



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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](#)

석사학위논문

유동인구 증감에 따른 감염병 확산과 도시 구성요소 연관성 분석

-서울시 코로나19 감염을 중심으로-

**Analysis of the relationship between the spread of infectious diseases
and urban components according to the foot traffic**

-Focused on COVID-19 infection in Seoul-

홍익대학교 대학원

도시계획과

이 주 왕

2022년 2월



HONGIK UNIVERSITY

유동인구 증감에 따른 감염병 확산과 도시 구성요소 연관성 분석

-서울시 코로나19 감염을 중심으로-

**Analysis of the relationship between the spread of infectious diseases
and urban components according to the foot traffic**

-Focused on COVID-19 infection in Seoul-

지도교수 강 준 모

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함.

2022년 1월

홍익대학교 대학원

도시계획과

이 주 왕



이주왕의 석사학위 논문을 인준함

심 사 위 원

심사위원장 유 신 호 (인)

심사위원 강 준 모 (인)

심사위원 유 재 득 (인)

홍익대학교 대학원



HONGIK UNIVERSITY

국 문 초 록

근대 도시는 그 규모가 확장되면서 감염병에게 위협을 받아왔다. 이에 도시는 감염병에 대응하는 도시계획을 통해 발전해왔다. 2019년 12월 중국에서 처음 발생한 코로나19(COVID-19)는 전 세계로 확산되었다.

코로나19바이러스의 주된 전파 경로는 감염자 비말에 의한 전파이다. 도시 공간은 인구가 밀집하여 생활하는 공간이기에 바이러스에 취약성을 가지고 있다. 본 연구에서는 도시에서 감염병 확산은 유동인구에 관련이 있다는 것을 전제로 유동인구와 감염병 확산의 관계를 파악하여 감염병이 어떤 공간에서 확산과 관련이 깊은지 확인하려 한다. 또한 해당 공간이 가지고 있는 도시 구성요소를 통해 감염병 확산과 도시 공간의 연관성을 분석하려 한다.

서울시 집계구 유동인구 시계열과 코로나19 확진자 시계열을 이용하여 두 데이터의 관계를 분석한다. 두 데이터의 관계가 높은 공간은 유동인구가 증가하면 감염병의 확산이 높게 나타나는 지역이다. 이후 공간군집을 통해 감염병 확산이 높게 나오는 지역과 낮게 나오는 지역을 분류한다.

선행연구 분석을 통해 도시가 가지고 있는 구성요소를 도출하고 다중회귀분석을 진행하여 감염병 확산에 영향을 미치는 도시 구성요소를 살펴본다. 감염병 확산과 관련된 도시 구성요소를 해석하여 도시 내 감염병 확산 취약 공간을 분석한다.

본 연구의 결과로 토지이용복합도는 유동인구와 감염병 확산의 관계에 음의 관계(-)로 분석된다. 이를 통해 토지이용복합도가 올라가면 유동인구 증가와 관계없이 감염병 확산이 상대적으로 줄어들 수 있음을 시사한다. 감염병 확산을 줄이기 위해 도시 공간의 복합적 이용이 수반되어야 한다. 반면, 역세권 면적은 유동인구 증가와 감염병 확산이 높아지는 것과 양의 관계(+)로 분석된다. 감염병 확산을 줄이기 위해 교통 수요 및 유·무형의 통행 비용을 감소시킬 직주근접의 토지이용복합화가 필요하다.



평일 유동인구 증가와 감염병 확산이 높게 나온 지역은 저층 주거지 관련 구성요소를 가지고 있는 공간으로 분석된다. 반면, 상대적으로 낮은 관계를 가지는 지역은 고층 주거지를 가진 주거 지역으로 분석되었다. 이를 통해 노후된 주거 지역을 중심으로 도시 관리를 통해 감염병 확산에 대해 대응가능한 도시계획이 이루어져야 한다.

주말 유동인구 증가와 감염병 확산이 높게 나온 지역은 소규모 판매시설이 밀집한 도시 공간으로 분석된다. 대규모 판매시설에 비해 소규모 판매시설이 밀집한 지역은 관리·통제의 어려움이 있다. 이를 통해 감염병 확산의 대응을 위한 도시계획에서 기존재하는 도시지역의 관리를 통해 감염병 확산을 줄여야 한다.

본 연구를 통해 도시 내 유동인구에 따라 감염병 확산의 관계가 각각 다른 도시 공간은 구성요소에 따라 각기 다른 특성을 지니는 것으로 도출하였다. 도시 구성요소를 통해 도출한 취약 공간을 개선하기 위하여 합리적인 도시계획이 필요하다. 본 연구 결과를 활용하여 포스트 코로나(Post corona)시대에 적합한 도시계획의 기초 자료로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.



차 례

| | |
|-----------------------|-----|
| 국문초록 | i |
| 차례 | iii |
| 표차례 | v |
| 그림차례 | vi |
| | |
| 제 1 장 서론 | 1 |
| 1.1 연구의 배경 및 목적 | 1 |
| 1.2 연구의 범위 및 방법 | 4 |
| | |
| 제 2 장 이론적 고찰 | 8 |
| 2.1 이론적 고찰 | 8 |
| 2.2 관련 이론 검토 | 17 |
| 2.3 선행연구 검토 | 19 |
| | |
| 제 3 장 분석의 틀 | 23 |
| 3.1 분석 범위 | 23 |
| 3.2 분석 흐름 | 23 |



| | |
|-------------------------------------|----|
| 제 4 장 분석 및 해석 | 25 |
| 4.1 유동인구와 감염병 확산의 관계 | 25 |
| 4.2 도시 구성요소 선정 | 41 |
| 4.3 도시 구성요소가 감염병 확산에 미치는 영향분석 | 51 |
| 제 5 장 결론 | 77 |
| 5.1 연구의 결론 및 의의 | 77 |
| 5.2 연구의 한계 및 향후 연구과제 | 79 |
| 참고문헌 | 80 |
| ABSTRACT | 83 |



표 차 례

| | |
|--|----|
| <표 1-1> 연구의 흐름 | 7 |
| <표 2-1> 한국 감염병 위기 대응 체계 | 9 |
| <표 2-2> 최근 도시정책 트렌드 및 전략과 코로나19로 인한 상황과의 관계 .. | 11 |
| <표 4-1> 전역적 공간 자기상관성 | 35 |
| <표 4-2> 공간군집으로 나타난 대표 지역들 | 40 |
| <표 4-3> 선행연구를 통한 도시 구성요소 종합 | 42 |
| <표 4-4> 분석변수 설정 및 변수 설명 | 46 |
| <표 4-5> 분석변수 상관분석 | 47 |
| <표 4-6> 유형에 따른 종속 변수 모형 | 52 |
| <표 4-7> HH 모형 요약 | 53 |
| <표 4-8> Durbin-Watson 지수의 판정 | 53 |
| <표 4-9> HH 모형 ANOVA 분석 | 54 |
| <표 4-10> HH 모형 계수 | 55 |
| <표 4-11> HL 모형 요약 | 57 |
| <표 4-12> HL 모형 ANOVA 분석 | 57 |
| <표 4-13> HL 모형 계수 | 58 |
| <표 4-14> LH 모형 요약 | 60 |
| <표 4-15> LH 모형 ANOVA 분석 | 60 |
| <표 4-16> LH 모형 계수 | 61 |
| <표 4-17> LL 모형 요약 | 63 |
| <표 4-18> LL 모형 ANOVA 분석 | 63 |
| <표 4-19> LL 모형 계수 | 64 |
| <표 4-20> 각 모형들의 다중회귀분석 결과 | 66 |
| <표 4-21> 평일 감염병 확산에 따른 주거 형태 차이 | 72 |
| <표 4-22> 주말 감염병 확산이 높은 지역 특징 | 74 |



그 립 차 례

| | |
|--|----|
| <그림 1-1> 연구의 공간적 범위 | 4 |
| <그림 1-2> 연구의 시간적 범위 | 5 |
| <그림 2-1> 서울시 생활인구 데이터 | 14 |
| <그림 2-2> 동적 시간 거리 알고리즘 행렬 | 18 |
| <그림 3-1> 분석 흐름도 | 24 |
| <그림 4-1> 서울시 코로나19 확진자 추이 | 25 |
| <그림 4-2> 서울시 집계구별 유동인구 대표 지역 | 27 |
| <그림 4-3> 대표 업무지구 요일별 유동인구 변화량 | 29 |
| <그림 4-4> 유클리드 거리와 동적 시간 거리 알고리즘 비교 | 30 |
| <그림 4-5> 동적 시간 거리 알고리즘 계산식 | 30 |
| <그림 4-6> 동적 시간 거리 알고리즘 분석 코드 | 31 |
| <그림 4-7> 데이터 이상치 제거 | 32 |
| <그림 4-8> 유사도 데이터 분포 곡선 | 33 |
| <그림 4-9> 유동인구와 감염병 확산의 공간 분포 | 34 |
| <그림 4-10> 국지적 군집패턴 계산식 | 36 |
| <그림 4-11> 유동인구와 감염병 확산의 공간군집 패턴 | 37 |
| <그림 4-12> 공간군집 패턴 클러스터링 | 38 |
| <그림 4-13> 토지이용 혼합도 계산식 | 46 |



제 1 장 서론

제 1 절 연구의 배경 및 목적

1.1.1 연구의 배경

과거 인류와 도시는 항상 감염병의 위협이 있어왔다. 14세기 유럽에서는 흑사병(Black Death)이 대유행하면서 유럽 최대 규모의 재앙이 펼쳐졌다. 이탈리아에서는 감염병의 확산을 막기 위해 도시계획 단계에서부터 방역체계가 고려되었다. 계획도시 팔마노바(Palmanova)는 감염병이 창궐하였을 때, 도시 내부에 비감염자와 감염자의 격리를 위한 공간을 만들고 중앙에서 관리 가능할 수 있도록 계획되었다. 19세기 산업혁명 시기에 프랑스 파리는 인구가 급증하면서 도시 환경이 악화되었다. 그에 따라 다양한 도시 문제가 발생하였는데 1832년 콜레라가 대유행하여 많은 시민들이 죽게 되었다. 파리는 도시 대개조 사업을 계획하여 감염병과 도시 위생에 대해 대응하였다. 도시 공간에 대한 정확한 이해와 감염병 확산의 원인을 파악하여 녹지 조성과 상수도망 정비가 이루어졌다. 또한, 19세기 영국 런던에서도 콜레라가 발병하면서 빠르게 퍼져 나갔고 콜레라의 원인이 오염된 하수인 것이 밝혀지면서 상하수도 시설을 계획하여 상하수도를 구분하게 된 계기가 되었다. 21세기 현재 우리는 새로운 바이러스에 대한 대유행 문제에 직면하고 있다.

2019년 12월 중국에서 처음 발생한 코로나19(COVID-19)는 전 세계로 확산되고 있다. 세계보건기구(WHO)는 2020년 3월 11일에 팬데믹(세계적 대유행)을 선언하였다. 국내에서도 지역 사회 감염이 확산되면서 생활 속 깊숙이 침투하고 있는 감염병의 확산을 막고 방역 대책을 강구하기 위해 2020년 3월 22



일 사회적 거리두기(Social Distance)가 최초 시행되었다. 하지만 감염병 확산의 양상이 다양하게 나타나면서 팬데믹은 장기화 되었다. 서울시는 인구밀도가 높은 도시로서 코로나19 감염에 취약할 수밖에 없다. 2021년 9월 25일 일일 확진자수가 1,000명을 돌파하면서 대유행을 겪고 있다.

사회적 거리두기는 감염병 확산을 막기 위해 사람 간 접촉을 줄인다는 뜻으로 시행되었고 시행 초기에는 실제로 유동인구가 많이 줄면서 확산을 막았지만 감염병 확산이 지속되면서 사회적 거리두기가 끝나지 못하고 지속되면서 대면 필수 산업, 소상공인 피해, 주말 유동인구 증가 등 지역 사회 곳곳에서 잡음이 끊이지 않게 되었다.

인구가 밀집하여 생활하는 공간인 도시는 필연적으로 바이러스 전파에 취약할 수밖에 없다. 사람간의 접촉을 줄이기 위해 사회적 거리두기를 시행하고 있지만 공간별로 다른 특성이 있는 도시를 행정구역 경계를 기준으로 제한한다는 것은 비효율적이다. 본 연구에서는 공간 특성에 맞는 대응체계에 대한 도시 계획이 필요할 것으로 보고 있다.

코로나가 끝난 이후에 경제적, 사회적으로 변화된 새로운 일상인 ‘포스트 코로나(Post corona)’가 오고 있다. 감염병에 대한 대비체제를 구축하여 코로나19바이러스 이후 새로운 감염병 확산 상황에서 대비할 수 있는 도시계획을 말한다. 또한 최근 코로나19바이러스의 확산을 줄이지 못하는 상황이 지속되면서 ‘위드 코로나(With corona)’의 개념도 등장하였다. 위드 코로나는 대응체계의 최한의 개입을 통한 일상회복이다. 위드코로나의 전제조건은 도시공간을 이해라고 공간 특성에 맞는 적절한 대응 방향이 갖춰져야 할 것이다.



1.1.2 연구의 목적

도시 내 코로나19 확산은 인구밀도와 밀접한 영향을 끼치고 있다는 최근 연구결과가 나오고 있다. 따라서 서울시 내 지역별 유동인구와 코로나19 감염 확진자수의 관계를 분석한다면 지역에 대한 감염병 확산의 연관성을 추적할 수 있다. 이러한 지역들 중 연관성이 높은 지역이 가지는 도시 형태를 살펴보고 분석하다면 그 결과로 유동인구와 감염병 확산의 연관이 높게 나타나 감염병 확산에 취약한 도시 공간은 어떤 구성요소가 영향을 끼치는지 알 수 있다.

본 연구에서는 도시 내 유동인구와 감염병 확산이 관계를 분석하여 결과로 나온 도시에 대한 구성요소를 살펴보면서 취약한 공간이 가지고 있는 구성요소를 분석하려고 한다. 그 결과로 취약한 지역이 분석이 되면 감염병 확산 대응을 위한 도시계획의 수립에 도움을 줄 수 있다.

더 나아가 감염병 확산에 취약한 도시 공간에 대한 대비를 할 수 있도록 제안한다. 본 연구를 바탕으로 취약 도시공간에 대한 개선을 하고 포스트 코로나 시대에 적절한 도시계획이 만들어 질 수 있도록 한다. 이를 통해 도시계획 해결점을 도출하여 감염병 확산에 강한 도시를 계획하는 것이 목적이다.

분석에 대한 해석을 통해 도시 구성요소를 추출하고 취약점이 있는 요소들을 포함하는 공간에 대해 대응할 수 있는 도시계획을 수립하고 이후 새로운 감염병 확산을 막기 위한 도시계획을 수립하기 위해 활용한다면 포스트코로나 시대를 넘어 위드코로나 시대로 갈 수 있는 도시를 완성할 수 있을 것이다.



제 2 절 연구의 범위 및 방법

1.2.1 연구의 범위

1) 연구의 공간적 범위

본 연구에서 공간적 범위로 설정한 지역은 서울시 행정구역 전체이다. 분석에서 활용한 공간의 데이터는 집계 가능한 최소단위인 집계구로 설정하여 연구를 진행한다. 현재 코로나19바이러스의 감염 추이의 특징을 살펴보면 서울시를 포함한 수도권은 비슷한 추이를 보이고 있어 연구의 범위로서 활용할 수 있다. 하지만 수도권은 도시 구성요소가 서울시와 다른 특성이 존재하며 이는 본 연구의 목적인 감염병에 취약한 도시 공간을 특정하기에 부적하다고 판단하기 때문에 제한적으로 서울시만을 연구의 범위로 정했다.

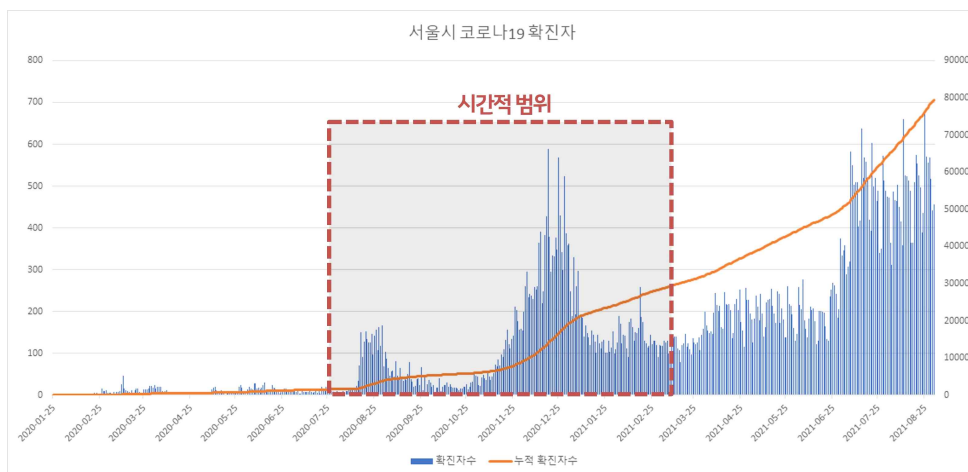
그림 1-1 연구의 공간적 범위



2) 연구의 시간적 범위

시간적 범위는 2020년 8월부터 2021년 2월까지 총 212일로 설정한다. 서울시 내 코로나19바이러스가 처음 발병한 날부터 시간적 범위를 정할 수도 있었으나 사회적 거리두기가 시행되고 유동인구와 감염병 확산이 뚜렷하게 나타나고 있는 시기를 바탕으로 분석하는 것이 정확한 연구 결과로 이어지기 때문에 해당 시간적 범위로 확정한다. 이는 코로나19의 2차 대확산 시기(20.08.17.~20.09.16.)부터 3차 대확산 시기(20.11.16.~21.02.14.)¹⁾의 유동인구 변화량과 코로나19 확진자의 수를 포함하고 있다.

그림 1-2 연구의 시간적 범위



출처 : 서울시 코로나19 발생동향. 재구성

1) 질병관리청, 코로나바이러스감염증-19.
<http://ncov.mohw.go.kr>

1.2.2 연구의 방법 및 흐름

본 연구는 유동인구와 감염병 확산의 관계를 바탕으로 집계구 단위 지역 중 감염병 확산에 취약 지역을 분석한다. 이를 통해 취약 지역의 도시 구성요소를 분석하여 감염병 확산이 특정 지역에서 영향을 끼친다는 것을 도출한다. 이후 분석된 특정 지역들의 도시 구성요소를 살펴본다. 그 결과로 나온 도시 구성요소의 대책을 바탕으로 도시계획 전략을 수립한다.

연구의 과정은 총 5장으로 구성하였고 연구의 흐름은 <표 1-1>과 같다.

제1장은 서론으로 연구의 배경과 목적 그리고 연구의 범위 및 방법에 대해 제시한다.

제2장은 이론적 고찰로서, 본 연구에서 나오고 있는 개념들에 대한 고찰과 코로나19 감염 현황에 대한 고찰한다. 본 연구와 관련성이 높은 선행연구의 분석을 통해 본 연구의 차별성 및 착안점을 제시한다.

제3장은 분석의 틀로 분석의 첫 단계이다. 본 연구의 범위적 해석과 함께 연구의 흐름을 작성함으로써 연구의 목적에 맞는 분석의 흐름을 파악하여 결론을 도출하기 위한 틀을 작성한다.

제4장은 분석 및 해석이다. 분석의 두 번째 단계로서 종속변수로서 유동인구와 코로나19 감염의 시계열 그래프 유사도를 활용하고 도시 구성요소를 독립변수로 활용한다. 통계적 방법을 사용하여 본 연구의 목적에 맞는 상관관계를 도출하고 해석하고자 한다.

제5장은 결론 단계이다. 본 연구의 분석을 통해 나온 결과를 바탕으로 도시 구성요소에 대한 접근을 통해 도시계획에서 감염병에 대한 대책을 수립하고 도시 공간에서 감염병 확산을 줄일 수 있는 방안을 제시한다. 또한 연구의 한계를 지적하여 향후 과제를 도출하고자 한다.



<표 1-1> 연구의 흐름



제 2 장 이론적 고찰 및 선행연구 검토

제 1 절 이론적 고찰

2.1.1 코로나19

코로나19(COVID-19)는 중국 후베이성 우한에서 최초 발현된 것으로 추정하고 있다.²⁾ 밀폐된 공간에서의 접촉 및 비말 등을 통한 빠른 전파력이 특징이다. 코로나19는 빠르게 전 세계로 퍼지기 시작하였고 별다른 대응책 없이 감염이 급증하자 세계보건기구(WHO)는 2020년 3월 11일에 세계적 팬데믹(Pandemic)을 선언하였다.

초기에는 동양권을 중심으로 퍼져나갔지만 유럽과 북아메리카로 퍼져나간 바이러스는 건잡을 수 없이 퍼져나갔다. 서양권은 동양권과 다르게 공공장소에서 얼굴을 가리거나 마스크를 쓰는 것은 공중도덕을 어긴다고 생각하거나 잠재적 범죄자 취급을 받는 문화적 차이 때문에 코로나19 바이러스의 확산이 동양권보다 빨랐다. 도시에서 시민의 활동 차이로 인한 감염병 확산 속도에 차이가 발생한 것이다.

2020년 1월 20일, 우한에서 입국한 중국인이 한국에서 최초 코로나19 감염자로 판정되고 코로나19바이러스가 국내로 유입되었다. 한국은 이것을 계기로 감염병 위기대응의 1단계인 ‘관심(Blue)’ 단계에서 ‘주의(Yellow)’로 격상되었다. 이 후, 추가 확진자가 계속해서 생기면서 단계를 ‘경계(Orange)’로 올라갔으며 코로나19바이러스 대규모 확산으로 인해 ‘심각(Red)’ 단계까지 격상되면서 한국은 감염병 확산에 따른 일상 변화가 나타나기 시작했다.

2) Centers for Disease Control and Prevention(CDC).
<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>



<표 2-1> 한국 감염병 위기 대응 체계

| 관심(Blue) | 주의(Yellow) |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 위기유형 <ul style="list-style-type: none"> - 해외에서의 신종감염병의 발생 및 유행 - 국내 원인불명·재출현 감염병 발생 • 주요 대응 활동 <ul style="list-style-type: none"> - 감염병별 대책반 운영(질본) - 위기징후 모니터링 및 감시 대응 역량 정비 - 필요시 현장 방역 조치 및 방역 인프라 가동 | <ul style="list-style-type: none"> • 위기유형 <ul style="list-style-type: none"> - 해외에서의 신종감염병의 국내 유입 - 국내 원인불명·재출현 감염병 제한적 전파 • 주요 대응 활동 <ul style="list-style-type: none"> - 중앙방역대책본부(질본) 설치·운영 - 유관기관 협조체계 가동 - 현장 방역 조치 및 방역 인프라 가동 - 모니터링 및 감시 강화 |
| 경계(Orange) | 심각(Red) |
| <ul style="list-style-type: none"> • 위기유형 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 유입된 해외 신종 감염병의 제한적 전파 - 국내 원인불명·재출현 감염병의 지역사회 전파 • 주요 대응 활동 <ul style="list-style-type: none"> - 중앙방역대책본부(질본) 운영 지속 - 중앙사고수습본부(복지부) 설치·운영 - (행안부)법정부 지원본부 운영 검토 - 유관기관 협조체계 강화 - 방역 및 감시 강화 | <ul style="list-style-type: none"> • 위기유형 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 유입된 해외 신종 감염병의 지역사회 전파 또는 전국적 확산 - 국내 원인불명·재출현 감염병의 전국적 확산 • 주요 대응 활동 <ul style="list-style-type: none"> - 범정부적 총력 대응 - 필요시 중앙재난안전대책본부 운영 |

출처 : 질병관리청(2019) www.cdc.go.kr

한국은 2020년 3월 23일 사회적 거리두기가 시행되었다. 그 결과 많은 일상과 사회 모습들이 변화하기 시작했다. 자치구간 주중과 주말 모두 이동인구는 감소하였다. 그 결과 판매·상업시설의 매출이 큰 폭으로 하락하였다. 또한 대중교통의 이용률이 감소하는 등 시민들의 적극적인 거리두기 참여가 확인되었다. 하지만 이로 인해 경제적 타격을 심각했다.

서울특별시 중구의 경우 유동인구는 평일 30%감소, 주말은 39%로 크게 감소하였다. 반면 주거지가 밀집되어 있는 자치구의 이동인구는 소폭 증가하였다. 대중교통 이용률은 평균 27% 감소하여 큰 폭으로 떨어졌다. 상점매출은



전년대비 9%하락하였다. 또한 매출 상위의 업종의 하락폭보다 매출 하위의 하락폭이 더 크게 나타나면서 소상공인의 타격이 더욱 심각한 것으로 나타났다³⁾.

하지만 코로나19바이러스 확산세가 꺾이질 않고 그 결과 사회적 거리두기가 무기한 지속되면서 사회 곳곳에서 일상으로 회복하려는 움직임이 감지되면서 주말 자치구간 이동인구는 증가하고 감염병에 대한 대응 방식은 새로운 국면에 들어서게 되었다.

2.1.2 포스트 코로나

포스트 코로나(Post corona)는 포스트(이후에 라는 뜻)와 코로나19의 합성어로서 코로나19가 끝난 이후에 경제적, 사회적으로 변화된 새로운 일상이라는 의미를 내포하고 있다. 전세계 코로나19의 확산 추이가 멈추지 않고 있는 상황에서 주거, 산업 등 사회적으로 코로나19 이전으로는 돌아갈 수 없는 현실을 말한다. 중증급성호흡기증후군(SARS), 중등 호흡기 증후군(MERS)와 신종플루(H1N1) 등 감염병의 위협은 항상 생겨왔다. 하지만 코로나19바이러스는 확산성과 변이성이 강하여 오랜 기간 동안 인간을 괴롭히고 있다. 우리 사회가 감염병에 대해 상시 대비체제를 유지해야 한다는 것을 의미하고 있다.

3) 뉴스로, 빅데이터로 본 서울시민 코로나1년...거리두기 빛났지만 경제 회복 과제, 2021
<https://www.newsro.kr/?p=127002>



<표 2-2> 최근 도시정책 트렌드 및 전략과 코로나19로 인한 상황과의 관계

| 도시정책 트렌드 | 전략 | 포스트 코로나 시대 상황 |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 도시재생 | 도심 활성화 | 소상공인 매출 급감 |
| | 쇠퇴지역 경제적 기반 마련 | 저소득층, 노인 일자리 상실 |
| | 사회적 자본 | 이웃 간의 불신 |
| | 공동체 의식 | 사재기, 개인주의 |
| 기초생활인프라 | 기초생활인프라 확충 | 병원, 약국, 동네슈퍼 중요 |
| | 기초생활인프라에 대한 접근성 강화 | 도보권 내 이동 |
| | 기초생활인프라 지속적 운영 | 약국 등의 공공 성격 부각 |
| | 지역별 격차 해소 | 농촌과 도시 간 차이 |
| 대중교통 중심도시 | 대중교통 활성화 | 대중교통 기피 |
| | 자가용 축소 | 자가용 선호, 차량 2부제 폐지 |
| | 자전거 및 보행환경 개선 | 외부활동 자제 |
| | 자연자원, 관광자원 개발 | 관광자원 폐쇄 |
| 지방도시 특화 | 관광객 유치 | 관광객 유입 반대(제주도 사례) |
| | 숙박시설 확충 | 숙박시설 수요 감소, 병원 등을 생활치료시설 변경 |
| | 고밀, 고층 개발 | 재택근무 확산, 대규모 오피스 수요 감소 |
| | 대중교통 중심지 집적 | 대중교통 기피 |
| 압축개발 (컴팩트 시티) | 기능 간의 복합 | - |
| | 도심 재개발(도심 확산 방지) | 오픈스페이스, 녹지공간 부족 |
| | 직주근접 | 재택근무 확산 |
| | 도시 외 지역(교외) 난개발 정비 | 중소기업 위기 |
| 공유경제 | 카풀, 차량공유, 공동육아, 공동보육 | 타인과의 접촉 기피 |
| | 공유오피스, 공유회의실 | 재택근무, 화상회의 확산 |
| | 에어비엔비, 공유숙박 | 사회적 거리두기 |
| | 다문화 가족, 외국인 노동자 | 외국인 기피 |
| 포용도시 | 사회적 약자(저소득층·소외계층·장애인) | - |
| | 건고 싶은거리, 광장, 보행자전용도로 | 외부활동 자제, 사회적 거리두기 |
| | 가로 활성화(상점) | 소상공인 위기 |
| | 소규모 건축물 위주 공간 | - |
| 스마트도시 | 도시정보 실시간 모니터링 | 마스크 실시간 안내, 코로나 확진자 동선 공개 |
| | 대중교통정보시스템(BIS) | 대중교통 이용률 저하 |
| | 범죄예방시스템(CCTV·관제실) | - |
| | 광통신망, 5G 통신체계 | 화상회의, 데이터 통신 증가 |

출처 : 김동근, (2020), 포스트 코로나 시대, 감염병 대응형 도시계획 방향, 2020.05. 국토연구원, 국토이슈리포트 제17호. 재구성.

코로나19로 인해 변화하고 있는 인문·사회적 시대상에 맞춰 도시정책과 도시계획은 바뀌고 있다. 오프라인보다 온라인 생활이 확대됨에 따라 전통적 도시 공간이 변화하고 있으며 기능 간의 복합화가 의무화되고 있다. 또한 공유를 통한 이익 창출 등 공유 경제가 활성화 되면서 빠르게 시대상이 변모하고 있다.

2.1.3 시계열 데이터 마이닝

시계열 데이터 마이닝(Time Series Data Mining)은 시간영역의 측정 데이터 분석이다. 시계열(Time series data)은 현상의 분석, 경향 변화, 건전성 검토 등에 사용될 수 있는 중요한 데이터의 형태로서 다양한 분야의 과학, 공학, 경제 응용 분야에서 어렵지 않게 취득 가능하다. 이러한 시계열은 데이터의 크기, 고차원, 연속적 업데이트의 필요라는 특성으로 기술 될 수 있으며 개별 값 보다는 전체적인 경향성을 분석하는 것이 필요하다.

최근 빅데이터, 데이터 마이닝 등의 대두로 인해 인공지능, 데이터 과학 분야에서 많은 연구가 수행되어 왔다. 이러한 빅데이터 기반의 분석 결과를 구조해석의 입력 데이터, 해석 방법론 개발, 최적 설계 등에 적용하기 위해 다양한 분야에서 수행된 연구를 검토하는 것이 필요하다.

시계열 데이터는 샘플링 주기가 일정하게 취득되면서 그래프로서 나타낼 수 있는데 이를 시계열 데이터 그래프라고 한다. 시계열 데이터 그래프는 각각의 값을 가지고 있으며 전체적인 경향성을 나타내고 있는데 각 그래프의 유사도(Similarity)를 통해 기준 시계열 데이터와 비교 시계열 데이터의 유사성을 파악할 수 있다.

유사도는 시계열 데이터간의 유사함을 판단한 수치이다. 이 유사도를 구하기 위해 다양한 알고리즘이 수행된다. 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 유클리드 거리(Euclidean Distance: ED)와 동적 시간 거리(Dynamic Time Warping Distance: DTW)로 나눌 수 있다.

유클리드 거리는 그래프를 한 공간에 표현한 후 각 대응하는 점의 거리차를 계산하여 두 시계열의 유사도를 측정하는 방식이다. 가장 기본적인 유사 척도를 구할 수 있다. 또한 계산이 상대적으로 간단하여 쉽게 접근가능하며 시간이 상대적으로 적게 걸리게 된다. 하지만 각 대응하는 점이 동일하여야 하기



때문에 같은 주기를 가지고 있어야 하며 데이터의 시기가 다르게 된다면 정확성이 큰 폭으로 떨어지게 된다. 이 단점을 해결하기 위해 동적 시간 거리 알고리즘이 착안되었다.

동적 시간 거리는 그래프를 한 공간에 표현한 후 거리차를 계산하여 두 시계열의 유사도를 측정하는 것은 일치하지만 비교하는 점과 그 주변에 있는 다수의 점을 비교하여 최적해를 계산한다. 이 경우 비교하는 그래프가 같은 거리값을 가지고 있지 않아도 되며 최적 해를 찾는 과정을 통해 정확성이 상대적으로 높다. 또한 알고리즘 실행시 비교 시계열 그래프에 쉬프트(시간오차수정, shift)가 가능하다.

본 연구에서 코로나19 확산 증감 그래프는 시간에 대해 두 가지 오차가 생기는데 첫 번째는 증상이 발현된 후 검사소에서 확진 판정이 나기까지 시간 오차가 생기고 두 번째는 최근 연구결과로 밝혀진 코로나바이러스의 인체 침투 후 잠복기간은 평균 5.2일로서 시간 오차가 발생하게 된다.⁴⁾ 때문에 동적 시간 거리 알고리즘을 사용하는 것이 적절하다.

2.1.4 유동인구

유동인구는 일정기간동안 일정지역을 오가는 사람의 수를 뜻한다. 도시계획에서 유동인구는 중요한 계획요소로서 활용된다. 통계청에서는 1990년 센서스 데이터부터 ‘주간인구’란 개념으로 통근·통학 등 직업, 학업과 관련하여 이동하는 인구에 관한 자료를 제공하고 있다. 스마트폰 보급이 일상화되면서 유동인구는 각 통신사의 고객 이동 데이터를 바탕으로 유동인구를 측정하고 있다.

서울시에서도 통신사 별 고객 이동 데이터를 바탕으로 추정하는 인구를 바

4) Qun Li, et al., “Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus - Infected Pneumonia”, New England Journal of Medicine, 29 Jan. 2020.



탕으로 유동인구로서 활용하고 있다. 하지만 통신사 별 고객 정보에 대한 정보는 일반인이 데이터를 접근하기 어렵고 데이터의 가격이 비싸다. 때문에 서울시에서는 공공데이터의 개념으로서 일반인들도 쉽게 접근 가능할 수 있도록 2018년부터 생활인구의 개념을 도입하고 생활인구 데이터를 공개하였다.

<그림 2-5>를 보면 서울시 생활인구 데이터는 서울시와 KT가 공공빅데이터와 통신데이터를 이용하여 추계한 서울의 특정지역, 특정시점에 존재하는 모든 인구를 뜻한다. 가장 큰 단위인 자치구부터 행정동보다 작은 단위는 집계구 단위로 공개하고 있다. 일별을 기준으로 집계구 단위의 생활인구 증감을 구한다면 유동인구 자료로서 활용할 수 있다.

본 연구에서는 유동인구의 정의를 일별 생활인구의 증감으로 정의한다. 이를 바탕으로 유동인구와 감염병 확산의 관계를 알아보기 위한 일별 유동인구 증감 시계열 데이터와 코로나19 확진 시계열 데이터를 확보 했다.

그림 2-1 서울시 생활인구 데이터

서울 생활인구란?

서울시와 KT가 공공빅데이터와 통신데이터를 이용하여 추계한 서울의 특정지역, 특정시점에 존재하는 모든 인구

| 구분 | 인구총조사인구(2019년) | 주민등록인구(2021.02월) | 생활인구(2021.11.12) |
|------|----------------|------------------|------------------|
| 아간평균 | 9,640 천명 | 9,882 천명 | 10,713천명 |
| 시간범위 | 1년 | 1개월 | 시간 |
| 공간범위 | 행정동 (424) | 행정동 (425) | 집계구 (19,153) |
| 공개시점 | 1년 후 | 1개월 후 | 5일 후 |

출처 : 서울 열린데이터 광장(2021.11.12. 기준) www.data.seoul.go.kr

2.1.5 도시 구성요소

도시는 다양한 유·무형적 요소로 이루어져 있다. 도시계획론(대한국토·도시계획학회, 2009)에 따르면 도시를 인구·물리적 측면, 사회·경제·문화적 측면 그리고 기능적 측면으로 나누어 규정하는 것이 일반적인 경향이라고 정의한다. 이것을 바탕으로 여러 분야와 관점에서 도시의 구성요소를 정의할 수 있는데 일반적으로 도시의 구성요소를 사회·문화적인 요소와 물리적 요소 두 가지 관점으로 보고 있다. 사회·문화적인 요소로서 시민(citizen)과 활동(activity)을 들고 있으며, 물리적인 요소로서 토지(land) 및 시설(facility)을 말하고 있다.

1) 시민(citizen)

시민(citizen)은 도시의 기본 요소이며 도시가 존재할 수 있는 이유이기도 하다. 때문에 도시공간 요소를 본다면 시민 즉 인구에 대한 요소를 빼놓을 수 없다. 또한 물리적인 도시 계획에서 초기에 대지와 시설의 규모를 정하는 기초 자료로서 활용 된다.

2) 활동(activity)

활동(activity)는 앞서 언급한 도시가 존재할 수 있는 이유인 시민의 각종 활동을 의미한다. 영국의 도시계획가 게데스(P. Geddes)는 활동의 요소를 생활, 생산, 위락으로 정의하였다. 프랑스의 건축가이자 도시계획가인 르 꼬르뷔제(Le Corbusier)는 게데스가 정의한 세 가지와 교통을 넣어서 네 가지 활동 요소를 정의하였다.



3) 토지(land)와 시설(facility)

토지(land)와 시설(facility)이 도시공간 요소로서 작동하는 것은 도시 활동들을 지원하고 효율적으로 유지할 수 있게 지원하는 시설이 필요하기 때문에 도시공간 요소⁵⁾로서 말하고 있다. 또한 토지는 시설들을 설치하기 위해 필요하다. 의미를 작게 본다면 시설은 도시 행정 차원에서 계획하고 관리하는 도시시설을 의미한다. 이러한 도시시설은 건축, 교통시설, 평면적 시설로서 구분된다. 의미를 크게 본다면 도시공간에 존재하는 모든 토지와 더불어 그 토지에 존재하는 모든 것을 의미할 수 있다.

이 세 가지 중 어느 하나를 제외한다면 현대 의미에서 도시라고 볼 수 없기 때문에 필수적인 요소라고 할 수 있다. 본 연구에서 의미하고 있는 도시구성요소는 네 가지 도시 구성요소를 기본으로 지표를 도출하여 본 연구에서는 유동인구와 감염병 확산의 관계에 활용하려 한다.

5) 대한국토·도시계획학회, 「도시계획론」 (보성각, 2009), p. 33.



제 2 절 관련 이론 검토

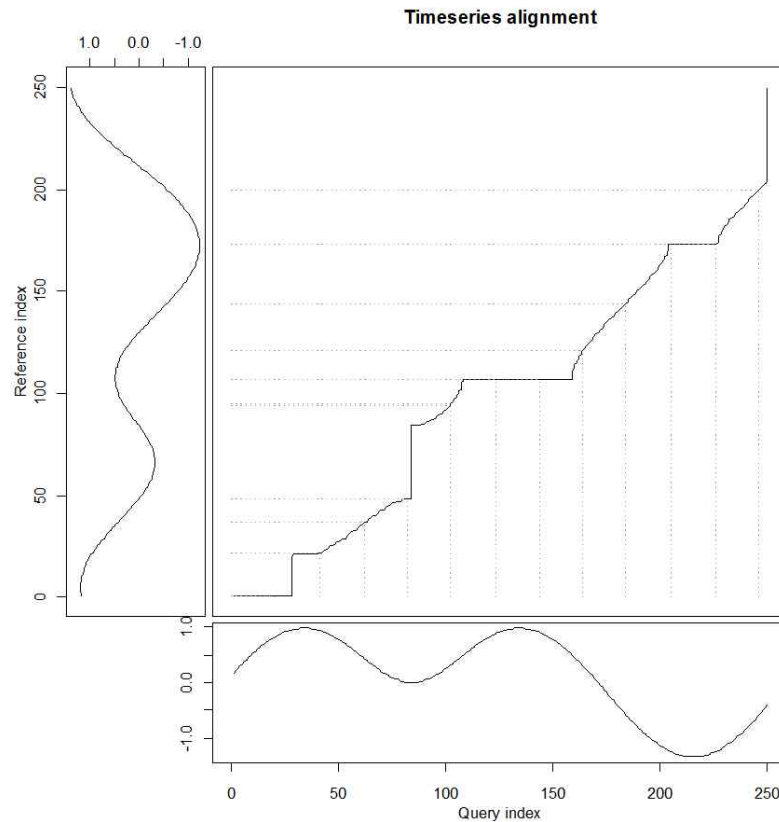
2.2.1 시계열 데이터 유사도

동적 시간 거리(Dynamic Time Warping Distance: DTW)는 시계열 데이터를 분석하는데 사용된다. 속도가 다른 여러 개의 시간 시퀀스 간의 유사도를 측정하고 분석한다. 동적 시간 거리는 비디오, 오디오, 금융 정보 및 그래픽 데이터 등의 시간 시퀀스에 적용하고 있다. 그래프로 표현 가능한 데이터는 모두 이 알고리즘을 쓸 수 있는데 대표적인 예로는 자동 음성 인식이다. 기준이 되는 음성 인식 데이터를 시계열 데이터로서 가지고 있다가 새로운 시계열 데이터가 입력되면 기준 데이터와 비교하여 유사성의 척도를 판단한다. 이처럼 현재 모션 캡처 시스템, 음성 인식 등 여러분야에서 4차 산업혁명에 기여하며 시계열 데이터를 분석하는 중요한 알고리즘으로 활용중이다.

알고리즘의 단점으로는 대응하는 요소들을 전부 계산하기 때문에 일반적인 유클리드 거리(Euclidean Distance: ED) 알고리즘에 비해 작업속도가 오래 걸린다. 또한 데이터의 인과관계, 변화량은 알지 못한다는 단점이 있다. 최적해 찾기로 인해 불필요하게 더한 거리값이 존재할 수 밖에 없는 단점도 존재한다. 하지만 유클리드 거리 알고리즘보다 정확성이 높고 시계열 축의 비틀림을 보기 때문에 시계열 데이터의 유사성에 대한 성능이 높다. 동적 시간 거리 알고리즘은 두 개의 시계열 데이터에 대해 행렬을 생성하고 모든 대응하는 점에 대해 유클리드 거리를 분석한다.



그림 2-2 동적 시간 거리 알고리즘 행렬



출처 : Senin, P. (2008). Dynamic time warping algorithm review. Information and Computer Science Department University of Hawaii at Manoa Honolulu, USA, 855(1-23), 40.

시계열 데이터의 유사도를 분석하는 과정은 <그림 2-1>과 같이 이후 최적해를 찾는 과정을 통해 최소 거리를 찾는 알고리즘이다. 이 과정에서 단조성(monotonicity)을 적용하여 탐색은 단조 증가된다. 또한 연속되는 점들 즉, 이웃 구간에서 연속적인 최적 거리를 찾는 연속성(continuity)를 적용하여 최적해를 찾게 된다.

제 3 절 선행연구 검토

현재 연구시점에서 코로나19 확산은 진행 중이다. 도시계획에서 최신 이슈이기 때문에 코로나19 관련 연구는 시작점에 서있다. 선행연구를 통해 도시계획에서의 코로나19를 바라보는 관점과 대응방향을 살펴본다. 또한 유동인구와 도시 구성요소의 관계를 연구한 선행연구를 바탕으로 분석에 활용할 수 있는 지표를 도출할 수 있도록 살펴본다.

2.3.1 코로나19와 도시계획

김동근(2020)은 코로나19로 인한 직접적 영향(인명피해, 생산차질, 매출감소)에 대해 규명하고 대응책에 따른 도시사회 분야에 큰 영향을 끼치고 있다는 것을 규명하였다. 포스트 코로나 시대에 맞는 도시 내·외 환경변화에 따라 도시계획 관련 지표의 변화 가능성을 이야기 했다.

김러영 et al. (2020)은 코로나19에 따른 도시의 회복력과 도시정책 방향에 대해 연구하였다. 코로나19로 달라진 일상과 분야별 대응에 대한 분석을 통해 뉴노멀을 정의하였다. 또한 감염병에 대응하는 도시계획 방향을 이야기 했다.

김진유(2020)는 포스트코로나시대 도시계획의 과제에 대해 연구하였다. 과거에 있었던 감염병과 도시계획에 대해 규명하고 도시가 발전해온 양상을 이야기 했다. 포스트코로나 시대에 따라 변화한 도시공간을 전망하고 골목상권 부활, 주거공간의 다목적화, 공유공간의 축소와 오픈스페이스 수요의 증가에 대해 연구하였다. 그에 따라 컴팩트시티와 언택트시티를 정의하면서 도시계획 과제에 대해 이야기 했다.

정재용(2020)은 코로나19 이후 도시계획의 주요 이슈들을 나열하고 도시계획 과제를 연구하였다. 과거의 전염병을 통해 코로나19 팬데믹을 규명하고 도



시계획의 대응 방향과 과제를 연구하였다. 인구밀도와 도시공간, 도시기능과 토지이용에 대한 대응방안을 이야기 했다.

2.3.2 유동인구와 도시 구성요소

김경옥(2020)은 코로나19 발생에 따른 서울시에서의 이동 및 소비패턴 변화를 분석하였다. 코로나19 확진에 대한 시계열 데이터를 바탕으로 분석 구간을 나누었다. 분석 구간에 따른 대중교통 승객수 변화, 거리별 승객수 변화와 지역별 승객수 변화를 보았다. 이 요인들에 대한 관계를 규명하기 위해 요인분석을 진행했다. 코로나19 상황이 장기간 지속되면 확진자 감소에 따라 대중교통 승객수의 정상 회복세가 초기보다 빨라졌다고 이야기 했다.

이주아 et al. (2013)은 가로의 물리적 여건과 보행량의 영향관계 분석을 진행하였다. 서울시의 존재하는 도심권역, 강남권역과 여의도권역의 중심업무지구를 대상으로 하였다. 보행활동은 보행환경 의해 영향을 받는다고 보고 보행환경을 정의하였다. 물리적 요소와 함께 시설, 보행경험을 바탕으로 지표를 추출하였다. 상관분석과 다중회귀분석을 통해 영향요인을 분석하였다.

이정우 et al. (2015)는 가로유형을 정의하고 물리적 환경특성과 보행량의 연관성을 분석하였다. 서울시 내 가로유형을 세분화하고 가로유형별 보행영향요인을 분석하였다. 요일별 시간대별 유동인구의 흐름을 기반으로 실제 인구가 움직이고 집중되는 가로의 중요도를 토대로 가로를 유형화하였다. 업무위주 상업가로, 주거위주 상업혼재가로, 상업위주 업무복합가로, 주거위주 산업·업무혼재가로, 공동주택위주 상업·업무혼재가스로 다섯 가지 유형으로 나누었다. 주거밀도가 높은 가로구역의 경우 가로의 물적 환경을 이루는 가로체계보다도 저층부 용도나 토지이용 혼합도 특성이 보행량에 더 큰 영향력이 있음을 확인하였다.



이향숙 et al. (2014)은 서울시 유동인구 자료를 활용하여 다섯 가지 생활권역의 보행특성을 비교·분석하였다. 조사 지점에 따라 보행량의 차이를 분석하고 다중회귀분석을 통해 보행량에 영향을 미치는 요인을 규명했다. 중앙선, 버스정류장, 횡단보도가 있는 경우 유동인구가 증가하는 경향이 있었으나 도심권에서는 반대로 나타났다. 또한 유동인구와 상관성을 보이는 변수가 권역에 따라 상이하게 나타난 것을 보고 영향을 미치는 정도를 확인하였다.

윤정미 et al. (2015)는 유동인구 분포와 도시공간의 영향요인을 분석하였다. 공간회귀모형을 적용하여 전역적, 국지적 공간에 대한 자기상관을 측정하였다. 토지이용혼합도, 주거 밀도, 상업밀도, 녹지 밀도의 지표선정을 통해 유동인구와의 영향을 분석하였으며 또한 이 요인들이 주로 강남구와 종로구 일대가 높게 도출됨에 따라 유동인구와 연관되었음을 규명하였다.



2.3.3 연구의 차별성

선행연구를 분석한 결과, 코로나19와 도시계획에 대한 대응방안과 대책에 대한 내용인 것으로 확인되었다. 본 연구에서는 향후 코로나19와 도시계획에 대한 대응방안과 대책을 세울 수 있는 기초자료로 활용할 수 있는 지표를 도출하려고 한다.

본 연구에서는 기존의 선행연구에서 유동인구에 영향을 끼치는 지표를 도출하는 것은 동일하다. 하지만 그 요인들을 도시설계론(대한국토·도시계획학회, 2009)을 통해 정의하고 지표를 도출한다는 과정이 다르다. 또한 유동인구에 대한 정의를 일별 생활인구의 증감으로 정의하였다. 공간적 범위 또한 전체로 볼 때 서울시 전체 지역을 대상으로 하지만 집계구 단위의 공간을 살펴본다는 것이 다르게 나타났다.

본 연구는 코로나19 감염확산과 유동인구의 시계열 데이터를 바탕으로 유사성을 분석하고 그 유사성을 통해 도시요소와 영향관계를 규명하려고 한다. 코로나19와 관련된 데이터는 비교적 최근에 생겨났기 때문에 아직 관련 연구는 많이 나타나지 못하고 있다. 때문에 기초자료로 활용할 수 있는 연구를 통해 보다 많은 연구가 생길 수 있도록 연구하려 한다. 또한 연구결과를 바탕으로 향후 도시계획 방안을 제안하려 한다. 연구의 한계를 통해 향후 연구과제도 살펴 볼 수 있을 것이다.



제 3 장 분석의 틀

제 1 절 분석 범위

3.1.1 분석 내용 및 분석범위

코로나19 감염자의 데이터의 경우, 서울시와 수도권에만 국한되지 않고 모든 지방행정 기관에서 일별 확진자를 공개하고 있다. 서울시는 최근 확진자수의 증감이 급격하게 일어나고 있다. 이를 통해 도시의 특성과 감염병 확산의 관계를 살펴볼 수 있다. 집계구별 공공데이터의 수급이 다른 행정기관보다 상대적으로 쉽다. 분석의 내용을 서울시 집계구의 일별 생활인구 증감을 통해 유동인구를 정의하였다.

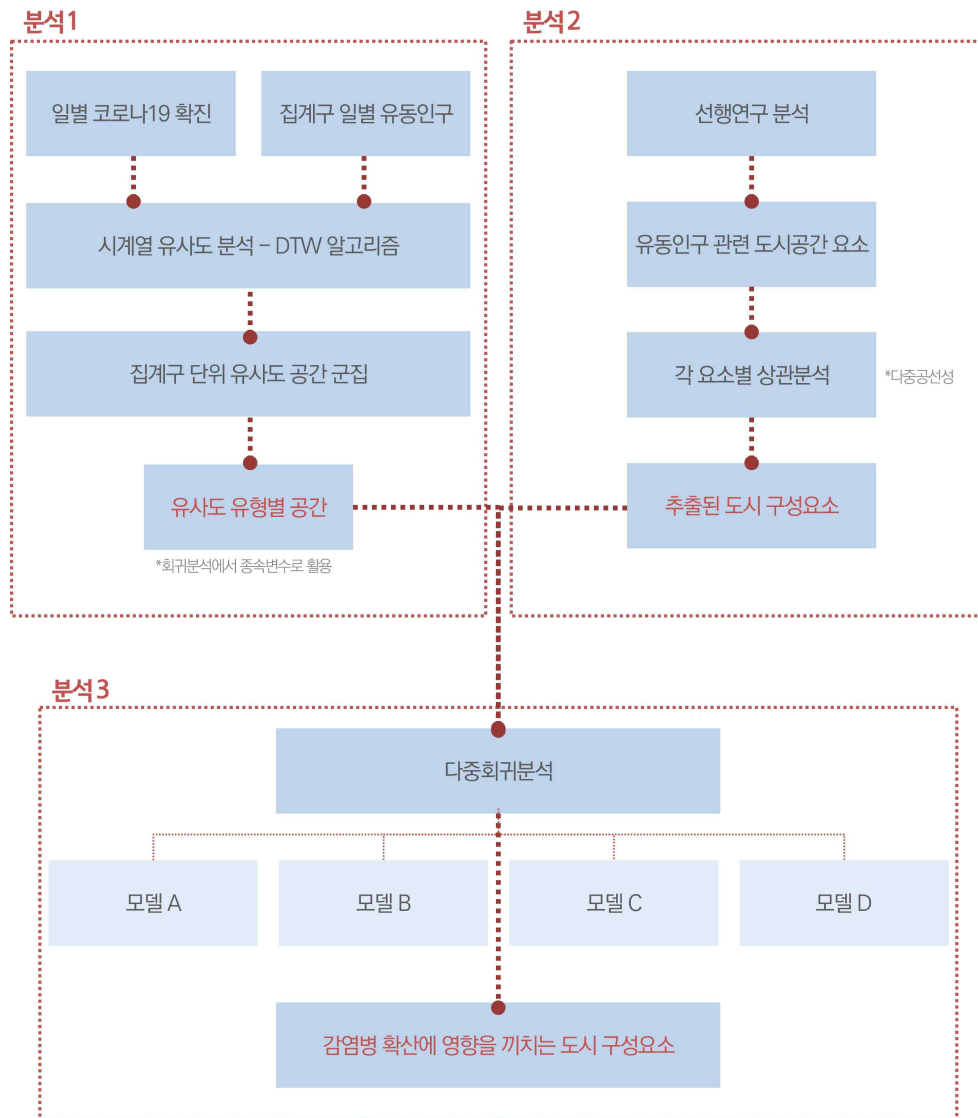
앞서 설명된 것처럼 서울시의 경우 감염병 확산이 집단감염으로 이루어진 사례가 많이 나타나고 있다. 그 이유가 인구밀도와 관련이 깊다는 연구를 전제로 분석을 진행하기 때문에 서울시는 관련 분석에 적합한 특성을 지녔다.

제 2 절 분석 흐름

3.2.1 분석 흐름도

본 연구에서 분석은 크게 세 가지로 나누어 진행한다. 연구의 분석이 여러 통계적 기법과 방법이 사용됨에 따라 분석 흐름도를 작성하여 단계적으로 표현하여 논리적 순서를 정렬한다.

그림 3-1 분석 흐름도



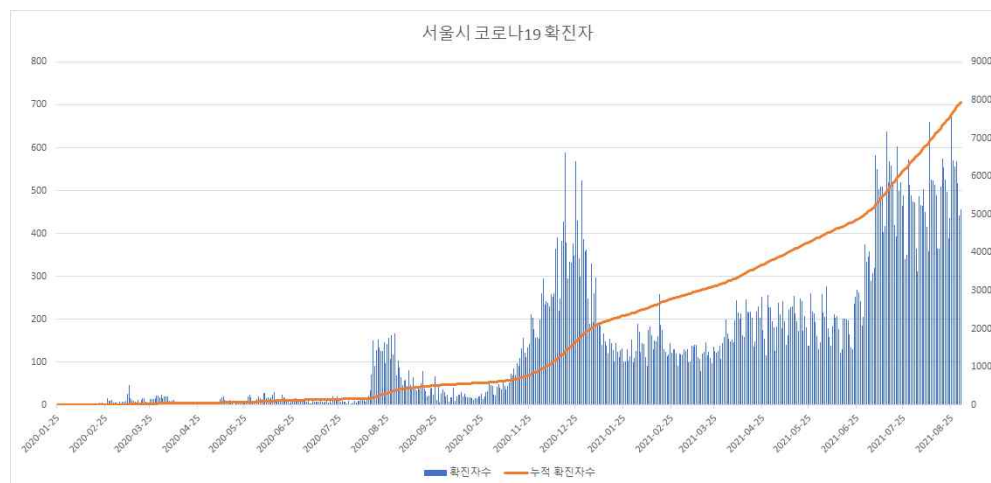
제 4 장 분석 및 해석

제 1 절 유동인구와 감염병 확산의 관계

4.1.1 서울시 코로나19 감염 시계열 데이터

서울시 코로나19 확진 시계열 데이터는 자료의 공신력을 위해 서울시 관공서 공개 자료를 수집하여 활용하였다. 일별로 집계된 서울시 코로나19 신규 확진자수를 수집하여 <그림 4-1>과 같이 시계열 데이터를 만들었다.

그림 4-1 서울시 코로나19 확진자 추이



출처 : 서울시 코로나19 발생동향. 재구성

코로나19 확산은 현재 대규모 확산이 네 차례 이루어졌다. 1차 확산(20.02.24)은 대구광역시를 중심으로 확진자가 증가하였으나 서울시에서는 크게 증감이 없었다. 2차 확산(20.08.17)은 8.15광복절 연휴 이후 서울시 내 감염

자수가 증가하였다. 2차 확산 직후 사회적 거리두기는 2단계로 격상되었다. 3차 확산(20.11.16)은 앞선 확산과 다르게 사회적 거리두기가 지속되면서 시민들의 일상회복 움직임과 감염에 대한 경각심이 둔감해지면서 도시 활동과 유동인구가 증가하게 되었다. 때문에 생활 속 감염과 산발적 집단 감염으로 이어졌다. 4차 확산(21.07.07)은 변이 바이러스의 국내 유입과 더불어 젊은 층의 확산이 계속되면서 서울시 하루 확진자수가 1,000명(20.09.25)이 넘어섰다.

시계열 데이터 중 특이점을 바탕으로 분석하였을 때, 서울시 내 확진자수가 급증한 2차 확산시기와 3차 확산시기를 본다면 코로나19 확산에 대한 특징을 살펴볼 수 있다. 때문에 시간적 범위는 2020년 8월부터 2021년 2월까지 총 212일로 설정한다.

4.1.2 유동인구 증감 시계열 데이터

서울시 내 집계구별 유동인구 증감 시계열 데이터는 ‘서울 열린데이터 광장’의 공공 데이터를 활용하여 분석하였다. 앞서 이론적 고찰에서 설명한 것처럼 유동인구를 서울시 내 집계구별 생활인구의 일별 증감을 통해 유동인구를 정의하였다. 즉, 서울시 내 집계구별 일별 생활인구이다. 집계구는 총 19,153개이며 모두 본 글에 표현하는데 어려움이 있다. 따라서 <그림 4-2>은 유동인구 증감을 바탕으로 시계열 데이터 중 대표적인 지역을 선정하여 표현하게 되었다.



그림 4-2 서울시 집계구별 유동인구 대표 지역

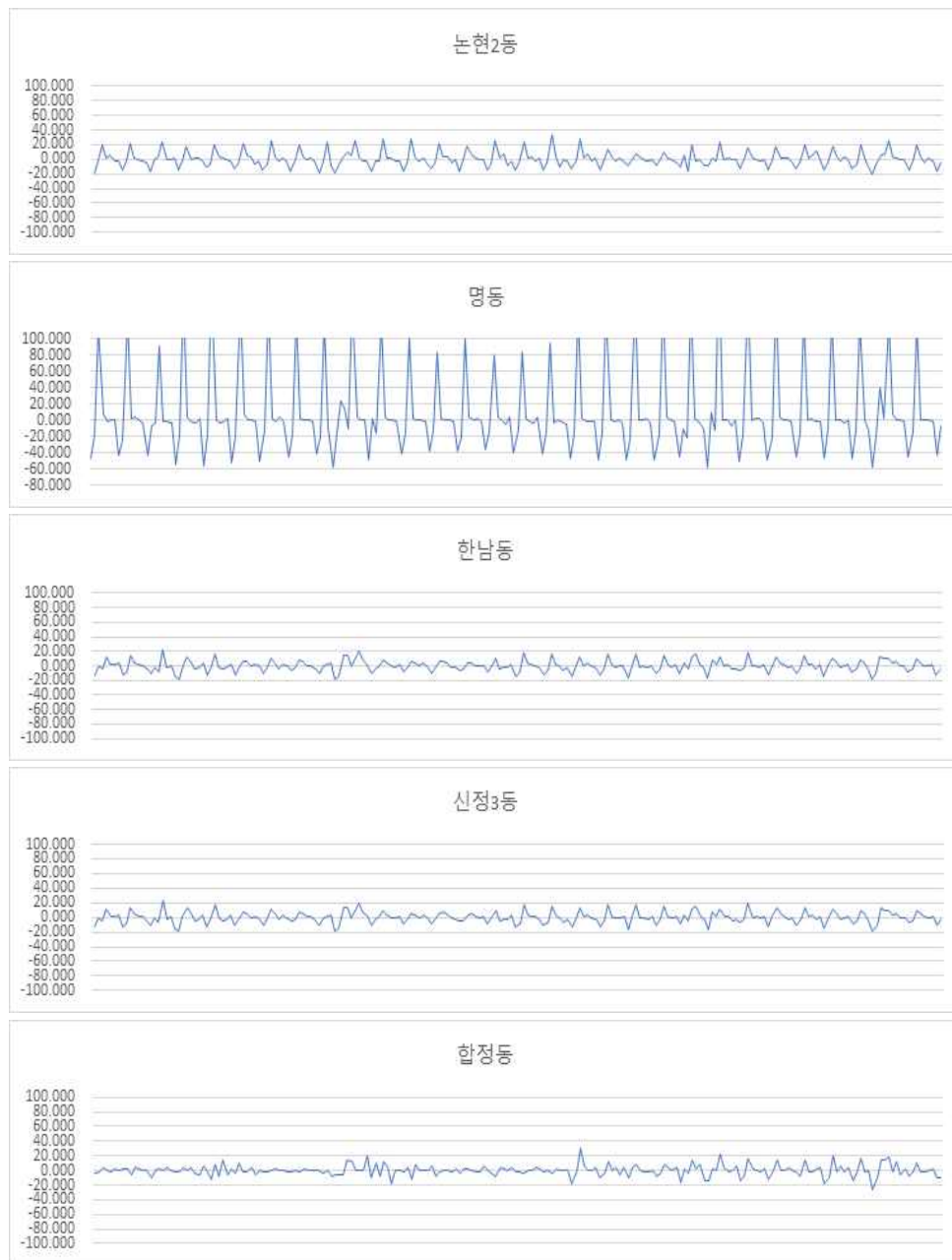
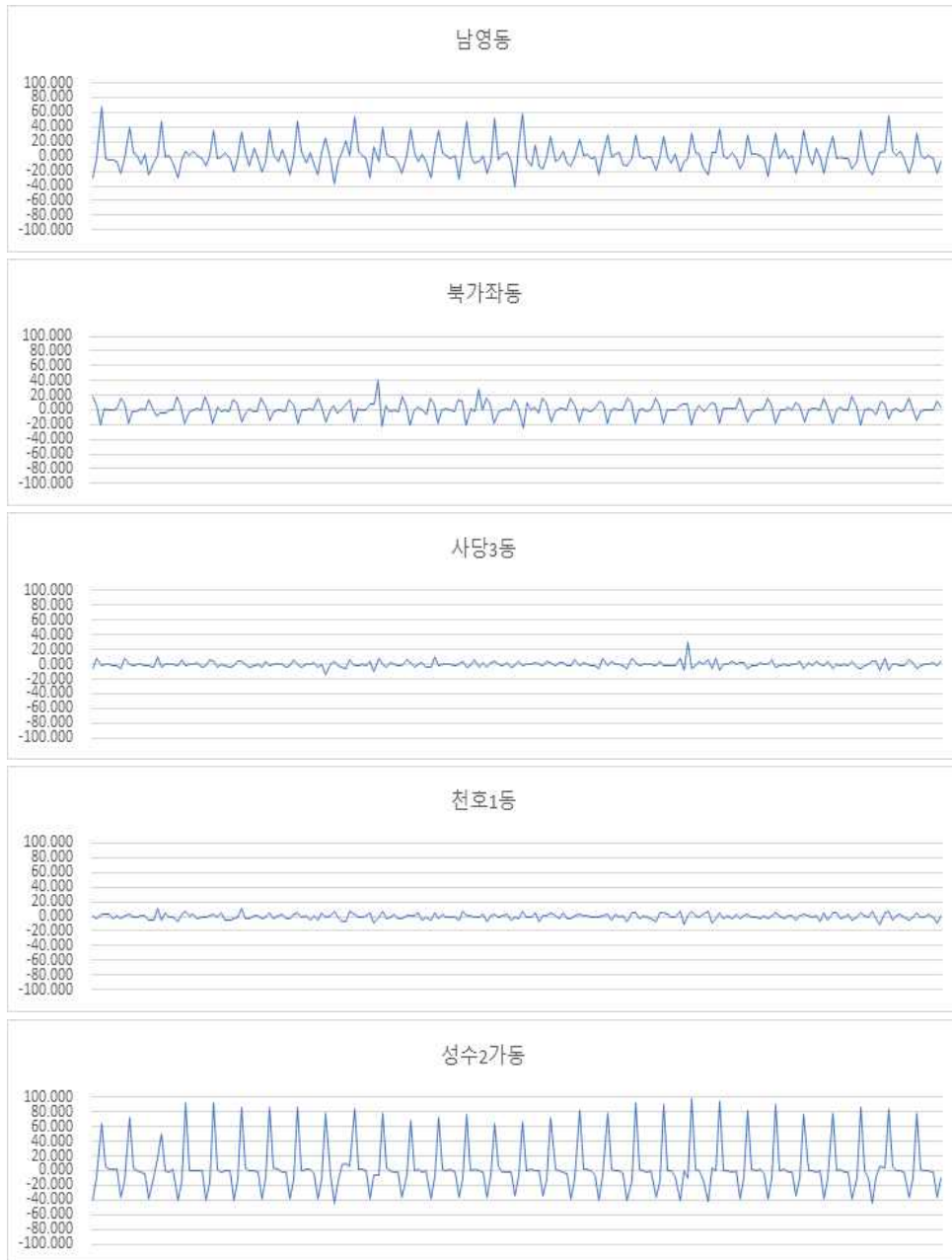


그림 4-2 서울시 집계구별 유동인구 대표 지역 (계속)



집계구별 유동인구 증감을 시계열 데이터로 그려본 결과 증감이 뚜렷하게 나타난 지역은 대부분 상업이 밀집된 지역이 주류를 이루었다. 그와 반대로 증감이 뚜렷하지 않고 일정하게 나온 지역들은 주거기능을 하는 곳으로 시각적으로 나타났다. 또한 <그림 4-3>처럼 평일과 주말 유동인구 증감의 차이가 크게 나타나는 곳이 많았다. 때문에 분석시 평일과 주말을 나누어 분석할 필요가 있다.

코로나19 확진 시계열 데이터 또한 평일과 주말의 차이가 나타났다. 도시 유동인구의 특성 차이는 앞서 설명된 선행연구처럼 인구이동의 요소가 평일과 주말은 다른 성격이기 때문에 나타난다. 분석의 정확도와 신뢰성을 높이기 위해 집계구별 평일과 주말의 유동인구를 분리하여 증감을 분석하려 한다.

그림 4-3 대표 업무지구 요일별 유동인구 변화량

| | 일 | 월 | 화 | 수 | 목 | 금 | 토 |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0시 | 1884 | 906 | 1874 | 1828 | 1781 | 2029 | 2541 |
| 1시 | 2370 | 1202 | 1842 | 1840 | 2266 | 2594 | 3223 |
| 2시 | 2396 | 1282 | 2086 | 2078 | 2384 | 2687 | 3265 |
| 3시 | 2358 | 1328 | 2154 | 2137 | 2387 | 2640 | 3105 |
| 4시 | 2189 | 1338 | 2097 | 2140 | 2371 | 2675 | 2908 |
| 5시 | 2083 | 1429 | 2185 | 2233 | 2425 | 2641 | 2831 |
| 6시 | 2089 | 1919 | 2721 | 2775 | 2995 | 3099 | 2940 |
| 7시 | 2229 | 3836 | 4629 | 4624 | 4813 | 4804 | 3286 |
| 8시 | 2567 | 7621 | 8330 | 8385 | 8655 | 8218 | 4237 |
| 9시 | 3221 | 11271 | 12017 | 12023 | 12297 | 11796 | 6067 |
| 10시 | 4053 | 13823 | 14214 | 14317 | 14658 | 13992 | 8028 |
| 11시 | 4870 | 15312 | 15829 | 15997 | 16377 | 15806 | 9815 |
| 12시 | 5883 | 16387 | 16867 | 17088 | 17598 | 17227 | 11143 |
| 13시 | 6695 | 17019 | 17983 | 17613 | 18326 | 18113 | 12664 |
| 14시 | 7202 | 17336 | 17911 | 17912 | 18567 | 18336 | 13451 |
| 15시 | 7402 | 17296 | 17726 | 17830 | 18543 | 18412 | 13747 |
| 16시 | 7416 | 16876 | 17147 | 17239 | 18132 | 18043 | 13525 |
| 17시 | 7240 | 16210 | 16279 | 16553 | 17513 | 17644 | 13132 |
| 18시 | 6919 | 15241 | 15825 | 15789 | 17101 | 17189 | 12811 |
| 19시 | 6188 | 12864 | 13472 | 13884 | 15417 | 15754 | 11971 |
| 20시 | 5274 | 10389 | 11056 | 11554 | 13215 | 13986 | 10898 |
| 21시 | 4137 | 7993 | 8572 | 9045 | 10558 | 11615 | 8228 |
| 22시 | 2826 | 3271 | 3617 | 3888 | 7207 | 8447 | 6775 |
| 23시 | 1463 | 2525 | 2696 | 3023 | 3687 | 4642 | 3787 |

*테헤란로 일대 2021년 10월 둘째 주

4.1.3 유동인구와 감염병 확산의 관계 분석

유동인구와 감염병 확산의 관계 분석은 시계열 데이터의 동적 시간 거리 알고리즘 (Dynamic Time Warping Distance: DTW)을 사용하여 진행한다. 데이터의 분석 도구로 R언어를 기초로 ‘R studio’를 사용하였다. 코로나19 바이러스의 평균 잠복기간은 5.2일로 나타나고 있다. 또한 증상이 발생되고 검사소에서 확진 판정을 받을 때 까지 시간적 오차가 발생한다. 일별 확진자가 확진일에 바이러스에 노출되었다고 말할 수 없기 때문에 <그림 4-4>과 같이 일반적인 유클리드 거리(Euclidean Distance: ED)를 사용하기에 시간적 오류가 발생한다. 따라서 본 연구에서는 동적 시간 거리 알고리즘을 이용하여 유사도 분석을 진행하였다. 시계열 데이터의 동적 시간 거리 알고리즘은 <그림 4-5>와 같이 계산된다. 여기서 Q,C는 두 데이터의 시퀀스이며 w_k 는 비교 원점에서 대응하는 점까지의 거리이다.

그림 4-4 유클리드 거리 와 동적 시간 거리 알고리즘 비교

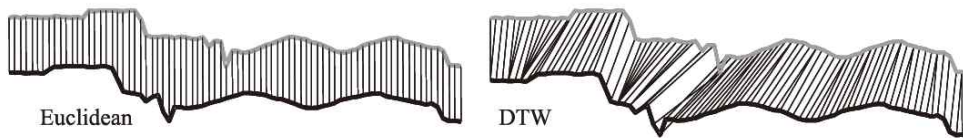


그림 4-5 동적 시간 거리 알고리즘 계산식

$$DTW(Q, C) = \min \left\{ \sqrt{\sum_{k=1}^K w_k} \right.$$

출처 : Keogh, E., & Ratanamahatana, C. A. (2005). Exact indexing of dynamic time warping. Knowledge and information systems, 7(3), 358-386.

그림 4-6 동적 시간 거리 알고리즘 분석 코드

```
# 데이터 사전작업
install.packages("tidyverse")

#데이터 데이터 확인
class(week0803)
class(weekend0801)

#dtw 알고리즘 실행
library(dtw)

#dtw 알고리즘 분석_월일분석
##반 벡터 생성(분석값 넣기위해)
dtw_distances <- vector(length = 19153)
##분석, 첫번째로 비교값(여기서는 코로나확진증강들)
for (i in 2:19154) {
  dtw_week <- dtw(week0803[1,], week0803[i,], keep=T)
  dtw_distances[i-1] <- dtw_week$dist
}

## 분석확인
dtw_distances
write.csv(dtw_distances, file = "week0803_dtw.csv")

#dtw 알고리즘 분석_주말분석
##반 벡터 생성(분석값 넣기위해)
dtw_distances2 <- vector(length = 19153)
##분석2, 첫번째로 비교값(여기서는 코로나확진증강들)
for (i in 2:19154) {
  dtw_weekend <- dtw(weekend0801[1,], weekend0801[i,], keep=T)
  dtw_distances2[i-1] <- dtw_weekend$dist
}

## 분석확인
write.csv(dtw_distances2, file = "weekend0801_dtw.csv")

## 이상치 제거
library(tidyverse)

## 이상치 확인을위한 박스플롯 생성
week0803_dtw <- read.csv("week0803_dtw.csv", header = TRUE)
weekend0801_dtw <- read.csv("weekend0801_dtw.csv", header = TRUE)
par(mfrow=c(1,2))
boxplot(week_dtw$x)
boxplot(weekend_dtw$x)

## 서머리 함수를 통해 분위수를 확인
summary(week_dtw$x)
summary(weekend_dtw$x)

## 1.5IQR을 더한 상위 극단치보다 큰 값이 몇개에 있는지 확인(이상치확인)
which(week_dtw$x-summary(week_dtw$x)[5] + 1.5*IQR(week_dtw$x))
## 하위 극단치도 확인
which(week_dtw$x-summary(week_dtw$x)[2] - 1.5*IQR(week_dtw$x))

# 이상치 제거
modified_week <- week_dtw[
  union(-which(week_dtw$x-summary(week_dtw$x)[5]+1.5*IQR(week_dtw$x)),
    -which(week_dtw$x-summary(week_dtw$x)[2]-1.5*IQR(week_dtw$x))),]
par(mfrow=c(1,2))
boxplot(modified_week$x)

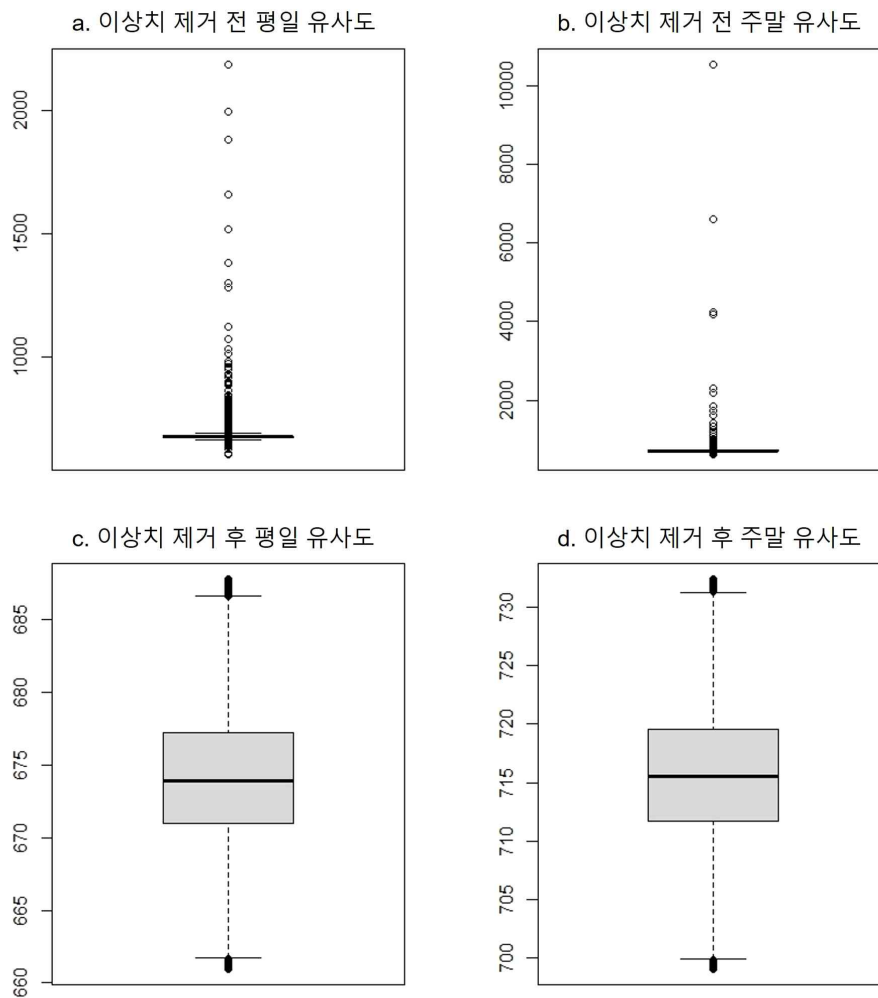
write.csv(modified_week, file = "modified_week.csv")

## 주말도 이상치 제거
boxplot(weekend_dtw$x)
summary(weekend_dtw$x)
which(weekend_dtw$x-summary(weekend_dtw$x)[5] + 1.5*IQR(weekend_dtw$x))
which(weekend_dtw$x-summary(weekend_dtw$x)[2] - 1.5*IQR(weekend_dtw$x))
modified_weekend <- weekend_dtw[
  union(-which(weekend_dtw$x-summary(weekend_dtw$x)[5]+1.5*IQR(weekend_dtw$x)),
    -which(weekend_dtw$x-summary(weekend_dtw$x)[2]-1.5*IQR(weekend_dtw$x))),]
par(mfrow=c(1,2))
boxplot(modified_weekend$x)
boxplot(modified_week$x)

write.csv(modified_weekend, file = "modified_weekend.csv")
```

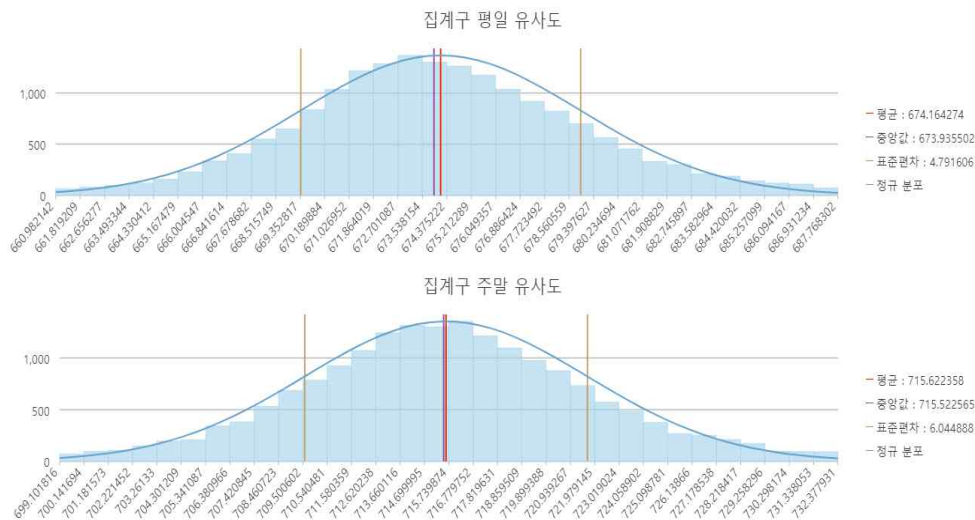
〈그림 4-6〉와 같이 알고리즘 코드를 통해 분석을 진행하였다. 평일데이터와 주말데이터로 나누어 분석을 진행하였다. 데이터의 후처리 과정을 통해 유동 인구 데이터 중 이상치를 확인하였다. 〈그림 4-7〉와 같이 평일 데이터의 경우 19,153 개의 집계구 중 996 개의 집계구를 분석에서 제외되었고 주말 데이터는 19,153 개의 집계구 중 895 개의 집계구를 분석에서 제외하였다.

그림 4-7 데이터 이상치 제거



유사도의 분석 결과는 개별로 본다면 하나의 숫자에 불과하다. <그림 4-8>과 같이 데이터를 분포곡선으로 나타낸다면 상대적 위치를 통해 집계구별 시계열 데이터 분석결과를 상대적 위치를 나타낼 수 있다.

그림 4-8 유사도 데이터 분포 곡선

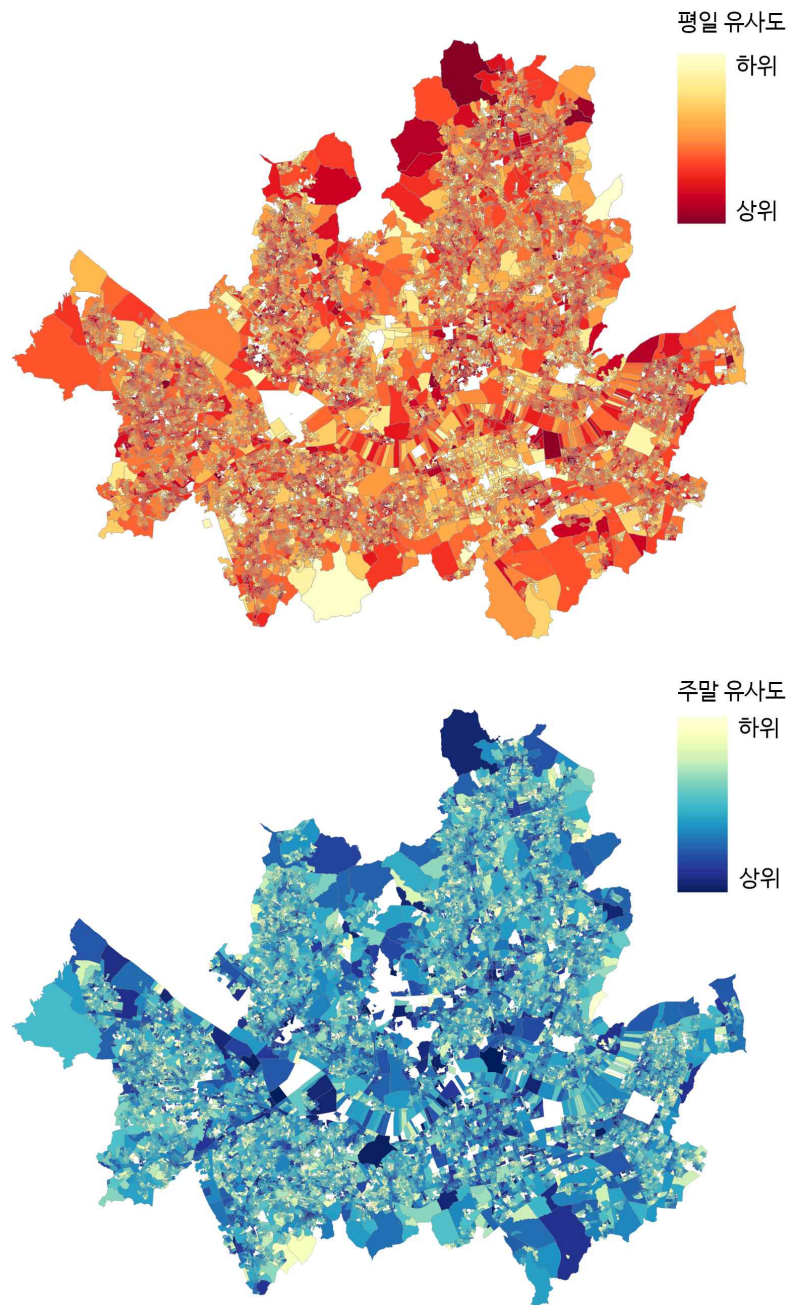


4.1.4 유동인구와 감염병 확산의 공간 패턴 분석

시계열 데이터 유사도가 측정된 데이터를 통해 상대적인 위치를 알 수 있었다. 하지만 공간 분포를 보지 못하면 분석의 의의가 없기 때문에 공간 분포를 시각적으로 표현했다. 데이터의 시각화는 ‘Arcgis Pro’ 소프트웨어를 이용하였다.

<그림 4-9>를 보면 서울시 내 집계구별 유사도 데이터 공간 분포를 확인할 수 있다. 이 공간 분포가 공간적 특성이 무엇인지 파악하고 공간의 유사성을 띄고 있는지 확인해야 한다.

그림 4-9 유동인구와 감염병 확산의 공간 분포



전역적 공간 자기상관성(Global Moran's I)은 공간에 분포하는 객체값들이 위치에 따라 모여있거나 공간상에 무작위하게 있는 것을 판별할 수 있다. 즉, 공간 분포 패턴이 무작위하거나 혹은 군집화되었는지 분석할 수 있는 방법이다. 집계구 단위 데이터의 특성 상 위치가 비슷한 지역들은 같은 특성을 띄고 있는데 전역적 공간 자기상관성에서 패턴이 무작위하다고 나오거나 유의 수준이 0.05 보다 크게 나온다면 이후 나오는 분석에 대해 신뢰성이 떨어지기 때문에 분석에 필수적 단계라고 할 수 있다.

<표 4-1> 전역적 공간 자기상관성

| | 평일 공간 자기상관성 | 주말 공간 자기상관성 |
|-----------|------------------|------------------|
| 시각화 | | |
| Moran's I | 0.095448 | 0.073093 |
| z-score | 103.910000 | 80.509694 |
| p-value | 0.000000 | 0.000000 |
| 공간 관계 | INVERSE_DISTANCE | INVERSE_DISTANCE |

출처 : esri 소프트웨어 'ArcGis Pro' 분석 사용

전역적 공간 자기상관성을 평일과 주말로 나누어서 분석하였다. 데이터의 공간 관계는 역거리(Inverse distance)로 정의하고 분석하였다. <표 4-1>에서 평일 공간 자기상관성은 군집된 패턴으로 이루어진 것으로 분석된다. 유의 수준은 0.05 보다 작은 값으로 분석되어 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 주말 공간 자기상관성은 군집된 패턴으로 이루어진 것으로 분석되었다. 유의 수준은 0.05 보다 작은 값으로 분석되어 평일과 같이 통계적으로 유의하여 분석을 진행할 수 있다.

전역적 공간 자기상관성이 통계적으로 유의하다고 분석된 것을 바탕으로 패턴을 분석하여 지역을 선별하려 한다. 군집 분석을 위해 국지적 군집패턴(Getis-Ord Gi) 분석을 사용하였다. <그림 4-10>의 수식으로 국지적 군집패턴은 이웃한 공간들의 객체값들을 바탕으로 군집화된 정도에 따라 공간적 군집 패턴을 분석한다.

그림 4-10 국지적 군집패턴 계산식

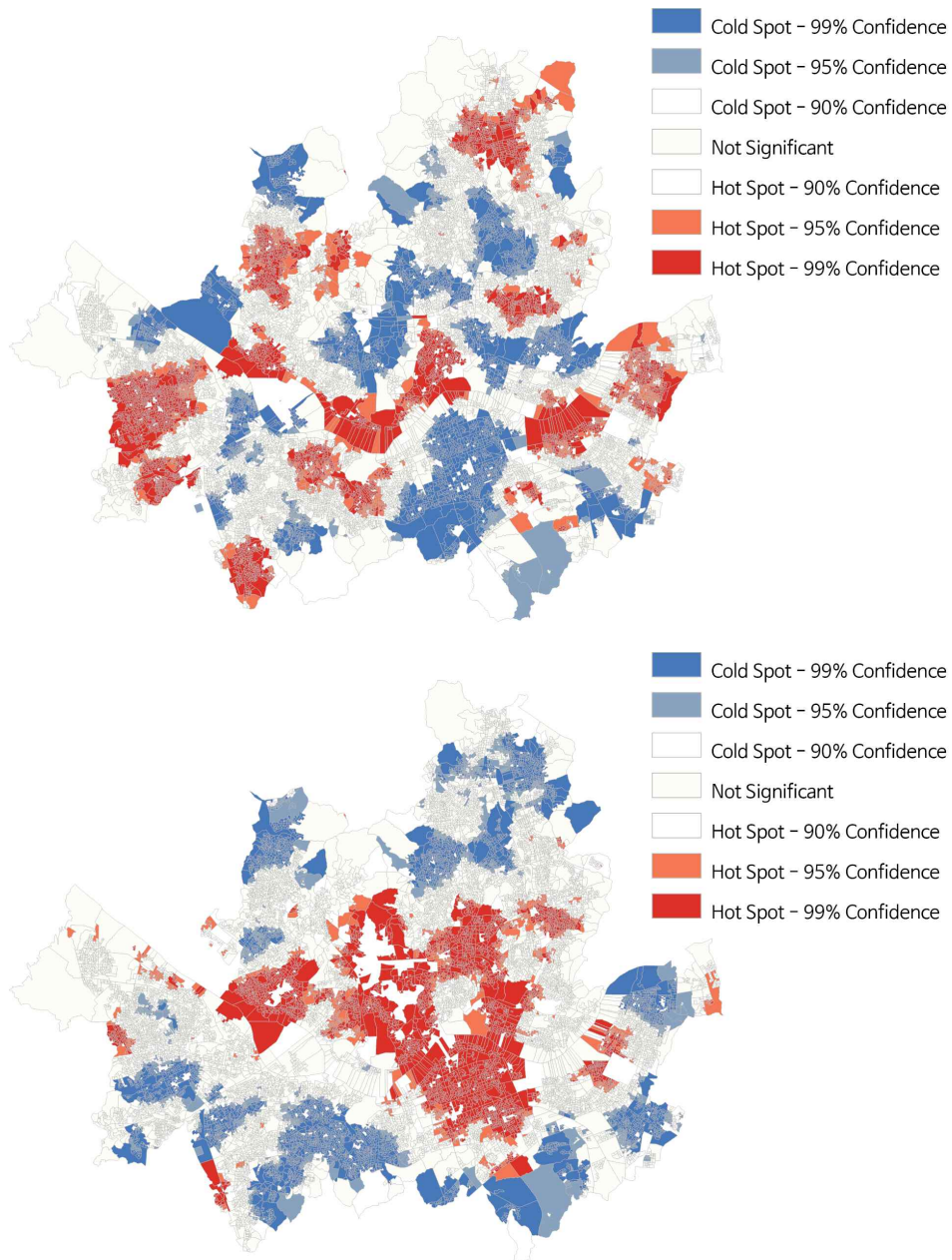
$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{SD \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}}, \text{ all } j: \bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}, SD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

i, j : 분석의 공간단위(unit of analysis)
 x_i, x_j : i 또는 j 지역의 속성 데이터
 $w_{i,j}$: i 와 j 지역 간 공간 가중치(spatial weight)
 n : 분석 공간단위의 수



출처 : ArcGis Pro Help, www.esri.com

그림 4-11 유동인구와 감염병 확산의 공간군집 패턴



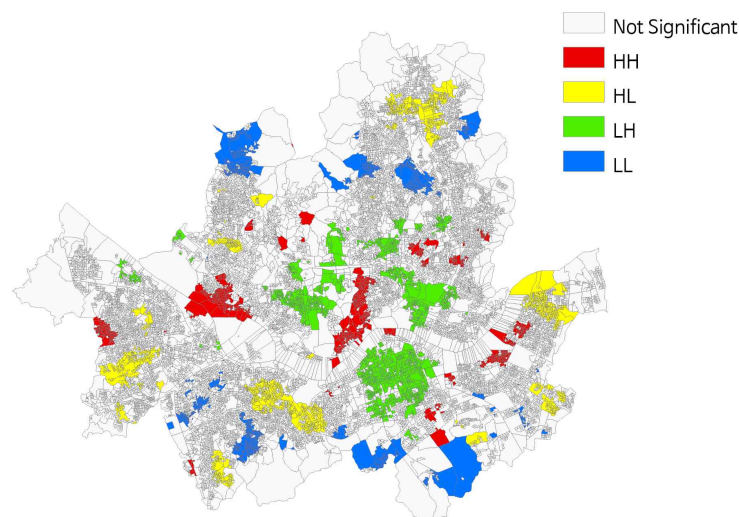
출처 : esri 소프트웨어 'ArcGis Pro' 이용

국지적 군집패턴을 분석하여 특정 지역들의 공간적 군집패턴을 보았다. 특정 지역들의 값이 높게 나타나며 인접 지역들 또한 높은 값으로 나타나면서 통계적 유의성이 성립되었다. <그림 4-11>로 보았을 때, 평일과 주말의 공간 군집은 분명하게 차이가 발생한다.

국지적 군집패턴의 결과를 4개로 나누어 분석할 수 있는데 첫 번째는 평일, 주말 모두 유동인구와 감염병 확산의 관계가 높게 나타난 지역(HH), 두 번째는 평일의 유동인구와 감염병 확산의 관계가 높게 나타났으나 주말이 낮게 나타난 지역(HL), 세 번째는 평일은 낮게 나타나나 주말의 유동인구와 감염병 확산의 관계가 높게 나타난 지역(LH), 네 번째는 평일, 주말 모두 유동인구와 감염병 확산의 관계가 낮게 나타난 지역(LL)으로 나눌 수 있다.

공간군집 패턴의 결과 4개로 나뉜 지역들을 모두 보면서 지역적 특성을 분석하기 위해 <그림 4-12>처럼 이후의 분석은 4개의 지역으로 나누어 분석을 진행한다.

그림 4-12 공간군집 패턴 클러스터링



출처 : esri 소프트웨어 'ArcGis Pro' 이용

4.1.5 소결

서울시 내 유동인구와 코로나19 감염 확산의 관계를 분석하였다. 각 데이터의 증감 추이는 평일과 주말이 다른 특성을 보이고 있다. 그에 따라 평일과 주말을 나누어 분석할 필요성을 느끼고 데이터의 전처리 과정을 통해 유동인구와 코로나19 감염 확산을 평일·주말로 나누어 분석을 진행하였다.

유동인구와 코로나19 감염확산의 관계를 평일과 주말로 나누어서 분석을 진행하였기 때문에 지역적 특성이 평일, 주말이 모두 높게 나타난 지역(HH), 평일은 높지만 주말이 낮게 나타난 지역(HL), 주말이 높고 평일은 낮게 나타난 지역(LH), 평일과 주말이 모두 낮게 나타난 지역(LL)으로 지역적 시각화를 진행할 수 있었다.

시각적인 데이터 분포를 보았을 때 유동인구와 감염병 확산의 관계는 평일의 경우 대부분 주거지역에서 높게 나타났다. 하지만 주말의 경우 종로, 홍대, 강남 등 상업지역이 밀집한 지역에서 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 시각적인 데이터 분포를 통해 보았을 때, 도시 구성요소 특성을 분석할 필요가 있다고 판단하였다. 모형에 따라 나누어진 지역을 종속변수로 활용하고 도시를 이루는 구성요소를 독립변수로 사용하여 회귀분석을 진행하여 유동인구와 감염병 확산의 영향이 큰 취약 지역이 가지고 있는 도시 구성요소를 추출한다. 또한, 이러한 도시 구성요소가 도시를 감염병 확산에 취약하게 한다는 것을 밝혀낸다.

〈표 4-2〉는 앞선 분석을 통해 나누어진 대표적인 모형에 맞게 선별된 지역들을 정리해놓았다.



<표 4-2> 공간군집으로 나타난 대표 지역들

| 번호 | 지역 | 그룹화 | 용도지역 |
|----|-------------|-----|----------------|
| 1 | 마포구 서교동 일대 | HH | 주거, 상업 |
| 2 | 송파구 신천동 일대 | HH | 주거, 상업 |
| 3 | 양천구 신월동 일대 | HH | 주거 |
| 4 | 용산구 한남동 일대 | HH | 주거 |
| 5 | 중구 신당동 일대 | HH | 주거 |
| 6 | 강동구 천호동 일대 | HL | 주거 |
| 7 | 금천구 시흥동 일대 | HL | 주거 |
| 8 | 동작구 사당동 일대 | HL | 주거 |
| 9 | 동작구 상도동 일대 | HL | 주거 |
| 10 | 양천구 신정동 일대 | HL | 주거, 상업, 녹지 |
| 11 | 강남구 신사동 일대 | LH | 주거 |
| 12 | 강남구 역삼동 일대 | LH | 주거, 상업 |
| 13 | 마포구 망원동 일대 | LH | 주거 |
| 14 | 서울역 일대 | LH | 주거, 상업 |
| 15 | 성동구 성수동 일대 | LH | 주거, 상업, 공업, 녹지 |
| 16 | 강북구 삼양동 일대 | LL | 주거 |
| 17 | 구로구 구로동 일대 | LL | 공업 |
| 18 | 서초구 우면동 일대 | LL | 주거 |
| 19 | 영등포구 대림동 일대 | LL | 주거 |
| 20 | 은평구 진광동 일대 | LL | 주거, 녹지 |

제 2 절 도시 구성요소 선정

4.2.1 선행연구를 통한 도시 구성요소

앞서 이론적 고찰에서 보면 도시를 구성하고 있는 요소를 시민(citizen), 활동(activity), 토지(land) 및 시설(facility)로 말하고 있다. 선행연구에서는 분석을 위해 도시 구성요소 포함하여 분석을 진행한 연구를 선정하였다. 도시 구성요소를 바탕으로 분석을 위해 종속변수인 유동인구와 감염병 확산의 관계와 함께 분석을 진행하였다. 선행연구들의 종속변수는 다르지만 도시를 구성하는 요소들을 독립 변수로 활용한다는 점에서 의의가 있다. 때문에 독립변수를 선정하기 전 선행연구를 통한 도시 구성요소를 종합하려고 한다.

<표 4-3>과 같이 미리 정해진 범위와 항목을 통해 선행연구들의 요소들을 정리했다. 선행연구들은 분석 목적과 주제가 모두 다르기 때문에 도시 구성요소의 변수들이 다르다. 이론적 고찰을 통해 구분한 도시 분류를 바탕으로 분석요소를 정리하여 분석했다. 요소들의 빈도 수가 높게 나타난 것은 중요도가 높다고 판단하였고 낮게 나타난 것은 상대적으로 중요도를 낮게 판단하였다.

선행연구 항목들 중 빈도 수가 많이 등장하는 것은 시민·활동 항목에서 가구 수가 분석되었고 토지관련 항목에서는 버스 정류장 관련 요소로 나타났다. 또한, 시설에서는 건물규모 즉, 연면적에 관한 사항이 높게 나타났다. 선행연구들의 목적과 주제가 다르지만 도시 구성요소를 선정하는 데 있어서 필수적인 요소들이 빈도 수가 높다는 가정으로 해석할 수 있다.



<표 4-3> 선행연구를 통한 도시 구성요소 종합

| 구분 | 분석 요소 | 가6) | 나7) | 다8) | 라9) | 마10) | 바11) |
|-----------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 시 민 · 활 동 | 인구 수 | ■ | | | | | |
| | 가구 수 | ■ | | | | ■ | ■ |
| | 사업체 수 | ■ | | | ■ | | |
| | 사업체 종사자 수 | | | ■ | ■ | | |
| 토지 | 역세권 관련 | ■ | ■ | ■ | | | ■ |
| | 버스 정류장 수 | ■ | ■ | ■ | | ■ | ■ |
| | 토지이용 혼합도 | ■ | ■ | ■ | | ■ | |
| | 주거 밀도 | ■ | ■ | | ■ | | |
| | 상업 밀도 | ■ | ■ | | ■ | | |
| | 공원 밀도 | ■ | ■ | | ■ | ■ | |
| 시설 | 용적률 | | | | | | |
| | 건폐율 | ■ | | ■ | | | |
| | 건물규모 | ■ | ■ | ■ | ■ | | ■ |
| | 판매시설 밀도 | | | | | ■ | ■ |
| | 업무시설 밀도 | ■ | ■ | | | | ■ |

- 6) 이정우 외 2인. (2015), 가로유형별 물리적 환경특성과 보행량간의 연관성 분석, 한국 도시설계학회지, 제16권 제2호, pp.123-140.
- 7) 이주아 · 구자훈. (2013), 가로의 물리적 여건과 보행량의 영향관계 분석, 대한국토 · 도시계획학회지, 제48권 제4호, pp.269-286.
- 8) 윤나영 · 최창규. (2013), 서울시 상업가로 보행량과 보행 환경 요인의 관련성 실증 분석, 대한국토 · 도시계획학회지, 제48권 제4호, pp.1-16.
- 9) 이향숙 외 2인. (2014), 서울시 유동인구조사자료를 활용한 보행특성 분석, 대한교통학회지, 제32권 제4호, pp.315-326.
- 10) 윤정미 · 최돈정. (2015), 서울시 유동인구 분포의 공간 패턴과 토지이용 특성에 관한 지리가중 회귀분석, 한국지형공간정보학회지, 제23권 제3호, pp.77-84.
- 11) 홍성경. (2016), 서울 강북일반주거지역 물리적환경이 유동인구 증가에 미치는 영향 요인 분석, 석사학위논문, 한양대학교.



4.2.2 분석변수 설정 및 변수설명

앞서 언급된 선행연구의 도시 구성요소를 지표를 통해 도출하였다. 본 연구에서는 언급하는 도시 구성요소에서 유동인구와 감염병 확산의 관계에 영향을 끼칠 것으로 예상되는 변수들을 1차적으로 선정하였다. 이를 바탕으로 먼저 변수들의 독립적인 관계를 볼 수 있게 상관분석을 진행한다. 이론적 고찰을 통해 살펴본 도시 구성요소를 바탕으로 변수를 선정하였기 때문에 도시 구성요소를 기준으로 변수를 설명한다.

1) 시민(citizen) · 활동(activity)

시민은 도시를 구성하는 가장 기본적인 요소인 동시에 도시가 존재하는 이유이다.¹²⁾ 또한 시민들이 도시 공간에서 행동하는 것은 활동이라고 할 수 있는데 가장 기초적인 도시 구성요소이자 필수요소라고 할 수 있다. 토지와 건축물이 있으나 시민과 활동이 없는 도시는 죽은 도시라고 할 수 있다. 본 연구의 분석에서 시민과 활동을 같은 항목으로 묶어 분석을 진행하였다.

본 연구의 분석에서는 시민과 활동 항목을 대표하는 많은 요소들이 있지만 ‘인구밀도’, ‘가구 수’, ‘사업체 수’ 및 ‘사업체 종사자 수’ 네 가지를 바탕으로 분석을 진행하였다. 데이터의 경우 자료의 공신력을 위해 ‘통계청’의 공공 데이터를 이용하였으며 인구밀도와 가구 수는 2020년 기준으로 분석을 진행하였다. 사업체와 관련된 데이터의 경우 공개된 자료 중 2019년 기준이 가장 최신이기 때문에 채택하여 진행하였다.

12) 대한국토·도시계획학회, 「도시계획론」 (보성각, 2009), p. 36.



2) 토지(land)

토지는 도시를 구성하는 요소라고 할 수 있지만 그를 넘어서 국가의 기본 요소라고 할 수 있다. 도시계획 측면에서 보았을 때, 토지가 없다면 모든 시민의 활동과 건축적 요소를 넣을 수 없기 때문에 무엇보다 중요하다.

본 연구에서는 토지의 요인을 말할 수 있는 많은 요소들이 있지만 ‘토지이용복합도’, ‘주거지역 밀도’, ‘상업지역 밀도’, ‘공원·녹지지역 밀도’, ‘버스 정류장 수’와 ‘역세권 면적 비율’로 여섯 가지로 선정하게 되었다. 자료의 공신력을 위해 용도지역에 관한 데이터는 ‘서울 열린데이터 광장’의 공공 데이터를 이용하였다. 대중교통 데이터의 경우 ‘서울 빅데이터 캠퍼스’의 공공 데이터를 바탕으로 전처리를 진행하였다.

3) 시설(facility)

시설은 시민과 토지가 도시에 존재한다면 활동할 수 있는 수단으로 활용될 수 있다. 사람의 기본 충족요소인 의·식·주를 해결 할 수 있게 도움을 줄 수 있는 기초적인 도시 구성요소이다. 본 연구에서는 시설은 시민들의 도시 활동이 시설없이 외부의 활동으로만 도시가 구성될 수 없기 때문에 항목을 통해 도시 구성요소 선정하고 분석을 진행한다.

시설의 요인을 파악할 수 있는 자료들이 많지만 본 연구에서는 ‘용적률’, ‘판매시설 밀도’, ‘업무시설 밀도’와 ‘연면적’ 네 가지를 선정하였다. 자료의 공신력을 위해 데이터는 ‘국가공간정보포털 오픈마켓’의 공공데이터를 이용하여 전처리를 하였다. 또한 시설의 경우 건물의 주용도 코드를 분류하여 나누어 사용하였다.



4.2.3 상관분석을 통한 독립변수 설정

본 연구는 구축한 자료를 바탕으로 도시 구성요소의 영향 관계를 분석하기 위해 상관분석을 진행하였고 소프트웨어 ‘SPSS’ 통계 패키지를 활용했다.

본 연구의 요소들은 비율척도와 등간척도로 이루어진 데이터이기 때문에 상관분석에서 통계적으로 방법으로 상관분석 중 널리 알려진 피어슨 상관관계(Pearson's product moment correlation)를 사용하게 되었다.

대응하는 두 개의 데이터의 상관관계를 상관계수(correlation coefficients)로 두 데이터 간의 상관정도를 알 수 있었으며 방향성 또한 확인할 수 있었다. 변수 데이터는 정규분포를 따른다는 가정하여 상관분석을 진행한 결과에 따라 -1부터 +1까지의 값으로 상관정도와 방향성을 알 수 있었다. 기존의 연구에서 보면 $|r| \geq 0.6$ 이면 두 데이터가 서로 강한 상관관계라고 생각할 수 있다. $|r| \leq 0.2$ 이면 상관관계가 약하다고 볼 수 있다.

먼저 본 연구에서 사용한 요소들을 비율척도와 등간척도로 나타낼 수 있게 <표 4-4>처럼 데이터 전처리 과정과 함께 단위의 통일 하였다. 또한 데이터의 기준이 되는 집계구의 면적은 서로 다르고 면적과 규모에 영향을 받는 데이터들은 밀도로 표현하여 비율척도를 사용하였다.

본 연구에서 사용한 토지이용 혼합도¹³⁾의 수식은 <그림 4-13>과 같다. 토지이용의 종류는 주거, 상업, 녹지의 면적 비율을 통해 혼합도를 구하게 되었다. 공업의 경우 분석의 공간적 범위에서 차지하는 비율이 현저히 적기 때문에 공업지역을 고려하여 혼합도를 구하게 되면 특정지역의 혼합도가 급격히 올라가는 현상이 있기에 분석에서 제외하고 진행한다.

13) 이정우 외 3인. (2015), 가로유형별 물리적 환경특성과 보행량간의 연관성 분석, 한국도시설계학회지, 제16권 제2호, pp. 123-140.



<표 4-4> 분석변수 설정 및 변수 설명

| 구분 | 변수 | 변수 값 산출방법 | 단위 | 자료 출처 |
|---------------|-----------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|
| 시민 · 활동 | 인구밀도 | 집계구 인구 / 집계구 면적 | 인구(명) / km ² | 통계지리 정보서비스 (통계청) |
| | 가구 수 | 가구 수 / 집계구 면적 | 가구 / m ² | |
| | 주택 수 | 주택 수 / 집계구 면적 | 개소 / m ² | |
| | 사업체 수 | 사업체 수 / 집계구 면적 | 개소 / m ² | |
| | 사업체 종사자 수 | 사업체 종사자 수 / 집계구 면적 | 인구(명) / m ² | |
| 토지 | 토지이용복합도 | 주거, 상업, 녹지의 복합도 | 엔트로피 지수 | 서울 열린 데이터 광장 |
| | 주거 밀도 | 주거 지역 면적 / 집계구 면적 | 비율(%) | |
| | 상업 밀도 | 상업 지역 면적 / 집계구 면적 | 비율(%) | |
| | 공원·녹지 밀도 | (공원 용도 + 녹지 지역 면적) / 집계구 면적 | 비율(%) | |
| | 버스 정류장 수 | 버스 정류장 수 / 집계구 면적 | 개소 / m ² | 서울시 빅데이터 캠퍼스 |
| | 역세권 면적 비율 | 지하철역 500m 반경 면적 / 집계구 면적 | 비율(%) | |
| 시설 | 평균 용적률 | 시설 용적률 합 / 집계구 시설 개수 | 용적률(%) / 개소 | 국가공간 정보포털 |
| | 평균 연면적 | 시설 연면적 합 / 집계구 시설 개수 | 연면적(m ²) / 개소 | |
| | 판매시설 밀도 | 판매시설 수 / 집계구 시설 개수 | 비율(%) | |
| | 업무시설 밀도 | 업무시설 수 / 집계구 시설 개수 | 비율(%) | |

그림 4-13 토지이용 혼합도 계산식

$$LUM = - \sum_{i=1}^n \frac{p_i \ln p_i}{\ln n}$$

여기서, p_i : 토지이용 i 의 면적 비율

출처 : 이정우 외 3인. (2015), 가로유형별 물리적 환경특성과 보행량간의 연관성 분석, 한국도시계획학회지, 제16권 제2호, pp. 123-140.

<표 4-5> 분석변수 상관분석

| | | 인구 밀도 | 가구 수 | 주택 수 | 사업체 수 | 사업체 종사자 수 | 토지 이용 복합도 | 주거 밀도 |
|--------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 인구 밀도 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | 1 | .281** .000 | .336** .000 | -.145** .000 | -.172** .000 | .110** .000 | .413 .002 |
| 가구 수 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .281** .000 | 1 | .324** .000 | -.046** .000 | -.154** .000 | -.054** .000 | .254** .000 |
| 주택 수 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .336** .000 | .324** .000 | 1 | -.186** .000 | -.111 .041 | .010 .095 | .571** .000 |
| 사업체 수 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | -.145** .000 | -.046** .000 | -.186** .000 | 1 | .779 .000 | .208 .013 | -.188** .000 |
| 사업체 종사자 수 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | -.172** .000 | -.154** .000 | -.111 .041 | .779 .000 | 1 | .104 .764 | -.071** .000 |
| 토지이용 복합도 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .110** .000 | -.054** .000 | .010 .095 | .208 .013 | .104 .764 | 1 | -.113 .067 |
| 주거 밀도 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .413 .002 | .254** .000 | .571** .000 | -.188** .000 | -.071** .000 | -.113 .067 | 1 |
| 상업 밀도 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .253** .000 | -.247** .000 | -.399** .000 | .373** .000 | .351** .000 | -.224** .000 | -.629** .000 |
| 공원·녹지 밀도 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | -.153** .000 | .174** .000 | -.186** .000 | -.201** .000 | -.149** .000 | -.074** .000 | .008** .000 |
| 버스 정류장 수 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .021** .000 | .109** .000 | .045** .000 | .587** .000 | .476** .000 | .384** .000 | -.011** .000 |
| 역세권 면적 비율 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .179** .000 | .036** .000 | -.224** .000 | .253** .000 | .228** .000 | .019** .000 | -.228** .000 |
| 평균 용적률 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .114** .000 | .179** .000 | .116** .000 | .075** .000 | .014** .000 | -.047** .000 | .255** .000 |
| 평균 연면적 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | .064** .000 | .024** .000 | .021** .000 | .142** .000 | .117** .000 | -.119** .000 | -.196** .000 |
| 판매시설 밀도 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | -.153** .000 | -.058** .000 | -.007** .000 | .413** .000 | .337** .000 | .391** .000 | -.042** .000 |
| 업무시설 밀도 | Pearson 상관 유의확률 (양측) | -.143** .000 | -.157** .000 | -.253** .000 | .259** .000 | .106** .000 | -.148** .000 | -.261** .000 |

*. 상관관계가 0.05 수준에서 유의합니다(양측).

**. 상관관계가 0.01 수준에서 유의합니다(양측).

<표 4-5> 분석변수 상관분석 (계속)

| | | 상업 밀도 | 공원 녹지 밀도 | 버스 정류장 수 | 역세권 면적 비율 | 평균 용적률 | 평균 연면적 | 판매 시설 밀도 | 업무 시설 밀도 |
|--------------|------------|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------|-----------|----------------|----------------|
| 인구 밀도 | Pearson 상관 | .253** | -.153** | .021** | .179** | .114** | .064** | -.153** | -.143** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 가구 수 | Pearson 상관 | -.247** | .174** | .109** | .036** | .179** | .024** | -.058** | -.157** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 주택 수 | Pearson 상관 | -.309** | -.186** | .045** | -.224** | .116** | .021** | -.007** | -.253** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 사업체 수 | Pearson 상관 | .373** | -.201** | .587** | .253** | .075** | .142** | .413** | .259** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 사업체 종사자 수 | Pearson 상관 | .351** | -.149** | .476** | .228** | .014** | .117** | .337** | .106** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 토지이용 복합도 | Pearson 상관 | -.224** | -.074** | .384** | .019** | -.047** | -.119** | .391** | -.148** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 주거 밀도 | Pearson 상관 | -.629** | .008** | -.011** | -.228** | .255** | -.196** | -.042** | -.261** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 상업 밀도 | Pearson 상관 | 1 | -.512** | .474** | .552** | .342* | .293** | .175** | .265** |
| | 유의확률 (양측) | | .000 | .000 | .000 | .003 | .000 | .000 | .000 |
| 공원·녹지 밀도 | Pearson 상관 | -.512** | 1 | -.187** | -.231** | -.471** | -.358** | .011** | .025** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 버스 정류장 수 | Pearson 상관 | .474** | -.187** | 1 | .324* | .124** | .201** | .227** | .439* |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | | .057 | .000 | .000 | .000 | .053 |
| 역세권 면적 비율 | Pearson 상관 | .552** | -.231** | .324* | 1 | .221** | .174** | .206** | .122** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .057 | | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 평균 용적률 | Pearson 상관 | .342* | -.471** | .124** | .221** | 1 | .429** | .034** | .145** |
| | 유의확률 (양측) | .003 | .000 | .000 | .000 | | .000 | .000 | .000 |
| 평균 연면적 | Pearson 상관 | .293** | -.358** | .201** | .174** | .429** | 1 | .277** | .421** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | .000 | .000 |
| 판매시설 밀도 | Pearson 상관 | .293** | .175** | .227** | .206** | .034** | .277** | 1 | .029** |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | .000 |
| 업무시설 밀도 | Pearson 상관 | .265** | .025** | .439* | .122** | .145** | .421** | .029** | 1 |
| | 유의확률 (양측) | .000 | .000 | .053 | .000 | .000 | .000 | .000 | |

*. 상관관계가 0.05 수준에서 유의합니다(양측).

**. 상관관계가 0.01 수준에서 유의합니다(양측).

<표 4-5>처럼 분석변수의 설정을 통해 얻은 데이터를 먼저 서로의 영향관계를 보기 위해 상관분석을 진행하였다. 그 결과로 인구밀도의 경우 주택수와 상관관계수가 0.581으로 나오며 유의확률은 0.05보다 낮았기 때문에 서로 상관이 있다고 할 수 있다. 가구수의 경우 주택수와 상관관계가 0.442로 분석되고 유의확률은 0.05보다 낮았기 때문에 강한 상관관계라고 할 수는 없으나 상관이 있다고 보고 있다. 일반적으로 가구수가 많으면 주택수가 많다고 생각되어 진다.

종사자수의 경우 사업체수와의 상관관계가 0.688로 나오고 유의확률은 0.05보다 낮았기 때문에 강한 상관관계를 가지고 있다고 판단된다. 종사자수의 경우 상관관계수가 상대적으로 높게 나타났는데 조사된 기관이 같으며 데이터의 출처가 같기 때문에 조사된 사업체의 수가 많으면 종사자수가 높게 나타날 수밖에 없다고 생각할 수 있다. 사업체수의 경우 종사자수와 더불어 상업밀도와 상관관계수가 0.322이며 유의확률은 0.05보다 낮았기 때문에 통계적으로 상관관계를 가지고 있었다.

평균 용적률의 경우 업무시설의 수, 상업밀도의 상관관계수가 각각 0.418, 0.385로 나타나고 유의확률은 모두 0.05보다 낮았기 때문에 상관관계를 가지고 있다고 말할 수 있다. 평균 용적률은 도시계획의 영향을 받으며 용도지역에 따라 나누어지기 때문에 업무시설의 수와 상업밀도와 상관관계가 나온 것으로 추측할 수 있다.

버스 정류장의 수의 경우 인구밀도와의 상관관계수가 -0.223으로 나오며 업무시설의 수와의 상관관계수가 0.367로 나타났다. 두 계수 모두 유의수준 0.05를 만족하기 때문에 통계적으로 유의하다 분석할 수 있다. 버스 정류장은 인구밀도와 음의 상관관계를 알 수 있었으며 업무시설의 수와 버스 정류장의 수는 양의 상관관계를 맺고 있음을 확인할 수 있었다.

공원·녹지 밀도, 주거 밀도와 상업 밀도는 각각 유의확률 0.05보다 낮아 통계적으로 유의하다고 판단되나 모두 음의 상관관계를 맺고 있었다.



분석의 공간 단위인 집계구에서 본 연구의 녹지 용도지역이 작다는 것은 다른 용도인 주거와 상업의 용도가 많은 것을 의미하기 때문에 상관분석 결과 음의 상관관계를 보이고 있다.

4.2.4 소결

본 연구에서 유동인구와 감염병 확산의 관계를 종속변수로 사용하여 독립변수인 도시 공간요소들이 종속변수에 어떤 영향을 미치는지 알 수 있을 것으로 예상된다.

상관분석을 진행한 결과, 사업체 수와 사업체 종사자 수는 서로 상관의 계수가 높게 나왔다. 때문에 사업체 종사자 수를 제외하여 이후 분석을 진행한다. 또한 시설 평균 용적률과 시설 평균 연면적도 서로 상관의 계수가 높게 나왔기 때문에 시설 평균 용적률을 제외하여 분석을 진행한다. 이후 다중회귀분석에서 다중공선성의 확인을 통해 서로 영향을 끼쳐 모형의 신뢰성을 떨어뜨리는 독립변수들을 제거한다.

요소들의 상관분석 결과, 모두에게 영향을 끼치고 있는 변수는 존재하지 않았으나 데이터의 유사성으로 인해 닮아 있는 데이터들을 확인할 수 있었다. 하지만 상관분석 결과로 보았을 때 영향이 완전히 크다고 볼 수 없으며 각 요소들은 도시 공간에서 감염병 확산에 영향을 끼칠 수 있을 것으로 예상된다. 때문에 상관분석을 진행하여 사업체 종사자 수, 시설 평균 용적률 두 가지를 제거하고 다중회귀분석에 사용하여 연구의 목적에 알맞은 분석을 진행한다.



제 3 절 도시 구성요소가 감염병 확산에 미치는 영향분석

4.3.1 분석모형의 설정

본 연구에서 다중회귀분석의 종속변수는 제 1 절에서 공간군집에 따라 나누어진 유형에 따라 분석을 진행한다. 때문에 다중회귀분석의 결과는 총 4개 로 나누어 분석을 진행한다. 독립변수는 제 2 절을 통해 분석된 독립변수 13개를 바탕으로 분석을 진행한다.

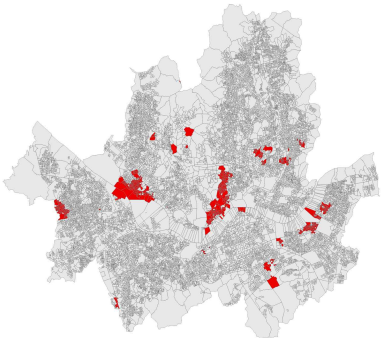
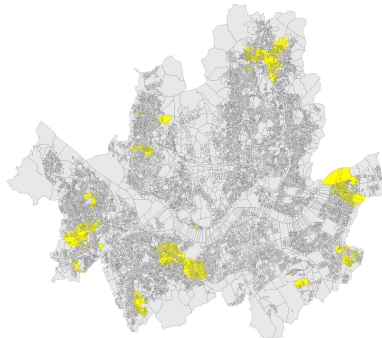
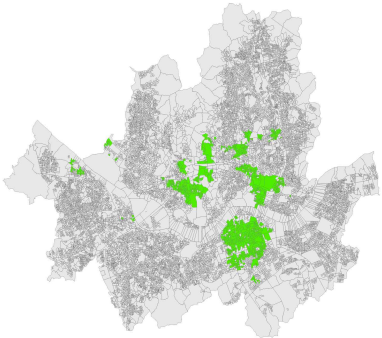
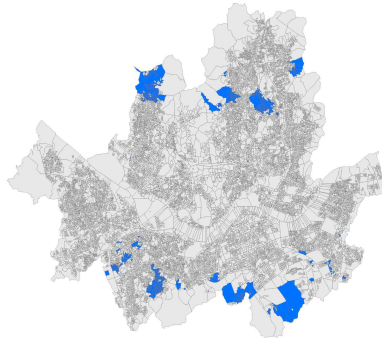
회귀분석은 대응하는 두 변수의 인과관계(casual relationship)를 설명할 수 있는 분석방법이다. 상관분석은 두 변수의 인과관계는 설명하지 못하고 일반적인 선형관계를 분석하기 때문에 원인과 결과를 해석하지 못하는 특징을 가지고 있다. 본 연구의 목적은 도시 구성요소가 감염병 확산과 유동인구 증감의 유사도에 미치는 영향과 관계를 알아내는 것이므로 회귀분석을 진행한다. 또한 독립변수의 개수가 두 개 이상 존재함에 따라 단순회귀분석이 아닌 다중회귀분석을 진행한다.



4.3.2 종속변수의 설정

다중회귀분석에서 사용된 종속변수의 경우 앞서 분석된 유동인구와 감염병 확산의 관계에 따라 4가지 유형으로 분류된 공간을 바탕으로 설정한다. 4가지 유형의 다중회귀분석 결과를 통해 각 종속 변수별로 특이점을 가지고 있는 도시 구성요소의 관계를 도출할 수 있다.

<표 4-6> 유형에 따른 종속 변수 모형

| 평일·주말 상위(HH) | 평일 상위·주말 하위(HL) |
|---|--|
|  |  |
| 평일 하위·주말 상위(LH) | 평일·주말 하위(LL) |
|  |  |

4.3.3 다중회귀분석

1) 평일 · 주말 상위 (HH)

<표 4-7> HH 모형 요약

| 모형 | R | R 제곱 | 수정된 R 제곱 | 추정 표준 오차 | Durbin-watson |
|----|------|------|----------|-----------|---------------|
| 1 | .553 | .306 | .301 | 15.873561 | 1.810 |

<표 4-7>은 평일과 주말의 유동인구와 감염병 확산의 관계가 상위 모형의 모형 요약을 나타낸다. 모형 요약에서 해석 할 수 있는 것은 R 제곱의 경우 0.306으로 분석되었다. 이것은 독립변수들이 종속변수를 30.6% 설명한다고 할 수 있다. R 제곱의 경우 보통 0.6 이상으로 나타날 때 의미가 있다고 해석한다. 0.306의 수치는 낮다고 할 수 있으나 도시공간을 해석하는데 도시 구성요소로서 많은 변수가 작용하기 때문에 의미가 있다고 판단한다. D-W검정의 경우 <표 4-8>처럼 판정할 수 있다. D-W검정(Durbin-watson)의 값이 1.810로 나왔다는 것은 본 모형의 종속변수와 독립변수가 독립성을 가지고 있다고 말할 수 있다.

<표 4-8> Durbin-Watson 지수의 판정

| Durbin-Watson 지수 | 판정 |
|------------------|------|
| 1.8~2.2 | 독립 |
| 1.4~1.8, 2.2~2.6 | 불확실 |
| 1.4미만, 2.6이상 | 자기상관 |

출처 : 홍관수, 「SPSS 회귀분석」 (경문사, 2018).

<표 4-9> HH 모형 ANOVA 분석

| 모형 | | 제곱합 | 자유도 | 평균제곱 | F | 유의확률 |
|----|----|-----------|-----|----------|-----------|-------|
| 1 | 회귀 | 44094.742 | 13 | 3391.903 | 77.719291 | .000* |
| | 잔차 | 7637.506 | 175 | 43.643 | | |
| | 전체 | 51732.248 | 189 | | | |

*. 상관관계가 0.01 수준에서 유의합니다(양측)

<표 4-9>은 HH 모형의 공신력과 유의성을 판별하기 위해 ANOVA 분석을 진행하였다. 유의확률은 0.01 보다 낮은 값으로 0.01 수준에서 유의하다고 판단한다. ANOVA 분석의 해석을 하면 독립변수인 도시 구성요소는 HH 모형의 종속변수인 감염병 확산 정도와 유동인구의 증감의 유사도에 대해 유의미한 영향을 미친다고 판단 할 수 있다.

2) 다중공선성¹⁴⁾

독립변수들이 서로 독립적이지 않고 서로 간에 상관관계가 높을 때 다중공선성(multicollinearity)의 문제가 발생한다. 다중회귀모형을 판단할 때 중요한 지표로서 독립변수들이 서로 영향을 끼치면서 분석결과를 왜곡시키는 경우가 있기 때문에 다중공선성이 위배되는 결과가 나온다면 제거해야 한다. <표 4-10>에서 판단할 수 있는 다중공선성은 분산팽창계수(variance inflation factor: VIF)를 확인하는 것이 있다. 독립변수들의 회귀계수의 변량 증가분을 의미한다. VIF 값이 1에 근접할 때 다중공선성이 없는 것으로 판단할 수 있다. 또한 VIF 값이 10이상을 넘을 때 다중공선성이 존재한다고 판단할 수 있다.

14) 홍관수, 「SPSS 회귀분석」 (경문사, 2018), p. 223.



<표 4-10> HH 모형 계수

| | 비표준화계수 | | 표준화계수 | t | 유의확률 | 공선성 통계량 | |
|--------------|---------|--------|-------|--------|------|---------|-------|
| | B | 표준오차 | 베타 | | | 공차 | VIF |
| (상수) | 105.954 | 17.503 | | 6.053 | .000 | | |
| 인구 밀도 | 1.415 | .024 | .412 | .210 | .024 | .605 | 1.653 |
| 가구 수 | 11.421 | .248 | .199 | 1.881 | .225 | .589 | 1.697 |
| 주택 수 | 12.248 | .841 | .024 | .589 | .445 | .609 | 1.643 |
| 사업체 수 | -2.057 | .557 | -.055 | -.822 | .552 | .180 | 5.558 |
| 토지이용 복합도 | -1.089 | .001 | -.424 | -1.855 | .002 | .622 | 1.609 |
| 주거 밀도 | 7.048 | .051 | .398 | .534 | .028 | .772 | 1.295 |
| 상업 밀도 | 1.572 | .186 | .008 | .422 | .348 | .724 | 1.382 |
| 공원·녹지 밀도 | 1.887 | .584 | .195 | .248 | .254 | .644 | 1.552 |
| 버스 정류장 수 | -.648 | .244 | -.408 | -.514 | .281 | .815 | 1.227 |
| 역세권 면적 비율 | 4.005 | .182 | .547 | .587 | .031 | .206 | 4.850 |
| 평균 연면적 | 0.978 | .510 | .005 | .057 | .651 | .109 | 9.154 |
| 판매시설 밀도 | 1.991 | .214 | .013 | .098 | .354 | .158 | 6.322 |
| 업무시설 밀도 | -3.917 | 2.587 | -.048 | -.230 | .818 | .809 | 1.237 |

HH 모형에서 유의확률이 0.05를 만족하는 4개의 도시 구성요소가 나타났다. <표 4-10>으로 보았을 때 평일과 주말의 유동인구와 감염병 확산의 관계가 높은 지역인 HH 모형의 경우 표준화 계수로 보았을 때 인구 밀도, 토지이용복합도, 주거 밀도와 역세권 면적 비율의 독립변수들이 영향을 끼쳤다고 볼 수 있다. 표준화계수는 $|\pm 1|$ 에 가까울수록 영향관계가 큰 것인데 HH 모형의 영향관계를 나열한다면 역세권 면적 비율, 토지이용복합도, 인구 밀도와 주거 밀도 순서이다.

역세권 면적 비율이 높다는 것은 종속변수가 코로나19 확산과 유동인구 증감에 대한 영향이기 때문에 감염병에 대한 확산 정도가 변화할 때, 교통 인프라에 대한 수요의 증감과 관련이 있다 판단했다. 또한 역세권 주변에 존재하는 상업에 대한 수요의 증감이 있다고 판단할 수 있다. 또한 본 연구에서 사용한 인구 밀도는 상주인구이며 주거 밀도와 함께 판단하여 주거 관련 인프라 밀도가 높은 지역에서 감염병 확산에 대한 영향이 큰 것으로 보았다.

토지이용복합도의 경우 음의 상관관계로 나타났다. 이를 본다면 앞선 도시구성요소와 반대로 토지이용복합도가 낮은 지역이 감염병에 대한 영향을 받는다고 볼 수 있다. 토지이용복합도가 낮은 경우는 해당 지역이 주거, 상업, 공업 용도가 고르게 퍼져 있지 않고 하나의 용도가 주를 이룬다고 말할 수 있다. 하나의 예를 든다면, <표 4-2>에서 HH 모형의 대표 지역 중 중구 신당동 일대는 용도지역의 분포가 일부 상업용도를 제외한 모든 지역이 주거용도를 가졌다는 것을 조사했다. 이 경우 토지이용복합도가 0.3 미만으로 다른 지역보다 낮게 분석된 지역이다. HH 모형은 주거 용도를 주로 가지는 지역으로 분석된다. 평일과 주말의 구분이 없이 감염병 확산 정도에 따른 유동인구 증감이 큰 지역은 다른 용도가 없이 주거 용도만을 가지고 있는 지역으로 분석된다.

독립변수에서 상관분석을 진행하여 사업체 종사자 수와 평균 용적률을 제외한 총 13개의 독립변수들로 이루어진 회귀분석 과정에서는 VIF가 10 미만으로 나오면서 다중공선성을 위배하는 결과는 나오지 않았기 때문에 변수들을 제거하지 않고 입력된 변수 모두 분석에 활용한다. VIF의 값이 낮은 이유는 회귀분석을 진행하기 전 독립변수들의 상관분석을 진행하여 서로 상관이 높은 독립변수를 제거하여 진행하였기 때문이라고 판단한다.



3) 평일 상위 · 주말 하위 (HL)

<표 4-11> HL 모형 요약

| 모형 | R | R 제곱 | 수정된 R 제곱 | 추정 표준 오차 | Durbin-watson |
|----|------|------|----------|-----------|---------------|
| 1 | .570 | .325 | .319 | 14.483000 | 1.761 |

<표 4-11>을 보면 분석 지역 중 유동인구와 감염병 확산의 관계가 평일은 높고 주말이 낮은 값을 종속변수로 가지는 HL 모형의 경우 R제곱이 0.325로 분석된다. 앞서 분석된 HH 모형과 유사한 설명력을 가지고 있다. HH 모형과 같이 도시 구성을 나타내는 모형에서 독립변수들을 제외한 변수들이 존재한다고 할 수 있다. 설명력 32.5%의 값이 HL 모형에 대해 유의미하다 판단하여 이후 분석을 진행한다. 또한 D-W검정의 값이 1.761로 나타나면서 1.8 미만의 값이지만 종속변수인 유사도가 도시 구성요소와 자기 상관관계가 아닌 독립적인 관계에 가깝다는 것을 검증하였다.

<표 4-12> HL 모형 ANOVA 분석

| 모형 | | 제곱합 | 자유도 | 평균제곱 | F | 유의확률 |
|----|----|-----------|-----|----------|---------|-------|
| 1 | 회귀 | 48453.940 | 13 | 3727.226 | 114.610 | .000* |
| | 잔차 | 7512.419 | 231 | 32.521 | | |
| | 전체 | 55966.358 | 245 | | | |

*, 상관관계가 0.01 수준에서 유의합니다(양측)

<표 4-12>을 통해 HL 모형의 ANOVA 분석을 보면 유의확률이 .000*으로 0.01 수준에서 HL 모형이 유의하다고 판단하여 분석을 채택하게 되었다. 이를 해석하면 독립변수들이 종속변수인 유사도를 32.5% 설명할 수 있는데 본 모형의 통계적 유의성이 0.01 수준에서 만족한다고 판단 할 수 있다.

<표 4-13> HL 모형 계수

| | 비표준화계수 | | 표준화계수 | t | 유의확률 | 공선성 통계량 | |
|--------------|---------|-------|-------|--------|------|---------|-------|
| | B | 표준오차 | 베타 | | | 공차 | VIF |
| (상수) | 106.376 | 6.660 | | 15.972 | .000 | | |
| 인구 밀도 | -2.014 | .041 | -.024 | -1.415 | .288 | .701 | 1.426 |
| 가구 수 | 17.421 | .051 | .210 | 1.487 | .031 | .693 | 1.442 |
| 주택 수 | 9.004 | .085 | .229 | 1.409 | .022 | .679 | 1.473 |
| 사업체 수 | -1.248 | .311 | -.471 | -.322 | .010 | .847 | 1.181 |
| 토지이용 복합도 | -2.148 | .315 | -.054 | -2.424 | .018 | .782 | 1.278 |
| 주거 밀도 | 5.781 | 1.073 | .109 | 1.363 | .466 | .986 | 1.015 |
| 상업 밀도 | -6.998 | 1.267 | -.022 | -1.481 | .301 | .678 | 1.475 |
| 공원·녹지 밀도 | 4.241 | 1.206 | .195 | .724 | .008 | .915 | 1.093 |
| 버스 정류장 수 | -1.522 | .551 | -.201 | .120 | .248 | .508 | 1.970 |
| 역세권 면적 비율 | 3.517 | .221 | .515 | .685 | .024 | .678 | 1.476 |
| 평균 연면적 | -2.721 | .620 | -.110 | -.517 | .208 | .769 | 1.300 |
| 판매시설 밀도 | 1.991 | .214 | .013 | .098 | .354 | .561 | 1.783 |
| 업무시설 밀도 | -1.159 | .054 | -.498 | -.358 | .008 | .609 | 1.642 |

<표 4-13>으로 보았을 때 HL 모형은 가구 수, 주택 수, 사업체 수, 토지이용 복합도, 역세권 면적 비율, 업무시설 밀도가 유의확률 0.05 수준에서 만족하면서 종속변수에 대해 영향관계를 미친다. 각 단위에 대한 공통된 지표를 보기 위해 표준화 계수로 모형을 판단하여 영향관계에 대한 높은 순으로 나열하면 역세권 면적 비율, 업무시설 밀도, 사업체 수, 주택 수, 가구 수, 토지이용복합도 순으로 나열 할 수 있다.

HH 모형과 마찬가지로 역세권 면적 비율이 독립변수들 중 높은 영향을 끼치고 있다. 평일 유동인구 증감과 감염병 확산 정도가 역세권 주변에서 영향을 받는다고 할 수 있다. 또한 해당 HL 모형에서 평일의 관계가 높게 나온 지역으

로 유동인구의 특성을 바탕으로 분석하면 지하철을 통해 통근·통학을 하는 인구가 감염병 확산에 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 또한 역세권에 존재하는 상업과 근린생활시설이 영향을 미친다고 해석할 수 있다. 해당 지역의 역세권은 주말의 유사도가 낮게 나온 곳이다. 때문에 감염병의 확산과 유동인구의 특성이 상대적으로 유사하지 않은 지역으로서 주말 유동인구의 증감이 감염병 확산과는 다른 지역과는 상대적으로 관련이 적은 지역으로 볼 수 있다.

지역적 특성으로 보았을 때 업무시설 밀도와 사업체 수는 음의 영향관계를 끼치고 있는데 HH 모형보다 주거지역의 비중이 더 크다고 말할 수 있다. 주택 수와 가구 수에 반해 업무시설 밀도와 사업체 수가 음의 영향을 미치는 것으로 보아 HL 모형에 해당하는 지역은 직장 요소를 가진 지역이 아닌 주거 지역을 가진 지역으로 판단된다.

HL 모형에서는 주거와 관련된 도시 구성요소가 감염병 확산에 영향을 끼치는 것으로 해석되고 있는데 이러한 주거 관련 도시 구성요소에 영향을 받는 지역은 반대로 주말 감염병 확산과 유동인구 증감 특성에는 영향이 미미하다 할 수 있다. 이러한 분석 결과로서 HL 모형에서 주택 수, 가구 수, 공원·녹지 비율이 양의 영향관계를 가지는 것을 판단 가능하다.



4) 평일 하위 · 주말 상위 (LH)

<표 4-14> LH 모형 요약

| 모형 | R | R 제곱 | 수정된 R 제곱 | 추정 표준 오차 | Durbin-watson |
|----|------|------|----------|-----------|---------------|
| 1 | .553 | .311 | .298 | 14.301879 | 1.959 |

<표 4-14>을 보면 유동인구와 감염병 확산의 관계가 평일은 낮고 주말이 높은 LH 모형의 경우 R제곱이 0.311로 분석된다. 앞서 분석된 모형과 유사한 값을 띄면서 유사도와 도시 구성요소를 나타내는 모형에서 31.1%는 높다고 판단할 수 있다. 또한 D-W검정의 값이 1.959로 나타나면서 종속변수인 유사도가 도시 구성요소와 독립적인 관계를 확인할 수 있다.

<표 4-15> LH 모형 ANOVA 분석

| 모형 | | 제곱합 | 자유도 | 평균제곱 | F | 유의확률 |
|----|----|-----------|-----|----------|---------|-------|
| 1 | 회귀 | 68522.153 | 13 | 5270.935 | 425.350 | .000* |
| | 잔차 | 4151.234 | 335 | 12.392 | | |
| | 전체 | 72673.386 | 349 | | | |

*. 상관계수가 0.01 수준에서 유의합니다(양측)

<표 4-15>을 통해 LH 모형의 ANOVA 분석을 보면 유의확률이 0.000*으로 0.01 수준에서 모형이 유의하다고 판단하여 분석을 채택하게 되었다. 이를 통해 독립변수들이 종속변수를 31.1% 설명하면서 LH 모형이 통계적으로 유의하다 판단되어짐에 따라 향후 분석을 진행한다.



<표 4-16> LH 모형 계수

| | 비표준화계수 | | 표준화계수 | t | 유의확률 | 공선성 통계량 | |
|--------------|---------|-------|-------|--------|------|---------|-------|
| | B | 표준오차 | 베타 | | | 공차 | VIF |
| (상수) | 103.956 | 4.600 | | 22.599 | .000 | | |
| 인구 밀도 | -1.281 | .001 | -.137 | -2.117 | .241 | .637 | 1.570 |
| 가구 수 | 19.248 | .410 | .064 | 2.139 | .255 | .902 | 1.109 |
| 주택 수 | 7.115 | .036 | .121 | 1.530 | .130 | .818 | 1.223 |
| 사업체 수 | 1.810 | .251 | .248 | .802 | .024 | .708 | 1.412 |
| 토지이용 복합도 | -10.241 | .151 | -.528 | -1.114 | .010 | .635 | 1.574 |
| 주거 밀도 | -9.421 | 2.281 | .012 | 2.034 | .512 | .651 | 1.536 |
| 상업 밀도 | 7.451 | 1.186 | .135 | 1.514 | .332 | .882 | 1.134 |
| 공원·녹지 밀도 | 5.364 | 7.930 | .045 | .803 | .423 | .969 | 1.032 |
| 버스 정류장 수 | 5.410 | .598 | .201 | 1.120 | .017 | .553 | 1.807 |
| 역세권 면적 비율 | 2.866 | .439 | .448 | 1.585 | .014 | .722 | 1.386 |
| 평균 연면적 | -5.187 | .625 | -.227 | -.455 | .024 | .883 | 1.132 |
| 판매시설 밀도 | 1.091 | .005 | .187 | .051 | .005 | .704 | 1.421 |
| 업무시설 밀도 | -.972 | .041 | -.013 | -.358 | .287 | .744 | 1.344 |

<표 4-16>을 보았을 때 LH의 모형은 사업체 수, 토지이용복합도, 버스정류장 수, 역세권 면적 비율, 평균 연면적, 판매시설 수가 유의확률 0.05 수준에서 종속변수에 영향을 끼친다. 각 독립변수들 간의 단위 통일을 위해 표준화 계수로 판단하여 영향력을 보았을 때 토지이용복합도, 역세권 면적 비율, 사업체 수, 평균 연면적, 버스 정류장 수, 판매시설 밀도 순으로 나열 할 수 있다.

LH 모형의 경우, 다른 모형과 달리 토지이용복합도가 가장 큰 영향을 끼치고 있다. 감염병 확산 정도와 유동인구 증감 관계가 평일에 낮고 주말이 높은 지역에 대한 도시 구성요소가 미치는 영향을 볼 수 있다.

이를 통해 평일과 달리 주말의 관계가 높은 지역의 경우 토지이용복합도가 낮은 지역이 영향을 준다. 이를 다른 지표와 함께 지역적으로 분석한다면 용

도 지역이 다른 모형에 비해 상대적으로 상업이 밀집된 공간이라는 것을 알 수 있다. 주말 감염병 확산의 경우, 유동인구의 특성이 상업 지역에서 영향을 끼치는 것을 알 수 있다. 또한 업무시설 밀도가 아닌 판매시설 밀도가 영향을 끼치는 것으로 보아 소비·여가관련시설이 밀집된 지역이라 판단된다.

다음으로 역세권 면적 비율이 영향을 끼치고 있다. 용도 지역에서 상업이 밀집된 지역은 교통 관련 시설 또한 밀집된 지역이라 판단된다. 교통 시설들이 밀집되면 인구가 밀집되는 경향을 띄기 때문에 인구의 분산을 위해 교통 분산에 대한 계획이 필요하다 판단된다.

LH 모형의 경우, 사업체 수와 판매시설의 수가 양의 영향을 끼치면서 평균 연면적이 음의 영향을 끼치고 있다. 이를 통해 해석 가능한 부분은 업무시설의 수가 아닌 판매시설의 수가 밀집되면서 사업체 수가 많은 지역이라는 특성을 보았을 때, 지역의 성격이 소비와 여가활동에 관련된 시설의 밀집이라고 판단된다. 또한 평균 연면적이 음의 상관관계를 가진다는 것은 대형 시설이 밀집된 지역이 아닌 연면적이 작은 상가와 가게들이 밀집된 지역이라는 것으로 판단된다. 종합한다면 주말 감염병 확산에 관련된 유동인구는 소비와 여가시설이 있는 지역에서 밀집된다고 말할 수 있다.

LH 모형의 전체를 해석하였을 때, 주말 감염병 확산과 관련된 유동인구의 특성이 보이는 곳은 주로 상업지역이 밀집된 지역이며 교통 또한 밀집된 지역이라 말할 수 있다. 해당 상업지역은 업무보다는 소비와 여가관련 활동이 이루어지는 공간이라는 것이 판단된다.



5) 평일 · 주말 하위(LL)

<표 4-17> LL 모형 요약

| 모형 | R | R 제곱 | 수정된 R 제곱 | 추정 표준 오차 | Durbin-watson |
|----|------|------|----------|-----------|---------------|
| 1 | .542 | .294 | .267 | 15.101961 | 1.996 |

<표 4-17>을 보면 유동인구와 감염병 확산의 관계가 평일과 주말 모두 낮게 나타나는 LL 모형의 경우 R제곱이 0.294로 분석된다. 앞서 모든 모형들이 약 30%의 모형 설명을 하고 있다. 유사도를 설명할 수 있는 다른 요소들이 약 70% 존재한다고 판단 할 수 있다. 하지만 도시 구성요소의 경우 나타낼 수 있는 요소의 데이터가 많은 것으로 보았을 때 30%의 설명력도 관계를 살펴보기에 통계적으로 유의할 수 있음을 시사한다. D-W검정의 경우 1.996로서 유사도가 도시 구성요소와 자기상관을 가지지 않고 독립적인 관계를 확인할 수 있었다. 이를 통해 본 연구에서 구분한 4개의 유형 모두 유사도와 도시 구성요소는 독립적인 관계를 가지고 있음을 확인했다.

<표 4-18> LL 모형 ANOVA 분석

| 모형 | | 제곱합 | 자유도 | 평균제곱 | F | 유의확률 |
|----|----|-----------|-----|----------|--------|-------|
| 1 | 회귀 | 17789.400 | 13 | 1368.415 | 21.922 | .000* |
| | 잔차 | 4869.011 | 78 | 62.423 | | |
| | 전체 | 22657.411 | 92 | | | |

*. 상관관계가 0.01 수준에서 유의합니다(양측)

<표 4-18>은 LL 모형의 유의확률을 확인할 수 있다. 유의확률은 0.01 수준에서 0.000*로 나타나면서 통계적으로 유의하다고 판단할 수 있다. 종속변수인 유사도와 독립변수인 도시 구성요소간의 설명력 29.4%에서 도시 구성요소

는 종속변수인 감염병 확산 정도와 유동인구 증감 관계를 나타내는 유사도를 설명하면서 통계적으로 유의하다고 판단할 수 있다.

<표 4-19> LL 모형 계수

| | 비표준화계수 | | 표준화계수 | t | 유의확률 | 공선성 통계량 | |
|--------------|---------|--------|-------|--------|------|---------|-------|
| | B | 표준오차 | 베타 | | | 공차 | VIF |
| (상수) | 51.486 | 6.999 | | 3.047 | .003 | | |
| 인구 밀도 | -21.418 | .000 | -.012 | -1.302 | .262 | .704 | 1.421 |
| 가구 수 | 29.884 | .010 | .064 | 1.139 | .255 | .902 | 1.109 |
| 주택 수 | 10.115 | .036 | .179 | 1.530 | .130 | .737 | 1.357 |
| 사업체 수 | .310 | .191 | -.080 | -1.302 | .194 | .744 | 1.344 |
| 토지이용 복합도 | 9.174 | .021 | .324 | 1.299 | .018 | .356 | 2.808 |
| 주거 밀도 | 50.254 | 4.247 | .688 | 2.034 | .004 | .486 | 2.056 |
| 상업 밀도 | -11.328 | 6.468 | -.194 | -1.752 | .381 | .508 | 1.969 |
| 공원·녹지 밀도 | 18.737 | 21.062 | .142 | 1.055 | .274 | .635 | 1.574 |
| 버스 정류장 수 | 2.147 | 1.598 | .071 | 1.344 | .505 | .248 | 4.040 |
| 역세권 면적 비율 | 3.866 | 2.439 | .085 | 1.585 | .114 | .969 | 1.032 |
| 평균 연면적 | 7.818 | .727 | .419 | .851 | .012 | .797 | 1.255 |
| 판매시설 밀도 | 1.411 | .877 | .014 | .851 | .801 | .305 | 3.276 |
| 업무시설 밀도 | -.872 | 0.409 | -.103 | -.478 | .321 | .291 | 3.435 |

<표 4-19>는 평일, 주말 모두 관계가 낮은 지역이 도시 구성요소 중 어떤 요소들이 영향을 끼쳤는지 볼 수 있다. LL 모형은 토지이용복합도, 주거 밀도, 평균 연면적이 유의확률 0.05 수준을 만족하여 영향을 끼치고 있다. 각 독립변수들의 단위를 통일하여 표준화 계수를 통해 영향관계 순으로 나열하면 주거

밀도, 평균 연면적, 토지이용복합도 순으로 나열 할 수 있다.

이를 통해 주거 밀도가 높은 지역은 평일과 주말 모두 유사도가 낮다고 판단되는데 HH 모형과 같은 부호를 가지고 있기 때문에 두 모형의 표준화 계수를 비교하였다. HH 모형의 주거 밀도 표준화 계수는 .429로 영향을 끼친다고 분석되었다. LL 모형의 주거 밀도 표준화 계수는 .688로 HH 모형보다 강한 영향관계를 가진다고 판단 할 수 있다.

또한 시설의 평균 연면적과 토지이용복합도가 양의 영향을 끼치고 있는 것으로 보아 LL 모형의 지역들은 용도지역에서 주거 지역으로 단일화된 경향을 띄고 있고 높은 평균 연면적을 가진 지역이라는 것을 알 수 있다.

앞서 설명된 LL 모형의 대표적 지역들을 통해 지역적으로 분석하면 HH 모형보다 주거의 형태가 공동주택의 형태를 가지고 있음을 확인할 수 있다. 이는 HH 모형에서의 주거 지역은 시설 평균 연면적의 영향이 없지만 LL 모형에서는 주거 밀도가 높고 시설 평균 연면적이 높은 주로 공동주택이 밀집한 지역으로 판단 할 수 있다.

LL 모형은 감염병 확산 정도와 유동인구 증감 정도에 대한 관계가 다른 모형에 비해 낮은 형태를 띄는 지역이다. 도시 구성요소가 시설 평균 연면적이 높고 용도지역에서 주거 용도 비율이 높은 지역임을 알 수 있다. 지역적으로 해석하면 단독주택이 아닌 공동주택 단지가 밀집된 주거 지역에서는 단독주택의 밀도가 상대적으로 높은 HH 모형에 비해 감염병 확산 정도가 유동인구 증감에 낮다고 판단된다.



4.3.4 소결

다중회귀분석을 통해 모형에 따른 독립변수들의 상관관계를 분석하였다. 이를 통해 각 독립변수들이 종속변수인 유동인구와 감염병 확산의 관계를 분석할 수 있다. 각 모형들은 독립변수에 따라 다르게 분석되었다. 모형에 대한 영향관계가 유의미하게 나타난 독립변수들을 정리하고 <표 4-20>을 통해 각 모형들의 변수 영향관계를 정리했다.

<표 4-20> 각 모형들의 다중회귀분석 결과

| 구분 | | HH 모형 | HL 모형 | LH 모형 | LL 모형 |
|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 분류 | 변수 | | | | |
| 시민·활동 | 인구 밀도 | (+) | (+) | | |
| | 가구 수 | (+) | (+) | | |
| | 주택 수 | (+) | (+) | | (+) |
| | 사업체 수 | | (-) | (+) | (-) |
| 토지 | 토지이용복합도 | (-) | (-) | (-) | (+) |
| | 주거 밀도 | (+) | (+) | (-) | (+) |
| | 상업 밀도 | | | (+) | |
| | 공원·녹지 밀도 | | | | |
| | 버스 정류장 수 | | (-) | (+) | |
| | 역세권 면적 비율 | (+) | (+) | (+) | |
| 시설 | 평균 연면적 | | (-) | (-) | (+) |
| | 판매시설 밀도 | | | (+) | |
| | 업무시설 밀도 | | (-) | | |

*음영으로 처리된 부분은 모형에서 유의수준을 만족하는 변수

**유의미하지 않거나 계수가 0에 가까운 값은 빈칸으로 표시

1) 인구 밀도

인구 밀도의 변수는 통계청에서 조사된 상주인구의 값을 가지고 있다. 인구 밀도 변수의 경우 유의 수준을 만족하면서 양의 상관관계를 가지고 있는 지역은 평일·주말 모두 감염병 확산의 관계가 높은 HH 모형에서 나타났다. 또한 유의확률을 0.05 수준에서 만족하진 않지만 다른 모형에서는 음의 상관관계를

가지고 있음을 알 수 있다. 이를 해석하면 평일과 주말 모두 유동인구와 감염병 확산의 관계가 평일과 주말 모두 높은 지역은 상주인구와 밀접한 관련이 있다고 판단할 수 있다. 결과적으로 감염병의 확산은 주거인구 즉, 상주인구의 밀도가 높은 지역에서 유동인구와 감염병 확산의 관계에 민감하게 반응한 것을 알 수 있다.

2) 가구 수 · 주택 수

가구 수 · 주택 수를 나타내는 독립 변수는 모든 모형에서 양의 상관관계를 보이고 있다. 4가지 모형 중 유동인구와 감염병 확산의 관계가 평일에 높은 HL 모형에서는 유의수준을 만족한다. 이를 통해 가구 수 · 주택 수가 많은 HL 모형은 가구 수 · 주택 수가 많이 존재함으로써 평일 감염병 확산과 유동인구 증감의 유사도가 높게 나타난 것을 확인 할 수 있다. 평일 유동인구의 특성상 통근 · 통학 인구로 말할 수 있는데 HL 모형에서 나온 지역들은 통근 · 통학을 하는 인구가 거주하는 거주지의 성격을 가지고 있다.

3) 사업체 수

유의확률 0.05 수준을 만족하면서 HL 모형에서 사업체 수는 음의 영향을 끼치며 LH 모형에서 사업체 수는 양의 영향을 끼친다. 유동인구와 감염병 확산의 관계가 평일에 높은 HL 모형에서는 사업체 수가 음의 영향을 끼치고 있는 것으로 보아 HL 모형은 주된 역할이 업무 · 상업의 역할이 아닌 것을 알 수 있으며 가구 수 · 주택 수에서처럼 거주지의 성격을 가진다.

이와 반대로 유동인구와 감염병 확산의 관계가 주말에 높은 모형인 LH 모형에서는 사업체 수가 양의 영향을 끼치고 있다. 사업체 수가 많을 때 주말의 유



동인구 증감에 대해 감염병 확산이 높게 나타난다고 해석한다. 이를 통해, LH 모형은 주거의 성격보다 업무·상업의 역할을 가지는 지역임을 알 수 있다.

4) 토지이용복합도

토지이용복합도는 해당 지역이 주거·상업·녹지 용도에 대해 얼마나 복합되었는지 나타내는 엔트로피 지수이다. 유동인구와 감염병 확산의 관계가 낮은 지역인 LL 모형을 제외한 모형에서 음의 영향관계를 가지고 있다. LL 모형에서만 유의 확률 0.05 수준에서 양의 상관관계를 가지는데 토지이용복합도가 높은 곳 즉, 해당 지역이 주거·상업·공업 용도가 다양하게 존재하는 곳은 유동인구 증감에 대해 전염병 확산이 상대적으로 덜 민감한 곳으로 알 수 있다.

이를 해석하면 인구의 성격이 비슷하게 뭉쳐있는 지역에서는 해당 조건에 따라 인구 밀도가 높아지면서 감염병 확산이 일어날 확률이 높다고 말할 수 있다. 예를 들어 주거지만 존재하는 지역에서는 모두 오전시간에 출근하고 저녁에 돌아오는 지역으로 인구가 같은 경향을 가지면서 밀도가 높아질 수 있음을 시사한다. 또한, 상업이 밀집한 지역은 여가시간에 인구가 밀집하면서 감염자와의 접촉이 일어날 확률이 높을 수 있다.

토지이용복합도에 대한 지표는 최근 도시계획 경향에서 많이 활용되고 있다. 본 연구를 통해 토지이용복합도의 중요성을 파악하고 감염병에 강한 도시를 만들에 있어서 중요한 요소로서 활용될 가능성이 있다.



5) 주거 밀도 · 평균 연면적

주거 밀도의 경우 종속변수인 HH 모형과 평일 · 주말 모두 낮은 LL 모형에서 유의확률 0.05 수준에서 양의 영향관계를 만족한다. 위 두 개의 모형에서 유의미한 결과를 위해 시설 평균 연면적에 대한 영향관계를 추가하여 분석하여 해석한다.

위 두 개의 모형은 앞선 분석을 통해 주로 주거 지역에 분포되어 있음을 밝혔다. 두 모형이 다른 점은 평균 연면적이 LL 모형에서만 유의확률 0.05 수준에서 양의 영향관계를 미치고 있다. 주거 지역에서 평균 연면적이 높다는 것은 주거의 형태가 단독주택의 형태가 아닌 공동주택의 형태가 있음을 시사한다. 또한 양의 영향관계를 가짐으로서 평균 연면적이 높아질수록 감염병 확산과 유동인구 증감에 상대적으로 덜 민감한 지역에 가깝다는 것을 시사한다. 이를 통해 주거 지역에서도 주거 형태에 따른 감염병 확산 정도가 차이가 있음을 판단했다.

6) 버스 정류장 수

버스 교통과 관련된 독립 변수인 버스 정류장 수는 LH 모형에서 유의확률 0.05를 만족하면서 양의 영향관계를 가지고 있다. 다른 모형에 비해 주말에 특이점이 있는 LH 모형의 경우 교통과 관련된 지표가 높은 영향관계가 나타났다. 주말 감염병 확산 정도가 교통 인프라가 발달하여 인구가 집중되는 지역에서 더욱 확산된다고 해석된다. 향후 미래교통의 기술과 교통에 대한 도시계획적 접근을 통해 감염병에 대응할 수 있는 도시가 필요하다.



7) 역세권 면적 비율

역세권의 면적 비율 나타내는 독립변수는 모든 모형에서 양의 상관관계를 가진다. LL 모형은 유의확률 0.05를 만족하지 못하여 제외한다. 역세권 면적 비율 지표의 경우, 평일과 주말을 구분하지 않고 유동인구의 증감에 대해 감염병 확산이 민감하게 반응한다 말할 수 있다. 본 연구의 분석 공간인 서울시에 서 평일·주말 모두 지하철을 통해 주된 유동인구가 이동한다고 판단된다. 감염병 확산의 관계가 높게 나온 모든 모형에서 양의 영향관계를 가지는 것을 보았을 때, 해당 지표에 대한 개선을 통한 감염병 확산 정도를 조절해야 한다. 위 버스 정류장 수 지표와 함께 미래 교통 대안을 통해 감염병에 강한 도시를 위해 위 버스 정류장 수 지표와 함께 미래 교통 대안 제안에 대한 필요가 있다.

다중회귀분석 결과를 통해 감염병 확산과 유동인구 증감의 유사도는 평일과 주말의 다른 경향을 띠는 것을 확인했다. 전체적인 경향은 평일의 경우 상업 지역이 적게 분포하고 주로 주거 지역과 관련된 변수들이 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다. 그와 상반되게 주말 감염병 확산과 유동인구 증감의 유사도는 상업 활동과 판매시설이 밀집된 지역에서 나타났다. 다중회귀분석에 대한 해석한 결과를 바탕으로 코로나19 이후 발생할 수 있는 감염병에 대응할 수 있는 도시에 대한 고찰과 함께 도시계획적 대응 방안을 제시하려 한다.



1) 평일 감염병 확산과 주거 지역



본 연구 분석 결과로 평일 유동인구 증가에 따른 감염병 확산이 높게 나타나는 지역은 가구 수, 주택 수, 공원·녹지 밀도 등 주거관련 지표들이 양의 상관관계를 가진다. 반대로 사업체 수, 업무시설 밀도 업무관련 지표들이 음의 상관관계를 가짐으로서 주로 인구가 거주하는 주거 용도가 밀집한 지역에서 감염병 확산이 나타난 것으로 분석된다. 반면, 평일 유동인구 증가와 감염병 확산이 적은 지역 또한 주거 지역임을 확인했다. 하지만 두 모형의 차이는 확실히 존재한다.

두 개의 모형에서 시설 평균 연면적의 차이가 발생하였는데 감염병 확산이 적게 나타나는 지역은 시설 평균 연면적이 양의 영향을 끼침으로서 건축물의 부피가 큰 것으로 나타났다. 이것으로 보아 주거의 형태에 따른 평일 감염병 확산 정도가 달라질 수 있음을 확인했다. 반대로 감염병 확산이 높게 나타나는 지역은 주로 저층주거가 밀집한 지역으로 확인했다.

유동인구 밀도는 지역특성에 따라 다르게 나타나지만 거주 형태에 따라 외부인 통제, 통행패턴, 오픈스페이스 등 지역의 요인이 다르게 나타난다. 주로 과거의 도시계획을 통해 형성된 저층 주거의 밀집지역은 본 연구를 통해 감염병에 취약한 지역으로 나타났다.



<표 4-21> 평일 감염병 확산에 따른 주거 형태 차이

| | 감염병 확산이 높은 모형 | 감염병 확산이 낮은 모형 |
|--------|---|--|
| 지역 예시 |  |  |
| 주거 형태 | 저층 주거 위주 | 고층 주거 위주 |
| 지역 노후도 | 평균 38년 | 평균 24년 |
| 도시 계획 | 과거 | 비교적 최근 |
| 외부인 통제 | 불가능 | 제한적 가능 |
| 통행패턴 | 복잡 | 단순 |
| 오픈스페이스 | 협소 | 넓음 |

출처 : 네이버 지도 <https://map.naver.com/>

<표 5-1>을 통해 각 모형의 대표 지역의 주거 형태 특징을 비교했다.

감염병 대응을 위해 도시계획은 노후 저층 주거지역에서 도로·보행로 정비, 오픈스페이스 확보 등 정비기반 계획이 필요하다. 또한 계획은 보행 동선, 생활 기반시설 수요예측을 통해 인구 밀도를 적절히 분산해야 한다.

2) 주말 감염병 확산과 상업 지역

본 연구 분석 결과로 주말 유동인구 증가에 따라 감염병 확산이 높게 나타나는 지역은 사업체 수, 판매시설 밀도 상업관련 지표들이 양의 상관관계를 가지는 상업 지역이다. 또한 교통 관련 지표인 버스정류장 수, 역세권 면적 비율이 양의 상관관계로 나타났다. 반대로 시설 평균 연면적은 음의 영향관계로 분석되었다. 평일과 반대로 주말의 경우, 상업 지역에서 감염병 확산이 높게 나타났으며 소규모 판매시설이 밀집한 지역이었다.

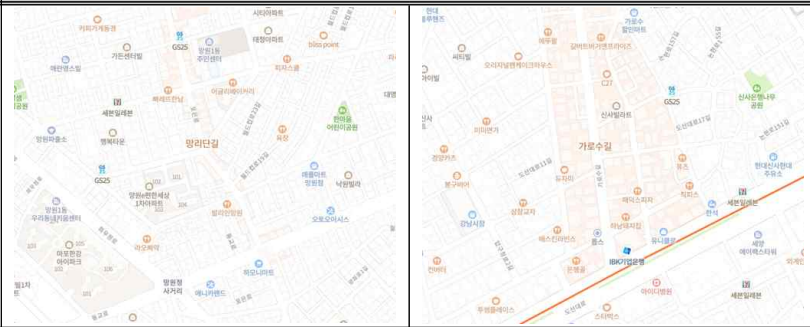
해당 지역은 사업체 수와 판매시설 밀도가 양의 상관관계를 가지는 지역이다. 업무시설 밀도가 아닌 판매시설 밀도가 양의 상관관계로 가진다는 것으로 보아 상업 지역 중 판매와 소비가 중점적으로 이루어지는 지역이다. 즉, 시민의 여가활동이 이루어지는 공간이라고 해석된다. 교통 관련 지표 또한 양의 상관관계로 나타났다.

반대로 시설 평균 연면적은 음의 영향관계로 분석된다. 이것으로 보아 주말 유동인구가 증가할 때, 감염병 확산이 높게 나타나는 지역은 판매·소비가 이루어지는 상업 지역에서 대형 판매시설이 입지한 지역이 아닌 소규모 판매시설이 밀집한 지역이라는 것으로 알 수 있다.

주말 감염병 확산에 대응하기 위한 효과적인 대응은 소규모 판매시설이 밀집한 지역이 있는 기존재하는 상업 지역의 관리적 차원의 도시계획이 필요하다. 대형 판매시설의 경우, 출입 통제, 방역 관리 등 소규모 판매시설이 밀집한 지역보다 이점이 존재한다. 감염병 확산에 대응하기 위해 가로 중심의 상업 지역에서 지자체·상인·주민의 협력을 바탕으로 상권 연계 도시계획이 이루어져야 한다.



<표 4-22> 주말 감염병 확산이 높은 지역 특징

| | 주말 감염병 확산이 높은 지역 | |
|-------|--|--|
| 지역 예시 |  | |
| 지역 형태 | 가로 중심 상업 | |
| 상업 형태 | 근린생활시설, 판매시설 | |
| 건물 규모 | 소규모 밀집 | |
| 관리 특징 | 상점 별 개별 관리, 중앙 관리 체계 미흡 | |

출처 : 네이버 지도 <https://map.naver.com/>

<표 5-2>을 통해 모형의 대표 지역 특징을 살펴보았다.

이를 통해 소규모 판매시설이 밀집한 가로 상업 지역이 감염병 확산에 취약한 것으로 나타났다. 지역 형태로 인해 가로 중심으로 인구 밀집이 일어나며 다목적, 불특정 다수의 접촉 우려가 생긴다. 또한, 최근 감염병 확산이 지속되면서 정책적 이동 제한이 완화됨에 따라 인구 밀집은 더욱 심화될 것으로 예상된다. 대규모 판매시설과 다르게 관리·통제와 방역이 취약한 만큼 감염병 확산에 대비하여 구역 전체의 도시계획 관리가 필요하다. 해당 상권의 협력을 바탕으로 감염병 확산 대응을 위한 관리계획의 수립이 필요하다.

3) 토지이용복합도와 역세권

다중회귀분석 결과 감염병 확산이 높게 나타나는 모든 모형에서 토지이용 복합도는 음의 상관관계로 나타났다. 음의 상관관계를 가진다는 것은 해당 지역이 주거·상업·녹지 지역이 고르게 배치되어 있지 않고 하나의 용도가 주도적으로 나타났음을 뜻한다.

평일 감염병 확산에 취약한 지역은 주된 용도가 주거 지역으로 나타났다. 반대로 주말 감염병 확산에 취약한 지역은 주된 용도가 상업 지역으로 나타났기 때문에 토지이용복합도 지표는 음의 영향관계를 가진다. 하지만 상대적으로 감염병 확산에 덜 취약한 지역은 토지이용복합도가 양의 상관관계로 분석된다. 이를 해석하면 토지이용복합도가 높아지면 유동인구가 증가해도 감염병 확산이 덜 일어난다는 것이다.

토지이용복합도가 낮은 것은 해당 지역의 인구 활동이 비슷하다는 것으로 도시 활동의 모습이 유사함을 의미한다. 예를 들어, 주거 용도가 주를 이루는 토지이용복합도가 낮은 지역은 아침과 저녁으로 통근·통학 인구의 접촉이 발생한다는 것이며 상업 용도는 주말에 인구의 접촉이 발생한다는 것이다. 도시 활동의 모습이 유사함은 해당 지역의 시간당 인구 밀집이 높아질 수 있음을 시사한다.

감염병에 효과적으로 대응하려면 해당 지역의 도시 활동을 다양하게 계획하여 해당 지역의 인구가 분산될 수 있도록 토지이용복합도를 높여야 한다. 최근 도시계획은 토지의 복합적 이용에 대한 연구가 지속되고 있으며 실제로 도시계획에서 적용되고 있다. 코로나19 이후 발생할 수 있는 감염병에 대한 대응으로서 토지의 복합적 이용을 통해 인구의 분산이 이루어져야 한다. 효율적인 인구의 분산을 위해서 복합용도의 토지가 도시 내에 많이 계획되어야 한다.

다중회귀분석 결과 역세권 면적 비율 지표는 감염병 확산이 높게 나타나는



지역에서 양의 상관관계를 가진다. 또한 주말 감염병 확산이 높은 모형은 버스 정류장 수의 지표도 유의수준을 만족하면서 양의 상관관계를 가진다. 이를 통해 교통 관련 지표들은 감염병 확산에 높은 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

감염병의 확산을 줄이기 위해 해당 지역의 대중교통의 수요와 시설의 축소는 현실적으로 어려움이 있다. 대중교통 이용시간의 단축을 통해 인구 접촉을 최소화 한다면 감염병 확산을 줄일 수 있다.

현재 서울 대중교통의 단독통행 중 지하철 이용의 비율은 51.3%이며 일 평균 이동거리는 13.73km 이다. 또한 일 평균 이동시간이 35.1분으로 대중교통 중 가장 길게 나타났다¹⁵⁾. 지하철 이용은 공간 특성 상 바이러스 노출에 취약하다. 취약한 공간에 장시간 노출되는 것은 감염병 확산이 높게 나타날 수 밖에 없다. 때문에 감염병에 대응하는 교통 관련 도시계획은 이동거리 및 이동시간 축소를 통해 접촉을 최소화하는 방안으로 나아가야 한다. 이를 위해 앞서 설명된 토지이용복합도와 함께 토지이용 복합화가 필요하다. 더불어 2가지 이상의 대중교통을 이용하여 통행하는 환승통행이 이루어지는 비율이 21.9%이다. 환승통행의 최소화를 위해 역세권의 주거기능을 강화해야 한다.

15) 서울시 교통정보 시스템 <https://topis.seoul.go.kr/>



제 5 장 결론

제 1 절 연구의 결론 및 의의

현재 많은 연구에서 연구 결과로서 감염병 확산과 관련된 도시공간을 평일 거주지와 주말 상업지역에 대해 밝히고 있다. 본 연구에서도 이와 유사하게 분석 결과로 나왔다. 다중회귀분석에서 나온 독립변수들의 해석을 통해 향후 도시계획에서 이에 대응하는 방안을 제시했다.

현재 한국은 유례없는 감염병으로 모두가 고통을 겪고 있다. 국가의 눈부신 발전과 함께 도시는 성장해왔다. 도시의 성장의 결과로서 OECD 국가들 가운데 서울의 인구밀도는 1km²당 16,700명으로 1위이다. 하지만 인구밀도가 높은 것은 코로나19바이러스의 확산이 일어나고 있는 상황을 악화시키고 있다. 따라서 현 시점에서 도시 내 감염병 확산에 대한 특성을 살펴보는 연구가 필수적이라 판단하고 연구를 진행하였다.

본 연구의 결과, 한국과 서울시가 빠르게 성장해오면서 나타난 노후 저층 주거지와 판매시설 밀집 지역이 감염병 확산에 취약한 것으로 나타났다. 때문에 감염병 확산에 대응하기 위해서 도시개발보단 기존 시가지의 도시 관리의 측면으로 바라봐야 한다. 노후 저층 주거지의 도로·보행로 정비, 오픈스페이스 확보 등을 통해 인구 접촉을 최소화하고 생활 SOC의 공급을 통해 생활 인구의 밀도를 낮추어나갈 필요가 있다. 또한 판매시설의 밀집 지역은 가로 중심의 상권을 중심으로 관리와 통제가 이루어질 수 있도록 시스템을 구축하여야 한다. 그러기 위해선 지자체·상인·주민의 협력을 바탕으로 상권 연계 도시 관리계획이 필요하다.

본 연구에서는 토지이용복합도와 역세권에 대한 지역도 감염병 확산에 관



런이 높게 나왔다. 토지이용복합도가 낮은 지역일수록 감염병 확산에 취약하게 나타났는데 이는 지역의 인구 활동이 비슷하다는 것으로 도시 활동의 모습이 유사함을 의미한다. 도시 활동의 모습이 유사함은 해당 지역의 시간당 인구 밀집이 높아질 수 있음을 시사한다. 토지이용복합도에 따라 감염병 확산에 대응하기 위해 지역의 인구 활동이 다양하게 이루어 질 수 있도록 토지의 복합적 이용이 필수적이다. 효율적인 인구의 분산을 위해서 복합용도의 토지가 도시 내에 많이 계획되어야 한다. 또한, 역세권 면적을 많이 가지고 있는 지역이 감염병 확산에 취약한 것으로 분석된다. 서울시의 공간구조 상 역세권의 면적을 줄이는 것은 합당하지 않다. 다만 지하철 이용은 인구가 밀집된 공간에서 이동하기 때문에 감염병에 취약할 수밖에 없다. 지하철의 이동시간과 이동거리 등 통행비용을 감소시키는 방향을 통해 인구의 접촉을 최소화해야 된다. 때문에 앞서 설명된 토지이용복합과 함께 직주근접의 토지이용 복합화가 필요하며 역세권의 주거공급이 필수적이다.

도시 내 유동인구는 감염병 확산에 영향을 끼친다. 하지만 도시 활동을 규제하고 억제하면 정상적인 도시의 성장을 이뤄내기 어렵다. 서울시 전체의 규제방안을 완화하는 방향보다 본 연구의 결과처럼 도출된 지역을 중심으로 대응책을 강화하는 것이 올바른 방향이라고 생각한다. 더불어 이후에 발생할 수 있는 감염병에 대응하기 위해 우리가 도시의 어느 지역을 살펴봐야 할지 알아보는 의의를 가진다.



제 2 절 연구의 한계 및 향후 연구과제

본 연구는 유동인구와 감염병 확산의 관계를 바탕으로 하여 도시 구성요소와의 상관성을 분석한 연구이다. 본 연구의 실증적 분석방법과 결과의 해석은 몇 가지 한계점을 가지고 있다.

첫째, 본 연구의 대상지를 서울시의 집계구로 지정하였다. 이는 한정된 공간적 범위를 갖고 있다. 도시 내 감염병 확산에 대한 특성을 살펴보는 전제를 가지지만 국내 전 범위로 확대하여 총체적인 연구가 진행될 수 있게 하여야 한다. 이를 바탕으로 감염병의 특성과 다양한 변수를 국내 전 범위로 확대하여 도시계획에서 감염병에 대한 대응 방안이 구축되어야 할 것이다.

둘째, 코로나19 감염에 대한 기초 데이터는 서울시에서 제공하고 있는 일별 확진자를 바탕으로 산정되었다. 하지만 코로나19 감염에 대해 좀 더 세부적인 공간적 범위의 데이터를 바탕으로 파악한다면 공간 단위별 좀 더 효율적인 결과를 도출 할 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 본 연구는 유동인구의 증감과 감염병의 확산이 도시 구성요소에 의한 영향을 받는 것을 전제로 분석되었다. 도시 내 유동인구의 증감은 단순히 도시 구성요소만이 아닌 종합적인 요소에 의해 결정된다. 분석 가능한 요소의 추가와 시간적 요인이 분석된다면 좀 더 정확한 결과가 도출 될 것으로 예상된다.

본 연구를 통해 도시 내 유동인구 증감에 따라 감염병 확산 영향을 주는 도시 구성요소를 통해 취약 공간을 개선하고 합리적인 도시계획에 대한 연구가 이루어 져야 한다. 본 연구 결과를 활용하여 포스트 코로나 시대에 적합한 도시계획의 기초 자료로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.



참 고 문 헌

정기간행물

- 김진유. (2020), 포스트코로나시대 도시계획의 과제, Urban planners, 제7권 제3호, pp.11-15.
- 윤나영 · 최창규. (2013), 서울시 상업가로 보행량과 보행 환경 요인의 관련성 실증 분석, 대한국토 · 도시계획학회지, 제48권 제4호, pp.1-16.
- 윤정미 · 최돈정. (2015), 서울시 유동인구 분포의 공간 패턴과 토지이용 특성에 관한 지리가중 회귀분석, 한국지형공간정보학회지, 제23권 제3호, pp.77-84.
- 이정우 외 2인. (2015), 가로유형별 물리적 환경특성과 보행량간의 연관성 분석, 한국도시설계학회지, 제16권 제2호, pp.123-140.
- 이주아 · 구자훈. (2013), 가로의 물리적 여건과 보행량의 영향관계 분석, 대한국토 · 도시계획학회지, 제48권 제4호, pp.269-286.
- 이향숙 외 2인. (2014), 서울시 유동인구조사자료를 활용한 보행특성 분석, 대한교통학회지, 제32권 제4호, pp.315-326.
- 정재용. (2020), 포스트 코로나19 도시계획의 과제와 방향, 대한건축학회지, 제64권 제6호, pp.45-48.
- Keogh, E., & Ratanamahatana, C. A. (2005). Exact indexing of dynamic time warping. Knowledge and information systems, 7(3), 358-386.
- Qun, Li. et al. (2020), Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus-Infected Pneumonia, *New England Journal of Medicine*, 382, 1199-1207.



Shokoohi-Yekta, M. et al. (2017), Generalizing DTW to the multi-dimensional case requires an adaptive approach, *Data Mining and Knowledge Discovery*, 31(1).

학위논문

홍성경. (2016), 서울 강북일반주거지역 물리적환경이 유동인구 증가에 미치는 영향요인 분석, 한양대학교 석사학위논문.

보고서

김동근. (2020), 포스트 코로나 시대, 감염병 대응형 도시계획 방향, 2020.05. 국토연구원, 국토이슈리포트 제17호.

김리영 · 허창호, (2020), 코로나19와 도시, 도시 회복력과 도시정책 방향, 2020.02. 고양시정연구원, 이슈브리프 제20호.

단행본

대한국토·도시계획학회 편. (2009). *도시계획론(5정판)*, 보성각.

홍관수. (2018). *SPSS 회귀분석*, 경문사.



기타자료

김경옥. (2020), 코로나19 발생에 따른 서울시에서의 이동 및 소비패턴 변화 분석, 서울연구원, 2020서울연구논문공모전 제8회.

Senin, P. (2008), Dynamic time warping algorithm review. *Information and Computer Science Department University of Hawaii at Manoa Honolulu, USA*, 855(1-23), 40.

뉴스로. (2021). 빅데이터로 본 서울시민 코로나1년...거리두기 빛났지만 경제 회복 과제. <https://www.newsro.kr/?p=127002>

서울시 교통정보 시스템 <https://topis.seoul.go.kr/>

서울시 열린데이터 광장 <https://data.seoul.go.kr/>

서울시 코로나19(COVID-19) <https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do/>

질병관리청 코로나바이러스감염증-19 <http://ncov.mohw.go.kr/>

질병통제예방센터(CDC) <https://www.cdc.gov/>



ABSTRACT

Analysis of the relationship between the spread of infectious diseases and urban components according to the foot traffic

-Focused on COVID-19 infection in Seoul-

Lee, Ju-wang

Department of Urban Planning

Graduate School HongIk University

Modern cities have been threatened by infectious diseases as their scale expands. Accordingly, cities have developed through urban planning to respond to infectious diseases. COVID-19, which first occurred in China in December 2019, spread around the world.

The main transmission route of the COVID-19 virus is transmission by droplets of infected people. Urban spaces are vulnerable to viruses because they are densely populated spaces. This study attempts to determine the relationship between the floating population and the spread of infectious diseases on the premise that the spread of infectious diseases in cities is related to the floating population and in what space the infectious diseases are deeply related to. In addition, we try to analyze the relationship between the spread of infectious diseases and urban space through the urban components of the space.



The relationship between the two data is analyzed using the time series of floating population in Seoul's aggregate district and the time series of COVID-19 confirmed patients. A space with a high relationship between the two data is an area where the spread of infectious diseases is high when the floating population increases. Afterwards, areas with high and low spread of infectious diseases are classified through spatial clusters.

Through the analysis of previous studies, the components of the city are derived and multiple regression analysis is conducted to examine the urban components that affect the spread of infectious diseases. By analyzing urban components related to the spread of infectious diseases, the vulnerable space for the spread of infectious diseases in the city is analyzed.

As a result of this study, the land-use complexity is analyzed as a negative (-) relationship between the floating population and the spread of infectious diseases. This suggests that if the land-use complexity rises, the spread of infectious diseases can be relatively reduced regardless of the increase in the floating population. Complex use of urban spaces should be accompanied to reduce the spread of infectious diseases. On the other hand, the area in the station area is analyzed to have a positive (+) relationship with the increase in the floating population and the increase in the spread of infectious diseases. In order to reduce the spread of infectious diseases, it is necessary to combine land near workplaces that will reduce transportation demand and tangible and intangible traffic costs.

Areas with a high increase in the floating population and the spread of infectious diseases on weekdays are analyzed as spaces with components related to low-rise residential areas. On the other hand, areas with relatively low relationships were analyzed as residential areas with high-rise residences. Through



this, urban planning that can respond to the spread of infectious diseases through urban management should be implemented centering on aging residential areas.

Areas with a high increase in the floating population and the spread of infectious diseases over the weekend are analyzed as urban spaces where small sales facilities are concentrated. Compared to large-scale sales facilities, areas where small-scale sales facilities are concentrated are difficult to manage and control. Through this, the spread of infectious diseases should be reduced through the management of existing urban areas in urban plans to respond to the spread of infectious diseases.

Through this study, it was derived that urban spaces with different relationships of the spread of infectious diseases according to the floating population in the city have different characteristics depending on the components. Reasonable urban planning is needed to improve vulnerable spaces derived through urban components. It is expected that the results of this study can be used as basic data for urban planning suitable for the post-corona era.

