



COVID-19 확산에 따른 통행 수단 선택 변화 분석 : 서울시 사례를 중심으로*

Analysis of Travel Mode Choice Change by the Spread of COVID-19 : The Case of Seoul, Korea

김진만** · 기동환*** · 이수기****

Kim, Jinman · Ki, Donghwan · Lee, Sugie

Abstract

The transition to a non-contact society after the outbreak of COVID-19 is having a substantial impact on people's lifestyles and travel behavior. This study aimed to analyze the changes in travel mode choice caused by the spread of COVID-19. Specifically, it investigated how the spread of the virus affected the ridership of public transportation, personal vehicles, and shared bicycles. In addition, the impact of COVID-19 was examined by dividing ridership into weekdays and weekends. The analysis showed that there were significant changes in the ridership of transportation modes by the diffusion stage of COVID-19. In particular, in the case of public transit such as subways and buses, the decrease in usage was found to be significant compared to other modes. On the contrary, the usage of personal vehicles and shared bicycles either barely decreased or even increased. Considering that telecommuting was partially implemented due to COVID-19, it can be assumed that individuals who took public transportation switched their mode to car or bicycle. The results of this study could be useful in understanding people's travel behavior regarding mode choice during a spreading epidemic, such as COVID-19. Also, this study could be used to establish public transportation policies and mobility improvement strategies during the pandemic condition.

주제어 코로나-19, 통행행태, 통행수단 선택, 대중교통, 자전거

Keywords COVID-19, Travel Behavior, Travel Mode Choice, Public Transportation, Bicycle

1. 서론

1. 연구의 배경

2019년 말부터 확산된 COVID-19는 전 세계적으로 많은 감염자와 사망자를 발생시키며 삶의 모든 영역에 엄청난 영향을 미치

고 있다. 2020년 3월 11일 세계보건기구(WHO)는 팬데믹을 선언하였으며, 2020년 1월 20일 국내 첫 확진자가 발생한 이래 12월 28일 0시 기준 우리나라 총확진자 수는 57,680명이며, 사망자 수는 819명이다. 이처럼 이례적인 감염병에 대응하기 위해 정부는 감염병 위기 경보, 사회적 거리 두기 정책 등을 시행하고 있다.

COVID-19는 국가 간의 이동뿐만 아니라 개인의 일상생활과

* 이 논문은 2021년 한국연구재단의 지원(2021R1A2C2006539)을 받아 진행된 연구이며, 2020년 12월 한국지역학회 후기학술대회에서 발표한 논문을 수정·보완하였음.

** Master's Student, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (First Author: jinmankim324@hanyang.ac.kr)

*** Master Degree, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Co-author: ehddghks4456@gmail.com)

**** Professor, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding Author: sugielee@hanyang.ac.kr)

통행 행태에도 큰 변화를 가져오고 있다. 일례로, 불특정 다수가 이용하는 교통시설에 대한 기피 현상으로 지하철과 버스 같은 대중교통 이용률은 대폭 감소할 것으로 예상된다. 또한, 사회적 거리 두기 격상에 따른 온라인 교육과 재택근무의 확산도 개인의 통행 행태에 큰 영향을 미칠 것으로 판단된다. 국가, 도시 등과 같이 다양한 도시공간에서 이동과 교류가 제한 및 억제되면서 다양한 교통수단의 이용객이 대폭 감소할 것으로 예상된다(원재무, 2020; 이왕진, 2020). McKinsey & Company(2020)는 통행수단 선택 시, 과거에는 비용과 편리함이 수단선택에서 고려되는 가장 큰 요소였다면, COVID-19 이후에는 감염병의 감염 위험 정도가 수단선택에서 고려되는 가장 큰 요소라고 언급하고 있다.

이와 같은 통행수단 선택은 COVID-19와 같은 감염병 확산 상황에서 큰 변화를 보이고 있다. 따라서 감염병의 확산단계에 따른 개인의 통행 행태 변화를 다각도에서 살펴볼 필요가 있다. 우선, COVID-19가 개인의 통행 행태에 미치는 영향은 수단별로 그 차이가 클 것으로 예상된다. 구체적으로 좁은 공간에 불특정 다수가 이용하는 대중교통의 특성상 COVID-19의 감염에 노출될 확률이 높아 개인이 지하철과 같은 대중교통보다는 승용차와 같은 개인 교통수단을 이용할 가능성이 있다. 이와 반대로 승용차의 경우, 재택근무 등으로 인한 통행량 감소가 존재할 수 있지만, 감염병 위험이 상대적으로 낮아 감소 폭이 작을 것으로 예상된다. 이러한 맥락에서 대중교통 이용자가 승용차로의 수단 전환을 시도할 가능성이 존재한다. 추가로 자전거 수단 또한 승용차와 유사하게 개인 교통수단이라는 특성이 있어 이용량 변화를 살펴볼 필요가 있다고 판단된다.

다음으로, 통행 목적에 따라 COVID-19로 인한 통행 행태가 달라질 가능성이 존재하는데, 필수 통행(통근 및 통학 통행)과 여가 통행의 변화는 다를 것으로 예상된다. 구체적으로 필수 통행은 여가 통행보다 전체적인 통행량 감소가 크지 않을 수 있다. 이러한 점을 고려하였을 때 단순히 COVID-19 확산 정도에 따른 교통수단별 이용량 변화뿐만 아니라, 통행 목적에 따른 COVID-19의 영향력을 세분화하여 살펴볼 필요가 있다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 서울시를 대상으로 COVID-19가 발생하기 이전인 2019년과 발생 이후인 2020년의 통행수단별(승용차, 지하철, 버스, 공공자전거) 이용량을 비교·분석하고자 한다. COVID-19 확산단계별로 정부 정책의 변화에 따라 주요 교통수단의 변화를 분석한다. 추가로 COVID-19로 인한 수단별 통행량 변화를 다각도에서 분석하기 위해 통행 목적에 따른 수단별 이용량 변화를 분석한다.

II. 선행연구 고찰

1. 감염병과 통행수단 선택

COVID-19와 유사한 이벤티성 감염병인 Middle East Respiratory Syndrome(MERS)과 통행수단별 이용량에 관한 연구는 소수 이루어졌다(서정식, 2015; 성현곤, 2016; Kim et al., 2017). 성현곤(2016)은 서울시를 대상으로 MERS의 확산 정도와 대중교통 이용량과의 관계를 분석하였고, 확산 정도에 따라 감염병에 대한 위험으로 대중교통 이용량이 급격하게 감소한다고 보고했다. 특기할 만한 점으로 통행목적별 이용량의 변화가 상이하게 나타나는데, 통근 및 통학 통행과 같은 필수 통행에서는 그 변화가 즉각적으로 발생하지 않지만, 여가 통행과 같은 비필수 통행에서는 그 변화가 즉각적이고 이용량 변화가 큰 폭으로 발생하였음을 보였다.

더불어 서정식(2015)은 MERS의 확산 정도뿐만 아니라, 언론 보도가 감염병에 대한 개인의 인지 정도에 영향을 미친다는 점을 참고하여 언론 보도와 지하철 이용량과의 관계를 분석하였다. 분석 결과, 확진자가 지하철을 이용했다는 보도 후에 지하철 이용량은 급격히 줄어들었고, 바이러스가 지하철 내부에 검출되지 않았다는 보도 후 이용량은 서서히 회복하는 패턴을 보였다.

감염에 대한 심리적 위협은 지역적 특성, 개인적 특성과 통행수단에 따라 차등적으로 작용한다. Kim et al.(2017)은 감염병에 의한 대중교통 이용량 감소의 경우 토지가격이 높은 지역에서 두드러지게 나타나며, 버스보다 지하철에서 그 이용량 감소가 더 큰 것으로 확인하였다. 이에 대한 이유로, 고소득 계층은 감염병에 대한 위협을 크게 인지하며, 불특정 다수의 밀집도가 버스보다 지하철에서 높은 것이 원인이라 언급하고 있다.

이와 같은 점을 정리해봤을 때, MERS와 같은 감염병은 대중교통 이용량에 부정적인 영향을 미치고, 그 영향력이 수단별, 개인 특성별로 상이하다고 판단된다. 또한, COVID-19는 MERS와 달리 지속기간, 감염 정도 및 정부의 행정조치에 있어 큰 차이를 보인다. 구체적으로 COVID-19는 1년간 지속(2020년)되고 있으며, 서론에서 언급한 대로 2020년 12월 28일 00시 기준 총확진자 수는 57,680명이다. 반면, MERS는 약 6개월간 지속하였고, 총 확진자 수는 186명으로 COVID-19에 비해 상대적으로 짧고 낮은 감염 정도를 보였다. 또한, 행정조치 측면에서도 COVID-19가 장기화됨에 따라 거리 두기 정책과 대중교통 운영 제한, 재택근무 등과 같은 다양한 조치들이 MERS 때와는 차이점이 있다. 이로 인해 COVID-19는 이전에 발생한 MERS와는 달리 교통수단별 이용량에 상이한 영향을 미쳤을 것으로 예상된다. 서울시의 경우 세계적으로 대중교통 인프라가 잘 구축된 도시 중 하나이며, 이로 인해 대중교통 분담률이 매우 높다는 특징이 있다. 따라서, MERS, COVID-19와 같은 이벤티성 감염병과 교통수단 이

용량 분석 시, 통행수단별, 통행목적별 그 영향력을 세밀하게 살펴볼 필요가 있다.

2. COVID-19와 통행수단 선택

최근 발생한 COVID-19는 MERS와는 달리 팬데믹성 질병이며 장기화가 되고 있다. 이에 따라 COVID-19와 통행수단 관련 연구들이 국내외에서 다양하게 진행되고 있다. Apple mobility 보고서에 따르면, 우리나라 승용차 이용은 2020년 1월 13일 대비 2020년 11월 30일 -47.0% 감소했고, 도보는 -57.0% 감소했다(Apple Mobility Report, 2020).¹⁾ 또한, Google mobility 보고서는 2020년 10월 23일부터 2020년 12월 4일까지 수도권의 대중교통 정거장 이용이 -13.0% 감소했다고 보고했다(Google Mobility Report, 2020).²⁾

원제무(2020)는 COVID-19로 인하여 사람들의 통행 행태가 이전과는 다른 패턴을 보일 것이라 예상하였다. 구체적으로 사회적 거리 두기로 인한 대중교통의 승객수 감소와 재택근무 등의 영향으로 출퇴근 시간 대중교통 수요가 감소한다고 언급하였다. 동시에 감염을 미연에 방지하기 위해 감염 위험이 낮은 승용차 이용이 확대될 것이라 예상하였다. 하지만 해당 연구는 COVID-19로 인한 수단별 이용량 변화가 실증분석까지 이어지지 못하였다는 한계가 존재한다.

COVID-19가 도로 교통에 미치는 영향을 조사한 연구도 존재한다(임성한, 2020). 해당 연구는 COVID-19의 현황을 단계별로 세분화하여 일평균 교통량(Average Daily Travel, ADT)을 분석했다. 그 결과 국가 전체의 일별 확진자 수와 일평균 교통량 감소의 상관성이 큰 것으로 나타났다. 또한, 필수 통행이 있는 주중보다 선택적 통행이 있는 주말의 일평균 교통량이 상대적으로 크게 감소한다고 밝혔다.

다른 한편으로, Lee et al.(2020)은 2019년과 2020년 1월부터 3월까지의 도로 교통량 차이를 분석하였다. 분석 결과, 2020년 상반기 전국 일평균 교통량은 2019년 같은 기간 대비 -9.7% 감소했다고 보고했다. 시기적으로 2월까지의 감소 추세였지만 3월부터는 경각심이 감소함에 따라 회복 추이를 보였다고 언급했다.

COVID-19의 집단감염과 그에 따른 다양한 사건이 지하철 이용량에 미치는 영향을 조사한 연구도 있다. Park(2020)은 2020년 1월부터 3월까지 서울시 지하철 이용 인구의 변화를 연구한 결과 대구 집단 감염이 일어난 2020년 2월 20일을 기점으로 지하철 일평균 승객수가 가장 많이 감소했다고 언급했다. 특기할 만한 점으로 해당 연구에서 서울시 지하철역 16개를 추출하여 젊은 사람들이 많이 이용하는 역과 노인들이 많이 이용하는 역으로 세분화하고 직장이 많이 위치한 역과 여가 통행이 많이 발생하는 역으로 세분화하여 이용객 수를 분석하였다. 분석 결과, 연령별로 세분화한 역 간의 이용량에는 큰 차이가 존재하지 않았으나, 직장이

많이 위치한 역은 여가 통행이 많이 발생하는 역보다 이용량 감소 폭이 작았다. 이는 비필수 통행인 여가 통행보다 필수 통행인 통근 통행이 COVID-19의 영향을 적게 받는다고 해석할 수 있다.

또한, COVID-19 대유행과 계층별 지하철 이용량을 조사한 연구도 있다(Hu and Chen, 2021). 해당 연구에 따르면, 교육 수준, 소득 수준, 인종 및 직종에 따라 지하철 이용량 감소가 상이하다고 언급했다. 이를 통해, 계층별로 적절한 대중교통 정책에 제공되어야 함을 시사했다.

Orro et al.(2020)은 COVID-19로 인한 도시 폐쇄가 버스 이용량에 미치는 영향을 스페인 Coruña 지역을 대상으로 연구했다. 연구 결과 도시를 폐쇄하는 동안 버스와 공공자전거 이용량은 급격하게 감소하였다. 구체적으로 버스 이용량은 승용차 이용량의 절반 수준이었으며, 공공자전거의 이용량은 0대였다. 하지만, 공공자전거는 가장 빠른 속도로 회복하는 추이를 보였고 버스는 더딘 추이를 보였는데, 이는 감염의 위험으로 인한 대중교통 기피 현상이 그 원인이라고 언급했다.

COVID-19 기간 동안 수단 전환에 대한 가능성을 확인한 연구도 있다(Shamshiripour et al., 2020; Tan and Ma, 2021; Teixeira and Lopes, 2020). Teixeira and Lopes(2020)는 COVID-19가 뉴욕시의 지하철과 공공자전거에 미치는 영향을 연구했다. 두 수단 모두 이용량은 감소했지만, 공공자전거의 이용량이 비교적 적게 감소했고 평균 운행 시간이 증가한 것을 확인했다. 이러한 분석을 바탕으로 지하철보다 공공자전거의 회복력이 높은 것으로 판단했으며 지하철에서 공공자전거로의 수단 전환에 대한 가능성을 확인했다. 또한, 공공자전거가 도시민들에게 대체 수단으로 신속하게 제공될 수 있음과 동시에 공공자전거 이용 장려 정책 등으로 승용차로의 수단 전환을 공공자전거로의 전환으로 유도해야 함을 언급했다.

Shamshiripour et al.(2020)의 연구에서 COVID-19의 감염 위험은 승용차, 자전거 및 도보, 대중교통 및 택시 순으로 낮다는 것을 도출했다. 이를 통해, COVID-19 기간 다수가 이용하는 대중교통에서도 도보 및 자전거와 같은 개인 교통수단으로의 수단 전환 가능성을 언급했다. 또한, Tan and Ma(2021)는 중국 도시를 대상으로 COVID-19가 유행하는 동안 철도 교통을 선택하지 않은 통근자 중 97.0%가 개인 교통수단(자전거, 승용차, 도보)을 선택한 것을 밝혀냈다.

일부 연구는 COVID-19 기간 중 통행 행태 변화가 아닌, COVID-19 종식 이후 수단별 교통량 상황 예측을 진행하였다(Hu et al., 2020; Wang et al., 2021). Wang et al.(2021)은 감염에 대한 공포심이 유지되어 COVID-19 종식 이후에도 뉴욕 시민들이 승용차를 지속해서 이용할 경우, 대중교통 이용량이 COVID-19 이전 대비 73.0% 정도 유지될 것으로 예상하였다. 이와 반대로 승용차 이용에 대한 관성으로 COVID-19 종식 이후 승용차 이용량은 COVID-19 이전 대비 142.0% 정도 유지될 것

으로 예상했다. Hu et al.(2020)은 이러한 경향을 반영하였을 때, 대중교통에 대한 의존도가 높은 도시는 COVID-19 종식 이후 극심한 교통정체 문제가 발생할 것이라 언급했다.

이와 같은 연구 결과를 종합해봤을 때, 다음과 같이 정리해볼 수 있다. 첫째, COVID-19의 지속은 수단별 이용량에 큰 영향을 미치고 있으며, 그 영향력은 COVID-19 확산 정도 및 개인의 인식 정도에 따라 달라진다. 둘째, COVID-19가 통행수단 이용량에 미치는 영향력은 수단별로 상이한 것으로 나타났다. 구체적으로 대중교통의 경우 높은 감염 위험으로 승용차보다 이용량 감소가 큰 것으로 보고되고 있다. 추가로 승용차뿐만 아니라 보행, 자전거의 경우도 개인 교통수단인 점을 고려하였을 때, 감염에 대한 위험이 낮아 이용량 감소가 크지 않다. 셋째, 대중교통에서 개인 교통수단으로의 수단 전환에 대한 가능성을 언급했다. 동시에 승용차보다 공공자전거로의 수단 전환을 유도해야 함을 시사하고 있다. 즉, 이와 같은 결과를 바탕으로 COVID-19의 영향력을 교통수단별로 세분화하여 확인해야 하며 수단 전환 측면에서도 살펴봐야 함을 시사한다.

3. COVID-19에 대한 정부의 정책

COVID-19 확산 방지를 위해 정부의 다양한 정책이 시행되고 있으며 통행 행태에도 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다. 2020년 11월 7일부터 시행한 개편된 거리 두기 정책에서 대중교통 관련 정책은 다음과 같다. 1단계와 1.5단계는 마스크 착용 의무화이고, 2단계는 마스크 착용 의무화와 국제항공을 제외한 교통수단 내 음식 섭취 금지이다. 2.5단계는 마스크 착용 의무화, 국제항공을 제외한 교통수단 내 음식 섭취 금지, 그리고 항공기를 제외한 KTX, 고속버스 등 예매를 50.0% 이내로 하는 제한권고이다. 3단계의 경우 마스크 착용 의무화, 국제항공을 제외한 교통수단 내 음식 섭취 금지, 항공기를 제외한 KTX, 고속버스 등 50.0% 이내로 예매 제한이다. 서울시의 경우, 12월 8일부터 28일까지 사회적 거리 두기 2.5단계를 시행함과 동시에 대중교통은 21시 이후 버스와 지하철을 30.0% 감축 운행했다.³⁾

실제 정부의 거리 두기 정책에 영향을 받아 이동량이 감소한 사례가 있다. 광화문 집단 감염 사건 이후 정부는 8월 19일 강화된 사회적 거리 두기를 시행했다. 이후 해당 정책에 따른 이동량 변동 사항을 파악하기 위해 보건복지부 중앙사고수습본부에서는 휴대폰 이동량을 분석했다. 그 결과 8월 23일부터 27일까지 이동량은 거리 두기 시행 전 같은 기간(8.9~13) 대비 약 -12.0% 감소한 것으로 나타났다. 또한 주말(8.22~23) 수도권 이동량은 직전 주말(8.15~16) 대비 -16.9% 감소한 것으로 나타났다.⁴⁾

정부의 정책이 수단별 이용량에 영향을 미친다는 연구 결과도 있다(Bucsky, 2020; De Vos, 2020; Hadjidemetriou et al., 2020). De Vos(2020)는 COVID-19와 사회적 거리 두기가 통행

행태에 미치는 영향에 대해 연구했다. 사회적 거리 두기로 인해 사람들의 통행이 감소하고 대중교통에서 승용차로의 수단 전환이 일어날 수 있음을 예상했다. 동시에 사회적 거리 두기 및 도시 폐쇄로 인한 고립은 건강에 부정적인 영향을 미치므로 감염의 위험으로부터 안전한 자전거를 활성화하여 통행을 장려해야 한다고 언급했다. 하지만 해당 연구는 실증분석까지 이어지지 못했다는 한계점이 존재한다.

Hadjidemetriou et al.(2020)은 2020년 3월 8일부터 22일까지 영국 정부가 COVID-19 관련 정책을 시행하는 동안 통행이 감소하여 자가용과 대중교통의 이용량이 가장 큰 폭으로 감소했음을 언급했다. 또한, 이러한 수단별 이용량 감소를 목표로 한 초기 조치가 영국의 COVID-19 관련 사망률을 낮추는 데 직접적인 영향을 미쳤다는 결론을 도출하며 정부 정책의 중요성과 필요성을 시사했다. Bucsky(2020)는 2020년 3월 정부의 이동 제한 정책과 부다페스트의 수단별 이용량 변화를 연구했다. 연구 결과, 대중교통이 가장 큰 감소세를 보였고, 자전거와 공공자전거는 적은 감소세를 보였음을 확인했다. 하지만, 대중교통 감소가 승용차로의 수단 전환으로 이어진 점에 관하여 대중교통 정책을 통해 COVID-19 이전의 통행 행태로 회복하여야 함을 시사했다.

위의 정책과 선행연구를 통해 정부의 COVID-19 관련 정책이 통행 행태 및 수단별 이용량에 미치는 영향을 확인하였다. 이에 본 연구는 COVID-19 관련 정책이 교통수단별 이용량 변화에 미치는 영향을 분석 및 확인해야 함을 시사한다.

4. 연구의 차별성

선행연구 고찰 결과, 선행연구의 한계점과 이에 따른 본 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, COVID-19를 포함한 감염병과 교통수단 간의 관계를 규명한 연구를 고찰한 결과 COVID-19로 인하여 각 수단의 전반적인 통행량이 감소하였다고 보고하고 있다. 하지만, 국내외에서 이루어진 연구들은 대다수가 한 가지 교통수단에 국한되어 그 이용량을 분석한 결과이므로 COVID-19로 인한 수단별 영향력 차이를 확인하기에는 한계가 존재한다. 또한, 다양한 수단을 비교한 소수 연구는 국외 사례를 대상으로 진행한 연구이므로 국내 실정과 맞지 않는다는 한계가 존재한다. 특히, 대중교통의 경우 불특정 다수가 이용하는 수단인 점을 고려하였을 때, 승용차, 자전거와 같은 개인 교통수단보다 그 이용량 감소가 클 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 서울시를 대상으로 COVID-19가 승용차, 지하철, 버스, 공공자전거 이용량에 미치는 영향을 분석하여, 수단별 보완관계, 대체 관계를 확인하였다는 점에서 차별성이 있다.

둘째, 본 연구는 COVID-19가 통행수단별 이용량에 미치는 영향력을 세부적으로 확인하기 위해, 통행수단별 이용량뿐만 아니라, 통행목적별 이용량 변화를 분석하였다. 전술한 바와 같이

COVID-19로 인한 통행수단별 이용량 변화는 통행목적에 따라 큰 차이를 보일 수 있다. 구체적으로 필수 통행인 통근 및 통학 통행은 비필수 통행인 여가 통행보다 COVID-19로 인한 이용량 감소가 적을 것으로 예상된다. 그러나 COVID-19와 교통수단의 이용량을 분석한 상당수의 연구는 통행목적별 이용량을 세분화하지 않아 세부적인 영향력을 규명하지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 통행목적별 이용량 변화의 차이를 확인하기 위해 전체 수단별 통행 중, 평일 출근 시간대 통행과 주말 통행을 세분화하여 분석하였다.

셋째, MERS를 중심으로 감염병과 통행수단별 이용량 간의 관계를 분석한 연구는 일부 이루어진 것에 비해, COVID-19와 교통수단별 이용량 간의 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. COVID-19는 MERS와 달리 지속기간, 감염 정도 및 정부의 행정조치에 있어 큰 차이를 보이므로, 통행수단별 이용량에 상이한 영향을 미쳤을 것으로 예상된다. 서울시의 경우 세계적으로 대중교통 인프라가 잘 구축된 도시 중 하나이며, 이로 인해 대중교통 분담률 또한 매우 높다는 특징이 있다. 서울시의 이러한 특성을 고려하였을 때, COVID-19로 인한 대중교통 기피 현상은 다른 해외 사례들과 다를 것으로 예상된다. 따라서 본 연구는 서울시를 대상으로 COVID-19 확산 정도와 통행수단별 이용량을 분석하였다는 점에서 차별성이 있다.

III. 방법론

1. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시이다(〈그림 1〉 참고). 서울시는 2018년 기준 평일 수단분담률이 지하철 40.7%, 버스 24.4%, 승용차 24.5%로 대중교통 분담률이 매우 높은 도시 중 하나이다.⁵⁾ 이러한 특성으로 COVID-19로 인한 수단별 이용량 변화를 분석하는 데 있어 적합한 대상지로 판단된다.

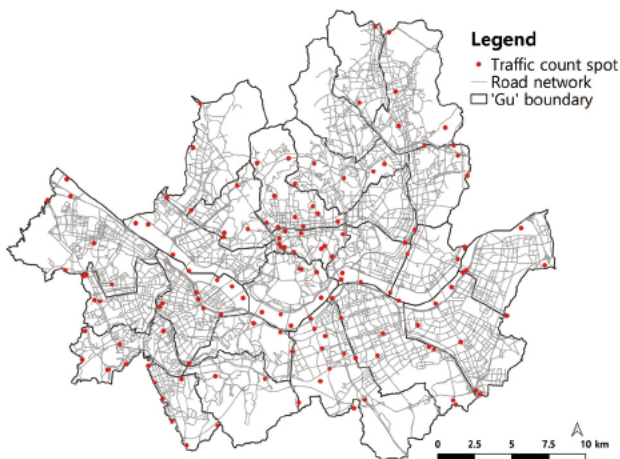


그림 1. 연구의 공간적 범위 및 승용차 통행량 조사지점
Figure 1. Study area and traffic volume survey spot

본 연구의 목적은 COVID-19 발생 전후(2019년, 2020년) 및 확산 단계에 따른 수단별 이용량 변화를 분석하는 것으로, 연구의 시간적 범위는 2019년, 2020년이다. 그러나 본 연구가 분석하고자 하는 교통수단인 지하철, 버스, 승용차, 공공자전거 데이터의 자료 제공 범위에 따라 연구의 시간적 범위가 상이하다. 따라서 본 연구에서 승용차와 지하철은 1~8월, 버스는 1~9월, 공공자전거는 1~6월까지의 데이터 구득이 가능하며, 해당 기간 2019년, 2020년의 이용량 변화를 분석하였다.

2. 활용자료

본 연구에서 활용한 자료 목록은 다음과 같다(〈표 1〉 참고). 첫째, 본 연구는 COVID-19로 인한 승용차 이용 변화량을 확인하기 위해 서울시 교통정보 시스템(Seoul TOPIS)에서 제공하는 승용차 통행량 데이터를 활용하였다. 해당 데이터는 서울시에 있는 135개의 조사 지점의 차량 검지기(Loop)를 통해 도로별, 지점별, 방향별, 시간대별 통행량을 수집하여 제공한다(〈그림 1〉 참고).

둘째, 일별, 시간대별 지하철 이용객 정보를 포함하고 있는 서울시 지하철 이용량 데이터이다. 해당 데이터에는 1~8호선의 역별, 일별, 시간대별 승하차 인원 정보가 포함되어 있다.

셋째, 버스 데이터의 경우 타 데이터들과는 달리 일 단위 데이터와 시간대별 데이터가 따로 분리되어 있어 각 분석에 맞는 데이터를 활용하였다. 버스 일 단위 데이터의 경우 교통카드(선·후불 교통카드 및 일회용 교통카드)를 이용한 버스의 노선별, 정류장별 승하차 인원을 포함한다. 시간대별 데이터의 경우 일 단위로 제공되지 않고 월 단위로 제공되며, 교통카드(선·후불 교통카드 및 일회용 교통카드)를 이용한 버스의 노선별, 정류장별, 시간대별 승하차 인원을 나타낸다.

마지막으로 본 연구는 서울특별시 공공자전거 이용정보 데이터를 활용하였다. 서울 열린 데이터 광장을 통해 공공자전거의 일별, 시간대별, 정류장별 이용 건수를 활용하였다.

3. 분석과정 및 방법

본 연구는 COVID-19가 통행수단별 이용량에 미치는 영향력을 분석하는 것을 목적으로 한다. COVID-19의 영향력을 명확하게 파악하기 위해 교통수단별 이용량에 영향을 미칠 수 있는 요인들에 대한 통제가 필요하다. 선행연구 검토 결과, 일별 교통수단 이용량에 영향을 미치는 요인으로 기상요인을 언급하고 있으며, 구체적으로는 강수량, 적설량, 풍속을 언급하고 있다(신강원·최기주, 2014; 이장호 외, 2016; 원민수 외, 2019). 또한, 명절과 같은 공휴일이 수단별 이용량에 영향을 미친다고 언급하고 있다(성현곤, 2016; 기동환·이수기, 2019; 임성한, 2020).

첫째, 본 연구는 서울특별시 종관 기상관측 일 자료를 활용하

표 1. 활용자료 설명 및 출처 Table 1. Description of data

범주 Category	자료 Data	시점 Time	설명 Description	출처 Data source
승용차 Personal vehicle	서울시 교통량 조사자료 Seoul traffic volume data	2019 Jan.~Aug., 2020 Jan.~Aug.	일별, 시간별, 조사지점별 승용차 통행량 traffic volume of survey point (daily, hourly)	서울시 교통정보 시스템 (Seoul TOPIS)
지하철 Subway	서울교통공사(1~8호선) 일별, 역별, 시간대별 승차자료 Seoul METRO (Line 1~8) ridership data	2019 Jan.~Aug., 2020 Jan.~Aug.	일별, 시간별, 역별 지하철 이용객 수 subway station ridership (daily, hourly)	서울교통공사 (Seoul METRO)
버스 Bus	서울시 버스노선별 정류장별 승하차 인원자료 Seoul bus ridership data	2019 Jan.~Sep., 2020 Jan.~Sep.	월별, 시간별, 정류장별 버스 이용객 수 bus station ridership (monthly, hourly) 일별, 정류장별 버스 이용객 수 bus station ridership (daily)	서울 열린데이터 광장 (Seoul Open Data)
공공자전거 Public bike	서울특별시 공공자전거 이용정보 Seoul public bike usage data	2019 Jan.~Jun., 2020 Jan.~Jun.	일별, 시간별, 정류장별 이용 건수 bike station ridership (daily, hourly)	
기상 Weather	일별 종관기상관측 Daily weather data	2019 Jan.~Sep., 2020 Jan.~Sep.	일별 일강수량, 일별 평균풍속, 일 최심신적설량 daily precipitation, daily average wind speed, daily snowfall	기상자료개방 포털 (Weather Data Open Portal)

여 강수량이 10mm 이상인 날 최심신적설량이 5cm 이상인 날은 개인이 대중교통보다 승용차나 택시로의 수단 전환을 하거나, 통행을 포기해버리는 경향이 있다는 점을 참고하여 해당 일자를 제외하였다(신강원·최기주, 2014; 원민수 외, 2019). 둘째, 공공자전거의 경우, 강수량이 10mm 이상인 날, 풍속이 7m/s 이상인 날과 최심신적설량이 5cm 이상인 날은 공공자전거 대여 건수가 급격하게 감소한다는 점을 참고하여 해당 일자를 제외하였다(이장호 외, 2016; 원민수 외, 2019). 셋째, 본 연구는 명절과 같은 대중교통 이용량에 큰 영향을 미치는 공휴일을 제외하였다. 추가로 일부 선행연구에서 공휴일 전후 1일 또한 대중교통 이용량에 큰 변화가 있다고 보고하고 있어 해당 일자를 제외하였다(성형근, 2016; 기동환·이수기, 2019; 임성한, 2020). 이러한 기준으로 본 연구의 최종 표본 개수는 지하철 398일, 승용차 398일, 공공자전거 306일이다. 버스의 경우 일별 데이터는 446일, 월별 시간대 데이터는 18개이다.

본 연구의 목적은 COVID-19로 인한 수단별 이용량 변화를 확인하고, 나아가 통행 목적에 따른 이용량 차이를 분석하는 것이다. 따라서 본 연구의 분석 과정은 다음과 같이 두 단계로 진행된다. 첫째, 본 연구는 COVID-19 기간 지하철, 버스, 승용차, 공공자전거 네 가지 수단에 대한 평일 전체 시간대를 대상으로 2019년 대비 2020년 이용량 변화를 분석한다. 둘째, COVID-19로 인한 통행 수단별 이용량 변화가 통행 목적에 따라 차등적인 영향을 받을 것으로 예상된다. 따라서 본 연구는 평일의 전반적인 수단별 통행량을 알아보기 위해 평일 전체 시간대 통행량을 분석한 후, 통근 및 통학 목적의 필수 통행이 주로 발생하는 평일 오전 시각(7~9시), 여가 통행이 발생하는 주말 전체 시간으로 세분화하여 이용량 변화를 분석한다.

IV. 분석결과

1. 평일 전체 시간

1) 대중교통

대한민국 첫 확진자가 생긴 2020년 1월 20일 이후 감염병 위기 경보 수준 주의를 지나며 지하철과 버스의 이용량이 급격하게 감소하기 시작했다(〈그림 2〉 참고). 2월 20일 대구 집단 감염 사태가 일어나고 2월 23일 정부에서 감염병 위기 경보 수준을 심각으로 격상하면서 이용량이 대폭 감소하였다. 그 후, 5월 초까지 회복세를 보이다가 이태원 집단 감염 사건을 계기로 5월 중순까지 대중교통 이용량이 소폭 감소했다. 7월 말부터 8월 초는 여름휴가의 집중으로(YTN 방송 보도, 2020.06.29) 대중교통 이용량이 잠시 감소하다가 회복했고, 그 후 광화문 집단 감염으로 인하여 이용량이 대폭 감소했다.

〈표 2〉의 2019년 대비 2020년 증감률에서 대구 집단 감염 사건의 영향을 받은 지하철과 버스의 3월 감소량은 각각 -37.2%, -34.8%이다. 전술한 바와 같이 해당 사건 이후 이용량이 서서히 증가하는 패턴을 보이며 5, 6월의 경우 이용량이 2019년 대비 -24.8~-16.5% 정도로 회복된 것을 확인할 수 있다. 이는 특정 사건 이후 시간이 지남에 따라 COVID-19에 대한 경각심 감소, COVID-19 대응 정책으로 인한 신규 확진자 수의 감소로 시민들이 이전보다 대중교통 이용 및 외부 활동에 대한 두려움이 완화된 것으로 해석된다. 추가로 2019년 대비 2020년 이용량이 버스보다 지하철에서 감소가 큰 것을 확인할 수 있는데, 이는 불특정 다수의 밀집 정도가 버스보다 지하철이 높다는 것이 반영된 것으로 보인다(Kim et al., 2017).

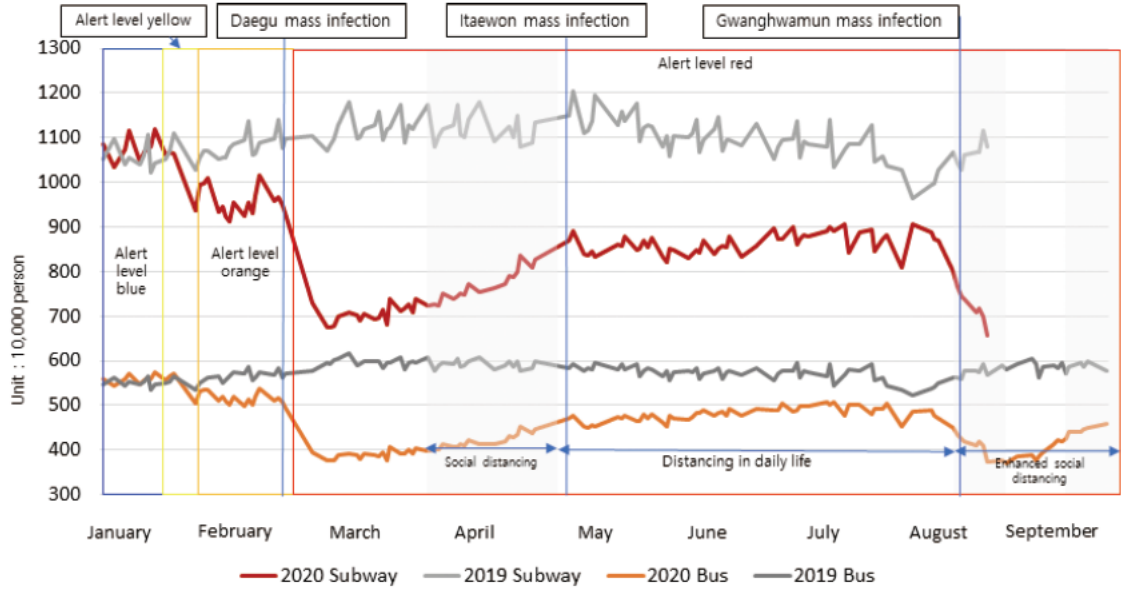


그림 2. 평일 전체 시간대 대중교통 이용량(2020 vs. 2019)
 Figure 2. Public transportation ridership on a weekday (2020 vs. 2019)

- * Alert level blue: 위기경보수준 관심 * Alert level yellow: 위기경보수준 주의 * Alert level orange: 위기경보수준 경계
- * Alert level red: 위기경보수준 심각 * mass infection: 집단감염 * Distancing in daily life: 생활 속 거리 두기
- * Enhanced social distancing: 강화된 사회적 거리 두기

표 2. 2019년 대비 2020년 평일 수단별 이용 증감률
 Table 2. The change rate of ridership on a weekday (2020 vs. 2019)

2020년 COVID-19 확산 단계 COVID-19 spread stage in 2020		지하철 Subway		버스 Bus		승용차 Personal vehicle		공공자전거 Public bike	
		증감(천명) Increase (1,000 people)	증감률(%) Increase rate (%)	증감(천명) Increase (1,000 people)	증감률(%) Increase rate (%)	증감(대) Increase (no.)	증감률(%) Increase rate (%)	증감(대) Increase (no.)	증감률(%) Increase rate (%)
최초발생시점 First occurrence	1월 Jan.	-93	-0.9	3	0.1	106	1.2	13,068	78.7
	2월 Feb.	-1,529	-14.1	-645	-11.4	44	0.5	8,309	43.3
	3월 Mar.	-4,171	-37.2	-2,075	-34.8	-244	-2.5	18,428	60.0
회복기 Recovery period	4월 Apr.	-3,481	-31.1	-1,705	-28.9	-397	-3.8	17,577	35.5
	5월 May.	-2,834	-24.8	-1,163	-19.9	72	0.7	11,437	15.3
	6월 Jun.	-2,470	-22.5	-947	-16.5	-40	-0.4	18,852	23.8
안정기 Stable period	7월 Jul.	-2,005	-18.6	-757	-13.3	21	0.2	-	-
	8월 Aug.	-2,708	-25.9	-1,254	-22.4	-566	-5.8	-	-
2차 대유행기 Secondary pandemic	9월 Sep.	-	-	-1,725	-29.4	-	-	-	-

2) 승용차

승용차의 경우 대중교통과는 달리 대구 집단 감염 사건과 이태원 집단 감염 사건 등 COVID-19와 관련된 사건들에 비교적 영향을 크게 받지 않는 것으로 확인되었다(그림 3) 참고. 구체적

으로 첫 확진자 발생과 감염병 위기 경보 수준 경계 발령 후, 이용량이 급격하게 감소하나 즉시 회복하는 패턴을 보이며, 대중교통보다 대구 집단 감염 사건과 이태원 집단 감염 사건의 영향이 크지 않은 것으로 보인다. 그러나 8월 말 강화된 사회적 거리 두기

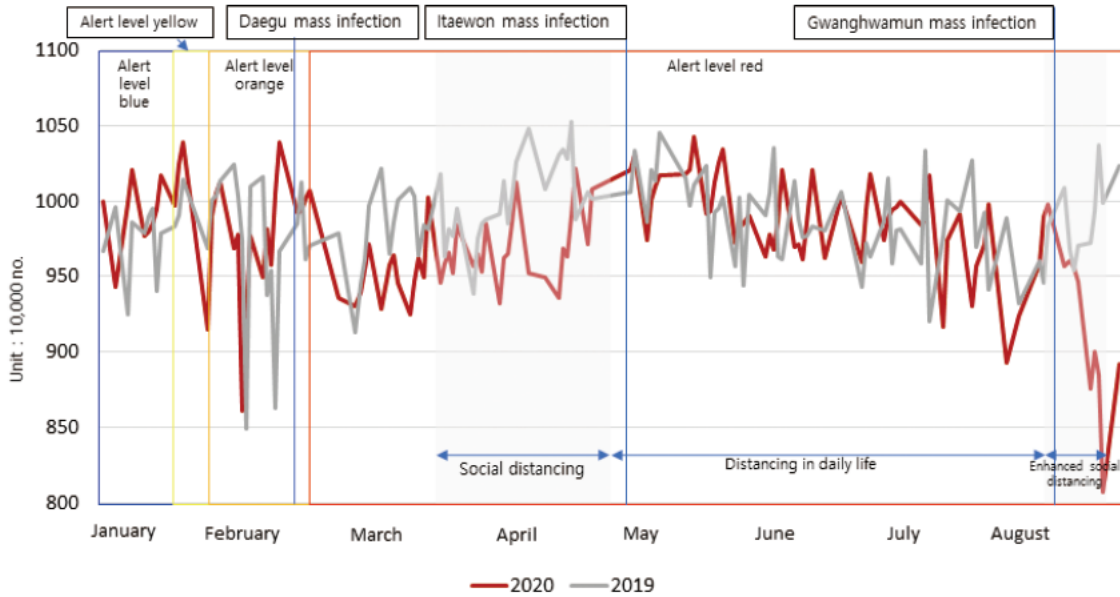


그림 3. 평일 전체 시간대 승용차 이용량(2020 vs. 2019)
 Figure 3. Personal vehicle ridership on a weekday (2020 vs. 2019)

단계에서 이용량이 큰 폭으로 감소하는 것을 확인할 수 있는데, 이는 집단 감염 사건 이후 정부의 강도 높은 거리두기 정책의 영향으로 파악된다.

〈표 2〉에서 3월, 4월, 6월, 8월에 승용차 통행량이 소폭 감소하는 것을 확인할 수 있는데, 이는 대유행기(3월)와 거리 두기 정책(4월, 6월, 8월)의 영향으로 볼 수 있다. 그러나 타 기간보다 가장 많이 감소한 8월의 경우, 증감률이 -5.8%로 대중교통에 비해 감소 폭이 크지 않은 것을 확인할 수 있다. 또한, 2월, 5월, 7월의 경우 2019년 대비 2020년의 이용량이 증가한 것으로 확인되어 대중교통과는 다른 양상을 보인다.

3) 공공자전거

평일 공공자전거의 경우, 2019년에 비해 2020년의 이용량이 전반적으로 높다(〈그림 4〉 참고). 구체적으로 대구 집단 감염 사건 직후 이용량이 소폭 감소하다가, 회복하는 패턴을 보인다. 사회적 거리 두기 시행 중에도 이용량은 지속적으로 증가했다. 이후, 이태원 집단 감염 사건으로 인하여 이용량이 감소하지만, 다시 회복하는 추세를 보인다. 이는 과거 메르스 때와 다른 점으로 정부의 정책 중 생활 속 거리 두기의 영향으로 보인다. 거리 두기 정책 중 사회적 거리 두기보다 제한적 성격이 약한 생활 속 거리 두기로 인하여 펜데믹에 대한 경각심이 초기보다 약해진 것이 원인으로 판단된다.

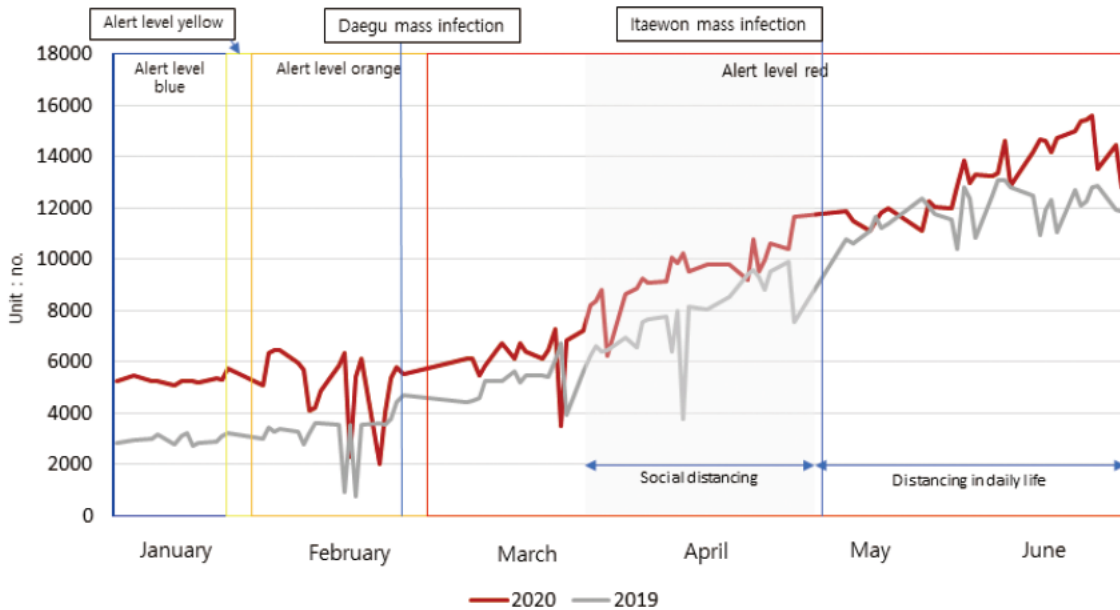


그림 4. 평일 전체 시간대 공공자전거 이용량(2020 vs. 2019)
 Figure 4. Public bike ridership on a weekday (2020 vs. 2019)

4) 소결

평일 수단별 이용량의 소결은 다음과 같다. 첫째, 대중교통 수단인 지하철과 버스는 비슷한 패턴을 보인다. COVID-19 관련 사건인 대구 집단 감염 사건, 이태원 집단 감염 사건, 광화문 집단 감염 사건 이후 이용량이 급격하게 감소하였으며, 시간이 지남에 따라 약간의 회복세를 보이는 것으로 나타났다. 구체적으로 집단 감염 사건 직후 2019년 대비 2020년 이용률은 최대 -37.0% 감소세를 보이며, 회복기에도 -15.0% 정도 감소하였다. 이에 대한 이유로 대중교통의 경우, 불특정 다수가 이용하는 교통수단으로 COVID-19와 같은 감염병에 취약한 것이 특징이다. 이에 개인이 대중교통 이용을 기피하는 것으로 볼 수 있다. 추가로 지하철은 버스보다 이용자의 밀집 정도가 높기 때문에 이용량 감소 폭이 더 크다(성현곤, 2016; Kim et al., 2017).

둘째, 승용차의 경우 대중교통보다 비교적 감소 폭이 작았다. 구체적으로 사회적 거리 두기 정책이 시행됐던 3월과 4월의 감소율은 각각 -2.5%, -3.8%이고, 2차 대유행기에도 -5.8%로 대중교통과 비교해 그 감소 폭이 작았다. 또한 상당수의 기간(2월, 5월, 7월)의 경우 2019년 대비 2020년 이용률이 증가하였다. 정부의 재택근무 권고, 개인의 통행 자제에도 불구하고 이와 같은 현상이 발생한 이유는 개인이 통행 시 대중교통보다 감염에 대한 위험에서 비교적 자유로운 승용차를 이용하는 것으로 판단된다.

셋째, 공공자전거의 경우 2020년의 이용률이 2019년 이용량보다 큰 폭으로 증가했다는 점이 특징이다. COVID-19와 관련된 일련의 사건 직후 이용률이 소폭 감소하는 상황을 보이지만, 급격하게 회복하는 패턴을 보이고, 이용량 증가 폭이 넓게는 60.0%에 이르고 있다. 이는 통행자가 단거리 통행에 한하여 감염에 대한 위험이 비교적 낮은 자전거 통행을 선호하는 것으로 판단해볼 수 있다.

2. 필수 통행(통근 및 통학)

1) 지하철

전술한 바와 같이 본 연구는 COVID-19가 통행수단 이용량에 미치는 영향력을 세부적으로 확인하기 위해 통행 시간대를 고려한 통행목적별 통행량 변화를 살펴보았다. 성현곤(2016)의 연구에서 가구 통행실태조사 자료를 바탕으로 통근 및 통학 통행이 주로 발생하는 시간대인 평일 오전 7~9시를 필수 통행 시간대로 설정하여 분석을 진행하였다.

지하철의 경우 평일 출근 시간대 이용량 패턴이 평일 전체 시간대와 유사하게 나타났다(그림 5) 참고). 구체적으로 대구 집단 감염 사건과 광화문 집단 감염 사건 등 특정 사건 이후 급격하게 감소하다가 서서히 회복하는 추이를 보인다. 대구 집단 감염 사건 직후 3월은 2019년 대비 2020년 감소율이 -31.1%에 달하며 큰 폭으로 감소하였다(표 3) 참고). 이후 사회적 거리 두기, 생활 속 거리 두기 정책을 통해 일별 확진자가 감소함과 동시에 COVID-19 장기화로 인한 개인의 경각심 감소로 4~7월까지의 이용률이 서서히 회복한다. 감염병 지속 기간이 짧았던 메르스 때와는 현저히 다른 현상으로, 정부의 정책에 따른 대중교통 이용량 감소로 판단된다.

2) 버스

버스의 경우, 타 통행수단과는 달리 일별 데이터와 시간대별 데이터가 분리되어 있다. 시간대별 데이터의 경우, 월별 노선별 총합으로 이루어져 기상 상황과 공휴일을 고려하지 못하는 한계점이 있다. 특히 연초 공휴일인 설날의 경우, 2019년은 2월에 있었고, 2020년은 1월에 있었다. 이에 2019년 2월에 있는 설날을 제

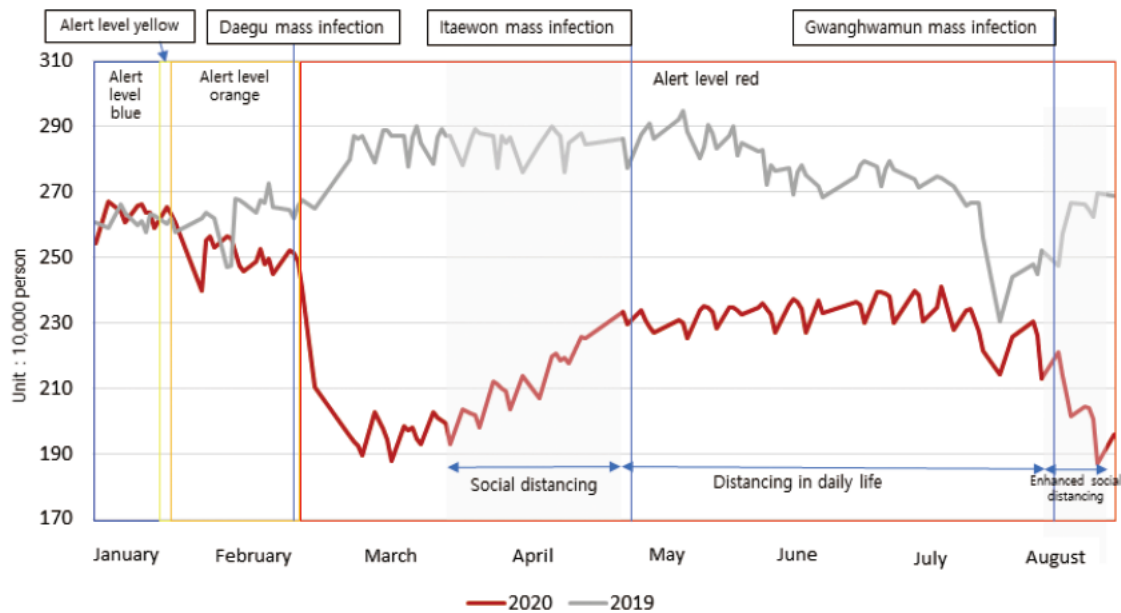


그림 5. 평일 출근 시간대 지하철 이용량(2020 vs. 2019)
 Figure 5. Subway ridership during the morning peak hour on a weekday (2020 vs. 2019)

표 3. 2019년 대비 2020년 평일 출근 시간대 수단별 이용 증감률

Table 3. The change rate of ridership during the morning peak hour (2020 vs. 2019)

2020년 COVID-19 확산 단계 COVID-19 spread stage in 2020		지하철 Subway		버스 Bus		승용차 Personal vehicle		공공자전거 Public bike	
		증감(천명) Increase (1,000 people)	증감률(%) Increase rate (%)	증감(천명) Increase (1,000 people)	증감률(%) Increase rate (%)	증감(대) Increase (no.)	증감률(%) Increase rate (%)	증감(대) Increase (no.)	증감률(%) Increase rate (%)
최초발생시점 First occurrence	1월 Jan.	-16	-0.6	-2,768	-9.0	34,949	2.1	2,444	80.0
1차 대유행기 First pandemic	2월 Feb.	-168	-6.4	7,548	40.9	36,426	2.2	1,635	50.9
	3월 Mar.	-885	-31.1	-10,964	-32.8	20,738	1.2	1,104	19.8
회복기 Recovery period	4월 Apr.	-723	-25.4	-11,906	-34.6	-5,105	-0.3	1,829	22.8
	5월 May.	-559	-19.5	-10,202	-29.8	34,420	2.0	651	5.7
안정기 Stable period	6월 Jun.	-444	-16.0	-3,286	-10.7	12,621	0.8	1,990	16.2
	7월 Jul.	-385	-14.1	-4,812	-14.2	-938	-0.1	-	-
2차 대유행기 Secondary pandemic	8월 Aug.	-457	-17.9	-7,411	-23.6	-60,663	-3.7	-	-
	9월 Sep.	-	-	-7,460	-24.1	-	-	-	-

외하지 못하여 2019년 2월 버스 이용량이 2020년 2월 이용량에 비해 적게 나타났다(〈그림 6〉 참고).

버스는 2019년 대비 2020년 이용량 차이에서 2월을 제외한 모든 월에서 2020년의 이용량이 현저히 낮게 나타났다(〈그림 6〉 참

고). 월별로는 대구 집단 감염 사건 직후인 3, 4월의 감소율이 각각 -32.8%, -34.6%로 가장 낮게 나타났고, 그 이후 서서히 회복하는 패턴을 보이다가 광화문 집단 감염 사건 이후 급격하게 감소하였다(〈표 3〉 참고).

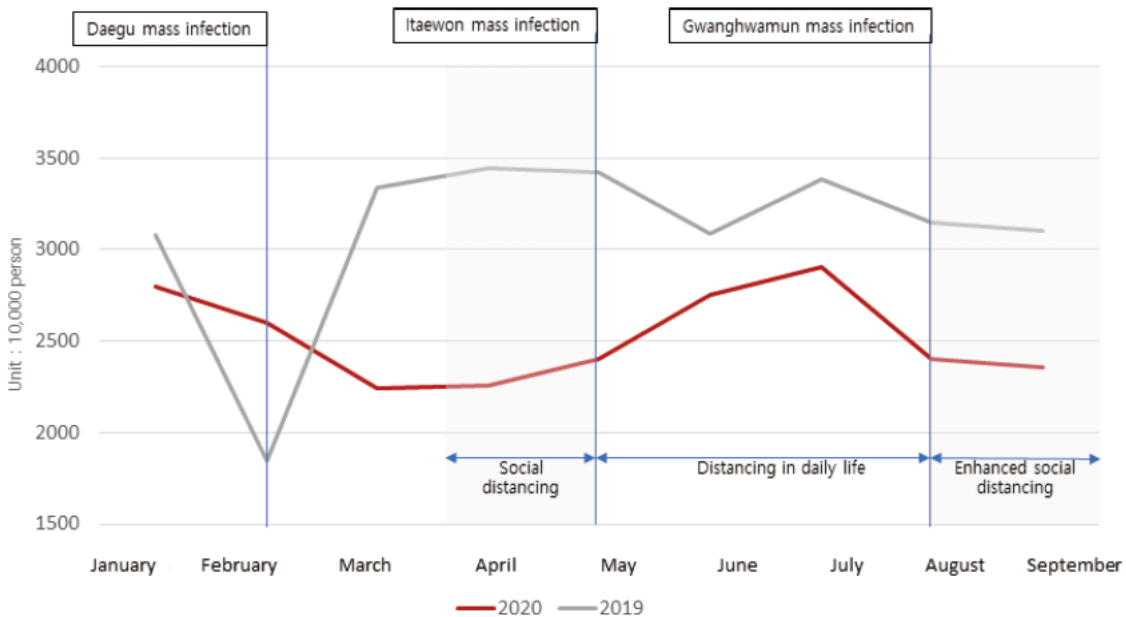


그림 6. 평일 출근 시간대 버스 이용량(2020 vs. 2019)

Figure 6. Bus ridership during the morning peak hour on a weekday (2020 vs. 2019)

3) 승용차

출근 시간대 승용차 이용량은 지하철, 버스보다 그 이용량 변화가 미미한 것으로 나타났다(그림 7) 참고). 2019년 대비 2020년 이용률이 감소한 달인 4월, 7월, 8월의 경우 그 감소가 최대 -3.7%(8월)에 불과하며, 나머지 달은 이용량이 0.8~2.2%로 증가하는 추세를 보였다(표 3) 참고). 평일 출근 시간대 수단별 이용량에 영향을 미치는 COVID-19 관련 정부 정책 중 재택근무 권고를 고려하였을 때, 이용량 감소가 미미하거나 증가한 것은 기존 대중교통 이용자 중 상당수가 승용차로의 수단 전환을 한 것으로 판단된다.

이에 대한 이유로 기존에는 편리함, 교통비용이 수단선택에 큰 영향을 미쳤다면, COVID-19와 같은 감염병 기간에는 감염에 대한 안전함이 통행수단 선택에 있어 큰 영향을 미친다는 것과 일맥상통한다(원제무, 2020; McKinsey & Company, 2020).

4) 공공자전거

출근 시간대 공공자전거는 2019년과 비교해 2020년의 이용량이 대체로 높다(그림 8) 참고). 또한, 타 수단들과는 달리 COVID-19와 관련된 특정 사건들에 의한 영향이 미미한 것으로 보인다. 구체적으로, 대구 집단 감염 사건, 이태원 집단 감염 사건 직후에

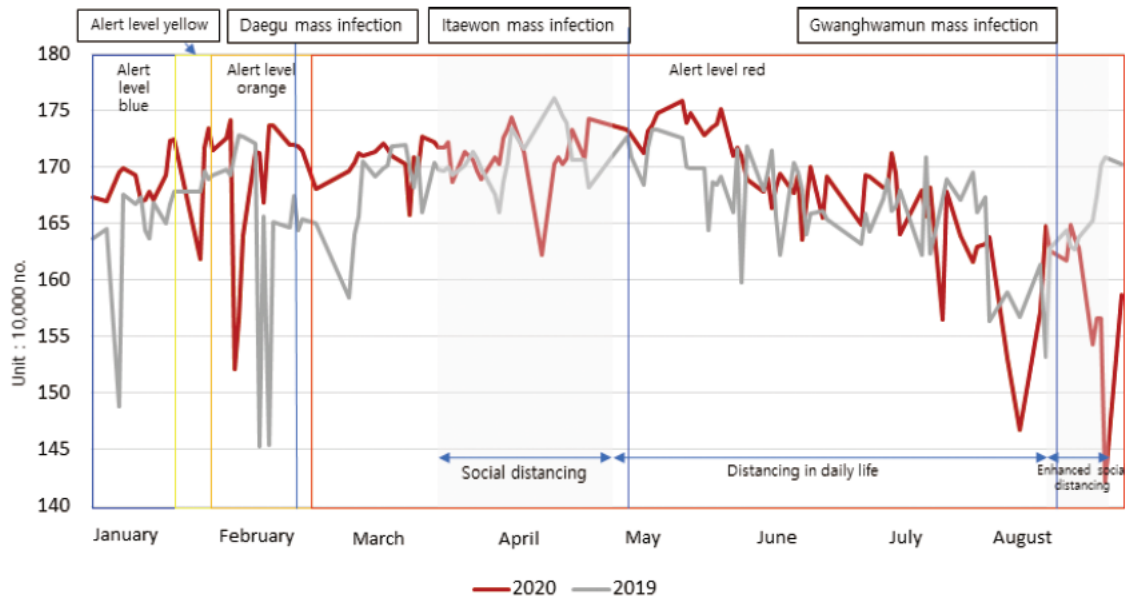


그림 7. 평일 출근 시간대 승용차 이용량(2020 vs. 2019)

Figure 7. Personal vehicle ridership during the morning peak hour on a weekday (2020 vs. 2019)

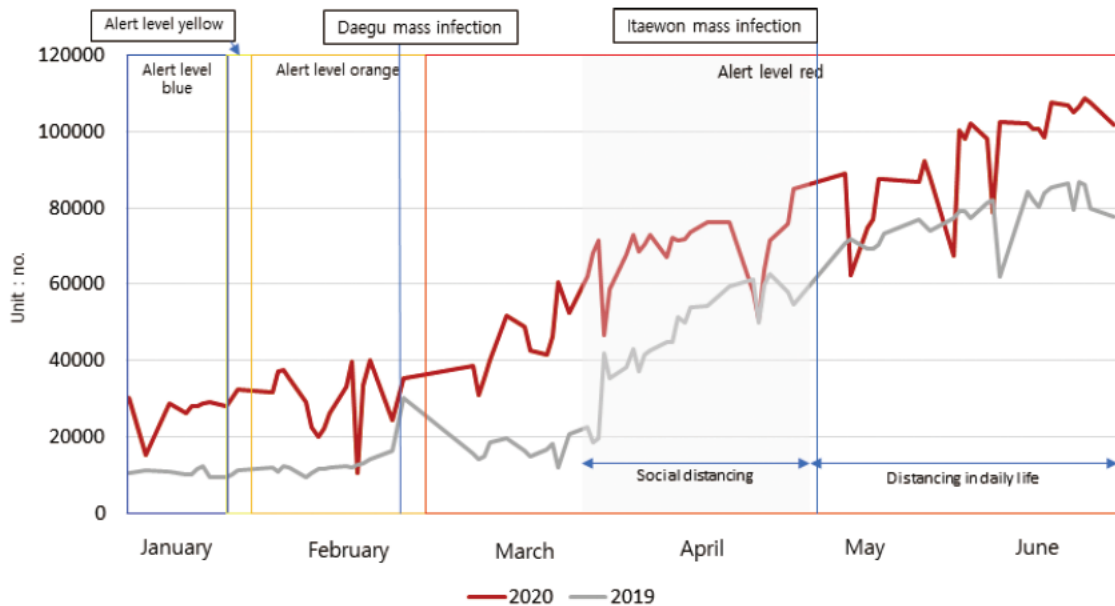


그림 8. 평일 출근 시간대 공공자전거 이용량(2020 vs. 2019)

Figure 8. Public bike ridership during the morning peak hour on a weekday (2020 vs. 2019)

도 이용량 급감 현상이 덜하며, 2019년 대비 2020년 이용률이 높게는 80.0%, 적게는 5.7%로 꾸준한 전년 대비 증가하는 패턴을 보인다(〈표 3〉 참고). 이에 대한 이유로 개인이 통근 및 통학 통행 시 불특정 다수가 이용하는 대중교통보다는 개인 교통수단인 자전거를 단거리 통행에 한하여 이용하는 것으로 판단된다.

5) 소결

평일 출근 시간대 수단별 이용량의 소결은 다음과 같다. 첫째, 지하철과 버스는 COVID-19 동안 유사한 패턴을 보인다. 구체적으로 COVID-19와 관련된 일련의 사건들 직후 이용량이 급격하게 감소하다가 이후 서서히 회복하는 패턴을 보인다. 지하철과 버스 모두 이용량 변화는 대구 집단 감염 사건 직후인 3, 4월에 약 -34.6~-25.4%로 가장 많이 감소하였으며, 안정기에도 감소량이 -14.1%에 달한다(〈표 3〉 참고).

둘째, 승용차의 경우 대중교통과는 다르게 대유행기에도 이용량이 증가하거나, 감소가 미미하였다. 구체적으로 가장 많이 감소한 기간은 광화문 집단 감염 사건 직후인 8월이다. 8월의 증감률은 -3.7%로 비교적 대중교통보다 감소가 미미하다고 볼 수 있다.

셋째, 공공자전거는 2020년 모든 기간 2019년에 비해 높은 이용량을 보이며, 그 증가율이 높게는 80.0%에 달한다. 특기할 만한 점으로 자전거의 경우, 타 수단과는 다르게 COVID-19와 관련된 일련의 사건이 발생한 직후에도 그 이용량 변화가 크게 달라지지 않았다는 점이다. 이는 서울시가 COVID-19 기간 공공자전거 대여소 내 손 세정제 비치, 자전거와 대여소 방역체계 가동 등의 정책을 시행하며 따릉이 이용을 홍보한 효과도 존재하는 것으로 판단된다.

이러한 결과를 종합해봤을 때, 대중교통은 이용량이 급격하게 감소하고 승용차와 공공자전거는 이용량 감소가 미미하거나 오히려 증가하는 양상을 보인다. 이는 COVID-19 기간 재택근무 및 온라인 수업이 시행된 점을 고려하였을 때, 통근 및 통학 통행이 줄어들 것으로 예상되나 승용차와 공공자전거의 이용량이 증가하였다는 점은 기존 대중교통 이용자가 감염에 대한 위험으로 승용차 및 공공자전거로 수단 전환을 하였다고 판단된다.

3. 비필수 통행(여가 통행)

1) 대중교통

주말은 필수 통행이 적고, 여가 통행이 주를 이루는 기간으로 볼 수 있다(국토교통부, 2016). 여가 통행의 경우, COVID-19 첫 확진자가 발생하기 전(1월 20일)에는 2019년보다 대중교통 이용량이 많았지만, COVID-19 기간 급격하게 감소한 것을 확인할 수 있다(〈그림 9〉 참고). 대구 집단 감염 사건과 광화문 집단 감염 사건 직후인 3월, 8월은 이용량이 2019년 대비 -51.8%~-40.7% 정도 감소하였고, 이후 회복기에도 이용률이 2019년 대비 -30.0% 수준을 유지하고 있다(〈표 4〉 참고). 즉, 평일 출근 시간대의 패턴과 유사하게 특정 사건 이후 급격한 감소세를 보이며, 시간이 흐름에 따라 점차 이용량이 회복되는 것을 확인할 수 있다.

특기할 만한 점으로 필수 통행보다 여가 통행의 이용량 감소가 더 큰 폭으로 이루어진 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 필수 통행 시각에 이용량이 가장 많이 감소한 3월의 경우, 대중교통을 이용량은 2019년 대비 2020년 증감률이 약 -30.0% 감소하였지만, 동일 기간 여가 통행은 -50.0%가량 감소한 것을 확인할 수 있다. 이에 대한 이유로 재택근무 제도를 일부 회사에서 실시하였지만,

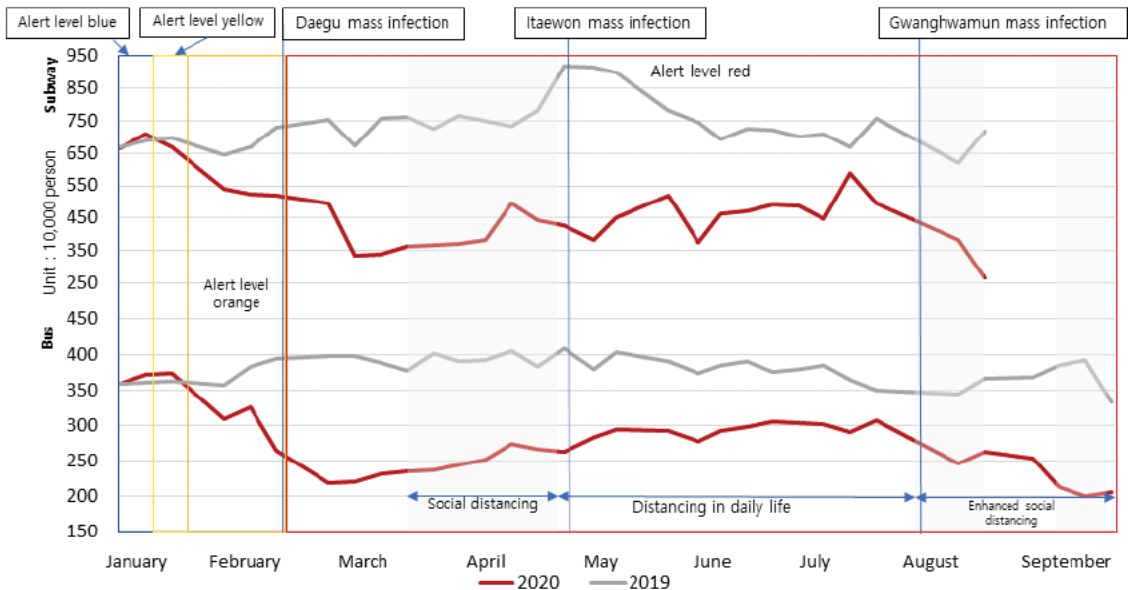


그림 9. 주말 전체 시간대 대중교통 이용량(2020 vs. 2019)
Figure 9. Public transportation ridership on a weekend (2020 vs. 2019)

표 4. 2019년 대비 2020년 주말 수단별 이용 증감률
 Table 4. The change rate of ridership on a weekend (2020 vs. 2019)

2020년 COVID-19 확산 단계 COVID-19 spread stage in 2020		지하철 Subway		버스 Bus		승용차 Personal vehicle		공공자전거 Public bike	
		증감(천명) Increase (1,000 people)	증감률(% Increase rate (%)	증감(천명) Increase (1,000 people)	증감률(% Increase rate (%)	증감(대) Increase (no.)	증감률(% Increase rate (%)	증감(대) Increase (no.)	증감률(% Increase rate (%)
최초발생시점 First occurrence	1월 Jan.	-49	-0.7	62	1.7	187	2.2	9,621	79.0
1차 대유행기 First pandemic	2월 Feb.	-1,794	-25.7	-632	-16.8	-409	-4.7	10,375	69.0
	3월 Mar.	-3,773	-51.8	-1,555	-40.7	-944	-11.0	25,700	97.3
회복기 Recovery period	4월 Apr.	-3,329	-44.0	-1,316	-33.1	-796	-8.7	26,662	55.5
	5월 May.	-4,328	-49.3	-1,542	-35.8	-1,281	-13.3	6,856	9.3
안정기 Stable period	6월 Jun.	-2,696	-37.4	-9,974	-25.5	-512	-5.7	23,245	31.6
	7월 Jul.	-2,043	-28.8	-682	-17.7	-51	-0.6	-	-
	8월 Aug.	-3,440	-51.4	-1,563	-42.6	-1,796	-20.4	-	-
2차 대유행기 Secondary pandemic	9월 Sep.	-	-	-1,023	-29.8	-	-	-	-

그 비율이 높지 않으며 필수 통행 특성상 감염에 대한 위험에도 불구하고 통행을 해야 하기 때문에 판단된다. 이와 반대로 여가 통행은 개인이 통행 여부를 비교적 자율적으로 결정하기 때문에 감염에 대한 위험 정도가 더 크게 반영된 것으로 보인다.

2) 승용차

주말 승용차 이용 패턴의 경우, 평일 출근 시간대 패턴과 다른 양상을 보인다(그림 10) 참고. 평일 출근 시간대의 경우, COVID-19 확산 및 재택근무로 인한 통행량 감소가 미미하였지만, 주말은 감소량이 뚜렷한 것으로 나타났다. 구체적으로 대구 집단 감염 사

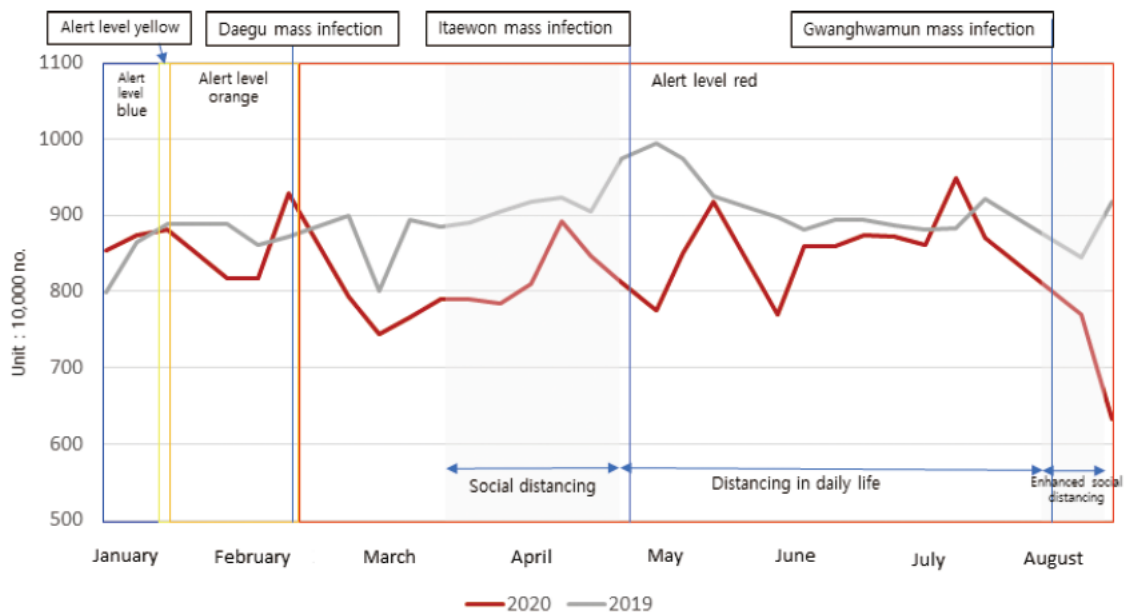


그림 10. 주말 전체 시간대 승용차 이용량(2020 vs. 2019)
 Figure 10. Personal vehicle ridership on a weekend (2020 vs. 2019)

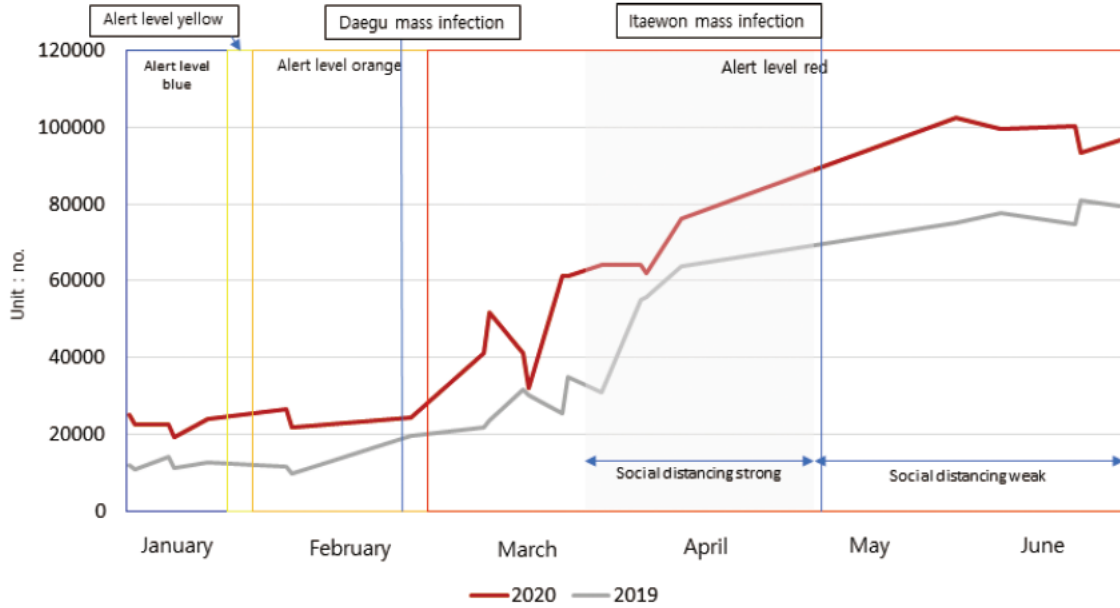


그림 11. 주말 전체 시간대 공공자전거 이용량(2020 vs. 2019)
Figure 11. Public bike ridership on a weekend (2020 vs. 2019)

건 직후인 3월, 이태원 집단 감염 사건 직후인 5월, 광화문 집단 감염 사건 직후인 8월에 2019년 대비 2020년 증감률이 각각 -11.0%, -13.3%, -20.4%로 필수 통행보다 그 감소 폭이 크다(표 4) 참고). 추가로 일련의 사건들 이후 대중교통과 유사하게 4월 말과 5월 말에 이용량을 서서히 회복하는 패턴을 보인다.

승용차 이용량의 경우, 앞선 대중교통과 유사하게 필수 통행보다 이용량 감소가 큰 것으로 나타났는데, 이는 여가 통행의 특성으로 보인다. 비필수 통행인 여가 통행은 통행 여부를 개인이 결정할 수 있다는 점에서 COVID-19 동안 통행량이 많이 감소한 것으로 판단된다.

3) 공공자전거

주말 공공자전거 이용량의 경우, COVID-19 기간임에도 불구하고 여가 통행수단과는 달리 꾸준히 높은 이용률을 보인다(그림 11) 참고). 대구 집단 감염 사건이 발생한 직후인 3월의 경우, 대중교통, 승용차의 주말 이용량이 급격하게 감소한 것에 비해, 공공자전거는 2019년 대비 2020년 증감률이 97.3%로 높은 이용률을 보였다(표 4) 참고). 이후 생활 속 거리 두기가 시작된 4월 말~5월에 그 증가율이 다소 감소하였음에도 2019년에 비해 높은 이용률을 보인다.

여가 통행에 한하여 모든 통행수단의 이용률이 전반적으로 감소하였지만, 공공자전거의 2019년 대비 2020년 이용률이 높은 것은 COVID-19 동안 여가 통행의 상당 부분을 자전거에 의존한다고 볼 수 있다. 앞서 분석한 필수 통행과 여가 통행 모두 타 수단과는 달리 공공자전거가 꾸준히 높은 이용률을 보이는 점을 참고하였을 때, 자전거가 COVID-19와 같은 감염병 기간에 중요한 교통수단으로 활용될 수 있음을 시사한다.

4) 소결

주말 전체 시간대 수단별 이용량의 소결은 다음과 같다. 첫째, 여가 통행이 잦은 주말 통행은 필수 통행보다 비교적 집단 감염 사건에 민감하게 반응한다는 점이 특징이다. 특히, 대중교통 이용량은 더 큰 감소세를 보였으며, 필수 통행에서 이용량 감소가 미미하거나 증가했던 승용차도 여가 통행에서 감소세를 보였다. 이는 전술한 바와 같이 비필수 통행인 여가 통행은 COVID-19 감염에 대한 위협으로 개인이 통행을 자제한 것으로 판단된다.

둘째, 공공자전거 통행의 경우 모든 기간 2019년에 비해 높은 이용률을 보였다. 특히 대구 집단 감염 사건 직후인 3월의 2019년 대비 2020년 증감률은 97.3%로 높은 이용률을 보인다. 추가로 여가 통행에서의 자전거 이용량 증가율이 필수 통행보다 더 높은 것을 확인할 수 있다. 이는 개인이 COVID-19 동안 감염에 대한 위협으로 필수 통행과 여가 통행에서 자전거를 선택하는 비중이 2019년보다 증가했지만, 여가 통행에서 그 비중이 더 큰 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구는 서울시를 대상으로 COVID-19가 발생하기 이전인 2019년과 발생 및 확산 이후인 2020년의 통행수단별 이용량을 비교·분석한 연구이다. 통행수단은 버스, 지하철, 승용차, 공공자전거 총 4개로 세분화하여 살펴보았으며, COVID-19의 영향력을 세밀하게 살펴보기 위해 각 수단의 통행목적별 이용량 변화를 분석하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 시기별로 COVID-19 영향력을 살펴보면, 수단별 정도의 차이는 존재하지만 대체로 대구 집단 감염 사건, 이태원 집단

감염 사건, 광화문 집단 감염 사건 직후에는 통행량이 감소하다가 시간이 지남에 따라 서서히 회복하는 경향을 보였다. 이는 집단 감염 사건 직후 개인이 COVID-19에 대한 위험을 강하게 인지하여 통행을 스스로 제한하거나, 재택근무 등의 정책으로 인한 통행 감소로 판단된다. 하지만 COVID-19 대응 정책인 사회적 및 생활 속 거리 두기 정책으로 일별 확진자 수가 감소하고, COVID-19로 인한 경각심이 줄어들어 따라 이용량이 서서히 회복되는 것으로 나타났다. 특히, 불특정 다수가 이용하는 특징을 가진 대중교통은 COVID-19와 관련된 일련의 사건들에 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. COVID-19 종식 이후에도 개인이 대중교통을 기피하는 현상이 지속될 수 있다(Wang et al., 2021). 따라서 COVID-19 이후 대중교통 이용을 장려하고 승용차 이용을 억제하기 위한 개인의 인식 개선 및 홍보정책이 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 수단별 COVID-19의 영향력 차이를 확인해보면 대중교통의 경우 승용차, 자전거보다 COVID-19로 인한 영향력이 큰 것으로 확인되었다. 구체적으로 대구 집단 감염 사건과 광화문 집단 감염 사건 직후인 3월과 8월의 경우 이용량 감소가 약 -50.0%로 급격한 감소세를 보였다. 이후 이용률이 서서히 회복되는 경향을 보였음에도 2019년 대비 약 -20% 정도 낮게 유지되었다. 이에 비해 승용차나 공공자전거는 이용률 감소가 미미하거나 이용률이 증가하였다.

승용차의 경우, 평일 재택근무 제도의 확산에도 불구하고 이용률의 최대 감소는 약 -3.7%(8월, 광화문 집단 감염사건)에 불과하며, 다른 기간에는 2.2%까지 증가하는 경향이 나타났다. 자전거는 승용차보다 이용량 증가가 더 큰 폭으로 이루어졌는데, COVID-19가 본격적으로 확산한 시기인 2월~3월 중 필수 통행 시간대인 오전 7~9시에도 이용률이 2019년 대비 약 20.0% 높게 나타났다. 반면, 평일 출근 시간대 지하철의 경우 2019년 대비 2020년의 이용률은 시기별로 모두 감소하였으며, 최대 감소(-51.8%)는 2020년 3월 대구 집단 감염사건 직후에 일어났다.

정리해보면, COVID-19의 영향력은 통행수단별로 상이한 것을 확인할 수 있고, 이는 감염에 대한 위험 정도의 차이로 볼 수 있다. 감염에 대한 위험이 큰 대중교통의 경우 이용을 기피하는 것으로 해석해볼 수 있다. 이에 비해 승용차, 공공자전거는 개인 교통수단으로 감염에 대한 위험이 상대적으로 낮아 감소량이 미미하거나 오히려 증가했다고 볼 수 있다. 특히, 통근 및 통학과 같은 필수 통행의 경우 기존 대중교통 이용자들이 자전거나 승용차로 수단 전환을 한 것으로 판단된다. 교통수단 전환과 관련하여 Teixeira and Lopes(2020)의 연구는 뉴욕시의 지하철 이용량과 공공자전거 이용량 및 평균 운행 시간을 바탕으로 대중교통에서 공공자전거로의 수단 전환의 가능성을 확인했다.

다른 한편으로, 서울시는 따릉이 대여소 내 손 소독제를 비치하는 등 자전거와 대여소의 방역체계를 가동하고 이를 적극적으로

로 홍보한 점이 공공자전거 이용률 증가에 영향을 미친 것으로 판단된다. 이러한 홍보 효과로 공공자전거가 대중교통의 대체수단으로 활용될 수 있다는 가능성을 참고하였을 때, 향후 공공자전거 인프라 확충 및 인식개선을 통해 공공자전거 이용률을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 승용차 이용량 변화가 2019년 대비 2020년에 큰 차이가 없었음을 고려할 때 승용차에서 공공자전거로의 수단 전환 유도가 더 필요함을 시사한다.

마지막으로, 통행 목적별로 이용량 차이를 확인해보면, 전반적으로 필수 통행에서 그 이용량 감소 폭이 작은 것으로 나타났다. 일례로, COVID-19가 광범위하게 확산하였던 3월 지하철의 경우 필수 통행은 2019년 대비 2020년 증감률이 -31.1%이지만, 비 필수 통행은 -51.8%로 큰 차이를 보였다. 이외에도, 승용차는 필수 통행에서 COVID-19 확산 기간과는 별개로 큰 이용량 변화를 보이지 않았지만, 여가 통행에서는 약 -11.0% 정도의 감소세를 보였다. 이러한 결과는 감염에 대한 위험에도 불구하고 통근 및 통학이 필수 통행이기 때문에 통행수단의 전환을 통해 통행이 이루어지는 반면, 여가 통행은 통행자제를 자제한다고 볼 수 있다.

반면, 공공자전거의 여가 통행은 2019년 대비 2020년 증감률이 필수 통행보다 높은 것으로 나타났다. 구체적으로 COVID-19가 확산한 3월의 경우, 필수 통행에서 그 이용량 증가분이 19.8%에 불과하지만, 여가 통행에서 동일 기간 이용률이 97.3% 증가하는 것으로 나타났다. 전반적으로 공공자전거는 필수 통행보다 여가 통행에 있어 증감률이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 점을 참고하였을 때, 공공자전거 인프라 개선 및 확충을 통해 공공자전거 수단이 필수 통행뿐만 아니라, 여가 통행에 있어 감염병 시기에 적극적으로 활용될 수 있음을 시사한다.

본 연구는 COVID-19 확산단계별 주요 교통수단의 이용률 변화를 비교·분석하고 정책적 시사점을 제시하였다는 점에서 의의가 있으나 다음과 같은 한계점이 존재한다. 첫째, 본 연구는 2019년 대비 2020년 교통수단별 이용량 변화를 살펴보았지만, 이러한 변화가 COVID-19의 영향력만이라고 단정하기 어렵다. 이는 COVID-19 전후 이용률 변화 해석에서 COVID-19의 영향을 과잉해석할 여지가 있음을 의미한다. 구체적으로 교통수단별 이용률에 영향을 미치는 요소로, 인구, 통행 비용(유류 가격, 대중교통 운임), 자동차 등록 대수, 교통수단별 인프라 등이 존재한다. 이와 같은 요인들은 교통수단 선택과 이용률에 영향을 미칠 수 있기 때문에 향후 연구에서 이러한 요인들을 제어할 필요가 있다.

둘째, COVID-19 기간 동안 재택근무가 시행되었다는 점을 고려하였을 때, 교통수단별 이용량 감소가 재택근무로 인한 부분이 존재할 것으로 판단된다. 하지만 본 연구에서는 재택근무 비율에 대한 자료의 활용이 어려워 이 부분을 연구에 정밀하게 반영하지 못하였다. 따라서 향후 연구에서 재택근무의 비율을 정밀하게 추정하여 재택근무로 인한 교통수단별 이용량 변화를 분석할 필요가 있다.

이러한 한계점에도 불구하고 본 연구는 COVID-19 확산 단계별로 서울 시민들의 통행수단별 이용량을 분석하고 정부의 감염병 정책에 따라 통행수단 선택에 생기는 변화와 정부의 정책이 통행목적별로 각 수단에 미치는 영향을 알아본 점에서 의의가 있다. 이는 감염병으로 인한 팬데믹 상황에서 대중교통의 탄력적 운영과 자전거와 같은 친환경 개인 교통수단의 활용을 증진시킬 수 있는 교통정책을 수립하는 데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

주1. Apple, 이동성 트렌드 보고서, <https://covid19.apple.com/mobility>
 주2. Google, 코로나19 지역사회 이동성 보고서, <https://www.google.com/covid19/mobility/>
 주3. 서울특별시, <https://www.seoul.go.kr/main/index.jsp>
 주4. 코로나바이러스감염증-19(COVID-19), <http://ncov.mohw.go.kr/>
 주5. 서울열린데이터광장, 서울시 1일 교통수단별 통행현황 통계(https://data.seoul.go.kr/dataList/250/S/2/datasetView.do?jsessionId=A8CA6E194F3DBA1E0BB560AF878546F0.new_portal-svr-21).

인용문헌
References

1. 국토교통부, 2016. “2016년 전국 여객 기종점 통행량 조사”, 세종. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2016. “Survey of Local Transport Origin-destination Traffic Volume in 2016”, Sejong.
2. 기동환·이수기, 2019. “초미세먼지 농도와 지하철 이용량의 관계 분석과 미세먼지 대응정책의 실효성 평가”, 「국토계획」, 54(4): 79-93.
 Ki, D.H. and Lee, S.G., 2019. “Analysis on the Relationship between the Fine Dust Concentration and Subway Ridership for the Evaluation of Fine Dust Response Policies”, *Journal of Korea Planning Association*, 54(4): 79-93.
3. 서정식, 2015. “메르스사태 전후의 서울메트로 수송실적 분석”, 「철도저널」, 18(4): 61-65.
 Seo, J.S., 2015. “Analysis of Seoul Metro Transportation Performance before and after the MERS Outbreak”, *Railway Journal*, 18(4): 61-65.
4. 성현곤, 2016. “메르스의 발발과 확산이 대중교통 이용에 미친 영향”, 「국토계획」, 51(3): 163-179.
 Sung, H.G., 2016. “Impacts of the Outbreak and Proliferation of the Middle East Respiratory Syndrome on Rail Transit Ridership in the Seoul Metropolitan City”, *Journal of Korea Planning Association*, 51(3): 163-179.
5. 신강원·최기주, 2014. “SUR 모형을 이용한 강수량과 대중교통 승객 수간 관계 분석”, 「대한교통학회지」, 32(2): 83-92.
 Shin, K.W. and Choi, K.C., 2014. “Analyzing the Relationship between Precipitation and Transit Ridership through a Seemingly Unrelated Regression Model”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 32(2): 83-92.
6. 원민수·천승훈·신성일·이선영, 2019. “기상상황에 따른 서울시 대중교통 이용 변화 분석: 폭설을 중심으로”, 「대한토목학회논문집」, 39(6): 859-867.
 Won, M.S., Cheon, S.H., Shin, S.I., and Lee, S.Y., 2019. “Analysis of Public Transport Ridership during a Heavy Snowfall in Seoul”, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 39(6): 859-867.
7. 원계무, 2020. “COVID-19 이후의 통행패턴 변화와 도시교통체계 대응방안”, 「도시정보」, (460): 24-25.
 Won, J.M., 2020. “Changes in Urban Traffic Pattern and Urban Traffic Management System after COVID-19”, *Urban Information Service*, (460): 24-25.
8. 이왕건, 2020. “코로나 19 시대 도시 사회·공간 변화와 정책과제”, 「국토정책 Brief」, (763): 1-8.
 Lee, W.G., 2020. “Change of Urban Society and Spatial in COVID-19 and Policy Tasks”, *KRIHS Policy Brief*, (763): 1-8.
9. 이장호·정경옥·신희철, 2016. “기상조건과 입지특성이 공공자전거 이용에 미치는 영향 분석”, 「대한교통학회지」, 34(5): 394-408.
 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*, 34(5): 394-408.
10. 임성한, 2020. “코로나바이러스감염증-19로 인한 교통수요 변화 분석”, 「한국 ITS 학회논문지」, 19(5): 106-118.
 Rhim, S.H., 2020. “An Analysis of Change in Traffic Demand with Coronavirus Disease 2019”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 19(5): 106-118.
11. YTN 방송 보도, 2020.06.29. “여름휴가 9월까지 분산... 신규 확진 42명”, YTN.
 YTN Broadcasting, 2020.06.29. “Summer Vacation Disperse until September... 42 New Confirmed Case”, YTN.
12. Bucsky, P., 2020. “Modal Share Changes due to COVID-19: The Case of Budapest”, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 100141.
13. De Vos, J., 2020. “The Effect of COVID-19 and Subsequent Social Distancing on Travel Behavior”, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 100121.
14. Hadjidemetriou, G.M., Sasidharan, M., Kouyialis, G., and Parlikad, A.K., 2020. “The Impact of Government Measures and Human Mobility Trend on COVID-19 Related Deaths in the UK”, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, 100167.
15. Hu, S. and Chen, P., 2021. “Who Left Riding Transit? Examining Socioeconomic Disparities in the Impact of COVID-19 on Ridership”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 90, 102654.
16. Hu, Y., Barbour, W., Samaranyake, S., and Work, D., 2020. “Impacts of COVID-19 Mode Shift on Road Traffic”, *arXiv preprint arXiv:2005.01610*.
17. Kim, C., Cheon, S.H., Choi, K., Joh, C.H., and Lee, H. J., 2017. “Exposure to Fear: Changes in Travel Behavior during MERS Outbreak in Seoul”, *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(7): 2888-2895.
18. Lee, H., Park, S.J., Lee, G.R., Kim, J.E., Lee, J.H., Jung, Y., and

- Nam, E.W., 2020. "The Relationship between Trends in COVID-19 Prevalence and Traffic Levels in South Korea", *International Journal of Infectious Diseases*, 96: 399-407.
19. Orro, A., Novales, M., Monteagudo, Á., Pérez-López, J. B., and Bugarín, M.R., 2020. "Impact on City Bus Transit Services of the COVID-19 Lockdown and Return to the New Normal: The Case of A Coruña (Spain)", *Sustainability*, 12(17): 7206.
 20. Park, J., 2020. "Changes in Subway Ridership in Response to COVID-19 in Seoul, South Korea: Implications for Social Distancing", *Cureus*, 12(4): 1-11.
 21. Shamshiripour, A., Rahimi, E., Shabanpour, R., and Mohammadian, A.K., 2020. "How is COVID-19 Reshaping Activity-travel Behavior? Evidence from a Comprehensive Survey in Chicago", *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 7: 100216.
 22. Tan, L. and Ma, C., 2021. "Choice Behavior of Commuters' Rail Transit Mode during the COVID-19 Pandemic Based on Logistic Model", *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 8(2): 186-195.
 23. Teixeira, J.F. and Lopes, M., 2020. "The Link between Bike Sharing and Subway Use during the COVID-19 Pandemic: The Case-study of New York's City Bike", *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6: 100166.
 24. Wang, D., He, B.Y., Gao, J., Chow, J.Y., Ozbay, K., and Iyer, S., 2021. "Impact of COVID-19 Behavioral Inertia on Reopening Strategies for New York City Transit", *International Journal of Transportation Science and Technology*, 10(2): 197-211.
 25. McKinsey & Company, 2020.09.17. "Five COVID-19 after Shocks Reshaping Mobility's Future", <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/five-covid-19-aftershocks-reshaping-mobilitys-future>.

Date Received	2020-12-28
Date Reviewed	2021-02-19
Date Accepted	2021-02-19
Date Revised	2021-05-20
Final Received	2021-05-20