



WP 20-07

아파트 가격거품 검증과 시사점 (2012년~2020년 1월)

최진 국토연구원 연구원 (jchoi@krihs.re.kr)



※ 이 Working Paper의 내용은 국토연구원의 공식 견해가 아니며, 저자 개인의 의견입니다. 연구 내용에 대하여 궁금한 점은 저자의 이메일로 문의하여 주시고, 인용 시에는 저자 및 출처를 반드시 밝혀주시기 바랍니다.

차례

01 서론	05
02 국내 주택시장 가격동향과 가격거품의 이론적 검토	09
03 아파트 가격거품 분석(2012년~2020년 1월)	17
04 결론 및 시사점	25
〈부록〉	27



01 서론

1) 연구배경

- 주택가격의 급격한 변동은 개인 및 국가경제에 큰 영향을 미칠 수 있음

 - 부동산(주택)가격의 급등이 지속되면 부동산 자산 보유 여부에 따라 계층 간 양극화 및 불균형이 심해질 수 있으며 부동산으로의 과도한 유동성의 집중은 투자와 생산 활동으로의 자금흐름을 위축시켜 장기적으로 경제성장을 저해할 수 있음
 - 또한, 급격히 상승한 부동산가격이 급락할 경우 1990년대 일본의 장기침체, 2008년 미국의 서브프라임 모기지 사태와 같이 연쇄적인 자산 가격 하락으로 이어져 경기침체의 주요한 원인이 될 수도 있음

- 국내 부동산시장은 2012~2013년 이후 서울 및 수도권과 광역시를 중심으로 가격상승이 이루어지고 있으며 서울 등 일부 지역은 높은 가격상승률을 보이고 있음

 - 문재인 정부는 2017년 6.19 부동산 안정화 대책을 시작으로 2017.8.2. 부동산 종합대책, 2018. 9.13 주택시장 안정대책, 2019. 12.16 주택시장 안정화 방안, 2020. 07.10 부동산대책 등 투기수요를 억제하고 실수요를 진작하기 위한 주택시장 안정방안을 지속 추진
 - 지속적인 가격 안정화 정책이 수행되었으나 정책 적용 이후에도 일부 지역을 중심으로 가격이 지속 상승하는 등 지역별 과열양상이 나타나고 있음

- 지속적인 상승양상을 보이는 주택시장에 실 거주 수요 이외의 가격상승에 대한 차익을 노리는 투기적인 수요 존재에 대한 문제가 꾸준히 제기되고 있으며 시장가격에 거품이 생성될 가능성이 존재

 - 주택가격에 거품이 생성될 경우 주택수요자 입장에서는 높은 가격에 주택을 매입할 수밖에 없으며 거품 붕괴 시 자산가격 하락에 따른 금융 불안정과 경기침체 등 경제 전반에 걸친 부작용이 초래될 수 있음(김경환, 이한식 2000; 이준희 2006)

2) 연구목적

- 이 연구는 국내외에서 활용되는 가격거품 검정 방법론을 적용하여 국내 주택시장에 가격거품이 존재하는지 여부에 대해 분석 및 검증하고자 함
 - 주택가격은 단순히 가격이 급격히 상승하거나 수준이 높다고 하여 거품이 있다고 단정 지을 수 없음
 - 국내외에서 활용된 가격거품 검정 방법론을 활용하여 현재 주택가격의 내재가치 대비 상승수준과 거품 존재 여부를 판단하고자 함

3) 연구범위

- 시·도 단위를 기준으로 분석을 수행하되 주택가격 상승의 중심으로 주목되었던 강남4구를 추가하여 진행하였으며 여러 주택유형 중 아파트에 한정하여 분석을 수행함
 - 분석대상은 아파트, 연립, 단독 등 다양한 주택 유형 중 최근 가격 상승이 집중되었던 아파트에 한정하여 분석 수행
 - 분석 자료는 한국감정원의 실거래가격지수와 중위가격 데이터를 사용하였으며 국민은행 HAI(주택구매력지수), 전월세 전환율, 사회적 할인율 등을 분석과정에서 활용하였음
 - 자료의 시간적 범위는 실거래가격지수는 2012년 1월부터 2019년 10월, 중위가격지수는 2012년 1월부터 2020년 1월까지의 시기를 대상으로 분석을 수행하였음

표 1 분석자료 범위 및 출처

구분	단위 및 기준	출처	자료 범위
실거래가격지수(아파트)	시도 및 강남4구	한국감정원	2012년 1월~2019년 10월
매매 및 전세 중위가격(아파트)	시도 및 강남4구	한국감정원	2012년 1월~2020년 01월
전월세전환율	전국	한국감정원	2012년 1월~2019년 12월
주택구매력지수(HAI)	시도 및 강남4구	국민은행	2012년 1월~2019년 12월
사회적할인율	전국	예비타당성 조사 수행 총괄지침	-

자료: 저자 작성.

4) 연구방법

■ 거품에 대한 이론적 논의를 진행한 뒤 현재가치모형(Present Value Model)에 기반한 방식과 로그주기패턴모형(Log-Periodic Power Law, 이하 LPPL)을 활용한 두 가지 분석 방법론을 적용하여 주택시장 가격거품을 분석하였음

- 2장에서는 가격지수 및 변동률 변화를 통해 최근 주택(아파트)의 가격 동향을 살펴보고 주택가격 거품 및 거품검증에 대한 이론적 논의를 진행하였음
- 3장에서는 2장의 결과를 바탕으로 현재가치모형과 LPPL 모형을 활용하여 내재가치 대비 주택가격수준과 거품 존재 여부에 대해 판단하였음

■ 현재가치모형(Present Value model)을 활용한 가격거품분석

- 주택가격 거품 검증을 위한 국내외 선행연구는 다양한 이론적, 기술적 방법론을 적용하여 수행되어 왔으며 그중 다수의 연구가 주택가격이 주택임대소득을 할인하여 합한 값과 같아야한다는 현재가치모형(present value model)에 기반하여 연구가 진행되었음
- 현재가치모형은 Campbell and Shiller(1987)가 주식가격의 적정성 및 거품의 존재유무를 분석에 활용한 이래 Messe and Wallace(1994), 이용만(2000), 이준희(2006), Bourassa, Hoesli and Oikarinen(2016) 등 국내외 다양한 연구자들이 주택시장에 적용하여 주택가격의 거품검증에 활용하였음

■ 로그주기패턴모형(LPPL)을 활용한 가격거품분석

- Johansen and Sornette(2000)는 높은 실증연구 적합률을 보이는 Log Periodic Power law(LPPL)이라는 방법론을 제시하였음
- 투기적인 행태로 거품이 발생한 자산시장에서 외부적 충격이 없는 조건에서 자산시장의 붕괴가 발생하는 것은 내부적인 붕괴로 분류되는데 LPPL은 이러한 내부적 붕괴를 예측하기 위해 고안되었음
- 초기에는 지진, 파열, 물체의 붕괴 등 특정 주기의 파동을 나타내는 행태에 대한 붕괴 임계시점을 예측하는 데 활용되었으며 금융시장에 적용된 이후 주식가격, 주택가격, 상품가격 등의 거품 및 붕괴예측에 활용되고 있음

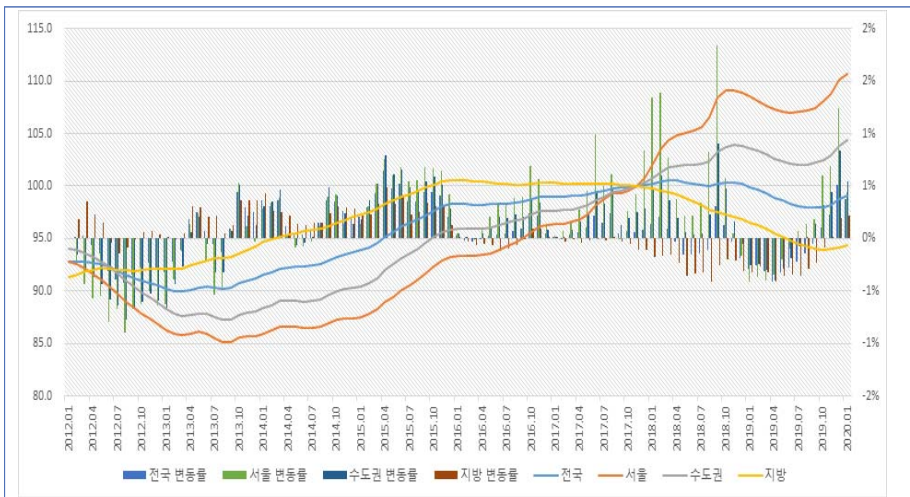


02 국내 주택시장 가격동향과 가격거품의 이론적 검토

1) 주택(아파트) 가격동향

- 한국감정원 아파트 매매가격지수, 아파트 실거래가격지수, 아파트 중위가격 자료를 통해 전국, 수도권, 서울, 지방의 아파트 가격동향을 살펴보았음
- 아파트 매매가격지수 기준 서울과 수도권은 2013년 8월 이후 상승하기 시작하여 큰 폭의 하락 없이 최근까지 상승하는 추세를 보이고 있으며 지방은 2015년 11월 이후 상승을 멈추고 2017년 11월 이후 하락하는 추세를 보임
 - 매매가격지수 변동률은 지방은 상승·하락의 변동폭이 0.5% 내외를 보이고 있으나 서울의 경우 2016년 이후 상승폭이 점차 확대되는 추세를 보임
 - 저점 대비 고점의 상승폭은 서울이 2013년 8월 85.7에서 2020년 1월 110.6으로 29.9% 상승하였으며 지방은 2012년 1월 91.4에서 2016년 2월 100.6으로 10.1% 상승함

그림 1 2012년 1월~2020년 1월 아파트 매매가격지수 및 변동률(전국, 서울, 수도권, 지방)

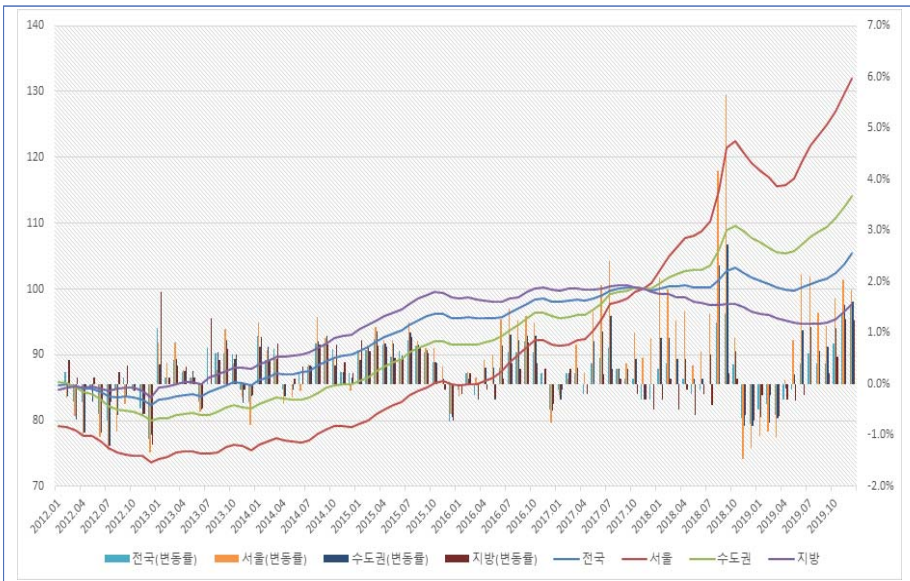


자료: 한국감정원 주택가격동향, 2017년 11월 지수 = 100, 변동률은 전월대비 기준.

■ 아파트 실거래가격지수 기준 서울과 수도권은 2013년 1월 저점에서 상승하기 시작하여 최근 까지 상승하는 추세를 보이고 있으며 지방은 2015년 01월 이후 상승을 멈추고 횡보하다 2017년 11월 이후 하락하는 추세를 보임

- 실거래가격지수 변동률은 매매가격지수와 마찬가지로 지방은 상승·하락의 변동폭이 0.5% 내외를 보이고 있으나 서울의 경우 상승폭이 점차 확대되는 모습을 보이고 있음
- 저점 대비 고점 상승폭은 서울이 2012년 12월 73.6에서 2019년 10월 132로 79.3% 상승 하였으며 지방은 2012년 12월 83.6에서 2017년 9월 100.5로 20.2% 상승

그림 2 2012년 1월~2019년 10월 아파트 실거래가격지수 및 변동률(전국, 서울, 수도권, 지방)



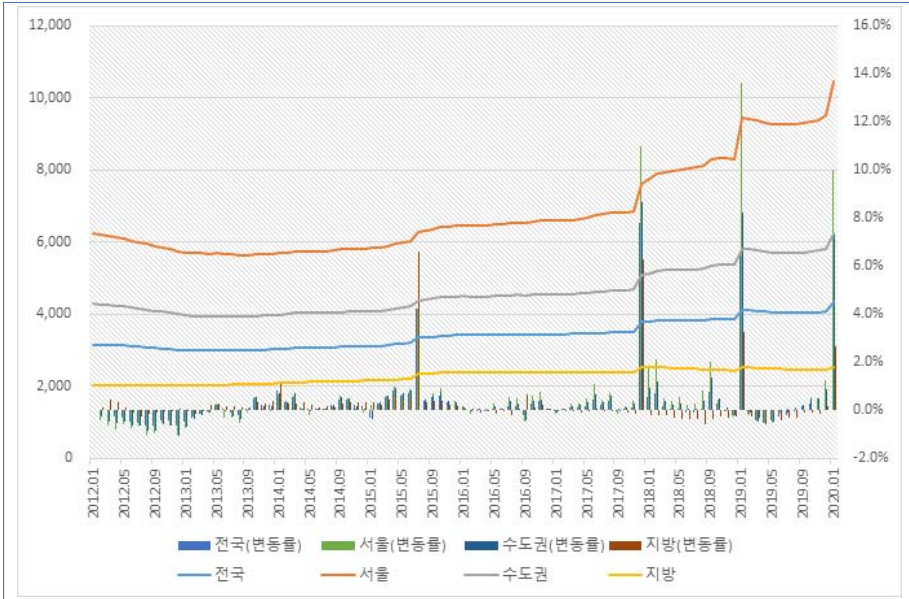
자료: 한국감정원 아파트 실거래가격지수, 2017년 11월 지수 = 100, 변동률은 전월대비 기준.

■ m²당 중위매매가격 시계열 자료의 경우 서울은 2013년 9월 이후 지속적으로 상승하며 상승폭이 점점 가파르게 증가하고 있으나 지방의 경우 소폭 상승한 수준에 그치고 있음

- 2012년 1월 ~2020년 1월까지 기간 중 서울의 최저 중위가격은 2013년 9월 5,623(천원/m²)이었으며 최고 중위가격은 2020년 1월 10,462(천원/m²) 약 86.1% 상승하였음
- 2012년 1월 ~2020년 1월까지 기간 중 지방의 최저 중위가격은 2012년 1월 2,021(천원/m²)이었으며 최고 중위가격은 2017년 12월 2,532(천원/m²) 약 25.6% 상승하였음

※ 다만, 중위가격은 표본분포에 민감하게 반응하는 지표로 표본 개편 시 지수의 동률과 다를 수 있어 시계열적 해석에 유의 필요

그림 3 2012년 1월~2020년 1월 m^2 당 중위매매가격(전국, 서울, 수도권, 지방)



자료: 한국감정원 주택가격동향, 변동률은 전월대비 기준.

■ 매매가격지수, 실거래가격지수 및 중위가격의 전국, 서울, 수도권, 지방 모두 저점과 고점의 시점 차이와 변동수준 차이는 존재하나 서울은 2013년 이후 최근까지 상승폭을 확대하며 가격이 높아지고 있는 반면 지방은 2016~2017년 고점을 형성한 뒤 가격이 안정화되는 모습을 보임

- 저점 대비 상승 수준의 경우 서울은 매매가격지수로는 29.9% 상승하였으나 실거래 가격지수 중위가격 모두 약 80%대 이상의 가격 상승률을 기록
- 지방의 저점 대비 고점의 상승률은 20%대 수준이었으며 최근 3년간은 지수 기준으로 가격이 하락하였으며 중위가격은 회복하는 모습을 나타냄

2) 주택가격지수와 주택구매력지수(HAI) 추이

■ 주택구매력지수(HAI)¹⁾

- 주택구매력지수는 우리나라에서 중간 정도의 소득을 가진 가구가 금융기관의 대출을 받아 중간가격 정도의 주택을 구입한다고 가정 시, 현재의 소득으로 대출 원리금 상환에 필요한 금액을 부담할 수 있는 능력을 의미
- HAI 수치가 100보다 클수록 중간 정도의 소득을 가진 가구가 중간가격 정도의 주택을 큰 무리 없이 구입할 수 있다는 것을 나타내며 HAI가 상승하면 주택구매력이 증가하는 것을 의미함

■ 연도별·가구원수별 기준 중위소득 변화

- 가구원수별 중위소득은 매년 일정 수준 상승하여 2020년 기준 2015년 대비 5년 동안 2인 가구 15.1% , 1~6인가구는 12.5% 상승

표 2 연령별·가구원수별 중위소득

(단위: 원)

구분	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1인가구	1,562,337	1,624,831	1,652,931	1,672,105	1,707,008	1,757,194
2인가구	2,600,196	2,766,603	2,814,449	2,847,097	2,906,528	2,991,980
3인가구	3,441,364	3,579,019	3,640,915	3,683,150	3,760,032	3,870,577
4인가구	4,222,533	4,391,434	4,467,380	4,519,202	4,613,536	4,749,174
5인가구	5,003,702	5,203,849	5,293,845	5,355,254	5,467,040	5,627,771
6인가구	5,784,870	6,016,265	6,120,311	6,191,307	6,320,544	6,506,368

자료: 통계청 기준 중위소득 추이.

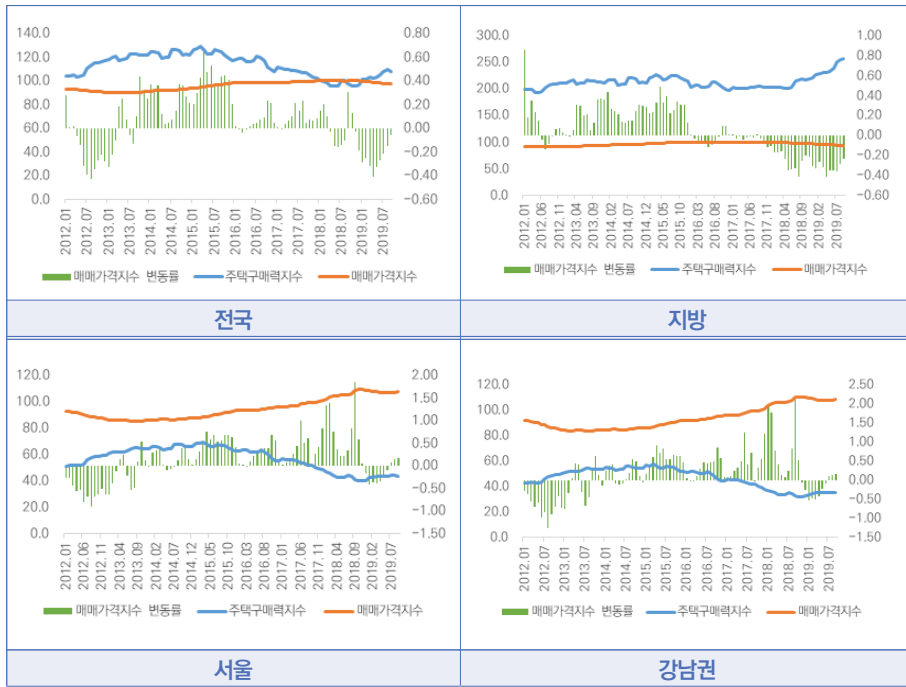
■ 지역별 주택구매력 지수와 매매가격지수 및 변동률 추이 비교

- 전국의 주택구매력지수는 2015년 정점을 기록한 뒤 하락세를 보이다 2018년 소폭 상승 전환하였으며 2012년~2019년 9월까지 평균 113.2의 수치를 보임
- 지방의 주택구매력지수는 전체적으로 200이상의 수치를 보이고 있으며 2018년 이후 주택구매력수치가 상승하여 2019년 9월 256.8로 가장 높은 수치를 보임
- 서울과 강남권의 경우 2014년 주택매매가격이 상승하는 추세를 보인 시기부터 주택구매력지수가 하락하기 시작하였으며 최근지수 기준 서울은 44.0, 강남권은 35.1로 중간 정도 소득을 지닌 가구가 서울에서 주택 구입이 어려워지고 있음을 보임

1) KB부동산 리브온. 월간주택가격동향. <https://onland.kbstar.com>

- 주택구매력지수 기준으로 전국과 지방에서의 주택 구입은 무리 없이 가능한 수준이나 강남지역을 포함한 서울의 경우 저금리, 소득 상승 등의 기초여건 변화보다 가격상승 수준이 더 높아 주택구매 여력이 악화되고 있는 것으로 나타남

그림 4 주택구매력지수와 주택매매가격지수 추이



자료: KB부동산 리브온 월간주택가격동향(<https://onland.kbstar.com>), 변동률은 전월대비 기준.

3) 주택가격 거품검증에 대한 이론적 논의

- ‘주택가격에 거품이 존재하는가’는 오랜 시간 많은 연구자들의 관심을 받는 주제였으며 주택가격이 급격히 상승하며 장기간 지속될 때 가격거품 존재 여부에 대한 논쟁이 발생함
- 가격거품이 무엇인지는 일견 쉽게 이해될 수 있는 것처럼 보이나 거품의 정의부터 실제 거품의 존재 여부에 대해 측정하는 일은 어려운 작업에 속함
 - 거품의 존재 유무에 대한 분석은 분석의 대상, 분석기간, 분석 방법론에 따라 매우 다양한 결과가 나타날 수 있기 때문에 거품의 존재 여부와 그 양에 대해 명확하게 제시하기 어려움
- 주택가격에 거품이 있는지에 대해서는 국내외에서 다양한 연구가 진행되어 왔으며 주택가격 관련 지표들을 활용하여 기술적 분석에 바탕을 두고 수행된 연구와 이론모형에 근거하여 실증 분석을 수행하는 방식 크게 두 가지 부류로 나뉘어 연구가 수행됨
 - 자산시장에서의 가격거품은 가격수준이 높다고 하여 거품이 있다고 단정할 수 없으며 이론적 논의에서는 일반적으로 주택의 시장가치가 주택이 가진 내재가치를 초과하는 부분이 존재할 경우 거품이 있다고 정의할 수 있음(조무상, 남주하 2019)
- 주택가격의 거품 측정에 있어 전통적인 이론모형에 의거하여 추정하는 연구는 주로 현재가치 모형(Present Value Model)에 기반을 두고 연구가 진행되었음
 - 현재가치모형은 주택가격이 주택을 통해 미래에 얻을 수 있는 기대수익의 현재가치 합과 같아야 한다는 것으로 주택시장의 거품을 현재 시장가격과 현재가치모형을 통해 산출한 내재가치의 차이로 정의
 - 핵심이 되는 내재가치의 측정은 주택가격의 시장가치를 종속변수로 주택의 내재가치를 결정하는 변수들로 회귀 분석하여 적합 값과 시장가격의 차이를 거품으로 식별하는 직접적인 방법과 거품 발생 시기에 가격변동성이 커지는 점에 착안하여 분산을 분석하는 간접적인 방법으로 나누어 볼 수 있음(이성수 2003; 김원희, 강원철 2012; 이용만, 김선웅 2006 등)
 - 이 연구에서는 현재가치모형에 기반한 간접적 거품 검정 방식 중 하나인 공적분 관계를 활용하여 분석을 수행하였음
 - 공적분 접근법은 가격과 임대료의 시간적 움직임이 유사하게 움직일 것이라는 점에 착안하여 주택가격과 임대소득 간 공적분 존재 여부에 따라 주택가격의 거품을 검증하는 방법임(Campbell, Shiller 1987; 이용만 2000; 이준희 2006 등)

- 현재가치모형을 이용한 분석은 주택가격과 주택임대소득 간의 관계만을 살펴보기 때문에 모형설정에 용이한 장점이 있으나 주택의 공급 요인 등 시장환경 요인을 반영하지 못하는 한계가 있음
- 기술적인 방법론을 적용하여 자산가격의 거품을 포착하고 붕괴를 예측하기 위한 또 다른 방법 중 하나로 로그주기패턴모형(LPPL)이 있음
- LPPL은 최초로 통계물리학에 기반해 발전한 방법론으로 2000년 닷컴버블, 2008년 금융위기 등을 포함한 금융시장에서 거품의 생성과 붕괴를 성공적으로 예측한 뒤로 금융시장을 포함한 주택시장, 상품시장 등 여러 자산군에 대해 광범위하게 적용되고 있음
 - 주택시장에 대해서는 미국, 영국의 주택가격 거품 예측에 대한 연구가 진행되었으며 Zhou and Sornette(2003; 2006) 연구에서 주택가격의 거품이 있는 것으로 진단한 이후 실제로 2008년 서브프라임 모기지 사태를 통한 주택시장 붕괴가 발생하는 등 예측결과와 정확성으로 주목을 받음
 - 처음 소개된 이후 LPPL 모형이 금융시장에 미치는 영향력이 매우 클 수 있기 때문에 모형의 한계점들에 대해 지적한 연구들과 보완하는 연구들이 지속적으로 수행되어 왔음
 - LPPL 모형의 가장 큰 특징은 자산가격의 거품이 가격이 오르면서 증가하는 위험과, 투자자들의 상호작용으로 인해 생성되는 양의 피드백(Positive feedback)으로 인하여 자산가격에 거품이 형성된다는 것임
 - LPPL 모형에서는 자산가격에 거품이 존재할 경우 시장 참여자들의 양의 피드백 현상으로 자산가격이 “지수함수보다 빠르게(Faster than exponential characteristics)” 움직이며 거품으로 인한 가격상승이 지속된다고 설명
 - 자산가격은 일반적으로 기하급수적(exponential)인 움직임을 보이거나 거품 국면에서는 멱법칙(power law)를 따르며 초기기하급수적(Super exponential)인 움직임을 보이기 때문에 이러한 움직임을 추정함으로써 거품 여부와 가격하락시점을 예측할 수 있다고 함
- 이 연구에서는 현재가치모형과 LPPL 모형을 활용하여 국내 주택(아파트)시장의 가격거품이 존재하는지 검정하고자 함
- 먼저 분석 대상지역을 선정하기 위해 지역별 매매 및 임대관련 지수를 활용, 내재가치를 산정하고 이를 주택가격과 비교하여 거품이 존재할 것으로 예상되는 지역을 선정하였음
 - 현재가치모형에 기반하여 주택가격과 임대료 간 공적분 검정을 통해 주택가격거품 여부를 검정하였음
 - LPPL 모형을 활용하여 기술적 분석관점에서 가격거품 여부를 검정하였음



03 아파트 가격거품 분석 (2012년~2020년 1월)

1) 주택내재가치 대비 매매가격비율 분석

■ 주택시장 거품에 대한 이론적 논의에서 정의한 바와 같이 주택이 지닌 내재가치 대비 고평가되어 있을 때 가격거품이 있다고 이야기할 수 있으나 내재가치 대비 얼마큼 고평가되어 있어야 하는가에 대한 명확한 정의는 없음

- Bourassal, Hoesli and Oikarinen(2016)은 주택가격이 내재가치 대비 20% 이상 상승할 경우 거품의 징후가 있는 것이라 하였으며 Abraham and Hendershott(1994), Roche(2007) 등 많은 국내외 연구에서는 자산가치의 내재가치와 실제가치의 차이가 통계적으로 유의한 수준이어야 주택시장에 거품이 있다고 진단하고 있음

■ 주택의 내재가치와 실제 주택가격과의 차이를 확인하고자 임대소득에 기반하여 주택의 내재가치를 산정하고 주택매매가격 대비 비율을 산정하였음

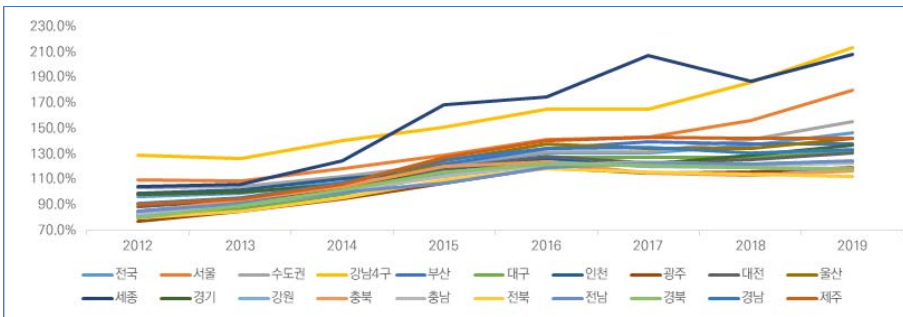
- 분석은 한국감정원의 실거래가격지수 및 매매, 전세 중위가격 자료를 사용하였으며 분석 범위는 전국 시도 및 강남4구를 대상으로 내재가치를 산정하고 매매가격과 비교하였음
- 중위가격은 ㎡당 매매중위가격, 실거래가격지수는 지수를 사용
- 내재가치추정을 위해서는 임대소득 자료가 필요한데 국내의 주된 임차유형은 전세나 보증부 월세로 순수월세로 아파트에 거주하는 경우는 매우 드물며 전세와 달리 월세자료는 구축된 시계열 자료가 길지 않아 활용하기에 용이하지 않음
- 임대소득을 산출하기 위해 중위가격의 경우 지역별 ㎡당 전세중위가격을 활용하였으며 실거래가격지수의 경우 시도별 매매가격대비 전세가격비율을 활용하여 전세가격을 산정한 뒤 한국감정원의 월별 전월세 전환율을 적용하여 임대소득을 산출하였음

■ 주택내재가치 산출을 위한 할인율은 국가사업의 예비타당성 조사에 활용되는 사회적 할인율(4.5%)을 적용하였으며 주택매매가격과 산출한 내재가치 모두 한국은행의 소비자물가지수(CPI)를 이용해 실질화하여 비교하였음

■ 전국 16개 시도와 강남4구를 대상으로 중위가격으로 산정한 내재가치 대비 매매가격비율 분석결과 서울, 강남4구, 세종의 내재가치 대비 매매가격비율이 지속적으로 상승하였으며 2017년 이후 상승폭이 더욱 확대됨(그림 5) 참조)

- 2019년 12월 기준 강남4구, 세종, 서울은 내재가치 대비 매매가격이 213.5%, 208.5%, 179.8%를 나타냄
- 2012년부터 2019년까지 7년간 내재가치 대비 매매가격비율의 상승률은 서울(109.9% → 179.8%), 강남4구(128.8% → 213.6%), 세종(105% → 208.5%)로 각각 69.9%, 84.7%, 103.5% 상승하였음
- 그 외 시도지역의 경우 2016년까지 꾸준한 상승세를 보이거나 지역별로 내재가치 대비 일정 수준을 유지하거나 혹은 하락한 상태를 보이는 것으로 나타남
- 지방의 경우 6대 광역시 평균 내재가치 대비 매매가격비율은 131.1%였으며 8개 도 지역은 123.7%를 나타냄
- 시도별로 구분 시 서울, 강남4구, 세종 지역이 그 외 지역에 비해 내재가치 대비 주택가격이 50~80% 고평가되어 있는 것으로 나타남

그림 5 내재가치 대비 매매가격비율(중위가격기준)



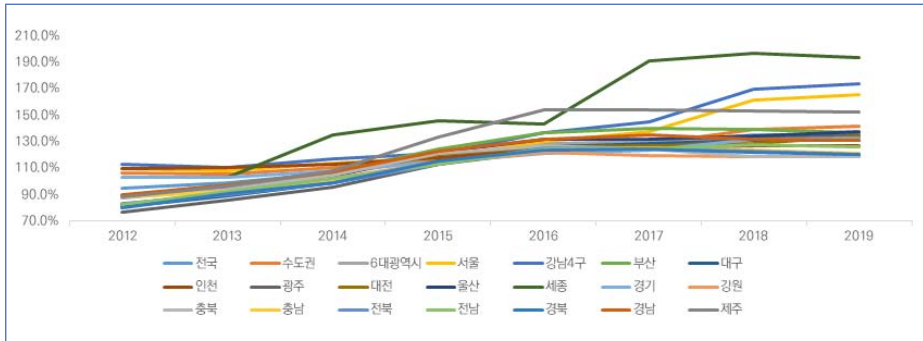
자료: 저자 작성.

■ 전국 16개 시도와 강남4구를 대상으로 실거래가격지수로 산정한 내재가치 대비 매매가격비율 분석결과도 중위가격으로 분석한 내용과 유사한 결과를 나타냄(그림 6) 참조)

- 서울, 강남4구, 세종의 내재가치 대비 매매가격비율이 지속적으로 상승하였으며 2017년 이후 상승폭이 더욱 확대되는 양상을 보임
- 2019년 10월 기준 강남 4구, 세종, 서울은 내재가치 대비 매매가격이 174.2%, 166.0%, 193.3%를 나타냄
- 2012년부터 2019년까지 7년간 내재가치 대비 매매가격비율의 상승률은 서울(109.5% → 166.0%), 강남 4구(112.8% → 174.2%), 세종(103.2%(2013년) → 193.3%)로 각각 56.5%, 61.4%, 90% 상승하였음

- 그 외 시도지역의 경우에도 중위가격을 이용하여 분석한 것과 마찬가지로 2016년까지 꾸준한 상승세를 보이다 이후 4년간 일정 수준을 유지하는 것으로 나타났으며 평균적으로 내재가치 대비 133.2% 수준을 보임
- 다만, 제주도가 2019년 기준 152.4%로 지방에서는 내재가치 대비 가장 높은 수준의 매매가격을 나타냈음

그림 6 내재가치 대비 매매가격비율(실거래가격지수 기준)



자료: 저자 작성.

■ 중위가격과 실거래가격지수로 내재가치 대비 매매가격비율을 분석한 결과 서울, 강남4구, 세종이 다른 지역에 비하여 매매가격이 고평가되어 있으며 2016년 이후 다른 지역이 일정 비율 수준을 유지하는 반면 해당 지역은 지속적으로 상승하는 양상을 보임

- 서울, 강남4구, 세종 모두 최근 내재가치가 중위가격기준 180% 이상, 실거래가격기준 160% 이상으로 주택임대소득으로 얻을 수 있는 현재가치보다 고평가되어 있음
- 내재가치 산정에 활용된 월별 전월세 전환율은 지속적인 감소 추세에 있으나 7년 평균 전월세 전환율이 5.7%로 전세가격을 통해 얻을 수 있는 실제 수익률이 전월세 전환율보다 낮을 경우(예: 회사채 수익률, 정기예금금리 모두 최근 1~3% 수준) 내재가치가 더 낮아져 매매가격과의 격차가 더 벌어질 가능성도 있음

■ 아파트 가격지수 및 변동률 추이, 내재가격대비 매매가격비율의 수준 결과를 종합할 경우 강남4구를 포함한 서울과 세종시에 주택가격 거품이 존재할 가능성이 있는 것으로 판단

- 2012년 이후 전국적으로 주택가격이 지속 상승하여 전반적인 가격수준이 내재가치 대비 높아졌으나 2016년을 기점으로 서울, 강남4구, 세종시는 지속적으로 주택가격이 상승하여 매매가격과 내재가치와의 괴리가 확대되는 반면 그 외 지방은 가격과 내재가치 대비 매매가격 수준이 안정되는 차별화된 양상을 보임

2) 현재가치모형을 활용한 주택가격거품검정

- 내재가치 산출에 사용된 임대소득과 주택매매가격 간 공적분 검정을 통해 주택가격 거품 여부를 분석하였음
 - 분석대상인 주택가격은 중위가격과 실거래가격지수를 대상으로 분석 수행
 - 분석대상지역은 주택가격이 지속적으로 상승하여 주택가격에 거품이 있을 것으로 예상되는 서울시, 강남4구, 세종시를 대상으로 함
 - 분석기간은 내재가치 대비 매매가격의 간격이 커지는 시점인 2016년 이후부터 2020년 1월까지(실거래가격지수의 경우 2019년 10월)를 대상으로 분석 수행
- 서울, 강남4구, 세종의 주택가격과 임대소득에 대하여 단위근 검정을 수행하였으며, 단위근 검정 방법으로는 ADF(Augmented Dickey Fuller) 방식과 PP(Phillips-Perron) 두 가지 방식 활용
 - 주택가격과 임대소득 그리고 1차 차분한 주택가격과 임대소득의 ADF, PP 분석결과는 <표 3>과 같음

표 3 주택가격 및 임대소득의 단위근 검정결과

구분		중위가격		실거래가	
		ADF	PP	ADF	PP
주택가격	서울	0.9938	0.9952	0.971	0.9758
	강남 4구	0.9967	0.9954	0.9236	0.9467
	세종	0.7716	0.8178	0.0911*	0.0574*
임대소득	서울	0.8067	0.8067	0.0623*	0.4841
	강남 4구	0.6378	0.5981	0.1559	0.595
	세종	0.9533	0.9533	0.6908	0.6955
주택가격 (1차차분)	서울	0.000***	0.0000***	0.0006***	0.0955*
	강남 4구	0.0007***	0.0006***	0.0031***	0.0583*
	세종	0.0000***	0.0000***	0.0000***	0.0000***
임대소득 (1차차분)	서울	0.0000***	0.0000***	0.0104**	0.0089***
	강남 4구	0.0000***	0.0000***	0.0139**	0.0108**
	세종	0.2705	0.2705	0.0032***	0.0042***

자료: 저자 작성.

■ 단위근 검정 결과 중위가격 기준으로는 서울과 강남4구, 실거래가격 기준으로는 서울, 강남4구, 세종이 공적분 검정에 적합한 자료 형태를 나타내는 것으로 분석되었음

- (중위가격) 원계열은 모든 지역에서 단위근을 가지는 반면 차분변수의 경우 서울과 강남4구는 정상성을 띄는 것으로 나타났으나 세종시의 경우 차분을 한 경우에도 단위근이 해소되지 않는 것으로 나타남
- (실거래가) 5%이하 수준에서 원계열은 단위근을 갖는 것으로 나타났으며 차분변수의 경우에도 모든 지역에서 안정적인 시계열로 변하여 단위근이 없는 것으로 나타남

■ 공적분 접근법에 의하면 주택가격과 임대소득 간 공적분관계가 성립하지 않을 경우 거품이 존재하는 것으로 볼 수 있으며 분석방식으로 요한센 공적분 방식을 적용하여 분석결과를 도출하였음

- 공적분 검정방식에는 주택가격에 대한 설명변수로서 임대료를 이용해 회귀분석을 한 뒤 오차항에 단위근이 존재하지 않으면 공적분관계가 성립하는 것으로 판별하는 앵글-그레인저(Engle and Granger)의 방법과 VAR모형에 대한 가설검정을 통해 적분계열 간 안정적인 장기 균형관계가 존재하는지를 점검하는 요한센 공적분 방식이 있음

■ 서울, 강남4구, 세종의 주택가격과 임대소득 간 공적분 검정결과는 아래 <표 4>와 같음

- (중위가격) 주택가격과 임대소득 간 공적분 분석 결과 서울, 강남4구, 세종 모두 공적분이 존재하지 않는 것으로 분석되었음
- (실거래가) 주택가격과 임대소득 간 공적분 분석 결과 서울과 강남4구에서 공적분이 존재하지 않는 것으로 분석되었음

표 4 주택가격 및 임대소득의 공적분 분석결과

	구분	중위가격	실거래가
λ_{Trace}	서울	0.8163	0.1865
	강남 4구	0.7496	0.3489
	세종	0.811	0.0052***
λ_{Max}	서울	0.8361	0.1354
	강남 4구	0.7895	0.2784
	세종	0.9044	0.0124**

자료: 저자 작성.

■ 단위근 및 공적분 검정결과를 종합하면 변수들의 단위근 및 정상성(stationary) 여부, 공적분 분석결과와 일치성 등을 고려할 경우 서울과 강남4구에 거품이 존재할 가능성이 높은 것으로 분석됨

- 서울과 강남4구는 중위가격, 실거래가 모두 가격거품이 존재하는 것으로 분석되었음
- 세종시는 중위가격으로 분석하였을 경우에만 거품이 존재하는 것으로 분석되었음

3) 로그주기패턴모형(LPPL)을 활용한 국내 주택가격 거품분석

■ 앞의 결과에서 거품이 존재할 가능성이 있는 것으로 나타난 서울, 강남4구, 세종을 대상으로 LPPL 모형을 활용하여 거품존재 여부에 대하여 분석하였음

- LPPL 모형을 활용한 분석은 분석대상이 되는 자료의 기간 설정이 중요한데 기존의 선행연구들은 이전의 자산가격의 거품이 형성된 뒤 붕괴가 일어난 후 가장 낮은 가격을 기록한 시점을 시작점으로 앞으로 거품의 붕괴가 일어날 것으로 예상되는 지점을 마지막 시점으로 설정하여 해당 기간 내에서 최적의 분석기간을 찾는 방식을 활용
- 주식시장과 같은 일별자료가 형성되는 시장의 경우 이전의 가격이 가장 낮은 지점부터 마지막 시점까지 특정 기간만큼 분석기간을 좁혀가며 모수를 반복 추정하고 이를 비교하여 최적화된 시점을 찾아냄
- 그러나 주택시장의 경우 활용할 수 있는 자료의 최소 범위가 월별 자료이며 활용 가능한 시계열의 길이가 일별 가격이 측정되는 다른 자산시장 대비 짧은 한계가 존재

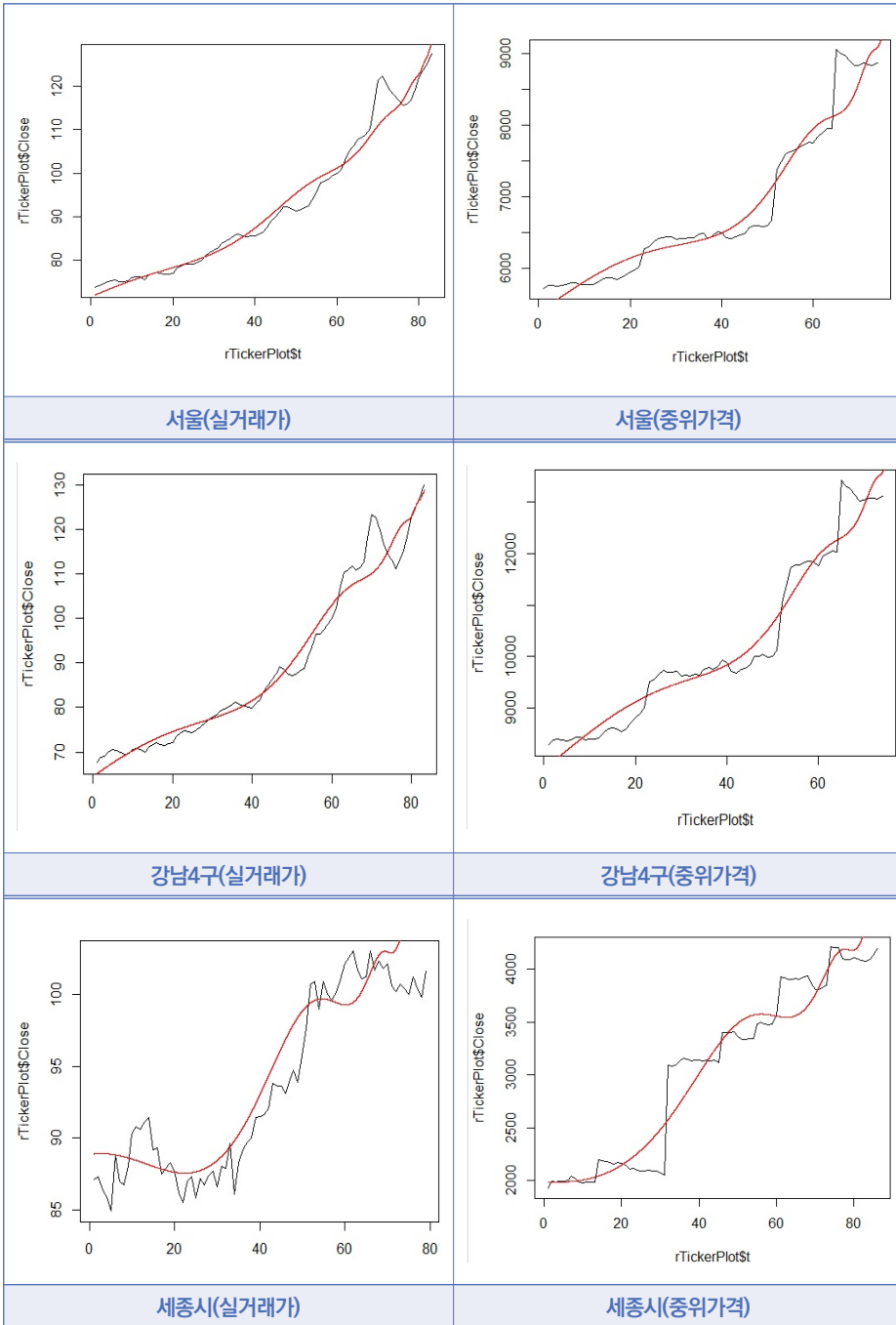
■ 앞선 분석에서 선정된 3지역(서울, 강남4구, 세종)을 대상으로 시계열 범위 내에서 가격이 가장 낮았던 시점을 시작점으로 하여 각 자료 시계열의 마지막 시점까지를 분석범위로 설정하여 LPPL 분석을 수행하였음

- 실거래가 기준 서울(2012.12월), 강남4구(2012.09월), 세종(2013.8월)이 분석 기간 내 가장 가격이 낮은 지점으로 시작점으로 설정
- 중위가격 기준 서울(2013.9월), 강남4구(2013.09월), 세종(2012.12월)이 분석 기간 내 가장 가격이 낮은 지점으로 시작점으로 설정
- 분석의 끝 시점은 가격자료가 확보된 마지막 분석기간인 2019.10월(실거래가)과 2020.1월(중위가격)을 마지막 시점으로 설정

■ <그림 7>은 서울, 강남4구, 세종의 가격자료에 대하여 LPPL 모형을 적용한 결과로 세 지역 모두 가격의 상승·하락 움직임의 주기가 점점 짧아지며 지속적으로 상승하는 모습을 보이고 있음

- LPPL 분석 그래프를 살펴보면 강력한 상승흐름이 보이며 상승의 각도도 점차 가팔라지는 모습을 나타내고 있음 이러한 상승모습은 거품 국면에 진입 시 가격이 지수함수보다 빠르게 상승하는 모습을 보인다는 내용에 부합함
- 서울, 강남4구, 세종 모두 기존의 선행연구들에서 자산가격 거품이 있을 때와 유사한 LPPL 곡선모양을 보이고 있으며 세종, 강남4구, 서울순으로 거품이 나타났을 때의 가격 움직임에 좀 더 부합하는 모습을 보임

그림 7 중위가격 및 실거래가격에 LPPL 모형 적용결과



자료: 저자 작성.

■ LPPL 분석결과 세종을 제외한 서울과 강남4구에서 거품국면 진입 시 나타나는 모수 추정치 범위 내의 분석결과 값이 도출되어 강남을 포함한 서울 지역의 주택가격에 거품이 존재할 가능성이 있는 것으로 나타남

- 기존의 관련 실증 연구들을 통해 밝혀진 바에 따르면 $0.1 < \beta < 0.9$, $4.8 < \omega < 7.9$, $|C| < 1$, $B < 0$ 범위에 있을 때 비교적 LPPL이 주어진 시계열 자료에 잘 적합하였으며 임계시점을 비교적 정확하게 추정할 수 있다고 함(Jang, Ahn, Kim and Song 2018)
- $B < 0$, $0.1 < \beta < 0.9$ 의 범위에서 나타난 추정치는 LPPL 모형에서의 자산가격 거품이 나타났을 때의 특징인 가격이 지수함수보다 빠른 상승 움직임을 나타내는 상승을 의미하며 서울과 강남4구에서 해당 범위 내의 결과 값이 추정되었음
- ω 는 가격 움직임의 진폭을 나타내는 부분으로 너무 빠르지도 느리지도 않게 설정되어야 하며 서울, 강남4구, 세종 모두 적정 범위 내에서 결과 값이 추정됨
- 자산가격전환의 임계시점을 나타내는 t_c 의 경우 서울과 강남4구는 실거래가 기준 2.7개월, 2.77개월 뒤로 나타났으며 중위가격 기준으로는 2.57개월, 2.56개월 뒤로 나타남

표 5 LPPL 모수 추정결과

구분		β	ω	t_c	A	B	C1	C2
실거래	서울 2012.12~ 2019.10	0.702	6.700	2.78	4.87	-0.02	-0.00	-0.00
	강남 2012.9~ 2019.10	0.881	5.000	2.77	4.85	-0.01	-0.00	0.00
	세종 2013.8~ 2019.10	0.99	5.00	2.5	4.64	-0.00	-0.00	-8.98
중위 가격	서울 2013.9~ 2020.01	0.648	5.00	2.57	9.19	-0.03	-0.00	0.00
	강남 2013.9~ 2020.01	0.748	5.00	2.56	9.57	-0.02	6.58	0.00
	세종 2012.12~ 2020.1	0.99	5.00	2.87	8.4	-0.00	0.00	-0.00

자료: 저자 작성.

04 결론 및 시사점

- 국내 주택시장은 서울·수도권 지역 및 지방광역시 등 일부 지역을 중심으로 가격 상승을 지속 하였음

 - 해당 기간 동안 주식시장 등 다른 자산시장은 주택시장만큼의 가격 상승이 이루어지지 않았으며 주택시장에 유동성 공급이 집중되면서 많은 사람들이 부동산시장에 투자하고 있는 상황임
 - 부동산가격의 상승은 여러 주택유형 중 아파트를 중심으로 지속되었으며 정부에서는 이러한 자산가격의 과도한 상승을 막고 시장을 안정화하기 위해 부동산 시장에 대한 규제정책을 지속적으로 내놓고 있음

- 이러한 상황을 감안하여 이 연구에서는 주택시장, 그중에서도 아파트 시장에 대해 가격거품이 존재하는지를 현재가치모형과 국외에서 자산시장 가격거품 추정에 활용하는 LPPL 모형을 활용하여 분석하였음

 - 시도별로 내재가치 대비 주택가격이 얼마나 고평가되어 있는지를 살펴본 결과, 전국적으로 2016년까지 내재가치 대비 주택가격이 상승하였으며 서울, 강남4구, 세종의 경우 2016년 이후에도 지속적으로 주택가격이 상승하여 내재가치 대비 주택가격이 지속적으로 상승하는 모습을 보인 반면, 지방의 경우 2016년 이후 급격한 상승 없이 일정 수준 유지

- 가격거품이 존재할 것으로 예상되는 서울, 강남4구, 세종에 대하여 현재가치모형을 활용한 가격거품검정 결과 서울과 강남4구(중위가격 기준 세종 포함)에서 가격거품이 존재할 때의 분석 결과가 도출되었음

- 서울, 강남4구, 세종에 대하여 LPPL 모형을 활용하여 분석한 결과, 세종을 제외한 서울과 강남 4구에서 가격거품이 존재한다는 분석결과가 도출되었음

■ 이 연구의 결과는 주택 및 임대가격을 사용하여 가격 움직임을 기초로 거품을 포착하는 방법론을 통해 분석한 결과로 검증기법의 한계로 인하여 주택시장의 수요와 공급 요인 등 시장상황을 반영하지 못한 한계를 지님

- 주택가격의 균형가격을 정확하게 추정하여 거품의 수준이 어느 정도에 이르렀는지 파악하는데 어려움이 있어 분석결과에 대한 해석에 신중을 기할 필요가 있음
- 또한, 서울을 제외한 전국 대부분 지역의 경우 내재가치 대비 매매가격 비율이 안정적인 추이를 보이고 있어 거품 분석에서 제외하였으며 일부 지역에 대한 가격거품 발생 가능성에 대하여 논하고 있기 때문에 분석결과와 확대해석에 유의할 필요가 있음

■ 분석기간(2012년 1월 ~ 2020년 1월) 이후 코로나 19 바이러스가 전 세계적으로 유행함에 따라 글로벌 경기위축현상이 발생하였으며 경기 활성화를 위해 금리 인하 및 양적완화 등 유동성 공급을 확대하고 있음

- 코로나 19 바이러스의 전 세계적인 발발로 경제의 수요와 공급 측면이 모두 악화되었으며 한국을 포함하여 세계 각국의 경제성장률이 마이너스(-)를 나타내는 등 실물경기가 급속히 악화되었음
- 반면, 부동산과 주식을 포함한 자산시장은 바이러스로 인한 경기 위축 우려로 잠시 주춤했으나 이후 저금리를 통한 유동성 공급과 향후 경기회복 기대감 등을 이유로 강세장이 지속되고 있음

■ 실물경기과 자산시장 간 온도차가 커지며 자산 가격 거품이 발생한 상황에서 부채를 더 이상 확대할 수 없는 환경에 직면할 경우 부동산 가격거품은 경제에 큰 부담으로 작용할 수 있음

- 가계부채가 지속적으로 증가하는 상황에서 부채의 부실비율이 증가하고 소득과 성장의 정체로 부채 확대 사이클이 종료되는 시점에 이르러 자산 가격이 하락하는 국면에 직면할 경우 가격거품 붕괴의 여파가 크게 나타날 수 있음
- 이러한 위험요인들을 관리하기 위하여 정부는 부동산 시장을 안정화하기 위한 정책을 꾸준히 확대 시행함과 동시에 실물경기를 진작시킬 수 있는 효과적인 정책방안을 모색해 나아가야 함

부록

1) 현재가치모형의 이론적 논의

■ 현재가치모형을 활용한 가격거품검정

- Campbell and Shiller(1987)는 자산을 통해 얻을 수 있는 미래소득이 현재가치와 연계되어 있다고 하였으며 소비자 효용이 위험 중립적임을 가정할 경우 임의의 자산에 대한 최적화 조건을 도출할 수 있으며 현재가치 모형을 아래와 같은 식으로 표현 가능

$$P_t = \frac{1}{1+\beta} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\beta}\right)^i y_{t+i} \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

- P_t 는 t기의 자산가격(주택가격)을, y_t 는 t기 동안 자산을 통해 얻을 수 있는 수익(임대료)을 β 는 할인율, E_t 는 기대연산자를 의미하며 해당 식은 주택의 현재가치가 미래의 모든 t기의 주택임대소득을 할인하여 합한 값과 같다는 의미로 내재가치를 뜻함
- 현재가치모형에 따라 주택가격에 거품이 없다면 주택가격과 임대소득은 단위근을 가지며 공적분관계가 존재해야 함
- 공적분 관계는 주택가격과 임대소득 간 일정한 선형관계가 존재한다는 것을 의미하며 두 가격 간 선형관계가 정상적(stationary)임을 통해 보일 수 있음
- 주택가격과 임대소득 간의 스프레드(spread)는 <식 2>와 같이 정의할 수 있으며 이를 <식 1>의 양변에 적용하여 정리할 경우 <식 3>의 형태를 도출할 수 있음

$$S_t = P_t - \theta y_t \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

$$\theta = \frac{1}{1+\beta}$$

$$S_t = \frac{1}{\beta} E_t \sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\beta}\right)^i \Delta y_{t+i} \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

- <식 3>을 통해 임대소득이 단위근을 가지며 임대소득의 차분 값이 정상적(stationary)

면 S_t 가 정상적이며 이는 결국 가격과 임대료가 공적분 관계에 있음을 의미

- 주택가격에 거품이 존재할 때는 공적분 관계가 성립하지 않는데 <식 4>와 같은 합리적 거품이 존재할 경우 <식 1>을 <식 5>와 같이 표현할 수 있으며 이때 우변항에 거품항이 포함되게 되어 스프레드가 비정상적(non-stationary)이게 됨

$$b_t = \frac{1}{1+\beta} E_t b_{t+1} \quad \langle \text{식 4} \rangle$$

$$P_t = \frac{1}{1+\beta} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\beta} \right)^i y_{t+i} + b_t \quad \langle \text{식 5} \rangle$$

2) LPPL 모형의 이론적 논의

■ LPPL 모형은 시장에 두 종류의 시장 참여자가 있다고 가정함. 한 그룹은 합리적 기대 가설에 따르는 이성적 투자자이며 다른 한 그룹은 시장에서 군집현상을 보이며 거품 형성을 유발하는 비이성적 투자자임(이창희 2018)

- 시장 참여자들은 특정 자산시장 내에서 자산을 사거나 파는 두 가지 상태를 가지며, 이러한 거래는 다른 투자자들이나 외부의 영향을 받게 되어 시장 참여자들이 비슷한 행동에 기인하여 투자를 함
- 가격이 상승하는 상황에서 합리적 투자자들과 비이성적 투자자들은 거품이 형성되는 동안 가격 상승에 따른 이득을 취하다가 어떠한 임계치에 다다랐을 때 많은 투자자들이 동시에 매도 포지션을 취하게 되면서 거품 붕괴 발생

■ 이 모형은 거품 붕괴 전 자산가격 움직임을 포착하는 중요 변수로 붕괴위험률 h_t (crash hazard rate)라는 변수를 사용함. h_t 은 시장에서 가격의 급격한 하락 없이 소화할 수 없는 다량의 매도가 동시에 나올 확률을 계량화한 변수임(Maximilian 2011)

$$\frac{dh}{dt} = Ch^\delta \quad \langle \text{식 6} \rangle$$

$$h(t) = \left(\frac{h_0}{t_c - t} \right)^\alpha, \alpha = \frac{1}{\delta - 1} \quad \langle \text{식 7} \rangle$$

- 통계역학에서의 평균장 이론에 따라 h_t 는 <식 6>과 같이 정의됨. 이 식에서 C는 0보다 큰 상수이며 δ 는 1보다 크고 시장 참여자들의 상호 작용 수의 평균에서 1을 뺀 값으로 해당 식을 정리하면 δ 가 가지는 값이 범위가 2보다 커야 함. 이것은 한 개인이 적어도 2명 이상의 투자자들과 상호 관계를 가지고 있어야 함을 의미
- 모형 내에서 투자자들은 특정 자산에 대해 매수와 매도만을 취할 수 있으며 특정 투자자의 상태는 마르코프 프로세스(Markov process)를 따름

$$s_i = \text{sign} \left(K \sum_{k \in N(i)} s_j + \sigma \epsilon_i \right) \quad \langle \text{식 8} \rangle$$

$$s_i = +1 \text{ (매수)}, s_i = -1 \text{ (매도)}$$

- $\text{sign}(x)$ 는 x 가 0보다 클 때 1의 값을, 0보다 작을 때 -1의 값을 반환하는 함수로 이는 각각 매수와 매도를 의미하며 K 는 양의 상수이고 ε_i 는 정규분포를 따르는 확률 변수임
- 모형에서 K 가 증가할 경우 투자자들이 일치된 행동을 보이는 질서상태를 이루게 되며 σ 가 증가할 경우에는 투자자들이 서로 독립된 행동을 보이는 무질서 상태가 지속됨
- 어떤 특정 임계점 K_c 가 있을 때, $K < K_c$ 일수록 무질서 상태에 가까우며 K 가 증가하여 특정 임계치를 넘어갈 경우 모방성이 상당히 높아져 투자자들의 매수 혹은 매도 포지션이 동일해지는 질서상태가 됨

■ 이성적 투자자들은 위험 중립적이고 합리적 기대를 한다고 가정 시 자산가격 $P(t)$ 는 마틴게일 프로세스(martingale process)를 따름. 거품 붕괴가 일어나기 전을 0, 붕괴가 일어난 뒤에는 1의 값을 가지고 자산가격이 일정 비율만큼 하락한다고 가정 시 자산가격동학식은 <식 9>와 같이 표현할 수 있음

$$\ln\left(\frac{P(t)}{P(t_0)}\right) = k \int_{t_0}^t h(t') dt' \quad \langle \text{식 9} \rangle$$

30

- 투자자들이 1차원적으로 연결되어 있는 기본적인 멱법칙 산식은 <식 10>과 같이 표현이 가능함, A 는 양의 정수이며 γ 은 0보다 큰 민감성의 한계 지수임

$$\chi \approx A(K_c - K)^{-\gamma} \quad \langle \text{식 10} \rangle$$

- 실제 시장에서는 하나의 투자자가 다양한 투자자들과 연결이 되어 있으며 기본모형을 다차원 모형으로 확장할 경우 <식 11>과 같이 표현할 수 있음

$$\chi \approx \text{Re}[A_0(K_c - K)^{-\gamma} + A_1(K_c - K)^{-\gamma+iw} + \dots] \quad \langle \text{식 11} \rangle$$

- A_0, A_1, w 는 모두 실수이며 Re 는 복소수에서 실수 부분을 의미
- 지수 γ 은 변수 $\ln(k_c - k)$ 가 주기성을 띄고 $\omega/2$ 가 로그주기 운동을 의미함에 따라 대수 주기(log-periodic)라는 진도에 의해 표현됨. 이러한 진동은 가격움직임의 주기가 임계점에 도달함에 따라 점점 증폭됨
- LPPL 모형은 위험률(h_t)이 <식 11>과 같이 움직인다고 가정하며 이를 위험률에 적용할 경우 <식 12>와 같이 표현할 수 있음

$$h(t) \approx B_0(t_c - t)^{-\alpha} + B_1(t_c - t)^{-\alpha} \cos[\omega \ln(t_c - t) + \psi] \quad \langle \text{식 12} \rangle$$

■ 붕괴 확률이 증가할수록 시장에서 증가된 위험을 보상하기 위해 자산가격이 더욱 더 빠르게 상승하는 움직임은 멱법칙(power law)에 의하여 설명이 가능하며 멱법칙과 자산가격동학식을 수식화하여 정리하면 LPPL 모형의 수식을 얻을 수 있음

- 멱법칙을 따르는 위험률 <식 12>를 자산가격동학식인 <식 9>와 결합하면 정리하면 거품의 붕괴가 일어나기 전 자산가격의 움직임을 수학적으로 모델링한 LPPL 모형의 최종식 <식 13>을 도출할 수 있음

$$\ln[p(t)] = A + B(t_c - t)^\beta (1 + C \cos[\omega \ln(t_c - t) + \Phi]) \quad \langle \text{식 13} \rangle$$

- $\ln[p(t)]$ 는 t시점에서의 로그형태의 가격을 의미
- A는 0보다 큰 값으로 가격이 붕괴가 되는 시점에 도달하였을 시의 가격을 의미
- B는 0보다 작은 값으로 붕괴가 일어나기 전까지 단위시간 동안 자산가격의 증가분을 의미
- t_c 는 LPPL모형의 주요 변수로 가격거품이 붕괴되는 시점을 의미
- C는 0이 아닌 값으로 지수비율로 증가하는 진동의 크기를 의미
- β 는 t_c 가 반드시 양수의 값을 나타내기 위해 0~1사이의 값을 가져야 하는 지수
- ω 는 거품 기간 동안 진동의 빈도를 나타내고 Φ 는 0과 2π 사이의 값을 가지는 파라미터 변수임

■ 이 연구에서는 위에 소개한 기본적인 LPPL 모형에 Jacobsson(2009)이 제안한 유전알고리즘 방식을 도입하여 보완한 식을 분석에 활용하였음

- 기본적인 LPPL 모형식은 잡음이 많고 비교적 적은 표본을 가지고 많은 수의 모수를 추정해야하는 경우 추정이 어려운 문제가 있음
- Jacobsson(2009)은 유전알고리즘을 도입하여 기본 모형에 있는 자유 모수(free parameter)를 다른 모수들의 선형 결합 형태로 종속시켜 추정의 효율성을 높인 LPPL 모형식을 제안하였음
- 해당 과정을 최적화 과정이 가지는 복잡성을 감소시킨 최종 LPPL 모형은 <식 14>와 같음

$$\ln[p(t)] = A + B(t_c - t)^\beta + C_1(t_c - t)^\beta \cos(\omega \ln(t_c - t)) + C_2(t_c - t)^\beta \sin(\omega \ln(t_c - t)) \quad \langle \text{식 14} \rangle$$

참고문헌

- 김경환, 이한식. 2000. 부동산 가격 거품과 가격전망. *대한부동산학회지* 18호: 59-81.
- 김원희, 강원철. 2012. 부동산 버블 측정에 관한 연구: 아파트를 중심으로. *지역연구* 28권, 2호: 129-142.
- 이성수. 2003. 한국 부동산 시장의 버블에 대한 연구-Shiller 검증을 통한 실증분석을 통해. *감정평가연구* 13권, 2호: 67-83.
- 이용만. 2000. 한국의 부동산시장은 비합리적인가: 주택시장을 중심으로 한 합리성 검증. *감정평가연구* 10집: 49-64.
- 이용만, 김선웅. 2006. 서울 강남지역의 주택가격에 거품이 존재하는가? *주택연구* 14권, 1호: 27-55.
- 이준희. 2006. 주택가격의 거품여부에 대한 평가. *금융경제연구* 248호. 서울: 한국은행 금융경제연구원.
- 이창희. 2018. Log periodic power law 모형을 이용한 한국 주식시장 버블 예측. 석사학위논문, 카이스트.
- 조무상, 남주하. 2019. 주택가격의 폭발적 거품의 추정. *주택연구* 27권, 1호: 83-112.
- 한국감정원 부동산통계정보 R-one. <https://www.r-one.co.kr>
- Abraham, J. M. and Hendershott, P. H. 1994. Bubbles in metropolitan housing markets. *NBER Working Paper* No.4774. Massachusetts: National Bureau of Economic Research.
- Bourassa, S. C., Hoesli, M. and Oikarinen, E. 2016. Measuring house price bubbles. *Real Estate Economics* 47, no.2: 534-563.
- Brauers, Maximilian. 2011. Bubble identification and crash prediction in Housing Markets with the LPPL model. Extended summary for ERES doctoral Session Application as of 26.
- Campbell, J. Y. and Shiller, R. J. 1987. Cointegration and tests of present value models. *Journal of Political Economy* 95. no 5: 1062-1088.
- Hanwool Jang, Kwangwon Ahn, Dongshin Kim and Yena Song. 2018. Detection and prediction of house price bubbles: Evidence from a new city. *Computational Science - ICCS 2018*: 782-795.
- Jacobsson, E. 2009. *How to Predict Crashes in Financial Markets with the Log Periodic Power Law*. M.D. diss., Stockholm University.
- Johansen, A, Ledoit O. and Sornette, D. 2000. Crashes as critical points. *International Journal of Theoretical and Applied Finance* 3, no.2: 219-255.
- KB부동산 리브온. 월간주택가격동향. <https://onland.kbstar.com>
- Meese, R. and Wallace, N. 1994. Testing the present value relation for housing prices: Should I leave my house in San Francisco? *Journal of Urban Economics* 35, no.3: 245-266.
- Roche, M. J. 2001. The rise in house prices in Dublin: Bubble, fad or just fundamentals. *Economic Modelling* 18, no.2: 281-295.
- Zhou, W. X. and Sornette, D. 2003. 2000-2003 Real estate bubble in the UK but not in the USA. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 329, no.1: 249-263.
- _____. 2006. Is there a real estate bubble in the US? *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 361, no.1: 297-308.

국토연구원 Working Paper는 다양한 국토 현안에 대하여 시의성 있고 활용도 높은 대안을 제시할 목적으로 실험정신을 가지고 작성한 짧은 연구물입니다. 투고된 원고는 정해진 절차를 거쳐 발간되며, 외부 연구자의 투고도 가능합니다. 공유하고 싶은 새로운 이론이나 연구방법론, 국토 현안이나 정책에 대한 찬반 논의, 국내외 사례 연구나 비교연구, 창의적 제안 등 국토분야 이론과 정책에 도움이 될 어떠한 연구도 환영합니다.

투고를 원하시는 분은 국토연구원 연구기획·평가팀(044-960-0582, jhkim@krihs.re.kr)으로 연락주십시오. 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.

WP 20-07

아파트 가격거품 검증과 시사점

연 구 진 최 진
발 행 일 2020. 9. 24.
발 행 인 강현수
발 행 처 국토연구원
홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2020, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체가 적용되어 있습니다.

