



도시 레질리언스 측면에서 바라본 포스트 코로나 도시 제언 : 코로나19 초기 확산시기에 나타난 모빌리티 변화분석 연구^{*,**}

An Insight to Post-COVID Cities in Terms of City Resilience : Analysis of Mobility Trends during the Initial Stage of COVID-19

심혜영^{***} · 김문현^{****} · 손희주^{*****}

Sim, Hye-Young · Kim, Moon-Hyun · Shon, Huijoo

Abstract

The COVID-19 pandemic has changed the mobility behavior of urban people. To prepare a prompt response to the post-COVID era and to improve city resilience for the next generation, this study seeks to understand the mobility changes and analyzes the factors that affected the change. This study assumes that mobility changes on weekdays, weekends, and internal and external mobility will occur differently due to COVID-19. The dependent variable is a difference in Living Population (LP) in 2020 compared to 2019, and the explanatory variables are factors in population density, car ownership density, land use, temperature, precipitation, and COVID-19-related policy factors, including the frequency of emergency texts, the number of confirmed cases, and daily press releases. Since the data are approximately one-day units for two years and 25 districts in Seoul, panel Generalized Least Squares was applied to control heterogeneity and time-series autocorrelation in the panel data. The result indicates that news frequency increases internal mobility and decreases external mobility regardless of weekdays or weekends, which means long-distance mobility was substituted by mobility in the nearby areas. The COVID-19-related policy factors are found to be effective in controlling urban mobility, and alternatives to provide COVID-19 information transparently should be considered at a more detailed level, depending on the measured taken by different districts to manage the post-COVID era changes.

주제어 모빌리티, 도시 레질리언스, 코로나19, 재난 문자, 사회적 거리두기
Keywords Mobility, City Resilience, COVID-19, Emergency Text, Social Distancing

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우한에서 시작된 코로나바이러스감염증-19(이하 코로나19)가

중국 내 주변 지역은 물론 전 세계로 빠르게 퍼지면서 경제·사회 위기가 확산되었다. 미국, 일본, 유럽 국가들 등 고소득국가들도 코로나19 확산에 미흡하게 대처하면서 재난과 같은 상황이 이어졌으며, 이를 타개할 벤치마킹 대상이 없는 상황이다. 대부분 나라가 코로나19 확산 초기에 국경을 닫고, 특정 시설을 폐쇄하며,

* 이 논문은 대한국토·도시계획학회 2021 춘계산학술대회에서 발표한 논문을 수정·보완한 것임.

** 이 연구는 교육부 및 한국연구재단의 4단계 두뇌한국21 사업(4단계 BK21 사업)으로 지원된 연구임(No. 5120200113713).

*** Ph.D. Candidate, Department of Environmental Planning, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University (Corresponding Author: sim.geogreen@gmail.com)

**** Ph.D. Candidate, Department of Environmental Planning, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University (moonhyun@snu.ac.kr)

***** Ph.D. Student, Department of Environmental Planning, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University (hjshon009@snu.ac.kr)

이동을 제한하는 등의 통제 정책에 초점을 맞추었다. 이러한 정책이 코로나19 확산을 방지하는 데 어느 정도 효과를 거두었지만 공급과 수요가 동시에 줄어들고(Boone, 2020), GDP와 고용률이 급격히 감소하는(Hatzius et al., 2020) 등 경제 부문에 미치는 악영향이 나타났다.

한국에서는 2020년 1월 20일에 첫 감염자가 발생하면서 코로나19가 확산되었고, 초기에 대규모 집단 감염이 발생하며 어려움을 겪었다. 한국의 코로나19 확진자는 여러 지역의 병원, 헬스장, 관광지에서 집단 감염이 발생하면서 빠르게 증가했다(Shim et al., 2020). 집단 감염 지역에서 다수의 감염자가 이차 감염을 발생시켰고, 서울과 같은 대도시의 감염사례가 급격히 증가했다. 이에 한국 정부는 집단 감염으로 인한 지역 내 확산을 방지하고자 집단 감염 발생 지역인 대구·경북을 특별관리지역으로 지정하고 강력한 방역 조치와 함께 사회적 거리두기 캠페인으로서 행사 자제, 학교 개학 연기 등의 조치를 시행했다. 더불어 개인이 방역 수칙을 지키도록 권고하였으며, 사회적 거리두기 단계를 구성하여 대응했다.

국가 위기로서 코로나19에 대응하는 지침이 마련되면서 개인의 생활 패턴도 달라졌다. 국가뿐만 아니라 지역, 도시 등 여러 공간 단위에서 인적·물적 이동이 제한되면서 버스·전철·비행기 등의 대중교통 이용객이 급감하였다. 장시간 폐쇄된 공간에서 이동해야 하는 철도, 고속·시외버스, 항공을 중심으로 그 여파가 분명하게 나타났다. 2020년 3월 23일 기준 176개국이 한국인 입국 제한 조치를 시행하였고, 국제선 여객은 전년 대비 약 93.5% 감소하였다(구세주, 2020). 전국에서 인구밀도가 가장 높은 수도권 지역의 통행량을 살펴보면, 코로나 확진자 발생 시점인 2020년 1월 3주 차에 비해 3월 1주 차의 택시 통행량은 31.7%, 일반 버스는 36.1%, 도시철도는 41.3%로 감소하였다(장동익 외, 2020).

코로나19 확산이 길어지자 비대면 의사 결정 방식이 확대되면서 전통적인 사무공간에 대한 수요가 감소하고, 재택근무가 확대되었다(이왕진, 2020). 이를 통해 통근·통학 위주의 주중 통행의 변화를 예상할 수 있다. 더불어 사람들이 코로나19 감염 위험이 높은 곳을 피하면서, 외식·여가 목적의 통행 빈도가 줄고 업무 시설·대중교통 시설 방문 횟수도 감소하는 반면 주거지역 내 활동이 증가하였다(Parady et al., 2020). 이렇게 코로나19로 인한 비대면 생활방식의 확대와 통행행태의 변화로 모빌리티에 변화가 나타나고 있다. 특히, 인구가 밀집된 도시는 코로나19의 확산 우려가 높아 그 변화의 폭이 더 클 것으로 예상할 수 있다. 도시는 전 세계 인구의 절반 이상이 거주하는 곳으로(UN, 2019), 2019년 기준 우리나라 인구의 약 92%가 도시에서 살고 있다(한국국토정보공사, 2022). 따라서 전염병에 대처하기 위해서는 도시의 통행 변화를 이해하는 것이 중요하다. 나아가 도시의 통행 변화는 도시 레질리언스 분석에서 다루어야 필수 요소이다. 코로나19라는 위기 속에서 도시가 전환(transition) 과정을 통해 레질리언

스를 구현함으로써 지속가능성 확보 방안을 탐색하게 되기 때문이다.

2022년 3월 17일에 약 60만 명의 역대 최고 신규확진자 수를 기록했고, 그 이후 확진자 수는 점차 줄어들어 유행 상황이 호전되었다(보건복지부, 2022). 그러나 2022년 이후 코로나19 확진자 수는 7일간 평균 천 명 정도로 확산 초기의 약 100명대에 비해 상당히 증가하였다. 확산 초기에는 코로나바이러스에 대한 치료나 대응방안에 대한 체계가 부족했기 때문에 코로나 확산에 대한 위험 인식이 높았다. 그러나 2022년 현재는 치명률(0.05~0.1%)이 독감과 비슷해졌고, 코로나19 확산에 대한 걱정이 줄어들 것으로 보인다(Figure 1). 중앙방역대책본부는 다른 국가들과 비교했을 때 한국의 코로나19 주간 사망률과 치명률이 낮다는 것을 강조했다(김영신, 2021). 즉, 2년 동안 감염 확산 속도를 조절하지 않았다면 60만 명의 확진자 수는 2년이 아닌 1년 또는 그보다 빨리 도달했을 것이고, 이에 대한 의료체계 구축 등 사회적 대응체계가 구축되기 전에 많은 사람이 확진되어 사망률이 높았을 것이다.

코로나19 초기 확산 단계에서 감염병 확산 속도를 늦추기 위한 노력을 살펴보는 것은 중요하다. 한국의 경우 'K방역'이라고 불릴 정도로 초기 확산에 대응이 유연하고 빨랐다고 평가받는다. 확진자 경로를 파악하고 공개하여 그 근방에 있던 사람들의 자발적 검사를 유도하고 마스크 착용을 권장했다. 또한, 밀접접촉자에게 연락하여 검사를 받게 할 뿐만 아니라 증상이 있는 사람들의 자발적 검사를 유도했다. 특히 '드라이브스루' 코로나 검사를 활용하여 많은 검사를 빠르게 수행하였다. 드라이브스루 검사 체계는 코로나 확산 초기의 감염 경로와 감염자 수를 정확하게 파악하는데 일조했다. 또한, 공공기관의 다양한 미디어 활동은 마스크 쓰기, 사회적 활동 감축, 손 씻기 등의 행동을 유도했다. 행정구청은 코로나 확진자 수, 확진경로, 증상 등을 공유하고 주민이나 방문자에게 문자 메시지를 발송하며, 감염 예방법을 알리고 거리두

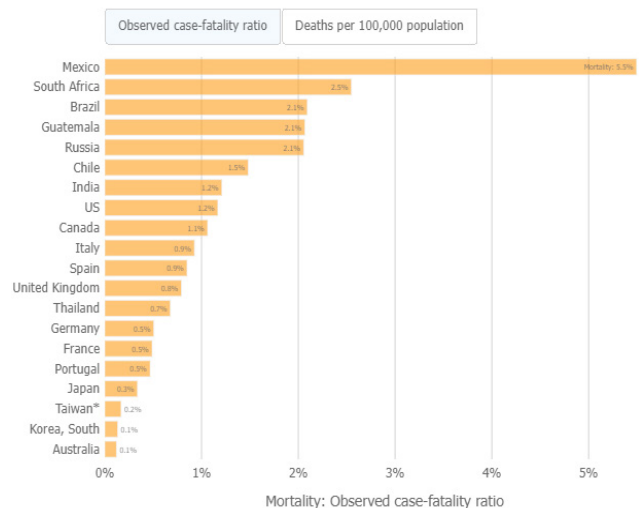


Figure 1. Covid19 mortality: observed case-fatality ratio
Source: Johns Hopkins University & Medicine

기를 권장하였다. 이에 비해 다른 국가에서는 확산 초기에 마스크 사용을 권장했지만 받아들이지 않는 사회적 분위기와 확산자 경로를 확인하지 못 한다거나, 밀접 접촉자의 검사를 못 하거나, 확진 장소에 대한 방역을 수행하지 못 하는 등의 미흡한 초기 대응으로 코로나19 감염이 빠르게 확산하였다.

즉, 초기 대응을 적극적으로 시행한 한국은 지난 2년 동안 의료 체계를 구축하고 포스트 코로나를 준비하는 예방체계를 갖추는 등의 노력으로 도시 레질리언스를 높여왔다.¹⁾ 그러므로 현재 코로나19 확산 상황에 대한 평가를 위해 초기 확산을 분석할 필요가 있으며, 초기 확산을 늦추는 방안에 대한 연구가 필요하다. 즉, 감염병의 초기 확산 단계에서 확산을 늦출 수 있는 영향요인을 규명하는 것은 앞으로의 질병과 재난을 예방하기 위한 중요한 작업이다.

따라서 본 연구는 포스트 코로나를 고려하여 도시 레질리언스를 높이기 위해 코로나19 초기 확산 단계에서의 모빌리티 변화를 인구, 정보, 토지이용 특성을 중심으로 살펴보고자 한다. 연구의 순서는 다음과 같다. 2절에서는 코로나19와 도시 모빌리티, 도시 레질리언스에 관한 선행연구를 고찰하고, 서울시 모빌리티 변화에 영향을 미칠 요인을 도출한다. 3절에서는 코로나19와 관련된 정보, 도시 인구 특성, 토지이용을 중심으로 변수를 구성하고, 분석 방법인 Panel GLS에 관하여 논한다. 4절에서는 기초통계량과 Panel GLS를 통해 도출한 분석 결과를 제시한다. 5절에서는 서울시 모빌리티에 미치는 코로나19의 영향을 되짚고, 정책적 시사점을 서술한 뒤 향후 연구를 위한 연구의 한계점을 정리한다.

II. 코로나19와 모빌리티 관련 선행연구 고찰

1. 도시 모빌리티에 미치는 코로나19 영향

코로나19가 도시 모빌리티에 영향을 미치는 과정을 파악하고자 모빌리티 개념을 이론적으로 고찰하였다. 우선, 코로나19로 인해 도시 모빌리티가 변화했다는 선행연구를 검토하였다. Aloï et al.(2020)은 코로나19로 인한 제재가 스페인 산탄데르(Santander)의 도시 모빌리티에 미친 영향을 연구하여, 2020년 3월 15일에 코로나19 발병 전과 비교하여 개인 차량은 76%, 대중교통의 93%까지 감소했으며 보건, 쇼핑, 연구, 기타 목적의 이동은 줄어들고 업무통행은 증가하였음을 밝혔다. Bonaccorsi et al.(2020)은 코로나19 발병으로 인한 봉쇄 정책이 이탈리아 도시 및 도시민에게 미친 영향을 분석하였고, 높은 도시재정 역량을 지닌 지자체에서 봉쇄 정책이 모빌리티에 미치는 영향이 더 컸으며, 도시민의 불평등 수준이 높고 1인당 소득이 낮은 지자체에서 모빌리티 감소가 컸음을 밝혔다. McGough et al.(2020)은 미국 전체가 코로나19의 영향을 받고 있지만 그 영향 정도는 자치주에 따라 다르게 나타난다고 주장하였다. 특히, 보건 상태나 경제적 상태가 좋지

않은 자치주일수록 일평균 사망률이 높았다. 지상훈(2020)은 코로나19로 인한 서울의 생활인구 변화를 분석하여, 직장인구가 많은 행정동은 주거인구가 많은 행정동에 비해 코로나19 발병 이후 생활인구 변화폭이 더 크다는 것을 확인하였다. 또한, 비대면으로 거래가 가능한 업종의 경우 외출 경향이 줄었고 대면이 필수인 업종(보건 및 사교육 등)의 경우는 외부 소비 활동이 증가했음을 확인하였다.

코로나19는 도시의 특성이나 이동목적 등에 따라 모빌리티에 미치는 영향 정도가 다르게 나타났다. Nian et al.(2020)은 택시 이용과 사회적 활력의 관점으로 코로나19로 인한 이동 제한 정책이 중국의 메가시티인 충칭에 미친 영향을 분석하였다. 공간적 자기상관 및 공간시차모형(spatial lag model, SLM)을 통해 택시 이용량과 군집 수준은 물론 소비를 위한 이동이 많이 감소했지만, 커뮤니티 수준에서 이동 수요는 많이 증가했음을 밝혔다. Kraemer et al.(2020)은 중국 우한의 실시간 모빌리티 자료(mobility data)와 통행 기록을 사용하여 통행 제한 조치가 코로나19 확산에 미치는 영향을 분석했다. 연구 결과, 통행 제한 조치 이전에는 사람들의 이동과 코로나19 확산이 강한 상관관계를 보였으나, 조치 이후에는 대부분의 지역에서 상관관계가 떨어지고 확산은 감소했다. Badr et al.(2020)은 미국의 카운티(counties)를 대상으로 이동 패턴(mobility pattern)과 전염 간의 관계를 조사했다. 이 연구는 대다수 카운티에서 이동 패턴의 변화가 코로나19 확산자 증감에 가장 강력한 영향을 미치고 있음을 보여주었는데, 이동이 약 35~63% 정도 감소하면 9~12일 뒤에 전염자가 감소하는 것으로 나타났다. 코로나19는 대면 접촉에 의해 전파되므로 대도시의 높은 인구밀도가 전염병을 확산시키는 중요한 변수로 여겨진다. 그러나 Hamidi et al.(2020)이 미국의 카운티를 대상으로 진행한 연구에 따르면 카운티 밀도가 감염률에 미치는 영향이 유의하지 않았다.

도시 모빌리티를 살펴보는 것은 선제적 도시계획을 통한 지속 가능한 도시를 구현하는 데 도움이 될 수 있다. 행정구역별 확진자 수에 대한 정보를 전달하는 문자메시지 서비스의 경우 초기 확산에 큰 역할을 하였다고 나타나는데, 정보를 구체적으로 제공할수록 사회적 거리두기의 영향력은 크게 나타날 것이다. 또한 모빌리티는 사람들의 이동만이 아닌 물자의 이동도 포함한다. 도시 계획에서 물자의 이동은 언제나 그 도시의 가치와 연결된다. 코로나19 확산을 억제하기 위해 정부는 사회적 거리두기를 시행하였다. 사회적 거리두기가 시행되면서 재택근무가 증가하고 이동이 제한되면서 물자의 이동이 변화했는데, 이는 도시 레질리언스를 위협할 수 있다. 코로나뿐만 아니라 기후변화로 인한 위험이 증가하는 요즘, 본 연구는 코로나19가 도시 모빌리티를 어떻게 바꾸고 도시의 레질리언스를 어떻게 위협하는지 확인함으로써 도시민의 감염병 예방에 관한 논의에 기여할 것이다.

2. 도시 레질리언스와 코로나19

레질리언스(resilience)는 라틴 어원의 ‘resilire’, ‘salire’에서 유래하였고, 사전상 의미로는 ‘어려움에서 빠르게 회복하는 능력 (the capacity to recover quickly from difficulties)’이다. 유엔 국제전략기구(The United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR)는 레질리언스를 ‘위험의 영향을 적시적이고 효율적으로 저항, 흡수, 수용 그리고 복구하는 지역사회나 사회의 능력’으로 정의했다(UNDRR, 2022). 레질리언스는 원래 상태로의 복구만을 의미하는 것이 아니라 변화된 환경에 대한 ‘적응력(Adaptability)’을 확보하면서 생태학적, 경제적 또는 사회적 구조 측면에서 새로운 시스템을 만드는 ‘전환 능력(Transformability)’을 포괄한다(Walker et al., 2004). 즉, 레질리언스는 어떠한 충격에 대응하여 충격을 최소화하고 빠르게 회복을 할 수 있는 능력이다.

Vale(2014)는 도시 레질리언스의 의미는 도시를 물리적 공간으로 보는지 또는 사회적 공동체로 보는지에 따라 다를 수 있지만, 도시계획 결정권자는 다음 3가지 레질리언스 측면을 받아들여야 한다고 밝혔다.

1. 회복 상태에 대한 지배적인 담론을 공표하고 관리하기 위한 노력
2. 회복의 현저한 상징적 이정표를 강조하기 위한 전략
3. 재개발 정치에 대한 도시 주민들과의 협상

즉, 도시 레질리언스를 고려한 도시계획은 위기 이후의 회복 상태에 대한 담론을 전달하고, 회복 상태를 이루기 위한 전략을 공유하고, 회복을 포함한 전환능력으로 인한 변화를 도시 주민들과 소통해야 함을 포함한다. 그렇다면 코로나라는 위기를 겪으면서 도시 레질리언스는 어떻게 작동하고 있었을까? 도시계획의 유닛(unit)인 행정구역 단위에서 사회적 거리두기를 실행함으로써 현재의 코로나로 인한 영향에서 얼마나 회복했는지, 이 충격을 받고 성장하여 변화된 환경에 대한 적응력까지 확보한 새로운 전환능력을 가진 상태인지를 확인할 필요가 있다. 이는 앞으로 나타날 새로운 바이러스와 이상기후에 대한 예방 및 적응 능력을 준비함으로써 도시 레질리언스를 높이고 지속가능한 도시를 만드는 과정에 매우 중요한 부분이다.

관련 연구를 살펴보면, McCartney et al.(2021)은 관광업이 주산업인 마카오가 코로나19로 겪은 경제적 위기와 이를 도시 레질리언스 측면에서 회복하고 적응 능력을 갖추게 되었는지 설명했다. 코로나19로 인해 관광도시인 마카오를 6개월 동안 전면 출입을 금지하고 락다운(lockdown)을 유지하였고, 3개월 동안 코로나 확진자가 나타나지 않아 세계적으로 처음 입국을 허용한 도시가 되었다는 것이다.

강력한 락다운 정책으로 코로나19 팬데믹을 해결한 경우가 있지만, 도시 거버넌스와 스마트도시 측면에서 팬데믹을 본 사례도

있다. Chu et al.(2021)은 코로나19 팬데믹으로 인한 도시 레질리언스가 도시 규모(size)가 아닌 도시 거버넌스 능력에 의해 발현된다고 밝혔다. 중국의 276개 지역을 대상으로 실시간 데이터를 사용하여 도시 사이즈와 도시 거버넌스 능력이 코로나19 팬데믹의 예방과 통제에 영향을 주는지 분석했다. Sharifi et al.(2021)은 스마트도시가 코로나19 팬데믹에 대응하는 데 어떠한 역할을 했는지 살펴본 논문이다. 147개의 연구를 검토하여 계획과 준비, 흡수, 회복, 그리고 적응이라는 4가지 측면에서 그 역할을 정리하였다. 이 연구에서는 스마트시티 축진이 계획과 준비 능력을 향상할 수 있다고 보여준다. 또한, 스마트도시는 도시 운영을 최적화하는 방안을 제공하므로 회복을 촉진하는 능력을 보여주는 점에서 도시 레질리언스를 높여 주지만 이를 위한 사생활과 보안, 공개데이터에 대한 접근 등의 중요한 사회적 문제에 세심한 주의가 필요하다고 주장한다.

3. 코로나19에 대한 사회적 거리두기 정책 효과

코로나19 감염률을 낮추고자 각 도시와 국가는 사회적 거리두기 정책 등 여러 정책을 시행했고, 그에 따른 효과를 감염률 변화를 통해 파악하였다. McGrail et al.(2020)은 134개 국가에서 사회적 거리두기 정책 시행 후 코로나바이러스 감염률이 시행 이전보다 65%가 감소했음을 발견했다. Tran et al.(2020)은 사회적 거리두기 정책의 강도에 따른 residential mobility와 workplace mobility의 변화를 비교했다. 이 연구는 정책의 강도를 완전 봉쇄(호주), 근무만 가능하게 한 부분 봉쇄(스웨덴), 그리고 근무와 상업적 활동을 가능하게 한 최소 봉쇄(한국) 등 3가지로 구성하였다. 연구 결과, 완전 봉쇄에서는 두 가지 모빌리티의 감소 경향이 대칭적으로 나타나며, 그 폭이 40~80%로 제일 컸다. 부분 봉쇄에서도 두 모빌리티는 대칭적으로 감소하는데, workplace mobility의 감소가 줄어들어 직장 활동을 유지하는 경향을 보였다. 최소 봉쇄에서는 두 분야의 감소 경향이 대칭적이거나 그 폭이 약 10%로 가장 적고, 갈수록 그 차이가 작아져 결국 역전되었다. 이 연구에서 사회적 거리두기 정책 강도에 따라서 모빌리티 변화의 차이가 있음을 확인할 수 있다.

재난 및 안전관리 기본법 제38조 2항(재난 예보·경보체계 구축·운영 등)에 따르면 “행정안전부장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장은 재난에 관한 예보·경보·통지나 응급조치를 실시”하기 위하여 필요하면 “정보의 문자나 음성 송신 또는 인터넷 홈페이지 게시”를 할 수 있다. 즉, 재난 문자는 코로나19에 대한 재난 정보 송신 수단의 하나라고 볼 수 있다. 한승혜(2020)는 재난 문자의 수신자가 재난 문자에 포함된 정보가 적절하지 판단하는 데 미치는 영향요인을 파악하였고, 코로나19와 같이 급격히 확산하는 특징을 가진 질병일수록 재난 문자가 확산을 막는 데 도움이 된다는 인식을 확인하였다.

코로나19와 직접 연관되지 않지만 모빌리티에 영향을 주는 경제적, 환경적 변수들도 있다. 이금숙 외(2009)는 제조업과 사업서비스업의 사업체와 종사자 수의 증가는 음의 영향을 미치고, 도·소매업, 부동산 및 임대업, 오락, 문화 및 운동 관련업, 그리고 거주인구 증가는 양의 영향을 미친다는 것을 확인했다. 김상원·이훈래(2016)는 지역 간 인구가동이 아닌 내부 인구가동이 증가하는 수도권을 대상으로 경제, 주거, 시설 측면의 변수 간 영향요인을 분석했다. 4개의 도시유형에 따라 주택보급률, 인구밀도 등이 지역 내부 이동에 미치는 영향을 분석했다. 진장익 외(2013)는 도시 스프롤이 통행에 미치는 영향을 분석했으며, 도시 스프롤을 구성하는 변수에는 녹지 비율, 직주 비율, 도로 면적 등을 포함하고 있다. 요약하면, 지역의 산업, 인구 변화, 토지 이용 등 다양한 특징이 도시 모빌리티에 영향을 준다.

4. 선행연구 고찰을 통한 연구 차별성

선행연구를 통해 발견한 분석 내용의 공통점과 이 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 코로나19가 도시 모빌리티에 영향을 미쳤으며, 도시 특성에 따라 모빌리티 변화에 차이가 나타났다. 통행 제한 정책과 비대면 서비스의 증가로 통행량이 많이 감소하였으며, 이동 수단과 목적이 변화하며 통행 패턴 변화에 영향을 미쳤다. 특히, 커뮤니티 수준에서 이동이 증가한 것으로 나타나는 데, 왜 이러한 변화가 나타나는지에 대한 이해는 아직 부족하다. 이에 이 연구는 커뮤니티 수준의 이동 증가를 설명하기 위해 서울의 관내 생활인구 변화를 야기하는 도시의 특성을 분석하였다. 도시 모빌리티 변화는 도시가 얼마나 재해와 재난에 영향을 받는 지 알 수 있는 지표로 활용될 수 있으며, 이는 도시계획 분야에서 도시 레질리언스를 고려하기 위해 필수로 다루어야 하는 부분이다. 이 연구는 도시계획에 있어 도시 레질리언스에 대한 논의가 중요하다는 것을 다시금 짚는 계기가 될 것이다.

둘째, 사회적 거리두기 정책의 강도, 재난 문자 발송 여부 등 대면 접촉을 줄이는 정책이 시행됨에 따라 모빌리티 변화가 나타났다. 이러한 변화는 코로나19 유행을 지연시켜 도시의 레질리언스 향상의 가능성을 보여주었다. 그러나 정책의 효율성을 높이기 위해 보다 세밀한 관점에서 주말과 주중, 내부와 외부 모빌리티 패턴에 미치는 영향을 살펴볼 필요가 있으나 아직 밝혀진 바가 없다. 따라서 이 연구는 코로나19 발병 전(2019년)과 발병 후(2020년)의 주중·주말과 내부·외부 모빌리티 변화를 비교하고, 모빌리티 변화의 차이를 만드는 요인이 무엇인지 분석하였다.

마지막으로 선행연구를 바탕으로 전통적으로 모빌리티에 영향을 미치는 요인을 모형에 투입하여 분석 결과의 타당성을 높였다. 인구밀도와 거주지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역과 같은 토지이용 변수는 자치구 단위로 시간 불변하는 요인으로 고려되었다. 또한, 기온, 강수량과 같은 날씨 변수를 투입하여 날씨 변

화에 따른 모빌리티 패턴의 변화를 통제하였다. 즉, 본 연구는 기존에 알려진 모빌리티 영향 요인을 통제함으로써 코로나19 초기 확산 단계에서 모빌리티 변화를 정확하게 규명하고자 하였다.

III. 연구의 범위 및 분석 방법

1. 연구 범위

연구 공간 범위는 서울시이며 분석 단위는 자치구이다. 시간 범위는 2020년 1월 20일부터 6월 30일이며, 1일 단위로 분석하였다. 코로나19에 따른 내부이동 변화량을 분석하기 위해 서울 생활인구 자료를 활용하였다. 생활인구는 특정 시점에 특정 지역에 존재하는 인구를 지칭하며, 서울시 공공 빅데이터와 통신사의 이동통신 데이터를 통해 집계된다. 생활인구 자료는 자치구, 행정동, 집계구 등의 공간 단위와 매일 1시간 단위로 자료가 제공되며, 횡단면과 시계열 데이터가 혼합된 패널데이터의 형태이다.

2. 자료 및 변수

분석의 종속변수는 2019년 대비 2020년의 생활인구 내부 및 외부 통행 차이이다. 생활인구 내부 통행은 자신이 거주하는 자치구 내의 이동을 의미한다. 내부 통행 계산에 활용한 '서울생활인구 관내이동' 자료는 행정동 단위의 생활인구가 거주지 자치구에 따라 구분된 형태로 제공된다. 이 자료를 통해 행정동 코드와 거주지 자치구 코드를 비교하여, 생활인구의 자치구와 거주지 자치구가 동일하면 내부 통행, 다르면 외부 통행으로 계산했다. 이렇게 내부 및 외부 통행 생활인구를 계산한 후, 행정동 단위의 자료를 자치구 단위로 결합하여 내부 및 외부 통행량을 구하였다. 다만, 2019년 대비 차이가 종속변수이기 때문에, 2020년 1월 20일부터 6월 30일까지의 일일 내부 및 외부 통행량에서 2019년 1월 20일부터 6월 30일까지의 동일 날짜의 통행량을 빼서 구하였다.

분석의 독립변수는 자치구별 코로나 확진자 수, 재난 문자 수, 코로나 관련 뉴스 수 등이며, 시간 단위는 1일로 하였다. 자치구별 확진자, 재난 문자, 관련 뉴스가 자치구별 관내 및 관외이동 생활인구에 영향을 줄 것이라고 보았다. 추가로 넣은 통제변수는 면적, 인구밀도, 차량소유밀도, 거주인구, 토지이용, 기온과 강수량 등이다. 모든 변수별 정의 및 출처는 <Table 1>에 정리하였다.

3. 분석 방법

본 연구에서 활용한 자료는 패널 데이터로 횡단면과 시계열 데이터가 혼합된 것이다. 따라서 종속변수에 미치는 독립변수의 영향이 시간 흐름 속에서 변화되는 양상을 확인하기 위한 패널 분석을 고려하였다. 이 연구에 사용되는 모형은 식 (1)과 같다.

Table 1. Variable list

Variables	Unit	Temporal range	Source
Living population	Daily total		data.seoul.go.kr
Weather	Temperature	2019.01.21.~2019.07.02. 2020.01.20.~2020.06.30.	data.kma.go.kr
	Precipitation		
Frequency of emergency texts	Daily total		safekorea.go.kr
Confirmed cases	Daily total	2020.01.20.~2020.06.30.	safekorea.go.kr
Daily press releases	Daily total		bigkinds.or.kr
Population density	1,000/km ²	Based on 2019	data.seoul.go.kr
Car ownership	1,000/km ²	Based on 2020	KOSIS
Land use (residential, commercial, industrial, green area)	km ²	Based on 2019	KOSIS

$$Y_{i,t} = \alpha + \beta_1 TV_{i,t} + \beta_2 TI_i + v_i + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

($i = 1, 2, \dots, 24$ 및 $t = 1, 2, \dots, 163$)

여기에서 $Y_{i,t}$ 는 종속변수로 i 자치구 t 시점에서의 2020년과 2019년 통행량 차이를 의미한다. $TV_{i,t}$ 는 설명변수로 i 자치구 t 시점에서의 재난 문자, 코로나19 확진자 수, 코로나 관련 뉴스 빈도, 기온과 강수량 변수를 의미하고, TI_i 는 지역 특성을 나타내는 시간에 따라 변하지 않는(time-invariant) 인구밀도와 용도지역 면적 변수를 의미한다. v_i 는 횡단면 단위의 i 지역의 효과를 나타내고, $\varepsilon_{i,t}$ 는 시간과 지역의 비관측 오차를 의미한다.

패널데이터와 같이 시간에 따라 동일한 개체를 반복 측정하여 구축된 데이터의 경우 종속변수는 그룹 내 상관관계를 가지고 있을 가능성이 크고, 이분산성이 나타날 수 있다(민인식·최필선, 2012). 이에 자료에 이분산성과 자기상관성이 나타나는지 확인하여 이를 고려해 분석을 진행했다. 이분산성을 검정하기 위해 Breusch-Pagan test를 시행했고, 그 결과 귀무가설을 기각하여 이분산성이 존재하는 것으로 나타났다.²⁾

시계열 자기상관성은 시간에 따라 변하는 변수(time-varying)인 재난 문자 빈도, 누적 확진자 수, 관련 뉴스 보도 빈도, 온도, 강수량 변수에 대해 확인했다. 먼저, 자료의 정상성 여부를 확인하기 위해 ACF(Autocorrelation function), PACF(Partial autocorrelation function)를 확인한 후, 단위근 검정인 ADF(Augmented dickey-fuller) 검정을 시행했다. ACF와 PACF 결과 관련 뉴스 보도 빈도와 기온에서 비정상과정을 나타내리라 예상했지만, ADF 검정 결과 모든 시계열 변수가 귀무가설을 기각하여 정상성을 가지고 있었다.³⁾ 시계열 자기상관은 더빈왓슨(Durbin-Watson) 검정과 LM(Lagrange Multiplier) 검정을 수행하여 확인하였다. 더빈왓슨 검정 결과 내부 통행에 대해 0.42(p-value < 0.01)로 가설을 기각하였고, Breusch-Godfrey LM 검정에서도 가설을 기각하여 자기상관이 있음을 확인했다.

Table 2. Result of hausman test

	Internal			External		
	Chisq	df	p-value	Chisq	df	p-value
Total	2.12	5	0.83	1.25	5	0.94
Weekday	18.847	5	<0.01	2.58	5	0.764
Weekend	5553.6	5	<0.01	939.63	5	<0.01

자료에서 이분산성과 시계열 자기상관을 확인했으므로 이를 통제하기 위해 Panel GLS(Generalized Least Square)분석을 수행한다.

다음으로 패널 모형의 설명변수가 v_i 에 대해 내생성을 가지고 있는지 확인한다. 하우스만 검정을 통해 확인한 결과 내부 및 외부 총 모형에서는 내부와 외부 통행 모두 귀무가설을 수용해 내생성이 없었으나, 주중과 주말의 내부 및 외부 통행은 모두 귀무가설을 기각해 내생성이 발견되었다(Table 2). 따라서, 내부 및 외부 총 모형은 Panel GLS 확률 모델로, 주중과 주말의 내부 및 외부 통행은 Panel GLS 고정효과 모델을 사용해 분석을 진행하였다.

IV. 분석 결과

1. 기초통계

기초통계량 분석을 통해 전년 대비 생활인구 차이가 내부 및 외부 통행에 따라 다르다는 것을 알 수 있었다. 내부 및 외부 통행량 모두 감소하였으나 내부 통행의 감소량이 상대적으로 작으며, 편차는 외부 통행량이 더 크다. 2019년과 2020년, 내부 통행과 외부 통행 생활인구를 보면, 내부 통행 평균이 더 크며 외부 통행 편차가 더 크다는 것을 알 수 있다. 한편, 재난 문자 및 확진자는 자치구별 1일 평균이 0.3건이었다. 그 외 분석에 활용한 변수들의 기초통계량 <Table 3>에 정리하였다.

Table 3. Summary of descriptive statistics

Variables		Mean	S.D	Min	Max
Living population difference*	Internal movement	-16	143	-965	1,002
	External movement	-99	278	-3,288	3,549
Living population*	Internal ('19)	1,665,270	615,939	492,569	3,735,041
	External ('19)	1,443,748	839,787	373,746	4,908,621
	Internal ('20)	1,649,443	606,143	452,595	3,267,025
	External ('20)	1,345,138	802,623	331,196	5,045,621
Emergency texts*		0.3	0.7	0.0	10.0
Confirmed cases*		0.3	0.8	0.0	12.0
Daily press releases*		874.8	710.9	0.0	3,289.0
Population density**		17.4	4.7	6.8	26.6
Car ownership**		5.4	1.4	2.1	8.7
Land use**	Residential	13.0	4.3	5.8	24.2
	Commercial	1.0	1.0	0.1	3.9
	Industrial	0.8	1.5	0.0	5.0
	Green	9.4	6.6	0.0	26.7
Weather*	Temperature	12.2	8.1	-9.5	29.9
	Precipitation	1.7	6.1	0.0	74.0

*N1=3,912, **N2=24

분석에 앞서, 25개 자치구의 내부 및 외부 통행 변화 추세를 살펴보았다. 내부 통행의 경우 전반적으로 증가했으며, 외부 통행의 경우 증가 또는 감소의 경향을 찾기 어려웠다. 다만, 강북구는 특정 시점 이후로 이상치를 보여 분석에서 제외하였다. 분석 대상으로 선정된 24개 자치구를 대상으로 평균을 내어 계산한 추세를 확인하였고, 그 결과 2019년 대비 내부 통행의 차이는 양의 방향으로 커졌으며, 외부 통행의 차이는 음의 방향이므로 커졌음을 확인하였다.

연구를 위해 정리한 변수들로 분석하기 전에, 공선성 문제를 고려하여 상관관계를 분석하였다. 그 결과, 자동차소유밀도와 인구밀도가 0.85라는 높은 상관관계를 보였고, 이에 인구밀도를 분석에 투입하고 차량소유밀도를 제외하였다.

2. Panel GLS 분석 결과

1) 전체 모형 결과

〈Table 4〉는 본 연구의 패널분석 결과를 보여준다. 먼저 주중과 주말 전체 모형에서 내부 통행과 외부 통행의 증감에 미치는 영향을 살펴본다. 신규 확진자 수와 뉴스 보도 빈도수가 코로나19로 인한 내부 통행에 양(+)의 영향력을 미치는 것으로 나타난 반면, 외부 통행에는 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타난다. 이는 자치구 내 신규 확진자 수가 증가할수록 코로나19에 대한 경각심이 높아져 외부 모임과 행사가 취소되고, 내부 통행의 수요가

증가하였기 때문일 것이다. 특히 관련 뉴스 보도 빈도는 전국적인 확진자 현황과 관련이 있으며, 정부의 사회적 거리두기 정책과 밀접하게 관련이 있다. 그러므로 관련 뉴스 보도 빈도의 효과가 통행 변화에 민감하게 작용해 외부 모임과 일정 취소 및 근거리로 변경되는 통행 수요가 결과에 반영되었다. 또한, 사회적 거리두기 정책에 따라 재택/원격 근무가 활성화되어 외부 통행이 줄어들고, 내부 통행이 증가했을 것이다.

지역 특성을 나타내는 인구밀도와 토지이용면적 변수에서는 내부 통행에는 인구밀도, 주거지 및 녹지 면적, 외부 통행에는 모든 변수가 유의하게 도출되었다. 내부 통행에서는 인구밀도가 높을수록, 그리고 거주지 면적이 넓을수록 내부 통행량이 감소하는 추세를 보인다. 반면 외부 통행에서는 정반대의 결과가 나타나는 데, 이는 코로나19의 전염 특성에 의한 것으로 생각할 수 있다. 인구밀도가 높고 거주지 면적이 넓은 곳은 상대적으로 사람들과 접촉할 가능성이 크므로 내부 통행을 꺼리는 결과로 나타났을 수 있으며, 이로 인해 내부 통행을 줄이고 외부 통행을 높이는 결과로 나타났을 것이다.

비슷한 관점에서 녹지 면적은 내부 통행에는 양(+)의 영향력을 미치지만 외부 통행에는 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타난다. 코로나19로 인해 사회적 거리두기 정책이 보다 심화되고, 다중 이용시설에 대한 부정적인 인식이 점차 늘어나고 있다. 이에 다중 이용시설과 같은 3밀(밀접, 밀폐, 밀집) 환경을 조성하는 장소를 피하고 대면 접촉 가능성이 적은 녹지와 같은 오픈스페이스

Table 4. Empirical results of panel GLS

	Internal			External		
	Total	Weekday	Weekend	Total	Weekday	Weekend
	GLS	GLS (fixed effect)	GLS (fixed effect)	GLS	GLS	GLS (fixed effect)
Emergency texts	0.94 (1.054)	-2.698 (1.77)	-0.017 (0.058)	1.636*** (0.581)	3.283** (1.436)	-8.535*** (0.284)
Confirmed	2.112** (0.843)	1.642 (1.02)	0.669*** (0.067)	-3.630*** (0.311)	-3.691*** (0.674)	-1.530*** (0.176)
Daily press releases	0.021*** (0.007)	0.006*** (0.001)	0.091*** (0.001)	-0.044*** (0.007)	-0.045*** (0.002)	-0.029*** (0.002)
Population density	-1.099*** (0.404)			4.157*** (0.068)	3.485*** (0.070)	
Residential area	-5.835*** (0.68)			3.390*** (0.13)	5.327*** (0.134)	
Commercial area	-1.362 (2.3)			-57.942*** (0.424)	-46.111*** (0.407)	
Industrial area	1.266 (2.1)			-2.159*** (0.361)	5.069*** (0.334)	
Green area	2.299*** (0.372)			-0.290*** (0.064)	-0.264*** (0.063)	
Temperature	5.738*** (0.131)	4.568*** (0.125)	8.938*** (0.132)	1.893*** (0.079)	1.254*** (0.06)	3.466*** (0.062)
Precipitation	0.375 (0.251)	1.132*** (0.125)	0.146*** (0.035)	1.556*** (0.25)	1.836*** (0.056)	-1.959*** (0.086)
Intercept	-8.709 (16.099)	43.478*** (2.835)	102.694*** (14.954)	-203.257*** (3.103)	-198.282*** (4.551)	-150.253*** (0.475)

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

통행이 증가하고 있다. 이 때문에 녹지 면적이 넓은 자치구의 내부 통행이 증가하고 외부 통행이 줄어든다고 설명할 수 있다. 사람들의 통행 목적과 장소 선택의 경향이 변하고 있음을 여기에서 유추할 수 있다. 상업지와 공업지의 경우 내부 통행에서는 유의하지 않았지만, 외부 통행에는 음(-)의 영향을 미치는 것으로 유의하게 도출되었다. 상업면적이 넓은 지역은 재택근무 등으로 인해 자치구의 외부유입 생활인구가 감소하여 관외 통행이 줄어들었다고 추측할 수 있다.

기온과 강수량은 모든 부분에서 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이는 연구의 기간이 1월부터 6월까지의 기온과 강수량이 상승하는 구간이기 때문에 기온상승과 강수량 증가에 따라 내·외부 통행이 증가한 것으로 나타날 수 있다.

2) 주중·주말 및 내·외부 통행 분석 결과

주중 및 주말의 내부 및 외부 통행은 전체 모형과 유사한 결과를 보인다. 다만, 재난 문자의 경우 외부 통행의 전체 모형에서는 양(+)의 영향을 미쳤으나 주중에는 유의하지 않았고, 주말에는 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타난다. 주말의 재난 문자의 영향은 신규 확진자 수와 뉴스 보도 빈도의 결과와 동일한 것으로서

코로나19 감염에 대한 우려로 인해 주말에 외부 통행이 감소했기 때문이다. 이는 재난 문자가 내부 통행보다 외부 통행을 통제하는 데 효과가 있음을 보여준다. 또한, 재난 문자와 신규 확진자 수가 주중에는 유의하지 않았는데, 이는 주중에는 주로 통근·통학 목적의 의무 통행이 발생하므로 재난 문자에 영향을 덜 받은 것으로 볼 수 있다. 재난 문자가 주말 외부 통행에서 유일하게 유의하게 도출된 이유는 주말 통행의 주요한 목적이 여가 통행이므로 재난 문자가 많이 올수록 사람들이 외부 통행을 자제하기 때문일 것이다. 이를 통해, 재난 문자가 사람들의 주말 통행에 보다 분명하게 영향을 미쳤다는 것을 알 수 있다.

신규 확진자 수 및 확진자 관련 보도 역시 전체 모형과 유사한 결과를 보인다. 다만 신규 확진자 수의 경우 재난 문자와 같은 이유로 주중의 내부 및 외부 통행이 유의하지 않게 도출되었다고 생각할 수 있다. 확진자 관련 뉴스 빈도는 주중과 주말의 내부 및 외부 통행에서 모두 유의했다. 확진자 관련 뉴스 빈도는 전국적인 확진자 현황과 관련이 있고, 시시각각 뉴스를 통해 정보를 접할 수 있으므로 사람들에게 미치는 영향이 크다고 볼 수 있다.

강수량 변수도 주말 외부 통행에서 다른 결과가 확인된다. 강수량이 증가할수록 외부 통행이 줄어드는 경향이 나오는데, 마찬가지로

가지로 주말의 주요한 통행이 여가 목적 통행이므로 비가 오면 여가 통행이 감소하는 것은 자연스러운 결과이다. 반면, 주말 내부 통행은 비가 올수록 증가하는 것으로 나타난다. 이는 코로나19 발병 초기에 크게 줄었던 통행이 시간이 흐를수록 회복되면서 주말 내부 통행도 증가했음을 보여주고, 주말 외부 통행은 비에 크게 영향을 받지만, 내부 통행은 크게 영향을 받지 않는다는 것을 보여준다.

V. 결론 및 연구의의

이 연구는 코로나19 위기 상황에서 도시의 회복력과 적응력 향상이 앞으로 다가올 위기를 예방하고 대응책을 준비하는 데 중요하다고 보았다. 또한, 도시 레질리언스 측면에서 코로나19 확산을 늦추면서 감염병 대응 의료체계나 사회적 질서를 재정비하는 것이 필요하다고 본다. 이에 이 연구는 코로나19 확산 초기에 발생한 도시 모빌리티 패턴의 변화를 살펴봄으로써 사회적 거리두기 정책이 코로나19 확산에 미치는 영향을 파악하였다. 이를 통해 코로나19 이후 도시를 위협할 재난과 위기에 대응할 수 있는 방안과 포스트 코로나 도시에 대한 논의를 제안하였다.

본 연구는 서울시 24개 자치구를 대상으로 한국에서 코로나가 발견되었던 2020년 1월 20일부터 6월 30일까지의 시간 범위에서 분석하였다. 주중·주말, 내부·외부 통행의 변화가 각기 달리 발생할 것으로 가정하고, 각 통행의 변화에 영향을 준 요인에 따라 나타나는 차이를 실증하였다. 분석 결과, 코로나19 이후 자치구 내부 통행은 코로나19 발병 이전과 비교해 점차 증가하는 추세를 보이는 반면, 외부 통행은 감소했으며, 인구·정보·토지이용 특성이 이러한 변화에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 분석 결과가 주는 정책적 함의는 다음과 같다.

첫째, 코로나19 관련 정보를 투명하게 제공할 수 있는 다양한 방안을 고려해야 한다. 연구 결과 재난 문자, 신규 확진자 수, 확진자 관련 뉴스 보도가 통행에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 코로나19에 관한 정보를 제공하는 것이 사람들의 이동을 통제하는 데 효과적이라는 것을 의미하며, 이는 감염병 관련 정보를 실시간으로 제공할 필요가 있다는 실증적 근거가 된다. 그러나, 코로나19에 관련된 재난 문자의 발송이 빈번해짐에 따라 수신자들이 불편함을 호소하기도 한다. 밤낮 시간대에 상관없이 재난 문자가 발송되어 문자에 대한 피로감이 상승해 오히려 문자 알림을 차단하는 일이 빈번해지기도 했다. 따라서 재난 문자의 실효성을 높이기 위해 발송 시간, 정보, 내용 등에 고민이 필요하다.

둘째, 지역의 시설 현황을 고려하여 사회적 거리두기 정책을 달리 적용해야 한다. 연구 결과, 인구밀도가 높고 거주지 면적이 넓은 지역은 내부 통행이 감소, 상업지 면적이 넓은 지역은 외부 통행이 감소했으며, 녹지 면적이 넓은 지역에서는 내부 통행이 증가하였다. 지역의 토지이용 현황에 따라 사람들의 통행이 달리

나타나므로 각 지역의 현황을 확인함으로써 세밀한 단위에서 사회적 거리두기의 수준을 결정할 필요가 있다. 선행연구에서도 재택근무가 가능한 직군인 경우 통근을 제한할 수 있지만, 노동업무가 주인 직군의 경우 현장에 나가야 하므로(이왕건, 2020), 통행행태가 다르게 나타날 수 있음을 보고한다. 그러므로 코로나19 상황과 다가올 포스트 코로나 상황에서 사회적 거리두기 정책을 시행할 때, 보다 미시적인 수준에서 토지이용에 따른 이동을 예측하고, 이동목적에 따른 구체적인 통제 정책을 수립하여야 할 것이다. 이를 통해 비이상적이고 유기적인 위협으로부터 시공간 차원에 걸쳐 위기를 극복하고, 이전 상태로의 회복과 지속적인 전환을 추구하는 과정의 포스트 코로나 도시를 실현할 수 있을 것이다.

다만, 이 연구가 코로나19 초기 확산 시기로 제한하였기 때문에 시간적 범위가 짧으므로 차후의 연구에서는 최근의 코로나19 확산 상황에서 모빌리티 변화를 분석할 필요가 있다. 또한, 서울시 모빌리티를 설명하는 변수를 더욱 미시적인 공간 단위에서 구성할 필요가 있다. 자치구보다 세밀한 단위로 나누어 내·외부 통행을 유발하는 시설이 무엇인지 구체적으로 분석할 필요가 있다. 미시적인 단위에서 코로나19 상황 속에서의 도시 모빌리티 변화를 지속적으로 분석하고 사회적 거리두기 정책의 영향을 규명함으로써, 전염병 확산에 대응하는 효과적인 정책과 포스트 코로나 시대의 도시 레질리언스에 대해 심도 있게 고민하는 연구가 이어지길 기대한다.

-
- 주1. 이 연구에서는 코로나19 초기 확산에 사회적 거리두기 정책이 '성공적'이었다고 보지 않는다. 코로나19가 발생한 초기에는 사람들의 위험 인식이 높았으며, 다중이용시설을 제한함으로써 사람들의 이동을 통제해 코로나19 확산을 저지하는 데 어느 정도 성공하는 것처럼 보였다. 그러나 백신 개발이 늦어지며 코로나19가 장기화됨에 따라 사람들의 경각심이 낮아지고, 사회적 거리두기 정책을 지켜야 한다는 인식이 무뎠다. 다만, 이 연구는 코로나19 초기 확산에 사회적 거리두기 정책이 성공적이지 않았지만 그 확산 속도를 늦추는 데 영향을 주었고, 이와 같은 요인을 포스트 코로나 상황일 때 유념하고 예방적 차원의 논의가 필요함을 주장한다.
- 주2. 전체, 주중, 주말 모형을 각각 내부, 외부 통행으로 나누어 Breusch-Pagan(BP) 검정을 했고, BP통계량이 94.83~310.68이고 p-value가 0.05 이하로 나타났다.
- 주3. ADF 검정 결과, 재난 문자 빈도(-43.19), 누적 확진자 수(-7.06), 뉴스 보도 빈도(-14.25), 온도(-10.88), 강수량(-52.98) 모두 p-value가 0.05 이하로 나타나 귀무가설을 기각했다.

인용문헌 References

1. 구세주, 2020. 「코로나19 관련 항공산업 지원 현황과 과제」, 서울: 국회입법조사처.
- Gu, S.J., 2020. *Current Status and Challenges of Aviation Industry*

- Support Related to COVID-19*, Seoul: National Assembly Research Service.
- 김상왕·이훈래, 2016. “수도권 도시유형별 내부 인구이동 영향요인 분석”, 『한국산학기술학회논문지』, 17(9): 737-744.
Kim, S.W. and Lee, H.R., 2016. “Analysis of the Factors Affecting on Internal Population Migration in Seoul Metropolitan Area”, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 17(9): 737-744.
 - 김영신, 2021.9.8. “주요 7개국 대비 한국 코로나19 주간 발생률·사망률, 누적 치명률 낮아”, 메디컬월드뉴스.
Kim, Y.S., 2021, September 8. “Compared to 7 Major Countries, Korea’s COVID-19 Weekly Incidence and Mortality Rate and Cumulative Fatality Rate Are Lower”, *Medical World News*.
 - 민인식·최필선, 2012. 「STATA 고급 패널데이터 분석」, 지필미디어.
Min, I.S. and Choi, P.S., 2012. *STATA Advanced Panel Data Analysis*, Jiphil Media.
 - 보건복지부, 2022. “확진자 격리의무 현행 7일 유지 및 4주 단위 재평가 실시”, 복지로.
Ministry of Health and Welfare, 2022. “The Quarantine Obligation of Confirmed Patients Is Maintained for the Current 7 Days and Re-evaluated Every 4 Weeks”, Bokjiro.
 - 이금숙·민희화·박소현, 2009. “서울시 도로교통흐름에 대한 시·공간적 분석”, 『한국경제지리학회지』, 12(4): 521-539.
Lee, K.S., Min, H.H., and Park, S.H., 2009. “Time-Space Analysis of Road Traffic Flows in Seoul”, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, 12(4): 521-539.
 - 이왕건, 2020. “코로나19 시대 도시 사회·공간 변화와 정책과제”, 『국토정책 Brief』, 763: 1-8.
Lee, W.G., 2020. “Changes in Urban Societies and Space in the Age of COVID-19 and Policy Issues”, *KRIHS Policy Brief*, 763: 1-8.
 - 장동익·임서현·성낙문, 2020. “코로나19의 육상교통부문 영향 분석 및 대응방향”, 『KOTI 특집호』, 265: 6-16.
Jang, D.I., Lim, S.H., and Seung, N.M., 2020. “Analysis of the Impact of COVID-19 and the Land Transportation Sector and Response Direction”, *KOTI Special Edition*, 265: 6-16.
 - 지상훈, 2020. “COVID-19로 인한 서울시 생활인구의 변화”, 『노동리뷰』, 4: 81-84.
Ji, S.H., 2020. “Changes of Seoul Living Population due to COVID-19”, *Korea Labor Institute Review*, 4: 81-84.
 - 진장익·진은애·이우중, 2013. “도시스프롤이 통근통행에 미치는 영향에 관한 연구: 수도권 도시를 대상으로”, 『국토계획』, 48(5): 269-283.
Jin, J.I., Jin, E.A., and Lee, W.J., 2013. “A Study on The Impacts of Urban Sprawl on The Commuting Pattern”, *Journal of Korea Planning Association*, 48(5): 269-283.
 - 한승혜, 2020. “재난유형별 재난 문자 발송의 적절성 연구”, 『Crisisonomy』, 16(8): 1-14.
Han, S.H., 2020. “Effective Use of Cell Broadcast Service (CBS) by Disaster Type”, *Crisisonomy*, 16(8): 1-14.
 - Aloi, A., Alonso, B., Benavente, J., Cordera, R., Echaniz, E., Gonzalez, F., Ladisa, C., Lezama-Romanelli, R., López-Parra Á., Mazzei, V., Perrucci, L., Prieto-Quintana, D., Rodríguez, A., and Sañudo, R., 2020. “Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain)”, *Sustainability*, 12(9): 3870.
 - Badr, H.S., Du, H., Marshall, M., Dong, E., Squire, M.M., and Gardner, L.M., 2020. “Association between Mobility Patterns and COVID-19 Transmission in the USA: A Mathematical Modelling Study”, *The Lancet Infectious Diseases*, 20(11): 1247-1254.
 - Bonaccorsi, G., Pierri, F., Cinelli, M., Flori, A., Galeazzi, A., Porcelli, F., Schmidt, A.L., Valensise, C.M., Scala, A., Quattrocchi, W., and Pammolli, F., 2020. “Economic and Social Consequences of Human Mobility Restrictions under COVID-19”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(27): 15530-15535.
 - Boone, L., 2020. “Coronavirus: The World Economy at Risk”, *OECD Economic Outlook*.
 - Chu, Z., Cheng, M., and Song, M., 2021. “What Determines Urban Resilience against COVID-19: City Size or Governance Capacity?”, *Sustainable Cities and Society*, 75: 103304.
 - Hamidi, S., Sabouri, S., and Ewing, R., 2020. “Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic? Early Findings and Lessons for Planners”, *Journal of the American Planning Association*, 86(4): 495-509.
 - Hatzius, J., Philips, A., Mericle, D., Hill, S., Struyven, D., Choi, D., Briggs, J., Taylor, B., and Walker, R., 2020. *US Daily: A Sudden Stop for the US Economy*, Economic Research in Goldman Sachs.
 - Kraemer, M.U., Yang, C.H., Gutierrez, B., Wu, C.H., Klein, B., Pigott, D.M., Open COVID-19 Data Working Group, du Plessis, L., Faria, N.R., Li, R., Hanage, W.P., Brownstein, J.S., Layan, M., Vespignani, A., Tian, H., Dye, C., Pybus, O.G., and Scarpino, S.V., 2020. “The Effect of Human Mobility and Control Measures on the COVID-19 Epidemic in China”, *Science*, 368(6490): 493-497.
 - McCartney, G., Pinto, J., and Liu, M., 2021. “City Resilience and Recovery from COVID-19: The Case of Macao”, *Cities*, 112: 103130.
 - McGrail, D.J., Dai, J., McAndrews, K.M., and Kalluri, R., 2020. “Enacting National Social Distancing Policies Corresponds with Dramatic Reduction in COVID19 Infection Rates”, *PLoS One*, 15(7): e0236619.
 - McGough, S.F., Gan, R.W., Tibshirani, R., and Meyer, A.M., 2020. “Modeling COVID19 Mortality in the US: Community Context and Mobility Matter”, *MedRxiv*.
 - Nian, G., Peng, B., Sun, D.J., Ma, W., Peng, B., and Huang, T., 2020. “Impact of COVID-19 on Urban Mobility during Post-Epidemic Period in Megacities: From the Perspectives of Taxi Travel and Social Vitality”, *Sustainability*, 12(19): 7954.
 - Parady, G., Taniguchi, A., and Takami, K., 2020. “Travel Behavior Changes during the COVID-19 Pandemic in Japan: Analyzing the Effects of Risk Perception and Social Influence on Going-out Self-restriction”, *Transportation Research Interdis-*

- ciplinary Perspectives*, 7: 100181.
25. Sharifi, A., Khavarian-Garmsir, A.R., and Kummitha, R.K.R., 2021. "Contributions of Smart City Solutions and Technologies to Resilience against the COVID-19 Pandemic: A Literature Review", *Sustainability*, 13(14): 8018.
 26. Shim, E., Tariq, A., Choi, W., Lee, Y., and Chowell, G., 2020. "Transmission Potential and Severity of COVID-19 in South Korea", *International Journal of Infectious Diseases*, 93: 339-344.
 27. Tran, T.H., Sasikumar, S., Hennessy, A., O'Loughlin, A., and Morgan, L., 2020. "Interpreting the Effect of Social Restrictions on Cases of COVID-19 using Mobility Data", *The Medical Journal of Australia*, 1-5.
 28. United Nations, 2019. *World Urbanization Prospect* (The 2018 Revision), New York: United Nations.
 29. Vale, L.J., 2014. "The Politics of Resilient Cities: Whose Resilience and Whose City?", *Building Research & Information*, 42(2): 191-201.
 30. Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R., and Kinzig, A.P., 2004. "Resilience, Adaptability and Transformability in Social-Ecological Systems", *Ecology and Society*, 9(2): 5.
 31. Johns Hopkins University and Medicine, 2022.06. "Mortality Analyses", Accessed June 28, 2022. <https://coronavirus.jhu.edu/data/mortality>
 32. UNDRR, "Resilience", Accessed June 29, 2022. <https://www.undrr.org/terminology/resilience>
 33. 한국국토정보공사, 2022. "도시지역 인구현황(시군구)", 2022.6.29. 읽음. 국가통계포털. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=460&tblId=TX_315_2009_H1001
Korea Land and Geospatial Informatix Corporation, 2022. "Population Status in Urban Areas (SiGunGu)", Accessed June 29, 2022. Korean Statistical Information Service. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=460&tblId=TX_315_2009_H1001

Date Received 2022-02-03
 Reviewed(1st) 2022-03-21
 Date Revised 2022-06-29
 Reviewed(2nd) 2022-07-11
 Date Accepted 2022-07-11
 Final Received 2022-07-22