



수시 | 20-16

감염병 대응을 위한 공간정책 과제

Planning Policy Agenda for Responding to Infectious Diseases

이진희, 박정호, 이경주

수시 20-16

감염병 대응을 위한 공간정책 과제

Planning Policy Agenda for Responding to Infectious Diseases

이진희, 박정호, 이경주

■ 저자

이진희, 박정호, 이경주

■ 연구진

이진희 국토연구원 부연구위원(연구책임)

박정호 미국 남가주대학교 박사후연구원

이경주 한국교통대학교 교수

■ 연구심의위원

이왕건 국토연구원 도시연구본부장

임상연 국토연구원 연구위원

서연미 국토연구원 연구위원

이영주 국토연구원 국토시물레이션센터장

주요 내용 및 정책제안

FINDINGS & SUGGESTIONS



본 연구보고서의 주요 내용

- 1 코로나19와 같이 사람 간 접촉이나 공기 중 비말을 통한 감염병의 경우 상대적으로 밀도가 높은 지역에서 집단감염 발생 가능성이 높으며, 서울시를 대상으로 감염병 발생과 밀접한 시설들의 분포 현황을 분석한 결과 일부 지역에 특정 시설들이 밀집한 것이 확인됨
- 2 도시계획 요소와 지역 특성에 따라 감염병 전파 방식과 가능성에 차이가 있으므로, 시설 별 이용 패턴을 고려하여 사람 간 접촉을 낮출 수 있는 방안 마련이 필요함
- 3 특히 시설 이용 제한과 같은 행정적 통제는 지속가능성이 낮으며 다중이용시설 이용을 제한할 경우 이러한 시설이 밀집한 지역의 경제 쇠퇴가 예상되므로, 디자인이나 용도 지정과 같은 공학적 통제를 통한 감염병 대응이 요구됨

본 연구보고서의 정책제안

- 1 기존의 고밀·복합개발 정책을 재고하여 이용자 수요뿐만 아니라 지역의 사회경제적 특성을 감안하여 밀도를 계획하고, 고밀 지역에서는 감염병 전파를 차단할 수 있는 녹지 등의 완충지대를 적절하게 배치함
- 2 감염병 발생 시 일상생활 유지가 가능하도록 지역 내 자급자족이 가능한 서비스를 공급하고, 정보통신기술이나 보건·의료서비스와 같은 감염병 대응에 필수적인 기반시설의 지역 간 격차를 최소화함
- 3 시설 이용 제한 시 지역 쇠퇴를 예방하기 위하여 도시계획적 수단을 통하여 단일 업종의 밀집을 제한하고, 실내 공간 면적 기준을 재산정하여 감염병 전파를 차단함
- 4 감염병 확산 위험성뿐만 아니라 대응 취약성을 파악하여 도시계획 시 이용할 수 있도록 공간 자료 구축과 정보 제공을 위한 효과적인 대응 시스템 구축이 필요함

차례

CONTENTS

주요 내용 및 정책제안	iii
--------------------	-----

제1장 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구의 범위 및 방법	9
3. 선행연구와의 차별성	12
4. 연구의 기대효과	14

제2장 감염병 확산과 도시공간

1. 감염병의 정의 및 유형	17
2. 감염병의 공간적 확산	21
3. 감염병과 도시공간	25
4. 코로나19와 도시공간	32

제3장 감염병 관련 도시계획 요소 분석 개요

1. 감염병 관련 계획요소 검토	43
2. 감염병 관련 계획요소 선정	60
3. 감염병 관련 계획요소 측정 및 분석 방법	63

제4장 감염병 관련 도시계획 요소 분석 결과

1. 코로나19 서울시 발생 현황 검토	69
2. 도시계획 요소별 분포와 코로나19 발생 현황 비교	73
3. 도시계획 요소 간 공간적 분포 관련성	92
4. 도시계획 요소의 상대적 위험도	96

제5장 감염병 대응을 위한 공간정책 과제

1. 감염병 관련 도시계획 요소 분석 결과	103
2. 감염병 관련 도시정책 과제	108
3. 연구의 한계와 향후 과제	122

참고문헌	123
------------	-----

SUMMARY	137
---------------	-----



CHAPTER 1

연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구의 범위 및 방법	9
3. 선행연구와의 차별성	12
4. 연구의 기대효과	14

01 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구 배경

□ 최근 신종 및 변이 감염병 발생 빈도가 증가

- 2000년대 들어 다양한 신종 감염병이 확산되면서 인적·사회경제적 피해가 증가하고 있으며 그 속도는 점차 빨라지고 있음
 - 세계은행에서 조사한 바에 따르면 2003년 중증호흡기증후군(SARS, 이하 사스)을 포함하여 지난 20년 간 신종 및 변이 감염병으로 전 세계에서 발생한 사회경제적 손실은 약 916조 원에 달함
 - 국내에서도 2003년 사스, 2009년 신종 인플루엔자(H1N1, 이하 신종플루), 2015년 중동호흡기증후군(MERS, 이하 메르스) 등 전 세계적으로 유행한 감염병 발생으로 인적 피해를 입음

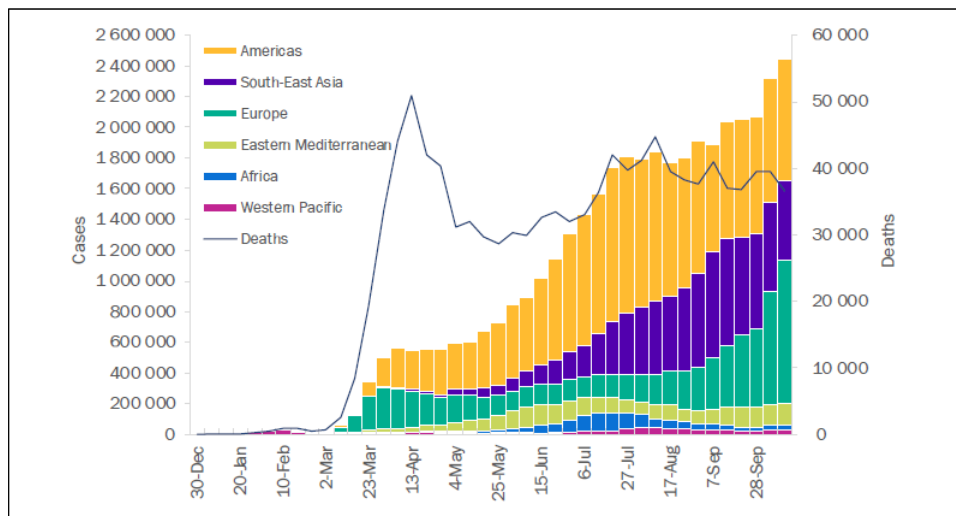
표 1-1 | 2000년 이후 발생한 주요 감염병 현황

발생연도	감염병 종류	피해 내용
2003	중증호흡기증후군(SARS)	29개국 발생, 8,098명 감염, 774명 사망
2009	신종 인플루엔자(H1N1)	전 세계적 발생, 13만 명 이상 감염, 18,239명 사망
2013	조류 인플루엔자(H7N9)	중국 발생, 571명 감염, 212명 사망
2014	에볼라 바이러스	아프리카 발생 24,509명 감염, 10,096명 사망
2015	중동호흡기증후군(MERS)	중동·북아프리카 12개국 발생, 1,040명 감염, 383명 사망
2016	지카 바이러스	중남미지역 포함 총 43개국 발생, 6,158건의 소두증과 관련, 157명 사망

자료: 강선주 2015; 김주원, 홍미영 2018: 3 <표1>에서 재인용; 윤기욱 2016 참고

- 2020년 12월 중국 우한에서 처음 발생한 호흡기 감염질환인 코로나바이러스 감염증-19(COVID-19, 이하 코로나19)로 2020년 10월 25일 현재 전 세계 216개국에서 약 425만 명의 확진자, 약 115만 명의 사망자가 발생함(질병관리청, 2020. 10. 26)¹⁾
 - 전 세계적으로 미국(840만 명)의 확진자 수가 가장 많고, 그 다음으로 인도(786만 명), 브라질(535만 명), 러시아(151만 명) 순임(질병관리청, 2020. 10. 26)
 - 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 코로나19의 전 세계적 피해 증가에 따라 지난 3월 11일 코로나19를 전염병 구분 단계 중 최고 경고 등급인 6단계 팬데믹(감염병의 대유행)²⁾으로 선언함(이진희 2020)

그림 1-1 | 전 세계 코로나19 발생 현황



자료: WHO 주간보고; 질병관리청, 2020. 10. 26에서 재인용

1) https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=Cj0KCQjw2PP1BRCiARIsAEqv-pQTevvyrfT9Nb5wljpIG_v5_bUi6XHUs5TfOGalvU345Gq4XPRPLUaAuyrEALw_wcB (2020년 5월 15일 접속)

2) 팬데믹은 WHO가 구분한 감염병 구분 단계 중 최고 등급으로 지속적이고 효과적인 사람 간 전염으로 정의되며, 2009년 6월 신종플루가 코로나19 이전에 팬데믹으로 선언됨 (https://web.archive.org/web/20060329125016/http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/phase/en/. 2020년 10월 20일 접속)

-
- 질병관리청 중앙방역대책본부에 따르면 2020년 12월 17일 0시 기준 국내 누적 확진자수는 46,453명이고, 누적 사망자는 634명으로 치명률은 1.36%에 달함³⁾

- 전체 확진자 중, 33,610명은 격리 해제되었고 12,209명이 격리 중이며, 지난 며칠 간 세 자릿수의 신규 확진자가 발생하고 있음⁴⁾(질병관리청, 2020. 12. 15)

□ 감염병 확산으로 인한 인명 및 사회경제적 피해 가중

- 예상하지 못했던 감염병의 창궐은 대규모 인적 손실과 사회병리적 혼란, 소비 위축 및 관광객 감소 등으로 인한 경제적 충격을 야기하는 등 심각한 사회적 문제로 대두됨
 - 국제통화기금(International Monetary Fund, IMF)은 코로나19에 따른 각국의 대규모 봉쇄가 대공황 이후 최악의 경기침체를 야기할 수 있음을 경고하면서 전 세계 성장률을 -3.0%로 예측함(IMF 2020; 박경현 2020에서 재인용)
 - 미국에서는 코로나19 피해가 가장 심했던 지난 3, 4월 약 2천 6백만 명의 실업자가 발생하였고(NPR Breaking News)⁵⁾, 금융연구원에 따르면 올해 국내 실업률을 지난해 대비 0.2%포인트 증가한 4%로 예상됨(이종현 2020)⁶⁾
- 심각한 감염병의 발생은 특히 사람 간 접촉을 통한 전파 차단을 위한 이동 제한 등으로 인하여 일상생활에 큰 영향을 미침
 - 코로나19로 심각한 피해를 입은 뉴욕의 경우 지난 3월부터 박물관과 미술관, 공연장 운영을 중단하였으며, 8월 말부터 일부 시설의 운영을 재개하였으나 전체 수용 인원의 25%로 제한함(한보경 2020)⁷⁾

3) 2020년 10월 26일 기준 국내 누적 확진자수는 25,955명이고, 누적 사망자는 457명이었으나, 이후 약 50일 간 확진자는 2만 명 이상, 사망자는 약 200명이 증가하였고, 치명률은 1.76%에서 1.36%로 0.4%p 감소함

4) 2020년 10월 26일 기준 격리 해제된 사람은 23,905명이었고, 격리 중인 사람은 1,593명으로, 이후 50일 간 격리자가 약 8배 증가함

5) https://www.npr.org/sections/coronavirus-live-updates/2020/04/23/841876464/26-million-jobs-lost-in-just-5-weeks?utm_source=npr_newsletter&utm_medium=email&utm_content=20200423&utm_term=4536789&utm_campaign=breaking-news&utm_id=27563948&orgid= (2020년 5월 2일 접속)

6) https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/05/14/2020051402283.html?utm_source=naver&utm_medium=original&utm_campaign=biz (2020년 5월 15일 접속)

- 프랑스 파리와 스페인 마드리드 등 유럽 대도시에서는 지속적인 확진자 증가로 인한 가을철 코로나19 재확산을 저지하기 위하여 봉쇄령을 추진, 지역 간 이동이나 대다수 사람들이 모이는 모임 등이 제한됨(임선영 2020)⁸⁾

- 막대한 인적, 사회경제적 피해를 야기하는 감염병에 대응하기 위해서는 무엇보다 감염병 발생 시 가능한 한 지역사회 전파를 차단하고, 최적의 치료 환경을 구축하는 것이 중요함

□ 감염병 대응을 위한 도시정책적 접근 부족

- 도시정책은 급속한 도시화 과정에서 발생한 인구 밀집에 따른 취약한 주택환경 개선과 위생문제 해결을 위한 공공건강 정책에서 시작되었으며, 최근 들어 기후변화에 따른 질병이나 만성질환 예방을 위한 공간조성 등 건강과 밀접한 연계가 있음(Flies 2019; Neiderud 2015)
 - 도시계획의 시초라 불리는 영국의 공중위생법(Public Health Act, 1848)은 의사인 존 스노우(Dr. John Snow)의 콜레라 사망자와 상수도 시스템 위치를 공간적으로 비교한 연구에서 시작함(Lai 2011)
 - 또한 식품사막(food desert)이나 보행친화성(walkability) 개념은 물리적 환경이 건강에 어떠한 영향을 미치는가를 잘 보여줌(Ellis 2016; Fielding & Simon 2011; Lee 2012)
- 그러나 지난 중동호흡기증후군(MERS, 메르스) 사태 이후 정부는 감염병 대응 및 관리를 위한 보건의료, 과학기술, 법제 및 정보체계 등의 분야에서의 연구와 정책 개선을 활발히 진행한 반면, 공간적 접근은 매우 미흡하며 도시정책에 있어서도 감염병 대응에 대한 부분이 미비함
 - 2015년 메르스 사태 이후 감염병 특화 사업군의 정부 연구비와 과제 수가 증가하였으나, ‘감염병관리기술개발연구’와 ‘감염병위기대응기술개발’ 위주임(김주원, 홍미영 2018)

7) <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=5016916> (2020년 10월 5일 접속)

8) <https://news.joins.com/article/23886176?cloc=joongang%7cmarticle%7cinflonaverdown2> (2020년 10월 5일 접속)

- 최근 들어 생활SOC 확충이나 지역 주도의 커뮤니티케어 등의 정책이 추진되고 있으나, 기후변화에 따른 재난재해로 인해 발생하는 사고 예방에 대한 대책은 있으나 감염병에 대한 전파를 차단하고 지역 내에서 관리하는 역량은 부족한 실정임
- 도시와 같이 사람 간 접촉에 따른 감염의 위험이 높은 공간에서는 감염병 확산 후 보건·의료 측면에서의 대응 보다는 감염의 확산을 선제적으로 방지하는 것이 보다 효율적이고 효과적임 감염병 대응 방안임
 - 실제로 미국 뉴욕이나 프랑스 파리, 스페인 마드리드 등에서는 초기 발병 이후 사회적 거리두기 실패로 재확산이 발생하여 큰 문제가 되고 있음
- 따라서 감염병 발생 시 지역사회 전파를 차단하고 선제적으로 대응할 수 있도록 효과적으로 공간을 계획하고 이용하는 방향으로 정책이 개선되어야 함
 - 인구 밀집도가 높은 공간이 감염병 전파에 위험하다는 사실을 알고 있으나 이러한 위험성을 진단하거나 예방할 수 있는 정책적 수단은 부족함

2) 연구 목적

□ 감염병 관련 이론 검토를 통하여 도시정책과의 관계 모색

- 감염병의 특성과 전파 및 확산 패턴 등에 대한 이론 검토를 토대로 그동안 활발하게 논의되지 않았던 공간적 측면에서의 감염병 대응 방안을 모색함
 - 감염병의 정의와 유형, 전파 방법 및 공간적 확산 요소와 유형 등에 대한 이론적 검토를 통하여 공간적 측면에서 감염병의 전파 및 확산의 이해를 제고함
- 감염병 전파 차단과 밀접하게 관련된 다양한 도시계획 요소를 제어할 수 있는 정책이 무엇인가를 검토하여 감염병 대응의 범위를 확대함
 - 감염병과 도시공간 및 도시정책과의 관계, 감염병 전파에 영향을 미치는 도시계획 요소 등에 대한 선행연구를 검토하여 공간정책을 통한 감염병 대응 방향을 제시함

□ 감염병에 안전한 도시환경 조성을 위한 기초자료 구축 및 실증

- 감염병의 공간적 확산과 관련된 도시계획 요소에 대한 이론적 검토를 토대로 사례지역 내 감염병의 공간적 전파 가능성을 가늠할 수 있는 자료를 구축함
 - 감염병 전파와 관련된 도시계획 요소의 검토를 토대로 현재 구축 가능한 자료를 파악하고 실증을 위한 기초자료를 구축함
 - 감염병의 공간적 전파 가능성을 진단하기 위한 자료 구축의 한계와 문제점 등을 파악하고 이를 토대로 향후 연구 방향을 제시함
- 감염병 확산 관련 도시계획 요소의 공간적 분포 현황 분석과 코로나19 발생 현황을 비교하여 향후 감염병 위험성 진단을 위한 토대를 마련함
 - 구축한 자료를 토대로 감염병 확산과 관련된 도시계획 요소가 도시 내 어떻게 분포되어 있는가를 파악하고, 코로나19 집단발생 현황과의 비교하여 도시계획 요소의 제어를 통한 감염병 대응을 위한 체계 마련의 필요성을 제시함

□ 감염병 대응을 위한 공간정책 과제 도출

- 공간적 측면에서 감염병 대응을 위한 이론과 실증분석 결과를 바탕으로 앞으로의 도시정책 개선을 위한 과제 제시
 - 감염병에 안전한 도시환경 구축을 위하여 감염병 전파와 밀접한 관련이 있는 도시계획 요소를 제어할 수 있는 방향으로의 개선 방향을 제안함
- 공간적 측면에서 감염병 확산을 진단하고, 향후 감염병 발생 시 위험지역을 파악할 수 있는 시스템 구축의 필요성 제안

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구 범위

□ 공간적 범위

- 서울시를 대상으로 도시계획 요소 분석
- 서울시 내 코로나19 발생 현황 파악

□ 시간적 범위

- 2020년을 기준으로 최신 자료 구축

□ 내용적 범위

- 감염병 발생 및 전파에 대한 선행연구 검토
- 감염병과 관련된 도시계획 요소 파악
- 감염병 관련 도시계획 요소 분포 현황 실증
- 감염병 관련 도시계획 요소의 관계성 분석
- 감염병 대응을 위한 도시정책 과제 도출

2) 연구 방법

□ 문헌고찰

- 감염병 발생 및 전파에 대한 이론과 감염병과 도시공간과의 관계, 관련 계획 요소의 영향 등에 대한 기존 문헌 검토
- 코로나19 발생 현황에 대한 WHO 및 정부의 발표 자료, 언론 기사 등 검토

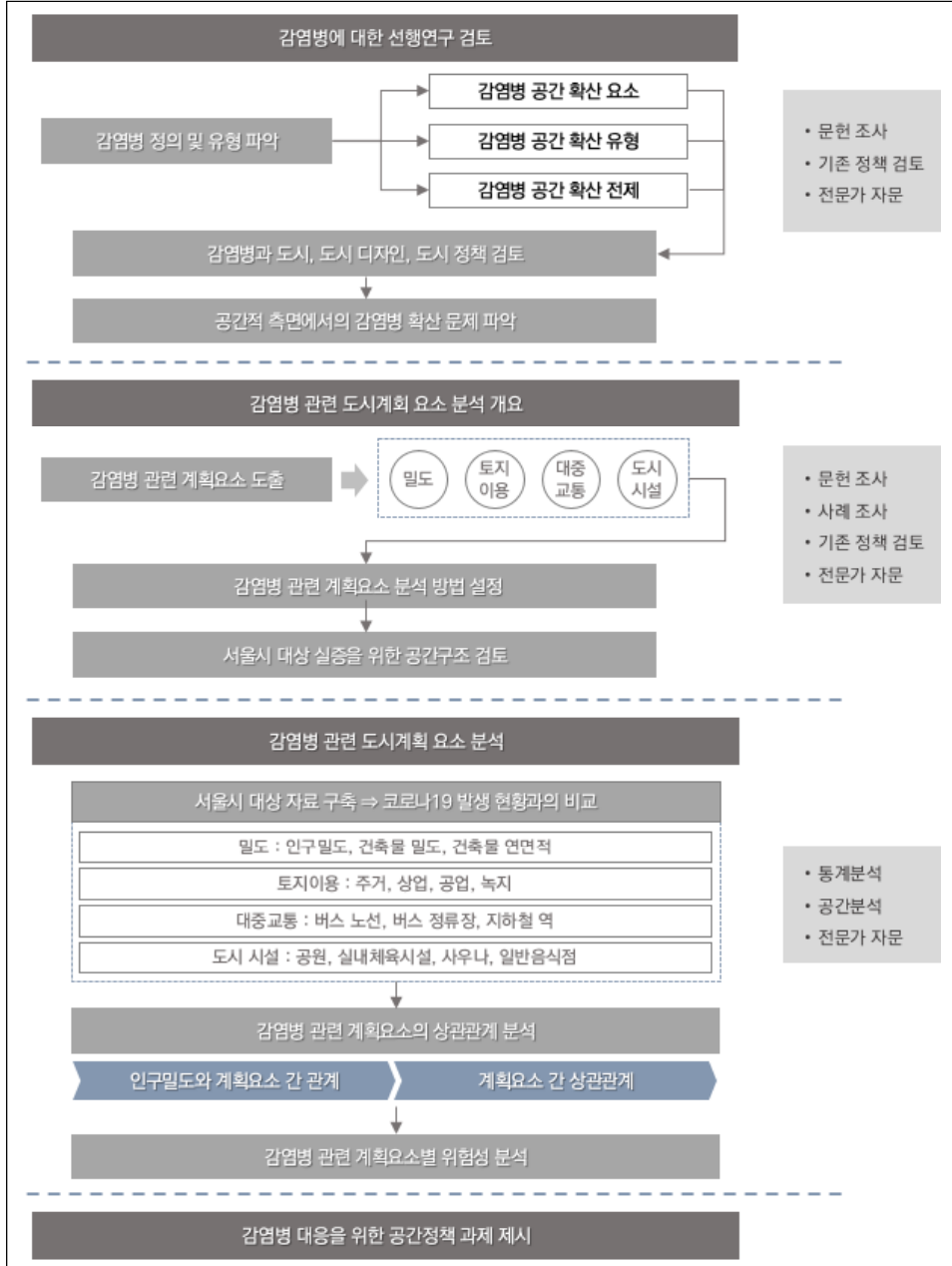
□ 전문가 자문 및 관계자 인터뷰

- 코로나19를 포함하여 비말이나 사람 간 접촉을 통한 감염병의 공간적 대응을 위한 도시계획적 요소에 대하여 전문가의 의견 수렴
- 감염병의 공간적 전파와 관련된 도시계획 요소의 실증 방법과 결과 해석에 대한 전문가 의견 수렴
- 감염병 관련 계획요소와 관련된 공간정책 과제에 대해 전문가와 이해관계자의 의견 수렴

□ 공간분석

- 감염병 관련 도시계획 요소에 대한 자료 구축 및 실증을 통하여 분포 현황과 특성, 관계성 등을 분석
- 코로나19 발생 현황에 대한 분석을 통하여 실증지역 내 코로나19 핫스팟(hot spot)과 도시계획 요소 분석 결과를 비교 · 검토
- 감염병 관련 도시계획 요소의 상대적 위험도를 분석

그림 1-2 | 연구 흐름도



자료: 저자 작성

3. 선행연구와의 차별성

□ 선행연구 현황

- 감염병 대응과 공간과의 관계에 대해서는 감염병의 발생과 용도나 밀도, 대중교통체계와의 영향을 분석하는 연구가 주로 진행됨
 - 성현곤(2016)과 성현곤, 광명신(2016)은 메르스와 같은 호흡계 감염병이 물리적 도시형태의 대중교통 이용에 어떠한 영향을 미치는가를 분석함
 - 송혜정(2015)은 유행성이하선염 발생의 공간적인 분포를 서울시 자치구별로 파악하고, 도시의 특성과 감염병 발생과의 영향관계를 분석함
- 보건·의료 자원의 공급 및 배분에 대해서는 보건시설이나 의료기관의 수요 파악을 통한 공급 방안과 기능 개선에 대한 연구가 이루어짐
 - 김미희 외(2010)는 전국 보건기관 유형별 시설과 장비 기준을 개발하고, 중장기적 지원을 통하여 시설을 개선하기 위한 방안을 제안함
 - 문정주 외(2013)는 의료취약지역을 유형화하고, 거점 의료기관을 지정하여 관리 및 모니터링, 평가할 수 있는 모델을 개발함
 - 임준홍, 송두범(2015)은 충남을 중심으로 중앙응급의료센터 응급의료시설과 인구, 응급환자 발생 현황 자료를 토대로 구급 및 응급의료시설 접근성을 분석, 응급의료 서비스 취약지역을 도출함
- 그 외 감염병 관련 정책 연구에서는 대응 역량 강화는 위한 법제적 부분이나 관리체계에 대한 연구가 진행됨

□ 선행연구와 본 연구와의 차별성

- 선행연구들은 주로 감염병 관련 보건의료, 과학기술, 법제 및 정보체계 등의 분야에 초점이 맞춰져 있어 감염병 전파와 밀접한 관련이 있는 공간정책에 대한 실제적 검토가 부족함

- 본 연구는 감염병의 공간적 확산에 초점을 맞춰 다양한 도시계획 요소를 검토, 도시정책을 통하여 감염병에 대응할 수 있는 기초자료를 구축하고 향후 정책 개선을 위한 과제를 도출함

표 1-2 | 선행연구와의 차별성

구 분	선행연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1 • 과제명: 보건사업의 효율적 수행을 위한 전국 보건기관 인프라 구축 방안 연구 • 연구자 : 김미희 외 (2010) • 연구목적: 보건사업의 효율적 수행을 위해 전국 보건기관 유형별 시설/장비 기준 개발, 시설표준모형 및 시설개선 사례 분석	• 문헌고찰 • 현황조사 및 분석 • 전문가 자문회의 • 현지방문 및 관계자 인터뷰	• 보건기관 시설/장비 현황조사 • 보건기관 지역/유형별 표준 기준 개발 • 보건기관 기능 활성화를 위한 중장기 지원정책 개발 • 보건기관 시설표준모형 개발
	2 • 과제명: 국가 감염병대응능력 제고를 위한 법제의 정비방안 연구 • 연구자 : 김지훈 (2011) • 연구목적: 해외 감염병 대응 법제를 국내의 비교·분석하여 국내 시스템의 문제점을 파악하고 개선방안을 도출	• 문헌고찰 • 국내사례 분석 • 해외사례 분석	• 우리나라 감염병 대응 관련 법제 • 외국의 감염병 대응 관련 법제의 시사점 • 감염병 대응을 위한 분야별 개선방안
	3 • 과제명: 의료취약지 도출에 따른 거점 의료기관 모델 방안 연구 • 연구자 : 문정주 외 (2013) • 연구목적: 의료취약지에 한 지원모형 의료취약지 거점의료기관의 사업 모델, 서비스 내용을 정립하고 세부 지원 관리방안 개발	• 자료수집 분석 • 문헌고찰 • 사례조사 • 현장 방문 조사 • 전문가 자문	• 의료취약지역의 황 특성 분석 • 의료취약지 지원사례 및 제도 분석 • 의료취약지 유형 분류 유형별 지원방안 마련 • 거점의료기관 모델 및 지원모형 개발 • 거점의료기관 지정 및 관리방안 • 모니터링 및 평가체계 개발
	4 • 과제명: 충남 도민의 삶의 질 향상을 위한 응급의료 접근성 강화방안 • 연구자 : 임준홍·송두범 (2015) • 연구목적: 응급 의료시설 분포와 서비스 가능 권역을 분석, 응급의료서비스 강화를 위한 정책적 근거 제공	• 문헌조사 • 통계분석 • 네트워크 분석 • 전문가 인터뷰	• 전국과 비교한 충남의 응급의료 현황 • 구급 및 응급의료시설 접근성 분석 • 충남 응급환자 현황 및 특성분석 • 충남 응급의료서비스 취약지역 분석
	5 • 과제명: 중앙과 지방정부 및 의료기관에 대한 감염병 관리체계 강화 방안 • 연구자 : 김남순 외 (2016) • 연구목적: 국가방역체계 개편 등 메르스 이후 대응 정책을 평가하고 앞으로의 감염병 관리의 비전과 방전 방안 제시	• 포럼 운영 • 전문가 델파이 조사 • 문헌 고찰 • 전문가 자문	• 감염병 관리 관련 정치사회적 동향 • 감염병 관리를 위한 공중보건체계에 대한 진단과 과제 • 공중보건체계에 대한 전문가 의견 • 감염병 관리를 위한 새로운 공중 보건체계의 발전 방향
본 연구	• 감염병 확산과 밀접한 다양한 도시계획 요소에 대한 실증과 그와 연계된 정책을 검토하여 안전한 도시환경 구축을 위한 정책 과제를 도출	• 문헌고찰 • 공간분석 • 전문가 자문	• 감염병 전파와 도시공간 관계 검토 • 감염병 관련 도시계획 요소 분석 • 감염병 대응을 위한 도시정책 과제 도출

자료: 저자 작성

4. 연구의 기대효과

□ 학술적 기대효과

- 감염병과 도시와의 관계뿐만 아니라 감염병과 관련된 도시계획 요소에 대한 선행연구를 정리하여 감염병과 공간의 관계를 이해할 수 있는 토대를 마련함
- 감염병과 관련된 다양한 도시계획 요소의 분포 현황을 분석하고 이를 실제 코로나19 발생 현황과 비교하여 감염병의 공간적 전파에 대한 근거를 제시함
- 도시계획 요소의 분포 현황과 요소 간 관련성 분석을 통하여 감염병의 공간적 확산 문제를 진단할 수 있는 체계적인 기반 마련의 필요성을 제기함

□ 정책적 기대효과

- 향후 신종 및 변이 감염병 발생에 대응하기 위한 공간정책 과제를 도출하고, 감염병에 안전한 도시공간 조성을 위한 기초자료를 구축함
- 그동안 부족했던 공간적 측면에서의 감염병 대응을 위한 정책 마련의 근거 자료를 제시함



CHAPTER 2

감염병 확산과 도시공간

- 1. 감염병의 정의 및 유형 17
- 2. 감염병의 공간적 확산 21
- 3. 감염병과 도시공간 25
- 4. 코로나19와 도시공간 32

02 감염병 확산과 도시공간

1. 감염병의 정의 및 유형

1) 감염병 정의

- 감염병(infectious disease)이란 병원체가 다양한 방법으로 전파되어 다른 사람이나 동물 등의 생물체 안으로 침입한 후 정착하고 증식하여 감염을 일으킴으로써 걸리는 질환을 의미함(강영희 2014)
 - 사람과 사람 사이의 병원체 이동만을 의미하는 전염병과 달리, 감염병이란 사람과 사람 사이에 병원체가 이동하는 것을 포함하여 공기나 흙 등 사람 이외의 전파원에서 병원체가 옮겨와서 발병하는 것까지를 의미함(현정희 2017)
- 감염병이 발병하고 확산되는 과정에서 중요한 요소로는 병원체(pathogen)와 전파 방법(mode of transmission)이 있으며, 감염병이 확산된다는 것은 병원체의 사람 간 전파가 증가한다는 것을 뜻함
 - 병원체란 몸의 조직을 파괴하거나 독소를 방출하여 몸에 해를 입히는 감염병의 주범으로 이에 대한 연구는 19세기 프랑스 생물학자 파스퇴르(Louis Pasteur)와 독일 내과 의사 코흐(Robert Koch)에 의해 본격적으로 시작됨(강영희 2014)
 - 전파란 병원체가 병원소(reservoir, 병원체를 포함하고 있는 생물체)에서 탈출하여 새로운 병원소로 옮겨가는 과정을 말함
- 병원체의 주요 동인은 미생물(micro-organism)이며, 일반적인 유형은 다음의 4가지로 구분됨(Sabel et al. 2010: 112)

-
- 균류(fungi): 균류는 식물 감염병의 주요 요인이며, 약 180 종의 균류가 사람에게 감염병을 발병시킬 수 있다고 알려져 있음(Perlin & Cohen 2002)
 - 원생동물(protozoa): 원생동물은 약 2 μ m에서 0.5mm 크기의 단세포 미생물로 소수의 종류만이 인간에게 해를 입힘(Sabel et al. 2010: 112)
 - 박테리아(bacteria): 박테리아 역시 단세포 유기체로 감염병 관련 박테리아에 의해 감염되는 대표적인 감염병으로는 탄저병, 페스트, 콜레라, 디프테리아, 임질, 나병, 매독, 파상풍, 결핵, 장티푸스 등이 있음(Snyder Sachs 2008)
 - 바이러스(viruses): 박테리아보다 작은 바이러스는 일반적으로 한 두 가닥의 핵산을 캡시드라 불리는 단백질 외피가 둘러싸고 있는 형태로 에이즈, 수두, 외염, 인플루엔자, 홍역, 풍진 등 수백 개의 바이러스가 사람에게 영향을 미치며, 대부분의 바이러스가 지속적으로 변이하는 것으로 알려져 있음(Playfair 2004)
 - 병원체가 병원소를 옮겨가는 전파 방법은 매우 다양하나, 병원체의 접근 방법에 따라 크게 다음의 4가지로 구분됨(Sabel et al. 2010: 114)
 - 매개(vector) 전파: 모기나 파리, 진드기나 벼룩 등과 같은 곤충을 매개로 하여 감염되는 방법으로, 전파는 크게 파리와 같이 불순물을 남기거나 모기와 같이 무는 행위를 통하여 이루어짐
 - 공기(airborne) 전파: 병원소의 기침이나 재채기, 호흡 등을 하는 과정에서 비말 형태로 탈출한 병원체가 일정 시간 동안 공기 중에 머물러 있다가 한 공간에 있는 새로운 생물체가 삼킴으로서 감염이 일어남
 - 물/음식(water- and food-borne) 전파: 감염된 음식이나 물을 섭취하여 일어나는 전파로 대부분 입을 통하여 병원체가 옮겨감
 - 직접적/간접적 물리적 접촉(direct and indirect physical contact): 병원체를 보유한 생물체와 새로운 생물체의 직·간접적 접촉을 통하여 병원체가 전파하는 방식으로, 간접적 접촉의 경우 바늘과 같은 무생물이 매개 역할을 하는 경우가 많음
 - 감염병 전파는 먼저 1) 병원체가 병원소로부터 탈출하고, 2) 직·간접적으로 전파되어, 3) 면역력이나 저항력이 떨어지는 새로운 숙주에 침입한 다음, 4) 병원체의 발현되는 과정으로 설명됨

2) 감염병 유형

- 「감염병예방법」에서는 감염병의 위험성과 관리의 필요성 등을 기준으로 감염병을 10개 유형으로 구분함(<표2-1> 참고)
 - 제1급감염병과 제2급감염병의 경우 치명률과 집단 발생 또는 전파의 우려가 커서 감염병환자의 격리가 필요함
- 전파 방법에 따라서는 곤충 매개 감염병, 공기 매개 감염병, 물을 통한 수인성 감염병, 흙을 통한 토인성 감염병 등으로 구분됨(Patz et al. 2004)
 - 곤충 매개를 통한 감염병으로는 말라리아, 뎅기열, 일본 뇌염, 흑사병, 뇌수막염, 광견병, 한타바이러스 등이 대표적이고, 기타 매개 감염병으로는 출혈열, 수족구, 도열병 및 트라코마, 공기 매개 감염병으로는 결핵, 마진, 수두 등이 있음
 - 수인성 감염병으로는 콜레라, 세균성 이질, 로타바이러스, 살모넬라증 등이 있으며, 인체 간 접촉을 통해 확산되는 감염병으로는 천식, 폐결핵 및 독감 등이, 토인성 감염병으로는 탄저병 및 구충 등이 대표적임
- 병원체에 접촉한 사람은 크게 다음의 4가지 유형으로 구분됨
 - 취약 집단(susceptibles): 취약 집단은 기존에 감염되었거나 백신을 접종받았음에도 면역력이 없는 사람을 의미함
 - 감염 집단(infectives): 감염 집단은 이미 병원체에 감염되었거나 다른 사람에게 감염병을 옮길 우려가 있는 사람을 말함
 - 면역 집단(immunes): 면역 집단은 이미 감염되었다가 치료되었거나 백신 접종을 통하여 면역력을 보유한 사람들을 뜻함
 - 잠재 집단(latents): 이미 감염되었으나 현재 다른 사람을 감염시킬 가능성은 없는 사람으로, 넓은 의미에서는 감염 집단으로 간주할 수 있음

표 2-1 | 법정 감염병 유형

구 분	내 용	종 류
제1급 감염병	• 생물테러감염병 또는 치명률이 높거나 집단 발생의 우려가 커서 발생 또는 유행 즉시 신고 • 음압격리와 같은 높은 수준의 격리 필요 • 갑작스러운 국내 유입 또는 유행이 예견되어 긴급한 예방·관리 필요	에볼라바이러스병, 마버그열, 라싸열, 크리미안 콩고출혈열, 남아메리카출혈열, 리프트밸리열, 두창, 페스트, 탄저, 보툴리눔독소증, 야토병, 신종감염병증후군, 중증급성호흡기증후군(SARS), 중동호흡기증후군(MERS), 동물인플루엔자 인체감염증, 신종인플루엔자, 디프테리아
제2급 감염병	• 전파가능성을 고려하여 발생 또는 유행 시 24시간 이내에 신고 • 격리가 필요 • 갑작스러운 국내 유입 또는 유행이 예견되어 긴급한 예방·관리가 필요	결핵, 수두, 홍역, 콜레라, 장티푸스, 파라티푸스, 세균성이질, 장출혈성대장균감염증, A형간염, 백일해, 유행성이하선염, 풍진, 폴리오, 수막구균 감염증, b형헤모필루스인플루엔자, 폐렴구균 감염증, 한센병, 성홍열, 반코마이신내성황색포도알균(VRSA) 감염증, 카바페넴내성장내세균속균종(CRE) 감염증
제3급 감염병	• 발생을 계속 감시할 필요가 있어 발생 또는 유행 시 24시간 이내에 신고 • 갑작스러운 국내 유입 또는 유행이 예견되어 긴급한 예방·관리가 필요	파상풍, B형간염, 일본뇌염, C형간염, 말라리아, 레지오넬라증, 비브리오패혈증, 발진티푸스, 발진열, 쯔쯔가무시증, 렙토스피라증, 브루셀라증, 공수병, 신종후군출혈열, 후천성면역결핍증(AIDS), 크로이츠펔트-야콥병(CJD) 및 변종크로이츠펔트-야콥병(vCJD), 황열, 뎅기열, 큐열(Q熱), 웨스트나일열, 라임병, 진드기매개뇌염, 유비저, 치쿤구니아열, 중증열성혈소판감소증후군(SFTS), 지카바이러스 감염증
제4급 감염병	• 1급감염병부터 제3급감염병까지의 감염병 외에 유행 여부를 조사하기 위하여 표본감시 활동이 필요	인플루엔자, 매독, 회충증, 편충증, 요충증, 간흡충증, 폐흡충증, 장흡충증, 수족구병, 임질, 클라미디아감염증, 연성하감, 성기단순포진, 침균균딜롬, 반코마이신내성장알균(VRE) 감염증, 메티실린내성황색포도알균(MRSA) 감염증, 다제내성녹농균(MRPA) 감염증, 다제내성아시네토박터바우마균(MRAB) 감염증, 장관감염증, 급성호흡기감염증, 해외유입기생충감염증, 엔테로바이러스감염증, 사람유두종바이러스 감염증
기생충 감염병	• 기생충에 감염되어 발생	회충증, 편충증, 요충증, 간흡충증, 폐흡충증, 장흡충증, 해외유입 기생충감염증
WHO 감시대상 감염병	• WHO가 국제공중보건의 비상 사태에 대비하기 위하여 감시대상으로 지정	두창, 폴리오, 신종인플루엔자, 중증급성호흡기증후군, 콜레라, 폐렴형 페스트, 황열, 바이러스성 출혈열, 웨스트나일열
생물테러 감염병	• 고의 또는 테러 등을 목적으로 이용된 병원체에 의하여 발생	탄저, 보툴리눔독소증, 페스트, 마버그열, 에볼라열, 라싸열, 두창, 야토병
성매개 감염병	• 성 접촉을 통하여 전파	매독, 임질, 클라미디아, 연성하감, 성기단순포진, 침균균딜롬, 사람유두종바이러스 감염증
인수공통 감염병	• 동물과 사람 간에 서로 전파되는 병원체에 의하여 발생	장출혈성대장균감염증, 일본뇌염, 브루셀라증, 탄저, 공수병, 동물인플루엔자 인체감염증, 중증급성호흡기증후군, 변종크로이츠펔트-야콥병, 큐열, 결핵
의료관련 감염병	• 환자나 임산부 등이 의료행위를 적용받는 과정에서 발생 • 감시활동이 필요	반코마이신내성황색포도알균(VRSA) 감염증, 반코마이신내성장알균(VRE) 감염증, 메티실린내성황색포도알균(MRSA) 감염증, 다제내성녹농균(MRPA) 감염증, 다제내성아시네토박터바우마균(MRAB) 감염증, 카바페넴내성장내세균속균종(CRE) 감염증

자료: 「감염병예방법」 제2조를 토대로 저자 작성

2. 감염병의 공간적 확산

1) 감염병 공간 확산 요소

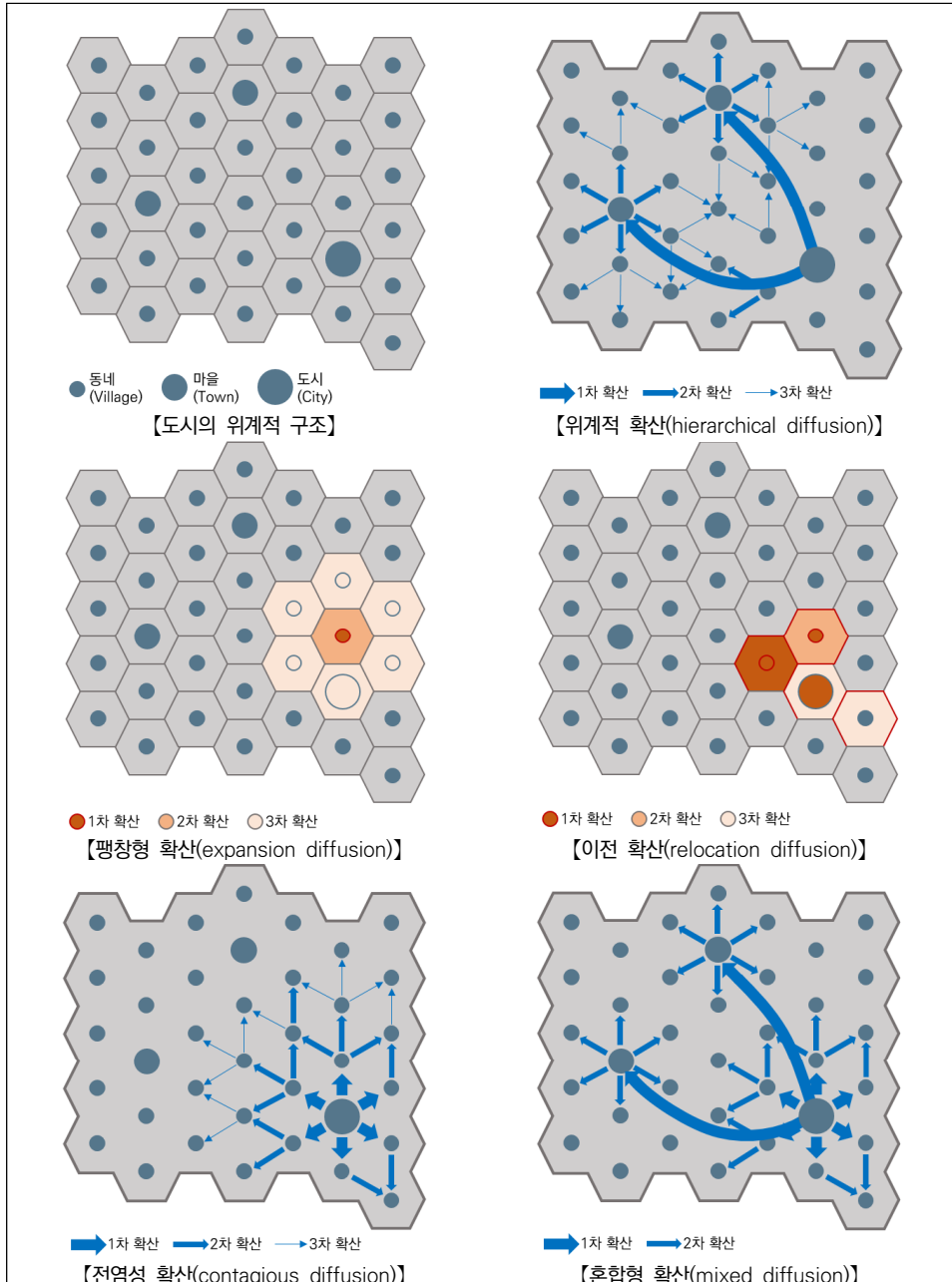
- 지리학적 관점에서 확산 과정(diffusion process)을 설명하기 위해서는 다음의 6가지 주요 요소에 대한 고려가 필요함(Sabel et al. 2010: 118)
 - 감염병 확산의 주요 요소: 1) 무엇이 확산되는가, 2) 어디에서 처음 확산되었는가, 3) 어디로 확산되는가, 4) 어떤 경로로 확산되는가, 5) 확산 방법이 무엇인가, 6) 확산의 추진력이 무엇인가
 - 사람 간 감염의 경우 감염병의 확산은 감염병이 발병한 사람에서 시작해서 주변으로 병원체가 퍼져나가게 되는 과정임
- 감염병의 공간적 확산을 이해하기 위해서는 먼저 감염자(또는 병원소)가 어디에 있는지, 그리고 감염병을 유발하는 최적의 환경, 즉 건강 유해 요소가 어디에 있는지를 고려하여야 함
 - 감염자 측면에서 감염자 개인에 대한 정보가 중요하며 감염병의 발병과 유행 패턴은 유명한 존 스노우(John Snow)의 콜레라 지도와 같이 클러스터 형태나 인접한 지역을 따라서 나타남(Hempel 2006)
 - 감염병의 원인에 초점을 맞추면 감염병 발병은 건강 유해 요소를 포함한 지역적 특성이나 생태계와 밀접한 연관이 있으므로, 공간적 확산은 환경적 원인의 확산 패턴으로 설명됨
- 최근 문제가 되고 있는 신종 및 변이 감염병의 경우 유해 환경의 문제이기 보다는 감염자 측면에서 공간적 확산이 발생하고 있음
 - 2000년대 들어 사회적 문제가 되고 있는 코로나 계열 바이러스⁹⁾의 사람 간 전파의 경우 감염자의 비말이 공기나 오염된 매개물을 통하여 다른 사람의 호흡기나 눈·코·입의 점막으로 침투되어 발생함

9) 대표적인 코로나 계열 바이러스로는 최근 문제가 되고 있는 코로나19(COVID-19), 중증급성호흡기증후군(SARS·사스), 중동호흡기증후군(MERS·메르스) 등이 있음

2) 감염병 공간 확산 유형

- 위계적 확산(hierarchical diffusion)은 계층 간 또는 장소의 위계 간에 발생하는 확산 방식으로 이를 통하여 도심에서 소도시로 에이즈(AIDS)가 확산되는 과정이 설명됨(Cliff et al. 1981; Goulb et al. 1991; Hornsby 2003; Sabel et al. 2010)
 - 위계적 확산 측면에서 감염병 발생 빈도는 최초 감염자로부터 멀어질수록 감소하게 되나, 교통수단의 발달로 국가 단위에서는 도로를 통하여, 국간 간에는 공항을 중심으로 더 빠르게 확산될 수 있음
- 팽창형 확산(expansion diffusion)은 한 장소에 있는 감염병 소스, 즉 병원체가 외곽 방향으로 번져 새로운 장소로 확산되는 형태로 산불이나 기술의 확산과 유사한 모습을 보임(Cliff et al. 1981; Hornsby 2003)
 - 팽창형 확산의 대표적인 사례로는 멕시코에서 발생한 신종플루가 있으며, 위계적 확산과 마찬가지로 새로 전이된 지역에서는 감염병 확산세가 감소함
- 이전 확산(relocation diffusion)은 사람들이 시골에서 도시로 이주하는 것과 같이 병원체가 초기 발병 원인을 그대로 남겨 놓은 채 새로운 장소로 이동하는 패턴을 의미함(Cliff et al. 1981; Hornsby 2003)
 - 2010년 아이티(Haiti)에서 발생하여 6천 여명의 사상자를 낸 콜레라의 확산 사례가 이전 확산의 대표적인 예이며, 이는 지진 피해 지원을 위해 네팔에서 파견된 국제 구호원에 의해 이전된 것으로 파악됨
- 전염성 확산(contagious diffusion)은 홍역과 같이 감염병의 확산이 개인 간 직접적인 접촉이나 감염된 물과 같은 매개체에 의해 발생하는 방식임(Cliff et al. 1981; Hornsby 2003; Sabel et al. 2010)
 - 1852년 브로드 거리(Broad Street)에서 발생한 콜레라 확산 사례가 전염성 확산의 대표적인 사례로, 감염된 급수 펌프에서 실제 감염이 시작된 것으로 예상됨
 - 전염성 확산은 직접적인 접촉을 전제로 하므로 병원체로부터의 거리가 중요 요소임

그림 2-1 | 감염병의 공간적 확산 유형



자료: Hornsby 2003: 1, F1; Sabel et al. 2010: 119, F7.1을 토대로 저자 작성

-
- 혼합형 확산(mixed diffusion)은 위계적 확산과 전염성 확산이 동시에 일어나는 방식으로 개인 간 접촉에 의해 지엽적으로 확산이 발생하고, 네트워크를 통하여 도심에서 주변 소도시로 병원체가 이동 한 다음 다시 전염성 확산이 일어나는 형태를 보여 네트워크 확산(network diffusion)으로 이해될 수 있음 (Sabel et al. 2010)

3) 감염병 공간 확산 전제

- 감염병의 공간적 확산은 병원체가 1차 감염자에서 다른 감염자, 즉 새로운 지역으로 퍼져 나가는 과정으로, 이는 1차 감염자와의 거리나 접촉 가능성에 영향을 받게 됨
- 감염자 측면에서 감염병의 전파는 공기를 매개로 하거나 밀접 접촉을 통하여 병원체가 전파될 수 있는 일정 공간 내에 감염자와 새로운 병원소의 역할을 할 다른 사람이 함께 존재할 시에 일차적으로 발생함
- 이후 감염병의 공간적 확산이 공간 위계에 따라 이루어짐([그림2-1] 참고)
- 따라서 감염병의 공간적 확산은 인구가 밀집한 도심에서 시작해서 사람 간 접촉을 통하여 인접한 주변으로 단계적으로 퍼져 나간다고 전제할 수 있음
 - 사람들은 일반적으로 먼 곳에 있는 사람보다는 가까운 이웃과 더 많이 접촉하며, 그에 따라 감염병은 중심지에서 시작해서 가까운 주변으로 퍼져나가고 감염자가 이동할 경우 다음의 인구 중심지로 확산됨(Sabel et al. 2010: 119)
 - 실제로 코로나 계열 바이러스의 경우 감염자의 가족 및 접촉자, 진료에 참여한 의료인이 일차적으로 감염된 후 주변으로 퍼져나감

3. 감염병과 도시공간

1) 감염병과 도시의 관계

- 2000년대 들어 신종 및 변이 감염병 문제가 빈번하게 발생하고 있으며¹⁰⁾, 전문가들은 가장 근본적인 원인으로 도시화, 교통수단의 발달, 국제화, 기후변화 문제 등을 지적함(Congdon 2016; Sabel et al. 2010; 최병두 2015; 현정희 2017)
 - 도시화에 따라 인구 밀도가 높아지면 사람 간 접촉이 늘어나게 되고, 항공 교통이 증가하면서 대륙 간 교류도 활발해지게 되면서 감염병의 급속한 확산과 그에 따른 피해 규모가 확대됨(Beck 2006)
 - 또한 기후가 따뜻해지면서 기존 병원체의 변이나 신종 감염병 발생을 위한 최적의 환경이 조성면서 도시 내에서의 감염병 발병과 전파가 증가하기도 함
- 특히 급속한 도시화로 인해 주거환경 낙후 및 감염병 노출을 확대하고, 기존 농산어촌 중심의 감염병이 도시로 진입하는 계기가 됨
 - 도시로의 인구 집중 현상이 신규 주거 환경 조성보다 빠르게 진행될 경우, 일반적으로 과밀주거(overcrowding) 문제가 발생하고 그로 인해 좁은 공간에 정주민구가 증가하면서 자연스럽게 대면접촉 및 근거리접촉 횟수가 늘어나 폐결핵과 같은 접촉성 감염병 노출이 확대됨(Neiderud 2015)
 - 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에서 작성한 농산어촌 중심 감염병 17종 가운데 일부는 이미 개발도상국 도시를 중심으로 감염병이 확산된 사례가 확인됨(Alriol et al. 2011; Neiderud 2015)
- 또한 도시 외곽에 신규 택지를 개발함에 따라 생태계 근접 및 동물성·식물성

10) 2003년 중증호흡기증후군(SARS, 29개국 발생), 2009년 신종 인플루엔자(H1N1, 전 세계 발생), 2013년 조류 인플루엔자(H7N9, 중국 발생), 2014년 에볼라 바이러스(아프리카 발생), 2015년 중동호흡기증후군(MERS, 12개국 발생), 2016년 지카 바이러스(중남미 중심 43개국 발생) 등 지난 15년 간 여러 감염병 방생으로 전 세계 사회경제적 손실이 900조 원에 달함(김주원, 홍미영, 2018)

감염병 침투가 용이해졌고, 외곽 개발로 낙후된 구도심의 상수도 체계는 수인성 전염병 확산을 야기함

- 도시의 외연적 확산은 천연 생태계의 건조화를 수반하게 되고, 그로 인해 본래 생태계 동식물을 매개체로 발생하고 확산되는 동물성·식물성 감염병이 사람에게 침투하고 변종이 생길 수 있음(Neiderud 2015)
- 세계보건기구에 따르면 전 세계에 걸쳐 1억 3천 7백만 명의 도시민이 오염된 상수도 체계에 의존하면서 병원성 미생물에 오염된 물에 의한 수인성 전염병 확산에 노출되어 있음(Alirol et al. 2011)
- 이 외에도 도시 내 많은 정주민구가 발생시킨 폐기물이 급증하면서 소화기 감염병 유발이 늘어나게 됨
 - 비도시 지역에서는 퇴비화·재활용·재사용되는 생활 폐기물이 도시 내에서는 급증하면서 창자 기생충성 감염병(intestinal parasitic infection)과 설사 등 소화기 감염병을 유발함(Alirol et al. 2011)
- 도시화가 감염병 확산을 촉진시키는 경향이 강하다는 여러 사례에도 불구하고, 공기오염과 수질오염으로 인해 진드기 창궐이 오히려 감소하거나 도시에서는 감염병 매개 벌레에 물릴 확률이 낮아지는 경우가 있음
 - 전반적으로 비도시 대비 도시의 철저한 위생 관리 인식과 체계 등 도시화로 인해 감염병 확산이 지연되거나 차단되는 도시화의 긍정적 효과도 실증연구에 의해 뒷받침되고 있음(Alirol et al. 2011)
- 지속적인 감염병 발생은 앞으로 도시의 존속을 위협할 수 있다는 주장이 제기됨에도 불구하고(김현수 2020; 박경현 2020; 성현곤 2016; 이희정 2020), 대부분의 전문가들은 감염병 위협에도 도시의 위상은 크게 변하지 않을 것으로 주장함
 - 미국 포린폴리시(Foreign Policy)의 인터뷰에서 대부분의 전문가들은 중세시대 흑사병이나 1918년 스페인 독감, 9.11 테러 등 도시가 위협받아 온 사례를 예로 들며, 여러 문제에도 불구하고 도시가 가지고 있는 엄청난 자원과 매력적인 환경으로 도시의 위상은 크게 변하지 않을 것으로 응답함¹¹⁾

- 앞으로 도시의 위상이 크게 변하지 않을 것이라는 예측에도 불구하고, 이번 코로나19 사태에서 대도시나 관광도시, 산업도시 등 도시의 위험성이 목격되었음으로, 앞으로 발생할 감염병에 대응하기 위해서는 도시적 관점에서의 대응이 필요함
 - 미국의 경우 대표적인 도시 지역인 뉴욕의 사망률이 최고치를 기록하였고, 관광도시로 유명한 캘리포니아와 플로리다 주, 산업도시인 디트로이트의 인적·경제적 피해 역시 막대함¹²⁾
 - 유럽의 경우에도 대도시인 런던과 파리에 심각한 인명 피해가 발생하여 도시의 기능이 일시적으로 마비되었고, 유명 관광도시인 이탈리아 밀라노나 산업도시인 북부 이탈리아에서도 다수의 사망자가 발생함(Florida 2020; 김현수 2020; 박경현 2020)

2) 감염병과 도시 디자인

- 도시의 물리적 환경과 공용공간의 위치 등을 결정하는 도시 디자인은 사람 간 접촉을 증가 또는 감소시켜 감염병 확산을 촉진시키거나 지연시키는 직접적인 역할을 담당하는 등 감염병 대응에 있어 중요한 요소임(Jackson 2003)
 - 또한 도시 디자인은 도시의 전반적인 물리적 구조를 통하여 도시민의 이동 및 일상 생활 패턴을 바꾸고 사회·경제·문화적 활동의 분포에 영향을 미침으로써 감염병 확산에 있어 간접적인 역할도 함께 수행하는 중요한 도시계획 요소임
- 미시적 측면에서 도시의 물리적 형태와 공간구조는 단일 건축물의 크기와 위치를 비롯한 근린생활공간의 배치와 토지이용 패턴을 결정하여 감염병의 다양

11) 미국 카네기 국제평가재단이 1970년부터 발행해온 외교전문지인 포린폴리시가 코로나19 이후의 도시 생활의 변화에 대하여 도시, 행정, 역사, 의료 등 여러 분야 전문가 12인을 인터뷰함 (<https://foreignpolicy.com/2020/05/01/future-of-cities-urban-life-after-coronavirus-pandemic/> 2020년 5월 14일 접속)

12) 미국 각 주의 코로나19 사망자를 비교한 결과, 뉴욕시(New York City)가 사망자 23,887명(확진자 251,618명)으로 가장 큰 피해를 보았고, 뉴욕 9,103명(확진자 223,922), 캘리포니아 주 16,564명(확진자 846,579명), 텍사스 주 16,557명(792,478명)으로 높은 순위를 보였으며, 인구 10만 명 당 사망자 역시 뉴욕시가 284명으로 가장 높은 수치를 보임 (2020년 10월 13일 기준, 자료: <https://www.cdc.gov/covid-data-tracker/#cases>)

한 전파 방법의 흐름과 강도에 영향을 미침

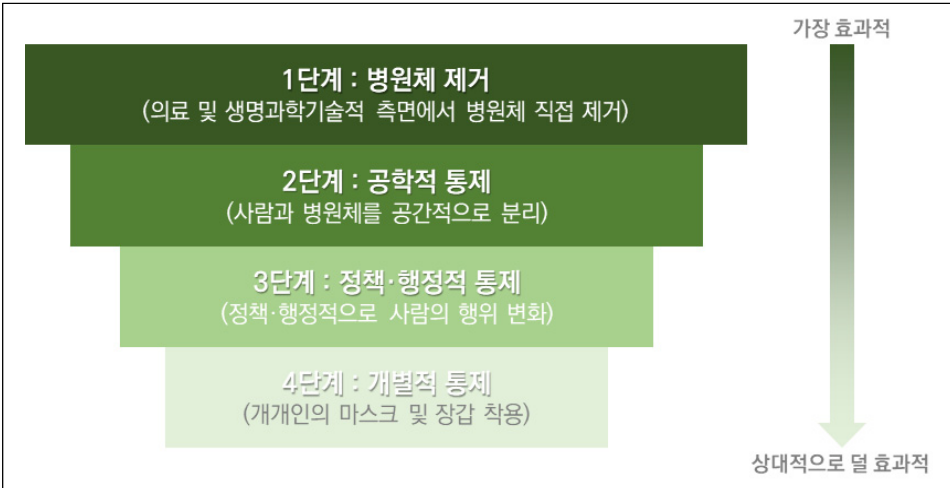
- 예를 들어 하나의 건물이 이용하는 사람에 비하여 지나치게 작아 상대적인 밀도가 매우 높을 경우, 공기 매개 감염병이나 사람 간 접촉을 통한 감염병의 전파는 추진력을 얻게 됨
- 공원이나 수변공간과 같은 오픈스페이스와 학교나 도서관과 같은 여러 공공시설의 위치는 도시민의 일상활동과 이동 경로에 영향을 미치고, 나아가 다수의 사람이 일시적으로 한자리에 모이는 고밀도 집합공간의 역할을 하여 감염 경로와 시공간적으로 중복될 경우 감염병의 집단 확산을 초래할 수 있음
- 또한 출퇴근이나 등하교와 같은 일상적 통행에 있어 다수의 사람이 공유하는 대중교통 역시 감염병 전파를 촉진할 수 있으며, 감염병 병원체의 지역 간 이동에 영향을 미쳐 위계적 확산이나 혼합적 확산을 야기할 수 있음

3) 감염병과 도시정책

- 감염병의 공간적 확산에 있어 도시 디자인이 중요한 만큼, 감염병 대응에 있어 도시정책의 중요성이 높아지고 있음
 - 지리학적 관점에서의 감염병 확산 관점에서 도시정책은 ‘어디로 확산되는가’와 ‘어떤 경로로 확산되는가’, ‘확산의 추진력이 무엇인가’를 결정하는 주요 요인임
- 도시계획 및 정책 측면에서 논의되는 감염병 확산 대응방안은 크게 감염병 발생 이전 사전 예방 단계와 감염병 발생 이후 대응 단계로 구분됨(Kent & Thompson 2014; Schartung et al. 2010)
- 먼저 감염병 사전 예방을 위한 정책으로는 주기적, 지속적, 일시적으로 다수의 도시민이 집중적으로 분포하는 공간에 대한 사전 예방 정책이 주를 이룸
 - 구체적으로는 스마트도시 과학기술을 이용한 전체 인구집단에 대한 공용공간 실시간 모니터링이나 학교, 병원, 양로원 등 감염병 취약집단이 밀집된 공간에 대한 방역 모형 개발 등이 있음

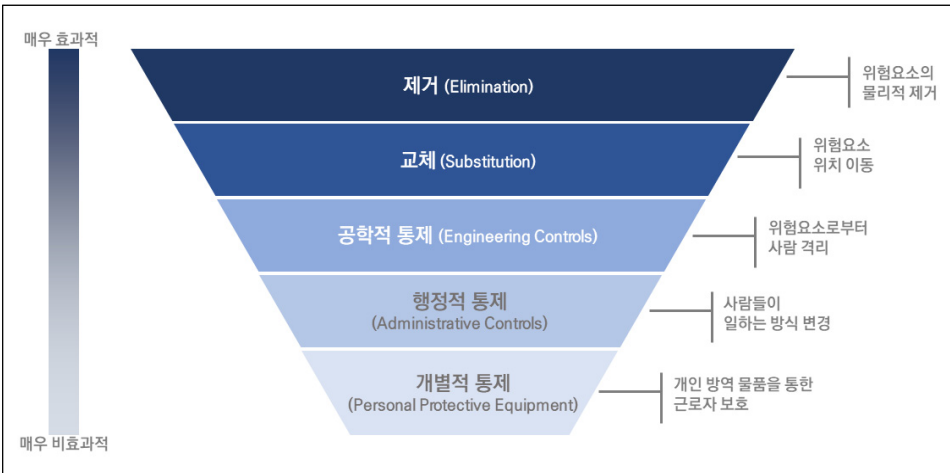
-
- 감염병 확산 이후 대응을 위한 정책으로는 감염병의 차단을 목적으로 하는 정책이 대부분이며, 이러한 정책의 궁극적 목적은 감염 경로의 신속한 차단과 그로 인한 의료분야 백신 접종 정책의 효과 극대화에 있음
 - 감염병 차단을 목적으로는 직장 유연근무제, 학교 일부 및 전면 폐쇄, 공공시설물 운영 중단, 대중교통 이용 제한 정책, 사회적 거리두기 등이 도입됨
 - 하지만 이러한 정책은 대부분 도시 디자인을 통한 감염병 대응 보다는 사람들의 접촉을 일시적으로 제한하는데 초점이 맞춰져 있어 근본적인 의미에서 도시정책으로 간주하기 어려움
 - 따라서 감염병 대응에 있어 도시정책적 접근은 매우 미약한 실정이며, 특히 도시의 물리적 환경 개선을 통한 감염병 대응 사례는 미미함
 - 미국 연방정부 질병통제센터(Centers for Disease Control, CDC)의 4단계 감염병 통제 시스템 중 2단계에 해당하는 공학적 제어 측면에서는 공간계획 요소의 중요성이 부각되어 있음(Morawska et al. 2020)
 - CDC의 전통적인 4단계 통제 시스템은 ① 병원체 제거, ② 공학적 통제, ③ 행정적 통제 및 ④ 개별적 통제의 단계로 구분되며, 이 중 1단계가 가장 효과적이고 4단계의 효과가 가장 떨어짐([그림2-2] 참고)
 - 여기에서 1단계인 병원체 제거는 치료제나 백신 개발과 같은 보건·의료 측면의 접근이고, 3단계 행정적 통제는 재택근무나 원격수업과 같이 행정적으로 사람들의 이동을 제한하여 감염병의 확산을 방지하는 방법임
 - 2단계인 공학적 통제는 공간 디자인을 통하여 위험요인, 즉 병원체로부터 비감염자를 공간적으로 분리시켜 감염병 확산을 최소화하는 방법임
 - 또한 CDC 산하 국립산업안전보건연구원(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)의 위계적 통제(Hierarchy of Controls) 방법은 디자인을 통한 실내공간에서의 감염 확산 방지에 초점을 맞춤(Morawska et al. 2020)

그림 2-2 | 미국 CDC의 4단계 감염병 통제 시스템



자료: Morawska et al. 2020: 2 [그림1]을 번역하여 저자 작성

그림 2-3 | 미국 NIOSH의 위계적 통제 방법



자료: 미국 질병통제센터 홈페이지(<https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>)

-
- NIOSH의 위계적 통제 방법이란 본래 산업현장 근로자 안전 보호를 위하여 적용되어온 전통적인 방법으로서 실현 가능하면서도 효과적인 통제수단을 단계적으로 적용하자는 것이 핵심 개념임¹³⁾
 - 위계적 통제 단계 중 공학적 통제는 산업현장에서 근로자와 위험요인을 공간적으로 분리시키는 디자인적 접근으로 근로자간의 상호교류와는 독립적으로 안전을 증진시킬 수 있으며, 행정적 통제 비하여 초기 투자비용은 더 많지만 시간이 지날수록 유지비용 측면에서 절약할 수 있는 장점이 있음

13) 미국 질병통제센터 홈페이지(<https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html>)

4. 코로나19와 도시공간

1) 국내 코로나19 발생 현황

- 2020년 12월 17일 0시 기준 국내 코로나19 전체 누적 확진자는 46,453명으로, 지역별로는 서울(29.0%)과 경기도(23.4%)를 포함한 수도권이 전체의 56.8%를 차지함
 - 수도권 다음으로 인천지 사태가 발생한 대구(16.0%), 경상북도(4.1%) 순으로 나타나 인구가 밀집한 지역의 발생률이 상대적으로 높음을 알 수 있음
- 인구 10만 명당 발생률 역시 대구 다음으로 서울이 높았고, 그 다음으로 경기도와 인천시, 인천지 사태와 연관이 있었던 경북 지역의 발생률이 상대적으로 높게 나타나 인구밀도가 높은 지역에서 감염이 확산된 것을 보여줌

표 2-2 | 국내 코로나19 발생 현황 (2020년 12월 17일 0시 기준)

지 역	누 계	10만 명당 발생률	지 역	누 계	10만 명당 발생률
서울	13,458 (29.0%)	138.26	충북	622 (1.3%)	38.89
부산	1,382 (3.0%)	40.51	충남	1,210 (2.6%)	57.01
대구	7,432 (16.0%)	305.03	전북	615 (1.3%)	33.84
인천	2,076 (4.5%)	70.23	전남	485 (1.0%)	26.01
광주	839 (1.8%)	57.6	경북	1,902 (4.1%)	71.44
대전	683 (1.5%)	46.33	경남	935 (2.0%)	27.82
울산	499 (1.1%)	43.5	제주	154 (0.3%)	22.96
세종	128 (0.3%)	37.39	검역	2,311 (5.0%)	-
경기	10,871 (23.4%)	82.04	전체	46,453	50.06
강원	851 (1.8%)	55.24			

주: 인구 10만 명당 (지역별 인구 출처 : 행정안전부, 주민등록인구현황 (2020년 1월 기준))
 자료: 코로나바이러스감염증-19(COVID-19) (<http://ncov.mohw.go.kr/> 2020년 12월 17일 접속)

2) 주요 집단발생 사례

- 질병관리청에서 매일 발표하는 코로나바이러스감염증-19 국내 발생 현황 정례브리핑 자료를 토대로 주요 집단 발생 사례를 조사한 결과, 가장 비중이 큰 감염 경로는 종교시설, 다중이용시설, 의료시설, 사무실 순으로 나타남
 - 종교시설로는 교회에서 감염된 사례가 가장 많았고, 그 외 기도원이나 성당, 사찰 등에서 발생한 집단 감염도 있음
 - 의료시설의 경우 종합병원부터 동네 의원, 요양병원, 재활병원, 장례식장 등 다양한 시설에서 감염 사례가 확인됨
 - 사무실 내에서의 감염의 경우 경매업체나 보험회사, 방문판매업체, 콜센터 등 대면 업무가 불가피한 업무활동 과정에서 다수의 사람이 모여면서 발생한 사례가 많음
 - 이 외 요양시설이나 학교, 공공기관, 작업 현장 등에서의 감염 사례가 빈번하게 목격됨

표 2-3 | 국내 코로나19 발생 원인에 따른 확진자 현황 (2020. 12. 17 기준)

감염경로	확진자		주요 발생 사례
	명	%	
종교시설	8,475	(38.6%)	• 교회, 기도원, 사찰, 성당 등
다중이용시설	2,763	(12.6%)	• PC방, 공연시설, 대규모점포, 미용실, 사우나, 실내체육시설, 은행, 음식점, 지하철역, 카페, 클럽, 피부관리실 등
모임 및 가족 내 감염	2,590	(11.8%)	• 가족, 동호회, 연수, 종교 활동, 지인 모임 등
의료시설	2,454	(11.2%)	• 병원, 요양병원, 장례식장 등
사무실	2,096	(9.5%)	• 경매업체, 보험회사, 부동산중개업, 상조회사, 설명회, 콜센터, 방문판매업체 등
돌봄시설	1,259	(5.7%)	• 경로당, 노인요양시설, 데이케어센터, 어린이집 등
교육시설	1,134	(5.2%)	• 고등학교, 대학교, 학원 등
공공기관	523	(2.4%)	• 교도소, 경찰서, 도·시·군·구청, 군부대 등
작업장	419	(1.9%)	• 건설현장, 공장, 물류센터 등
빌딩	268	(1.2%)	• 아파트, 오피스텔 등
전체	21,981		

주: 정례브리핑 자료의 내용은 역학조사에 따라 분류 결과의 변동이 가능하며, 자료에서 제공하는 주요 발생 현황을 토대로 정리하여 실제 현황과 일부 상이할 수 있음

자료: 2020년 1월 31일부터 12월 17일까지의 질병관리청의 코로나바이러스감염증-19 국내 발생 현황 정례브리핑 자료를 토대로 저자 작성

- 다중이용시설은 종교시설 다음으로 감염 빈도가 높으며, 모임을 통한 감염과 밀접하게 연관되어 있음
 - 다중이용시설의 경우 음식점이나 클럽, 실내체육시설, 사우나와 같이 밀폐된 실내에 사람들이 밀집 접촉할 수 있는 시설에서 감염이 주로 발생한 것으로 조사됨
- 대중교통의 경우 택시 및 셔틀버스 안에서의 전파 사례 정도가 확인되었고, 건설 현장이나 캠핑장, 골프장과 같이 외부 환경에서도 직접적인 접촉에 의한 집단 감염 발생 사례가 파악됨

표 2-4 | 코로나19 주간 감염 변화 (2020. 11. 22 ~ 12. 16)

구 분	계 (%)	48주 (11.22~11.28)	49주 (11.29~12.5)	50주 (12.6~12.12)	51주 (12.13~12.16)
전 체	15,100 (100)	2,971 (19.7)	3,595 (23.8)	4,828 (32.0)	3,706 (24.5)
요양병원·시설	940 (6.2)	73 (2.5)	75 (2.1)	429 (8.9)	363 (9.8)
종교관련	640 (4.2)	152 (5.1)	53 (1.5)	156 (3.2)	279 (7.5)
직장(콜센터 등)	509 (3.4)	118 (4.0)	131 (3.6)	184 (3.8)	76 (2.1)
교육시설	496 (3.3)	112 (3.8)	152 (4.2)	147 (3.0)	85 (2.3)
일반음식점/카페	385 (2.5)	76 (2.6)	92 (2.6)	195 (4.0)	22 (0.6)
지인모임	550 (3.6)	236 (7.9)	163 (4.5)	141 (2.9)	10 (0.3)
체육/여가시설	661 (4.4)	313 (10.5)	263 (7.3)	74 (1.5)	11 (0.3)
의료기관	247 (1.6)	85 (2.9)	98 (2.7)	52 (1.1)	12 (0.3)
가족모임	254 (1.7)	81 (2.7)	94 (2.6)	66 (1.4)	13 (0.4)
유흥시설	236 (1.6)	101 (3.4)	93 (2.6)	38 (0.8)	4 (0.1)
목욕탕/사우나	195 (1.3)	100 (3.4)	27 (0.8)	57 (1.2)	11 (0.3)
군부대관련	210 (1.4)	122 (4.1)	42 (1.2)	46 (1.0)	0 (0.0)
여행/동호회	85 (0.6)	33 (1.1)	14 (0.4)	20 (0.4)	18 (0.5)
다단계/방문판매	1 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.0)	0 (0.0)
확진자접촉	5,997 (39.7)	805 (27.1)	1,508 (41.9)	1,931 (40.0)	1,753 (47.3)
조사 중	3,027 (20.0)	394 (13.3)	609 (16.9)	1,097 (22.7)	927 (25.0)
해외유입	667 (4.4)	170 (5.7)	181 (5.0)	194 (4.0)	122 (3.3)

자료: 질병관리청, 2020. 12. 17

3) 코로나19 대응을 위한 사회적 거리 두기 방안

- 코로나19 대응을 위하여 정부는 지난 2월 29일 사회적 거리 두기를 실시하였으며, 3월 22일부터 4월 19일까지 4주 동안 강화된 사회적 거리 두기를 실시하였으나 이후 완화된 사회적 거리 두기 이후 5월 6일 부터는 생활 속 거리 두기를 진행하였음
 - 하지만 각 단계의 조정 기준 및 조치에 대한 명확한 기준이 부재하여 단계별 대응이 효과적이지 못하는 한계로 인하여 ‘사회적 거리 두기’를 감염 유행의 심각성 및 방역 조치의 강도에 따라 1에서 3단계로 구분하여 재정비함
- 사회적 거리두기 3단계 기준은 일일 확진자수와 집단발생 현황 등의 기준을 토대로 구분되며, 각 단계별로 모임 및 행사 진행, 다중이용시설 이용, 학교나 기관 및 기업의 운영이 제한됨
 - 다중이용시설은 위험도에 따라 분류되며, 단계가 상향 될수록 많은 시설에 이용이 제한되나 약국이나 생필품 구입처와 같은 필수 시설은 정상적으로 운영됨

표 2-5 | 사회적 거리두기 3단계 기준

구 분	단계1	단계2	단계3
일일 확진환자 수(명) (지역사회 환자 중시)	• 50명 미만	• 50명~100명 미만	• 100~200명 이상, • 1주 2회 더블링* 발생
감염경로 불명 사례 비율	• 5% 미만	-	• 급격한 증가
관리 중인 집단발생 현황(건)	• 감소 또는 억제	• 지속적 증가	• 급격한 증가
방역망 내 관리 비율(%)	• 증가 또는 80% 이상	-	-

주: 일일 확진환자 수가 2배로 증가하는 경우가 1주일 이내에 2회 이상 발생

자료: 보건복지부, 2020. 6. 28

표 2-6 | 사회적 거리두기 3단계 기준에서의 위험도별 다중이용시설 분류

구 분	시 설
고위험시설	• 클럽 등 유흥주점, 단란주점, 감성주점, 헌팅포차, 스탠딩 공연장, 노래연습장, 실내 집단운동시설, 유통물류센터, 대형학원(300인 이상), 방문판매 등 직접판매홍보관, 뷔페
중위험시설	• 학원(300인 미만), PC방, 오락실, 실내 워터파크, 종교시설, 식당·카페, 결혼식장, 공연장, 영화관, 목욕탕·사우나, 헬스장 등 실내체육시설 등
저위험시설	• 쇼핑몰, 이·미용실, 도서관, 박물관·미술관, 소매점 등

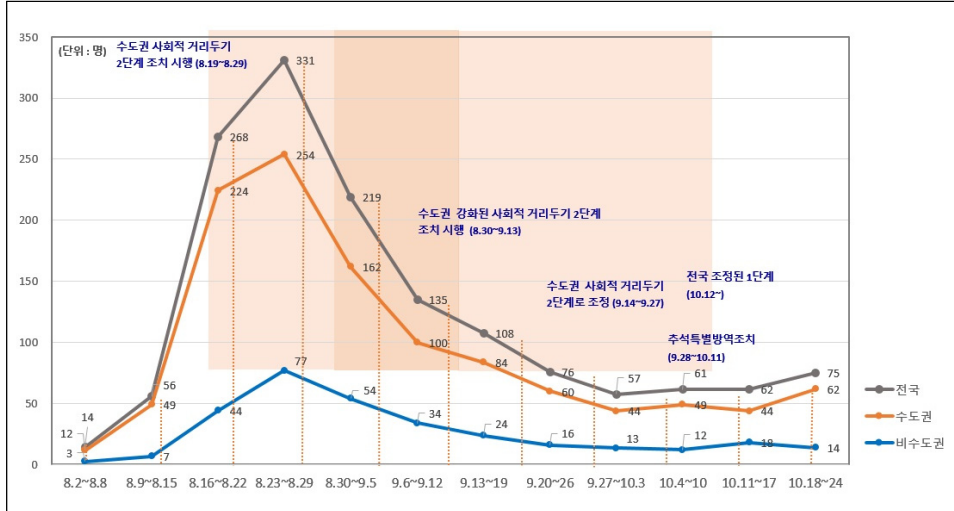
자료: 보건복지부, 2020. 6. 28

표 2-7 | 사회적 거리두기 3단계 기준 및 대응 조치

대응	단계1 (생활 속 거리두기)	단계2	단계3
목표	- 일상적 사회·경제활동을 영위하며 생활 속에서 방역 수칙을 철저히 준수 - 의료체계가 감당 가능하도록 환자 발생을 지속적으로 통제	환자 진단, 치료 등에 동원되는 의료체계가 통상적인 대응으로 감당 가능한 수준으로 환자 추이를 다시 감소	- 급격한 유행 확산을 차단 - 방역망의 통제력을 다시 회복
조치	모임 및 행사	- 실내 50인 이상, 실외 100인 이상의 사적·공적 목적의 대면 집합·모임·행사 금지하는 행정명령 실시 - 국경일 등 필수 행사는 위의 인원 기준에 맞추어 실시 - 지역축제, 전시회, 설명회 등 공공·민간이 개최하는 행사 중 불요불급한 행사 연기·취소 권고하되, 개최가 필요한 경우 인원 기준에 맞추어 실시 - 결혼식·장례식·동창회 등 사적 모임에도 동일하게 적용 - 공무 및 기업의 필수 경영 활동에 필요한 집합·모임·행사 예외적 허용 - 스포츠 행사는 무관중 경기로 전환	10인 이상 모든 대면 집합·모임·행사를 금지하는 행정명령 실시 - 모든 스포츠 행사 중단 - 공무 및 기업의 필수 경영 활동에 필요한 경우 예외 허용 - 장례식은 가족 참석에 한하여 허용
	다중이용시설	- 공공시설 운영을 중단하되, 비대면 서비스가 가능할 경우 시설 운영 - 민간시설은 집단감염의 위험도에 따라 운영 중단 또는 방역수칙 의무화 차등적 조치(행정명령) 실시 - 유흥주점 등 고위험시설은 운영을 중단 - 그 외 모든 다중이용시설에 대해서는 마스크 착용, 이용인원(4㎡당 1명)제한 등 방역수칙 준수 의무화	- 공공시설 모두 운영 중단 - 민간시설도 고위험, 중위험시설 운영을 중단하되, 음식점, 장례시설, 필수산업 시설, 거주시설의 경우 예외 허용 - 운영이 중단 않는 모든 다중이용 시설은 2단계 조치에 더하여 저녁 9시 이후 영업 중단 - 단, 병·의원, 약국, 생필품 구매처, 주유소, 장례시설 등 국민의 생활에 필수적인 시설 정상 운영
	학교	학교 및 유치원은 방역 수칙을 준수하며 등교 수업과 원격 수업 병행 실시	학교 및 유치원은 등교 수업을 중단하고 원격 수업으로 전환하거나, 휴교·휴원
	기관 및 기업	- 공공기관은 기관별·부서별로 적정 비율(1/3)이 유연·재택 근무와 점심시간 교차제 등을 통하여 밀집도 최소화 - 민간 기업에도 공공 기관 수준의 근무 형태 권고	- 공공기관은 필수 인력 외 전원 재택근무 실시 - 민간 기업에도 이와 유사한 수준으로 최대한 재택근무 실시 권고

자료: 보건복지부, 2020. 6. 28

그림 2-4 | 국내 8~10월 권역별 주간 확진자 현황



자료: 보건복지부, 2020. 11. 1

- 8. 15 도심 집회 이후 수도권을 중심으로 사회적 거리두기 격상을 통하여 일일 확진자 발생 빈도가 감소하였으나, 의료체계 등의 감당 가능한 위험 수준 이하로 코로나19 유행을 통제하기 위하여 11월 1일부터 세분화된 사회적 거리두기 체계를 적용함
 - 8월 수도권 내 코로나19 유행의 경우 8월 넷째 주 전국 평균 일일 확진자가 331명으로 증가하였고, 이에 따라 8월 19일부터 수도권 거리두기 2단계, 8월 23일부터는 전국 거리두기 2단계를 적용함
 - 8월 30일부터는 수도권에서 강화된 거리두기 2단계를 실시하였고, 9월 중순에는 8월 넷째 주와 비교할 때 일일 확진자가 1/3가량 감소함
- 5단계로 세분화된 사회적 거리두기 체계에서는 다수의 사람이 이용하는 다중이용시설을 감염병 전파 위험성에 따라 구분하고, 거리두기 단계에 따라 차등적인 방역 조치를 적용함
 - 기존 3단계 거리두기와 달리 5단계 거리두기에서는 2. 5단계 이후 유흥시설이나 판매업종, 노래연습장 등에서의 집합금지가 추가되어 규제가 강화됨

표 2-8 | 사회적 거리두기 5단계 기준에서의 다중이용시설 분류

구 분	시 설
중점관리시설 (9종)	▲유흥시설 5종 (클럽·룸살롱 등 유흥주점, 단란주점, 감성주점, 콜라텍, 헌팅포차 ▲노래연습장 ▲실내 스탠딩공연장 ▲방문판매 등 직접판매홍보관 ▲식당·카페 (일반음식점·휴게음식점·제과점영업)
일반관리시설 (14종)	▲PC방 ▲결혼식장 ▲장례식장 ▲학원(교습소 포함) ▲직업훈련기관 ▲목욕장업 ▲공연장 ▲영화관 ▲놀이공원·워터파크 ▲오락실·멀티방 등 ▲실내체육시설 ▲이·미용업 ▲상점·마트·백화점 ▲독서실·스터디카페
기타시설	중점·일반관리시설 23종 외 실내 시설

자료: 보건복지부, 2020. 11. 1

표 2-9 | 사회적 거리두기 5단계 기준 중점관리시설 대상 단계별 방역 조치

구 분	1단계	1.5단계	2단계	2.5단계	3단계
	생활방역	지역 유행 단계		전국 유행 단계	
유흥시설 5종	• 시설 면적 4㎡당 1명 인원 제한	• 춤추기, 좌석 간 이동 금지 • 4㎡당 1명 인원 제한	집합금지		
방문판매 직접판매 홍보관	• 노래·음식 제공 금지 • 4㎡당 1명 인원 제한	• 21시 이후 운영 중단 • 4㎡당 1명 인원 제한 • 노래·음식 제공 금지	• 8㎡당 1명 인원 제한 • 21시 이후 운영 중단 • 노래·음식 제공 금지	집합금지	
노래 연습장	• 이용한 룸은 바로 소독, 30분 후 사용	• 시설 면적 4㎡당 1명으로 인원 제한 • 음식 섭취 금지 • 이용한 룸은 바로 소독, 30분 후 사용	• 21시 이후 운영 중단 • 시설 면적 4㎡당 1명 인원 제한 • 음식 섭취 금지 • 이용한 룸은 바로 소독, 30분 후 사용	집합금지	
실내 스탠딩 공연장	• 시설 면적 4㎡당 1명으로 인원 제한	• 음식 섭취 금지 • 4㎡당 1명으로 인원 제한	• 21시 이후 운영 중단 • 좌석 배치하여 운영 (스탠딩 금지), 좌석 간 1m 거리두기	집합금지	
식당· 카페 (일반음식점· 휴게음식점 제과점영업)	• 테이블 간 1m 거리두기 또는 좌석 / 테이블 한 칸 띄우기 또는 테이블 간 칸막이 설치 (150㎡ 이상)	• 테이블 간 1m 거리 두기 또는 좌석/테이블 한 칸 띄우기 또는 테이블 간 칸막이 설치 (50㎡ 이상)	• 카페는 포장·배달만 허용 • 음식점은 21시 이후로 포장·배달만 허용 • 테이블 간 1m 거리두기 또는 좌석 /테이블 한 칸 띄우기 또는 테이블 간 칸막이 설치 (50㎡ 이상)		• 8㎡당 1명 인원 제한 추가 • 카페는 포장·배달만 허용 • 음식점은 21시 이후로 포장·배달만 허용
	• (뷔페의 경우) 공용 집게·접시·수저 등 사용 전후 손소독제 또는 비닐장갑 사용 - 음식을 담기 위한 대기 시 이용자 간 간격 유지				

자료: 보건복지부, 2020. 11. 1

- 감염병 확산 시 정부가 중점적으로 관리하는 부분은 다중이용시설로, 이는 밀폐된 실내에서의 감염 발생 가능성이 높기 때문임
 - 다중이용시설에서의 감염병 확산 사례는 이미 확인이 되었으며, 이에 따라 여러 나라에서 다중이용시설에 대한 강력한 이용 제한을 추진 중에 있음
- 다중이용시설이 밀집한 지역의 경우 감염병 확산 위험성이 높으므로 지속가능한 감염병 대응을 위해서는 해당 시설에 대한 행정적 통제(이용 제한)뿐만 아니라 디자인적 접근이 요구됨

표 2-10 | 국가별 다중이용시설 제한 권고사항

시 설	국 가	단계별 조치사항				
		강도 약화	⇒		강도 강화	
클럽 등 유흥업소	미국	• 제한 운영 (수용인원을 2단계보다 늘려서 술집 운영 가능)	• 제한 운영 (수용인원을 줄여서 술집 운영 가능)	• 폐쇄		
	영국	• 제한 운영: 22시~05시 제한 운영, 방역수칙 의무화 (미준수 시 과태료 부과)		• 폐쇄		
	호주	• 폐쇄				
	싱가포르	• 제한 운영	• 폐쇄	• 폐쇄		
식당 및 카페	미국	• 제한 운영 (실내 25% 제한)	• 제한 운영	• 제한 운영	• 제한 운영 (야외 식사업 재개)	• 폐쇄
	영국	• 제한 운영: 22시~05시 제한 운영, 방역수칙 의무화(미준수 시 과태료 부과 가능) 드라이브스루, 배달, 클릭앤컬렉트만 가능				
	프랑스	• 제한 운영(지역별 운영계획 상이함)			• 폐쇄	
	호주	• 제한 운영: 100명 이내, 4㎡ 거리두기 유지	• 제한 운영: 20명 이내 4㎡ 거리두기 유지	• 제한 운영: 10명 이내 4㎡ 거리두기 유지		
	홍콩	• 제한 운영: 주류 판매업 최대 80%, 테이블당 8명 제한	• 제한 운영: 최대 8명, 최대 50%수용	• 제한 운영: 최대 4명, 최대 50%, 18:00 ~ 05:00 영업제한, 테이블당 2명 제한	• 제한 운영: 18:00~05:00, 포장만 가능	
	싱가포르	• 제한 운영: 최대 5명(외식)				• 제한 운영: 포장만 가능
실내 체육시설	미국	• 제한 운영: 표준 위생 수칙		• 제한 운영: 엄격한 물리적 거리 유지		
	프랑스	• 제한 운영: 지역별 운영계획 상이함			• 폐쇄	
	영국	• 운영	• 운영		• 폐쇄	
	호주	• 운영 제한: 100명 이내		• 운영 제한: 20명 이내		• 운영 제한: 10명 이내
	홍콩	• 제한 운영: 84인 허용		• 제한 운영: 4인 허용		• 폐쇄

자료: 보건복지부, 2020. 11. 1



CHAPTER 3

감염병 관련 도시계획 요소 분석 개요

- 1. 감염병 관련 계획요소 검토 43
- 2. 감염병 관련 계획요소 선정 60
- 3. 감염병 관련 계획요소 측정 및 분석 방법 63

03 감염병 관련

도시계획 요소 분석 개요

1. 감염병 관련 계획요소 검토

- 인구와 여러 시설이 밀집한 도시공간은 감염병 발생 및 확산의 핫스팟(hot spot)으로 인식되고 있으며, 코로나19 대유행에서도 종교시설이나 의료시설, 다중이용시설과 같은 특정 시설을 중심으로 집단감염 발생이 확인됨
 - 따라서 감염병의 공간적 확산을 저지하고 선제적으로 대응하기 위해서는 어떠한 지역이 감염병 전파에 취약한지를 파악하는 것이 필요함
- 감염병 관련 도시계획 요소에 대한 연구는 대부분 도시 디자인에 따라 사람 간 접촉이 어떻게 증가되고 전염병이 전파되고 있는가에 초점이 맞춰져 있음
 - 특히 감염병의 공간적 확산과 관련해서 주로 연구된 도시계획 요소로는 밀도가 대표적이며, 밀도에 영향을 미치는 토지이용, 주택이나 일자리, 공공서비스의 상대적 위치, 대중교통수단 등이 연구됨(Brizuela 2020)
- 본 장에서는 감염병 관련 도시계획 요소 중 선행연구에서 많이 언급된 밀도와 토지이용, 대중교통 및 다중이용시설에 초점을 맞춰 해당 요소와 감염병 확산과의 관계, 실증연구에서 사용한 측정 방법과 분석 방법 등을 검토함
 - 감염병의 공간적 확산에 여러 도시계획 요소가 어떠한 역할을 하는가에 대한 선행 연구 검토를 통하여 현재 문제가 되고 있는 코로나19를 비롯하여 향후 신종 및 변이 감염병 발생 시 공학적 통제를 통한 대응의 기반을 마련할 수 있음

1) 밀도

□ 감염병 확산과 밀도에 대한 선행연구

- 고밀 도시에서는 사람 간 교류가 활발하고 대면 접촉 횟수가 늘어나기 때문에 저밀 도시나 비도시에 비하여 감염병의 공간적 확산이 빠른 속도로 이루어질 가능성이 높음(Gleaser 2011)
- 감염병 확산과 밀도에 대한 몇몇 실증연구에서는 고밀의 공간(구역, 군현, 도시, 지역)에서 감염병이 더욱 빠른 속도로 확산 및 오랜 기간 지속되거나 상대적으로 높은 사망률을 보인다고 주장함
 - Garrett(2010)는 1918년 스페인 독감 대유행 당시 미국에서 인구 밀도가 높은 주의 사망률이 상대적으로 높음을 확인함
 - Jeefoo et al. (2010)은 1999년부터 2007년까지 8년 동안 태국 남부 차츰사오 주를 대상으로 모기 매개 열대 감염병인 땡기열이 인구밀도가 높은 마을에서 집중적인 발병하였음을 제시함
 - Grenfell et al. (2001)은 영국 잉글랜드와 웨일즈 지역을 대상으로 홍역이 대도시에서 중소도시로 확산된 공간적 패턴을 파악함
 - Kao et al. (2012)은 2009년 대만의 신종 인플루엔자A(H1N1) 대유행 당시 인구 밀도가 높은 도시에서 대유행이 상대적으로 오랜 기간 지속되었음을 밝힘
 - Xiao et al. (2014) 역시 2009년 중국 창사(Changsha)시를 대상으로 신종 인플루엔자A(H1N1)의 발병률이 인구 밀도 0-50명/km² 인 공간에 비해 50-200명/km²(승산비 : 6.397) 또는 200명/km² 이상(승산비 : 8.028)인 공간에서 높게 나타난 것을 발견함
 - Tuckwell & Toubiana(2007)은 실제로 발병했던 특정 감염병이 아닌 일반적인 감염병에 관한 시뮬레이션 모델 분석을 토대로 인구 밀도가 높을수록 감염병 확산이 가속화되는 것을 주장함
- 그러나 밀도가 높은 공간에서 감염병 전파가 용이할 것이라는 일반적인 사고

와 연구 결과에도 불구하고 상반된 주장을 보이는 연구도 있음(Hamidi et al. 2020)

- 그 실례로 코로나19 관련 미국 뉴욕시(City of New York)에 대한 비공식 데이터 분석 결과, 코로나19 확산과 인구밀도 사이에는 음(-)의 관계가 확인됨(NYU Furman Center 2020)
 - 뉴욕대학교 펄만 센터에서는 뉴욕시 내 우편번호(zip code) 단위의 근린별로 코로나19 확산과 인구밀도의 관계를 분석하여 확진자 밀집도가 높은 근린(최상위 5분위)의 인구밀도가 상대적으로 낮은(25,082명/평방마일) 것으로 나타남
 - 반대로 코로나19 확진자가 가장 적은(최하위 5분위) 근린의 인구밀도는 상대적으로 높게(48,067명/평방마일) 나타남
 - 이 같은 음의 관계는 뉴욕시의 공간구조 특성상 코로나19 확진자가 집중되어 있는 맨해튼의 인구밀도가 낮기 때문인 것으로 해석됨
- 상반된 연구에서는 밀도와 감염병 확산이 음의 상관관계를 가지고 있거나 이들의 관계가 통계적으로 유의미하지 않다고 주장함
 - Chowell et al. (2008)과 Nishiura & Chowell(2008)은 1918년 스페인 독감 대유행 당시 영국과 일본에서 인구 밀도와 감염병 확산, 사망률 간 통계적으로 유의미한 상관관계가 없음을 확인함
 - Mills et al. (2004) 역시 1918년 스페인 독감 대유행 당시 미국 45개 대도시에 관한 연구에서 인구 밀도와 사망률 간 유의미한 상관관계가 없음을 밝힘
 - Parmet & Rothstein(2018)은 1918년 스페인 독감 대유행 연구에서 사망자수가 아닌 인구 대비 사망률에 초점을 맞춰 고밀도 도시에 비해 저밀도 도시와 농산어촌에서 오히려 사망률이 높게 나타날 수 있음을 주장함
 - Charland et al. (2009)은 2000년부터 2005년까지 미국 전역에 위치한 37개 주요 병원의 인플루엔자 데이터를 분석한 결과, 인구수와 인구밀도 모두 분석 기간 5년 동안 독감 유행 시점을 앞당기거나 미루는 데 있어 유의미한 관계가 없음을 파악함

표 3-1 | 감염병 확산과 밀도의 관계에 관한 선행연구

관 계	저자 (발간연도)	측정 및 분석방법	연구 대상
(+)	Hamidi et al. (2020)	- 인구수 = 대도시 인구수 (또는 자연로그값) - 구조방정식 모형 분석	COVID-19(2020년, 미국 전역 대도시 내 913개 카운티)
	Tuckwell & Toubiana(2007)	- 인구 밀도 = 인구수 / 면적 - 시뮬레이션 모델 분석	불특정 감염병 및 불특정 공간 시뮬레이션
	Xiao et al. (2014)	- 인구 밀도 = 인구수 / 면적 - 로지트 모형 분석	신종 인플루엔자 A(H1N1) (2009년, 중국 창사 시)
	Jeefoo et al. (2010)	- 인구 밀도 = 인구수 / 면적 - GIS 공간분포 분석	뎡기열(1999-2007년, 태국 남부 차츰사오 주)
	Sloan et al. (2020)	- 인구 밀도(전체 연령 및 5세 미만) = 연령별 인구수 / 면적 - 공간 스캔 통계 분석 및 웨이브렛 분석	인플루엔자(2009-2014년, 미국 전역에 걸쳐 위치한 14개 도시 내 센서스트랙)
(없음)	Hamidi et al. (2020)	- 활동 밀도(Activity Density) = (카운티 인구수 + 카운티 근로자수) / 평방마일 (또는 자연로그값) - 구조방정식 모형 분석	COVID-19(2020년, 미국 전역 대도시 내 913개 카운티)
(-)	Charland et al. (2009)	- 인구밀도 = 인구수 / 면적 - 베이지안 위계선형보형 분석	인플루엔자(2000-2005년, 미국 전역에 걸쳐 위치한 37개 주요 병원)
	NYU Furman Center (2020)	- 인구밀도 = 인구수 / 면적 - zip code 근린별 기술통계 분석	COVID-19(2020년, 미국 뉴욕시)

자료: 저자 작성

□ 감염병 확산과 밀도의 관계

- 감염병 확산과 밀도의 상관관계에 대한 각기 상반된 연구 결과는 감염병의 공간적 확산이라는 현상이 매우 복잡하고 다양한 경로를 통해서 이루어지기 때문인 것으로 이해됨
 - 특히 국내 여행이나 국제 관광과 같이 외부로부터의 유입인구가 많은 목적지는 밀도에 상관없이 감염병 확산이 매우 빠를 수 있음(Hamidi et al. 2020)
- 특히 고밀의 도시환경에서는 대면 접촉의 증가뿐만 아니라 보다 나은 의료시설에 대한 높은 접근성, 사회적 거리두기 등 규정에 대한 높은 준수 의식, 감염병 정보와 지식에 대한 빠른 공유가 이루어짐(Hamidi et al. 2020)

- 즉 고밀의 도시환경은 감염병 전파에 유리하나, 양질의 의료시설과 높은 정보 접근성 등 감염병 예방에도 좋은 자원과 정보를 제공함

- 따라서 감염병의 공간적 확산에 있어 고밀의 도시환경은 분명 위험한 요소이나 방역 측면에서는 더욱 양호한 환경이므로, 위험을 인지하고서 적절하게 대응하는 것이 필요함

2) 토지이용

□ 감염병 확산과 토지이용에 대한 선행연구

- 토지이용은 도시의 물리적 형태를 결정지을 뿐 아니라 상주인구(residential population)의 규모와 분포, 더 나아가 유동인구(floating population)의 흐름을 결정짓는 가장 기본적인 공간계획 요소로 감염병의 확산 속도와 규모, 방향, 패턴과 밀접한 관계가 있음
- 토지이용과 감염병의 공간적 확산에 대한 여러 실증연구에서는 특정 용도가 감염병 확산에 어떠한 영향을 미치는가에 초점이 맞춰져 있음
 - Gottdenker et al. (2014)에 따르면 1990년대 후반부터 토지이용과 감염병의 관계에 관한 연구가 증가하기 시작하였고, 특히 도시용지(도시화·교외화), 농지(농지 개간·관개 농업), 산지(삼림 파괴·삼림 분할), 축산지(가축 방목) 등에 초점이 맞춰 진행되었음
- 도시용지나 농지 등에 대한 연구에서는 도심 보다는 도시 외곽이나 농업용지 비율이 높은 지역에서 감염병 발병 및 확산이 더 집중되어 있다고 밝혀짐
 - Keeling et al. (2001)은 수족구(foot-and-mouth) 발병 당시 영국 전역에 걸쳐 농업용지의 공간 분포와 수족구 확산 간에 유의미한 관계가 있음을 밝힘
 - Jeefoo et al. (2010)은 1999년부터 2007년까지 8년 동안 태국 남부 차츰사오 주에서 Dengue열이 마을 외곽지역에서 집중적으로 발병하였음을 확인함
 - Maliszewski & Wei(2011)는 2009년 신종 인플루엔자 A(H1N1) 대유행 당시 미국

캘리포니아 주 58개 카운티 중 농업용지율(%)이 높은 카운티에서 인플루엔자 환자
입원율(%)이 높게 나타난 사실을 제시함

- East(2009)는 2007년 호주 퀸즐랜드와 뉴사우스웨일즈 일부 지역에서 약 4개월간
말 인플루엔자(equine influenza)에 감염된 말 7만 5천여 마리 중 89.5%가 비도시
주거용지, 일반주거용지, 농작물용지에 위치하였음을 밝힘
- 주거용지의 경우 면적에 비해 많은 인원이 거주하는 과밀거주(overcrowding)
문제에 초점을 맞춰 단독주택과 같은 저층·저밀도 주거지에 비해 다가구, 다
세대, 아파트 등 고층·저밀도 주거용지에서 감염병 확산이 더욱 가속화된다는
연구가 주를 이룸
 - 미국 뉴욕시를 대상으로 한 연구에서 코로나19 확진자가 고밀집된(최상위 5분위)
근린에서는 저밀집된(최하위 5분위) 근린에 비하여 전체 주택 대비 임대주택 비중
(고밀 근린 59.4% < 저밀 근린 70.5%)과 전체 주택 대비 아파트 비중(고밀 근린
41.7% < 저밀 근린 63.7%)이 낮게 나타남(NYU Furman Center 2020)
 - 반면에 전체 임대주택 대비 과밀거주 임대주택의 비중은 고밀 근린(15.2%)이 저밀
근린(7.3%)에 비해 무려 2배 이상 높게 나타나 뉴욕시 내 주거용지의 코로나19 확
산은 과밀거주와 강한 양의 관계가 있음이 확인됨(NYU Furman Center 2020)¹⁴⁾
 - Chen et al. (2020)은 미국 매사추세츠 주 내 60개 도시에 대한 하버드 대학교 인구
및 개발 센터(Center for Population and Development Center)의 상관분석 결과,
코로나19 시기동안 사망률의 급격한 증가와 과밀거주 사이에 양의 관계가 있는 것
을 확인함
 - 또한 Mehdiapanah(2020)은 코로나19 대유행 과정에서 심화되고 있는 미국의 전반
적인 불평등의 핵심요인이 주거임을 강조하는 논평에서 주거 측면에서의 사회경제적
요소가 미국인을 코로나19의 위험에 노출시키고 있음을 지적함¹⁵⁾

14) 전체 주택 대비 임대주택 비중과 전체 주택 대비 아파트 비중이 코로나19 확산과 음의 관계를 보인 이유로는
뉴욕시의 공간구조 특성상 코로나19 확진자가 집중되어 있는 맨해튼에 상업 및 업무 공간이 집중되어 있기
때문인 것으로 이해됨(NYU Furman Center, 2020)

15) Mehdiapanah(2020)은 "Housing as a determinant of COVID-19 inequities"임을 강조하면서 주거용지에
서의 감염병 확산 가속화도 걱정이지만 과도한 주거비 부담(housing unaffordability)과 주거 불안정성
(housing instability)이 코로나19 대응에 치명적임을 언급함

- 상업용지와 감염병 확산의 관계에 관한 연구에서는 식당과 같은 다중이용시설 내 실내 공조시스템 흐름에 따라 감염병 확산이 증가할 수 있음이 확인됨
 - 지난 1월 26일부터 2월 10일 사이 중국 광저우 식당에서 발생한 코로나19 대규모 확산에 대한 상업공간 분석 결과, 실내 공기 흐름 상 에어컨의 영향을 받는 자리에서 착석했던 손님들이 대거 코로나19 확진 판정을 받는데 비해, 에어컨의 영향을 받지 않는 자리에서는 확진자가 발생하지 않음이 확인됨(Lu et al. 2020)
- 녹지지역이나 공원의 경우 개방된 공간으로 감염병 전파가 어려운 공간으로 생각되나, 여러 실증연구에서는 넓은 녹지지역 면적은 감염병 확산을 저지할 수 있으나 오히려 너무 많은 사람들이 이용할 경우 감염병 확산을 촉진할 수 있는 것으로 나타나 신중한 접근이 필요함
 - Shoari et al. (2020)은 코로나19 확산에 대한 GIS 공간 분석에서 만일 도시공원으로부터 반경 1km 안에 거주하는 모든 도시민이 가장 가까운 도시공원에 방문한다면 전체 도시공원의 약 절반에 해당하는 공원은 2m 사회적 거리두기를 실천할 수 없게 되면서 감염병 확산을 촉진시킬 수 있는 것을 확인함
 - Liu et al. (2019)은 2007~2016년 사이 중국 31개 지역에서 발생한 3가지 감염병에 대한 종합 연구를 실시하여 도시공원 및 녹지에 대한 측정 방법별로 감염병 확산과의 관계가 상당히 다르게 도출¹⁶⁾되므로 감염병 특성에 적합한 측정방법 선정이 중요함을 보여줌

□ 감염병 확산과 토지이용의 관계

- 감염병의 확산과 토지이용과의 관계에 대한 몇몇의 연구 결과는 서로 상충되나, 앞서 밀도와의 관계에서 확인한 것과 같이 상대적으로 고밀인 토지이용에서는 감염병의 전파 가능성이 증가할 수 있음

16) 이질성의 경우 녹지 면적이 넓을수록 이질 확산이 늦춰지는 것으로 나타난 반면에 도시공원 면적과 도시공원·녹지 비중은 이질 확산과 유의미한 관계가 없는 것으로 나타남. 결핵의 경우 녹지 면적은 결핵 확산과 무관한 것으로 나타난 반면에 도시공원 면적은 넓을수록 결핵 확산을 늦추는 것으로 나타났고, 그에 비해 도시공원·녹지 비중은 결핵 확산을 가속화시킴. 말라리아의 경우 녹지 면적과 도시공원·녹지 비중은 말라리아 확산과 무관한 것으로 나타난 반면에 도시공원 면적은 넓을수록 말라리아 확산이 느려지는 것으로 확인됨

- 특히 코로나19 사태에서 주거지역의 경우 고밀의 주거환경이 감염병 확산에 추진력을 줄 수 있으며, 특히 밀집된 거주환경에서는 사회경제적 이유로 감염병의 전파 외에 치료에도 어려움이 있을 수 있음
- 상업지역은 고밀의 환경이며 동시에 일정 공간 안에 사람들이 밀집할 수밖에 없는 여러 시설들이 집적하고 있어 감염병의 공간적 확산에 위험함

표 3-2 | 감염병 확산과 토지이용의 관계에 관한 선행연구

관 계	저자 (발간연도)	측정 및 분석방법	연구 대상
(+)	NYU Furman Center (2020)	• 주거용지 내 과밀거주 = 근린별 전체 주택 가운데 아파트(건물 당 10채 이상) 비중, 근린별 전체 주택 가운데 임대주택 비중, 근린별로 전체 임대주택 가운데 과밀거주 문제가 있는 임대주택 비중 • 근린 단위 기술통계 분석	• COVID-19(2020년, 미국 뉴욕시 ZIP 코드 단위 근린)
	Chen et al. (2020)	• 주거용지 내 과밀거주 주택 비율 = 도시별 전체 주택 가운데 과밀거주 주택의 비중 • 근린 단위 상관분석	• COVID-19(2020년, 미국 매사추세츠 주 60개 도시)
	East(2009)	• 용도지역 = 필지 단위 용도지역 및 감염병 집중지역 으로부터의 직선 거리(km)와 그 사이에 위치한 용도지역의 공간적 분포 • GIS 공간분석	• 말 인플루엔자(2007년, 영국 켄츨랜드 남동부 지역 전체 필지)
	Maliszewski & Wei (2011)	• 농업용지 = 농업용지율(%) = 농업용지 면적 / 전체 용지 면적 × 100 • 공간계량모형 분석	• 신종 인플루엔자 A(H1N1) (2009년, 미국 캘리포니아 주 58개 카운티)
	Shoari et al. (2020)	• 공원 = 각 근린별 반경 0.5~1.0km 내 도시공원개수 합계, 각 근린별 최근접 도시공원까지 직선거리, 각 도시공원별 반경 1.0km 내 거주인구 대비 도시공원 면적 • GIS 공간분석	• COVID-19(2020년, 잉글랜드 시가화구역 및 웨일스 3대 도시)
	Liu et al.(2019)	• 공원 및 녹지 = 도시공원 면적, 녹지 면적, 시가화 전체 면적 가운데 도시공원 및 녹지 면적의 비중 • 상관 분석 및 GIS 공간 분석	• 말라리아, 이질 및 결핵 (2007~2016년, 중국 31개 지역)
	Mao & Bian (2010)	• 중심업무지구(CBD), 중간지역 및 교외 = 버팔로시 시가화 구역 전체를 인구·가구·기업체 밀도와 도로체계를 고려하여 고밀도 중심업무지구, 중밀도 중간지역, 그리고 그 외 교외지역으로 구분 • 시뮬레이션 모델 분석	• 불특정 감염병 및 불특정 연도(미국 뉴욕주 버팔로시 시가화 구역)

자료: 저자 작성

3) 대중교통

□ 감염병 확산과 대중교통에 대한 선행연구

- 감염병 확산과 일상생활에서의 대중교통과의 관계에 대해 버스나 지상·지하철도, 트램 등 대중교통수단과 주정차역을 포함한 관련 시설물 인근에서 집단 감염의 위험이 높다는 실증연구가 주를 이룸(Gosce & Johansson 2018)
 - 이는 근거리 대면 접촉을 통해 확산되는 감염병의 경우 감염자와 비감염자가 좁은 공간에 일정 시간동안 다수 모여 있을 경우 감염될 확률이 높기 때문임
 - Yasuda et al. (2008)은 2002년부터 2006년 사이 일본 동경 대도시권을 대상으로 유행성 인플루엔자와 출퇴근 경전철 통행자수에 대한 몬테카를로 시뮬레이션 모형 분석을 통하여 인플루엔자 확산 이전에 미리 경전철 이용 제한 정책이 실시되는 경우에는 인플루엔자 확산을 어느 정도 지연시키는데 긍정적임을 주장함¹⁷⁾
 - Maliszewski & Wei(2011)는 미국 캘리포니아 주 58개 카운티를 대상으로 2009년 발생한 신종 인플루엔자 A(H1N1) 대유행에 대한 연구에서 출퇴근 시 대중교통 이용률(%)이 높은 카운티에서 인플루엔자 환자 입원율(%)이 높았던 반면, 공항까지의 근접성은 유의미한 결과가 없었음을 밝힘
 - Jang & Ahn(2016)은 2009년 신종 인플루엔자 A(H1N1) 대유행 당시 한국 15개 광역시도(제주도 제외)에서 고속도로 차량 순유입량이 높을수록 감염이 많이 있어났음을 분석함¹⁸⁾
 - Gosce & Johansson(2018)은 영국 런던 지하철 탑승객의 교통카드 사용내역자료를 이용한 수학적 모델링 분석을 통하여 감염병 확진자수가 많은 자치구(Borough) 안에 위치한 지하철역에서 탑승한 승객이 그렇지 않은 승객에 비하여 감염자와의 근거리 대면 접촉률이 높음을 확인함
 - NYU Furman Center(2020)는 미국 뉴욕시의 코로나19 영향에 대한 연구에서 코로나19로 뉴욕시 지하철 이용이 급격히 줄어들었음에도 불구하고 코로나19 확진자

17) 그러나 이미 인플루엔자가 확산된 경우에는 경전철 이용 제한 정책이 효과가 없었음(Yasuda et al. 2008)

18) 특히 2009년 11월 순차량 유입량이 가장 많았던 강원도에서는 인구 10만 명당 2,118명이 감염되는 높은 확산률을 기록함

가 가장 많은(최상위 5분위) 근린에서는 지하철 이용 감소 정도가 적었으며 (82.9% 감소), 반대로 확진자가 가장 적은(최하위 5분위) 근린에서는 지하철 이용 감소 정도가 큰 것(89.9% 감소)을 확인함

- 단일 거점형 대중교통에 대한 수학적 모델링 분석에서는 대중교통을 통한 감염병 확산 지연을 위해서는 감염병 대유행 시기에는 감염자와 비환자 모두가 불필요한 통행 자체를 줄이는 것이 중요함이 확인됨(Xu et al. 2013)
 - Mo et al. (2020)은 싱가포르 대도시권 버스 이용과 코로나19 확산에 대한 SEIR 모델 분석을 통해 버스 탑승객의 감염병 확산 방지 행동이 방역에 가장 중요했으며, 버스 승차자 일부 제한이나 스마트폰 기반 자가격리 조치도 효과적이라 밝힘
 - 이 외에도 대중교통 체계 효율성 강화나 대중교통수단 및 시설물 내부 위생관리 철저 및 환기시스템 첨단화가 감염병 확산 방지에 효과적임
- 지역 간 이동에 대해서는 국내여행 및 국제관광 통행이 감염병 확산과 매우 강한 양의 상관관계가 있어 국내외 여행객 방문이 활발하여 외부로부터의 유출 입인구가 많은 지역에서 감염병 확산이 더욱 빠르고 오래 지속된다는 실증연구 결과가 있음
 - WHO(2020)¹⁹⁾는 2003년 사스 대유행 당시 중국 광둥에서 시작된 감염병이 국제 여행을 통해 전 세계로 확산된 것을 밝힘
 - 미 연방 국가정보위원회의 미국 감염병 확산에 대한 종합적 진단 보고서에 따르면, 국제 항공 이동을 통해 지금까지 미국 내에 확산된 주요 감염병으로는 말라리아, 콜레라 및 폐렴구균성 폐렴 등이 있음(Zelikow 2000)
 - Merler & Ajelli(2010)는 유행성 인플루엔자의 유럽 37개국 발병에 관한 시뮬레이션 모델 분석에서 연간 항공 및 철도 이용객수가 많은 국가일수록 더욱 빠르게 인플루엔자가 발병한다는 결과를 도출됨
 - Bajardi et al. (2011)은 2009년 신종 인플루엔자 A 대유행 당시 유럽 주요국과 멕시코 간 국제 항공 이용객수가 많은 국가일수록 감염병 확산 속도가 빠름을 글로벌 대유행

19) <https://www.who.int/emergencies/diseases/en/> (2020년 7월 20일 접속)

-
- 및 이동 모델(Global Epidemic and Mobility Model, GLEaM) 분석을 통해 보여줌
- Yoneyama & Krishnamoorthy(2012)는 2009년 신종 인플루엔자 A(H1N1) 대유행 당시 미국, 캐나다, 유럽 8개국 사이 국제 항공 이용객수가 많은 국가일수록 감염병 확산이 가속화되었음을 확인함
 - Lemey et al. (2014)은 전 세계 항공 이동과 인플루엔자 확산에 대한 수학적 모델링 분석을 통해 항공 이동이 국제적 감염병 확산을 주도했으며, 감염병의 국제 확산은 지리적 거리가 가까울수록 빠르게 진행된 것을 확인함
 - WHO(2020)은 2014년 에볼라 대유행 당시 서아프리카에 위치한 2개 국가(기니 및 시에라리온)에서 전체 인구의 무려 64%와 60%가 저밀도 비도시 지역에 거주하고 있음에도 불구하고 지리적으로 높은 연결성과 국가 간 이동인구가 감염병의 빠른 확산에 관계가 있음을 확인함
 - Nakata & Rost(2015)는 연결성이 높은 국제 이동 체계에 대비 연결성이 낮은 국제 이동 체계에 대한 수학적 모델링 분석을 통해 저 연결성 국제 이동 체계 속에서는 감염병 확산 규모가 상대적으로 작은 것을 도출함
 - Bozick & Real(2015)은 2003년부터 2013년까지 10년간 미국에서 발생한 신종 인플루엔자 A(H1N1) 및 변형 인플루엔자 A(H3N2)의 주 단위 만텔(Mantel) 상관 분석 결과에서 대중교통 네트워크 연결성이 신종 인플루엔자 A 확산에 큰 영향을 미치는 한편 항공 네트워크 연결성은 대중교통의 역할을 완화하였고, 항공 및 대중교통의 역할은 변형 인플루엔자 A에서는 상대적으로 약한 것을 제시함
 - Cai et al. (2019)은 2009년 중국 전역에서의 신종 인플루엔자 A(H1N1) 확산 시점 분위회귀모형 분석을 통해 공항과 전철역 이용은 최초 감염 시점을 앞당기지만 감염병 피크 시점과는 무관하고, 항공과 도로는 모두 감염병의 지역 간 확산에 기여한 반면에 철도는 초반에만 감염병 확산에 영향을 미쳤음을 주장함
- 해상 교통수단을 이용한 통행과 감염병 확산 사이에도 양의 상관관계가 있는 것으로 일반적으로 알려져 있음
- Browne et al. (2016)은 선행연구 검토 결과 크루즈 여행 시 감염병 감염률에 있어 전체 크루즈 탑승객은 2~7% 수준인 반면, 크루즈 승무원은 그보다 높은 13% 감염률로 추정되고 있음을 제시함
-

표 3-3 | 감염병 확산과 대중교통의 관계에 관한 선행연구

관 계	저자 (발간연도)	측정 및 분석방법	연구 대상
(+)	Maliszewski & Wei (2011)	- 대중교통(버스, 철도, 전철 및 페리보트) 이용률(%) = 출퇴근 시 대중교통 이용자수 / 전체 인구 × 100 - 공간계량모형 분석	신종 인플루엔자 A(H1N1) (2009년, 미국 캘리포니아 주 58개 카운티)
	Mao & Bian (2010)	- 버팔로시 시가화 구역 전체를 대상으로 통행 수요 시뮬레이션 모델에서 대중교통(버스, 전철 등)을 통행수단으로 포함 - 시뮬레이션 모델 분석	불특정 감염병 및 불특정 연도(미국 뉴욕주 버팔로시 시가화 구역)
	Bozick & Real (2015)	- 전체 대중교통 및 항공 = 주 단위 대중교통 및 항공 이용 유출입자수 - 만델 상관 분석	변형 인플루엔자 A 및 신종 인플루엔자 A (2003-2013년, 미국 전역)
	Xu et al. (2013)	- 단일 거점형 대중교통 = 단일 거점형 대중교통 이용객수 및 이동흐름 - 수학적 모델 분석	불특정 감염병 및 불특정 연도 체계)
	Charaudeau et al. (2014)	- 출퇴근 및 등하교 대중교통 = 출퇴근 및 등하교 이동자수 및 이동흐름 - 수학적 모델 분석	지난 25년간 발생한 유행성 인플루엔자 대유행 26건 (1985-2010년, 프랑스)
	NYU Furman Center (2020)	- 지하철 = 뉴욕시 지하철 MTA 평일 탑승객수 - 근린 단위 기술통계 분석	COVID-19(2020년, 미국 뉴욕시 ZIP 코드 단위 근린별 지하철역)
	Gosce & Johansson (2018)	- 지하철역 입구부터 전철 탑승로까지 도보 소요시간 (초 단위, Walking Time Gate-to-Platform) 및 감염자 주변 유동인구 밀도(Contract Rate) - 수학적 모델링 분석	불특정 감염병 및 불특정 연도(영국 런던 전체 지하철역)
	Yasuda et al. (2008)	- 출퇴근용 경전철 = 동경 교외로부터 동경 시내까지 출퇴근자수 - 몬테카를로 모형 분석	유행성 인플루엔자 (2002-2006년, 일본 동경 대도시권)
	Mo et al. (2020)	- 버스 = 버스 탑승 총시간·빈도·승차시간·하차시간·승하차역 위치 - SEIR 모델 분석	COVID-19(2020년, 싱가포르 대도시권)
	Jang & Ahn (2016)	- 각 광역시도 고속도로 인터체인지 차량 순유입량 - 행위자 기반 SEIR 모델 분석	신종 인플루엔자 A (2009년, 한국 제주도 제외한 15개 광역시도)
	Hamidi et al. (2020)	- 연결성 = 대도시 내 카운티 개수 - 구조방정식 모형 분석	COVID-19 (2020년, 미국 전역 대도시 내 913개 카운티)
	Yoneyama & Krishnamoorthy (2012)	- 항공 = 국가 간 국제 항공 이용객수 및 이동흐름 - SEIR 모델 분석	신종 인플루엔자 A (2009년, 미국, 캐나다, 유럽 8개국 등 총 10개국)
	Nakata & Rost (2015)	- 고·중·저 연결성 항공 = 항공 이동시 발생하는 대면접촉수·승하차 총소요시간 - 수학적 모델 분석	불특정 감염병 및 불특정 연도(고·중·저 연결성 국제 항공 이동 체계)

표 3-3 | 감염병 확산과 대중교통의 관계에 관한 선행연구 (계속)

관 계	저자 (발간연도)	측정 및 분석방법	연구 대상
(+)	Bajardi et al. (2011)	- 항공 이동 = 유럽 주요 국가별 멕시코 출도착 비행기 탑승객수 - 글로벌 대유행 및 이동 모형(GLEaM)	신종 인플루엔자 A(H1N1) (2009년, 유럽 주요국)
	Merler & Ajelli (2010)	- 항공 및 철도 이동 = 연간 항공 및 철도 이용객수 - 수학적 모델링 분석	유행성 인플루엔자(연도 불확실, 유럽 37개국)
	Lemey et al. (2014)	- 항공 = 출도착 공항 이용객수, 출도착 국가 인구수, 출도착 국가 인구밀도, 출도착 국가 집적경제 지수, 출도착 공항 계절성 엔트로피 지수, 국가 간 국제 항공 이용객수 및 이동흐름, 국가 간 지리적 거리 - 수학적 모델 분석	변형 인플루엔자 A 및 신종 인플루엔자 A (2013년 및 2009년, 전 세계)
없음	Maliszewski & Wei (2011)	- 공항 근접성 = 인근 공항까지 직선 거리(마일) - 공간계량모형 분석	신종 인플루엔자 A(H1N1) (2009년, 미국 캘리포니아 주 58개 카운티)
(-)	Hamidi et al. (2020)	- 항공 이동 = 연간 비행기 탑승객수 / 인구 1만 명 - 구조방정식 모형 분석	COVID-19(2020년, 미국 전역 대도시 내 913개 카운티)

주: SEIR 모델이란 수학적 모델 가운데 가장 널리 알려진 감염병 대유행 진단 및 예측 모델로서 약자 SEIR은 Susceptible - Exposed - Infectious - Recovered 등 감염병의 확산 단계를 의미함.

자료: 저자 작성

□ 감염병 확산과 대중교통의 관계

- 지역 내 또는 지역 간 이동은 감염병의 공간적 확산에 중요한 촉진제이며, 특히 대중교통과 같이 사람 간 무작위적 접촉의 위험성이 있는 경우 감염병 전파에 위험 요소가 될 수 있음
 - 선행연구에서 출퇴근과 같이 사람이 물리는 특정 시간대에 대중교통 이용률이 높은 지역에 감염병 발병률이 높고(Maliszewski & Wei 2011), 외부에서의 유입 인구가 많을수록 감염병 발생률이 높음(Jang & Ahn 2016)
- 따라서 감염병의 공간적 확산과 대중교통 이용은 강한 양의 상관관계를 가지고 있으며, 특히 대중교통 결절점의 경우 집단간염의 위험이 높은 공간이라 할 수 있음

4) 도시 시설

□ 감염병 확산과 도시 시설에 대한 선행연구

- 앞서 살펴본 타 계획요소와 달리 도시 시설에 관한 연구는 시설 자체와 감염병 확산과의 관계뿐 아니라 감염병 확산에 대응하려는 시설 폐쇄 정책의 효과를 검증하는 연구도 매우 활발히 진행되고 있음(Mao & Bian 2010; Yasuda et al. 2008; Zhang et al. 2012)
- Xiao et al. (2014)은 2009년 신종 인플루엔자 A(H1N1) 대유행 당시 중국 창사 시를 대상으로 교육시설과의 거리와 감염병의 발병률을 조사하여 강한 양의 관계가 있음을 밝힘
 - 특히 초등학교(승산비 : 3.512)와 중등학교(승산비 : 4.715), 대학교(승산비 : 10.166)까지의 거리가 1km 이내인 경우, 1km 이상인 경우와 비교할 때 발병률이 높게 나타났으며 특히 대학교까지의 거리가 매우 중요한 것으로 파악됨
- Yasuda et al. (2008)은 동경의 유행성 인플루엔자와 출퇴근 경전철 통행자수의 관계를 몬테카를로 시뮬레이션 모형을 통하여 분석하여 교육시설 폐쇄 정책이 감염병 유행을 진정시키는데 긍정적 효과가 있음을 확인함
 - 2002년부터 2006년까지 일본 동경 대도시권을 대상으로 한 분석 결과, 동경 교외 초·중·고등학교의 폐쇄는 독감 유행을 지연시키고 사태를 진정시켰으나 총 감염자수를 줄이지는 못하는 것으로 나타남
 - 반면 전체 학생에 대한 예방백신 접종 정책은 학생 감염자수뿐 아니라 성인 감염자수 감소에도 긍정적 효과를 보여줌
- Zhang et al. (2012)의 연구에서는 효과적인 유행성 인플루엔자 확산 방지에 학교 폐쇄와 직장인 유연근무제 시행 시점이 매우 중요함을 지적함
 - 싱가포르를 대상으로 한 감염병 확산에 대한 접촉 네트워크 기반 시뮬레이션 모형 분석을 통하여 학교 폐쇄 정책과 직장인 유연근무제 정책의 혼합이 반드시 더 나은 감염병 확산 방지 정책이 아니며, 시행 시점이 중요함을 확인함

-
- Xiao et al. (2014)은 업무시설이나 상업시설과 같은 고밀의 집합시설과 신종 인플루엔자 A(H1N1) 발병과의 관계에 대하여 인접한 지역의 발병률이 더욱 높음을 확인함
 - 주요 업무시설까지 거리가 1km 이내인 경우(승산비 : 2.867), 1km 이상인 경우와 비교했을 때 발병률이 상대적으로 높음
 - 또한 쇼핑몰과 대형마켓 등 주요 상업시설과의 관계에서도 거리가 1km 이내인 경우(승산비 : 2.628) 발병률이 훨씬 높음
 - Park et al. (2020) 역시 2020년 코로나19 대유행 시기에 한국의 서울시 내 주상복합 건물 내 콜센터에서의 감염병 확산을 분석하여 상업 및 업무용 건물의 공조시스템을 통한 수직 및 수평 확산을 확인함
 - 콜센터 건물의 11층에서 집중적인 확산이 일어났고, 특히 11층 안에서도 건물 평면도상 북측에서 대규모 확산이 발생한 것으로 확인됨
 - 이에 따라 상업 및 업무용 건물의 공조시스템을 통한 수직 확산(9~11층), 동일층 근로자 자리 배치를 통한 수평 확산(11층 내 북측 및 남측 건물 평면도 자리 배치) 및 직접 노출과 제2차 확산이 업무시설에서 발생하였음이 밝혀짐
 - 국내에서도 천안시 헬스장 12곳에 걸쳐서 댄스 수업을 통해 확산된 코로나19에 대한 감염 경로 분석 결과, 상대적으로 많은 인원의 수강생이 좁은 교실에서 강도 높은 운동에 참여하는 경우 감염병 확산률이 증가한 것으로 확인됨(Jang et al. 2020)
 - 타 시설과 달리 의료시설의 경우 감염병 발병 및 확산과 양방향의 효과를 가지는 것으로 확인됨(Hamidi et al. 2020)
 - Xiao et al. (2014)의 실증연구에서는 신종 인플루엔자 A(H1N1)의 발병률이 주요 의료시설까지 거리가 1km 이내인 경우(승산비 : 4.754), 1km 이상인 경우에 비해 발병률이 높게 나타남

표 3-4 | 감염병 확산과 도시 시설의 관계에 관한 선행연구

관 계	저자 (발간연도)	측정 및 분석방법	연구 대상
(+)	Xiao et al. (2014)	- 업무시설 = 최근방 업무지구까지 직선거리(km) - 로짓 모형 분석	신종 인플루엔자 A(H1N1) 2009년, 중국 창사 시)
	Park et al. (2020)	업무시설 = 대규모 코로나 확산 주상복합 건물 1개동 3개 층(9~11층) 및 주요층(11층) 건물 평면도와 근로자 자리 배치도 분석	COVID-19 (2020년, 한국 서울시 대규모 코로나 확산 주상복합 건물 1개동)
	Xiao et al. (2014)	- 상업시설 = 최근방 쇼핑몰 및 대형마켓까지 직선거리(km) - 로짓 모형 분석	신종 인플루엔자 A(H1N1) (2009년, 중국 창사 시)
	Benzell et al. (2020)	- 상업시설 = 13가지 상업시설 및 집합시설 9가지 감염병 확산 위험도 세부지표 (방문자수, 특이한 행태의 방문자수, 평시 평균 방문시간, 피크 타임 평균 방문시간, 이상과 같은 4가지 지표를 65세 이상 고령자에 대해서만 측정, 마지막으로 방문을 위해 이동한 거리의 중위값)측정, 교차 분석	COVID-19 (2020년, 미국 전역에 걸친 상업시설 및 주요 집합시설)
	Jang et al. (2020)	- 상업시설 = 헬스장 댄스 수업 수강생 인원, 댄스 수업 교실 면적 및 댄스 수업의 운동 강도 - 감염병 확산 경로 분석	COVID-19 (2020년, 한국 천안시 헬스장 12곳)
	Yasuda et al. (2008)	- 교육시설 = 동경 교외 초중고등학교 폐쇄 정책 및 전체 학생 예방백신 접종 정책 - 몬테카를로 모형 분석	유행성 인플루엔자 (2002~2006년, 일본 동경 대도시권)
	Xiao et al. (2014)	- 교육시설 = 최근방 초등학교, 중등학교, 대학교까지 직선거리(km) - 로짓 모형 분석	신종 인플루엔자 A(H1N1) (2009년, 중국 창사 시)
	Mao & Bian (2010)	- 교육시설 = 초등학교 및 어린이집 등하교 통행량 - 시뮬레이션 모델 분석	불특정 감염병 및 불특정 연도(미국 뉴욕주 버팔로시 시가화 구역)
	Zhang et al. (2012)	- 교육시설 = 싱가포르 학교 폐쇄 정책과 직장인 유연근무제 정책 혼합 여부 - 접촉 네트워크 기반 시뮬레이션 모형 분석	유행성 인플루엔자 (불특정 연도, 싱가포르)
(-)	Xiao et al. (2014)	- 의료시설 = 최근방 병원까지 직선거리(km) - 로짓 모형 분석	신종 인플루엔자 A(H1N1) (2009년, 중국 창사 시)
	Hamidi et al. (2020)	- 의료시설 = 중환자실병상수 / 인구 1만 명 = 내과 의사수 / 인구 1만 명 - 구조방정식 모형 분석	COVID-19(2020년, 미국 전역 대도시 내 913개 카운티)

자료: 저자 작성

□ 감염병 확산과 도시 시설의 관계

- 선행연구 검토 결과 다수의 이용자가 밀폐된 공간 내에 밀집할 수밖에 없는 상업시설이나 업무시설, 교육시설 등의 경우 감염자가 이용할 시 감염병의 전파가 매우 용이한 구조임
 - 따라서 의료시설을 제외한 대부분의 도시 시설들은 감염병의 공간적 확산에 강력한 양의 상관관계를 가지고 있다고 볼 수 있음
- 교육시설 등은 정부의 적극적인 이용 제한이 가능하나 업무시설이나 상업시설의 경우 개인의 경제활동과 연결되어 있어 보다 근본적인 해결이 필요함
- 이미 국내외 정책에서 감염병 발생 시 여러 시설에 대한 이용 제한이나 환기 기준 강화 등을 통하여 감염병에 대응하고자 하나, 시설 특성과 입지 등에 따라 감염병 위험도가 달라질 수 있으므로, 구체적인 분석을 통하여 대응하는 것이 필요함

2. 감염병 관련 계획요소 선정

- 감염병과 관련된 계획요소 실증을 위해 선행연구를 검토한 결과, 인구밀도와 주거 및 상업용지, 버스와 지하철 등의 대중교통, 상업, 업무, 교육시설이 감염병의 공간적 확산과 양의 상관관계에 있는 것으로 도출됨
 - 다만 공원녹지의 경우 지나치게 많은 사람이 이용할 경우에는 감염병 확산을 촉진할 수 있으나, 그렇지 않은 경우 개방된 공간으로 감염병 확산을 저지할 수 있음
- 도시 시설의 경우 선행연구에서는 상업시설이나 업무시설 등 상위 단위의 시설에 대한 영향만을 검토하였으나, 실증에서는 보다 구체적인 개별 시설에 대한 분석이 필요할 것으로 여겨짐
 - 정부 방역 지침에서는 다중이용시설 중 9개의 시설이 중점관리시설로 분류되어 방역 단계 격상 시 영업 제한이 이루어지고 있으며, 해외의 경우에도 클럽 등의 유흥업소나 식당 및 카페, 실내체육시설 등은 제한적으로 운영하도록 권고하고 있음

표 3-5 | 감염병 확산과 양의 관계에 있는 계획요소

구 분	계획요소	참고문헌
밀도	인구밀도	Hamidi et al.(2020), Jeefoo et al.(2010), Sloan et al.(2020), Tuckwell & Toubiana(2007), Xiao et al.(2014)
토지이용	주거용지	Chen et al. (2020), NYU Furman Center(2020)
	상업용지	Mao & Bian(2010)
	농업용지	Maliszewski & Wei (2011)
	공원녹지	Liu et al.(2019), Shoari et al. (2020)
대중교통	버스·지하철	Charaudeau et al.(2014), Gosce & Johansson(2018), Maliszewski & Wei(2011), Mao & Bian(2010), Mo et al.(2020), NYU Furman Center(2020), Xu et al.(2013), Yasuda et al.(2008)
	항공	Bajardi et al.(2011), Lemey et al.(2014), Merler & Ajelli(2010), Nakata & Rost(2015), Yoneyama & Krishnamoorthy(2012)
도시 시설	상업시설	Benzell et al.(2020), Jang et al.(2020), Xiao et al.(2014)
	업무시설	Park et al.(2020), Xiao et al.(2014)
	교육시설	Mao & Bian(2010), Xiao et al.(2014), Yasuda et al.(2008), Zhang et al.(2012)

자료: 저자 작성

- 다중이용시설 내에서 발생한 코로나19 현황 검토 결과, 실내체육시설과 음식점, 사우나, 클럽, 카페 등 식음료업종 등의 비율이 높게 나타남

표 3-6 | 다중이용시설 내 코로나19 발생 빈도

시 설	확진자 수		시 설	확진자 수	
	명	%		명	%
실내체육시설	847	30.7%	공연시설	79	2.9%
음식점	667	24.1%	역사	68	2.5%
사우나/피부관리실	304	11.0%	PC방	58	2.1%
클럽	277	10.0%	대규모점포	35	1.3%
카페	214	7.7%	은행	10	0.4%
기타	204	7.4%	전체	2763	100.0%

주: 정례브리핑 자료의 내용은 역학조사에 따라 분류 결과의 변동이 가능하며, 자료에서 제공하는 주요 발생 현황을 토대로 정리하여 실제 현황과 일부 상이할 수 있음

자료: 2020년 1월 31일부터 12월 17일까지의 질병관리청의 코로나바이러스감염증-19 국내 발생 현황 정례브리핑 자료를 토대로 저자 작성

- 선행연구와 코로나19 발생 현황 검토를 토대로 본 연구에서는 밀도, 토지이용, 대중교통, 다중이용시설을 감염병 확산과 밀접한 관계가 있는 계획 요소로 설정하고 서울시를 대상으로 분포 현황 및 상관관계를 분석함
 - 토지이용의 경우 상대적으로 큰 측정 단위를 고려하여 타 도시계획 요소 분석 결과 해석에만 적용함
 - 개별 다중이용시설의 경우 영향력과 정부 방침, 코로나19 발생 빈도뿐만 아니라 자료 구득의 용이성 등을 고려하여 사우나, 식음료업종, 실내체육시설, 일반음식점을 선정함
- 선정된 도시계획 요소는 선행연구 및 코로나19 발생 현황을 토대로 감염병의 공간적 확산과의 상관관계를 전제함
 - 밀도는 감염병의 공간적 확산과 양의 상관관계가 있는 것으로 전제하고, 본 연구에서는 인구밀도, 건축물밀도, 건축물 연면적을 활용함

-
- 토지이용 관련 요소는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 상 용도지역을 토대로 주거용도, 상업용도, 공업용도, 녹지용도의 4가지 용도로 구분하였으며, 이 중 주거용도와 상업용도의 경우 감염병의 공간적 확산과 양의 상관관계가 있는 것으로, 녹지의 경우 감염병 확산 방지에 긍정적인 요소로 간주함
 - 대중교통 관련 요소로는 버스 노선과 버스 정류장, 지하철역을 측정하였으며, 모두 감염병의 공간적 확산과 양의 상관관계가 있는 것으로 전제함
 - 도시 시설로는 체육시설, 사우나, 일반음식점, 실내체육시설을 측정하였고, 모두 감염병 전파를 촉진하는 것으로 간주함

3. 감염병 관련 계획요소 측정 및 분석 방법

1) 도시계획 요소 측정 방법

- 공간적 범위는 500m × 500m 정방형 격자로 개별 변수를 측정하여 각각을 필드(field) 항목으로 구축하였으며, 시간적 범위는 2020년을 기준으로 함
 - 서울시 내 전체 2,634개의 격자를 대상으로 분석을 진행하였고, 2020년 자료를 구득하기 어려운 경우에는 사용이 가능한 최신 자료를 사용함

표 3-7 | 감염병 관련 계획요소 측정 개요

구 분	활용 변수	설 명	활용 자료
밀도	인구밀도	• 측정: 500m×500m 내 상주인구 수 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	• 국토정보플랫폼 국토정보맵 ⁵⁾ (2020) • 건축행정시스템 세움터 ⁶⁾ (2020)
	건축물밀도	• 측정: 500m×500m 내 건축물 밀도 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	
	건축물 연면적	• 측정: 500m×500m 내 건축물 중심점 연면적 합산 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	
토지 이용	용도지역	• 측정: 500m×500m 내 가장 비율이 높은 용도 (주거, 상업, 공업, 녹지 중 택1) • 감염병 확산과의 관계: 주거, 상업, 공업은 양의 상관관계	• 국가공간정보 포털 ⁷⁾ (2020)
	공원	• 측정: 500m×500m 내 위치한 공원 ¹⁾ 수 • 감염병 확산과의 관계: 음의 상관관계이나 면적에 반비례	
대중 교통	버스 노선	• 측정: 500m×500m 내 위치한 정류장을 통과하는 버스 노선 수 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	
	버스 정류장	• 측정: 500m×500m 내 위치한 버스 정류장 수 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	
	지하철 역	• 측정: 500m×500m 내 위치한 지하철 역 수 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	
도시 시설	체육시설	• 측정: 500m×500m 내 위치한 체육시설 ²⁾ 수 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	• 지방행정인허가 데이터개방 ⁸⁾ (2020)
	사우나	• 측정: 500m×500m 내 위치한 목욕탕 ³⁾ 수 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	
	일반음식점	• 측정: 500m×500m 내 위치한 일반음식점 ⁴⁾ 점포 수 • 감염병 확산과의 관계: 양의 상관관계	

주 1) 「건축법」시행령 [별표1] 용도별 건축물의 종류에 따른 관광 휴게시설

2) 「건축법」시행령 [별표1] 용도별 건축물의 종류에 따른 운동시설

3) 「건축법」시행령 [별표1] 용도별 건축물의 종류에 따른 제1종 근린생활시설

4) 「건축법」시행령 [별표1] 용도별 건축물의 종류에 따른 제2종 근린생활시설

5) <http://map.ngii.go.kr/ms/map/NlipMap.do?tabGb=statsMap>; 6) <https://cloud.eais.go.kr/>

7) <http://www.nsdi.go.kr/lxportal/?menuuno=2679>; 8) <http://www.localdata.kr/>

자료: 저자 작성

- 공원은 「건축법」상 관광 휴게시설로 2020년 4월 현재 조성된 가로공원, 강변공원, 근린공원, 광장, 소공원, 어린이공원, 주제공원, 체육공원을 기준으로 분석함
- 체육시설은 「건축법」상 운동시설인 체육시설 중 2020년 4월 현재 정상 영업 중인 시설로 추정하되, 체력단련장이나 골프연습장, 무도학원 등을 포함함
- 사우나는 2020년 4월 현재 정상 영업 중인 「건축법」상 제1종 근린생활시설인 목욕탕으로 분석함
- 일반음식점은 「건축법」상 제2종 근린생활시설로 2020년 4월 현재 정상 영업 중인 시설을 기준으로 분석함

2) 도시계획 요소 간 공간적 분포 관련성 분석

- 계획요소의 공간적 분포 관련성은 감염병 확산에 가장 큰 영향을 미치는 요소인 밀도를 기준으로 그 외 요소와의 상관관계를 파악하기 위하여 Pearson의 r 상관계수를 추정함

$$\text{상관관계 } r = \frac{\sigma_{X1, X2}}{\sigma_{X1} \times \sigma_{X2}}$$

$$\sigma_{X1, X2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X1(i) - \overline{X1})(X2(i) - \overline{X2})}{n-1}}$$

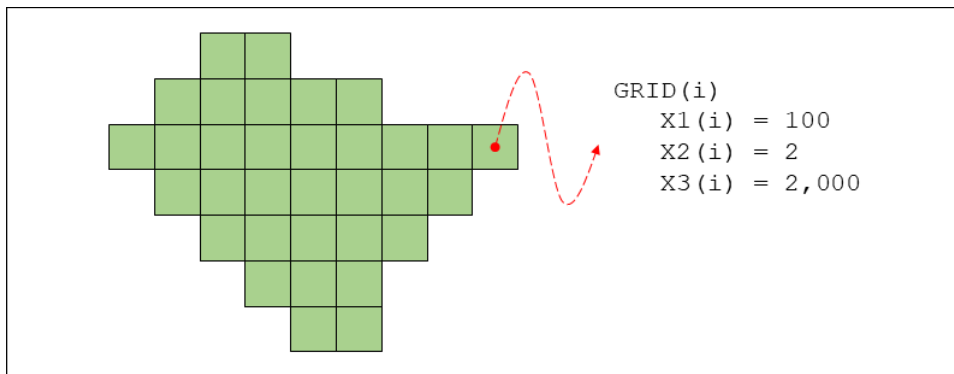
$$\sigma_{X1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X1(i) - \overline{X1})^2}{n-1}}$$

$$\sigma_{X2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X2(i) - \overline{X2})^2}{n-1}}$$

- 위 수식에서 $X1(i)$ 와 $X2(i)$ 는 각각 격자 i 에서의 인구수와 시설의 개수(혹은 시설에 따라 규모도 포함)를 나타냄

- 상관계수 추정을 위한 공간단위는 $500m \times 500m$ 정방형 격자이며 격자별 인구수와 시설의 개수 변수를 각각 $X1$ 과 $X2$ 로 설정하여 관계성을 정량화하기 위한 것임([그림3-1] 참고)
- 이는 인구수가 많으며 시설 역시 많을수록 전파 및 확산의 위험이 증가할 것이라는 전제하에 도입하는 분석방법론임

그림 3-1 | 상관계수 추정을 위한 격자 단위 변수 구성 방안



자료: 저자 작성

- 이러한 전제하에 상관계수는 [그림3-2]과 같이 서울시 전체와 서울시 용도지역 (주거/상업/공업/녹지)을 대상으로 추정함

그림 3-2 | 상관계수 추정을 위한 격자 단위 변수 구성 방안

구 분		요소(1)		...	요소(n)	
		X2	X3		X2	X3
서울시 전체	X1	r_{1_12}	r_{1_13}	...	r_{n_12}	r_{n_13}
용도지역1(주거)		r_{11_12}	r_{11_13}		r_{1n_12}	r_{1n_13}
용도지역2(상업)		r_{21_12}	r_{21_13}		r_{2n_12}	r_{2n_13}
용도지역3(공업)		r_{31_12}	r_{31_13}		r_{3n_12}	r_{3n_13}
용도지역4(녹지)		r_{41_12}	r_{41_13}		r_{4n_12}	r_{4n_13}

자료: 저자 작성

3) 도시계획 요소의 상대적 위험도 분석

- 앞서 분석한 도시계획 요소의 지역 내 위험성이 실제 서울시 코로나19 발생 현황을 얼마나 반영하는가를 검토하기 위하여 계획요소의 ‘상대적 위험도(rr)’를 분석, 서울시 코로나19 발생 현황과 비교함
 - 상대적 위험도는 역학(epidemiology) 분야에서 질병의 발생 및 확산·전파의 상대적 위험도를 추정하기 위하여 활용되는 지표임
 - 예를 들어 인구가 천 명인 특정 지역(예: 시군구)의 감염병의 발생 빈도가 10건으로 집계된 상황에서 단위 지역(예: 읍면동) A의 인구가 100명이고 2건의 감염병이 발생한 경우, A지역의 상대적 위험도는 ‘2’로 이는 A지역의 감염병 발병 위험이 전체의 2배라는 의미임

$$rr(A) = \frac{2/100}{10/1000} = \frac{0.02}{0.01} = 2$$

- 본 연구에서는 이를 개념적으로 확장하여 아래와 같이 단위 지역 i 에서의 상대적 위험도를 측정하여 서울시 코로나19 현황과 비교함

$$rr(i) = \frac{p_i}{n_i \times pc} = \frac{p_i}{n_i \times P/N}$$

- 위 식에서 p_i 와 n_i 는 각각 단위 지역 i 의 인구수와 시설수를 나타내며, pc 는 시설 1개당 인구수($= P \div N$)를 의미하는 일종의 원단위(per capita)를 의미함
- 위 식에서 분모는 시설 1개당 인구수 기준을 적용할 경우 단위 지역 i 에서 예상되는 인구수로 입지한 시설 개수만큼 인구가 거주하는 것으로 전제하며, 실제 인구수(분자)가 더 많으면 $rr(i)$ 는 1보다 큰 값이 산출됨²⁰⁾

20) 이는 단위 지역 i 에 분포하는 시설들이 전반적으로 대상지 전체 평균 수용 규모보다 큼을 의미함. 즉, 해당 지역에서는 대상지 전체와 비교할 때 더 많은 사람이 시설을 이용할 가능성이 상대적으로 크다는 것을 나타냄. 이 경우 $rr(i)$ 값이 1보다 클수록 해당 지역에서는 시설의 이용밀도 역시 증가할 가능성이 크기 때문에 질병의 전파·확산에 있어서 상대적 위험도가 증가하는 것으로 볼 수 있음



CHAPTER 4

감염병 관련 도시계획 요소 분석 결과

- 1. 코로나19 서울시 발생 현황 검토 69
- 2. 도시계획 요소별 분포와 코로나19 발생 현황 비교 ... 73
- 3. 도시계획 요소 간 공간적 분포 관련성 92
- 4. 도시계획 요소의 상대적 위험도 96

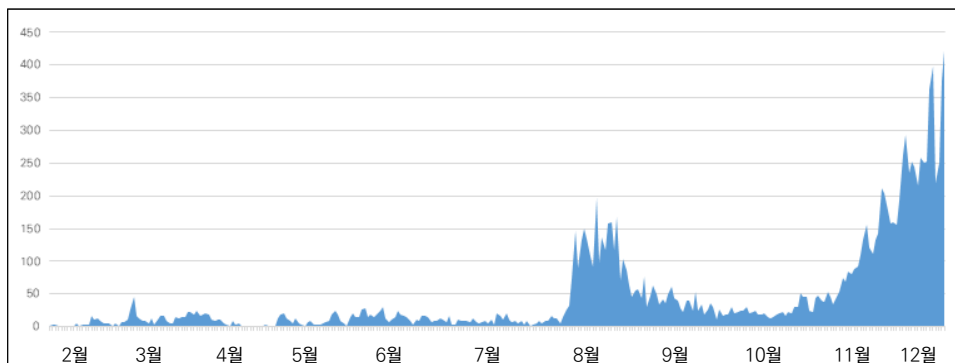
04 감염병 관련

도시계획 요소 분석 결과

1. 코로나19 서울시 발생 현황 검토

- 서울시에서는 지난 1월 24일 중국 우한에서 입국한 사람이 확진자로 판명되면서 첫 코로나19 발생이 시작됨
- 2020년 12월 17일 기준 전체 누적 확진자는 13,458명으로 지난 8.15 도심 집회를 기점으로 일일 확진자 발생 빈도가 급격히 증가함
 - 8월 15일 처음으로 일일 확진자 발생 건수가 세 자릿수를 넘어섰으며, 8월 말까지 이러한 추세가 지속됨
 - 2020년 11월 19일 이후로 일일 확진자 발생이 계속 세 자릿수를 유지하고 있으며, 12월에 들어 평균 일일 확진자수는 약 275명임(12월 17일 기준)

그림 4-1 | 서울시 코로나19 일일 확진자 발생 추세 (2020. 12. 17 기준)



자료: 저자 작성

표 4-1 | 서울시 감염 원인별 코로나19 발생 현황 (2020. 12. 17 기준)

시 설	확진자 수		시 설	확진자 수	
	명	%		명	%
공공기관	100	0.7%	작업장	160	1.2%
교육시설	367	2.7%	종교시설	1,324	9.8%
다중이용시설	1,380	10.3%	대면접촉	4,952	36.8%
돌봄시설	308	2.3%	기타	162	1.2%
빌딩	124	0.9%	해외 유입	599	4.5%
사무실	807	6.0%	확인 중	2,700	20.1%
의료시설	470	3.5%	전 체	13,453	100.0%

주: 각 시설은 다음과 같이 구분됨

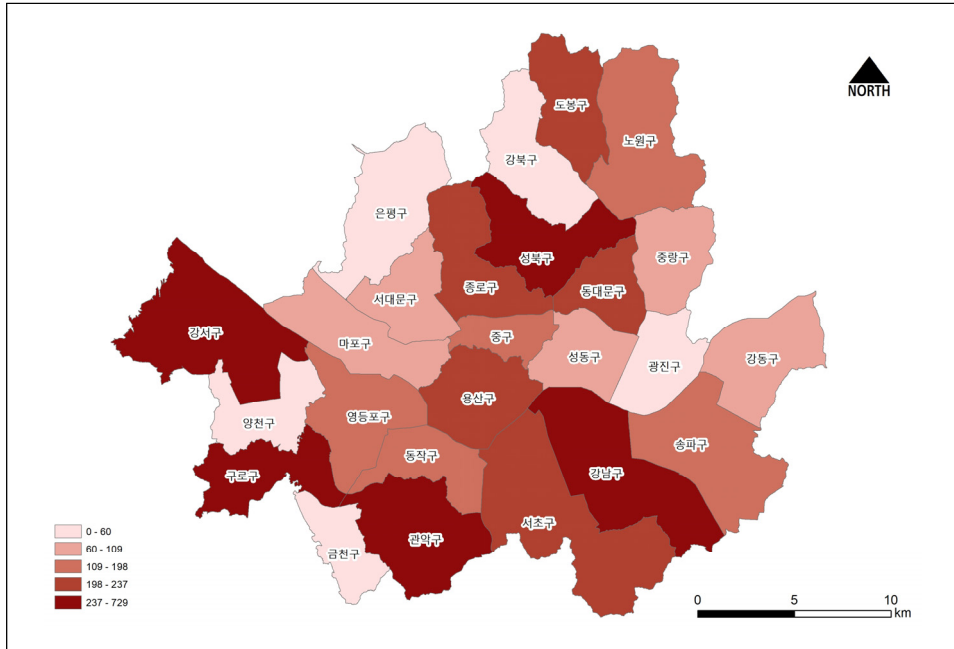
- 공공기관: 경찰서, 도/시/구청, 군부대 등
- 교육시설: 고등학교, 대학교, 학원 등
- 다중이용시설: PC방, 공연시설, 대규모점포, 미용관련시설, 사우나, 실내체육시설, 시장, 역사, 은행, 음식점, 카페, 클럽 등
- 돌봄시설: 경로당, 노인요양시설, 어린이집, 데이케어센터, 요양시설, 재가요양서비스
- 빌딩: 아파트, 오피스텔 등
- 사무실: 금융/보험/상조회사, 판매업체, 부동산중개, 설명회, 일반업무, 콜센터 등
- 의료시설: 병원, 요양병원, 장례식장 등
- 작업장: 건설현장, 공장, 물류센터, 쇼퍼업체 등
- 종교시설: 교회, 사찰, 성당 등

자료: 서울시 코로나19 확진자 자료를 토대로 저자 작성

(<https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do> 2020년 12월 17일 접속)

- 확진자 거주지를 기준으로 전체 13,458명의 확진자 중 타 지역 거주자를 제외한 약 93%(12,505명)가 서울시에 거주함
- 주요 발생 원인으로는 감염자와의 직접적인 접촉에 의한 감염의 비율이 가장 높았고, 그 다음으로 해외 유입과 확인 중인 사례를 제외하고 다중이용시설과 종교시설, 사무실, 의료시설 순으로 나타남(<표4-1>참고)
 - 감염자와의 직접적인 접촉에 의한 감염에서는 가족 내 발생이 3.1%, 모임에서의 발생이 7.2%로 나타남
 - 다중이용시설 내에서의 집단감염은 실내체육시설, 사우나, 음식점 등 실내 공간에서 사회적 거리두기가 어려운 시설 내에서 집단 감염이 발생하였으며, 아파트나 빌딩과 같이 건물 내 수직 전파 사례도 목격됨
 - 공공기관 내에서의 감염은 행정시설(도·시·군·구청)에서의 발생 빈도가 가장 높고, 그 다음으로 군부대나 경찰서, 구치소 등에서 집단감염이 목격됨

그림 4-2 | 서울시 코로나19 확진자 발생 현황 (2020. 12. 17, 발생지 기준)



자료: 저자 작성

- 확진자 발생 위치를 기준으로 집단감염으로 간주할 수 있는 4,845건(전체의 36%)의 코로나19 발생 사례를 분석한 결과, 성북구, 강서구, 강남구의 발생 비율이 높음(<표4-2>참고)
- 다중이용시설의 경우 강서구, 종로구, 서초구, 용산구, 강남구의 발생 빈도가 높았으며, 강서구를 제외한 나머지 자치구는 상업·업무 비율이 높은 지역임
 - 강서구의 경우 실내체육시설에서의 감염이, 종로구는 음식점에서의 코로나19 전파가, 서초구는 사우나, 용산구는 클럽, 강남구는 사우나 및 실내체육시설에서의 집단 감염이 많이 발생함
- 사무실이나 공공기관 내에서의 코로나19 전파는 도심(종로구)이나 부도심(용산구, 마포구, 영등포구) 등에서 주로 발생했음

- 업무시설의 경우 콜센터나 보험회사와 같이 장시간 좁은 실내 공간에 사람이 밀집되어있는 환경이 조성된 시설을 포함하여 경찰서나 구청과 같은 공공기관에서도 집단 감염이 발생함

표 4-2 | 서울시 자치구별 코로나19 발생 현황 (2020. 12. 17 기준)

자치구	확진자 ¹⁾	발생 ²⁾	공공기관	빌딩	사무실	다중이용시설
종로구	194	225	26	-	-	188
중구	202	163	3	-	88	41
용산구	328	229	24	-	-	148
성동구	355	109	-	13	-	33
광진구	323	20	-	-	-	-
동대문구	457	237	1	-	-	14
종랑구	511	104	-	-	-	80
성북구	617	729	-	-	-	47
강북구	311	10	-	-	-	-
도봉구	440	207	-	4	-	12
노원구	603	125	17	-	21	21
은평구	552	45	-	-	-	27
서대문구	390	102	-	-	8	-
마포구	484	103	7	8	26	-
양천구	498	60	5	-	-	43
강서구	1,028	571	-	-	46	220
구로구	393	242	7	36	73	43
금천구	200	6	-	-	6	-
영등포구	499	173	-	7	55	16
동작구	632	198	-	-	32	56
관악구	766	247	-	-	133	54
서초구	664	223	-	12	14	160
강남구	752	495	1	40	230	146
송파구	848	160	9	-	37	29
강동구	458	62	-	-	25	-
전 체	12,505	4,845	100	120	794	1,378

주: 서울시에서 제공하는 코로나19 확진자 현황을 토대로 정리하여 실제 현황과 일부 상이할 수 있음

- 1) 확진자 거주지를 기준으로 분류
- 2) 집단감염의 확진자 발생 위치를 기준으로 분류

자료: 서울시 코로나19 확진자 자료를 토대로 저자 작성

(<https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do> 2020년 12월 17일 접속)

2. 도시계획 요소별 분포와 코로나19 발생 현황 비교²¹⁾

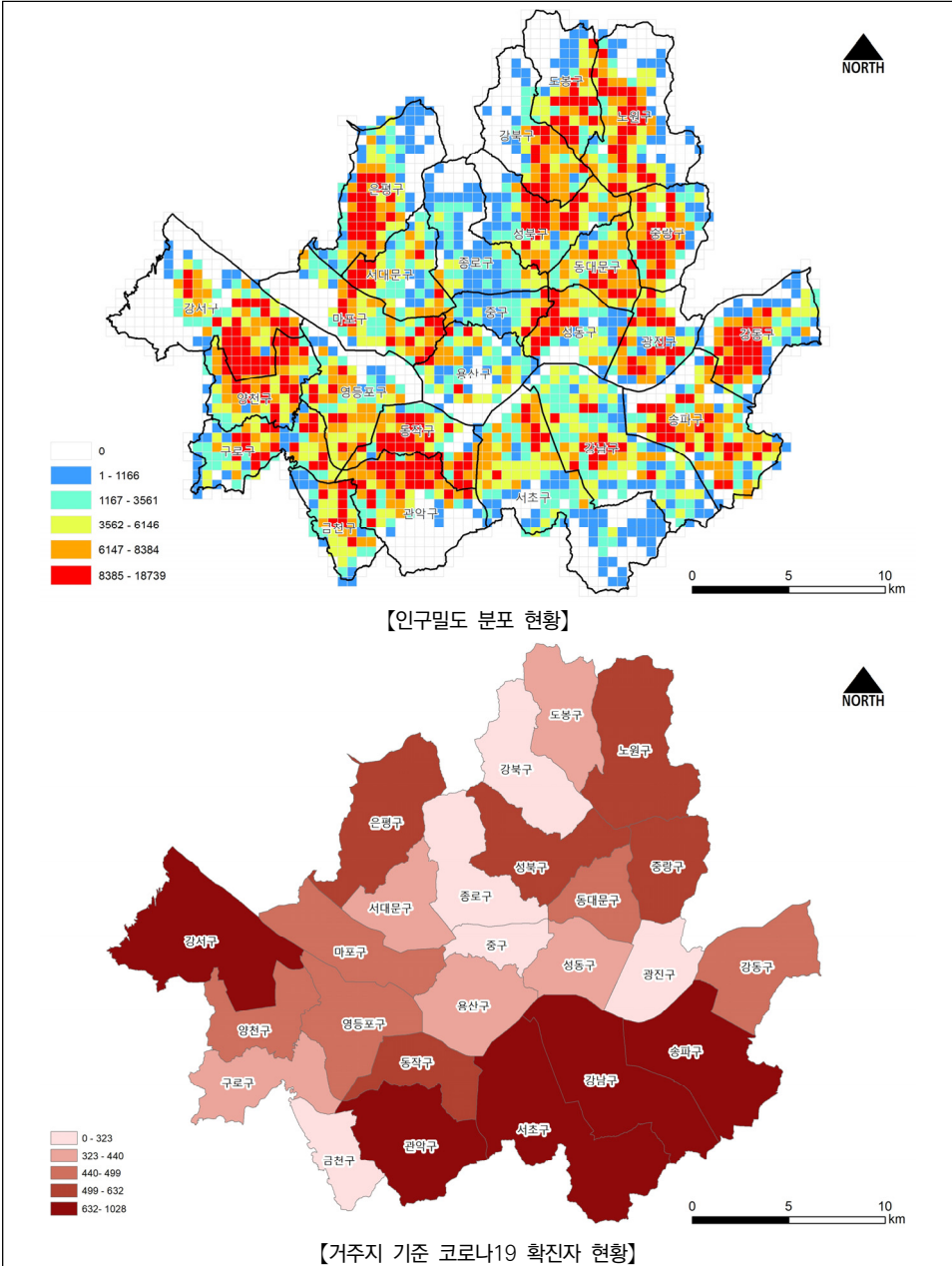
1) 밀도

□ 인구 밀도

- 인구밀도는 상주인구 밀도로 측정하였기 때문에 대규모 아파트단지가 밀집한 지역의 밀도가 높게 분석됨
 - 대표적인 업무·상업지역인 종로구, 중구, 용산구, 강남구, 서초구의 경우 상대적으로 인구밀도가 낮게 나타남
- 실제 발생 현황과 비교하면, 인구밀도가 높은 노원구와 성북구, 중랑구, 은평구, 강서구, 관악구의 확진자 발생 비율이 높아 밀도가 감염병 확산과 양의 상관관계가 있다는 선행연구 결과를 어느 정도 증명함
 - 하지만 [그림4-3]에서 보여주는 확진자 현황은 거주지를 기준으로 한 것으로 해당 지역에서 코로나19에 감염된 것이 아니므로 높은 밀도가 코로나19 확산에 영향을 미쳤다고 설명하기에는 한계가 있음
 - 또한 확진자가 많이 분포하는 강남 3구의 경우 송파구를 제외하고 전반적으로 인구 밀도가 낮아 밀도와 코로나19 전파의 통계적인 유의성을 파악하기 어려움
- 높은 인구밀도는 감염병의 공간적 확산에 영향을 미치나 상주인구의 경우 가족이나 주변 사람 이외 무작위적인 대면 접촉이 제한되므로, 감염병 대응에 있어 상주인구 밀도에 대해서는 다른 접근이 필요함
 - 아파트단지의 경우 공동체 행사나 출퇴근 및 등하교 시간에 상대적으로 사람이 몰릴 수 있는 대중교통 결절점 주변으로는 감염병 확산 가능성이 높음
 - 따라서 높은 상주인구 밀도를 보이는 지역에 대해서는 특정 시간대에 사람이 몰릴 수 있는 가능성을 고려하여 감염병에 대응하는 것이 필요함

21) 분포 현황과 발생 현황은 5분위수(또는 6분위수)로 표현함

그림 4-3 | 인구밀도 분포와 확진자 발생 현황 비교

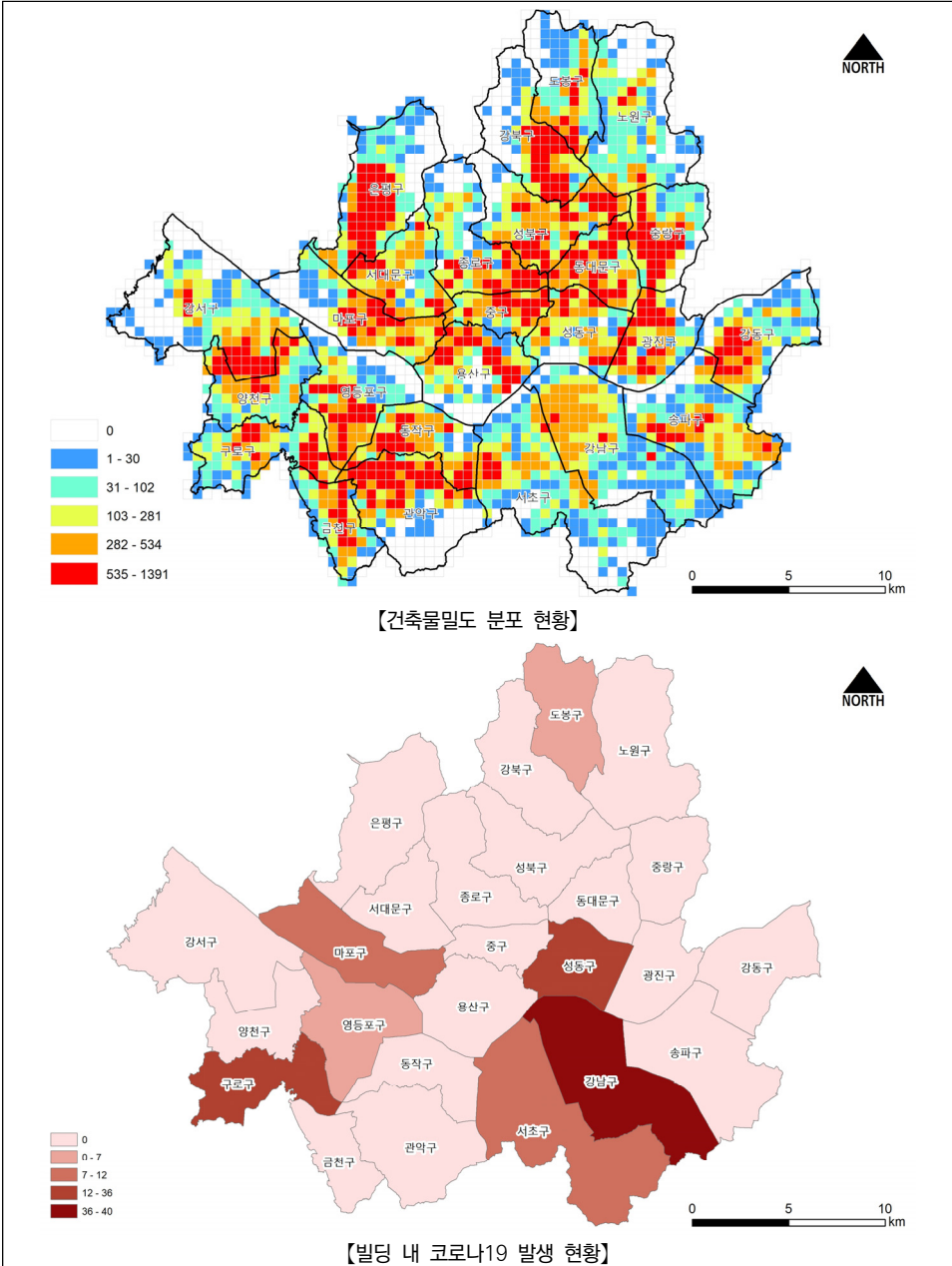


자료: 저자 작성

□ 건축물 밀도

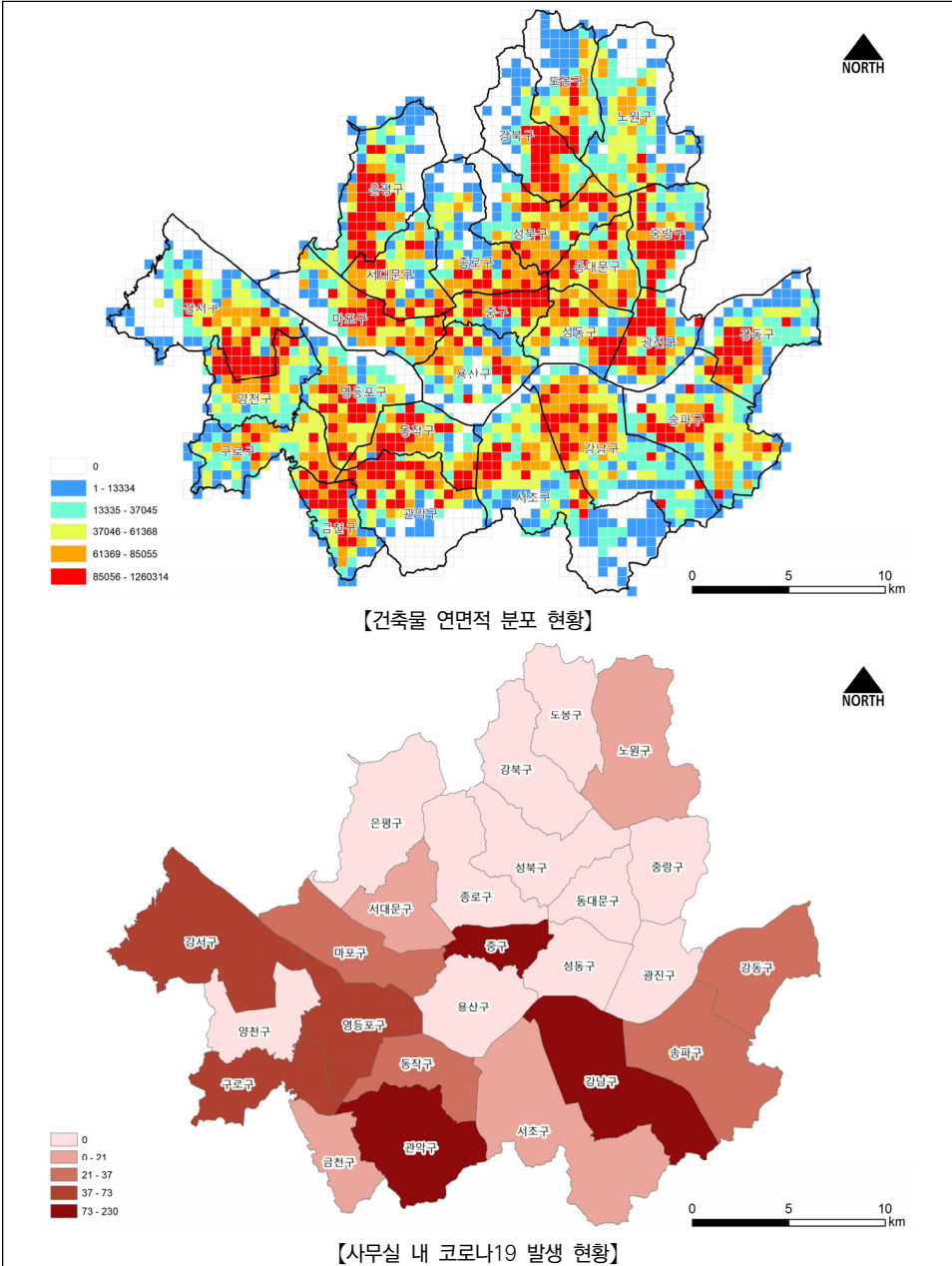
- 건축물밀도는 인구밀도와 다르게 도심 내 상업·업무지역에서도 높게 나타났으며, 기존 상주인구 밀도가 높았던 지역의 경우 건축물밀도는 약간 낮아지는 경향을 보임
 - 주거지역 비율이 높은 강서구와 강동구, 노원구, 도봉구의 경우 인구밀도와 비교했을 때 건축물밀도는 많이 낮아진 모습을 보인 반면, 대표적인 상업·업무지역인 중구와 마포구의 건축물밀도는 인구밀도와 다르게 매우 높은 현황을 보임
 - 이는 건축물밀도 측정 시 단위 면적 당 건물 동 수를 계산하는 과정에서 용량에 대한 고려 없이 아파트단지의 경우 하나의 동이 건물 하나로 측정되었기 때문인 것으로 해석됨
 - 건축물연면적의 경우 상대적으로 낮은 밀도는 보였던 강남 일대가 높게 나타난 반면 높은 밀도를 보인 강북 2구(도봉구, 노원구)의 연면적은 매우 낮은 것으로 분석되어 지역 간 건축물 용도 및 유형에 차이가 있는 것을 알 수 있음
- 빌딩 내 코로나19 전파 사례와 건축물밀도 및 건축물 연면적 분포 현황을 비교하면, 감염 빈도가 높은 강남구와 성동구, 서초구, 구로구의 밀도나 연면적은 강남구만이 연면적 비율이 약간 높고 상대적으로 낮은 것으로 나타남
 - 빌딩 내 감염의 경우 아파트뿐만 아니라 오피스텔에서의 전파 사례가 많았고, 사무실 내에서의 감염은 금융·보험·상조회사와 방문판매업체 등에서의 발생 비율이 높은 것을 감안하면, 대표적인 상업·업무지역인 강남구와 중구 등에서 주로 코로나19 감염이 발생한 것이 이해됨
 - 상업·업무지역인 중구를 포함, 주거지역 비율이 높은 강서구에서는 금융·보험회사에서 발생한 코로나19 집단감염 사례 빈도가 높았고, 대학가가 형성된 관악구와 송파구에서는 방문 판매시설을 중심으로 감염 비율이 높음
 - 금융·보험업이나 방문판매시설의 경우 비대면 서비스로의 전환이 어려운 만큼, 해당 시설이 밀집한 지역에서는 보다 철저한 방역을 통해서 감염병의 무분별한 확산 예방이 중요함

그림 4-4 | 건축물밀도 분포와 확진자 발생 현황 비교



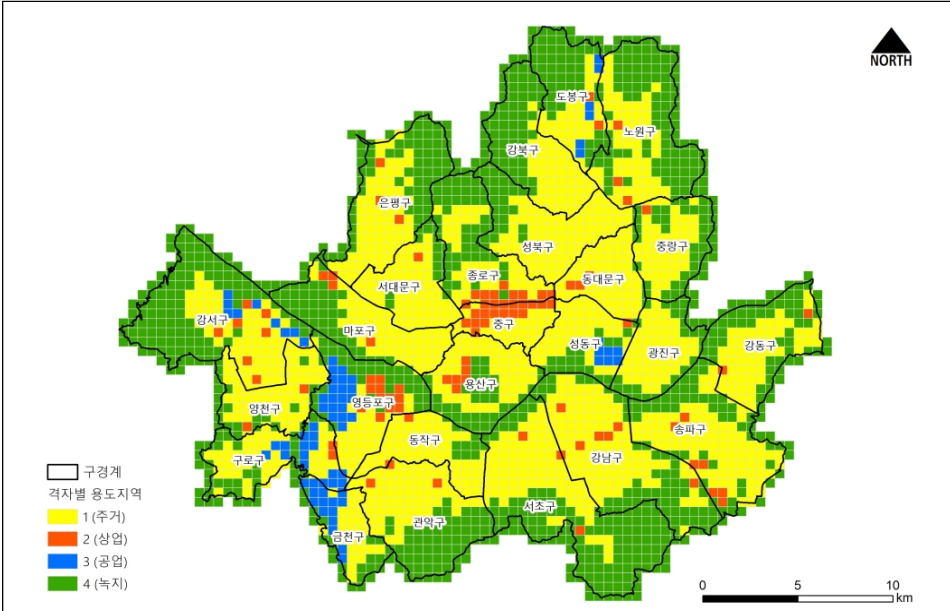
자료: 저자 작성

그림 4-5 | 건축물연면적 분포와 확진자 발생 현황 비교



자료: 저자 작성

그림 4-6 | 용도지역 분포 현황



자료: 저자 작성

표 4-3 | 서울시 사무실 내 코로나19 발생 현황 (2020. 12. 17 기준)

자치구	금융/보험/상조회사	판매업체	일반업무	콜센터	전 체
강남구	18	112	67	22	230
관악구	-	119	-	-	133
중구	26	2	5	40	92
구로구	1	3	-	61	74
영등포구	16	8	7	24	55
강서구	38	-	7	-	46
송파구	-	37	-	-	37

자료: 서울시 코로나19 확진자 자료를 토대로 저자 작성
(<https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do> 2020년 12월 17일 접속)

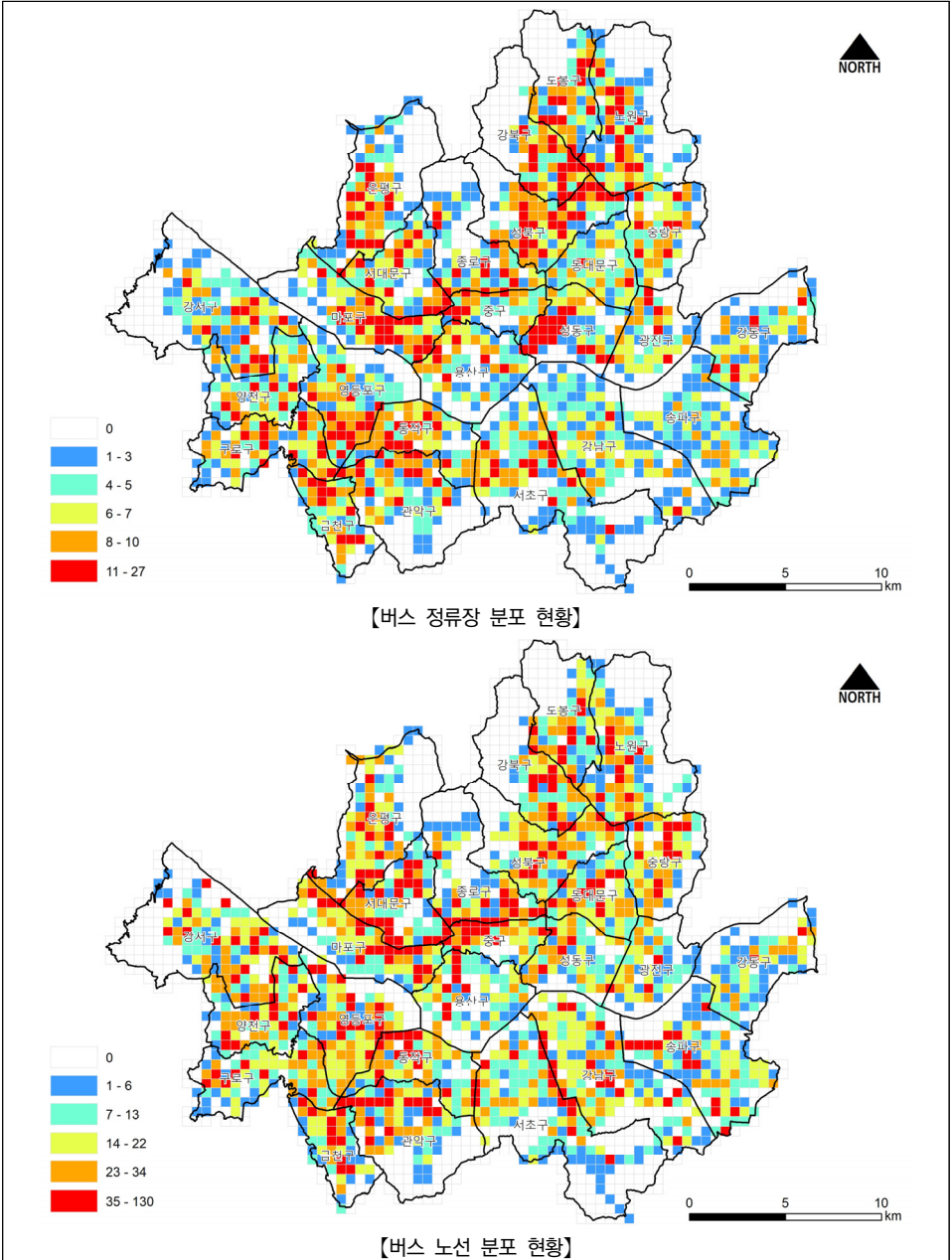
- 밀도는 감염병의 공간적 확산과 밀접한 관계가 있으나 건축물의 용도와 유형에 따라 이용 시간 대 및 목적 등이 달라질 수 있으므로, 감염병 대응 시 이러한 부분에 대한 고려가 필요함

2) 대중교통

□ 버스

- 감염자가 버스를 이용한 경우 버스 정류장 주변에서 대면 접촉을 통하여 감염병이 무작위로 확산될 수 있으며, 특히 버스 노선을 따라서 이전 확산이 발생할 가능성이 높음
- 서울시 내 버스 정류장 분포 현황을 파악한 결과, 서울시 북측(강북구, 도봉구, 노원구)과 서남측(영등포구, 동작구) 일대의 정류장 밀도가 높은 것으로 확인됨
 - 영등포구와 동작구, 성동구, 마포구, 성북구, 강북구 일대에는 버스정류장이 매우 밀집한 지역이 다수 존재함
- 버스 노선의 경우 다수의 노선이 겹쳐있는 지역이 선적으로 확인되며, 특히 도심지역(종로구, 중구, 서대문구, 마포구)을 포함하여 한강 북측에 노선이 더 많이 밀집되어 있는 것으로 분석됨
 - 높은 버스정류장 밀도를 보였던 강북 3구(강북구, 도봉구, 노원구)의 경우 버스 노선 수에서는 상대적으로 낮은 밀집도를 보였으며, 마포구와 중구, 관악구의 경우 버스 정류장 밀도와 버스 노선 밀도 모두 매우 높은 정도를 보임
- 버스 정류장 밀도가 낮음에도 노선 밀도가 높다는 것은 해당 정류장에 다수의 버스가 정차한다는 의미이기 때문에, 출퇴근 및 등하교 시간에 상대적으로 많은 사람들이 밀집할 수 있는 환경을 조성할 가능성이 높음
- 버스 정류장의 경우 개방된 공간이라 공기 매개 감염보다는 직접적인 접촉에 의한 전파 가능성이 더욱 높으므로, 버스 정류장 디자인을 통하여 버스 이용자인 직접적인 접촉을 최소화하는 것이 필요함
 - 노선 밀도가 높은 정류장에서의 감염병 전파 위험을 낮추기 위해서는 단기적으로 이용 시간대 분리나 버스별 정차 위치 변경 등의 정책 추진을 고려할 수 있음

그림 4-7 | 버스 정류장 및 노선 분포 현황



자료: 저자 작성

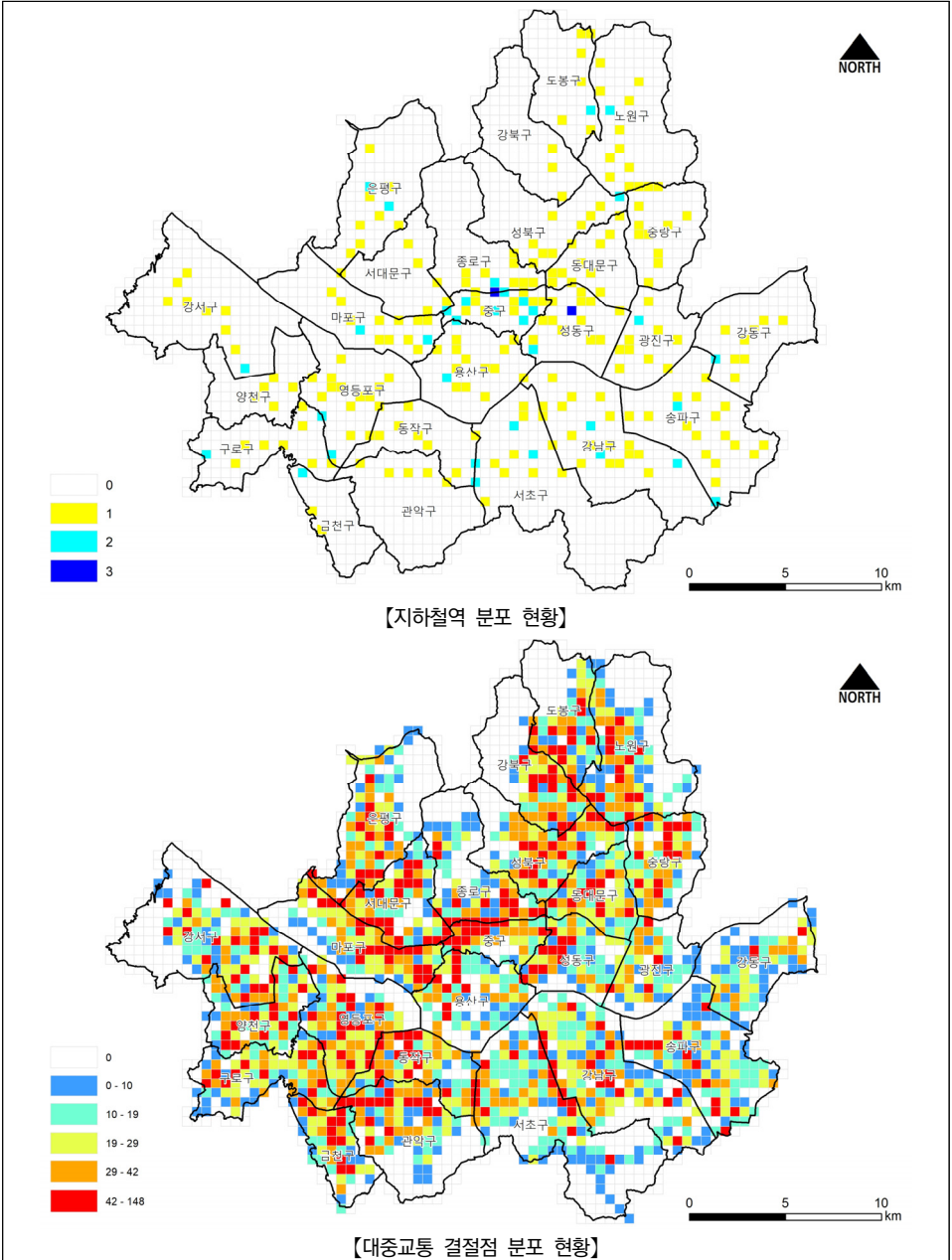
□ 지하철

- 지하철의 경우 지하철 이용자뿐만 아니라 역사 주변의 상점 등을 이용하는 사람들로 대면 접촉 가능성이 높아질 수 있으며, 역사 내부의 경우 실내 공기 매개 감염의 위험도 높음
- 서울시 지하철 역사 분포 현황에서는 도심지역에 역사 밀집도가 매우 높은 것으로 조사되었으며, 도심을 제외한 지역에서는 인구 밀도가 높은 지역에 역사가 위치한 사례가 많음
 - 인구밀도가 높은 지역의 지하철 이용은 출퇴근 및 등하교 시간이 높을 것으로 예상되며, 일부 상업지역에서는 야간에 지하철 이용 빈도도 높을 것으로 예측되므로 지역 특성에 맞춰 적합한 감염병 대응 정책이 추진되어야 함
- 실제 코로나19 발생 현황에 대한 조사에서 지하철 역사 관련된 전파 사례는 신도림역(1, 2호선)이나 시청역(1, 2호선), 역삼역(2호선)과 같이 환승역이나 출퇴근자 이용률이 높은 역사에서 발생하였음
 - 해당 역사는 상업·업무지역에 위치하고 있기 때문에 출퇴근 및 등하교 시간에 이용이 몰릴 경우 감염의 위험성이 높음을 알 수 있음
- 역사에서 발생한 감염병 전파는 지하철 노선을 통하여 이전 확산을 야기할 우려가 높으므로, 행정적·공학적 통제가 필요함

□ 대중교통 종합

- 실제 코로나19 발생 사례를 검토하면 대중교통과 관련된 전파 사례는 거의 확인되지 않으며, 대중교통 수단 보다는 역사와 같은 결절점에서의 전파 사례가 확인됨
 - 교통수단 관련해서는 택시 및 셔틀버스에서의 전파 사례만이 파악됨
 - 이는 대중교통 내에서의 감염병 확산은 개인 방역에 의해 결정될 수 있는 것으로 해석되며, 실제로 서울시에서는 버스나 지하철에서 마스크 착용을 법적으로 의무화하고 있어 실제적인 감염으로 이어지지 않았음을 알 수 있음

그림 4-8 | 지하철 역 및 대중교통 결절점 분포 현황



자료: 저자 작성

- 이는 대중교통 관련된 감염병 전파는 행정적 통제를 통하여 저지하는 것이 매우 효과적이라고 볼 수 있음
 - 행정적 통제로는 대중교통수단 내에서의 개인 방역뿐만 아니라 재택근무나 원격수업, 출퇴근 및 등하교 시간 차등을 통한 밀집도 해소 등의 방안이 고려될 수 있음
- 또한 대중교통 결절점의 공간적 분포를 보면 도심이나 상업·업무지구, 대학가 주변을 중심으로 결절점이 밀집하고 있으므로 개인 방역 외에도 공학적 설계를 통하여 대중교통 결절점에서의 접촉에 의한 감염병 확산 예방이 필요함
 - 용도지역에 따라 대중교통 이용 밀집 시간대나 이용 방식에 차이가 있으므로, 대중교통 결절점에서의 디자인을 통한 감염병 대응 시 지역 특성이 고려되어야 함

3) 다중이용시설

□ 실내체육시설

- 체력단련장이나 무용학원, 골프연습장과 같은 실내체육시설은 강남구 일대에 밀집하고 있으며, 그 외 지역에서는 공간적으로 분산되어 있음
 - 실내체육시설은 강남구의 밀집도가 가장 높고 그 외 송파구나 서초구 등 강남 일대에 밀집하여 있음
- 인구밀도 분포와 비교하면 강남 일대 인구밀집지역에 주로 분포해 있고, 종로구나 중구와 같은 도심에는 상업지역에 분포 비율이 높음
- 실내체육시설 내에서의 코로나19 전파 사례를 살펴보면, 강서구와 중랑구의 빈도가 매우 높고, 강남구와 강북구, 관악구, 양천구, 노원구, 동대문구에서도 다수의 발생 사례가 확인됨
 - 주거지역 비율이 높은 강서구와 중랑구의 경우 특정 시설에서 대규모 코로나19 집단감염이 발생하였고, 상업·업무지역인 강남구의 경우 여러 시설에서 산발적으로 감염이 발생함

【실내체육시설 분포 현황】

0 - 2
3 - 6
7 - 10
11 - 15
16 - 21
22 - 30

0 5 10 km

【실내체육시설 내 코로나19 발생 현황】

0
0 - 12
12 - 43
43 - 66
66 - 214

0 5 10 km

84

- 이번 코로나19 사태에서 밝혀진 것과 같이 실내체육시설은 밀집 접촉에 의한 감염병 전파가 매우 용이한 공간으로, 주거지역 이외에 밀집한 시설에서 집단 감염이 발생한 경우 이용자의 특성상 감염자 경로 파악이나 격리에 어려움을 겪을 수 있음

표 4-4 | 서울시 실내체육시설 관련 코로나19 발생 현황 (2020. 12. 17 기준)

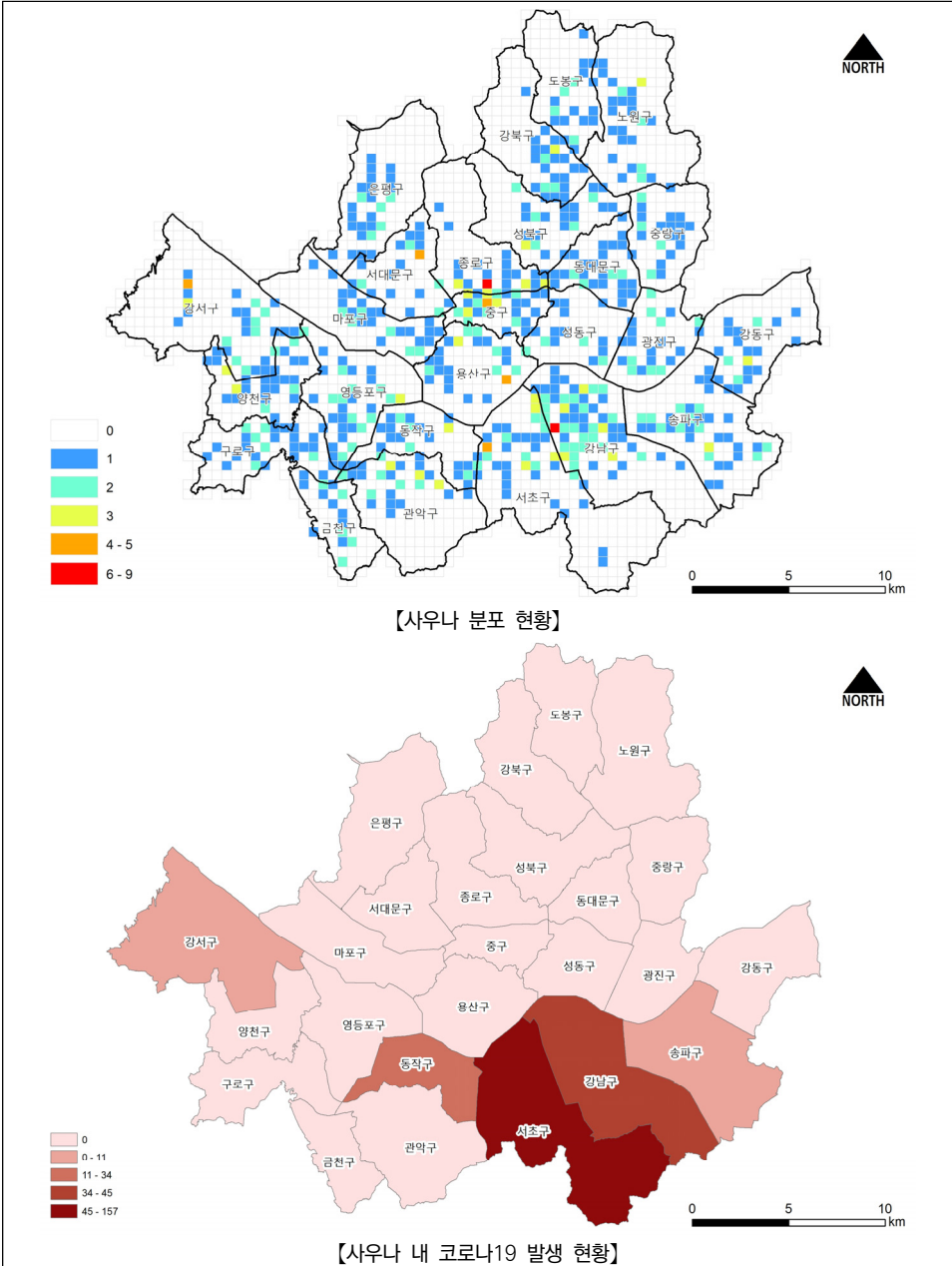
자치구	확진자수	주요 사례	자치구	확진자수	주요 사례
강서구	214	• 댄스교습소	관악구	43	• 헬스장
중랑구	73	• 헬스장, 체육시설	양천구	43	• 운동시설
강남구	66	• 헬스장	노원구	21	• 체육시설
성북구	44	• 체대입시 관련	동대문구	14	• 탁구클럽, 체육시설

자료: 서울시 코로나19 확진자 자료를 토대로 저자 작성
(<https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do> 2020년 12월 17일 접속)

□ 사우나

- 사우나의 경우 전 지역에 고르게 분포되어 있으나, 종로구와 중구, 강남구, 서초구 일부 지역에 공간적으로 밀집하고 있는 것이 확인됨
 - 종로구와 중구, 강남구 일대는 대표적인 상업·업무지역으로 주거지역에 비하여 상업지역에 사우나 시설이 공간적으로 밀집된 경향을 보임
- 사우나 내에서의 코로나19 감염은 서초구를 비롯한 강남 일대와 동작구, 강서구의 빈도가 높아 사우나 분포 현황과 어느 정도 일치하는 모습을 보임
 - 대표적인 상업지역인 도심(종로구, 중구)과 강남 일대(서초구, 강남구)에서 사우나 내에서의 집단 감염 발생 빈도가 높음
 - 다만 종로구와 중구 일대에서 사우나 시설이 공간적으로 밀집되어 있으나 해당 지역에서의 코로나19 전파 사례는 확인되지 않았음
- 업무·상업지역에 사우나 시설이 밀집한 환경에서 코로나19 전파 사례가 높게 나타난 것으로 볼 때, 업무시설이나 음식점 등에서 2차 감염이 발생할 확률이 높으므로 이에 대한 대응이 필요함

그림 4-10 | 사우나 분포와 확진자 발생 현황 비교



자료: 저자 작성

- 제주도 내 사우나에서 발생한 코로나19 전파 사례에서와 같이 사우나의 경우 지역의 거주자가 이용하는 가능성이 높기 때문에 이전 확산의 가능성 역시 염두하고서 전파 차단에 대응하는 것이 요구됨

표 4-5 | 서울시 사우나 관련 코로나19 발생 현황 (2020. 12. 17 기준)

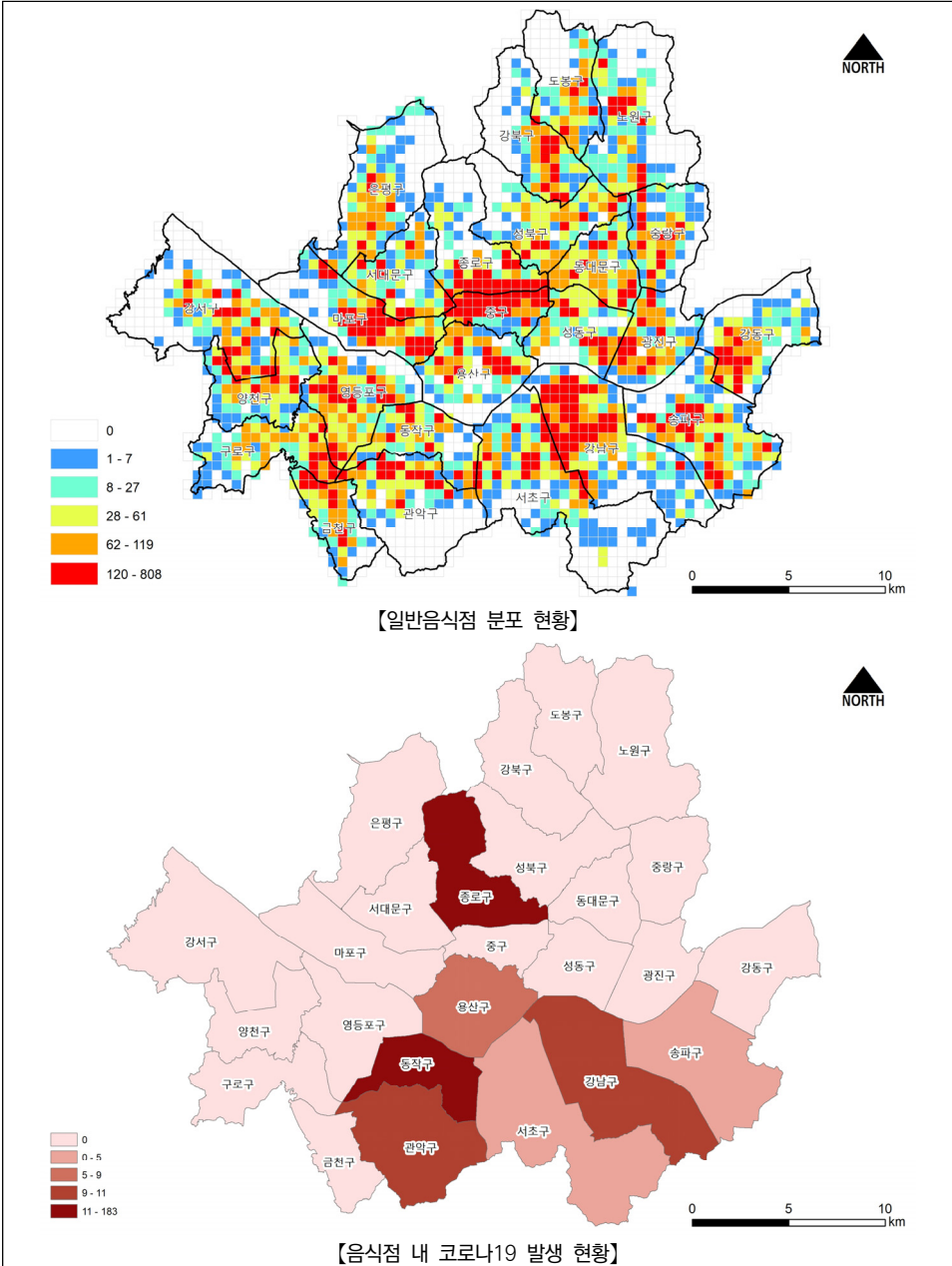
자치구	확진자수	자치구	확진자수	자치구	확진자수
서초구	157명	동작구	34명	강서구	6명
강남구	45명	송파구	11명	전 체	253명

자료: 서울시 코로나19 확진자 자료를 토대로 저자 작성
(<https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do> 2020년 12월 17일 접속)

□ 일반음식점

- 일반음식점 역시 대규모점포와 마찬가지로 다수의 사람이 밀폐된 공간을 이용하는 과정에서 감염병 전파 확률이 매우 높은 공간임
 - 특히 이번 코로나19 사태에서 마스크를 벗고 식사를 하는 과정에서 주변으로의 전파가 발생하여 방역에 걸림돌이 됨
- 일반음식점은 도심이나 상업지역 비율이 높은 지역에 밀도가 높았으며, 그 외 대학가 주변(마포구, 관악구) 등의 지역에 음식점 비율이 높음
 - 도심(종로구, 중구)의 경우 인구밀도와 상관없이 상업지역 내 일반음식점 분포 비율이 매우 높았고, 그 외 지역에서는 인구밀도와 비례하여 일반음식점이 분포되어 있음
- 음식점 및 카페 등에서 발생한 코로나19 전파 사례를 살펴보면 종로구와 동작구, 관악구, 강남 일대, 용산구의 비율이 높았음
 - 용산구의 경우 클럽을 중심으로 지역 외 전파 사례가 확인되었고, 종로구의 경우 음식점에서 대규모 집단감염이 발생함

그림 4-13 | 일반음식점 분포와 확진자 발생 현황 비교



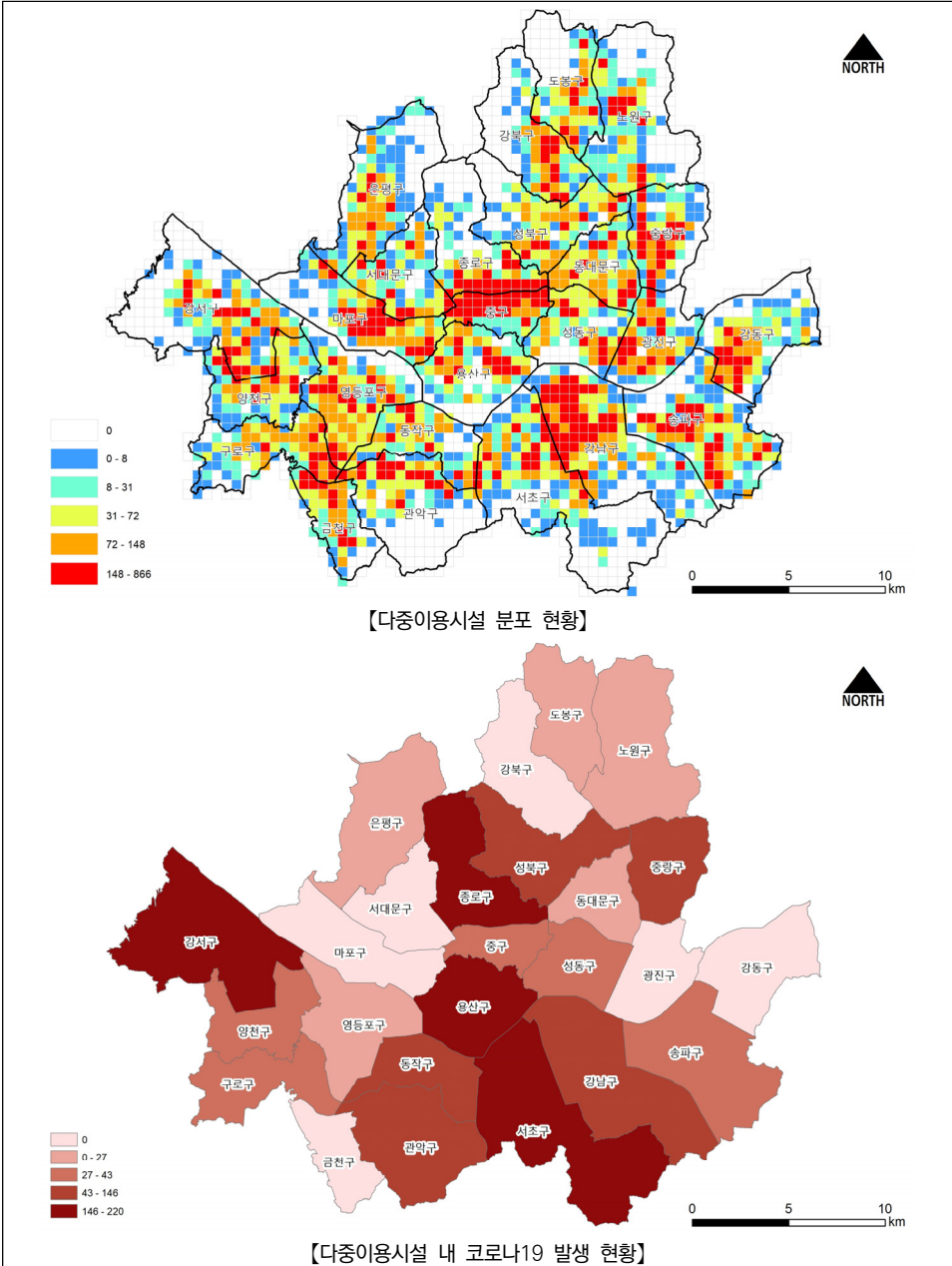
자료: 저자 작성

- 음식점 내 코로나19 집단감염이 발생한 지역은 상업·업무지역이나 대학가 주변으로, 이는 행정적 통제에도 불구하고 직장인이나 학생 등 외식이 필요한 사람들이 안전하게 식사를 할 수 있는 환경 조성이 필요함을 알 수 있음
- 주거지역과 상업지역의 일반음식점 이용에 있어 주요 이용 시간대와 이용자 특성에 차이가 있으므로, 일반음식점을 중심으로 한 감염병의 전파를 예방하기 위해서는 지역적 특성을 고려하는 것이 중요함
- 상업지역의 경우 점심시간대 이용자 비율이 가장 높고, 주거지역의 경우 저녁시간대 비율이 높음
- 또한 행정적 통제에도 불구하고 이용 제한이 어려운 상업·업무지역 내 음식점의 경우 밀도 저감을 위한 공학적 통제가 불가피함

□ 다중이용시설 전체

- 다양한 다중이용시설의 분포 현황을 분석한 결과, 상업·업무지역인 도심지역(종로구, 중구)과 대학가 주변인 마포구와 관악구, 대표적인 상업지역인 강남구에 다중이용시설이 밀집한 것으로 조사됨
- 다중이용시설 분포에는 실내체육시설이나 사우나, 일반음식점 외에 영상공연시설(영화관, 공연)과 위락시설(게임업, 노래연습장, 유원시설, 유흥·단란주점)을 포함하여 분석함
- 실제 다중이용시설에서 발생한 코로나19 감염 사례를 비교한 결과, 시설이 밀집한 강남 일대와 종로구, 관악구, 중랑구 등에서의 발생 빈도가 높게 나타남
- 하지만 상대적으로 다중이용시설의 밀집도가 낮은 강서구의 경우 발생 빈도가 매우 높게 나타나 일부 분포 현황과 발생 현황이 불일치하는 결과가 도출됨
- 다중이용시설에서의 감염은 개인 방역과도 밀접한 관련이 있는 만큼, 공학적 통제와 함께 행정적 통제를 함께 적용하는 것이 감염병 예방에 효과적일 것으로 보임

그림 4-14 | 다중이용시설 분포와 확진자 발생 현황 비교



자료: 저자 작성

표 4-6 | 서울시 자치구별 다중이용시설 내 코로나19 발생 현황 (2020. 12. 17 기준)

자치구	공연시설	대규모점포	사우나	실내체육시설	시장	음식점/카페	기타	전체
종로구	-	-	-	-	-	183	5	188
중구	-	3	-	-	29	-	9	41
용산구	-	-	-	-	-	148	-	148
성동구	-	-	-	12	12	-	9	33
동대문구	-	-	-	14	-	-	-	14
종랑구	-	7	-	73	-	-	-	80
성북구	3	-	-	44	-	-	-	47
도봉구	-	-	-	12	-	-	-	12
노원구	-	-	-	21	-	-	-	21
은평구	-	-	-	-	-	-	27	27
양천구	-	-	-	43	-	-	-	43
강서구	-	-	6	214	-	-	-	220
구로구	36	-	-	-	-	-	7	43
영등포구	10	6	-	-	-	-	-	16
동작구	-	-	34	-	-	21	1	56
관악구	-	-	-	43	-	11	-	54
서초구	-	-	157	-	-	3	-	160
강남구	-	-	45	66	-	11	24	146
송파구	-	-	11	6	7	5	-	29
전 체	49	16	253	548	48	382	82	1,378

자료: 서울시 코로나19 확진자 자료를 토대로 저자 작성

(<https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do> 2020년 12월 17일 접속)

- 앞서 언급한 것과 같이 지역 특성에 따라 다중이용시설 이용자가 지역 내에 거주하는지, 아니면 대중교통을 이용하는지에 따라 감염병의 공간적 확산 방식이 결정될 수 있으므로, 다중이용시설 특성과 함께 지역 특성을 함께 고려하여 대응하는 것이 중요함
- 또한 다중이용시설이 밀집한 지역의 경우 정부의 강력한 거리두기 방역 조치에 따라 급속한 상권 침체가 예상되므로 용도의 혼합이나 도시 디자인 등의 방법을 통한 해결책 모색도 필요함

3. 도시계획 요소 간 공간적 분포 관련성

1) 인구밀도와 계획요소 간 관계

- 인구밀도와 여러 계획요소 간 상관성을 분석하기 위하여 모수적 단순상관분석인 Pearson 상관계수를 사용함
 - 상관관계는 r 이 0.7 이상이면 강한 양의 선형관계, 0.3에서 0.7 사이면 뚜렷한 양의 선형관계, 0.1에서 0.3 사이면 약한 양의 선형관계로 규정함
 - r 값이 마이너스일 경우 동일한 강도의 음의 선형관계로 보았고, -0.1에서 0.1 사이는 관계가 없는 것으로 파악함
- 서울시 전역을 대상으로 인구밀도와 계획요소간 Pearson 상관계수를 분석한 결과, 건축물(밀도 및 연면적), 버스(정류장 및 노선 수), 체육시설, 사우나, 일반음식점이 인구밀도와 강한 양의 선형관계를 보인 반면, 지하철역은 인구 밀도와 약한 양의 선형관계인 것으로 나타남
- 용도지역별로 분석한 결과 전체 지역에서 강한 상관관계를 보였던 대부분의 계획요소가 주거지역, 상업지역, 공업지역에서는 강도가 약화되거나 관련성이 없는 것으로 나타남

표 4-7 | 인구밀도와 계획요소 간 상관관계

구 분		전 체	주거지역	상업지역	공업지역	녹지지역
건축물	밀도	0.657	0.411	0.207	0.283	0.544
	연면적	0.524	0.355	-0.033	-0.054	0.218
버 스	정류장	0.606	0.281	0.298	0.229	0.571
	노선	0.456	0.150	0.050	0.147	0.410
지하철		0.132	0.003	-0.029	-0.003	0.124
체육시설		0.552	0.317	0.252	0.472	0.513
사우나		0.370	0.191	-0.017	0.251	0.210
일반음식점		0.350	0.089	-0.086	-0.066	0.326

자료: 저자 작성

- 주거지역에서는 건축물과 체육시설 만이 강한 상관관계를 보였고, 지하철역이나 일반음식점은 상관성이 없는 것으로 분석됨
- 상업지역에서는 건축물밀도와 버스 정류장, 체육시설만이 인구밀도와 양의 상관관계를 보였으며, 녹지지역에서는 모든 계획요소가 인구밀도와 양의 상관관계를 가짐
- 주거지역에서의 인구밀도와 계획요소 간 관계에 있어 앞서 공간적 분포 현황에서 파악한 것과 같이 음식점은 지역 내에서 이용하기 보다는 지역 외 시설을 주로 이용한다고 해석할 수 있음
 - 이는 본 연구에서 사용한 인구밀도가 상주인구밀도이므로, 주거지역에서의 상관관계 분석 결과가 해당 지역 내 사람들의 이용 정도로 이어질 수 있음
- 인구밀도가 높은 지역에 밀집한 시설의 경우 사람 간 접촉의 기회가 증가하기 때문에 더욱 세심한 방역이 필요하며, 이는 시설의 특성에 따라 달라질 수 있으므로 도시정책을 통한 용도지정 및 밀도 등 결정에 이에 대한 검토가 필요함

2) 계획요소 간 상관관계

- 계획요소 간 양의 상관관계가 있다는 것은 이용이 높은 시설들이 집적할 가능성이 높다는 의미이므로, 계획요소 간 상관관계 조사를 통하여 집적 가능성이 높은 시설을 파악함
- 상관관계 분석 결과 대부분의 계획요소가 양의 상관관계를 가지고 있으며, 영상공연시설과 도서관만이 상관관계가 없는 것으로 나타남
 - 지하철 역 보다는 버스 정류장이 여러 시설과 보다 강한 상관관계를 보이며, 도서관의 경우 다른 계획요소와 상대적으로 약한 상관성을 가지고 있음
- 시설 별로 검토하면, 대규모점포의 경우 버스 노선과 체육위생시설을 제외한 다른 계획요소와는 상대적으로 약한 상관관계를 보이고 있으며 영상공연시설은 일반음식점과 상관관계가 가장 강함

- 공원은 건축물이나 버스와는 상대적으로 강하게 관계되어 있으나 그 외 시설과는 관계가 약함

표 3-8 | 계획요소 간 상관관계

구 분		건축물		버 스		지하철	체육시설	사우나	일반 음식점
		밀도	연면적	정류장	노선				
건축물	밀도								
	연면적	0.625							
버스	정류장	0.543	0.490						
	노선	0.463	0.449	0.774					
지하철		0.182	0.237	0.270	0.356				
체육시설		0.427	0.434	0.495	0.498	0.248			
사우나		0.415	0.360	0.380	0.377	0.132	0.557		
일반음식점		0.560	0.489	0.475	0.558	0.362	0.646	0.511	

주: 모든 상관관계가 0.01 수준에서 유의함
자료: 저자 작성

- 주거지역에만 한정하여 계획요소 간 상관관계를 분석한 결과, 일반음식점과 위락시설이 타 계획요소와 강한 양의 상관관계를 보였고, 그 외 계획요소들은 상대적으로 약한 관계를 보임
 - 지하철의 경우 타 계획요소들과 전반적으로 약한 관계를 가지고 있으며, 주거지역 내에서는 도서관 및 공원과 상관관계가 없음
 - 버스의 경우 정류장보다는 노선 수가 타 계획요소와의 관계 정도가 더 강하고, 지하철은 다른 계획요소와 상대적으로 약한 상관관계를 보임
- 상업지역에서는 계획요소 간 전반적인 상관관계가 약화되었으며, 건축물밀도만이 다른 모든 계획요소와 양의 상관관계를 보임
 - 도서관의 경우 공원을 제외한 다른 계획요소와 상관관계가 없으며, 지하철 역시 일반음식점, 영상공연시설, 위락시설과만 약한 상관관계를 보임
 - 일반음식점은 앞서 주거지역에서와 같이 도서관과 공원을 제외한 모든 계획요소와 양의 상관관계를 가짐

- 계획요소 간 상관관계 역시 지역 내 주요 용도에 따라 차이를 보이므로, 방역을 고려한 디자인 시 지역 특성에 따라 시설의 혼합이나 밀집도를 차등화하는 것이 필요함

표 3-9 | 계획요소 간 상관관계 (주거지역)

구 분		건축물		버 스		지하철	체육시설	사우나	일반 음식점
		밀도	연면적	정류장	노선				
건축물	밀도								
	연면적	0.598**							
버스	정류장	0.268**	0.242**						
	노선	0.208**	0.223**	0.643**					
지하철		0.045	0.097**	0.150**	0.265**				
체육시설		0.146**	0.249**	0.223**	0.300**	0.142**			
사우나		0.251**	0.219**	0.191**	0.216**	0.032	0.456**		
일반음식점		0.091**	0.153**	0.052	0.174**	0.174**	0.529**	0.373**	

주: ** 상관관계가 0.01 수준에서 유의함
자료: 저자 작성

표 3-10 | 계획요소 간 상관관계 (상업지역)

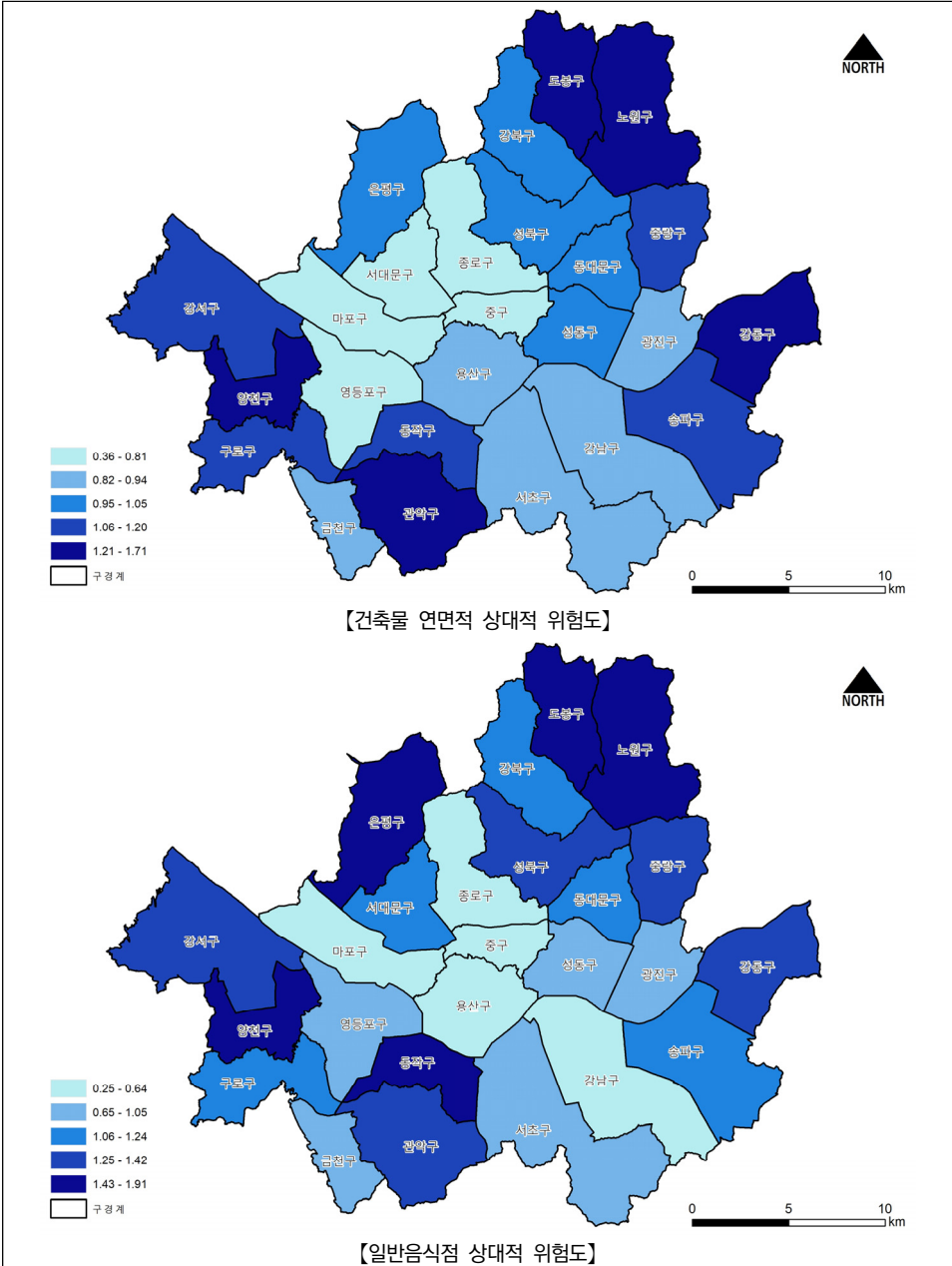
구 분		건축물		버 스		지하철	체육시설	사우나	일반 음식점
		밀도	연면적	정류장	노선				
건축물	밀도								
	연면적	0.339**							
버스	정류장	0.207*	0.271**						
	노선	0.257*	0.286**	0.740**					
지하철		0.221*	0.164	0.303**	0.326**				
체육시설		0.243*	0.179**	0.349**	0.302**	0.178			
사우나		0.317**	0.289**	0.178	0.166	-0.020	0.386**		
일반음식점		0.442**	0.210*	0.256*	0.356**	0.244*	0.510**	0.557**	

주: * 상관관계가 0.05 수준에서 유의함
** 상관관계가 0.01 수준에서 유의함
자료: 저자 작성

4. 도시계획 요소의 상대적 위험도

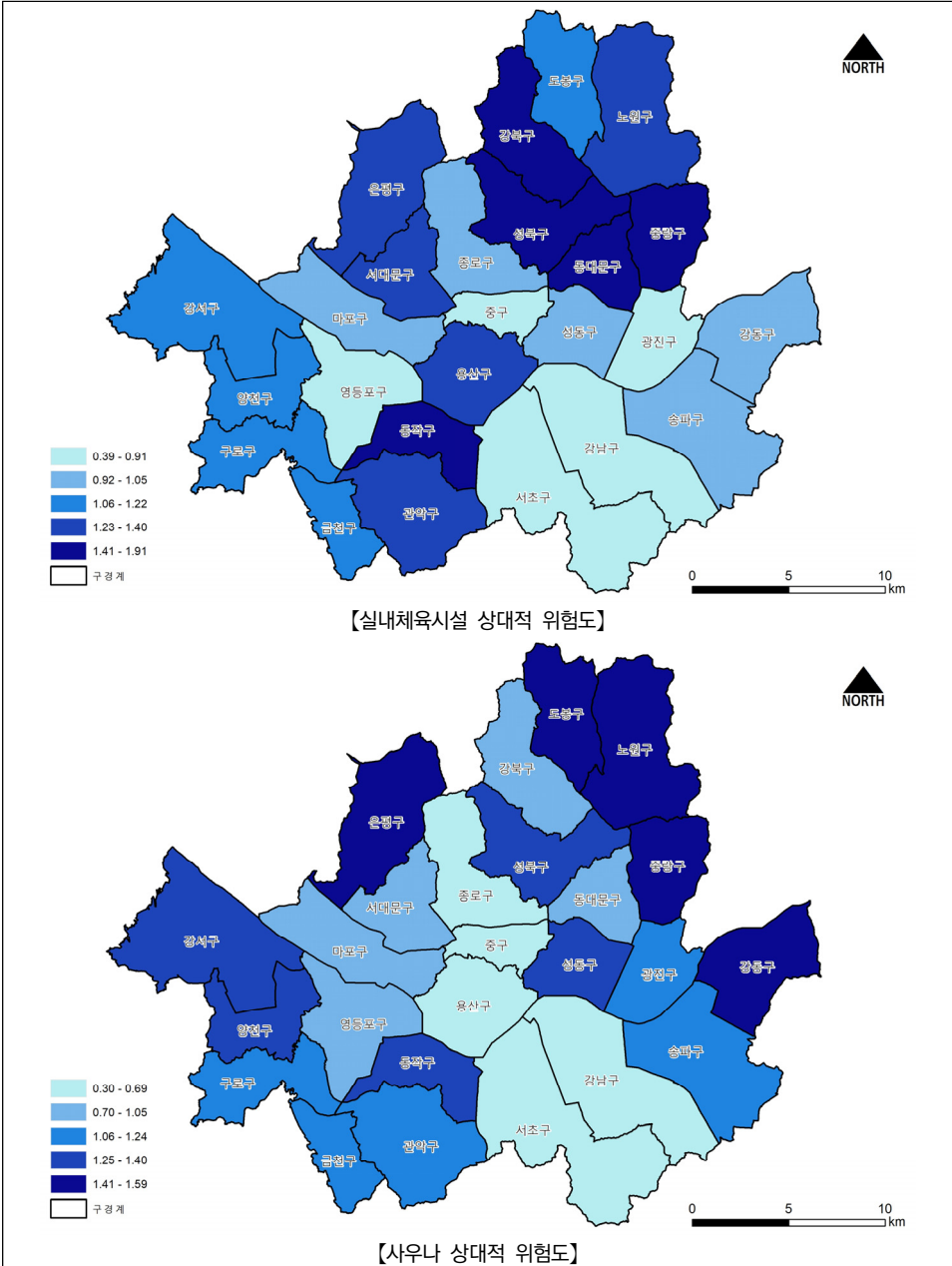
- 앞서 감염병의 공간적 확산과 양의 상관관계가 있는 도시계획 요소가 일부 지역에 밀집하여 있으며, 개별 요소 간 상관관계 역시 비교적 높은 것을 확인함
- 따라서 해당 도시계획 요소들이 밀집한 지역의 경우 감염병 확산에 상대적으로 더욱 위험할 수 있으므로, 상대적 위험도(rr)를 통하여 인구밀도와 시설 분포를 토대로 감염병의 상대적 위험도를 분석함
 - 상대적 위험도 분석은 앞서 분포 현황과 실제 코로나19 발생 현황 비교를 통하여 어느 정도 유의미하다고 파악된 건축물 연면적, 일반음식점, 실내체육시설과 사우나를 대상으로 진행함
- 건축물 연면적에 대한 상대적 위험도 분석 결과, 강북 지역 일대(도봉구, 노원구)나 강서 지역 일대(강서구, 양천구, 구로구)와 같이 주거지역 밀도가 높은 지역이 감염병 확산에 위험한 것으로 나타남
 - 그 외 대규모 대학가가 형성된 관악구 지역과 강동구에서도 건축물 연면적을 기준으로 할 때 감염병 확산에 위험한 것으로 확인됨
- 일반음식점의 경우 건축물 연면적과 유사한 결과가 나타났으며, 상대적으로 도심 지역과 강남 일대는 위험성이 낮은 것으로 조사됨
- 건축물 연면적과 일반음식점의 상대적 위험성 분석 결과는 실제 코로나19 발생 현황과 일부 불일치하며, 이는 실제 코로나19 확산이 주거시설 내에서 일어나기 보다는 일반 사무실이나 다중이용시설에서 발생한 반면, 본 연구에서의 분석은 상주인구 밀도를 기준으로 이루어졌기 때문으로 해석됨
 - 특히 일반음식점의 상대적 위험도의 경우 인구가 밀집한 지역에서 높게 나타났으나, 음식점 내에서의 코로나19 발생 사례는 도심이나 강남 일대와 같은 상업업무지역에서 주로 목격됨

그림 4-15 | 상대적 위험도 분석 결과 : 건축물 연면적 및 일반음식점



자료: 저자 작성

그림 4-16 | 상대적 위험도 분석 결과 : 실내체육시설 및 사우나

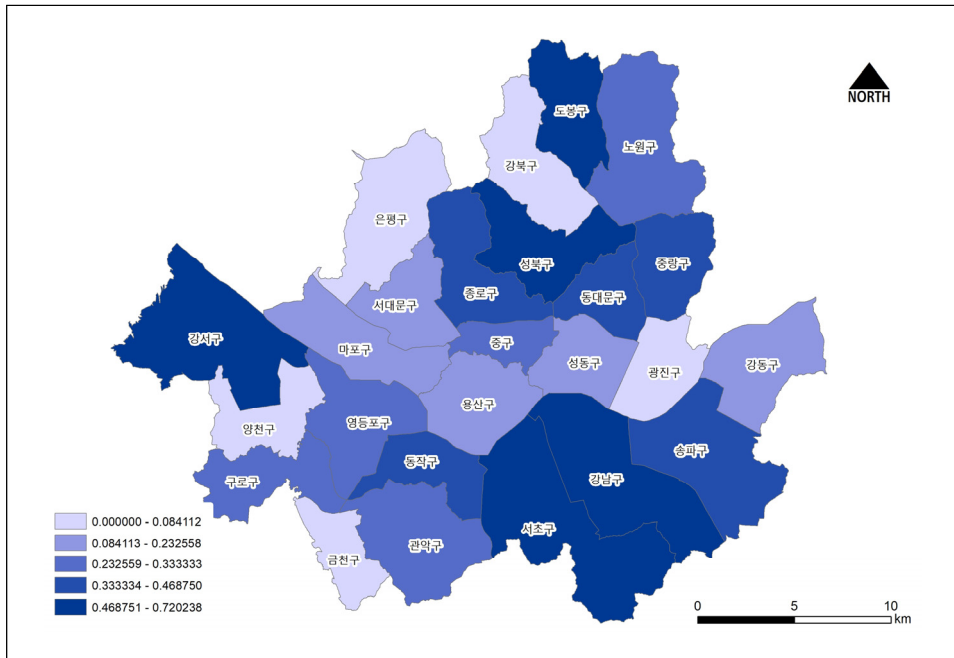


자료: 저자 작성

- 실내체육시설의 경우 강북 일대(강북구, 성북구, 중랑구, 동대문구)와 용산구, 동작구와 은평구, 서대문구 등 일반음식점의 상대적 위험도와 다른 형태를 보임
 - 강남구의 경우 실내체육시설 분포 현황만을 볼 때는 밀집도가 높았으나 인구밀도와의 관련성을 함께 분석한 결과 위험도가 낮은 것으로 나타남
 - 실제 코로나19 발생률이 높은 중랑구의 경우 상대적 위험도 역시 높게 나타났으나, 강서구의 경우에는 위험도가 낮은 것으로 분석됨
- 사우나의 상대적 위험도는 강북 일대(도봉구, 노원구, 중랑구, 성북구)와 강동구, 강서구와 양천구 등에서 높게 나타났으며, 이러한 결과 역시 실제 시설의 분포 현황이나 코로나19 발생 현황과는 차이가 있음
 - 사우나 내에서의 코로나19 발생은 서초구와 강남구에 집중되어 있으나 해당 지역의 상대적 위험도는 매우 낮게 확인됨
 - 다만 강서구나 동작구와 같이 주거지역에서의 코로나19 발생 사례와 상대적 위험도 분석 결과는 어느 정도 일치하는 것으로 나타남
- 따라서 실제 적용 가능한 위험도 분석을 위해서는 지역 특성에 따라 인구밀도 기준을 차등화하는 것이 필요함
 - 지역 내에서 해당 시설을 이용하지 않는 경우 상대적 위험도를 분석할 때 인구밀도를 적용하는 것은 실효성이 떨어질 수 있음
- 실제 코로나19 확진자를 대상으로 발생 지역과 거주지역을 비교한 결과, 강남 일대(강남구, 서초구, 송파구)의 경우 발생 지역과 거주지역의 불일치 정도가 매우 높았으며, 동로구와 성북구, 도봉구와 강서구에서도 불일치 정도가 높음
 - 해당 지역 대부분이 다중이용시설 내에서의 코로나19 발생 빈도가 높았으며, 특히 강남 일대의 경우 사무실과 빌딩 내, 사우나와 실내 체육시설에서의 코로나19 발생 빈도가 높은 것으로 확인됨
 - 강서구의 경우 실내체육시설과 방문판매업체를 중심으로 코로나19 발생 빈도가 매우 높게 나타남

- 사무실이나 일부 다중이용시설의 경우 상대적 위험도 분석 시 지역 내 인구밀도 보다는 실제 이용자를 중심으로 파악하는 것이 필요함
 - 특히 상업업무지역의 경우 주간인구밀도와 같이 낮 시간에 시설을 이용하는 사람들을 기준으로 지역의 감염병 확산 위험도를 파악하는 것이 요구됨

그림 4-17 | 코로나19 발생지와 확진자 거주지 불일치 현황



자료: 저자 작성

CHAPTER 5

감염병 대응을 위한 공간정책 과제

- 1. 감염병 관련 도시계획 요소 분석 결과 103
- 2. 감염병 관련 도시정책 과제 108
- 3. 연구의 한계와 향후 과제 122

05 감염병 대응을 위한 공간정책 과제

1. 감염병 관련 도시계획 요소 분석 결과

□ 감염병 확산에 취약한 시설들의 공간적 밀집

- 코로나19와 같이 사람 간 접촉이나 근거리 비말을 통한 감염병의 경우 상대적으로 밀도가 높은 지역이 감염병의 공간적 확산에 취약함
 - 접촉이나 공기를 통해 전파되는 감염병의 경우 실내에서의 감염 발생 빈도가 높으며, 이에 따라 많은 사람들이 이용하는 다중이용시설이나 좁은 실내에 밀집하게 되는 사무실 등이 집단감염에 취약할 수밖에 없음
 - 코로나19 감염 사례에서 확인된 바와 같이 실내체육시설이나 사우나 같은 특정 다중이용시설이나 사무실 등이 밀집한 지역, 또는 대중교통 결절점 인근의 경우 접촉을 통한 감염병 확산 가능성이 높음
- 서울시를 대상으로 감염병의 공간적 확산과 밀접한 시설들의 분포 현황을 조사한 결과, 일부 지역에 특정 시설들이 밀집하고 있는 것이 확인됨
 - 또한 감염병 확산에 취약한 시설들은 대체로 인구밀도가 높은 지역에 밀집하고 있거나 시설들 간 높은 상관관계를 보이므로, 이러한 시설들이 밀집한 지역의 경우 방역에 소홀할 시 대규모 집단감염 발생이 예상됨
 - 지역에 따라 인구밀도와 시설 공급이 일치하지 않아 일부 지역에서는 시설 이용 시 밀집도가 더욱 높아질 수 있으며, 이러한 시설에서는 사람 간 접촉이나 공기를 통한 감염병의 전파가 더욱 용이해질 수 있어 세심한 주의가 요구됨

- 지금까지 도시정책에서는 효율적인 고밀·복합개발이 선호되어 왔으나 감염병 대응에 취약한 것이 확인된 만큼, 안전한 도시환경 조성을 위하여 기존 선호 밀도나 개발 방식에 대한 고민이 필요함
 - 특히 고밀의 도시환경이 코로나19 대응에 있어 위험요소로 인식됨에도 불구하고 향후 도시의 위상이나 선호가 크게 변하지 않을 것이라는 의견이 지배적이므로²²⁾,
 - 앞으로의 도시정책은 감염병 대응에 위험한 고밀의 도시환경을 공학적으로 어떻게 디자인할 것인가, 즉 의도적으로 어떻게 개별 시설을 분산시킬 것인가가 중요함

□ 지역과 시설 특성에 따른 감염병 전파 차이

- 고밀의 도시환경이 감염병의 공간적 확산에 위험 요소로 인식되고 있고 일부 시설이 특정 지역에 밀집하고 있어 감염병 대응에 어려움이 있으나, 시설과 지역 특성에 따라 감염병 전파 방식과 가능성에 차이가 있음
 - 인구밀도가 높은 지역의 경우 사람 간 접촉 가능성이 높아 감염병 확산에 취약하나 이는 주거지역과 상업지역에서 다른 양상을 보이며, 특히 외부활동이 없는 경우 인구밀도가 높은 주거지역의 감염병 전파 위험성은 오히려 낮아짐
 - 따라서 주거지역에서 밀집도를 보이는 시설의 경우 상주인구 밀도와 비교를 통하여 거주민의 안전을 판단하는 것이 바람직하나, 상업지역에서 높은 밀집도를 보이는 시설의 경우 유동인구나 주간인구 밀도와 비교하는 것이 효과적임
 - 특히 개별 시설의 밀집도와 감염병 전파에 대한 관계를 고려할 때 시설 별로 이용자 특성에 차이가 있으므로, 해당 지역의 감염병 전파 위험성을 논할 때 어떠한 밀도를 기준으로 위험성을 판단하여야 하는지에 대한 고민이 필요함
- 시설 별로 특정 시간대 또는 특정 용도지역 내에서 이용자가 더욱 밀집하고 그에 따라 감염병 전파의 가능성이 높아질 수 있으므로, 이용 패턴을 고려하여 사람 간 접촉을 낮출 수 있는 방안이 요구됨

22) 포린폴리시가 진행한 코로나19 이후의 도시 생활양식에 대한 도시, 정책, 역사, 의료 분야 등 전문가 12인 인터뷰 결과, 리처드 플로리다와 같은 도시계획 전문가들은 재난 이후로도 도시의 성장은 지속될 것으로 예측함 (이진희 2020: 17 재인용)

- 예를 들어 여러 시설의 밀집과도 밀접하게 연결되어 있는 대중교통의 경우 이용자가 출퇴근과 등하교시 집중될 것이 예상되므로, 위험도가 높아지는 시간대에 밀집도를 낮출 수 있는 행정적 수단과 공학적 설계를 동시에 추진하는 것이 바람직함
- 도시 시설의 경우 입지뿐만 아니라 규모 역시 감염병의 공간적 확산에 영향을 미치므로, 이에 대한 추가적인 고려가 요구됨
 - 하지만 본 연구에서는 여러 시설의 규모나 특성을 별도로 고려하지 않았으므로, 실제 이용자 규모를 파악하기에는 한계가 있음

□ 시설 밀집 정도에 따른 행정적 통제의 영향력 격차

- 정부는 코로나19 확산 방지를 위해 재택근무 권장 및 다중이용시설 이용 제한과 같은 행정적 통제를 진행 중에 있으나, 이는 지역의 사회경제적 특성에 따라 지역 경제 및 개인에 큰 영향을 미칠 수 있음
- 특히 이용 제한 조치가 적용되는 다중이용시설이 밀집한 지역의 경우 통제에 따라 지역 경제의 급속한 쇠퇴가 예상됨
 - 앞서 사우나와 같은 다중이용시설은 전 지역에 비교적 고르게 분포되어 있으나, 일반 음식점이나 실내체육시설의 경우 특정 지역에 집적한 경우가 많아 해당 시설에 대한 이용 제한은 이 지역의 상권에 큰 영향을 미칠 수 있음
 - 앞서 분석에 포함되지 않은 다중이용시설 중 게임업이나 위락시설, 공연장 등은 공간 밀집도가 더욱 높으므로 이용 제한 조치에 따른 타격은 더욱 높을 것으로 예측됨 ([그림5-1] 참고)
 - 특히 일부 상업업무지역이나 대학가 주변 등 재택근무나 원격수업 등의 비대면 활동의 영향을 받는 지역에 다중이용시설이 밀집한 경우 행정적 통제에 따른 지역 경제 영향력은 더욱 커질 것임
- 행정적 통제는 지속가능성이 낮으며 오랜 기간 이용을 제한할 경우 해당 시설이 밀집한 지역의 급격한 쇠퇴가 예상되므로, 디자인이나 용도 지정과 같은 보다 지속가능한 공학적 통제를 통한 감염병 대응이 요구됨

그림 5-1 | 다중이용시설 밀집 분포 현황

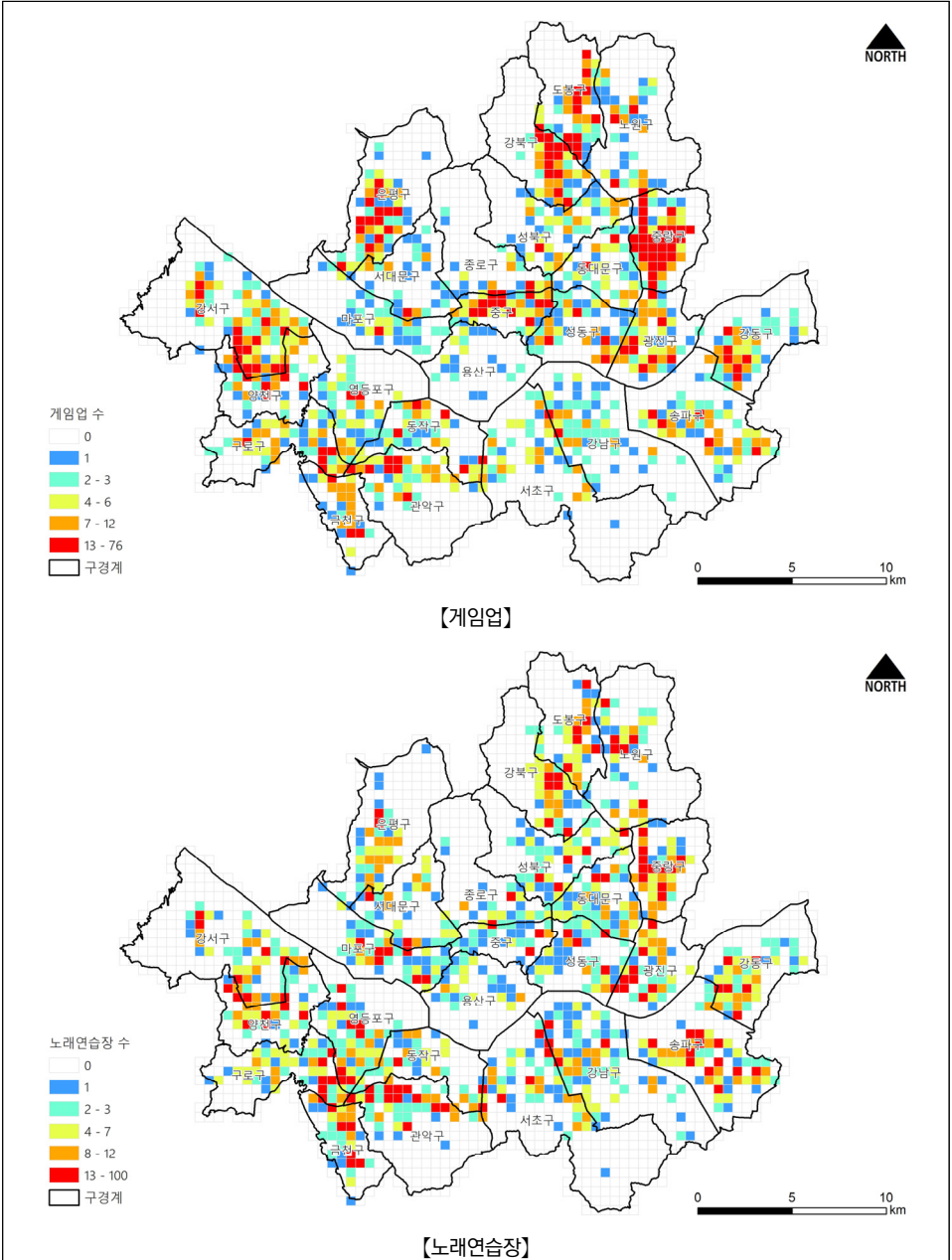
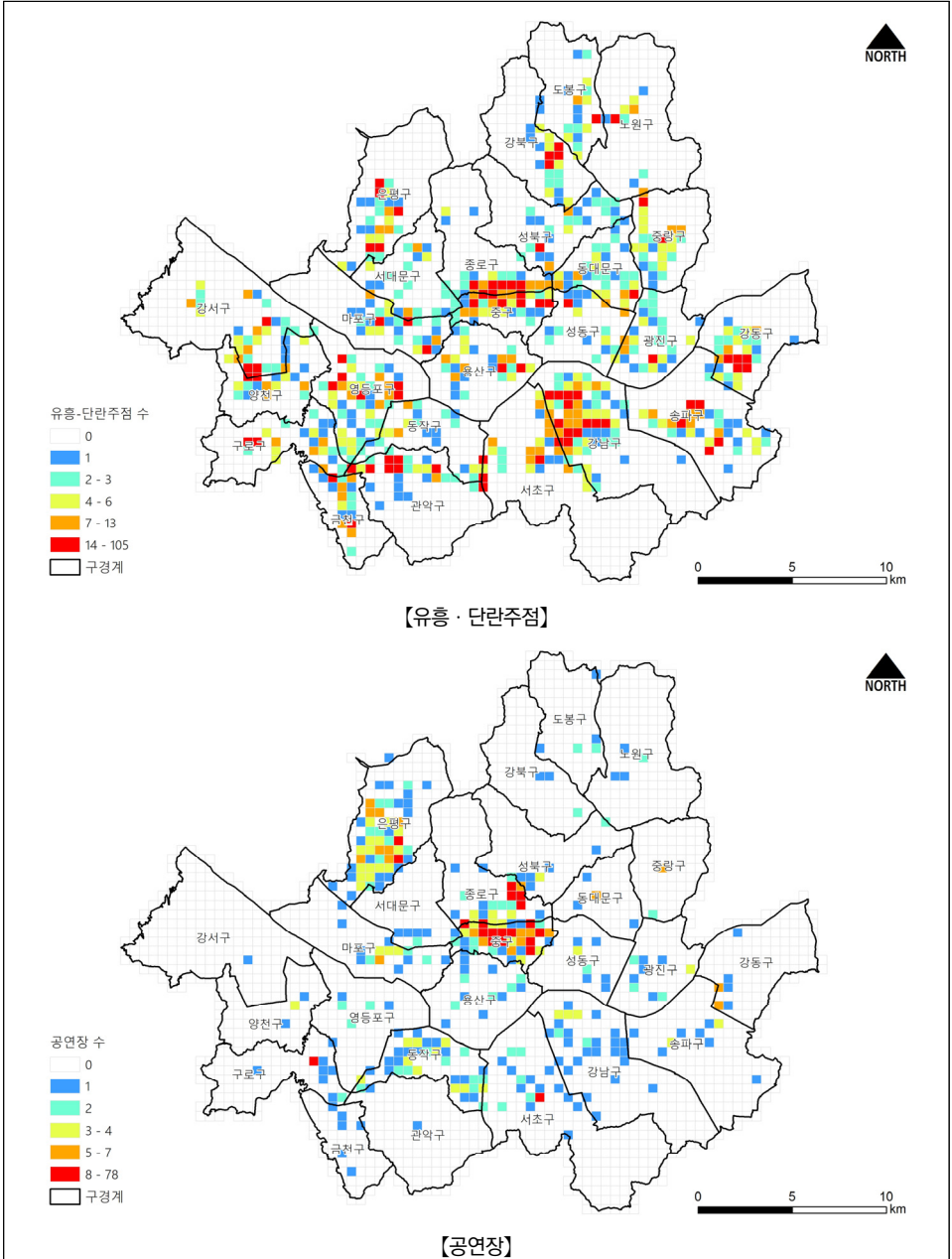


그림 5-1 | 다중이용시설 밀집 분포 현황 (계속)



자료: 저자 작성

2. 감염병 관련 도시정책 과제

1) 기존 도시 구조 및 고밀·복합개발 정책 재고

□ 안전한 도시환경 구축을 위한 도시 구조 재편

- 지금까지의 도시 구조는 대부분 단핵 또는 다핵의 형태를 띠고 있으며 단일 용도로 구분되어 있었으나, 향후 감염병에 안전한 도시환경 구축을 위해서는 보다 유연한 형태로의 전환이 필요함
 - 특히 도심에 집중적으로 배치된 일정 비율의 상업지역 내에 사무실을 비롯하여 여러 다중이용시설들이 밀집한 환경은 사람 간 접촉 가능성을 높여 감염병 확산에 취약한 구조임
 - 하지만 도시민의 이용 편이나 효율성 측면에서 어느 정도 밀도는 필요하기 때문에 저밀의 도시환경으로의 직접적인 전환은 어려움
- 최근 도시정책에서는 효율적 공간이용과 이용 편의성을 목표로 한 압축도시(Compact City)나 대중교통 중심형 개발(Transit-Oriented Development, TOD)이 선호되었으나, 이는 자칫 밀집도 상승을 통해 감염병의 공간적 확산을 촉진할 수 있으므로 조심스런 접근이 요구됨
 - 압축도시는 도시의 외연적 확산에 따른 부작용을 방지하고 환경보호와 효율성 증가라는 장점이 있으나 도시의 밀도를 높여 감염병 확산을 야기할 수 있으므로, 향후 신종 및 변이 감염병 발생 시 거리두기가 가능하면서 효율성을 극대화할 수 있는 방안을 고민하여야 함
 - 대중교통은 감염병 전이의 주요 요소이며 특정 시간대에 이용자가 몰려 사람 간 접촉을 증가시킬 수 있으므로, 대중교통 중심형 개발 시에는 가급적 사람 간 접촉을 차단할 수 있는 디자인이 필요함
- 도시의 구조를 결정하는 도시·군관리계획이나 신도시 개발계획에서는 일정 비율의 주거와 상업용도를 도심에 집중적으로 배치하는 것이 일반적이었으나,

향후 감염병에 안전한 도시환경 구축 및 공간 효율성 강화를 위해서는 변화될 수요에 맞춰 개별 용도의 비율과 입지를 결정하여야 함

- 감염병에 대한 두려움과 비대면 서비스 등의 발달로 인한 생활양식 변화는 전통적인 도시 용지의 수요와 입지에 큰 변화를 야기하였으며, 최근 코로나19 사태에 따라 재택근무 등의 원격활동에 대한 경험이 늘어나면서 점차 기존의 용도 입지에 대한 변화 가능성이 제기되고 있음
- 서울시를 대상으로 다중이용시설 분포 현황을 분석한 결과에서도 일부 상업업무지역에 감염병 전파에 취약한 시설들이 밀집하고 있으며, 이러한 시설들에서 코로나 19 집단 감염이 발생한 것이 확인됨
- 수요나 지역 특성을 고려하지 않고 특정 용도의 입지 및 비율을 결정할 경우 해당 지역의 밀집도를 높여 감염병의 공간적 확산에 안전하지 않은 공간을 조성하거나 비효율성을 야기할 수 있음
- 캐나다 몬트리올에서는 코로나19 사태를 맞이하면서 실제 수요에 맞춰 공공공간을 확충, 향후 감염병 발생 시 사회적 거리 두기를 유지하면서 삶의 질 역시 보장할 수 있는 정책 방안을 모색하고 있음(OECD 2020: 16)
- 또한 감염병의 공간적 확산을 방지하기 위해서는 감염병의 공간적 확산의 완충 역할을 하면서 도시민이 안전하게 활동할 수 있는 녹지공간에 대한 수요가 증가하고 있으므로, 녹지공간 공급 기준 상향이 필요함
 - 최근 신도시 개발 시 상대적으로 주거와 상업용도 비율이 높고 녹지공간 비율이 낮았으며, 1기 신도시에 비하여 2기 신도시 개발 시 녹지공간 비율이 많이 상승하였으나 여전히 구시가지에는 녹지공간이 부족함(<표5-1> 참고)
 - 서울시 내 공원의 분포 현황을 살펴보면, 도심에 공원 밀도가 높은 것으로 나타났으며, 인구밀도와 공원 밀도를 비교할 때 대부분의 지역에서 인구밀도가 높은 지역에 공원 공급이 더욱 활발한 것으로 나타났으며, 강동구에서만 인구밀도와 공원 공급이 비례하지 않음([그림5-2] 참고)
- 공원 특성 상 감염병 대응이 용이하며 향후 변이 및 신종 감염병 발병 및 확산 시 공원에 대한 수요가 더욱 높아질 것이 예상되므로, 별도의 이동 없이 지역 내

에서 공원을 손쉽게 이용할 수 있도록 인구밀도에 비례하여 공원이 공급될 수 있는 방안 마련이 필요함

표 5-1 | 신도시 토지이용계획

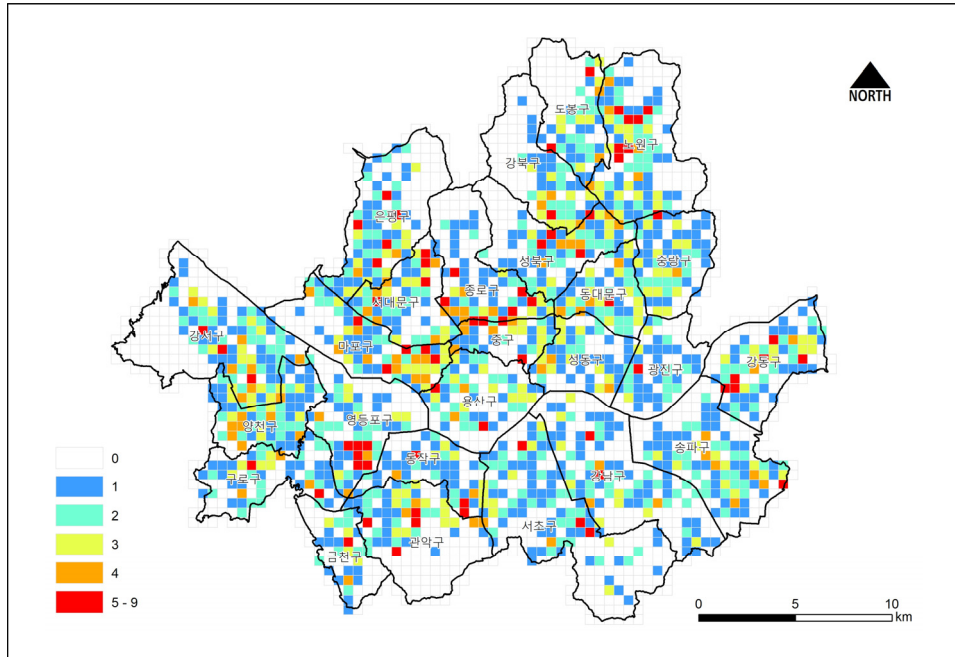
구 분	1기 신도시				
	분 당	일 산	평 촌	산 본	중 동
주택용지	8.4%	7.8%	4.8%	4.2%	10.4%
상업·업무용지	59.3%	58.7%	57.3%	52.7%	55.2%
공공시설용지	19.7%	20.9%	23.2%	15.2%	25.9%
도로	19.4%	23.5%	15.7%	15.4%	10.7%
공원·녹지	0.8%	0.6%	2.9%	2.4%	3.1%
공용의 청사	3.7%	3.7%	6.7%	7.8%	7.6%
학교	15.7%	10.0%	8.8%	11.9%	7.9%
기타	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
구 분	2기 신도시				
	성남판교	화성동탄1	화성동탄2	김포한강	파주운정
주택용지	26.6%	32.3%	31.8%	34.4%	36.4%
상업·업무용지	3.1%	5.4%	4.6%	3.6%	3.5%
도로	17.6%	16.8%	17.5%	19.2%	19.6%
공원·녹지	37.5%	28.0%	31.4%	30.9%	27.3%
기타	15.2%	18.5%	14.7%	11.8%	13.2%
구 분	2기 신도시				
	광교	양주 옥정	위례	고덕	인천 검단
주택용지	18.4%	37.4%	36.7%	29.1%	37.1%
상업·업무용지	4.9%	2.9%	8.1%	4.2%	5.5%
도로	14.6%	17.4%	16.5%	18.0%	14.8%
공원·녹지	43.8%	28.8%	26.3%	25.6%	29.3%
기타	18.3%	13.5%	12.4%	23.1%	13.3%

자료: 국토교통부(http://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl?id=523)

- 공원은 많은 사람들이 쉽게 모일 수 있으나 오픈되어 있어 공기 매개 감염이 위험이 낮으며, 사회적 거리두기가 실내에 비하여 용이한 공간으로 감염병의 공간적 확산과의 관계를 단정하기 어려운 요소임

- 또한 이용 시간대가 한정되어있지 않으므로 이용자가 특정 시간에 몰릴 위험이 낮아
감염병 대응에는 오히려 긍정적인 공간으로 인식되고 있음

그림 5-2 | 공원 공간적 분포 현황



자료: 저자 작성

□ 감염병 대응을 위한 적정 밀도 마련

- 밀도와 감염병의 공간적 확산은 밀접한 관련이 있으며 특히 인구밀도가 높은 지역의 경우 다중이용시설이나 대중교통결절점이 집적하고 있는 만큼, 감염병 발생 시 매우 위험한 환경임
 - 서울시 인구밀도 및 다중이용시설 밀집도와 코로나19 확진자 발생 현황을 비교한 결과에서도 밀도가 높거나 다수의 사람들이 시설을 이용하는 지역에서 집단감염이 발생한 사실이 확인됨

-
- 그러나 최근 도시정책은 공간 이용 효율성과 에너지 절감 등의 이유로 고밀·복합 개발을 선호하고 있음
 - 고밀·복합적 환경에서는 실내에서 발생한 감염을 수직 또는 수평으로 전파할 가능성이 높아지므로, 복합개발 지향적 도시정책에 대한 재고가 필요함
 - 특히 고밀의 상업업무지역의 경우 실내 감염병 전파 발생 가능성이 높은 시설이 밀집하여 있으며 거주지와 불일치로 감염자가 이동할 경우 추가적인 감염 발생이 예상되므로, 안전한 도시환경 구축을 위해서는 무조건적인 고밀·복합개발을 지양하고 수요에 맞춘 적정 밀도를 파악하는 것이 중요함
 - 지역 특성별로 관련 밀도 유형에 차이가 있으며, 토지이용에 따라 다중이용시설의 밀집도가 달라지므로, 적정 밀도를 고려할 때 지역적 특성을 고려하여야 함
 - 또한 일정 수준 이상의 밀도는 도시기능 유지와 효율적인 서비스 공급 등을 위해 필요하므로, 위험한 고밀의 도시환경을 개선하되 안전한 환경 조성을 위한 밀도에 대한 추가적인 연구가 필요함
 - 그러나 현재 도시 내 용도별 밀도 계획은 도시·군관리계획을 통하여 이루어지고 있으나, 건축물의 용도나 건폐율 및 용적률, 높이 등이 지역 특성을 반영하여 수립되기에는 한계가 있음
 - 대도시와 중소도시의 밀도 계획이 차등화되지 못하며, 도시·군관리계획에서도 구체적인 도시의 구조나 밀도에 대한 내용이 마련되지 못함
 - 또한 감염병의 공간적 전파나 감염병 대응은 단순히 밀도에 영향을 받기 보다는 지역의 사회경제적 구조나 해당 지역에서 일어나는 주요 도시활동 특성과 이용자 등과 밀접한 관련이 있음
 - 실제로 서울시 내에서도 고밀의 환경임에도 코로나19 감염 발생이 저조한 지역이 확인되었고, 낮은 밀도임에도 지역 내 입지한 시설이나 주요 활동 특성에 따라 사람 간 접촉 가능성이 높아져 코로나19 집단감염이 발생한 지역이 목격됨
 - 따라서 감염병의 공간적 전파는 지역의 물리적인 구조뿐만 아니라 사회경제적 구조에 기인하는 문제라 할 수 있으므로 감염병 전파 가능성과 대응력을 모두 고려한 밀

도계획이 필요함

- 최근 코로나19 감염률과 사망률에 대하여 미국 내 913개의 카운티(county)를 비교한 연구에서도 인종과 교육 수준과 같은 사회경제적 변수를 통제한 경우 밀도와 코로나19 감염률과는 관계는 통계적으로 유의미하지 않은 것이 확인됨²³⁾
- 이 외에도 싱가포르에서도 상대적으로 사회경제적으로 취약한 외국인 근로자가 장기 거주하는 고밀의 공동주택에서 코로나19 집단감염 발생이 높은 것이 확인됨²⁴⁾
- 따라서 OECD(2020)는 감염병 대응에 있어 단순한 밀도 비교보다는 지역의 사회경제적 특성을 반영한 밀도격차(density divide)가 더욱 중요한 요소임을 주장함²⁵⁾
- 그러므로 수요에 따른 물리적 밀도뿐만 아니라 지역의 사회경제적 특성에 따른 감염병 대응력을 함께 고려하여 안전한 도시환경을 구축할 수 있는 최적의 도시밀도에 대한 추가적인 연구가 필요함(포린폴리시 2020; 이진희 2020에서 재인용)²⁶⁾
- 또한 도시계획에 있어 고밀의 환경에서는 감염병 전파를 차단할 수 있는 완충지대로서 녹지와 같은 공개공간(open space)을 적절하게 배치하여 보다 안전한 환경을 조성할 수 있는 방안에 대한 고민도 요구됨

23) 고밀로 개발된 지역은 의료복지 관련된 더 나은 서비스를 제공하고 있어 예상과 달리 낮은 사망률을 보였으며, 높은 감염률과 치사율은 60세 이상 고령인구 비율이나 낮은 학력수준, 흑인 비율 등과 밀접한 관계가 있음 (<https://www.jhsph.edu/news/news-releases/2020/urban-density-not-linked-to-higher-coronavirus-infection-rates-and-is-linked-to-lower-covid-19-death-rates.html> 2020년 10월 7일 접속)

24) <https://www.theguardian.com/world/2020/apr/17/singapores-cramped-migrant-worker-dorms-hide-covid-19-surge-risk> (2020년 10월 7일 접속)

25) OECD(2020)에 의하면 앞서 미국 내 913개의 카운티에 대한 코로나19 감염률과 사망률에 대한 연구에서 고밀의 부유한 지역은 풍부한 의료복지 서비스를 제공받고 있어 상대적으로 낮은 사망률을 보인 반면, 도시 외곽의 저소득층 중심의 고밀 주거지역의 경우 대부분의 주민이 대면업무가 필수적인 직업군에 속하여 감염병 전파에 더욱 취약할 수 있으므로, 감염병 대응을 위한 밀도 계획에 있어 저소득층 밀집지역을 우선적으로 고려하여야 함을 알 수 있음

26) 도시학자인 로버트 무가는 포린폴리시와의 인터뷰에서 도시의 기능은 유지하면서도 감염병에 대응할 수 있는 최적의 도시밀도인 '스마트 밀도(Smart Density)'를 제시함

2) 이용자 수요와 특성에 맞춘 기반시설 공급

- 앞으로 신종 및 변이 감염병의 공간적 확산 예방을 위해서는 지역 간 이동을 제한하는 것이 중요하며, 동시에 일상생활 유지를 위해 자급자족이 가능한 적절한 서비스 공급이 필요함
 - 서울시 분석 사례에서와 같이 일정 지역 내 특정 시설의 밀집도가 높다는 것은 여러 시설이 균등하게 분배되어있지 못하는 것을 의미하므로, 코로나19와 같은 감염병 예방을 위해 이동을 제한할 경우 일상생활에 큰 불편을 야기할 수 있음
 - 특히 생활밀착형 기반시설의 경우 지역 주민의 삶의 질 등과 밀접하게 관련되어 있으므로, 감염병 발생 시 이용자 간 접촉이 최소화될 수 있도록 접근 가능한 위치에 충분한 규모로 제공되는 것이 바람직함
 - 상업시설의 경우 정책을 통한 입지 및 규모 제한이 어려우므로, 향후 민간시설에 대한 안전성 규제 방안에 대한 고민이 필요함
- 하지만 현재 생활SOC 정책은 동일한 ‘거리’ 기준을 적용하고 있어 실제 문제 발생 시 효과적인 대응에는 한계가 있음
 - 거리를 기준으로 할 경우 도로나 대중교통과 같이 상대적으로 접근성이 양호한 대도시에서는 해당 시설의 이용에 어려움이 없으나, 이용가능한 교통수단이 제한되는 중소도시의 경우 감염병 발생 시 필요한 시설 이용이 제한적임
 - 특히 코로나19와 같은 감염병이 노인과 같이 상대적으로 이동에 제한이 있는 사람들에게 더욱 치명적인 것을 감안할 때 생활SOC 정책은 거리가 아닌 접근성을 기준으로 공급되어야 함
- 또한 지역 간 감염병 대응력 차이는 지역의 사회경제적 역량, 특히 의료·복지 서비스뿐만 아니라 비대면 활동에 필수적인 정보통신기술과 안전한 환경에의 접근 등으로 점차 확대될 가능성이 높음
 - 이미 대도시와 지방 중소도시 간 의료·복지 서비스 공급 격차는 코로나19 대유행 과정에서 지방 도시의 의료붕괴로 연결될 가능성이 언급되고 있으며, 코로나19 사태로 인하여 비대면 양식이 일반화되면 정보통신서비스의 지역 간 차이, 즉 디지털

격차(digital divide)가 삶의 질뿐만 아니라 감염병 안전성에 대한 지역 간 격차를 야기하는 원인이 되기도 함

- 이에 따라 여러 나라에서 코로나19 사태로 인한 디지털 격차 예방을 위하여 저소득층 학생들에게 휴대폰과 인터넷 핫스팟을 무료로 제공하거나 저소득층에게 일시적으로 인터넷 접근을 무료로 제공하는 등의 정책을 추진하고 있음(OECD 2020)
- 따라서 감염병 발생 및 대응 시나리오에 맞춰 관련 서비스의 적정 수준을 파악하고, 이를 다양한 균형발전 정책과 연계하여 체계적으로 서비스를 공급하는 방안이 마련되어야 함
 - 코로나19로 인하여 이동이 제한되면서 도보나 자전거를 이용하여 6개의 도시 내 주요 기능(주거, 업무, 상업, 여가, 교육, 의료)으로의 15분 이내 접근성이 확보되는 도시 디자인인 ‘15분 도시(15 minute city)’ 개념이 주목받고 있음(OECD 2020)
 - 유사한 개념으로 멜버른 도시계획(Plan Melbourne 2017-2050)에서는 20분 이내 주요 서비스가 공급되는 20분 도시를 표방하고 있음

그림 5-3 | 20분 도시 개념도



자료: <https://www.planning.vic.gov.au/policy-and-strategy/planning-for-melbourne/plan-melbourne/20-minute-neighbourhoods> (2020년 10월 7일 접속)

3) 체계적인 상권 관리와 안전한 실내공간에 대한 기준 마련

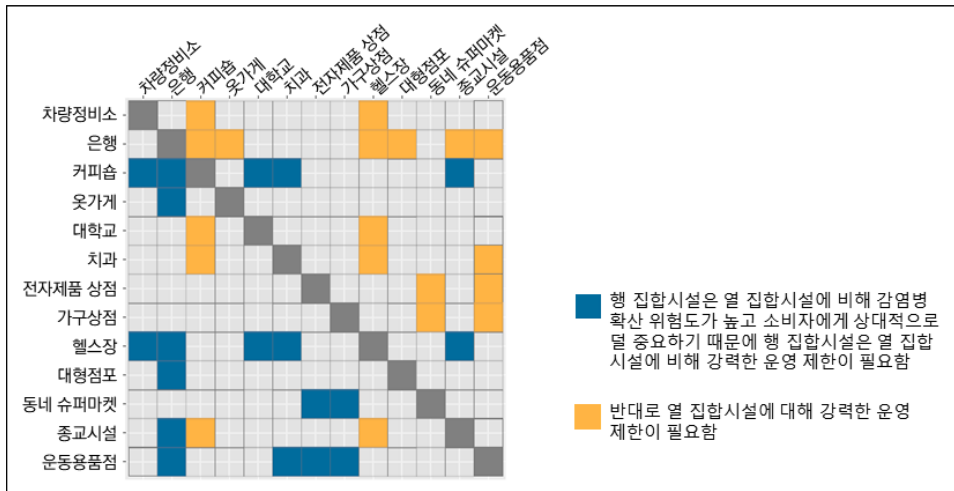
□ 감염병 대응에 따른 상권 쇠퇴 예방

- 다중이용시설은 특정 지역에 밀집하고 있으므로, 감염병 대응을 위한 이용 제한 조치에 따라 해당 지역의 이용률 저하와 매출 감소, 나아가 지역 경제 쇠퇴가 예상됨
 - 특히 상업지역에 입지해야 하는 다중이용시설의 경우 그 밀집도가 더욱 높으며, 단일 업종 중심의 상권의 경우 정부의 이용 제한 조치에 따른 피해가 상대적으로 큼
 - 정부에서는 코로나19 방역을 위해 다중이용시설을 감염병 전파 위험성에 따라 구분하고 감염병 발생 빈도에 따라 차등적인 방역 조치를 적용하고 있으므로, 단계가 높아질수록 특정 업종이 집중된 지역의 상권 쇠퇴에 대응하기 위한 정책이 필요함
- 따라서 다중이용시설 이용 제한에 따른 지역 경제 쇠퇴를 예방하고 감염병 확산 시에도 일상생활 유지가 가능하도록, 시설별 위험도와 중요도를 파악하고 보다 체계적인 이용 제한이 가능한 행정적 조치가 필요함
 - 행정적 조치를 위해서는 먼저 실제로 이용 제한이 이루어지는 시설이 감염병 전파에 위험한가에 대한 객관적인 근거를 토대로 한 판단이 이루어져야 하며, 이용 시간 분산 등의 방법을 통하여 보다 안정적인 영업이 가능하도록 하는 것이 중요함
- Benzell et al. (2020)은 2020년 미국의 상업시설, 교육시설, 의료시설 등 13가지 주요 집합시설을 대상으로 실시한 코로나19 확산 위험도 및 소비자 입장에서 중요도에 대한 교차 분석을 통해 감염병 대유행 시 시설 운영 제한 정책에 적용할 수 있는 기준을 제시함
 - 커피숍, 옷가게, 헬스장, 대형점포, 동네 슈퍼마켓, 종교시설 및 운동용품점은 감염병 확산 위험도가 높고 소비자 입장에서 상대적으로 덜 중요하기 때문에 보다 오랜 기간 강력한 시설 운영 제한이 필요함
 - 반면 차량정비소, 은행, 대학교, 치과, 전자제품상점, 가구상점 및 종교시설은 감염병 확산 위험도가 상대적으로 낮고 소비자 입장에서 더욱 중요하기 때문에 우선

적인 운영 정상화가 요구됨

- 마지막으로 종교시설의 경우 유일하게 운영 정상화와 운영 제한이 모두 필요하다는 상반된 결과가 나타나 운영 관리에 있어 신중한 선택이 필요함

그림 5-4 | 집합시설의 감염병 확산 위험도 및 소비자 중요도 교차 분석 결과



주: 1) 가로축은 중요도를 뜻하며, 오른쪽으로 갈수록 중요도가 높아짐
2) 세로축은 위험도를 뜻하며, 아래로 내려갈수록 위험도가 높아짐

자료: Benzell et al. 2020: 14,643 [그림1]

- 이와 함께 객관적인 자료를 토대로 이용 제한 조치가 이루어지는 업종이 밀집하여 상권 쇠퇴가 예상되는 지역을 파악하여 해당 지역에 대한 재활성화 방안이 고민되어야 함
 - 정부는 도시재생뉴딜 정책을 통하여 주거지역 환경 개선과 함께 구도심 재활성화를 추진하고 있으므로, 이와 연계하여 감염병 대응에 따라 쇠퇴한 상권의 재생에도 관심을 기울일 필요가 있음
- 또한 이용 제한에 따른 상권 쇠퇴화 예방을 위해서는 특정 지역에 단일 업종이 밀집하는 상황을 피해야 하며, 이는 지구단위계획과 같은 구체적인 도시계획적 수단을 통하여 가능함

□ 감염병 전파 차단을 위한 실내 공간 면적 기준 재산정

- 코로나19 사태에서 대부분의 집단감염이 실내에서 발생하였으며, 이에 따라 다중이용시설을 포함한 시설의 실내 공간에 대한 위험도 저감이 감염병 대응의 중요 요소로 제기됨
 - 미국 연방정부 질병통제센터(CDC)가 제공한 코로나19 대응을 위한 연방정부 차원의 가이드라인에서 <표5-2>와 같이 일반음식점 및 주점 내 감염병 확산 위험도를 4단계로 구분함(CDC 2020)
 - 감염병 확산 최고위험도 음식점의 경우 실내에서 밀집하여 식사하는 공간으로, 밀도가 높은 식음료업종이 감염병의 공간적 확산에 위험한 요소임을 확인할 수 있음

표 5-2 | 미국 CDC의 일반음식점 및 주점 운영 상황별 코로나 바이러스 위험도 4등급

번호	등급	일반음식점 및 주점 운영 상황
1	최저 위험도	• 오로지 드라이브인, 배달 및 픽업만 가능한 일반음식점 및 주점
2	저 위험도	• 드라이브인, 배달 및 픽업 위주로 운영되지만, • 실내를 폐쇄하고 야외에서만 최소 6피트 이상 떨어진 거리를 유지하면서 식사 가능한 일반음식점 및 주점
3	고 위험도	• 실내와 야외 모두 식사 가능하되 • 최소 6피트 이상 떨어진 거리를 유지하는 일반음식점 및 주점
4	최고 위험도	• 실내와 야외 모두 식사 가능하면서 • 최소 6피트 이상 거리를 유지하지 않는 일반음식점 및 주점

자료: 미국 질병통제센터 일반음식점 및 주점 가이드라인 (<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/organizations/business-employers/bars-restaurants.html> 2020년 7월 16일 접속)

- 따라서 감염병의 공간적 확산 방지를 위해서는 사무실이나 다중이용시설과 같이 다수의 사람이 이용하는 공간의 면적 재산정이 요구됨
 - 코로나19 사태로 사무실이나 다중이용시설 등이 감염병 전파에 취약하다는 것이 확인되었으나, 단순히 이용 제한을 통한 방역은 지속가능성이 없고 경제 침체를 야기하므로 일상생활 유지는 중요한 문제임
 - 이를 위해서는 실내 공간에서 이용자들의 접촉 가능성을 맞추기 위해 수요에 맞춰 면적을 증가하는 것이 필요함

- 따라서 향후 신종 및 변이 감염병 발생 시 행정적 통제 없이 대응하기 위해서는 최대한 실내 밀집도를 낮출 수 있도록 시설별 건축물 면적 기준 등을 마련하여야 함
- 또한 최근 코로나19 사태에 따라 재택근무 등의 원격활동에 대한 경험이 늘어나면서 점차 기존의 용도 입지에 대한 변화 가능성이 제기되고 있으므로, 도심 중심의 도시 구조가 아닌 실제 이용 수요에 맞춰 용도 및 시설을 입지하여야 함
- Blocken et al. (2020)은 2020년 코로나19 대유행 시기 네덜란드 실내 체육관 및 헬스장 재개방에 대한 건축설비 및 공기조화 측면의 분석을 통해 네덜란드 정부 지침에 명시된 바와 같이 실내 체육시설은 최소 1인당 1초에 6.5의 큐빅 데시미터(Cubic Decimeter) 용량의 공조 시스템을 갖추어야 함을 강조함(<표 5-3> 참고)

표 5-3 | 네덜란드 실내 의무 공기조화 용량 규정

번호	집합시설 종류	최소 의무 공기조화 용량(1인당 1초에 필요한 큐빅데시미터)	
		신축 건물	기존 건물
1	어린이집	6.5	3.44
2	회의실	4.0	2.12
3	병원 입원실	12.0	3.44
4	병원 입원실 외	6.5	3.44
5	산업공간	6.5	3.44
6	오피스공간	6.5	3.44
7	호텔 및 기숙사	12.0	6.40
8	교육공간	8.5	3.44
9	체육공간	6.5	3.44
10	쇼핑공간	4.0	2.12

자료: Blocken et al. 2020: 2 <표1>

4) 감염병 위험 진단을 위한 통합 체계 구축

- 감염병의 공간적 확산을 예방하기 위해서는 실내 단위에서의 공학적 조치 뿐만 아니라 지역 및 도시 단위에서 감염병 발생 위험성 및 대응력에 대한 파악이 중요함

- 하지만 현재 도시계획에서는 감염병 위험성이나 대응 취약성에 대한 고려는 전무하므로 향후 도시계획에서는 세밀한 공간 단위에서 감염병 취약성을 파악하고 이를 계획에 반영하도록 하여야 함
 - 시·군·구에서 수립하거나 시행되는 재난 및 재해 관련 계획 및 제도로는 「재난 및 안전관리기본법」 상의 안전관리계획, 「자연재해대책법」에 의한 풍수해저감종합계획, 지역안전도진단, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시기후변화 재해취약성분석 등이 있음
 - 이 중 도시계획에 있어 재난·재해에 대한 고려는 ‘도시기후변화 재해취약성분석’으로, 2015년 도시·군기본계획 및 도시·군관리계획 수립 시 기초조사로 재해취약성분석 실시 및 반영이 의무화됨²⁷⁾
 - 하지만 재난·재해에 있어 감염병에 대한 고려는 이루어지지 않고 있으며, 질병관리청에서는 법정감염병에 한하여 시·도단위 발생 현황에 대한 통계자료만을 제공하고 있음

표 5-4 | 도시계획 상 재난·재해에 대한 고려

관련 제도	내 용
도시·군기본계획 수립지침	• 재해취약성분석의 수립, 바람길 분석 및 도시열섬현상 완화, 연안지역 훼손 최소화 • 토지이용계획의 재해빈발지역·하천상류지역을 보전용지로 지정, 시가화에정용지 설정 시 녹지비율 등 방재대책을 강화 • 공원·녹지 체계 설정에 있어 수변공간의 폭우 및 폭염에 대응, 산사태 방지를 위한 보전전략 실시
도시·군관리계획 수립지침	• 계획입안을 위한 기초조사로 재해취약성분석, 환경성검토 등 환경에 영향을 미치는 사항 조사 • 용도지역 설정의 기본원칙과 녹지지역에 있어 재해빈발지역 및 하천상류지역의 개발용도 지양 • 주거지역의 경우 대단위 주거단지 계획 시, 바람유동 및 열섬현상 억제를 위한 미기후환경을 조성토록 제시 • 방재지구 지정 및 안전계획의 지진·화재에 대응할 수 있도록 방재거점 설정, 화재·지진 취약건물 불연화·내진화 등 제시 • 방화방재지구 지정에 대한 기준 제시, 미기후환경 및 바람통로 설정 등 폭염에 대한 기준 제시

자료: 국토교통부 2017

27) 기후변화 재해로부터 안전한 도시환경 조성을 위하여 도시계획 수립 시 재해취약성분석 결과를 반영하여 부문별 계획을 수립하여야 하며, 재해예방형 도시계획 수립을 위해 6대 재해(폭우, 폭염, 폭설, 가뭄, 강풍, 해수면상승)를 대상으로 도시기후변화 재해취약성분석이 시행됨

-
- 감염병 위험성 관련 자료는 대중교통결절점이나 다중이용시설에서 발생 가능한 감염병 전파 차단을 위해 필수적이므로, 자료 구축 및 진단 결과를 이용자에게 제공하는 방안 역시 고민되어야 함
 - 현재 스마트도시 관련 통합플랫폼에서는 도시안전 관련한 다양한 자료를 구축 및 제공하고 있으나 대부분이 범죄와 재난 관련 내용임
 - 감염병 예방을 위한 디자인 외에도 대중교통수단 운행 및 감염병 발생에 대한 정확한 정보 제공을 통하여 대중교통 결절점에서 발생 가능한 감염병의 전파를 차단할 수 있는 방안 역시 고려할 수 있음

3. 연구의 한계와 향후 과제

□ 본 연구의 한계

- 본 연구는 코로나19를 비롯한 감염병 대응을 위한 도시공간 조성을 위해 감염병의 공간적 확산에 취약한 도시계획 요소를 분석하고, 이를 실제 코로나19 발생과 비교하여 앞으로의 도시정책 방향을 제시하는 것을 목적으로 진행됨
- 이에 따라 선행연구 검토를 통하여 감염병의 공간적 확산 패턴과 감염병 전파에 위험한 도시계획 요소를 파악하고, 서울시를 대상으로 감염병과 관련이 있는 밀도나 다중이용시설 등의 도시계획 요소 분포 현황을 분석하였음
- 하지만 공간과 감염병 확산에 초점을 맞춘 선행연구가 부족하여 실제 코로나19 집단감염과 관련된 종교시설이나 의료시설과 같은 시설의 분포 현황은 분석하지 않아 실제 코로나19 발생과 도시계획 요소의 분포 현황 비교를 통하여 시사점을 도출하는데 한계가 있음
- 또한 자료 구득의 문제로 상대적으로 큰 공간 단위로 분석을 하여 감염병과 관련된 도시계획 요소 분석 결과를 실제와 비교하는데 어려움이 있음
 - 이와 함께 감염병 대응을 위해서는 관련 시설 등의 분포 현황과 해당 지역의 사회경제적 역량이 함께 분석되어야 실제 정책への 적용 가능성이 높음

□ 향후 과제

- 따라서 향후 종교시설이나 의료시설 등 본 연구에서 포함하지 못한 추가적인 도시계획 요소에 대한 감염병의 공간적 확산과의 관계에 대한 분석이 필요함
- 또한 감염병 전파의 위험성뿐만 아니라 감염병 대응을 위한 사회경제적 특성이 함께 고려되어야 하며, 보다 구체적인 분석을 통하여 감염병 확산의 위험성을 파악하는 연구가 요구됨

참고문헌

REFERENCE



【인용문헌】

- 강영희. 2014. 생명과학대사전 (개정판 2014). 도서출판 여초
- 김미희, 이신호, 나백주, 강윤화, 강희태, 오동렬, 송명선, 김승희, 손석훈, 전재영.
(2010). 보건사업의 효율적 수행을 위한 전국 보건기관 시설 등 인프라 구축방안
연구. 경기: 보건복지가족부.
- 김주원, 홍미영. 2018. 신종 감염병에 대한 과학기술적 대응 방안. 충북: 한국과학기술
기획평가원.
- 김현수. 2020. 코로나 이후, 도시는 어떻게 변화할까? 월간국토 제464호: 2-4.
- 문정주, 이기환, 이태호, 이흥훈, 곽미영, 임준, 정백근. (2013). 의료취약지 도출에
따른 거점의료기관 지원 및 관리 방안 연구. 경기: 보건복지부.
- 박경현. 2020. 포스트코로나 시대의 국토이슈와 대응 방향 1] 포스트코로나 시대의 포
용적 국토균형발전 방향. 월간국토 제464호: 6-10.
- 보건복지부. 2020. 코로나바이러스감염증-19 중앙재난안전대책본부 정례브리핑. 보도
참고자료(2020. 6. 28).
- 보건복지부. 2020. 코로나바이러스감염증-19 중앙재난안전대책본부 정례브리핑. 보도
참고자료(2020. 11. 1).
- 성현곤. 2016. 메르스의 발발과 확산이 대중교통 이용에 미친 영향. 국토계획 제51권
3호: 163-179.
- 성현곤, 광명신. 2016. 중등호흡기 증후군 감염 공포에 따른 물리적 도시형태가 도시철
도 이용에 미친 매개 효과 분석: 서울시 역세권을 중심으로. 국토계획 제51권 7
호: 165-280.
- 송혜정. 2015. 도시특성과 유행성이하선염의 발생의 관계 분석. 서경대학교 대학원

-
- 윤기욱. 2016. 지카바이러스 감염: 소아감염 전문가로서의 관점. *Pediatric Infection and Vaccine* 제23권 1호: 1-9.
- 이진희. 2020. 포스트코로나 시대의 국토이슈와 대응 방향 3] 언택트 일상화에 따른 도시공간 이용 패턴 변화와 도시계획 대응. 월간국토 제464호: 15-20.
- 이희정. 2020. 도시계획과 도시 감염병 과거, 현재, 그리고 미래. '도시와 감염병'. 대한 국토도시계획학회 세미나(3월 31일) 온라인중계.
- 임준홍, 송두범. 2015. 충남 도민의 삶의 질 향상을 위한 응급의료 접근성 강화방안. 충남: 충남연구원.
- 질병관리청. 2020. 코로나바이러스감염증-19 국내 발생 현황 (정례브리핑). 보도참고자료(2020. 10. 26).
- 질병관리청. 2020. 코로나바이러스감염증-19 국내 발생 현황 (정례브리핑). 보도참고자료(2020. 12. 15).
- 질병관리청. 2020. 코로나바이러스감염증-19 국내 발생 현황 (정례브리핑). 보도참고자료(2020. 12. 17).
- 최병두. 2015. 메르스 사태의 지리학과 생명권력의 정치. *공간과 사회* 제25권: 173-192.
- 현정희. 2017. 신종감염병 유행과 감염병 위기대응체계 구축. 서울: 한국건강증진개발원.
- Alirol, E., Getaz, L., Stoll, B., Chappuis, F., & Loutan, L. (2011). Urbanisation and infectious diseases in a globalised world. *The Lancet Infectious Diseases*, 11(2), 131-141.
- Bajardi, P., Poletto, C., Ramasco, J. J., Tizzoni, M., Colizza, V., & Vespignani, A. (2011). Human Mobility Networks, Travel Restrictions, and the Global Spread of 2009 H1N1 Pandemic. *PLoS ONE*, 6(1), e16591.
- Beck, U. (2006), "Living in the world risk society: A Hobhouse Memorial Public Lecture given on Wednesday 15 February 2006 at the London School of Economics", *Economy and society*, 35(3), 329-345.

-
- Benzell, S. G., Collis, A., & Nicolaides, C. (2020). Rationing social contact during the COVID-19 pandemic: Transmission risk and social benefits of US locations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(26), 14642-14644.
- Blocken, B., van Druenen, T., van Hooff, T., Verstappen, P. A., Marchal, T., & Marr, L. C. (2020). Can indoor sports centers be allowed to re-open during the COVID-19 pandemic based on a certificate of equivalence? *Building and Environment*, 180, 107022.
- Bozick, B. A., & Real, L. A. (2015). The Role of Human Transportation Networks in Mediating the Genetic Structure of Seasonal Influenza in the United States. *PLOS Pathogens*, 11(6), e1004898.
- Brizuela, N. G., García-Chan, N., Pulido, H. G., & Chowell, G. (2019). Understanding the role of urban design in disease spreading [Preprint]. *Systems Biology*.
- Browne, A., St-Onge Ahmad, S., Beck, C. R., & Nguyen-Van-Tam, J. S. (2016). The roles of transportation and transportation hubs in the propagation of influenza and coronaviruses: A systematic review. *Journal of Travel Medicine*, 23(1), 1-7.
- Cai, J., Xu, B., Chan, K. K. Y., Zhang, X., Zhang, B., Chen, Z., & Xu, B. (2019). Roles of Different Transport Modes in the Spatial Spread of the 2009 Influenza A(H1N1) Pandemic in Mainland China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(2), 222.
- Charaudeau, S., Pakdaman, K., & Boëlle, P.-Y. (2014). Commuter Mobility and the Spread of Infectious Diseases: Application to Influenza in France. *PLoS ONE*, 9(1), e83002.
- Charland, K. M. L., Buckeridge, D. L., Sturtevant, J. L., Melton, F., Reis,

-
- B. Y., Mandl, K. D., & Brownstein, J. S. (2009). Effect of environmental factors on the spatio-temporal patterns of influenza spread. *Epidemiology and Infection*, 137(10), 1377-1387.
- Chen, J. T., Waterman, P. D., & Krieger, N. (2020). COVID-19 and the unequal surge in mortality rates in Massachusetts, by city/town and ZIP Code measures of poverty, household crowding, race/ethnicity, and racialized economic segregation (19(2); Working Paper Series). *Harvard Center for Population and Development Studies*.
- Chowell, G., Bettencourt, L. M. A., Johnson, N., Alonso, W. J., & Viboud, C. (2008). The 1918-1919 influenza pandemic in England and Wales: Spatial patterns in transmissibility and mortality impact. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1634), 501-509.
- Cliff, A. D., Ord, J. K., Haggett, P., & Versey, G. R. (1981). *Spatial diffusion: an historical geography of epidemics in an island community*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Congdon, P. (2016). Spatiotemporal frameworks for infectious disease diffusion and epidemiology.
- East, I. J. (2009). The Role of Land Use Patterns in Limiting the Spread of Equine Influenza in Queensland During the 2007 Epidemic. *Transboundary and Emerging Diseases*, 56(8), 292-302.
- Ellis, G., Hunter, R., Tully, M. A., Donnelly, M., Kelleher, L., & Kee, F. (2016). Connectivity and physical activity: Using footpath networks to measure the walkability of built environments. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43(1), 130-151.
- Fielding, J. E., & Simon, P. A. (2011). Food deserts or food swamps? : comment on “fast food restaurants and food stores”. *Archives of internal*

-
- medicine*, 171(13), 1171–1172.
- Flies, E. J., Mavoa, S., Zosky, G. R., Mantzioris, E., Williams, C., Eri, R., & Buettel, J. C. (2019). Urban-associated diseases: Candidate diseases, environmental risk factors, and a path forward. *Environment international*, 133, 105187.
- Garrett, T. A. (2010). Economic effects of the 1918 influenza pandemic: Implications for a modern-day pandemic (Working Paper CA0721.2007). *Federal Reserve Bank of St. Louis*.
- Glaeser, E. (2011). Cities, Productivity, and Quality of Life. *Science*, 333(6042), 592-594.
- Goscé, L., & Johansson, A. (2018). Analysing the link between public transport use and airborne transmission: Mobility and contagion in the London underground. *Environmental Health*, 17(1), 84.
- Gottdenker, N. L., Streicker, D. G., Faust, C. L., & Carroll, C. R. (2014). Anthropogenic Land Use Change and Infectious Diseases: A Review of the Evidence. *EcoHealth*, 11(4), 619-632.
- Golub, A., Gorr, W. L., & Gould, P. R. (1993). Spatial diffusion of the HIV/AIDS epidemic: modeling implications and case study of AIDS incidence in Ohio. *Geographical Analysis*, 25(2), 85–100.
- Grenfell, B. T., Bjørnstad, O. N., & Kappey, J. (2001). Travelling waves and spatial hierarchies in measles epidemics. *Nature*, 414(6865), 716-723.
- Hamidi, S., Sabouri, S., & Ewing, R. (2020). Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic? : Early Findings and Lessons for Planners. *Journal of the American Planning Association*, 1-15.
- Hempel, S. (2014). *The medical detective: John Snow, cholera and the mystery of the Broad Street pump*. Granta Books: London.

-
- Hornsby, K. (2003). Spatial diffusion: conceptualizations and formalizations. *documento de trabajo del National Center for Geographic Information and Analysis and the Department of Spatial Information Science and Engineering, University of Maine*, <http://www.spatial.maine.edu/~khornsby/KHI21.pdf>, 1.
- Jackson, L. E. (2003). The relationship of urban design to human health and condition. *Landscape and Urban Planning*, 64(4), 191-200.
- Jang, J., & Ahn, I. (2016). Simulation of infectious disease spreading based on agent based model in south korea. *Adv. Sci. Technol. Lett*, 128, 53-58.
- Jeefoo, P., Tripathi, N. K., & Souris, M. (2010). Spatio-Temporal Diffusion Pattern and Hotspot Detection of Dengue in Chachoengsao Province, Thailand. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(1), 51-74.
- Kao, C.-L., Chan, T.-C., Tsai, C.-H., Chu, K.-Y., Chuang, S.-F., Lee, C.-C., Li, Z.-R. T., Wu, K.-W., Chang, L.-Y., Shen, Y.-H., Huang, L.-M., Lee, P.-I., Yang, C., Compans, R., Rouse, B. T., & King, C.-C. (2012). Emerged HA and NA Mutants of the Pandemic Influenza H1N1 Viruses with Increasing Epidemiological Significance in Taipei and Kaohsiung, Taiwan, 2009-10. *PLoS ONE*, 7(2), e31162.
- Keeling, M. J., Rohani, P., & Grenfell, B. T. (2001). Seasonally forced disease dynamics explored as switching between attractors. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 148(3-4), 317-335.
- Kent, J. L., & Thompson, S. (2014). The Three Domains of Urban Planning for Health and Well-being. *Journal of Planning Literature*, 29(3), 239-256.
- Lai, A. (2011). London cholera and the blind-spot of an epidemiology theory. *Significance*, 8(2), 82-85.

-
- Lee, H. (2012). The role of local food availability in explaining obesity risk among young school-aged children. *Social Science & Medicine*, 74(8), 1193–1203.
- Lemey, P., Rambaut, A., Bedford, T., Faria, N., Bielejec, F., Baele, G., Russell, C. A., Smith, D. J., Pybus, O. G., Brockmann, D., & Suchard, M. A. (2014). Unifying Viral Genetics and Human Transportation Data to Predict the Global Transmission Dynamics of Human Influenza H3N2. *PLoS Pathogens*, 10(2), e1003932.
- Liu, L., Zhong, Y., Ao, S., & Wu, H. (2019). Exploring the Relevance of Green Space and Epidemic Diseases Based on Panel Data in China from 2007 to 2016. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(14), 2551.
- Lu, J., Gu, J., Li, K., Xu, C., Su, W., Lai, Z., Zhou, D., Yu, C., Xu, B., & Yang, Z. (2020). COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Emerging Infectious Diseases*, 26(7), 4.
- Maliszewski, P. J., & Wei, R. (2011). Ecological factors associated with pandemic influenza A (H1N1) hospitalization rates in California, USA: A geospatial analysis. *Geospatial Health*, 6(1), 95.
- Mao, L., & Bian, L. (2010). Spatial-temporal transmission of influenza and its health risks in an urbanized area. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34(3), 204-215.
- Mehdipanah, R. (2020). Housing as a Determinant of COVID-19 Inequities. *American Journal of Public Health*, 110(9), 1369-1370.
- Merler, S., & Ajelli, M. (2010). The role of population heterogeneity and human mobility in the spread of pandemic influenza. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 277(1681), 557-565.

-
- Mills, C. E., Robins, J. M., & Lipsitch, M. (2004). Transmissibility of 1918 pandemic influenza. *Nature*, 432(7019), 904-906.
- Mo, B., Feng, K., Shen, Y., Tam, C., Li, D., Yin, Y., & Zhao, J. (2020). Modeling Epidemic Spreading through Public Transit using Time-Varying Encounter Network. *arXiv preprint arXiv:2004.04602*.
- Morawska, L., Tang, J. W., Bahnfleth, W., Bluysen, P. M., Boerstra, A., Buonanno, G., Cao, J., Dancer, S., Floto, A., Franchimon, F., Haworth, C., Hogeling, J., Isaxon, C., Jimenez, J. L., Kurnitski, J., Li, Y., Loomans, M., Marks, G., Marr, L. C., ... Yao, M. (2020). How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? *Environment International*, 142, 105832.
- Nakata, Y., & Röst, G. (2015). Global analysis for spread of infectious diseases via transportation networks. *Journal of Mathematical Biology*, 70(6), 1411-1456.
- Neiderud, C.J. (2015). How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. *Infection Ecology & Epidemiology*, 5(1), 27060.
- Nishiura, H., & Chowell, G. (2008). Rurality and pandemic influenza: Geographic heterogeneity in the risks of infection and death in Kanagawa, Japan. *New Zealand Medical Journal*, 121(1284), 11.
- NYU Furman Center. (2020). COVID-19 Cases in New York City, a Neighborhood-Level Analysis. NYU Furman Center.
- OECD. (2020). *Cities Policy Responses*. Paris: OECD.
- Park, S. Y., Kim, Y.-M., Yi, S., Lee, S., Na, B.-J., Kim, C. B., Kim, J., Kim, H. S., Kim, Y. B., Park, Y., Huh, I. S., Kim, H. K., Yoon, H. J., Jang, H., Kim, K., Chang, Y., Kim, I., Lee, H., Gwack, J., ... Jeong, E. K. (2020). Coronavirus Disease Outbreak in Call Center, South

-
- Korea. *Emerging Infectious Diseases*, 26(8), 1666-1670.
- Parmet, W. E., & Rothstein, M. A. (2018). The 1918 Influenza Pandemic: Lessons Learned and Not—Introduction to the Special Section. *American Journal of Public Health*, 108(11), 1436-1437.
- Patz, J. A., Daszak, P., Tabor, G. M., Aguirre, A. A., Pearl, M., Epstein, J., Wolfe, N. D., Kilpatrick, A. M., Foufopoulos, J., Molyneux, D., Bradley, D. J., & Members of the Working Group on Land Use Change Disease Emergence. (2004). Unhealthy Landscapes: Policy Recommendations on Land Use Change and Infectious Disease Emergence. *Environmental Health Perspectives*, 112(10), 1092-1098.
- Perlin, D., & Cohen, A. (2002). *The complete idiot's guide to dangerous diseases and epidemics*. Pearson Educational: Indianapolis.
- Playfair, J. (2004). *Living with Germs: In sickness and in health*. Oxford University Press: Oxford.
- Sabel, C. E., Pringle, D., & Schærström, A. (2010). Infectious disease diffusion. *A companion to health and medical geography*, 111-132.
- Schartung, C. T., Moulder, N., Bruer, W., & Simpson, D. M. (2010). Pandemic Flu Planning: An Overview. *Journal of Planning Literature*, 25(1), 18-25.
- Shoari, N., Ezzati, M., Baumgartner, J., & Fecht, D. (2020). Accessibility and allocation of public parks and gardens during COVID-19 social distancing in England and Wales. *Available at SSRN 3590503*.
- Sloan, C., Chandrasekhar, R., Mitchel, E., Ndi, D., Miller, L., Thomas, A., Bennett, N. M., Chai, S., Spencer, M., Eckel, S., Spina, N., Monroe, M., Anderson, E. J., Lynfield, R., Yousey-Hindes, K., Bargsten, M., Zansky, S., Lung, K., Schroeder, M., ... Lindegren, M. L. (2020).

-
- Spatial and temporal clustering of patients hospitalized with laboratory-confirmed influenza in the United States. *Epidemics*, 31, 100387.
- Tuckwell, H. C., & Toubiana, L. (2007). Dynamical modeling of viral spread in spatially distributed populations: Stochastic origins of oscillations and density dependence. *Biosystems*, 90(2), 546-559.
- Xiao, H., Lin, X., Chowell, G., Huang, C., Gao, L., Chen, B., Wang, Z., Zhou, L., He, X., Liu, H., Zhang, X., & Yang, H. (2014). Urban structure and the risk of influenza A (H1N1) outbreaks in municipal districts. *Chinese Science Bulletin*, 59(5-6), 554-562.
- Xu, F., Connell McCluskey, C., & Cressman, R. (2013). Spatial spread of an epidemic through public transportation systems with a hub. *Mathematical Biosciences*, 246(1), 164-175.
- Yasuda, H., Yoshizawa, N., Kimura, M., Shigematsu, M., Matsumoto, M., Kawachi, S., Oshima, M., Yamamoto, K., & Suzuki, K. (2008). Preparedness for the Spread of Influenza: Prohibition of Traffic, School Closure, and Vaccination of Children in the Commuter Towns of Tokyo. *Journal of Urban Health*, 85(4), 619-635.
- Yoneyama, T., & Krishnamoorthy, M. S. (2012). Simulating the spread of influenza pandemic of 2009 considering international traffic. *SIMULATION*, 88(4), 437-449.
- Zelikow, P. (2000). The Global Infectious Disease Threat and Its Implications for the United States. *Foreign Affairs*, 79(4), 154.
- Zhang, T., Fu, X., Ma, S., Xiao, G., Wong, L., Kwok, C. K., Lees, M., Lee, G. K. K., & Hung, T. (2012). Evaluating Temporal Factors in Combined Interventions of Workforce Shift and School Closure for Mitigating the Spread of Influenza. *PLoS ONE*, 7(3), e32203.

【관련 문헌】

감염병의 예방 및 관리에 관한 법률. 2020. 법률 제17689호(9월29일 일부개정).
국토교통부. 2017. 기후변화 대비 도시 대응체계 고도화 기술개발 기획

【전자 문서】

가디언 <https://www.theguardian.com/world/2020/apr/17/singapores-cramped-migrant-worker-dorms-hide-covid-19-surge-risk> (2020년 10월 7일 접속)
건축행정시스템 세움터 <https://cloud.eais.go.kr/> (2020년 7월 16일 접속)
국가공간정보포털 <http://www.nsd.go.kr/lxportal/?menu=2679>; (2020년 7월 16일 접속)
국토교통부 http://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl?id=523 (2020년 10월 16일 접속)
국토정보플랫폼 국토정보맵 <http://map.ngii.go.kr/ms/map/NlipMap.do?tabGb=statsMap>; (2020년 7월 16일 접속)
빅토리아주정부 <https://www.planning.vic.gov.au/policy-and-strategy/planning-for-melbourne/plan-melbourne/20-minute-neighbourhoods> (2020년 10월 7일 접속)
미국 존스홉킨스 블룸버그 스쿨 오브 퍼블릭 헬스 <https://www.jhsph.edu/news/news-releases/2020/urban-density-not-linked-to-higher-coronavirus-infection-rates-and-is-linked-to-lower-covid-19-death-rates.html> (2020년 10월 7일 접속)
미국 질병통제예방센터 홈페이지 <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html> (2020년 7월 16일 접속)
----- [https://www.cdc.gov/covid-data-tracker/#cases\(\)](https://www.cdc.gov/covid-data-tracker/#cases())
----- 일반음식점 및 주점 가이드라인
<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/organizations/business-employers/bars-restaurants.html> (2020년 7월 16일 접속)

미국 포린폴리시(Foreign Policy) <https://foreignpolicy.com/2020/05/01/future-of-cities-urban-life-after-coronavirus-pandemic/> (2020년 5월 14일 접속)

서울시 코로나19 확진자 자료 <https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do>
(2020년 12월 17일 접속)

세계보건기구 https://web.archive.org/web/20060329125016/http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/phase/en/. (2020년 10월 20일 접속)

----- <https://www.who.int/emergencies/diseases/en/> (2020년 7월 20일 접속)

----- https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019?gclid=Cj0KCQjw2PP1BRCiARIsAEqv-pQTevvyrfT9Nb5wljpPIG_v5_bUi6XHUs5T_fOGalvU345Gq4XPRPLUaAuyrEALw_wcB (2020년 5월 15일 접속)

지방행정인허가데이터개방 <http://www.localdata.kr/> (2020년 10월 18일 접속)

코로나바이러스감염증-19(COVID-19) <http://ncov.mohw.go.kr/> (2020년 12월 17일 접속)

CDC 2020 <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/organizations/business-employers/bars-restaurants.html> (2020년 10월 18일 접속)

----- <https://www.cdc.gov/covid-data-tracker/#cases> (2020년 8월 9일 접속)

NPR Breaking News https://www.npr.org/sections/coronavirus-live-updates/2020/04/23/841876464/26-million-jobs-lost-in-just-5-weeks?utm_source=npr_newsletter&utm_medium=email&utm_content=20200423&utm_term=4536789&utm_campaign=breaking-news&utm_id=27563948&orgid= (2020년 5월 2일 접속)

【언론 기사】

이종현. 2020. 금융연구 "올해 한국경제 0.5% 역성장... 코로나 길어지면 -1.6%". 조선비즈, 5월 14일. https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/05/14/2020051402283.html?utm_source=naver&utm_medium=original&utm_campaign

=biz (2020년 5월 15일 접속)

임선영. 2020. 파리, 2주간 술집 영업 중단 '최고 경계' ... 코로나 거센 재확산에 유럽 비상. 중앙일보, 10월 5일. [https://news.joins.com/article/23886176? cloc=joongang%7cmarticle%7cinflownaverdown2](https://news.joins.com/article/23886176?cloc=joongang%7cmarticle%7cinflownaverdown2) (2020년 10월 5일 접속)

한보경. 2020. [특파원리포트] 코로나19로 시신 트럭 오가던 美 뉴욕, 지금은 어떻습니까? . KBS NEWS, 10월 2일. <https://www.yna.co.kr/view/AKR20171129185700980> (2020년 10월 3일 접속)

SUMMARY



Planning Policy Agenda for Responding to Infectious Diseases

Lee Jin Hui, Park Jung Ho, Lee Gyoung ju

Key words: Infectious Disease, COVID-19, Urban Design, Spatial Planning System

Globally around 1.8 million people died from COVID-19 and more than 100 countries went into lockdown caused by the COVID-19 pandemic in 2020. As more than half of the world's population now lives in cities and urban areas are at the epicenter of the pandemic, controlling the spread of new or mutated infectious diseases like COVID-19 in cities has emerged as one of the world's greatest challenges. In this sense, the purpose of this study is to identify the planning policy agenda for creating a safe urban environment in the post-COVID era, based on understanding the role of urban design in disease spreading.

In terms of urban planning, we first select urban planning factors such as population density and building density, transportation network (buses and subway), and virus-prone facilities including gyms, saunas, and restaurants. All of these factors are closely associated with spread of infectious diseases according to literature review. And then we analyze areas where such urban planning factors converge and compare them with the COVID-19 hotspots,

especially focusing on Seoul. In addition, we examine the correlation among urban planning factors, and thereby identify which area is susceptible to infectious disease spread, including the current outbreak of COVID-19.

As a result, this study proposes that the urban policies for higher-density development, such as compact city, TOD, and mixed land-use, should be reconsidered because infectious diseases are able to spread more easily in a denser environment. Based on the results of spatial analyzing on Seoul, we find that some local communities might have more difficulties in containing the spread of diseases when urban planning factors converge and interact with one another, and the correlation among such factors related with epidemic spread is statistically significant. Therefore, urban planners should develop the concept of appropriate smart density and urban design, depending on land uses and physical and socio-economic attributes of a community, thereby responding to new or mutated infectious diseases which may emerge in the near future. And a more flexible zoning system can prevent deprivation of a community caused by administrative controls in response to pandemic risks because a community where floating population is high and commercial buildings are concentrated is supposed to be affected by a pandemic-related lockdown. In addition, locating open spaces in higher density areas and creating urban structures to make it easier for people to satisfy most of their daily needs are very crucial to minimizing the transmission of infectious diseases. It is also important to establish infectious disease susceptibility DB and an effective responding system for creating a safer urban environment.

수시 20-16

감염병 대응을 위한 공간정책 과제

저 자 이진희, 박정호, 이경주

발 행 인 강현수

발 행 처 국토연구원

출판등록 제2017-9호

발 행 2020년 10월 26일

주 소 세종특별자치시 국책연구원로 5

전 화 044-960-0114

팩 스 044-211-4760

가 격 비매품

I S B N 979-11-5898-569-1

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2020, 국토연구원

이 연구보고서를 인용하실 때는 다음과 같은 사항을 기재해주십시오.

이진희, 박정호, 이경주. 2020. 감염병 대응을 위한 공간정책 과제. 세종: 국토연구원.

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체 등이 적용되어 있습니다.

감염병 대응을 위한 공간정책 과제

Planning Policy Agenda for Responding to Infectious Diseases



제1장 연구의 개요

제2장 감염병 확산과 도시공간

제3장 감염병 관련 도시계획 요소 분석 개요

제4장 감염병 관련 도시계획 요소 분석 결과

제5장 감염병 대응을 위한 공간정책 과제



KRIHS 국토연구원

(30147) 세종특별자치시 국책연구원로 5 (반곡동)
TEL (044) 960-0114 FAX (044) 211-4760

