코로나 19 지표에 따른 교통수요 현황 및 상관관계 분석

Analysis of the Current Status and Correlation of Traffic Demand according to the COVID-19 Indicator

한 경 희* · 김 도 경** · 강 욱*** · 소 재 현**** · 이 철 기*****

* 주저자 : 아주대학교 일반대학원 교통공학과 박사과정
** 공저자 : 아주대학교 일반대학원 교통공학과 석사과정
*** 공저자 : 국토교통부 신공항기획과 과장
**** 교신저자 : 아주대학교 교통시스템공학과 교수
***** 공저자 : 아주대학교 교통시스템공학과 교수

Kyeung-hee Han* · Do-kyeong Kim* · Wook Kang** · Jaehyun (Jason) So*** · Choul-Ki Lee***

* Dept. of Transportation Eng., Univ. of Ajou
** Ministry of Land, Infrastructure and Transport
*** Dept. of Transportation System Eng., Univ. of Ajou

† Corresponding author : Jaehyun (Jason) So, jso@ajou.ac.kr

Vol.20 No.6(2021)
December, 2021
pp.55~65

pISSN 1738-0774
eISSN 2384-1729
https://doi.org/10.12815/kits.2021.20.6.55

Received 23 November 2021
Revised 29 November 2021
Accepted 10 December 2021

ⓒ 2021. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

요 약

코로나 19가 국내에서 2020년 1월 첫 확진자가 발생하며 현재까지 pandemic 상황이 지속하고 있다. 전례 없는 상황에 코로나 19는 교통 분야에도 영향을 끼쳤으며 시민들의 생활패턴 변화로 교통량의 변화 및 대중교통 이용변화에 적절한 대응 방안이 존재하지 않았다. 현재 각 지자체에서는 pandemic 상황에 대한 질병 대책 방안은 별도로 수립하고 있지 않다. 향후 교통 분야 질병 대책 방안 수립을 위해 교통량 및 대중교통 이용 건수를 분석하였으며 예측모형 개발을 위해 코로나 19 현황과 상관도 분석을 수행하였다. 분석 결과 교통량은 감소하였지만 개인 교통수단의 증가로 교통량 감소량은 대중교통 이용 건수에 비해 감소율이 낮다. 또한 대중교통 이용 현황은 초기에는 확진자 수에 영향을 받았지만 시간이 지남에 따라 확진자 수 보다는 사망자 수와 치명률에 더욱 민감하게 반응하는 것으로 분석되었다.

핵심어 : 코로나, 대중교통, 교통량, 상관분석, 대중교통 이용률

ABSTRACT

In January 2020, the first COVID-19 confirmed patient occurred in Korea, and the pandemic continues to this day. In unprecedented situations, COVID-19 also affected the transportation sector, and there were no appropriate measures against changes in traffic volume and use of public transportation due to changes in citizens' lifestyles. Currently, each local government has not established separate measures for pandemic disease measures. In order to establish future disease countermeasures in the transportation sector, a predictive model was developed by analyzing the traffic volume and the number of public transportation uses, and conducting correlation analysis with the current status of COVID-19. As a result of the analysis, the traffic volume decreased, but the traffic volume decreased due to the increase in personal transportation, but it did not reach the number of public transportation uses. In addition, it was analyzed that the use of public transportation was initially affected by the number of confirmed cases, but over time, it was more sensitive to death and mortality than to the number of confirmed cases.

Key words : Coronavirus, Public transportation, Traffic volume, Correlation analysis. Pubilc Transit usage rate

Ⅰ. 연구개요

1. 배경 및 목적

2019년 12월 코로나바이러스 감염증-19(이하 코로나 19)가 처음 보고된 후 국내에서는 2020년 1월 20일 첫 감염자가 나타났으며, 2021년 11월 현재 지금까지 피해가 지속하고 있다. 2020년 12월 일별 확진자 수가 천 명대를 넘어섰으며 이후 1,243명의 일별 최대 확진자 수를 기록하고 현재 300~400명대를 유지 중이다. 코로나 19 확진자가 급증하면서 질병관리본부에서는 2020년 6월 28일부터 감염병 유행의 심각성과 방역 조치의 강도에 따라 1~3단계로 구분하여 '사회적 거리 두기'를 실시하고 있으며, 이후 코로나 19가 장기화하면서 지속가능한 방역체계를 위해 5단계로 세분화하여 2020년 11월 7일부터 적용하였으며 현재 2021년 11월1일부터 위드 코로나 체제로 관리하고 있다.

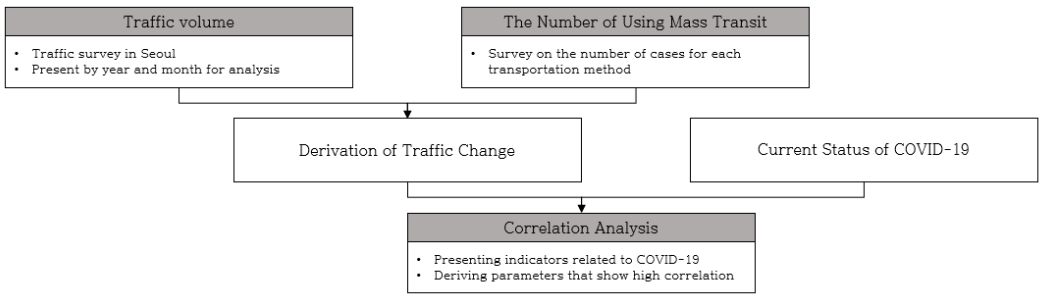
코로나 19로 인하여 일상생활의 변화와 함께 생활에 밀접한 교통 분야 또한 많은 변화가 일어나고 있다. 서울시 내 통행의 경우 학교, 회사 등의 운영이 온라인으로 대체되면서 통근 및 통학 통행량이 감소하였을 것으로 예상되나 불필요한 접촉을 줄이기 위하여 많은 시민이 이용하는 대중교통과 불특정 시민이 이용하는 택시 이용을 기피하게 되면서 개인 승용차 이용률이 증가하였을 것으로 판단된다.

이런 갑작스러운 pandemic 상황에 교통 패턴이 급격하게 변화하여 정책적으로 대응에 어려움이 있으며 다양한 교통정보를 이용하는 연구에서는 교통정보가 일정하지 않아 데이터를 활용하는데 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 향후 코로나 19와 같은 상황이 발생할 것을 고려하여 교통수단 변화에 따른 대책 근거 마련 및 교통정보 활용을 위해 교통량 및 대중교통 수단 이용 변화량을 분석하고 추후 예측을 위한 지표 선정을 위해 코로나 19 현황과 상관분석을 수행하였다.

2. 연구 방법

1) 분석방법론

본 논문에서는 코로나 19 상황 속 서울시의 교통수단분담률 변화 분석하고 질병관리 본부에서 제공하는 데이터를 통하여 학진자 수, 사망자 수 등과 상관분석을 수행한다.



<Fig. 1> Correlation analysis between the utilization rate of public transportation and the current status of COVID-19

첫째, 코로나 19 발생현황과 관련 연구 고찰, 서울시의 지점 교통량을 비교 분석하여 코로나 19가 전체 교통량에 영향을 주었는지 또한 자가용과 대중교통의 이용 패턴에 영향을 주었는지 분석한다. 둘째, 대중교통

에 미친 영향을 보다 정확하게 분석하기 위하여 코로나 19 현황과 대중교통 이용건 수를 비교 분석하여 대중교통 수단별 코로나 19 현황에 따른 이용률 변화를 분석한다. 셋째, 향후 정책수립에 활용하기 위한 기준을 마련하기 위하여 분석된 대중교통 이용률 변화를 코로나 19 관련 각 지표들과 상관분석을 진행하여 대중교통 이용 변화율과 상관성이 가장 높은 지표를 도출한다.

Ⅱ. 현황 및 이론적 고찰

1. 코로나 19 확진자 및 거리 두기 현황

코로나 19가 국내 확진자가 나오기 시작한 2020년 2월부터 2020년 12월까지 확진자 발생 수와 대유행의 단계별 이슈 및 사회적 거리 두기 단계의 변화를 조사하였다.

국내 코로나 19 초기에는 확진자가 극히 미비하여 해외 입국자를 대상으로 공항에서의 발열 검사 등 사회적 거리 두기는 별도로 운영하지 않았다.

1차 대유행, 대구 신천지를 중심으로 확진자가 확산하기 시작하며 기존 30명대이던 확진자 수가 800명대로 급격히 증가하며 2월 29일부터 3주간 처음으로 전국 사회적 거리 두기를 시행하였다. 그러나 계속된 확진자 수 증가로 인해 정부에서는 3월 22일 강화된 사회적 거리 두기를 시행하였다. 그로 인해, 3월 6,636명이었던 확진자 수가 4월은 979명으로 안정세로 돌아선 것으로 판단되었으며 거리 두기를 일부 완화하였다.

2차 대유행, 이태원 및 물류센터를 중심으로 확진자가 발생하며 2차 대유행으로 확산할 뻔 하였으나 다시 생활 속 거리 두기를 시행하면서 2차 대유행으로는 확산하지 않았다. 그러나 시간이 지나면서 사회적 거리 두기에 대한 피로감 증가 및 느슨한 사회적 거리 두기 현상으로 인해 확진자가 점차 증가하였으며 8월 중 광화문 집회, 사랑의교회 발 확진자가 전월 1,505명에서 5,642명으로 급증하며 2차 대유행이 시작되었다. 이로 인하여 사회적 거리 두기를 2.5단계를 운영하였으며 9월 14일부터 단계를 하향해 2단계로 운영하다 10월 12일 추석 연휴가 끝나고 1단계로 하향하는 등 다시 안정세로 접어들었다.

3차 대유행, 11월 중순부터 일일 확진자가 급증하며 지속해서 1,000명대를 유지하며 시작하였다. 기존 1, 2단계는 거점을 중심으로 확산하였지만 3단계는 거점이 아닌 일상생활 곳곳에서 확진자가 발생하여 정부에서는 새로운 방역지침을 선포하며 5인 이상 집합금지를 시행하였다.

4차 대유행, 2021년 6월까지 일 일 확진자 수가 1,000명 미만을 유지하였으나 2021년 7월 일 일 확진자가 1,500명을 넘어서며 방역지침을 더욱 강화하였다.

3, 4차 대유행은 1, 2차와 달리 빨리 안정세로 접어들지 못하고 사회적 거리 두기가 계속 연장되는 등 계속하여 확진자가 발생하였다.

<Table 1> Current status of COVID-19 infection status(2020) (Unit : People, %)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Confirmed patients	-	3,150	6,636	979	703	1,334	1,506	5,642	3,865	2,714	7,768	26,564
Testers	-	82,762	318,016	208,338	290,238	361,612	288,525	368,251	381,445	298,794	428,990	1,126,169
Death	-	16	146	85	23	12	19	23	89	51	62	374
Infection Rate	-	0.038	0.021	0.005	0.002	0.004	0.005	0.015	0.010	0.009	0.018	0.024

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Fatal cases Rate	-	0.005	0.022	0.087	0.033	0.009	0.013	0.004	0.023	0.019	0.008	0.014
Note				1st Pandemic				2nd Pandemic				3rd Pandemic

2. 관련연구 고찰

1) 코로나 19 통행패턴에 관한 연구

Kim and Han(2020)은 코로나 19 이후 교통 트랜드 변화에 대비하여 4가지 정책 방향을 제시하기 위하여 5가지의 트랜드 변화를 조사하였다. 코로나 19 이후 영국에서는 대중교통 이용자가 20% 감소 하였으며 자가용 이용률은 증가할 것으로 전망하였다. 통근자의 경우 대중교통의 선호도는 감소하고 승용차 선호도가 증가하고 있고 도심지 통근자는 대중교통의 차내 혼잡과 도로 교통 혼잡에서 벗어나기 위하여 퍼스털 모빌리티 선호도가 높아지고 있는 것으로 나타났다. 따라서 대중교통의 이용률은 감소하였으며 사람과의 접촉이 최소화되는 자가용 및 퍼스널 모빌리티의 수요가 증가하고 있기 때문에 본 연구에서는 경기도 내 대중교통 안전성 확보를 위한 안심 운행 원칙, 교통인프라 확충 등 4가지 정책 방향을 수립을 제안하였다.

Jin(2020)은 코로나 상황에서 시민들의 생활패턴 변화를 파악하기 위해 행정동별 생활인구를 지표로 하여 코로나 전후 생활인구의 동향을 파악하였다. 본 연구에서는 생활인구 시계열 데이터를 K-shape 클러스터링으로 군집화한 후 인구, 토지 용도, 지역 시설특징 등 특성파악을 위해 개입분석과 One-Way ANOVA를 수행하였다. 그 결과, 역세권의 골목상권이 발달한 행정동의 경우 생활인구가 감소하였으며, 대로를 포함하는 항시 유동인구가 많은 행정동에서는 생활인구가 증가하는 것으로 나타났다.

2) 코로나 19 교통수요 분석에 관한 연구

Jang et al.(2020)은 수송 부문 피해를 최소화하고 바이러스 확산이 종식된 이후 모빌리티의 빠른 회복을 위하여 교통 부분에서 어떻게 대응해나가야 할지 제시하기 위해 코로나 19 발생 전후 수송실적 자료를 분석하였다. 서울시 대중교통의 경우 '19년 1~2월과 '20년 1~2월 자료를 비교 분석 결과 서울역, 고속버스터미널 등 광역 교통시설 주변과 홍대 입구, 신촌역, 강남역 등 유동인구가 많은 지역의 하차량이 전년도보다 많이 감소한 것으로 분석된다. 코로나 19 이후 사회적 거리 두기 등 대인접촉을 피하고자 대중교통의 이용 및 유동인구가 많은 지역을 기피하고 있으며 접촉을 최소화 할 수 있는 자가용의 이용을 선호하고 있는 것으로 분석되었다.

Lim(2020)은 교통관리 등 교통정책 수립 측면에서 교통 수요의 변화가 중요함에 따라 발생 시점부터 유행기간, 안정화 기간을 거치는 동안 코로나 19가 도로 교통 수요에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구는 지역별, 시간별 평균일교통량의 전년 대비 변화율을 분석하고, 감염자 수와의 공간적 시간적 상관관계를 분석하였다. 또 도로 특성에 따른 평균일교통량 변화율을 분석하였다. 그 결과, 코로나 후 연평균 증가량을 고려하여 실질적으로 5.6%의 교통량이 감소하였으며, 교통량과 감염자 수 간의 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 또한, 도로 특성에 따라 교통 수요의 변화가 큰 것으로 나타났다. 본 연구에서는 대중교통을 고려하지 않았으며 향후 대중교통을 고려하여 종합적인 분석이 필요한 것으로 보았다.

Lee et al.(2020)은 코로나로 인한 심리적 위축 및 정부의 정책이 도로 및 대중교통 이용 등 다양한 교통수

단에서 나타나는 교통 수요에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구는 주요 간선도로 구간, 고속도로 진・출입 구간, 대중교통 별 일평균교통량 변화율, 1월부터 3월까지의 일별 교통량 변화를 감염자 수와 연관하여 비교・분석하였다. 그 결과, 확진자 발생 시점으로부터 지속해서 교통량이 감소하였으며, 대중교통 이용률의 경우 버스와 지하철 또한 감소하였지만, 자전거의 경우 이용률이 증가한 것으로 나타났다.

Cho et al.(2020)은 발생 시점인 1월 말부터 생활 방역으로 전환되기 전인 4월까지 코로나가 서울 교통에 미친 영향을 분석하였다. 본 연구에서는 해당 기간 동안의 확진자 수와 교통량 및 속도변화를 비교하고 확진자 수가 가장 많았던 3월 1주를 기준으로 작년 동월 대비 교통량, 지하철 이용자 수, 버스 이용자 수, 공유교통(따릉이, 나눔카)의 변화율을 분석하였다. 그 결과, 감염자 수의 증가와 함께 교통량 및 대중교통 이용자 수는 감소하였으나 공유교통(따릉이, 나눔카)의 경우 전년 대비 증가한 것으로 나타났다.

Yue et al.(2020)은 코로나로 인해 통근자들이 1인 차량으로 수단을 변경함에 따라 도로의 차량이 증가 및 교통체증이 어떻게 증가할 것인지 예측하였다. 카풀과 환승 통근자 중 25%, 50%, 75%가 1인 차량으로 전환했을 때의 시나리오를 통해 교통량의 증가를 추정하였으며, BPR 모델을 사용하여 교통량에 따른 통행시간의 증가를 예측하였다. 그 결과, 교통량이 많은 도시에서는 통행 시간이 5~10분 증가하는 것으로 나타났으며, 이로 인해 하루 최대 수십만 시간의 추가 이동 시간이 늘어날 것으로 보았다.

Lee(2021)은 2020년 코로나 상황으로 인해 발생한 대중교통 이용승 및 운송수입 변화와 해외의 재정지원 사례를 분석하였다. 연구 중 노선버스는 2020년 8월 기준 2019년 대비 이용승객이 8.6억 명 정도 감소하여 2020년에 28.9% 감소 하였다. 또한, 노선버스의 운송수입이 2020년 1조 원 정도 감소한 것으로 추정하였다.

Park et al.(2021)은 코로나 19 확산에 따른 국내 택배서비스 이용행태 변화에 대하여 분석하였다. 코로나 19 발생 전과 후의 택배 이용량 변화를 분석 결과 발생 전 월평균 이용건 수가 6.22건이었으나 발생 후 9.74건으로 56.5% 급증한 것으로 분석하였다.

Lee(2020)은 코로나 19가 대중교통에 미친 영향과 각국 대응의 시사점에 대하여 분석하였다. 유럽 중 이탈리아는 코로나 19 발생 이후 2020년 3월 초까지 대중교통 이용승객이 50% 감소하였으며, 미국은 발생 후 3개월 동안 80% 이상의 승객이 감소하였다. 반면, 코로나 19로 도시가 봉쇄되면서 중국, 독일, 영국, 미국 등 많은 대도시에서 자전거 이용량이 급증한 것으로 분석된다. 또한, 대응 방안으로 수요 대응 버스와 역 출입 예약제 운영, 운전자와 승객간 물리적 거리 확보를 위한 무임승차와 버스 중앙문 이용, 출퇴근 시간 조정으로 승객 분산, 평소의 15% 수준으로 수송용량 제한 등의 방법을 통하여 승객과 노동자들을 보호하였다.

3) 관련연구 시사점

관련 연구 고찰 결과 코로나 19로 인해 시민들은 다중이용시설인 대중교통의 이용을 기피하고 자가용 및 퍼스널 모빌리티 등 개인 교통수단을 더 선호하는 것으로 보이며 외부와의 접촉을 최소화하기 위해 택배 물류가 급증한 것으로 보인다. 또한, 이러한 교통패턴의 변화로 인하여 전국 노선버스는 운송수입이 전년대비 약 1조 원 감소하였다.

그리고, 해외에서는 대중교통 이용승객의 감소가 국내보다 매우 높았으며 국내와 마찬가지로 개인 교통수단의 이용이 급증한 것으로 분석된다. 그러나 유럽에서는 노사정 형태의 대응이 활발하게 진행되었으며 이

용승객과 노동자들을 보호하기 위하여 보다 강력한 조치를 시행한 것으로 분석된다.

Ⅲ. 교통수단 이용현황 및 상관도 분석

1. 코로나 19 상황속 서울시 교통량 변화

1) 전체 교통량 변화분석

서울시에서는 상시 교통량 수집 지점 ’16 70개소, ‘17 71개소, ’18년 85개소, ‘19년 101개소, ‘20년 101개소의 유출입 교통량을 수집하였으며 서울시의 전체 교통량이 아닌 지점 데이터로 서울시 교통량 변화 분석 시 매년 검지기 지점 수가 다르기에 교통량의 절대적인 값으로는 비교가 어려워 전월 대비 증감률을 이용하여 교통량 변화량을 분석하였다.

<Table 2> Annual traffic increase/decrease rate

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2016	-	-0.29%	3.49%	0.84%	-0.81%	1.14%	-1.82%	-0.72%	0.74%	1.34%	-0.08%	-1.80%
2017	-	1.29%	1.34%	0.56%	-0.03%	0.51%	-0.32%	-0.36%	1.63%	-0.28%	-1.08%	-4.19%
2018	-	2.43%	1.61%	1.02%	-0.40%	0.00%	-0.91%	-1.55%	2.43%	0.05%	0.00%	-1.55%
2019	-	-0.25%	1.84%	0.53%	-0.29%	-0.52%	-1.29%	0.14%	1.17%	0.15%	-0.09%	-1.31%
Average Change Rate		0.80%	2.07%	0.74%	-0.38%	0.28%	-1.09%	-0.62%	1.49%	0.32%	-0.31%	-2.21%
2020	-	-2.76%	-1.57%	3.44%	0.49%	0.78%	-0.63%	-4.20%	1.62%	4.13%	-1.53%	-6.06%
Note			1st Pandemic					2nd Pandemic				3rd Pandemic

코로나 19로 인하여서 모임 및 외부 일정이 줄어들며 전체적인 이동은 감소하였지만, 대중교통보다 자가용 및 퍼스널 모빌리티 등 개인 교통수단이 늘어나 전체 교통량은 감소하였지만, 오히려 교통량 중 자가용의 비중을 증가시키는 요인으로 작용하였다.

코로나 19 이전에는 여름 휴가철인 7, 8월 및 겨울이 시작되는 11, 12월에는 매년 교통량이 감소하며 봄이 시작되는 3월은 교통량이 증가하는 것으로 분석된다. 반면, 코로나 19가 시작된 2020년 2, 3월 교통량이 감소하였으며 여름 휴가철과 겨울 초기(11월 12월)에는 평균 감소량보다 비교적 많이 감소한 것으로 분석된다.

또한, 12월의 경우, 11월 27일부터 서울시의 대중교통 30% 운행감축을 시행하며 12월 교통량 감소에 큰 영향을 미친 것으로 분석된다.

대중교통 감소를 추진한 12월을 제외한 매년 1월부터 11월까지 11개월간 교통량은 2017년 0.81% 감소한 것을 제외하면 18년 4.68%, 16년 3.86%, 17년 3.25%, 19년 1.35% 순으로 증가하였다. 그러나 2020년에는 -0.54% 감소한 것으로 분석되었으며, 11월 이전까지 대중교통의 운행 건수의 변화가 없었던 점과 택배, 배달 서비스의 증가가 된 것, 또한, 재택근무가 증가하는 등 화물, 대중교통 등 다른 차량에 비해 자가용의 교통량이 감소하며 교통량의 감소로 이어진 것으로 판단된다.

2) 교통수단 별 이용 건수 변화분석

2020년 1월부터 제공하고 있는 서울시의 버스, 지하철, 택시, 따릉이 이용 건수를 전월 이용 건수와 비교하여 코로나 19에 따른 변화량을 분석하였다.

<Table 3> The number of uses by transportation method in 2020

2020-2021									
	Bus		Subway		Taxi		Public Bike(Ttareungyi)		
	No. of Cases	Change Rate	No. of Cases	Change Rate	No. of Cases	Change Rate	No. of Cases	Change Rate	
Jan	4,636,615	-	5,454,788	-	935,330	-	25,628	-	
Feb	4,247,497	-8.39%	4,792,038	-12.15%	857,896	-8.28%	26,285	2.56%	
Mar	3,396,126	-20.04%	3,703,696	-22.71%	676,819	-21.11%	49,474	88.22%	1st Pandemic
Apr	3,674,349	8.19%	4,071,962	9.94%	741,355	9.54%	71,913	45.36%	
May	3,917,472	6.62%	4,340,895	6.60%	796,420	7.43%	80,011	11.26%	
Jun	4,273,942	9.10%	4,844,001	11.59%	837,196	5.12%	92,362	15.44%	
Jul	4,424,286	3.52%	5,044,550	4.14%	861,394	2.89%	83,307	-9.80%	
Aug	3,694,437	-16.50%	4,119,879	-18.33%	764,419	-11.26%	55,936	-32.86%	2nd Pandemic
Sep	3,682,963	-0.31%	4,080,150	-0.96%	686,498	-10.19%	93,733	67.57%	
Oct	3,972,210	7.85%	4,591,969	12.54%	802,201	16.85%	93,278	-0.49%	
Nov	4,111,837	3.52%	4,848,751	5.59%	800,225	-0.25%	66,336	-28.88%	
Dec	3,280,108	-20.23%	3,816,994	-21.28%	619,224	-22.62%	38,591	-41.82%	3rd Pandemic
Jan	3,260,504	-0.60%	3,896,313	2.08%	581,502	-6.09%	26,206	-32.09%	
Feb	3,599,897	19.41%	4,323,656	10.97%	666,481	14.61%	44,113	68.33%	
Mar	4,072,486	13.13%	4,925,483	13.92%	713,227	7.01%	72,152	63.56%	
Apr	4,109,302	0.91%	4,992,777	1.37%	725,767	1.76%	91,770	27.19%	
May	3,926,159	-4.46%	4,725,144	-5.36%	710,027	-2.17%	88,430	-3.64%	
Jun	4,227,975	7.69%	5,043,682	6.74%	744,037	4.79%	107,976	22.10%	
Jul	3,843,249	-9.10%	4,352,607	-13.70%	679,656	-8.65%	101,615	-5.89%	

서울시의 교통량은 코로나 19 대유행 시기에 각각 1.57%, 4.20%, 6.06% 감소하였으나 대중교통 중 대표적인 버스의 이용 건수가 20.04%, 16.50%, 20.23% 감소하여 불특정 다수가 이용하는 대중교통의 이용이 교통량 감소대비 많이 감소한 것으로 분석된다.

버스, 지하철, 택시의 경우 1차 대유행인 3월에 20% 이상 감소하였으며 4월부터는 다시 회복하며 6월에는 감소 이전과 같이 모두 회복하였다. 그러나 8월 다시 2차 대유행이 시작되며 큰 폭의 감소를 보였으며 11월까지 일부 회복하였지만 12월에 다시 3차 대유행이 시작되며 20% 이상의 이용 건수가 감소한 것으로 분석된다. 이처럼 대유행이 시작되면 대중교통 이용률이 급격히 감소한다. 또한, 1차 대유행인 3월에는 대구 중심으로 확진자가 확산하였지만, 코로나 19의 불안감은 서울시의 대중교통 이용 건수에도 영향을 미친 것으

로 분석된다.

반면 따릉이는 3월 88% 이상의 큰 폭으로 증가하였으며 6월까지 꾸준히 증가하였지만 7월 이후 9월을 제외하고는 모두 감소한 것으로 분석된다. 따릉이의 경우 날씨의 영향도 많이 받기 때문에 겨울인 11, 12, 1, 2월 및 여름 7, 8월의 이용 건수가 낮으며 봄, 가을인 3, 4, 5, 6, 9월의 이용 건수가 증가하기 때문에 코로나뿐만 아니라 따릉이의 특성상 계절에 의한 영향력이 큰 것으로 분석된다.

3) 대중교통과 확진자, 검사자, 사망자, 치명률 간 상관도 분석

향후 대중교통 변화를 예측하기 위해서 참고할 수 있는 수치의 정확성을 위하여 질병관리본부에서 제공하는 데이터를 기반으로 대중교통과의 상관도 분석을 진행하였다.

대중교통은 버스와 지하철 이용 건수를 사용하여 확진자 수, 검사자 수, 사망자 수는 질병 관리본부의 데이터이며 확진율은 검사자 수 대비 확진자 수, 치명률은 확진자 수 대비 사망자 수를 이용하였다.

<Table 4> Correlation analysis results(Bus&Subway)

Bus&Subway Correlation Analysis	2020					2021				
	Confirmed patients	Testers	Death	Infection Rate	Fatal cases Rate	Confirmed patients	Testers	Death	Infection Rate	Fatal cases Rate
Correlation Factor(r)	-0.53	-0.48	-0.70	-0.14	-0.33	-0.12	-0.75	-0.86	0.08	-0.82
Sample Size(n)	11	11	11	11	11	7	7	7	7	7
T-value	-1,88	-1.64	-2.90	-0.42	-1.04	-0.28	-2.55	-3.76	0.18	-3.15
P-value	0.093	0.135	0.026	0.687	0.325	0.794	0.051	0.013	0.861	0.025
Significance Test	x	x	o	x	x	x	x	o	x	o
Note	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<Table 5> Correlation analysis results(Taxi)

Taxi	2020					2021				
	Confirmed patients	Testers	Death	Infection Rate	Fatal cases Rate	Confirmed patients	Testers	Death	Infection Rate	Fatal cases Rate
Correlation Factor(r)	-0.69	-0.67	-0.84	-0.14	-0.22	-0.06	-0.81	-0.93	0.16	-0.86
Sample Size(n)	11	11	11	11	11	7	7	7	7	7
T-value	-2.86	-2.73	-4.61	-0.43	-0.69	-0.14	-3.07	-5.73	0.36	-3.8
P-value	0.02	0.02	0.00	0.67	0.51	0.90	0.03	0.00	0.73	0.01
Significance Test	O	O	O	X	X	X	O	O	X	O
Note	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<Table 6> Correlation analysis results(Bicycle)

Bicycle (Ttareungi)	2020					2021				
	Confirmed patients	Testers	Death	Infection Rate	Fatal cases Rate	Confirmed patients	Testers	Death	Infection Rate	Fatal cases Rate
Correlation Factor(r)	-0.53	-0.23	-0.42	-0.88	0.19	0.44	-0.72	-0.91	0.64	-0.98
Sample Size(n)	11	11	11	11	11	7	7	7	7	7
T-value	-1.85	-0.70	-1.38	-5.59	-0.59	1.10	-2.32	-4.85	1.87	-11.14
P-value	0.10	0.50	0.20	0.00	0.57	0.33	0.07	0.00	0.12	0.00
Significance Test	X	X	X	O	X	X	X	O	X	O
Note	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2020년 대중교통의 경우 사망자 수에만 유의한 것으로 분석되었으며 버스와 지하철을 별도로 분석 결과 버스는 확진자 수와 사망자 수에 유의하며 지하철은 사망자 수에만 유의한 것으로 분석되었다.

2021년에는 대중교통의 경우 사망자 수, 치명률에 유의하며 버스는 검사자 수, 사망자 수, 치명률에 유의하고 지하철을 사망자 수에만 유의한 것으로 분석되었다.

또한, 택시의 경우 2020년에는 확진자 수, 검사자 수, 사망자 수에 유의하며 2021년에는 검사자 수 사망자 수 치명률에 유의한 것으로 분석된다.

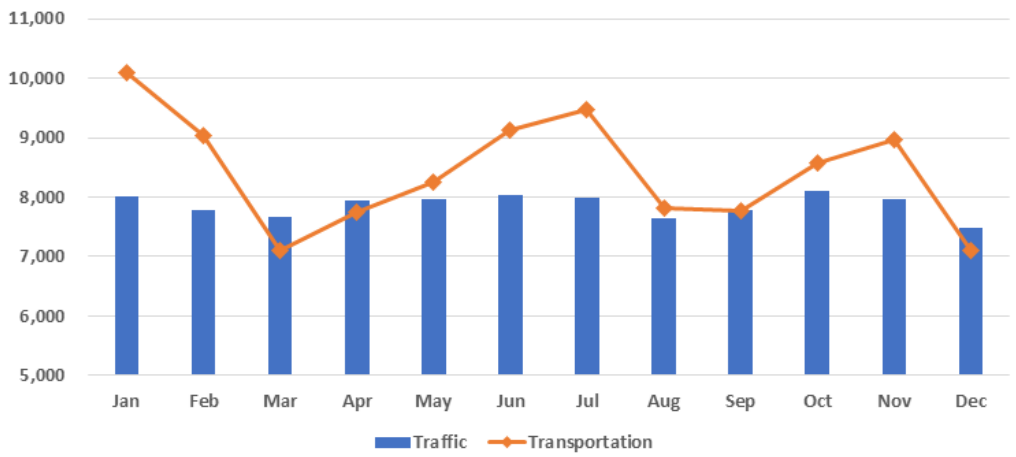
일부 교통수단의 경우 2020년에는 확진자 수와 사망자 수에 유의하였지만 2021년에는 확진자 수 보다는 사망자 수와 치명률에 더 유의한 것으로, 코로나 상황이 오래되고 지속해서 높은 확진자 수에 노출되어 시간이 지남에 따라 확진자 수 보다는 실제 사망자 및 치명률에 더 영향을 받는 것으로 분석된다.

Ⅳ. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구는 코로나 19 상황 속 서울시의 전체 교통량 및 대중교통 별 이용현황을 분석하여 전례 없는 pandemic이 교통에 미치는 영향을 분석하였다.

기존 수단분담률은 가구 실태조사를 통하여 O/D 기반 통행수단을 조사하여 매년 1회 수단분담률을 도출하지만 본 연구에서는 코로나 19 상황 변화에 따른 영향을 비교 분석하기 위하여 서울시에서 수집되는 지점별 교통량 정보와 수단별 이용 건수를 월별로 분석하였다. 지점별 교통량의 경우 서울시의 전체 교통량이 아닌 표본 데이터이며 수단별 이용 현황은 하나의 목적통행 속 다양한 수단통행이 모두 집계된 데이터이므로 수단분담률을 도출하는데 적합하지 않기에 증감률을 통하여 서울시의 교통량에 미친 영향과 수단별 이용현황에 미친 영향을 분석하였다.

교통량 분석결과 교통량은 코로나 19 상황에 의해 매년 차량이 증가하던 것에 비해 2020년은 감소하였으며 1~3차 대유행 시기에 1.57~6.06%로 그 감소 폭이 2016~2019년보다 매우 큰 것으로 분석된다. 그러나, 대중교통 이용 건수 변동폭 보다 매우 낮으며 그 이유로는 개인 교통수단의 증가와 택배 물류의 증가 및 대중교통의 운영 횟수 유지 등의 이유로 전체 교통량은 감소하였지만, 교통량 중 자가용의 비중이 높아지며 대중교통 이용 건수 감소보다 현저히 낮은 것으로 분석된다.



<Fig. 2> Traffic volume and number of public transportation use in 2020 (unit : 1,000 Veh/Use)

대중교통 이용 건수 분석 결과 대중교통의 이용 대수 및 횟수의 변화가 없어 교통량에는 큰 영향을 미치지 않았지만 많은 사람이 이용하는 대중교통의 이용률이 매우 많이 감소한 것으로 분석되며 특히 1~3차 대유행 당시 이용 건수가 11.26 ~ 22.71% 감소한 것으로 분석되어 실제 대중교통의 이용률이 많이 감소한 것으로 분석된다.

<Table 7> Correlation rate of change

transportation method	factors	2020	2021	Increase/decrease rate.
Taxi	Confirmed patients	98.1%	10.3%	▽ 87.8%
	Death	99.9%	99.8%	△ 0.1%
	Fatal cases Rate	49.1%	98.8%	△ 49.7%
Subway	Confirmed patients	84.8%	36.7%	▽ 48.1%
	Death	96.6%	97.3%	△ 0.7%
	Fatal cases Rate	71.4%	94.9%	△ 23.5%
Bus	Confirmed patients	95.3%	1.2%	▽ 94.1%
	Death	99.3%	99.5%	△ 0.2%
	Fatal cases Rate	61.5%	99.1%	△37.6%

시민들이 쉽게 접할 수 있는 확진자 수에 반비례하여 감소량이 변화할 것으로 추정하였으나 상관도 분석 결과 대중교통 이용건 수 변화는 사망자 수와 가장 유의하며 코로나 19 초기에는 확진자 수 또한 유의하였지만 시간이 지남에 따라 높은 확진자 수에 자주 노출되어 심리적으로 많이 무뎌진 것으로 판단되며 실제 시민들에게 확진자 수 보다 사망자 수 및 치명률이 더욱 공포감으로 적용하였을 것으로 판단된다.

대중교통 이용자가 매우 많이 감소하여 서울교통공사는 2020년 전년 대비 5,272억이라는 당기손실을 기록하였다. 2020년은 전례 없는 pandemic으로 인해 적절한 대응이 어려웠으나 향후 이런 pandemic 상황에 대비하여 사망자 수에 맞춘 중장기 계획을 수립할 필요가 있다. 발생 초기에는 사망자 수에 유의하여 전월대비 급격히 증가한 경우 승객 간 거리 유지를 위하여 출퇴근 시간 조절 및 인원수 제한 등의 방법을 통하여 접촉을 최소화하며 pandemic 상황이 장시간 지속할 경우 대중교통 운행횟수 감소와 같이 물리적으로 강력한

조치를 통하여 대응하는 등 재난대책뿐만 아닌 질병대책 또한 수립하여 대응할 필요가 있다.

본 연구에서는 질병 관리청에서 제공하는 코로나 확진자, 검사자, 사망자 수를 이용하여 교통 영향에 미치는 영향을 분석하였으나 향후 질병에 대한 공포심을 나타내는 지수를 통해 영향력을 분석하여 교통 변화를 예측하고 교통량의 자가용, 버스, 화물 등 더욱 자세한 데이터를 통하여 교통수단 변화를 비교할 필요가 있다.

ACKNOWLEDGEMENTS

이 논문은 2021년도 정부(경찰청)의 재원으로 도로교통공단의 지원을 받아 수행된 연구입니다.
(1325163972, 자율주행을 위한 AI 기반 신호제어 시스템 개발)

REFERENCES

Cho H. R., Yun S. B. and Jeong Y. J.(2020), “Seoul Transportation Changes and Strategies After COVID-19,” *Korean Society of Transportation*, vol. 17, no. 3, pp.46-51.

Jang D. I., Lim S. H. and Seong N. M.(2020), *The Impact of COVID-19 on the Land Transportation Sector and the Direction of Response*, The Korea Transport Institute.

Jin J. H.(2020), *Analysis of the Difference in Response by Dong and Living Population Change as a result of COVID-19 in Seoul*, Chung-Ang Univercity Graduate School.

Kim C. M. and Han A. R.(2020), *Transportation Policy after COVID-19 Changed from Efficiency to Safety*, Gyeonggi Research Institute.

Lee J. and Lee S. J.(2020), *COVID-19 Traffic Response Strategy Viewed as an Example of MERS Infectious Disease*, The Korea Transport Institute.

Lee S. J., Chai S. S., Lee C. H., An S. Y. and Jang K. T.(2020), “Effects of COVID-19 in Trip Patterns in Daejeon Metropolitan City,” *Korean Society of Transportation*, vol. 17, no. 4, pp.17-27.

Lee Y. S.(2020), “The impact of COVID-19 on public transportation, Implications of each country's response,” *Working Paper*, vol. 20, no. 3.

Lee Y. S.(2021), “Changes in public transportation use and transportation income during the COVID-19 period, and implications of overseas cases of financial support,” *Working Paper*, vol. 21, no. 1.

Lim S. H.(2020), “An Analysis of Change in Traffic Demand with Coronavirus Disease 2019,” *Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 19, no. 5, pp.106-118.

Park H. Y., Kim S. Y., Jeong S. J. and Seo S. B.(2021), “The Changes in the Parcel delivery service according to the Spread of COVID-19 in Korea,” *Journal of Transport Research*, vol. 21, no. 6, pp.51-56.

SAMSUNG Traffic Safety Research Institute(2020), *Traffic Changes after COVID-19*, Press Release.

Yue H., Will B., Samantha S. and Dan W.(2020), *Impacts of COVID-19 mode shift on road traffic*, arXiv2005.01610.