creative commons

COMMONS DEED

저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

조경학석사 학위논문

생활이동데이터를 활용한 코로나19 전후의 연령별 통행패턴변화 및 변화요인 분석

- 서울시를 대상으로 -

Mobility Patterns by age before and after COVID-19 using the living mobility data in Seoul, Korea

2023년 2월

서울대학교 환경대학원

환경조경학과

전 승 호

생활이동데이터를 활용한 코로나19 전후의 연령별 통행패턴변화 및 변화요인 분석

- 서울시를 대상으로 -

지도교수 이 제 승

이 논문을 조경학석사 학위논문으로 제출함

2023년 2월

서울대학교 환경대학원

환경조경학과

전 승 호

전승호의 석사 학위논문을 인준함

2023년 2월

위 원 장 _____ (인)

부위원장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

생활이동데이터를 활용한 코로나19 전후의 연령별 통행패턴변화 및 변화요인 분석

- 서울시를 대상으로 -

서울대학교 환경대학원 환경조경학과
전 승 호

위 논문은 서울대학교 및 환경대학원 환경조경학과 학위논문 관련 규정에 의거하여 심사위원의 지도과정을 충실히 이수하였음을 확인합니다.

2023년 2월

위 원 장 _____ (서울대학교 환경대학원 교수)

부위원장 _____ (서울대학교 환경대학원 교수)

위 원 _____ (서울대학교 환경대학원 교수)

초 록

코로나19는 도시민들의 일상적인 이동 패턴을 근본적으로 변화시켰다. 이러한 이동 변화는 감염취약성 차이로 인해 연령대에 따라 다른 양상으로 나타났다. 코로나19로 인한 연령대별 도시공간구조의 단기적인 변화를 살펴봄으로써 장기적인 변화에 대한 공간적 대응책을 마련할 필요가 있다. 본 연구는 코로나19 발생 전과 유행기에 나타나는 서울시의 연령별 주요 통행 흐름 특성과 주요 목적지로 삼는 공간을 이해하고, 통행 변화를 야기시킨 도시 환경적 요인을 파악하고자 하였다. 본 연구는 생활이동데이터를 활용하여 서울에서 발생하는 실제 이동패턴을 정량적으로 분석하여 연령별 공간구조를 파악하는데 차별점이 있다.

본 연구는 먼저 코로나19 전후 연령별 통행량과 통행거리 변화 차이 비교 분석하였다. 또한 연령별 주요 통행 흐름 및 주요 목적지에 대해 분석하였으며, 연령별 중심지(PageRank 알고리즘) 및 네트워크 특성(중심도, 밀도)을 파악하여 코로나19 전후의 공간구조를 비교하였다. 분석 결과, 연령대가 높아질수록 근거리 이동이 상대적으로 늘어난 것으로 나타났으며 청년층은 코로나19 이후 주요 중심지가 축소되었지만 주요 목적지와 주요 통행 흐름과 그 비율은 크게 변하지 않은 것으로 파악된다. 반면, 고령층은 종로지역으로 집중되던 통행이 크게 줄어들었으며 도시공간의 분산화가 커진 것으로 나타났다.

코로나19 이후 연령대에 따른 행정동별 유입 변화를 살펴본 결과, 대부분의 지역에서 유입률이 감소하였지만 뚜렷하게 감소한 지역이 있는 반면 소폭 감소하거나 유지된 지역이 있는 것으로 나타났으며 연령대별로 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 고령층의 경우 도심의 기존 노인 밀집지로의 유입이 크게 감소한 반면, 외곽의 주거 밀집지에 위치한 지역 중심지들은 상대적으로 유지되는 양상이 나타났다. 이는 코로나19 이후 노인 생활에서 기존 노인밀집지에서 지역중심지로 옮겨간 것을 확인할 수 있다.

코로나19 이후 연령대별 행정동 유입 변화율과 지역환경특성 변수의 상관관계를 확인해본 결과, 상업지역이 많이 포함된 지역일수록 고연령층의 유입이 줄어들었으며, 발달상권과 관광특구는 유입이 감소한 반면 골목상권은 유입이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 골목상권은 청년층과 고령층에서 유의한 것으로 나타났다. 사업체 밀도와의 관계를 살펴보면, 소매업과 숙박업 및 음식점업, 여가예술스포츠산업이 많은 지역은 코로나19 이후 유입량이 감소하

는 것으로 확인되며 특히 숙박업·음식점업의 밀도가 높은 지역은 청년층, 장년층, 고령층 순으로 유입이 감소한 것으로 나타났다. 반면에 보건복지시설과 교육서비스시설이 많은 지역일수록 코로나19 이후 유입량이 많아지는 것을 확인할 수 있었다. 특히 보건복저시설의 경우, 고령층으로 갈수록 유입량이 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구에서 연령별로 공간구조의 변화의 차이를 확인할 수 있었고 향후 근거리 생활권에 노인 관련 시설을 공급할 필요가 있다는 점을 시사한다. 본 연구는 이동거리 관점에서 새롭게 통행격차를 밝혀내는데 의의가 있으며 단기적인 유동인구 변화와 변화요인을 파악하여 연령대별 장기적으로 도시계획에 필요한 시사점을 도출할 수 있다는데 의의가 있다.

주요어 : 코로나19, 연령별 이동패턴, 도시공간구조, 생활이동데이터
학　번 : 2021-28431

목 차

제1장 서론

1절. 연구의 배경 및 목적 ····· 6
1. 연구의 배경 ····· 6
2. 연구의 목적 및 의의 ····· 8

2절. 연구의 자료 및 범위 ····· 9
1. 연구의 자료 ····· 9
2. 시간적 범위 ····· 10
3. 공간적 범위 ····· 11

제2장 이론적 배경

1절. 선행연구 검토 ····· 12
1. 여가통행 패턴 ····· 12
2. 코로나19로 인한 유동인구 변화 ····· 13
3. 코로나19로 인한 유동인구 변화에 영향을 미치는 요인 ····· 15
4. 선행연구와의 차별성 ····· 17

제3장 연구 방법

1절. 연구의 방법 ····· 18
1. 연구의 흐름 ····· 18
2. 데이터 가공 ····· 18
3. 분석 방법 및 변수설정 ····· 19
4. 네트워크 분석 ····· 21

제4장 코로나19 전후 연령별 통행패턴 변화

1절. 코로나19 전후 연령별 통행량 및 통행거리 분석 ····· 24

2절. 코로나19 전후 연령별 통행OD 유동인구 네트워크 ····· 27
1. 전체 통행OD 유동인구 네트워크 ····· 27
2. 연령별 주요 목적지 및 통행 흐름 분석 ····· 28

3절. 코로나19 전후 연령별 공간구조 변화 ····· 34
1. 코로나 전후 연령별 공간구조 특성 ····· 34
2. 코로나 전후 연령별 중심지 변화 ····· 35

4절. 소결 ····· 38

제5장 코로나19 전후 지역별 유입량 변화 및 변화요인

1절. 코로나19 전후 연령대에 따른 행정동별 유입률 변화 ····· 39
1. 청년층 ····· 39
2. 장년층 ····· 40
3. 고령층 ····· 41

2절. 기술통계 ····· 45

3절. 상관관계 ····· 46

제6장 결론 및 논의

[참고문헌] ····· 51
[Abstract] ····· 54

표 목 차

[표 1] 서울시 생활이동데이터 샘플자료 ····· 9
[표 2] 변수설정 ····· 20
[표 3] 코로나19 전후 청년층 주요 목적지(상위15개) ····· 31
[표 4] 코로나19 전후 장년층 주요 목적지(상위15개) ····· 31
[표 5] 코로나19 전후 고령층 주요 목적지(상위15개) ····· 32
[표 6] 연령별 행정동별 인구 유입 변화율 상위 10곳 ····· 44
[표 7] 연령별 행정동별 인구 유입 변화율 하위 10곳 ····· 44
[표 8] 변수 기술통계 ····· 45
[표 9] 변수 간 Pearson Correlation 계수 ····· 47

그 림 목 차

[그림 1] 코로나19 유행 전후 인구 이동량 변화 ····· 8
[그림 2] 코로나19 유행 진행 상황 ····· 10
[그림 3] 연구의 공간적 범위 및 분석 단위 ····· 11
[그림 4] 연구 흐름도 ····· 22
[그림 5] 코로나19 전후 연령별 통행량 변화 ····· 25
[그림 6] 코로나19 전후 이동거리(1km)별 통행량 변화 ····· 25
[그림 7] 코로나19 전후 서울시 전체 통행OD 네트워크 시각화 ····· 29
[그림 8] 코로나19 전후 연령별 주요 목적지 통행OD네트워크 시각화 ····· 33
[그림 9] 코로나19 전후 네트워크 밀도 및 네트워크 중심도 ····· 35
[그림 10] 코로나19 전후 중심성(PageRank) 변화 ····· 37
[그림 11] 코로나19 전후 연령별 목적지 유입률 변화 ····· 42

1. 서론

1절. 연구의 배경 및 목적

1.1.1 연구의 배경

코로나19는 도시민들의 일상적인 이동패턴을 변화시켰다. 코로나19 감염에 대한 불안과 사회적 거리두기 정책으로 인하여 필수적이지 않은 통행이 크게 줄어들었다. 유연근무와 원격수업으로 통근·통학 통행이 감소하였고, 온라인 쇼핑· 배달 등에 비대면 경제활동으로 인해 소비를 위한 여가통행도 감소하였다. 강태경·길유미(2020)에 의하면 코로나19 1차 유행기 인구 이동량은 전년 대비 71% 수준으로 감소한 것으로 나타났다. 특히, 주중(-25.6%)보다 주말(-38.7%)에 인구 이동 변동 폭이 큰 것으로 나타났으며 이는 필수적인 통근통행보다 선택적인 여가통행에서 이동성이 크게 위축된 것을 의미한다. 보건복지부(2020)에 따르면 코로나19 확산과 사회적 거리두기 정책이 강화되면서 집에서 보내는 시간이 증가하고 원거리 여가통행이 줄어드는 등 여가활동의 공간이 변화하였다.

여가활동 공간이 변화하면서 코로나블루(Corona Blue)[1] 현상이 나타나고 있으며 이는 심각한 사회적 문제로 여겨지고 있다. 이러한 여가생활의 변화는 연령에 따라 다르게 나타난다. Megan O' Driscoll et al. (2020)에 따르면 고령층과 20세 미만은 다른 연령층에 비해 감염취약성과 중증화율이 높은 것으로 나타났다. 이에따라 코로나19 1차 유행기에 20세 이상 70세 미만에서는 이동량이 20~30% 폭으로 감소했지만 20세 미만은 57.2%, 70세 이상은 42.3%으로 이동이 큰 폭으로 감소하였다(강태경·길유미, 2020). 특정 연령층의 이동이 감소하면서 코로나블루 현상도 특정 연령층에서 심화되고 있는 것으로 나타났

1) 코로나19'와 '우울함(Blue)'의 합성어로, 전염병 전파에 따른 사회활동 위축 등으로 인한 우울감을 이르는 용어. 네이버 국어사전 검색어- 코로나블루

다. [2]청년층의 경우, 이동이 제한됨에 따라 사회적 교류의 감소로 인한 우울증이 증가한 것으로 나타났다. 이러한 현상은 고령층에서 더 심각하게 나타났다. 여러 언론 보도[3]에 따르면 노인 주요 밀집 시설과 지역 경로당의 폐쇄로 고령층의 사회적 고립의 증가로 이어지고 있으며 새로운 사회문제로 인식되고 있다. 그러나 기존 연구에서 연령별 통행량을 비교하는 정도에 그쳤으며 연령별 여가활동공간의 변화를 이동의 측면에서 파악한 연구는 부족하다. 따라서 연령층에 따라 도시공간에서 여가통행 행태 다각도에서 파악할 필요가 있다.

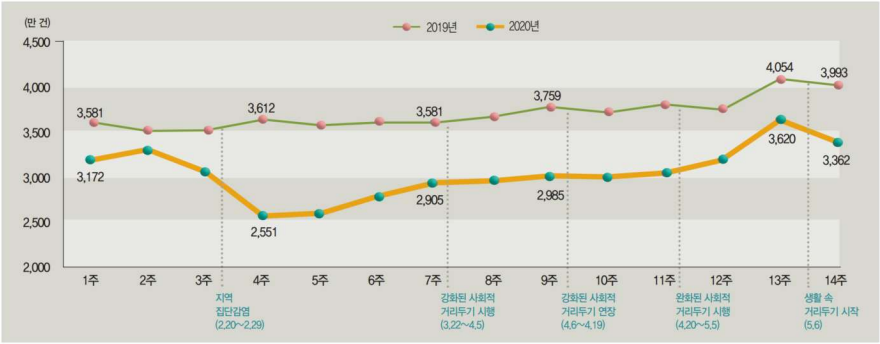
한편 코로나19 이후 도시공간구조의 변화에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. 코로나19라는 도시의 외생적 충격이 도시민의 이동과 일상생활에 큰 영향을 미쳤고 단기적으로 도시공간구조를 변화시킨 것은 자명한 사실이다. 그렇다면 과연 코로나19가 종식된 이후에도 장기적으로 도시공간구조를 변화시킬 것인가에 대한 의문이 제기되고 있다. 디지털 전환으로 비대면 생활의 확산에 따라 변화된 라이프스타일이 고착화되고 도시공간구조가 장기적으로 변화해야 한다고 주장되고 있다. 한편으로 미래의 또 다른 전염병을 대비하여 전염병의 충격에 대응할 수 있는 도시공간구조를 만들어야 한다는 주장이 제기되고 있다. 따라서 코로나19로 인한 도시공간구조의 단기적인 변화를 살펴봄으로써 장기적인 변화에 대한 공간적 대응책을 마련할 필요가 있다.

---

2) 청년층의 우울증은 2020년 상반기 9만 3455건으로 전년도(7만2829건)에 비해 28.3%로 늘었고 30대의 우울증 진료 건수도 지난해에 견줘 14.7%로 늘었다(건강보험심사평가원, 2020).

3) 머니투데이 기사(2021.09) - "늙은이들은 나가지 못하면 죽는다" 탑골공원 문닫았는데 노인들 모이는 이유, 한경사회(2022.05.08.) - "코로나보다 외로움이 무서워요"…경로당 되찾은 노인들, 경향신문(2021.08.03.)- 거리두기 4단계, 4주째・・・탑골공원 어르신들은 더 힘겹다

[그림 1] 코로나19 유행 전후 인구 이동량 변화



1.1.2 연구의 목적 및 의의

본 연구는 코로나19 발생 전과 유행기에 나타나는 서울시의 연령대별 주요 통행 흐름 특성과 주요 목적지의 변화를 파악하고 도시공간구조 특징을 이해하는 것을 목적으로 한다. 또한 연령대별 통행 변화를 야기한 지역적 특성을 파악하는 것을 목적으로 한다.

연구목적을 달성하기 위한 세부 목적은 다음과 같다. 첫째, 코로나 전후에 나타나는 연령대별 통행량과 이동거리의 변화를 파악하여 연령별 통행격차를 밝혀내고자 한다. 둘째, 코로나 전후 연령별 통행OD 네트워크를 분석하여 주요 통행 흐름과 중심지 변화를 파악하고자 한다. 셋째, 네트워크 특성과 중심성 지표를 활용하여 도시 집중·분산의 양상과 상대적인 위상의 차이를 파악하고자 한다. 넷째, 연령별 통행 변화를 파악하고 변화에 영향을 미치는 지역적 특성을 밝혀내고자 한다.

본 연구는 다음과 같은 의의를 갖는다. 첫째, 연령별 통행의 절대량뿐 아니라 이동 거리에 따른 변화양상을 파악하여 코로나19로 인하여 심화되는 새로운 형태의 통행격차를 밝혀낼 수 있다. 둘째, 연령별 이동행태변화와 변화요인을 파악하여 포스트코로나시대에 적합한 공간에 필요한 시사점 도출할 수 있다.

2절. 연구의 자료 및 범위

1.2.1 연구의 자료

본 연구는 도시의 거시적인 이동행태 변화를 파악하는데 초점을 두고 있다. 따라서 실제 이동의 출발지와 도착지의 흐름을 파악하기 위해 서울시에서 제공하는 서울 생활이동 데이터를 활용하였다. 서울 생활이동 데이터는 KT 기지국에 집계되는 LTE와 5G 신호를 바탕으로 출발지와 목적지별 이동 인원수를 가공하여 개방한 데이터이다. 또한 본 자료는 출발/도착지와 시간대, 이동인원, 이동자의 성/연령, 이동 소요시간 및 거리 정보를 담고 있다. 자료에서 이동인원은 KT 휴대폰을 사용하는 사람들 중 LTE와 5G 사용자의 신호를 바탕으로 KT의 시장점유율 등을 고려한 보정 과정을 거쳐 전체 인구 이동으로 확장 보정해 산출한 자료로서 실제 두 지역 간의 이동량을 추정한 숫자이다. 따라서 본 자료는 서울시 이동 전수조사자료에 가깝다는 점에서 의미가 있다.

본 자료는 휴대폰이 특정 기지국에 정보를 바탕으로 대략적인 위치와 상태를 추정하고 이를 바탕으로 이동과 체류 상태를 추정한다. 이때 체류지와 체류지 사이의 움직임이 본 데이터에서 정의하는 이동이 되며 체류시간이 짧거나 매우 가까운 근거리 이동은 제외한다.

[표 1] 서울시 생활이동데이터 샘플자료

대상연월	요일	도착 시간	출발 행정동	도착 행정동	성별	나이	이동유형	평균 이동시간	이동 인구
202110	월	9	1121062	1121058	F	0	HW	10	111.18
202110	월	0	1119076	1114074	M	20	EE	40	*
202110	일	14	1122052	1122052	F	60	EH	10	11.37

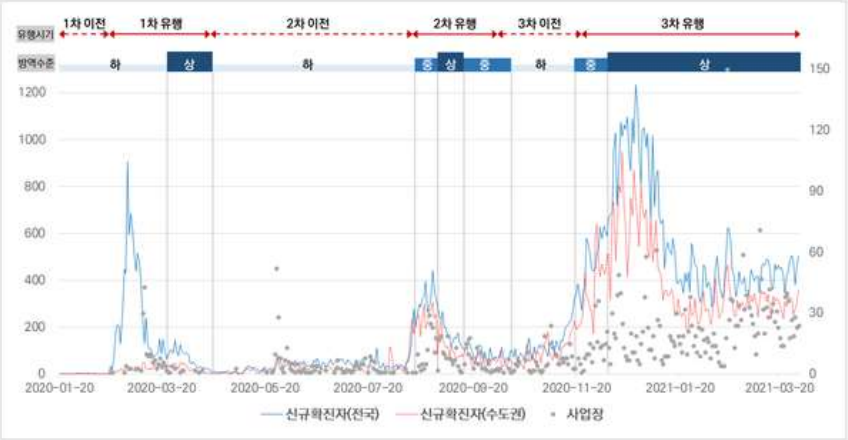
1.2.2 시간적 범위

본 연구의 시간적 범위는 2020년 1월과 2021년 1월의 평일, 주말을 대상으로 한다. 2020년 1월은 코로나19 유행 전이고 2021년 1월은 유행기이며, 평일과 주말은 이동행태가 다르므로 구분하여 비교하고자 한다.

한국은 2020년 2월부터 본격적인 코로나19의 감염확산이 시작되었으며, 2020년 2~3월에 1차 대유행기와 2020년 8~9월에 2차 대유행기를 겪고, 2020년 11월~2021년 2월에 3차 대유행기를 겪었다. 3차 대유행기인 2021년 1월 수도권의 사회적 거리두기 단계는 수도권 2.5단계로 5인 이상 사적 모임 집합 금지를 비롯한 각종 집합 규제가 시행되면서 시민들의 이동에 상당한 제한이 걸렸다.[4)]

한편 특정 시점 간의 비교 연구는 동년 동기 대비 변화를 파악하는 것이 중요하다. 특히 이동패턴은 계절적 요소가 강하게 작용하기 때문에 동년 1월을 비교하였다. 그러나 비교 시점의 시차가 1년이기 때문에 개발 등으로 인한 거주인구변화가 있을 것이며, 코로나19의 효과만을 분리해서 보기에 어려움이 있다. 이는 연구의 한계점으로 결과해석에 있어 유의할 부분으로 판단하였다.

[그림 2] 코로나19 유행 진행 상황



4) 질병관리청, <국내 코로나19 확진자 2년 발생 보고서(2020.1.20.~2022.1.19.)>, 2022

1.2.3 공간적 범위

연구의 공간적 단위는 행정동이며 서울시 25개 자치구의 424개를 대상으로 하였다. 서울시는 경기도와 인천시와 함께 메가시티 지역[5]라는 관점에서 하나의 경제권 또는 생활권으로 간주된다(김영롱, 2021). 따라서 서울시의 영향력을 파악하기 위해서 서울시 내의 통행뿐 아니라 서울시와 경기도, 인천시를 오간 통행을 연구 대상으로 포함하였다.[6]

[그림 3] 연구의 공간적 범위 및 분석 단위

5) 손정렬 ,2011, 메가시티는 인구의 대규모 집적지로서 글로벌 경제의 결절기능을 수행하는 도시이며, 메가시티 지역은 도시를 면적인 관점에서 파악한 개념이다.
6) 서울시 생활이동데이터를 활용하였으며, 경기도, 인천시 내의 통행은 제외하였다.

2. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

1절. 선행연구 검토

2.1.1 여가통행 패턴

본 절에서는 여가 생활에서의 특징과 주요 목적지, 통행목적, 통행수단 등 통행특징이 파악하기 위한 연구를 살펴보고자 한다. 다만 여가통행에 관한 기존 연구는 대부분 고령층을 다루고 있다.

고령자 통행 관련 기존 연구들은 주로 고령자들의 통행특성과 통행수단 선택 등 통행행태에 초점을 맞추고 있다. 고령자들의 통행량, 통행시간, 통행거리는 다른 연령층에 비해 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 서울시 고령자의 주 통행수단으로 도보와 버스, 하철 등 대중교통수단의 이용의 비중이 가장 큰 것으로 나타났다(노시학・양은정, 2011; 추상호 외, 2011; 2013). 고령자들의 통행목적을 살펴보면 연령대가 높아질수록 업무통행이 줄어들고 여가・오락・친교 목적의 통행이 늘어난 것으로 나타난다. 또한 고령자는 이동의 제약을 받기 때문에 근거리 통행을 주로 하며 보행권 시설을 이용하는 빈도가 높은 것으로 나타났다(조남건, 2001; 추상호 외, 2011). 반면에 서울대도시권에 거주하는 고령자들의 대중교통 통행흐름을 분석한 결과, 서울을 중심으로 통행이 활발하며 통행반경이 상당히 넓은 것으로 나타났다. 한편, 고령자가 거주지 인근에서 생활이 이루어질 것이라는 통념과 달리, 고령자의 낮시간대 주요 활동공간은 거주지와 상이한 것으로 나타났다. 서울시 지하철 자료를 바탕으로 노인 인구의 중심지를 분석한 결과, 종로구와 동대문구 등이 노인 인구의 사회적 중심지로 나타났다.

고령층 유동인구에 영향을 미치는 지역적 특성 연구도 진행되었다. 토지이용 특성(인구밀도, 고용밀도, 상업시설 면적 비율, 교육시설 면적 비율, 주거형태 등)을 고려한 연구들도 이루어졌다. 노인 인구는 일차적으로는 의료시설을

중심으로 이차적으로는 공공시설과 복지시설을 중심으로 군집하는 것을 볼 수 있으며 고령인구 주요 거주시설 주변 생활서비스시설이 부족한 것으로 나타났다.

2.1.2 코로나19로 인한 유동인구 변화

코로나가 발생한 2020년 1분기를 시작으로 최근 2년간 코로나19와 관련된 많은 연구가 진행되었다. 특히 코로나는 접촉으로 인해 감염되며 이동에 큰 제약을 받기 때문에 코로나 진행에 따른 유동인구 변화의 연구에 대해 많은 연구가 이루어지고 있다.

코로나로 인한 유동인구 변화에 관한 초기 연구는 주로 감염자수와 유동인구의 관계, 지역별 유동인구 증감 및 시계열 패턴, 통행수단 변화 파악에 초점을 두었다. 진주혜・성병찬(2020)은 2020년 1-3월의 코로나19 진행 상황에 따른 서울시 지역별 생활인구 변화 유형에 따라 분류하고 유형별 특징을 파악하였다. 그 결과 각 군집 별 생활인구가 코로나19 발생 후 시간이 지남에 따라 변화하는 특징을 보였고, 유입인구와 유출인구에서 뚜렷이 구별되며 반응 시기도 다름을 알 수 있었다. 류은혜・김은정(2021)은 코로나 유행 전후 행정동별 생활인구 변화율 분포가 유사한 지역을 유형화한 후 지역적 특징을 파악하고자 하였다. 분석 결과, 생활인구 분포가 도심지에서 동네생활권 지역으로 이동한 것으로 나타났다.

이러한 연구들은 지역별 코로나에 대한 영향을 파악하고 지역별 대응책을 마련할 수 있다는 점에서 의미가 있다. 하지만 인구의 변화가 어떤 지역에서 유입으로부터 비롯되었는지 파악하지 못한다는 한계점이 있다. 서울시 대중교통 자료를 통해 이동의 변화를 파악한 연구가 진행되었지만, 대중교통이라는 통행수단에 한정되어 있으며, 대중교통 정류장이 없는 지역을 파악하지 못하였다(김진만 외 2021).

코로나19 전후의 이동패턴과 그에 따른 공간구조의 변화를 파악한 연구도 진행되었다. 김염롱(2021)은 수도권(서울・경기)의 코로나19 전후에 발생한 이동패턴변화를 네트워크 관점에서 파악하였다. 분석 결과, 시군구를 넘는 원거리 이동이 감소하였으며, 서울 3도심으로의 연결성이 느슨해지고 경기도의 중심지의 위상이 높아진 것으로 나타났다. Sangwon Park(2022)은 코로나19 전후의 제주도 내 자동차 OD통행 자료를 활용하여 네트워크 분석을 통해 중심도, 밀도 등을 파악하였다. 분석 결과, 코로나19 이후 네트워크 밀도와 중심도가 감소하였고 지역간 통행이 줄어들고 분산화가 커진 것으로 나타났다. Yuhao Kang et al.(2020)는 미국의 코로나 전후 공간단위를 나누어(state county) 분석하여 지역간 연결성 변화를 분석하였으며, 그 결과 원거리 이동이 현저히 줄어든 것으로 나타났다.

본 연구에서는 서울시 생활이동데이터는 통신자료 기반의 실제 이동 데이터를 활용하여 이동성과 지역 간의 연결성을 파악하고자 한다.

코로나19는 계층에 따라 다른 영향을 미친다. 코로나19로 인한 계층별 통행에 관한 연구는 대부분 국외에서 진행되었다. 주로 연령, 소득계층, 인종, 교육수준에 따른 코로나19 전후의 통행량을 비교하였으며, 계층에 따라 코로나 전후의 통행격차(travel disparity)[7]가 심화된 것으로 나타난다. Ruth F. Hunter et al.(2021)에 따르면 저소득층 지역과 대중교통 접근성이 높은 지역에서 보행량이 크게 줄어들었다. Rebecca Brough et al. (2021)에 따르면 교육 수준이 낮은 저소득층의 통행이 덜 감소하였으며, 직업 특성상 대면 업무를 수행할 수 밖에 없는 상황에서 비롯된다고 보았다. 또한, 코로나19로 인한 사회경제적 계층 간의 통행격차가 고착화될 수 있다고 언급하였다.

특히 연령은 코로나 상황에서 이동성을 다룰 때 민감한 요인으로 작용한다. Megan O’Driscoll et al. (2020)에 따르면 고령층과 20세 미만은 다른 연령층

7) Shen, 2000, 통행격차는 도시에 사는 사람들 간에 통행거리 또는 통행시간이 차이나는 현상을 가리키며, 통행자 개인의 사회경제적인 수준과 거주지의 접근성에 따라 다르게 나타난다.

에 비해 감염취약성과 중증화율이 높은 것으로 나타난다. 이러한 감염에 따른 불안감으로 밀도가 높은 도시에서 연령별 이동 차이가 발생한다. 특히 서울대도시권은 대중교통 인프라가 잘 갖춰져 있어 고령층을 비롯한 모든 연령층이 이동하는데 용이한 환경을 갖추고 있다. 이로인해 코로나 상황에서 연령별 격차가 클 것으로 예상된다. 그러나 국내에서는 코로나로 인한 유동인구 변화에서 연령을 고려한 연구가 미흡하다. 일부 연구와 보고서에서 통행량을 변화를 파악하는데 그쳤다. 따라서 본 연구는 코로나로 인한 연령별 통행패턴 변화를 지역간 연결성과 공간구조의 관점에서 파악하고자 한다.

2.1.3 코로나19로 인한 유동인구 변화에 영향을 미치는 공간적 특성

코로나 인구 지역별 유동인구 차이를 유발하는 요인으로는 토지이용, 업종, 상권, 산업의 종류와 공원의 유무 등의 연구가 있었다.

류은혜(2021)은 서울시 생활인구데이터를 활용하여 지역특성 변수를 이용해 일원배치 분산분석을 실시하였고, 다중회귀분석을 통해 지역특성이 생활인구 변화에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과, 생활인구 증가지역에서 생계형 사업 밀도와 공원 비율이 가장 높았고 생활인구 감소지역에서 상업지역 비율이 가장 높은 것으로 나타났다.

상권의 형태에 따라서도 차이가 발생하였다. 지상훈(2020)은 서울시 상권의 종류에 따라 생활인구 변화와 음식업의 창·폐업 행태를 파악하였다. 결과로는 서울시 주요 상권 중 발달상권과 관광특구의 생활인구가 코로나19 확산 시기에 크게 감소한 반면 골목상권의 생활인구는 변동 폭이 적은 것으로 나타났다.

지상훈(2020)은 서울시 생활인구의 변화가 업종별 상관관계를 분석하였다. 결과로 도소매업과 숙박 및 음식점업 사업체 수가 많은 지역에서는 생활인구가 감소하였으며 보건 및 교육서비스업 사업체의 비중이 높은 지역은 감소 폭이 작은 것으로 확인되었다.

코로나 시기에 실내활동이 제한되면서 야외공간에 대한 수요가 증가하였다. 박인권(2021)은 코로나 시기에 대형 실내 공간인 잠실롯데월드 일대와 대형공원인 올림픽공원과 동일 자치구 내 근린공원 4 곳의 이용자 수를 비교분석 하였다. 분석 결과, 롯데월드 일대가 38% 감소하고 올림픽공원 이용자수는 1.9% 감소한 반면 주거지역 내 위치한 소규모 근린공원은 이용자 수가 증가하였다. 이는 COVID-19와 같은 전염병 재난 시 도시공원, 특히 주거지역 내 근린공원은 도시인들에게 주요한 피난처이자 여가공간으로서 역할을 수행하므로 이의 적절한 공급과 유지관리가 필요하다는 것을 시사한다.

구글리포트는 COVID-19 발생 이후, 구글(Google)은 빅데이터에 기반해 지역사회 이동성 보고서를 발간하고 있는데, 2021년 1월 3일부터 2월 6일까지 한국은 1년 전 같은 기간과 비교해 대비 소매점 및 실내 여가시설 이용은 47% 감소한 반면, 실외 공원 이용은 15% 감소한 것으로 보고되고 있다.

산업의 유형에 따라서도 유동인구의 차이가 발생한다. 이재건(2022)는 코로나19로 인한 통근 패턴변화를 산업기능의 차이를 분석하였다. 그 결과 제조업 클러스터는 통행이 유지된 반면 정보통신업 및 전문과학기술서비스업계는 원격근무 도입으로 인해 감소한 것으로 나타났다.

이러한 연구를 통해 다양한 요인에 의해 지역별로 유동인구 변화에 차이가 있다는 것을 확인할 수 있다. 하지만 기존 연구에서는 연령별 공간이용행태가 다름에도 불구하고 연령별 공간이용에 대한 파악하는 것이 부재하였다.

따라서 본 연구에서는 연령대별 유동인구 변화에 영향을 미치는 지역적 특성을 파악하고자 한다.

2.1.4 선행연구와의 차별성

본 연구의 차별점은 크게 세 가지로 볼 수 있다. 국내 연구는 대부분 생활인구 데이터를 사용한 특정 지역의 유동인구에 대한 분석이 이루어졌다. 하지만 이동 정보를 파악하지 못한다는 한계점이 있다. 생활 이동데이터를 활용하면 통행목적에 따라 실제 이동패턴을 더 명확하게 분석할 수 있다. 따라서 지역 간 연결성과 도시가 집중·분산되는 공간구조를 이해할 수 있다. 김영롱(2021)은 이동데이터를 사용하여 수도권의 공간구조를 분석하였지만, 서울과 경기 사이의 연결성을 주로 파악하여 대도시권에서 나타나는 현상을 분석하는데 그쳤다. 생활이동데이터를 활용하여 서울에서 발생하는 이동행태를 심층적으로 분석하는 것이 이 연구의 첫 번째 차별점이다.

기존 선행연구를 살펴보면 해외논문에서는 계층을 연령, 소득, 인종, 교육수준으로 나누어 진행되었으며 각 계층이 모두 유의미하게 통행격차가 나타난 것으로 확인되었다. 하지만 주로 통행량의 변화만을 파악했으며 통행거리의 변화와 그로 인한 도시의 공간구조 변화에 대한 연구는 부재했다. 또한 국내에서는 코로나19로 인한 연령별 통행변화를 파악한 학술연구가 미흡한 실정이다. 연령별 도시공간구조의 변화를 파악하는 것은 향후 연령에 따른 생활권계획과 일상활동 수행에 필요한 주요 시설, 서비스를 적절히 공급하는데 중요한 근거가 될 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 국내 생활이동데이터를 사용하여 연령별 공간구조 파악한다는 점에서 차별점이 있다.

기존에 이동 네트워크를 활용하여 도시의 공간구조와 중심지(Centrality)를 도출하는 연구가 진행되었지만, 코로나 전후의 공간구조 변화를 파악한 연구는 부재하다. 따라서 본 연구는 모바일 기반 이동 데이터를 활용하여 상대적인 위상에 따른 중심지와 공간구조를 정량적으로 파악할 수 있다는 점에서 차별점이 있다.

3. 연구방법

1절. 연구의 방법

3.1.1 연구의 흐름

본 연구의 흐름은 그림4와 같이 구성된다. 1장은 연구의 배경 및 목적을 논의하고 연구의 범위를 정하였다. 2장은 기존 연구를 검토하여 본 논문의 차별점을 논의 하였다. 3장은 데이터를 가공하고 분석 방법을 검토하였다. 4장은 3장에서 가공한 데이터를 이용하여 코로나 전후 연령별 이동패턴을 분석하였으며 크게 4단계로 나누어 분석하였다. 첫째로 코로나 전후의 연령별 통행량 및 이동거리 변화를 분석하고, 둘째로 연령별 주요 통행 흐름 및 주요 목적지 변화에 대해 파악하였다. 마지막으로 연령별 중심지(PageRank 알고리즘) 및 네트워크 특성(중심도, 밀도)을 파악하여 코로나 전・후의 서울시 공간구조 변화를 파악하였다. 5단계에서는 연령대에 따른 지역별 유입량 변화를 파악하고 연령별 통행의 차이에 대한 지역적 특성을 파악하기 위해 pearson 상관분석을 진행하였다. 마지막으로 분석 결과를 바탕으로 연구의 결론과 시사점, 한계점을 제시하였다.

3.1.2 데이터 가공

본 연구는 전수 자료인 서울시 생활이동데이터를 기반으로 사회네트워크 분석(social network analysis)을 통해 서울시 행정동별 출발지(O)-목적지(D) 통행 네트워크를 구축하였다.

연구자료는 본 연구의 시간적 범위인 2020년 1월과 2021년 1월에서 주말은 토요일과 일요일로 집계하였다. 정확한 분석을 위해서 해당 기간의 모든 일수를 집계하는 것이 바람직하지만 데이터의 양이 방대해지는 문제가 있다고 판단하였다.

연구 대상으로 연령대의 구분은 청년층인 20-39세, 장년층인 40-59세, 고령층인 70세 이상으로 구성하였다. 60대는 고령층의 특성과 장년층의 특성이 모두 나타나기 때문에 연구 대상에서 제외하였다.

이동 거리의 경우는 행정동의 중심점(centroid)[8]간의 거리로 계산하였다. 행정동 내 통행의 경우, 각 행정동의 면적과 같은 면적의 원을 만들고 그 원의 반지름을 행정동 내의 평균 거리로 산정하였다.

3.1.3 분석 방법 및 변수 설정

코로나 전후 연령대별 인구 유입에 영향을 미치는 지역 환경적 특성을 파악하고자 pearson 상관분석을 사용하였다. 모형의 종속변수는 코로나 전후 행정동별 인구 유입 감소율로 코로나 이전 유입인구 대비 코로나 이후 유입인구와 코로나 전 유입인구의 차이로 계산하였다. 독립변수는 목적지인 서울시 423개의 행정동의 토지이용특성, 상업특성, 교통특성, 공원녹지를 적용하였다(표2 참조). 변수에 필요한 자료는 통계청과 KTDB에서 제공하는 '서울열린데이터광장', '통계청', '서울시 우리마을가게'의 자료를 활용하였다.

상관관계분석은은 청년층(20-39세), 장년층(40-59세), 고령층(70세 이상)을 대상으로 네 차례 수행하였다. 이는 목적지의 지역환경적 특성이 연령대별 인구 유입변화에 미치는 영향요인을 비교 분석하기 위해서다.

독립변수의 설정은 선행연구의 고찰을 통해 도출된 코로나로 인한 통행 변화에 영향을 미치는 변수들과 연령대별 통행변화에 차이에 영향을 미칠 것으로 판단되는 변수를 사용하였다. 독립변수로는 토지이용 특성(주거・상업・녹지・공업)과 상권의 종류(골목상권・발달상권・전통시장・관광특구)와 업종별 사업체 수(도매 및 소매업 수・숙박 및 음식점업 수・교육 서비스업 수・보건

8) 중심점(centroid)은 공간 정보 체계에서 중심은 특별한 지역에 관한 속성 정보가 연결되는 다각형의 점으로 지역의 중심점을 구할 때 주로 사용된다.
[네이버 지식백과] Centroid - 중심(기하학적 도형의), (질량)중심(重心), 도심 (지형 공간정보체계 용어사전, 2016. 1. 3., 이강원, 손호웅)

업 및 사회복지 서비스업 수·예술 스포츠 및 여가관련 서비스업 수·커피전문점 수·기타주점업 수)와 통행수단의 선택을 고려한 변수(지하철역 개수, 버스정류장 개수)와 공원(공원비율, 도시문화공원 유무, 문화시설 유무, 체육시설 유무)를 설정하였다.

[표 2] 변수설정

구분	변수		변수 산출 방법	단위	자료 출처
토지 이용 특성	토지 이용	주거	주거지역 면적/행정동 면적	%	서울열린데이터광장
		상업	상업지역 면적/행정동 면적	%	
		공업	공업지역 면적/행정동 면적	%	
		자연녹지	자연녹지지역 면적/행정동 면적	%	
상업 특성	업종 특성	도소매업 수	-	개소	통계청(Kosis)
		숙박업 수	-	개소	
		음식점업 수	-	개소	
		여가스포츠관련산업	-	개소	
		주점 수	-	개소	
		보건복지시설		개소	
		비알콜음료업소 수	-	개소	
	상권의 종류		골목상권 면적비율	%	서울시 우리마을가게
			발달상권	더미변수	
			전통시장	더미변수	
			관광특구	더미변수	
공원 녹지	공원	공원 면적 비율	공원면적/ 행정동 전체 면적	%	서울열린데이터광장
		근린공원 면적 비율	-	더미변수	
		도시 문화공원 유무	-	더미변수	
		문화시설 유무	-	더미변수	
		체육시설 유무	-	더미변수	
교통 특성	지하철 역 개수		-	개소	국가공간정보포털
	버스 정류장 개수		-	개소	

3.1.4 네트워크 분석

1) 네트워크 특성(밀도, 중심도)

사회 연결망 또는 소셜 네트워크(social network)는 개인 또는 조직과 같은 사회적 행위자 집합, 양자 관계 집합, 그리고 행위자 간의 다른 사회적 상호작용으로 구성된 사회 구조이다. 소셜 네트워크 관점은 이러한 구조에서 관찰된 패턴을 설명하는 다양한 이론뿐 아니라 전체 사회적 실체의 구조를 분석하는 일련의 방법을 제공한다. 본 연구에서는 행정동을 노드, 통행을 링크로 하는 방향성이 있는 네트워크로 보았다.

네트워크 구조적 특성에는 밀도와 중심도가 있다. 네트워크 밀도는 네트워크에서 행위자들간의 관계가 맺어지는 정도이며, 네트워크 밀도가 높다는 것은 네트워크 전체적으로 볼 때 행위자들 간에 연계가 많다는 것을 의미한다. 본 연구에서 네트워크 밀도는 지역 간 통행 연계가 많다는 것을 의미한다.

$$d = \frac{k}{g(g-1)/2}$$ g: 결절점 수, k: 연결선 수

네트워크 중심도는 네트워크 전체가 특정 노드에 집중되는 정도이다. 네트워크 중심도가 높은 네트워크는 소수의 행위자들과 교류가 집중적으로 이루어지는 것을 의미하며 중심도가 낮은 네트워크는 다양한 행위자들 간 교류가 존재한다는 것을 의미한다. 따라서 네트워크 중심도는 행위자들 간의 연결관계에 대한 분산 개념을 내포한다. 즉, 본 연구에서 네트워크 중심도가 높다는 것은 특정 지역에 통행이 집중된다는 것을 의미한다.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^{k}(C(n_k) = C(n_i))}{\max \sum_{i=1}^{k}(C(n_k) = C(n_i))}$$

2) PageRank 알고리즘

본 연구에서는 도시 중심성을 파악하기 위해 PageRank 알고리즘을 활용하였다. PageRank 알고리즘은 Google 검색에서 웹사이트 간의 순위를 지정하는 데 사용되는 알고리즘으로, 페이지에 대한 링크의 수와 품질을 계산하여 웹사이트가 얼마나 중요한지 추정하는 데 사용된다(Page et al., 1999). PageRank 알고리즘은 위세 중심성의 한계인 특정 노드와 연결된 모든 링크의 값이 동일하게 계산되는 한계를 극복하고 웹 페이지 간의 링크 관계를 통해 구글 검색 알고리즘을 만들려는 목적에서 개발되었다. PageRank 알고리즘을 활용하여 도시의 중심성을 계산할 수 있으며, 전통적인 인원 집계 방식보다 인간의 활동을 더 밀접하게 나타낼 수 있다(Jia et al., 2019).

$$PR(A) = (1-d) + d \times \Sigma_i \frac{PR(T_i)}{C(T_i)}$$

본 연구에서는 생활이동 데이터를 사용하였으므로 각각의 노드는 행정동이며 인바운드 링크는 통행 유입, 아웃바운드 링크는 통행유출로 간주하였다. 이후, 각각의 이동에 대한 인구수는 가중치로 설정하여 계산하였다

[그림 4] 연구 흐름도

연구과정	연구내용	연구방법
제1장 서론	연구의 배경 및 목적 연구의 범위 • 공간적, 내용적 범위	문헌연구
제2장 이론적 배경 및 선행연구 검토	선행연구 검토 • 연령별 여가통행 패턴 및 환경적 요인 • 코로나19로 인한 유동인구 변화 • 코로나19로 인한 유동인구 변화에 영향을 미치는 공간적 특성	문헌연구
제3장 연구 방법	생활이동데이터 가공 • 연구자료 • 데이터 가공 • 연구의 흐름	서울시 생활이동 데이터
제4장 도시공간구조 분석	연령별 이동패턴 분석 • 연령별 통행량 및 통행거리 • 연령별 통행OD 유동인구 네트워크 • 연령별 공간구조 변화 및 지역별 인구유입 변화 • 연령별 중심지 및 네트워크 특성 분석 유입 변화 요인 • 연령별 이동변화요인 분석	통행(OD) 시각화 · 네트워크 분석 · pearson 상관분석
제5장 결론	연구의 요약 및 의의 • 연구의 요약 • 연구의 의의 및 향후 과제	

4. 코로나19 전후 연령별 통행패턴 변화

4-1. 코로나19 전후 연령별 통행량 및 통행거리 분석

코로나 전후 주말 서울의 하루 통행량 변화를 살펴본 결과(그림5 참조), 청년층은 코로나 발생 전인 558백만 통행에서 코로나19 후에 374백만 통행으로 67.04% 줄어들었다. 장년층의 경우는 코로나 전 638백만 통행에서 453백만 통행으로 71.04%가 감소한 것으로 나타났다. 고령층은 163백만에서 109백만 통행으로 67.07% 감소한 것으로 나타났다. 코로나 전후의 통행량은 장년층에서 가장 적게 감소하였으며 청년층과 고령층은 비슷한 감소율로 확인되었다. 타 연령층에 비해 고령층의 유동인구 변화가 크다고 확인된 기존 연구들과 달리 서울 주말 통행을 기준으로 장년층의 변화율이 가장 낮고 청년층과 고령층은 감소율이 비슷한 것으로 나타났다.

통행량의 변화에서 청년층과 고령층은 비슷한 감소율이 확인되었지만 이동거리에 따른 통행량을 확인한 결과, 다른 양상이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 각 연령대별 평균 이동거리 변화를 살펴보면, 청년층의 평균 이동거리는 코로나 이전에 25.3km에서 24.8km로 2.0% 감소하였으며 장년층은 25.5km에서 25.0km로 1.8% 소폭 감소하였다. 반면, 고령층은 20.2km에서 19.0km로 변화하였고 5.9%로 가장 감소 폭이 큰 것으로 나타났다.

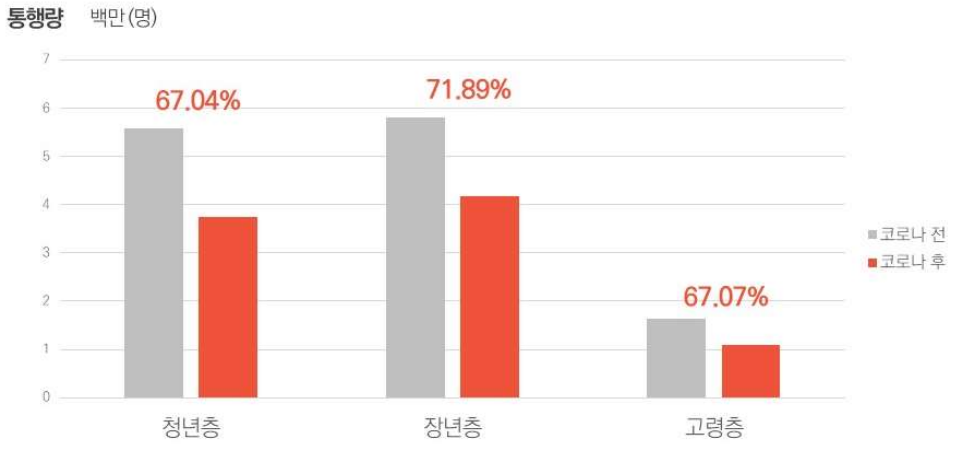
평균 이동거리 뿐만 아니라 이동거리에 따른 통행량 변화에도 연령별로 큰 차이가 존재했다. 그림6은 이동거리에 따른 통행량을 살펴본 결과이며, 이동거리는 1km부터 20km까지 1km 단위로 구분하였다.

먼저, 도보 이동거리의 소생활권의 범위인 1km 이내의 통행량을 비교했을 때, 청년층은 62%, 장년층은 74%, 고령층은 82%로 연령대가 높아질수록 통행량이 적게 감소하였다. 반면, 5km 이상 원거리 통행을 살펴보면 청년층은 약 70%, 장년층은 약 72%, 고령층은 60% 이하로 감소한 것으로 나타났다. 즉, 원거리 통행에서 청년층과 장년층에 비해 고령층이 크게 감소하였다. 코로나19

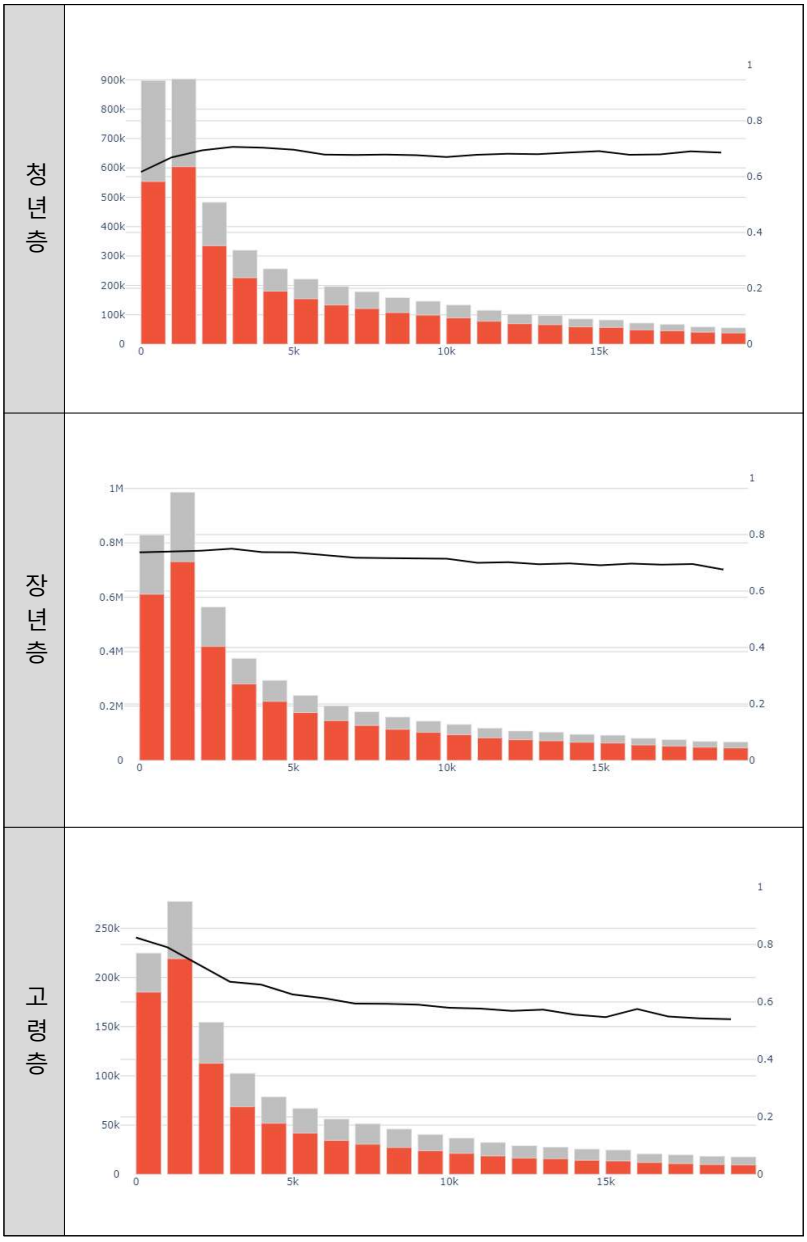
전후 통행량 변화 비율은 청년층에서는 3km이내 증가하다가 유지되는 양상을 띄고, 장년층은 모든 거리에서 거의 일정하게 유지되는 형태를 띄었다. 반면에, 고령층에서는 통행거리가 늘어날수록 통행량 변화 비율이 꾸준히 감소하는 것으로 나타났다.

코로나 전후 전체 통행량 대비 이동거리별 통행량을 비교해보면 1km이내 근거리 통행의 경우 청년층은 코로나 이전 19%에서 18%로 소폭 감소하였고, 장년층은 17%에서 17%로 유지되었으며, 고령층은 17%에서 20%로 증가하였다. 반면에 4km이상 5km미만의 원거리 통행에서는 청년층과 장년층에서는 5%로 유지되었고 고령층에서는 5%에서 6%로 소폭 증가한 것을 확인할 수 있다. 즉, 코로나19 이후 고령층의 통행에서 근거리 통행이 상대적으로 큰 비율을 차지하며 코로나 유행기에 비고령층 대비 고령층이 여가 통행에서 근거리 통행이 늘어났다고 볼 수 있다.

[그림 5] 코로나19 전후 연령별 통행량 변화



[그림 6] 코로나19 전후 이동거리(1km)별 통행량 변화



4-2. 코로나19 전후 연령별 유동인구 통행OD 네트워크

1) 전체 유동인구 통행OD 네트워크

그림7은 코로나 전·후 서울의 전체 OD통행 네트워크를 연령별로 시각화하여 나타낸 결과이다.

청년층의 경우, 코로나 이전에 홍대·신촌, 강남, 종로, 잠실, 성수 등을 중심으로 촘촘한 네트워크가 형성되어 있으며 특히 홍대·신촌 일대와 강남지역에 유동인구가 집중되어 있는 것으로 나타난다. 서울의 중심지들과 경기·인천 간의 이동을 살펴보면 수도권 외곽으로부터 유입되는 원거리 통행이 상당부분 존재하는 것으로 보인다. 특히, 김포시, 고양시, 의정부시, 남양주시, 하남시, 성남시, 수원시, 인천국제공항이 서울과 연결성이 큰 것으로 나타난다. 그러나 코로나19 이후를 살펴보면 통행의 절대량은 감소했으나 전체적인 통행의 흐름은 코로나 이전과 비슷한 것으로 나타난다. 다만, 홍대·신촌, 강남 등의 중심지로의 위상이 다소 축소된 것을 확인할 수 있다. 또한 경기·인천으로부터 서울로 유입되는 원거리 통행이 확연히 줄어든 것으로 보여지며 특히, 성남시, 인천국제공항과 서울의 연결성이 눈에 띄게 감소한 것으로 나타난다.

장년층의 경우, 코로나 이전에 청년층과 달리 확실한 중심지가 없는 것으로 보여진다. 3도심을 비롯한 상업 중심지 이외에 모든 지역에서 이동량이 많은 것으로 나타난다. 서울과 인천·경기의 통행에서는 청년층과 마찬가지로 많은 통행이 오가는 것으로 확인된다. 특히 경기 서남지역을 제외하고 수도권 모든 지역과의 연결성이 큰 것으로 보여진다. 그러나 코로나 이후를 살펴보면 다른 지역은 통행이 소폭으로 감소하거나 유지된 반면 종로지역으로의 통행이 뚜렷하게 감소하는 것으로 나타난다. 또한 인천공항을 제외하고 인천 경기와의 연결성이 유지되는 것으로 나타난다.

고령층의 경우, 코로나 이전 통행은 주로 종로지역에 집중되어 있으며 기존 노인 중심지인 제기동, 회현동 등에 산발적으로 통행이 분산되어 있는 것으로 나타난다. 또한 청년층과 장년층에 비해 원거리 이동은 덜하지만 고양시, 의정

부시, 성남시, 수원시, 의정부시 등으로부터 유입되는 원거리 이동이 존재하는 것으로 나타난다. 코로나 이후 가장 큰 변화의 특징은 종로지역으로의 집중도가 크게 감소한 점이다. 종로를 제외한 나머지 지역은 통행 흐름이 비슷한 것으로 나타난다. 또한 수도권 외곽지역으로부터의 원거리 통행도 감소한 것으로 나타난다.

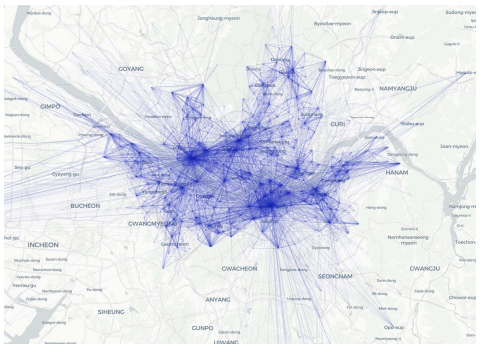
위 결과를 종합해보면 코로나 이후 세 연령층에서 절대적인 통행량이 감소하였으며 전체적인 통행흐름은 유지되는 것으로 나타나며 각 연령층 별 특정 지역에서 중심지가 감소하는 것으로 나타난다. 청년층의 경우에는 강남지역과 홍대 신촌 일대 지역의 집중도가 감소하였고 장년층과 고령층은 종로지역 일대가 크게 감소한 것으로 나타났다. 또한 원거리 이동을 살펴보면 청년층에서는 경기 인천으로부터 원거리이동이 크게 감소한 반면 장년층에서는 원거리 이동이 감소가 적은 것을 확인할 수 있다.

2) 연령별 주요 목적지 및 통행 흐름 분석

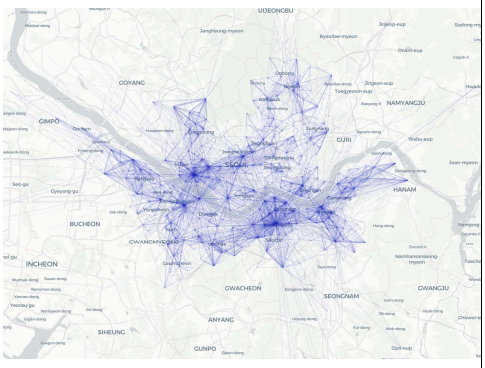
연령별 주요 도착지와 주요 통행 흐름 특성을 파악하기 위해 코로나 전후의 유입량 상위15개의 유입지와 연결된 유출지의 통행네트워크를 분석하였다(그림8). 주요 통행의 통행량뿐 아니라 갖는 서울 전체에서 목적지의 영향력을 파악하기 위해 서울 전체 통행 대비 상대적인 통행 비율도 포함하였다(그림8, 표 3,4,5 참조).

청년층의 경우 코로나 이전에는 서교동이 2.59%로 통행 목적지로서 가장 큰 비중을 차지하였으며 역삼동, 신촌동, 종로1234가동, 화양동, 영등포동, 잠실동, 한강로동, 여의동 등이 주요 목적지로 확인되었다. 반면 코로나 이후에는 서교동이 2.59%에서 1.72%로 통행 비율이 크게 감소한 것으로 나타났으며, 기존에 나타난 주요 목적지들의 통행 비율이 전체적으로 감소한 것으로 나타난다. 또한 코로나19 이후 청담동과 압구정동이 목적지 상위15 지역에 포함되어 통행비율이 증가한 것으로 나타났다. 청년층 주요 목적지가 크게 변화하지

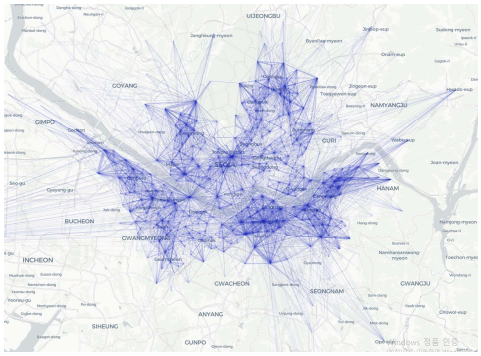
[그림 7] 코로나19 전후 서울시 전체 통행OD 네트워크 시각화



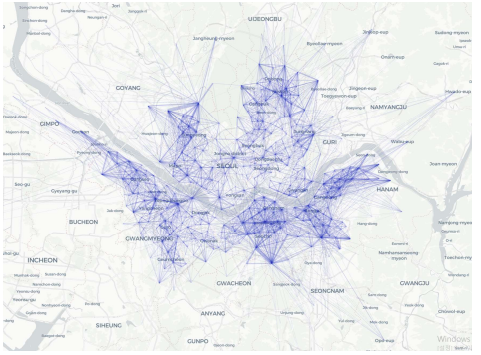
코로나 전(청년층)



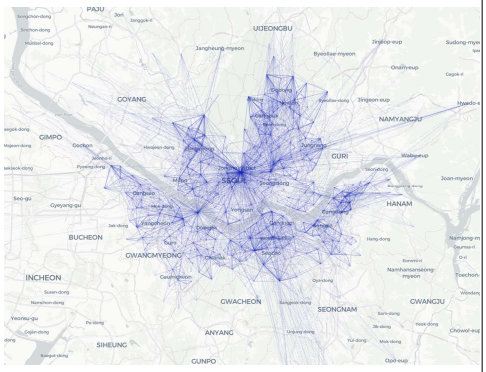
코로나 후(청년층)



코로나 전(장년층)



코로나 후(장년층)



코로나 전(고령층)

코로나 후(고령층)

않았지만 서교동과 역삼동을 비롯한 주요 목적지에서 통행비율이 감소한 것으로 나타났다. 이는 지상훈(2020)에서 언급했듯이 서울시 주요 발달상권의 매출은 감소하고 골목상권이 활성화된 결과를 뒷받침한다.

청년층의 주말 여가 통행의 큰 특징은 중심지로의 원거리 이동에 의한 유입의 감소이다. 그동안 수도권 위성도시의 여가 자족성 구축하기 위해 노력했음에도 고르게 발달된 교통인프라와 도시의 중심지가 주는 매력으로 인하여 서울의 주요 중심지로 젊은 세대의 여가 통행이 집중되었다. 그러나 코로나19 이후 경기, 인천에서 서울의 주요 중심지로 유입되는 원거리 통행이 눈에 띄게 감소한 것을 확인할 수 있다.

장년층의 경우를 살펴보면 코로나 이전에 종로1.2.3.4가동이 1.12%비율로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 역삼1동, 서초동, 반포동 등 강남 일대와 여의동 등의 3도심과 잠실동, 목동, 진관동, 한강로동 등이 주요 목적지로 나타났다. 주요 목적지는 종로1.2.3.4가동과 진관동을 제외하고 대부분 남쪽에 위치하는 것으로 나타났다. 통행 비율을 살펴보면 청년층과 고령층과 같이 뚜렷한 중심지가 없는 것으로 나타난다. 반면 코로나 이후에는 종로지역이 통행량이 반 이상 감소하였고, 통행비율도 1.12%에서 0.60%로 감소하였다. 종로를 제외한 다른 지역에서도 유입량이 감소했지만 양재동과 문정동은 상위15개 지역으로 새롭게 나타났다. 양재동과 문정동을 제외하고 주요 목적지는 크게 변화하지 않은 것으로 나타나며 통행흐름 또한 절대량이 감소했지만 양상이 비슷한 것으로 보여진다.

고령층의 경우, 코로나 이전에 종로1234가동이 1.93%의 통행비율로 가장 높은 비중을 차지하였으며 주요 목적지로 여의동, 영등포동, 서초동, 역삼1동 등 3도심과 제기동, 명동, 회현동, 용신동, 진관동 등이 있다. 코로나19 이후에는 종로1234가동의 통행비율이 0.92%로 크게 감소한 것으로 나타난다. 종로1234가동을 비롯하여 여의동, 서초3동, 영등포동, 명동, 사직동, 반포4동, 회현동, 서교동, 압구정동은 통행비율이 감소하였지만 제기동과 진관동은 오히려 통행

비율이 증가하였고 도봉1동, 양재1동, 양재2동, 영등포동 창4동은 상위 15지역에 새롭게 포함된 것으로 나타났다. 이는 기존에 도심으로의 집중되던 통행이 코로나19 유행기에 지역중심으로 분산되었으며 촘촘했던 네트워크 구조가 느슨해진 것을 확인할 수 있다. 또한 종로1234가동과 같이 통행량과 통행 비율이 크게 감소한 고령층 밀집지가 존재하는 한편, 제기동, 진관동, 회현동, 용신동과 같이 통행이 소폭 감소한 지역도 존재하는 것을 확인할 수 있다.

[표 3] 코로나19 전후 청년층 주요 목적지(상위15개)

	코로나 이전			코로나 이후		
순위	도착지명	통행량	통행비율	도착지명	통행량	통행비율
1	서교동	144675.4	2.59%	서교동	64477.77	1.72%
2	역삼1동	109231.4	1.96%	역삼1동	60345.52	1.61%
3	신촌동	74676.09	1.34%	영등포동	41205.85	1.10%
4	종로1.2.3.4가동	69005.03	1.24%	신촌동	39122.7	1.05%
5	화양동	49836.59	0.89%	종로1.2.3.4가동	33464.35	0.90%
6	영등포동	49375.14	0.89%	잠실6동	31524.44	0.84%
7	잠실6동	46453.81	0.83%	여의동	29975.21	0.80%
8	삼성1동	44622.79	0.80%	한강로동	27483.98	0.74%
9	한강로동	43662.47	0.78%	신사동	27090.94	0.72%
10	명동	42575.78	0.76%	화양동	25718.68	0.69%
11	여의동	42023.27	0.75%	압구정동	25339.89	0.68%
12	서초4동	41292.59	0.74%	삼성1동	25269.92	0.68%
13	신사동	37975.02	0.68%	청담동	25129.3	0.67%
14	서초3동	37503.06	0.67%	서초3동	24988.8	0.67%
15	반포4동	35982.2	0.65%	반포4동	24249.06	0.65%

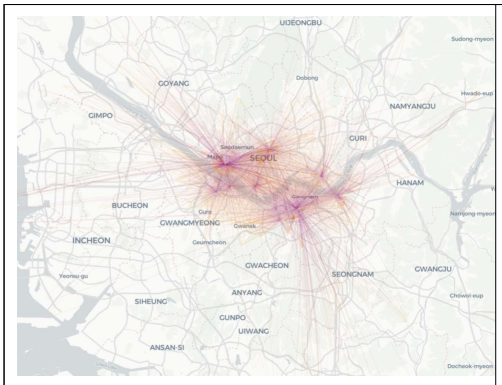
[표 4] 코로나19 전후 장년층 주요 목적지(상위15개)

	코로나 이전			코로나 이후		
순위	도착지명	통행량	통행비율	도착지명	통행량	통행비율
1	종로1.2.3.4가동	58,560	1.12%	역삼1동	35,741	0.79%
2	역삼1동	50,837	0.97%	서초3동	30,930	0.68%
3	서초3동	46,252	0.88%	여의동	29,493	0.65%
4	여의동	44,098	0.84%	영등포동	28,802	0.63%
5	서교동	42,143	0.80%	진관동	27,374	0.60%
6	반포4동	37,318	0.71%	종로1.2.3.4가동	27,267	0.60%
7	삼성1동	35,516	0.68%	문정2동	26,980	0.59%
8	목1동	35,435	0.68%	양재2동	25,951	0.57%
9	진관동	35,001	0.67%	목1동	25,437	0.56%
10	한강로동	34,627	0.66%	반포4동	24,274	0.54%
11	잠실3동	33,557	0.64%	서교동	23,337	0.51%
12	잠실6동	33,167	0.63%	한강로동	22,697	0.50%
13	문정2동	32,911	0.63%	길동	21,290	0.47%
14	길동	32,017	0.61%	양재1동	21,119	0.47%
15	영등포동	31,791	0.61%	잠실3동	21,005	0.46%

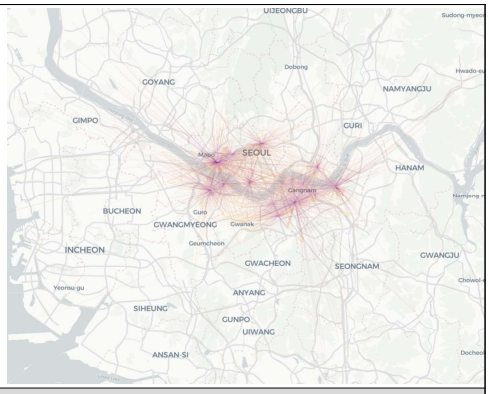
[표 5] 코로나19 전후 고령층 주요 목적지(상위15개)

	코로나 이전			코로나 이후		
순위	도착지명	통행량	통행비율	도착지명	통행량	통행비율
1	종로1.2.3.4가동	31380.81	1.93%	종로1.2.3.4가동	9997.433	0.92%
2	여의동	16684.62	1.02%	여의동	7979.243	0.73%
3	서초3동	12678.38	0.78%	용신동	7735.665	0.71%
4	용신동	11413.46	0.70%	서초3동	7405.554	0.68%
5	역삼1동	11135.72	0.68%	역삼1동	7159.592	0.66%
6	영등포동	10506.69	0.65%	제기동	6961.287	0.64%
7	제기동	9627.073	0.59%	진관동	6451.539	0.59%
8	명동	9026.316	0.55%	도봉1동	6170	0.57%
9	진관동	8785.746	0.54%	양재2동	6065.663	0.56%
10	사직동	8605.756	0.53%	영등포동	5548.452	0.51%
11	반포4동	8492.438	0.52%	길동	5276.232	0.48%
12	회현동	8028.739	0.49%	양재1동	4862.98	0.45%
13	길동	7816.463	0.48%	창4동	4804.73	0.44%
14	서교동	7706.945	0.47%	반포4동	4636.018	0.42%
15	압구정동	7460.2	0.46%	압구정동	4614.812	0.42%

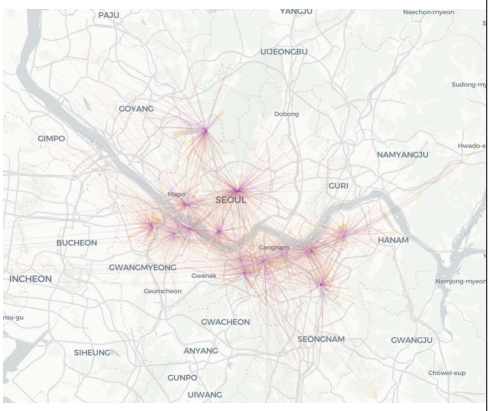
[그림 8] 코로나19 전후 연령별 주요 목적지 통행OD네트워크 시각화



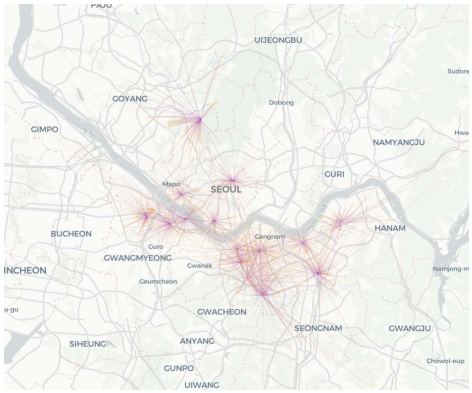
코로나 전(청년층)



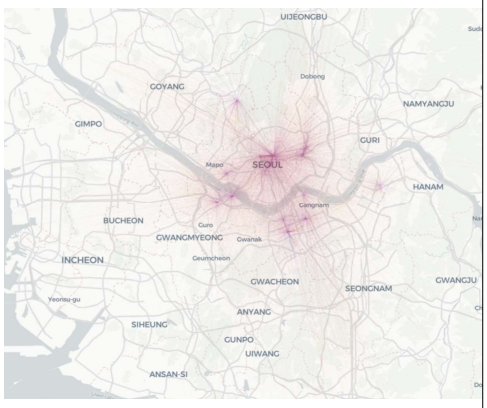
코로나 후(청년층)



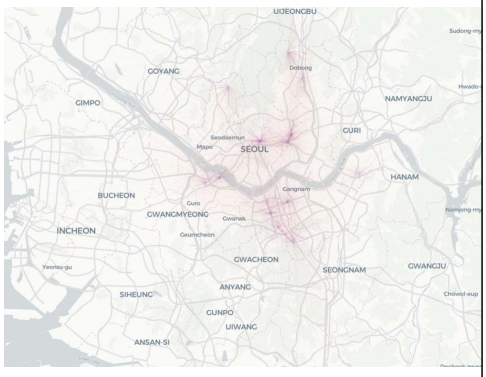
코로나 전(장년층)



코로나 후(장년층)



코로나 전(고령층)



코로나 후(고령층)

4-3. 코로나19 전후 연령별 공간구조 변화

1) 코로나19 전후 연령별 공간구조 특성

그림9는 연령별 통행OD네트워크의 [9]네트워크 밀도와 네트워크 중심도이다.

먼저 네트워크 밀도를 살펴보면 청년층의 경우 코로나 이전에 0.50이며 코로나 이후에 0.47로 94.7% 감소한 것으로 나타났다. 또한 장년층은 코로나 이전 0.52이고 코로나 이후 0.49로 94.60%가 감소하였다. 반면에 고령층은 코로나 이전에는 0.22이며 코로나 이후에 0.18로 80.52% 감소한 것으로 나타났다. 코로나 이전에 고령층은 청년층과 장년층에 비해 지역 간 통행 정도가 2배 이상 많은 것으로 나타난다. 코로나 이후에 청년층과 장년층의 네트워크 밀도는 거의 변하지 않은 반면 고령층은 청년층에 비해 감소 폭이 큰 것으로 나타났다. 이는 고령층의 통행에서 지역 간 연계가 줄어든 것을 의미한다.

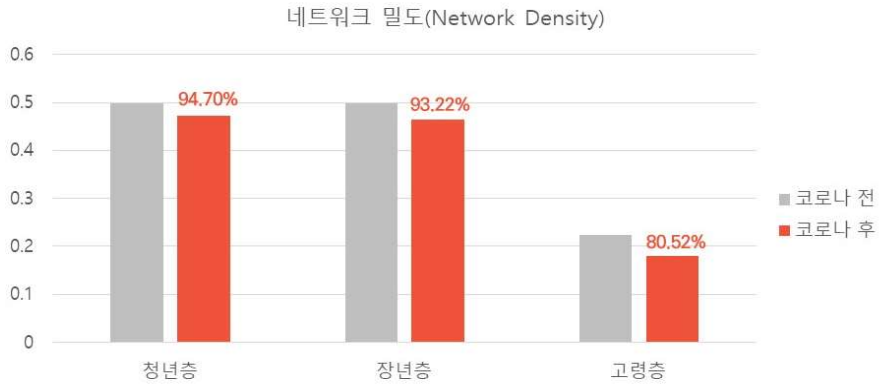
네트워크 중심도를 살펴보면 청년층의 경우 코로나 이전에 0.020이며 코로나 이후 0.013으로 67.09% 감소하였다. 장년층은 코로나 이전 0.008에서 0.0058로 86.34% 감소하였다. 고령층의 경우 코로나 이전에 0.016이며 코로나 이후 0.007로 45.12% 감소하였다. 코로나 이전 청년층은 서울 지역에서 특정 지역으로의 집중도가 다소 높은 것으로 보이며 고령층도 특정 지역으로의 집중이 발생하는 것으로 보인다. 반면 장년층은 타 연령층에 비해 분산도가 높은 것으로 나타난다.

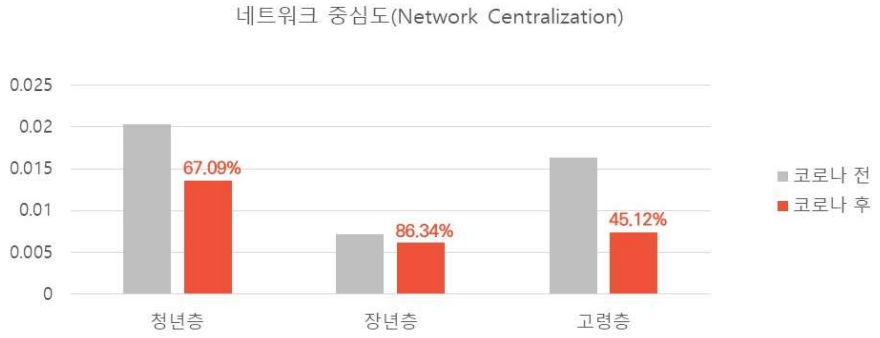
코로나 이후에는 장년층의 네트워크 중심도가 가장 적게 감소하였고 청년층은 2/3 수준으로 감소하였다. 반면에 고령층은 절반 이하로 크게 감소하였다. 이는 코로나로 인하여 청년층과 장년층에 비해 고령층에서 특정 지역으로 집중되는 정도가 크게 줄어들었음을 의미하며 도시공간구조에서 분산화가 커졌다고 볼 수 있다.

---

9) 네트워크 밀도는 네트워크에서 행위자들간의 관계가 맺어지는 정도이며 네트워크 밀도가 높다는 것은 전체 네트워크에서 행위자들 간의 연계가 많다는 것을 의미한다.

[그림 9] 코로나19 전후 네트워크 밀도 및 네트워크 중심도





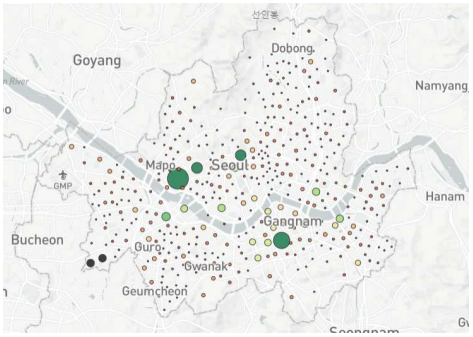
2) 코로나19 전후 연령별 중심지 변화

코로나 전후의 연령별 중심성(PageRank)를 분석한 결과는 그림10과 같다. PageRank는 단순 지역유입량의 합과 다르게 도시공간에서 중심지로서 상대적인 위상을 확인할 수 있다.

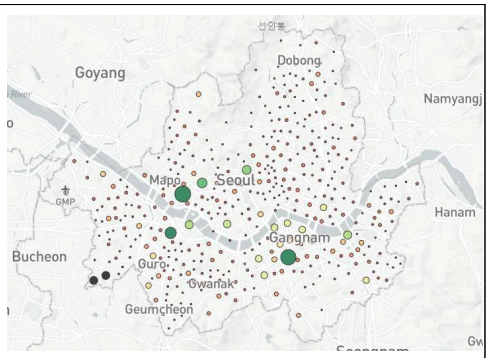
청년층의 경우를 살펴본 결과, 코로나 이전에는 홍대가 중심지로서 가장 큰 위상을 갖으며 역삼, 종로, 신촌이 뒤를 잇는 모습이 나타났다. 또한 이태원, 영등포, 여의도, 성수, 잠실, 서초도 중심성을 보였다. 코로나 이후에는 상대적으로 홍대와 종로의 중심성이 감소하였으며 역삼은 유지되었으며, 여의도와 영등포, 압구정 일대는 오히려 증가한 것으로 나타났다. 장년층의 경우, 코로

나 이전에 서울 전체적으로 중심지가 부재하며 그나마 종로, 강남, 여의도가 중심지로 보여진다. 코로나 이후에는 종로의 위상이 더 축소되었으며 네트워크 중심성에서 확인한 바와 같이 서울도시공간의 중심성이 없는 것으로 나타난다. 고령층의 경우, 코로나 이전에는 다른 지역에 비해 종로의 중심성이 압도적으로 높은 것으로 나타난다. 반면 코로나 이후에는 종로의 중심성이 크게 감소함에 따라 서울 전체로 봤을 때 분산성이 높은 것으로 나타난다.

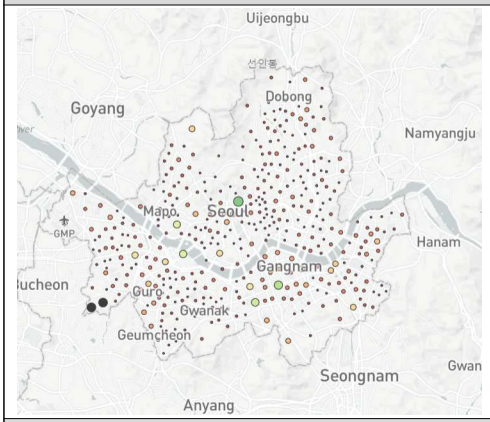
[그림 10] 코로나19 전후 중심성(PageRank) 변화



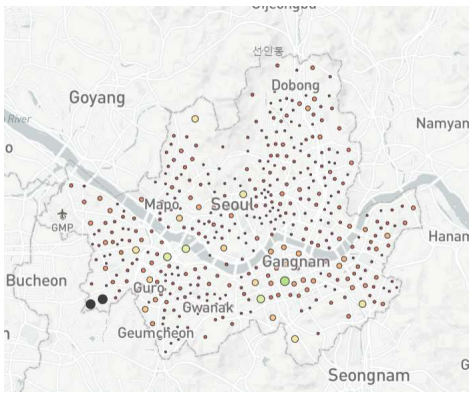
코로나 전(청년층)



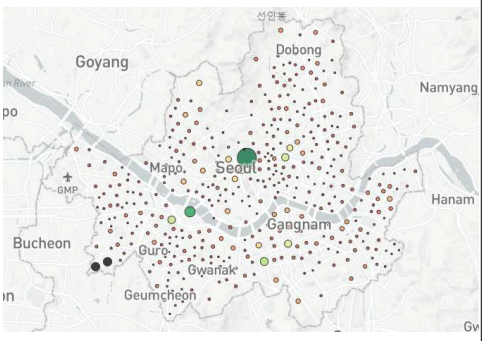
코로나 후(청년층)



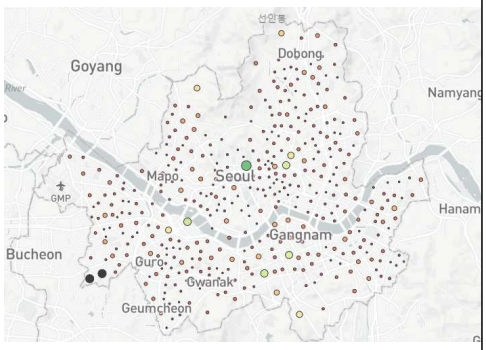
코로나 전(장년층)



코로나 후(장년층)



코로나 전(고령층)



코로나 후(고령층)

4-4. 소결

앞선 분석 결과를 종합해보면, 먼저 청년층과 고령층이 장년층에 비해 통행량 상대적으로 크게 감소한 것으로 나타났다. 그러나 이동거리 관점에서 살펴봤을 때, 고령층, 장년층, 청년층 순으로 코로나 이후 원거리 이동에 비해 근거리 이동이 상대적으로 늘어난 것을 확인할 수 있었다. 이는 코로나 이후 고령자의 근린 생활이 늘어난 것으로 유추할 수 있다.

각 연령대별 주요 목적지와 통행 흐름의 변화를 살펴본 결과, 청년층의 경우, 코로나 전후로 전체적인 통행 흐름은 비슷하지만 홍대, 강남, 종로 등 도심지로의 유입이 상당히 감소하고 특히 경기·인천으로부터의 유입이 눈에 띄게 감소한 것으로 나타났다. 하지만 여전히 서울 내에서 기존 중심지에 주요 통행이 집중되는 것으로 파악되며 이는 청년층의 여가생활에서 소위 핫플레이스들이 코로나 유행기에도 매력적으로 작용하는 것으로 생각해볼 수 있다.

장년층의 경우, 청년층과 고령층과 같이 뚜렷한 중심지가 없이 서울 전체 지역에 고루 분포되는 양상을 확인할 수 있다. 청년층과 마찬가지로 코로나 이후에는 코로나 전과 통행량만 감소했을 뿐 통행 패턴이 비슷한 것으로 보여진다. 다만 종로지역이 상대적으로 유입이 감소한 것으로 보여진다. 코로나 전후의 네트워크 중심도를 확인한 결과, 코로나 전과 후 모두 도시공간구조에서 분산도가 높은 것을 수치로 확인할 수 있다.

고령층의 경우를 살펴보면, 코로나 이전 통행은 주로 종로지역에 집중되어 있고 원거리 지역까지 영향력을 미치는 것을 확인할 수 있다. 그러나 코로나 이후에 종로지역으로의 유입량은 코로나 이전 대비 30% 수준으로 급감한 모습이 나타났다. 반면에 서울 외곽의 주거지역 주변의 지역 중심지들은 통행이 유지된 것으로 나타났으며 이는 종로 등 도심지로 향하던 통행이 지역중심지로 옮겨간 것으로 해석할 수 있다. 이와 같은 맥락에서 네트워크 중심도를 살펴보면, 코로나 전에 비해 코로나 이후 도시공간구조의 분산도가 커진 것을 확인할 수 있다.

5. 코로나 전후 지역별 유입량 변화 및 변화요인

5-1. 코로나19 전후 연령대에 따른 행정동별 유입률 변화

1) 청년층

코로나 전후의 연령대별 행정동 유입률 변화를 살펴본 결과, 대부분의 지역에서 유입률이 감소하였지만 뚜렷하게 감소한 지역이 있는 반면 소폭 감소하거나 유지된 지역이 있는 것으로 나타났다.

먼저 청년층의 경우를 살펴보면, 코로나 이전 유동인구가 가장 많았던 서교동과 신촌동은 40-50%수준으로 감소한 것으로 나타났다. 반면에 주변 지역의 망원동은 90%수준으로 유지된 것으로 나타났다. 이는 홍대상권은 상업 중심지로서 청년층의 원거리 유입이 많은 반면 망원동은 청년 1인가구의 주요 주거지로서 골목상권과 전통시장을 비롯한 생활인프라가 갖춰져 있기 때문에 유입량이 유지되는 것으로 유추된다.

종로지역을 살펴보면 종로1234가동을 비롯하여 종로56가동, 이화동, 혜화동, 명동 등 종로 상권이 전체적으로 40-50%로 감소한 것으로 나타났다. 마찬가지로 코로나 이전 유동인구가 집중된 강남지역을 살펴보면 서초2동 역삼1동 반포동은 40% 수준으로 감소한 것으로 나타난다. 반면에 청담동, 신사동, 압구정동은 유동인구가 코로나 이전 대비 유지되는 것으로 나타났다. 이는 코로나 시기에 해외 여행의 억제로 인해 소비트랜드가 고급화되는 현상으로 인해 명품 브랜드가 입점한 청담·신사·압구정 상권이 회복[10]되었기 때문인 것으로 볼 수 있다. 한편 양재동, 개포동, 도곡동은 80-90% 수준으로 유지되었다.

청년층에서 코로나 이전 대비 29%로 가장 많이 감소한 지역은 이태원1동이다. 이태원 상권은 청년층의 주요 상권으로 상권 특성상 주점과 클럽이 많기 때문인 것으로 판단된다. 이태원1동을 비롯하여 청파동, 남영동, 용산2가동, 서빙고동, 한남동 등 대부분의 용산구 지역도 40-50% 수준으로 감소한 것으로

10) 빅데이터 분석 솔루션 '지오비전'

나타났다.

한편, 청년층의 핫플레이스인 성수동은 90%로 유지된 반면, 건대 상권이 위치한 화양동은 50% 수준으로 감소한 것으로 나타났다. 성수동은 서울숲과 골목상권에서 다양한 어메니티가 있는 반면에 건대는 주점 위주로 구성되어 있기 때문인 것으로 유추된다. 도심지인 강남지역과 종로지역의 유동인구는 감소한 반면 여의도동, 영등포동, 문래동 지역은 유지된 것으로 나타났다. 또한 고척동, 구로2동, 신정7동, 신대방1동, 신길동, 대림동, 가산동, 가리봉동은 80%-100%로 유지된 것으로 나타났다. 또한 서남권의 주거지역이자 지역중심지인 목동, 신월동 등은 90% 수준으로 유지된 것으로 나타났다. 김포공항이 위치한 방화2동은 40% 수준으로 감소한 것으로 나타났다. 코로나 이전 대비 가장 유동인구가 높은 고덕동과 상일동은 공공주택개발 이슈로 코로나와 상관없는 것으로 보여진다.

2) 장년층

장년층의 경우를 살펴보면, 청년층과 고령층에 비해 코로나 이후 행정동별 유입률 변화 차이가 작은 것으로 나타난다. 그 중 종로지역이 눈에 띄게 감소한 것을 확인할 수 있다. 명동, 종로1234가동, 사직동, 혜화동, 이화동 등이 40-50% 수준으로 감소한 것으로 나타난다. 강남지역은 역삼동, 서초동, 방배동, 압구정동, 신사동 모두 70-80% 수준으로 유지되는 것으로 나타났다. 반면에 양재동과 개포동은 코로나 이전과 유입량 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 여의도동은 60%수준으로 감소하였지만 영등포동은 유지되는 양상을 보였다. 반면 서교동의 경우 유입량이 50%가량 감소하였지만 망원1동의 경우에 거의 유지가 된 것으로 보인다. 서울 외곽지역을 살펴본 결과, 동북권의 창2동, 월곡동, 면목5동 등 주거밀집지의 지역중심지는 유지되는 모습이 나타났다. 또한 서남권의 주거밀집지역인 가양2동, 목3동, 화곡동, 신월동, 신정동, 고척동, 가산동, 독산동에서도 마찬가지로 유지되는 것으로 나타났다.

3) 고령층

코로나 이전 고령층의 가장 뚜렷한 중심지인 종로지역은 코로나 이후 인구 유입이 가장 크게 감소한 것으로 나타났다. 종로1234가동을 비롯하여 사직동, 소공동, 명동, 가회동 등이 30% 수준으로 감소하였고 을지로동, 강희동, 장충동도 40-50% 수준으로 감소하였다.

종로지역은 고령자들이 선호하는 장소인 탑골공원, 종묘공원 등이 있으며, 고령자 전용 서비스 시설들과 더불어 고령층이 선호하는 다양한 쇼핑・여가환경이 주는 매력적 요소를 갖추고 있다. 이러한 이유로 통행 목적지로서 고령층의 유입이 많은 것으로 판단된다. 그러나 코로나 발생 이후에는 탑골공원이 폐쇄되고 보건시설을 비롯한 각종 서비스 시설이 문을 닫으면서 유입이 감소한 것으로 유추된다.

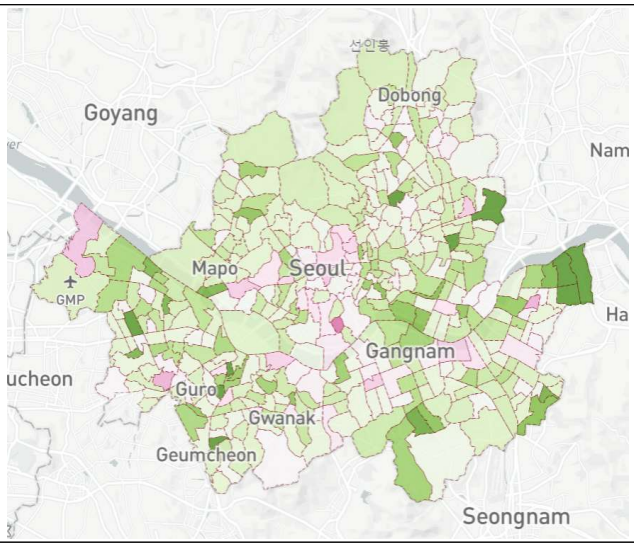
종로지역 외에 다른 도심지의 노인 중심지인 동대문구 청량리동도 마찬가지로 40% 감소한 것으로 나타났다. 하지만 제기동, 회기동, 회현동은 70% 수준으로 소폭 감소한 것으로 나타났다. 종로지역에 비해 덜 감소한 것으로 나타났다. 이는 종로는 원거리 유입이 많은 것에 비해 동대문구 지역은 노인주거지역이 배후에 위치해 상대적으로 근거리 유입이 많기 때문인 것으로 해석된다. 또한, 종로는 여가・쇼핑의 성격이 강한데 비해, 청량리동, 제기동, 회현동 등은 시장이 위치해 있어 생필품을 구입의 목적으로 지역 상권으로서 방문하는 것으로 유추할 수 있다. 다만 청량리동의 유입 감소는 코로나 유행기에 교통의 요지로서 입지가 줄어든 것으로 해석할 수 있다.

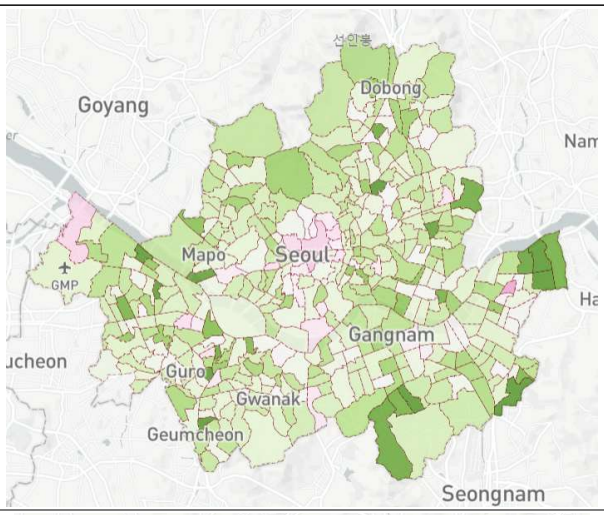
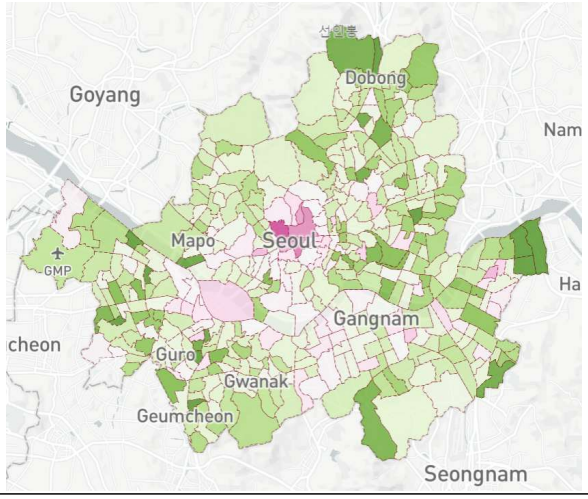
강남지역을 살펴보면 역삼동 서초동 반포동 등 대부분의 행정동에서 50-60%가 감소하였다. 반면에 양재동은 90%이상으로 유지된 것으로 나타났다. 이는 양재천과 양재시민의숲의 영향으로 보여진다. 마찬가지로 여의도동과 영등포동은 50% 수준으로 감소하면서 도심지가 모두 50% 이상 감소하는 양상이 나타났다. 도심 주변에 또 다른 노인 밀집지인 신촌 같은 경우에도 50% 수준으로 감소한 것으로 나타났다. 반면에 망원2동은 청년층과 장년층에서와 같이

유입량이 유지된 것으로 나타난다. 이는 망원동이 지역중심지로서 시장과 생활 인프라와 공원이 잘 갖춰져 있으며 세대 통합적인 특성을 갖는다는 것으로 볼 수 있다.

반면에 외곽의 주거중심의 지역중심지 같은 경우에는 유입인구가 덜 감소한 것으로 나타났다. 동북권의 도봉동, 상계동, 창동, 월계동, 정릉동 등 주거밀집지역의 지역중심지는 통행이 90% 수준으로 유지되었고, 마찬가지로 서남권의 주거밀집지역인 가양2동, 목3동, 화곡동, 신월동, 신정동, 고척동, 가산동, 독산동 등이 90-100% 수준으로 유지된 것으로 나타났다.

[그림 11] 코로나19 전후 연령별 목적지 유입률 변화

청년층	

장년층	 Dobong Goyang Nam Mapo Seoul GMP Ha Gangnam ucheon Guro Gwanak Geumcheon Seongnam
고령층	 Dobong Goyang Nam Mapo Seoul GMP Ha Gangnam cheon Guro Gwanak Geumcheon Seongnam

[표 6] 연령별 행정동별 인구 유입 변화율 상위 10곳

	청년층		장년층		고령층	
순위	행정동	변화율(%)	행정동	변화율(%)	행정동	변화율(%)
1	고덕2동	161%	고덕2동	154%	고덕2동	130%
2	상일동	144%	상일동	129%	독산2동	111%
3	월곡1동	120%	월곡1동	113%	신월6동	108%
4	대림1동	110%	대림1동	107%	가양2동	107%
5	면목5동	110%	독산2동	107%	대림1동	106%
6	신길4동	110%	가양2동	104%	상일동	106%
7	망우본동	106%	위례동	103%	면목5동	102%
8	독산2동	104%	개포1동	101%	목3동	101%
9	화곡1동	99%	목3동	99%	도봉2동	101%
10	강일동	99%	망원1동	98%	강일동	99%

[표 7] 연령별 행정동별 인구 유입 변화율 하위 10곳

	청년층		장년층		고령층	
순위	행정동	변화율(%)	행정동	변화율(%)	행정동	변화율(%)
1	이태원1동	29%	천호1동	37%	사직동	24%
2	천호1동	38%	명동	45%	명동	29%
3	고척1동	38%	종로1.2.3.4가동	47%	종로1.2.3.4가동	32%
4	방화2동	42%	방화2동	48%	가회동	35%
5	명동	43%	사직동	48%	소공동	37%
6	서교동	45%	양평1동	50%	천호1동	39%
7	상봉1동	45%	이화동	50%	북아현동	40%
8	서초4동	45%	신길3동	51%	잠실7동	45%
9	노량진1동	46%	북아현동	52%	명일1동	47%
10	잠실2동	47%	상봉1동	53%	여의동	48%

5-2 기술통계

pearson 상관분석을 실시하기 전 선정된 변수들을 바탕으로 기술통계분석을 실시하였고, 결과는 표 5와 같다. 본 연구에서의 pearson 상관분석의 구성과 목적은 서울시 424개 행정동의 지역적 특성(독립변수)이 세 연령대 집단(청년층, 장년층, 고령층)의 코로나로 인한 유입 변화율(종속변수)에 미치는 영향요인을 밝히는 것이다.

분석결과, 행정동별 통행 감소율의 평균은 각각 0.29(청년층), 0.27(장년층), 0.28(고령층)으로 나타났으며, 표준편차는 0.12(청년층), 0.11(장년층), 0.18(고령층)으로 나타났다.

[표 8] 변수 기술통계

구분	변수		평균	표준편차
종속변수	청년층 통행 감소율		0.2908	0.1247
	장년층 통행 감소율		0.2690	0.1105
	고령층 통행 감소율		0.2813	0.1270
독립변수	토지 이용	주거 비율	0.7177	0.3155
		상업 비율	0.0538	0.1313
		공업 비율	0.0363	0.1408
		자연녹지 비율	0.2039	0.2692
	업종 특성	도소매업 수	0.2761	0.0818
		숙박업 및 음식업 수	0.1245	0.0514
		보건복지시설	0.0308	0.0129
		여가스포츠관련산업 수	0.0277	0.0127
		교육 서비스업 수	0.0465	0.0332
		주점 수	-	-
		비알콜음료업소 수	-	-
	상권 종류	골목상권	0.1444	0.1616
		발달상권	0.7045	0.4568
		관광특구	0.0615	0.2405
		전통시장	0.6738	0.4694

5-3 상관관계 분석

각 연령대별 통행 감소율의 상관관계를 살펴보면 청년층 유입 감소율과 장년층 유입 감소율의 상관계수가 0.8971로 나타났다. 이는 코로나 이후 청년층 유입이 감소한 지역에 장년층의 유입도 감소한 것으로 해석할 수 있다. 반면 청년층과 고령층의 상관계수는 0.6686로 나타났으며, 이는 고령층이 장년층에 비해 청년층과 통행이 겹치지 않는다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 장년층과 고령층의 상관계수는 0.7913으로 청년층-고령층 관계보다 통행 목적지가 겹친다는 것을 의미한다.

통행 감소율과 토지이용 간의 상관관계를 살펴본 결과, 주거지역의 경우 약한 양의 상관관계를 갖으며 연령이 높아질수록 상관관계가 높아진다. 주거지역이 많은 지역에서 코로나 이후 유입량이 소폭 증가하는 것으로 나타난다. 하지만 유의미한 수치로 볼 수 없다. 상업지역의 경우 주거지역에 비해 강한 상관관계가 나타난다. 상업지역과의 상관계수는 청년층에서는 0.1182, 장년층에서는 0.1597, 고령층에서는 0.2412가 나타난다. 이는 상업지역이 많이 포함된 지역일수록 코로나 이후 유입량이 감소했다는 것을 의미하며 연령대가 높아질수록 상업지역으로의 유입이 줄어들었다고 해석할 수 있다. 자연녹지와의 상관계수는 청년층에서 -0.593, 장년층에서 -0.1063, 고령층에서 -0.1899로 나타난다. 이는 고령층일수록 코로나 이후 녹지지역으로의 유입이 커지는 것을 의미한다. 공업지역의 경우 청년층과 상관계수는 -0.0425, 장년층이 -0.0397, 고령층이 -0.0288으로 나타나며, 이는 녹지지역과 마찬가지로 코로나 이후 공업지역에 유입이 소폭 증가했다는 것을 의미한다. 그러나 크게 유의미하지 않다.

상권의 종류와의 상관관계를 살펴본 결과, 발달상권과 관광특구에서는 양의 상관관계를 갖는 것으로 나타난다. 즉, 발달상권과 관광특구가 포함된 지역일수록 코로나 이후 유입량이 감소하며 이는 연령이 높아질수록 유입량이 더 감소하는 것으로 나타난다. 반면에 골목상권의 경우에는 골목상권이 많은 지역에서 통행이 증가하는 것으로 나타난다. 청년층과 장년층에서 유의하며 고령

층에서는 상관관계가 거의 없는 것으로 나타난다. 전통시장의 경우에는 유입량과의 상관관계가 거의 없는 것으로 확인된다.

사업체 밀도와 상관관계를 살펴본 결과, 도소매업과 숙박업 및 읍식점업, 여가예술스포츠산업이 많은 지역은 코로나 이후 유입량이 감소하는 것으로 확인되며 특히 숙박업·음식점업의 밀도가 높은 지역은 청년층, 장년층, 고령층 순으로 유입이 감소한 것으로 나타났다. 반면에 보건복지시설과 교육서비스시설이 많은 지역일수록 코로나 이후 유입량이 많아지는 것을 확인할 수 있었다. 특히 보건복지시설의 경우, 고령층으로 갈수록 유입량이 증가하는 것으로 나타났다.

[표 9] 변수 간 Pearson Correlation 계수

	청년층 유입 감소율	장년층 유입 감소율	고령층 유입 감소율
청년층 유입 감소율	1		
장년층 유입 감소율	0.8971	1	
고령층 유입 감소율	0.6686	0.7913	1
주거지역 비율	0.0113	0.0379	0.0396
상업지역 비율	0.1182	0.1597	0.2412
녹지지역 비율	-0.0593	-0.1063	-0.1899
공업지역 비율	-0.0425	-0.0397	-0.0288
골목상권 비율	-0.1061	-0.1102	-0.0171
발달상권 유무	0.1043	0.1499	0.2179
관광특구 유무	0.1773	0.1973	0.2444
전통시장 유무	-0.0095	0.0174	-0.0152
도소매업 비율	0.0667	0.0544	0.0815
숙박 및 음심점업 비율	0.1945	0.1591	0.1371
교육서비스업 비율	-0.0379	-0.0845	-0.0666
보건복지시설 비율	-0.0678	-0.1205	-0.14
여가예술스포트산업 비율	0.1292	0.0801	0.0021

5. 결론 및 논의

코로나19는 도시에 유례없는 충격을 가져왔고 도시민의 이동이 축소되는 결과로 이어졌다. 특히, 원거리 통행이 줄어들고 근거리 통행이 늘어나면서 중심지가 축소하고 근거리 생활이 늘어났다. 이는 도시공간구조의 네트워크가 느슨해지는 양상으로 나타났다.

코로나19의 충격은 연령에 따라 다른 영향을 미쳤다. 통행의 절대량뿐만 아니라 이동거리에 따라서도 통행패턴에 차이가 존재하였다. 고령층은 청년층과 장년층에 비해 근거리 이동 늘어나고 원거리 이동이 줄어드는 양상이 나타났다. 특히, 청년층과 장년층은 기존 중심지와 통행 흐름과 그 비율이 크게 변화하지 않은 반면 고령층은 기존 도심지가 크게 축소하였고, 지역중심지 및 근린생활권 생활이 증가한 것으로 보여진다.

본 연구의 첫 번째 시사점은 코로나19가 생활권 도시로의 변화를 가속화한다는 점이다. 최근 15분 생활권 등 근거리 생활기반 도시와 로컬콘텐츠의 중요성이 증가하고 있는 시점이다. 코로나19와 더불어 디지털 전환을 계기로 시공간 제약이 완화되면서 도시의 중심지가 감소하고 근거리 생활이 늘어나면서 도시의 분산화가 가속화되는 것을 확인할 수 있다.

하지만 모든 연령층에서 근린생활권이 강조되진 않는다. 본 연구의 결과에 의하면 코로나19 유행기에 청년층은 주요 통행 흐름과 중심지가 크게 변화하지 않은 것으로 나타났다. 일부 발달상권이 포함된 홍대, 강남 등 중심지의 축소가 있었지만 주요 목적지는 크게 변화하지 않았고 주요 목적지로 향하는 상대적인 통행 비율도 유사한 것으로 나타났다. 이는 뉴노멀 시대로 접어들면서 원격근무와 온라인 쇼핑 등 비대면 활동으로 대체될 것으로 예상되었지만 청년들은 여전히 여가생활에서 대도시의 매력이 가져다주는 오프라인 경험을 지향한다는 것을 알 수 있다. 뉴노멀시대에 청년층은 여전히 도시 중심지로 향한다는 것이 본 연구의 두 번째 시사점이다.

세 번째 시사점은 고령층은 근린생활권과 지역중심지의 중요성이 상대적으로 크다는 점이다. 본 연구의 결과에서 볼 수 있듯이, 종로3가 등 노인의 주요 밀집지는 유입이 크게 감소한 반면 지역중심지들은 상대적으로 덜 감소한 것으로 나타났다. 이는 기존 중심지로의 이동이 지역중심지로 대체된 것으로 볼 수 있다. 한편, 기존의 고령층 연구는 주로 노인 주거밀집지보다 노인 활동 밀집지에 대해 생활인프라 확충이 필요하다고 언급해왔다. 하지만 코로나19 유행으로 기존 도심의 노인 활동 밀집지가 감소하고 근거리 생활이 늘어남에 따라 포스트 코로나시대에 노인 주거밀집지를 중심으로 고령자를 위한 생활인프라 공급 대책 마련이 필요하다고 보여진다. 특히, 일상생활에서 접근 가능한 공원의 중요성이 커질 것으로 예상된다. 또한 보건복지시설이 많은 곳에 이동이 집중되는 양상이 나타났다. 다만, 병원과 약국, 보건복지시설 등 의료 관련 시설을 모든 지역에 공급하는데에는 한계가 있으므로 원격의료와 비대면 헬스케어 서비스를 확대할 필요가 있다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 유동인구 빅데이터가 코로나19의 영향을 분석하는데 유리하다는 점이다. 본 자료인 서울시 생활이동데이터는 전수조사 자료에 가까우며 기존 설문조사 기반 자료에 비해 자료의 신뢰성이 높다고 볼 수 있다. 또한 통신 기반으로 데이터가 수집되기 때문에 적시성 있는 분석이 가능하며 모든 시간대와 수도권 전체를 대상으로 분석이 가능하다. 따라서 기존 조사기반자료에 비해 가치가 높다고 할 수 있다.

둘째, 연령별 이동패턴을 분석했다는 점에서 의의가 있다. 본 연구는 기존 연구들과 다르게 연령에 따른 통행패턴을 분석하여 단기적인 도시공간구조를 파악했다는 점에서 가치가 있다.

본 연구의 한계는 다음과 같다. 첫째, 코로나19가 가져온 단기적인 충격을 확인한 대신 장기적인 변화를 파악하기 어렵다는 점이다. 비교 시점의 범위가 넓어지면 코로나19 외에 이동성에 영향을 미치는 다양한 요인을 고려하기 힘든 문제가 발생한다. 특히, 수도권에서는 3기 신도시 등과 같은 여러 도시개발

사업이 활발하게 진행되고 있기 때문에 코로나19의 영향만을 분리해서 파악하기 어렵다는 한계점이 있다. 본 연구에서 다루지 못한 장기적인 이동성 변화를 분석하기 위해서 주민등록인구 통계자료 등을 고려해야 할 것이다. 이 점을 고려하여 코로나19가 충분히 회복한 뒤 장기적인 변화에 대해 분석을 후속 연구로 기대할 수 있을 것이다.

둘째, 개인이 자발적으로 선택한 변화와 사회적 거리두기로 인한 정책적 효과를 분리해서 보기 힘들다는 점이다. 본 연구는 코로나19 유행 전과 3차 유행기를 비교하였다. 3차 유행기에는 사회적 거리두기 단계가 높아짐에 따라 사적 모임 금지 등 각종 규제가 시행되었기 때문에 개인의 선택과 정책적 효과를 구분하기 어렵다. 이를 위해 사회적 거리두기 단계를 기준으로 나누어 정책을 변수로 두고 분석을 진행해야 할 것이다.

참고문헌

국내문헌

(1) 단행본

대한국토 도시계획학회(2021), 도시의 미래 포스트 코로나 도시가 바뀐다

(2) 학술지

- 김영롱, 윤예솔, 이혜령 (2021) 빅데이터를 이용한 코로나 시대 수도권 유동인구 네트워크 분석, 경기연구원 기본연구 2021-06
- 김홍주 (2008) 대도시광역권의 지역 간 네트워크 구조 변화: 대전, 광주, 대구, 부산 · 울산광역시를 중심으로, 국토연구 제59권, 263~280
- 황주원, 장성만(2022) 코로나19 확산기 도시민의 활동감소와 민감도 변화 :서울시 생활인구를 중심으로, 한국지적정보학회지 제24권 제1호, 180~201
- 지상훈 (2021) 코로나19로 변화한 생활인구와 음식업 창・폐업 행태 : 서울시 주요 상권을 중심으로, 월간 노동리뷰 2021년 07월호
- 김진만, 기동화, 이수기 (2021) COVID-19 확산에 따른 통행 수단 선택 변화 분석: 서울시 사례를 중심으로, 대한국토・도시계획학회지 「국토계획」제56권 제3호, 113-129
- 지상훈 (2020) COVID-19로 인한 서울시 생활인구의 변화, 월간 노동리뷰 2020년 04월호
- 이성호, 최석환 (2020) 신용카드 빅데이터를 활용한 코로나19 발생의 지역상권 영향 분석: 수원시를 사례로, 공간과사회 2020년 제30권 3호(통권 73호): 167~208
- 주미진, 김성연 (2014) 가구통행 분석을 통한 도시 중심성 변화 연구: 성남시 수정구, 중원구, 분당구를 중심으로, 국토연구 제80권(2014. 3): pp35~48
- 오병록 (2014) 가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구:서울시를 중심으로, 서울도시연구 제15권 제3호, 1 ~18 1

- 김규혁, 이동엽, 김동호, 원민수, 홍성민, 송태진 (2021) 모바일 생활통행데이터 기반 도시 인구 규모별 생활권 분류 및 특성 파악, J. Korean Soc. Transp. Vol.39, No.5, pp.662-680
- 손정렬 (2011) 새로운 도시성장 모형으로서의 네트워크 도시: 형성과정, 공간구조, 관리 및 성장전망에 대한 연구동향, 대한지리학회지 제46권 제2호, 181~196
- 김수현, 임형준, 허준 (2020) 휴대전화 빅데이터 기반 기종점 통행량 자료를 활용한 서울시 생활권 분석, 대한공간정보학회지 (Journal of Korean Society for Geospatial Information Science) Vol.28 No.1, 3-10

해외문헌

- Sangwon Park, Yoo Ri Kim & Ching Sum Theresa Ho (2022) Analysis of travel mobility under Covid-19: application of network science, Journal of Travel & Tourism Marketing, 39:3, 335-352
- Nafis Anwari, Md. Tawkir Ahmed, Md. Rakibul Islam, Md. Hadiuzzaman, Shohel Amin (2021) Exploring the travel behavior changes caused by the COVID-19 crisis: A casestudy for a developing country, Transportation Research - Interdisciplinary Perspectives 9 100334
- Susan Martin, Jonas Bergmann (2021) (Im)mobility in the Age of COVID-19, International Migration Review Vol. 55(3) 660-687
- Yuhao Kang, SongGao, Yunlei Liang, Mingxiao Li, Jinmeng Rao1 & Jake Kruse (2020) Multiscale dynamic human mobility fow dataset in the U.S. during the COVID-19 epidemic, 7:390 https://doi.org/10.1038/s41597-020-00734-5
- Junghwan Kim, Mei-Po Kwan (2020) The impact of the COVID-19 pandemic on people’s mobility: A longitudinal study of the U.S. from March to September of 2020, Journal of Transport Geography 93 (2021) 103039
- Manuel Curadoa,*, Leandro Tortosa b, Jose F. Vicent b, Gevorg Yeghikyanc

(2020) Analysis and comparison of centrality measures applied to urban networks with data, Journal of Computational Science 43 101127
- Qing Yu, Weifeng Li, Dongyuan Yang, and Haoran Zhang (2020) Mobile Phone Data in Urban Commuting: A Network Community Detection-Based Framework to Unveil the Spatial Structure of Commuting Demand, Hindawi Journal of Advanced Transportation Volume 2020, Article ID 8835981, 15 pages
- Chen Zhong, Stefan Müller Arisona, Xianfeng Huang, Michael Batty & Gerhard Schmitt (2014) Detecting the dynamics of urban structure through spatial network analysis, International Journal of Geographical Information Science, 28:11, 2178-2199
- Ruth F. Hunter1, Leandro Garcia1, Thiago Herick de Sa2, Belen Zapata-Diomedi3, Christopher Millett4, James Woodcock 5, Alex ’Sandy’ Pentland 6 & Esteban Moro (2021) Effect of COVID-19 response policies on walking behavior in US cities, NATURE COMMUNICATIONS ¦ 12:3652
- Rebecca Brough, Matthew Freedman, David C. Phillips (2020) Understanding socioeconomic disparities in travel behavior during the COVID-19 pandemic, J Regional Sci. 2021;61:753-774.

Abstract

Mobility Patterns by age before and after COVID-19 using the living mobility data in Seoul, Korea

SeungHo, Jeon
Seoul National University
Graduate school of Environmental Studies

COVID-19 has fundamentally changed the daily movement patterns of urban residents. This shift change was different depending on the age group due to the difference in infection vulnerability. It is necessary to prepare spatial countermeasures for long-term changes by looking at short-term changes in the urban spatial structure by age group due to COVID-19. This study attempted to understand the characteristics of Seoul's major travel flow by age and the space used as a major destination before and during the COVID-19 outbreak, and to understand the urban environmental factors that caused the travel change. This study differs in identifying the spatial structure by age by quantitatively analyzing the actual movement patterns occurring in Seoul using living movement data.

This study first compared and analyzed the difference in travel volume and travel distance by age before and after COVID-19. In addition, major travel flows and major destinations by age were analyzed, and the spatial structure before and after COVID-19 was compared by identifying the center (PageRank algorithm) and network characteristics (center, density). As a result of the analysis, it was found that as the age group increased, the short-range movement relatively increased, and the youth's main center decreased after COVID-19, but the main destination, major travel flow, and ratio did not change significantly. On the other hand, it was found that the travel concentrated in the Jongno area decreased significantly, and the decentralization of urban space increased.

As a result of examining the change in inflow by administrative dong according to the age group after COVID-19, it was found that the inflow rate decreased in most regions, but there

were areas that decreased or maintained slightly, and there were differences by age group. In particular, in the case of the elderly, the inflow to the existing elderly concentration in the city center decreased significantly, while the regional centers located in the residential concentration outside were relatively maintained. It can be seen that after COVID-19, it moved from the existing elderly concentration to the local center.

As a result of confirming the correlation between the rate of change in administrative dong inflow by age group and regional environmental characteristics variables after COVID-19, the inflow of the elderly decreased in areas containing more commercial areas, while the inflow in developmental and special tourist areas increased in alleys. In particular, it was found that the alley commercial district was significant for the youth and the elderly. Looking at the relationship with business density, it was confirmed that the inflow in areas with a large number of retail, lodging, town, restaurant, and leisure and sports industries decreased after COVID-19, especially in areas with a high density of lodging and restaurant industries, followed by the youth, the elderly, and the elderly. On the other hand, it was confirmed that the more health and welfare facilities and educational service facilities are, the greater the inflow after COVID-19. In particular, in the case of health welfare facilities, it was found that the inflow increased as the elderly increased.

This study confirmed the difference in spatial structure by age and suggests that it is necessary to supply elderly-related facilities to the near-field living area in the future. This study is meaningful in that it can newly reveal the travel gap from the perspective of travel distance, and it is meaningful in that it can derive implications for urban planning in the long term by age group by identifying short-term changes and factors.

.....

keywords : COVID-19, Mobility Pattern, Age, mobility data

***Student Number* : 2021-28431**