



주택가격의 불확실성이 주택공급시기 결정에 미치는 영향

지규현*

요약

본 논문은 주택공급 시기가 개발이익의 실현 여부에 의해 결정되는 것으로 보고, 착공시기에 분양이 가능한 주택시장에서 실물옵션이 이행되는가를 측정하였다. 실물옵션의 이행을 확인하기 위해 주택시장의 불확실성 변수를 GARCH 모형으로 도출한 후, 인허가~착공, 착공~준공 두 시기에 대해 실물옵션이 이행되는지를 콕스비레위험모형을 통하여 확인하였다. 실증분석 결과, 주택공급자는 주택가격의 불확실성이 커지는 시기에 착공시기를 지연시키는 것으로 확인되었다. 특히, 선분양 방식으로 주택을 대량 공급하는 시장에서 착공 시점이 투자 의사 결정에서 중요한 시기임을 확인하였다. 주택공급과 같은 비가역적인 투자를 설명함에 있어 실물옵션이 중요하다라는 이론적 문헌과 선행연구들의 결론을 뒷받침하는 결과이다. 본 연구의 결과는 주택공급자가 안정적으로 주택을 공급하도록 주택시장의 불확실성을 최소화할 수 있는 정책대응이 필요함을 시사한다.

주제어: 주택공급, 주택가격 변동성, 불확실성, GARCH, 콕스비레위험모형

1. 서론

주택시장은 전형적으로 침체와 회복을 반복하는 경기순환의 특성을 가진다. 주택수요가 탄력적인데 비해 주택공급은 비탄력적이기 때문이다. 주택공급의 비탄력성은 주택공급의 과정의 특성으로 이해될 수 있다. 일반적으로 신규 주택공급은 택지를 확보한 후, 건설 인허가, 착공, 준공의 과정을 거치게 된다. 주택공급자는 사업이익을 극대화하기 위해 사업추진 시기를

조절하는데, 일반적으로 택지를 확보한 후 행정절차 상 건설인허가 시기와 착공 시기를 고려하여 결정한다. 건설 인허가를 획득했다고 반드시 착공되는 것은 아니며, 사업성 확보가 불가능하다고 판단되면 인허가를 취소하는 방식으로 사업위험을 조정한다. 착공실적의 변동성이 준공실적에 비해 큰 이유가 건설 인허가 후 새로운 정보가 주어졌을 때 해당 시기에 인지된 정보를 활용해서 착공을 언제 실행할 것인가를 전략적으로 결정하기 때문이다.

* 한양사이버대학교 디지털건축도시공학과 교수, E-mail: goodjkh@hycu.ac.kr

주택공급은 비가역적 투자과정이기 때문에 미래의 불확실성이 클 경우 사업을 연기하는 것이 사업자에게 이익이 된다. 인허가 이후 주택공급에 소요되는 비용이 기대한 것 이상으로 상승하거나, 정부의 시장 개입으로 주택판매가 저조할 것으로 예상될 경우, 주택공급자는 주택착공 시기를 조절한다. 특히, 국내에서 공동주택의 착공시기는 건설자금 조달시기와 연결되어 있기 때문에, 사업자는 미래의 불확실성에 매우 민감하게 반응할 것으로 추정된다. 이러한 과정은 주택공급자가 착공시기를 실물옵션¹⁾ 방법으로 결정하는지를 측정함으로써 확인할 수 있다. 주택공급과정에서 실물옵션이 실증적으로 이행되고 있는가를 분석한 연구는 많지 않다. 해외 연구에서는 Bulan et al.(2000), Holand et al.(2000), Somerville(2001) 정도이고, 국내에서는 찾아보기 어렵다. 주택공급의 과정에 대한 미시적 자료를 확보하기 어렵기 때문으로 이해된다. 그동안 국내에서는 주택공급을 정책요인, 시장요인으로 설명하고 있지만, 본 연구는 미래의 불확실성이 주택공급을 결정하는지를 실증적으로 분석하고자 한다.

II. 선행연구 및 이론적 고찰

1. 주택공급과 공급자

Dipasquale and Wheaton(1999)은 공간시장에

서 수급의 불일치로 수요가 발생하게 되어 수익창출이 가능한 경우, 부동산의 자산으로서의 가치가 수익을 실현시켜 개발이 일어나고, 공간 시장은 장기적으로 균형가격을 찾아간다고 설명한다. 주택시장에서의 이러한 역동적인 변화는 재고-공급모형으로 추정한다. 주택시장에서 공급시장(flow market)은 재고시장(stock market)에서의 공급부족(과잉)이 발생할 경우, 이를 신규 주택의 공급증가(감소)를 통해 조절한다. 이러한 과정은 시장이 전반적인 균형을 이룰 때까지 반복적으로 진행된다. Stevenson and Young (2014)은 아일랜드 주택시장에서 공급의 불균형과 주택가격의 불균형이 재고공급의 불균형을 초래하여 주택가격의 변동성에 영향을 주는 것을 확인해주고 있다. 특히, 사업자가 주택공급의 불균형에 반응하지만 조정속도가 상대적으로 느리게 나타났다. Caldera and Johansson (2013)의 OECD 21개 나라의 주택가격에 대한 주택공급 반응의 차이는 개발을 위한 지리적 및 인구 통계학적 조건이 장기적으로 주택공급에 부정적인 영향을 미치는데, 인구밀집 국가에서 주택 공급 탄력성이 낮다. 정부정책 또한 주택 공급에 영향을 줄 수 있다. 토지이용 및 계획 정책은 신규 주택건설에 부정적 외부 효과를 줄이려고 하나, 잘못 설계되면 공급 반응성을 제한할 수도 있다(Baker, 2004; Caldera and Johansson, 2013). 일반적으로 건축허가를 취득하는 데 오랜 시간이 걸리는 국가에서는 주택

1) 주택공급자가 어떤 기준으로 사업시기를 결정할 것인가에 대해 고전 경제학은 위험 중립적인 기업은 순현재가치(net present value)가 0보다 같거나 크면 투자를 선택한다고 설명한다. 그러나, NPV 접근법은 광범위한 불확실성과 빠른 변화가 발생하는 환경에서 투자의 정확한 경제적 가치를 포착하기 어려운 경우에는 적절하지 않다(Christopher, 2006). 실물옵션은 불확실성이 높은 환경에서 선택의 유연성을 가치로 평가한 방법이다.

공급 반응이 낮아지는 경향이 있다.

신규 주택공급은 동일한 거시경제 조건에서도 개발업자의 비동질적 특성으로 인해 주택을 얼마나 건설할 것인지는 보유하고 있는 토지의 규모나 인허가 조건, 차입비용 등 미시적 상황에 따라 달라진다. Chris(2015)는 주택개발시기와 관련하여 계획 승인허가를 받은 후 경과시간과 인근지역의 새로운 공급량 사이에 통계적으로 유의한 상관관계가 있음을 확인하였다. 인근지역에 경쟁 개발사업장 수 또는 양이 증가함에 따라 계획허가를 받은 부지가 개발이 시작될 확률이 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 어떤 부지를 구입해야 할지, 허가 신청시기, 개발시기 그리고 얼마나 빨리 준공해야 하는지에 대해 개발자의 결정이 매우 복잡하다는 것을 보여준다.

2. 주택시장의 불확실성

투자기회는 본질적으로 불확실성이 존재하며, 실제 현금흐름은 기대한 것과 다르게 전개될 수 있다. 불확실성은 시간이 지남에 따라 감소하고, 투자자는 불확실성이 감소된 시점에 투자하거나 상황변화에 대응하여 적절한 의사결정을 내릴 수 있는 유연성을 갖고 있다. 즉, 투자자는 이윤극대화를 위해 시장환경 변화에 대응하여 투자프로젝트를 연기하거나, 확대 또는 축소, 포기하는 등 다양한 선택을 할 수 있다. 따라서 투자와 관련된 의사결정을 분석하기 위해서는 비가역성, 불확실성, 유연성 문제를 고려하는 실물옵션 방법이 필요하다. 국내 부동산 시장에서 실물옵션을 이용한 부동산가치 평

가 연구들이 진행되어 왔다(김중영·김영국, 2008; 유승동 2013; 조주현·박홍일, 2004). 이 중 김기현·이상경(2012)은 공모형 PF사업에서 실물옵션 적용 가능성을 분석한 결과, 사업가치 속에 옵션가치가 반영되어 있음을 실증 분석을 통해 확인하였다. 김중영·김영국(2008)은 부동산 개발사례를 대상으로 전통적 NPV 분석과 블랙홀츠 실물옵션가치 모형을 각각 분석하고, 이항옵션 모형을 이용하여 부동산개발 사업의 옵션가치를 파악하였다.

부동산 투자는 실물옵션 이행을 쉽게 찾을 수 있는 시장이다(Somerville, 2000). 부동산개발에서 실물옵션의 존재를 몇 편의 연구에서 확인할 수 있다. Holland et al.(2000)은 상업용 부동산의 시계열 자료를 이용하여 투자 의사결정에서 옵션모델이 신고전 모형에 비해 불확실성에 대한 직접적인 역할을 하고, 비가역성과 자연이 투자 의사결정의 중요한 측면임을 제시하였다. Bulan et al.(2009)은 불확실성이 투자를 얼마나 지연시키는지를 확인하기 위해 1979~1998년 기간의 캐나다 밴쿠버 1,214개의 콘도미니엄 개발사업을 사용하여 측정하였다. 분석 결과, 건설업자는 부동산 가격에서 불확실성이 큰 시기에 개발을 지연시키고, 시장 위험에 대한 노출이 더 높을 때 개발을 지연시키는 것으로 나타났다. 구체적으로 콘도미니엄 수익률의 1 표준편차가 증가하면 투자 가능성이 13% 감소하였다. 그 외 체계적인 위험에 대한 노출이 1 표준편차 증가할 때 투자가능성은 8% 감소하였고, 개발프로젝트 인근에 위치한 잠재적 경쟁업체 수가 증가하면 고유한 위험과 개발간의 부정적인 관계는 상쇄되었다.

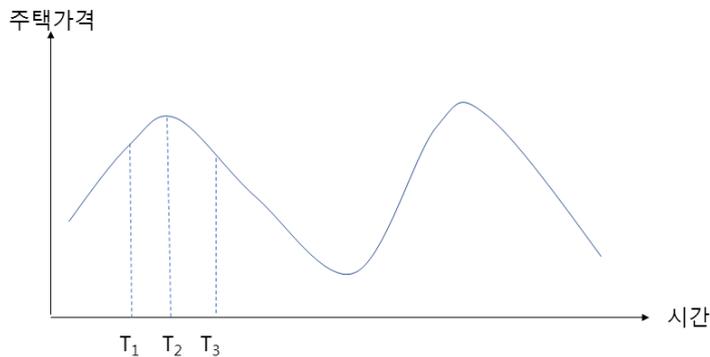
일반적인 주택공급 과정에서 미래 주택가격의 불확실성이 사업자에게 어떠한 영향을 주는지를 <그림 1>로 확인해 보자. 이에 대한 기본적인 아이디어는 Levin and Pryce(2009)에서 제시한 틀로 설명한다. T_1 에서 착공을 결정하고 T_2 에서 준공이 된다고 가정하면, 사업자는 $T_1 \sim T_2$ 기간 동안 가격상승에 따른 주택판매 이익을 기대할 수 있다. 그러나, 착공시기를 T_2 로 결정할 경우 T_3 준공까지 주택가격 하락으로 주택판매 이익은 T_1 에서 보다 감소하게 된다. 그러나, 실제 사업자는 T_1 이후 주택가격이 상승할지 또는 하락할지에 대해서 알지 못한다. 주택가격의 불확실성은 주택가격 예측 오차의 스펙트럼을 의미한다. 따라서, 사업자가 미래 주택가격의 불확실성이 증가할 것이라 예상할 경우, 사업시기를 지연시키는 옵션을 행사하게 된다. 반면, 주택착공시기에 주택판매가 가능한 선분양 시장에서는 T_1 에 착공하는 것보다, T_2 이후 주택가격이 하락하더라도 T_2 에 착공하는 것이 더 큰 이익을 기대할 수 있다.

따라서 미래 주택가격에 대한 예측은 선분양 주택공급 환경에서는 착공시기 결정에 영향을 미치는 반면, 후분양에서는 준공시기 결정에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다.

III. 자료와 모형

1. 주택가격 불확실성 측정

주택의 미래가격의 불확실성을 완벽하게 측정할 방법은 없다. 일반적으로 경제 불확실성은 비관측 변수이기 때문에 간접적인 방법으로만 측정이 가능하다. 간접적인 측정방법은 서베이 자료를 이용하거나 경제모형을 이용하는 방법이 있다. Cardarelli et al.(2009)은 은행업 주가지수의 상대적 변동성, 은행채와 국고채 수익률 스프레드, 명목실효환율 변동성, 주가지수 변동성, 주가지수 평균하락률, 신용스프레드, 장기스프레드 등의 가중평균을 이용하여 IMF의 금융스트레스 지수를 산출하였다. Baker



<그림 1> 개발시기와 주택경기

et al. (2015)은 주요 신문에서 언급된 불확실성 관련 단어의 빈도수를 활용하여 경제정책 불확실성 지수를 개발하였고, Bachmann et al. (2013)은 경기전망에 대한 응답결과의 횡단면 이산정도를 이용하여 불확실성 지수를 산출하였다. 또한, Jurado et al.(2015)은 거시경제를 설명하는 다양한 거시변수의 조건부 변동성을 구하고, 각 개별적 변동성에 가중치를 부여하여 새로운 불확실성 지수를 개발하였다. Episcopos (1995), Leahy and Whited(1996)는 ARCH, GARCH 모형을 이용하여 주가지수를 통한 불확실성 지수를 시산하였으며, Grier et al.(2007)은 GARCH 모형을 사용하여 실질 환율을 통한 불확실성 지수를 측정했다. 본 연구에서는 경제모형에서 일반적으로 사용하는 GARCH 모형을 통하여 주택시장 불확실성 변수를 산출하도록 한다. 기본적으로 주식시장에서 주로 사용한 일별 주가의 표준편차나 분산을 연도별로 계산하여 사용한 방법과 마찬가지로 주택가격의 변동성을 계산하여 사용하였다. GARCH 모형에서 분산추정치를 도출하여 생존분석에서 불확실성 변수로 투입하도록 한다.

주택가격 불확실성 변수를 추정하기 위해 한국감정원에서 매월 조사 발표하는 아파트 매매가격지수를 이용하여 전월대비 주택가격 변동률을 사용하였다. 주택은 거래비용이 크고 거주자나 투자자 모두 장기 보유하는 경향이 있으므로 월별 자료를 이용하는 것에 대해 경제적 의미가 없다는 비판이 있을 수 있지만, 본 연구가 주택시장의 변동성의 특성을 분석하는데 있고, 변동성을 ARCH류 계량경제학적

모형을 이용하므로 가능한 대표본의 자료인 월 자료를 활용하였다(임재만, 2006). 주택가격의 불확실성 변수를 추정하기 위해 GARCH(1,1) 모형을 설정하였다.

$$r_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1} + \epsilon_t \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

$$\sigma_t^2 = \beta_0 + \beta_1 \epsilon_{t-1}^2 + \gamma_1 \sigma_{t-1}^2 \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

$$\beta_0 > 0, \beta_1 > 0, \gamma_1 \geq 0 \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

여기서, r_t 는 분석대상 변수인 주택가격 변동률이며, ϵ_t 는 오차항으로 t 기에 예측하지 못한 경제충격이나 뉴스를 의미한다. σ_t^2 는 현재 정보를 이용하여 r_t 를 예측할 때 발생하는 오차로 인한 위험으로 조건부 분산이다. β_1 (ARCH 효과)은 현재의 변동성 충격이 다음 기의 변동성에 미치는 영향으로 이 값이 클수록 변동성이 시장의 움직임에 매우 민감하게 반응함을 의미한다. $\beta_1 + \gamma_1$ (GARCH 효과)는 변동성이 얼마나 지속적인가, 현재의 변동성이 유사한 수준에서 장래에도 지속될 가능성이 높다는 것을 의미한다. GARCH(1,1) 추정결과는 <표 1>과 같다. ARCH 효과를 나타내는 β_1 는 부산을 제외하고는 모두 유의수준 1%에서 유의하다. γ_1 도 모든 계수가 유의적으로 나타났다. 그러나, GARCH 분산방정식의 즉, GARCH 효과가 존재한다. $\beta_1 + \gamma_1$ 은 대체로 1에 가까워 변동성 충격의 영향이 오래 지속될 것으로 예상할 수 있다. σ_t^2 의 추정치를 실물옵션 모델에서 주택가격의 불확실성 변수로 투입할 것이

〈표 1〉 주택가격 불확실성 측정

	α_0	α_1	$\beta_0 \times 10^7$	β_1	γ_1
서울	0.000164	0.858622 ***	2.1	0.250922 ***	0.788889 ***
부산	0.000191 ***	0.859407 **	3.1 ***	0.433114	0.605680 *
대구	0.000262	0.877780 ***	23.2 **	0.344156 ***	0.405176 **
인천	-0.000120	0.988476 ***	14.9 ***	0.905373 ***	0.206260 **
광주	0.000455 **	0.607363 ***	4.0 **	0.403419 ***	0.632105 ***
대전	0.000136	0.652368 ***	0.2	0.311290 ***	0.757809 ***
울산	0.000268	0.808959 ***	0.7	0.251887 ***	0.774831 ***
경기	0.000326 **	0.738660 ***	11.6 **	0.744848 ***	0.424449 ***
강원	0.000511 ***	0.621910 ***	5.6 **	0.502686 ***	0.517517 ***
충북	-0.000003	0.799988 ***	0.7	0.304426 ***	0.744109 ***
충남	-0.000051	0.780920 ***	3.9 *	0.360499 ***	0.634558 ***
전북	0.000189	0.800738 ***	0.0	0.306600 ***	0.747672 ***
전남	0.000321 **	0.854572 ***	3.8	0.904674 ***	0.447074 ***
경북	-0.000017	0.914642 ***	6.2 **	0.346286 ***	0.622208 ***
경남	0.000106	0.819388 ***	2.0	0.589985 ***	0.539793 ***
제주	0.000566	0.706781 ***	37.6 ***	0.505255 ***	0.415265 ***

*, **, ***: 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 z-value가 유의적임.

주: 일반적으로 ARCH 모형을 추정하기 위해서는 차수를 결정하여야 한다. 임재만(2006)의 실증분석에서 확인한 ARCH 차수, LM 검정을 통해 확인한 ARCH(1,1) 모형을 준용하였다.

다. σ_t^2 는 원 추정치에서 %로 전환한 값을 사용한다.)

2. 콕스비레위험 모형

주택가격의 불확실성이 주택공급시기(착공 또는 준공) 시기 결정에 미치는 영향을 측정하기 위해 생존분석 방법을 적용한다. 사업자가

주택가격의 불확실성이 주택의 인허가 후 착공 되는 시기를 결정하는데 영향을 미치는지를 측정한다. 동일한 방법으로 착공 후 준공에 미치는 영향도 측정하여 착공시기 결정과의 차이를 비교 분석한다. 본 연구는 생존기간에 대한 분포에 대한 가정 없이 위험함수와 설명변수의 관계를 분석하는 콕스비레위험모형을 가정한다. 주택이 착공 또는 준공이 될 때를 “dies”로 정

2) GARCH 모형은 분산방정식의 계수 값의 합이 1보다 작아야 한다는 강한 제약조건을 가지고 있다. 본 연구의 추정결과, 대부분의 지역에서 계수 값의 합이 1에 근사하나, 1보다 큰 지역이 다수를 이루고 있다. 주택가격 자료를 기초로 계산된 임재만(2006)의 결과도 그러하다. 무조건부 분산을 만족하지 못하는 지역이 다수이나, 콕스비레위험 모형 변수로 사용하였다. 주택시장 불확실성을 추정하는 것 자체만으로도 면밀히 살펴볼 주제로 후속연구에서 다루고자 한다.

의하였다. 위험함수 $h(t)$ 는 <식 4>와 같이 표현된다.

$$h(t) = h_0(t)\exp(X'\beta) \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

여기서, $h_0(t)$ 는 설명변수인 공변량 X 가 0인 상태, 즉 어떤 상태도 발생하지 않은 기저 위험함수(baseline hazard function)이며, $h(t)$ 는 공변량 X 가 0이 아닌 상태, 즉 어떤 상태가 발생하였을 때의 위험함수(hazard function)이다. <식 4>를 공변량으로 표현하면 다음과 같다.

$$X'\beta = \varphi_1\sigma_{jt}^2 + \varphi_2\Delta p_{jt} + \varphi_3\eta_{jt} + \varphi_4\Delta c_t + \varphi_5r_t + \varphi_6s_i + d_1u_i + d_2f_2 \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

주택가격 불확실성 σ_{jt}^2 , 주택가격상승률(실질) Δp_{jt} , 주민등록세대수 대비 미분양주택수 η_{jt} 는 지역 j 와 월 t 에 따라 정의된 값이다. 건설공사비지수 변화율 Δc_t , 국고채 금리 r_t 는

시간에 따라 변하는 값이며, 공급주택수 s_i 는 개별 건별로 공급이 예정된 값이다. u_i 와 f_i 는 더미변수로서 u_i 는 공급자가 공공 또는 민간으로 구분되며, f_i 는 글로벌 금융위기(2007.10~2008.9) 기간과 아닌 기간으로 구분한다. 만약 실물옵션이 이행되고 있다면 가격불확실성의 증가는 착공(또는 준공) 확률을 낮추게 될 것이다. 수식으로 귀무가설은 주택가격 불확실성이 착공(또는 준공) 시기에 영향을 주지 않는다($H_0; \varphi_1 = 0$)이고, 대립가설은 주택가격 불확실성이 착공(또는 준공) 시기를 지연시킨다($H_1; \varphi_1 < 0$)이다.

3. 자료와 기초통계

분석자료는 국토교통부가 관리하는 주택공급 정보시스템(housing information system)에서 공동주택 자료를 추출하여 사용하였다. HIS에서는 주택의 인허가, 착공, 준공, 인허가 취소 자료가 행정적으로 별도로 관리되고 있다. <표 2>는

<표 2> 인허가~착공, 착공~준공 누적 이행률

	인허가~착공 이행률(%)	착공~준공 이행률(%)
1개월	18.06	2.52
3개월	45.94	3.42
6개월	61.17	5.14
9개월	68.09	7.47
1년	72.20	9.94
2년	83.18	26.56
3년	90.63	92.07
4년	94.22	99.21

HIS에서 추출한 2005~2016년 기간 동안의 공동주택 인허가~착공, 착공~준공의 월별 누적이행률을 요약한 것이다. 두 사업단계간의 누적이행률에는 분명한 차이가 있음을 확인할 수 있다. 인허가 주택수 중 약 72.2%가 1년 내 착공이 되었고, 착공 주택수 중 9.94%가 1년 내 준공되었다. 착공 이행률은 1년 내 빠르게 진행되지만, 착공으로의 이행이 느린 경우도 많은 것으로 나타났다. 준공이행률은 2년 차까지는 매우 더디게 진행되다, 3년 차에는 약 92.07%가 준공되는 것으로 나타난다.

실증분석을 위해 인허가, 착공, 준공이 각각 수록되어 있는 자료를 연결한 후 공급주택수가 20호 이상인 경우만 추출하여 사용하도록 한다. 분석 자료는 2005년 1월 1일 이후 인허가가 발생한 건을 대상으로 하였으며, 관측 종료시점은 2016년 12월 31일이다. 이에 따른 최종 분석자료는 인허가~착공 연결 자료 10,651건, 착공~준공 연결자료 8,416건이다. 인허가~착공 소요기간은 착공일자가 존재하는 경우 즉, 사건(event)이 발생한 경우를 대상으로 계산한다(completed data). 인허가 이후 취소된 경우는 인허가 취소일에서 인허가 일자를 뺀 값을 소요기간으로 계산하며, 관측종료시점까지 착공이 되지 않은 경우는 관측 종료일에서 인허가 일을 뺀 값을 소요기간으로 계산한다(censored data). 착공~준공 소요기간도 동일하게 계산된다.

인허가~착공 소요기간 산정 자료에서 completed data는 8,416건이며, 착공~준공 소요기간 산정 자료에서는 6,183건이다. Completed data의 평균 소요기간은 각각 40.035 주(weeks), 99.004 주(weeks)이다. 인허가~착공, 착공~준공 연결자료는 사업주체(공공, 민간)에 따라 구분할 수 있

는데, 인허가~착공 기준으로 민간공급이 92.5%로 대부분을 차지한다. 개별 발생 건별 평균 주택공급수는 385.5세대이며, 공급세대수가 100호 이하인 경우와 100호 초과인 경우로 구분하여 분석하도록 한다.

한국감정원 주택가격조사 자료와 통계청의 소비자 물가상승률을 이용하여 실질주택가격 상승률을 계산하였으며, GARCH모형에 의해 추정된 분산추정치를 주택가격 불확실성 변수로 사용하였다. 거주 세대수(1,000세대) 대비 미분양 주택수는 통계청의 주민등록세대수 기준 자료와 국토교통부의 미분양 주택 통계를 이용하여 계산하였다. 건설공사비 상승률과 국고채 3년 금리는 소비자물가상승률로 조정한 실질상승률이다. 세부적인 기초통계량은 <표 3, 표 4>와 같다.

IV. 실증분석 결과

주택가격의 불확실성과 주택시장 특성변수들에 대한 콕스비례위험 모형의 계수 값과 haz. ratio 결과는 <표 4, 표 5>와 같다. 본 연구에서 주목하는 공동주택의 인허가 후 착공시기를 결정하는데 주택가격 불확실성 변수가 유의미한지를 확인한 후, 착공~준공 자료에서 도출된 결과와 비교해서 살펴보도록 한다. Model 1에서 콕스비례위험 모형에 의해 확인된 모든 변수는 유의하며, Model 2에서 주택가격 상승률은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 주택가격 불확실성 변수의 추정계수값(φ_1)은 인허가~착공, 착공~준공 두 모형에서 모두

〈표 3〉 인허가~착공 자료의 평균과 표준편차

	전체	Completed data	공급주체(u_i)		공급세대수 구분(s_i)	
			공공	민간	=<100	>100
n	10,651	8,416	802	9,849	4,118	6,533
소요기간 ($X'\beta$)	76.864 (129.7)	40.035 (73.0)	187.19 (151.1)	67.88 (123.5)	36.517 (84.1)	102.296 (145.9)
주택가격변화율 (Δp_{jt})	2.178 (6.5)	2.628 (6.6)	1.946 (8.0)	2.196 (6.3)	2.188 (6.1)	2.171 (6.7)
주택가격 불확실성 (σ_{jt}^2)	0.003 (0.0)	0.003 (0.0)	0.009 (0.0)	0.002 (0.0)	0.002 (0.0)	0.003 (0.0)
미분양주택 비중 (η_{jt})	3.364 (3.4)	3.202 (3.2)	4.3 (4.4)	3.288 (3.3)	2.707 (2.9)	3.779 (3.7)
공사비지수 변화 (Δc_t)	1.132 (2.6)	0.98 (2.4)	1.161 (3.9)	1.129 (2.4)	1.192 (2.1)	1.094 (2.8)
실질금리 (r_t)	1.025 (1.0)	1.081 (1.0)	1.293 (1.1)	1.003 (1.0)	0.812 (0.9)	1.159 (1.1)
공급세대수 (s_i)	385.506 (490.0)	347.685 (445.6)	653.85 (448.8)	363.654 (486.8)	45.976 (22.1)	599.524 (522.2)

주: () 표준편차.

음(-)의 값으로 유의미하다. 따라서, 주택가격의 불확실성은 인허가~착공 소요에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택한다. 주택가격의 불확실성이 높아질수록 착공될 확률은 낮아지는 것으로 나타났다. 기존 선행연구의 결과와 이론을 뒷받침하는 결과이다.

Model 1과 2의 주택가격 불확실성 변수의 haz. Ratio를 비교해 보면, 주택가격 불확실성이 1 표준편차 증가할 경우 인허가~착공으로 진행될 가능성이 97.3%로 감소하는 반면, 착공~준공으로 진행될 가능성은 90.2% 감소한다.

즉, 선분양 시스템 하에서 미래의 불확실성은 주택 판매율의 저하로 자금조달(구매자의 구입 자금) 가능성이 크게 떨어지기 때문에, 주택공급자는 미래의 불확실성이 커질 경우 착공시기를 연기할 가능성이 커진다는 것을 확인해 주고 있다. 이는 미분양 주택수 비중의 변화에 대한 Model 1과 2의 결과에서도 동일하게 해석된다. 다만, 동일한 미분양 주택수 수준 하에서 향후 주택시장의 불확실성이 착공시기를 연기할 가능성을 높이는 것으로 나타났다. 이는 사업자금이 본격적으로 투입되고, 자금조달이

〈표 4〉 착공~준공 자료의 평균과 표준편차

	전체	Completed data	공급주체(u_i)		공급세대수 구분(s_i)	
			공공	민간	=<100	>100
n	8,416	6,183	476	7,940	3,545	4,871
소요기간 ($X'\beta$)	107.397 (94.5)	99.004 (58.2)	160.009 (120.4)	104.243 (91.8)	71.971 (74.9)	133.179 (98.8)
주택가격변화율 (Δp_{jt})	2.632 (6.7)	3.086 (7.3)	3.686 (9.1)	2.569 (6.6)	2.355 (6.4)	2.833 (7.0)
주택가격 불확실성 (σ_{jt}^2)	0.003 (0.0)	0.003 (0.0)	0.006 (0.0)	0.003 (0.0)	0.003 (0.0)	0.003 (0.0)
미분양주택 비중 (η_{jt})	3.135 (3.2)	3.23 (3.3)	3.405 (3.7)	3.119 (3.2)	2.636 (2.8)	3.498 (3.4)
공사비지수 변화 (Δc_t)	1.149 (2.3)	1.045 (2.4)	2.015 (3.6)	1.097 (2.2)	1.195 (2.0)	1.116 (2.6)
실질금리 (r_t)	1.031 (1.0)	1.209 (1.0)	1.169 (1.2)	1.023 (1.0)	0.878 (0.9)	1.143 (1.0)
공급세대수 (s_i)	347.685 (445.6)	304.931 (399.7)	611.118 (442.9)	331.893 (440.8)	45.261 (21.8)	567.783 (477.2)

주: () 표준편차.

같이 진행되는 인허가~착공 단계에서 중요함을 의미한다.

현재 시점의 주택가격 상승률 증가가 착공확률을 높이는 것으로 나타났고, 통계적으로도 유의미한 반면, 착공~준공 단계에서의 준공 확률은 착공 시점의 주택가격 상승률 정보와 무관하게 진행되는 것으로 해석할 수 있다. 그 외 착공 및 준공 기간 동안 공사비 증가, 이자율 상승, 자금조달에 어려움이 컸던 금융위기 기간, 그리고 사업규모가 커질수록 사업이 진행될 가능성은 낮아지는 것으로 나타났다. 지역

적으로는 인구밀도가 가장 높은 서울(기준 변수)이 착공으로 진행될 가능성이 가장 낮으면 모든 지역에서 그 차이가 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. Caldera and Johansson(2013)의 국가별 인구밀도에 따른 공급반응의 차이 결과가 도시간 인구밀도 차이에서도 나타나고 있음을 보여준다. 이는 준공 진행 가능성이 일부 지역에서 통계적 유의성이 낮고, 인허가~착공 단계에 비해 지역간 차이가 뚜렷하지 않게 나타난 결과를 통해서도 확인된다. 요약하면, 사업의 불확실성은 착공시기를 연기하는데 영

〈표 5〉 콕스비례위험모형 분석결과

	Model 1(permits~starts)			Model 2(starts~completions)		
	Coef.	Haz. R	Std.	Coef.	Haz. R	Std.
주택가격변화율(Δp_{jt})	0.0156	1.0157	(.0021) ***	-0.0022	0.9978	(.0022)
주택가격 불확실성(σ_{jt}^2)	-3.6019	0.0273	(.026) ***	-2.3204	0.0982	(.1082) **
미분양주택 비중(η_{jt})	-0.0583	0.9434	(.0047) ***	-0.0213	0.9790	(.0052) ***
공사비지수 변화(Δc_t)	-0.0336	0.9669	(.0051) ***	-0.0108	0.9893	(.006) *
실질금리(r_t)	-0.0675	0.9347	(.0125) ***	-0.1599	0.8522	(.0135) ***
공급세대수(s_i)	-0.0006	0.9994	(.0000) ***	-0.0013	0.9987	(.0000) ***
금융위기(f_t)	-0.1148	0.8915	(.0473) **	-0.4670	0.6269	(.0332) ***
지역(기준=서울)						
부산	0.4789	1.6143	(.0757) ***	0.4117	1.5094	(.0836) ***
대구	0.3657	1.4415	(.0924) ***	0.2852	1.3301	(.0998) ***
인천	0.4486	1.5661	(.0817) ***	0.5328	1.7037	(.0993) ***
광주	0.4663	1.5941	(.1093) ***	0.1929	1.2127	(.0973) **
대전	0.4433	1.5579	(.1126) ***	0.3219	1.3798	(.1127) ***
울산	0.5192	1.6807	(.1198) ***	0.0550	1.0566	(.0914)
경기	0.3549	1.4261	(.0569) ***	0.1906	1.2100	(.0566) ***
강원	0.4459	1.5619	(.1305) ***	-0.0139	0.9862	(.1051)
충북	0.4640	1.5904	(.1146) ***	0.0467	1.0478	(.0893)
충남	0.5221	1.6855	(.1166) ***	0.1943	1.2145	(.0947) **
전북	0.2604	1.2974	(.0888) ***	0.1272	1.1356	(.0908)
전남	0.3024	1.3531	(.0972) ***	0.0632	1.0652	(.0922)
경북	0.5471	1.7282	(.1018) ***	0.4488	1.5664	(.1053) ***
경남	0.5426	1.7204	(.0974) ***	0.1556	1.1684	(.0755) **
제주	0.4259	1.5309	(.0953) ***	0.5496	1.7326	(.1186) ***
N	10,637			8,415		
Log likeli.*	-71,310.6			-49,160.8		

* 우도비는 5% 내에서 유의.

향을 미치는 것으로 확인되고, 그 영향도 매우 높은 것으로 확인되었다. 사업자의 실물옵션 전략은 건설자금 조달과 착공 시기가 연결된 주택공급 시장에서 유의미하게 이행되고 있다는 해석이 가능하다.

V. 결론

부동산시장에서 실물옵션이 실행된다는 결과를 제시한 논문들이 다수 있다. 본 논문도 주택공급 시기가 개발이익의 실현 여부에 의해 결정되는 것으로 보고, 착공시기에 분양이 가능한 주택시장에서 실물옵션이 이행되는가를 확인하였다. 실물옵션의 이행을 확인하기 위해 주택시장의 불확실성 변수를 GARCH 모형으로 도출한 후, 콕스비레위험 모형을 통해 인허가~착공, 착공~준공 두 시기에 대해 실물옵션이 이행되는지를 확인하였다. 실증분석결과, 주택가격의 불확실성이 커지는 시기에 주택공급자는 착공시기를 지연시키는 것으로 나타났고, 준공에 미치는 영향은 상대적으로 작았다. 실증 분석결과는 비가역적인 투자를 설명함에 있어 실물옵션이 중요하다는 이론적 문헌과 선행 연구들의 결론을 지지한다. 그리고, 선분양 방식으로 주택을 대량 공급하는 시장에서 착공시점이 투자 의사 결정에서 중요한 시기임을 확인하였다.

정책적 관점에서 보면, 주택가격 상승 시 주택공급을 통한 가격안정을 찾기 위해서는 거시적으로 주택시장의 불확실성을 줄이는 정책이 중요하다. 대부분의 주택이 선분양 방식으로

공급되는 한국시장에서는 수급불일치가 반복적으로 나타나 주택시장의 변동성을 키웠다. 이러한 주택시장의 불확실성은 주택수요자나 주택공급자 모두에게 위험요인이 된다. 따라서, 주택공급시장에 실물옵션모델이 적용된다는 결과는 투자자가 안정적으로 주택을 공급할 수 있도록 주택시장의 불확실성을 최소화하기 위한 정부의 정책대응이 매우 필요하다는 것을 시사한다.

본 연구는 후분양으로 공급되는 주택에 대한 실증분석과 비교하지 못했다. 건설자금 조달 이슈가 실물옵션 이행에 얼마나 차별적인지를 확인하기 위해서는 단독주택의 주택공급과정과 비교 분석이 필요하다. 이는 후속연구를 통해 확인하고자 한다.

참고문헌

- 김기현, 이상경. (2012). 공모형 PF사업 문제 유형화를 통한 실물옵션 가치평가법의 적용에 관한 연구. *부동산학연구*, 18(1), 57-71.
- 김중영, 김영국. (2008). 실물옵션을 활용한 부동산 개발가치 평가. *감정평가학논집*, 7(2), 1-18.
- 유승동. (2013). 부동산개발 실물옵션에 대한 이론적 고찰. *부동산학연구*, 19(3), 63-74.
- 임재만. (2006). 주택매매가격의 변동성에 관한 연구. *주택연구*, 14(2), 65-84.
- 조주현, 박홍일. (2004). 이항옵션모형을 이용한 부동산개발가치 평가에 관한 연구. *부동산학연구*, 10(1), 37-60.
- Bachmann, R., Caballero, R., & Engel, E. R. (2013). Uncertainty and economic activity: Evidence from

- business survey data. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 5(2), 217-249.
- Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. (2015). *Measuring economic policy uncertainty (NBER Working Paper, No. 21633)*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Bulan, L., Mayer, C., & Somerville, T. (2009). Irreversible investment, real options, and competition: Evidence from real estate development. *Journal of Urban Economics*, 65(3), 237-251.
- Caldera, A., & Johansson, A. (2013). The price responsiveness of housing supply in OECD countries. *Journal of Housing Economics*, 22(3), 231-249.
- Cardarelli, R., Elekdag, S., & Lall, S. (2009). *Financial stress, downturns, and recoveries (IMF Working Paper, WP/09/100)*. Washington, DC: International Monetary Fund.
- Chris, L. (2015). Housing supply and suppliers: Are the microeconomics of housing developers important? *Housing Studies*, 30(4), 580-600.
- Christopher, R. C. (2006). House price uncertainty, timing of development, and vacant land prices: Evidence for real options in Seattle. *Journal of Urban Economics*, 59(1), 1-31.
- DiPasquale, D., & Wheaton, W. (1996). *Urban economics and real estate markets*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Episcopos, A. (1995). Evidence on the relationship between uncertainty and irreversible investment. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 35(1), 41-52.
- Eric, J. L., & Gwilym, B. J. P. (2009). What determines the price elasticity of house supply? Real interest rate effects and cyclical asymmetries. *Housing Studies*, 24(6), 713-736.
- Grier, K., & Smallwood, A. (2007). Uncertainty and export performance: Evidence from 18 countries. *Journal of Money, Credit and Banking*, 39(4), 965-979.
- Holland, A. S., Ott, S. H., & Riddiough, T. J. (2000). The role of uncertainty in investment: An examination of competing investment models using commercial real estate data. *Real Estate Economics*, 28(1), 33-64.
- Jurado, K., Ludvigson, S., & Ng, S. (2015). Measuring uncertainty. *American Economic Review*, 105(3), 1177-1216.
- Leahy, J., & Whited, T. (1996). The effect of uncertainty on investment: Some stylized facts. *Journal of Money, Credit and Banking*, 28(1), 64-83.
- Pryce, G. (2003). Greening by the market? Distortions caused by fiscal incentives to build on brownfield land. *Housing Studies*, 18(4), 563-585.
- Somerville, C. T. (2001). Permits, starts, and completions: Structural relationships versus real options. *Real Estate Economics*, 29(1), 161-190.
- Stevenson, S., & Young, J. (2014). A multiple error-correction model of housing supply. *Housing Studies*, 29(3), 362-379.

논문접수일: 2020.08.20

논문심사일: 2020.10.16

게재확정일: 2020.11.26

Journal of Housing and Urban Finance 2020; 5(2):5-18
pISSN: 2508-3872 | eISSN: 2733-4139
<https://doi.org/10.38100/jhuf.2020.5.2.5>

Housing price volatility and timing of housing supply in pre-sale market

Kyu Hyun Ji*

Abstract

This study examined whether the real option is implemented in the housing supply market where houses are available for sale at the time of construction. The Cox Proportional Hazard Model was used to investigate whether real options are implemented between permits and commencements and subsequently between commencements and completions after deriving the uncertainty variable of the housing market through a GARCH model. The study found that builders alter their exercise rate of permits with the latest information on housing-market conditions. The empirical analysis supports what theoretical literature and previous studies have concluded, that real options are essential in justifying irreversible investments such as housing supply. In particular, the time of starts was observed to be a crucial time in investment decision-making in a market where large-scale houses are sold in advance before construction. The results of this study imply that it is necessary for policy responses to minimize the uncertainty of the housing market such that housing builders can provide stable housing.

Key words: house price volatility, housing supply, real option, pre-sale housing market

* Professor, Department of Digital Architecture & Urban Engineering, Hanyang Cyber University, E-mail: goodjkh@hycu.ac.kr

© Copyright 2020 Korea Housing & Urban Guarantee Corporation. 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.