값 상승 또는 청약 경쟁률 과열 등으로 정의하고 있다. 조정대상지역은 2016년 11월 3일 「11.3 부동산 대책」 통해 도입되었으며, 초기 지정지역은 서울 전역, 경기

과천·성남·하남, 부산 해운대 등이다. 해당시기에 재건축 기대 심리와 분양시장이 과열되어 청약경쟁률 100:1 이상 사례가 속출하였고, 이에 실수요자 중심의 시장으로 전환 필요함에 따라 투기지역·투기과열지구 사이 중간단계 규제 필요성 제기된 것이 배경이 되었다.

2017년 이후 투기과열지구와 투기지역이 다시 지정되었으나, 일부에서는 낙인 효과로 인해 오히려 집값 상승을 부추겼다는 평가도 있다. 2020~2022년에는 수도권 외곽 및 지방 주요도시로 조정대상지역 및 투기과열지구가 확장되었다가 이후 일부 지역은 2022년~2023년에 지정이 해제되었다.

표 2-6 | 지구지정정책의 주요 내용

구분	투기지역	투기과열지구	조정대상지역
도입 시기	2003년 5월	2002년 9월	2016년 11월
도입 배경	강남권 폭등 + 세제·대출 통제 필요	청약 과열, 실수요자 보호 목적	분양 청약시장 과열, 실수요자 보호 필요
근거 법령	「소득세법 시행령」	「주택법」	「주택법 시행령」
지정 주체	기획재정부	국토교통부	국토교통부
주요 규제수단	양도세·종부세·대출 규제	청약 전매제한·중도금대출 제한	청약 제한, 대출 규제, 양도세 증가
규제 강도	매우 강함	강함	중간~강함
적용 대상 예시	강남·서초·송파, 용산 등	수도권 과열 분양지역	수도권 지방 대도시 등

자료: 연구진 작성

(3) 지구지정정책의 영향

지구지정정책은 특정지역의 세제·금융 규제를 강화하여 부동산가격의 억제 또는 상승, 거래량변화, 투자심리 변화 등 부동산시장에 직접적인 영향을 미치고 있다. 투기과열지구 및 조정대상지역의 지정은 LTV와 DTI에 대한 강화를 통한 주택담보대출규제, 전매제한 및 양도소득세의 강화 등을 통한 투기수요억제가 핵심 목표이다. 투기과

열지구 지정 및 해제 정책은 부동산 소유 및 거래 제한을 통한 부동산 시장의 조정 정책으로 요약되는데, 부동산 시장이 과열되는 경우 정부는 투기과열지구 지정제도를 이용하여 부동산 시장 안정화를 도모하였고, 부동산 시장이 침체되는 경우 정부는 투기과열지구지역을 해제함으로써 부동산 시장 활성화를 유도하였다(권민재, 2018). 한편, 투기과열지구정책은 시장특성이 유사한 지역에서 정책효과를 기대할 수 있으나, 지방과 수도권 등 시장특성이 상이한 지역에 대한 무분별한 적용은 정책 부작용이 발생할 수 있다는 연구결과도 있다(송태호 외, 2018).

규제지역 지정과 같은 장소기반 정책은 전이효과(spillover effect)와 함께 대체효과(displacement effect)가 발생하는데, 인근지역에 대한 대체효과로 풍선 효과가 발생하는 경향이 늘어나고 있다. 규제지역지정 관련 검출 기사를 기반으로 워드 클라우드 분석 결과 규제지역 지정과 관련된 키워드가 중점적으로 나타났으며 참여자 반응 관련 키워드로는 2019~2021년에 회피 관련된 행태인 “풍선효과” 키워드의 빈도수가 2015~2018년 대비 대폭 증가하였다(전성제 외, 2023). 규제지역 지정에 따른 주택수요 감소가 인근지역으로 가격하락이 전이되는 것을 전이효과로 볼 수 있으며, 특정지역에 대한 규제는 대체지역에 대한 수요를 증가시켜 인근지역의 주택가격이 상승하는 것을 대체효과 또는 풍선효과로 볼 수 있다(김하영, 2022: 7-8).

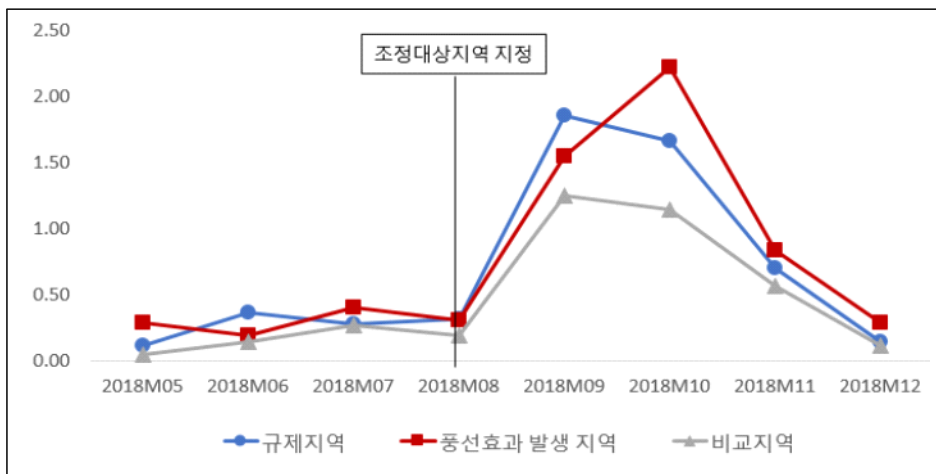
표 2-7 | 지구지정정책의 일반적인 효과

효과 구분	설명
가격 억제 또는 상승	- 투기지역 지정 시 대출세제 규제 강화로 거래 및 가격 상승 억제 - 반대로 도시정비사업 또는 도시재생구역 지정 시 개발 기대감으로 가격 상승 유발 가능.
거래량 변화	- 규제지역 지정 → 거래량 감소(심리위축) - 개발지구 지정 → 거래량 증가 (투자 수요 유입)
투자 심리 변화	- 규제지역 지정 → 보수적 심리 유도 - 개발지구 지정 → 낙후지역에 대한 기대 상승

자료: 연구진 작성

전성제 외(2023)의 분석결과에 따르면, 규제지역 지정은 인근지역에 대한 전이효과 및 풍선효과가 발생하는데 지정 지역의 주택가격 상승폭이 둔화되는 특성과 함께, 상대적으로 인근지역의 주택가격 상승폭이 높아지는 풍선효과가 발생하는 것을 통계적으로 확인할 수 있었다. 아파트매매가격변동률 추이를 통해 직관적으로 살펴보면, 사례지역이 2018년 8월경 조정대상지역 지정이 되면서 규제지역의 경우 2018년 10월부터 하락세로 전환되었던 반면, 사례지역의 주변지역은 2018년 10월이후 상승폭이 확대된 이후 하락세로 전환되었다. 이는 규제지역에서의 가격하락에 따른 동반하락 효과 또는 풍선효과로 인식할 수 있는데, 해당효과의 구분은 비교지역의 가격변동률을 통해서 살펴볼 수 있다. 즉, 비교지역의 경우, 2018년 10월에 상승폭이 둔화되었던 것을 통해, 풍선효과가 있었던 것으로 판단할 수 있다.

그림 2-6 | 조정대상지역 지정에 따른 풍선효과



자료: 전성제 외(2023), p.184, KB부동산. KB통계 자료실. 주간시계열.

3) 신규주택공급 및 공급량 변화와 관련한 이론적 논의

(1) 신규주택공급 관련 이론적 논의

주택시장은 거시경제 및 유동성 요인, 주택수급 요인, 정책 요인, 심리적 요인 등에 영향을 받으며, 비탄력적 특성으로 수급 불일치가 빈번하게 나타난다.³⁾ 이와 관련하여, 김형석(2008)은 수요·공급의 불균형은 주택가격의 불안정성 때문이라고 설명하였으며, 주택공급이 주택수요에 대해 탄력적으로 대응하지 못했기 때문으로 보고 주택공급이 주택시장의 수요에 얼마나 탄력적으로 대응하는지를 가격 탄력성을 통해 살펴 보았다. 진미운 외(2009)의 연구에서는 주택의 생산에는 가용 택지의 확보, 기획에서부터 입주까지 장기간이 소요되고, 거시경제 변수나 시장 상황, 그리고 여러 가지 정책 변수들도 주택공급이 수요에 제때 대응하지 못하기 때문에 주택시장은 수급불일치 가능성이 높은 시장이라고 설명하였으며, 효과적인 주택정책의 시행을 위해서는 지역별 주택시장의 수급불일치 수준 및 원인을 정확하게 파악하는 것이 중요하다고 하였다. 이와 관련하여 이수욱(2023)의 연구는 주택공급이 비탄력적인 이유는 시장에서 주택수요가 증가해 가격이 상승하고 있다고 해도 일반재화처럼 즉시 공급이 가능하지 않다는 의미로 주택을 공급하는 데 적잖은 시간이 소요되기 때문이라고 설명하였다.

한편, Geltner et al. (2007)에 따르면, 주택의 신규공급은 임대료, 금리, 매매가격의 영향이 중요하다고 설명하였다. 즉, 신규주택공급을 위해서는 공간시장에서 전세가 가격이 높아지면 자산시장의 매매가격이 상승하고, 이러한 매매가격에 자본시장의 금리가 더해짐으로써 영향을 받게 되는데, 이러한 매매가격이 상승하면 건설회사는 신규건설시 개발수익성이 높아지기 때문에 신규공급이 증가하게 된다고 설명하였다.

(2) 신규주택공급량에 대한 이론적 논의

주택공급과 관련한 논의에서 먼저 살펴볼 부분은 신규공급과 주택가격과의 관계이

3) 박천규 외. 2021. 주택시장 영향요인과 향후 정책과제, 국토정책Brief, 국토연구원, 세종

다. 먼저 주택공급물량은 주택가격에 큰 영향을 미친다. Dipasquale and Wheaton(1996)는 주택공급량에 미치는 영향을 살펴보기 위해, 4분면 모형(D-W모형)을 활용하였는데, 장단기 금리, 경제성장, 시중유동성과 같은 거시경제활동과 긴밀하게 연계시켜줄 뿐만 아니라 매매가격과 임대료, 거래량, 미분양 등 부동산시장의 지표들과도 밀접한 관련을 맺고 있다고 설명하였다. 신규분양을 통해 공급된 물량에 비해 수요가 충분하지 못할 경우 미분양이 생기게 되는데, 이러한 미분양의 증가는 공간시장(소비시장)에서 전세가격을 하락시키고, 전세가격의 하락은 매매가격을 하락시켜 결국 신규공급량을 줄이는 조정 프로세스가 작동된다.

그러나 주택공급이 시장에 미치는 영향이 항상 동일한 것은 아니다. 김성제·조주현(2005)의 연구에 따르면, 주택시장에서 가격과 공급량이 정상적인 매개변수적 기능을 다하지 못하고 있음에 주목할 필요가 있다고 하였다. 특히, 우리나라에서 공급량의 변화가 주택매매가격 변화에 정상적인 가격하락 및 안정을 유도하지 못하는 시장왜곡이 잘 나타난다는 점을 지적하였다. 유사한 연구로 임도빈 외(2008)은 서울시의 주택 인허가를 대상으로 공급량을 통계적으로 분석한 결과, 실제로는 미래의 수요량을 고려하지 않고 현재의 공급량을 결정하였음을 분석결과를 통해 도출하였다. 이 연구에서는 주택공급량의 결정에 전기의 주택가격의 변화가 큰 영향을 줄 것이라 가정하고 분석하였는데, 주택공급량에 전기의 주택가격의 변화가 영향을 주기보다는 오히려 각 정부의 주택정책의 기조에 따라 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

한편 주택공급에는 다양한 지역 요인이 영향을 미친다. 이와 관련하여 안광현(2009)의 연구는 수도권 주택공급량에 영향을 주는 요인 추출과 요인들의 영향력을 분석하기 위하여 그랜저 인과분석과 일반다중회귀분석을 실시하였다. 분석결과, 수도권의 주택공급량은 3차서비스산업, 인구밀도, 중학생수, 병상수가 많은 지역에 입지하는 성향이 강하며, 2차 산업사업체수, 시장 및 체육시설이 많은 지역에는 공급이 감소하는 것으로 분석되어 주변 편의 및 환경시설의 공급이 잘 이루어진 곳에 입지하려는 성향이 강한 것으로 분석되었다. 그 외, 우윤석·설동필(2013)의 연구는 가격상승에 따른 저소득 가구의 어려움을 덜기 위해 공공주택의 공급량이 늘어야 함에도 불구하고 공공부문

은 적절히 대응하지 못하고 있는 반면 민간부문은 상대적으로 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

앞서 살펴본 바와 같이 신규주택 공급 및 공급량에 대한 이론적 논의는 주로 주택공급의 탄력성, 주택가격 등 경제적 요인, 시장환경, 제도적·공공정책적 제약을 중심으로 설명되고 있다. 이에 각 요인을 관점별로 정리하여 주요영향요인을 도출하면 다음과 같다.

표 2-8 | 신규주택공급에 미치는 영향요인

관점 구분	주요 내용
경제적 요인	가격, 건설비용(자재비, 인건비 등), 금리(PF대출 등), 경기변동 등
제도적 요인	인허가, 용도지역(용적율 등), 규제(개발부담금, 분양가상한제 등), 세제(재산세, 취득세 등) 등
사회·정치적 요인	주민 반대(NIMBY), 정치의지, 지역사회 수용성(정비사업) 등
시장 환경적 요인	주택수요, 주택가격(매매/전세), 거래량, 청약경쟁률 등
산업구조 요인	건설사 전략, 공급방식(민간/공공), 지역개발계획 유무, 교통 및 인프라 접근성 등
수요·인구 요인	인구증가율, 가구 변화(1인/고령가구), 주택보급률, 지역 수요(이주/전입 등) 등

자료: 연구진 작성

3. 2차년도 연구 방향

1) 신규주택 공급 부문 행위자기반모형 구축 필요성

행위자 기반모형에 신규주택공급은 앞서 이론적 논의에서 살펴본 바와 같이 실제 현실 시장에서 주택가격 변동에 영향을 미치는 주요한 원인으로 인식되고 있다.⁴⁾ 주택수급은 주택가격과 시장변동을 결정하는 가장 근본적이고 중요한 요소이기 때문이다. 즉, 신규주택공급이 발생하면, 행위자는 기존 거주지역과 신규주택지역을 비교하여 이동을 결정하게 되는데, 신규 공급이 증가하면 기존 주택의 가격 상승에 영향을 주며, 이에 따라 행위자는 기존 주택을 매도하고 신규 주택으로 이동할지, 보유할지를 결정하는데 영향을 받게 된다. 이와 같은 논리구조를 바탕으로 행위자 기반 모형(ABM)에서 신규 주택 공급은 주택시장 변화에 중요한 요인 중 하나로, 신규 주택 공급 변화는 개별가구 및 정책의사 결정자 등에도 영향을 미친다.

기존 선행 연구들에서도 전반적으로 주택시장 관련 행위자기반 모형에서 신규주택공급과 공급 관련 행위자를 포함하여 모형을 구성하고, 일부 연구는 시장에서 공급자의 행태 측면을 강조하기도 한다. 영란은행(Bardoscia, M. et. al. 2024)과 Zhou & Kockelman(2011), 헝가리 중앙은행(Meró, B. et. al. 2023)⁵⁾의 연구에서도 ABM 모델은 시장의 수요 뿐 아니라 공급 측 개별 행위자들을 포괄하고 있으며, 이들 간 상호작용을 강조하고 각 주요 행위자의 행동기반을 토지구획단위 수준에서 활용하고 있다. 그리고 Sarah Payne(2019)의 연구에서는 주택공급 제약에 대한 기존 이해를 확장하기 위해, 주택시장의 회복과 제도적 전환이 주택 건설업체들의 투기적 운영 방식과 전략, 이에 따른 소비자에 어떤 변화를 가져왔는지 상호작용에 대해 분석하고 있다.

4) Bardoscia, M. et.al(2024)의 연구에 따르면, 영국 중앙은행(Bank of England)의 2024년 ABM연구에서도 주택공급계획은 가구특성 분포와 경제적 상품유형(분양, 임대 등) 등 행위자에 이동행태에 영향을 미친다는 가정하에 모형을 설정하였다.

5) Meró, B.et.al.(2023)의 연구는 헝가리 전체 가구와 주택을 각각 행위자와 패치로 하는 대규모 ABM 모형을 구축하여 외부 충격에 따른 시장변화 양상 등을 실험하였다.

또한 정부 정책에서도 신규주택 공급은 주요한 정책대상이자 수단으로 많은 관련 정책들이 발표되었는데, 지난 10여 년간 정부는 주택시장 안정이라는 정책목표를 달성하기 위해 수요 및 투자억제 정책뿐만 아니라 주택공급 측면에서 다양한 정책수단을 활용하였다. 예를 들어 2022년 6월 이후 발표된 정부정책 390건 가운데 공급 측면의 정책이 279건으로 약 72%를 차지할 정도로 주택공급은 정책에서도 중요한 이슈가 되고 있다.⁶⁾

이처럼 신규주택공급은 실제 주택시장에서 주요한 변동 요인이며, 기존 주택시장 관련 ABM 연구에서도 주요한 하위부문으로 관련 행위자들이 구현되고 있고, 우리나라 정부 정책에서도 신규공급 관련 정책이 중요한 부분을 차지하는 점을 고려할 때, 국내 주택시장에 대한 행위자기반모형 구축에 있어 신규주택공급 부분 모형은 그 필요성이 매우 높은 것으로 판단된다.

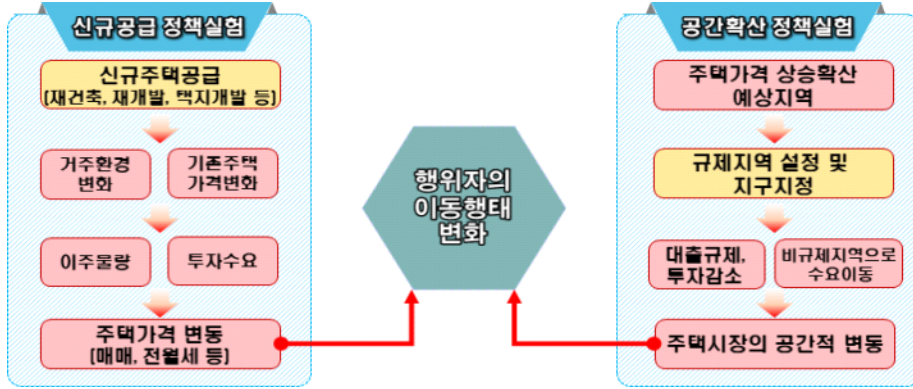
2) 공간확산 및 지구지정 정책 대응행태 실험의 필요성

앞서 이론적 검토에서 살펴본 바와 같이, 주택가격 상승의 공간적 확산은 최근 2016~2021년 사이 주택가격 상승기 수도권에서 선명하게 나타난 현상으로 이해된다. 주택가격 상승이 예상되는 지역은 투자자와 투기 수요가 몰리면서 가격 상승이 주변 지역으로 점진적으로 퍼져 나갈 수 있고, 특히 개발 호재가 있는 지역에서는 주택 가격이 급등하며, 인근 지역까지 확산되는 효과가 나타나기 때문이다.

기존 ABM 관련 선행 연구들에서도 주택시장 변화의 공간적 확산을 중요한 현상으로 인식하고 이에 대한 연구가 수행되었다. Paul Waddell(2007)은 ABM을 활용하여 주택가격, 지역특성, 교통접근성 등의 주요변수가 주택의 공급과 수요 작용에 따른 공간적 확산에 얼마나 영향을 미치는지 분석하였으며, 이에 따라 행위자의 의사결정과정을 모델링하여 정책분석에 활용하였다. 김동한 외(2014)는 행위자기반모형을 활용하여 미시적이고 동태적 관점에서 국토 및 도시공간구조의 변화에 따른 토지이용패턴과 개발밀도 분포가 행위자의 입지선정을 행태에 어떠한 영향을 미쳤는지 분석하였다.

6) 전성제 외. 2025. 부동산정책 추진현황 분석 체계 구축방안 연구. p.99. 국토연구원. 세종

그림 2-7 | 신규주택 공급 부문과 공간확산 및 지구지정 정책 대응행태 정책실험의 필요성



자료: 연구진 작성

정부 정책에서도 공간적 확산과 관련하여 부동산시장 규제지역 설정(투기과열지구 등)은 중요한 정책수단으로 활용되고 있으며, 앞서 이론적 검토에서 살펴본 바와 같이 관련 정책 변화는 행위자 주택 매매 및 투자전략에 매우 큰 영향을 미친다. 규제지역에서는 주택담보대출비율(LTV), 총부채상환비율(DTI) 등이 강화됨에 따라, 다주택자의 경우 대출이 어렵고 취득세·양도세 부담이 커져 투자 목적의 매입은 감소하기 때문에 실수요 중심으로 시장이 재편되는 결과를 가져올 가능성이 높다. 또한, 규제 강화로 인해 실수요·투자 수요가 인접 비규제지역(예: 수도권 외곽, 지방)으로 확산될 가능성이 높아진다.⁷⁾

이 연구에서 다루고 있는 행위자기반 모형에서 공간적 확산요소를 포함하는 것은 최근 우리나라 사례를 볼 때 정책실험 및 시장변화 시뮬레이션에서 중요성이 매우 높다고 볼 수 있다. 행위자의 의사결정이 공간적으로 연결되어 있기 때문에, 주택 가격이나 인구 이동의 공간적 확산이 반영되지 않으면 정책 효과를 제대로 예측하기 어려울 수 있다. 또한, 투기과열지구 등 주택시장 관련 지구지정정책 수단에 대한 정책실험을 위해서도 이러한 부분을 구현할 수 있는 모형 구축 또는 고도화의 필요성이 매우 높다.

7) 전성제 외. 2023. 부동산시장 정책에 대한 시장참여자 정책대응 행태 분석 및 평가방안 연구. p.212. 국토연구원

3) 2차년도 연구 방향

행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 1차년도 연구에서는 실제 현실의 행위자 행태를 반영하여 시장변화에 대한 정책 실험이 가능한 초도모형을 구축하였다. 1차년도 모형의 경우 기존주택의 매도·매수 중심으로 모형이 구축되어 신규주택공급을 포괄하지는 못했으며, 공간적 확산 행태 등 공간적 행태를 현실과 유사하게 구축하는데까지는 나가지 못하였다.

그러나 위에서 살펴본 바와 같이 신규주택공급 부문과 공간적 확산은 주택시장·주택시장 ABM모형구축·정부정책 측면 모두에서 중요성과 필요성이 높은 것으로 나타났다. 따라서 2차년도 연구에서는 신규공급과 지구지정 정책과 연계한 공간적 정책에 대한 실험이 가능하도록 모형을 고도화 및 확장하는 데 중점을 두고 연구를 추진하였다.



CHAPTER 3

주택 매도·매수 모형 고도화

1. 모형의 공간 구성 고도화 45
2. 공간적 확산 및 지구지정정책 대응 행태 구현 52
3. 개선 모형의 검증 및 시범 결과 도출 59

03 주택 매도·매수 모형 고도화

이 장에서는 2장의 이론적 검토를 바탕으로 1차년도에 구축한 수요 ABM모형을 고도화함으로써 실제 주택시장에서 매도·매수에 대한 행위자들의 행태를 보다 정확하게 시뮬레이션 할 수 있는 모형을 도출하고자 한다. 이를 위해 먼저, 1차년도 모형의 한계를 파악하고 이를 개선하기 위한 방법론을 검토하여 모형의 공간구성을 고도화하였으며, 1차년도에 반영되지 않았던 지리적 특성(산지, 하천, 녹지 등)도 고려하여 모형의 공간구성을 보다 직관적으로 개선하였다. 다음으로, 주택 가격 변동의 공간적 확산과 관련한 행위자들의 행태를 반영하여 모형상에서 공간적 확산이 구현될 수 있도록 모형을 고도화하되, 특히 지구지정정책 및 신규공급 영향에 따른 행위자들의 대응행태를 공간상에 구현하고 모형의 검증과정을 거치도록 하였다.

1. 모형의 공간 구성 고도화

1) 1차년도 모형의 공간 구성과 한계

1차년도 연구에서는 수도권 주택시장의 구조를 단순화하여, 하나의 셀(cell)을 하나의 아파트 세대로 정의하고, 총 10,000세대를 100×100 격자 형태로 구성하였다. 각 단위지역은 기초자치단체를 기준으로 설정하되, 2022년 ‘인구주택총조사’에서 아파트 세대수가 전체의 1% 미만인 경우 통합하고, 2%를 초과할 경우 인구비율을 반영하여 분할하여 구성하였다.

단순화된 모형 공간구성은 불필요한 복잡성을 줄여 이해를 쉽게 하고, 모형 구동을 용이하게 할 수 있다는 강점이 있다. 그러나 1차년도 모형을 위한 공간구상 과정에서 과도하게 추상화된 부분이 있으며, 현실 공간의 특성과 이동 제약 요인을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다. 예를 들어, 관악구와 안양 민간구는 관악산이라는 자연 장벽

으로 인해 실질적 연계성이 낮지만, 모형 내에서는 인접한 지역으로 표현되어 있는 것을 예로 들 수 있다. 또한 수도권은 실제로 남북으로 길고 동서로 좁은 구조이나, 모형은 정사각형 격자를 기준으로 배치되어 수원·평택 등 남부지역과 의정부·양주 등 북부지역의 공간 위치가 비현실적으로 왜곡되었었다. 그리고 모형 내 모든 셀이 고정된 아파트 세대로 구성되어 있어, 재건축·신규 공급과 같은 주택시장의 동태적 변화에 유연하게 대응하기 어려웠던 한계가 있었다.

그림 3-1 | 1차년도 모형의 공간 구성 : 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	중랑	구리	단위 지역명 서울
6	인천서구 청라	인천부평	강서2	양천2	마포	종로-중용산	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 (평촌)	성남판교	성남분당	성남수정+중원	용인처인	단위 지역명 경기
2	인천미추홀	인천연수	부천남부	군포(산본)	의왕	수원장안	수원영동 (광교)	용인수지1	용인수지2	이천여주	
1	인천연수 송도	시흥1	시흥2	안산단원	안산상록	수원팔달	수원영동 (광교외)	화성동탄1	화성동탄2	용인기흥1	
0	시흥3	평택1	평택2	평택3	화성서부	화성중부	수원권산	오산	용인기흥2	안성	

자료: 전성제 외(2024), p.94

2) 모형 구성 변경방법의 검토

본 연구를 포함해서 ABM의 공간구성방식은 가설 검증에 집중하느냐, 현실의 현상에 집중하느냐에 따라 <표 3-1>과 같이 크게 두 가지 대안이 있다. 먼저, 이론과 가설에 대한 이론에 집중하는 연구에서는 현실의 공간적 분포나 관계성이 연구에 큰 영향을 끼치지 않기 위해, 이를 최대한 단순화하고 가상화된 실험을 반복함으로써 이론 또는 가설을 검증하기 위한 목적의 “추상화된 환경 설정” 사례가 많다. 다음으로, 현상 관찰과 이를 바탕으로 한 미래 변화 추정(또는 예측)을 위한 연구에서는 가급적 현실을 그대로 모사하려고 하며, 이에 따라 GIS기반으로 현실을 구체적으로 모사하는 연구가 다수이다. 그러나 모든 부분을 모사하지는 않으며, 일정 부분은 추상화가 이루어지는 것이 특징이다.

표 3-1 | ABM 모형의 공간적 구성방식과 그 장단점, 주요 사례

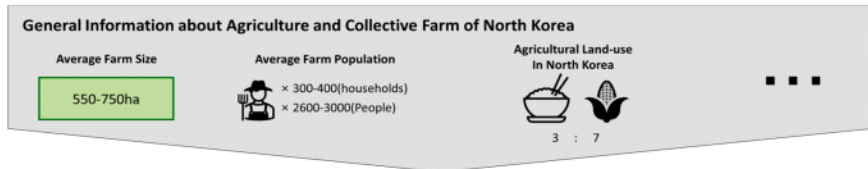
구분	1안: 추상화된 환경 설정	2안: 현실 모사 환경 설정
설명	<ul style="list-style-type: none"> - 현실을 단순화하여 이론과 가설을 검증하는 것을 목적으로 하는 ABM의 설명적 접근 (explanation approach) 또는 사회적 실험실 (Parker et al., 2003) - 기존 모형과 유사하게 격자 구조의 가상 공간을 설정하고, 셀 단위로 추상화하여 표현함. - 기존 모형의 공간구성 및 선호지역 설정을 그대로 활용하거나 일부 변형 가능함. 	<ul style="list-style-type: none"> - 경험적 사실과 정책요소의 평가를 위해 현실세계를 모사하는 것을 중점에 두는 모형, ABM의 설명적 접근(explanatory approach) (Parker et al., 2003) - 지리정보시스템(GIS)을 기반으로 현실 공간을 반영하여 환경을 설정 - 단위 셀 및 구역의 정의는 현실 공간자료를 바탕으로 유연하게 설정 가능함.
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 모형 실행 속도가 빠르고 구축이 용이함 - 기존 자료 및 자원 활용 가능 - 구조의 단순성으로 인해 이해와 설명이 쉬움 	<ul style="list-style-type: none"> - 현실 공간 구조와 거리, 장벽 등을 그대로 반영할 수 있어 직관적인 해석 가능 - 통합 및 확장성에서 유리하며, 데이터 기반 분석이 용이함
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 현실 공간의 복잡한 특성 반영에 한계가 있음 - 축약 과정에서 정보 손실 가능 - 모형 결과 해석에 제한이 있음 	<ul style="list-style-type: none"> - 시뮬레이션 속도가 느려질 수 있음 - 모형 구축이 복잡하고 구현 시간이 증가함 - 세부 설정에 따라 논쟁의 여지가 존재할 수 있음
사례	<ul style="list-style-type: none"> - 전성제 외(2013; 2014)는 주거지재생 효과분석에 집중한 파급효과를 정책적으로 모사하기 위해 가상공간 기반 행위자 기반모형을 구성 - An & Park(2023)은 북한 농업환경을 하나의 가상 협동 농장으로 요약하여, 1990년대 북한 대기근을 표현 	<ul style="list-style-type: none"> - 김동한 외(2014)는 각종 개발정책이 지역의 개발정책이 지역의 행위자에 미치는 영향과 이로 인한 도시변화를 관찰하기 위해 GIS기반의 행위자 기반모형 분석 - Shin & Bithell(2019)는 서울시 강남구와 관악구의 미세먼지(PM10) 노출에 따른 건강 취약성을 모사하여, 계층(연령, 교육 등)별 취약성과 시나리오별 변화를 모사

자료: 연구진 작성

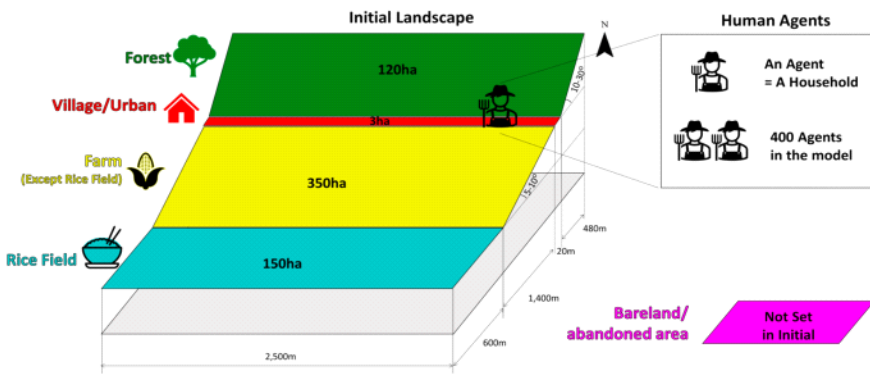
본 연구에서는 가설 검증과 현실의 현상 모두에 집중하는 모형이기 때문에, 2안을 지향되 현실적으로 1안과 중첩된 하이브리드형 카토그램 공간 구성을 지향하고자 한다.

이는 1년차 연구에서의 한계였던 왜곡된 공간구조와 경직성 해소를 지향하면서도 연산능력 적합화와 이해도 증진을 위해 일부 현실을 단순화하는 방향으로 진행하고자 하였다.

그림 3-2 | 추상화된 환경 설정 사례

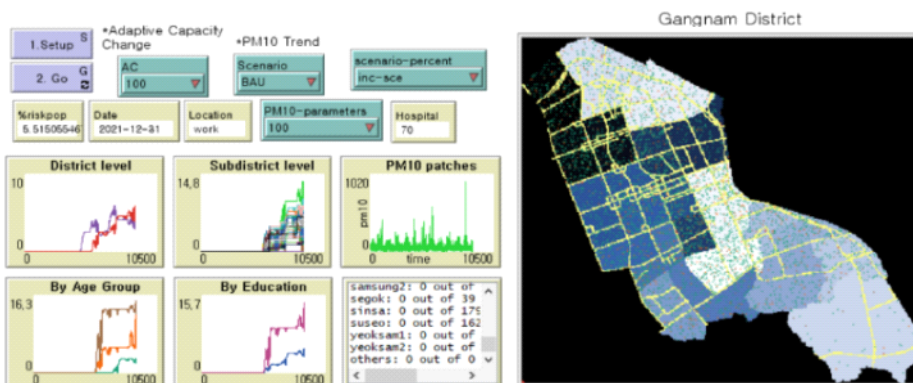


Concept of "The Artificial North Korean Collective Farm" Model



자료: An & Park(2023), p. 4

그림 3-3 | 현실 모사 환경 설정 사례

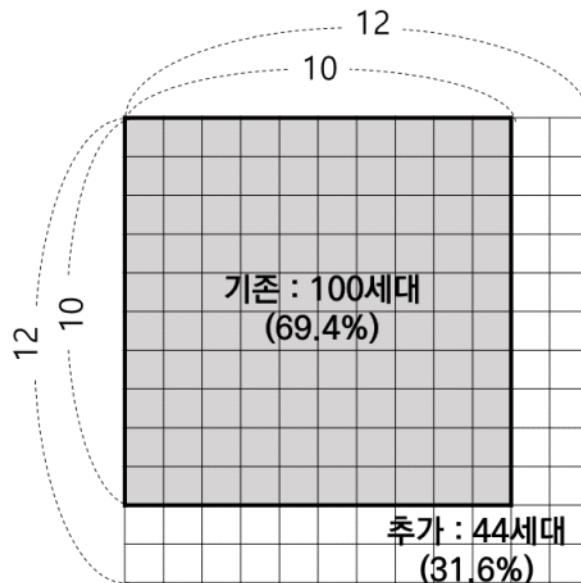


자료: Shin & Bithell(2019). p.8

3) 모형 구성 고도화 시안-카토그램형 공간 구상

이 절에서는 모형구성 변경의 기본방향을 바탕으로 모형을 고도화하기 위한 기본 규칙을 설정하였다. 모형의 최소 단위는 기존과 동일하게 '1셀 = 1세대 아파트'로 유지하였으며, 단위 구역의 개수(100개)와 정사각형 형태의 기본 구조도 유지하되, 신규 공급 및 재건축 모형과의 연계를 고려하여 단위 구역의 크기는 확장하였다. 통계청 주택총조사(2021~2023)에 따르면, 수도권 전체 세대의 약 20~23%가 노후주택 재건축 또는 공공택지 공급을 통해 신규 공급될 것으로 전망되기 때문에, 따라서 전체 세대 수 대비 최소 23% 이상의 여유 공간이 필요하다. 이를 반영하여 각 단위 구역을 가로 12 × 세로 12(총 144셀) 구조로 확장하였으며, 결과적으로 기존 대비 약 31.6%의 공간 여유분을 확보하였다.

그림 3-4 | 고도화된 모형의 단위 구역의 확장

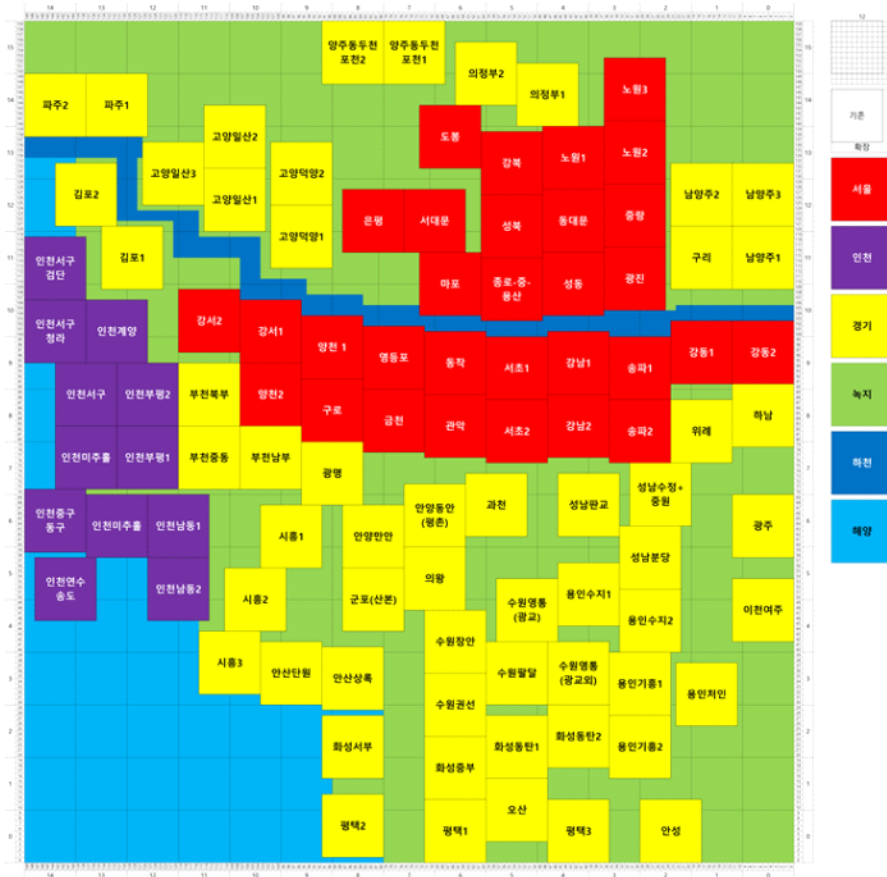


자료: 연구진 작성

주 : 기존 아파트 세대와 추가 여유분의 비율을 표현하기 위한 모식도이며, 이 둘의 공간 배치를 나타내는 것이 아님

공간 배치는 수도권의 실제 지리적 특성(남북으로 긴 형태)과 자연 장벽(산지, 하천, 녹지, 해양 등)을 고려하여 설계하였다. 기존의 100×100 정사각형 격자 구조는, 남북 축을 확장한 150×160의 직사각형 구조로 전환되어, 현실 공간 왜곡을 최소화하고, 시뮬레이션 공간적 해석력을 제고하였다. 자연 장벽은 녹지, 산지, 개발제한구역(그린벨트), 하천, 해양 등으로 분류하였으며, 각 요소는 심리적·물리적 거리 및 이동 제약을 반영하는 공간 구성 도구로 활용하도록 하였다.

그림 3-5 | 고도화된 모형의 공간 구성 모식도



자료: 연구진 작성

이와 같이 고도화된 카토그램 기반 공간 구성은 기존 모형의 단순성과 실행 효율성을 유지하면서도, 수도권 주택시장의 현실 공간적 구조와 변동 가능성을 보다 정교하게 반영할 수 있도록 설계된 개선안이다. 해당 설계안을 표현한 공간 구성은 다음 <그림 3-5>와 같다. 서울, 인천, 경기 등 실제 주택시장이 존재하는 공간을 반영하였으며, 시장 간 거리감을 형성하는 자연 장벽인 한강, 서해, 산악지대(북한산, 관악산, 청계산, 광교산, 수리산 등) 및 개발제한구역(그린벨트)을 최대한 고려하여 구성하였다. 예를 들어, 서울과 경기도 사이의 경계는 일정한 간격으로 표현하였으며, 실제로 연담화가 이루어진 인천 부평과 부천 등은 구역 간 단절 없이 연속적으로 배치하였다. 이러한 경계는 해안지역(예: 서해)을 제외하면 장벽이 아닌 거리 조정 요소로 작용하도록 설계되었으며, 이동 제약보다는 심리적·공간적 거리감을 반영하는 방식으로 처리된다.

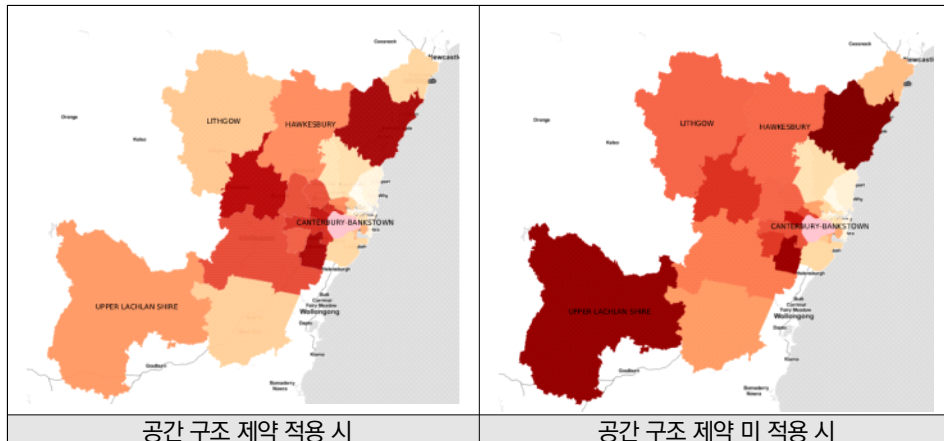
2. 공간적 확산 및 지구지정정책 대응 행태 구현

1) 주택가격 변동의 공간적 확산 행태 구현

2차년도 연구에서 공간적 확산을 반영한 주택시장 구현이 주요한 연구 목표 중 하나이며, 이에 따라 시간에 따른 각 변수의 공간적 변화는 주요 관찰 대상이 된다. 1차년도 모형에서는 공간이 단지 수도권이라는 연구의 공간적 범위를 모사하는 가상적 환경에 지나지 않았으며, 각 주택의 선호도나 가격 평균을 형성하는 제한적인 조건을 제공하는 데에 그쳤다. 그러나 2차년도 모형에서는 주요 정책 수단으로 ‘규제지구지정’을 살펴보기 때문에 공간은 직접적인 탐구 대상이 되므로 1차년도 보다 고도화된 공간 모형이 필요하게 된다.

행위자기반모형을 구성하는 중요 요소 중 하나는 네트워크이며, 본 모형에서 네트워크는 곧 공간 분포를 의미한다. 행위자의 실제 또는 관념적인 공간 분포는 행위자의 상호작용이 얼마나 활발하게 일어나는지를 결정하는 중요 요소이므로 결과에 큰 영향을 미친다. 호주의 주택시장을 행위자기반모형으로 탐색한 Evans et al. (2021)에서도 실제 공간에 따른 선호 구조를 반영한 것과 그렇지 않은 것을 비교하기도 하였다.

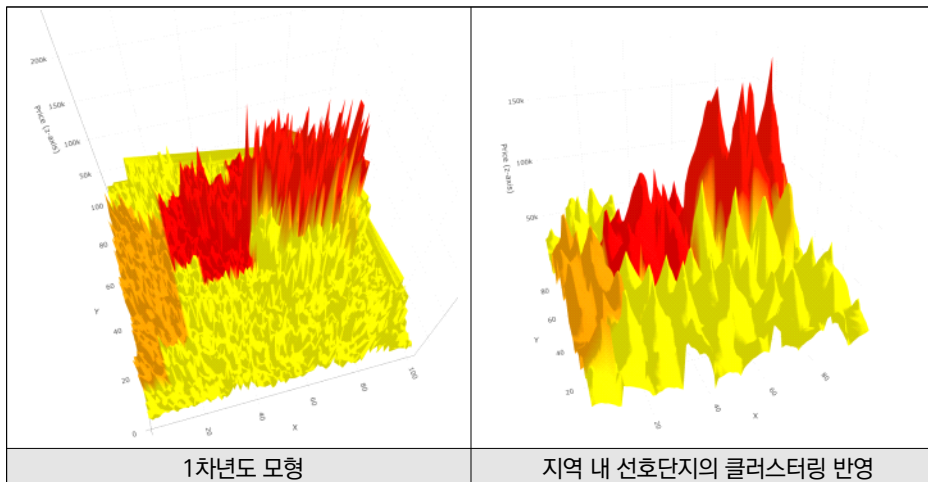
그림 3-6 | Evans et al.(2021)의 모형 내 공간 구조 적용 여부에 따른 도심 위치 매수자 선호 결과 비교



자료: Evans et al.(2021), p.38

앞서 설명한 바와 같이, 2차년도 연구는 1차년도 모형에서 구현되지 못한 공간적 확산 행태를 반영하여 모형을 고도화하고 공간적 변화를 조금 더 용이하게 관찰하게 하는 것을 목표로 한다. 1차년도 모형에서도 가격 분포의 3차원 도식 등을 통해 시뮬레이션을 어느 정도 공간적인 관점에서 관찰할 수 있게끔 구현하는 데에는 성공하였다. 단, 1차년도 모형에서는 전체 수도권 공간 환경은 100개의 셀로 구현(10x10)하여 그 안에서 개별 주택(기본값: 10,000개)을 추출하는 방식을 사용했었다. 이에 2차년도에서는 주택의 가격 분포 자체도 구역 내에서 일정한 공간 분포를 가지게 하고, 이에 대한 변화를 효과적으로 관찰하는 것을 목표로 한다. 또한 행위자의 행태에서도 선호지역 주택가격 변화에 차선호지역 행위자(혹은 매수 희망자)들이 민감하게 반응하도록 구현하여, 주택가격이 선호지역부터 차선호지역으로 확산되는 공간적 확산 과정이 모형에 반영될 수 있도록 고도화 하였다. 예를 들어, 한 지역(cell) 내에 최선호단지는 무작위로 배치하되, 최선호단지 주변 단지가 지역 내 타 단지보다 선호되도록 공간적 정렬을 하고, 선호지역 주택가격 상승을 시장 매수행위자의 기대가격상승률의 주요 레퍼런스로 구성하도록 한다면 보다 현실을 잘 반영하는 모형으로의 고도화가 가능하다.

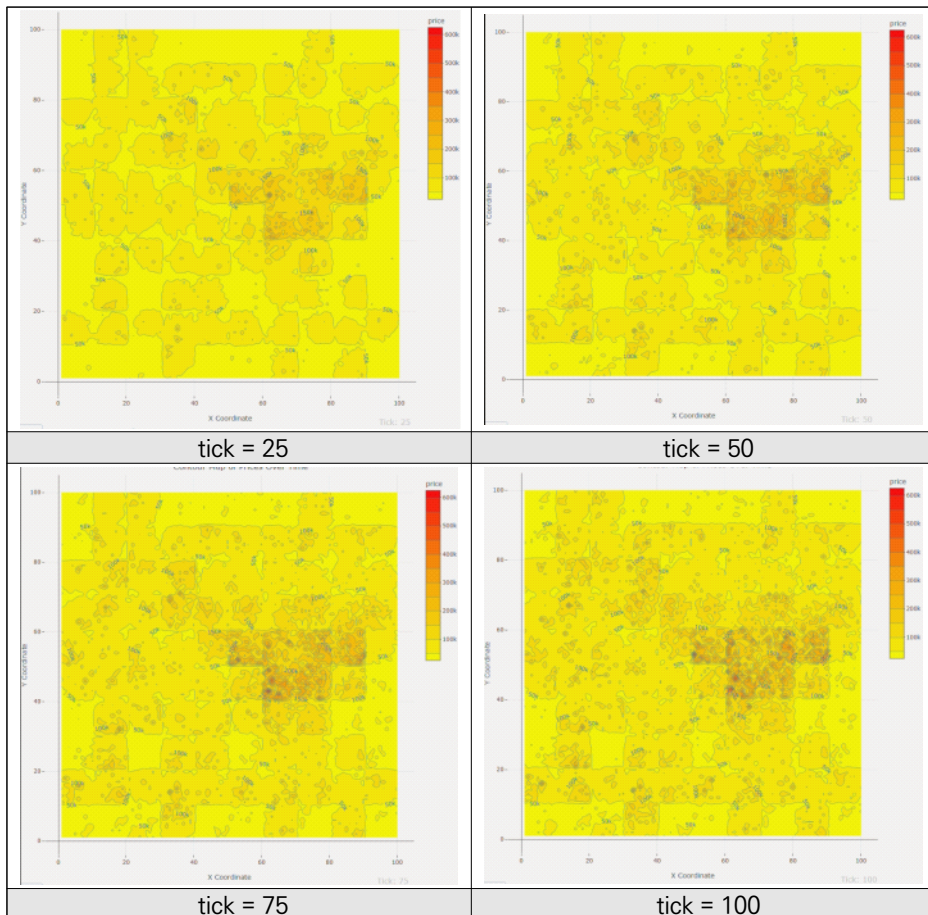
그림 3-7 | 초기 가격의 공간적 분포 변경 3차원 도식 예시



자료: 연구진 작성

특히, 이번 연차 연구에서 중요하게 생각하는 것은 공간적 확산으로, 시간적 변화와 공간적 변화를 동시에 관찰하는 것이 필요하다. 시간적, 공간적 변화를 동시에 관찰하기 위해서는 시계열적 표현에 강한 그래프나 공간적 표현에 강한 3차원 도식 등으로는 부족하다. 이에 따라, 등고선형(contour) 도식 등을 활용하여 주택 시장의 공간적 변화를 시계열적으로 관찰할 수 있도록 모형을 고도화하고자 한다. 이는 지면상에 나타내기는 어려우나, 동영상 형태로도 공간적 확산 관찰이 가능하다는 특징이 있다.

그림 3-8 | 등고선형 주택 가격 도식화의 예시



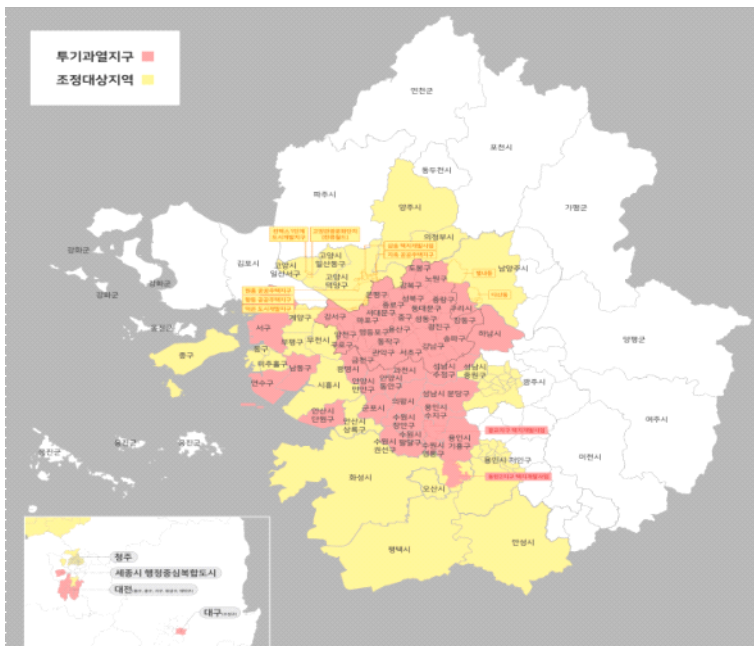
자료: 연구진 작성

특히, 관련 연구 검토에서 나타난 주택가격의 공간적 확산과 관련한 행위자들의 행태를 반영하여 모형상에서 공간적 확산이 구현될 수 있도록 고도화하였고, 다음 절에서 다룰 지구 지정 정책 대응 행태 구현과도 연계될 수 있도록 공간적 측면에서 나타나는 시장참여자 대응 행태를 반영하여 모형을 개선하였다.

2) 지구지정 정책 대응 행태 구현

투기지역, 투기과열지구 등 규제지역 정책은 연구의 공간적 범위인 수도권에 광범위하게 적용된 실제 사례가 있으므로, 수도권 내에서 어디든 자유롭게 적용할 수 있도록 유연하게 설계하는 것이 필요하다. 2020년 당시 규제지역은 수도권의 상당 부분을 차지할 정도로 광범위하였으며, 모형에서도 이와 같은 정책을 시뮬레이션 할 수 있을 정도의 유연성이 필요하다.

그림 3-9 | 초도모형의 공간 설정



자료: 국토교통부 보도자료(2020. 6. 17.). 관계부처합동, 주택시장 안정을 위한 관리방안. p.6

표 3-2 | 규제지역 지정에 따른 규제 강화 내용('20.6.17 대책 기준)

구분	조정대상지역	투기과열지구
금융	가계대출 <ul style="list-style-type: none"> · 2주택이상 보유세대는 주택신규 구입을 위한 주담대 금지(LTV 0%) · 1주택세대는 주택신규구입을 위한 주담대 원칙적 금지 <ul style="list-style-type: none"> - (예외) 기존주택 2년 (투기과열은 1년)내 처분 및 전입 조건, 무주택 자녀 분가, 부모 별거봉양 등 고가주택(시가9억초과) 구입시 실거주목적 제외 주담대 금지 - (예외-조정) 무주택세대가 구입 후 2년내 전입, 1주택세대가 기존주택 2년내 처분 및 전입 시 - (예외-투기) 무주택세대가 구입 후 1년내 전입, 1주택세대가 기존주택 1년내 처분 및 전입 시 	
	LTV : 9억이하 50%, 9억초과 30% DTI 50%	LTV : 9억이하 40%, 9억초과 20%, 15억초과 0% DTI 40%
사업자대출	<ul style="list-style-type: none"> · 주택매매업·임대업 이외 업종 사업자 의 주택구입목적의 주택담보 기업자금대출 신규 취급 금지 	
	LTV : 9억이하 50%, 9억초과 30%	LTV : 9억이하 40%, 9억초과 20%, 15억초과 0% 개인 주택매매·임대사업자의 고가주택(시가9억초과) 구입 시 신규 주담대 금지
세제·정비사업	<ul style="list-style-type: none"> · 다주택자 양도세 증가·장특공 배제 <ul style="list-style-type: none"> - 2주택 +10%p, 3주택 +20% * 다만, '20.6월까지 10년 이상 보유 주택 양도세 증가 배제, 장특공 적용 ** 분양권도 주택수에 포함 · 2주택이상 보유자 증부세 추가과세 <ul style="list-style-type: none"> - +0.2~0.8%p 추가과세 · 2주택이상 보유자 보유세 세부담 상한 상향 <ul style="list-style-type: none"> - 2주택자(300%), 3주택자(300%) · 일시적 2주택자의 종전주택 양도기간 <ul style="list-style-type: none"> - (기존) 2년이내 양도 → (변경) 1년이내 신규주택 전입 및 1년 이내 양도 	<ul style="list-style-type: none"> · 재건축 조합원 지위양도 제한 <ul style="list-style-type: none"> - 조합설립인가~소유권이전등기 · 재개발 조합원 분양권 전매제한 <ul style="list-style-type: none"> - 관리처분계획인가~소유권이전등기 · 정비사업 분양 재당첨 제한
전매제한	<ul style="list-style-type: none"> · 분양권 전매제한 <ul style="list-style-type: none"> - (1지역) 소유권이전등기 - (2지역) 1년 6개월 - (3지역) 공공택지 1년, 민간택지 6개월 	<ul style="list-style-type: none"> · 주택·분양권 전매제한 <ul style="list-style-type: none"> - 소유권이전등기(최대 5년) - 분양가상한제 적용주택 전매제한기간 강화(수도권은 비투기과열지구 대비 2년 가산)
기타	<ul style="list-style-type: none"> · 3억 이상 주택 취득 시 자금조달계획서 신고 의무화 · 기존 주택보유현황, 현금증여 등 신고항목 확대 · 투기과열지구는 9억원 초과시 증빙자료 제출 	

자료: 국토교통부 보도자료(2020. 6. 17.). 관계부처합동. 주택시장 안정을 위한 관리방안. p.8

규제지역 설정은 정부에서 최근에 규제지역 해제를 발표한 시점인 '23년 1월 기준으로 규제지역 지정효과를 검토하였으며, 해당시점에서 모형을 통해 행위자의 행태를 분석해보고자 하였다. 규제지역 해제를 발표한 시점인 '23년 1월 기준으로 규제지역 현황을 검토한 결과, 현재 서울 4개 지역만 규제지역으로 설정되어 있었다. '제62차 부동산가격안정 심의위원회'에서는 서울시 11개구(성동·노원·마포·양천·강서·영등포·강동·종로·중·동대문·동작구)에 대해 주택 투기지역 요건 충족 여부를 심의하였고, 해당 지역에 대한 주택 투기지역 지정을 해제하기로 의결하여, 투기지역, 투기과열지구, 조정대상지역은 서초구, 강남구, 송파구, 용산구로 지정하였다.

앞서 설명한 바와 같이, 이 연구는 1차년도 모형에서 구현되지 못한 지구지정 정책 실험이 가능하도록 이에 대한 대응 행태를 구현하도록 기 구축된 모형을 고도화하는 것이 목표임에 따라, 조정대상지역 등 규제지구에서는 다음 <표 3-3>과 같은 여러 가지 규제가 적용되므로 이를 거래 프로세스에 적용하여 정책 효과를 살펴보는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 매수자의 대출규제, 추가 과세 및 실거주 규제와 전매 제한, 매도자의 양도세 규제, 규제회피 비율을 낮추기 위한 기타 규제(신고의무 강화 등) 등을 정책실험을 위한 변수로 판단하였다.

표 3-3 | 규제지역 지정 효과('23년 1월 이후)

구분	투기지역(금융규제만 해당)·투기과열지구	조정대상지역
금융	<ul style="list-style-type: none"> • LTV : 무주택·1주택 세대 50% * 서민·실수요자 : 9억원 이하 70%(20%p 우대) • DTI : 40% * 서민·실수요자 : 60%(20%p 우대) • 2주택이상 보유세대는 주택신규구입을 위한 주담대 금지(LTV 0%) • 일시적 2주택자 주담대 시 종전주택 처분기간 부여 (규제지역: 2년, 비규제지역: 없음) • 중도금대출발급요건 강화(분양가격 10% 계약금 납부, 세대당 보증건수 1건 제한) 	<ul style="list-style-type: none"> • LTV : 무주택·1주택 세대 50% * 서민·실수요자 : 8억원 이하 70%(20%p 우대) • DTI : 50% * 서민·실수요자 : 60%(10%p 우대)
	<ul style="list-style-type: none"> • (일반사업자) 주택 구입 목적의 주택담보대출 신규 취급 금지 • (임대사업자) 주택담보대출 취급 전면 금지 • 주택임대업 개인사업자대출 RTI (=임대소득/이자비용) → 1.5배 이상 • 민간임대매입(신규) 기금융자 중단 	<ul style="list-style-type: none"> • 주택임대업 개인사업자대출 RTI → 1.25배 이상
세제	-	<ul style="list-style-type: none"> • 2주택 이상자 취득세 증가(2주택 8%, 3주택이상 12%) • 다주택자 양도소득세 증가(2주택+20%p, 3주택+30%p)·장기보유특별공제(최대 30%) 배제 • 양도세 비과세 위한 일시적 2주택자의 종전주택 양도 기간 강화(조정지역:2년, 비조정지역:3년) • '18.9월 이후 신규 등록한 매입임대사업자에게 양도세 증가배제, 중부세 합산배제 혜택 미적용
전매제한	<ul style="list-style-type: none"> • 주택 분양권 전매제한 (소유권이전등기일까지, 최대 5년) • 오피스텔 분양권 전매제한(소유권이전등기일 or 사용승인일로부터 1년 중 짧은 기간) 	<ul style="list-style-type: none"> • 주택 분양권 전매제한 (소유권이전등기일까지, 최대 3년)
청약	<ul style="list-style-type: none"> • 청약 1순위 자격요건 강화 / 해당지역 거주자 우선 공급 • 민영주택 가점제 적용비율 (85㎡이하 100%, 85㎡ 초과 50%) • 재당첨 제한(10년) • 분양가격 9억원 초과 주택 특별공급 제한 • 오피스텔 건설지역 거주자 우선 분양 ▶ (100실 이상) 분양분의 10~20%이하/ (100실 미만) 분양분의10% 이하 	<ul style="list-style-type: none"> • 민영주택 가점제 적용비율 (85㎡이하 75%, 85㎡ 초과 30%) • 재당첨 제한(7년)
정비사업	<ul style="list-style-type: none"> • 재건축사업 조합원당 재건축 주택공급수 제한(1주택) • 재건축사업 조합원 지위 양도제한 (조합설립인가 후 소유권이전등시까지) • 재개발사업 조합원 지위 양도제한 (관리처분계획인가 후 소유권이전등시까지) • 정비사업 분양주택 재당첨 제한(5년) 	-
기타	<ul style="list-style-type: none"> • 주택 취득 시 자금 조달 및 입주계획 신고 의무 + 증빙자료 제출 	<ul style="list-style-type: none"> • 주택 취득 시 자금 조달 및 입주계획 신고 의무

자료: 기획재정부 보도자료(2023.1.3.)

3. 개선 모형의 검증 및 시범 결과 도출

1) 2차년도 모형의 개선 내용 및 이전 모형과의 차이점

여기까지 공급 모형의 결합 이전 단계에서 2차년도 모형이 기존 모형과 차별화되도록 ABM 모형 및 시뮬레이션 전체가 개선된 점은 다음과 같다. 1절에서 도입된 고도화된 확장 공간에서도 모형이 구동될 수 있도록 전반적으로 모형을 더 일반화하여 개선하였다.

먼저, 블록 내 최선호단지는 클러스터를 갖도록 구성하되, 공간 확장에 따라 발생한 여유분, 즉 공지 또는 재정비 대상 시가지의 경우 무작위로 배치되도록 조정하였다. 그리고 공간 확산을 관찰하기 위해, 각 행위자가 활용하는 시야 기반 탐색과 선호도 기반 탐색 로직을 강화하면서 녹지, 하천, 해양 및 공지(空地)를 포함하는 확장 공간에서도 적용되도록 개선하였다. 또한 규제지구 지정에 따른 정책효과 시뮬레이션이 가능하도록 지구 단위 규제정책(LTV, DTI, 취득세, 양도세 및 행위자 보유주택 수에 따른 차등) 적용을 할 수 있게 하였다. 이에 더해 공간 확산 및 규제지구지정의 효과를 데이터로도 확인할 수 있도록 선호단지별 시계열 데이터 수집이 가능하게끔 결과처리 프로세스를 강화하였다. 특히, 공급 모형을 반영하기 위하여 전체 주택 수와 행위자 수는 더 이상 고정되어 있지 않으며, 무엇보다 행위자의 경우 1차년도에서는 NetLogo 초도모형에 기반을 두어 행위자 수가 주택 수를 넘을 수 없었으나 행위자 수를 자유롭게 설정 가능하도록 행위자의 생성/소멸규칙부터 의사결정 규칙까지 본 모형의 이론적 핵심 부분은 보존하면서 프로그래밍 상 제반 규칙을 현실화하였다. 그 외에도 모형 구동을 위한 외부 데이터 입력 등 편의성 확보, 실시간 결과 확인, 대시보드형 실행 프로그램 제공 등 프로그래밍 상 모형의 고도화 작업도 동시에 수행하였다.

이상 공간 모형 고도화 및 공간확산 적용, 지구지정 정책 적용, 공급 모형 결합을 위한 준비 등 2차년도 모형에서 기존과 다른 점을 정리하면 다음 <표 3-4>와 같다.

표 3-4 | 2차년도 모형의 1차년도 모형과의 차이점

구분	1차년도 모형	2차년도 모형
공간 환경	<ul style="list-style-type: none"> - 전체 격자: 100 x 100 (10,000개 셀) - 단위구역 크기: 10 x 10셀 (100개 셀) - 100개 단위구역으로 구성 - 단위구역을 10 x 10으로 정방형 배치 - 모든 셀은 주택(아파트)를 나타내며 가득 차 있음 - 빈 셀이나 자연 지형 관련 셀 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 전체 격자: 150 x 160 (24,000개 셀) - 단위구역 크기: 12 x 12셀 (144개 셀) - 100개 단위구역으로 구성 - 단위구역을 실제 지리와 유사하게 자연스럽게 배치 - 단위 구역 내에는 주택 및 공지(空地) 존재 - 녹지, 하천, 해양 등 지형지물 셀 존재
행위 규칙	<ul style="list-style-type: none"> - 단순 시야 기반 탐색 - 선호도는 단위구역 단위로 적용 - 최선호지역 클러스터링은 미적용 	<ul style="list-style-type: none"> - 지형지물을 고려한 시야 기반 탐색 - 선호도를 구역 내 최선호지역 선호까지 적용 - 선호지역 클러스터링 적용
행위자 설정	<ul style="list-style-type: none"> - 약 8천 명 이하로 제한되며, 기본값 5,100명 - 행위자 수는 주택 수보다 적어야 함 - 소유주가 없는 집이 많음(20% 이상) - 자산이 부족한 행위자는 소멸됨 - 매 기 일정 수의 새로운 행위자를 생성함 	<ul style="list-style-type: none"> - 행위자 수에 제한 없으며, 기본값 2만 명 - 행위자 수가 주택 수보다 많은 것이 권장됨 - 충분한 숫자가 있으면 대부분 주택이 소유됨 - 행위자 생성/소멸 규칙을 현실화하고, 행위자 중 일정 수가 시장에 진입 및 퇴장
정책 실험	<ul style="list-style-type: none"> - 금융 규제(LTV, DTI) - 세제 정책(취득세, 양도세) - 행태 변수(기대수익, 규제회피, 매물회수) 	<ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 모형의 모든 정책 실험 가능 - 규제지구지정 정책 실험 기능 추가 - 공급 정책 실험 기능 추가
결과 표출	<ul style="list-style-type: none"> - 평균 주택가, 거래량, 기대수준 시계열 자료 - 행위자 변수(자산, 보유주택 수 등) 통계 - 3D 가격 지도 생성 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 모형의 모든 결과 표출 가능 - 시계열 자료 고도화(변화량, 지구별 통계 등) - 등고선형 가격 지도, 공급 관련 통계 등
기타 사항	<ul style="list-style-type: none"> - 모든 데이터 등은 코딩 내에 내장 형태로 적용 - 모든 단계 구동 종료 후에만 결과 확인 가능 - 모든 비교 분석은 한 번에 입력된 시나리오 세트 하에서 전체 구동하여야만 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 파일은 csv 파일 형태로 외부 입력 가능 (공간 환경, 거시경제 변수, 정책 실험 세트 등) - 인터랙티브형 대시보드 도입으로 입력/출력 방식 고도화 및 시뮬레이션 중간 결과 실시간 확인 가능 - Burn-in 기간 도입으로 시뮬레이션 안정화 제고 및 저장/불러오기 기능으로 비교 분석 효율 개선

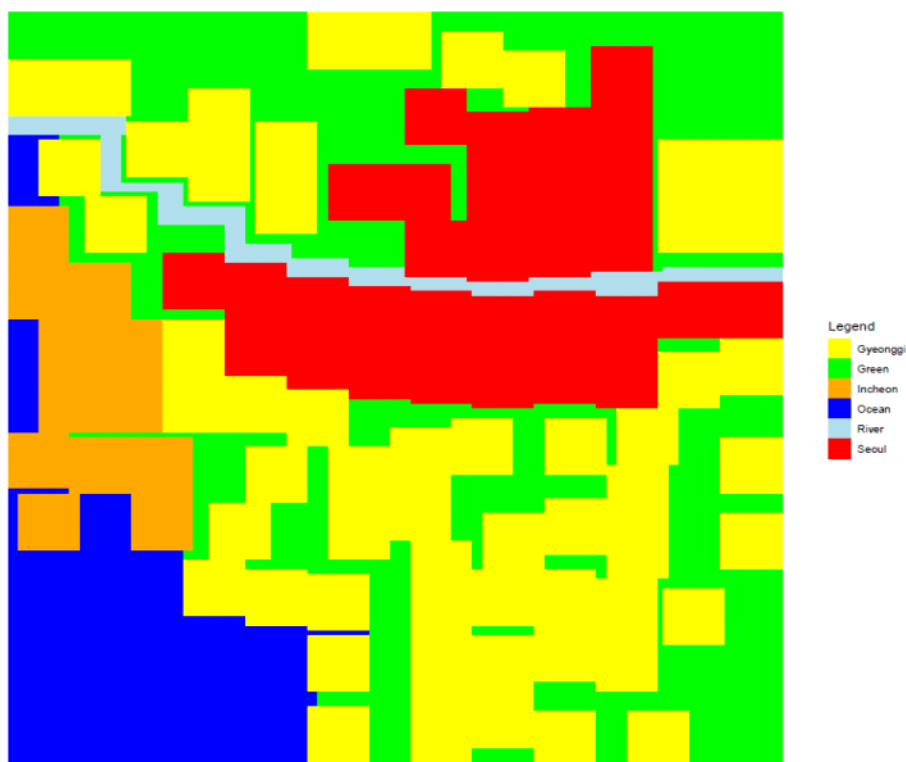
자료: 연구진 작성

2) 개선 내용의 검증

이 절에서는 이상의 개선 내용이 2차년도 모형에서 잘 구축되었는지 검증하기 위하여 변경점을 다시 한 번 자세히 설명하고 주요 결과를 정리하여 제시하고자 한다.

첫 번째, 공간 환경의 경우 본 모형의 기본 환경부터 수정한 것으로 이후 과정에 모두 영향을 미치는 큰 변화가 있었다. 세부적으로는 전체 격자를 R 환경에서 본 장 1절에 제시된 것과 동일하게 구현하였다. 이는 1차년도에서 공간이 조금 더 고도화된 것뿐만 아니라, 어떤 형태의 공간 데이터든 입력 형식만 맞추면 모형에 결합할 수 있게 된 것으로 모형 상 커다란 진전 중 하나라 볼 수 있다.

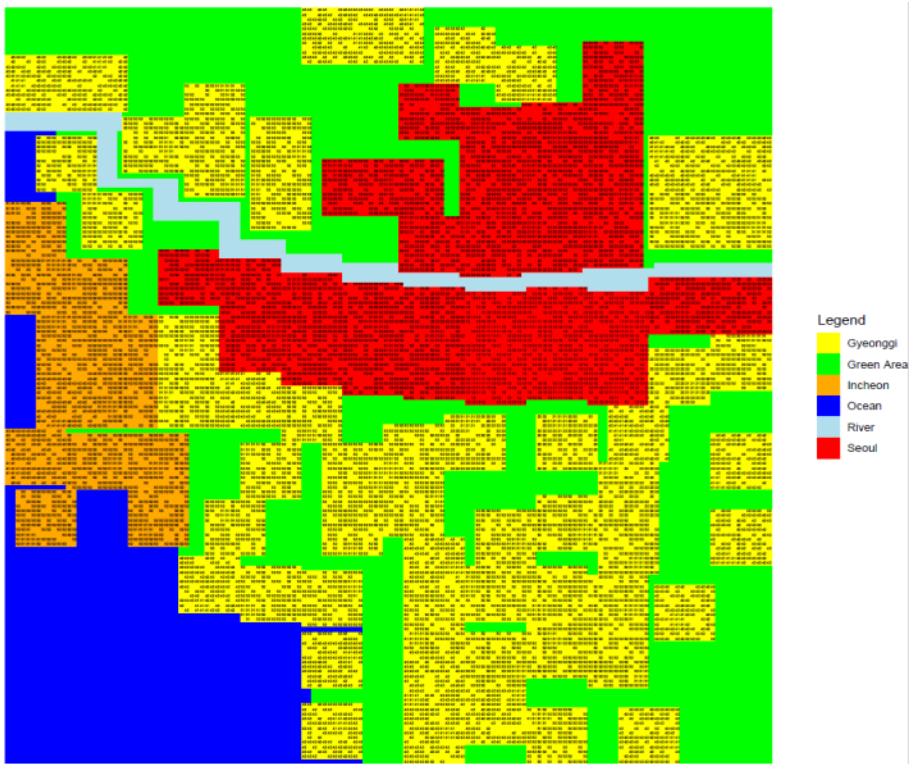
그림 3-10 | 2차년도 모형의 수도권 공간 구현 결과



자료: 연구진 작성

각 단위지역의 구분과 선호도 등은 2차년도 모형에서도 1차년도와 동일한 100개로 두었으며, 지역명도 동일하게 유지하였다. 이는 바뀐 공간환경에서도 1차년도와 유사한 결과를 도출하는지 각 결과를 비교하기 용이하게 함으로써 검증 작업을 원활하게 하고자 하는 이유와 함께, 2차년도 모형이 공간적으로 고도화되었다고는 하나 어디까지나 가상화 된 수도권이라는 설정을 벗어나지 않으므로 이에 대한 연속성 차원에서 유지한 것이다. 따라서 모든 공간이 주택으로 뺄뺄이 들어찼던 1차년도와 달리, 지형 지물과 함께 각 단위구역 내에서도 향후 주택이 공급될 수 있는 여유 공간을 확보하였으며, 이는 각 단위구역(144개 셀) 내 100개 주택만 배치하는 것으로 구현하였다.

그림 3-11 | 2차년도 모형의 수도권 공간 구현 결과(상세)



자료: 연구진 작성
 주: 주택이 존재하는 셀에만 텍스트 표시함

두 번째, 행위 규칙의 경우 시야 기반 탐색과 선호도 관련 로직을 강화하였다. 이는 주택이 아닌 지형지물이 발생한 점과 공간이 확장된 만큼 이러한 부분을 감안하여 거리 함수를 기존과 다르게 설정하였다. 거리는 기본적으로 단위구역(12 x 12 셀) 단위로 계산되며, 이는 동일 구역 내에서는 시야가 모두 확보됨을 의미한다. 따라서 거주지가 아닌 녹지, 하천, 해양의 경우, 각각 1 단위거리, 2 단위거리, 4 단위거리의 시야 거리 값을 갖게 하였다. 즉, 특정 셀에서 다른 셀까지의 거리는 그 사이의 단위구역 개수 및 녹지/하천/해양의 간섭 여부에 따라 더하여 결정되는 구조이다. 시야 함수는 행위자 이질성을 반영하여 1차년도보다 직관적으로 설정하였으며, 이를 통해 행위자는 구매자의 매물 탐색, 시야 내 시장가 변동에 따른 기대수익의 조정 등을 수행하게 된다.

$$T_{sight-radius} = [Uniform(1, 2) \times T_{investment-tendency}]$$

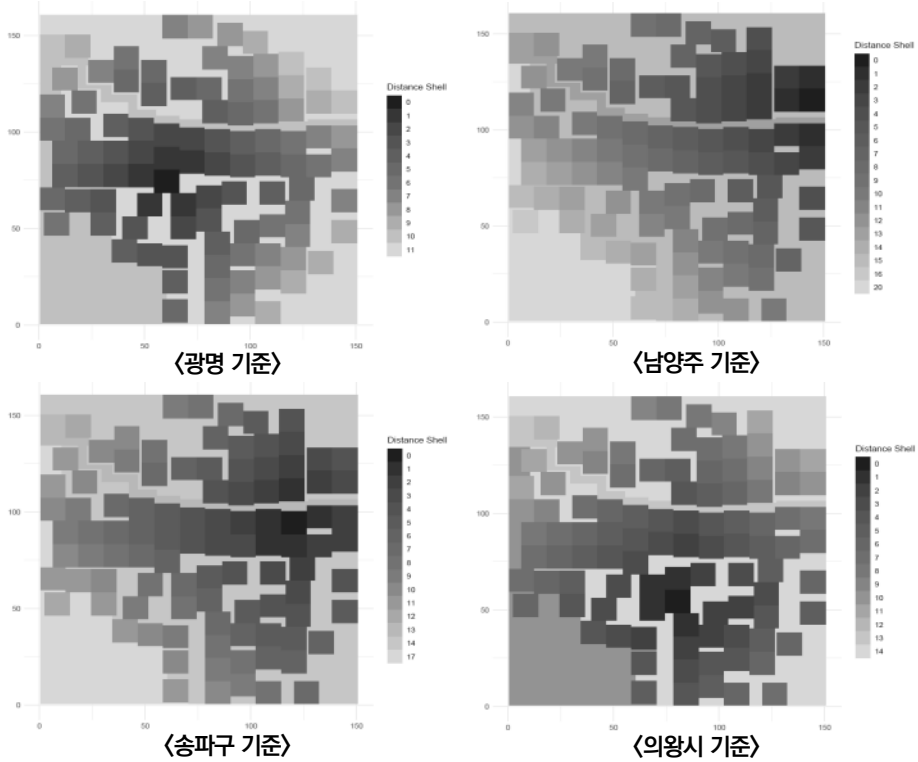
T_sight-radius : 시야범위(1~10, 정수)

T_investment-tendency : 투자성향(1~5, 정수)

시야 함수는 위와 같이 행위자의 투자성향에 따라 결정되며, (1, 2) 사이의 가중치를 임의로 갖게 한 후 결과 값을 반올림하여 구하였다. 시야 1은 단위구역 1을 의미하므로, 시야 10이면 거의 수도권 전체 범위를 포괄하게 되며, 수도권 각 지점으로부터 계산된 시야 별 단위구역 분포는 다음 <그림 3-12>와 같다.

또한, 선호도 역시 기존의 단순한 4단계 선호도에서 최선호지역(대장단지)을 고려한 8단계 선호도로 가정하였다. 특히, 최선호지역의 경우 한 단위구역 내에서 분산되지 않고 공간적으로 밀집해 단지 형태로 있도록 하되 최선호단지 위치 자체는 단위구역 내에서 임의로 배정하도록 하였다. 그리고 최선호단지는 모든 구역에서 약 10% (7% ~ 13% 중 임의로 추출하여 배정)의 비중을 차지하도록 설정하였다.

그림 3-12 | 행위자의 위치로부터 각 단위구역까지의 거리 분포



자료: 연구진 작성

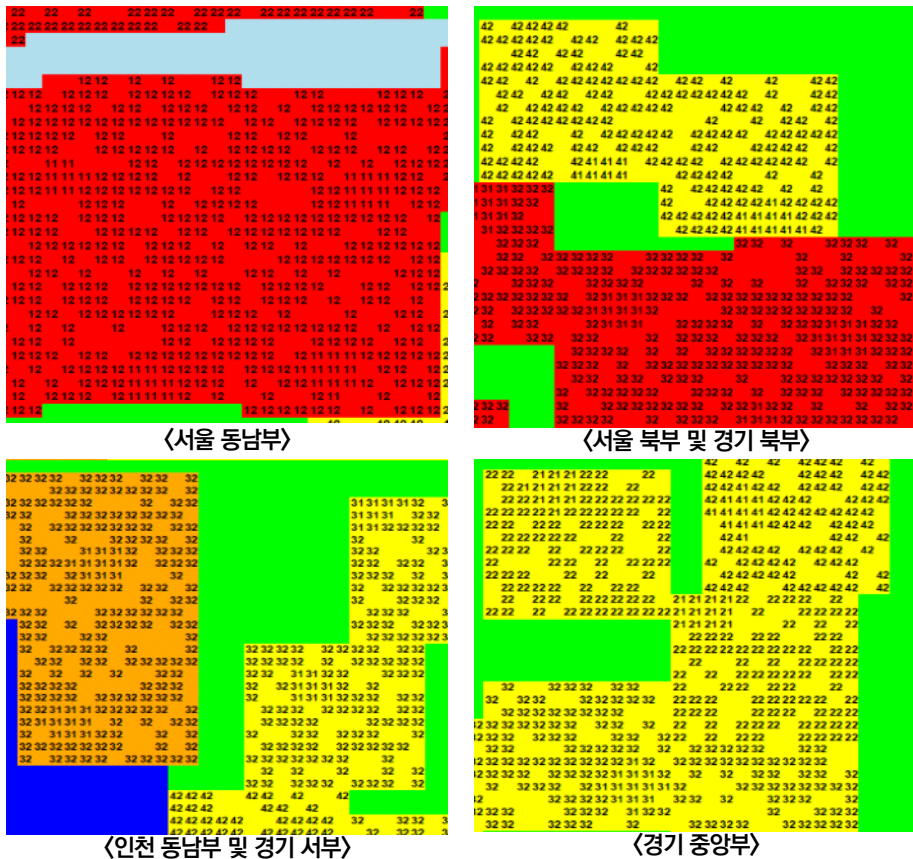
주: 짙은색 일수록 가까운 거리, 옅어질 수록 먼 거리임. 거리 10 이후부터는 모든 행위자의 시야 밖이 됨.

다음 <그림 3-13>과 같이 단지 내 셀 배치에서 공백지로 표시된 곳은 단순히 공지(空地)를 의미하는 것이 아니며, 아파트가 아닌 일반 주택 또는 아파트 외 공동 주택을 의미하기도 한다. 따라서 공백지는 향후 공급 모형의 구성에 따라 확률적으로 일부는 신규 주택 공급지로 식별될 수도 있고, 일부는 아파트로의 재개발/재정비 단지로 식별되어 서로 다른 역할을 할 수 있다.

세 번째, 행위자는 수의 제한 없이 둘 수 있도록 하였으며 대부분의 주택이 소유자가 설정된 채로 시작할 수 있게 설정하였다. 행위자 수의 제한은 1차년도 당시 초도모형이 ABM 설계 전용 프로그램인 NetLogo로 작성되었기 때문에 가졌던 기술적인 한계로,

NetLogo에서는 패치(본 모형에서는 주택)보다 많은 수의 터틀(행위자)을 허용하지 않았다. 이는 기본적으로 NetLogo가 터틀(행위자)의 패치 상 이동을 모형화 하는 프로그램이기 때문이며 본 모형은 주택시장 매매거래 모형이기 때문에 NetLogo의 한계를 답습할 이유가 없었다. 그러나 Netlogo의 기본 이동 모듈을 모두 들어내고 모형을 재설계해야 하는 작업이 수반되는 변경으로서 상당한 수정을 요하였다. 이때 부동산시장 시뮬레이션 모형으로서 1차년도부터 지금까지 논의한 핵심 논리구조 및 시장 메커니즘, 행위 규칙 등은 보존하면서 나머지 부분을 재설계하였다.

그림 3-13 | 선호도 분포 및 단위구역 내 아파트 셀의 배치

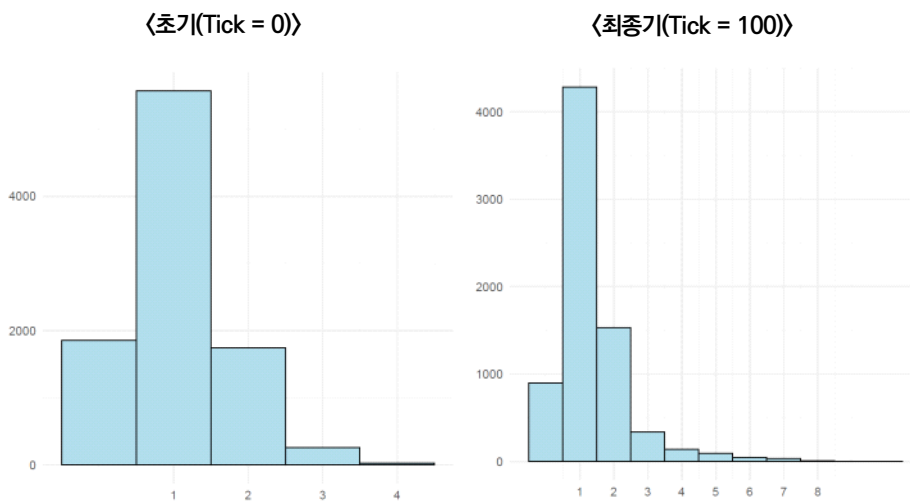


자료: 연구진 작성

주: 숫자가 낮을수록 선호되는 셀이며, 최선호 단지는 일의자리가 1이고 지리적으로 뭉쳐있도록 구성함

또한 행위자 수 한계로 인해 1차년도 모형에서 주택 1만 채 중 최대 8천여 개만 소유가 가능했으며, 이런 것도 현실과 괴리가 큰 한계가 되었다. 따라서 2차년도에서는 행위자 로직을 수정함으로써, 아파트 수의 2배 이상 행위자를 설정하는 것이 가능해졌으며 현실과 같도록 대부분의 주택에게 초기부터 소유자를 배정하는 것이 가능해졌다. 단, 본 연구의 모형은 철저히 주택 소유와 거래에서 시장 원리를 따르도록 한 모형이기 때문에 최초 배치부터 행위자는 본인의 자산, 수입, 세금, 보유 현황 등을 종합적으로 고려하여 주택을 소유하게 된다. 그럼에도 불구하고 여전히 최초 배치부터 첫 36틱까지는 소유와 자산의 불균형이 일어나기 때문에 소유 재배치를 위한 거래 등이 활발해지므로 2차년도에서는 첫 36틱은 안정화 기간(burn-in period)으로 설정하였다. 아래 <그림 3-14>와 같이 초창기 자산으로는 최대 4주택만 소유할 수 있으나, 최종 틱에서는 여러 거래의 결과로 인해 그 이상의 다주택자도 발생 가능하도록 하였다.

그림 3-14 | 행위자 보유 주택 수의 초기 및 최종기 분포 예시



자료: 연구진 작성

주: 가로축은 주택 소유 수, 세로축은 시장에 참여 중인 행위자 수 (9천 ~ 1만 명)

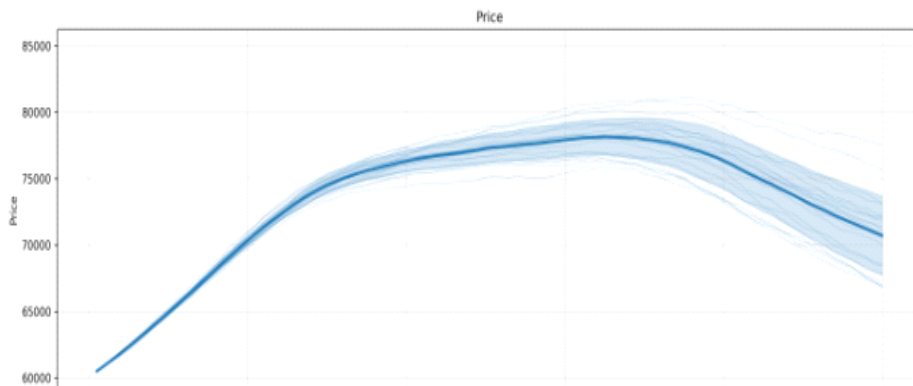
마지막으로, 정책 실험과 결과 표출에 따른 개선 모형의 검증은 시뮬레이션 시범 결과 도출과 함께 설명하도록 한다.

3) 개선 모형의 시범 결과 도출

개선 모형의 시범 결과 도출에서는 먼저 위와 같은 여러 가지 수정을 거친 2차년도 모형이 1차년도 연구의 핵심 연구 결과와 동일한 원칙 하에서 합리적 결과 값을 도출하는지 확인하는 것이 필요하다. 1차년도 모형에서 가장 중요한 핵심 요소는 모형이 설정한 거래 규칙에 따라 상식적인 결과가 도출되는지, 정책 실험 결과가 제대로 구현되는지, 기대수익 및 규제회피 등의 다른 행동규칙도 유효하게 작용되는지 살펴보는 것이었다. 이와 같은 행위 규칙상 핵심 요소는 2차년도 모형에서도 크게 변한 것이 없으며, 1차년도보다 현실성과 유연성을 더하고, 실제 행태 반영을 최대화한 것이기 때문에 이러한 원칙 하에서 보다 합리적 결과 값을 도출할 것으로 기대된다.

먼저, 기초 시범 적용을 위해 기본 시나리오를 구동하였다. 그 결과 가장 중요한 가격 변화는 1차년도와 유사하나, 일정 시기 피크를 지난 후 가격이 하락하는 점이 1차년도 결과와 다른 것으로 나타났다. 이는 1차년도 모형과 동일한 가정 하에서 가격상승기 흐름을 잘 보여주면서도, 현실 행위자 행태를 더 정교하게 반영한 결과로 가격이 최고점을 기록한 후에는 가격 하락으로 전환되는 부분까지도 잘 보여주는 결과가 나타났다.

그림 3-15 | 2차년도 모형의 Base Run 그래프

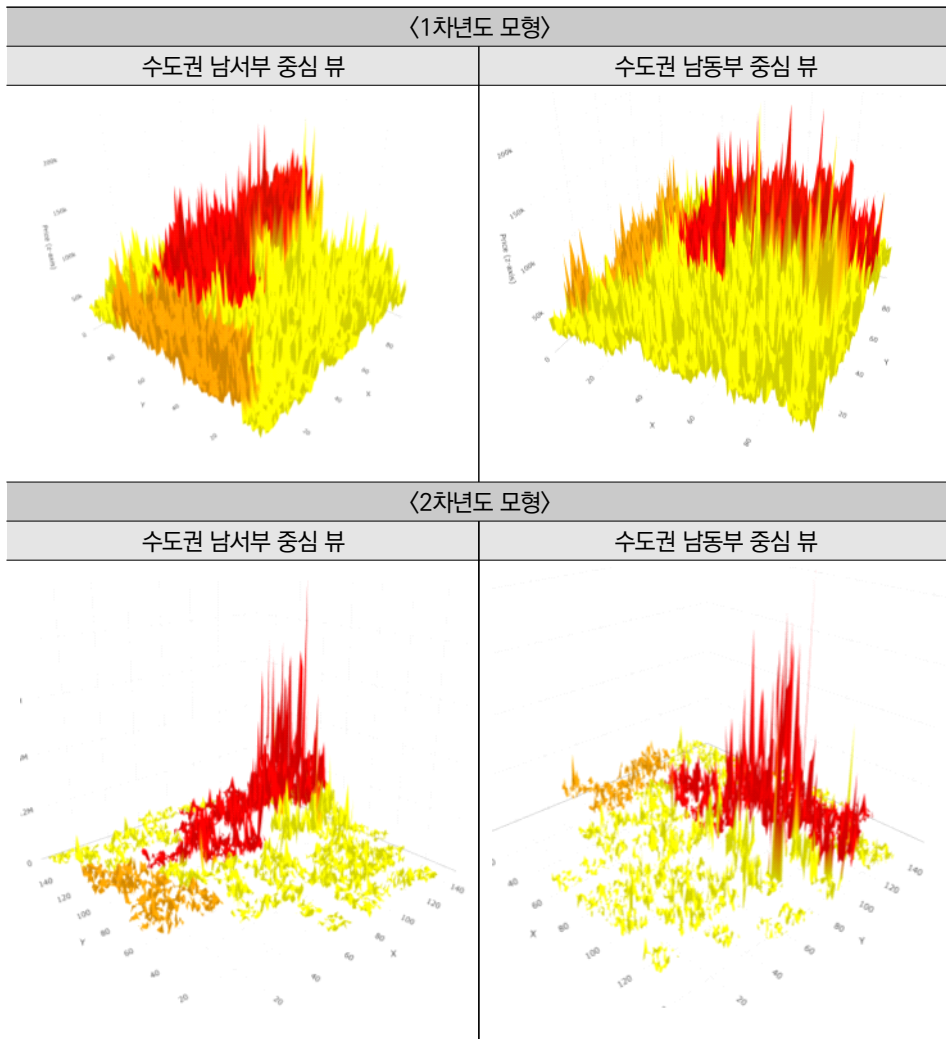


자료: 연구진 작성

주: 가로축은 tick 수, 세로축은 가격지수로 1 tick 가격 = 100으로 설정한 것임

그 외, 여러 변수에 변화를 가져왔을 때 정상 작동하며 1차년도와 유사한 결과를 나타내는 것을 확인하였다. 3차원 모식도 역시 새로운 공간 환경에서도 잘 작동하였으며 가격 분포를 더욱 직관적으로 확인할 수 있게 되었다.

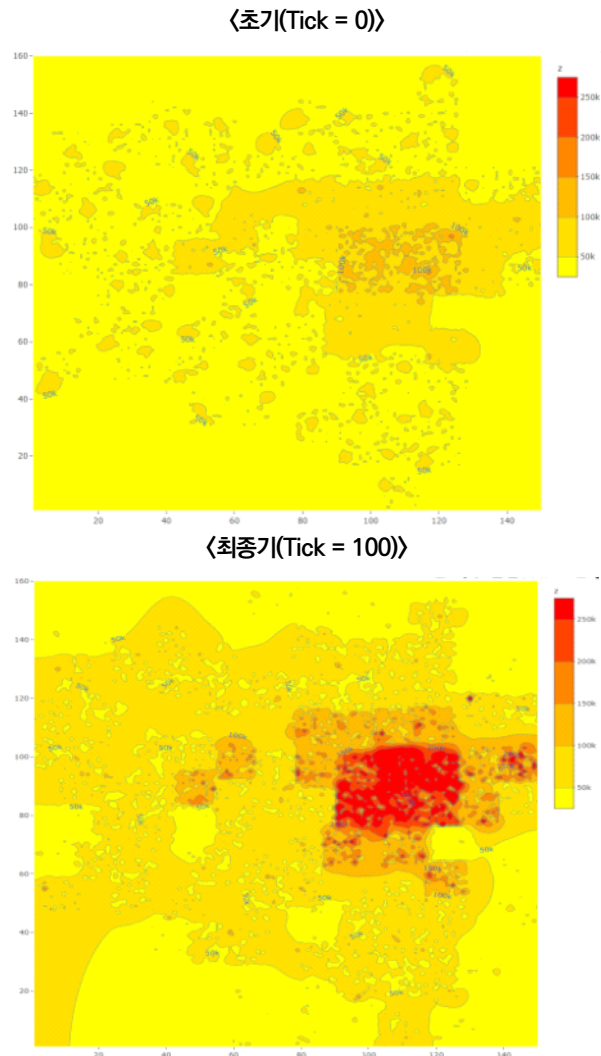
그림 3-16 | 1차년도 및 2차년도 모형의 초기 가격 분포 3차원 모식도



자료: 연구진 작성

또한, 새로 도입한 가격 등고선도를 통해 가격 분포의 공간 확산 변화는 아래 <그림 3-17>과 같이 등고선 형태의 평면 이미지 출력을 통해 지역별 변화양상을 보다 더 자세히 관찰할 수 있게 되었다.

그림 3-17 | 각 주택 가격의 초기 및 최종기 분포 예시



자료: 연구진 작성

2차년도 모형에서 수요시장 측면의 가장 중요한 변화는 규제지역 지구지정 정책을 실험할 수 있게 되었다는 것이다. 시범 적용을 위해 규제지역은 현재도 투기지역으로 설정되어 있는 서울시의 4개 구(서초, 강남, 송파, 용산)만을 대상으로 한정하여 실험을 시행하였다. 특히, 규제지역 지정 정책의 여러 가지 내용 중 다음 <표 3-5>의 내용을 적용하여 시뮬레이션 하였다. 나머지 사업자, 분양권, 청약, 정비사업 관련 정책은 공급 모형과 연계되어야 하므로 수요 모형으로는 실험하기 곤란하기 때문에 아직 적용할 수 없었다. 참고로, 현재 모형 상 7개 규제지역 정책 적용 대상 단위구역 중 용산을 제외한 6개 단위구역은 전 지역 중 가장 선호되는 지역(1지역)으로 설정되어 있으며, 용산은 양천, 분당 등과 함께 차순위 선호 지역(2지역)으로 설정되어 있는 차이가 있다. 정책 실험 시에는 동일한 초기 환경 설정 하에 20번씩 재구동한 결과를 평균하여 결과를 취합하였다.

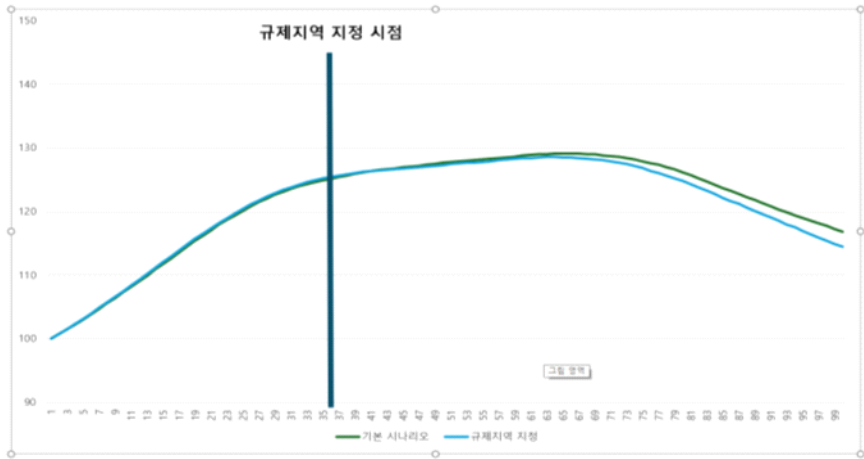
표 3-5 | 규제지역 지정 정책 시뮬레이션에 활용한 가정

구분	내용
지정 지역	총 7개 단위구역: 서초 (2개 단위구역), 강남 (2개 단위구역), 송파 (2개 단위구역), 용산(1개 단위구역)
금융규제	LTV: 50%, DTI: 40% 2주택 이상 보유 세대 대출 금지
취득세 규제	2주택자 8%, 3주택자 12% (기본 취득세 1~3%)
양도세 규제	2주택자 +20%, 3주택자 +30%

자료: 연구진 작성

규제지역의 지정 효과를 기본 시나리오와 비교하여 도출한 결과는 <그림 3-18>과 같다. 규제지역의 지정 시점은 초기 12 tick을 안정화구간으로 제외하면 36 tick 시점에 정책이 적용되는 것이다. 결과를 살펴보면, <그림 3-18>과 같이 규제지역의 지정 효과는 분명히 나타났으나, 그 크기가 100tick 기준으로 아주 크지는 않았다.

그림 3-18 | 규제지역 지정 정책 효과 비교 - 전 지역 평균 아파트 가격 기준



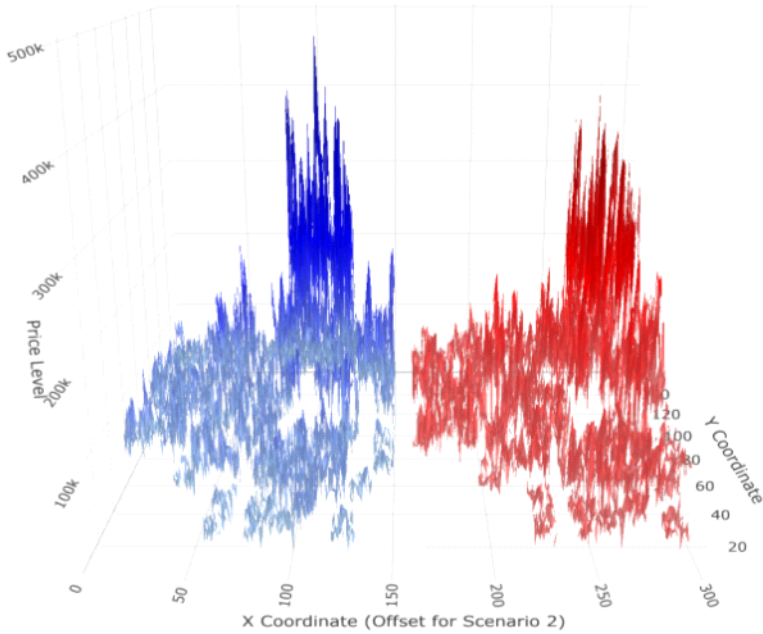
자료: 연구진 작성

주: 가로축은 tick 수, 세로축은 가격지수로 1 tick 가격 = 100으로 설정한 것임

규제지역 6개 단위구역이 속한 1선호지역과 나머지 2선호지역의 평균가격을 비교하면 차이가 뚜렷하였는데, 1선호지역의 배수 우위가 점점 커져 2에 가까워지는 기본 시나리오와 달리 규제지역 지정 시나리오에서는 그 차이가 지정 시점 이후 다소 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

선호단지별로 비교해 보면, 전체가 규제지역으로 이루어진 1선호지역의 가격이 가장 큰 영향을 받았고, 용산을 포함하는 2선호지역의 경우에는 상대적으로 영향을 덜 받은 것을 확인할 수 있다. 반면 3선호지역과 4선호지역에는 규제지역 정책의 영향이 전혀 없었다. 아래 <그림 3-19>에서 나타난 바와 같이 3D 그래프로 규제지역 지정 정책의 효과를 조금 더 상세히 살펴보면, 규제지역 지정 정책 효과가 대상 지역의 최고 값 (peak)을 낮추고 과열을 조금 막았다는 점에서 의의가 있음을 확인할 수 있다.

그림 3-19 | 규제지역 지정 정책 효과 비교 - 3차원도



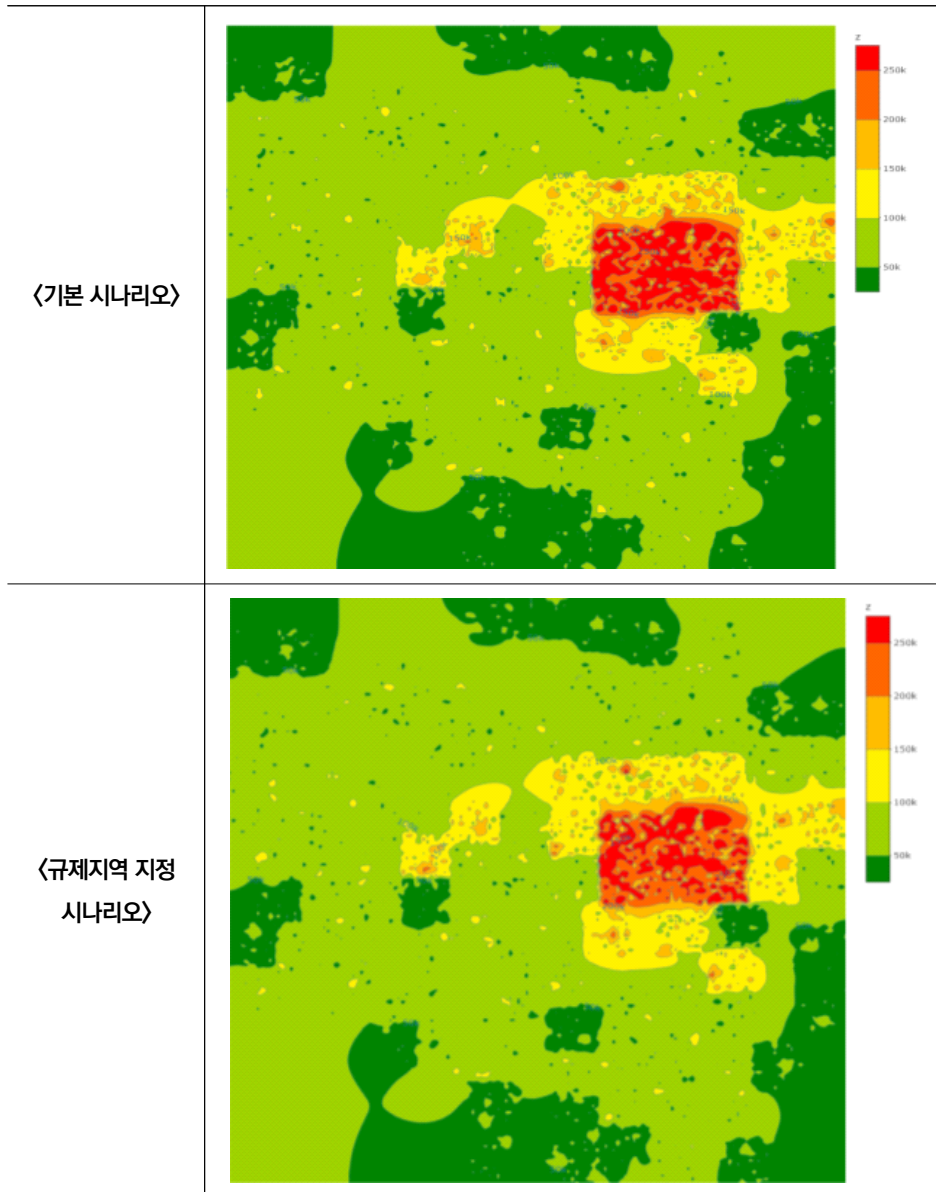
자료: 연구진 작성

주1: 좌측 파란색이 기본시나리오, 우측 붉은색이 규제지역 지정 시나리오이며, 세로축은 가격 수준을 나타냄

주2: 그래프의 앞쪽이 수도권 남쪽, 그래프의 뒤쪽이 수도권 북쪽이 되는 구도임

추가적으로 3D 그래프나 단순 통계로는 공간 확산 패턴을 확인하기는 어려우므로, 등고선도를 활용하여 아래 <그림 3-20>에서 나타난 바와 같이 두 시나리오 간의 공간 확산 측면 비교도 수행하였다. 두 등고선도를 비교하면 가격이 가장 높게 나타나는 규제지역에서 가장 가격이 높은 셀(붉은색)의 밀도가 규제지역 지정 시나리오에서 조금 완화된 것을 확인할 수 있다. 또한 주변 지역에서 새로운 피크가 형성되는 것도 확인할 수 있었는데(동작, 양천, 분당 등), 이는 규제지역 지정에 따른 풍선효과를 어느 정도 나타내는 것으로 판단된다.

그림 3-20 | 규제지역 지정 정책 효과 비교 - 등고선도



자료: 연구진 작성



CHAPTER 4

신규 아파트 공급 ABM 모형 구축

1. 신규주택공급 관련 주요 행위자 및 변수 도출 77
2. 공급 모형의 구현 87
3. 매도·매수모형과 신규공급모형 연계 및 통합 100

04 신규 아파트 공급 ABM 모형 구축

이 장에서는 3장에서 다룬 지구지정정책 등 공간적 측면을 반영한 고도화에 더해 신규주택공급 측면을 더한 모형 고도화를 다루고자 한다. 이를 위해 먼저 신규 아파트 공급 행위자기반모형 구축을 위한 기초작업으로 신규주택공급 관련 주요 행위자 및 변수를 도출하고, 이를 바탕으로 신규아파트공급 모형구축을 위한 기본 구상을 제시한다. 다음으로 기본구상을 기반으로 신규주택공급 추정 모형을 개발하여 최종적으로 신규주택공급 ABM 모형을 구축한다. 마지막으로, 주택가격상승의 공간적 확산과 지구지정정책을 반영하고 공간구성을 고도화한 매도매수모형과 신규로 구축된 공급 모형을 통합한 ABM모형을 구축하였다.

1. 신규주택공급 관련 주요 행위자 및 변수 도출

1) 신규주택공급 관련 주요 행위자

주택 공급에는 다양한 주체(행위자)가 개입할 수 있으나 핵심적인 역할을 수행하는 행위자는 정부와 민간공급자(시행사, 건설사 등) 이다¹⁾. 정부는 토지이용 계획을 통해 주택공급 여건을 조성하거나 공공주택 등을 직접 공급하고 민간공급자는 시장 수요와 수익성에 기반하여 신규주택을 건설하여 공급한다. 주요 공급 주체 이외에도 금융기관, 토지 소유자 등 주택 공급에 직·간접적으로 영향을 미치는 다양한 행위자가 연계되어 있으나 주택공급에 영향을 미치는 핵심 행위자는 정부와 민간공급자로 볼 수 있다.

정부는 주택 공급 정책의 방향을 설정하고 공공임대, 분양 주택 등 공공주택 공급을

1) Leishman, C. (2015). Housing Supply and Suppliers: Are the Microeconomics of Housing Developers Important? *Housing Studies*, 30(4), pp. 582.

통해 주택 공급을 주도한다. 가장 최근에도 정책방안을 통해 2023년부터 5년간 270만 호의 주택을 공급하겠다고 발표하였으며(국토교통부, 2022), 이 중 절반 이상을 정비사업과 공공택지 개발로 공급하겠다고 발표하는 등 주택 공급량과 방향성을 설정하는 주체로서 기능한다. 중앙정부 이외에 정부 기관에 해당하는 LH, 지방주택도시공사 등을 통해 직접 주택을 공급함으로써 직접적인 공급의 주체로서도 활동한다. 지방 정부는 도시계획과 인허가 권한 등을 통해 지역 내 주택 공급에 영향을 미치며 용적률 등 규제 완화 등을 통해 공급을 촉진하거나 인허가 절차 등을 통해 주택 공급의 속도를 조절한다.

민간 공급자(건설사, 시행사 등)는 신규 주택 공급의 상당 부분을 담당하는 핵심적인 행위자로 시행사는 사업 기획, 토지확보, 인허가 신청, 분양 등 주택공급과 관련된 제반 사항을 수행하며 건설사는 실제 시공을 통해 주택을 실질적으로 공급한다. 민간 공급자는 주택 공급 시 시장의 상황과 수익성 등을 고려하여 공급 규모와 시기를 결정한다.

주택공급자는 주택가격의 불확실성이 커지는 시기에 착공 시기를 늦추는 등의(지규현, 2020) 행태를 보이며, 이는 민간 공급자가 주택가격에 대한 기대와 위험을 고려해 전략적으로 주택을 공급하는 것을 의미한다. 일반적으로 가격 상승기에는 민간의 신규 분양과 착공이 활발해지며, 하락기나 시장 불확실성이 증가하는 시기에는 사업을 보류·축소하는 경향이 나타난다(장영길 외, 2021). 또한 민간 공급자는 정부정책(분양가상한제, 재건축 규제, 규제지역 지정 등)에도 민감하게 반응하며 이러한 정책이 수익성에 미치는 영향을 계산하여 공급 의사결정을 조절한다.

2) 주요 행위자별 주택공급 결정요인

정부는 주택시장 안정 및 국민 주거복지 향상을 위해 다양한 변수요인을 고려하여 주택공급과 관련한 의사결정을 수행하며 크게 인구·사회적 요인, 거시경제 및 금융 요인, 주택시장 요인 등을 고려하여 주택공급과 관련된 정책을 결정한다.

또한, 정부는 인구 증가율, 가구수 증가율 등의 지표를 통해 주택 수요의 추이를 파악하고 이를 기초로 주택 수요 예측과 이를 고려한 주택 공급계획을 수립한다. 가구수 증가는 신규주택수요 증가를 의미하며 수요의 증가는 주택시장에 중요한 영향을 미친다. 이에 따라 정부는 이러한 요인을 기반으로 지역별 공급 목표를 설정한다(장영길 외, 2021). 정부는 주거종합계획 등을 통해 향후 5~10년 내의 주택 수요를 파악하고 이를 기반으로 주택공급계획을 수립, 이를 달성하기 위한 주택건설을 유도한다.

정부는 금리, 대출 규제, 건설경기 등 거시 및 금융 여건을 주택공급에서 주요 요인으로 고려한다. 금리가 인상되는 시기에는 건설자금 조달비용이 높아지고 수요자의 대출 상환부담이 커지는 등 주택공급이 위축될 우려가 있으며, 금리 하락기에는 정반대의 상황이 발생하여 주택공급이 과도하게 확대될 우려가 존재한다. 금리 인상기에 정부는 주택공급 위축을 완화하기 위해 금융 지원 정책을 통해 공급자의 주택 공급을 유도하며 이외에도 세제혜택, 규제 해제 등 다양한 정책적 지원 정책을 펼쳐 주택 공급을 확대 및 유지하고자 한다. 민간에 대한 인센티브 지원 외에도 정부 자체적으로도 공공주택에 대한 건설을 늘리고 인프라 투자를 늘리는 등 자체적인 투자 확대를 통해 주택공급 기반을 마련하고 안정적 주택공급을 유도한다.

택지 확보는 신규 주택공급의 필수 조건임에 따라 정부는 개발 가능한 토지의 확보 여부를 감안하여 도시계획 및 용도지역 규제 등을 선제적으로 검토하여 과도한 규제가 공급을 막지 않도록 하는 수준에서 주택 공급 여건을 조절한다. 이 과정에서 정부는 용도지역 조정, 규제 완화 및 강화, 인허가 절차의 조절 등을 통해 주택 공급의 속도를 조절하며, 이러한 요인은 주택을 건설하는 민간 주체의 수익성과 의사결정에 직접적인 영향을 미친다.

정부는 주택가격(매매, 전세 등), 주택구입부담지수, 미분양 등 주택시장 관련 지표를 주택공급 관련 판단지표로 사용하며 이를 통해 주택공급 관련 의사결정을 수행한다. 예를 들어 1980년대 주택가격이 폭등 시 정부는 주택 200만호 건설계획 등을 통해 주택 공급을 늘려 주택가격을 안정화시켰다.²⁾ 이렇듯 주택가격의 급등은 정부의 주택공급 확대 정책으로 귀결되는 경향을 보인다. 반대로 가격이 하락하는 시기에는 수요가 하락하고 미분양 주택이 발생할 수 있어 이러한 시기에는 주택공급에 대한 속도를 조절하고 미분양 증가에 따른 건설사 부실 및 금융 위기 등을 막기 위해 LH 등을 통한 미분양 주택 매입 등 시장을 안정화시킬 수 있는 정책 방안을 수행한다.

민간 공급자는 실제로 토지를 매입하고 주택을 건설해 시장에 주택을 공급하는 주체로 수익극대화와 위험관리를 목표로 움직이며, 이에 맞춰 주택가격, 시장수요, 가격변동성, 토지가격, 건축비용, 정부 정책 및 규제 요인 등을 고려하여 주택공급과 관련한 의사결정을 수행한다.

현재 주택가격과 향후 가격 상승 여력 등 주택시장 가격 관련 변수는 사업 수익을 결정하는 주요한 요소로 공급자는 이를 고려하여 주택 공급 여부를 결정한다. 일반적으로 집값이 상승하는 시기에는 더 많은 수익에 대한 기대로 공급을 증가시키나, 가격에 대한 반응은 즉각적이지 않으며 시차와 제한된 탄력성이 반영되는 것으로 이해되고 있다. 기존 연구들에서도 주택 공급 탄력성은 1보다 작게 추정되는 경우가 많아 시장 가격에 맞춰 공급이 비례적으로 상승하지는 않는 것으로 이해된다(Rachel Ong ViforJ et. al., 2024) 공급자는 가격 이외에도 분양 가능성 그리고 향후 가격의 하락 가능성 등을 고려하며 분양성이 높고 시장 수요가 커질 것으로 기대하며 공급을 증가시키고 향후 가격이 하락하고 분양성이 낮아질 것으로 예상되면 현재 가격이 높아도 공급을 축소하거나 지연할 유인이 생긴다(지규현, 2020).

민간 공급자는 주택을 공급하고자 하는 지역의 가구 증가, 인구유입, 소득 수준 등 기초적인 수요 여건을 분석하여 가격 이외에도 실수요 수준을 예상하여 주택 공급 여부

2) 아시아 경제. 2021.02.05. "노태우 정부 '200만호 건설'은 효과...이번에도 집값 잡을까"
<https://www.asiae.co.kr/article/2021020510252527511>, 검색일: 2025.7.28

를 결정한다. 특정 지역에 신도시가 개발되거나, 또는 주택 공급이 정체되어 있는 반면 인구 유입 등으로 시장 수요가 지속 증가하는 특징을 가진 지역이 있다면 공급자는 선제적으로 택지 매입이나 인허가를 추진한다. 공급자 입장에서는 미분양 리스크가 사업의 성공과 실패에 중요 원인으로 작용함에 따라 수요가 충분한 지역에 주택을 공급하고자 하며 이러한 요인이 가격 이외에 수요 관련 변수를 주택 공급을 위해 면밀하게 고려한다.

가격 변동성을 포함한 시장 불확실성도 주택 공급을 위한 주요 고려 사항이기 때문에 공급 주체들은 경기침체 주택가격 하락 가능성 등 불확실성이 커질 것으로 판단되면 인허가 및 착공 등을 미루는 경향이 있다. 주택 공급은 대규모 투자사업으로 한번 시행될 경우 되돌리기 어려운 비가역적인 특징을 가지고 있어 주택공급자는 불확실성이 커질 경우 성급히 공급 여부를 결정하기보다 관망하며 옵션가치를 취하는 행동을 보이는 것인 선행연구들을 통해 확인된다(지규현, 2020). 특히 선편양 제도가 일반적인 국내 시장에서는 착공시점을 투자 결정이 주요 포인트로 여기며 시장이 불안정할 경우 분양 및 착공을 늦추는 행태를 보인다. 이러한 불확실성에 따른 공급 불안을 완화하기 위해서는 시장을 안정한 상태로 유지하는 것이 중요하다.

토지의 확보 가능성도 원활한 주택공급을 위해 필요한 요소이다. 토지는 주택 공급을 위해 필수적인 요소로 공급자는 적절한 입지의 토지를 확보해야 원하는 곳에 주택을 공급할 수 있는데 토지가격이 너무 높거나 확보 가능성이 낮다면 주택 수요와 분양성이 충분해도 주택을 공급할 수 없다(김훈상 외, 2015). 토지의 확보 가능성은 정부 정책에 영향을 많이 받는 요소로 공급자는 정부로부터 공공택지를 분양 받을 시 조건(가격, 인허가 가능성)등을 고려하며 민간택지를 매입 시에는 현재 구입 가격과 향후 가격 상승 가능성 등을 고려하여 토지를 확보한다. 토지는 주택 공급 가능성과 주택가격을 결정 짓는 원가로서 기능하기 때문에 안정적 주택 공급을 위해 사전적으로 고려해야하는 요소로 작용한다.

공사비는 주택가격과 함께 사업성을 결정짓는 변수로 주택 공급을 결정하는 핵심 변수 중 하나로 볼 수 있다. 공사비의 상승은 주택 공급 사업의 수익성을 직접적으로 감

소시키며 주택공급 축소로 이어진다(지규현 외, 2017). 최근 주택시장은 자재비 및 인건비 상승에 따라 공사비가 상승하였으며 주택 인허가 및 착공이 급격히 감소하는 현상이 발생하였다. 공급비용이 상승하는 상황에서 주택시장이 침체되어 분양가 상승이 어려운 경우 공급자는 주택 착공을 연기하게 되며 공급이 위축된다.

대규모 주택 건설사업은 선투자가 필요하며 자금 조달을 위한 이자율과 금융여건도 공급자의 공급결정에 직접적으로 영향을 주는 변수로 작용한다(김진 외, 2011). PF 금리나 시중 대출금리가 높을 경우 이자 비용 부담이 커지며 이는 사업 비용 증가로 이어져 사업성이 떨어지고 사업 축소 및 취소 등으로 이어진다. 특히 시장이 침체되고 주택시장 경기가 악화될 경우 금융기관은 사업 위험요인을 반영하여 PF를 축소하고 금리를 상승시키게 되며 이는 공급자의 레버리지 효과를 축소시키고 비용 부분의 부담을 가중시킨다. 이에 공급자는 유동성 확보와 금리 위험 등에 민감하게 반응하여 공급 여부를 결정한다.

정부의 정책과 규제요인도 공급자의 공급 제약 혹은 유인 요인으로 작용한다. 공급자는 토지이용규제, 도시계획, 건축기준, 세제 및 부담금 등 정책적 환경을 고려하여 주택 공급 여부를 결정한다. 예를 들어 정부가 특정 지역에 용적률 규제를 완화하거나 세제 및 부담금에 대한 완화 혜택을 부여할 경우 공급자는 더 많은 주택을 공급하고 세제 및 부담금에 해당하는 부대비용을 절약할 수 있어 사업성이 증가하여 더 적극적인 주택 공급을 추진할 수 있다. 반대로 규제 요건이 강화되는 것은 공급자의 수익성을 악화시켜 주택 공급을 지연 및 축소시키는 요인으로 작용할 가능성이 높다.

3) 주택 공급에 영향을 주는 주요 변수요인

앞서 주택 공급의 주요 행위자의 의사결정에 영향을 주는 요소를 검토한 결과 주택 공급 결정에 영향을 미치는 다양한 요소를 파악할 수 있었다. 본 절에서는 기존 선행연구들에서 활용한 주택 공급 관련 변수를 검토한 뒤 주택공급 단계별로 정리하여 활용 가능성을 검토하였다.

기존 선행연구 검토를 통해 공급과 관련된 변수요인을 검토하고 공급단계별로 구분하여 통계 및 분석적으로 활용 가능한 변수를 발굴하였다. 주택 공급 단계를 사업발굴, 개발 전(인허가), 개발(착공 및 준공)단계로 구분하고 기존 선행연구들에서 해당 단계별 주택공급을 분석하기 위해 활용한 변수를 발굴하였다.

공급을 시행하기 전 사업발굴단계의 의사결정에 미치는 영향을 분석한 연구는 배영민(2021), 오지윤(2018), 안광현(2009), 이영성(2005) 등이 있다. 이들 연구를 검토한 결과 사업발굴단계에서는 인구, 가구, 금리, 공사비 등 공급·수요 측면의 다양한 요인 변수를 주로 고려하는 것으로 나타났다. 예를 들어 배영민(2021)은 인구 증가율 변수와 주택 수 변수를 활용하여 지역별 부동산시장을 예측하였고, 오지윤(2018)은 주택건설투자 결정요인으로 주택가격, 택지면적, 회사채 금리, 건설 가격지수, 가계 소득 등을 활용하여 결정요인을 분석하였다. 그 외 안광현(2009)과 이영성(2005) 등은 주택공급량 또는 주택수 증가에 영향을 미치는 변수로 인구요인, 소득요인, 교육요인, 기반시설요인, 복지요인, 재정 및 행정부문 요인 등을 활용하여 분석하였다.

요컨대, 공급 전 사업을 발굴하고 투자를 결정하는데 사용하는 주요변수는 가구특성, 지역특성, 사업지 특성, 거시경제특성 변수 등으로 요약이 가능하며, 기존 선행연구들을 고려한 사업발굴 단계에서 고려하는 주요 변수는 다음 <표 4-1>과 같다.

표 4-1 | 사업발굴단계 주요 영향 변수

구분	주요 변수
가구특성	가계소득
지역특성	인구밀도(인구수), 인구 유입(건설산업생산유발지수), 시 평균 공급물량(경쟁물량 위주), 분양가, 전세가, 미분양률, 전이확률(주택수 증가율/인구증감), 상수도 보급률, 하수도 보급률, 주택가격, 체육시설 면적, 공원 면적, 사업체 수 및 고용자 수, 학생 수, 공무원 수, 고학력자 수, 금융·보험·부동산 종사자 수, 시장 수, 병원 수, 금융기관 수, 공공도서관 좌석 수, 자동차 등록 수, 공공택지 매각면적
사업지 특성	토지사용시기, 입지, 인프라(교통, 학교), 강남권, 한강변 근처 여부, 도로길이, 도로포장률, 개발영향부담금(더미)
거시특성	회사채 실질 금리, 건설 원자재 가격지수, 건설 중간재 가격지수, 1인당 지방세징수액 및 부담액

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

개발 전(인허가) 단계에 해당하는 영향을 분석한 연구는 한국건설산업연구원(2005), 오현승·윤참나(2019), 이연재·신승우(2021), 이정호(2007) 등이 있다. 이들 연구를 검토한 결과 개발 전(인허가) 단계에서 공급을 결정하는 데 영향을 미치는 요인들로는 공급자의 내부적 상황, 해당 지역의 분양가능성에 영향을 미치는 공급 및 분양성, 사업을 진행하기 위한 사업관련 특성, 거시경제적 특성 등이 있는 것으로 나타났다. 예를 들어 한국건설산업연구원(2005)은 부동산 대책이 건설산업에 미치는 영향연구를 통해 건설산업변수(건설투자, 건축 수주, 주택허가면적, 건설사업 승인실적 등) 변수가 부동산시장 변화에 어떠한 영향을 받는지를 분석하였다. 오현승·윤참나(2019)는 거시가격요인, 가격불확실성 등 거시적 요인이 건설소요시간에 미치는 영향을 분석하였다. 이연재·신승우(2021)는 인허가~착공, 착공~준공까지 걸리는 소요기간에 토지요인과 지역특성 변수가 미치는 영향에 대하여 분석하였다. 이정호(2007)는 부동산 개발 사업 단계별 직면하는 각종 리스크 요인이 얼만큼 사업에 영향을 미치는지 순위를 분석하였다.

표 4-2 | 개발 전(인허가) 단계 주요 영향 변수

구분	주요 변수
기업특성	공급자 내부 요인
지역특성	분양가능성
	타 사의 인허가 진행 현황
사업지 특성	인허가 허가 여부
	입지
	정비사업 사업성
	공사비
	자금조달가능성
	분양가능성
거시특성	금리

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

개발(착공 및 준공) 단계에 해당하는 영향을 분석한 연구는 지규현·최성호(2020), 유승동(2018), 지규현 외(2017), 한국개발연구원(2017) 등이 있다. 이들 연구를 검토한 결과 개발(착공 및 준공) 단계는 해당지역의 주택시장 상황을 포함한 지역적 특성, 사업지의 사업이 진행되는 사업지의 위치, 사업 가능성, 행정적 요인 등 사업지역의 특성, 개발과정에 영향을 미치는 다양한 거시경제적 특성 요인들이 영향을 미치는 주요 요인으로 확인되었다. 예를 들어 지규현·최성호(2020)는 아파트 착공량에 영향을 미치는 변수로 PBR(재고거래가격/신규거래가격 비율), 기존 착공량 등 변수를 활용하여 PBR 비율이 착공량에 미치는 영향을 분석하였으며, 유승동(2018)은 주택착공에 영향을 미치는 변수로 주택가격, 물가지수, 토지비용, 개발비용, 재무비용, 경제위기 변수 등을 활용하여 각 변수가 주택 착공에 미치는 영향관계를 분석하였다. 그 외 지규현 외(2017)은 주택 건설 인허가~착공까지 소요되는 기간을 회사채 금리, 미분양, 주택가격, 지역 주택 공급량, 주택 및 토지 유형 등의 변수를 활용하여 영향요인을 분석했으며, 한국개발연구원(2017)은 주택 착공에 GDP, 실질주택가격지수, 이자율 등 거시 및 주택관련 변수가 미치는 영향력을 분석하였다.

표 4-3 | 개발(착공 및 준공) 단계 주요 영향 변수

구분	주요 변수
지역특성	실거래가, 분양가, 주택 수, 이전 착공량, 미분양 물량 증감률, 주택가격 증감률, PBR(재고거래가격/신규거래가격), 지역(서울, 경기, 인천 더미), 공동주택 매각면적
사업지특성	공시지가, 입지, 인허가 여부, 조기사업화(인허가 및 이주기간 단축), 차주 신용도, 선택필 여부, 지역전문 건축주·설계회사 여부(4회 이상/10년), 건축주·설계회사 협업 여부(4회 이상), 대지면적, 최고층수, 주용도, 세대 수, 지하철역과의 거리, 지하주차장, 토지형상, 주택유형(더미), 토지유형(공공택지, 재개발·재건축, 민간택지), 사업주체(공공, 민간조합, 민간개인)
거시특성	공사비 검증 제도, 금리, 회사채(BBB- 등급) 증감률, 물가지수, GDP 대비 부채비율, GDP 대비 주택보유비율, 주택담보대출비용, 실질주택가격지수, 토지비용(명목/실질 주거지가지수), 개발비용(명목/실질 건설공사비지수), 재무비용(명목/실질 1년 만기 국고채금리), 경제위기(2007년 더미)

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

본 연구에서는 이 절에서 검토된 신규주택공급 관련 변수를 종합적으로 고려하되, 변수의 중요성, 모형의 특성, 모형구축에의 필요성 등을 고려해 필요한 변수를 추출하여 행위자기반 신규주택공급모형 구축에 활용하고자 한다. 단, 이번엔 개발되는 모형은 수도권을 대상으로 공간적 분포 특성과 주택공급까지 동시에 포괄하는 최초의 모형이라는 점에서 의의가 있다. 이러한 특성 때문에 공급 측면에서는 현실의 모든 복잡성을 세밀하게 재현하기보다는, 모형 전체가 하나의 완결된 체계로 안정적으로 구동되도록 하는 데에 더 큰 비중을 두고 있다. 따라서 공급 모형은 가능한 한 단순화된 구조로 구성하여, 모형의 전체적인 완성도와 작동 안정성을 우선적으로 확보하는 방향으로 개발을 진행하였다.

2. 공급 모형의 구현

1) 공급 모형 개요

2차년도 연구의 목표는 최종적으로 1차년도에 구축한 매도·매수 모형을 공간확산 구현 등을 위해 고도화한 모형과 2차년도에 신규로 구축한 신규주택공급 모형을 통합한 가격상승기 수도권 아파트시장 행위자기반모형을 구축하는 것이다.

신규주택공급은 주택시장에 참여하는 행위자들의 행태에 유의미한 영향을 미치는 것으로 이해되고 있으며 이와 관련한 연구들도 다수 수행되었다. 신규주택 공급은 수요자들의 입지 선호에 영향을 미치기도 하며, 특히 기존 주택에 대한 수요를 분산시켜 시장에서 가격 상승을 완화시키는 영향이 있는 것으로 선행연구들을 통해 밝혀진다(Bratu, C. et. al., 2023). 또한 신규주택 공급 확대는 시장 수요자들의 가격상승기대를 변화시켜 주택구매시기를 변화시키는 요인으로 작용하는 것으로 이해된다(Sinai, T., 2012).

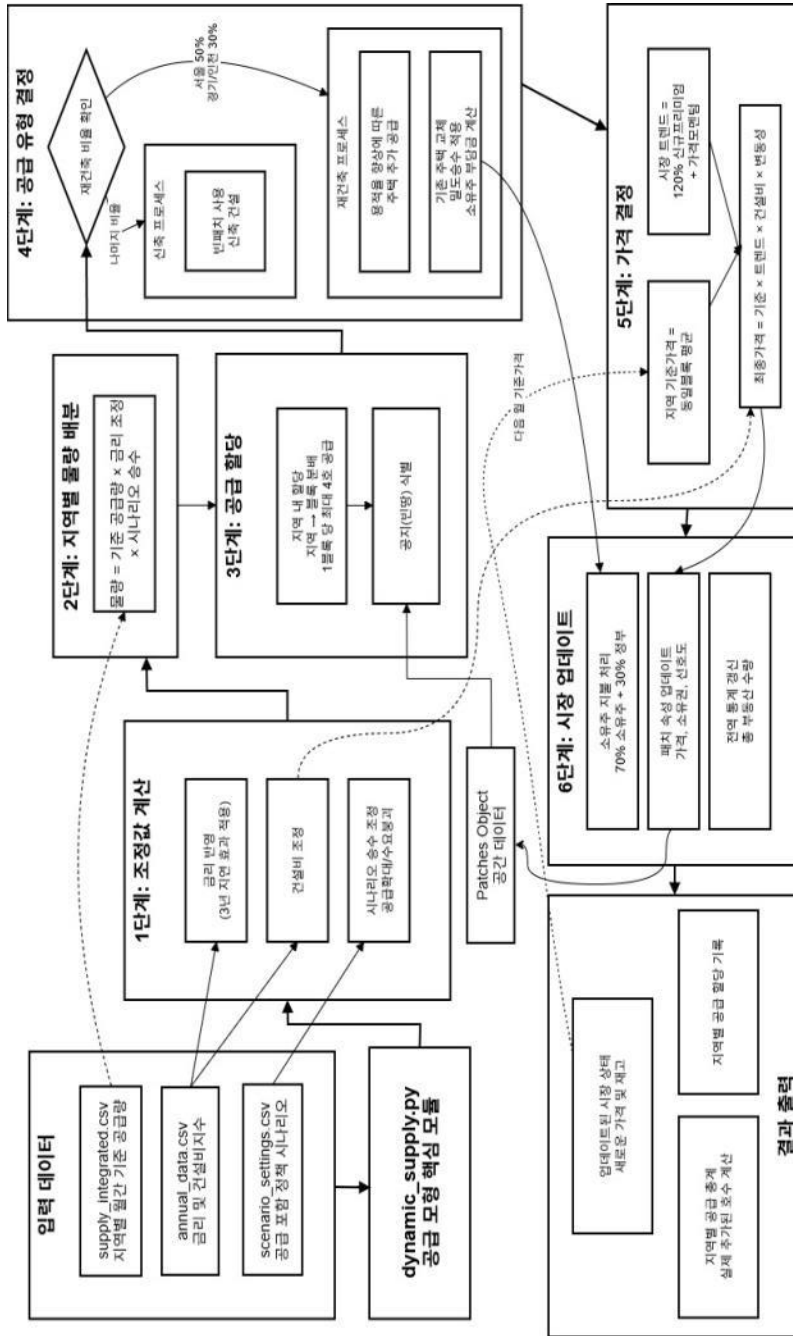
이러한 연구결과들을 반영하여 신규주택공급 변화로 매도매수모형 상에서 매수자 중 일부가 신규주택 매수로 전환되도록 행위자 변수와 행동규칙을 구성하였다. 공급이 시장에 미치는 영향을 구현하는 부분에서 연계는 기존 매도-매수 모형에서 정해지는 매도 물량에 신규주택 공급 물량을 추가되도록 하고, 여기에 더해 최근 시장에서 신축 선호 현상을 반영하여 매수자 선호에서 신규 공급 주택이 최선호 단지와 같은 선호도를 가지도록 설계하였다. 시장이 공급에 미치는 영향을 구현하는 부분에서 매달 모형 내에서 업데이트되는 시장가격 변화양상과 그에 따른 구매자들의 주택가 상승 기대 등의 변수가 다시 신규주택공급 의사결정에 영향을 미치는 형태로 구현하였다.

공급 모형의 실제 구현은 앞서 제시한 신규주택공급모형 구상 <그림 4-1>을 기반으로 이루어졌으며, 6개의 핵심 단계를 중심으로 설계하였다. 모형을 구동하는 컴퓨팅 파워를 감안하여 너무 무거운 모형이 되지 않도록 하기 위해 공급 부분에서 공급자를 별도의 개별 행태를 가진 행위자로 세분화하지 않고 단일 주체로서 개발업자로 설정하

였다. 그리고 개발업자가 금리나 건설비 지수, 주택시장 변화와 같은 외부 경제 변수와 정책 시나리오에 따라 공급량을 조정하도록 규칙을 설정하였다. 연간 단위로 산정된 공급물량은 이후 월별·지역별로 배분하였으며, 지역 배분 과정에서는 정비사업(재건축)과 신규 공급(신축)을 구분하여 두 사업 유형에서 서로 다른 행태가 나타나도록 구성하였다.

이 공급 모형은 주택가격 변동의 영향을 받는 동시에 가격에 영향을 미치는 구조로 설계되어 있으며, 지역 내 신규 공급이 이루어지면 전체 주택 재고와 신규 행위자의 시장 진입 등 모형 내부 구조에도 변화가 발생한다. 이러한 특징을 고려하여 모형이 과도하게 복잡해져 실제 모형 구동에 많은 시간이 소요되어 실제 정책 시뮬레이션에 어려움이 발생하지 않도록 하기 위해 주택유형이나 건설노동자 등 부차적 요인을 제외하고, 신규주택공급과 관련된 기본적인 공급 프로세스만을 모형에 반영하였다.

그림 4-1 | 구현된 공급모형 개요도



자료: 연구진 작성

2) 입력 데이터 상세

공급 모형을 위한 입력 데이터는 크게 3가지로, 공급물량과 건설비 지수, 공급 변수를 포함한 정책 시나리오로 구성된다. 공급 물량은 supply_integrated.csv 파일을 통해 입력되는데, 이하에 서술된 공급물량 산정 전제에 따라 수도권을 9개 지역 코드로 나누어 ABM 본 모형 내 100개 지역에 배분하기 위한 연간 및 월간 공급 기준 물량을 부여한다. 건설비 지수는 ABM 본 모형에 있었던 금리, 인플레이션, 임금 상승률, 전세가율 데이터를 입력하는 기능을 담당했던 파일인 annual_data.csv의 마지막 열에 추가되었으며, 이하에 서술된 건설비 지수 산정표를 따라 산정되었다. 공급 시나리오 역시 본 모형에서 정책 시나리오를 입력하는 기능을 담당했던 파일인 scenario_setting.csv를 통해 입력되는데, 공급 모형과 관련하여서는 두 가지 정책 시나리오가 신규로 도입되었으며 이는 단계별 프로세스 설명 시에 상세히 설명하였다. 공급 물량과 건설비 지수 입력 데이터의 구성은 다음과 같다.

(1) 공급 물량

본 연구에서는 아파트 신규 공급 물량을 정부가 최근(2020년 8월 4일) 관계부처 합동으로 발표한 주택공급계획인 「서울권역 등 수도권 주택공급확대방안³⁾」을 활용하였다. 이 자료는 가장 최근 수도권 주택공급계획으로, 향후 주택공급 추세를 반영하기 위한 근거자료로 사용하였다. 동 계획에 따르면, 서울 권역 중심으로 주택 26.2만 호 +a를 추가 공급하고, 이를 포함해 향후 수도권 전체 127만 호를 공급할 예정이다. 이 중 신규택지 공급은 총 84.5만 호(서울 11.8만 호, 인천 9.4만 호, 경기 63.3만 호)이며, 23~25년 기간 중 서울 8.5만 호, 인천 5.8만 호, 경기 36.2만 호가 공급될 계획이다.

3) 관계기관 합동, 2020년 8월 4일, 보도자료. 서울권역 등 수도권 주택공급 확대방안

표 4-4 | 수도권 공공택지 주택공급 계획 (인허가 기준)

(단위: 만 호)

구분	계	'20	'21	'22	'23년~'25년
계	84.5	8.2	12.0	13.8	50.5
서울	11.8	1.3	0.7	1.3	8.5
인천	9.4	0.6	1.3	1.7	5.8
경기	63.3	6.4	10.0	10.8	36.2

자료: 관계기관합동(2020.8.4. 보도자료)

주: 입주자 모집기준, 사전청약 물량 6만 호 반영('21년 3만 호, '22년 3만 호)

이는 입주자 모집기준(인허가 기준)이므로 2009년부터 2023년까지의 인허가 대비 준공 실적 비율이 약 82.1%임을 고려하여, '23~'25년 연간 서울 2.3만 호, 인천 1.6만 호, 경기 9.9만 호 신규택지 아파트 공급으로 추정된다.

표 4-5 | 수도권 공공택지 주택공급 계획 (준공 기준)

(단위: 만 호)

구분	3년('23~'25) 평균
계	13.8
서울	2.3
인천	1.6
경기	9.9

자료: 관계기관합동(2020.8.4. 보도자료)

주: 준공 실적 82.1%를 반영

2023년~2025년의 연평균 신규택지 아파트 공급물량은 향후 지속된다고 가정하였다. 이를 시장 권역별로 구분하면 다음과 같으며, 인천은 별도로 구분하지 않았다. 4)

4) 270만 호 공급계획 기준으로, 서울은 동북권 22.5%, 서북권 23.4%, 서남권 17.1%, 동남권 36.9%, 경기는 동북권 19.6%, 서북권 23.2%, 서남권 35.7%, 동남권 21.5% 이다.

표 4-6 | 시장권역별 수도권 공공택지 주택공급 계획 (준공 기준)

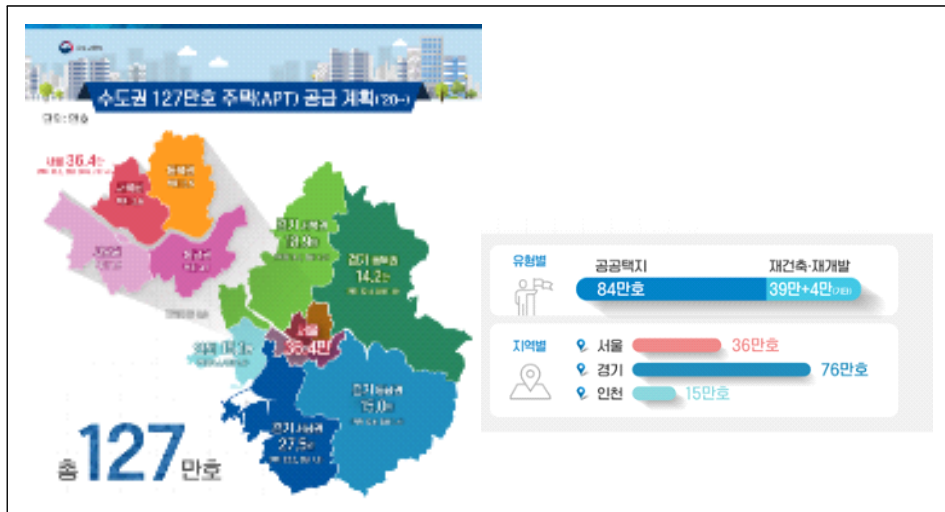
(단위: 만 호)

구 분		3년('23~25) 평균
서울		2.3
	동북권	0.5
	서북권	0.5
	서남권	0.4
	동남권	0.9
인천		1.6
경기		9.9
	동북권	1.9
	서북권	2.3
	서남권	3.5
	동남권	2.1

자료: 관계기관합동(2020.8.4. 보도자료)

주: 인허가대비 준공 실적 82.1%를 반영

그림 4-2 | 수도권 주택 공급 계획



자료: 국토교통부, 2020.8.4. 보도설명자료. p.4

서울시의 정비사업(재건축, 재개발) 공급물량은 '24년 12월 기준으로 '서울시 정비사업 정보모방 시스템'의 통계를 활용하여 산정하였다. 서울시 정비구역으로 지정된 사업구역 419개를 대상으로 작성된 통계이며, 추진위원회나 조합이 구성되기 전인 사업장도 일부 포함되어 있다.

표 4-7 | 서울시 권역별 정비사업 공급 예정물량

(단위: 호)

구분		재건축	재개발
		공급	공급
1권역 (동남권)	강남구	33,259	0
	강동구	17,485	4,364
	서초구	33,912	0
	송파구	34,092	7,812
소계		118,748 (90.7%)	12,176 (9.3%)
2권역 (서남권)	강서구	4,555	728
	양천구	1,989	3,705
	구로구	7,646	4,004
	금천구	1,212	0
	영등포구	14,295	9,183
	동작구	510	13,158
관악구	2,230	10,052	
소계		32,437 (44.3%)	40,830 (55.7%)
3권역 (동북권)	강북구	2,991	7,014
	노원구	2,421	8,067
	도봉구	0	619
	광진구	2,377	1,903
	동대문구	2,467	26,067
	종량구	643	6,626
	성동구	2,870	13,689
성북구	427	29,454	
소계		14,196 (13.2%)	93,439 (86.8%)
4권역 (서북권)	마포구	5,924	4,077
	서대문구	3,144	12,979
	용산구	7,434	15,235
	은평구	1,675	12,841
	종로구	0	1,153
	중구	0	4,639
소계		18,177 (26.3%)	50,924 (73.7%)
총계		183,558 (48.2%)	197,369 (51.8%)
		380,927 (100%)	

자료: 서울시 정비사업 정보모방(<https://cleanup.seoul.go.kr/>, 검색일: 2025.8.6)

인천광역시 정비사업(재건축, 재개발) 공급물량은 '25년 2월 기준으로 한국부동산원-주택공급통계정보시스템(HIS)의 정비사업 통계를 활용하여 산정하였다. 인천광역시 정비구역으로 지정된 사업구역 총 230개 사업구역 중 조합 해산이나 구역지정 해제로 제외된 83개 구역을 제외하고, 147개 사업구역을 대상으로 통계를 작성하였다.

표 4-8 | 인천광역시 정비사업 공급 예정물량

(단위: 호)

구분	재건축	재개발
인천	34,405 (27.8%)	89,345 (72.2%)
총계	123,750 (100%)	

자료: 한국부동산원-주택공급통계정보시스템(HIS),(<https://www.housing.go.kr/>, 검색일: 2025.7.28.)

경기도 정비사업(재건축, 재개발) 공급물량은 '25년 2월 기준으로 한국부동산원-주택공급통계정보시스템(HIS)의 정비사업 통계를 활용하여 산정하였다. 경기도 정비구역으로 지정된 사업구역 557개 중 조합해산 및 구역지정해제 사업장 135개를 제외한 422개 사업구역을 대상으로 작성된 통계를 작성하였다.

표 4-9 | 경기도 권역별 정비사업 공급 예정물량

(단위: 호)

구분		재건축	재개발
1권역 (서남권)	부천, 광명, 시흥, 안양, 과천, 의왕, 곤포, 수원, 안산, 화성, 오산, 평택	134,604 (39.2%)	208,936 (60.8%)
소계		343,540	
2권역 (동남권)	성남, 하남, 용인, 안성, 양평 (광주, 이천, 여주는 정비구역 없음)	10,542 (7.9%)	123,414 (92.1%)
소계		133,956	
3권역 (북부권)	김포, 고양, 파주, 양주, 의정부, 동두천, 포천, 남양주 (연천군, 가평군은 정비구역 없음)	92,066 (35.8%)	165,228 (64.2%)
소계		257,294	
총계		488,686 (32.3%)	332,350 (67.7%)
		734,790 (100%)	

자료: 한국부동산원-주택공급통계정보시스템(HIS),(<https://www.housing.go.kr/>, 검색일: 2025.7.28.)

(2) 건설비 지수

건설비 지수는 한국건설기술연구원의 「건설공사비지수」 중 주거용 건물 부문 지수를 사용하였다. 해당 지수는 건물건설 및 건축보수 부문 중 주거용 건물의 공사비 변동을 반영하는 지표로, 자재비·노무비·경비 등의 변동을 종합적으로 고려하여 산출된 대표적 건설비 지수이다. 본 연구에서는 월간 지수를 12개월 단순평균하여 연도별 지수로 환산하였으며, 월별 지수의 표준편차를 이용해 건설비지수가 일정 범위 내에서 확률적으로(random) 변동하도록 설정하였다. 이를 통해 연간 추세를 반영하면서도 실제 시장의 월별 변동성을 모형에 부분적으로 반영할 수 있도록 설계하였다.

주거용 건물의 건설공사비지수는 2020년을 100으로 할 때, 2015년 84.9 → 2020년 100.0 → 2023년 126.9 → 2025년(8월) 129.8로 상승하여 최근 10년간 약 52%의 공사비 상승을 나타낸다.

표 4-10 | 연도별 공사비 지수(2020년 = 100)

구분	건설 공사비	건물건설 및 건축보수	주거용 건물
계	85.24	85.22	84.90
2015	86.58	86.85	86.62
2016	90.68	90.76	90.58
2018	94.61	94.64	94.52
2019	98.04	97.96	97.92
2020	100.00	100.00	100.00
2021	111.48	111.31	110.81
2022	123.81	123.27	122.65
2023	127.90	127.24	126.89
2024	130.08	129.32	129.06
2025(8월까지)	131.04	130.15	129.84

자료: 한국건설기술연구원 연도별 공사비지수(<https://cost.kict.re.kr/#/notice/file/index>, 검색일: 2025.8.6)

3) 공급모형의 단계별 진행

공급모형은 입력 자료를 받은 후 크게 6단계 절차를 거쳐 ABM 본 모형에 신규주택을 공급하게 되며, 본 모형과 공급모형은 서로 영향을 주고 받게 되어 있다.

1단계는 조정값 계산 단계로 입력값으로 받은 기준 공급량 또는 모형 내에서 결정될 공급 가격에 적용할 3가지 조정값을 계산하는 단계이다. 먼저 금리의 경우 공급량과 음의 상관관계가 있으며 3년 지연 효과를 적용하였는데, 주택건설 프로젝트는 기획부터 착공까지 수 년간의 준비 기간이 소요됨을 감안한 것으로 현재 시점의 공급은 3년 전 금리 수준에 반응하도록 설계하였다. 이때 금리의 1%p 변동이 공급량의 0.5%p만큼 부(-)의 영향을 주게 설계하였다. 예를 들어, 모형 3년 차에 금리가 1년 차(기준년도) 대비 2%p 상승하였다면, 모형 6년차(3년 지연 후) 공급량에는 1%p 감소 조정값을 부여하게 된다.

건설비는 공급 비용에 영향을 주게 되는데, 건설비의 상승은 공급 비용을 증가시켜 가격을 상승시키게 되므로 이를 반영하도록 설계하였다. 입력받은 건설비 지수 값(기준년도 100 대비 값)을 공급 가격에 반영한다. 예를 들어, 건설비 지수가 해당 년도에 105라면 기준년도 대비 5% 증가이므로 공급가격 역시 1.05를 곱하여 조정함으로써 5% 증가가 되도록 반영한다.

시나리오 승수 조정은 공급 관련 시나리오가 정책 시나리오로서 추가되면서 반영된 항목이며 시나리오 입력을 통해 조정값을 부여받게 된다. 첫 번째 가능한 시나리오는 공급확대 시나리오로서, 공급량을 기준값이 아닌 정부의 공급확대 정책에 따라 더 늘려서 반영하는 것으로 48 tick 1.2로 지정되어 있다면 4년차부터 20% 증가하는 것을 의미한다. 두 번째 가능한 시나리오는 공급축소 시나리오로 수도권 공급량을 억제하는 것으로서 48 tick 0.8로 지정되어 있다면 4년차부터 20% 감소하는 것을 의미한다.

2단계는 지역별 물량 배분 단계로 서울 4개 지역(북동, 북서, 남동, 남서), 경기 4개 지역(북동, 북서, 남동, 남서), 인천으로 구성된 9개 지역에 각 공급량을 할당하는 것이다. 예를 들어, 경기 남동 지역의 연간 공급량이 84개였다면 월간 공급량은 7개가

되며 이 7개를 위의 조정값을 반영하여 지역별 할당 기준값으로 두는 것이다. 만약 금리 4%p 상승, 20% 공급확대 시나리오라면 $7 \times 0.98 \times 1.2 = 8.232$ 개/월로서, 이것이 기준값이 된다.

3단계는 공급 할당 단계로 지역별 할당량을 실제 100개 블록들에 할당하는 단계이다. 월별로 모든 블록에 균등 배분하는 것은 현실에 맞지 않다. 예를 들어, 경기 남동 지역에 해당 tick(월)에 8개의 신규 공급이 생기는데, 이를 성남 2개구, 광주, 구리, 하남 등에 모두 균등하게 1~2개씩 배분해 버린다면 이는 비현실적일 뿐만 아니라 공급의 지역적 효과를 완전히 희석할 가능성이 높다. 그러나, 해당 월의 모든 물량을 특정 블록에 집중하는 것도 지나치므로 한 블록에 최대 4개 패치만 신규 생성되도록 하였다. 예를 들어, 경기 남서 지역에 해당 tick(월)에 11개의 신규 공급이 생기는 경우, 2개 블록에 4개가 공급되고, 1개 블록에 남은 3개가 공급되는 방식이다. 공급되는 블록은 완전히 임의로 결정된다. 단, 이때 모형 진행에 따라 더 이상 여유 패치가 없어 신규 공급이 불가능한 블록이 있을 수 있으므로 그 경우 공지(빈땅)에 공급량이 옮겨가도록 하였다. 각 블록은 12×12 (144개) 패치가 있고, 이 중 100개 패치에 아파트가 배치된 상태로 시작되므로 기존 대비 44% 이상의 공급이 이루어지는 예외적 경우이다.

4단계는 공급 유형 결정 단계로 본 모형이 신축과 재정비를 모두 고려하고 있기 때문에 이 유형을 분류하고 처리하는 단계이다. 공급물량은 신축 및 재정비의 두 가지 유형으로 구분되는데, 경기와 인천 지역은 공급 물량 중 30%만이 재정비 사업으로 공급되는 반면, 서울의 경우 50%가 재정비 사업으로 공급되도록 하였다. 과거 지역별 공공택지 공급실적과, 현재 재정비사업 공급 예정물량이 향후 15년간 순차적으로 신규공급으로 이루어질 경우를 가정한 연간 재정비사업 물량의 비중을 고려하여 지역별 신규택지 공급물량과 재정비 공급물량 비중을 산정한다. 신규택지에서 공급되는 신규공급주택의 경우 3단계에서 식별된 공지 패치에 신축 쿼터만큼 신규 패치를 공급하고 소유주 없이 분양 대기 상태로 설정한다. 이후 5단계에서 결정된 가격에 따라 패치의 가격 정보를 업데이트한다. 신축과 재건축 물량 모두 최근 신축 선호현상을 고려하여 공급 후에는 최선호 단지로 분류된다. 이상의 패치 정보를 토대로 신규 수요자에게 판매가 되

면 구매한 수요자가 해당 신축 주택의 첫 소유주로 등록되게 된다.

재건축의 경우에는 신규택지 공급과 나머지 가정은 동일하나 주택 추가 공급 효과와 기존 소유주에 대한 인센티브라는 조금 더 복잡한 두 가지 가정이 추가로 필요하다. 재건축의 경우 용적률 향상에 따라 주택 추가 공급 효과를 가지며 이는 기본 밀도 승수인 1.5를 통해 적용된다. 예를 들어 재건축을 통해 공급되는 물량이 3단계에서 9호로 정해졌다면 이 중 6호는 재건축에 따라 원소유주가 있는 상태로 처리되며 3호는 용적률 향상에 따른 추가 공급 물량으로 처리된다. 기존 소유주의 경우 재건축 공급이 이루어지면 일단 소유주 자격을 부여받되, 5단계에서 결정되는 신규 공급 가격과 기존 주택의 차액의 일정 부분을 지급해야 한다. 예를 들어, 기존 5억 원의 주택이 재건축 후 여러 요인에 따라 공급 가격 7억 원, 시장 가격 8억 원으로 최종 가격이 결정되었다면 소유주는 공급가격과 기존 가격의 차액인 2억 원을 부담해야만 소유권을 재건축된 주택에도 유지할 수 있다. 이때 기존 소유주는 전체 2억 원 차액을 모두 부담하지 않고, 여러 가지 보조금과 인센티브 혜택(기준 수치 30% 적용)을 받아 일부만 부담하게 설정한다.

5단계는 가격 결정 단계로 공급가격(분양가)과 시장가격(거래가)을 결정하는 단계이다. 공급가격은 시장가격의 83.1%로 정하였으며, 이는 송파, 마포, 과천 등 수도권 주요지역의 주요 신축단지 분양가와 주변 선호 아파트 단지 시장가 비율을 평균하여 산출한 것이다.

시장가격은 크게 4가지 요인의 결합으로 다음과 같이 구성한다. 먼저, 지역 기준가격은 공급된 주택이 속한 블록 내 최선호 단지의 평균가격을 기준으로 하였다. 시장트렌드 요인의 경우 가격 모멘텀에 따라 이를 변동할 수 있도록 하였는데, 최근 3개월 블록 내 평균 가격 변화율의 절반을 반영하도록 하였다. 즉, 최근 3개월 10% 상승한 경우에는 모멘텀 5%가 되므로 1.05가 트렌드 요인이 되는 반면 최근 3개월 10% 하락한 경우에는 모멘텀이 -5%가 되므로 0.95가 트렌드 요인이 된다.

$$\text{시장가격} = \text{지역 기준가격} \times \text{트렌드} \times \text{건설비} \times \text{변동성(랜덤변수)}$$

건설비는 1단계 조정값 산정 단계에서 산출한 건설비 지수를 그대로 반영한다. 변동성은 위의 3가지 요인을 곱하는 것으로만 시장가격을 도출하지 않고, 시장의 변동성을 주어 5%의 표준편차에 따라 정규분포 하에서 시장가격을 도출하도록 조정하기 위해 설정하였다.

마지막 6단계는 시장 업데이트 단계로 계산된 신규 주택 공급과 가격을 실제 시장에 반영하고 본 모형과 연계하는 단계이다. 신규택지 공급 주택은 소유주 없이 분양 대기 상태로 등록되며, 시장 거래 후 소유주와 거주자가 지정된다. 재건축 주택은 기존 소유주의 재입주 여부를 확인한 후, 재입주가 되지 않으면 신축과 같은 형태로 처리가 되며 재입주 시 기존 소유주가 승계하여 새로운 주택을 이어받게 된다. 이때 소유주는 4단계에서 지정된 대로 조정된 차액을 차감 후 신규 주택을 취득하게 되며 자산도 그에 따라 변화하게 된다. 이러한 주택 변수의 변화, 행위자 변수의 변화와 함께 블록 가격, 신규 주택 공급 여부 등 전체 모형의 통계가 갱신된다.

공급 모형 전체 결과는 본 모형과의 연계를 통해 본 모형 통계에서 대부분 반영되나, 다음 통계는 공급 모형 모듈에서 독립적으로 기록 및 분석된다. 지역(권역, 블록)별 실제 공급된 양은 별도로 기록하고, 월별 공급량, 공시 변화, 재건축 비율 등의 통계도 별도로 수집된다.

3. 매도·매수모형과 신규공급모형 연계 및 통합

기본적으로 매도·매수모형과 신규주택 공급 모형 간 상호작용은 최대한 단순하게 설계하는 것을 원칙으로 한다. 두 모형 간 연계가 복잡하게 이루어질 경우 기존 모형을 크게 변형시키는 필요 등 모형 구축상에서 마지막 조정 과정에 큰 어려움이 예상되기 때문에 단순한 연계를 원칙으로 할 필요가 있다. 또한 모형이 여러 가지 변수의 조정과 여러 가정하의 시뮬레이션 구동을 목표로 하고 있으므로 활용 가능성을 위한 모형의 빠른 구동 여부 역시 관건이 되기 때문에 실제 ABM 모형의 1회 구동시간이 연구진의 표준 환경 하에서 10분 이내가 되도록 하는 것이 최소한의 기준이다.

R 버전은 3장에서 소개한 2차년도 개선 모형 버전에서도 테스트 환경 하에서 이미 1차례 구동(100 tick 기준) 시 10분 이상 소요되었으며 이는 아직 공급 모형을 결합하기 전 상황이다. 여기에 매월 신규공급모형과 매도매수모형이 상호작용을 통해 결과치를 도출하고 이를 다음 tick에서 상호 업데이트하는 형태로 구성하는 것이 필요하다.

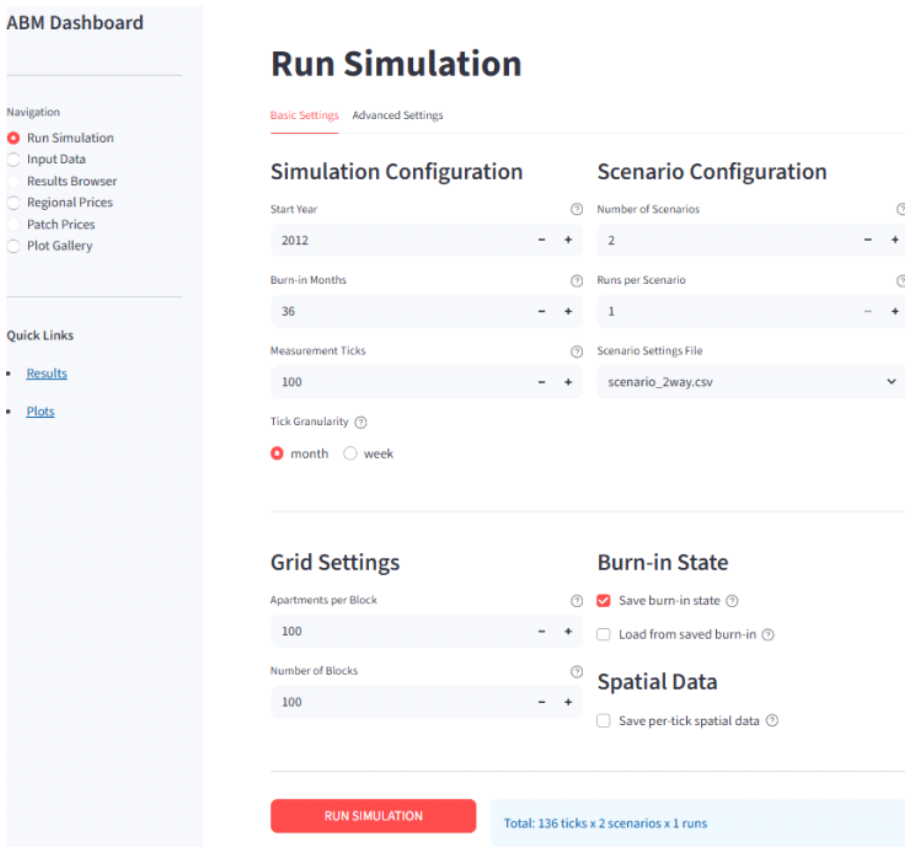
3장에서 다룬 1차년도 모형의 업그레이드에 더하여, 모형 통합 시에는 구동 시간의 단축과 구동 편의성 증대, 복잡해진 모형의 결과 출력 자동화 등을 위하여 다시 모형의 기본 언어를 R에서 Python으로 교체하였다. R 버전의 핵심 알고리즘과 검증된 메커니즘은 그대로 유지하면서, Python의 자유도와 함께 조금 더 높은 연산 성능을 취하고자 선택한 변경이다.

모듈이 파편화되고 중간 수동 조작이 많은 R 버전 대비 핵심 엔진 3가지를 통한 중앙 집중식 실행 제어 체계로 전환하고 데이터 구조를 체계적으로 통합하면서 성능을 높이는 것을 목표로 하였다. R 버전의 경우에는 각 모듈 함수가 독자적으로 구성되고, 전역 변수와 주택(패치), 행위자(터틀) 변수의 조정을 통해 상호작용하는 구조였다. Python 버전에서는 `data_structures.py`를 통해 데이터를 중앙 집중식으로 관리하고 각 모듈에 이 데이터 구조 모듈이 상호작용하는 것으로 변경하였다.

최종 Python 버전은 시나리오 설정에 따라 다르나 테스트 환경 하에서 1차례 구동 시 4~5분 소요된다. 구동 환경에 따라 차이가 있을 수 있으나, 일반적으로 2배 이상의

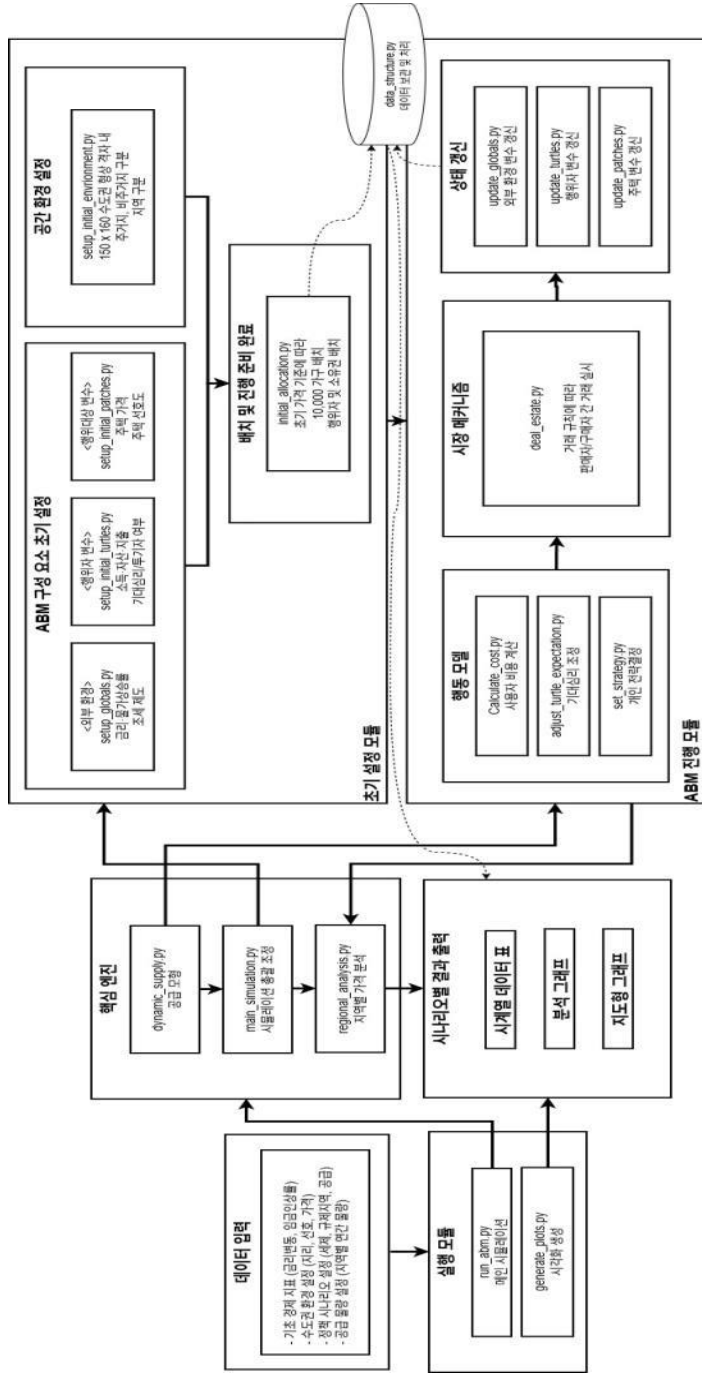
속도 향상 성능이 기대되며, 이는 효율적 메모리 관리와 최적화 된 자료 구조, 프로그래밍 언어 변경에 따른 최적화 등에 근거한 것이다. 또한 실행 및 결과 출력 인터페이스도 개선하여 프로그래밍을 직접 하기 어려운 관련자나 사용자가 활용할 수 있도록 개선하였다.

그림 4-3 | Python 버전 시뮬레이션 실행 프로그램 화면(대시보드형 실행 화면)



자료: 연구진 작성

그림 4-4 | 통합 모형 개요도



자료: 연구진 작성

기존 모형에서 고도화하여 통합 모형은 실행 모듈과 핵심 엔진 모듈을 별도로 분리하였으며, 기존 모형에서의 모듈은 1차년도와 같이 초기 설정 모듈과 ABM 진행 모듈로 그대로 이어받아 실행되도록 하였다.

실행 모듈은 앞서 소개한 실행 화면과 같이 ABM 초기 세팅을 설정하여 시뮬레이션을 시작하거나 결과를 출력할 수 있도록 한 모듈이다. 핵심 엔진 모듈은 기존 R 버전에서 전체 시뮬레이션을 총괄 조정하였던 핵심 코드를 `main_simulation.py`로 구성하여 모듈화하였고, 새로 도입한 공급 모형을 `dynamic_supply.py`로 구성하고 시장 데이터 관리 및 결과 출력을 위한 모듈을 `regional_analysis.py`로 구성하였다. 총괄 시뮬레이션 조정은 `main_simulation.py`로 이루어지며, 여기에서는 모듈의 실행 순서 지정, 모듈 간 데이터 전달 관리, 다음 기(tick) 실행으로의 전환 등이 이루어진다.

시장 분석은 `regional_analysis.py`로 이루어지는데, 각 주택의 월별 가격, 변화량, 총 주택의 평균가격, 중위 가격과 함께 각 지역(100개 블록)별 평균가격, 변화량 등을 수집하며 거래량, 기대수준, 신규/재건축 공급량 등도 함께 수집하여 분석한다. 데이터 입력은 지리(수도권 환경 설정), 경제(거시경제 지표 변화), 공급(공급 물량 기준값), 정책(시나리오 설정)의 4가지 입력을 csv 파일 형태로 폴더에 미리 넣어놓는 것으로 설정하였으며, 이는 R 버전과 같으나 공급 입력이 추가된 것이다.

초기 설정 모듈은 외부 거시 변수(globals), 행위자 변수(turtles), 주택 변수(patchs)와 함께 공간 환경 조성(environment)의 4가지 모듈로 구성되며 이는 R 버전과 대체로 같으나, 두 가지 차이점이 있다. 주택과 행위자는 소유, 거주 두 가지 속성에서 상호작용이 있는데 이를 R버전에서는 행위자 설정 모듈에서 전부 처리하였으나, 최종 버전에서는 배치 모듈(initial_allocation.py)을 따로 두어 이를 분리하고 최적화하였다. 또한 기존 모형에서는 초기 설정된 각 변수들은 각 모듈 간 상호작용이 있는 변수들(소유관계: 주 행위자, 지역시장: 주택-공간 등)도 각 모듈에서 교차 참조하는 방식이었으나, 최종 모형에서는 data_structure.py를 따로 두어 중앙 집중식으로 관리하고 최적화하였다.

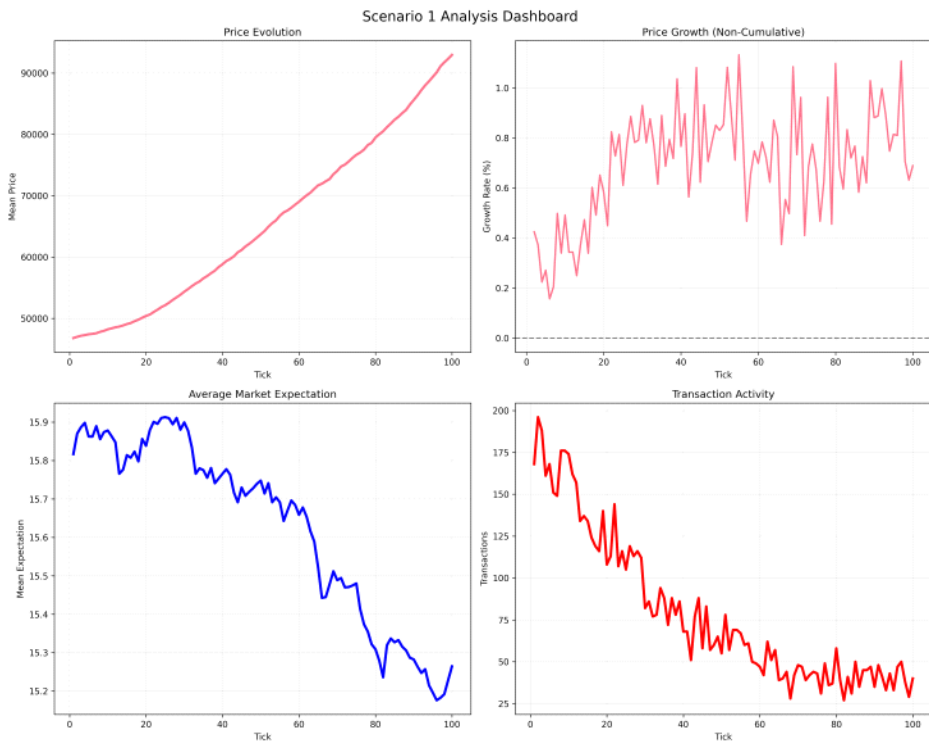
ABM 진행 모듈은 사용자 비용 계산, 행위자별 기대심리 조정, 행위자별 전략 설정,

행위자 간 거래, 각 요소별 업데이트 등의 모듈로 구성되며 이 부분은 추가 신규 공급이 영향을 미치도록 변경하여 변화된 모형 구조에 적합하도록 조정하였다.

결과 출력은 시계열 분석 데이터의 csv 형태의 표 제작, 각 시장 지표의 그래프 제작, 지리적 정보를 포함한 지도형 도표의 제작 등으로 가능하며 이는 시뮬레이션 종료 후 실행 모듈 중 하나인 generate_plot.py를 통해 생성할 수 있다.

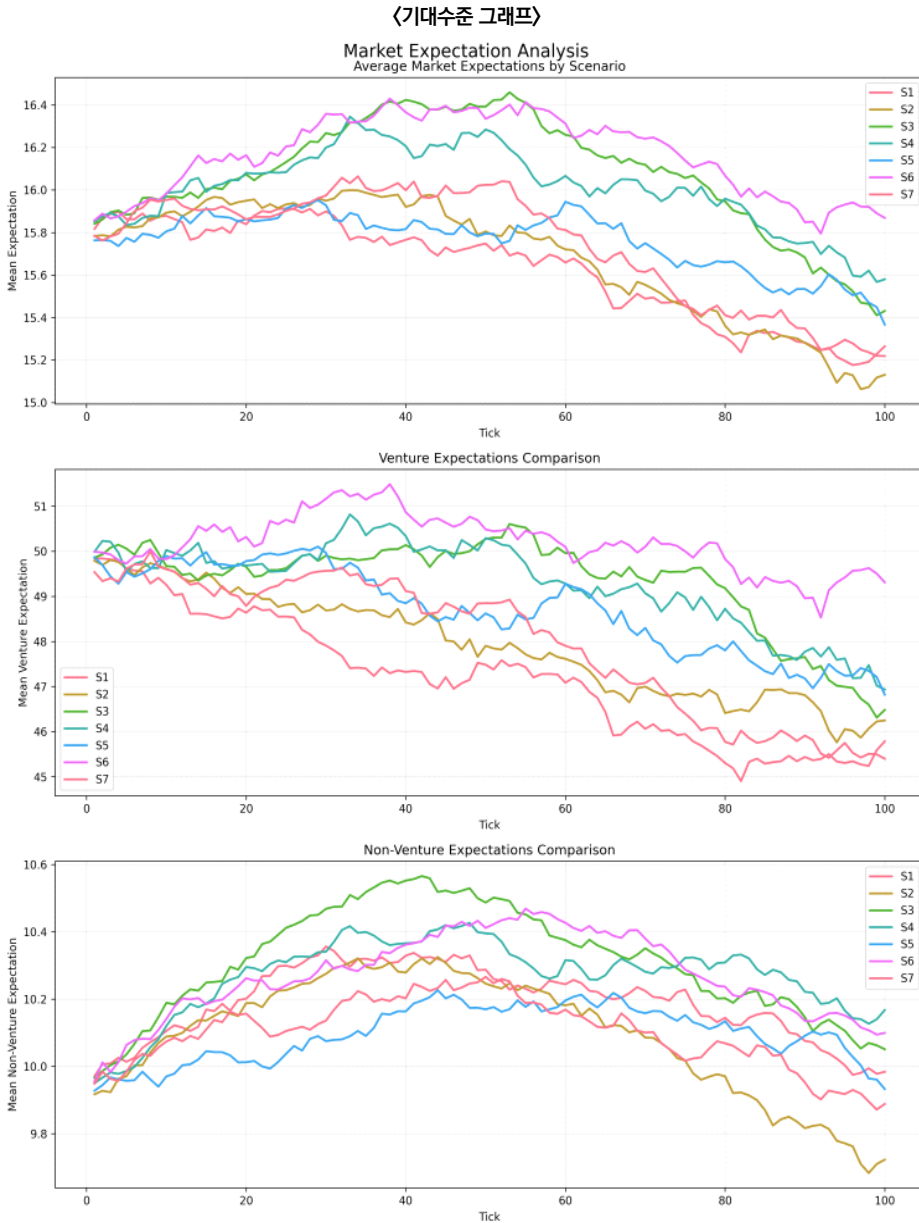
그림 4-5 | Python 버전 시각화 결과 출력 예시: 기본 대시보드(평균 가격, 변화율, 기대수준, 거래량)

〈기본 대시보드〉



자료: 연구진 작성

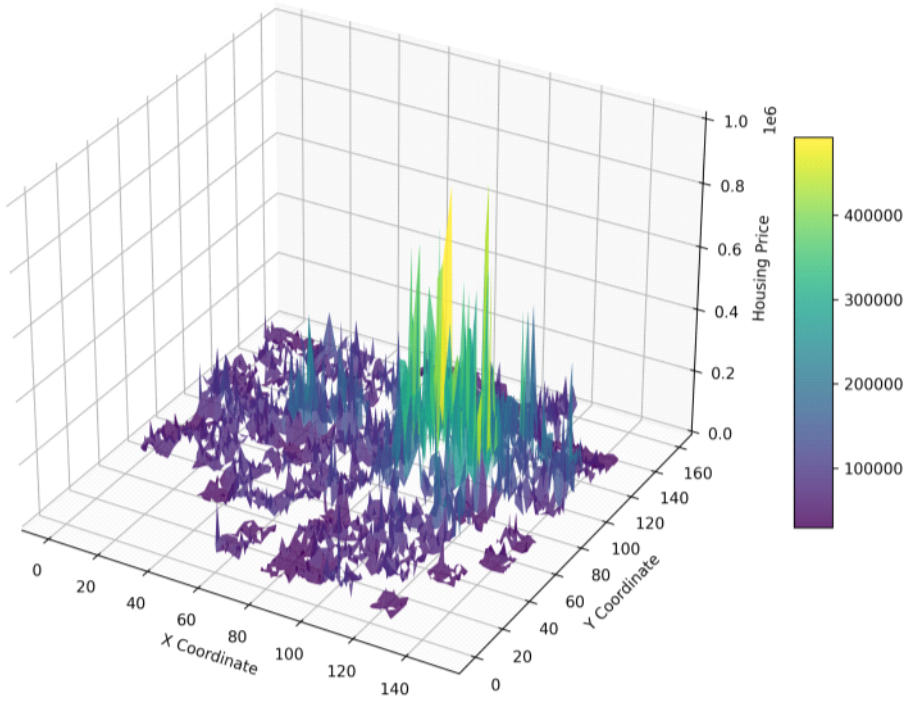
그림 4-6 | Python 버전 시각화 결과 출력 예시: 기대수준 변화(전체, 투기적 행위자, 비투기적 행위자)



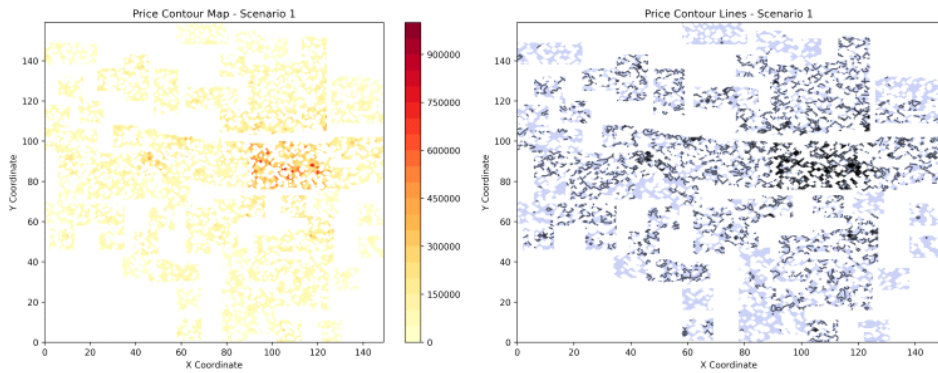
자료: 연구진 작성

그림 4-7 | Python 버전 시각화 결과 출력 예시: 공간 도면

〈3차원 도식화〉



〈등고선형 도식화〉



자료: 연구진 작성

이 모형을 통해 csv 형태로 출력되는 주요 데이터 목록은 다음과 같다. 시나리오별 비교는 정책 실험 시 핵심적인 내용이므로 주요 지표인 평균가격, 기대심리, 거래량 등을 비교할 수 있게 출력한다. 블록별 비교는 규제정책, 공급정책 실험 시에 시사점을 줄 수 있는 중요한 내용으로 블록별 비교를 위한 추가 데이터를 출력하였으며 이는 1차년도에서 추가된 출력 데이터이다. 그 외 시각화를 위한 데이터를 따로 저장하여 필요할 경우 다른 형태로 그래프를 표현할 수 있게 하였다.

표 4-11 | 출력 시계열 데이터 목록

데이터 분류	내용	파일명
통합 데이터	모든 시나리오 통합 상세 시계열 (가격, 거래량, 기대심리 등)	all_scenarios_detailed_results.csv
	시나리오 간 평균 가격 비교	mean_price_all_scenarios.csv
	시나리오 간 기대심리 비교	mean_expectation_all_scenarios.csv
시나리오별 상세 결과	시나리오별 상세 시계열	scenario_{id}_detailed_results.csv
	시나리오별 요약 시계열	scenario_{id}_summary_results.csv
	시나리오별 평균 가격 시계열	scenario_{id}_mean_price_wide.csv
	시나리오별 기대심리 시계열	scenario_{id}_mean_expectation_wide.csv
	시나리오별 최종 블록 평균 가격	average_price_matrix_scenario_{id}.csv
시각화용 데이터	행위자 유형별 스냅샷(기대심리)	scenario_{id}_run_{run}_tick_{tick}_{type}_turtle_data.csv
	주택 속성 스냅샷(가격)	scenario_{id}_run_{run}_tick_{tick}_{type}_spatial_matrix.csv
	블록 평균 가격 스냅샷	scenario_{id}_run_{run}_tick_{tick}_{type}_region_block_matrix.csv
	블록별 유형별 공급량	{timestamp}_block_summary.csv

자료: 연구진 작성



CHAPTER 5

통합 시뮬레이션 모형의 정책적 활용

1. 통합 ABM 모형을 활용한 정책 방안별 시뮬레이션 ··· 111
2. 정책 중첩에 의한 시장 영향 시뮬레이션 ······· 134

05 통합 시뮬레이션 모형의 정책적 활용

이 장에서는 4장에서 도출된 부동산시장 통합 ABM 모형을 활용하여 다양한 정책·여건·행태 변화 시나리오별 시장 변화 양상을 실험하고 시사점을 제시하고자 한다. 이를 위해 먼저 정책 시뮬레이션을 위한 개요와 Base Run 및 시나리오를 설정하고, 정책 방안별 시뮬레이션을 실시하였다. 다음으로 단일 정책이 아니라 2가지 이상 정책을 중첩한 시뮬레이션을 시행하였다. 마지막으로 이러한 정책 실험을 바탕으로 본 연구에 도출된 모형의 활용성을 평가하고, 정책적 시사점을 도출하였다.

1. 통합 ABM 모형을 활용한 정책 방안별 시뮬레이션

1) 시뮬레이션 개요

이 장에서는 통합모형을 활용하여 조세, 금융, 지구지정 및 공급정책 등 정책 시행 여부와 시행정책의 강도 등에 따라 시장이 어떻게 변화하는지를 시뮬레이션을 통해 살펴보고있다. 이를 통해 도출된 주택가격, 거래, 행위자들의 주택가격 상승 기대 수준 변화 등 주요 변수를 통해 정책의 영향, 효과 등을 분석하고 시사점을 도출하였다. 그리고 추가적으로 단일 변수가 아닌 각 정책변수의 조합에 따라 시나리오를 설계하고 정책 유형별 효과를 비교·검증하였다. ABM 모형 내 주요 행위자는 실수요자, 투자자, 매도자, 개발업자 등으로 구분되며, 규제지역지정, 공급확대, DTI와 LTV, 세제(취득세, 양도세) 등 정책 충격이 행위자의 기대수익, 주택매입 의사와 거래 결정 등에 미치는 영향을 동태적으로 반영하였다.

시뮬레이션은 동일한 초기 조건 및 안정화 기간(36 tick)을 설정하고 그 기간 이후 각 정책 조합별로 100tick¹⁾씩 20회 반복 구동하여 확률적 변동을 반영하였다. 모든 반복결과는 결과 값을 모두 보여주고, Base-run과 비교하여 차이점과 이를 어떤 과정

1) 이 모델의 단위시간(tick)은 1차년도 연구와 동일하게 한 달(month)로 설정하였다.

의 결과로 이해할 수 있는지 등을 서술하여 다양한 측면에서 결과를 해석하고 이에 대한 설명을 제시하였다.

또한 통합모형을 활용하여 다양한 행위자 기대, 행태 변화에 따른 시장변화 양상을 파악하기 위한 실험을 시행하였으며 그 결과와 시사점을 정리 및 도출하였다. 각 조건 변화에 따른 실험 결과는 가격 등 주요지표로 정리하였고, 100tick씩 20회 반복 실험과 전체 결과를 함께 제시하여 평균과 편차 등을 확인할 수 있도록 제시하였다. 이를 통해 ABM 모형의 특징인 유연성에 기반하여 살펴볼 수 있도록 구성하였다.

결과적으로 본 분석은 통합모형을 통해 정책변수별 시장반응의 구조적 경로를 제시하고, 정책효과의 상대적 크기 및 지속성, 행위자별 반응 특성을 종합적으로 분석함으로써 향후 주택시장 안정화 정책 설계에 필요한 추가적인 정보를 제공한다.

2) 시뮬레이션의 기본 Base 및 시나리오 설정

정책실험을 위한 시나리오는 총 6가지로 구성하였으며, 기본 시나리오를 포함하여 규제지역 지정, 공급확대(1.5배), 금융규제(LTV, DTI), 재건축 규제완화(용적률 150%) 등의 시나리오로 구성되어 있으며, 각 변수에 충격을 주는 방식으로 시뮬레이션을 수행하였다. 추가적인 정책효과를 시뮬레이션하기 위한 정책 중첩(2가지 이상의 정책 혼합) 시뮬레이션은 다음 절에서 살펴보기로 한다.

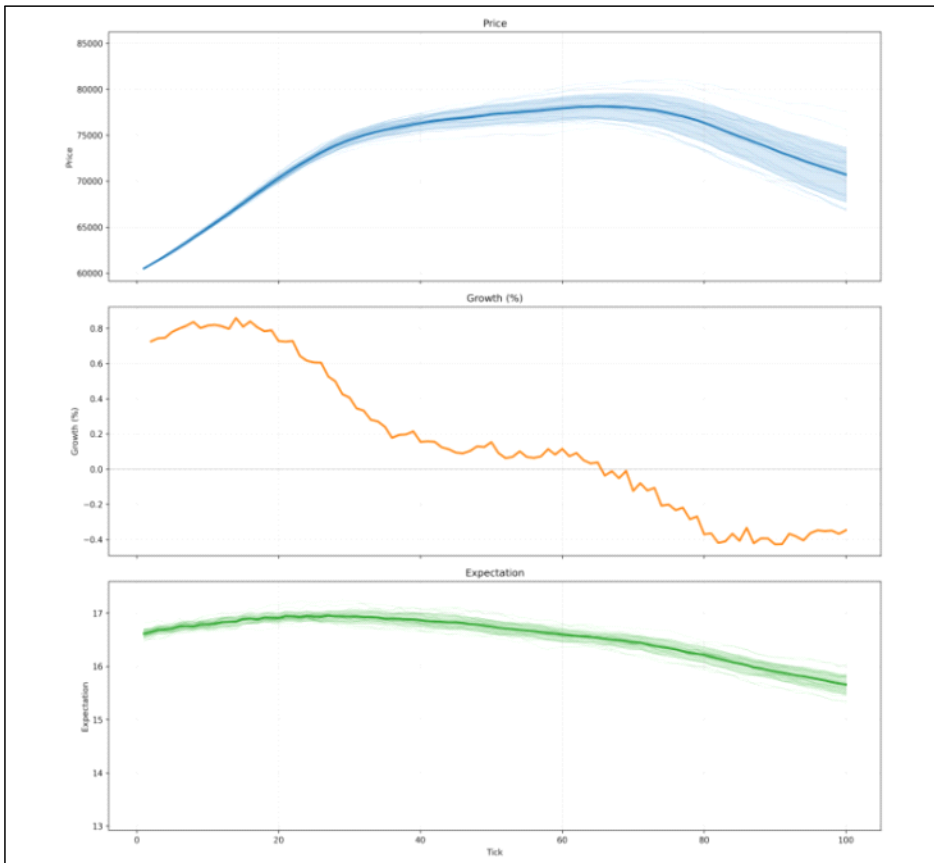
(1) 기본 시나리오(Base Run: 시나리오 1)

정책 시뮬레이션 기본 시나리오(Base)는 자연적 공급 외에 모든 정책변수를 현행 기본수치로 유지하고, 외생적 정책 충격이 없는 기준모형으로 설정하여 분석을 실시하였다. 본 시나리오는 금융·조세·규제·공급정책이 추가적으로 강화되지 않은 상태에서 시장의 내생적 동학이 어떻게 전개되는지를 파악하기 위한 비교 기준이다. 또한 본 연구에서 새롭게 구축한 공급모형을 기본시나리오에 반영하여, 정책 변화가 없는 상황에서 동적 공급 결정 매커니즘이 모형 내에서 작동하도록 설정하였다.

(금융 부문) 총부채상환비율(DTI) 및 담보인정비율(LTV)은 기본수치를 적용하였다.
 (조세 부문) 취득세 및 양도소득세의 정책 충격을 반영하지 않았다.
 (규제지역 부문) 조정대상지역 등 규제지역 지정은 시행하지 않았다.
 (공급 부문) 별도의 주택공급 확대 정책은 도입하지 않았다.

이러한 기본 설정 하에서 주택가격, 주택가격상승률, 시장 기대심리에 대한 시뮬레이션 결과는 다음과 같이 나타났다.

그림 5-1 | 기본 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승률, 시장 가격상승기대)



자료: 연구진 작성

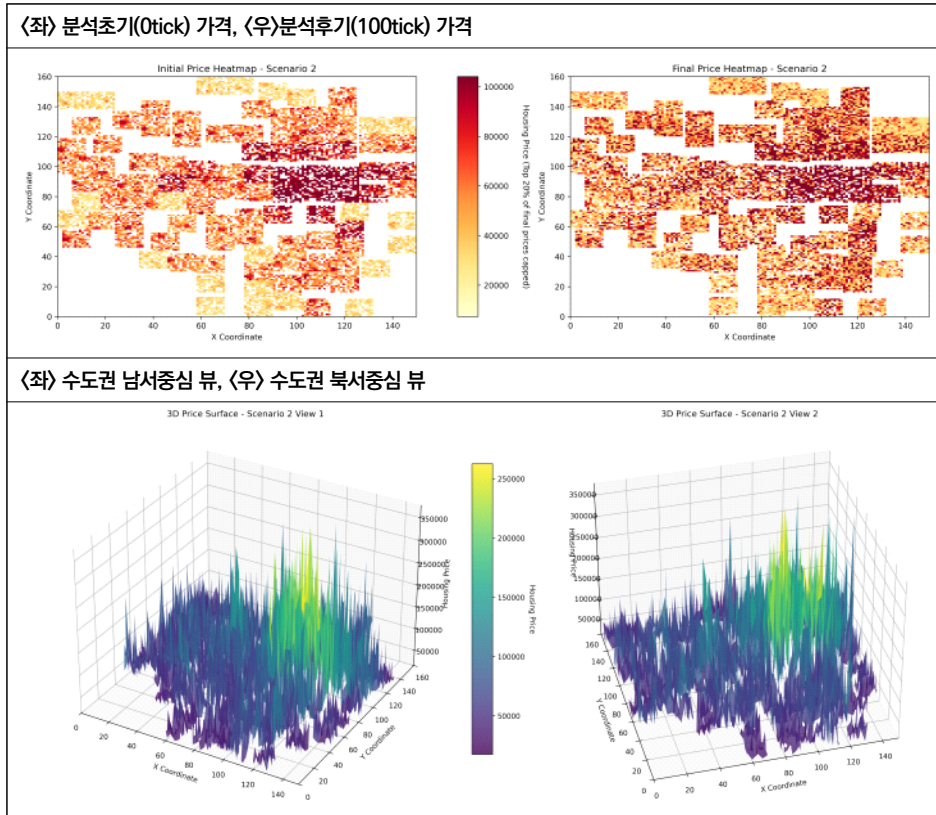
평균주택가격은 시물레이션 초기 약 6억 원에서 시작하여 20개월 이후 상승 속도가 확대된다. 40tick 시점에서는 약 7.5억 원 내외, 60tick 시점에는 약 7.8억 원 내외까지 상승하며 정점에 근접한다. 이후 상승세가 둔화되면서 70개월 전 후 정점을 형성한 뒤 점차 하락하여 100tick 시점에는 약 7.1억 원 수준으로 조정되는 흐름을 보인다. 즉, 일정기간 가격 상승이 지속되다가 중후반부에 조정 국면으로 전환되는 경로가 확인된다.

주택가격상승률은 초기 약 0.7% 수준에서 출발하여 15tick 전후 약 0.83~0.85% 수준까지 상승한 이후 지속적으로 둔화된다. 60tick 전후에는 0% 수준에 근접하고, 이후 하락세로 전환되어 80~90개월 구간에서는 약 -0.4% 내외까지 하락한다. 상승률이 먼저 둔화된 이후 가격 수준이 정점을 형성하는 선행 구조가 나타난다.

주택시장 참여자의 기대심리는 초기 약 16.6%p 수준에서 상승하여 30tick 전후 약 17.1~17.2%p 수준에서 정점을 형성한 이후 완만한 하락 추세로 전환된다. 이는 주택 가격 상승 초기 기대감이 높아지다 일정 기간이 지나면 가격이 너무 오른것에 대한 불안감 등으로 가격상승기대가 하락하는 실제 행태가 잘 시물레이션으로 구현 되었음을 보여준다. 이런 흐름을 거쳐 가격 상승 기대가 100tick 시점에는 약 15.6%p 수준까지 낮아졌다. 기대가 가격 정점보다 먼저 하락하기 시작한다는 점에서, 기대 조정이 상승률 둔화와 가격 전환을 선행하는 구조도 확인되었다.

위의 분석결과를 중심으로 heat-map으로 나타내면 다음과 같은 공간적 변화를 확인할 수 있다. 초기 시점에서는 강남·서초·송파·용산 등 핵심지역을 중심으로 높은 가격 수준이 군집 형태로 분포하고, 그 외 지역은 상대적으로 낮은 가격대가 혼재되어 나타난다. 즉, 고가격 주택이 일부 선호지역에 집중되는 공간적 편중 구조가 관찰된다. 그 후 주택가격 상승기를 지나면서 최종 시점의 heat-map에서는 주택가격 상승의 공간적 확산으로 가격수준이 전반적으로 상승한 모습이 나타난다. 특히 초기 고가격 지역을 중심으로 인접 지역까지 고가격대가 확산되는 양상이 확인되며, 일부 중간 가격대 지역도 상위 가격 군으로 이동한 흔적을 보인다. 다만 후기에도 강남권을 중심으로 가장 높은 가격대가 유지되어, 가격 확산과 함께 중심지의 상대적 우위가 지속되는 구조가 나타난다.

그림 5-2 | 기본시나리오 분석시점 및 관점별 가격 도식화



자료: 연구진 작성

(2) 규제지역 지정 시나리오(시나리오 2)

정책 시뮬레이션을 위한 시나리오 2는 수도권을 규제지역으로 설정한 경우를 가정하여 모형을 설정하고 시뮬레이션 하였다. 이번 시나리오는 수도권을 조정대상지역 등 규제지역으로 지정하고 금융, 취득세, 양도세 등 조세부문을 다음과 같이 규제하고, 규제시점은 기본시나리오에서 36개월 시점(36tick)에서 규제충격이 있는 것으로 설정하였다.

표 5-1 | 규제지역 지정 정책 시뮬레이션에 활용한 가정

구분	내용
지정 지역	총 7개 단위구역: 서초 (2개 단위구역), 강남 (2개 단위구역), 송파 (2개 단위구역), 용산(1개 단위구역)
금융규제	LTV: 50%, DTI: 40% 2주택 이상 보유 세대 대출 금지
취득세 규제	2주택자 8%, 3주택자 12% (기본 취득세 1~3%)
양도세 규제	2주택자 +20%, 3주택자 +30%

자료: 연구진 작성

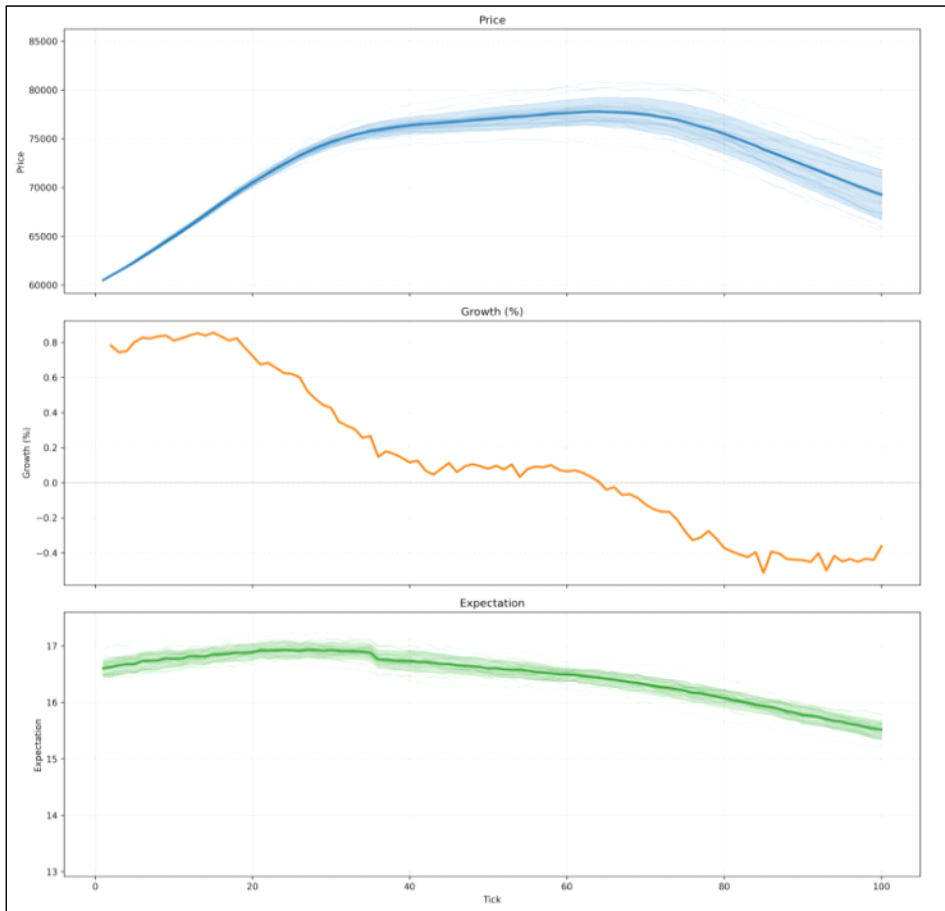
이러한 기본 설정아래, 규제지역 지정에 따른 시장 기대심리, 주택가격, 주택가격상승률, 주택거래에 대한 시뮬레이션 결과, 각각 다음과 같은 결과를 도출하였다

(시장 가격상승 기대) 먼저 시장 내 가격상승기대는 규제 도입 직후 변동 하는 것으로 나타났으며, 이후 가격 상승기대는 상승에서 하락 트렌드로 전환되었다. 아래 <그림 5-3>에서 나타나는 바와 같이 규제가 도입되는 36개월(tick) 이전까지는 주택가격 상승기의 전형적 패턴으로 가격상승기대가 지속적으로 높아지는 모습을 보였다. 그러나 규제가 도입된 시점에 가격상승기대가 약 15.9에서 15.7로 하락한 이후 지속적으로 주택가격 상승기대가 낮아지는 트렌드로 가격상승기대 흐름이 바뀐 것으로 나타났다. 이러한 결과는 규제지역 설정이 가격상승 기대가 매우 높은 선호지역의 사용자비용을 높여 가격 상승폭이 제한될 가능성이 높아지면서, 이러한 선호지역에 대한 기대심리 변화로 인해 시장 참여자들이 가격 상승에 대한 기대수준을 조정한 결과로 이해할 수 있다. 이는 다음에 살펴볼 주택가격 변화와 상호작용하면서 지속적으로 가격 상승기대가 낮아지는 시장 안정의 긍정적 순환고리(positive feedback loop)가 형성된 결과로도 이해될 수 있다.

(평균주택가격) 이번 시나리오에서 주택가격은 다음 <그림 5-3>의 첫 번째 그림과 같이 변화하였다. 이는 위에서 설명한 바와 같이 앞서 시장 가격상승 기대 변화는 최종적으로 주택가격 변화에 영향을 미치고, 주택가격 트렌드의 변화는 다시 시장의 가격 상승 기대에 영향을 주는 순환고리를 형성한 결과로 이해될 수 있다. 주택가격 상승

트렌드가 36개월 시점에 규제지역 지정 이후 가격상승폭이 크게 줄어드는 흐름으로 바뀌는 것을 확인할 수 있다. 이러한 가격상승폭 둔화는 시장참여자들의 사용자비용에서 중요한 요소인 주택가격 상승기대에 지속적으로 하락 압력으로 작용하여 가격상승기대를 낮추게 되며, 이는 결과적으로 70개월을 전후하여 가격을 하락시키는 방향으로 작용하였다.

그림 5-3 | 규제지역 지정 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승률, 시장 가격상승기대)



자료: 연구진 작성

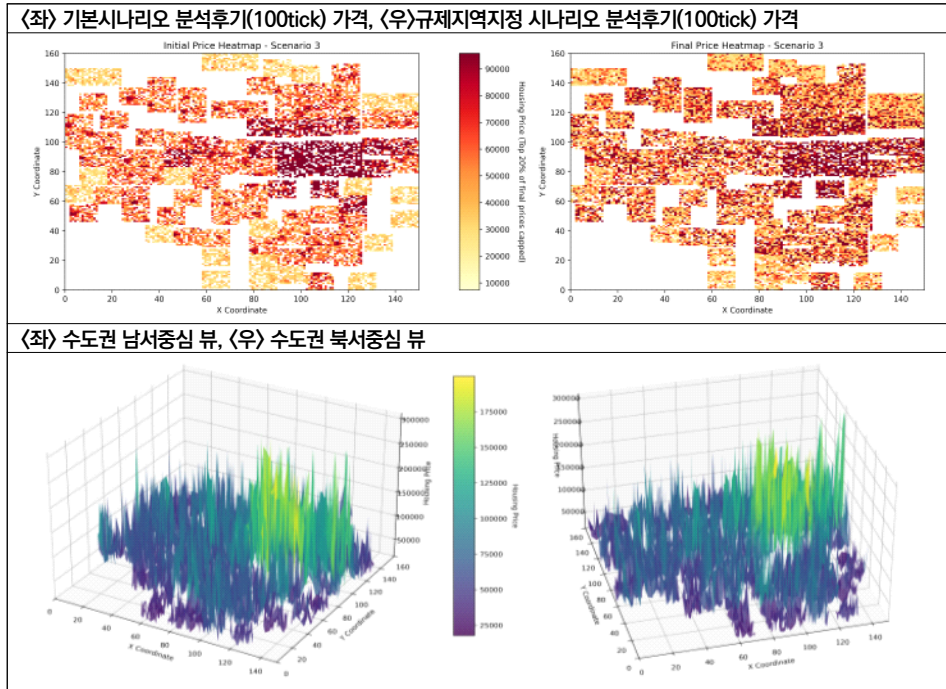
(가격상승률) 위에서 살펴본 기대심리와 가격변화에 대한 보다 정밀한 시나리오 해석을 위해 가격상승률을 분석해보면 앞서 설명한 경향과 부합하는 흐름이 더 명확하게 드러난다. 가격상승률이 36개월 시점에 소폭 급락한 후 다시 일부 회복하는 v자형을 만든 후 낮은 가격 상승률을 유지하고 있으며, 이러한 가격상승률 하락으로 주택가격 변화 그래프의 기울기가 완만해지면서 주택가격 상승기대가 낮아지고, 이러한 순환고리로 인한 하락 압력이 축적되면서 70개월을 전후하여 주택가격상승률이 (-)로 떨어지는 결과로 귀결되는 것을 잘 보여주고 있다.

(Base Run 과의 비교) 규제지역 지정 시나리오 시뮬레이션 결과를 Base Run과 비교한 결과도 규제지역 지정에 따른 효과를 보다 명확히 보여준다. 앞서 살펴본 Base Run 결과와 비교해 볼 때 주택가격의 최고점이 소폭 하락했으며(Base: 81,144만 원, 규제지역 지정 시나리오: 80,869만 원), 하락 폭도 Base Run 대비 높게 나타나 규제지역 지정이 중장기적으로 시장 안정에 긍정적 영향을 미칠 수 있는 것으로 시나리오 분석 결과 나타났다. 또한 시장 가격상승 기대 수준도 Base Run 대비 규제지역 지정 시 빠르게 하락하는 것으로 나타나 앞선 설명을 지지하는 결과가 나타났음을 알 수 있다. 20회 시뮬레이션의 개별 분석 결과를 살펴보면, 규제지역 지정 시 Base Run보다 상대적으로 높은 가격 수준까지 오르는 창발적 결과가 나타나는 시뮬레이션 결과도 발생하였음이 확인된다. 이는 만약 이러한 창발적 결과로서 높은 가격이 나타나는 이상치가 없을 경우 규제지역의 Base Run 대비 가격 하락폭은 더 커질 수 있음을 보여준다. 동시에, <그림 5-3>에서 보이는 바와 같이 규제지역 지정 시 시장 참여자들의 기대 흐름에 대한 시나리오별 변화 폭이 Base Run보다 더 큰 것으로 나타나 규제지역 지정 정책의 경우 창발적 요소에 의해 시장 변동폭이 Base Run 보다 높아질 가능성이 더 크다는 점도 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있었다.

시뮬레이션 결과에 따른 가격 변화의 공간적 변화를 도식화한 결과는 아래 <그림 5-4>와 같다. 규제지역 지정 후 마포, 용산, 성동 등 한강벨트 지역과 성남 분당 등의 지역에서 일부 풍선효과가 확인됨을 알 수 있다. 이는 앞서 설명한 규제지역 지정으로 인한 선호지역 가격상승폭 완화가 가격상승기대에 영향을 미쳐 전반적인 가격상승폭

하락으로 귀결됨을 지지하는 결과로 이해할 수 있다.

그림 5-4 | 규제지역 지정 시나리오 분석시점 및 관점별 가격 도식화



자료: 연구진 작성

위의 결과를 토대로 정책실험 결과표를 정리하면 다음과 같다.

표 5-2 | 규제지역 지정 정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오	시나리오별 실험결과
규제지역설정	<p>(주택가격) 규제충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 둔화되며, 규제기간이 길어질수록 그 격차는 커지는 행태를 보임. 공간적으로는 규제도입초기 풍선효과가 관찰</p> <p>(가격상승률/심리) 규제 충격 이후 주택가격상승률과 기대심리가 상대적으로 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제지역 설정이 가격상승 기대가 높은 선호지역의 사용자비용을 높여 가격상승이 제한될 가능성이 높아지면서, 이러한 선호지역에 대한 기대심리 변화로 가격상승폭이 낮아지며, 가격상승폭 하락은 이를 목격한 시장 참여자들이 가격 상승에 대한 기대수준을 하향 조정하도록 만드는 순환고리를 형성. 즉 규제지역 지정은 주택가격과 상승기대의 상호작용으로 지속적으로 가격상승기대와 가격 상승폭이 낮아지는 시장안정의 긍정적 순환고리 (positive feedback loop)가 형성된 결과로 이해될 수 있음</p>

자료: 연구진 작성

(3) 공급확대 시나리오(시나리오 3)

정책 시뮬레이션을 위한 시나리오 3은 정부의 주택공급 확대정책에 따라 주택공급량을 1.5배로 확대한 경우를 가정하여 모형을 설정하고 분석을 실시하였다. 이번 시나리오 오는 수도권 주택공급량을 1.5배로 설정하되, 기본시나리오에서 36개월 시점(36tick)에서 공급 충격이 있는 것으로 설정했다. 그 밖에 금융 부문, 조세 부문, 규제지역 부문, 재건축 부문 등은 기본 시장행태 유지하였다.

표 5-3 | 공급확대 정책 시뮬레이션에 활용한 가정

구분	내용
지정 지역	규제지역지정 안함
금융규제	LTV: 70%, DTI: 60% 2주택 이상 보유 세대 대출 금지
취득세 규제	기본 취득세 1~3%
양도세 규제	양도세 중과 없음
주택공급	기본시나리오 대비 150%

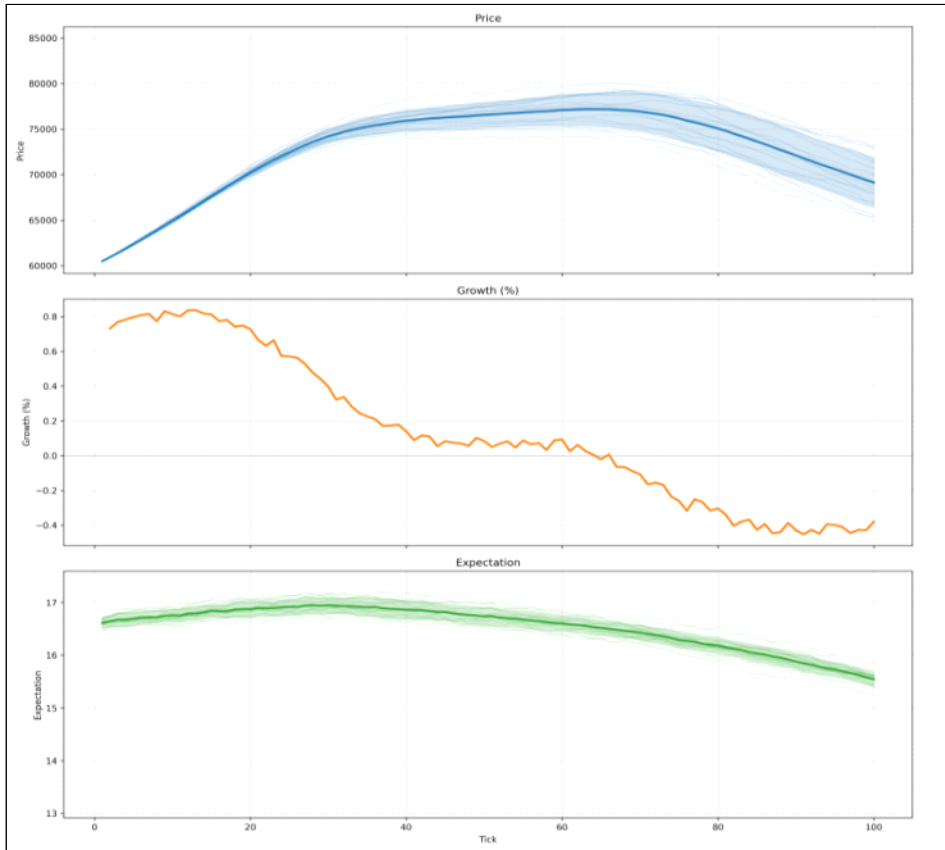
자료: 연구진 작성

일반적으로 주택공급이 확대되면 가격안정·거래량 증가 방향으로 작동하며, 단기에는 시장조정(공실·가격조정), 중기에는 가격안정·거래활성화, 장기에는 균형회복 및 주거이동 확대로 이어질 것으로 예상된다. 이러한 이론적 매커니즘을 바탕으로 주택공급 확대(1.5배)에 따른 주택가격, 주택가격상승률, 시장 기대심리에 대한 시뮬레이션 결과, 각각 다음과 같은 결과를 도출하였다.

(평균주택가격) 일반적으로 주택공급이 확대되면, 수요 대비 여유 공급이 증가하게 되며, 이는 가격 상승률 둔화 또는 하락되는 분포가 관찰된다. 시뮬레이션 결과 <그림 5-5>에서와 같이 주택시장 변동 국면 측면에서 주택가격 상승기로 한정된 본 연구의 시장 환경에서 공급확대(1.5배) 시나리오는 기본시나리오(Base Run) 대비 최고점(70tick 전후)에서 소폭 낮은 평균주택가격을 형성하고 있으며, 이후 100tick까지 가

격하락폭도 더 커지면서 최종 가격 차이가 더 커지는 것으로 나타났다. 이는 주택공급 확대에 따른 수요조정(투자/실수요)이 거래량과 가격상승률을 변화시키면서 중장기적으로 가격수준을 조정하는 효과로 해석할 수 있다.

그림 5-5 | 공급확대(1.5배) 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승률, 시장 가격상승기대)



자료: 연구진 작성

(주택가격상승률) 가격상승률 또한 공급확대(1.5배) 시나리오에는 36개월 시점 충격 이후 어느 정도 조정기간을 거치다가 60개월 시점 이후 다시 급격히 감소되는 행태를 보이며 주택가격상승률이 (-)로 떨어지는 결과를 보인다. 즉, 수도권에 공급이 증가하면 기대심리는 하락하고, 중장기적으로 주택가격 하락속도도 빨라지는 것으로 분석되

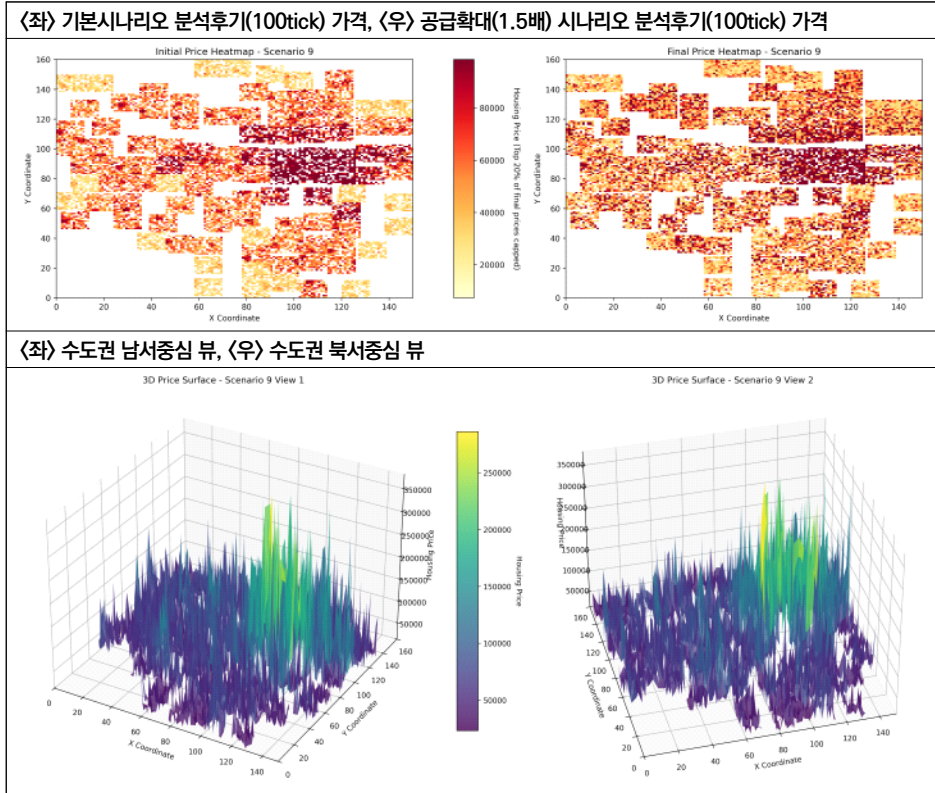
었다. 특히, 선호도가 높은 지역일수록 가격상승률의 감소가 두드러지는 것으로 나타난다.

(시장 가격상승 기대) 시장의 가격상승 기대는 공급충격이후 점차 하락하는 행태를 보이며, 기본시나리오(Base Run)과 비교했을 때에도 가격상승기대는 초반에는 Base Run과 유사한 수준을 보이지만 시간이 지남에 따라서 Base Run에 비해 하락폭이 소폭 증가하는 것으로 나타났다. 이는 주택공급 확대정책 발표에 따라 미래의 주택공급 기대가 형성되고 이에 대해 투자수요 및 실수요자의 가격상승기대 조정기를 거치게 되면서 중장기적으로 Base Run보다 상대적으로 가격상승기대 하락폭이 더 커졌기 때문으로 판단된다. 가격상승률이 하락되는 과정에 따라 나타나는 결과로 볼 수 있다. <그림 5-5>에서와 같이 주택공급확대 전(36tick)에는 심리가 Base Run과 유사한 수준으로 소폭 상승하였으며, 공급 충격 이후에는 주택가격 상승기대가 낮아지는 흐름으로 바뀌었다. 구체적 데이터에서도 실제 강남4구, 성동구 등 한강변을 중심으로 형성되어 있는 고가주택지역의 주택가격 상승폭이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 이는 앞서 설명한 바와 같이 주택에 대한 기대수익률 하락에 따른 투자수요 감소 등의 효과로 이해된다.

(Base Run 과의 비교) 공급확대 시나리오 시뮬레이션 결과를 Base Run과 비교했을 때, 더욱 명확히 그 차이를 확인할 수 있다. 평균주택가격도 최고점(70tick)도 소폭 차이를 보일 뿐 아니라, 표준편차 또한 상대적으로 낮아 안정적인 시뮬레이션 결과로 판단된다. 또한, 주택가격상승폭도 급격히 낮아지는 효과를 보이기 때문에 장기적인 시장안정 효과가 있는 것으로 나타났으며, 시장기대심리 또한 공급충격 이후 Base Run대비 하락폭이 크며, 100개월 시점에는 0.2~0.3포인트의 격차를 보인다.

시뮬레이션 결과에 따른 가격변화의 공간적 변화를 살펴보면, 정책 후기(100tick)가 격 분포를 살펴보면, <그림 5-6>과 같이 소폭이지만 기본시나리오 대비 한강벨트 등 최선호지역의 주택가격은 상대적으로 하락폭이 더 크고, 서울북부, 서울인접 경기지역 주택가격은 소폭 상승하는 효과가 나타난다. 이는 주택공급이 이루어지는 경기지역의 경우 상대적으로 선호도가 높은 신규 아파트 재고가 더 큰 폭으로 확충되면서 주택가격이 소폭 상승하기 때문에 나타난 결과로 이해할 수 있다.

그림 5-6 | 공급확대 정책 시나리오 분석시점 및 관점별 가격 도식화



자료: 연구진 작성

위의 결과를 토대로 정책실험 결과표를 정리하면 다음과 같다.

표 5-4 | 공급확대 정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오		시나리오별 실험결과
공급정책	공급확대 (1.5배)	<p>(주택가격) 공급충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 Base Run 대비 둔화되며, 장기적으로 그 격차는 커지는 행태를 보임</p> <p>(가격상승률/기대심리) 공급 충격 이후 주택가격상승률과 기대심리가 상대적으로 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 주택공급 확대는 기대심리 조정에 따른 단기적 영향과 중장기적 공급 물량 확대에 따른 매도매수 측면 압력 완화 효과로 중장기적으로 Base Run 대비 시장안정의 효과가 나타나는 것으로 분석</p>

자료: 연구진 작성

(4) 금융규제 강화 시나리오(시나리오 4, 시나리오5)

정책 시뮬레이션을 위한 시나리오 4와 시나리오 5는 총부채상환비율(DTI)과 주택담보인정비율(LTV)을 기본시나리오 대비 각각 40%, 60%로 강화하여 설정하고, 이에 대한 충격을 가정하여 모형을 설정하고 분석을 실시하였다. 각 금융규제의 충격시점은 36tick시점에 각각 적용되도록 설정하였으며, 조세 부문, 공급부문, 규제지역 부문, 재건축 부문 등은 기본 시장행태를 유지했다.

표 5-5 | 금융규제 강화 정책 시뮬레이션에 활용한 가정

구분	내용
지정 지역	규제지역지정 안함
금융규제	LTV: 60%, DTI: 40% 2주택 이상 보유 세대 대출 금지
취득세 규제	기본 취득세 1~3%
양도세 규제	양도세 종과 없음
주택 공급	기본 시장행태 유지
재건축	기본 시장행태 유지

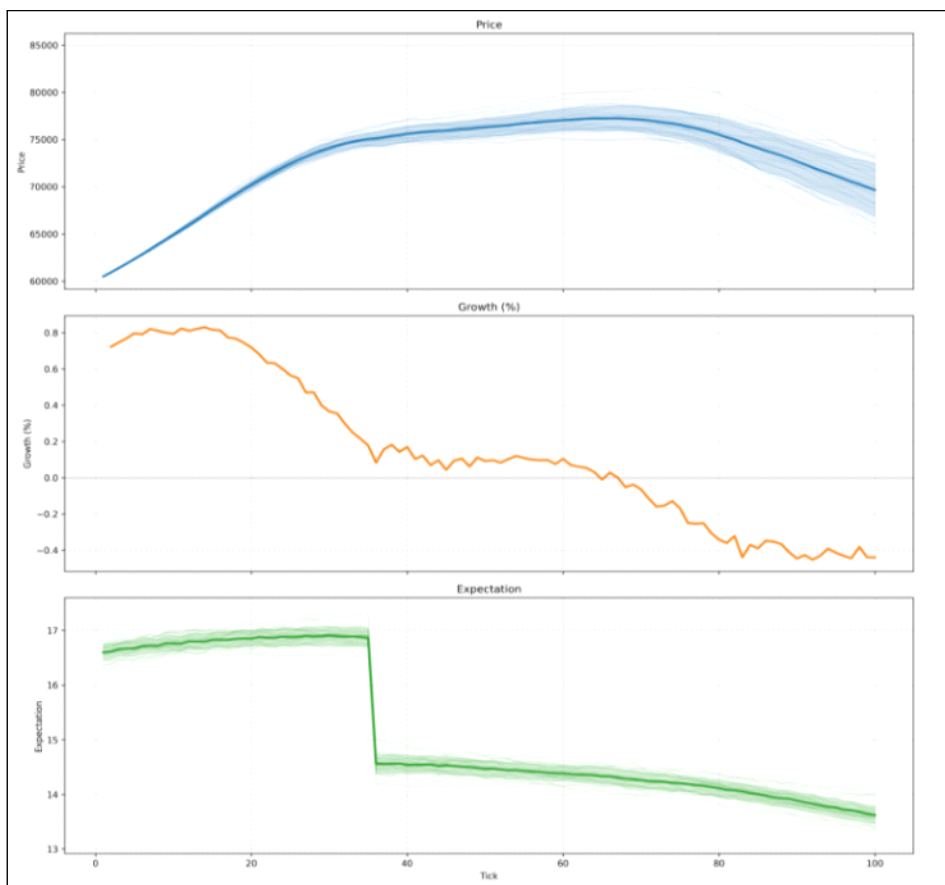
자료: 연구진 작성

일반적으로 DTI 규제강화 정책은 가계의 주택구입 여력과 레버리지(차입) 기반 투자수요에 직접적으로 영향을 미치는 정책으로 이러한 정책은 주택가격, 거래, 기대심리를 모두 하락시키는 방향으로 작동할 가능성이 크다. 또한, LTV 규제강화 정책은 대출가능금액을 감소시켜 자금조달을 축소시키고, 이는 곧 매수여력 감소로 이어져 투자수요의 위축과 거래둔화에 영향을 미쳐 결국 기대심리의 하락과 가격상승률 둔화의 행태로 주택시장에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이러한 이론적 매커니즘을 바탕으로 DTI, LTV규제 강화에 따른 주택가격, 주택가격상승률, 시장 기대심리에 대한 시뮬레이션 결과, 각각 다음과 같은 결과를 도출하였다.

(**평균주택가격**) DTI 규제강화에 따른 주택가격은 <그림 5-7>과 같이 충격시점 이후, 매수심리 위축에 따라 가격이 하락하며, 기본시나리오(Base Run)에 비해서도 가

격 하락폭이 커지는 행태를 보였다. 이는 금융규제에 대한 시장참여자들의 반응이 상대적으로 높게 나타나는 것이 모형 시뮬레이션에 반영된 결과이다. DTI 금융규제 강화는 시장참여자들의 차입여력이 줄어, 투자수요 및 실수요 일부가 탈락하기 때문인 것으로 분석되는데, 특히 현실 시장참여자 행태를 반영한 모형의 매수 규칙을 고려할 때 고가주택·레버리지 의존 지역의 하락폭이 클 것으로 예상된다. 즉, 레버리지를 활용에 필요한 자금조달 여력이 감소함에 따라 고가 주택이 많은 최선호지역에서 효과가 크게 나타난 것으로 분석된다.

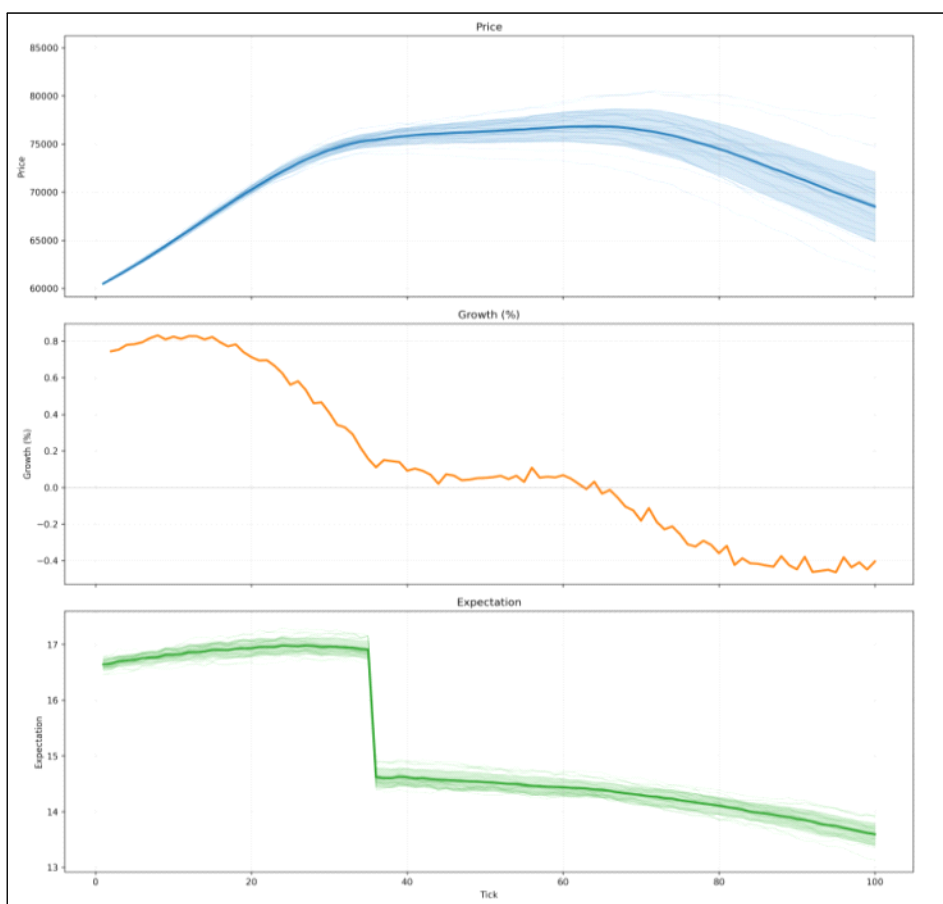
그림 5-7 | DTI강화(36tick) 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승, 시장 가격상승기대)



자료: 연구진 작성

LTV 규제강화에 따른 주택가격은 <그림 5-8>과 같이, 규제 충격으로 가격상승률이 낮아지면서 행위자의 주택가격 상승 기대를 약화시켜 기본시나리오 대비 가격상승기 상승폭이 더 낮고, 100tick에서 가격수준도 낮게 도출된 것으로 이해된다. 즉, 대출규 모제한에 따른 자기자본의 제약이 가해지면서 유효수요가 감소하게 되고, 이는 곧 거래량 감소로 이어져 주택가격이 조정되게 되는 것으로 해석된다.

그림 5-8 | LTV강화(36tick) 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승, 시장 가격상승기대)



자료: 연구진 작성

(주택가격상승률) DTI 충격은 주택가격 억제의 신호로 작용함에 따라, 충격시점 이후, 소폭 상승하는 행태(V자형)를 단기적으로 보이다가 이후 조정기를 63개월을 전후하여 (-)로 떨어지며, Base Run 대비 가격수준이 낮아지는 결과를 보여주고 있다. 이는 앞서 설명한 바와 같이 DTI규제 강화(60% → 40%)가 대출한도를 축소로 인해 매수 여력을 감소시키고, 이는 곧 거래감소·심리위축의 결과로 나타나 결국 가격상승률 둔화의 매커니즘으로 작용하며, 직접적으로 가격을 누르기보다 “가격상승의 동력(레버리지 수요)”을 차단하는 효과로 작용한 결과로 해석된다.

LTV규제의 경우, 충격 시점 이후 매수자금 감소로 상승탄력이 급격히 둔화되며, 기본시나리오대비 0.01~0.1포인트의 차이를 보이는데, 이는 DTI규제와 유사하게 레버리지 축소에 따른 유효수요 감소가 기대상승률 하락시키며, 거래 위축에 따른 가격상승률 둔화 및 하락의 결과를 보여주는 것으로 해석된다.

(시장 가격상승 기대) 전반적으로 DTI, LTV 규제강화가 심리를 급격히 위축시키는 행태를 보인다. 이는 신용제약 신호로서 금융규제가 실제 시장참여자 기대 형성에 큰 영향을 미치는 현실이 반영된 결과로, 기대수익률을 감소시키며 추격매수를 약화시킴과 동시에 상승 기대의 자기실현 고리가 약화되는 결과로 해석된다. 충격시점이후, 수치상으로 2.2~2.3포인트 차이를 보이며 시장기대심리가 급격히 낮아지게 되는데, 이러한 흐름이 중장기적으로 이어지며 주택가격과 가격상승률에 영향을 지속적으로 미치는 행태를 보이는 것으로 해석된다.

(Base Run 과의 비교) 금융규제 시나리오 시뮬레이션 결과를 Base Run과 비교한 결과를 살펴보면 명확히 그 효과를 확인 할 수 있다. 앞서 살펴본 Base Run 결과와 비교해 볼 때 주택가격의 최고점(70개월 전후: 65~75월)이 약 1천만원 하락했으며, 하락 폭도 Base Run 대비 높게 나타나 금융규제가 중장기적으로 시장 안정에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, 가격상승기대 측면에서 금융충격이후 시장기대가 급격히 감소하는 행태를 보이는 것이 특징인데, 앞서 설명한 바와 같이 신용제약 신호로서 금융규제가 실제 시장참여자 기대 형성에 큰 영향을 미치는 현실이 반영된 결과로 이해할 수 있다.

이러한 결과를 토대로 정책실험 결과표를 정리하면 다음과 같다.

표 5-6 | DTI, LTV규제 강화 정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오		시나리오별 실험결과
금융정책	DTI 규제 강화 (60% → 40%)	(주택가격/가격상승률) 규제충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 둔화되며, 규제기간이 길어질수록 그 격차는 커지는 행태를 보임 (가격상승기대) 규제 충격시점부터 기대심리가 급격히 위축되며, 이는 주택가격에 영향을 미침 (상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 금융규제가 강화되면 자기자본 제약(LTV)과 상환능력 제약(DTI)으로 시장의 수요구조, 시장기대심리, 거래행태가 변화. 금융규제로 모형 내 행위자 행동규칙의 자본조달구조 변화로 신규진입 수요 감소와 고가주택의 레버리지 수요 감소로 이어지는 한편 기대수익률 하락에 따른 가격상승 기대 감소로 시장이 Base Run 대비 안정세를 보이는 결과로 귀결
	LTV 규제 강화 (70% → 60%)	

자료: 연구진 작성

(6) 재건축 규제 완화 시나리오(시나리오 6)

정책 시뮬레이션을 위한 시나리오 6은 재건축 규제완화에 따른 시나리오로써, 기본 시나리오 대비 용적률을 150%까지 완화하여 설정하고, 이에 대한 충격을 가정하여 모형을 설정하고 분석을 실시하였다. 규제완화의 충격시점은 타 시나리오(36tick시점)와는 다르게 공급시차를 감안하여 12tick에 적용되도록 설정하였으며, 조세 부문, 공급 부문, 규제지역 부문 등은 기본 시장행태를 유지했다.

표 5-7 | 재건축 규제완화 정책 시뮬레이션에 활용한 가정

구분	내용
지정 지역	규제지역지정 안함
금융규제	LTV: 70%, DTI: 60%
취득세 규제	기본 취득세 1~3%
양도세 규제	양도세 초과 없음
주택 공급	기본 시장행태 유지
재건축 규제완화	용적률 규제 기존 대비 150%로 완화

자료: 연구진 작성

이러한 기본 설정아래, 재건축 규제완화에 따라 용적률을 기존 규제 대비 150%까지 확대했을 경우, 주택가격, 주택가격상승률, 시장 기대심리에 대한 시뮬레이션 결과, 다음과 같은 결과를 도출하였다.

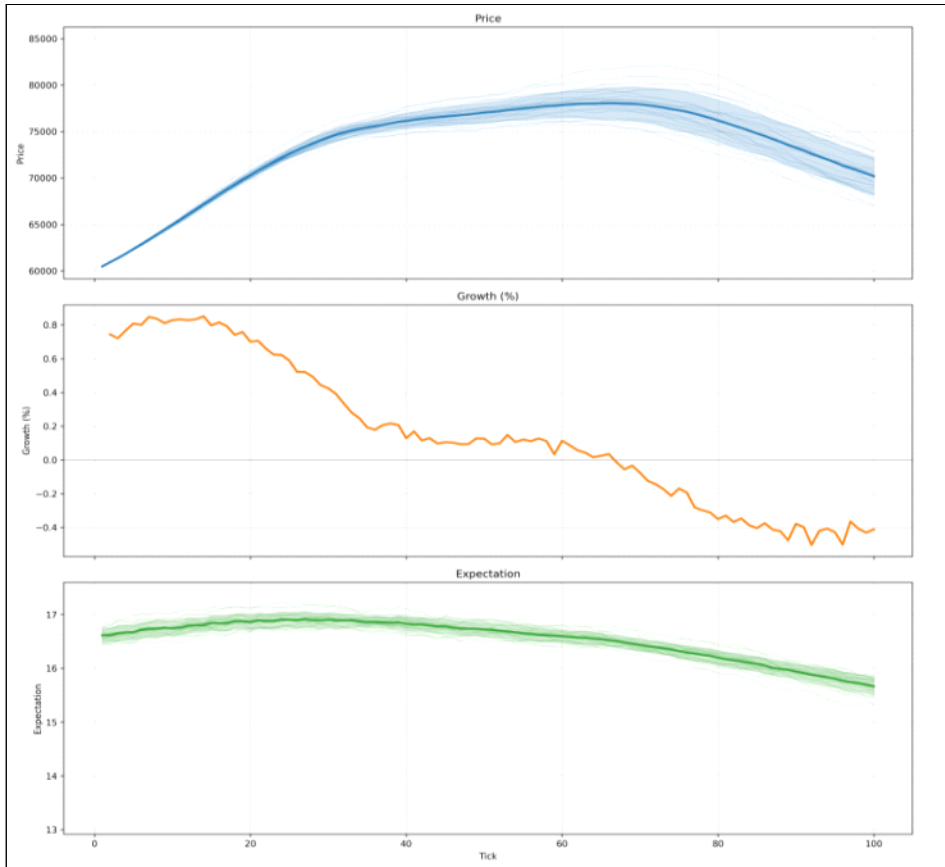
(시장 기대심리) 재건축 용적률 완화는 중장기적으로 도심에 주택공급을 확대하여 중장기적 가격안정 신호임과 동시에 기존 노후주택의 가격이 높아질 수 있는 상승 요인으로 작용한다. 시장 기대심리는 이러한 두가지 심리적 영향의 중첩으로 단기적으로는 Base Run과 큰 차이가 없으며, 장기적으로 소폭 기대심리를 낮추는 효과가 있으며, 실제 시뮬레이션 결과에서도 시장 기대심리가 Base Run과 유사하게 소폭 상승하다가 장기적으로 안정화되는 행태를 보이고 있다. 이는 단기적으로 두가지 심리의 혼재로 변화가 없으나 중장기적으로 공급이 이루어진 후에는 가격이 안정되며 가격상승률이 둔화된 효과로 해석된다. <그림 5-9>에서와 같이 공급시점(12tick)이후 12개월까지는 시장기대심리가 상승하지만 그 이후에는 점차 상승기대 심리가 감소하는 것을 보면 확인할 수 있다.

(평균주택가격) 일반적으로 재건축 용적률 완화에 따라 주택공급이 늘어나게 되면 수요공급의 원리에 따라 가격이 하락한다. 그러나 재건축에 따른 도심 주택공급의 확대는 단기적으로 해당사업단지와 주변단지의 가격을 끌어올리는 효과로 작용되며, 실제 공급이 이루어지고 입주가 실현될 시점부터는 가격이 안정되는 효과를 얻을 수 있다. 시뮬레이션 결과를 보면 알 수 있듯이 단기적으로 Base Run과 유사하게 주택가격 상승폭이 점차 줄어들며, 중장기적으로 70개월 시점을 전후하여 주택가격이 하락하며 Base Run보다 상대적으로 가격하락폭이 소폭 확대되어 가격 안정효과가 나타나는 모습을 보이는 것으로 시험 결과가 도출되었다.

(주택가격상승률) 재건축 용적률 완화는 단기적으로 해당 단지 가격은 상승시키는 효과가 있다. 투자자 등의 추격매수, 거래쏠림 현상 등으로 단기적으로 주택가격상승률이 올라갈 수 있다. 그러나 앞서 설명한 바와 같이, 입주시점 이후에는 가격상승률은 하락하는 구조를 보이게 되고, 입주물량이 집중될 경우 기간대비 하락폭은 더욱 가파르게 나타난다. 시뮬레이션 결과에서도 나타난 바와 같이, 규제완화 충격 이후 일시적

으로 가격상승률이 상승하나 이후 조정기간을 거치다가 60개월을 전후하여 상승률이 (-)로 떨어지며, 가격하락폭도 Base Run보다 커지는 것으로 나타났다.

그림 5-9 | 재건축용적률 완화(12tick) 시나리오 시뮬레이션 결과(주택가격, 가격상승, 시장 가격상승기대)



자료: 연구진 작성

(Base Run 과의 비교) 재건축 용적률 완화 시나리오 시뮬레이션 결과를 Base Run 과 비교해보면, 했을 때, 공급확대 시나리오(시나리오3)과 유사한 행태를 보이고 있다고 볼 수 있다. 평균주택가격도 최고점(70tick)도 차이를 보이고 있지만, 공급확대 시나리오 대비 20회 시뮬레이션에 대한 표준편차는 상대적으로 높아 Base Run 시나리오

와 비슷한 표준편차를 보였다. 주택가격상승폭도 상대적으로 빨리 낮아지는 효과를 보였는데, Base Run 시나리오 대비 2~3개월 먼저 가격상승폭이 (-)로 변동되었다. 가격상승기대는 장기로 갈수록 Base Run대비 상승기대가 낮아지는 폭이 큰 것을 확인할 수 있다. 위의 결과를 토대로 정책실험 결과표를 정리하면 다음과 같다.

표 5-8 | 재건축 규제완화 정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오		시나리오별 실험결과
재건축 규제완화	용적율 완화 (100% → 150%)	<p>(주택가격) 규제완화 이후 단기적으로 Base Run과 유사한 흐름을 보이며 주택가격이 상승하는 경향을 보이지만, 중장기로 갈수록 기본 시나리오 대비 주택가격은 낮아지는 모습을 나타냄</p> <p>(가격상승률/가격상승기대) 규제완화 시점 이후 가격상승률은 소폭상승후 기본시나리오 대비 먼저 하락하는 행태를 보이고, 상승기대 또한 상대적으로 더 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 용적율 완화 정책이후 사업지 주변지역에 일시적으로 가격상승기대가 형성되며 가격상승이 지속되는 경향을 보임. 그러나 중장기적으로 이주와 입주이후 공급공백시점을 거치면서 주택가격 및 상승률은 둔화 및 안정화 단계를 거침</p>

자료: 연구진 작성

(6) 종합(시사점)

이 절에서는 다양한 주택정책이 시장에 미치는 영향을 본 연구에서 구축한 ABM모형을 활용하여 실험하였다. 주택정책별 실행목표에 따라 각 요소별 시뮬레이션 효과를 정리하면 다음과 같다.

① 주요 시나리오 정책별 일반 목표

규제지역 지정은 주택시장의 단기과열 진정(투자수요 등 규제)이 목표이며, 주택공급 확대는 중장기적 주택가격 안정을 기대하는 것이 목표이다. 이와 함께, DTI, LTV 등의 금융규제는 투자수요의 레버지리 여력을 감소시키기 위해 자기자본 차입 여력을 줄여 시장을 안정화 하고자 하는 것을 목표로 한다. 즉, DTI 강화정책은 소득

기반 대출상환 규제로 레버리지 투자 차단할 수 있고, LTV 강화 정책은 담보가치 한도 규제로 대출총량을 축소하여 시장을 안정시키고자 하는 것을 목표로 한다. 재건축 규제완화는 도심공급 확대를 통한 수요맞춤형 신규주택 공급 확대와 노후재고주택 정비를 통해 주택시장의 가격안정과 주거수준을 향상시키는 것을 목표로 한다.

② 정책별 시뮬레이션 효과

앞서 실시한 기본 시나리오 대비 정책별 시뮬레이션 효과를 정리하면 다음과 같다.

표 5-9 | 단일정책별 시뮬레이션 효과

정책	가격수준	가격상승률	가격상승기대	공간적 파급
규제지역 지정	▼둔화 → 하락(중장기)	-/▼ 둔화(상승속도 둔화) → 하락(상승억제)	▼단기 위축 → 지속 하락	규제지역 단기 하락, 일부 풍선효과 발생
주택공급 확대	-/▼소폭둔화 → 하락(중장기)	▼둔화 → 하락(상승억제)	-/▼ 장기적 위축/안정	가격의 공간적 격차 완화
DTI 강화	-/▼둔화 → 하락(중장기)	-/▼ 둔화(상승속도 둔화) → 하락(상승억제)	▼급격한 위축 → 완만한 하락	차선호지역 영향
LTV 강화	-/▼둔화 → 하락(중장기)	-/▼ 둔화 → 하락(상승억제)	▼급격한 위축 → 완만한 하락	광범위하게 영향
재건축규제 완화	-/▼둔화 → 소폭하락 (중장기)	-/▼ 둔화 → 하락(상승억제)	-/▼ 위축	사업주변지역 일시적 가격상승후 중장기 안정

자료: 연구진 작성

<표 5-9>는 각 시뮬레이션 결과를 바탕으로, 가격수준, 가격상승률, 시장기대심리, 공간적 파급효과 등의 영향을 단순화하여 정리한 결과표를 도출하였다. 이는 주택가격 상승기 행태기반 모형의 시뮬레이션 결과로, 향후 주택가격 상승이 다양한 정책실험 결과가 어떻게 제시될 수 있는지를 예시적으로 정리한 자료이다. 아래 제시된 <표 5-10>은 시뮬레이션 결과를 보다 상세하게 정리, 보고하는 틀로서 향후 주택가격 상승기 정책 실험 시 활용할 수 있는 보고서의 틀로 제시하였다.

표 5-10 | ABM 활용 단일정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오		시나리오별 실험결과	가격수준
규제지역 설정	7개 구역 금융, 조세규 제 강화	<p>(주택가격) 규제충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 둔화되며, 규제기간이 길어질수록 그 격차는 커지는 행태를 보임. 공간적으로는 규제도입초기 풍선효과가 관찰</p> <p>(가격상승률/심리) 규제 충격 이후 주택가격상승률과 기대심리가 상대적으로 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제지역 설정이 가격상승 기대가 높은 선호지역의 사용자비용을 높여 가격상승이 제한될 가능성이 높아지면서, 이러한 선호지역에 대한 기대심리 변화로 가격상승폭이 낮아지며, 가격상승폭 하락은 이를 목격한 시장 참여자들이 가격 상승에 대한 기대수준을 하향 조정하도록 만드는 순환고리를 형성. 즉 규제지역 지정은 주택가격과 상승기대의 상호작용으로 지속적으로 가격상승기대와 가격 상승폭이 낮아지는 시장안정의 긍정적 순환고리(positive feedback loop)가 형성된 결과로 이해될 수 있음</p>	-/▼둔화 → 하락(단기)
공급 정책	공급 확대 (1.5배)	<p>(주택가격) 공급충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 Base Run 대비 둔화되며, 장기적으로 그 격차는 커지는 행태를 보임</p> <p>(가격상승률/기대심리) 공급 충격 이후 주택가격상승률과 기대심리가 상대적으로 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 주택공급 확대는 기대심리 조정에 따른 단기적 영향과 중장기적 공급 물량 확대에 따른 매도매수 측면 압력 완화 효과로 중장기적으로 Base Run 대비 시장안정의 효과가 나타나는 것으로 분석</p>	-/▼둔화→ 하락(중장기)
금융 정책	DTI 규제 강화 (60% → 40%) LTV 규제 강화 (70% → 60%)	<p>(주택가격/가격상승률) 규제충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 둔화되며, 규제기간이 길어질수록 그 격차는 커지는 행태를 보임</p> <p>(가격상승기대) 규제 충격시점부터 기대심리가 급격히 위축되며, 이는 주택가격에 영향을 미침</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 금융규제가 강화되면 자기자본 제약(LTV)과 상환능력 제약(DTI)으로 시장의 수요구조, 시장기대심리, 거래행태가 변화. 금융규제로 모형 내 행위자 행동규칙의 자본조달구조 변화로 신규진입 수요 감소와 고가주택의 레버리지 수요 감소로 이어지는 한편 기대수익률 하락에 따른 가격상승 기대 감소로 시장이 Base Run 대비 안정세를 보이는 결과로 귀결</p>	-/▼둔화→ 하락(중장기)
재건축 규제 완화	용적률 150%	<p>(주택가격) 규제완화 이후 단기적으로 Base Run과 유사한 흐름을 보이며 주택가격이 상승하는 경향을 보이지만, 중장기로 갈수록 기본 시나리오 대비 주택가격은 낮아지는 모습을 나타냄</p> <p>(가격상승률/가격상승기대) 규제완화 시점 이후 가격상승률은 소폭상승후 기본시나리오 대비 먼저 하락하는 행태를 보이고, 상승기대 또한 상대적으로 더 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 용적을 완화 정책이후 사업지 주변지역에 일시적으로 가격상승기대가 형성되며 가격상승이 지속되는 경향을 보임. 그러나 중장기적으로 이주와 입주이후 공급공백시점을 거치면서 주택가격 및 상승률은 둔화 및 안정화 단계를 거침</p>	-/▼둔화→ 하락(중장기)

자료: 연구진 작성

2. 정책 중첩에 의한 시장 영향 시뮬레이션

정책효과의 경우 단편적인 정책효과와 2가지 이상 정책이 중첩되었을 때 결과가 방향과 강도 측면에서 크게 달라질 수 있다. 영향이 다르게 나타날 수 있는 두 정책이 동시에 시행될 경우 영향력의 상충으로 정책효과가 반감되는 결과가 도출되는 등 정책의 중첩적 시행은 단수의 정책 시행과는 다른 결과로 귀결될 수 있기 때문이다. ABM 모형은 정책 중첩에 따른 예상치 못한 결과로의 귀결을 사전적으로 시뮬레이션 하는데 매우 유용한 도구로 인식된다.

따라서 다양한 시나리오에 기반한 정책 중첩 효과 시뮬레이션 한 결과를 앞 절에서 제시한 ABM 정책활용 결과표 양식을 활용하여 제시하였다. 이를 바탕으로 다양한 정책 중첩 시나리오 실험 결과에 기반하여 정책 중첩에 대한 결과를 도출하고 이를 바탕으로 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

(1) 규제지역 지정 + 수도권 전역 LTV, DTI 강화(시나리오 7)

정책 시뮬레이션을 위한 시나리오 7은 수도권 내 7개 최선호되는 단위구역을 규제지역으로 지정하는 동시에, 수도권 전역에 금융규제를 강화한 경우를 가정하여 모형을 설정하고 분석 수행하였다.

규제지역 지정은 수도권 내 7개 단위구역을 조정대상지역 등 규제지역으로 지정하고, 금융규제의 경우, 규제지역 지정과 별개로 수도권 전역에 대해 DTI 60 → 40%, LTV 70 → 60%로 강화 하였으며, 규제지역 7개 단위구역은 보다 강한 수준의 금융규제를 적용하여 DTI 60 → 40%, LTV 70 → 50%로 강화하고 하고 2주택 이상 보유세대의 신규 대출을 전면 금지하는 것으로 설정하였다. 세제의 경우 규제지역 내 다주택자에 대한 세율을 강화하여, 취득세는 2주택자 8%, 3주택자 12%, 양도세는 2주택자 +20%, 3주택자 +30%로 설정(기본세율 1~3%)하였다. 규제 시점은 기본시나리오 대비 36개월 시점(36 tick)에 도입되는 것으로 설정하여, 정책 충격 이후 시장의 단

기·중장기 반응을 분석하였다. 본 시나리오는 규제지역 지정에 따른 공간적 효과와 수도권 전역의 신용제약에 따른 광역적 효과가 복합적으로 작용하는 상황을 가정하였으며, ABM 모형을 통해 가격, 기대, 거래량의 변화를 비교하였다.

표 5-11 | 규제지역 지정 및 수도권 전역 금융 규제 정책 시뮬레이션에 활용한 가정

구분	해당 구역	해당내용
금융규제	수도권 전역	LTV: 60%, DTI: 40% (단, 규제지역은 LTV50%, 2주택 이상 보유 세대 대출 금지)
취득세 규제	규제지역 7대 단위구역	2주택자 8%, 3주택자 12% (기본 취득세 1~3%)
양도세 규제	규제지역 7대 단위구역	2주택자 +20%, 3주택자 +30%

자료: 연구진 작성

시나리오 7은 규제지역 지정과 수도권 전역의 LTV·DTI 강화를 중첩함으로써 가격 수준, 가격 상승률, 기대심리 모두에서 시장안정 효과가 상대적으로 명확하게 나타났다.

(평균주택가격)

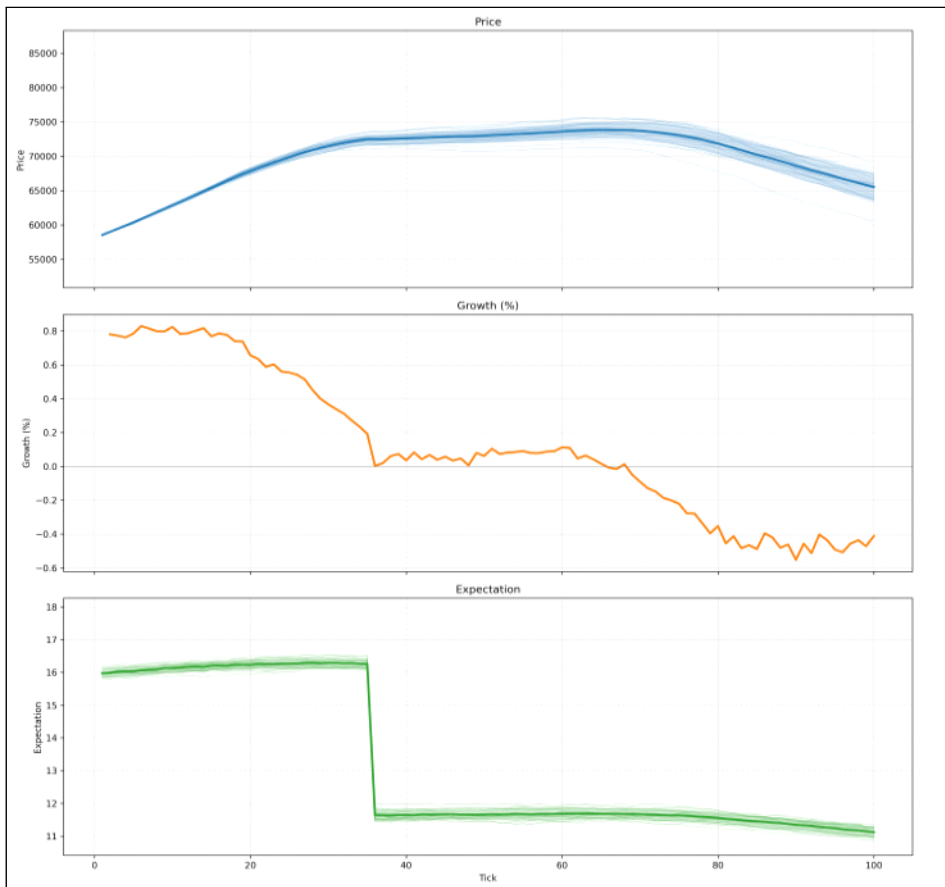
평균주택가격 변화를 분석해보면, 정책 도입 이전까지 상승 추세를 유지하며 약 7억 5천만원 수준까지 상승하였다. 그러나 36tick 이후 상승 기울기가 급격히 둔화되었고, 일정 시차를 두고 가격은 하락 전환되었다. 이후 가격은 점진적으로 조정되며 Base Run보다 상대적으로 낮은 약 6억5천만원 수준까지 하락하는 경로를 보였다. 이는 Base Run 대비 더 큰 조정을 받는 것으로, 수도권 전역의 신용제약 강화가 총수요를 구조적으로 위축시킨 결과로 해석된다. 특히 가격상승 기대의 급락 → 가격상승률 둔화 → 가격 하락이라는 순환적 경로가 형성되면서, 기대와 가격 간 상호작용이 하향 안정화 방향으로 작동하는 구조가 확인된다.

(주택가격상승률) 가격상승률은 정책 도입 이전 약 0.8% 수준을 유지하다가, 36tick에서 0% 수준으로 하락하였다. 이후 일시적 반등이 나타났으나 상승세는 지속되지 못하고 점차 둔화되었다. 70tick 전후에는 상승률이 (-)영역으로 진입하며 약 -0.4 ~ -0.5% 수준까지 하락하였다. 이는 기대수준 하락이 누적되면서 가격 조정 압력이 현

실화된 결과로 해석된다. 즉, 단기 충격 이후 완충 국면을 거쳐 구조적 둔화가 심화되는 단계적 조정 경로가 나타난다.

(시장 가격상승 기대) 정책 충격 시점 이후 기대치가 하락하며, 약 16.3 → 11.6 수준으로 떨어진 후 완만한 하락세가 지속되어 Base Run 대비 가격상승기대가 크게 낮아지는 것으로 나타났다. 급락 구간 이후에도 지속적인 기대 하락이 이어져, 시장 전체의 기대수익이 하향 안정화된 모습을 보인다. 이는 전역적 LTV·DTI 강화와 규제 지역 지정의 중첩으로 인해 상승에 대한 기대감이 위축된 결과로 해석된다.

그림 5-10 | 규제지역 지정 + 수도권 금융 규제 강화 시나리오 시뮬레이션 결과

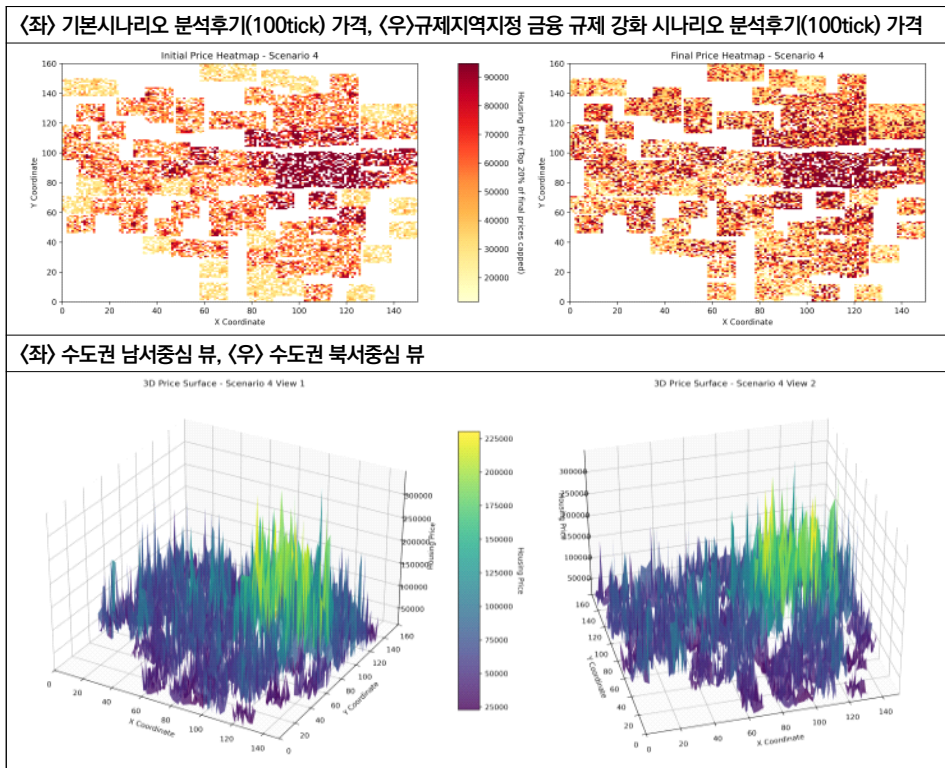


자료: 연구진 작성

위의 분석결과를 수도권을 중심으로 heat-map로 나타내보면 다음과 같다.

규제지역지정과 동시에 수도권 전역의 DTI, LTV 강화된 시나리오에서도, 규제지역 (서초, 강남, 송파, 용산 등)을 중심으로 가격이 소폭 하락하고, 일부 비규제 지역의 가격이 상대적으로 소폭 상승하는 패턴이 관찰된다. 이러한 결과는 규제지역 단일 시나리오에서 나타났던 단기 풍선효과와 함께 신용제약 하에서 규제지역 지정에 따른 지역별 조정속도와 거래 활동의 차이가 더해져 발생한 완만한 공간 조정 효과로 해석된다.

그림 5-11 | 규제지역 지정 + 수도권 금융 규제 강화 시나리오 분석시점 및 관점별 가격 도식화



자료: 연구진 작성

(Base Run 과의 비교) 규제지역 지정과 금융규제 중첩 시나리오 시뮬레이션 결과를 Base Run과 비교해보면, Base Run보다 상대적으로 낮은 약 6억5천만원 수준까지

하락하는 경로를 보였다. 이는 Base Run 대비 더 큰 조정을 받는 것으로, 수도권 전역의 신용제약 강화가 총수요를 구조적으로 위축시킨 결과로 해석된다. 가격상승기대는 특히 금융규제의 중첩 효과로 인해 Base Run 대비 크게 낮아지는 것으로 나타났다. 또한 두 정책의 중첩 시행은 시장참여자 상승 기대에 큰 영향을 미치는 최선호지역의 주택사용자비용 증가 및 수요 억제에 따른 가격상승률 하락과 전역적 금융규제에 의한 기대수준 하락의 중첩으로 급락 구간 이후에도 지속적인 기대 하락이 이어지는 것으로 나타났다.

(2) 공급확대 및 재건축 규제 완화 (시나리오 8)

시나리오 8은 정부의 주택공급 확대 정책과 재건축 규제 완화를 동시에 시행하는 경우를 가정하여 모형을 설정하고 정책실험을 시행하였다. 본 시나리오는 공급 측면에서의 구조적 완화를 통해 시장의 중·장기 가격 경로가 어떻게 변화하는지를 본 연구를 통해 구축한 ABM 모형을 활용하여 분석하는 데 목적이 있다. 이에 따라 두가지 정책에 대한 시나리오는 다음과 같이 설정하였다. 먼저 공급확대 정책은 수도권 주택공급량을 기존 대비 1.5배 수준으로 확대하는 공급 충격을 36tick에 발생하도록 설정하였다. 다음으로 재건축 규제 완화정책은 재건축 사업과 관련된 제도적 제약을 완화하여 정비사업이 보다 원활하게 추진될 수 있도록 설정하였다. 이를 통해 중장기적으로 추가 공급이 내생적으로 증가하는 구조를 모형에 반영하였다.

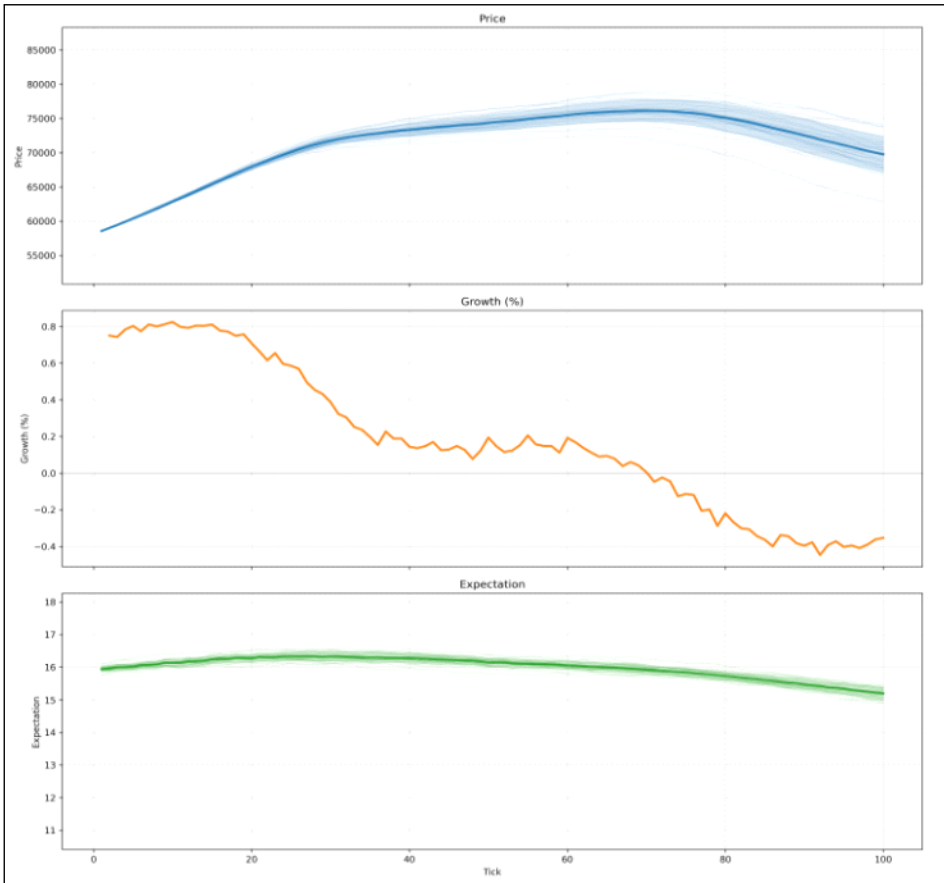
본 시나리오는 신용제약이나 세제 강화와 같은 수요 억제정책이 아니라, 공급 확대를 통한 구조적 가격안정 효과를 분석하는 데 초점을 두었다. ABM 모형을 통해 가격, 가격상승률, 시장 기대의 변화를 비교하였다.

(평균 주택가격) 주택가격은 초기 지속적으로 상승하여 약 7억 6천만원 내외에서 정점을 형성한 이후 완만하게 하락하는 경로를 보인다. 공급 확대 시점 이후 가격이 즉각적으로 급락하지는 않으나, Base Run과 비교할 때 상승폭은 상대적으로 제한적인 반면 하락폭은 확대되어 중장기적으로 주택가격수준이 Base Run보다 낮아지는 것으로 분석되었다. 이는 공급 확대와 재건축 규제 완화는 단기적인 가격 하락보다는 중장기

적으로 시장 안정에 영향을 미치는 특성이 공급 확대 정책 중첩에서도 유지된 결과인 것으로 보인다.

(주택가격상승률) 가격상승률은 초기 약 0.8% 수준에서 시작하여 점차 둔화되는 경향을 보인다. 70tick 이후에는 (-) 영역으로 진입한다. 다만 하락폭은 약 -0.3 ~ -0.4% 수준으로 비교적 완만하다. 이는 공급 확대가 시장 과열을 완화하는 효과는 있으나, 급격한 가격 조정을 유발하지는 않음을 시사한다.

그림 5-12 | 공급확대 + 재건축 규제 완화 시나리오 시뮬레이션 결과



자료: 연구진 작성

(시장 가격상승 기대) <그림 5-12>에 나타난 바와 같이, 가격상승 기대는 급격한 충격 없이 완만한 흐름을 보인다. Base Run과 비교할 때 초기 상승폭은 상대적으로 훨씬 완만하고, 중장기적으로 기대심리의 하락 속도는 유사하게 나타나 중장기적 측면 뿐 아니라 중단기적으로도 가격상승기대를 낮추는 효과가 나타났다. 이는 공급 확대 충격만 주는 시나리오 보다 여러 공급 정책의 중첩의 심리적 안정효과가 더 클 수 있다는 점을 시사한다. 또한 이는 공급정책이 수요를 직접적으로 제약하는 방식이 아니라, 장래 공급 증가에 대한 인식 변화를 통해 기대를 점진적으로 조정하는 구조임을 보여주는 것으로 판단된다.

(Base Run 과의 비교) 공급확대와 재건축 규제 완화 중첩 시나리오 시뮬레이션 결과를 Base Run과 비교해보면, 상승폭은 상대적으로 제한적인 반면 하락폭은 확대되어 중장기적으로 주택가격 안정 효과가 지속적으로 나타났다. 이는 단기적으로 가격상승 기대 하락의 효과에 따른 상승폭 제한과 중장기적으로 재고 확충에 따른 시장안정 효과가 중첩된 효과로 판단된다. 가격상승 기대의 경우 Base Run과 비교할 때 초기는 상대적으로 완만하게 상승하고, 중장기적으로 기대심리의 하락 속도는 유사하게 나타나 중장기적 측면 뿐 아니라 중단기적으로도 상승기대를 안정시키는 방향으로 영향이 나타났다. 이는 공급 확대 충격만 주는 시나리오 보다 여러 공급 정책의 중첩의 심리적 안정 효과가 더 클 수 있다는 점을 시사한다.

(3) 규제지역 지정 + 공급확대 및 재건축 규제 완화 (시나리오 9)

시나리오 9는 규제지역 지정을 유지한 상태에서 수도권 주택공급을 기존 대비 1.5배로 확대하고, 동시에 재건축 규제를 완화하는 3가지 정책이 중첩되는 경우를 가정하여 모형을 설정하고 분석을 수행하였다. 공급 충격은 36개월 시점에 발생하도록 설정하였다. 금융 및 세제 부문은 기본 시나리오 수준을 유지하였다. 이러한 정책 중첩 시나리오를 통해 지역별 규제를 유지하면서 공급 측면의 구조적 확대가 가격 및 기대 경로에 미치는 영향을 살펴보고자 한다.

(평균 주택가격) 이번 시나리오에서는 규제지정 지정을 통한 단기적인 공간적 가격

안정정책으로 수요측면에서 가격 안정을 유도하고, 동시에 공급 확대를 통해 중장기적 가격 안정 효과를 예상할 수 있다. 실제 시뮬레이션 결과 가격은 초기 상승을 지속하여 약 7억 5천만원 내외에서 정점을 형성한 것으로 나타났다. 규제 충격이 가해지는 36tick 이후 즉각적인 급락은 나타나지 않으며, 상승 기울기가 점차 둔화되었으며, 이후 약 70tick 전후부터 가격은 완만한 하락세를 보였다. 또한 공간적 측면에서는 규제 지역 지정에 따른 규제지역 내 단기 하락과 주변지역 내 풍선효과가 공간적으로 나타났다. Base Run과 비교하면 초기 상승폭은 상대적으로 더 완만한 반면 하락폭은 유지되어 규제 중첩 시행에 따른 안정효과가 크게 나타났다. 이는 단일 정책만 시행했을 경우나, 공급 정책 중 재건축 규제완화와 공급확대 정책을 중첩한 경우보다 시장안정 효과가 상대적으로 더 크게 나타나는 것으로 시뮬레이션 되었다.

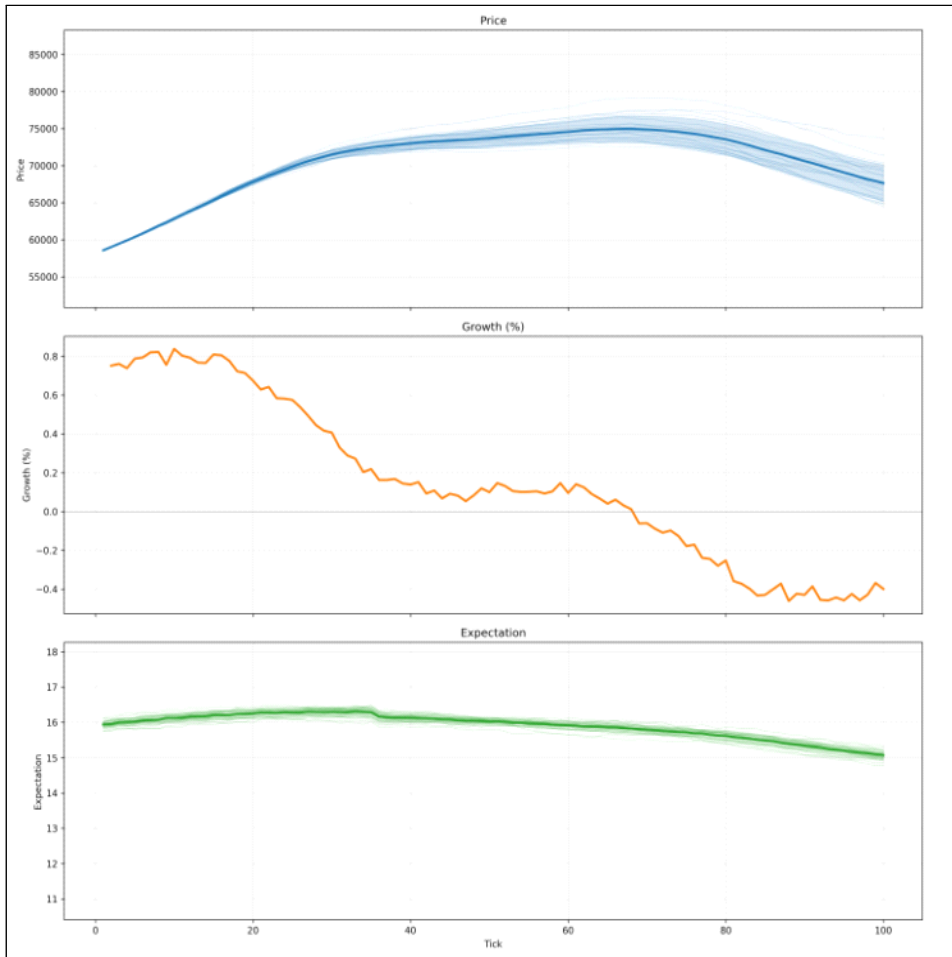
(주택가격상승률) 가격상승률은 약 0.8% 수준이던 상승률은 30tick 이후 빠르게 둔화되었으며, 36tick 이후 상승률은 점차 하락하여 70tick 전후에는 0%를 하회하고, 중기 이후에는 약 -0.4% 내외까지 낮아져 정책 중첩에 따른 시장 안정이 더 명확하게 나타나는 것으로 분석되었다. 이는 규제지역 지정과 공급 확대 효과가 중첩으로 인해 누적되면서 가격 조정 압력이 상대적으로 더 높게 나타나는 과정으로 해석된다. 다만 상승률의 음(-) 전환은 급격하지 않으며, 비교적 완만한 경로를 따른다.

(시장 가격상승 기대) 앞선 정책실험에서 살펴본 바와 같이 공급정책과 규제지역 정책은 모두 시장 가격상승을 기대를 낮추는 요인으로 작용한다. 정책 중첩 시뮬레이션에서도 이런 기본 방향 하에서 정책에 따른 가격상승기대 하락 정도가 단일 규제보다 상대적으로 더 커지는 것으로 나타났다. 시뮬레이션 결과 정책 도입 이후 가격상승 기대는 완만한 하락 경로로 전환되며, 100tick 시점에는 Base Run보다 낮게 나타나며, 단일 정책 도입보다도 더 기대수준이 더 낮아지는 것으로 나타났다.

(Base Run 과의 비교) 규제지역 지정, 공급확대와 재건축 규제 완화를 포함하는 3가지 정책 중첩 시뮬레이션 결과를 Base Run과 비교하면 초기 상승폭은 상대적으로 더 완만한 반면 하락폭은 유지되어 규제 중첩 시행에 따른 안정효과가 나타났다. 또한 단일정책 시행시보다 가격 안정에 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 가격상승기대

또한 장기적으로 Base Run보다 낮아지는 것뿐만 아니라 단일정책 시행시보다 낮게 나타나 정책의 중첩 시행이 시장참여자들의 가격상승기대를 낮추어 결과적으로 주택가격 수준도 상대적으로 안정시키는 영향이 있음을 시사하였다.

그림 5-13 | 규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제 완화 시나리오 시뮬레이션 결과



자료: 연구진 작성

(4) 규제지역 지정 + 공급확대 및 재건축 규제 완화 + 금융규제 (시나리오 10)

정책 시물레이션을 위한 시나리오 10은 시나리오 9(규제지역 지정 + 공급확대 1.5배 + 재건축 규제 완화)에 추가로 수도권 전역의 금융규제를 강화한 경우를 가정하여 모형을 설정하고 분석을 수행하였다. 공급 충격 및 금융규제 충격은 36개월 시점(36tick)에 동시에 발생하도록 설정하였다. 이 시나리오를 통해 공급 확대, 규제지역 지정, 금융 규제 정책이 모두 동시에 도입될 경우 Base Run이나 단일정책을 도입하는 경우와 비교해서 기대와 가격 경로가 어떻게 변화하는지를 파악해 볼 수 있다.

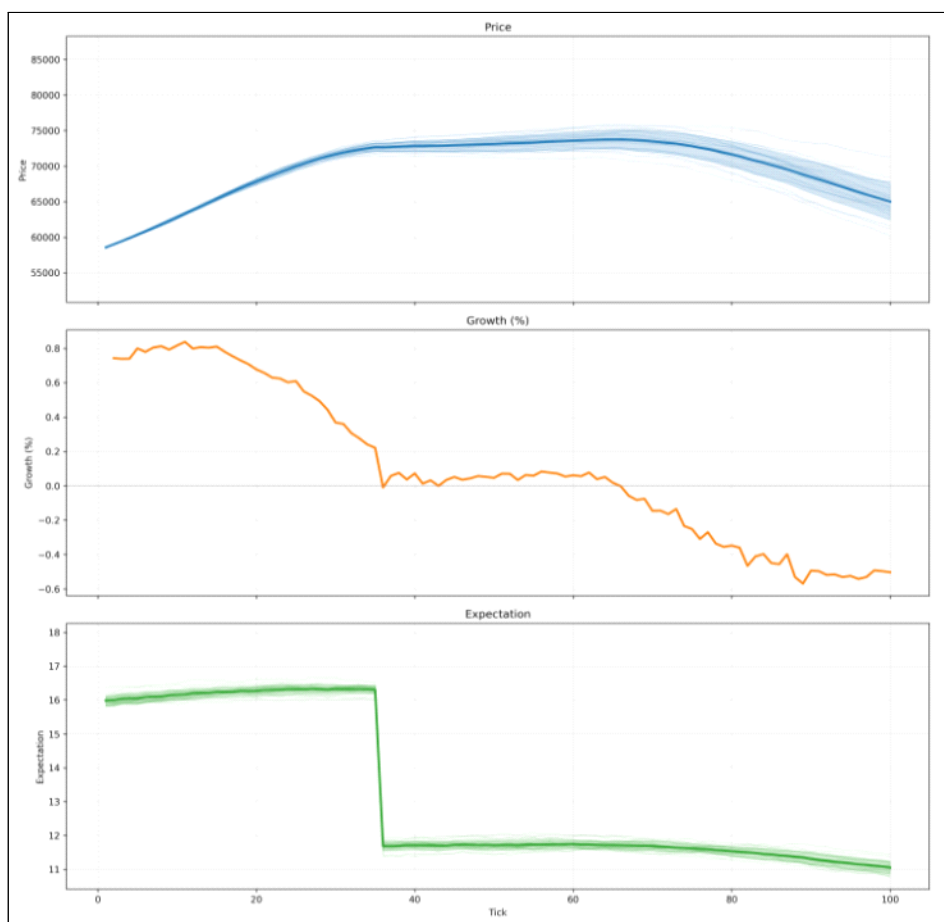
(평균 주택가격) 공급·규제지역·금융규제를 포함하는 3가지 측면 규제의 동시 시행은 가장 강력한 효과를 발휘할 가능성이 높은 정책조합으로 예상된다. 실제 시물레이션 결과 주택가격 경로를 보면, 정책이 도입된 36tick 이후 상승세가 급격히 둔화되는 것으로 나타났다. 흐름 상 단기 급락은 나타나지 않으나, 상승 기울기가 빠르게 낮아지고 중기 이후 하락 국면으로 전환되었으며, 최종적으로 100tick 시점에는 다른 정책 시물레이션 대비 가장 낮은 수준까지 조정되는 모습이 나타난다. 이는 3가지 측면의 정책 중첩 효과가 결합되면서 총수요 위축 효과가 강화된 결과로 해석된다.

(주택가격상승률) 가격상승률도 상대적으로 낮은 수준으로 빠르게 하락하는 것으로 나타났다. 실험 결과 주택가격상승률은 36tick에서 0% 수준으로 하락한 후 70tick 이후에는 상승률이 음(-) 영역으로 진입하며 약 -0.5% 내외까지 하락하는 것으로 나타났다. 이는 Base Run과 다른 시나리오 대비 낮은 가격상승기대 수준과 행위자 행태에서 매수행태를 제약하는 정책효과의 중첩으로 인해 가격 조정 압력이 보다 빠르게 현실화되는 과정으로 이해할 수 있다.

(시장 가격상승 기대) 앞선 정책실험들에서 살펴본 바와 같이 공급정책과 규제지역 정책 등 각각의 단일 정책들은 모두 시장 가격상승을 기대를 낮추는 요인으로 작용하였으며, 정책 중첩시 가격상승기대 또한 상대적으로 더 낮은 수준을 나타내는 것으로 분석되었다. 이런 흐름 하에서 4가지 정책의 중첩 시물레이션 결과 기대 수준이 크게 낮아진 것으로 나타났다. 특히 앞선 단일 정책 실험에서 금융규제가 가격상승기대에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이러한 부분이 반영되어 공급정책이나 규제지역 지

정정책을 중첩하는 경우보다 가격상승기대가 크게 하락하는 것으로 나타났다. 이는 기본 시나리오와 가장 뚜렷하게 대비되는 부분으로, 공급 확대만 있을 경우 기대가 점진적으로 조정되었던 것과 달리, 금융규제 강화가 기대 형성 구조 자체를 즉각적으로 전환시키는 충격으로 작용했음을 보여준다. 즉, 레버리지 제약이 기대수익률을 직접적으로 낮추면서 기대의 구조적 하향 전환이 발생하였다.

그림 5-14 | 규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제 완화 + 금융규제 시나리오 시뮬레이션 결과



자료: 연구진 작성

(5) 종합(시사점)

주택정책(중첩)별 실행목표에 따라 각 요소별 시물레이션 효과는 다음과 같다.

표 5-12 | 중첩정책별 시물레이션 효과

정책	가격수준	가격상승률	가격상승기대	공간적 파급
규제지역 지정 + 수도권 전역 금융규제 강화	▼빠른 둔화 → 하락(중장기)	▼ 급격한 둔화 → 하락	▼ 큰 폭 위축	규제지역 단기 하락, 일부 풍선효과, 수도권 전역 수요감소
주택공급 확대 + 재건축 규제완화	-/▼원만한 둔화 → 하락(중장기)	-/▼원만한 둔화 → -/▼하락	둔화 → ▼위축	공급지 인접지 가격 일시적 상승후 중장기 안정
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축규제 완화	-/▼둔화 → 하락(중장기)	-/▼둔화 → 하락	둔화 → ▼위축	규제지역 단기 하락, 일부 풍선효과, 중장기 전역 안정
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제완화 + 금융규제	-/▼빠른 둔화 → 하락(중장기)	/▼상승세 빠른 둔화 → 하락	▼큰 폭 위축	수도권 전역 격차 축소

자료: 연구진 작성

각 시물레이션 결과를 바탕으로, 표 5-12에서는 정책의사결정시 참고 할 수 있도록 가격수준, 가격상승률, 시장기대심리, 공간적 파급효과 등의 영향을 단순화하여 정리한 결과표를 도출하였다. 이는 주택가격 상승기 행태기반 모형의 시물레이션 결과로 향후 정책 수립에 참고할 수 있는 자료 중 하나로 기능할 수 있을 것으로 기대된다. 이를 통해, 단기 규제보다 예측 가능한 중기적 정책 예측 가능성을 강화하고, 금융, 세제 등 정책수단의 조합 효과를 사전에 점검하여 정책 시행 시 시장 반응의 비대칭성을 사전에 시험해볼 수 있는 도구로서 활용될 수 있음을 확인할 수 있었다. 표 5-13은 정책 중첩 시물레이션 결과를 보다 상세하게 정리, 보고하는 틀로서 향후 주택가격 상승기 정책 실행 시 활용할 수 있는 정책실험 결과 제시의 틀로서 제시하였다

표 5-13 | ABM 활용 중첩정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오	시나리오별 실험결과	가격수준
규제지역 지정 + 수도권 전역 금융규제 강화	<p>(주택가격/가격상승률) 규제충격 이후, 가격수준 변화와 가격상승률이 둔화되었고, 일정 시차를 두고 하락 전환. 공간적으로 규제지역 하락, 주변지역 소폭 상승하는 풍선효과가 관찰</p> <p>(기대심리) 규제 발동 이후 상승기대심리가 급격히 하락하였으며, 이후 완만한 하락세</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제지역 지정과 금융규제 강화를 혼합한 정책은 가격상승기대 하락 및 수요 억제 효과로 가격상승률이 빠르게 하락하는 요인이 되며, 기대심리 위축으로 인해 가격상승폭이 둔화. 중장기로는 정책효과로 인한 기대 하락과 가격 하락의 순환고리 형성에 따른 시장 안정이 나타났으며, 공간적으로는 규제지역 단일 작용에 더해 금융규제에 따른 효과가 중첩되어 규제지역 위축과 소폭의 풍선효과가 나타남</p>	<p>▼빠른 둔화 → 하락(단기)</p>
주택공급 확대 + 재건축 규제완화	<p>(주택가격/가격상승률) 정책시행시점 이후 가격 및 가격상승률이 즉각적으로 급락하지는 않으나, 상승 기류가 점차 둔화되고 중기 이후 하락 전환</p> <p>(기대심리) 정책시행 이후 상승기대심리가 완만히 하락하며 중장기적으로 안정화</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 공급확대 정책과 재건축 규제 완화를 혼합한 정책은 중기이후 공급이 가시화됨에 따라 가격 안정 또는 하락효과가 발생하며, 기대심리는 단기 소폭 상승 후 안정되는 경향을 보임. 이는 공급 확대 기대에 따른 가격상승기대 완만한 하락과 신규 주택 공급 확대에 따른 시장 가격 안정이라는 공급 확대 중첩의 중장기 시장 안정 효과를 보여줌. 단, 단기적 하락은 신속하게 나타나지 않을 수 있다는 점도 시사</p>	<p>-/▼둔화 → 하락 (중장기)</p>
규제지역 지정 + 공급확대 +재건축규제 완화	<p>(주택가격/가격상승률) 규제 및 공급 충격이후 즉각적인 급락은 나타나지 않으며, 상승률이 점차 둔화되다 하락세로 전환. 공급 확대 효과가 누적되면서 가격 조정 압력이 점진적으로 현실화되는 과정으로 판단</p> <p>(기대심리) 규제 이후 일시적으로 가격상승 기대심리가 하락되는 경향과 함께 장래 공급확대 효과로 심리는 완만히 하락</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제정책과 공급정책이 병행된 형태로, 수요 억제와 공급 신호가 동시에 작동함에 따라 단기적으로 가격상승을 억제하고, 중기이후 공급 증가로 하방 안정세를 보이며, 정책적으로 균형적인 시나리오로 판단됨</p>	<p>-/▼둔화 →하락 (중장기)</p>
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제완화 + 금융규제	<p>(주택가격) 규제/공급/금융 충격이후 단기 급락은 나타나지 않으나, 상승 기류가 빠르게 낮아지고 중기 이후 하락 국면으로 전환</p> <p>(가격상승률/기대심리) 규제/공급/금융 충격이후 가격상승률은 0%수준으로 빠르게 하락하여 중기이후 하락세로 전환하였고, 상승기대는 급락한 후 완만한 하락세를 유지</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 공간적 규제 + 공급 + 금융규제는 전방위적 정책조합으로 단기적으로 급격한 가격상승기대 하락으로 이어짐. 중장기적으로는 상대적으로 더 빠르게 더 낮은 가격 수준으로 안정적 국면에 접어드는 시나리오로 판단</p>	<p>▼빠른 둔화 → 하락 (중장기)</p>

자료: 연구진 작성



CHAPTER 6

결론

- 1. 주요 연구 내용 149
- 2. 연구의 의의와 한계 154

06 결론

이 장에서는 이 연구의 주요 내용을 요약·정리하고, 구축된 모형을 활용한 정책실험 결과를 바탕으로 정책적 시사점을 제시하였다. 이 연구는 1차년도에 구축한 매도·매수 중심 모형을 기반으로 공간적 파급효과와 신규 공급의 영향을 구현할 수 있도록 고도화하여 기존 재고주택시장의 매수·매도에 더해 신규주택공급까지 포함할 수 있는 모형을 구축하였다. 구축된 모형을 기반으로 정책실험을 시행한 결과를 바탕으로 향후 정책실험 결과를 활용하는데 기초가 되는 분석 틀까지 예시적으로 제시하였다. 이 연구는 부동산시장에 대한 다양한 정책실험이 가능한 현실 공간 기반의 대규모 ABM 모형을 최초로 제시하였으며, 이를 기반한 향후 정책실험 도구로서 활용 가능성을 충분히 보였다는 데 의의가 있다.

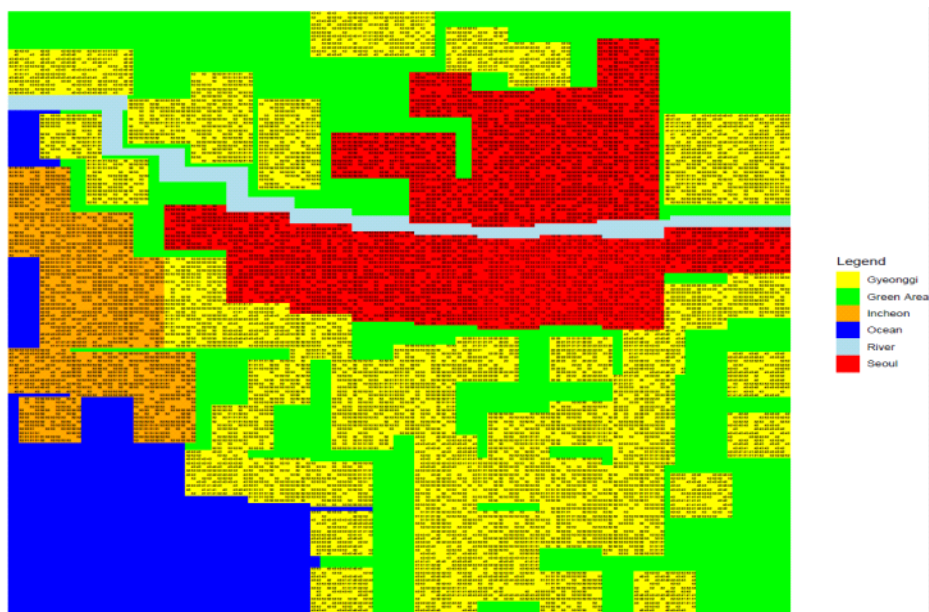
1. 주요 연구 내용

본 연구는 1차년도에 구축한 매도·매수 중심 모형을 토대로, 공간적 파급효과와 신규 공급의 영향을 반영할 수 있도록 모형을 고도화하였다. 이를 통해 기존 재고주택시장의 매수·매도 행태에 더해 신규 주택 공급까지 포괄하는 모형을 구축하였다. 1차년도 연구에서는 실제 현실의 행위자 행태를 반영하여 매도매수행태를 반영한 수도권 주택 매도매수 초도모형을 구축하였다. 그러나 1차년도 모형은 매도·매수 중심 모형으로 신규주택공급을 포괄하지는 못했으며, 공간적 확산 행태 등도 반영하지 못한 한계가 있었다. 앞서 살펴본 바와 같이 신규주택공급 부문과 공간적 확산은 주택시장과 정부정책 측면 모두에서 중요성과 필요성이 높은 것으로 나타나기 때문에 이를 보완할 필요가 있었다.

이에 본 2차년도 연구에서는 지구 지정 정책과 연계한 공간적 정책에 대한 실험과 신규주택공급과 관련한 정책 실험이 가능하도록 모형을 고도화, 확장하는 데 중점을 두고 연구를 추진하였다. 그 결과, 투기지역, 투기과열지구 등 지구지정 정책과 주택가격의 공간적 확산 과정 등을 실험할 수 있도록 기존 매도매수 모형을 고도화하여 아

래 <그림 6-1>과 같이 현실 수도권 공간과 유사한 가상의 공간상에서 주택의 매도매수, 주택가격의 공간적 확산이 일어날 수 있도록 모형을 개선하였다. 또한 신규주택공급 모형이 구축되어야 함을 감안하여 모형의 공간상에 신규주택공급이 가능한 나대지를 추가하고 실제 산지 등 지형지물을 반영하여 <그림 6-1>과 같이 현실과 더욱 유사한 공간으로 구성하였다.

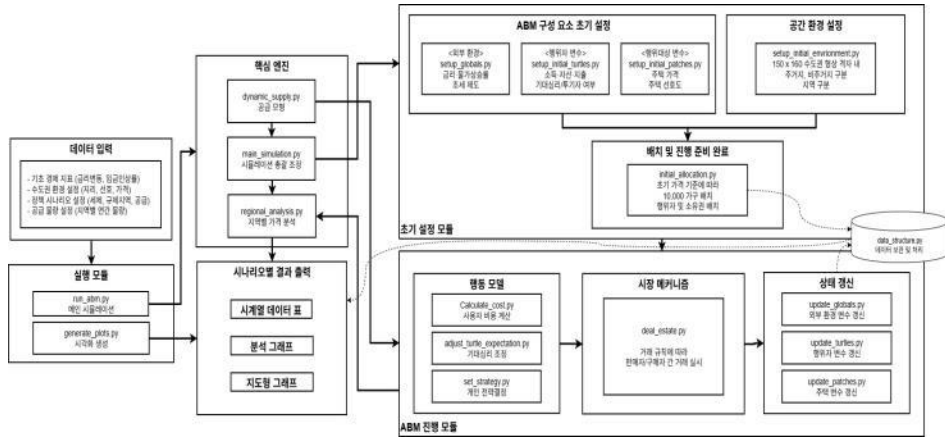
그림 6-1 | 2차년도 모형의 수도권 공간 구현 결과(상세)



주: 주택이 존재하는 셀에만 텍스트 표시함
 자료: 연구진 작성

이와 함께 신규주택공급모형을 추가로 구축하여 기 구축된 매도매수 모형과 결합하여 다양한 정책실험이 가능한 하나의 완결된 ABM 모형을 구축하였다. 통합모형의 개념도는 <그림 6-2>와 같으며, 공간 환경과 경제 환경 설정 후 정책이나 공급 시나리오를 다양하게 구성하여 부동산정책의 파급효과를 실험할 수 있도록 모형을 구축하였다.

그림 6-2 | 통합 모형 개요도



자료: 연구진 작성

한편, 구축된 모형으로 개별정책 및 중첩정책 시나리오별 시물레이션을 시행한 결과는 <표 6-1>, <표 6-2>와 같이 나타났다.

규제지역 지정정책의 경우 시장 심리를 위축시키는 영향이 있으나 규제 차등이 있으면 풍선효과가 생길 수 있음을 확인하였다. 공급 확대정책은 단기엔 상승기대가 가격을 지지할 수 있으나, 장기적으로 가격의 안정/하방 효과가 있었다. LTV·DTI규제 강화정책은 레버리지 투자를 위축시키면서 수요를 감소시켜 가격·상승률을 둔화시키는 영향과 금융규제의 영향력을 인식하고 있는 시장참여자들의 가격상승 기대 하락이 결합하여 영향을 미치는 것으로 나타났다. 재건축 규제 완화정책은 단기적으로 사업 활성화에 따라 일시적으로 가격 및 거래가에 대한 명확한 효과가 나타나지 않을 수 있으나, 중장기적으로는 공급확대에 따른 시장안정의 효과가 있음을 확인하였다.

정책중첩 시물레이션 결과, 규제정책(지구지정, DTI, LTV)의 효과가 중첩됨에 따라 상대적으로 시장안정의 효과가 단일 정책효과 대비 영향력이 큰 것으로 나타나는 반면, 공급정책(공급 1.5배, 재건축 용적률 완화)의 중첩 시나리오는 가격안정 효과가 상대적으로 중장기적으로 나타날 수 있음을 확인하였다.

표 6-1 | ABM 활용 단일정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오		시나리오별 실험결과	가격수준
규제 지역 설정	7개 구역 금융, 조세규제 강화	<p>(주택가격) 규제충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 둔화되며, 규제기간이 길어질수록 그 격차는 커지는 행태를 보임. 공간적으로는 규제도입초기 풍선효과가 관찰</p> <p>(가격상승률/심리) 규제 충격 이후 주택가격상승률과 기대심리가 상대적으로 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제지역 설정이 가격상승 기대가 높은 선호지역의 사용자비용을 높여 가격상승이 제한될 가능성이 높아지면서, 이러한 선호지역에 대한 기대심리 변화로 가격상승폭이 낮아지며, 가격상승폭 하락은 이를 목격한 시장 참여자들이 가격 상승에 대한 기대수준을 하향 조정하도록 만드는 순환고리를 형성. 즉 규제지역 지정은 주택가격과 상승기대의 상호작용으로 지속적으로 가격상승기대와 가격 상승폭이 낮아지는 시장안정의 긍정적 순환고리(positive feedback loop)가 형성된 결과로 이해될 수 있음</p>	-/▼둔화→ 하락(단기)
공급 정책	공급확대 (1.5배)	<p>(주택가격) 공급충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 Base Run 대비 둔화되며, 장기적으로 그 격차는 커지는 행태를 보임</p> <p>(가격상승률/기대심리) 공급 충격 이후 주택가격상승률과 기대심리가 상대적으로 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 주택공급 확대는 기대심리 조정에 따른 단기적 영향과 중장기적 공급 물량 확대에 따른 매도매수 측면 압력 완화 효과로 중장기적으로 Base Run 대비 시장안정의 효과가 나타나는 것으로 분석</p>	-/▼둔화→ 하락(중장기)
금융 정책	DTI 규제 강화 (60% → 40%) LTV 규제 강화 (70% → 60%)	<p>(주택가격/가격상승률) 규제충격 이후 기본 시나리오 대비 주택가격 상승이 둔화되며, 규제기간이 길어질수록 그 격차는 커지는 행태를 보임</p> <p>(가격상승기대) 규제 충격시점부터 기대심리가 급격히 위축되며, 이는 주택가격에 영향을 미침</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 금융규제가 강화되면 자기자본 제약(LTV)과 상환능력 제약(DTI)으로 시장의 수요구조, 시장기대심리, 거래행태가 변화. 금융규제로 모형 내 행위자 행동규칙의 자본조달구조 변화로 신규진입 수요 감소와 고가주택의 레버리지 수요 감소로 이어지는 한편 기대수익률 하락에 따른 가격상승 기대 감소로 시장이 Base Run 대비 안정세를 보이는 결과로 귀결</p>	-/▼둔화→ 하락(중장기)
재건축 규제 완화	용적률 150%	<p>(주택가격) 규제완화 이후 단기적으로 Base Run과 유사한 흐름을 보이며 주택가격이 상승하는 경향을 보이지만, 중장기로 갈수록 기본 시나리오 대비 주택가격은 낮아지는 모습을 나타냄</p> <p>(가격상승률/가격상승기대) 규제완화 시점 이후 가격상승률은 소폭상승후 기본시나리오 대비 먼저 하락하는 행태를 보이고, 상승기대 또한 상대적으로 더 위축</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 용적률 완화 정책이후 사업주 주변지역에 일시적으로 가격상승기대가 형성되며 가격상승이 지속되는 경향을 보임. 그러나 중장기적으로 이주와 입주이후 공급공백시점을 거치면서 주택가격 및 상승률은 둔화 및 안정화 단계를 거침</p>	-/▼둔화→ 하락(중장기)

자료: 연구진 작성

표 6-2 | ABM 활용 중첩정책실험 결과표 (안)

정책 시나리오	시나리오별 실험결과	가격수준
규제지역 지정 + 수도권 전역 금융규제 강화	<p>(주택가격/가격상승률) 규제충격 이후, 가격수준 변화와 가격상승률이 둔화되었고, 일정 시차를 두고 하락 전환. 공간적으로 규제지역 하락, 주변지역 소폭 상승하는 풍선효과가 관찰</p> <p>(기대심리) 규제 발동 이후 상승기대심리가 급격히 하락하였으며, 이후 완만한 하락세를 혼합한 정책은 가격상승기대 하락 및 수요 억제 효과로 가격상승률이 빠르게 하락하는 요인이 되며, 기대심리 위축으로 인해 가격상승폭이 둔화. 중장기로는 정책효과로 인한 기대 하락과 가격 하락의 순환고리 형성에 따른 시장 안정이 나타났으며, 공간적으로는 규제지역 단일 작용에 더해 금융규제에 따른 효과가 중첩되어 규제지역 위축과 소폭의 풍선효과가 나타남</p>	<p>▼빠른 둔화 → 하락(단기)</p>
주택공급 확대 + 재건축 규제완화	<p>(주택가격/가격상승률) 정책시행시점 이후 가격 및 가격상승률이 즉각적으로 급락하지는 않으나, 상승 기울기가 점차 둔화되고 중기 이후 하락 전환</p> <p>(기대심리) 정책시행 이후 상승기대심리가 완만히 하락하며 중장기적으로 안정화</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 공급확대 정책과 재건축 규제 완화를 혼합한 정책은 중기이후 공급이 가시화됨에 따라 가격 안정 또는 하락효과가 발생하며, 기대심리는 단기 소폭 상승 후 안정되는 경향을 보임. 이는 공급 확대 기대에 따른 가격상승기대 완만한 하락과 신규 주택 공급 확대에 따른 시장 가격 안정이라는 공급 확대 중첩의 중장기 시장 안정 효과를 보여줌. 단, 단기적 하락은 신속하게 나타나지 않을 수 있다는 점도 시사</p>	<p>-/▼둔화 → 하락 (중장기)</p>
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축규제 완화	<p>(주택가격/가격상승률) 규제 및 공급 충격이후 즉각적인 급락은 나타나지 않으며, 상승률이 점차 둔화되다 하락세로 전환. 공급 확대 효과가 누적되면서 가격 조정 압력이 점진적으로 현실화되는 과정으로 판단</p> <p>(기대심리) 규제 이후 일시적으로 가격상승 기대심리가 하락되는 경향과 함께 장래 공급확대 효과로 심리는 완만히 하락</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 규제정책과 공급정책이 병행된 형태로, 수요 억제와 공급 신호가 동시에 작동함에 따라 단기적으로 가격상승을 억제하고, 중기이후 공급 증가로 하방 안정세를 보이며, 정책적으로 균형적인 시나리오로 판단됨</p>	<p>-/▼둔화 →하락 (중장기)</p>
규제지역 지정 + 공급확대 + 재건축 규제완화 + 금융규제	<p>(주택가격) 규제/공급/금융 충격이후 단기 급락은 나타나지 않으나, 상승 기울기가 빠르게 낮아지고 중기 이후 하락 국면으로 전환</p> <p>(가격상승률/기대심리) 규제/공급/금융 충격이후 가격상승률은 0%수준으로 빠르게 하락하여 중기이후 하락세로 전환하였고, 상승기대는 급락한 후 완만한 하락세를 유지</p> <p>(상호작용 등 정책 도입에 따른 시장 변화 과정) 공간적 규제 + 공급 + 금융규제는 전방위적 정책조합으로 단기적으로 급격한 가격상승기대 하락으로 이어짐. 중장기적으로는 상대적으로 더 빠르게 더 낮은 가격 수준으로 안정적 국면에 접어드는 시나리오로 판단</p>	<p>▼빠른 둔화 → 하락 (중장기)</p>

자료: 연구진 작성

또한 이 연구에서는 구축된 ABM 모형이 주택시장 참여자의 실제 행태와 정책에 대한 반응을 반영하여 정책 효과를 사전에 점검할 수 있는 실용적인 분석 도구로 활용될 수 있도록 구체적 분석사례와 틀을 제시하였다. 모형 시뮬세이션을 통해 단일 정책뿐 아니라 규제정책과 공급정책이 함께 적용되는 경우까지 비교할 수 있어 정책 간 상호작용과 파급효과를 보다 현실적으로 살펴볼 수 있도록 하였다. 예를 들어 규제지역 지정이나 금융규제 강화는 단기적으로 시장을 안정시키는 효과가 있으나, 풍선효과나 거래 위축과 같은 부작용 가능성도 함께 확인할 수 있었으며, 정책 중첩의 효과도 살펴볼 수 있었다. 반면 공급 확대나 재건축 규제 완화는 단기 효과는 제한적일 수 있으나, 중장기적으로는 가격 안정에 기여하는 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과는 정책 설계 과정에서 기대효과와 부작용을 함께 고려할 수 있도록 하며, 정책 조합과 시기별 대응 방향을 검토하는 데에도 유용하게 활용될 수 있다. 또한 <표 6-1>, <표 6-2>와 같이 ABM 시뮬레이션 결과를 실제 정책 실험에 적용하여 결과를 도출·해석하고, 이를 체계적으로 정리하는 분석 틀을 예시적으로 제시함으로써 향후 정책 활용이 가능하도록 하였다.

2. 연구의 의의와 한계

이 연구는 행태적 특성에 중점을 두고 복잡계로서 부동산시장을 모형화하여 접근하고자 한 새로운 시도로서 의의를 가진다. 앞서 살펴본 바와 같이, 주택가격 상승기에는 시장변동이 기대심리에 많은 영향을 받는 등 행태적 요인이 시장 불안정성을 심화시키는 경향이 있다. 이 연구는 이러한 행위자(매도자, 매수자, 공급자)의 행태적 속성과 의사결정 규칙을 기초로 하는 모델링을 시도함으로써 부동산시장을 하나의 복잡계로 인식하고 이를 바탕으로 부동산시장을 모형화하여 접근하고자 한 선도적 시도로서 의미를 가진다.

또한, 이 연구는 행태기반 모델링 기법을 활용한 부동산시장 정책효과 분석 모델 구축이라는 새로운 방법론을 제시하였다고 볼 수 있다. 기존의 부동산시장 분석은 거시

지표 중심의 회귀분석이나 시계열모형을 활용해 정책효과를 사후적으로 평가하는 경우가 다수인데 반해, 이 연구는 행위자기반모형(ABM, Agent-Based Model)을 도입하여 시장참여자의 이질적 행태와 상호작용 구조를 모사함으로써 정책효과를 사전적으로 시뮬레이션 할 수 있는 분석도구를 구축하였다는 점에서 방법론적 의의가 있다.

정책적 측면에서는 부동산시장 행태기반 정책수립을 위한 실증적 시뮬레이션 도구 구축했다는 점에서 의의를 가진다. 이 연구에서 개발한 시장변동 시뮬레이션 모형은 가격상승기에 한정하여 적용 가능한 정책효과 실험 도구로서, 대출규제, 공급확대, 세제조정 등 주요 정책수단별 파급효과를 시나리오별로 비교·분석할 수 있도록 설계하였다. 이는 향후 주택가격 상승기 부동산정책의 사전검토를 위한 도구로 활용 가능하며, 정책의 부정적 영향을 줄일 수 있는 실질적 도구로 기능할 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 학술적 측면에서는 부동산시장 분석의 행태적 전환과 이를 위한 ABM 활용의 선도적 연구사례로서 의의를 가진다고 할 수 있다. 이 연구는 전통적 균형모형이나 실증회귀분석 중심의 부동산시장 연구에서 벗어나, 시장참여자 행태 중심의 접근을 통해 부동산시장 모형을 구축하여 부동산시장 연구의 새로운 시도로서, 향후 관련 연구 확대의 단초를 제공했다는 데 학술적 의의가 있다.

이와 같은 정책적·학술적 의의에도 불구하고 본 연구는 ABM을 활용한 선도적 연구로서 한계와 모형의 복잡성으로 인해 현실적인 부동산시장을 보다 완전하게 모사하지 못하였다는 점에서는 한계를 가진다. 실제 영국 중앙은행과 헝가리 중앙은행의 주택시장 ABM 모형 구축 연구들도 5년 이상의 장기간에 걸쳐 지속적으로 모형을 개선하여 순차적으로 향상된 모형을 도출하면서 정책적 활용성을 높이고 있으며, 현재까지도 지속적으로 모형을 개선해 나가고 있다. 이 연구 역시 국내에서 부동산시장 행위자 특성을 반영한 정책효과 분석용 시뮬레이션 모형을 구축한 선도적 연구라는 점에서 의의가 크지만, 선도적 연구라는 점에서 구조적 완성도나 검증 측면에서 미흡한 부분이 존재하며, 향후 지속적인 개선을 통해 현실 적합성을 높일 필요가 있다. 무엇보다 주택시장에는 정책, 금융, 인구, 지역특성 등 다차원적 요인이 동시에 작용하는데, 이를 모두 모형에 반영할 경우 모델 구조가 지나치게 복잡해지고 계산량이 급증하여 실질적 구동

이 어렵다는 기술적 제약이 존재한다. 이에 따라 일부 변수나 행태규칙은 단순화된 형태로 구현할 수밖에 없었으며, 이는 현실시장 재현 수준을 제한하는 요인으로 작용될 수 있다. 따라서 보다 개선된 모형으로 지속적으로 업데이트하기 위해서 실제 모형의 예측력과 안정성을 향상시키기 위한 추가적인 교정(calibration)과 검증(validation) 과정이 필요하다.

또 한가지 한계는 이 연구는 주택가격 상승기 국면에 한정하여 적용 가능한 모형을 구축하였기 때문에 가격하락기나 시장침체기 등 다른 국면에서는 적용이 제한된다는 점이다. 따라서 모형의 범용성을 확보하기 위해 시장상황별 행위자 반응을 확장·보완하는 추가 연구가 이루어진다면 더욱 유용한 정책 도구로 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

REFERENCE



【 인용문헌 】

- 관계부처 합동. 2017. 8. 2., 실수요 보호와 단기 투자수요 억제를 통한 주택시장 안정화 방안. 보도자료.
- _____. 2020. 8. 4. 서울권역 등 수도권 주택공급 확대방안. 보도자료.
- 국토교통부. 2020. 6. 17. 주택시장 안정을 위한 관리방안. 보도자료.
- _____. 2020. 8. 4. 서울권역 등 수도권 주택공급 확대방안을 포함한 수도권 127만호 공급계획. 보도설명자료.
- _____. 2020. 12. 17. 규제지역 지정 및 실거래 조사·현장단속 강화. 보도자료.
- 권민재. 2018. 투기과열지구 지정 및 해제 정책의 효과에 관한 분석, 서울대학교 석사논문.
- 기획재정부. 2023. 1. 3. 서울 투지지역 대폭 해제. 보도자료.
- 김동한·서태성·구형수·강민규·성혜정·김은빈. 2014. 행위자 기반의 공간변화 시뮬레이션 모형구축과 국토도시정책 활용방안 연구, 국토연구원.
- 김성제·조주현. 2005. 주택시장의 인과관계에 대한 시장상황 분석: 노원구 지역의 아파트 매매 및 전세가격과 공급량을 중심으로, 「부동산학연구」, 11(2): 87-96.
- 김지혜·이길제·전성제·이수욱·최진도·유승동. 2023. 주택공급상황 분석 및 안정적 주택공급 전략연구. 국토연구원. 세종.
- 김진·서충원. 2011. 부동산 PF(Project Finance)대출의 금융조건 결정요인에 관한 연구. 부동산학연구. 제17권 제2호. pp. 43-57.
- 김진환·정준호. 2018. 처분효과가 주택가격과 거래량에 미치는 효과. 주거환경, 16(4). pp. 105-122.
- 김채만·한아름. 2020. 경기도 대중교통 교통비용과 주택가격의 관계에 관한 연구:

- GTX 개통효과를 중심으로, 경기연구원.
- 김하영. 2022. 토지거래허가제가 인근지역에 미치는 풍선효과. 월간 재정포럼 Vol. 313. 한국조세재정연구원.
- 김현학. 2017. 아파트 가격의 시공간 확산 효과 분석. 한국경제의 분석, 23(2), 89-135.
- 김형석. 2008. “우리나라 신규 주택공급의 장기 가격탄력성 연구” 서울대학교 석사학위논문.
- 김훈상·최막중. 2015. 토지매입 옵션을 활용한 부동산개발의 작동원리와 타당성에 관한 연구. 국토계획. 제50권 제5호. pp 107-117.
- 박동하·박인권. 2022. 주택 소유상태에 따른 주택가격 변동 인식과 전망 간 관계의 차이 분석: 주택 가격변동과 거래량의 동조화는 누가 일으키는가?. 국토계획. 57(5), pp. 199-214.
- 박진백·오민준·이태리·이운상·권건우. 2023. 주택금융소비자의 지불능력을 고려한 대출제도 개선방안 연구. 국토연구원. 세종.
- 박천규·김지혜·황관석·오민준·최진·권건우·오아연·황인영. 2020. 주택구매소비자의 의사결정구조를 반영한 주택시장 분석 체계 구축. 국토연구원. 세종.
- 박천규·김지혜·황관석·오민준·최진·권건우·오아연·황인영. 2021. 주택구매소비자의 의사결정구조와 주택시장 분석, 국토정책 Brief.No. 827. 국토연구원. 세종.
- 박천규·이길제·이수욱·오민준. 2021. 주택시장 영향요인과 향후 정책과제, 국토정책 Brief, 국토연구원, 세종.
- 배영민. 2021. 주택수와 인구증가 변화를 반영한 지역별 부동산 시장 예측. 한국융학 학회논문지. 제12권 제4호. pp 229-236.
- 송인호, 2019, 우리나라 주택공급의 문제점과 개선방향, KDI정책포럼 제275호.
- 송태호, 조원진, 노승한. 2018. 투기과열지구 정책이 아파트 시장에 미치는 영향에 관한 연구. 부동산·도시연구, 11(1), pp. 25-42.
- 안광현. 2009. 수도권 주택공급량의 결정요인 분석. 한국정책연구. 제9권 제1호. pp

267-280.

- 오지윤. 2018. 한국의 주택건설투자의 결정요인 분석. 경제분석. 제24권 제4호.
- 오현승·윤참나. 2019. Time to build and the real-options channel of residential investment. Journal of Financial Economics. Vol 135 (1). pp.255-269.
- 우윤석·설동필(2013). 우리나라 공공주택 공급시장에 대한 연구. 사회과학논총, 15, pp. 1-25.
- 유승동. 2018. 전환기의 주택공급: 주택착공을 중심으로. 주택연구 제26권 제3호. pp. 37-53.
- 이연재·신승우. 2021. 도시토지의 합필여부가 소규모 부동산의 개발기간에 미치는 영향 - 광진구 개발사례를 중심으로. 부동산연구. 제31권 제3호. pp. 45-56.
- 이영성. 2005. 기반시설부담금 제도가 주택공급과 주택가격에 미치는 장기적인 영향에 관한 연구. 국토계획. 제40권. 제5호. pp. 59-73.
- 이용만. 2012. 부동산시장의 이례현상들. 주택연구. 20(3), pp. 5-40.
- 이용만·이상한. 2004. 강남지역의 주택가격이 주변지역의 주택가격을 결정하는가. 국토계획, 39(1), 73-91.
- 이선화. 2014. 주택거래 과세의 기능과 효과에 대한 연구. 한국지방세연구원. p. 2.
- 이수욱·변세일·박천규·이태리·이운상·황관석·최진도·정경석·고영화·오아연. 2022. 빅데이터를 활용한 주택시장 분석 및 예측 모형 개발: 주택시장의 분석 및 예측 모형 개발. 국토교통과학기술진흥원.
- 이수욱. 2023, 안정적 주택공급과 임대차 시장 선진화, 2023 포커스칼럼 겨울호, 경제인문사회연구회(https://www.nrc.re.kr/board.es?mid=a30200000000&bid=0044&act=view&list_no=177872, 검색일: 2025년 4월 15일).
- 이정호. 2007. 다속성효용이론에 근거한 부동산 개발사업 의사결정 방안. 한양대학교 석사학위 논문.
- 이주형·최막중, 2022, 수도권 신도시 개발이 주거수요자들의 입지선호도에 미치는 영향, 국토계획, 57(2), pp. 87-101.

- 임도빈·진양기·이현국. 2008. “주택공급정책에 대한 시차론적 분석: 서울시를 중심으로”, 「지방정부연구」, 12(3): pp. 215-238.
- 장영길·장성대·임미화. 2021, 가구수와 주택공급량의 변동이 주택가격에 미치는 영향. 부동산연구. 제31권 제1호. pp. 51-65.
- 전성제·지대식·배순석·최수·이수옥·변세일·박천규·김태환·김재환·유현지·문지희·허경희·이준호·신재용·최진. 2013. 부동산시장 여건 변화에 대응한 주거지재생 효과분석 시스템 구축(I). 국토연구원. 안양.
- 전성제·박천규·변세일·이수옥·김재환·김태환·이준호·최진·문지희·김근용·박미선·지대식·최수. 2014, 부동산시장 여건 변화에 대응한 주거지재생 효과분석 시스템 구축(II), 국토연구원. 세종.
- 전성제·이수옥·김지혜·황관석·최진도·최진. 2023. 부동산시장 정책에 대한 시장참여 자 정책대응 행태 분석 및 평가방안 연구. 국토연구원. 세종.
- 전성제·조만석·최진도·최진·오민준·신휴석·안유순·권희서. 2024. 행위자 기반 부동산 시장 시뮬레이션 모형 구축(I). 국토연구원. 세종.
- 전성제·김성수·이수옥·최진. 2025, 부동산정책 추진현황 분석 체계 구축방안 연구. p. 99. 국토연구원. 세종.
- 전해정. 2013. 서울시 주택 가격 변동성 및 이전효과에 관한 실증분석. 지역연구. Vol. 29(4), pp. 83-98. 한국지역학회.
- 전해정. 2023. 주택시장 변동성의 상호 연계성 분석: 다변량 GARCH모형을 이용하여. 부동산경영 Vol. 28. (28). pp. 313-331. 한국부동산경영학회.
- 정기철·김승현·조만석·김가은·이기현. 2016. 혁신제품 확산효과의 예측모형 연구. 정책연구 2016-11. p. 47. 과학기술정책연구원.
- 지규현. 2020. 주택가격의 불확실성이 주택공급시기 결정에 미치는 영향. 주택도시금융연구. 제5권 제2호. pp. 5-18.
- 지규현·최성호. 2020. 재고-신규주택 상대가격이 주택공급에 미치는 영향. LHI 저널. 제11권 제1호. pp. 59-66.

-
- 지규현·최성호·주현태·이창무. 2017. 수도권 주택건설 착공시기에 대한 생존분석. 주택 연구. 제25권 제2호. pp.117-132.
- 진미윤·허재완 2009, “수도권 주택시장의 수급불균형 특성 분석”, 국토계획 44(7), 대한국토·도시계획학회.
- 진창하·Gallimore 2012. 신문기사 내용과 주택가격:인식, 사유, 그리고 투자심리. 부동산학연구 제18집 제2호. pp.125-142.
- 채승병, 조항현, 문희태. 2007. 행위자 기반 모형과 그 응용. 물리학과 첨단기술, 16(10), pp.10-14.
- 한국개발연구원. 2019. 경기변동과 투자의 상호작용: 주택건설을 중심으로
- 한국건설산업연구원. 2005. 부동산 대책이 건설산업에 미치는 영향.
- 황관석·김지혜·오민준·박진백·변세일·홍사흠·김진엽·유승동·정영식·최남진. 2021. 유동성이 주택시장에 미치는 영향과 정책방안 연구, 국토연구원, 세종.
- An, Y. and Park, S. J., 2023, Developing an Agent-Based Model to Mitigate Famine Risk in North Korea: Insights from the “Artificial North Korean Collective Farm” Model, *Land*, 12(4), p.735.
- Bratu, C., Harjunen, O., Saarimaa, T., 2023, City-wide Effects of New Housing Supply: Evidence from Moving Chains, *Journal of Urban Economics*, vol.133.
- 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.

-
- Dipasquale, D. and W. C. Wheaton. 1996. *Urban Economics and Real Estate Market*, Prentice Hall, 6–10.
- 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.
- Geltner, D. M., N. G. Miller, J. Clayton and P. Eichholtz. 2007. *Commercial Real Estate Analysis and Investment*, South-Western, pp.22–25.
- Geoffrey Meen. 1999. Regional House Prices and the Ripple Effect: A New Interpretation, *Housing Studies*, Vol.14, No.6, pp.733–753, UK.
- Leishman, C. 2015. Housing Supply and Suppliers: Are the Microeconomics of Housing Developers Important? *Housing Studies*, 30(4), pp. 580–600.
- Merő, 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*, 155.
- Paul Waddell, 2007, *UrbanSim: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation, and Environmental Planning*, *Journal of the American Planning Association* Vol.68, 2002–Issue 3, pp.297–314.
- Parker, D. C., Manson, S. M., Janssen, M. A., Hoffmann, M. J., & Deadman, P. 2003. Multi-agent systems for the simulation of land-use and land-cover change: A review. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(2), 314-337. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.9302004>
- Rachel Ong ViforJ·Chris Leishman. 2024. *The economics of housing supply: Key concepts and issues*. Parliament of New South Wales.
- Salzman, D and Zwinkels, R. 2017. Behavioral Real Estate. *Journal of Real Estate Literature*. 25(1), pp.77–106.

-
- Schelling, T. C. 1971. Dynamic models of segregation. *Journal of mathematical sociology*, 1(2), pp.143-186.
- Sarah Payne, 2019, Advancing understandings of housing supply constraints: housing market recovery and institutional transitions in British speculative housebuilding, *Housing Studies*. pp.266-289.
- Shin, H and Bithell, M, 2019, An Agent-Based Assessment of Health Vulnerability to Long-Term Particulate Exposure in Seoul Districts, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 22(1), 2. Doi: 10.18564/jasss.3940.
- Shiller, R. J. 2015. *Irrational Exuberance: Revised and Expanded Third Edition*. Princeton University Press.
- Sinai, T., 2012, House Price Moments in Boom-Bust Cycles, *Housing and the Financial Crisis*, NBER Working paper.
- Smith, S. J. and Munro, M. 2009. *The microstructures of housing markets*. Routledge.
- Smith, S.J. 2011. Home price dynamics: a behavioural economy? . *Housing, Theory and Society*. 28(3). pp.236-261.
- Wallace, W. 2008. Knowing the Market? Understanding and Performing York's Housing. *Housing Studies*, 23(2), pp.253-270.
- 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.

【 관련사이트 】

- KB부동산 KB통계 자료실 주간시계열 (<https://kbland.kr/webview.html#/main/statistics?blank=true>. 2023년 10월 17일 검색)
- 아시아 경제. 2021.02.05. “노태우 정부 '200만호 건설'은 효과...이번에도 집값 잡을



까” <https://www.asiae.co.kr/article/2021020510252527511>, 2025년 7월 28일 검색)

통계청(국가데이터처) 인구주택총조사(2021~2023). <https://www.kostat.go.kr/board.es?mid=a10105030501&bid=11444>. 2025년 7월 5일 검색)

서울시 정비사업 정보몽땅(<https://cleanup.seoul.go.kr/>, 2025년 8월 6일 검색)

한국부동산원-주택공급통계정보시스템(HIS), (<https://www.housing.go.kr/>, 2025년 7월 28일 검색)

한국건설기술연구원(<https://cost.kict.re.kr/#/notice/file/index>, 2025년 8월 6일 검색)

SUMMARY



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

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

Key words: Housing Market, Regulated Areas, Expansion of Supply, Behavior, ABM(Agent-Based Model)

The Korean real estate market has experienced substantial volatility, characterized by repeated cycles of sharp increases and declines in housing prices. Such fluctuations have generated a variety of challenges from the perspective of housing stability. In order to mitigate housing market instability, there is an increasing need for policy formulation and implementation that take into account the behavioral responses of market participants. Despite this necessity, research addressing behavioral dynamics in the housing market remains relatively limited.

Against this background, this study aims to develop an Agent-Based Model (ABM) that comprehensively incorporates key housing market activities, including housing transactions and new housing supply. The primary objective is to construct a policy experimentation framework capable of simulating policy outcomes while explicitly considering the behavioral responses of market participants. To achieve this objective, the research was conducted over a two-year period. In the first-year study (Jeon et al., 2024), an agent-based

model of housing market transactions was developed, focusing on the apartment market in the Seoul metropolitan area during a housing price boom period. NetLogo and the R programming language were employed as the primary modeling tools.

The present study, representing the second year of the research project, further advances the transaction model developed in the first year by incorporating spatial diffusion dynamics and related behavioral mechanisms. In addition, a new apartment supply model was constructed and linked to the existing framework, resulting in the development of an integrated demand-supply ABM for the apartment market in the Seoul metropolitan area. The research proceeded through several stages, including a comprehensive literature review, enhancement of the first-year model, development of a new apartment supply model for the metropolitan housing market, construction of an integrated model, and policy experiments using the integrated framework to derive policy implications. The integrated model was implemented using the R and Python programming languages.

To enhance the first-year model, spatial diffusion patterns of apartment price increases within the Seoul metropolitan area and behavioral responses to government regulatory zoning policies were incorporated into the model structure. Relevant prior studies on behavioral characteristics of real estate market participants were reviewed and used as references. Through this process, the study identified key features of spatial diffusion in housing price increases during boom periods and the behavioral responses of market participants to government regulatory zoning policies. Based on these findings, the existing model was revised and extended to enable a broader range of policy experiments.

In addition, rules governing new apartment supply were examined to

incorporate the supply sector into the modeling framework. Based on this analysis, a new ABM for apartment supply was developed. The supply model was designed with relatively simple structures and decision rules in order to maintain computational tractability while ensuring compatibility with the first-year transaction model. This design allows for seamless integration between the demand-side transaction dynamics and the supply-side development process.

Ultimately, an integrated ABM of the apartment market in the Seoul metropolitan area was constructed by linking the enhanced transaction model with the newly developed supply model. Various policy experiments were conducted using the integrated framework, and their implications were examined. The results of the policy experiments indicate that the designation of regulated areas contributed to stabilizing market sentiment and, consequently, helped reduce market volatility. However, the findings also suggest that differentiated regulatory policies across regions may generate spatial spillover effects, commonly referred to as the “balloon effect.” Meanwhile, policies aimed at expanding housing supply were found to support housing prices in the short term due to heightened market expectations. Over the medium to long term, however, these policies exhibited stabilizing or downward effects on housing prices.

This study is significant in that it represents a novel attempt to conceptualize and analyze the real estate market as a complex adaptive system, with particular emphasis on the behavioral characteristics of market participants. As discussed earlier, housing price boom periods are often accompanied by heightened market expectations, and behavioral factors tend to amplify market volatility. By incorporating behavioral attributes and decision-making rules of market participants into the modeling framework, this study provides a new analytical approach to understanding housing market dynamics. In this regard, it

represents a pioneering effort to model the real estate market as a complex system.

From a policy perspective, this study contributes by developing an empirical simulation tool for behavior-based policymaking in the real estate market. The market fluctuation simulation model developed in this study serves as a policy experimentation tool applicable primarily during housing price boom periods. The model is designed to enable comparative analysis of policy impacts across different scenarios, including loan regulations, housing supply expansion policies, and tax policy adjustments. Consequently, the model can serve as a useful ex-ante policy evaluation tool for real estate policy during housing market upturns. Furthermore, it has the potential to function as a practical instrument for mitigating unintended negative consequences of policy interventions.

From an academic perspective, the study contributes to the emerging behavioral turn in real estate market research and demonstrates the applicability of agent-based modeling in this field. Moving beyond traditional equilibrium-based models and empirical regression approaches that have dominated previous research, this study adopts a behavior-centered modeling framework to analyze real estate market dynamics. As such, it represents a meaningful advancement in real estate market research and provides a foundation for future studies that seek to further expand the application of agent-based modeling in housing market analysis.



▣ 부록1: 사업계획서

〈사업내 연구과제〉 행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구 (Ⅰ-Ⅱ)

<p>관련 정책현안 및 연구 필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 반복되는 부동산시장 불안 해소를 위해 다양한 부동산시장정책이 시행되어왔으나 충분히 효과적이지 못했다는 비판이 제기 • 이러한 비판 중 하나는 시장의 주요 행위자들(agents)이 행태가 미치는 파급효과를 충분히 고려하지 못했기 때문이라는 주장이 제기 <ul style="list-style-type: none"> - 부동산시장의 '이례현상'으로 불리는 행위자들의 행태에 따른 예상치 못한 시장변화가 발생하는 등 실제 시장변화에 큰 영향을 미침 • 따라서 시장참여자들의 행태 변화를 사전적으로 시뮬레이션하여 그 결과로 나타나는 시장변동을 검토할 수 있는 모형 개발의 필요성이 매우 높음
<p>선행연구와의 차별성</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 부동산정책 관련 연구들은 부동산시장 관련 통계자료를 활용한 전통적인 계량 분석과 그에 기반한 정책효과 분석 연구가 대부분 • 이러한 연구들은 부동산시장의 이해를 크게 높였음에도 불구하고, 시장참여자의 행태적 특성이 시장에 미치는 파급효과를 분석하는 데까지는 나아가지 못하였음 • 이 연구는 ABM 모델링 방법론을 활용하여 주요 부동산시장 참여자들의 행태적 특성을 속성으로 구현한 행위자를 구현하고, 이를 바탕으로 다양한 시나리오별 시뮬레이션이 가능한 모델, 즉 행태 기반 시장 변동 시뮬레이션 모형을 구축한다는 점에서 기존 연구와 차별
<p>연구 목적</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 부동산시장 행위자들의 행태적 특성을 속성으로 가진 행위자(Agents)를 기반으로 한 행위자기반모델링(Agent Based Model) 기법을 활용하여 예상되는 미래 부동산시장 변화 시나리오 분석, 정책에 대응한 행위자 전략별 시나리오 분석이 가능한 시장변동시뮬레이션 모형을 구축하여 다양한 정책수립 지원을 통한 부동산시장 안정에 기여하고자 함
<p>주요 연구내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 행태 기반 모델링 이론 검토 및 관련 개념 정리 • 부동산시장 행위자 기반 모형 기본 구조 탐색 및 설정 • 부동산시장 행위자 그룹 정의 및 그룹별 특성과 세부행태 분석 • 행위자 그룹별 특성 및 세부행태 기반 행위자 속성 부여, 모형 구축 및 검증 • 부동산시장 주요 시나리오별 정책방안별 시뮬레이션 • 정책적 활용방안 및 시사점
<p>연구 추진방법</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌연구 • 심층인터뷰 및 포커스그룹 인터뷰 • Vignette를 활용한 소규모 경제실험 • ABM 모델링, 통계 및 계량 분석 • 전문가 자문 및 협동연구
<p>관련 부처 및 국정과제 관련성</p>	<ul style="list-style-type: none"> • (관련부처) 국토교통부, 기획재정부 • (국정과제) 국민의 눈높이에서 부동산 정책을 바로잡겠습니다.

기본 25-36

행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구 (II)

저 자 전성제, 조만석, 오민준, 최진도, 최진, 신희석, 안유순

발 행 인 김명수

발 행 처 국토연구원

출판등록 제2017-9호

발 행 2025년 12월 31일

주 소 세종특별자치시 국책연구원로 5

전 화 044-960-0114

팩 스 044-211-4760

가 격 7,000원

I S B N 979-11-7350-079-4

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2025, 국토연구원

이 연구보고서를 인용하실 때는 다음과 같은 사항을 기재해주시시오.

전성제, 조만석, 오민준, 최진도, 최진, 신희석, 안유순. 2025. 행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형
구축 연구(II). 세종: 국토연구원.

이 연구보고서는 연구자 개인의 의견으로서, 정부나 국토연구원의 공식적인 견해와 다를 수 있습니다.
이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체
등이 적용되어 있습니다.

- 제1장 연구의 개요
- 제2장 문헌 및 이론 검토와 2차년도 연구 과제
- 제3장 주택 매도·매수 모형 고도화
- 제4장 신규 아파트 공급 ABM 모형 구축
- 제5장 통합 시뮬레이션 모형의 정책적 활용
- 제6장 결론

행위자기반 부동산시장 시뮬레이션 모형 구축 연구 (II)

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



KRIHS 국토연구원

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



값 7,000원



9 791173 500794

93300

ISBN 979-11-7350-079-4