

보행접근성 분석에 기반한 근린공원의 공원서비스 평가

- 성남시 분당구를 대상으로 -

Evaluation of Park Service in Neighborhood Parks based on the Analysis of Walking Accessibility

- Focused on Bundang-gu, Seongnam-si -

황해권*, 손용훈**,**

*서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학 박사과정, **서울대학교 환경대학원 환경설계학과 부교수, ***환경계획연구소 소장

Hwang, Hae-Kwon*, Son, Yong-Hoon**,**

*Ph.D. Student, Course Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University

**Associate Professor, Department of Environmental Design, Graduate of Environmental Studies, Seoul National University

***Director, SNU Environmental Planning Institute

Received: November 30, 2023

Revised: December 15, 2023

Accepted: January 04, 2024

3인익명 심사필

Corresponding author :

Yong-Hoon Son

Associate Professor, Graduate

School of Environmental Design

Studies, Seoul National

University, Seoul 08826, Korea

Tel.: +82-2-880-8107

E-mail: sonyh@snu.ac.kr

국문초록

도시화가 진행되면서 공원녹지에 대한 수요는 증가하고 있다. 공원녹지는 도시 내에서 사람들이 자유롭게 옥외활동을 할 수 있는 공간으로 인식되고 있어 중요한 공간이다. 공원서비스 권역은 거리를 기반으로 어느 범위까지 서비스를 제공하고 있는지를 보여주는 척도이다. 이 과정에서 접근성이라는 개념은 중요하게 작용하며 특히 보행은 사람의 가장 기본적인 이동수단으로서 공원 이용에 많은 영향을 미치고 있다. 하지만 현재 공원서비스 권역 분석은 소외지역을 발견하는 것에 중점을 두고 있어 수혜지역에 대한 세부적인 평가는 미비한 상황이다. 본 연구에서는 보행네트워크의 보행접근성을 바탕으로 공원서비스 권역을 평가하고자 한다. 공원서비스는 이용자가 직접 공원을 방문함으로써 발생하는 서비스로서 접근성이 이용 가능성으로 나타날 것으로 판단된다. 보행네트워크의 정량화를 위하여 본 연구에서는 공간구문론을 활용하여 통합도 값을 바탕으로 보행접근성 분석을 진행하였다. 통합도 값은 보행네트워크의 접근성 정도를 수치화하여 보여주는 지표로서 본 연구에서는 통합도 값이 높을수록 공원 이용 가능성이 높다고 해석하였다. 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 분당구의 공원서비스 권역은 43%를 차지하고 있으며, 보행접근성이 높은 구간이 대부분 포함되어 있지만 일부 보행접근성이 좋은 구간은 제외되어 있다. 이는 도시계획 과정에서 주거지역과 상업 및 업무 지역이 우선적으로 지정되고 그 후에 공원녹지 지역이 선정되는 과정에서 나타나는 현상으로 볼 수 있다. 둘째, 분당구를 기준으로 공원서비스 권역 및 공원서비스 권역 내 보행접근성을 법정동 별로 분류하였다. 개별 법정동 별로 차이가 나타나며, 이에 따른 공원에 대한 이용 가능성이 다르게 나타날 것으로 예상된다. 또한, 같은 도시계획 과정에서 만들어진 지역이라도 보행접근성에 따른 공원서비스 권역의 평가는 차이가 나타났다. 이를 활용하여 생활권 계획에 반영될 수 있는 개별 동 단위의 평가가 가능하며 추후 이를 반영한 공원녹지 정책에서 유용한 지표로 활용될 수 있다.

주제어: 공간구문론, 지리정보시스템, 공원녹지 정책, 보행네트워크

ABSTRACT

As urbanization progresses, the demand for parks and green space is increasing. Park green spaces in the city are important spaces in the city because they are recognized as spaces where people can freely engage in outdoor activities. The park service area is a measure that shows the extent to which services are provided based on distance. In this process, the concept of accessibility plays an important role, and walking, in particular, as the most basic means of transportation for people and has a great influence on the use of parks. However, the current park service area analysis focuses on discovering underprivileged areas, so detailed evaluation of beneficiary areas is insufficient. This study seeks to evaluate park service areas based on the pedestrian accessibility and the pedestrian network. Park services are services that occur when users directly visit the park, and accessibility is expected to be reflected in terms of usability. To quantify the pedestrian network, this study used space syntax to analyze pedestrian accessibility based on integration values. The integration values are an indicators that quantify the level of accessibility of the pedestrian network, and in this study, the higher the integration value, the higher the possibility of park use. The results of the study are

as follows. First, Bundang-gu's park service area accounts for 43%, and includes most sections with high pedestrian accessibility, but some sections with good pedestrian accessibility are excluded. This can be seen as a phenomenon that occurs when residential areas and commercial and business areas are given priority during the urban planning process, and then park and green areas are selected. Second, based on Bundang-gu, the park service area and pedestrian accessibility within the park service area were classified by neighborhood unit. Differences appear for each individual neighborhood unit, and it is expected that the availability of the park will vary accordingly. In addition, even in areas created during the same urban planning process, there were differences in the evaluation of park service areas according to pedestrian accessibility. Using this, it is possible to evaluate individual neighborhood units that can be reflected in living area plans, and it can be used as a useful indicator in park and green space policies that reflect this in the future.

Keywords: Space Syntax, GIS, Park Green Policy, Walking Network

1. 서론

1.1 연구 배경과 목적

최근 도시계획 및 도시와 관련한 연구에서는 보행생활권, N분 도시, compact city 등과 같이 도시의 지속가능성을 위한 다양한 개념을 제시하고 있으며 이와 같은 개념을 도시에 접목시키기 위하여 세계적, 지역적인 노력을 하고 있다(Bibri et al., 2020). 지속가능한 도시에서는 다양한 서비스가 밀도 있게 입지하고 이를 사람들이 이용할 수 있는 도로 네트워크를 만들어 줌으로서 작동하게 되며 네트워크에서는 물리적인 거리가 중요한 요소로 작용된다(Loures et al., 2007). 도로 네트워크에 대해서 기존 도시는 차량 중심의 도로체계 및 도시계획을 바탕으로 진행하였다. 하지만 최근 기후 변화, 도시 내의 환경 문제 등이 이슈화되고 관심이 증가하면서 지속가능한 도시에서는 능동적인 교통수단이 주요 이동수단으로 활용된다. 능동적인 교통수단은 보행, 자전거와 같이 사람의 물리적인 힘이 있어야 움직이는 교통수단을 의미한다(Cong et al., 2022). 이러한 관점에서 지속가능한 도시의 일부 형태로서 「2040 서울도시기본계획(안)」에서는 다양한 기능을 복합적으로 갖추고 있는 자립적 생활권으로서 도보 30분 내 보행일상권을 제시하고 있으며 이는 물리적인 공간들 간의 상호관계 속에서 시민들의 삶의 질 향상 및 지역발전을 기대하고 있다(2040 서울도시기본계획(안)).

지속가능한 도시에서의 도시공원은 도시화된 사회에서 사람들의 삶의 질 향상 및 도시 환경적 측면으로 볼 때 중요한 역할을 수행하고 있기에 도시의 지속가능성 전략에서 도시 내의 자연공간에 대한 관심은 증가하고 있다(Loures et al., 2007). 도시공원은 도시 내에서 도시민들이 옥외 활동을 자유롭게 할 수 있는 공간으로 모든 사람들이 공동으로 활용할 수 있는 도시계획시설로서 공공재의 특성을 가지고 있다(이경주 등, 2020). 그렇기 때문에 「공원녹지기본계획 수립 지침서」에서는 각 지자체별 공원녹지기본계획 수립 시 공원서비스에 대한 내용을 필수적으로 작성하도록 명시하고 있다. 공원서비스 권역의 측정은 공간적 형평성 측면에서 접근성 개념이 중요한 요소로 강조되고 있으며, 그 중에서도 보행은 인간의 기본적인 이동수단으로서 중요성을 평가받고 있다(Tabassum et al., 2013; 김현 등, 2015). 도시공원의 입지는 인근의 사유재산과 주민들의 삶의 질에도 영향을 미치기 때문에 공원서비스 권역에 대한 사람들의 관심이 증가하고 있으며 거주지 및 주요 생활공간에서 공원까지의 거리는 걷기, 산책, 조깅 등의 물리적인 활동을 통한 건강 가치와 관련되어 있다(Hilsdon et al., 2006; 서현진 등, 2011).

연구의 목적은 보행접근성을 바탕으로 공원서비스 권역을 평가하는 방법을 제시하는 것이다. 기존 공원서비스 권역 분석은 공원 중심점을 기준으로 일정 거리만큼의 버퍼를 통한 분석과 도로 네트워크를 기준으로 서비스 권역을 측정하는 네트워크 분석을 주로 사용하였다. 이와 같은 방법으로 공원서비스 권역을 면적인 범위로 도출하여 지역 내 수혜지역이 어느 정도인지 소외지역이 어디에 나타나고 있는지 파악하는 것을 목적으로 하고 있으며 신규 공원 부지를 어디에 입지시킬지 결정하고 이를 통해 공원서비스 소외지역을 해소하는 것에 목적을 두고 있다. 또한 공원서비스 권역이 지역 내에서 얼마나 차지하고 있는지를 수치화하는 것에 주안점을 두고 있어 공원서비스 권역에 대한 평가 및 분석은 이루어지고 있지 않으며 공원서비스 권역 내의 공원 이용 가능성에 대한 상대적 중요성이 빠져있다. 따라서 본 연구에서는 보행네트워크를 기반으로 보행접근성을 공원의 이용 가능성으로 정의하고, 공원서비스 권역 분석을 바탕으로 공원서비스 권역 내 보행접근성을 반영한 공원서비스 평가를 진행하고자 한다. 또한 이를 활용하여 생활권 단위인 법정동 단위에서의 비교를 진행하고자 한다.

1.2 연구 범위

본 연구의 공간적 범위는 성남시 위치한 분당구의 도보권 근린공원을 대상으로 진행하였다. 성남시 분당구의 경우 1기 신도시인 분당구와 2기 신도시인 판교가 함께 위치하고 있으며, 이는 계획도시로서 도로 네트워크가 정비되어 있는 공간구조를 가지고 있다. 또한 「2035 성남도시기본계획」에서 2035년까지 성남시의 공원서비스 소외지역을 0.1%로 맞추고자하는 계획을 제시하고 있어 연구의 대상으로 선정하였다. 도시공원은 「도시공원 및 녹지 등의 관한 법률」에 따라 공원 소공원, 어린이공원, 근린공원, 주제공원으로 나누어진다. 도시공원은 사람들의 옥외활동인 산책, 휴식, 운동 등을 자유롭게 할 수 있는 공간으로서의 공공서비스를 제공한다. 도시공원 중 소공원의 경우 상대적으로 면적이 작고 어린이공원의 경우 어린이라는 특정 계층을 위한 공원이며 부지 대부분이 시설물로 채워져 있다고 판단하였으며 분당구 내의 면적 10,000m²~30,000m² 근린공원은 주로 탄천변에 위치한 수변공원이거나 아파트 단지 가운데 및 인접하게 나타나고 있어 공원 이용자가 특정될 수 있다는 점에 본 연구에서는 제외하였다. 「도시공원 및 녹지 등의 관한 법률」에서 도보권 근린공원은 면적 30,000m² 이상, 유치거리는 1,000m 이하로 규정하고 있다. 성남시청 홈페이지에서 지정한 성남시 분당구 근린공원 중 도보권 근린공원 규정에 맞는 근린공원을 대상으로 하였으며 이에 따라 총 24개의 분당구 내 도보권 근린공원을 연구의 대상으로 선정하였다.

본 연구의 내용적 범위는 첫째, 네트워크 분석을 통해 분당구 내 도보권 근린공원의 공원서비스 권역을 추출하였다. 공간구문론을 활용하여 분당구 내의 보행접근성을 수치화하고 이를 공원서비스 권역과 중첩시켜 공원서비스 권역 내의 보행접근성을 추출하였다. 둘째, 분당구 내의 18개의 법정동 별로 공원서비스 권역과 공원서비스 권역 내 보행접근성의 차이를 파악하고 이를 분당구 전체 평균을 기준으로 분류하였다.

1.3 선행연구

국내에서는 도시공원이 공공재로서 대중이 이용할 수 있어야 한다는 공적인 측면에서 형평성을 제시하고 있다. 공원까지의 접근성은 도시공원의 형평성 측면에서 중요한 요소로써 연구가 진행되고 있다. 최소거리 및 커버리지 접근 방법을 활용하여 도출된 접근성을 바탕으로 로지스틱 회귀분석 등을 사용하여 사회경제적 특성을 비교한 연구(서현진 등, 2011)와 거주지와 공원까지의 물리적 이동 거리, 공원의 면적과 공원이 수용할 수 있는 수용인구의 규모를 결합하여 주민들이 공원을 이용하는 과정에서 얼마나 편익을 누릴 수 있는지 정도를 측정하는 연구는 접근성이 공원 이용에 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여준다(이경주 등, 2020).

국외에서는 도시공원의 중요성을 인식하고 도시공원까지의 접근성이 지역 사회 발전 및 사회적 유대감 형성에 영향을 미치기 때문에 접근성에 영향을 미칠 수 있는 다양한 변수들을 측정하고 이를 향상시킬 수 있는 방법을 제안한 연구(Tabassum and Sharmin, 2013)와 공간의 형태, 매력도, 보행환경 등의 변수를 고려하여 공원으로서의 접근성을 평가하는 연구(ERA, 2012)와 상하이 도시공원을 면적에 따른 분류와 보행도로, 공원의 출입구 데이터를 바탕으로 네트워크 분석을 통한 서비스 지역을 추출한 연구가 있다(Liang et al., 2017). Two-step floating catchment area(2SFCA)방법을 사용하여 어린이들을 대상으로 도시공원까지의 접근성을 분석하고 토지가격, 정책 지원, 토지이용 등을 변수로 설정하여 도시공원까지의 접근성에 영향을 주는 요소는 어떠한 것이 있는지 밝히는 연구를 진행하였다(Xing et al., 2020). 또한 기존 도로망 데이터 외에 도로망 데이터에는 나타나지 않는 지름길과 같은 경로인 인지된 접근성에 따른 공원 수요와 공원 이용 행태에 대한 연구도 발표되었다(Zhang et al., 2019).

국내와 국외에서 공원과 접근성에 대한 연구의 공통적인 특징은 접근성은 공원 이용에 있어서 영향을 미치는 요소로 작용한다는 점이다. 연구에 따라 사용하는 분석의 방법이 조금씩 차이가 있으며 해석하는 과정 또한 연구마다 차이가 나타난다. 이는 접근성과 공원 이용 및 행태에 영향을 미치는 지역적 특성, 도시 환경에서 네트워크를 해석하는 부분에서 나타나는 차이라고 볼 수 있다. 물리적인 거리와 보행환경 및 매력도 간의 상관관계를 통해서 지역의 접근성을 파악하고 공원이 접근성에 따라서 이용 행태의 변화 및 공원 수요의 변화에 영향을 받는지에 집중하여 연구가 진행되었다.

공간구문론(space syntax)은 가로망 분석을 바탕으로 연결성, 공간의 깊이를 바탕으로 공간의 구조를 객관적이고 정량적으로 보여주는 방법론이다(윤정미, 2012). 선행연구에서는 공간구문론을 주로 보행을 바탕으로 진행된 연구에서 많이 이루어졌다. 국내에서는 청계천복원사업에 따른 보행자 네트워크의 연결성 변화에 따른 보행량의 변화를 공간구문론을 통해서 파악하는 연구가 진행되었다(김태호 등, 2009). 일반적인 네트워크와 이용자들이 인지하고 있는 네트워크인 social path 간의 차이를 분석하고, 이를 바탕으로 최적의 경로 및 최단 경로 선택에 영향을 미치는 정도를 파악하기 위해 유동인구가 많은 서울역과 코엑스를 중심으로 연구를 진행하였다(최성택 등, 2015). 또한 서울시를 대상으로 공간구문론과 지리정보시스템을 결합하여 토지이용구역별로 상이한 밀도, 토지이용, 접근성, 가로

설계 방안 등의 건축환경변수를 바탕으로 보행량과의 상관관계를 분석한 연구를 진행하였다(Lee et al., 2020).

국외의 경우에는 공간의 물리적 구조와 거주자의 삶의 질 사이의 관계를 파악하기 위하여 공간구문론을 사용한 연구(Dettlaff, 2014; Huang et al., 2020)와 농촌 공간에서 그린 인프라스트럭처 네트워크 구축을 위하여 공간 패턴 분석과 공간구문론을 사용하여 코어생태계패치의 위치와 기능 및 연결성에 대한 관계를 분석한 연구가 진행되었다(Wang, 2022). 공원과 관련한 연구에서는 공간구문론을 활용하여 지역 보행네트워크에 대한 접근성 분석을 진행하고 현장조사를 통하여 공원의 일반적인 속성을 파악하여 접근성과 공원의 일반적인 속성 간의 상관관계를 분석하기 위해 다중회귀분석을 사용하여 공원 이용자에 미치는 영향을 분석한 연구가 있다(Traunmuller et al., 2023).

공간구문론은 도시의 공간적 형태가 사람들의 움직임에 영향을 준다는 것을 바탕으로 보행접근성을 수치화하는데 활용되고 있는 분석 방법이다(Hiller, 2007; Hiller et al., 2012). 공간구문론은 네트워크의 접근성, 연결성을 평가하기 위한 분석의 방법론으로 활용 가능성이 있으며 주거지역, 상업지역, 업무지역 등에 국한되지 않고 도로네트워크가 구축된 상황에서 보행량, 보행접근성 등을 평가하는데 사용되고 있다. 도시공원이 시민들에게 제공하는 서비스의 경우 토지이용의 형태보다 도로네트워크에 영향을 받을 것으로 판단되어 본 연구에서도 공간구문론을 활용하여 보행접근성 평가를 진행하였다.

2. 연구 방법

2.1 연구 방법

본 연구에서는 공원서비스 권역을 평가하는 방법으로서 보행접근성을 중점으로 연구를 진행하였다. 공원서비스 권역을 추출하기 위해서 국가정보포털에서 제공하고 있는 2023년 5월 연속지적도를 바탕으로 근린공원의 폴리곤형태의 데이터를 추출하였다. 또한 공원서비스 권역을 추출하기 위하여 기존에는 공원 중심점을 기준으로 이루어졌다면, 본 연구에서는 공원 출입구 데이터를 포털사이트에서 제공하는 지도 서비스를 바탕으로 연구자가 직접 디지털화하여 진행하였다. 공원서비스 권역 추출은 성남시 분당구에 위치한 24개의 도보권 근린공원을 대상으로 QGIS 프로그램에서 제공하고 있는 네트워크 분석을 활용하였으며, 공원출입구 데이터를 기준으로 「도시공원 및 녹지 등의 관한 법률」에서 지정한 유치권 거리 1,000m를 적용하여 네트워크 분석을 진행하였다.

공간구문론을 활용하여 성남시 분당구 내의 보행접근성을 분석하였으며 선행연구와 같이 통합도 값을 바탕으로 수치화하였다. 보행접근성을 분석하기 위하여 보행네트워크를 우선적으로 구축하였는데 이는 도로중심선 데이터에서 보행자의 통행이 불가한 고속도로 및 고속화도로는 네트워크에서 제거 한 후 보행자전용도로 및 육교와 같은 보행자를 위한 경로는 추가하여 보행네트워크를 구축하였다. 공간구문론은 Depthmap X라는 소프트웨어를 활용하여 진행되지만 본 연구에서는 QGIS 오픈소스 소프트웨어로 제공되고 있는 Place Syntax를 활용하여 진행하였다. Place Syntax의 경우 QGIS 내에서 분석이 가능하고 별도의 연동 프로그램이 없다는 장점을 가지고 있으며 네트워크를 통한 분석 위주로 이용이 가능하기 때문에 본 연구에 적합하다고 판단하였다. 공간구문론에서의 통합도는 네트워크 간의 인접성을 바탕으로 움직임을 값으로 측정하게 되는데 이는 보행자가 특정 공간에 도착하기 위해 최단 경로, 최적경로를 의미한다(Charalambous and Mavridou, 2012). 통합도는 연결성과 공간의 깊이에 의해 결정된다. 연결성은 특정 공간과 직접 연결된 공간의 개수를 의미하며, 공간의 깊이는 한 공간에서 다른 공간으로 가기 위해 통과해야 하는 최소 공간의 개수를 의미한다. 통합도 값의 산출과정은 우선 평균 깊이(MD)를 산출한다. 산출식은 $MD = TD / (K - 1)$ 과 같으며 여기서 공간의 깊이(TD)를 전체공간의 수(K)로 나누어 계산한다. 그 다음으로 상대적 비대칭도(RA)를 계산한다. 상대적 비대칭도는 특정공간의 평균 깊이를 전체 공간이 가질 수 있는 이론적인 최솟/최댓값과 비교하여 일반화하는 것을 의미한다. 산출식은 $RA = 2(MD - 1) / (K - 2)$ 와 같으며 이를 활용하여 실제 상대 비대칭도(RRA) 값을 도출한다. 실제 상대 비대칭도는 상대적 비대칭도의 값을 공간의 크기에 맞추어 변형하는 것을 의미한다. 산출식은 $RRA = RA / D$ 이며, 이에 대한 역수를 취하여 해당 공간의 통합도를 산출한다(최성택 등, 2015; Yuehong et al., 2023). 통합도는 전체통합도와 부분통합도로 구분되며 전체통합도의 경우 도시와 같이 공간적 범위가 넓은 지역에서 활용되고 부분통합도의 경우 특정 범위를 적용하여 도시 전체보다는 작은 구나 동 단위에서의 분석에 활용되고 있다(Loit, 2021). 또한 전체통합도를 활용할 경우 주요 간선도로들의 보행접근성이 높게 나타나기 때문에 본 연구의 취지인 동 단위에서의 보행네트워크를 기반으로 한 보행접근성 분석에서는 부분통합도가 적합하였다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 시보다는 작은 구, 동 단위로 보행네트워크를 분석하기 위해 부분통합도를 활용하여 연구를 진행하였다.

선행연구에서는 통합도 값을 해석하는 과정에서 차이가 나타났다. 통합도 값이 높게 나타나는 경우 네트워크의

연결성이 높다고 볼 수 있으며 이에 따라 보행량이 많다고 해석하는 연구, 물리적인 공간 간의 관계성이 높다고 해석하는 연구, 생태계의 패치 간의 위계에서 통합도 값이 높게 나타날 경우 코어의 역할을 한다고 해석한 연구 등 다양한 관점에서 볼 수 있다. 본 연구에서는 통합도 값이 높을수록 공원 이용 가능성이 높다고 해석하였다. 이는 공원과 같이 사람에게 옥외활동을 할 수 있도록 서비스를 제공하는 공간인 서비스 공급지역과 거주지, 업무지 등과 같이 사람의 주요 생활공간인 서비스 수요지역 간의 관계에서 휴식, 운동 등과 같은 옥외활동 서비스가 발생하기 위해서는 수요지역에 위치한 사람들이 직접 공급지역으로 이동해야하기 때문에 서비스 연결지역을 통해서 충족된다고 볼 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 서비스 연결지역에 해당하는 보행네트워크의 접근성이 좋을수록 공원을 이용할 수 있는 가능성이 높다고 판단하였다(Ala-Hulkko et al., 2016). 보행네트워크의 접근성은 공간구문론을 통해 도출한 통합도 값을 적용하였으며, 이를 보행접근성 값으로 선정하였다. 공간구문론을 활용하여 정량적으로 보여주기 힘든 보행접근성 가치를 수치화하여 공원서비스 권역 내의 이용자들이 실질적으로 공원까지 이동하는 이용 가능성을 분석하고자 한다.

2.2 연구 흐름

본 연구의 흐름은 첫째, 네트워크 분석을 바탕으로 분당구 근린공원의 공원서비스 권역을 추출하고 공간구문론의 통합도 값을 분당구 내의 보행접근성 값으로 추출한다. 이를 바탕으로 분당구의 공원서비스 권역의 비율과 공원서비스 권역 내의 보행접근성 값의 평균을 도출한다. 둘째, 분당구의 18개의 법정동 별로 공원서비스 권역의 비율과 공원서비스 권역 내의 보행접근성 값을 도출한다. 분당구 단위에서는 파악할 수 없는 부분들을 법정동 단위에서 파악하고자 한다. 마지막으로 법정동 별로 파악한 값을 바탕으로 분당구 평균 공원서비스 권역 비율과 보행접근성 값을 기준으로 사분면에 분류하여 법정동 별로 어떠한 차이가 나타나는지 파악하고자 한다.

3. 결과

3.1 분당구 공원서비스 권역 및 보행접근성

네트워크 분석을 통한 분당구 도보권 근린공원의 공원서비스 권역은 그림 1(a)와 같이 나타났으며 공원서비스 권역 비율은 분당구 전체 면적 중 약 43%이고 소외지역은 약 57%로 나타났다(표 1 참조). 공간구문론의 부분통합도 방법을 활용하여 분당구 내의 보행네트워크를 기반으로 보행접근성을 분석한 결과 그림 1(b)와 같이 나타났으며 가장 높은 보행접근성을 가지는 구간의 값은 171.11이고 가장 낮은 보행접근성을 가지는 구간은 1.00의 값을 가지고 있다. 공간구문론을 도식화할 경우 통합도 값이 높게 나타나는 구간에 대해서는 붉은색으로 표현되는 반면 통합도 값이 낮게 나타나는 구간에 대해서는 푸른색으로 나타난다. 분당구 내 보행네트워크의 평균 보행접근성은 66.16으로 나타났다(표 2 참조). 보행네트워크의 보행접근성이 높은 공간은 주로 주거 혹은 상업 및 업무공간이 밀집한 공간에서 나타났으며 이는 성남시 전체에 대한 전체통합도가 아닌 분당구를 대상으로 부분통합도를 활용하여 분당구 내의 보행네트워크 간 연결성에 따라서 통합도 값이 높은 공간들이 도출되었다고 볼 수 있다.

분당구 내의 도보권 근린공원 공원서비스 권역과 공간구문론을 활용한 보행네트워크의 보행접근성을 겹쳐 보았

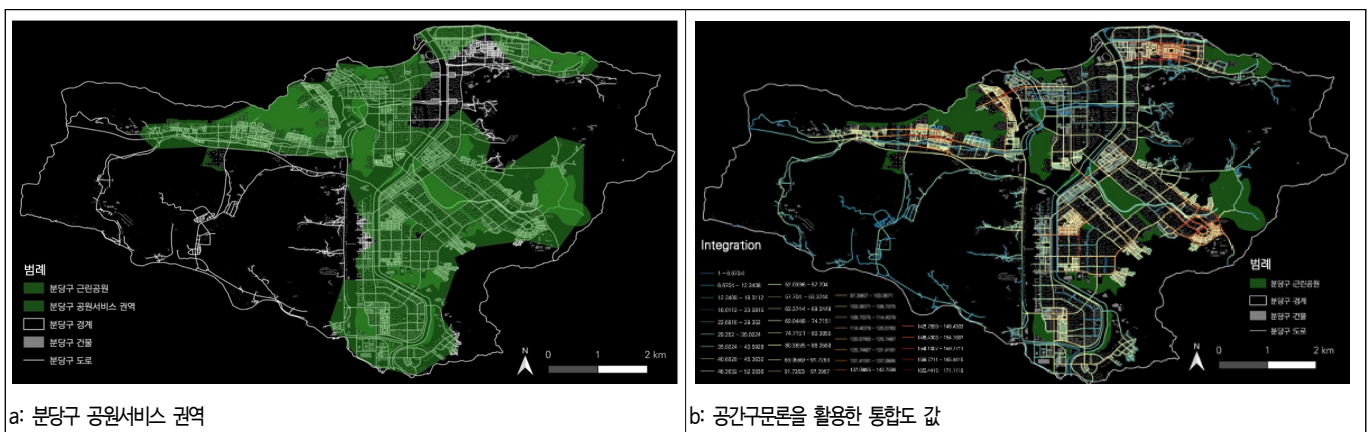


그림 1. 분당구 공원서비스 권역(a) 및 보행네트워크 분석(b)

표 1. 연구의 활용 데이터

데이터의 종류		데이터의 년도	데이터 내용	출처
데이터	연속지적도	2023. 6	폴리곤 형태의 근린공원 데이터	국가공간정보포털
	도로중심선	2020. 7	네트워크 분석을 위한 분당구의 도로 네트워크 데이터	국가공간정보포털
	보행자전용도로	2023. 4	도로중심선에서는 나타나지 않는 보행자전용도로 데이터	국가공간정보포털
	공원 출입구	2023. 5	공원서비스 권역을 구하기 위한 기준점 데이터	연구자 직접 디지털라이징

표 2. 분당구 공원서비스 권역 및 보행네트워크 분석

지역(구)	면적(m ²)	공원서비스 권역(m ²)	공원서비스 소외 권역(m ²)	공원서비스 권역 비율(%)	공원서비스 소외 권역 비율(%)	가장 높은 통합도 값	가장 낮은 통합도 값	평균 통합도 값
분당구	68,817,004	29,786,000	39,031,004	42.66	57.34	171.11	1.00	66.16

다(그림 2(a) 참조). 분당구 공원서비스 권역 내 보행네트워크의 평균 보행접근성은 66.28로 나타났으며 보행접근성이 높은 보행네트워크가 대부분 포함되어 있지만 일부 보행접근성이 높은 보행네트워크의 경우 공원서비스 소외지역에 포함되어 있는 것으로 나타나고 있다(그림 2(b)~(c) 참조). 보행접근성이 높은 공간의 경우 공원 이용 가능성이 높은 공간이지만 신도시 개발 당시 근린공원을 기존 산지와 인접하게 조성하거나 보행네트워크가 잘 갖추어진 공간에 주거지역, 상업 및 업무지역을 우선 선정 후 공원녹지 공간을 조성하는 과정에서 발생한 결과로 볼 수 있다. 또한, 공원서비스 권역이 분당구 중심부에 넓게 분포하고 있어 공원서비스 공급 측면에서는 양호하다고 볼 수 있지만 분당구 내의 보다 세부적인 현황을 파악하기 위해 법정동 별로 분석을 진행하였다.

3.2 법정동 별 공원서비스 권역 및 보행접근성

분당구 내 18개의 법정동 별로 공원서비스 권역 및 보행네트워크의 보행접근성 분석을 진행하였다(그림 3 참조). 법정동 별로 공원서비스 권역의 차이가 나타나며 도보권 근린공원의 공원서비스 불균형이 나타났다. 특히 궁내동, 대장동, 석운동의 경우에는 동 단위에서 도보권 근린공원의 공원서비스 권역이 나타나지 않았다. 이는 현재 개발이 진행 중인 지역이거나 산지 등으로 인하여 개발이 미흡하여 도보권 근린공원 자체가 없어서 나타나는 결과로 볼 수 있다. 동 단위에서 가장 넓은 공원서비스 권역을 가지는 동은 삼평동으로 전체 면적 중 약 87%가 공원서비스

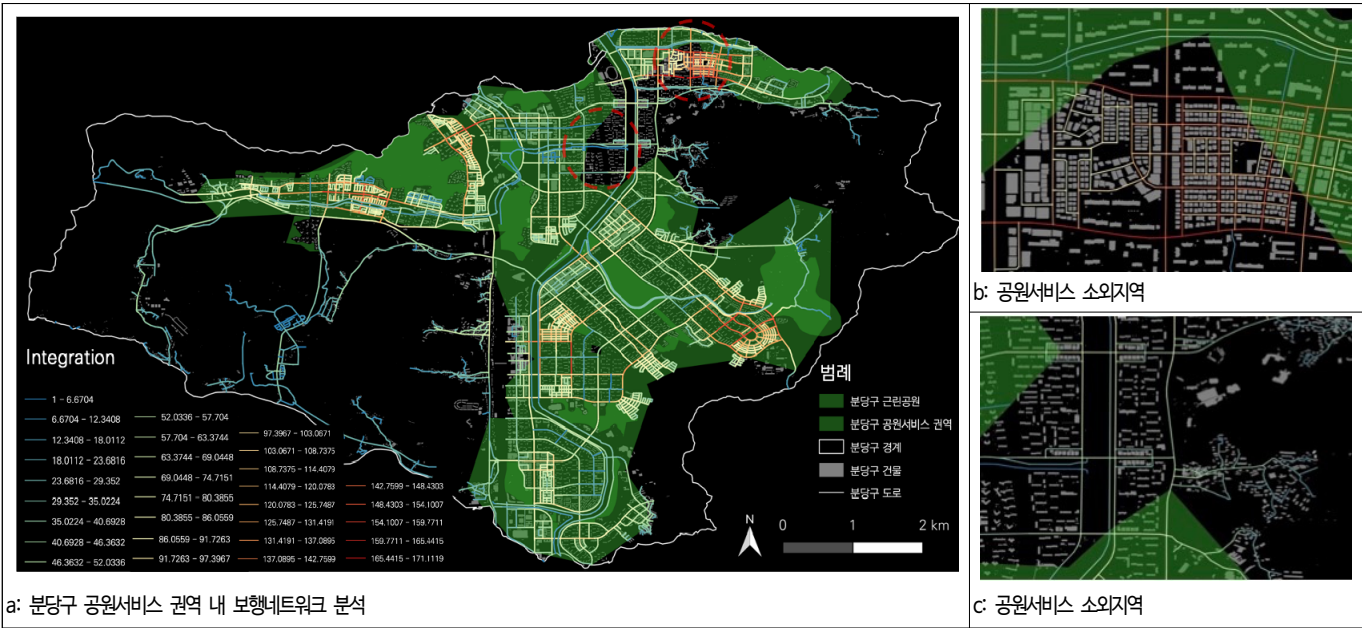


그림 2. 분당구 공원서비스 권역 내 보행네트워크 분석(a) 및 공원서비스 소외지역(b, c)

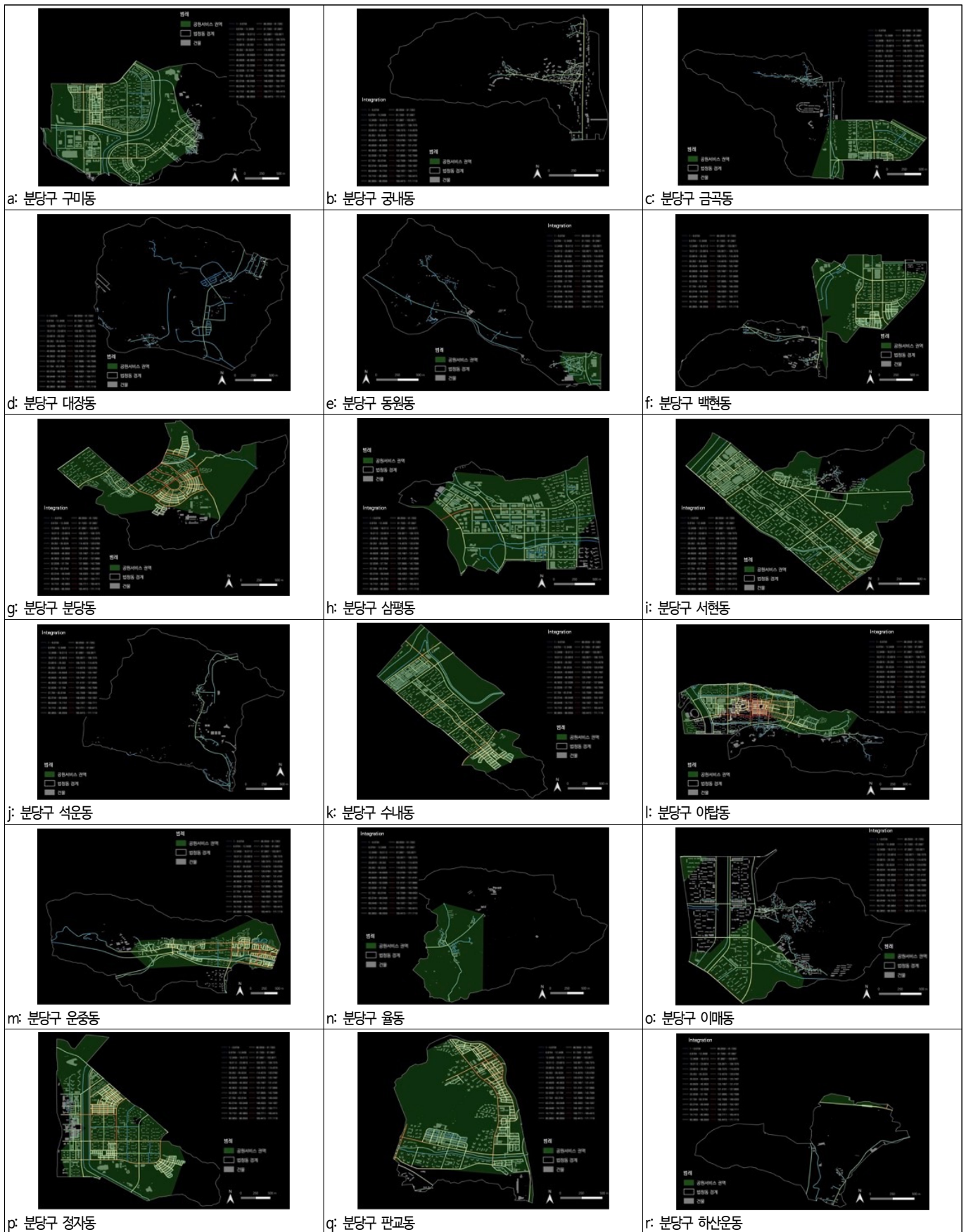


그림 3. 분당구 법정동 별 공원서비스 권역 및 공원서비스 권역 내 보행네트워크 분석

스 권역으로 나타났으며 그 다음으로는 판교동(86.5%), 수내동(86.4%), 서현동(84%) 순으로 나타났다(표 3 참조). 분당구 내의 법정동 중 주거지역이 밀집한 지역에서 대부분 공원서비스 권역이 넓게 나타났다.

공원서비스 권역 내 보행네트워크의 보행접근성을 보면 울동이 27.69로 가장 낮게 나타났으며 가장 높게 나타난 지역은 분당동, 하산운동, 판교동, 운중동 순으로 나타났다(표 3 참조). 보행네트워크의 보행접근성이 높게 나타난 법정동 중 하산운동의 경우 공원서비스 권역 자체가 매우 작기 때문에 권역 내 포함된 보행네트워크의 경로 수가 적어서 보행접근성이 높게 나타났다고 볼 수 있다.

법정동 별로 공원서비스 권역과 보행네트워크의 보행접근성을 분당구 평균을 기준으로 분류하였는데 이는 공원과 같은 공공재의 서비스는 형평성 있게 공급되어야 하기 때문에 분당구를 기준으로 선정하였다(김용국, 2019). 분류한 결과 분당구를 기준으로 전체 동 면적 대비 공원서비스 권역에 대해서 18개의 법정동 중 10개의 법정동(궁내동, 금곡동, 대장동, 동원동, 석운동, 아탑동, 운중동, 울동, 이매동, 하산운동)이 분당구 평균을 넘지 못하고 있다. 이 중에서 아탑동과 이매동의 경우 분당 1기 신도시 조성시에 만들어진 지역으로 비슷한 시기에 조성된 수내동과 서현동과는 다른 양상을 보이고 있다. 또한 운중동의 경우에도 판교 2기 신도시 조성시에 만들어진 지역으로 판교동, 백현동과는 다른 양상을 보이고 있다. 공원서비스 권역 내 보행접근성을 기준으로 보면 18개의 법정동 중 12개의 법정동(구미동, 궁내동, 금곡동, 대장동, 동원동, 백현동, 삼평동, 석운동, 수내동, 아탑동, 울동, 이매동)이 분당구 평균을 넘지 못하고 있다(표 3 참조). 이를 통하여 공원서비스 및 보행네트워크의 보행접근성 수준에서 동 별로 차이가 있으며 이에 따른 실질적인 주민들의 공원서비스 이용성 및 평가가 다를 것으로 예상된다. 또한 공원 이용성에 따른 공원 및 공원서비스의 수준에서 차이가 날 것으로 예상되는데 이는 이용성이 떨어지는 공원의 경우 시설 노후화, 유지 및 관리차원에서 다른 공원과 차이가 나타날 것으로 예상된다.

이에 따라 분당구 기준으로 분류한 동 별 공원서비스 권역과 공원서비스 권역 내 보행네트워크의 보행접근성을 바탕으로 사분면을 그려 4개의 유형으로 분류하였다(그림 4 참조). 1사분면의 경우에는 공원서비스 권역이 넓게 나타나며, 공원서비스 권역 내에서의 보행접근성이 높은 수준이다. 이 경우 공원서비스 권역 내 주민들의 공원 이용 가능성이 높게 나타날 것으로 예상된다. 2사분면의 경우에는 공원서비스 권역은 넓게 나타나지만 보행네트워크의 보행접근성이 떨어져 공원서비스 권역으로 나타나는 면적은 넓지만 실질적으로 공원 이용성 측면에서는 다소 떨어질 수 있다고 볼 수 있다. 이 경우 공원서비스에 대한 공급은 충분하다고 볼 수 있으며 보행접근성 향상을 통한 공원 이용성을 높일 수 있다. 3사분면의 경우에는 공원서비스 권역과 보행네트워크의 보행접근성이 모두 낮게 나타나고 있다. 3사분면의 경우 공원서비스 권역과 보행네트워크의 보행접근성이 매우 낮은 지역(궁내동, 대장동, 동원동, 석운동, 울동)과 분당구 평균보다는 낮지만 어느 정도의 공원서비스 권역, 보행네트워크의 보행접근성을 가진 지역(금곡동, 아탑동, 이매동)으로 나눌 수 있다. 공원서비스 권역과 보행네트워크의 보행접근성이 매우 낮은 지역(궁내동, 대장동, 동원동, 석운동, 울동)의 경우에는 우선적으로 공원의 공급이 필요할 것으로 판단된다. 이는 일정 규모의 공원이 확보된 후 이에 따른 보행접근성을 기반으로 한 공원 이용이 가능하기 때문이다. 이 중에서 대장동의 경우 현재 개발이 진행 중에 있어 추후 변화가 생길 수 있다고 판단된다. 금곡동, 아탑동, 이매동의 경우에는 공원서

표 3. 분당구 법정동 별 공원서비스 권역 및 보행네트워크 평균 통합도 값

지역(동)	면적(㎡)	공원서비스 권역(㎡)	공원서비스 권역 비율(%)	권역 내 평균 통합도 값	지역(동)	면적(㎡)	공원서비스 권역(㎡)	공원서비스 권역 비율(%)	권역 내 평균 통합도 값
구미동	4,741,353	3,299,228	69.58	54.06	석운동	4,224,092	0	0	0
궁내동	2,240,461	0	0	0	수내동	2,896,202	2,504,958	86.49	64.28
금곡동	3,519,846	1,100,709	31.27	53.43	아탑동	6,855,294	2,287,593	33.37	63.93
대장동	4,916,329	0	0	0	운중동	6,704,461	2,035,017	30.35	74.74
동원동	2,542,588	188,495	7.41	30.40	울동	4,677,321	1,399,005	29.91	27.69
백현동	3,636,215	1,891,453	52.02	56.20	이매동	3,523,634	905,067	25.69	56.55
분당동	3,383,559	2,226,300	65.80	97.32	정자동	4,912,173	3,918,537	79.77	73.47
삼평동	2,797,627	2,430,093	86.86	41.18	판교동	2,863,834	2,478,306	86.54	78.17
서현동	3,599,381	3,023,219	83.99	67.05	하산운동	1,738,687	63,142	3.63	90.86

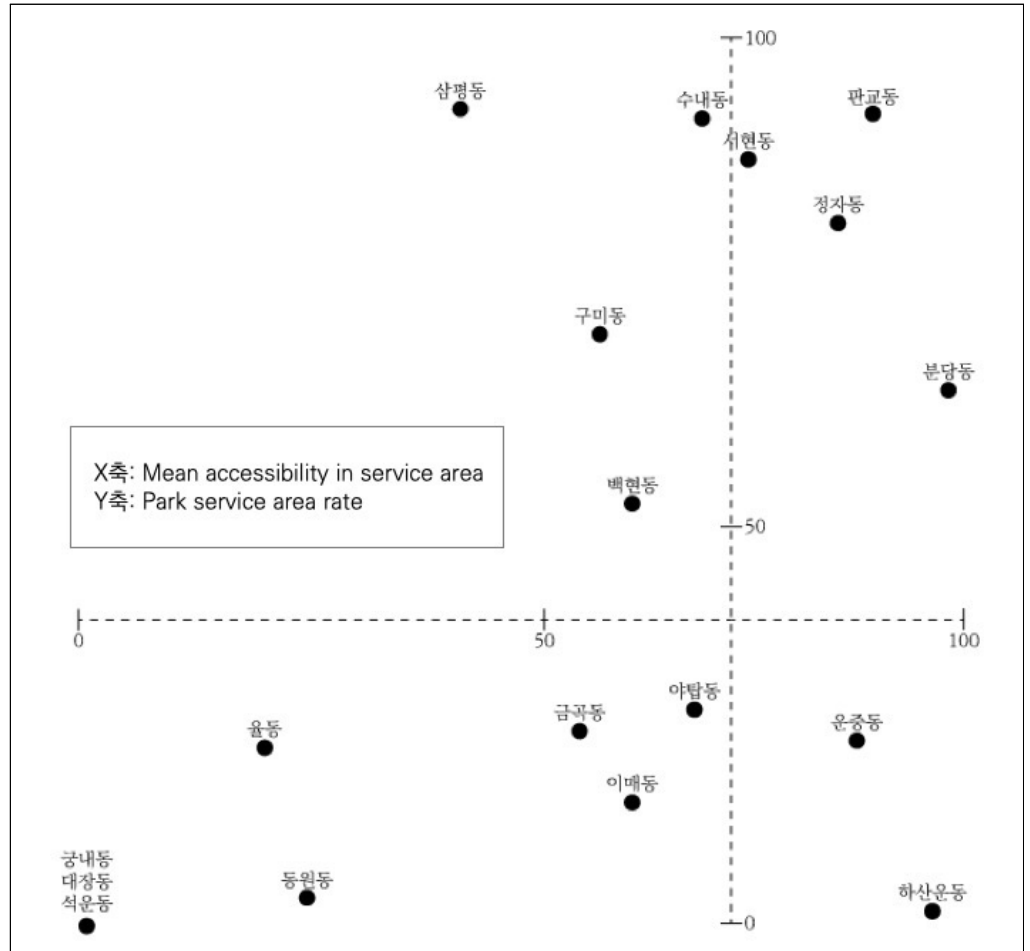


그림 4. 분당구 평균을 기준으로 법정도 분류

비스 권역과 보행네트워크의 보행접근성 중에서 어느 부분에 중점을 둘 것인지에 대한 우선순위를 정하는 것이 필요하다 고 볼 수 있다. 4사분면의 경우에는 공원서비스 권역은 넓지 않지만 보행네트워크의 보행접근성이 높은 수준이다. 이 경우 공원 이용 가능성은 높다고 볼 수 있으며 공원의 양적공급을 통해 보다 넓은 공원서비스를 제공할 수 있다고 판단된다. 이와 같이 공원서비스 권역이라는 동일한 개념 내에서 보행네트워크의 보행접근성 수준에 따라서 다르게 해석되고 평가될 수 있다.

4. 결론

본 연구의 결론은 첫째, 분당구 전체로 본다면 공원서비스 권역(약 43%)이 일부 개발이 진행되지 않은 지역 및 산지지역을 제외하고는 넓게 분포하고 있다고 볼 수 있다. 하지만 보행접근성을 바탕으로 공원서비스 권역을 분석한다면 실질적으로 이용자 측면에서 서비스 혜택 지역이지만 보행접근성에 따라 실제 공원 이용 가능성이 결정될 수 있다. 공원서비스는 공원으로 이용자들이 직접 방문함으로써 발생하는 서비스라는 측면에서 보행접근성을 통한 공원서비스 권역 분석이 필요하다. 이에 따라 분당구 단위에서는 파악하기 어려운 부분을 실제 주민들의 생활권 단위라고 할 수 있는 법정동 단위에서 공원서비스 권역 및 권역 내 보행접근성을 분석한 결과 차이가 나타났다. 이는 공원서비스 권역 및 소외지역으로 평가되는 이분법적인 방법을 넘어서 동일한 수혜지역이더라도 보행접근성의 차이에 따라 시민들의 이용 가능성이 다르게 나타날 수 있다는 것으로 보여준다. 공원서비스의 경우 공급 측면에서 해석될 수 있고 이용자들의 거주 및 생활공간을 수혜지역으로 본다면 보행접근성의 경우에는 공급지역과 수혜 지역을 연결해주는 역할을 수행하는데 이러한 측면에서 보행접근성을 고려한 정책 수립 과정은 공원서비스에 대한 이용자들의 이용을 증가시킬 수 있는 방안을 모색할 수 있다. 둘째, 최근 2-3개의 동을 묶어서 생활권 단위의 계획을 수립하고 있다. 이러한 과정에서 동 단위의 개별적인 평가는 계획 수립에 유용한 정보로 활용할 수 있다. 공원서비스

권역 및 권역 내 보행접근성을 바탕으로 분당구의 법정동을 사분면으로 분류한 결과 1사분면에 위치한 법정동(판교동, 서현동, 정자동, 분당동)의 경우에는 현재 공원서비스 권역의 면적과 공원으로의 보행접근성이 높은 상황으로 공원 이용 가능성이 높은 공간으로 볼 수 있다. 공원 이용가능성이 높은 경우 사람들의 공원 수요가 많을 것으로 예상되기 때문에 현상 유지 및 관리에 초점을 맞출 필요가 있다. 2사분면의 경우에는 공원서비스 권역은 넓게 나타나는 반면 권역 내 보행접근성이 조금은 취약한 지역이다. 상대적으로 보행접근성이 낮기 때문에 공원 이용 가능성을 봤을 때, 이용자들의 공원 이용 가능성보다 공원서비스 혜택이 과잉 공급되고 있다고 볼 수 있다. 하지만 공원의 경우 쉽게 없애거나 하는 도시기반시설이 아니기 때문에 접근성을 높일 수 있는 방안인 보행네트워크의 연결성 개선 및 보행 환경 개선을 통한 공원의 이용 가능성을 높일 수 있다. 3사분면의 경우에는 공원서비스 권역과 보행접근성이 매우 낮은 지역(공내동, 대장동, 동원동, 석운동)의 경우에는 우선적으로 공원서비스를 공급하는 물리적인 공간이 필요하며 그 외의 지역(금곡동, 아탑동, 이매동, 율동)의 경우에는 거주 인구 및 생활 인구에 따라 다른 계획이 필요할 것으로 예상된다, 아탑동과 이매동의 경우 거주 인구가 많은 지역으로 공원서비스를 위한 물리적인 공간 조성이 우선적으로 필요하며, 금곡동과 율동의 경우 상대적으로 인구가 적기 때문에 공원 조성보다는 기존의 공원까지의 공원 이용 가능성을 높이기 위한 보행접근성 강화에 대한 계획이 필요할 것으로 예상된다. 4사분면의 경우에는 권역 내 보행접근성은 뛰어나기에 공원서비스 권역을 넓힐 수 있는 방안을 모색하는 것이 필요하다. 개별 동 단위의 상황이 다르기 때문에 공원녹지 정책 수립 시 개별 법정동의 상황을 고려하여 진단하는 것이 보다 효율적인 정책 방향이라고 판단된다. 셋째, 분당구의 경우 분당 1기 신도시 및 판교 2기 신도시가 함께 위치하고 있는 지역이다. 신도시의 경우 계획적으로 넓은 택지를 개발하는 사업으로 동일한 성격을 가지는 지역의 경우 유사한 성격을 가지게 된다. 예를 들어, 주거지역의 경우에는 주민들의 거주와 안전한 생활환경을 위한 시설 및 환경을 조성해준다. 하지만 현재 분당 1기 신도시에 해당하는 법정동(서현동, 수내동, 아탑동, 이매동 등) 및 판교 2기 신도시에 해당하는 법정동(판교동, 운중동, 백현동 등)의 경우 각각 다른 상황의 공원서비스 권역과 보행접근성을 가지고 있다. 이는 계획 단계에서도 파악할 수 있는 부분이지만 당시에는 주거지역의 확보 등 다른 부분이 우선되었기 때문에 나타나는 결과로 볼 수 있다. 하지만 도시공원의 공급과 이용을 위한 접근성 측면에서 보면 이와 같은 차이는 계획 단계에서도 해결될 수 있는 부분으로 파악된다. 이에 따라 도시의 계획 단계에서 공원녹지에 대한 보다 체계적인 계획 수립은 형평성 있는 공원녹지를 제공할 수 있다고 판단된다.

4.1 연구의 의의 및 한계

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 기존의 도시계획 및 설계의 과정에서는 도로네트워크의 중심성이 높아서 유동인구 및 보행량이 많을 것으로 예상되는 지역은 대부분 주거지역과 상업 및 업무지역으로 지정하고 공원녹지의 경우 후순위에 밀려나는 경우가 많았다. 신도시 조성 당시 도시 중앙부에 중앙공원을 조성하지만 그 외의 공원의 경우 인근 산지와 연계하여 근린공원으로 조성하는 경우가 많았다. 이럴 경우 공원의 물리적인 면적은 넓지만 상대적으로 공원까지의 거리가 멀어지거나 보행접근성이 떨어지는 경우가 발생할 수 있어 실질적인 이용률은 낮아질 수 있다. 보행네트워크를 기반으로 한 보행접근성 분석을 바탕으로 공원의 입지를 선정한다면 보다 많은 인원이 실질적으로 공원서비스 혜택을 누릴 수 있을 것으로 기대한다. 또한 공원서비스 권역에 해당한다 하더라도 공원 이용에 있어서 이용자가 직접 이동해야 한다는 점에서 보행네트워크에 대한 중요성이 강조된다. 이에 보행네트워크의 물리적인 연결성을 바탕으로 정량적으로 분석하고 이를 공원의 이용 가능성으로 평가하는 것은 도시공원의 평가체계에 공원서비스 이용 인구 비율과 함께 중요한 지표로 활용될 수 있다는 점에서 의의를 가진다. 둘째, 공원녹지기본계획에서의 공원서비스 권역 분석은 소외지역을 발견하고 이를 해결하기 위함에 있다. 이 과정에서 소외지역의 경우 공원의 양적확충이 먼저 요구되지만 공원서비스 권역에 대한 평가는 미흡한 상황이다. 이에 보행접근성을 고려한 평가가 가능할 것으로 기대된다. 이는 보다 경제적인 측면에서 도시공원의 이용성을 높일 수 있는데, 면적으로 넓은 공원이 필요한 것인지 보행접근성을 통해 기존의 공원으로의 이용 가능성 향상이 필요한 것이 파악할 수 있는 기초 자료로써 활용될 수 있다. 셋째, 최근 도시계획에서 2-3개의 동을 묶어서 수립하는 생활권 계획이 수립되고 있다. 이 과정에서 시 단위의 분석보다는 동 단위의 미시적인 분석이 보다 효율적이다. 동 단위 분석의 경우 개별적인 평가가 가능하며, 동 단위에서 요구되는 사항을 파악하기 용이하기 때문이다. 본 연구에서는 성남시 전체가 아닌 분당구를 대상으로 하였지만 이를 바탕으로 법정동 단위까지 확장시켜 본 결과 법정동 별로 공원서비스 권역과 공원서비스 권역 내 보행접근성의 차이가 나타났음을 알 수 있다. 이를 활용하여 생활권 단위 계획에서 공원녹지 정책을 제시할 때 보행접근성을 기반으로 한 공원서비스 권역 평가는 보다 실질적인 차원에서 정책 수립에 활용될 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점과 향후 연구 방향은 다음과 같다. 첫째, 공원의 입지에 따라 평지형 공원과 산지형 공원으로

분류될 수 있다. 산지형 공원의 경우 인근 산지를 포함하고 있어 공원 자체의 면적은 넓게 나타나며 이에 따라 서비스 권역 또한 넓게 나타날 수 있다. 하지만 실질적으로 시민을 위한 공원으로서의 공간은 상대적으로 적기 때문에 실제 서비스 권역은 차이가 나타날 수 있다. 본 연구에서는 이러한 부분은 고려하지 않고 수집한 데이터에 맞추어 분석을 진행하였기 때문에 이러한 점에서 보완이 필요하며 산지형 공원의 경우 공원으로 사용되는 범위를 측정하여 이를 반영한 연구가 필요하다. 둘째, 공간구문론의 경우 도시의 형태에 따른 네트워크를 수치화하기에 좋은 분석 방법론이다 보니 물리적인 가로 환경을 고려하지 못하고 있다. 보행자의 경로 선택에 있어서는 네트워크 간의 연결성도 중요하지만 경사, 가로 환경의 쾌적성, 안전성 등의 보행 환경도 중요한 영향을 미치기 때문에 추후에는 이와 같은 변수들을 고려한 분석을 바탕으로 공원 수요자 기반의 연구가 필요하다. 셋째, 본 연구는 보행네트워크라는 물리적인 속성을 바탕으로 공원 이용의 수요를 평가하였다. 실질적인 공원 수요의 경우 인근 지역의 인구에 대한 고려가 필요하다. 이에 따라 향후 연구에서는 물리적인 속성인 공원의 면적, 보행네트워크와 함께 인구비율을 함께 고려한 연구가 필요하며 이를 바탕으로 후속연구로서 실증연구가 필요하다.

References

1. 2035 성남도시기본계획.
2. 2040 서울도시기본계획(안).
3. 김용국(2019) 7대 광역시 공원서비스의 포용성 분석. 한국도시계획학회지 도시설계 20(5): 19-31.
4. 김태호, 박주원, 고영선, 박제진(2009) Space Syntax를 이용한 보행자 네트워크 연결성 변화연구 - 청계천복원 사업을 중심으로 -. 한국도로학회 11(2): 55-66.
5. 김현, 김예성, 이다솜, 김지엽(2015) 도시공원 이용권 분석을 통한 수원시 공원서비스의 적정성 평가. 한국조경학회 43(2): 114-124.
6. 서현진, 전병운(2011) 대구시 도시근린공원의 접근성에 따른 환경적 형평성 분석. 한국지리정보학회지 14(4): 221-237.
7. 윤정미(2012) 공간구문론과 GIS 통합 모델을 이용한 공간구조분석에 관한 연구: 당진신 합덕읍 일원을 대상으로. 한국지리정보학회지 15(3): 35-45
8. 이경주, 홍성효, 임준홍(2020) 생활권 공원의 접근성 추정 및 입지 시뮬레이션 연구: 충남지역을 대상으로. 한국 도시행정학회 33(4): 153-167.
9. 최상택, 이향숙, 추상호, 장진영, 김수재(2015) Space syntax 기법을 활용한 Social Path 효과분석. 대한교통학회지 33(2): 192-203.
10. Ala-Hulkko, T., O. Kotavaara, J. Alahuhta, P. Helle and J. Hjort(2016) Introducing accessibility analysis in mapping cultural ecosystem services. Ecological Indicators 66: 416-427.
11. Bibri, S. E., J. Krogstie and M. Karrholm(2020) Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. Developments in the Built Environment 4.
12. Charalambous, N. and M. Mavridou(2012) Space syntax: Spatial integration accessibility and angular segment analysis by metric distance (ASAMeD). Accessibility Instruments for Planning Practice 57-62.
13. Cong, C., Y. Kwak and B. Deal(2022) Incorporating active transportation modes in large scale urban modeling to inform sustainable urban development. Computers, Environment and Urban Systems 91.
14. Dettlaff, W.(2014) Space syntax analysis-methodology of understanding the space. PhD Interdisciplinary Journal 283-291.
15. ERA, R. T.(2012) Improving pedestrian accessibility to public space through space syntax analysis. In Proceedings of the Eighth International Space Syntax Symposium (pp. 1-16).
16. Hiller, B.(2007) Space is the machine: A configurational theory of architecture (3rd ed.). Cambridge University Press.
17. Hiller, B., T. Yang and A. Turner(2012) Normalising least angle choice in Depthmap and it opens up new perspectives on the global and local analysis of city space. Journal of Space Syntax 3(2): 155-193.
18. Hilsdon, M., J. Panter, C. Foster and A. Jones(2006) The relationship between access and quality of urban green space with population physical activity. Public Health 120(12): 1127-1132.
19. Huang, B. X., S. C. Chiou and W. Y. Li(2020) Accessibility and street network characteristics of urban

- public facility spaces: Equity research on parks in Fuzhou City based on gis and space syntax model. *Sustainability*(Switzerland) 12(9).
20. Lee, S., C. Yoo and K. W. Seo(2020) Determinant factors of pedestrian volume in different land-use zones: Combining space syntax metrics with GIS-based built-environment measures. *Sustainability*(Switzerland) 12(20).
21. Liang, H., D. Chen and Q. Zhang(2017) Walking accessibility of urban parks in a compact megacity. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Urban Design and Planning* 170(2): 59–71.
22. Loit, D.(2021) Children's access to playgrounds – A space syntax assessment of the urban integration of built playgrounds and home -. *Playground Accessibility in Stockholm*. pp. 1–52.
23. Loures, L., R. Santos and T. Panagopoulos(2007) Urban parks and sustainable city planning – The case of Portimao, Portugal. *WSEAS Transactions on Environment and Development* 3(10): 171–180.
24. Tabassum, S. and F. Sharmin(2013) Accessibility analysis of parks at urban neighborhood: The case of Dhaka. *Asian Journal of Applied Science and Engineering* 2(2): 48–61.
25. Traunmuller, I. C., İ. İ. Keller and F. Şenol(2023) Application of space syntax in neighbourhood park research: An investigation of multiple socio – spatial attributes of park use. *Local Environment* 28(4): 529–546.
26. Wang, F., J. Chen, S. Tong, X. Zheng and X. Ji(2022) Construction and optimization of green infrastructure network based on space syntax: A case study of suining county, jiangsu province. *Sustainability*(Switzerland) 14(13).
27. Xing, L., Y. Liu, B. Wang, Y. Wang and H. Liu(2020) An environmental justice study on spatial access to parks for youth by using an improved 2SFCA method in Wuhan, China. *Cities* 96.
28. Yuehong, L., Q. Jianxin, W. Yang and W. Ke(2023) Analysis of urban park accessibility based on space syntax: Take the urban area of Changsha City as an example. *Land* 12(1061).
29. Zhang, J. and P. Y. Tan(2019) Demand for parks and perceived accessibility as key determinants of urban park use behavior. *Urban Forestry and Urban Greening* 44.