pISSN: 1226-7147, eISSN: 2383-9171
https://doi.org/10.17208/jkpa.2025.10.60.5.139
Journal of Korea Planning Association Vol.60, No.5 (2025)
대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 제60권 제5호 pp.139-154

서울시 공유 전동 킥보드 및 공공 자전거의 이용특성에 대한 탐색적 연구*

: 역세권의 수단 간 이용특성 비교 분석을 중심으로

An Exploratory Study of the Usage Characteristics of Shared Electric Scooters and Public Bicycles in Seoul, Korea

: Focused on the Comparative Analysis of Subway Station Area Usage Characteristics

허재석** · 최가윤*** · 남궁지희****
Her, Jaeseok · Choi, Gayoon · Namgung, Jihee

Abstract

This study examines the usage patterns of personal shared mobility—specifically shared electric scooters and public bicycles—in the vicinity of subway stations in Seoul. As urban transportation paradigms shift away from automobile dependency toward more sustainable modes, personal shared mobility has emerged as a key solution for first- and last-mile connectivity and short-distance travel. The findings indicate that while both public bicycles and shared electric scooters are effective for short trips and transit access, their distinct usage purposes necessitate differentiated policy responses. Additionally, the analysis highlights that the local characteristics of subway station areas significantly influence shape usage patterns, underscoring the need for site-specific transportation strategies. By clarifying the role and potential of personal shared mobility in urban transport systems, this study provides a foundation for future research and offers policy insights for its more effective integration.

주제어 개인형 공유모빌리티, 개인형 이동수단, 공유 전동 킥보드, 공공 자전거, 역세권 이용행태
Keywords Personal Shared Mobility, Personal Mobility (PM), Shared Electric Scooter, Public Bicycle, Behavioral Patterns in Subway Station Area

Ⅰ. 서 론

오늘날 지속 가능한 도시를 위한 교통 패러다임이 자동차 중심에서 친환경 교통수단으로 전환되고 있다. 최근에는 개인형 이동수단(personal mobility, PM)의 보급이 확대되고 있으며, 특히 공유형 서비스를 바탕으로 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 이용이 급속도로 증가하고 있다(Xing et al., 2020; 허재석 외, 2022). 개인형 공유모빌리티는 단거리를 쉽고 빠르게 이동할 수 있는 장점 덕분에 대중교통의 연계 수단 및 단거리 이동 수단으로 매우 활발하게 활용되고 있다(유경상, 2018; 박가영, 2019; 최재호, 2019; Bozzi and Aguilera, 2021). 이에 따라 많은 선진국에서는 개인형 이동수단의 공유 서비스를 확장하고 있으며(NACTO,

---

* 이 논문은 2022년 대한국토·도시계획학회 추계학술대회 발표 자료와 건축공간연구원 기본연구보고서(2022-4) 개인형 공유모빌리티 이용활성화를 위한 건축·도시공간 대응방안 연구 결과를 수정·보완하여 작성하였음.

** Assistant Research Fellow, Architecture & Urban Research Institute / Ph.D. student, Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University, Korea (First Author: jsher@auri.re.kr)
*** Assistant Research Fellow, Architecture & Urban Research Institute (Co-author: gychoi@auri.re.kr)
**** Associate Research Fellow, Architecture & Urban Research Institute (Corresponding Author: jhnamgung@auri.re.kr)

2022), 우리나라에서도 이용량 증가에 따른 관련 인프라 및 제도 정비가 활발히 이루어지고 있다(허재석 외, 2022).

특히 서울시는 국내에서 공유 전동 킥보드와 공공 자전거가 가장 활발하게 이용되는 지역이다. 2020년 기준으로 15개의 민간 업체가 공유 전동 킥보드를 운영하고 있으며(신희철, 2020), 서울시의 공유형 공공 자전거인 "따릉이"는 2015년부터 본격적으로 서비스를 시작하였고, 2023년 6월 기준으로 2,749개소의 대여소에서 43,500대의 공공 자전거를 운영하고 있다(서울시설공단, 2023).

자전거 관련 제도는 1995년 제정된 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」을 통해 시작되었으며, 이후 안전하고 편리한 자전거 이용을 도모하고 이용 활성화를 위한 다양한 정책이 마련되고 있다. 또한 지자체 차원에서도 관련 조례와 지침, 가이드 등을 마련하고 자전거 인프라 확충에 많은 노력을 기울이고 있다. 서울시 역시 「서울특별시 자전거 이용 활성화에 관한 조례」와 「서울시 자전거 이용시설 설치 및 관리 지침」 등을 통해 관련 인프라를 확충하고 정비 사업을 확대하고 있다.[1]

반면, 전동 킥보드는 자전거에 비해 제도적 기반이 미흡한 상황이며, 특히 공유형 서비스로 급성장하고 있는 공유 전동 킥보드의 이용 인프라와 이용 방식에 대한 다양한 사회적 이슈가 지속해서 발생하고 있다. 이에 2020년 도로교통법 개정을 통해 전동 킥보드를 비롯한 개인형 이동장치(시속 25km 이상 운행 시 전동기가 작동하지 아니하고, 차체 중량이 30kg 미만인 장치)의 법적 지위를 부여하였으며, 자전거도로 통행을 허용하였다. 이후 안전한 이용환경 조성과 안전이용문화 개선, 이용자 대상 안전수칙과 교육 강화, 주차질서 확립과 단속 등, 공유 전동 킥보드 활성화에 따라 제기된 각종 사회적 우려와 문제점에 대한 대응방안이 다각도로 논의되고 있다(허재석 외, 2022).

공유 전동 킥보드와 공공 자전거는 구조적인 유사성으로 인해 이용 인프라를 공유하고 있으며, 많은 정책 및 제도에서도 동일하게 적용되는 경우가 많다. 두 수단은 자동차 이용을 대체하거나 대중교통과의 연계 수단으로서의 공통점이 있지만, 구조적 특성, 주행 방식, 대여 및 반납 방법(거치형/비거치형) 등에서 차이를 보인다. 또한 지역적 특성에 따라 수단 간 이용 패턴이 다를 수 있다는 점도 중요하다(El-Assi et al., 2017; Caspi et al., 2020; 사경은 외, 2020; 김수재 외, 2021). 이에 따라 각 수단의 특성을 고려하여 상호 보완적인 역할을 강화하고 친환경 교통수단으로 자리 잡을 수 있도록 정책 방향을 설정할 필요가 있다.

따라서 본 연구의 목적은 개인형 공유모빌리티의 이용특성을 비교 분석하여 안전하고 편리한 이용을 도모하고, 친환경 수단으로서의 정착 및 활성화를 위한 정책적 시사점을 제공하는 것이다. 또한 대중교통 연계 수단으로서 역세권에서의 개인형 공유모빌리티 통행 특성을 구체적으로 비교 분석하고 향후 도시 교통수단으로서의 활용 가치와 발전 방향을 모색하는 것을 목적으로 한다. 개인형 공유모빌리티는 수단 간, 지역 간 이용 패턴의 차이가 있으며, 이에 따른 맞춤형 전략이 필요하다. 공유 자전거 및 전동 킥보드가 모두 활성화되어 있는 지역과 그렇지 않은 지역은 정책적 접근의 차별화가 필요하며, 이를 위한 기초자료로서 본 연구의 결과를 활용할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 서울시의 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 이용 현황에 대한 빅데이터를 활용하여 수단 간 이용특성을 비교 분석하고, 개인형 공유모빌리티가 퍼스트-라스트 마일의 수단으로서 어떻게 활용되고 있는지를 고려하여 서울시의 역세권 지역과 통행 유형을 유형화하고 지역 간, 지역 내 통행 특성을 수단 간 비교 분석하고자 한다. 이를 통해 역세권 및 통행 유형별 개인형 공유모빌리티의 이용 행태 특성 차이를 구체적으로 탐색함으로써 효율적이며 효과적인 활성화 정책을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 특히 이용특성 차이에 따른 수단 간, 지역 간 차별화된 정책 방향과 시사점을 제시하고자 한다. 본 연구의 주요 질문은 다음과 같이 세 가지로 요약될 수 있다.

1. 개인형 공유모빌리티의 이용특성에 따라 통행 유형 및 역세권의 유형은 어떻게 구분할 수 있는가?
2. 통행유형별 수단 간 차이는 어떻게 나타나는가?
3. 역세권 유형별 통행 특성 차이는 어떻게 나타나는가?

II. 선행연구 고찰

1. 공유형 전동 킥보드 이용특성 관련 연구

공유 전동 킥보드 관련 연구는 최근 국내외에서 활발하게 수행되고 있으며, 주로 공간적 특성에 따른 이용행태에 관한 연구이다. 김수재 외(2021)는 공유 전동 킥보드의 이용 수요에 영향을 미치는 영향요인을 분석하였으며, 음이항 회귀모형을 사용하여 서울시 집계구 단위로 분석하였다. 분석결과 공유 전동 킥보드는 주중 출퇴근 시간대, 지하철역, 대학교, 복합쇼핑몰 등 주변 지역, 10-30대 거주 비율이 높은 지역, 생활인구 및 3차산업 사업체 수가 많은 지역에서 이용량이 높게 나타났다. 이러한 특성을 고려하여 이용량이 많은 지역에 주차공간을 마련하고 대중교통과의 연계성을 강화할 수 있는 정책 필요성을 제시하였다.

최민혜·정헌영(2020)은 개인형 공유모빌리티 서비스 이용 의향에 미치는 영향 요인을 분석하였다. 대중교통 연계수단으로 전동 킥보드 등 개인형 이동수단의 공유 서비스를 도입한다는 가상의 시나리오에 대한 설문조사를 실시하고, 다수준 순서형 로지스틱 회귀모형을 활용하여 PM 공유서비스 이용 의향에 대한 분석을 실시하였다. 분석 결과 개인 승용차 및 택시 이용자의 62.1%가 PM 활성화 시 이용 수단을 지하철로 전환할 의사가 있는 것으로 나타났으며, 평소 이동거리가 길수록, 평균 경사도가 높은 지역일수록 PM 전환 의사가 높게 나타났다. 공유형 PM의 이용 활

성화를 위해 이용 인프라 확충 및 관련 제도 정비, 대중교통 서비스와의 연계성 강화 방안 등이 필요하며, 구체적인 이용 행태 분석을 통한 타 수단 간 전환의 효과 검증을 후속연구로 제시하였다.

Caspi et al.(2020)은 텍사스 오스틴 지역을 대상으로 공유 전동 킥보드 이용에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 6개월간 이용 현황 자료를 바탕으로 토지이용, 자전거도로 설치 유무, 교차로 밀도 등 물리적 환경요인과 소득, 고용밀도, 학생인구밀도 등 인구사회학적 요인이 전동 킥보드 이용에 미치는 영향을 시간대별로 분석하였다. 분석 결과 국내 연구와 유사하게 유동인구가 많고 자전거 인프라가 양호한 곳에서 공유 전동 킥보드의 이용이 많은 것으로 나타났다. 또한 버스정류장 주변에서도 이용 빈도가 높게 나타났는데, 실제 대중교통과의 연계 수단으로서 전동 킥보드가 활용되고 있는지는 확인이 필요하다고 지적하였다.

Zou et al.(2020)은 실시간 API자료를 활용하여 전동 킥보드의 이동경로의 패턴을 파악하는 탐색적 연구를 수행하였다. 이 연구는 빅데이터를 활용하여 이용이 집중되는 도로구간을 도출하고 사고위험도를 분석하여 관련 정책의 기초자료로 활용도가 높은 결과물을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

2. 공유형 공공 자전거 이용특성 관련 연구

사경은 외(2020)는 공유형 공공 자전거의 통근 수단으로서의 활용도를 확인하기 위해 주중 출근시간대 출발 및 도착지, 최단경로의 특성을 분석하였다. 분석 결과 공공 자전거 이용에 영향을 미치는 요인이 출발지와 도착지의 특성 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 이는 공유 자전거 이용자가 주로 주거지역에서 업무 및 상업시설로 이동하기 때문으로 공유형 공공 자전거가 통근수단으로서 충분히 활용되고 있음을 시사한다. 또한 역세권 범위에 따른 OD 통행량을 분석하였으며, 이를 통하여 퍼스트-라스트 마일의 수단으로서 공유형 공공 자전거의 활용 가능성을 확인하였다. 하지만 사경은 외(2020)의 연구는 스테이션 방식의 공유자전거를 대상으로 분석하였기 때문에 이용특성 외에 대여소의 위치가 분석결과에 영향을 미칠 수밖에 없는 한계가 있다.

김숙희 외(2019)의 연구에서는 스테이션 방식이 아닌 독리스(dockless) 방식의 공유 자전거를 연구 대상으로 설정하였으며, 1주일간의 이용 데이터를 활용하여 이용 현황 및 통행 특성, 이동경로 분석을 하였다. 주중과 주말 이용 현황 분석을 통하여 주말 레저 및 여가 목적의 이용뿐만 아니라 주중 생활교통 수단으로서의 활용 가치를 확인하였으며, 대중교통 결절점을 중심으로 자전거를 집중 배치의 필요성을 주장하였다. 이와 함께 공유 자전거는 퍼스트-라스트 마일의 수단으로서 가능성이 높은 수단임을 강조하며 과도한 규제보다는 이용자의 편의를 증진할 수 있는 방향으로 민관 협력을 통한 안정적인 서비스 제공의 필요성을 제시하였다.

El-Assi et al.(2017)은 토론토 지역의 공유 자전거 이용에 미치는 영향을 분석하였다. 1년간 이용 자료를 분석하여 인구·사회학적 특성, 물리환경 특성, 계절적 특성 등이 공유 자전거 이용에 미치는 영향요인을 도출하였다. 분석 결과 도로망 구성, 자전거 인프라가 자전거 이용 수요에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 계절적 요인 중 온도가 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 또한 출발지-목적지(O-D) 정보를 바탕으로 최적 이동경로를 추정하여 영향 요인을 도출하였으며, 분석 결과 자전거 스테이션과 인프라는 양의 상관관계, 교차로는 음의 상관관계로 나타났다. 그러나 분석에 활용된 이동경로는 추정된 경로로 실제 이용자와 다를 수 있다는 점에서 연구의 한계가 있다.

Xing et al.(2020)은 독리스(dockless)방식의 공유 자전거를 대상으로 자전거 이용 정보와 관심지점(POIs, points of interests) 자료를 활용하여 통행목적을 추정하고 통행패턴을 분석하였다. 통행패턴을 분석하기 위해 출발지 및 목적지에 대한 군집분석을 실시하였으며, 분석결과 유형은 총 5가지(식사, 교통, 쇼핑, 직장, 주거지)로 구분되었다. 그러나 POIs 자료를 바탕으로 통행목적을 추정하여 구분한 5가지 유형이 실제 통행과 다를 수 있는 한계가 있다.

3. 공유 전동 킥보드 및 공공 자전거 비교 분석 연구

공유 자전거나 공유 킥보드 등 개인형 공유모빌리티 관련 선행연구는 주로 각 수단의 이용 행태나 영향요인을 분석하는 연구가 많았으며, 두 수단의 이용특성을 비교 분석하는 일부 연구도 있었다. 곽민정 외(2022)는 개인형 공유모빌리티의 통행을 3가지(지하철역 간 통행, 지하철 연계통행, 기타 지역 간 통행)로 구분하고 유형별 수단 간 상호관계를 분석하였다. 분석 결과 지하철 연계통행에서 공유 자전거 이용량이 증가할수록 공유 킥보드나 증가하는 것으로 나타나 서로 경쟁 관계보다는 보완관계일 가능성을 확인하였다. 한편 기타 지역 간 통행에서는 두 수단의 이용량이 음의 상관관계로 나타났다. 연구의 결과는 개인형 공유모빌리티의 역할을 설정하고 활성화를 위한 정책 방안 제시를 위한 기초자료로서 의의가 있다.

McKenzie(2019)는 미국 워싱턴 D.C. 내에서 운영되는 공유 자전거와 공유 킥보드의 공간적·시간적 이용패턴을 비교 분석하여 두 수단의 차이점과 유사점을 파악하였다. 공유 자전거 이용자 중 정기권 소유자는 주로 첨두시에 이용이 집중되어 출퇴근용으로 활용되는 반면, 정기권 비소유 이용자와 공유 킥보드 이용자는 첨두시 이용 집중 경향이 나타나지 않아, 통근보다는 레저·여가 목적의 이용으로 추정된다. 두 수단 간 이용특성을 비교 분석한 연구 결과는 향후 도시교통 정책 방향 설정을 위한 기초자료로 활용될 수 있다. 후속 연구로는 다양한 도시환경 및 토지이용, 기후 등 이용 환경에 영향을 미칠 수 있는 요인과 승용차 등 기존

교통수단을 고려한 연구를 제시하였다.

Almannaa et al.(2020)은 미국 오스틴 지역에서 공유 전기 자전거와 공유 킥보드의 이용특성을 비교 분석하였다. 분석 결과 공유 전기 자전거가 공유 킥보드보다 평균 이동속도가 빠르며, 시간대별 평균 통행속도 패턴은 유사하게 나타났다. 이용 목적에 따라 속도 차이가 있었고, 두 수단 모두 통근보다 여가 목적에서 더 느리게 이용되었다. 전반적으로 두 수단의 이용 패턴은 유사하지만 속도 차이로 인해 혼합된 통행 시 상충 위험이 존재하므로, 유사한 이용특성에도 불구하고 안전 확보를 위해 속도 차이를 고려한 접근이 필요하다. 특정 도시의 일정 기간 자료에 기반한 분석이라는 한계는 있으나, 수단 간 이용특성 비교를 통해 안전 측면의 정책적 시사점을 제시했다는 점에서 의의가 있다.

4. 선행연구와의 차별성

기존 공유 전동 킥보드와 공공 자전거 관련 연구는 대부분 이용량에 영향을 미치는 물리적·사회적 요인을 분석하였다. 일부 해외 연구에서는 두 수단을 비교 분석한 연구가 있었으나 이 역시 각 수단 이용에 영향을 미치는 요인을 분석한 연구였다. 대부분의 선행 연구에서 공유 전동 킥보드와 공공 자전거가 대중교통 시설 주변에서 이용량이 높게 나타났으며, 이는 대중교통 연계 수단으로서 충분히 활용되고 있음을 시사한다. 또한 공유 전동 킥보드와 공공 자전거는 생활권 내 단거리 이동수단으로서 활용 가치가 높아지고 있다. 이러한 시점에서 대표적인 퍼스트-라스트 마일 수단으로서 가장 활성화되고 있는 두 수단별 비교 분석과 함께 역세권과 비역세권 이용특성에 대한 비교 분석을 통하여 관련 정책의 기초자료를 마련할 필요가 있다.

일부 연구에서는 역세권을 중심으로 영향권을 분석한 연구가 있었다. 대부분 역세권의 범위를 설정하고 역세권 내에서 발생(출발 및 도착)한 이용특성을 분석하고 개인형 공유모빌리티의 이용 영향권의 범위를 도출하였다(김지윤, 2021; Li et al, 2021; Guo and He, 2020; Lin et al, 2019). 해당 연구들은 역세권에서 발생한 특정 통행(외향형 또는 내향형 통행)이나 일부의 행태 특성(이용 거리, 시간 등)만을 고려하였으며, 공유 자전거나 공유 킥보드 한 가지 수단만을 대상으로 분석하였다.

본 연구는 1) 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 수단 간 비교, 2) 역세권 연계통행의 유형 세분화에 따른 통행유형별 특성 비교, 3) 수단별 이용 활성화 정도에 따른 역세권 유형 세분화 및 지역 간 차이 비교를 통해 실제 도시공간에서 개인형 공유모빌리티의 이용 행태를 좀 더 세밀하고 구체적으로 이해하고자 한다는 점에서 차별성을 가진다. 수단별, 통행유형별, 지역별 특성에 따라 이용행태의 세부 양상이 어떻게 달라지는지에 주목함으로써, 향후 개인형 공유모빌리티 관련 정책에서 더욱 정교하고 실효성 있는 대응 방안을 마련할 수 있도록 기초자료를 제공한다는 의의가 있다.

Ⅲ. 분석의 틀 설정 및 기초자료 분석

1. 분석의 대상과 방법

도시 교통수단으로서 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 역할과 특성을 제대로 이해하기 위해서는 단순히 이동거리나 이용횟수, 빈도 등과 같은 총량적인 수치 외에, 다양한 이용행태와 양상에 대한 구체적인 분석이 필요하다. 선행연구에서 지적하고 있는 수단 간 차이뿐 아니라, 시간대나 요일, 지역적 특성, 다른 수단과의 연계 특성에 따른 이용 수요와 행태의 차이에 대해서도 입체적으로 고려할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 수단별 이용 현황을 파악할 수 있는 대여 이력 자료를 활용하여, 시공간적인 이용 행태와 연계 특성을 다각도로 분석하고 정책적 시사점을 도출하고자 한다. 공유 전동 킥보드의 대여 이력은 ㈜피유엠피에서 운영하는 '씽씽'의 자료를, 공공 자전거는 서울시 '따릉이'의 자료를 활용하였다. 개인형 공유모빌리티 이용은 야외 활동으로서 날씨와 계절적 요인의 영향을 받기 때문에, 환경 조건이 비교적 양호하고 이용량이 많은 2021년 10월 1일부터 10월 31일까지 1개월간의 이용 현황을 분석 대상으로 설정하고, 해당 기간의 자료를 추출하였다.

본 연구는 퍼스트-라스트 마일 수단으로서 개인형 공유모빌리티의 대중교통 연계 특성과 수단별, 지역적 차이를 살펴보기 위해 이에 적합한 분석 방법을 설정하였다. 먼저 본격적인 분석에 앞서 전체 유효 데이터와 변수들에 대한 기술통계와 상관분석을 통해 수단별 이용특성과 수단 간 차이, 변수 간의 관계를 확인하였다. 다음으로 연계통행의 특성 및 역세권 단위의 지역적 특성을 각각 유형화하고, 유형별 차이를 비교 분석하였다. 나아가 수단별로 4가지 연계통행 유형과 4가지 역세권 유형에 따른 이용특성의 차이를 구체적으로 살펴보았다. 이용특성을 나타내는 변수로 이용거리, 이용시간, 주중 이용률, 첨두시간대 이용률의 4개 변수를 채택하여, 변수별로 동일한 통행 유형 내에서 지역 간 차이가 유의한지를 통계적으로 검증하였다. 4개 변수 모두 정규성 가정에 부합하지 않기 때문에 비모수 검정을 하였다(서원석·김리영, 2013; 김민선·이제선, 2021). 먼저 Kruskal-Wallis 검정을 실시하여 4개 역세권 유형의 중앙값이 모두 동일하다는 귀무가설(H0)을 검증하고, 이를 기각하는 대립가설(H1)이 채택될 경우 네 가지 중 어떤 유형 간의 차이가 유의한지를 확인하는 사후분석으로 Dunn's 검정을 실시하였다. 결론적으로 수단별, 통행유형별, 지역별 차이를 종합적으로 분석 및 해석함으로써 향후 개인형 공유모빌리티의 이용 활성화를 위한 계획 및 정책적 시사점을 도출하였다.

2. 분석의 범위와 기준

1) 역세권 범위 설정

본 연구는 개인형 공유모빌리티와 대중교통과의 연계성 강화를 위한 정책적 시사점을 도출하기 위해, 전체 대여이력 중에서 대중교통과 연계된 통행을 중심으로 수단별 이용특성을 분석하고자 한다. 그러나 대여이력에서 실질적인 대중교통 이용 및 환승 여부는 알 수 없으므로, 지하철역 출입구를 기준으로 일정한 반경, 즉 '역세권'에 해당하는 공간적 범위 안에 대여(시점) 또는 반납(종점) 지점이 위치한 경우를 대중교통 연계통행으로, 시종점 모두 역세권 범위 밖에 있는 경우를 대중교통과 연계되지 않은 비연계통행으로 간주하였다. 이때 대중교통과의 연계 여부를 판단하는 거리 기준, 즉 역세권의 공간적 범위를 설정하기 위해 먼저 기존 문헌과 데이터를 검토하였다. 선행 연구(김지윤, 2021; Li et al, 2021; 사경은 외, 2020; Guo and He, 2020; Lin et al, 2019)와 「역세권 장기전세주택 건립 운영기준(서울특별시, 2023)」 등 기존 문헌은 역세권의 범위를 50~500m 사이로 제시하였다. 이는 보행으로 접근가능한 상한선을 제시한 것이므로 실제 이용자들이 체감하는 대중교통과의 연계 거리(역세권 범위)와는 차이가 있다. 본 연구에서는 반경 50m, 100m, 200m의 세 가지 설정값에 따라 추출된 이용량을 지하철역별로 비교하였다(Figure 1).

검토 결과 동일 지하철역에 대해 연계거리별로 추출된 이용량 간에 높은 상관관계가 확인되었다. 즉, 연계거리 기준이 달라지더라도 지하철역별 특성과 경향은 대체로 유지되었다. 다만, 공공 자전거의 경우 대여소 위치가 고정되어 있기 때문에, 연계 거리 설정에 따라 이용량의 변동 폭이 큰 사례들이 나타났다. 일부 지하철역에서 출입구 주변의 공간적인 여건으로 인해 다소 떨어진 위치에 이용량이 많은 대규모 대여소가 입지하는 경우가 있었고, 이들의 포함 여부에 따라 공공 자전거 이용량에서 상위권의 순위가 달라질 수 있음을 확인하였다. 최종적으로 지하철역에서 100~200m 범위에 있는 대여소까지 역세권 연계통행 분석에 포함할 수 있도록, 반경 200m를 본 연구의 역세권 범위 기준으로 채택하였다. 또한 연계 여부에 대한 판단 외에 대여소나 대여지점의 근접성에 따른 영향을 연속적으로 고려할 수 있도록, 대중교통과의 연계거리(link distance)를 별도의 변수로 설정하였다.

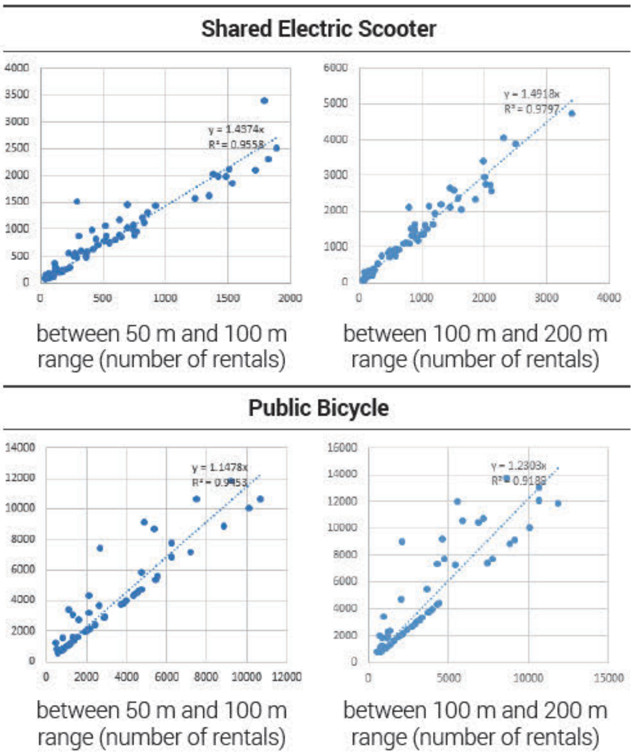

Figure 1. The comparison of usage by different ranges of subway station area

2) 통행 유형 분류

지하철역 출입구에서 반경 200m 이내에 시점 또는 종점이 위치한 대여이력을 '대중교통 연계통행'으로 정의한 후, 이를 시종점의 연계 양상에 따라 크게 4가지 유형으로 구분하여 분석하였다(Figure 2).

먼저 하나의 지하철역에서 다른 지하철역으로 역세권 간을 이동하는 통행(Trip1, between), 하나의 역세권 내에서 대여 후 역세권 외부에서 반납하는 통행(Trip2, out-bound), 역세권 외부에서 대여 후 역세권 내에서 반납하는 통행(Trip3, in-bound), 대여 및 반납 모두 동일한 역세권 내에 위치한 통행(Trip4, within)으로 세분화하였다. 대여 가능한 기기가 어디에 얼마나 배치되는지에 따라 실제 이용자의 출발지와 각 대여 이력의 시점은 다를 수 있으나, 종점의 경우 이용자가 원하는 목적지, 또는 그와 가장 가까운 반납 가능 지점을 선택할 수 있기 때문에, 연계통행의 수요와 특성을 더 직접적으로 반영한다고 볼 수 있다.

3) 분석의 기본 단위와 유형

수단별, 지역별 이용특성을 비교 분석하기 위해 하나의 지하철역마다 설정된 역세권을 분석의 기본 단위로 채택하였다. 전체 대여 이력 목록으로부터 각 역세권 범위에 해당하는 연계통행의 부분집합을 추출하고, 개수, 합계, 평균, 비율 등 해당 부분집합의 특성을 나타내는 기술통계적 특성을 변수화하였다. 공유 전동 킥보드의 경우 신규 모빌리티 서비스로 도입, 확산되는 과정에 있기 때문에 조사 시기나 지역, 서비스 업체에 따라 이용 활성화

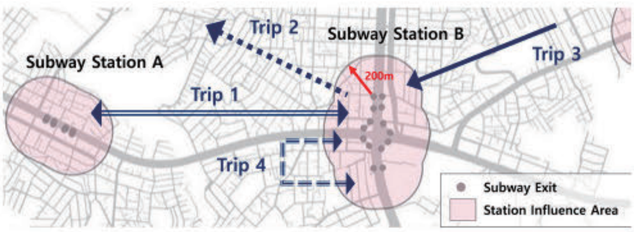

Figure 2. Definition of 4 types of station-based trips based on the location of pickup and drop-off points

Figure 3. Selected study area - 131 subway stations

정도에 차이가 크다. 하나의 지역에서 이용 건수가 너무 적은 경우 정량적 비교 분석에 적합하지 않다고 판단하여, 앞서 설정한 역세권 연계통행 범위에서 수단별로 최소 월 30건 이상의 대여 이력이 있는 지역을 추출하였다. 이 기준에 따라 서울시 내 지하철역 중 131개의 역세권을 최종 분석 대상으로 선정하였다(Figure 3). 이를 수단별 활성화 정도에 따라 4개의 지역으로 구분한 후, 수단별 이용특성이나 연계통행 특성에서 지역 간에 어떤 차이가 있는지를 비교하였다.

3. 분석 변수의 설정과 검토

본 연구에서 개인형 공유모빌리티 이용 현황 분석을 위해 구득한 원데이터에는, 2021년 10월 한 달 동안 기록된 공유 전동 킥보드 171,538건, 공공 자전거 3,028,358건의 대여 이력이 포함되어 있다. 이 중 IQR 방식에 따라 결측치와 이상치를 제거하는 전처리 과정을 거쳐, 공유 전동 킥보드 152,225건, 공공 자전거 2,048,541건의 유효 데이터를 분석에 활용하였다.

수단별 대여 이력 자료로부터 정량적으로 추출, 집계할 수 있는 정보와 역세권별 부분집합의 특성에 대한 정보를 활용하여, 개인형 공유 모빌리티의 이용특성을 나타내는 변수들을 설정하였다. 먼저 수단별 이용 건수, 이동 거리와 대여 시간, 연계 거리, 평일 및 첨두시간대(08~10시, 18~20시) 이용 비율을 산출하고, 대중교통을 이용하는 유동 인구를 대변하는 변수로 지하철 승하차 인원을 추가하였다. 이에 13개의 이용특성 변수를 정의하고, 각각에 대해 기술통계를 검토하였다(Table 1).

변수 간의 상관관계를 검토한 결과(Figure 4), 가장 상관관계가 뚜렷한 것은 각 수단에서 이동 거리와 대여 시간 간의 관계로 두 변수(BTD-BRT, 0.89)가 상호 의존적이라고 볼 수 있다. 수단별 주중 이용률과 첨두시간대 이용률 사이에도 약한 상관성이 나타났다(SWR-SPR: 0.55, BWR-BPR: 0.50). 공공 자전거의 경우 주중 이용률이 높은 지역일수록 평균 대여시간(BWR-BTD: -0.68)과 이동 거리(BWR-BRT: -0.58)가 감소하는 경향이 있었다. 주말이나 첨두 시간 외 자전거 이용이 많은 지역에서 장거리 통행 비율이 높다는 해석이 가능하다.

그 밖의 변수 중에는 상관계수 0.4를 넘는 경우가 없었다. 일반적으로 지하철역 승하차 인원이 많을수록 공유 전동 킥보드나 공

Table 1. Summary of trip pattern variables by subway station areas

Variables		Average	stdev.
ID	Name of subway station	N=131	
NSP	N. of subway passengers	928,581	863,694
SNR	SES*-N. of rentals	736	949
STD	SES-Average travel distance (m)	978.7	136.3
SRT	SES-Average rental time (min)	5.4	0.7
SLD	SES-Average link distance (m)	75.9	17.2
SWR	SES-Ratio of weekday usage (%)	68.0	6.5
SPR	SES-Ratio of peak time usage (%)	37.7	6.9
BNR	PB**-N. of rentals	6,258	5,316
BTD	PB-Average travel distance (m)	1,965	317
BRT	PB-Average rental time (min)	17.4	2.9
BLD	PB-Average link distance (m)	52.7	29.0
BWR	PB-Ratio of weekday usage (%)	65.8	5.1
BPR	PB-Ratio of peak time usage (%)	36.2	4.4

* SES: Shared Electric Scooter
** PB: Public Bicycle

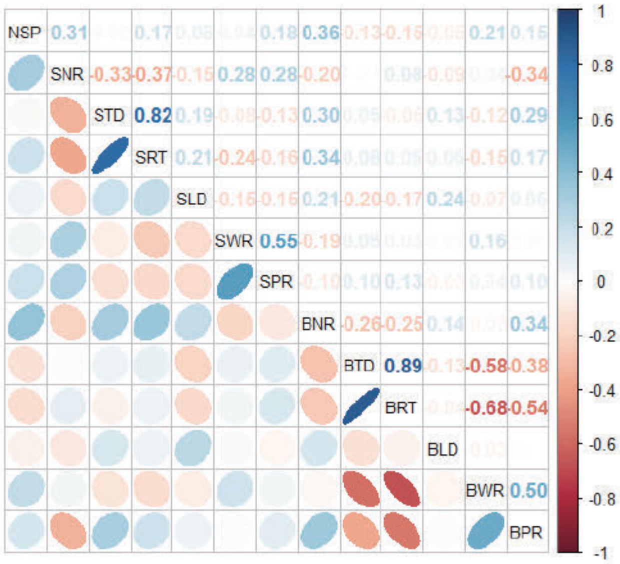

Figure 4. Correlation analysis of trip patterns by subway stations areas

공 자전거 이용량도 많을 것으로 기대할 수 있으나, 상관계수가 각각 0.31, 0.36에 불과하여 영향력이 크지 않았다. 또한 기존 연구에서는 공유 전동 킥보드와 공공 자전거 사이의 선형적인 관계나 공통 요인에 주목해 왔으나, 실제 두 수단의 이용량 간에는 뚜렷한 선형성이 나타나지 않았다. 수단별 이용량이나 이동 거리와 대여 시간과 주중-첨두 시간 이용률은 주요 목적시설의 유형이나 분포 등 지역적 요인의 영향을 받을 것으로 예상되는데, 수단 간 동일 변수(ex. SNR과 BNR, STD와 BTD, SWR과 BWR) 간에는 상관성이 나타나지 않았다. 이는 각 수단의 이용량, 장거리 및

첨두시(통근) 통행 특성에 영향을 미치는 지역적 요인이 상이하며, 각 수단의 이용 활성화 과정과 양상이 서로 독립적으로 작동할 가능성을 시사한다.

Ⅳ. 통행특성 비교 분석

1. 수단별 연계통행과 통행유형별 특성

먼저 전체 통행에서 연계통행(역세권 통행)이 차지하는 비율은 공유 전동 킥보드 59.4%, 공공 자전거는 60.4%로 대략 60% 내외를 차지했다. 전체 서비스 면적에서 지하철역 연계 거리 이내의 영역이 차지하는 비율이 높지 않음을 고려하면, 지하철역과 가까운 곳에서 개인형 공유모빌리티의 이용이 상대적으로 밀집되어 있다고 볼 수 있다.

통행유형별 구성비 차이를 살펴보면, 공유 전동 킥보드는 역세권과 배후 지역(비역세권)을 연결하는 통행의 비율(T2: 27.2%, T3: 24.8%)이 절반 이상으로 나타났다. 역세권에서 다른 역세권으로 넘어가는 권역 간 통행(T1, 5.4%)과 동일한 역세권 내에서 일어난 통행(T4 1.8%)은 전체 통행에서 차지하는 비율이 낮았다. 반면 공공 자전거는 권역 간 통행(T1: 11.6%)과 동일 권역 내 통행(T4: 3.2%)의 비율이 공유 전동 킥보드보다 약 2배 정도 높았고, 역세권과 배후 지역 간 통행 비율은 상대적으로 낮았다(T2: 22.8%, T3: 23.0%).

역세권과 배후 지역의 연계 방향에 따른 차이를 비교하면, 공공 자전거는 0.2% 차로 거의 유사했고, 공유 전동 킥보드는 약 2.4% 차이가 있었다. 공공 자전거의 경우 대여와 반납이 거의 대칭인 반면, 공유 전동 킥보드는 역세권 연계 거리 안에서 출발하여 배후 지역으로 확산해 나가는 통행(T2)이, 배후 지역에서 지하철역 방향으로 접근하는 통행(T3)보다 조금 더 우세한 것으로 나타났다.

통행유형별 평균 이동 거리와 대여 시간을 비교해 보면(Table 2), 동일 역세권 내의 통행(T4)에서 수단 간 차이가 두드러졌다. 공유 전동 킥보드는 T4의 이동 거리와 대여 시간 모두 가장 짧았는데, 대여 시간에 비해 이동 거리가 더 짧게 나타났다. 이와 반대로 공공 자전거는 T4의 대여 시간이 공유 전동 킥보드에 비해 매우 길게 나타난 부분이 특정적이었다. 이는 공공 자전거가 여러 목적지를 경유하여 다시 출발점 근처로 되돌아오는 회유형(운동, 여가 등의 목적) 통행수단으로 이용되고 있음(사경은 외, 2020)을 시사한다.

유형별 분석 결과는 대체로 '공공 자전거보다 공유 전동 킥보드에서 목적 지향형 특성이 강하게 나타난다'는 수단 간 차이를 일관되게 뒷받침하고 있다. 나아가 공유 전동 킥보드 이용의 비대칭성, 공공 자전거의 장거리, 회유형 통행 특성 등 수단별 차이와 역세권 연계 특성을 구체적으로 확인할 수 있었다.

Table 2. Characteristics by types of station-based trips

Index	Trip type		Number of rentals (%)	Average travel distance (m)	Average rental time (min)
Shared electric scooter	Total		152,225 (100.0)	941	5.2
	T1~4 subtotal (station-based)		90,355 (59.4)	917	5.1
		T1 (between)	8,290 (5.4)	1,083	5.9
		T2 (out-bound)	41,468 (27.2)	908	5.0
		T3 (in-bound)	37,786 (24.8)	919	4.9
		T4 (within)	2,811 (1.8)	531	4.5
Public bicycle	Total		2,048,541 (100.0)	1,877	16.9
	T1~4 subtotal (station-based)		1,240,827 (60.6)	1,834	16.1
		T1 (between)	237,307 (11.6)	2,009	17.2
		T2 (out-bound)	467,831 (22.8)	1,804	15.4
		T3 (in-bound)	470,522 (23.0)	1,772	14.8
		T4 (within)	65,167 (3.2)	1,852	27.2

2. 지역별 특성 분석

131개의 역세권을 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 이용 건수의 많고 적음을 기준으로 4개의 그룹으로 나누어 비교해 보았다(Table 3).

두 수단 모두 활성화된 A 지역은 14개, 공유 전동 킥보드 우위 지역 B는 32개, 공공 자전거 우위 지역 C는 43개, 두 수단 모두 비활성화되어 있는 D 지역은 42개로 나타났다. 4개 그룹에 속한 지역들의 기술통계는 다음과 같다. 먼저 A 지역은 지하철 승하차 인원(NSP)과 공유 전동 킥보드의 첨두시 이용 비율(SPR)이 가장 높았고 공공 자전거의 주중 비율(BWR)은 가장 낮았다. B 지역은 지하철 승하차 인원(NSP)의 규모는 A 지역에 비해 약 61%에 불과했지만, 공유 전동 킥보드 이용량(SNR)은 더 많았는데, 평균 이동거리(STD)가 짧아 단거리 이동수단으로 자주 활용되고 있음을 알 수 있다. 또한 두 수단 모두에서 주중 이용 비율(SWR, BWR)이 높아, 상대적으로 주말의 활성화 정도가 낮은 지역들이 많이 포함되었을 것으로 해석된다. C 지역은 공공 자전거의 주중 및 첨두시 이용 비율(BWR, BPR)이 높은 반면, 공유 전동 킥보드의 비율(SWR, SPR)은 낮았다. 두 수단 모두 이용량이 적은 D 지역은 지하철 승하차 인원(NSP)이 가장 적어, 대중교통 연계통행의 수요 자체가 크지 않은 지역으로 볼 수 있다.

Table 3. Characteristics by types of station area

Variables	A* SES+, PB+	B** SES+, PB-	C*** SES-, PB+	D**** SES-, PB-	Total
Count	14	32	43	42	131
NSP	1,599,927	976,261	1,094,008	499,105	928,581
SNR	1617	1844	142	207	736
STD	957	885	1,040	995	979
SRT	318	297	348	329	326
SWR	67.8%	71.2%	67.1%	66.4%	68.0%
SPR	41.2%	39.8%	36.2%	36.3%	37.7%
BNR	10,599	2,208	11,007	3,036	6,258
BTD	1,825	2,060	1,865	2,041	1,965
BRT	990	1,108	992	1,066	1,044
BWR	63.8%	66.4%	66.9%	64.9%	65.8%
BPR	35.9%	33.4%	38.5%	35.9%	36.2%

* A (SES+, PB+): Personal shared mobility high-usage area
** B (SES+, PB-): Shared electric-scooter dominant area
*** C (SES-, PB+): Public bicycle dominant area
**** D (SES-, PB-): Personal shared mobility low-usage area

수단별 활성화 정도가 다른 각 그룹에서 역세권 연계통행 유형에 따른 세부 특성을 비교해 보았다(Table 4). A 지역의 경우, 두 수단 모두 T2(out-bound) 통행이 T3(in-bound) 통행보다 많았으며, 이는 내부에서 외부로 나가는 통행이 더 활발하다는 것을 의미한다. 이동 거리와 대여 시간에서 두 수단은 유사한 패턴을 보였고, 주중 및 첨두 시간의 경우, T2 통행에서는 두 수단 간의 차이가 크지 않았으나, T3 통행에서 공유 전동 킥보드는 첨두 시 이용이 집중되는 경향이 관찰되었다. 이를 통해 공유 전동 킥보드가 첨두 시간에 더 많이 이용되는 특성이 있다는 점을 확인할 수 있었다.

공유 전동 킥보드가 상대적으로 우위에 있는 지역인 B는 공유 전동 킥보드의 T2 통행이 T1 통행보다 많았으며, 이는 이 지역에서 외부로 나가는 통행이 상대적으로 활발함을 보여준다. 반면, 공공 자전거는 T1 통행이 T2 통행보다 소폭 많았으나 그 차이는 크지 않았다. 특히 B 지역은 공유 전동 킥보드의 주중 및 첨두 시간 이용 비율이 다른 역세권에 비해 높았으며, 이는 출퇴근 등의 목적 통행에서 공유 전동 킥보드의 이용이 두드러진다는 점을 시사한다. 또한 공공 자전거의 T4 통행 비율이 낮게 나타났는데, 이는 B 지역이 여가형보다는 목적 지향형 통행이 많은 지역일 가능성이 있다.

Table 4. Comparison by types of station area and trip patterns

Category	Trip type	Average number of rentals per station		Average travel distance (m)			Average rental time (sec)			Ratio of weekday usage (%)			Ratio of peak time usage (%)		
		SES	PB	SES	PB	PB /SES	SES	PB	PB /SES	SES	PB	PB /SES	SES	PB	PB /SES
A Type (n=14)	Total	1,333.6	7,733.2	926.6	1,791.3	1.93	308.3	985.1	3.20	67.5	64.9	0.96	41.3	37.3	0.90
	T1 (between)	91.7	1,654.3	1,135.2	2,036.6	1.79	376.0	1,074.7	2.86	64.6	60.8	0.94	34.9	34.2	0.98
	T2 (out-bound)	673.9	3,012.9	958.7	1,741.0	1.82	319.7	922.4	2.89	67.6	66.6	0.99	40.3	39.3	0.98
	T3 (in-bound)	523.2	2,522.5	876.2	1,716.0	1.96	282.5	877.0	3.10	68.1	66.4	0.98	44.6	39.1	0.88
	T4 (within)	44.7	543.5	604.3	1,673.2	2.77	299.3	1,562.0	5.22	66.1	60.2	0.91	31.2	27.3	0.88
B Type (n=32)	Total	1,637.0	1,686.8	884.2	2,009.5	2.27	294.2	1,076.2	3.66	72.2	67.2	0.93	41.2	34.6	0.84
	T1 (between)	164.0	478.8	1,060.1	2,051.8	1.94	347.4	1,074.9	3.09	72.5	66.4	0.92	40.4	32.9	0.81
	T2 (out-bound)	747.8	553.9	861.3	2,118.1	2.46	288.1	1,072.2	3.72	72.7	67.6	0.93	41.5	37.4	0.90
	T3 (in-bound)	672.9	567.3	896.9	1,907.2	2.13	291.1	984.8	3.38	71.8	67.6	0.94	41.8	35.0	0.84
	T4 (within)	52.3	86.7	497.6	1,751.8	3.52	256.5	1,707.0	6.65	69.4	66.7	0.96	31.2	23.1	0.74
C Type (n=43)	Total	122.8	8,297.9	1,029.9	1,812.0	1.76	338.7	978.0	2.89	67.0	67.0	1.00	36.1	39.3	1.09
	T1 (between)	11.0	1,495.6	1,143.9	2,091.1	1.83	383.0	1,078.5	2.82	67.1	64.4	0.96	34.4	36.3	1.06
	T2 (out-bound)	56.5	3,500.2	1,056.0	1,778.2	1.68	343.4	922.9	2.69	67.1	68.4	1.02	33.8	41.5	1.23
	T3 (in-bound)	50.7	2787.7	1,017.8	1,687.1	1.66	329.8	867.5	2.63	66.6	67.7	1.02	39.0	40.1	1.03
	T4 (within)	4.6	514.3	565.3	1,907.0	3.37	271.9	1,659.9	6.10	69.4	61.4	0.88	37.2	29.5	0.79
D Type (n=42)	Total	212.1	2,792.5	1,004.3	1,979.4	1.97	324.3	1,017.7	3.14	67.5	66.0	0.98	37.9	38.1	1.01
	T1 (between)	20.2	488.3	1,099.4	2,170.2	1.97	360.1	1,098.5	3.05	66.8	62.6	0.94	30.4	35.0	1.15
	T2 (out-bound)	86.6	924.5	1,001.1	1,945.5	1.94	325.2	978.5	3.01	68.5	66.8	0.98	36.2	39.3	1.09
	T3 (in-bound)	100.3	1,263.8	1,012.7	1,921.2	1.90	319.8	941.5	2.94	67.0	67.6	1.01	41.6	39.6	0.95
	T4 (within)	5.2	115.9	532.7	2,071.9	3.89	261.1	1,820.4	6.97	65.0	56.1	0.86	25.9	26.6	1.03

C 지역은 공공 자전거의 우위 지역으로 두 수단 모두 T2 통행이 가장 많은 지역으로 나타났다. C 지역은 공공 자전거의 평일 및 첨두 시간 이용 비율이 공유 전동 킥보드보다 모든 통행에서 높게 나타났다. 상대적으로 다른 지역보다 공공 자전거의 출퇴근 등의 목적 통행 이용률이 높은 것을 확인할 수 있었다.

공유 전동 킥보드와 공공 자전거 모두 상대적으로 비활성화되어 있는 D 지역은 다른 지역과 달리 두 수단 모두 T3 통행이 가장 많은 것으로 나타났다. D 지역은 공공 자전거의 역내 통행(T4)의 특징이 가장 두드러진 지역으로 공유 전동 킥보드와 이동 거리 및 대여 시간의 차이가 가장 크게 나타나 출퇴근 등의 목적이 아닌 여가 및 운동 등의 여가형 통행일 가능성이 높으며 이러한 특징이 가장 잘 드러난 지역이라 할 수 있다.

역세권 지역별 통행 특성을 종합해 보면, 각 지역은 통행목적, 시간대, 그리고 수단별 이용특성의 차이를 일부 확인할 수 있었다. 공유 전동 킥보드는 출퇴근 등의 목적 지향형 통행의 특징이 두드러졌으나, 일부 지역에서는 공공 자전거에서 해당 특징이 더 잘 나타났다. 이는 역세권 지역의 특성에 따라 통행의 유형과 수단의 이용 행태 특징의 차이가 있음을 의미하며, 이는 지역의 특성과 통행 유형 및 수단의 특징을 고려한 도시 및 교통 정책 마련이 필요함을 시사한다.

3. 통행유형별, 지역별 차이 검증

1) 이동 거리 특성 비교 분석

역 간 통행인 T1 통행의 유형별 이용 거리의 특성을 비교 분석해 본 결과 지역 유형별 통계적인 차이는 두 수단 모두 있는 것으로 나타났다(Table 5). 공유 전동 킥보드의 이용 거리는 B 지역이 가장 짧은 것으로 나타났으며, A와 C 지역이 긴 것으로 나타났

Table 5. Difference by types of station area - average travel distance

Category		Kruskal-Wallis test			Dunn's test			
		Kruskal-Wallis statistic		Average of rank sum	-B	-C	-D	Group ranking
T1 (between)	SES	69.291***	A	4,539.283	0.000***	0.858	0.004**	B<D<(AC)
			B	3,987.219	-	0.000***	0.006**	
			C	4,515.038	-	-	0.040*	
			D	4,231.828	-		-	
	PB	142.403***	A	59,953.340	0.183	0.000***	0.000***	(AB)<C<D
			B	60,446.814	-	0.000***	0.000***	
			C	61,888.425	-	-	0.000***	
			D	63,720.423			-	
T2 (out-bound)	SES	750.687***	A	22,341.992	0.000***	0.000***	0.081	B<C<(AD)
			B	19,498.937	-	0.000***	0.000***	
			C	24,365.245	-	-	0.000***	
			D	22,743.640			-	
	PB	1,310.923***	A	118,785.704	0.000***	0.000***	0.000***	A<C<D<B
			B	138,487.635	-	0.000***	0.000***	
			C	122,996.892	-	-	0.000***	
			D	130,928.377			-	
T3 (in-bound)	SES	345.166***	A	18,079.215	0.049*	0.000***	0.000***	A<B<(CD)
			B	18,371.422	-	0.000***	0.000***	
			C	21,119.862	-	-	0.821	
			D	21,054.211			-	
	PB	1,869.884***	A	108,724.376	0.000***	0.114	0.000***	(AC)<B<D
			B	120,320.555	-	0.000***	0.000***	
			C	109,348.449	-	-	0.000***	
			D	122,491.538			-	

다음 페이지에 계속(Continue on next page)

Category		Kruskal-Wallis test			Dunn's test			
		Kruskal-Wallis statistic		Average of rank sum	-B	-C	-D	Group ranking
T4 (within)	SES	26.420***	A	1,522.419	0.000***	0.636	0.012*	(BD)<(AC)
			B	1,351.357	-	0.001***	0.837	
			C	1,553.582	-	-	0.017*	
			D	1,363.389			-	
	PB	239.309***	A	17,334.701	0.006**	0.000***	0.000***	A<B<C<D
			B	17,986.859	-	0.000***	0.000***	
			C	18,896.947	-	-	0.000***	
			D	20,230.630			-	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001
Note: In Group ranking, '<' means significant group difference (p<0.05), while '( )' means insignificant

다. 공공 자전거의 이용 거리는 A와 B 지역이 짧았으며, C 역세권이 가장 길게 나타났다. B 지역은 두 수단 모두 T1 통행의 이용 거리가 짧은 지역이며, C 지역은 모두 이용 거리가 긴 지역인 특성이 있었다.

T2 통행은 B 지역서 공유 전동 킥보드의 이용 거리가 가장 짧은 반면, 공유 자전거의 이용 거리는 가장 긴 상반된 특성이 있었다. T3 통행은 A 지역에서 공유 전동 킥보드와 공유 자전거의 이용 거리가 짧은 반면, D 지역에서 동일하게 긴 특성을 보여 두 수단 간 유사한 통행 특성이 있었다. T4 통행은 D 지역에서 공유 전동 킥보드의 이용 거리는 짧은 반면 공공 자전거는 길게 나타났다.

2) 대여 시간 특성 비교 분석

T1 통행 이용 시간은 B 지역에서 두 수단 모두 짧게 나타났으며, C 지역의 이용 시간이 길게 나타났다(Table 6). T2 통행의 이용 시간은 공유 전동 킥보드인 경우 B 지역에서 가장 짧았으나, 공공 자전거는 A 지역에서 가장 짧았다. T3 통행은 A 지역에서 두 수단 모두 이용 시간이 가장 짧게 나타났다. T4 통행은 D 지역에서 공공 자전거의 이용 시간이 가장 길게 나타났으며, A 지역이 가장 짧았다. 이용 시간과 이용 거리의 특성은 통행유형별 지역의 순위 차이가 일부 있었으나, 대부분 동일하였다.

3) 주중 이용 비율 특성 비교 분석

T1 통행에서는 두 수단 모두 B 지역의 주중 이용 비율이 가장 높게 나타났다(Table 7). 한편, C 지역에서 공공 자전거의 주중 이용 비율이 가장 낮게 나타났으며, 공유 전동 킥보드는 B 지역을 제외한 3개 역세권의 차이는 크지 않았다. T2 통행은 수단별 주중 이용 비율 특성이 높은 지역 차이가 있었다. 공유 전동 킥보드는 B 지역에서 이용비율이 높은 반면, 공공 자전거는 C 지역에서의 이용비율이 높게 나타났다. T3 역시 B 역세권에서 공유 전동 킥보드의 주중 이용 비율이 가장 높게 나타났다. 공공 자전거는 A 지역에서 가장 낮게 나타났으며, 이외 지역은 유의미한 차이가 없었다. 한편, T4 통행에서는 공유 전동 킥보드의 통행 간 유의미한 차이를 확인하지 못하였다. 공공 자전거는 B 지역에서 주중 이용 비율이 가장 높고 D 지역에서 가장 낮게 나타났다.

4) 첨두시 이용 비율 특성 비교 분석

역 간 통행인 T1의 경우 B 지역에서 공유 전동 킥보드의 첨두시 이용 비율이 가장 높았으며, 이외 3개 지역은 통계적으로 유의미한 차이가 없었다(Table 8). 공공 자전거 역시 B 지역에서 가장 높게 나타나 B 지역은 출퇴근 시 다른 역세권으로 이동하기 위한 연계 수단으로서 활용되고 있음을 유추해 볼 수 있다.

한편, T2 통행은 A 지역에서 공유 전동 킥보드 이용 비율이 높은 반면, 공공 자전거의 이용 비율은 C 지역에서 가장 높게 나타나 수단 별 이용특성이 상이 하였다. T3 통행에서도 공유 전동 킥보드는 A 지역에서, 공공 자전거는 C 지역에서 첨두시 이용 비율이 가장 높게 나타나 역세권별 활발히 이용되고 있는 수단의 차이가 있었다.

역내 통행인 T4 통행의 경우 공유 전동 킥보드는 역세권별 유의미한 첨두시 이용비율의 특성 차이는 확인하지 못하였으며, 공공 자전거는 A, D 지역의 이용 비율이 상대적으로 높았으며, B 지역이 가장 낮게 나타났다.

V. 분석 결과 종합 및 주요 시사점

앞서 역세권의 통행 특성을 비교 분석한 결과 역세권별 수단별 통행의 특성 차이가 있음을 확인하였고, 역세권별 통행 수단별 특성의 차이가 있었다. 이에 역세권의 특성을 파악하고자 다른 3개 지역에 비해 통행 특성의 순위가 모두 우위(high) 또는 열위(low)에 있는 지역만을 구분하여 정리하였다(Table 9).

A 지역은 비교적 단거리 이용이 많은 역세권으로, 특히 공유

Table 6. Difference by types of station area – average rental time

Category		Kruskal-Wallis test			Dunn's test			
		Kruskal-Wallis statistic		Average of rank sum	B	C	D	Group ranking
T1 (between)	SES	61.853***	A	4,467.176	0.000***	0.211	0.026*	B<D<(AC)
			B	4,003.107	-	0.000***	0.011*	
			C	4,628.164	-	-	0.004**	
			D	4,229.893	-	-	-	
	PB	35.701***	A	60,716.774	0.237	0.000***	0.000***	(AB)<C<D
			B	61,154.823	-	0.047*	0.000***	
			C	61,789.734	-	-	0.003**	
			D	62,638.728	-	-	-	
T2 (out-bound)	SES	682.483***	A	22,381.167	0.000***	0.000***	0.277	B<(AD)<C
			B	19,585.222	-	0.000***	0.000***	
			C	24,118.291	-	-	0.000***	
			D	22,630.185	-	-	-	
	PB	1,024.873***	A	119,621.894	0.000***	0.000***	0.000***	A<C<D<B
			B	137,666.376	-	0.000***	0.000***	
			C	123,218.078	-	-	0.000***	
			D	129,537.531	-	-	-	
T3 (in-bound)	SES	303.972***	A	18,033.353	0.005**	0.000***	0.000***	A<B<D<C
			B	18,449.830	-	0.000***	0.000***	
			C	21,401.947	-	-	0.009**	
			D	20,647.425	-	-	-	
	PB	1,302.886***	A	108,789.049	0.000***	0.000***	0.000***	A<C<D<B
			B	121,714.798	-	0.000***	0.003**	
			C	110,202.328	-	-	0.000***	
			D	120,043.354	-	-	-	
T4 (within)	SES	26.420***	A	1,539.272	0.000***	0.193	0.000***	(BCD)<A
			B	1,358.265	-	0.122	0.411	
			C	1,452.686	-	-	0.074	
			D	1,311.039	-	-	-	
	PB	181.894***	A	17,661.429	0.000***	0.000***	0.000***	A<C<B<D
			B	19,196.352	-	0.008**	0.000***	
			C	18,621.952	-	-	0.000***	
			D	20,279.859	-	-	-	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Note: In Group ranking, '<' means significant group difference (p<0.05), while '( )' means insignificant

전동 킥보드의 T3, 공공 자전거의 T3에서 그 특성이 두드러졌다. 또한 공유 전동 킥보드의 T3는 첨두시 이용 비율 역시 높게 나타나 짧은 거리의 퍼스트-라스트 마일의 수단이나 대중교통 연계 수단으로서 두 수단 모두 활발히 이용되는 지역임을 확인할 수 있었다. A 지역은 두 수단의 이용이 모두 많은 지역으로 비교적 유동 인구가 많은 고밀도 지역일 가능성이 높으며, 이에 개인형 공유모빌리티의 이용 수요가 높았을 것으로 추정된다. 개인형 공유모빌리티의 안전하고 편리한 이용을 위해 관련 인프라를 확충하고 대중교통 주요 환승 거점과의 연계성을 강화할 필요가 있다.

B 지역은 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 특성이 상반되는

Table 7. Difference by types of station area – ratio of weekday usage

Category		Kruskal-Wallis test			Dunn's test			
		Kruskal-Wallis statistic		Average of rank sum	B	C	D	Group ranking
T1 (between)	SES	39.437***	A	3,909.672	0.000***	0.304	0.265	(ACD)<B
			B	4,238.210	-	0.014*	0.001***	
			C	4,014.323	-	-	0.920	
			D	4,003.428	0.000***	0.920	-	
	PB	151.816***	A	59,917.869	0.000***	0.000***	0.000***	A<D<C<B
			B	63,331.919	-	0.000***	0.000***	
			C	62,081.200	-	-	0.000***	
			D	61,000.296	-	-	-	
T2 (out-bound)	SES	112.365***	A	20,043.145	0.000***	0.584	0.318	(ACD)<B
			B	21,091.187	-	0.000***	0.000***	
			C	19,925.682	-	-	0.223	
			D	20,227.024	-	-	-	
	PB	69.194***	A	123,181.607	0.017*	0.000***	0.658	(AD)<B<C
			B	124,424.084	-	0.040*	0.044*	
			C	125,372.924	-	-	0.000***	
			D	123,363.156	-	-	-	
T3 (in-bound)	SES	77.119***	A	18,467.715	0.000**	0.186	0.218	(ACD)<B
			B	19,175.707	-	0.000***	0.000***	
			C	18,188.778	-	-	0.750	
			D	18,261.606	-	-	-	
	PB	22.343***	A	111,988.660	0.003**	0.000***	0.000***	A<(BCD)
			B	113,407.270	-	0.890	0.962	
			C	113,465.944	-	-	0.772	
			D	113,385.627	-	-	-	
T4 (within)	SES	3.464	A	1,379.016	-	-	-	-
			B	1,424.608	-	-	-	
			C	1,424.745	-	-	-	
			D	1,363.075	-	-	-	
	PB	90.808***	A	18,536.629	0.000***	0.035*	0.000***	D<A<C<B
			B	19,785.066	-	0.000***	0.000***	
			C	18,791.885	-	-	0.000***	
			D	17,804.204	-	-	-	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Note: In Group ranking, '<' means significant group difference (p<0.05), while '( )' means insignificant

특징이 있었다. 공유 전동 킥보드는 주중 및 첨두시 단거리, 단시간 통행의 특징이 두드러졌으며, 공공 자전거는 다른 지역 대비 장거리 통행이 많고 첨두시 이용 비율은 낮은 특징이 있었다. B 지역은 상대적으로 공유 전동 킥보드의 이용이 우위에 있는 역세권으로서, 공유 전동 킥보드가 A 지역과 유사하게 퍼스트-라스트 마일의 수단으로서 적극 활용되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이는 B 지역이 출퇴근 이용자가 많은 업무지역 등 고밀도의 유동인구가 많은 역세권일 가능성이 높음을 시사한다. 실제 B 지역은 역삼, 선릉, 삼성 등 강남 지역의 업무, 상업 지역을 포함하고 있다. 그러나 A 지역과 달리 공공 자전거의 이용량이 낮은 특

Table 8. Difference by types of station area – ratio of peak time usage

Category		Kruskal-Wallis test			Dunn's test			
		Kruskal-Wallis statistic		Average of rank sum	B	C	D	Group ranking
T1 (between)	SES	41.523***	A	4,015.231	0.000***	0.847	0.039*	(ACD)<B, D<A
			B	4,245.478	-	0.009**	0.000***	
			C	3,994.390	-	-	0.156	
			D	3,830.307	-	-	-	
	PB	78.321***	A	60,987.722	0.011*	0.000***	0.067	B<(AD)<C
			B	60,207.194	-	0.000***	0.000***	
			C	62,279.384	-	-	0.001**	
			D	61,505.191	-	-	-	
T2 (out-bound)	SES	82.962***	A	20,712.620	0.049*	0.000***	0.318	(ACD)<B, C<A
			B	20,955.845	-	0.000***	0.000***	
			C	19,363.111	-	-	0.071	
			D	19,843.121	-	-	-	
	PB	181.211***	A	123,166.569	0.000***	0.000***	0.875	B<(AD)<C
			B	120,775.509	-	0.000***	0.000***	
			C	125,875.055	-	-	0.000***	
			D	123,098.775	-	-	-	
T3 (in-bound)	SES	29.235***	A	19,333.065	0.000**	0.000***	0.002**	C<(BD)<A
			B	18,791.058	-	0.012*	0.848	
			C	18,268.037	-	-	0.045*	
			D	18,760.880	-	-	-	
	PB	172.693***	A	112,879.902	0.000***	0.001***	0.196	B<(AD)<C
			B	108,232.621	-	0.000***	0.000***	
			C	113,993.243	-	-	0.031*	
			D	113,371.639	-	-	-	
T4 (within)	SES	6.207	A	1,408.315	-	-	-	-
			B	1,408.458	-	-	-	
			C	1,493.977	-	-	-	
			D	1,334.652	-	-	-	
	PB	62.350***	A	18,526.149	0.000***	0.000***	0.382	B<(AD)<C
			B	17,730.218	-	0.000***	0.001***	
			C	18,924.044	-	-	0.000***	
			D	18,391.507	-	-	-	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Note: In Group ranking, '<' means significant group difference (p<0.05), while '( )' means insignificant

징이 있었다. 이는 해당 지역이 공공 자전거 이용 편리성이 낮은 환경(경사 구간이 많은 지역 등)일 가능성이 있다. 이와 같이 두 수단은 지역적 특성에 따라 이용에 영향을 받을 수 있으므로 향후 관련 정책 추진 시 지형적 특성, 수단의 특징 등을 고려한 맞춤형 전략이 필요할 것이다.

C 지역은 B 지역과 상반되는 특성이 나타났다. 공유 전동 킥보드는 장거리, 장시간 통행이 많았으며, 공공 자전거는 첨두시 이용 비율이 높게 나타났다. C 지역은 공공 자전거 이용이 우위인 지역으로 첨두시간대 연계 수단으로서 공공 자전거 이용이 활발한 역세권이라 할 수 있다. C 지역은 비교적 서울시 주요 자전거

Table 9. Summary of Kruskal-Wallis and Dunn's test

Index		A		B		C		D	
		SES	PB	SES	PB	SES	PB	SES	PB
Average travel distance	T1 (between)	-	-	low	-	-	-	-	high
	T2 (out-bound)	-	low	low	high	high	-	-	-
	T3 (in-bound)	low	-	-	-	-	-	-	high
	T4 (within)	-	low	low	-	-	-	-	high
Average rental time	T1 (between)	-	-	low	-	high	-	-	high
	T2 (out-bound)	-	low	low	high	high	-	-	-
	T3 (in-bound)	low	low	-	high	high	-	-	-
	T4 (within)	-	low	-	-	-	-	-	high
Ratio of weekday usage	T1 (between)	-	-	high	high	-	low	-	-
	T2 (out-bound)	-	-	high	-	-	high	-	-
	T3 (in-bound)	-	low	high	-	-	-	-	-
	T4 (within)	-	-	-	high	-	-	-	low
Ratio of peak time usage	T1 (between)	-	-	high	low	-	high	-	-
	T2 (out-bound)	-	-	high	low	-	high	-	-
	T3 (in-bound)	high	-	-	low	low	high	-	-
	T4 (within)	-	-	-	low	-	high	-	-

도로망(한강, 주요 천변 자전거도로)이나 공원 등 체육 및 여가 공간과 인접한 역세권(잠실, 당산, 자양, 신도림, 여의나루, 올림픽공원 등)이 포함되어 있다. 이는 공공 자전거와 공유 전동 킥보드의 활용 목적에 차이가 있음을 시사하며, 공공 자전거는 이동 수단, 대중교통 연계 수단뿐만 아니라 레저 목적으로의 활용 가능성이 높음을 알 수 있다.

D 지역은 공유 전동 킥보드는 특징적인 부분은 없었다. 공공 자전거는 장거리, 장시간 통행이 많은 것으로 나타나, 비교적 여가 등의 비목적성 통행의 빈도가 높은 역세권일 가능성이 있다. 그러나 D 지역은 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 이용이 모두 낮은 비활성화 지역으로서 지역의 특성과 수단의 이용행태 특성을 추론하기에는 한계가 있다. 다만 비교적 다른 역세권에 비해 유동인구가 많지 않으며, 개인형 공유모빌리티의 이용 수요를 유발할 수 있는 요인(주요 자전거 도로망과의 접근성, 주요 공원과의 접근성 등)이 미흡한 지역일 가능성이 있다. 이러한 지역적 특성일 경우 퍼스트-라스트 마일의 단거리 연계 수단의 접근성이 낮으며, 상대적으로 다른 지역에 비해 이동 편리성이 열악할 수 있다. 따라서 장기적으로는 이동 수단의 접근성이 낮은 취약 지역에 대한 고려도 필요할 것으로 보인다.

이와 같이 각 역세권별 통행 특성이 다르게 나타나며, 수단별 특징도 상이함을 통해 각 지역의 고유한 특성을 반영한 통행 패턴이 존재함을 확인할 수 있었다. A, B, C, D 지역은 각각 단거리 및 장거리 통행에서 다른 양상을 보였으며, 이는 각 수단이 지역의 요구와 이용자 행동에 따라 상호 보완적이고 대체 가능한 역할을 하고 있음을 시사한다. 이러한 분석 결과는 개인형 공유모빌리티의 활용 가능성을 극대화하기 위한 정책적 접근의 필요성을 강조하며, 향후 연구 및 정책 개발에 있어 지역 특성을 고려한 맞춤형 전략이 중요함을 나타낸다.

Ⅵ. 결론 및 토의

본 연구는 서울시에서의 개인형 공유모빌리티, 즉 공유 전동 킥보드와 공공 자전거의 이용특성을 비교·분석하고, 이를 통해 통행 유형 및 역세권의 특성에 따른 차이를 규명하였다. 연구 결과, 역세권 주변에서 발생하는 통행 유형을 네 가지로 구분하고, 각 통행 유형별로 수단 간 특성 차이를 분석함으로써, 기존 연구에서 다소 미흡하게 다뤄졌던 공간적 특성에 따른 개인형 공유모빌리티의 구체적인 이용 행태를 도출하였다는 점에서 연구의 의의가 크다.

특히 공공 자전거와 공유 전동 킥보드의 유사성과 차별적 특성은 향후 관련 정책 방향을 설정함에 있어 핵심적인 고려 요소로 작용한다. 두 수단 모두 단거리 이동 및 역세권 내 연계 수단으로서 높은 활용도를 보이나, 이용 목적에 따라 상이한 정책 전략이 요구된다는 점이 확인되었다. 공공 자전거는 주로 여가 및 운동을 목적으로 활용되는 반면, 공유 전동 킥보드는 이동 효율성을 중시하는 이용자에게 적합한 수단으로 나타났다. 이러한 결과는

각 수단의 이용특성을 반영한 맞춤형 정책 마련의 필요성을 시사하며, 공공 자전거의 경우 건강 증진 및 여가 활동을 촉진하는 프로그램 개발이, 공유 전동 킥보드의 경우 이동 편의성을 강화하는 인프라 구축이 각각 요구된다.

또한, 역세권별 통행 특성의 상관관계 분석 결과는 지역적 특성에 따라 개인형 공유모빌리티의 이용 양상이 다르게 나타날 수 있음을 시사한다. 이는 특정 지역의 공간적 특성과 사회적 요인이 개인형 공유모빌리티의 이용 방식에 큰 영향을 미치는 것을 의미한다. 정책 입안자들은 이러한 지역적 요인을 반영하여 지역별 맞춤형 교통 정책을 수립할 필요가 있으며, 특히 유동 인구가 많은 지역에서는 개인형 공유모빌리티의 이용을 촉진할 수 있는 인프라와 서비스를 강화해야 한다.

마지막으로, 본 연구는 개인형 공유모빌리티의 도시 교통 수단으로서의 가치와 활용 가능성을 제시하며 향후 연구 방향에 대한 기초자료를 제공하였다. 그러나 연구의 한계로는 서울시 특정 지역을 중심으로 한 분석이기 때문에 다른 지역이나 도시 규모에 따른 행태적 특성을 충분히 반영하지 못했다는 점이 있다. 앞으로의 연구에서는 통행 유형별 및 수단별로 영향을 미치는 다양한 인구·사회적 및 물리적 환경 특성을 도출하고, 도시의 규모나 특성, 공간의 유형별로 차별적인 영향 요인을 분석하는 것이 필요하다. 또한, 다양한 교통수단과의 연계 가능성과 대체 가능성에 대한 심층연구가 필요하며, 수단 간 차이의 원인이 반납 방식이나 요금 지불 방식에 기인하는지를 확인하기 위한 후속 연구가 이루어져야 할 것이다.

주1. 서울특별시는 2021년 7월 불법주정차 공유 전동 킥보드 견인정책 시행, 2021년 12월 공유 전동킥보드 발전 방안 마련을 위한 토론회 개최, 2022년 3월 공유 전동 킥보드 견인제도 개선 등 공유 전동 킥보드의 편리하고 안전한 이용 및 올바른 이용문화 정착을 위한 정책 추진

인용문헌
References

1. 곽민정·추상호·김상훈, 2022. "서울시 공공자전거와 공유 전동킥보드의 통행유형별 상호관계 분석 서초·강남·동작구를 중심으로", 「대한교통학회지」, 40(6): 832-846.
   Koack, M., Choo, S., and Kim, S., 2022. "Analysis of Interrelationship Between Bike-share and E-scooter: A Case of Seocho-gu, Gangnam-gu, and Dongjak-gu, Seoul", *Journal of Korean Society of Transportation*, 40(6): 832-846.
2. 김민선·이제선, 2021. "중심시가지 내 공공공간의 물리적 환경과 상권 활성화의 관계 - 서울시 신촌동 '연세로, 명물거리, 신촌역로, 이화여대길'을 중심으로", 「한국도시설계학회지 도시설계」, 22(5): 35-54.
   Kim, M.S. and Lee, J.S., 2021. "The Relationship between Physical Environment of Public Space and Commercial District Revitalization in Inner-City – Focused on the Yonsei-ro, Myeongmul-gil, Sinchonnyeok-ro, and Ewhayeodae-gil Located in Sinchon-dong, Seoul", *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 22(5): 35-54.
3. 김수재·이경재·추상호·김상훈, 2021. "공유 전동킥보드 이용특성 및 영향요인에 관한 연구", 「한국ITS학회 논문지」, 20(1): 40-53.
   Kim, S., Lee, G., Choo, S., and Kim, S.H., 2021. "Study on Shared E-scooter Usage Characteristics and Influencing Factors", *Journal of Korean Society of Intelligent Transport Systems*, 20(1): 40-53.
4. 김숙희·오세창·최기주, 2019. "스테이션 없는 공유자전거 통행특성 분석: 수원시사례를 중심으로", 「대한교통학회지」, 37(2): 110-123
   Kim, S., Oh, S.C., and Choi, K., 2019. "Bike Travel Pattern Analysis for Station Free Bike Sharing System in Suwon", *Journal of Korean Society of Transportation*, 37(2): 110-123.
5. 김지윤, 2021. "공유 전동킥보드를 고려한 수단선택모형 추정 및 영향권 설정 연구", 홍익대학교 박사학위 논문.
   Kim, J., 2021. "Estimating a Mode Choice Model and Catchment Area for E-scooter Share Service", Ph.D. Dissertation, Hongik University.
6. 박가영, 2019. "이용자 동선을 기반으로 한 대중교통 First-Last mile에 관한 연구: Mobility as a Service의 관점에서", 명지대학교 석사학위 논문.
   Park, G.Y., 2019. "A Study on the Public Transportation First-Last Mile with Passengers' Circulation –From the Viewpoint of Mobility as a Service–", Master's Dissertation, Myongji University.
7. 사경은·서지민·이수기, 2020. "출근시간대 공유자전거 출발·도착지 및 최단이동경로 특성 분석 - 서울시 공유자전거 2017 통행 OD 자료를 중심으로", 「한국도시설계학회지 도시설계」, 21(6): 105-120.
   Sa, K., Seo, J., and Lee, S., 2020. "Analysis of Origin-Destination Characteristics and the Shortest Travel Path of Public Bike Users in the Morning Peak-Hour Period – Focused on the 2017 Travel OD Data of Public Bike Sharing in Seoul, Korea", *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 21(6): 105-120.
8. 서울특별시, 2023. 「역세권 장기전세주택 건립 운영기준」, 서울
   Seoul Metropolitan Government, 2023. *Seoul Subway Station Area Long-term Jeonse Housing Construction and Operation Standards*, Seoul Metropolitan Government.
9. 서울시설공단, 2023. 「공공자전거 종합현황」, 서울.
   Seoul Facilities Corporation, 2023. *Comprehensive Status of Public Bicycles*, Seoul.
10. 신희철·정경옥·박성용, 2020. 「개인형 이동수단 관리 및 이용활성화를 위한 법령정비 연구」, 한국교통연구원.
    Shin, H., Jung, K., and Park, S., 2020. *A Study on Legislative Revisions for the Management and Promotion of Personal Mobility Devices*, Korea Transport Institute.
11. 유경상·홍상연·김옥선·박세현, 2018. 「개인교통수단 보급확대

에 따른 대응방향」, 서울연구원.

Yoo, K., Hong, S., Kim, O., and Park, S., 2018. *Response Strategies to the Expansion of Personal Transportation Devices,* Seoul Institute.

12. 서원석·김리영, 2013. "도시공간구조 유형과 환경요소의 관계에 대한 실증연구", 「지역연구」, 29(4): 3-19.
    Seo, W.S. and Kim, L.Y., 2013. "Empirical Analysis of Relationship Between Urban Spatial Forms and Environmental Factors", *Journal of the Korean Regional Science Association,* 29(4): 3-19.
13. 최민혜·정헌영, 2020. "Personal Mobility 공유서비스 이용의향에 미치는 영향요인에 관한 연구", 「대한교통학회지」, 38(1): 1-13.
    Choi, M.H. and Jung, H.Y., 2020. "A Study on the Influencing Factor of Intention to Use Personal Mobility Sharing Services", *Journal of Korean Society of Transportation,* 38(1): 1-13.
14. 최재호, 2019. "공유 전동킥보드 중심으로 살펴보는 마이크로모빌리티", 「산은조사월보」, 768: 37-53.
    Choi, J., 2019. "A Look at Micromobility Focused On Shared Electric Scooters", *KDB Monthly*, 768: 37-53.
15. 허재석·남궁지희·최가윤, 2022. 「개인형 공유모빌리티 이용활성화를 위한 건축·도시공간 대응방안 연구」, 건축공간연구원.
    Her, J., Namgung, J., and Choi, G., 2022. *A Study on Architectural and Urban-Space Countermeasures to Activate the Use of Personal Shared Mobility,* Architecture & Urban Research Institute.
16. Almannaa, M.H., Ashqar, H.I., Elhenawy, M., Masoud, M., Rakotonirainy, A., and Rakha, H., 2020. "A Comparative Analysis of E-scooter and E-bike Usage Patterns: Findings from the City of Austin, TX", *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(7): 571-579.
17. Bozzi, A.D. and Aguilera, A., 2021. "Shared E-scooters A Review Of Uses, Health and Environmental Impacts, and Policy Implications of a New Micro-mobility Service", *Sustainability*, 13(16): 8676.
18. Caspi, O., Smart, M.J., and Noland, R.B., 2020. "Spatial Associations of Dockless Shared E-scooter Usage", *Transportation Research Part D Transport and Environment*, 86: 102396.
19. El-Assi, W., Salah Mahmoud, M., and Nurul Habib, K. 2017. "Effects of Built Environment and Weather on Bike Sharing Demand: A Station Level Analysis of Commercial Bike Sharing in Toronto", *Transportation*, 44: 589-613.
20. Guo, Y. and He, S.Y., 2020. "Built Environment Effects on the Integration of Dockless Bike-sharing and the Metro", *Transportation Research Part D Transport and Environment*, 83: 102335.
21. Li, W., Chen, S., Dong, J., and Wu, J., 2021. "Exploring the Spatial Variations of Transfer Distances between Dockless Bike-sharing Systems and Metros", *Journal of Transport Geography*, 92: 103032.
22. Lin, D., Zhang, Y., Zhu, R., and Meng, L., 2019. "The Analysis of Catchment Areas of Metro Stations Using Trajectory Data Generated by Dockless Shared Bikes", *Sustainable Cities and Society*, 49: 101598.
23. McKenzie, G., 2019. "Spatiotemporal comparative analysis of scooter-share and bike-share usage patterns in Washington, DC", *Journal of Transport Geography,* 78: 19-28.
24. NACTO. 2022. *Shared Micromobility in the U.S. 2020-2021,* New York.
25. Xing, Y., Wang, K., and Lu, J.J., 2020. "Exploring Travel Patterns and Trip Purposes of Dockless Bike-sharing by Analyzing Massive Bike-sharing Data in Shanghai, China", *Journal of Transport Geography*, 87: 102787.
26. Zou, Z., Younes, H., Erdoğan, S., and Wu, J., 2020. "Exploratory Analysis of Real-time E-scooter Trip Data in Washington, DC", *Transportation Research Record,* 2674(8): 285-299.

Date Received	2024-09-28
Date Reviewed	2024-11-07
Date Accepted	2024-11-07
Date Revised	2025-08-14
Final Received	2025-08-14