

주택 정책의 지역별 시장 파급효과 분석을 위한 시뮬레이션 모델 개발

윤인석¹ · 박문서* · 이현수¹

¹서울대학교 건축학과

A Simulation Model Development for Analyzing Ripple Effect of Housing Policy by Region

Yoon, Inseok¹, Park, Moonseo*, Lee, Hyun-Soo¹

¹Department of Architectural and Architectural Engineering, Seoul National University

Abstract : Recently, housing prices have surged, and the government has implemented various regulations, such as finance and taxes. Because of the policy, the nationwide housing price have stabilized, but polarization has occurred. Some argue that regulation can adversely affect the actual demand. Therefore, not only the correlation between market variables but also ripple effect of policy has to be analyzed in policy planning and analysis from a microscopic point of view. In this study, a simulation model was developed by integrating system dynamics for analyzing market structure and agent-based model for modeling decision process of market participants. This research applied the financial regulation and the tax regulation to the model and evaluated the policy effectiveness. This study reveals which feedback dominates according to the policies, which have same purpose. It is because market participants make different decision for each policy. Furthermore, there were other ripple effects not only in the policy target submarket but also in other submarket.

Keywords : Housing Market, Housing Policy, System Dynamics, Agent-based Model

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2010년 초반 침체되었던 주택시장이 2015년을 기점으로 상승하기 시작했다. 2015년, 전국적으로 아파트 가격은 전년 말 대비 6% 상승하였고 이는 최근 10년 간 2011년을 제외하면 가장 큰 상승폭이었다(KB Bank of Korea, 2018). 이는 주택 시장 침체기에 시행된 규제 완화와 저금리, 그리고 경제여건의 개선이 맞물렸기 때문으로 볼 수 있다(MOLIT, 2017). 정부는 이러한 시장 환경 속에서 단기 거래차익 목적의 투기수요 증가로 인한 가격 상승이 실수요자들에게 피해를 주고 있다고 판단하고, 시장 가격 안정화를 위한 일련의 정책들을 지속적으로 시행하고 있다.

시장 가격 조정을 위한 수요 조절 정책은 크게 금융 규제

와 세금 규제로 나눌 수 있다. 금융 규제는 LTV (Loan to Value), DTI (Debt to Income)를 낮추어 수요자들의 구매력을 약화시키며 이는 수요 감소로 이어져 가격 상승률이 하락할 것으로 기대할 수 있다. 양도소득세 강화와 같은 세금 규제는 기대거래차익의 감소로 인한 수요 감소를 유도하게 된다. 이러한 논리는 수요 공급의 법칙에 의한 것으로 가격, 수요, 공급과 같은 시장 변수 간의 관계에 기반하는 것으로 볼 수 있다.

하지만 이에 대해 반대의견들도 존재한다. 대표적으로 세금 규제는 공급 동결 현상(lock-in effect)을 발생시킬 수 있다(Dorsey et al., 2017). 주택의 소유자들이 본래 기대했던 차익에 도달할 때 까지 주택을 팔지 않게 되어 공급 감소로 인해 오히려 가격을 상승시키게 된다. 금융 규제의 경우 상대적으로 적은 자산을 가진 수요자들에게 더 큰 영향을 미침으로써 가격 안정화의 목적인 실수요자 보호와 오히려 배치될 수 있다. 또한 규제로 인해 기존의 주택 수요를 다른 지역으로 이동시켜 발생하는 풍선효과에 대한 우려도 제기되고 있다. 이러한 주장들은 정책으로 인한 주택 소비자들의 행태와 그 원인 분석에 대한 필요성을 시사한다. 이에 시장 참여자를 중심으로 하는 주거선택 요인 및 행태 분석에

* Corresponding author: Park, Moonseo, Department of Architecture and Architectural Engineering, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea
E-mail: mspark@snu.ac.kr
Received October 27, 2018; revised December 20, 2018
accepted December 28, 2018

관한 선행 연구들이 진행되어 왔으며(Mulder, 1996), 점유 형태 선택(Sinai et al., 2005; Kim et al., 2012), 지역 선택(Coulombel, N., 2010)과 같은 주제들이 대표적이다.

이처럼 거시적인 관점에서 시장 변수 간의 관계에 근거한 정책의 수립은 일면 타당하나, 미시적인 시장 참여자들의 의사결정 과정에 기반 한 분석 역시 동시에 분석될 필요성이 있다. 이러한 관점을 간과할 경우 예상과 다른 결과가 나타나거나 부작용이 발생할 수 있다. 실제로 정책을 발표하고 일부 시행한 2017년 8월 대비 주택 가격의 상승률은 전국적으로 1.36%로 주택시장이 안정화된 것으로 나타나고 있다. 하지만 지역 별로 살펴보면 서울이 7.61% 상승한 반면 부산과 울산은 주택가격이 하락하는 등(KB 주택가격동향, 2018) 지역별 격차가 뚜렷하게 나타나고 있다. 이에 정부 정책의 실효성에 대해 앞서 언급한 논거 아래서 찬반 논쟁이 지속되고 있다.

이에 본 연구의 목적은 가격 안정화를 위해 시행하고 있는 금융 규제, 거래 규제와 같은 주택 정책이 주택 시장에 어떤 영향을 미치는 지 분석할 수 있는 주택 시장 분석 모델을 개발하는 것이다. 이를 위해 시스템 다이내믹스(System Dynamics, 이하 SD)와 행위자 기반 모델(Agent-based Model, 이하 ABM)을 통합한 방법론을 활용한다. 두 방법을 함께 활용함으로써 시장 변화에 따른 시장 참여자들의 행동을 모델링할 수 있으며 동시에 시장 변수들 간의 관계에서 형성되는 피드백으로 주택 시장을 구조적으로 해석할 수 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내 주택시장의 다수를 차지하고 있는 아파트 시장을 대상으로 개발한다. 분석을 위한 몇몇 가정을 전제로 모델링을 수행한 후 여러 정책 시나리오들을 시뮬레이션 함으로써 각 규제정책의 실효성을 분석을 수행한다. 시장의 환경은 수요자들의 우선순위가 있는 두 가지 시장을 가정한다. 또한 공급은 시스템의 외생변수로 가정하며 가격이 수요자에 미치는 영향을 중심으로 모델링을 진행한다. 연구의 절차는 다음과 같다.

- (1) 주택시장과 관련된 선행연구 및 기존 이론을 고찰하여 가격, 수요, 공급 간의 관계를 도출한다.
- (2) 도출한 시장 변수 간의 관계를 바탕으로 인과 지도(Causal Loop Diagram)를 작성한다.
- (3) 작성한 인과 지도를 기반으로 각 참여자들의 기대가격의 형성과 구매력을 기반으로 한 시장 참여자들의 의사결정 과정을 기대형성 이론을 반영하여 모델링한다.
- (4) 기대형성의 이론의 반영을 이론적 결과와 비교하여 검증하고 정책 시나리오별 시장의 반응을 분석한다.

2. 선행연구 분석

본 장에서는 주택 정책을 분석하기 위한 통계적 방법과 시스템 다이내믹스 방법론에 관련된 선행 연구들을 고찰한다. 이후 시스템 다이내믹스와 행위자 기반 모델링의 통합의 의의와 본 연구로의 적용에 대한 타당성을 설명한다.

2.1 주택 정책 분석 기존 연구 분석

주택 정책의 수립은 계획, 평가, 시행의 단계를 거치게 되며 평가 및 시행 단계에서 수정이 필요할 경우 새로운 계획을 수립하며 위 과정을 반복하게 된다(Haddad, 1995). 따라서 평가단계에서 정책의 효과가 시장에 발현되는 과정을 분석할 필요성이 있다. 수요와 공급, 그리고 가격과 같은 시장 변수로 구성된 시장에서 각 변수들은 서로 상호작용하며 그 결과로써 시장의 상태는 변하게 된다(Park et al., 2010). 시장 참여자들은 정책에 따라 주택을 구매할 것인지, 혹은 판매할 것인지를 결정하게 되며 이는 수요와 공급이라는 시장 변수로 반영된다. 따라서 정책 실효성 평가를 위해서는 시장 참여자들의 의사결정 과정, 그리고 시장 변수간의 관계에 대한 고려가 필요하다.

수요 조절 정책의 효과를 분석하기 위한 기존의 연구들은 다음과 같다. Dorsey et al. (2017)은 LTV와 보유세를 포함한 헤도닉 가격 모형으로 주택 가격을 분석하였다. Cho et al. (2017)은 양도소득세 정책과 거시경제변수를 함께 분석하여 주택시장을 분석하였다. Lee (2013)는 LTV, DTI와 같은 금융 규제가 주택가격, 가계부채에 어떤 영향을 미치는 지에 대해 분석하였다. 이와 같은 선행 연구들은 경제 이론이나 변수 간의 관계들을 실증 데이터를 기반으로 통계적으로 검증했다는 점에서 의의가 있다.

하지만 통계적 검증 결과는 통계 모델이 요구하는 모집단과 표본에 대한 가정이 충족된다는 전제 하에 의미가 있다. 또한 상관관계를 검증할 뿐 인과관계에 대해서는 또 다른 논의가 필요하다(Shim et al., 2017). 따라서 정책과 시장 가격의 통계적 유의성을 통해 정책 효과여부를 검증할 수는 있지만 어떤 과정을 거쳐 결과에 이르렀는지에 대한 분석이 요구되며 다양한 시장 변수들에 대한 포괄적이고 동태적인 접근이 필요하다.

2.2 시스템 다이내믹스를 활용한 정책 분석

다양한 구성요소들로 이루어진 시스템에서 구성 요소 간 상호 작용으로 인한 시스템 변화를 동태적으로 분석하기 위해 시스템 다이내믹스(System Dynamics, 이하 SD) 방법론이 활용되어 왔다. SD는 인과모형을 작성하고 이를 기반으로 시뮬레이션 모델을 개발하여 정량적으로 시스템의 변화

를 분석할 수 있다. SD가 다른 시뮬레이션 방법과 다른 대표적인 특징은 시뮬레이션의 결과를 인과모형에서 발견한 피드백과 피드백들 간의 상호작용으로 시스템의 움직임을 설명할 수 있다는 점이다. 따라서 복잡한 시스템의 거동을 구조적으로 파악하는데 큰 장점이 있으며 이로 인해 정책의 효과를 분석하기에 적절한 도구로 알려져 있다(Hyun et al., 2014). SD는 특히 장기적 변화를 분석하는데 강점을 가지며 주택정책 분석에 있어서 다양하게 활용되어 왔다. 관련된 연구로 Park et al. (2010)은 국내 주택시장의 인과모형을 활용하여 주택 정책의 실효성에 대한 논의들을 시스템적으로 분석하였다. Hwang et al. (2013)는 상반된 목적을 가진 두 공급정책에 시장의 변화를 분석하고 대안을 제시하였다. Zhang et al. (2018)은 투기수요와 토지 공급에 주목하여 SD를 활용한 분석을 수행하였다.

SD를 활용한 선행 연구들은 기존의 경제이론 및 통계분석을 수행하여 얻은 변수 간의 상관관계들을 활용하여 인과모형을 작성하여 주택 시스템의 구조를 피드백을 활용하여 설명했으며 정책적 시사점을 도출하였다. 하지만 SD 모델링의 특성 상 모델을 구성하는 수요 변수가 같은 특성(homogeneity)을 가짐을 가정할 수밖에 없다(Borshchev & Filippov, 2004). 해결하고자 하는 문제에 따라 동일성 가정이 합리적일 수 있으나 주택시장의 가장 큰 특징이 수요자와 주택의 이질성이라는 점을 고려하면(Arnott, 1991; Ozbakan, 2016), SD를 활용한 주택시장 분석의 중요한 한계 중 하나이다. 정책에 대한 각 참여자들의 서로 다른 반응이 동일성 가정과 다른 주요한 결과로 이어진다면 SD 모형을 활용한 해석에 어려움이 발생한다.

2.3 시스템 다이내믹스와 행위자 기반 모델의 통합

행위자 기반 모델(Agent-based Model, 이하 ABM)은 행위자와 환경으로 구성된 모델을 통해 실제 현상을 재현하여 시스템을 분석하는 방법론이다. 행위자는 자신의 특성과 행동규칙에 기반하여 환경 혹은 행위자 간의 상호작용을 하며 이는 시뮬레이션 결과로 나타난다. ABM의 가장 큰 목적은 시뮬레이션을 통해 구성요소 개별로는 설명하기 어려운 현상들을 발생시킴으로써 시스템의 거동을 구현하기 위함이다(Lee, 2014). 따라서 ABM은 SD와 마찬가지로 시스템의 창발현상의 분석도구라는 점에서 공통점을 가진다. 하지만 동시에 가장 큰 차이는 ABM의 경우 행위자 간의 이질성(heterogeneity)을 반영할 수 있다는 점이다. 이러한 특성으로 인해 경제주체의 대표와 같은 동일성 가정을 기반으로 한 기존 이론으로 설명하기 어려웠던 경제현상에 대한 연구를 위해 활용되어왔다(Magliocca et al., 2011). 하지만 ABM은 창발현상을 모델을 통해 발생시킬 수는 있으나 그

원인을 체계적으로 설명하는 데는 어려움이 있다. 반면 SD에서는 이를 인과모형에서 도출한 피드백으로 시뮬레이션의 결과를 구조적으로 해석할 수 있다. 이에 각 방법론의 한계를 보완하기 위해 SD와 ABM을 통합한 연구가 진행되어 왔다.

Swinerd and McNaught (2012)는 SD와 ABM의 통합 모델링 방법을 세 가지로 분류하였다:

(1) ABM의 행위자들의 의사결정 과정에 SD를 활용

(2) SD의 stock을 행위자로 표현

(3) SD의 동적 변수(Dynamic variable)들을 행위자로 표현

관련 선행연구로, Sterman and Wittenberg (1999)는 학계의 패러다임 변화 과정을 (1)의 방법을 활용하여 모델링하였다. Kieckhafer et al. (2009)은 탄소량 규제에 따른 자동차 시장의 변화를 모델링 했으며 (2), (3)의 범주에 속하는 통합을 수행하였다. Gaube et al. (2009)은 오스트리아의 토지 시장에 대한 분석을 위해 (2), (3)의 범주에 속하는 ABM과 SD의 통합 모델링을 수행하였다. Verburg and Overmars (2009) 역시 토지 시장에 대한 시스템적인 분석을 위해 (2)에 속하는 통합 모델링을 활용하였고 미래의 토지시장의 변화를 예측하였다.

이에 본 연구 역시 각 시장변수들의 관계를 SD로 모델링하고 ABM의 환경으로 설정한다. 시장 변수 중 수요자를 행위자로 두고 행위자의 행동에 따라 일부 변수들을 변화하게 한다는 점에서 앞서 언급한 분류 중 (2), (3)에 해당하는 모델링 방법으로 볼 수 있다. 이를 통해 행위자의 이질성으로 인한 창발 현상을 구현할 수 있을 뿐 아니라 인과모형의 피드백을 활용하여 결과에 대한 구조적 해석이 가능해진다.

3. 주택 시장 모델 개발

본 연구의 주택시장 모델 개발 과정은 크게 SD를 활용한 시장 환경 구축과 ABM을 활용한 수요자의 의사결정 과정 모델링이 있다. 본 연구의 구체적인 절차는 다음과 같다.

- 1) 주요 시장 변수들의 인과관계를 기존 연구를 바탕으로 system dynamics의 인과지도(causal loop diagram)를 작성한다.
- 2) 작성된 인과지도와 수요-공급의 법칙 및 기대형성 이론(Choi et al., 2004)을 바탕으로 변수 간 관계를 정량화한다.
- 3) 정량화 과정에서 수요자들의 의사결정 과정에 대해서는 agent-based modeling 방법을 활용하여 그 관계를 모델링한다.

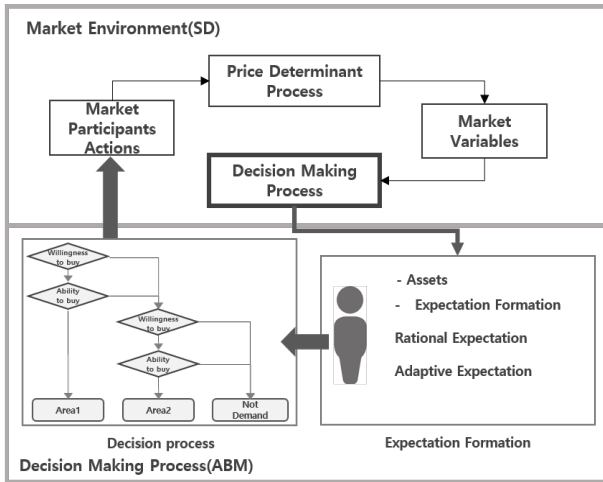


Fig. 1. Housing market model framework in this research

3.1 주택 시장 인과모형

3.1.1 수요자에 의한 시장 가격 균형

경제학적으로 수요는 구매의사와 구매력을 모두 갖춘 것을 의미하며, 구매의사를 가진 수요를 잠재수요로 정의하고 구매력을 갖출 때 유효화 된다고 표현한다. 구매력은 수요자가 주택을 살 수 있는 능력과 비례하고 현재 주택가격과 반비례하는 변수로 정의한다. 한편, 주택은 사고 팔 수 있는 재화와 동시에 자산의 성격을 가지기 때문에, 구매의사는 거주자와 투자자의사로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 거주자는 주거매력도에 따라 결정되는 것으로 가정한다. 주거매력도는 주거환경에 대한 가치 척도로 정의한다(Park et al., 2010). 투자자의사의 경우 기대가격에 의해 결정되는 것으로써 다음 절에서 자세히 논의한다.

(Fig. 2)는 수요 영향 요인과 가격과의 관계를 중심으로 한 인과지도이다. 수요의 증가는 균형가격을 증가시키며 시장가격은 균형가격을 향해 움직이기 때문에 시장 가격 역시 증가한다. 이 때 시장 가격의 균형을 이루게 하는 두 가지 피드백이 존재함을 알 수 있다. 하나는 시장가격 증가로 인한 구매력 하락이 수요 감소를 유발하는 자기조절루프(B1)와, 균형가격과 시장가격의 차이가 감소하며 수요 감소가 나타나는 자기조절루프(B2)이다(Hwang et al., 2010). 두 균형루프는 주택 시장이 균형에 이르도록 하는 구조로 볼 수 있다. B1의 작용은 수요자들의 구매력에 의해 결정되며 B2의 작용은 수요자들이 생각하고 있는 기대가격에 의해 결정된다. 이는 주택 가격 상승 이후 조정기가 나타난 상황에 대한 두 가지 해석을 제시한다. 가격 상승기 이후 조정기가 나타날 경우, 수요자들의 자산 대비 가격이 너무 높게 형성되어 나타난 경우와 수요자들이 생각하는 주택 가치 대비 가격이 높게 형성된 경우로 나눌 수 있다. 정책 결정자는 같은 조정기에 대해서도 그 원인에 따라 시장 접근을 달리할 필요성이 있다.

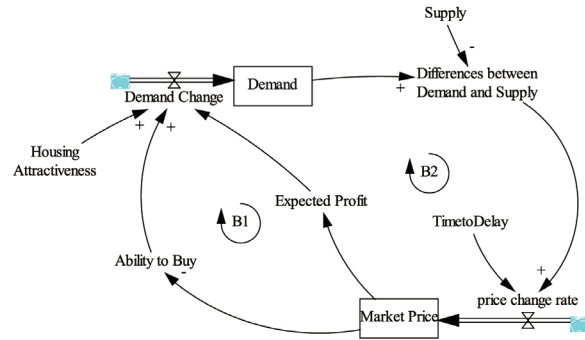


Fig. 2. Housing market equilibrium according to change of demand (Adapted from Hwang et al., 2010)

3.1.2 기대가격의 형성

시장 참여자들의 주택에 대한 투자여사를 결정하는 가장 중요한 요인은 기대가격이다. 하지만 기대가격은 시장 가격과 달리 시장에서 관측되는 변수가 아니기 때문에 분석에 어려움이 있다. 이에 경제학에서는 기대가격의 형성 과정에 대해 연구가 진행되어 왔다. 형성과정을 설명하기 위한 방법은 대표적으로 두 가지 가설이 있다. 적응적 기대가설(Adaptive Expectation)은 과거의 가격상승률을 바탕으로 미래의 가격을 예측하며 그 오차가 있을 경우 수정, 적응시켜 간다는 이론이다(Cagan, 1956; Choi et al., 2004). 이 가설 하에서 시장 참여자는 자신의 예측에 오차가 발생할 경우 오차의 일정부분을 수정하며 시장에 적응하게 된다. 합리적 기대가설(Rational Expectation)은 시장 참여자들이 시장 정보와 시장이론을 바탕으로 기대가격을 결정함을 주장하는 이론이다(Muth, 1961). 이러한 이론에 따르면 이자율이나 경기지수와 같은 경제변수가 주택가격에 영향을 미치는 메커니즘에 관해, 합리적 기대이론에 따르면 이러한 정보의 변화가 수요자들의 기대가격에 영향을 주어 전체 시장의 가격이 변화하는 것으로 설명할 수 있다. 모든 정보와 이론을 아는 참여자는 수요와 공급에 의해 결정되는 균형가격을 정확히 예측할 것이다. 하지만 시장 참여자들은 정보와 지식의 제약이 있기 때문에 같은 정보 변화에 대해서도 다른 기대 가격을 형성하게 된다. 본 연구에서는 모델링을 위해 이러한 이질성을 균형가격을 중심으로 하는 오차로 표현하였다. 두 이론은 배치된다기보다는 시장에 따라 적응적 기대나 합리적 기대가 우세하게 작용할 수 있다고 설명함이 일반적이다.

(Fig. 3)은 기대형성이론과 가정들을 반영한 인과모형이다. 본 인과모형은 주택 시장에 내재하는 두 개의 자기강화 루프를 제시한다. 시장에서 확인할 수 있는 가격변화율의 영향을 받아 작동하는 R1 루프와 균형가격의 영향을 받아 작동하는 R2 루프이다. 전자는 적응적 기대가설에 따른 것이며 후자는 합리적 기대가설에 따라 형성되는 것으로 해석할 수

있다. 완전한 적응적 기대 시장이나 합리적 기대시장에서는 한 쪽의 루프가 지배적인 역할을 하지만 실제 시장에서는 두 가지 속성이 모두 작동하고 있기 때문에(Choi et al., 2004), 두 피드백이 모두 존재한다고 보는 것이 타당하다.

이러한 시장 구조의 정책적 시사점은 다음과 같다. 가격이 급격히 상승하는 시기에 정책결정자는 시장 가격 안정화 정책을 시행하게 되는데, 단기적으로 R1루프의 경우 정책의 영향을 받지 않으며 R2루프는 역으로 작동하게 할 개연성이 있다. R1루프가 R2루프의 작용보다 강할 경우 가격은 안정화 될 수 있으며, 이는 가격 상승률이 아닌 정책에 수요자들이 반응해야 가능할 것을 예상할 수 있다. 실제로 선행 연구에서는 합리적 기대가설이 달성될 가능성이 높기 위한 조건으로 정부 정책에 대한 신뢰도가 높아야 됨을 밝혀 왔으며, 본 인과모형의 논리적 근거가 된다.

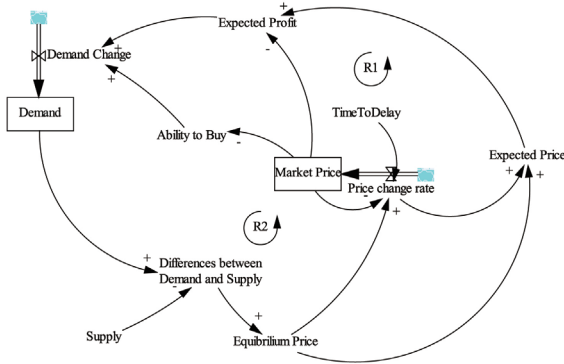


Fig. 3. Impact of market participants' expectation formation on market price

3.2 시장참여자의 의사 결정 모델

인과모형은 시스템의 작동 원리를 피드백으로써 설명할 수 있으며 시각적이기 때문에 시스템의 이해에 유리한 장점이 있다. 하지만 외부 반응에 대해 시스템에 내재된 피드백 중 어느 것이 주요하게 작동되는지는 모델의 정량화를 통해 판단할 수 있다. 따라서 3.1에서 제시한 주택시장 인과모형의 정량화 과정이 필요하다.

인과모형에 따르면 수요에 영향을 미치는 요소는 구매력과 기대가격이 있다. 시장 참여자들은 시장의 환경을 관찰하고 이를 통해 기대가격을 형성하게 된다. 이는 구매의사의 변화로 이어져 잠재수요가 되며 구매력을 갖추고 있다면 유효수요화되어 시장에 영향을 주게 된다. 하지만 구매력과 기대가격은 시장 참여자들마다 그 특성이 모두 다르기 때문에 시장의 변화에 따라 각 참여자들은 다른 행태를 보이게 된다. 이러한 이질성을 반영하여 인과 모형을 정량화하기 위해 본 연구에서는 수요자의 의사결정 과정을 행위자 기반 모형으로 모델링하였으며, 행위자는 수요자를 의미한다. 행위자

가 가지는 특성은 <Table 1>과 같다. uniform은 균등분포를, uniform_descr은 이산적인 균등 분포를 의미하며, <Table 1>의 구체적인 내용은 이후 설명된다.

Table 1. Attributes of demand agents

Attributes		Reference
Ability to buy	Net Asset	Korean asset distribution (Statistics Korea, 2017)
Expectation Formation	Expectation Rate	uniform_descr (0,1)
Adaptative Expectation	Horizon	uniform_descr (12, 24)
	Forecasting Time	uniform_descr (12, 24)
Reasonal Expectation	Error rate of Equilibrium price forecasting	uniform (0.95, 1.05)

3.2.1 행위자의 기대가격 형성

본 연구모델에서의 행위자는 수요자를 의미한다. 수요자들은 각각 다른 구매력과 기대가격 형성의 방법을 갖게 되며 이것이 에이전트의 특성이 된다. 선행 연구에 따르면 주택의 구매력은 순자산과 가장 큰 상관관계를 가지며(Lee et al., 2003), 본 모델의 에이전트들은 통계청에서 발표한 전국민 순자산의 분포를 갖는 것으로 가정하였다. 기대 가격 형성 방법의 경우 합리적 기대와 적응적 기대를 하는 수요자들을 일정하게 분포시켰다. 적응적 기대의 경우 SD 소프트웨어의 함수 중 하나인 forecast와 trend 함수를 활용하였다. trend 함수는 적응적 기대의 이론적 수식을 구현한 것이며 forecast 함수는 trend 함수를 활용해 기대가격 상승률을 계산할 수 있다.

본 연구 모델의 적응적 기대 에이전트들은 이 함수에 따른 기대가격을 형성하게 된다. 식 (1)은 Trend함수의 수식을 나타낸 것이다(Sterman, 1988).

$$TREND_t = [(PPC_t - RC_t) / RC_t] / THRC_t \quad (1)$$

- TREND = indicated trend (fraction/year)
- PPC = perceived present condition (€put units)
- RC = reference condition (€put units)
- THRC = time horizon for reference condition (years)

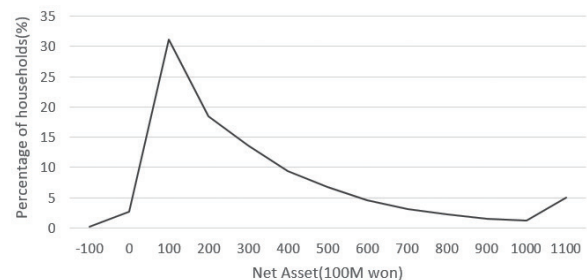


Fig. 4. Net asset of Korean household (Statistics Korea, 2017)

합리적 기대가격의 경우 수요와 공급의 차이로 결정되는 균형가격을 기반으로 형성된다. 하지만 행위자들이 모든 정보를 알고 있지 못하기 때문에 균형가격을 예측하는 데 있어서 오차가 발생하며 이를 반영하기 위해 균형가격을 중심으로 <Table 1>과 같은 분포로 오차가 발생한다고 가정하였다. 본 연구에서 균형가격 변화율은 식 (2)와 같이 결정된다. 균형가격의 변화는 수요에 비례하며 공급과 가격반영시간에 반비례한다. 따라서 수요와 공급, 그리고 가격반영시간을 변수로 하는 함수로 정의할 수 있으며 정량화를 위하여 균형가격의 변화를 산정하는 식을 다음과 같이 설정하였다.

$$EPR_t = MR * \tanh((D_t - S_t) / TD) \quad (2)$$

EPR = Equilibrium price change rate (won)
 MR = Maximum of price change rate (fraction)
 D = Demand (unit)
 S = Supply (unit)
 TD = Time to Delay (won)

3.2.2 행위자 행동 규칙 및 환경과의 상호작용

인과모형에 따르면, 행위자들은 구매의사, 구매력에 따라 시장의 수요자가 될 것인지를 결정하게 된다. 구매력은 <Table 1>을 통해 설명했던 바와 같이 순자산에 의해 결정되며 구매의사는 행위자의 행동 규칙을 기대가격 형성을 바탕으로 설정하였다. 본 연구 모델에서 행위자들은 두 가지 시장을 관찰하며 모든 행위자들은 지역 1과 지역 2 중 지역 1에 대해 높은 거주의사를 가지는 상황을 가정한다. 가정에 의해 본 연구의 모델에서 행위자들은 투자자의사만을 가지고 수요가 될 것인지 여부를 결정하게 된다. 의사결정은 모델의 단위시간(월)마다 이루어지게 된다. 우선 지역 1의 투자의사가 있을 경우 자신이 구매력을 갖춘 경우에 수요자가 된다. 두 조건 중 하나라도 만족하지 못한다면 지역 2에 대해 판단하게 되며 같은 과정을 거친다. 두 지역 모두 투자

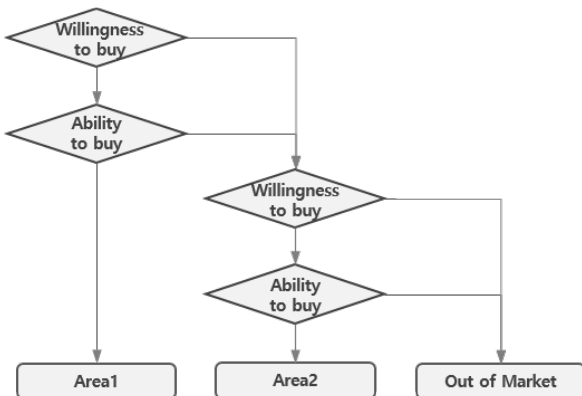


Fig. 5. Agent's behavior's rule

의사나 구매력이 없다면 수요자가 되지 않고 시장에 영향을 주지 못하게 된다.

투자의사는 형성된 기대가격과 시장가격을 비교하여 형성되며, 자신의 기대가격 상승률이 이자율보다 높은 경우 형성되는 것으로 가정했다. 이러한 이자율과의 비교는 수요자나 공급자의 선택 요인에 관련된 선행 연구(Lee et al., 2010)에서 기준으로 활용되는 방법으로 본 연구에서도 이를 적용하였다.

3.4 모델 검증

모델 검증(Verification)은 모델이 의도대로 작동하는지 확인하는 절차로서, 본 연구에서는 합리적 기대와 적응적 기대의 이론대로 모델링이 수행되었는지를 확인으로써 진행하였다. 이를 위해, 모든 사람들이 완전한 합리적 기대로 가격을 형성하는 경우와 적응적 기대로 가격을 형성하는 경우로 나누어 시뮬레이션을 수행했다. 이때, 적응적 기대를 하는 참여자들은 과거의 시장 정보를 바탕으로 기대가격을 형성하므로 모델 초기단계의 신뢰성이 떨어지게 된다(Sterman, 1988). 이에 본 연구에서는 전국적으로 가격이 상승했던 2015~2017년간의 통계자료를 바탕으로 초기 2년간의 가격 상승률을 그 평균인 4.5%로 설정하고 그 이후의 변화를 관찰하였다.

<Fig. 6>은 두 가지의 가설에 따른 시뮬레이션 결과를 비교한 그래프이다. <Fig. 5>에서 적응적 기대의 경우 가격이 오랜 시간 더 큰 폭으로 증가하고 감소하는 것을 확인할 수 있다. 반면 합리적 기대의 경우 적은 변동폭으로 서서히 가격이 상승하게 된다. Dipasquale(1994)은 기대가격의 형성을 재고-유량 모형에 적용한 연구에서 수요 shock에 대해 적응적 기대 시장은 큰 순환주기를 가지고 가격이 변동하는 반면, 합리적 기대시장의 경우 초기 가격증가폭이 적고 균형가격에 빠르게 도달함을 밝혔다. 시뮬레이션 결과와 선행 연구의 일치는 본 모델을 통한 시뮬레이션 결과를 기대형성이론에 비추어 설명할 수 있음을 의미한다.

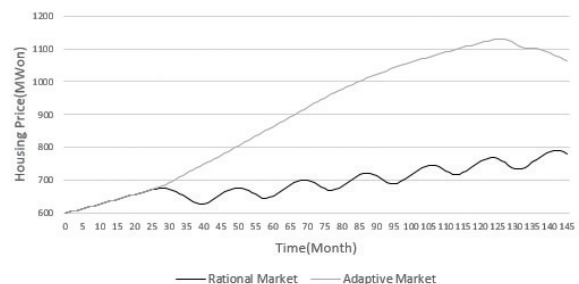


Fig. 6. Comparison of adaptive and rational expectation : simulation result

3.5 가격 상승기 주택 시장 거동의 해석

모델에 정책을 반영한 시뮬레이션 결과의 대조군을 설정하기 위해 먼저 가격 상승기 이후 주택 시장의 거동을 분석하였다. 가격 상승기 조성을 위해 모델 검증과 마찬가지로 초기 가격상승률을 설정하였으며 초기 균형가격을 시장 가격보다 높게 설정하였다. 이를 통해 적응적 및 합리적 기대 에이전트들이 모두 상승에 대한 기대를 갖도록 유도하였다. 초기 주택가격의 경우 지역 1은 2015년 서울 주택가격의 평균을, 지역 2는 2015년 수도권의 주택가격 평균을 적용하였다. 기타 모델 파라미터 조건들은 <Table 2>와 같다.

<Fig. 7>은 초기 조건에 대한 주택 가격의 변화를 보여 준다. 초기 2년은 설정에 따라 양 지역의 주택 가격이 모두 상승한다. 가격의 상승은 수요의 하락을 가져올 수 있으나(B1, B2) 동시에 기대가격 증가로 인해 수요가 증가하는 원인일 수 있다(R1, R2). 이처럼 가격상승기에는 강화루프와 균형루프가 수요에 대해 서로 다른 방향의 영향을 행사할 것을 예상할 수 있다.

실제로 <Fig. 8>에서 수요자가 감소하는 것을 확인할 수 있는데 <Fig. 9>에서 수요자의 자산 평균이 변하지 않음을 고려하면 시장가격이 균형가격에 가까워짐에 따른 것으로 해석할 수 있고 B2 루프가 지배적이었다고 결론 내릴 수 있다(B2). 두 지역을 비교하면 지역 2의 가격이 먼저 감소하며 이는 주거 매력도가 낮은 지역에서 B2의 영향이 더 강함을 시사한다.

t=85 시점 이후 지역 1의 침체가 발생한다. 이는 가격 상승 → 구매력 약화 → 수요 감소에 반응하여 합리적 기대(R2)가 정책 초기 시점과는 반대로 작용했으며 이에 반응하여 적응적 기대 루프(R1) 역시 음의 방향으로 작용했기 때문이다. t=135 시점에서는 지역 1의 가격이 다시 상승한다. 이는 가격이 수요자들이 생각하는 주택 가치 이하로 내려가면서 R2 루프가 양의 방향으로 움직이며 생긴 결과이다. 지역 1에 대한 기대가격 상승으로 인해 지역 2의 수요들이 지역 1로 이동하게 된다. 타 지역에서의 수요 유입은 합리적 기대 시장참여자들의 가격 상승심리를 유발하며 그로 인한 가격상승은 적응적 기대 수요자들 역시 시장에 참여하게 한다(R2→R1).

Table 2. Initial value of variables in the model

Variables	Value	References
Market Price in Area1	600	KB, 2018
Market Price in Area2	400	KB, 2018
Initial Market Price Change Rate (0~24 month)	0.045	KB, 2018
Equilibrium Price	1.02*market price	-
LTV	60%	MOLIT, 2017
Tax	40%	MOLIT, 2017

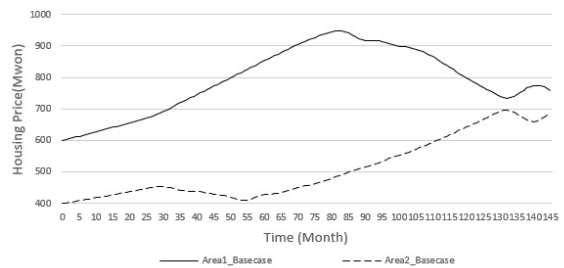


Fig. 7. Housing price changes after a boom

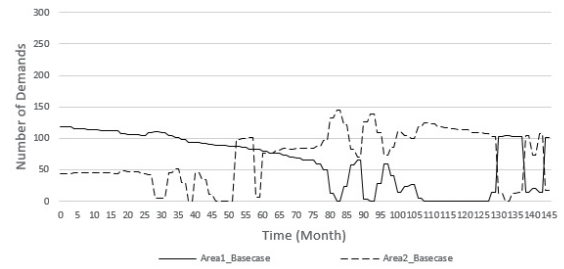


Fig. 8. Number of demands after a boom

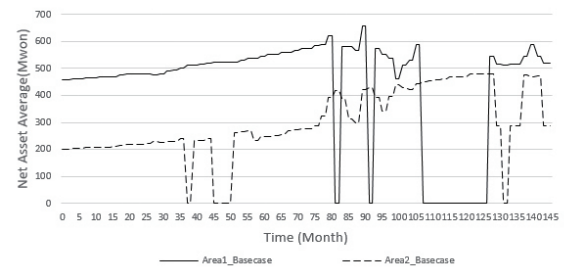


Fig. 9. Assets average of demands after a boom

4. 정책 분석

본 장에서는 2017년 8월 이후 정부가 시행한 LTV 정책과 양도소득세 정책을 모델에 적용함으로써 현재 주택 정책의 시장 파급효과를 분석한다. 인과모형에 따르면 정책 초기 LTV 비율 감소는 구매력 감소로 인한 B1루프의 작동, 양도소득세율 증가는 B2루프가 작동하도록 할 것을 예상할 수 있다. 이러한 변화가 주택 시장의 다른 피드백에 어떤 영향을 주며 그 원인에 대한 분석을 위해 민감도 분석을 수행하였다. 3.4절에서 수행한 시뮬레이션 결과를 base case로 설정하고, t=24 (month) 시점에서 지역 1에 정책을 시행하였으며 지역 1과 지역 2의 시장 변수 변화를 관찰하였다. 이를 바탕으로 정책 초기, 단기, 장기로 시점을 나누어 결과를 해석하였다.

<Table 3>은 정책에 대한 주택 시장의 기본 거동을 표현한 것이다. 단기적으로 정책을 시행한 지역 1에서는 합리적 기대수요와 적응적 기대수요의 다른 방향성을 예상할 수 있으며, 지역 2에서는 수요 증가로 인한 합리적 기대가 적응적

기대를 자극할 수 있음을 알 수 있다. 정책의 강도에 따라 어느 루프가 지배적이며 장기적으로 어떻게 변화할지가 달라진다.

Table 3. Housing market behaviour during policy implementation

	Main feedbacks in the market		
	Initial stage	Short-term	Long-term
Area 1	B1 (LTV) B2 (Tax)	R1 vs R2	B2
Area 2	R2	R2 → R1	B2

4.1 금융 규제에 대한 지역별 정책 민감도 분석

〈Fig. 10〉은 base case와 LTV 비율을 50%와 40%로 설정했을 때의 시뮬레이션 결과를 비교한 그래프이다. 정책 초기에는 LTV 규제에도 불구하고 지역 1의 가격이 상승하게 되며 이는 〈Fig. 11〉과 〈Fig. 12〉 및 피드백을 통해 설명할 수 있다. 정책 시행 초기 구매력이 낮은 사람들이 수요에서 이탈하며 동시에 수요자들이 자산 평균이 높아짐을 확인할 수 있다. LTV 규제로 인해 자산이 적은 사람들이 먼저 수요에서 이탈함을 보여주는 결과이다. 이는 단기적으로 지역 1의 합리적 기대 수요 감소로 이어진다. 하지만 여전히 적응적 기대의 수요자들로 인해 가격은 지속적으로 상승한다(R1 vs R2). 하지만 이러한 두 강화루프의 대치는 기대가격 상승폭을 줄여 시장가격과의 차이를 감소시켜 시장가격은 차츰 감소하기 시작한다(B2). 이러한 거동은 규제강도에 따라 가격 변화의 정도와 시차가 달라지나 장기적으로는 비슷한 값으로 수렴하게 된다.

지역 1에서의 수요 감소는 일부 지역 2로 이동하게 된다. 지역 2의 수요 증가는 합리적 기대심리를 자극하며 이것이 가격에 유의미하게 반영될 경우 2차적으로 적응적 기대심리에 의해 풍선효과가 발생할 개연성이 있다(R2→R1). 시뮬레이션 결과 역시 base case에 비해 정책을 적용한 경우 지역 2의 가격 상승이 발생했다. 다만 LTV 비율이 50%일 때의 가격이 더 크게 상승하는 것으로 나타났는데 타 지역의 규제 강도와 풍선효과의 정도가 비례하는 것은 아님을 시사한다. 반면 장기적으로는 지역 1의 가격 상승기와 맞물려 가격이 크게 감소하였다.

시뮬레이션 결과를 통한 정책적 시사점은 다음과 같다. LTV 규제의 강화가 주택가격 안정에 효과가 있으나, 그 원인이 구매력 부족으로 인한 수요 감소에 있다면 이는 실수요자 보호라는 정책 목적과는 부합하지 않을 수 있다. 또한 대출 규제에 의한 타 지역으로의 파급효과는 단기적으로 지역 2에 대해 더 민감하게 작용할 수 있다.

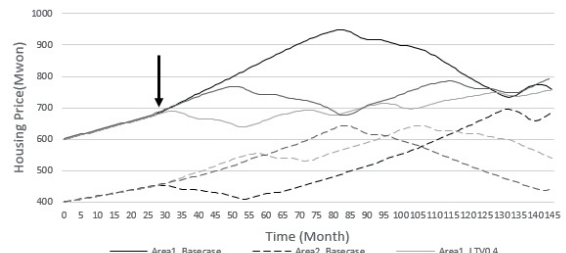


Fig. 10. Price change applying LTV policy by scenarios

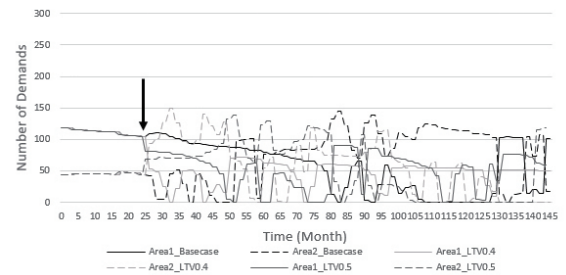


Fig. 11. Number of demands applying LTV policy by scenarios

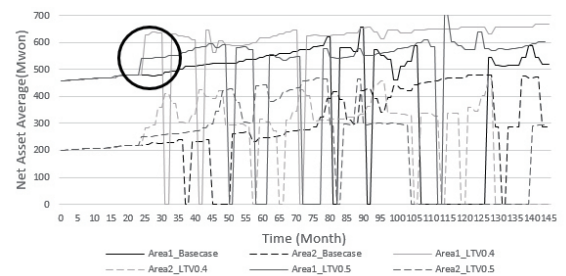


Fig. 12. Asset average of demands applying LTV policy scenarios

4.2 세금 규제와 금융 규제의 파급효과 비교

양도소득세 규제는 기대거래차의 감소로 인한 수요 감소를 기대하는 정책으로써, LTV 규제와 같은 목적을 가지나 그 파급효과는 다를 수 있다. 먼저 양도소득세율을 50~70%로 변화시켜 민감도 분석을 수행하였다. 그 결과 두 지역 모두 정책 초기 base case와 거의 유사한 변화를 보였으며 기대거래차의 감소의 정도가 R1, R2루프에 큰 영향을 미치지 못했음을 예상할 수 있다. 〈Fig. 14〉에서 수요가 서서히 감소하고 있음을 확인할 수 있고 이러한 예상을 뒷받침한다. 특히 양도소득세율을 50%로 상승했을 때는 주택 가격 변화, 수요의 변화, 수요 자산 평균의 변화 모두 base case와 유사했다. 장기적으로는 세율이 높을수록 빠른 시기에 효과가 나타났으며 이후 안정적으로 가격이 변동하였다. 금융 규제와 비교하면 가격 하락의 효과는 크지 않았으며 이는 시장에서 구매력에 의한 자기 균형이 투자심리 감소에 의한 자기 균형보다 큰 효과가 있다고 해석할 수 있다.

또한 정책의 강도에 대해 두 지역 모두 음의 관계를 가지는데 이는 금융 규제가 정책 초기 지역 2에 풍선효과를 발생

시키는 것과는 다른 결과이다. 양도 소득세율의 상승은 금융 규제와 비교하여 수요의 변화가 크지 않고 서서히 감소하게 된다(Fig. 15). 따라서 초기에 지역 1에 대한 정책의 타 지역으로의 파급효과가 미미했다. 따라서 정책에 따른 지역 2의 장기적 민감도 역시 지역 1의 상승기와 침체기에 맞물려 나타난 현상으로 분석된다. 반면 4.1절에서 논의한 바와 같이, LTV 규제 적용은 지역 1의 단기적인 수요 감소량을 지역 2로 이전하게 하여 풍선효과를 크게 발생시킨다. 이러한 차이는 양도소득세율 상승으로 인해 일부 수요가 지역 2로 이전하나 R1과 R2를 활성화 할 만큼 이동하지 않았기 때문임을 예상할 수 있다.

시뮬레이션 결과는 정책 지역에 대해 같은 목적을 가진 정책이라 하더라도 그 형태에 따라 장기적 효과와 타 시장의 파급효과가 다를 수 있음을 시사한다. 금융규제는 직접적으로 수요자의 구매능력을 약화시키므로 세금 규제와는 달리 자산 규모가 적은 참여자에 의한 수요 감소로 이어지며 이는 해당 시장 및 다른 시장에 지속적으로 영향을 미치게 된다.

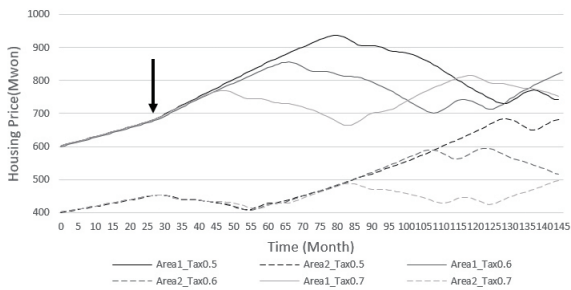


Fig. 13. Price change applying tax policy by scenarios

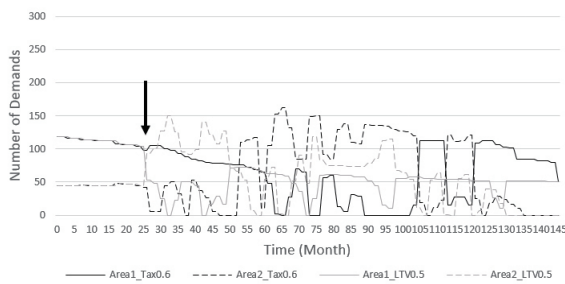


Fig. 14. Number of demands comparison of tax and LTV policy

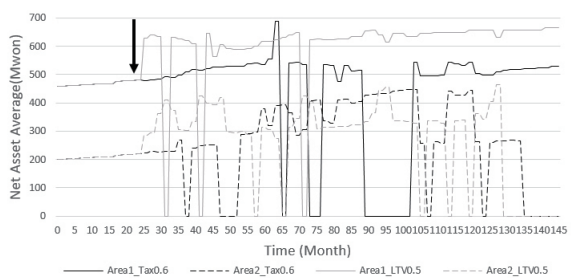


Fig. 15. Asset average of demands comparison of tax and LTV policy

따라서 정책 타겟이 되는 시장 수요자의 자산 분포에 따라 해당 시장에서의 변화의 정도가 달라질 것이다. 정책 결정자는 현 시장의 상황과 정책의 궁극적 목적을 고려하여 정책의 종류와 강도를 결정할 필요성이 있다.

5. 결론

거시적인 관점에서 금융 규제와 세금 규제는 모두 수요를 감소시키는 정책 변수이나, 수요가 감소하는 인과관계가 상이하다. 즉 시장 참여자들의 의사결정 과정이 상이하며 이는 시장 전반적인 변수에 대한 파급효과가 다를 수 있다. 정책 결정자는 다양한 시장 이해관계자들의 요구를 수용해야하기 때문에 다각적인 분석이 필요하며 파급 과정을 분석할 필요성이 있다. 이에 본 연구는 시스템 다이내믹스와 행위자 기반 모델을 통합하여 주택 시장의 구조와 수요자들의 의사결정 과정을 모델링하였다. 구축한 모델을 바탕으로 주택 시장의 거동을 구조적으로 해석하였으며, 정책의 강도를 조절해 가며 모델에 적용하여 정책의 실효성을 분석했다. 주요 정책적 시사점은 다음과 같다.

먼저, 금융 규제와 세금 규제 모두 구매력 및 구매의사를 약화시키기 때문에 단기적으로 효과를 보인다. 하지만 이후 시장 참여자들의 자산이나 정책의 강도에 따라서, 기대가격과 관련된 자기강화루프와 시장 가격을 조정하는 자기조절 루프의 상호작용에 따라 장기적으로 다른 결과에 이를 수 있다. 어떤 루프가 지배적인 역할을 하는 가는 정책에 의해 변동되는 시장 참여자들의 의사결정 과정에 따라 결정된다. 또한 정책이 시행된 지역 뿐 아니라 타 지역에도 수요의 이동에 의해 큰 영향을 받을 수 있음을 알 수 있다. 따라서 정책의 계획 및 수립 시 시장 변수간의 상관관계 뿐 아니라, 정책이 시장 참여자의 의사결정에 어떻게 영향을 주는 지에 대한 섬세한 고려가 필요하다.

본 연구는 정책결정자에게 있어서 시장 변수의 변화와 시장 참여자들의 행동을 고려할 수 있는 시장 분석의 틀을 제공한다. 또한 분석의 틀을 통해 나타난 결과를 활용하여 주택 시장의 거동이 어디에서 기인하는 지를 파악할 수 있으며 이를 통해 정책의 계획 및 수립 단계에서 정책결정자의 의사결정을 지원한다. 그러나 실제 시장에서 기대가격의 형성과정은 공급자들의 의사결정에도 중요한 영향을 미치기 때문에 공급을 외생변수로 가정한 것은 본 연구의 한계이다. 또한 임대 시장 역시 주택 시장과 밀접하게 관련되어 있어 주택 수요에 큰 영향을 주기 때문에 이에 대한 고려도 필요하다. 향후 본 연구에서 개발한 모델을 중심으로 이러한 요소들을 반영한다면 좀 더 포괄적인 정책적 시사점을 도출할 수 있을 것이다.

감사의 글

이 연구는 2018년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(10077606).

References

- Borshchev, A., and Filippov, A. (2004). "From system dynamics and discrete event to practical agent based modeling: reasons, techniques, tools." *In Proceedings of the 22nd international conference of the system dynamics society, 22*, Oxford: System Dynamics Society.
- Cagan, P. (1956). "The monetary dynamics of hyperinflation." *Studies in the Quantity Theory of Money*.
- Cho, G., Lee, S., and Jeong, D. (2017). "An Empirical Analysis on the Impact of Capital Gain Tax and Economic Variables on Apartment Price." *Review of Real Estate and Urban Studies*, 9, pp. 89–109.
- Choi, Y., Lee, C., and Choi, M. (2004). "Relationship between the Present Price and Expectations on Future Capital Gains in the Housing Market – Adaptive Expectation and Rational Expectation Hypotheses." *Korea planning association*, 39(2), pp. 131–141.
- Coulombel, N. (2010). "Residential choice and household behavior: State of the Art." *Ecole Normale Supérieure de Cachan*.
- DiPasquale, D., and Wheaton, W.C. (1996). "Urban economics and real estate markets." Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Dorsey, R.E., Hu, H., Mayer, W.J., and Wang, H.C. (2010). "Hedonic versus repeat-sales housing price indexes for measuring the recent boom–bust cycle." *Journal of Housing Economics*, 19(2), pp. 75–93.
- Haddad, W.D., and Demsky, T. (1995). "Education Policy–Planning Process: An Applied Framework." *Fundamentals of Educational Planning 51*. UNESCO, 7 Place de Fontenoy, 75700, Paris France.
- Hwang, S., Park, M., Lee, H.S., Lee, S., and Kim, H. (2010). "A Dynamic Approach for Evaluating the Validity of Mortgage Lending Policies in Korean Housing Market." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 11(5), pp. 32–40.
- Hwang, S., Park, M., Lee, H.S., Lee, S., and Kim, H. (2012). "Dynamic feasibility analysis of the housing supply strategies in a recession: Korean housing market." *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(2), pp. 148–160.
- Hyun, H., Lee, H., Park, M., and Hwang, S. (2014). "Housing Market Participants' Decision Process and The Dynamics of Ripple Effect on Korean Housing Market – Focusing on The Cause of Housing Market Stagnation and Housing Policies After 2008 Global Financial Crisis." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 15(5), pp. 147–159.
- KB Bank of Korea (2018). "Housing price trend – monthly report" <<http://nland.kbstar.com/quics?page=B046962>> (Aug. 31, 2018).
- Kim, K., and Jeon, J.S. (2012). "Why do households rent while owning houses? Housing sub–tenure choice in South Korea." *Habitat International*, 36(1), pp. 101–107.
- Lee, C.M., and Chung, E.C. (2010). "Monthly rent with variable deposit: a new form of rental contract in Korea." *Journal of Housing Economics*, 19(4), pp. 315–323.
- Lee, S., Park, M., Lee, H., and Hwang, S. (2014). "Degraded Performance and Restoration Plan of Lfieline Systems Considering Interdependency in the Post–disaster." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 15(4), pp. 139–149.
- Lee, W., Lee, J., and Shin, D. (2003). "The Characteristics of Consumer's Preference of house purchasing in the Capital Region of Korea." *Korea planning association*, 38(3), pp. 135–146.
- Lee, D. (2013). "A study on LTV · DTI and household debt, housing prices." *Journal of Korea Planning Association*, 48(3), pp. 361–381.
- Magliocca, N., Safirova, E., McConnell, V., and Walls, M. (2011). "An economic agent–based model of coupled housing and land markets (CHALMS)." *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(3), pp. 183–191.

- Ministry of land, transport and maritime affairs of the Korean government (2017). "Stabilization of housing market through protection of real demand and restraint of short-term speculative demand." <http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmstage=1&id=95079498> (Aug. 2, 2017).
- Mulder, C.H. (1996). "Housing choice: Assumptions and approaches." *Netherlands Journal of Housing and the Built Environment*, 11(3), pp. 209-232.
- Muth, J.F. (1961). "Rational expectations and the theory of price movements. Econometrica." *Journal of the Econometric Society*, pp. 315-335.
- Ozbakan, T.A., Kale, S., and Dikmen, I. (2016). "Exploring house price dynamics: An agent-based simulation with behavioral heterogeneity." *Computational Economics*, pp. 1-25.
- Park, M., Lee, M.H., Lee, H.S., and Hwang, S. (2009). "Boost, control, or both of Korean housing market: 831 countermeasures." *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(6), pp. 693-701.
- Salle, I.L. (2015). "Modeling expectations in agent-based models—An application to central bank's communication and monetary policy." *Economic Modelling*, 46, pp. 130-141.
- Shim, J., and Oh, H. (2017). "Understanding Entrepreneurial Processes using Agent-Based Modeling and Simulation (ABMS)." *Journal of the Korean Entrepreneurship Society*, 12(5), pp. 195-213.
- Sinai, T., and Souleles, N.S. (2005). "Owner-occupied housing as a hedge against rent risk." *The Quarterly Journal of Economics*, 120(2), pp. 763-789.
- Statistics Korea (2017). "The Survey of Household Finances and Living Conditions (SFLC) in 2017" <<http://kostat.go.kr/portal/eng/pressReleases/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=366814&pageNo=13&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=>> (Dec. 21, 2017).
- Sterman, J.D. (1988). "Modeling the formation of expectations: the history of energy demand forecasts." *International Journal of Forecasting*, 4(2), pp. 243-259.
- Swinerd, C., and McNaught, K.R. (2012). "Design classes for hybrid simulations involving agent-based and system dynamics models." *Simulation Modelling Practice and Theory*, 25, pp. 118-133.
- Zhuge, C., and Shao, C. (2018). "Agent-based modelling of purchasing, renting and investing behaviour in dynamic housing markets." *Journal of Computational Science*, 27, pp. 130-146.
- Zhang, X., Geltner, D., and de Neufville, R. (2018). "System Dynamics Modeling of Chinese Urban Housing Markets for Pedagogical and Policy Analysis Purposes." *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 57(3), pp. 476-501.

요약 : 최근 주택 가격이 전국적으로 상승하였고 정부는 실수요자 보호를 위해 금융, 세금 등 다양한 규제를 지역에 따라 시행하였다. 정책 시행 이후 전국적인 주택 가격 평균은 안정되었으나 지역 별로 살펴보면 양극화 현상이 발생하였다. 또한 규제로 인해 오히려 실수요자가 피해를 볼 우려에 대한 논의도 지속되고 있다. 따라서 정책 계획 및 분석에 있어 시장 변수 간의 상관관계 뿐 아니라 미시적으로 시장 참여자들에게 어떻게 정책의 효과가 파급되는 지 분석할 필요성이 있다. 이에 본 연구에서는 변수 간 인과관계로 구성되는 시장 구조 분석을 위한 시스템 다이내믹스와 시장 참여자들의 의사 결정 과정 모델링을 위한 행위자 기반 모델을 통합하여 시뮬레이션 모델을 구축하였다. 개발한 모델에 금융 규제와 세금 규제를 적용하여 주택 가격의 변화와 이에 시장 참여자들이 어떻게 행동하는 지에 대한 분석을 통해 정책의 실효성을 평가하였다. 본 연구를 통해 가격 안정화라는 같은 목적을 가진 두 규제에 대해 시장 참여자들이 다른 의사결정을 함에 따라 시장을 지배하는 피드백의 차이를 확인했다. 이에 따라 정책 대상 지역 뿐 아니라 그 이외의 지역에 대해서도 다른 파급효과가 나타났다.

키워드 : 주택 시장, 시스템 다이내믹스, 행위자 기반 모형, 주택 정책
