



동북선 착공 발표가 아파트 가격에 미친 영향* - 서울 경전철 사례의 실증 분석 -

The Effect of the Dongbuk Line Announcement on Apartment Prices - An Empirical Study of Light Rail Transit in Seoul -

김재형** · 이상근*** · 김진화****

Jae Hyung Kim · Sang Gun Lee · Jin Hwa Kim

Abstract

Urban rail transit infrastructure prompts structural changes in both urban spatial configurations and housing markets. This study empirically examines the impact of the Dongbuk Line light rail development in Seoul, focusing on how the project's announcement (January 2019) and actual construction commencement (July 2020) affected nearby apartment transaction prices. A key contribution of this study lies in its separation of market responses by policy implementation stage, rather than analyzing only post-opening effects. The analysis utilizes apartment transaction data from five districts in northeastern Seoul spanning from January 2013 to December 2024. A difference-in-differences (DID) approach was employed as the primary identification strategy, complemented by propensity score matching-DID and placebo tests to ensure robustness. Proximity to the railway was defined based on 600 m, 800 m, and 1 km thresholds. We also controlled for key housing and transportation accessibility variables. The results revealed that apartment prices within designated station areas increased by approximately 2.7% to 3.6% following the project announcement, with additional price increases observed after construction began. Placebo tests and sensitivity analyses confirmed the robustness of these policy effects. Although the estimated effect size diminishes under panel fixed-effects models, this likely reflects a more conservative estimate due to the inclusion of spatial and temporal fixed-effects. By examining light rail project in a relatively underserved area, this study rigorously identifies the temporal and spatial diffusion of infrastructure policy impacts and provides empirical evidence of stage-specific market responses to urban transit development.

Keywords: Urban/light rail transit (URT/LRT), Difference-in-differences (DID), Housing price effect, Propensity score matching (PSM), Policy signal effect

* 이 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 메타버스 융합대학원(RS-2022-00156318), 문화체육관광부 및 한국 콘텐츠 진흥원의 2023년도 문화기술 연구개발사업(RS-2023-00219237), 2025학년도 서강대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임(202512021).

** 서강대학교 일반대학원 부동산학과 박사과정(주저자) | Ph.D. Candidate, Graduate School of Real Estate, Sogang University | First Author | jaeh605@gmail.com |

*** 서강대학교 경영학과 교수(교신저자) | Professor, Sogang Business School, Sogang University | Corresponding Author | slee1028@sogang.ac.kr |

**** 서강대학교 경영학과 교수 | Professor, Sogang Business School, Sogang University | jinhwakim@sogang.ac.kr |

1. 서론

도시철도는 중심업무지구와 주거지역 간의 통근 효율성을 높이고 도시 내 접근성을 개선함으로써, 부동산 시장 구조에 중장기적 영향을 미치는 핵심 인프라로 평가된다(Alonso, 1964; Cervero and Kang, 2011). 특히 최근에는 상대적으로 저비용·단기간에 공급이 가능한 경전철(light rail transit, LRT)이 대규모 중전철에 비해 현실적인 대안으로 각광받고 있다. 서울시 동북선 경전철 사업은 성동구 왕십리역에서 노원구 상계역까지 총 13.4km를 연결하는 노선으로, 동북권의 열악한 대중교통 여건 개선과 기존 지하철망과의 연계를 목표로 추진되었다. 해당 노선은 2019년 1월에 공식 착공 계획이 발표되었으며, 2020년 7월 실제 착공에 착수하였다.

기존 연구들은 도시철도 개발의 주택시장 효과를 실증적으로 분석해 왔으나, 상당수가 '개통 이후' 시점에 집중하는 경향을 보여왔다(Gibbons and Machin, 2005; Sun et al., 2016). 일부 연구는 착공 이전의 기대효과나 발표 효과를 고려하기도 했으나, 정책 발표와 실제 착공을 시계열적으로 명확히 구분하고, 단계별 시장 반응을 실증적으로 식별한 사례는 여전히 제한적이다. 그러나 도시 인프라 정책은 공식 발표와 같은 초기 단계부터 시장 기대를 자극하는 신호효과(signal effect)를 유발할 수 있으며(Bartholomew and Ewing, 2011), 국내에서도 금보미(2017)는 GTX 연신내 노선의 노선 확정 발표가 은평구 실거래가에 선제적으로 반영되었음을 실증적으로 제시하였다. 이러한 정보 효과를 실증적으로 규

명하는 것은 정책의 시간적 파급구조를 해석하는데 필수적이다.

이처럼 교통 인프라 확충이 부동산 시장을 넘어 지역 경제 전반에 파급효과를 미친다는 분석은 국내 고속도로 개발 사례에서도 확인된다(김세훈, 2021). 아울러 정승영 외(2018)는 GTX 건설 계획 발표 이후 수도권 지역의 아파트 가격이 통계적으로 유의미하게 상승하는 것을 실증적으로 보여주며, 정책 발표 자체가 시장에 중요한 신호로 작용할 수 있음을 시사하였다.

또한, 도시철도 효과의 공간적 범위를 정의하는 '역세권' 기준은 과거 500m 반경을 중심으로 고정적으로 적용되어 왔으나, 최근에는 생활권 확장과 도보 접근성 향상 등을 반영하여 200m, 600m, 800m, 1km 등 다양한 거리 기준이 제안되고 있다(김태범·장희순, 2020; 도수관 외, 2015; 한다숨·최창규, 2022; Sun et al., 2016). 역세권 거리 기준의 설정은 정책 효과의 공간적 확산 해석에 실질적인 차이를 유발할 수 있어, 거리 기준 변화에 따른 민감도 분석을 병행하는 것이 요구된다.

본 연구는 서울 동북선 경전철을 사례로, 착공 발표(2019년 1월)와 실제 착공(2020년 7월)을 구분하여, 단계별 주택시장 반응을 시계열적으로 실증 분석하였다. 분석 대상은 동북선 인근 5개 자치구(성북구, 강북구, 도봉구, 노원구, 동대문구) 아파트 단지로 설정하였으며, 역세권 반경을 600m, 800m, 1km로 세분화하여 공간 민감도를 함께 검토하였다. 더불어, 거시경제 변수(기준금리, 소비자물가지수), 코로나19 영향, 교통 접근성(버스정류장 수, 지하철역 거리, 승하차 인원) 등을 통제된 고정효과 패널 회귀분석을 적용

하였고, 아파트의 구조적 특성이 가격 형성에 영향을 미친다는 기존 연구(고주형·강명구, 2019)를 반영하여 주요 물리적 변수도 포함하였다. 또한, 이중차분(difference-in-differences, DID; Bertrand et al., 2004), 성향점수매칭 기반 DID [PSM(propensity score matching)-DID; Austin, 2011], 플래시보 분석, 공간 자기상관 검증을 종합적으로 활용하여 정책효과의 인과성과 공간 확산 구조를 정밀하게 검토하였다. 이러한 접근은 대중교통 지향형 개발(transit-oriented development, TOD)이 인근 부동산 시장에 미치는 영향을 실증적으로 식별한 기존 연구들과도 맥을 같이 한다(Duncan, 2011). 본 연구에서 활용한 DID 및 PSM-DID 분석은 관측자료 기반의 준실험적 설정에서 인과 효과를 식별하기 위한 신뢰도 높은 방법론으로 널리 활용되고 있다(Lechner, 2011).

본 연구는 기존 중전철 중심 연구와 차별적으로, 상대적 교통 소외지역인 서울 동북권의 경전철 사업을 대상으로, 정책 발표-착공-시장 반응의 연결 구조를 실증적으로 규명한다. 또한, 역세권 정의의 공간 민감성과 방법론의 계량적 정교화를 함께 고려함으로써, 교통 인프라 정책의 시차 구조 해석과 실무적 적용에 실증 기반의 정책적 시사점을 제시한다.

II. 이론적 배경 및 선행연구 검토

1. 도시철도 개발과 부동산 가격 간 관계에 대한 이론적 고찰

도시철도와 같은 교통 인프라의 개발은 주거지

역의 접근성과 연결성을 개선함으로써 부동산 시장에 구조적 변화를 유발하는 핵심 요인으로 인식된다. Alonso(1964)의 고전적 토지이용 이론에 따르면, 교통 접근성 향상은 중심지로부터의 거리에서 발생하는 이동 비용을 절감시키고, 이는 인근 토지의 입지 가치와 부동산 가격 상승으로 연결된다. 이러한 이론적 배경을 토대로, 다수의 실증 연구들은 도시철도 등 대중교통 인프라 확충이 주변 지역 부동산 시장에 미치는 영향을 규명해 왔다(김승미, 2018; 오현택·홍성조, 2023).

예를 들어, Gibbons and Machin(2005)은 런던 지하철 노선 확장을 자연실험으로 활용해 교통 접근성 개선이 주택가격에 유의미한 상승 효과를 가져왔음을 실증하였다. 국내에서는 Cervero and Kang(2011)이 서울 BRT 구축 사례를 바탕으로 역세권 접근성이 토지이용 및 토지가격에 긍정적인 영향을 미쳤음을 보여주었다.

이와 함께, 도시철도 개발의 효과는 단순히 ‘개통’ 이후에만 국한되지 않으며, 계획의 발표, 물리적 착공, 실제 운영 등 정책의 이행 단계별로 시장 반응이 시차를 두고 나타날 수 있다는 점이 강조된다. 특히 ‘발표 시점’은 정부의 공식적인 개발 의지가 표출되는 순간으로, 시장에 중요한 정책 신호(signal effect)를 제공한다. Bartholomew and Ewing(2011)은 이러한 발표 단계에서 기대감이 선반영되어 실질 착공 이전에도 부동산 가격 변동이 관측될 수 있음을 지적하였다. 즉, 개발 계획의 공개는 정보 비대칭을 해소하고, 투자자와 수요자의 기대 심리를 자극함으로써 시장에 실질적인 경제적 반응을 유도하는 정책적 전환점으로 작용할 수 있다.

따라서 도시철도 개발이 부동산 시장에 미치는 영향은 발표, 착공, 개통 등 단계별로 복합적으로 작용하며, 특정 시점에 국한되지 않는 연속적 과정으로 이해할 필요가 있다. 본 연구는 이러한 맥락에서 정책 발표와 착공 시점을 구분하여, 이행 단계별로 시장의 구조적 반응을 실증적으로 검토하고자 한다.

2. 동북선과 유사 사례에 대한 실증연구

도시철도 신설이 인근 주택시장에 미치는 영향을 분석한 국내외 선행연구들은 주로 이중차분법(DID), 반복매매모형, 또는 거리 기반의 이질적 효과 분석 등 다양한 계량적 접근을 통해 정책효과를 추정해왔다. 대표적으로 Bajic(1983)은 캐나다 토론토의 지하철 신규 노선 개통이 인근 주택 가격에 미친 영향을 실증 분석하였으며, Sun et al.(2016)은 중국 톈진시에서 지하철망 확장이 주택 가격에 미친 영향을 거리 구간별(600m, 800m, 1km)로 구분하여 추정하였다. 또한, Debrezion et al.(2007)은 철도역 접근성과 주택가격 간의 관계를 메타분석하여, 역과의 거리가 가까울수록 긍정적인 가격 효과가 유의하게 나타난다는 일관된 경향을 보고한 바 있다.

국내 사례로는 도수관 외(2015)가 대구 도시철도 3호선 건설을 대상으로 아파트 가격 변동을 분석한 연구가 있다. 이들은 역세권 범위를 반경 200m, 600m, 1km로 구분하고 DID 분석을 통해 통계적으로 유의한 가격 상승 효과를 확인하였으며, 이는 본 연구와 유사한 분석틀을 제시할 뿐 아니라 역세권 설정 기준의 실증적 선례로 활용될

수 있다. 차혜민 외(2021)는 서울시 지하철 노선망 확장이 아파트 전세가격에 미친 영향을 분석하여, 지하철 접근성 개선이 매매뿐만 아니라 임대차 시장에도 유의미한 영향을 미칠 수 있음을 실증적으로 보여주었다. 또한, 한다숨·최창규(2022)는 서울시 우이신설 경전철 개통을 분석하면서 역세권 범위를 1km로 설정하였고, 이는 1km 거리까지도 역세권 효과가 확장될 수 있음을 보여준다. 이러한 연구들은 역세권의 공간적 범위와 효과가 단일 기준으로 확정되기 어렵다는 점을 시사한다.

홍성표(2023)는 경전철 사례를 대상으로 네트워크 접근성 변화에 따른 공시지가 반응을 실증 분석함으로써, 정책 효과가 단일 가격 지표에 국한되지 않음을 보여주었으며, Im and Hong(2018)은 대구 도시철도 3호선을 대상으로 한 실증 분석을 통해, 신규 노선의 효과가 단순한 접근성 개선에 그치지 않고, 기존 지하철망과의 연결성 여부에 따라 주택가격 효과의 강도가 달라진다는 점을 밝혔다. 이는 도시철도 효과의 공간적 확산 범위와 구조적 연결성 간의 관계를 이해하는 데 중요한 시사점을 제공한다. 이러한 선행연구를 바탕으로 본 연구는 역세권의 공간적 범위를 단일 기준으로 고정하지 않고, 반경 600m, 800m, 1km의 세 가지 기준을 적용하여 정책 효과의 민감도와 일관성을 함께 검토하였다.

3. 연구의 차별성과 시사점

도시철도 개발이 부동산 시장에 미치는 영향을 실증적으로 검증한 기존 연구들은 주로 개통 이후

시점에 초점을 맞추거나(Bajic, 1983; Gibbons and Machin, 2005; Sun et al., 2016), 일부는 착공 이전의 정책 발표 시점을 고려하였으나, 발표·착공·개통 등 이행 단계별 시장 반응을 구조적으로 구분하거나, 해당 효과의 시계열·공간적 확산 구조를 종합적으로 분석한 사례는 매우 제한적이다. 특히 기존 연구들은 대규모 중전철이나 기존 지하철망을 대상으로 한 경우가 대부분이며, 서울 동북권과 같은 상대적 교통 소외 지역을 대상으로 한 경전철 사업에 대해, 발표 단계와 착공 단계를 분리하여 시장 반응을 실증 분석한 연구는 찾아보기 어렵다.

본 연구는 서울 동북선 도시철도를 사례로 정책 발표(2019년 1월)와 실제 착공(2020년 7월)을 명확히 구분하여 각 단계의 가격 효과를 시계열적으로 식별하였으며, 이중차분(DID)뿐만 아니라 성향점수매칭 기반 DID(PSM-DID), 패널 고정효과 분석, 플라시보 검증, 공간 자기상관 분석을 병행하여 정책효과의 인과성과 공간적 확산 가능성을 정밀하게 검증하였다.

특히, 기존 연구들은 역세권을 주로 500m 등 단일 거리 기준으로 제한한 데 비해, 본 연구는 600m, 800m, 1km의 세 가지 반경을 병렬적으로 설정하고 거리 기준 변화에 따른 정책효과의 민감도와 일관성을 분석하였다. 그 결과, 거리 기준에 관계없이 정책효과가 일관되게 나타났으며, 이는 정책효과의 공간적 범위를 실무적으로 해석하는 데 실질적인 근거를 제시한다.

또한, 본 연구는 PSM-DID를 통해 사전 공변량 차이를 통제된 상태에서도 정책효과가 강하게 유의하다는 점을 실증적으로 확인하였다. 이는

단순 DID 대비 내적 타당성을 강화한 부분으로, 선행연구에 비해 방법론적 기여를 명확히 한다.

연구대상인 동북선은 서울 강북지역의 경전철 사업으로, 기존 중전철 중심 연구와는 정책적·공간적 맥락에서 차이가 존재한다. 특히 동북권은 상대적으로 교통 인프라가 열악한 지역으로, 교통 개선에 대한 기대가 시장에 어떻게 반영되는지를 단계별로 추적했다는 점에서 실질적인 정책적 함의가 있다. 아울러 아파트 가격 결정 요인은 교통 접근성뿐 아니라 거시경제지표와 정책 변화의 영향을 동시에 받는 복합적 구조로 이해되어야 하며, 이는 최근 거시변수와 정책요인을 통합 분석한 연구들에서도 반복적으로 제기된 바 있다(이석원 외, 2023).

결론적으로, 본 연구는 기존 연구들과 달리 경전철이라는 특수성과 동북권이라는 교통 소외지역을 대상으로, 발표-착공의 이행 단계를 명확히 구분하고, 다중 거리 기준과 고도화된 분석틀을 적용하여 정책효과의 시간·공간적 파급구조를 실증적으로 규명한 점에서 학문적·정책적 차별성을 갖는다.

III. 연구방법

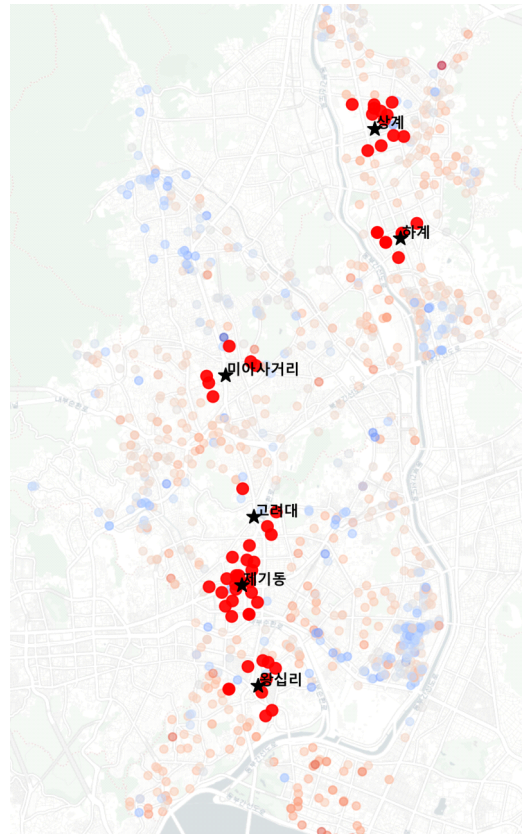
1. 연구 대상 및 분석 자료

본 연구는 서울 동북권에 있는 아파트 단지를 대상으로 2013년 1월부터 2024년 12월까지의 실거래가 자료를 분석한다. 분석 대상은 국토교통부 '부동산 실거래가 공개시스템'과 서울시 '부

동산정보광장'에서 제공하는 아파트 실거래 데이터를 기반으로 하며, 동북선 도시철도 노선 인근 단지를 처리군(treatment group), 그 외 지역을 통제군(control group)으로 설정한다. 동북선 노선은 강북구, 성북구, 동대문구, 중랑구, 노원구를 관통하며, 본 연구에서는 노선의 경로를 기준으로 인근 아파트 단지를 거리 기준에 따라 분류한다.

서울 동북권은 전통적으로 강남권에 비해 상대적으로 교통 인프라가 열악하고, 대중교통 접근성이 낮은 지역으로 평가되어 왔다. 특히 강북구, 노원구, 성북구 등은 지하철 노선 밀도가 낮고, 중심업무지구(central business district, CBD)와의 연결성이 부족하여 주거 수요자들의 이동 편의성이 상대적으로 낮은 지역에 해당한다. 이러한 지역은 정책적으로 교통 낙후지역으로 간주되며, 도시철도 건설을 통해 접근성 개선을 목표로 하는 대표적 개발 대상지로 지정되어 왔다.

본 연구의 공간적 분석 대상지는 <그림 1>과 같이 동북선 도시철도가 통과하는 서울시의 5개 자치구(강북구, 성북구, 동대문구, 중랑구, 노원구)이다. 각 아파트 단지는 정차역으로부터의 거리(600m, 800m, 1km)를 기준으로 GIS 기반의 공간 분석을 통해 식별되었으며, 행정동 경계, 기존 교통 인프라, 지형 등을 종합적으로 고려하였다. 역세권 반경 설정에 있어 기존 문헌을 준거로 하였으며, 600m, 800m, 1km의 세 가지 반경을 병렬적으로 활용하고, 거리 기준 변화에 따른 정책 효과 민감도를 실증 분석한다.



<그림 1> 역세권 800m 기준 아파트 밀도 시각화

2. 데이터 수집 및 전처리

아파트 실거래 자료는 국토교통부의 '부동산 실거래가 공개시스템(rt.molit.go.kr)'과 서울시 '부동산정보광장(land.seoul.go.kr)'에서 수집하였으며, 거래금액, 전용면적, 층수, 건축연도, 계약연월 등의 항목을 포함한다. 원자료는 개별 거래 단위로 제공되므로, 동일 단지의 동일 월 거래를 집계하여 단지-월 단위의 패널 형식으로 정규화하였다. 주소 정보를 기준으로 서울시 '공간 빅데이터 플랫폼(data.seoul.go.kr)'을 활용한

지오코딩을 수행하여 각 단지의 위도와 경도 정보를 확보하였고, Python 기반의 Geopandas 및 Shapely 라이브러리를 활용한 공간 연산을 통해 역세권 거리를 정밀하게 판별하였다.

역세권 변수는 아파트 단지와 지하철역 간의 유클리드 거리를 기준으로 하여 반경 600m, 800m, 1km 이내에 포함되는 경우 각각의 역세권 범주로 설정하였다. 교통 접근성 변수는 지하철과 버스의 이용 가능성을 모두 고려하여 구성하였다. 지하철 접근성 변수는 공공데이터포털(www.data.go.kr)에서 제공하는 역별 연간 승하차 인원 데이터를 활용하였으며, 가장 가까운 지하철역의 데이터를 매칭하여 해당 단지의 역 이용 수준을 대리하였다. 해당 변수는 자연로그(log) 변환하여 사용하였다. 버스 접근성 변수는 서울열린데이터광장(data.seoul.go.kr)에서 제공하는 버스정류장 위치 데이터를 바탕으로, 단지 반경 300m 내 존재하는 정류장 수를 계산하여 구축하였다. 300m 반경 기준은 보행 접근성을 고려한 기존 연구(최필성·현동우, 2021)를 준거로 한다.

주거 특성 변수로는 전용면적, 층수, 건축연도를 포함하였으며, 건축연도와 매매연도 간의 차이를 계산하여 건물연령 변수로 재구성하였다. 모든 연속형 변수는 로그 변환을 통해 정규성을 개선하였으며, 이상치 제거 및 누락 데이터 보완을 통해 분석의 신뢰성을 확보하였다. 최종적으로 확보된 거래 자료 수는 총 209,790건이며, 단지별 월 기준으로 구성된 고해상도의 패널 데이터로 분석에 활용되었다.

정책 외부요인의 영향을 통제하기 위해 다음의 외생 변수들을 추가하였다. 첫째, 거시경제 상황

을 반영하기 위해 한국은행의 기준금리 자료를 수집하였고, 이를 월 단위로 매칭하였다. 둘째, 주거 비용 전반에 영향을 미치는 물가 수준을 고려하기 위해 통계청의 '서울 소비자물가지수(consumer price index, CPI)' 자료를 활용하였으며, 이 또한 자연로그(log) 변환 후 회귀모형에 포함하였다. 셋째, 코로나19 팬데믹에 따른 부동산 시장의 구조적 변동 가능성을 고려하여, 비슷한 코로나의 영향을 분석한 논문의 기준을 참고하여 2020년 3월~2022년 12월 기간에 대해 코로나19 가상변수(dummy)를 설정하였다(경정의·이재웅, 2023). 이러한 외생 변수의 도입은 거시적 충격을 통제함으로써 정책 효과에 대한 보다 정확한 추정을 가능하게 한다.

또한, 주요 독립 변수들 간의 다중공선성 여부를 점검하기 위해 분산팽창계수(variance inflation factor, VIF)를 산출한 결과, 대부분의 변수에서 VIF 값은 1.0~2.6 수준에 머물렀으며, 정책 변수(처리집단 더미 및 상호작용항), 주거 특성 변수(전용면적, 층수, 건물연령), 교통 변수(버스정류장 수, 역 이용자 수), 외생 변수(금리, 서울 CPI, 코로나19 더미 등) 모두 다중공선성의 문제 없이 독립적으로 모델에 기여하고 있음이 확인되었다. 역세권 반경 설정(600m, 800m, 1km)에 따른 VIF 결과 역시 유사한 수준을 유지하여 분석 결과의 일관성과 안정성이 확보되었음을 보여준다(〈표 1〉).

3. 분석모형

본 연구는 서울 동북선 도시철도 착공 발표가

〈표 1〉 분산팽창계수(VIF) 결과

설명적 변수명	Treat_600m	Treat_800m	Treat_1km
정책시점 더미 (Post)	3.453	3.560	3.713
역세권 더미 (600/800m/1km)	1.577	1.551	1.544
정책×역세권 상호작용항	1.633	1.694	1.824
전용면적(log)	1.042	1.044	1.041
층수	1.036	1.036	1.036
건물연령 (건축연도-거래연도)	1.109	1.116	1.123
300m 이내 버스정류장 수	1.029	1.024	1.024
최근접 역의 이용자 수(log)	1.142	1.139	1.143
기준금리 (연도별)	1.688	1.688	1.688
서울 소비자물가지수 (log)	2.615	2.615	2.615
코로나19 영향 더미	2.376	2.376	2.376

주 : VIF, variance inflation factor.

인근 아파트 실거래가격에 미친 영향을 실증적으로 식별하기 위해, 이중차분법(DID)을 기본 분석틀로 설정하였다. DID는 시간의 흐름에 따라 정책의 영향을 받은 집단(처리집단)과 그렇지 않은 집단(통제집단) 간의 차이를 비교함으로써 정책 효과를 추정하는 식별 전략으로, 본 연구에서는 착공 발표 시점을 2019년 1월로 정의하고, 역세권 여부를 반경 600m, 800m, 1km 기준으로 병렬적으로 설정하여 분석을 수행하였다. 이에 따라 분석의 기본 회귀식은 아파트 단지 i 의 시점 t 에

서의 실거래가격 로그값 $\ln(\text{Price}_{it})$ 을 종속변수로 하고, 정책 발표 이후를 나타내는 시점 더미 (Post), 역세권 여부를 나타내는 공간 더미(Treat), 그리고 이들의 교호항(Post×Treat)을 주요 독립변수로 포함하는 형태로 설정된다. 해당 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln(\text{Price}_{it}) = & \beta_0 + \beta_1 \text{Post}_t + \beta_2 \text{Treat}_i \\ & + \beta_3 (\text{Post}_t \times \text{Treat}_i) \\ & + \gamma X_{it} + \delta_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (\text{식 1}) \end{aligned}$$

여기서 β_3 는 본 연구의 핵심 관심 계수로, 정책 발표 이후 역세권 아파트 가격의 변화가 비역세권과 비교하여 통계적으로 유의하게 변화하였는지를 나타낸다. X_{it} 는 시점 t 에서 단지 i 의 특성을 나타내는 통제변수 벡터로, 주거 특성, 교통 접근성, 거시경제 지표, 감염병 영향 등을 포함하며, δ_i 와 λ_t 는 각각 단지 고정효과와 연도 고정효과를 통제하기 위해 포함된다.

보다 구체적으로, 통제변수에는 전용면적의 자연로그값(log_area), 해당 호의 층수(floor), 건축연도와 거래연도 간 차이를 기반으로 산출한 건물연령(age), 반경 300m 내 버스정류장 수(bus_station), 가장 가까운 지하철역의 연간 평균 승하차 인원(log_station_user; 자연로그 변환) 등이 포함된다. 아울러, 분석 시점 동안의 시장 외생 요인을 통제하기 위해 기준금리(interest_rate), 서울 소비자물가지수의 자연로그(log_seoul_cpi), 코로나19 발생 여부를 나타내는 더미변수(covid_dummy)도 함께 포함하였다. 대부분의 연속형 변수는 로그 변환을 통해 변수 분포의 왜도(skewness)를 완화하고 이상치의 영향

을 줄였으며, 회귀계수의 해석 일관성을 제고하였다.

정책효과의 강건성을 확인하기 위해, DID 분석 외에도 성향점수매칭 기반 이중차분(PSM-DID), 패널 고정효과 회귀분석, 그리고 역세권 반경(600m, 800m, 1km)을 달리한 민감도 분석을 병행하였다. PSM-DID는 사전 특성 차이를 보정하여 분석의 인과 추론을 보완하며, 고정효과 분석은 시간에 따라 불변하는 단지 특성과 연도별 공통 충격을 통제하는 데 유용하다. 범위 민감도 분석은 정책효과가 역세권 반경 정의에 따라 어떻게 변화하는지를 확인하는 데 목적이 있다.

회귀모형에 사용된 주요 변수 정의는 <표 2>와 같다.

IV. 분석 결과 및 해석

1. 기술통계 및 변수 분포

본 연구는 서울 동북권 5개 자치구(노원구, 동대문구, 성동구, 강북구, 성북구) 내 아파트 실거래 정보를 기반으로, 2013년 1월부터 2024년 12월까지 총 209,790건의 거래 데이터를 분석에 활용하였다. 일부 가격 변수는 정규성 확보를 위해 자연로그로 변환하였으며, 회귀분석의 전제조건을 점검하기 위해 기술통계 분석을 선행하였다.

분석 결과, 종속변수인 아파트 실거래가의 로그값은 평균 10.69, 표준편차 0.53으로 나타났으며, 최소값은 6.55, 최대값은 14.19로 확인되었다. Post 변수(착공 발표 이후 여부)는 전체 거

<표 2> 회귀분석에 사용된 변수 정의

변수명	설명	변수유형
Price(log)	아파트 실거래가의 자연로그값	종속변수
Post	착공 발표 이후 여부 (2019년 1월 이후=1)	독립변수
Treat	역세권 여부 (800m 이내=1, 외=0)	독립변수
Post×Treat	정책효과 식별을 위한 이중차분 교호항	독립변수
log_area	아파트 전용면적(㎡)의 자연로그값	통제변수
floor	해당 호수의 층수	통제변수
age	건축연도와 거래연도 간 차이로 계산한 건물연령	통제변수
bus_station	반경 300m 내 버스정류장 수	통제변수
log_station_user	가장 인접한 지하철역의 연간 평균 승하차 인원의 자연로그값	통제변수
interest_rate	한국은행 발표 기준금리 (연도별)	통제변수
log_seoul_cpi	서울시 소비자물가지수(CPI)의 자연로그값	통제변수
covid_dummy	코로나19 발생 여부 더미 (2020년~2022년=1, 기타=0)	통제변수

주 : CPI, consumer price index.

래의 약 34.5%를 차지하였다. Treat 변수는 거리 기준에 따라 다음과 같은 분포를 보였다: 반경 600m 이내는 8.2%, 800m 이내는 15.8%, 1km 이내는 24.9% 수준이었다. 이에 따라 교호항(Post×Treat)의 평균값은 각각 0.029, 0.053, 0.083으로, 전체 거래 중 약 2.9%에서 8.3%가 착공 발표 이후 역세권 단지에서 발생한 것으로 해석된다(<표 3>).

교통 접근성과 관련하여, 아파트 단지 반경

〈표 3〉 기술통계량 (2013년 1월~2024년 12월)

변수명	평균	표준편차	최솟값	최댓값
아파트 실거래가 (log)	10.69	0.53	6.55	14.19
Post(착공 이후)	0.35	0.48	0.00	1.00
Treat(600m 기준 역세권)	0.08	0.27	0.00	1.00
Treat(800m 기준 역세권)	0.16	0.36	0.00	1.00
Treat(1km 기준 역세권)	0.25	0.43	0.00	1.00
Post×Treat (600m)	0.029	0.17	0.00	1.00
Post×Treat (800m)	0.058	0.23	0.00	1.00
Post×Treat (1km)	0.083	0.28	0.00	1.00
버스정류장 수 (300m 이내)	9.85	5.45	0.00	32.00
지하철역 이용자 수(log)	14.12	0.44	12.68	14.85
전용면적(m ²)	72.25	24.37	11.48	58.00
층수	9.05	5.65	1.00	58.00
건물 연수	25.27	8.75	2.00	56.00

300m 내 버스정류장 수는 평균 9.85개, 최대 32개로 확인되었으며, 이는 지역 간 대중교통 인프라의 밀도 차이를 반영한다. 또한 지하철역의 일 평균 승하차 인원은 평균 약 148만 명으로, 최댓값은 280만 명을 상회하였고, 분석 지역 전반의 우수한 지하철 접근성을 시사한다. 해당 변수는 로그 변환하여 모형에 투입되었으며, 변환값 기준 평균은 14.12로 나타났다.

거시경제 변수로 포함된 기준금리는 평균 1.64%, 물가지수의 자연로그는 평균 4.59로 나타났다으며, 이는 분석기간 중 금리 및 물가 수준의

분포를 나타낸다. 코로나 시기를 나타내는 이진 변수는 전체 거래 중 약 14%가 팬데믹 기간 중 이루어진 것으로 확인된다.

주거 물리적 특성 또한 균형 있게 분포하였다. 아파트 전용면적은 평균 72.25m²로, 중형 아파트 비중이 높은 것으로 나타났으며, 층수는 평균 9.05층, 건축 후 경과연수는 평균 25.27년으로 확인되었다. 전체 표본은 주로 1990년대 후반~2000년대 초반에 지어진 중층 아파트로 구성되어 있으며, 분석 변수 전반은 극단값 없이 안정적인 분포를 보였다.

이러한 기술통계 결과는 회귀분석 모형에 포함된 주요 변수들이 설명력과 균형성을 갖추고 있음을 뒷받침하며, 향후 DID 및 성향점수매칭 분석의 공변량 균형 여부 점검에도 유용한 기초자료로 활용될 수 있다.

2. 이중차분법 회귀분석 결과

본 절에서는 동북선 도시철도 착공 발표가 서울 동북권 아파트 실거래가에 미친 영향을 이중차분법(DID) 회귀모형을 통해 실증적으로 분석하였다. 분석 대상은 2013년 1월부터 2024년 12월까지의 서울 동북권 아파트 실거래자료 총 209,790건이며, 종속변수는 실거래가격의 자연로그값을 사용하였다. 주요 독립변수로는 정책 발표 전후 여부를 나타내는 이진 변수(Post), 철도역 반경 600m/800m/1km 이내 여부를 나타내는 처리집단 변수(Treat), 그리고 이들의 교호항(Post×Treat)을 포함하였다.

정책 외 가격 결정 요인을 통제하기 위해 전용

면적(log), 층수, 건물 연령(age), 반경 300m 내 버스정류장 수, 인접 지하철역의 일평균 승하차 인원(log), 기준금리, 서울 CPI(log), 코로나19 시기 더미를 통제변수로 포함하였다. 분석은 OLS 회귀로 수행되었으며, 표준오차는 이분산에 강건한 HC3 방식으로 추정하였다.

회귀분석 결과, 착공 발표 이후 시장 전반의 시간 효과를 나타내는 Post 변수의 계수는 0.1986 범위로, 통계적으로 유의하게 나타났다($p < 0.01$). 이는 발표 이후 전체 시장에서 약 19.86%의 실거래가 상승이 있었음을 의미하며, 해당 기간 동안의 전반적 부동산 가격 상승 추세를 반영한다.

역세권 여부를 나타내는 Treat 변수는 모든 거리 기준에서 유의한 양(+)의 계수를 보였다. 예컨대 600m 기준 분석에서 해당 변수의 계수는 0.0991($p < 0.01$)로, 정책 발표 이전에도 역세권 아파트가 비역세권에 비해 평균적으로 약 9.9% 높은 가격에 거래되었음을 의미한다. 이는 입지 프리미엄이 이미 존재했음을 보여준다.

정책 효과를 식별하는 핵심 변수인 Post×Treat의 계수는 600m 기준 분석에서 0.0302($p < 0.01$)로 나타났으며, 800m와 1km 기준에서도 각각 0.0269 및 0.0264로 유의미한 양의 효과를 보였다. 이는 착공 발표 이후 역세권 아파트가 비역세권에 비해 약 2.6%~3.0% 추가적으로 실거래가가 상승했음을 의미하며, 이 효과는 시간 변화나 고정된 지역 특성만으로는 설명되기 어려우므로 정책 개입의 직접적 효과로 해석될 수 있다.

통제변수들도 대부분 기대된 방향으로 유의미한 영향을 보였다. 전용면적(log)의 계수는 약 0.869로, 면적이 1% 증가할 때 실거래가는 평균

적으로 약 0.87% 상승하는 것으로 나타났다. 층수는 1층 증가 시 약 0.005의 가격 상승을 유도하는 것으로 나타났으며, 건물 연령은 음(-)의 방향으로 유의하게 나타나 노후화가 가격을 하락시키는 요인임을 보여준다.

교통 접근성 변수 역시 유의미한 양의 영향을 미쳤다. 반경 300m 내 버스정류장 수는 모든 모형에서 유의미한 양(+)의 계수를 보였으며, 지하철역 승하차 인원(log)의 계수는 약 0.083~0.092로 나타나, 대중교통 접근성이 높을수록 실거래가가 상승하는 경향이 확인되었다. 기준금리는 약 -0.080 수준의 음(-)의 계수로 나타났으며, 서울 CPI(log) 변수는 3.80 내외의 양(+)의 계수를 나타내 전체 물가 수준과 실거래가 간의 정(+)의 관계를 반영하였다. 코로나19 시기 더미 변수 역시 유의미한 양의 효과를 보이며 해당 시기의 정책과 공급 불균형이 가격에 영향을 미쳤음을 보여준다.

모형의 결정계수(R^2)는 모든 거리 기준에서 0.777~0.778 수준으로, 실거래가의 약 77.8%를 설명하는 것으로 나타났다. 이는 분석 모형이 시장 구조와 정책효과를 함께 반영하는 데 있어 상당한 설명력을 지니고 있음을 보여준다. 전체 분석 결과는 <표 4>와 같다.

3. 패널 고정효과 회귀분석 결과

동북선 도시철도 착공 발표가 역세권 아파트 실거래가에 미친 영향을 다양한 각도로 평가하고자, 본 연구는 법정동 단위의 개체 고정효과와 연월 단위의 시점 고정효과를 포함한 고정효과 패널 회귀분석(fixed effects panel regression)을

〈표 4〉 이중차분법(DID) 분석 결과

변수	600m 계수 (SE)	800m 계수 (SE)	1km 계수 (SE)
상수항	-11.5238 (0.084)	-11.5130 (0.084)	-11.4038 (0.084)
Post (착공 이후)	0.1986 (0.002)	0.1968 (0.002)	0.1942 (0.003)
Treat (역세권 여부)	0.0991 (0.002)	0.0746 (0.001)	0.0716 (0.001)
Post×Treat (정책 효과)	0.0302 (0.004)	0.0269 (0.003)	0.0264 (0.002)
전용면적(log)	0.8687 (0.002)	0.8696 (0.002)	0.8688 (0.002)
층수	0.0051 (0.000)	0.0052 (0.000)	0.0051 (0.000)
연식(age)	-0.0107 (0.000)	-0.0109 (0.000)	-0.0110 (0.000)
버스정류장 수	0.0063 (0.000)	0.0066 (0.000)	0.0067 (0.000)
역 이용자 수 (log)	0.0922 (0.001)	0.0902 (0.001)	0.0834 (0.001)
금리	-0.0809 (0.001)	-0.0805 (0.001)	-0.0804 (0.001)
CPI(log)	3.8012 (0.017)	3.8035 (0.017)	3.8005 (0.017)
코로나 더미	0.1759 (0.003)	0.1761 (0.003)	0.1750 (0.003)
R ²	0.777	0.777	0.778

주 : 1) 표준오차는 괄호로 표시. 표본 수는 209,790건이며, 모든 계수는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함. HC3 robust standard errors 사용.
2) DID, difference-in-differences; CPI, consumer price index.

수행하였다. 이 분석은 단지별 고유 특성과 시간에 따른 시장 전반의 변동을 통제함으로써, 정책 효과의 내생성을 완화하고 추정의 엄밀성을 제고하는 데 목적이 있다. 표준오차는 자치구 내 법정 동 수준에서 군집화하여 추정하였다. 해당 분석

에 사용된 회귀식은 (식 2)와 같다.

$$\begin{aligned} \log(\text{Price}_{it}) = & \beta_0 + \beta_1 \text{Post}_t \\ & + \beta_2 \text{Treat}_i \\ & + \beta_3(\text{Post}_t \times \text{Treat}_i) \\ & + \gamma X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (\text{식 } 2) \end{aligned}$$

여기서 β_3 는 정책 발표 이후 역세권 아파트 실거래가의 상대적 변화를 포착하는 핵심 계수이며, it 는 전용면적(로그), 층수, 건물 연령, 반경 300m 내 버스정류장 수, 지하철역 이용자 수(로그) 등으로 구성된 통제변수 벡터이다.

분석 결과, 정책효과를 나타내는 Post×Treat 계수는 0.0165로 추정되었으나 통계적으로 유의하지 않았다($p=0.3866$). 반면, 정책 이전부터 존재하던 입지 프리미엄을 나타내는 Treat 계수는 0.1025로 유의하게 양(+)의 영향을 보였으며($p=0.0175$), 이는 역세권 아파트가 비역세권 아파트보다 평균적으로 약 10.3% 높은 가격에 거래되었음을 시사한다.

통제변수들의 방향성과 유의성은 대체로 이론적 기대와 일치했다. 전용면적은 실거래가에 강한 정(+)의 영향을 미쳤고(계수=0.8057, $p<0.01$), 층수 역시 유의미한 양의 영향을 나타냈다. 건물 연령은 음(-)의 영향을 보여, 1년 노후화될수록 약 0.96%의 가격 하락이 관측되었다. 그러나 교통 접근성을 나타내는 버스정류장 수 및 역 이용자 수(로그)는 모두 통계적으로 유의하지 않게 나타났다(〈표 5〉).

고정효과 모형의 추정치는 앞서 수행된 이중차분(DID) 분석 결과와 일부 차이를 보인다. DID 분석에서는 착공 발표 이후 역세권 아파트 가격이 약

〈표 5〉 패널 고정효과 회귀분석 결과

변수	계수 추정치	표준오차	p-value
Treat(역세권)	0.1025	0.0431	0.0175**
Post×Treat	0.0165	0.0191	0.3866
전용면적(log)	0.8057	0.0342	0.000***
층수	0.0045	0.0007	0.000***
건축 연도(age)	-0.0096	0.0024	0.0001***
버스정류장 수	-0.0003	0.0030	0.9310
역 이용자 수(log)	-0.0078	0.0280	0.7794

주 : 1) Within R²=0.2854.
 2) Between R²=0.5083.
 3) Overall R²=0.7187.
 4) ** p(0.05), *** p(0.01).

2.25% 유의하게 상승한 것으로 나타났지만, 고정효과 분석에서는 해당 효과가 통계적으로 유의하지 않게 추정되었다. 이러한 차이는 단순히 모형간 추정 방식의 차이에 기인한 것이라기보다는, 분석에 포함된 시기적·외생적 변수들이 미처 충분히 통제되지 못한 데에도 원인이 있을 수 있다.

특히, 본 고정효과 분석에서는 코로나19 팬데믹으로 인한 부동산 시장의 충격, 기준금리 인하 및 인플레이션(소비자물가지수)과 같은 거시경제적 요인이 포함되지 않았다. 이는 본 연구의 분석설계가 공간적 고정효과와 시간 고정효과를 중점으로 설계되어 있었기 때문이다. 그러나 이러한 외생적 충격은 시간 고정효과로 일부 흡수되었을 가능성이 있음에도 불구하고, 정책효과 추정치의 왜곡 가능성을 완전히 배제하기는 어렵다.

향후 연구에서는 이와 같은 외생변수를 추가적으로 통제하거나, 코로나19 기간을 중심으로 한 교호항(interaction term) 또는 다중 시점의 이벤트 스터디(event study) 설계를 통해 보다 정

밀한 인과 식별이 필요할 것이다. 이를 통해 정책효과와 거시경제적 충격을 분리하여 해석할 수 있는 보다 고도화된 분석이 가능할 것으로 보인다.

결론적으로, 본 절은 고정효과 회귀분석을 통해 정책효과와 강건성을 점검하고, DID 분석과의 비교를 통해 분석 설계와 외생 변수 통제의 중요성을 확인하였다. 이는 인프라 개발의 부동산 시장 파급효과를 해석함에 있어, 단일 계량모형에 의존하기보다 다양한 분석틀을 병행 활용함으로써 해석의 깊이를 확보할 필요성을 시사한다.

4. 플라시보 이중차분법 분석(Placebo Difference-in Differences Test): 실제 착공 시점 기준

본 연구는 동북선 도시철도 사업의 실질적인 착공 시점(2020년 7월)을 기준으로 플라시보 이중차분법(DID) 분석을 수행하였다. 이는 정책의 공식적인 발표 시점이 아닌, 물리적 실행이 개시된 시점을 기준으로도 아파트 가격에 유의미한 영향이 나타나는지를 확인하고자 한 것이다. 일반적으로 DID 모형은 정책 시행 전후의 변화 차이를 비교함으로써 인과적 효과를 식별하나, 정책효과가 발표 이전 또는 이후에도 비선형적으로 나타날 수 있음을 고려하면, 착공이라는 실질적 사건을 기준으로 한 별도의 플라시보 분석은 정책효과와 지속성과 시계열적 구조를 보완적으로 파악할 수 있는 방법론적 의의를 갖는다.

이를 위해 2020년 7월 이후를 placebo_post로 정의하고, 기존과 동일하게 역세권 여부를 나타내는 세 가지 거리 기준(600m, 800m, 1km) 별로 교호항 placebo_DID를 각각 생성하여 회귀모형

에 포함하였다. 통제변수로는 아파트의 물리적 특성(전용면적, 층수, 건축연도), 교통 접근성(버스정류장 수, 역 이용자 수) 등을 포함하였으며, 표준 오차는 이분산에 강건한 HC3 방식으로 추정하였다. 사용된 표본 수는 총 209,790건이다.

분석 결과는 다음과 같다. 먼저, 핵심 교호항인 placebo_DID 변수의 계수는 600m 기준에서 유의하지 않았으며(계수=0.0017, p=0.749), 반면 800m와 1km 기준에서는 각각 0.0141(p=0.001), 0.0155(p=0.000)로 통계적으로 유의미한 양의 효과가 관측되었다. 이는 착공 이후 시점에서조차도 역세권 범주 내 특정 거리 기준에서 추가적인 가격 상승 효과가 존재했음을 의미한다.

이러한 결과는 두 가지 해석 가능성을 제시한다. 첫째, 정책 발표 이후 일정 시간이 흐른 이후에도 해당 정책이 주택 시장에 영향을 미치는 지속적 충격(persistent treatment effect)을 발생시켰을 가능성이 있다. 특히 실질적인 착공은 '정책 실행의 가시적 증거'로 작용하여, 시장 참여자들에게 신뢰성과 확신을 부여했을 수 있다. 둘째, 착공 시점을 전후한 시장 반응이 단지 정보에 기반한 기대형성이 아닌, 실제 기반 시설 구축이라는 물리적 변화에 기초하고 있다는 점에서, 역세권 주택의 입지 가치가 추가로 재평가되었을 가능성도 있다.

결과적으로 착공 시점 기준의 플라시보 분석은 정책 효과가 단지 발표 시점에 국한되지 않고, 실제 이행 단계에서도 의미 있는 방식으로 시장에 작동했음을 보여준다. 이는 도시 기반 시설 정책의 평가에 있어 단선적인 시간 구분만으로는 정책 충격을 충분히 설명하기 어렵고, 정책의 시기별 진행 단계에 따른 시장의 반응성 차이를 면밀히

분석할 필요가 있음을 시사한다(〈표 6〉).

5. 이질적 효과 분석: 전용면적 규모별 정책효과 차이

동북선 도시철도 착공 발표가 아파트 실거래가에 미친 영향은 주택의 물리적 특성에 따라 다르게 나타날 수 있다. 특히 전용면적은 수요자의 소득 수준, 가족 구성, 주거 선호 등을 반영하는 핵심 속성으로, 동일한 교통 인프라 정책이라 하더라도 시장 반응은 면적 유형에 따라 차별적으로

〈표 6〉 Placebo 효과 분석

변수	600m 기준	800m 기준	1km 기준
상수항	6.4878 (0.000)	6.5074 (0.000)	6.5998 (0.000)
Post (착공 이후)	0.6363 (0.000)	0.6345 (0.000)	0.6319 (0.000)
Treat (역세권 여부)	0.1062 (0.000)	0.0791 (0.000)	0.0800 (0.000)
Post×Treat (placebo_DID)	0.0017 (0.749)	0.0141 (0.001)	0.0155 (0.000)
전용면적(LN)	0.8599 (0.000)	0.8609 (0.000)	0.8607 (0.000)
층수	0.0052 (0.000)	0.0052 (0.000)	0.0051 (0.000)
연식	-0.0118 (0.000)	-0.0119 (0.000)	-0.0121 (0.000)
버스정류장 수	0.0070 (0.000)	0.0073 (0.000)	0.0073 (0.000)
역 이용자 수(LN)	0.0437 (0.000)	0.0417 (0.000)	0.0350 (0.000)
결정계수(R ²)	0.664	0.664	0.666

주 : 1) 괄호 안은 p-value, 표준오차는 HC3 방식 사용. 모든 계수는 1% 유의수준에서 유의함.

2) DID, difference-in-differences.

나타날 수 있다. 이에 본 절에서는 전용면적 규모에 따른 정책효과의 이질성을 검토하기 위해 전체 표본을 소형(60㎡ 이하), 중형(60~85㎡), 대형(85㎡ 초과) 세 집단으로 구분하여 DID 기반의 패널 고정효과 회귀분석을 수행하였다. 모든 모형은 법정동 단위의 개체 고정효과와 연월 단위의 시점 고정효과를 포함하였으며, 표준오차는 법정동 단위 군집화 방식으로 추정하였다.

분석 결과, 세 면적 집단 모두에서 정책 발표 이전부터 존재하던 역세권 프리미엄은 명확히 나타났다. 소형 아파트의 경우 역세권 여부를 나타내는 Treat 변수의 계수는 0.1981로, 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 보였다(p=0.0000). 중형 아파트 집단 또한 유의한 역세권 프리미엄이 관측되었으며(Treat 계수=0.0980, p=0.0002), 대형 아파트에서도 유사한 방향의 효과가 나타났으나 통계적으로는 유의수준 5%를 상회하였다(Treat 계수=0.0762, p=0.0062).

한편, 정책 효과를 의미하는 DID 계수는 세 집단 모두에서 양(+)의 계수 값을 보였으나, 통계적으로 유의하다고 보기에는 다소 제한적이었다. 이는 정책 발표가 단기적으로 역세권 아파트에 추가적인 가격 상승을 유발한 명백한 증거를 제공하지는 않지만, 일관되게 양의 방향성을 유지한다는 점에서 시장의 기대심리나 잠재적 반응 가능성을 내포하고 있음을 시사한다. 특히 소형 아파트 집단에서의 DID 계수는 0.0087(p=0.8523), 중형 집단은 0.0133(p=0.4375), 대형 집단은 0.0159(p=0.4794)로 추정되어, 정책 효과의 크기는 유사한 수준에서 관찰되었다.

각 면적 집단별 분석 결과는 <표 7>과 같다.

<표 7> 전용면적 규모별 DID 분석 결과

변수	소형 (≤60㎡)	중형 (60~85㎡)	대형 (>85㎡)
상수항	6.9042*** (p=0.0000)	8.0969*** (p=0.0000)	7.5982*** (p=0.0000)
Treat (역세권)	0.1590*** (p=0.0002)	0.0718** (p=0.0124)	0.0472 (p=0.1430)
DID (Post×Treat)	0.0134 (p=0.6022)	0.0133 (p=0.4457)	0.0053 (p=0.7987)
전용면적 (log)	0.9735*** (p=0.0000)	0.7102*** (p=0.0000)	0.7097*** (p=0.0000)
층수	0.0021** (p=0.0041)	0.0057*** (p=0.0000)	0.0058*** (p=0.0000)
건축연도 (age)	-0.0086** (p=0.0072)	-0.0118*** (p=0.0000)	-0.0118*** (p=0.0001)
버스정류장 수	-0.0020 (p=0.6625)	0.0023 (p=0.3410)	0.0018 (p=0.5261)
역 이용자 수 (log)	-0.0079 (p=0.8101)	-0.0186 (p=0.5137)	0.0180 (p=0.5384)
Within R ²	0.2194	-0.0178	0.0096

주 : 1) ** p<0.05, *** p<0.01.

2) DID, difference-in-differences.

이상의 분석 결과는 동북선 착공 발표의 가격 파급효과가 전용면적 규모에 따라 분화되어 나타날 가능성을 시사한다. 소형 및 중형 아파트의 경우, 역세권이라는 입지적 특성은 여전히 강력한 가격 형성 요인으로 작용하였으며, 이는 교통 인프라 개선에 대한 수요자의 기대가 지속되고 있음을 반영한다. 비록 착공 발표 이후의 추가 가격 상승효과가 통계적으로 유의하지는 않았으나, 계수의 방향성과 크기는 정책 효과가 특정 주택 유형에 국한되어 나타날 수 있음을 보여주는 실증적 단서를 제공한다.

특히 대형 아파트 집단에서는 교통 편의성보다는 브랜드, 학군, 조망 등 다양한 비입지적 요인이

가격 결정에 더 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 이는 고소득층 중심의 수요자가 선호하는 고급 주거지 특성상, 정책 효과가 가격에 미치는 직접적 반영이 제한적일 수 있음을 암시한다.

결론적으로, 본 연구는 교통 인프라 정책이 모든 주택 유형에 균일하게 작동하지 않으며, 전용면적과 같은 주택 특성을 고려한 세분화된 정책 평가가 필요함을 강조한다. 정책 수립과 평가 과정에서 수요자 특성과 주거 유형 간의 이질성을 반영한 목표 중심의 접근이 향후 도시계획의 효율성을 제고하는 데 기여할 수 있을 것이다.

6. 성향 점수 매칭 기반 이중차분법(Propensity Score Matching-Difference-in-Differences) 분석

정책 효과의 인과성을 더 정밀하게 검증하기 위해, 본 절에서는 성향 점수 매칭(PSM)을 결합한 이중차분법(PSM-DID) 분석을 실시하였다. 일반적인 DID 분석은 역세권과 비역세권 간 사전적 이질성으로 인해 선택 편향(selection bias) 또는 공변량 불균형 문제에 취약할 수 있다. 예컨대, 역세권 아파트는 전용면적, 층수, 노후도, 교통 접근성 등 주요 속성에서 비역세권과 체계적으로 다를 가능성이 크며, 이는 내적 타당성 확보에 한계로 작용할 수 있다.

이를 보완하기 위해, 본 연구는 각 아파트가 역세권에 포함될 확률을 설명변수 집합에 기반한 로지스틱 회귀모형으로 추정하고, 추정된 성향 점수를 활용하여 최근접 이웃 매칭(nearest neighbor matching, $k=1$)을 수행하였다. 매칭은 거리 기

준 600m, 800m, 1km 각각에 대해 독립적으로 실시되었으며, 동일한 통제변수 집합을 포함한 DID 회귀모형을 통해 정책 효과를 추정하였다. 분석에는 법정동 단위의 개체 고정효과는 포함되지 않으며, 매칭 이후 얻어진 표본은 이중차분 분석의 조건을 충족한다는 전제하에 이용되었다. 표준오차는 HC3 robust 방식으로 추정하였다.

PSM-DID 분석 결과는 다음과 같다. 먼저, 600m 기준 역세권 변수에 기반한 모델에서는 정책효과를 나타내는 교호항 Post_Treat 계수가 0.3831로 추정되었으며, 이는 통계적으로 유의미한 수준에서 양(+)의 영향을 나타냈다($p < 0.001$). 이는 착공 발표 이후 역세권 아파트의 실거래가가 비역세권 대비 약 46.7% 상승한 것으로 해석된다.

800m 기준 분석에서는 정책효과 계수가 0.4251로 추정되어 약 53.0%의 상승 효과가 확인되었고, 1km 기준에서도 계수는 0.4237로 유사한 수준의 유의미한 상승이 관측되었다. 이는 정책 발표에 따른 시장 반응이 600m 이내의 좁은 범위에 국한되지 않고, 최소 1km 범위까지 일정 부분 확산되고 있음을 보여준다(표 8).

통제변수의 계수들도 대체로 기대되는 방향으로 유의미하게 추정되었다. 전용면적(log)은 모든 모델에서 약 0.79~0.83 수준의 정(+)의 계수를 보여 면적 확대에 따른 가격 상승 효과가 확인되었고, 건축 연수(age)는 음(-)의 계수를 보여 시간이 지날수록 가격이 하락하는 경향을 보였다. 층수(floor), 버스 정류장 수(bus_count) 역시 실거래가에 유의한 정(+)의 영향을 미친 반면, 지하철역 이용자 수(log)는 일부 모델에서 음(-)의 영향을 나타냈다. 이는 수도권 내 혼잡도, 지역별

〈표 8〉 성향점수 매칭 기반 DID 회귀 분석 결과

변수	600m 기준 계수(p값)	800m 기준 계수(p값)	1km 기준 계수(p값)
Post_Treat (정책효과)	0.3831*** (p<0.001)	0.4251*** (p<0.001)	0.4237*** (p<0.001)
log_area (전용면적 로그값)	0.7987*** (p<0.001)	0.7883*** (p<0.001)	0.8260*** (p<0.001)
floor (층수)	0.0071*** (p<0.001)	0.0050*** (p<0.001)	0.0052*** (p<0.001)
age (건축 연수)	-0.0134*** (p<0.001)	-0.0133*** (p<0.001)	-0.0129*** (p<0.001)
bus_count (버스정류장 수)	0.0079*** (p<0.001)	0.0078*** (p<0.001)	0.0089*** (p<0.001)
log_station _user (이용자 수)	-0.1693*** (p<0.001)	-0.1415*** (p<0.001)	-0.0961*** (p<0.001)

주 : 1) 종속변수는 로그 실거래가이며, 표준오차는 HC3 robust 방식 적용. 모든 모형은 동일한 통제변수(log_area, floor, age, bus_count, log_station_user)를 포함하며, 매칭은 최근접 1:1 방식으로 수행됨.

2) *** p<0.01.

3) DID, difference-in-differences.

편의시설 밀집도 등 비정형적 요인이 영향을 미쳤을 가능성을 시사한다.

결론적으로, 성향 점수 기반 매칭을 통해 역세권과 비역세권 간 공변량 불균형을 제거한 이후에도, 동북선 착공 발표는 실거래가에 실질적이며 통계적으로 유의미한 상승효과를 발생시킨 것으로 나타났다. 이는 단순 DID 분석 결과와의 일관성을 유지함과 동시에, 인과 추정의 강건성을 보완한 분석으로 해석할 수 있다. 특히 정책효과는 거리 기준 600m, 800m, 1km 모두에서 유사한 수준으로 관측되어, 도시철도 개발에 대한 시장의 기대가 역세권 반경 전반에 걸쳐 일관되게 반영되고 있음을 시사한다. 이는 도시철도 정책 수

립 시 일정 거리 이상까지 영향을 고려할 필요가 있다는 정책적 함의를 제공한다.

V. 결론 및 논의

본 연구는 서울 동북선 도시철도 착공 발표가 인근 아파트 실거래가에 미친 영향을 실증적으로 규명하기 위해, 이중차분(DID) 분석을 중심으로 패널 고정효과 회귀, 성향 점수 매칭 기반 DID (PSM-DID), 플라시보 분석 등을 종합적으로 적용하였다. 분석 자료는 2013년 1월부터 2024년 12월까지 서울 동북권 5개 자치구 내 역세권(600m, 800m, 1km) 및 비역세권 지역의 아파트 실거래가를 기반으로 구축하였다. 정책 개입 시점은 동북선 착공 계획의 공식 발표(2019년 1월)로 설정하였다.

기본 DID 분석 결과, 착공 발표 이후 역세권 아파트의 실거래가가 평균적으로 약 2.7%~3.1% 유의미하게 상승한 것으로 나타났다. 이는 정책 발표가 시장에 기대를 자극하는 신호로 작용하여 단기적인 가격 프리미엄을 형성했을 가능성을 보여준다. 한편, 실제 착공 시점(2020년 7월)을 기준으로 수행한 플라시보 분석에서는 800m 및 1km 기준에서 각각 약 1.4%와 1.6%의 추가적인 가격 상승 효과가 관측되었다. 이는 정책 발표로 형성된 기대효과가 일정 시간 경과 후에도 지속적으로 시장에 영향을 미쳤으며, 물리적 착공이 시장에 추가 신뢰를 부여했을 가능성을 시사한다.

패널 고정효과 회귀분석에서는 정책 효과가 다소 뚜렷하지 않았으나, 이는 법정동 및 시계열 고

정효과를 포함함으로써 보다 보수적인 추정이 이루어진 결과로 해석할 수 있다. 모형 간 차이는 분석 틀의 특성에서 비롯된 것으로, 정책효과의 존재 여부를 단일 모형 결과에 의존하기보다는, 다양한 접근을 종합적으로 해석할 필요가 있음을 시사한다.

이질적 효과 분석을 통해 전용면적 규모에 따른 차이를 살펴본 결과, 소형 및 중형 아파트의 경우 역세권 여부에 따른 기존 입지 프리미엄은 명확히 존재했으나, 착공 발표 이후의 추가 가격 상승효과는 모든 면적 집단에서 통계적 유의성이 부족했다. 이는 교통 인프라에 대한 수요자들의 기대 형성이 주택 규모나 생활 특성에 따라 상이하게 나타날 수 있음을 보여준다.

반면 성향 점수 매칭 기반 DID(PSM-DID) 분석 결과, 사전 공변량 차이를 통제한 상태에서도 정책 효과가 강하게 유의하였으며, 특히 800m 기준에서 착공 발표 이후 역세권 아파트 실거래가는 로그 기준 약 0.4251, 즉 약 53.0% 상승한 것으로 해석되었다. 이는 본 연구가 기존 연구 대비 내적 타당성과 인과 추정의 신뢰도를 한층 강화하였음을 보여준다.

또한 역세권 범위를 600m, 800m, 1km로 세분화하여 분석한 결과, 거리 기준 변화에도 정책 효과가 대체로 일관되게 유지되는 것으로 나타났다. 이는 정책효과의 공간적 확산 범위에 실증적 근거를 제시하는 것으로, 역세권 정책 수립 시 거리 기준 설정의 실무적 활용 가능성을 높여준다.

무엇보다 본 연구는 기존 중전철 중심 연구와 달리 서울 강북지역의 상대적 교통 소외 해소를 목적으로 추진된 경전철 사업을 사례로, 정책 발

표와 물리적 착공을 명확히 구분하고, 단계별 시장 반응을 실증 분석하였다. 특히 '발표 → 착공 → 시장 기대'라는 파급구조를 정교하게 추적하고, 플라시보 분석과 공간 자기상관 검증을 병행한 점은 선행연구 대비 차별적 기여로 평가할 수 있다.

이상의 결과는 교통 인프라 정책이 주택 시장에 실질적인 가격 영향을 미칠 뿐 아니라, 정책의 이행 단계별로 시장 반응이 비선형적으로 나타날 수 있음을 시사한다. 또한, 착공 발표와 같은 초기 정보 제공이 시장 기대 형성의 중요한 신호로 기능할 수 있음을 실증적으로 보여준다.

다만, 본 연구는 몇 가지 한계를 내재한다. 첫째, DID 분석의 핵심 전제인 평행추세 가정이 완벽히 충족되지 않았으며, 이에 따라 정책효과의 인과 해석에는 일정 수준의 유보가 필요하다. 둘째, 분석 시점이 발표 및 착공 전후에 한정되어 있어, 개통 이후의 실질적 이용 편의성 개선이 가격에 미치는 장기적 효과는 향후 검토가 필요하다. 셋째, 개별 개발사업, 주변 인프라 확충 등 외생 요인까지 완벽히 통제하지 못하였으며, 공간 자기상관은 일부 확인되었으나, 공간계량모형 등 정밀한 보완이 추가적으로 요구된다.

향후 연구에서는 동북선의 개통 이후를 포함한 장기 시장 반응 분석, 더욱 세밀한 미시적 공간 단위에서의 이질적 반응 규명, 공간 경제학적 프레임워크를 활용한 정책효과의 구조적 식별 등을 통해 본 연구의 한계를 보완할 수 있을 것이다. 이러한 연구의 축적은 향후 도시철도 정책의 실효성 평가와 시장 예측 정확성을 높이는 데 실질적인 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

ORCID 

김재형 <https://orcid.org/0009-0001-3803-106X>

이상근 <https://orcid.org/0000-0003-0422-0169>

김진화 <https://orcid.org/0000-0001-5666-5122>

참고문헌

1. 경정익, 이재웅. (2023). 코로나19가 국내 부동산 시장에 미치는 영향과 변화에 관한 연구. *미래사회*, 14(2), 107-133.
2. 고주형, 강명구. (2019). 부동산 가격 요인과 가격 상승률 요인 비교 연구: 서울시 재건축 아파트를 중심으로. *부동산학연구*, 25(2), 7-22.
3. 금보미. (2017). GTX 연신내 노선확정이 인근 부동산 시장에 미친 영향 분석: 은평구 실거래가를 중심으로 [석사학위논문]. 경희대학교.
4. 김세훈. (2021). 신설 고속도로가 지역경제에 미치는 효과 분석: 한국의 사례를 바탕으로 [석사학위논문]. 서강대학교.
5. 김승미. (2018). 대형마트의 입점이 인근 주거용 및 상업용 부동산 가격에 미치는 영향: 광주광역시 남구 봉선동의 이마트를 사례로 [석사학위논문]. 서강대학교.
6. 김태범, 장희순. (2020). 도시지역의 녹지공간이 공동 주택가격에 미치는 영향: 서울시 근린공원을 중심으로. *주택도시연구*, 10(2), 87-107.
7. 도수관, 김은지, 이규태. (2015). 도시철도 역세권과 아파트 가격의 관계 분석: 대구도시철도 3호선 건설에 따른 아파트 가격 변동 및 가격결정요인을 중심으로. *한국행정논집*, 27(2), 543-565.
8. 오현택, 홍성조. (2023). 도시공원 구성요소가 주택 가격에 미치는 영향: 대전광역시를 중심으로. *부동산 분석*, 9(3), 95-109.
9. 이석원, 윤지열, 이제문. (2023). 거시경제변수와 부동산 정책변화가 아파트 매매가격에 미치는 영향 분석. *부동산경영*, 27, 31-54.
10. 정승영, 최인호, 김애동. (2018). GTX건설이 부동산 가격에 미치는 효과에 관한 연구. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 8(5), 1-10.
11. 차혜민, 김지연, 이창무. (2021). 지하철 네트워크 확장 효과가 아파트 전세가격에 미치는 영향 분석. *부동산연구*, 31(4), 19-30.
12. 최필성, 현동우. (2021). 도보거리를 활용한 신도시 내 광역버스 정류장과의 접근성이 주택가격에 미치는 영향: 동탄2신도시 사례. *부동산분석*, 7(3), 99-118.
13. 한다습, 최창규. (2022). 우이신설 경전철이 주택 가격에 미치는 영향에 관한 연구: 우이신설 경전철 인근 아파트를 중심으로. *국토계획*, 57(2), 108-126.
14. 홍성표. (2023). 우이신설 경전철 개통 후 네트워크 접근성 개선에 따른 역세권 공시지가 영향 분석. *국토계획*, 58(6), 114-127.
15. Alonso, W. (1964). *Location and land use: Toward a general theory of land rent*. Harvard University Press.
16. Austin, P. C. (2011). An introduction to propensity score methods for reducing the effects of confounding in observational studies. *Multivariate Behavioral Research*, 46(3), 399-424.
17. Bajic, V. (1983). The effects of a new subway line on housing prices in metropolitan Toronto. *Urban Studies*, 20(2), 147-158.
18. Bartholomew, K., & Ewing, R. (2011). Hedonic price effects of pedestrian- and transit-oriented development. *Journal of Planning Literature*, 26(1), 18-34.
19. Bertrand, M., Duflo, E., & Mullainathan, S.

- (2004). How much should we trust differences-in-differences estimates? *The Quarterly Journal of Economics*, 119(1), 249-275.
20. Cervero, R., & Kang, C. D. (2011). Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. *Transport Policy*, 18(1), 102-116.
21. Debrezion, G., Pels, E., & Rietveld, P. (2007). The impact of railway stations on residential and commercial property value: A meta-analysis. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 35, 161-180.
22. Duncan, M. (2011). The impact of transit-oriented development on housing prices in San Diego, CA. *Urban Studies*, 48(1), 101-127.
23. Gibbons, S., & Machin, S. (2005). Valuing rail access using transport innovations. *Journal of Urban Economics*, 57(1), 148-169.
24. Im, J., & Hong, S. H. (2018). Impact of a new subway line on housing values in Daegu, Korea: Distance from existing lines. *Urban Studies*, 55(15), 3318-3335.
25. Lechner, M. (2011). The estimation of causal effects by difference-in-difference methods. *Foundations and Trends in Econometrics*, 4(3), 165-224.
26. Sun, H., Wang, Y., & Li, Q. (2016). The impact of subway lines on residential property values in Tianjin: An empirical study based on hedonic pricing model. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1155/2016/1478413>

논문 접수일: 2025년 5월 10일

심사(수정)일: 2025년 6월 25일

게재 확정일: 2025년 7월 18일

국문초록

도시철도 인프라는 도시 공간구조와 주택시장에 구조적 변화를 유발한다. 본 연구는 서울 동북선 경전철 개발을 사례로, 착공 발표(2019년 1월)와 실제 착공(2020년 7월)이 인근 아파트 실거래가격에 미친 영향을 실증적으로 검증하였다. 특히 개통 이후가 아닌 정책의 이행 단계별 시장 반응을 구분하여 분석한 점에서 차별성을 지닌다. 분석은 2013년 1월부터 2024년 12월까지 서울 동북권 5개 자치구 아파트 실거래 자료를 활용하였으며, 이중차분법(differences-in-differences)을 중심으로 성향점수매칭 기반 DID(propensity score matching-DID)와 플라시보 분석을 병행하였다. 역세권 여부는 반경 600m, 800m, 1km 기준으로 구분하였고, 주거 특성과 교통 접근성 등 주요 변수들을 통제하였다. 분석 결과, 착공 발표 이후 역세권 아파트 실거래가는 평균 2.7%~3.6% 상승하였으며, 실제 착공 시점 기준으로도 추가적인 가격 상승 효과가 확인되었다. 플라시보 분석과 민감도 검증을 통해 정책효과의 강건성이 뒷받침되었다. 한편, 패널 고정효과 회귀분석에서는 정책효과 추정치가 축소되었으나, 이는 고정효과 통제에 따른 보수적 추정의 결과로 해석된다. 본 연구는 경전철이라는 특성과 교통 소외지역의 맥락을 반영하여, 정책 발표와 착공이 주택시장에 미치는 시간·공간적 파급구조를 정밀하게 규명하였다.

주제어 : 도시철도(경전철), 이중차분법(difference-in-differences, DID), 주택가격 영향, 성향점수매칭(propensity score matching, PSM), 정책 신호 효과