

# 빅데이터 기반의 Dockless형 공유자전거 이용수요 영향요인 도출

김속희\* · 김형준\*\* · 신혜영\*\*\* · 이현경\*\*\*\*

Kim, Suk Hee\*, Kim, Hyung Jun\*\*, Shin, Hye Young\*\*\*, Lee, Hyun Kyoung\*\*\*\*

## Derivation of Factors Affecting Demand for Use of Dockless Shared Bicycles Based on Big Data

### ABSTRACT

In this research, the usage status and characteristics of user big data of Mobike, a dockless bike sharing service introduced in Suwon city, were analyzed, and multiple regression analysis was performed to identify factors influencing the demand for dockless bike sharing service. For analysis, usage data of bike sharing system in Suwon city in 2019 were obtained, and they were organized by areas. As a result of analyzing the characteristics of the influencing factors selected for each area, it was found that the extension of bicycle roads shows high in areas with high demand for bicycles or adjacent areas. Also, the population of 10-30's shows high in areas with high demand for bicycles or adjacent areas. In addition, it was analyzed that the use of bike sharing system is high in areas with high maintenance rate of bicycle roads and large-scale residential and commercial facilities near residential districts and adjacent areas. As a result of the multiple regression analysis, it is analyzed that length of bicycle-pedestrian roads (non-separated), population of 10-30's, number of railway stations, number of schools, number of commercial facilities, number of industrial facilities factors were significant. It is expected that it may be possible to create an environment in which citizens want to use dockless bike sharing service by identifying factors affecting the number of stationless shared bicycles. Also, the results of data analysis are considered to be contributing to policy data to promote the use of dockless bike sharing.

**Keywords :** Dockless bike sharing system, Bike sharing system trip attribute, Bike sharing system usage status, Bike sharing system of Suwon city

### 초록

본 연구에서는 수원시에 도입되었던 dockless형 공유자전거인 모바이크의 이용자 빅데이터에 대한 이용현황 및 이용특성을 분석하고, 이에 대한 다중회귀분석을 수행하여 dockless형 공유자전거 이용수요 영향요인을 규명하였다. 분석을 위해 2019년 수원시의 dockless형 공유자전거 이용 데이터를 구축하였고, 이를 동별로 정리하였다. 동별로 선정된 영향요인의 특성을 분석한 결과, 자전거 이용수요가 많은 지역 또는 인접한 지역의 자전거도로 연장이 큰 것으로 나타났고, 10-30대 인구 수가 많은 것으로 나타났다. 또한, 자전거도로 정비율이 높고 택지지구 인근의 대규모 주거시설과 상업시설이 밀집된 지역과 인접 지역을 중심으로 공유자전거 이용이 많은 것으로 분석되었다. 다중회귀분석 모델 분석 결과, 자전거 전용도로(비분리), 동별 10-30대 인구, 철도역 수, 상업시설 수, 산업시설 수, 초·중·고 학교 수가 dockless형 공유자전거 이용수요에 미치는 영향이 유의한 것으로 확인되었다. Dockless형 공유자전거 이용수요에 영향을 미치는 요인을 파악하여 시민이 dockless형 공유자전거를

\* 종신회원 · 수원시정연구원 선임연구위원 (Member · Suwon Research Institute · [sukheek@suwon.re.kr](mailto:sukheek@suwon.re.kr))

\*\* 정회원 · 교신저자 · 아우토크립트(주) 모빌리티사업본부 대리 (Corresponding Author · Autocrypt Co, Ltd. · [hjkim@autocrypt.io](mailto:hjkim@autocrypt.io))

\*\*\* 수원시정연구원 연구원 (Suwon Research Institute · [shy3181@naver.com](mailto:shy3181@naver.com))

\*\*\*\* 수원시정연구원 연구원 (Suwon Research Institute · [hklee@suwon.re.kr](mailto:hklee@suwon.re.kr))

Received May 23, 2022/ revised November 25, 2022/ accepted November 25, 2022

이용하고 싶어 하는 환경을 조성할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 연구 결과는 향후 dockless형 공유자전거 이용 활성화를 위한 정책적 자료에 기여될 것으로 사료된다.

**검색어** : Dockless형 공유자전거, 공유자전거 통행특성, 공유자전거 이용현황, 수원시 공유자전거

## 1. 서론

경제성장과 국민소득의 지속적인 증가에 따라 우리나라의 자동차 등록대수는 증가 추세를 보이고 있다. 국가통계포털에 따르면 우리나라의 자동차 등록대수는 2012년 1,887만대, 2014년 2,000만대를 돌파한 것으로 나타났고, 이후에도 지속적으로 증가하여 2020년에는 2,437만대로 나타났다. 자동차 등록대수의 증가는 교통 혼잡 및 주차문제 등 도시 내 교통문제로 이어질 수 있고, 미세먼지 유발 등의 환경문제로도 이어질 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 유럽을 비롯한 세계 주요도시에서는 자동차 통행 감소 및 녹색교통수단인 자전거 이용을 활성화시키기 위한 정책을 추진하고 있다(Kim, 2018).

마찬가지로, 국내에서도 도시 내 교통문제 해결의 일환으로 공공자전거 시스템을 도입하였다. 우리나라의 공공자전거 시스템은 2008년 경상남도 창원시를 시작으로 서울특별시, 대전광역시, 경기도 수원시, 고양시, 안산시 등에서 도입하여 운영 중에 있다. 도시교통 측면에서 공공자전거 시스템은 승용차와 같은 개인교통 수단으로 이루어지는 단거리 통행을 자전거로 대체하는 역할을 담당할 수 있다. 또한, 공공자전거 도입은 도시 내의 환경오염 문제에도 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났는데, 관련 연구에 따르면 공공자전거의 도입으로 인해 승용차 이용 감소 효과, 대기오염의 정도가 완화되는 등 환경오염 개선 효과가 있는 것으로 나타났다(Lee and Lim, 2010; Shin et al., 2012).

앞서 언급하였던 국내 도입 공공자전거의 경우에는 주로 스테이션에서 대여·반납이 이루어졌기 때문에 스테이션 중심으로 운영된다는 특성을 보인다. 그러나 스테이션 중심의 운영은 자전거 이용을 위해 이용자가 직접 스테이션을 방문해야 한다는 특징으로 인해 스테이션과의 거리가 멀 경우, 접근성이 떨어져서 공유자전거 이용이 불편하다는 문제가 있다. 이러한 불편을 개선하기 위해 dockless형 공유자전거가 도입되기 시작하였고, 국내의 경우에는 2018년 1월, 수원시에 무인대여 공유자전거 모바이크(Mobike)와 오바이크(Obike)가 국내 최초로 도입되었다. 이후 모기업 사정으로 인해 공유자전거 서비스 운영이 중단되었으나, 2020년 9월, 타조(TAZO)가 도입되어 공유자전거 서비스가 재도입되었다. Kim et al.(2019)에 따르면, dockless형 공유자전거는 자유롭게 어디서나 반납이 가능하므로 도시 미관의 저해, 자전거 훼손 및 서비스 플랫폼 독점화 현상이 발생한다는 단점이 있으나, 초기구축비와

운영비에 대한 부담이 적고, 스테이션 미운영에 따른 이용자 편의 확대, GPS 단말기 이용을 통한 자전거 채배치 및 유지관리에 용이하며, 이용데이터 분석을 통해 교통정책 수립에 활용할 수 있다는 장점이 있음을 알 수 있었다. 이러한 장점을 토대로 수원시 뿐 아니라 경기도 고양시, 인천광역시 연수구 등 국내 여러 지방자치단체에서도 dockless형 공유자전거가 도입되고 있다.

이미 국내 일부 지방자치단체에서 dockless형 공유자전거가 운영되고 있고, 향후에는 여러 지방자치단체로 확대될 것임에도 불구하고, 국내의 dockless형 공유자전거 이용수요에 영향을 주는 요인을 분석한 연구는 스테이션 기반의 공유자전거 연구 대비 상대적으로 부족한 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 본 연구에서는 수원시에 도입되었던 dockless형 공유자전거인 모바이크의 이용자 빅데이터에 대한 이용현황 및 이용특성을 분석하고, 이에 대한 다중회귀분석을 수행하여 dockless형 공유자전거 이용수요 영향요인을 규명하였다. 본 연구에서 규명한 영향요인을 토대로 국내 실정에 보다 적합한 dockless형 공유자전거 도입 및 운영 방안을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 관련 문헌 고찰

### 2.1 공공자전거 관련 연구

Efthymiou et al.(2013)은 카세어링은 활성화되어 있으나, 그에 반해 공유자전거 서비스는 도입 단계에 있는 그리스 국민들을 대상으로 온라인 설문조사를 수행하였다. 설문조사는 18세~35세의 공유서비스 이용자들을 대상으로 하였다. 공유자전거 이용에 미치는 영향요인 분석 결과, 스테이션 위치, 이용시간대, 반납 편의성, 연령대가 영향요인인 것으로 나타났다. 또한, 설문조사 대상자들에 대하여 공유교통 서비스 이용의사를 밝힌 주 이용자들의 특성을 확인하기 위해 순서형 로짓모형을 구축하여 분석을 수행하였다. 분석 결과, 연평균 소득이 15,000 유로~25,000 유로인 이용자들이 카세어링 및 공유자전거 이용의사를 밝힌 것으로 나타났고, 기존 주 통근수단이 버스, 트램, 트롤리버스 등인 이용자들은 카세어링을, 도보인 이용자들은 공유자전거를 선호하는 것으로 나타났다.

Do and Noh(2014)의 연구에서는 대전광역시 공유자전거의 이용특성을 분석하였고, 분석 내용을 기반으로 최적 스테이션 위치 선정 및 이용효율성 제고 방안을 제시하였다. 이 연구에서는 이용수요 영향요인을 분석하기 위해 다중회귀분석방법론을 채택하였다.

이용특성을 분석한 결과, 공원 인근에서 공공자전거 이용비율이 높은 것으로 나타났고, 주중보다 주말 이용수요가 높은 것으로 나타났다. 공유자전거를 대여했던 장소로 되돌아가는 비율이 높은 것으로 나타났고, 절대적 근접 중심성 지표를 토대로 분석한 결과, 공공자전거 스테이션이 균등하게 분포되어 있지 않아, 이용패턴이 특정 지역(둔산, 유성 등)에 치우쳐져 있는 것으로 나타났다. 또한, 공공자전거 이용수요에 영향을 미치는 요인으로는 버스 승하차 인원, 자전거도로 연장, 공원 유무, 수변공간까지의 거리, 짧은층 비율 등임을 알 수 있었다.

Lee et al.(2016)은 고양시 공공자전거 이용 데이터를 활용하여 기상조건과 스테이션 입지특성이 공공자전거 수요 및 이용패턴에 미치는 영향을 파악하였다. 이를 위해 시간대별 대여량 모형을 구축하였고, 모형 구축에는 선형회귀분석 방법론을 활용하였다. 분석 결과, 기상조건에 따른 영향은 평균 기온이 상승할수록 대여량이 증가하는 것으로 나타났고, 강수량이 10 mm 이상 되거나, 평균 기온이 29도 이상으로 높아지는 경우, 풍속이 7 m/s 이상 되는 경우에 대여량이 감소한 것으로 분석되었다. 입지특성에 따른 영향은 새벽시간대는 유흥가가 위치한 중심상업지역, 낮 시간대에는 공원지역과 중심 및 일반상업 지역의 대여량이 높은 것으로 나타났다. 하교시간대는 학교 인근 스테이션의 대여량이 증가한 것으로 나타났고, 퇴근시간대는 지하철역 인근의 대여량이 증가한 것으로 나타났으며, 심야시간대에는 공원지역에서의 대여량이 두드러지는 것으로 나타났다.

Cho and Yoon(2017)의 연구에서는 대전광역시 공공자전거시스템의 이용 만족도와 영향요인과의 인과관계에 대한 연구모형을 설계하고 가설을 설정하여 가설을 검증하였다. 가설 검증을 위해 내적일관성분석, 타당성 검증을 위한 요인분석, 독립변수 간 상관관계분석을 실시하였고, 다중회귀분석을 통해 변수 간의 관계를 검증하였다. 분석 결과, 공공자전거시스템의 이용 만족도에 대한 영향요인은 학교와 회사와의 접근성, 버스 정류장과의 접근성, 키오스크의 이용 편의성, 손잡이와 바구니의 편리성, 대중교통과의 연계성, 이용요금의 합리성과 대중교통 비용의 절감가능성 등을 확인할 수 있었다.

Jang and Lee(2018)는 한중 공유자전거 이용자를 대상으로 자전거공유서비스 이용행동 영향요인을 사회적 요인과 이용자 요인으로 구분하여 비교·분석하였다. 자전거공유서비스의 영향요인 중 사회적 요인은 사회적 가치, 참여자 간 신뢰, 환경보호로 나타났고, 이용자 요인은 경제적 혜택, 즐거움, 위치 편리성, 스트레스 해소, 혁신성을 선정하여 분석을 수행하였다. 한중 소비자의 외생변수와 이용자 이용행태 사이의 영향관계를 확인한 결과, 한국 이용자들은 사회적 가치, 환경보호, 경제적 혜택, 즐거움, 혁신성과 이용자 이용행태 사이에 상관관계가 있는 것을 알 수 있었고, 중국 이용자들

은 사회적 가치, 환경보호, 위치 편리성, 혁신성과 이용자 이용행태 사이에 상관관계가 있음을 확인할 수 있었다.

Shen et al.(2018)은 9일 간의 싱가포르 공공자전거 운영업체의 이용 데이터를 수집하였다. 수집 데이터를 활용하여 공공자전거 이용의 사·공간 측면의 이용패턴을 분석하였다. 분석 모형으로는 공간자기회귀 모형을 선정하였다. 분석 영향요인으로는 자전거 크기, 인접 도시 환경, 대중교통 접근성, 자전거 인프라, 기상조건 등을 선정하였다. 분석 결과, 자전거 크기가 클수록 공공자전거 이용은 늘어나는 것으로 나타났고, 언덕 구간, 좋은 대중교통 접근성, 좋은 자전거 인프라, 무료이용 프로모션 등은 dockless형 공유자전거 이용에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났으나, 강우량의 증가와 고온은 dockless형 공유자전거 이용에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

Xu et al.(2018)은 싱가포르 공공자전거 운영업체로부터 운영 4개월 간의 GPS 데이터 자료를 구축하여 싱가포르 내 여러 유형의 지점에서 이용 시간대에 따른 공공자전거의 이용패턴을 분석하였다. 분석 결과, 평일 공공자전거 이용패턴은 가중점 모든 지점에서 이용 시간대가 다양하게 분포하는 것으로 나타났고, 주말 공공자전거 이용패턴은 시 전체적으로 이용 시간대가 더 균등하게 분포되어 있음을 알 수 있었다. 또한, 주거 밀도, 상업 밀도 및 교차로 수 등 일부 도시 환경 측면 지표는 공공자전거 이용 시간대와 상관관계가 있는 것으로 나타났고, 토지 이용혼용 및 자전거 경로 거리와 같은 요소는 상대적으로 상관관계가 덜한 것으로 나타났다.

Kim et al.(2019)은 수원시 dockless형 공유자전거 운영업체로부터 일주일간의 공공자전거 이용데이터를 구축하여 이용현황분석과 통행특성, 이동경로를 분석하였다. 자전거 이용자수, 자전거 가동율, 평균이용시간, 대여반납 지역 분포, 주말 및 주중 이용패턴 등을 분석하여 수원시 자전거 이용자들의 이용특성을 심층적으로 분석하였다. 자전거 이용자 수의 경우, 수원시 내 최초로 공유자전거를 도입한 2018년 2월 이후, 일평균 기준 2018년 2월 22명, 6월 2,764명, 9월 15,635명으로 증가한 것으로 나타났다. 공유자전거 가동율은 5,000대를 기준으로 평일평균 3,170대(64.5%), 주말평균 2,745대(54.9%)로 나타났다. 공공자전거 평균 이용시간은 12~13분으로, 자전거 평균 주행속도인 20 km/h로 환산 시, 평균 약 4~4.5 km의 단거리를 이용하는 것으로 분석되었다. 또한, 주말과 주중 데이터를 분석한 결과, 주말과 주중 모두 이용자가 공유자전거를 많이 이용하는 것으로 나타났다. 대여·반납 기준 분석 결과, 자전거 인프라 구축 및 정비사업이 추진된 지역, 주거지역과 상업지역, 업무시설 밀집지역을 중심으로 공공자전거 이용률이 높은 것으로 분석되었다. 동별로 가·중점 경로를 분석한 결과, 내부통행이 많은 것으로 나타났다.

이상을 통해, 기존 공유자전거 관련 연구는 이용자 특성과 이용행

태를 분석한 문헌과 이용특성에 따른 공유자전거 스테이션의 적합한 위치 등을 분석한 문헌이 주를 이룬 것을 알 수 있었다. 이에 더하여, 스테이션 기반의 공유자전거 이용 영향요인을 분석한 연구가 주를 이루었음을 확인할 수 있었다. 또한, 국외 일부 문헌에서는 dockless형 공유자전거 이용에 영향을 주는 영향요인을 분석하였음을 확인할 수 있었다. 그러나 이와 관련된 국내 연구사례는 상대적으로 부족한 것을 알 수 있었다. 이는 기존 국내에 도입된 공유자전거는 주로 스테이션 기반으로 운영되는 사례가 다수이고, dockless형 공유자전거는 점차 도입되고 있는 상황이기 때문에 연구사례가 상대적으로 부족한 것이라 볼 수 있었다. 이에 따라, 본 연구에서는 국내 실정에 적합한 dockless형 공유자전거 이용 영향요인을 분석하여 향후 수원시 뿐 아니라 국내 타 지방자치단체에도 dockless형 공유자전거가 안정적으로 도입될 수 있도록 적정 도입 방안을 제시하고자 한다.

### 3. 수원시 Dockless형 공유자전거 이용에 미치는 영향요인 분석

#### 3.1 Dockless형 공유자전거 이용에 미치는 영향요인 분석

Dockless형 공유자전거 이용 영향요인을 분석하기 위해 본 연구의 종속변수와 독립변수를 정의하였다. 종속변수는 Kim et al. (2019)의 연구를 근거로 하여 스테이션 없는 공유자전거 대여 및 반납 총합을 선정하였다. 독립변수는 크게 동별 자전거도로 연장에 관한 영향요인, 인구특성에 관한 영향요인, 토지 이용특성에 관한 영향요인으로 구분하여 선정하였다. 동별 자전거도로 연장에 관한 영향요인은 Xu et al.(2019)의 연구에서 제시한 영향요인 중 하나인 자전거도로 구간 연장을 활용하였고, 이를 토대로 본 연구에서는 자전거 전용도로 연장, 자전거 전용차로 연장, 자전거 겸용도로(분리형) 연장, 자전거 겸용도로(비분리형) 연장, 하천변 자전거도로 연장을 독립변수로 선정하였다. 자전거도로 연장을 독립변수로 선정한 이유는 자전거 도로 인프라가 잘 구축되어 있을수록 자전거 이용수요가 많을 것이라고 판단하였기 때문이다. 인구특성에 관한 영향요인으로는 동별 10~30대 인구 수를 선정하였다. 동별 전체 인구 수가 아닌 동별 10~30대 인구 수를 선정한 이유는 앞서 언급한 Korea International Trade Association (2018) 보고서를 검토한 결과, 공유자전거 이용자 중 30세 이하의 젊은층이 전체 공유자전거 이용자 중 약 70% 이상이고, 수원시는 전체 인구 수 중 10~30대 인구 수가 약 41%에 이르기 때문에 젊은 층의 공유자전거 이용수요가 많을 것으로 판단하였기 때문이다. 토지 이용특성에 관한 영향요인은 동별 대중교통시설, 사회기반 시설, 상업시설, 산업시설 등에 해당하는 동별 버스 정류장 수, 철도역 수, 터미널 수, 초·중·고 학교 수, 상업시설 수, 산업시설

수 등 공유자전거를 주로 이용할 것으로 판단되는 연령층인 10~30대가 주로 이용할 것으로 판단되는 요인을 영향요인으로 선정하였다. 이와 같이 토지 이용특성을 영향요인으로 고려한 이유는 Zhang et al.(2018)의 연구에서 토지 이용이 공유자전거 이용수요에 영향을 줄 수 있다고 제시한 바 있기 때문이다. 본 연구에서는 앞서 정의한 종속변수와 독립변수를 토대로 다중회귀분석을 통해 수원시의 dockless형 공유자전거 이용 영향요인을 도출하였다.

### 3.2 자료 구축

#### 3.2.1 자료 구축 개요

공유자전거 이용수요 영향요인 분석을 위해 우선 2019년 수원시에서 dockless형 공유자전거를 운영하였던 업체인 모바이크에서 수집한 이용 데이터 중 9월 이용 데이터를 모바이크로부터 구독하여 동별로 정리하였다. 구독한 공유자전거 이용 데이터 중 공유자전거 이용건수(주중 대여·반납, 주말 대여·반납)를 분석 데이터로 활용하였다. 공유자전거 이용 데이터는 이용수요 데이터에 해당한다면, 영향요인 분석을 위해서는 앞서 선정된 요인들에 대하여 특히 시설 중심으로 수원시의 자전거 관련 현황을 조사하였고, 이를 토대로 분석 데이터를 구축하였다. 영향요인과 관련하여 조사한 수원시 자전거 관련 현황 자료는 자전거도로 연장(자전거 전용도로, 자전거 전용차로, 자전거 겸용도로(분리형/비분리형), 하천변 자전거도로), 인구 수(10~30대 인구 수), 교통시설(버스 정류장 수, 철도역 수, 터미널 수), 건축시설(초·중·고 학교 수, 상업시설 수, 산업시설 수)이다.

#### 3.2.2 동별 선정된 영향요인 특성분석

수원시를 지역별·법정동별로 구분하여 대여 및 반납 현황을 분석한 결과, 수원시 내 동별 공유자전거 이용수요 추이는 비슷한 것으로 나타났다. 장안구 정자동(15,802건), 권선구 권선동(12,734건), 영통구 매탄동(12,018건), 팔달구 인계동(8,897건) 등의 순으로 이용수요가 많은 것을 알 수 있었다. 수원시 지역별·법정동별 대여 및 반납 현황은 Fig. 1과 같다.

지역별·법정동별 자전거도로 연장을 확인한 결과, 자전거 전용도로, 자전거 전용차로, 자전거 겸용도로(분리), 자전거 겸용도로(비분리), 하천변 자전거도로의 총합이 큰 지역은 권선구 대항교동(32.22 km)·곡반정동(29.04 km), 팔달구 매산로2가(28.01 km), 장안구 정자동(25.48 km) 순으로 나타났다. 대체로 자전거 이용수요가 많은 지역 또는 인접한 지역의 자전거도로 연장이 큰 것으로 나타났다. 수원시 지역별·법정동별 자전거도로 연장 현황은 Fig. 2와 같다.

지역별·법정동별 10~30대 인구 수를 확인한 결과, 동별 10~30대 인구 수가 많은 지역은 팔달구 매산로2가(42,667명), 영통구

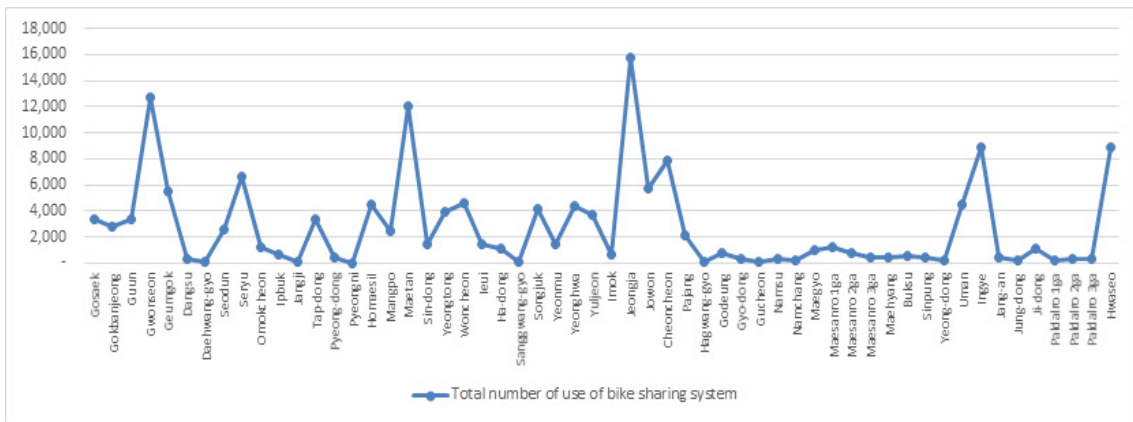


Fig. 1. The Number of Use of Bike Sharing System

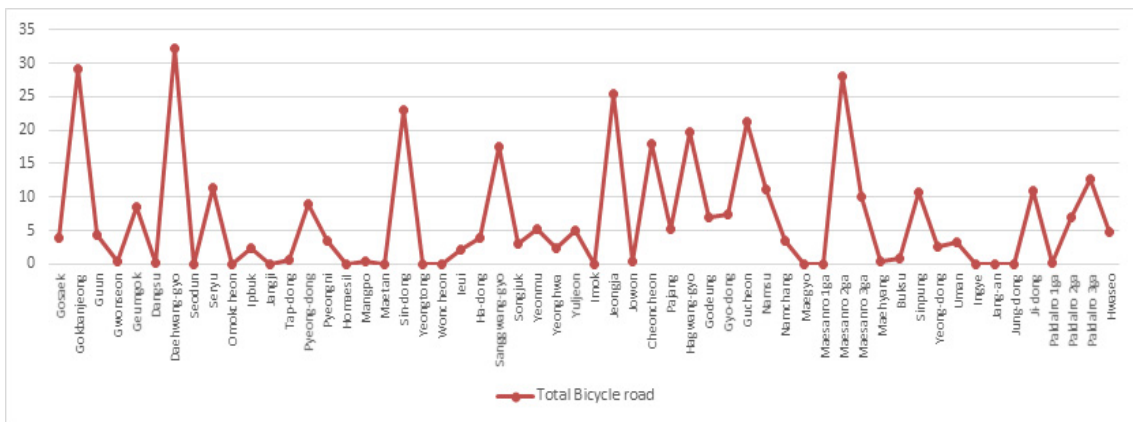


Fig. 2. The Length of Bicycle Roads (Total)

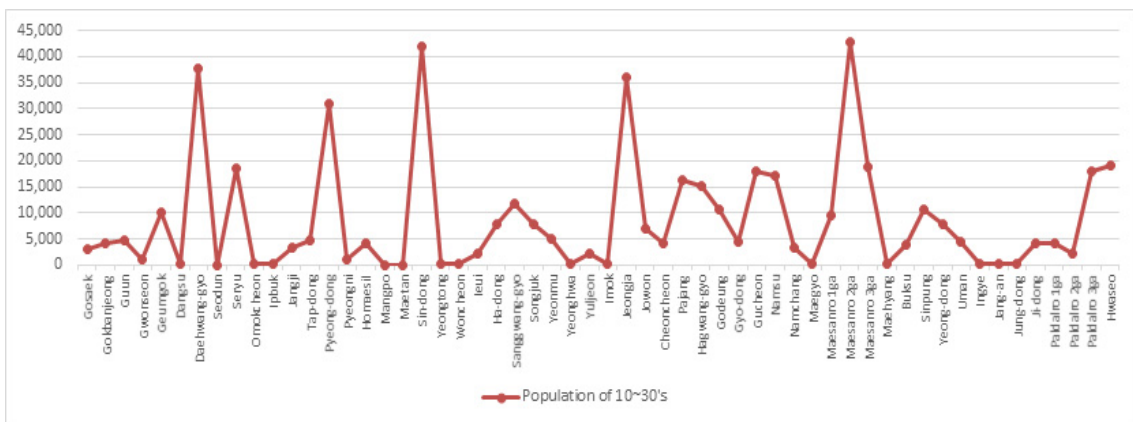


Fig. 3. The Population of 10~30's

신동(41,904명), 권선구 대향교동(37,727명), 장안구 정자동 (36,126명) 순이었다. 앞서 분석한 자전거도로 현황과 마찬가지로 자전거 이용수요가 많은 지역 또는 인접한 지역의 10~30대 인구가 많은 것으로 나타났다. 수원시 지역별·법정동별 10~30대

인구 수 현황은 Fig. 3과 같다.

지역별·법정동별 버스 정류장 수, 철도역 수, 터미널 수를 합한 교통시설의 총합과 초·중·고 학교 수, 상업시설 수, 산업시설 수를 합한 인접 건축시설의 총합을 확인한 결과, 교통시설은 영통구



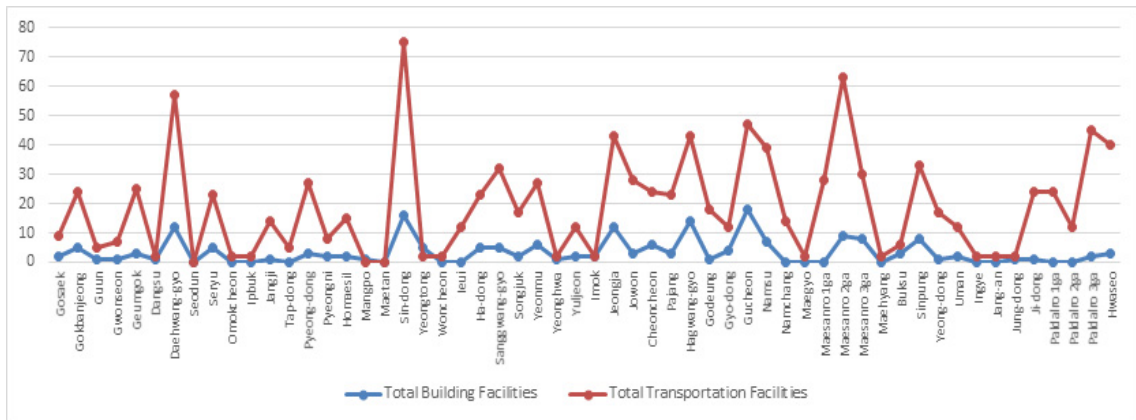


Fig. 4. The Number of Facilities (Transportation, Education, Commercial, Industry)

신동(75개소), 팔달구 매산로2가(63개소), 권선구 대왕교통(57개소), 팔달구 구천동(47개소) 순으로 많은 것으로 나타났고 건축시설은 팔달구 구천동(18개소), 영통구 신동(16개소), 권선구 대왕교통(12개소), 장안구 정자동(12개소) 순으로 많은 것으로 나타났다. 수원시 지역별·법정동별 버스 정류장 수, 철도역 수, 터미널 수를 합한 교통시설의 총합과 초·중·고 학교 수, 상업시설 수, 산업시설 수를 합한 건축시설의 총합 현황은 Fig. 4와 같다.

### 3.2.3 대여·반납 자전거 이용자 수

분석에 활용한 공유자전거 이용 데이터를 기반으로 수원시 공유자전거 대여·반납 분포도를 확인한 결과, 관내 중심지를 기준으로 대여·반납 횟수가 많은 것으로 나타났고, 외곽으로 나갈수록 이용건수가 감소함을 확인할 수 있었다. 수원시 공유자전거 대여·반납 분포도는 Fig. 5와 같다. 지역별·법정동별 주중 공유자전거 대여·반납 현황 분석 결과, 장안구 정자동이 대여 7,899건, 반납 7,903건으로 공유자전거 이용건수가 가장 높은 것으로 분석되었다. 권선구 권선·세류동, 영통구 매탄동, 장안구 화서·천천동, 팔달구 인계동 등 자전거도로 정비율이 높고 택지지구 인근의 대규모 주거시설과

상업시설이 밀집된 지역과 인접 지역을 중심으로 공유자전거 이용이 많은 것으로 분석되었다. 대여·반납수가 1,000건 미만인동이 많이 포함되어 있는 구는 권선구와 팔달구로 나타났다. 이러한 이용패턴을 보이게 된 이유는 권선구의 경우에는 상대적으로 이용자가 적을 것으로 보이는 인구밀도가 낮고 미개발지가 일부 존재하며, 자전거도로가 정비되어 있지 않은 외곽지역이 존재하기 때문으로 판단된다. 또한, 팔달구의 경우에는 수원시의 구도심으로 수원역과 영동시장, 화성행궁이 위치하고 있으며 도로 및 보도폭이 협소하고, 차량 및 보행 통행량이 많이 혼잡하여 자전거 통행 여건이 열악하므로 공유자전거 이용건수가 타 지역 대비 상대적으로 낮은 것으로 판단된다. 수원시 구별 대여·반납 횟수는 Table 1과 같다.

## 3.3 공유자전거 이용수요에 미치는 다중회귀분석 모형 개발

### 3.3.1 모형 개요

앞서 구축한 데이터에 다중회귀분석 방법론을 접목하여 공유자전거 이용수요 영향요인을 분석하였다. 전술한 바와 같이 다중회귀분석의 종속변수는 dockless형 공유자전거 대여 및 반납 총합을 선정하였고, 독립변수는 자전거 전용도로 연장, 자전거 전용차로

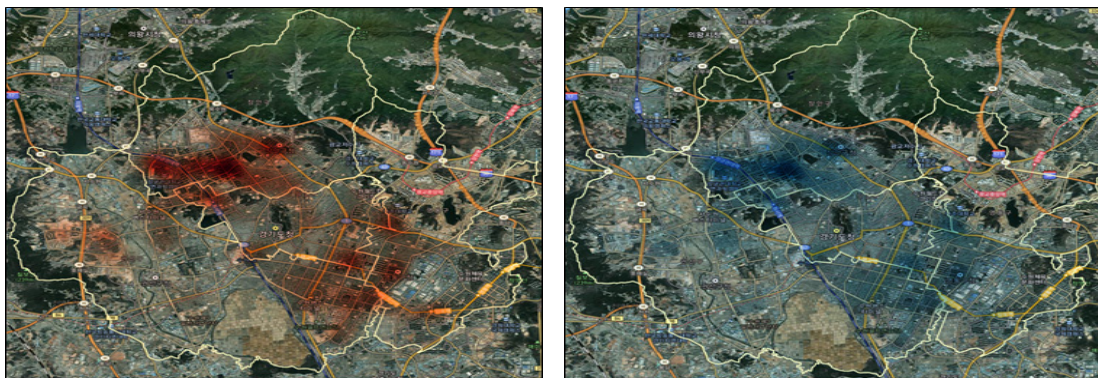


Fig. 5. Distribution Map of Bike Sharing System Rental(Left) and Return(Right) Status

**Table 1.** Bike Sharing System Rental-Return Status of Areas and Districts of Suwon

Class	Rental areas				Return areas			
	Gwonseon	Yeongtong	Jang-an	Paldal	Gwonseon	Yeongtong	Jang-an	Paldal
Over 7,000	-	-	Jeongja	-	-	-	Jeongja	-
6,000-7,000	Gwonseon	-	-	-	Gwonseon	Maetan	-	-
5,000-6,000	-	Maetan	-	-	-	-	-	-
4,000-5,000	-	-	Hwaseo	Ingye	-	-	Hwaseo	Ingye
3,000-4,000	Seryu	-	Cheoncheon	-	Seryu	-	Cheoncheon	-
2,000-3,000	Geumgok, Homaesil	Woncheon, Yeongtong	Jowon, Songjuk, Yeonghwa	Uman	Geumgok, Homaesil	Woncheon	Jowon, Songjuk, Yeonghwa	Uman
1,000-2,000	Guun, Top-dong, Seodun, Gosaek, Gokbanjeong	Mangpo	Yuljeon, Pajang	-	Guun, Top-dong, Seodun, Gosaek, Gokbanjeong	Yeongtong, Mangpo	Yuljeon, Pajang	-
Less than 1,000	Pyeong-dong, Pyeongni, Jangji, Ipbuk, Dangsu, Omokcheon, Daehwang-gyo	Ha-dong, Ieui, Sin-dong	Yeonmu, Imok, Sanggwang-gyo, Hagwang-gyo	Ji-dong, Gyo-dong, Yeong-dong, Maegyo, Godeung, Sinpung, Buksu, Jang-an, Namsu, Namchang, Maehyang, Gucheon, Maesanro 1,2,3-ga, Paldalro 1,2,3-ga	Pyeong-dong, Pyeongni, Jangji, Ipbuk, Dangsu, Omokcheon, Daehwang-gyo	Ha-dong, Ieui, Sin-dong	Yeonmu, Imok, Sanggwang-gyo, Hagwang-gyo	Ji-dong, Gyo-dong, Yeong-dong, Maegyo, Godeung, Sinpung, Buksu, Jang-an, Namsu, Namchang, Maehyang, Gucheon, Maesanro 1,2,3-ga, Paldalro 1,2,3-ga

**Table 2.** Factors Affecting the Number of Use of Bike Sharing System

Dependent Variable	Independent Variable	Standard Deviation	$\beta$	t	p-value
The number of use of bike sharing system	Constant	375.850	-	-.452	.654
	Length of bicycle roads	755.131	.000	-.007	.994
	Length of bicycle lanes	237.249	-.064	-1.012	.317
	<b>Length of bicycle-pedestrian roads (separated)</b>	<b>55.062</b>	<b>.031</b>	<b>.299</b>	<b>.767</b>
	Length of bicycle-pedestrian roads (non-separated)	219.068	.228	2.712	.010
	Length of riverside bicycle roads	128.797	.059	.743	.462
	<b>Population of 10~30's</b>	<b>.052</b>	<b>.330</b>	<b>2.012</b>	<b>.051</b>
	Number of bus stops	34.230	.207	1.241	.222
	<b>Number of railway stations</b>	<b>475.885</b>	<b>-.320</b>	<b>-4.143</b>	<b>.000</b>
	Number of terminals	1308.021	-.019	-.265	.793
	<b>Number of schools (elementary, middle, high)</b>	<b>168.363</b>	<b>.326</b>	<b>2.705</b>	<b>.010</b>
	<b>Number of commercial facilities</b>	<b>189.670</b>	<b>.196</b>	<b>2.396</b>	<b>.021</b>
	<b>Number of industrial facilities</b>	<b>177.956</b>	<b>-.231</b>	<b>-2.780</b>	<b>.008</b>
R=.921 <sup>a</sup> , R <sup>2</sup> =.849, revised R <sup>2</sup> =.805 F=19.234, p=.000					

연장, 자전거 겸용도로(비분리형) 연장, 자전거 전용도로(비분리형) 연장, 하천변 자전거도로 연장, 동별 10~30대 인구 수, 동별 버스 정류장 수, 철도역 수, 터미널 수, 초·중·고 학교 수, 상업시설 수, 산업시설 수를 선정하였다. 변수 간 상관관계는 R=0.921로 확인되어 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 결론적으로, 다중회귀 분석을 통해 종속변수와 독립변수의 상관관계를 분석하였고, 분석 결과를 토대로 dockless형 공유자전거 이용 영향요인을 도출하였다. 다중회귀분석 수행 결과는 다음과 같다.

$$y_{wd} = 0.228 \times BR + 0.330 \times YP - 0.320 \times RS + 0.196 \times CF - 0.231 \times IF + 0.326 \times S \quad (1)$$

여기서,  $y_{wd}$  : 공유자전거 이용수요 예측값

BR : 자전거 겸용도로(비분리)

YP : 동별 10~30대 인구 수

RS : 철도역 수

CF : 상업시설 수

IF : 산업시설 수

S : 초·중·고 학교 수

공유자전거 이용수요 데이터를 토대로 dockless형 공유자전거 이용 영향요인을 분석한 결과, 개정된  $R^2$  값은 0.849(수정계수에 의하면 0.805)로 나타났고, 공차는 0.132~0.909로 모든 영향요인이 0.1 이상으로 나타났으며, VIF는 모두 10 미만인 것으로 나타나 다중공선성은 없는 것으로 나타났다. 유의한 요인을 확인한 결과, 자전거 겸용도로(비분리), 동별 10~30대 인구 수, 철도역 수, 상업시설 수, 산업시설 수, 초·중·고 학교 수임을 알 수 있었고, 이를 통해 공유자전거 이용수요 영향요인을 확인할 수 있었다.

### 3.3.2 모형 분석 결과

다중회귀분석 모형을 통해 공유자전거 이용수요에 영향을 미치는 요인은 자전거 겸용도로(비분리), 동별 10~30대 인구 수, 철도역 수, 상업시설 수, 산업시설 수, 초·중·고 학교 수임을 알 수 있었다. 해당 요인들의 표준화 회귀계수  $\beta$  값을 확인한 결과, 자전거 겸용도로(비분리), 동별 10~30대 인구 수, 초·중·고 학교 수, 상업시설 수는 공유자전거 이용수요와 양의 상관관계를 보임을 알 수 있었고, 철도역 수, 산업시설 수와는 음의 상관관계를 보임을 알 수 있었다. 자전거 겸용도로(비분리) 연장이 클수록 공유자전거 이용수요가 많은 것을 통해 자전거 인프라가 잘 보급되어 있을수록 공유자전거 이용이 편리할 가능성이 높기 때문에 이용수요가 많다는 것을 유추할 수 있다. 또한, 다른 자전거 인프라와 달리 자전거 겸용도로(비분리)가 유의성을 나타낸 것은 이용자들이 타 유형의 자전거

인프라보다 자전거 겸용도로(비분리)에서 공유자전거에 접근하기 쉬운 것에서 기인한 것으로 보인다. 동별 10~30대 인구 수가 많을수록 공유자전거 이용수요가 많은 것은 해당 연령대의 인구가 타 연령대보다 경제활동을 하는 인구 비율이 적어서 자가용을 소유하고 있는 인구가 적고, 그에 따라 공공교통수단인 공유자전거를 선호하는 비율이 높은 것이라 볼 수 있다. 초·중·고 학교 수와 상업시설 수가 많을수록 공유자전거 이용수요가 큰 것은 동별 10~30대 인구 수 요인의 영향으로 볼 수 있는데, 초·중·고 학교는 10대 인구가 교육 받는 시설이고, 상업시설의 경우에도 주이용 연령층이 10~30대인 것에서 기인한 것이라 볼 수 있기 때문이다.

한편, 철도역 수와 산업시설 수는 공유자전거 이용수요와 음의 상관관계를 보인 것을 알 수 있었다. 철도역 수와 공유자전거 이용수요가 음의 상관관계를 보인 이유는 우선 공유자전거로 통행하는 것보다 도시철도 또는 광역철도로 통행하는 것이 빠르기 때문으로 보인다. 또한, 공유자전거는 환승할인이 적용되지 않기 때문에 관내 통행 시 환승할인이 적용되는 버스 또는 철도를 이용하는 것이 효율적이라 판단하였기 때문으로 보인다. 산업시설 수와 공유자전거 이용수요가 음의 상관관계를 보인 이유는 산업시설의 특성에서 비롯된 것으로 판단된다. 산업시설은 산업단지에 입지해 있는 경우가 많은데, 이러한 산업단지는 블록 단위가 아닌 지구 단위로 구성된 경우가 많다. 지구 단위의 산업단지에서 공유자전거는 단지 내 통행에는 적합할 수 있으나, 타 지역과의 통행에는 지구 단위의 산업단지 특성상 통행거리 증가 및 통행시간 증가를 야기할 수 있기 때문에 효율성 측면에서 타 교통수단이 적합할 수 있기 때문으로 사료된다. 그리고 수원시 내에는 영통구 지역과 권선구 지역에 산업단지가 입지해 있는데 해당 산업단지들은 수원시 도심지에서 다소 거리가 있기 때문에 공유자전거를 이용하여 이동하기에는 무리가 있다. 따라서, 산업단지로 이동 시 다른 교통수단을 이용하여 통행하는 경우가 많을 것으로 사료된다.

## 4. 결론 및 정책 제언

본 연구는 수원시에서 도입되었던 dockless형 공유자전거인 모바이크의 이용자 빅데이터에 대한 이용특성 및 이용패턴을 분석하고, 이에 대한 다중회귀분석을 수행하여 dockless형 공유자전거 이용수요 영향요인을 규명하였다. 다중회귀분석 결과, 스테이션 없는 공유자전거 이용수요에 영향을 미치는 요인은 자전거 겸용도로(비분리), 동별 10~30대 인구 수, 철도역 수, 상업시설 수, 산업시설 수, 초·중·고 학교 수로 나타났다. 또한, dockless형 공유자전거 이용수요와 양의 상관관계를 나타낸 요인은 자전거 겸용도로(비분리), 동별 10~30대 인구 수, 초·중·고 학교 수, 상업시설 수로 나타났고, 음의 상관관계를 나타낸 요인은 철도역 수, 산업시설



수로 나타났다. 도출한 영향요인을 통해 dockless형 공유자전거 이용수요에 영향을 미치는 요인은 자전거 관련 인프라 도입 현황과 주이용 연령층과 관련성이 높은 것을 알 수 있었다. 즉, dockless형 공유자전거의 안정적인 운영을 위해서는 자전거 관련 인프라를 지속적으로 확충해야 할 것으로 판단되고, 주이용 연령층을 파악하여 해당 연령층의 이용자들이 주로 이용하는 시설과 통행특성 등을 고려하여야 함을 확인할 수 있었다. 특히, 자전거 관련 인프라 개선은 dockless형 공유자전거 뿐 아니라, 자전거 이용의 편의성과 안전성을 개선하기 위해서는 필수적으로 이행되어야 하는 정책이라고 판단되는 바, 자전거 관련 인프라 확충은 지속적으로 이루어져야 한다고 판단할 수 있었다. 또한, 주 이용 연령층이 10~30대인 것을 고려하여 해당 연령층이 주로 이용하는 수원시 내 주요 상업시설을 중심으로 dockless형 공유자전거의 이용 편의성을 개선하면 이용률이 증대될 것으로 판단할 수 있었다. 이에 더하여, 철도역 수, 산업시설 수가 dockless형 공유자전거 이용수요와 음의 상관관계를 보인다는 특성을 통해 dockless형 공유자전거에 대한 운영방안을 도출할 수 있었다. 철도역 수가 공유자전거 이용수요와 음의 상관관계를 보인 이유 중 하나가 공유자전거는 환승할인이 적용되지 않기 때문으로 판단되는 바, 향후 dockless형 공유자전거에 대한 환승할인을 도입하거나 MaaS(Mobility as a Service) 등 통합형 교통플랫폼을 도입하면 이용수요가 보다 늘어날 것으로 사료된다. 그리고 산업시설 수와 공유자전거 이용수요가 음의 상관관계를 보인 이유 중 하나가 산업시설이 입지해 있는 산업단지가 도심지로부터 다소 거리가 있기 때문에 공유자전거를 이용하여 이동하기에는 무리가 있기 때문으로 판단되는 바, dockless형 공유자전거 도입 시, 대상 지역에 대한 도입 여건을 파악해야 할 것으로 판단된다.

향후 연구과제로는 두 가지가 있다. 첫째로는 개인형 이동장치 이용수요 영향요인 관련 연구가 수행되어야 한다는 것이다. 개인형 이동장치는 해를 거듭할수록 이용수요가 증가하고 있는 상황이고, 특히 이용자들이 공유교통수단으로써 이용하고 있는 상황이나, 이용수요에 영향을 주는 요인과 관련된 연구는 상대적으로 미흡한 상황이다. 이에 따라, 공유자전거에 이어 개인형 이동장치 이용수요 영향요인을 분석해야 할 것으로 보인다. 둘째로는 MaaS(Mobility as a Service) 등 통합형 교통플랫폼 이용특성 및 이용 영향요인 분석을 수행해야 한다는 것이다.

2020년 12월 도로교통법 개정으로 개인형 이동장치(PM, personal mobility)도 자전거 도로를 통행할 수 있게 되었고, 개정에 따른 이용 편의성 개선으로 인해 개인형 이동장치의 이용자 및 이용수요가 지속적으로 증가하고 있는 상황이다. 그러나 이러한 이용현황에 비해 개인형 이동장치의 이용수요 영향요인 관련 연구는 상대적으로 미흡한 상황이다. 따라서, 향후에는 개인형 이동장치

이용수요 영향요인 관련 연구를 수행해야 할 것으로 판단된다. 이는 향후에 도입될 MaaS(Mobility as a Service) 등 통합형 교통플랫폼 이용 특성 및 이용 영향요인 분석에도 대응할 수 있을 것으로 판단되는데, MaaS를 구성하는 교통수단 중 하나가 dockless형 공유자전거 및 개인형 이동장치로 예상되기 때문이다. 결과적으로, 본 연구 결과가 향후 국내 타 지방자치단체에 dockless형 공유자전거를 도입하는 경우 적절한 운영 모델 도출과 운영방안 설정에 기여할 수 있기를 바라며, dockless형 공유자전거가 향후 미래에 도입될 MaaS의 구성 교통수단 중 하나인 바, 통합형 교통플랫폼 이용 특성 및 이용 영향요인 분석에도 활용될 수 있기를 기대한다.

## 감사의 글

본 연구는 수원시정연구원에서 수탁연구로 수행한 “수원시 스테이션 없는 공유자전거 이용환경 개선방안” 연구 데이터를 활용하여 수행된 것입니다.

## References

- Cho, B. Y. and Yoon, Y. C. (2017). “A study on the influential factors affecting user satisfaction : Focused on ‘Tashu’ in Daejeon Metropolitan City.” *Institute of Social Sciences Chungnam National University, Journal of Social Science*, Vol. 28, No. 1, pp. 155-174 (in Korean).
- Do, M. and Noh, Y. S. (2014). “Analysis of the affecting factors on the bike-sharing demand focused on Daejeon City.” *KSCOE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, Vol. 34, No. 5, pp. 1517-1524 (in Korean).
- Efthymiou, D., Antoniou, C. and Wassell, P. (2013). “Factors affecting the adoption of vehicle sharing systems by young drivers.” *Journal of Transport Policy*, Vol. 29, pp. 64-73.
- Jang, A. Y. and Lee, H. (2018). “Impact factors on using of factors that affect the using of bicycle sharing service -Focusing on consumer comparison between Korea and China.-” *DAEHAN Association of Business Administration*, p. 129 (in Korean).
- Kim, S. H. (2018). Operation status and promotional task in Dockless Bicycle Sharing System in Suwon (Presentation material) (in Korean).
- Kim, S. H. (2018). “The improvement plan of dockless bicycle sharing system in suwon using satisfaction survey.” Suwon Research Institute.
- Kim, S. H., Oh, S. C. and Choi, K. C. (2019). “Bike travel pattern analysis for station free bike sharing system in Suwon.” *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 37, No. 2, pp. 110-123 (in Korean).
- Lee, J. H., Jeong, G. O. and Shin, H. C. (2016). “Impact analysis of weather condition and locational characteristics on the usage of

- public bike sharing system.” *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 34, No. 5, pp. 394-408 (in Korean).
- Lee, J. Y. and Lim, Y. T. (2010). “The establishment of B-TOD concept and setting up transit access distance by cycling.” *Journal of the Korea Planners Association*, Vol. 45, No. 6, pp. 149-160 (in Korean).
- Lee, K. J. and Choi, K. C. (2010). “A bike mode share estimation model and analysis of the bike demand factor effects.” *Journal of Korean Society of Transportation*, Vol. 28, No. 3, pp. 145-155 (in Korean).
- Ricci, M. (2015). “Bike sharing : A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation.” *Research in Transportation Business & Management*, Vol. 15, pp. 28-38.
- Shin, H., Kim, D. and Joung, S. (2012). “Impact Analysis on Bike-Sharing and Its Improvement Plan.” The Korea Transport Institute (in Korean).
- Yu, S., Xiaohu, Z. and Jinhua, Z. (2018). “Understanding the usage of dockless bike sharing in Singapore.” *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol. 12, No. 9, pp. 686-700.
- Yang, X., Dacheng, C., Xiaohu, Z., Wei, T., Yuanyang, C., Yu, S. and Carlo, R. (2019). “Unravel the landscape and pulses of cycling activities from a dockless bike-sharing system.” *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 75, pp. 184-203.