

주택시장 매칭모형과 금융비용 충격의 동태적 효과

문외솔*

요약

주택시장과 주택담보대출시장에 탐색-매칭을 통한 마찰적 요인을 도입하고 주택건설에 일정 기간이 소요(time-to-build)되는 동태모형을 구축한다. 한국 주택시장의 특징들을 설명할 수 있도록 주요 모수들을 설정하고 주택담보대출을 시행하는 금융기관들의 금융비용에 충격이 발생할 때의 동태적 변화를 분석한다. 금융기관들의 금융비용은 대출시장 참여, 대출심사 및 자본조달 과정에서 발생하는 일련의 비용을 의미한다. 비용상승충격이 발생하면 시장에 진입하는 금융기관들이 감소하여 담보대출을 원하는 가계들의 대출 가능성은 하락한다. 금융시장에서 비롯된 충격으로 인해 주택 소유로부터 얻는 가치는 상대적으로 하락하고 주택 임차로부터 얻는 가치는 상대적으로 증가하여 주택 구매자들의 수가 감소한다. 따라서 대출시장에서의 충격이 주택가격의 하락과 주택거래량의 감소를 초래한다.

핵심어 : 주택시장 탐색과 매칭, 금융 마찰, 주택가격, 주택거래량

1. 서론

24시간 내에 주택을 구입하거나 판매하는 것은 거의 불가능하다. 주택을 구입하는 사람들은 직장과의 거리, 대중교통의 편의성, 학군이나 주변환경 등을 고려하여 자신에게 가장 적합한 주택을 찾기 위해 상당한 시간을 사용한다. 탐색의 과정이 끝났다고 하더라도 충분한 자금을 확보한 상태에서 즉시 입주 가능한 집을 구입하는 경우가 아니라면 계약금, 중도금, 잔금을 순차적으로 지급하여

* 문외솔, 주저자, 서울여자대학교 경제학과 부교수, moon@swu.ac.kr

© Copyright 2022 Housing Finance Research Institute. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

주택거래를 완료하며, 잔금 지급을 위해 주택담보대출을 받는 것이 일반적이다. 주택 구입에 짧게는 2~3주, 길게는 수 개월의 시간이 소요된다. 그렇다면 주택 판매는 어떨까? 고진수 외(2019)에 따르면 2014~2016년 사이 서울시 아파트의 매매 소요기간은 평균 76일이었다. 주택시장은 구매자와 판매자 사이의 거래가 즉각적으로 이루어지는 왈라스 경제(Walrasian economy)와는 매우 다른 모습을 갖는다.

대출시장의 모습도 대체로 비슷하다. 담보대출을 희망하는 주택 구매자들은 다양한 금융기관들이 제공하는 주택담보대출 상품을 비교하여 자신에게 가장 유리한 상품을 선택한다. 대출신청과 심사 등을 거쳐 주택 소유권 이전과 동시에 대출이 실행되면 대출금을 잔금으로 지급한다. 금융기관들 또한 자신들이 판매하는 주택담보대출 상품을 홍보하며 고객들을 유치한다. 대출시장에는 대출승인에 어려움을 겪는 신청인들과 대출상품 구입을 희망하는 고객들을 확보하는 데 어려움을 겪는 금융기관들이 공존한다. 대출시장 역시 주택시장과 마찬가지로 비왈라스 경제(Non-Walrasian economy)의 모습을 보인다.

본 연구에서는 비왈라스 경제의 관점에서 노동시장을 분석한 DMP(Diamond-Mortensen-Pissarides)의 탐색-매칭모형(Diamond, 1982; Mortensen & Pissarides, 1994)을 주택시장과 주택담보대출시장에 모두 적용하고 주택건설에는 Kydland & Prescott(1982) 유형의 최소 건설기간(time-to-build)을 도입하였다. 모형 경제에는 주택을 임차한 사람들, 주택을 구매하고자 하는 사람들, 주택을 보유한 사람들, 그리고 주택을 판매하고자 하는 사람들이 공존하며 신규주택의 건설은 건설업자들이 담당한다. 주택거래를 희망하는 사람들은 주택시장에서 거래상대방을 탐색해야 하고 일정한 확률로 거래상대를 만날 수 있다. 주택건설을 시작한 건설업자들은 일정한 시간이 지난 후에 주택을 준공하여 주택시장에 공급할 수 있다. 한편, 주택구입은 주택담보대출을 수반하며 담보대출시장 역시 마찰적인 시장을 가정한다. Petrosky-Nadeau & Wasmer(2017)과 Wasmer & Weil(2004)의 모형을 따라서, 담보대출을 희망하는 신청자들과 금융업자들이 대출시장(금융시장)에 참가하여 금융거래상대를 탐색한다. 금융기관들은 대출시장참여, 대출심사, 대출을 위한 자금조달 과정에서 일정한 금융비용을 부담해야 한다. 주택시장과 마찬가지로 일정한 확률로 거래상대를 만나게 된다.

주택구입에 성공하여 자가보유자가 된 경우, 이들은 매 시점 주택 소유로부터 일정한 편익을 얻으며 해당 편익은 외부적인 충격(주택선호충격)에 노출되어 있다고 가정한다. 모형의 주택가격, 주택스톡, 인구증가율의 표준편차가 코로나19 팬데믹 기간을 포함한 2010~2021년 사이 해당 데이터의 표준편차와 일치하도록 주택선호충격 및 여타 주요 파라미터들의 값을 설정한다. 특히, 주택가격의 변화에 따라서 도심으로 진입하거나 도심으로부터 이탈하는 사람들의 규모 변화를 포착하기 위하여

분석 대상 지역을 서울과 경기도, 그리고 6대 광역시로 설정하였다. 주택선호충격이 발생할 때 주택가격이 반응하고 이는 도심-비도심지역 사이의 인구이동에 영향을 미쳐 도심지역 인구증가율이 변화한다. 주택선호충격만을 도입해도 모형 경제는 주택스톡의 증감율과 주택거래량 사이의 양의 상관관계를 효과적으로 재현할 수 있다. 주택선호충격만으로는 현실에서 관측되는 주택거래량의 변동성을 10% 정도 설명하는 것으로 나타난다.

금융충격에 따른 주택시장의 반응을 살펴보기 위하여 금융기관들이 부담하는 금융비용에 일정한 충격이 발생하는 경우를 모의실험한다. 금융비용 상승충격이 발생하면 대출시장에 참여하는 금융기관들의 수가 감소하여 담보대출을 희망하는 가계들이 대출에 성공할 확률은 떨어진다. 이로 인해 주택을 소유할 때의 가치는 상대적으로 하락하고 주택을 임차할 때의 가치는 상대적으로 증가하여 주택 구매자들의 수는 감소한다. 따라서 주택가격은 하락하고 주택거래량은 감소하며 주택판매에 소요되는 시간(time-to-sell)은 보다 길어진다. 이러한 결과는 2022년 4월부터 한국은행이 기준금리를 지속적으로 인상하는 과정에서 주택시장에 나타난 변화를 일관성있게 설명한다.

주택시장에 마찰을 도입한 선도적인 연구는 Wheaton(1990)이다. 이후 Burnside et al.(2016), Díaz & Jerez(2013), Gabrovski & Ortego-Marti(2019, 2021), Head et al.(2014), Ngai & Sheedy(2020, 2022), Novy-Marx(2009) 등이 주택시장 매칭모형을 다양한 방향으로 확장하였다. 이와 같이 매칭모형을 주택시장과 금융시장에 적용하는 연구가 미국과 유럽 등에서는 지속적으로 확대되고 있다. 한국 주택시장에서도 마찰적인 특징이 간과할 수 없을 정도로 중요한 요인이지만 이러한 특성을 도입한 연구들을 쉽게 찾아보기 어렵다. 매칭모형을 통해 한국 주택시장의 마찰적 특징을 도입한 연구로는 분양권 전매제한 효과를 분석한 홍정의(2022) 정도를 꼽을 수 있다. 본 연구는 국내에서는 처음으로 주택시장과 금융시장(담보대출시장)에 모두 마찰을 도입하였고 2020-21년 코로나19 팬데믹 기간을 포함하여 주택가격, 거래량, 주택건설 등의 변동성을 종합적으로 분석했다는 점에서 연구의 의의가 있다.

본 연구는 다음과 같은 순서로 진행된다. II장에서 주택시장 매칭모형과 관련한 선행연구들을 소개하고 III장에서 주택시장과 금융시장에 마찰적 요인을 고려한 모형을 구축한다. 주택건설에 일정 시간이 소요되는 현상을 반영하기 위하여 최소 건설기간(time-to-build) 가정도 도입하였다. IV장에서는 모형의 주요 파라미터들과 변수들을 어떻게 설정하였는지 비교적 상세하게 논의한다. V장 정량분석에서는 주택선호충격을 통해 모형의 현실 설명력을 진단한다. 이어서 주택담보대출을 실행하는 금융기관들이 자본조달 관련 비용충격에 노출될 때 주택가격, 주택거래량, 매칭확률들의

변화와 이들 변수 사이의 관계를 분석한다. VI장에서는 본 연구의 한계와 향후 연구 방향 등을 제시하고 논문을 끝맺음한다.

II. 주택시장 매칭모형 선행연구

주택시장 매칭모형의 연구를 크게 세 가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫째는 주택시장을 온탕(hot market)과 냉탕(cold market)으로 구분하고 유동성(liquidity)에 초점을 맞춘 연구들이다. 대체로 초기 연구들이 여기에 해당된다. 두 번째 그룹의 연구들은 주택가격과 관련한 정보의 비대칭과 미래 주택시장에 대한 믿음의 차이가 주택시장의 변화를 야기하는 중요한 요인이라고 보았다. 세 번째는 온탕-냉탕 접근을 경기변동으로 확장하고 경제주체들의 의사결정을 내생화하거나 이질성을 도입함으로써 모형의 현실 설명력을 제고한 것이다.

1. 온탕-냉탕과 유동성

주택시장을 온탕(hot market)과 냉탕(cold market)으로 구분하여 유동성(liquidity)에 초점을 맞춘 연구들에는 Caplin & Leahy(2011), Genesove & Han(2012), Krainer(2001), Novy-Marx(2009) 등이 있다. 온탕(hot market)은 주택가격이 평균 보다 높고 주택판매에 소요되는 시간이 비교적 짧은 시기를 가리키고 냉탕(cold market)은 주택가격이 평균 보다 낮고 주택판매에 비교적 긴 시간이 소요되는 시기를 가리킨다. 여기서 유동성(liquidity)이란 주택을 구입하거나 처분할 때까지 걸리는 시간으로 TOM(time on the market)을 의미한다.

Krainer(2001)은 주택 보유로부터 얻는 편익(dividend)의 변화를 통해서 주택가격, 주택판매에 소요되는 시간(liquidity), 그리고 주택거래량 사이의 관계를 설명하였다. Krainer(2001)은 주택보유로부터 얻는 편익을 전반적인 경제 상태에 따라 결정되는 요인과 이질적인 요인으로 구분했는데, 전반적인 경제 상태에 영향을 받는 편익의 변화로 인해 주택시장의 온탕과 냉탕이 결정된다.

Novy-Marx(2009)는 온탕과 냉탕을 오가는 주택시장을 설명하기 위해서 피드백 메커니즘을 갖는 주택시장 매칭모형을 제시하였다. 여기에서 주택시장 참가자들의 선택에 의해 주택시장에 발생하는 충격이 증폭될 수 있다. 구체적으로, 주택시장에 구매자들이 늘어날 경우 주택 구입에

상당한 시간이 소요되는데, 이 때 주택매매에 소요되는 시간(time-to-sale)이 짧아져 매물이 감소하고 주택구매자-주택판매자 비율은 상승한다. 따라서 주택 구입에 소요되는 시간은 보다 길어질 수 있어 온탕이 더욱 뜨거워지는 것이다.

Shimer(2007)의 미스매치모형을 이용한 Caplin & Leahy(2011)은 주택시장의 온탕-냉탕 특징을 포함하여 주택시장에서 관찰되는 중요한 특징인 주택가격의 높은 변동성과 주택가격 변화와 거래량 사이의 관계를 설명하였다.

유동성과 관련한 기존 연구들이 주택판매자들의 입장에서 주택판매에 소요되는 시간을 분석했다면 Genesove & Han(2012)는 이에 더하여 주택구매에 소요되는 시간(buyer time on the market)과 구매자들이 주택구매를 위해 얼마나 많은 집을 보러다니는가에 대한 유동성 지표도 추가로 분석하였다.

Head et al.(2014)는 도시가구의 소득변화가 주택가격, 도심지역 인구, 신규주택건설, 주택거래량 및 TOM에 미치는 효과를 분석하였다. 도시가구의 소득 증가가 도시로의 인구유입과 주택수요를 확대함으로써 주택가격이 상승하고 거래량은 증가하며 TOM이 단축되는 현상을 구조적 VAR(Vector Autoregression) 모형을 통해 확인한 뒤 이를 매칭모형을 통해 재현하였다.

Ngai & Tenreyro(2014)는 주택시장의 온탕-냉탕 연구를 계절적 요인으로 치환하여 성수기(hot season)-비수기(cold season) 관점에서 분석하였다. 봄과 여름을 온탕에 해당하는 성수기로, 가을과 겨울을 냉탕에 해당하는 비수기로 구분한 뒤 계절적 요인(성수기-비수기)에 의한 주택가격과 거래량의 차이를 미국과 영국의 주택시장에서 확인하였다. 이어서 주택시장 매칭모형에 거래규모 효과(thick market effects)를 도입하여 주택시장에서 나타나는 계절적 변화를 효과적으로 설명하였다. 구체적으로, 성수기 이사수요의 증가로 매물이 늘어나면 마음에 드는(match quality) 주택을 보다 쉽게 찾을 수 있으므로(거래규모 효과) 거래량은 증가한다. 마음에 드는 주택을 거래하는 경우 (그렇지 않은 주택을 거래할 때 보다) 매칭의 잉여가 크기 때문에 주택가격도 상승한다.

2. 정보 비대칭과 믿음의 차이

Anenberg(2016), Burnside et al.(2016), Piazzesi & Schneider(2009) 등은 주택시장의 마찰적인 특성과 더불어 정보 비대칭 문제와 주택시장 상태에 대한 이질적인 믿음이 주택시장의 변화를 설명하는 중요한 요인이라고 보았다.

먼저 Piazzesi & Schneider(2009)는 설문조사자료(Michigan Survey of Consumers)를 통해 경기과열 국면에서 '주택을 구입하기 좋은 시기'라고 생각하는 사람들의 비중이 상승한다는 사실을

확인하였다. 특히 향후 주택가격이 상승할 것으로 예상하는 사람들을 모멘텀 클러스터로 정의했는데, 이들의 비중이 경기과열 국면 끝으로 갈수록 오히려 상승한다는 사실을 발견하였다. 주택시장 탐색모형을 통해 미래 주택가격에 대해 낙관적인 전망을 갖고 있는 사람들의 비중이 비록 낮다고 하더라도 이들이 높은 가격을 지불하고서라도 주택을 구입하기 때문에 실제 체결된 주택거래의 상당 부분을 차지할 수 있고 따라서 주택가격도 상승할 수 있음을 보였다.

Anenberg(2016)은 주택판매자들이 주택에 대한 가치를 정확하게 알지 못한 상태에서 판매가격을 책정하는 상황을 미시자료를 통해 확인하였다. 이러한 현상을 반영하기 위하여 정보의 불완전성과 베이시언 러닝(Bayesian learning)을 주택시장 탐색모형에 적용한 후 Simulated Method of Moments으로 모형의 파라미터들을 추정하였다. 우선 주택가격 모멘텀 현상을 정보마찰(information frictions)을 포함한 모형의 시뮬레이션을 통해 효과적으로 재현하였다. 즉, 경제 여건의 변화로 인해 주택가격을 조정해야 하는 상황임에도 불구하고 판매자들이 이에 대한 정보를 즉시 획득하지 못하기 때문에 주택가격 증가율이 지속적으로 높은 수준을 유지하거나 지속적으로 낮은 수준을 유지하는 모멘텀 현상이 나타나는 것이다.

마지막으로 Burnside et al.(2016)은 향후 주택시장 펀더멘탈에 대한 믿음(또는 예상)이 사람들 사이에 이질적인 경우 주택시장의 주기적인 변화도 달라질 수 있음을 보였다. 주택시장의 주기적인 변화는 온탕(boom)으로 시작해서 냉탕(bust)으로 끝나는 경우도 있지만 온탕 상태가 지속되는 경우도 있다. 이러한 현상을 설명하기 위하여 Burnside et al.(2016)은 소셜 다이내믹스(social dynamics)의 개념을 도입하여 사람들 사이의 믿음이 전이되는 상황을 모형화하였다. 주택시장 펀더멘탈은 주택소유로부터 얻게 되는 상대적 효용으로 정의하였고 펀더멘탈(상대적 효용)은 일정한 확률로 변화한다고 가정하였다. 사람들은 펀더멘탈이 변화할 확률에 대해서는 동의하지만 구체적으로 어떤 값을 갖게 될지에 대해서는 서로 다른 견해를 갖는다. 모형에서는 낙관적(optimistic)인 견해를 갖는 사람들과 회의적(skeptical)인 견해를 갖는 사람들, 그리고 견해가 유동적(vulnerable)인 사람들이 공존한다. 낙관적인 견해를 갖는 사람들은 펀더멘탈이 좋아질 것이라고 기대하지만 회의적인 사람들과 견해가 유동적인 사람들은 현재의 펀더멘탈 상태가 지속될 것이라고 예상한다. 한편, 소셜 다이내믹스에 따르면, 신념이 약한 사람이 신념이 강한 사람을 만나면 강한 신념의 소유자에게 영향을 받아 자신의 신념을 바꾸게 된다. 예를 들어, 낙관적인 견해를 갖는 사람들이 매우 강한 신념을 갖고 있다고 해보자. 견해가 유동적인 사람들이 이들을 만나면 주택시장의 펀더멘탈이 좋아질 것이라는 믿음을 갖게 된다. 반대로 회의적인 견해를 갖는 사람들이 매우 강한 신념을 갖고 있다고 해보자. 견해가 유동적인 사람들이 이들을 만난다면 주택시장의 펀더멘탈이 현상태를 유지할 것이라는 믿음을 바꾸지 않을 것이다. Burnside et

al.(2016)은 이질적인 믿음을 갖는 경제주체들로 구성된 주택시장 매칭모형을 만들고 여기에 소셜 다이내믹스를 도입하였다. 시뮬레이션 결과, 회의적인 견해를 갖고 있는 사람들이 매우 강한 신념을 갖는 경우, 주택구입을 선호하는 사람들의 숫자가 증가한 뒤 감소하여 온탕에서 냉탕으로의 변화가 나타난다. 반대로 낙관적인 견해를 갖는 사람들이 매우 강한 신념을 갖고 있다면, 주택구입을 선호하는 사람들이 지속적으로 증가하여 주택시장이 온탕을 유지하는 상황이 나타나게 된다.

3. 경기변동, 이질성과 의사결정의 내생성

Díaz & Jerez(2013) 이후 주택시장 매칭모형은 온탕-냉탕 접근에서 경기변동으로 확대되고 있으며, 여기에는 이질적인 경제주체들과 이들의 의사결정이 내생적으로 이루어지는 과정들이 반영되고 있다.

유동성의 경기변동 특징에 초점을 맞춘 Díaz & Jerez(2013)은 주택시장 매칭모형을 사용하여 기존 온탕-냉탕 연구를 경기변동으로 확대하였다. 경기변동 과정에서 주택가격, 매매물건(vacancies), 거래량 및 TOM의 특징을 현실과 유사하게 재현하였다.

Gabrovski & Ortego-Marti(2019)는 경기변동 과정에서 주택 판매자들(매물)이 늘어날 때 주택 구매자들도 증가하는 양의 상관관계가 관찰되는데 이는 DMP 유형의 매칭모형 예측과는 상반되는 현상임을 확인하였다. DMP 유형의 노동시장 매칭모형은 베버리지 곡선(Beveridge Curve)을 구현할 수 있는데, 이는 구인자들(주택 구매자들)과 구직자들(주택 판매자들) 사이에 나타나는 음의 관계 또는 우상향하는 관계를 의미한다. Gabrovski & Ortego-Marti(2019)는 현실의 주택시장에서 나타나는 우상향하는 베버리지 곡선을 설명하기 위하여 주택 구매자들의 수가 내생적으로 결정되도록 기존 매칭모형을 확장하였다. 이를 통해 우상향하는 베버리지 곡선을 구현했을 뿐만 아니라 경기변동 과정에서 주택가격과 거래량, 그리고 TOM 사이의 상관관계도 효과적으로 설명하였다. Gabrovski & Ortego-Marti(2021)은 모기지 구입의 금융시장 마찰(credit frictions)을 주택시장 매칭모형에 도입하여 Gabrovski & Ortego-Marti(2019)를 확장한 것이다. 신용마찰 자체가 주택가격에 상당한 영향을 미치는 것은 아니지만 TOM에는 영향을 미친다는 사실을 확인하였다.

Ngai & Sheedy(2020)은 거래량의 변화를 분석하기 위해서 거래매물과 TOM에 초점을 맞추었는데, 특히 새롭게 등록되는 주택의 물량에 따라 거래량이 크게 영향을 받는다는 사실에 주목하였다. 기존 등록매물 가운데 거래가 성사된 주택의 비율을 매매율(거래건수÷기존 등록매물)로 정의하고, 전체 주택스톡(기존 등록매물은 제외) 가운데 신규 등록매물의 비율을 주거이동비율(신규

등록매물÷주택스톡)로 정의한 뒤 1989년부터 2013년까지 주택거래량의 변화를 분석한 결과, 주거이동비율의 변화가 거래량의 변화를 설명하는 데 중요한 변수임을 확인하였다. 이러한 사실을 바탕으로 경제 전반에 충격이 발생할 때 주거이동비율이 변동하도록 주거이동이 내생적으로 결정되는 매칭모형을 구축하였다. 주거이동 결정의 내생성은 현재 거주하고 있는 주택이 얼마나 마음에 드는가(match quality)에 따라 달라지는데, 모형에서는 시간이 흐를수록 현재 거주하고 있는 주택이 점차 마음에 들지 않게 된다. 따라서 주택을 보유한 사람들이 주택으로부터 얻는 만족감은 이질성을 갖는다. 모형의 캘리브레이션과 시뮬레이션을 통해 주거이동비율의 변화가 실제 관찰되는 거래량 변동의 상당 부분을 설명할 수 있음을 보였다. 한편, Ngai & Sheedy(2022)는 Ngai & Sheedy(2020)의 연구를 확장한 것으로 경제 전반에 발생하는 충격을 포함하여 경기변동 과정에서 주택시장의 주요 변수들의 변동성과 이들 사이의 상관관계를 분석하였다.

III. 모형

본 연구의 모형은 Head et al.(2014)를 두 가지 방향으로 확장한 것이다. 하나는 주택담보대출시장에 탐색 마찰을 도입한 것이고 다른 하나는 주택건설에 일정한 시간이 소요된다는 time-to-build 가정을 도입한 것이다.

1. 주택시장과 금융시장의 마찰

주택시장은 마찰적인 시장이다. 주택을 매입하고자 하는 사람은 일정 기간 탐색을 해야 하고 주택을 매각하고자 하는 사람도 즉시 처분하는 것이 용이하지 않다. 주택시장에서의 거래 규모는 구매자들과 판매자들의 매칭함수(matching function)로 표현하며 매칭함수는 다음과 같이 가정한다.

$$M_t = \Theta(N_t^B, N_t^S) \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

여기서 N_t^B 는 t 시점 주택을 구입하고자 하는 사람들(또는 가구들)의 수, N_t^S 는 t 시점 주택을 판매하고자 하는 사람들의 수, M_t 는 t 시점에 거래되는 주택의 수를 가리킨다. 한 사람은 하나의 주택을 구입하거나 판매할 수 있다고 가정한다. 주택 매입확률 m_t 는 M_t/N_t^B 와 같고 주택 판매확률

q_t 는 M_t/N_t^S 와 같다. 주택시장의 경색지표(tightness) θ_t 는 구매자들(N_t^B)과 판매자들(N_t^S)의 비율로 정의한다.

$$\theta_t = \frac{N_t^B}{N_t^S} \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

모든 가계는 담보대출을 통해 주택을 구입한다고 가정한다. 담보대출시장(이하에서는 금융시장과 동일한 의미로 사용한다) 역시 마찰적인 시장이어서 즉각적인 담보대출실행이 불가능하다. 대출신청 후 심사를 통한 대출승인까지, 그리고 대출승인 이후 대출실행까지 일정 시간이 소요되는 현실을 반영한 것이다. 실제로 발생하는 대출실행의 규모(건수)는 대출신청자들과 금융업자들(또는 금융기관들)의 매칭함수로 표현하며 매칭함수는 다음과 같이 가정한다.

$$F_t = \Phi(N_t^A, N_t^F) \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

여기서 N_t^A 는 t 시점 대출신청자들(가구들)의 수, N_t^F 는 t 시점 금융업자들의 수, F_t 는 t 시점에 발생하는 대출실행 건수를 가리킨다. 대출신청을 한 어떤 사람이 주택담보대출을 받을 확률 f_t 는 F_t/N_t^A 와 같고 금융시장에 참여한 금융업자가 대출신청인을 만날 확률 a_t 는 F_t/N_t^F 와 같다. 대출시장의 경색지표(tightness) ϕ_t 는 대출신청자들(N_t^A)과 금융업자들(N_t^F)의 비율로 정의한다.

$$\phi_t = \frac{N_t^A}{N_t^F} \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

모형 경제는 도심지역과 비도심지역으로 구분되며 사람들은 도심지역과 비도심지역 사이를 이동한다.¹⁾ 도심지역에 진입할 때 대출신청을 통해 주택담보대출 가능 여부가 결정되는데, f_t 의 확률로 주택담보대출이 가능한 경우 주택 구매자가 되고 $1 - f_t$ 의 확률로 주택담보대출이 불가능한

1) 본 연구에서 도심지역은 서울과 경기도, 6대 광역시를 의미하고 비도심지역은 도심 이외의 지역을 의미한다. 주택가격의 변화로 인해 촉발되는 도심지역의 인구증가율 변화를 분석하는 것이 본 연구의 목적 가운데 하나이다. 참고로, 수도권과 비수도권 사이의 주택가격의 격차는 중요한 연구주제이며(허원제·오경수, 2021), 주택은 인구이동에 있어 가장 중요한 요인 가운데 하나이다(조대현, 2018).

경우 임차인이 된다. 주택 구매자는 주택시장에서 자신에게 적합한 주택을 탐색(search)하고 한 기간 뒤 m_t 의 확률로 주택을 구입할 수 있다. 주택구입에 성공하면 자가보유자가 되지만 $1 - m_t$ 의 확률로 주택구입에 실패할 경우 다시 주택 구매자가 되어 주택을 탐색한다.

2. 가계의 문제

Diamond(1982), Mortensen & Pissarides(1994)와 같이 모형 경제의 가계는 위험 중립적이며 주택을 보유한 자가보유자들과 임차인, 주택 구매자들로 구분된다. 전체 주택 가운데 일부는 자가보유자들이 소유하고 있고, 일부는 임차인이 사용하고 있으며, 나머지는 주택시장에 매물로 등록된다.²⁾

가계는 다음과 같은 효용함수를 갖는다.

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[y_t + w_t \ell_t - \left(\frac{1}{\xi} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}} \left(\frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon} \right) \ell_t^{\frac{1 + \varepsilon}{\varepsilon}} + \Omega_t v_t^o - (1 - \Omega_t) R_t \right] \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

여기서 β 는 할인인자, y_t 는 t 시점의 일반적인 소득, ℓ_t 는 건설부문에 투입하는 노동시간, w_t 는 건설부문의 시간당 임금, ξ 와 ε 은 효용함수 파라미터, Ω_t 는 가계가 자가를 보유할 경우 1의 값을 갖고 그렇지 않을 경우 0의 값을 갖는 지시함수, v_t^o 는 자가보유에 따른 편익, R_t 는 임차인이 부담하는 임대료를 가리킨다.³⁾ t 시점 가계의 소득은 두 가지로 구성되는데, 하나는 일반적인 소득 y_t 이며 다른 하나는 건설부문에 투입한 노동으로부터 얻는 소득 $w_t \ell_t$ 이다. 건설부문에 투입하는 노동시간은 간단한 극대화문제를 통해 구할 수 있다. 건설부문에 투입하는 최적 노동시간은 $\ell_t = \xi w_t^\varepsilon$ 와 같고 이를 효용함수에 대입하여 정리하면 다음과 같다.

-
- 2) 모형을 단순화하기 위하여 판매를 위해 매물로 등록된 주택은 점유(소유와 임대·임차)할 수 없다고 가정한다. 자가보유자들이 소유한 주택과 임차인들이 거주하는 주택을 처분(판매 혹은 임대)하기 위해서는 일정 시간이 소요된다. 자세한 내용은 2절 가치함수와 4절 가계의 분포와 상태간 이동에서 확인할 수 있다.
 - 3) 전체 가구를 건설부문에 종사하는 가구들과 그렇지 않은 가구들로 구분하여 모형화할 수도 있다. 이 경우 건설부문에서 발생하는 다양한 변화가 임금을 통해서 건설부문에 종사하는 가구들의 소득에 만 변화를 일으키게 된다. 따라서 건설부문에서의 변화가 직간접적으로 경제 전체에 영향을 미치는 현실 경제와 상이한 모습을 보이게 된다.

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [y_t + \chi w_t^{1+\varepsilon} + \Omega_t v_t^o - (1 - \Omega_t) R_t] \quad \langle \text{식 6} \rangle$$

여기서 $\chi \equiv \xi / (1 + \varepsilon)$ 이다.

이하에서는 주택 구매자, 임차인, 자가보유자의 가치함수(value functions)를 정의한다. 주택 구매자(Buyers)의 t 시점 가치함수 V_t^B 는 다음과 같다.

$$V_t^B = u_t^B + m_t (-\delta P_t - \Lambda_t + \beta E_t [V_{t+1}^O]) + (1 - m_t) \beta E_t [V_{t+1}^B] \quad \langle \text{식 7} \rangle$$

여기서 u_t^B 는 구매자가 t 시점에 얻는 효용으로 $u_t^B = y_t + \chi w_t^{1+\varepsilon} - R_t$ 와 같고, m_t 는 자신에게 적합한 주택을 찾을 확률, $1 - \delta$ 는 담보인정비율(loan-to-value ratio), P_t 는 t 시점 주택가격, Λ_t 는 주택담보대출금액의 할인된 현재가치 총합, β 는 할인인자, E_t 는 조건부 기대연산자, V_{t+1}^O 과 V_{t+1}^B 는 각각 $t + 1$ 시점의 자가보유자 및 주택 구매자의 가치함수를 가리킨다. 주택 구매자가 m_t 의 확률로 주택구입에 성공할 경우 주택가격의 δ 에 해당하는 금액만 판매자에게 지급하고, t 시점부터 일정 금액을 금융기관에 원금과 이자의 형태로 납부해야 하며, $t + 1$ 시점부터는 자가보유자가 된다. t 시점 금융기관에 납부해야 하는 금액을 λ_t 라고 하면, Λ_t 는 $\Lambda_t = \lambda_t + \beta E_t [\Lambda_{t+1}]$ 과 같다. 주택가격의 나머지 차액 $(1 - \delta)P_t$ 는 금융기관이 판매자에게 지급한다. $1 - m_t$ 의 확률로 주택 구입에 실패한다면 $t + 1$ 기에 다시 주택 구매자가 된다.

임차인(Renters)의 t 기 가치함수 V_t^R 은 다음과 같이 정의한다.

$$V_t^R = u_t^R + \pi^r \beta E_t [V_{t+1}^X] + (1 - \pi^r) \beta E_t [V_{t+1}^R] \quad \langle \text{식 8} \rangle$$

여기서 u_t^R 은 임차인이 t 시점에 얻는 효용, π^r 은 임차인이 도심지역을 떠나서 비도심지역으로 이주할 확률, V_{t+1}^X 과 V_{t+1}^R 는 각각 $t + 1$ 시점의 비도심지역 거주자 및 임차인의 가치함수를 가리킨다. 임차인이 $1 - \pi^r$ 의 확률로 계속해서 도심지역에 거주한다면 $t + 1$ 시점에도 임차인이 된다. 그러나 π^r 의 확률로 도심지역을 떠난다면 $t + 1$ 시점에는 비도심지역 거주자가 된다.

앞서 도심지역에 진입할 때 대출신청을 통해 주택담보대출 가능 여부가 결정된다고 하였다. t 시점에 도심지역 진입 여부를 고민하는 사람들의 예상 가치함수 V_t^A 는 주택 구매자가 될 때 얻는 가치와 임차인이 될 때 얻는 가치의 가중평균이라고 할 수 있다. 여기서 가중치는 f_t 와 같다.

$$V_t^A = f_t V_t^B + (1 - f_t) V_t^R \quad \langle \text{식 9} \rangle$$

대출신청을 통해 주택담보대출이 가능하다면 주택 구매자가 될 수 있으나 그렇지 않다면 임차인이 되기 때문이다.

자가보유자(Homeowners)의 t 시점 가치함수 V_t^O 는 다음과 같이 정의한다.

$$V_t^O = u_t^O + \pi^o \beta (E_t[V_{t+1}] + E_t[V_{t+1}^X]) + (1 - \pi^o) \beta \{s E_t[V_{t+1}^B + V_{t+1}] + (1 - s) E_t[V_{t+1}^O]\} \quad \langle \text{식 10} \rangle$$

여기서 u_t^O 는 자가보유자가 t 시점에 얻는 효용, π^o 는 자가보유자가 도심지역을 떠나 비도심지역으로 이주할 확률, V_{t+1} 은 주택을 처분(판매 혹은 임대)할 경우 얻게 되는 가치, s 는 가구 구성원의 변화나 이직 등으로 인해 현재 보유한 주택을 처분(판매 혹은 임대)해야 할 확률을 가리킨다. 자가보유자가 π^o 의 확률로 도심지역을 떠나야 할 경우 현재 보유한 주택을 처분하여 $t + 1$ 시점에 V_{t+1} 의 가치를 회수하고 비도심지역으로 이주하여 V_{t+1}^X 를 얻는다. $1 - \pi^o$ 의 확률로 계속해서 도심지역에 거주할 경우 s 의 확률로 현재 보유한 주택을 처분하고 새로운 주택을 구입하기 위해 탐색을 시작한다.

주택의 처분은 판매 혹은 임대를 의미한다. 주택을 판매할 때 얻게 되는 가치를 V_t^S 로 표현하고 자신이 소유한 주택을 임대할 때 얻게 되는 가치를 V_t^L 라고 표현하면 주택 처분에 따른 가치 V_t 는 $V_t = \max\{V_t^S, V_t^L\}$ 라고 할 수 있다.

우선 t 시점에 주택을 판매할 경우 얻게 되는 가치 V_t^S 는 다음과 같다.

$$V_t^S = q_t P_t + (1 - q_t) \beta E_t[V_{t+1}] \quad \langle \text{식 11} \rangle$$

여기서 q_t 는 t 시점 주택 구매자를 만날 확률이고 P_t 는 t 시점 주택가격을 가리킨다. q_t 의 확률로 주택 구매자를 만나면 협상을 통해 결정된 주택가격 P_t 를 받고 주택을 판매하지만 $1 - q_t$ 의 확률로 주택 구매자를 만나지 못하면 $t + 1$ 시점에 계속해서 주택을 처분해야 하는 상황에 놓인다.

물론 t 시점에 주택을 판매하지 않고 임대를 할 수도 있다. t 시점에 자신이 소유한 주택을 임대할 때의 가치 V_t^L 은 다음과 같이 정의한다.

$$V_t^L = R_t - \psi + \beta E_t[V_{t+1}] \quad \langle \text{식 12} \rangle$$

여기서 R_t 는 t 시점의 임대료, ψ 는 주택 소유주가 부담하는 유지보수비용을 가리킨다. 자신이 소유한 주택을 임대할 경우 R_t 의 임대료 수입을 얻을 수 있지만 주택 관리에 따른 유지보수비용 ψ 를 부담해야 한다. $t + 1$ 기에는 계속해서 주택을 처분해야 한다.

분석의 편의상 주택을 임대할 때 얻게 되는 가치 V_t^S 와 판매할 때 얻게 되는 가치 V_t^L 이 동일하다고 가정한다. 따라서 $V_t = V_t^S = V_t^L$. 이를 이용하여 정리하면 다음 두 식을 얻을 수 있다.

$$V_t = q_t P_t + (1 - q_t) \beta E_t[V_{t+1}] \quad \langle \text{식 13} \rangle$$

$$R_t = \psi + q_t (P_t - \beta E_t[V_{t+1}]) \quad \langle \text{식 14} \rangle$$

여기서 <식 13>은 <식 11>로부터, <식 14>는 <식 12>로부터 도출한 것이다.

주택 구매자 및 임차인이 t 시점에 얻는 효용 u_t^B 와 u_t^R 는 $y_t + \chi w_t^{1+\epsilon} - R_t$ 로 동일하다. 한편, 자가보유자가 t 시점에 얻는 효용 u_t^O 는 $y_t + \chi w_t^{1+\epsilon} + v_t^o$ 와 같고 v_t^o 는 다음과 같이 정의한다.

$$v_t^o = (v - \psi) o_t \quad \langle \text{식 15} \rangle$$

여기서 v 는 자가보유에 따른 편익, ψ 는 유지보수비용, o_t 는 t 시점 주택선택충격을 가리킨다. 주택선택충격(o_t)은 다음과 같은 로그의 AR(1) 프로세스를 따른다.

$$\ln o_t = \rho_o \ln o_{t-1} + e_t^o, \quad e_t^o \sim N(0, \sigma_o^2) \quad \langle \text{식 16} \rangle$$

여기서 ρ_o 는 지속성을 나타내는 파라미터, e_t^o 는 평균이 0, 표준편차가 σ_o 인 정규분포를 따르는 랜덤변수를 가리킨다.

3. 금융기관의 문제

금융시장에는 무수히 많은 잠재적 금융업자들(금융기관들)이 존재한다. 이들은 가계의 주택구입을 위해 금융서비스를 제공할 용의가 있다. 금융기관이 t 시점에 금융시장에 참여할 경우 대출심사 및 승인을 통해 얻게 되는 가치 J_t^A 는 다음과 같이 정의한다.

$$J_t^A = -\kappa + \beta \{ a_t E_t [J_{t+1}^B] + (1 - a_t) E_t [J_{t+1}^A] \} \quad \langle \text{식 17} \rangle$$

여기서 κ 는 금융시장 참여 및 대출심사 과정에서 발생하는 제반 금융비용, a_t 는 대출신청인을 만날 확률, J_{t+1}^B 는 대출신청인이 대출승인을 받은 후 주택을 탐색하는 동안 금융기관의 가치함수를 가리킨다. 자유진입조건을 가정하면 J_t^A 는 0이 되어 위 식을 다음과 같이 간단하게 정리할 수 있다.⁴⁾

$$\kappa = \beta a_t E_t [J_{t+1}^B] \quad \langle \text{식 18} \rangle$$

대출신청인이 대출승인을 받은 후 주택을 탐색할 때 금융기관의 가치함수 J_t^B 는 다음과 같다.

$$J_t^B = -\kappa + m_t (\Lambda_t - (1 - \delta) P_t) + (1 - m_t) \beta E_t [J_{t+1}^B] \quad \langle \text{식 19} \rangle$$

대출승인을 받은 신청인(주택 구매자)이 주택을 탐색하는 동안 금융기관은 κ 의 금융비용으로

4) 자유진입조건이 현실의 금융시장을 적절하게 묘사하지 못하는 가정으로 비취질 수 있다. 그러나 금융시장의 마찰은 금융당국의 규제 범위와 강도를 효과적으로 반영한 것이라고 해석할 수 있다.

대출실행에 필요한 자금을 조달한다. 신청인이 구매할 주택을 m_t 의 확률로 찾게 되면 담보인정비율($1 - \delta$)에 해당하는 금액을 대출해주고 t 시점부터 이자와 원금을 받는다. t 시점부터 받게 되는 이자와 원금의 할인된 현재가치의 총합 A_t 는 다음과 같다.

$$A_t = \lambda_t + \beta E_t[A_{t+1}] \quad \langle \text{식 20} \rangle$$

여기서 λ_t 는 이자와 원금을 가리킨다.

4. 주택가격과 주택담보대출 원리금 결정

주택시장과 금융시장 모두 마찰적인 시장이므로 거래에 참여한 당사자들 사이의 협상을 통해서 가격이 결정된다. 주택가격은 주택시장에 참여한 구매자들과 판매자들 사이의 협상을 통해서, 주택담보대출 원리금은 대출신청인과 금융기관 사이의 협상을 통해서 결정된다.

우선 주택가격은 다음과 같은 내쉬(Nash) 협상문제로부터 얻는다.

$$P_t = \arg \max (S_t^B)^\gamma (S_t^S)^{1-\gamma} \quad \langle \text{식 21} \rangle$$

여기서 S_t^B 는 주택 구매자의 잉여(surplus), S_t^S 는 주택 판매자의 잉여(surplus), γ 는 주택 구매자의 상대적 협상력을 가리킨다.

가계의 문제로부터 주택 구매자의 잉여는 $S_t^B = -\delta P_t - A_t + \beta E_t V_{t+1}^O - \beta E_t V_{t+1}^B$ 과 같고 주택 판매자의 잉여는 $S_t^S = P_t - \beta V_{t+1}$ 이 된다. 내쉬 협상문제로부터 도출한 주택가격은 다음과 같다.

$$\delta P_t = \gamma \delta \beta E_t V_{t+1} + (1 - \gamma) (\beta E_t V_{t+1}^O - \beta E_t V_{t+1}^B - A_t) \quad \langle \text{식 22} \rangle$$

주택가격은 담보인정비율과 관련한 파라미터 δ 및 주택담보대출 원리금의 현재가치인 A_t 에 모두 영향을 받는다. 이를 통해서 주택가격과 금융시장 사이의 긴밀한 관계를 확인할 수 있다.

매 시점 상환해야 하는 주택담보대출의 원리금도 다음과 같은 내쉬 협상문제를 통해 얻을 수 있다.

$$\lambda_t = \arg \max (S_t^A)^\eta (S_t^F)^{1-\eta} \quad \langle \text{식 23} \rangle$$

여기서 S_t^A 는 대출신청인의 잉여(surplus), S_t^F 는 금융기관의 잉여(surplus), η 는 대출신청인의 상대적 협상력을 가리킨다. 가계 및 금융기관의 문제로부터 대출신청인의 잉여는 $S_t^A = V_t^B - V_t^R$ 과 같고 금융기관의 잉여는 $S_t^F = J_t^B$ 가 된다. 내쉬 협상문제로부터 도출한 주택담보대출의 원리금은 다음 식을 충족한다.

$$m_t \Lambda_t = \eta \left[\begin{aligned} & (u_t^B - u_t^R) + m_t (-\delta P_t + \beta E_t V_{t+1}^O) + (1 - m_t) \beta E_t V_{t+1}^B \\ & - \pi^r \beta E_t V_{t+1}^X - (1 - \pi^r) \beta E_t V_{t+1}^R \end{aligned} \right] \quad \langle \text{식 24} \rangle$$

$$+ (1 - \eta) [\kappa + m_t (1 - \delta) P_t - (1 - m_t) \beta E_t J_{t+1}^B]$$

주택담보대출의 원리금은 주택시장의 마찰적인 요인(m_t) 및 금융기관의 조달비용(κ)에 영향을 받는다. 주택담보대출의 원리금 역시 주택시장과 밀접한 관계를 갖는다는 사실을 확인할 수 있다.

5. 가계의 분포와 상태간 이동

t 시점 초 가계는 임차인과 주택 구매자, 그리고 자가보유자로 구분된다. 매 시점 일정 비율의 가계는 도심지역을 떠나기도 하고 일정 비율의 가계는 도심지역으로 유입되기도 한다. 주택시장의 매칭확률에 따라 주택 구매자들이 자가보유자가 되기도 하고 자가보유자는 주택 구매자가 되기도 한다. t 시점의 임차인, 주택 구매자, 자가보유자를 각각 N_t^R , N_t^B , 그리고 N_t^O 로 표현한 다음, 가치함수를 이용하여 $t - 1$ 시점과 t 시점 사이 이들 분포의 변화를 정리한다.

t 시점 임차인들의 수 N_t^R 은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$N_t^R = (1 - \pi^r) N_{t-1}^R + (1 - f_t) G_t \mu N_{t-1} \quad \langle \text{식 25} \rangle$$

여기서 π^r 은 도심지역을 떠날 확률, f_t 는 대출승인을 통해 주택 구매자가 될 확률, G_t 는 도심지역에 진입할 확률, μ 는 인구증가율, N_{t-1} 은 $t-1$ 시점의 인구를 가리킨다. t 시점 임차인들의 수는 첫째, $t-1$ 시점 임차인 가운데 도심지역을 떠나지 않은 사람들 $(1-\pi^r)N_{t-1}^R$ 과 둘째, 증가한 인구 가운데 도심지역을 거주지로 선택한 사람들 중 대출승인을 받지 못한 사람들 $(1-f_t)G_t\mu N_{t-1}$ 로 구성된다.

t 시점 주택 구매자들의 수 N_t^B 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$N_t^B = (1-m_{t-1})N_{t-1}^B + (1-\pi^o)sN_{t-1}^O + f_tG_t\mu N_{t-1} \quad \langle \text{식 26} \rangle$$

여기서 m_{t-1} 은 $t-1$ 시점에 주택을 찾을 확률, π^o 는 도심지역을 떠날 확률, s 는 기존 주택을 처분하고 새로운 주택을 탐색할 확률을 가리킨다. t 시점 주택 구매자들의 수는 첫째, $t-1$ 시점 주택 구매자들 가운데 주택을 구입하지 못한 사람들 $(1-m_{t-1})N_{t-1}^B$, 둘째, $t-1$ 시점 자가보유자들 가운데 도심지역을 떠나지 않았으나 다른 주택을 탐색해야 하는 사람들 $(1-\pi^o)sN_{t-1}^O$, 셋째, 증가한 인구 가운데 도심지역을 거주지로 선택한 사람들 중 대출승인을 받아서 주택을 탐색하는 사람들 $f_tG_t\mu N_{t-1}$ 로 구성된다.

t 시점 자가보유자들의 수 N_t^O 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$N_t^O = (1-\pi^o)(1-s)N_{t-1}^O + m_{t-1}N_{t-1}^B \quad \langle \text{식 27} \rangle$$

t 시점 자가보유자들의 수는 첫째, $t-1$ 시점 자가보유자들 가운데 도심지역을 떠나지 않고 기존 주택을 보유하고 있는 사람들 $(1-\pi^o)(1-s)N_{t-1}^O$, 둘째, $t-1$ 시점 주택 구매자들 가운데 주택을 구입한 사람들 $m_{t-1}N_{t-1}^B$ 로 구성된다.

6. 주택건설과 주택공급

주택건설은 두 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계에서는 개발업자들이 미개발지를 이용하여 택지를

조성하고 조성된 택지를 건설업자들에게 판매한다. 두 번째 단계에서는 택지를 매입한 건설업자들이 건설인력을 투입하여 주택을 건설하고 건설한 주택을 주택시장에 공급한다.

t 시점 초의 미개발지를 X_{t-1} 으로, 도심지역의 범위를 U_{t-1} 으로 각각 나타내고 도심지역의 범위 U_{t-1} 은 매 시점 μ 의 증가율로 확대된다고 가정한다. 즉, $U_t = (1 + \mu)U_{t-1}$. 개발업자들이 미개발지 한 단위를 택지로 조성할 확률을 Γ_t 로 표시하면 $t + 1$ 시점 초의 미개발지 X_t 는 다음과 같다.

$$X_t = (1 - \Gamma_t)X_{t-1} + \mu U_{t-1} \quad \langle \text{식 28} \rangle$$

위 식에서 $(1 - \Gamma_t)X_{t-1}$ 은 t 시점 개발업자들이 택지조성을 포기한 미개발지를 가리키고 μU_{t-1} 은 도심지역의 확대에 의해 추가로 늘어난 미개발지를 가리킨다.

t 시점 초에 주택이 이미 건설되었거나 주택건설이 가능한 택지를 K_{t-1} 로 표시하면 t 시점에 추가로 조성되는 택지는 $\Gamma_t X_{t-1}$ 과 같다. 따라서 t 시점과 $t + 1$ 시점 사이의 택지의 운동법칙(law of motion)은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$K_t = K_{t-1} + \Gamma_t X_{t-1} \quad \langle \text{식 29} \rangle$$

건설업자들은 개발업자들이 조성한 택지를 단위당 Q_t 의 가격으로 매입한 뒤 노동을 투입하여 주택을 건설한다. 한 단위의 택지에는 한 단위의 주택을 건설할 수 있다고 가정한다. 일정 기간 후에 주택건설이 완료되면 주택시장에 임대하거나 판매하여 일정한 수입을 얻는다. 택지 한 단위를 구입하는 건설업자의 가치함수 V_t^C 를 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$V_t^C = - \left(Q_t + \frac{1}{A} w_t \right) + \beta^\tau E_t V_{t+\tau} \quad \langle \text{식 30} \rangle$$

Q_t 는 t 시점 택지 한 단위의 가격을 나타내고, A 는 건설부문의 노동생산성으로 역수인 $1/A$ 은 주택 한 단위를 건설하기 위해 필요한 노동을 의미한다. w_t 는 t 시점 건설노동의 임금, τ 는 건설에 필요한 최소 기간(time-to-build), $V_{t+\tau}$ 는 τ 기간 이후 주택처분(판매 또는 임대)을 통해서 얻게

되는 가치를 가리킨다. τ 가 1이라면 주택건설에 한 기간이 소요된다. 즉, t 시점에 주택을 건설하면 $t+1$ 시점에 주택이 완공되어 주택을 처분(판매 또는 임대)할 수 있다. 만일 τ 가 4라면 주택건설에 4기간이 소요된다. t 시점에 주택건설에 필요한 노동을 투입했다면 $t+4$ 시점에 도달해서야 주택을 처분할 수 있다. 건설업의 자유진입조건을 도입하면 택지 한 단위를 구입하는 건설업자의 가치함수 V_t^C 는 0이 되고 <식 30>을 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$w_t = A(\beta^{\tau} E_t V_{t+\tau} - Q_t) \quad \langle \text{식 31} \rangle$$

모든 건설업자들이 t 시점에 고용하는 노동을 L_t 라고 한다면, AL_t 에 해당하는 신규 주택투자가 t 시점에 이루어진다. 그러나 최소 건설기간(time-to-build)으로 인해서 t 시점에 이루어진 신규 주택투자는 $t+\tau$ 시점에 도달해야 비로소 완성된다. t 시점에 이루어진 신규 주택투자를 $I_{\tau,t}$ 로 표현하면 $I_{\tau,t} = AL_t$ 와 같고 $I_{\tau-1,t} = I_{\tau,t-1}$, $I_{\tau-2,t} = I_{\tau-1,t-1}$, ..., $I_{0,t} = I_{1,t-1}$. t 시점 초의 주택스톡을 H_{t-1} 로 표현하면, $t+1$ 시점 초의 주택스톡은 다음과 같다.

$$H_t = H_{t-1} + I_{0,t} \quad \langle \text{식 32} \rangle$$

여기서 $I_{0,t}$ 는 τ 시점 이전에 이루어진 신규 주택투자를 가리킨다. 예를 들어, τ 가 4인 경우 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$I_{4,t} = AL_t \quad \langle \text{식 33} \rangle$$

$$I_{3,t} = I_{4,t-1} \quad \langle \text{식 34} \rangle$$

$$I_{2,t} = I_{3,t-1} \quad \langle \text{식 35} \rangle$$

$$I_{1,t} = I_{2,t-1} \quad \langle \text{식 36} \rangle$$

$$I_{0,t} = I_{1,t-1} \quad \langle \text{식 37} \rangle$$

<식 33>은 t 기에 이루어진 신규 주택투자가 4기간을 기다려야 함을 의미하고, <식 34>는

$t - 1$ 기에 이루어진 신규 주택투자가 t 기가 되면 3기간을 기다려야 함을 의미한다. <식 35>는 $t - 1$ 기에 3기간을 기다려야 하는 신규 주택투자가 t 기가 되면 2기간을 기다려야 한다는 의미이며, <식 36>은 $t - 1$ 기에 2기간을 기다려야 하는 신규 주택투자가 t 기가 되면 1기간을 기다려야 한다는 의미이다. 마지막으로 <식 37>에 따라서 $t - 1$ 기에 1기간을 기다려야 하는 신규 주택투자가 t 기가 되면 주택스톡 H_t 에 편입된다.

7. 균형 조건

모형 경제에서 필요한 균형 조건은 건설부문의 노동시장 균형 조건, 주택시장 균형 조건, 택지시장 균형 조건이다. 건설부문의 노동공급과 노동수요가 일치해야 한다는 조건을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\ell_t(N_t^R + N_t^B + N_t^O) = L_t \quad \langle \text{식 38} \rangle$$

임차인, 주택 구매자, 그리고 자가보유자 모두 동일한 시간 ℓ_t 를 건설부문에 투입하기 때문에 총노동공급은 $\ell_t(N_t^R + N_t^B + N_t^O)$ 와 같다.

주택시장 균형 조건은 t 시점 주택스톡 H_{t-1} 이 임차인(N_t^R), 주택 구매자(N_t^B), 자가보유자(N_t^O), 그리고 주택시장에 나온 매물(N_t^S)의 합과 같다는 것이다.

$$H_{t-1} = N_t^R + N_t^B + N_t^O + N_t^S \quad \langle \text{식 39} \rangle$$

마지막으로 택지 한 단위는 주택 한 단위와 동일하므로 택지시장 균형 조건을 $K_t = H_t$ 로 표현할 수 있다.

8. 모형의 변형

모형 경제의 정상상태(steady state)를 정의하기 위해서 증가하는 모든 변수들을 인구 N_t 로 나누어 1인당 변수로 표현한다. 여기에는 임차인, 주택 구매자, 자가보유자, 주택시장 매물(N_t^R ,

N_t^B, N_t^O, N_t^S , 주택투자($I_{0,t}, I_{1,t}, \dots, I_{\tau,t}$) 주택스톡, 택지, 미개발지, 도심면적($H_{t-1}, K_{t-1}, X_{t-1}, U_{t-1}$), 대출신청자와 금융업자들(N_t^A, N_t^F)이 포함된다.⁵⁾ $n_t^R(= N_t^R/N_t)$ 는 임차인 비율, $n_t^B(= N_t^B/N_t)$ 는 주택 구매자 비율, $n_t^O(= N_t^O/N_t)$ 는 자가보유자 비율, $n_t^S(= N_t^S/N_t)$ 는 주택매물 비율, $i_{\tau,t}(= I_{\tau,t}/N_t)$ 는 1인당 주택투자, $h_{t-1}(= H_{t-1}/N_{t-1})$ 은 1인당 주택스톡, $k_{t-1}(= K_{t-1}/N_{t-1})$ 은 1인당 택지구모, $x_{t-1}(= X_{t-1}/N_{t-1})$ 은 1인당 미개발지, $u(= U_{t-1}/N_{t-1})$ 은 1인당 도심면적, $n_t^A(= N_t^A/N_t)$ 는 대출신청자 비율, $n_t^F(= N_t^F/N_t)$ 는 금융업자 비율을 가리킨다.⁶⁾ 참고로, 1인당 주택스톡은 1인당 택지구모와 같고($h_t = k_t$), 1인당 미개발지는 1인당 도심면적에서 1인당 택지구모(주택스톡)을 차감한 것과 같다($x_t = u - h_t$). 모형의 동학(dynamic)을 결정하는 연립방정식은 부록에 정리하였다.

IV. 캘리브레이션

모형의 주요 파라미터들과 변수들의 값을 한국 주택시장에 대응시키기 위해서는 다양한 자료를 사용할 필요가 있다. 통계청 등 국내 주요 통계기관들의 자료 제공 범위를 감안하여 도심지역을 수도권 및 5대 광역시로, 기간은 2010년 이후로 한정하였는데, 이는 주요 자료들이 도 단위와 광역시 단위까지만 집계되거나 2010년 이후부터 제공되기 때문이다.

1. 정상상태

모형의 한 기간은 분기로 설정하였다. 연간 이자율이 3%가 되도록 가계의 할인인자 β 를 0.9926로 설정하였다. 정상상태(steady state)에서 가계의 일반적인 근로소득 y 는 1로 정규화(normalize)한다.

수도권 및 5대 광역시의 자가 비중은 국토교통부 「주거실태조사」의 점유형태 자료를 이용하였다. 자가 비중을 계산할 때에는 보증금이 없는 월세와 사글세는 제외하였다. 2010~2019년 평균 자가

5) 모형의 균형에서는 대출신청자들과 금융업자들의 비율(tightness) ϕ_t 만 결정된다.

6) 1인당 도심면적 u_t 는 시간에 관계 없이 항상 u 로 일정하다고 가정하였다.

비중은 54.3%와 같고 전세 및 월세(보증금) 비중은 45.7%와 같다. 따라서 $n^O / (n^B + n^R + n^O)$ 를 0.543으로 설정하였다.

도심지역을 떠날 확률 π^o 와 π^r 은 통계청 「국내이동통계」를 이용하여 계산하였다. 구체적으로, 시도 내에서 시·군·구간 이동한 사람들의 수와 시·도간 이동한 사람들의 수를 더한 다음 총 거주자 수(주민등록 인구 통계)로 나누어 이동확률을 계산하였다. 참고로 주민등록 인구 통계에는 거주자, 거주불명자, 재외국민이 모두 포함되어 있다. 이 가운데 총 거주자 수는 2010년 10월부터 제공되기 때문에 2010년 10월부터 2021년 12월까지 평균 이동확률을 계산할 수 있다. 해당 기간 동안 월평균 이동자 수는 386,829명이고 이동확률은 0.76%와 같다. 월평균 전출자들 가운데 주택을 소유한 사람들의 비율에 대한 정보를 확인하는 것은 불가능하기 때문에 미국 자료를 준용하여 4분의 1가량은 자가보유자라고 나머지 4분의 3은 임차인들이라고 가정하였다(Head et al., 2014). 따라서 자가보유자들이 거주지역을 떠날 확률은 월평균 0.19%(분기평균 $\pi^o = 0.57\%$), 임차인들이 거주지역을 떠날 확률은 월평균 0.57%(분기평균 $\pi^r = 1.71\%$)와 같다.

모형에서 자가보유자가 계속해서 기존 주택에 거주할 확률은 $(1 - \pi^o)(1 - s)$ 와 같고 이로부터 평균 자가보유기간을 계산하면 $1 / [1 - (1 - \pi^o)(1 - s)]$ 가 된다. 재정패널자료를 이용한 강성훈(2017)에 따르면 2008~2014년 사이 평균 주택보유기간은 대략 9년(36분기)이다. π^o 가 0.57%와 같으므로 $1 / [1 - (1 - \pi^o)(1 - s)] = 36$ 으로부터 계산한 s 는 0.022와 같다.

인구증가율은 2010년 10월부터 2021년 12월까지 주민등록 인구 통계상의 총 거주자 수의 증가율과 같다고 가정한다. 동 자료의 분기 평균 증가율 0.06%를 μ 로 설정하였다.

주택가격은 한국부동산원 부동산통계시스템(R-ONE)에서 제공하는 평균매매가격(종합주택유형)을 이용하였다. 2012년 1월부터 2021년 12월까지 수도권과 5대 광역시의 평균매매가격을 계산하기 위해 행정안전부 「주민등록인구현황」의 주민등록 인구를 가중치로 사용하였다. 동기간 수도권과 5대 광역시의 평균매매가격은 각각 3억 8,208만 원과 2억 2,614만 원이었으며 이를 가중평균한 평균매매가격은 약 3억 3,817만 원이다. 참고로 수도권과 5대 광역시의 평균 가중치(주민등록 인구 비중)는 각각 0.7176과 0.2824이다. 통계청 「가계동향조사」의 소득자료(1인 이상 도시가구)를 이용하면 주택의 가격이 소득의 몇 배에 해당하는지 계산할 수 있다. 분기별로 월소득 대비 평균매매가격 비율을 계산한 뒤 이를 평균하면 2012~2021년 사이 84.41의 값을 얻을 수 있다. 수도권 및 5대 광역시의 평균 주택가격은 도시 가구 연소득의 7배, 분기소득의 28배에 해당한다. 본 연구에서는 정상상태에서 가계의 일반적인 근로소득(분기소득) y 를 1로 정규화했기 때문에

정상상태에서의 주택가격 P 를 28로 설정하였다.

한국부동산원 「부동산통계정보」의 월별 종합주택 평균 전세가격, 평균 월세 보증금, 평균 월세가격을 이용하여 월평균 주택 임대료를 계산하였다. 우선, 수도권과 5대 광역시의 가중평균을 계산하기 위하여 해당 권역의 주민등록 인구를 가중치로 사용하였다. 이어서 전세로 임대할 때 얻을 수 있는 임대수입과 월세로 임대할 때 얻을 수 있는 임대수입이 같다는 가정 하에 수익률(전월세 전환율)을 계산한다. 전세가격을 D_0 , 월세 보증금을 D_1 , 월세가격을 P_m 으로 표현하면 수익률 ρ 는 다음을 충족해야 한다: $\rho D_0 = \rho D_1 + 12P_m$. ρ 에 대해 풀면, $\rho = 12P_m / (D_0 - D_1)$. 따라서 월평균 주택 임대료는 $\rho D_0 / 12$ 또는 $\rho D_1 / 12 + P_m$ 과 같다. 참고로 월세 보증금 및 월세가격은 2015년 7월부터 제공되므로 <표 1>의 2015년 월평균 주택 임대료 91만 7천 원은 7월부터 12월까지의 평균이다. 2015~2021년 사이 소득 대비 주택 임대료 비율은 약 0.23과 같다. 월평균 소득은 통계청 「가계동향조사」의 1인 이상 도시가구의 소득자료를 이용하였다. 따라서 정상상태에서 임대료 R 은 0.23으로 설정한다. 이상의 자료는 <표 1>에 정리하였다.

토지가격(택지가격)은 안지아·정주희(2012)의 토지와 건물 사이의 배분 비율 연구결과를 준용하였다. 5년 이하(신축 아파트 포함)의 중층(6~15층) 아파트의 경우, 토지와 건물 배분 비율은 서울 6:4, 수도권 4:6, 5대 광역시 3:7과 같다. 본 연구에서는 수도권의 배분 비율 4:6을 적용하여 토지가격을 주택가격의 40%로 설정하였다(안지아·정주희, 2012, p. 55, 표 IV-21). 따라서 정상상태에서의 Q 는 $0.4P$ 와 같다.

<표 1> 주택 임대료, 소득 및 소득대비 임대료 비율

연도	(1) 월평균 주택 임대료 (천 원)	(2) 월평균 소득 (천 원)	(3) 소득 대비 임대료 비율 (1)÷(2)
2015	917.2	3,777	0.243
2016	911.6	3,768	0.242
2017	912.0	3,789	0.241
2018	957.0	3,937	0.243
2019	957.6	4,373	0.219
2020	958.8	4,461	0.215
2021	1,034.0	4,603	0.225

자료: 행정안전부 「주민등록인구현황」, 한국부동산원 「부동산통계정보」, 통계청 「가계동향조사」.

건설부문의 노동생산성은 국토교통부 「주택건설실적통계」의 월별 주택건설 인허가실적을 통계청 「경제활동인구조사」 건설업 취업자 수로 나누어 추정하였다. 2010년 1월부터 2021년 12월까지 계산한 건설업 취업자 1인당 주택건설 인허가실적은 월평균 0.024와 같다. 월평균 근로시간을 160시간(주당 40시간×4주)으로 가정하고 0.024를 160시간으로 나누면 시간당 주택건설 인허가실적은 0.000152가 된다. 모형의 건설부문 노동생산성은 1,000시간당 주택건설 인허가실적으로 정의하고 A 를 0.152로 설정하였다.

주택시장의 매칭함수는 den Haan et al.(2000)과 Hagedorn & Manovskii(2008), 그리고 Moon(2011)에서 가정한 매칭함수를 사용한다.

$$\Theta(N_t^B, N_t^S) = \frac{N_t^B N_t^S}{[(N_t^B)^\alpha + (N_t^S)^\alpha]^{1/\alpha}} \quad \langle \text{식 40} \rangle$$

여기서 N_t^B 는 t 시점 주택을 구입하고자 하는 사람들의 수, N_t^S 는 t 시점 주택을 판매하고자 하는 사람들의 수(또는 매물의 수), α 는 매칭함수 파라미터를 가리킨다. 이와 같은 유형의 매칭함수를 사용하는 이유는 주택 구매자의 매칭확률과 주택 판매자의 매칭확률이 0과 1 사이의 값을 가져야 하기 때문이다. 구매자-판매자 비율 $\theta_t (= N_t^B / N_t^S)$ 를 이용하면 주택 구매자의 매칭확률과 주택 판매자의 매칭확률은 각각 $m_t = (1 + \theta_t)^\alpha$, $q_t = (1 + \theta_t^{-1})^\alpha$ 와 같다. 참고로, 구매자와 판매자에 대해 규모수익불변인 콥-더글라스 형태의 매칭함수 $\Theta(N_t^B, N_t^S) = m_0 (N_t^B)^\alpha (N_t^S)^{1-\alpha}$ 도 고려해볼 수 있다. 그러나 외부적인 충격이 크다면 구매자-판매자 비율의 변동성이 증가하여 매칭확률이 1을 초과하는 경우가 빈번하게 발생한다.

고진수 외(2019)에 따르면 2014~2016년 사이 서울시 아파트의 매매 소요기간은 평균 76일이었다. 종합주택 및 수도권으로 범위를 확대하면 평균 매매 소요기간이 76일 보다 늘어날 가능성이 높다. 하지만 실증분석 자료가 충분하지 않기 때문에 정상상태에서의 주택판매 소요기간이 평균 76일(2.5개월)과 같다고 가정한다. 구체적으로, 주택 판매자의 월별 매칭확률을 q^m 으로 표현하면 q^m 은 2.5분의 1, 즉 0.4가 된다. 1개월 안에 구매자를 만날 확률이 0.4이므로 3개월 연속 구매자를 만나지 못할 확률은 $(1 - 0.4)^3$ 인 0.216과 같다. 따라서 정상상태에서 주택 판매자의 매칭확률 q 는 0.784로 설정한다. 정상상태에서 구매자의 매칭확률 m 과 구매자-판매자 비율 θ 에

대한 실증자료를 찾는 것이 어려워 선행연구에서와 같이(Gabrovski & Ortego-Marti, 2019; Head et al., 2014) 구매자-판매자 비율 θ 를 1로 설정하였다. 정상상태에서 θ 가 1의 값을 갖는다면 구매자의 매칭확률 m 은 판매자의 매칭확률 q 와 같아진다. 정상상태에서 θ 가 1인 경우, 주어진 매칭함수로부터 $q = 2^{-1/\alpha}$ 가 성립하기 때문에 매칭함수 파라미터 α 를 찾을 수 있고 α 는 2.85와 같다.

자가보유자들의 편익 v 는 $\left(\frac{1-\beta}{\beta} + d\right)\frac{\psi}{d}$ 와 같이 표현할 수 있다.⁷⁾ 여기서 d 는 주택의 감가상각률, ψ 는 유지보수비용을 가리킨다. 한국은행·통계청(2014) 20쪽 표 9에서 주거용 건물에 대한 2011년 감가율은 연 2.4%와 같다. 이를 분기로 변환하여 감가상각률 d 를 0.6%로 설정하였다. 한편, 정상상태에서 <식 13>은 $V = \frac{q}{1-(1-q)\beta}P$ 와 같고, q, β, P 를 이용하여 계산한 주택처분에 따른 가치 V 는 27.94와 같다. 정상상태에서 <식 14>는 $R = \psi + q(P - \beta V)$ 와 같고 임대료 R 을 0.23으로 설정했으므로 유지보수비용 ψ 는 0.0267이 된다. 따라서 자가보유자들의 편익 v 는 0.06과 같다.

금융시장의 매칭함수 역시 주택시장의 매칭함수와 그 형태가 동일하다고 가정한다.

$$\Phi(N_t^A, N_t^F) = \frac{N_t^A N_t^F}{[(N_t^F)^\omega + (N_t^A)^\omega]^{1/\omega}} \quad \langle \text{식 41} \rangle$$

여기서 N_t^A 는 t 시점 대출신청자들의 수, N_t^F 는 t 시점 금융업자들의 수, ω 는 매칭함수 파라미터를 가리킨다. 대출신청자의 매칭확률(f_t)은 $f_t = (1 + \phi_t^\omega)^{-1/\omega}$ 와 같고 금융업자들의 매칭확률(a_t)은 $a_t = (1 + \phi_t^{-\omega})^{-1/\omega}$ 와 같다. 정상상태에서의 매칭확률 f 는 <식 25>를 통해서 구할 수 있다. 정상상태에서 <식 25>를 f 에 대해 정리하면 $f = 1 - \frac{\mu + \pi^r}{\mu} \frac{(n^R/h)}{(G/h)}$ 가 되고 f 는 0.307과 같다.⁸⁾ 주택시장과 같이 정상상태에서의 ϕ 를 1로 설정하였다. 정상상태에서 ϕ 가 1의

7) 상세한 내용은 부록을 참고할 수 있다.

8) 정상상태 조건들과 지금까지 주어진 정보를 활용하면 n^R/h 와 G/h 를 각각 계산할 수 있다.

값을 갖는다면 대출신청자의 매칭확률 f 는 금융기관들의 매칭확률 a 와 같다. 정상상태에서 ϕ 가 1인 경우, 주어진 매칭함수로부터 $f = 2^{-1/\omega}$ 가 성립하기 때문에 매칭함수 파라미터 ω 를 찾을 수 있고 ω 는 0.59와 같다.

금융중개비용을 계산하기 위하여 Bernanke(1983)과 같이 회사채수익률과 국채금리 사이의 스프레드를 이용하였다. 본 연구에서는 금융기관들이 대출실행금액 $(1 - \delta)P$ 를 조달하는 과정에서 일정한 비용을 부담해야 하는데, 해당 비용은 대출실행금액에 금리 스프레드를 적용한 것으로 간주한다. 우선 2010년 1월부터 2021년 12월 사이 회사채금리(BBB-)와 국고채(5년)금리 사이의 평균 스프레드를 계산하였다. 동기간 금리 스프레드는 6.37%(분기 약 1.6%)와 같다. 따라서 금융기관의 금융비용 κ 는 $0.016 \times (1 - \delta)P$ 로 설정한다. 주택을 구입할 때 구매자가 부담해야 하는 비율 δ 는 0.6으로 설정하였다. 따라서 담보인정비율은 40%가 된다.

〈식 25〉-〈식 27〉의 도심지역에 진입할 확률 G_t 는 다음과 같은 함수로 정의한다.

$$G_t = G \cdot \left(\frac{V_t^A}{V^A} \right)^\sigma \quad \langle \text{식 42} \rangle$$

여기서 G 는 상수, V_t^A 는 대출신청인의 가치함수로 〈식 9〉와 같으며, V^A 는 정상상태에서의 V_t^A 의 값을 의미하고, σ 는 탄력성을 측정하는 파라미터를 가리킨다. 정상상태에서 G 는 도심지역의 인구비율을 의미한다.⁹⁾ 2012~2021년 사이 수도권 및 5대 광역시의 주민등록 인구를 전국 총 거주자 수로 나눈 비율은 평균 70%와 같다. 따라서 G 는 0.7로 설정한다. σ 의 값은 도심지역 인구증가율 표준편차가 모형에서의 결과와 데이터가 같아지도록 설정한다. 구체적인 설명은 다음 절에서 다루고 있다.

〈식 28〉과 〈식 29〉에서 소개한 미개발지 한 단위를 택지로 조성할 확률 Γ_t 의 함수형태도 〈식 42〉와 유사하게 정의하였다.

9) $t-1$ 시점과 t 시점 사이의 도심인구의 증가분 $N_t^u - N_{t-1}^u$ 는 $G_t \mu N_{t-1}$ 과 같다. 양변을 N_{t-1} 로 나눈 다음 비율을 소문자로 표현하면 $(1 + \mu)n_t^u - n_{t-1}^u = G_t \mu$ 를 얻는다. 정상상태에서 $n^u = G$ 가 된다.

$$\Gamma_t = \Gamma \cdot \left(\frac{Q_t}{Q} \right)^\nu \quad \langle \text{식 43} \rangle$$

여기서 Γ 는 상수, Q_t 는 t 시점 택지의 가격, Q 는 정상상태 택지가격, ν 는 파라미터다. 본 연구에서는 주택 한 단위와 택지 한 단위를 동일하게 취급하기 때문에 모형 상의 건폐율은 사실상 100%와 같다. 이러한 한계를 보완하기 위하여 택지조성 단계에서부터 준공까지의 전체 과정에 건폐율을 확대적용하였다. 서울특별시 도시계획 조례 54조에 따르면 용도·지역에 따라 건폐율은 40%~60%에 해당한다. 전용주거지역의 경우 1종 50%, 2종 40%이며, 일반주거지역의 경우 1종 60%, 2종 60%, 3종 50%와 같다. 여타 광역시도 다소 차이는 있으나 대체로 이와 유사하다. 본 연구에서는 정상상태에서의 건폐율이 50%라고 가정하고 Γ 를 0.5로 설정하였다. 선행연구로부터 택지공급의 가격탄력성을 찾을 수 없어 정상상태에서 택지공급의 가격탄력성을 1로 설정하였다. 택지공급의 가격탄력성이 주어지면 파라미터 ν 를 찾을 수 있으며 탄력성이 1인 경우, $\nu = (\mu + \Gamma)/\mu$ 와 같다.¹⁰⁾

도심지역을 떠나 비도심지역에 거주할 때의 가치함수 V_t^X 는 도심지역에서 평생 임차인으로 살 때 얻는 가치와 동일하고 시간에 관계없이 항상 일정한 값을 갖는다고 가정한다. 즉, $V_t^X = V^R$. 마지막으로 가계의 효용함수 파라미터 ξ , 주택가격과 주택담보대출 원리금 상환액에 영향을 미치는 상대적 협상력 γ 와 η 는 모두 모형 내에서 결정된다. 구체적으로 주택가격 협상에 있어 구매자의 상대적 협상력 γ 는 <식 22>에 의해, 원리금 상환액 결정에 있어 대출신청인의 상대적 협상력 η 는 <식 24>에 의해 결정된다. 정상상태에서 <식 22>는 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\gamma = \frac{\beta(V^O - V^B) - \delta P - \Lambda}{\beta(V^O - V^B - \delta V) - \Lambda} \quad \langle \text{식 44} \rangle$$

<식 44>에 의해 결정되는 구매자의 상대적 협상력 γ 는 0.09와 같다. 정상상태에서 <식 24>는 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\eta [m\{-\delta P - \Lambda + \beta(V^O - V^B)\} + \beta(V^B - V^R) + J^B] = \frac{\kappa}{\alpha\beta} \quad \langle \text{식 45} \rangle$$

10) 자세한 도출 과정은 부록을 참고할 수 있다.

〈식 45〉에 의해 결정되는 대출신청인의 상대적 협상력 η 는 0.26과 같다.

2. 주택가격과 주택건설, 그리고 인구변화

정상상태에서 결정할 수 없는 파라미터들은 건설부문 노동공급 탄력성 ε , 자가보유자에게 영향을 주택 선호충격의 지속성 파라미터 및 표준편차 (ρ_o, σ_o) , 도심 진입확률에 영향을 미치는 파라미터 ν 등이다. 건설부문 노동공급 탄력성 ε 은 경기변동 과정에서 신규투자를 통해 주택건설에 영향을 미친다. 실제로 2011~2021년 사이 인구 1인당 주택(준공 기준) 증가율의 표준편차는 0.12%와 같다. 모형 경제의 인구 1인당 주택 증가율의 표준편차가 0.12%가 되도록 노동공급 탄력성 ε 을 찾는다.

자가보유자에게 영향을 미치는 주택 선호충격이 비교적 오랜 기간 지속된다고 가정하여 ρ_o 를 0.98로 설정하고 충격의 표준편차는 모형으로부터 얻는 주택가격의 증가율이 실제 자료와 같아지도록 하였다. 주택가격은 월별 계절조정 주택매매가격지수(수도권과 5대 광역시 지수의 가중평균으로 가중치는 주민등록 인구 비중을 사용)를 분기로 변환하여 사용하였다. 2010~2021년 사이 주택가격 증감율의 표준편차는 0.95%와 같다.

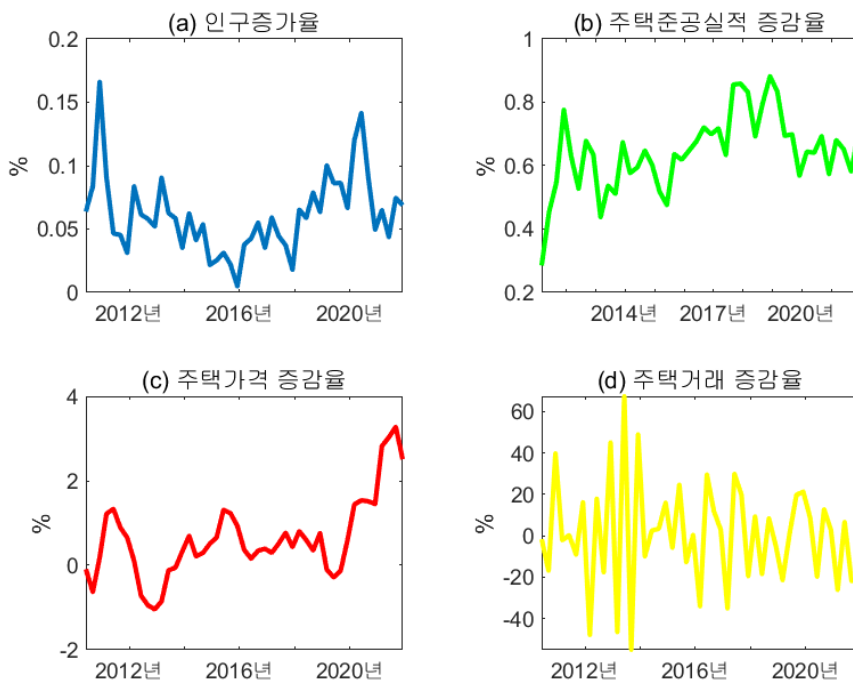
마지막으로 도심 진입확률을 결정하는 파라미터 ν 는 모형으로부터 계산된 도심인구 비율 증가율의 표준편차가 실제 데이터와 유사하도록 설정하였다. 모형에서의 도심인구는 전체 인구에 대한 비율로 표현하며 $n^R + n^B + n^O$ 와 같다. 행정안전부 주민등록 인구 통계로부터 수도권과 5대 광역시 인구의 비율을 계산한 뒤 분기 평균 증가율의 표준편차를 구하면 0.03%가 된다. 자세한 내용을 〈표 2〉에 정리하였다.

〈표 2〉 탄력성 및 충격 표준편차의 설정

	설명	값	목표값
ε	건설부문 노동공급 탄력성	155	국토교통부 「주택건설실적통계」 수도권 및 5대 광역시의 주택유형별 주택준공실적(분기자료, 인구 1인당) 전기대비 증감률의 표준편차 0.12%
ν	도심지역 진입확률 탄력성	9.5	행정안전부 「주민등록인구통계」 수도권 및 5대 광역시 인구비율(분기자료) 전기대비 증가율의 표준편차 0.03%
σ_o	주택선호충격 표준편차	0.279	수도권 및 5대 광역시 주택매매가격 지수(계절조정, 분기자료) 전기대비 증감율의 표준편차 0.95%

수도권 및 5대 광역시 인구비중, 주택 준공실적으로 측정한 주택스톡, 주택매매가격지수, 그리고 주택거래현황의 증가율을 <그림 1>에 표현하였다. 모든 자료는 분기자료이며 증감률은 전기대비 증감률을 의미한다. <그림 1(a)>는 2010년 1분기~2021년 4분기 사이 행정안전부 「주민등록인구통계」 기준, 전체 인구 대비 수도권 및 5대 광역시의 인구비율 증가율로, 평균은 0.06%이고 표준편차는 0.03%와 같다.

<그림 1(b)>의 주택준공실적 증감율은 국토교통부 「주택건설실적통계」의 주택준공실적 자료(수도권 및 5대 광역시)를 이용하여 계산하였다. 주택준공실적 자료는 2010년 8월부터 제공되기 때문에 2010년까지의 주택스톡은 국토교통부(2010)의 주택 수(등록센서스)를 사용하였다. 구체적으로 2010년 12월(최초 시점)의 주택스톡을 「주택보급률」의 2010년 수도권 및 5대 광역시의 주택 수인 1,182만 2,700호로 설정한 뒤 여기에 「주택건설실적통계」의 주택준공실적 월자료 더하여 2021년 12월까지의 주택스톡을 계산하고 이것을 분기자료로 변환하였다. 모형 주택스톡 변수와의



주: 모든 자료는 분기자료이며 증감율은 전기대비 증감율을 의미한다. 해당 지역(서울, 광역시, 경기도) 주민등록 인구를 가중치로 사용하였다.
 자료: 행정안전부 「주민등록인구통계」, 국토교통부 「주택건설실적통계」, 국토교통부(2010), 부동산통계정보시스템.

<그림 1> 인구, 주택스톡, 주택가격 및 거래량 증감율

일관성을 위해서 주택스톡을 인구로 나누어 1인당 주택스톡으로 표현하였다. 2011년 1분기부터 2021년 4분기까지의 1인당 주택스톡의 전기대비 증감율은 평균 0.64%이고 표준편차는 0.12%와 같다.

〈그림 1(c)〉의 주택가격은 한국부동산원에서 제공하는 월간 계절조정 매매가격 종합지수를 사용하였다. 다른 변수들과 마찬가지로 수도권 및 5대 광역시 매매가격지수를 해당 지역의 인구로 가중평균하였고 월자료를 분기자료로 변환한 뒤 전기대비 증감율을 계산하였다. 2010년 1분기~2021년 4분기 주택가격의 전기대비 증감율은 평균 0.63%, 표준편차는 0.95%와 같다.

마지막으로 모수 설정에는 사용하지 않았지만 모형으로부터 계산할 수 있는 변수 가운데 중요하다고 생각하여 실제 자료를 〈그림 1(d)〉에 표현하였다. 주택거래규모는 부동산통계정보 시스템에서 제공하는 월별·행정구역별 주택거래현황 자료를 이용하였다. 월별자료를 분기자료로 변환하고 모형의 변수와 일관성을 유지하기 위해서 인구로 나누어 1인당 거래량으로 표현하였다. 따라서 〈그림 1(d)〉의 주택거래 증감율은 전기대비 인구 1인당 주택거래량의 증감율을 의미한다. 1인당 주택거래량의 전기대비 증감율은 2010년 1분기부터 2021년 4분기까지 평균 0.39%에 불과하지만 표준편차는 25.4%에 달한다.

〈표 3〉에는 주요 변수들의 상관계수를 정리하였다. 먼저, 주택가격 증감율과 주택거래량 사이에

〈표 3〉 상관계수

	주택가격 증감율	인구 증가율	주택스톡 증감율	주택거래량
주택가격 증감율	1	0.041	-0.031	0.389
인구 증가율		1	-0.038	-0.029
주택스톡 증감율			1	0.365
주택거래량				1
표준편차	0.0095	0.0003	0.0012	0.2540
자기상관계수	0.863	0.887	0.973	0.965

주: 모든 자료는 분기자료이며 증감율은 전기대비 증감율을 의미한다. 해당 지역(서울, 광역시, 경기도) 인구를 가중치로 사용하였다.

자료: 행정안전부 「주민등록인구통계」, 국토교통부 「주택건설실적통계」, 국토교통부(2010), 부동산통계정보시스템.

양의 상관관계가 나타나고, 주택 준공실적으로 측정한 주택스톡의 증감율과 주택거래량 사이에도 양의 상관관계가 나타난다. 그러나 주택가격 증감율, 인구증가율, 그리고 주택스톡 증감율 사이에는 동기간 유의한 상관관계를 확인할 수는 없다. 마지막으로 네 변수 모두 상당한 자기상관성을 갖는 것을 확인할 수 있다.

V. 분석 결과

분석은 크게 두 방향으로 진행된다. 먼저 주택보유자가 주택으로부터 얻는 편익에 충격(주택 선호충격)이 발생할 때 주택가격, 주택건설, 주택거래, 그리고 도심지역의 인구에 어떠한 변화가 나타나는지 분석한다. 이어서 금융기관들이 주택담보대출을 실행하기 위해 부담해야 하는 금융비용이 증가하는 경우 주택시장 전반에 어떠한 변화가 나타나는지 살펴본다.

1. 주택선호충격

모형 경제의 현실 설명력을 판단하기 위해서 주택선호충격만을 포함하여 모의실험하였다. 주택선호충격 표준편차를 0.279, 충격의 지속성을 나타내는 파라미터를 0.98로 설정했을 때의 시뮬레이션 결과는 <표 4>와 같다.

모형으로부터 계산된 주택가격 증감율, 인구증가율, 주택스톡 증감율의 표준편차들은 현실과 유사하다. 다만, 주택거래량의 경우 2010~2021년 사이 전기대비 증감율의 표준편차가 0.254인데 반해 모형에 의해 설명되는 표준편차는 10% 수준인 0.0254와 같다. 현실에서는 주택거래량에 영향을 미치는 요인들이 매우 많다. 신도시의 건설, 주택 및 가구형태의 다양화, 지역적인 특수성 등도 영향을 미칠 수 있고, 미래 주택가격에 대한 경제주체들의 기대 변화와 전반적인 거시경제 상황의 변화도 주택거래량에 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서는 이러한 다양한 요인들을 모두 충격으로 반영하지 못하는 한계가 있기 때문에 실제 표준편차 가운데 일부만 설명할 수 있는 것이다. 그럼에도 불구하고 자가보유자들의 주택선호충격이 주택거래량 증감율 변동의 일부를 설명할 수 있다는 점에서는 본 연구의 의의가 명확하게 확인된다고 하겠다.

<표 4>의 상관계수에서도 모형의 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 모두 확인할 수 있다. 우선 모형의 긍정적인 측면은 다음과 같다. 실제 데이터에서는 주택거래량을 제외한 여타 변수들과(주택가격 증감율, 인구증가율) 주택스톡 증감율 사이의 동기간 상관관계가 0에 가까운데, 모형의

〈표 4〉 모형의 상관계수

	주택가격 증감율	인구 증가율	주택스톡 증감율	주택거래량
주택가격 증감율	1	-0.407 (0.041)	-0.151 (-0.031)	-0.111 (0.389)
인구 증가율		1	0.146 (-0.038)	0.465 (-0.029)
주택스톡 증감율			1	0.604 (0.365)
주택거래량				1
표준편차	0.0095 (0.0095)	0.0003 (0.0003)	0.0012 (0.0012)	0.0254 (0.2540)
자기상관계수	0.936 (0.863)	0.808 (0.887)	-0.069 (0.973)	0.979 (0.965)

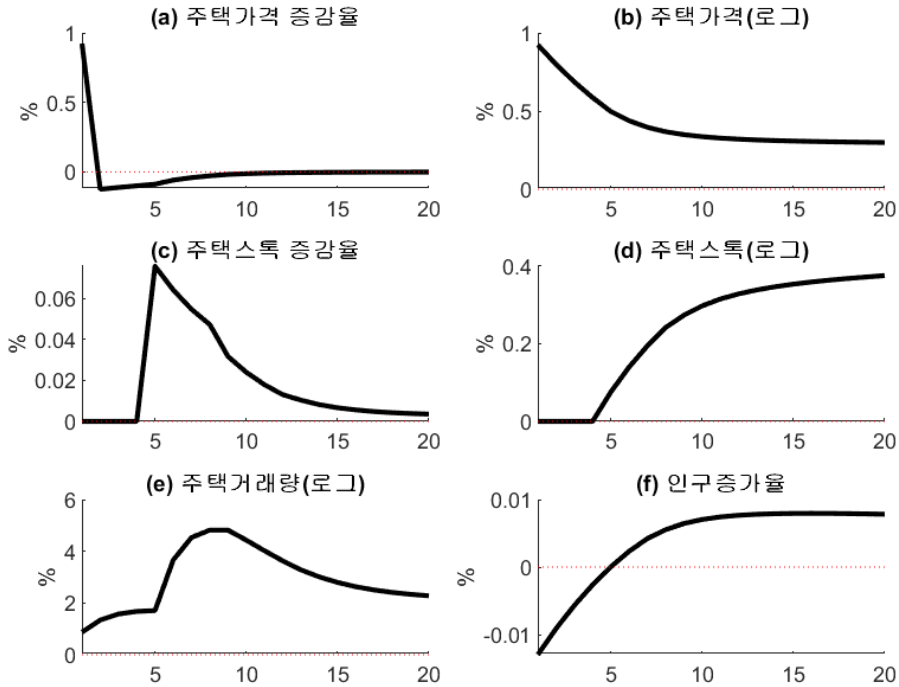
주: 1) 1,048기간의 시계열자료를 생성하여 처음 1,000기간은 제거하고 나머지 48기간(분기) 자료를 토대로 통계치를 추정, 표의 수치는 1,000회 시뮬레이션의 평균값.

2) 괄호 안의 값은 실제 자료(〈표 3〉 참고).

시뮬레이션을 통해서도 동일한 결과를 얻을 수 있다. 이것은 모형 경제에 도입된 최소 건설기간 (time-to-build)에 대한 가정에서 비롯된 것으로 향후 매칭모형에서 주택건설을 고려할 때에는 최소 건설기간 가정이 수반될 필요가 있다. 특히 모형 경제는 주택스톡 증감율과 주택거래량 사이의 양의 상관관계를 매우 잘 설명하는 것으로 나타난다.

모형 경제의 다소 아쉬운 부분은 주택가격과 인구증가율, 그리고 주택가격 증감율과 주택거래량 사이의 상관관계에 있다. 첫째, 도심지역 주택가격의 상승률이 높을 때 도심지역의 인구증가율이 하락하는 패턴은 실제로 관측될 가능성이 높은 현상이다. 모형 경제는 이러한 상관관계를 비교적 뚜렷하게 설명하지만 현실에서는 두 변수 사이의 동기간 상관계수가 0에 가까운 값을 갖는다. 이는 현실에서의 거주지 이전이 일정 시차를 두고 나타나기 때문이다. 둘째, 현실에서는 주택가격의 상승률이 높을 때 주택거래량도 늘어나는 패턴이 나타난다. 이러한 양의 상관관계가 비교적 강하지는 않지만 0.4에 가까운 상관계수를 갖는다. 그러나 모형 경제의 주택가격 증감율과 주택거래량 사이에서는 유의한 상관관계가 나타나지 않는다.

〈그림 2〉는 주택선택충격이 1-표준편차(0.279)만큼 발생할 때 주택가격, 주택스톡, 인구, 주택거래량에 미치는 효과를 충격반응함수로 표현한 것이다. 먼저, 주택선택충격이 1-표준편차

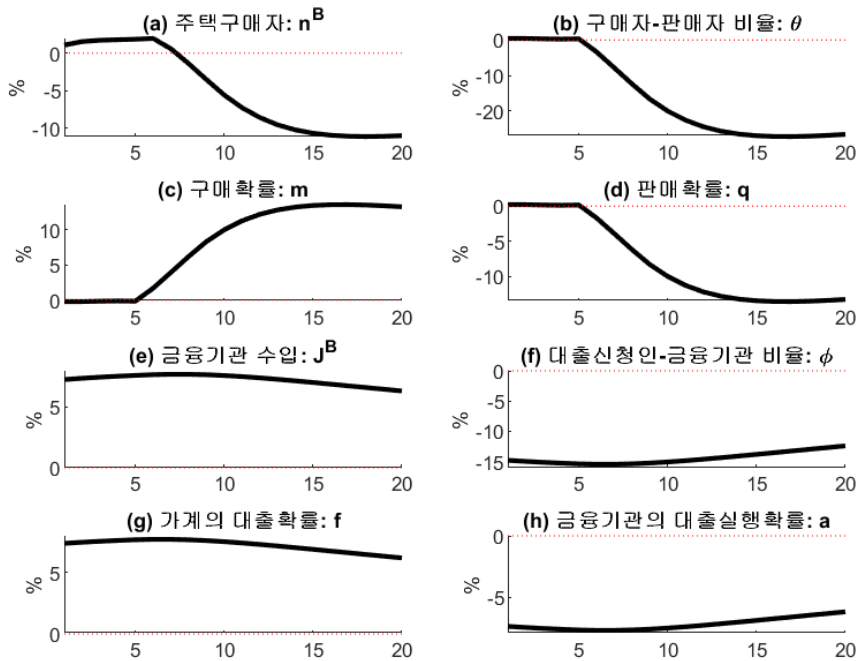


주: 주택선호충격 1-표준편차(0.279)에 따른 충격반응함수; (로그) 표시한 변수들은 정상상태로부터 로그값의 차이.

〈그림 2〉 주택선호충격에 따른 충격반응함수: 가격과 거래량

만큼 발생한다면 충격 직후 주택가격은 약 1% 정도 상승한다는 사실을 〈그림 2(a)〉와 〈그림 2(b)〉를 통해 확인할 수 있다. 전기대비 주택가격의 증감율 〈그림 2(a)〉는 충격 직후 정상상태로 빠르게 회귀하지만 주택가격 〈그림 2(b)〉는 충격 직후 1% 상승한 뒤 하락한 다음 비교적 오랜 기간 동안 다소 높은 수준을 유지한다. 〈그림 2(c)〉와 〈그림 2(d)〉는 주택가격의 상승이 택지가격 상승을 촉발하여 주택건설이 확대되는 효과가 있음을 보여준다. 그러나 4분기 정도의 건설기간(time-to-build)으로 인해서 충격 발생 이후 5분기부터 주택스톡의 증가율이 상승하고 주택스톡이 지속적으로 늘어난다. 주택거래량 〈그림 2(e)〉는 충격 직후 소폭 증가하다가 5분기 이후부터 주택시장에 신규주택물량이 공급되면서 큰 폭으로 증가한다. 마지막으로 인구증가율 〈그림 2(f)〉는 충격 직후 도심지역 인구가 감소하지만 주택가격이 안정되면서 다시 증가한다는 것을 보여준다.

〈그림 3〉은 주택시장과 금융시장에서의 매칭확률이 충격에 어떻게 반응하는지 보여준다. 선호충격이 발생한 후 5~6분기까지는 주택 구매자들의 비율(n^B)이 상승하지만 이후에는 하락한다. 반면, 주택가격 및 택지가격이 지속적으로 높은 수준을 유지함에 따라 주택건설(신규주택의 공급)은



주: 주택선택충격 1-표준편차(0.279)에 따른 충격반응함수; 정상상태로부터 로그값의 차이.

〈그림 3〉 주택선택충격에 따른 충격반응함수: 주택시장과 금융시장의 마찰

5분기부터 증가하는데, 이로 인해 충격 직후 구매자-판매자 비율(θ)은 일정 수준을 유지하다가 5분기 이후부터 하락한다. 따라서 구매자들이 판매자들을 만날 확률(m)은 상승하고 판매자들이 구매자들을 만날 확률(q)은 하락한다. 판매자들의 매칭확률 하락에도 불구하고 신규주택이 더 크게 증가하기 때문에 〈그림 2(e)〉에서와 같이 충격 직후 주택거래량($q \times n^S$)은 증가하는 것이다.

한편, 주택가격이 상승함에 따라 대출을 실행하는 금융기관들의 기대수입(J^B)은 증가한다. 대출시장에서 대출실행을 희망하는 금융기관들이 증가하면서 금융시장의 경색지표인 대출신청인-금융기관 비율(ϕ)은 하락하고 대출신청인들이 대출심사를 통해 담보대출을 받게 될 확률(f)은 상승한다.

2. 금융비용의 상승과 주택시장

금융기관들이 금융시장 마찰을 통해 부담해야 하는 금융비용을 κ 로 표현하였다. 물가안정목표제 하에서 중앙은행의 정책금리가 인상될 경우, 또는 금융당국의 대출규제강화로 인해 예상하지 못한

추가적인 비용이 발생할 경우 대출시장에 참여하는 금융기관의 금융비용도 증가할 가능성이 높다. 이러한 현상을 설명하기 위하여 금융비용 κ 에 비용상승충격을 포함하였다. 금융기관의 자유진입조건 <식 18>과 가치함수 <식 19>를 각각 다음과 같이 다시 표현할 수 있다.

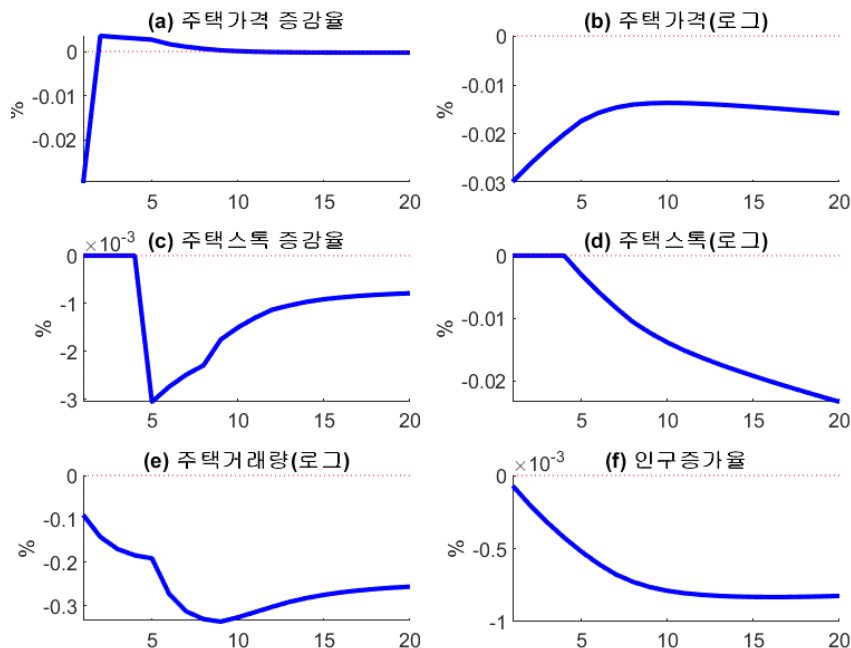
$$\kappa_t = \beta a_t E_t [J_{t+1}^B] \quad \langle \text{식 46} \rangle$$

$$J_t^B = -\kappa_t + m_t (\Lambda_t - (1-\delta)P_t) + (1-m_t)\beta E_t [J_{t+1}^B] \quad \langle \text{식 47} \rangle$$

여기에서 $\ln \kappa_t = (1-\rho_\kappa)\ln \kappa + \rho_\kappa \ln \kappa_{t-1} + e_t^\kappa$, $e_t^\kappa \sim N(0, \sigma_\kappa^2)$.

이어지는 시뮬레이션에서는 비용상승충격의 지속성 파라미터 ρ_κ 와 표준편차 σ_κ 를 각각 0.98과 0.01로 가정하고, 1% 충격이 발생할 경우 주택시장 전반에 나타나는 변화와 매칭확률에 나타나는 변화를 분석한다.

<그림 4>는 금융비용충격이 1-표준편차(0.01)만큼 발생할 때 주택가격, 주택스톡, 인구,



주: 비용상승충격 1-표준편차(0.01)에 따른 충격반응함수; (로그) 표시한 변수들은 정상상태로부터 로그값의 차이.

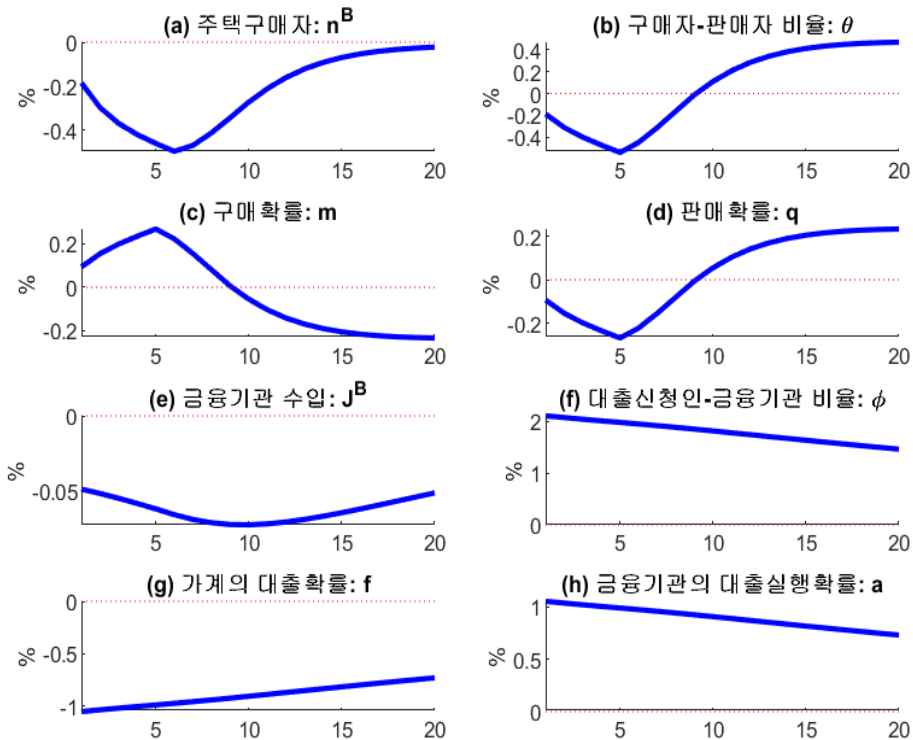
<그림 4> 금융비용충격에 따른 충격반응함수: 가격과 거래량

주택거래량에 미치는 효과를 충격반응함수로 표현한 것이다. 금융비용 상승충격이 1-표준편차 만큼 발생한다면 충격 직후 주택가격은 약 0.03% 정도 하락한다(〈그림 4(a)〉, 〈그림 4(b)〉). 〈그림 2〉에서와 마찬가지로, 전기대비 주택가격의 증감율 〈그림 4(a)〉는 충격 직후 정상상태로 빠르게 회귀한다. 그러나 주택가격 〈그림 4(b)〉는 충격 직후 크게 하락한 뒤 다시 소폭 상승하지만 비교적 오랜 기간 동안 낮은 수준을 유지하기 때문에 충격 이전 수준으로 돌아가는데 상당한 시간이 소요된다. 〈그림 4(c)〉와 〈그림 4(d)〉는 주택가격과 택지가격의 하락으로 주택건설이 위축되는 현상을 보여준다. 건설 소요기간(time-to-build)으로 인해 충격의 여파는 5분기 이후부터 나타난다. 주택거래량 〈그림 4(e)〉는 충격 직후 0.1%~0.2%까지 감소하고 신규주택공급이 본격적으로 감소하는 5분기부터 0.1% 가량 더 감소한다. 마지막으로 금융비용의 상승으로 인해 대출가능성이 하락하여 도심진입을 통한 주택구입에 어려움이 이전보다 높아지기 때문에 도심지역의 인구증가율 〈그림 4(f)〉는 충격 직후 하락한다. 대출가능성에 대한 이야기는 〈그림 5〉를 통해 보다 구체적으로 살펴볼 수 있다.

〈그림 5〉는 비용상승충격이 발생할 때 주택시장과 금융시장에서의 경색지표(tightness)들과 매칭확률들이 어떻게 변화하는지 보여준다. 비용상승충격이 발생하면 대출승인을 받을 수 있는 사람들이 전보다 줄어들어 주택 구매자들의 비율(n^B)은 하락한다. 한편, 주택가격 및 택지가격이 지속적으로 낮은 수준을 유지하기 때문에 주택건설(신규주택의 공급)은 5분기부터 감소한다. 이로 인해 구매자-판매자 비율(θ)이 충격 직후에는 구매자들의 감소로 인해 하락하지만, 10분기 이후부터는 주택 판매자 수가 보다 크게 감소하기 때문에 오히려 충격 이전 수준을 상회하게 된다. 충격 직후 구매자-판매자 비율이 하락하면, 구매자들이 판매자들을 만나는 것은 전보다 쉬워(m 의 상승)지고 판매자들이 구매자들을 만나는 것은 전보다 어려워(q 의 하락)진다.

금융비용의 추가 상승과 주택가격 하락으로 인해 대출을 실행하는 금융기관들의 기대수입(J^B)은 감소하고 대출시장에 진입하는 금융기관들의 수는 감소한다. 따라서 대출신청인-금융기관 비율(ϕ)은 상승한다. 금융시장의 경색지표 ϕ 가 상승하면 대출신청인들이 대출심사를 통해 담보대출을 받게 될 확률(f)은 하락하지만 금융기관들이 대출신청인을 만날 확률(a)은 상승한다.

예상하지 못한 금융비용의 상승은 주택가격 및 주택가격의 하락을 초래한다. 뿐만 아니라 판매자들의 매칭확률을 떨어뜨려 주택매매에 소요되는 시간(time-to-sell)이 전보다 늘어나는 현상도 나타난다. 중앙은행의 정책금리(policy rate) 인상과 금융당국의 대출규제 강화가 금융비용을 높이는 충격으로 작용한다면, 주택가격이 하락하고 주택거래가 위축되어 주택 판매에 소요되는 시간도 늘어날 수 있다.



주: 비용상승충격 1-표준편차(0.0.1)에 따른 충격반응함수; 정상상태로부터 로그값의 차이.

〈그림 5〉 금융비용충격에 따른 충격반응함수: 주택시장과 금융시장의 마찰

VI. 맺음말

본 연구는 DMP의 노동시장 탐색-매칭 모형을 주택시장과 주택담보대출시장에 적용하고 주택건설에는 일정 기간이 반드시 소요되어야 한다는 조건(time-to-build)을 도입하였다. 주택거래는 주택 구매자들과 주택 판매자들 사이의 매칭에 의해서 결정되고 주택담보대출의 실행은 대출신청인들과 금융기관들 사이의 매칭에 의해서 결정된다. 주택시장 참가자들의 매칭확률은 주택시장의 경색지표(tightness measure)인 구매자-판매자 비율에 의해 결정되고 대출시장 참가자들의 매칭확률은 대출시장의 경색지표인 대출신청인-금융기관 비율에 의해 결정된다.

2022년 4월 이후 한국은행의 기준금리 인상 과정에서 나타난 주택시장의 변화를 설명하기 위해 대출시장에 참여하는 금융기관들에게 영향을 미치는 비용충격을 고려하였다. 비용상승충격이

발생하면 금융기관들은 대출시장 참여를 꺼리게 되고 대출실행을 희망하는 금융기관들의 수가 감소함에 따라 담보대출을 희망하는 가계들은 대출에 어려움을 겪게 된다. 금융시장에서 비롯된 충격으로 인해 주택 소유로부터 얻는 가치는 상대적으로 하락하고 주택 임차로부터 얻는 가치는 상대적으로 증가하여 주택 구매자들의 수가 감소한다. 따라서 대출시장에서의 충격이 주택가격의 하락과 주택거래량의 감소를 초래하여 주택 판매에 소요되는 시간(time-to-sell)도 증가한다.

본 연구는 구조적 모형을 사용하여 주택시장의 주요 변수들 사이의 관계를 비교적 일관성 있게 설명하는 장점이 있다. 그러나 VAR 모형을 사용하여 시계열 자료들에서 나타나는 주요 변수들 사이의 동태적 변화를 분석한 뒤 본 연구의 모형과 비교하는 작업도 필요하다. 구조적 모형을 통한 시뮬레이션 결과와 VAR 모형을 통한 분석 결과를 비교하지 못한 것이 본 연구의 가장 큰 한계라고 생각한다. 뿐만 아니라, 중앙은행의 통화정책을 명시적으로 반영하지 못한 점, 가계 부문의 이질성을 반영하지 못한 점, 그리고 주택 임차와 소유 사이에서의 가계 의사결정을 분석하지 못한 점도 연구의 한계로 남는다. 추후 연구에서는 뉴케인지언 유형의 Dynamic Stochastic General Equilibrium 모형에 본 연구의 주택부문을 포함하여 통화정책의 효과를 명시적으로 분석해보고자 한다. 가계의 소득과 미래 주택가격에 대한 예상에 있어 이질성을 고려하여 주택시장의 동태적 변화를 분석하는 것도 의미있는 연구의 방향이라고 생각한다. 비교적 다양한 측면에서의 이질성을 반영한다면, 주택 임차와 소유 사이에서의 의사결정, 전세와 월세 사이에서의 의사결정도 분석할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

- 강성훈. (2017). 주택가격상승률이 주택보유기간에 미치는 영향. *주택연구*, 25(4), 5-19.
- 고진수, 최성호, 노승철. (2019). 아파트 매매 소요기간에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 서울시를 중심으로. *주택연구*, 27(1), 5-30.
- 국토교통부. (2010). *주택보급률*. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2010~2019). *주거실태조사 2010~2019*. 세종: 국토교통부.
- 국토교통부. (2010~2021). *주택건설실적통계 2010~2021*. 세종: 국토교통부.
- 안지아, 정주희. (2012). *공동주택의 구분평가시 토지·건물 배분비율에 관한 연구*(2012-02). 서울: 한국부동산연구원.
- 조대현. (2018). 주택가격과 인구이동 간의 연관성에 관한 공간 분석: 수도권 전세가격을 중심으로. *한국지리학회지*, 7(3), 449-462.
- 통계청. (2015~2021). *가계동향조사 2015~2021*. 대전: 통계청.
- 한국부동산원. (2015~2021). *부동산통계정보 2015~2021*. 서울: 한국부동산원.
- 행정안전부. (2015~2021). *주민등록인구현황 2015~2021*. 세종: 행정안전부.
- 허원제, 오경수. (2021). 수도권·비수도권 간의 주택가격 요인과 가격격차 요인분해에 관한 연구. *제도와 경제*, 15(3), 133-166.
- 홍정의. (2022). 분양권 전매제한의 효과에 관한 이론적 모형: 주택 거래 유동성에 대한 논의를 중심으로. *주택금융연구*, 6(1), 55-77.
- Anenberg, E. (2016). Information frictions and housing market dynamics. *International Economic Review*, 57(4), 1449-1479.
- Bernanke, B. S. (1983). Nonmonetary effects of the financial crisis in the propagation of the Great Depression. *The American Economic Review*, 73(3), 257-276.
- Burnside, C., Eichenbaum, M., & Rebelo, S. (2016). Understanding booms and busts in housing markets. *Journal of Political Economy*, 124(4), 1088-1147.
- Caplin, A., & Leahy, J. (2011). Trading frictions and house price dynamics. *Journal of Money, Credit and Banking*, 43, 283-303.
- Diamond, P. A. (1982). Wage determination and efficiency in search equilibria. *The Review of Economic Studies*, 49(2), 217-227.
- Díaz, A., & Jerez, B. (2013). House prices, sales, and time on the market: A

- search-theoretic framework. *International Economic Review*, 54(3), 837-872.
- den Haan, W. J., Ramey, G., & Watson, J. (2000). Job destruction and propagation of shocks. *American Economic Review*, 90(3), 482-498.
- Gabrovski, M., & Ortego-Martí, V. (2019). The cyclical behavior of the beveridge curve in the housing market. *Journal of Economic Theory*, 181, 361-381.
- Gabrovski, M., & Ortego-Martí, V. (2021). Search and credit frictions in the housing market. *European Economic Review*, 134, 103699.
- Genesove, D., & Han, L. (2012). Search and matching in the housing market. *Journal of Urban Economics*, 72(1), 31-45.
- Hagedorn, M., & Manovskii, I. (2008). The cyclical behavior of equilibrium unemployment and vacancies revisited. *American Economic Review*, 98(4), 1692-1706.
- Head, A., Lloyd-Ellis, H., & Sun, H. (2014). Search, liquidity, and the dynamics of house prices and construction. *American Economic Review*, 104(4), 1172-1210.
- Krainer, J. (2001). A theory of liquidity in residential real estate markets. *Journal of Urban Economics*, 49(1), 32-53.
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1982). Time to build and aggregate fluctuations. *Econometrica*, 50(6), 1345-1370.
- Moon, W.-S. (2011). Endogenous labor force participation and firing costs. *Labour Economics*, 18(5), 607-623.
- Mortensen, D. T., & Pissarides, C. A. (1994). Job creation and job destruction in the theory of unemployment. *The Review of Economic Studies*, 61(3), 397-415.
- Ngai, L. R., & Sheedy, K. D. (2020). The decision to move house and aggregate housing-market dynamics. *Journal of the European Economic Association*, 18(5), 2487-2531.
- Ngai, L. R., & Sheedy, K. D. (2022). The ins and outs of selling houses: Understanding housing-market volatility. Retrieved from <https://personal.lse.ac.uk/sheedy/papers/InsAndOutsOfSellingHouses.pdf>
- Ngai, L. R., & Tenreyro, S. (2014). Hot and cold seasons in the housing market. *American Economic Review*, 104(12), 3991-4026.

- Novy-Marx, R. (2009). Hot and cold markets. *Real Estate Economics*, 37(1), 1-22.
- Petrosky-Nadeau, N., & Wasmer, E. (2017). *Labor, credit, and goods markets: The macroeconomics of search and unemployment*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Piazzesi, M., & Schneider, M. (2009). Momentum traders in the housing market: Survey evidence and a search model. *American Economic Review*, 99(2), 406-411.
- Shimer, R. (2007). Mismatch. *American Economic Review*, 97(4), 1074-1101.
- Wasmer, E., & Weil, P. (2004). The macroeconomics of labor and credit market imperfections. *American Economic Review*, 94(4), 944-963.
- Wheaton, W. C. (1990). Vacancy, search, and prices in a housing market matching model. *Journal of Political Economy*, 98(6), 1270-1292.

(논문 접수일: 2022.10.22. 수정논문 접수일: 2022.12.01. 논문 채택일: 2022.12.20.)

부록

1. 모형

(A1) 주택 구매자의 가치함수:

$$V_t^B = u_t^B + m_t(-\delta P_t - \Lambda_t + \beta E_t[V_{t+1}^O]) + (1 - m_t)\beta E_t[V_{t+1}^B]$$

(A2) 임차인의 가치함수: $V_t^R = u_t^R + \pi^r \beta V^X + (1 - \pi^r)\beta E_t[V_{t+1}^R]$

(A3) 대출신청인의 가치함수: $V_t^A = f_t V_t^B + (1 - f_t) V_t^R$

(A4) 자가보유자의 가치함수:

$$V_t^O = u_t^O + \pi^o \beta (E_t[V_{t+1}] + E_t[V_{t+1}^X]) \\ + (1 - \pi^o)\beta \{s E_t[V_{t+1}^B + V_{t+1}] + (1 - s) E_t[V_{t+1}^O]\}$$

(A5) 주택처분에 따른 가치: $V_t = q_t P_t + (1 - q_t)\beta E_t[V_{t+1}]$

(A6) 주택 임대료: $R_t = \psi + q_t(P_t - \beta E_t[V_{t+1}])$

(A7) 금융기관 자유진입조건: $\kappa = \beta a_t E_t [J_{t+1}^B]$

(A8) 금융기관의 가치함수: $J_t^B = -\kappa + m_t(\Lambda_t - (1-\delta)P_t) + (1-m_t)\beta E_t [J_{t+1}^B]$

(A9) 주택담보대출 원리금: $\Lambda_t = \lambda_t + \beta E_t [\Lambda_{t+1}]$

(A10) 주택가격: $\delta P_t = \gamma \delta \beta E_t V_{t+1} + (1-\gamma)(\beta E_t V_{t+1}^O - \beta E_t V_{t+1}^B - \Lambda_t)$

(A11) 주택담보대출 원리금:

$$m_t \Lambda_t = \eta \left[(u_t^B - u_t^R) + m_t(-\delta P_t + \beta E_t V_{t+1}^O) + (1-m_t)\beta E_t V_{t+1}^B \right] \\ \left[-\pi^r \beta V^X - (1-\pi^r)\beta E_t V_{t+1}^R \right] \\ + (1-\eta) \left[\kappa + m_t(1-\delta)P_t - (1-m_t)\beta E_t J_{t+1}^B \right]$$

(A12) 임차인의 비율: $(1+\mu)n_t^R = (1-\pi^r)n_{t-1}^R + (1-f_t)G_t\mu$

(A13) 주택 구매자의 비율: $(1+\mu)n_t^B = (1-m_{t-1})n_{t-1}^B + (1-\pi^o)sn_{t-1}^O + f_t G_t \mu$

(A14) 자가보유자의 비율: $(1+\mu)n_t^O = (1-\pi^o)(1-s)n_{t-1}^O + m_{t-1}n_{t-1}^B$

(A15) 택지개발: $(1+\mu)k_t - k_{t-1} = \Gamma_t x_{t-1}$

(A16) 미개발지: $(1+\mu)x_t = (1-\Gamma_t)x_{t-1} + \mu u$

(A17) 택지시장 균형: $k_t = h_t$

(A18) 신규 주택투자: $i_{4,t} = A\xi w_t^\varepsilon (n_t^R + n_t^B + n_t^O)$

(A19) time-to-build: $(1+\mu)i_{3,t} = i_{4,t-1}$

(A20) time-to-build: $(1+\mu)i_{2,t} = i_{3,t-1}$

(A21) time-to-build: $(1+\mu)i_{1,t} = i_{2,t-1}$

(A22) time-to-build: $(1+\mu)i_{0,t} = i_{1,t-1}$

(A23) 주택스톡: $h_t - \frac{h_{t-1}}{1+\mu} = i_{0,t}$

(A24) 건설부문 자유진입조건(임금 결정): $w_t = A(\beta^r E_t V_{t+\tau} - Q_t)$, $\tau = 4$.

(A25) 임차인과 주택 구매자의 효용: $u_t^R (= u_t^B) = y_t + \chi w_t^{1+\varepsilon} - R_t$

(A26) 자가보유자의 효용: $u_t^O = y_t + \chi w_t^{1+\varepsilon} + (v-\psi)o_t$

$$(A27) \text{ 주택시장 구매자-판매자 비율: } \theta_t = \frac{n_t^B}{h_{t-1}/(1+\mu) - n_t^R - n_t^B - n_t^O}$$

$$(A28) \text{ 주택 구매자 매칭확률: } m_t = (1 + \theta_t^\alpha)^{-1/\alpha}$$

$$(A29) \text{ 주택 판매자 매칭확률: } q_t = (1 + \theta_t^{-\alpha})^{-1/\alpha}$$

$$(A30) \text{ 대출신청인의 매칭확률: } f_t = (1 + \phi_t^\omega)^{-1/\omega}$$

$$(A31) \text{ 금융기관의 매칭확률: } a_t = (1 + \phi_t^{-\omega})^{-1/\omega}$$

$$(A32) \text{ 주택 선호 충격: } \ln o_t = \rho_o \ln o_{t-1} + e_t^o, \quad e_t^o \sim N(0, \sigma_o^2)$$

2. 자가보유자들이 주택소유로부터 얻는 편익

자가보유로부터 얻는 편익 v_t 는 주택의 상태(quality) s_t 에 의해 결정된다. 즉, $v_t = g(s_t)$. 시간이 흐를수록 주택은 감가상각률 d 로 감가상각되며 유지보수에 따른 비용 ψ 를 투입하면 주택의 상태는 개선될 수 있다. 주택의 상태는 다음과 같은 운동법칙(law of motion)으로 표현할 수 있다: $s_{t+1} = (1-d)s_t + \psi$. 자가보유자들은 자신의 순편익(주택으로부터 얻는 편익 $g(s_t)$ 와 유지보수에 따른 비용 ψ 의 차이)을 극대화하려고 한다. 주어진 제약(운동법칙) 하에서 자가보유자가 선택하는 주택의 최적 상태는 다음 1계조건을 충족한다.

$$1 = \beta \{g'(s_{t+1}) + 1 - d\} \quad \text{또는} \quad \left(\frac{1-\beta}{\beta}\right) s_{t+1} = g'(s_{t+1}) s_{t+1} - d s_{t+1}$$

만일 $g(s_t)$ 가 s_t 에 대해 선형에 가까운 함수라면 $g'(s_t) s_t \approx g(s_t)$ 가 성립(Taylor approximation)한다. 따라서 1계조건은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\left(\frac{1-\beta}{\beta}\right) s_{t+1} \approx v_{t+1} - d s_{t+1}$$

정상상태에서 1계조건은 $\left(\frac{1-\beta}{\beta}\right) s \approx v - ds$ 와 같고 정상상태에서 운동법칙은 $s = \psi/d$ 와

같다. 두 식을 결합하여 s 를 제거한 뒤 v 에 대해 정리하면 다음을 얻는다.

$$v = \left(\frac{1-\beta}{\beta} + d \right) \frac{\psi}{d}$$

3. 택지공급의 가격탄력성

〈식 29〉 $K_t = K_{t-1} + \Gamma(Q_t/Q)^\nu X_{t-1}$ 의 양변을 인구 N_{t-1} 로 나누면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$(1 + \mu)k_t = k_{t-1} + \Gamma(Q_t/Q)^\nu x_{t-1}$$

1인당 미개발지는 1인당 도심면적에서 1인당 택지규모를 차감한 것과 같다($x_t = u - k_t$). 참고로 1인당 도심면적은 일정한 값을 갖는다고 가정하였다. 이를 이용하면, $(1 + \mu)k_t = k_{t-1} + \tilde{\Gamma}Q_t^\nu(u - k_{t-1})$, 여기서 $\tilde{\Gamma} = \Gamma Q^{-\nu}$. 정상상태에서 다음이 성립한다.

$$\mu k = \tilde{\Gamma}Q^\nu(u - k)$$

k 와 Q 에 대해 미분하여 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \mu dk &= \nu \tilde{\Gamma} Q^{\nu-1} (u - k) dQ - \tilde{\Gamma} Q^\nu dk \Leftrightarrow \mu dk = \nu \tilde{\Gamma} Q^\nu (u - k) \frac{dQ}{Q} - \tilde{\Gamma} Q^\nu dk \\ &\Leftrightarrow (\mu + \tilde{\Gamma} Q^\nu) dk = \nu \tilde{\Gamma} Q^\nu (u - k) \frac{dQ}{Q} \\ &\Leftrightarrow (\mu + \Gamma) dk = \nu \mu k \frac{dQ}{Q} \\ &\Leftrightarrow \frac{dk}{k} = \left(\frac{\nu \mu}{\mu + \Gamma} \right) \frac{dQ}{Q} \end{aligned}$$

택지공급의 가격탄력성은 $\nu \mu / (\mu + \Gamma)$ 와 같다. 가격탄력성이 1이라면 파라미터 ν 는 $\nu = (\mu + \Gamma) / \mu$ 와 같다.

A Search and Matching Model of the Housing Market and the Dynamic Effects of Financial Shocks

Weh-Sol Moon*

Abstract

I build up a dynamic search-matching model in both the housing and financial markets in which housing construction is characterized by time-to-build. I calibrate the model to match the key features of the Korean housing market. I examine the dynamic effects of a cost shock that affects the financial institutions issuing loans. An increase in financial costs reduces the financiers' entry and the home-buyer's probability of obtaining a loan. Since the value from owning a home tends to decrease while the value from renting a home tends to increase, the number of home buyers falls. Therefore, home prices and sales volume decrease.

Keywords : Housing Market Search and Matching, Credit Frictions, House Price, Sales Volume

* Weh-Sol Moon, Corresponding author, Associate Professor, Department of Economics, Seoul Women's University, moon@swu.ac.kr

© Copyright 2022 Housing Finance Research Institute. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.