

2023-CR-02

작은연구 좋은서울 23-12

서울시 보행밀도 취약지역 분석을 통한 보행안전 관리 연구

이해령



서울시 보행밀도 취약지역 분석을 통한 보행안전 관리 연구



연구책임

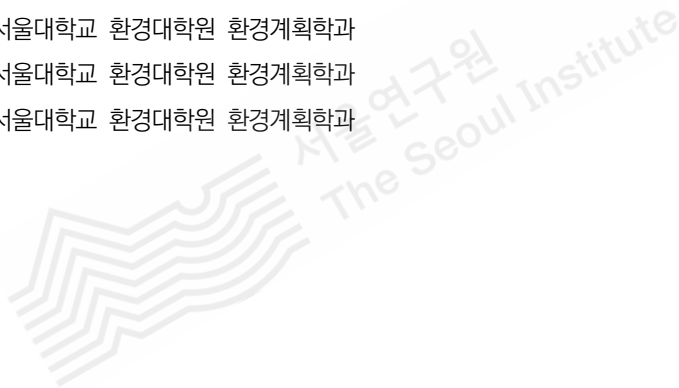
이해령 서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학

연구진

이정민 서울대학교 환경대학원 환경계획학과

이혜진 서울대학교 환경대학원 환경계획학과

조유나 서울대학교 환경대학원 환경계획학과



이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

목차

01 연구 개요	1
1_연구 배경 및 목적	1
2_연구 범위 및 방법	4
02 분석의 틀	6
1_자료 수집 및 정제	6
2_보행밀도 분석 방법	10
03 보행밀도 분석 결과	15
1_자치구 단위 보행밀도 분석	15
2_행정동 단위 보행밀도 분석	18
3_소결	29
04 과밀대응 우선지역 상세 분석	30
1_과밀대응 우선지역	30
2_분석 유형별 연간 보행밀도 변화	35
3_가로 단위 보행밀도 특성 분석	39
4_소결	47
05 결론 및 정책제언	49
1_결론	49
2_정책적 시사점	51
참고문헌	53

표 목차

[표 2-1] 활용데이터	6
[표 2-2] 유동인구(보행량) 과대추정으로 인한 연구 대상 제외 도로	8
[표 2-3] 건축물 용도 구분	9
[표 2-4] 선행연구 검토 목록	11
[표 2-5] 보행밀도 분석 방법	14
[표 3-1] 분석 유형에 따른 월별 상위 행정동 합산	29
[표 4-1] 분석 유형에 따른 과밀대응 우선지역 현황	31
[표 4-2] 과밀대응 우선지역 행정동별 도로현황 비교	32
[표 4-3] 과밀대응 우선지역 링크 단위 보행밀도 기초통계	33
[표 4-4] 과밀대응 우선지역 건물용도별 연면적비	34
[표 4-5] 과밀대응 우선지역 대상으로 주변 도로규모(면적)	34

그림 목차

[그림 1-1] 연중 서울시 주요 축제와 인파	2
[그림 1-2] 연구 목표 3단계	3
[그림 1-3] 전체 및 연구 대상 도로링크	4
[그림 1-4] 연구 흐름도	5
[그림 2-1] 시간대별 1시간당 보행량 변환 전·후 예시(주말 강남구)	7
[그림 2-2] KT아현지사 기준 반경 600m 지역	8
[그림 2-3] 행정동별 최종 연구 대상 도로연장 합계	8
[그림 3-1] 자치구별 주중 월별 평균 보행량(위) 및 보행밀도(아래) 추이	16
[그림 3-2] 자치구별 주말 월별 평균 보행량(위) 및 보행밀도(아래) 추이	17
[그림 3-3] 주중·주말 평균 보행밀도 상위 5% 행정동	19
[그림 3-4] 주중 평균 보행밀도 상위 5% 행정동 분포	19
[그림 3-5] 주말 평균 보행밀도 상위 5% 행정동 분포	19
[그림 3-6] 주중·주말 보행밀도 격차 상위 5% 행정동	20
[그림 3-7] 주중 월별 Max density 상위 5% 행정동	21
[그림 3-8] 주중 월별 Max density 상위 5% 행정동 분포	22
[그림 3-9] 주중 월별 Max density 상위권 다(多)빈도 행정동 순위 변화	22
[그림 3-10] 주말 월별 Max density 상위 5% 행정동	23
[그림 3-11] 주말 월별 Max density 상위 5% 행정동 분포	24
[그림 3-12] 주말 월별 Max density 상위권 다(多)빈도 행정동 순위 변화	24
[그림 3-13] 주중 월별 Range 상위 5% 행정동	25
[그림 3-14] 주중 월별 Range 상위 5% 행정동 분포	26
[그림 3-15] 주중 월별 Range 상위권 다(多)빈도 행정동 순위 변화	26
[그림 3-16] 주말 월별 Range 상위 5% 행정동	27

[그림 3-17] 주말 월별 Range 상위 5% 행정동 분포	28
[그림 3-18] 주말 월별 Range 상위권 다(多)빈도 행정동 순위 변화	28
[그림 4-1] 분석 유형별 과밀대응 우선지역 포함관계	30
[그림 4-2] 과밀대응 우선지역의 공간적 분포	31
[그림 4-3] 주중 Max density Top3의 보행밀도 추이	35
[그림 4-4] 주말 Max density Top3의 보행밀도 추이	36
[그림 4-5] 주중 Range Top3의 보행밀도 추이	36
[그림 4-6] 주말 Range Top3의 보행밀도 추이	37
[그림 4-7] 전체 과밀대응 우선지역의 주중 보행밀도 추이	37
[그림 4-8] 전체 과밀대응 우선지역의 주말 보행밀도 추이	38
[그림 4-9] 주중 Max density Top3 - 종로1·2·3·4가동, 을지로동 가로 단위 시각화	40
[그림 4-10] 주중 Max density Top3 - 화양동 가로 단위 시각화	40
[그림 4-11] 주중 Max density Top3 - 고밀위험 링크 시간대별 패턴	41
[그림 4-12] 주말 Max density Top3 - 창신2동 가로 단위 시각화	42
[그림 4-13] 주말 Max density Top3 - 신림동 가로 단위 시각화	42
[그림 4-14] 주말 Max density Top3 - 고밀위험 링크 시간대별 패턴	43
[그림 4-15] 주중 Range Top3 - 회현동 가로 단위 시각화	44
[그림 4-16] 주중 Range Top3 - 고밀위험 링크 시간대별 패턴	44
[그림 4-17] 주말 Range Top3 - 고밀위험 링크 시간대별 패턴	45
[그림 4-18] 주말 Range Top3 - 이태원1동 가로 단위 시각화	46
[그림 4-19] 주말 Range Top3 - 종로1·2·3·4가동, 사직동 가로 단위 시각화	46
[그림 4-20] 과밀대응 우선지역 전체 행정동 시각화	48
[그림 5-1] 보행밀도 관점의 서울시 실시간 모니터링 대상지역 선정	51
[그림 5-2] 상이한 특성을 지닌 보행밀도 과밀대응 우선지역 8곳	52
[그림 5-3] 보행밀도 과밀지역 사전 대응 예시	52

01. 연구 개요

1_연구 배경 및 목적

1) 연구 배경

(1) 생활도로의 보행밀도 관리 필요성 인식 증대

생활도로란 주거지역이나 상업지역 내 국지도로 중 보행권 확보 및 안전하고 쾌적한 보행환경 조성이 필요한 도로로서 속도 제어를 통하여 이동성보다는 공간기능, 접근 기능을 제공하는 보행이 우선되는 도로를 말한다(국토교통부, 2020). 생활도로는 도로교통 분야에서 통용되는 개념으로 폭 12m 미만의 소로와 골목길을 모두 포함한다. 서울시를 시작으로 전국적으로 추진되고 있는 생활도로 보행환경개선 노력에도 불구하고, 생활권 내 보행공간의 대부분을 차지하는 이면도로(생활도로)는 여전히 보행권의 사각지대로 남겨져 있다. 보행자의 안전 및 편의 증진에 대한 관심이 증가하면서 행정안전부는 지난 2월 「2023년 국가보행안전 및 편의 증진 실행계획」을 통해 보행자 중심의 교통안전 패러다임 전환을 수립하였고, 이를 계기로 보행자를 대상으로 한 연구가 한층 더 중요해졌다. 그러나 기존의 보행 관련 연구에서는 상권 활성화와 경관, 도로 및 교통안전시설물, 보행 편의성 및 쾌적성의 측면에서 주로 연구되어 보행밀도를 활용해 보행 혼잡도를 관리하는 측면에서의 연구가 미흡하다. 특히, 지난해 10월 발생한 이태원 참사를 겪으며 급격한 보행밀도 증가로 인한 재난사고 경각심이 높아졌고, 다중밀집과 관련한 협소도로에서의 과밀에 의한 재난사고 발생에 따른 보행밀도 관리 필요성 인식이 증대되었다. 대규모 군집에 의한 위험 상황을 예방하기 위하여 보행안전의 측면에서 좁은 생활도로를 포함한 가로 단위 보행밀도 관리 및 논의가 추후되고 있다. 이와 같은 측면에서, 서울시 내 보행밀도가 높은 지역을 발견함으로써 보행안전 관리가 필요한 지역을 사전에 탐색할 수 있다.

(2) 빅데이터를 활용한 보행밀도 모니터링 시스템 구축 필요성

군중 밀집은 해당 지역의 공간적 위험과 군중의 이동 흐름을 예측하고 통제함으로써 사전 방지할 수 있는 위험이다. 따라서 보행 흐름을 예측하는 체계적인 시스템 구축을 통해, 군중 밀집을 관리할 수 있다. 또한 군중 흐름에 대한 예측은 도시 계획 관리 및 도시 공공 안전에 중요한 역할을 한다(Yu Zhang et al., 2023). 지역의 특성에 따라 보행패턴이 상이하므로 보행인구 과밀에 따른 위험을 예방하기 위해서는 보행자의 이동 흐름에 대한 시공간적 이해와 도시적 차원의 체계적 관리가 필수적이다. 특히, 생활도로에서의 정확한 보행 밀집 취약지역을 진단하고 위험도가 높은 세부적인 시간대를 파악하는 것이 중요하다. 예를 들어, 역삼·선릉·여의도와 같은 업무지구와 종로·명동·잠실·이태원과 같은 관광특구, 서울숲·한강공원 등의 여가공간 등은 보행밀도 변화 패턴이 다르게 나타날 수밖에 없다. 기존에는 데이터 구득의 한계로 가로 단위 또는 격자 단위의 보행밀도 분석에 어려움이 있었으나 통신 기반 빅데이터와 대중교통 이용 데이터, 건물 DB 등을 통해 정밀한 수준에서 시공간에 따른 보행밀도 추정이 가능해졌다.

(3) 유동인구 집중도가 높은 서울시의 보행과밀 연구 필요성

서울시는 글로벌 역사·문화 도시로서 다양한 행사 개최 시 인구 밀집 양상이 빈번하게 발생하며, 성탄절 등 주최자 없는 행사 또한 주요 상권을 중심으로 인파가 과도하게 집중되는 경향이 있다. 또한, 서울시는 행정인구 기준 인구밀도 약 1만 5천명/km²으로 국내 도시 중 1위, OECD 국가 중 주요 도시와 비교해도 최상위 수준으로 이미 일상적 과밀에 노출되어 있기 때문에 보행자들 간의 안전 확보, 원활하고 효율적인 이동을 위해 일상적 보행환경에서의 밀도 관리에 관한 관심이 필요하다.

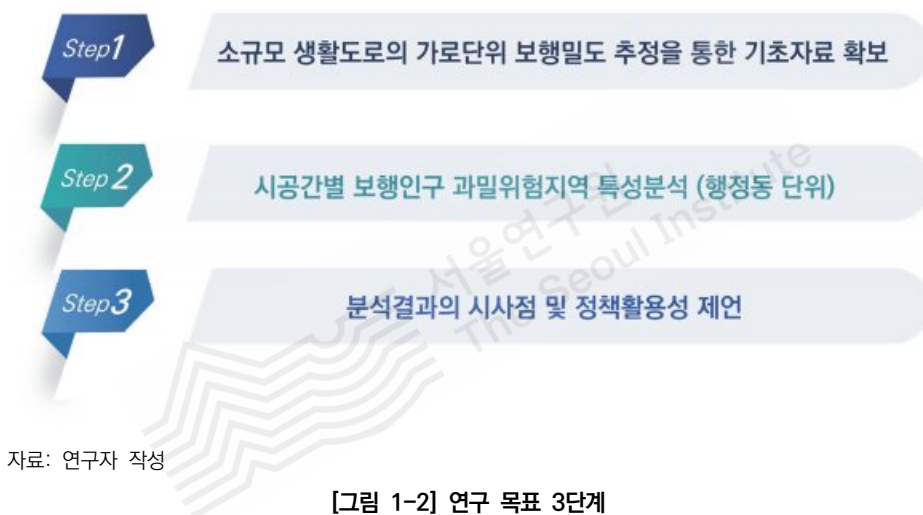


자료: 연구자 작성

[그림 1-1] 연중 서울시 주요 축제와 인파

2) 연구 목적

이 연구는 향후 보행 과밀에 의한 재난안전사고의 선제적 예방뿐 아니라, 일상적 보행 환경에서의 보행안전 관리, 가로 활성화 전략 수립, 보행시설 설치 적소 파악, 신규 행사 기획 시 통행 동선 계획 등 다양한 정책적 활용이 가능한 분석 결과 도출을 주요 목표로 설정하였다. 이를 위한 연구 목적은 다음과 같다. 첫째, 소규모 생활도로의 가로 단위 보행밀도의 추정을 통해 과밀 위험성을 진단한다. 둘째, 시공간별 보행인구 과밀위험지역의 특성을 분석한다. 셋째, 분석 결과의 시사점 및 정책 활용성에 대하여 논의한다.



2_연구 범위 및 방법

1) 연구 범위

(1) 공간적 범위

연구의 공간적 범위는 서울시 행정구역 내 도로링크(일부는 구역 경계 교차)이며, 도로 폭 12m 미만의 소규모 보차혼용도로를 대상으로 하였다. 서울시에 따르면 전체 도로의 총연장 길이는 8,328.40km이고, 12m 미만의 소로는 6,355.94km이다(서울시 열린데이터광장, 2022). 이 연구에서 사용한 공간 자료의 총연장 길이는 8,837.36km이고 소로는 6,376.76km로 도로링크 개수 기준으로 180,347개 중 144,917개(전체 링크의 약 80.4%)는 모두 보차혼용의 소로에 해당한다.



자료: 연구자 작성

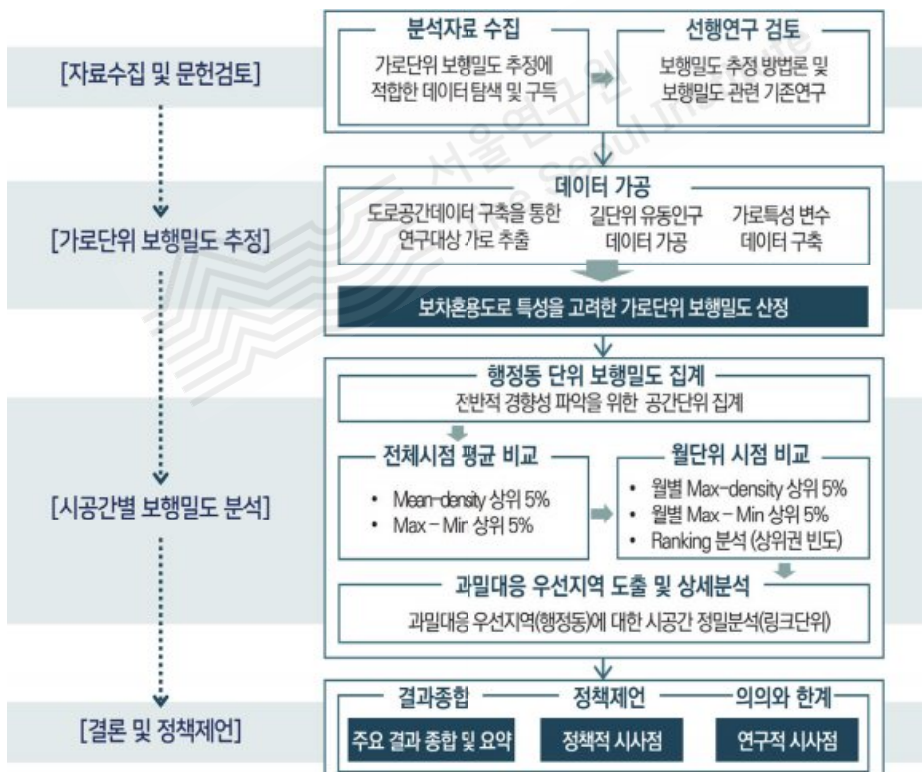
[그림 1-3] 전체 및 연구 대상 도로링크

(2) 시간적 범위

시간적 범위는 2022년 1월부터 12월로 설정하였다. 코로나19에 의한 사회적 거리두기가 대폭 완화된 시점인 동시에 가장 최근의 시점으로서 연구 목적 달성에 용이한 자료로 판단하였다. 서울신용보증재단의 '길 단위 유동인구' 데이터를 분석에 활용하였으며, 데이터 정의에 따라 주중과 주말에 대한 월 단위 6개 시간대(0~6시, 6~11시, 11~14시, 14~17시, 17~21시, 21~24시)로 구분된다. 신용보증재단에서 제공하는 보행량 데이터는 2017년의 서울시 도로 현황 공간 정보와 고유코드가 연계된다. 따라서 가로 단위 공간자료는 2017년을 기준으로 하였으며, 재개발로 인해 도로망이 변경된 일부 구역을 제외하고 연구 대상 시점인 2022년과 일치하는 것을 확인하였다.

2) 연구 방법

연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 생활도로별 보행밀도를 추정하고 시간대별 변화 패턴과 보행 흐름을 분석하기 위하여 분석에 앞서 보행밀도 추정과 가로 단위 보행환경, 보행밀도에 관한 기존 연구를 검토한다. 이를 통해 이 연구에서 활용하는 서울신용보증재단 데이터 가공에 대한 방법론을 탐색한다. 둘째, 가로 단위 보행밀도 추정을 위해 길 단위 유동인구 데이터를 가공 및 전처리하고, 가로 특성 변수 데이터를 구축하여 보차혼용도로 특성을 고려한 가로 단위 보행밀도를 산정한다. 셋째, 시공간별 보행밀도 분석을 위해 행정동 단위로 보행밀도를 집계하고, 전체 및 월 단위 시점 비교를 통해 정밀 분석이 필요한 행정동을 선별한다. 넷째, 앞서 도출한 과밀대응 우선지역에 대한 링크 단위의 분석을 수행한다. 마지막으로, 주요 결과를 종합하여 연구의 의의 및 한계점을 파악하고, 정책적 시사점을 도출한다. 상술한 연구 방법의 흐름을 도식화한 흐름도는 [그림 1-4]와 같다.



자료: 연구자 작성

[그림 1-4] 연구 흐름도

02. 분석의 틀

1_자료 수집 및 정제

1) 자료 수집

이 연구에서는 도로링크 단위의 유동인구(보행량)를 제공하는 서울신용보증재단의 ‘길 단위 유동인구’ 데이터를 “보행량”으로서 활용하였다. 그밖에 공공개방데이터를 수집 및 가공하여 사용하였다([표 2-1]). “도로링크”는 유동인구 데이터와 매칭되는 도로 네트워크 공간 정보로, 서울신용보증재단으로부터 유동인구 데이터와 함께 구득하였다. 도로링크는 line 데이터이기 때문에 “실폭도로” 데이터로부터 도로폭원 정보를 추출하여 12m 미만의 소로를 선별하였다. “인도(보도)” 데이터는 보도가 없는 보차혼용 도로 추출에 사용되었다. 주변 환경 특성 변수를 구축하기 위하여 건물 통합정보 데이터를 추가로 수집 및 가공하였으며, 그 과정에서 SGIS의 격자망을 이용하였다.

[표 2-1] 활용데이터

변수명	데이터명	출처	시간적 범위	원자료 유형
유동인구	길 단위 유동인구 (보행량)	서울신용보증재단 (서울시 제공)	2022년 1월~12월 (월, 주중·주말, 시간대별)	csv (float&string)
도로링크	도로네트워크 (길 단위 유동인구)	서울신용보증재단 (서울시 제공)	2017년	shp (line)
실폭도로	도로명주소 실폭도로	주소기반산업지원 서비스	2022년	shp (line&polygon)
인도(보도)	인도(보도)	국토지리정보원	2022년	shp (polygon)
건물	GIS건물통합정보	공공데이터포털	2022년 4월 기준	shp (polygon)
격자	100*100m격자	SGIS(통계청)	-	shp

자료: 연구자 작성

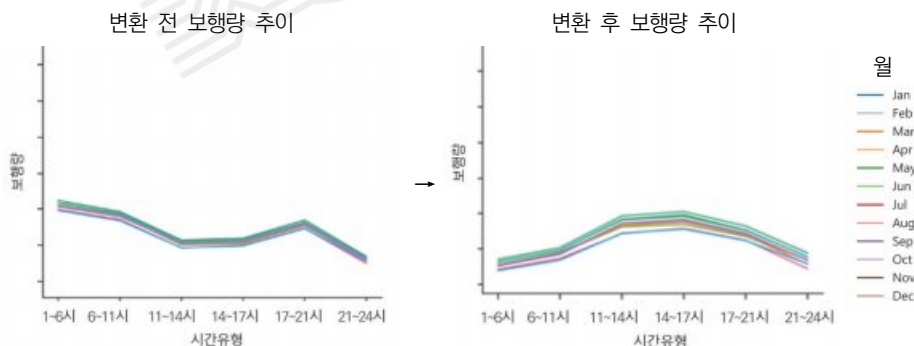
2) 자료 정제

(1) 연구 대상 가로 추출

먼저, 길 단위 유동인구 데이터의 도로링크 ID와 매칭되는 자료인 서울신용보증재단 도로링크 shapefile을 기준으로 연구 대상 가로를 추출하였다. 연구 대상은 보행인구가 밀집할 경우, 대응이 비교적 어려운 12m 미만의 소로로 한정하였고, 그중 보도(인도)가 없는 보차혼용도로를 추출하였다. 서울시 내(일부 교차) 도로링크로 한정하여 145,818개 링크를 도출하였다.

(2) 길 단위 유동인구 데이터 가공

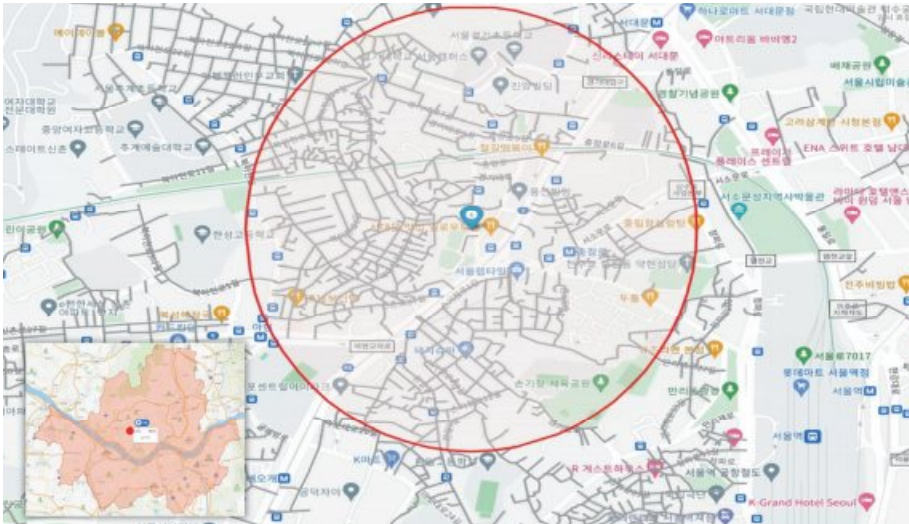
제공받은 유동인구 데이터는 2022년 1월~12월 월 단위 평균값이고, 요일 구분 없이 주중과 주말, 각 6개 시간대로 구분된 자료이다. 데이터 검토 시 1시간 단위 시간대별 월평균 값을 6개 시간대 그룹별로 단순 합산 값을 제공처로부터 확인하였고, 시간대별(6개 시간대) 1시간당 평균 보행량으로 변환하여 활용하였다(그림 2-1). 서대문구에 보행량 이상치가 있어 확인한 결과 서대문구 경기대로 9에 위치한 KT아현지사의 대규모 '자석 기지국2)' 특성으로 인해 보행량 과대 추정이 발생하였다. 이에 해당 범위(KT아현지사 기준 반경 600m)의 링크를 분석에서 제외하였다. 과대 추정된 링크를 제거한 후, 유동인구정보와 병합하는 과정에서 추가 탈락 링크가 발생하여 최종적으로 132,379개의 도로링크를 대상으로 분석을 수행하였다.



* 변환에 따른 시간대별 증감 추이 비교를 위한 그래프임
자료: 연구자 작성

[그림 2-1] 시간대별 1시간당 보행량 변환 전·후 예시(주말 강남구)

2) 자석 기지국은 다른 기지국의 신호까지 잡힘으로써 신호 집계가 과도하게 커지는 경향이 있음



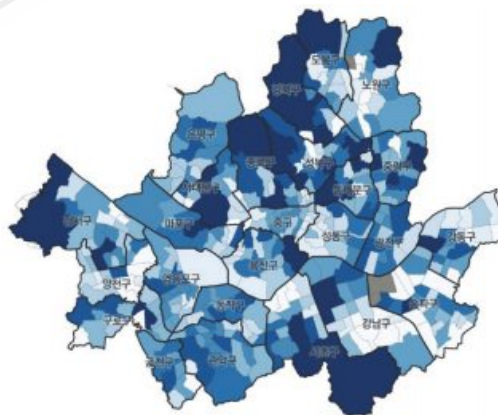
자료: 네이버맵(map.naver.com)(좌측하단) 및 오픈스트리트맵(www.openstreetmap.org) 기반 작성

[그림 2-2] KT아현지사 기준 반경 600m 지역

[표 2-2] 유동인구(보행량) 과대추정으로 인한 연구 대상 제외 도로

행정동명	추가로 제외되는 도로링크(ID기준) 개수
충현동	363
북아현동	238
공덕동	161
중림동	119
천연동	2
합계	883

자료: 연구자 작성



자료: 연구자 작성

[그림 2-3] 행정동별 최종 연구 대상 도로연장 합계

(3) 가로 특성 변수 데이터 구축

가로 특성 변수는 해당 가로마다 주변의 물리적 환경에 대한 정보를 담고 있는 변수를 의미한다. 해당 변수들을 사용하여 주변 환경의 특성에 기반하여 가로별 보행밀집 특성을 살펴보고 링크별, 지역별 보행밀도 변화패턴을 해석하고자 하였다. “주변 지역”에 해당하는 공간적 범위로는 100×100m 격자를 활용하였으며(윤나영·최창규, 2013; 임하나 외, 2016; 임하나 외, 2017), 해당 가로(도로링크)가 교차하는(intersect) 격자들을 주변 지역으로 설정하였다. 가로마다의 버퍼(buffer)를 사용하는 방법을 적용할 경우 데이터 용량 처리의 문제로 분석 과정상의 비효율이 발생하기 때문에 격자망을 대체하여 활용하였으며, 변수 구축 과정에서 격자 단위 데이터의 평균값(격자 개수로 나누기)을 도출하여 표준화하였다. 격자망은 SGIS(통계청)에서 제공하는 100×100m 격자를 기준으로 하였으며, QGIS와 Python(Jupyter notebook)을 활용하였다.

먼저, 보행을 유발하는 생활도로 주변 건축물의 특성을 파악하기 위해 건물용도(연면적) 정보를 구축하였다. 개별 건물 단위의 중심점을 기준으로 용도와 연면적 데이터를 격자 단위로 집계하고, 도로링크마다 격자당 평균값(용도별 면적 및 비율)을 할당하였다. 건축물 용도 구분은 장진영 외(2015)의 연구를 참고하여 주거, 상업, 산업, 업무, 교육 및 복지, 문화 및 집회, 기타의 7개 카테고리로 유형화하였다.

또한, 해당 도로의 주변 지역 도로 규모를 살펴보기 위해 원본 연구 자료의 모든 도로 링크를 대상으로 100×100m 격자 단위 도로 면적 합계 데이터를 구축하였다. 건물용도와 마찬가지로 도로링크가 교차하는 격자의 격자당 평균값(도로 면적)을 할당하였다.

[표 2-3] 건축물 용도 구분

구분	내용
주거	공동주택, 단독주택
상업	판매시설, 운동시설, 숙박시설, 근린생활시설
산업	운수시설, 창고시설, 공장, 위험물저장 및 처리시설, 분뇨쓰레기처리시설, 묘지 관련 시설, 발전시설
업무	업무시설, 공공용시설, 방송통신시설
교육 및 복지	의료시설, 교육연구시설, 노유자시설, 수련시설
문화 및 집회	문화 및 집회시설, 종교시설, 위락시설, 관광휴게시설
기타	교정 및 군사시설, 자동차 관련 시설, 동식물 관련 시설

주: 장진영 외(2015)의 연구를 참고하여, 현재 건축물 용도명에 맞추어 명칭을 조정하여 작성하였으며 ‘발전시설’을 ‘산업’분야에 추가하였음

자료: 연구자 작성

2_보행밀도 분석 방법

보행밀도를 분석하기 전, 이론과 보행 관련 연구를 살펴본 후, 기존 연구를 참고하여 보행밀도를 산정하고 보행밀도 분석에 함께 고려해야 할 환경 변수를 설정하였다. 이후, 보행밀도 분석에서는 행정동 단위로 전체 시점 및 월별 시점 비교를 진행하고, 가로 단위로 과밀대응 우선지역에 관한 상세 검토 및 지역 특성 분석으로 세분화하여 분석하였다.

1) 이론적 고찰

(1) 보행밀도 추정 관련 연구

보행밀도는 기본적으로 ‘보행로 단위 면적당 보행자 수를 나눈 값’이며(오성훈 외, 2013), ‘가로의 단위 길이(m)당 평균 보행밀도’ 등으로 변형하여 연구에 활용되기도 한다(김기현 외, 2014). 구체적으로 국토해양부(2013)의 도로교통편람((HCM: Highway Capacity Manual)에서는 보행교통류율(인/분/m), 점유공간(m^2 /인), 밀도(인/ m^2), 속도(m/분)의 개념을 사용해 보행자 서비스수준(A~F)별로 정의하고 있다.

보행밀도를 추정하기 위해서는 보행면적을 계산해야 하는데, 보행면적은 보행폭원×보행도로의 길이로 계산되기 때문에 보행 폭원을 어떻게 정의하느냐의 문제가 있다. 현행 「도로안전시설 설치 및 관리지침」과 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률」에서는 보도의 최소유효폭을 각각 2.0m 이상, 1.5m 이상, 1.2m 이상으로 상이하게 제시하고 있다. 이 밖에도 보행전용존의 최소폭은 유효보도폭인 2.0m에서 건축완충존의 기준 폭인 0.6m를 제외한 1.4m로 기준이 다양하다(정우진·오홍운, 2019). 다른 기준으로는 보행자도로의 유효보도폭은 보행 지장 요인(가로등 기둥, 소화전 등)에 의한 방해 폭원을 제외하여 보도폭으로 활용할 수도 있다(국토해양부, 2013). 그러나 이 연구에서는 보행지장물보다는 보차혼용도로에서의 보행에 초점을 맞추기 위해 서울의 보행자 우선도로인 PPS(Pedestrian Priority Street)에서의 설 계유형별 보행행태를 관찰한 Lee and Kim(2021)의 연구를 참고하였다. 도로 양측의 가장자리 영역은 대략 전체 도로 면적의 절반 수준에 해당하였으며, 이처럼 좁은 보차혼용도로 내에 차량이 통행하는 일반적인 상황에서 보행자가 실질적으로 다닐 수 있는 면적은 도로 전체가 되기 어려움을 확인하였다.

(2) 보행환경 관련 연구

이 연구에서 가로별 보행밀도 변화패턴에 대한 깊이 있는 해석을 위해 주변 환경 변수 설정과 관련해 다음과 같은 선행연구를 검토하였다. 기존 연구는 보행밀도나 보행량과 보행환경 간 영향 관계보다는 보행친화도, 보행만족도, 보행쾌적성 등과 연관된 것이 주를 이루었다. 먼저, 가로 단위의 보행환경(보행친화도 및 가로활력도) 평가의 틀을 마련한 김승남·이소민(2016) 연구에서는 보행량, 선택적·사회적 활동 비율, 평균 지속시간 등의 지표를 활용하였다. 다만 해당 개념은 주로 가로환경보다는 보행자‘시설’을 대상으로 주로 사용되는 개념이라는 점에서 가로환경에서의 기준 마련을 위한 추가 연구가 일부 진행된 바 있다. 일례로, 반동인(2015)의 연구에서는 보행만족도에 영향을 주는 보행환경 요소로 보차분리 여부, 보도 너비, 보행밀도, 1층부 식음 판매 비율, 나무 그늘 수 등을 검토하였다. 여혜진·이창(2012) 연구에서는 출퇴근 시 혼잡한 밀도로 인한 ‘떠밀림 현상’을 개선하기 위해서 보행 채널(Pedestrian Channel)의 다양화를 모색하였는데 용도지역 특성, 도로 결절점, 교통시설 등 다양한 요소를 분석하였다. 박철영·이수기(2016)의 연구에서는 도로 혼잡도, 버스 정류장 수, 가로수 수 등의 특성 변수를 사용하여 보행자 교통사고 발생과 가로환경 특성 간의 영향 관계를 분석하였다.

[표 2-4] 선행연구 검토 목록

저자	연도	제목	연구 내용/시사점
Lee and Kim	2021	Perceived Safety and Pedestrian Performance in Pedestrian Priority Streets (PPSs) in Seoul, Korea: A Virtual Reality Experiment and Trace Mapping	서울의 보행자 우선도로인 PPS에서의 설계유형별 보행행태를 분석함. 결과를 통해 도로 양측의 가장자리 영역이 도로 전체 면적의 절반 수준에 해당한다는 것을 확인함
정우진·오흥운	2019	보행밀도를 고려한 보행전용존 폭의 연구	현행 법과 지침상의 보행전용존의 최소 유효폭을 참고하여, 보행밀도를 고려한 보행전용존 폭에 대해 연구함
김승남·이소민	2016	가로 단위 보행환경 평가체계 개발 연구	가로 단위의 보행환경(보행친화도 및 가로활력도) 평가의 틀을 마련하기 위해 보행량, 평균 지속시간 등의 지표를 활용하여 분석함
박철영·이수기	2016	가로환경 특성이 보행자 교통사고에 미치는 영향 분석: 가로 세그먼트 분석 단위와 공간통계모형의 적용	보행자 교통사고 발생과 가로환경 특성 간의 영향관계를 분석하기 위해 도로 혼잡도, 버스정류장 수 등의 지표를 활용하여 연구함

저자	연도	제목	연구 내용/시사점
반동인	2015	보행환경요소를 반영한 보행서비스 수준 평가기준 개선에 관한 연구	보행만족도에 영향을 주는 보행환경 요소로 보차분리여부, 보도너비, 보행밀도, 1층부 식음 판매 비율 등의 지표를 활용하여 보행서비스수준을 분석함
김기현 외	2014	상업가로의 물리적 특성과 보행밀도와와의 연관성 분석	가로망(격자/비격자) 특성이 보행밀도와 가로의 물리적 특성 간 상호작용에 미치는 영향을 분석함
국토 해양부	2013	도로용량편람	도로계획 및 분석할 때의 기본이 되는 지침서로 대중교통, 보행자 시설 등에 대해 서비스 수준별 기준을 제시함
여혜진· 이창	2012	보행밀집지역의 보행채널 다양화 방안	혼잡한 시간대의 보행밀집지역의 보행을 개선하기 위해 보행채널의 다양화를 모색한 연구로, 용도지역특성, 교통시설 등의 요소를 활용하여 분석함

자료: 연구자 작성

2) 가로 단위 보행밀도 추정

Lee and Kim(2021)의 연구를 참고하여, 보차혼용도로에서 보행자가 주로 통행하는 면적인 보행면적 전체의 절반(1/2)을 일상에서의 ‘실질적 보행면적’으로 간주하였다. 앞서 살펴보았듯 일상적인 수준에서 보행자는 길 가장자리로 통행하게 되는데, 대부분의 보차혼용도로에서 차량이 다니는 중앙부는 실질적으로 보행자가 자유롭게 다니기 어려운 것이 현실이다(Lee and Kim, 2021). 보행자우선도로 사업을 통해 도로 중앙부까지도 보행자가 자유롭게 거닐고 또 차량은 자발적으로 감속하고 양보하는 행태가 유도되는 일부 지역이 존재할 수 있으나, 이 연구에서는 서울시 전체의 도로를 대상으로 하므로 차량 위주의 보차혼용도로가 대부분이다. 이러한 공간에서 보행량이 많아져 도로 중앙부까지 보행자가 다니게 된다면, 일시적으로 보행밀도가 조정될 수는 있지만 차량과의 충돌 위험도 커진다. 실질적 보행면적을 통해 밀도를 산정하는 경우에는 이러한 상황이 ‘과밀’로 분류될 수 있기 때문에 해당 지역과 시점을 더욱 면밀히 살필 수 있는 계기가 될 것으로 판단하였다. 더불어 이 연구에서 사용되는 데이터는 6개 시간대별 시간당 월평균 값으로 집계되어 특정 시점의 첨두값을 살펴볼 수 없으며, 일상적인 수준에서의 월별 “평균적인” 경향을 살펴볼 수 있다. 이러한 데이터 특성상 실질적 보행면적의 적용은 더욱 적절하다고 판단되며, 이를 통해 일상적으로 체감되는 보행밀도 지표를 도출할 수 있다. 단, 차량 통행이 가능한 3m 이상의

폭원 도로에만 이를 적용하였다. 차가 진입하기 어려운 폭원 3m 미만의 도로는 전체 면적을 보행 가능 면적으로 보았다. 가로면적은 가로별 길이와 폭원을 이용하여 추정하였다.

$$\begin{aligned} \text{가로 단위 보행밀도} &= \text{가로 단위 보행량(유동인구)} / \text{해당가로의 보행면적} \\ (\text{폭원 3m 이상인 경우}) \text{ 가로별 보행면적} &= \text{가로폭} * \text{가로연장} * (1/2) \\ (\text{폭원 3m 미만인 경우}) \text{ 가로별 보행면적} &= \text{가로폭} * \text{가로연장} \end{aligned}$$

3) 보행밀도 분석 과정

(1) 전체 시점 비교

보행밀도 분석에서는 가중평균 보행밀도를 사용하였는데, 이는 가로 단위 보행밀도를 도로 연장 비율에 기반해 행정동 단위로 가중평균하여 집계하였다(주중과 주말을 구분하여 수행). 분석 내용은 ① 전체 행정동에 대한 전체 시점의 시간당 평균 보행밀도를 산정하고 시각화 및 상위 5%의 지역을 검토하고, ② 전체 행정동에 대한 전체 시점의 최대밀도와 최소밀도의 격차(range)를 기반으로 상위 5%의 지역을 검토하였다.

$$\text{가로별 가중평균 보행밀도} = (\text{보행량} * \text{행정동 전체 가로 연장 대비 해당 가로 연장 비율}) / \text{가로면적}$$

(2) 월별 시점 비교

동일하게 주중과 주말을 구분하여 가중평균 보행밀도를 사용하였고 분석 내용은 ① 전체 행정동에 대한 월별 최대 보행밀도를 산정하고 상위 5% 지역을 검토한 후 1년간의 월별 순위에서 평균 순위가 가장 높은 상위 3개의 행정동을 추출하였다. ② 전체 행정동에 대한 월별 최대 및 최소 보행밀도 간 차이(range)를 산정하고 상위 5% 지역을 검토한 후 1년간의 월별 순위에서 평균 순위가 가장 높은 상위 3개의 행정동을 추출하였다.

(3) 과밀대응 우선지역에 대한 상세검토 및 지역 특성 분석

4개 유형의 월별 시점 비교를 통해 도출된 주중 최대 보행밀도 행정동 3개, 주말 최대 보행밀도 행정동 3개, 주중 최대격차 행정동 3개, 주말 최대격차 행정동 3개 총 12개

의 과밀대응 우선지역에 한정하여 사례연구(case study)를 수행하였다. 지역별 보행 밀도 추이 및 가로 단위 시각화, 고밀위험 링크의 시간대별 패턴 변화 등을 상세 검토 하고, 주변 환경 정보인 건물용도 및 주변 도로 면적 등의 정보를 바탕으로 행정동별 특성을 분석하였다.

[표 2-5] 보행밀도 분석 방법

공간 단위	분석 방법	내용
행정동	전체 시점 비교	(1) 전체 행정동에 대한 전체시점의 시간당 평균 보행밀도(mean density)를 산정하고 시각화 및 상위 5% 지역 검토 (2) 전체 행정동에 대한 전체시점의 최대밀도와 최소밀도의 격차(range)를 기반으로 상위 5% 지역 검토
	월별 시점 비교 	(1) 월별 최대 보행밀도(max density) 기준 비교 - Step1 전체 행정동에 대한 월별 최대 보행밀도(max density)를 산정하고 상위 5% 지역 검토 - Step2 일 년간의 월별 순위에서 평균 순위가 가장 높은 Top3 행정동 추출 (2) 월별 최대-최소 보행밀도 차이(range) 기준 비교 - Step1 전체 행정동에 대한 월별 최대 보행밀도와 최소 보행밀도의 차이(range)를 산정하고 상위 5% 지역 검토 - Step2 일 년간의 월별 순위에서 평균 순위가 가장 높은 Top3 행정동 추출
가로	과밀대응 우선지역 상세검토	- 추출된 과밀대응 우선지역에 한정하여 case study 수행 - 용도지역 및 건물용도 등의 주변환경 정보를 바탕으로 특성 분석

자료: 연구자 작성

03. 보행밀도 분석 결과

1_자치구 단위 보행밀도 분석

1) 자치구 단위 비교 방법

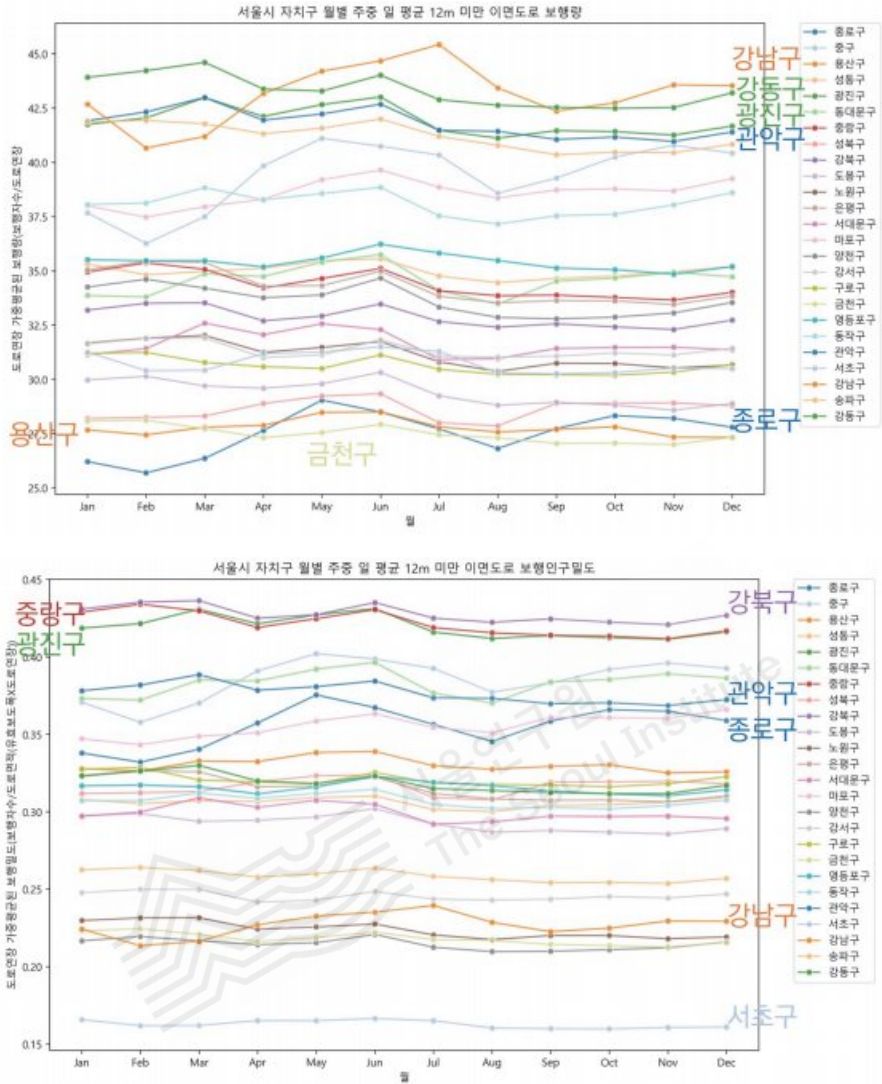
자치구 공간 단위 가중평균 집계 후, 월별 시간당 평균 보행밀도를 활용해 자치구별 주중·주말 보행량 및 보행밀도를 비교하였다.

자치구 단위 집계: $\frac{\text{link보행량}}{\text{link실질도로면적}} \times \frac{\text{link도로연장}}{\text{해당자치구의총도로연장}}$ 의 자치구별 합

2) 자치구 단위 분석 결과

(1) 월별 주중 보행량 및 보행밀도

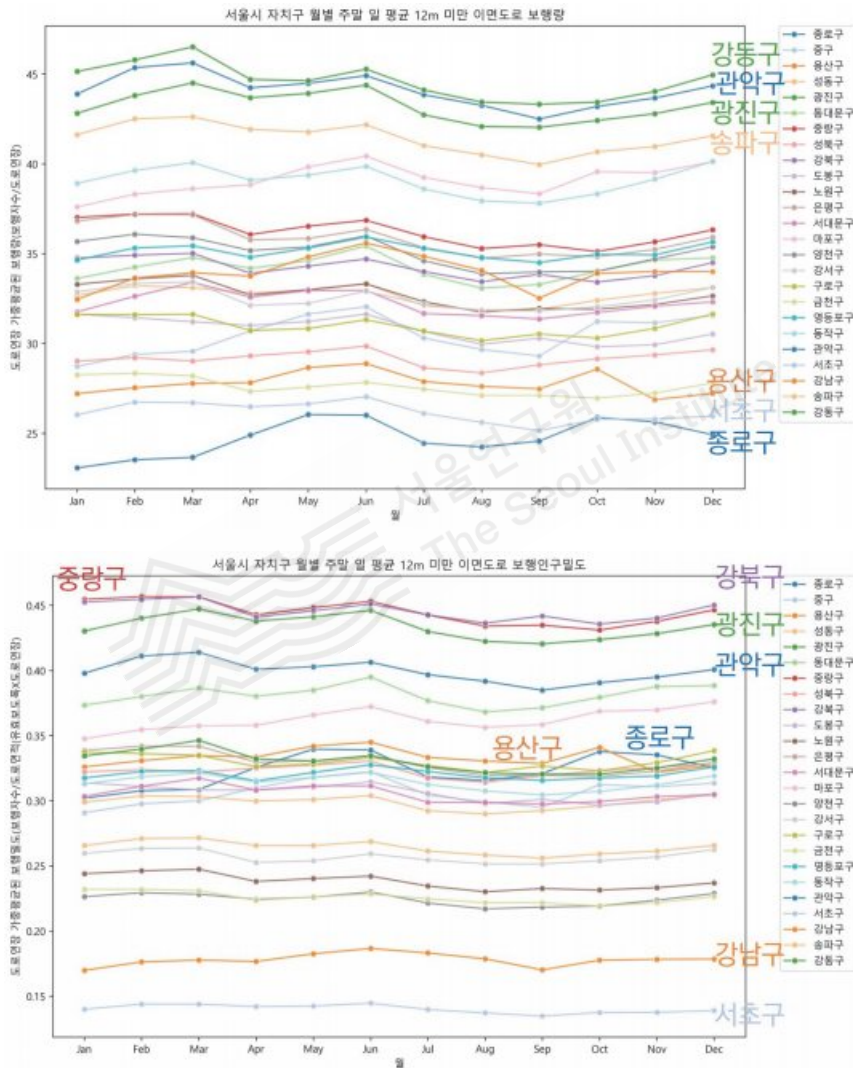
주중에는 강남구, 강동구, 광진구, 관악구 순으로 보행량이 많았고, 종로구, 용산구, 금천구는 적게 나타났다. 연중 강북구, 중랑구, 광진구의 보행밀도가 높게 나타나고, 서초구가 특히 낮은 값을 보였다. 강남구의 경우 주중 보행량은 크지만, 보행밀도는 다른 구와 비교해 상대적으로 작게 나타났다. 반면 용산구와 종로구는 보행량에서는 하위권에 위치하나, 보행밀도 환산 시 중상위권으로 순위가 상승하였다.



자료: 연구자 작성
[그림 3-1] 자치구별 주중 월별 평균 보행량(위) 및 보행밀도(아래) 추이

(2) 월별 주말 보행량 및 보행밀도

주말에는 강동구, 관악구, 강진구, 송파구 순으로 보행량이 많았고, 종로구, 서초구, 용산구는 적게 나타났다. 일 년 내내 강북구, 중랑구, 광진구의 보행밀도가 높게 나타나고, 서초구가 특히 낮은 값을 보였다. 보행량 기준 하위권에 속하는 종로구와 용산구는 보행밀도로 환산 시 중상위권에 위치하는 특징을 보인다.



자료: 연구자 작성

[그림 3-2] 자치구별 주말 월별 평균 보행량(위) 및 보행밀도(아래) 추이

2_행정동 단위 보행밀도 분석

1) 행정동 단위 비교 방법

행정동 공간 단위 가중평균 집계 후, 월별 시간당 평균 보행밀도를 활용해 행정동별 주중·주말 보행량 및 보행밀도를 비교하였다. 단, 행정동 단위에서는 보다 상세한 분석을 위하여 시간 단위에 따라 집계한 결과를 살펴봄으로써 과밀대응 우선지역을 도출하였다.

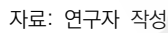
$$\text{행정동 단위 집계} = \frac{\text{link보행량}}{\text{link실질도로면적}} \times \frac{\text{link도로연장}}{\text{해당link행정동의총도로연장}} \text{의 행정동별 합}$$

2) 행정동 단위 분석 결과

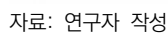
(1) 전체 시점 비교

① 시간당 평균 보행밀도(Mean density) 기준

주중 전체 시점에 대한 시간당 평균 보행밀도가 높은 상위 5% 행정동을 집계했을 때, 광진구 화양동, 종로구 창신2동, 종로구 승인1동, 동대문구 회기동, 구로구 구로4동 순으로 나타났다. 주말에는 광진구 화양동, 관악구 신림동, 종로구 창신2동, 구로구 구로4동, 종로구 승인1동 순으로 관찰되었는데 화양동과 창신2동은 주중과 주말 모두 높은 값을 보였다. 지면 관계상 생략하였으나, 보행량으로는 상위권에 강남구 및 서초구 일대의 행정동이 상당수 포함되었던 것과는 상이하다는 점이 주목할 만하며 이는 자치구 단위로 살펴본 것과 일치한다.



[그림 3-3] 주중·주말 평균 보행밀도 상위 5% 행정동

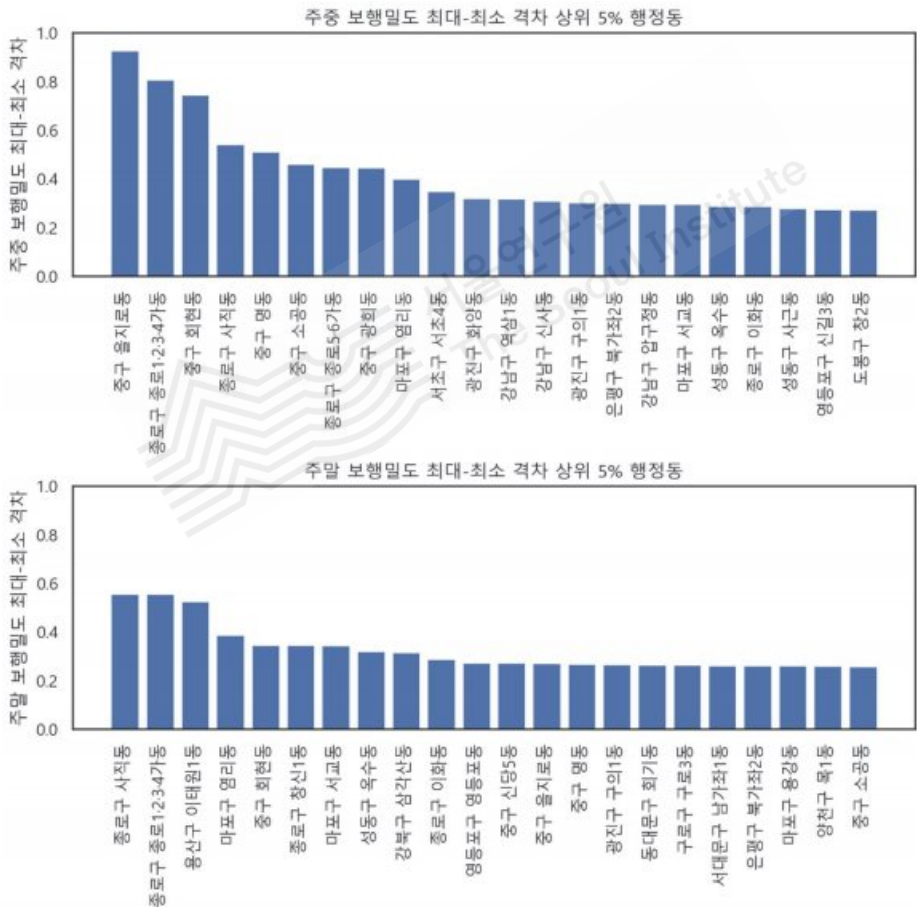


자료: 연구자 작성

[그림 3-5] 주말 평균 보행밀도 상위 5% 행정동 분포

② 최대밀도와 최소밀도의 격차(Range) 기준

주중 전체 시점에 대한 최대 보행밀도와 최소 보행밀도의 격차가 큰 상위 5% 행정동을 집계했을 때, 중구 을지로동, 종로구 종로1·2·3·4가동, 중구 회현동 순으로 나타났다. 주말에는 종로구 사직동, 종로구 종로1·2·3·4가동, 용산구 이태원1동 순으로 관찰되었는데, 종로1·2·3·4가동은 주중과 주말 모두 높은 값을 보였다. 격차로 보았을 때 종로구와 중구에 상위 행정동이 집중된 것을 볼 수 있다. 지면 관계상 생략하였으나 보행량을 지표로 할 때 격차 상위권에 서초구, 강남구의 행정동이 다수 포함된 것과는 상이한 결과였다. 따라서 보행밀도 관점에서의 접근은 보행량과는 또 다른 시사점을 발견하게 할 수 있는 지표로서 중요함을 알 수 있다.



자료: 연구자 작성

[그림 3-6] 주중·주말 보행밀도 격차 상위 5% 행정동

(2) 월별 시점 비교

① 최대 보행밀도(Max density) 기준 - 주중

주중 월별 최대 보행밀도 기준으로 상위 5% 행정동을 집계하여 34개의 동을 추렸다. 월별 최대밀도 상위 5% 값의 단순평균값인 0.739 이상인 값은 클수록 더 진한 붉은 색으로 표시하였으며, 값의 절대적인 크기와 최상위권의 빈도수를 고려하여 주의대상 및 Top3 행정동을 선정하였다. 주의 대상 행정동은 종로구 창신2동, 중구 회현동, 관악구 신림동, 종로구 종로5·6가동, 종로구 송인1동, 구로구 구로4동, 중구 광희동, 종로구 교남동의 8곳으로 최대 보행밀도가 높은 수준으로 월마다 자주 관찰된 곳이다. 특히 중구 을지로동, 종로구 종로1·2·3·4가동, 광진구 화양동은 월별 1~3위권에 반복적으로 포함된 지역으로 판단되어 상세 분석 대상 지역(Top3)으로 선정하였다. [그림 3-8]에서는 이들 지역의 공간적 분포를 나타내며, [그림 3-9]에서는 월별 순위 변화를 확인할 수 있다. 최상위 밀도 순위는 연간 크게 변화가 없으며, 주의 대상 행정동 중에서는 동대문구 회기동의 순위 변화가 연말로 갈수록 급격히 높아지는 패턴이 관찰된다.

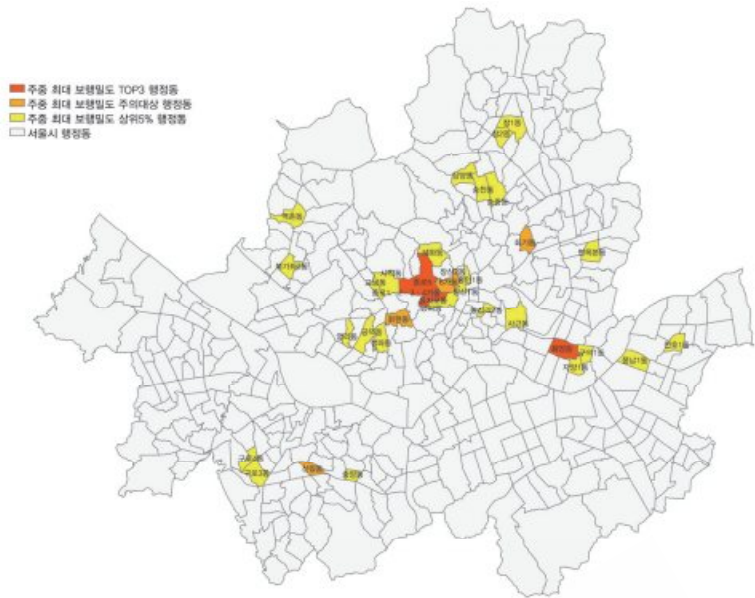
지역구분	주중 월단위 시험 최대밀도 값												주중 월단위 시험 최대밀도 순위											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
종로 불로동	0.99	0.89	0.93	1.06	1.07	1.05	1.08	0.98	0.99	1.03	1.08	1.08	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
종로구 종로1·2·3·4가동	0.89	0.82	0.82	0.92	0.98	0.95	0.97	0.90	0.92	0.98	0.98	0.96	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
광진구 화양동	0.85	0.83	0.89	0.90	0.93	0.90	0.86	0.85	0.87	0.87	0.87	0.89	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
종로구 창신2동	0.84	0.84	0.78	0.83	0.83	0.85	0.84	0.82	0.83	0.82	0.82	0.82	4	2	5	5	5	5	5	4	4	5	6	5
중구 회현동	0.76	0.68	0.71	0.84	0.89	0.87	0.85	0.77	0.81	0.86	0.86	0.83	5	11	10	4	4	4	4	6	5	4	4	4
관악구 신림동	0.76	0.77	0.79	0.79	0.82	0.82	0.82	0.80	0.78	0.79	0.79	0.79	6	5	4	7	7	6	6	5	7	7	8	8
종로구 종로5·6가동	0.74	0.71	0.73	0.79	0.82	0.80	0.79	0.75	0.78	0.81	0.82	0.80	7	9	7	6	7	7	7	6	6	5	6	6
종로구 송인1동	0.72	0.72	0.71	0.73	0.73	0.74	0.73	0.70	0.71	0.71	0.71	0.70	10	7	9	9	10	9	9	10	10	11	11	13
강북구 삼양동	0.73	0.74	0.73	0.73	0.72	0.73	0.71	0.70	0.69	0.70	0.72	8	6	6	10	11	10	11	11	11	13	13	9	9
구로구 구로4동	0.73	0.72	0.70	0.73	0.71	0.72	0.73	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	9	8	12	8	16	12	8	8	9	10	10	12
동대문구 회기동	0.65	0.66	0.71	0.74	0.76	0.72	0.71	0.78	0.77	0.79	0.79	0.79	20	25	16	13	8	8	10	9	8	8	7	7
광진구 구월1동	0.69	0.69	0.71	0.70	0.72	0.73	0.70	0.69	0.67	0.66	0.66	0.66	11	10	8	14	14	11	12	12	15	18	19	19
송파구 송남1동	0.67	0.67	0.65	0.66	0.72	0.72	0.69	0.68	0.69	0.69	0.69	0.70	13	13	17	18	13	13	14	13	14	14	15	11
광진구 자양1동	0.68	0.67	0.71	0.71	0.72	0.70	0.67	0.66	0.67	0.68	0.69	0.68	12	12	11	12	15	15	17	16	16	17	16	15
강북구 송천동	0.66	0.66	0.68	0.69	0.69	0.70	0.68	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	14	14	13	15	18	16	16	15	19	19	18	17
성동구 왕십리2동			0.67	0.72	0.74	0.71	0.68	0.68	0.69	0.69	0.69	0.67	38	37	14	11	9	14	15	14	13	16	17	16
중구 광희동	0.66			0.67	0.69	0.69	0.70	0.65	0.66	0.69	0.71	0.69	15	30	35	16	17	17	13	17	18	15	12	14
구로구 구로3동	0.64	0.63	0.63	0.66	0.67	0.68	0.66	0.65	0.65	0.65	0.64	0.65	18	19	22	17	20	18	18	18	20	21	20	21
용산구 청파동			0.66	0.65	0.65	0.66	0.63	0.62					25	23	15	19	21	21	19	20	25	26	28	31
강북구 송정동		0.63						0.62	0.63	0.63	0.64	0.64	23	18	23	29	28	26	19	22	22	22	21	21
종로구 사직동				0.64	0.72	0.67	0.63	0.62	0.67	0.73	0.69		40	48	40	20	12	19	20	21	17	9	14	23
도봉구 청2동	0.63	0.62				0.65							22	22	28	24	28	22	24	26	29	30	26	26
종로구 창신1동					0.67	0.66	0.63						28	27	27	27	19	20	21	31	31	28	25	25
마포구 공덕동							0.62					0.64	30	29	31	25	25	23	22	23	30	29	27	22
중랑구 면목본동		0.62						0.61					26	21	25	30	30	27	28	22	23	24	33	32
은평구 역촌동	0.63	0.64	0.64	0.63									19	17	19	22	27	26	25	28	38	41	42	42
종로구 교남동	0.63												21	24	24	35	33	30	27	25	27	32	36	33
성동구 사근동								0.63	0.64	0.65	0.66		50	51	33	26	23	24	36	37	21	21	20	18
관악구 봉암동			0.62	0.64	0.64								24	20	18	21	24	37	34	30	47	49	44	42
강동구 천호1동			0.64										35	32	20	28	41	39	42	39	43	45	49	45
종로구 예원동					0.65								62	61	41	38	22	41	44	38	26	25	23	38
서대문구 북가좌2동	0.64	0.64											16	15	30	39	42	44	41	41	61	63	62	61
도봉구 청1동	0.64	0.64	0.63										17	16	21	23	26	25	23	20	104	104	97	97
마포구 염리동								0.70	0.71	0.72	0.72		172	163	153	135	148	144	189	186	12	12	9	9

주: 주의대상 행정동 TOP3 행정동

주1: 월별 최대밀도 상위 5% 값의 단순평균(N=264) 0.739

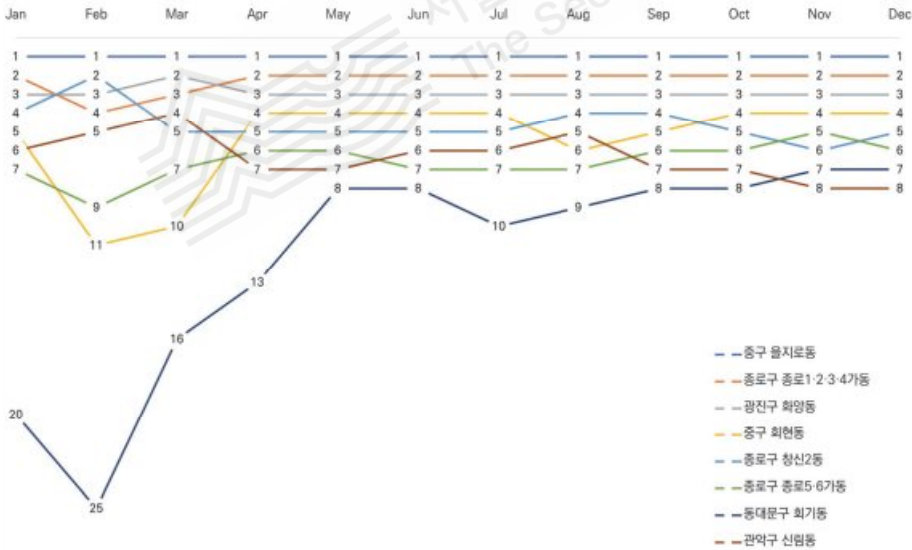
자료: 연구자 작성

[그림 3-7] 주중 월별 Max density 상위 5% 행정동



자료: 연구자 작성

[그림 3-8] 주중 월별 Max density 상위 5% 행정동 분포



자료: 연구자 작성

[그림 3-9] 주중 월별 Max density 상위권 다(多)빈도 행정동 순위 변화

② 최대 보행밀도(Max density) 기준 - 주말

주말 월별 최대 보행밀도 기준으로 상위 5% 행정동을 집계하여 37개의 동을 추렸다. 월별 최대밀도 상위 5% 값의 단순평균값인 0.693 이상인 값은 클수록 더 진한 붉은색으로 표시하였으며, 값의 절대적인 크기와 최상위권의 빈도수를 고려하여 주의대상 및 Top3 행정동을 선정하였다. 주의대상 행정동은 구로구 구로4동, 종로구 숭인1동, 강북구 삼양동, 동대문구 회기동, 성동구 왕십리2동, 광진구 구의1동, 종로구 종로1·2·3·4가동, 용산구 이태원 1동의 8곳으로 최대 보행밀도가 높은 수준으로 월마다 자주 관찰된 곳이다. 특히 광진구 화양동, 종로구 창신2동, 관악구 신림동은 월별 1~3위권에 반복적으로 포함된 지역으로, 상세 분석 대상 지역(TOPop3)으로 선정하였다. [그림 3-11]에서는 이들 지역의 공간적 분포를, [그림 3-12]에서는 월별 순위 변화를 확인할 수 있다. 최상위 밀도 순위는 연간 크게 변화가 없는 편이지만, 그 외 순위권은 월별 순위 편차가 크게 나타났다. 특히, 용산구 이태원1동은 4월부터 순위가 크게 상승했고 10월 순위는 2위로 치솟아 연간 최대 보행인구가 밀집한 것으로 보인다. 경험적으로 이전 연도에도 유사한 패턴이 발생하였으리라 추측할 수 있는데, 이러한 분석이 사전에 수행되었더라면 시기를 특정하여 집중관리 및 사고 예방이 가능했을 것으로 판단된다.

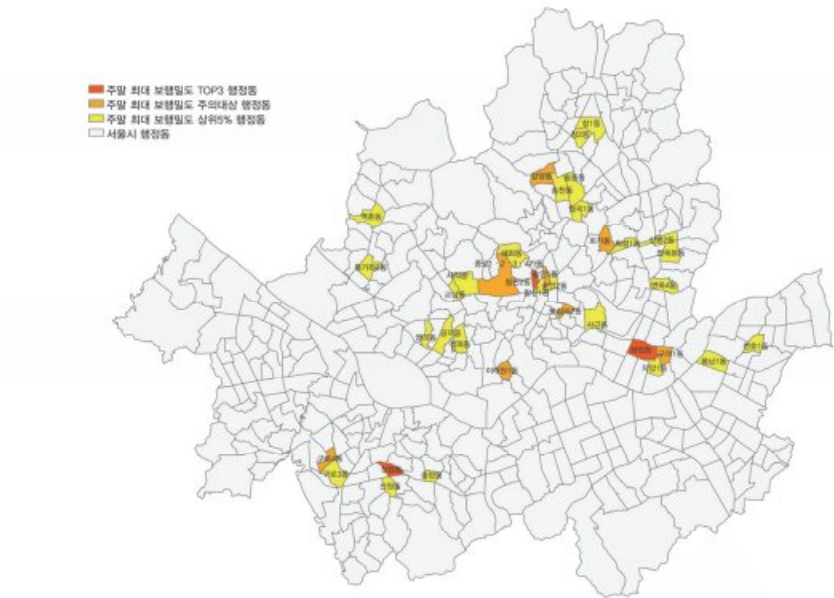
지역구분	주말 월단위 사정 최대밀도 값												주말 월단위 사정 최대밀도 순위											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
광진구 화양동	0.88	0.89	0.94	0.94	0.95	0.94	0.89	0.88	0.87	0.90	0.90	0.92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
종로구 창신2동	0.85	0.83	0.79	0.83	0.84	0.85	0.83	0.82	0.81	0.82	0.82	0.83	2	2	3	2	2	3	2	2	3	2	2	
관악구 신림동	0.77	0.80	0.81	0.80	0.83	0.85	0.84	0.82	0.77	0.79	0.81	0.82	5	3	2	3	2	2	3	4	4	3	3	
구로구 구로4동	0.79	0.78	0.77	0.79	0.77	0.79	0.78	0.78	0.78	0.77	0.77	0.76	3	4	4	4	5	4	4	3	5	5	5	
종로구 숭인1동	0.77	0.78	0.76	0.77	0.78	0.78	0.74	0.72	0.74	0.74	0.74	0.72	4	5	5	5	4	5	5	6	7	6	6	
강북구 삼양동	0.74	0.74	0.74	0.71	0.73	0.72	0.70	0.69	0.69	0.69	0.69	0.72	6	6	6	7	6	7	7	7	10	9	7	
동대문구 회기동	0.61	0.61	0.64	0.69	0.72	0.74	0.71	0.70	0.74	0.76	0.77	0.78	20	22	12	9	8	6	6	6	5	6	4	
성동구 왕십리2동	0.61	0.65	0.70	0.72	0.72	0.71	0.67	0.66	0.67	0.69	0.69	0.69	19	12	7	6	7	9	10	10	9	11	8	
용산구 이태원1동	0.67	0.69	0.65	0.65	0.70	0.69	0.69	0.67	0.67	0.68	0.68	0.69	8	8	11	13	9	10	9	9	10	13	12	
광진구 구의1동	0.58	0.70	0.70	0.68	0.69	0.71	0.69	0.67	0.64	0.64	0.64	0.65	7	7	8	10	11	8	8	13	18	18	15	
강북구 숭인동	0.66	0.67	0.68	0.68	0.68	0.69	0.67	0.66	0.65	0.65	0.66	0.67	9	10	10	11	14	13	11	11	11	16	14	
광진구 화양1동	0.66	0.67	0.69	0.69	0.69	0.69	0.65	0.64	0.63	0.66	0.66	0.66	10	9	9	8	13	14	12	13	15	14	15	
구로구 구로3동	0.62	0.62	0.63	0.66	0.66	0.66	0.65	0.64	0.63	0.64	0.64	0.65	15	20	19	15	17	16	13	14	19	19	20	
강북구 수유동	0.62	0.63	0.64		0.63	0.64	0.62	0.63	0.63	0.63	0.64	0.65	14	16	16	23	21	18	15	15	16	20	19	
종로구 숭인2동				0.64	0.66	0.66	0.60	0.62	0.65	0.66	0.64	0.64	27	25	31	16	18	17	22	18	19	16	13	
종로구 창신1동	0.61	0.62		0.65	0.69	0.67		0.61	0.64	0.65	0.64	0.64	21	21	30	14	12	15	30	30	21	17	16	
종로구 종로1·2·3·4가동				0.64	0.70	0.69	0.60	0.61	0.64	0.74	0.71	0.66	45	44	45	17	10	12	21	16	14	8	7	
용산구 청파동		0.62	0.64	0.62		0.63	0.61	0.60					25	19	13	21	24	21	17	20	29	30	29	
도봉구 회2동	0.62					0.63							16	23	25	24	26	22	23	25	26	28	24	
중랑구 상봉2동						0.61							24	27	28	29	23	23	18	23	23	24	23	
중랑구 면목분동	0.62	0.62	0.62				0.60	0.61					17	17	21	26	32	30	28	19	20	25	31	
마포구 금곡동						0.61	0.59			0.61	0.63		29	29	26	27	27	25	19	22	30	27	22	
안양구 역촌동	0.63	0.64	0.64	0.62			0.60						13	14	14	22	25	27	20	28	34	36	37	
종로구 예학동					0.63			0.60		0.63	0.68	0.64	47	38	37	34	19	24	24	17	24	21	11	
종로구 교남동	0.62	0.62	0.62					0.60					18	18	20	32	33	31	29	27	22	26	32	
관악구 신림동							0.59			0.61			32	30	23	31	34	36	26	21	28	23	23	
중랑구 면목4동	0.61												22	24	24	33	40	34	33	24	27	35	27	
성북구 월곡1동						0.64							37	37	37	25	28	20	27	34	33	38	34	
관악구 중앙동		0.63	0.63	0.63	0.63								26	15	18	19	20	38	35	33	51	51	39	
용산구 이태원1동					0.65	0.67	0.69	0.63	0.65	0.65	0.63	0.83	42	46	36	12	15	11	14	12	12	2	122	
성동구 사근동												0.63	64	51	38	37	30	29	37	39	32	29	25	
강동구 천호1동			0.63										33	32	17	20	37	40	40	37	39	45	48	
서대문구 북가좌2동	0.64	0.64	0.62										12	13	22	35	38	44	38	38	57	64	60	
종로구 사직동				0.64	0.67				0.63	0.74	0.65		101	83	88	18	16	26	46	40	17	9	17	
동대문구 회기1동										0.61		0.62	65	54	51	52	55	48	47	32	25	22	24	
도봉구 창1동	0.65	0.65	0.64	0.63	0.63	0.64	0.61						11	11	15	20	22	19	16	67	82	88	79	
마포구 연리동									0.68	0.68	0.69	0.69	171	160	165	166	170	167	183	168	8	12	10	
주의대상 행정동												TOP3 행정동												

주의대상 행정동 TOP3 행정동

주1: 월별 최대밀도 상위 5% 값의 단순평균(N=264) 0.693

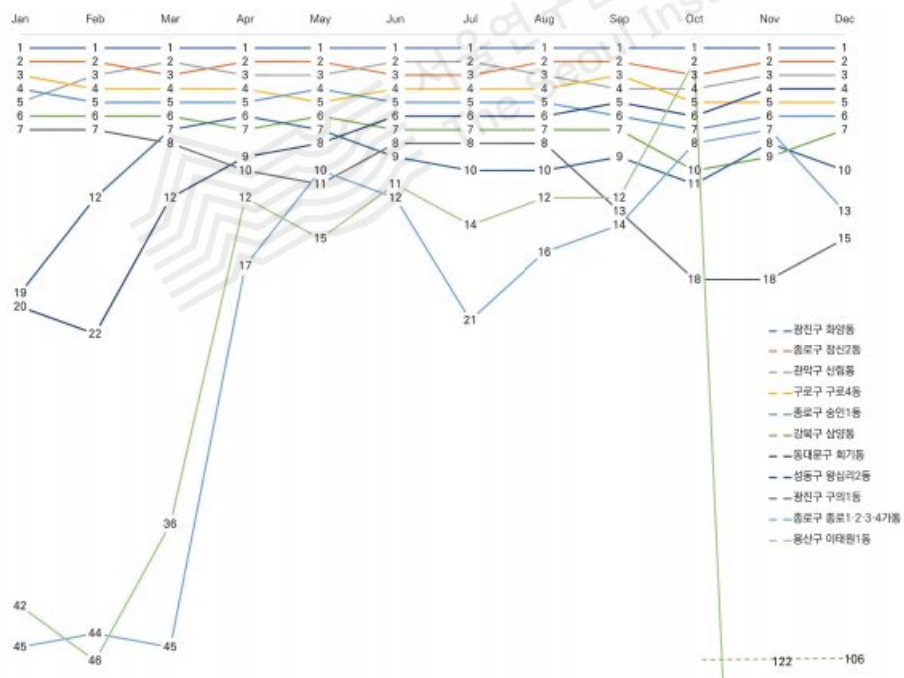
자료: 연구자 작성

[그림 3-10] 주말 월별 Max density 상위 5% 행정동



자료: 연구자 작성

[그림 3-11] 주말 월별 Max density 상위 5% 행정동 분포



자료: 연구자 작성

[그림 3-12] 주말 월별 Max density 상위권 대(多)빈도 행정동 순위 변화

③ 최대밀도와 최소밀도의 격차(Range) 기준 - 주중

주중 월별 보행밀도 최대격차 기준으로 상위 5% 행정동을 집계하여 34개의 동을 추렸다. 월별 격차 상위 5% 값의 단순평균값인 0.348을 기준으로 그 이상인 값을 붉게 표시하고, 클수록 더 진하게 나타냈으며, 값의 절대적인 크기와 최상위권의 빈도수를 고려하여 상위 3개 행정동을 선정하였다. 주중에는 비교적 격차가 큰 지역이 연간 지속해서 격차가 크게 나타나는 경향이 관찰되었다. 중구 을지로동, 종로구 종로1·2·3·4가동, 중구 회현동, 종로구 사직동, 중구 명동, 중구 소공동, 종로구 종로5·6가동, 중구 광희동은 1~12월 중 한 번이라도 0.348 이상의 밀도격차를 보인 지역에 해당한다. 그중 중구 을지로동, 종로구 종로1·2·3·4가동, 중구 회현동은 월별 1~3위권에 반복적으로 포함된 지역으로, 상세 분석 대상 지역(Top3)으로 선정하였다.

[그림 3-14]에서는 주요 지역의 공간적 분포를, [그림 3-15]에서는 월별 순위 변화를 확인할 수 있다. 순위 변화는 비교적 많이 발생하지는 않은 것으로 보이는데, 주요 행정동이 주로 업무 밀집 지역임을 알 수 있고, 이들 지역은 출퇴근 인구로 인해 규칙적인 패턴이 관찰되는 것으로 짐작된다.

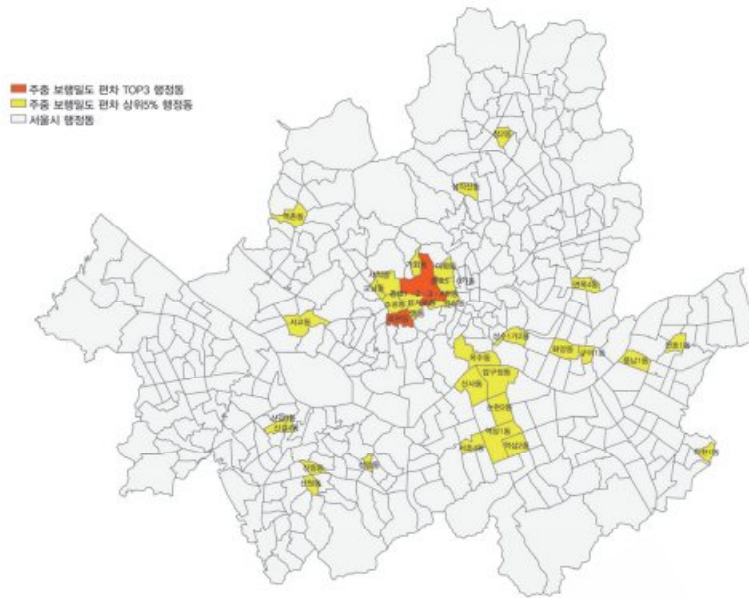
지역구분	주중 월별 max-min 차이 값												주중 월별 max-min 차이 값 순위											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
중구 을지로동	0.82	0.74	0.77	0.89	0.89	0.87	0.90	0.80	0.80	0.84	0.80	0.91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
종로구 종로1·2·3·4가동	0.71	0.64	0.63	0.73	0.77	0.75	0.77	0.69	0.72	0.77	0.78	0.76	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
중구 회현동	0.61	0.53	0.56	0.67	0.73	0.70	0.70	0.62	0.66	0.70	0.70	0.68	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
종로구 사직동	0.37	0.35	0.37	0.43	0.52	0.47	0.43	0.42	0.47	0.53	0.49	0.43	6	5	5	4	4	6	4	4	4	4	5	6
중구 명동	0.37	0.39	0.37	0.45	0.47	0.45	0.45	0.41	0.46	0.48	0.51	0.47	7	7	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4
중구 소공동	0.39	0.35	0.36	0.42	0.45	0.43	0.44	0.41	0.41	0.43	0.46	0.45	5	4	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5
종로구 종로5·6가동	0.36	0.34	0.35	0.39	0.41	0.41	0.40	0.37	0.39	0.41	0.42	0.40	8	8	7	8	7	7	7	7	7	7	7	7
중구 광희동	0.39	0.34	0.33	0.39	0.41	0.39	0.40	0.36	0.37	0.38	0.40	0.39	4	6	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8
서초구 서초4동	0.33	0.29	0.28	0.30	0.30	0.30	0.33	0.29	0.27	0.27	0.28	0.29	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
강남구 신사동	0.28	0.25	0.24	0.27	0.28	0.29	0.30	0.28	0.27	0.27	0.27	0.28	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10
강남구 역삼1동	0.27	0.23	0.22	0.26	0.27	0.28	0.30	0.27	0.25	0.27	0.28	0.28	11	11	12	11	12	11	11	11	11	12	10	11
광진구 화양동	0.22	0.20	0.22	0.25	0.27	0.25	0.23	0.22	0.25	0.24	0.26	0.24	18	21	13	12	11	12	17	16	13	15	13	15
강남구 압구정동	0.25	0.23	0.22	0.24	0.23	0.24	0.28	0.25	0.23	0.24	0.25	0.26	13	13	14	15	21	18	12	12	14	16	13	13
영등포구 신길3동	0.21	0.20	0.23	0.24	0.25	0.24	0.23	0.21	0.23	0.24	0.25	0.24	19	20	11	13	15	13	18	22	18	14	17	16
종로구 이화동	0.21				0.26	0.24	0.25	0.24	0.25	0.27	0.26	0.26	20	26	30	25	13	15	14	14	12	10	12	12
광진구 구의1동	0.24	0.23	0.21		0.24	0.24	0.26	0.24	0.23	0.23			23	15	12	15	23	19	14	13	13	15	20	20
마포구 서교동	0.24	0.22			0.24		0.24	0.23	0.22		0.23	0.25	14	15	23	26	20	23	15	15	21	23	21	24
도봉구 청2동			0.21	0.23	0.24	0.24	0.23	0.21	0.23	0.24	0.25	0.23	32	30	18	16	18	16	19	19	17	17	18	18
관악구 청림동			0.20	0.24	0.24	0.23	0.22		0.22	0.24	0.25	0.23	30	30	20	14	17	20	20	32	19	18	15	19
중랑구 면목4동	0.22	0.21	0.21	0.22				0.22	0.22				16	16	17	21	25	24	27	18	20	25	24	23
강남구 역삼2동	0.22	0.20		0.22		0.23	0.24	0.22				0.23	17	19	26	20	24	21	16	17	27	27	23	21
송파구 마천1동			0.21	0.23	0.23	0.22				0.22			31	23	19	18	22	22	25	26	24	22	26	29
관악구 신원동							0.22	0.21		0.23	0.23	0.23	26	25	24	24	30	29	22	21	25	21	22	22
종로구 교남동	0.21		0.20			0.25	0.23		0.22	0.22	0.24	0.23	60	53	32	33	33	30	28	25	26	32	31	31
송파구 풍납1동								0.22	0.22	0.24	0.24	0.23	60	53	32	29	16	19	23	23	22	19	17	17
강남구 논현2동													25	32	38	32	34	32	21	24	31	30	27	26
종로구 가회동				0.23	0.26	0.24			0.23	0.26	0.26		74	77	37	17	14	17	26	27	16	13	14	17
영등포구 신길4동		0.19											23	22	25	39	35	37	39	35	23	28	31	31
관악구 신림동											0.24		47	41	29	27	29	38	30	36	32	24	20	25
성동구 옥수동	0.25	0.22											12	14	34	34	36	27	38	44	46	46	28	24
은평구 역촌동			0.20	0.23									41	37	21	19	23	26	32	38	39	35	38	44
강북구 삼각산동		0.20					0.21						24	18	27	40	49	42	33	20	28	29	43	93
성동구 성수1·2동				0.22									40	45	39	22	26	31	31	39	51	50	52	51
강동구 천호1동	0.21	0.20	0.21										22	17	16	30	32	41	44	41	50	57	64	69

TOP3 행정동

주1: 월별 최대밀도 상위 5% 값의 단순평균(N=264) 0.348

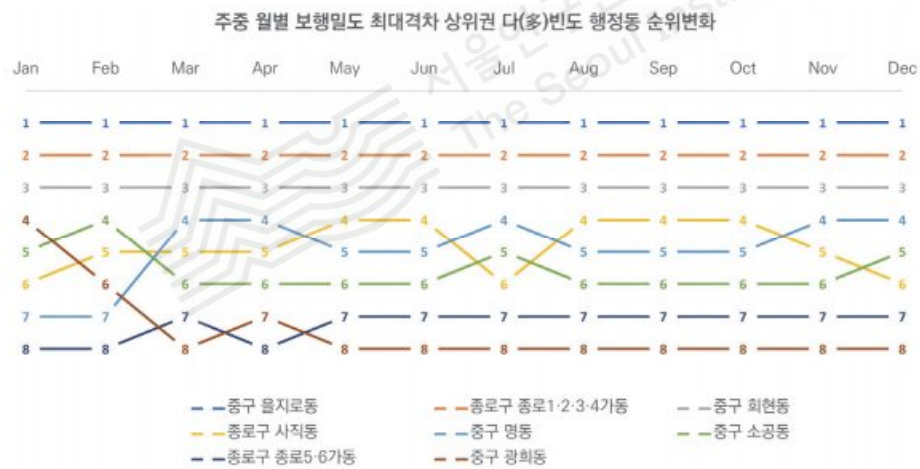
자료: 연구자 작성

[그림 3-13] 주중 월별 Range 상위 5% 행정동



자료: 연구자 작성

[그림 3-14] 주중 월별 Range 상위 5% 행정동 분포



자료: 연구자 작성

[그림 3-15] 주중 월별 Range 상위권 다(多)빈도 행정동 순위 변화

④ 최대밀도와 최소밀도의 격차(Range) 기준 - 주말

주말 월별 보행밀도 최대격차 기준으로 상위 5% 행정동을 집계해 31개의 동을 추렸다. 월별 격차 상위 5% 값의 단순평균값인 0.237을 기준으로 그 이상에 대해 붉은색으로 표시하였으며, 값의 절대적인 크기와 최상위권의 빈도수를 고려하여 상위 3개

행정동을 선정하였다. 종로구 종로1·2·3·4가동, 종로구 사직동, 중구 회현동, 마포구 서교동, 성동구 옥수동, 종로구 창신1동, 강북구 삼각산동, 구로구 구로3동, 서초구 반포3동, 중구 을지로동, 종로구 이화동, 용산구 이태원1동, 중구 소공동, 중구 명동, 양천구 목1동은 1~12월 중 한 번이라도 0.237 이상의 밀도 격차를 보인 지역에 해당한다. 그중 종로구 종로1·2·3·4가동, 종로구 사직동, 용산구 이태원1동은 월별 1~3위권에 반복적으로 포함된 지역으로, 상세 분석 대상 지역(Top3)으로 선정하였다. 4~6월(봄)과 9~11월(가을)에 특히 보행밀도 격차가 큰 것으로 파악됨에 따라, 나들이하기 좋은 계절에는 평소보다 더 많은 인파가 특정 시점에 집중적으로 몰려들 수 있음을 알 수 있다. 특히 용산구 이태원1동의 경우 다른 월에도 보행밀도 격차가 크지만, 10월에는 매우 큰 격차가 관찰된다. 이러한 지역은 특정 시점에 평소보다 더 많은 인파가 집중되어 예기치 못한 사고나 불편이 발생할 수 있으므로 특정 시점을 파악하여 사전에 대비하는 것이 매우 중요하다고 판단된다.

[그림 3-17]에서는 주요 지역의 공간적 분포를, [그림 3-18]에서는 월별 순위 변화를 확인할 수 있다. 을지로동과 이화동의 순위 편차가 월에 따라 비교적 크며, 이태원1동의 경우 지난해 참사로 인해 11월부터 방문객이 줄면서 격차 순위도 급감하였다.

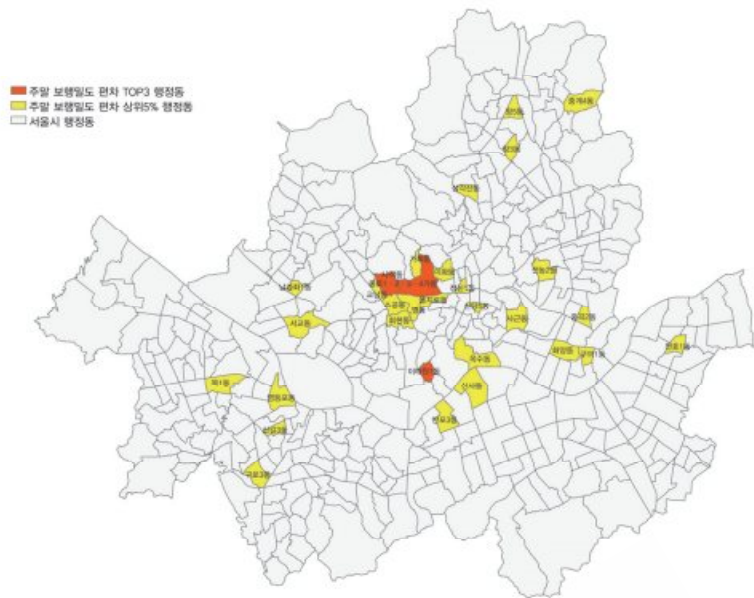
지역구분	주말 월별 max-min 차이 값												주말 월별 max-min 차이 값 순위											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
종로구 종로1·2·3·4가동	0.357	0.358	0.340	0.421	0.450	0.450	0.369	0.384	0.418	0.507	0.468	0.424	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1
종로구 사직동	0.265	0.288	0.301	0.434	0.462	0.424	0.336	0.346	0.435	0.536	0.450	0.321	3	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	3
중구 회현동	0.247	0.244	0.224	0.295	0.307	0.290	0.271	0.255	0.243	0.331	0.335	0.346	5	5	7	4	4	4	3	6	8	4	3	2
마포구 서교동	0.255	0.248	0.236	0.243	0.271	0.273	0.264	0.269	0.243	0.261	0.275	0.276	4	4	8	6	6	5	5	7	7	6	6	6
성동구 옥수동	0.283	0.274	0.294	0.250	0.269	0.270	0.249	0.233	0.248	0.252	0.284	0.283	2	3	5	6	7	7	6	9	6	9	5	4
종로구 창신1동	0.233	0.215	0.220	0.281	0.312	0.288	0.234	0.236	0.265	0.291	0.284	0.280	8	8	5	3	5	9	8	4	5	4	5	5
강북구 삼각산동	0.235	0.287	0.299	0.234	0.292	0.237	0.243	0.259	0.258	0.254	0.248		7	7	6	10	11	11	8	4	5	8	11	34
구로구 구로3동	0.200	0.200	0.207	0.244	0.250	0.246	0.227	0.232	0.218	0.228	0.217	0.209	11	12	11	7	8	8	10	10	10	14	13	13
서초구 반포3동	0.200	0.207	0.210	0.230	0.244	0.232	0.217	0.204	0.207	0.214	0.207	0.190	9	11	9	11	9	12	11	11	11	15	15	17
중구 을지로동	0.180	0.156	0.200	0.237	0.237	0.239	0.189	0.185	0.195	0.247	0.249	0.235	22	13	12	9	10	10	17	17	12	10	9	12
광진구 구덕1동	0.186	0.193	0.191	0.198	0.208	0.213	0.202	0.200	0.190	0.197	0.188	0.191	15	14	14	14	13	13	13	12	13	16	21	16
서대문구 낙파1동	0.208	0.208	0.208	0.205	0.201	0.197	0.184	0.188	0.187	0.188	0.197	0.209	10	10	10	12	16	19	19	15	16	22	16	14
종로구 이화동				0.231	0.245	0.245	0.248	0.221	0.272	0.273	0.257		24	34	39	27	12	9	7	7	9	6	7	9
영등포구 영등포동	0.190	0.184	0.178	0.183	0.197	0.207	0.210	0.190	0.188	0.189	0.206	0.241	13	18	20	21	19	15	12	13	15	21	14	10
노원구 중계4동	0.187	0.184	0.188	0.188	0.191	0.198	0.191	0.188	0.189	0.185	0.195	0.196	14	17	17	20	22	18	16	16	14	18	17	15
용산구 이태원1동	0.237	0.239	0.252	0.312	0.301	0.325	0.264	0.301	0.303	0.464			6	6	3	3	5	3	4	3	3	3	107	58
강남구 신사동	0.182	0.167		0.182	0.202	0.208	0.193	0.188		0.190	0.191	0.189	19	15	23	19	15	14	15	14	23	19	20	18
광진구 동국2동	0.181	0.176		0.194	0.194	0.195	0.179	0.180	0.179	0.186	0.184	0.184	21	22	25	17	21	21	22	19	19	17	18	20
종로구 교보동	0.186	0.179	0.175				0.185	0.178	0.185	0.180			16	20	22	24	27	23	18	20	17	20	23	19
중구 소공동				0.204	0.197	0.198	0.175	0.181	0.234	0.254	0.240		38	38	36	28	14	20	14	21	18	12	8	11
도봉구 창3동	0.184	0.180		0.195	0.189	0.200	0.180	0.184	0.173				18	19	27	16	18	17	21	18	22	25	28	33
광진구 화양동	0.182		0.193	0.193	0.196	0.194		0.169	0.175				20	29	13	18	20	22	23	22	20	28	30	27
중구 신당5동	0.189	0.210	0.191	0.198	0.199	0.203	0.181						12	9	15	15	17	16	20	24	25	37	43	47
도봉구 창5동	0.185	0.186	0.185										17	16	18	31	25	27	25	28	28	35	28	25
영등포구 신길3동		0.177								0.181	0.172	30	31	21	23	24	24	26	25	34	23	22	21	
강동구 천호1동		0.187	0.199										27	26	16	13	23	25	38	30	40	38	49	52
중구 명동								0.173	0.242	0.235	0.265		60	69	55	34	30	29	44	48	21	11	12	7
동대문구 전농2동		0.177	0.178										25	21	19	44	43	42	35	38	38	54	45	39
성동구 사근동									0.171	83	81	37	40	40	40	47	46	47	37	33	42	22		
종로구 가회동			0.180						0.232	0.191			121	102	90	22	28	38	79	68	32	13	19	77
양천구 목1동										0.249	0.260		87	78	72	85	84	93	97	95	111	50	10	8

TOP3 행정동

주1: 월별 최대밀도 상위 5% 값의 단순평균(N=264) 0.237

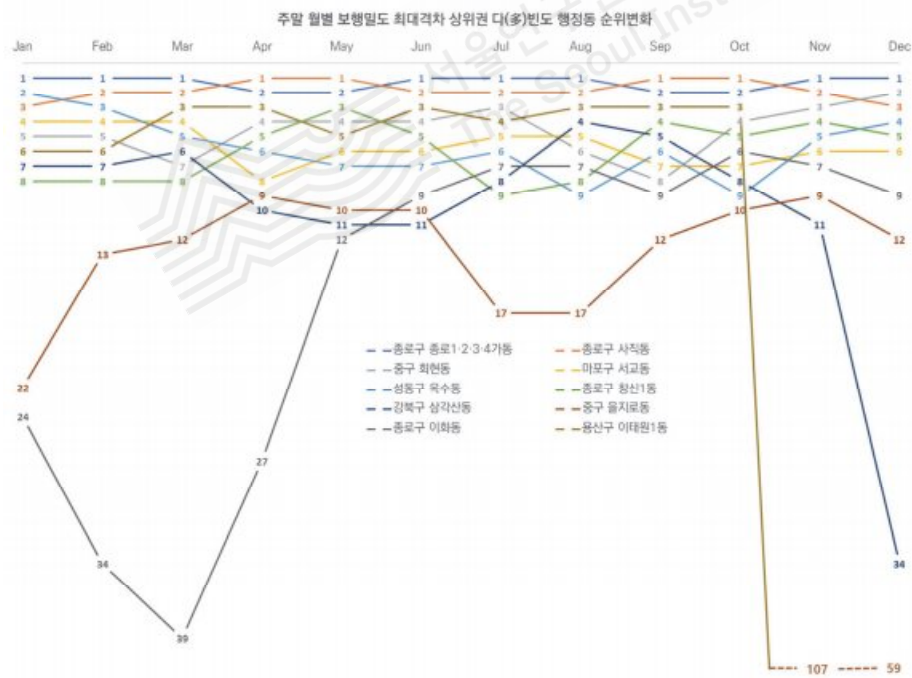
자료: 연구자 작성

[그림 3-16] 주말 월별 Range 상위 5% 행정동



자료: 연구자 작성

[그림 3-17] 주말 월별 Range 상위 5% 행정동 분포



자료: 연구자 작성

[그림 3-18] 주말 월별 Range 상위권 대(多)빈도 행정동 순위 변화

3_소결

자치구 단위의 보행량 및 보행밀도 월별 추이 분석에서 보행량과 보행밀도에서 높은 값을 보이는 자치구가 상이하게 나타났다. 특히 강남에 비해 실질보행면적이 상대적으로 작은 특성을 보이는 강북에 위치한 구일수록 보행량 대비 높은 보행밀도를 보임을 확인하였다. 이러한 결과는 단순한 보행량에 대한 파악뿐 아니라 해당 도로의 여건상 수용할 수 있는 수준을 어느 정도 벗어났는지를 살필 수 있는 보행밀도 개념의 필요성을 보여준다. 또한 행정동 단위의 보행밀도 분석 시, 보행밀도의 최댓값에 대한 과밀 위험성만을 제시하는 것이 아니라 보행밀도의 “격차”에 대한 관점으로 “급증 위험도”를 함께 살펴보았으며 집계하는 공간 단위와 시간 단위에 따라 다각적으로 검토함으로써 과밀위험지역을 선별할 수 있었다.

주중과 주말에 대해 월별 최대 보행밀도(Max density)와 월별 최대-최소 보행밀도 차이(Range)의 상위 5% 행정동은 총 69개로 4개의 카테고리에 대해 중복해서 상위권으로 나타나는 지역이 다수 발견되었다. 반복적으로 높은 보행밀도가 관찰되거나 짧은 주기로 보행밀도가 급변하는 지역뿐 아니라, 이태원1동과 같이 특정 월에 갑작스럽게 보행밀도가 평상시의 수준을 상당히 초과하는 경우도 관찰되었다. 상시 보행밀도가 높은 곳과 특정 월에 보행밀도가 급증하는 곳에 대한 대응 전략은 다르게 수립해야 할 것이다. 더불어 보행 과밀에 대해서는 이를 “해산”시키는 것만이 좋은 전략이 될 수 없으며 지역 활성화를 유지하는 동시에 편안하고 안전한 거리가 될 수 있도록 전략의 방향이 다루어질 필요가 있다.

[표 3-1] 분석 유형에 따른 월별 상위 행정동 합산

구분	Max density 상위 5%	Range 상위 5%	개수 합계
주말	37	31	68
주중	34	34	68
개수 합계	71	65	136

자료: 연구자 작성

다음 장에서는 과밀대응 우선지역으로 분류되는 지역에 대한 보다 세밀한 분석을 위하여 가로 단위에서 살펴보았다.

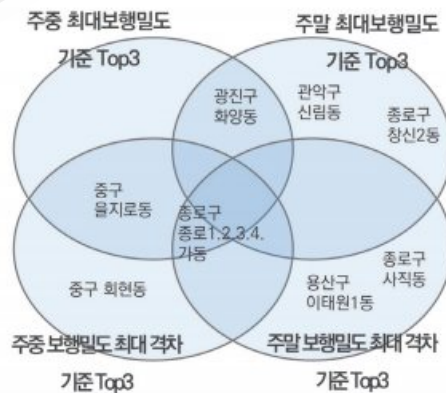
04. 과밀대응 우선지역 상세 분석

1_과밀대응 우선지역

1) 과밀대응 우선지역 8곳

앞서 분석한 결과를 바탕으로 과밀대응 우선지역으로 선정된 행정동은 총 8곳으로 종로구 종로1·2·3·4가동, 사직동, 창신2동, 중구 을지로동, 회현동, 광진구 화양동, 관악구 신림동, 용산구 이태원1동에 해당한다. 이들 지역 중 종로구 종로1·2·3·4가동과 중구 을지로동은 최대보행밀도(Max density)와 보행밀도 최대 격차(Range) 기준 모두에서 최소 한 번 이상 최상위권에 해당하였다. 광진구 화양동은 주중과 주말 모두 보행 밀집도가 높은 수준으로 나타났다.

지리적으로는 과밀대응 우선지역 대부분 한강 이북지역에 위치하며, 한강 이남지역에서는 관악구 신림동이 유일하게 선정되었다.



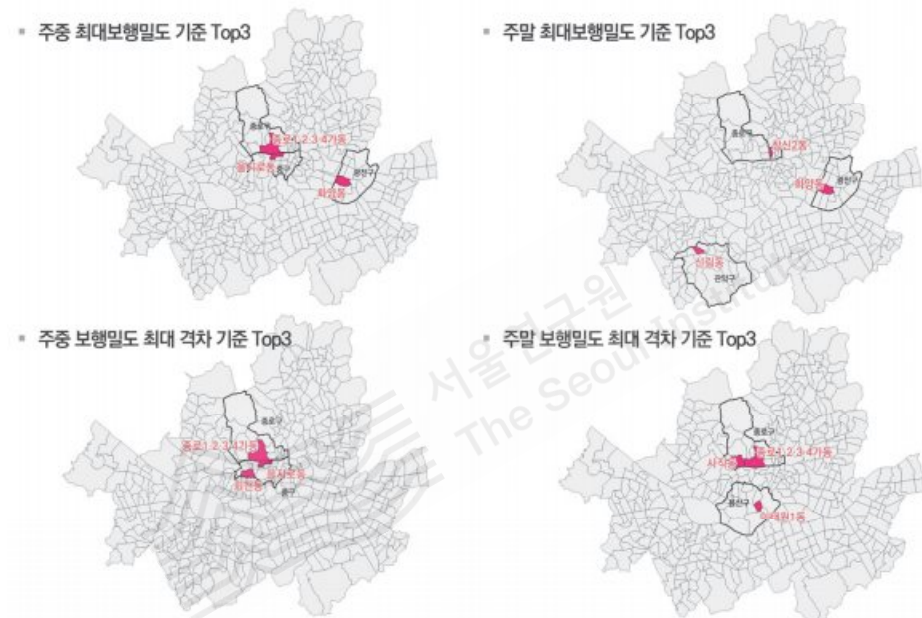
자료: 연구자 작성

[그림 4-1] 분석 유형별 과밀대응 우선지역 포함관계

[표 4-1] 분석 유형에 따른 과밀대응 우선지역 현황

구분	Max density Top3	Range Top3
주중	• 중구 을지로동 • 종로구 종로1·2·3·4가동 • 광진구 화양동	• 중구 을지로동 • 종로구 종로1·2·3·4가동 • 중구 회현동
주말	• 광진구 화양동 • 종로구 창신2동 • 관악구 신림동	• 종로구 종로1·2·3·4가동 • 종로구 사직동 • 용산구 이태원1동

자료: 연구자 작성



자료: 연구자 작성

[그림 4-2] 과밀대응 우선지역의 공간적 분포

2) 지역별 기본 현황

과밀대응 우선지역에 선정된 행정동별 연구 대상 도로에 기본 현황은 다음과 같다. 연구 대상인 도로 연장의 총합은 종로1·2·3·4가동이 33.3km로 가장 많았고 화양동, 신림동 순으로 이어졌다. 그 외 지역은 423개³⁾ 전체 행정동을 대상으로 산출한 연구

3) 연구 대상 가로가 전혀 포함되지 않는 행정동 송파구 잠실2동, 잠실7동과 노원구 상계8동이 제외되어 423개 행정동이 연구 대상의 전체 행정동으로 설정되었다.

대상 도로 총연장 평균값 14.8km(중앙값 14.2km)보다 낮은 수준에 해당하는 것으로 나타났다. 행정동별 연구 대상 도로가 차지하는 비중은 창신2동과 화양동이 각각 94.8%, 86.5%로 높게 나타났으며 사직동과 회현동이 각각 60.8%, 66.1%로 전체 도로 대비 좁은 보차혼용도로가 차지하는 비중은 서울시 전체 행정동 평균인 68.4%보다 낮은 수준이었다. 회현동은 주중 보행밀도 최대격차(Range)가 높게 나타나는 지역인데, 연구 대상 도로연장과 그 비율이 전체 행정동과 비교해서도 낮은 수준임에도 불구하고 존재하는 좁은 도로에 보행자가 급격히 몰리는 경우가 있다고 해석할 수 있다. 링크 단위로 살펴보면, 화양동의 도로링크가 569개로 가장 많았고, 회현동은 227개로 가장 적었다.⁴⁾ 평균적으로 보행밀도가 가장 높은 행정동은 을지로동과 창신2동이고 가장 낮은 지역은 이태원1동으로 나타났다. 이는 이태원1동의 경우 과밀에 기여하는 링크가 일부 지역, 일부 시기로 편중되었을 가능성이 있음을 시사한다.

[표 4-2] 과밀대응 우선지역 행정동별 도로현황 비교

행정동명	전체 도로연장(km)	연구 대상 도로연장(km)	연구 대상 도로 비율(%)
을지로동	19.3	14.4	74.22%
창신2동	14.2	13.5	94.80%
종로1·2·3·4가동	46.5	33.3	71.62%
화양동	24.5	21.2	86.48%
사직동	23.1	14.1	60.79%
회현동	16.4	10.8	66.12%
신림동	19.9	16.0	80.10%
이태원1동	15.9	12.4	78.43%
전체 행정동 평균(N=423)	20.8	14.8	68.40%

자료: 연구자 작성

⁴⁾ 도로링크는 일정한 길이로 구분되지 않았기 때문에, 링크 수의 많고 적음은 도로의 길고 작음과 관계가 없으며, 기초통계의 샘플 수로 이해하여야 한다.

[표 4-3] 과밀대응 우선지역 링크 단위 보행밀도 기초통계

행정동명	count	mean	std	min	25%	50%	75%
을지로동	388	1.66	1.39	0.13	0.70	1.20	2.19
창신2동	382	1.66	1.55	0.02	0.68	1.19	2.11
종로1·2·3·4가동	811	1.65	1.67	0.03	0.60	1.09	2.13
화양동	569	1.60	1.38	0.01	0.63	1.18	2.05
사직동	391	1.42	1.87	0.01	0.31	0.86	1.82
회현동	227	1.40	1.54	0.03	0.43	0.91	1.77
신림동	415	1.30	1.13	0.07	0.55	0.97	1.59
이태원1동	314	1.01	1.10	0.02	0.35	0.68	1.25

주: 전체 시점에 대한 밀도를 샘플로 기초통계 산출 ($N = \text{count수} \times 6(\text{시간대}) \times 2(\text{주중\&주말}) \times 12(\text{월})$)

자료: 연구자 작성

3) 지역별 주변 환경 특성

이 연구에서는 대략적인 주변 환경 파악을 위하여 건물용도별 연면적과 주변 지역의 도로 규모(면적) 변수를 활용하였다. 먼저, 연구 대상 도로의 주변 지역에 대한 100*100m 격자당 건물용도별 연면적을 바탕으로 행정동 단위로 집계하였다. 건물용도가 상업이나 업무 비중이 높은 지역인 을지로동, 종로1·2·3·4가동, 회현동은(상업, 업무 비율의 합이 각각 75%, 83%, 71%) 모두 주중 보행밀도 최대격차(Range) Top3에 해당하는 지역으로, 시간대별 격차가 높은 패턴이 특히 주중에 많이 나타나는 특징이 있었으며 다음 절에서 살펴볼 수 있듯이 주기적인 패턴으로 큰 격차가 관찰되었다. 또한 주거 비율이 각각 77%, 63%로 높은 창신2동, 화양동은 주말의 최대보행밀도(Max density)가 Top3에 해당하는 지역이며, 그다음으로 주거 비율이 높은 이태원1동과 사직동(각각 주거 57.35%, 43.5%)은 주말 Range Top3에 해당하는 지역인데 이 두 행정동은 동시에 상업 비율도 38.3%, 36.6%로 높은 수준에 속하는 특징이 관찰되었다.

다음으로, 연구 대상 링크 주변의 도로 규모는 건물용도 변수와 마찬가지로 격자당 집계 데이터 기반으로 행정동 단위 집계하여 살펴보았다. 전체 행정동($N=423$) 평균은 2,343m²보다 작은 지역은 사직동뿐이며, 그 외 7개 지역 모두 연구 대상 도로는 평균 이상 규모의 도로들과 인접할 가능성이 높다고 판단된다. 즉, 과밀대응 우선지역 들인 보행밀도의 수치가 높거나 또는 급격히 높아지는(격차가 큰) 좁은 도로들은 큰 도로에서 진입할 수 있거나 인접한 경우가 많다고 해석할 수 있다.

[표 4-4] 과밀대응 우선지역 건물용도별 연면적비

행정동명	주거 비율	상업 비율	산업 비율	업무 비율	교육 및 복지 비율	문화 및 집회 비율
을지로동	14.09%	60.35%	4.01%	14.64%	4.64%	1.49%
창신2동	77.26%	19.14%	0.03%	0.23%	2.35%	0.99%
종로1·2·3·4가동	7.44%	63.17%	0.56%	19.82%	4.58%	4.05%
화양동	62.91%	28.50%	0.02%	6.58%	1.86%	0.08%
사직동	43.53%	31.05%	0.04%	14.64%	7.51%	3.23%
회현동	20.87%	51.17%	0.52%	19.77%	3.59%	3.12%
신림동	42.98%	36.58%	0.01%	17.00%	1.08%	1.48%
이태원1동	57.35%	38.29%	0.06%	2.83%	0.97%	0.48%

자료: 연구자 작성

[표 4-5] 과밀대응 우선지역 대상가로 주변 도로규모(면적)

행정동명	count	mean	std	min	25%	50%	75%
을지로동	388	2763.1	951.5	1290.2	2119.3	2591.8	3374.6
창신2동	382	2050.8	464.8	1033	1797.4	2048.8	2254.3
종로1·2·3·4가동	811	2674.7	1167.8	549.6	1823.7	2570.1	3523.4
화양동	569	2448.2	732.8	697.7	2009.6	2274.7	2679.5
사직동	391	2341.2	985.3	242.9	1546.5	2213.2	2984.2
회현동	227	2537.8	1048	681	1737.8	2328.9	3208.4
신림동	415	2713.7	712.9	1589.4	2149.2	2651	3042.1
이태원1동	314	2135.8	638.3	101	1711.2	2045.1	2482.1

자료: 연구자 작성

2_분석 유형별 연간 보행밀도 변화

1) 최대보행밀도(Max density) 기준 Top3 행정동

(1) 주중 Top3 행정동

과밀대응 우선지역 중, 주중 최대보행밀도 기준 Top3 행정동에 해당하는 지역들의 일 년간 보행밀도 변화 추이를 시간대 단위로 나타냈다. 행정동 평균으로 보았을 때 세 지역은 약 0.2~1 범위에서 보행밀도 변화가 관찰되며 일 년간 비교적 일정한 주기성과 유사한 임계점을 유지하는 패턴을 보였다. 광진구 화양동은 상시로 0.6 이상 1 미만에서 변화하는 특징이 있는 반면에 종로1·2·3·4가동과 을지로동은 0.2에서 1 이상의 범위에서 변화하는 시간대별 큰 격차도 함께 관찰되었다. 이는 앞서 살펴본 행정동별 건물 용도에서도 구별되는 특징인데, 종로1·2·3·4가동과 을지로동은 상업과 업무 용도가 복합적인 동시에 두 용도의 연면적 비중이 매우 높았다.



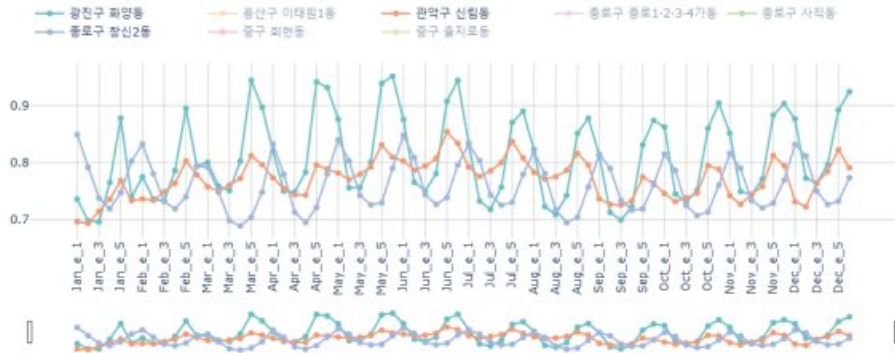
자료: 연구자 작성

[그림 4-3] 주중 Max density Top3의 보행밀도 추이

(2) 주말 Top3 행정동

과밀대응 우선지역 중, 주말 최대보행밀도 기준 상위 3개 행정동에 해당하는 지역들의 일 년간 보행밀도 변화 추이를 시간대 단위로 나타냈다. 행정동 평균으로 보았을 때 세 지역은 약 0.7~1 범위에서 보행밀도 변화가 관찰되는 것으로 보아 주중에 보았던 지역들보다 상시로 높은 수준의 보행밀도를 유지하는 곳으로 파악된다. 주중 대상지와는 달리 일 년간 월별 흐름에 따른 높낮이의 변화가 일정하지 않은 편이며 시간

대별 주기적 변화 또한 달라지는 것으로 나타났다. 이들 지역은 건물 용도별 연면적 비중이 주거 용도에 더 많이 해당하는 곳이지만, 상업 비율도 19.1~36.6%로 다소 분포하는 특성이 관찰되었던 곳이다.



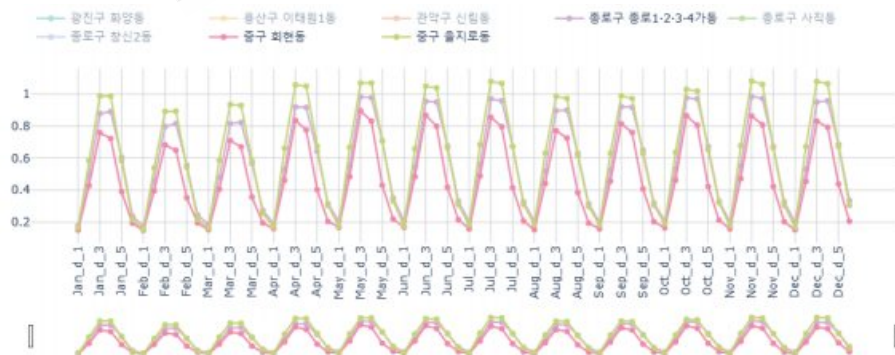
자료: 연구자 작성

[그림 4-4] 주말 Max density Top3의 보행밀도 추이

2) 보행밀도 최대격차(Range) 기준 Top3 행정동

(1) 주중 Top3 행정동

과밀대응 우선지역 중, 주중 보행밀도 최대격차 기준 Top3 행정동에 해당하는 지역들의 일 년간 보행밀도 변화 추이를 시간대 단위로 나타냈다. 행정동 평균으로 보았을 때 세 지역은 약 0.2~1 범위에서 보행밀도 변화가 관찰되며 일 년간 비교적 일정한 주기성과 유사한 임계점을 유지하는 패턴을 보였다.



자료: 연구자 작성

[그림 4-5] 주중 Range Top3의 보행밀도 추이

(2) 주말 Top3 행정동

과밀대응 우선지역 중, 주말 보행밀도 최대격차 기준 Top3 행정동에 해당하는 지역들의 일 년간 보행밀도 변화 추이를 시간대 단위로 나타냈다. 행정동 평균으로 보았을 때 세 지역은 약 0.2~0.8 범위에서 보행밀도 변화가 관찰되며, 1월부터 4월까지의 최고 보행밀도가 0.6 미만에 머무르지만, 이후 0.6 이상으로 치솟는 모습을 보였다. 주중에 보았던 지역들보다 격차가 크지는 않지만, 시기에 따른 변화가 관찰되었다.



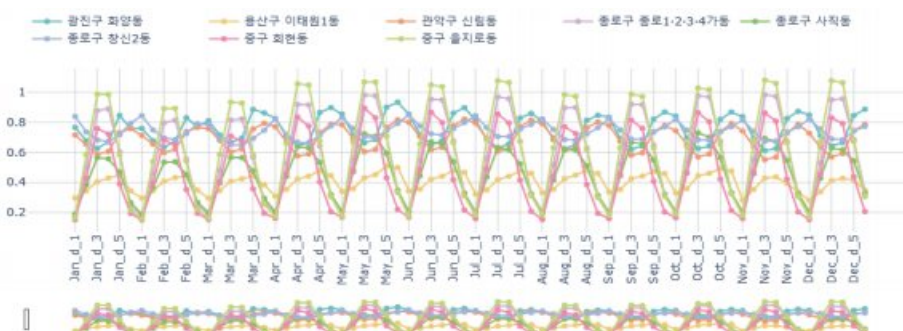
자료: 연구자 작성

[그림 4-6] 주말 Range Top3의 보행밀도 추이

3) 과밀대응 우선지역 전체 추이

(1) 주중 전체비교

다음 그래프는 과밀대응 우선지역에 해당하는 8개 행정동에 대하여 주중 시간대별 일 년간 흐름에 따라 보행밀도 추이를 나타낸 것이다. 지역별로 종합적인 보행밀도 수준과 격차에 관한 추이를 확인할 수 있다.

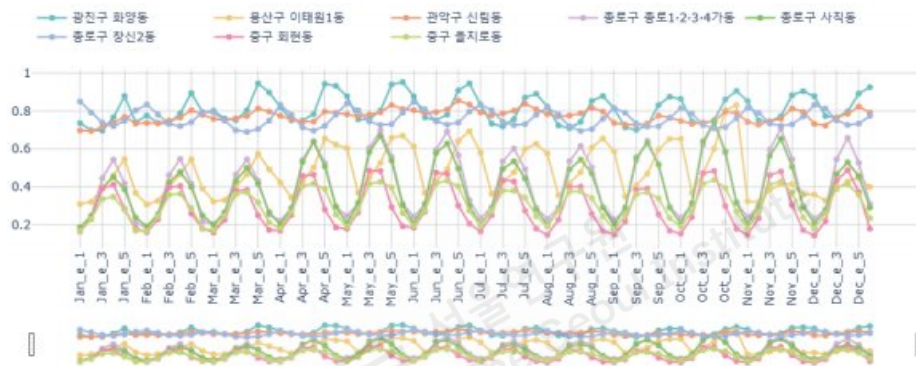


자료: 연구자 작성

[그림 4-7] 전체 과밀대응 우선지역의 주중 보행밀도 추이

(2) 주말 전체비교

다음 그래프는 과밀대응 우선지역에 해당하는 8개 행정동에 대하여 주말 시간대별 일년간 흐름에 따라 보행밀도 추이를 나타낸 것이다. 지역별로 종합적인 보행밀도 수준과 격차에 대한 추이를 확인할 수 있다. 화양동, 신림동, 창신2동의 경우 주중의 보행밀도 범위와 유사한 수준에서 유지되는 것을 관찰할 수 있으며, 주중에 격차가 크게 나타난 을지로동, 종로1·2·3·4가동, 회현동은 주말에는 시간대별 보행밀도 격차가 줄어드는 것을 알 수 있다. 또한 사직동과 이태원1동은 주중에는 비교적 시간의 흐름에 따라 주기적인 보행밀도 패턴을 보이지만 주말에는 연초와 비교하여 연말로 갈수록 최대 보행밀도(Max density)의 수준과 격차(Range)가 커지는 것을 확인할 수 있다.



자료: 연구자 작성

[그림 4-8] 전체 과밀대응 우선지역의 주말 보행밀도 추이

3_가로 단위 보행밀도 특성 분석

가로 단위 탐색에서는 과밀대응 우선지역에 대한 상세 분석을 위해 카테고리별로 가로 단위 시각화와 고밀위험 링크의 시간대별 패턴을 관찰하였다. 가로 단위 시각화에서는 보행밀도 등도수값을 기준으로 5급 간의 단계구분도로 나타냈다. 고밀위험 링크는 주중, 주말 최대 보행밀도 Top3 행정동에 속하는 링크의 최대보행밀도 시점의 상위 20% 밀도에 해당하는 링크(최대밀도 시점의 보행밀도가 시간당 2.061명/m² 이상인 링크)를 대상으로 하고, 최대격차 시점의 보행격차(해당 월 최대밀도 - 해당 월 최소밀도)가 시간당 1.5명/m² 이상인 가로를 대상으로 하였다.

1) 주중 최대보행밀도 기준 Top3 행정동

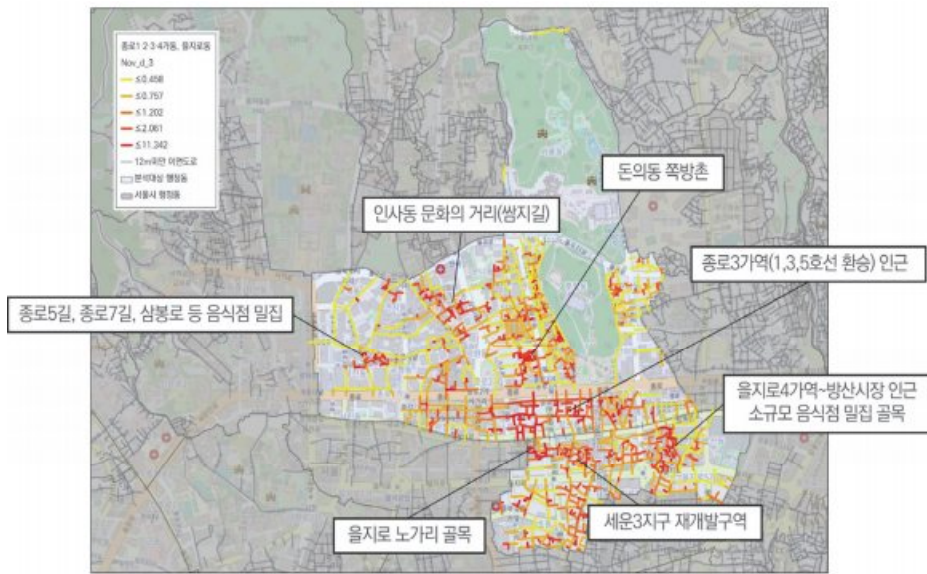
주중 최대보행밀도를 보이는 시간은 종로1·2·3·4가동과 을지로동의 경우 11월 11~14시, 화양동은 5월 21~24시로 나타났고 이를 기준으로 하여 행정동별 세부 분석을 수행하였다.

(1) 가로 단위 시각화

고밀 링크 인근에 대한 공간적 탐색을 수행한 결과 다음과 같이 나타났다. 종로 1·2·3·4가동에는 종로5길, 종로7길, 삼봉로 등 음식점이 밀집한 도로(종로3가 보쌈골목 등), 1,3,5호선 환승역인 종로3가역 인근, 인사동 문화의 거리(쌈지길) 등 보행 유발 요인이 분포해 있었다.

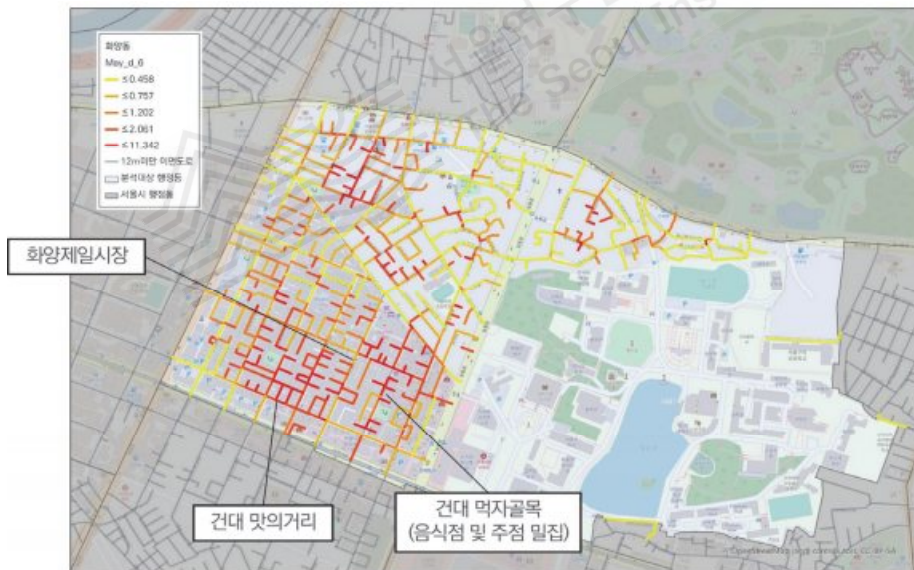
을지로동은 을지로4가역~방산시장 인근 소규모 음식점 밀집 골목, 세운 3지구 재개발구역, 을지로 노가리 골목 등의 지역에서 밀도가 높게 나타났다.

화양동은 건대 맛의 거리, 건대 먹자골목, 화양제일시장 등 음식점과 주점이 밀집된 상권 골목의 특성이 관찰되었다.



자료: 연구자 작성

[그림 4-9] 주중 Max density Top3 - 종로1·2·3·4가동, 을지로동 가로 단위 시각화



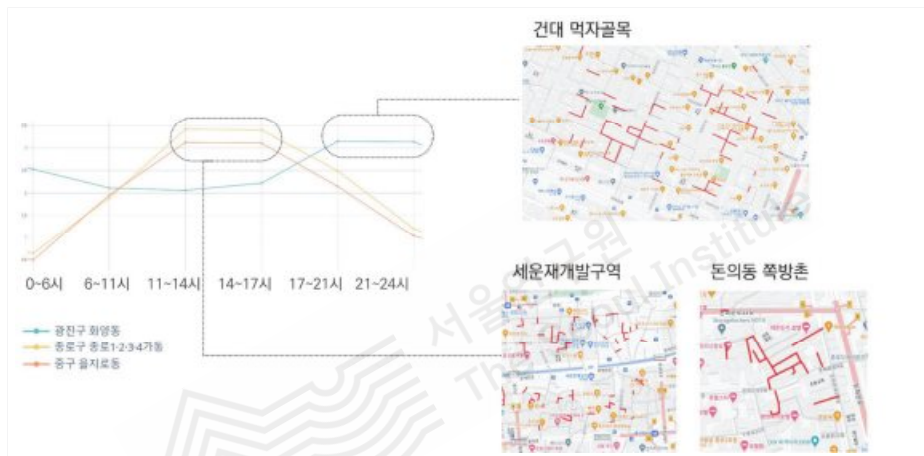
자료: 연구자 작성

[그림 4-10] 주중 Max density Top3 - 화양동 가로 단위 시각화

(2) 고밀위험 링크의 시간대별 패턴

고밀위험 링크를 관측한 시간은 주중 5월로 광진구 화양동의 최대 밀도 월이다. 종로 1·2·3·4가동과 을지로의 최대밀도 월인 주중 11월에도 같은 밀도변화 패턴을 보여 5월을 기준으로 3개 행정동을 비교하였다.

건대 먹자골목에 고밀위험 링크가 다수 분포하여, 화양동에서는 17~24시 시간대에 높은 밀도를 보인다. 을지로동의 세운 재개발구역 중심의 고밀위험 링크가 밀집 분포하는데 좁은 가로에 도심제조업이 밀집되어 있고 재개발이 진행 중이기 때문에 11~17시에 높은 밀도를 보이는 것으로 추정된다. 종로의 돈의동 쪽방촌의 경우에도 낮 시간 중심의 고밀 경향을 보인다.



자료: 연구자 작성

[그림 4-11] 주중 Max density Top3 - 고밀위험 링크 시간대별 패턴

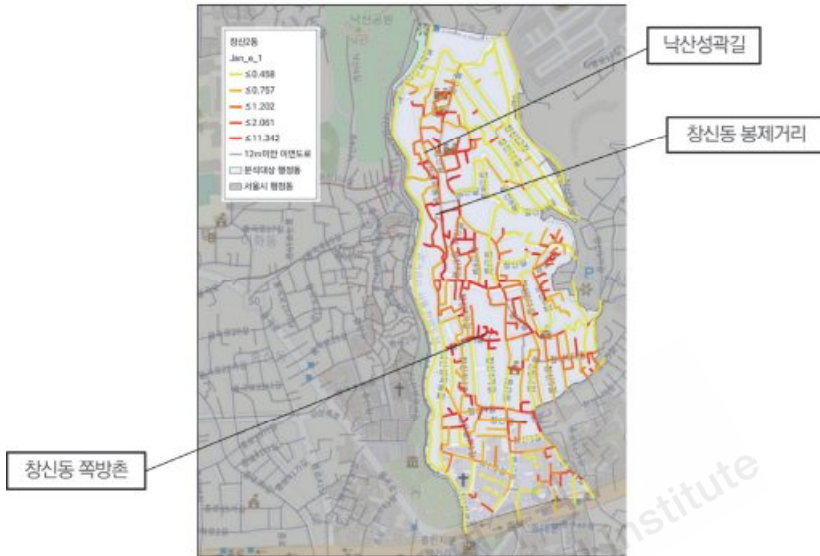
2) 주말 최대보행밀도 기준 Top3 행정동

주말 최대보행밀도를 보이는 시간은 화양동의 경우 5월 21~24시, 창신2동은 1월 0~6시, 신림동은 6월 17~21시로 나타났고 이를 기준으로 하여 행정동별 세부 분석을 수행하였다.

(1) 가로 단위 시각화

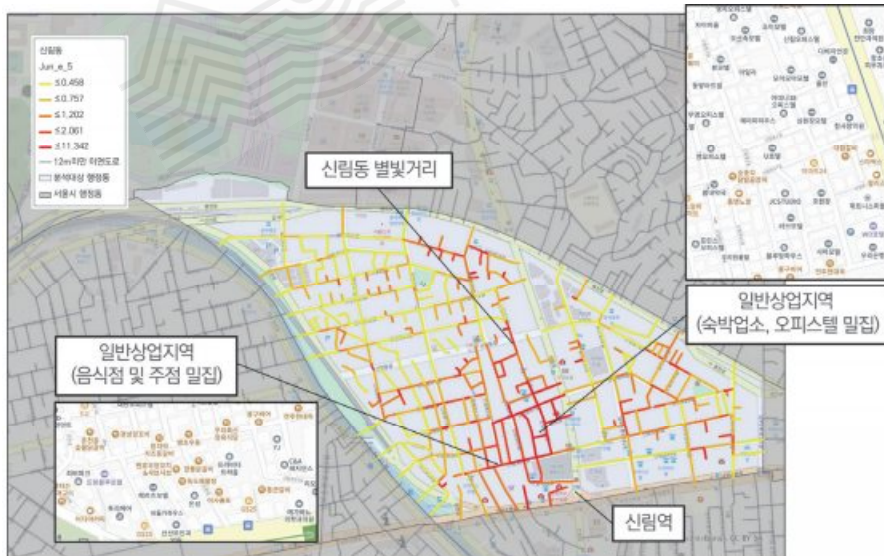
화양동에는 건대 맛의 거리, 건대 먹자골목, 화양제일시장 등 음식점 및 주점 밀집 골목 등이 있어 밤 시간대에 유동인구가 많은 편이고, 창신2동은 창신동 봉제거리,

쪽방촌, 낙산성곽길 등의 보행 유발요인이 있으며, 신림동은 신림동 별빛 거리, 신림역 북서쪽 일반상업지역(음식점 및 주점 밀집 구역, 오피스텔 및 숙박업소 밀집 구역) 등이 집중되어 있어 화양동과 마찬가지로 밤 시간대 보행인구가 많다.



자료: 연구자 작성

[그림 4-12] 주말 Max density Top3 - 창신2동 가로 단위 시각화



자료: 연구자 작성

[그림 4-13] 주말 Max density Top3 - 신림동 가로 단위 시각화

(2) 고밀위험 링크의 시간대별 패턴

주말 고밀위험 링크를 관측한 시간은 창신2동 1월, 화양동 5월, 신림동 6월이다. 창신2동에서는 주거지 간의 좁은 골목길 중심으로 고밀 링크가 분포한다. 이 점을 고려 하였을 때, 창신2동에서 새벽 시간대에 가장 밀도가 높은 것은 도로 폭이 좁아 주택 내 인구가 보행인으로 잡힌 가능성도 고려할 필요가 있다. 화양동은 주중 밀도에 비해 저녁-밤 시간대에 밀도 상승 폭이 크다. 이는 주중보다 주말에 더 많은 링크가 고밀 링크에 해당함을 의미한다. 신림동에서는 신림역 인근 특성이 드러나는데 준주거지역에서는 고밀위험 링크가 거의 보이지 않고 일반상업지역에서 저녁 시간대에 나타났다.



자료: 연구자 작성

[그림 4-14] 주말 Max density Top3 - 고밀위험 링크 시간대별 패턴

3) 주중 보행밀도 최대격차 기준 Top3 행정동

주중 최대-최소 보행밀도 최대 편차를 보이는 시간은 종로1·2·3·4가동 11월 11~14시, 을지로동 12월 11~14시, 회현동 5월 11~14시로 나타났고 이를 기준으로 하여 행정동별 세부 분석을 수행하였다.

(1) 가로 단위 시각화

앞서 설명한 종로1·2·3·4가동과 을지로동에 대한 해석을 제외하고 회현동에는 남대문 시장, 남대문 갈치조림골목, 남대문 칼국수골목 등 보행인구를 유발하는 좁은 가로가 밀집하여 분포해 있다.



자료: 연구자 작성

[그림 4-15] 주중 Range Top3 - 회현동 가로 단위 시각화

(2) 고밀위험 링크의 시간대별 패턴

회현동에서 밀도 급증 위험 링크는 남대문시장 내에 다수 분포한다. 시장 이용 보행객이 가장 많은 11~17시에 밀도가 급증, 17시 이후에 급감한다. 하지만, 12월에 인근 신세계백화점의 점등 행사로 보행객이 증가하여, 5월 대비 12월에 17시 이후 보행밀도가 증가하는 것으로 추측된다.



자료: 연구자 작성

[그림 4-16] 주중 Range Top3 - 고밀위험 링크 시간대별 패턴

4) 주말 보행밀도 최대격차 기준 Top3 행정동

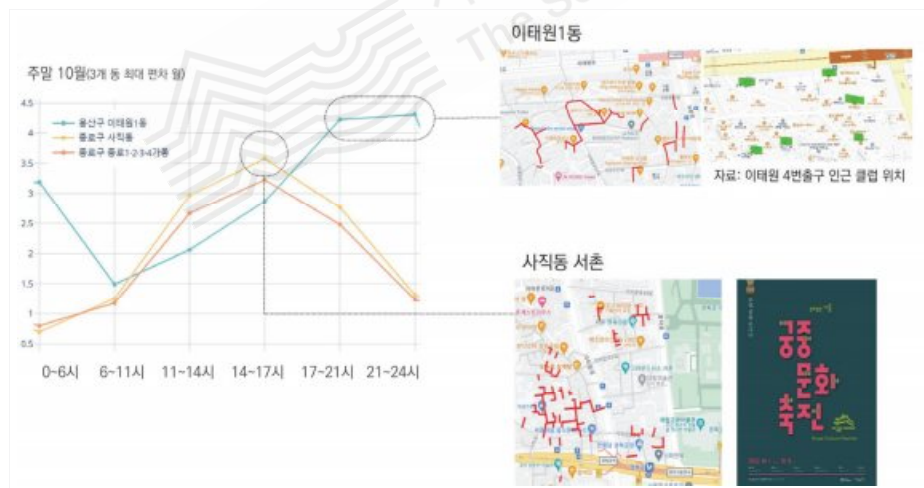
주말 최대보행밀도를 보이는 시간은 이태원1동, 종로1·2·3·4가동, 사직동 모두 10월로 나타나 이를 기준으로 분석하였다.

(1) 가로 단위 시각화

앞서 설명한 종로1·2·3·4가동에 대한 해석을 제외하고 이태원1동에는 세계음식특화거리(음식점 및 주점 밀집), 이태원역 인근 클럽 및 유흥업소 밀집 지역 등이 있어 밤 시간대에 보행인구가 집중되는 경향이 있다. 사직동은 서촌 한옥마을, 세종마을 음식문화거리, 경희궁 흥화문 등 문화유적지가 있어 방문객이 많은 편이다.

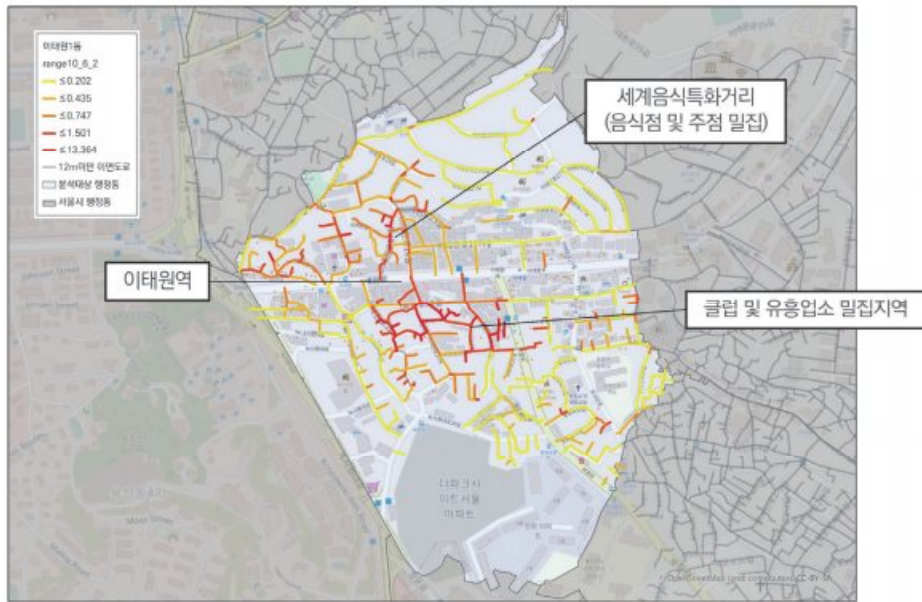
(2) 고밀위험 링크의 시간대별 패턴

이태원1동은 평 월에도 유흥시설 주변 주말 밀도 급증이 심한 지역이다. 특히 10월 마지막 주 주말 헬러윈 이벤트로 상업지역 및 클럽 부근 밀도가 급증한다. 경복궁 인근 사직동 서촌에 밀도 급증 위험 링크 다수 분포하는데, 2022년 10월 1일부터 10월 9일까지 진행된 궁중문화축전의 영향일 것으로 추측된다.



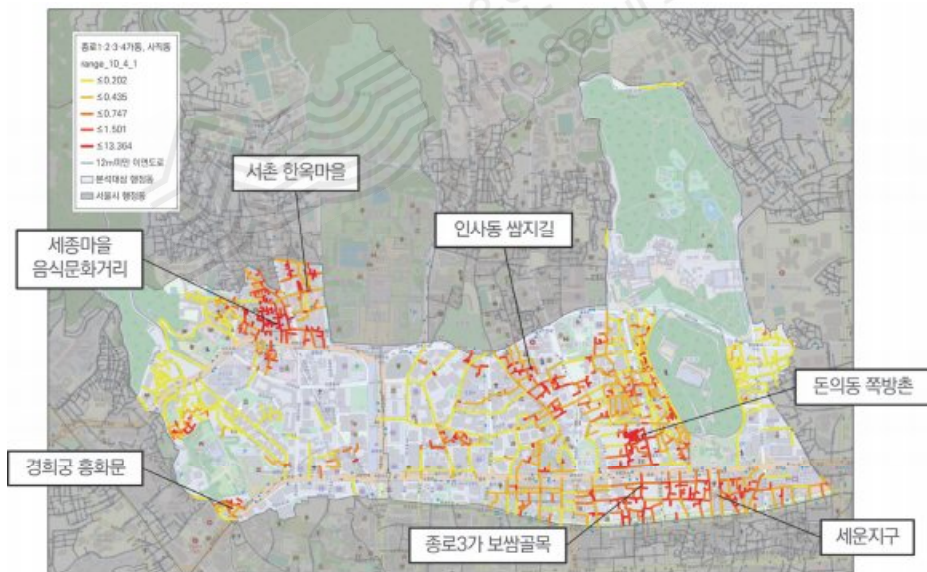
자료: 연구자 작성

[그림 4-17] 주말 Range Top3 - 고밀위험 링크 시간대별 패턴



자료: 연구자 작성

[그림 4-18] 주말 Range Top3 - 이태원1동 가로 단위 시각화



자료: 연구자 작성

[그림 4-19] 주말 Range Top3 - 종로1·2·3·4가동, 사직동 가로 단위 시각화

4_소결

링크 주변에 주거 용도의 건물 연면적 비율이 상업보다 더 큰 경우는 낮보다 한밤중 보행밀도가 올라가고, 반대로 상업 및 업무 용도 연면적 비율이 더 큰 경우는 낮에 밀도가 대체로 크고 최대-최소 격차도 큰 편으로 나타났다.

전자의 경우 창신2동과 화양동 등이 해당하는데 귀가 인구가 증가하는 요인과 낙성성 광길, 건대 음식점 및 주점을 찾는 유발 요인이 영향을 미친 것으로 추정된다. 후자의 경우 을지로동, 종로1·2·3·4가동, 회현동 등에서 상업과 업무의 복합적인 특성을 보이기 때문에 낮 시간대 생업 활동으로 인한 보행인구 증가를 한 요인으로 볼 수 있다. 이처럼 주요 지역별 특정 시점을 대상으로 한 링크 단위 공간탐색 결과는 각 지역에 따라 상이하게 나타나는데, 제한적인 주변 환경 정보만으로는 밀도 양상에 대한 이유를 단정 짓기 어려우나 주변 지역의 건물 용도 등으로 합리적 추론이 가능하다.

주말 급증 위험 링크가 다수 있는 이태원1동의 경우, 10월 주말 시점에서 17시 이후 급격하고 과도한 보행밀도 증가가 관찰되고, 평일에도 유사한 양상을 보인다. 이와 비슷한 시간별 패턴 유형은 주말 고밀위험 링크에서도 관찰되므로 보행인구가 밀집하는 주요 시간대로 볼 수 있다.

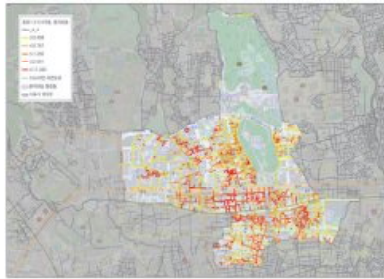
한편, 이러한 방식으로 가로 공간 단위를 함께 살펴보는 경우, 도로의 형태적 특성을 육안으로 함께 확인이 가능하다는 점에서 시간 패턴만으로는 기늠하기 어려운 부분을 발견할 수 있다. 보행밀집 지역에 속한다고 하더라도, 도로의 형상적 패턴이 비교적 촘촘한 격자형인지 혹은 교차로 간격이 비교적 넓고 일정하지 않은 모양인지에 따라 사람들이 일순간에 몰려든 경우 더 위험할 가능성이 있는 지역을 추측해 볼 수 있다. 일례로, 항상 보행밀도가 높은 화양동(그림 4-10)의 경우에는 도로 패턴이 격자에 가까운 형태를 하고 있으며 사람들이 몰려들어도 빠져나갈 수 있는 도로가 인접했지만, 이태원1동(그림 4-17)의 경우 비정형의 도로패턴인 동시에 셋길이 많지 않은 것을 보면 화양동보다는 이태원1동에서 사람들이 밀집하는 경우에 분산되기가 쉽지 않을 수 있음을 짐작할 수 있다.

단, 데이터의 공간 단위는 정밀한 데 반해 시간 단위는 월평균, 주중(월~목) 및 주말(토~일) 평균, 임의 시간대 사용 등으로 비교적 크게 집계된 단위의 데이터이기 때문에 링크 단위로 살펴볼 때 특히 분석 결과를 대략적인 경향으로 이해할 필요가 있다.

주중 최대보행밀도 기준 Top3 행정동

종로1·2·3·4가동, 을지로동

화양동



주말 최대보행밀도 기준 Top3 행정동

화양동

창신2동

신림동



주중 보행밀도 최대격차 기준 Top3 행정동

을지로동

종로1·2·3·4가동

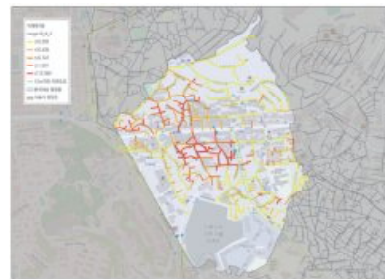
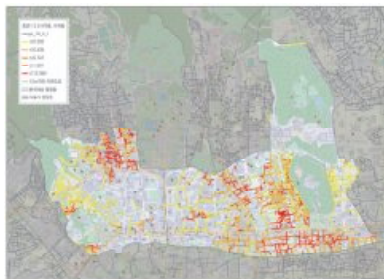
회현동



주말 보행밀도 최대격차 기준 Top3 행정동

종로1·2·3·4가동, 사직동

이태원1동



자료: 연구자 작성

[그림 4-20] 과밀대응 우선지역 전체 행정동 시각화

05. 결론 및 정책제언

1_결론

1) 연구 의의

연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 보행량의 단순한 양적 접근을 넘어 ‘밀도’ 개념의 보행환경 관리 접근법을 제시하였다. 12m 미만의 보차혼용도로에 대한 보행밀도 산정 방법을 제안하고 이에 따른 다각적 분석 방법론을 제시하였다. 둘째, 과밀한 사례를 기반으로 가로 유형별 보행밀도 관리 방안을 제시함으로써 잠재적 재난 및 안전사고 예방에 기여할 수 있다. 기존에는 측정이 어려웠던 보행밀도를 진단하고 주요 지역을 추출함으로써 과밀 유의지역의 우선적 검토가 가능하다. 특정 시간대 보행과밀지역, 보행밀도 변화폭이 큰 지역의 보행공간에 발생할 수 있는 위험을 예방할 수 있다. 다만, 주기적으로 높은 보행밀도가 관찰되는 지역도 유의해야 하지만, 평소엔 그렇게 높지 않은 밀도와 밀도 격차 값을 보이는 지역이 특정 순간에 갑자기 높아지는 경우 위험도가 더 높아질 수 있으므로 이에 대한 추가 분석이 필요하다. 셋째, 연구 결과를 기반으로 향후 보행밀도의 지속적인 관리를 위한 정책 수립에 의사결정 자료로 활용할 수 있다. 보행밀도는 기초자료조차 구축되지 않은 현재 시점에 향후 이러한 자료의 필요성을 인식하고 구축하는 계기가 될 것으로 기대된다.

2) 연구 한계

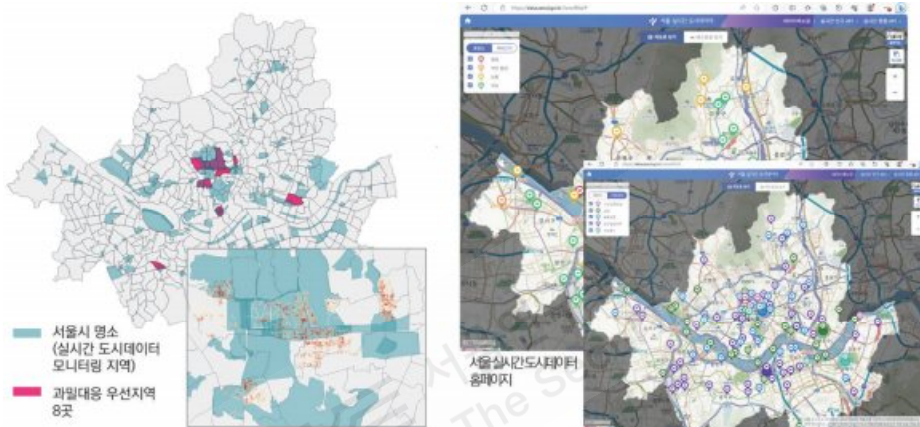
연구의 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, 집계된 데이터 사용에 따른 시간 단위 상세화에 한계가 있다. 사용한 길 단위 유동인구 데이터는 서울신용보증재단에서 제공 시 주중, 주말 시간당 평균값을 임의 시간대로 합산하여 제공하였다. 이에 따라, 구체적인 사건이나 시점의 보행밀도 분석이 불가하여, 이 연구에서는 일상적인 보행 밀도에 대한 분석을 수행하였다. 또한 2022년 1년에 한정된 분석으로 과거와 대비한 변화를 살펴보지 못하여 분석의 결과가 일시적 현상일 가능성이 존재한다.

둘째, 보행밀도 과밀 가로에 대한 영향 요인을 파악하기 위한 추가 분석이 필요하다. 이번 분석에서는 주된 경향성과 패턴을 파악하는 것에서 그쳤다. 향후 경사도나 날씨와 같은 주변 환경 요인이 가로의 보행밀도 증가에 미치는 영향에 관한 추가 분석이 시행된다면, 물리적 환경과 과거 패턴을 고려한 보행밀도 관리의 정책 근거를 마련할 수 있을 것이다. 더불어 누적된 시간 범위에 관한 연구가 시행된다면 어떤 시기에, 어떤 환경에서, 어떤 지역의 보행 과밀위험이 높은지에 대한 세밀한 판단이 가능할 것이다.



2_정책적 시사점

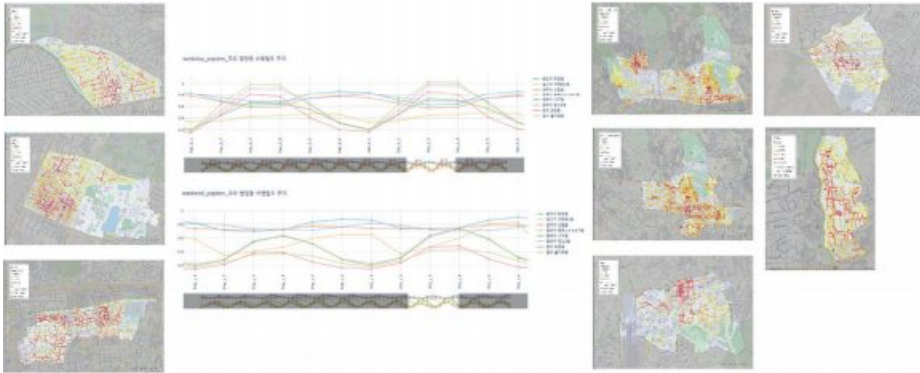
이 연구는 정책적으로 다음과 같은 함의를 가진다. 첫째, 보행밀도 관점에서의 서울시 실시간 모니터링 대상 지역 선정에 기여할 수 있다. 서울시 실시간 도시데이터는 5분 단위의 실시간 인구데이터를 카테고리(고궁, 발달상권, 인구밀집 등)별 혼잡도별로 제공하고 있다. 카테고리 중 ‘인구밀집지역’ 카테고리에 대한 추가 및 조정이 필요할 시, 본 연구 결과를 참고하여 반영할 수 있다.



자료: 연구자 작성

[그림 5-1] 보행밀도 관점의 서울시 실시간 모니터링 대상지역 선정

둘째, 보행밀도 모니터링의 중요성을 제시한다. 특히 과밀대응 우선지역에 대한 집중 관리 필요성을 제안한다. 추출된 8개 행정동 지역을 우선적으로 집중 모니터링 대상으로 지정하여 시범적으로 계획적인 보행량 조사 및 밀도 추정이 가능하다. 해당 지역의 경우 과밀 위험성이 높다고 판단됨에 따라, 사전 현장조사를 통해 불법 주정차, 불법 건축물 증축, 적치물 관리 등에 대한 실태를 파악할 필요가 있다. 또한 카테고리별·지역 특성별 양상이 상이하게 나타남에 따라, 모든 지역이 일괄적 특성을 보이지 않을 가능성이 매우 높으므로 개별 지역에 대한 사례연구가 더욱 요구된다.



자료: 연구자 작성

[그림 5-2] 상이한 특성을 지닌 보행밀도 과밀대응 우선지역 8곳

셋째, 상세한 도로 위치에 대하여 주의가 필요한 시점을 파악하고 인파 관리 인력 배치가 가능하다. 보행밀도 급증이 예상되는 경우, 해당 지역에 대한 분석 결과를 바탕으로 주요 골목에 인파 관리 인력의 효율적 배치가 이뤄질 수 있다. 이를 통해 과밀에 의한 불편과 불상사를 예방하고, 적재적소에서 대응이 가능할 것으로 기대된다.



자료: 연구자 작성

[그림 5-3] 보행밀도 과밀지역 사전 대응 예시

참고문헌

- 박철영·이수기, 2016, “가로환경 특성이 보행자 교통사고에 미치는 영향 분석: 가로 세그먼트 분석단위와 공간통계모형의 적용”, 『도시설계』, 17(3), 105-121, 한국도시설계학회.
- 반동인, 2015, “보행환경요소를 반영한 보행서비스수준 평가기준 개선에 관한 연구”, 한양대학교 석사학위 논문.
- 윤나영·최창규, 2013, 서울시 상업가로 보행량과 보행 환경 요인의 관련성 실증 분석, 『국토계획』, 48(4), 135-150, 대한국토·도시계획학회.
- 윤정미, 2012, “공간구문론과 GIS 통합 모델을 이용한 공간구조분석에 관한 연구-당진시 합덕읍 일원을 대상으로”, 『한국지리정보학회지』, 15(3), 13-22, 한국지리정보학회.
- 임하나·성은영·최창규, 2017, “상업시설의 다양성과 가로활력과의 관련성 실증분석-서울시 상업지역과 주거지역을 구분하여”, 『도시설계』, 18(6), 한국도시설계학회.
- 임하나·이수기·최창규, 2016, “서울시 토지이용 혼합유형과 보행량의 연관성 실증분석”, 『국토계획』, 51(7), 21-38, 대한국토·도시계획학회.
- 장진영·이향숙·추상호, 2015, “서울시 유동인구조사자료를 활용한 보행 특성 분석: 서울시 토지이용특성을 중심으로”, 대한교통학회 제72회 학술발표회 「대한교통학회 학술대회지」, 72, 391-396.
- Lee, H., & Kim, S. N., 2021, “Perceived safety and pedestrian performance in pedestrian priority streets (PPSs) in Seoul, Korea: A virtual reality experiment and trace mapping”, *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2501.
- Zhang, Y., Wu, S., Zhao, Z., Yang, X., & Fang, Z., 2023, “An urban crowd flow model integrating geographic characteristics”, *Scientific Reports*, 13, 1695.
- 국토교통부, 2020, 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설」, 발간등록번호 11-1613000-002767-14.
- 국토해양부, 2013, 「도로용량편람」, 발간등록번호 11-B090023-000298-01.

김승남·이소민, 2016, 「가로 단위 보행환경 평가체계 개발 연구」, 건축공간연구원.

여혜진·이창, 2012, 「보행밀집지역의 보행채널 다양화 방안」, 서울연구원.

오성훈·이소민, 2013, 「보행환경 조사분석 매뉴얼」, 건축공간연구원.

서울열린데이터광장, 「서울시 도로현황 통계」,

<https://data.seoul.go.kr/dataList/258/S/2/datasetView.do> (서울시 열린데이터광장, 접속일: 2023.09.30.).



작은연구 좋은서울 23-12

서울시 보행밀도 취약지역 분석을 통한
보행안전 관리 연구

발행인 박형수

발행일 2023년 12월 20일

발행처 서울연구원

비매품

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

이 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.