

팬데믹 전후 공공자전거의 마이크로 모빌리티 패턴 비교: 서울시 사례 연구

Comparison of Micro Mobility Patterns of Public Bicycles Before and After the Pandemic: A Case Study in Seoul

조재희¹ · 백가은² · 서일정^{3*}

광운대학교 정보융합학부¹, 플랜인피닛 연구소², 경기대학교 ICT융합학부³

요 약

코로나19와 같은 팬데믹 현상이 사람들의 이동성에 어떤 변화를 일으켰는지 살펴보기 위해 서울시 공공자전거 대여이력 데이터를 분석하였다. 2019년과 2021년 데이터를 코로나 이전과 이후로 구분해 비교·분석하였다. 공공데이터 포털사이트에서 데이터를 수집하였고, 심층적인 분석을 위해 데이터마트를 만들었다. 주행방향유형 차원과 대여소유형 차원을 추가하였고, 파생변수(대당 회전율과 이용속도)를 생성하여 두 기간의 변화를 비교하였다. 코로나 이전과 이후 평균 이용시간에는 큰 차이가 없지만, 평균 이용거리와 평균 이용속도는 감소하였다. 생활 리듬이 다소 느려진 현상이 따릉이 이동성에서도 나타나고 있다. 평일의 경우 코로나 이전에도 출·퇴근 시간대에 가장 많은 임대가 일어났으나, 코로나 이후에 급증하였다. 감염을 염려하기 시작한 사람들이 마이크로 모빌리티 수단으로 마을버스보다 따릉이를 선호한다고 해석할 수 있다. 본 연구에 제안된 데이터마트 기반 시각화 및 분석 결과는 공공자전거 운영과 정책 개발에 인사이트를 제공할 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 트위터, 인스타그램과 같은 SNS 데이터와 공공자전거 데이터를 병합하여 살펴볼 필요가 있다. 자전거를 이용한 사람이 여러 장소에서 보인 행동 패턴 등을 다양하게 살펴본다면, 관련 연구의 가치가 향상될 수 있을 것으로 기대한다.

■ 중심어 : 마이크로 모빌리티, 공공자전거 공유시스템, 팬데믹, O-D분석

Abstract

The rental history data of public bicycles in Seoul were analyzed to examine how pandemic phenomena such as COVID-19 caused changes in people's micro mobility. Data for 2019 and 2021 were compared and analyzed by dividing them before and after COVID-19. Data were collected from public data portal sites, and data marts were created for in-depth analysis. In order to compare the changes in the two periods, the riding direction type dimension and the rental station type dimension were added, and the derived variables (rotation rate per unit, riding speed) were newly created. There is no significant difference in the average rental time before and after COVID-19, but the average rental distance and average usage speed decreased. Even in the mobility of Ttareungi, you can see the slow rhythm of daily life. On weekdays, the usage rate was the highest during commuting hours even before COVID-19, but it increased rapidly after COVID-19. It can be interpreted that people who are concerned about infection prefer Ttareungi to village buses as a means of micro-mobility. The results of data mart-based visualization and analysis proposed in this study will be able to provide insight into public bicycle operation and policy development. In future studies, it is necessary to combine SNS data such as Twitter and Instagram with public bicycle rental history data. It is expected that the value

2022년 11월 28일 접수; 2022년 12월 13일 수정본 접수; 2022년 12월 15일 게재 확정.

* 본 연구는 2022년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

† 교신저자 (ijseo@kyonggi.ac.kr)

of related research can be improved by examining the behavior of bike users in various places.

■ Keyword : Micro Mobility, Public Bicycle Sharing System, Pandemic, Origin-Destination Analysis

I. 서론

코로나와 같은 팬데믹 상황에서는 사람이 밀집하여 이동하는 대중교통보다 자전거와 같은 개인용 이동수단에 대한 선호도가 높아진다. 자전거는 타인과 대면하지 않아도 된다는 장점으로 코로나 상황에서도 안전한 생활교통수단으로 인정받고 있다[1-3]. 또한, 탄소, 유류비, 온난화 처리비용 등을 절감하여 환경 보호를 위한 실천이 가능하며 짧은 거리를 신속하게 이동할 수 있다는 장점이 있다. 그리고 자전거는 대중교통이 취약한 지역에서도 교통수단으로 활용할 수 있다는 점 때문에 도시재생과 밀접하게 관련되어있다 [4,5].

공공자전거 공유시스템(Public Bicycle Sharing Systems)은 서비스형 모빌리티(Mobility as a Service)로 네덜란드 암스테르담, 덴마크 코펜하겐, 프랑스 파리 등 전 세계 대도시에서 운영되고 있다[6]. 서울시도 저탄소 녹색성장을 기조로 2010년 시범 사업을 거쳐 2015년 9월부터 ‘따릉이’라는 이름으로 공공자전거 공유시스템을 운영하기 시작하였다.

코로나 이후 비대면 교통수단인 공공자전거의 이용이 급격히 증가한 것으로 보고되고 있고, 이와 더불어 이용 패턴의 변화도 예상할 수 있다. 시민의 이용 수요가 반영된 공공자전거 공유서비스를 제공하기 위해서는 이용 패턴에 관한 지속적인 관심과 분석이 필요하다. 본 연구는 코로나 전후의 공공자전거 이용행태의 변화를 발견하고 인사이트를 도출함으로써 팬데믹 상황에서도 공공자전거 서비스가 효율적으로 운영되는 데 기여

하고자 한다.

2019년과 2021년의 따릉이 대여내역 데이터를 수집하여 코로나 이전과 이후의 이용패턴을 다차원적으로 비교분석을 하였다. 전처리 과정을 거친 후 분석을 위한 데이터마트를 구축하였다. 이전 연구[7,8]보다 상세한 행태 분석을 위해 두 가지 차원(주행방향 유형, 대여소 유형)과 두 가지 파생변수(대당 회전율, 이용속도)를 추가하였다. 그리고 따릉이의 마이크로 모빌리티(Micro Mobility) 역할을 살펴보기 위하여 출퇴근 시간대 이용 패턴의 변화를 중점적으로 분석하였다.

II. 공공자전거 마이크로 모빌리티에 관한 연구

국내외 공공자전거 연구 중에서 마이크로 모빌리티에 관한 선행연구를 고찰하였다. 퍼스트-라스트 마일(First-Last Mile)은 개인이 대중교통수단이 닿지 않는 곳에서 자전거, 킥보드와 같은 수단을 이용해 이동하기 때문에 생겨난 개념이다 [9]. 사람들은 목적지에 도착하기 위해서 다양한 대중교통을 이용하는데, 조성진 등[10]은 퍼스트-라스트 마일의 개념에 대해서 여러 교통수단을 하나의 교통수단인 것처럼 이용하는 효율적이고 편리한 서비스라고 정의하였다. 김민정 등[11]은 공유수단(공공자전거, 전기자전거, 전동킥보드 등)을 대중교통과 복합적으로 이용하여 목적지까지 불편함 없이 도착할 수 있는 결절점을 연결하는 출발 접근과 도착 접근을 비교하였고, 환승하는 사용자들의 편의가 우선시 될 수 있는 도로 네트워크 서비스 방식을 제안하였다. Murphy &

Usher[12]는 아일랜드 더블린시 공유자전거의 역할과 영향을 분석하여 공유자전거가 교통수단 선택에 영향을 끼친다는 결론에 도달하였고, 결과적으로 지하철역 부근에 대여소를 추가 설치하고 더 많은 자전거를 공급하는 결과를 초래하였다.

이재영과 임운택[13]은 자전거 이용자 수가 증가함에 따라 권역 확장 효과를 발생시킬 수 있으므로 B-TOD(Bicycle-Transit Oriented Development)로 발전된 개념이 도입되어야 한다고 제안하였다. Lee et al.[14] 역시 B-TOD를 통해 대중교통에 대한 수요가 증대될 수 있다고 하였고, 서울과 대전을 이용해 증명하였다. 즉, 자전거와 대중교통을 연계한 유형에 따라 평균 이용시간을 구한 후 이용누적시간을 이용해 이용권역에 관한 적정 범위를 계산하였다.

서한림 등[15]은 인구 통계적 특성을 이용해 공공자전거 사용자를 그룹화하였고, 이들의 이동 행태를 지리적 분포로 나타내었다. 분석 결과, 대여소 위치와 주변 환경이 이용량에 영향을 미친다고 결론 내렸다. 박현진[16]은 마이크로 모빌리티 이용자는 원하는 시간에, 원하는 장소로 쉽게 이동할 수 있지만, 기존의 대중교통과는 달리 이용량 변동의 폭이 클 것으로 예측하였다.

따름이 대여이력 데이터를 분석한 연구로는 조재희 등[7]과 서일정 등[8]이 있다. 전자는 코로나 이전 기간인 2019년 1년간의 데이터를 이용한 데 반해 본 연구는 2021년도 데이터를 추가함으로써 코로나 전후 이용 패턴을 비교할 수 있게 되었다. 후자는 2019년 5월과 2021년 5월 각 1개월 동안의 대여이력 데이터를 대상으로 네트워크 분석을 시행, 두 기간 사이의 네트워크 지수의 변화와 연결중심성이 높은 인기 대여소의 변화를 발견하였으나, 이 기간에 대여소와 자전거가 많이 증가한 사실을 간과하고 데이터를 분석하였다.

III. 연구 방법

3.1 연구 데이터

분석 대상 지역은 서울시 25개 행정구 전역으로 하였고, 이를 위해서 연구 데이터는 ‘서울특별시 공공자전거 대여이력 정보’로 결정하였다. 이 데이터 세트는 ‘서울 열린 데이터광장’에서 내려받았는데, 출발지와 도착지가 포함된 전형적인 OD(Origin-Destination) 데이터로써, 간단한 데이터 필드로 구성되어 있다. 즉, 어떤 자전거(자전거번호)를 언제 어디서 빌려서(대여일시/대여대여소번호/대여대여소명/대여거치대) 언제 어디로 반납하였는지(반납일시/반납대여소번호/반납대여소명/반납거치대)에 대한 정보가 기록되어 있다. 그리고 두 가지 측정지표(이용시간, 이용거리)가 포함되어 있다. 대여소의 속성이 기록되어 있는 ‘공공자전거 대여소 정보(21.06.30 기준)’를 내려받아 OD 데이터와 조인시켜 이용하였다.

코로나 발생 이전과 이후의 공공자전거 이용 패턴을 비교·분석하기 위해 2019년 상반기와 2021년 상반기 데이터를 사용하였다. 전체 데이터는 21,165,795건이었는데, 이상이 있는 레코드(이용시간 120분 초과, 이용거리 0m, 이용거리 50km 초과, 시속 25km 초과)는 전처리 과정에서 약 138만 건(6.5%)이 제거되어 최종적으로 분석에 사용한 데이터는 19,785,789건이다. 한편 주행 방향이 단방향(대여 장소와 반납 장소가 다른 경우)인지, 양방향(대여 장소와 반납 장소가 같은 경우)인지 여부는 마이크로 모빌리티 분석에 중요한 관점인데, 대여와 반납 두 대여소 간 직선거리가 200m 이내이면 같은 대여소로 간주하였다.

[표 1]은 코로나 이전과 이후의 공공자전거 임대에 관한 기본적인 집계정보를 정리한 것이다. 이 기간에 임대건수는 71% 증가하였고, 평균 이용시간은 6%(2분) 정도 늘었지만, 평균 이용거리와 평균 이용속도는 각각 8%(300m), 14%(시속 1.4km) 감소하였다. 코로나 때문에 전반적으로

사람들의 이동성이 느려진 것을 엿볼 수 있다. 자전거의 총량은 30%(6,586대) 증가하였고, 대여소 개수도 62%(950곳)나 증설되었다.

그러나 이러한 기본 집계만으로는 코로나의 영향으로 인해 공공자전거 이용률이 늘어난 것인지, 단순히 자전거와 대여소가 늘어남에 따라 이용률이 자연 증가한 것인지 파악이 어렵다. 따라서 자전거 ‘대당 회전율’(1대당 임대건수)이라는 변수를 만들었다. 이 변수는 임대건수를 자전거 고유개수로 나눈 비율인데, 자전거의 순 증가량을 고려한 이용량이다. 코로나 이후 대당 회전율이 31%(104회; 월평균 17회)나 늘어난 것으로 보아 코로나의 영향으로 인해 공공자전거의 실질적

〈표 1〉 코로나 이전과 이후의 공공자전거 임대 집계

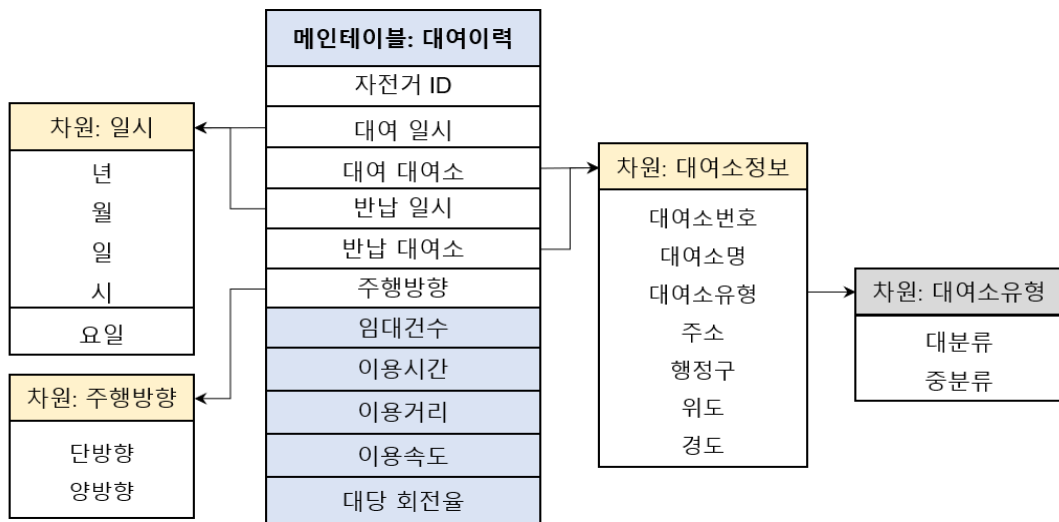
측정지표	2019	2021	변화율
임대건수	7,254,644	12,401,124	71%
대여소	1,524	2,474	62%
자전거	21,865	28,451	30%
대당 회전율	332	436	31%
평균 이용시간(분)	25	27	6%
평균 이용거리(km)	3.6	3.3	-8%
평균 이용속도(km/h)	9.8	8.4	-14%

인 이용량이 증가한 것으로 추정된다.

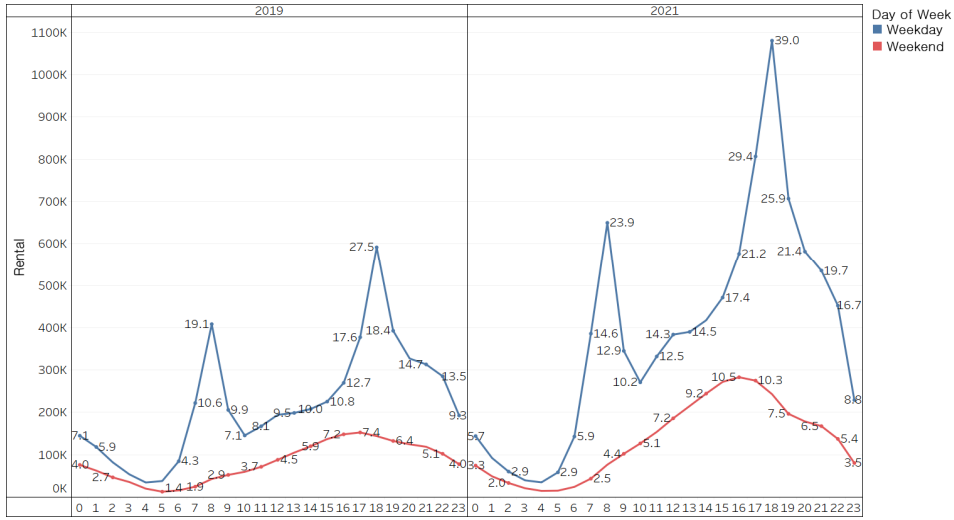
3.2 데이터마트 설계 및 구현

공공자전거 이용패턴 분석을 위한 데이터마트는 ‘대여이력’이라는 사실테이블과 ‘일시’, ‘주행방향’, ‘대여소정보’라는 세 개의 차원테이블로 구성하였다[그림 1 참조]. 사실테이블은 자전거 ID, 대여 일시, 대여 대여소, 반납 일시, 반납 대여소, 주행방향이라는 여섯 가지 차원과 임대건수, 이용시간, 이용거리, 이용속도, 대당 회전율이라는 다섯 가지 측정지표를 포함하고 있다.

일시 차원테이블에는 대여와 반납에 관한 년, 월, 일, 시, 요일 정보가 있고, 주행방향 차원테이블에는 대여 대여소와 반납 대여소의 동일성 여부를 판단할 수 있는 단방향과 양방향이다. 대여소정보 차원테이블에는 대여와 반납에 관한 대여소번호와 대여소명, 대여소유형, 주소, 행정구, 경도와 위도가 있고, 대여소유형을 참조하는 지식 차원인 대여소유형 차원테이블에는 대분류와 중분류가 있다. 대분류의 예는 교통시설/주거시설/편의시설/교육시설이고, 중분류의 예는 지하철역/아파트/공원/대학교이다.



〈그림 1〉 공공자전거 이용패턴 분석을 위한 데이터마트 스키마



〈그림 2〉 코로나 이전과 이후의 시간/요일별 임대건수와 대당 회전율

IV. 연구 결과

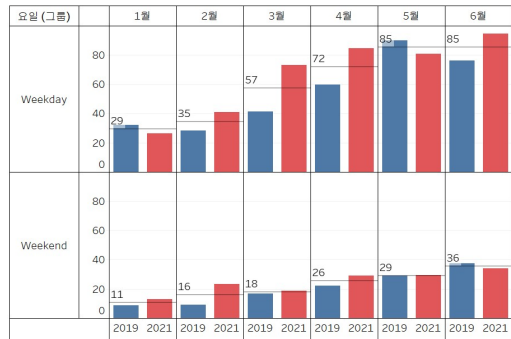
4.1 일시 차원의 임대건수 비교

[그림 2]는 평일(월-금)과 주말(토·일)의 시간대별 임대건수를 살펴본 것으로, 출퇴근 시간대에 쌍봉이 나타나는 선이 평일 차트이고, 나머지 단봉 선이 주말 차트이다. 선에 표시된 수치는 대당 회전율이다. 코로나 이전과 이후의 임대건수는 큰 폭으로 차이가 났지만, 추세의 차이는 없는 것으로 보인다. 이 그래프의 추세 패턴을 기준으로 시간대를 새벽 시간대(0~6시), 출근 시간대(7~9시), 낮 시간대(10~16시), 퇴근 시간대(17~19), 밤 시간대(20~23시)로 그룹화하였다.

주말은 낮 시간대에 여유롭게 자전거를 이용하는 반면, 평일에는 출근 시간대와 퇴근 시간대에 임대건수가 급격하게 올라가는 현상이 나타난다. 지하철과 같은 대중교통과는 달리 따릉이의 경우 출근시간대 임대건수의 총량이 퇴근시간대 총량에 비해 훨씬 적다. 이것은 출근시간에는 급하기 때문에 지하철역으로 이동하기 위해 자전거보다는 마을버스와 같은 빠른 교통수단을 더 많이 이용하기 때문이다. 여기서도 2021년의 대당 회전율이 일부 심야 시간대(23시~5시)를 제외하

고 높은 것을 알 수 있다. 코로나의 영향으로 운동 및 여가생활에도 변화가 있는 것으로 보인다. 주말 낮 시간대에 실내에 머물기보다는 자전거를 타고 야외활동을 즐기는 인구가 약 2배 정도(오후 4시대 15만 건에서 30만 건) 증가하였다.

[그림 3]에서는 코로나 이전과 이후의 대당 회전율을 월별로 비교하였다. 평일과 주말을 구분해 살펴본 결과, 주말보다 평일이 월등하게 높은 이용률을 보인다. 코로나 이전에는 5월까지 대당 회전율이 증가하다가 6월에 감소하는 것으로 나타났다. 하지만, 코로나 이후에는 3월부터 6월까지 지속해서 대당 회전율이 높게 나타났다. 6월이 되면 더위가 찾아오기 때문에 코로나 이전에는 자



〈그림 3〉 코로나 이전과 이후의 월별 대당 회전율

전거를 타는 것보다 대중교통을 이용해 시원하게 이동했다면, 코로나 이후에는 덩더라도 대인 접촉을 피할 수 있는 이동수단을 선택한 것으로 추정한다.

4.2 대여소유형 차원의 이동량 비교

[표 2]는 대여소 ‘대분류’ 중 임대건수 상위 5개를 나열한 것으로 대여 장소 대분류는 행에, 반납 장소 대분류는 열에 놓아 코로나 이전과 이후의 대여소 대분류 간 이동량을 산출하였는데, 평일과 주말 모두 증가하였음을 볼 수 있다.

교통시설 간 임대건수는 코로나 전후로 현격한 차이가 나타났는데, 이것은 비교적 가까운 두 지하철역 간 이동 시 자전거를 이용했거나, 환승

버스 대신 자전거를 이용했다고 추측할 수 있다. 교통시설과 주거시설 간 임대건수 편차 역시 큰 것을 알 수 있다. 지하철역에서 내려서 보통 마을 버스를 탔었는데, 코로나 이후에는 따릉이를 타고 집으로 가는 사람들이 더 많아졌다고 설명할 수 있다. 그러나 여기서도 임대건수 보다는 대당 회전율로 이동패턴을 설명하는 것이 더 편리하다.

[표 3]은 [표 2]에서 살펴본 대여소 대분류의 중분류 중 하나씩을 선택한 후 두 기간 사이의 대당 회전율 증감량을 계산하였다. 교통시설 중 지하철역, 주거시설 중 아파트, 편의시설 중 공원, 그리고 교육시설 중 대학교를 선택했다. 대부분의 중분류에서 코로나 이후에 회전율이 높게 나타났으나, 대학교가 포함된 경로의 이용률은 매우 낮게 증가했거나, 많이 감소하였다. 코로나

〈표 2〉 대여소 유형 대분류 간 이동량 변화

대분류	요일	교통시설		주거시설		편의시설		교육시설	
		2019	2021	2019	2021	2019	2021	2019	2021
교통시설	평일	1,372,139	1,959,729	248,786	526,919	230,537	373,010	182,292	356,292
	주말	577,070	752,173	94,168	171,594	85,615	134,867	63,549	117,572
주거시설	평일	255,720	530,212	110,489	322,262	54,326	126,566	30,307	105,907
	주말	26,447	179,369	53,834	141,224	20,435	46,977	11,627	36,953
편의시설	평일	236,636	373,740	52,945	124,703	89,919	173,045	29,416	80,275
	주말	87,766	137,714	20,088	45,635	45,966	91,301	11,135	29,228
교육시설	평일	190,141	362,128	30,683	105,740	31,372	81,002	84,403	181,733
	주말	64,586	122,076	11,499	35,953	11,688	29,459	31,312	77,096

〈표 3〉 대여소 유형 중분류 간 대당 회전율의 변화

요일	중분류	지하철역	아파트	공원	대학교
평일	지하철역	6%	63%	28%	-27%
	아파트	59%	111%	56%	8%
	공원	24%	50%	43%	0%
	대학교	-23%	8%	0%	-25%
주말	지하철역	-2%	34%	20%	-7%
	아파트	36%	80%	23%	0%
	공원	25%	23%	30%	0%
	대학교	-7%	0%	0%	-11%

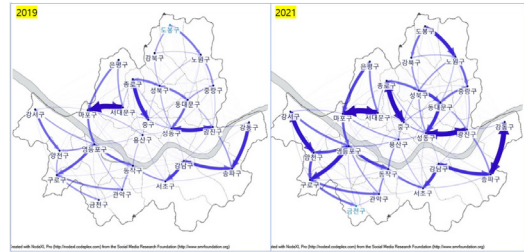
〈표 4〉 상위 5개 행정구의 측정지표 변화

측정지표	강서구	송파구	영등포	마포구	서초구
임대건수	195%	68%	63%	34%	37%
대당 회전율	112%	36%	27%	6%	10%
평균 이용시간	-7%	-1%	2%	8%	5%
평균 이용거리	-21%	-11%	-9%	-1%	-3%
평균 이용속도	-14%	-11%	-14%	-12%	-13%

로 인해 대부분 대학에서 대면 강의 보다는 비대면 강의를 진행하였고, 이에 따라 학생들이 등교하지 않았기 때문이다. 또한, 평일 지하철역과 지하철역 간의 따릉이 이용률 증가 폭(6%)이 다른 경로에 비해 매우 낮은데, 그 이유는 일반적으로 지하철은 장거리 이동수단이므로 자전거로 대체하기 어렵기 때문이다.

[표 4]에서는 임대건수 상위 5개 행정구의 코로나 전후의 측정지표 변화율을 비교해 보았다. 5개 행정구 모두 임대건수는 코로나 이전보다 이후에 증가하였으며, 특히 강서구에서는 다른 행정구와 비교를 할 수 없을 정도로 크게 증가하였는데, 그 원인은 마곡지구 개발과 관련이 있다. 2019년과 2021년 사이에 마곡지구가 급속히 완공되었는데, 여기에는 거대 아파트 단지, 기업 연구 단지, 상가 단지, 그리고 공원이 조성되었고, 따릉이 대여소 또한 여러 군데 신설되었다. 그러나 강서구의 평균 이용시간과 평균 이용거리는 다른 행정구에 비해 크게 감소(각각 7%, 21%)하였는데, 이것은 마곡지구가 강서구의 한 가운데 있기 때문이다. 즉, 마곡지구에 있는 지하철역 주변 따릉이 대여소가 마이크로 모빌리티 환승 허브 역할을 하고 있다. 한편 직장인이 많은 강남구의 경우 공공자전거 이용이 저조하여 5대 행정구에 포함되지 않는 것은 강남구의 지형이 구릉이 많아 자전거로 오르기에는 경사가 급하기 때문이다[17]. 이런 지역은 자전거보다 전동킥보드가 인기가 있다고 알려져 있다.

[그림 4]는 코로나 전후 행정구 간 이동량을 연결망 형태로 시각화한 것인데 전체적으로 이동량은 증가하였지만, 패턴에는 변화가 없는 것을 확인할 수 있다. 특히 강서구-양천구, 구로구-영등포구, 마포구-은평구, 종로구-중구, 도봉구-노원구, 성동구-중랑구, 송파구-강동구 간의 이동량 증가가 눈에 띄는데, 강변(한강)이나 천변(불광천, 중랑천, 안양천, 청계천 등)에 자전거 전용도로가 잘 발달하여 있기 때문이다.



〈그림 4〉 코로나 전후의 행정구 간 이동량 변화

4.3 주행방향 유형 차원의 측정지표 비교

[표 5]에서는 주행방향이 단방향인 경우와 양방향인 경우의 측정지표를 비교해 보았다. 만약 대여한 장소와 반납한 장소 간의 거리가 200m 이내라면, 대여와 반납이 같은 대여소에 이루어진 것으로 가정하였고, 이를 라운드트립(양방향)으로 간주하였다.

일반적으로 단방향 주행은 목적지가 있는 이동(90%)이고, 양방향 주행은 운동 및 여가활동을 위한 이동(10%)이다. 코로나 이후 출퇴근 또는 등하교 목적의 따릉이 이용보다 운동/여가활동을 위한 따릉이 이용이 더 크게 증가하였다. 대당 회전율도 여가활동 쪽이 더 크게 증가하였다. 이는 코로나의 영향으로 재택근무가 증가하여 여유시간이 더 생겼고, 가급적 여유시간을 실외에서 자전거를 타며 운동을 즐기는 사람이 많아졌다고 해석할 수 있다.

〈표 5〉 코로나 전후의 주행방향 유형의 측정지표 변화

측정지표	단방향	양방향	전체
임대건수	69%	87%	71%
대당 회전율	30%	45%	32%
평균 이용시간(분)	4%	0%	1%
평균 이용거리(km)	-6%	-9%	-8%
평균 이용속도(km/h)	-10%	-9%	-9%

평균 이용시간은 단방향 이용자가 코로나 이

전보다 1분 정도(23분에서 24분으로 증가) 더 탄다. 양방향 이용자는 변함없이 평균 49분 정도 이용하고 있다. 평균 이용거리는 단방향 이용자가 3.4km에서 3.2km로 감소했지만, 양방향 이용자는 5.5km에서 5.0km로 감소하였다. 평균 이용속도는 단방향 이용자와 양방향 이용자가 유사한 수준으로 감소하였다. 전자는 시속 8.9km에서 8.0km, 후자는 시속 6.7km에서 6.1km로 느려졌다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 총 19,785,789건의 서울시 공공자전거 대여이력 데이터를 이용해 코로나 이전과 이후를 비교하였다. 이를 위해 데이터마트를 구축하였고, 데이터 전처리와 분석은 엑셀, 태블로, 그리고 노드엑셀을 이용하였다. 따릉이 이용자들이 대여와 반납이라는 단순하지만, 반복적인 이벤트를 통해 남긴 출도착지(Origin-Destination) 데이터는 일종의 시공간 데이터이다. 즉, 출발지의 시간과 공간이 기록되어 있고, 도착지의 시간과 공간이 기록되어 있다. 본 연구에서는 이와 같은 시공간 데이터를 심층 분석하기 위해 다음과 같은 다양한 설계와 장치를 만들었다.

첫째, 2019년과 2021년은 2년이라는 시차가 있는데, 이 기간에 대여소가 950개소 추가되었고, 자전거 또한 6,586대 증가하였다. 따라서 따릉이 이용량이 변화했을 때 그 변화 요인이 시설 증가 때문인지, 코로나 여파 때문인지 분간하기 힘들다. 이를 위해 ‘대당 회전율’(따릉이 고유대수로 임대건수를 나눔; 따릉이 1대당 임대건수)이라는 변수를 만들었는데, 이는 시설 증가 요인을 감안한 측정지표라고 할 수 있다.

둘째, 공공자전거의 마이크로 모빌리티 역할을 살펴보기 위해 대여소의 유형을 대분류와 중분류로 나누었고, 평일 출·퇴근 시간대(7~9시, 17~19시)를 중점적으로 살펴보았다. 교통시설 간의 이동이 가장 높게 나타났지만, 교통시설과

주거시설 간의 이동 또한 높아 출·퇴근 시간대의 퍼스트-라스트 마일의 개념으로 이용률이 높은 것 또한 사실로 나타났다.

셋째, 주행방향 유형 차원을 만들어 공공자전거 이용 행태를 단방향 유형과 양방향 유형(라운드트립) 두 가지로 분류하였고, 목적지를 설정하고 이동하는 단방향 유형과 뚜렷한 목적지 없이 운동 또는 배회하는 양방향 유형에 대해 각각 이동거리, 이동속도, 이동시간 등과 같은 측정지표를 계산하고 해석하였다.

마지막으로, 모든 대여소 간 직선거리를 계산하여 200m 이내에 인접한 두 대여소는 같은 대여소로 간주하였고, 이에 따라 양방향 주행 비중을 9%에서 10%로 높일 수 있었다. 향후 연구에서는 동일 대여소 인정 거리를 현재의 2배인 400m로 설정하여 양방향 주행 비중을 높이는 것이 더 현실에 가깝다고 판단된다.

분석을 통해 얻은 결론은 다음과 같다. 코로나 이전과 이후 평균 이용시간에는 큰 차이가 없지만, 평균 이용거리와 평균 이용속도는 감소하였다. 생활 리듬이 다소 느려진 현상이 따릉이 이동성에서도 나타나고 있다. 평일의 경우 코로나 이전에도 출·퇴근 시간대에 가장 많은 임대가 일어났으나, 코로나 이후에 급증하였다. 감염을 염려하기 시작한 사람들이 마이크로 모빌리티 수단으로 마을버스보다 따릉이를 선호한다고 해석할 수 있다. 특히, 시간에 쫓기는 출근 시간대보다는 시간적 여유가 있는 퇴근 시간대에 더 많은 임대가 발생하였고, 자전거 대당 회전율도 출근 시간대에 29%로 증가하였는데, 퇴근 시간대에는 47%로 크게 증가하였다.

시민의 이용 수요가 반영된 공공자전거 공유시스템이 지속해서 체계적으로 운영될 수 있도록 이용패턴에 관한 지속적 연구가 필요하다. 향후 연구에서는 첫째, 글로벌 대도시와 비교했을 때 한국의 공유자전거 이용행태에 어떤 차이점과 유사점이 있는지 궁금하다. 다른 도시의 공공자전

거 대여이력 데이터만 확보된다면 본 연구에서 사용한 데이터 전처리 과정과 분석 틀을 적용하여 신속하게 분석할 수 있다.

둘째, 퍼스트-라스트 마일 지하철역과 주택가 대여소를 중점적으로 세분화해 분석할 필요가 있으며, 지하철보다는 단거리 교통수단인 마을버스와 버스 이용자에 관한 변화율 분석도 필요하다. 버스 이용자의 자전거 이용 전환율이 더 높을 것으로 추정된다.

셋째, 따릉이 이용자들이 이동 중에 어떤 장소나 사물에 관심을 보였는지 파악하기 위해 이용자의 트위터, 인스타그램과 같은 SNS 데이터와 병합해 분석할 필요가 있다. 사람들이 따릉이를 이용한 이동 중에 보인 이벤트들을 다양하게 살펴본다면, 관련 연구의 가치가 향상될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] <https://url.kr/hcvn2d>
- [2] <https://url.kr/rbe7nc>
- [3] <https://url.kr/37sluv>
- [4] 김의명, “저탄소 녹색성장 기반의 자전거 이용 정보 서비스”, 대한공간정보학회지, 제18권, 제3호, pp.75-81, 2010.
- [5] 윤상오, 이윤아, 도시재생을 위한 공공자전거 도입방안 연구: 천안시 사례를 중심으로 “; 한국공공관리학보, 제35권, 제1호, pp.199-223, 2021.
- [6] 윤승용, 민경훈, 고하정, “서울시 공공자전거 공유시스템(PBSS)의 시공간적 이용 패턴 분석 -서울시 여의도동을 중심으로-”, 한국조경학회지, 제48권, 제1호, pp.1-14, 2020.
- [7] 조재희, 백가은, “공공자전거 임대내역 데이터를 활용한 마이크로 모빌리티 패턴분석 연구”, 한국IT서비스학회지, 제20권, 제6호, pp.83-95, 2021.
- [8] 서일정, 조재희, “코로나19 전후 서울시 공공자전거 이용 패턴의 변화”, 한국빅데이터학회지, 제6권, 제2호, pp.139-149, 2021.
- [9] 신선화, *전동 킥보드 이용객들의 통행시간가치 및 영향요인* 석사학위논문, 서울대학교 대학원, 2020.
- [10] 조성진, 박가영, 문성국, 김현명, “대중교통 통행 동선 데이터를 이용한 서울시 대중교통 연결성 분석”, 한국도시철도학회논문집, 제7권, 제3호, pp.343-352, 2019.
- [11] 김민정, 김호용, 김희경, “스마트 모빌리티를 이용한 FMM과 LMM 서비스 권역의 정의에 관한 연구: 부산광역시 해운대구를 중심으로”, 대한교통학회지, 제37권, 제3호, pp.245-253, 2019.
- [12] E. Murphy & J. Usher, “The role of bicycle-sharing in the city: Analysis of the Irish experience,” *International journal of sustainable transportation*, Vol.9, No.2, pp.116-125, 2015.
- [13] 이재영, 임윤택, “자전거 이용행태 기반 TOD(B-TOD)의 개념 및 계획권 설정연구”, 국토계획, 제45권, 제6호, pp.149-160, 2010.
- [14] J. Lee, K. Choi & Y. Leem, “Bicycle-based transit-oriented development as an alternative to overcome the criticisms of the conventional transit-oriented development,” *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol.10, No.10, pp.975-984, 2016.
- [15] 서한림, 최이명, 박소현, “주거지 가로환경의 보행 및 자전거 이용 경로 특성 - 서울 성산, 상계 전업주부들의 GPS 통행기록을 중심으로”, 도시설계, 제16권, 제2호, pp.33-44, 2015.
- [16] 박현지, *통합교통서비스 고도화를 위한 딥러닝 기반의 마이크로 모빌리티 수요예측*, 박사학위논문, 한양대학교 대학원, 2021.
- [17] <https://url.kr/b67wh3>

저자 소개



조 재 희(Jae-Hee Cho)

- 1983년 2월 : 연세대학교 경영대학 (경영학사)
 - 1985년 8월 : 마이애미대학교 (오하이오) 경영대학원 (MBA)
 - 1991년 12월 : 네브라스카주립대학 경영대학 (경영정보학 박사)
 - 1994년 3월~2017년 12월 : 광운대학교 경영학부 교수
 - 2018년 1월~현재 : 광운대학교 정보융합학부 교수
- <관심분야> : 스마트 모빌리티, 시공간 데이터, 소셜네트워크 분석



백 가 은(Ga-Eun Baek)

- 2013년 8월 : 광운대학교 경영정보학과 (경영학 석사)
 - 2019년 8월 : 광운대학교 경영정보학과 (경영학 박사)
 - 2019년 8월~2022년 5월 : 광운대학교 시공간데이터분석연구실 연구원
 - 2022년 6월~현재 : 플랜인퍼닛 연구소 선임연구원
- <관심분야> : 시공간데이터 분석, OD데이터 분석



서 일 정(Il-Jung Seo)

- 1999년 2월 : 경기대학교 경영정보학과 (경영학 학사)
 - 2006년 2월 : 광운대학교 경영정보학과 (경영학 석사)
 - 2010년 2월 : 광운대학교 경영정보학과 (경영학 박사)
 - 2011년 3월~2013년 2월 : 경북대학교 경상대학 초빙교수
 - 2018년 3월~현재 : 경기대학교 ICT융합학부 교수
- <관심분야> : 네트워크 분석, 모빌리티 분석