

민간아파트 공급자의 후분양방식 선택속성 분석*

정은비** · 강정규*** · 장철민****

요 약

국내 민간 아파트 시장에서 후분양 방식은 선분양에 비해 적용 사례가 제한적이나, 소비자 보호 및 시공품질 확보 등의 측면에서 제도적 필요성이 꾸준히 제기되어 왔다. 그러나 후분양은 자금조달 부담과 시장 리스크 등으로 인해 현실적으로 공급자에게는 선택이 쉽지 않은 분양 방식이다. 이에 본 연구는 민간 아파트 개발사업에서 공급자가 후분양 방식을 채택하는 데 영향을 미치는 속성을 실증적으로 분석하였다. 개발사업 실무자 대상 설문조사를 바탕으로 랜덤 포레스트 분류모형을 구축하고, 속성 변수 중요도 해석을 위해 퍼뮤테이션 중요도와 SHapley Additive exPlanations 분석을 병행하였다. 분석 결과, 기대 분양가격 수준, 투기과열지구 지정 여부, project finance 대출금리 등이 후분양 방식 선택에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 후분양 제도의 확산을 위해 공급자의 리스크 완화와 수익성 제고를 위한 정책적 지원이 필요함을 시사한다.

핵심어 : 후분양, 민간 아파트 개발사업, 선택속성 분석, 랜덤 포레스트

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라는 1970년대 말과 1980년대 초를 기점으로 급격한 인구 증가와 도시화가 본격화되었으

* 본 논문은 정은비의 박사학위논문의 일부를 수정, 보완하여 작성되었음.

** 정은비, 주저자, 동아대학교 부동산학과 박사수료, eun.bi0613@gmail.com

*** 강정규, 교신저자, 동아대학교 부동산학과 원장, kang2302@dau.ac.kr

**** 장철민, 공동저자, 동아대학교 부동산학대학원 교수, cmjang@dau.ac.kr

© Copyright 2025 Housing Finance Research Institute. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

며 이에 대응하기 위해 고밀도의 주택공급이 정책적으로 요구되었다(김갑열·강정규, 2021). 당시 정부는 국가의 고속 성장을 목표로 압축적인 도시개발을 추진하였고, 주택을 신속하게 공급하기 위한 수단으로 선분양 제도를 도입하였으며, 현재까지도 선분양 방식은 전통적이고 지배적인 분양 구조로 자리 잡고 있다(김기열·김영곤, 2018). 그러나 시공 품질 확보, 분양가 규제 회피, 소비자 보호 강화, 분양 리스크 전가 등 선분양 방식이 지닌 구조적 한계가 반복적으로 지적되면서 이에 대한 대안으로 후분양 방식의 도입 필요성이 꾸준히 제기되어 왔다. 최근에는 후분양 방식을 도입한 민간 아파트 사례가 점차 증가하고 있으나, 여전히 후분양 방식은 제한적인 방식에 머무르고 있는 실정이다(김진유, 2020). 특히 후분양 방식은 일정 공정 이상 달성 이후 분양이 이루어지는 구조이므로, 사업자 입장에서는 자금 조달 리스크를 부담해야 하며, 시장 반응에 대한 불확실성도 감수해야 한다. 반면, 공급자 입장에서는 공사기간 동안의 공시지가 상승분이나 분양가 상승 여력을 분양가격에 반영할 수 있다는 점에서 선분양제도의 긍정적 대안으로 고려하고 있다. 이처럼 후분양 방식은 다양한 변수들이 복합적으로 작용하는 전략적 의사결정의 대상이기 때문에 주택 분양 사업자의 후분양 방식의 선택에 미치는 영향속성 및 속성간의 상호작용에 대해 파악하는 것은 매우 중요하다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 지금까지 후분양 제도 활성화 논의는 제도 도입의 당위성이나 정책 방향에 집중되어 있었을 뿐, 실제 공급자가 어떤 조건과 판단 기준에 따라 후분양 방식을 채택하는지에 대한 실증연구는 충분히 이루어지지 않았다.

반면 최근 들어 컴퓨터의 발달로 디지털 환경이 매우 정교하게 구축되면서 부동산 분야에서도 대용량의 데이터를 활용한 머신러닝연구가 주목을 받고 있다. 특히 랜덤 포레스트(random forest, RF) 기법을 활용하여 주택가격을 예측하거나(김정희, 2021; 배성완·유정석, 2018), 대량주택 평가(홍정의, 2021; Kok et al., 2017), 그리고 대규모 주택감정의 분석모델 비교(Antipov & Pokryshevskaya, 2012)와 같은 연구가 활발히 진행되어 오고 있다. 하지만 이상의 연구들은 RF 기법을 사용하여 주택가격의 예측, 감정 및 평가모델에 초점을 맞추고 있는 반면 실질적으로 주택분양시장의 분양시스템 및 후분양 방식의 의사결정에 미치는 영향속성을 밝힌 연구는 제한적인 것이 현실이다.

따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 민간 아파트 개발사업을 추진하는 공급자가 분양 방식을 전략적으로 결정하는 과정에서, 후분양 방식을 선택하게 되는 핵심 속성이 무엇인지를 실증적으로 규명하는 데 목적이 있다. 특히 본 연구는 머신러닝 방법 중 RF 기법을 활용하여 민간 주택 분양 시장에서 후분양 방식 수용 결정에 영향을 미치는 속성을 파악하는 것을 연구의 핵심 목적으로 한다. 이를 위해 사업 착수 전 단계에서 공급자가 고려하는 경제적, 제도적, 기업 내부 및 시장 외부 속성을 계량적으로 분석하여 민간 아파트 개발사업에서 공급자의 후분양 방식 선택 요인을 실증적으로 규명하고, 그 결과를 바탕으로 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

II. 이론적 고찰

1. 후분양 방식의 개념과 판단 기준

후분양 방식이란, 아파트 건축공정이 일정 수준에 도달한 이후 입주자를 모집하는 주택공급 방식으로 이해된다. 법령상으로는 주택공급에 관한 규칙 제15조 제2항 제2호에서 “전체 동의 골조공사 완료 이후 입주자모집이 가능”하다고 명시하고 있으나, 구체적인 공정률 기준이나 정량적 판단 지표는 제시되어 있지 않다. 따라서 후분양에 대한 법적 정의는 원칙만 존재할 뿐, 실무 적용에 있어서는 해석상의 불명확성과 운영상의 한계가 존재한다.

이러한 법령상의 추상성을 보완하기 위해, 국토교통부는 공공부문 적용을 위한 건축공정률 기준을 별도로 고시하고 있으며, 주택도시보증공사(Korea Housing and Urban Guarantee Corporation, HUG) 또한 대출보증 운영 과정에서 일정 공정률 이상을 전제로 후분양으로 간주하는 실무적 기준을 활용하고 있다. 예를 들어, HUG는 입주자모집승인 전 공정률 60% 이상일 경우, 또는 승인 이후 공정률 80% 이상 또는 준공 후 분양을 후분양으로 인정하고 있다.

그러나 실제 민간 개발 현장에서는 이마저도 일관되게 적용되기 어렵다. 실질적으로는 후분양의 법적 기준인 골조공사 완료 이후에 분양을 진행하면서도 HUG의 분양보증을 득한 후 입주자모집에 나서는 사례가 존재하며, 입주자모집공고상에 공정률 정보가 명확히 기재되지 않거나 모호한 경우도 빈번하다. 이에 따라 후분양 여부를 판단하기 위한 보완적 실질 기준이 필요하다.

이에 본 연구는 후분양 방식을 실증적으로 구분하기 위해 ‘법적 기준’, ‘실무적 기준’, ‘실질적 기준’의 세 가지 관점에서 후분양의 개념을 정리하였으며, 그 내용은 <표 1>과 같다.

이와 같이, 후분양 방식은 법적으로는 ‘골조공사 완료 이후’로 명시되어 있으나, 실제 민간 아파트 개발 현장에서는 공정률 60% 이상 시점이 후분양 여부를 판단하는 실무적 기준으로 활용되고 있다. 본 연구는 이 같은 제도적 불확실성을 감안하여, 보다 현실적인 기준을 반영한 실질적 정의를 병행함으로써, 연구의 일관성과 타당성을 확보하고자 하였다.

2. 선·후분양 비교

분양 방식은 단순한 판매 전략을 넘어, 개발사업의 자금 조달, 수익 실현, 금융비용 부담 등 전반적인 사업 구조에 중대한 영향을 미친다. 선분양과 후분양 방식은 이러한 자금 흐름과 리스크 분담 방식에서 본질적인 차이를 보인다.

〈표 1〉 후분양 방식의 개념 정리

구분	구분 기준	핵심 판단 기준	주요 특징
법적 기준	주택공급에 관한 규칙 제15조 제2항 제2호 가목 · 주택건축공정 판단기준에 관한 업무 처리지침 제2조 및 별표 1	- 아파트- 전체 동의 골조공사 완료 후 분양 - 건축 공정률 60% 이상: 지하골조공사 완료 및 지상 골조공사 95% 완료	골조공사 완료에 대한 명확한 공정률 기준은 제시되지 않음
실무적 기준	HUG 후분양 대출 보증 기준	- 입주자 모집 승인 전: 공정률 60% 이상 - 입주자 모집 승인 후: 준공 후 분양 또는 공정률 80% 이상	운영상 보증 발급이 가능한 명확한 공정률 기준 명시
실질적 기준	본 연구 기준	다음 중 하나 이상 충족 시: 1. 입주자 모집 공고일~입주 예정일 간 간격 12개월 이내 2. 공정률 60% 이상 또는 사용승인 직전 단계 3. 실물 확인 가능성 및 잔금납부 기한이 짧은 구조	후분양 여부를 판단하는 실제 시장 적용 가능 기준

HUG, Korea Housing and Urban Gurantee Corporation.

선분양 방식에서는 착공과 동시에 분양이 이루어지며, 수분양자는 계약금과 중도금을 공정률에 따라 분할 납부한다. 이에 따라 공급자는 사업 초기부터 계약금·중도금을 통해 자금을 조기에 확보할 수 있으며, 사업비 조달에 있어 금융기관 차입 의존도를 상대적으로 줄일 수 있다. 또한, 미분양 발생 시 대책을 마련할 수 있는 시간이 확보되어 사업 리스크를 일정 부분 분산할 수 있다(오정석·정윤희, 2023)

반면, 후분양 방식은 골조공사 완료 시점 이후에 분양이 이루어지므로, 분양계약부터 입주까지의 기간이 상대적으로 짧고 중도금 납부 구조가 생략되거나 축소되는 경향이 있다. 이는 공급자 입장에서 초기 사업비 전액을 자기자본 또는 금융기관 대출에 의존하여 조달해야 함을 의미하며, 개발 초기에 재무 부담이 집중되는 구조적 특성을 초래한다(강남훈, 2019). 특히, 분양 시점이 후반으로 지연됨에 따라 금융비용이 장기간 누적되며, 그 부담은 시행사, 시공사, 금융기관 등 이해관계자들이 분산하여 감당하게 된다(오정석 외, 2024).

이러한 구조는 자금조달 방식뿐만 아니라 리스크 분배 방식에도 영향을 미친다. 선분양에서는 수분양자에게 일부 금융비용을 전가할 수 있는 반면, 후분양에서는 메자닌(mezzanine) 구조와 같은 보완금융의 활용이 일반화되며, 후순위 대출, 전환사채 등 고위험 자본의 비중이 확대된다(권주안 외, 2005). 또한, 후분양은 일정 수준 공정률 기준을 충족한 이후에 분양이 가능하므로, 분양 실패 시 대응할 수 있는 시간적 여유가 선분양보다 부족하다(박문서 외, 2009).

요약하면, 선분양은 자금 유입 시점이 빠르고 금융 리스크 분산이 용이하지만, 장기간의 분양 리스크를 감수해야 한다. 반대로 후분양은 소비자 보호 측면에서 이점이 있으나, 초기 자금 조달의 어려움과 금융 의존도 증가, 미분양 대응 여력 부족 등의 구조적 한계를 지닌다(손진수, 2018). 따라서 두 분양 방식은 자금 흐름과 리스크 구조 전반에서 실질적으로 상이한 사업 운영 전략을 요구한다.

3. 선행연구

그동안 부동산 개발사업에 관한 선행연구는 수익성, 리스크, 자금 조달구조 등 다양한 측면을 중심으로 활발히 이루어져 왔다. 특히 민간 아파트 개발사업에 대한 기존 연구들은 대부분 선분양 방식을 전제로 사업 타당성, 재무적 안정성, 수익성 결정요인 등을 분석하고 있으며, 실무 현장에서도 이 같은 분석틀이 일반적으로 활용되어 왔다.

반면, 후분양 방식에 초점을 맞춘 실증연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 이는 국내 주택시장이 오랜 기간 선분양 제도 중심으로 고착되어 있었으며, 정부의 후분양제 추진 역시 경기·정책 환경에 따라 중단과 재개를 반복해온 역사적 맥락과 관련이 깊다. 특히 2003년을 전후로 정책적 논의가 시작된 이후, 2008년 글로벌 금융위기를 기점으로 후분양 제도는 한동안 정책에서 후퇴하였고, 이후 2018년을 전후해 다시 제도 확산 필요성이 제기되며 연구가 재개되었다. 그러나 지금까지의 연구는 대부분 공공부문 사례 중심이거나 이론적 모형에 기반한 시뮬레이션 분석에 그치고 있으며, 민간 개발사업에서 공급자의 실질적 의사결정 구조를 규명한 실증연구는 드물다.

한편, 손진수(2018)는 후분양 시행 시 발생할 수 있는 공급 감소, 분양가 상승, 소비자 후생 저하, 자금조달 부담 집중 등의 문제점을 지적하고, 후분양 보증제도 개선과 중소건설사 금융지원의 필요성을 제안하였다. 또한 후분양은 시장 여건에 따라 점진적으로 확산되어야 하며, 강제적 도입보다는 유연한 이행이 바람직하다는 점을 강조하였다.

김기열·김영곤(2018)은 텍스트마이닝 기법을 활용하여 후분양 제도에 대한 대중 인식을 분석하였다. 분석 결과, 후분양에 대한 긍정적 인식이 반대 인식보다 뚜렷하게 높았으며, 주로 품질 개선, 주택가격 안정, 투기수요 억제 등의 측면에서 공감을 얻은 반면, 부정적 인식은 자금조달 부담에 집중되어 있었다.

김수지(2018)는 공급자와 수요자 측면에서 선·후분양 방식을 비교하기 위해 NPV(net present value) 분석을 활용하였다. 주택가격 상승기와 하락기를 가정한 분석 결과, 후분양은 상승기에는 선분양과 유사한 수익구조를 보였지만 하락기에는 수익률이 낮아졌으며, 수요자의 경우에는 오히려 하락기에서 후분양의 효용이 더 크게 나타났다. 다만 이 연구는 속성 변수 고려의 한계와 시뮬레이션

가정에 기반하고 있어 실증적 적용에는 제약이 있다.

이 외에도 석홍재·김호철(2006)은 서울시 재건축사업을 대상으로 선후분양 시나리오별 사업성(NPV)을 비교 분석하여 후분양 방식의 사업성 확보를 위한 분양가 인상의 필요성을 강조하였으며, 문휘영(2005)은 후분양 전환에 따라 발생할 수 있는 자금조달 문제와 보완금융(project finance, PF; 후순위 대출 등)의 활용 가능성을 사례 분석과 SWOT 분석을 통해 연구하였다. 그러나 이들 연구 역시 민간 부문의 일반적인 후분양 아파트 개발사업보다는 특정 유형의 사업 혹은 제도적 시물레이션에 한정되어 있다는 한계를 지닌다.

따라서 기존 연구들은 제도 도입 타당성, 수요자 인식, 시물레이션 기반 수익성 비교 등 개별적 측면에서는 의미 있는 시사점을 제시하였으나, 민간 아파트 개발사업 현장에서 공급자의 실제 의사결정 구조를 실증적으로 분석한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 이에 본 연구는 후분양 방식 선택이라는 복합적인 의사결정 과정을 공급자 관점에서 구조화하고, 이를 실증적으로 규명했다는 점에서 기존 연구와 구별된다.

III. 연구 방법

1. 자료 수집

본 연구는 민간 아파트 개발사업에서 후분양 방식 선택에 영향을 미치는 결정속성을 실증적으로 분석하기 위해 관련 실무자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 총 487부 중 무성의 응답 및 결측치를 제외한 466부를 확보하였으며, 이 중 후분양 방식 경험이 있는 362부를 최종 분석에 활용하였다. 응답자의 직군·경력별 분포 등 주요 특성은 <표 2>의 기초통계량에 제시하였다.

<표 2> 기초통계량

문항	내용	N	%
소속기관	시행사	52	14.4
	시공사	137	37.8
	금융기관	56	15.5
	보증기관	39	10.8
	신탁사	49	13.5
	분양대행사·마케팅사	9	2.5
	부동산개발 PM	5	1.4

〈표 2〉 계속

문항	내용	N	%
소속기관	회계·법률 자문사	2	0.6
	부동산컨설팅사	8	2.2
	투자자(LP 등)	4	1.1
	기타	1	0.3
	전체	362	100.0
직무	기획사업관리	106	29.3
	분양마케팅	82	22.7
	재무-PF	60	16.6
	설계시공관리	50	13.8
	업무총괄	56	15.5
	기타	8	2.2
	전체	362	100.0
개발사업경력	5년 미만	96	26.5
	5년 이상 10년 미만	117	32.3
	10년 이상 15년 미만	55	15.2
	15년 이상 20년 미만	54	14.9
	20년 이상	40	11.0
	전체	362	100.0
근무반경 (복수응답)	서울	109	25.5
	수도권(경기, 인천)	155	36.3
	부산	48	11.2
	대구	12	2.8
	광주	7	1.6
	대전	6	1.4
	울산	6	1.4
	기타 지역(중소도시 등)	10	2.3
	전국적으로 수행하고 있음	74	17.3
	전체	427	100.0
후분양 지역 (복수응답)	서울	61	14.5
	수도권(경기, 인천)	186	44.3
	부산	45	10.7
	대구	34	8.1
	광주	8	1.9
	대전	4	1.0
	울산	6	1.4
	기타 지역(중소도시 등)	49	11.7
	전국적으로 수행하고 있음	27	6.4
	전체	420	100.0

PM, project manager; LP, limited partner; PF, project finance.

설문 문항은 기존의 관련 연구 및 정책 보고서를 바탕으로 설계되었으며, 이를 본 연구의 RF 분석에 활용함으로써 분석 결과의 신뢰성과 실무 적용 가능성을 높이는 데 기여하고자 하였다. 또한 후분양방식의 제도적·정책적 개선 필요사항에 대한 응답을 다중응답 형태로 수집하여 빈도분석을 실시하였다. 이를 통해 실제 민간 아파트 개발사업 실무자들이 인식하는 정책 개선 방향을 도출하였다.

2. 투입변수(속성)의 선정

본 연구에서는 민간 아파트 개발사업에서 후분양 방식 선택에 영향을 미치는 주요 속성을 구조화하기 위해, 총 40개의 투입변수를 의사결정에 영향을 미치는 속성으로 설정하였다. 속성 변수는 선행연구 및 정책 보고서를 기반으로 도출되었으며, 공급자의 의사결정에 영향을 미칠 수 있는 외부 환경과 내부 특성을 반영하여 구성되었다.

투입변수는 경제적 속성, 정치·제도적 속성, 기업 속성, 분양성 속성, 프로젝트 특성의 다섯 개 범주로 분류되며, 각 범주 내 세부 항목은 다음 <표 3>과 같이 정리된다. 해당 속성들은 모두 리커트 5점 척도를 기준으로 계량화되었으며, RF 분석에 적용 가능한 형태로 정제되었다. 아울러 <부록 표 1>은 본 연구에서 설정한 세부 속성과 선행연구 간의 대응 관계를 정리한 것으로, 설문 문항 구성의 이론적 근거와 내용 타당성을 보완적으로 제시한다. 모든 투입변수는 5점 리커트 척도에 기반하며, 연속형 변수로 처리하였다. 변수 간 스케일 차이를 제거하고 모델 학습 시 특정 변수의 값 크기에 따른 편향을 방지하기 위해 Z-score 표준화를 적용하였으며 범주형 변수는 포함되어 있지 않으므로 별도의 인코딩 절차는 수행하지 않았다.

<표 3> 최종 선정 속성

분류	중분류	상세분류	속성 코드
경제	금융환경	PF 대출금리	II-1
	시장동향	물가 상승률 변동	II-2
		전국 주택 가격 동향(지수)	II-3
		건설 경기 동향	II-4
		전국 아파트 거래량 변화	II-5
	사업비 구성	토지비	II-6
		도급 공사비	II-7
		PF 금융비용(총 사업비 중 대출 비율 및 규모)	II-8
		현금흐름 안정성(분양대금 입금 시기에 따른 cash flow)	II-9

〈표 3〉 계속

분류	중분류	상세분류	속성 코드
정치·제도적	정치환경 변화	정권 교체 등 정치환경의 변화	II-10
	부동산 금융정책 변화	LTV 비율의 변화	II-11
		스트레스 DSR 도입 효과	II-12
	부동산 세제정책 변화	취득세 변화	II-13
		양도세 변화	II-14
	주택 공급규제	투기과열지구 지정 여부(분양가 상한제 적용 여부)	II-15
기업	시공사	시공사 브랜드(시공 능력 순위)	II-16
		시공사의 자금 유동성	II-17
		시공사의 신용 지원 여부(책임 준공, 자금 보증 등)	II-18
	시행사	시행사의 자기자본 비율	II-19
		시행사의 신용(신뢰도 등)	II-20
분양 관련	시장 수급조건	인근 아파트 분양가 수준	II-21
		인근 아파트 매매가(시세)	II-22
		인근 지역 아파트 공급 동향	II-23
	경쟁 분양시장	지역 미분양률	II-24
		지역 청약률	II-25
		유사 상품의 경쟁력(주변 후분양 단지 유무)	II-26
	수요자 반응 및 심리	수분양자의 분양 조건(잔금 기간 및 비율 부담)	II-27
		소비자 주택 매매시장 심리 지수 변동	II-28
		사업 대상 지역 개발 호재(지가 변동 기대 등)	II-29
	사업자 기대수익	기대 분양가격 수준	II-30
프로젝트 관련	규모 및 사업기간	개발 규모(세대수)	II-31
		사업기간	II-32
	입지 접근성	교통 접근성(지하철, 버스 등)	II-33
		교육환경(학교 인접성 등)	II-34
		공원 접근성	II-35
		쾌적속성(혐오시설 인접 여부 등)	II-36
		주변 편익시설(관공서, 판매시설 등)	II-37
		사업 대상 지역의 광역 위치(수도권 여부 등)	II-38
	상품 구성 및 전략	마이너스 옵션 불가 품목의 품질	II-39
		상품의 특화성(고급화 전략 및 마케팅 방향 등)	II-40

PF, project finance; LTV, loan to value; DSR, debt service ratio.

3. 분석 모델

본 연구에서는 민간 아파트 개발사업에서 후분양 방식 선택에 영향을 미치는 속성을 실증적으로 분석하기 위해, 비선형성과 속성인간 상호작용을 효과적으로 반영할 수 있는 머신러닝 기법인 RF 분류 알고리즘을 활용하였다. 해당 모형은 Breiman(2001)에 의해 제안된 트리 기반 앙상블 학습 기법으로, 복수의 결정트리를 구성하고 그 예측 결과를 종합함으로써 분류 정확도를 향상시키고 과적합(overfitting)을 방지하는 데 효과적이다. 또한, 변수 간 비선형 관계와 상호작용을 효과적으로 포착할 수 있으며, 일부 결측값에 대해서도 예측 성능의 저하 없이 안정적인 분석이 가능하다는 장점을 가진다. 특히 공급자의 후분양방식 선택은 다양한 요인이 상호작용하는 비선형적이고 복합적 의사결정 과정으로 로지스틱 회귀모형(logistic regression)과 같이 단일 회귀식에 기반한 전통적 통계모형은 요인 간 상호작용이나 비선형 구조를 충분히 포착하기 어렵다는 한계를 가진다. 이에 본 연구는 비모수적 접근법인 RF를 적용하여 속성 간 상호작용과 비선형성을 통합적으로 고려함으로써 기존 통계모형에 비해 예측 성능과 해석적 타당성을 향상시키고자 하였다.

1) 데이터 분할 및 모형 설정

최종 분석에는 후분양 경험이 있는 응답자 362건의 데이터를 활용하였으며, 모든 속성변수는 리커트 5점 척도로 구성된 연속형 변수이므로 Z-score 표준화를 통해 변수 간 스케일을 정규화하였다. 또한 모형의 일반화 성능을 확보하기 위해 5-Fold 교차검증을 실시하였다. 교차검증 결과, accuracy 평균은 $0.8031(\pm 0.0305)$, 평균 AUC(area under the curve)는 $0.8776(\pm 0.0429)$ 으로 폴드 간 편차가 크지 않아 데이터 분할에 따른 성능 일관성이 확인되었다. 이러한 결과는 모형이 표본 분할이나 데이터 추출 방식에 대해 상대적으로 안정적인 성능을 유지하고 있음을 의미한다.

아울러 학습용 데이터와 테스트용 데이터는 각각 80%와 20%로 분할하였다. 클래스 간 불균형 문제를 방지하기 위해 층화 추출(stratified split)을 적용하였고, 무작위 시드 값은 42로 고정하여 분석의 재현 가능성을 확보하였다. 주요 설정값은 <표 4>에 정리하였다.

하이퍼파라미터는 Grid Search 기법을 활용하여 탐색하였으며, 최종적으로는 트리 개수($n_estimators$) 300개, 최대 깊이(max_depth) 10, 최소 샘플 수(min_samples_leaf) 1, 내부 노드 분할 샘플 수(min_samples_split) 2로 설정하였다. 검증 정확도는 0.81, 테스트 정확도는 0.77로, 모형의 일반화 성능은 안정적인 수준으로 평가되었다. 최종적으로 선정된 주요 파라미터는 <표 5>와 같다.

〈표 4〉 랜덤 포레스트 데이터 분할 기준

구분	내용
분할 방식(k의 수)	5
학습용(training set)	80%
테스트용(test set)	20%
무작위 시드 고정값(random_state)	42
층화 분할 기준(stratify)	설정

〈표 5〉 최적 하이퍼파라미터 및 예측 성능

하이퍼파라미터 및 성능	내용
리프 노드(leaf node) 최소 샘플 수(min_sample_leaf)	1
내부 노드 분할 최소 샘플 수(min_sample_split)	2
최대 깊이(max_depth)	10
트리 개수(n_estimators)	300
검증 정확도(best accuracy score)	0.81
테스트 정확도(test accuracy with best model)	0.77

모델의 분류 성능은 정확도(classification accuracy), F1 점수, AUC, 정밀도(precision), 재현율(recall), 특이도(specificity) 등 다양한 지표를 통해 다면적으로 검토하였다. 특히 F1 점수(0.7821)와 AUC(0.8517)가 높은 수준으로 나타나 균형 잡힌 분류 성능과 양음성 클래스 간 식별력을 확보하였음을 보여준다. 본 연구에 활용된 RF 분류 모형의 성능 평가 지표는 〈표 6〉과 같다.

〈표 6〉 모형의 성능 평가 지표

구분	측정값
훈련 시간	0.6820초
테스트 예측 시간	0.0879초
분류 정확도(classification accuracy, CA)	0.7655
수진자 특성 곡선 아래 면적(area under the curve, AUC)	0.8517
F1 점수(F1 score)	0.7821
정밀도(precision)	0.8243
재현율 또는 민감도(recall)	0.7439
매튜 상관계수(matthews correlation coefficient, MCC)	0.5330
특이도(specificity, Spec)	0.7937
로그 오차(logarithmic loss, Log Loss)	0.5330

2) 속성의 중요도 해석 기법

모델의 해석력을 강화하고자 속성 중요도 산출을 위해 퍼뮤테이션 중요도(permutation importance)와 SHAP(SHapley Additive exPlanations) 분석을 병행하였다. 우선 퍼뮤테이션 중요도는 각 속성의 값을 무작위로 재배열하여 예측 정확도 변화량을 측정함으로써 해당 속성의 상대적 중요도를 평가하며, 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$Importance_{perm}(j) = Score_{original} - Score_{perm(j)} \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

여기서 $Score_{original}$ 은 원본 데이터셋에서 계산된 모델의 예측 성능(예: 정확도, AUC, RMSE 등)을 의미하며, $Score_{perm(j)}$ 는 변수 j 만 무작위로 섞은 후의 모델 성능이며, j 는 특정 피처의 인덱스를 의미한다.

변수 j 의 값이 무작위로 섞이면 해당 변수의 정보가 모델에서 제거되거나 왜곡되므로, 이로 인해 성능이 크게 하락한다면 해당 변수는 예측에 중요한 역할을 수행하고 있다는 의미가 된다. 반대로 성능 변화가 작을수록 중요도가 낮은 것으로 해석된다.

SHAP는 게임이론 기반 접근을 통해 셰플리 값을 기반으로 개별 예측값에 대한 변수의 영향력과 기여 방향을 정량적으로 해석할 수 있도록 하며, 아래의 함수 형태로 정의된다.

$$\phi_i(f, x) = \sum_{S \subseteq F \setminus i} \frac{|S|! (|N| - |S| - 1)!}{|F|!} [f_{S \cup i}(x_{S \cup i}) - f_S(x_S)] \quad \langle \text{식 2} \rangle$$

여기서 ϕ_i 는 변수 i 가 예측 함수 f 의 결과값에 기여하는 평균 효과를 의미하며, F 는 전체 변수 집합, S 는 변수 i 를 제외한 부분집합이다. 이 수식은 변수 i 가 포함되었을 때와 제외되었을 때의 예측값 차이를 가능한 모든 조합에 대해 평균함으로써, 해당 속성의 기여도를 공정하게 측정하는 방식이다. 나아가, 전체 데이터셋에서 특정 변수의 전반적인 중요도를 파악하기 위해, 각 샘플별 SHAP 값을 절대값 기준으로 평균하는 방식이 사용된다.

$$Importance(i) = E_{x \sim D} [|\phi_i(f, x)|] \quad \langle \text{식 3} \rangle$$

위 수식은 데이터 분포 D 에 대해 변수 i 의 기여도 절대값의 평균을 구하는 방식으로, 속성의 전체

중요도 순위를 도출하는 데 활용된다.

본 연구에서는 위 두 기법을 통합함으로써 변수의 영향력뿐만 아니라, 후분양 선택에 대한 긍정적 또는 부정적 작용 방향까지 함께 분석이 가능하도록 설계하였다. 특히, 두 분석 기법을 병행 적용함으로써 각 변수의 중요도 순위를 다각도로 산출하고 이를 상호·비교할 수 있도록 하였다. 동일한 RF 기반 모델을 바탕으로 도출된 속성 중요도 결과를 비교 분석함으로써 특정 변수들이 반복적으로 상위권에 위치하는지를 확인하고 후분양 방식 선택에 있어 일관되게 결정적인 영향을 미치는 핵심 속성을 도출하는 데 목적이 있다. 이는 단일 분석 기법의 편향 가능성을 보완하고, 분석 결과의 신뢰성과 정책적 시사점을 강화하기 위한 해석 전략의 일환이다.

IV. 연구분석 결과

1. 후분양방식의 제도적·정책적 개선사항 빈도분석 결과

후분양방식 활성화를 위한 제도적·정책적 개선 사항에 대해 다중응답 방식으로 조사한 결과, 총 1,035건의 선택이 제시되었으며, 분석결과는 <표 7>에 정리되어 있다.

이 중 ‘후분양 사업에 대한 PF 대출 조건 완화 및 우대금리 적용’이 가장 높은 선택률(18.2%)을 보여, 민간 공급자들은 후분양사업의 가장 큰 제약요인을 금융비용과 자금조달 구조로 인식하고 있음

<표 7> 다중응답 기반 제도적·정책적 개선 사항

문항	반응	
	N	%
공공 보증기관(HUG 등)의 분양가 심사 기준 및 보증 요건 완화	124	12.0
후분양 사업에 대한 PF 대출 조건 완화 및 우대금리 적용	188	18.2
후분양 적용 공정률 기준 완화(최소 공정률 기준선의 탄력적 적용)	97	9.4
정부 차원의 후분양 아파트 개발사업 인센티브 제공(사업자 혜택 등)	155	15.0
후분양 아파트 소비자 대상 금융규제 완화 및 세제 혜택 제공	132	12.8
지자체의 후분양 사업 인허가 절차 간소화	79	7.6
후분양 신뢰 제고 정책 도입(정부 또는 지자체 품질 인증제 등)	80	7.7
후분양 적용 기준 및 절차의 법제화명확화	100	9.7
정부 또는 공공기관의 후분양 가이드라인 제공	80	7.7
전체	1,035	100.0

HUG, Korea Housing and Urban Gurantee Corporation; PF, project finance.

을 확인할 수 있었다. 그 뒤를 이어 ‘정부 차원의 후분양 아파트 개발사업 인센티브 제공’(15.0%), ‘후분양 아파트 소비자 대상 금융규제 완화 및 세제 혜택 제공’(12.8%), ‘공공 보증기관의 분양가 심사 기준 및 보증요건 완화’(12.0%) 등이 상위 항목으로 나타났다. 이는 후분양제도의 확산을 위해 금융지원, 제도 오나화, 정책적 유인 등 다층적 지원이 필요하다는 실무자들의 공통된 인식을 반영한다. 또한 ‘후분양 적용 기준 및 절차의 법제화/명확화’(9.7%)와 ‘후분양 적용 공정률 기준 완화’(9.4%) 역시 일정 수준의 응답률을 보여, 불명확한 행정 기준이 제도 도입의 걸림돌로 작용하고 있음을 시사한다.

이에 따라 후분양제도의 민간 확산을 위해서는 금융 접근성 및 사업성 개선과 제도적 명확성 확보가 핵심 과제로, PF 대출 요건 완화, 보증기준 개선, 인센티브 제공 등 정책적 지원이 병행되어야 함을 실증적으로 확인할 수 있었다.

2. 퍼뮤테이션 중요도 분석 결과

RF 기반 퍼뮤테이션 중요도 분석 결과, 후분양 방식 선택에 영향을 미치는 핵심 속성으로는 ‘투기과열지구 지정’, ‘기대 분양가격’, ‘전국 주택가격 동향’, ‘PF 대출금리’, ‘PF 금융비용’ 등이 상위에 도출되었다. 이는 민간사업자의 후분양 채택 여부가 규제환경, 시장가치, 금융여건에 민감하게 반응함을 시사한다.

세부적으로는 다음과 같은 유형별 특징이 확인된다.

첫째, 정책 규제 속성이 최상위 속성으로 도출되어, 공급자가 제도적 제약을 인식하고 이에 대응하는 전략으로서 후분양을 고려하고 있음을 보여준다.

둘째, 시장가격과 수익성 기대 속성의 비중이 높았다. ‘기대분양가’, ‘주택가격지수’, ‘인근 시세’ 등 가격 속성들이 상위에 위치하여, 분양 시점의 시장 전망이 전략 결정에 핵심적으로 작용함을 나타낸다.

셋째, 금융비용과 유동성 리스크 관리 능력이 주요 속성으로 작용하였다. ‘PF 금융비용’, ‘금리’, ‘자기자본비율’, ‘현금흐름 안정성’ 등은 자금 조달 구조와 운용역량이 후분양 가능성을 결정짓는 요소임을 보여준다.

넷째, 정치-제도 환경에 대한 민감도도 확인되었다. 세제(취득세, 양도세) 및 금융규제[debt service ratio(DSR), loan to value(LTV)], 정치환경 변화 등이 중위권에 다수 분포하며, 정책 변화에 대한 공급자의 반응성이 높다는 점을 나타낸다.

다섯째, 수요자 반응 및 지역시장 흐름역시 일정 수준 영향을 미치는 것으로 나타났다. 소비자 심리지수, 미분양률, 청약률, 지역개발 호재 등은 시장 수요 및 기대심리 변화가 전략 선택에 영향을 주는 속성임을 보여준다.

한편, 시공사의 신용도, 브랜드 가치, 내부 역량 등 조직 내부 요소는 상대적으로 낮은 중요도를 보였으며, 인근 아파트의 분양가나 공급 동향과 같은 단기 인접시장 속성 또한 하위권에 위치하였다. 이는 후분양 판단이 개별 단지나 단기 시장 흐름보다는 거시적 환경과 금융 조건에 더 민감하게 반응한다는 점을 시사한다. 본 연구의 퍼뮤테이션 중요도 분석 결과는 다음 <표 8>과 같다.

<표 8> 퍼뮤테이션 중요도 분석 속성 순위

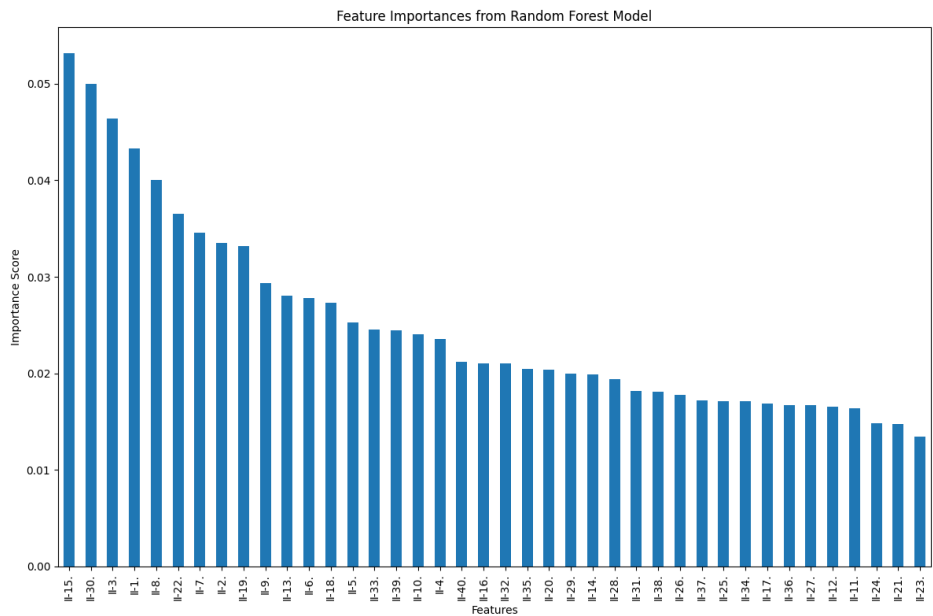
순위	속성 코드	속성 명	값
1	II-15	투기과열지구 지정 여부	0.053168
2	II-30	기대 분양가격 수준	0.049998
3	II-3	전국 주택 가격 동향(지수)	0.04639
4	II-1	PF 대출금리	0.043279
5	II-8	PF 금융비용(총 사업비 중 대출 비율 및 규모)	0.039998
6	II-22	인근 아파트 시세(매매가)	0.036561
7	II-7	도급 공사비	0.034582
8	II-2	물가상승률 변동	0.033526
9	II-19	시행사 자기자본 비율	0.033196
10	II-9	현금흐름 안정성(분양대금 입금 시기에 따른 cash flow)	0.029329
11	II-13	취득세 변화	0.028026
12	II-6	토지비	0.027829
13	II-18	시공사 신용 지원 여부(책임준공, 지급보증 등)	0.027277
14	II-5	전국 아파트 거래량 변화	0.02525
15	II-33	교통 접근성(지하철, 버스 등)	0.024546
16	II-39	마이너스옵션 불가 품목의 품질	0.02442
17	II-10	정권 교체 등 정치환경의 변화	0.024038
18	II-4	건설경기 동향	0.023547
19	II-40	상품 특화 특성(고급화 전략 및 마케팅 방향 등)	0.021215
20	II-16	시공사 브랜드(시공 능력 순위)	0.021047
21	II-32	사업기간	0.021011
22	II-35	공원 접근성	0.020432
23	II-20	시행사의 신용(신뢰도 등)	0.020355
24	II-29	사업 대상 지역 개발 호재(지가 변동 기대 등)	0.019937
25	II-14	양도세 변화	0.019919
26	II-28	주택 매매시장 소비자 심리 지수 변동	0.019437
27	II-31	개발규모(세대수)	0.018168
28	II-38	사업 대상 지역 광역 위치(수도권 여부 등)	0.018085

〈표 8〉 계속

순위	속성 코드	속성 명	값
29	II-26	유사 상품 경쟁력(인근 후분양 단지 유무)	0.017813
30	II-37	주변 편익시설(관공서, 판매시설 등)	0.017197
31	II-25	지역 청약률	0.017134
32	II-34	교육환경(학교 인접성 등)	0.017088
33	II-17	시공사 자금유동성	0.016844
34	II-36	쾌적숙성(혐오시설 인접 여부 등)	0.016718
35	II-27	수분양자 분양조건(잔금 기간 및 비율 부담)	0.016687
36	II-12	스트레스 DSR 도입 효과	0.016516
37	II-11	LTV 비율 변화	0.01639
38	II-24	지역 미분양률	0.014814
39	II-21	인근 아파트 분양가 수준	0.01476
40	II-23	인근 아파트 공급 동향	0.013473

PF, project finance; DSR, debt service ratio; LTV, loan to value.

이와 더불어 〈그림 1〉은 RF를 활용한 퍼무테이션 중요도 분석 결과를 시각화한 그래프로, RF 모형에서 산출된 각 속성의 예측 기여도를 나타낸다. X축은 속성 코드, Y축은 중요도 점수를 의미한다.



〈그림 1〉 퍼무테이션 속성 중요도

3. SHapley Additive exPlanations 중요도 분석 결과

SHAP 분석 결과, 후분양 방식 선택에 가장 높은 영향을 미친 속성은 ‘공급자의 기대 분양가격 수준’(II-30)으로, 평균 SHAP 값은 0.03456으로 나타났다. 이어 ‘투기과열지구 지정 여부’(II-15), ‘PF 대출금리’(II-1), ‘인근 아파트 시세’(II-22), ‘물가상승률’(II-2) 등이 상위권에 포함되었다. 이는 공급자의 후분양 선택이 수익성 기대, 정책 규제, 금융조건, 시장 환경 등 외부 속성에 복합적으로 영향을 받는다는 점을 시사한다.

특히 가격 형성 속성과 규제 속성 가 나란히 상위를 차지한 점은, 민간사업자가 정부 규제 환경을 반영하면서도 시장 수익 가능성을 판단해 후분양 여부를 결정하고 있음을 보여준다. 또한 PF 금융비용, 시공사 신용지원 여부, 시행사 자기자본비율 등도 상위에 위치해, 자금조달 여건과 리스크 대응역량이 중요한 판단 기준으로 작용함을 확인할 수 있다. 이 외에도 물가상승률, 전국 주택가격지수등 거시경제 지표 역시 중상위권에 분포하여, 외부 경제환경 변화에 대한 공급자의 민감한 대응이 후분양 전략에 반영되고 있음을 알 수 있다.

SHAP 분석 결과는 일부 항목에서 퍼뮤테이션 중요도 분석과 차이를 보였다. 예를 들어 ‘토지비’(II-6)와 ‘취득세 변화’(II-13)는 SHAP 분석에서 각각 8위와 7위로 높게 나타났지만, 퍼뮤테이션 분석에서는 중하위권에 머물렀다. 반면 ‘전국주택 가격동향’(II-3)은 퍼뮤테이션 분석에서 3위를 기록했지만, SHAP에서는 9위로 다소 순위가 하락하였다. 이는 해석 목적과 분석 방식에 따라 중요도 순위가 달라질 수 있음을 보여준다.

전반적으로 3위 이후부터는 속성 간 중요도 격차가 완만하게 줄어들며, 하위 속성의 기여도는 미미한 수준으로 평가되었다. <표 9>에 SHAP 중요도 분석의 구체적 결과를 제시하였다.

<표 9> SHAP(SHapley Additive exPlanations) feature importance 순위

순위	속성코드	속성 명	값
1	II-30	기대 분양가격 수준	0.03456
2	II-15	투기과열지구 지정 여부(분양가 상한제 적용 여부)	0.031085
3	II-1	PF 대출금리	0.022271
4	II-22	인근 아파트 매매가(시세)	0.018135
5	II-2	물가 상승률 변동	0.015966
6	II-18	시공사의 신용 지원 여부(책임 준공, 지급 보증 등)	0.015019
7	II-13	취득세 변화	0.013917
8	II-6	토지비	0.013706

〈표 9〉 계속

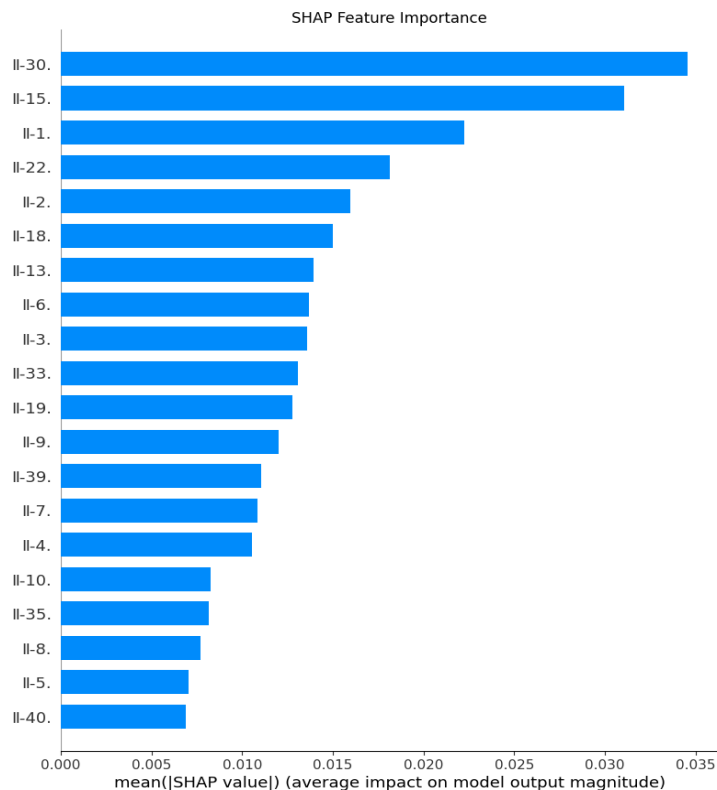
순위	속성코드	속성 명	값
9	II-3	전국 주택 가격 동향(지수)	0.013583
10	II-33	교통 접근성(지하철, 버스 등)	0.013063
11	II-19	시행사의 자기자본 비율	0.012756
12	II-9	현금흐름 안정성(분양대금 입금 시기에 따른 cash flow)	0.012038
13	II-39	마이너스 옵션 불가 품목의 품질	0.011046
14	II-7	도급 공사비	0.010861
15	II-4	건설 경기 동향	0.010562
16	II-10	정권 교체 등 정치환경의 변화	0.00826
17	II-35	공원 접근성	0.008144
18	II-8	PF 금융비용(총 사업비 중 대출 비율 및 규모)	0.00771
19	II-5	전국 아파트 거래량 변화	0.00706
20	II-40	상품의 특화성(고급화 전략 및 마케팅 방향 등)	0.00689
21	II-31	개발 규모(세대수)	0.006555
22	II-29	사업 대상 지역 개발 호재(지가 변동 기대 등)	0.006305
23	II-16	시공사 브랜드(시공 능력 순위)	0.006041
24	II-26	유사 상품의 경쟁력(주변 후분양 단지 유무)	0.005901
25	II-37	주변 편익시설(관공서, 판매시설 등)	0.005166
26	II-11	LTV 비율의 변화	0.005024
27	II-36	쾌적숙성(혐오시설 인접 여부 등)	0.004885
28	II-21	인근 아파트 분양가 수준	0.004772
29	II-28	소비자 주택 매매시장 심리 지수 변동	0.004381
30	II-14	양도세 변화	0.004213
31	II-34	교육환경(학교 인접성 등)	0.004099
32	II-17	시공사의 자금 유동성	0.003918
33	II-38	사업 대상 지역의 광역 위치(수도권 여부 등)	0.00387
34	II-32	사업기간	0.003848
35	II-20	시행사의 신용(신뢰도 등)	0.003486
36	II-27	수분양자의 분양 조건(잔금 기간 및 비율 부담)	0.003325
37	II-23	인근 지역 아파트 공급 동	0.002964
38	II-12	스트레스 DSR 도입 효과	0.002625
39	II-25	지역 청약률	0.002494
40	II-24	지역 미분양률	0.002312

PF, project finance; LTV, loan to value; DSR, debt service ratio.

〈그림 2〉는 평균 SHAP 값을 기준으로 속성 중요도를 시각화한 그래프이며, X축은 평균 기여도 (mean(|SHAP value|)), Y축은 속성 코드를 나타낸다. 하위 속성들의 경우 영향력이 크지 않지만 전체적으로 복합적 기여를 하고 있음을 확인할 수 있다.

4. 퍼뮤테이션 중요도·SHapley Additive exPlanations 분석 비교

RF 기반의 퍼뮤테이션 중요도와 SHAP 분석을 병행 수행함으로써 공급자의 후분양 방식 선택에 영향을 미치는 핵심 속성을 정밀하게 비교·검증하였다. 두 기법은 속성 의 기여도를 서로 다른 방식으로 평가하지만, 상위권 속성변수에서는 높은 일관성을 보였다. 특히 ‘기대 분양가격 수준’, ‘투기과열지구 지정 여부’, ‘PF 대출금리’ 등의 속성은 공통적으로 높은 중요도를 나타냈다. 이는 공급자의 후분양 방식 선택이 시장 수익성, 정책 규제, 금융 여건 등 외부 속성에 민감하게 반응하는 경향이 확인되었다.



〈그림 2〉 SHAP(SHapley Additive exPlanations) 속성 중요도

이러한 비교를 통해 핵심 결정속성으로는 기대 분양가격 수준, 투기과열지구 지정 여부, PF 금융비용 및 금리, 인근 아파트 매매가(시세) 등이 도출되었으며, 이는 공급자의 수익 기대, 제도 규제, 자금조달 리스크가 후분양 여부 판단에 핵심 축을 이루고 있음을 보여준다. 반면, 시공사 역량, 인접 단지 분양가 등 조직 내부 속성과 단기 시장 속성은 상대적으로 영향력이 낮은 것으로 분석되었다. 따라서 후분양 방식은 단순한 분양 시점 선택을 넘어 정책금융시장환경에 대한 전략적 반응으로 이루어지는 결정임을 보여준다.

V. 결론 및 정책 제언

1. 연구의 요약

본 연구는 민간 아파트 개발사업에서 공급자가 후분양 방식을 선택하는 데 영향을 미치는 속성을 실증적으로 규명하고자 하였다. 이를 위해 후분양 아파트 개발에 실제 참여하거나 실무적으로 검토한 경험이 있는 362명의 응답자 데이터를 기반으로, 머신러닝 기반의 RF 분류모형을 구축하였다. 분석에는 40개의 속성변수를 투입하고, 퍼뮤테이션 중요도와 SHAP 분석을 병행하여 속성별 중요도와 영향 방향을 정량적으로 평가하였다.

분석 결과, ‘기대 분양가격 수준’, ‘투기과열지구 지정 여부’, ‘PF 대출금리’ 등이 후분양 방식 선택에 가장 큰 영향을 미치는 핵심 속성으로 도출되었다. 위 요인들은 퍼뮤테이션 분석과 SHAP 분석에서 모두 일관되게 높은 중요도를 보였다는 점에서, 후분양 방식 선택이 개별 사업의 내부 요인보다는 정책적 규제 환경, 금융여건, 그리고 시장 수익성 기대와 같은 거시적 요인에 의해 결정되는 경향이 강함을 시사한다. 이러한 결과는 기존 선행연구에서 강조된 공급자의 자금조달 부담 및 정책 규제의 영향과 맥을 같이하면서도, 시장 가격 요인의 중요성이 동시에 강조된다는 점을 확인하였다. 특히 본 연구는 이러한 요인 구조를 실무자 설문조사를 통해 실증적으로 검증하고 계량화하였다는 점에서 기존 연구와 구별된다.

후분양방식의 제도적·정책적 개선 필요사항에 대한 응답을 다중응답 형태로 수집하여 빈도분석을 실시한 결과, ‘후분양 사업에 대한 PF 대출 조건 완화 및 우대금리 적용’, ‘정부 차원의 후분양 아파트 개발사업 인센티브 제공’, ‘공공 보증기관의 분양가 심사 기준 및 보증 요건 완화’ 등이 상위 항목으로 나타났다. 이는 실무자들이 후분양제도의 활성화를 위해 금융 접근성 개선과 제도적 유연성 확보가 병행되어야 한다고 인식하고 있음을 보여준다.

이러한 개선사항에 대한 인식은 본 연구의 정량분석 결과에서도 유사하게 나타났다. SHAP 분석을 통해 개별 요인의 조건부 효과를 살펴본 결과, 기대 분양가격이 높게 평가되는 상황에서는 후분양 선택 가능성이 뚜렷하게 증가하였으나, PF 금융비용이 동시에 높을 경우 그 효과가 약화되는 경향이 확인되었다. 이는 공급자의 후분양 선택이 단순히 수익 기대에 따라 결정되는 것이 아니라, 수익성과 리스크 속성의 상호작용에 의해 좌우된다는 점을 보여준다. 이러한 결과는 불확실성 하의 의사결정을 설명한 전망이론(prospect theory)과 리스크 관리(risk management) 연구에서 제시하는 위험-보상 균형의 개념과도 맥을 같이 한다고 할 수 있다.

한편 시공사 브랜드 가치나 인접 단지 분양가와 같은 속성변수는 상대적으로 낮은 중요도를 보였다. 이는 기존 연구에서 강조되었던 미시적·단기적 속성보다 거시적 환경과 금융 조건이 더 결정적인 역할을 한다는 점을 시사한다. 다시 말해, 공급자는 특정 단지의 경쟁 구도보다는 전체적인 정책 규제 및 자금조달 환경을 중심으로 의사결정을 한다고 해석할 수 있다. 정책 수립의 관점에서 본다면 기대 분양가격과 관련된 속성의 중요성은 공급자가 합리적인 가격 예측을 할 수 있도록 분양가 심사 기준 및 정보 제공 체계의 투명성 강화가 필요하다고 할 수 있다. 또한 PF 금융비용과 관련된 결과는 금융기관 보증 구조 및 대출조건 개선이 공급자의 불확실성 완화에 직접적인 영향을 줄 수 있기 때문에 이러한 구조적 연결은 단순한 정책 권고에 그치지 않고 분석의 결과와 정책 설계가 유기적으로 연결되어야 한다는 것을 보여준다. 종합적으로, 본 연구는 민간 아파트 개발사업에서 후분양 방식 선택 속성을 정량적이고 구조적으로 규명한 실증연구로, 향후 제도 정착과 실무 적용을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 정책 제언 및 향후 연구 방향

1) 시사점 및 정책 제언

본 연구는 머신러닝 기반의 RF 기법을 활용하여 후분양 경험이 있는 공급자의 설문 데이터를 바탕으로 후분양방식 선택에 영향을 미치는 결정속성을 실증적으로 분석하고자 하였다. 본 연구의 실증분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 정책적 시사점을 도출할 수 있다.

첫째, 후분양 도입의 핵심 제약 속성인 자금조달 부담을 완화하기 위한 금융지원 체계가 필요하다. PF 대출금리가 주요 요인으로 나타남에 따라, 후분양 방식을 채택하는 공급자를 대상으로 유동성 확보를 위한 PF 보증 요건 완화, 이차보전 제도, 세제 인센티브를 포함한 맞춤형 금융지원 방안을 다층적으로 설계할 필요가 있다.

둘째, 후분양방식의 제도적 유연성이 요구된다. 후분양방식 채택 여부에 영향을 미치는 제도적 요인으로 ‘투기과열지구 지정 여부’가 높은 중요도를 보인 점은 현행 규제지역 지정 체계가 공급자의 제도 수용성에 영향을 미친다는 사실을 보여준다. 따라서 규제지역의 탄력적 운용과 분양가 심사 기준의 합리적 조정이 병행될 필요가 있다. 예를 들어 후분양사업의 경우에는 투기과열지구에 포함된 지역이라 하더라도 일반 선분양사업과 동일한 수준의 분양가상한제 규제를 적용하기보다는 사업 특성과 금융 부담을 고려하여 일정 부분 완화되거나 예외적으로 조정할 수 있는 제도적 장치가 마련될 필요가 있다. 이는 후분양 사업의 자금 부담을 완화하여 제도 수용성을 높이는 현실적 방안으로 작용할 수 있다.

셋째, 공급자의 시장 수익성 판단 기반 강화와 정보 접근성 개선이 필요하다. ‘기대 분양가격 수준’이 높은 중요도를 보인 만큼 합리적 가격예측과 시장 전망을 지원할 수 있는 데이터 기반 정보체계와 정책 피드백 구조를 구축해야 한다. 예를 들어 공공부문 주택가격 데이터의 통합 관리와 민간 플랫폼의 실시간 데이터를 결합한 통합 모니터링 시스템의 구축 및 운영을 통해 공급자는 시장 전망과 분양가 설정에 대한 객관적 판단 근거를 확보할 수 있을 것이다. 또한 공공부문의 축적된 후분양 사례 데이터와 성과를 민간에 체계적으로 이전 및 공유한다면 향후 민간 개발사업자들의 전략적 판단에 도움이 될 수 있을 것이다.

종합하면, 본 연구의 실증분석 결과는 후분양제도의 확산을 위해 금융 접근성 개선, 제도적 유연성 확보, 시장 정보 기반 강화가 핵심 과제임을 보여준다. 이는 후분양방식이 단순한 분양시점 선택이 아니라 금융-제도-시장 요인을 복합적으로 고려해야 하는 전략적 의사결정 구조임을 의미한다. 따라서 본 연구는 공급자의 의사결정 구조를 실증적으로 규명함으로써 향후 후분양제도 활성화를 위한 정책 및 제도 개선 방향을 구체화하는 데 있어 실증적 근거와 방향성을 제공한다는 점에서 정책적 의의가 있다.

2) 연구의 한계 및 향후 연구 방향

본 연구는 후분양 방식 선택에 영향을 미치는 속성을 공급자 설문문을 통해 실증 분석하였으나, 다음과 같은 한계를 지닌다.

첫째, 설문조사 기반 분석 특성상 응답자의 주관적 인식에 의존하였고, 표본은 수도권 및 대도시권 중심으로 구성되어 지역 간 특수성 반영에는 한계가 있다.

둘째, 설정된 속성들은 선행연구를 기반으로 도출되었으나, 실제 사업 환경에서는 금융시장 불안, ESG, 공급망 리스크 등 외생 속성이 추가로 작용할 수 있으므로, 향후 속성 변수의 확장이 필요하다.

또한, 본 연구에서는 모든 문항을 동일한 척도로 측정하였기 때문에 속성별 응답가중치 차이나 직접·간접적 요인의 영향력 차이를 충분히 반영하지 못하였다. 따라서 향후 연구에서는 요인 간 가중치나 계층적 구조를 고려한 다층적 분석 설계를 통해 이러한 한계를 보완할 필요가 있다.

셋째, 본 연구는 비정형적 의사결정 속성을 반영하기 어려웠으므로, 향후에는 인터뷰 및 사례연구와 같은 정성적 접근을 병행한 혼합방법 연구가 요구된다.

넷째, 본 연구는 머신러닝의 RF 기법을 사용하였는데 목표의 예측력을 좀 더 정확히 하기 위해 기존의 모델과의 비교분석이 이루어질 필요가 있다. 이를 위해서는 로지스틱 회귀나 그래디언트 부스팅 등 기존 예측모형과의 비교·분석을 통해 간건성을 평가할 필요가 있다.

마지막으로 분석 시점이 2025년 상반기로 한정되었기 때문에, 정책 변화와 시장 환경의 장기적 추이를 반영한 시계열 분석또는 행정데이터 기반 실증 연구로 확장할 필요가 있다.

향후 연구는 이와 같은 보완 과제를 바탕으로 지역·시기·제도적 맥락을 반영한 분석틀을 구축함으로써 후분양 제도의 안정적 정착과 민간 부문 확산에 보다 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강남훈. (2019). 주택후분양제 도입방안에 관한 연구. *부동산정책연구*, 20(1), 61-76.
- 곽철우. (2024). *주거용 부동산개발사업 사전평가 요소의 중요도에 관한 연구* (박사학위논문). 강원대학교, 강원.
- 권주안, 김규판, 김윤중. (2005). *후분양제도 전환에 따른 주택건설금융구조 개편방안 연구*. 서울: 주택산업연구원.
- 권혁신. (2016). *주택수요정책과 신규아파트 분양에 관한 연구* (박사학위논문). 서울대학교, 서울.
- 김갑열, 강정규. (2021). *부동산학개론*. 서울: 부연사.
- 김기열, 김영곤. (2018). 후분양 제도에 대한 인식 연구: 텍스트마이닝 기법을 활용하여. *부동산학보*, 72, 99-113.
- 김도영. (2020). *아파트 개발사업의 수익 리스크 관리 모델* (박사학위논문). 경희대학교, 서울.
- 김수지. (2018). 주택 후분양이 공급자 및 수요자에 미치는 영향: NPV분석을 중심으로. *한국주택학회 학술대회 발표논문집*, 425-436.
- 김정희. (2021). 머신러닝을 이용한 주택가격 예측과 공간적 군집패턴 분석. *한국사진지리학회지*, 31(4), 150-165.
- 김진유. (2020). 해외 선분양 사례 및 전문가의 조사를 통한 효과적인 후분양 활성화방안 연구. *주택도시연구*, 10(3), 119-147.
- 문휘영. (2005). *공동주택 후분양 전환에 따른 건설금융 활용방안* (박사학위논문). 부경대학교, 부산.
- 박문서, 안창범, 이현수, 황성주. (2009). 시스템다이내믹스를 이용한 분양 제도 변화에 따른 주택 시장 영향 분석. *한국건설관리학회논문집*, 10(3), 42-52.
- 박종덕. (2009). *부동산개발금융에서의 재무적 투자자 참여실태 및 역할에 관한 연구* (박사학위논문). 단국대학교, 용인.
- 박지호. (2023). *부동산 프로젝트파이낸싱(PF) 대출의 성공요인 분석* (박사학위논문). 단국대학교, 용인.
- 배성완, 유정석. (2018). 표본 주택 가격 기반 부동산 가격지수 산정: 머신 러닝 방법의 활용을 중심으로. *주택연구*, 26(4), 53-74.
- 석홍재, 김호철. (2006). 후분양제도 도입에 따른 주택재건축사업의 사업성 비교 연구: 서울시를 중심으로. *부동산학보*, 26, 202-216.
- 손병희. (2017). *아파트 분양성공에 관한 연구: 계약률, 계약기간, 계약자거리를 중심으로* (박사학위논문).

건국대학교, 서울.

- 손진수. (2018). 후분양제 시행에 따른 문제점과 개선방안. *부동산경영*, 18, 47-71.
- 신규호, 김재준. (2002). 국내개발사업 사전기획단계에서의 효율적 리스크 관리를 위한 리스크 인자 중요도에 관한 연구. *한국건설관리학회논문집*, 3(2), 75-86.
- 신우식, 박근준. (2005). 공동주택 개발사업 타당성 분석대상 항목의 평가기준 설정. *한국건설관리학회논문집*, 4(5), 110-118.
- 양지영. (2025). *미분양주택 결정요인 분석*(박사학위논문). 건국대학교, 서울.
- 오정석, 정운혜 (2023). *후분양제 확산을 위한 제도개선 연구: 서울시민과 전문가 인식조사를 중심으로*. 서울: SH 도시연구원.
- 오정석, 정운혜, 권지현. (2024). *주택분양제도 비교(선분양 vs. 후분양)*. 서울: SH 도시연구원.
- 윤인환, 배병윤. (2021). 공동주택 건설사업에서 후분양의 제도 및 정책 수립을 위한 분담금 납부 적정시기 분석. *한국건설관리학회논문집*, 22(4), 59-65.
- 조한진, 박이레, 임민정. (2020). *후분양제 도입에 따른 사업전략 및 대응방안 연구: 기초진단을 중심으로*. 대전: 한국토지주택공사 토지주택연구원.
- 홍록희. (2021). *분양성 평가요인이 청약경쟁률에 미치는 영향에 관한 연구: 서울지역 아파트 공급을 중심으로*(박사학위논문). 한양대학교, 서울.
- 홍정의. (2021). 랜덤 포레스트 알고리즘을 통한 주택 대량평가모형 연구. *부동산분석*, 7(1), 1-28.
- 홍주현. (2010). *주거용 건축개발사업의 리스크기반 타당성 분석*(박사학위논문). 전남대학교, 광주.
- Antipov, E., & Pokryshevskaya, E. (2012). Mass appraisal of residential apartments: An application of random forest for valuation and a CART-based approach for model diagnostics. *Expert Systems with Applications*, 39(2), 1772-1778.
- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45, 5-32.
- Kok, N., Koponen, E. L., & Martínez-Barbosa, C. A. (2017). Big data in real estate? From manual appraisal to automated valuation. *The Journal of Portfolio Management*, 43(6), 202-211.

(논문 접수일: 2025.09.25. 수정논문 접수일: 2025.11.10. 논문 채택일: 2025.11.28.)

Analysis of the Post-Sale System Selection Attributes of Private Apartment Developers^{*}

Eunbi Jung^{**}, Jeonggyu Kang^{***}, Chulmin Jang^{****}

Abstract

In South Korea's private apartment market, the post-sale housing system has been applied only in a limited number of cases compared to the pre-sale model. Nevertheless, the institutional necessity of post-sale systems has been continuously emphasized, particularly in terms of consumer protection and construction quality assurance. However, because of the burdens related to project financing and heightened market risks, post-sale remains a difficult option for suppliers to adopt in practice. Against this backdrop, this study empirically analyzes the attributes that influence private developers' decision to adopt a post-sale model. A random forest classification model is developed based on a survey of industry professionals involved in post-sale apartment development projects. To evaluate the importance of each attribute, the study employed both Permutation Importance and SHapley Additive exPlanations analyses. The results indicate that expected sales price, speculative area designation, and project finance loan interest rate are significant determinants of post-sale adoption. These findings suggest that to promote wider adoption of the post-sale model, policy efforts should focus on reducing supplier-side financial risks and enhancing profitability through institutional and financial support.

Keywords : Post-Sale System, Private Apartment Development, Selection Attributes, Random Forest

^{*} This article is derived from and revised based on part of Eunbi Jung's doctoral dissertation.

^{**} Eunbi Jung, First author, Ph.D. Candidate, Department of Real Estate, Dong-A University, eun.bi0613@gmail.com

^{***} Jeonggyu Kang, Corresponding author, Director, Department of Real Estate, Dong-A University, kang2302@dau.ac.kr

^{****} Chulmin Jang, Co-author, Professor, Graduate School of Real Estate, Dong-A University, cmjang@dau.ac.kr

© Copyright 2025 Housing Finance Research Institute. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

부록

〈부록 표 1〉 선행연구를 바탕으로 정리한 속성 연구자 대응표

분류	중분류	상세분류	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰
경제	금융환경	PF 대출금리	○	-	○	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	○	○
	시장동향	물가상승률 변동	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-	○
		최근 주택가격 동향(지수)	○	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○
		건설경기 동향	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○
		전국 아파트 거래량 변화	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
	사업비 구성	토지비	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○	○
		도급공사비	-	○	○	-	○	-	○	○	-	○	○	-	○	-	○	○	○
		PF 금융비용 (총사업비 중 대출비율 및 규모)	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○
		현금흐름 안전성 (분양대금 입금시기에 따른 cashflow)	-	○	○	○	○	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○
정치·제도적	정치환경 변화	정권교체 등 정치환경의 변화	○	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
	부동산 금융 정책변화	LTV 비율 변화	○	○	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
		스트레스 DSR 도입 효과	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
	부동산 세제 정책변화	취득세 변화	-	○	-	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
		양도세 변화	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
	주택 공급 규제	투기과열지구 지정 여부(분양가상한제 적용 여부 등)	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	-	-	-	○

〈부록 표 1〉 계속

분류	중분류	상세분류	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰
기업	시공사	시공사 브랜드 (시공능력순위)	○	○	-	-	○	-	○	-	-	○	○	-	○	-	-	-	○
		시공사의 자금 유동성	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○
		시공사신용지원여부 (책임준공, 지급보증 등)	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○
	시행사	시행사의 자기자본 비율	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	-	-	○
		시행사의 신용 (신뢰도 등)	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	-	○
분양 관련	시장 수급 조건	인근 아파트 분양가 수준	○	-	-	-	○	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○
		인근 아파트 매매가(시세)	-	○	-	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○
		인근 지역 아파트 공급 동향	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○
	경쟁 및 분양시장	지역 미분양률	-	○	-	-	-	-	○	○	-	○	○	-	-	○	-	-	○
		지역 청약률	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
		유사상품의 경쟁력 (인근 후분양 단지 유무)	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○
	수요자 반응 및 심리	수분양자 분양조건 (잔금기간 및 비율 부담)	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	○
		주택 매매시장 소비자 심리지수 변동	-	-	-	-	-	-	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○
		사업 대상 지역 개발 호재 (지가 변동 기대 등)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○
	사업자 기대수익	기대 분양가격 수준	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○

〈부록 표 1〉 계속

분류	중분류	상세분류	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰
프로젝트 관련	규모 및 사업기간	개발규모(세대수)	○	○	-	○	○	-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	○
		사업기간	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○
	입지 접근성	교통 접근성 (지하철, 버스 등)	○	○	-	○	○	-	○	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○
		교육환경 (학교 인접성 등)	-	○	-	-	○	-	○	-	○	-	○	-	-	-	-	-	○
		공원접근성	-	○	-	-	-	-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	○
		쾌적요인 (혐오시설, 인접여부 등)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○
		편의시설 (관공서, 판매시설 등)	-	○	-	-	○	-	○	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○
		사업대상지역의 광역위치 (수도권 여부)	○	-	-	○	-	-	○	-	○	○	-	-	○	-	-	-	○
	상품 구성 및 전략	마이너스옵션 불가 품목의 품질	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○
		상품의 특화성 (고급화 전략 및 마케팅 방향 등)	-	-	-	-	-	-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	○

주: ① 박지호(2023), ② 권혁신(2016), ③ 김수지(2018), ④ 신규호·김재준(2002), ⑤ 신우식·박근준(2005), ⑥ 윤인환·배병윤(2021), ⑦ 홍록희(2021), ⑧ 양지영(2025), ⑨ 손병희(2017), ⑩ 곽철우(2024), ⑪ 홍주현(2010), ⑫ 조한진 외(2020), ⑬ 박종덕(2009), ⑭ 박문서 외(2009), ⑮ 권주안 외(2005), ⑯ 김도영(2020), ⑰ 본 연구.

PF, project finance; LTV, loan to value; DSR, debt service ratio.