

보행 네트워크 분석을 통한 서울시 공원 접근성 평가

Urban Park Accessibility Evaluation using Pedestrian Network Analysis in Seoul

황 병 목* · 고 찬 우** · 김 정 현*** · 김 채 완**** · 강 완 모*****

Hwang, Byungmook · Ko, Chanwoo · Kim, Jeonghyun · Kim, Chaewan · Kang, Wanmo

요 지

코로나 팬데믹 이후 도시민의 웰빙에 대한 관심이 증가하면서 도시공원에 대한 수요가 증가하고 있다. 도시공원은 탄소저장과 열섬완화 등 생태·환경적 기능을 제공할 뿐만 아니라 개인 여가활동 및 사회적 관계를 통한 치유의 기능을 제공한다. 공원을 이용하고자 하는 시민 누구나 쉽게 접근할 수 있어야 하지만 도시공간의 복잡한 토지이용 패턴으로 인하여 보행을 통한 공원 이용에 제약이 발생할 수 있다. 본 연구는 서울시의 1,999개 도시공원을 면적규모(소·중·대형)에 따라 구분하고, 경사 가중치 거리와 유치거리, 인구수를 고려한 보행 네트워크 분석을 통해 도시공원 접근성을 평가하였다. 연구결과, 북한산국립공원과 남산공원 등 대형공원과 인접한 종로구와 중구, 서대문구, 은평구에서 보행 접근성이 높았다. 대형공원을 제외한 중·소형 도시공원의 보행 접근성은 중구와 동대문구, 강남구 일대에서 높은 것으로 나타나 이들 자치구의 대형공원에 대한 공원 서비스 의존율이 낮음을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 공원공급 적정성 평가 및 입지선정에 유용한 도시공원 접근성 분석방법을 제시하였고, 중·소형 도시공원의 공간적 분포의 중요성을 파악할 수 있었다. 본 연구에서 제시된 공원 접근성 지표는 대상지역 공원규모와 인구분포 특성에 적합한 공원조성 계획 및 관리방안을 위한 정책적 근거 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 거리조락함수, 공원공급 및 수요, 보행로 경사, 인구수, 최소비용거리

Abstract

The demand for parks has been steadily increasing in urban areas as people's interest in well-being has increased, particularly since the COVID-19 pandemic. Urban parks not only provide ecological and environmental functions such as carbon storage and heat island relaxation, but also provide direct physical and psychological benefits for individuals through leisure activities

투고일 : 2022년 03월 07일 · 심사(수정) : 2022년 03월 18일(03월 29일) · 게재확정 : 2022년 04월 07일

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1F1A1062762)

* 주저자 · 국민대학교 산림자원학과 박사과정 (E-mail : hbmook@kookmin.ac.kr)

** 공동저자 · 국민대학교 산림자원학과 석사과정 (E-mail : kocw0503@kookmin.ac.kr)

*** 공동저자 · 국민대학교 산림환경시스템학과 학사과정 (E-mail : gus2682@kookmin.ac.kr)

**** 공동저자 · 국민대학교 산림자원학과 석사과정 (E-mail : cwkim@kookmin.ac.kr)

***** 정회원 · 교신저자 · 국민대학교 산림환경시스템학과 조교수 (E-mail : kangwm@kookmin.ac.kr)

and social relations. While it is recommended that parks are easily accessible to any citizen, complex urban land-use patterns may lead to difficulties accessing parks through walking. In this regard, this study classified 1,999 urban parks in Seoul, according to the size of park area (small, medium, and large) and evaluated urban park accessibility using pedestrian network analysis, considering the slope-weighted distance, effective distance, and population. As a result of the study, the levels of pedestrian accessibility of urban parks were high in Jongno-gu, Jung-gu, Seodaemun-gu, and Eunpyeong-gu, which are adjacent to large urban parks such as Bukhansan National Park and Namsan Park. When excluding large parks, the levels of pedestrian accessibility of small and medium-sized urban parks were high in Jung-gu, Dongdaemun-gu, and Gangnam-gu, indicating their low dependence on large parks' services. This study presents an advanced technique to analyze the pedestrian accessibility of urban parks, which is useful to evaluate the location suitability of urban parks and the importance of the spatial distribution of small and medium-sized ones. The park accessibility index presented in this study is expected to provide political implications for park creation and management suitable for site-specific park size and population distribution.

Keywords : Distance decay function, Least cost distance, Park supply and demand, Population, Walkway slope

1. 서 론

다양한 서비스를 제공하는 도시공원은 도시민들의 삶과 밀접한 관계를 맺고 있는 필수적인 도시 인프라(urban infrastructure) 중 하나다¹⁾. 공원은 도시생태계의 탄소저장 및 흡수, 공기정화, 열섬현상 완화와 같은 생태·환경적 기능과 더불어 시민의 심신건강을 도모하는 것으로도 잘

알려져 있다²⁾.

최근 COVID-19로 인한 세계 각국에 내려진 봉쇄조치(lock down)로 인해 원거리 휴양지에 대한 접근은 어려워졌고, 거주지와 가까운 휴식 공간에 대한 수요는 높아지게 되었다. 이에 따라 제한된 여가활동과 사회적 관계 부족을 대체할 수 있는 공간으로 공원이 주목받고 있다³⁾. 많은 국가에서 봉쇄정책을 시작한 이후에 구글 검색엔

-
- 1) Geng, D. C., Innes, J., Wu, W., and Wang, G., 2021, "Impacts of COVID-19 pandemic on urban park visitation: a global analysis", *Journal of forestry research*, Vol.32, No.2, pp.553~567.; Zhang, X., Lu, H., and Holt, J. B., 2011, "Modeling spatial accessibility to parks: a national study", *International journal of health geographics*, Vol.10, No.31, pp.1~14.
- 2) 김기중·김동준·이창호·이승일, 2018, "도시공원의 규모와 형태별 주변지역의 지표온도·건물에너지소비저감 영향범위 분석 연구", *한국지역개발학회지*, 제30권, 2호, pp.155~176.; Durstine, J. L., Gordon, B., Wang, Z., and Luo, X., 2013, "Chronic disease and the link to physical activity", *Journal of sport and health science*, Vol.2, No.1, pp.3~11.; Jo, H. K., 2002, "Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea", *Journal of environmental management*, Vol.64, No.2, pp.115~126.; Wood, L., Hooper, P., Foster, S., and Bull, F., 2017, "Public green spaces and positive mental health—investigating the relationship between access, quantity and types of parks and mental wellbeing", *Health & place*, Vol.48, pp.63~71.

진에서 산책을 의미하는 ‘go for a walk’ 검색 횟수가 10배 가까이 증가한 것만 보아도 사람들이 도시공원에서 신체활동을 통해 해방감을 느끼고자 하는 갈망이 어느 정도인지 짐작할 수 있다⁴⁾. 편안한 휴식과 여유로운 산책 등 야외활동을 원하는 현대인에게 도시공원은 일상 속 스트레스를 해소하고 지친 심신을 회복할 수 있는 도심 속 아지트라고 할 수 있다.

도시공원 및 녹지 등에 관한 법률(이하 공원녹지법) 제2조 제3항에 따르면 도시공원은 “도시지역에서 도시자연경관을 보호하고 시민의 건강·휴양 및 정서생활을 향상시키는 데에 이바지하기 위하여 설치 또는 지정된 공원”으로 정의된다⁵⁾. COVID-19 이후 공원에 접근하는 수단이 대중교통보다 개인교통수단으로 변화하면서 모든 시민이 쉽게 공원에 접근할 수 있고 누구나 공평하게 질 높은 혜택을 누릴 수 있도록 도시공원이 공간적 효율성(spatial efficiency)과 형평성(spatial equity)을 갖추도록 요구되고 있다⁶⁾. 특히, 불균형한 도시개발로 인한 공원 접근성의 지역적 편차를 실질적으로 평가하여 도시계획 및 관리에 실무적으로 활용될 수 있는 접근성 평가 지표 개발도 여전히 필요한 상황이다.

본 연구에서는 공원 접근성에 대한 공급요인

(공원 면적규모, 유치거리)과 수요요인(인구수), 이동·저항요인(보행로 경사) 등 다양한 인자를 종합적으로 고려한 공원 접근성 평가지표를 제시하였다. 이를 바탕으로 한 보행 네트워크 분석으로 공간적 형평성 측면에서 서울시 도시공원의 접근성 평가 및 취약지역 도출을 목표로 한다.

2. 연구동향 및 필요성

공원 접근성을 다룬 초기 선행연구들은 GIS를 활용하지만 단순히 유클리디안 직선거리(Euclidean distance)로 공원까지의 근접성(proximity)을 분석하였다. 최근에는 보행 네트워크를 기반으로 수요(인구수)와 공급(공원의 규모), 공원까지의 거리, 경사도 등 보행장애요인도 고려하는 추세다⁷⁾.

공원 인근지역의 인구수가 증가하면 한 사람이 공원에서 누릴 수 있는 서비스의 질이 감소할 수 있다⁸⁾. 인구가 밀집한 도시지역의 경우 거주지역의 공간적 배치와 인구밀도에 따라 공원이 제공하는 서비스 정도가 크게 달라질 수 있기에 도시공원 접근성 평가 시 인구수를 고려한 면밀한 정량적·공간적 분석이 필요하다⁹⁾.

3) Berdejo-Espinola, V., Suárez-Castro, A. F., Amano, T., Fielding, K. S., Oh, R. R. Y., and Fuller, R. A., 2021, “Urban green space use during a time of stress: A case study during the COVID-19 pandemic in Brisbane, Australia”, *People and Nature*, Vol.3, No.3, pp.597~609.

4) Kleinschroth, F., and Kowarik, I., 2020, “COVID-19 crisis demonstrates the urgent need for urban greenspaces”, *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol.18, No.6, pp.318~319.

5) 국가법령정보센터, 2022, 법제처, <https://www.law.go.kr/>

6) Lin, Y., Zhou, Y., Lin, M., Wu, S., and Li, B., 2021, “Exploring the disparities in park accessibility through mobile phone data: Evidence from Fuzhou of China”, *Journal of Environmental Management*, Vol.281, 111849.

7) 김정규·김유일, 2012. “도시공원·녹지 접근성 모델에 관한 연구-공간구문론과 심리적 모델의 통합”, 2012년 춘계학술대회논문집, 한국조경학회, p.11~15.

8) Chen, Q., Wang, C., Lou, G., Zhang, M., and Wu, S., 2019, “Measurement of urban park accessibility from the quasi-public goods perspective”, *Sustainability*, Vol.11, No.17, 4573.

9) Lee, G., and Hong, I., 2013, “Measuring spatial accessibility in the context of spatial disparity between demand and supply of urban park service”, *Landscape and Urban Planning*, Vol.119, pp.85~90.; Mumm, O., Zeringue, R., Dong, N.,

도시공원의 단순 양적인 확대에 그치지 않고 일상생활에서 누구나 공원 접근이 용이하도록 공원 면적과 더불어 공원분포에 따른 이동거리 또한 도시공원계획 및 접근성 연구에서 점차 중요하게 고려되고 있다¹⁰⁾. 일반적으로 대형공원이 제공하는 서비스 질은 높은 편이고, 유치거리 차원에서 대형공원이 제공하는 서비스 면적은 넓은 편이다. 그러나 토지가 집약적으로 이용되는 도시의 공간적 특성상 대형공원을 계획하고 조성하는데에는 한계가 있다. 또한, 대형공원에 접근이 가능한 지역이더라도 취약계층(노약자, 장애인 등)의 이용은 제한될 수 있다. 따라서 공원 이용자별 접근성 불균형 파악이 요구되며, 공원까지의 이동거리가 상대적으로 짧은 중·소형의 공원 배치를 통해 접근성을 개선할 필요가 있다¹¹⁾.

공원 접근성에 영향을 주는 주요인자 중 하나인 경사도 값이 높을수록 보행 속도와 경로 선호도가 감소할 수 있고, 다리에 가해지는 하중이 커지면서 부상 위험성이 높아지고 신체에 무리를 줄 수 있다고 연구되었다¹²⁾. 특히, 경사도가 높은 보행로에서는 나이가 많은 노인이나 체질량 지수가 높은 사람의 부상 위험성이 높다¹³⁾. 이처럼 가파

른 경사가 노약자에게는 공원 접근성 저해 요인으로 중요하게 작용할 수 있다.

최근의 공원 접근성 평가연구를 통해 지역 간 서비스 편익 격차를 줄이는 전략과 취약계층의 공공 녹지 접근 제한성을 해결할 수 있는 대안이 제시되고 있다¹⁴⁾. 그러나 실제 도시민의 공원 접근성 진단에 필요한 보행 네트워크 상 주요인자들을 종합적으로 반영하지는 못하는 한계가 있다.

3. 연구방법

3.1. 연구 대상지

인구밀도가 높고 도시개발 압력이 매우 높은 서울시를 연구 대상지로 선정하였다(그림 1). 서울시는 경도 126.6°~127.6°(E)와 위도 37.1°~37.8°(N)에 위치하고, 면적은 총 605.2km²다. 서울시 자치구 수준에서는 최소 9.9km²(중구)에서 최대 47.0km²(서초구)의 면적 범위를 갖는다¹⁵⁾. 서울시 토지유형에는 시가지(58%), 산림지(25%), 도로(10%), 유흥지(2.4%), 경작지(2.2%) 등이 포

and Carlow, V. M., 2022, "Green Densities: Accessible Green Spaces in Highly Dense Urban Regions—A Comparison of Berlin and Qingdao", *Sustainability*, Vol.14, No.3, 1690.

10) 엄정화·이윤구, 2016, "도시공원 유치거리를 고려한 녹지취약지역 분석-대구광역시 남구를 대상으로", *한국지리정보학회지*, 제19권, 2호, pp.117~131.

11) 조현주·이순주, 2019, "보행적 측면에서 노인친화형 공원의 유치거리 도출 및 녹지서비스 지역 평가-보행자 측면 중심으로", *한국조경학회지*, 제47권, 1호, pp.1~9.

12) Meeder, M., Aebi, T., and Weidmann, U., 2017, "The influence of slope on walking activity and the pedestrian modal share", *Transportation research procedia*, Vol.27, pp.141~147.; Koo, S., Park, M. S., Chung, C. Y., Yoon, J. S., Park, C., and Lee, K. M., 2019, "Effects of walking speed and slope on pedobarographic findings in young healthy adults", *Plos one*, Vol.14, No.7, e0220073.

13) Aghabayk, K., Parishad, N., and Shiwakoti, N., 2021, "Investigation on the impact of walkways slope and pedestrians physical characteristics on pedestrians normal walking and jogging speeds", *Safety Science*, Vol.133, 105012.

14) Wang, S., Wang, M., and Liu, Y., 2021, "Access to urban parks: Comparing spatial accessibility measures using three GIS-based approaches", *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol.90, 101713.; Shen, Y., Sun, F., and Che, Y., 2017, "Public green spaces and human wellbeing: Mapping the spatial inequity and mismatching status of public green space in the Central City of Shanghai", *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol.27, pp.59~68.

15) 서울 열린데이터 광장, 2020, *서울시 행정구역(구별) 통계*, 서울특별시, <https://data.seoul.go.kr/>

함된다¹⁶⁾.

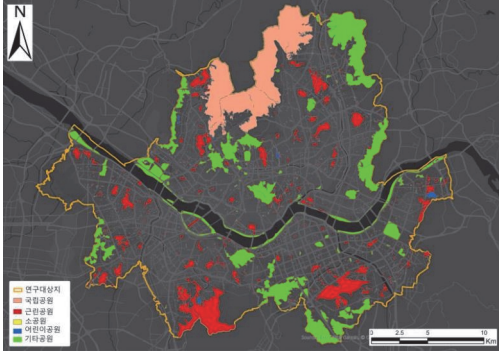


그림 1. 서울시 내 도시공원 유형별 분포

3.2. 도시공원

3.2.1. 도시공원 유형분류

공원녹지법 제15조에 따라 도시공원은 크게 국가도시공원, 생활권공원, 주제공원으로 구분된다. 이 가운데 생활권공원은 거주지와 공원의 위치관계를 물리적 거리로 나타내는 유치거리와 면적에 따라 소공원, 어린이공원, 근린공원으로 분류된다(표 1).

표 1. 유치거리와 면적에 따른 도시공원 분류체계

구분		유치거리	면적	
국가도시공원		제한없음	제한없음	
생활권공원	소공원	제한없음	제한없음	
	어린이공원	250m 이하	0.15ha 이상	
	근린공원	생활권	500m 이하	1ha 이상
		도보권	1,000m 이하	3ha 이상
		도시 지역권	제한없음	10ha 이상
		광역권	제한없음	100ha 이상

구분		유치거리	면적
주제공원	역사공원	제한없음	제한없음
	문화공원	제한없음	제한없음
	수변공원	제한없음	제한없음
	묘지공원	제한없음	10ha 이상
	체육공원	제한없음	1ha 이상
	도시농업공원	제한없음	1ha 이상
	기타	제한없음	제한없음

3.2.2. 서울시 도시공원 현황

본 연구에서 활용한 서울시 도시공원은 총 1,999개의 크고 작은 공원을 포함한다(표 2). 공원녹지법에서 규정한 도시공원 분류체계에 따라 공원을 구분하고, 공원별 유치거리를 서비스 도달 거리(range of service, rs)로 설정하였다. 이를 기반으로 공원규모에 따른 보행 접근성 변화를 파악하기 위해 유치거리와 면적에 따라 공원을 소·중·대형으로 재분류하였다. 면적이 작은 소공원과 유치거리가 250m 이하인 어린이공원을 소형공원으로 하였다. 근린공원 중 공원면적 1ha 이상 3ha 미만의 공원에는 서비스 도달거리 500m를, 면적 3ha 이상 10ha 미만의 공원에는 1,000m를 적용하고, 이를 중형공원에 포함시켰다. 대형공원에 해당하는 면적 10ha 이상의 도시지역권과 광역권 근린공원에는 서비스 도달거리 2,000m를 적용하였다. 이와 함께 역사공원과 수변공원, 문화공원 등의 주제공원은 유치거리 제한이 없고, 각 공원의 흡인요인(pulling factor)이 있을 것으로 판단하여 대형공원에 포함하였다.

서울시 내의 소형공원은 1,494개로 전체 도시공원 수의 74%를 차지하지만, 면적은 1.8%에 불과하였다. 반대로 서비스 도달거리 2,000m의 대

16) 서울도시계획포털, 2020, *서울시 도시생태현황도*, 서울특별시, <https://urban.seoul.go.kr/>

형공원은 역사공원과 수변공원 등의 주제공원이 함께 포함되어 서비스 도달거리 500, 1,000m의 중형공원보다 많은 268개로 나타났다. 북한산국립공원과 신림(장군봉)근린공원 등과 같이 산지를 포함한 대규모 도시공원의 영향으로 대형공원은 서울시 전체 공원면적의 94.7%를 차지하였다.

3.3. 보행 네트워크를 통한 공원 접근성 평가방법

3.3.1. 공간자료 구축

본 연구에서는 ArcGIS Pro 2.9.2와 R 3.6.3 프로그램을 활용하여 도시공원과 인구분포, 보행로 공간자료와 함께 수치표고모델(Digital Elevation Model, DEM)로 접근성 평가 입력자료를 구축하였다. 서울시 도시공원의 경우, 도시생태현황도(2020)와 행정안전부에서 제공하는 도로명주소 자료를 활용하여 디지털라이징하였다¹⁷⁾. 위의 자료에서 제외된 한강공원은 도시생태현황도(2020)와 한강사업본부 지도자료를 토대로 구축하였다. 기타 수변공원은 ‘서울의 공원’

에서 제공하는 공원현황 통계자료(2020.1.1 기준)를 참고하여 구축하였다¹⁸⁾. 본 연구에서 구축한 도시공원 자료는 폴리곤(polygon) 형태로 보행로 자료와 인접하도록 30m 버퍼(buffer)를 적용한 뒤 래스터 자료로 변환하였다.

서울시 인구자료는 국토지리정보원에서 제공하는 100m 격자단위 인구분포 폴리곤 자료를 사용하였다. 이 자료를 격자별 중심점(center point) 자료로 변환하고 가장 가까운 보행로 상으로 위치시켰다. 즉, 인구 점 자료와 도시공원 간에 보다 정확한 보행거리 계산을 위해 ArcGIS Pro의 스냅핑(Snapping) 기능으로 인구 중심점 위치에서 가장 가까운 보행로까지의 직선거리를 산정하고 이를 공원까지의 보행거리에 반영하였다.

보행로 자료는 오픈스트리트맵(OpenStreet Map)에서 제공하는 공간자료를 활용하여 구축하였다¹⁹⁾. 선(polyline) 형태의 보행로는 10m 해상도의 래스터 자료로 변환하여 보행 접근성 분석에 활용하였다. 도시공원과 보행로 자료는 국내에서 제공하고 있는 지도 서비스(카카오맵, 네이버 등)를 이용하여 수정·보완하였다. 또한 국

표 2. 서비스 도달거리 별 서울시 소·중·대형 도시공원 현황

구분	서비스 도달거리 기준(m)				합계
	소형공원	중형공원		대형공원	
	250	500	1,000	2,000	
개수	1,494	168	69	268	1,999
평균 면적 (ha)	0.2	1.6	5.1	64	9.1
면적 합계 (ha)	331	277	356	17,283	18,247
면적 비율 (%)	1.8	1.5	1.9	94.8	100

17) 도로명주소 개발자센터, 2021, 도로명주소 배경지도, 행정안전부, <https://www.juso.go.kr>

18) 서울도시계획포털, 2020, 서울시 도시생태현황도, 서울특별시, <https://urban.seoul.go.kr/>; 서울의 공원, 2020, 서울의 공원 현황 통계자료, 서울특별시, <http://parks.seoul.go.kr>

19) GEOFABRIK, 2020, OpenStreetMap Data Extracts, Germany, <https://www.geofabrik.de>

토지리정보원에서 제공하는 5m 해상도의 수치 표고모델을 활용하여 접근성 분석 시 보행로 저항요인(즉, 경사도)을 반영하였다²⁰⁾.

3.3.2. 경사 가중치 거리

보행 중 경사도에 따라 받는 하중인 보행 저항성(Slope Gait Resistance, SGR)을 접근성 분석에 반영하고자 경사도에 따른 이동 저항값(movement resistance value) 관계식을 적용하였다²¹⁾. 셀별 경사 가중치 거리(l)는 수평거리(hd)와 경사(x)를 활용한 식 (1)을 통해 계산된다.

$$l = hd \times (1 + \sin(\frac{x}{57.296})) / \cos(\frac{x}{57.296}) \quad (1)$$

식 (1)을 ArcGIS에서 사용하기 위해서는 각도(degree) 단위의 x 를 라디안(radian) 단위로 변환해야 한다. 이를 위해 경사도 x 를 $180/\pi$ 에 해당하는 약 57.296으로 나누어 주었다. 이때 경사로(l) 이동시 생기는 부하는 하중과 거리의 곱으로 표현할 수 있는데, 이는 경사로(l)가 수평거리(hd)의 $1/\cos(\frac{x}{57.296})$ 배가 된다는 의미이고, 신체가 경사로(l)에서 받는 하중은 수평거리(hd)의 $(1 + \sin(\frac{x}{57.296}))$ 배가 된다는 걸 의미한다. 경사도가 0인 보행로의 경우, 수평거리에서 받는 가중치가 '1'이고, 경사가 존재하는 보행로의 경우 식 (1)을 통해 계산된 가중치 값을 반영하였다.

가장 가까운 보행로로 이동시킨 인구 중심점 자료의 각 위치로부터 연구 대상지 내 각 공원까지

의 경사 가중치 최소 보행거리를 계산하기 위해 ArcGIS의 Cost Distance 툴을 활용하였다. 각 공원까지의 경사 가중치 최소 보행거리를 보행로 상으로 이동시킨 인구 점 자료에 부여하고 가장 가까운 보행로까지 이동시켰던 거리를 더하여 각 인구 점 위치로부터 각 공원까지의 최종 거리를 구할 수 있다. 이를 위해 대상지 내의 각 공원을 선택하여 별개의 레이어로 분리하여 래스터로 변환하고, 공원별로 경사 가중치 최소 보행거리를 산정하였다.

본 연구에서는 서울시 내 공원별 최소 보행거리 결과 래스터의 생성과정을 반복하고 자동화하기 위해 ArcGIS의 모델빌더(Model Builder) 기능을 활용하였다(그림 2). 이를 통해 도출한 각 공원까지의 최종 거리 값을 각 인구분포 점 자료에 부여하고, 각 인구 점 자료로부터 모든 공원까지의 거리를 출발점-도착점 비용행렬(Origin-Destination Cost Matrix)로 구축하여 접근성 분석에 활용하였다.

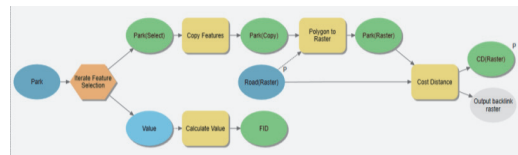


그림 2. 최소 보행거리 분석 자동화 ArcGIS 모델빌더 구조

3.3.3. 도시공원 보행 접근성 평가지표

접근성 분석을 위해 생활권 공원의 접근성 추정에 활용한 계산식을 개선하여 적용하였다²²⁾. 인

20) 국토정보플랫폼, 2021, 수치지도, 국토지리정보원, <http://map.ngii.go.kr>

21) 이소희·구신화·전영우·박영진, 2015, “도로경사와 연령별 보행속도 차이를 고려한 자연재난 대피소의 입지분석: 서울시 사례분석”, *대한공간정보학회지*, 제23권, 2호, pp.69~77.

22) 이경주·홍성호·임준홍, 2020, “생활권 공원의 접근성 추정 및 입지 시뮬레이션 연구: 충남지역을 대상으로”, *도시행정학보*, 제33권, 4호,

구단위(명)로 환산한 공원 서비스 수준(Level of Service, LS)과 실제 인구수(Population, P)의 차이를 나타내는 식 (2)로 주민이 거주하는 각 공간단위에서 대상지 범위 내 도시공원까지의 보행 접근성 지표(Urban Park Pedestrian Accessibility Index, UPPAI)를 계산하였다. UPPAI가 클수록 인구수 대비 공원 서비스 제공 수준이 높고 접근성이 좋음을 의미한다.

$$UPPAI_j = LS(j) - P(j) \quad (2)$$

식 (2)에서 LS는 공원 i 로부터 인구가 거주하는 공간단위 j 까지의 보행거리 d_{ij} 를 매개변수로 하여 추정된 공간가중치(Spatial Weight, SW)와 공원 i 의 면적(Area, A)과 1인당 공원면적(unit area, ua)을 통해 식 (3)과 같이 산정된다.

$$LS(j) = \frac{\sum_{i=1}^m SW(d_{ij}) \times A(i)}{ua} \quad (3)$$

보행 접근성 지표에서 각 공원이 거주 주민에게 제공하는 서비스 양은 주로 공원면적에 의해 결정된다. 공원면적이 클수록 이용자 활동의 양과 질이 증가하고 이 과정에서 여러 가지 편익을 누릴 가능성이 높아진다. 이에 따라 공원이 제공하는

서비스는 면적에 비례하여 증가하도록 하였다.

공원을 이용하는 주민이 간단한 신체활동을 할 수 있는 최소 공원면적으로 0.5ha가 필요하다는 선행연구에 따라 0.5ha 미만의 공원이 제공하는 서비스의 양은 0으로 설정하였다²³⁾. 또한, 공원의 생태계 서비스와 산책 활동 증진 효과가 약 10ha 내에서 유효하다는 선행연구 결과를 기반으로 10ha 이상의 면적을 가지는 공원의 서비스는 10ha 수준으로 제한하였다²⁴⁾. 이를 통해 접근성 분석과정에서 10ha 이상 공원의 서비스 수준을 10ha와 같게 제한하여 실제 근린생활권 주민에게 제공된 공원 서비스가 과대 추정되지 않도록 하였다.

호주 멜버른의 공공녹지 활용 전략에서는 합리적인 공공녹지 이용을 위해 1인당 최소 공원면적으로 20㎡가 필요하다고 언급하였다²⁵⁾. 또한 유럽의 주요도시의 1인당 권장 녹지면적의 기준치로 20㎡가 사용되고 있다²⁶⁾. 북한산국립공원과 함께 도시자연공원들을 포함한 서울시 1인당 공원면적이 약 17.4㎡ (2020년 기준)임을 함께 고려하여, 본 연구에서는 적정 1인당 공원면적(ua)을 20㎡로 설정하였다²⁷⁾.

공간가중치(SW)는 식 (4)와 같이 거리에 따른 음의 지수 감소 함수(negative exponential decay function)의 확률값이다. 이에 따라 인구

pp.153~167.

23) Vogt, S., Mielck, A., Berger, U., Grill, E., Peters, A., Döring, A., Holle, R., Strobl, R., Zimmermann, A., Linkohr, B., Wolf, K., Kneißl, K., and Maier, W., 2015, "Neighborhood and healthy aging in a German city: distances to green space and senior service centers and their associations with physical constitution, disability, and health-related quality of life", *European journal of ageing*, Vol.12, No.4, pp.273~283.

24) Grafius, D. R., Corstanje, R., and Harris, J. A., 2018, "Linking ecosystem services, urban form and green space configuration using multivariate landscape metric analysis", *Landscape ecology*, Vol.33, No.4, pp.557~573.

25) Berrill, T., Environment and Land Management Pty Ltd, 2012, "City of Melbourne Open Space Strategy: Technical Report".

26) Maes, J., Zulian, G., Günther, S., Thijssen, M., and Raynal, J., 2019, "Enhancing resilience of urban ecosystems through green infrastructure (EnRoute)", *Publications Office of the European Union: Luxembourg*, pp.1~115.

27) 서울 열린데이터 광장, 2020, *서울시 공원 (1인당 공원면적) 통계*, 서울특별시, <https://data.seoul.go.kr/>

가 거주하는 공간단위 j 로부터 공원 i 까지의 보행 거리(d_{ij})가 증가할수록 공원으로부터 얻는 서비스는 지수함수 형태로 감소하게 된다. 이러한 공간가중치 부여를 위해 주민이 공원을 방문할 용의가 있는 최대 보행가능 거리에 소·중·대형 공원별 유치거리에 해당하는 서비스 도달거리(r_s)를 적용하였다. 소·중·대형 공원별 서비스 도달거리에 확률값 0.05를 적용하여 서비스 도달거리 이상에서는 공원 서비스가 미미하게 제공되도록 설정하였다.

$$SW_{ij} = \exp(-\theta \times d_{ij}) \quad (4)$$

면적규모가 큰 대형공원의 서비스 수준을 10ha 수준으로 낮추어도 대형공원의 분포 범위가 넓어 상대적으로 중·소형 공원보다 대형공원의 접근성 영향이 클 수 있다. 또한, 10ha도 적지 않은 면적이기에 모든 도시공원의 서비스 수준을 합산하고 인구단위로 환산하는 과정에서 중·소형 도시공원의 접근성 영향이 무시될 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서는 중·소형 도시공원이 제공하는 서비스 수준을 확인하기 위해 대형공원을 제외한 도시공원 보행 접근성 평가도 진행하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1. 서울시 도시공원 보행 접근성 분포

도시공원 보행 접근성 지표(UPPAI)를 각 인구 분포 지점 위치에 부여하여 서울시의 도시공원 접근성을 평가하였다. 그림 3은 도시공원 접근성이 양수인 지점을 시각화한 것이다. 진한 파란색 일수록 도시공원 보행 접근성이 좋음을 의미하고, 도시공원이 제공하는 인구단위 환산 공급 서

비스(LS)가 수요인구수(P)보다 높은 지점을 나타낸다. 북한산국립공원과 온수도시자연공원, 현충린공원, 올림픽공원과 같이 면적규모가 큰 도시공원 인근에서 보행 접근성이 높게 나타났다. 자치구별로 살펴보면 종로구와 중구, 서대문구, 은평구의 도시공원 보행 접근성 지표가 높게 나타났다. 이에 반해 영등포구와 금천구, 동대문구, 노원구, 중랑구의 도시공원 보행 접근성은 낮게 나타났다.

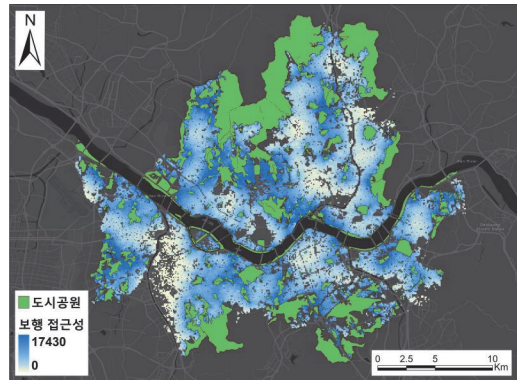


그림 3. 서울시 도시공원 보행 접근성 지도

4.2. 중·소형 도시공원 보행 접근성 분포

대형공원을 제외한 중·소형 도시공원의 보행 접근성이 서울시 전체 인구 격자지점 중 약 27%에서만 양수로 나타났다. 이는 약 27% 거주지역만이 중·소형 도시공원을 통해 지역주민의 공원 수요가 충족된다는 의미다(그림 4). 서비스 도달거리 기준 500m, 1,000m의 도시공원 인근지역들에서 보행 접근성 지표가 양수로 나타났다. 이에 반해 서비스 도달거리 250m의 공원들은 작은 면적과 짧은 서비스 도달거리로 인해 인근지역 인구의 서비스 수요를 충족하기 어려운 것으로 분석되었다.

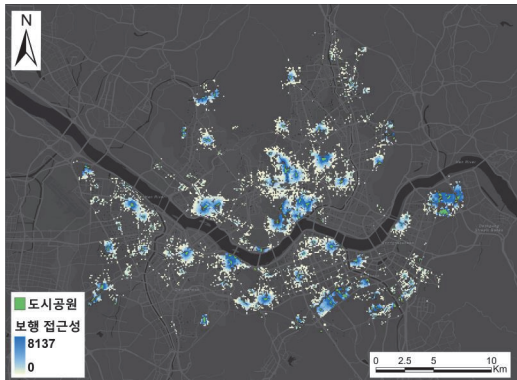


그림 4. 서울시 중·소형 도시공원 보행 접근성 지도

4.3. 도시공원 보행 접근성 취약지역

그림 5는 도시공원 접근성 지표가 음수인 지역으로 공원이 공급하는 서비스보다 수요인구가 많은 곳을 나타낸다. 구로구 구로동의 안양천 동부 지역과 송파구 장지동 아파트 단지 등에서 공원 접근성이 낮게 나타났다. 특히, 접근성 지표가 음수인 지역이 구로구 구로동에서 가장 넓게 나타났다. 구로구 구로동은 인구밀도가 높지만 인근에 공원이 부족하고 보행자가 우회해야 하는 철도와 하천 등이 존재하여 도시공원 접근성이 낮게 나타났다. 송파구 장지동의 경우, 아파트 단지의 높은 인구밀도로 인해 공원 서비스 수요는 많은 반면에, 단지 바깥으로 통하는 보행로가 부족하여 인근 도시공원까지의 접근성이 낮게 분석되었다. 이외에 인구가 밀집한 주거지역 공간에서 접근성 지표가 음수인 곳이 산발적으로 확인된다. COVID-19 이후, 대형 도시공원을 방문하는 주요수단이 대중교통과 자가용에서 개인용 교통수단(personal mobility)과 도보로 변화된 상황에서 대형공원을 포함한 공원 접근성 취약지역에

대한 개선이 시급히 요구된다²⁸⁾.

소·중·대형 모든 공원을 포함한 도시공원 보행 접근성 분석 결과, 서울시 내 인구 거주지역의 약 98%에서 접근성 지표가 양수로 나타났다. 그러나 대형공원을 제외하여 분석 시 약 73%의 지역에서 접근성 지표가 음수로 나타났고(그림 6), 특히 노원구, 송파구 등은 상계근린공원, 소리근린공원 등을 포함한 다수의 중·소형 도시공원이 존재함에도 거주인구의 공원수요를 감당하기 어려운 것으로 확인되었다.

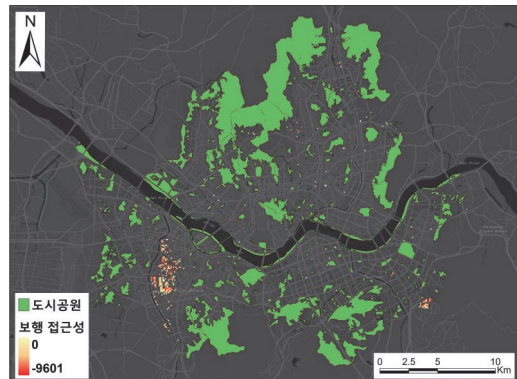


그림 5. 서울시 도시공원 보행 접근성 취약지역

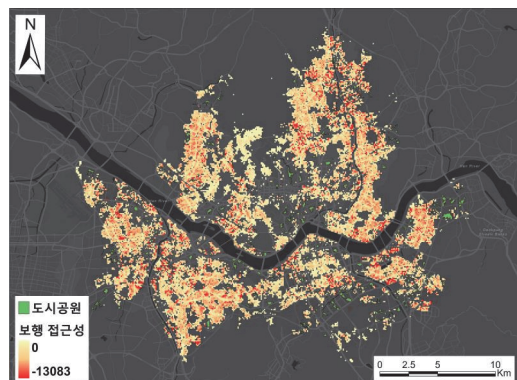


그림 6. 서울시 중·소형 도시공원 보행 접근성 취약지역

28) 임수진, 2021, COVID-19 이후 도시공원 이용행태 변화 및 서울시 주요 도시공원 접근성 변화에 관한 연구, 석사학위 논문, 서울시립대학교, p.46~55.

보행 접근성 분석 시 대형공원 포함 여부에 따라 접근성 지표가 양수에서 음수로 변하는 지역들은 대형 도시공원의 서비스에 특히 의존하고 있는 곳임을 의미한다. 이처럼 대형공원 포함 여부에 따라 서울시 내 인구분포 지점 중 접근성 지표가 양수에서 음수로 변하는 지역의 비율을 통해 각 자치구가 공원 서비스 수요 대비 공급을 대형 도시공원에 얼마만큼 의존하는지 파악할 수 있다(표 3).

표 3. 서울시 자치구별 대형공원 서비스 의존율

자치구	의존율(%)	자치구	의존율(%)
광진구	98.8	성북구	67.0
금천구	94.8	구로구	66.5
도봉구	94.6	동작구	65.6
강북구	89.8	용산구	65.4
서대문구	87.3	강동구	63.4
관악구	86.8	서초구	63.3
종로구	84.2	마포구	62.8
노원구	80.9	종로구	59.0
은평구	80.0	성동구	58.0
강서구	72.9	강남구	55.8
송파구	70.5	동대문구	52.5
영등포구	69.6	중구	40.6
양천구	68.6		

지리적으로 중·소형 도시공원이 많지 않은 광진구와 금천구, 도봉구의 대형공원 서비스 의존율이 높은 것을 보면 아차산과 관악산에 포함된 근린공원과 북한산국립공원에 의해 이들 자치구의 공원 서비스가 대부분 충족되는 것으로 여겨진다. 마찬가지로 강북구와 서대문구, 관악구 등의 자치구도 북한산국립공원과 인근 근린공원의 영향을 크게 받는 것으로 나타났다.

반면에 중구와 동대문구, 강남구, 성동구에서는 대형공원 포함 여부에 관계없이 도시공원 보행 접근성 지표가 양수에서 음수로 변하지 않은 곳이 40~60%로 나타났다. 이는 해당 자치구 내 중·소형 도시공원만으로도 거주지역 절반 정도의 공원 서비스 수요를 충족시킬 수 있음을 의미한다. 중구는 서울시에서 가장 적은 인구가 거주하고 있어 공원 서비스 수요가 상대적으로 적고, 중구와 인접한 자치구에 중형공원이 다수 분포하여 가장 낮은 대형공원 의존율을 보였다. 동대문구는 홍릉근린공원과 답십리공원을 중심으로 보행 접근성이 양호하였다. 이러한 공원들이 동대문구 중심부에 가깝게 위치하여 다수의 주민이 중·소형 공원 서비스를 충분하게 제공받는 것으로 나타났다. 강남구는 큰 면적과 높은 인구밀도에도 불구하고 청담, 도산, 학동, 개포근린공원 등 중형 근린공원이 고르게 분포하여 대형공원을 제외하여도 44.2%의 지역에서 양의 보행 접근성 지표를 보였다. 이는 도시공원을 대상으로 한 선행연구²⁹⁾와 마찬가지로 비슷한 공원면적을 갖거나 혹은 상대적으로 적은 공원면적을 갖더라도 효율적인 공원배치를 통해 낮은 보행 접근성을 보완할 수 있음을 시사한다.

자치구별 도시공원 보행 접근성 지표(UPPAI)는 종로구와 중구, 서대문구 등에서 상대적으로 높게 나타났다(그림 7). 이는 해당 자치구 내 또는 인근의 산림지(남산, 북악산, 안산, 인왕산 등)에 대형 도시공원이 포함되거나 인접하는 지형적 특성에 따른 영향으로 판단된다. 중구는 상위 UPPAI 값을 갖는 다른 자치구와 달리 공원면적이 작았다. 이는 중구의 인구수가 낮은 편이고, 공원 서비스 도달거리보다 가깝게 인근에 위치하는

29) 서정화, 2020, 동탄과 판교 신도시의 공원녹지 접근성 및 생태적 연결성 비교, 석사학위 논문, 단국대학교, p.23~46.

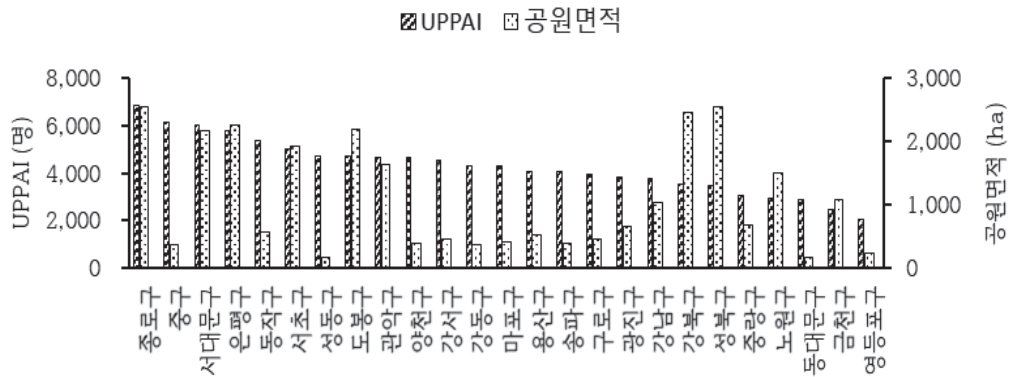


그림 7. 서울시 자치구별 도시공원 보행 접근성 지표(UPPAI)와 공원면적

면적이 큰 도시공원(남산근린공원, 경복궁 등)의 영향으로 판단된다. 이와는 반대로 강북구와 성북구, 노원구의 경우 상대적으로 넓은 도시공원 면적을 가졌지만 UPPAI가 낮았다. 이는 이들 자치구의 인구밀도가 높아 공원수요가 크지만, 주요공원이 외곽에 위치하고 공원까지의 거리도 멀기 때문인 것으로 판단된다³⁰⁾.

5. 결 론

본 연구에서는 경사도와 공원 면적규모, 인구 분포를 종합적으로 고려한 보행 네트워크 분석을 통해 서울시의 도시공원 접근성 지표를 산출하였다. 이를 통해 도시공원 서비스 공급이 부족한 취약지역을 지도화하는 등 서비스 도달거리와 면적 규모에 따른 공원 서비스 공급 적정성 평가에 유의미한 결과들을 도출할 수 있었다. 또한, 대형공원을 제외한 중·소형 도시공원 중심의 접근성 분

석도 진행하여 대형공원에 의해 과소평가된 중·소형 공원의 영향력을 확인하고, 대형공원의 서비스 공급에 주로 의존하는 지역들을 파악할 수 있었다.

본 연구는 공원이 제공하는 서비스를 서비스 도달거리와 함께 공원면적을 기반으로 추정하였기에 접근성 평가 시 공원의 양적 특성에 치중한 한계가 있다. 향후에는 역사공원과 수변공원, 체육공원 등 다양한 도시공원 유형에 따른 시민의 이용목적 및 방식, 보행로 주변환경, 공원의 질적 수준(쾌적성, 편의성, 생태적 건강성 등)과 함께 연령별 보행능력을 반영한 접근성 지표 개선도 필요하다³¹⁾.

연구결과를 통해 도시공원 보행 접근성이 타 지역에 비해 낮게 나타나는 구로구 구로동에 소·중형 공원공급이 우선적으로 요구됨을 확인할 수 있었다. 대형공원 포함 여부에 따른 공원 접근성 분석 결과, 중구와 동대문구, 강남구는 대형공원 없이도 주민의 공원 서비스 수요를 어느 정도 충

30) 성현찬·이양주, 2012, “신·구시가지의 도시공원 불균형 분포 분석 및 개선방안 연구”, *환경복원논총*, 제15권, 3호, pp.1~15.

31) 김종환·김종윤·윤성수·문영주·강완모, 2021, “연령대와 지형경사를 고려한 근린생활권 도시녹지 보행 접근성 평가: 청주시 원도심지를 대상으로”, *한국지정정보학회지*, 제23권, 3호, pp.94~107.

족시킬 수 있었지만, 금천구와 도봉구, 강북구 등은 대형공원의 서비스 공급에 크게 의존하는 자치구로 분석되었다. 연구에서 제시된 도시공원 보행 접근성 지표는 지역맞춤형의 공원조성 및 계획, 관리에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 국가법령정보센터, 2022, 법제처, <https://www.law.go.kr/>
- 국토정보플랫폼, 2021, *수치지도*, 국토지리정보원, <http://map.ngii.go.kr>
- 김기중·김동준·이창효·이승일, 2018, “도시공원의 규모와 형태별 주변지역의 지표온도·건물에너지소비저감 영향범위 분석 연구”, *한국지역개발학회지*, 제30권, 2호, pp.155~176.
- 김정규·김유일, 2012, “도시공원·녹지 접근성 모델에 관한 연구-공간구문론과 심리적 모델의 통합”, *2012년 춘계학술대회논문집*, 한국조경학회, p.11~15.
- 김종환·김종윤·윤성수·문영주·강완모, 2021, “연령대와 지형경사를 고려한 근린생활권 도시녹지 보행 접근성 평가: 청주시 원도심지를 대상으로”, *한국지적정보학회지*, 제23권, 3호, pp.94~107.
- 도로명주소 개발자센터, 2021, *도로명주소 배경지도*, 행정안전부, <https://www.juso.go.kr>
- 서울 열린데이터 광장, 2020, *서울시 공원(1인당 공원면적) 통계*, 서울특별시, <https://data.seoul.go.kr>
- 서울 열린데이터 광장, 2020, *서울시 행정구역(구별) 통계*, 서울특별시, <https://data.seoul.go.kr>
- 서울도시계획포털, 2020, *서울시 도시생태현황도*, 서울특별시, <https://urban.seoul.go.kr>
- 서울의 공원, 2020, *서울의 공원 현황 통계자료*, 서울특별시, <http://parks.seoul.go.kr>
- 서정화, 2020, 동탄과 판교 신도시의 공원녹지 접근성 및 생태적 연결성 비교, 석사학위 논문, 단국대학교, p.23~46.
- 성현찬·이양주, 2012, “신·구시가지의 도시공원 불균형 분포 분석 및 개선방안 연구”, *환경복원녹화*, 제15권, 3호, pp.1~15.
- 엄정희·이윤구, 2016, “도시공원 유치거리를 고려한 녹지 취약지역 분석-대구광역시 남구를 대상으로”, *한국지리정보학회지*, 제19권, 2호, pp.117~131.
- 이경주·홍성효·임준홍, 2020, “생활권 공원의 접근성 추정 및 입지 시뮬레이션 연구: 충남지역을 대상으로”, *도시행정학보*, 제33권, 4호, pp.153~167.
- 이소희·구신화·전영우·박영진, 2015, “도로경사와 연령별 보행속도 차이를 고려한 자연재난 대피소의 입지 분석: 서울시 사례분석”, *대한공간정보학회지*, 제23권, 2호, pp.69~77.
- 임수진, 2021, COVID-19 이후 도시공원 이용행태 변화 및 서울시 주요 도시공원 접근성 변화에 관한 연구, 석사학위 논문, 서울시립대학교, p.46~55.
- 조현주·이순주, 2019, “보행적 측면에서 노인친화형 공원의 유치거리 도출 및 녹지서비스 지역 평가-보행자 측면 중심으로”, *한국조경학회지*, 제47권, 1호, pp.1~9.
- Aghabayk, K., Parishad, N., and Shiwakoti, N., 2021, “Investigation on the impact of walkways slope and pedestrians physical characteristics on pedestrians normal walking and jogging speeds”, *Safety Science*, Vol.133, 105012.
- Berdejo-Espinola, V., Suárez-Castro, A. F., Amano, T., Fielding, K. S., Oh, R. R. Y., and Fuller, R. A., 2021, “Urban green space use during a time of stress: A case study during the COVID-19 pandemic in Brisbane, Australia”, *People and Nature*, Vol.3, No.3, pp.597~609.
- Berrill, T., Environment and Land Management Pty Ltd, 2012, “City of Melbourne Open Space Strategy: Technical Report”.
- Chen, Q., Wang, C., Lou, G., Zhang, M., and Wu, S., 2019, “Measurement of urban park accessibility from the quasi-public goods perspective”, *Sustainability*, Vol.11, No.17, 4573.
- Durstine, J. L., Gordon, B., Wang, Z., and Luo, X., 2013, “Chronic disease and the link to physical activity”, *Journal of sport and health science*, Vol.2, No.1, pp.3~11.

- Geng, D. C., Innes, J., Wu, W., and Wang, G., 2021, "Impacts of COVID-19 pandemic on urban park visitation: a global analysis", *Journal of forestry research*, Vol.32, No.2, pp.553~567.
- GEOFABRIK, 2020, OpenStreetMap Data Extracts, Germany, <https://www.geofabrik.de>
- Grafius, D. R., Corstanje, R., and Harris, J. A., 2018, "Linking ecosystem services, urban form and green space configuration using multivariate landscape metric analysis", *Landscape ecology*, Vol.33, No.4, pp.557~573.
- Jo, H. K., 2002, "Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea", *Journal of environmental management*, Vol.64, No.2, pp.115~126.
- Kleinschroth, F., and Kowarik, I., 2020, "COVID-19 crisis demonstrates the urgent need for urban greenspaces", *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol.18, No.6, pp.318~319.
- Koo, S., Park, M. S., Chung, C. Y., Yoon, J. S., Park, C., and Lee, K. M., 2019, "Effects of walking speed and slope on pedobarographic findings in young healthy adults", *Plos one*, Vol.14, No.7, e0220073.
- Lee, G., and Hong, I., 2013, "Measuring spatial accessibility in the context of spatial disparity between demand and supply of urban park service", *Landscape and Urban Planning*, Vol.119, pp.85~90.
- Lin, Y., Zhou, Y., Lin, M., Wu, S., and Li, B., 2021, "Exploring the disparities in park accessibility through mobile phone data: Evidence from Fuzhou of China", *Journal of Environmental Management*, Vol.281, 111849.
- Maes, J., Zulian, G., Günther, S., Thijssen, M., and Raynal, J., 2019, "Enhancing resilience of urban ecosystems through green infrastructure (EnRoute)", *Publications Office of the European Union: Luxembourg*, pp.1~115.
- Meeder, M., Aebi, T., and Weidmann, U., 2017, "The influence of slope on walking activity and the pedestrian modal share", *Transportation research procedia*, Vol.27, pp.141~147.
- Mumm, O., Zeringue, R., Dong, N., and Carlow, V. M., 2022, "Green Densities: Accessible Green Spaces in Highly Dense Urban Regions—A Comparison of Berlin and Qingdao", *Sustainability*, Vol.14, No.3, 1690.
- Shen, Y., Sun, F., and Che, Y., 2017, "Public green spaces and human wellbeing: Mapping the spatial inequity and mismatching status of public green space in the Central City of Shanghai", *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol.27, pp.59~68.
- Vogt, S., Mielck, A., Berger, U., Grill, E., Peters, A., Döring, A., Holle, R., Strobl, R., Zimmermann, A., Linkohr, B., Wolf, K., Kneißl, K., and Maier, W., 2015, "Neighborhood and healthy aging in a German city: distances to green space and senior service centers and their associations with physical constitution, disability, and health-related quality of life", *European journal of ageing*, Vol.12, No.4, pp.273~283.
- Wang, S., Wang, M., and Liu, Y., 2021, "Access to urban parks: Comparing spatial accessibility measures using three GIS-based approaches", *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol.90, 101713.
- Wood, L., Hooper, P., Foster, S., and Bull, F., 2017, "Public green spaces and positive mental health—investigating the relationship between access, quantity and types of parks and mental wellbeing", *Health & place*, Vol.48, pp.63~71.
- Zhang, X., Lu, H., and Holt, J. B., 2011, "Modeling spatial accessibility to parks: a national study", *International journal of health geographics*, Vol.10, No.31, pp.1~14.