

주택시장의 국제적 네트워크 연계성 분석*

Global Network Connectedness across Housing Markets

이 우 석 (Woo Suk Lee)** · 이 한 식 (Hahn Shik Lee)***

〈 Abstract 〉

This study investigates international linkage among housing markets in G7 countries, using the network connectedness developed in Diebold and Yilmaz (2014, 2016). We first estimate the connectedness measures among the G7 housing markets, and derive the underlying network topology. In order to examine dynamic pattern of the network connectedness around the global financial crisis, we also discuss the rolling-sample analysis.

The basic findings are as follows. First, the network connectedness across housing markets seems rather weak. Second, the rolling-sample analysis shows that the total connectedness has increased gradually through time, with cyclical variations over the business cycle. Third, the US housing market has been most influential in generating network effect on other markets during the global financial crisis.

키워드 : 주택시장, 네트워크 연계성, 분산분해, G7 국가

Keyword : Housing Markets, Network Connectedness, Variance Decomposition,
G7 Countries

* 이 논문은 2017년 한국주택학회 정기학술대회에서 발표된 논문을 수정·보완한 것으로, 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원(NRF-2016S1A3A2923769)을 받아 수행된 연구임.

** 서강대학교 경제학과 대학원 박사과정, woosukone@gmail.com, 주저자

*** 서강대학교 경제학과 교수, hahnlee@sogang.ac.kr, 교신저자

I. 서론

주택은 대부분의 나라에서 국가 경제에 차지하는 비중이 높아 경기변동과 밀접한 관련이 있다(Yoon and Lee, 2014). 특히, 각국의 주택금융시장 발달은 금융시장과의 연계성도 증대시켰으며 글로벌 경제에 미치는 충격도 한층 높아졌다. 이러한 현상은 미국의 서브프라임 모기지론 사태가 2008년 글로벌 금융위기로 확산되면서 두드러지게 나타났다.

주택은 대표적인 비교역재이며, 위치의 고정성으로 국가 간 이동이 불가능한 재화이다. 따라서 주택시장은 국가별로 이질성을 갖는 분할시장으로 볼 수 있으며, 주택가격은 국가별로 상이한 특성을 갖는다. 이는 부동산의 가치가 ‘첫째도 위치, 둘째도 위치, 셋째도 위치(location, location, location)’에 의해 좌우된다는 표현으로 대변된다(김경환·손재영, 2010). 그러나 2000년대부터 각국의 주택가격이 공통 추세를 보인 동조화 현상은 금융규제 완화와 자본 이동의 자유화, 통화정책의 동조화, 국제금융시장의 통합 등에 기인한 것이다(Kim and Renaud, 2009). 특히 대부분의 국가에서 저금리에 따른 주택대출 수요 증가 및 주택금융시장에서 모기지 관련 파생상품의 급격한 성장은 주택가격 상승의 주요한 원인으로 지목되었다.

그동안 국제금융시장에서의 연계성 분석은 주로 주식·채권·외환시장 등 금융시장을 대상으로 많은 실증분석 논문이 진행되어 왔으나, 글로벌 주택시장과 관련된 연구는 상대적으로 드물었다. 이러한 연구의 필요성은 글로벌 금융위기를 계기로 각국의 주택가격이 동반 하락하는 현상을 경험함에 따라 주택시장의 연계성을 이해하려는 관심이 증가하였으며, 학계와 부동산 정책 담당자로부터 주목받았다. 특히, 2000년대부터 주택가격의 국제적 공조성이 증가함에 따라 다른 국가의 주택가격 변화를 파악해야 할 의견이 제시되고 있다(서승환, 2012).

국가 간 주택시장 사이에 연계성이 존재한다면, 특정 국가의 주택가격 변화율에 동조하여 다른 국가의 주택가격 변화율도 같은 방향으로 변동한다는 의미이다. 이러한 정보는 특정 국가의 주택가격 변화율 정보가 한 국가의 주택가격 변화율을 예측하는데 도움을 줄 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 국가 간 주택시장의 상호 연계성을 분석하고 이해하는 것이 필요하며, 최근 주택시장에 대한 관심이 높아진 상황에서 주택시장의 연계성 및 통합화 현상을 규명하는 것은 중요한 연구 주제로 판단된다. 특히 2008년 금융위기를 겪으면서 급격

한 주택가격의 상승과 하락은 금융기관의 주택관련 상품과 관련된 자산 건전성을 저해하여 금융시스템과 거시경제 전반에 위협을 초래하는 것을 목격하였다. 이러한 경험이 시사하는 바는 주택시장에 대한 모니터링 및 위험관리를 통하여 금융시스템 및 거시경제의 안전성을 선제적으로 도모한다는 측면에서도 중요한 의미를 갖는다.

이에 본 논문에서는 금융시장 분석에서 주로 사용된 Diebold and Yilmaz(2012, 2014, 2016)의 예측오차 분산분해를 이용한 네트워크 연계성 모형을 이용하여 주택시장 간 연계성 분석을 시도하였다.¹⁾ Diebold and Yilmaz(2012, 2014, 2016)의 네트워크 연계성 모형은 연계성의 방향성 및 크기 등을 체계적으로 분석할 수 있으며, 연계성의 시간가변 추이를 파악할 수 있는 장점이 있다. 또한 표본이동 측정치를 주요 시점별로 구분한 다음 네트워크 분석 기법을 이용하여 연계성 메커니즘의 변화를 포착하는데 유용하여 최근 실증분석에서 널리 사용되고 있다.²⁾

구체적으로 1970년 1분기부터 2014년 4분기까지의 OECD 실질주택가격지수를 이용하여 G7 국가의 주택시장 사이의 연계성을 측정하고, “이러한 연계성은 시간에 따라 어떻게 변화하는지?”와 “글로벌 금융위기 시기에 어느 국가의 영향력이 가장 큰가?” 등에 초점을 맞추어 분석하였다. 또한 위기 기간에 대한 분석이 중요할 것이라 판단되어 네트워크 분석을 활용하여 글로벌 금융위기 이전 시점, 글로벌 금융위기 시점, 그리고 글로벌 금융위기 이후 시점 등 각각의 시점들을 대상으로 주택시장 사이에 나타나는 충격의 전달구조를 비교·분석하였다. 기존의 G7 국가의 연계성을 분석한 Liow(2015)의 연구에서는 리츠(REITs) 자료를 이용하여 분석하였는데, 리츠 지수는 거래계약 등으로 실제 부동산 시장을 정확히 반영하지 못하는 측면이 있다(Mühlhofer, 2013). 따라서 주택시장을 대변하는 실질주택가격지수를 이용한 실증분석은 주택시장 간 연계성의 방향성 및 크기 등을 예측하는데 유용한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 제 II절에서는 선행연구에 대한 검토를 하며, 제 III절에서는 분석대상 자료 및 방법론을 소개한다. 제 IV절에서는 실증분석결과에 대해 논의한다. 마지막으로 제 V절에서는 본 연구의 주요 분석결과에 대한 요약 및 결론을 정리한다.

1) 네트워크 분석 기법은 시장 간의 상호작용 메커니즘을 단순화된 시각화로 재구성하여 복잡한 연계성을 체계적으로 분석할 수 있는 장점이 있으며, 글로벌 금융위기 이후 이에 대한 논의가 활발히 진행되었다. 네트워크 분석에 대한 자세한 사항은 Jackson(2008), Diebold and Yilmaz(2015) 참조.

2) 자세한 내용은 II절 선행연구 부분 참조.

II. 선행연구의 고찰

유사한 추이를 갖는 경제·금융 시계열 자료 사이의 연계성 또는 파급효과 분석은 과거부터 다양한 분야에서 연구가 진행되었다. 금융시장의 경우 1987년 미국의 블랙 먼데이 사건 이후부터 활발히 이뤄져 왔으며, 국가 간 경기변동의 동조화 여부에 대한 실증분석도 1990년대부터 시행되었다.

이러한 연계성 분석은 주택시장에서도 실증연구가 진행되었는데, 주택시장의 연계성에 관한 연구 주제는 크게 '특정 국가내의 지역별 주택시장 사이의 연계성 분석'과 관련된 연구와 '국가 간 주택시장 사이의 연계성 분석'에 대한 연구로 나눌 수 있다.

특정 국가 내의 지역별 주택시장 간 연계성에 대한 연구는 1990년대 영국을 중심으로 본격적으로 시작되었고, 우리나라 지역별 주택시장의 연계성을 분석한 연구도 일부 존재한다. 본 연구와 유사한 방법론을 사용하여 지역별 주택시장을 분석한 연구로는 영국 주택시장 사이의 연계성을 분석한 Antonakakis et al.(2015)가 있으며, 국내 주택시장을 대상으로 분석한 연구는 장병기(2014), 이항용·이진(2014), Lee and Lee(2016) 등이 있다.

한편, 국가 간 주택시장에 관한 연계성 분석은 2008년 글로벌 금융위기 이후 활발히 진행되는 추세이다. Vansteenkiste and Hiebert(2011)는 Global VAR 모형을 이용하여 유로 지역의 7개 국가를 대상으로 주택시장 사이의 파급효과를 분석하였으며, 실증분석 결과 유로 지역의 주택시장 사이의 연계성은 제한적인 것으로 나타났다.

Holly et al.(2011)는 가격 확산 모형(price diffusion model)을 이용하여 뉴욕의 주택가격 변화가 금융 연결망을 통해 금융시장이 발달된 런던 지역 내 파급되고, 런던 주택가격 변화는 영국 전역으로 확산된다는 분석결과를 제시하였다.

국가 간 주택시장의 연계성은 주택가격지수 뿐만 아니라 부동산 간접투자 상품인 리츠 지수를 이용한 연구도 많이 진행되었다. 대표적으로 Liow(2014)는 동태적 조건부 상관관계수 모형(dynamic conditional correlation model)과 Diebold and Yilmaz(2012)의 방법론을 이용하여 미국과 동아시아 국가 간 리츠 수익률의 동조성 및 변동성 파급효과를 분석하였다. 실증분석 결과, 리츠 수익률 사이에는 동조화 현상을 보이고 변동성 파급효과 분석에서는 중국이 가장 선도적이며 미국이 가장 종속적인 시장으로 나타났다. Liow(2015)는 G7 국가를 대상으로 리츠 수익률의 변동성 전이효과에 대한 분석을 시도하였다. 연계성 모형

방법론을 적용한 분석 결과 G7 국가에서는 독일의 영향력이 가장 크고, 미국이 다른 나라로부터 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 그러나 리츠 지수는 실제 부동산 시장을 정확히 반영하기 어려운 측면이 존재한다(Mühlhofer, 2013). 이러한 한계점을 보완하여 실질 주택 가격지수를 이용한 Lee and Lee(2017)의 연구에서는 미국의 주택시장 변동성이 다른 나라에 미치는 영향력이 가장 큰 것으로 분석되어 Liow(2015)의 연구 결과와 다소 다른 견해를 제시하였다.

Kim and Park(2016)은 동태적 잠재요인 모형(dynamic latent factor model)을 이용하여 주요 선진국과 동아시아 국가의 주택가격 변동의 동조성을 분석하였다. 분석 결과 동아시아 국가의 주택가격 변동은 주로 동아시아 지역 요인(regional factor)과 개별 국가 요인(country factor)에 의해 영향을 받으며, 단기적으로 세계 공통 요인(world factor)과 동조화 현상이 낮다는 결과를 제시하였다.

국가 간 주택시장에 관한 국내 연구는 글로벌 금융위기 전후에 초점을 두고 있으며, 금융위기 이후 한국 주택시장은 글로벌 주택시장과의 동조화가 약화되었다는 사실을 밝혀냈다. 서승환(2012)은 공적분 검정 기법을 이용하여 주택가격 사이의 공조성 여부에 관한 분석을 시도하였다. 미국과 영국, 호주, 일본, 한국 등을 대상으로 분석한 결과 글로벌 금융위기 이후 각국의 주택가격 공조성이 증가한 것으로 나타났으나, 외생성 검정결과 한국은 공통 추세를 만드는 국가가 아니라는 결과를 보였다. 장영길(2014)은 VAR 모형을 이용하여 OECD 주요 10개 국가의 동조성을 파악하고, 그레인저 인과관계 분석 기법을 이용하여 파급경로를 분석하였다. 분석결과, 2008년 이후 글로벌 주택시장 간 상호연관성은 높아졌으나, 한국은 동조화 강도가 약하고 파급경로 분석에서 독립적이라는 결과를 제시하였다.

본고는 이러한 기존 선행연구들을 바탕으로 G7 국가의 주택가격 변화율에 대한 연계성 분석을 시도하였다. 기존의 Liow(2015), Lee and Lee(2017)에서는 국가 간 주택시장 사이의 위험을 측정하기 위한 수단으로 변동성 움직임에 대한 연계성 분석을 시행하였으나, 여기서는 네트워크 분석 기법을 적용하여 주택가격 지수를 대상으로 경기변동에 따른 글로벌 주택시장의 공조성 및 통합화 현상을 분석한다.

III. 분석자료 및 실증분석 모형

1. 자료 및 기초통계량 분석

본 연구에서는 OECD의 'OECD analytical house price database'에서 제공하는 계절조정된 실질 주택가격지수를 이용한다.³⁾ 분석기간은 1970년 1분기부터 2014년 4분기까지로 총 180분기 자료이며, 분석대상 국가는 G7 국가인 미국, 일본, 독일, 프랑스, 이탈리아, 영국, 캐나다로 구성되어 있다.⁴⁾

본 연구의 분석대상 지표인 G7 국가의 주택가격지수 추이를 제시한 <그림 1>을 보면 다음의 특징을 발견할 수 있다. 먼저, 2000년대 초부터 중반까지 대부분의 국가에서 주택가격이 상승 추이를 보여 주택가격의 동조화 현상이 비교적 뚜렷하게 나타나고 있다. 반면, 일본은 1990년 초반 주택가격의 버블 붕괴 이후 지속적으로 하락 추세를 보이며, 독일의 경우 전체기간 동안 주택가격지수가 안정적인 추이를 보이고 있다.⁵⁾

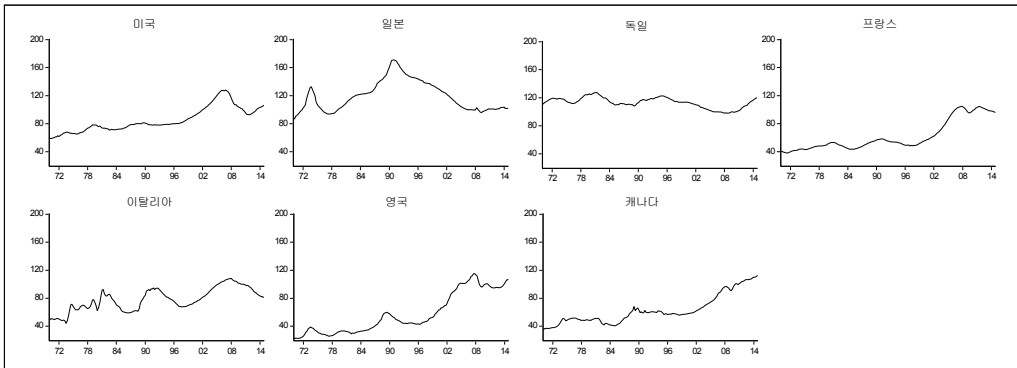
둘째, 각 나라별로 정도의 차이는 있으나 2008년 글로벌 금융위기에 시기에 대부분의 국가에서 주택가격이 동반 하락한 것을 확인할 수 있다. 이러한 현상은 주택시장이 경기변동과 밀접한 관련을 보인다는 것을 시사한다.

마지막으로, 금융위기 이후 주택가격은 국가별로 상이한 추이를 보인 것을 확인할 수 있다. 금융위기 이후 미국, 영국 등은 회복세를 보이는 반면, 프랑스와 이탈리아는 금융위기 충격으로부터 벗어나지 못하고 있다. 한편, 캐나다의 경우 금융위기 이후 주택가격이 가파르게 상승하였다.

3) OECD에서 제공하는 실질 주택가격지수는 명목 주택가격지수를 민간소비 디플레이터(private consumption deflator)로 나눠서 도출된 자료이다. 주택가격지수의 경우 자료 구축이 어렵기 때문에 다른 경제지표에 비해 신뢰성은 낮을 수 있으나 OECD 주택가격지수는 오랜 기간 동안 체계적으로 잘 관리되어 온 자료로 국가 간 주택경기 비교 및 판단분석 등 실증분석에 널리 사용되고 있다. 또한 객관적인 주택가격지수를 생산·제공하기 위해 주택가격지수 집계를 위한 실질적인 가이드라인을 제시하는 등 지수의 신뢰성 및 국제 비교가능성을 높이기 위해 지속적으로 노력해 왔다(OECD et al., 2013).

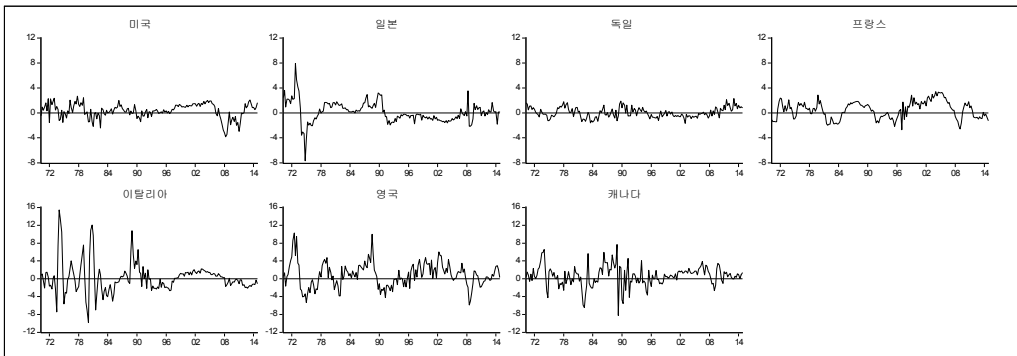
4) 본 연구의 분석대상 기간에 해당되는 OECD 국가를 모두 포함할 경우, 변수의 수가 많아 자유도 감소 등으로 추정결과의 신뢰성이 떨어지는 차원의 저주(curse of dimensionality) 문제가 발생할 가능성이 높다. 따라서 본고에서는 분석대상 국가를 G7 국가로 한정하였다.

5) 독일의 안정적인 주택가격지수 추이는 은행제도의 개별성, 임대주택제도, 주택공급정책 등에서 찾을 수 있다. 자세한 내용은 김수현(2013), 빈재익(2014), Kim and Park(2016) 참조.



〈그림 1〉 G7 국가의 주택가격지수 추이

〈그림 2〉는 주택가격지수를 로그 차분한 다음 100을 곱한 주택가격의 변화율(%) 추이를 제시하였다. 전반적으로 일본, 이탈리아, 영국 등은 1970년대와 1990년대에 주택가격이 급격한 상승과 하락을 경험하여 주택가격 변화율의 폭이 상당히 높게 나타났다. 한편, 2000년대 초부터 중반까지 대부분의 국가에서 주택가격 변화율이 양의 값을 가졌으나 2008년 금융위기 시기에 주택가격 변화율이 음의 값으로 반전된 것을 볼 수 있다. 특징적으로, 이 시기에는 주택가격의 동조화 현상이 잘 포착될 수 있는 시기로 판단된다.



〈그림 2〉 G7 국가의 주택가격지수 변화율(%) 추이

각 국가의 주택가격지수 변화율의 특성을 파악하기 위해 〈표 1〉에서는 기초통계량을 제시하였다. 먼저 변화율의 평균은 모든 국가에서 (+)로 해당기간동안 주택가격은 상승하였으나, 국가별로 차이가 있는 것을 알 수 있다. 세부적으로 살펴보면, 영국과 프랑스가 변화

율의 평균이 가장 높고, 일본과 독일의 경우 가장 낮게 나타났다. 변화율의 표준편차는 이탈리아와 영국이 가장 높고, 미국과 일본이 가장 낮은 것을 확인할 수 있다. 마지막으로 자료의 분포 특성을 나타내는 왜도와 첨도의 경우에도 국가별로 상당히 이질적인 것으로 나타났다. 이러한 결과는 주택가격이 개별국가의 특성에 의해서도 영향을 받는다는 것을 의미한다.

〈표 1〉 G7 국가의 주택가격지수 변화율(%) 기초통계량

	미국	일본	독일	프랑스	이탈리아	영국	캐나다
평균	0.329	0.099	0.047	0.478	0.274	0.862	0.636
중앙값	0.424	0.004	-0.078	0.675	0.074	0.710	0.811
최대값	2.695	7.889	2.312	3.412	15.430	10.270	7.714
최소값	-3.819	-7.660	-1.688	-2.700	-9.810	-5.879	-8.193
표준편차	1.180	1.688	0.806	1.393	3.400	2.747	2.280
왜도	-0.883	0.281	0.350	-0.060	1.393	0.434	-0.385
첨도	4.039	7.284	2.630	2.237	7.695	4.008	5.064

2. 실증분석 모형⁶⁾

본 연구에서는 Pesaran and Shin(1998)이 제안한 일반화 예측오차 분산분해(generalized forecast error variance decomposition)를 적용한 Diebold and Yilmaz(2012, 2014, 2016)의 연계성 모형을 이용한다. 이를 위해, 먼저 m 개의 안정시계열로 구성된 벡터 X_t 에 대한 벡터자기회귀모형을 식(1)과 같이 표현하자.

$$X_t = \sum_{i=1}^p \Phi_i X_{t-i} + \epsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad \epsilon_t \sim i.i.d(0, \Sigma) \quad (1)$$

여기서 $X_t = (X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{mt})'$ 는 내생변수들의 $m \times 1$ 벡터이며, $\{\Phi_i, i = 1, 2, \dots, p\}$ 는 $m \times m$ 계수행렬이다. 약 안전성(covariance stationary) 가정하에 식(1)은 무한 차수의 벡터이동평균(vector moving average: VMA)으로 나타낼 수 있다.

6) 본 절은 Diebold and Yilmaz(2012)를 토대로 정리했으며, 기본적인 수식은 Lee and Lee(2017)에도 제시하였다.

$$X_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \epsilon_{t-i}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

여기서 $A_0 = I_m$ (항등행렬)이고, $i < 0$ 을 만족할 경우 $A_i = 0$ 이다.

한편, Sims(1980)는 변수 X_j 에만 나타나는 충격에 대한 변수 X_i 의 순수한 반응을 분석하기 위해 오차항 ϵ_t 의 분산행렬을 콜레스키(cholesky)분해로 직교화하여 충격반응함수(impulse response function)와 예측오차 분산분해(forecast error variance decomposition)를 분석하는 방법을 제시했다. 이 방법은 변수의 나열순서에 따라 분석결과가 달라지는 현상을 나타내는데, 한 국가가 다른 국가를 선행한다는 논리적·실증적 근거가 없는 경우 변수 순서의 설정이 어렵다는 문제를 초래한다.

이러한 문제를 해결하는 방법으로 Koop et al.(1996)은 일반화 충격반응함수를 제안했으며, Pesaran and Shin(1998)에 의해 더 발전된 방법이 개발됐다. Pesaran and Shin(1998)에 의해 제시된 일반화 충격반응함수는 다음과 같이 정의된다.

$$\psi_j^g(n) = \sigma_{jj}^{-\frac{1}{2}} A_n \sum e_j, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

여기서 σ_{jj} 는 j 번째식 오차항의 표준편차이고, e_j 는 j 번째 요소만 1이고 나머지는 0인 $m \times 1$ 선택 벡터(selection vector)이다. 최종적으로 일반화 충격반응함수를 이용한 일반화 예측오차 분산분해는 다음과 같이 도출된다.

$$\Theta_{ij}^g(n) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{l=0}^n (e_i' A_l \sum e_j)^2}{\sum_{l=0}^n (e_i' A_l \sum A_i' e_i)} \quad (4)$$

직교화 예측오차 분산분해와 달리 충격들 사이의 공분산이 0이 아닐 경우 일반적으로 $\sum_{j=1}^m \Theta_{ij}^g(n) \neq 1$ 이 된다. 따라서 식(4)를 각 행의 예측오차 분산의 합($\sum_{j=1}^m \Theta_{ij}^g(n)$)으로 나누어 줌으로써 표준화한다. 이와 같은 표준화 과정을 통해 식(5)에서 $\sum_{j=1}^m \widetilde{\Theta}_{ij}^g = 1$ 과 $\sum_{i,j=1}^m \widetilde{\Theta}_{ij}^g(n) = m$ 이 성립한다.

$$\widetilde{\Theta}_{ij}^g(n) = \frac{\Theta_{ij}^g(n)}{\sum_{j=1}^m \Theta_{ij}^g(n)} \quad (5)$$

Diebold and Yilmaz(2012, 2014, 2016)가 개발한 연계성 모형은 예측오차 분산분해를 이용하여 연계성 분석을 쉽고 직관적인 방법으로 설명할 수 있는 장점이 있다. 이들은 n기간 예측오차 분산분해로 도출된 쌍별 연계성 지표인 $\widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)$ 에서 자기변수의 충격에 의해 발생하는 비중과 타 변수의 충격에 의해 발생하는 비중을 각각 자기분산비율(own variance share)과 교차분산비율(cross variance shares) 또는 연계성(connectedness)으로 정의했다. 본 연구에서는 가격 변동의 연계성 상대적 크기와 방향성을 고려하여 다음과 같이 구분하여 분석한다.

1) 총 연계성

총 연계성(total connectedness)은 주택시장 전체 예측오차 분산 중 다른 국가들의 충격에 의해 설명되는 비중을 의미하며, 식(5)의 개념을 토대로 다음과 같이 계산된다.

$$S^g(n) = \frac{\sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^m \widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)}{\sum_{i,j=1}^m \widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)} \times 100 = \frac{\sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^m \widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)}{m} \times 100 \quad (6)$$

2) 방향 연계성

총 연계성 지표를 통해 주택시장 전체의 연계성을 측정할 수 있다. 여기서 일반화 예측오차 분산분해는 변수의 나열순서와 무관한 결과를 제공하므로, 분산분해의 각 요소들을 이용하여 특정 국가 연계성의 방향성을 파악할 수 있다. 즉 국가 i의 예측오차 분산이 다른 모든 국가 j에 미치는 영향을 다음의 식으로 계산하며, 이를 유출 연계성(connectedness to others)이라 한다.

$$S_i^g(n)^{\text{유출}} = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \widetilde{\Theta}_{ji}^g(n)}{\sum_{i,j=1}^m \widetilde{\Theta}_{ji}^g(n)} \times 100 = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \widetilde{\Theta}_{ji}^g(n)}{m} \times 100 \quad (7)$$

이와 유사하게, 다른 모든 국가 j 들의 예측오차 분산이 i 국가에 미치는 영향을 유입 연계성(connectedness from others)이라 하고 다음의 식으로 도출한다.

$$S_i^g(n)^{\text{유입}} = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)}{\sum_{i,j=1}^m \widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)} \times 100 = \frac{\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)}{m} \times 100 \quad (8)$$

3) 순 연계성

순 연계성(net connectedness)은 다른 국가들에 미친 영향과 다른 국가들로부터 받은 영향의 차이로 유출 연계성에서 유입 연계성을 차감하여 구한다.

$$S_i^g(n)^{\text{순}} = S_i^g(n)^{\text{유출}} - S_i^g(n)^{\text{유입}} \quad (9)$$

순 연계성이 (+)이면 이는 다른 국가들에 주도적으로 영향을 미치는 것을 의미하며, (-)의 경우 다른 국가들로부터 영향을 더 많이 받는다는 것을 의미한다.

4) 쌍별 순 연계성

순 연계성은 한 국가와 다른 국가들 사이의 전체적인 영향력을 측정하는 것인데, 이와는 달리 두 국가 간 상호영향력을 직접 비교하기 위해 다음과 같이 쌍별 순 연계성(net pairwise connectedness)를 분석할 수 있다.

$$S_{ij}^g(n) = \left(\frac{\widetilde{\Theta}_{ji}^g(n)}{\sum_{i,k=1}^m \widetilde{\Theta}_{ik}^g(n)} - \frac{\widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)}{\sum_{j,k=1}^m \widetilde{\Theta}_{jk}^g(n)} \right) \times 100 = \left(\frac{\widetilde{\Theta}_{ji}^g(n) - \widetilde{\Theta}_{ij}^g(n)}{m} \right) \times 100 \quad (10)$$

즉 쌍별 순 연계성은 두 국가 간 상호영향력을 차감하여 구한다. 순 연계성 지표와 유사하게 (+)이면 다른 국가에 주도적인 영향을 미치는 것을 의미하며, (-)의 경우 다른 국가로부터 종속적인 영향을 받는 것을 의미한다.

IV. 실증분석 결과

본고에서는 앞서 언급한 다양한 지표를 이용하여 주택시장 간 연계성을 분석한다. 먼저 Diebold and Yilmaz(2012)의 방법론을 이용하여 G7 국가의 주택시장 연계성을 측정하고 Diebold and Yilmaz(2014, 2016)에서 사용된 네트워크 분석 기법을 활용하여 주택시장사이의 네트워크 연계성을 분석한다.⁷⁾ 이후 표본이동분석 기법을 이용하여 연계성 지표의 시간가변 추이 및 주요 시점별 네트워크 연계성을 파악한다.

1. 주택시장 연계성 분석

1) 전체기간에 대한 분석

전체기간에 대한 주택시장 연계성 분석결과를 <표 2>에 정리하였다. VAR 모형에서 시차는 SC기준에서 1로 선정하였으며, 일반화 예측오차 분산분해 기간은 4분기(1년)로 설정하였다. <표 2>에서 대각요소의 원소들은 해당 국가의 자체충격에 의해 설명되는 비중의 크기를 의미하며, 비 대각요소의 원소들은 다른 국가의 충격에 의해 설명되는 비중인 연계성을 나타낸다. 여기서 대각 외에 위치한 모든 요소들의 합을 전체 요소들의 합으로 나누면 총 연계성을 구할 수 있다. 또한 자체요소를 제외한 열 또는 행을 모두 더하면 방향 연계성을 도출할 수 있다. 즉 자체요소를 제외한 열을 모두 합하면 유출 연계성이 되며, 자체요소를 제외한 행을 모두 합하면 유입 연계성이 된다. 그리고 유출 연계성에서 유입 연계성을 차감하면 순 연계성이 된다. 마지막으로 자체요소를 제외한 특정 열의 (i,j)원소에서 특정 행의 (j,i)원소를 차감하면 쌍별 순 연계성이 도출된다.

먼저 <표 2>의 결과를 토대로 도출된 총 연계성은 18.3%로 추정되었다.⁸⁾ 이는 G7 국가의

7) 연계성 지수 추정을 위해 WinRATS 프로그램을 사용하였으며, 추정결과에 대한 그래프는 EViews 프로그램을 이용하여 도출하였다.

주택가격 변동에 대한 예측오차 분산의 18.3%가 다른 국가에 충격에 의해 설명되고 나머지 81.7%는 개별 국가 요인에 의해 설명되는 것을 의미한다. 총 연계성은 비교적 낮게 추정되었는데, <표 2>를 자세히 살펴보면 대부분의 국가에서 대각 요소인 자체충격이 설명하는 비중이 높게 나타난 것을 확인할 수 있다. 독일의 경우 자체 충격이 설명하는 비중은 88.08%, 프랑스는 86.10% 순서대로 크게 추정된 반면, 가장 작게 추정된 영국의 경우에는 75.75%로 대부분의 국가에서 80% 이상으로 높게 추정되어 총 연계성 지표가 낮게 나타났다.

한편, 여기서 도출된 총 연계성은 G7 주택시장의 변동성 사이의 연계성을 분석한 Lee and Lee(2017)에서 추정된 총 연계성 10.2%보다는 약간 높게 도출되었다. 이러한 가격 변화율의 연계성과 변동성 사이의 연계성의 주요 차이점은 글로벌 주택시장의 통합화와 관련이 있다. 특히, 국제금융시장의 통합 및 각국의 주택금융시장의 발달은 주택시장 간 연계성을 강화시켜 경기변동에 따라 공조성을 보이는 현상이 증가하였다. 이에 따라 주택가격 변화율의 상승 또는 하락 충격이 다른 국가의 주택시장으로 확산되는 경향이 증대되었다. 반면, 변동성 사이의 연계성은 주택시장의 위험을 나타내는 척도의 역할을 하며 이러한 통합화의 추이를 완전히 반영하는 것이 아니라 심각한 경제 위기가 발생하였을 때 잘 포착되는 현상으로 이러한 기간은 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 등의 기간으로 상대적으로 제한적이다. 따라서 가격 변화율의 총 연계성이 변동성 사이의 총 연계성 보다 일반적으로 높게 나타나며, 이러한 지표들의 분석결과가 반드시 일치해야 하는 것은 아니다(Diebold and Yilmaz, 2015).

방향 연계성 지표 중 유출 연계성의 경우 영국과 미국이 다른 국가에 가장 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다. 다른 국가로부터 받은 유입 연계성을 살펴보면 영국과 일본은 다른 국가로부터 많은 영향을 받은 것으로 나타난 반면, 독일은 다른 국가로부터 가장 낮은 영향을 받은 것으로 추정되었다. 이를 토대로 순 연계성 지표를 도출하면, 영국 10.08% (34.33% - 24.25%), 그 다음으로 미국이 9.28%(24.95% - 15.67%)로 높은 순 연계성을 보인 반면, 캐나다 -4.96%(14.80% - 19.77%), 일본 -13.11%(11.05% - 24.17%) 순으로

8) 본고와 직접적인 비교는 불가하지만 영국 주택시장 사이의 연계성을 분석한 Antonakakis et al.(2015)의 연구에서 총 연계성은 83.9%로 추정되었으며, 한국 주택시장의 연계성을 분석한 장병기(2014), 이항용·이진(2014), Lee and Lee(2016)의 연구에서 총 연계성은 각각 53.5%, 53.7%, 64.5%로 추정되었다. 이러한 결과는 국가 간 주택시장의 연계성이 특정 국가내의 주택시장 연계성 보다 더 낮다는 근거로 해석될 수 있다.

순 연계성이 가장 낮게 도출되었다. 이러한 결과는 영국과 미국이 다른 국가의 주택시장을 선도하고, 캐나다와 일본이 다른 국가의 주택시장으로부터 영향을 받는 종속적인 국가로 해석될 수 있다.

〈표 2〉 G7 국가의 주택시장 간 연계성

	미국	일본	독일	프랑스	이탈리아	영국	캐나다	유입
미국	84.33	1.19	3.53	1.59	0.43	7.32	1.61	15.67
일본	1.16	75.83	6.02	0.18	2.96	12.38	1.47	24.17
독일	3.55	4.98	88.08	1.76	0.49	0.29	0.85	11.92
프랑스	5.80	0.03	1.02	86.10	0.81	4.43	1.81	13.90
이탈리아	0.07	0.34	1.10	5.18	81.93	2.90	8.48	18.07
영국	13.43	4.41	0.06	1.17	4.60	75.75	0.58	24.25
캐나다	0.95	0.10	2.11	5.19	4.42	7.00	80.23	19.77
유출	24.95	11.05	13.83	15.07	13.71	34.33	14.80	127.75
순	9.28	-13.11	1.91	1.17	-4.36	10.08	-4.96	18.3%

2) 네트워크 연계성 분석

본 절에서는 네트워크 분석 기법을 이용하여 G7 국가의 주택시장 연계성을 분석하고자 한다. 여기서 네트워크 개체를 나타내는 원(node)의 크기는 자체 충격이 설명하는 비중의 크기를 의미하며, 원이 클수록 자체 충격이 설명하는 비중이 높다는 것을 의미한다. 원과 원 사이를 연결하는 선(edge)은 쌍별 연계성을 의미하며, 선이 굵을수록 쌍별 연계성의 강도가 높은 것을 나타낸다. 그리고 연계성의 방향은 화살표로 제시하였다.⁹⁾

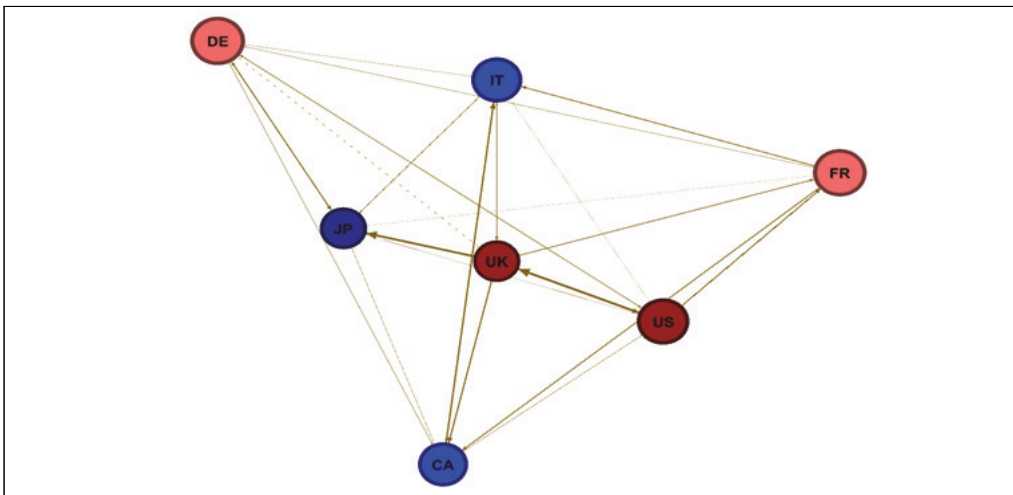
〈표 3〉에서는 순 연계성의 크기를 색상 스펙트럼을 이용하여 제시하였다. 빨간색은 순 연계성 지표가 양수인 것을 의미하며, 파란색은 순 연계성 지표가 음수인 것을 나타낸다. 그리고 색의 음영이 어두워질수록 순 연계성의 강도가 높아지는 것을 의미한다.

〈표 3〉 색상 스펙트럼

	~ -8.1	-6.1~	-4.1~	-2.1~	0.0~	0.0~	2.1~	4.1~	6.1~	8.1~
		-8.0	-6.0	-4.0	-2.0	2.0	4.0	6.0	8.0	

9) 네트워크 분석을 위해 공개 소프트웨어인 Gephi 프로그램을 사용하였으며, 그래프의 베치는 ForceAtlas2 알고리즘을 이용하였다. ForceAtlas2에 대한 자세한 내용은 Jacomy et al.(2014) 참조.

먼저, 쌍별 방향 네트워크 연계성 그림을 제시한 <그림 3>을 보자. 여기서 원은 G7 국가로 구성되어 있으며, 나라별 영문 약어는 국가를 지칭한다. 즉 US(미국), JP(일본), DE(독일) FR(프랑스), IT(이탈리아), UK(영국), CA(캐나다) 이다. 원의 색상은 순 연계성의 부호를 의미하며, 음영은 순 연계성의 강도를 나타낸다. 영국, 미국, 프랑스, 독일의 경우 원의 색상은 빨간색으로 (+)의 순 연계성 값을 갖는 것을 알 수 있으며, 이탈리아, 캐나다, 일본은 원의 색상이 파란색인 (-)의 순 연계성 값인 것을 확인할 수 있다. 특히 영국의 원은 어두운 빨간색을 띠며 네트워크 중심에 위치하여 주택시장에서 가장 선도적인 국가이고, 일본은 어두운 파란색으로 가장 종속적인 국가인 것을 볼 수 있다. 한편, 원의 크기는 자체 충격이 설명하는 비중의 크기로 대부분의 국가에서 원의 크기가 비슷하여 뚜렷한 특징은 없는 것으로 나타났다.



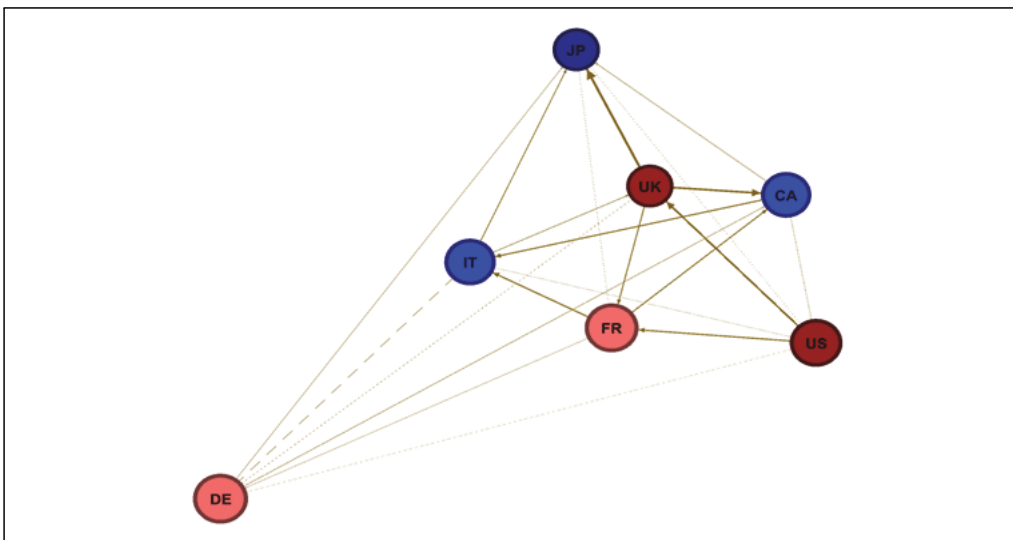
<그림 3> 쌍별 방향 네트워크 연계성

다음으로, 원과 원을 연결하는 선을 살펴보면 영국과 일본, 영국과 미국 주택시장을 연결하는 쌍별 방향 연계성이 높은 것을 알 수 있다. 쌍별 방향 연계성이 높다는 것은 이들 국가 사이의 주택시장이 밀접하게 연결되어 있다는 것을 의미한다. 주택은 비 내구재로 국가 간 이동이 불가능하지만, 이러한 결과는 Holly et al.(2011)의 분석과 유사하게 이들 국가 간 금융시장이 밀접히 연결되어 금융시장 등의 간접적인 경로를 통해 주택시장이 연계된 것으로 추측된다.

마지막으로, 지리적으로 인접한 국가들로 원이 배치되어 있는 것을 볼 수 있다. 북아메리카 국가인 미국과 캐나다가 네트워크 가장자리에 배치되어 있으며, 유럽 국가인 독일, 이탈리아, 프랑스가 군집되어 있는 것을 볼 수 있다. 그러나 유럽 국가들 사이의 쌍별 방향 연계성을 나타내는 선의 굵기와 화살표의 크기는 매우 작아 지리적으로 인접한 국가들 사이에 높은 네트워크 연계성을 형성하지 못하는 것을 알 수 있다. 이러한 사실은 유럽 국가들 사이의 연계성은 제한적이라는 Vansteenkiste and Hiebert(2011)의 결과와 유사한 것으로 나타났다.

〈그림 4〉에서는 쌍별 순 네트워크 연계성 그림을 제시하였다. 여기서는 원의 위치, 원의 색상 등 기본적인 네트워크 구조는 〈그림 3〉과 유사한 것을 볼 수 있다. 또한 지리적으로 인접한 국가들을 중심으로 배치되어 있는 것을 확인할 수 있다. 그러나 〈그림 4〉에서는 화살표가 단방향으로 표시되어 주택시장 사이의 연계성 파급경로를 파악하는데 유용하다.

특징적으로, 영국과 미국이 다른 국가에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 미국의 경우 영국과 프랑스에 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 영국은 일본과 캐나다에 영향을 주는 것으로 나타났다. 특히 영국이 일본에 지배적인 영향을 미쳐 일본이 가장 종속적인 국가로 나타난 것을 알 수 있다. 한편, 독일은 네트워크의 중심에서 멀리 떨어진 가장자리에 위치하여 다른 국가와 주택시장 사이의 연계성이 낮은 것으로 나타났다.



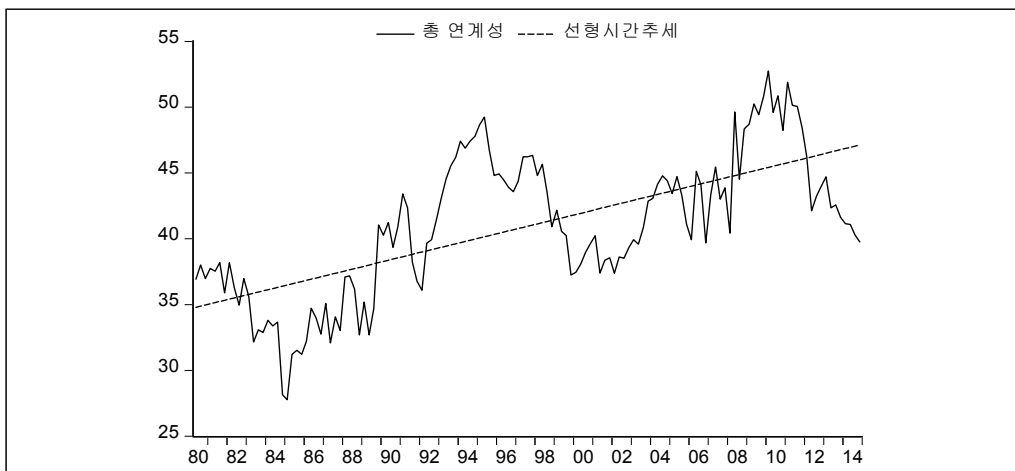
〈그림 4〉 쌍별 순 네트워크 연계성

다음 절에서는 지금까지의 전체기간에 대한 평균적인 분석과 달리 표본이동 분석 기법을 이용하여 연계성의 시간가변 추이 및 주요 시점별 네트워크 연계성에 대해 논의하고자 한다. 주택시장은 경기변동과 밀접한 관련이 있어, 연계성은 경제상황에 따라 흐름이 달라질 수 있다. 이를 고려하기 위해 앞서 논의한 연계성 지표를 표본이동 분석 기법을 이용하여 추정하고, 그 변동요인에 대해 분석한다.

2. 표본이동 기법을 이용한 주택시장의 연계성 측정

1) 총 연계성

〈그림 5〉는 표본이동 분석 기법을 이용하여 총 연계성 지수의 추이를 측정한 결과를 제시하였다. 표본이동 분석 기법을 적용할 때 기존 분기별 자료에 대한 분석과 동일하게 분산분해 기간은 4분기(1년)로 설정하였으며 40분기(10년) 단위로 관측치를 순차적으로 이동하면서 총 연계성 지수를 도출하였다. 분석결과 총 연계성의 추세와 순환변동에서 다음과 같은 특징을 발견할 수 있다.¹⁰⁾ 총 연계성 지수의 추세는 1980년대 35% 수준에서 2014년에 45% 수준으로 지속적으로 상승하는 것으로 나타났다. 이는 글로벌 금융시장의 통합과 더불어 글로벌 주택시장의 연계성이 시간이 흐를수록 점진적으로 증가하는 현상으로 해석된다.



〈그림 5〉 총 연계성

10) 여기서 추세는 총 연계성 지표를 상수항과 선형시간추세를 독립변수로 회귀분석하여 추정된 적합값(fitted value)이다.

총 연계성 지수의 순환변동은 시간에 따라 증가 또는 감소하는 패턴을 보이며, 경기변동과 관련된 것을 볼 수 있다. 1990년대 초반 일본의 주택시장 버블 붕괴와 영국의 주택가격 급락, 그리고 프랑스, 캐나다, 이탈리아 국가에서 경기침체에 따른 주택가격 하락으로 총 연계성 지수는 1990년 1분기에 약 35% 수준에서 1994년 4분기에 50% 수준까지 상승하였다.¹¹⁾ 이후 연계성 지수는 하락하였으나, 2000년대부터 일본과 독일을 제외한 대부분의 나라에서 저금리에 따른 주택대출 수요 증가 등 우호적인 금융환경을 배경으로 주택가격이 상승하여 총 연계성의 추이도 점진적으로 상승하였다. 그러나 주택가격이 지속적으로 상승할 것이라는 기대와는 달리 미국의 주택가격 하락으로 시작된 서브프라임 모기지론 사태가 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기로 확산되며 2008년부터 급격히 상승하여 2010년 상반기에 총 연계성 지수는 정점에 도달한 것으로 나타났다.

이와 같이 주택시장의 총 연계성 지표의 추세와 순환변동의 패턴은 시간 흐름에 따라 가변적이며, 경제상황과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 특히 주택가격이 상승한 시기보다 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 등 하락한 시기에 총 연계성의 움직임이 보다 뚜렷하게 관찰되는데, 이는 주택가격이 상승했을 때 보다 하락했을 때의 충격이 더 크기 때문이다. 그리고 총 연계성의 상승은 특정 국가에서 발생한 주택가격 변동의 충격이 다른 국가로 확산되어 주택시장 간 연계가 강화되고, 총 연계성의 하락은 주택시장 간 연계가 상대적으로 약해졌다는 것을 보여주는 현상으로 해석될 수 있다.

2) 방향 연계성

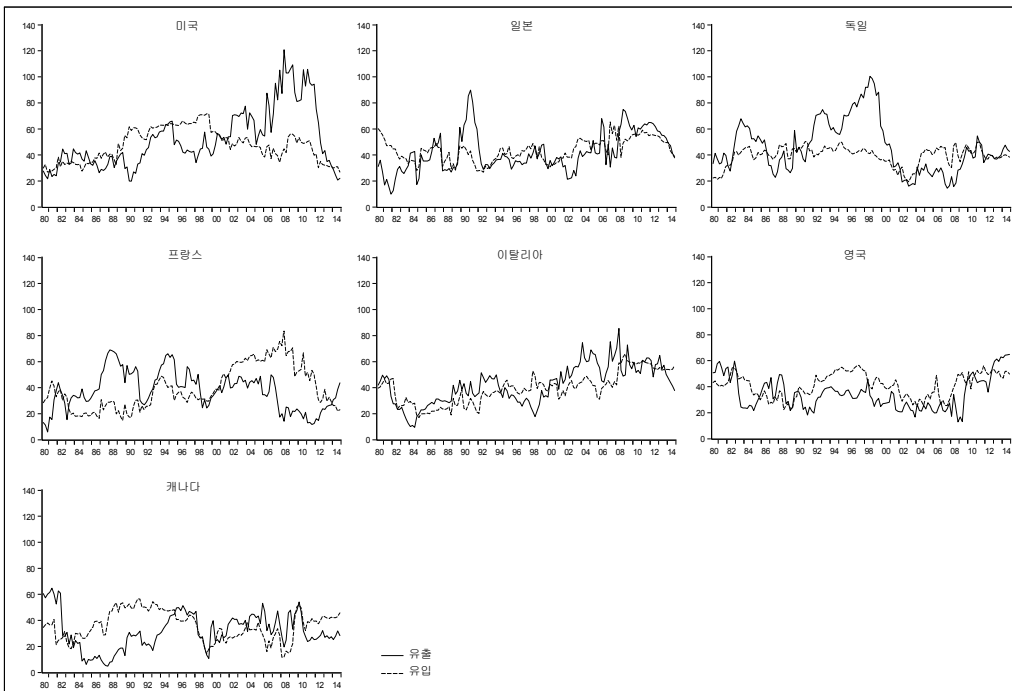
앞의 <그림 5>에서 제시한 총 연계성 지표를 통해 주택시장의 연계성은 시기별로 다른 패턴을 보이며 경제상황과 관련이 있는 것을 파악할 수 있었다. 여기에서는 방향 연계성 지표인 유출과 유입 연계성 지표를 추정하고, 개별국가의 연계성 파급효과를 살펴본다.

<그림 6>은 방향 연계성 지표인 유출과 유입 연계성 지표의 추정결과를 제시하였다.¹²⁾ 유출과 유입 연계성의 추이는 국가마다 상이한 특성을 보이는데, 2000년대 들어 대부분의 국가에서 방향 연계성 지수가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 앞의 <그림 5>의 분석결과와 유사하게 주택시장의 연계성이 증가하고 있음을 유추할 수 있다. 여기서 주목

11) 각 나라별 경기 전환점은 OECD(2017)의 기준순환일 참조.

12) 유출 연계성에서 유입 연계성을 차감하면 식 (9)의 순 연계성 지표를 도출할 수 있다.

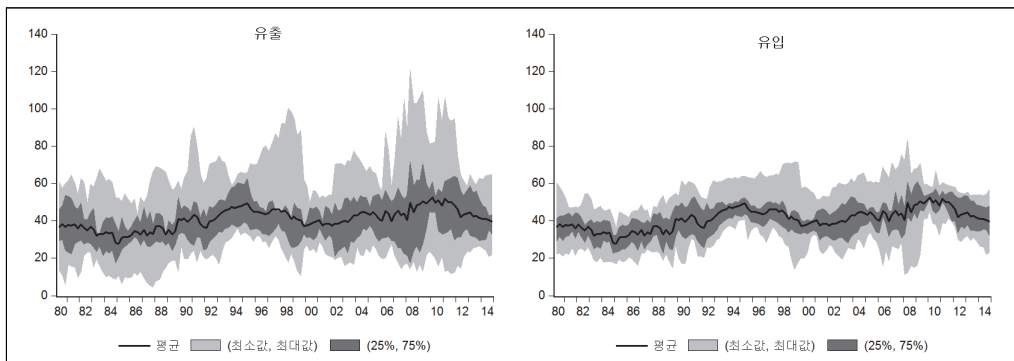
할 현상은 미국이 다른 국가에 미치는 영향력이 2000년대부터 점진적으로 증가하였으며, 2008년 글로벌 금융위기 시기에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 미국이 다른 국가를 선도한다는 Lee and Lee(2017)의 분석 결과와 상충되지 않는 자연스러운 결과이다. 프랑스의 경우에는 다른 국가로부터 받는 유입 연계성이 높아지고, 유출 연계성이 감소하여 다른 국가로부터 지속적으로 영향을 받고 있다. 한편, 일본과 독일은 다른 국가에 미치는 영향력과 다른 국가로부터 받는 영향력이 유사하여 순 영향력의 크기가 매우 작은 것을 알 수 있다.



〈그림 6〉 방향 연계성

다음으로, 방향 연계성 분포의 변화 추이를 〈그림 7〉에 제시하였으며, 이러한 방향 연계성의 분포 또한 의미 있는 정보를 제공한다. 연계성 지표 정의상 유출 또는 유입 연계성 지표의 평균은 총 연계성과 동일한 반면, 방향 연계성의 분포는 다른 것으로 나타났다. 먼저, 분포의 분산도를 측정하는 유출 연계성의 범위 및 사분위 간 범위가 유입 연계성의 범위 및 사분위 간 범위 보다 더 넓은 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 유출 연계성의 변화폭

이 유입 연계성 보다 더 크다는 것을 의미하며, 유출 연계성의 강도는 국가마다 큰 차이를 보이는 것으로 해석 할 수 있다. 또한 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 시기에 분포의 비대칭성을 살펴보면 유출 연계성은 오른쪽으로 긴 꼬리를 가지는 반면, 유입 연계성은 왼쪽으로 긴 꼬리를 갖는 형태이다. 즉 특정 국가는 큰 영향력을 끼친 반면, 특정 국가는 낮은 영향을 받은 것으로 유추할 수 있다.



〈그림 7〉 방향 연계성 분포

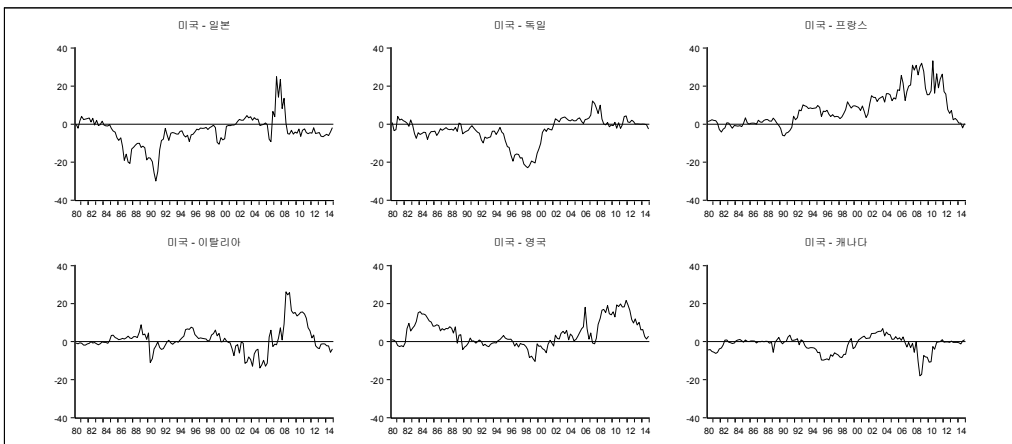
3) 미국의 쌍별 순 연계성 및 주요 시점별 네트워크 연계성 분석

여기에서는 본 논문의 주요 분석대상 국가인 미국 주택시장을 중심으로 미국과 다른 국가 사이의 연계성을 파악 할 수 있는 쌍별 순 연계성 및 주요 시점별 네트워크 연계성 분석에 대해 논의한다.¹³⁾ 미국의 쌍별 순 연계성 분석은 “미국 시장의 영향력이 어떻게 변화하였는가?”에 대한 동태적인 추이를 분석하는데 유용하며, 시점별 네트워크 연계성 분석은 특정 시점을 대상으로 시각화를 통해 연계성 메커니즘을 체계적으로 파악할 수 있는 장점이 있다. 따라서 이러한 두 가지 분석은 서로 보완적인 역할을 한다는 점에서 의미가 있다.

미국의 쌍별 순 연계성 추이는 〈그림 8〉에 제시하였다. 분석결과 미국은 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 시기에 프랑스, 이탈리아, 영국 등 유럽 국가에 큰 영향을 미친 것으로 나타났다. 미국 주택시장에서 발생한 서브프라임 모기지론 위기가 글로벌 금융시장으로 파급되고 유럽 재정위기로 확산되었기 때문에, 이는 일반적인 상식과 일치하는 결과라 할 수 있다. 미국과 캐나다의 관계를 살펴보면 금융위기 시기부터 미국이 캐나다로부터 약간의

13) 미국의 쌍별 순 연계성 지표는 식 (10)을 이용하여 도출하였다.

영향을 받고, 그 이후부터는 두 국가 사이의 순 영향력은 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 금융위기 시기부터 두 국가의 주택가격 움직임이 서로 상이하였기 때문인 것으로 판단된다. 한편, 미국과 일본 및 미국과 독일 주택시장 사이의 관계를 살펴보면 금융위기 시기를 제외하고 2000년대 이후부터 미국은 일본 및 독일 주택시장 사이에서 순 영향력은 거의 없는 것으로 나타났다.



〈그림 8〉 미국의 쌍별 순 연계성

다음으로 주요 시점별로 쌍별 방향 네트워크 연계성을 분석한다. 이를 위해 글로벌 금융위기 이전 시점인 2006년 4분기, 글로벌 금융위기가 발생한 2008년 3분기, 그리고 글로벌 금융위기 이후인 2013년 4분기 시점 등 총 3가지 시점으로 구분하여 연계성 메커니즘의 변화 추이를 논의한다.¹⁴⁾ 특히, 본 논문은 미국 주택시장에 초점을 맞춘다는 측면에서 미국의 서브프라임 모기지 사태가 악화되어 2008년 9월 리먼 브라더스 파산을 기점으로 시작된 글로벌 금융위기는 미국뿐만 아니라 대부분의 국가에서 주택가격이 폭락한 점에서 중요한 시기로 고려하였다. 따라서 글로벌 금융위기 시점에 대한 분석은 미국 주택시장의 변화를 포착할 수 있는 시기로 의미 있는 정보를 제공할 것으로 판단된다.

14) 2008년 글로벌 금융위기 사태가 2010년 상반기 유럽 재정위기로 확산되었으며, 이후에도 미국의 신용등급 강등 사건 등 크고 작은 사건들이 많이 발생하여 글로벌 금융위기 이후 시점은 미국 연방 준비제도의 테이퍼링(tapering) 등 출구전략이 본격적으로 논의된 2013년 4분기로 설정하였다(윤 여준 외, 2015).

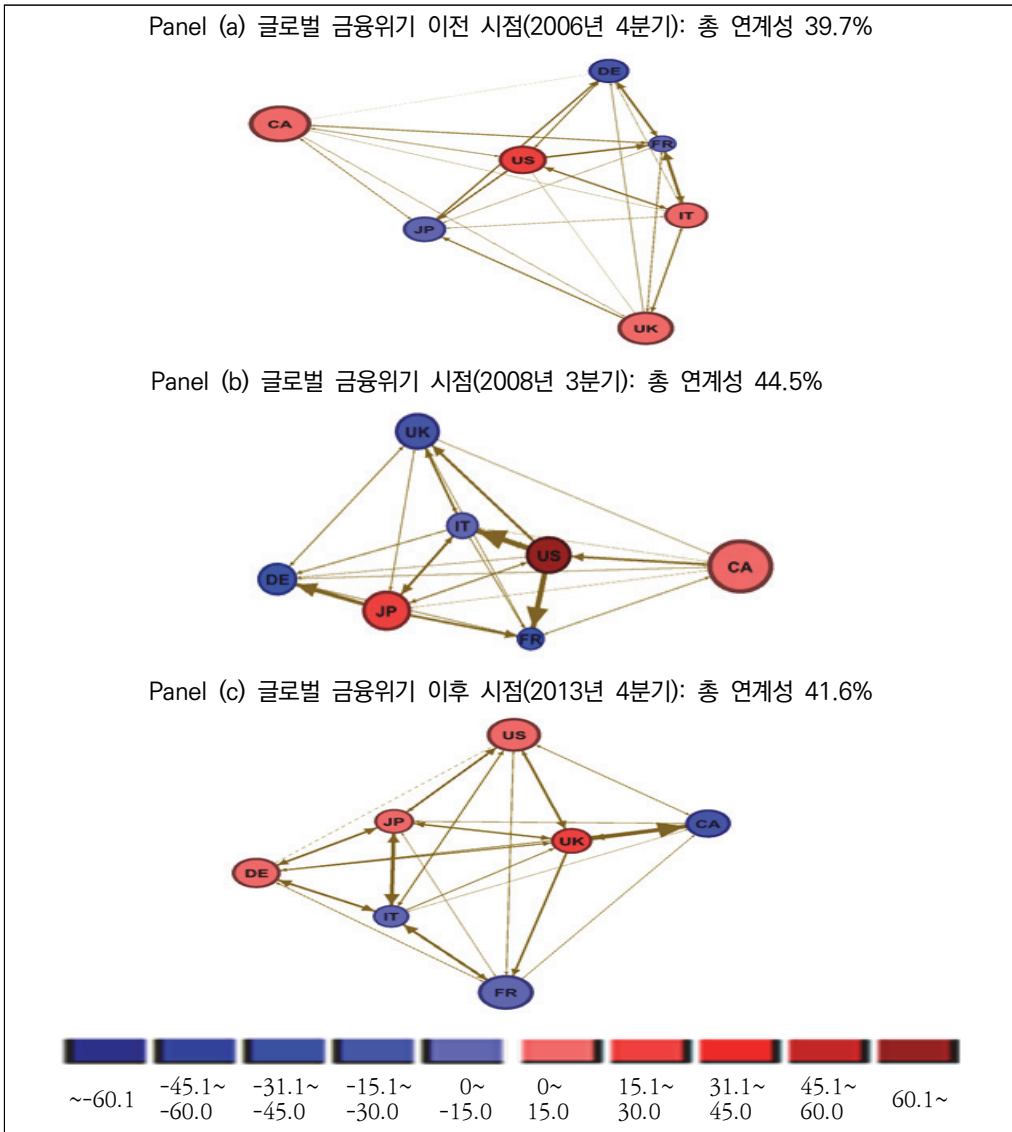
주요 시점별 쌍별 방향 네트워크 연계성은 <그림 9>에 제시하였다.¹⁵⁾ 먼저, 글로벌 금융위기 이전 시점을 제시한 <그림 9>의 panel (a)를 살펴보자. 이 시점에는 총 연계성은 39.7%로 추정되어 전체기간에서 추정된 18.3%보다 2배 이상 증가하였다. 이러한 결과는 2000년대 들어 대부분의 국가에서 주택가격이 상승하는 동조화 현상에 기인한 것으로 여겨지며, 자체 충격이 설명하는 비중의 크기를 나타내는 원의 크기가 전체기간에 비해 대부분의 국가에서 감소한 것으로 나타났다. 특징적으로, 이 시점에는 미국 주택시장이 네트워크의 중심에 위치하여 다른 시장과 연계성을 형성하는 것을 볼 수 있다. 또한 유럽 국가인 독일, 프랑스, 이탈리아 사이의 연계성이 전체기간에 비해 증가한 것으로 나타났다.

글로벌 금융위기 시점을 제시한 panel (b)를 보자. 총 연계성은 44.5%로 추정되어 글로벌 금융위기 이전 시점에 비해 약 5%정도 상승하였다. 원과 원 사이의 거리도 이전 시점에 비해 가까워져, 네트워크 원들이 밀집된 형태를 띠고 시장 간 상호 연계성이 증가하였다. 또한 미국의 원은 어두운 빨간색을 띠고 선과 화살표의 두께도 이전 시점과 비교하여 굵어져, 미국의 영향력이 이전 시점 보다 더욱 높아진 것을 볼 수 있다. 이는 미국 주택시장이 다른 주택시장을 강하게 선도한다는 의미이며, 이 시점에 미국은 프랑스, 이탈리아, 영국 등 유럽 국가에 지대한 영향력을 끼친 것으로 나타났다.

마지막으로 글로벌 금융위기 이후 시점을 제시한 panel (c)를 살펴보면 글로벌 금융위기 이후 시점은 이전 시점과 비교하여 다소 다른 결과를 제시하고 있다. 총 연계성은 41.6%로 이전 시점 대비 소폭 감소하였으며, 원과 원 사이의 거리도 멀어져 네트워크 연계성이 약화되었다. 또한 글로벌 금융위기 시점에 비해 미국 주택시장의 영향력이 크게 감소하여 네트워크 중심에서 멀어졌으며, 영국이 네트워크 중심 근처로 이동하였다.

시점별 네트워크 연계성 결과를 종합하면, 시점별로 주택시장의 연계성 전달구조가 다르게 나타난 것으로 분석되었다. 이는 거시 경제적 충격이 국가별로 다른 영향을 미쳐 주택시장의 선도-후행(lead-lag) 관계가 다르게 나타난 것으로 판단된다. 특히, 미국 주택시장의 영향력은 글로벌 금융위기 이전 및 이후 시점보다 금융위기 시점에 다른 시장에 미치는 영향력이 두드러지게 나타났다.

15) 기본적인 네트워크 연계성 분석방법은 IV장 1절 2)항의 설명과 동일하지만, 시점별로 원의 시각화를 강조하기 위해 <표 3>의 색상 스펙트럼 수치를 다시 정의하였다. 또한, 각 시점별 연계성 표는 부록 <부표 1>에 제시하였다.



〈그림 9〉 주요 시점별 쌍별 방향 네트워크 연계성

V. 결론

2008년 글로벌 금융위기를 계기로 주택시장의 연계성을 이해하려는 관심이 증대되었다. 이는 대부분의 국가에서 주택이 경제 내에 차지하는 비중이 높아 주택시장에서 발생한 충

격이 거시경제 전반에 파급될 가능성이 높기 때문이다. 본 연구에서는 Diebold and Yilmaz(2012, 2014, 2016)의 연계성 모형을 이용하여 G7 국가의 주택시장 연계성에 관한 분석을 시도하였다. 이를 위해 1970년 1분기부터 2014년 4분기까지의 OECD 실질 주택가격지수를 대상으로 주택가격 변화율 사이에 나타나는 상호 연관성을 측정하고 시간흐름에 따른 변화 추이를 분석하였다.

주요 실증분석 결과는 다음과 같다. 첫째, 전체기간에 대한 분석결과 총 연계성은 18.3%로 측정되어 G7 국가 사이의 주택시장은 상호 연관성이 낮은 것으로 분석되었다. 둘째, 표본이동 분석결과 총 연계성의 추세는 시간이 지날수록 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 글로벌 금융시장과 유사하게 주택시장도 통합도가 증대되는 결과로 해석된다. 그러나 총 연계성의 순환변동은 경기변동에 따라 상승과 하락을 반복하며 움직였으며, 글로벌 금융위기 및 유럽 재정위기 시기에 정점에 도달한 것으로 나타났다. 셋째, 글로벌 금융위기 시기에 미국 주택시장이 다른 국가에 미치는 영향력이 가장 두드러지게 나타났다.

본 연구에서는 G7 국가의 주택가격 변화율 사이의 연계성에 대해 심층적으로 분석하여, 주택시장 사이의 연계성이 증대되고 글로벌 금융위기 시기에 미국의 영향력이 가장 높은 것으로 분석되었다. 주택시장 간 동조성이 증대된다는 결과는 기존의 선행연구에서도 제시하였는데, 본고에서는 이러한 네트워크 연계성의 방향성, 크기, 시간가변 속성 등을 다양한 지표들을 이용하여 체계적으로 분석하였다. 특히, 이러한 결과는 주택시장의 모니터링을 강화하여 주택시장 간 연계성의 방향성 및 크기 등을 예측하는데 유용한 정보를 제공할 것으로 기대된다.

본고에서는 G7 국가의 주택시장만을 대상으로 분석하였으나, 연계성 경로에 관한 엄밀한 이론적·실증적 분석이 필요하다. 특히 주택시장과 경기변동 그리고 금융시장 사이의 연관관계를 파악하는 체계적인 연구가 필요하다고 판단되며, 이러한 연구는 향후 다양한 분석 모형이 개발됨에 따라 체계적인 분석이 지속되어야 한다.

참고문헌

1. 김경환·손재영, 『부동산 경제학』, 건국대학교출판부, 2010.
2. 김수현, “독일의 자가소유율이 낮은 이유: 주택체제론(housing regime) 관점의 검토,”

- 한국주택학회, 2013, pp.5-36.
3. 빈재익, “주요 유럽 국가들의 실질주택가격지수의 최근 추이와 시사점,” 한국주택금융공사, 2014.
 4. 서승환, “주택가격의 국제적 공조성에 관한 연구,” 『주택연구』, 제20권 제4호, 한국주택학회, 2012, pp.103-124.
 5. 윤여준 · 이용 · 권혁주 · 문성만, “미국 통화정책 정상화에 따른 출구전략 효과 및 시사점,” 대외경제정책연구원, 2015.
 6. 이항용 · 이진, “아파트 매매가격의 지역 간 전이효과: 일반화 예측오차 분산분해를 이용한 7개 대도시를 중심으로,” 『국토연구』, 제82권, 국토연구원, 2014, pp.3-15.
 7. 장병기, “주택가격의 지역 간 전이효과와 시간가변 특성,” 『주택연구』, 제22권 제2호, 한국주택학회, 2014, pp.5-28.
 8. 장영길, “주택가격의 글로벌 동조화와 파급경로에 관한 연구,” 『부동산연구』, 제24권 제1호, 한국부동산연구원, 2014, pp.39-52.
 9. Antonakakis, N., Chatziantoniou, I. and C. Floros, “Dynamic Connectedness of UK Regional Property Prices,” MPRA Paper, No. 68421, 2015.
 10. Diebold, F. X. and K. Yilmaz, “Better to Give than to Receive: Predictive Directional Measurement of Volatility Spillovers,” *International Journal of Forecasting*, Vol. 28 No. 1, 2012, pp.57-66.
 11. Diebold, F. X. and K. Yilmaz, “On the Network Topology of Variance Decompositions: Measuring the Connectedness of Financial Firms,” *Journal of Econometrics*, Vol. 182 No. 1, 2014, pp.119-134.
 12. Diebold, F. X. and K. Yilmaz, *Financial and Macroeconomic Connectedness: A Network Approach to Measurement and Monitoring*, Oxford University Press, 2015.
 13. Diebold, F. X. and K. Yilmaz, “Trans-Atlantic Volatility Connectedness Among Financial Institutions. 2004-2014,” *Journal of Financial Econometrics*, Vol. 14 No. 1, 2016, pp.241-256.
 14. Holly, S., M. H. Pesaran and T. Yamagata, “Spatial and Temporal Diffusion of House Prices in the UK,” *Journal of Urban Economics*, Vol. 69 No. 1, 2011, pp.2-23.

15. Jackson, M. O., *Social and Economic Networks*, Princeton University Press, 2008.
16. Jacomy, M., S. Heymann, T. Venturini and M. Bastian, "ForceAtlas2, A Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the Gephi Software," *PLoS ONE*, Vol. 9 No 6, 2014.
17. Kim, K-H. and B. Renaud, "The Global House Price Boom and Its Unwinding: An Analysis and a Commentary," *Housing Studies*, Vol. 24 No. 1, 2009, pp.7-24.
18. Kim, K.-H. and Y.-J. Park, "International Co-movement of Housing Price Cycles in East Asia and Greater China," *Asian Economic Papers*, Vol. 15 No. 1, 2016, pp.78-98.
19. Koop, G., M. H. Pesaran and S. M. potter, "Impulse Response Analysis in Non-linear Multivariate Models," *Journal of Econometrics*, Vol. 74 No. 1, 1996, pp.119-147.
20. Lee, H. S. and W. S. Lee, "Cross-regional connectedness in Korean housing market," Presented at 2016 Asia Pacific Real Estate Research Symposium (August, 2016).
21. Lee, H. S. and W. S. Lee, "Housing Market Volatility Connectedness among G7 Countries," *Applied Economics Letters*, 2017, forthcoming.
22. Liow, K. H., "The Dynamics of Return Co-Movements and Volatility Spillover Effects in Greater China Public Property Markets and International Linkages," *Journal of Property Investment and Finance*, Vol. 32 No. 6, 2014, pp.610-641.
23. Liow, K. H., "Volatility Spillover Dynamics and Relationship across G7 Financial Markets," *North American Journal of Economics and Finance*, Vol. 33, 2015, pp.328-365.
24. Mühlhofer, M., "Why Do REIT Returns Poorly Reflect Property Returns? Unrealizable Appreciation Gains Due to Trading Constraints as the Solution to the Short-Term Disparity," *Real Estate Economics*, Vol. 41, 2013, pp.814-857.
25. OECD, "OECD Composite Leading Indicators: Turning Points of Reference Series and Component Series," 2017.

26. OECD, Eurostat, ILO, IMF, The World Bank and UNECE, "Handbook on Residential Property Price Indices," 2013.
27. Pesaran, M. H. and Y. Shin, "Generalized Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models," *Economics Letters*, Vol. 58, 1998, pp.17-29.
28. Sims, C. A., "Macroeconomics and Reality," *Econometrica*, Vol. 48 No. 1, 1980, pp.1-48.
29. Vansteenkiste, I. and P. Hiebert, "Do House Price Developments Spillover across Euro Area Countries? Evidence from Global VAR," *Journal of Housing Economics*, Vol. 20 No. 4, 2011, pp.299-314.
30. Yoon, J. H. and J. H. Lee, "The Linked Movement of House Prices and GDP in the G7 Countries," *The Korea Spatial Planning Review*, Vol. 82, pp.49-60.
31. <http://www.oecd.org/eco/outlook/focusonhouseprices.htm>, OECD House Price database.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 접수일 2017. 07. 10. • 심사일 2017. 07. 18. • 심사완료일 2017. 08. 22. |
|---|

부록

〈부표 1〉 주요 시점별 연계성 표

Panel (a) 글로벌 금융위기 이전 시점(2006년 4분기)								
	미국	일본	독일	프랑스	이탈리아	영국	캐나다	유입
미국	62.84	6.39	5.79	4.24	13.56	0.87	6.30	37.16
일본	13.07	56.58	6.96	3.62	3.49	10.72	5.57	43.42
독일	8.98	12.61	53.29	15.71	3.51	5.05	0.85	46.71
프랑스	16.59	2.06	11.38	37.05	18.84	4.22	9.85	62.95
이탈리아	10.94	4.13	3.44	15.00	57.48	6.26	2.75	42.52
영국	2.21	1.29	1.96	6.58	10.44	73.79	3.72	26.21
캐나다	5.65	5.94	0.54	4.77	1.16	0.79	81.16	18.84
유출	57.43	32.42	30.07	49.93	51.00	27.92	29.05	277.82
순	20.28	-11.00	-16.65	-13.03	8.48	1.71	10.21	39.7%
Panel (b) 글로벌 금융위기 시점(2008년 3분기)								
	미국	일본	독일	프랑스	이탈리아	영국	캐나다	유입
미국	58.22	7.26	0.37	7.35	11.76	0.12	14.92	41.78
일본	7.70	62.06	4.75	3.54	15.79	5.03	1.13	37.94
독일	2.99	27.00	50.36	3.82	6.26	5.72	3.85	49.64
프랑스	33.17	15.29	5.11	35.49	4.95	2.51	3.49	64.51
이탈리아	37.99	10.45	0.29	1.80	41.71	6.98	0.79	58.29
영국	16.66	2.73	5.83	3.81	13.40	56.86	0.70	43.14
캐나다	4.47	0.80	2.08	4.89	1.12	3.02	83.62	16.38
유출	102.98	63.53	18.43	25.22	53.28	23.37	24.88	311.68
순	61.20	25.59	-31.21	-39.29	-5.02	-19.77	8.50	44.5%
Panel (c) 글로벌 금융위기 이후 시점(2013년 4분기)								
	미국	일본	독일	프랑스	이탈리아	영국	캐나다	유입
미국	68.95	11.78	0.22	2.28	6.43	6.11	4.23	31.05
일본	5.84	50.59	12.63	2.33	14.18	10.51	3.91	49.41
독일	0.18	10.69	62.04	3.61	13.40	4.69	5.40	37.96
프랑스	4.27	2.07	2.09	70.78	9.65	10.52	0.62	29.22
이탈리아	5.23	18.12	12.79	15.00	46.16	1.61	1.09	53.84
영국	12.27	9.70	7.62	0.69	5.05	52.49	12.18	47.51
캐나다	3.89	0.56	4.35	2.79	1.42	29.48	57.52	42.48
유출	31.68	52.91	39.70	26.69	50.14	62.91	27.43	291.46
순	0.63	3.50	1.74	-2.53	-3.70	15.40	-15.05	41.6%

국문요약

주택시장의 국제적 네트워크 연계성 분석

본 논문은 예측오차 분산분해를 이용한 Diebold and Yilmaz(2014, 2016)의 네트워크 연계성 모형을 이용하여 글로벌 주택시장의 연계성을 분석하였다. 구체적으로 연계성 지수를 측정하고, 글로벌 금융위기 시기에 초점을 맞춰 G7 국가의 주택시장 연계성을 파악하기 위한 실증분석을 시도하였다.

주요 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 전체기간에 대한 분석결과 총 연계성은 18.3%로 측정되어 G7 국가 사이의 주택시장은 상호 연관성이 낮은 것으로 분석되었다. 둘째, 표본이동 분석결과 총 연계성의 추세는 시간이 지날수록 증가하는 것으로 나타났다. 이는 글로벌 주택시장의 통합도가 증대되는 결과로 해석된다. 그러나 총 연계성의 순환변동은 경기변동에 따라 상승과 하락을 반복하며 움직이는 것으로 분석되었다. 셋째, 글로벌 금융위기 시기에 미국 주택시장이 다른 국가의 주택시장에 미치는 영향력이 가장 두드러지게 나타났다.