

보행편의지수 개발 및 활용 방안 연구

Development of a Pedestrian Convenience Index for Local Governments

한수경 Han, Sukyoung
오성훈 Oh, Sunghoon

(a u r i

정책연구보고서 2020-5

보행편의지수 개발 및 활용 방안 연구

Development of a Pedestrian Convenience Index for Local Governments

지은이 한수경, 오성훈
펴낸곳 건축도시공간연구소
출판등록 제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)
인쇄 2020년 08월 12일, 발행: 2020년 08월 17일
주소 세종특별자치시 절재로 194, 701호
전화 044-417-9600
팩스 044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 13,000원, ISBN: 979-11-5659-280-8

이 연구보고서의 내용은 건축도시공간연구소의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

연구진

- ▮ 연구책임 한수경 부연구위원
- ▮ 연구진 오성훈 선임연구위원

- ▮ 외부연구진 박훈태 밌 인스티튜트 대표

- ▮ 연구보조원 오재인 조사원

-
- ▮ 연구심의위원 유광흠 선임연구위원
 서수정 선임연구위원
 조상규 선임연구위원
 김재흠 행정안전부 안전개선과 과장
 김승남 중앙대학교 교수
 - ▮ 연구자문위원 김현중 (주)세아 소장
 서한림 (주)오씨에스도시건축사사무소 실장
 성현곤 충북대학교 교수
 심재익 한국교통연구원 연구위원
 이신해 서울연구원 선임연구위원
 최이명 두리공간연구소 부소장
 한상진 한국교통연구원 선임연구위원
 홍주희 서울특별시 보행정책과 교통전문관

제1장 서론

2012년 보행자의 안전 및 편의증진을 위한 제도적 기반이 마련되면서 차량 소통에서 보행자 중심으로 국가 교통정책 패러다임이 전환되었으며 지자체 보행정책도 점차 확대되어왔다. 이러한 노력에 힘입어 국내 보행자 교통사고 사망자수는 지속적으로 감소하고 있으나, 여전히 OECD 회원국 평균 대비 높은 수준을 유지하고 있다. 이에 따라 최근 보행정책의 실효성을 높이고자, 지자체 단위 보행정책의 성과를 보행안전 측면에서 평가하는 도구가 개발된 바 있다(김승남, 박수조 2016; 오성훈, 한수경 2018). 한편 보행정책의 성과는 보행안전뿐만 아니라 보행편의 측면에서도 논의될 필요가 있으나, 아직까지 지자체 보행편의 수준을 측정하는 평가 도구는 미비한 실정이다. 이러한 맥락에서 본 연구는 지자체 단위 보행편의 수준을 객관적, 정량적으로 측정할 수 있는 보행편의지수를 개발하고 그 활용성을 검토하는 것을 목적으로 하며, 이를 통해 도시 보행환경의 질을 높이기 위한 국가 차원의 모니터링과 지자체 보행정책의 방향을 모색할 수 있는 기반을 마련하고자 한다.

제2장 보행편의 개념과 측정

현행 법률에 근거하면 보행편의성은 보행환경의 속성으로서 보행자가 목적지로 안전하고 편리하게 접근할 수 있는 보행환경 수준으로 이해할 수 있다. 이러한 보행편

의성은 보행환경의 물리적 특성뿐만 아니라 도시설계의 질, 이에 따른 개별적 반응에 의해 종합적으로 영향을 받으며, 결과적으로 보행행태를 결정한다(Ewing & Handy 2009, p.67). 따라서 보행편의성이란 추상적 개념을 측정하기 위해 물리적 특성, 도시설계의 질, 개별적 반응 또는 보행편의성의 결과인 보행행태를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 이 중에서 보행편의성을 구성하는 가장 기본적인 요소이자 전국 지자체를 대상으로 정량적, 객관적인 측정이 가능한 ‘보행환경의 물리적 특성’을 중심으로 보행편의성을 측정하고자 한다. 이에 따라 본 연구에서 보행편의지수는 보행자가 출발지에서 목적지로 안전하고 편리하게 접근할 수 있도록 조성된 물리적 보행환경의 수준을 정량적으로 평가하기 위한 지수로서 정의된다.

보행환경의 물리적 특성을 측정하기 위한 평가 지표는 기본적으로 Moudon & Lee(2003)의 환경행동모델(Behavioral Model of Environment, 이하 BME)을 토대로 검토하였다. 특히 BME를 기반으로 방대한 국내외 보행편의성 평가 지표들을 검토한 박소현 외(2008), Maghelal & Capp(2011)를 참고하여, 국내 실정에서 활용 가능한 예비 지표들을 가로 환경 부문, 네트워크 환경 부문, 지역 환경 부문으로 구분하여 추출하였다. 이와 함께 북미에서 널리 활용되고 있는 도시 단위 보행편의성 평가 도구인 워크스코어(Walk Score)를 분석하여, 보행편의지수 개발을 위한 시사점을 도출하였다.

제3장 보행편의지수의 개발

본 연구에서는 평가 지표의 적절성, 산출용이성 및 비교가능성, 실용성, 개방성 및 확장가능성을 보행편의지수 개발을 위한 기본 원칙으로 삼는다. 보행편의지수는 기본적으로 전국 모든 기초자치단체의 도시부(자치구와 시 지역의 경우 ‘동부’, 군 지역의 경우 ‘읍부’로 설정)를 대상으로 개발되나, 현재 활용 가능한 보행 네트워크 구축 정도를 감안하여 3개 사례지역(서울시 중구, 서울시 강남구, 춘천시)을 대상으로 시범 적용한다. 앞 장에서 도출한 예비 지표에 대한 두 차례의 자문회의 내용을 바탕으로 하여, 최종적으로 보행편의지수를 구성하는 4개의 세부 지표 - 보행자길 전용도, 보행경로 효율성, 대중교통 접근성, 공원 접근성 - 를 도출하였다.

‘보행자길 전용도’는 출발지로부터 네트워크 시간 거리 400m 이내 보행권역 내에서 네트워크 거리 총합 대비 보도 및 보행자전용도로 길이 총합의 비율로서 산출된다.

이는 보행자가 걸을 수 있는 길 중에서 차량통행이 제한된 보행자길이 얼마나 존재하는지, 네트워크 시간 거리가 얼마나 단축될 수 있는지를 양적으로 보여준다. ‘보행경로 효율성’은 출발지 건물과 목적지 건물 사이의 ‘네트워크 시간 거리’ 대비 ‘직선거리’ 비율을 보행권역 내의 모든 보행친화적 용도 건물을 대상으로 측정하여 평균한 값으로서 목적지 건물 밀도에 따른 페널티를 반영하여 산출된다. 이는 보행친화적 용도 건물을 시중점으로 하여, 직선거리와 네트워크 시간 거리를 비교하여 최단거리가 얼마나 제공되고 있는지를 보여준다. ‘대중교통 접근성’은 출발지에서 네트워크 시간 거리 기준으로 가장 가까운 버스정류장 또는 전철역까지의 접근성을 측정하며, 교차로 밀도에 따른 페널티를 반영하여 산출된다. 대중교통은 보행 네트워크와 긴밀하게 연결될 필요가 있으므로, 산출 결과에 따라 대중교통으로의 보행로 개선 등이 필요함을 시사해 줄 수 있다. ‘공원 접근성’은 출발지에서 네트워크 시간 거리 기준으로 가장 가까운 공공 공원(공원 또는 녹지)까지의 접근성을 측정하며, 교차로 밀도에 따른 페널티를 반영하여 산출된다. 누구나 공공 공원에 쉽게 접근할 수 있어야 하므로, 산출 결과를 바탕으로 공원이나 목지로의 보행로 개선이 필요함을 시사해 줄 수 있다. 한편 이러한 세부 지표들을 산출하기 위해 요구되는 ‘출발지’와 ‘목적지’, ‘안전하고 편리한 접근’에 대한 조작적 정의와 그에 따른 측정 방법, 보행 네트워크 구축 방안, GIS를 활용한 데이터 구축 및 지표 산출 과정을 구체적으로 제시하였다.

제4장 보행편의지수의 시범 적용 및 활용

보행자길 전용도는 모든 사례지역에서 다른 세부 지표 값에 비해 가장 낮은 점수 분포를 보였다. 춘천시(33.5점)와 서울시 중구(33.6점)가 비슷한 수준의 점수를 보인데 비해 서울시 강남구(29.2점)에서는 이들 지역보다 다소 낮은 점수가 산출되었다. 따라서 사례지역의 보행편의성을 향상시키기 위해서는 보도, 보행자전용도로 등 보행자길 전용도를 높이는 방향으로의 정책 추진이 시급한 것으로 판단된다. 보행경로 효율성 점수는 세부 지표들 중에서 보행자길 전용도 다음으로 낮은 점수 분포를 보였다. 서울시 중구(51.0점)가 가장 높고, 다음으로 강남구(49.6점), 춘천시(44.0점) 순으로 점수가 높게 나타났다. 보행경로 효율성은 가로망의 형태 및 블록 크기와 상관이 있는 지표로서, 춘천시의 경우 도심부에 위치한 블록의 방향과 형태가 일정하지 않은 것이 낮은 점수가 도출된 주요 요인일 것으로 판단된다.

대중교통 접근성 점수는 모든 사례지역에서 90점 이상의 높은 점수로 나타났다. 대중교통 접근성 점수의 경우 전국 대부분의 기초자치단체에서 비슷한 결과가 도출될 것으로 예상되는데, 이는 도시부에서는 대체로 보행권역(반경 400m) 내에서 버스정류장에 접근 가능한 경우가 많기 때문이다. 따라서 추후 보행권역 내에서 점수 차이가 어느 정도 차별적으로 나타날 수 있도록 접근성 함수식을 재정의함으로써 대중교통 접근성의 미세한 차이를 강조할 필요가 있다. 공원 접근성 점수는 대중교통 접근성과 마찬가지로 모든 사례지역에서 대체로 높은 점수를 보인 가운데, 상대적으로 춘천시에서 점수가 다소 낮게 나타났다. 서울시 중구와 강남구의 공원 접근성이 90점 이상으로 나타난데 비해 춘천시에서는 82점 수준으로 도출되었는데, 이는 춘천시에서 자연하천을 제외한 공공 공원의 공급 수준이 다른 사례지역에 비해 상대적으로 낮은 것과 관련이 있는 것으로 해석된다.

4개의 세부 지표들을 산술평균하여 산출한 보행편의지수는 서울시 중구(68.9점)가 가장 높고, 다음으로 서울시 강남구(65.8점), 춘천시(63.2점) 순으로 나타났다. 서울시 중구에서는 보행편의지수가 70점 이상인 행정동이 15곳 중 6곳으로서 사례지역 중에서 가장 많은 것으로 나타나, 대체로 서울 도심부에서 높고 고른 수준의 보행편의성을 확보하고 있는 것으로 파악된다. 한편 사례지역의 행정동 중에서 보행편의지수가 가장 낮은 곳은 춘천시 신사우동(48.1점)으로서, 대중교통 접근성을 제외한 보행자길 전용도, 보행경로 효율성, 공원 접근성 점수가 모두 30점대로 나타나 전반적인 보행편의 수준이 상당히 열악한 것으로 파악된다. 사례지역의 보행편의지수를 구성하는 세부 지표별 점수들을 살펴보면, 전반적으로 대중교통 접근성과 공원 접근성은 양호한 편이나 보행자길 전용도와 보행경로 효율성이 상당히 낮다는 공통된 특성을 보이고 있다. 따라서 단기간에 보행편의성을 향상시키기 위해서는 보행자가 안전하고 편리하게 이동할 수 있는 보도 및 보행자전용도로를 확충하여 보행 네트워크의 질을 높이는 방향으로 정책을 추진할 필요가 있다.

상기와 같이 본 연구에서 개발한 보행편의지수를 사례지역에 시범 적용한 결과, 세부 지표들은 현실 적합성이 비교적 높은 것으로 판단되며, 지표들 간의 독립성, 상호보완성, 내적일관성을 확보하고 있어 지표들 간 산술평균 방식의 결합을 통한 종합지수 산출이 가능할 것으로 보인다. 다만, 비시가화지역에 위치한 건물, 다른 건물들과의 이격거리가 큰 건물, 행정동 내부 도시공간조직의 이질성 등으로 인해 몇몇 행정동에서 유의미한 음의 왜도가 관찰되었으므로, 해당 지역에서는 기초자치단체 단위로 최종 집계된 보행편의지수 값이 왜곡되지 않도록 산술평균값 대신 중위값을 사용할 필요가 있다.

제5장 결론

그동안 전국 기초자치단체 단위의 보행편의 수준 평가는 우리나라에서 공식적으로 이루어지지 못하였다. 이는 편의성 평가에 소요되는 물리적 시설에 대한 정보, 보행 네트워크에 대한 정보, 행태에 대한 관측 정보 등이 마련되기 어려웠던 점에서 기인한 것으로 보인다. 본 연구에서는 현 단계에서 전국 기초자치단체를 대상으로 수집 가능한 정보를 기반으로 하여, 물리적 시설 정보 및 네트워크 정보를 중심으로 보행편의성을 측정하고자 하였으며, 이를 통해 기존에 다루지 못했던 기초자치단체 차원의 보행편의성을 측정하는 합리적인 대안을 마련하고자 하였다. 본 연구에서 보행편의지수는 기본적으로 기초자치단체 단위 보행편의 수준을 측정하는 평가 도구로서 제안되었다. 이러한 보행편의지수는 선행 연구인 오성훈, 한수경(2018)에서 개발된 보행안전지수와 보행정책지수에 이은 세 번째 보행관련 지수로서, 지자체의 보행 안전성과 편의성을 균형 있게 파악하면서 그 성과를 종합적으로 분석할 수 있는 보행환경 평가체계의 고도화방안을 달성하는 방법론을 제시한다는 점에서 의의를 가진다.

한편 본 연구에서는 모든 기초자치단체가 아닌 3개 사례지역만을 대상으로 보행편의지수를 산출하였기 때문에, 지수의 적정성을 충분히 검증하지 못했다는 한계가 존재한다. 또한 본 연구에서 개발된 보행편의지수는 GIS 데이터를 활용하여 산출되므로 전국적으로 범용성이 높지만, 국민들의 보행행태 및 인식과의 연관성은 조사되지 못하였다는 점에서 다소 미흡한 측면이 있다. 따라서 앞으로 전국의 모든 기초자치단체를 대상으로 보행편의지수를 산정하고 검증할 필요가 있으며, 지표 선정과 측정 방식에 있어서 실제 사람들의 보행행태와 인식 등을 반영할 필요가 있다.

주제어

보행편의지수, 보행 네트워크, 보행자길 전용도, 보행경로 효율성, 대중교통 접근성, 공원 접근성

차례 CONTENTS

제1장 서론

- 1. 연구의 배경과 목적 ————— 1
- 2. 연구의 범위와 방법 ————— 4
- 3. 선행 연구 검토 ————— 7

제2장 보행편의 개념과 측정

- 1. 보행편의성 및 보행편의지수 개념 ————— 13
- 2. 보행편의성 측정을 위한 평가 지표 및 평가 도구 사례 ————— 16
- 3. 보행편의지수 개발을 위한 시사점 ————— 29

제3장 보행편의지수의 개발

- 1. 기본 원칙 및 평가 대상 ————— 31
- 2. 보행편의지수의 지표 구성 ————— 33
- 3. 보행편의지수의 측정 방법 ————— 48

제4장 보행편의지수의 시범 적용 및 활용

- 1. 사례지역 선정 ————— 61
- 2. 시범 적용 결과 및 해석 ————— 65
- 3. 보행편의지수의 활용 ————— 99

제5장 결론

- 1. 보행편의지수의 의의 및 한계 ————— 111
- 2. 향후 추진과제 ————— 114

차례 CONTENTS

참고문헌	117
SUMMARY	121
부록1. 보행 네트워크 구축을 위한 대안 검토	123
부록2. GIS를 활용한 지표별 측정 방법	125

표차례

LIST OF TABLES

[표 1-1] 선행 연구 현황 및 본 연구의 차별성	9
[표 2-1] 현행 법률상의 보행편의성 개념	14
[표 2-2] 보행환경요소 분류 틀의 개념	16
[표 2-3] 가로 환경 부문의 평가 지표 및 측정 방법	20
[표 2-4] 네트워크 환경 부문의 평가 지표 및 측정 방법	22
[표 2-5] 지역 환경 부문의 평가 지표 및 측정 방법	24
[표 2-6] 워크스코어의 편의시설별 가중치 및 빈도 설정	26
[표 2-7] 워크스코어의 페널티 구성	27
[표 2-8] 워크스코어의 최종 결과 분류	28
[표 3-1] 예비 지표의 선정	34
[표 3-2] 전문가 자문 개요	35
[표 3-3] 전문가 자문의 주요 내용	35
[표 3-4] 예비 지표 적정성 검토에 따른 최종 지표 도출 결과	37
[표 3-5] 보행자길 구간 특성별 가중치 설정	40
[표 3-6] 보행편의지수의 최종 지표 산출식	42
[표 3-7] 목적지 건물 밀도에 따른 페널티의 등급 구분 및 예시	44
[표 3-8] 접근성 함수의 대안별 파라미터 값 설정	45
[표 3-9] 교차로 밀도에 따른 페널티의 등급 구분 및 예시	46
[표 3-10] 국가기본도 DB의 '교통시설' 데이터 항목	50
[표 3-11] 도로명주소 전자지도의 '건물' 데이터 항목	57
[표 3-12] 국가기본도 DB의 '점형도로시설' 및 '점형철도시설' 데이터 항목	57
[표 3-13] 용도지역/지구/구역/도시계획시설/지구단위계획 현황도의 '공간시설(현황)' 데이터 항목	58
[표 4-1] 사례지역의 보행편의지수 관련 기초 통계	63
[표 4-2] 서울시 중구의 행정동별 보행편의지수 세부 지표 구성	87
[표 4-3] 서울시 강남구의 행정동별 보행편의지수 세부 지표 구성	89
[표 4-4] 춘천시의 행정동별 보행편의지수 세부 지표 구성	91

표차례 LIST OF TABLES

[표 4-5] 서울시 중구의 세부 지표 간 상관관계	94
[표 4-6] 서울시 강남구의 세부 지표 간 상관관계	94
[표 4-7] 춘천시의 세부 지표 간 상관관계	95
[표 4-8] 춘천시의 행정동별 보행편의지수 비대칭도	96
[표 4-9] 서울시 중구의 행정동별 보행편의지수 비대칭도	96
[표 4-10] 서울시 강남구의 행정동별 보행편의지수 비대칭도	97
[표 4-11] 사례지역의 최종 보행편의지수 비교	98
[표 4-12] 30만이상 자치구의 보행편의지수 등급 예시	101
[표 4-13] 보행안전지수 및 보행정책지수의 최종 지표 산출식	102
[표 4-14] 30만이상 자치구의 보행편의지수, 보행안전지수, 보행정책지수 등급 예시	104

그림차례

LIST OF FIGURES

[그림 1-1] 보행편의지수 개발 방법 및 절차	6
[그림 2-1] 보행편의성의 개념적 틀	15
[그림 2-2] 물리적 보행환경 특성과 GIS 데이터 유형의 연계	17
[그림 2-3] 보행 네트워크(좌)와 도로 네트워크(우)의 차이 예시	21
[그림 2-4] 워크스코어의 건물 단위(좌) 및 지역 단위(우) 서비스 예시	28
[그림 3-1] 네트워크 거리(실선)와 직선거리(점선)의 차이 예시	39
[그림 3-2] 네트워크 시간 거리 400m 반경 보행권역의 대조적 사례	41
[그림 3-3] 패러미터에 따른 접근성의 변화	45
[그림 3-4] 보행편의지수 산출 과정	47
[그림 3-5] GIS 데이터 형태의 보행 네트워크 구축 과정	49
[그림 3-6] 보행 네트워크 구축 시 주의해야 할 문제 유형	51
[그림 3-7] 국가기본도 DB 기반의 보행 네트워크 구축 예시	52
[그림 3-8] 위성영상 기반 보행 네트워크 구축 예시	53
[그림 3-9] ArcMap 네트워크 데이터셋 구축 환경	54
[그림 3-10] 지역별 보행 네트워크의 구축 결과 비교	55
[그림 3-11] 보행편의지수 측정을 위한 작업 흐름도	59
[그림 4-1] 서울시 중구의 분석 범위	63
[그림 4-2] 서울시 강남구의 분석 범위	64
[그림 4-3] 춘천시의 분석 범위	64
[그림 4-4] 서울시 중구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수 지도	67
[그림 4-5] 서울시 중구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수별 빈도	67
[그림 4-6] 서울시 중구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수 지도	68
[그림 4-7] 서울시 중구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수별 빈도	68
[그림 4-8] 서울시 중구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수 지도	69
[그림 4-9] 서울시 중구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수별 빈도	69
[그림 4-10] 서울시 중구의 건물 단위 공원 접근성 점수 지도	70
[그림 4-11] 서울시 중구의 건물 단위 공원 접근성 점수별 빈도	70

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 4-12] 서울시 중구의 건물 단위 보행편의지수 점수 지도	71
[그림 4-13] 서울시 중구의 건물 단위 보행편의지수 점수별 빈도	71
[그림 4-14] 서울시 강남구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수 지도	74
[그림 4-15] 서울시 강남구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수별 빈도	74
[그림 4-16] 서울시 강남구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수 지도	75
[그림 4-17] 서울시 강남구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수별 빈도	75
[그림 4-18] 서울시 강남구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수 지도	76
[그림 4-19] 서울시 강남구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수별 빈도	76
[그림 4-20] 서울시 강남구의 건물 단위 공원 접근성 점수 지도	77
[그림 4-21] 서울시 강남구의 건물 단위 공원 접근성 점수별 빈도	77
[그림 4-22] 서울시 강남구의 건물 단위 보행편의지수 점수 지도	78
[그림 4-23] 서울시 강남구의 건물 단위 보행편의지수 점수별 빈도	78
[그림 4-24] 춘천시의 건물 단위 보행자길 전용도 점수 지도	81
[그림 4-25] 춘천시의 건물 단위 보행자길 전용도 점수별 빈도	81
[그림 4-26] 춘천시의 건물 단위 보행경로 효율성 점수 지도	82
[그림 4-27] 춘천시의 건물 단위 보행경로 효율성 점수별 빈도	82
[그림 4-28] 춘천시의 건물 단위 대중교통 접근성 점수 지도	83
[그림 4-29] 춘천시의 건물 단위 대중교통 접근성 점수별 빈도	83
[그림 4-30] 춘천시의 건물 단위 공원 접근성 점수 지도	84
[그림 4-31] 춘천시의 건물 단위 공원 접근성 점수별 빈도	84
[그림 4-32] 춘천시의 건물 단위 보행편의지수 점수 지도	85
[그림 4-33] 춘천시의 건물 단위 보행편의지수 점수별 빈도	85
[그림 4-34] 서울시 중구의 행정동별 보행편의지수 점수 지도	86
[그림 4-35] 서울시 강남구의 행정동별 보행편의지수 점수 지도	88
[그림 4-36] 춘천시의 행정동별 보행편의지수 점수 지도	90
[그림 4-37] 보행편의지수, 보행안전지수, 보행정책지수의 점수 분포도 예시	105
[그림 4-38] 보행안전지수 및 보행정책지수의 사분면 분석 예시	105

그림차례 LIST OF FIGURES

[그림 4-39] 보행편의지수 전용 플랫폼 구성(안)	107
[그림 4-40] 보행편의지수 DB 구성(안)	108
[그림 4-41] 보행편의지수 대시보드 예시	109
[그림 부록2-1] OD Cost Matrix 분석 환경	128

제1장 서론

1. 연구의 배경과 목적
 2. 연구의 범위와 방법
 3. 선행 연구 검토
-

1. 연구의 배경과 목적

1) 연구의 배경 및 필요성

□ 2012년 보행자의 안전 및 편의증진을 위한 제도적 기반 마련과 함께, 차량 소통에서 보행자 중심으로 국가 교통정책 패러다임 전환 및 보행정책 확대

2012년 「보행안전 및 편의증진에 관한 법률」(이하 보행안전법)이 제정됨에 따라 “국민이 쾌적한 보행환경에서 안전하고 편리하게 보행할 권리”(보행안전법 제3조)인 보행권 보장에 대한 법적 근거가 마련되었다. 또한 해당 법령에 따라 특별시장등은 5년마다 ‘보행안전 및 편의증진 실태조사’와 ‘보행안전 및 편의증진 기본계획’을 추진하고 있으며(보행안전법 제6조, 제7조), 2019년 7월 기준 광역자치단체 10곳, 기초자치단체 115곳에서 보행관련 조례를 제정·시행 중에 있다(자치법규정보시스템 2019, <http://www.elis.go.kr>). 한편 최근 3년간 전국 보행안전 투자예산 규모는 2016년 1,346억 원, 2017년 1,630억 원, 2018년 1,689억 원으로 점차 확대되고 있는 추세이다(행정안전부 2018, p.1). 현재 중앙정부에서는 안전한 지역사회 만들기 모델사업, 안전한 보행환경 조성사업, 보행환경개선(지구)사업, 생활권 이면도로 정비(개선)사업, 어린이·노인·장애인보호구역 개선사업, 어린이안전영상정보인프라 구축사업, 보행자우선도로 개선사업 등에 예산을 지원하고 있으며, 지방정부에서도 자체 예산을 투입하여 서울시 도로다이어트 사업, 경기도 어린이 안심 통학로 유니버설디자인 개선사업 등 보행환경 개선을 위한 다양한 사업들을 추진하고 있다.

□ 보행자 교통사고 사망자수는 지속적으로 감소하고 있으나, 여전히 OECD 회원국 평균 대비 높은 수준

중앙정부와 지방정부의 보행정책 확대 노력에 힘입어 국내 보행 중 교통사고 사망자 수는 2014년 1,910명, 2015년 1,795명, 2016년 1,714명, 2017년 1,675명, 2018년 1,487명으로 점차 감소하고 있다(김종갑 외 2019a, p.44). 하지만 2017년 기준 OECD 회원국 교통사고 비교 보고서에 따르면, 국내 교통사고 사망자 중에서 보행 중 사망자 비율은 40%로서 OECD 회원국 평균인 18.6% 보다 2배 이상 많으며(김종갑 외 2019b, p.44), 국내 인구 10만 명당 보행 중 사망자수는 3.3명으로서 OECD 회원국 평균인 1.0명의 3배가 넘는 것으로 나타나고 있어(김종갑 외 2019b, p.47), OECD 회원국들에 비해 상대적으로 보행자 안전수준이 낮은 실정이다.

□ 지자체 단위 보행정책의 성과를 보행안전 측면에서 평가하는 도구를 마련하여 보행정책의 실효성 제고 노력

보행정책에 대한 투자 확대에도 불구하고 보행안전 수준이 낮은 상황에서, 국내 보행정책의 실효성을 높이고자 최근 지자체 단위 보행정책의 성과를 '보행안전'에 초점을 두어 평가하려는 노력이 이루어졌다. 김승남, 박수조(2016)에서는 보행정책의 성과 평가체계로서 보행자사고 수준을 정량적으로 측정하는 '보행안전지수'와 함께 보행·자전거 통행 수준을 평가하는 '녹색교통활성화지수'를 개발하였다. 이에 대한 후속 연구인 오성훈, 한수경(2018)에서는 앞선 연구의 평가체계를 개선하여, 수정된 '보행안전지수'와 함께 보행환경 및 안전수준 제고 관련 정책적 노력을 평가하는 '보행정책지수'를 마련한 바 있다.

□ 보행정책의 성과는 보행안전뿐만 아니라 보행편의 측면에서도 논의될 필요가 있으나, 아직까지 지자체 보행편의 수준을 측정하는 평가 도구 미비

보행환경은 기본적으로 안전하고 편리하게 조성되어야 하므로, 보행정책은 안전성과 편의성 간의 균형을 유지하면서 추진하는 것이 중요하다. 따라서 보행정책의 바람직한 방향을 모색하기 위하여 보행안전 측면의 성과를 평가하는 보행안전지수와 보행편의 측면의 성과를 평가하는 보행편의지수가 함께 요구된다. 하지만 아직까지 지자체 보행편의 수준을 정량화하여 측정하는 평가 도구는 미비한 실정이다.

- 지자체 단위 보행편의 수준을 정량적으로 측정하는 평가 도구를 개발하여, 보행정책의 성과를 보행안전 및 보행편의 측면에서 종합적으로 평가할 수 있는 기반 마련 필요

그간 국내외 선행 연구들에서는 대체로 가로(지구) 단위에서 보행편의성을 측정해왔다. 하지만 보행편의성에 영향을 미치는 보행환경 요소들은 일부 가로 구간이나 지구에 한정되지 않고 보행권 내에서 긴밀히 연계되어 있으므로, 지자체 단위 전반적인 보행편의 수준은 보행권 기반으로 측정될 필요가 있다. 이를 위해서는 보행 네트워크의 구축이 필수적이며, 보행권 내에서 안전하고 편리하게 이동할 수 있는 물리적 환경 수준을 정량적으로 측정하는 세부 지표들과 이를 결합한 종합지수 형태의 보행편의지수 개발이 요구된다. 더 나아가 본 연구에서 개발한 보행편의지수와 선행 연구인 오성훈, 한수경(2018)에서 개발한 보행안전지수 및 보행정책지수를 연계함으로써, 지자체 단위 보행정책의 성과를 보행안전과 보행편의 측면에서 종합적으로 평가할 수 있는 기반 마련이 필요하다.

2) 연구의 목적

본 연구에서는 국내 보행환경의 질을 높이기 위한 국가 차원의 모니터링과 지자체 보행정책 방향 모색의 일환으로서, 지자체 단위 보행편의 수준을 객관적, 정량적으로 측정할 수 있는 보행편의지수를 개발하고 그 활용성을 검토하는 것을 목적으로 한다.

□ 보행편의지수의 개발

- 기초자치단체 단위 보행편의지수의 개념을 정의하고, 보행편의성 측정을 위한 세부 지표와 이를 합성한 보행편의지수의 산출 과정 제시
- 전국 기초자치단체에서 활용 가능한 단순하고 범용적인 지수 체계를 구축하고 보행편의지수 측정을 위해 활용되는 데이터 요구사항 제시

□ 보행편의지수의 시범 적용 및 활용

- 사례지역을 대상으로 보행편의지수를 시범 적용하여 적용 가능성 검토
- 기초자치단체별 보행환경 개선 방향 도출 등 보행편의지수의 활용 방안 제시
- 보행편의지수와 기존 보행안전지수 및 보행정책지수(오성훈, 한수경 2018)의 연계 방안 모색

2. 연구의 범위와 방법

1) 연구의 범위

□ 공간 범위

본 연구에서는 전국 지자체별 적용 가능한 보행편의지수 개발을 목표로 하며, 이는 인구나 고용 밀도가 일정 수준 확보되어 보행통행이 상시적으로 발생할 것으로 예상되는 ‘도시부’를 범위로 산출된다. 도시부는 자치구와 시 지역의 경우 ‘동부(동 지역)’, 군 지역은 ‘읍부(읍 지역)’로 설정한다. 단, 아직까지 공개적으로 활용 가능한 보행 네트워크가 전국적으로 구축되어 있지 않은 상황이므로, 본 연구에서 개발한 보행편의지수의 시범 적용은 기초자치단체 3곳(서울시 중구와 강남구, 춘천시)을 사례지역으로 선정하여 수행하고자 한다. 한편 보행편의지수 산출을 위한 최소 공간분석 단위는 ‘건물 단위’로서, 이는 ‘건물별 네트워크 시간 거리의 400m 반경 보행권역’으로 정의된다. 이에 따라 기초자치단체 단위 세부 지표 및 보행편의지수는 일차적으로 건물 단위 점수로 산출되며, 이를 행정동 및 시군구 단위로 집계할 수 있다. 이러한 방식은 필요에 따라 지역별 차이(구시가지와 신시가지, 주거지역과 상업지역 등)를 고려하여 보행편의지수를 자유롭게 집계하여 활용할 수 있다는 장점을 가진다.

□ 시간 범위

보행편의지수의 평가주기는 보행편의지수 산출에 필요한 자료들의 갱신 주기, 보행 네트워크 구축에 소요되는 시간, 정책적 노력에 따른 보행환경 개선 효과의 발생 시차 등을 고려하여 2년으로 설정한다. 단, 보행편의지수의 시범 적용은 현재 시점에서 구득 가능한 최신자료(2019년 또는 2020년 기준)를 활용하여 수행하고자 한다.

□ 내용 범위

본 연구에서는 국내 보행정책의 질을 높이기 위한 국가 차원의 모니터링과 기초자치단체별 보행정책 수립 방향의 근거 제시를 목적으로, 기초자치단체별 물리적 보행환경의 편의수준을 측정할 수 있는 보행편의지수를 개발하고 활용 방안을 제시하고자 한다. 이에 따라 본 연구는 보행편의 개념과 측정, 보행편의지수의 개발, 보행편의지수의 시범 적용 및 활용을 주요 내용으로 포함한다.

2) 연구의 방법

본 연구에서는 보행편의지수의 개발 및 시범 적용, 활용 방안 모색 과정에서 문헌 검토 및 사례 조사, 전문가 자문, 공간분석, 통계분석 등 다양한 연구방법을 활용한다. 첫째, 기존 보행관련 법·제도, 선행 연구 등 국내외 문헌 검토를 실시하여 보행편의성 개념을 고찰하고, 본 연구에서 다루는 보행편의성의 범위와 보행편의지수를 정의한다. 둘째, 보행편의성 평가 관련 국내외 사례 조사를 바탕으로 보행편의성 평가 지표 및 평가 도구를 검토하여, 보행편의지수 개발을 위한 기본원칙과 본 연구에서 활용 가능한 예비 지표를 도출한다. 셋째, 전문가 자문을 통해 예비 지표의 적정성을 검토하여 최종 지표를 선정하고, 이러한 지표 및 보행편의지수의 산출방식을 구체화한다. 넷째, 본 연구에서 개발한 보행편의지수를 시범 적용하기 위하여 사례지역의 보행 네트워크를 구축하고, 세부 지표 및 보행편의지수 산출을 위하여 관련 공간자료를 수집·가공한 후 GIS를 활용하여 공간분석을 실시한다. 또한 기술통계, 상관분석, 분포도 작성 등 다양한 통계분석을 실시하여 보행편의지수의 작동 가능성을 검토하고 검증한다. 다섯째, 통계분석 및 전문가 자문을 통해, 보행편의지수의 정책적 활용을 고려한 결과 제시 방안, 보행편의지수와 기존에 개발된 보행안전지수 및 보행정책지수의 연계 방안을 도출한다.

□ 보행편의성 범위 및 보행편의지수 정의, 보행편의지수 개발의 기본 원칙 및 예비 지표 도출을 위한 문헌 검토 및 사례 조사

- 보행편의성 및 보행편의지수 개념, 보행편의지수 개발의 기본 원칙을 도출하기 위해, 기존 보행관련 법·제도, 선행 연구 등 문헌 검토
- 보행편의지수를 구성하는 예비 지표 및 측정방식, 지수산출방식 등을 도출하기 위해 보행편의성 평가 관련 국내외 선행 연구 고찰 및 사례 조사 수행

□ 최종 지표 도출 및 보행편의지수의 활용 방안 모색을 위한 전문가 자문

- 교통, 건축 및 도시 분야 전문가들과 보행정책 담당 공무원을 중심으로 자문 회의를 개최하여, 예비 지표 및 지수산출방식의 타당성과 활용성 검토

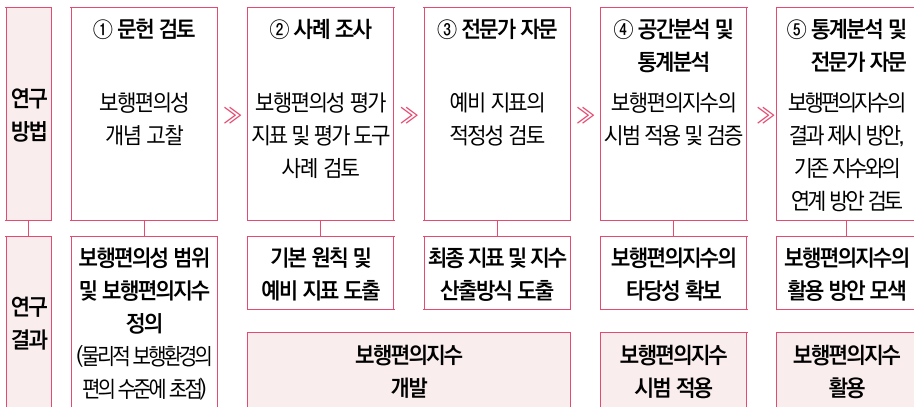
□ 보행편의지수 산출을 위한 보행 네트워크 구축 및 공간분석

- 사례지역의 기 구축된 보행 네트워크를 기반으로, 2019년 국가기본도 DB와 위성영상을 활용하여 보행 네트워크를 업데이트하는 작업 수행

- 사례지역의 보행편의성을 측정하는 세부 지표 및 보행편의지수 산출을 위해 공간자료를 수집·가공하고 공간분석 수행
 - 정부에서 공식적으로 제공하는 GIS 데이터를 활용하여 세부 지표 및 보행편의 지수 산출
 - GIS를 활용(GIS 소프트웨어는 QGIS와 ArcGIS를 함께 사용)하여 건물 단위 네트워크 분석을 수행하고 분석 결과를 지도에 맵핑하여 시각화

□ 보행편의지수의 검증 및 보행편의지수의 정책적 활용을 위한 통계분석

- 종합 보행편의지수의 내부적 일관성 검토를 위한 세부 지표 간 상관관계 분석
- 세부 지표들을 결합하여 보행편의지수를 산출하기 위해 세부 지표의 분포가 갖는 통계적 특성 분석
- 기초자치단체 단위 보행편의지수의 작동 가능성을 검토하기 위해 사례지역 내 지수 분포 특성 분석
- 보행편의지수의 정책적 활용을 고려한 점수 및 등급 제시, 기존에 개발된 보행 안전지수 및 보행정책지수와의 연계 활용 방안 검토



[그림 1-1] 보행편의지수 개발 방법 및 절차

출처: 연구진 작성

3. 선행 연구 검토

1) 선행 연구 현황

정량적 측정 기반의 보행관련 평가를 수행한 선행 연구들은 공간 범위에 따라 크게 '가로(지구) 단위 평가 연구', '근린 단위 평가 연구', '지자체 단위 평가 연구'로 구분된다.

□ 가로(지구) 단위 평가 연구

가로(지구) 단위 평가 연구들은 특정 보행관련 사업의 성과 평가를 목적으로 하거나 가로(지구)의 보행환경 평가를 목적으로 수행되었다. 먼저 가로(지구) 단위에서 특정 보행관련 사업의 성과를 평가한 최신 연구로는 서울시 보행자우선도로사업을 평가한 오성훈 외(2019a), 서울시 도로다이어트 사업을 평가한 오성훈 외(2019b) 등이 있다. 앞서 언급한 2개 연구들은 각각 2018년 시행된 서울시 보행자우선도로사업과 도로다이어트 사업 대상지를 중심으로 현장조사, 동영상 촬영, 설문조사 등과 같은 현장기반 방법론을 활용하여 사업성과를 평가하였다.

다음으로 가로(지구)의 보행환경을 평가한 연구들이 다수 이루어졌다. 박경훈 외(2010)는 국내의 문헌고찰을 통해 보행환경 평가항목을 도출하고 항목별 점수 산정 기준을 제시한 다음, 창원시 도심의 근린주구 내 가로 세그먼트를 대상으로 현장기반 보행환경 DB 구축방법을 마련하고 보행환경 종합평가점수를 도출하였다. 박병정 외(2011)는 한국형 가로별 보행환경 평가모델 개발을 목적으로 보행자길 전용도로 내 보도를 대상으로 '교차로 부문 평가 지표'와 '가로 부문 평가 지표'를 도출하고, 고양시 일산서구의 일부 교차로 및 가로를 대상으로 시범 적용한 결과를 제시하였다. 김숙희 외(2014)는 보행환경 평가요소를 '보행안전, 보행편의, 가로환경'으로 구분하고 각각의 평가 지표들을 도출하여, 토지이용 특성을 고려한 보행로 유형(신도시, 구도심, 상업지역, 지하철역, 하천·공원)에 따라 수원시 10개 가로를 선정하여 시범 적용한 결과를 제시한 바 있다.

한편 김승남, 이소민(2016)은 가로공간의 '보행환경(보행친화지수), 보행행태(가로활력지수), 사업효과'를 평가할 수 있는 가로 단위 평가체계를 개발하였으며, 서울시 3개 상업가로를 대상으로 보행친화지수와 가로활력지수를 시범 적용한 결과를 제시하였다. 김태호 외(2010)는 미국의 워크스코어(Walk Score)를 국내 실정에 맞도록

보완하여 역세권의 편의시설 점수 및 보행 네트워크 점수를 도출한 다음, 서울시 24개 역세권을 대상으로 시범 적용한 결과를 보여주었다. 이수일 외(2010)는 김태호 외(2010)에서 제시한 편의시설 점수 및 보행 네트워크 점수와 함께 대중교통서비스 점수를 종합적으로 반영한 역세권 보행자 만족지수(PSI)를 개발하고, 서울시 24개 역세권을 대상으로 시범 적용한 결과를 제시하였다. 이미영(2014)은 보행취약지역의 보행인프라 확충 및 정비 방향을 모색하고자 공간구문론의 정성평가 및 보행수요기반 통행배정모형의 정량평가를 통합한 보행환경 평가모형을 제안하였으며, 인천 부평역 주변지역을 대상으로 시범 적용한 바 있다.

□ 근린 단위 평가 연구

근린 단위 평가 연구는 근린 주거지의 보행환경 지표 개발을 목적으로 하거나 근린 지역의 보행편의성 평가를 목적으로 수행되었다. 먼저 근린 주거지의 보행환경 지표를 검토하고 제시한 대표적인 연구인 박소현 외(2008)에서는 국내외 문헌고찰을 통해 가로 환경, 네트워크 환경, 지역 환경으로 구분하여 주거지의 물리적 보행환경 요소를 추출하고 해당 요소를 사례지역에 적용하는 검증 과정을 거쳐, 근린 주거지 보행환경 요소를 정량적으로 지표화하여 제시하였다. 다음으로 근린 지역의 보행편의성을 평가한 연구인 강창덕(2013)에서는 가로 연결성, 토지이용 혼합, 상점 용적률, 가구밀도를 종합적으로 반영한 보행편의성 지수를 개발하여, 서울시 집계구 단위 보행편의성 지수를 산출하고 지수의 공간분포 특성 및 취약지역 분석 결과를 도출하였다.

□ 지자체 단위 평가 연구

지자체 단위 평가 연구는 광역 또는 기초자치단체의 보행정책 성과 평가를 목적으로 수행되었으며, 주로 보행안전에 초점을 둔 평가 지수를 개발하였다. 김승남, 박수조(2016)는 지자체별 보행정책 성과를 정량적으로 측정하기 위해 보행 및 자전거를 포함하는 '녹색교통 활성화지수'와 보행안전 수준을 평가하는 '보행안전지수'를 제시하고, 전국 광역 및 기초자치단체를 대상으로 시범 적용한 결과를 제시하였다. 후속 연구인 오성훈, 한수경(2018)에서는 김승남, 박수조(2016)에서 제시한 평가체계를 개선·보완하여, 사고연령, 사고공간, 보호구역내 사고안전 수준이 반영된 '보행안전지수'와 보행예산, 보호구역 지정, 불법주정차 단속, 제도 구축 노력 수준이 반영된 '보행정책지수'를 제시하고, 전국 기초자치단체를 대상으로 시범 적용한 결과를 도출하였다.

[표 1-1] 선행 연구 현황 및 본 연구의 차별성

구분	선행 연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
가로 (지구) 단위	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 서울시 보행자우선 도로 현황과 평가 	<ul style="list-style-type: none"> -현장조사 -영상촬영(보행량·교통량, 차량통과속도) -설문조사(사업 만족도, 보행 및 주행여건 변화, 사업 확대에 대한 인식) 	<ul style="list-style-type: none"> -대상지별 현황 및 문제점, 설계 및 시공 등 사업내용 및 추진결과 제시 -대상지별 사업 전·후 보행량, 교통량, 차량통과속도의 변화, 보행환경 만족도 변화 등 평가 결과 제시 -2018년 보행자우선도로사업이 시행된 서울시 24개 대상지를 조사 및 평가
	<ul style="list-style-type: none"> • 2018 서울시 도로다이아트 현황과 평가 	<ul style="list-style-type: none"> -현장조사 -영상촬영(보행량·교통량, 차량통과속도) -설문조사(사업 만족도, 보행 및 주행여건 변화, 사업 확대에 대한 인식) 	<ul style="list-style-type: none"> -대상지별 현황 및 문제점, 설계 및 시공 등 사업내용 및 추진결과 제시 -대상지별 사업 전·후 보행량, 교통량, 차량통과속도의 변화, 보행환경 만족도 변화 등 평가 결과 제시 -2018년 도로다이아트사업이 시행된 서울시 8개 대상지를 조사 및 평가
	<ul style="list-style-type: none"> • GIS기법을 이용한 근린주구 보행환경평가 	<ul style="list-style-type: none"> -문헌연구 -현장조사 -공간분석 -평가 지표 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> -문헌고찰을 통해 20개 보행환경 평가 항목을 도출하고 점수 산정기준 제시 -창원시 도심의 근린주구를 대상으로 현장조사를 통해 보행환경 DB를 구축하고 보행환경 평가점수를 가로 세그먼트 단위로 시각화하여 제시
	<ul style="list-style-type: none"> • 한국형 보행환경평가 모델 개발을 위한 기초 연구 	<ul style="list-style-type: none"> -문헌연구 -현장조사 -통계분석 -전문가 설문 및 AHP -평가모델 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> -보행자길 전용도로 내 보도를 대상으로 교차로 부문 평가 지표(안전성, 편리성)와 가로 부문 평가 지표(안전성, 쾌적성, 연결성)를 도출하고 계량화 -고양시 일산서구의 일부 교차로 및 가로를 대상으로 평가 모델을 시범 적용
	<ul style="list-style-type: none"> • 토지이용을 고려한 보행환경 평가지표 개발 및 적용에 관한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> -문헌연구 -현장조사 -전문가 설문 및 AHP -설문조사(보행자 대상 평가지표 우선순위 도출) -평가모델 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> -보행로 평가요소를 '보행안전, 보행편의, 가로환경'으로 구분하고 각 요소별 평가 지표 도출 -5개 보행로 유형별(신도시, 구도심, 상업지역, 지하철역, 하천·공원로) 평가요소 및 평가지표 가중치를 차별적으로 설정 -수원시 10개 보행로에 보행환경 평가 지표를 시범 적용

구분	선행 연구와의 차별성	연구목적	연구방법	주요연구내용
		<ul style="list-style-type: none"> • 가로단위 보행환경 평가 체계 개발 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌연구 - 전문가 FGI - 전문가 설문 및 AHP - 현장조사 - 영상촬영 - 설문조사(사용자 만족도) - 평가체계 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> - 가로공간의 보행환경(보행친화지수), 보행행태(가로활력지수), 사업효과를 종합적으로 평가할 수 있는 가로 단위 평가체계 개발 - 서울시 3개 상업가로(강남, 신촌, 서래마을)에 보행친화지수 및 가로활력지수를 시범 적용하고, 평가체계 활용방안 제시
		<ul style="list-style-type: none"> • Walking Score를 활용한 역세권 보행편의성 평가에 관한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌연구 - 전문가 설문 및 AHP - ERAM 모형 적용(보행 네트워크의 연결성 정량화) - 중요도-만족도분석(IPA) - 평가모형 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> - 미국의 Walk Score를 국내 실정에 맞게 보완하여, 역세권의 편의시설 점수 및 보행 네트워크 점수를 도출하는 방법론 제시 - 서울시 24개 역세권을 대상으로 시범 적용하고, IPA 분석을 활용하여 편의시설 점수와 보행 네트워크 점수를 양측으로 하는 사분면 분석 결과 제시
		<ul style="list-style-type: none"> • 역세권 보행자 만족지수(PSI) 개발에 관한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌연구 - 전문가 설문 및 AHP - Space Syntax 모형 적용(보행 네트워크의 편의성과 연결성을 명료도로 정량화) 	<ul style="list-style-type: none"> - 김태호 외(2010)의 연구 결과를 발전시켜, 역세권의 편의시설 점수, 보행 네트워크 점수, 대중교통서비스 점수를 종합적으로 반영한 보행자 만족지수(PSI) 개발 - 서울시 24개 역세권을 대상으로 PSI 시범 적용
		<ul style="list-style-type: none"> • 지역보행환경 평가모형 구축연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌연구 - 통계·계량분석(네트워크분석, 공간구문론) - 현장조사 - 설문조사 - 전문가 자문 - 평가모형 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> - 접근성 평가에 활용되는 공간구문론(정성평가)과 보행수요기반 통행배정모형(정량평가)이 통합된 보행환경 평가모형(공간구문론이 내재된 확률적 보행 네트워크 통행배정 모형) 제안 - 인천 부평철도역 주변지역을 대상으로 시범 적용하고, 보행환경개선사업 추진 시 평가모형 활용 검토
		<ul style="list-style-type: none"> • 도시 주거지의 물리적 보행환경요소 지표화에 관한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌연구 - 평가 지표 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> - 문헌고찰을 통해 국내 도시 주거지의 물리적 보행환경 요소들을 추출하고 사례지역(가회동, 상계동)에 적용하여, 주거지 보행환경 요소를 측정할 수 있는 최종 지표 제시
<ul style="list-style-type: none"> • 도시 주거지의 물리적 보행환경요소 지표화에 관한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 연구자(년도): 박소현 외(2008) - 연구목적: 근린주거지 보행환경 요소의 정량적 지표화 			

구분	선행 연구와의 차별성		
	연구목적	연구방법	주요연구내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 서울시 보행 편의성 지수 측정과 정책과제 -연구자(년도): 강창덕(2013) -연구목적: 서울시 집계구 수준의 보행편의성 지수 제시 및 측정 	<ul style="list-style-type: none"> -문헌연구 -통계분석 -공간분석(Getis-Org G 기법 등) 	<ul style="list-style-type: none"> -가로 연결성, 토지이용 혼합, 상점 용적률, 가구밀도를 종합적으로 반영한 보행편의성 지수 제안 -서울시 집계구 단위 보행편의성 지수를 산출하고, 공간분포 특성 및 취약지역 분석을 통해 정책적 시사점 제시
지자체 단위	<ul style="list-style-type: none"> • 보행정책 성과 평가체계 개발 연구 -연구자(년도): 김승남, 박수조(2016) -연구목적: 지자체 보행 정책 성과를 정량적으로 측정하기 위한 녹색교통 활성화지수 및 보행안전 지수 개발 및 적용 	<ul style="list-style-type: none"> -문헌연구 -통계분석 -전문가 설문 및 AHP -전문가 자문 -평가체계 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> -광역 및 기초자치단체 단위 평가를 위해 정책추진기반, 정책이행 적절성, 녹색교통 활성화, 보행자 사고안전의 4개 부문 지표 제시 -최종적으로 녹색교통 활성화 및 보행자 사고안전 부문 지표를 이용해 녹색교통활성화지수 및 보행안전지수 제시 -전국 광역 및 기초자치단체를 대상으로 시범 적용하고, 평가체계 활용방안 제시
	<ul style="list-style-type: none"> • 지자체 보행안전 평가 체계 개선방안 연구 -연구자(년도): 오성훈, 한수경(2018) -연구목적: 지자체의 보행 안전 수준과 정책적 노력 수준을 보다 체계적으로 측정할 수 있는 보행안전 지수와 보행정책지수 개발 및 적용 	<ul style="list-style-type: none"> -문헌연구 -전문가 자문 -통계분석 -설문조사 -평가체계 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> -김승남, 박수조(2016)에서 제시한 평가체계를 개선·보완하여, 보행안전지수 및 보행정책지수 제시 -보행안전지수는 사고연령, 사고공간, 보호구역내 사고 안전 수준이 반영된 3개 지표, 보행정책지수는 보행예산, 보호구역 지정, 불법주정차 단속, 제도 구축 노력 수준이 반영된 4개 지표 제시 -전국 기초자치단체를 6개 평가군으로 구분하여 시범 적용하고, 평가체계 활용방안 제시
본연구	<ul style="list-style-type: none"> • 보행편의지수 개발 및 활용 방안 연구 -연구목적: 지자체 단위 보행편의 수준을 정량화 하여 측정할 수 있는 보행편의지수 개발 및 적용 	<ul style="list-style-type: none"> -문헌 조사 -전문가 자문 -통계분석 -공간분석 -보행편의지수 적용 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> -기초자치단체 단위 보행편의지수 개발 및 타당성 검토 -보행편의지수 시범 적용 -보행편의지수의 활용 방안, 기존 보행안전지수 및 보행정책지수(오성훈, 한수경 2018)와의 연계 방안 제시

출처: 상기 논문들을 바탕으로 연구진 작성

2) 선행 연구의 한계 및 본 연구의 차별성

□ 선행 연구의 한계

선행 연구들에서는 보행편의성과 밀접한 보행환경 수준의 정량적 측정을 가로(지구) 단위에서 모색한 연구들이 가장 많았으나, 대체로 현장기반 평가체계로서 지자체 전체로 확장하여 적용하기에는 한계가 존재한다. 이러한 연구들은 보행편의성에 대한 종합적인 평가보다는 보행환경 수준을 측정하는 과정에서 일부 보행편의 관련 지표들을 단편적인 수준에서 포함하거나, 보행환경이 갖추어야 할 주요 특성인 안전성, 편의성, 쾌적성에 대한 개념 정립이 모호한 상태에서 동일한 지표가 각기 다른 특성을 대리하는 등 연구마다 지표 활용 방식이 상이하다. 따라서 보행편의성 개념을 정립하고 이를 종합적, 체계적으로 측정할 수 있는 지표를 마련할 필요가 있다.

근린 단위 평가 연구는 일정 영역 내 보행환경의 선적 측정뿐만 아니라 면적 측정이 가능한 평가 지표를 제시했다는 점에서 지자체 단위 평가에 시사점을 주나, 보행편의성의 핵심 요소인 보행자길의 접근성 및 연속성에 대한 고려가 미흡하다는 한계를 가진다. 한편 지자체 단위 평가 연구는 전국 지자체별 동일한 측정 및 비교가 가능한 지표를 개발하여 전국 지자체를 대상으로 시범 적용한 결과를 제시하고 정책 방향에 대한 시사점을 도출했다는 점에서 의의가 있으나, 보행편의가 배제된 보행안전에 초점을 둔 평가 도구 개발에 머물렀다는 한계가 존재한다. 이처럼 아직까지 지자체별 보행편의 수준을 체계적으로 측정할 수 있는 평가 도구를 개발한 연구가 미비하다.

□ 본 연구의 차별성

본 연구에서는 기초자치단체의 전반적인 보행편의 수준을 정량적, 객관적으로 측정하는 보행편의지수를 개발한다. 특히 보행 네트워크 구축을 통해, 기초자치단체 단위 보행편의 수준을 종합적으로 측정할 수 있는 보행편의지수를 개발한다는 점에서 차별성을 가진다. 또한 본 연구에서 개발한 보행편의지수의 활용성을 검토하고 기존의 보행안전지수 및 보행정책지수와의 연계방안을 모색함으로써, 보행편의, 보행안전, 정책적 노력 수준을 종합적으로 측정할 수 있는 평가체계 기반을 마련하고자 한다.

제2장 보행편의 개념과 측정

1. 보행편의성 및 보행편의지수 개념
 2. 보행편의성 측정을 위한 평가 지표 및 평가 도구 사례
 3. 보행편의지수 개발을 위한 시사점
-

1. 보행편의성 및 보행편의지수 개념

□ 보행편의성 개념

보행편의의 개념을 담고 있는 현행 법률은 보행안전법과 「교통약자의 이동편의 증진법」(이하 교통약자법)으로서, 각 법률의 제1조에서 안전하고 편리하게 보행(이동)할 수 있는 보행환경 조성을 강조하고 있다. 또한 보행안전법 제3조 제3항의3에 따르면, “보행정책의 수립·추진은 **보행자의 안전과 목표지점에서의 접근의 편리성과 함께 삶의 공간으로서의 쾌적성 및 미관성을 동시에 고려하여야 한다**”고 명시하고 있다. 이상의 내용을 정리해보면, ‘**보행편의성**’은 보행환경의 속성으로서, **보행자가 목적지로 안전하고 편리하게 접근할 수 있는 보행환경 수준**으로 이해할 수 있다.

이때 보행환경은 물리적 환경만을 의미하는 것이 아니며, 보행자가 접하게 되는 모든 요소와 안전하고 쾌적한 통행에 영향을 주는 모든 요소, 감각적이고 정신적인 측면과 관련 제도 등을 포함하는 총체적 환경을 의미한다. 보행안전법 제2조에 따르면, 보행환경은 “보행자가 통행하면서 접하게 되는 물리적·생태적·역사적·문화적 요소와 보행자의 안전하고 쾌적한 통행에 영향을 미치는 모든 요소”로서 정의된다. 또한 서울특별시 보행권 확보와 보행환경 개선에 관한 기본 조례 제2조에서는 보행환경을 “보행자의 보행과 활동에 영향을 미치는 물리적, 감각적, 정신적 측면과 이에 관련된 제도 등을 포함한 총체적 환경”으로 정의하고 있다.

[표 2-1] 현행 법률상의 보행편의성 개념

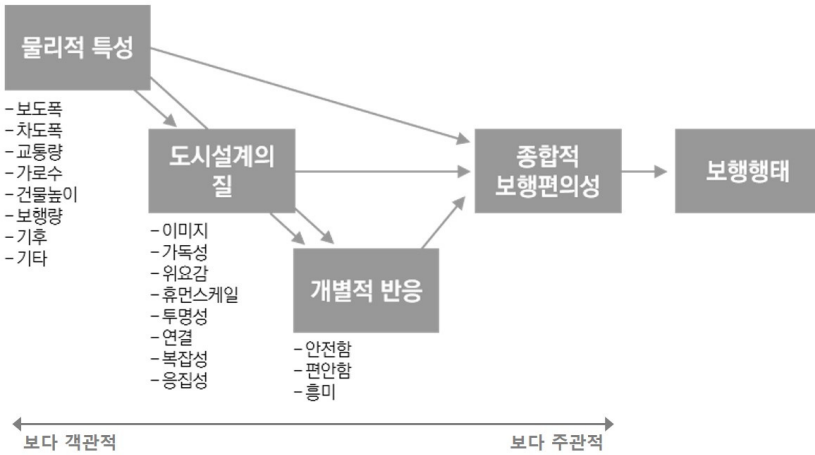
법률명	조항	주요 내용
보행안전 및 편의증진에 관한 법률	제1조 (목적)	보행자가 안전하고 편리하게 걸을 수 있는 쾌적한 보행환경 을 조성하여 각종 위험으로부터 국민의 생명과 신체를 보호하고, 국민의 삶의 질을 향상시킴으로써 공공의 복리 증진에 이바지
	제3조 (보행권의 보장)	① 국민이 쾌적한 보행환경에서 안전하고 편리하게 보행할 권리 를 최대한 보장하고 진흥 ③ 보행권 보장 및 증진을 위한 정책의 기본원칙 1. 각종 제도 및 사업 등에 따른 편의보다 보행자의 안전을 우선 3. 보행정책의 수립·추진은 보행자의 안전과 목표지점에서의 접근의 편리성 과 함께 삶의 공간으로서의 쾌적성 및 미관성을 동시에 고려
교통약자의 이동편의 증진법	제1조 (목적)	교통약자(交通弱者)가 안전하고 편리하게 이동할 수 있도록 교통수단, 여객시설 및 도로에 이동편의시설을 확충 하고 보행환경을 개선하여 사람중심의 교통체계를 구축함으로써 교통약자의 사회 참여와 복지 증진 에 이바지
	제3조 (이동권)	교통약자가 아닌 사람들이 이용하는 모든 교통수단, 여객시설 및 도로를 차별 없이 안전하고 편리하게 이용하여 이동할 수 있는 권리

출처: 「보행안전 및 편의증진에 관한 법률」, 「교통약자의 이동편의 증진법」의 제1조, 제3조 내용을 바탕으로 연구진 작성

이처럼 보행편의성은 보행환경의 물리적 특성뿐만 아니라 도시설계의 질, 그리고 개별 반응에 의해 종합적으로 영향을 받으며, 이러한 보행편의성은 보행행태를 결정하는 것으로 알려져 있다(Ewing & Handy 2009, p.67). 특히 보행편의성에 영향을 미치는 요인 중에서 물리적 특성은 지각적 차원에서 도시설계의 질을 결정하고 이는 다시 가로에 대한 개개인의 반응을 촉발함으로써, 보행편의성에 직접적으로 영향을 미칠 뿐만 아니라 도시설계의 질, 개별적 반응을 통해 간접적으로도 영향을 미친다(Ewing & Handy 2009, p.67).

□ 보행편의성 측정을 위한 개념적 틀

보행편의성이란 추상적인 개념을 측정하기 위하여 보행편의성에 영향을 미치는 물리적 특성, 도시설계의 질, 개별적 반응을 측정하거나, 보행편의성의 결과인 보행행태를 측정할 수 있다. 그 중에서도 ‘보행환경의 물리적 특성’은 보행편의성 측정을 위한 가장 기본적이고도 중요한 요소로서, 정량적인 지표를 활용하여 객관적인 측정이 가능하다. 반면 물리적 특성의 지각적 차원인 도시설계의 질은 이용자에게 각각 다른 반응으로 불러일으키며(Ewing & Handy 2009, p.67), 이러한 개별적 반응인 ‘보행환경에 대한 인식’은 주관적 설문조사를 통해 측정할 수 있다. 한편 ‘보행행태’는 보행편의성의 결과로서, 보행속도, 보행밀도, 보행경로, 보행량(보행교통유율), 보행점유공간, 보행자 서비스 수준(Pedestrian LOS)^{*)}, 보행자 활동 등을 조사하여 측정할 수 있으며, 이러한 요소들은 대체로 현장조사를 기반으로 측정되고 있다.



[그림 2-1] 보행편의성의 개념적 틀
 출처: Ewing & Handy(2009), p.67 내용을 번역함

*** 보행자 서비스 수준(Pedestrian LOS)**

- 보행자 서비스 수준의 개요
 - Fruin(1971)에 의해 보행자 서비스 수준이 최초로 개념화된 이후, Transportation Research Board(2000)에서는 1950년대 처음 출간된 자동차용 도로용량편람(Highway Capacity Manual, HCM)을 각색하여 보행자와 자전거를 위한 도로의 서비스 수준까지 적용 대상을 확대함 (Lo 2011, p.24)
 - Transportation Research Board(2000)의 보행자 서비스 수준은 정량적인 요소들인 보행자 한명 당 보행공간(sidewalk space per pedestrian), 보행흐름량(pedestrian flow rate), 보행흐름속도(speed of pedestrian flow), 보행 수용력에 대한 보도 총량비(ratio of sidewalk volume to capacity)가 포함됨(Lo 2011, pp.24-25 재인용)
- 보행자 서비스 수준의 한계
 - Lo(2011)는 보도 용량(sidewalk capacity)에 초점을 둔 Fruin(1971)과 Transportation Research Board(2000)이 보행자를 차량처럼 단순한 개별 교통 단위로 보았다고 비판함. 또한 그는 Transportation Research Board(2000)의 HCM 2000 기준에 따르면 보행이 활발한 보도는 잠재적으로 물리적 충돌이 일어날 수 있는 바람직하지 않은 공간이며 아무도 다니지 않는 슈퍼블록 또는 죽은 도시의 골목이 보행자에게 쾌적성을 제공하는 공간으로 평가되는데 이러한 평가기준은 옳지 않다고 지적함(Lo 2011, p.26)
- 우리나라에서의 보행자 서비스 수준의 적용
 - 국토해양부(2013)의 도로용량편람에서는 '보행자시설'을 보행자가 목적지에 도달하는 과정에서 이용하는 보행자도로(보도), 계단, 대기공간, 신호횡단보도로 구분하고, 각 시설별 서비스 수준을 결정하는 효과 척도로서 보행교통류율, 보행자 점유공간, 보행밀도, 보행속도, 보행자 평균지체 등을 활용함(국토해양부 2013, pp.612-619)

□ 본 연구에서의 보행편의지수 개념

본 연구에서는 보행편의성을 측정하는 다양한 방법들 중에서, 보행편의성을 구성하는 가장 기본적인 요소이자 전국 지자체를 대상으로 정량적·객관적인 측정이 가능한 ‘보행환경의 물리적 특성’을 중심으로 보행편의성을 측정하고자 한다. 이에 따라 본 연구에서의 보행편의지수는 보행자가 출발지에서 목적지로 안전하고 편리하게 접근할 수 있도록 조성된 물리적 보행환경의 수준을 정량적으로 평가하기 위한 지수로서 정의된다.

2. 보행편의성 측정을 위한 평가 지표 및 평가 도구 사례

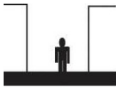
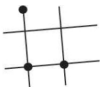
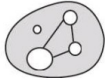
1) 보행편의성 측정을 위한 평가 지표 검토

① 평가 지표 검토를 위한 이론적 체계 및 방법

□ 평가 지표 검토를 위한 이론적 체계

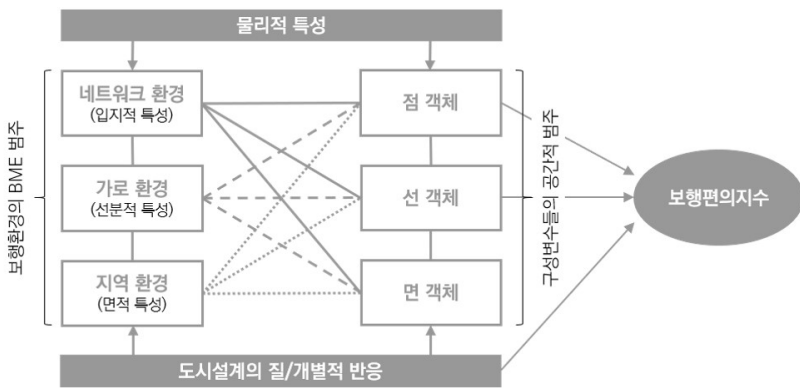
보행환경의 물리적 특성은 Moudon & Lee(2003)의 환경행동모델(Behavioral Model of Environment, 이하 BME)에 따라, ‘보행 시종점의 입지적(locational) 특성’, ‘보행 경로의 선분적(segmental) 특성’, ‘보행이 발생하는 지역의 면적(areal) 특성’으로 분류될 수 있다. 이를 바탕으로 서한림(2006)과 박소현 외(2008)는 각각의 특성을 보행의 ‘네트워크 환경’, ‘가로 환경’, ‘지역 환경’ 요소로 개념화하고 분류하였다(표 2-2 참조).

[표 2-2] 보행환경요소 분류 틀의 개념

대분류	가로 환경	네트워크 환경	지역 환경
다이아그램			
개념	보도, 차도, 건물, 가로시설 등으로 이루어진 가로 주변 환경	가로의 연결성과 네트워크 시스템, 시설로의 거리	토지용도, 근린시설, 밀도, 도시 형태 등의 특성

출처: 서한림(2006), p.23

BME에서는 이상의 세 가지 구성요소를 모두 고려해야만 보행친화성에 미치는 물리적 보행환경 특성의 영향을 충분히 반영할 수 있다고 보았는데, Maghelal & Capp(2011)은 이를 다시 GIS 데이터 유형인 점·선·면 객체에 매칭시키며 가용한 GIS 데이터와 그 유형을 동시에 고려해야만 보행편의지수의 구성 과정을 표준화할 수 있고 나아가 객관성을 보장할 수 있다고 주장하였다(그림 2-2 참조). 예를 들어 가로와 가로변 환경의 특성이 그 가로에 면한 건물(점 객체)에 부여될 수 있으며, 네트워크 환경에서의 시설 접근성 특성이 경로를 구성하는 가로(선 객체)에 부여될 수도 있으며, 지역 환경에서의 토지이용 다양성 특성이 그 지역을 정의하는 폴리곤(면 객체)에 부여될 수 있다.



[그림 2-2] 물리적 보행환경 특성과 GIS 데이터 유형의 연계
출처: Maghelal & Capp(2011), p.8 도식을 바탕으로 연구진 재구성

□ 평가 지표 검토 방법

상기에서 살펴 본 박소현 외(2008)는 방대한 국내외 선행 연구들을 검토하여 언급된 빈도가 높거나 해외와는 다른 국내 도시 주거지의 특성을 반영하면서 정량적 측정이 가능한 보행편의성 평가 지표들을 포괄적으로 제시하고 있으며, Maghelal & Capp(2011)은 BME에 따라 최근 20년간 수행된 해외 25개 보행편의지수 관련 연구를 비교·검토한 결과를 제시하고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 해당 연구들에서 제시된 평가 지표들을 참고하여, 전국 기초자치단체 수준에서 동일 기준에 의해 측정하기 어려운 지표, 보행편의보다는 보행안전과 밀접한 지표(예: 교통사고 수준), 유사한 내용의 지표 등은 제외하는 과정을 거쳐, 현실적으로 활용 가능한 보행편의성 지표들을 재정리하고 지표별 측정 방법을 국내 실정에 맞게 다시 정의하였다. 이때 전국 기초자치단체를 대상으로 객관적인 평가가 가능하도록 전국 단위 GIS 데이터를 활용하

여 산출할 수 있는 지표들을 중심으로 정리하되, 아직까지 GIS 데이터 구축이 미흡하여 현장조사 등을 통해 파악할 수 있으나 보행편의성 측면에서 중요성을 갖는 지표들은 포함하였다. 이에 따른 평가 지표들을 국내 실정을 고려하여 가로 환경 부문, 네트워크 환경 부문, 지역 환경 부문으로 구분될 수 있다.

② 평가 지표 검토 결과

□ 가로 환경 부문

가로 환경 부문의 평가 지표들은 [표 2-3]과 같이 ‘가로특성, 건물특성, 대지 내 공지, 가로시설물, 주차차’ 항목으로 구분될 수 있다. 이때 가로수, 벤치 등의 보행편의시설과 보행장애물 관련 지표는 제외되었다. 가로수는 보행 쾌적성의 주요 요소이지만 국내 가로 위계의 특성상 일부 간선도로급 도로에 면한 보행길에만 설치되며, 벤치 등 보행편의시설의 설치 수준은 기초자치단체별로 편차가 크기 때문에, 전국 지자체를 대상으로 한 평가 지표로 활용하기에는 한계가 존재한다. 한편 보행장애물은 “보행자의 보행을 방해하는 설치물”로서 크게 영구적인 장애물과 일시적인 장애물로 구분할 수 있으나 장기간 영향을 미치는 영구적인 장애물로 한정할 경우, “보행안전구역에 설치된 차량 진입억제용 말뚝, 가로등, 가로수, 벤치, 각종 전기 등의 단자함, 쓰레기통, 소화전 등 도로에 설치되는 각종 설치물”로 정의된다(장애물 없는 생활환경(BF) 인증심사기준 및 수수료기준등, p.10). 이때 가로등, 가로수, 벤치 등은 보행편의시설로도 구분되는 시설물로서 보행장애물 여부를 정확히 판단하기 위해서는 ‘보행안전구역’ 또는 ‘장애물구역’¹⁾을 구분하여 시설물을 관리하고 있는지 살펴보는 것이 보다 효과적이며, 이는 ‘보도유효폭 확보 비율’ 지표로 대체 가능하다고 판단하였다.

• 가로특성

도로폭이 넓을수록 더 많은 차량이 통행하며 차량 제한속도가 높을수록 더 빨리 달리는 차량이 많을 것으로 예상된다. 따라서 ‘도로폭’과 ‘도로제한속도’ 지표는 각각 도로폭과 차량제한속도의 역수로 산출할 수 있으며, 값이 클수록 보행편의성이 높은 것으로 볼 수 있다. ‘보도설치도로 비율’, ‘보행자전용도로 비율’, ‘보차혼용도로 비율’ 지표는 전체 도로 길이 중에서 보행자 통행에 이용되는 도로가 얼마나 존재하는지를

1) 장애물 없는 생활환경 인증심사기준에 따르면, 보행안전구역은 “보행공간에 이동에 장애가 되는 어떠한 장애물도 설치되지 않는 구역”, 장애물구역은 “가로수, 휴게의자, 공중전화 등 연속적인 보행에 장애가 되는 장애물을 집적하여 설치되는 구역”으로 정의됨(장애물 없는 생활환경(BF) 인증심사기준 및 수수료기준등, p.9)

보여주므로 3개 지표 모두 보행편의성에 기여한다고 볼 수 있다. 다만 보차혼용도로의 경우 차량통행으로 인해 상대적으로 보행환경이 열악할 수 있기 때문에 '보차혼용도로 비율'은 나머지 지표들에 비해 낮은 가중치 설정이 필요하다. '보도유효폭 확보 비율'은 안전하고 편리한 보행을 위해 규정하고 있는 최소 보도폭인 1.5m이상²⁾을 보행자 통로로 확보하고 있는 수준을 보여주므로, 지표 값이 클수록 보행편의성에 기여한다고 볼 수 있다. '횡단보도 밀도'는 보행자가 건너편 도로로 얼마나 쉽게 이동할 수 있는지를 보여주는 지표로서, 값이 클수록 보행편의성이 높은 것으로 볼 수 있다. '보행자길 구간 경사도' 지표의 경우, 경사가 가파를수록 이동이 힘들어지므로 보행자길 구간 평균 경사도의 역수 형태인 값이 클수록 보행편의성에 기여할 수 있다.

• 건물특성

'건물 출입구 밀도' 지표의 경우, 보행자길에 인접한 건물 출입구가 많다는 것은 보행을 통해 접근 가능한 건물이 많다는 의미로 해석 가능하므로, 보행편의성에 기여한다고 볼 수 있다.

• 대지 내 공지

건물 전면공지는 보행자 공간으로 이용될 수 있으므로, '건물 전면공지 비율'이 클수록 보행편의성이 높은 것으로 볼 수 있다. 건물 전면공지 면적은 일괄적인 측정이 어렵기 때문에 보도 경계에서 건물 출입구까지 최단거리(건축선 후퇴 길이)로 대체할 수 있으며, 이때 보도 경계에서 건물 출입구를 연결하는 수선은 GIS 분석을 통해 일괄 생성 가능하다.

• 가로시설물

가로등, 보안등과 같은 조명은 야간에 안전하고 편리한 보행을 가능하게 해주므로, '조명밀도'가 높을수록 보행편의성이 높다고 판단할 수 있다.

• 주정차

보행자길 주변의 주정차 점유는 보행환경의 질에 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로, 불법주정차 신고건수의 역수 형태인 '불법주정차 밀도' 지표 값이 클수록 보행편의성이 높은 것으로 볼 수 있다. 주정차 점유 수준을 정확하게 파악하기 위해서는 동시다발적 현장조사가 요구되나 전국 단위 조사가 어렵고, 현장조사를 통해서서는 평균적인 주정차 점유 수준을 파악하기 힘들다. 따라서 행정안전부의 안전신문고앱을 통해 신

2) 보도 설치 및 관리 지침(국토교통부 예규 제237호, p.19)에서는 “보도의 유효폭은 최소 2.0m 이상을 확보하되, 지형상 부득이한 경우에는 1.5m 이상으로 한다”고 규정하고 있음

고 되는 4대 절대주차금지구역(소방시설 주변 5m 이내, 교차로 모퉁이 5m 이내, 버스정류소 10m 이내, 횡단보도) 중에서 보행편의 및 안전과 밀접한 교차로, 버스정류소, 횡단보도 인근 불법주정차 신고건수를 활용하여 '불법주정차 밀도' 지표를 산출할 수 있다.

[표 2-3] 가로 환경 부문의 평가 지표 및 측정 방법

구분	지표	측정 방법	데이터 유형	보행네트워크 활용
가로 환경	도로폭	1/도로구간 도로폭	GIS	(도로)
	도로제한속도	1/도로구간 차량 제한속도	현장조사	(도로)
	보도설치도로 비율	보도 길이 총합/도로 길이 총합	GIS	(도로)
	보행자전용도로 비율	보행자전용도로 길이 총합/도로 길이 총합	GIS	(도로)
	보차혼용도로 비율	보차혼용도로 길이 총합/도로 길이 총합	GIS	(도로)
	보도유효폭 확보 비율	(유효폭 1.5m이상 보도길이/2)/도로 길이 총합	현장조사	(도로)
	횡단보도 밀도	횡단보도 개수 총합/도로 길이 총합	GIS	(도로)
건물 특성	보행자길 구간 경사도	1/(보행자길 구간의 평균 경사도+1)	GIS	○
	건물 출입구 밀도	건물 출입구 개수/보행자길 구간 길이	GIS	○
대지내 공지	건물 전면공지 비율	건축선 후퇴 길이 총합/보행자길 구간 길이	GIS	○
가로 시설물	조명밀도	가로등·보안등 개수/보행자길 구간 길이	GIS	○
주정차	불법주정차 밀도	1/(보행자길 구간의 연평균 불법주정차 신고건수+1)	GIS	○

출처: 박소현 외(2008), pp.168-169; Maghelal & Capp(2011), pp.12-14를 참고하여 연구진 재정리
 주1: 개별 지표들은 근린지역(집계구, 보행권역, 행정동 등) 단위로 측정하여 시군구 단위로 집계 가능
 주2: 보행 네트워크 활용 항목에서 (도로)라고 표기된 경우, 지표 산출 시 '도로 네트워크'가 필요함을 의미하며, ○ 표기된 경우 보행 네트워크가 필요함을 의미함

이상의 가로 환경 부문 지표들은 '도로 네트워크' 또는 '보행 네트워크'를 활용하여 측정된다. 도로 네트워크는 도로명주소 전자지도의 '도로구간' 또는 국가기본도 DB의 '차도 노드 및 링크' 자료를 활용할 수 있다. 반면 보행 네트워크는 현재 공식적으로 제공되는 GIS 데이터가 없기 때문에 별도의 구축 작업이 필요하다. 지표 측정을 위한 '도로구간'은 같은 도로명을 사용하는 구간으로 시종점을 정의할 수 있고 도로폭, 도로길이 등의 정보를 공유하며, '보행자길 구간'은 보행자길이 교차하는 지점들로 시종점을 정의할 수 있다(그림 2-3 참조).



[그림 2-3] 보행 네트워크(좌)와 도로 네트워크(우)의 차이 예시

출처: 연구진 작성

□ 네트워크 환경 부문

네트워크 환경 부문의 평가 지표는 [표 2-4]와 같이 ‘네트워크 밀도, 편의시설 접근성’ 항목으로 구분될 수 있다. 이러한 지표들을 측정하기 위해서는 ‘보행 네트워크’의 활용이 필수적이다.

• 네트워크 밀도

대상지 내 보행 네트워크의 ‘교차로 밀도’가 높을수록 보행경로 선택의 옵션이 많아지기 때문에 보행편의성이 높은 것으로 볼 수 있다. 한편 출발지에서 목적지까지의 보행 네트워크를 기준으로 측정된 실제거리가 직선거리에 유사할수록, 즉 ‘목적지까지 경로의 직접성’이 좋을수록 목적지로 빠르게 이동할 수 있으므로 보행편의성이 높은 것으로 볼 수 있다.

• 편의시설 접근성

출발지에서 각 편의시설까지의 거리가 짧을수록 접근성이 좋기 때문에 보행편의성이 높은 것으로 볼 수 있으며, 이때 편의시설까지의 거리는 보행 네트워크를 기준으로 GIS를 활용하여 직선거리가 아닌 네트워크 거리를 활용하는 것이 바람직하다. 접근성 지표들은 미국을 중심으로 널리 사용되고 있는 워크스코어(Walk Score) 방법론을 활용할 수 있다. 이는 일차적으로 다수의 편의시설까지의 최단거리를 가중 평균하고 이에 거리감소효과를 적용하여 평균거리가 가까울수록 접근성이 높아지는 식으로 변형하는 방법이다.³⁾

3) 워크스코어(Walk Score) 방법론에 대한 자세한 설명은 본 보고서의 pp.25-29에 서술함

[표 2-4] 네트워크 환경 부문의 평가 지표 및 측정 방법

구분	지표	측정 방법	데이터 유형	보행네트워크 활용	
네트워크 밀도	교차로 밀도	보행자길 교차점 개수/대상지 면적	GIS	○	
	목적지까지 경로의 직접성	목적지까지의 직선거리/실제거리	GIS	○	
편의시설* 접근성	민간	식료품점 접근성	가장 가까운 식료품점까지의 거리	GIS	○
		쇼핑 접근성	가장 가까운 쇼핑센터까지의 거리	GIS	○
		식당 접근성	가장 가까운 식당까지의 거리	GIS	○
		은행 접근성	가장 가까운 은행까지의 거리	GIS	○
	공공	학교 접근성	가장 가까운 학교까지의 거리	GIS	○
		공원 접근성	가장 가까운 공원까지의 거리	GIS	○
		버스정류장 접근성	가장 가까운 버스정류장까지의 거리	GIS	○
	전철역 접근성	가장 가까운 전철역까지의 거리	GIS	○	

출처: 박소현 외(2008), pp.168-169; Maghelal & Capp(2011), pp.12-14를 참고하여 연구진 재정리
 주1: '교차로 밀도'는 근린지역(집계구, 보행권역, 행정동 등) 단위로 측정하여 시군구 단위로 집계, '목적지까지 경로의 직접성'과 접근성 지표들은 건물 단위(출발지)로 측정하여 근린지역 및 시군구 단위로 집계 가능
 주2: 접근성 지표들은 워크스코어(Walk Score) 측정 방법을 활용하여 산출 가능
 주3: 보행 네트워크 활용 항목에서 ○표기된 경우 보행 네트워크가 필요함을 의미함

*** 편의시설 PoI(관심 지점, Point of Interest) 선별 및 구축 방안 검토**

▶ 편의시설은 민간 서비스 영역에서 식료품점, 쇼핑센터, 식당, 은행 등으로 구분되며, 공공 서비스 영역에서 학교, 공원, 버스정류장, 전철역 등으로 구분됨

① 공공 서비스 영역의 편의시설 PoI : 시설 위치 정보를 대부분 정확히 파악 가능

- 행정안전부 '도로명주소 전자지도'의 건물(TL_SPBD_BULD) 데이터 속성이나 '국가기본도 DB'의 교통시설, 전국 단위로 업데이트되는 시설별 자료들을 활용하여 구축 가능

<공공 서비스 영역의 편의시설(PoI) 구축 방안>

지표	측정 방법	활용 자료
학교 접근성	가장 가까운 초등학교까지의 거리	- 연속주제도(초등학교) - 생활안전지도(초등학교) - 도로명주소 전자지도(08101)
공원 접근성	가장 가까운 공원(녹지) 경계까지의 거리	- 연속주제도(공원, 녹지)
버스정류장 접근성	가장 가까운 버스정류장까지의 거리	- 국가기본도 DB(교통시설_점형도로 시설_버스정류장)
지하철역 접근성	가장 가까운 지하철역입구까지의 거리	- 국가기본도 DB(교통시설_면형도로 시설_지하철역입구)

출처: 연구진 작성

② 민간 서비스 영역의 편의시설 PoI : 시설 위치 정보를 정확히 파악하기 어려운 경우가 많음

- (구축 대안 1) 행정안전부 '도로명주소 전자지도'의 건물(TL_SPBD_BULD) 데이터 속성 중에서 '건물용도코드' 세부용도를 활용하여 PoI 선별

- 하지만 세부용도는 건축물대장의 층 정보와 전유부분 용도 비율을 기준으로 추출되므로, 실제와 차이가 크다는 문제가 존재함
- : 예를 들어 전유부분 대부분이 일반음식점이 아닌 이상 일반음식점으로 분류되지 않기 때문에, 서울시 강남구에서조차 일반음식점이 별로 없는 문제가 발생

<민간 서비스 영역의 편의시설(Poi) 구축 대안 1>

구분	주요용도명	주요용도코드	세부용도명	세부용도코드
소매점 (식료품점, 쇼핑)	제1종근린생활시설	03000	소매점	03001
	판매 및 영업시설	06000	시장	06201
			백화점	06202
			대규모소매점	06205
식당	제2종근린생활시설	04000	일반음식점	04001
은행	제2종근린생활시설	04000	금융업소	04401

출처: 연구진 작성

- **(구축 대안 2)** 행정안전부 '도로명주소 전자지도'의 건물(TL_SPBD_BULD) 데이터 속성 중에서 '건물용도코드' 세부용도 대신 주요용도를 사용하여 Poi 선별
- 주민생활 필수시설인 제1종근린생활시설로 분류된 건물 내부에 음식점 등 기타 편의시설도 위치해 있을 확률이 높으므로, 제1종근린생활시설 모두를 Poi로 선별
- * 제1종근린생활시설 : 소매점, 휴게음식점, 이(미)용원, 일반목욕장, 의원, 체육장, 마을공동시설, 대피소, 공중화장실, 세탁소, 치과의원, 한의원, 침술원, 접골원, 조산원, 탁구장, 체육도장, 마을 공회당, 마을공동작업소, 마을공동구판장, 공공시설, 동사무소, 경찰서, 파출소, 소방서, 우체국, 전신전화국, 방송국, 보건소, 공공도서관, 지역의료보험조합, 기타공공시설, 기타제1종근생

<민간 서비스 영역의 편의시설(Poi) 구축 대안 2>

구분	주요용도명	주요용도코드	세부용도명	세부용도코드
주민생활 필수시설 (식료품점, 쇼핑, 식당)	제1종근린생활시설	03000	모두 포함	모두 포함
은행	제2종근린생활시설	04000	금융업소	04401

출처: 연구진 작성

- **(구축 대안 3)** 별도의 위치 정보 구득이 가능한 시설에 한하여 Poi 선별
- 유통업체(대형마트, 백화점, 슈퍼마켓, 편의점, 시장 등), 은행

<민간 서비스 영역의 편의시설(Poi) 구축 대안 3>

지표	측정 방법	활용 자료
유통업체 (식료품점, 쇼핑)	가장 가까운 유통업체(대형마트, 백화점, 슈퍼마켓, 편의점, 시장)까지의 거리	- 한국체인스토어협회_유통업체연감(대형마트, 백화점, 슈퍼마켓, SSM, 편의점 등) - 생활안전지도(편의점) - 전국전통시장표준데이터(시장)
은행	가장 가까운 은행까지의 거리	- 전국은행연합회_은행점포 지점주소 현황

출처: 연구진 작성

□ 지역 환경 부문

지역 환경 부문의 평가 지표는 [표 2-5]와 같이 ‘밀도, 도시형태, 토지이용’ 항목으로 구분될 수 있다.

• 밀도

‘인구 밀도’, ‘세대수 밀도’, ‘주거 밀도’ 또는 ‘고용 밀도’가 높다는 것은 학교, 근린생활시설, 대중교통시설 등이 보행권역 내 설치될 확률이 높고, 그만큼 보행을 통해 생활하기 편리함을 의미한다.

• 도시형태

‘필지 크기’ 또는 ‘블록 크기’가 작을수록 보행경로 선택의 옵션이 많아지기 때문에 보행편의성에 기여하는 것으로 볼 수 있다.

• 토지이용

밀도가 높은 경우에도 토지이용 패턴이 단조로울 수 있으므로 일반적으로 보행을 유발하는 주요 요인으로 알려진 ‘토지이용 혼합도’를 별도로 고려할 필요가 있다. 도시의 입체적 성격을 반영하기 위해 용도별 연면적을 기준으로 토지이용 혼합도를 측정할 수 있으며, 혼합도가 높을수록 보행편의성이 높은 것으로 볼 수 있다. 한편 토지이용 혼합도 측정 과정에 포함되지 않는 ‘공원면적 비율’은 보행의 질에 긍정적인 효과를 미칠 수 있으므로 별도의 지표로 고려할 필요가 있다.

[표 2-5] 지역 환경 부문의 평가 지표 및 측정 방법

구분	지표	측정 방법	데이터 유형	보행네트 워크 활용	
지역 환경	밀도	인구 밀도	인구수/대상지 면적	GIS	-
		세대수 밀도	세대수/대상지 면적	GIS	-
		주거 밀도	주거용 연면적 총합/대상지 면적	GIS	-
		고용 밀도	고용자수/대상지 면적	GIS	-
도시 형태	필지 크기	1/필지 면적의 평균	GIS	-	
	블록 크기	1/블록 면적의 평균	GIS	-	
토지 이용	토지이용 혼합도	용도구분에 따른 대상지 엔트로피*	GIS	-	
	공원면적 비율	공원 면적 총합/대상지 면적	GIS	-	

출처: 박소현 외(2008), pp.168-169; Maghelal & Capp(2011), pp.12-14를 참고하여 연구진 재정리
 주: 개별 지표들은 근린지역(집계구, 보행권역, 행정동 등) 단위로 측정하여 시군구 단위로 집계 가능

* 엔트로피

- 토지이용의 혼합도를 나타내기 위해 이용되는 엔트로피는 다음과 같이 정의할 수 있음

$$S = -(1/\ln k) \sum_{i=1}^k p_i \ln p_i$$

여기서 p_i 는 해당지역 i 용도의 연면적 비율이며, 용도는 보행친화적 용도(단독주택, 공동주택, 제1종근린생활시설, 제2종근린생활시설, 문화 및 집회시설, 판매 및 영업시설, 의료시설, 교육연구 및 복지시설, 운동시설, 업무시설)로 한정

2) 보행편의성 평가 도구 사례

보행편의성 측정과 관련하여 학문적 논의가 활발히 이루어져온 것에 비해, 보행편의 지수를 도시 단위로 측정하여 일반 대중에게 공개한 사례는 상당히 적은 형편이다. 본 연구에서는 도시 단위 물리적 보행환경의 편의수준을 공개 데이터를 사용하여 정량적으로 측정하고 합성지수 형태의 보행편의지수로 산출하여, 그 결과를 웹페이지에서 지도화하여 일반 사용자에게 제공하고 있는 워크스코어(Walk Score)를 주요 평가 도구 사례로서 분석하였다.

□ 워크스코어의 개요

워크스코어는 동명의 미국 시애틀에 위치한 회사에서 개발한 주소 기반의 보행편의 지수로서 특정주소 주변의 건조 환경이 보행자에게 친화적인지를 점수화된 지표를 통해 제시한다(Cole et al. 2015, p.60). 초기 개발된 워크스코어는 건조 환경 내 위치한 편의시설들 간의 접근성을 단순히 직선거리를 통해 분석하였으나, 2011년 이후 개발된 워크스코어는 실제 도로 네트워크를 반영하여 접근성을 분석하였으며, 기존의 워크스코어와 구분하기 위해 “Street Smart Walk Score”라고도 불리고 있다(Nykiforuk et al. 2016, p.533). 워크스코어 서비스는 현재 미국, 캐나다, 호주 등에서 활용되고 있으며, 부동산 검색 기능과 연동시켜 모든 주소지를 대상으로 부동산의 특성과 워크스코어를 함께 제공하는 사업모델을 기본으로 채택하고 있다(Walk Score 2020, <https://www.walkscore.com>). 하지만 지역 단위 집계도 함께 제공하여 미국 내 학계에서 인용되는 보행관련 데이터의 표준으로 자리 잡아가고 있다.

□ 워크스코어의 구성

워크스코어는 개별 건물에서 식료품점, 식당, 학교, 은행, 공원 등의 주요 보행 편의시설들까지 보행으로 접근 가능한 거리를 건물 단위로 분석하여 0~100점 사이의 값으

로 제공된다. 워크스코어 측정에 필요한 편의시설 정보는 Google과 Localeze, 도로 네트워크는 Open Street Map(OSM), 학교 정보는 Education.com, 대중교통 정보는 200개 이상의 대중교통기관으로부터 얻은 데이터가 기본적으로 사용되고 있다(Walk Score 2011, p.2). 각 편의시설별로 보행으로 5분 거리 내(400m 이내) 위치 시 최종 점수에서 최대 100점이 가능하며, 10분 거리 내(800m 이내) 위치 시 최대치 점수의 75%, 15분 거리 내(1,200m 이내) 위치 시 최대치 점수의 40%, 20분 거리 내(1,600m 이내) 위치 시 최대치 점수의 12.5%가 반영되며, 30분 거리 이상(2,500m 이상)은 가중치 부여가 없는 식의 연속 단조감소함수로 정의되고 있다(Nykiforuk et al. 2016, p.534; Walk Score 2012; Walk Score 2020, <https://www.walkscore.com>).

한편 워크스코어 산출 시, 일상생활 속에서 각각의 편의시설의 중요도가 다름을 반영하여 시설별 가중치를 차별적으로 부여하고 있으며 시설별 선택의 다양성을 반영하기 위해 상이한 빈도를 부여하고 있다(Walk Score 2011, pp.2-3). 이때 가중치는 상(3), 중(2), 하(1)로 단순 구분하여 부여되는데, 식료품점과 식당에 가장 많은 가중치인 3을 부여하였으며 쇼핑시설과 커피숍에 그 다음 가중치인 2, 은행, 공원, 학교, 서점, 위락시설에 가장 낮은 가중치인 1을 부여하고 있다(Walk Score 2011, p.3). 또한 식당, 쇼핑시설, 커피숍의 경우 보행자들의 다양한 선택이 이루어진다고 보고 가장 가까운 거리 순으로 식당은 10곳, 쇼핑시설은 5곳, 커피숍은 2곳을 포함시키는 반면 식료품점, 은행, 공원, 학교, 서점, 위락시설의 경우 가장 가까운 1곳을 이용하는 것으로 가정하고 있다(Walk Score 2011, p.3).

[표 2-6] 워크스코어의 편의시설별 가중치 및 빈도 설정

구성변수	가중치	빈도	가중치 배분
식료품점 접근성	3	1	[3]
식당 접근성	3	10	[0.75,0.45,0.25,0.25,0.225,0.225,0.225,0.225,0.2,0.2]
쇼핑시설 접근성	2	5	[0.5, 0.45, 0.4, 0.35, 0.3]
커피숍 접근성	2	2	[1.25, 0.75]
은행 접근성	1	1	[1]
공원 접근성	1	1	[1]
학교 접근성	1	1	[1]
서점 접근성	1	1	[1]
위락시설 접근성	1	1	[1]

출처: Walk Score(2011), pp.3-4의 내용을 바탕으로 연구진 작성

이처럼 편의시설들 간의 거리와 각각의 편의시설별 가중치가 반영된 후에는 도로 네트워크의 특성인 교차로 밀도와 블록 둘레에 따른 패널티가 반영된다. 즉, 교차로 밀도가 낮고 블록 둘레가 길수록 차등적인 패널티를 백분율로 부여한다(Walk Score 2011, pp.6-7). 이에 따라 낮은 교차로 밀도와 긴 블록으로 이루어진 지역은 높은 교차로 밀도와 짧은 블록으로 이루어진 지역보다 편의시설 접근성 측면에서는 비슷한 점수를 받았더라도 종합적인 평가에서 상대적으로 낮은 점수를 받게 된다(Hirsch et al. 2013, p.159).

[표 2-6]과 같이 접근성을 기반으로 한 구성변수들의 가중치 총합은 최대 15점까지 가능하며 이 값이 가능한 최대 점수가 되나, 사용자 이해의 편의를 돕기 위해 가중치 합산 값에 6.67(=100/15)을 곱하여 0~100점 사이로 최종 점수가 산출될 수 있도록 변형하고 있다(Walk Score 2011, p.8). 즉, 편의시설별 거리에 따라 계산된 원점수를 15로 나누고 0~100점이 나오도록 6.67을 곱한 후 최종적으로 [표 2-7]에 언급된 교차로 밀도와 블록둘레에 따른 패널티를 빼면 최종 점수가 계산된다.

[표 2-7] 워크스코어의 패널티 구성

패널티	교차로 밀도(개/mile ²)	블록 둘레 (m)
패널티 없음	200 이상	120 미만
1%	150 ~ 200	120 ~ 150
2%	120 ~ 150	150 ~ 165
3%	90 ~ 120	165 ~ 180
4%	60 ~ 90	180 ~ 195
5%	60 미만	195 이상

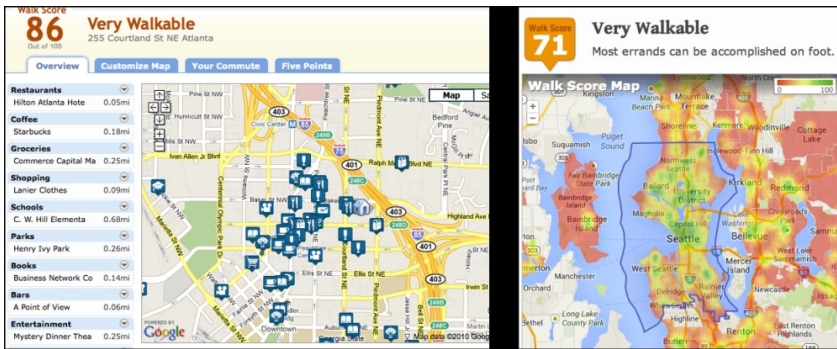
출처: Walk Score(2011), p.7의 내용을 바탕으로 연구진 작성

워크스코어는 최종 점수를 기준으로 5단계로 구분하여 단순화하고 웹사이트를 통해 지도에 점수와 함께 표시하는 기능을 제공하고 있다(그림 2-4 참조). 0~100점 사이의 최종 점수에 따라 보행친화성 수준이 5단계로 분류되는데, 0-24점 이하는 자동차 의존적(car-dependent), 25-49점 이하는 다소 자동차 의존적(somewhat car-dependent), 50-69점 이하는 다소 보행친화적(somewhat walkable), 70-89점 이하는 매우 보행친화적(very walkable), 90-100점 이하는 전적으로 보행자 위주(walker's paradise)로 구분된다(Walk Score 2020, <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>).

[표 2-8] 워크스코어의 최종 결과 분류

워크스코어	분류명	설명
90-100	Walker's Paradise	일상생활에서 자동차가 필요하지 않음
70-89	Very Walkable	대부분의 일상생활이 보행으로 가능
50-69	Somewhat Walkable	일상생활의 일부가 보행으로 가능
25-49	Car-Dependent	대부분의 일상생활이 자동차를 필요
0-24	Car-Dependent	자동차 없이는 일상생활이 불가

출처: Walk Score(2020), <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>(검색일: 2020.7.10.)
내용을 번역하여 표로 작성함



[그림 2-4] 워크스코어의 건물 단위(좌) 및 지역 단위(우) 서비스 예시

출처: Walk Score(2020), <https://www.walkscore.com/>(검색일: 2020.7.10.)에서 워크스코어 산출 결과를 캡처하여 작성함

□ 워크스코어의 평가

근린 보행편의성 측면에서 워크스코어의 유효성은 여러 연구들에 의해 증명되어왔으며 오늘날 건강, 도시계획, 부동산, 교통 등의 다양한 분야에서 활발히 사용되고 있다(Hall & Ram 2018, p.311). 워크스코어는 앞에서 살펴봤듯이 공개된 빅데이터와 GIS 분석에 근거한 표준화된 지수이기 때문에 갱신이 용이하고 객관적인 벤치마킹 작업을 가능하게 하며, 구성이 단순하기 때문에 이해하기 쉽고 위계상 가장 하위 단계인 건물 단위 지수로 산출되어 상이한 공간 단위로 쉽게 취합될 수 있다는 장점을 가진다.

한편 워크스코어는 Google, Localeze, Open Street Map, Education.com 등의 기관들로부터 제공되는 편의시설 및 도로 네트워크 관련 오픈 소스 데이터를 활용하는데, 이러한 데이터들이 실제 현황을 항상 정확하게 나타내지는 않을 수 있다는 비판

이 존재하기도 한다(Hirsch et al. 2013, p.165). 또한 워크스코어는 보행환경 요소 중 네트워크 환경 변수에만 의존하고 있기 때문에 지역 환경과 가로 환경이 좋지 못한 지역의 보행편의성을 과대평가하는 방향으로 편향되기 쉬우며(Koschinsky et al. 2017, pp.357-359), 워크스코어를 구성하는 변수들의 기여도를 분해할 수 없기 때문에 특정 지역의 보행편의성이 높거나 낮은 이유를 진단하고 분석하기 어렵다.

3. 보행편의지수 개발을 위한 시사점

□ 보행편의지수의 개발 형태

앞서 분석한 내용을 바탕으로 보행편의지수 개발 형태에 대한 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다. 먼저 보행편의지수는 지자체 보행정책의 효과를 보행편의성 측면에서 종합적으로 파악할 수 있도록 합성지수 형태로 보행편의지수 개발하되, 합성지수는 보행편의성이 높거나 낮은 이유를 진단하고 분석하기 어렵기 때문에 최종 보행편의지수뿐만 아니라 지수를 구성하는 세부 지표들도 함께 제시하는 것이 바람직하다. 또한 보행편의지수는 정책방향 설정 및 시민들과의 소통 과정에서 사용하기 편리하고 이해하기 쉽도록 단순하게 구성될 필요가 있다. 하지만 워크스코어(Walk Score)와 같이 물리적 보행환경의 특정 부문에 치우친 결과가 도출되지 않도록 세부 지표들을 선정해야 한다. 이에 따라 보행환경의 물리적 특성을 보여주는 가로 환경, 네트워크 환경, 지역 환경 부문 지표들을 종합적으로 고려하되, 지자체 보행정책을 통한 개선 효과를 기대할 수 있는 지표들을 중심으로 선정할 필요가 있다.

한편 지자체별 보행편의성이 시간이 지남에 따라 개선되거나 악화되는지 파악하고 지자체들 간 보행편의성 수준을 비교할 수 있도록 전국 기초자치단체를 대상으로 동일한 기준으로 평가하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 공개된 자료를 활용하여 갱신이 용이하도록 보행편의지수를 구성해야 한다. 또한 일차적으로 공간 위계상 가장 하위 수준인 건물 단위 점수를 산출함으로써 필요에 따라 상위 공간 단위로 자유롭게 취합될 수 있도록 개발하는 것이 지수 활용도 측면에서 유용할 것이다. 더 나아가 지자체 내에서 보행환경 개선이 우선적으로 이루어질 필요가 있는 곳을 파악할 수 있도록 다양한 형태의 지도화 서비스를 함께 제공할 필요가 있다.

□ 보행편의지수 개발 시 주의사항

보행편의지수 개발 시 주의사항은 다음과 같다. 첫째, 보행편의지수의 산출 과정이 통계적으로 엄격하지 않을 경우 오용의 위험이 존재하므로, 지수의 품질 관리를 위해 전문가의 지원이 필요하다. 둘째, 데이터의 수집과 분석에 소요되는 시간과 비용을 최소화해야 한다. 현장조사를 통한 데이터 수집을 지양하거나 최소화하고, 주기적으로 갱신되는 공개된 GIS 데이터를 활용하여 보행편의지수를 산출할 필요가 있다. 단기적으로는 현재 수준의 데이터를 바탕으로 최소의 노력을 기울여 산출할 수 있는 보행편의지수를 마련하되, 중장기적으로는 보행환경 데이터의 질적 수준을 단계적으로 높여나감으로써 보다 발전된 형태의 보행편의지수를 도출하는 전략이 요구된다. 셋째, 보행편의지수의 세부 지표들을 산출하기 위해서는 보행 네트워크의 구축이 필수적이다. 국내에서는 아직까지 공개된 형태의 보행 네트워크 데이터가 없기 때문에, 실효성 있는 보행편의지수를 산출하기 위해서는 현재 GIS에서 활용 가능한 지도 데이터를 이용하여 보행 네트워크를 별도로 구축할 필요가 있다. 넷째, GIS 데이터를 활용하여 정량적으로 측정 가능한 지표 위주로 보행편의지수를 구성할 경우, 정량적 측정이 어렵지만 보행편의성에 중요한 영향을 미치는 보행환경요소들이 무시될 가능성이 있다. 따라서 정량적 측정이 어려우나 보행편의성에 중요한 영향을 미치는 보행환경요소의 경우, 지자체별 상황에 맞게 별도의 현장조사나 설문조사 등을 실시하여 보행편의지수를 보완하여 사용할 수 있도록 방향을 제시할 필요가 있다.

제3장 보행편의지수의 개발

1. 기본 원칙 및 평가 대상
 2. 보행편의지수의 지표 구성
 3. 보행편의지수의 측정 방법
-

1. 기본 원칙 및 평가 대상

1) 기본 원칙

보행편의지수 개발을 위한 기본 원칙은 선행 연구인 오성훈, 한수경(2018, pp.35-37)에서 제시한 보행안전 평가체계의 기본 원칙을 준용하되 앞 장에서 분석한 내용을 반영하여, 다음과 같이 4가지 - 평가 지표의 적절성, 산출용이성 및 비교가능성, 실용성, 개방성 및 확장가능성 - 로 도출하였다.

첫째, **평가 지표의 적절성**을 고려하여야 한다. 보행편의지수는 사람들이 목적지로 안전하고 편리하게 보행할 수 있는 물리적 여건이 기초자치단체 단위에서 얼마나 잘 형성되어있는지를 평가할 수 있는 지표들로 구성되어야 하며, 각 지표들은 즉각적인 의미 전달을 통해 쉽게 이해될 수 있어야 한다.

둘째, **산출용이성 및 비교가능성**을 고려하여야 한다. 보행편의지수는 모든 기초자치단체를 대상으로 동일한 기준에 따라 쉽게 산출할 수 있으며, 기초자치단체들 간 산출된 결과를 비교할 수 있도록 구성되어야 한다. 이를 위하여 전국 기초자치단체를 대상으로 동일한 기준에 의해 공표되는 공신력 있는 통계자료 및 공간자료를 활용하여 보편적으로 적용할 수 있는 객관적이고 정량적인 지표 선정이 요구된다. 반면 많은 노력과 비용을 수반하나 재현성, 객관성이 현저히 낮은 현장조사 기반의 지표는 지양한다.

셋째, **실용성**을 고려하여야 한다. 이를 위하여 먼저, **종합지수로서의 보행편의지수와 세부 지표별 점수 산정**이 함께 이루어질 필요가 있다. 종합지수로서의 보행편의지수는 기초자치단체별 전반적인 보행편의 수준을 손쉽게 판단할 수 있다는 장점을 가지나, 구체적으로 어떤 부분이 취약한지에 대한 정보는 제공해주지 못한다. 따라서 세부 지표별 점수 산정을 통해, 종합지수에서 파악하기 어려운 구체적인 취약 분야를 **즉각적으로 파악함으로써** 기초자치단체별 보행정책 방향 설정에 실질적인 도움을 줄 수 있다. 다음으로, 보행편의지수는 연 단위 평가보다는 **2년 단위 평가**를 원칙으로 할 필요가 있다. 이는 자료의 갱신 주기, 보행 네트워크의 구축, 정책적 노력에 따른 보행환경 개선 효과의 발생 시차 등을 고려하면서, 기초자치단체별 보행정책에 대한 전략 수립 및 조정이 잘 빠르게 이루어질 수 있도록 하기 위해서이다. 마지막으로, 기초자치단체들 간 보행편의지수 및 세부 지표의 순위화는 **지양**하되, **동일 평가군 내 기초자치단체들 간 보행편의지수 및 세부 지표를 등급화**하여 제시할 필요가 있다. 이는 기초자치단체들 간 보행편의 수준 향상을 위한 자율적 경쟁을 유도하는데 도움이 줄 수 있다.

넷째, **개방성 및 확장가능성**을 고려하여야 한다. 단기적으로는 현재 수준에서 가능한 데이터 또는 최소의 노력을 기울여 생산할 수 있는 데이터를 중심으로 비교적 간단한 형태의 보행편의지수를 산출하는 것이 합리적이다. 하지만 중장기적으로는 가로환경 DB의 양적·질적 향상을 통해, 보행편의성의 다양한 측면을 통합적으로 측정할 수 있는 보행편의지수로의 고도화가 필요하다.

2) 평가 대상

□ 평가 대상의 범위

본 연구에서 보행편의지수는 **전국의 모든 기초자치단체**를 대상으로 평가하는 것으로 목적으로 개발된다.⁴⁾ 이를 위해서는 기초자치단체별 보행 네트워크가 신뢰할만한 수준으로 구축되고 관리되어야 하나, 아직까지 보행편의지수 산출에 활용할 수 있는 보행 네트워크가 전국적으로 구축되어 있지 못한 실정이다. 따라서 본 연구에서 개발한 보행편의지수의 시범 적용은 3개 기초자치단체(서울시 중구, 서울시 강남구, 춘천시)에 한정하여 이루어진다.

4) 단, 평가 대상의 범위에 다른 기초자치단체에 비해 총인구수가 현저히 적은 울릉군은 제외하고 세종특별자치시와 제주특별자치도의 행정시인 제주시 및 서귀포시는 예외적으로 포함하여, 최종적으로 228개 기초자치단체를 평가 대상으로 삼는다(오성훈, 한수경 2018, p.50).

□ 평가군 분류

향후 전국적으로 보행 네트워크가 구축되어 기초자치단체별 보행편의지수가 산출될 경우, 보행편의지수의 등급 산정이 가능하다. 이때 객관적인 상대평가가 이루어질 수 있도록 유사한 특성을 갖는 기초자치단체들이 포함된 평가군 내에서 보행편의지수의 등급 산정이 이루어질 필요가 있다. 이를 위해 오성훈, 한수경(2018)에서 행정구역상 위계 및 인구규모를 기준으로 구분한 6개 평가군을 활용할 수 있다. 이에 따르면, 먼저 평가 대상이 되는 기초자치단체들을 행정구역상 위계에 따라 자치구, 시 지역, 군 지역으로 구분하고, 다음으로 각 집단별 평균 인구수를 바탕으로 자치구와 시 지역은 인구 30만 명, 군 지역은 인구 5만 명을 기준으로 세분화하여, 최종적으로 ‘인구 30만 명 이상 자치구, 인구 30만 명 미만 자치구, 인구 30만 명 이상 시 지역, 인구 30만 명 미만 시 지역, 인구 5만 명 이상 군 지역, 인구 5만 명 미만 군 지역’으로 6개 평가군이 도출된다(오성훈, 한수경 2018, pp.51-55). 이를 통해 기초자치단체별 보행편의지수의 등급 산정이 보다 합리적인 방식으로 이루어질 수 있을 뿐만 아니라, 본 연구에서의 보행편의지수와 기존에 개발된 보행안전지수 및 보행정책지수의 연계 방안을 효과적으로 모색할 수 있을 것이다.

2. 보행편의지수의 지표 구성

1) 예비 지표의 선정 및 적정성 검토

□ 예비 지표의 선정

앞서 2장에서 검토한 박소현 외(2008)와 Maghelal & Capp(2011)에서 제시된 보행편의성 평가 지표들을 검토하고 재정리한 내용을 바탕으로, 보행정책 평가 및 개선 방향 제시를 위한 지표 활용성, 전국 단위 표준화된 GIS 데이터의 구득 가능성 등을 종합적으로 고려하여 가로 환경 부문 및 네트워크 환경 부문의 지표들을 중심으로 예비 지표를 선정하였다. 지역 환경 부문 지표들의 경우 도시의 인구, 산업, 공간구조와 밀접한 것들로서 대부분 보행정책을 통해 단기간에 바뀌기 어렵다는 특성을 가진다. 따라서 본 연구에서 보행정책 평가의 일환으로서 개발되는 보행편의지수에 지역 환경 부문 지표들을 반영하는 것은 부적절하다고 판단하여 제외하였다. 또한 가로 환경

부문 지표 중에서 현장조사를 필요로 하는 ‘도로제한속도’와 ‘보도유효폭 확보 비율’ 지표의 경우, 전국 지자체를 대상으로 현장조사를 실시하고 분석하는데 비용과 시간이 많이 소요됨에 따라 제외하였다.

[표 3-1] 예비 지표의 선정

구분	지표	측정 방법	데이터 유형	보행네트 워크 활용	
가 로 특 성 환 경	도로폭	1/도로구간 도로폭	GIS	(도로)	
	보도설치도로 비율	보도 길이 총합/도로 길이 총합	GIS	(도로)	
	보행자전용도로 비율	보행자전용도로 길이 총합/도로 길이 총합	GIS	(도로)	
	보차혼용도로 비율	보차혼용도로 길이 총합/도로 길이 총합	GIS	(도로)	
	횡단보도 밀도	횡단보도 개수 총합/도로 길이 총합	GIS	(도로)	
건물 특 성	보행자길 구간 경사도	1/(보행자길 구간의 평균 경사도+1)	GIS	○	
	건물 출입구 밀도	건물 출입구 개수/보행자길 구간 길이	GIS	○	
대지내 공지	건물 전면공지 비율	건축선 후퇴 길이 총합/보행자길 구간 길이	GIS	○	
가로 시설물	조명밀도	가로등·보안등 개수/보행자길 구간 길이	GIS	○	
주정차	불법주정차 밀도	1/(보행자길 구간의 연평균 불법주정차 신고건수+1)	GIS	○	
네 트 워 크 위 경	네트 워크 밀도	교차로 밀도	보행자길 교차점 개수/대상지 면적	GIS	○
		목적지까지 경로의 직접성	목적지까지의 직선거리/실제거리	GIS	○
	편의 시설 접근성	민간 식료품점 접근성	가장 가까운 식료품점까지의 거리	GIS	○
		쇼핑 접근성	가장 가까운 쇼핑센터까지의 거리	GIS	○
		식당 접근성	가장 가까운 식당까지의 거리	GIS	○
		은행 접근성	가장 가까운 은행까지의 거리	GIS	○
	공공	학교 접근성	가장 가까운 학교까지의 거리	GIS	○
		공원 접근성	가장 가까운 공원까지의 거리	GIS	○
		버스정류장 접근성	가장 가까운 버스정류장까지의 거리	GIS	○
		전철역 접근성	가장 가까운 전철역까지의 거리	GIS	○

출처: 박소현 외(2008), pp.168-169; Maghelal & Capp(2011), pp.12-14를 참고하여 연구진 재정리
 주1: 개별 지표들은 근린지역(집계구, 보행권역, 행정동 등) 단위로 측정하여 시군구 단위로 집계 가능하며, 네트 워크 환경의 편의시설 접근성 지표들은 Walk Score 측정 방법을 활용하여 산출 가능
 주2: 보행 네트워크 활용 항목에서 (도로)라고 표기된 경우, 지표 산출 시 ‘도로 네트워크’가 필요함을 의미하며, ○ 표기된 경우 보행 네트워크가 필요함을 의미함

□ 예비 지표의 적정성 검토

예비 지표들에 대한 적정성을 검토하고 최종 지표의 도출 방향을 설정하기 위해, 두 차례에 걸쳐 전문가 자문을 실시하였다(표 3-2 참조). 전문가 자문을 통한 예비 지표의 적정성 검토 의견과 그에 따른 최종 지표의 도출 방향은 [표 3-3]에서 정리한 바와 같으며, 이에 따른 최종 지표 도출 결과는 [표 3-4]에서 제시하였다.

[표 3-2] 전문가 자문 개요

구분	개최일	참석 전문가
1차 자문(대면)	2020년 5월 6일	교통분야 전문가 1인 건축 및 도시분야 전문가 1인
2차 자문(대면)	2020년 6월 3일	교통분야 전문가 2인 건축 및 도시분야 전문가 2인

출처: 연구진 작성

[표 3-3] 전문가 자문의 주요 내용

구분	예비 지표에 대한 적정성 검토 의견	최종 지표의 도출 방향 설정
공통	<ul style="list-style-type: none"> - 지표의 정책적 함의를 고려하여 최종 지표 선정 필요 : 시군구 차원에서 정책 방향을 제시해 줄 수 있어야 함 - 시군구 단위 보행편의지수라면 보행권 내에 보행 네트워크가 얼마나 있느냐(양), 보행접근성이 얼마나 좋으냐(질)에 대한 평가가 동등하게 이루어질 필요가 있음 : 보행 네트워크는 현재 보행 가능한 길이 얼마나 존재하는지 현황을 평가한다는 점에서 의의가 있음 : 단순히 편의시설 접근성만으로는 보행 정책에 시사점을 제공하기 어려움 : 보행편의는 목적지로 빠르고 편리하게 갈 수 있는 길이 얼마나 많이 있느냐로 평가할 수 있음 - 보행편의지수를 복잡하지 않고 간단하게 구성하는 것이 바람직 : 취득 가능한 자료로 간단하게 산출 - 보행안전지수와 달리 보행편의지수는 생활인구 수가 일정 규모 이상인 곳을 대상으로 평가하는 것이 바람직 : 도농복합시의 경우 읍면지역은 제외하고 측정하는 것이 바람직 	<ul style="list-style-type: none"> - 지표의 정책적 함의와 간단한 지수 산출을 고려하여, 보행 네트워크를 기반으로 측정되는 '보행자길 전용도, 보행경로 효율성, 대중교통 접근성, 공원 접근성'을 최종 지표로 도출 - '도시부' 지역을 대상으로 보행편의지수 산출(자치구와 시 지역은 '동부', 군 지역은 '읍부'를 도시부로 설정)

구분	예비 지표에 대한 적정성 검토 의견	최종 지표의 도출 방향 설정
	<ul style="list-style-type: none"> - 보행편의지수의 경우 보행 네트워크 구축이 필수적인 것으로 판단되며, 보행 네트워크 구축 기준 설정이 굉장히 중요(전문가에 의한 산출이 필수적임) - 보행편의지수 산출을 위한 공간 단위 설정 : 가능한 미시적 단위에서 측정된 다음 거시적 단위로 취합하는 방식이 바람직 - 보행편의지수 산출 주체(전문가 또는 공무원)에 따라 난이도 조정 필요 : 보행 네트워크 환경은 설문조사나 현장 조사에서 판단할 수 없는 지표로서, 전문적인 분석이 요구됨 - 지역별 차이 반영 필요 : 지역별로 주민들이 보행환경에 대해 체감하는 수준이 다름 	<ul style="list-style-type: none"> - 보행 네트워크 구축을 위한 대안들을 검토한 다음, 국가기본도 DB에 포함되어 있는 보도, 횡단보도, 육교, 지하보도 등의 GIS 데이터에 기반하여, 전문가가 동일 기준에 따라 보행 네트워크를 산출할 수 있도록 구축 과정 제시 - 모든 지표 값은 건물 단위(건물별 보행권 역 고려)로 산출된 후, 행정동 단위 → 시군구 단위로 집계 가능 - 보행편의지수는 전문가가 동일한 기준으로 보행 네트워크를 구축하고 산출하는 것으로 설정 - 전국 기초자치단체를 행정구역별 위계, 인구규모를 고려한 6개 평가군으로 구분하여 비교 평가(2018년 보행안전지수 및 보행정책지수 평가와 동일한 방식 적용)
가로 환경	<ul style="list-style-type: none"> - 양면적 해석이 가능한 지표는 재고 필요 : 도로폭은 보차혼용 여부에 따라 다르게 해석될 수 있음(보차혼용도로에서는 도로폭이 작을수록 보행에 불리한 반면, 보행자길 전용도로에서는 도로폭이 작을수록 보행에 유리할 수 있음) : '불법주정차 밀도'의 경우 당위적으로 보면 필요한 지표이나, 보행활성화 측면에서는 실제와 맞지 않는 지표일 수 있음(사람들이 많이 찾는 곳에 불법주정차가 많이 이루어질 수 있기 때문) 	<ul style="list-style-type: none"> - 양면적 해석이 가능한 '도로폭', '불법주정차 밀도' 지표는 제외 - 가로환경 부문 지표들은 복잡한 지수 구성을 지양하기 위해, 보행 네트워크 구축 시 보차혼용, 보행전용 여부를 가중치로 반영 하였으며, 가로 환경에서 가장 핵심적인 부분인 보도 설치 등을 고려한 '보행자길 전용도' 지표로 축약하여 반영
네트워크 환경	<ul style="list-style-type: none"> - Walk Score 방식의 지표 산출은 보행편의성보다는 편의시설 공급 수준 평가에 가깝다는 점에서 한계 존재(개발밀도, 복합용도 등 도시화 수준이 높은 곳에서 점수가 높게 산출될 것임) : Walk Score 방식을 국내 실정에 맞게 적용할 필요 있음 - 지역 특성별(대도시, 중소도시 등)로 주민들이 중요하게 생각하는 편의시설 기준이 다를 수 있으므로 Pol 선정에 신중해야 함 → 접근성 분석에 투입되는 보행 편의시설의 종류를 핵심적인 것 위주로 줄이는 것이 바람직(버스나 지하철은 반영 필요) 	<ul style="list-style-type: none"> - 특정 보행편의시설로의 접근성을 산출하는 방식을 지양하고, 보편적 접근이 요구되는 시설로 한정하여 '대중교통 접근성'과 '공원 접근성' 지표 도출 - 보행친화적 용도 건물들을 포괄적으로 설정하여 해당 건물들 간의 직선거리와 실제 체감하는 보행 네트워크 시간거리를 비교하는 '보행경로 효율성' 지표 도출

출처: 전문가 자문 내용(1차: 2020.5.6., 2차: 2020.6.3.)을 바탕으로 연구진 작성

[표 3-4] 예비 지표 적정성 검토에 따른 최종 지표 도출 결과

구분	예비 지표	반영 여부	근거	최종 지표		
가로 특성 환경	도로폭	×	양면적 해석이 가능하므로 제외			
	보도설치도로 비율	○	보행 네트워크 길이 대비 보도 및 보행자전용도로 길이 비율로 산출 / 부여 시 활용	보행자길 전용도 (보행 네트워크 구축 시 활용)		
	보행자전용도로 비율	○	보행 네트워크 구간 특성별 가중치 부여 시 활용			
	보차혼용도로 비율	○	보행 네트워크 구간 특성별 가중치 부여 시 활용	(보행 네트워크 구축 시 활용)		
	횡단보도 밀도	○	보행 네트워크 구간 특성별 가중치 부여 시 활용	(보행 네트워크 구축 시 활용)		
	보행자길 구간 경사도	×	보행정책과의 관련성이 낮음			
건물 특성	건물 출입구 밀도	×	GIS 데이터 정보가 미흡하여 제외 (도로명주소 전자지도의 '건물 출입구' 데이터는 주출입구 정보만을 제공)			
	대지내 건물 전면공지 비율	×	GIS 데이터 정보가 미흡하여 제외 (건물 전면공지의 활용상황을 알 수 없음)			
가로 시설물	조명밀도	×	전국 단위 모든 보행자길에 보편적으로 적용하기 어려우므로 제외			
주정차	불법주정차 밀도	×	양면적 해석이 가능하므로 제외			
네 트 워 크 환 경	네트 워크 밀도	교차로 밀도	○	시설 접근성 산출 시 가중치로 반영	(대중교통 접근성, 공원 접근성 산출 시 활용)	
		목적지까지 경로의 직접성	○	건물 간 네트워크 시간 거리 대비 직선거리 비율로 산출하되, 건물 밀도를 가중치로 반영	보행경로 효율성	
	편의 시설 접근성	민	식료품점 접근성	×	지역 특성에 따라 편의시설에 대한 중요도나 수요가 다를 수 있으므로, 보행편의지수가 특정 편의시설의 공 급수준 평가가 되지 않도록 제외	
		간	쇼핑 접근성	×		
			식당 접근성	×		
			은행 접근성	×		
	공 공	학교 접근성	×	지역의 인구구조 특성에 따라 학교에 대한 중요도나 수요가 다를 수 있으므로 제외		
		공원 접근성	○	공원과 녹지를 통합하여 산출	공원 접근성	
		버스정류장 접근성	○	전철이 없는 지자체를 고려하여, 버스정류장과 전철역 접근성을 통합하여 산출	대중교통 접근성	
		전철역 접근성	○			

출처: 연구진 작성

주: ○ 반영(측정 방법을 변형하거나 간접적으로 반영한 경우 포함), × 반영하지 않음

2) 최종 지표의 선정 및 산출

① 최종 지표 산출을 위한 조작적 정의

본 연구에서의 보행편의지수는 보행자가 출발지에서 목적지로 안전하고 편리하게 접근할 수 있도록 조성된 물리적 보행환경의 수준을 정량적으로 평가하기 위한 지수이다. 따라서 '출발지', '목적지', 그리고 '안전하고 편리한 접근'을 수치화할 수 있도록 각각의 개념에 대한 조작적 정의가 필요하다.

□ '출발지'와 '목적지'

세부 지표 산출 시, 출발지(Origin)는 모든 '보행친화적 용도 건물'*로서 정의된다. 한편 목적지(Destination)는 출발지 보행권역 내에 위치한 모든 '보행친화적 용도 건물' 또는 대중교통 이용을 위한 가장 가까운 '버스정류장 및 전철역' 또는 휴식 및 여가활동을 위한 가장 가까운 '공공 공원**'으로서 정의된다.

* 보행친화적 용도 건물

- 행정안전부 '도로명주소 전자지도'에서 제공하는 '건물용도코드'의 총 22개 주요용도 중에서, 공장, 창고, 위험물처리시설, 자동차관련시설 등을 제외한 10개 용도를 '보행친화적 용도'로 정의
- 주요용도는 건축물대장의 층별 정보와 전유면적 용도의 세부면적 비율을 계산하여 가장 높은 비율을 차지하는 용도로 정의되고 있음
- 보행친화적 용도 건물은 '도로명주소 전자지도'를 활용하여 추출함
: 도로명주소 전자지도는 건물 주소부여를 위해 수시로 갱신되고 있으며 매월 말 기준 전체 도로명주소 자료를 공개하고 있으므로, 지자체별 최신 건물 현황을 파악하는데 가장 적합한 자료임

<보행친화적 용도 건물 목록>

주요용도명	코드	비고
단독주택	01000	주거용 건축물
공동주택	02000	주거용 건축물
제1종근린생활시설	03000	소매점, 휴게음식점 등
제2종근린생활시설	04000	일반 음식점, 금융업소 등
문화 및 집회시설	05000	교회, 극장 등
판매 및 영업시설	06000	시장, 백화점, 대형판매점 등
의료시설	07000	병원, 종합병원 등
교육연구 및 복지시설	08000	초등학교, 중학교, 고등학교 등
운동시설	09000	체육관 등
업무시설	10000	업무용 건축물

출처: 행정안전부, 한국지역정보개발원(연도미상). 도로명주소DB 레이아웃(도로명주소 전자지도)의 '코드 정의서'를 참고하여 연구진 작성

**** 공공 공원**

- 용도지역지구 기준 공원과 녹지를 모두 포함하되, 묘지공원(UQT240)과 완충녹지(UQT310) 등 일상 생활 영역에서 향유의 대상이 아닌 공원과 녹지는 제외함

<공공 공원 목록>

구분	종류(용도지역지구구분코드)
공원	공원(UQT200), 어린이공원(UQT210), 근린공원(UQT220), 문화공원(UQT221), 도시 자연공원(UQT230), 체육공원(UQT250), 소공원(UQT260), 기타공원시설(UQT290)
녹지	녹지(UQT300), 경관녹지(UQT320), 연결녹지(UQT330), 기타녹지시설(UQT390)

출처: 행정표준코드관리시스템(연도미상). '용도지역지구구분코드' (<https://www.code.go.kr/>, 검색일: 2020.5.10.)를 참고하여 연구진 작성

□ '안전하고 편리한 접근'

'출발지'와 '목적지' 사이의 거리는 일차적으로 '네트워크 거리'와 '직선거리'로 구분된다. 보행 네트워크가 변화됨에 따라 '네트워크 거리'는 달라지지만, '직선거리'는 변하지 않는다는 차이점이 있다. 즉, 보행 네트워크의 변화에 따라 보행권내 목적지까지의 평균 네트워크 거리가 감소하고, 동시에 10분 이내에 접근할 수 있는 영역의 면적도 증가할 수 있다. 이때 전자를 공간적 통합, 후자를 접근성 향상으로 개념화할 수 있다. 출발지와 목적지의 위치가 고정되어 있고 보행속도가 일정하다는 조건에서, 네트워크 거리와 직선거리의 차이가 적을수록 '빠르게 이동' 가능하다. 등질적 공간이라는 이상적 조건에서 '직선거리 ÷ 네트워크 거리'의 비율은 1이며, 실제 도시 공간에서 이 비율은 언제나 1보다 작을 수밖에 없다. 네트워크 거리와 직선거리의 차이는 보행환경의 형태적 속성을 보여준다.



[그림 3-1] 네트워크 거리(실선)와 직선거리(점선)의 차이 예시

출처: 연구진 작성

하지만 출발지와 목적지 사이의 네트워크 거리가 동일하다고 할지라도 경로를 구성하는 구간들의 질적 특성에 따라 편리함의 정도가 달라질 수 있다. 보행경로는 '보도', '보행자전용도로', '보차혼용도로', '횡단보도', '육교', '지하보도', '보행교'로 구성되며, 보행의 편리함에 기여하는 구간별 특성에 따라 네트워크 거리에 가중치를 부여할 수 있다. 본 연구에서는 일정한 보행속도를 전제로 통과시간을 고려하여 보행자길 구간별 가중치를 정의하였다. 이에 따라 가중치가 부여된 네트워크 거리를 '네트워크

시간 거리(m)'로 이해할 수 있다. 본 연구에서는 이를 보행편의지수 측정을 위한 기본 거리함수로 정의하고자 한다.

네트워크 시간 거리를 산출하기 위해 보행자길 구간이 보도나 보행자전용도로 또는 보행교⁵⁾인 경우 가중치를 1로 설정해 원래 구간 길이를 그대로 반영한 반면, 해당 구간이 보차혼용도로, 횡단보도, 입체횡단시설(육교, 지하보도)인 경우 차량 충돌 가능성, 신호대기, 보행약자 통행 곤란, 통행거리 및 횡단시간 등에 따른 체감거리를 고려하여 1보다 큰 가중치를 설정하였다. 한편 보차혼용도로는 1.5, 횡단보도는 2, 육교나 지하보도와 같은 입체횡단시설은 3으로 가중치를 설정함으로써(표 3-5 참조), 네트워크 시간 거리가 가중치를 적용하지 않은 네트워크 거리보다 더 길게 산출될 수 있도록 보정하였다.

[표 3-5] 보행자길 구간 특성별 가중치 설정

보행자길 구간 특성	가중치	비고
보도, 보행자전용도로, 보행교	1	차도와 분리, 수직이동 없이 연속적으로 이동 가능
보차혼용도로(자전거보행자겸용도로 포함)	1.5	차량 충돌 가능성
횡단보도	2	차량 충돌 가능성, 신호대기, 통행거리 및 횡단시간이 입체횡단시설에 비해 짧고 소요에너지가 적음
입체횡단시설(육교, 지하보도)	3	차량 충돌 가능성이나 신호대기가 없으나 보행약자의 통행이 곤란하고, 통행거리 및 횡단시간이 횡단보도에 비해 길고 에너지 소모가 큼

출처: 연구진 작성

주: (예시) 횡단보도의 길이가 5m인 경우, 시간거리는 $5m \times 2 = 10m$ 로 도출됨

※ 보행자길 구간 특성별 가중치 설정 근거

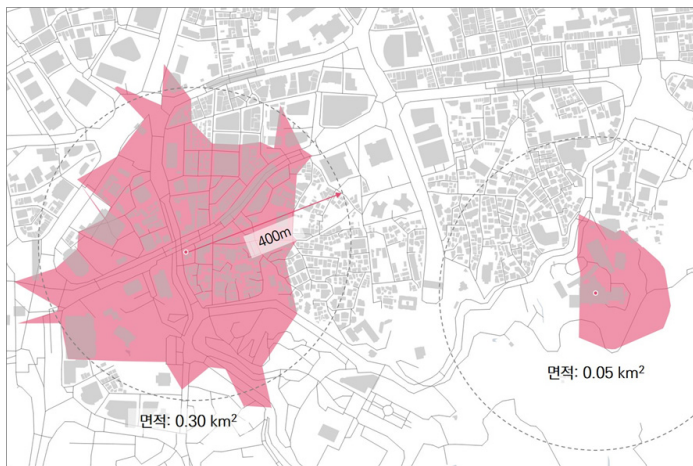
- 평균보행속도는 도로설계 시 보통 1.2m/초(72m/분)를 적용함. 또한 단순횡단의 평균 이동거리 및 평균 소요시간은 횡단보도가 78m 및 112.1초, 지하보도가 119m 및 125.6초로 조사되어 지하보도가 횡단보도보다 평균이동거리는 1.5배, 평균이동시간은 1.2배 더 소요되고 평균에너지는 4.5배 더 소요되는 것으로 조사됨(임중훈, 김동녕, 2000, pp.18, 28-29)
- 이를 참고하여 안영수 외(2011)는 보행로의 도로 종류별 평균보행속도를 보도 72m/분, 보차혼용도로 54m/분(보도와 횡단보도의 중간값), 횡단보도 36m/분, 육교 또는 지하보도 46m/분으로 제시함
- 본 연구에서는 상기의 선행 연구들을 참고하여, 보도 구간 가중치를 1로 두고 횡단보도 구간 가중치를 보도 구간 가중치의 2배인 2로 설정함. 또한 보차혼용도로 구간 가중치는 보도와 횡단보도 구간 가중치의 중간값인 1.5, 입체횡단시설 구간 가중치는 횡단보도 구간 가중치의 1.5배인 3으로 설정함

출처: 임중훈, 김동녕(2000); 안영수 외(2011) 참조

5) 보행교는 일반적으로 보도 등과 동일한 레벨로 연결되므로 가중치를 1로 설정함

□ 출발지의 보행권역 설정

본 연구에서는 지자체 단위 보행편의성 수준을 평가하기 위해, 출발지(보행친화적 용도 건물)에서 보행권역 내 목적지(보행친화적 용도 건물, 버스정류장 및 전철역, 공공공원)로의 보행환경이 얼마나 안전하고 편리하게 조성되어 있는지를 측정하므로, 건물 단위 지표 값 산출을 위한 적절한 보행권역 설정이 필요하다. 이를 위하여 보행편의지수 측정을 위한 출발지의 '보행권역'은 출발지에서 '네트워크 시간 거리'로 반경 400m 이내 지역⁶⁾으로 설정하였다. 한편 출발지의 네트워크 시간 거리 반경 400m 내에 목적지가 없을 경우 분석에서 제외하였다.



[그림 3-2] 네트워크 시간 거리 400m 반경 보행권역의 대조적 사례

출처: 연구진 작성

② 최종 지표 산출식

예비 지표 적정성 검토 내용에 따라 보행편의지수는 최종적으로 [표 3-6]과 같이 총 4개의 세부 지표들로 구성된다. 모든 세부 지표 값과 이러한 지표들을 결합한 종합 지수 값은 0~100점 사이로 산출되며, 값이 클수록 보행편의성이 좋음을 의미하도록 구성하였다. 세부 지표 및 종합 지수는 일차적으로 개별 건물 단위로 산출되며, 이를 집계하여 행정동, 시군구 단위 값이 산출될 수 있다. 이러한 건물 단위 점수 산출 방식을 통하여, 행정구역 경계에 구애받지 않고 필요에 따라 지역 특성별(구도심 vs 신도시, 주거지역 vs 상업지역 등) 점수 산출도 가능하다.

6) 반경 400m은 시속 4~5km의 보행속도로 5분내 이동 가능한 범위임

[표 3-6] 보행편의지수의 최종 지표 산출식

지표	산출식	활용 자료	비고
보행자길 전용도 (PED_SPLIT)	(보도 및 보행자전용도로 길이 총합 ÷ 네트워크 거리 총합) × 100	국가기본도 DB(2019), 도로명주소 전자지도(2020.04), 보행네트워크 데이터(직접구축)	• 출발지의 보행권역 기준
보행경로 효율성 (ST_DIST)	{(건물 간 직선거리 ÷ 건물 간 네트워크 시간 거리)의 평균} × (100 - 목적지 건물 밀도에 따른 페널티)	국가기본도 DB(2019), 도로명주소 전자지도(2020.04), 보행네트워크 데이터(직접구축)	• 출발지의 보행권역 기준 • 목적지 밀도 페널티 정의 참조
대중교통 접근성 (PT_AC)	출발지에서 가장 가까운 버스정류장 또는 지하철역 접근성 × (100 - 교차로 밀도에 따른 페널티)	국가기본도 DB(2019), 도로명주소 전자지도(2020.04), 보행네트워크 데이터(직접구축)	• 접근성 정의 참조 • 교차로 밀도 페널티 정의 참조
공원 접근성 (PARK_AC)	출발지에서 가장 가까운 공원 접근성 × (100 - 교차로 밀도에 따른 페널티)	국가기본도 DB(2019), 도로명주소 전자지도(2020.04), 용도지역/지구/구역/도시계획시설/지구단위계획 현황도(2020.04), 보행네트워크 데이터(직접구축)	• 접근성 정의 참조 • 교차로 밀도 페널티 정의 참조

출처: 연구진 작성

주1: 모든 지표 값은 건물 단위(건물별 반경 400m 범위 보행권)로 산출된 후 행정동, 시군구 단위로 집계(평균 값) 되고, 각 지표 값은 0~100점 사이의 값을 가지며 값이 클수록 보행편의성이 높음을 의미함

주2: 출발지와 목적지의 건물 범위는 보행친화적 용도 건물 10종(단독주택, 공동주택, 제1종근린생활시설, 제2종근린생활시설, 문화 및 집회시설, 판매 및 영업시설, 의료시설, 교육연구 및 복지시설, 운동시설, 업무시설)임

□ 보행자길 전용도

• 개념 및 해석

‘보행자길 전용도’는 출발지로부터 네트워크 시간 거리 400m 이내 보행권역 내에서 네트워크 거리 총합 대비 보도 및 보행자전용도로 길이 총합의 비율로서 산출된다. 이를 통해 보행 네트워크 중 차량통행이 제한된 보행자길인 보도 및 보행자전용도로가 차지하는 비중을 파악함으로써, 보행자길이 차량 통행으로부터 얼마나 안전하게 조성되어 있는지를 평가할 수 있다. 이때 차량통행이 제한된 보행자길에 횡단보도나 지하보도와 같은 입체횡단시설의 길이는 포함시키지 않음으로써, 보행환경의 편의성 확보 수준을 동시에 평가할 수 있다. 즉, 보행권역 전 구간에 보도가 설치되어 있는 경우 보행안전이 확보될 뿐만 아니라, ‘네트워크 거리’와 ‘네트워크 시간 거리’가 일치하게 되어 편리함에도 기여한다. 보행자길 전용도가 높을수록 ‘네트워크 거리’와 ‘네트워크 시간 거리’의 차이는 줄어들게 되고, 주어진 형태 조건에서 가장 빠른 보행 이동이 가능한 것으로 볼 수 있기 때문이다.

- 정책적 활용성

‘보행자길 전용도’는 보행자가 걸을 수 있는 길 중에서 차량통행이 제한된 보행자길이 얼마나 존재하는지, 네트워크 시간 거리가 얼마나 단축될 수 있는지를 양적으로 보여준다. 따라서 보행자길 전용도가 낮을 경우, 안전하고 편리한 보행환경 조성을 위해 보도나 보행자전용도로를 확장하는 정책이 필요함을 시사해 줄 수 있다.

□ 보행경로 효율성

- 개념 및 해석

‘보행경로 효율성’은 출발지 건물과 목적지 건물 사이의 ‘네트워크 시간 거리’ 대비 ‘직선거리’ 비율을 보행권역 내의 모든 보행친화적 용도 건물을 대상으로 측정하여 평균한 값으로서, 목적지 건물 밀도에 따른 페널티를 반영하여 산출된다. 즉, 보행친화적 용도 건물들 간의 직선거리와 네트워크 시간 거리를 비교함으로써 출발지에서 목적지로의 보행을 위한 최단거리 구축 수준을 파악할 수 있으며, 이를 통해 보행자길이 목적지로 빠르고 편리하게 이동하는데 얼마나 효율적으로 구성되어 있는지를 평가할 수 있다. 직선거리를 네트워크 시간 거리로 나누어 직진성(Straightness)이 높을수록 높은 값을 갖게 되며 이론적인 최댓값은 1이다.

한편 보행권역 내 목적지가 소수인 출발지의 ‘보행경로 효율성’과 목적지가 다수인 출발지의 ‘보행경로 효율성’은 구별될 필요가 있으며, 이에 따라 ‘목적지 건물 밀도에 따른 페널티’를 적용하였다. 즉, 보행권 내 목적지 건물 밀도가 낮을수록 페널티를 크게 적용함으로써, 보행권 내 목적지 건물 밀도가 낮은 출발지의 보행경로 효율성이 상대적으로 저평가되도록 설정하였다. 건물 밀도(개/km²)는 출발지의 보행권역 내 목적지 건물의 개수를 보행권역의 면적으로 나눈 값으로서, 목적지 밀도가 낮을수록 차등적인 페널티를 백분율로 정의하여 최종 지표 값 산출에 반영되도록 하였다. 이때 ‘목적지 건물 밀도에 따른 페널티’의 등급 구분은 국내 도시의 실증적인 데이터를 기반으로 하여 상대적으로 결정된다. 즉, 보행권 내 목적지 건물 밀도의 백분위수 기준 상위 10% 이상은 페널티를 적용하지 않으며, 상위 10%~20%미만인 경우 1%, 그 이하는 20% 간격으로 1%의 페널티를 추가적으로 부여하여 최대 5%까지 페널티를 부여하는 방식으로 정의된다. 본 연구에서 검토한 3개 사례지역(서울시 중구, 서울시 강남구, 춘천시)을 대상으로 산출한 목적지 건물 밀도에 따른 페널티 기준은 [표 3-7]의 내용과 같으며, 1km² 기준 7,245개의 목적지 건물을 갖는 보행권역이 최대 목적지 건물 밀도를 갖는 것으로 파악되었다.

[표 3-7] 목적지 건물 밀도에 따른 페널티의 등급 구분 및 예시

페널티	비율 (%)	목적지 밀도 (개/km ²)
0	상위 10% 이상	3,300 이상
1	상위 10% ~ 20%	2,400 ~ 3,300
2	상위 20% ~ 40%	1,800 ~ 2,400
3	상위 40% ~ 60%	1,400 ~ 1,800
4	상위 60% ~ 80%	900 ~ 1,400
5	상위 80% 미만	900 미만

출처: 연구진 작성

주: 시범 적용 대상지인 3개 사례지역의 실증적인 데이터를 기반으로 목적지 밀도를 제시하였으며, 향후 전국 기초자치단체를 대상으로 목적지 밀도를 계산하고 페널티 등급을 구분할 필요가 있음

• 정책적 활용성

‘보행경로 효율성’은 보행친화적 용도 건물을 시종점으로 하여, 직선거리와 네트워크 시간 거리를 비교하여 최단거리가 얼마나 제공되고 있는지를 보여준다. 따라서 보행경로 효율성이 낮을 경우, 보행자의 체감거리를 줄이는 방향으로의 정책이 필요함을 시사해 줄 수 있다.

※ 보행경로 효율성 지표의 장점

- 워크스코어(Walk Score)의 Poi(식료품점, 식당, 쇼핑센터, 커피숍, 은행, 공원, 학교, 서점, 위락시설) 접근성 지표는 편의시설 공급이 집중될수록 점수가 높게 도출되는 경향이 있으므로, 보행 네트워크의 편의 수준을 평가하는 지표로서 한계가 존재함
- 워크스코어에 활용되는 Poi는 학교를 제외하면 민간시장의 의존도가 높은 시설들로서, 대체로 고밀 주거지에 편중 입지하고 있어 저밀 근린에서의 향유도가 낮음
- 따라서 주거용 건축물에서 특정 편의시설로의 접근성을 측정하는 워크스코어 방식보다 보행 접근이 요구되는 건물들 간 평균적인 네트워크 시간 거리를 파악하는 것이 보다 효과적임

□ 대중교통 접근성

• 개념 및 해석

‘대중교통 접근성’은 출발지에서 네트워크 시간 거리 기준으로 가장 가까운 버스정류장 또는 전철역까지의 접근성을 측정하며, 교차로 밀도에 따른 페널티를 반영하여 산출된다. 가장 가까운 버스정류장 또는 전철역까지의 거리가 짧을수록 대중교통 접근성은 높아지는 특성을 가지며, 출발지 건물에서 보행을 통해 버스나 전철까지 얼마나 빠르고 편리하게 이동할 수 있는지를 보여준다. 따라서 ‘접근성’은 거리가 길수록 감소하는 네트워크 시간 거리의 함수를 활용하여 보행자의 체감 속성이 반영되도록 정

의된다. 본 연구에서는 출발지 i 에서 목적지까지 네트워크 시간 거리 d_i 의 함수로 접근성 AC_i 을 나타내기 위해 다음과 같이 세 개의 파라미터를 갖는 로짓 함수를 적용하였다.

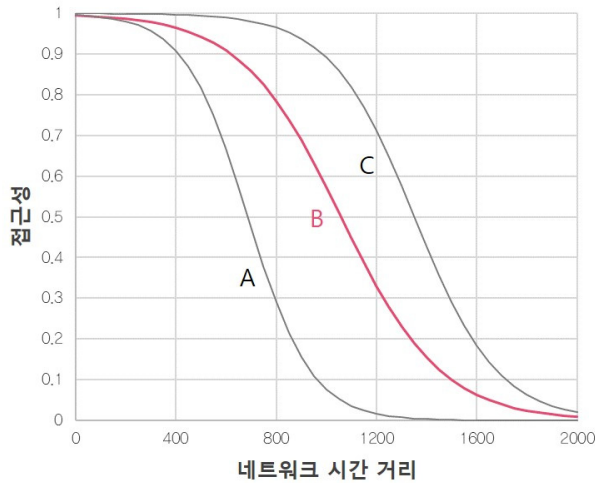
$$AC_i = \frac{1}{1 + pe^{q(d_i - r)}} \quad \begin{array}{l} p: \text{감소비율}, q: \text{거리에 대한 민감도}, \\ r: \text{커브의 위치 컨트롤} \end{array}$$

파라미터 값의 변화에 따라 접근성은 최댓값 1에서부터 상이한 비율로 감소하는데, [표 3-8]의 B안과 같이 파라미터 값을 $p = 0.005$, $q = 0.005$, $r = 0$ 으로 가정할 경우 접근성은 보행으로 5분 거리인 400m에서 최댓값의 96%, 10분 거리인 800m에서 80%, 15분 거리인 1,200m에서 33%, 20분 거리인 1,600m에서 9%, 30분 거리인 2,000m 이상에서는 0% 수준으로 감소하게 된다. 이를 그래프로 나타내면 [그림 3-3]과 같으며, A, B, C안 중에서 400m까지 보행에 대한 저항이 극히 적어 보행권역의 정의에 잘 부합하는 것으로 판단되는 B안을 최종 접근성 함수로 채택하였다.

[표 3-8] 접근성 함수의 대안별 파라미터 값 설정

접근성 함수	p	q	r
A안	0.1	0.008	400
B안	0.005	0.005	0
C안	0.001	0.006	200

출처: 연구진 작성



[그림 3-3] 파라미터에 따른 접근성의 변화

출처: 연구진 작성

한편 교차로 밀도가 낮을수록 페널티를 크게 적용하여 출발지 주변 보행환경이 단조로울수록 대중교통 접근성이 상대적으로 저평가되도록 설정하였다. 출발지와 목적지 사이의 최단 경로는 보통 단일하게 결정되지만, 특별한 이유로 이 경로가 아닌 다른 경로를 선택할 수 있도록 '보행경로의 다양성'이 확보될 필요가 있는데, 보행 네트워크의 '교차로 밀도'는 보행경로의 다양성을 반영한다. 교차로 밀도(개수/km²)는 출발지의 보행권역 내 보행 네트워크의 노드(교차점) 개수를 보행권역의 면적으로 나눈 값으로서, 교차로 밀도가 낮을수록 차등적인 페널티를 백분율로 정의하여 최종 지표 값 산출에 반영하였다. '교차로 밀도에 따른 페널티' 등급의 구분 역시 국내 도시의 실증적인 데이터를 기반으로 상대적으로 결정되도록 하며, 등급 구분은 목적지 건물 밀도에 따른 페널티와 동일한 방식을 적용하였다. 본 연구에서 검토한 3개 사례지역에 대한 교차로 밀도에 따른 페널티 기준은 [표 3-9]의 내용과 같으며, 1km² 기준 1,435개의 교차로를 갖는 보행권역이 최대 교차로 밀도를 갖는 것으로 파악되었다.

[표 3-9] 교차로 밀도에 따른 페널티의 등급 구분 및 예시

페널티	비율 (%)	교차로 밀도 (개/km ²)
0	상위 10% 이상	1,000 이상
1	상위 10% ~ 20%	700 ~ 1,000
2	상위 20% ~ 40%	500 ~ 700
3	상위 40% ~ 60%	430 ~ 500
4	상위 60% ~ 80%	350 ~ 430
5	상위 80% 미만	430 미만

출처: 연구진 작성

주: 시범 적용 대상지인 3개 사례지역의 실증적인 데이터를 기반으로 목적지 밀도를 제시하였으며, 향후 전국 기초자치단체를 대상으로 목적지 밀도를 계산하고 페널티 등급을 구분할 필요가 있음

- 정책적 활용성

대중교통은 보행 네트워크와 긴밀하게 연결될 필요가 있다. 따라서 대중교통 접근성이 낮을 경우, 대중교통으로의 보행로 개선 등이 필요함을 시사해 줄 수 있다.

□ 공원 접근성

- 개념 및 해석

'공원 접근성'은 출발지에서 네트워크 시간 거리 기준으로 가장 가까운 공공 공원(공원 또는 녹지)까지의 접근성을 측정하며, 교차로 밀도에 따른 페널티를 반영하여 산출된다. 이때 앞서 논의한 대중교통 접근성 지표와 동일한 '접근성 함수'와 '교차로 밀

도에 따른 페널티'를 적용하였다. 가장 가까운 공공 공원까지의 거리가 짧을수록 공원 접근성은 높아지는 특성을 가지도록 설정하였다.

- 정책적 활용성

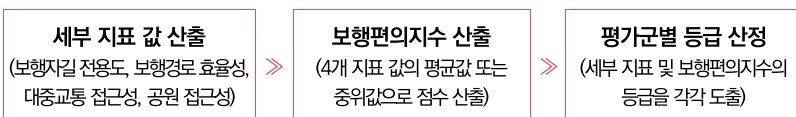
공공 공원은 누구나 쉽게 접근할 수 있어야 한다. 따라서 공원 접근성이 낮은 경우, 공원이나 녹지로의 보행로 개선이 필요함을 시사해 줄 수 있다.

3) 보행편의지수 산출을 위한 세부 지표 결합 방식

보행편의지수는 기본적으로 건물 단위로 측정된 4개의 세부 지표 값을 선형 결합하여, 건물 단위 보행편의성 종합 지수로서 산출된다. 기본적으로 세부 지표들의 가중치는 동일한 것으로 가정하고 선형 결합하는 방식으로 세부 지표들 사이의 상호보완성을 확보할 수 있다. 예를 들어, 보행경로 효율성이 낮더라도 대중교통 접근성이 높은 경우 일정 수준의 보행편의성을 확보하고 있다고 볼 수 있다. 하지만 세부 지표 사이의 상관관계 분석을 통하여 통계적 중복성이 심각하게 존재하는 경우, 가중치에 차이를 둘 수도 있다.

다음으로 건물 단위로 측정된 보행편의지수를 행정구역 단위로 집계하여 행정구역별 보행편의지수를 정의할 수 있다. 세부 지표들의 집계 방식(예: 평균값 또는 중위값)을 결정하기 위해서는 기초자치단체 단위 집계 이전에 건물 단위 보행편의지수 값의 분포를 확인해야 한다. 기초자치단체 내 건물 단위 보행편의지수가 대칭적인 정규분포 형태를 보이는 경우 평균을 사용하여도 무방하지만, 왜도가 존재하는 경우 중위값을 사용하여 이상치를 갖는 건물 또는 지역의 영향을 최소화할 필요가 있다.

한편 보행편의지수를 구성하는 4개 세부 지표들(보행자길 전용도, 보행경로 효율성, 대중교통 접근성, 공원 접근성)은 모두 0~100점 사이의 값을 가지기 때문에, 이러한 지표들의 평균 또는 중위값을 활용하여 0~100점 사이의 값을 가지는 보행편의지수 산출이 가능하다. 추후 전국적으로 보행 네트워크가 구축되어 모든 기초자치단체별 세부 지표 및 보행편의지수 값이 산출될 경우, 기초자치단체들을 6개 평가군으로 구분하여 동일 평가군 내 상대평가를 통해 등급 산정이 가능하다.



[그림 3-4] 보행편의지수 산출 과정

출처: 연구진 작성

3. 보행편의지수의 측정 방법

1) 보행 네트워크

□ 보행 네트워크의 개념 및 필요성

‘보행 네트워크’는 보행안전법 제2조에서 정의하는 ‘보행자길’의 선형 네트워크로서, 원칙적으로 보도, 길가장자리구역, 횡단보도, 보행자전용도로, 공원구역 및 도시공원 안에서 보행자의 통행에 제공되는 장소, 항만친수시설 중 보행자의 통행에 제공되는 장소, 지하보도, 육교, 그 밖의 도로횡단시설, 통학로, 탐방로, 산책로, 등산로, 숲체협코스, 골목길 등 불특정 다수의 보행자가 통행할 수 있도록 공개된 모든 장소를 포함하는 개념이다. 이러한 보행 네트워크는 보행편의지수 운영을 위한 가장 핵심적인 데이터로서, 현재 GIS 활용 가능한 형태로 제공되고 있는 보행 네트워크 데이터가 없으므로 별도의 구축이 필요하다. 전국 기초자치단체의 모든 보행자길을 대상으로 보행 네트워크를 구축하는 것은 많은 시간과 비용이 소모되어 활용성이 떨어지므로, 우선적으로는 인구 밀도나 고용 밀도가 일정 수준 확보되어 보행이 상시적으로 발생할 것으로 기대되는 도시부(자치구 및 시 지역의 ‘동부’, 군 지역의 ‘읍부’)에 존재하는 보행자길을 대상으로 보행 네트워크를 구축할 필요가 있다.

□ 보행 네트워크의 구축 방식

본 연구에서는 전국 기초자치단체를 대상으로 비교적 균질한 보행 네트워크를 구축할 수 있는 현실적인 방안으로서, 국토지리정보원에서 제공하는 공식 데이터인 국가기본도 DB와 위성영상을 활용하는 방식을 채택하였다. 이는 국가기본도 DB에서 제공하는 ‘보도중심선’, ‘자전거도로중심선’, ‘차도중심선’, ‘횡단보도’, ‘육교’, ‘지하보도’ 등의 GIS 데이터를 활용하여 보행 네트워크를 구축한 후, 위성영상을 기반으로 아파트단지 내 보행로 등 국가기본도 DB에서 확인할 수 없는 보행자길을 보완하여 구축하는 방식이다.⁷⁾ 이러한 방식은 보행 네트워크 구축 이후 지속적인 업데이트와 품질 관리가 요구되나, 전국 기초자치단체를 대상으로 표준화된 방법을 통해 비용 대비 효율적으로 구축 가능하다는 장점이 있다.

7) 국가기본도 DB에서는 2019년부터 선형지형 중 “부지 및 단지 내부에서 사람 보행이 가능하도록 닦아 놓은 지표면으로써 폭 3m 미만인 지형”(국토지리정보원 2019a, p.125)인 ‘보행노선’을 구축하도록 하고 있으나, 아직까지 DB상에 구현되고 있지는 못한 실정임

본 연구의 사례지역인 서울시 중구와 강남구, 춘천시를 대상으로 상기의 방식으로 보행 네트워크를 시범 구축한 결과, 1인 작업 기준으로 서울시 자치구 1곳당 2~3일, 춘천시 동 지역의 경우 2일 미만의 시간이 소요되었다. 단, 서울시 중구와 강남구, 춘천시의 경우 기존에 구축된 보행 네트워크가 존재하므로, 이를 기본으로 하여 국가기본도 DB 및 위성영상 정보를 활용하여 수정·보완하는 작업을 거쳤다. 이때, QGIS 플러그인인 TMS for Korea를 통해 제공되는 네이버 맵(Naver Map), 카카오 맵(Kakao Map), 브이월드 맵(VWorld Map) 등을 실시간으로 호출해 배경에 두고 그 위에 디지털 타이징 작업을 수행하였다. 서울시 중구와 강남구의 보행 네트워크는 2019년 8월 시점에 작업하였으며, 춘천시의 보행 네트워크는 2020년 2월 시점에 작업하였다.

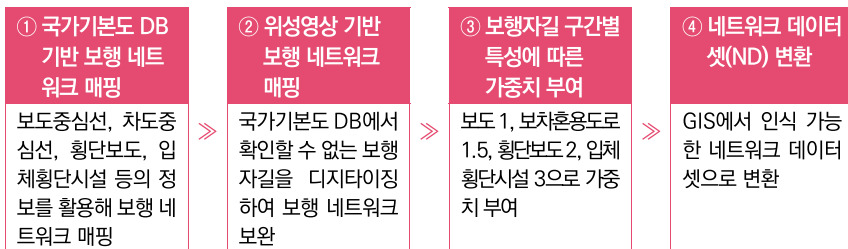
※ 국가기본도 DB (국토지리정보원 지리정보과)

- 국가기본도는 “우리나라 모든 지도의 표준으로 전국을 일정한 축척으로 정확한 측량 성과에 의해 제작한 지도”로서, 2년 단위로 정기갱신(서부권과 동부권으로 나누어 격년으로 갱신, 지도 갱신 시점의 전년도에 촬영한 항공사진을 기반으로 전국의 모든 정보를 수정)하고 2주 단위로 대형 건물, 도로 등 주요 정보를 수시 수정하여 매월 업데이트된 지도로 제공되고 있음

출처: 국토지리정보원 홈페이지. (2020). https://www.ngii.go.kr/kor/contents/view.do?sq=498&board_code=contents_data, [https://www.ngii.go.kr/kor/content.do?sq=207\(검색일: 2020.5.10.\)](https://www.ngii.go.kr/kor/content.do?sq=207(검색일: 2020.5.10.))

□ GIS 데이터 형태의 보행 네트워크 구축 과정

보행 네트워크를 보행편의지수 산출에 활용 가능한 GIS 데이터 형태로 구축하는 과정은 [그림 3-5]와 같이 4단계로 이루어진다. 1단계에서는 국가기본도 DB 기반 보행 네트워크 매핑이 이루어지며, 이를 보완하기 위해 2단계에서는 위성영상 기반 보행 네트워크 매핑이 이루어진다. 3단계에서는 1, 2단계에서 구축한 보행 네트워크의 보행자길 구간별 특성에 따라 거리 가중치를 부여하고, 마지막으로 4단계에서는 3단계의 가중치 부여된 보행 네트워크를 GIS에서 인식 가능한 네트워크 데이터셋으로 변환하는 작업을 수행한다.



[그림 3-5] GIS 데이터 형태의 보행 네트워크 구축 과정

출처: 연구진 작성

• (1단계) 국가기본도 DB 기반 보행 네트워크 매핑

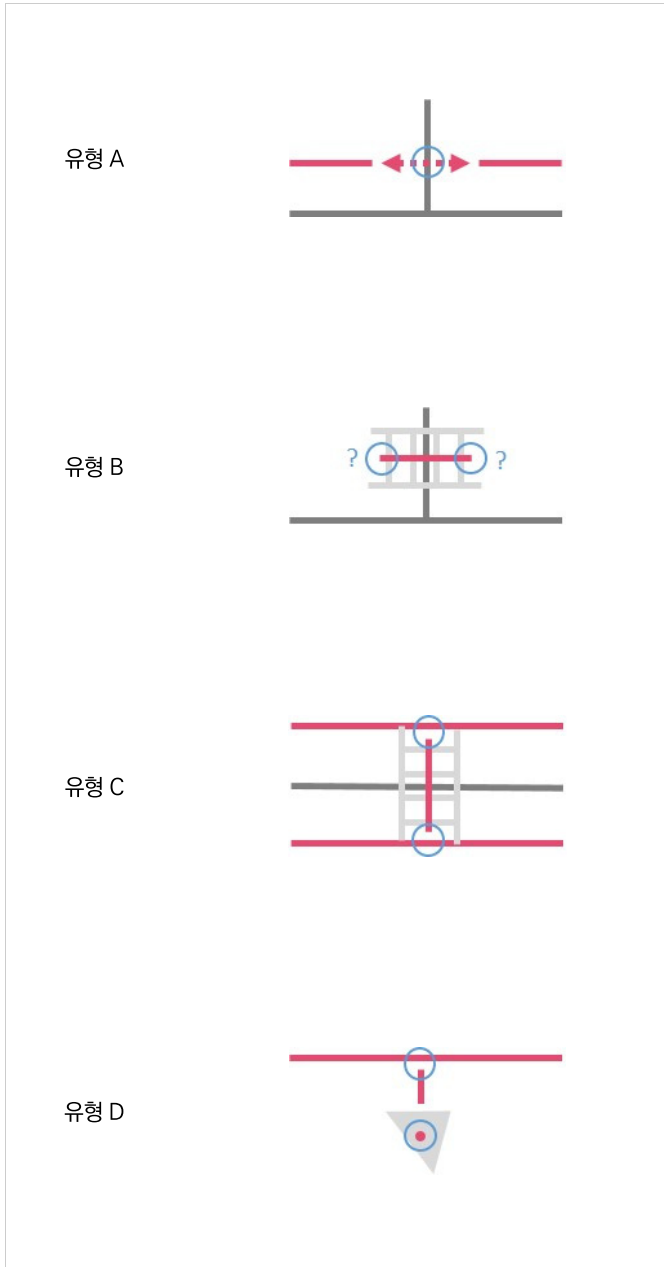
국가기본도 DB 교통시설 데이터 중 ‘보도중심선’을 기본으로 하여, ‘자전거도로중심선’, ‘차도중심선’, ‘면형도로시설’의 ‘횡단보도’, ‘육교’, ‘지하보도’, ‘보행교’를 매뉴얼 작업을 통해 연결하여 보행 네트워크를 매핑한다. 구체적인 작업 알고리즘은 다음과 같다. 첫째, 차도에 의해 끊어져 있는 ‘보행중심선’을 연결한다. 둘째, 연결된 ‘보도중심선’을 ‘자전거도로중심선(자전거보행자겸용도로에 한함)’ 및 세가로의 ‘차도중심선’과 연결하되, 차도중심선 중에서 보행이 불가능한 구간은 잘라낸다(cropping). 셋째, 횡단보도, 육교, 지하보도, 보행교를 선형으로 변환하여 앞서 구축된 네트워크에 연결한다.

[표 3-10] 국가기본도 DB의 ‘교통시설’ 데이터 항목

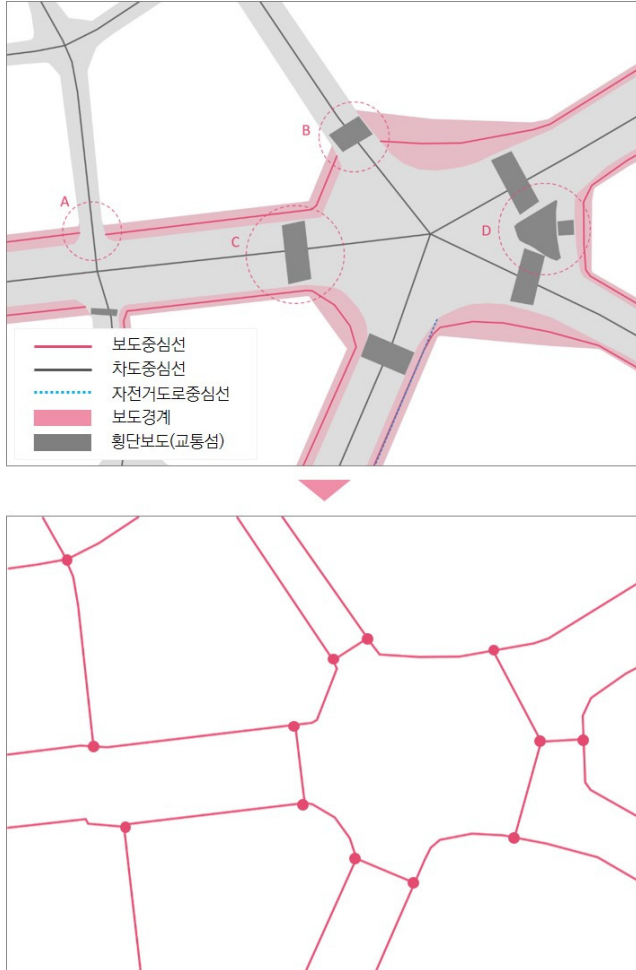
레이어	속성항목	속성항목 설명	코드구분	속성코드
차도중심선 (TN_RODWAY_CTLN)	OSPS_SE	일방통행 구분	일방통행	OWI001
			양방통행	OWI002
보도중심선 (TN_FTPATH_CTLN)	NF_ID	고유식별자 아이디	-	-
자전거도로중심선 (TN_BCYCL_CTLN)	BCYKND_SE	자전거도로종류 구분	자전거보행자 겸용도로	BIW002
면형도로시설 (TN_ARRFC)	ARRFCKD_SE	면형교통시설종류 구분	보행교	PRF003
			도로보행교	PRF005
			철도보행교	PRF007
			지하보도	PRF012
			육교	PRF013
			횡단보도	PRF014
			교통섬	PRF018

출처: 국토지리정보원(2019b), ‘2.교통시설’ 내용을 참고하여 연구진 작성

보행 네트워크 구축 시 주의해야 할 사항들을 주요 문제 유형별로 정리하면 다음과 같다(그림 3-6 참조). 유형 A는 보도중심선이 차도중심선에 의해 끊어져 있는 경우로서, 보도중심선 연결 여부를 일관되게 인식하기 어렵다는 문제가 존재한다. 유형 B는 횡단보도가 보차혼용도로에 설치되어 있는 경우로서, 횡단보도 중심선을 연결할(snapping) 보도중심선이 존재하지 않는다는 문제가 있다. 유형 C는 횡단보도 중심선이 짧은 경우로서, 이를 양단의 보도중심선에 연결해야 하는(snapping) 문제를 가진다. 유형 D는 교통섬이 존재하는 경우로서, 교통섬을 우선 점형 데이터로 변환하고 횡단보도 중심선을 교통섬의 점과 보도중심선에 동시 연결해야 하는(snapping) 문제가 존재한다.



[그림 3-6] 보행 네트워크 구축 시 주의해야 할 문제 유형
출처: 연구진 작성

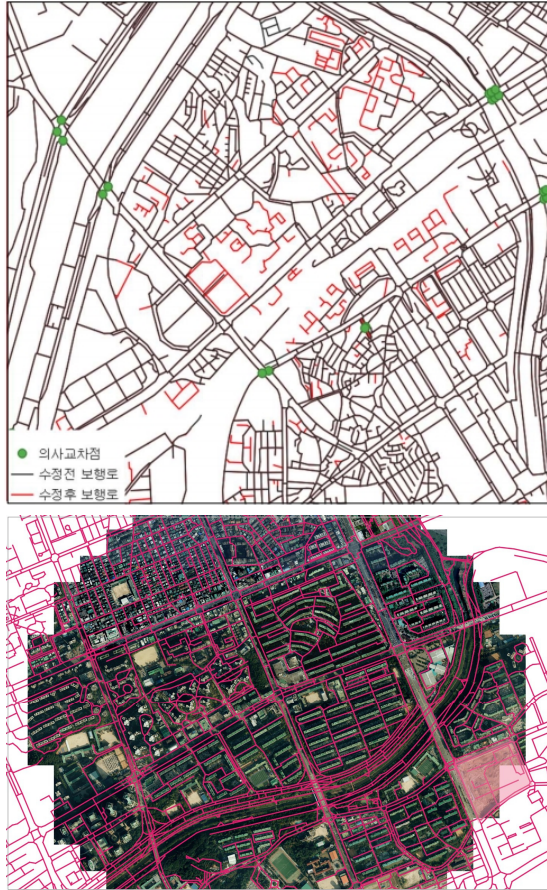


[그림 3-7] 국가기본도 DB 기반의 보행 네트워크 구축 예시
출처: 연구진 작성

• (2단계) 위성영상 기반 보행 네트워크 매핑

국가기본도 DB에 포함되지 않는 아파트 단지, 대학 캠퍼스 등 일반 대중에게 허용되는 민간 부지 내부의 보행 네트워크는 위성영상을 기반으로 직접 디지털라이징 작업을 수행해야 한다. 이에 따라 영상에서는 연결된 것처럼 보이지만 실제로는 입체적으로 연결되어 있지 않은 의사교차점들(pseudo intersection)을 개별적으로 확인하여 별도의 점형 데이터셋으로 구축한다. 하지만 단지와 외부를 연결하는 작은 샛길과 같이 위성영상으로는 인식이 어려운 연결구간들이 다수 누락될 가능성이 여전히 존재하며, 해상도에 따라 위성영상의 촬영시기가 동일하지 않은 문제가 있다. 한편 위성영

상 판독이 불분명한 경우 포털 서비스 업체에서 제공하는 거리뷰 또는 현장 방문을 통하여 직접 확인하는 것을 원칙으로 한다.



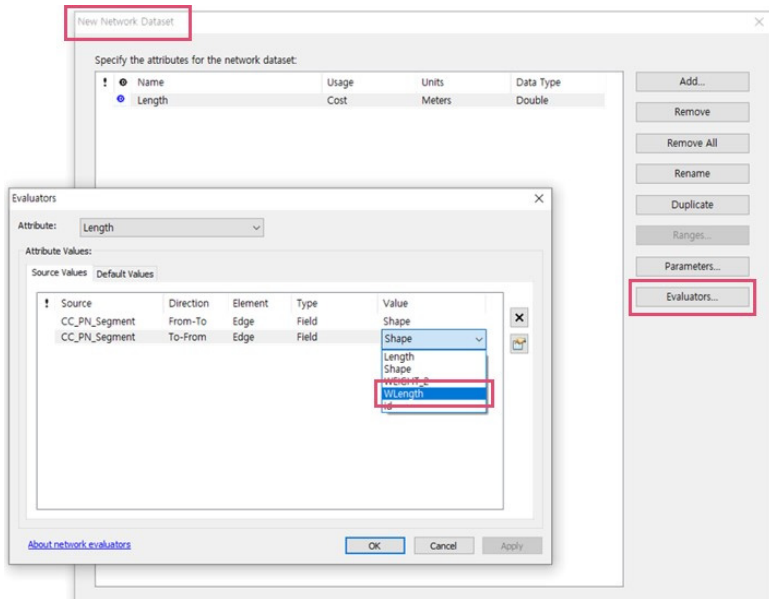
[그림 3-8] 위성영상 기반 보행 네트워크 구축 예시
출처: 연구진 작성

• (3단계) 보행자길 구간별 특성에 따른 가중치 부여

보행 네트워크의 도형정보 매핑이 완료된 후, 보행자길 구간별 가중치를 속성으로 부여하는 작업을 다음과 같이 수행한다. 첫째, 보도중심선(보행자전용도로, 보행교 포함)에 가중치 1을 부여한다. 둘째, 보행자길에 포함된 차도중심선(보차혼용도로)에 가중치 1.5를 부여한다. 셋째, 횡단보도 속성 구간에 가중치 2를 부여한다. 넷째, 육교, 지하보도 속성 구간에 가중치 3을 부여한다. 다섯째, 자전거도로중심선이 보도중심선에 인접해 있는 경우 보도중심선의 가중치를 1.5로 변경한다.

• (4단계) 네트워크 데이터셋(Network Dataset) 변환

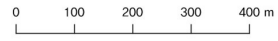
최단경로 등의 네트워크 분석을 위해서는 구축된 보행 네트워크를 GIS에서 인식할 수 있는 네트워크 데이터로 변환해야 한다. 이는 ArcGIS 네트워크 데이터셋(ND) 구축 기능을 활용하여 변환할 수 있으며, 이때 입력되어야 할 기본 정보는 다음과 같다. 첫째, 육교와 그 아래로 지나가는 보도와 같이 2차원적으로는 교차하는 것처럼 보이지만 실제로는 교차하지 않는 지점을 나타내기 위하여 점형 데이터인 의사교차점(pseudo intersection)을 생성한다. 둘째, ArcGIS 네트워크 데이터셋 구축 기능은 기본적으로 차량의 통행 분석을 위해 개발되었기 때문에 일방통행 또는 양방통행을 선택하도록 되어 있으나, 보행자길의 경우 모두 양방향 통행이 가능하므로 양방통행으로 설정한다. 셋째, 네트워크 데이터셋의 속성은 기본적으로 길이(length)로 지정하고, 그 값은 이전 단계에서 부여한 보행자길 구간별 가중치로 인식할 수 있도록 지정한다(그림 3-9 참조). ArcGIS의 네트워크 분석 기능(Network Analyst)은 네트워크 데이터셋(ND)을 기반으로 작동하며, 그 하위 기능인 Service Area 분석과 OD Cost Matrix 분석이 보행편의지수 측정을 위해 활용될 수 있다. 이는 기본적으로 네트워크 데이터셋에 출발지와 목적지의 점형 데이터를 로딩(loading)하여 출발지에서 목적지까지의 최단경로를 탐색하는 분석방법이다.



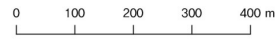
[그림 3-9] ArcMap 네트워크 데이터셋 구축 환경

출처: ArcMap 화면을 캡처하여 연구진 작성

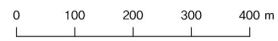
저층주거지



아파트단지



중심상업지



[그림 3-10] 지역별 보행 네트워크의 구축 결과 비교

출처: 연구진 작성

2) 출발지와 목적지

본 연구에서 출발지는 모든 보행친화적 용도 건물이며, 목적지는 지표에 따라 보행친화적 용도 건물 또는 대중교통시설 또는 공공 공원으로 설정된다. 각각의 데이터는 다음과 같이 구축한다.

□ 보행친화적 용도 건물

‘보행친화적 용도 건물’은 행정안전부에서 제공하는 도로명주소 전자지도의 ‘건물’(TL_SPBD_BULD) 데이터를 활용한다. ‘국가기본도 DB’에도 건물 정보가 포함되어 있지만, 도로명주소 전자지도의 건물 정보가 보다 최신의 정보를 제공하기 때문이다. 도로명주소 전자지도의 ‘건물’ 데이터는 건축물의 사용승인 전 도로명주소 부여를 위해 생성되는 건물 정보로서, 건물의 도로명주소 부여 및 관리를 위해 변경된 건물 도형 정보를 수시로 수정하고 있으며, 매월 업데이트된 정보를 취합하여 제공 중이다. 본 연구에서 사용한 데이터의 기준시점은 2020년이며, 도로명주소 전자지도의 ‘건물’ 데이터 항목 중 보행편의지수 측정과 관련된 세부 항목은 [표 3-11]과 같다.

한편 세부 지표 산출 시 활용되는 보행친화적 용도 건물 데이터는 다음과 같은 전처리 과정을 거친다. 첫째, GIS 기본 기능을 활용하여 건물 폴리곤 면적을 측정한 후, 건축 바닥 면적 15m² 미만 건물을 제거한다. 이는 면적이 극히 작아 일반적인 목적지로 보기 힘든 건물들을 제거하여 데이터를 축소하기 위함이다. 서울시의 경우 건축 바닥 면적 15m² 미만 건물이 전체의 약 2% 데이터 구성 비율을 차지하는데, 필요에 따라 제거 기준 면적을 높일 수 있다. 둘째, 건물용도(BDTYP_CD)에 근거하여 보행친화적 10개 용도 건물을 추출한다.⁸⁾ 셋째, 건물 폴리곤 중심점(centroid)을 추출한다. 이는 네트워크 분석에서 출발지와 목적지 건물의 위치로 사용하기 위함이다. 출발지 및 목적지 건물의 위치로서 ‘도로명주소 전자지도’의 출입구(TL_SPBD_ENTRC) 점형 데이터를 활용할 수도 있으나, 출입구 정보와 건물 정보가 정확히 일치하지 않는 문제, 출입구 정보의 업데이트가 느린 문제, 보조출입구 누락 문제(주출입구만 표시하여 아파트단지의 경우 출입구가 1개로 표기) 등으로 인해 건물의 폴리곤 중심점을 활용한다. 또한 대상지 내부의 중심점 집합과 대상지 외부 반경 400m 버퍼 지역까지 포함한 중심점 집합을 별도로 추출하여, 분석 범위의 경계에 위치한 출발지에서의 보행권 내 도착지가 포함될 수 있도록 한다.

8) 서울시 전체 건물의 약 96%가 보행친화적 용도 건물에 포함되는 것으로 나타남

[표 3-11] 도로명주소 전자지도의 '건물' 데이터 항목

레이어	속성항목	속성항목 설명	속성코드 타입	길이
건물 (TL_SPBD_BULD)	BDTYP_CD	건물용도코드	VARCHAR2	5

출처: 행정안전부, 한국지역정보개발원(연도미상). 도로명주소DB 레이어아웃(도로명주소 전자지도)의 '테이블정의서'를 참고하여 연구진 작성

□ 대중교통시설

'대중교통시설'은 국토지리정보원에서 제공하는 국가기본도 DB의 '점형도로시설'(TN_PTRFC) 및 '점형철도시설'(TN_PTWFC) 데이터를 활용한다. 1:50,000 스케일의 국가기본도 DB는 변화되는 시설 정보를 매월 수시로 수정하고 있으며, 정기적으로는 2년 주기로 갱신되고 있다.⁹⁾ 본 연구에서 사용한 데이터의 기준시점은 2019년이며(2018년 항공사진을 바탕으로 2019년 도화작업 수행), 국가기본도 DB의 '점형도로시설' 및 '점형철도시설'과 데이터 항목 중 보행편의지수 측정과 관련된 세부 항목은 [표 3-12]와 같다. 대중교통시설 데이터는 도로시설 레이어와 철도시설 레이어를 병합하는 전처리 과정을 거친다.

[표 3-12] 국가기본도 DB의 '점형도로시설' 및 '점형철도시설' 데이터 항목

레이어	속성항목	속성항목 설명	코드구분	속성코드	속성코드타입	길이
점형도로시설 (TN_PTRFC)	PTRFCKD_SE	점형도로시설 종류 구분	버스정류장	IRF001	VARCHAR	6
점형철도시설 (TN_PTWFC)	PTWFCKD_SE	점형철도시설 종류 구분	지하철역 철도/지하철 공용	RAF002 RAF003	VARCHAR	6

출처: 국토지리정보원(2019b), '2.교통시설' 내용을 참고하여 연구진 작성

□ 공공 공원

'공공 공원'은 국토교통부에서 제공하는 용도지역/지구/구역/도시계획시설/지구단위계획 현황도의 '공간시설(현황)'(UPIS_C_UQ153) 데이터를 활용한다. 국가공간정보포털을 통해 매월 업데이트된 자료가 제공되고 있으며, 본 연구에서 사용한 데이터의 기준시점은 2020년 4월이다. 용도지역/지구/구역/도시계획시설/지구단위계획 현황도의 '공공시설(현황)' 데이터 항목 중 보행편의지수 측정과 관련된 세부 항목

9) 2년 주기 정기갱신에서는 전년도에 촬영한 항공사진을 기반으로 전반적인 도화작업이 이루어지며, 객체 변경이 확인될 경우 수시로 갱신작업이 이루어지고 있음

은 [표 3-13]과 같다. 한편 공원 접근성은 공원 폴리곤 중심점이 네트워크와 너무 멀리 떨어지게 되는 경우, 별도의 공원 출입구가 존재하지 않는 경우, 공원 출입구 데이터가 존재하지 않는 상황을 종합적으로 고려하여, 공원 경계부까지 도달하는 것으로 가정한다. 이에 따라 공공 공원 데이터는 공원(폴리곤) 경계를 선형으로 변환하고 선을 따라 일정한 간격으로 점형 데이터를 생성하는 전처리 과정을 거친다.

[표 3-13] 용도지역/지구/구역/도시계획시설/지구단위계획 현황도의 '공간시설(현황)' 데이터 항목

레이어	속성항목	속성항목 설명	코드구분	속성코드	속성코드 타입	길이
UPIS_C_UQ153	ATRB_SE	도형 속성코드	공원	UQT200	VARCHAR2	6
			어린이공원	UQT210		
			근린공원	UQT220		
			문화공원	UQT221		
			도시자연공원	UQT230		
			체육공원	UQT250		
			소공원	UQT260		
			기타공원시설	UQT290		
			녹지	UQT300		
			경관녹지	UQT320		
			연결녹지	UQT330		
			기타녹지시설	UQT390		

출처: 국가공간정보포털(2020, <http://data.nsd.go.kr/dataset/12971>, 검색일: 2020.5.15.)에서 '공간 시설(현황)의 테이블정의서'; 행정표준코드관리시스템(연도미상, <https://www.code.go.kr/>, 검색일: 2020.5.10.)에서 '용도지역지구구분코드'를 참고하여 연구진 작성

3) GIS를 활용한 보행편의지수 측정 과정

세부 지표 및 보행편의지수의 측정은 기본적으로 오픈소스인 QGIS의 기본 기능과 부속 기능을 사용하여 수행한다. 또한 네트워크 분석을 위해 ArcGIS를 함께 활용한다. ArcGIS의 Network Analyst로 네트워크 데이터셋을 구축하고, Service Area Analysis, OD Cost Matrix, UNA(Urban Network Analysis)를 사용하여 세부 지표를 산출할 수 있다. GIS를 활용한 보행편의지수 측정의 전반적인 작업 흐름은 [그림 3-11]과 같다.



[그림 3-11] 보행편의지수 측정을 위한 작업 흐름도

출처: 연구진 작성

제4장 보행편의지수의 시범 적용 및 활용

1. 사례지역 선정
 2. 시범 적용 결과 및 해석
 3. 보행편의지수의 활용
-

1. 사례지역 선정

□ 사례지역 선정 기준

보행편의지수의 시범 적용을 위한 사례지역의 선정 기준은 다음과 같다. 첫째, 보행편의지수 측정에 필수적인 보행 네트워크 구축 시 기초지도로서 활용되는 최신 국가 기본도 DB가 현 시점에서 제공되는 기초자치단체들 중에서 사례지역을 선정한다. 2019년 구축 자료부터 사용자 중심으로 전면 개편된 국가기본도 DB는 폭 1m 이상 보도¹⁰⁾ 중심선과 함께 지하보도, 육교, 횡단보도 등의 속성 정보를 제공하고 있어 보행 네트워크 구축 시 기초지도로서 활용도가 높다. 국가기본도 DB는 우리나라를 서부권과 동부권으로 나누어 각각 2년 주기로 정기갱신이 이루어지는데, 현재 최신 국가기본도 DB 활용이 가능한 지역은 2019년 정기갱신 작업이 완료된 서부권이며 동부권은 2020년 현재 정기갱신 작업 중에 있다. 따라서 최신 국가기본도 DB 활용이 가능한 서부권에 속하는 기초자치단체들 중에서 사례지역을 선정한다.

10) 국가기본도 DB 작업가이드에 따르면 “폭 1m 미만의 보도는 표현하지 않아도 되나, 항공 사진측량에서 판독 가능한 것은 데이터셋으로 구축”하도록 규정하고 있어(국토지리정보원, 2019a, p.35), 기본적으로 폭 1m 이상의 보도 정보를 포함하되 일부 1m 미만 보도 정보도 제공하고 있음

둘째, 보행편의지수의 범용성 검토가 가능하도록 대도시와 지방도시 중에서 인구규모 등을 고려하여 각각 1곳 이상을 포함하되, 지역 환경이나 도시공간조직이 상당히 이질적인 기초자치단체를 사례지역으로 선정한다. 본 연구에서 개발한 보행편의지수를 인구 밀도, 고용 밀도, 블록 크기, 필지 크기 등 지역 환경이나 도시공간조직이 상당히 이질적인 기초자치단체를 대상으로 시범 적용해봄으로써, 전국 기초자치단체에 해당 지수를 동일한 방식으로 적용할 수 있을지 검토 가능하다.

셋째, 보행편의지수를 측정하는데 필수적인 보행 네트워크가 기존에 구축된 적이 있는 지역을 우선적으로 선정한다. 기존에 구축된 보행 네트워크가 존재할 경우, 이를 기반으로 국가기본도 DB를 활용하여 업데이트 작업을 수행할 수 있으므로 보행 네트워크 구축이 상대적으로 용이하다는 장점이 있다.

□ 사례지역 선정 결과

본 연구에서는 상기의 선정 기준을 고려하여, 서울시 중구, 서울시 강남구, 춘천시를 보행편의지수 시범 적용의 사례지역으로 선정하였다. 이러한 3개 사례지역은 모두 서부권에 속하므로, 2019년도에 국가기본도 DB 구축이 완료되어 최신 국가기본도 DB 활용이 가능하다. 또한 인구규모가 상이한 대도시 또는 지방도시로서 서로 대조적인 지역 환경과 도시공간조직을 보인다. 서울시 중구는 대도시이면서 전통적인 도시공간조직을 가지고 있는 인구 30만 이하 기초자치단체인 반면 서울시 강남구는 신시가지 조성지를 대표하는 인구 30만 이상 기초자치단체이며, 춘천시는 지방도시이면서 구도심과 신시가지의 모습이 복합되어 있는 인구 30만 이하 기초자치단체이다. 이상의 사례지역 구성은 건물 밀도와 교차로 밀도에서 큰 차이를 가져 물리적 보행환경의 차이를 변별할 수 있는 능력이 높다고 판단된다. 분석 결과 사례지역들 중에서 서울시 중구가 건물 밀도 및 교차로 밀도가 가장 높게 도출된 반면, 춘천시가 건물 밀도 및 교차로 밀도가 가장 낮은 것으로 나타났으며, 서울시 강남구는 서울시 중구와 춘천시 사이 값을 가지는 것으로 나타났다(표 4-1 참조). 한편 서울시 중구와 강남구는 2013년 국토지리정보원에서 구축한 서울시 보행 네트워크를 기반으로 최신 국가기본도 DB를 활용하여 업데이트 작업이 가능하며,¹¹⁾ 춘천시는 건축도시공간연구소 보행환경연구센터에서 2019년 춘천시 시가지를 범위로 구축한 보행 네트워크를 활용하여 업데이트 작업이 가능하다는 장점을 가진다.

11) 2013년 국토지리정보원은 보행안전법에 근거하여 보행 네트워크의 속성을 정의하고 '서울시'를 대상으로 보행 네트워크 수치지도를 구축한 바 있음(1회 구축 후 업데이트 되지 않음)

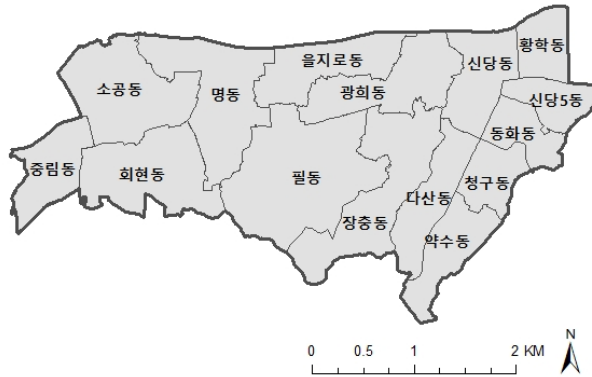
[표 4-1] 사례지역의 보행편의지수 관련 기초 통계

	인구 수 (명)	면적 (km ²)	보행 네트워크 (km)	건물		교차로	
				건물 수 (개)	건물 밀도 (개/km ²)	교차로 수 (개)	교차로 밀도 (개/km ²)
서울시 중구	126,092	9.97	818.6	17,086	1,713.7	8,047	807.1
서울시 강남구	541,233	39.52	1,548.7	23,720	600.2	12,108	306.4
춘천시(동 지역)	220,513	53.38	2,991.3	25,698	481.4	6,112	114.5

출처: 주민등록인구현황(2020.06), 도로명주소 전자지도(2020.04), 본 연구에서 구축한 보행 네트워크를 바탕으로 GIS 분석 등을 통해 연구진 작성

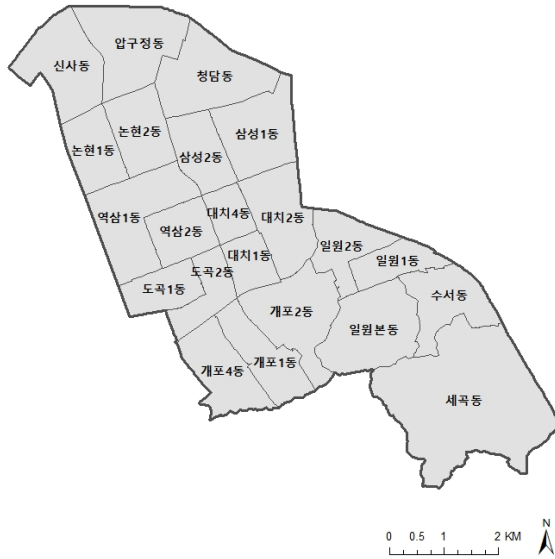
□ 사례지역의 분석 범위

앞서 언급한 바와 같이, 보행편의지수는 기초자치단체의 도시부를 범위로 산출된다. 이에 따라 자치구로서 모든 행정구역이 행정동으로 이루어진 서울시 중구와 강남구의 경우 전 지역을 분석 범위로 하며, 동·읍·면으로 구성된 춘천시의 경우 읍·면 지역을 제외한 동 지역만을 분석 범위로 삼는다. 각 사례지역의 분석 범위를 지도로 나타내면 [그림 4-1], [그림 4-2], [그림 4-3]과 같다.



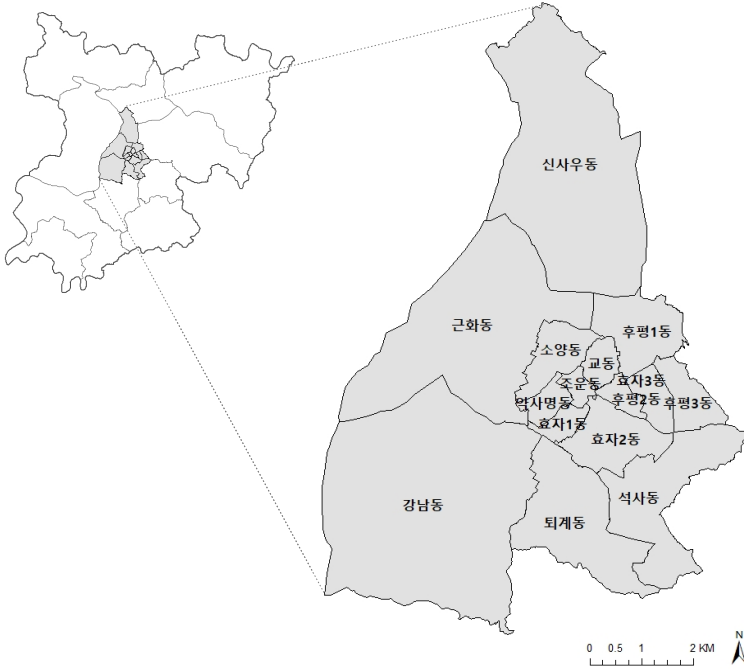
[그림 4-1] 서울시 중구의 분석 범위

출처: 연구진 작성



[그림 4-2] 서울시 강남구의 분석 범위

출처: 연구진 작성



[그림 4-3] 춘천시의 분석 범위

출처: 연구진 작성

2. 시범 적용 결과 및 해석

1) 건물 단위 시범 적용 결과

① 서울시 중구

□ 건물 단위 세부 지표

• 보행자길 전용도

서울시 중구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-4]와 같다. 대체로 북측과 서측에 위치한 지역에서 보행자길 전용도가 높은 반면, 남측과 동측에 위치한 지역에서 보행자길 전용도가 낮은 것으로 나타나고 있다. 특히 남동측 지역에서의 보행자길 전용도 점수가 상당히 낮은 것으로 파악되므로, 해당 지역에 보도 설치가 우선적으로 요구됨을 시각적으로 확인할 수 있다. 한편 [그림 4-5]에서와 같이, 서울시 중구의 건물 단위 보행자길 전용도의 점수별 분포는 비교적 정규분포에 가까운 특성을 보이고 있다.

• 보행경로 효율성

서울시 중구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-6]과 같다. 앞서 살펴 본 보행자길 전용도 점수 분포와 유사한 패턴을 보이며, 중구 전반에 걸쳐 특히 점수가 낮은 대형 건물들이 사이사이 존재하는 것으로 파악된다. 한편 서울시 중구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수별 분포는 대체로 30~70점 사이에 집중되어 있는 특성을 보이고 있다(그림 4-7 참조).

• 대중교통 접근성

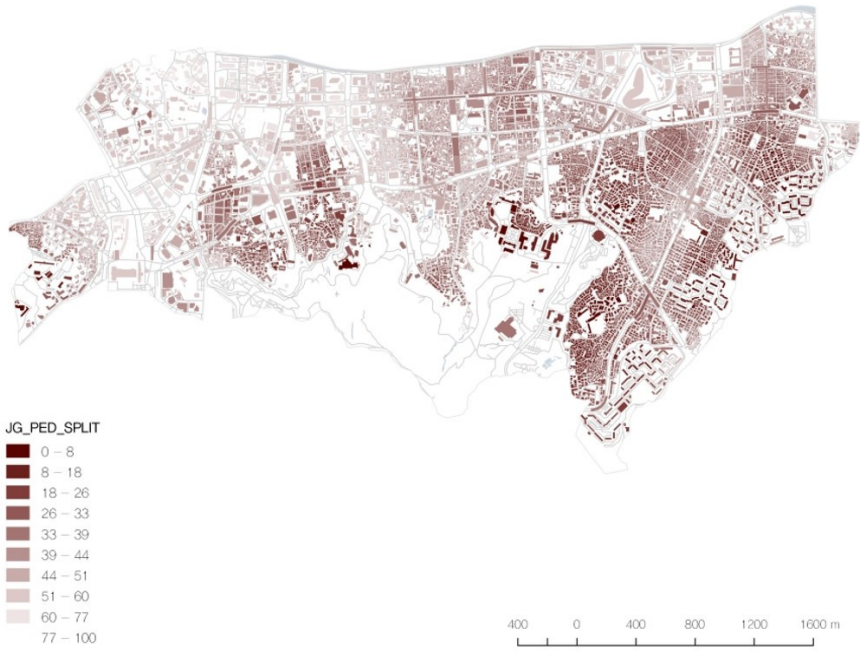
서울시 중구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-8]과 같다. 대부분의 지역에서 대중교통 접근성 점수가 높게 나타나고 있으나, 남측에 위치한 일부 지역에서는 대중교통 접근성 점수가 상당히 낮은 것으로 나타나고 있다. 따라서 이들 지역을 중심으로 대중교통 접근성을 개선할 필요가 있을 것으로 판단된다. 한편 서울시 중구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수는 11점에서 99점까지 점수 폭이 상당히 넓은데 비해, 대부분의 건물들에서 대중교통 접근성 점수가 90~100점 사이에 집중되어 있음을 알 수 있다(그림 4-9 참조).

- 공원 접근성

서울시 중구의 건물 단위 공원 접근성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-10]과 같다. 상당수 지역에서 공원 접근성 점수가 높게 나타나고 있으나, 서측과 동측의 일부 지역을 중심으로 공원 접근성 점수가 상당히 낮게 나타나고 있다. 따라서 해당 지역을 중심으로 공원 접근성을 개선할 필요가 있을 것으로 판단된다. 한편 서울시 중구의 건물 단위 공원 접근성 점수는 79점에서 100점 사이에 분포하고 있으면서 대부분의 점수가 90~100점에 집중되어 있어, 다른 지표들에 비해 상대적으로 높은 점수에 상당히 편향된 특성을 보이고 있다(그림 4-11 참조).

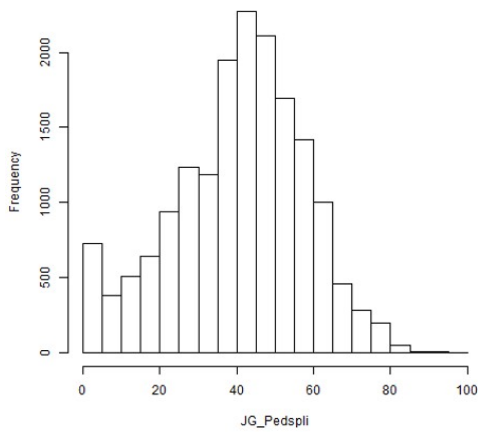
- 건물 단위 보행편의지수

앞서 도출한 4가지 세부 지표들을 산술평균하여 서울시 중구의 건물 단위 보행편의지수 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-12]와 같다. 건물 단위 보행편의지수는 37점에서 92점 사이 값을 가지면서, 전반적으로 북서측에 위치한 지역에서 보행편의지수가 높은 반면 남동측에 위치한 지역에서는 보행편의지수가 낮게 나타나고 있다. 따라서 서울시 중구의 전반적인 보행편의성 향상을 위해서는 우선적으로 남동측 지역의 보행편의성을 높이는 방향으로 정책을 시행할 필요가 있다. 한편 [그림 4-13]을 통해, 서울시 중구의 건물 단위 보행편의지수의 점수별 분포가 비교적 정규분포에 가까운 형태를 보이면서 특히 70점 전후에 집중 분포하고 있음을 알 수 있다.



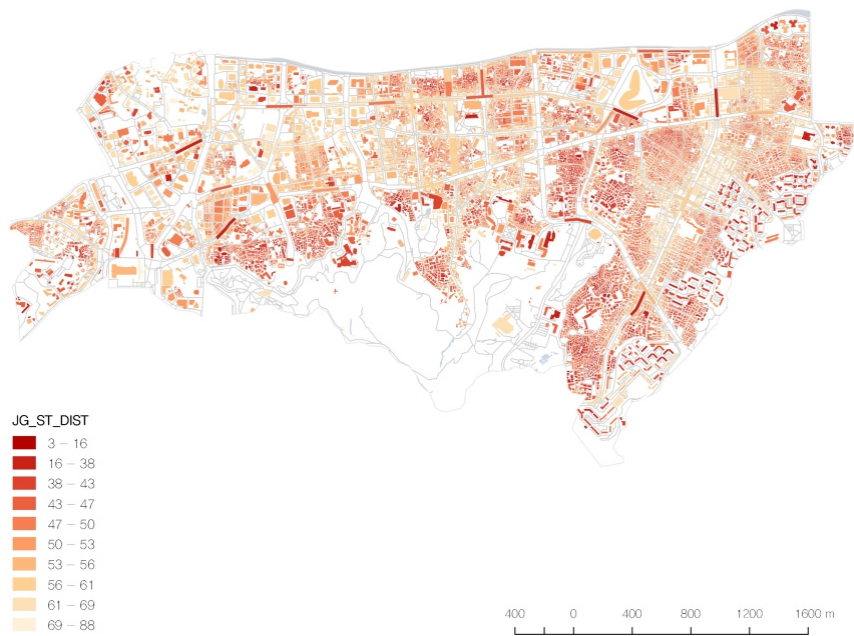
[그림 4-4] 서울시 중구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수 지도

출처: 연구진 작성



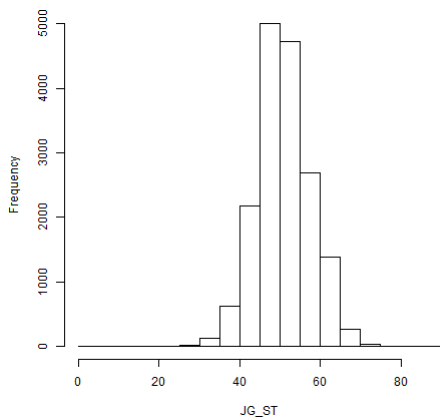
[그림 4-5] 서울시 중구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수별 빈도

출처: 연구진 작성



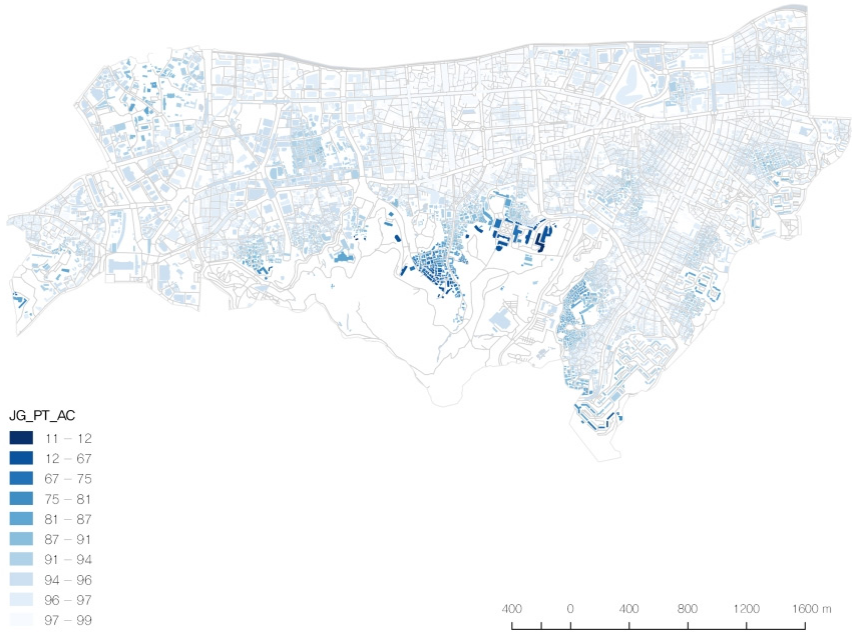
[그림 4-6] 서울시 중구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수 지도

출처: 연구진 작성



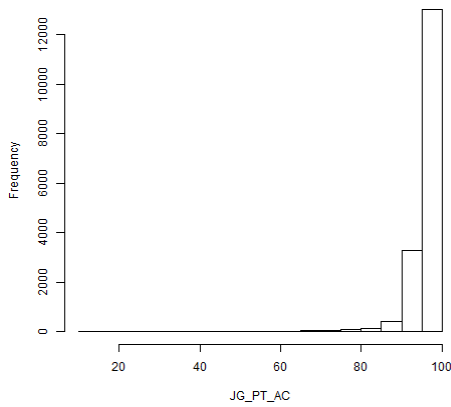
[그림 4-7] 서울시 중구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수별 빈도

출처: 연구진 작성



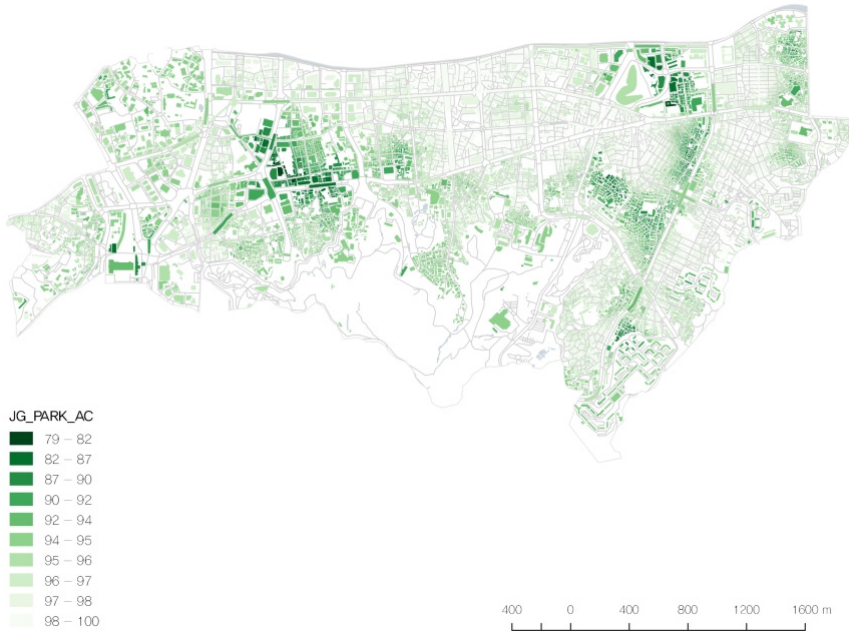
[그림 4-8] 서울시 중구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수 지도

출처: 연구진 작성



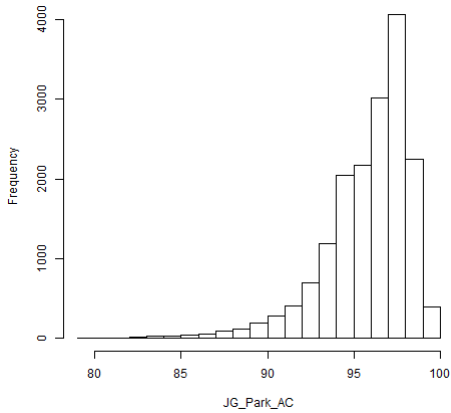
[그림 4-9] 서울시 중구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수별 빈도

출처: 연구진 작성



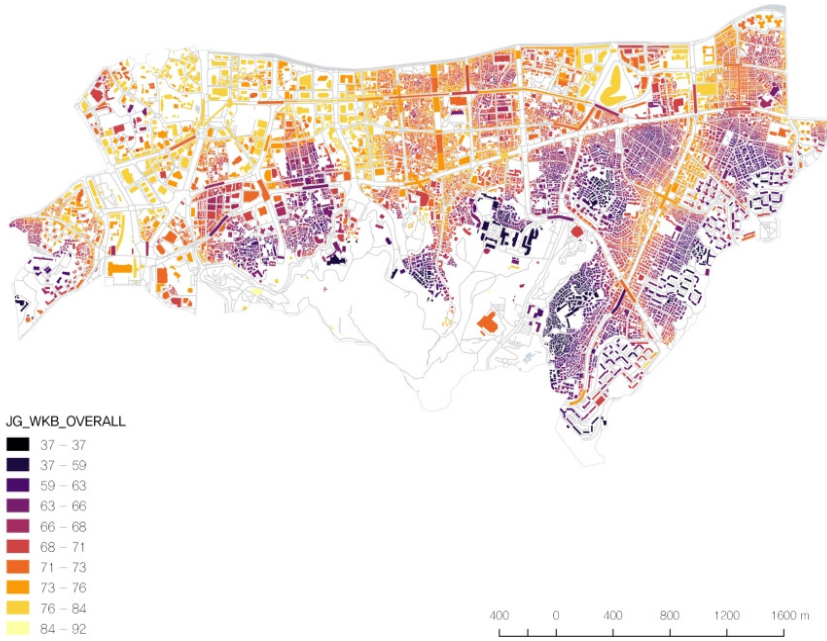
[그림 4-10] 서울시 중구의 건물 단위 공원 접근성 점수 지도

출처: 연구진 작성

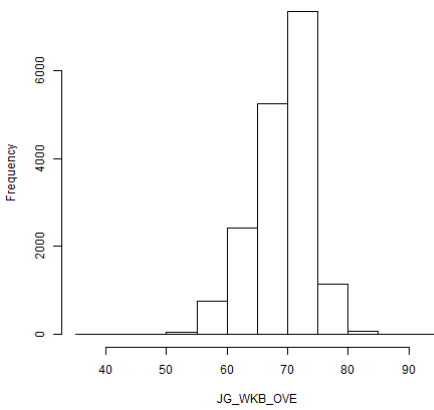


[그림 4-11] 서울시 중구의 건물 단위 공원 접근성 점수별 빈도

출처: 연구진 작성



[그림 4-12] 서울시 중구의 건물 단위 보행편의지수 점수 지도
출처: 연구진 작성



[그림 4-13] 서울시 중구의 건물 단위 보행편의지수 점수별 빈도
출처: 연구진 작성

② 서울시 강남구

□ 건물 단위 세부 지표

• 보행자길 전용도

서울시 강남구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-14]와 같다. 대체로 남측에 비해 북측에 위치한 지역에서 보행자길 전용도가 낮은 편이며, 특히 격자 형태로 구분되는 대형 아파트 단지 블록의 외부에 비해 내부에서의 보행자길 전용도가 낮은 것으로 나타나고 있다. 따라서 아파트 단지 블록 내부의 보행자길 전용도를 높일 필요가 있을 것으로 판단된다. 한편 [그림 4-15]에서와 같이, 서울시 강남구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수는 0점에서 79점 사이의 값을 가지면서 대체로 50점 이하의 낮은 점수 쪽에 넓게 치우친 분포를 보이고 있다.

• 보행경로 효율성

서울시 강남구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-16]과 같다. 앞서 살펴 본 보행자길 전용도 점수 분포와 다소 유사하게, 블록의 외부보다는 내부에서 보행경로 효율성 점수가 낮은 것으로 나타나고 있어 아파트 단지 블록 내부의 보행경로 효율성을 높일 필요가 있을 것으로 보인다. 한편 [그림 4-17]을 통해, 서울시 강남구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수별 분포가 비교적 정규분포에 가까운 형태를 보이면서 특히 70점 전후에 집중 분포하고 있음을 알 수 있다.

• 대중교통 접근성

서울시 강남구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-18]과 같다. 대부분의 지역에서 대중교통 접근성 점수가 높게 나타나고 있으나, 극히 일부 지역에서 대중교통 접근성 점수가 상당히 낮은 것으로 확인된다. 한편 서울시 강남구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수는 25점에서 99점까지 점수 폭이 상당히 넓은데 비해, 대부분의 건물들에서 대중교통 접근성 점수가 90~100점에 사이에 집중되어 있음을 알 수 있다(그림 4-19 참조).

• 공원 접근성

서울시 강남구의 건물 단위 공원 접근성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-20]과 같다. 대부분의 지역에서 공원 접근성 점수가 높게 나타나고 있으나, 북측의 일부 지역에서 상대적으로 공원 접근성 점수가 낮은 것으로 확인된다. 특히 북동측에 위치한 일부 지역에서의 점수가 상당히 낮은 것으로 나타나고 있어, 해당 지역을 대상으로 공원

접근성 개선이 우선적으로 이루어질 필요가 있는 것으로 판단된다. 한편 서울시 강남구의 건물 단위 공원 접근성의 점수별 분포를 살펴보면, 앞서 살펴 본 대중교통 접근성 점수 분포와 마찬가지로 13점에서 98점까지 점수 폭이 상당히 넓은데 비해, 대부분의 건물들에서 공원 접근성 점수가 90~100점에 사이에 집중되어 있음을 알 수 있다(그림 4-21 참조).

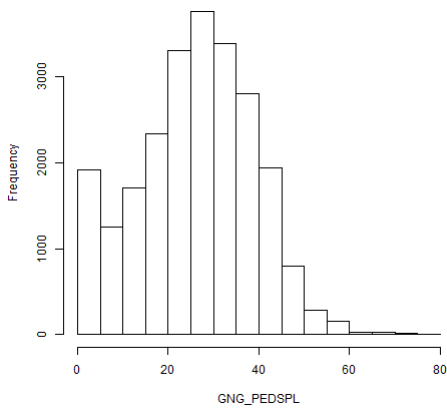
□ 건물 단위 보행편의지수

앞서 도출한 4가지 세부 지표들을 산술평균하여 서울시 강남구의 건물 단위 보행편의지수 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-22]와 같다. 건물 단위 보행편의지수는 41점에서 86점 사이 값을 가지면서, 대체로 대형 아파트 단지 블록 내부에서의 보행편의지수가 상대적으로 낮게 나타나고 있다. 따라서 서울시 강남구의 전반적인 보행편의성을 높이기 위해서는 우선적으로 아파트 단지 블록 내부의 보행편의성을 제고하는 방향으로 정책을 추진할 필요가 있다. 한편 [그림 4-23]에서와 같이, 서울시 강남구의 건물 단위 보행편의지수의 점수별 분포는 비교적 정규분포에 가까운 형태를 보이면서 특히 60~70점 전후에 집중 분포하고 있음을 알 수 있다.



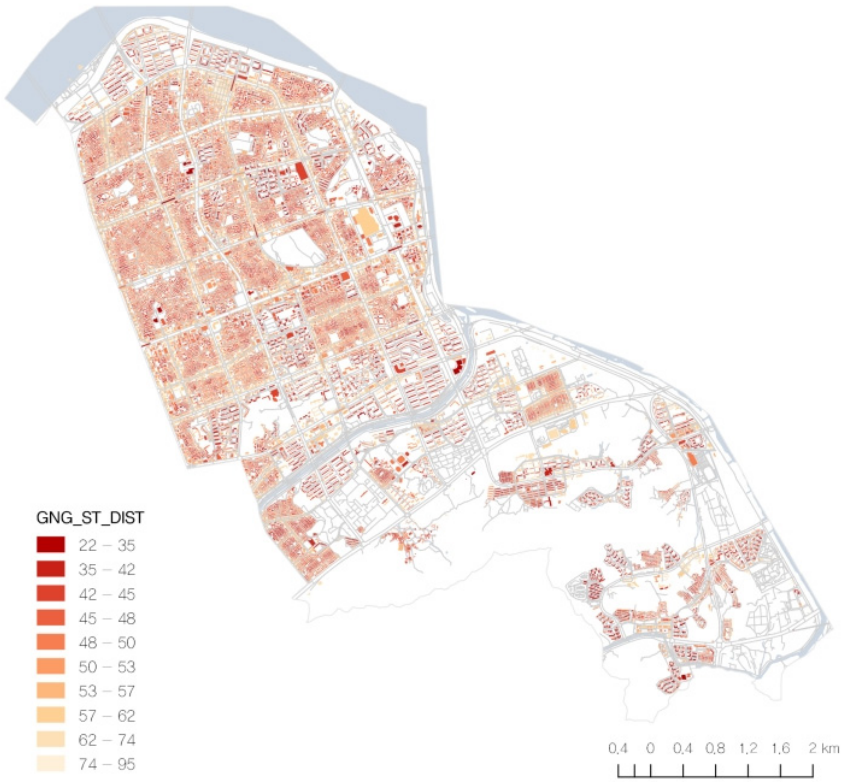
[그림 4-14] 서울시 강남구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수 지도

출처: 연구진 작성

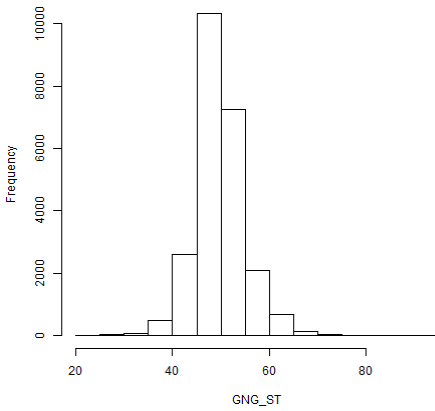


[그림 4-15] 서울시 강남구의 건물 단위 보행자길 전용도 점수별 빈도

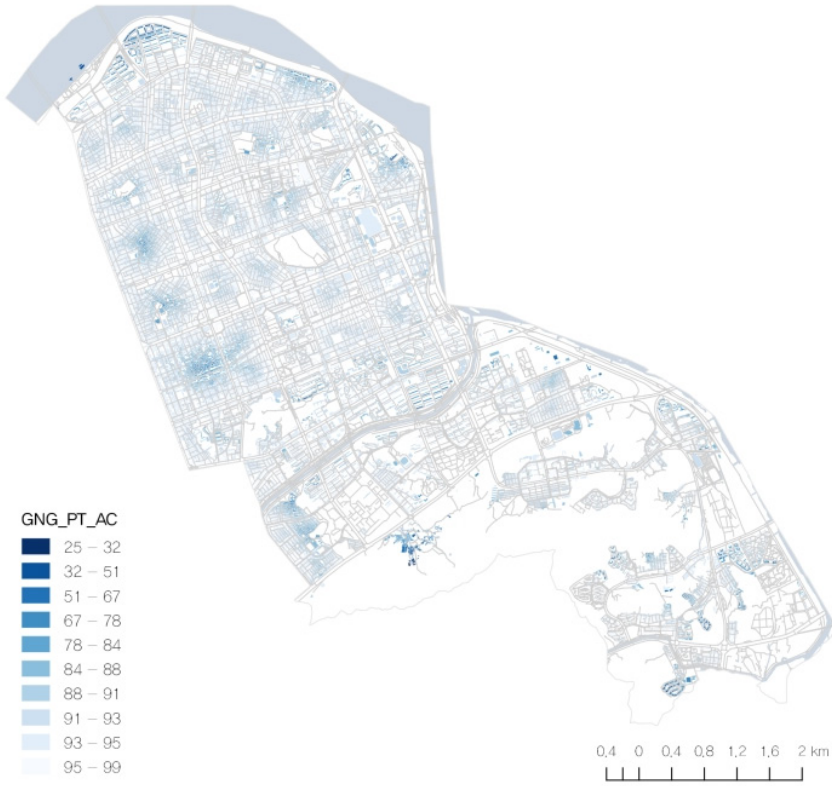
출처: 연구진 작성



[그림 4-16] 서울시 강남구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수 지도
출처: 연구진 작성

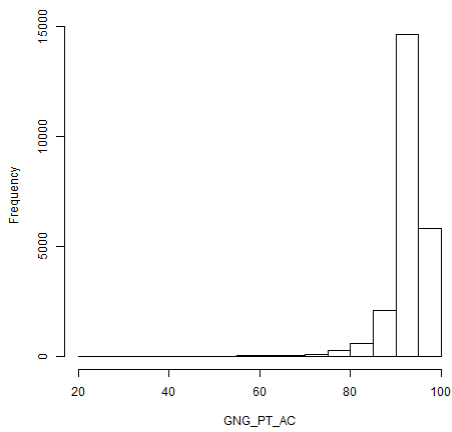


[그림 4-17] 서울시 강남구의 건물 단위 보행경로 효율성 점수별 빈도
출처: 연구진 작성



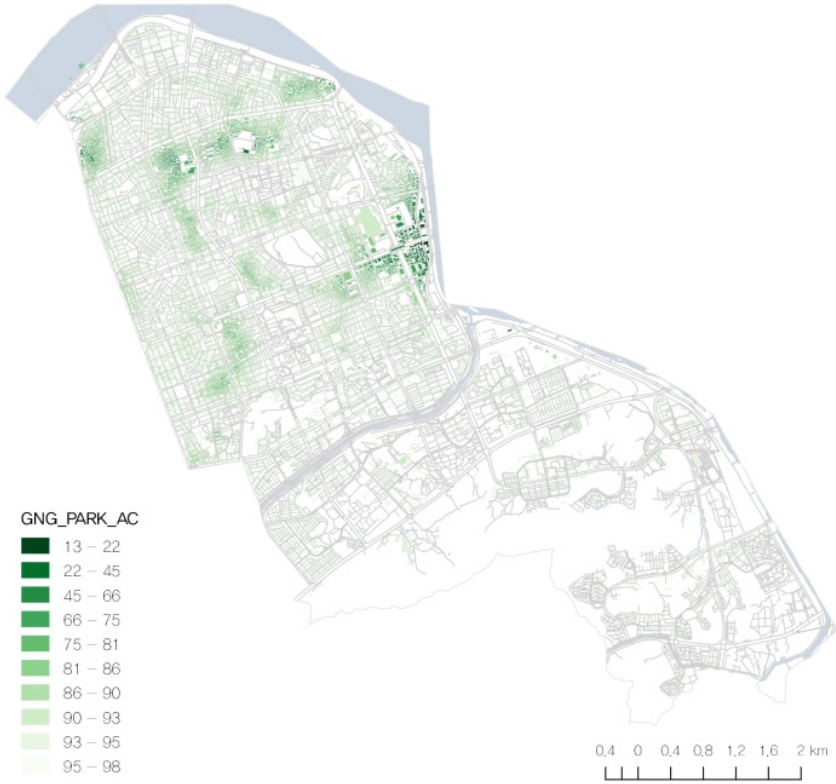
[그림 4-18] 서울시 강남구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수 지도

출처: 연구진 작성

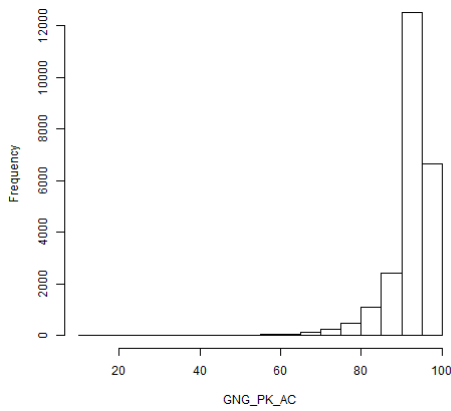


[그림 4-19] 서울시 강남구의 건물 단위 대중교통 접근성 점수별 빈도

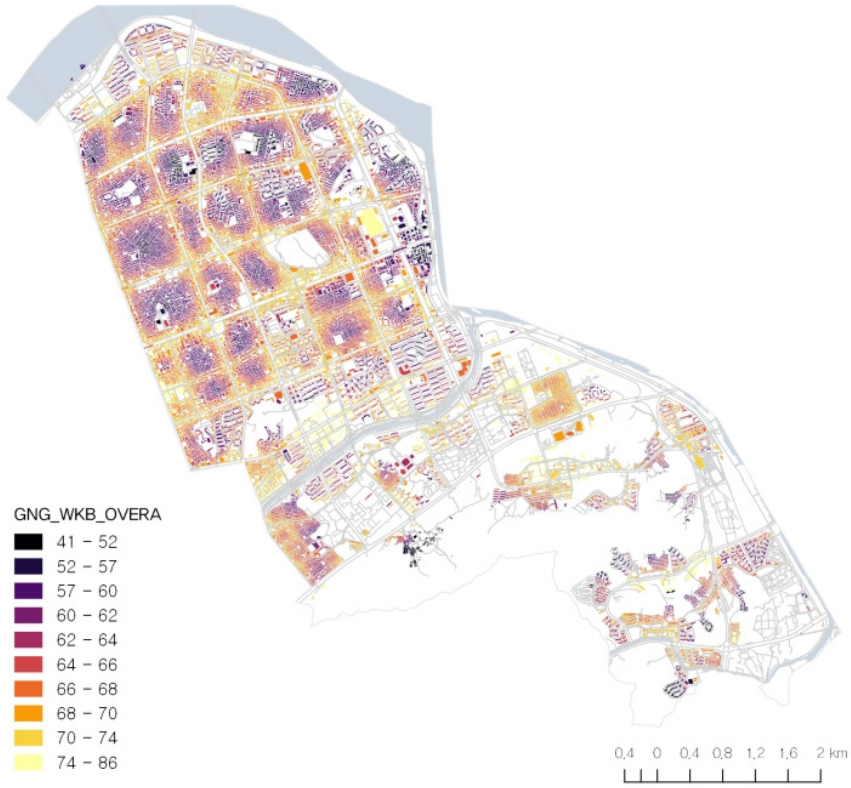
출처: 연구진 작성



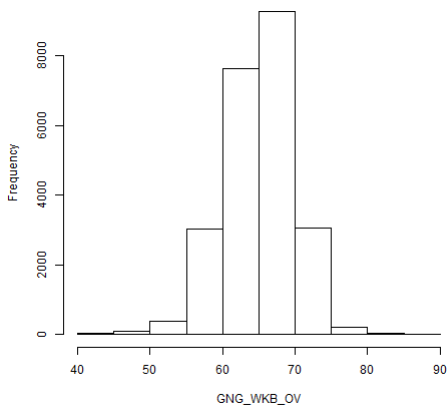
[그림 4-20] 서울시 강남구의 건물 단위 공원 접근성 점수 지도
출처: 연구진 작성



[그림 4-21] 서울시 강남구의 건물 단위 공원 접근성 점수별 빈도
출처: 연구진 작성



[그림 4-22] 서울시 강남구의 건물 단위 보행편의지수 점수 지도
출처: 연구진 작성



[그림 4-23] 서울시 강남구의 건물 단위 보행편의지수 점수별 빈도
출처: 연구진 작성

③ 춘천시

□ 건물 단위 세부 지표

• 보행자길 전용도

춘천시 동 지역의 건물 단위 보행자길 전용도 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-24]와 같다. 이를 통해 대체로 북한강, 소양강 남측의 한림대학교와 강원대학교 사이에 위치한 지역을 중심으로 보행자길 전용도 점수가 낮게 형성되어 있음을 알 수 있다. 한편 [그림 4-25]에서와 같이, 춘천시의 건물 단위 보행자길 전용도 점수는 0점에서 97점 사이의 값을 가지면서 60점 미만의 낮은 점수 쪽에 넓게 치우친 분포를 보이고 있다. 따라서 춘천시 동 지역의 전반적인 보행자길 전용도 향상을 위한 노력과 함께 지역별 보행자길 전용도 점수 격차를 해소하는 방향으로의 정책적 노력이 요구된다. 이때 보행자길 전용도 점수가 상대적으로 낮은 지역에서의 보도 확장 등을 우선적으로 검토할 필요가 있다.

• 보행경로 효율성

춘천시 동 지역의 건물 단위 보행경로 효율성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-26]과 같다. 앞서 살펴 본 보행자길 전용도 점수 분포와 다소 유사한 패턴을 보이며, 춘천시 동 지역 전반에 걸쳐 특히 점수가 낮은 대형 건물들이 사이사이 존재하는 것으로 확인된다. 한편 [그림 4-27]을 통해, 춘천시 동 지역의 건물 단위 보행경로 효율성 점수가 1점에서 95점 사이의 값을 가지면서 70점 미만의 낮은 점수 쪽에 넓게 치우쳐 분포하고 있음을 알 수 있다. 이는 보행경로 효율성 점수가 극히 낮은 지역에 대한 우선적 개입과 함께, 춘천시 동 지역의 전반적인 보행경로 효율성을 높일 필요가 있음을 시사해준다.

• 대중교통 접근성

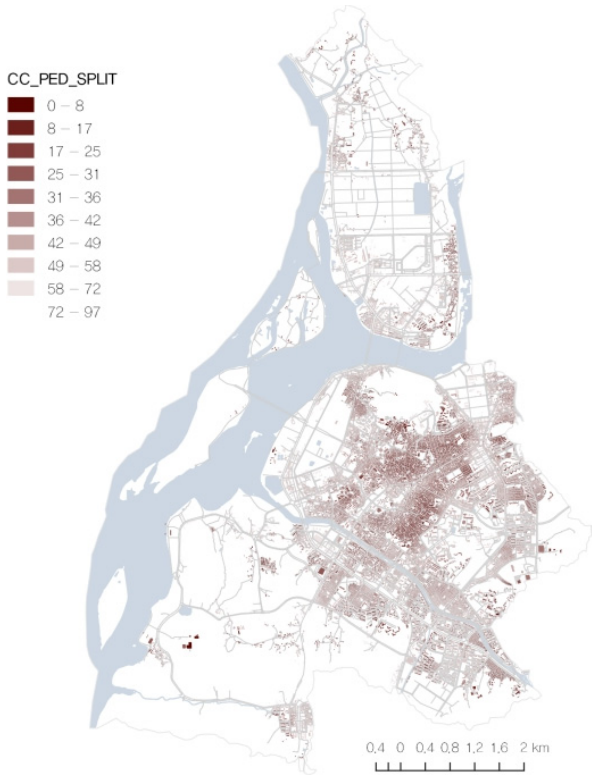
춘천시 동 지역의 건물 단위 대중교통 접근성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-28]과 같다. 대부분의 지역에서 대중교통 접근성 점수가 높게 나타나고 있으나, 극히 일부 지역에서 상대적으로 대중교통 접근성 점수가 낮은 것으로 확인된다. 이처럼 춘천시의 건물 단위 대중교통 접근성 점수는 앞서 살펴 본 서울시 중구 및 강남구와 유사하게, 0점에서 98점까지 점수 폭이 상당히 넓으면서 90점 이상의 높은 점수에 상당히 편향된 특성을 보이고 있다(그림 4-29 참조).

- 공원 접근성

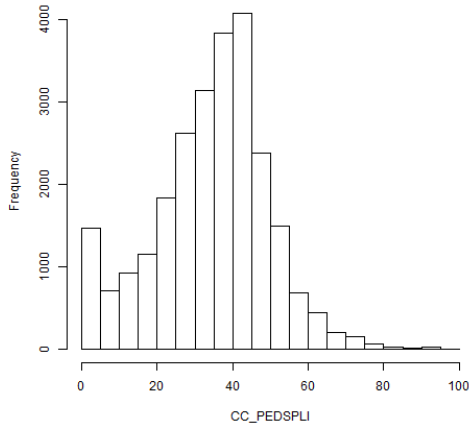
춘천시 동 지역의 건물 단위 공원 접근성 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-30]과 같다. 대체로 공원 접근성 점수가 높게 나타나고 있으나, 강 북측 지역과 남측의 일부 지역을 중심으로 상대적으로 낮은 점수가 형성되어 있다. 따라서 해당 지역을 중심으로 공원 접근성 개선이 우선적으로 이루어질 필요가 있을 것으로 보인다. 한편 춘천시 동 지역의 건물 단위 공원 접근성의 점수별 분포를 살펴보면, 앞서 살펴본 대중교통 접근성 점수 분포와 마찬가지로 0점에서 98점까지 점수 폭이 상당히 넓으면서 90~100점 수준의 높은 점수에 상당히 편향된 특성을 보이고 있으나, 0점에 가까운 최하위 점수 분포도 어느 정도 관찰되고 있다(그림 4-31 참조).

- 건물 단위 보행편의지수

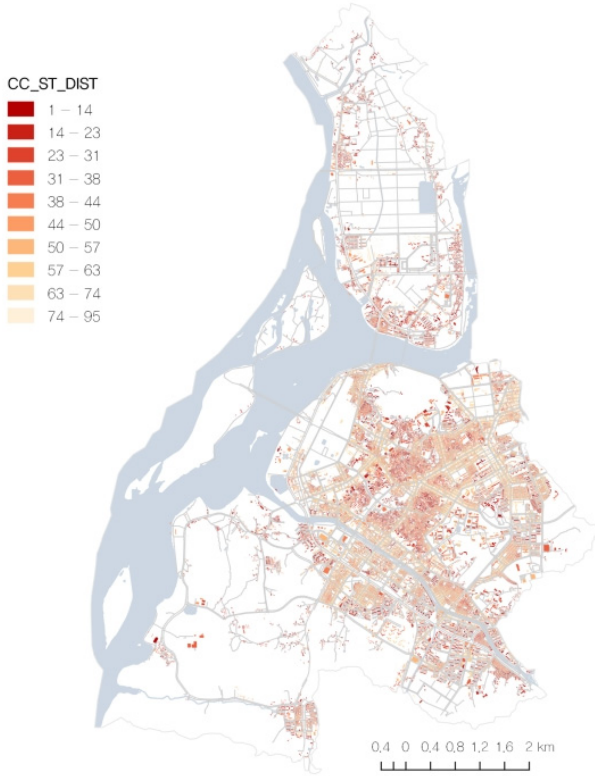
앞서 도출한 4가지 세부 지표들을 산술평균하여 건물 단위 보행편의지수 점수를 지도로 나타내면 [그림 4-32]와 같다. 춘천시 동 지역의 건물 단위 보행편의지수는 0점에서 91점 사이 값을 가지는 것으로 나타나, 서울시 중구(37~92점)와 강남구(41~86점)에 비해 지역별 점수 편차가 큰 것으로 확인된다. 상대적으로 보행편의지수가 낮은 지역은 강 북측 지역과 강 남측의 한림대학교와 강원대학교 사이에 위치한 지역으로서, 춘천시 동 지역의 전반적인 보행편의성 향상을 위해서는 이들 지역에 대한 보행편의성 제고 노력이 우선적으로 필요할 것으로 판단된다. 한편 [그림 4-33]에서와 같이, 춘천시 동 지역의 건물 단위 보행편의지수의 점수별 분포는 정규분포보다는 60점 이상의 높은 점수 쪽에 다소 편향된 특성을 보이고 있음을 알 수 있다.



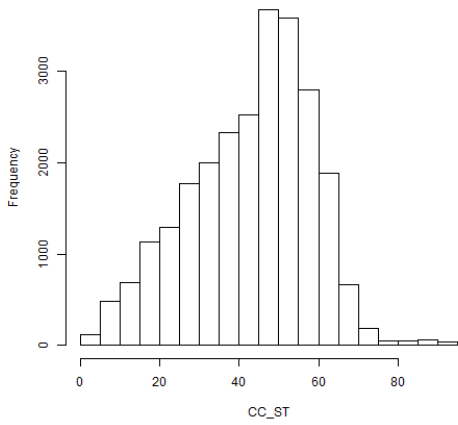
[그림 4-24] 춘천시의 건물 단위 보행자길 전용도 점수 지도
출처: 연구진 작성



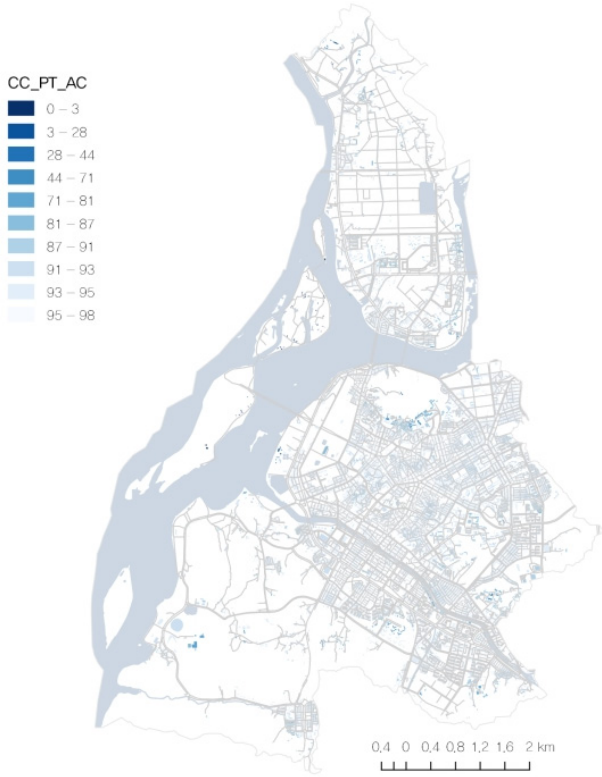
[그림 4-25] 춘천시의 건물 단위 보행자길 전용도 점수별 빈도
출처: 연구진 작성



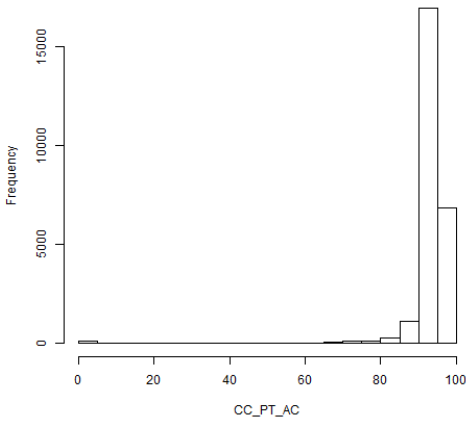
[그림 4-26] 춘천시의 건물 단위 보행경로 효율성 점수 지도
출처: 연구진 작성



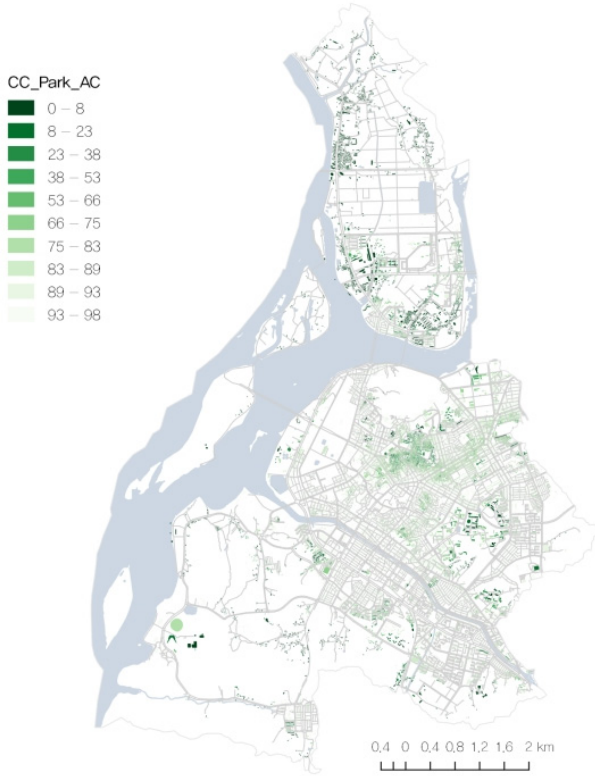
[그림 4-27] 춘천시의 건물 단위 보행경로 효율성 점수별 빈도
출처: 연구진 작성



[그림 4-28] 춘천시의 건물 단위 대중교통 접근성 점수 지도
출처: 연구진 작성

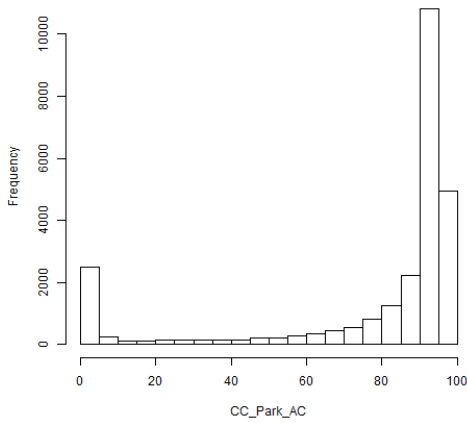


[그림 4-29] 춘천시의 건물 단위 대중교통 접근성 점수별 빈도
출처: 연구진 작성



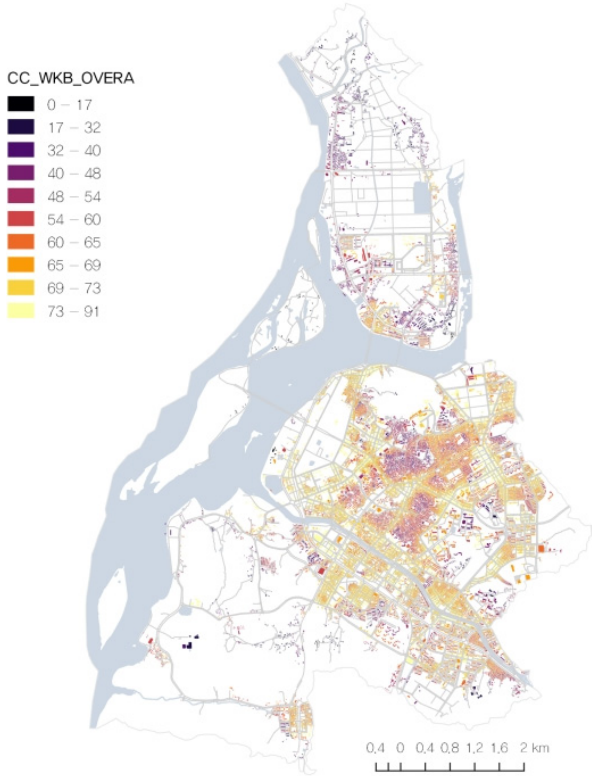
[그림 4-30] 춘천시의 건물 단위 공원 접근성 점수 지도

출처: 연구진 작성

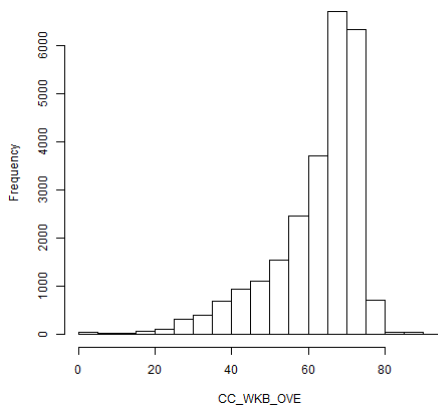


[그림 4-31] 춘천시의 건물 단위 공원 접근성 점수별 빈도

출처: 연구진 작성



[그림 4-32] 춘천시의 건물 단위 보행편의지수 점수 지도
출처: 연구진 작성

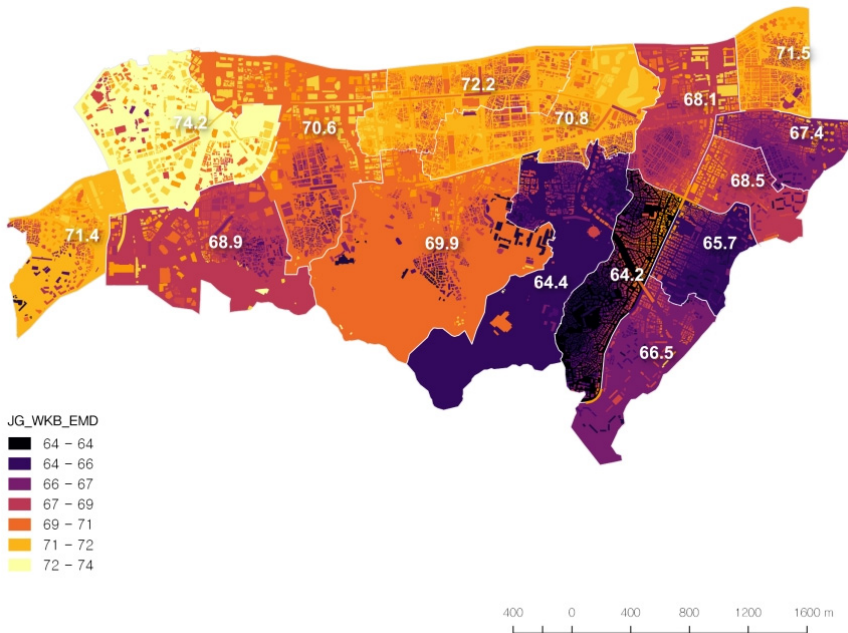


[그림 4-33] 춘천시의 건물 단위 보행편의지수 점수별 빈도
출처: 연구진 작성

2) 행정동 단위 시범 적용 결과

① 서울시 중구

서울시 중구의 건물 단위 보행편의지수를 행정동 단위로 산술평균하여 집계한 점수는 64.2점에서 74.2점 사이의 값을 가지며, 이를 지도로 나타내면 [그림 4-34]와 같다. 건물 단위 분석에서와 마찬가지로 북서쪽에 위치한 행정동에 비해 남동쪽에 위치한 행정동의 보행편의지수가 상대적으로 낮음을 확인할 수 있다. 보행편의지수가 가장 높은 곳은 소공동(74.2점)이며 가장 낮은 곳은 다산동(64.2점)으로서, 두 행정동 간에는 10점의 점수 차이를 보이고 있다.



[그림 4-34] 서울시 중구의 행정동별 보행편의지수 점수 지도

출처: 연구진 작성

[표 4-2]는 서울시 중구 행정동별 보행편의지수를 구성하고 있는 세부 지표들의 점수를 나타낸 것으로서, 이를 통해 각각의 보행편의지수가 어떻게 구성되어 있는지 쉽게 파악할 수 있다. 예를 들어 소공동의 경우, 대중교통 접근성(94.9점)과 공원 접근성(95.1점) 점수는 평균보다 다소 낮지만 보행자길 전용도(51.3점)와 보행경로 효율성(55.6점) 점수가 중구 내에서 가장 높으므로 상대적으로 높은 점수의 보행편의지수가 산출되었음을 알 수 있다. 한편 서울시 중구 내에서 가장 낮은 보행편의지수가 산출된 다산동의 경우, 대중교통 접근성(94.1점)과 공원 접근성(95.3점) 점수는 소공동과 유사한 수준이지만 보행자길 전용도(19.1점)와 보행경로 효율성(48.5점) 점수가 중구 내에서 가장 낮은 형편이다.

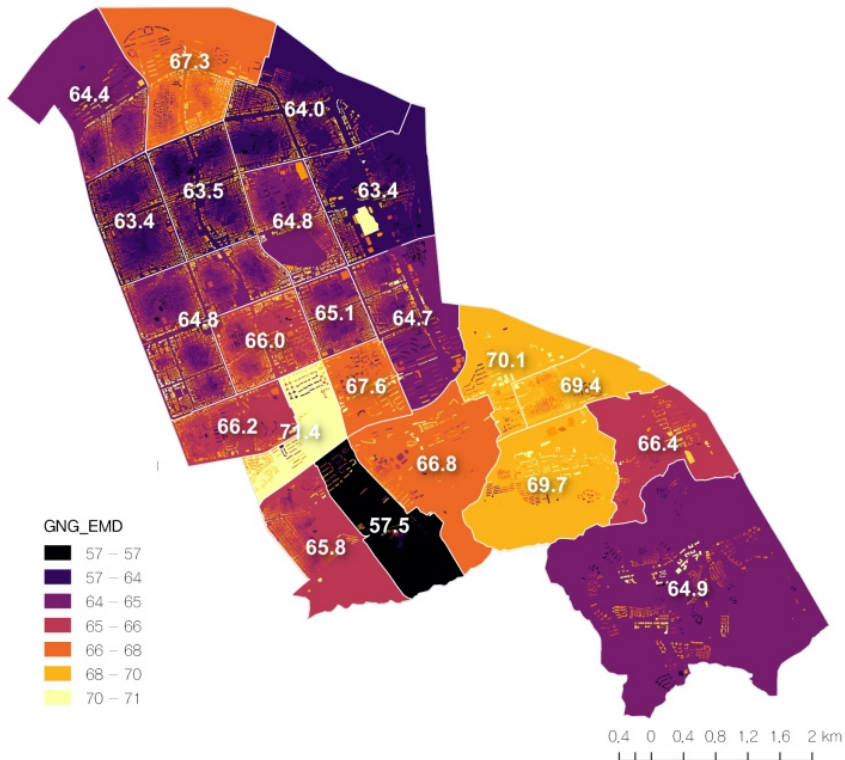
[표 4-2] 서울시 중구의 행정동별 보행편의지수 세부 지표 구성

구분	행정동	보행자길 전용도	보행경로 효율성	대중교통 접근성	공원 접근성	보행편의 지수
1	광희동	37.9	50.4	97.5	97.5	70.8
2	다산동	19.1	48.5	94.1	95.3	64.2
3	동화동	25.9	54.9	96.2	97.1	68.5
4	명동	42.3	52.4	94.7	92.8	70.5
5	소공동	51.3	55.6	94.9	95.1	74.2
6	신당5동	25.5	51.0	96.5	96.7	67.4
7	신당동	29.4	51.2	97.0	94.8	68.1
8	약수동	28.4	47.7	95.0	94.9	66.5
9	을지로동	41.8	51.7	97.7	97.5	72.2
10	장충동	21.0	46.7	94.8	95.1	64.4
11	중림동	44.5	50.3	95.1	95.6	71.4
12	청구동	19.2	50.0	96.1	97.3	65.6
13	필동	42.3	51.7	90.6	94.9	69.9
14	황학동	39.2	53.6	96.9	96.1	71.5
15	회현동	36.3	49.3	95.0	94.9	68.9
평균		33.6	51.0	95.5	95.7	68.9

출처: 연구진 작성

② 서울시 강남구

서울시 강남구의 건물 단위 보행편의지수를 행정동 단위로 산술평균하여 집계한 점수는 57.5점에서 71.4점 사이의 값을 가지며, 이를 지도로 나타내면 [그림 4-35]와 같다. 북측과 남측에 위치한 행정동의 보행편의지수가 그 사이에 위치한 행정동에 비해 상대적으로 낮게 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 한편 서울시 강남구의 행정동 단위 보행편의지수는 대체로 70점 이하로서, 앞서 살펴 본 서울시 중구에 비해 행정동별 보행편의지수가 전반적으로 낮게 나타났다. 가장 높은 점수를 보이는 행정동은 도곡2동(71.4점)이며, 가장 낮은 점수를 가지는 행정동은 개포1동(57.5점)으로서, 약 14점의 점수 차이를 보이고 있다.



[그림 4-35] 서울시 강남구의 행정동별 보행편의지수 점수 지도

출처: 연구진 작성

[표 4-3]은 서울시 강남구 행정동별 보행편의지수를 구성하고 있는 세부 지표들의 점수를 나타낸 것으로서, 이를 통해 각각의 보행편의지수가 어떻게 구성되어 있는지 확인 가능하다. 예를 들어 서울시 강남구 중에서 가장 높은 보행편의지수가 산출된 도곡2동의 경우, 대중교통 접근성(94.2점), 공원 접근성(95.4점), 보행자길 전용도(45.1점), 보행경로 효율성(51.1점) 점수 모두 평균보다 높았으며 특히 보행자길 전용도 점수가 강남구 내에서 가장 높은 것으로 나타났다. 한편 개포1동의 경우, 공원 접근성(94.1점) 점수는 평균보다 다소 높았으나 보행자길 전용도(17.3점), 보행경로 효율성(47.0점), 대중교통 접근성(71.6점) 점수는 평균보다 상당히 낮으므로, 상대적으로 낮은 점수의 보행편의지수가 산출되었음을 알 수 있다.

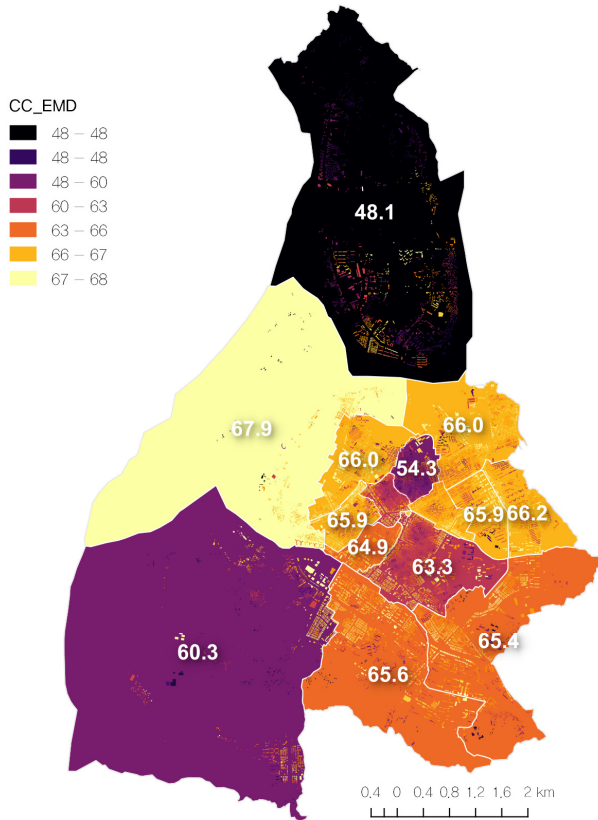
[표 4-3] 서울시 강남구의 행정동별 보행편의지수 세부 지표 구성

구분	행정동	보행자길 전용도	보행경로 효율성	대중교통 접근성	공원 접근성	보행편의 지수
1	개포1동	17.3	47.0	71.6	94.1	57.5
2	개포2동	31.3	48.2	93.2	94.6	66.8
3	개포4동	28.8	48.1	90.6	95.4	65.8
4	논현1동	17.1	49.6	92.7	94.4	63.4
5	논현2동	23.1	49.7	94.4	87.0	63.5
6	대치1동	33.6	50.4	92.3	94.1	67.6
7	대치2동	30.2	50.2	93.3	85.2	64.7
8	대치4동	22.9	49.8	94.8	93.0	65.1
9	도곡1동	28.9	49.4	93.8	92.9	66.2
10	도곡2동	45.1	51.1	94.2	95.4	71.4
11	삼성1동	26.5	47.7	92.3	87.2	63.4
12	삼성2동	23.3	49.1	93.5	93.3	64.8
13	세곡동	25.8	48.1	90.6	94.9	64.9
14	수서동	32.0	47.6	92.2	94.1	66.4
15	신사동	23.7	50.4	93.4	90.2	64.4
16	압구정동	31.2	51.5	93.0	93.7	67.3
17	역삼1동	24.6	49.8	92.1	92.7	64.8
18	역삼2동	29.3	50.4	93.0	91.2	66.0
19	일월1동	36.7	51.7	93.2	95.9	69.4
20	일원2동	42.2	54.0	91.2	92.8	70.0
21	일원본동	43.3	48.1	92.7	94.5	69.7
22	청담동	24.5	49.7	92.8	88.9	64.0
평균		29.2	49.6	91.9	92.5	65.8

출처: 연구진 작성

③ 춘천시

춘천시 동 지역의 건물 단위 보행편의지수를 행정동 단위로 산술평균하여 집계한 점수는 48.1점에서 67.9점 사이의 값을 가지며, 이를 지도로 나타내면 [그림 4-36]과 같다. 모든 행정동의 보행편의지수가 70점 이하이며 최저 점수가 50점 미만으로 나타나, 앞서 살펴 본 서울시 중구나 강남구에 비해 행정동 단위 보행편의지수가 상당히 낮음을 알 수 있다. 가장 높은 점수를 보이는 행정동은 강 남서측에 위치한 근화동(67.9점)이며, 가장 낮은 점수를 보이는 행정동은 강 북측에 위치한 신사우동(48.1점)으로서 약 20점의 점수 차이를 보이고 있어, 행정동별 점수 차이가 다른 사례지역에 비해 상당히 큰 편이다.



[그림 4-36] 춘천시의 행정동별 보행편의지수 점수 지도

출처: 연구진 작성

[표 4-4]는 춘천시 행정동별 보행편의지수를 구성하고 있는 세부 지표들의 점수를 나타낸 것으로서, 각각의 보행편의지수를 구성하는 세부 지표들의 점수를 분해하여 파악할 수 있다. 예를 들어 춘천시 동 지역 중에서 가장 높은 보행편의지수가 산출된 근화동의 경우, 대중교통 접근성(89.2점)을 제외한 나머지 3개 지표들의 점수(보행자길 전용도 44.6점, 보행경로 효율성 50.5점, 공원 접근성 87.1점) 모두 평균보다 높았으며 특히 보행자길 전용도 점수가 춘천시 행정동들 중에서 가장 높은 것으로 나타났다. 한편 신사우동의 경우, 보행자길 전용도(38.1점)와 대중교통 접근성(91.0점) 점수는 평균보다 다소 높았으나 보행경로 효율성(31.9점)과 공원 접근성(31.2점) 점수가 춘천시 동 지역 내에서 최하위 수준이므로, 상대적으로 낮은 점수의 보행편의지수가 산출되었음을 알 수 있다.

[표 4-4] 춘천시의 행정동별 보행편의지수 세부 지표 구성

구분	행정동	보행자길 전용도	보행경로 효율성	대중교통 접근성	공원 접근성	보행편의 지수
1	강남동	39.4	35.6	92.5	73.5	60.3
2	교동	18.3	39.7	93.8	65.3	54.3
3	근화동	44.6	50.5	89.2	87.1	67.9
4	석사동	36.3	42.9	93.1	89.3	65.4
5	소양동	36.3	42.8	93.4	91.5	66.0
6	신사우동	38.1	31.9	91.0	31.2	48.1
7	약사명동	32.9	44.5	93.6	92.5	65.9
8	조운동	26.9	42.2	94.6	81.1	61.2
9	퇴계동	38.0	45.4	93.2	85.7	65.6
10	효자1동	31.8	38.9	95.1	93.9	64.9
11	효자2동	26.5	43.7	94.5	88.5	63.3
12	효자3동	32.7	52.6	94.4	86.6	66.6
13	후평1동	34.9	48.8	94.0	86.4	66.0
14	후평2동	33.7	50.9	93.3	85.7	65.9
15	후평3동	32.1	49.5	93.4	90.2	66.2
평균		33.5	44.0	93.3	81.9	63.2

출처: 연구진 작성

3) 시범 적용 결과의 종합 해석

① 세부 지표

□ 보행자길 전용도

보행자길 전용도는 모든 사례지역에서 다른 세부 지표 값에 비해 가장 낮은 점수 분포를 보였다. 춘천시 동 지역(33.5점)과 서울시 중구(33.6점)가 비슷한 수준의 점수를 보인데 비해, 서울시 강남구(29.2점)에서는 이들 지역보다 다소 낮은 점수가 산출되었다. 따라서 사례지역의 보행편의성을 향상시키기 위해서는 보도, 보행자전용도로 확대 등을 통해 보행자길 전용도를 높이는 방향으로의 정책 추진이 시급한 것으로 판단된다. 한편 서울시 강남구의 경우 대규모 아파트단지가 조성되어 있는 도곡2동, 일원동 일대에서 보행자길 전용도 점수가 높게 나타난 반면, 상대적으로 그렇지 않은 논현동, 대치4동, 신사동 등에서 점수가 낮게 나타났는데, 이는 이면도로의 보차혼용도로가 주요하게 작용했기 때문으로 해석된다.

□ 보행경로 효율성

보행경로 효율성 점수는 세부 지표들 중에서 보행자길 전용도 다음으로 낮은 점수 분포를 보였다. 서울시 중구(51.0점)가 가장 높고, 다음으로 서울시 강남구(49.6점), 춘천시 동 지역(44.0점) 순으로 점수가 높게 나타났다. 보행경로 효율성은 가로망의 형태 및 블록 크기와 상관성이 있는 지표로서, 춘천시의 경우 도심부에 위치한 블록의 방향과 형태가 일정하지 않은 것이 낮은 점수가 도출된 주요 요인일 것으로 보인다. 한편 서울시 중구는 춘천시와 달리 막다른 골목이 많지 않고 유기적인 도시조직과 규모가 작은 블록들이 많아, 상대적으로 높은 보행경로 효율성을 보인 것으로 판단된다.

□ 대중교통 접근성

대중교통 접근성 점수는 모든 사례지역에서 90점 이상의 높은 점수로 나타났다. 대중교통 접근성 점수의 경우 전국 대부분의 기초자치단체에서 비슷한 결과가 도출될 것으로 예상되는데, 이는 도시부에서는 대체로 보행권역(반경 400m) 내에서 버스정류장에 접근 가능한 경우가 많기 때문이다. 따라서 추후 보행권역 내에서 점수 차이가 어느 정도 차별적으로 나타날 수 있도록 접근성 함수식을 재정의함으로써 대중교통 접근성의 미세한 차이를 강조할 필요가 있다.

□ 공원 접근성

공원 접근성 점수는 대중교통 접근성과 마찬가지로 모든 사례지역에서 대체로 높은 점수를 보이고 있으나 춘천시 동 지역에서 상대적으로 낮은 점수를 보였다. 서울시 중구와 강남구의 공원 접근성이 90점 이상으로 나타났는데 비해 춘천시 동 지역에서는 82점 수준으로 도출되었는데, 이는 춘천시에서 자연하천을 제외한 공공 공원의 공급 수준이 다른 사례지역에 비해 상대적으로 낮은 것과 관련이 있는 것으로 해석된다.

② 보행편의지수

4개의 세부 지표들을 산술평균하여 산출한 보행편의지수는 서울시 중구(68.9점)가 가장 높고, 다음으로 서울시 강남구(65.8점), 춘천시 동 지역(63.2점) 순으로 나타났다. 서울시 중구에서는 보행편의지수가 70점 이상인 행정동이 6곳으로서 사례지역 중에서 가장 많으며, 점수가 가장 높은 행정동은 소공동(74.2점)으로 나타났고, 다음으로 을지로동(72.2점), 황학동(71.5), 중림동(71.4), 광희동(70.8), 명동(70.5)이 유사한 수준으로 나타나고 있어, 대체로 서울 도심부에서 높고 고른 수준의 보행편의성을 확보하고 있는 것으로 파악된다. 한편 사례지역의 행정동 중에서 보행편의지수가 가장 낮은 곳은 춘천시 신사우동(48.1점)으로서, 대중교통 접근성을 제외한 보행자길 전용도, 보행경로 효율성, 공원 접근성 점수가 모두 30점대로 나타나 전반적인 보행편의 수준이 상당히 열악한 것으로 파악된다.

사례지역들의 보행편의지수를 구성하는 세부 지표별 점수들을 살펴보면, 전반적으로 대중교통 접근성과 공원 접근성은 양호한 편이나 보행자길 전용도와 보행경로 효율성이 상당히 낮다는 공통된 특성을 보이고 있다. 따라서 단기간에 보행편의성을 향상시키기 위해서는 보행자가 안전하고 편리하게 이동할 수 있는 보도(또는 보행자전용도로)를 확충하여 보행 네트워크의 질을 높이는 방향으로 정책을 추진할 필요가 있음을 알 수 있다.

4) 시범 적용 결과에 기반한 보행편의지수 검증

□ 사례지역의 행정동별 세부 지표 간 상관분석

사례지역의 행정동별 세부 지표들 간 상관분석 결과, 지표들 간에는 대체로 유의미한 양의 상관관계가 확인되었으나, 상관성이 통계적으로 지표 간 중복성 문제를 야기할

정도로 크지 않았다(표 4-5, 표 4-6, 표 4-7 참조). 서울시 중구에서 대중교통 접근성과 다른 지표들 간에 음의 상관관계가 나타난 경우를 제외하면(단, 상관성이 매우 낮거나 통계적으로 유의미하지 않음), 모든 사례지역에서 세부 지표들 간에 양의 상관관계를 보이고 있어 합성지수 형태의 보행편의지수 구성을 위한 세부 지표들 사이에 내적일관성이 어느 정도 확보되고 있다고 볼 수 있다.

또한 지표들 간의 상관성이 0.4 이하로 높지 않아 세부 지표들은 독립성을 확보하고 있다고 판단할 수 있다. 이에 따라 세부 지표들의 산술평균으로 보행편의지수를 산출하는 것이 가능하다. 각각의 세부 지표는 현실 적합성이 높은 것으로 판단되며, 지표들의 산술평균으로 산출되는 종합지수는 세부 지표들 사이의 상호보완성과 내적일관성을 확보하고 있다. 일부 세부 지표들 간의 음의 상관관계가 존재하는 것은 지표의 문제라기보다는 해당 사례지역의 공간적 이질성 또는 복잡성이 반영된 결과로 해석 가능하다. 한편 음의 상관관계를 제거하기 위해서는 해당 사례지역의 보행환경을 직접 개선할 수밖에 없다. 예를 들어, 서울시 중구에서 관찰되는 세부 지표들 간 음의 상관관계를 없애려면, 대중교통 접근성이 높은 보행권역 내부에 보도 설치 비율을 높이는 접근이 필요하다.

[표 4-5] 서울시 중구의 세부 지표 간 상관관계

	보행자길 전용도	보행경로 효율성	대중교통 접근성	공원 접근성
보행자길 전용도		0.40***	-0.11***	0.20***
보행경로 효율성			-0.01	0.19***
대중교통 접근성				0.20***

출처: 연구진 작성

주: *** $p < 0.001$

[표 4-6] 서울시 강남구의 세부 지표 간 상관관계

	보행자길 전용도	보행경로 효율성	대중교통 접근성	공원 접근성
보행자길 전용도		0.30***	0.34***	0.02***
보행경로 효율성			0.16***	0.04***
대중교통 접근성				0.00

출처: 연구진 작성

주: *** $p < 0.001$

[표 4-7] 춘천시의 세부 지표 간 상관관계

	보행자길 전용도	보행경로 효율성	대중교통 접근성	공원 접근성
보행자길 전용도		0.32***	0.29***	0.10***
보행경로 효율성			0.27***	0.42***
대중교통 접근성				0.34***

출처: 연구진 작성

주: *** $p < 0.001$

□ 사례지역의 행정동별 보행편의지수 비대칭도 분석

건물 단위 보행편의지수의 평균값으로 행정구역 단위 보행편의성을 산출하기 위해서는 행정동별 건물들의 보행편의지수 분포를 확인할 필요가 있다. 건물 단위 보행편의지수가 대칭적 분포를 이루고 있는 경우 그 값들의 산술 평균으로 해당 행정구역의 대푯값을 나타낼 수 있지만, 왜도(skewness)가 심한 경우 산술평균값 대신 중위값을 사용하는 것이 바람직하다. 또는 산술평균을 대푯값으로 사용하기 위해 해당 행정구역 내부의 이상치(outliers)를 사전에 제거할 필요가 있다.

건물 단위 보행편의지수를 행정동별로 집계한 결과, 대부분의 행정동에서 대칭적인 분포를 보였으나 일부 행정동에서 유의미한 음의 왜도가 관찰되었다. 서울시 중구 광희동, 춘천시 강남동과 퇴계동에서 유의미한 음의 왜도가 관찰되는데, 이는 보행편의지수가 지나치게 낮은 건물들 때문인 것으로 보인다. 특히 춘천에서는 비시가화지역을 포함하고 있는 도시 외곽부에 위치한 행정동에서 음의 왜도와 상대적으로 큰 내부적 편차가 관찰된다. 따라서 유의미한 음의 왜도가 발생하는 행정동에서는 평균 대신 중위값을 대푯값으로 사용하여 해당 행정동의 보행편의지수를 높이는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

또한 양극화를 통한 대칭성을 확보하고 있는 지역은 결과의 해석에 있어 주의가 필요하다. 서울시 강남구 개포1동의 경우 대칭성을 확보하고 있는 것으로 보이지만, 실제로는 동 내부에 위치한 구룡마을의 낮은 보행편의성과 아파트 단지의 높은 보행편의성이 극단적으로 분화되어 있기 때문에 나타난 결과로 해석할 수 있다. 이러한 양극화는 상대적으로 낮은 비대칭도와 큰 편차를 통해 확인할 수 있다. 다른 건물들과 상당히 떨어져서 위치하고 있는 건물들(예를 들어, 필동과 회현동에 속한 남산공원 건물들)의 경우, 건물 밀도 페널티를 부여했음에도 불구하고 보행권역 내 목적지 개수가 너무 적은 관계로 인해 상대적으로 높은 보행편의지수 값을 갖게 되므로 이러한 건물들의 제거 여부를 고려할 필요가 있다.

[표 4-8] 춘천시의 행정동별 보행편의지수 비대칭도

구분	행정동	건물 개수	평균	중위값	표준편차	비대칭도
1	강남동	1,900	60.3	64.9	13.1	-1.06
2	교동	1,106	54.3	54.2	8.9	0.05
3	근화동	1,651	67.9	71.6	16.0	-0.71
4	석사동	2,232	65.4	67.9	9.3	-0.81
5	소양동	1,896	66.0	67.8	8.2	-0.65
6	신사우동	3,374	48.1	45.4	14.3	0.55
7	약사명동	1,314	65.9	67.2	7.4	-0.55
8	조운동	1,158	61.2	63.2	9.3	-0.65
9	퇴계동	1,952	65.6	68.9	10.1	-1.01
10	효자1동	820	64.9	65.4	4.9	-0.33
11	효자2동	2,882	63.3	64.8	7.9	-0.55
12	효자3동	1,193	66.6	67.0	5.6	-0.20
13	후평1동	2,101	66.0	67.2	6.8	-0.50
14	후평2동	799	65.9	66.0	7.2	-0.06
15	후평3동	914	66.2	67.9	6.7	-0.74

출처: 연구진 작성

[표 4-9] 서울시 중구의 행정동별 보행편의지수 비대칭도

구분	행정동	건물 개수	평균	중위값	표준편차	비대칭도
1	광희동	1,943	70.8	72.0	2.8	-1.29
2	다산동	1,633	64.2	63.9	5.5	0.18
3	동화동	464	68.5	68.5	4.7	-0.02
4	명동	1,348	70.5	69.9	5.1	0.36
5	소공동	545	74.2	74.4	3.1	-0.21
6	신당5동	937	67.4	67.5	3.8	-0.04
7	신당동	1,642	68.1	67.3	3.7	0.63
8	약수동	463	66.5	66.8	3.8	-0.25
9	을지로동	2,156	72.2	72.2	2.2	-0.04
10	장충동	854	64.4	64.7	4.3	-0.24
11	중림동	628	71.4	72.0	4.4	-0.43
12	청구동	739	65.6	65.6	4.5	0.04
13	필동	1,269	69.9	71.4	5.2	-0.86
14	황학동	1,418	71.5	71.7	1.9	-0.34
15	회현동	998	68.9	69.3	4.2	-0.28

출처: 연구진 작성

[표 4-10] 서울시 강남구의 행정동별 보행편의지수 비대칭도

구분	행정동	건물 개수	평균	중위값	표준편차	비대칭도
1	개포1동	371	57.5	56.9	8.7	0.19
2	개포2동	392	66.8	66.7	4.4	0.11
3	개포4동	1,152	65.8	65.9	3.2	-0.12
4	논현1동	2,286	63.4	63.7	3.6	-0.26
5	논현2동	2,140	63.5	63.8	4.6	-0.14
6	대치1동	206	67.6	67.1	4.0	0.38
7	대치2동	906	64.7	65.2	4.8	-0.30
8	대치4동	1,341	65.1	65.4	3.6	-0.22
9	도곡1동	585	66.2	66.1	2.8	0.16
10	도곡2동	444	71.4	72.0	4.3	-0.42
11	삼성1동	1,049	63.4	63.8	5.3	-0.18
12	삼성2동	1,256	64.8	64.7	4.7	0.02
13	세곡동	1,062	64.9	65.6	4.9	-0.43
14	수서동	190	66.4	66.5	3.7	-0.03
15	신사동	1,278	64.4	64.5	4.2	-0.07
16	압구정동	1,247	67.3	67.3	3.7	0.06
17	역삼1동	3,731	64.8	64.8	4.3	-0.01
18	역삼2동	1,128	66.0	66.5	4.2	-0.33
19	일월1동	842	69.4	69.2	2.5	0.18
20	일원2동	103	70.0	69.6	5.4	0.22
21	일원본동	277	69.7	68.7	4.7	0.61
22	청담동	1,734	64.0	64.5	4.9	-0.31

출처: 연구진 작성

한편 행정동 단위 보행편의지수를 시군구별로 집계한 결과, 서울시 중구(68.9점), 서울시 강남구(65.5점), 춘천시(65.6)가 유사한 수준으로 나타나, 본 연구에서 정의한 보행편의지수가 서울과 지방도시에 공평하게 적용될 수 있음을 시사해준다. 한편 서울시 중구와 강남구에서 보행편의지수 값이 대칭성을 확보하고 있지만, 춘천시의 경우 음의 왜도가 심한 편이다. 이처럼 춘천시에서 음의 왜도가 발생하는 이유는 신사우동(48.1점) 때문인 것으로 보이는데, 신사우동은 대부분이 비시가화 농업지역으로서 공원 접근성과 대중교통 접근성이 열악한 것으로 파악된다. 행정동별 점수 편차도 춘천시 동지역에서 상대적으로 높게 나타나는데, 이 역시 신사우동의 영향이 큰 것으로 판단된다. 따라서 신사우동을 집계에서 제외하지 않는 이상 평균값 대신 중위값으로 사례지역의 보행편의지수를 대표하도록 하는 것이 바람직하다. 춘천시의 사례에

서와 같이 지방도시의 경우 내부의 비시가화지역 영향으로 보행편의성 확보 수준에 내부적인 편차가 대체로 클 것으로 예상해 볼 수 있다. 따라서 평균값 대신 중위값으로 보행편의성을 대표하는 등 결과의 해석에 있어 주의가 필요하다.

[표 4-11] 사례지역의 최종 보행편의지수 비교

구분	서울시 중구		서울시 강남구		춘천 동지역	
	행정동	보행편의지수	행정동	보행편의지수	행정동	보행편의지수
1	광희동	72.0	개포1동	57.5	강남동	64.9
2	다산동	64.2	개포2동	66.8	교동	54.3
3	동화동	68.5	개포4동	65.8	근화동	67.9
4	명동	70.5	논현1동	63.4	석사동	65.4
5	소공동	74.2	논현2동	63.5	소양동	66.0
6	신당5동	67.4	대치1동	67.6	신사우동	48.1
7	신당동	68.1	대치2동	64.7	약사명동	65.9
8	약수동	66.5	대치4동	65.1	조운동	61.2
9	을지로동	72.2	도곡1동	66.2	퇴계동	68.9
10	장충동	64.4	도곡2동	71.4	효자1동	64.9
11	종림동	71.4	삼성1동	63.4	효자2동	63.3
12	청구동	65.6	삼성2동	64.8	효자3동	66.6
13	필동	69.9	세곡동	64.9	후평1동	66.0
14	황학동	71.5	수서동	66.4	후평2동	65.9
15	회현동	68.9	신사동	64.4	후평3동	66.2
16			압구정동	67.3		
17			역삼1동	64.8		
18			역삼2동	66.0		
19			일월1동	69.4		
20			일원2동	70.0		
21			일원본동	69.7		
22			청담동	64.0		
평균		69.0		65.8		63.7
중위값		68.9		65.5		65.6
표준편차		3.0		2.9		5.5
비대칭도		0.10		0.36		-1.04

출처: 연구진 작성

주: 음의 왜도 값이 관찰된 서울시 중구 광희동, 춘천시 강남동과 퇴계동의 경우 건물 단위 보행편의지수의 평균값이 아닌 중위값으로서 해당 행정동의 보행편의지수를 산출한 결과임

□ 소결

본 연구에서 개발한 보행편의지수를 사례지역에 시범 적용한 결과, 세부 지표들은 현실 적합성이 비교적 높은 것으로 판단되며, 지표들 간의 독립성, 상호보완성, 내적일관성을 확보하고 있어 지표들 간 산술평균 방식의 결합을 통한 종합지수 산출이 가능할 것으로 보인다. 다만, 비시가화지역에 위치한 건물, 다른 건물들과의 이격거리가 큰 건물, 행정동 내부 도시공간조직의 이질성 등으로 인해 몇몇 행정동에서 유의미한 음의 왜도가 관찰되었으므로, 기초자치단체 단위로 최종 집계된 보행편의지수 값이 왜곡되지 않도록 다음과 같은 조치를 고려해 볼 수 있다.

먼저 보행편의지수의 왜도가 심한 행정동이 존재하는 기초자치단체의 경우, 해당 행정동의 보행편의지수 값으로서 산술평균값 대신 중위값을 활용할 필요가 있다. 또한 추후 연구에서는 비시가화지역을 최대한 배제하기 위해, 본 연구에서의 분석 범위인 '도시부' 대신 '도시부 시가화지역'을 대상으로 분석하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 이때 '도시부 시가화지역'은 도시부의 용도지역 중에서 인구 밀도나 고용 밀도가 보다 집중되어 있을 것으로 예상되는 '주거지역, 상업지역(유통상업지역은 제외), 공업지역(준공업지역만 포함)'을 포함하는 개념으로 정의할 수 있다.

3. 보행편의지수의 활용

1) 보행편의지수의 정책적 활용 방안

① 지방 정부 차원

□ 공간 단위별 보행편의지수 산출을 통한 보행정책 방향 설정

기초자치단체는 보행환경을 좋게 만들어야 할 의무를 갖는 일차적인 주체이다. 따라서 보행편의지수의 정책적 활용도를 높이기 위해서는 개별 기초자치단체의 전반적인 보행편의 수준과 함께, 기초자치단체 내 지역별 보행편의 수준의 편차를 파악하는 것이 중요하다. 본 연구에서 제시된 보행편의지수는 절대평가 방식으로 0~100점 사이의 값을 갖도록 구성되어, 타 지자체와의 비교 평가 없이도 개별 기초자치단체의 취약 분야를 파악하고 보행편의성 개선을 위한 정책 방향을 모색할 수 있다.

또한 보행편의지수의 최소 산출 단위는 건물 단위로서, 필요에 따라 공간 범위를 자유롭게 설정하여 집계할 수 있다. 예를 들어 개별 기초자치단체 내 근린지역(집계구, 행정동 등)이나 이질적인 특성을 갖는 지역(구시가지와 신시가지, 주거지역과 상업지역 등)을 대상으로 세부 지표 및 보행편의지수의 점수를 산출할 수 있으며, 이를 바탕으로 지역별 점수 편차를 줄여나가는 방향으로 정책을 추진할 수 있다. 이때 개별 기초자치단체의 지역별 점수들을 지도에 맵핑하여, 보행편의성 제고를 위해 우선적으로 개선이 필요한 지역을 즉각적이고 구체적으로 도출할 수 있다.

한편 보행편의지수 산출 결과를 바탕으로 보행정책 방향을 설정하는 과정에서, 보행량 등 행태조사를 시행하여 사람들이 실제로 많이 이용하는 시설과 연결된 보행 네트워크를 우선적으로 개선할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 현실적으로 지자체별 보행행태 조사가 정기적으로 이루어지기 어렵기 때문에, 기존 연구들에서 보행량을 유발하는 가장 중요한 요인 중 하나로서 언급되고 있는 토지이용혼합도가 높은 곳을 중심으로 보행편의 개선이 이루어질 수 있다. 토지이용혼합도는 엔트로피지수, 상이지수(dissimilarity index) 등을 활용하여 측정할 수 있다.

□ 시계열적 보행편의지수 산출을 통한 정책효과 점검

보행편의지수를 일회성이 아닌 정기적(2년 주기)으로 산출하게 되면, 개별 기초자치단체 내에서의 지역별 점수 편차가 개선되고 있는지 등에 대한 시계열적 평가가 가능하다. 이를 통해 해당 기초자치단체에서 추진해온 보행정책의 효과를 점검하고, 향후 보행정책 방향을 재정비할 수 있다.

② 중앙 정부 차원

□ 전국 모니터링을 통해 일정 수준 이상의 보행편의 수준 확보

본 연구에서 제안된 보행편의지수는 안전하고 편리한 보행이 이루어질 수 있는 최소한의 물리적 환경 수준을 측정하는 평가 도구이다. 따라서 중앙 정부 차원에서 전국 기초자치단체를 대상으로 보행편의지수를 주기적으로 산출하여 지자체별 물리적 환경의 보행편의 수준을 모니터링할 수 있다. 이를 통해 보행편의지수 및 개별 지표의 점수가 평균보다 낮은 기초자치단체들을 파악할 수 있으며, 해당 기초자치단체들을 대상으로 국민 누구나 일정 수준 이상의 보행환경을 향유하면서 생활할 수 있도록 보행 편의성 제고를 독려하고 지원할 수 있다.

□ 동일 평가군 내 상대적 등급 확인을 통한 보행정책 방향 모색

기초자치단체들의 행정구역상 위계, 도시규모 등에 따라 보행편의 수준은 상당히 차별적으로 나타날 수 있다. 따라서 전국의 기초자치단체들을 몇 개의 평가군으로 구분하고, 동일 평가군에 속하는 지자체들을 대상으로 세부 지표 및 보행편의지수의 점수를 비교하여 상대적 등급을 산출할 수 있다. 이를 통해 개별 기초자치단체의 보행편의 수준을 타 기초자치단체와 비교 평가하여, 상대적으로 낮은 등급을 보이는 지표를 중심으로 개선해나가는 방향으로 보행정책을 추진할 수 있다.

예를 들어 아래의 [표 4-12]에서, 서울 A자치구는 세부 지표 및 보행편의지수의 등급이 동일 평가군 내에서 상대적으로 높게 나타나 현 수준을 유지하기 위한 노력이 요구되는 반면, 서울 D자치구는 세부 지표 및 보행편의지수 등급이 전반적으로 낮으면서 보행자길 전용도 및 보행경로 효율성 등급이 최하수준이므로 보도 확장 정책 등을 보다 적극적으로 추진할 필요가 있다. 한편 광주 C자치구의 경우 보행자길 전용도 및 보행경로 효율성 등급이 상대적으로 높으나 공원 접근성과 대중교통 접근성 등급이 낮게 도출되어, 공공 공원 및 대중교통시설과 연결되는 보행자길을 우선적으로 개선하는 정책을 추진할 필요가 있음을 시사한다.

[표 4-12] 30만이상 자치구의 보행편의지수 등급 예시

시군구명	보행자길 전용도	보행경로 효율성	대중교통 접근성	공원 접근성	보행편의 지수
서울 A	A	B	A	A	A
서울 B	D	E	B	B	C
인천 A	D	E	B	C	B
부산 A	D	C	C	A	C
광주 A	A	B	C	B	B
광주 B	E	D	B	C	C
광주 C	A	B	C	D	B
서울 C	C	D	C	A	C
서울 D	E	E	C	C	E

출처 : 연구진 작성

주 : E등급에서 A등급으로 갈수록 보행편의 수준이 상대적으로 높음을 의미함

□ 단기적으로는 개선 가능성이 분명한 지표를 중심으로 보행편의 수준 제고

지자체들 간 비교 평가는 개선 가능성이 분명하면서, 기초자치단체가 책임져야 할 지표를 중심으로 이루어지는 것이 바람직하다. 따라서 보행편의 수준을 단기간 높이기

위해서는 세부 지표들 중에서 개선 가능성이 가장 분명한 '보행자길 전용도' 점수를 높이는 것이 효과적이다. 또한 개별 기초자치단체의 세부 지표에 대한 최소 요구 수준을 정하여, 이를 잘 충족하고 있는지 여부 등을 살펴볼 필요가 있다.

2) 기존 보행관련 지수와의 연계 방안

① 기존 보행관련 지수 현황

본 연구의 선행연구인 오성훈, 한수경(2018)에서는 지자체 단위 보행안전지수와 보행정책지수를 개발하여 보행정책의 성과분석을 시도하였다. 이때 보행안전지수는 '사고연령 반영 보행자사고 인명피해규모, 사고공간 반영 보행자사고 인명피해규모, 교통약자 보호구역 개소당 사고 건수' 지표들의 결합을 통해 산출되며, 보행자사고 인명피해규모를 중심으로 보행자사고 안전 수준을 종합적으로 측정된다. 또한 보행정책지수는 '인구 1만명당 보행사업 예산 규모, 교통약자 보호구역 지정 비율, 도로 1km당 불법주정차 과태료 부과잔액, 보행안전 기본계획 수립 및 관련 조례 제정 여부' 지표들로 구성되며, 지자체별 보행사업 추진 노력도를 종합적으로 측정된다.

[표 4-13] 보행안전지수 및 보행정책지수의 최종 지표 산출식

구분	지표	산출식
사고 안전 (보행 안전 지수)	• 사고연령 반영 보행자사고 인명피해규모	3개 세부 지표 값의 합
	어린이 보행자사고 인명피해규모	$\frac{\text{어린이 보행자사고의 환산된 사상자수}^*}{\text{어린이(만12세이하) 인구수}} \times 10,000$
	노인 보행자사고 인명피해규모	$\frac{\text{노인 보행자사고의 환산된 사상자수}^*}{\text{노인(만65세이상) 인구수}} \times 10,000$
	일반인 보행자사고 인명피해규모	$\frac{\text{일반인 보행자사고의 환산된 사상자수}^*}{\text{일반인(만13 ~ 64세이하) 인구수}} \times 10,000$
	• 사고공간 반영 보행자사고 인명피해규모	4개 세부 지표 값의 합
	횡단중 보행자사고 인명피해규모	$\frac{\text{횡단중 보행자사고의 환산된 사상자수}^*}{\sqrt{\text{인구수} \times \text{일반도로 연장}^{**}}}$
	차도 통행중 보행자사고 인명피해규모	$\frac{\text{차도 통행중 보행자사고의 환산된 사상자수}^*}{\sqrt{\text{인구수} \times \text{일반도로 연장}^{**}}}$
	길가장자리구역 통행중 보행자사고 인명피해규모	$\frac{\text{길가장자리구역 통행중 보행자사고의 환산된 사상자수}^*}{\sqrt{\text{인구수} \times \text{일반도로 연장}^{**}}}$
	보도 통행중 보행자사고 인명피해규모	$\frac{\text{보도 통행중 보행자사고의 환산된 사상자수}^*}{\sqrt{\text{인구수} \times \text{일반도로 연장}^{**}}}$
	• 교통약자 보호구역 개소당 사고 건수	어린이 및 노인보호구역 내 보행자 교통사고 건수 어린이 및 노인보호구역 지정개소

구분	지표	산출식
정책적 노력 (보행 정책 지수)	• 인구 1만명당 보행사업 예산 규모	$\frac{(\text{중앙정부 및 지자체 보행사업 예산}^{***})}{\text{인구수}} \times 10,000$
	• 교통약자 보호구역 지정 비율	$\frac{\text{어린이 및 노인보호구역 지정개소}}{\text{어린이 및 노인보호구역 지정대상 시설수}^{****}} \times 100$
	• 도로 1km당 불법주정차 과태료 부과산정액	$\frac{(\text{주정차단속요원수} \times \text{단속요원에 의한 과태료부과액})}{\text{일반도로연장}}$ + $\frac{(\text{주정차단속 CCTV 설치대수} \times \text{CCTV에 의한 과태료부과액})}{\text{일반도로연장}}$ + $\frac{\text{기타과태료 부과액}}{\text{일반도로연장}}$
	• 보행안전 기본계획 수립 및 관련 조례 제정 여부	보행안전 기본계획 수립 및 보행안전 관련 조례 제정 유무와 그 내용을 바탕으로 100점을 만점으로 점수화 ^{*****}

출처: 오성훈, 한수경(2018), p.45

이처럼 기존의 지자체 보행환경 평가체계에서는 보행편의성 평가 부분이 빠져 있으므로 보행정책 성과분석 시 한계가 존재하며, 실질적인 보행환경 수준을 평가하는데 왜곡이 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서 새롭게 도출한 보행편의지수를 보행안전 지수 및 보행정책지수와 함께 활용함으로써, 지자체 차원의 보행환경 평가를 종합적으로 수행할 수 있으며 보행정책 성과측정에 있어 균형감각을 확보할 수 있다.

② 보행편의지수와 보행안전지수 및 보행정책지수의 연계 활용 방안

□ 동일 평가군 내 지자체들의 지수별 등급 비교

보행정책지수 등급보다 보행편의지수 등급이 높고 보행안전지수 등급이 낮은 지자체의 경우, 동일 평가군 내에서 정책적 노력에 비해 보행편의 수준은 높지만 보행안전 수준은 낮은 편이므로 보행안전에 대한 정책적 노력이 더욱 필요하다고 해석할 수 있다. 한편 보행정책지수 등급보다 보행편의지수 및 보행안전지수 등급이 낮은 지자체의 경우, 동일 평가군 내에서 정책적 노력에 비해 보행편의 및 보행안전 수준이 낮은 편이므로 보행정책이 보다 효과적으로 추진될 수 있도록 정책 내용을 재점검할 필요가 있다. 한편 아래 예시 표에서, 서울 D 자치구와 같이 보행편의지수, 보행안전지수, 보행정책지수의 등급이 모두 낮은 경우 동일 평가군 내에서 보행편의 및 보행안전 수준이 열악하고 정책적 노력도 낮은 편이므로, 보행환경 개선을 위한 정책적 노력이 시급함을 시사해 줄 수 있다.

[표 4-14] 30만이상 자치구의 보행편의지수, 보행안전지수, 보행정책지수 등급 예시

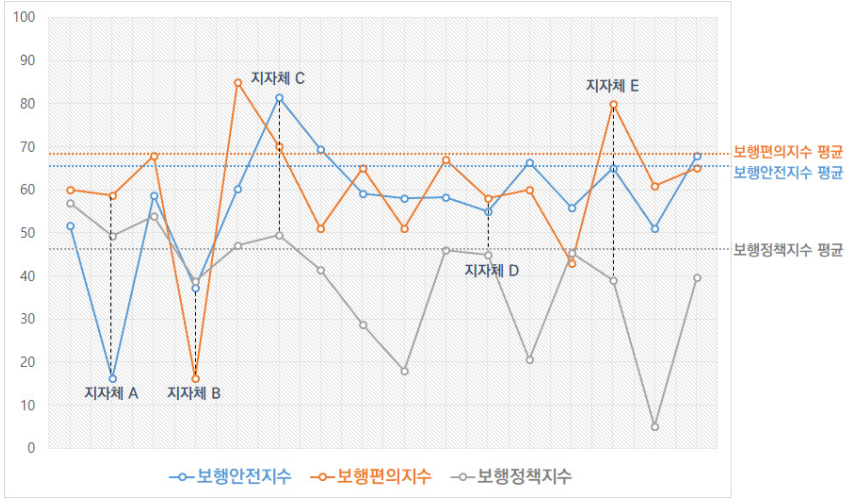
시군구명	보행편의지수	보행안전지수	보행정책지수
서울 A 자치구	A	A	C
서울 B 자치구	B	B	B
서울 C 자치구	C	C	E
서울 D 자치구	E	E	E
인천 A 자치구	D	B	C
부산 A 자치구	D	C	A
광주 A 자치구	A	C	B
광주 B 자치구	E	C	C
광주 C 자치구	A	C	B

출처 : 연구진 작성

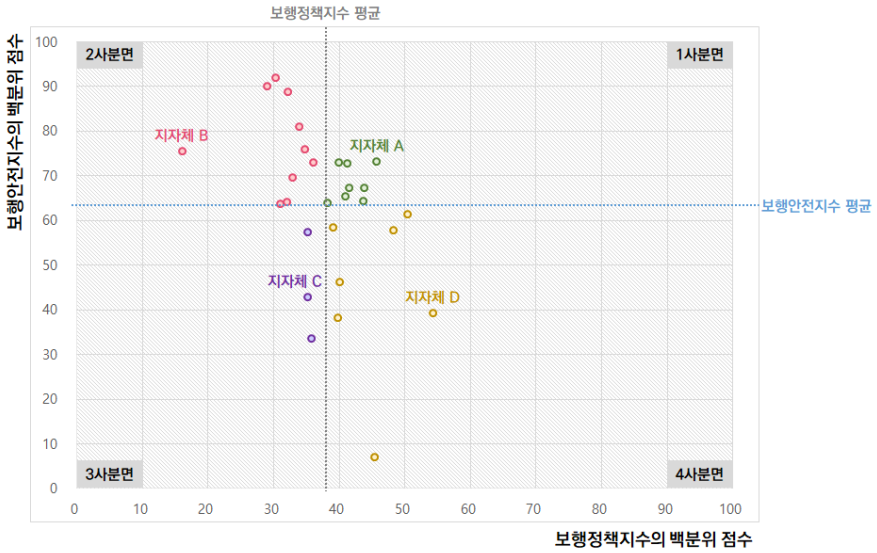
주 : E등급에서 A등급으로 갈수록 보행편의 및 보행안전 수준과 정책적 노력이 상대적으로 높음을 의미함

□ 동일 평가군 내 지자체들의 지수별 점수 분포도 또는 사분면 분석

지자체별 보행편의지수, 보행안전지수, 보행정책지수를 도출하고 동일 평가군 내 점수 분포도를 통해, 각 지수의 평균선을 기준으로 정책적 투입 대비 보행편의 및 보행안전 수준을 연계하여 평가할 수 있다. 이때 보행정책지수의 평가 시점은 보행편의지수 또는 보행안전지수 평가 시점보다 이전으로 설정한다. 각 지수의 평균선을 기준으로 상대적인 위치를 비교하면 지자체별 관련 여건을 시각적으로 쉽게 파악할 수 있다(그림 4-37 참조). 예를 들어, [그림 4-37]에서 지자체 A와 같이 정책적 노력을 평균보다 많이 투입했음에도 보행편의성이나 보행안전성이 낮은 지자체에서는 보행정책 방향을 재설정할 필요가 있다. 반면 지자체 B의 경우 정책적 노력뿐만 아니라 보행편의성이나 보행안전성 수준이 모두 평균보다 낮으므로, 보행편의 및 안전 수준을 끌어올리기 위하여 보다 적극적인 보행정책 추진이 요구된다. 한편 지자체별 각 지수의 점수를 바탕으로 동일 평가군 내에서 사분면 분석을 실시하여, 정책적 노력 대비 보행편의 수준, 정책적 노력 대비 보행안전 수준을 파악하거나 보행편의 수준 대비 보행안전 수준을 분석함으로써 보다 균형 있는 보행정책 방향을 수립하는데 활용할 수 있다(그림 4-38 참조).



[그림 4-37] 보행편의지수, 보행안전지수, 보행정책지수의 점수 분포도 예시
출처 : 연구진 작성



[그림 4-38] 보행안전지수 및 보행정책지수의 사분면 분석 예시
출처 : 연구진 작성

3) 보행편의지수의 전용 플랫폼 구축 방안

① 보행편의지수 전용 플랫폼 구성

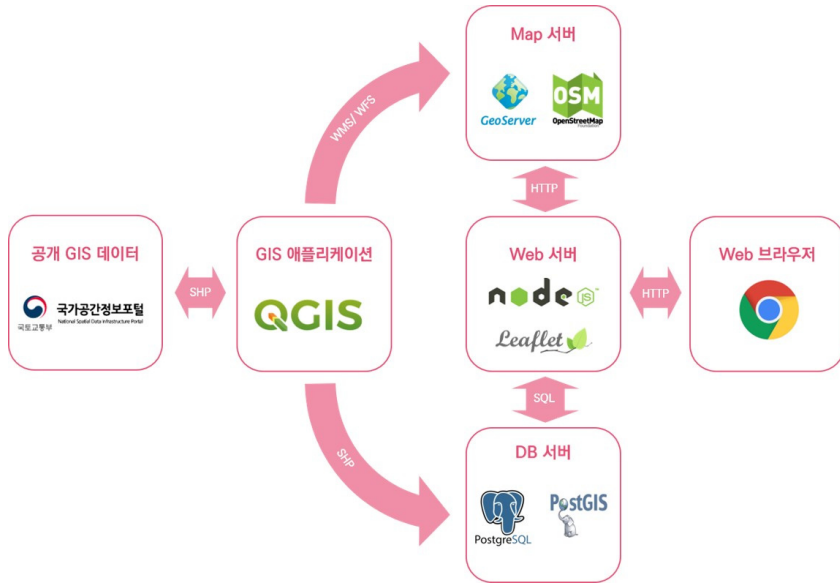
□ 오픈 소스 소프트웨어 기반

네트워크 분석 가능성이 뛰어난 ArcGIS는 라이선스 비용이 높아 공공 목적의 활용으로는 적합하지 않은 한계가 존재한다. 따라서 소스코드가 공개된 오픈소스 소프트웨어 및 라이브러리를 기반으로 작동하는 플랫폼을 구축하여 사용 비용을 발생시키지 않으면서 개발 이후 사용자 참여를 통한 플랫폼의 확장을 도모해야 한다. 최근 ArcGIS 분석 기능을 무료로 구현할 수 있는 오픈소스 프로그램 및 라이브러리가 활발하게 개발되고 있는 추세이며, 가까운 미래에 공간정보 서비스 시장 자체가 오픈소스 소프트웨어를 중심으로 재편될 상황에 적극 대응할 필요가 있다. 오픈 소스 기반 보행편의지수 전용 플랫폼은 크게 공간정보 생산을 위한 GIS 애플리케이션, 공간정보의 저장과 쿼리를 위한 DB 서버, 웹 기반 지도를 서비스하는 Map 서버, 사용자 환경을 구현하는 Web 서버로 구성된다. GIS 애플리케이션은 QGIS(현재 버전 3.14 Pi), DB 서버는 PostgreSQL과 도형 정보 지원을 위한 PostGIS 익스텐션, Map 서버는 Geoserver와 OpenStreetMap API를 사용하는 것을 고려해 볼 수 있다.

□ 핵심 분석 기능 개발

이상의 오픈소스 플랫폼을 기반으로 네트워크 시간 거리 측정, 보행권역 추출 등을 포함한 보행편의지수 측정을 위한 핵심 분석 기능을 추가로 개발할 필요가 있다. 이는 PostGIS/PostgreSQL에 라우팅 기능을 추가하는 pgRouting을 사용하여 개발할 수 있으며, 현재 직접 응용이 가능한 다양한 알고리즘이 지원되고 있다. pgRouting 사용은 DB의 내용 변경 시 변경내용이 즉시 반영되며 별도의 재계산이 필요 없다는 장점을 가진다.

이상의 내용을 정리하면 보행편의지수 전용 플랫폼의 구성은 [그림 4-39]와 같이 요약될 수 있다. 보행편의지수 전용 플랫폼은 QGIS와 같은 오픈소스 플랫폼을 기반으로 정부에서 국가공간정보포털을 통해 공개하고 있는 GIS 데이터를 활용하여, Map 서버, Web 서버, DB서버에 접속하여 분석 결과를 도출한 다음 이를 웹 브라우저를 통해 디스플레이하는 방식으로 구성될 수 있다.



[그림 4-39] 보행편의지수 전용 플랫폼 구성(안)

출처: 연구진 작성

② 보행편의지수 전용 DB 구조 및 운영

□ 보행편의지수 DB 구조

보행편의지수 DB는 크게 ‘보행 네트워크’ 테이블, ‘건물’ 테이블, ‘보행권역’ 테이블, 대중교통, 공공 공원 등의 ‘편의시설’ 테이블, 근린지역(집계구 등) 단위의 ‘인구’ 테이블로 구성될 수 있다. QGIS 환경에서 공개 GIS 데이터의 불필요한 필드들을 제거하여 데이터 용량을 축소하고, 이를 PostgreSQL에서 테이블로 불러들이고 인덱싱하여 DB를 구성할 수 있다. 이상의 테이블들을 기본으로 기본 보행편의지수를 측정할 수 있지만, 세부 지표의 추가에 따라 테이블을 추가할 수도 있다. DB 설계를 통해 데이터의 정확성과 통합성을 유지해야 하며, DB 구성 테이블별 구성 속성은 [그림 4-40]과 같이 정의될 수 있다.



[그림 4-40] 보행편의지수 DB 구성(안)

출처: 연구진 작성

□ 보행편의지수 DB 운영

첫째, DB 입력 및 유지관리는 보행편의지수 산출을 위한 전문 인력에만 접근 권한을 부여하는 것이 바람직하다. 이때 전문 인력은 보행네트워크의 입력과 업데이트 역할을 지속적으로 수행하며, 건물 및 편의시설 데이터와 관련해서는 QGIS를 통해 최신 공개 GIS 데이터를 업데이트하여 DB에 업로드하는 역할을 정기적으로 수행해야 한다. 둘째, 관계가 설정되지 않은 데이터들은 PostGIS의 공간적 쿼리를 통해 결합한다. 보행권역 폴리곤 내부에 포함되는 건물 개체 수를 집계하거나 인구 데이터를 랜덤한 포인트들로 표현하고 보행권역에 포함되는 포인트들의 개수를 집계할 수 있다. 셋째, 속성의 변화 정도에 따라 데이터 업데이트 주기를 결정한다. 인구, 세대수, 고용 밀도는 가장 빠른 업데이트 주기인 분기 단위 갱신이 가능할 것이다. 한편 대중교통, 공공 공원 등 편의시설 데이터는 상반기와 하반기로 구분하여 업데이트 가능하다. 가장 개수가 많은 건물 데이터는 연 단위로 업데이트하는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

③ 보행편의지수 대시보드(dashboard) 구성 및 운영

□ 웹 기반 대시보드¹²⁾ 구성

웹 브라우저를 이용하여 건물 단위 보행편의지수 결과를 검색할 수 있도록 구성한다. 사용자 환경에서 Open API 제공 또는 파일 다운로드 기능을 구현하고, 사용자 참여를 위해 데이터 갱신 요청 및 문제 보고 등의 기능을 제공한다. 이러한 기능은 모바일 환경을 통해서도 동시에 지원할 필요가 있다.

한편 전국 도형정보를 지역 단위로 타일링(tiling)하고 인덱싱(indexing)하여 신속한 반응속도를 구현할 수 있다. Map 서버를 별도로 운영하여 오픈소스 배경지도의 스타일링 기능을 구현하고, Leaflet 및 Chart.js를 활용한 시각정보의 신속한 스타일링과 사용자 친화적인 UI/UX를 구현할 수 있다. 또한 보행환경 내부의 단순 집계 등은 프론트 엔드(Front-end)에서 바로 계산할 수 있도록 하고, 네트워크 거리 측정 등 분석 시간이 소요되는 경우에는 백 엔드(Back-end)에서 DB 업데이트 시 미리 결과가 업데이트될 수 있도록 구분할 수 있다.



[그림 4-41] 보행편의지수 대시보드 예시

출처: 연구진 작성

12) 대시보드(dashboard)란 “웹에서 한 화면에 다양한 정보를 중앙 집중적으로 관리하고 찾을 수 있도록 하는 사용자 인터페이스 기능”을 의미함(TTA 정보통신용어사전, http://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word_seq=040239-1, 검색일: 2020.8.10.)

□ 보행편의지수 대시보드 운영

- 공무원, 연구자 및 일반 사용자 활용을 구분하여 대시보드 운영

기초자치단체 관리자용과 연구자용 환경을 차별화할 필요가 있다. 또한 기초 지자체의 보행환경 여건에 따라 세부 지표를 자유롭게 선택할 수 있도록 구성하고, 건물 단위 보행편의지수는 상위 지역 단위로 취합 가능하며, 취합 시 가중치 부여 방식을 임의로 선택할 수 있도록 한다. 또한 연도별 세부 지표 및 보행편의지수 값의 변화를 탐색하고, 타 지역과의 비교를 통한 벤치마킹이 가능하도록 구현할 수 있다.

- 보행편의지수의 지속적인 품질 관리를 위한 대시보드 활용

정책 결정과정에서 보행편의지수의 결과를 신뢰하고 안전하게 참조하기 위해서는 보행편의지수 측정 과정 전반에 관한 품질관리가 필수적으로 요구된다. 이를 위해 정부 부처 관계자, GIS 및 통계 전문가, 도시설계 및 교통계획 전문가와 시민들의 협의체로 구성된 평가위원회를 별도 조직할 필요가 있다. 특히 평가위원회는 대시보드를 활용하여 보행편의지수의 측정과 운용 과정을 모니터링하고 보행편의지수의 품질에 관한 제공자와 사용자와 사이의 합의를 도출하기 위하여 노력해야 한다.

- 보행편의지수의 홍보를 위한 대시보드 활용

보행편의지수는 부동산 가치와 밀접한 상관이 있으므로 건물 단위 보행편의지수의 대외적인 공개에 대해 시민들이 민감하게 반응할 수 있다. 따라서 시민들의 오해를 예방하고 보행편의지수의 목적과 특성을 정확하게 전달하기 위해 각별히 홍보에 노력을 기울일 필요가 있다.

- 보행편의지수 관련 교육을 위해 대시보드 활용

보행편의지수의 지속적인 운영은 도시설계와 교통계획의 전문 지식뿐 아니라 GIS, 빅데이터, 머신러닝 등의 기술을 함께 이해할 수 있는 전문가를 요구한다. 이를 위해 별도의 교육센터 운영 및 교육 프로그램을 개발할 필요가 있다.

- 대시보드 활용을 통해 민간 공간정보 서비스 활성화에 기여

보행네트워크를 포함한 보행환경 DB는 다운로드 받아 활용하는 파일데이터 형식뿐만 아니라 라이브러리와 API 형식으로도 개방하여 추가적인 콘텐츠 개발을 통한 매쉬업(Mash up) 서비스로의 확장을 촉진할 수 있다.

제5장 결론

1. 보행편의지수의 의미 및 한계
 2. 향후 추진과제
-

1. 보행편의지수의 의미 및 한계

1) 보행편의지수의 의미

보행환경에 대한 합리적인 평가를 수행하기 위해서는 안전성뿐만 아니라 편의성에 대한 평가가 필수적이나, 그동안 지자체 단위 보행편의 수준 평가는 우리나라에서 공식적으로 이루어지지 못하였다. 이는 편의성 평가에 필요한 물리적 시설에 대한 정보, 보행 네트워크에 대한 정보, 보행행태에 대한 관측 정보 등이 마련되기 어려웠기 때문으로 판단된다. 본 연구에서는 현 단계에서 전국 지자체를 대상으로 수집 가능한 정보를 기반으로 하여 물리적 시설 정보 및 네트워크 정보를 중심으로 보행편의성을 측정하고자 하였으며, 이를 통해 기존에 다루지 못했던 지자체 차원의 보행편의성을 측정하는 합리적인 대안을 마련하고자 하였다.

본 연구에서 개발하는 보행편의지수는 기본적으로 기초자치단체 단위 보행편의 수준을 측정하는 평가 도구로서 제안되었다. 보행편의지수는 선행 연구인 오성훈, 한수경(2018)에서 개발된 보행안전지수와 보행정책지수에 이은 세 번째 보행관련 지수로서, 지자체의 안전성과 편의성을 균형 있게 파악하면서 그 성과를 종합적으로 분석할 수 있는 보행환경 평가체계의 고도화방안을 달성하는 방법론을 제시한다는 점에서 의미를 가진다.

□ 보행편의지수의 차별성과 고유성

본 연구에서 보행편의지수는 기존 보행편의성 평가 도구의 대표적인 사례인 워크스코어(Walk Score)의 시설 접근성 분석기법을 참고하면서도, 지자체별 보행 네트워크 현황, 보행 네트워크의 질적 측면 등 국내 실정을 적극적으로 고려하여 개발되었다. 그 결과 보행편의지수의 세부 지표로서, 보행 네트워크 중 보행전용으로 이용 가능한 비율, 출발지의 보행권역 내 목적지로의 보행경로 효율성, 대중교통 시설로의 접근성, 공공 공원으로의 접근성을 선정하여 종합적인 보행편의성 평가가 가능하도록 하였다. 지표 산출을 위한 자료들은 비교적 손쉽게 구축 가능한 자료로 한정하였으며, 특히 GIS 활용 가능한 자료들을 이용함으로써 보행편의성을 효율적으로 평가하고자 하였다.

□ 보행편의지수 산출을 위한 가로환경 DB 및 보행 네트워크 제시

본 연구에서는 GIS 활용 가능한 자료를 토대로 범용성과 실제 활용도를 고려하여 세부 지표를 선정하고 보행편의지수를 산출하였다. 이를 통해 보행편의지수 산출에 필요한 최소한의 가로환경 DB 목록과 보행편의 수준에 영향을 미치나 아직까지 구축이 미흡한 기초자료에 대해 가로환경 DB 구축이 필요함을 제시하였다. 또한 국가기본도 DB와 위성사진을 활용한 보행 네트워크 구축 방안을 제시하여, 공공 주도의 표준화된 보행 네트워크 구축 활성화를 도모하였다.

□ 시범 적용을 통한 보행편의지수 검증

본 연구에서 개발된 보행편의지수는 서울시 중구, 서울시 강남구, 춘천시 동 지역에 시범 적용되었으며, 이를 통해 세부 지표 및 지수의 적정성을 검토한 결과 현실 적합성이 높고 세부 지표들 간의 독립성, 상호보완성, 내적일관성을 확보하고 있는 것으로 확인되었다. 또한 보행편의지수는 서울시 중구가 68.9점으로 가장 높고 서울시 강남구(65.5점)와 춘천시 동 지역(65.6점)은 유사한 수준으로 산출되어, 대도시나 지방 도시에 동일하게 적용 가능할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 보행편의지수의 시범 적용 과정에서 지자체별 보행환경 여건을 다층적으로 반영하면서도 주관적이며 자의적인 측면을 배제한 객관적 분석 과정을 확보함으로써, 보행정책 수립의 근거가 될 수 있는 공식적인 보행환경 진단 및 평가 도구의 틀을 제시하였다. 다만 추후 보행편의지수를 전국 단위로 확대 적용하여 최적화하고 조정할 필요가 있다.

□ 보행환경의 안전성과 편의성 간 균형을 고려한 보행정책 추진 방향 설정

보행편의지수는 보행으로 목표 지점까지 얼마나 빠르고 편리하게 접근할 수 있는지 도시의 물리적 보행환경 수준을 정량적으로 나타낸 값으로서, 보행환경 개선사업 등에 관한 정책결정과 시민과의 소통을 위한 근거로 사용 가능하다. 또한 보행편의지수와 기존의 보행안전지수 및 보행정책지수의 연계 활용을 통해, 지자체별 보행정책 성과를 다각도로 모니터링하고 보다 효과적인 보행정책 방향을 설정하는데 기여할 수 있다. 지자체별 전반적인 보행안전성 및 보행편의성 수준을 동일한 기준에 의해 정량적으로 평가한 결과를 제시함으로써, 지자체 간 경쟁을 유도하여 자발적인 보행정책 확대를 도모하고 보행정책의 필요성에 대한 대국민 공감대 형성에 기여할 수 있다.

2) 보행편의지수의 한계

본 연구에서는 서울시 중구와 강남구, 춘천시 등 3개 기초자치단체를 대상으로 보행편의지수의 시범 적용 결과를 확인하였으나, 전국의 모든 기초자치단체를 대상으로 실증하지는 못했다는 점에서 지수의 적정성에 대한 검토가 충분하지 못하다는 한계를 가진다. 또한 보행편의지수의 세부 지표 및 측정 방식(출발지 또는 자주 가는 목적지 설정, 시설 접근성 분석 시 거리조락 설정 등)에 있어서 실제 사람들의 보행행태를 고려하는 것이 바람직하나, 본 연구에서는 사람들의 주관적인 인식이나 보행행태와 연계하여 조사하지 못했으므로 추후 사람들의 실제 이용도 반영이 요구된다. 한편 전국 단위 정량적인 측정이 어려워 보행편의지수 산출에 반영되지 못하였으나 보행편의성에 중요한 영향을 미치는 보행환경요소의 경우, 지자체별 상황에 맞게 별도의 현장조사나 설문조사 등을 실시하여 보행편의지수를 보완할 필요가 있다.

보행편의지수를 구성하는 세부 지표들은 보행편의에 미치는 영향이 다를 수 있으나, 본 연구에서는 지표들 간 결합 시 가중치를 고려하지 않았다. 따라서 추후 연구를 통해 지표별 주요성을 반영하여 적절한 가중치 설정이 필요하다. 뿐만 아니라 보행 네트워크 구축 시 보차혼용도로에 가중치를 동일하게 부여하였으나, 보차혼용도로 구간별 특성(차량제한속도, 도로폭 등)에 따라 보행편의 수준이 다를 것으로 예상되므로, 추후 이에 대한 보완도 이루어질 필요성이 있다.

2. 향후 추진과제

□ 전국 단위 가로환경 DB 및 보행 네트워크 구축 활성화

물리적 환경의 보행편의 수준을 측정하기 위해서는 보행 네트워크의 활용이 필수적이나, 현재 공공 차원에서 활용할 수 있는 보행 네트워크 데이터가 미흡한 실정이다. 따라서 단기적으로는 본 연구에서 제시한 보행 네트워크 구축 방법을 활용하여 저비용의 보행 네트워크를 전국 단위로 구축하되, 장기적으로는 국토지리정보원 등 전문 공공기관에서 표준화된 방식으로 보행 네트워크 데이터를 생산하여 공개할 필요가 있다. 한편 본 연구에서 제안된 보행편의지수는 현재 가용한 데이터 수준을 고려하여 물리적 보행환경 측면에서 최소한의 기본적인 보행편의성만을 측정하고 있으므로, 본 연구에서 반영하지 못했으나 안전하고 편리한 보행환경의 핵심적인 요소인 보도 유효 폭, 차량제한속도 등 필수 가로환경 DB를 지자체별로 일관성을 가지고 체계적으로 수집·구축하는 시스템을 마련할 필요가 있다.

□ 보행편의지수의 세부 지표 보정을 위한 보행행태 및 주관적 인식 조사와 실증 연구
추후 보행행태 및 주관적 인식 조사와 함께 보행편의에 영향을 미치는 보행환경 요소에 대한 실증 연구가 지속적으로 이루어질 필요가 있다. 이를 통해 보행편의지수의 세부 지표들이 실제 보행활동(빈도, 거리 또는 시간, 통행 목적 등)이나 보행만족도와 어떠한 연관성을 가지는지 밝히고 이를 세부 지표의 보정 및 가중치 설정에 반영한다면 보다 실효성 있는 평가 도구로 활용될 수 있다. 예를 들어 공원 접근성 지표의 경우, 공원으로의 보행행태 관찰을 통해 사람들이 자주 이용하는 특성(규모, 종류, 질적 수준 등)을 가진 공원에 한정하여 접근성 지표를 산출한다면, 실제 사람들이 체감하는 보행환경의 질적 차이를 더 잘 담아낼 수 있을 것이다.

보행편의지수는 지역별로 보행편의성을 확보하는데 있어서 어려움을 찾아내고 실제 거주자들과 소통하며 개선하는 작업으로 연계되는 것이 중요하다. 이를 위하여 거주자들이 체감하는 수준의 보행 네트워크가 구축되고 이러한 네트워크가 탑재된 쌍방향 소통 맵과 인식조사 설문이 결합된 도구가 패키지로 개발된다면, 보행편의지수 점수와 시민들의 체감 수준이 다른 미스매치 지역을 발견하고 지수를 보완하는 작업이 신속히 이루어질 수 있다. 또한 이러한 패키지 안에 밀착형 행태실증조사(경로기록, 맵핑 인터뷰 등)를 비대면 조사가 가능한 시스템으로 포함시킨다면, 여기서 얻은 데이터를 바탕으로 세부 지표들의 지속적인 업그레이드가 가능할 것이다.

□ 보행편의지수를 구성하는 세부 지표의 고도화 연구

보행편의지수를 구성하는 세부 지표에 장기적으로 도로의 물리적 특성(유효 보도폭 등), 도로의 행정적 특성(차량제한속도, 보행자의 평균신호대기시간 등)이 종합적으로 반영될 필요가 있으며, 이를 위하여 관련 정보들이 지속적으로 현행화되어 반영될 수 있는 체계가 마련되어야 한다. 또한 보행 네트워크의 연속성 측면의 고도화도 필요하다. 차로나 기타 시설물 등에 의한 보행경로의 단절 없이 차량으로부터 보행자 안전을 확보하는 것이 중요하므로, 보행 네트워크의 시간적·공간적 단절을 정밀하게 반영함으로써 보행자가 체감하는 시·공간의 질을 평가할 수 있어야 한다. 한편 보행 네트워크 중에서 통학로의 경우 하위 보행자 집단의 특성을 강하게 반영하므로 보행편의성에 대한 평가 체계가 별도로 구성될 필요성이 있다. 이러한 평가체계는 최근 많은 관심을 받고 있는 교통약자 보호구역(어린이 보호구역, 노인 보호구역 등)에 대한 관리 및 모니터링에 도움을 줄 수 있을 것이다.

□ 보행편의지수 분석 툴킷 및 보행환경 분석 전용 프로그램 개발

본 연구에서 보행 네트워크 기반으로 산출되는 보행편의지수는 현재 가용한 프로그램인 ArcGIS와 QGIS를 복합적으로 활용하여 전문가가 분석해야 한다는 한계가 존재한다. 따라서 단기적으로는 무료 이용이 가능하며 플러그인 기능을 가지고 있어 활용성과 범용성이 우수한 QGIS 내에 보행편의지수 분석 툴킷을 개발하여 제공하여, 지자체 공무원이나 보행관련 연구자들이 보행편의지수를 쉽게 산출할 수 있는 여건을 마련할 수 있을 것이다. 한편 장기적으로는 보행편의지수뿐만 아니라 보행안전지수, 보행정책지수 등을 종합적으로 분석할 수 있으면서 누구나 쉽게 이용 가능한 수준의 보행환경 분석 전용 프로그램을 개발하여 제공할 필요가 있다.

□ 지자체 단위 보행관련 지수 체계의 제도적 정비 및 브랜드화

본 연구에서 제시된 지자체 단위 보행편의지수는 기존에 개발된 보행안전지수, 보행정책지수와 연계하여 조사·분석되고 해석되는 것이 바람직하다. 이러한 지수개발의 의의는 결국 지자체 단위에서 수행되고 있는 보행관련 정책 및 사업의 효율성과 효과성을 안전성과 편의성 차원에서 입체적으로 살펴보고 정책 대안을 마련하는 데에 있다. 따라서 지자체 단위 보행관련 지수 체계의 제도적 정비를 통해 지수들의 지속가능한 운영 및 이를 바탕으로 한 정책적 지원이 요구된다.

지자체 공무원들이나 일반 시민들에게 즉각적인 전달력을 가지기 위해서는, 보행편의지수와 보행안전지수, 보행정책지수를 잘 엮어서 하나의 통합지수인 가칭 '보행도시지수(Walkable City Index)'로 발표하는 것이 바람직하다. 지자체 공무원들이나 일반 시민들에게는 보행 편의성과 안전성을 구분하는 것보다 통합지수를 통한 종합 점수 공표가 더욱 효과적일 수 있으며, 보다 종합적인 보행정책 발굴을 위해서는 보행편의지수와 함께 보행안전지수, 보행정책지수에 대한 평가가 함께 이루어진 결과 제시가 요구되기 때문이다. 이때 지자체 간 경쟁을 유도하면서, 하위 지수들(보행편의지수, 보행안전지수, 보행정책지수)을 개선하기 위해 어떤 항목에서 보다 낮은 또는 높은 평가를 받았는지를 알 수 있도록 체계화하여 제시될 필요가 있다.

이에 따라 보행편의지수와 보행안전지수, 보행정책지수의 통합을 위한 가중치 설정 등에 대한 후속 연구가 필요하다. 3개 지수를 결합할 때 상충되는 지표가 있을 수 있으므로 신중한 접근이 요구된다. 예를 들어, 교차로 밀도의 경우 편의 측면에서는 좋을 수 있으나 안전 측면에서는 좋지 않은 지표일 수 있다. 이처럼 개별 지수를 산출하는 데에는 유용하나 3개 지수들을 엮을 때는 상충되는 부분이 있으므로 통합지수 산출 시에 일부 지표를 제외하는 작업이 요구될 수 있다. 뿐만 아니라 대도시, 중소도시, 농촌지역에서 보행지수별 중요성이 다를 수 있으므로, 기존의 보행안전지수 및 보행정책지수와 연계하여 하나의 통합지수를 구성할 때, 지역 특성을 고려한 가중치 설정이 필요할 수 있다.

-
- 강창덕. (2013). 서울시 보행 편의성 지수 측정과 정책과제, 서울도시연구, 14(4), 1-25.
- 김숙희, 이규진, 최기주. (2014). 토지이용을 고려한 보행환경 평가지표 개발 및 적용에 관한 연구. 대한토목학회논문집, 34(3), 931-938.
- 김승남, 박수조. (2016). 보행정책 성과 평가체계 개발 연구. 세종: 건축도시공간연구소.
- 김승남, 이소민. (2016). 가로단위 보행환경 평가체계 개발 연구. 세종: 건축도시공간연구소.
- 김태호, 이경용, 노정현. (2010). Walking Score를 활용한 역세권 보행편의성 평가에 관한 연구. 철도저널, 13(5), 33-39.
- 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률. 법률 제16912호 제16조.
- 공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률. 법률 제14839호 제15조.
- 교통약자의 이동편의 증진법. 법률 제16382호 제1조, 제3조.
- 국가공간정보 기본법. 법률 제17453호 제29조.
- 국가공간정보포털. (2020). 용도지역/지구/구역/도시계획시설/지구단위계획 현황도의 '공간 시설(현황)' 데이터(2020년 4월 기준), 공간시설(현황)의 테이블정의서. <http://data.nsd.gov.kr/dataset/12971>(검색일: 2020.5.15.)
- 국토지리정보원. (2013). 서울시 보행 네트워크 수치지도. 국토지리정보원 내부자료.
- 국토지리정보원. (2019a). 국가기본도 DB 작업가이드. 국토지리정보원 내부자료.
- 국토지리정보원. (2019b). 국가기본도 DB_V1.21 DB명세서. 국토지리정보원 내부자료.
- 국토지리정보원. (2019c). 국가기본도 DB(2019년 기준): 서울, 성동, 수원, 안양, 내평, 춘천 도엽. 국토지리정보원 내부자료.
- 국토지리정보원 홈페이지. (2020). https://www.ngii.go.kr/kor/contents/view.do?sq=498&board_code=contents_data, <https://www.ngii.go.kr/kor/content.do?sq=207>(검색일: 2020.5.10.)
- 국토해양부. (2013). 2013년 도로용량편람. 세종: 동 기관.
- 김종갑, 성락훈, 구장희, 유기열, 김용환, 황대곤, 김대경, 박해수. (2019a). 2019년판 교통사고 통계분석. 원주: 도로교통공단.

- 김종갑, 성락훈, 구장희, 유기열, 김용환, 황대곤, 박해수, 김대경, 한현용. (2019b). 2019년판 OECD 회원국 교통사고 비교. 원주: 도로교통공단.
- 네이버 맵. (2019, 2020). 보행 네트워크 구축을 위한 서울시 중구와 강남구, 춘천시의 위성영상 및 거리뷰 활용. <https://map.naver.com>(검색일: 2019년 8월과 2020년 2월에 실시간 접속)
- 도로명주소 개발자센터. (2020). 도로명주소 전자지도(2020년 4월 기준), <https://www.juso.go.kr/addrlink/devLayerRequestWrite.do>(검색일: 2020.6.10)
- 박경훈, 이우성, 변지혜. (2010). GIS기법을 이용한 근린주구 보행환경평가: 창원시를 사례지역으로. 한국지리정보학회지, 13(4), 78-90.
- 박병정, 한상진, 이원태, 박경욱. (2011). 한국형 보행환경평가 모델 개발을 위한 기초 연구. 교통연구, 18(3), 35-49.
- 박소현, 최이명, 서한림. (2008). 도시 주거지의 물리적 보행환경요소 지표화에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 24(1), 161-172.
- 보도 설치 및 관리 지침. 국토교통부 예규 제237호 p.19.
- 보행안전 및 편의증진에 관한 법률. 법률 제14839호 제1조, 제2조, 제3조, 제6조, 제7조.
- 브이월드 맵. (2019, 2020). 보행 네트워크 구축을 위한 서울시 중구와 강남구, 춘천시의 위성영상 및 거리뷰 활용. <https://map.vworld.kr>(검색일: 2019년 8월과 2020년 2월에 실시간 접속)
- 서울특별시 보행권 확보와 보행환경 개선에 관한 기본 조례. 서울특별시조례 제7423호 제2조. 서한림. (2006). 서울 북촌 주거지구의 보행환경 특성에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
- 안영수, 장성만, 이승일. (2011). 최경로 알고리즘을 이용한 지하철역 보행 및 자전거 접근시간 지도 제작과 적용 연구: 강남권역을 사례로, 12(3), 129-140.
- 오성훈, 김성준, 김영지. (2019a). 2018 서울시 보행자우선도로 현황과 평가. 서울: 서울특별시·건축도시공간연구소.
- 오성훈, 김성준, 허재석. (2019b). 2018 서울시 도로다이어트 현황과 평가. 서울: 서울특별시·건축도시공간연구소.
- 오성훈, 한수경. (2018). 지자체 보행안전 평가체계 개선방안 연구. 세종: 건축도시공간연구소.
- 이미영. (2014). 지역보행환경 평가모형 구축연구. 안양: 국토연구원.
- 이수일, 이승재, 손혁준, 김태호. (2010). 역세권 보행자 만족지수(PSI) 개발에 관한 연구. 서울도시연구, 11(4), 51-66.
- 임중훈, 김동녕. (2000). 횡단보도와 지하보도간의 횡단보행특성 비교. 대한교통학회지, 18(5), 17-29.
- 자치법규정보시스템. (2019). 광역/기초자치단체의 보행관련 조례 현황('보행'을 키워드로 검색). <http://www.elis.go.kr>(검색일: 2019.7.31.)
- 장애물 없는 생활환경(BF) 인증심사기준 및 수수료기준등. 보건복지부고시 제2018-163호, 국토교통부고시 제2018-500호.
- 카카오 맵. (2019, 2020). 보행 네트워크 구축을 위한 서울시 중구와 강남구, 춘천시의 위성영상

- 및 거리부 활용. <https://map.kakao.com>(검색일: 2019년 8월과 2020년 2월에 실시간 접속)
- 통계청 국가통계포털. (2020). 주민등록인구현황(2020년 6월 기준), http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B040A3&conn_path=I2(검색일: 2020.7.11.)
- 행정안전부. (2018). 지자체 보행안전정책 성과평가를 위한 『보행안전지수』 개발계획. 행정안전부 내부자료.
- 행정안전부, 한국지역정보개발원. (연도미상). 도로명주소DB 레이아웃(도로명주소 전자지도). 동 기관.
- 행정표준코드관리시스템. (연도미상). 용도지역지구구분코드. <https://www.code.go.kr/>(검색일: 2020.5.10.)
- TTA 정보통신용어사전. (연도미상). 대시보드. http://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word_seq=040239-1(검색일: 2020.8.10.)
- Cole, R., Dunn, P., Hunter, I., Owen, N., & Sugiyama, T. (2015). Walk Score and Australian Adults' Home-based Walking for Transport. *Health & place*, 35, 60-65.
- Ewing, R. & Handy, S. (2009). Measuring the Unmeasurable: Urban Design Qualities Related to Walkability. *Journal of Urban Design*, 14(1), 65-84.
- Fruin, J. J. (1971). *Pedestrian Planning and Design*. New York: Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners.
- Hall, C. M., & Ram, Y. (2018). Walk Score® and Its Potential Contribution to the Study of Active Transport and Walkability: A Critical and Systematic Review. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 310-324.
- Hirsch, J. A., Moore, K. A., Evenson, K. R., Rodriguez, D. A., & Roux, A. V. D. (2013). Walk Score® and Transit Score® and Walking in the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American Journal of Preventive Medicine*, 45(2), 158-166.
- Koschinsky, J., Talen, E., Alfonzo, M., & Lee, S. (2017). How Walkable is Walker's Paradise?. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 44(2), 343-363.
- Lo, R. H. (2011). *Walkability planning in Jakarta*, Doctoral dissertation, UC Berkeley.
- Maghelal, P. K., & Capp, C. J. (2011). Walkability: A Review of Existing Pedestrian Indices. *Journal of the Urban & Regional Information Systems Association*, 23(2), 5-19.
- Moudon, A. V. & Lee, C. (2003). Walking and Bicycling: An Evaluation of Environmental Audit Instruments. *American Journal of Health Promotion*, 18(1), 21-37.
- Nykiforuk, C. I., McGetrick, J. A., Crick, K., & Johnson, J. A. (2016). Check the Score:

- Field Validation of Street Smart Walk Score in Alberta, Canada. *Preventive Medicine Reports*, 4, 532-539.
- Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual: HCM2000*. Washington, D.C.: National Research Council.
- Walk Score. (2011). *Walk Score Methodology*. Seattle, WA: Walk Score. <http://pubs.cedeus.cl/omeka/files/original/b6fa690993d59007784a7a26804d42be.pdf>(검색일: 2020.5.30.)
- Walk Score. (2012). *Walk Score Methodology* Seattle, United States.
- Walk Score. (2020). 워크스코어의 개념, 측정 방법, 활용 사례. <https://www.walkscore.com>, <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>(검색일: 2020.7.10.)

Development of a Pedestrian Convenience Index for Local Governments

SUMMARY

Han, Sukyoung
Oh, Sunghoon

As part of enhancing the effectiveness of the walking policies, evaluation tools have been recently developed to assess the local government projects in terms of walking safety, but there remains a lack of effort in measuring the extent of walking convenience. Thus, the purpose of this study was to develop an index that can objectively and efficiently measure the municipal pedestrian convenience level and to explore its potential as an effective government monitoring tool in improving the pedestrian environment and in consulting the direction of the walking policies.

In this study, the pedestrian convenience index is defined as an index for quantitatively evaluating the local physical walking environment that pedestrians can access safely and conveniently from the origin to the destination. To this end, four indicators – rate of pedestrian-only road, pedestrian path efficiency, public transportation accessibility, and park accessibility – comprising the index were determined and tested based on the three municipalities – Jung-gu and Gangnam-gu of Seoul and Chuncheon-si. The test analysis results showed that independence, complementation, and internal consistency of the indicators were secured. Thus, it is feasible to calculate the pedestrian convenience index through the arithmetic mean of these four indicators. The pedestrian convenience index and the individual indicators are calculated as a building-level score 0–100 and based on this, it is feasible to count the scores as an administrative dong-level or a city-level.

The pedestrian convenience index is the third index to evaluate the outcome of each local government's walking policy following the pedestrian safety index and the pedestrian policy index developed in the preceding study, Oh & Han (2018). It is meaningful that this study presents a practical methodology for achieving an effective, comprehensive evaluation system of the pedestrian environment that precisely measures safety and convenience in a balanced manner.

Meanwhile, this study has limitations as follow. It is somewhat insufficient in verifying the appropriateness of the index because the test analysis was conducted pursuant to only three local governments. Although the pedestrian convenience index is highly useful by utilizing the GIS data, its connection with the people's perception of the walking convenience has not been examined. Thus, in the future, it is necessary to calculate and verify the pedestrian convenience index based on all local governments nationwide and to improve the indicators by reflecting the actual pedestrian behavior and perception.

Keywords :

Pedestrian Convenience Index, Pedestrian Network, Rate of Pedestrian-only Road, Pedestrian Path Efficiency, Public Transportation Accessibility, Park Accessibility

부록1. 보행 네트워크 구축을 위한 대안 검토

1) 보행 네트워크 구축 대안 1

□ OSM(Open Street Map) 활용 방안

- 해외의 잘 알려진 보행편의지수 사례인 워크스코어(Walk Score)는 OSM에 기반하여 보행 네트워크를 구축함
- 국내의 경우 OSM의 완성도 및 활용도가 낮을 뿐만 아니라, 「공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률」 제16조(기본측량성과의 국외 반출 금지)에 위배되어 공공이 주도적으로 OSM을 활용하거나 구축에 기여할 수 없는 형편임

2) 보행 네트워크 구축 대안 2

□ 민간 포털서비스 업체 데이터 활용 방안

- 민간 포털서비스 업체에서는 보행 네트워크를 자체적으로 제작하여 다양한 서비스에 이미 활용하고 있음
- 「국가공간정보 기본법」 제29조(중복투자의 방지)와 「공공데이터의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률」 제15조(민간협력)에 따라 민간 포털서비스 업체와 협력하여 보행 네트워크를 공유하는 것이 바람직하나, 민간 포털서비스 업체에서 해당 데이터를 공공에 개방하지 않고 있다는 문제가 존재함

3) 보행 네트워크 구축 대안 3

□ 클라우드 소싱(crowd sourcing) 활용 방안

- 공공이 일차적인 구축을 주도하여 기본도를 제공하고, 다중의 사용자가 직접 참여하여 속성을 기록하고 오류를 수정하는 방안
- 컴퓨터 영상처리와 딥 러닝 기술을 활용하여 1차 기본도를 저비용으로 신속하게 구축하고, 민간 포털서비스 업체의 스트리트 뷰 이미지를 활용하여 현장실태조사를 대체할 수 있음
- 초기 보행 네트워크의 구축 이후 지속적인 업데이트와 품질 관리 등 유지관리 비용이 거의 들지 않는다는 장점이 있으나, 사용자의 선별적 수정으로 인해 기초자치단체별 보행 네트워크 품질의 편차가 심할 수 있다는 한계가 존재함

부록2. GIS를 활용한 지표별 측정 방법

1) 보행자길 전용도

□ STEP 1: 출발지 보행권역 추출

- 네트워크 데이터에 대상지 내부 건물(출발지) 로딩
 - 건물 개수(N)에 따라 N^2 스케일로 연산시간이 증가하므로, 건물의 속성을 최대한 축소한 후 로딩할 필요가 있음
 - 네트워크 결합을 위한 출발지 주변 검색 반경(tolerance)을 200m로 설정
- 출발지 주변 일정 반경의 보행권역 추출
 - Service Area Analysis 기능 활용
 - 네트워크 시간 거리로 400m 반경 설정
 - 직선거리로 반경을 적용했을 때보다 항상 작은 면적의 보행권역이 생성되며, 건물 개수만큼의 상이한 형태와 면적의 폴리곤 개체 생성

□ STEP 2: 보행구간 길이 집계

- 집계 정확도를 높이기 위해 네트워크 구간 길이가 보행권역 내부로 한정될 수 있도록 구간을 작은 선분들로 분할
 - 25m 간격 기준을 적용하여 분할(GRASS v.split 활용)

- 보행권역 내부의 보행 네트워크 길이 총합 집계(Sum Line Length 기능)
- 구간 가중치 속성이 1(보도, 보행자전용도로)인 구간들의 길이 총합 집계

□ STEP 3: 보행자길 전용도 계산

- $(\text{보도 및 보행자전용도로 길이 총합} \div \text{보행 네트워크 길이 총합}) \times 100$ 을 계산
- 이러한 계산의 결과는 보행권역 폴리곤의 속성이므로, 이를 다시 출발지 건물의 속성으로 결합

2) 보행경로 효율성

□ STEP 1: 대상지 내외부 건물(출발지와 목적지) 네트워크 로딩

- 목적지가 대상지 외부에 있는 경우를 고려하여 대상지 외곽으로 반경 400m 내의 모든 건물을 네트워크에 로딩
 - 보행자길 전용도 측정 과정에서는 대상지 내부의 건물들만 로딩했기 때문에, 해당 데이터셋을 활용할 수 없으므로 재로딩 필요
 - Network Analyst 기능 대신 UNA(Urban Network Analysis)를 사용하여 직접 로딩하게 되어 있음
 - 출발지와 목적지가 동일한 경우에 해당

□ STEP 2: UNA 실행

- UNA의 기본 기능인 Centrality 계산 실행
 - 네트워크 반경 400m 설정
 - Straightness(목적지까지의 직선거리와 네트워크 시간 거리의 비율을 총합한 값)와 Reach(보행권역 내의 목적지 개수) 분석 옵션 선택
 - Core i7-6700 (@ 3.40GHz) 수준의 CPU로 건물 3만동 규모의 데이터 분석 시 24시간 이상 소요

□ STEP 3: 보행경로 효율성 계산

- 목적지 밀도 페널티 계산
 - 보행권역 내 목적지 개수(Reach)를 보행권역의 넓이로 나누어 목적지 밀도 계산
 - 목적지 밀도에 if 연산을 적용하여 페널티 점수 추출
 - 목적지 밀도 페널티 등급은 [표 3-7]의 내용 참조(조정 가능)
- Straightness 결과 값을 Reach 결과 값으로 나누어 '직선거리와 네트워크 시간 거리 비율의 평균'(1보다 작은 값을 가짐)을 계산
- $(100 - \text{목적지 밀도 페널티}) \times (\text{직선거리와 네트워크 시간 거리 비율의 평균})$ 을 계산

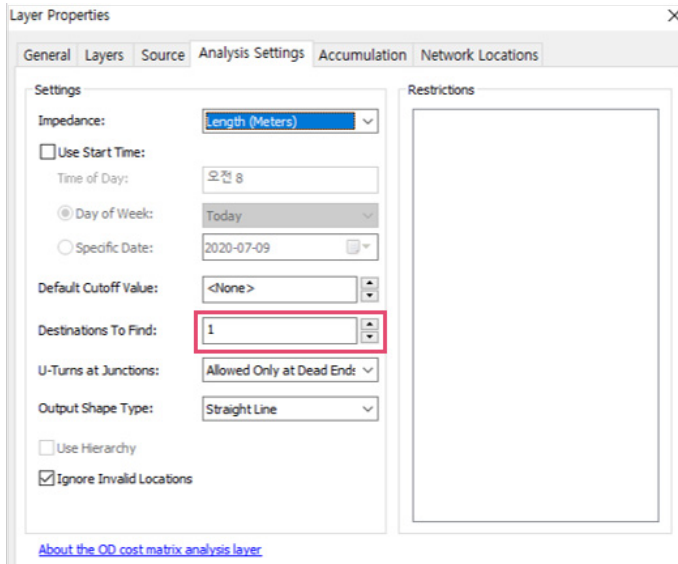
3) 대중교통 접근성

□ STEP 1: 대상지 내부 건물(출발지)과 대중교통시설(목적지) 네트워크 로딩

- 네트워크 데이터에 대상지 내부 건물(출발지)만 로딩
 - '보행자길 전용도' 측정 시 보행권역 추출을 위해 로딩한 데이터셋 활용 가능
- 네트워크 데이터에 버스정류장 및 지하철역 중심점(점형 데이터) 로딩
 - 버스정류장 레이어와 지하철역 레이어를 병합
 - 네트워크 결합을 위한 목적지 주변 검색 반경을 200m로 설정

□ STEP 2: 네트워크 최단거리 계산

- 가장 가까운 대중교통시설(목적지) 1개소까지의 네트워크 시간 거리 측정
 - OD Cost Matrix 기능 활용
 - 목적지 검색 개수를 1로 설정(변경 가능)



[그림 부록2-1] OD Cost Matrix 분석 환경

출처: ArcMap 화면을 캡처하여 연구진 작성

□ STEP 3: 대중교통 접근성 계산

- 교차로 밀도 페널티 계산
 - 네트워크 데이터에서 교차점을 추출하고 보행권역 폴리곤과 공간적으로 결합하여 교차점 개수 추출
 - 교차점 개수를 보행권역 면적으로 나누어 교차로 밀도 계산
 - 교차로 밀도에 if 연산을 적용하여 페널티 점수 추출
 - 교차로 밀도 페널티 등급은 [표 3-9]의 내용 참조 (조정 가능)
- 최소 네트워크 시간 거리를 접근성 함수에 투입
 - [그림 3-3]에서 정의된 접근성 함수를 적용하여 거리를 접근성(1보다 작은 값을 가짐)으로 전환
- $(100 - \text{교차로 밀도 페널티}) \times (\text{대중교통 접근성})$ 을 계산
- 이러한 계산의 결과는 최단경로 선 개체의 속성이기 때문에 이를 다시 출발지인 건물의 속성으로 결합

4) 공원 접근성

- STEP 1: 대상지 내부 건물(출발지)과 공원(목적지) 네트워크 로딩
 - 네트워크 데이터에 대상지 내부 건물(출발지)만 로딩
 - '보행자길 전용도' 측정 시 보행권역 추출을 위해 로딩한 데이터셋 활용 가능
 - 공원 경계부를 정의하는 점 데이터를 목적지로 네트워크에 로딩

- STEP 2: 네트워크 최단거리 계산
 - 대중교통 접근성 계산 방식과 동일

- STEP 3: 공원 접근성 계산
 - 대중교통 접근성 계산 방식과 동일

