



## 부호제약을 이용한 한국 주택시장의 변동요인 분석

### Korean Housing Market Dynamics: A VAR Analysis with Sign Restrictions

민선옥\* · 이영수\*\*

Sun-Ok Min · Young-Soo Lee

#### ■ Abstract ■

This paper analyzes the dynamic spill-over effects of shocks on housing market, using a six-variable VAR model. As housing market variables, housing price and housing trading volume are used, and as shock variables, housing demand shock, housing supply shock, interest rate shock, household loan shock, aggregate demand shock, and aggregate supply shock are taken into account. The shocks are identified by imposing sign restrictions on the responses of variables. Data analyzed are monthly data from January 2006 to December 2018. The results of analysis are as follows: First, the spill-over effects of the shocks on housing market showed great difference in housing price and housing volume. Second, housing supply shock had relatively great effects on the fluctuation of housing trading volume, housing demand shock had relatively great effects on the fluctuation of housing price, and household loan shock and interest rate shock had greater effects on the fluctuation of housing price than on the fluctuation of housing trading volume. Third, housing supply shock had the greatest influence on housing trading fluctuation, followed by housing demand shock, household loan shock, interest rate shock, aggregate demand shock, and aggregate supply shock. And interest rate shock had the greatest influence on housing price fluctuation, followed by household loan shock, housing demand shock, aggregate demand shock, and aggregate supply shock. Particularly, it is noteworthy that interest rate shock and household loan shock in the financial sector explain more than 50% of housing price fluctuation.

**Keywords:** Housing market, Housing supply/demand shock, VAR, Sign restriction

\* 영산대학교 부동산학과 박사과정 수료(주저자) | Ph.D. Candidate, Department of Real Estate, Youngsan University | First Author | 0804ks@naver.com |

\*\* 영산대학교 부동산학과 교수(교신저자) | Professor, Department of Real Estate, Youngsan University | Corresponding Author | yslee@ysu.ac.kr |

## I. 서론

21세기 초반의 세계적인 주택가격 급등 현상을 경험하면서 많은 경제학자들은 주택가격의 변동을 초래하는 요인이 무엇인가에 관심을 가져왔다. 논의된 주요 요인으로서는 낮은 이자율(Taylor, 2007), 신용확대(Mian and Sufi, 2009), 경기요인(Davis and Heathcote, 2005), 주택가격상승 기대감(Case and Schiller, 2003), 주택시장의 수요 및 공급 충격(Iacoviello and Neri, 2010) 등이 거론되었다. 본 연구에서는 이러한 요인들이 우리나라 주택시장의 변동에 어떠한 영향을 미쳤는가를 벡터자기회귀(VAR) 모형을 통해 분석하고자 한다.

VAR 모형을 이용하여 주택시장의 변동요인을 분석하기 위해서는 충격의 식별이 필수적이다. 본 연구에서는 최근 들어 활용도가 크게 높아지고 있는 부호제약을 이용하여 충격들을 식별한다.<sup>1)</sup> 부호제약에 의한 충격의 식별은 통상적으로 사용되는 제로(0) 제약<sup>2)</sup>이 갖는 가정의 비현실성을 뛰어넘을 수 있으며, 여러 가지 형태의 충격들을 용이하게 식별할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 장점을 바탕으로 해외에서는 주택시장 변동요인 분석과 관련하여 많은 연구가 이루어져 왔으나, 우리나라의 경우에는 아직 일천한 상황이다.

본 연구에서 VAR 모형은 주택시장의 변동요인을 분석하는 데에 초점을 두고, 내생변수와 충격변수들을 구성하였다. 내생변수는 총 6개로서, 주

택시장 변수로 주택가격과 주택거래량을, 주택시장과 관련성이 높은 금융변수로 주택담보대출금리와 가계대출을, 그리고 실물경제 변수로 생산과 물가를 고려하였다. 충격변수로는 주택수요충격, 주택공급충격, 이자율충격, 대출충격, 총수요충격, 총공급충격의 6개 구조적 충격을 고려하였다.

본 연구의 특징 중의 하나는 주택수요충격과 주택공급충격을 도입하고 있다는 점이다. 이러한 충격들을 VAR 모형 내에서 식별하는 방식은 현재로서는 부호제약 방식이 유일하다.

주택수요충격과 주택공급충격을 동시에 고려한 해외 연구로는 Towbin and Weber(2015)와 Wu et al.(2017)이 있다. 이들 연구에서는 식별된 충격의 숫자가 내생변수의 숫자보다 적으나 본 연구에서는 내생변수의 숫자만큼 충격변수를 도입함으로써 충격을 보다 다양화하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. I 장의 서론에 이어 II 장에서는 선행연구를 개관한다. 부호제약 방식을 이용하여 주택시장을 분석한 국내외 선행 논문들을 정리한다. III 장은 연구 모형에 대한 설명이다. 부호제약 방식의 방법론, 충격식별 조건 등을 다루었다. IV 장은 실증분석 결과이며, V 장은 요약 및 결론이다.

## II. 선행연구

여기서는 주택시장 관련 연구에서 부호제약을

1) 부호제약(sign restriction)에 의한 충격의 식별은 Faust(1998), Canova and De Nicrolo(2002), Uhlig(2005) 등에 의해 처음 시도되었다. 부호제약을 이용한 여러 분야의 논문들은 Fry and Pagan(2011)에 잘 설명되어 있다.

2) 제로(0) 제약은 홀레스키 분해, 동시적 제약, 장기제약 등의 방식을 포함한다.

이용하여 충격을 식별한 국내의 선행논문들을 정리한다. 부호제약에 의한 충격의 식별에는 제로 제약과는 다른 여러 가지 장점이 있으며,<sup>3)</sup> 이러한 부호제약의 장점에 기반하여 주택시장 관련 연구에서도 부호제약을 이용한 많은 연구논문이 발표되었다.

먼저 부호제약을 이용하여 통화정책충격을 식별한 해외연구로는 Negro and Otrok(2007), Vargas-Silva(2008), Hirata et al.(2012), Eickmeier and Hofmann(2013), Robstad(2018) 등이 있다.

Negro and Otrok(2007)과 Vargas-Silva(2008), Robstad(2018)는 통화정책충격만을 식별하여 통화정책충격이 주택시장에 미치는 효과를 분석하였다. 이들 중 Negro and Otrok(2007)과 Vargas-Silva(2008)는 미국의 데이터를 이용한 분석에서 통화정책이 주택가격에 미치는 효과가 크지 않다는 결과를 발표하였으며, Robstad(2018)는 노르웨이의 데이터를 이용하여 통화정책이 주택가격에 상당한 영향을 미친다는 반대의 결과를 발표하였다. 이들 모두 충격변수로는 통화정책충격만을 사용하였다는 공통점이 있다. 분석결과의 차이는 분석대상 국가가 다르다는 점에 기인할 수도 있으나, 부호제약의 구체적인 적용 방식이 다르다는 점에서도 이유를 찾

을 수 있을 것이다. Negro and Otrok(2007)과 Vargas-Silva(2008)는 주택가격에 아무런 부호제약을 가하지 않았으나, Robstad(2018)는 사전적으로 주택가격에 부호제약을 가하였다는 점에서 근본적인 차이를 갖는다.<sup>4)</sup>

Hirata et al.(2012)과 Eickmeier and Hofmann(2013)은 통화정책충격을 포함하여 2개 이상의 충격을 식별하였다. Hirata et al.(2012)은 통화정책충격, 신용충격, 생산성충격의 3개 충격을, 그리고 Eickmeier and Hofmann(2013)은 통화정책충격과 금융충격의 2개 충격을 식별하였다. 이들 모두 통화정책충격은 주택가격에 유의미하고 지속적인(significant and persistent) 영향을 미쳤다는 분석결과를 보고하고 있다.

부호제약을 이용하여 주택시장관련 충격을 식별한 해외연구로는 Jarocinski and Smets(2008), Fratzscher et al.(2010), Sa and Wieladek(2015), Bian and Geste(2015), Towbin and Weber(2015), Wu et al.(2017)이 있다.

Jarocinski and Smets(2008), Sa and Wieladek(2015), Fratzscher et al.(2010)은 미국의 데이터를 이용하였다. Jarocinski and Smets(2008)는 통화정책충격과 주택수요충격이 미국의 주택시장에 미치는 영향을 분석하였다. 주택수요충격의 식별은 주거 투자와 주택가격에 대한 부호제약

3) 첫째, 제로 제약이 갖는 가정의 엄격성을 벗어날 수 있다는 점이다. 제로 제약은 두 변수 간에 일방적인 동시적 인과성(contemporaneous causality)을 전제한다. 이러한 전제가 성립할 수 있는 논리 구조를 찾는 일은 쉽지 않으며, 현실적으로 받아들이기 어려운 제약인 경우도 많다. 부호제약에 의한 충격의 식별은 제로 제약에서와 같은 동시적 인과성 제약을 전제하지 않는다. 둘째, 충격의 숫자를 다양하게 변동시킬 수 있다는 점이다. 제로 제약을 이용하는 경우, 충격을 식별하기 위해서는 통상적으로 모형 내 변수의 숫자만큼의 충격을 모두 식별하여야 한다. 이와는 달리 부호제약에서는 관심이 있는 몇 개의 충격만을 식별할 수 있는 유연성을 갖는다. 셋째, 제로 제약에서는 불가능한 충격들을 식별할 수 있다는 점이다. 본 연구에서 논의하고 있는 수요 충격이나 공급충격 같은 요인들은 제로 제약을 통해서는 식별하기가 불가능하다.

4) Vargas-Silva(2008)에서 주택가격과는 달리 주택투자에는 부호제약을 가하였으며, 이러한 부호제약을 통해 통화정책충격이 주택투자에 유의적인 영향을 미치는 결과가 나타나고 있다.

을 이용하였으며, 분석결과는 통화정책충격과 주택수요충격이 주택시장에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. Fratzscher et al.(2010)은 주택가격 충격, 주가 충격, 환율 충격이 미국 무역수지의 변동을 얼마나 설명하는가를 분석하였다. 주택가격과 주가 충격이 미국 무역수지 변동의 32%까지 설명하는 반면, 환율 충격의 효과는 7% 미만에 그친다는 분석결과를 발표하였다. Sa and Wieladek(2015)은 해외로부터의 자금유입 충격, 국내통화 충격, 해외통화 충격, 주택시장 충격의 4가지 충격이 미국 주택시장에 미친 영향을 분석하였다. 주택시장충격은 주택관련 금융제제 완화로 정의하였다. 분산분해결과에 의하면, 주택투자자와 주택가격에 가장 큰 영향을 미친 것은 해외로부터의 자금유입충격으로 나타나고 있다.

Bian and Gete(2015)는 중국의 데이터를 이용하여 분석하였다. Bian and Gete(2015)는 인구충격, 신용충격, 주택선호충격, 저축증가충격, 생산성충격의 다섯 가지 충격을 고려하였으며, 분석결과는 주택가격에는 저축증가충격이 주택투자에는 인구충격이 가장 큰 영향을 미친 것으로 나타났다.

Towbin and Weber(2015)과 Wu et al.(2017)은 주택시장충격으로 주택수요충격과 주택공급충격을 충격변수에 도입하였다. Towbin and Weber(2015)는 주택수요충격, 주택공급충격, 이자율충격, 주택가격상승기대충격의 4가지 충격을 고려하였다. 미국의 데이터를 이용한 분석결과는 이자율충격이 주택가격증가율 변동에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 주택공급충격보다는 주택수요충격이 주택가격증가율 변동에 더 큰 영향

을 준 것으로 나타났다. Wu et al.(2017)은 주택수요충격과 주택공급충격 그리고 이자율 충격, 대출 충격, 시장분위기 충격의 5가지 충격을 고려하였다. 홍콩의 데이터를 이용한 분석에서, 주택가격에 가장 큰 영향을 미친 충격은 은행대출충격이며 주택수요충격보다는 주택공급충격의 효과가 더 크게 나타난다고 보고하였다.

국내의 경우, 부호제약을 이용하여 주택시장을 분석한 연구로는 차경수·황상연(2013), 이근영·김남현(2016), 이영수(2019) 등이 있다. 차경수·황상연(2013)은 콜금리, 통화량, 소득, 물가, 주택가격의 5변수 VAR 모형을 설정하고, 충격 변수로 통화정책 충격과 생산성 충격의 두 가지를 도입하였다. 부호제약은 통화정책충격과 관련하여 이자율, 소득, 물가, 본원통화에 그리고 생산성 충격과 관련하여 소득과 물가에 부호제약을 부과하였다. 분석결과는 생산성충격이 주택가격에 영향을 주는 반면에 통화정책충격은 주택가격에 유의적인 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이근영·김남현(2016)은 CD 금리, 주택가격, 전세가격의 3변수 VAR 모형을 설정하고, 이자율충격, 주택매매충격, 주택전세충격의 세 가지 충격을 고려하였다. 이자율충격은 주택가격과 전세가격에 영향을 준다는 분석결과를 발표하였다. 이영수(2019)는 콜금리, 주택대출금리, 통화량, 생산, 물가, 주택가격, 주택거래량의 7개 변수 VAR 모형에서 통화정책 충격이 주택시장에 미치는 효과를 분석하였다. 제로 제약과 부호제약을 혼용한 혼합 제약 방식을 통해 통화정책충격을 식별하였으며, 분석결과는 통화정책충격이 주택시장에 유의적이고 지속적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

### III. 연구 모형

#### 1. 모형 및 식별

본 연구에서는 6개의 내생변수로 이루어진 다음과 같은 축약형(reduced) VAR 모형을 구축한다.

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} + u_t \quad (\text{식 1})$$

위 식에서  $X_t$ 는 내생변수 벡터이며,  $X_t$ 를 구성하는 모든 변수는 안정적인  $I(0)$  변수이다.  $A_0$ 와  $A_i$ 는 각각 상수항 벡터와 계수행렬이다.  $u_t$ 는 예측오차 벡터로서, 0의 평균과  $\Omega$ 의 공분산 행렬을 갖는다.

예측오차 벡터  $u_t$ 는 충격항 벡터  $e_t$ 와 다음과 같이 선형으로 연결된다.

$$u_t = H \times e_t \quad (\text{식 2})$$

$H$ 는 구조적 충격  $e_t$ 의 변화가 오차항  $u_t$ 에 미치는 영향을 나타내는 계수행렬이다. 구조적 충격들은 상호 독립적이라고 가정한다. 충격항 벡터  $e_t$ 는 표준화되어 있으며, 따라서 0 벡터의 평균과 함께 단위행렬( $I_{n \times n}$ )의 공분산행렬을 갖는다. 그러면 (식 2)에서,

$$\Omega = H \times H^T \quad (\text{식 3})$$

이 성립한다.  $H^T$ 는  $H$ 의 전치(transposed) 행렬이다. 구조적 충격( $e_t$ )이 내생변수( $X_{t+k}$ )에 미치는 영

향은 (식 1)의 VAR 모형에 대한 이동평균표현(moving-average representation)을 통해 살펴볼 수 있다.

$$X_t = \sum_{k=1}^{\infty} R(k) \times e_{t-k}, \quad (\text{식 4})$$

where  $R(k) = B_k \times H$

위에서  $B_k$ 는 (식 1)에서 유도되는 계수행렬이다.  $R(k)$ 는 구조적 충격( $e_t$ )이 내생변수( $X_{t+k}$ )에 미치는 동태적 파급 효과를 나타내는 충격반응함수(impulse response function)이다.

충격반응함수  $R(k)$ 를 계산하기 위해서는  $H$ 행렬의 구체적인 값, 즉 충격의 식별이 필요하다. 본 연구에서 충격의 식별은 부호제약을 이용한다. 부호제약에 의한 충격의 식별은  $H$ 를 고정된 값으로서가 아니라, 가능한 행렬들의 집합(범위)으로 식별한다는 특징을 갖는다.  $H$ 의 가능한 범위는 (식 3)을 만족시키는 모든  $H$ 행렬 중에서, 충격반응함수의 부호가 선험적 논리에 부합하는 것들의 집합으로 이루어진다.

가능한 충격행렬을  $\tilde{H}$ 라고 하자.  $\tilde{H}$ 은  $\tilde{H} \times \tilde{H}^T = \Omega$ 의 특성을 만족시키는 정방(square) 행렬이어야 한다. 이제  $\tilde{H}$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$\tilde{H} = F \times Q \quad (\text{식 5})$$

위에서  $F$ 는  $\Omega$ 에 대한 콜레스키 분해값으로써 하방삼각(lower triangular) 행렬이며,  $Q$ 는 정규직교(orthonormal) 행렬이다.<sup>5)</sup> 그러면,

5) 정규직교 행렬  $Q$ 는  $Q \times Q^T = I$ 의 성질을 갖는다. 여기서  $I$ 는 단위행렬을 표시한다. 선형대수의 QR 분해에 의하면, 모든 정방(square) 행렬은 하방삼각 행렬과 정규직교 행렬의 곱으로 표시될 수 있다. 따라서 모든 가능한 충격행렬  $\tilde{H}$ 은 언제나 (식 5)의 형태로 표시할 수 있다.



$$\begin{aligned}\tilde{H} \times \tilde{H}^T &= (F \times Q) \times (F \times Q)^T \quad (\text{식 6}) \\ &= F \times F^T \\ &= \Omega\end{aligned}$$

이다. 따라서 가능한 충격행렬  $\tilde{H}$ 을 생성하기 위해서는 직교 행렬  $Q$ 를 생성해야 한다. 본 연구에서  $Q$ 는 Rubio-Ramirez et al.(2010)이 제안한 Householder 변환 방식을 이용하여 계산하였다.<sup>6)</sup>

## 2. 변수 구성과 충격식별 조건

내생변수 벡터  $X_t$ 는 주택가격, 주택거래량, 이자율, 가계대출, 생산, 물가의 6개 변수로 구성한다. 주택가격과 주택거래량은 주택시장 관련 변수이며, 이자율, 가계대출, 생산, 물가의 4개 변수는 주택시장과 밀접한 관련성을 맺고 있는 거시경제 변수들이다. 본 연구에서 주택거래량은 분양거래를 포함하는 아파트거래량 데이터를 사용하며, 따라서 주택거래량은 기존 주택의 거래뿐만 아니라 신규 주택의 공급까지도 포함하는 변수이다. 이자율은 주택시장과의 관련성이 높은 주택담보대출금리를 이용한다.

충격행 벡터는  $e_t$ 는 주택수요충격, 주택공급충격, 이자율충격, 가계대출충격, 총수요충격, 총공급충격의 6개 충격 변수로 이루어져 있다. 주택수요충격과 주택공급충격은 이자율충격 같은 외부충격들과 연관이 없는 주택시장 내부에서의 충격

이며, 이자율 충격과 가계대출 충격은 금융부문으로부터의 충격, 그리고 총수요충격과 총공급충격은 실물부문으로부터의 충격을 의미한다.

충격을 식별하기 위한 제약조건들은 <표 1>과 같다. +의 주택공급충격은 주택거래량을 증가시키고 주택가격을 하락시키는 충격이며, +의 주택수요충격은 주택가격과 주택거래량을 모두 증가시키는 충격이다. +의 주택수요충격은 또한 주택대출이자율과 가계대출에도 증가 요인으로 작용한다. 주택구입비의 일정 부분이 주택대출에 의해 충당되면서 대출수요 증대 및 이에 따른 대출금리의 상승을 초래하기 때문이다. 반면, 주택공급충격은 주택가격과 주택거래량에 반대 방향으로 영향을 미침으로써 이자율이나 가계대출에 미치는 영향(부호)을 사전적으로 결정하기는 어렵다.

이자율의 상승충격은 생산 및 가계대출을 축소시키는 요인으로 작용하며, 주택시장에서는 주택가격과 주택거래량을 모두 하락시키는 방향으로 영향을 미친다. 물가에 대한 부호제약은 VAR 모형을 이용한 실증 연구들에서 이자율 상승이 단기적으로 물가를 상승시키는 소위 ‘물가 퍼즐’<sup>7)</sup> 현상이 나타날 수 있다는 점을 감안하여 부호제약을 부가하지 않았다. 이자율충격은 기준금리 변동을 통한 중앙은행의 통화정책충격도 포함하는 개념이다.

가계대출충격은 예상치 못한 가계대출의 변동을 의미하는 충격으로, 가계대출 증가충격은 주택가격과 주택거래량을 모두 상승시키는 효과가

6)  $Q$ 를 생성하는 방법은 Canova and De Nicro(2002)가 제안한 Givens 회전 방식과 Rubio-Ramirez et al.(2010)가 제안한 Householder 변환 방식의 두 가지가 주로 사용된다.

7) 물가 퍼즐 현상에 대한 논의는 Sims(1992)로부터 비롯된다. 이영수(2019)는 기준금리 인상에 따른 이자율 상승이 단기적으로 물가를 상승시키는 물가퍼즐 현상이 우리나라의 데이터에서도 나타나고 있음을 지적한 바 있다.

있다. 가계대출의 확대는 주택수요의 증가로 이어지면서 주택시장에 긍정적인 영향을 미치게 될 것이기 때문이다. 정부의 주택대출정책 변화 등이 가계대출충격의 대표적인 예이다.

총수요충격과 총공급충격은 거시경제의 총수요곡선과 총공급곡선을 이동(shift)시키는 충격이다. 총수요충격은 수요의 증가를 통해 생산을 증대시키고, 물가 및 이자율을 상승시키는 효과를 갖는다. 총공급충격은 기술충격 같은 생산성 변동과 원유가변동 같은 생산비변동과 관련된 충격으로서, 생산을 늘리고 물가는 하락시키는 효과를 갖는 충격이다. 수요충격과는 달리 공급충격에서는 이자율 변동 방향을 확정할 수 없다.

〈표 1〉 식별을 위한 부호제한 조건

	주택공급 충격	주택수요 충격	이자율 충격	가계대출 충격	총수요 충격	총공급 충격
hq	+	+	-	+		
hp	-	+	-	+		
i		+	+		+	
hl		+	-	+		
y			-		+	+
p					+	-

주 : hq는 주택거래량, hp는 주택가격, i는 이자율, hl은 가계대출, y는 생산, p는 물가이다.

## IV. 실증분석

### 1. 데이터

본 연구에서 사용된 변수는 주택가격, 주택거래량, 이자율, 가계대출, 생산, 물가의 6개 변수이다. 주택가격과 주택거래량은 한국감정원에서 발표하는 전국아파트가격지수와 전국아파트거래량, 이자율과 가계대출은 예금취급기관의 주택담보대출금리(가중평균금리)와 가계대출액, 생산은 산업생산지수, 물가는 소비자물가지수를 이용하였다. 주택가격과 주택거래량은 한국감정원의 DB(통계정보)를 통해 그리고 나머지는 한국은행의 DB(ECOS)에서 확보하였다. 이자율을 제외한 모든 변수는 계절조정치를 사용하였다.<sup>8)</sup> 데이터는 월간 데이터이며, 기간은 2006년 1월부터 2018년 12월이다.<sup>9)</sup>

〈표 2〉는 변수들에 대한 단위근 검정결과이다. 수준변수는 이자율을 제외하고는 모두 자연로그로 변수 변환하였으며, 단위근 검정은 ADF 검정, PP 검정, KPSS 검정을 이용하였다.<sup>10)</sup> 검정식에서 차수(lag)는 월간 데이터임을 감안하여 12로 설정하였으며, 추세항은 고려하지 않았다. 검정 결과는 모든 변수에 단위근이 존재하는 것으로 나타나며, 이러한 검정결과에 따라 변수들은 모두 1차 차분하여 사용하였다.<sup>11)</sup>

8) 계절조정치가 공식적으로 발표되지 않는 아파트거래량, 가계대출액, 소비자물가지수는 X-12-ARIMA로 계절조정하였다.

9) 주택거래량 자료는 2006년 1월부터 확보가 가능하다.

10) ADF(Augmented Dickdy-Fuller) 검정과 PP(Phillips-Perron) 검정은 단위근이 존재한다는 것이 귀무가설이며, KPSS(Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin) 검정은 단위근이 존재하지 않는다는 것이 귀무가설이다.

11) 본 연구에서 공적분 모형은 고려하지 않았다.

〈표 2〉 단위근 검정 결과

	ADF		PP		KPSS	
	수준	차분	수준	차분	수준	차분
hq	-1.34	-5.47***	-4.47***	-21***	0.78***	0.05
hp	-0.94	-4.07***	-2.22	-4.27***	1.25***	0.20
i	-0.87	-3.54***	-0.77	-6.32***	1.14***	0.10
hl	0.11	-2.79*	-0.86	-8.47***	1.29***	0.15
y	-1.56	-3.76***	-1.58	-18.2***	1.27***	0.13
p	-1.35	-2.91**	-0.63	-9.93***	2.21**	0.61**

주 : \* p<0.1, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01.

〈표 3〉은 VAR 모형에서 사용된  $I(0)$  변수들의 기초통계량이다.  $\Delta$ 는 차분된 변수임을 표시한다.

〈표 3〉 기초 통계량

(단위 : %, %p)

	평균	표준편차	최대값	최소값
$\Delta hq$	0.12	17.03	53.84	-81.66
$\Delta hp$	0.26	0.48	3.59	-0.84
$\Delta i$	-0.01	0.15	0.33	-1.18
$\Delta hl$	0.62	0.32	1.47	-1.14
$\Delta y$	0.21	1.39	4.96	-4.54
$\Delta p$	0.17	0.23	0.84	-0.41

## 2. 모형 추정 결과

(식 1)에 대한 모형추정에서 차수(lag)는 AIC (Akaike information criterion) 기준에 의한 적정 차수 2로 설정하였으며, 추정은 통상최소자승법(OLS)을 이용하였다.

〈표 4〉는 주택가격과 주택거래량의 방정식에 대한 모형 추정결과이다. 주택가격( $\Delta hp_t$ ) 방정식에서 주택거래량( $\Delta hq_{t-2}$ ), 이자율( $\Delta i_{t-1}$ ), 생산

( $\Delta y_{t-1}$ ), 물가( $\Delta p_{t-1}$ )의 계수는 모두 이론적인 부호와 일치하고 있으며, 통계적 유의성을 갖는다. 반면, 주택거래량( $\Delta hq_t$ ) 방정식에서는 주택가격( $\Delta hp_{t-1}$ ) 변수의 계수만 이론적인 부호와 일치하면서 통계적 유의성이 있는 것으로 추정되었다.

〈표 4〉 모형 추정 결과

	$\Delta hp_t$	$\Delta hq_t$
상수항	-0.100 (0.064)	0.819 (3.604)
$\Delta hp_{t-1}$	0.837*** (0.086)	11.705** (4.840)
$\Delta hp_{t-2}$	-0.142 (0.089)	-2.538*** (0.502)
$\Delta hq_{t-1}$	0.002 (0.002)	-0.374*** (0.088)
$\Delta hq_{t-2}$	0.004*** (0.001)	-0.083 (0.079)
$\Delta i_{t-1}$	-0.397** (0.183)	-7.925 (10.277)
$\Delta i_{t-2}$	0.291 (0.177)	2.589 (9.978)
$\Delta hl_{t-1}$	0.057 (0.088)	-5.836 (4.940)
$\Delta hl_{t-2}$	0.123 (0.086)	6.456 (4.866)
$\Delta y_{t-1}$	0.047*** (0.017)	1.591 (0.990)
$\Delta y_{t-2}$	0.005 (0.018)	0.329 (1.032)
$\Delta p_{t-1}$	0.079 (0.100)	5.157 (5.632)
$\Delta p_{t-2}$	0.188* (0.101)	-1.378 (5.701)
$\bar{R}^2$	0.682	0.240
DW	2.091	2.111

주 : 1) \* p<0.1, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01.

2) ( )안은 표준오차이다.



### 3. 충격반응함수와 분산분해

본 절에서는 각 충격이 내생변수에 미치는 동태적 파급효과를 충격반응함수와 예측오차 분산분해를 통해 살펴본다. 충격의 식별을 위한 부호 제약기간은 Uhlig(2005)에서 최소기간으로 사용된 3개월로 설정하였다. (식 5)의  $Q$ 는 6변량 정규분포  $N(0, I_6)$ 로부터  $6 \times 6$ 의 무작위(random) 행렬  $W$ 를 추출한 후,<sup>12)</sup> QR 분해를 통해 생성하였다. 생성된  $Q$ 의 값들을 이용하여  $\tilde{H}$ 을 계산하고, 이중 부호제약을 만족시키는 2,000개의 식별결과를 통해 충격반응함수와 예측오차 분산분해값들을 계산하였다.

〈그림 1〉은 충격반응함수의 중앙값과 14~86%의 분위값을 보여준다. 충격반응함수의 결과에서 나타나는 특징들을 정리하면 다음과 같다.<sup>13)</sup> 첫째, 주택공급충격은 주택거래량에 주택수요충격은 주택가격에 보다 큰 영향을 미친다. 또한 주택공급충격이 주택가격과 주택거래량에, 그리고 주택수요충격이 주택가격에 미치는 영향은 장기적으로 지속되는 반면, 주택수요충격이 주택거래량에 미치는 영향은 시간이 지나면서 점차 사라진다. 둘째, +의 주택수요 충격은 생산을 증가시키

고 물가를 상승시키는 효과를 갖는다. 생산 확대 효과는 단기에 그치는 반면, 물가 상승효과는 장기적으로 지속된다. 한편, 주택공급충격은 실물경제에 별다른 영향을 미치지 않는다.<sup>14)</sup> 셋째, 이자율충격과 가계대출충격은 주택거래량보다는 주택가격의 변동에 더 큰 영향을 미친다. 한편, +의 가계대출충격은 이자율을 상승시키는 효과를 갖는다. 이러한 현상은 가계대출의 확대가 주택시장의 수요로 이어지면서 대출수요가 더욱 커지는 것과 관련이 있을 것이다.<sup>15)</sup> 넷째, 주택시장에 미치는 영향은 총수요충격의 영향이 총공급충격의 영향보다 다소 높게 나타난다. +의 거시수요충격은 주택가격을 상승시키는 효과를 갖는다. 이러한 결과는 거시충격에 따른 물가 상승이 주택가격에도 반영되는 것으로 해석할 수 있다. 반면에 총공급충격은 주택가격에 별 영향을 주지 않고 있다. 총수요충격이나 총공급충격이 주택거래량에 미치는 효과는 단기에 그치며, 효과의 크기도 작다.<sup>16)</sup>

〈표 5〉는 주택거래량 변동에 대한 예측오차 분산분해의 결과이다.<sup>17)</sup> 주택거래량에 대한 분산분해의 결과는  $\infty$ 의 예측시계에서 주택공급충격의 비중이 22.5%로 가장 높게 나타나고 있으며,

12)  $W$ 는 6개의  $6 \times 1$  무작위 벡터가 횡으로 연결된 행렬(concatenated matrix)이다.

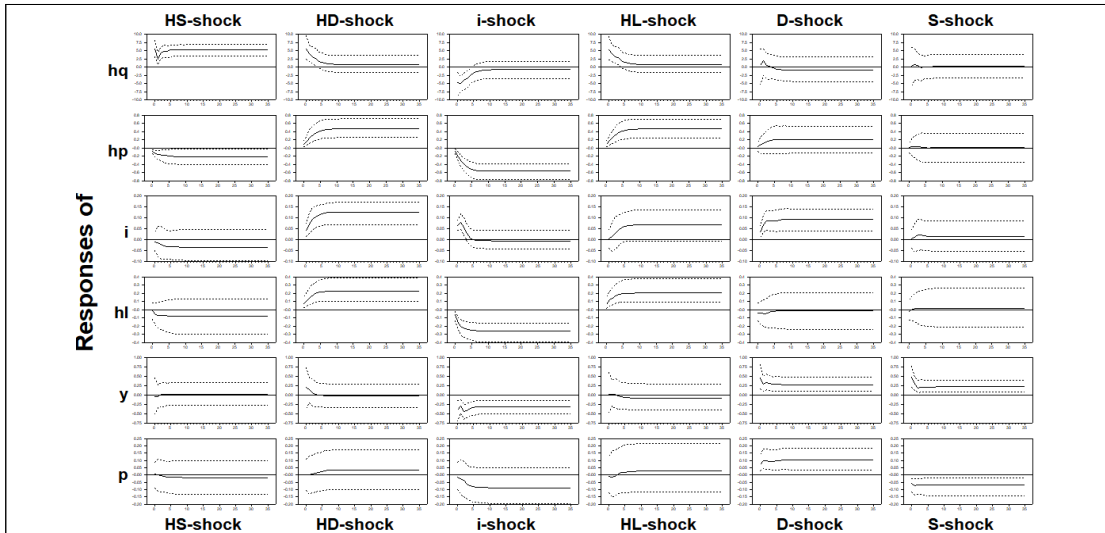
13) 특별한 언급이 없는 한, 충격반응함수 결과에 대한 해석은 중앙값 기준으로 설명하였다.

14) 미국시장을 다룬 Towbin and Weber(2015)는 주택공급충격이 GDP에 상당한 영향을 주는 것으로 분석하고 있어 본 연구의 분석결과와는 차이가 있다. 이러한 차이는 미국과 한국의 차이라기보다는 모형의 차이에 기인하는 것으로 보인다. Towbin and Weber(2015)의 경우, 본 연구에서 사용한 주택거래량 변수 대신에 주거투자변수가 사용되고 있으며, 주거투자는 직접적으로 GDP와 연계되도록 모형이 설정되어 있다. 신규주택착공 변수를 사용한 Wu et al.(2017)에서의 분석결과는 본 연구의 결과와 일치한다.

15) 홍콩시장을 다룬 Wu et al.(2017)에서도 동일한 현상이 나타난다.

16) 선진국 18개국의 데이터를 이용한 Hirata et al. (2013)은 공급충격(생산성충격)이 단기적으로는 주택가격에 영향을 주지 않으나, 장기적으로는 주택가격에 영향을 주는 것으로 분석하였다.

17) 결과는 중앙값 기준으로 정리하였다.



〈그림 1〉 충격반응함수

주 : 1) 실선은 중앙값, 점선은 14%와 86% 분위값이다.

2) HS: 주택공급충격, HD: 주택수요충격, i-shock: 이자율충격, HL: 가계대출충격, D: 총수요충격, S: 총공급충격.

〈표 5〉 분산분해 결과: 주택거래량

(단위 : %)

예측시계	1	6	12	∞
주택공급 충격	20.5	22.4	22.5	22.5
주택수요 충격	20.4	19.4	19.6	19.6
이자율 충격	18.0	14.2	13.9	13.9
가계대출 충격	22.2	17.1	17.2	17.2
총수요 충격	9.1	14.2	14.1	14.1
총공급 충격	9.9	12.7	12.7	12.7

주택수요충격의 비중은 19.6%로 두 번째이다. 금융관련 충격에서는 가계대출충격이 17.2%로

이자율충격의 13.9%보다 높게 나타나고 있다. 실물부문의 충격에서는 총수요충격의 비중이 총공급충격의 비중보다 다소 높다.

〈표 6〉은 주택가격 변동에 대한 예측오차 분산분해의 결과이다. 주택가격 변동에 가장 영향이 높은 충격은 이자율충격이다. ∞의 예측시계에서의 비중은 29.7%이다. 이자율충격에 이어 중요한 충격은 가계대출충격(21.5%)으로 금융의 두 개 충격이 차지하는 비중은 50%를 넘어선다. 주택수요충격의 비중도 20.0%로 높은 편이며, 주택공급충격(8.0%)에 비하여 상대적으로 비중이 훨씬 높다. 주택거래량에서와 마찬가지로 실물부문의 충격에서는 총수요충격의 비중이 총공급충격의 비중보다 다소 높다.<sup>18)</sup>

18) Hirata et al.(2013)에서도 생산성충격(총공급충격)의 비중은 통화정책충격과 신용충격보다 낮게 나타나고 있다. Hirata et al.은 충격변수로 통화정책충격, 신용충격, 생산성충격의 3개 충격만을 고려하였다.

〈표 6〉 분산분해 결과: 주택가격

(단위 : %)

예측시계	1	6	12	∞
주택공급 충격	10.1	8.0	8.0	8.0
주택수요 충격	20.3	20.1	20.0	20.0
이자율 충격	20.2	30.2	29.7	29.7
가계대출 충격	18.2	20.9	21.5	21.5
총수요 충격	15.6	11.0	11.0	11.0
총공급 충격	15.6	9.9	9.8	9.8

## V. 요약 및 결론

본 연구는 주택시장 변수들과 거시경제변수들로 구성된 6개 변수 VAR 모형을 이용하여 여러 가지 충격들이 주택시장에 미치는 동태적 파급 효과를 분석하였다. 주택시장 변수로는 아파트가격 지수와 아파트거래량을, 거시경제변수로는 주택시장과 관련이 깊은 주택담보대출이자율, 가계대출, 생산, 물가를 고려하였으며, 충격 변수로는 주택시장 내부에서 발생하는 주택공급충격과 주택수요충격, 금융부분에서 오는 이자율충격과 가계대출충격, 그리고 실물부문의 총수요충격, 총공급충격을 고려하였다. 충격의 식별은 부호제약을 이용하였으며, 데이터 기간은 2006년 1월부터 2018년 12월까지이다.

분석결과는 첫째, 주택시장에 미치는 충격들의 파급 효과는 주택가격과 주택거래량에서 큰 차이

를 보인다. 둘째, 충격반응함수에 의한 분석결과에 의하면, 주택시장 내부 충격 중 주택공급충격은 주택거래량 변동에, 주택수요충격은 주택가격 변동에 상대적으로 커다란 영향을 미치며, 금융부분의 가계대출충격과 이자율충격은 주택거래량보다는 주택가격의 변동에 더 큰 영향을 미치고, 실물부문에서는 총수요충격이 총공급충격보다 주택가격과 주택거래량 모두에서 충격의 효과가 다소 높게 나타난다. 셋째, 분산분해 결과에 의하면, 주택거래량 변동에 미치는 영향력은 주택공급충격>주택수요충격>가계대출충격>이자율충격>총수요충격>총공급충격의 순이며, 주택가격 변동에 미치는 영향력은 이자율충격>가계대출충격>주택수요충격>총수요충격>총공급충격>주택공급충격의 순이다. 특히 주택가격 변동에 대한 영향력에서 금융부문 2개 충격의 비중이 50%를 넘어서고 있음은 주목할 만한 결과이다.

이러한 분석결과들은 여러 가지 주택 관련 정책을 통해 주택시장을 조정하려고 하는 경우, 각 정책이 어떠한 충격을 초래하는가 그리고 그 충격의 효과가 주택시장에서 어떻게 다르게 나타나는가에 대하여 보다 세심하게 고려할 필요가 있음을 시사한다. 특히 통화금융 정책을 수립·시행함에 있어서 금융부문의 충격이 주택시장에 심대한 영향을 미치게 된다는 점을 간과해서는 안될 것이다.

ORCID 

민선옥 <https://orcid.org/0000-0001-7557-8956>

이영수 <https://orcid.org/0000-0003-2397-1363>

## 참고문헌

1. 이근영 · 김남현, 2016, 「금리와 주택가격」, 『경제학 연구』, 64(4): 45–82.
2. 이영수, 2019, 「통화정책과 주택시장: 부호제약을 이용한 베이지안 VAR 분석」, 『주택연구』, 27(1): 113–136.
3. 차경수 · 황상연, 2013, 「국내 주택매매가격 변동의 특징과 주요 거시경제변수와의 상호작용」, 『경제분석』, 19(4): 1–45.
4. Bian T. Y. and P. Gete, 2015, “What drives housing dynamics in China? A sign restrictions VAR approach,” *Journal of Macroeconomics*, 46: 96–112.
5. Canova, F. and G. De Nicrolo, 2002, “Monetary disturbances matter for business fluctuations in the G-7,” *Journal of Monetary Economics*, 49 (6): 1131–1159.
6. Case, K. E. and R. J. Shiller, 2003, “Is there a bubble in the housing market?,” *Brookings Papers on Economic Activity*, 2003(2): 299–342.
7. Davis, M. A. and J. Heathcote, 2005, “Housing and the business cycle,” *International Economic Review*, 46(3): 751–784.
8. Eickmeier, S. and B. Hofmann, 2013, “Monetary policy, housing booms and financial imbalances,” *Macroeconomic Dynamics*, 17(4): 830–860.
9. Faust, J., 1998, “The robustness of identified VAR conclusions about money,” *Carnegie–Rochester Conference Series in Public Policy*, 49: 207–244.
10. Fratzscher, M., L. Juvenal, and L. Sarno, 2010, “Asset prices, exchange rates and the current account,” *European Economic Review*, 54(5): 643–658.
11. Fry, R. and A. Pagan, 2011, “Sign restrictions in structural vector autoregressions: A critical review,” *Journal of Economic Literature*, 49(4): 938–960.
12. Hirata, H., M. A. Kose, C. Otrok, and M. E. Terrones, 2012, “Global house price fluctuations: Synchronization and determinants,” NBER Working Paper No. 18362, National Bureau of Economic Research.
13. Iacoviello, M. and S. Neri, 2010, “Housing market spillovers: Evidence from an estimated DSGE model,” *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2(2): 125–164.
14. Jarocinski, M. and F. Smets, 2008, “House prices and the stance of monetary policy,” *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 90(4): 339–365.
15. Mian, A. and A. Sufi, 2009, “The consequences of mortgage credit expansion: Evidence from the U.S. Mortgage default crisis,” *The Quarterly Journal of Economics*, 124(4): 1449–1496.
16. Negro, M. C. and C. Otrok, 2007, “99 Luftballons: Monetary policy and the house price boom across U.S. states,” *Journal of Monetary Economics*, 54(7): 1962–1985.
17. Robstad, O., 2018, “House prices, credit and the effect of monetary policy in Norway: Evidence from structural VAR models,” *Empirical Economics*, 54(2): 461–483.
18. Rubio–Ramírez, J. F., D. F. Waggoner, and T. Zha, 2010, “Structural vector autoregressions: Theory of identification and algorithms for inference,” *The Review of Economic Studies*, 77(2): 665–696.
19. Sa, F. and T. Wieladek, 2015, “Capital inflows and the U.S. housing boom,” *Journal of Money, Credit and Banking*, 47(1): 221–256.
20. Sims, C. A., 1992, “Interpreting the macroeconomic time series facts: The effects of monetary policy,” *European Economic Review*, 36(5): 975–1000.

21. Taylor, J. B., 2007, "Housing and monetary policy," NBER Working Paper No. 13682, National Bureau of Economic Research.
22. Towbin, P. and S. Weber., 2015, "Price expectations and the U.S. housing boom," IMF Working Paper 15/182, International Monetary Fund.
23. Uhlig, H., 2005, "What are the effects of monetary policy on output? Results from an agnostic identification procedure," *Journal of Monetary Economics*, 52(2): 381-419.
24. Vargas-Silva, C., 2008, "Monetary policy and the US housing market: A VAR analysis imposing sign restrictions," *Journal of Macroeconomics*, 30(3): 977-990.
25. Wu, T., M. Cheng, and K. Wong, 2017, "Baysian analysis of Hong Kong's housing price dynamics," *Pacific Economic Review*, 22(3): 312-331.

논문접수일: 2019년 3월 20일

심사(수정)일: 2019년 4월 17일

게재확정일: 2019년 4월 29일

## 국문초록

본 연구에서는 주택시장 변수들과 거시경제변수들로 구성된 6개 변수 VAR 모형을 이용하여 여러 가지 충격들이 주택시장에 미치는 동태적 파급 효과를 분석하였다. 주택시장 변수로는 주택(아파트)가격과 주택(아파트)거래량을 사용하였으며, 충격 변수로는 주택공급충격, 주택수요충격, 이자율충격, 가계대출충격, 총수요충격, 총공급충격을 고려하였다. 충격의 식별은 부호제약을 이용하였다. 데이터는 2006년 1월부터 2018년 12월까지의 월간자료이다. 분석결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 주택시장에 미치는 충격들의 파급 효과는 주택가격과 주택거래량에서 큰 차이를 보인다. 둘째, 주택공급충격은 주택거래량 변동에, 주택수요충격은 주택가격 변동에 상대적으로 커다란 영향을 미치며, 가계대출충격과 이자율충격은 주택거래량보다는 주택가격의 변동에 더 큰 영향을 미친다. 셋째, 주택거래량 변동에 미치는 영향력은 주택공급충격>주택수요충격>가계대출충격>이자율충격>총수요충격 >총공급충격의 순이며, 주택가격 변동에 미치는 영향력은 이자율충격>가계대출충격>주택수요충격>총수요충격>총공급충격>주택공급충격의 순이다. 특히 주택가격 변동에 대한 영향력에서 금융부문 2개 충격의 비중이 50%를 넘어서고 있음은 주목할 만한 결과이다.

주제어 : 주택시장, 주택수요충격, 주택공급충격, 벡터자기회귀모형, 부호 제약

