



야간 이동을 중심으로 한 서울시 공공자전거 이용 특성 분석

Exploring the Night-Time Mobility Usage Pattern of Seoul Public Bike

최준용

Junyong Choi

Assistant Professor, School of Urban Planning and Real Estate, Dankook Univ., South Korea (jychoi@dankook.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: This study aims to analyze night-time public bike usage to examine urban night-time mobility patterns and characteristics. At night, public bikes can serve as an alternative mode of transport in areas where regular public transit has stopped operating, where access to late-night buses is limited, or where the use of taxis or private cars is costly or inconvenient. Considering these characteristics, this study seeks to identify how public bikes are used at night. **Method:** Using Seoul's public bike usage records, this study focuses on night-time mobility patterns. To capture night-time travel patterns, hourly rent and return patterns by docking station were clustered using hierarchical clustering. Clusters with notable night-time activity were then again grouped, and the resulting clusters were compared in terms of land use type, trip distance, and user age. **Result:** The paper revealed that areas with frequent night-time public bike usage were located primarily in the outskirts of Seoul rather than the city center. Clusters also exhibited distinct differences in travel distance and user age. These findings suggest that, due to their potential to substitute for public transit, public bikes are more actively used with limited access to conventional transportation services during the night.

KEYWORD

공공자전거
야간 이동
이동
야간 경제
공공자전거

Public Bike
Night-Time Mobility
Mobility
Night Economy
Bike-Sharing System

ACCEPTANCE INFO

Received Aug. 18, 2025
Final revision received Sep. 6, 2025
Accepted Sep. 11, 2025

© 2025. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 전 세계적으로 도시의 경제적 활력을 증진하고 시민의 삶의 질을 향상하는 방안으로 '야간 경제(Night-time Economy)'가 주목받고 있다. 야간 경제의 활성화는 단순히 소비 활동 시간을 연장하는 것을 넘어, 새로운 일자리를 창출하고 도시의 문화적 매력을 높이며, 관광 산업 경쟁력을 강화하는 등 다방면에 긍정적인 영향을 미친다[1,2]. 이러한 도시 활동이 야간에도 원활하게 이루어지기 위해서는, 시민들이 원하는 시간과 장소로 안전하고 편리하게 이동할 수 있도록 보장하는 야간 이동(Night-time Mobility) 확보가 필수적이다[3].

하지만 국내에서는 야간 경제의 잠재력에 대한 논의가 확산하고 있음에도 불구하고, 이를 뒷받침할 야간 교통 시스템에 대한 관심과 투자는 상대적으로 미비한 실정이다. 현재 야간 이동은 일부 노선을 운행하는 야간 버스나 요금이 비싼 택시에 크게 의존하고 있어, 시민들이 보편적인 이동권을 보장받기에는 여러 한계가 존재한다. 제한된 운행 지역, 높은 비용, 그리고 특정 시간대 수요 집중으로 인한 수급 불균형은 시민들의 심야 활동을 위축시키는 주요 원인으로 작용하고 있다.

야간 이동은 야간 경제의 소비자 및 생산자 모두에게 중요하다. 하지만 정부 차원에서는 야간 대중교통은 주로 야간 경제 활성화 측면에서 접근하고 있는 실정이다[4,5]. 또한 야간 이동 연구에서는 이에

대한 반발로 야간 경제의 생산자에게 집중하고 있지만 그 수가 제한적이다[6~8].

이러한 상황에서 도시 전역에 촘촘하게 구축되어 저렴한 비용으로 이용할 수 있는 공공자전거는 기존 야간 교통수단의 단점을 보완할 수 있는 효과적인 대안으로 기능할 수 있다[3]. 공공자전거는 대중교통 공급이 원활하지 않은 야간에 높은 접근성을 제공하여 대안 교통수단이 될 수 있다. 또한 공공자전거는 단거리 이동에 강점을 가지며, 야간 대중교통이 도달하지 못하는 목적지로의 '라스트마일(Last-mile)' 이동 문제를 해결할 잠재력을 지니고 있다. 야간 이동은 주간 이동에 비해 그 절대적 교통량이 적고 지역적으로 집중되어 있을 수 있다. 야간 시간 공공자전거 이용 분석을 통해 야간 대중교통 음영지역 또는 야간 이동에 대한 새로운 관점을 얻을 수 있다.

따라서 본 연구는 심야 시간대 공공자전거 이용 데이터를 분석하여, 그동안 주목받지 못했던 도시의 야간 이동 패턴과 특성을 구체적으로 살펴보고자 한다. 이를 통해 심야 교통 정책의 사각지대를 조명하고, 모든 시민을 위한 지속가능하고 포용적인 도시 교통 체계를 구축하는데 필요한 기초 자료와 정책적 시사점을 제공하는 것을 목적으로 한다.

2. 선행연구 고찰

2.1. 야간 경제와 야간 이동

도시의 경쟁력과 매력도를 높이는 방안으로 야간 경제에 대한 관

심이 전 세계적으로 확산하고 있다. 야간 경제 활성화는 도시의 문화적 매력을 증진하고 새로운 일자리를 창출하는 중요한 도시 정책 영역으로 주목받고 있다. 이미 40개가 넘는 도시에서 야간 시장(Night Mayor) 제도를 도입하여 야간 경제 관리를 전담하는 조직을 운영하고 있다[1].

하지만 야간 경제는 주로 밤에 이루어지는 상업지역에서의 유흥 활동에 초점을 맞춘 연구가 대다수이다. 도시 경제 활성화와 관광 산업 육성 측면에서 야간 경제를 바라본 것이다[2]. 한국에서도 야간 경제를 바라보는 시각은 비슷하다. 예를 들어, 야간 생활 인구 밀도에 영향을 미치는 요인[9]이나, 야간 상업가로에 미치는 영향 요인[10]과 같이 야간 경제 소비자에 영향을 미치는 요인에 대한 연구가 진행되었다.

하지만 소비자가 아닌 야간 경제를 지탱하는 야간 근무자 및 교대 근무자 또는 밤에 활성화된 상업지역과는 거리가 먼 지역에서 활동하는 시민에 대한 관심은 야간 경제 연구에서 상대적으로 부족하다. 주로 도심지역에서 이루어지는 야간 활동 인구뿐만 아니라 공간적으로 야간에 활성화되지 않은 지역에 대한 관심이 상대적으로 낮은 것이다.

야간 이동은 야간 시간대의 상업 활동 소비자와 야간 경제 종사자 등 야간 활동을 수행하는 시민에게 매우 중요한 요소라고 할 수 있다. 야간 이동에 대해 연구를 수행한다면 유동 인구가 많은 상업지역 뿐만 아니라 야간 경제 소비자가 아닌 생산자가 활동하는 지역도 알 수 있을 것이다. 특히 야간 이동은 특정 계층에게 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타나고 있다. 저임금 교대 근무자나 야간 활동에 참여하고자 하는 시민들에게 현재의 심야 교통 시스템은 경제적 부담과 접근성 제약을 동시에 가하고 있다.

하지만 중간에 비해 절대적인 이동량이 적다는 이유로 야간 이동에 관한 연구는 매우 드물게 이루어져 왔다. 대부분의 도시가 야간 경제 활성화를 위해 심야 대중교통을 도입하였기 때문에 이를 비판하는 연구가 수행되었다[4,5]. 야간 이동은 이동의 양상에 대한 연구보다는 이동 정의(mobility justice) 또는 교통 정의 측면에서 연구가 수행되었다. 야간 통근에 대한 연구가 수행[6,7]되었고, 정책적, 경제적 이유로 심야 교통수단은 수요가 많은 쪽에 공급되기 때문에 상대적 교통 약자라고 할 수 있는 저임금 노동자[8], 여성[11] 등의 야간 이동에 대한 연구도 수행되었다.

그러나 대다수의 연구는 제공되는 야간 버스와 같은 심야 대중교통을 대상으로 연구를 수행하여, 대중교통이 도달하지 않는 음영지역에서의 연구는 부족하다. 절대적인 양은 적지만 귀가, 유흥, 출근 등 다양한 목적을 가지고 움직이는 야간 이동의 특수성을 고려한 연구 또한 부족하다. 공공자전거는 야간 이동에 대한 교통수단으로 기능할 수 있다.

2.2. 공공자전거 이용

공공자전거는 탄소 배출 완화, 시민 건강 증진, 교통약자의 대안 교통 수단 등 환경, 건강, 사회적 이점이 많아 주목받고 있다. 특히 대중교통이 도달하지 못하는 지역과 대중교통 이용이 어려운 심야 시간에 사용 가능한 대안 이동 수단으로 기능할 수 있다. 공공자전거는 한국에서 2008년 창원과 대전에서 처음 도입된 이래 전국적으로 확대 운영되고 있으며, 도입 이후 관련 연구가 활발히 진행되고 있다.

이러한 선행 연구는 크게 공공자전거 이용에 영향을 주는 요인에 관한 연구와, 실제 데이터를 바탕으로 이용 패턴을 분석한 연구로 나눌 수 있다.

먼저 공공자전거 이용 활성화를 목적으로 이용량에 영향을 미치는 요인을 규명하려는 연구가 있다. 공공자전거 이용과 주변 도시 환경과의 관계를 규명하려는 연구가 대표적이다[12~14]. [12]는 근린 생활시설, 업무시설과 같은 토지이용과 경사도 같은 자전거 타기 좋은 환경을 나타내는 물리적 환경이 공공자전거 이용에 밀접한 영향을 준다는 것을 밝혔다. 이외에도 토지이용혼합도, 지하철역과의 거리, 대학교와의 거리와도 공공자전거 이용에 영향을 미친다는 것을 분석했다. [13]은 코로나-19의 공공자전거 이용에 대한 영향을 규명하였는데, 사회적 거리 두기 수준이 강화됨에 따라 공유자전거 이용이 증가하였음을 분석하였고, 그 영향이 주거지역, 업무지역 등 지역별로 다르게 나타남을 보였다. [14]는 코로나19 기간 동안 대전광역시 대학권역의 공공자전거 타수에 대한 이용 영향 요인에 대해 분석하였다. 대학의 물리적 규모, 재학생 수, 대면 수업 여부 등이 이용량 증가에 영향을 미쳤다.

물리적인 도시 환경뿐만 아니라 생활 인구, 계절적 요인, 정기권 회원 특성 같은 요인들도 공공자전거 이용과 밀접한 연관이 있다는 연구가 수행되었다[15~17]. [15]는 생활 인구와 공공자전거와의 이용과의 관계를 분석하였다. 생활 인구가 많을수록 공공자전거 이용량이 많았고, 세대별로도 이용에 영향이 있음을 규명하였다. [16]은 계절적 영향과 정기권 회원 특성에 관한 영향력을 연구하였다. 대역소 특성에 따라 계절 및 회원 영향이 다르게 나타남을 밝혔다.

공공자전거 이용 영향 요인뿐만 아니라 실제 대여 이력 데이터를 바탕으로 이용 패턴을 분석하는 연구가 진행되었다. [18]은 여의도에 있는 31개 따릉이 대여소를 3가지 유형으로 구분하여 특징을 분석하였다. 주중 이용량이 높은 대여소, 주말 이용량이 높은 대여소, 주중 주말 모두 이용량이 높은 대여소로 구분하여, 해당 유형마다 지역별 특성이 있음을 확인하였다. 또한 네트워크 분석을 활용해 공공자전거 이용 패턴을 파악하는 연구가 다수 수행되었다[19~21]. [19]는 네트워크 군집화를 통해 주요 따릉이 자전거 네트워크 클러스터를 도출하였다. 사회 네트워크 분석을 이용한 연구도 수행되었는데, [20]은 사회 네트워크 분석을 통해 서울시 공공자전거 이용 패턴을 분석하였다. 각 중심성 지표마다 지역별 특성이 반영되었다. 예를 들어 연결 정도 중심성이 높은 지역은 대중교통 환승과 밀접하게 연계된 곳으로 나타났다. [21] 또한 사회 네트워크 분석을 이용해 주요 대여소를 도출하고, 도시 기반 시설이 밀집된 곳에 주요 대여소가 위치함을 밝혔다. 주요 대여소의 경우 같은 대여소에 대여 반납하는 빈도가 높은 경향을 보였다.

선행 연구를 종합하면 도시 경제 활성화란 측면에서 야간 경제에 주목하였지만, 야간 경제의 중요한 요소인 야간 이동에 대해서는 연구가 미비하다는 한계점을 지닌다. 또한 야간 이동에 대해 연구했다 라도 야간 버스 등 대중교통 수요에 대한 연구가 대다수이다. 유흥, 관광 활동을 위한 야간 이동뿐만 아니라 야간 노동자의 이동을 포함한 야간의 이동 패턴과 그 특성을 조명한 연구가 필요하다.

본 연구는 야간 이동의 대안 교통수단으로 작동할 수 있는 공공자전거 이동 패턴 분석을 통해 야간에 공공자전거가 많이 사용되는 지

역과 그 특성에 대해 파악하고자 한다. 이를 위해 서울시 공공자전거 따릉이 데이터를 활용하여 야간에 공공자전거를 이용하는 시민들의 이동 패턴을 분석한다. 야간 시간 공공자전거는 대중교통 운영이 종료된 지역이나, 야간 버스와 같은 심야시간 대중교통에 대한 접근이 어렵거나, 택시나 자가용 이용이 부담스러운 시민들에게 좋은 대안 교통수단으로 작동할 수 있다. 따라서 이러한 특성을 감안하여 야간 공공자전거 패턴 분석을 통해 공공자전거가 야간 활동에 어떻게 쓰이는지 확인할 수 있다.

3. 연구 범위 및 방법

야간 시간 공공자전거 이용 패턴 분석을 위해 공간적 범위를 서울시로 하고 서울특별시 열린데이터 광장에서 제공하는 서울시 공공자전거 대여 이력 정보와 서울시 공공자전거 대여소 정보를 활용하였다. 먼저 대여 이력 정보는 2024년 1월 1일부터 12월 31일까지 1년 동안의 자료를 활용하였고, 대여소 정보는 24년 대여소 정보를 통합하여 2,835개 대여소 정보를 수집하였다. 서울시에서 제공하는 대여 이력 정보는 자전거번호, 대여일시, 대여대여소번호, 대여대여소명, 대여거치대, 반납일시, 반납대여소번호, 반납대여소명, 반납거치대, 이용시간(분), 이용거리(m), 생년, 성별, 이용자종류, 대여대여소ID, 반납대여소ID, 자전거구분 정보를 제공하는데 이 중 대여일시, 대여대여소번호, 반납일시 반납대여소번호, 이용시간, 이용거리, 생년, 성별 정보를 활용하였다.

야간 시간 공공자전거 이용은 대여와 반납이 모두 밤 10시부터 새벽 6시까지 이루어진 것으로 정의하였다. 또한 출퇴근에 사용되는 수요를 파악하기 위하여 주말을 제외한 월요일부터 목요일까지의 주중 데이터만을 사용하였다. 비정상적인 자전거 이용을 처리하기 위해 이용 시간이 1분 이상, 이용 거리가 정류장 간 최소 직선거리인 6m 이상, 평균 속도가 한강 자전거 제한 속도인 20km/h 이하 어린이 분당 보행 속도인 분당 30m 이상인 데이터만 분석하였다. 서울시 공공자전거 대여 이력 정보의 이용 거리는 정류장 간 직선거리가 아닌 자전거 GPS 신호가 기록한 실제 이동 거리이다. 평균 속도는 이용 거리와 이용 시간을 이용해 계산하였다. 이를 통해 총 44,543,263건의 원 자료 중 6,196,376건의 데이터를 사용하였다.

정류장이 속해 있는 지역의 용도지역 정보는 국토교통부에서 운영하는 토지e음의 2024년 12월 용도지역 정보를 활용하였다. 용도지역은 일반주거지역, 제1종, 2종, 3종일반주거지역, 준주거지역, 준공업지역, 상업지역, 녹지지역의 총 8개 지역으로 구분하였다.

이동 패턴을 활용해 지역의 특성을 유추할 수 있다. 크게 통계적 자료와 시계열 패턴을 이용해 지역의 특성을 구분할 수 있다[22]. 시계열 승하차 자료는 지역의 용도지역을 나타낼 수 있으며[22], 특정 도시 기능을 보여줄 수도 있다[23]. 시계열 자료는 연구자의 의도에 따라 일별, 월별, 시간별, 계절별로 나누어 분석할 수 있다.

본 연구에서는 야간 이동 시계열 자료를 이용해 비슷한 패턴을 보이는 대여소를 군집화하기 위해 대여소별, 시간별 평균 반납 횟수와 대여 횟수로 이용 패턴을 계산하였다. 서울시 공공자전거는 현재 대여소에서 대여와 반납이 이루어져, 택시 데이터와 휴대전화 데이터 또는 특정 출발지와 목적지가 정해져 있지 않은 데이터에 비해 따로 가공할

Table 1. Basic statistics

Type	Min	Average	Max
Hourly number of rents	1	92.3	3,926
Hourly number of returns	1	92.8	3,731
Distance (m)	60	2,328	93,966
Duration (min)	2	16.05	1,384

필요가 없다는 장점이 있다. 자료 가공을 위해 각 대여소별로 대여와 반납 횟수를 시간별로 처리하고, 월, 화, 수, 목요일의 평균값을 도출해냈다. Table 1.은 본 연구에서 사용한 데이터의 기초 통계를 제시한다.

대여소별, 시간별 평균 반납 횟수와 대여 횟수를 이용해 각각 계층적 군집화(hierarchical clustering)를 진행하였다. 참고로 각 대여소별 시간별 반납 대여 패턴에 정규화를 진행하지 않았다. 정규화하지 않은 패턴 그 자체가 도시 정보를 포함하고 있기 때문이다. 반납 패턴을 이용한 군집 수는 6개로 하였고 대여 패턴을 이용한 군집 수는 8개로 하였다. 계층적 군집화의 특성은 하위 군집이 상위 군집의 특성을 반영하므로 연구자가 군집 수를 조절하면서 최적의 군집 수를 계산하였다.

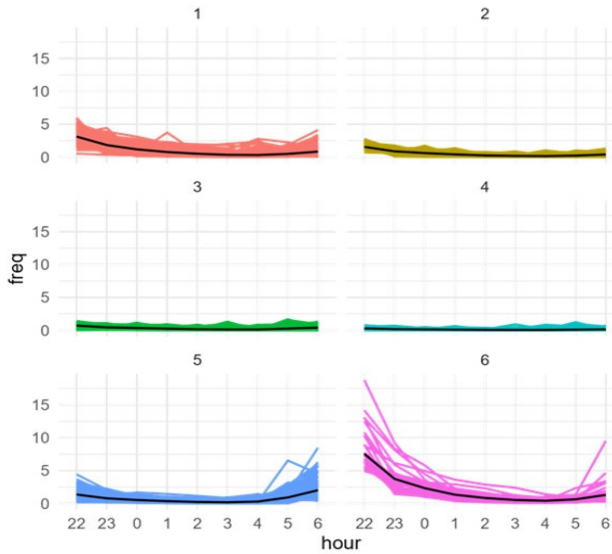
각각의 대여 패턴과 반납 패턴을 사용해 군집화를 진행한 뒤 대여 패턴 군집과 반납 패턴 군집을 사용하여 다시 그룹화를 진행하였다. 대여 패턴과 반납 패턴은 다른 정보를 포함하고 있기 때문에 그 둘을 이용한다면 더 자세한 정보를 알 수 있다. 두 군집을 결합하여 총 6개의 군집으로 분류하였고 각 군집에 대한 용도지역과 공공자전거 사용자 나이와 이동 거리에 대한 분석을 진행하였다.

4. 연구 결과

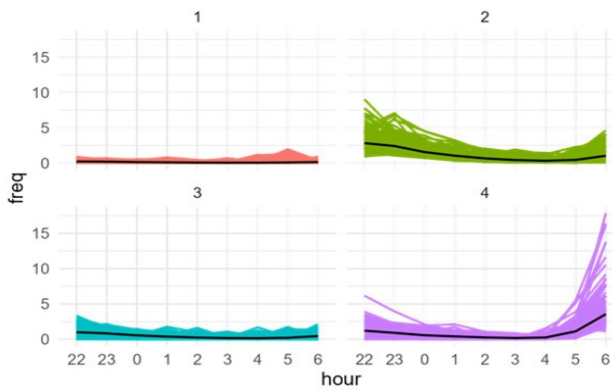
4.1. 대여소별 야간 따릉이 대여 및 반납 패턴 군집

각 대여소별로 야간 따릉이 대여 패턴과 반납 패턴을 이용해 계층적 군집화를 진행하였다. 군집화는 정규화하지 않고 진행하였다. 대여 및 반납 패턴을 정규화하지 않고 진행한다면 야간 통행의 특성상 낮은 이동량을 보인 정류장이 군집을 이루는 낮은 이동량 군집을 제외하여 별도로 처리하지 않아도 된다는 장점이 있다. 군집화 결과를 바탕으로 여러 군집 개수를 비교하며 최적의 군집 수를 도출했다. 대여는 6개의 군집으로 설정하였고, 반납은 4개의 군집으로 설정하였다(Fig. 1.). 앞서 서술하였듯 쉬운 해석을 위해 사용량이 상대적으로 낮은 군집을 제외하였다. 결과적으로 대여에 대해서는 1, 5, 6번 군집을 최종 분석을 위한 군집으로 선택하였고, 반납에 대해서는 2, 4번 군집을 선택하였다. Fig. 2.에서 확인할 수 있듯이 야간 시간 통행에 관한 군집은 서울 중심지가 아닌 외곽 지역에서 나타남을 알 수 있다. 이는 야간 대중교통이 제한적으로 공급되는 서울의 특징을 반영한 결과라고 할 수 있다.

먼저 1, 5, 6번 대여 패턴 군집에 대한 분석을 진행하면, 1번 군집은 22시, 23시에 대여가 많고 새벽 5, 6시에 점점 늘어나는 패턴이다. 6번 패턴도 1번 패턴과 비슷하게 22시, 23시에 대여가 많고 새벽 5, 6시에 대여가 늘어나는 패턴이지만, 절대적인 이용이 많다는 특징이 있다. 5번 군집은 밤 시간보다 새벽 시간에 대여가 많이 나타나



a) Rent



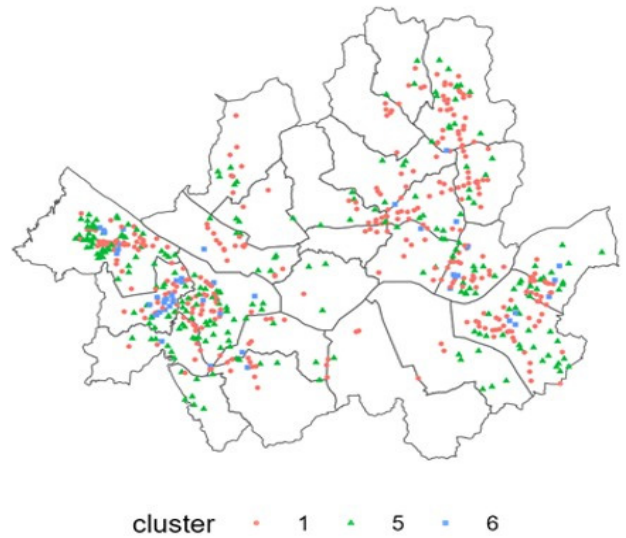
b) Return

Fig. 1. Clustered patterns of night-time usage of Seoul bike

는 패턴이다. 1번과 6번 군집은 밤 시간에 대여가 많이 나타나고 새벽 시간에 대여가 약간 증가하는 패턴으로 보아 주거지역이 혼합된 상업지역 또는 업무지역으로 유추할 수 있다. 5번 지역은 새벽 시간에 대여가 많이 나타나 주거지역 또는 업무지역으로 짐작할 수 있다.

각 대여소가 위치한 장소의 용도지역을 살펴보면 1번과 6번 군집은 상업지역 비율이 각각 10.94%, 10.97%로 5번 군집의 6.32%보다 높은 것을 알 수 있다(Fig. 2.). 제1종일반주거지역과 준주거지역의 비율은 1번, 5번, 6번 군집 사이에서 큰 차이를 보이지 않는다. 반면 제2종일반주거지역, 제3종일반주거지역, 상업지역, 준공업지역의 비율이 군집 간 차이를 보인다. 시간대별 대여 패턴이 비슷한 1번과 6번 군집을 비교했을 때 두드러지는 차이는 제2종일반주거지역과 제3종일반주거지역이다. 5번 군집은 1번과 6번 군집과 비교했을 때 1번 군집에 비해서 상업지역 비율이 낮고, 녹지와 준공업지역 비율이 높다. 6번 군집과 비교했을 때 5번 군집은 제2종일반주거지역 비율은 높은 반면 제3종일반주거지역과 상업지역 비율이 낮다.

반납 패턴에 대해 분석하면 2번 군집은 22시, 23시에 반납이 늘어나고 새벽 5, 6시에 반납이 약간 늘어나는 경향을 보인다(Table 3.). 반면 4번 군집은 반납이 새벽 5, 6시에 늘어나는 패턴이다. 반납 패턴 군집을 통해 2번 군집은 주거지, 4번 군집은 업무지역임을 유추



a) Rent



b) Return

Fig. 2. Cluster distribution in Seoul

할 수 있다.

반납을 기준으로 했을 때 2번과 4번 군집은 제2종일반주거지역, 제3종일반주거지역, 상업지역, 녹지지역, 준공업지역에서 두드러진 차이를 보인다. 2번 군집은 4번 군집에 비해 제2종일반주거지역과 제3종일반주거지역 비율이 높고, 상업지역, 녹지지역, 준공업지역 비율이 낮은 경향을 보인다. 이용 패턴과 용도지역 비율을 보았을 때 2번 군집은 주거지의 역할을 하는 곳임을 알 수 있다. 또한 4번 군집은 반대로 준공업지역, 상업지역 비율이 높고, 제2종일반주거지역과 제3종일반주거지역 비율이 낮아 패턴으로 본 결과와 마찬가지로 상업 또는 업무지역임을 알 수 있다.

4.2. 대여 및 반납 군집을 활용한 대여소별 특징

각각의 대여와 반납 패턴을 활용한 군집만으로는 대여소가 위치한 지역의 특성을 알 수 없기 때문에[24] 대여와 반납의 특성을 모두 보아야 한다. 이를 위해 각 대여 및 반납 군집 결과를 반영해 대여소

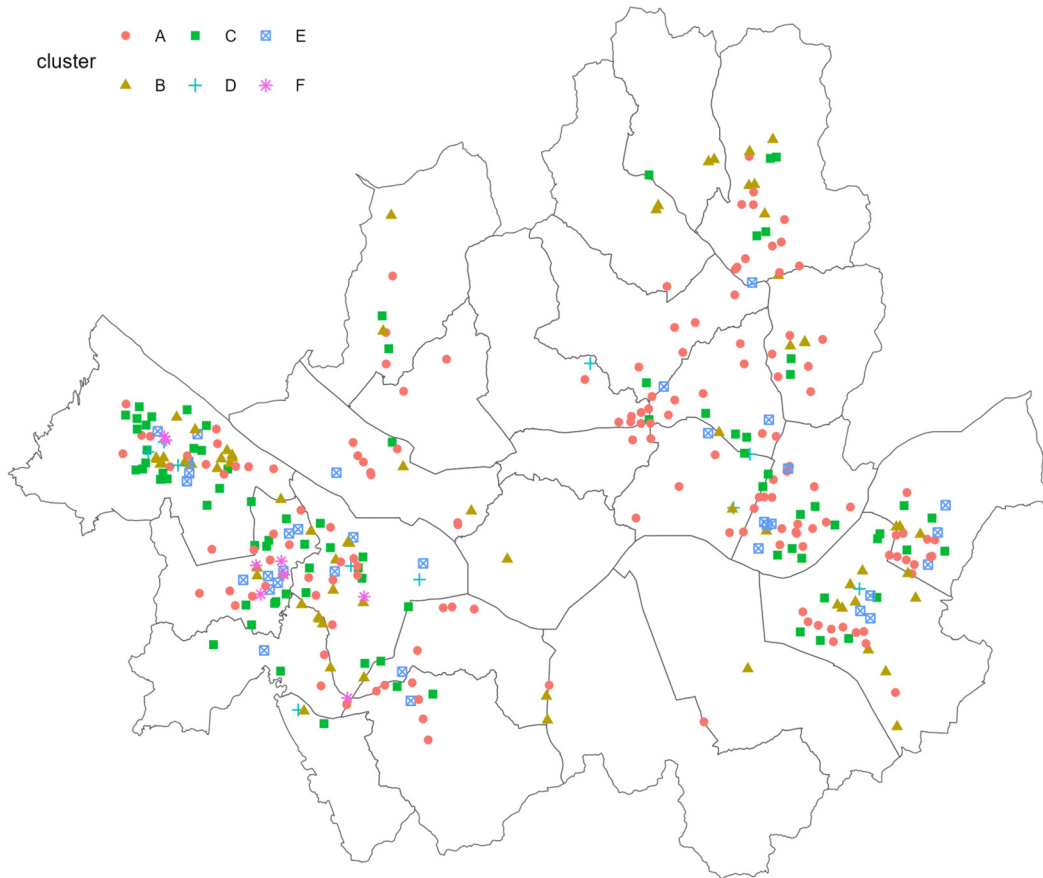


Fig. 3. Cluster distribution in Seoul

Table 2. Land use ratio of clusters (rent)

Land use	1	5	6
Green	7.26	11.90	8.96
Commercial	10.94	6.32	10.97
Class I general residential	5.75	5.64	5.02
Class II general residential	29.55	29.97	23.39
Class III general residential	28.55	27.00	35.68
Quasi-industrial	10.25	12.55	10.36
Quasi-residential	7.61	6.35	5.53
etc.	0.10	0.26	0.08

Table 3. Land use ratio of clusters (return)

Land use	2	4
Green	7.35	12.75
Commercial	7.77	15.62
Class I general residential	7.05	4.79
Class II general residential	35.39	17.82
Class III general residential	28.06	25.49
Quasi-industrial	7.95	16.12
Quasi-residential	6.31	7.30
etc.	0.11	0.11

별 분류를 진행하였다. 각 대여소별로 대여에 해당하는 1, 5, 6번 군집과 반납에 해당되는 2, 4번 군집 모두에 해당하는 대여소는 총 577개로 나타났다. 또한 각각의 군집을 같이 유형화하여 6가지의 패턴으로 정리할 수 있다. 해당 패턴은 Table 4.에 나타나 있다. 마찬가지로 Fig. 3.과 같이 해당 군집은 서울 중심이 아닌 외곽 지역에 분포하는 것을 알 수 있다.

A 패턴은 대여에서 1번 반납에서 2번 군집에 해당하는 패턴으로 대여와 반납이 비슷한 경향을 보인다. B 패턴은 새벽 시간에 반납이 크게 증가하는 지역으로 상업지역의 성격을 띠다고 할 수 있다. C 패턴은 밤 시간에 대여가 크게 증가하고 반납도 새벽 시간에 비해 밤 시간이 더 많은 경향을 보인다. 이는 주거 기능이 있는 상업지역으로 유추할 수 있다. D 패턴은 밤 시간에 대여가 많고 새벽 시간에 반납

이 증가하는 지역으로 상업 또는 업무지역으로 생각할 수 있다. E 패턴은 새벽 시간의 대여가 밤 시간보다 많고 반납은 밤 시간에 더 많은 패턴으로 주로 주거지역의 특성을 띠다고 할 수 있다. 마지막으로 F 패턴은 새벽 시간에 대여와 반납이 모두 증가하는 곳으로 주거와 상업지역의 특성을 모두 가진다고 유추할 수 있다.

각 패턴이 속한 용도지역을 살펴보면 다음과 같다(Table 5.). 먼저 해석의 편의를 위해 반납 패턴을 기준으로 나눠서 살펴보면, A, C, E 대여소는 주로 주거 용도가 주된 용도라고 할 수 있고 B, D, F 지역은 상업 및 업무 용도가 주된 용도라고 할 수 있다. 일반주거지역을 모두 합한 비율을 비교해 보았을 때, A, C, E 대여소는 각각 70.77%, 68.35%, 64.53%로 나머지 B(51.45%), D(33.15%), F(47.07%) 지역보다 높은 비율을 보여 이를 뒷받침한다. A, C, E 패

Table 4. Clustering results and description

Cluster	Rent	Return	N
A	1	2	147
B	1	4	69
C	5	2	81
D	5	4	10
E	6	2	34
F	6	4	8

Table 5. Land use ratio of clusters

Land use	A	B	C	D	E	F
Green	5.55	10.25	10.35	2.61	8.98	13.25
Commercial	9.68	13.63	4.72	17.72	9.79	17.15
Class I general residential	7.23	3.25	6.12	6.75	5.61	2.55
Class II general residential	36.73	18.64	31.78	9.78	28.33	10.91
Class III general residential	26.82	29.56	30.46	16.61	30.59	33.62
Quasi-industrial	7.68	16.21	9.23	34.46	10.70	15.19
Quasi-residential	6.22	8.39	7.13	11.25	5.87	7.34
etc.	0.09	0.07	0.22	0.82	0.12	0.00

턴을 비교하면 C 패턴이 가장 낮은 상업지역 비율을 보인다. A 패턴은 6 패턴 중에 가장 높은 제2종일반주거지역 비율을 보이며, E 패턴은 3 패턴 중 가장 낮은 제2종일반주거지역 비율을 보인다. A와 E 패턴은 대여에서 상대적 대여 횟수 차이를 보이는데 제2종, 3종일반주거지역과 준공업지역이 영향을 준 것으로 보인다.

B, D, F 패턴을 비교하면, 3개 패턴 모두 모든 용도지역에서 두드러진 차이를 보인다. 상업지역을 기준으로 살펴보면 B 패턴이 13.63%로 가장 낮고 D와 F 패턴은 약 17%의 비율을 보여준다. D 패턴은 준공업지역이 34.46%의 높은 비율을 보여준다. 또한 D 패턴은 1종일반주거지역의 비율이 높고 제2종, 제3종일반주거지역의 비율이 3 패턴 중 제일 낮다. F 패턴은 B 패턴에 비해 상업지역과 제3종일반주거지역 비율이 높고, 제2종일반주거지역에 비해 낮다. 또한 D 패턴에 비해 준공업지역, 준주거지역 비율이 낮고, 제3종일반주거지역과 녹지지역 비율이 높다. 하지만 D와 F에 해당하는 대여소의 수가 10, 8로 그 비율이 높지 않다.

6개 군집별 이동 거리와 연령의 차이를 분석하기 위해 이동 거리는 비모수검정방법인 Kruskal-Wallis 검정을 실시하고 연령은 ANOVA 분석을 실시하였다. Kruskal-Wallis 검정은 3개 이상의 표본집단 간의 중간값 차이를 검정하기 위한 비모수 검정 방법으로 이동 거리가 정규 분포를 따르지 않아 해당 분석을 실시하였다. 또한 Kruskal-Wallis 검정의 귀무 가설은 모든 집단의 중앙값이 같고, ANOVA 분석의 귀무 가설은 모든 집단의 평균이 같다.

먼저 6개 군집별 이동 거리에 대한 Kruskal-Wallis 검정을 실시한 결과 6개 군집 이동 거리 중앙값이 대여와 반납 기준 모두에서 서로 차이가 유의한 것으로 밝혀졌다. 대여를 기준으로 A가 중앙값이 제일 높았으며 F가 제일 낮은 값을 보였다, 반납을 기준으로는 E가

Table 6. Descriptive statistics and results for Kruskal-Wallis test for distance

Cluster		Average	Median	Std. Deviation
Rent	A	2296	2102	752
	B	1921	1830	475
	C	1945	1932	404
	D	1678	1780	462
	E	2469	2012	1171
	F	1903	1748	458
$\chi^2 = 26.048, df = 5, p = 0.000$				
Return	A	2575	2110	1428
	B	2814	2211	1931
	C	2741	2032	2089
	D	3510	2809	2910
	E	3734	2779	2827
	F	3842	2341	4596
$\chi^2 = 103.76, df = 5, p = 0.000$				

Table 7. Results of pairwise comparisons of distance (rent)

	A	B	C	D	E
B	0.0024***				
C	0.0109**	1.0000			
D	0.0999	1.0000	1.0000		
E	1.0000	0.4908	1.0000	0.4188	
F	0.7912	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

제일 높고 C가 제일 낮은 값을 보여준다(Table 6.). pairwise comparison을 통해 각 군집별로 비교하면 대여 이동 거리는 A와 B, A와 C 쌍에서만 통계적으로 유의한 차이가 있다고 나타났다(Table 7.). 반면 반납을 기준으로 한 이동거리는 8개 쌍에서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 나타났다(Table 8.). 반납 이동 거리에 있어서 상위권인 D와 E가 모두 상대적 하위권인 A, B, C와 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

대여와 반납에서 모두 평균 나이는 30대로 나타났지만, C와 D의 평균 나이가 많게 나타나고 E와 F에서 나이가 낮게 나타났다(Table 9.). 대여에서는 C와 D는 A, B, E와 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, E와 F에서도 C와 D 그룹에서 유의한 차이가 나타났다(Table 10.). 반납에서는 C와 D는 E와 F에서 모두 유의한 차이가 나타났다(Table 11.).

나이와 거리를 종합하면 A는 대여 이동 거리는 길고 반납은 짧으며 나이는 중간, B는 반납 거리가 짧고 나이 중간, C는 반납 거리가 짧고 나이는 많은 편, D는 반납 거리가 길고 나이가 많은 편, E는 나이가 적고 반납 거리가 길고, F는 나이가 적은 편이다.

이러한 결과는 각 유형별로 야간 시간의 따름이 이용 패턴이 다를 수 있음을 나타낸다. 공공자전거는 시간대에 따라 편중 현상이 나타난다는 연구 결과와 마찬가지로 야간 시간대에도 편중 현상이 나타나는 것으로 보인다[15].

Table 8. Results of pairwise comparisons of distance (return)

	A	B	C	D	E
B	1.0000				
C	1.0000	1.0000			
D	0.0000***	0.0006***	0.0000***		
E	0.0000***	0.0000***	0.0000***	0.6995	
F	0.2631	0.6327	0.0507*	1.0000	0.0153**

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

Table 9. Descriptive statistics and ANOVA results for age

Cluster		Average	Std. Deviation
Rent	A	33.4	2.79
	B	34.1	2.38
	C	36.4	2.64
	D	38.3	2.46
	E	31.2	2.68
	F	31.9	2.81
F = 27.96, p = 0.000			
Return	A	33.7	4.93
	B	33.6	5.04
	C	35.0	6.03
	D	34.2	8.72
	E	31.0	5.64
	F	32.7	5.53
F = 37.83, p = 0.000			

Table 10. Results of pairwise comparisons of age (rent)

	A	B	C	D	E
B	0.8308				
C	0.0000**	0.0000**			
D	0.0000**	0.0001**	0.5263		
E	0.0002**	0.0000**	0.0000**	0.0000**	
F	1.0000	0.3477	0.0001**	0.0000**	1.0000

*p<0.05, **p<0.01

4.3. 결과 논의

본 연구는 야간 시간 따릉이 대여 및 반납 시간별 패턴을 이용해 대여소별로 군집화하여 해당 군집별로 이동 특성, 토지 특성, 이용자 나이와 이동 거리에 대해 분석하였다. 다각적 분석을 통해 야간 따릉이 이용에 대해 복합적인 이해를 할 수 있다. 가장 먼저 군집화를 통해 야간 따릉이 이용은 서울의 3대 중심업무지구인 종로, 강남, 여의도가 아닌 주로 서울 외곽 지역에서 나타나는 것을 알 수 있다. 대표적 지역으로 마곡지구, 목동, 영등포, 잠실, 자양동, 구의동을 예시로 들 수 있다(Fig. 3.). 서울을 대상으로 한 야간 경제 활성화에 대한 연구에서도 야간 경제가 지역별로 다른 양상이 나타나고 연령별 활동 장소도 다르게 나타나 본 연구와 일맥상통한다[25].

연구 결과를 요약하면 다음과 같다. A 군집은 제2종일반주거지역이 제일 높은 비율을 차지하고, 제3종일반주거지역이 낮은 비율을 차지하는 지역으로 아파트 주변 지역으로 대표할 수 있다. 대여 이동

Table 11. Results of pairwise comparisons of age (return)

	A	B	C	D	E
B	1.0000				
C	0.0003**	0.0002**			
D	1.0000	1.0000	0.2760		
E	0.0000**	0.0000**	0.0000**	0.0000**	
F	0.1105	0.1469	0.0000**	0.0024**	0.0003**

*p<0.05, **p<0.01

거리는 길고, 반납 이동 거리가 짧은 특성이 있다. B 군집은 상업지역 비율이 높은 B, D, E 군집 중에서 상업지역 비율이 상대적으로 낮고 주거지역 비율이 상대적으로 높은 지역이다. 해당 군집은 제2종일반주거지역과 제3종일반주거지역 비율이 높은 특징이 있다. 또한 반납 이동 거리가 짧고 30대 중반이 따릉이를 주로 사용한다. C와 E 군집은 서로 비슷한 용도지역 비율을 보인다. C가 상업지역 비율이 낮고, 제2종일반주거지역은 E에 비해 높은 경향을 보인다. C 지역은 반납 이동 거리가 상대적으로 짧고, 30대 후반이 주로 야간 시간에 따릉이를 이용한다는 특징이 있다. E 군집은 C 지역에 비해 반납 이동 거리가 길고, 30대 초반이 주로 따릉이를 이용한다는 특징이 있다. D와 F 군집은 상업지역 비율이 높은 지역으로 D 지역은 준공업지역 비율이 상당히 높고 F 지역은 제3종일반주거지역이 차지하는 비율이 높다. D 지역은 반납 이동 거리가 길고 30대 후반이 주로 따릉이를 사용하는 지역이며, F 지역은 이동 거리가 짧고 30대 초반 연령이 따릉이를 주로 사용하는 특징이 있다.

야간 이동은 출근, 귀가, 유흥 등의 서로 다양한 이동이 복합적으로 중첩되어 나타날 수 있다[5]. 또한 대중교통이 도달하기 어려운 지역, 저소득층과 같은 교통 약자의 사용 등도 야간 공공자전거 이용에 영향을 줄 수 있다. 이러한 혼재된 이동이 결과에 영향을 미친 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 상대적으로 관심이 부족한 야간 이동을 서울시 공공자전거 이용 패턴을 이용해 특성을 분석하였다. 야간 이동을 포착하기 위해 시간대별 대여와 반납 패턴을 이용해 군집화하고 분석하는 새로운 방법론을 제안했다. 야간 시간에 따릉이 이용이 자주 일어나는 지역은 서울 중심지가 아닌 주로 외곽 지역에 나타났으며 군집별로 이동 거리와 나이가 서로 다르게 나타났다. 이는 대중교통을 대체할 수 있는 공공자전거의 특성상 야간 시간 대중교통 음영지역을 위주로 따릉이 이용이 활발하게 나타난 것으로 보인다. 또한 야간 이동은 절대적 이동 수가 적을 수 있지만 여러 다른 목적을 가진 이동이 복합적으로 나타날 가능성이 있다. 유흥, 귀가, 출근 등 여러 이동이 혼재되어 나타나는 야간 이동의 특성이 지역별로 거리와 나이에 반영되어 나타난 것으로 보인다.

본 연구의 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫 번째로, 야간 이동의 실질적 이동 수요가 나타나는 지역을 파악하여 정책적 자료로 사용할 수 있다. 예를 들어 야간 시간에 자전거를 타기 좋게 하기 위해 가

로등 설치 등의 환경 조성 방법을 생각해 볼 수 있다. 두 번째로 본 연구는 야간 버스과 같은 대중교통이 아닌 교통수단에 대한 분석을 진행하여 다양한 야간 이동 통행에 대한 분석을 진행하였다. 야간 이동은 절대적 수가 적어 경제적인 이유로 집중적인 대중교통 편성을 고려할 수밖에 없다. 따라서 본 연구를 통해 도출된 대중교통 운영 지역 등의 교통 정의 정책의 단서를 마련하는 데 도움을 줄 수 있다.

하지만 용도지역 분석만으로는 야간 따릉이 이동을 완벽하게 설명하지 못한다는 한계가 있다. POI, 생활 인구 등 야간 이동을 설명할 수 있는 공간 정보를 활용한다면 야간 노동자 또는 야간 경제 소비자의 이동 유형을 분리하여 야간 이동을 더 상세하게 설명하는 데 도움이 될 것이다. 또한 통행량이 적고 여러 유형의 이동이 혼합된 야간 이동의 특성을 반영하는 데 어려움이 있다는 한계가 있다. 야간 따릉이 이용자에게 인터뷰를 통한 실제 이용 사례를 조사한다면 주간 이동에 비해 절대적 수가 부족한 야간 이동의 이유 등을 포착하여 자세한 야간 이동의 특성을 확인할 수 있을 것이다. 마지막으로 야간 이동은 교통 약자가 상대적으로 더 취약하므로 성별 등의 사회경제적 요소를 포함한 야간 이동에 대한 심층적인 연구가 필요하다.

References

- [1] A. Seijas, M.M. Gelders, Governing the night-time city: The rise of night mayors as a new form of urban governance after dark, *Urban Studies*, 58(2), 2021, pp.316-334.
- [2] R. Shaw, Beyond night-time economy: Affective atmospheres of the urban night, *Geoforum*, 51, 2014, pp.87-95.
- [3] S. Yu et al., Exploring usage pattern variation of free-floating bike-sharing from a night travel perspective, *Scientific Reports*, 14(1), 2024, 16017.
- [4] J. McArthur, E. Robin, E. Smeds, Socio-spatial and temporal dimensions of transport equity for London's night time economy, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 121, 2019, pp.433-443.
- [5] E. Smeds, E. Robin, J. McArthur, Night-time mobilities and (in) justice in London: Constructing mobile subjects and the politics of difference in policy-making, *Journal of Transport Geography*, 82, 2020, 102569.
- [6] M.M. Pan, A.L. Patwary, M. Uddin, Unlocking nighttime mobility: Land use and accessibility in public transit for night commuters, *Journal of Transport Geography*, 127, 2025, 104290.
- [7] S.H. Lim et al., Investigating night shift workers' commuting patterns using passive mobility data, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 181, 2024, 104002.
- [8] S. Chandra, J. Jimenez, R. Radhakrishnan, Accessibility evaluations for nighttime walking and bicycling for low-income shift workers, *Journal of Transport Geography*, 64, 2017, pp.97-108.
- [9] 조항훈, 김성아, 서울시 야간 생활인구 밀도에 영향을 미치는 도시요인 분석: 야간 생활인구의 등급화를 통한 접근, 토지주택연구, 제16권 제1호, 2025, pp.59-72. // (H.H. Jo, S.A. Kim, Analysis of urban factors affecting nighttime population density in Seoul: An approach through nighttime population classification, *Land and Housing Review*, 16(1), 2025, pp.59-72.)
- [10] 김병석, 박진아, 주·야간 상업가로만족도에 미치는 영향요인 분석-서울시 종로구 인사동길을 중심으로, 도시설계, 제19권 제2호, 2018, pp.85-96. // (B.S. Kim, J.A. Park, Influence factors on commercial street satisfaction during day and nighttime - Focused on Insadong Street, Jongro-gu, Seoul, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 19(2), 2018, pp.85-96.)
- [11] A. Plyushteva, K. Boussaw, Does night-time public transport contribute to inclusive night mobility? Exploring Sofia's night bus network from a gender perspective, *Transport Policy*, 87, 2020, pp.41-50.
- [12] 사경은, 이수기, 서울시 공공자전거 이용에 영향을 미치는 물리적 환경 요인 분석: 대여소별 거리에 따른 요인의 영향력 차이를 중심으로, 국토계획, 제53권 제6호, 2018, pp.39-59. // (K.E. Sa, S.G. Lee, Analysis of physical characteristics affecting the usage of public bike in Seoul, Korea - Focused on the different influences of factors by distance to bike station -, *Journal of Korea Planning Association*, 53(6), 2018, pp.39-59.)
- [13] 광주현 외 5인, COVID에 따른 공간적 이용 변화 영향 분석: 공유자전거를 중심으로, 대한교통학회지, 40(2), 2022, pp.178-189. // (J.H. Kwak et al., Impact analysis in spatial use changes by COVID: Focusing on shared bicycles, *Journal of Korean Society of Transportation*, 40(2), 2022, pp.178-189.)
- [14] 정현구, 양승호, 백효진, 코로나 19 기간 대전광역시 대학권역의 공공자전거 이용에 관한 연구, 도시설계, 제25권 제4호, 2024, pp.91-101. // (H.G. Jung, S.H. Yang, H.J. Baek, Public bicycle usage trends in the university area of Daejeon during COVID-19, *Urban Design*, 25(4), 2024, pp.91-101.)
- [15] 김정규, 진장익, 생활인구의 시공간 분포가 공유자전거 이용에 미치는 영향: 공간빅데이터를 활용하여, 국토계획, 제57권 제3호, 2022, pp.113-127. // (J.K. Jin, J.I. Jin, The effect of spatiotemporal distribution of the de facto population on the public bicycle usage: Using spatial big data, *Journal of Korea Planning Association*, 57(3), 2022, pp.113-127.)
- [16] 장재민 외 3인, 계절 및 회원 특성이 공공자전거 통행에 미치는 영향분석: 서울시 따릉이를 대상으로, 한국도로학회논문집, 제20권 제4호, 2018, pp.47-58. // (J.M. Jang et al., Effects of seasonal and membership characteristics on public bicycle traffic: Focusing on the Seoul bike, *International Journal of Highway Engineering*, 20(4), 2018, pp.47-58.)
- [17] 고혜원 외 3인, COVID-19 팬데믹 전후 서울시 공공자전거 이용 행태 변화 분석, 한국경제지리학회지, 제27권 4호, 2024, pp.271-286. // (H.W. Goh et al., Exploratory analysis of public bicycle usage patterns before-during-after the COVID-19 pandemic in Seoul, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, 27(4), 2024, pp.271-286.)
- [18] 윤승용, 민경훈, 고하정, 서울시 공공자전거 공유시스템(PBSS)의 시공간적 이용 패턴 분석 - 서울시 여의도동을 중심으로 -, 한국조경학회지, 제48권 1호, 2020, pp.1-14. // (S.Y. Yun, K.H. Min, H.J. Ko, Spatio-temporal patterns of a public bike sharing system in Seoul - Focusing on Yeouido district -, *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, 48(1), 2020, pp.1-14.)
- [19] 김희수, 김영호, 네트워크 클러스터를 활용한 서울시 공공자전거의 시공간 통행 분석 및 시각화: 공간적 네트워크 자기상관을 활용하여, 한국지도학회지, 제20권 제1호, 2020, pp.93-106. // (H.S. Kim, Y.H. Kim, Space-time network analysis of public bicycle use and its visualization using spatial network autocorrelation, *Journal of the Korean Cartographic Association*, 20(1), 2020, pp.93-106.)
- [20] 이병련, 최일영, 김재경, 도시특성에 기반한 공유 자전거 이용 패턴의 소셜 네트워크 분석 연구: 서울시 데이터 사례 분석, 경영정보학연구, 제22권 제1호, 2020, pp.147-165. // (B.H. Lee, I.Y. Choi, J.K. Kim, Social network analysis of shared bicycle usage pattern based on urban characteristics: A case study of Seoul data, *Information Systems Review*, 22(1), 2020, pp.147-165.)
- [21] 강경희, 정진우, 네트워크 분석을 통한 공공자전거 따릉이의 이용특성에 대한 연구 - 서울특별시 노원구 대역소를 중심으로, 한국공간디자인학회 논문집, 제17권 제1호, 2022, pp.93-106. // (K.H. Kang, J.W. Jung, A study on use characteristics of public bicycles Ttareungyi based on network analysis - Focused on Nowon-gu, in Seoul -, *Journal of Korea Intitute of Spatial Design*, 17(1), 2022, pp.93-106.)
- [22] J. Choi et al., Inferring land use from spatialtemporal taxi ride data, *Applied Geography*, 142, 2022, 102688.
- [23] J. Choi et al., Measuring taxi ridesharing effects and its spatiotemporal pattern in Seoul, Korea, *Travel Behaviour and Society*, 30, 2023, pp.148-162.
- [24] Y. Liu et al., Urban land uses and traffic 'source-sink areas': Evidence from GPS-enabled taxi data in Shanghai, *Landscape and Urban Planning*, 106(1), 2012, pp.73-87.
- [25] 신지민 외 3인, 야간경제 활성화를 위한 지역별 수요의 시공간적 분석: 서울시 사례를 중심으로, 한국경제지리학회지, 제28권 제1호, 2025, pp.52-66. // (J.M. Shin et al., Spatio-temporal analysis of regional demand for night-time economy revitalization: A case study of Seoul, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, 28(1), 2025, pp.52-66.)