

COVID-19에 따른 통행행태 분석 및 대중교통 이용특성에 영향을 주는 사회·환경 요인 연구

A Study on Social and Environmental Factors Affecting Traffic Behavior and Public Transportation according to COVID-19

윤병조^{1*} · 황효식² · 김성진³

Byoung-Jo Yoon^{1*}, Hyo-Sik Hwang², Sung-Jin Kim³

¹Professor, College of Urban Science, Incheon National University, Incheon, Republic of Korea

²Researcher, College of Urban Science, Incheon National University, Incheon, Republic of Korea

³Researcher, College of Urban Science, Incheon National University, Incheon, Republic of Korea

*Corresponding author: Byoung-Jo Yoon, bjyoon63@inu.ac.kr

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to study how to activate the use of public transportation by identifying the main factors that reduce the use of public transportation due to external influences such as COVID-19 infectious diseases. **Method:** This study analyzed the connection between the traffic behavior and the characteristics of public transportation use in the metropolitan area changed by COVID-19 with COVID-19 indicators, and analyzed social and environmental factors affecting traffic. **Results:** It was analyzed that the traffic behavior in the metropolitan area moves from commercial areas to tourist resort areas, the number of COVID-19 deaths affects the use of public transportation, and the lower the deviation between population density, agricultural and forestry areas, and gender ratios due to social and environmental factors, the more significant differences are shown. **Conclusion:** In the future, it will be able to be activated as a basic analysis model for revitalizing the city's transportation system, regional bases, and various social and economic indicators, such as quarantine of public transportation and social distancing, and can be used as basic data for establishing public transport policy directions according to major influencing factors.

Keywords: COVID-19, Analysis of Network Centrality, Metropolitan Area Transit Hub, Characteristics of Public Transportation, Social and Environmental Factors

Received | 22 February, 2024

Revised | 14 March, 2024

Accepted | 15 March, 2024

 OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

요약

연구목적: 코로나19 감염병 등 외부영향에 따른 대중교통 이용 감소의 주된 요인을 파악하여 대중교통 이용을 활성화 방안을 연구 하는데 목적이 있다. **연구방법:** 본 연구는 코로나19로 인해 변화하는 수도권 통행행태와 대중교통 이용 특성을 코로나19 지표와 연계성을 분석하고, 통행에 영향을 미치는 사회·환경적 요인을 분석하였다. **연구결과:** 수도권 통행행태는 상업지역에서 관광 휴양지역으로 거점이 이동하고, 코로나19 사망자 수 지표가 대중교통 이용에 영향을 주는 것으로 분석되었으며, 사회·환경적 요인으로 인구밀도와 농림지역, 남녀 성비가 편차가 낮을수록 유의한 차이를 보임. **결론:** 앞으로 교통거점 집 통행행태 변화 분석에 네트워크 중심성 이론을 기반으로 도시의 교통체계와 지역간 거점 및 다양한 사회·경제 활성화를 위한 기본 분석 모형으로 활성화 할 수 있을 것이며, 코로나19 지표로 인하여 대중교통이 어떠한 지표에 크게 영향을 받는지 확인할 수 있음에 따라 대중교통 방역 및 사회적 거리 두기 등 다양한 맞춤형 대책 마련하고, 통행량 변화에 따른 사회·환경적 요인을 확인할 수 있으며, 주요 영향 요인에 따른 대중교통 정책 방향 수립의 기본 자료로 활용될 수 있다.

핵심용어: 코로나19, 네트워크 중심성 분석, 수도권 통행 거점, 대중교통 이용 특성, 사회·환경 요인

서론

2019년 12월 중국 후베이성에서 신종 코로나 바이러스의 발생 이후 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 ‘COVID-19’로 공식적인 이름을 정했고, 한글명칭은 ‘코로나19’로 공식 명명하였다(하시영, 2020).

국내에서도 2020년 1월 첫 확진자 발생 이후 수 많은 사상자가 발생하는 등 코로나19로 인한 팬데믹은 보건·건강 분야를 넘어서 경제, 고용, 공공재정 등 모든 분야에 막대한 영향을 미쳤으며, 특히 교통 분야는 가장 큰 타격을 받은 분야 중 하나이다.

감염병에 의한 팬데믹은 세계 인구 절반 이상이 자가격리를 경험하게 했고, 각국은 감염 위험 최소화를 위해 이동제한 조치를 발령한 바가 있으며, 이에 따라 전세계의 대중교통 이용률 및 통행량은 최저치를 기록하였다고 분석되었다(나라경제, 2021). 국내도 예외 없이 코로나19의 확산이 시작되면서 2020년 2월 29일부터 타인과의 접촉 최소화 등 ‘사회적 거리두기’가 전국적으로 시행되었고, 이로 인해 대중교통 이용률은 급격히 떨어졌다.

국토교통부와 한국교통안전공단은 ‘교통카드 빅데이터 통합정보시스템’을 통해 분석한 결과 버스·지하철 등 대중교통 이용이 전국적으로 27% 감소하였고, 특히, 주말과 공휴일의 대중교통 이용건수는 작년 대비 36.1% 감소하여 주중 △23.9%보다도 감소폭이 큰 것으로 분석되었으며, 이는 대중교통 이용자들이 출·퇴근 목적 외에는 불필요한 외출을 줄이는 통행행태의 변화가 나타났다. 이처럼 코로나19로 인해 대중교통의 이용 수요는 크게 감소되었으나, 시기와 지역에 따른 편차가 발생하고 있으며, 이러한 코로나19 등과 같은 외부 요인으로 인하여 대중교통의 통행 변화가 발생하였을 때 효율적이고 탄력적인 대응책을 제시가 필요하나, 통행특성에 영향을 주는 여러 요인에 대한 연구는 부족한 실정이다.

이러한 시점에서 본 연구는 네트워크 중심성 분석을 활용하여 코로나19 발생에 따른 수도권 전역의 전체 통행행태 변화를 파악하고, 대중교통 이용특성에 영향을 주는 사회·환경적 요인을 분석하는데 연구의 목적이 있다. 따라서, 본 연구를 통해 추후 유사한 상황이 펼쳐졌을 때, 보다 효율적인 정책적 제언과 연구의 한계를 바탕으로 향후 연구방향을 논의 하고자 한다.

관련 연구 검토

코로나19 관련 연구는 다방면으로 진행되고 있는 가운데, 통행행태 연구에 대한 이론을 베이스로 코로나19 진행 시기의 통행행태 등 관련 연구를 검토하였다.

Bhin et al.(2021)는 코로나19의 확산에 따른 이동패턴 변화가 가장 민감했던 2020년 상반기 중심으로 경기도의 버스이용 패턴 변화를 분석하고 지역적 특성과의 상관성을 살펴보는 연구를 수행함으로써 본 연구를 통해 질병 확산시 통행행태의 국지화 경향의 패턴 확인과 정책 수립 자료에 활용될 수 있을 것으로 기대할 수 있으며, Han et al.(2021)는 질병 관리청에서 제공하는 코로나19 관련 지표를 활용하여 교통 변화에 어떤 영향을 미치는지에 관련한 연구를 함으로써 추후 질병에 대한 공포심 관련 지수를 통해 영향력 분석으로 코로나19에 따른 교통수단 변화에 대한 결과를 확인할 수 있고, Kim et al.(2023)은 코로나19 발생에 따른 서울시의 교통수단 선택하는지에 대해 DNN 기반의 교통수단 선택 예측 모형을 제안함으로써 코로나19와 같은 사태가 발생할 경우, 대중의 교통수단 선택에 대한 예측과 선제적인 대응을 할 수 있는 연구의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대하였다.

통행행태 관련 연구는 모형을 개발하여 통행 변화를 파악하는 연구가 많았다. Choo et al.(2013)은 다중회귀모형을 활용하여 고령자의 통행행태 변화를 파악하였으며, Sung et al.(2020)은 다중로짓모형을 구축하여 교통수단 선택모형을 개발하였다. Yun et al.(2001)은 로짓모형을 활용하여 통행자의 통행행태 변화를 분석하고, Lee et al.(2013)은 개별행태모형 중에

서 다항로지모형을 이용하여 일정 지역(대구시) 대중교통 이용자의 통행시간에 따른 환승의 한계효과를 분석, 통행시간이 증가에 따른 대중교통 수단선택 전환을 분석결과를 제시하는 환승교통수단선택모형을 구축하는 연구를 수행하였다

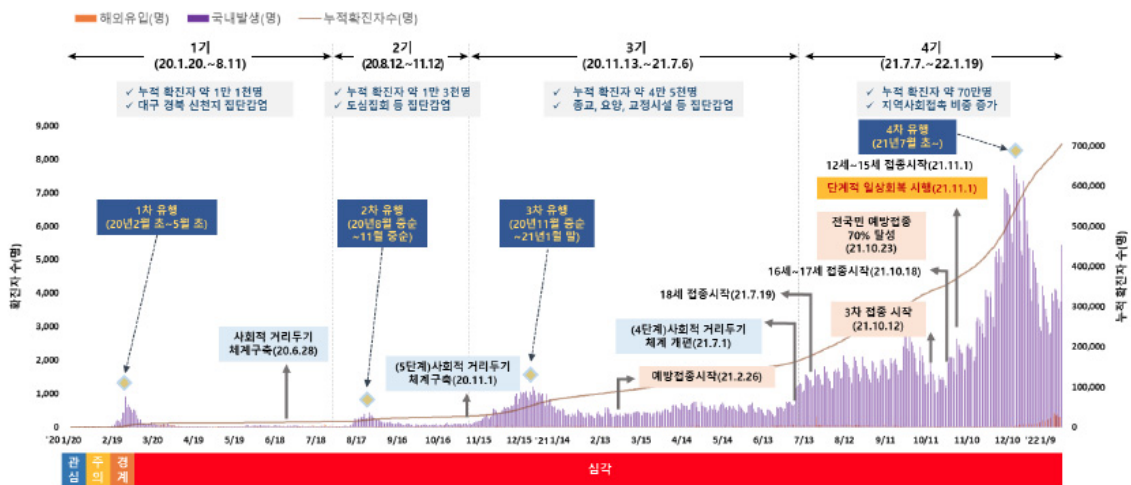
본 연구는 고찰한 연구를 기반으로 코로나19 전후의 통행 패턴을 수도권권을 중심으로 분석하고, 통행행태 변화에 따른 교통 결절점 분석에 대하여 다양한 분야별 융복합 도입 등 활성화 하고자 페이지랭크 분석(네트워크 중심 이론)을 통하여 코로나19로 인한 교통거점 변화를 분석할 것이며, 이러한 통행 행태에 중심이 되는 지역과 시기별 통행 행태 변화가 어떤 영향을 끼치는지 파악하기 위해 상관관계 분석과 t-test 기법을 수행하여 분석하고, 코로나19에 따른 통행 변화를 통계적 방법을 활용하는 사회·환경 요인을 분석하여 도출함으로써 주요 영향 요인의 정책수립의 기본자료로 활용할 수 있을 것이다.

자료 수집

코로나19의 발생 현황 자료를 기반으로 시기별로 확진자 수, 사망자 수를 파악하고, 수도권 여객 O/D 통행량 자료, 지역(인천광역시)의 대중교통 통행량 자료 및 사회·환경 지표를 통하여 그 특성 파악을 위한 자료를 수집하였다

코로나19 발생 현황

질병관리청은 질병보건통합관리시스템에 신고된 코로나19 확진환자로 확정 통계를 제공하고 있다. 2020년부터 최근까지 발생한 확진자 수, 사망자 수를 국내발생/해외유입, 연령별(10세 단위), 성별(남,여), 시도별 발생 현황에 따라 구분하고 있다.



출처: KDCA(2022), 국내 코로나19 확진자 2년 발생 보고서

Fig. 1. Trend of COVID-19 confirmed cases

수도권 여객 O/D 통행량

수도권 여객 기종점 통행량(O/D) 공동사업(수도권) 자료는 수도권 전체에 대한 여객 통행량을 서울, 인천, 경기, 서울연구원, 인천연구원, 경기연구원이 공동으로 조사 및 현행화하는 공동사업으로 각 연도별(2019년, 2020년, 2021년)로 여객 O/D 통행량을 수집하였으며, 코로나19의 국내 발생 전으로서 2019년 총 통행 자료를 활용하고, 코로나19의 발생 도중 자료로

2020년 총 통행 자료와 2021년 총 통행 자료를 활용하였다.

인천광역시(지역) 대중교통 이용 현황

인천광역시에서 발생하는 대중교통 이용 현황 자료(인천광역시)와 교통카드 빅데이터 통합 정보시스템(한국교통안전공단) 자료를 수집하였다. 대중교통 이용 현황 자료를 일자별로 구분하여 집계하여 버스와 지하철 유형별로 분류하고, 행정동 별로 분류한 자료를 통하여 유형별, 지역별 통행행태 분석에 활용한다.

Table 1. Collection of data on the use of public transportation in Incheon Metropolitan City

자료 구분	특성	연도	활용
수송실적:버스/지하철 (인천광역시)	버스/지하철 유형별 대중교통 통행량 파악 가능	2019~2021	유형별 통행행태 변화 파악
교통카드빅데이터 통합정보시스템 (한국교통안전공단)	행정동별 대중교통 통행량 파악 가능		통행 변화의 지역적 특성 분석

인천광역시(지역) 사회·환경 지표

인천광역시 내 행정동의 사회·환경 지표 현황으로 크게 3개 분야(용도지역, 사회경제, 교통환경 분야)에 대한 지표 자료를 수집하였다.

통행변화 분석

수도권 통행행태 변화

네트워크 이론

노드와 링크로 구성된 네트워크에서 어떤 노드가 영향력이 있는지를 파악하기 위한 알고리즘으로 네트워크 중심성 이론이 개발되었다. 네트워크 내에서 노드가 차지하는 중심적 위치, 노드가 가지고 있는 영향력 등을 통해 네트워크 내에서 어떤 노드가 더 중요한지를 식별하고 신뢰성, 접근성 등을 이해 하는데 도움을 주고 있다.

이 중 페이지 랭크는 웹사이트 페이지의 중요도를 측정하기 위해 구글 검색 엔진 개발에 활용된 알고리즘으로 각 노드의 영향력을 다른 노드에 전파하는 경우 연결된 링크의 개수로 나누어 영향력을 감소시키는 방식을 활용한 것이 특징이며, 페이지 랭크 알고리즘은 서로간에 인용과 참조로 연결된 임의의 묶음에 적용할 수 있어, 최근까지도 다양한 분야의 연구 및 분석에서 활용되고 있으며, 교통의 지역 통행행태를 분석하는데 최적의 분석기법으로 도입하였다.

$$C_p = \alpha AD^{-1}C + \beta I \tag{1}$$

α : 주변의 중심성에 곱해지는 계수 / β : 기본적으로 갖는 중심성(임의의 값) / D : 각 노드의 외부로 향하는 링크의 수 대각 행렬

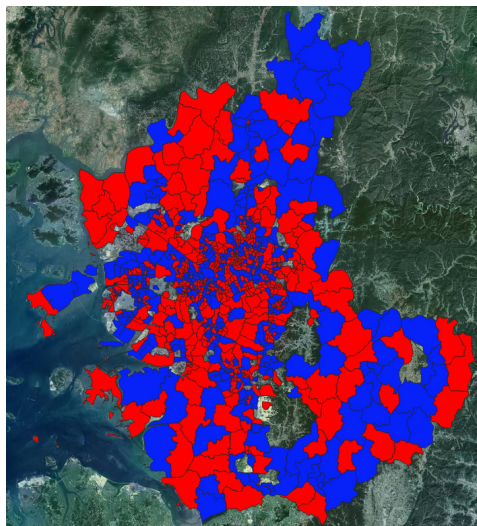
수도권 네트워크 중심성 분석

코로나 19 전후(2019년과 2020년)의 네트워크 중심성의 변화를 살펴보면, 서울 광희동, 고척2동 등 많이 증가하였고, 서울 명동·종로동·운서동 등이 많이 감소한 것으로 분석되었다. 이는 코로나로 인하여 기존의 상업 및 쇼핑의 중심이 되는 지역에 대한 통행량에 영향을 준 것으로 보여진다.

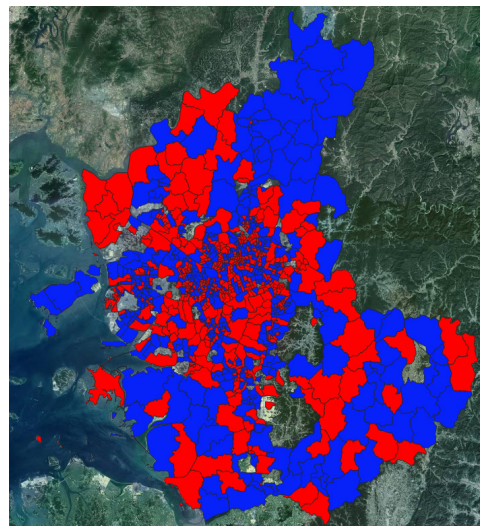
코로나 19 전년도 및 후년도(2020년과 2021년)의 네트워크 중심성의 변화를 살펴보면, 경기 연천·인천 옹진·경기 부천(오정)·강화등 많이 증가하였고, 경기 안산(초지)·서울 명동·인천 송도1,2동 등이 많이 감소한 것으로 분석되었다. 이는 코로나로 인하여 기존 사람이 많이 모이는 지역 중심에서 자연환경이 수려한 지역이 중심에 가까워지는 현상으로 볼 수 있다. 이러한 변화를 비교하기 위해 네트워크 중심성이 증가한 지역은 붉은색, 감소한 지역은 푸른색으로 표시하여 GIS 분포 자료를 통하여 시각화 하였다.

Table 2. Change in network centrality

2019 - 2020(코로나19 전·후 변화)				2020 - 2021(코로나19 초기년도 및 후기년도 변화)			
상위 5개		하위 5개		상위 5개		하위 5개	
행정동	증감량	행정동	증감량	행정동	증감량	행정동	증감량
서울 중구 광희동	0.000345	서울 중구 명동	-0.001207	경기 연천군 전곡읍	0.001302	경기 안산시 초지동	-0.001686
서울 구로구 고척제2동	0.000329	서울 종로구 종로동	-0.001032	인천 옹진군 연평면	0.001236	서울 중구 명동	-0.001617
서울 중구 신당동	0.000318	인천 중구 운서동	-0.000822	경기 부천시 오정동	0.001092	인천 연수구 송도2동	-0.00149
서울 관악구 보라매동	0.000302	서울 강남구 역삼1동	-0.000754	인천 강화군 강화읍	0.000866	인천 연수구 송도1동	-0.001347
경기 하남시 감북동	0.000299	서울 서대문구 신촌동	-0.000503	경기 성남시 금광2동	0.000835	경기 의정부시 송산2동	-0.00124



[Changes before and after COVID-19]



[Changes in the 1st and 2nd year of COVID-19]

Fig. 2. GIS distribution of network centrality changes in Administrative Dong units

인천광역시 대중교통 통행량 및 변화

인천광역시 전체 대중교통 통행량은 코로나19의 유행 시기에 따라, 큰 폭의 감소 현상이 나타나는 것을 확인할 수 있다.

Table 3. Comparison of monthly traffic volume of public transportation in Incheon Metropolitan City and increase and decrease before and after COVID-19

구분	2019		2020		2021		Phase 1(2019-2020)			Phase 2(2020-2021)		
	통행량	증감률	통행량	증감률	통행량	증감률	증감량	증감률	비고	증감량	증감률	비고
1월	1,392,933	-	1,338,062	-10.6	942,083	-0.9	-54,870.3	-3.9	-	-395,979.1	-29.6	유행
2월	1,338,751	-3.9	1,200,969	-10.2	1,032,457	9.6	-137,781.9	-10.3		-168,511.9	-14.0	
3월	1,501,254	12.1	956,422	-20.4	1,166,109	12.9	-544,831.5	-36.3	1차 유행	209,687.0	21.9	
4월	1,579,539	5.2	1,027,843	7.5	1,197,853	2.7	-551,695.4	-34.9		170,009.7	16.5	-
5월	1,587,325	0.5	1,061,631	3.3	1,146,637	-4.3	-525,694.2	-33.1		85,006.4	8.0	
6월	1,503,241	-5.3	1,140,644	7.4	1,226,121	6.9	-362,597.6	-24.1		85,477.2	7.5	
7월	1,505,334	0.1	1,203,175	5.5	1,087,809	-11.3	-302,159.6	-20.1		-115,365.7	-9.6	
8월	1,444,027	-4.1	1,032,196	-14.2	1,036,576	-4.7	-411,830.8	-28.5		4,380.1	0.4	
9월	1,463,001	1.3	1,031,114	-0.1	1,109,588	7.0	-431,886.7	-29.5	2차 유행	78,474.2	7.6	4차 유행
10월	1,557,136	6.4	1,134,527	10.0	1,160,603	4.6	-422,609.7	-27.1	유행	26,076.5	2.3	유행
11월	1,546,949	-0.7	1,167,005	2.9	1,233,431	6.3	-379,943.8	-24.6		66,425.4	5.7	
12월	1,497,180	-3.2	950,926	-18.5	1,179,040	-4.4	-546,254.0	-36.5	3차 유행	228,114.0	24.0	

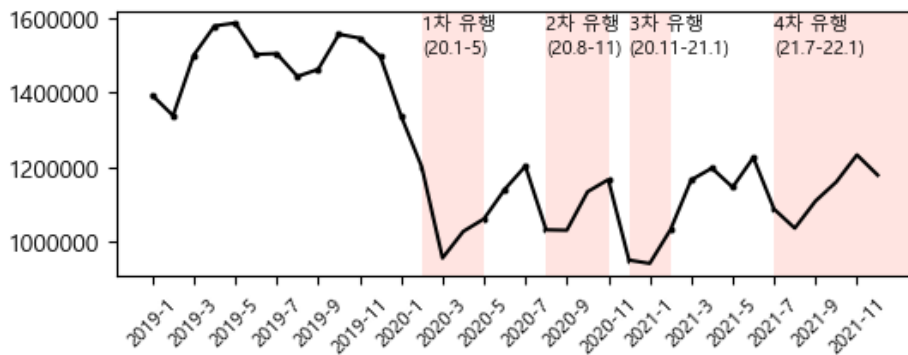


Fig. 3. Changes in monthly traffic volume on public transportation

분석 결과

대중교통 및 코로나19 지표간 상관관계 분석

피어슨 상관관계 분석

인천광역시 지역적 통행 특성에 대하여 대중교통 통행량과 코로나19의 지표간 상관관계를 분석하기 위해 전국 및 인천시의 코로나19 현황 자료 가운데, 일자별 확진자수, 사망자수 자료에 대하여 각 유형별(광역통행, 도시지역 내 통행, 지선 마을 통행 등) 대중교통 통행량과 연계하여, 일자별 통행량과 코로나19 지표간의 상관관계를 분석하였다. 분석은 전국 단위 코로

나 지표를 활용한 분석과 인천시 단위 코로나 지표를 활용한 분석을 진행함으로써 대중교통 통행량과 코로나19 지표간의 상관성을 평가하였다.

피어슨 상관관계 분석은 가장 대표적인 상관관계 분석으로서 등간척도(간격척도)나 비례척도(비율척도)의 데이터에서 두 변수의 공분산(covariance)을 표준편차의 곱으로 나눈 값이다.

$$r_{xy} = \frac{\sum_i^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_i^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_i^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \tag{2}$$

대중교통 전체 통행량과 코로나19 지표간의 상관관계를 살펴본 결과, 코로나19 지표 중 인천시 사망자 수와 가장 높은 상관성을 보였으며, 인천시의 코로나19로 인해 사망자 수가 증가할수록 인천광역시의 대중교통 전체 통행량은 감소하는 음의 상관관계를 가지고 있는 것으로 분석되었다. 코로나19 지표로 인하여 대중교통이 어떠한 지표에 크게 영향을 받는지 확인할 수 있으며, 이는 지표 발표에 따른 대중교통 방역 및 사회적 거리 두기 등 다양한 맞춤형 대책 마련에 활용될 수 있다.

Table 4. Correlation coefficient between public transportation traffic volume and COVID-19 indicators

		구분		ρ (피어슨 상관계수)	p-value
대중교통 전체	전국	확진자 수		0.001	0.998
		사망자 수		-0.327	0.137
	인천광역시	확진자 수		-0.061	0.792
		사망자 수		-0.694	0.002

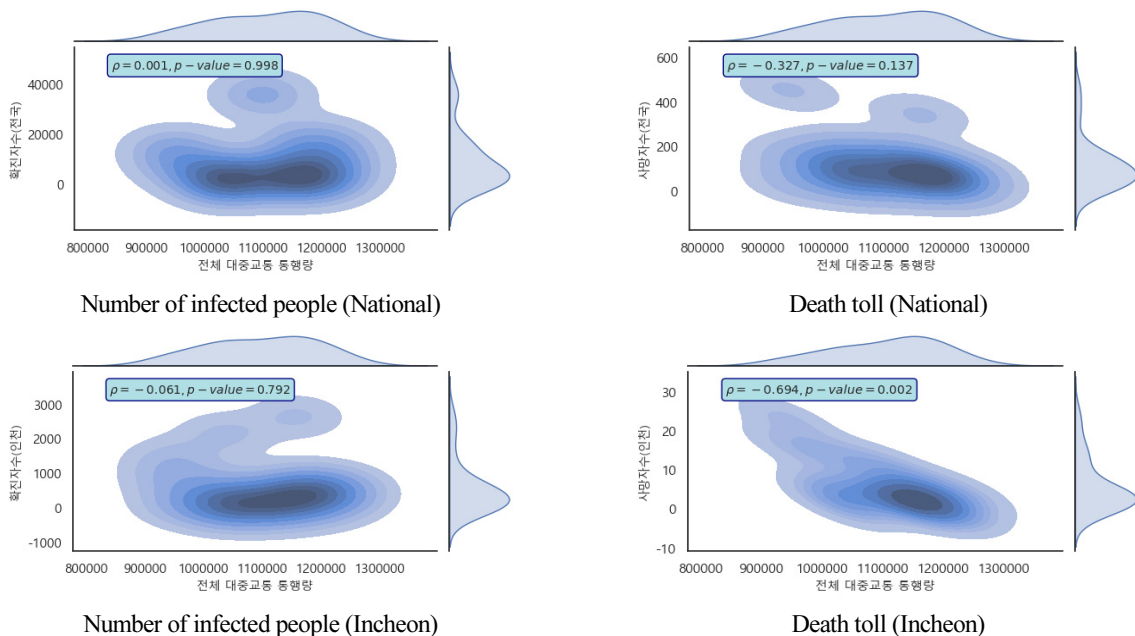


Fig. 4. Correlation between public transportation traffic volume and COVID-19 indicators

통행행태 변화의 사회·환경 요인 분석

사회·환경 영향 요인(변수) 구성

대중교통 통행변화의 지역적 특성 분석을 위해 본 연구는 종속변수로서 Phase 1, Phase 2, Phase 3의 통행 변화를 선정하였고, 독립변수는 크게 용도지역 변수, 사회경제 변수, 교통환경 변수를 활용하였다.

Table 5. Classification of social and environmental influencing factors(variables)

구분		변수명		구분		변수명		
종속 변수	통행 변화	Y_1	Phase 1 2019-2020 통행 증감률	독립 변수	x_9	1인 가구 비율		
		Y_2	Phase 2 2020-2021 통행 증감률		x_{10}	성비		
		Y_3	Phase 3 2019-2021 통행 증감률		x_{11}	청소년 비율		
독립 변수	용도 지역	x_1	주거지역 비율		사회 경제	x_{12}	고령인구 비율	
		x_2	상업지역 비율			x_{13}	생산가능인구 비율	
		x_3	공업지역 비율			x_{14}	건축물 수	
		x_4	녹지지역 비율			x_{15}	공시지가	
		x_5	농림지역 비율			교통 환경	x_{16}	정상시 평균속도
	사회 경제	x_6	총 인구수		x_{17}		평균속도	
		x_7	세대수		x_{18}		혼잡시 평균속도	
		x_8	인구밀도		-			

독립표본 t-test 분석 결과

독립표본 t-test에 대해 분석한 결과를 종합하면 다음과 같다. Phase 1에서는 유의수준 0.1 이하로 본다면, 총 인구수, 세대 수, 인구밀도, 건축물 수에서 유의한 차이가 보였다. Phase 2에서는 공업지역 비율, 농림지역 비율, 건축물 수에서 유의한 차

Table 6. Independent sample t-test results according to increase or decrease in traffic volume

구분	변수명	p-value			구분	변수명	p-value		
		Phase 1	Phase 2	Phase 3			Phase 1	Phase 2	Phase 3
x_1	주거지역 비율	0.29	0.54	0.99	x_{10}	성비	0.87	0.16	0 ***
x_2	상업지역 비율	0.97	0.3	0.64	x_{11}	청소년 비율	0.27	0.59	0.59
x_3	공업지역 비율	0.63	0.07 *	0.67	x_{12}	고령인구 비율	0.21	0.51	0.16
x_4	녹지지역 비율	0.81	0.53	0.45	x_{13}	생산가능인구 비율	0.23	0.47	0.1
x_5	농림지역 비율	0.39	0.01 ***	0.29	x_{14}	건축물 수	0.09 *	0.1 *	0.36
x_6	총 인구수	0.04 **	0.43	0.29	x_{15}	공시지가	0.44	0.37	0.68
x_7	세대수	0.06 *	0.41	0.36	x_{16}	정상시 평균속도	0.99	0.81	0.29
x_8	인구밀도	0 ***	0.35	0.07 *	x_{17}	평균속도	0.58	0.49	0.66
x_9	1인 가구 비율	0.77	0.4	0.5	x_{18}	혼잡시 평균속도	0.41	0.52	0.91

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

이를 보였으며, Phase 3는 인구밀도와 성비에서 유의한 차이를 보이는 것으로 분석되었다. 이는 대중교통 통행량 변화에 따른 사회·환경적 요인을 확인하고, 주요 영향 요인에 따른 대중교통 정책 방향 수립의 기본 자료로 활용될 수 있다.

결론

본 연구는 코로나19로 인해 변화하는 수도권 지역별 통행특성 변화를 분석하였으며, 그 동안 교통분야에서 잘 활용되지 않던 네트워크 중심성 이론은 보다 효과적으로 상용화되고 있는 현 시점에 본 이론적 기반으로 수도권 통행 행태 및 지역 거점을 분석한 것이 우선 첫 번째 연구 내용이다. 네트워크 중심성 이론의 페이지 랭크 분석은 구글 등 웹사이트 페이지의 중요도를 측정하기 위한 알고리즘으로 교통의 지역 거점 통행행태를 분석하는데 최적의 분석기법으로 도입하였다. 이에 따른 알고리즘의 활용은 도시교통의 통행행태에 따른 지역적 교통 거점을 분석할 수 있었으며, 코로나19 감염병 등 외부 요인에 따른 지역거점을 비교 분석하는 방안을 도입함으로써 통행행태 변화에 따른 지역적 교통 거점과 통행 약화 지역을 판단하는 모형으로 활용될 수 있을 것이다. 네트워크 중심성 분석은 앞으로 도시의 교통체계와 지역간 거점 및 다양한 사회·경제 활성화를 위한 기본 분석 모형으로 활성화 할 수 있을 것이다.

두 번째로 대중교통 통행행태를 시계열적으로 분석하고, 코로나19 지표간의 상관관계를 분석하였다. 대중교통 버스 철도 등 수단별로 확진자 및 사망자 간의 상관관계가 어떠한 영향을 주는지를 분석을 하였으며, 광역통행, 도시지역 내 통행, 지선(마을) 통행별로 지표별 상관관계를 인천지역과 전국 단위로 분석하여 코로나19 지표로 인하여 대중교통이 어떠한 지표에 크게 영향을 받는지 확인할 수 있었다. 이는 지표 발표에 따른 대중교통 방역 및 사회적 거리 두기 등 다양한 맞춤형 대책 마련에 활용될 수 있다.

세 번째로 통행행태 변화에 따른 사회·환경적 요인 분석을 하였다. 코로나19로 인한 통행행태 변화가 도시 내 토지이용 등 용도지역과 인구수 등 사회경제적 요인과 평균속도 등 교통환경적 요인을 카테고리별로 구분하여 분석함으로써 통행량 변화에 따른 사회·환경적 요인을 확인하고, 주요 영향 요인에 따른 대중교통 정책 방향 수립의 기본 자료로 활용될 수 있다.

다만, 본 연구는 통행행태 변화에 영향을 주는 사회·환경적 요인(변수)에 대하여 독립표본 분석에 한정함으로써 그 효과에 대한 중요도 등 판단의 한계로 작용할 수 있음. 따라서, 변수에 대한 중요도와 효율적인 모형개발을 통하여 보다 효과적인 분석 방법이 제시될 필요가 있으며, 그로 인해 통행행태 변화에 대한 신뢰도 있는 문제점을 분석함으로써 향후 대중교통 활성화를 위한 정책 마련하는데 본 연구에 의한 모형을 활용할 수 있을 것이다.

References

- [1] Bhin, M.-y., Son, S.-k., Cho, C.-h. (2021). "An analysis of regional characteristics of change in bus traffic based on the impact of COVID-19." *Journal of the Korean Transportation Association*, Vol. 39, No. 4, pp. 447-463.
- [2] Chae, S.-j., Jin, J.-i., (2022). "Do people change transportation during COVID-19?: Centering around 2020 Seoul survey citizen survey data." *National Territory Planning*, Vol. 57, No. 7, pp. 26-40.
- [3] Choo, S.-h., Lee, H.-s., Shin, H.-j. (2013). "Analyzing changes in passing behavior of the elderly using data on household passage in the metropolitan area." *National Research*, Vol. 76, pp. 31-45.
- [4] Data Analysis Team, Epidemiological Investigation and Analysis Task Force, Central Disease Control Headquarters, Korea Disease Control and Prevention Agency(KDCA) (2022). "Two-year report of COVID-19 outbreak

from January 20, 2020 to January 19, 2022 in the Republic of Korea.” Public Health Weekly Report, Vol. 15, No. 7, pp. 414-426.

- [5] Gyeonggi-do Traffic DB Center (2020). Change in the Number of Bus Passengers Before and After COVID-19. Traffic Information Center, Gyeonggi-do.
- [6] Han, K.-h., Kim, D.-k., Kang, W., So J.-h., Lee, C.-k. (2021). “Analyzing the current status and correlation of traffic demand according to COVID-19 indicators.” Journal of the Korean ITS Association, Vol. 20, No.6, pp. 55-65.
- [7] Incheon Metropolitan City (2021). 2021 Incheon Statistical Yearbook. Incheon.
- [8] Jang, D.-i., Won, M.-g., Jo, J.-s., Choi, J.-m. (2021). A Study on POST COVID-19 Response Strategies by Transportation Sector - Analysis of Traffic Behavior Change and Policy Response -. Korea Transportation Institute.
- [9] Kim, J.-h., Kim, H.-j., Kim, G.-s. (2023). “A study on AI-based predictive models of COVID-19 and changes in the public’s choice of transportation.” Paper of the Korean Society of Information Technology, Vol. 21, No. 4, pp. 1-9.
- [10] Lee, S.-h., Kim, J.-s., Kim, M.-s., Woo, Y.-h. (2013). “A study on the analysis of transportation selection behavior of public transportation users.” Journal of the Korean ITS Association, Vol. 12, No. 1, pp. 147-157.
- [11] Moon, D.H. (2023). Analysis of changes in centrality and influencing factors in Seoul before and after COVID-19 . Master Thesis, Gachon University.
- [12] Sung, H.-g. (2020). “Understanding the discriminatory characteristics of the determinants of the choice of commuting means for single-person households through comparison with multi-person households.” LHI Journal of Land, Housing, and Urban Couples, Vol. 11, No. 2, pp. 1-14.
- [13] WHO (2021). COVID-19 Weekly Report. Swiss.
- [14] Yue, H., Will, B., Samantha, S., Dan, W. (2020). “Impacts of COVID-19 mode shift on road traffic.” arXiv2005.01610.