creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

Disclaimer

dCollection

공학박사 학위논문

‘건강보행’ 관점의 공원 유형화 및 공간분포 특성

- 스마트폰 신체활동 데이터 기반 서울시 서초구 사례연구 -

Exploring Urban Park Types and Spatial Characteristics through ‘Healthy Walking’ Perspectives

- Case Study Based on Smartphone Human Activity Dataset -

2022년 8월

서울대학교 대학원

건축학과

박 영 준

‘건강보행’ 관점의 공원 유형화 및 공간분포 특성

- 스마트폰 신체활동 데이터 기반 서울시 서초구 사례연구 -

지도 교수 박 소 현

이 논문을 공학박사 학위논문으로 제출함

2022년 8월

서울대학교 대학원

건축학과

박 영 준

박영준의 공학박사 학위논문을 인준함

2022년 8월

위 원 장 최 재 필 (인)

부위원장 박 소 현 (인)

위 원 최 춘 웅 (인)

위 원 강 범 준 (인)

위 원 김 세 훈 (인)

초 록

현대인의 신체활동 부족이 세계적인 문제로 대두되면서 많은 사람들이 쉽게 접할 수 있는 걷기를 활용한 신체활동 증진 전략이 핵심적인 대안 중 하나로 제기되어 왔다. 하지만 걷기를 통해 신체 건강에 긍정적 효과를 가져올 만큼의 신체활동 수준을 달성하기 위해서는 상당한 시간과 강도(세계보건기구 권장 기준에 따르면, 1회 10분 이상 중강도 이상의 신체활동)가 요구되는데, 일상적인 보행 가운데 이 기준을 충족하는 '건강보행'은 많지 않다.

한편, 공원은 도시 내에서 이러한 양질의 보행이 가능한 도시 장소 중 하나로 주목받고 있다. 도시공원을 도시계획시설로 지정 및 관리하고 있는 공공부문에서는 도시 내 공원 공급을 통한 접근성 향상, 공원시설 관리 및 개선을 통한 보행환경 조성, 공원에서의 걷기 캠페인과 같은 지역사회 건강정책 운영 등 도시가 갖추고 있는 공원 자원을 활용하려는 노력이 이어져왔고, 이러한 노력이 시민 건강에 보다 효과적으로 기여하기 위해서는 공원에서 일어나는 신체활동에 대한 정량적 자료와 근거가 필요하다.

그러나 도시지역에서 광범위하게 일어나는 다수의 보행을 집계하고 공원과 같은 특정 장소에서 일어난 보행을 따로 구분하는데 방법론적 한계가 존재하여, 지역 내 공원들의 보행 양상을 실증적으로 파악하는데 어려움이 있었다. 우선, 설문 방식으로 이루어진 전통적인 보행 조사 방법은 보행시간과 보행강도를 정확히 산출하기 어려웠다. 이후 보행 측정기기들이 등장하면서 공원에서의 보행에 관한 정량적 분석이 가능해졌지만 측정에 드는 비용이 크고 연구의 대상자와 대상 범위를 확장하는데 한계가 있었다. 하지만 최근 스마트폰 기반의 신체활동 측정 기술이 발전하면서 기존 보행 측정 과정의 시간과 비용을 절감하고 데이터의 양적 한계를 극복

할 수 있는 대안으로 기대를 모으고 있다.

이러한 배경에서 본 연구는 스마트폰 신체활동 데이터를 활용하여 10분 이상 중강도 이상의 보행, 이른바 '건강보행' 측면에서 공원에서의 보행활동과 보행 공간을 재조명한다. 이 연구의 목표는 첫째, 전체 보행 가운데 공원에서의 보행과 그 외 지역에서의 보행이 건강보행에서 어떠한 차이를 나타내는지 살펴보고 둘째, 이로부터 지역 내 공원들을 건강보행 측면에서 유형화하여 분류하며 셋째, 지역 내 공원 유형의 분포와 건강보행의 공간적 분포 특성을 도출하는 데 있다. 본 연구를 위해 2019년 9월부터 동년 11월까지 3개월간 서울시 서초구에서 집계된 스마트폰 신체활동 데이터(n = 550,234)를 스마트폰 걷기 어플리케이션 워크온의 운영사 스왈라비(주)로부터 제공받아 서울시 서초구 관할의 공원시설(n = 130)을 대상지로 분석하였다. 본 연구 과정에서 스마트폰 신체활동 데이터로부터 각 보행 활동의 양적 지표를 산출하고, 특정 공원 영역을 경유한 보행을 식별하여, 각 공원의 건강보행의 비율 및 총량, 공원 서비스 지역과 보행밀집도 분포를 도출할 수 있는 방법론을 개발하였다. 이를 바탕으로 연구는 다음의 세 가지 질문을 순차적으로 탐구한다.

1) 공원에서 일어난 보행과 공원 이외 지역에서 일어난 보행을 비교할 때 건강보행의 측면에서 차이가 존재하는가?

2) 각 공원별 보행지표를 통해 공원들의 건강보행 수준을 비교하여 유형을 분류할 수 있는가?

3) 건강보행의 공간적 분포를 통해 본 권역별 공원 서비스 지역과 각 공원별 보행밀집영역은 어떠한가?

본 연구의 결과는 공원에서 일어나는 보행의 지표 특징, 건강보행을

기준으로 한 공원 유형, 그리고 공원보행의 공간적 분포에 대해 새로운 시각을 제시한다. 도시에서 일어난 보행 가운데 보행시간과 보행강도의 조건을 충족시키는 건강보행의 양과 분포에 대해 정량적으로 분석하며, 공원에서 건강보행의 수준을 가늠할 수 있도록 공원의 유형을 나누고, 생활권역별 공원소외지역을 도출하고 개별 공원에서의 보행밀집영역을 탐구하는 일련의 과정은 공원보행 연구의 새로운 방법론과 적용사례를 제공한다.

주요 연구결과를 세 단계로 요약하면 첫째, 전체 보행 가운데 건강보행의 비율은 약 4.48%로 나타났는데, 공원의 보행 가운데 건강보행은 10.89%, 공원이 아닌 지역의 보행 가운데 건강보행은 약 3.80%로 보행의 경로가 공원을 경유하는지 아닌지에 따라 건강보행 비율의 차이가 나타났다. 이는 도시공간에서 공원이 10분 이상의 중장시간, 빠른 속도로 걸을 수 있는 장소를 제공한다는 기존 연구들과 일치하는 부분이다.

둘째, 각 공원에서 나타나는 건강보행의 빈도와 총량을 기준으로 상위권/하위권 공원을 구분하여 네 가지 공원 유형을 도출하였다. 공원보행 가운데 건강보행이 차지하는 비율과 건강보행을 통해 얻을 수 있었던 총 에너지 소비량이 기준이 되었다. 고빈도-고총량, 저빈도-고총량, 고빈도-저총량, 저빈도-저총량 유형으로 공원을 나누고, 각 공원의 보행지표를 산출하여 서초구의 공원별 보행수준을 비교하였다. 이는 기존 연구에 비해 서초구 내 공원 다수를 대상으로 표본의 크기를 확대하였고, 건강보행을 정량적으로 산출하여 상위권과 하위권 공원을 구분하였다는데 의미가 있다.

셋째, 대상지에서 유형별 공원의 도시공간적 분포를 통해 공원 서비스 소외지역을 도출하고, 유형별 대표 공원 사례지를 선정하여 개별 공원에서 보행경로의 분포를 시각화하였다. 기존 공원녹지 기본계획에서 활용되는 공원 서비스 소외지역 개념을 바탕으로 건강보행 관점의 공원소외지역을 서초구 생활권역별로 새롭게 도출한 연구결과는, 선행연구들에서 공원 서

비스가 양호하다고 여겨졌던 지역일지라도 건강보행이 활발히 일어나는 공원을 이용하기는 어려울 수 있다는 사실을 드러내고 있다. 나아가 네 가지 공원 유형별로 대표적인 사례지를 선정하여 보행 경로의 공간적 밀집 분포를 도출하여 공원 내외의 보행밀집영역을 시각화할 수 있었다. 이를 통해 공원에서 보행이 활발히 일어나는 공간을 찾고 건강보행의 공간적 밀집 양상을 살펴볼 수 있다.

본 연구의 결과는 신체활동 증진의 측면에서 공원보행에 대한 실증적 이해를 높이고, 스마트폰 보행 데이터를 활용한 공원보행 분석 방법론을 수립하며, 이를 실제 대상지에 적용한 결과 사례를 통해 기존 공원 계획 및 설계 측면에서 건강한 보행을 증진하는 공원에 대한 논의를 이어가는 데 의의가 있다. 스마트폰 보행 데이터를 이용하여 도시보행의 새로운 연구방법론을 모색하고, 이를 통해 찾아낸 공원 보행에 관한 결과들이 신체활동 증진을 위한 도시 환경을 구축하는데 보탬이 되기를 기대한다.

주요어 : 도시공원, 건강보행, 스마트폰 측정, 공원 유형화, 공간 시각화
학 번 : 2018-35139

목 차

제 1 장 서 론 1
1.1. 연구의 배경 1
1.2. 연구의 목적 7
1.3. 연구의 대상 및 범위 9
1.4. 논문의 구성 12
제 2 장 이론적 배경 및 선행연구 고찰 16
2.1. 건강한 걷기 활동 16
2.2. 신체활동 증진과 공원 보행 연구 23
2.3. 보행 활동 측정 기술의 발전 29
제 3 장 분석의 틀 34
3.1. 자료의 준비 34
3.2. 대상지 설명 35
3.3. 자료 수집 및 전처리 45
3.4. 공원보행 분석을 위한 틀 51
3.5. 용어 정리 및 조작적 정의 58
제 4 장 연구 결과 60
4.1. 전체 보행, 건강보행, 공원보행 60
4.2. 건강보행 양상으로 본 공원 유형화 68
4.3. 공원 유형과 건강보행의 공간적 분포 82
제 5 장 해석 및 논의 110
5.1. 건강보행: 신체건강에 유의미한 보행 세분화 110
5.2. 공원 유형: 공원마다 다르게 나타나는 건강보행 113
5.3. 공간적 분포: 공원 서비스 지역과 보행밀집영역 116
5.4. 스마트폰 보행 데이터와 도시장소-보행 연구 방법론 120
제 6 장 결 론 123

표 목차

표 1 신진대사 해당치와 보행강도 (출처: The Compendium of Physical Activities) ... 20
표 2 해외의 공원 평가 체계 ... 25
표 3 공원보행 연구 차원에서 각종 보행 조사 방법의 장단점 ... 32
표 4 세계 대도시의 1인당 공원면적 비교 ... 36
표 5 서초구 생활권계획의 공원 지표 현황 ... 38
표 6 서초구 생활권역별 사회조사 결과 (주택 및 소득) ... 40
표 7 서초구 생활권역별 사회조사 결과 (학력 및 직업) ... 43
표 8 서초구 생활권역별 사회조사 결과 (인구 및 가구구성) ... 44
표 9 서초구 공원 자료 예시 ... 48
표 10 스마트폰 보행 데이터 예시 ... 50
표 11 보행 지표 준비 과정 ... 56
표 12 보행활동별 MET, 보행강도, 분당 걸음수 기준 ... 57
표 13 보행시간-보행강도 매트릭스 ... 60
표 14 전체 보행의 시간-강도 매트릭스 ... 63
표 15 공원보행의 시간-강도 매트릭스 ... 64
표 16 비공원보행의 시간-강도 매트릭스 ... 64
표 17 공원 보행 1회의 지표 예시 ... 69
표 18 공원 보행 지표: 1회 평균 보행 ... 71
표 19 공원 보행 지표: 총 보행량 ... 72
표 20 유형 1: 건강보행 고빈도-고총량 공원 ... 76
표 21 유형 2: 건강보행 저빈도-고총량 공원 ... 77
표 22 유형 3: 건강보행 고빈도-저총량 공원 ... 78
표 23 유형 4: 건강보행 저빈도-저총량 공원 ... 79

그림 목차

그림 1 공원보행과 신체활동 증진의 개념 (Bedimo-Rung et al. (2005)에서 일부 수정) 6
그림 2 논문의 구조 12
그림 3 Ecological model of four domains of Active Living (Sallis et al., 2006) 23
그림 4 서초구 공원 영역 47
그림 5 Point-in-Polygon 식별 방법 (Haines, 1994) 52
그림 6 지오해시를 활용한 공원보행 식별 개념도 54
그림 7 서울의 지오해시 예시 55
그림 8 보행의 시간/강도 구분을 위한 파이썬 코드 61
그림 9 시간-강도 구간별 총 에너지 소비량 분포 65
그림 10 공원 평가 지표 간 산점도 73
그림 11 건강보행 빈도(HW)와 총 에너지 소비량(EE)에 따른 공원 산점도 74
그림 12 생활권역별 4개 공원 유형 분포 85
그림 13 공원소외지역 비교 (1권역 반포잠원 생활권) 87
그림 14 공원소외지역 비교 (2권역 방배 생활권) 88
그림 15 공원소외지역 비교 (3권역 서초 생활권) 89
그림 16 공원소외지역 비교 (4권역 양재내곡 생활권) 90
그림 17 공원 4곳의 건강보행 커널밀도지도 91
그림 18 양재천공원의 밀도지도: 건강보행(위)과 전체 보행(아래) 94
그림 19 건강보행-전체 보행 밀도 차이 (양재천 공원) 95
그림 20 양재천공원 지도와 공원 지표 95
그림 21 양재천공원 현장 사진 96
그림 22 양재근린공원의 밀도지도: 건강보행(위)과 전체 보행(아래) 98
그림 23 건강보행-전체 보행 밀도 차이 (양재근린공원) 99
그림 24 양재근린공원 지도와 공원 지표 99
그림 25 양재근린공원의 현장 사진 100
그림 26 싸리재공원 지도와 공원 지표 101
그림 27 싸리재공원의 밀도지도: 건강보행(위)과 전체 보행(아래) 102
그림 28 건강보행-전체 보행 밀도 차이 (싸리재공원) 103
그림 29 서초종합체육관의 밀도지도: 건강보행(위)와 전체 보행(아래) 105
그림 30 건강보행-전체 보행 밀도 차이 (서초종합체육관) 106

제 1 장 서 론

1.1. 연구의 배경

도시화의 급격한 진행과 생활양식의 변화로 현대인의 신체활동 부족이 범지구적 문제로 대두되었고, 이에 도시 환경 변화를 통하여 신체활동 증진을 꾀하는 건강 도시에 관한 수많은 논의가 이루어지고 있다(Sarkar et al., 2014). 이러한 논의 속에 공중보건과 도시계획 분야는 신체활동 증진을 위한 도시 환경의 개념적 구조와 역할, 그리고 근거들을 함께 탐구해왔다(Sallis et al., 2020). 도시 내의 여러 신체활동 가운데 걷기는 대부분의 사람들이 많은 비용을 들이지 않고 손쉽게 실천할 수 있는 신체활동이라는 점에서 주목받고 있다. 다만 걷기를 통해 건강에 유의미한 효과를 얻기 위해서는 상당한 수준의 보행강도와 보행시간이 필요하다. 건강한 신체활동에 관한 국제 권장 기준(Global Recommendations on Physical Activity for Health (WHO, 2020))에 따르면, “유산소 신체활동은 최소 10분 이상의 지속시간이 필수적이며, 중강도 이상으로 수행할 때 유의미한 건강 증진 효과를 얻을 수 있다”고 설명하고 있다. 따라서 보행 기반의 건강도시 논의에서는 10분 이상, 중강도 이상의 걷기를 가능케 하는 도시 공간에 대한 탐구가 필요하다. 본 연구에서는 10분 이상 중강도 이상의 걷기활동을 ‘건강보행’이라 칭하기로 한다.

공원은 시민의 건강한 신체활동을 도모하는 목적을 지닌 대표적인 도시계획시설로, 10분 이상의 중고강도 보행 활동을 수행할 수 있는 공간을 조성하기에 유리하다. 도시 속에 존재하는 크고 작은 공원들은 여유로운

산책이나 안전한 조깅을 위한 트랙을 제공하거나, 간단한 운동기구와 놀이터 등 체육시설을 갖추고 있다(Bedimo-Rung et al., 2005; Evenson et al., 2016). 공공부문은 모든 시민이 보편적으로 이용할 수 있도록 공원의 공공성을 확보하고 도시 각 지역에서 공원 접근성을 증대시키기 위해 노력해왔다. 공원이 시민들의 삶에 미치는 긍정적 기여는 다양한 차원에서 설명할 수 있으나, 본 연구는 그 가운데 신체활동 증진 측면에 집중하며 이와 같은 주제는 기존의 공원 연구들에서 핵심 주제로 탐구되었다. 학계는 공원의 신체활동 증진 효과를 이해하기 위해, 어린이부터 고령층에 이르기까지 다양한 사람들의 공원 이용을 관찰하고(Bird et al., 2015; Zhang et al., 2021), 이들의 신체활동량을 측정하며(Evenson et al., 2013), 사람들이 어떻게 공원을 인식하고 있는지 질문하였다(Kim & Jin, 2018; Li et al., 2019). 이러한 설문을 통해 수집된 시민 건강과 공원 사이의 상관관계를 밝히는 개념적 구조가 일찍이 제시되었고(De Vries et al., 2003), 공원의 인접성, 면적, 밀도, 질적 수준 등 공원의 환경 요소들이 보행 활동에 미치는 긍정적 영향이 밝혀졌다(Cohen et al., 2007; Giles-Corti et al., 2005; Kaczynski et al., 2008; Sugiyama et al., 2008). 특히 더 긴 시간의 보행활동이 일어나기 위해서는 최근접 공원까지의 접근성이 높아야 하고 (Koohsari et al., 2013), 평균 보행거리는 지역 내 공원의 면적이 클수록 증가하며(Turner, 1992), 공원 내부의 물리적 요소가 공원 내 보행활동을 증대시킨다(Stewart et al., 2018)는 일련의 발견들은 도시설계 및 계획 차원에서 건강 목적의 보행을 증진시키기 위한 공원 조성 계획의 근거로 뒷받침되었다.

공원에서 어떠한 신체활동이 일어나는지 알기 위한 학계의 연구 노력에도 불구하고, 현재 도시 내 공원을 공급 및 보존, 관리하는 역할을 담당

하는 공공부문은 공원에서의 신체활동을 파악하는데 어려움을 겪고 있다. 학술연구의 목적으로 소수의 특정 대상지 공원을 조사하는 것과 달리, 공공부문이 관리하는 다수의 공원을 대상으로 조사를 진행해야 하는 어려움이 있기 때문이다. 따라서 공원 현황과 활용 실태를 파악하기 위해 공원 평가 체계를 실시하고 있음에도 불구하고, 다수의 공원에서 조사가 용이한 항목에 그치고 있다. 예를 들어 공원의 면적, 수목의 종류, 시설물의 유무 등 주로 물리적 환경 요소에 대한 현황은 파악하고 있는 반면, 신체활동이나 보행 등 이용 행태적 측면은 비용 등의 이유로 조사 항목에 포함되기 어려웠다. 그나마 미국의 Park Score, 영국의 Public Park Assessment, 일본의 국가공원관리계획 공원설문평가 등 해외 도시에서 공원 이용자를 대상으로 설문조사를 확대하고 있는 추세이지만 설문에 의한 만족도 조사 및 방문객 집계 등에 그치고 있어 실질적인 신체활동 및 보행 행태에 관한 파악은 이루어지지 않고 있다. 한국은 2020년 장기미집행 도시공원 일몰제 적용을 앞두고 각 지자체에서 관할 공원의 이용 현황 및 접근성을 파악하여 새로운 공원 개발을 위한 타당성을 평가하려는 시도들이 있었으나, 지속적인 공원 평가 체계로 자리잡기에는 방법론과 비용 측면에서 한계가 존재한다(배민기 & 김유리, 2013). 공원 방문자의 실질적 이용 행태, 특히 보행 행태를 파악하는 것이 어렵기 때문에, 최근의 공원 평가는 이용 가능성이나 이용 형평성 과 관련한 지표를 제시하고 있다(Xiao et al., 2017; 이우성, 2016). 시민 1인당 공원 면적, 공원 서비스 소외지역, 공원 소외지역 인구 비율 등 물리적 환경과 인구 분포를 함께 고려하는 지표들이 대표적인 예이다(김용국, 2015; 채진해 & 김원주, 2020).

오늘날 서울시의 도시계획에서 공원을 관리하기 위한 대표적인 도구

로 ‘2030 서울시 공원녹지 기본계획(2015)’을 들 수 있다. 이 공원녹지 기본계획에서는 ‘걷기 좋은 녹지조성’, ‘도시생태 건강증진’, ‘공원 소외지역 해소’, ‘시민참여 공원 운영’을 4대 핵심 이슈 제시하면서 서울시 공원의 현황을 파악하고 앞으로의 비전을 설정하고 있다. 예를 들어, 공원 유형을 세분화하여 근린공원, 소공원, 어린이공원, 체육공원 등 공원의 종류와 성격을 규정하고, 기본계획에서 제시된 주요 의제에 맞추어 유형별 공원의 활용 방안을 구상한다. 또한, 다른 많은 도시들이 그러하듯 서울시 공원녹지 기본계획에서도 공원 이용 측면에서 실질적인 신체활동의 양상을 파악하는데 어려움이 있는 것은 사실이나, 공원 서비스 수준 분석을 통해 공원 서비스 소외지역을 도출하여 공원 이용에 어려움을 겪을 것이라 예상되는 지역을 찾고자 노력하고 있다. 실질적인 보행 이용 현황을 파악하여 보행이 많고 적은 공원들을 구분하고, 실제 공원 서비스가 잘 이루어지지 않는 실증형 공원 서비스 소외지역을 찾아낼 수 있다면 보다 현실적인 공원 계획을 수립하는데 큰 도움이 될 것이다.

현재 도시공원에서 일어나는 보행 행태를 실증적으로 파악하는 일은 신체활동 증진을 위한 공원 활용 및 개선 전략 측면에서도 기대를 모으고 있다. 지역 내에서 건강한 보행이 많이 일어나는 공원과 그렇지 않은 공원을 파악할 수 있다면, 지역건강사업에서 신체활동이 필요한 사람들의 이용을 장려하는 대표적인 장소로 건강하게 걷는 공원을 활용하거나, 그렇지 못한 공원에서 보행 환경의 취약 요소를 집중적으로 조사하는 등 보다 효과적인 공원 관리를 위한 근거가 될 수 있다. 나아가 지역적으로 건강한 보행이 많이 일어나는 공원에 대한 접근성이 취약한 지역을 도출하거나, 건강하게 걷는 공원의 환경 요소들을 새로운 공원 디자인 과정에 적용하

는 등 공원 계획 및 설계에 기여할 수 있다.

신체활동 측정 기술과 관련한 근래의 발전은 도시 장소에서 일어나는 건강한 보행 활동에 관한 더 많은 발견을 가능케 하고 있다. 과거에는 WHO 국제신체활동설문(Global Physical Activity Questionnaire)과 같이 응답 방식으로 신체활동을 조사하였고, 지역민의 응답을 통해 산출하는 걷기실천율은 지역 인구의 보행활동 수준을 보여주는 지표로 활용되었다(Bryan & Katzmarzyk, 2009; Eyler et al., 2003a; J. P. Reis et al., 2008). 응답 방식(self-report)은 보행 및 신체활동 조사에서 전통적 방법으로 많이 사용되었지만, 대상자의 주관적 응답에 기반하기 때문에 자료에 인지 편향이 존재하고 정확한 측정이 어렵다는 한계가 있었다. 이 때문에 자료의 객관성을 높이기 위하여 가속도계, 걸음 측정기, 위성 항법 시스템 등을 이용한 기기 측정 방식(objectively-measuring)의 조사 방법이 발전하였다. 초기 보행 계량 연구들의 도움으로 가속도계 등 여러 종류의 센서들의 보행 측정 방법과 정확도 개선이 이루어졌고, 응답 방식과 측정 방식을 비교하면서 응답 방식을 통해 얻었던 전통적인 보행 이론들을 다시 입증하거나, 측정 방식을 기반으로 한 새로운 발견들이 이어졌다. 특히 각 보행활동에서 발생한 걸음수, 보행시간, 보행강도, 보행거리, 보행경로 등은 기존의 주관적 응답에서 얻을 수 없었던 새로운 정보를 제공하였다. 특히 건강 측면에서 신체에 미치는 보행활동의 영향을 살펴보기 위해서는 측정 방식의 자료가 필수적이었다. 나아가 최근에는 많은 사람들이 보편적으로 사용하는 스마트폰과 스마트밴드에 탑재된 신체활동 측정 센서의 기술이 향상되고 구글 Android와 애플 iOS 등의 모바일 운영체제에서 식별된 보행활동 데이터를 저장하기 시작하면서, 기존 연구 대상자 샘플과 대상지역을 획기적으로 확

대할 수 있게 되었다. 기존에 지적되었던 한정된 샘플과 주관적인 자료의 문제들이 점차 극복되면서, 공원과 같은 특정 도시 장소와 시설에서 나타나는 수많은 보행활동을 측정하고 이해하는데 한걸음 더 가까워지고 있다.

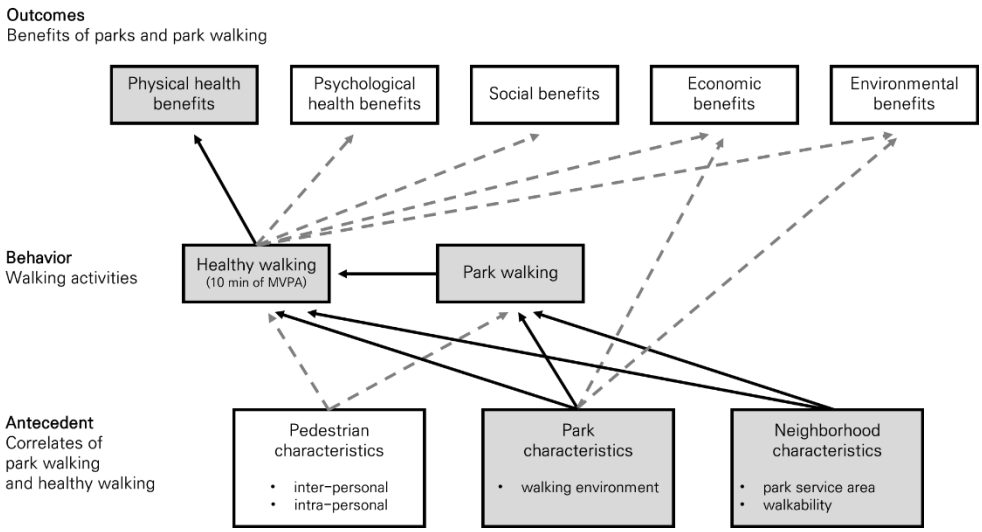


그림 1 공원보행과 신체활동 증진의 개념 (Bedimo-Rung et al. (2005)에서 일부 수정)

신체활동 증진을 위한 도시 환경 논의 속에서 건강한 보행, 그리고 공원에서의 보행이 주목받고 있다. 공원과 보행, 그리고 신체건강 사이의 관계는 그림 1과 같은 개념적 구조로 파악할 수 있다. 공원에서의 보행은 공원의 물리적 환경 특성과 공원 주변의 근린환경 특성과 관련이 있으며, 여러 공원보행 가운데 건강보행은 특히 신체건강에 유의미한 효과를 가져온다. 공원에서 일어나는 보행 행태를 실증적으로 관찰하고 분석할 수 있다면 공원 계획 및 설계, 활용 전략 등에서 보행을 증진시키려는 노력에 큰 도움이 될 것이다. 다만 기존 방법론의 한계로 도시 내 여러 공원에서 무수히 많은 보행을 조사하는 것이 어려웠으나, 최근 스마트폰을 이용한 신

체활동 측정 기술이 발전하면서 보행과 도시 연구에 획기적인 전환이 이루어지고 있다. 따라서 공원과 보행을 분석할 수 있는 최근의 방법론을 적용하고, 현재 우리의 공원에서 일어나고 있는 보행에 대한 결과들을 도출하며, 이를 토대로 건강한 공원과 도시에 관한 새로운 논의의 장을 여는 연구가 필요한 시점이다.

1.2. 연구의 목적

신체활동 증진을 위한 도시환경 조성을 위해 '공원에서 일어나는 건강보행'에 대한 실증적 연구 필요성이 커지고 있다. 이를 위해, 도시에 존재하는 다수의 공원을 대상으로 보행을 수집 및 분석할 수 있는 방법론을 제시하고, 공원과 건강보행에 관한 연구 결과를 도출해야 한다. 앞서 정의한 바와 같이 건강보행은 10분 이상 중강도 이상의 보행활동을 의미하며, 건강보행 여부를 판단하기 위해서는 보행시간과 보행강도에 대한 파악이 필수적이다. 기존의 보행 및 공원 연구에서는 일반 보행과 달리 건강보행 측면의 특성을 구분하여 측정해내기에 보행 데이터 속성이나 분석방법 등에서 여러 어려움이 존재하였는데, 본 연구에서는 스마트폰 신체활동 데이터를 활용하여 새로운 가능성을 타진하고자 했다. 즉, 스마트폰 신체활동 데이터를 기반으로 도시에 존재하는 다수의 공원을 대상으로 전체 보행 가운데 건강보행을 구분하여 수집 및 분석할 수 있는 새로운 방법론을 제시하고, 이를 확장 적용하여 건강보행 측면에서 공원의 특성을 새롭게 규정하는 방법론을 제시하였다. 이를 바탕으로 본 연구는 크게 세 가지 목표를 두고 있다. 첫째, 전체 보행 가운데 공원에서의 보행과 공원 이외 지역

에서의 보행이 건강보행 측면에서 어떠한 차이를 나타내는지 살펴보고, 둘째, 이로부터 지역 내 공원들을 건강보행 측면에서 유형화하여 분류하며, 셋째, 지역 내 공원 유형의 분포와 건강보행의 공간적 분포 특성을 설명한다.

본 연구는 스마트폰 보행 데이터를 활용하여 건강보행 차원에서 대상지역 내 모든 공원을 정량적으로 비교하여 이전에는 알기 어려웠던 건강보행의 공원 유형을 새롭게 도출하고, 건강보행의 측면에서 공원의 도시공간적 분포 및 공원 내외의 공간 특성을 가시화하여, 건강한 도시를 위한 공원과 보행에 관한 논의를 이어간다는 점에서 선행연구들과의 차별성을 갖는다.

본 논문은 세 가지의 소연구로 나뉘어 다음의 주제를 순차적으로 탐구한다.

1) 대상지역 내 공원에서의 보행이 공원 이외 지역의 보행에 비해 갖는 건강보행 측면의 특징
2) 대상지역 내 공원별 건강보행 수준에 따른 공원 유형화
3) 건강보행의 공간적 분포에 따른 공원 서비스 지역 및 보행밀집영역의 양상

첫째, 전체 보행의 경로를 바탕으로 공원 영역에서 일어난 보행을 식별하고, 공원에서의 보행이 공원 이외 지역에서의 보행에 비하여 더 활동적이고 건강한 보행이 많을 것이라는 전제를 검증한다. 특히 10분 이상 중강도 이상의 보행활동을 권장하는 세계보건기구의 권고 기준에 따라 보행

시간과 보행강도 측면의 차이를 중점적으로 분석한다.

둘째, 개별 공원에서 일어난 보행의 평균과 총량지표를 산출하여 공원별 건강보행 수준에 따라 공원 유형을 구분한다. 기존 공원의 유형 분류는 어린이공원, 소공원, 체육공원, 근린공원 등 명목적 구분에 지나지 않았으나, 실제 행태 양상을 바탕으로 공원의 유형 분류가 필요한 시점이다. 따라서 본 논문에서는 건강보행이 잘 일어나는 공원과 그렇지 않은 공원을 구분하고 그 결과를 제시하고자 한다. 공원에서 일어난 건강보행의 빈도와 총량을 기준으로 상하위권 공원을 분류하며, 이는 4개의 공원 유형, 고빈도-고총량 공원, 저빈도-고총량 공원, 고빈도-저총량 공원, 저빈도-저총량 공원으로 나뉜다.

셋째, 대상지역 내에서 각 유형별 공원이 공간적으로 분포하는 양상과 개별 공원에서 보행이 밀집하는 공간적 영역을 시각화하며 그 특징을 해석한다. 도시계획에서 보행가능거리 내의 공원 유무를 따지는 공원 서비스 소외지역 개념을 근거로 하여, 건강보행이 고빈도-고총량으로 일어나는 이른바 '건강한 공원'의 분포와 공원 서비스 지역을 새로이 도출한다. 또한, 개별 공원에서 건강보행의 공간적 분포를 살펴보기 위하여, 각 유형별로 사례 공원을 선정하여 보행밀집영역이 위치하는 공간적 분포 양상을 도출하고 각 공원에서 나타나는 보행의 공간적 특질에 대해 설명한다.

1.3. 연구의 대상 및 범위

본 연구는 스마트폰 앱을 이용해 수집한 보행 활동 자료와 서울시 공원시설 GIS 자료를 바탕으로 공원에서의 보행활동을 분석한다. 2019년 9월

1일 ~ 11월 30일(13주) 동안 서울시 서초구 내에서 경로가 기록된 모든 보행 활동 기록을 연구의 대상으로 삼았다. 시간적 범위의 기준으로 야외 신체활동을 하기에 무리가 없는 계절과 사람들의 야외활동에 많은 영향을 미친 COVID-19 팬데믹과 무관한 시기를, 공간적 범위로는 서울시에서 가장 넓은 면적과 다양한 유형의 공원시설을 갖추고 있고 보행 활동 인구가 많은 자치구를 선정하였다.

스마트폰 보행 자료의 수집과정은 워크온이라는 스마트폰 걷기 앱을 통해 기수집된 자료 중 일부를 연구목적으로 전달받아 분석할 수 있었다. 스마트폰 앱 워크온은 헬스케어 스타트업 스왈라비㈜에서 2015년부터 개발·운영하고 있으며, 2019년 자료 수집 당시 서울시를 비롯한 80여개 지방자치단체의 스마트폰 기반 지역건강 모니터링 시스템을 구축하고 구성원들의 건강 증진을 위한 프로그램에 활용되었다. 본 연구자가 속한 서울대 건축학과 도시건축보존계획 연구실은 10여년간 통행일지, GPS 장착식 기기, 그리고 스마트폰에 이르기까지 도시 보행을 탐구하는 일련의 발전 과정에서 해당 앱 운영사, 그리고 서울시 건강증진과와 활발한 연구 협력을 이루어왔다. 특히, 본 연구자는 2019년부터 2020년까지 앱 운영사의 외부 연구원으로 워크온 앱의 서비스 기획개발 및 데이터 분석에 기여하면서, 앱의 작동 알고리즘과 결과물이 국제 공중보건 기준에 부합하고 시민의 건강 증진에 도움이 되도록 많은 노력을 기울인 바 있다. 본 연구에 활용된 원자료는 도시건축보존계획 연구실과 스왈라비㈜ 사이의 연구협약을 통해 제공받았으며, 본 연구의 학술적 목적에 한해서만 활용을 허가받았다.

각각의 스마트폰 운영체제는 신체활동 식별 기술(Human activity recognition; HAR)을 바탕으로 사용자의 신체활동 데이터베이스를 구축하고

있으며, 워크온 앱은 사용자의 동의를 받아 각 운영체제로부터 신체활동 데이터를 호출하여 서비스하고 있다. 본 연구를 위해 제공받은 스마트폰 보행 데이터는 이러한 과정을 통해 수집된 자료이기 때문에, 본 연구 자료의 기술적 수준과 정확도는 각 스마트폰 운영체제의 신체활동 식별 기술로 수집된 자료와 동일하다. 본 연구와 관련 있는 스마트폰 신체활동 식별 기술의 정확도는 크게 세 가지, 신체활동 종류 식별, 보행활동 지표 측정, GPS 위치 경로 파악 단계로 나누어 볼 수 있다. 우선 스마트폰 신체활동 데이터가 신체활동 종류를 식별하는 정확도를 산출한 결과, F-score 95.95%, generalized F-score 96.26%로 실제 적용가능한 수준으로 알려져 있다(Chen & Shen, 2017). 스마트폰으로 보행활동을 측정한 결과와 기존 만보기 및 가속도기를 사용하여 보행을 측정한 결과를 비교한 연구들도 발표되었다. 여러 테스트 결과, 20걸음 테스트, 계단 걷기, 트레드밀 걷기, 일상생활 내 보행 모두 유의미한 차이를 보이지 않으며, 오히려 느린 속도로 걷는 경우는 기존 만보기에서 측정이 다소 어려웠으나 스마트폰은 더 정확하게 식별해낸다는 결과가 있다(Orr et al., 2015; Presset et al., 2018). 스마트폰의 GPS의 해상도는 민간 상용 GPS 기기의 평균적 수준과 비슷한 7~10m 오차 반경을 가지는데, Wi-Fi와 GSM 통신 등 보완적인 위치측정 관련 시스템이 작동할 수 있는 도시 환경에서 정확도가 더 증가한다(Merry & Bettinger, 2019; Oshin et al., 2012). 다만 스마트폰의 기종이 다양하고 사용자가 처한 측정 조건이 상이하기 때문에 모든 보행 자료에 대하여 동일한 신뢰수준을 보장할 수는 없다. 정리하자면, 본 연구의 스마트폰 보행 데이터는 신체활동을 식별하고 보행활동을 측정하며 위치경로를 파악하는데 있어 기존 측정 기기들과 큰 차이가 없으며 앞으로 가능성이 높은 자료로 기대를 모으고 있다.

1.4. 논문의 구성

본 연구는 스마트폰 신체활동 데이터를 활용하여 10분 이상 중강도 이상의 보행, 이른바 '건강보행' 측면에서 공원에서의 보행 활동과 보행 공간을 탐구한다. 이 연구의 목적은 건강보행 관점에서 개별 공원의 보행 수준을 산출하고, 이로부터 지역 내 공원들의 건강보행 유형을 분류하며, 공원에서 건강보행이 나타나는 공간적 분포 특성을 살펴보는데 있다.

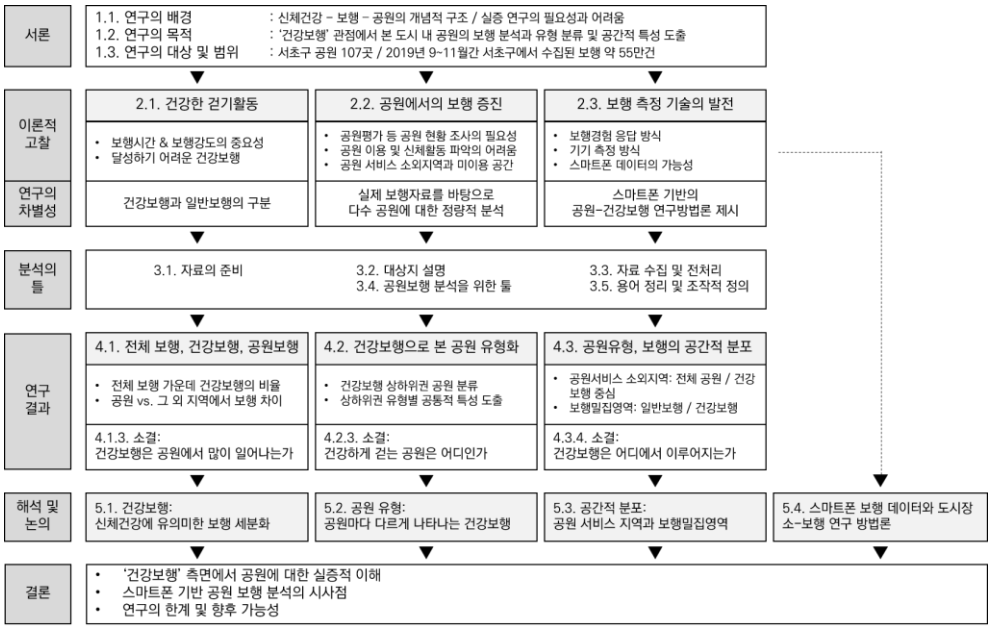


그림 2 논문의 구조

본 논문은 총 여섯 장으로 구성되어 있으며, 서론과 이론적 고찰을 거쳐 공원보행 분석을 위한 방법론을 제시하고, 이 방법론을 토대로 건강보

행과 공원에 관한 세 가지 연구질문을 차례로 탐구하며, 도출된 연구결과에 대한 해석 및 논의를 거쳐 결론에 이른다(그림 2).

1장 서론은 본 연구의 배경과 목적 등 전반적인 개요를 설명한다. 신체활동 증진에 관한 건강 도시라는 도시계획과 보건의료 학제간 논의 가운데, 공원에서의 보행에 특히 주목하고 있는 이론적 배경을 고찰하면서 본 연구의 위치와 필요성을 역설한다.

2장 이론적 배경 및 선행연구 고찰에서는 신체건강 측면에서 권장되는 건강한 보행의 기준으로, 보행시간과 보행강도라는 두 가지 핵심적인 지표를 설명한다. 그리고 신체활동을 유발할 수 있는 여러 도시장소 중 공원시설에 주목하여, 여러 선행연구들이 언급했던 공원에서의 보행 및 신체활동을 조사해야 할 당위성, 그리고 그 과정의 어려움에 대해서 고찰한다. 나아가 보행 측정 기술과 데이터의 발전을 살펴보면서, 새롭게 각광받고 있는 스마트폰 신체활동 데이터를 바탕으로 공원보행을 분석할 수 있는 가능성에 대해 고찰한다.

3장 공원보행 분석 방법론에선, 본 연구 자료로 제공된 스마트폰 신체활동 데이터에 대해 소개하고, 이 데이터로부터 보행 지표를 산출하여 건강보행과 공원 경유 여부를 식별할 수 있는 방법론을 설명한다.

4장에서는 건강보행 관점의 공원을 탐구하고자 하는 본 연구의 목적을 위해, 세 가지 연구질문을 던지며 이에 대한 각각의 연구결과를 설명한다.

연구질문 1) 공원에서 일어난 보행과 그렇지 않은 보행을 비교할 때 건강보행의 측면에서 지표상 차이가 존재하는가?

4.1. 전체 보행, 건강보행, 공원보행에서 첫번째 연구질문에 답하기 위

하여 공원에서의 보행 활동과 공원이 아닌 곳에서의 보행 활동을 나누어 두 집단의 보행지표상 차이를 비교한다. 특히 건강한 신체활동을 위한 국제 권장기준에서 제시하는 1회 10분 이상의 중강도 이상 보행활동이라는 기준에 비추어 보행시간과 보행강도 측면에서 공원보행과 비공원보행의 차이를 밝힌다.

연구질문 2) 공원별 보행지표를 산출하고 건강보행 수준을 비교하여 공원의 유형을 분류할 수 있는가?

4.2. 건강보행 양상으로 본 공원 유형화에서는 공원별로 서로 다르게 나타난 공원보행의 양상을 주목한다. 개별 공원에서 일어난 공원보행을 바탕으로 공원들의 건강보행 수준을 비교할 수 있다. 특히 지역 내 공원 계획의 차원에서 다수의 공원을 실증적으로 평가하는 것은 중요하며, 이를 바탕으로 서초구 내에서 더 건강하게 걷는 공원 유형과 그렇지 않은 공원 유형을 찾아낼 수 있을 것이라 기대된다.

연구질문 3) 건강보행의 공간적 분포를 통해 살펴본 권역별 공원 서비스 소외지역 및 공원의 보행밀집영역은 어떠한가?

4.3. 공원 유형과 건강보행의 공간적 분포에서는 권역별 분포와 개별 공원에서의 건강보행 분포를 다룬다. 공원에 관한 도시계획에서는 실질적인 공원 이용을 증진하기 위해 보행가능거리 내에 공원 서비스가 공급되지 않는 지역을 줄이고, 각 공원에서도 이용되지 않는 공간을 활용하고자 노력하고 있다. 이 장에서는 건강보행의 공원 유형을 고려할 때 이러한 공원 서비스 소외지역의 권역별 분포 양상을 확인한다. 이후 각 유형의 개별 공원으로 스케일을 좁혀, 공원에서 일반적인 보행과 건강보행이 밀집되는 보행밀집영역과 그렇지 않은 영역을 시각화한다. 스마트폰 보행 데이터가

갖고 있는 경로 정보를 활용하여 공원 내외부에서 보행의 공간적 분포를 시각화하고 밀집된 영역을 도출함으로써 공원과 보행에 관한 도시공간적 이해를 높이고자 한다.

5장 해석 및 논의에서는 선행연구와 비교하여 본 연구에서 새롭게 알 수 있었던 결과를 바탕으로 공원에 대한 논의를 심화한다. 일반적인 보행에서 건강보행을 세분화하는 것의 의미, 건강보행이 자주 일어나는 공원과 그렇지 않은 공원이 갖고 있는 특징, 공원보행의 공간적 분포를 바탕으로 도시계획 측면의 활용 방안, 스마트폰을 이용한 도시장소의 보행 연구방법론 등의 주제를 가지고 본 연구가 제시한 결과를 해석하고 가능성을 논한다.

6장은 본 연구의 종합적인 결론으로, 본 연구의 의의와 한계, 앞으로 필요한 후속 연구의 주제 등에 관하여 정리하며 마무리한다.

제 2 장 이론적 배경 및 선행연구 고찰

2.1. 건강한 걷기 활동

공원 등 도시장소에서 일어나는 보행의 신체건강 측면의 긍정적 영향을 살펴보기 위하여 먼저 전반적인 보행 가운데 ‘건강한 걷기 활동’에 관한 보건의료 분야의 기준을 살펴볼 필요가 있다. 운동을 통한 심폐기능, 근력, 근지구력 등 신체기능의 향상 효과를 가져오기 위해서는 일정 수준 이상의 보행을 달성할 필요가 있다. 보행시 운동 수준을 가늠할 수 있는 지표와 기준에 관한 선행연구들의 발견은 보행 수집 기술의 발전과 함께 ‘건강한 보행’에 대한 정량적 접근을 가능케 했다.

유엔(UN)은 만성비감염성질환을 인류의 건강과 삶의 질 향상, 경제적 발전에 큰 위협으로 규정하고, 이에 대한 국제적 대응책에서 ‘신체활동 부족’을 주요 개선 목표 중 하나로 제시하고 있다(United Nations, 2011; WHO, 2013). 신체활동이 부족한 사람은 활동량이 충분한 사람에 비해 사망위험이 20~30% 높고, 전세계 인구가 신체활동량을 늘린다면 연간 500만명 이상의 사망자를 줄일 수 있다(I.-M. Lee et al., 2012; Sallis et al., 2020). 세계보건기구는 전세계 신체활동 부족 인구 비율을 2025년까지 약 10% 감소시키는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위한 국제적 권장 기준(Global Recommendations of Physical Activity for Health)에 따르면, 18세 이상 성인의 경우 최소한 매주 150분 이상의 중강도 신체활동 혹은 75분 이상의 고강도 신체활동을 실시하여야 하며, 1회의 신체활동은 최소 10분 이상의 지속시간을 갖고, 중강도 이상의 신체활동을 할 때 부가적인 건강 효과를 얻을

수 있다(R. S. Reis et al., 2016). 보행은 대부분의 사람들이 일상생활에서 쉽게 할 수 있는 보편적인 신체활동으로, 시민의 건강 증진을 위해 걷기 운동을 이용하려는 시도들이 이어져왔다. 하지만 짧은 거리의 이동이나 느긋한 산책과 같은 보행 활동의 경우 심폐기능을 활성화하는 유산소 운동 효과는 부족하기 때문에 건강과 신체활동 목적의 걷기는 보다 더 긴 시간과 높은 강도로 수행하도록 권장되었다.

Global Recommendations of Physical Activity for Health (WHO, 2020)

1. Adults aged 18–64 should do at least 150 minutes of moderate-intensity aerobic physical activity throughout the week or do at least 75 minutes of vigorous-intensity aerobic physical activity throughout the week or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity activity.
2. Aerobic activity should be performed in bouts of at least 10 minutes duration.
3. For additional health benefits, adults should increase their moderate-intensity aerobic physical activity to 300 minutes per week, or engage in 150 minutes of vigorous-intensity aerobic physical activity per week, or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity activity.
4. Muscle-strengthening activities should be done involving major muscle groups on 2 or more days a week.

1회의 신체활동 시 지속시간(duration)과 활동강도(intensity)는 가장 핵심적인 변수이며(I.-M. Lee et al., 1995; Schnohr et al., 2000), 신체활동의 종류와 조건에 따라 최적의 시간과 강도에 대한 여러 논의들은 오늘날 신체활동 권장 기준을 제시하는데 기여하였다(Blair et al., 2004; Pate et al., 1995). 지속시간과 활동강도 중 어떤 지표가 건강 측면에서 더 큰 효과를 갖는지에 관한 논의의 여지는 남아있으나, 두 지표 모두 신체활동의 건강 증진 효과

를 가져오는 영향요인이라는 점에는 이견이 없다(Schnohr et al., 2007).

1회의 보행활동시 지속시간과 활동강도(이하 보행시간과 보행강도), 이 2가지 지표가 건강 측면의 보행 활동을 조사하기 위한 핵심적인 기준으로 쓰이는 사례는 세계보건기구의 국제신체활동 설문에서 찾을 수 있다(WHO, 2012). 이 설문에서는 응답자가 수행한 보행 중 최소 10분 이상의 지속시간을 갖는 활동만 질문하며, 이러한 보행 중에서 빠르게 걷기와 같이 호흡과 심장박동이 증가하는 중강도 이상의 활동을 수행하였는지 묻고 있다. 이어서 최소 10분 이상, 중강도 이상의 걷기활동이 하루 동안/일주일 동안 수행된 총 횟수와 총 시간을 조사하도록 구성되어 있다. 국제신체활동설문의 문항은 각국의 보건당국에서 도시의 보행을 포함한 다양한 신체활동 행태를 조사할 수 있는 가이드라인 역할을 하고 있다(Bryan & Katzmarzyk, 2009; Eyler et al., 2003b; J. P. Reis et al., 2008).

보행시간과 보행강도는 보행을 할 때 신체에서 소모되는 에너지와 직접적인 연관이 있다. 칼로리 단위로 표현되는 에너지 소비량은 신체활동의 운동 수준을 말할 때 친숙한 지표이다. 신체활동 시 에너지 소비량(energy expenditure of physical activity or exercise; EEPA)을 계산하는 산식은 아래 수식 1과 같은데, 여기서도 지속시간과 활동강도는 직접적인 변인으로 작용한다. 활동강도의 높고 낮은 정도는 신진대사 해당치(metabolic equivalent of task; MET) 값으로 산식에 적용되며, 이 때 신진대사 해당치는 '휴식시 시간당 산소 소모량 대비 특정 신체활동시 시간당 산소 소모량의 비율'을 말한다. 신진대사 해당치 값에 따라 MET 3.0 이하의 신체활동은 저강도(light), MET 3.0 ~ 6.0 사이의 신체활동은 중강도(moderate), MET 6.0 이상의 신체활동은 고강도(vigorous)로 나누어진다. 즉, 보행의 에너지 소비량을 증가시키

기 위해서는 중강도 이상의 걷기운동을 하여 신진대사 해당치 값을 증가시키거나, 보행의 지속시간을 늘리는 방법이 가능하다.

수식 1 신체활동의 에너지 소비 계산식 (EEPA)

$$EEPA = Duration * MET * 3.5 * Bodyweight/200$$

보행시간과 보행강도는 어떻게 측정할 수 있을까? 특히 보행강도는 일반인에게 익숙치 않은 지표일 수 있다. 지역사회 건강조사와 같이 일반인을 대상으로 하는 설문문항에서는 '빠르게 걷기', '숨이 가쁜 정도로 걷기', '대화가 힘들 정도로 걷기' 등 높은 강도의 보행을 설명하는 표현들을 접할 수 있고, 보행 측정기기를 활용하는 정량연구에서는 보행강도를 판단하기 위해서 1분당 걸음수를 측정한다(Miller et al., 2010). 다양한 신체활동의 강도와 신진대사량을 알기 위해 여러 실험들의 결과를 바탕으로 'The Compendium of Physical Activities'라는 공통의 기준이 마련되었고(Ainsworth et al., 2011; Hills et al., 2014), 보행의 경우는 가속도기를 이용하여 보행시간과 1분당 걸음수를 측정한 결과들이 종합되었다(Brooks et al., 2005; Miller et al., 2010).

표 1에서 볼 수 있듯이, 단단한 표면의 평지에서 시속 2마일의 느린 속도로 걸을 경우 MET 2.8에 해당하는 저강도 신체활동이고, 동일한 지형에서 시속 2.8~3.2마일의 보통 속도로 걷는 경우 MET 3.5의 중강도 보행활동, 시속 4.5마일의 매우 빠른 걸음으로 걸을 경우 MET 7.0의 고강도 보행활동으로 분류된다. 건강 측면에서 중고강도 보행활동의 기여도가 큰 이유는 속도 대비 MET값 증가폭이 동일한 기울기의 일차함수 관계를 갖는

것이 아니라, 속도가 빠른 구간에서 MET값 증가폭이 급격하게 커지기 때문이다. 예를 들어, 65kg의 보행자가 시속 2마일의 속도로 10분간 걷는 경우 31.85kcal가 소모되는 반면, 10분간 시속 3.5마일의 속도로 걷는 경우 48.91kcal를 소모하며, 10분간 시속 5마일로 걷는 경우 94.41kcal의 에너지 소모가 나타난다. 속도가 1.5마일씩 증가할 때, 저강도에서 중강도 보행활동은 약 17kcal의 증가폭을 보인 반면, 중강도에서 고강도 보행활동은 약 45.5kcal의 증가폭으로 상당한 차이가 나타난다.

표 1 신진대사 해당치와 보행강도 (출처: The Compendium of Physical Activities)

2011 Compendium Code	Activity	Intensity	MET
17151	walking, less than 2.0 mph, level, strolling, very slow	Light	2.0
17152	walking, 2.0 mph, level, slow pace, firm surface	Light	2.8
17170	walking, 2.5 mph, level, firm surface	Moderate	3.0
17190	walking, 2.8 to 3.2 mph, level, moderate pace, firm surface	Moderate	3.5
17200	walking, 3.5 mph, level, brisk, firm surface, walking for exercise	Moderate	4.3
17220	walking, 4.0 mph, level, firm surface, very brisk pace	Moderate	5.0
17230	walking, 4.5 mph, level, firm surface, very, very brisk	Vigorous	7.0
17231	walking, 5.0 mph, level, firm surface	Vigorous	8.3

본 연구에서 주목하는 건강보행이 실질적으로 얼마나 수행되는지 보행과 관련한 선행연구 결과들을 통해 가늠할 수 있다. 미국 질병관리본부(CDC)에 따르면, 최근 1주일 간 10분 이상의 보행활동을 1회 이상 수행했다고 답한 사람은 전체 응답자의 61.7%이고, 이러한 보행자들은 비보행자에 비해 신체활동 권장기준(1주일 150분 이상의 중강도 신체활동)을 달성

하는 비율이 약 3배 가량 높았다(Centers for Disease Control and Prevention, 2012). 일상 내에서 보행이 주된 신체활동을 차지하는 사람은 전체 응답자의 38.6%이며, 이중 절반이 넘는 약 22.2%는 오직 보행이 유일한 신체활동 수단이었다. 1주일 중 10분 이상의 보행활동의 횟수는 평균 2.9회, 보행 1회당 지속시간은 평균 34.5분을 기록하였다(Rafferty et al., 2002). 여러 측정 실험들에서 중강도 이상의 보행강도를 기록하는 1분당 걸음수에 대한 연구가 이어졌고 대체적으로 1분당 100걸음 이상의 페이스로 걷는 '시속 3.5마일 이상의 빠른 걸음 (brisk walking)'일 때 중강도 보행에 해당한다는 결론에 이르렀다(Abel et al., 2011; Slaght et al., 2017; Tudor-Locke & Rowe, 2012). 최근 1주일 간 중강도 이상의 보행활동을 1회 이상 수행했다고 답한 사람은 전체 응답자 중 25.6%에 해당하였다. 보행시간과 보행강도를 종합하여 건강보행, 즉 10분 이상 중강도 이상의 보행활동을 하루 30분 이상 주 5회 이상 권장기준을 달성한 인구집단은 전체의 6.4%에 불과하였다(Centers for Disease Control and Prevention, 2000).

정리하면, 건강한 보행을 좌우하는 주요 요인은 보행시간과 보행강도이며, 이는 보행을 통한 에너지 소비량과 직접적인 연관이 있다. 세계보건기구의 국제적 신체활동 권장 기준에 따르면, 1회 보행시 최소 10분 이상 지속할 것과 함께 주 150분 이상 중강도 이상 신체활동을 필수적으로 충족할 것을 권장하고 있다. 이에 따라 10분 이상의 지속시간과 중강도 이상의 강도를 갖는 보행을 할 수 있는 기회를 자주 갖는 것이 중요하며, 이는 곧 신체활동 에너지 소비량을 증가시키는 신체적 효과로 이어진다. 따라서 보건분야에서는 건강보행의 빈도를 늘리고, 보행을 통한 에너지 소비 총량을 증가시키는 전략을 꾀하고 있다(I. Lee & Buchner, 2008; Ogilvie et al., 2007;

Williams et al., 2008). 하지만 신체건강 효과를 얻기 위한 건강보행의 기준이 상당히 높기 때문에 일상적인 걷기에서 이를 달성하는 비율은 5% 남짓에 불과한 것이 현실이다.

2.2. 신체활동 증진과 공원 보행 연구

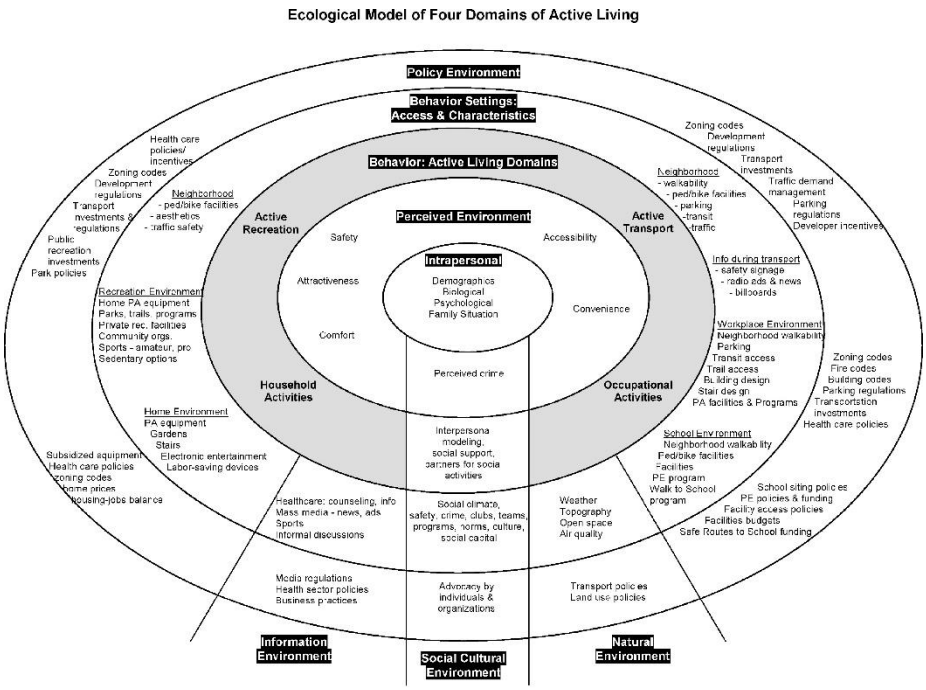


그림 3 Ecological model of four domains of Active Living (Sallis et al., 2006)

물리적 도시 환경은 신체활동에 영향을 미치는 주요한 환경 요소 중 하나이다(Sallis et al., 2020; Smith et al., 2017; Wang et al., 2016). 그림 3의 건강·생태학적 모형은 사람들의 행태의 조건으로서 물리적 도시 환경을 구조화한다. 환경적 조건은 근린 환경, 여가 환경, 업무 환경, 주거 환경, 학교 환경 등 다양한 공간환경으로 구성되며, 각기 다른 시설물이나 오픈스페이스에서 나타나는 여러가지 신체 활동들의 공간적 배경을 제공한다(Sallis et al., 2006). 특히, 개인의 노력이나 의지와 관계없이, 물리적 도시 환경 요인은 개인의 거주지나 생활권 차이에 의존적이라는 점에서 공공부문 개입의

필요성이 제기된다(Chatman, 2009; Giles-Corti et al., 2013; R. S. Reis et al., 2016). 따라서 인구 전반의 신체활동 증진을 꾀하는 도시 환경을 조성하기 위한 공공의 역할은 공중보건과 도시계획 분야 공동의 과제로 대두되었다(Dunn et al., 2001; R. S. Reis et al., 2016).

공원은 다양한 종류의 신체활동이 가능할 뿐 아니라, 정서적 안정과 사회적 관계 형성에도 많은 도움을 줄 수 있다(Bedimo-Rung et al., 2005; Cohen et al., 2007; Dadvand et al., 2016; Dewulf et al., 2016; Li et al., 2019; Owen et al., 2004). 도시계획 분야에서는 공원 및 녹지공간을 공급하고 관리하려는 노력을(Chiesura, 2004; Veitch et al., 2012), 보건 분야는 지역사회 건강정책 등에서 걷기나 운동을 할 수 있는 장소로 공원을 주목해 왔다(Bedimo-Rung et al., 2005; Besenyi et al., 2020; James et al., 2019; Slater et al., 2020). 그 결과 많은 연구와 정책 사례들은 공원의 신체활동 증진 효과를 제시하고 공원의 양적 공급과 질적 개선을 위한 공공 예산의 투입을 역설했다(Cohen et al., 2007, 2010; Kaczynski et al., 2008; Veitch et al., 2012).

도시공원은 신체활동 증진을 위해 활용할 수 있는 공공의 자원으로, 여러 도시와 국가기관들은 공원을 형평성있게 효과적으로 활용하기 위하여 보유한 공원들을 평가하고 있다(Chiesura, 2004; Sugiyama et al., 2008; Zhang et al., 2021). 표 2와 같이, 미국 Trust for Public Land의 Park Score는 100개 도시의 공공공원을 대상으로 각 도시의 공원 점수를 산출하며, 이 때 공원 접근성, 공원 면적, 공원 예산, 공원 내부 시설, 공원 분포 형평성 등의 다섯가지 지표를 바탕으로 한다. 영국 정부의 National Park Assessment는 지방정부를 대상으로 한 설문조사 방식으로 공원을 평가한다. 이 설문에서는 공원의 미래 전망, 자연보전, 공공서비스, 지속가능한 개발, 예산 및 자

원의 활용, 리더십 등을 조사하며, 국가와 지방정부 단계의 공원계획을 수립하는데 근거자료로 활용된다. 일본의 공원평가는 공원의 성격에 따라 자연 보전을 위한 공원, 도시 매력을 위한 공원, 지역 시민활동을 위한 공원 등 세 가지 유형으로 분류하고 각각의 평가 지표를 달리 두고 있다.

표 2 해외의 공원 평가 체계

평가 체계	기관/조직	국가	대상지	방법	평가항목
Park Score	The Trust for Public Land	미국	미국 100 개 도시	GIS 분석	①Access ②Acreage ③Amenities ④Investment ⑤Equity
National Park Assessment	Government of UK	영국	영국 내 공공공원	방문자 설문	①Future vision ②Nature ③Public service ④Sustainability ⑤Investment ⑥Leadership
Tokyo Park Management	Tokyo Metropolitan Government	일본	도쿄도 소재 공공공원	지자체 설문	①Nature ②Public service ③Locality

하지만 대부분의 국가에서 공원 현황을 파악하기 위해 노력을 기울이고 있음에도 불구하고, 실질적인 공원 이용 및 활동 실태를 확인하는데 조사방법 측면에서 많은 어려움을 겪고 있다. 공원에서 일어나는 사람들의 활동을 알 수 있다면 보다 효과적인 공원 계획과 설계가 가능해진다. 예를 들어, 사람들이 잘 쓰지 않는 공원에 대하여 활용성을 높이기 위한 개선 및 정비사업을 실시하거나, 공원영역 내에서 인적이 드문 공간을 파악하여 공원 시설물 등을 설치하여 안전성을 높이고 공간 활용을 유도할 수 있다.

하지만 실질적인 공원 활동을 알기 어렵기 때문에, 차선책으로 공원 서비스 지역과 같이 공원 활동의 가능성을 파악하는 간접적 지표들을 이용하고 있다.

한국은 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률[①]과 공원녹지 기본계획에 의거하여 공원녹지 기본조사 등을 통해 공원의 현황을 파악하고 있으며, 주로 공원 용지의 확보 차원에서 공원녹지비율, 시민 1인당 공원 면적, 공원 서비스 소외지역 등을 조사하고, 공원 내부 환경 관리를 위해 시설물의 설치 여부, 수목의 종류와 숫자, 이용 만족도 등을 집계하고 있다. 다른 많은 도시들이 겪고 있듯 공원 이용 측면에서 실질적인 신체활동의 양상을 파악하는데 어려움이 있는 것은 사실이나, 이 가운데 공원 서비스 수준 분석을 통해 공원 서비스 소외지역을 도출하여 공원 이용에 어려움을 겪는 지역을 제시하는 것이 고무적이다. 공원 서비스 소외지역은 250m/500m 보행가능거리 반경 내에 접근가능한 공원의 존재 유무를 파악하는 것으로, 이에 나아가 실질적인 보행 행태를 반영하여 실증형 공원 서비스 소외지역을 찾을 수 있다면, 실제 공원 이용과 신체활동 양상을 파악하는 것이 가능해진다. 한편, 공원 내부 영역에서 사람들의 이용이 잘 이루어지지 않는 미이용 공간을 식별하는 일이 현재 공원계획의 시급한 과제 중 하나이다. 공원 관련 제도 논의에서 자주 언급되는 도시자연공원구역이나 장기 미집행 공원시설의 경우, 공원 목적 이외의 개발을 억제하기 위한 용도 지정의 계획목적으로 사용될 뿐, 공원환경은 미조성된 경우가 많아 실제 사람들이

① 국가법령정보센터 https://www.law.go.kr/법령/도시공원및녹지등에관한법률 (접속일: 2022.05.26)

이용하기는 불가능한 공간이 대부분이다. 조성된 공원시설의 경우도 사람들의 이용이 이루어지지 않는 공간은 범죄 발생의 위험 등이 높으므로 이에 대한 조사 및 관리가 필요하다.

공원과 보행에 대한 학술연구에서도 공원이 가져오는 건강 증진의 효과를 파악하기 위해서 실질적인 신체활동의 양과 질적 수준을 조사하려는 시도가 있었다. 다만 국가나 공공기관에서 수행하는 공원 평가보다 예산과 비용 측면에서 더 제한적이기 마련인 소규모 연구에서는 공원에 대한 실증적 행태를 파악하는 방법을 시도하기 더욱 어렵다(Cohen et al., 2016). 대부분의 연구들은 설문조사나 물리적 환경조사로 대체하거나, 작은 크기의 대상지와 샘플을 선정하여 한정적인 행태 연구를 진행한다.

공원에서의 신체활동과 보행에 관한 실증 연구의 가치가 높았기 때문에 공원 대상지가 한정적이고 소수의 인구집단일지라도 꾸준히 연구결과가 발표되었고, 다양한 연구방법과 리뷰들을 통해 한정된 표본 크기를 극복하려는 노력이 이어졌다. 2000년대 전후의 초창기 연구는 단 24명의 공원 이용자를 대상으로 공원의 다양한 보행로와 아이들의 놀이 공간, 바베큐장 등에서 나타나는 신체활동을 탐구하거나(Holman et al., 1996), 아이가 있는 여성 49명을 선정하여 자녀와의 놀이 활동의 장으로 쓰이는 공원에 대한 탐색적 연구가 발표되었다(Evenson et al., 2002). 표본 크기를 증대시킬 수 없기 때문에 특정 성격을 지닌 인구집단을 대상으로 많은 연구가 진행되어, 아동과 성인 그룹에서 달리 나타나는 신체활동의 차이(Gearin & Kahle, 2006), 반려동물과 함께하는 인구군에서 나타나는 공원 보행 증가(Temple et al., 2011; Westgarth et al., 2014), 청소년기 여성에게서 나타나는 공원 놀이 활동(Lloyd et al., 2008; Ries et al., 2008) 등 특정 인구집단에 한정된

공원의 신체활동 증진 효과에 대한 지엽적 발견이 이어졌다.

다수의 학자간 협력을 통해 대규모 연구 네트워크도 이루어졌다. 2000년대 초기의 유명한 연구 Public Open Space Tool (POST)는 호주 Perth 지역에서 516곳의 공원과 1,803명의 거주민을 대상으로 하여, 약 28.8%의 응답자가 공원을 포함한 오픈스페이스에서 신체활동을 하며, 오픈스페이스에 대한 접근성, 매력도, 면적과 같은 요인들이 양호할수록 일주일 150분 이상의 충분한 신체활동을 달성하는 응답자 비율이 높다는 결과를 밝혔다 (Duncan et al., 2013; Giles-Corti et al., 2005). International Physical Activity and Environment Network(IPEN)는 2004년부터 세계 각국에서 17개 도시, 1만 4,000여명 이상의 대상자로부터 통행일지와 가속도기를 이용하여 신체활동을 수집하여 분석하였다. 대규모 다국적 건조환경을 대상으로 한 대규모 연구에서도 역시 공원에 대한 내용을 밝히고 있는데, 공원의 숫자와 근접성은 일주일 동안 권장되는 중강도 신체활동량, 매주 수행하는 총 보행시간과 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Sallis et al., 2020).

공원에서 사람들이 실제로 어떠한 신체활동을 수행하고 어떠한 보행행태를 보이는지에 관한 조사는 보다 나은 공원계획을 수립하는데 필수적인 근거를 제공할 수 있다. 다만, 기존의 조사 방법상 한계로 인해 공원의 행태 측면을 파악하고 비교하는 것이 어려웠고, 학계의 많은 연구는 소수의 특정 공원을 대상으로 한 부분적 발견들로부터 일반화된 지식을 생산하기 위해 노력해왔다. 이제 지역 내 다수의 공원들에서 보행을 관찰하고 비교분석할 수 있는 새로운 방법론이 필요한 시점이다.

2.3. 보행 활동 측정 기술의 발전

보행 활동을 조사하기 위한 기술의 발전은 기존 공원보행 연구가 가졌던 표본의 한계와 조사비용의 부담을 극복할 수 있을 것이라 기대를 모으고 있다. 현장에서 직접 관찰하는 것은 실제 행태를 조사하는 것이 가능했지만 상당한 시간과 노력을 요하는 방법이었고, 통행일지 조사 방법은 대상자의 기억과 응답에 의존하여 주관적일뿐 아니라 이 역시 조사에 소요되는 비용이 상당했다. 통행일지나 설문조사를 통해 대상자가 직접 보행 경험을 응답하던 방식(self-report)에서 나아가, 대상자에게 측정기기와 센서를 부착하여 보행 활동을 정량적으로 측정하는 방식(objectively-measured)이 가능해졌다(Ellis et al., 2014; Schuna et al., 2013). 가속도기, 위치측정 시스템 등을 이용하여 피험자가 미처 인지하지 못하거나 기억하지 못한 보행 활동들의 시작과 종료 시각, 경로 정보를 보완할 수 있었다(Frehlich et al., 2018). 실증적이고 정량적인 측정 방식의 발전은 다양한 분야의 국제적인 협력을 가능하게 하였다(Kang et al., 2018; Sallis et al., 2020). 한편, 스마트폰의 보급률이 높아지면서 스마트폰의 센서들이 수집한 보행 활동에 대한 관심도 증가했다(Bort-Roig et al., 2014). 오늘날 대부분의 스마트폰 이용자들이 걷기 등 자신의 건강을 기록하거나, 지도 서비스 등에서 걷기 경로에 도움을 받는 등 보행 데이터를 접하는 일이 익숙해졌다. 한국에서도 서울시를 비롯한 많은 보건소들이 스마트폰 앱을 통하여 지역민들의 걷기 실천율을 모니터링하고 걷기 동아리 등의 지역건강 사업에 활용하고 있다(Chung et al., 2019; Park et al., 2021).

보행 행태 연구방법의 전통적인 분류는 관찰, 시뮬레이션, 통행일지,

만족도 평가, 기기 관측으로 나눌 수 있다. 보행 행태 연구방법의 장단점을 살펴보면, 우선 관찰 기법을 이용한 보행 연구사례는 광장과 같은 도시 공간에서 비디오 촬영을 하여 객관적인 보행 관측 데이터를 구축한 전통적 방법(Whyte, 1980)에서 출발하여 보행 현장 조사(Gehl, 2013)와 같은 방식으로 발전하였으나 지나치게 많은 시간과 노력이 들고 대상지 이외의 범위에서 일어나는 연속적 보행행태를 확인할 수 없다는 단점이 있다. 통행일지 조사는 국가기관에서 시행하는 가장 대표적인 보행 수집 방법으로, 국제신체활동설문, 가구통행실태조사, 지역사회건강조사 등 직접 설문응답을 통해 과거의 통행 기록을 수집하는 방식이다. 하지만 응답자의 주관적 기억에 의존해야 하고 많은 비용에 비해 얻을 수 있는 데이터의 양이 적다는 한계가 있다. 보행 만족도 조사 역시 실증적인 보행 행태보다는 인지적 측면, 심리적 측면의 자료를 수집한다는 단점이 있다. 이러한 주관적 방법의 한계를 극복하기 위해 대안으로 여겨지는 것이 기기측정 방식의 보행 자료 수집 방법이다.

공원에서의 보행을 연구하기 위해서는 어떠한 특징을 가진 보행 조사 방법이 필요할까? 첫째, 보행자의 개인 식별이 가능해야 한다. 예를 들면 Walk Score 같은 물리적 환경 기반의 보행지표를 도출하는 방식에서는 개개인의 보행자에 대해 알 수 없다는 단점이 있다. 둘째, 공원 영역 내에서 일어난 보행 경로를 식별할 수 있어야 한다. 특히 한뼘 공원 등 작은 공원부터 자연공원과 같은 대규모 공원도 존재하기 때문에 조사 가능한 공간 범위를 조절할 수 있어야 한다. 셋째, 공원 공간에 한정되는 것이 아니라 공원 이외의 지역에서의 보행 역시 조사할 필요가 있다. 공원에 대한 대조군으로서 비교가 가능하며, 공원 주변부 혹은 근린생활권과의 연계보행 역

시 연구가 필요한 주제이기 때문이다. 넷째, 보행의 시작부터 끝까지 공간적 경로를 알 수 있는 조사방법이 바람직하다. 유동인구조사나 공원 관찰조사의 경우, 관찰의 범위 내에서 이동한 보행만을 알 수 있을 뿐, 보행자가 어디서 출발하여 어디로 갔는지 알 수 없는 경우가 많다. 다섯째, 보행자의 주관적 응답에 의존하지 않고 객관성이 담보되어야 한다. 여섯째, 보행조사에서 시간적 제약을 받지 않는 것이 좋다. 이른 아침에 달리기를 하거나 공원에서 밤산책을 하는 사람들의 보행도 연구의 대상이기 때문이다. 일곱째, 조사 비용이 저렴해야 한다. 여덟째, 표본수를 증가시키는데 부담이 없어야 한다.

공원보행 연구가 필요로 하는 기준에 따라, 표 3에서 16가지의 보행조사 방법을 망라하고 각각의 방법이 가진 장단점을 체크하였다. 영상촬영관찰, 유동인구 조사, 보행 현장 조사, 보행환경행태조사 등 영상 녹화 혹은 조사원들의 관찰에 의해 보행을 조사하는 방식은 관찰 범위가 서초구 전반을 포괄하기 어렵고, 다수의 공원을 조사하는데 비용이 크게 소요되어 한계가 있었다. 통행 일지, 가구통행실태조사, 보행만족도 조사 등은 보행자의 주관적 응답에 의존하고, 보행의 경로를 알기 어렵다는 단점이 있었다. 여러 보행 조사 방법 가운데 스마트폰의 신체활동 측정 데이터가 공원 보행 분석에 필요한 조건들을 모두 충족시키고 있었다. 스마트폰은 기기의 보급률이 높아 매우 많은 대상자의 데이터를 동일 방식으로 수집할 수 있고, 정량적으로 측정되기 때문에 주관적 응답에 의한 오차가 없고 각 개인의 보행경로와 시종착점을 알 수 있으며, 조사 가능한 시공간적 범위를 다수의 공원 영역으로 설정하는데 있어서도 제약이 거의 없다는 장점이 있다.

표 3 공원보행 연구 차원에서 각종 보행 조사 방법의 장단점

조사 방법	조사 설명	개별 보행자 식별	대상지 범위 설정(공원 등)	대상지 이외 보행 조사	출발점/도착점/경로 식별	자료의 객관성	조사시간	조사비용	빅데이터 발전 가능성
영상촬영 관찰	비디오카메라를 설치하여 광장, 가로 등을 녹화 관찰	O	O	대상범위 외 공간 관찰 불가	O	O	야간 조사 제한	관찰지점 확보 및 장비, 인력 비용	영상관찰 지점과 범위가 제한적
유동인구조사	조사지점에 조사원을 배치하여 지나가는 보행자 수를 세는 조사	성연령별로 총계 처리	대규모 공간범위 조사 제한	대상범위 외 공간 관찰 불가	경로 식별 불가	O	1년 1회, 특정시간대 한정	조사인력 소요	조사횟수, 조사범위, 조사원 증대에 제한적
Walking Audit	조사원이 대상가로에서 직접 환경요소 평가	O	O	대상범위 외 공간 관찰 불가	경로 식별 불가	조사원 교육 필수	조사시간 한정	조사인력 소요	조사횟수, 조사범위, 조사원 증대에 제한적
보행환경행태조사	특정 구역의 모든 진입지점을 대상으로 녹화관찰하여, 출입하는 보행자 숫자를 조사	진출입 인원수만 산출	O	대상범위 외 공간 관찰 불가	경로 식별 불가	O	야간 조사 제한	관찰지점 확보 및 장비, 인력 비용	영상관찰 지점과 범위가 제한적
Risk Exposure	보행환경에 존재하는 잠재적 위험 요인 산출	보행자 식별 미실시	O	대상범위 외 공간 분석 미실시	보행경로 관찰 미실시	O	시간대별 차이 고려하지 않음	O	결과가 고정적인 자료
Pedestrian LOS	대상가로에서 1분당 보행가능한 도로 용량을 계산	보행자 식별 미실시	O	대상범위 외 공간 분석 미실시	보행경로 관찰 미실시	O	시간대별 차이 고려하지 않음	O	결과가 고정적인 자료
Travel diary	설문/일지의 형식으로 지난 과거에 응답자가 행한 통행기록을 조사	O	O	O	경로 식별 불가	주관적 응답 방식	O	응답자 모집, 교육 등 비용 소모	한정된 응답자 수
가구통행실태조사	교통수요를 파악하기 위하여 지난 1주일 간의 가구통행을 수집하는 전국 단위의 조사	원시자료에 한해서 부분적 가능	특정 장소에 대한 대상지 설정 불가	O	경로 식별 불가	주관적 응답 방식	O	전국단위 조사에 비용 소모	한정된 응답자 수

(다음 장에서 계속)

조사 방법	조사 설명	개별 보행자 식별	대상지 범위 설정(공원 등)	대상지 이외의 연계보행 조사	출발점/도착점/경로 식별	자료의 객관성	조사시간	조사비용	빅데이터 발전 가능성
보행만족도 조사	주거지역 인근 및 도심에서의 보행환경 만족도 설문결과를 점수화	원시자료에 한해서 부분적 가능	특정 장소에 대한 대상지 설정 불가	0	보행경로 관찰 미실시	주관적 응답 방식	시간대별 차이 고려하지 않음	조사인력, 조사비용 소요	한정된 응답자 수
Walk Score	보행가능거리 내에 존재하는 생활 목적 시설의 유무를 통해 점수화 평가	보행자 식별 미실시	0	0	보행경로 관찰 미실시	0	시간대별 차이 고려하지 않음	0	결과가 고정적인 자료
Making Walking Counts	전화응답 방식으로 보행 동기와 인식, 장애 및 증진 요인을 조사하여 도시간 비교 척도	0	0	0	경로 식별 불가	주관적 응답 방식	시간대별 차이 고려하지 않음	조사인력, 조사비용 소요	한정된 응답자 수
GPS logger	GPS 측정기기를 신체에 부착하여 보행 경로를 수집	0	0	0	0	0	0	피험자 모집, 교육과정과 측정체계 비용	보편적 측정장비가 아님
Accelerometer + Travel Diary	신체 움직임을 탐지하는 가속도기를 부착하고, 통행일지를 이용해 교차검증	0	0	0	0	0	0	피험자 모집, 교육과정과 측정체계 비용	보편적 측정장비가 아님
Smartphone Activity	스마트폰의 각종 센서를 이용하여 신체 움직임 및 보행 경로를 식별	0	0	0	0	0	0	0	0
Geo-tagged Social Media	지리정보가 담긴 소셜미디어 데이터를 활용하여 도시 장소 분석	0	0	보행여부 검증 불가	보행경로 식별 불가	주관적 자료	0	0	0
생활인구	기지국에 수집되는 스마트폰의 정보를 이용하여 지역 내 위치한 인구수를 추정	성연령별로 총계 처리	최소 집계구 단위에 한정	보행여부 검증 불가	보행경로 식별 불가	0	0	0	0

제 3 장 분석의 틀

3.1. 자료의 준비

본 연구는 지역 내 모든 공원에서 발생한 보행 활동을 바탕으로 건강 증진을 위한 보행 측면에서 대상지 공원들을 분석하고 공원 계획에의 시사점을 도출하고자 한다. 이를 위해 스마트폰 보행 데이터를 바탕으로 공원에서의 보행을 식별하고 각 공원에서 발생한 보행의 양, 시간, 강도, 에너지를 산출하고 경로를 시각화하여 각 공원의 특징을 살펴볼 수 있는 분석의 틀을 마련할 필요가 있다. 이를 위해 연구에 필요한 보행 데이터 수집 및 전처리 과정을 거친 후, 각 활동의 보행 지표를 산출하고 공원 경유 여부를 판단하여 연구에 필요한 자료를 준비한다.

본 연구에 필요한 두 종류의 핵심적인 연구자료는 스마트폰 보행 데이터, 공원 GIS 데이터로 나뉜다. 공원 GIS 데이터는 누구에게나 공개되어 있는 공공데이터로, 국토교통부가 국가공간정보포털 오픈마켓을 통해 공개하고 있는 도시계획시설 중 공간시설에 관한 자료이다. 도시계획시설 중 공간시설에는 공원을 비롯하여 녹지, 광장 등의 세부 분류를 포괄하고 있다. 자료 내의 공간시설 정보를 이용하여 서초구청 관할의 도시공원 130곳을 분류한 후, 대상지 답사 및 위성사진과 지도 스트리트뷰를 통한 확인 과정을 거쳐 보행 수집 시점에 이용가능했던 공원 107곳을 최종 대상지로 선별하였다. 대상지 공원들의 GIS 정보는 공원면적과 길이 등 해당 장소의 물리적 환경 정보를 제공할 뿐 아니라, 각 보행 활동의 공원 경유 여부를

판별하는 영역 기준으로 활용되었다. 스마트폰 보행 데이터는 타기관에서 기수집된 데이터를 요청하여 제공받은 데이터로, 원데이터는 스마트폰 앱 '워크온'을 통해 수집된 앱 사용자들의 신체활동 정보이다. 스마트폰 보행 원데이터를 제공받은 후, 본 연구에서는 보행의 강도, 신진대사 해당치, 에너지소비량 등의 각 보행의 정량적 지표를 산출하고, 각 보행의 공원 경유 여부를 판정하여 공원보행과 비공원보행을 구분하여 연구에 필요한 보행 데이터를 준비하였다.

3.2. 대상지 설명

연구대상지로 서울시에서 공원 면적이 가장 넓고 보행자가 많은 자치구인 서초구를 선정하였다. 따라서 대상지의 공원 현황이 다른 지역과 비교할 때 어떠한 특징을 갖고 있는지 살펴볼 필요가 있다. 서로 다른 도시 간 공원 공급 정도를 비교하기 위하여 일반적으로 '시민 1인당 공원면적'을 근거로 삼는다(G. Lee & Hong, 2013). 세계 주요 대도시와 서울의 공원 현황을 비교한 2015년의 서울정책아카이브의 공원녹지 자료[②]에 따르면, 서울의 1인당 공원면적은 16.4㎡로 뉴욕, 베이징과 비슷한 수준으로 평가한 바 있다. 본 연구에서는 서울정책아카이브의 방식을 참고하여 2021년 기준의 도시별 1인당 공원면적을 다시 산출하였다(표 4).

[②] 서울정책아카이브 https://seoulsolution.kr/ko/living-Infrastructure (접속일: 2022.01.21.)

표 4 세계 대도시의 1인당 공원면적 비교[③]

도시명	도시인구 (명)	총 도시면적 (km^2)	공원면적 (km^2)	도시 내 공원면적비율 (%)	인구 1 인당 공원면적 (m^2/person)
Tokyo	37,274,000	2194.0	80.09	3.65%	2.15
Shanghai	28,516,904	6340.0	23.01	0.36%	0.81
Beijing	21,333,332	16410.5	287.98	1.75%	13.50
Paris	11,142,303	105.4	31.28	29.68%	2.81
Seoul	9,975,709	605.2	168.20	27.79%	16.86
London	9,540,576	1572.0	286.83	18.25%	30.06
New York	8,177,020	783.8	113.00	14.42%	13.82
Singapore	6,039,577	728.6	47.26	6.49%	7.83
Melbourne	5,150,766	37.7	4.80	12.73%	0.93
Los Angeles	3,985,520	1290.6	145.69	11.29%	36.55
Berlin	3,570,750	891.8	25.90	2.90%	7.25

그 결과, 서울의 인구는 다소 감소하면서 인구 1인당 공원면적이 16.86m^2로 소폭 상승하였고, 뉴욕(13.82m^2)과 베이징(13.50m^2)은 서울보다 다소 적은 1인당 공원면적을 나타내었다. 1인당 공원면적이 높게 나타난 대도시는 런던(30.06m^2)과 로스엔젤레스(36.55m^2)가 있었고, 도쿄(2.15m^2), 상하이(0.81m^2), 파리(2.81m^2), 싱가포르(7.83m^2), 멜버른(0.93m^2), 베를린(7.25m^2) 등은 서울보다 적은 1인당 공원면적을 나타내었다. 인구를 고려하

[③] 서울정책아카이브 공원녹지 자료와 산출방식을 참고하여, 2021년 기준으로 각 도시의 지표를 직접 산출.

지 않는 전체 도시영역 내 공원면적비율을 살펴보아도 서울의 공원 조성 현황은 우수한 것으로 보인다. 서울의 도시 내 공원면적비율은 27.79%이며, 이는 파리(29.68%)를 제외한 모든 도시보다 앞서는 수치이다.

하지만 서울에 존재하는 넓은 산지와 개발제한구역들이 대부분 도시자연공원구역으로 지정되어 있지만 사람들의 공원 이용이 거의 불가능한 상태이며, 아직 공원으로 조성되지 않았지만 공원 통계에는 집계되는 미집행 공원용지도 다수 포함되어 있어, 실제 시민들이 이용하고 보행가능한 공원면적은 통계치보다 적다고 볼 필요가 있다. 즉, 현재 서울의 도시계획 개념에서 공원시설은 시민들의 휴식, 오락, 운동 및 신체활동 등으로 활용되는 공간시설과 무분별한 도시 개발을 제한하고 향후 공원으로 조성이 기대되는 공간영역을 통칭하고 있다. 따라서 시민의 실질적인 공원 이용에 주안점을 두는 자치구 단위 공원 현황조사에서는 공원시설의 세부분류 중 도시자연공원구역을 배제하고 근린공원, 어린이공원, 소공원 등 이용가능한 공원에 주목하는 경향이 있다. 나아가 면적뿐 아니라 공원의 공간적 분포 및 공원 서비스 소외지역 등을 분석하여 공원의 보행 접근성을 고려하기도 한다.

서울시 자치구 공원조성현황 자료[④]에 따르면, 2020년 기준 서울시의 전체 공원면적은 118,940.4㎡이며 자치구 1곳당 평균 6,625.9㎡의 공원면적을 나타내는데, 서초구는 15,072.6㎡의 공원면적을 갖추고 있고 이는 25곳의 자치구 중 가장 넓은 면적이다. 또한 서초구는 근린 내의 공원시설을

④ 서울데이터포털 https://data.seoul.go.kr/dataList/360/S/2/datasetView.do (접속일: 2022.02.01.)

꾸준히 공급해온 지역이기도 하다. 공원현황 통계가 처음 수립된 1993년 기록과 2020년의 기록을 비교해보면, 근린공원이 13곳 순증가(18개소 → 31개소), 어린이공원은 3개소 순증가(85개소 → 88개소)를 나타내었고, 신설된 유형인 소공원은 25곳이 순증가(0개소 → 25개소)하였다. 1990년대와 비교하여 2020년 서초구의 근린환경 내에 작은 규모의 여러 공원시설들의 공급이 이루어짐에 따라 시민들의 공원 접근성이 증대되고, 공원 서비스 소외지역이 줄어들었을 것이라 기대할 수 있다.

표 5 서초구 생활권계획의 공원 지표 현황

생활권	공원 서비스 소외지역	공원 공급 불균형	인구 천명당 공원면적(ha)	주민의견
반포잠원	신논현역 주변	부족	0.97	소규모 시설 필요
방배	거의 없음	충분	1.33	소규모 시설 필요
서초	교대역, 강남대로, 남부터미널역 주변	부족	0.79	중/소규모 시설 필요
양재내곡	거의 없음	충분	12.03	충분

2030 서울시 공원녹지 기본계획 및 서초구 생활권계획에서 서초구 공원의 서비스 소외지역과 공급 불균형, 주민 요구의견을 파악하고 있다. 표 5에서 볼 수 있듯이, 방배와 양재내곡 생활권의 공원공급은 서울시 평균 이상으로 충분한 반면, 반포잠원과 서초 생활권은 인구 1천명당 공원면적이 1ha 이하로 다소 부족하다. 주민들 의견에 따르면 양재내곡 생활권을 제외한 대부분의 생활권에서 공원시설 확충을 요구하고 있다. 공원 서비스

소외지역은 방배와 양재내곡 생활권의 경우 거의 발생하지 않았다. 반포잠원 생활권의 경우도 대부분 공원 서비스 소외지역이 아니었으나, 서초동과 인접한 신논현역 주변에서 소외지역이 일부 발생하는 모습이었다. 하지만 서초생활권의 경우 교대역 주변, 남부터미널역 주변, 강남대로 인근 서초2동 대부분이 공원 서비스 소외지역으로 도출되었다. 다만, 생활권계획에서 도출한 공원 서비스 소외지역 및 공원 공급 불균형은 실제 사람들의 이용은 어렵지만 개발행위를 제한하기 위해 지정한 도시자연공원구역을 포함하고 있어, 실질적인 공원 서비스를 살펴보는 본 연구의 취지와는 다소 차이가 있다.

생활권별 공원 현황 및 공원에서의 보행 양상은 지역의 사회경제적 수준과 관련이 있다. 지역의 사회경제적 요인과 공원보행 사이의 관계를 밝히는 것은 본 연구의 주제에서 다루고 있지 않지만, 연구대상지에 대한 이해를 돕기 위하여 서초구 지역 생활권들의 사회경제적 지표(socio-economic status)를 기술하고자 한다. 서초구는 크게 4개의 생활권으로 구성되어 있고, 통계청에서 제공하는 사회조사 자료에서 나타난 각 권역의 사회경제적 지표를 본 연구의 취지에 맞게 정리하였다.

가구가 거주하는 주택 형태(표 6)는 아파트가 약 55.4%의 다수 비율을 차지했다. 특히 1권역 반포잠원 생활권에서 아파트 거주 가구가 약 73.4%로 높게 나타났고, 2권역 방배 생활권은 약 38.7%로 비교적 낮게 나타났다. 2권역 방배 생활권은 단독가구(다가구 포함)가 서초구 평균보다 높게 나타났고, 3권역 서초 생활권은 기타(오피스텔, 상가 등) 유형이 서초구 평균에 비해 높은 비율을 차지했고, 4권역 양재내곡 생활권은 연립주택과 다세대주택의 비중이 서초구 평균보다 다소 높았다. 서초구에서 가구의 소득 수

준은 월 300만원 미만의 저소득층[5]이 약 14.8%, 월 300~900만원의 중산층이 약 78.2%, 월 900만원 이상의 고소득층은 약 7.1%의 분포를 보였다. 1권역 반포잠원 생활권에서 고소득층의 비율이 약 11.0%로 서초구 내에서 가장 높게 나타났으며, 2권역 방배 생활권과 3권역 서초 생활권은 비슷한 수준을 기록했고, 4권역 양재내곡 생활권에서 고소득층의 비율이 2.4%로 가장 낮게 나타났다.

표 6 서초구 생활권역별 사회조사 결과 (주택 및 소득)

사회조사 응답결과	전체	권역별			
	서초구	1 권역 반포잠원	2 권역 방배	3 권역 서초	4 권역 양재내곡
주택형태 (%)					
단독가구(다가구 포함)	17.7	13.5	26.5	10.5	21.7
아파트	55.4	73.4	38.7	58.0	46.8
연립주택	10.2	5.8	10.0	11.5	15.3
다세대주택	11.6	6.5	19.3	7.0	14.9
기타 (오피스텔, 상가 등)	5.0	0.9	5.4	13.0	1.3
월평균 가구 소득 (%)					
100 만원 미만	0.7	1.7	0.0	0.0	0.8
100-200 만원 미만	3.7	4.5	5.9	0.1	4.2
200-300 만원 미만	10.4	10.0	8.2	9.3	14.7
300-400 만원 미만	14.3	14.8	14.9	12.8	14.6
400-500 만원 미만	16.7	10.8	14.8	19.7	23.9
500-600 만원 미만	14.1	12.8	12.6	14.7	16.8
600-700 만원 미만	12.6	9.5	14.0	15.6	12.1
700-800 만원 미만	10.7	13.0	12.9	10.1	5.4

[5] OECD 기준에 따르면, 중산층은 중위소득의 75~200%의 소득을 가진 집단을 말한다. 2020년 기준 우리나라의 중위소득은 월 475만원으로 중산층의 범위는 월소득 356~950만원에 해당하는 가구가 중산층에 해당한다.

800-900 만원 미만	9.8	12.1	10.2	10.4	5.1
900-1,000 만원 미만	4.4	6.6	4.4	4.7	1.2
1,000 만원 이상	2.7	4.4	2.0	2.6	1.2

학력과 직업 부문의 응답을 살펴보면(표 7), 서초구는 절반 이상의 응답자가 대학교(4년제 이상)의 학력을 갖고 있고, 2권역 방배 생활권과 3권역 서초 생활권에서 4년제 대학교와 대학원 이상의 고학력 비율이 다소 높게 나타났다. 직업의 분포는 사무 종사자(23.7%), 주부(19.4%), 학생/재수생(12.7%), 판매 종사자(11.4%), 서비스 종사자(11.1%) 순으로 나타났다. 종사자의 지위 중 임금근로자의 경우 서초구 평균(71.6%)에 비해 1권역 반포잠원 생활권의 임금근로자 비율(67.1%)이 다소 낮게 나타난 반면, 고용원이 있는 자영업자는 서초구 평균(17.8%)에 비해 1권역 반포잠원 생활권((21.5%)이 높게 나타났다.

인구 및 가구부문의 조사 결과에 따르면(표 8), 서초구의 총 인구는 약 43만1천명, 1권역 반포잠원 생활권이 13.5만명으로 가장 많으며, 4권역 양재내곡 생활권이 8.7만명으로 가장 적다. 전 지역에서 모두 남성보다 여성의 숫자가 많게 나타났다. 배우자가 있는 인구는 서초구 평균 71.3%이며, 1/2/3권역 모두 비슷한 비율을 보이는데 비해 유독 4권역 양재내곡 생활권은 배우자가 있는 인구 비율(64.6%)이 타 지역에 비해 약 10% 정도 적었다.

종합해보면 서초구의 전반적인 경제적 지표는 서울시 내에서 상대적으로 높은 편에 속한다. 서초구 1, 2, 3권역은 모두 가구 소득수준이 높고 서초구에서 소득수준이 다소 낮은 4권역이라 할지라도 서울시 평균 및 대한민국 평균을 상회하는 수준에 해당한다. 1권역 반포잠원 생활권과 3권역 서초 생활권은 고층 아파트 거주비율이 높고, 2권역 방배 생활권과 4권역

양재내곡 생활권은 저층 저밀의 주거유형이 다소 높게 나타난다. 이는 앞서 살펴본 서초구 권역별 1인당 공원면적의 부족 생활권이 1권역과 3권역이었다는 점과 연결되는데, 고밀도의 주거 형태가 주를 이루는 생활권에서 1인당 공원면적이 부족한 경향으로 이어졌다고 볼 수 있다. 따라서 경제적 어려움을 겪거나 도시환경이 열악한 생활권에서의 공원과 건강보행의 주제를 다루기에는 서초구라는 대상지가 다소 적합하지 않을 수 있으나, 주거유형과 같은 몇몇 사회지표가 공원용지의 계획 및 조성에 영향을 미치고 나아가 거주민들이 갖는 공원에 대한 인식 및 이용행태 측면에서 연관이 있을 것이라 생각된다.

표 7 서초구 생활권역별 사회조사 결과 (학력 및 직업)

사회조사 응답결과	전체	권역별			
	서초구	1 권역 반포잠원	2 권역 방배	3 권역 서초	4 권역 양재내곡
학력 (%)					
무학(안 받았음)	0.3	0.1	0.2	0.1	0.9
초등학교	0.6	0.8	0.3	0.1	1.3
중학교	5.2	5.6	4.0	4.8	6.6
고등학교	24.6	27.7	27.8	15.6	26.3
대학(4 년제 미만)	14.1	14.0	9.5	17.0	16.5
대학교(4 년제 이상)	51.5	48.8	52.9	58.2	45.9
대학원 석사과정	3.1	2.8	4.0	3.1	2.4
대학원 박사과정	0.7	0.2	1.3	1.1	0.0
직업 (%)					
관리자	3.0	3.3	2.5	3.6	2.3
전문가 및 관련 종사자	10.2	9.6	11.8	14.6	4.1
사무 종사자	23.7	19.8	27.8	22.3	26.0
서비스 종사자	11.1	11.5	10.8	11.5	10.3
판매 종사자	11.4	11.9	11.3	10.9	11.3
농림,어업 숙련 종사자	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
기능원 및 관련 기능 종사자	1.6	1.9	1.8	1.3	1.1
장치,기계 조작 및 조립 종사자	1.3	2.1	0.9	0.2	1.6
단순노무 종사자	0.8	1.0	0.9	0.1	1.4
군인(직업군인)	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
학생/재수생	12.7	11.2	12.2	13.4	14.7
주부	19.4	21.6	15.6	18.4	22.0
무직	4.9	5.9	4.3	3.8	5.3
종사상의 지위 (%)					
임금근로자	71.6	67.1	75.3	71.6	73.2
고용원이 있는 자영업자	17.8	21.5	17.2	18.6	11.9
고용원이 없는 자영업자	8.3	8.7	5.7	7.0	13.5
무급가족종사자	2.3	2.7	1.8	2.8	1.4

표 8 서초구 생활권역별 사회조사 결과 (인구 및 가구구성)

사회조사 응답결과	전체	권역별			
	서초구	1 권역 반포잠원	2 권역 방배	3 권역 서초	4 권역 양재내곡
총 인구 (명)					
등록거주인구	431027	135727	105989	102193	87118
성별 (명)					
남성	206185	64548	49775	49464	42398
여성	224842	71179	56214	52729	44720
연령별 (명)					
0~9 세	36209	12227	7228	8021	8733
10~19 세	45948	17230	10877	10707	7134
20~29 세	56804	16599	14684	14410	11111
30~39 세	67336	19557	15843	16640	15296
40~49 세	78713	27496	17925	18458	14834
50~59 세	62676	19293	16447	14683	12253
60~69 세	46138	12858	12525	10616	10139
70~79 세	26278	7346	7374	6106	5452
80~89 세	8966	2525	2571	2091	1779
90~99 세	1757	508	471	413	365
100 세 이상	202	88	44	48	22
혼인상태 (%)					
미혼	22.5	20.7	21.3	23.1	26.0
배우자 있음	71.3	73.2	72.0	74.0	64.6
사별	4.0	3.3	4.1	1.8	7.3
이혼/별거	2.2	2.8	2.6	1.2	2.1
미취학 아동 유무 (%)					
있다	11.2	11.4	10.6	11.5	11.0
없다	88.8	88.6	89.4	88.5	89.0
초/중/고등 학생 여부 (%)					
있다	22.1	19.5	25.8	23.6	19.7
없다	77.9	80.5	74.2	76.4	80.3

3.3. 자료 수집 및 전처리

3.3.1. GIS 공원 시설 데이터

공원은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제2조 6호에서 정하고 있는 기반시설의 종류 중 공간시설의 일종에 해당한다. 도시관리계획에 의해 이러한 기반시설들을 도시계획시설로 결정할 수 있다. 도시계획시설 중 공간시설은 공원을 비롯하여 광장·녹지·유원지·공공공지 등을 포함한다.

도시계획정보체계(Urban Planning Information System, UPIS)를 통해 공원의 GIS 자료가 구축되어 공공에게 공개되고 있다. 본 연구에 필요한 서울시 서초구의 도시계획시설 중 공원과 관련한 자료를 구축하기 위해, 국가공간정보포털의 '공간시설(현황)' 데이터[⑥]를 이용하였다. 이 자료는 국토 전반의 공간시설의 지리정보를 포함하고 있으며, 이들은 각종 속성 코드 및 라벨로 분류되어 있다. 공원은 총 6종의 세부시설(코드)로 구성되어 있으며, 어린이공원(UQT210), 근린공원(UQT220), 도시자연공원(UQT230)[⑦], 묘지공원(UQT240), 체육공원(UQT250), 기타공원시설(UQT290) 등으로 분류된다. 각 공원시설은 고유의 관리번호를 갖고 있고 앞 5자리 숫자가 관할 행정기관을 의미하므로, 서초구청의 시군구코드에 해당하는 '11650'

---

⑥ **국토교통부** 국가공간정보포털 오픈마켓
http://data.nsdi.go.kr/dataset/12971 (**접속일**: 2021.11.27.)

⑦ 2009년 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률의 개정으로 종전의 도시자연공원은 폐지되었으므로, 용도구역인 도시자연공원구역으로 지정하거나 다른 도시계획시설로 변경 조치를 취해야 한다. 서초구 자료에는 도시자연공원은 존재하지 않으며, 현황자료의 분류기준 상 과거의 속성 코드가 남아있는 것으로 보인다.

의 관리번호를 가진 서초구청 관할의 공원용지 130곳을 추려낼 수 있었다. 130곳의 공원 용지들은 세부 분류에 따라 어린이공원 73곳, 근린공원 30곳, 도시자연공원구역 7곳, 묘지공원 1곳, 체육공원 1곳, 기타 18곳으로 확인되었다.

UPIS 공간시설 현황 자료에서 2019년 12월 기준 도시계획시설로 지정된 공원 용지를 확인할 수 있지만, 이것이 반드시 2019년 당시 보행 가능한 공원을 의미하는 것은 아니다. 재개발로 인해 철거가 되었으나 아직 도시계획시설 변경이 이루어지지 않은 경우, 도시계획시설로 지정되었으나 미집행 상태인 경우, 자연산림보호 등을 위해 보행 접근이 불가한 경우 등 여러가지 이유로 대상지에서 제외되어야 할 공원이 있었다. 이를 보완하기 위해 연구자료가 수집된 시기와 동일한 2019년 기준의 위성사진 및 다음 지도 로드뷰 서비스를 통해 공원의 실재 여부를 체크하였다. 그 결과, 방배 재건축 5구역 등 보행환경이 조성되지 않은 23곳의 공원용지를 분석대상에서 제외하여 총 107곳의 서초구 공원을 분석의 대상으로 선정하였다. 대상 공원들의 영역 분포(그림 4), 공원이 갖고 있는 GIS 정보(표 9)는 다음과 같다.

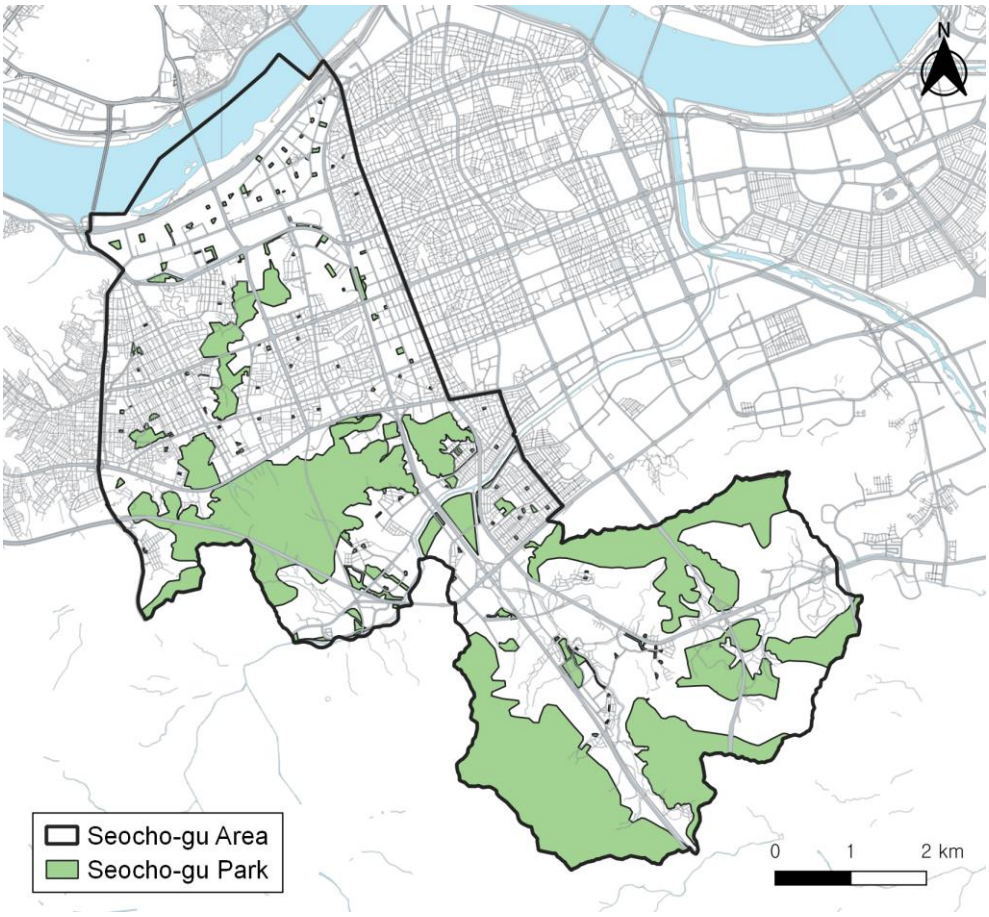


그림 4 서초구 공원 영역

표 9 서초구 공원 자료 예시

관리번호[8]	공원명[9]	속성코드	시설분류	면적 (m^2)	둘레 (m)
park330	서리풀공원	UQT290	기타공원시설	652804	8409
park212	말죽거리 공원	UQT290	기타공원시설	415201	4373
park314	방배근린공원	UQT290	기타공원시설	265020	2490
park133	양재시민의숲	UQT290	기타공원시설	182632	2091
park286	서울내곡공공주택지구 공원용지	UQT290	기타공원시설	118397	6295
park312	서초네이처힐 공원용지	UQT220	근린공원	98625	4565
park136	문화예술공원	UQT290	기타공원시설	74385	1268
park244	도구머리공원	UQT290	기타공원시설	70338	1390
park259	경부고속도로 옆 서초래미안 녹지	UQT220	근린공원	41438	1111
park260	양재 근린공원	UQT290	기타공원시설	32521	915
park208	청계산 도시자연공원	UQT240	묘지공원	27683	703
park211	송동 근린공원	UQT220	근린공원	27473	1223
park119	반포 근린공원	UQT290	기타공원시설	26092	1110
…	…	…	…	…	…

[8] 서초구 공원의 24자리의 관리번호 중 앞부분 21자리는 '11650UQ153PS201407214'로 모두 동일하게 반복되어, 표기상 편의를 위해 'park'로 축약하였다.

[9] 공원명칭은 원자료에 기록되어 있지 않아 검색이 가능한 지도상의 공원명칭 혹은 주변 지형물 명칭을 조사하여 기재하였다.

3.3.2. 스마트폰 보행 데이터

본 연구에서 사용한 스마트폰 앱 워크온은 사용자의 걷기 활동 데이터를 스마트폰 운영체제로부터 호출하여 수집한다.[10] 스마트폰에는 기기의 움직임을 탐지하기 위해 가속도, 위치 등을 측정할 수 있는 센서들이 내장되어 있고, Google Android, Apple iOS와 같은 스마트폰 운영체제는 센서들의 실시간 관측치를 바탕으로 기기 사용자의 신체 움직임을 포착하기 위한 알고리즘을 개발하여 그 결과물을 제공한다. 구글 지도 앱에서 타임라인이라는 서비스를 통해 위치 기록을 관리하거나, 애플 건강 앱에서 신체활동이나 심박수를 제공하는 것이 대표적인 사례이다. 스마트폰 앱 워크온은 사용자의 동의를 받아 각 운영체제로부터 식별된 신체활동과 위치 경로를 요청하여 걷기 활동 자료를 수집하였다. 따라서 본 연구 자료의 보행 식별을 위한 기술적 기준은 각 스마트폰 운영체제의 신체활동 식별 알고리즘과 동일하며, Android의 경우 Activity Recognition, iOS의 경우 HealthKit Core Motion의 기준을 따른다.

본 연구를 위해 2019년 9월 1일부터 11월 30일까지 서울시 서초구 내에서 기록된 모든 보행 활동 자료를 요청하였고, 22,744명의 보행 활동 550,234건의 자료를 전달받을 수 있었다. 계절적 요인이나 지역적 요인에 의한 영향을 최소화하기 위하여 동일 지역(서초구)에서 동일 기간(13주) 동안 수집된 보행 활동은 공원별 차이를 잘 설명할 수 있을 것이라 기대한

[10] 운영체제를 거치지 않고 기기 자체의 내장센서에 접근하여 앱 상에서 직접 신체활동을 식별하는 방식도 있으나, 개인건강정보에 관한 국제적 기준 변화에 알맞도록 스마트폰 운영체제로부터 데이터를 호출하는 방식을 택하고 있다.

다. 수집된 보행 활동은 사용자ID[11], 시작 시각과 종료 시각, 총 걸음 수, 20초 단위로 측정된 GPS 위치 좌표가 존재한다. 이로부터 활동 시간과 분당 걸음 수를 산출할 수 있다. 프로그래밍 언어 Python을 사용하여 다량의 보행 활동 데이터를 전처리하였고, 그 결과, 표 10과 같은 형태의 보행 활동 자료를 준비할 수 있었다.

표 10 스마트폰 보행 데이터 예시

구분	컬럼명 (단위)	데이터 예시
사용자 ID	uid	uid25434
걸음 수	step (n)	746
시작 시각	start time (unix epoch)	1574430477
종료 시각	end time (unix epoch)	1574431097
활동 시간	duration (minutes)	10.33
분당 걸음 수	cadence (step/min)	72.19
경로 좌표	path (latitude, longitude)	[(127.0107915, 37.5100321), (127.0110716, 37.5...

3.2.3. 자료의 한계

본 연구는 각 대상자의 보행 활동 기록 이외에 그 어떤 개인정보도 전달받지 않았으며, 그 어떤 대상자 개인정보를 역으로 특정하는 것이 불가능하도록 비식별 조치를 취했다. 사용자를 구분하기 위한 기존의 식별자를

[11] 개인 식별이 불가능하도록 가명처리된 사용자ID

삭제하고 임의로 부여된 새로운 식별자로 가명처리하는 비식별 조치가 완료된 자료를 데이터 소유권자(Swallaby, Inc.)로부터 연구목적으로 제공받았고, 비식별 처리된 식별자는 개인민감정보를 비롯한 그 어떤 자료와도 연결되지 않는다. 따라서 대상자를 특정하는 것이 불가능한 것은 물론, 대상자 집단에 관한 성연령별 구성과 거주지 분포, 사회경제적 수준에 대한 정보 역시 알 수 없다. 기기를 통해 수집된 보행 활동이 대상자들의 차이를 설명할 수 있는 유일한 자료이다.

한편, 스마트폰 기기와 앱이라는 수집 매체에 의한 한계도 존재한다. 연구에 사용된 헬스케어 앱 사용자들이 갖는 특수성으로 인해 인구 전반을 대표하지 못하고 데이터 스스로의 자기편향을 가질 위험이 있다. 예를 들어, 보건소 건강증진 프로그램에서 이 앱을 활용하기 때문에 주로 고령층이나 건강취약계층에서 과대표집되었을 가능성이 있다. 반대로 평소에 보행량이 많은 집단에서 걷기에 대한 관심이 더 높기 때문에 이 앱을 더 많이 사용할 가능성도 있다. 스마트폰 기종에 따라 측정 센서의 수준이 상이한 점도 자료의 한계에 해당한다.

3.4. 공원보행 분석을 위한 틀

3.4.1. 공원을 경유한 보행 식별

수집된 보행 활동 자료의 크기는 전체 22,744명의 550,234건으로 각 보행 단위는 대상자의 스마트폰으로부터 수집된 다수의 위치좌표를 경로 데이터로 저장하고 있다. 각각의 보행 활동에 담긴 위치좌표들이 서초구

공원영역 내부에 위치하는지 판별하는 과정을 거쳐, 서초구 공원 영역 내에 경로데이터가 존재하는 공원보행을 찾아낼 수 있었다. 그 결과, 전체 550,234건의 보행 활동 중 493,583건의 비공원보행과 56,651건의 공원보행을 구분하였다.

본 연구에서 특정 공원에서 발생한 보행 활동을 식별하기 위한 방법은 '다각형 내부의 점 판별(Point in Polygon problem)'이라는 기하학 문제와 관련이 있다. 이를 확인하는 대표적인 방법은 교차점 테스트라고 불리는 방법으로, 점으로부터 출발하여 다각형을 지나는 하나의 반직선을 만들었을 때 홀수개의 교차점을 갖는 경우 이 점은 다각형 내부에 위치함을 의미한다(그림 5). 특정 공원 영역 내에 보행경로가 위치했는지 여부를 테스트하기 위한 여러가지 알고리즘과 프로그래밍 코드를 검토한 결과, 본 연구의 GPS 데이터와 한국 규모의 공간범위에서는 프로그래밍 언어 Python에서 공간 분석에 주로 사용되는 matplotlib 라이브러리의 'contain_point' 함수가 가장 효율적이었다.

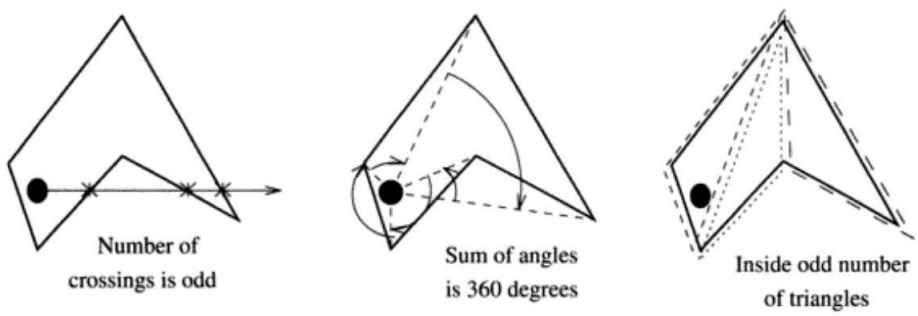


그림 5 Point-in-Polygon 식별 방법 (Haines, 1994)

통행일지 등 설문조사 방식의 연구에서는 보행의 목적지 혹은 출발지와 관련하여 공원을 응답한 경우를 공원 목적 보행(park-destinated walking)으로 식별할 수 있다. 하지만 위치 좌표로 보행을 측정하는 연구에서는 보행 목적을 알기 어렵기 때문에 공원 경유 보행(park-related walking)으로 포괄한다. 본 연구에서 규정하는 '공원보행'은 공원 경유 보행에 해당하며, 보행 경로를 기록하고 있는 여러 GPS 좌표들 중 단 하나의 좌표도 공원 영역 내에 위치하지 않고 있다면 '비공원보행'으로, 1개 이상의 좌표가 공원 영역 내에 위치한다면 '공원보행'으로 구분한다. 보행 경로가 가진 각 위치좌표들에 대하여 모든 서초구 공원 영역의 내부에 있는지 여부를 판별하는 수차례의 과정을 거쳐 공원보행을 식별하였다.

본 연구에서 정의하는 공원보행은 경로 좌표 중 일부가 공원 내에 위치한 '공원 경유 보행'이라고 말할 수 있다. 경유 보행은 특정 장소와 관련된 보행 활동을 연구하는데 있어 주로 쓰이는 개념이다. 일반적인 보행 관찰 방법에서 보행 경로가 특정 영역의 내부에서만 존재하는지 여부를 판별하기란 어렵다. 예를 들어, 유동인구 조사의 경우 관찰지점을 지나가는 보행자들을 관찰하기 때문에 보행의 출발지점과 도착지점, 경로들을 알 수 없다. 비디오 촬영 등을 통해 광장 등의 도시 장소에서 일어나는 보행 활동을 관찰하는 경우에도 관찰자의 시야각을 지나가는 보행을 수집할 뿐, 관찰범위를 벗어난 보행 경로에 대해서는 알지 못한다. GPS 등의 위치 좌표를 수집하여 도시 장소를 분석하는 경우에는 특정 영역의 경계 내부에 위치하는 경로좌표가 일부 포함된 경우를 해당 장소에서의 보행으로 정의하는 것이 일반적이며, 측정오차를 보정하기 위해 경로좌표로부터의 오차반경을 포함하여 장소 경유 여부를 판단하거나, 도로 네트워크 상에 최근

접 지점으로 모든 경로좌표를 변환하여 장소 경유 여부를 판단한다.

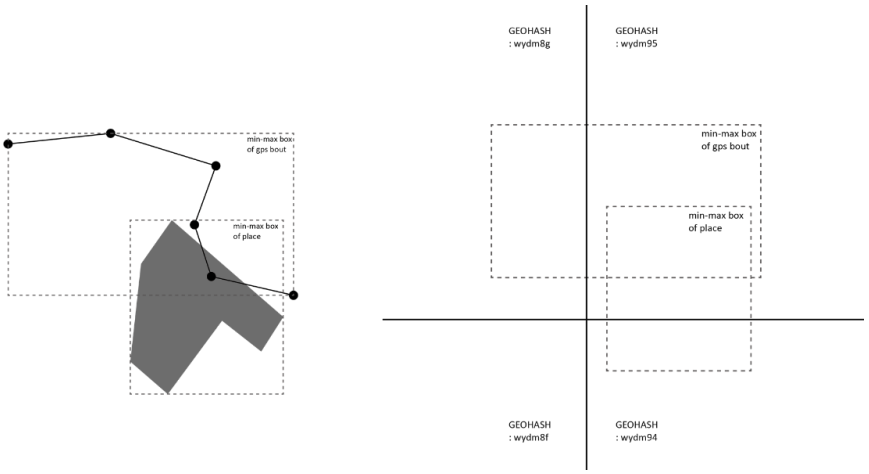


그림 6 지오해시를 활용한 공원보행 식별 개념도

약 55만건의 보행 활동의 경로 좌표들의 숫자는 수천만개 이상으로 각각의 좌표들이 서초구 130개 공원 영역 내부에 위치하는지 여부를 연산하는 부하를 줄일 필요가 있었다. 그림 6의 개념도와 같이, 일차적으로 지리 도형의 형태를 갖는 복잡한 보행과 공원 데이터를 간단한 사각형으로 치환하고 이 사각형 영역이 해당하는 지오해시(GeoHash) 값으로 인덱싱하였다. 지오해시란 전세계 공간을 나누어 고유의 문자열을 배정한 값으로, 대략적인 서울의 공원 범위를 다루기에는 6자리(약 1200 * 600m)의 지오해시 값이 적합했다(그림 7). 이를 이용해 각 공원 영역과 보행 경로가 지나가는 지오해시 값을 미리 판단하여, 다른 지오해시 상에 존재하여 검토하지 않아도 될 공원과 보행 경로를 연산과정에서 제외시킬 수 있었다. 그 결과, 본 연구에서 활용되는 55만건 이상의 모든 보행에 대하여 공원 경유

여부를 판단할 때 약 7일 8시간에 달하던 연산 소요시간을 약 14시간 (Google CoLab 기준)으로 단축시킬 수 있었다.

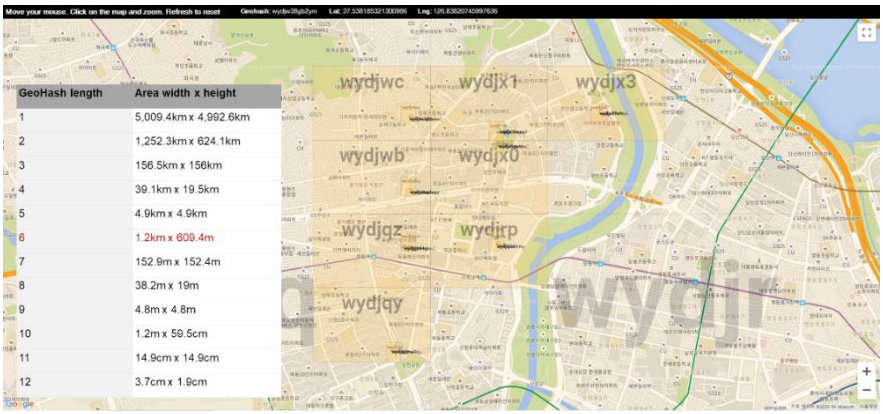


그림 7 서울의 지오해시 예시

3.4.2. 보행 지표 산출

보행 자료를 준비하는 과정에서 각 활동의 걸음수, 지속시간, 분당걸음수, 신진대사 해당치, 에너지 소비량, 보행경로, 방문공원 등의 지표를 산출하였고, 이는 본 연구에서 보행지표라 불린다. 각 보행활동의 걸음수, 시작시각, 종료시각, 보행경로 정보는 스마트폰 운영체제로부터 호출하여 수집한 데이터이다. 호출한 데이터로부터 본 연구에서 다루는 주요 보행지표들을 도출하게 되는데, 보행시간과 1분당 걸음수, 에너지 소비량의 경우 수식을 통해 산출하였다. 방문공원은 보행경로를 이루는 각각의 위치좌표가 공원 영역 내부에 있는지 판별하여 방문한 공원들을 도출하였다. 각각의 수식 및 지표 산출과정은 표 11에서 확인할 수 있다.

표 11 보행 지표 준비 과정

Category	Data preparation process
step count	스마트폰 운영체제 Android/iOS 데이터베이스로부터 호출
start time	스마트폰 운영체제 Android/iOS 데이터베이스로부터 호출
end time	스마트폰 운영체제 Android/iOS 데이터베이스로부터 호출
duration	= (보행종료시각 - 보행시작시각)
cadence	= (걸음수/보행시간)
MET	the Compendium of Physical Activities 기준 반영
EEPA	= 보행시간 * 3.5 * MET * 체중 / 200
path	스마트폰 운영체제 Android/iOS 데이터베이스로부터 호출
visited park	각 공원 영역에 GPS 좌표가 안에 있는지 여부 판별

특히, 에너지 소비량(EEPA)을 산출하는 과정에 대해 구체적으로 설명할 필요가 있다. 보행으로 인한 에너지 소비량은 신진대사 해당치 값(MET)과 보행시간, 그리고 체중에 비례한다. 보행시간과 체중은 익숙한 지표인 반면, 신진대사 해당치라는 지표는 신체활동의 강도에 따른 심박수와 산소 소모량과 관련이 있으며, 보행의 경우 1분당 걸음수와 밀접한 관련이 있다.

2011 Compendium of Physical Activity에서는 걷기 속도를 달리하면서 산소 소비량을 측정하여 신진대사 해당치 값을 구한 여러 실험들을 종합하였다. 스마트폰 보행 데이터에 이 근거를 적용하기 위해 스마트폰을 착용하고 걷기 속도를 달리 하였을 때 달라지는 1분당 걸음수 및 신진대사 해당치를 실험한 결과를 고려하여(Tudor-Locke et al., 2019), 본 연구에서는 1분당 걸음수 100 이하를 저강도, 1분당 걸음수 100~130을 중강도, 1분당 걸음수 130 이상을 고강도 보행 활동으로 분류하였다(표 12). 이때 에너지 소비량을 산출할 때 필요한 몸무게 값은 주어진 개인정보는 연구자료로 제

공받지 않았기 때문에, 65kg의 표준체중으로 일괄 가정하여 계산하였다.

표 12 보행활동별 MET, 보행강도, 분당 걸음수 기준

2011 Compendium Code	Pace description	Speed (mph)	Intensity	METs	Cadence (Tudor-Locke et al., 2019)	Cadence Cut-off points (in paper)
17151	Strolling	< 2.0	Light	2.0	67.8 ± 9.1 (1.0mph)	< 75
17152	Slow	2.0	Light	2.8	96.1 ± 6.5	75 - 100
17170	Normal	2.5	Moderate	3.0	105.8 ± 6.1	100 - 110
17190	Moderate	3.0	Moderate	3.5	113.6 ± 6.1	110 - 118
17200	Brisk	3.5	Moderate	4.3	121.5 ± 7.0	118 - 125
17220	Very brisk	4.0	Moderate	5.0	129.0 ± 7.6	125 - 130
17230	Very, very brisk	4.5	Vigorous	7.0	139.9 ± 9.3	130 - 145
17231	Running	5.0	Vigorous	8.3	146.4 ± 7.3	≥ 145

이번 3장에서는 스마트폰 원데이터로부터 전처리 및 보행지표 도출 과정을 거쳐 각 연구에 필요한 분석의 틀을 갖추는 단계에 대해 설명하였다. 4장은 3가지의 소연구들로 구성되며, 각각의 연구 질문을 풀어나가는 과정과 결과에 대해 서술한다.

3.5. 용어 정리 및 조작적 정의

본 연구의 이해를 돕고자, 사용된 용어와 조작적 정의를 소개한다.

- 건강보행: 1회 10분 이상의 보행시간과 중강도 이상의 보행강도를 갖는 보행을 말한다.
- 공원보행: 공원 영역을 경유한 보행(Park-related walking)으로, 보행의 경로 좌표 중 일부 또는 전체가 공원 영역 내에 위치한 보행을 말한다.
- 전체 보행: 연구자료에 존재하는 모든 보행 활동, 2019년 9~11월 서초구 지역 내에서 발생.
- 보행지표: 보행을 나타낼 수 있는 정량적 측정값들로, 스마트폰 신체활동 데이터로부터 산출해낼 수 있는 보행지표는 걸음수, 보행시간, 1분당 걸음수 등이 있다.
- 걸음수: 1회 보행의 시작부터 종료시까지의 걸음 횟수를 말한다. 스마트폰의 경우 신체활동 식별 기술을 이용하여 기록된다.
- 보행시간: 1회 보행의 시작부터 종료시까지 소요된 지속시간이다.
- 1분당 걸음수: 1회 보행의 시작부터 종료시까지 기록된 걸음수를 보행시간으로 나눈 값으로 보행의 강도를 나타낸다.
- 신진대사 해당치(MET; Metabolic Equivalent of Tasks): 휴식시 시간당 산소 소모량 대비 특정 신체활동시 시간당 산소 소모량의 비율로, 신체활동의 강도와 직접적인 연관이 있다.
- 에너지 소모량: 신체활동을 통해 소모되는 활동에너지를 말한다.

에너지 소모량은 신체활동의 지속시간과 신진대사 해당치, 수행자의 체중과 비례한다.

- 공원의 건강보행 유형: 공원에서 일어난 건강보행의 빈도와 총량을 통해 공원별 건강보행 수준을 비교분류한 것이다. 유형은 총 4가지로 고빈도-고총량 유형, 저빈도-고총량 유형, 고빈도-저총량 유형, 저빈도-저총량 유형으로 나뉜다.
- 건강보행 빈도: 공원에서 일어난 전체 보행 중 건강보행의 빈도를 의미한다.
- 건강보행 총량: 공원에서 일어난 건강보행의 총 에너지 소모량을 뜻한다.
- 공원 서비스 소외지역: 보행가능거리(250m) 이내에 공원이 존재하지 않는 지역이다. 지역별 공원접근성을 판단하기 위한 지표로 사용된다.
- 보행밀집영역: 단위공간 내에 위치한 보행좌표의 숫자로 보행밀도를 산출할 수 있으며, 산출된 각 단위공간의 밀도값을 커널함수를 통해 정규화하였을 때 커널확률밀도 상위 30%의 단위공간들을 보행밀집영역으로 정의한다.

제 4 장 연구 결과

4.1. 전체 보행, 건강보행, 공원보행

4.1.1. 분석 과정

공원에서 일어나는 보행 활동은 다른 도시공간에서 이루어지는 보행 활동보다 더 건강하고 활동적인 양상을 가질 것이라는 기대가 일반적이다. 이 장에서는 전체 보행 활동을 공원보행과 비공원보행으로 나누어 이들의 보행지표상 특징이 어떻게 다른지 살펴본다.

표 13 보행시간-보행강도 매트릭스

Walking	Light intensity (<100 cadence)	Moderate (100≤cadence<130)	Vigorous (≥130 cadence)
≥30 min	Long-term & Light-intensity	Long-term & Moderate-intensity	Long-term & Vigorous-intensity
10-30 min	Mid-term & Light-intensity	Mid-term & Moderate-intensity	Mid-term & Vigorous-intensity
< 10 min	Short-term & Light-intensity	Short-term & Moderate-intensity	Short-term & Vigorous-intensity

우선 각 보행의 활동 수준(active level)을 구분하기 위해 보행시간과 보행강도 지표를 기준으로 등급을 나눈다. 분당 걸음수 100 미만, 100~130, 130 이상의 저/중/고강도 활동을 분류하고, 보행시간 10분 미만, 10~30분,

30분 이상의 시간 기준으로 나눌 수 있다. WHO 권장기준에 따르면 10분 이상, 중강도 이상의 보행활동은 표 13 보행시간-보행강도 매트릭스에서 볼 수 있는 초록색 음영 부분을 차지하며, 예상대로 공원 보행에서 건강한 보행활동이 더 많다면 초록색 음영부분의 비중이 비공원 보행보다 높을 것으로 기대된다.

```
def get_intensity(x):
  if x < 100:
    intensity = 'Light'
  elif x < 130:
    intensity = 'Moderate'
  else:
    intensity = 'Vigorous'
  return intensity

feature['intensity'] = feature['min_step'].apply(lambda x:
get_intensity(x)

def get_term(y):
  if y < 10:
    term = 'Short'
  elif y < 30:
    term = 'Mid'
  else:
    term = 'Long'
  return term

feature['term'] = feature['duration'].apply(lambda y: get_term(y))
```

그림 8 보행의 시간/강도 구분을 위한 파이썬 코드

앞서 3장에서는 연구대상으로 수집한 전체 보행 활동에 대하여 보행시간 및 보행강도 등의 보행지표를 도출하여 자료를 준비하였다. 이 준비된 자료에서 보행시간과 보행강도를 기준으로 건강보행을 식별하기 위하

여 그림 8와 같은 Python 코드를 작성하여 계산하였다. 이후 앞서 설정한 시간-강도 매트릭스와 연산 코드를 이용하여 모든 보행 활동을 9가지 등급으로 나누었다. 각 그룹의 보행 활동이 갖는 에너지 소비량을 상자 도표(box plot)에 표현하여, 9가지 그룹들의 에너지 소비량 분포를 확인하였다.

4.1.2. 분석 결과

전체 보행활동 550,234건에 대하여 시간-강도 등급을 분류한 결과는 표 14와 같다. 1분당 걸음수 100 미만의 저강도 보행활동이 495,477건(약 90.05%)로 매우 많은 비중을 차지했고, 약 9.95%의 보행활동이 중고강도 신체활동에 해당하였다. 10분 미만의 단시간 보행활동은 228,095건(약 41.45%)이 분류되었고, 10~30분의 보행활동은 265,119건(약 48.18%), 30분 이상의 장시간 보행활동은 57,020건(약 10.36%)에 해당하였다. 건강을 위한 권장기준에 따르면, 1회 최소한 10분 이상의 지속시간은 필수요건이며 중고강도 보행활동을 할 때 건강증진효과는 더 증대된다. 따라서 10분 이상의 중고강도 보행활동의 비율이 중요한 가운데, 연구 대상으로 수집한 전체 보행활동에서의 10분 이상의 중고강도 보행활동은 24,649건(약 4.48%)을 차지하였다. 전체적으로 일어난 보행활동 중 약 5% 미만의 보행활동만 권장 수준에 달하기 때문에, 보행활동으로 시민 건강을 증진시키기 위해서는 상당한 노력이 필요할 것으로 예상된다.

전체 보행활동을 공원보행(52,498건)과 비공원보행(497,736건)으로 분류하여 비교했을 때, 시간과 강도 측면에서 그 분포 차이가 분명하게 드러났다. 특히 표 15에서 볼 수 있듯이, 공원보행 중 10분 미만의 짧은 시간

보행활동의 비율(short-term)이 약 24.89%로 적게 나타난 반면 표 16에서 비공원보행의 경우, 10분 이내의 짧은 시간의 보행활동이 43.20%에 달했다. 10~30분 사이의 중간 시간 보행활동(mid-term)은 공원보행에서 51.25%, 비공원보행에서 47.86%로 큰 차이가 나타나지 않았지만, 30분 이상의 장시간 보행활동(long-term)은 공원보행에서 23.86%, 비공원보행에서 8.94%로 확연한 차이가 드러났다. 보행의 강도 측면에서 저강도 보행활동(light-intensity)은 공원보행에서 84.78%으로 비공원보행의 90.60%보다 다소 비율이 적었고, 중강도 보행활동(moderate-intensity)의 비율은 공원보행이 14.32%로 비공원보행 8.36%보다 높게 나타났다. 고강도 보행활동(vigorous-intensity)은 공원보행의 경우 0.89%, 비공원보행에서 1.04%으로 나타나 두 집단 모두 매우 미미한 비율을 보여 단순비교는 어려웠다.

표 14 전체 보행의 시간-강도 매트릭스

전체 보행	저강도	중강도	고강도	합계
긴 시간	49079	7230	711	57020
(30 분 이상)	(8.92%)	(1.31%)	(0.13%)	(10.36%)
보통 시간	248411	15709	999	265119
(10 ~ 30 분)	(45.15%)	(2.85%)	(0.18%)	(48.18%)
짧은 시간	197987	26191	3917	228095
(10 분 미만)	(35.98%)	(4.76%)	(0.71%)	(41.45%)
합계	495477	49130	5627	550234
	(90.05%)	(8.93%)	(1.02%)	(100%)

정리하면, 공원보행은 비공원보행보다 보행시간의 측면에서 중장시간 보행활동을 하는 비율이 높으며, 보행강도의 측면에서는 저강도 활동이 적고 중강도 활동이 많고 고강도 활동은 공원보행과 비공원보행 모두 거의

나타나지 않는다. 건강 측면에서 국제적으로 권장되는 10분 이상 중강도 이상 보행활동은 공원보행의 경우 약 10.89%에 달하여, 비공원보행에서 3.80%에 불과했던 건강한 보행활동에 비교하여 상당히 높은 수치를 나타내었다.

표 15 공원보행의 시간-강도 매트릭스

공원보행	저강도	중강도	고강도	합계
긴 시간 (30 분 이상)	9809 (18.68%)	2576 (4.91%)	140 (0.27%)	13068 (23.86%)
보통 시간 (10 ~ 30 분)	23902 (45.53%)	2913 (5.55%)	90 (0.17%)	26905 (51.25%)
짧은 시간 (10 분 미만)	10799 (20.57%)	2030 (3.87%)	239 (0.46%)	12525 (24.89%)
합계	44510 (84.78%)	7519 (14.32%)	469 (0.89%)	52498 (100.00%)

표 16 비공원보행의 시간-강도 매트릭스

비공원보행	저강도	중강도	고강도	합계
긴 시간 (30 분 이상)	39270 (7.89%)	4654 (0.94%)	571 (0.11%)	44495 (8.94%)
보통 시간 (10 ~ 30 분)	224509 (45.11%)	12796 (2.57%)	909 (0.18%)	238214 (47.86%)
짧은 시간 (10 분 미만)	187188 (37.61%)	24161 (4.85%)	3678 (0.74%)	215027 (43.20%)
합계	450967 (90.60%)	41611 (8.36%)	5158 (1.04%)	497736 (100.00%)

시간-강도 3X3 매트릭스로 나눈 9가지 등급의 보행활동들은 각각 어느 정도의 신체활동 에너지를 소모하도록 만드는지 에너지 소비량을 계산하여 그룹별 분포(그림 9)를 그려보았다.

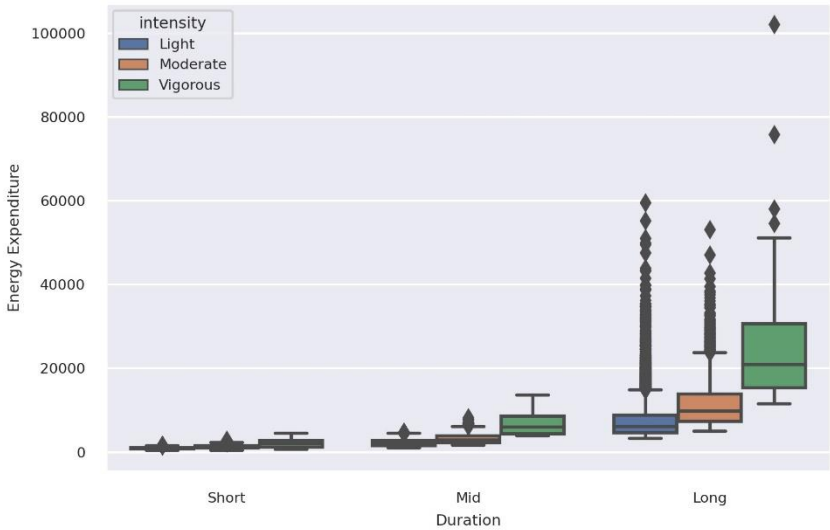


그림 9 시간-강도 구간별 총 에너지 소비량 분포

우선 보행시간에 비례하여 짧은 시간, 보통 시간, 긴 시간 순으로 에너지 소비량이 증가하는 추세를 보였다. 또한 비슷한 시간 그룹일 때 보행강도에 따라 저강도, 중강도, 고강도 순으로 에너지 소비량이 증가하는 점도 확인할 수 있었다. 특히 흥미로운 점은 저강도일지라도 긴 시간 수행한 보행활동 그룹의 에너지 소비 분포는 중고강도로 짧게 혹은 보통 시간동안 수행한 그룹보다 더 높은 에너지 소비를 나타내었다. 이는 강도를 높게 하기 어려운 걷기 운동의 특성을 고려할 때, 긴 시간의 보행활동을 유도하는 도시공간이 사람들로 하여금 에너지 소비량을 늘릴 수 있는 기회를 제

공한다는 근거가 될 수 있다.

4.1.3. 소결: 건강보행은 공원에서 더 많이 일어나는가

일상적인 도시공간에서 10분 이상 중강도 이상의 보행활동을 수행한다면 약 800m~1km 이상의 거리를 걷게 되는데, 이는 기존 도시계획에서 근린생활권을 규정하던 보행가능거리의 기준을 초과한다. 즉, 신체건강을 위한 목적으로 보행을 할 경우, 일상적인 보행 활동보다 더 많이, 더 오래, 더 빠르게 걸어야 한다는 것을 의미한다. 일상적인 보행의 수준을 상회하는 건강보행을 수행하기 위해서는 보행자의 노력도 수반되어야 할 뿐만 아니라 건강보행이 가능한 공간적 환경을 제공하여야 한다. 공원은 이러한 건강보행이 일어날 수 있는 공간적 배경과 보행의 목적을 충족시켜 주는 도시공간으로 역할을 하기 때문에, 사람들이 다른 도시공간보다 공원에서 보행할 때 건강보행을 달성하는 경우가 많을 것이라고 기대할 수 있다. 따라서 공원이 갖는 보행 증진의 효과를 알기 위해서는 공원과 공원이 아닌 지역을 비교하여야 한다.

본 논문이 제시하는 3가지의 작은 연구 중 첫번째에 해당하는 이번 연구는 공원 영역과 공원 이외의 영역으로 이분법적 구분을 취하고 각 영역에서 일어난 보행 양상을 비교하였다. 그 결과, 공원에서의 보행이 비공원 영역에서의 보행보다 건강보행의 비율이 높게 나타난다는 것을 알 수 있었다. 특히 공원을 걸을 때 보행시간의 측면에서 10분 미만의 짧은 보행들이 적고 30분 이상 장시간 보행하는 경우가 많았으며, 보행강도는 중강도의 보행활동이 높게 나타나는 결과가 도출되었다. 다만, 공원을 통한 건강보행 증진 효과가 있을지라도, 전체 보행 횟수 가운데 공원보행은 약 10%

정도에 불과하고 공원에 방문하지 않는 보행자들도 전체 보행자의 절반 가량 집계되었다는 사실을 볼 때, 공원 이외의 도시공간에서의 보행 또한 계속해서 논의될 필요가 있다.

본 연구 결과를 바탕으로, 공원을 이용한 건강보행 증진 전략은 크게 3가지 방향으로 제시할 수 있다. 첫째, 공원에서의 전반적인 보행횟수를 늘리거나, 둘째, 공원에서 일어나는 보행 가운데 건강보행의 빈도를 향상시키고, 셋째, 사람들이 공원 이외의 지역에서 공원까지 다다를 수 있는 접근성을 향상시키는 전략이다. 이는 도시공간에서 더 많은 공원을 조성하고, 공원 내의 보행환경을 개선 및 정비하며, 공원 서비스 소외지역 및 미활용 공간을 파악하고 줄여나가는 등 기존의 공원계획에서 실행하고 있는 방향에 부합한다.

공원을 활용한 실질적인 건강보행 증진을 달성하기 위해서, 각 공원에 대한 구체적인 현황 파악과 근거 도출이 필요하다. 따라서 본 연구는 공원과 비공원의 이분법적 구분에서 나아가, 개별 공원들이 갖는 건강보행 양상과 그 차이를 파악하여 각 공원들이 건강보행 증진에 미치는 영향을 살펴보아야 한다. 이는 다음 두번째 연구의 핵심 주제와 연결된다.

4.2. 건강보행 양상으로 본 공원 유형화

4.2.1. 분석 과정

앞서 식별된 공원보행들의 전반적인 특성을 살펴봤다면, 이제 각각의 공원보행이 지나간 개별 공원들로 구분하여 공원별로 달리 나타나는 보행 양상을 분석한다(표 17). 우선 각각의 공원보행의 GPS 경로좌표를 분석하여 지나간 공원의 관리번호를 식별하였다. 이렇게 동일한 공원을 지나간 공원보행 지표를 합산 또는 평균을 산출하여 개별 공원의 보행 지표값을 도출하였다. 이러한 개별 공원의 보행 지표로는 총 보행 횟수, 평균 걸음수, 평균 보행시간, 평균 보행강도, 평균 에너지 소비량, 총 에너지 소비량 등이 있다.

실증적으로 산출된 보행 지표는 공원 평가 체계의 일종으로 지역 내 107곳의 대상 공원들을 서로 비교하고 이용자 건강 측면에서 더 나은 보행 행태를 보이는 '건강하게 걷는 공원'을 구분해낼 수 있을 것이라 기대된다. 따라서 비교 지표로 삼을 '건강하게 걷는 공원'에 대한 기준이 필요하다. 먼저 사람들이 자주 찾는 공원은 신체활동 증진 효과가 클 것으로 기대할 수 있어, 여러 공원 평가 체계에서 우선적으로 측정하는 지표가 방문객 숫자이다. 이와 관련하여 본 연구 자료로부터 각 공원에서 수집된 보행횟수 지표를 산출하였다. 하지만 단순히 보행횟수가 많다고 하여 건강한 공원이라고 단정지을 수 없다. 공중보건 분야의 신체활동 권장 기준을 고려할 때, 각 공원에서 일어난 전체 보행횟수 중 건강보행 빈도(Healthier Walking %; HW)를 또 하나의 공원지표로 산출하였다. 한편, 공원의 보행활동은 보행시간과 보행강도에 따라 에너지 소비량이 다르게 나타난다. 공

원에서 보행활동으로 소모한 총 에너지 소비량(Energy Expenditure in Park; EE)을 세번째 지표로 선정하여 공원들을 서로 비교하였다.

개별 공원의 보행양상을 평가할 수 있는 지표로 1) 공원보행 횟수, 2) 전체 보행 활동 중 건강보행 빈도, 3) 공원에서의 총 에너지 소비량, 이상 3가지 지표를 선정하고 모든 공원의 보행 지표를 산출하고 공원의 순위를 산정할 수 있었다. 이후 산출된 공원지표를 바탕으로 상자 도표를 통해 각 지표의 중위값과 사분위수를 도출하고, 산포도를 그려 3가지 지표간 상관성을 확인하였다. 나아가 공원의 보행 양상을 유형화하기 위해 건강보행 빈도의 중위값을 기준으로 상위권 공원(고빈도)과 하위권 공원(저빈도)을 나누고, 총 에너지 소비량의 중위값을 기준으로 상위권 공원(고총량)과 하위권 공원(저총량)를 나누어 네 가지 유형으로 공원을 구분하였다.

표 17 공원 보행 1회의 지표 예시

지표	예시
공원 GIS ID	11650UQ153PS201407214102
공원명	횃불 어린이공원
보행횟수	230
건강보행횟수	13
건강보행 빈도	5.65%
1 회 평균 걸음수	1060.043478
1 회 평균 보행시간	16.23057971
1 회 평균 분당걸음수	60.40683545
총 에너지 소모량	479163.85
1 회 평균 에너지 소모량	2083.321087

4.2.2. 건강보행 양상으로 본 공원 유형화

107개의 대상 공원 영역에서 식별된 공원보행들의 지표 평균을 통해 각 공원별 1회 평균 보행지표(표 18)를 산출하였다. 이는 각 공원에서 1번의 보행 활동을 할 때 평균적으로 기대되는 보행걸음수, 보행시간, 1분당 걸음수, 에너지 소비량을 나타낸다. 인재개발원이 위치한 우면산 숲길과 청계산 트리니티의원 뒷산 등 등산로 인근에 위치한 공원들에서 1회 보행 시 평균 에너지 소비량과 평균 분당 걸음수, 평균 보행시간이 모두 높게 나타났고, 어린이교통공원 및 다수의 어린이공원 등 아동과 보호자 활동이 많을 것으로 기대되는 공원들에서도 평균 분당 걸음수는 다소 낮지만 평균 보행시간이 길어 평균 에너지 소비량이 높게 나타났다. 양재천공원과 도구머리공원은 서초구 내에서 규모가 크고 러닝트랙 등 운동시설이 잘 갖추어져 있는 공원으로 평균 에너지 소비량이 높게 나타났다.

1회 평균이 아닌 총 합산 지표의 순위는 다소 다른 결과가 나타났다(표 19). 각 공원 영역에서 식별된 공원보행들의 지표 총합을 통해 총 보행 횟수, 총 걸음수, 총 보행시간, 총 에너지 소비량을 산출할 수 있었다. 그 결과 양재근린공원이 5,059회의 가장 많은 보행횟수와 약 2,000시간에 달하는 보행시간이 집계되었고 서리풀공원, 양재시민의숲, 잠원공원, 양재천공원 등 면적이 넓은 서초구 도시공원들이 뒤를 이었다. 또한 서울내곡공공주택지구, 서초네이처힐 등 공공주택단지와 함께 조성된 공원에서 높은 보행횟수가 관측되었다. 반면 1회 평균 지표가 높게 나타났던 어린이공원이나 등산로 주변 공원들은 총 합산 지표에서는 상위권에 들지 못하였다.

표 18 공원 보행 지표: 1회 평균 보행

park	avg. step (n)	avg. duration (min)	avg. cadence (step/min)	avg. EEPA (kcal)
인재개발원 우면산 숲길 2	6640.23	70.84	98.95	12335.07
청계산 트리니티의원 뒷산	6008.00	70.33	85.42	10831.33
서초구 어린이교통공원	5450.28	57.59	93.07	9399.98
양재천공원	4583.28	49.05	87.97	8166.70
궁현 어린이공원	3692.83	70.07	58.50	7840.76
잔디 어린이공원	2468.80	64.90	65.00	7773.12
효령 어린이공원	4159.75	50.04	83.49	7366.38
세원 어린이공원	3984.68	46.32	78.18	7025.14
도구머리공원	4017.47	43.89	83.61	7011.25
인재개발원 우면산 숲길 1	3737.22	41.20	94.43	6790.89
종열 어린이공원	3899.57	41.75	90.25	6752.75
반포주공 1 단지 놀이터	3863.88	41.25	91.31	6611.72
신반포공원	3738.73	41.92	83.17	6530.90
서울가정법원 녹지	3793.08	39.07	87.85	6383.92
햇님 어린이공원	3303.99	37.75	76.59	5898.29
청두곶길 공원용지	2970.16	33.85	80.49	5660.77
방배근린공원	3074.16	35.72	76.32	5555.85
바우뫼공원	3095.41	34.69	80.41	5479.00
신반포 2 차 아파트 공원 2	2894.93	39.45	70.65	5368.54
문화예술공원	3068.66	36.59	80.01	5355.48
(생략)				

표 19 공원 보행 지표: 총 보행량

park	trip (n)	HW trip (n)	total. step (n)	total. duration (min)	total. EEPA (kcal)
양재천공원	1951	586	8941987	95691.95	15933235.45
서리풀공원	4547	426	8486882	111469.35	15636209.42
양재 근린공원	5059	376	7551794	120364.03	15633316.42
반포주공 1 단지 놀이터	1658	542	6406315	68387.33	10962233.06
양재시민의숲 동측	3524	250	4926061	79499.75	10262579.07
서울내곡공공주택지구 공원용지	2938	208	5138041	69984.77	9600318.292
서초네이처힐 공원용지	2528	250	4804431	61529.90	8719478.808
도구머리공원	1176	309	4724542	51618.45	8245233.608
고무래 어린이공원	3527	176	4196539	60022.60	7941603.725
뒷벌공원	1873	280	3899349	50296.93	7119862.292
신반포공원	991	260	3705086	41544.37	6472125.367
누리숲 어린이공원	1267	312	3199458	36444.98	5876040.133
잠원공원	2350	148	3059386	43531.83	5835442.617
우면수변공원	1059	192	3123550	37243.28	5551992.6
반포 근린공원	1622	205	2773427	32784.70	4872166.108
양재시민의숲	947	105	2448578	31080.53	4431719.875
햇님 어린이공원	736	138	2431738	27781.77	4341144.225
서리풀 근린공원 서울성모병원	750	63	1872401	31192.55	3884962.308
가온 어린이공원	824	135	2064934	25355.72	3649222.408
송동 근린공원	1177	62	1906597	26097.05	3530068.758
(생략)					

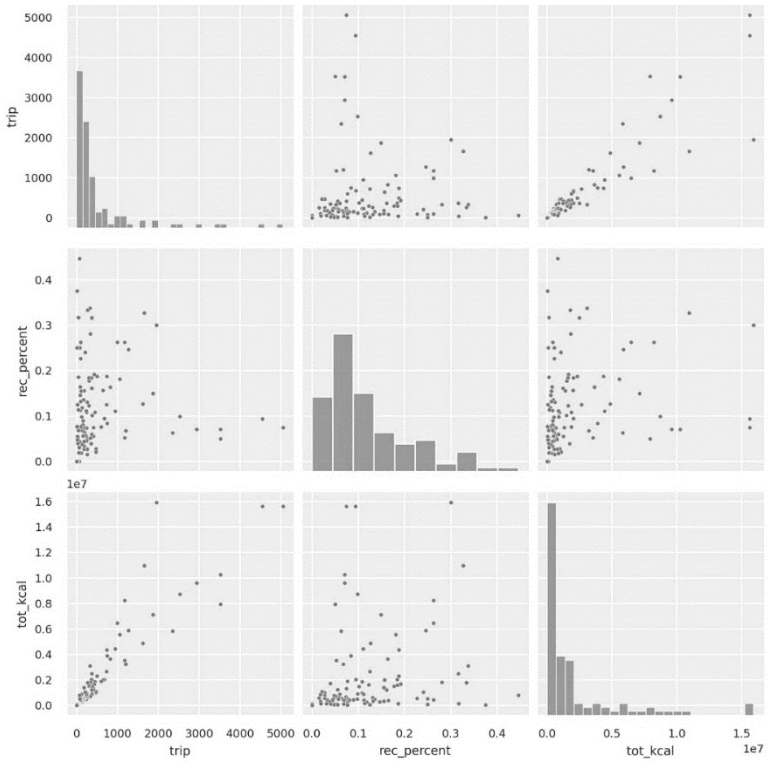


그림 10 공원 평가 지표 간 산점도

세 가지 공원 평가 지표들로 공원들이 군집한 정도를 찾고자 지표 간 산점도를 그려 분포 양상(그림 10)을 살펴보았다. 예상했던 바와 같이 동일한 누적지표, 총 보행횟수와 총 에너지 소비량은 선형의 양적 상관관계를 가지는 것이 나타났다. 하지만 빈도 지표에 해당하는 전체 보행활동 중 건강보행 빈도 지표는 다른 지표와의 선형성이 쉽게 나타나지 않았다. 따라서 공원의 보행 양상을 유형화하는데 있어 서로 상관관계에 있는 누적지표 중 하나는 생략하고, 건강보행 빈도와 총 에너지 소비량 지표를 중심으로 상위권과 하위권 공원을 나누기로 결정하였다.

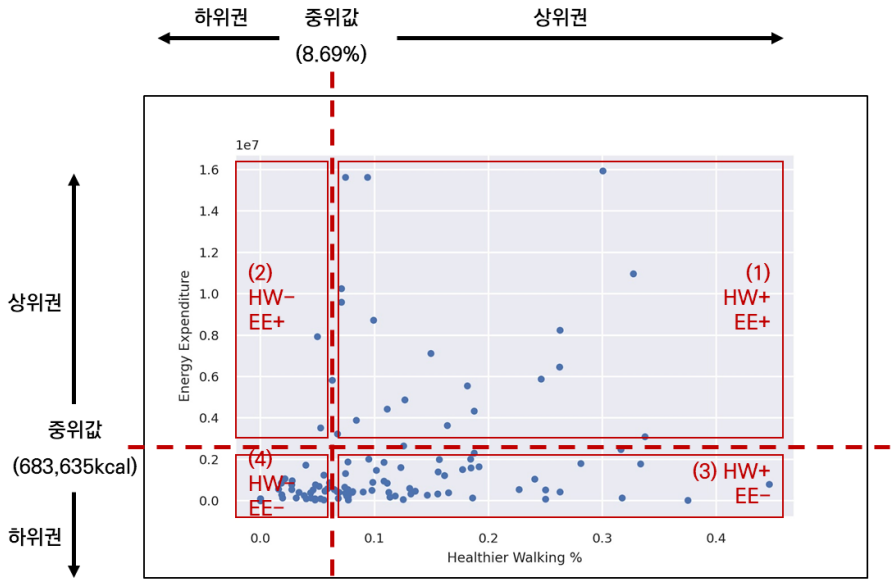


그림 11 건강보행 빈도(HW)와 총 에너지 소비량(EE)에 따른 공원 산점도

공원별로 나타난 건강보행 빈도와 총 에너지 소모량 지표의 산점도(그림 11)를 통해 지역 내에서 각 공원의 건강보행 수준을 비교해볼 수 있다. 107개 공원에서 각 지표의 중위값을 살펴보면 건강보행 빈도는 8.69%, 총 에너지 소비량은 683,635kcal를 기록하였고, 중위값을 기준으로 상위권과 하위권 공원을 분류하였다. 그 결과, 두 지표 모두 상위권인 공원(고빈도-고총량), 건강한 보행활동 비율은 높지만 총 에너지 소비량은 하위권인 공원(고빈도-저총량), 건강한 보행활동 비율은 낮지만 총 에너지 소비량은 높은 공원(저빈도-고총량), 건강한 보행활동 비율과 총 에너지 소비량 모두 하위권인 공원(저빈도-저총량)의 총 4가지 공원 유형으로 나눌 수 있었다.

(1) 유형1: 건강보행 고빈도-고총량 공원

서초구 공원 중 가장 건강하게 걷는 공원들이라고 할 수 있는 이 그룹(표 20)은 서리풀공원, 양재천공원, 도구머리공원, 양재시민의숲, 말죽거리공원, 방배근린공원, 문화예술공원처럼 면적이 넓고 자연경관이 풍부하며 보행 환경이 잘 갖추어져 있어 공원 내에서 달리기나 운동하는 사람들을 쉽게 접할 수 있는 특징이 있다. 특히 양재천공원은 건강보행 빈도가 30.04%에 달할 정도로 매우 높으면서도 동시에 총 에너지 소비량도 15,933,235kcal에 달하는 최상위 수준의 공원에 해당한다. 건강한 보행활동 빈도가 26.24%로 높게 나타나는 신반포공원은 반포천을 따라 수변 보행로가 조성되어 있고, 26.28%에 달하는 도구머리공원 역시 숲속에서 걸을 수 있는 보행로를 갖고 있다는 공통점이 있다. 비슷하게 넓은 면적의 자연녹지를 갖고 있는 서리풀공원은 건강보행 빈도가 9.37%로 중위값을 근소하게 상회하는 수준이지만 총 보행횟수가 4,547건으로 압도적으로 많아 총 에너지 소모량이 양재천공원과 비슷한 15,636,209kcal를 기록하였다.

한편 서초네이처힐, 반포주공1단지, 누리숲 어린이공원, 아크로리버파크, 신반포2차, 아크로리버뷰 단지 내 공원 등 대규모 공동주택단지 내에 조성된 공원들도 상위권의 평가 지표를 기록하였다. 이러한 단지 내 공원들은 주변 거주인구가 많고 아동과 보호자들의 안전한 신체활동이 가능하며 시설물과 환경의 관리 수준이 빼어나다는 공통점이 있다.

뒷벌공원, 가온 어린이공원, 용허리 근린공원, 청두 어린이공원과 같이 면적은 작지만 내부의 러닝트랙과 안전한 놀이환경이 갖추어진 공원들도 이 그룹으로 분류되었다.

표 20 유형 1: 건강보행 고빈도-고총량 공원

구분	공원명	보행 횟수	건강보행 빈도 (%)	총 에너지 소비량 (kcal)
1	서리풀공원	4547	9.37%	15636209.42
2	서초네이처힐 공원용지	2528	9.89%	8719478.81
3	양재천공원	1951	30.04%	15933235.45
4	뒷벌공원	1873	14.95%	7119862.29
5	반포주공 1 단지 놀이터	1658	32.69%	10962233.06
6	반포 근린공원	1622	12.64%	4872166.11
7	누리숲 어린이공원	1267	24.63%	5876040.13
8	도구머리공원	1176	26.28%	8245233.61
9	우면수변공원	1059	18.13%	5551992.60
10	신반포공원	991	26.24%	6472125.37
11	양재시민의숲	947	11.09%	4431719.88
12	가온 어린이공원	824	16.38%	3649222.41
13	햇님 어린이공원	736	18.75%	4341144.23
14	청두 어린이공원	726	12.53%	2659870.95
15	서래공원	675	9.48%	2013984.96
16	나리공원	644	15.68%	1996908.10
17	아크로리버파크 단지 내 공원	496	18.75%	2310943.34
18	말죽거리 공원	444	10.81%	1861292.40
19	용허리 근린공원	433	19.17%	1659592.64
20	섶다리 어린이공원	374	10.16%	1475572.91
21	종열 어린이공원	367	31.61%	2478261.04
22	신동 근린공원	366	16.12%	1216974.46
23	방배근린공원	364	18.41%	2022329.28
24	바우뫼공원	331	28.10%	1813550.38
25	서초구 어린이교통공원	329	33.74%	3092592.89
26	신반포 2 차 단지 내 공원 2	301	12.29%	1615931.72
27	아크로리버뷰 단지 내 공원	299	17.73%	1515082.80
28	문화예술공원	298	18.46%	1595931.70
29	인재개발원 우면산 숲길 1	264	33.33%	1792795.68
30	분토골 어린이공원	240	10.83%	958889.16
31	안산 어린이공원	234	11.11%	866731.16
32	본마을 어린이공원	208	24.04%	1046659.53
33	잔디 어린이공원	180	15.56%	1399161.50
34	효령 어린이공원	122	9.84%	898698.17
35	인재개발원 우면산 숲길 2	65	44.62%	801779.83

(2) 유형2: 건강보행 저빈도-고총량 공원

건강보행의 빈도는 높지 않지만 총 에너지 소비량이 많은 공원은 대개 많은 보행횟수를 가지며 느린 속도의 산책 보행이나 휴식을 취하는 사람들이 많을 것으로 예상된다(표 21). 널리 알려진 양재 근린공원과 양재시민의숲 동측은 각각 5,059회와 3,524회의 많은 보행횟수를 갖는 공원으로 나타났지만, 건강보행의 비율은 7.43%와 7.09%로 중위값을 다소 하회하는 수치를 보였다. 또한 고무래공원, 서울내곡공공주택지구 내 공원용지, 반포1동 주민센터 옆 공원 등 주거단지와 밀접한 공원들도 다수의 사람들이 찾지만 강도 높은 보행활동의 비율은 다소 낮은 것으로 보인다.

표 21 유형 2: 건강보행 저빈도-고총량 공원

구분	공원명	보행 횟수	건강보행 빈도 (%)	총 에너지 소비량 (kcal)
1	양재 근린공원	5059	7.43%	15633316.42
2	고무래 어린이공원	3527	4.99%	7941603.73
3	양재시민의숲 동측	3524	7.09%	10262579.07
4	서울내곡공공주택지구 공원용지	2938	7.08%	9600318.29
5	잠원공원	2350	6.30%	5835442.62
6	반포 1 동주민센터 옆 공원	1201	6.74%	3226454.18
7	송동 근린공원	1177	5.27%	3530068.76
8	서리풀 근린공원 서울성모병원	750	8.40%	3884962.31
9	반월 어린이공원	601	7.65%	1878092.79
10	꽃마을 1 소공원	472	2.75%	983438.41
11	미도 어린이공원	470	2.13%	1072027.73
12	사도감 어린이공원	416	7.45%	1315110.59
13	고인돌공원	415	5.54%	1236225.56
14	코아 어린이공원	365	6.03%	879317.18
15	계리 어린이공원	353	3.97%	1730120.98
16	방현 어린이공원	331	5.14%	704516.73
17	동산 어린이공원	257	2.72%	780997.25
18	샛별 어린이공원	249	4.82%	772566.67
19	궁현 어린이공원	110	1.82%	862483.51

(3) 유형3: 건강보행 고빈도-저총량 공원

이 그룹은 어린이공원과 소공원들이 거의 대부분을 차지하고 있다(표 22). 작은 규모의 어린이 공원에서는 건강보행 빈도가 10~30% 가량 높은 수치를 나타내었지만, 총 보행활동의 빈도는 100회 안팎으로 적게 나타났다. 규모가 작기 때문에 찾아오는 사람들은 적지만 활발하게 뛰고 놀이활동을 하는 아동들이 이러한 지표상 특징을 나타낸 것으로 보인다. 주변의 육아 및 교육시설과 연계하여 공원 이용 횟수를 높인다면 아동들에게 적합한 신체활동의 장으로 활용될 것이라 기대된다.

표 22 유형 3: 건강보행 고빈도-저총량 공원

구분	공원명	보행 횟수	건강보행 빈도 (%)	총 에너지 소비량 (kcal)
1	개뜰 어린이공원	260	13.08%	597819.48
2	가꿀 어린이공원	162	13.58%	470348.45
3	마산말 어린이공원	156	8.97%	440014.30
4	싸리재공원	127	11.81%	240572.02
5	꽃마을 2 소공원	123	9.76%	504456.24
6	방아다리 근린공원 1	103	15.53%	332422.84
7	우면주공아파트 단지 내 공원	99	26.26%	433651.26
8	청두곶길 공원용지	97	22.68%	549094.24
9	용말 어린이공원	91	13.19%	336901.03
10	새말 어린이공원	89	11.24%	414184.93
11	상명달 어린이공원	89	14.61%	282649.95
12	예술 어린이공원	85	16.47%	386104.03
13	세원 어린이공원	76	25.00%	533910.30
14	서래상상 어린이공원	44	11.36%	172092.98
15	큰마음 소공원	43	18.60%	145911.98
16	하명달 어린이공원	41	31.71%	144252.72
17	염곡 어린이공원	16	12.50%	67945.63
18	서울가정법원 녹지	12	25.00%	76607.03
19	주홍 어린이공원	8	37.50%	22580.71

(4) 유형4: 건강보행 저빈도-저총량 공원

두 가지 지표 모두에서 하위권을 나타낸 이 그룹의 공원들은 대개 어린이공원과 놀이터 등으로 구성되어 있다(표 23). 지표상 특징은 총 보행 횟수가 약 250회 미만으로 비교적 낮은 수치를 보이고, 건강보행 빈도도 5% 안팎으로 낮다. 공원경유 여부와 관계없이 일반적인 보행에서 건강보행 빈도가 5% 남짓이라는 것을 고려한다면, 이러한 공원들은 실질적으로 건강보행 유발 효과를 거의 갖고 있지 않은 셈이다. 다른 공원들보다 이 공원들에서 보행 활동 양상이 저조하게 나타나는 이유를 점검하고, 신체활동 증진을 위해 공원을 관리 혹은 개선할 필요성이 있는지 혹은 다른 목적으로 공원이 잘 활용되고 있는지 논의할 필요가 있다.

표 23 유형 4: 건강보행 저빈도-저총량 공원

구분	공원명	보행 횟수	건강보행 빈도 (%)	총 에너지 소비량 (kcal)
1	신반포 2 차아파트 단지 내 공원 1	255	1.57%	564073.22
2	버들 어린이공원	244	7.38%	668754.63
3	서초종합체육관	240	4.58%	521635.77
4	횃불 어린이공원	230	5.65%	479163.85
5	양재 어린이공원	205	5.85%	595807.67
6	사평리공원	186	6.45%	540077.18
7	당골 어린이공원	183	7.65%	542692.06
8	방배아트자이아파트 내 공원	183	2.73%	546825.03
9	신반포 7 차아파트 놀이터	182	4.40%	384761.67
10	구룡 어린이공원	178	3.37%	415588.53
11	두둑재 어린이공원	164	6.71%	456676.18
12	장안 어린이공원	161	8.07%	458114.53
13	신중 어린이공원	161	7.45%	381390.08
14	새싹 어린이공원	159	5.66%	482666.53
15	언구비 어린이공원	149	8.05%	406265.57
16	아름 어린이공원	131	3.82%	263915.21
17	효자 어린이공원	116	6.90%	412425.48
18	동문 어린이공원	108	1.85%	303785.35

19	교대 어린이공원	106	7.55%	230648.55
20	정문 어린이공원	104	7.69%	226770.23
21	비석 어린이공원	68	4.41%	146639.17
22	청룡 어린이공원	64	3.13%	142231.38
23	남태령 어린이공원	61	0.00%	105614.30
24	방아다리 근린공원 2	52	1.92%	139498.15
25	두레중앙교회 앞 공터	44	6.82%	121172.06
26	안골 어린이공원	38	5.26%	111026.48
27	너른골 어린이공원	25	4.00%	100704.27
28	청계숲 어린이공원	22	0.00%	102660.43
29	청계산 도시자연공원	21	4.76%	105400.17
30	우면산 자연생태공원	21	4.76%	55243.65
31	성형촌 어린이공원	18	5.56%	44208.08
32	동덕 어린이공원	13	7.69%	46605.17
33	능안 어린이공원	13	7.69%	42281.71
34	까리따스수녀원 녹지	3	0.00%	14840.47
35	청계산 트리니티의원 뒷산	1	0.00%	10831.33

4.2.3. 소결: 건강하게 걷는 공원은 어디인가

기존 보행연구들에서 도시 내에 존재하는 다양한 공원들에서 실제 일어나는 보행을 정량적으로 비교하는 것은 매우 어려운 일이었다. 하지만 도시 전역에서 일어나는 보행경로를 수집할 수 있는 스마트폰 보행 데이터의 경우, 도시 내 다수의 공원을 비교분석하고 그 가운데 보행이 많이 일어나는 공원과 그렇지 않은 공원으로 구분하는 평가가 가능해졌다. 이에 건강보행이라는 관점을 도입하여, 공원에서 일어난 건강보행의 총량과 빈도를 기준으로 상위권과 하위권 공원을 구분하는 것이 이 장의 핵심 내용이다.

도시장소와 보행에 관한 논의는 대부분 어떠한 공간환경적 속성이 보행행태에 영향을 주는지에 관심을 가진다. 그리고 그 속성이 공통적으로 도출되어 일반화될 수 있는지 탐구하고, 왜 그러한 상관관계가 나타나는지

이유를 밝히고자 한다. 만약 이를 밝힐 수 있다면 비슷한 공간환경을 조성하여 보행을 증진시키는데 큰 도움을 줄 수 있기 때문이다. 본 연구는 공간환경적 속성과 보행행태의 상관관계를 밝히는 연구는 아니다. 다만 공원이라는 장소에서 갖는 보행의 양상을 실증적으로 밝히는데 성공하였고, 개별 장소에서 왜 그러한 보행 행태가 나타났는지 이유를 합리적으로 추론해보고자 노력하였다.

앞서 고빈도-고총량의 건강보행의 행태를 띠는 공원 총 35곳의 목록을 제시하였고, 그 목록에서 몇 가지 공통적 특징을 발견할 수 있었다. 우선 쉽게 짐작할 수 있듯이 서초구 내에서 사람들이 운동 목적으로 많이 찾는 대형 공원인 서리풀공원, 양재천공원, 양재시민의숲, 우면수변공원, 말죽거리공원 등이 상위권에 속하였다. 이러한 공원은 하천과 산 등 자연지형을 이용하여 보행로를 길게 조성하기 쉽고 사람들이 건강 및 운동 목적으로 찾는 경우가 많다. 아파트 공동주택단지 내에 조성된 공원도 다수 찾을 수 있었다. 주변 거주 인구가 많고 안전한 놀이환경이 조성되어 있으며 관리 수준이 빼어나다는 장점이 있다. 하지만 공동주택단지가 비거주민에게 폐쇄적이고 보행이 제한적인 경우가 많아 공공공원으로 역할을 하지 못한다는 단점이 있다. 또한 작지만 건강하게 걷는 소공원들도 눈에 띄었다. 이들은 대개 저층주거지 주변에서 거주민들의 많은 사랑을 받는 공공공간이며 누구나 손쉽게 이용이 가능하며 주요 보행가로에 면해있어 보행 중간에 휴식을 제공하는 오픈스페이스 성격도 갖고 있다. 그리고 내부에서 강도 높은 신체활동이 가능하도록 내부에 러닝트랙이나 근력운동 시설, 아동 놀이공간, 노인 운동공간 등 충분한 공원시설이 설치되어 있는 경우가 많았다.

4.3. 공원 유형과 건강보행의 공간적 분포

4.3.1. 분석 과정

세 번째 연구에서는 공원영역과 보행경로 데이터를 이용하여 도시에서 나타나는 공간적 분포 양상을 살펴본다. 이 연구는 공원과 보행의 공간적 분포를 통해 두 가지의 내용을 밝히고자 한다. 하나는 유형별 공원들에 대한 서초구 내의 공원 서비스 소외지역이며 다른 하나는 개별 공원에서의 건강보행의 밀도분포이다.

본 연구에서는 공원의 건강보행 4가지 유형이 서초구 지역에서 어떻게 분포하는지 살펴보고, 각 공원의 경계를 기준으로 5분 보행가능거리(약 250m) 바깥에 위치한 '공원 서비스 소외지역'을 도출한다. 이는 서울시 2030 공원녹지 기본계획에서 '공원 서비스 소외지역'을 도출하는 방법과 동일하게, ArcGIS Pro의 반경 형성(Buffer), 서비스 영역(Service Area) 기능을 활용하여, 공원 GIS 경계 폴리곤으로부터 250m 반경의 경계 폴리곤을 생성하여 시각화한다. 이 때 버퍼 폴리곤 바깥에 위치한 지역이 공원소외지역에 해당한다. 앞서 본 연구에서 밝힌, 건강보행의 빈도와 총량을 기준으로 나눈 공원의 건강보행 네 가지 유형 중 가장 건강보행에 긍정적 영향을 미칠 것으로 판단되는 고빈도-고총량 유형 공원 35곳으로부터 '건강보행 공원소외지역'을 따로 도출할 수 있다. 기존 소외지역에 비해, 건강보행 기준의 공원소외지역이 각 생활권에서 어떻게 달리 나타나는지를 4.3.2. 권역별 공원 유형 분포와 공원 서비스 소외지역에서 살펴본다.

4.3.3. 개별 공원에서의 보행밀집영역 분포는 유형별 대표적인 공원 사례지 4곳을 선정하고, 각각의 사례지에서 일어난 보행밀도를 살펴본다. 이

를 통해 개별 공원에서 건강보행과 전체보행이 어떻게 달리 나타나는지 공간적 차이를 알 수 있다. 도시공간에서 나타나는 보행의 밀도를 시각화하면 자주 걷는 경로와 영역을 찾을 수 있다. 공원보행이 갖고 있는 경로 데이터에는 해당 보행 당시의 스마트폰에서 수개의 GPS 위치좌표가 기록되어 있으며, 앞서 산출한 보행지표값들에 근거하여 전체 보행 중 건강보행을 따로 지도 상에 시각화할 수 있다. 본 연구에서는 보행밀집영역을 시각화하기 위한 방법으로 커널밀도지도(Kernel Density Map)를 활용하였다. 이 방법은 온도지도(Heat map)에 비해 서로 다른 공간의 밀도값을 확률밀도로 변환하여 서로 다른 공간의 밀집된 정도를 동일 기준 상에서 비교하기에 적절하고, 지도 스케일의 변화에 따라 시각화가 달라지지 않는 장점이 있다. 커널밀도지도를 시각화하는 방법은 우선 도시공간을 일정한 면적의 단위공간으로 나누고 각 단위공간 내에 위치한 보행좌표의 숫자를 기록하면 해당 영역에서의 보행의 밀도를 산출한다. 산출된 각 단위공간의 밀도값에 대하여 커널함수로 정규화하면, 각 단위공간을 커널확률밀도로 표현할 수 있다. 본 연구에서는 ArcGIS Pro 2.7 프로그램의 ‘Calculate Density’ 기능을 이용하였고, 반경 5m의 육각형 그리드로 나누어 각 단위공간에서 커널확률밀도를 산출하였다. 단위공간의 커널확률밀도를 상위 0~10%부터 90~100%까지 10단계로 나누어 표현하였고, 건강보행의 경우 밀도가 높을수록 진한 빨간색으로, 일반보행의 경우 밀도가 높을수록 진한 파란색으로 시각화하여 공원 내외부의 보행 경로의 밀집 정도를 비교하였다. 4.3.2. 연구결과에서는 커널확률밀도 상위 0~30%에 해당하는 진한 영역을 ‘보행밀집영역’으로 일컫고 이를 중심으로 공원보행의 분포 양상을 설명한다.

앞 장에서 밝힌 공원의 네 가지 유형에서 대표적인 사례지를 선정하여, 공원보행의 공간적 분포를 시각화하였다. 공원사례 선정 기준은 각 유형에서 시각화 가능한 보행횟수가 많고, 지하철역 등 주변 보행유발시설로 인한 영향이 비교적 적은 곳으로 선정하였다. 그 결과, 건강보행의 빈도와 총량이 모두 상위권인 고빈도-고총량 유형(유형 1)에서는 양재천공원이, 건강보행 빈도는 낮으나 총 에너지 소비량이 높은 저빈도-고총량 유형(유형 2)에서 양재근린공원, 건강보행 빈도는 높지만 총량이 적은 고빈도-저총량 유형(유형 3)에서 싸리재공원, 두 지표 모두 하위권인 저빈도-저총량 유형(유형 4)에서 서초종합체육관이 사례지로 선정되었다.

4.3.2. 권역별 공원 유형 분포와 공원 서비스 소외지역

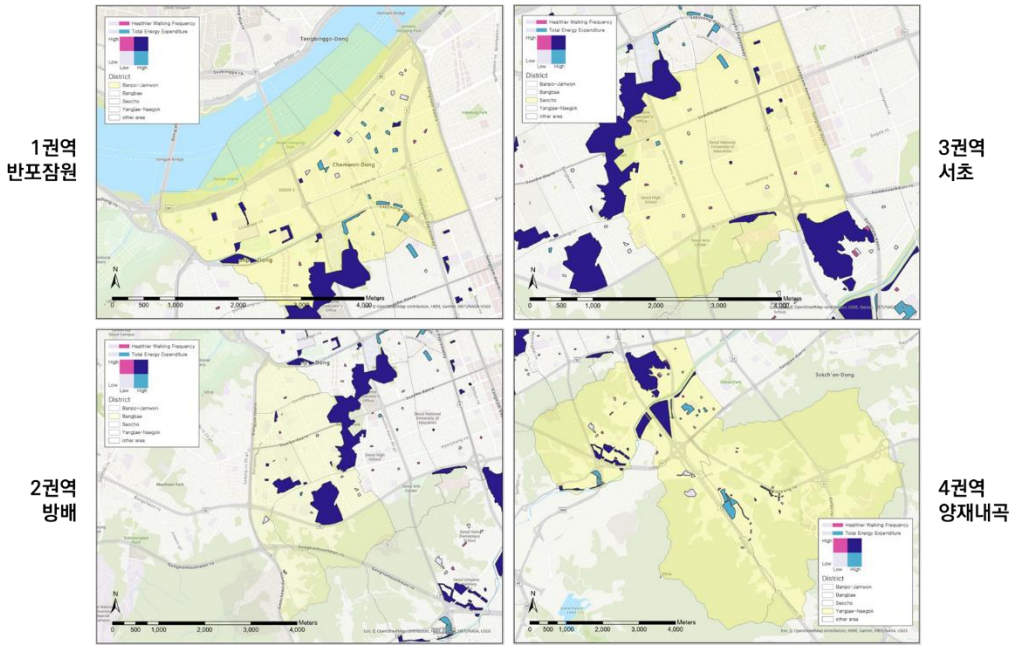


그림 12 생활권역별 4개 공원 유형 분포

그림 12와 같이, 앞서 나눈 네 가지의 건강보행 공원 유형을 각 생활권 지도 위에 시각화하였다. 남부순환로를 기준으로 북쪽에 위치하는 세 개의 생활권(1권역 반포잠원, 2권역 방배, 3권역 서초)은 서리풀 공원이라는 대형 공원을 공유하고 있고, 이 서리풀 공원이 양질의 건강보행을 유발하는 공원으로 활용되고 있다. 1권역 반포잠원 생활권의 경우 한강변의 공동주택 단지들에 작은 공원들을 다수 갖추고 있으며, 이러한 공원들은 보통 건강보행의 총량이 많은 경향을 나타내었다. 2권역 방배 생활권은 서리풀 공원 이외에도 도구머리공원과 방배근린공원이 생활권에 중심에 위치한

건강한 공원으로 역할을 하고 있다. 내방역과 서초대로를 기준으로 방배생활권의 북쪽에 위치한 저층주거지의 경우 방배동 카페골목의 남단에 위치한 뒷벌공원이 고빈도-고총량의 건강보행을 유발하고 있었다. 규모가 작더라도 생활권 내에 잘 활용되는 공원의 중요성을 보여주는 사례로 생각된다. 3권역 서초 생활권은 공원의 숫자와 면적이 모두 적고, 생활권 외곽에 있는 서리풀 공원과 말죽거리 공원까지 걸어가야 넓은 면적의 공원을 이용할 수 있다. 생활권 중심부에는 몇몇의 작은 공원들이 거리를 두고 분포해 있고, 그 중에는 건강보행의 빈도와 총량이 낮은 유형도 많다. 서울연구원과 인재개발원이 있는 우면산 산책로가 그나마 건강보행을 충족시키고 있지만, 타 생활권에 비해 고빈도-고총량 공원이 부족해보인다. 4권역 양재 생활권은 강남순환로-양재IC-양재대로를 기준으로 북쪽 지역에 말죽거리 공원, 양재시민의 숲, 양재천공원, 양재근린공원 등 넓은 면적의 공원이 다수 갖추어져 있으며, 이들은 주로 고빈도-고총량 혹은 저빈도-고총량 유형에 해당하는 공원으로 건강보행을 통해 상당히 많은 신체활동 에너지를 소모시키고 있다. 다만 남쪽에 있는 공동주택단지들의 경우 건강보행의 빈도가 높은 공원이 잘 나타나지 않는다는 아쉬움도 있었다.

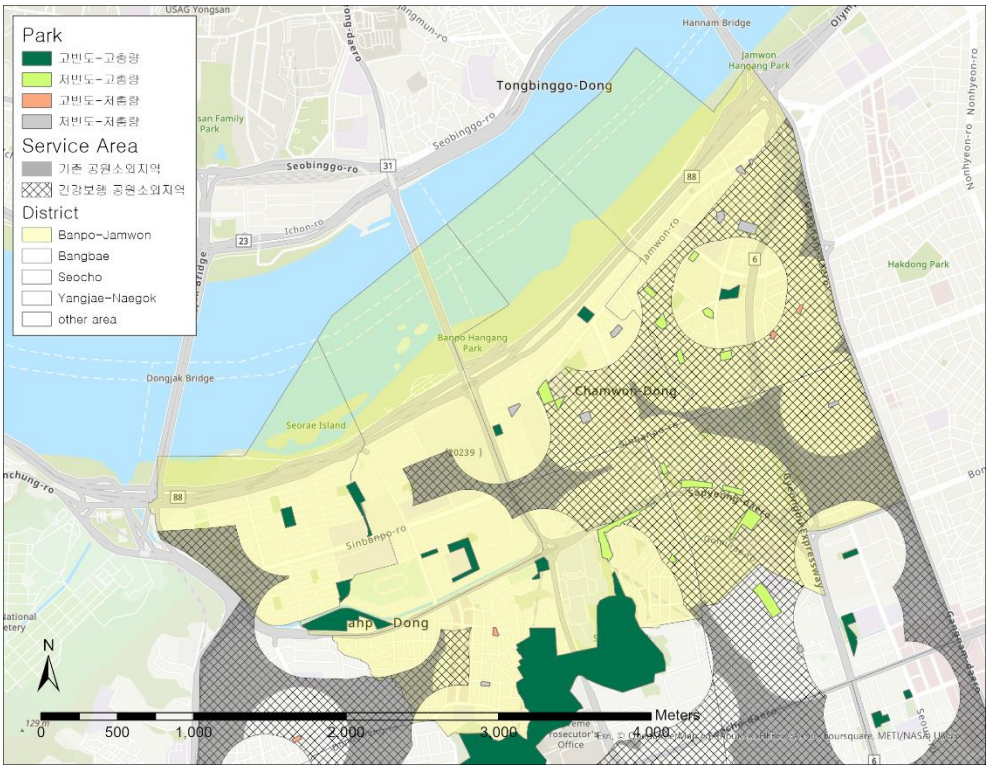


그림 13 공원소외지역 비교 (1권역 반포잠원 생활권)

공원의 도시공간적 분포는 공원에 대한 접근성과 관련이 있으며, 공원 접근성이 지나치게 열악한 지역이 생기지 않도록 서울시 공원녹지 기본계획과 생활권계획에서는 공원 서비스 소외지역을 조사하고 있다. 따라서 앞서 살펴본 공원 유형의 권역별 분포 양상을 바탕으로, 공원소외지역을 도출하여 지역적으로 어떤 차이가 나타나는지 살펴보았다.

1권역 반포잠원 생활권의 경우, 크고 작은 공원들이 공간적으로 잘 분포하고 있어서 기존 방식의 공원소외지역, 모든 공원으로부터 250m 반경의 소외지역(그림 13에서 기존 공원소외지역으로 표현된 진한 음영 부분)을 산출하였을 때, 대부분의 영역이 소외지역이 아닌 것으로 여겨졌다. 하

지만 건강보행의 관점에서, 고빈도-고총량의 상위권에 해당하는 공원들만 따로 추려서 공원소외지역(그림 13에서 건강보행 공원소외지역으로 표현된 옅은 음영 부분)을 그려본다면, 동측 부근의 잠원동 지역에서 건강보행 공원소외지역이 새롭게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 잠원동에 있는 작은 공원들이 공간적으로 잘 분포하고 있지만 각 공원에서 실질적인 건강보행의 빈도나 총량은 낮다는 것을 의미한다.

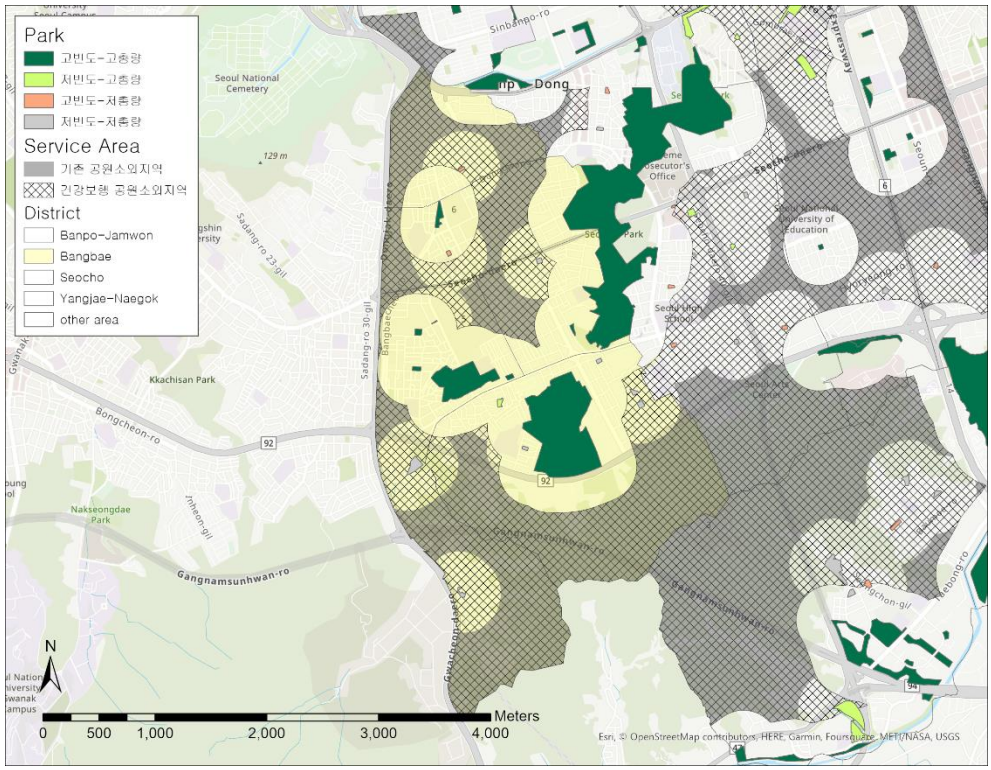


그림 14 공원소외지역 비교 (2권역 방배 생활권)

2권역 방배 생활권(그림 14)은 대부분의 공원들이 건강보행이 활발한 공원 유형에 해당한다. 특히 근린 내부에 위치한 작은 공원들(뒷벌공원, 햇님 어린이공원, 청두 어린이공원 등)에서 고빈도-고총량의 건강보행을 나

타내어, 주요 근린 영역에서 건강보행 공원 이용이 가능하였다. 다만 남부순환로 남쪽에 방배2동의 소규모 주거지역의 경우 공원의 숫자도 적지만 건강보행이 저빈도-저총량으로 일어나고 있다는 문제가 있다.

그림 15 공원소외지역 비교 (3권역 서초 생활권)

3권역 서초 생활권(그림 15)은 강남역 부근의 명달공원과 용허리 공원 서울교대 남쪽에 분토골 어린이공원 등이 작지만 건강보행이 우수한 공원으로 역할을 하고 있기는 하나, 대부분의 공원들은 건강보행의 빈도와 총량이 저조하여 서초역과 반포대로 인근의 저층주거지, 강남역 남쪽 호평로 인근 서초2동의 공동주택단지 등에 건강보행 공원소외지역이 발생하였다.

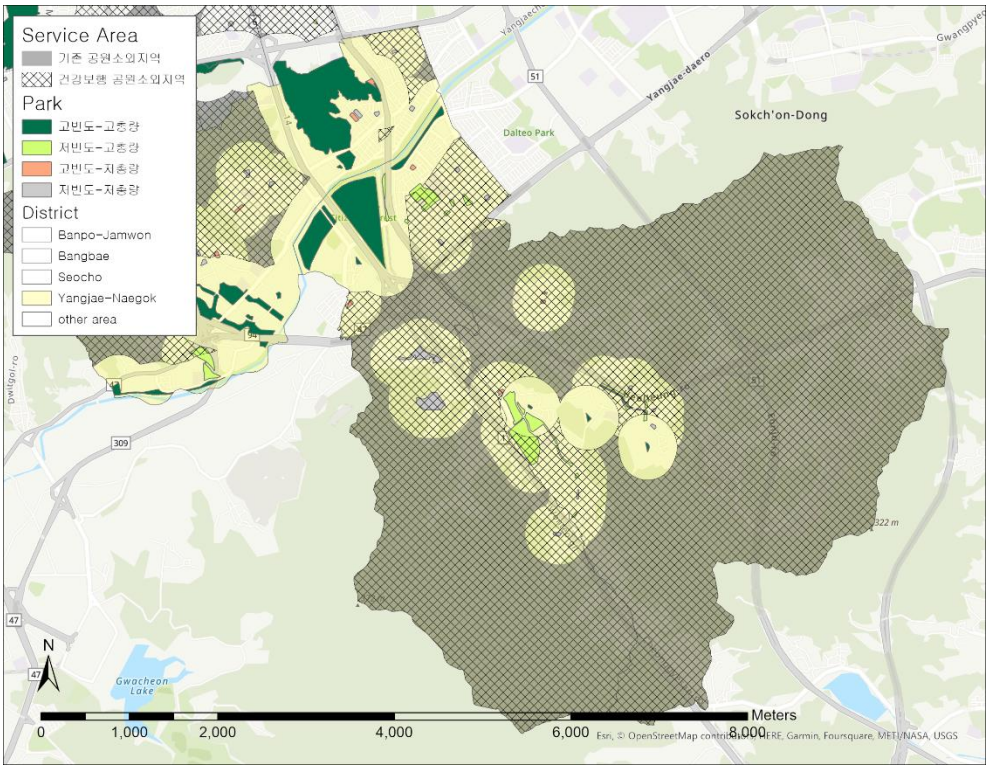


그림 16 공원소외지역 비교 (4권역 양재내곡 생활권)

4권역 양재내곡 생활권(그림 16)의 경우, 북쪽 양재동에서는 우면대림-코오롱-주공아파트 단지 부근에 작은 어린이공원들이 존재하나, 건강보행 고빈도-고총량 유형의 공원이 나타나지 않아 건강보행 관점의 공원소외지역이 새롭게 드러났다. 양재근린공원의 동남쪽 저층주거지 역시 다수의 공원이 있지만 고빈도의 건강보행이 나타나지 않는 것으로 보인다. 생활권 남쪽 내곡동은 도시화지역이 넓지 않다는 것을 감안하더라도, 기존 공원소외지역이 아니라고 생각했던 지역들이 대부분 건강보행 소외지역에 해당하였다. 특히 내곡공동주택단지의 대규모 공원용지가 조성되어 있음에도 불구하고 건강보행 빈도가 낮아 소외지역에 해당하였다.

4.3.3. 개별 공원에서의 보행밀집영역 분포

시각화 분석을 위해 선정한 4가지 공원 사례지에서 나타난 건강보행의 커널밀도지도를 비교해보면, 각 공원마다 나타나는 건강보행의 공간적 경로 분포의 특징이 두드러진다. 그림 17에서 볼 수 있듯이, 고빈도-고총량 유형(유형 1)은 10여곳 이상의 보행밀집영역이 나타나고 저빈도-고총량 유형(유형 2)와 고빈도-저총량 유형(유형 3)에서도 3~5곳의 보행밀집영역이 나타난 반면, 저빈도-저총량 유형(유형 4)에서는 단 한곳의 보행밀집영역만 도출되었다.

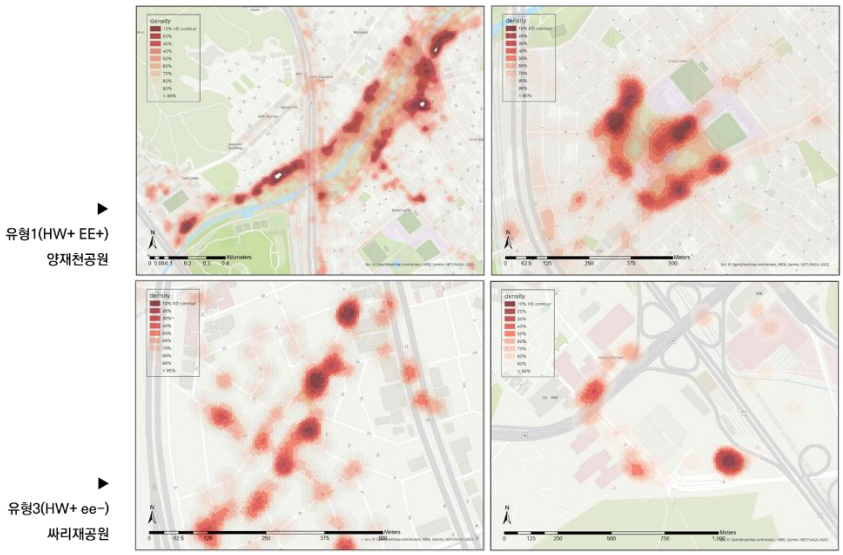


그림 17 공원 4곳의 건강보행 커널밀도지도

고빈도-고총량 유형의 양재천공원은 공원의 수변 공간을 따라 보행밀집영역이 선형적으로 길게 연속될 뿐 아니라 하천을 가운데 두고 양편에서 모두 보행밀집영역이 나타났다. 저빈도-고총량 유형의 양재근린공원의 경우, 공원 내부에 보행밀집영역이 위치해있고, 이러한 밀집영역들은 공원 내의 산책로를 따라 순환하는 형태로 구성되었다. 이와 달리 고빈도-저총량 유형의 싸리재공원은 보행밀집영역들이 선형을 이루며 공원 내외부의 근린 가로와 연계되어 나타났다. 저빈도-저총량 유형의 서초종합체육관은 단일의 보행밀집영역이 공원 내에 위치하고 그 외의 공간으로 크게 확장되지 못하는 형태를 보였다. 보행밀집영역의 수와 배치를 통해 해당 공원의 건강보행이 주로 일어나는 공간의 구조와 형태를 알 수 있다.

(1) 고빈도-고총량 공원(유형1) 양재천공원

양재천공원의 밀도지도 시각화(그림 18)를 통해 살펴본 보행의 공간적 분포는 수변을 따라 여럿의 보행밀집지역이 선형으로 이어지는 점이 특징적이다. 그림 19에서 볼 수 있듯이, 전체 공원보행과 건강보행을 비교하면 다수의 보행밀집영역이 대부분 공간적으로 일치하는 양상이 나타난다. 이는 양재천공원을 걷는 경우, 일반적인 보행의 경로와 건강보행의 경로가 특별한 차이를 나타내지 않는다는 것을 의미한다. 앞서 도출된 양재천공원의 보행지표(그림 20)에 따르면, 양재천공원에서 보행하는 경우 평균적으로 4,583.28걸음, 49.05분을 걸으며 1분당 걸음수 87.97의 강도 높은 활동이 많이 일어난다. 양재천공원의 양호한 보행시간과 보행강도는 공원영역 내에서 주로 발생하며 하천을 따라 선형의 형태로 분포한다고 말할 수 있다.

그림 21은 양재천공원의 보행밀집영역의 실제 물리적 환경을 확인하

기 위해 현장 답사를 실시한 결과이다. 양재천공원은 하천을 따라 수변에 조성되었으며, 면적 19,258m^2, 둘레 1,526m의 비교적 규모가 큰 도시공원이다. 보행환경은 보행자와 자전거 이용자를 구분한 보행로가 공원 전체를 연결하며, 비탈에 단차를 두고 구분된 산책로와 수변 공간의 산책로가 별도로 설치되어 있다. 달리기, 자전거, 인라인스케이트 등 서로 다른 수단을 이용해 신체활동을 하고 있는 사람들이 많았으나 각 수단별 통행로가 명확히 구분되어 있어 원활한 신체활동이 가능하였다. 교량 하부에는 운동공간과 휴식공간이 있고, 수변을 활용한 조경공간, 휴식공간도 충분히 조성되어 있다. 휴식이나 강도 낮은 신체활동을 보이는 공원 이용자들이 많이 관찰되었지만, 휴식공간에 이르기까지의 보행거리를 고려할 때 휴식 목적의 방문자들에게도 상당 수준의 신체활동이 유발될 것이 분명하였다.

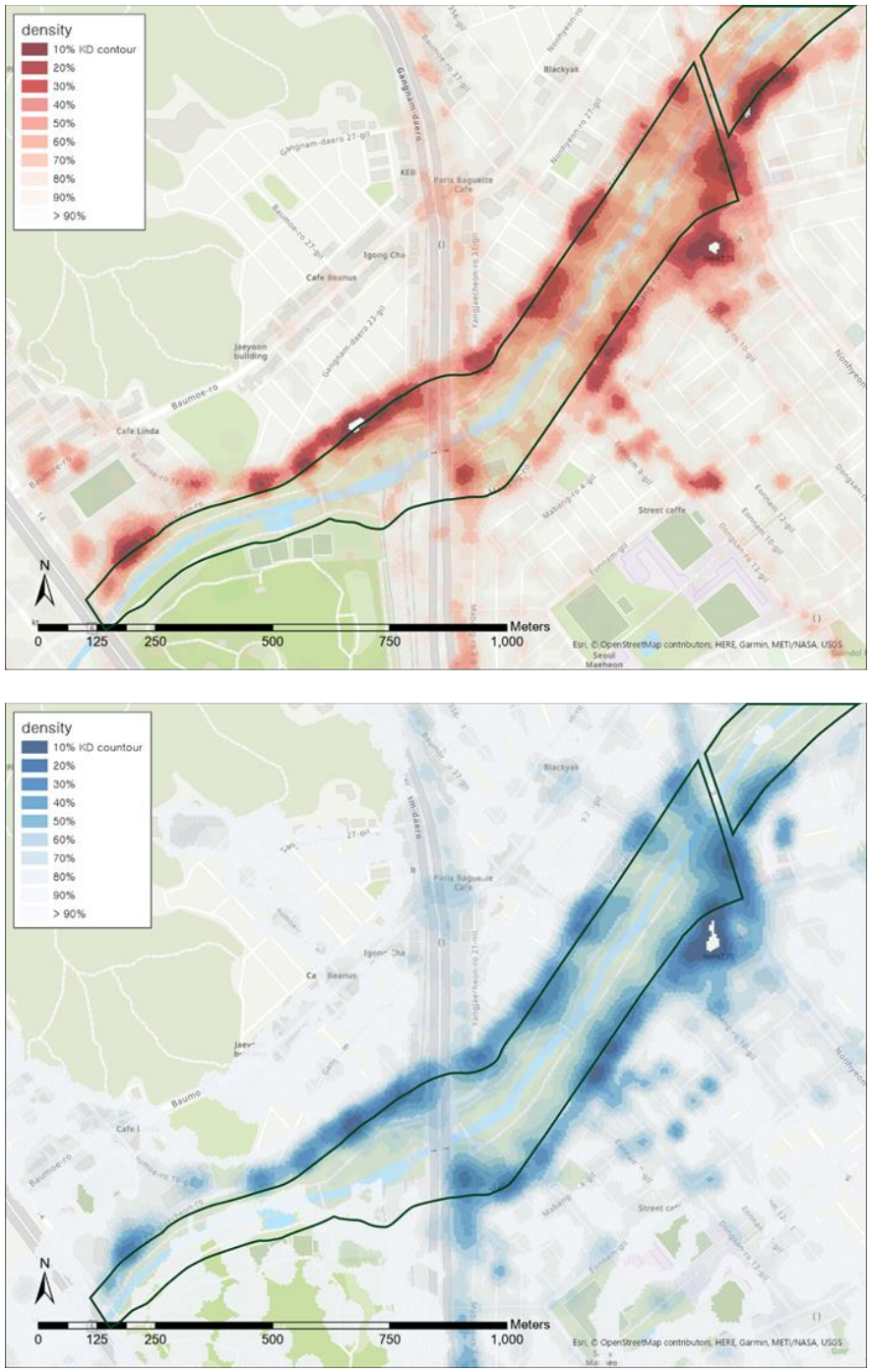


그림 18 양재천공원의 밀도지도: 건강보행(위)과 전체 보행(아래)

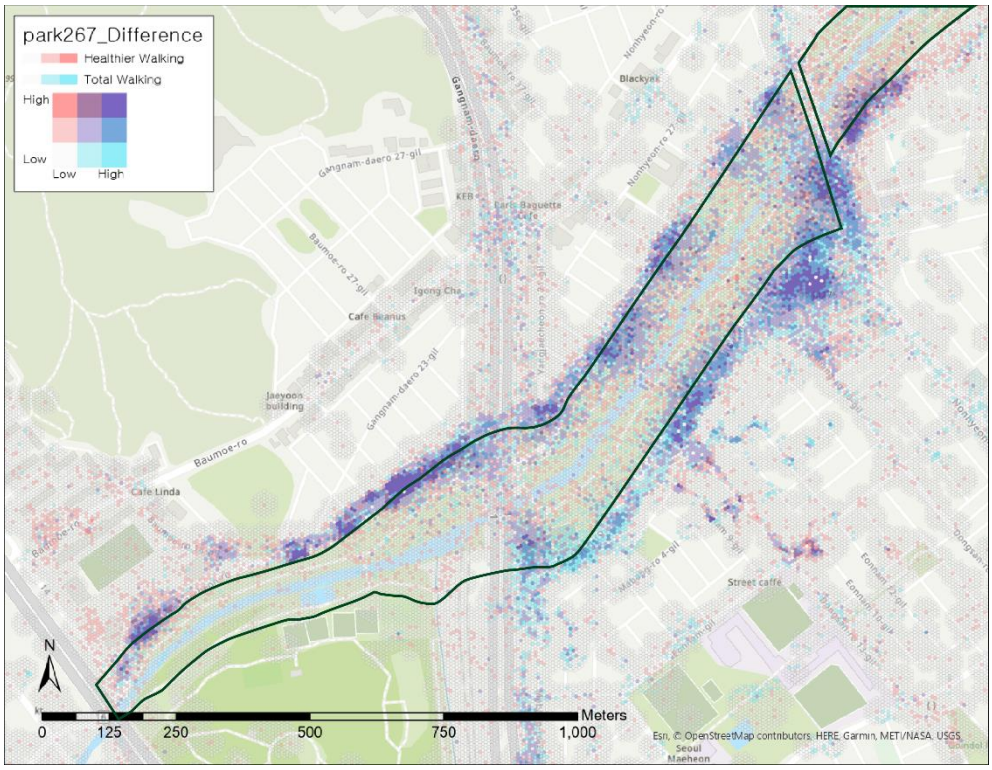


그림 19 건강보행-전체 보행 밀도 차이 (양재천 공원)

공원 환경	공원명	양재천공원
	공원유형	기타공원시설
	공원면적 (m2)	57774
	길이 (m)	1526
보행 지표	총 보행횟수 (bout)	1951
	평균 걸음수 (step)	4583.28
	평균 보행시간 (min)	49.05
	평균 보행강도 (step/min)	87.97
	건강보행 비율 (%)	30.04%
	총 에너지 소비량 (kcal)	15933235.45

그림 20 양재천공원 지도와 공원 지표

그림 21 양재천공원 현장 사진

(2) 저빈도-고총량 공원(유형2) 양재근린공원

양재근린공원의 보행밀도 지도(그림 22)를 살펴보면, 일반적인 보행과 건강보행 모두 양재근린공원 내부 영역에서 보행밀집지역이 발생하였다. 이 영역들은 공원 경계를 따라 조성되어 있는 산책로의 주요 진입지점에 형성되어 있었다. 그림 23에서 보라색으로 표현된 공통 밀집영역을 볼 때, 다른 공원에 비해 일반 보행과 건강보행의 밀집영역도 넓고 상당부분 동

일한 영역에서 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 해당 영역들은 주로 공원 경계를 따라 조성된 산책로였는데, 이들의 주요 진입지점이나 교차지점에 보행밀집영역이 형성되면서 공원 경계부의 보행밀도가 높게 나타났다.

양재근린공원에서 발생하는 공원보행은 평균 1,492.74걸음, 23.79분을 기록하였고, 건강보행의 비율은 7.43%로 비교적 낮은 공원이다(그림 24). 양재근린공원의 주변 보행환경은 좁은 보차혼용도로로 구성되어 있고 차량이 혼잡하여 보행의 쾌적성과 안전성이 떨어진다. 따라서 건강보행을 수행할만한 공간은 공원 내부에 한정되어 있어, 건강보행 밀집영역이 주변으로 확장되지 못하고 공원 내부에 밀집된 양상을 나타낸다. 공원 내부도 휴식 및 산책 성격이 강하고, 대부분의 산책로는 단일 노선으로 순환하는 산책로가 아니라 나무 등 조경공간을 두고 여러 갈림길 형태로 다양한 선택지를 제공하면서 느리게 걷기에 용이하였다. 축구장, 농구장, 육상트랙 등 체육시설과 놀이터와 잔디밭 등 어린이를 위한 운동공간이 조성되어 있어 운동 목적의 공간을 따로 제공하고 있었다(그림 25).

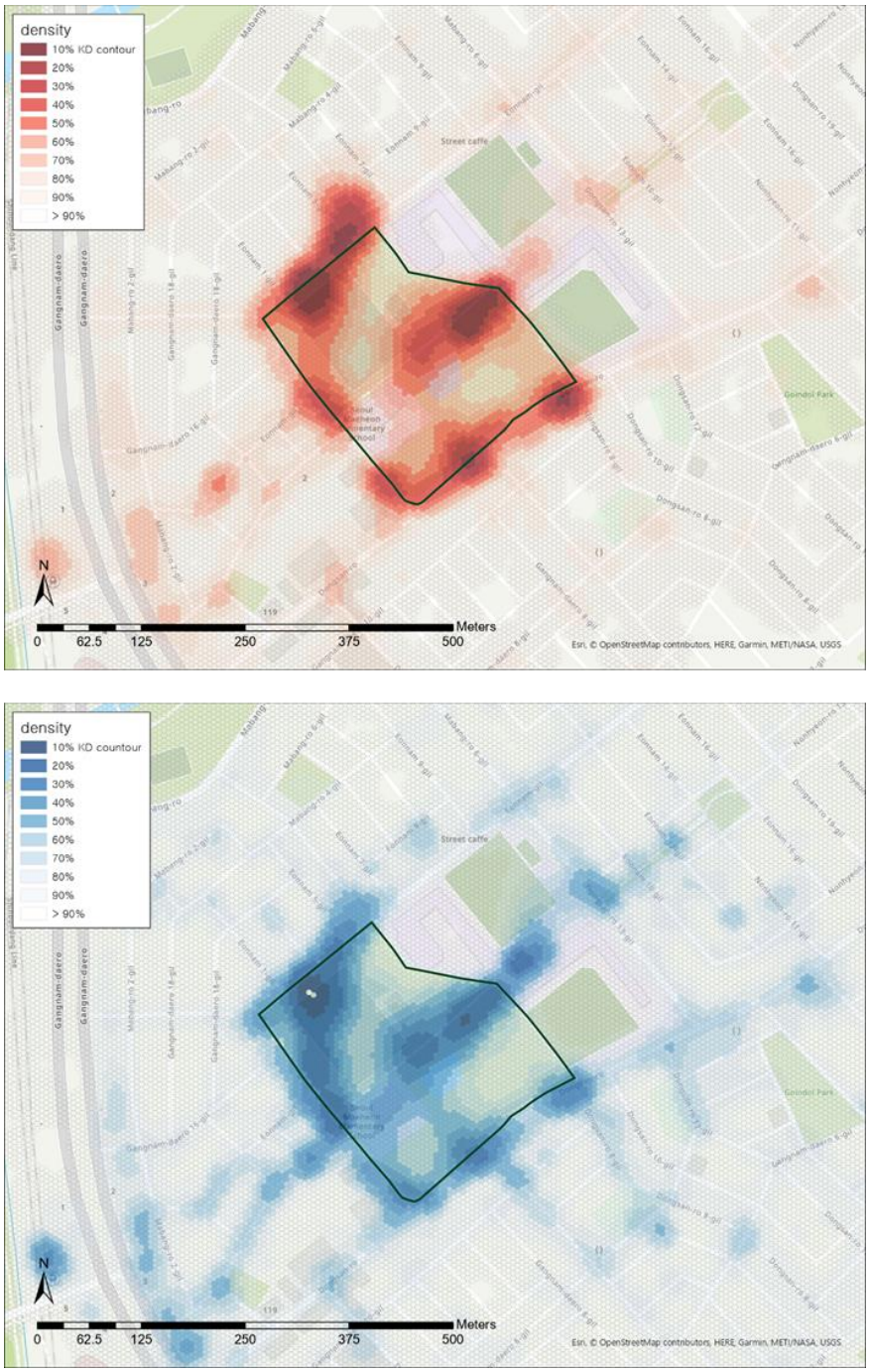


그림 22 양재근린공원의 밀도지도: 건강보행(위)과 전체 보행(아래)

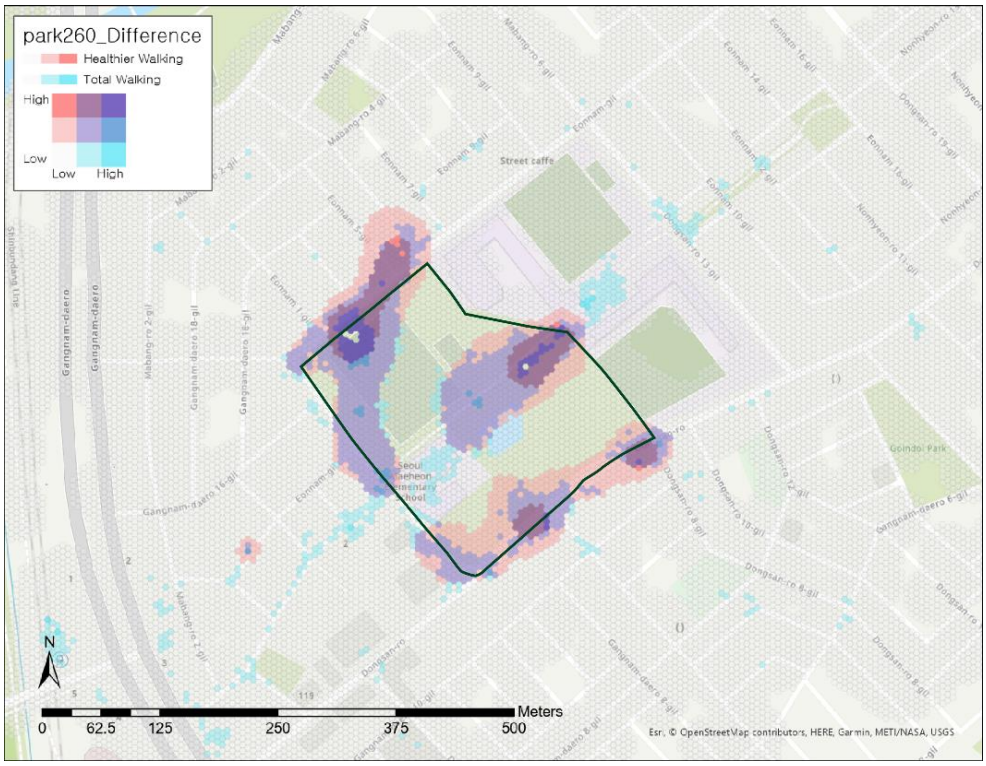


그림 23 건강보행-전체 보행 밀도 차이 (양재근린공원)

공원 환경	공원명	양재근린공원
	공원유형	근린공원
	공원면적 (m2)	32521
	길이 (m)	915
보행 지표	총 보행횟수 (bout)	5059
	평균 걸음수 (step)	1492.74
	평균 보행시간 (min)	23.79
	평균 보행강도 (step/min)	69.26
	건강보행 비율 (%)	7.43%
	총 에너지 소비량 (kcal)	15633316.42

그림 24 양재근린공원 지도와 공원 지표

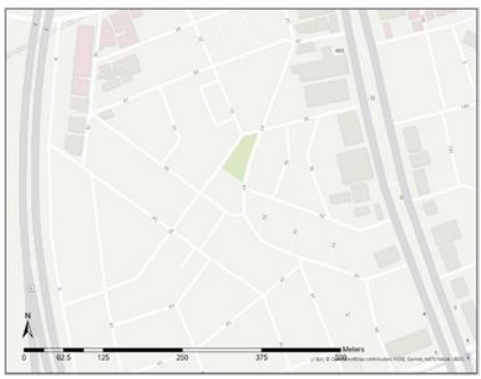
그림 25 양재근린공원의 현장 사진

(3) 고빈도-저총량 공원(유형3) 싸리재공원

앞서 살펴본 사례들과 달리 고빈도-저총량 유형의 싸리재공원 보행밀도지도는 일반보행과 건강보행의 밀집영역이 상당한 차이를 보인다(그림 27). 특히 건강보행 밀집영역은 일반 보행의 밀집영역에 비해 공원 주변의 근린 가로까지 보다 더 확장하는 형태를 보였다(그림 28). 싸리재공원은 면적이 992제곱미터, 둘레 138m의 작은 공원으로 공원 내부에서 건강보행

을 하기에는 쉽지 않기 때문에, 근린가로와 연계한 형태로 건강보행이 이루어지는 것으로 추정된다. 싸리재공원에서는 평균 997.69걸음, 13.08분의 보행이 발생하며, 이 중 건강보행의 비율은 11.81%로 비교적 높게 나타났다(그림 26).

싸리재공원은 도시 블록구조의 한가운데 위치한 공원으로 블록 중심을 가로지르는 도로의 분기점 역할을 하고 있다. 주변 근린지역 대부분의 도로가 보차혼용의 1차선 혹은 일방통행의 좁은 골목길 형태를 이루어 보행의 안전성이 다소 열악한데 비해, 그나마 공원과 면한 블록 중심의 가로를 경유하는 것이 다른 가로구간에 비해 보행자에게 다소 안전한 선택지를 제공할 수 있다. 대부분의 도로 가장자리 구간이 건물 외벽에 막혀 보행자에게 좁은 폭의 보행공간만을 허용하지만, 싸리재 공원은 규모가 작은데도 불구하고 잠시 보행자가 다른 교통수단으로부터 피할 수 있는 공간을 제공한다.



공원 환경	공원명	싸리재공원
	공원유형	근린공원
	공원면적 (m2)	992
	길이 (m)	138
보행 지표	총 보행횟수 (bout)	127
	평균 걸음수 (step)	997.69
	평균 보행시간 (min)	13.08
	평균 보행강도 (step/min)	80.39
	건강보행 비율 (%)	11.81%
	총 에너지 소비량 (kcal)	240572.02

그림 26 싸리재공원 지도와 공원 지표

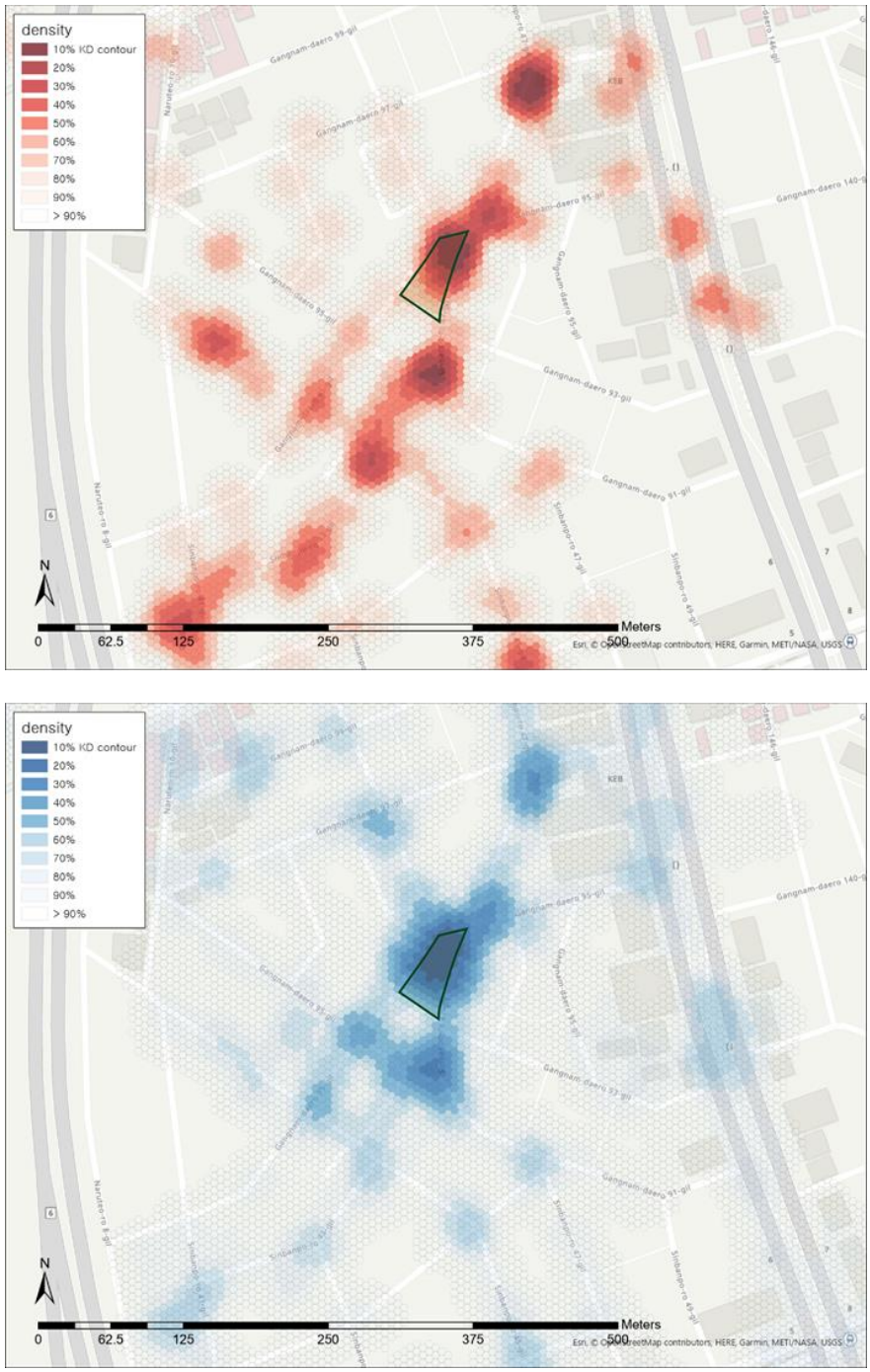


그림 27 싸리재공원의 밀도지도: 건강보행(위)과 전체 보행(아래)

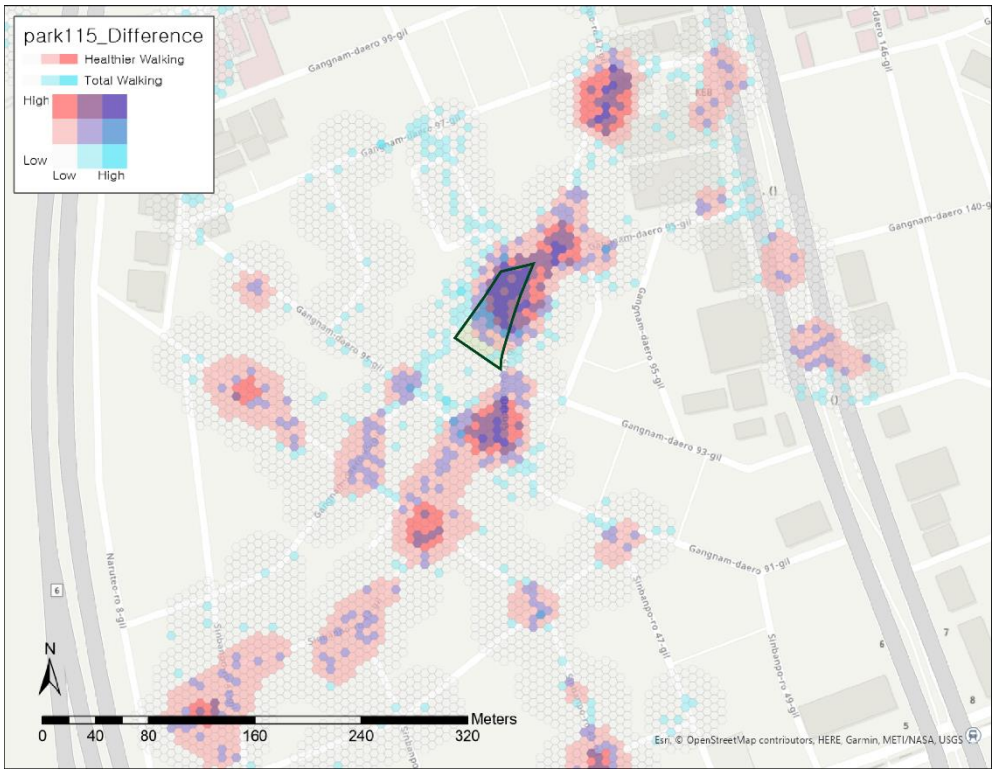


그림 28 건강보행-전체 보행 밀도 차이 (싸리재공원)

(4) 저빈도-저총량 공원(유형4) 서초종합체육관

서초종합체육관은 18,278m^2, 길이 1,066m의 충분한 공원부지를 갖추고 있고 종합체육관 시설을 중심으로 공원의 물리적 환경도 잘 조성되어 있다. 하지만 건강보행의 비율과 총 에너지 소비량 모두 하위권인 저빈도-저총량 유형에 해당하여 실질적인 건강보행 행태가 저조하게 나타나는 공원이다. 그림 29의 보행밀도지도를 살펴보면 공원 내에 단 하나의 보행밀집영역만 형성되어 있으며 이 영역은 서초종합체육관 건물 위치에 정확히

일치한다. 앞서 살펴본 다른 공원들은 건강보행 밀집영역과 일반보행 밀집영역의 차이가 분명하게 나타났으나, 서초종합체육관은 공간적 차이를 가늠하기 어렵다(그림 30). 공원에서 서쪽 방향으로 약 500m 정도 거리를 두고 형성된 보행밀집영역은 코스트코, 양곡도매시장 등 다른 목적시설에 위치하고 있기 때문에 실질적으로 공원을 이용하는 보행밀도는 낮은 것으로 보인다. 서초종합체육관에서 일어나는 보행은 평균 980.23걸음, 16.94분 등 상당히 짧은 활동을 보여주며 건강보행의 비율도 4.58%로 낮다.

서초종합체육관 건물 부지를 제외하면 공원공간에서 보행이 거의 일어나지 않는다. 이처럼 보행의 빈도가 낮고 그마저 공원이 아닌 다른 지역에서 대부분의 보행밀집영역이 나타나는 경우는 공원의 실질적인 활용성 측면에서 재고가 필요하다. 종합체육관의 운동활동과 연계하여 공원에서도 운동하는 사람들을 기대해볼 수 있다는 점에 착안하여, 운동시설을 설치하거나 외부 운동을 할 수 있는 공원 분위기를 조성해볼 수 있다.

그림 29 서초종합체육관의 밀도지도: 건강보행(위)와 전체 보행(아래)

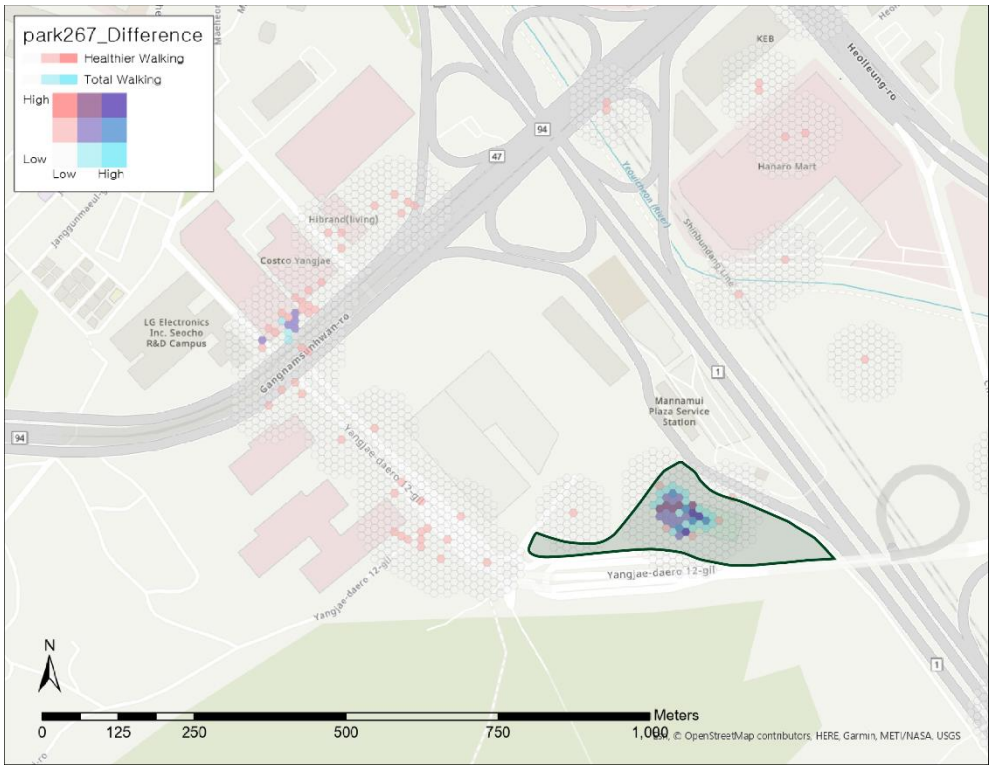


그림 30 건강보행-전체 보행 밀도 차이 (서초종합체육관)

4.3.4. 소결: 공원보행과 건강보행은 어디에서 이루어지는가?

본 연구에서 정의하는 공원보행은 공원 내부에서의 보행뿐 아니라 보행 경로 중 일부가 공원 영역을 지나가는 보행까지 포괄한다. 이는 공원과 주변 지역의 관계, 보행의 진출입 지점, 공원 내외의 주요 보행영역 등을 살펴볼 수 있다는 점에서 큰 장점이 있다. 이러한 측면에서 스마트폰 보행 데이터의 특징, 보행의 출발지점과 도착지점을 비롯하여 중간 경로좌표까지 알 수 있다는 점은 공원보행의 공간적 탐구를 가능케 하고, 이를 토대로 도시계획 및 공원 공간설계에 도움이 되는 공간적 특성을 도출할 수 있

다. 따라서 도시계획과 설계에서 활용할 수 있는 도시장소-보행 분석방법을 제시하고 그 결과사례를 제시하는 것이 이번 세번째 연구의 핵심이다. 공원에서 일어나는 보행 경로의 공간적 특성을 바탕으로 건강보행 관점에서 공원 서비스 소외지역과 공원 내 보행밀집영역에 대해 탐구하였다.

오늘날 서울의 공원녹지 기본계획에서는 보행가능거리 내에 공원이 한 곳도 존재하지 않는 도시 지역을 공원 서비스 소외지역으로 분류하고 있다. 앞선 연구결과에서, 공원에 따라 건강보행이 잘 이루어지는 공원과 그렇지 않은 공원이 있다는 결과를 도출한 바 있다. 만약 공원이 제공할 수 있는 서비스 중 하나가 건강보행이라고 본다면, 인접한 공원이 건강보행이 저조한 공원임에도 불구하고 공원 서비스 소외지역이 아닌 것으로 분류되어 온 도시지역들에 대해서 다시 평가할 필요가 있다. 본 연구에서는 건강보행이 잘 일어나는 공원 유형을 기준으로 공원 서비스 소외지역을 다시 도출하여 기존 공원 서비스 소외지역과 비교하였고, 그 결과, 서초 생활권의 대부분의 영역과 잠원동 일대, 내곡동 일대 등 건강보행 관점의 공원소외지역이 새롭게 도출되었다.

공원소외지역의 결과를 살펴보면 대규모 공원시설 못지않게 지역 내 작은 공원들의 역할이 크게 부각된다. 보통 생활권에서 한두 곳 정도에 불과한 대규모 공원시설의 공원 서비스 영역으로는 모든 생활권 지역을 감당하기 어렵다. 하지만 여러 곳에 분포되어 있고 특히 주거지역에도 가까이 조성할 수 있는 작은 공원들은 생활권 곳곳으로 서비스 영역을 확장하는 효과를 가져온다. 만약 작은 공원에서 건강보행이 활발하게 일어난다면 주변 지역에 건강보행 공원 서비스를 제공하는데 큰 기여를 할 수 있다. 예를 들어, 방배 생활권의 뒷벌공원의 경우 고빈도-고총량의 건강보행이

나타나는 공원으로 주변의 저층주거지가 건강보행 공원 서비스 소외지역에 해당하지 않게끔 하는 유일한 공원의 역할을 하고 있다. 반면, 서초 생활권의 경우 소공원이 지역 곳곳에 분포하여 물리적 거리상 공원소외지역이 적은 것처럼 보이지만, 실질적인 건강보행은 저조한 곳이 대부분이기 때문에 건강보행 관점에서는 공원소외지역이 많이 도출되었다.

공원에서 보행에 주로 활용되는 공간과 그렇지 못한 공간을 찾아내는 것 역시 공간적 분포 연구의 주요 주제이다. 개별 공원에서 전체 보행과 건강보행으로 나누어 보행밀집영역을 비교하였는데, 공원보행의 공간적 분포 양상이 공원 내부의 시설, 보행로 형태, 공원 성격, 주변 지역에서 공원의 역할 등과 밀접하게 연관되어 있었다. 예를 들어, 건강보행이 활발하게 일어나는 유형의 양재천공원의 경우, 일반 보행과 건강보행의 공간적 분포가 거의 일치하는 양상을 나타냈다. 보행밀집영역 대부분이 잘 조성된 보행로와 자전거도로에 집중되어 있었고, 보행밀집영역에서 운동 목적으로 걷는 사람들을 다수 발견할 수 있었다. 반면, 건강보행 저빈도-저총량 유형의 서초종합체육관의 경우 보행밀집영역이 단 하나의 점 형태로 나타나며 이 영역은 체육관 건물 부지에 위치하고 있어, 체육관 시설을 제외한 공원 공간에서의 보행은 거의 일어나지 않는 것으로 파악된다. 이처럼 저조한 보행 이용을 활성화하기 위하여 체육관 프로그램과 연계한 보행 프로그램을 구상하는 등 공원 개선을 위한 근거자료로 삼을 수 있다.

공원과 보행의 공간적 분포를 통해 도출한 공원 서비스 소외지역과 공원에서의 보행밀집영역 분포는 각각 도시계획과 공원설계 측면에서 시사점을 갖는다. 기존의 공원기본조사의 공원 서비스 소외지역에서 미처 알지 못했던 건강보행 공원 서비스 소외지역을 새롭게 도출한 결과는, 앞으

로 보행친화적 건강도시라는 목표 아래 어느 지역에 공원 공급이 필요하며 어느 공원이 건강보행 측면에서 개선이 필요한지 알려주는 근거가 된다. 생활권계획에 대한 중요성이 강조되고 있는 지금, 근린생활권에서 건강하게 걷는 공원의 유무를 판단하는 과정 또한 논의될 필요가 있다. 한편, 공원에서의 보행밀집영역은 주요 공원 보행공간을 밝히고 건강보행의 공간적 밀집 양상을 알려준다. 이는 공원설계 측면에서 기존 보행환경에서 잘 작동하고 있는 공간과 그렇지 않은 공간을 확인할 수 있게 해주며, 건강보행 증진을 위한 공원 디자인 과정에 도움이 될 수 있는 자료를 제시한다.

제 5 장 해석 및 논의

5.1. 건강보행: 신체건강에 유의미한 보행 세분화

보행친화적인 환경을 통해 신체활동을 증진하고자 하는 건강도시 개념에는 보행이 건강에 유의미한 영향을 가져오는 신체활동일 것이라는 전제가 내포되어 있다. 걷는다는 행위가 다수의 시민들이 손쉽게 수행할 수 있는 신체활동인 것은 틀림없지만, 보행의 특성상 운동 효과가 미미하고 신체건강에 거의 영향을 미치지 않는 경우도 많다. 따라서 보행의 신체활동 수준을 세분화하여 건강보행을 따로 분류하고, 건강보행이 일어날 수 있는 도시환경에 대한 탐구가 필요하다. 본 연구에서는 보행을 세분화하기 위하여 신체활동에 관한 보건의료 분야의 이론적 구분기준에 근거를 두고 있다.

국제 공중보건 권장기준에 따르면, 신체건강 측면의 긍정적인 효과를 위하여 1회 10분 이상의 지속시간과 중강도 이상의 활동강도를 가지는 보행활동이 필수적이다. 하지만 대부분의 보행자들은 이러한 기준에 부합하는 보행시간과 보행강도를 충족시키기 쉽지 않다. 지난 일주일의 보행에 대해 설문한 미국 질병관리본부(CDC)의 결과에 따르면, 최근 일주일 동안 10분 이상의 보행활동을 한번이라도 경험한 응답자는 61.7%, 중강도 이상의 보행을 1회 이상 수행한 비율은 25.6%로 집계되었다. 충분한 보행시간과 보행강도를 통해 일주일 간의 신체활동 권장기준을 달성하는 응답자 비율은 불과 6.4%에 불과하였다. 이는 ‘보행은 건강에 긍정적인 신체활동’일 것이라는 건강도시의 기존 전제에 상당한 수정이 불가피하다는 것을

의미한다. 도시 보행을 통해 신체건강 효과를 얻기를 기대한다면, 보행연구의 대상은 일반적인 보행활동 가운데 소수의 건강보행을 구분하여 탐구하여야 한다.

전체 보행 가운데 건강보행의 권장 기준을 충족하는 경우는 상당히 드물다는 사실은 본 연구의 결과에서도 확인되었다. 본 연구에서는 매회의 보행에 대해 시간과 강도를 산출하였고, 이를 바탕으로 수집된 전체 보행 가운데, 10분 이상의 지속시간과 중강도 이상의 보행강도를 갖는 보행의 비율을 구분해낼 수 있었다. 나아가 30분 이상의 장시간 보행과 고강도 이상의 보행도 따로 분류하였고, 이러한 기준을 이용하여 보행시간과 보행강도의 등급을 구분한 3X3 매트릭스를 제시하였다. 이 매트릭스를 적용한 결과 550,234건의 전체 보행활동 가운데 10분 이상의 보행은 322,139건(58.55%)을 차지하였고, 중강도 이상의 보행은 54,757건(9.95%)를 기록하였다. 보행시간과 보행강도를 모두 만족하는 10분 이상 중강도 이상의 건강보행은 24,649건(4.48%)으로 산출되었다. 이는 일상 도시 속에서 건강보행을 수행하는 것이 상당히 어렵다는 것을 보여주는 결과로, 서초구에서 일어난 연구기간 동안 수집된 전체 보행 가운데 신체건강에 유의미한 도움이 되는 보행은 5% 미만의 비율로 나타났다는 것을 의미한다.

시민의 건강보행을 증진시키기 위해서 충분한 보행시간과 보행강도를 달성해야 하며 이러한 건강보행이 가능한 도시공간이 탐구될 필요가 있다. 공원은 충분한 보행공간을 확보하고 있고, 빠른 속도로 걷거나 자전거를 타고 달리기를 하는 등 강도 높은 보행도 가능한 안전하고 쾌적한 보행환경이 기대되는 도시시설이다. 본 연구에서는 공원시설에 주목하여, 공원에서 일어난 보행과 공원 이외의 지역에서 일어난 보행에서 나타나는 건강

보행의 특징을 도출하였다. 먼저 도시 내 보행 중 공원을 경유하는 보행을 구분해낼 수 있었다. 전체 보행 가운데 공원영역을 지나간 보행은 52,498건(9.54%)을 기록하였다. 이는 일상적인 보행활동 시 공원에서 보행하는 빈도가 10% 미만에 그친다는 점을 의미한다. 이어서 공원에서 더 많은 양의 건강보행이 유발될 것이라는 가정도 검증하였다. 공원에서의 보행과 그 외의 지역에서의 보행의 건강보행 비율을 보면 확연한 차이가 드러났는데, 공원에서의 보행 중 건강보행은 약 10.89%에 달하는 반면, 공원 이외의 지역에서 나타난 보행 중 건강보행은 약 3.80%에 그쳤다.

공원에서 보행시간과 보행강도가 권장 기준을 충족시키는 건강보행이 많이 일어난다는 본 연구의 결과를 고려할 때, 공원에서 보행을 할 수 있는 기회를 더 많이 늘리는 전략은 시민의 신체건강 증진에 보탬이 된다. 예를 들어, 도시 각 지역에서 공원까지의 보행 접근성을 향상시키고, 공원 서비스 소외지역에 새로운 공원을 공급하며, 공원에서의 다양한 캠페인과 프로그램을 통해 공원 방문과 참여를 유도할 수 있다. 또 기존의 공원이 가지고 있는 보행환경을 개선하여 충분한 보행거리를 갖추도록 보행 네트워크를 연결하고, 빠른 속도로 걷거나 달리는 것이 용이하도록 다른 통행수단 및 통행자로부터 보행 안전성을 확보하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 다만 공원 전반에서의 건강보행뿐 아니라 개별 공원의 종류와 환경 특성을 고려하여 각 공원마다 달리 나타나는 건강보행의 양상을 보다 면밀하게 파악할 필요가 있다.

5.2. 공원 유형: 공원마다 다르게 나타나는 건강보행

평균적으로 다른 지역보다 공원에서 건강보행이 많이 일어나는 경향이 있다고 하여 모든 공원에서 건강보행이 잘 이루어지는 것은 아니다. 이는 곧 개별 공원마다 건강보행이 많이 일어나는 정도를 파악하여 '건강하게 걷는 공원'과 '그렇지 않은 공원'을 찾고자 하는 질문으로 이어진다. 이 질문은 현재 도시 내에서 사람들을 건강하게 걷게 하는 시설이 어떻게 분포하고 있는지에 관한 도시계획 논의, 어떠한 공통적 특징을 갖고 있는지에 관한 공원계획 및 설계의 고민과 맞닿아 있다.

서초구 각각의 공원들은 종류와 크기, 형태가 다양하여 보행 환경에서도 상당한 차이가 나타나며 해당 공원에서 건강보행이 발생한 정도도 달랐다. 각 공원에서 기록된 보행에서 보행시간과 보행강도 등 건강보행과 관련된 지표를 산출할 수 있었고, 이를 기준으로 공원들의 서로 다른 건강보행 수준을 정량적으로 비교하였다. 공원간 비교를 용이하게 하기 위하여 유형을 구분하였고, 건강보행의 빈도와 총량을 통해 서초구 공원의 건강보행 유형을 나눌 수 있었다. 공원들의 건강보행 지표를 종합해 보았을 때, 건강보행의 빈도 중간값은 8.69%, 건강보행의 총량 중간값은 686,635kcal를 기록하였고, 이 중간값들을 기준으로 상하위권 공원을 분류할 수 있었다. 그 결과, 건강보행 관점의 공원 유형은 크게 4가지, 고빈도-고총량 유형, 저빈도-고총량 유형, 고빈도-저총량 유형, 저빈도-저총량 유형으로 나뉘어졌다.

건강보행의 빈도와 건강보행의 총량을 기준으로 공원을 유형화하면 각각 다른 공원의 보행 양상을 살필 수 있다. 건강보행의 빈도 즉, 공원에

서 일어난 보행 중 건강보행의 빈도는 이 공원에서 건강보행이 일어날 가능성이 얼마나 높은지에 대해 말해준다. 사람들이 빠르게 걷거나 달리기를 하고 운동을 하기 쉬운 공원이라면 건강보행의 빈도가 높게 나타날 수 있다. 반대로 휴식이나 산책 등 강도 낮은 보행이 이루어지는 분위기의 공원은 건강보행의 빈도가 낮게 나타난다. 이와 달리 건강보행의 총량은 이 공원에서 얼마나 많은 양의 건강보행이 이루어지고 활동에너지가 소모되었는지를 의미한다. 건강보행이 일어난 총 횟수가 많고, 총 보행시간이 길며, 보행강도가 높은 공원일수록 건강보행의 총량이 높게 나타난다. 빈도와 총량은 모두 공원에서 건강보행의 양상을 설명해주지만 두가지 지표가 비례하는 것이 아니다. 따라서 건강보행의 빈도가 낮더라도 총량은 높은 공원들(저빈도-고총량 유형)이 존재하고, 건강보행의 빈도가 높지만 총량은 낮은 공원들(고빈도-저총량 유형)도 가능하다. '건강하게 걷는 공원'과 '그렇지 않은 공원'을 구분하기 위해서는 공원에서 나타난 건강보행의 빈도와 총량을 함께 고려해야 한다.

실제 기록된 건강보행을 바탕으로 공원의 수준을 비교분류한 결과는 기존 선행연구에서 찾기 어려운 사례이다. 본 연구 결과는 서초구 내 공원 다수를 대상으로 비교했다는 점에서, 지역에서 건강보행을 많이 유발하는 공원들과 그렇지 않은 공원들을 구분할 수 있게끔 만들었다. 건강보행의 빈도가 높고 총량이 많은 공원의 목록을 살펴보면, 보행환경이 잘 갖추어져 있는 대규모 공원과 공동주택 단지 내에 조성된 공원, 안전한 놀이환경이 갖추어진 공원이 눈에 띄었다. 이에 비해 건강보행의 빈도와 총량이 낮은 공원은 보행접근성이 떨어지는 지역에 있거나, 교회나 수녀원 등 민간시설에 딸린 사설공원의 성격을 띄고 있어 사람들이 잘 방문하지 않는 공

원들로 나타났다. 다만 본 연구의 결과는 건강보행이 잘 일어나는 공원 유형을 구분할 뿐, 건강보행을 야기하는 요인이나 인과관계를 찾는 것은 후속 과제로 남긴다. 향후 더 많은 공원을 대상으로 건강보행을 분석하고 이들이 가진 공통적인 요소들을 도출하여 통계적인 상관관계를 도출한다면, 건강보행이 많이 일어나는 공원과 그렇지 않은 공원의 일반적 특성을 정립할 수 있을 것이라 기대된다.

건강보행이 잘 일어나는 공원을 더 많이 공급하고, 건강보행이 잘 이루어지지 않는 공원은 개선 및 정비하는 것을 건강도시 계획을 위한 이상적인 전략 중 하나로 설정할 수 있다. 공원에서 건강보행이 잘 일어나도록 하기 위하여 첫째, 공원을 쉽게 이용할 수 있도록 보행 접근성을 향상시키고, 둘째, 다수의 시민에게 열려있는 공공공간의 성격을 확보하며, 셋째, 충분한 시간과 강도를 지닌 보행이 가능한 보행환경이 조성되어야 한다. 따라서 건강보행이 저조한 공원의 경우 접근성과 공공성, 보행환경 가운데 부족한 요인을 판단하고 개선한다면 해당 공원에서 더 많은 건강보행을 기대해 볼 수 있다. 다만, 공원마다 건강보행에 미치는 영향은 복합적이기 때문에 모든 공원에 적용되는 하나의 모범 전략을 제시하기는 어렵다. 종합적인 공원계획 및 설계의 과정 아래 각각의 공원을 더욱 건강하게 만들 수 있는 방안이 검토되어야 한다. 때로는 물리적 환경 개선이 아니라, 건강한 보행 캠페인이나 공원 프로그램 등을 제공하여 공원이용 활성화를 꾀하는 전략도 가능하다. 이와 같이 다양한 공원 활성화 방안들을 선택지로 올려놓고, 이들 가운데 최적의 방안을 도출하거나 조합하는 판단을 내릴 때 이용행태 데이터에 기반한 실질적 근거를 뒷받침할 수 있다는 점에 본 연구의 학술적 의의가 있다.

5.3. 공간적 분포: 공원 서비스 지역과 보행밀집영역

본 연구는 공원과 보행의 공간적 분포를 통해 두 가지의 내용을 밝혔다. 하나는 서초구 공원들의 도시공간적 분포 양상이며 다른 하나는 개별 공원에서의 보행공간 분포이다. 이는 각각 공원의 공급과 관리를 담당하는 도시계획의 주제, 공원에서의 보행공간을 구상하고 디자인하는 공원설계의 역할과 맞닿아 있다.

서울시는 공원 자원을 효율적으로 관리하고 시민에게 양질의 공원을 제공하기 위하여 도시 내의 공원 분포 및 네트워크를 고려하여 공원 접근성을 향상시키고자 노력해왔다. 서울시 공원녹지기본계획과 생활권계획에서는 5분 또는 10분 보행가능거리(약 250m/500m) 내에 공원이 존재하지 않는 '공원 서비스 소외지역'을 도출하여 지역생활권 내 공원 접근성 문제를 파악하고 있다. 기존 도시계획의 조사에서 더 나아가 본 연구의 결과는 건강보행의 빈도가 높고 총량도 높게 나타나는 이른바 '건강하게 걷는 공원'들을 따로 구분하고 이들의 분포 양상을 살펴, 건강한 공원에서 멀리 떨어진 '건강보행 공원 서비스 소외지역'을 도출하였다. 인근에 공원이 있더라도 건강보행의 빈도 혹은 총량이 저조한 공원이라면 충분한 신체활동 증진 효과를 기대하기 어려울 수 있다. 연구결과에 따르면 서초생활권의 경우 기존 계획에서도 공원소외지역이 다소 존재하는 것으로 파악하고 있었지만, 건강보행의 관점에서는 거의 대부분의 지역이 건강 공원소외지역에 해당하여 타 생활권에 비해 건강한 유형의 공원 부족이 더 심각하게 드러났다. 그나마 반포잠원-방배-서초생활권에 모두 걸쳐져 있는 서리풀공원에서 건강보행이 많이 이루어지고 있어서, 부족한 공원 서비스를 일부 보

완하는 역할을 하고 있는 것으로 나타났다. 이처럼 신체활동 증진을 위한 도시환경 논의에서는 공원의 도시공간적 분포 역시 건강보행 관점에서 재해석될 필요가 있다.

한편, 건강보행이 활발히 일어나는 공원을 디자인하기 위해서 사람들의 보행경로를 토대로 공원의 주요 보행영역을 파악할 필요가 있다. 기존 방법에서는 어려웠지만 본 연구에서 활용할 수 있었던 보행경로 자료는 공원보행의 공간적 밀도를 지도상에 시각화하는 것을 가능케 했다. 개별 공원 단위로 공원보행을 구분하고 이를 밀도지도로 그려낸 결과는 사람들이 주로 걷는 공원 공간을 비롯하여 주요 진출입구 및 공원 주변부의 연계 보행 영역을 알려준다. 또한 보행이 가능하도록 조성되어 있으나 실제로는 잘 활용되지 않는 공원공간에 대해서도 살펴볼 수 있어 공원 설계 및 주변 가로 설계 차원에서 보행 문제를 파악하는데 도움이 될 수 있다.

본 연구에서는 개별 공원마다 '전체 보행의 밀집영역'과 '건강보행의 밀집영역'을 시각화하고, 두 가지 보행 모두 많이 일어나는 영역과 한 가지 보행이 유의하게 많이 일어나는 지역, 두 보행 모두 적게 일어나는 영역으로 나누어 공원 내외부 공간을 파악하였다. 예를 들어, 고빈도-고총량 유형에 해당하는 양재천 공원은 하천변에 설치된 보행로를 따라 건강보행과 전체 보행이 모두 밀집하는 경향을 나타내었고, 보행로 상의 몇몇 거점들에서 보행밀도가 높아지는 것을 볼 수 있었다. 양재천 공원의 주 보행로는 하천을 따라 매우 길고 연속적이며 순환이 가능하도록 구성되어, 장시간의 보행과 강도 높은 보행이 가능한 환경을 제공하였다. 또한 자전거를 위한 노선, 달리는 사람을 위한 노선, 산책을 위한 노선, 보행자만 이용할 수 있는 노선 등 통행분리가 분명하여 서로 다른 통행방식 간의 충돌 가능

성이 적은 것도 특징이었다. 보행밀도가 높아지는 몇몇 거점은 교량 하부에 롤러스케이트, 킥보드 등을 탈 수 있도록 만든 놀이공간이나 휴식공간이 있었고, 수변공간을 이용하여 텃밭, 벤치, 무대단상 등 다양한 시설들이 설치되어 있었다. 반면, 저빈도-저총량 유형에 해당하는 서초종합체육관은 체육관 건물에서 보행이 밀집될 뿐 체육관 외부 공원공간에서는 전반적으로 밀도가 낮은 모습을 나타내었다. 상당히 넓은 면적을 갖추고 잘 조성된 공원공간임에도 불구하고 보행이 거의 일어나지 않음을 확인할 수 있어서 공원의 활용을 증진하기 위한 대안이 필요할 것으로 보인다.

공원과 주변 지역의 성격은 공원보행에 영향을 미친다. 예를 들어 저빈도-고총량 유형인 양재근린공원의 경우, 주변 지역과 연계보행은 잘 일어나지 않고 공원 내부에서 보행밀집영역이 집중되었다. 일반적으로 양재근린공원과 같이 면적이 충분하고 내부 보행환경이 잘 갖추어져 있다면 건강보행이 잘 이루어질 것으로 기대할 수 있는데, 이 공원은 보행 횟수는 많지만 건강보행의 비율은 낮고, 공원 영역 내부에만 보행영역이 집중될 뿐 주변 지역으로 확장되는 형태의 연계보행은 잘 일어나지 않고 있다. 이는 공원과 주변 지역의 분위기가 강도 높은 보행이나 달리기 운동 등에 알맞지 않고 산책이나 휴식의 목적으로 공원을 이용하는 사람이 많기 때문일 수 있다. 현장 답사에서 공원에서 산책하거나 앉아있는 사람들은 종종 찾아볼 수 있었지만 산책로의 폭이 좁고 구불구불한 오솔길로 조성되어 빠른 속도의 보행자는 찾아볼 수 없었고, 따로 설치된 육상트랙이 있었으나 이를 이용하는 사람은 거의 관찰되지 않았다. 그리고 주변 근린지역은 보차혼용의 구조여서 운행하는 차량이나 노면주차가 많아 보행환경이 좋지 않았다. 반면, 고빈도-저총량 유형의 싸리재공원은 보행밀집영역이 공

원 내부에 한정되기보다는 주변의 근린가로로 확장되는 형태가 나타났다. 싸리재공원은 면적이 작고 둘레가 138m에 불과한 소공원이기 때문에 공원 내부에서 장시간의 보행은 거의 불가능하다. 하지만 싸리재공원이 속해있는 도시 블록을 살펴보면, 블록 내부의 가로환경이 대부분 보차혼용의 좁은 도로로 구성되어 있어 보행에 많은 불편을 야기하고 있다. 하지만 블록 내부를 가로지르면서 싸리재공원을 지나가는 가로는 유일하게 보행자 우선구역이 설치되어 있고 싸리재공원이 해당 가로의 중심에 위치하여 다른 가로와의 연계 및 거점공간의 역할을 하도록 구성되어 있다. 따라서 지역주민들은 공원을 목적시설로 삼는 보행을 하기보다는 공원을 경유하는 연계보행을 나타내는 경우가 많다. 이처럼 공원의 내부 환경뿐 아니라 주변 지역과의 관계를 함께 고려하여야 공원보행을 이해하는데 도움이 된다.

본 연구는 서초구라는 대상지에 대하여 공간적 분포를 살펴보았다. 따라서 한정적인 결과사례가 다른 공원에도 적용될 것이라고 일반화하긴 어렵다. 그럼에도 불구하고 ‘건강보행’이라는 보건의료 분야의 정량적 기준을 근거하여, 기존 공원 연구에 실증적 보행행태를 고려할 수 있는 이론적 틀을 추가하고 이를 바탕으로 공원계획 및 설계에 이해를 도울 수 있는 새로운 근거를 도출한다는 점에서 의의가 있다. 공원에 대한 건강보행 관점의 연구 방법론과 결과 사례를 제시한 본 논문을 시작으로 공원뿐 아니라 다양한 도시 장소들에 대한 탐구가 이어져 신체활동 증진을 위한 건강도시 논의가 활발히 이뤄지기를 바란다.

5.4. 스마트폰 보행 데이터와 도시장소-보행 연구 방법론

기존 연구들에서 개별 공원의 보행을 실증적으로 분석하는 것은 쉽지 않은 일이었다. 대부분의 공원과 보행 연구들은 조사의 대상이 되는 보행자의 숫자와 공원의 숫자를 늘리기 쉽지 않았고, 표본의 한계는 결과 해석에 많은 제약을 가져왔다. 기존의 공원 보행 연구들이 어려움을 겪고 있었던 방법론의 문제를 극복하기 위하여 본 연구에서는 최근 주목받고 있는 스마트폰 신체활동 데이터를 활용할 수 있는 공원 보행 분석 방법론을 구축하였기 때문에 새로운 발견들과 가능성들에 대해서 탐구할 수 있었다. 약 2만2천명의 보행자와 약 55만건의 보행활동, 100여 곳의 공원들을 분석하였고, 스마트폰 데이터의 특성을 고려할 때 앞으로 더 많은 표본과 데이터로 많은 연구 사례가 나올 것으로 기대한다. 본 연구는 엄밀한 의미에서 빅데이터 연구라고 말할 수 없지만, 향후 매우 많은 양의 실시간 데이터를 다루는 빅데이터 연구로 발전할 가능성을 염두에 두고, 개인정보에 대한 침해나 데이터 소유권 등의 문제가 없도록 개인식별이 불가능한 정보만으로 연구 구조를 계획하였다는 점도 후속 연구의 가능성을 높인다. 개인의 건강 데이터를 연구목적으로 활용하는 사례가 늘어나고 대표적인 데이터 출처 중 하나가 Google Android, Apple iOS 등 스마트폰 운영체제의 신체활동 식별 기술 기반의 데이터일 것으로 예상되는 가운데, 이 연구는 해당 데이터를 활용하는 방법론을 새롭게 제시하고 특정 대상지에서 분석 결과까지 도출한 초기 단계의 연구라는 의의를 갖는다.

본 연구는 스마트폰 보행 데이터를 이용하여 도시장소의 보행을 분석할 수 있는 연구방법론을 제시하였다. 이 방법론은 장소 단위를 자유롭게

설정할 수 있다는 점에서 의의가 있다. 기존의 많은 보행 연구들은 보행경로를 알기 어려웠고, 구체적인 장소 대상을 설정하는데 어려움이 있었다. 본 연구에서는 공원이라는 장소에서 일어난 보행을 식별하기 위해 공원 GIS 경계에 대해 스마트폰 경로 좌표가 내부에 위치하는지 여부를 판별하는 방법론을 새롭게 제시하였다. 다량의 경로 좌표를 처리하기 위해 연산과정의 효율성을 높인 것이 큰 성과로 1,000만개 이상의 좌표 각각에 대하여 130곳 가량의 공원 폴리곤의 경유 여부를 판별하는 결과를 얻었다. 향후 다른 공원 영역이나 공원 이외의 도시장소에 대해서도 GIS 경계만 갖추고 있다면 자유롭게 대상지 설정이 가능하여 연구적 확장성을 기대할 수 있다. 또한 전세계에서 동일한 기준으로 수집되는 스마트폰 보행 데이터를 기반으로 하기 때문에 대상지를 설정하는데 있어 도시나 국가 단위의 제약도 적다. 건강보행을 구분하는 기준 역시 국제 권장기준을 따른 점도 향후 도시장소-보행에 대한 발견들이 더해지면서 글로벌 지식생산체계를 이루는데 조력할 수 있다. 신체활동 증진을 위한 건강도시 논의에서 계속해서 강조되어 온 국가간, 학제간 협력을 고려할 때 스마트폰 데이터 기반의 도시장소-보행 연구방법론이 갖는 글로벌 범용성과 확장성은 커다란 장점이다.

다만 스마트폰 보행 데이터가 풀어야 할 숙제가 남아있다. 날이 갈수록 스마트폰의 보급률이 높아지고 스마트폰 운영체제에서 신체활동 식별 기술이 발전하고 있지만, 기기의 수준에 따라 측정 정밀도의 편차가 크기 때문에 자료의 신뢰도를 더욱 높여야 한다. 공공부문에서 스마트폰 데이터를 기반으로 지역건강사업을 운영하거나 지역 보행지표를 도출하고, 민간 보험과 의료분야에서 보행량 자료를 얻기 위해 스마트폰 데이터를 활용하

는 사례가 늘어나고 있지만, 일반적인 보행 연구 방법으로 자리잡기 위해서는 더 많은 연구사례가 필요하다. 나아가 국가기관이 관리하는 공공데이터로 관리 체계를 갖추어 연구 목적의 활용에 관한 제도적 지원이 필요하다. 한국에서는 개인 식별이 불가능하도록 처리된 가명정보의 과학적 활용이 법적으로 허용되었고, 과학기술정보통신부가 관리하는 마이데이터의 의료부문 항목에 스마트폰 건강 데이터 및 위치 데이터가 포함되었다. 보행 빅데이터의 연구기반이 갖추어지면서 스마트폰 신체활동 데이터를 근거로 한 도시장소-보행 연구가 활발히 이루어지기를 기대한다.

제 6 장 결 론

건강 증진을 위한 도시환경에서 공원은 가장 중요한 장소 중 하나로 논의되어 왔다. 신체활동과 보행에 있어 공원이 가져오는 긍정적 영향 관계에 관한 개념적 틀이 정립되었고, 이를 뒷받침하는 공원에서의 신체활동에 관한 연구사례들이 잇따랐으며, 도시계획과 보건 분야는 도시 내 공원의 접근성 증대 및 환경 개선, 이용 활성화를 위해 힘써왔다. 이러한 학계 논의의 연장선 상에서 본 연구는 지역 내 다수의 공원에서 나타나는 보행 행태를 정량적으로 비교 분석할 수 있는 방법과 그 적용사례를 제시함으로써 '건강보행' 측면에서 공원에 대한 실증적 탐구를 도모하고자 하였다. 본 연구는 다음의 세 가지 주제들을 순차적으로 탐구하면서 공원보행에 대한 연구결과를 도출하였다.

첫째, 공원에서 일어난 보행은 공원 이외의 지역에서 행해진 보행에 비해 건강한 신체활동 지표를 나타내는 경향을 확인하였다. 특히 공원보행은 비공원보행과 비교하여 보행시간과 보행강도의 수준이 더 높게 나타났다. 예를 들어, 세계보건기구에서 권장하고 있는 10분 이상의 보행시간과 중강도 이상의 보행강도를 고려할 때, 10분 이상의 보행활동을 기록한 비율은 공원보행(약 75.11%)이 비공원보행(약 56.80%)보다 높게 나타났고, 분당 걸음수 100 이상의 중고강도 보행활동을 기록한 비율 역시 공원보행(약 15.22%)이 비공원보행(약 9.40%)보다 높게 나타났다. 보행시간과 보행강도 기준을 모두 고려하여 세계보건기구에서 권장하고 있는 '건강보행'은 공원보행의 경우 약 10.89%에 달하는 반면, 비공원보행에서는 약 3.80%로 큰 차이를 보였다.

둘째, 공원에 따라 ‘건강보행’의 양상은 달리 나타나며, 지역 내 공원이 갖는 보행지표를 산출하여 상위권 공원과 하위권 공원을 구분할 수 있었다. 이른바 ‘건강하게 걷는 공원’을 판단하기 위한 변수로 건강보행 빈도와 총 에너지 소비량을 설정하였고, 서초구 공원 107곳에서 나타난 건강보행 빈도의 중간값(8.69%)과 총 에너지 소비량의 중간값(683,635kcal)을 기준으로 상하위권 공원을 유형화하였다. 그 결과, 건강보행 고빈도-고총량 공원 35곳, 건강보행 저빈도-고총량 공원 19곳, 건강보행 고빈도-저총량 공원 19곳, 건강보행 저빈도-저총량 공원 14곳을 찾아내었다. 실제 보행행태를 바탕으로 지역 내 다수의 공원을 비교하여 유형화하는 본 연구의 방법은 건강보행의 상위권 공원과 하위권 공원에 따라 각기 다른 맞춤형 공원계획과 설계를 가능케 한다.

셋째, 앞서 나눈 공원의 유형이 각 생활권에서 나타나는 도시공간적 분포와 개별 공원에서 보행이 나타나는 공간적 분포를 시각화하였다. 각 유형별 공원이 서초구 내에서 분포하는 양상을 살펴보고, 기존에는 생활권 내에서 공원 서비스가 잘 제공되고 있다고 여겨졌지만 실질적인 건강보행은 어려웠던 지역을 새롭게 도출하고 공원보행 접근성을 논할 수 있었다. 또한, 각 공원에서 보행이 주로 일어나는 보행밀집영역을 도출하고, 건강보행과 일반적인 보행의 밀집영역을 따로 나누어 살펴보면서 이들의 특징을 공원환경을 고려하며 설명하였다. 예를 들어, 건강보행 고빈도-고총량의 양재천공원은 건강보행 밀집영역이 공원 내에 다수 나타나고 선형적인 배치 양상을 보이고 있어 상당한 거리의 보행로에서 건강보행이 활발히 일어나고 있는 반면, 건강보행 관련 지표가 모두 하위권으로 나타난 서초종합체육관의 경우 건강보행 밀집영역이 단 하나에 불과할 뿐만 아니라

체육관 건물에 집중되어 있어 공원 공간이나 공원 주변의 도시가로와의 보행연계가 전혀 이루어지지 않는 특징을 알 수 있었다. 또한 보행밀집영역이 주로 공원 내부에만 위치한 양재근린공원과 반대로 공원 주변 근린가로로 확장되어 보행밀집영역이 나타나는 싸리재공원을 살펴보면서 공원과 공원 주변의 보행 연계에 대해서도 파악할 수 있었다.

본 연구는 스마트폰 신체활동 데이터를 활용하여 공원에서의 보행을 정량적으로 분석할 수 있는 방법론과 그 결과사례를 제시하였다. 기존 보행 조사방식이 가졌던 비용적 부담과 방법론적 한계에 대한 새로운 대안으로 주목받고 있는 스마트폰 신체활동 측정 방식이 도시공간, 특히 공원을 분석할 수 있는 가능성을 제시한다. 본 연구에서는 약 55만건의 보행활동과 130개의 공원시설을 연구의 대상으로 삼아 기존 선행연구들에 비해 데이터의 양과 범위를 획기적으로 증가시켰다. 동시에 '건강보행'에 관한 보건의료 분야의 정량적 기준을 토대로 스마트폰 신체활동 데이터로부터 건강보행과 일반보행을 구분하고, 각 공원에서의 건강보행의 수준을 산출 및 비교할 수 있는 틀을 제시한다는 점에서도 의의가 있다.

스마트폰 신체활동 데이터를 활용하면서 얻는 장점과 동시에 연구적 한계도 존재한다. 첫째, 기기 특성으로 인한 자료의 측정 오차가 존재한다. 일반적으로 스마트폰의 신체활동 식별 기술은 기존의 가속도기 및 GPS 기기의 측정결과와 크게 다르지 않은 것으로 알려져 있다. 하지만 스마트폰은 기기에 따라 센서의 기술 수준이 상이하고 측정 당시의 기기 조건을 모두 동일하게 통제하기 어렵다는 한계를 갖는다. 둘째, 개인을 특정할 수 있는 정보를 다루지 못한다는 한계가 있다. 전통적인 보행 및 장소조사 연구에서는 보행자에 대한 정보 예를 들어 성별, 연령대, 거주지와 같은 기

초적인 정보를 수집하는 것이 일반적이나 본 연구에서는 보행자의 개인정보를 알 수 없기 때문에 표본의 대표성을 가늠하기 어렵다. 스마트폰 등으로부터 기수집된 자료를 다루는 연구들은 개인을 특정할 수 없도록 비식별조치를 함으로써 연구대상자를 보호하는 경우들이 있으며, 본 연구 역시 연구대상자를 식별할 수 없도록 처리된 자료를 활용하였다. 셋째, 표본의 편향 가능성이 존재한다. 본 연구에 활용된 스마트폰 앱은 헬스케어를 주된 목적으로 하며 지역 보건소의 건강증진 정책사업에 적극적으로 활용된다. 따라서 고령층이나 건강취약계층에서 과대표집되었을 가능성이 있고, 평소 건강에 관심이 많거나 보행량이 많은 사용자들이 이 앱을 지속적으로 사용하였을 가능성이 있다.

최근 스마트기기를 활용한 모바일 헬스케어 시스템이 상용화되고 있다. 서울시는 '온서울 건강온'이라는 시범사업을 2021년 11월부터 시행하여 참여자들로부터 스마트폰 앱과 스마트밴드를 이용하여 보행량과 심박수, 건강설문 등의 정보를 수집하고 이를 바탕으로 헬스케어 서비스를 제공하고 있다. 점차 보편화되어 가는 모바일 건강 데이터들은 특히 보행이라는 신체활동에 주목하고 있으며 이러한 보행이 일어나는 도시공간과 장소에 대한 관심도 동시에 늘어가고 있다. 보행친화적 건강도시 논의는 비단 서울뿐 아니라 전세계적인 공통의 주제로 관심을 모으는 가운데, 스마트폰의 글로벌 범용성을 고려하면 앞으로 스마트폰 데이터 기반의 도시장소-보행 연구가 여러 도시에서 더욱 활발하게 이루어질 것이다. 본 연구가 보행 관련 빅데이터로부터 도시 장소와 행태에 대한 이해를 돕고, 건강한 도시 환경에 대한 학계의 논의에 보탬이 되기를 바란다.

참고 문헌

Abel, M. G., Hannon, J. C., Mullineaux, D., & Beighle, A. (2011). Determination of step rate thresholds corresponding to physical activity intensity classifications in adults. *Journal of Physical Activity and Health*, *8*(1), 45–51.

Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Tudor-Locke, C., Greer, J. L., Vezina, J., Whitt-Glover, M. C., & Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*, *43*(8), 1575–1581.

Bedimo-Rung, A. L., Mowen, A. J., & Cohen, D. A. (2005). The significance of parks to physical activity and public health: A conceptual model. *American Journal of Preventive Medicine*, *28*(2 SUPPL. 2), 159–168. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.10.024

Besenyi, G. M., Hayashi, E. B., & Christiana, R. W. (2020). Prescribing physical activity in parks and nature: Health care provider insights on park prescription programs. *Journal of Physical Activity and Health*, *17*(10), 958–967. https://doi.org/10.1123/jpah.2019-0479

Bird, M. E., Datta, G. D., Van Hulst, A., Kestens, Y., & Barnett, T. A. (2015). A reliability assessment of a direct-observation park evaluation tool: The Parks, activity and recreation among kids (PARK) tool Biostatistics and methods. *BMC Public Health*, *15*(1). https://doi.org/10.1186/s12889-015-2209-0

Blair, S. N., LaMonte, M. J., & Nichaman, M. Z. (2004). The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *The American Journal of Clinical Nutrition*, *79*(5), 913S-920S.

Bort-Roig, J., Gilson, N. D., Puig-Ribera, A., Contreras, R. S., & Trost, S. G. (2014). Measuring and influencing physical activity with smartphone technology: A systematic review. *Sports Medicine*, *44*(5), 671–686. https://doi.org/10.1007/s40279-014-0142-5

Brooks, A. G., Gunn, S. M., Withers, R. T., Gore, C. J., & Plummer, J. L. (2005). Predicting walking METs and energy expenditure

from speed or accelerometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*(7), 1216–1223.
Bryan, S. N., & Katzmarzyk, P. T. (2009). Are Canadians meeting the guidelines for moderate and vigorous leisure−time physical activity? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *34*(4), 707–715.
Centers for Disease Control and Prevention. (2000). Compliance with physical activity recommendations by walking for exercise−−Michigan, 1996 and 1998. In *MMWR. Morbidity and mortality weekly report* (Vol. 49, Issue 25).
Centers for Disease Control and Prevention. (2012). Vital signs: walking among adults−−United States, 2005 and 2010. In *MMWR. Morbidity and mortality weekly report* (Vol. 61, Issue 31).
Chatman, D. G. (2009). Residential choice, the built environment, and nonwork travel: Evidence using new data and methods. *Environment and Planning A*, *41*(5), 1072–1089. https://doi.org/10.1068/a4114
Chen, Y., & Shen, C. (2017). Performance analysis of smartphone−sensor behavior for human activity recognition. *Ieee Access*, *5*, 3095–3110.
Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, *68*(1), 129–138. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.003
Chung, I. Y., Jung, M., Lee, S. B., Lee, J. W., Park, Y. R., Cho, D., Chung, H., Youn, S., Min, Y. H., & Park, H. J. (2019). An Assessment of Physical Activity Data Collected via a Smartphone App and a Smart Band in Breast Cancer Survivors: Observational Study. *Journal of Medical Internet Research*, *21*(9), e13463.
Cohen, D. A., Han, B., Nagel, C. J., Harnik, P., McKenzie, T. L., Evenson, K. R., Marsh, T., Williamson, S., Vaughan, C., & Katta, S. (2016). The first national study of neighborhood parks: Implications for physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, *51*(4), 419–426.
Cohen, D. A., Marsh, T., Williamson, S., Derose, K. P., Martinez, H., Setodji, C., & McKenzie, T. L. (2010). Parks and physical activity: Why are some parks used more than others? *Preventive Medicine*, *50*(SUPPL.), S9–S12.

https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.08.020
Cohen, D. A., McKenzie, T. L., Sehgal, A., Williamson, S., Golinelli, D., & Lurie, N. (2007). Contribution of public parks to physical activity. *American Journal of Public Health*, *97*(3), 509–514. https://doi.org/10.2105/AJPH.2005.072447
Dadvand, P., Bartoll, X., Basagaña, X., Dalmau-Bueno, A., Martinez, D., Ambros, A., Cirach, M., Triguero-Mas, M., Gascon, M., & Borrell, C. (2016). Green spaces and general health: roles of mental health status, social support, and physical activity. *Environment International*, *91*, 161–167.
De Vries, S., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., & Spreeuwenberg, P. (2003). Natural environments—healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health. *Environment and Planning A*, *35*(10), 1717–1731.
Dewulf, B., Neutens, T., Van Dyck, D., de Bourdeaudhuij, I., Broekx, S., Beckx, C., & Van de Weghe, N. (2016). Associations between time spent in green areas and physical activity among late middle-aged adults. *Geospatial Health*, *11*(3), 225–232. https://doi.org/10.4081/gh.2016.411
Duncan, D. T., Aldstadt, J., Whalen, J., & Melly, S. J. (2013). Validation of Walk Scores and Transit Scores for estimating neighborhood walkability and transit availability: A small-area analysis. *GeoJournal*, *78*(2), 407–416. https://doi.org/10.1007/s10708-011-9444-4
Dunn, S., Wright, C., Cox, R., Atkinson, R., & MacDougall, C. (2001). *Creating Supportive Environments for Physical Activity: Encouraging Walking in the 21 st Century*. *May*. http://www.transport.wa.gov.au/mediafiles/walking_21centconf01bpaper_dunn.pdf
Ellis, K., Godbole, S., Marshall, S., Lanckriet, G., Staudenmayer, J., & Kerr, J. (2014). Identifying active travel behaviors in challenging environments using GPS, accelerometers, and machine learning algorithms. *Frontiers in Public Health*, *2*(APR), 1–8. https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00036
Evenson, K. R., Jones, S. A., Holliday, K. M., Cohen, D. A., & McKenzie, T. L. (2016). Park characteristics, use, and physical activity: A review of studies using SOPARC (System for Observing Play and Recreation in Communities). *Preventive Medicine*, *86*, 153–166.

https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.02.029
Evenson, K. R., Sarmiento, O. L., Macon, M. L., Tawney, K. W., & Ammerman, A. S. (2002). Environmental, policy, and cultural factors related to physical activity among Latina immigrants. *Women & Health*, *36*(2), 43–56.
Evenson, K. R., Wen, F., Hillier, A., & Cohen, D. A. (2013). Assessing the contribution of parks to physical activity using global positioning system and accelerometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *45*(10), 1981–1987. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318293330e
Eyler, A. A., Brownson, R. C., Bacak, S. J., & Housemann, R. A. (2003a). The epidemiology of walking for physical activity in the United States. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *35*(9), 1529–1536. https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000084622.39122.0C
Eyler, A. A., Brownson, R. C., Bacak, S. J., & Housemann, R. A. (2003b). The epidemiology of walking for physical activity in the United States. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *35*(9), 1529–1536.
Frehlich, L., Friedenreich, C., Nettel-Aguirre, A., Schipperijn, J., & McCormack, G. R. (2018). Using Accelerometer/GPS Data to Validate a Neighborhood-Adapted Version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *Journal for the Measurement of Physical Behaviour*, *1*(4), 181–190. https://doi.org/10.1123/jmpb.2018-0016
Gearin, E., & Kahle, C. (2006). Teen and adult perceptions of urban green space Los Angeles. *Children Youth and Environments*, *16*(1), 25–48.
Gehl, J. (2013). *Cities for people*. Island press.
Giles-Corti, B., Broomhall, M. H., Knuiman, M., Collins, C., Douglas, K., Ng, K., Lange, A., & Donovan, R. J. (2005). Increasing walking: how important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *American Journal of Preventive Medicine*, *28*(2), 169–176.
Giles-Corti, B., Bull, F., Knuiman, M., McCormack, G., Van Niel, K., Timperio, A., Christian, H., Foster, S., Divitini, M., Middleton, N., & Boruff, B. (2013). The influence of urban design on neighbourhood walking following residential relocation: Longitudinal results from the RESIDE study. *Social Science and*

Medicine, *77*(1), 20–30. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.10.016
Haines, E. (1994). *Point in Polygon Strategies.*
Hills, A. P., Mokhtar, N., & Byrne, N. M. (2014). Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. *Frontiers in Nutrition*, *1*, 5.
Holman, C. D., Donovan, R. J., & Corti, B. (1996). Factors influencing the use of physical activity facilities: results from qualitative research. *Health Promotion Journal of Australia: Official Journal of Australian Association of Health Promotion Professionals*, *6*(1), 16–21.
James, J. J., Christiana, R. W., & Battista, R. A. (2019). A historical and critical analysis of park prescriptions. *Journal of Leisure Research*, *50*(4), 311–329. https://doi.org/10.1080/00222216.2019.1617647
Kaczynski, A. T., Potwarka, L. R., & Saelens P, B. E. (2008). Association of park size, distance, and features with physical activity in neighborhood parks. *American Journal of Public Health*, *98*(8), 1451–1456. https://doi.org/10.2105/AJPH.2007.129064
Kang, M., Moudon, A. V., Hurvitz, P. M., & Saelens, B. E. (2018). Capturing fine−scale travel behaviors: A comparative analysis between personal activity location measurement system (PALMS) and travel diary. *International Journal of Health Geographics*, *17*(1), 1–14. https://doi.org/10.1186/s12942−018−0161−9
Kim, D., & Jin, J. (2018). Does happiness data say urban parks are worth it? *Landscape and Urban Planning*, *178*(October 2017), 1–11. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.05.010
Koohsari, M. J., Badland, H., & Giles−Corti, B. (2013). (Re) Designing the built environment to support physical activity: bringing public health back into urban design and planning. *Cities*, *35*, 294–298.
Lee, G., & Hong, I. (2013). Measuring spatial accessibility in the context of spatial disparity between demand and supply of urban park service. *Landscape and Urban Planning*, *119*, 85–90.
Lee, I.−M., Hsieh, C., & Paffenbarger, R. S. (1995). Exercise intensity and longevity in men: the Harvard Alumni Health Study. *Jama*, *273*(15), 1179–1184.

Lee, I.-M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N., Katzmarzyk, P. T., & Group, L. P. A. S. W. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet (London, England)*, *380*(9838), 219–229. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9

Lee, I., & Buchner, D. M. (2008). The importance of walking to public health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *40*(7), S512.

Li, D., Zhai, Y., Xiao, Y., Newman, G., & De Wang. (2019). Subtypes of park use and self-reported psychological benefits among older adults: A multilevel latent class analysis approach. *Landscape and Urban Planning*, *190*(June), 103605. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103605

Lloyd, K., Burden, J., & Kiewa, J. (2008). Young Girls and Urban Parks: Planning for Transition Through Adolescence. *Journal of Park & Recreation Administration*, *26*(3).

Merry, K., & Bettinger, P. (2019). Smartphone GPS accuracy study in an urban environment. *PLoS ONE*, *14*(7), 1–19. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219890

Miller, N. E., Strath, S. J., Swartz, A. M., & Cashin, S. E. (2010). Estimating absolute and relative physical activity intensity across age via accelerometry in adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, *18*(2), 158–170.

Ogilvie, D., Foster, C. E., Rothnie, H., Cavill, N., Hamilton, V., Fitzsimons, C. F., & Mutrie, N. (2007). Interventions to promote walking: systematic review. *Bmj*, *334*(7605), 1204.

Orr, K., Howe, H. S., Omran, J., Smith, K. A., Palmateer, T. M., Ma, A. E., & Faulkner, G. (2015). Validity of smartphone pedometer applications. *BMC Research Notes*, *8*(1), 1–9.

Oshin, T. O., Poslad, S., & Ma, A. (2012). Improving the Energy-Efficiency of GPS Based Location Sensing Smartphone Applications. *2012 IEEE 11th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications*, 1698–1705. https://doi.org/10.1109/TrustCom.2012.184

Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A., & Sallis, J. F. (2004). Understanding environmental influences on walking: review and research agenda. *American Journal of Preventive Medicine*, *27*(1), 67–76.

Park, Y., Chung, H., & Park, S. (2021). Changes of Walking Activity During the First Cycle Phases of COVID-19 Pandemic: A Case Study of Seoul, Korea. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 19375867211026572.

Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C., Buchner, D., Ettinger, W., Heath, G. W., & King, A. C. (1995). Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Jama*, *273*(5), 402–407.

Presset, B., Laurenczy, B., Malatesta, D., & Barral, J. (2018). Accuracy of a smartphone pedometer application according to different speeds and mobile phone locations in a laboratory context. *Journal of Exercise Science & Fitness*, *16*(2), 43–48.

Rafferty, A. P., Reeves, M. J., McGee, H. B., & Pivarnik, J. M. (2002). Physical activity patterns among walkers and compliance with public health recommendations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *34*(8), 1255–1261.

Reis, J. P., Macera, C. A., Ainsworth, B. E., & Hipp, D. A. (2008). Prevalence of Total Daily Walking Among US Adults, 2002–2003. *Journal of Physical Activity and Health*, *5*(3), 337–346. https://doi.org/10.1123/jpah.5.3.337

Reis, R. S., Salvo, D., Ogilvie, D., Lambert, E. V., Goenka, S., & Brownson, R. C. (2016). Scaling up physical activity interventions worldwide: stepping up to larger and smarter approaches to get people moving. In *The Lancet* (Vol. 388, Issue 10051, pp. 1337–1348). Lancet Publishing Group. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30728-0

Ries, A. V, Gittelsohn, J., Voorhees, C. C., Roche, K. M., Clifton, K. J., & Astone, N. M. (2008). The environment and urban adolescents' use of recreational facilities for physical activity: a qualitative study. *American Journal of Health Promotion*, *23*(1), 43–50.

Sallis, J. F., Cerin, E., Kerr, J., Adams, M. A., Sugiyama, T., Christiansen, L. B., Schipperijn, J., Davey, R., Salvo, D., Frank, L. D., De Bourdeaudhuij, I., & Owen, N. (2020). Built Environment, Physical Activity, and Obesity: Findings from the International Physical Activity and Environment Network (IPEN) Adult Study. *Annual Review of Public Health*, *41*(1),

119–139. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040218-043657
Sallis, J. F., Cervero, R. B., Ascher, W., Henderson, K. A., Kraft, M. K., & Kerr, J. (2006). An ecological approach to creating active living communities. *Annu. Rev. Public Health*, *27*, 297–322.
Sarkar, C., Webster, C., & Gallacher, J. (2014). *Healthy cities: public health through urban planning*. Edward Elgar Publishing.
Schnohr, P., Parner, J., & Lange, P. (2000). Mortality in joggers: population based study of 4658 men. *BMJ*, *321*(7261), 602–603.
Schnohr, P., Scharling, H., & Jensen, J. S. (2007). Intensity versus duration of walking, impact on mortality: the Copenhagen City Heart Study. *European Journal of Preventive Cardiology*, *14*(1), 72–78.
Schuna, J. M., Johnson, W. D., & Tudor-Locke, C. (2013). Adult self-reported and objectively monitored physical activity and sedentary behavior: NHANES 2005-2006. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *10*(1), 1. https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-126
Slaght, J., Sénéchal, M., Hrubeniuk, T. J., Mayo, A., & Bouchard, D. R. (2017). Walking cadence to exercise at moderate intensity for adults: a systematic review. *Journal of Sports Medicine*, *2017*.
Slater, S. J., Christiana, R. W., & Gustat, J. (2020). Recommendations for keeping parks and green space accessible for mental and physical health during COVID-19 and other pandemics. *Preventing Chronic Disease*, *17*(17), 1–5. https://doi.org/10.5888/PCD17.200204
Smith, M., Hosking, J., Woodward, A., Witten, K., MacMillan, A., Field, A., Baas, P., & Mackie, H. (2017). Systematic literature review of built environment effects on physical activity and active transport – an update and new findings on health equity. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *14*(1), 1–27. https://doi.org/10.1186/s12966-017-0613-9
Stewart, O. T., Moudon, A. V., Littman, A., Seto, E., & Saelens, B. E. (2018). The association between park facilities and the occurrence of physical activity during park visits. *Journal of Leisure Research*, *49*(3–5), 217–235.

https://doi.org/10.1080/00222216.2018.1534073
Sugiyama, T., Leslie, E., Giles-Corti, B., & Owen, N. (2008). Associations of neighbourhood greenness with physical and mental health: do walking, social coherence and local social interaction explain the relationships? *Journal of Epidemiology & Community Health*, *62*(5), e9–e9.
Temple, V., Rhodes, R., & Higgins, J. W. (2011). Unleashing physical activity: an observational study of park use, dog walking, and physical activity. *Journal of Physical Activity and Health*, *8*(6), 766–774.
Tudor-Locke, C., Aguiar, E. J., Han, H., Ducharme, S. W., Schuna, J. M., Barreira, T. V., Moore, C. C., Busa, M. A., Lim, J., Sirard, J. R., Chipkin, S. R., & Staudenmayer, J. (2019). Walking cadence (steps/min) and intensity in 21-40 year olds: CADENCE-adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *16*(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s12966-019-0769-6
Tudor-Locke, C., & Rowe, D. A. (2012). Using cadence to study free-living ambulatory behaviour. *Sports Medicine*, *42*(5), 381–398.
Turner, T. (1992). Open space planning in London: from standards per 1000 to green strategy. *The Town Planning Review*, 365–386.
United Nations. (2011). *Political declaration of the High-level Meeting of the General Assembly on the Prevention and Control of Non-communicable Diseases*. *11759*(April), 1–4.
Veitch, J., Ball, K., Crawford, D., Abbott, G. R., & Salmon, J. (2012). Park improvements and park activity: A natural experiment. *American Journal of Preventive Medicine*, *42*(6), 616–619. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.02.015
Wang, Y., Chau, C. K., Ng, W. Y., & Leung, T. M. (2016). A review on the effects of physical built environment attributes on enhancing walking and cycling activity levels within residential neighborhoods. *Cities*, *50*, 1–15. https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.08.004
Westgarth, C., Christley, R. M., & Christian, H. E. (2014). How might we increase physical activity through dog walking?: A comprehensive review of dog walking correlates. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *11*(1), 1–

14.
WHO. (2012). Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ) Analysis Guide. In *World Health Organization*. http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Global+Physical+Activity+Questionnaire+(GPAQ)+Analysis+Guide#1
WHO. (2013). *Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020*. World Health Organization. https://apps.who.int/iris/handle/10665/94384
WHO. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance*.
Whyte, W. H. (1980). *The social life of small urban spaces*.
Williams, D. M., Matthews, C., Rutt, C., Napolitano, M. A., & Marcus, B. H. (2008). Interventions to increase walking behavior. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *40*(7 Suppl), S567.
Xiao, Y., Wang, Z., Li, Z., & Tang, Z. (2017). An assessment of urban park access in Shanghai–Implications for the social equity in urban China. *Landscape and Urban Planning*, *157*, 383–393.
Zhang, R., Zhang, C. Q., Lai, P. C., Cheng, W., Schüz, B., & Kwan, M. P. (2021). Park environment and moderate-to-vigorous physical activity in parks among adolescents in a high-density city: the moderating role of neighbourhood income. *International Journal of Health Geographics*, *20*(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s12942-021-00289-7
김용국. (2015). 서울시 근린공원 서비스의 질적 평가 및 형평성 분석. 한국도시설계학회지 도시설계, *16*(6), 133–149.
배민기, & 김유리. (2013). 도시공원 서비스의 형평성 평가를 고려한 도시공원 확충방안: 충북 청주시를 대상으로. 국토연구, 49–66.
이우성. (2016). 대구광역시 공원형 녹지의 기능적 특성을 고려한 종합평가. 한국지리정보학회지, *19*(1), 120–140.
채진해, & 김원주. (2020). 건강증진을 위한 도시공원의 물리적 환경요소 평가-서울시를 대상으로. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, *48*(4), 29–40.

Abstract

Exploring Urban Park Types and Spatial Characteristics through ‘Healthy Walking’ Perspectives

- Case Study Based on Smartphone Human Activity Dataset -

Park, Youngjun
Department of Architecture
The Graduate School
Seoul National University

As physical inactivity has emerged as a global problem, walking activities that are easily accessible to many people have been raised as one of the primary strategies for promoting physical activities in cities. To achieve positive effects on health, people require a sufficient level of physical activity; at least 10-minutes duration and moderate intensity, according to the global recommendation of the World Health Organization. However, most daily walking activities fall short of the recommended level of physical activity.

Parks are one of the most active urban places that can bring such a sufficient level of walking activities. Urban planning and public health sectors have focused on making urban parks walkable, such as enhancing accessibility to the parks, improving park environments, and activating park programs. For these efforts with parks to contribute to health benefits, it requires an evidence-based understanding of how urban parks promote a 'healthy walking,' that meets public health recommendations, with more than 10-minutes duration and moderate intensity. Thus,

empirical studies are needed to measure the duration and intensity of park walking.

However, there were many difficulties in measuring the walking activities in parks due to methodological limitations. It was difficult for traditional methods using questionnaires to quantify the level of walking activities because the self-reported data were too subjective. Although quantitative analysis for walking has been possible through gait-measuring devices, there was a limit to increasing the number of subjects; parks and pedestrians. With the recent technological development of smartphone-based human activity recognition, it has expected as a new approach that can assess a large amount of data and expand the range of research areas.

This study uses smartphone-based human activity data to figure out quantitative and spatial characteristics of walking activities in urban parks in terms of healthy walking. The goal of this study is; first to examine the differences between healthy walking in parks and healthy walking in other areas; second, to classify the type of parks in terms of healthy walking; and third, to derive the spatial distribution characteristics of healthy walking in parks.

This study covers the urban park facilities (n=130) using smartphone-assessed walking activity data (n=550,234) that occurred in Seocho-gu, Seoul for three months from September to November 2019. Smartphone-assessed data were provided by Swallaby, Inc., the operator of the smartphone walking application, WalkOn. In this study, a methodology was developed to analyze healthy walking in each park. This method consists of three parts; to identify which walking activities pass through a certain park area; to classify healthy walking in terms of duration and intensity of walking; to visualize the spatial distribution of healthy walking in each park.

This paper includes a series of studies on the following three topics:

1) Differences between walking in the parks and walking in other urban areas

2) Classification of parks which brings more/less healthy walking

3) Spatial visualization of service area and density in terms of healthy walking

The results of this study present a better understanding of urban parks and healthy walking. First, it examines the empirical differences between healthy walking in parks and other urban areas. By grading the duration and the intensity of each walking activity, it could distinguish whether a walking meets the public health recommendation or not. The result has shown that only 4.48% of total walking activities were classified as healthy walking. Comparing walking activities in the parks and the others elsewhere, the parks have a higher rate of healthy walking (10.89%) than non-park areas have (3.80%). It suggests a consistent finding with previous studies that parks would bring more active walking than other urban areas.

The second part of the study classifies the groups of parks depending on the level of healthy walking in each park. The level of healthy walking should be explained by two indicators, the frequency and the volume of healthy walking. When we call a park 'healthier,' it might mean two different views: One is a park that had a higher tendency of healthy walking, and the other is a park that brought more bouts of healthy walking. Based on the frequency and total amount of healthy walking in each park, four groups of parks were derived by dividing the higher/lower parks by the level of healthy walking. For example, the result found thirty-five parks in Seocho-gu classified as the group that had a higher-frequency-larger-amount of healthy walking. This finding is meaningful in that most parks in the research area could be evaluated based on their quantifiable level of healthy walking.

Third, it reveals the spatial distribution of healthy walking and the parks. The notion of 'park service area' is one of the major indicators in determining the

accessibility of parks in the urban planning of Seoul city. However, it was different from the actual park service because it did not reflect the actual walking behavior, but was derived only from built environmental features. This study develops the service area by splitting each group which is categorized based on empirical walking activities. It unveils certain areas that cannot actually bring healthy walking well, even though they were previously considered park service areas. Another spatial analysis is possible to visualize the spatial density of walking around the park. Selecting four cases for each park group, the spatial kernel density of the walking routes shows the different patterns of healthy walking in the parks. It is possible to clarify in which areas healthy walking routes are mainly clustered. This finding would be useful for designing and planning parks healthier.

Empirical research on healthy walking in urban parks is necessary for the activity-supportive built environments, in which urban planners, designers, and public health practitioners are interested. This study is meaningful in enhancing a better understanding of walking activities in urban parks in terms of health benefits. With a new method for park walking analysis using smartphone-based walking data, it is expected that further studies will continue the discussion of urban places that promote more physical activities.

Keywords : urban park, healthy walking, smartphone-based assessment, park categorization, spatial visualization
Student Number：2018-35139

감사의 글

제가 한 명의 연구자로 올바르게 성장하여 학계의 일원이 될 수 있도록 따스하게 지도해주신 박소현 교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 보행과 시민 건강을 위한 실무 현장 최전선에서 비전과 경험을 아낌없이 공유해주시고 연구의 핵심적인 자료를 허락해주신 정해권 대표님께도 감사의 마음을 전합니다. 이 외에도 이 논문이 빛을 보기까지 도움을 주신 교수님, 선후배, 동료, 모든 분들, 정말 고맙습니다.