Check for updates
pISSN: 1226-7147, eISSN: 2383-9171
https://doi.org/10.17208/jkpa.2025.10.60.5.80
Journal of Korea Planning Association Vol.60, No.5 (2025)
대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 제60권 제5호 pp.80-93

수도권생활이동데이터를 활용한 서울시 보행생활권 경계 설정에 관한 연구*,**

A Study on the Establishment of Walkable Neighborhood Boundaries in Seoul : Using the Seoul Metropolitan Mobile Phone-based Mobility Data

이지원*** · 이희정****
Lee, Jiwon · Lee, Hee-Chung

Abstract

In response to the growing emphasis on localized daily activities post-COVID-19, Seoul's 2040 Urban Master Plan introduced the concept of the "Walkable Daily Zone," designed to meet citizens' needs within a 30-minute walking radius. However, persistent discrepancies between administrative boundaries and actual mobility patterns have hindered effective urban planning.

This study addresses these gaps by redefining "Walkable Neighborhoods" through the mobility patterns of citizens, considering time- and age-specific walking characteristics, and comparing results with existing local living zones. Utilizing the Seoul Metropolitan mobile phone-based mobility data at a 250 m grid scale, nighttime residential origins were examined to assess age-specific walking patterns over 0–30 minutes in 5-minute intervals. Results revealed an average walking time of 13.22 minutes across all age groups, suggesting that a 15-minute standard may be more appropriate than Seoul's current 30-minute framework. Age-specific Walkable Neighborhoods were derived using the Leiden algorithm within 15-minute walking ranges and compared spatially with local living zones. While most Walkable Neighborhoods were situated within local living zones, some overlapped with as many as six regional zones, highlighting inconsistencies between planning boundaries and actual mobility patterns. Upon integrating mobility data across all age groups, the resulting Walkable Neighborhoods were found to be generally larger than administrative districts but smaller than local living zones, with some spanning multiple local living zones in areas with diverse mobility patterns. Further classification into internal, dispersed, and concentrated types, based on overlap ratios with local living zones, provided additional insights into spatial relationships and boundary misalignment. This study offers foundational evidence for implementing Walkable Daily Zones, emphasizing the importance of mobility patterns in urban planning and recommending a 15-minute standard as a more realistic framework for walkability in Seoul.

주제어 보행일상권, n분–도시, 커뮤니티 탐지, 휴대전화 위치 기반 데이터
Keywords Walkable Neighborhood, N-min City, Community Detection, Mobile Phone-based Mobility Big Data

* 본 연구는 서울시에서 제공받은 수도권생활이동데이터를 활용하였으며, 제1 저자의 석사학위논문을 수정·보완하였음.
** 본 연구는 국토교통부의 재원으로 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2022-00143404).
*** Master's Degree, Department of Urban Planning and Design, University of Seoul (First Author: jw6481@naver.com)
**** Professor, Department of Urban Planning and Design, University of Seoul (Corresponding Author: leeworld@uos.ac.kr)

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

COVID-19로 인한 이동의 제약을 겪은 후 시민들의 집 주변의 생활권에 대한 인식이 늘어나며, 거주지 주변에서의 일상생활이 더욱 강조되었다. 이에 따라 지역사회 아주 좁은 범위인 동네 생활권을 의미하는'하이퍼로컬(hyper-local)'이 부상하였으며, 당근마켓과 같은 하이퍼로컬 플랫폼을 통해 사람들은 동네의 중요성을 인식하고, 동네를 중심으로 생활정보를 공유하고 모임에 참여하는 등 동네 단위 일상생활이 다시 자리 잡고 있다(김미영·김지희, 2024).

도시계획 분야에서도 이러한 일상생활을 위한 생활권에 대한 필요성을 인식하여, '15분 도시', 'n분 도시' 개념이 부상하였다. 이는 페리의 근린주구 이론에서 출발하여 근린의 생활권에서 시민들이 일상에 필요한 서비스를 시간 기반으로 근접시키는 개념으로, 최근 많은 지자체에서 도시계획에 이러한 시간 기반 근접계획 개념을 도입하여 시민의 삶의 질을 개선하고자 생활권 계획을 활용하고 있다. 부산시는 「2040부산도시기본계획」을 활용해 부산형 15분 도시를 실현하고자 62개 소생활권을 분류하고, 이웃과의 동네 생활을 공유할 수 있는 도보 15분 생활보행권을 설정하였으며(부산광역시, 2023), 서울시도 「2040서울도시기본계획」을 통해 도보 30분 내에 직주락이 함께하는 생활권 계획 기반의 보행일상권을 발표하였다.

한편, 시민들의 이동을 분석할 수 있는 데이터 해상도 역시 크게 향상되었다. 과거에는 설문조사를 기반으로 한 통행실태조사 자료에 의존했지만, 최근에는 카드 매출 데이터, 택시 데이터, 모바일 통신데이터 등 다양한 빅데이터를 통해 시민 이동을 보다 미시적 단위에서 관찰할 수 있게 되었다. 이러한 데이터 발전은 기존에 물리적 요소와 행정경계를 중심으로 설계된 도시공간구조가 실제 시민 이동 패턴을 반영하고 있는지에 대한 의문을 제기하는 계기가 되었다. 이에 따라 컴퓨터 과학 이론인 네트워크 이론을 활용해 이동을 네트워크로 간주하여 실제 시민의 이동경로를 바탕으로 공간구조를 파악하고, 이를 도시계획과 비교하는 연구들이 진행되고 있다.

이처럼 이동 기반으로 도출한 도시공간구조와 행정경계 기반 도시공간구조를 비교한 결과, 기존 도시계획이 이동행태를 충분히 고려하지 못하고 있다는 점이 지적되고 있다. 특히, 생활권은 사람들이 일상생활을 수행하는 공간으로, 시민들의 이동과 밀접한 관련이 있는 공간 단위임에도 이동을 통해 도출된 생활권과 행정경계를 기반한 생활권의 차이가 있음이 지속적으로 지적되었다(하재현·이수기, 2016; 김수현 외, 2020).

서울시가 제시한 보행일상권의 목표는 시민 삶의 질 개선이며, 기존 지역생활권을 재정비하여 30분 이내 직·주·락을 실현하는 자족적 일상생활권을 형성하고자 한다. 그러나 지역생활권의 면적이 도보와 자전거를 비롯한 근린생활권 이동 수단을 활용하여 이동하기 어려운 범위이며, 시민 일상 이동과도 일치하지 않는다는 지적이 이어져(김정우·강범준, 2024), 이에 따라 보행일상권 실현을 위해서는 시민 생활을 고려한 미시적 단위의 공간 범위 설정이 필요할 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 시민들의 실제 이동 패턴을 반영하여 일상생활에 부합하는 보행생활권의 공간 범위를 설정하고, 이를 「2040 서울도시기본계획」에서 제시한 보행일상권의 공간 범위인 지역생활권과 비교하여 지역생활권별 보행일상권 실현을 위한 재정비 방안을 도출하는 것을 목적으로 한다. 「2040 서울도시기본계획」에서 제시된 보행일상권은 기존 지역생활권 경계를 기반으로 설정되어, 본 연구에서는 이동데이터를 활용하여 시민들의 실제 보행생활권을 도출하고, 이를 기존 지역생활권과 비교하였다. 이를 위해 서울시민의 일상 이동을 출발지와 도착지 기반으로 네트워크로 구성하고, 네트워크분석 방법 중 연결 밀도를 통해 그룹화하는 Community Detection 기법을 적용하였다. 서울시 116개 지역생활권을 250m 격자 단위로 재구성한 후, 생활이동데이터를 활용하여 이동 기반 실질적 보행생활권 범위를 설정하였다.

Ⅱ. 이론적 고찰

1. 근린 단위 생활권 연구의 발전

생활권 이론은 페리가 제시한 근린주구 이론을 바탕으로 출발하였다. 페리가 제시한 근린주구는 주민들이 공감대를 이루고 커뮤니티에 애착심을 가질 수 있는 단위로, 어린이들의 통학을 기준으로 반경 400~500m를 근린주구의 범위로 설정하여 주민활동을 고려하여 보행권 내 일상생활을 할 수 있는 공간 범위로 구성하고자 하였다(대한국토·도시계획학회, 2004).

이후 시민의 현대적 삶으로의 전환으로 다양한 문제들이 발생함에 따라 도시 중심을 복원하고 확산하는 교외를 근린주구 중심의 도시로 재구성하여 시민의 삶의 질을 높이는 뉴어바니즘(New Urbanism)이 등장하였다(대한국토도시계획학회, 2016). 뉴어바니즘은 커뮤니티 시설을 중심으로 근린주구를 구성하고, 자동차의 운행이 어려운 노인과 어린이에게 독립성을 보장하기 위하여 보행권 내에서 일상생활이 일어나야 함을 강조하였다(이희정, 2020).

COVID-19로 인해 도시의 이동에 제약이 발생하며 도시의 이동성 문제가 가장 중요한 문제로 부상하였는데, 이러한 총체적인 도시 변화에 대응하기 위해 시간 중심의 도시주의인 크로노-어바니즘(Chrono-urbanism)이 주목받게 되었다. 도시생활의 필수 요소인 '시간'과 '공간'을 활용하여 근린 생활 공간 거점에 따라 네트워크를 구축하여 일상에 필요한 실용적인 시간으로 전환하고

자 하였으며, 시민의 복잡한 생활패턴을 이해하고 유용한 시간패턴을 수용할 수 있도록 시간차원의 도시정비체계를 통합할 것을 제안하였다(기업가정신과 지역혁신연구소(Chaire-ETI), 2022).

시간도시주의 관점을 적용한 '15분 도시' 모델은 2016년 카를로스 모레노에 의해 처음 제안되었으나, 팬데믹 이후 다시 주목받으며 '시간'을 중점으로 공공공간을 배치하여 필수 생활서비스를 근접시키는 도시 모델이 국내외를 비롯한 많은 도시에서 적용하고자 노력하고 있다(Moreno et al., 2021). '15분 도시' 모델이 제안되기 이전부터 멜버른의 '20분 동네'와 포틀랜드의 '20분 도시' 비롯해 많은 도시에서 일상서비스 시설의 n분 도달을 위한 정책 사업을 추진하고 있으며, 'n분 도시'의 핵심은 도보를 기준으로 일상생활에 밀접한 관련이 있는 서비스시설에 대하여 시간을 기준으로 접근성을 높이고자 함에 있다(성은영 외, 2021).

이러한 경향을 토대로 국내에서 'n분 도시' 모델을 적용하고자 생활권계획과 근린의 생활권의 공간적 범위에 대해 활발한 연구가 수행되고 있다. 부산광역시는 「2040부산도시기본계획」을 통해 '15분 도시 부산'을 제안하였으며, 이를 실현하기 위해 부산광역시를 62개 소생활권으로 설정한 뒤, 15분 보행으로 접근할 수 있는 근린생활권 위계의 '생활보행권'을 제시하여 보행을 통해 시민들이 생활편의 시설로의 근접성과 공동체 형성을 위한 동네생활권 범위를 제안하였다(부산광역시, 2023). 또한 장민영 외(2022)는 하이퍼로컬 서비스가 활성화됨에 따라 '동네 생활권' 개념을 도입하여 소생활권보다 작고, 실제 보행을 통해 이동하여 개인이 '동네'라고 인식할 수 있는 공간적 범위에 대해 연구하였으며, 지역 특성에 따라 전통적 생활권 구분 방식과 함께 다양한 데이터를 활용할 필요가 있음을 제안하였다.

2. 서울시 보행일상권 설정

「2040서울도시기본계획」에서 제시한 '보행일상권'이란 내가 사는 집을 중심으로 주거를 비롯한 업무·소비·여가·문화 등 다양한 활동을 도보 30분 내로 걸어서 누릴 수 있는 자족적 생활권을 의미한다(서울특별시, 2023). 팬데믹 이후 시민들의 주거지 중심의 일상생활을 반영하여, 기존 생활권계획에서 수립된 지역생활권을 재정비하고 역세권을 중심으로 생활거점 기능을 강화하고자 하였다. 보행일상권은 도보 30분 이내에서 인구 7~8만, 행정동 2~4개 범위의 물리적 환경과 역세권 2~4개의 중심지를 포함하는 공간범위로 설정하고, 공원녹지, 수변공간, 생활서비스시설 및 문화환경시설을 구축할 것을 제시하였다(서울특별시, 2023).

서울시는 도시기본계획과 관리계획의 중간 단계인 생활권계획을 지속적으로 수립하였으며, 위계별 생활권 공간 범위를 설정하여 시민의 맞춤형 생활권계획을 추진하고 있다. 「2030서울생활권계획」에서는 주민 설문조사, 물리적 환경과 인구 및 행정경계를 기반으로 지역생활권을 설정하였으며, 자치구 경계를 넘지 않는 범위에서 총 116개의 지역생활권(Figure 1)이 설정되었다(서울특별시, 2018).

보행일상권 실현을 위해 다양한 선행연구들이 이루어져 왔다. 먼저, 일상생활에 필요한 서비스시설에 대하여 'n분 도시'의 개념을 접목하여 근접성에 대해 지역생활권별 불균형 정도를 파악하거나(이해빈·김충호, 2023; 정다은 외, 2021; 하정민 외, 2021), 이러한 일상 서비스시설의 접근성에 대해 행정경계 기반 공급의 비효율성을 지적하기도 하였다(박진희 외, 2023). 또한 맹다미 외(2023)는 보행일상권의 실질적 공간단위의 부재를 지적하며, 개인의 일상생활과 도시계획간 간극을 좁히기 위해서 보행일상권을 단계적으로 추진해야하며, 가장 작은 위계인 지구중심과 역세권을 중심으로 보행일상권을 검토해야 한다고 제시하였다. 허자연 외(2024)는 카드매출 데이터를 활용한 지역생활권 간 일상소비의 공간범위를 도출한 결과, 대부분 다수의 지역생활권에 걸쳐 일상생활이 이루어지는 양상이 나타났다.

이처럼 보행일상권은 지역생활권을 기반으로 실현될 것으로 예상되지만, 구체적인 공간의 경계에 대한 전략 부재로 인해 실질적인 경계 도출이 필요할 것으로 예상된다. 특히, 보행일상권은 개인을 중심으로 모두 만족할 수 있는 도보 기반 일상생활권을 실현하고자 하므로, 서울시민의 다양한 일상 이동의 양상을 고려할 필요가 있다. 이때, 연령대별 일상이동의 양상에 대한 차이가 있으므로(송기호·조남경, 2021), 연령대별 일상생활 특성을 구분하여 보행일상권을 설정할 필요가 있다.

서울시의 공간구조는 복잡하고 지역별로 지형과 토지이용 특성이 상이하여, 단일한 도보 시간 기준만으로 시민들의 일상생활 범위를 적절히 설정하기 어렵다. 최준근(2022)은 서초구를 대상으로 도보 30분 기준과 물리적 환경, 중심지 요건을 비교 분석한 결과, 도보 30분 범위가 실제 보행반경에 비해 과도하게 넓어 보행일상권 설정에 한계가 있음을 지적하였다. 이에 따라 보행일상

Figure 1. Seoul local living zones

권 실현을 위해 단순 시간 기준이 아닌 실제 이동특성을 반영해야 하며, 직장과 주거의 공간적 분리가 불가피한 서울에서는 직장과 여가활동을 주거지 인근에서 수행하는 것을 목표로 하는 보행일상권 구현에 제약이 따를 수 있다. 따라서 실제 보행 이동시간과 더불어 실현 가능한 일상 이동 범위와 종류, 공간적 특성을 종합적으로 반영하여 보행일상권을 검토할 필요가 있다.

3. 이동데이터 기반 도시공간구조

도시에서의 이동성 문제를 인식하고 이를 해결하기 위한 노력으로 시간을 기반으로 공간의 근접성을 도모하고자 하는 흐름 속에서 시민의 이동성을 파악하는 연구가 중요해지고 있다. 또한, 시민들의 이동을 분석할 수 있는 데이터의 발전으로, 이동을 기반으로 네트워크 이론을 활용하여 도시공간구조를 분석하고, 이를 도시계획에 수립된 공간구조와 차이를 비교하는 연구들이 진행되었다. 국내에서는 생활권이 일상생활이 이루어지는 공간 단위임에도, 행정경계를 기반으로 하고 있어 실제 시민의 이동 패턴을 고려하지 않고 있음을 지속적으로 지적해왔다. 특히, 서울시의 생활권계획을 대상으로 실제 행정경계 기반 생활권과 차이가 있음을 확인하였다(정윤영·문태헌, 2014; 김수현 외, 2020; 김규혁 외, 2021).

이동을 목적별로 구분하여 생활권 차이를 분석한 결과, 생활권의 분화와 군집의 수가 차이가 있음을 확인하였다(조윤·성현곤, 2021; 하정원 외, 2024). 대부분의 연구에서 위계가 큰 광역생활권 및 자치구를 초점으로 경계를 비교하였으나, 김정우·강범준(2024)은 15분 근린생활권을 도출하여 실제 지역생활권의 분화와 차이를 정량적으로 분석하여 일부 지역생활권과 유사한 지역이 있으나, 대부분의 지역생활권이 이동데이터 기반의 생활권과 차이가 있음을 밝혔다. 그러나 기존의 연구에서 시민의 일상생활패턴을 반영하기 위해 연구를 수행하였으나, 시민이 이동하는 공간의 단위가 행정동을 기반으로 하여 여전히 이동양상을 면밀히 반영하고 있지 못하다는 점에서 한계가 있다. 따라서 실제 시민의 이동양상을 반영한 미시적 공간단위에서의 실질적 경계를 도출할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 세 가지의 차별성을 갖는다.

첫째, 기존 연구에서 활용한 데이터의 한계를 극복하고자 250m 격자 단위로 제공하는 수도권 생활이동데이터를 활용하여 미시적 공간 단위에서 보행일상권 경계를 도출한다. 둘째, 기존의 연구에서는 이동데이터를 기반한 생활권 설정 시 연령대별 일상 이동의 특성을 고려하지 않은 채 통행목적만 고려하고 있으므로, 본 연구에서는 서울시민의 이동양상에 대해 연령대별 보행생활을 실제 도출하여 그 차이를 확인하고, 이를 바탕으로 실질적인 보행생활권 경계를 도출한다. 셋째, 「2040서울도시기본계획」에서 제시한 보행일상권의 실현을 위한 공간 범위인 지역생활권과의 차이를 유형화하여 시민의 실질적 보행생활 범위와의 차이를 파악하여 지역생활권계획의 재정비 방향에 대해 검토하고자 한다.

Ⅲ. 분석의 틀

1. 분석의 범위 및 내용

1) 분석 범위

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시의 행정구역을 250m 격자 공간 단위로 분할하였으며, 서울시 내부에서 출발과 도착이 이루어지고, 출발지의 유형이 야간상주지(거주지 주변)인 이동을 대상으로 이동이 발생한 격자 공간으로 설정하였다. 서울시민의 일상 이동을 살펴보기 위해 팬데믹 회복기에 접어든 시점에서 비교적 휴일이 적어 서울시민의 일상 이동을 측정할 수 있을 것으로 예상되는 2024년 3월을 기준으로 분석을 수행하였다.

서울시민의 일상생활 이동의 양상을 미시적 단위로 분석하기 위하여 서울시에서 제공하는 수도권생활이동데이터 250m 격자 단위의 OD 데이터를 활용하였다. 이는 KT와 서울시가 협력하여 수도권을 대상으로 시민의 이동을 모바일 통신기기를 활용해 체류지 간의 이동을 250m 격자단위로 제공하는 OD 데이터로, 출·도착지의 격자 ID, 이동량, 이동시간, 이동 거리, 이동목적 등에 대하여 5세 단위 구간으로 제공하며 성별을 구분하여 제공하고 있다(서울특별시 빅데이터담당관·KT AI사업본부 BigData 사업담당, 2024). 〈Table 1〉과 같이 이동목적은 출·도착지의 특성을 활용하여 추정하여 '출근', '등교', '귀가', '쇼핑', '병원', '관광', '기타'로 제공하고 있다. 기존의 생활이동데이터가 행정동을 공간단위로 제공하여 미시적 공간을 분석하는 데 있어 한계가 있었으나, 250m 격자 단위를 통해 시민의 이동을 면밀히 파악할 수 있다. 본 연구에서는 서울시민의 보행이동 양상을 시간적·공간적 범위로 탐색하기 위하여 2024년 3월 한 달간의 이동 중 출발지 및 도착지가 서울시에 해당하며 '평균 이동 시간'이 30분 이하인 이동을 10대~60대까지 10세 단위로 이동량을 집계하여 정제하였다. 보행이동은 '평균 이동 거리'와 '평균 이동 시간'을 통해 '평균 이동 속도'를 계산하였다. 10대에서 60대의 보행속도가 1.3~1.6m/s 이며(박세진 외, 2007) 이를 m/분으로 환산하였을 때 78m/분~96m/분으로 나타났는데, 이는 「2030서울생활권계획」에서 서비스시설의 공급현황분석 시 일반인의 보행속도 기준으로 삼고 있는 80m/분을 포함하고 있어 본 연구에서도 이를 기준으로 하여 평균이동속도가 80m/분 이하를 보행이동으로 간주하였다.

또한, 본 연구는 이동데이터를 활용하여 실제 서울시민의 실질적 보행생활 범위를 도출하고자 하므로, 주거지를 중심으로 중심지와 주변 배후지(행정동 2~4개)를 통한 보행일상권과의 개념적 차이를 위하여 시민의 'n분'의 보행이동 범위를 '보행생활권'으로 정의하여 분석을 수행하였다.

Table 1. Properties of mobile phone-based mobility data

Properties	Contents
출·도착 격자 ID Departure & Arrival gird ID	국토지리정보원에서 제공하는 250m 격자 단위 250m grid unit provided by National Geographic Information Service
출발지 유형 Departure types	1. 주간 상주지, 2. 야간 상주지, 0. 기타 1. Daytime resident, 2. Night time resident, 0. Others
연령대별 이동인구 수 Number of mobile population	5세 단위 남·여 평균 이동인구 (본 연구에서는 10세 단위로 집계하여 활용) Five-year-old average male and female mobile population
평균 이동 거리 Move distance	출발지-도착지로의 이동거리의 평균(단위: m) Average distance traveled from origin to destination (m)
평균 이동 시간 Move time	출발지 – 도착지로의 이동 시간의 평균 (단위: 분) Departure – Average travel time to destination (min)
이동목적 Move purpose	1. 출근, 2. 등교, 3. 귀가, 4. 쇼핑, 5. 병원, 6. 관광, 7. 기타* 1. Go to work, 2. Go to school, 3. Go home, 4. Shop, 5. Hospital, 6. Sightseeing, 7. Others*
평균 이동 속도 Move speed	평균이동거리/평균이동시간(m/분) Average travel distance/ Average travel time (m/min)

*쇼핑의 경우, 도착지 위치를 기반으로 추정하므로 대형 쇼핑몰 방문을 쇼핑으로 분류하며, 병원도 추정 방식으로 인하여 3차의료기관(대학병원)을 방문한 이동을 병원으로 분류하였음.
*In the case of shopping, the classification is based on the destination location, with visits to large shopping malls categorized as shopping. Similarly, due to the estimation method, visits to tertiary medical institutions are classified as hospital visits.

2) 분석의 내용

본 연구는 서울시민의 보행이동 범위를 시간적·공간적으로 탐색하기 위하여 3단계의 분석 과정으로 구성하였다(Figure 2).

먼저 서울시민 보행이동 현황분석에서 서울시민이 보행으로 이동하는 시간적 범위에 대해 검토하였다. 연령대별 이동에 대하여 0-30분을 5분 간격으로 분류하여 각 시간대별 보행이동비율 집중도와 30분 이하의 목적별 보행이동비율을 분석하여 연령대별 보행이동 시간적 범위의 차이를 확인하고, 서울시의 연령대별 'n분' 보행이동 시간을 도출하였다.

다음으로, 도출된 시간 범위를 기반으로 생활이동데이터를 정제하여 모듈성 기반 Leiden 알고리즘으로 연령대별 보행생활권을 도출하고, 연령대별 면적 차이에 따른 분화 특성과 지역생활권과의 규모를 분석하였다.

마지막으로, 서울시의 시간 중심 보행생활권과 현재 행정경계 중심 지역생활권의 비교를 위해 연령별 데이터를 통합하여 Community Detection을 분석하였으며, 전체 서울시민의 보행생활권과 지역생활권과의 겹치는 면적의 비율을 토대로 유형을 분류하였다.

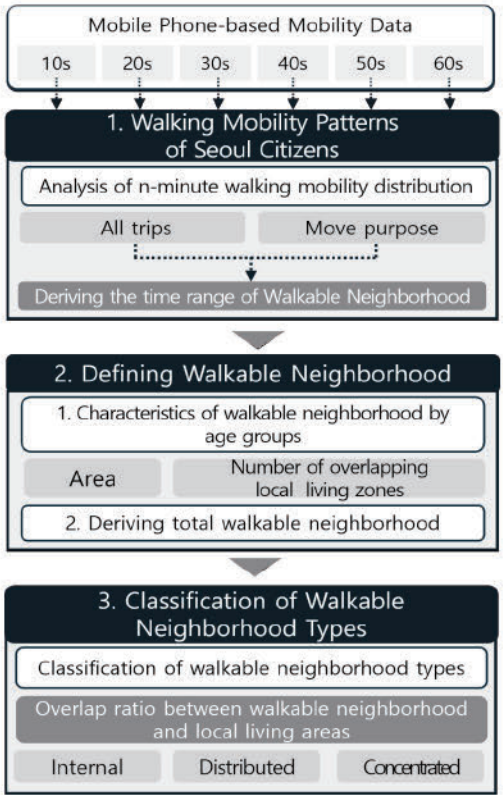

Figure 2. Analysis flow chart

2. 분석 방법

1) 서울시민의 보행이동 현황 분석

서울시민의 보행 이동 범위를 시간적으로 탐색하기 위해 연령대별 보행이동 집중도를 분석하였다. 이동시간은 연속형 변수이지만 단일 평균값으로 특성을 설명하기에 한계가 있어, 0~30분 구간을 5분 간격으로 구분하여 도수분포를 작성하였다. 각 연령대별 't 시간대의 전체 이동량 대비 t 시간대의 보행이동량'을 계산하여 연령대별로 가장 보행이동의 비율이 높은 시간 구간을 파악하였다.

다음으로 수도권생활이동데이터의 '이동목적'을 활용하여 연령대에 따른 30분 이하의 이동 중 목적별 보행이동 비율을 분석하였다. 이를 통해 각 이동목적별로 보행의 집중도를 파악하였으며, '30분 이하 전체 이동량 대비 t 시간대 보행이동량'의 비율을 계산하여 30분 범위의 이동 중 가장 보행이동이 높은 시간대를 산출하였다. 연령대별 이동목적에 따른 보행이동 집중 시간대를 종합하여 연령대별 보행 이동 시간 범위를 도출하였으며, 이를 가중평균하여 최종적으로 보행생활권의 'n분' 시간으로 도출하였다.

2) 서울시 연령대별 보행생활권 설정

본 연구는 250m 격자 공간에서의 이동 데이터를 활용하여 공간적으로 연결성이 높은 보행생활권 범위를 도출하고자 Community Detection 기법을 적용하였다. Community Detection은

네트워크 과학 분야에서 방대한 네트워크 속에서 서로 연결된 노드들의 커뮤니티(군집)를 도출하는 방법으로(Newman and Girvan, 2004), 모바일 통신 데이터를 활용한 생활권 경계 도출 연구에서 주로 활용되었다(정윤영·문태헌, 2014; 하재현·이수기, 2016; 김수현 외, 2020; 김규혁 외, 2021; 하정원 외, 2024). 이동데이터 기반 Community Detection기법은 이동 흐름을 네트워크 구조로 재구성하고, 이를 통해 도시 공간 구조의 특성을 분석하는 데 활용되었다(Zhong et al., 2014; 박소현 외, 2024).

Community Detection 기법에서 커뮤니티를 탐지하는 방법에는 다양한 방법이 있으나, 본 연구에서는 이동데이터를 활용하여 연결성이 높은 공간의 범위를 도출하고자 커뮤니티 내부의 노드 간 연결도를 기반으로 커뮤니티를 분할하는 모듈성(Modularity) 기반 Community Detection 방법을 채택하였다.

모듈성을 기반으로 하는 알고리즘에는 주로 Louvain 알고리즘이 활용되었다. 그러나 데이터가 방대해질수록 모듈도를 높게 측정하여 커뮤니티를 크게 분할하는 한계가 있어, 이를 보완하여 최적의 모듈성을 기반으로 커뮤니티의 연결성을 효과적으로 평가할 수 있는 Leiden 알고리즘이 개발되었다(Traag et al., 2019). 김정우·강범준(2024)는 Leiden 알고리즘을 적용하여 근린생활권을 도출하고 기존의 지역생활권과 차이가 있음을 확인하였으며, 본 연구에서도 250m 격자 단위의 이동빅데이터를 다루는 특성상, Louvain 알고리즘 적용 시 커뮤니티 수가 과소 도출되는 문제가 발생하여, Leiden 알고리즘을 적용하였다. 격자 간의 이동을 네트워크로 간주하여 이동이 발생한 격자(노드)의 연결성이 높은 공간 범위를 보행생활권으로 도출하고자 하였다.

Leiden 알고리즘에서 활용한 모듈성을 구하는 수식은 식 (1)과 같다.

$$Q = \frac{1}{2m}\sum_{i,j}[A_{ij} - \gamma\frac{k_i k_j}{2m}]\delta(c_i, c_j)$$
$$A_{ij} = M_{ij} * e^{-\alpha d_{ij}} \tag{1}$$
$$(\alpha: 0.001\ (\text{거리감쇠계수})$$

수식 (1)에서 A_{ij}는 가중치를 의미하며, 노드 i에서 j로의 이동량 M_{ij}에 두 격자의 중심 간 거리 d_{ij}를 감쇠계수 α에 적용하여 계산한 가중치를 의미한다. k_i와 k_j는 격자 i와 j의 차수로, 본 연구에서 격자별 총 이동량을 의미한다. m은 네트워크 전체 이동량의 총합이며, $\delta(c_i, c_j)$는 격자 i와 j가 같은 커뮤니티에 속할 경우 1, 그렇지 않으면 0을 갖도록 설정하여 커뮤니티 내부의 연결 밀도와 무작위로 연결된 커뮤니티의 연결 밀도간의 차이값을 정량화하는 지표로, 이때 모듈성이 클수록 커뮤니티의 분할이 최적으로 이루어졌다고 해석할 수 있다(필립포 멘처 외, 2022).

박소현 외(2024)는 Community Detection은 비공간적 방법론이기 때문에, 비연속적인 지역들이 커뮤니티로 도출되는 공간적 분절이 발생하여 실제 계획 수립과 평가의 단위로 삼는 데 한계가 있음을 지적하였다. 본 연구에서도 행정경계와 무관한 250m 격자 단위를 분석 대상으로 설정하였기에, 공간적 분절 현상을 완화하고자 지리적 근접성을 가중치에 반영하였다. 노드 i에서 j로의 이동량과 두 격자 중심 간의 거리가 인접할수록 가중치가 높아지도록 감쇠계수를 적용하여 거리기반 가중치를 산정하고, 이를 이동량과 곱하여 가중치 A_{ij}를 재구성하였다. 또한 동일한 출발지-도착지 간 이동이 중복되는 경우, 해당 OD 간 이동량을 합하여 하나의 링크로 통합해 네트워크 구조의 왜곡을 최소화하고 이동량과 거리의 인접성에 비례하는 연결강도를 유지하고자 하였다. 마지막으로, 보행생활권의 현실적 범위를 도출하기 위해 Leiden 알고리즘의 해상도 파라미터 γ를 0.1~1.0 범위 내에서 조정하고 최적 모듈성 값이 도출될 때의 커뮤니티 구조를 채택하였다. 평균 차수가 2 이상인 커뮤니티만 보행생활권으로 설정하였으며, 도출된 격자별 커뮤니티 번호를 기반으로 QGIS를 활용하여 동일 커뮤니티 번호를 갖는 격자를 디졸브 처리하여 지리공간 상에 매핑하였다.

이를 바탕으로 10대에서 60대의 연령대별 보행생활권을 도출하였다. Community Detection을 통해 도출된 연령대별 보행생활권의 분화 특성을 비교하기 위해 지역생활권의 경계로 분할된 각 보행생활권의 격자 면적이 62,500m^2(250m 격자 면적)를 초과할 경우, 해당 지역생활권이 보행생활권과 중첩되는 것으로 간주하였다. 이는 지역생활권이 행정경계를 기반으로 설정되어 있어 격자 공간과의 불일치로 단순 경계 비교만으로 중첩 여부를 판단하기 어렵기 때문이며, 실질적인 공간적 중첩을 반영하기 위해 격자 1개 면적 이상 중복된 경우를 기준으로 설정하였다.

또한, 이동범위가 다르게 나타난 연령대별 보행생활권을 중첩하여 종합할 경우, 지나치게 적은 범위의 보행생활권이 도출되므로 시민들의 다양한 이동경로와 새로운 연결성을 간과하여 모든 연령대를 통한 전체 보행생활권의 실제 범위가 왜곡될 가능성이 있다. 따라서 통합된 이동 데이터의 네트워크 연결성을 기반으로 별도의 Community Detection을 재수행하여 전체 연령대의 이동 특성을 반영한 통합 보행생활권을 설정하였다. 도출된 통합 보행생활권을 활용하여 기존 지역생활권과의 평균 면적을 비교하고, 지역생활권 경계를 기준으로 보행생활권을 분할하였다. 이때 분할된 보행생활권의 면적이 62,500m^{2}를 초과할 경우 해당 지역생활권과 중첩된 것으로 간주하였으며, 이를 기준으로 보행생활권에 중첩되는 지역생활권의 개수를 시각화하여 지리적 차이를 분석하였다.

3) 서울시 보행생활권의 유형 분류

마지막으로, 통합 보행생활권과 지역생활권의 관계를 유형으로 분류하여 종합적으로 차이를 확인하기 위해, 각 보행생활권이

다수의 지역생활권에 걸쳐 중첩된 면적 비율을 기준으로 보행생활권의 유형을 분류하였다. 먼저 보행생활권과 지역생활권의 중첩 개수를 통해 보행생활권이 1개의 지역생활권에 포함되는 경우를 내부형으로 구분하였다. 이후, 보행생활권이 두 개 이상의 지역생활권에 걸쳐 있을 경우, 중첩된 지역생활권 수(n)에 대해 보행생활권의 면적에서 이론적 균등 분포 비율(1/n) 이상의 면적을 차지하는 지역생활권의 수가 전체의 절반 이상이면 분산형, 절반 미만이면 편중형으로 분류하였다. 이를 통해 보행생활권이 다수의 지역생활권과 중첩된 양상을 세부적으로 구분하고자 하였다.

Ⅳ. 분석 결과

1. 서울시민의 보행이동 현황분석

1) 연령대별 n분 보행이동비율 집중 현황

서울시민의 0~30분 시간대별 보행이동비율이 집중되는 시간대를 분석한 결과, 10대는 30분의 시간 범위에서 이동할 때, 5분~30분 사이에서 보행 이동 비율이 50% 이상으로 나타나 일상생활에서 주로 보행으로 이동하는 것으로 나타났다(Table 2). 20대는 0-5분 구간에서 가장 보행이동이 집중되었으나, 단거리 위주의 보행 특성이 두드러지는 동시에 10대와 마찬가지로 보행 중심의 일상을 유지하고 있음을 보여준다. 이는 두 연령대 모두 통학, 인근 상권 이용 등 비교적 근거리 생활 중심의 활동이 많고, 대중교통이나 자가용 이용 접근성이 낮은 점과 관련이 있는 것으로 해석된다.

반면, 30대 이상 연령대에서는 보행이동 비율이 전반적으로 낮게 나타났으며, 보행이동이 집중되는 시간대는 주로 5~10분에 그쳤다. 이는 장거리 통근, 자녀 통학 지원, 가사 및 업무 등 다양한 생활요인이 복합적으로 작용하고, 상대적으로 이동수단의 선택 폭이 넓은 연령대의 특성이 반영된 결과로 해석할 수 있다. 특히, 보행은 보완적 수단으로 기능하며, 주요 이동 목적을 수행하기 위한 보조 이동 방식으로 활용되는 경우가 많다는 점에서, 해당 연령대의 보행 이동은 상대적으로 제한적인 것으로 나타났다.

이처럼 연령대에 따라 보행 이동이 집중되는 시간 범위와 활용 방식의 차이가 뚜렷하게 나타나며, 연령대별 보행 이동 양상을 종합한 결과, 보행이동의 집중 범위는 0~15분으로 나타났다. 이는 서울시에서 설정한 30분 보행일상권 기준이 연령에 따라 다르게 인식될 수 있으며, 보행일상권의 시간적 기준에 연령대별 이동 행태와 목적을 반영한 탄력적 기준 설정이 필요할 것으로 판단된다.

Table 2. Percentage of concentration of walking movement by time according to age groups

Movetime	0-5 min	5-10 min	10-15 min	15-20 min	20-25 min	25-30 min
10s	12.730	50.675	55.256	57.395	57.546	61.206
20s	87.013	52.321	61.739	58.561	58.237	54.329
30s	17.824	45.393	43.464	39.286	32.971	29.567
40s	18.793	46.545	44.500	42.398	38.451	36.490
50s	19.713	47.415	44.241	41.970	38.641	37.364
60s	20.633	50.541	47.601	46.434	43.979	42.495

*Unit: %

2) 이동목적별 보행일상 가능 여부 확인

다음으로 연령별 이동목적에 따른 30분의 범위에서 보행이동이 가장 높은 시간대를 도출한 결과(Figure 3), 모든 연령대에서 출근, 쇼핑, 관광 목적의 보행이동 비율이 낮게 나타났다. 이는

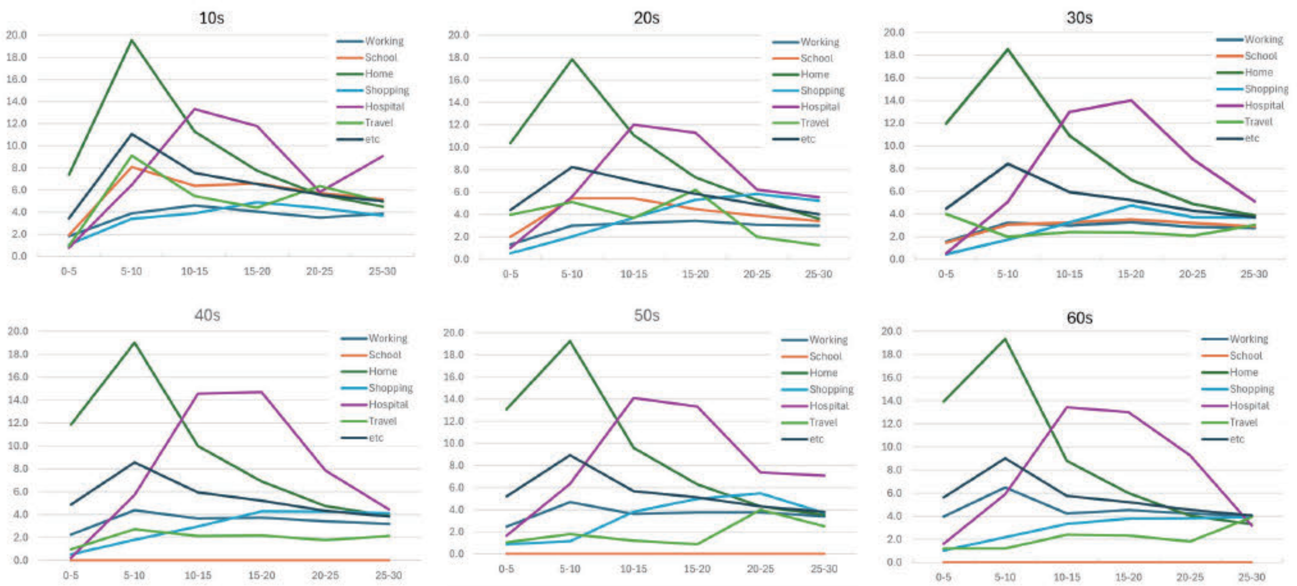

Figure 3. The ratio of walking for 30 min movement according to the time for each move purpose

보행 중심의 생활권 설정 시, 이동목적 및 연령 특성에 따라 모든 일상활동이 보행만으로 충족되기 어려움을 의미한다. 김정우·강범준(2024)은 15분 미만의 이동에서 통근통행 보다 일상통행이 주를 이루고 있고, 근린권 통행수단을 활용하고 있음을 확인하였다. 따라서 통근을 비롯한 다양한 일상활동을 위해 교통수단과의 연계가 보행일상권 실현의 핵심 요소가 될 수 있음을 보여준다. 이를 위해 맹다미 외(2023)와 같이 역세권과 중심지를 활용할 필요가 있다.

한편, 이동목적별 보행 비율이 가장 높은 활동은 전 연령대에서 공통적으로 '귀가'였으며, 이는 사람들이 야간상주지(거주지 주변)에서의 활동을 마친 후 보행으로 귀가하는 경향이 있음을 시사한다. 도착지를 특정하기 어려운 근린상업시설 등의 방문이 포함된 '기타' 목적은, 그 모호성에도 불구하고 일상과 밀접한 근거리 이동의 성격을 반영하는 지표로 해석할 수 있으며, '기타' 목적의 활동이 5~10분 구간에서 모든 연령대의 보행이동 비율이 높게 나타났다. 이는 일상에서의 다양한 활동이 대부분 근거리 내에서 이루어지고 있음을 시사한다.

각 연령대별로 이동목적별 보행이 가장 집중된 시간대를 기준으로 최소·최대 보행이동 시간 구간을 도출하고, 이를 기반으로 보행이동 시간의 가중평균을 산출한 결과, 연령별 보행생활권 시간은 12~14분 수준으로 나타났다(Table 3). 특히, 30대는 보행 시간의 최솟값이 가장 짧았고, 60대는 평균 보행 시간이 가장 길게 나타났다.

연령대별 가중평균값의 평균으로 산출한 서울시의 보행생활권 시간은 13.22분으로, 현재 서울시의 도시계획상 제시된 '도보 30분 보행일상권' 기준보다는 짧은 것으로 나타났다. 이는 실제 시민들의 일상활동이 15분 이내의 보행으로 수행된다는 점을 시사하며, 파리와 부산시 등 국내외에서 추진 중인 '15분 도시' 모델과 유사한 시간 기준을 보여준다.

따라서 본 연구에서는 실제 시민의 이동 데이터를 기반으로 보행생활권의 시간 기준을 15분으로 설정하였으며, 이후 분석에서도 이 기준을 적용하여 현실적인 보행 중심의 일상 실현 가능성을 탐색하였다.

Table 3. Walking time range by age

Age	Min	Max	Walking time (min) (weighted mean)
10s	5-10	15-20	14.07
20s	5-10	20-25	13.61
30s	0-5	20-25	13.25
40s	5-10	20-25	12.92
50s	5-10	20-25	12.83
60s	5-10	25-30	12.63
Seoul walking time (average)			13.22

2. 서울시 보행생활권 설정

1) 연령대별 보행생활권 분화 특성

거주지 출발 기준으로 15분 이하의 보행 이동데이터를 활용해 각 연령대별 Community Detection을 수행한 결과, 최적의 모듈성을 기반으로 해상도가 0.1 때 연령대별 보행생활권의 내부 연결 밀도가 높은 커뮤니티로 도출되었다. 차수를 통해 정제하여 도출한 보행생활권의 개수는 〈Table 4〉와 같이 연령대별로 상이하였는데, 30대가 가장 많은 보행생활권으로 분화되어 있었으며, 평균 면적은 82.69ha로 가장 작았다. 이는 상대적으로 근거리에서 생활하는 활동이 공간적으로 잘게 분절되어 나타난 것으로 해석된다.

반면, 10대는 평균 보행 이동 시간이 가장 길게 나타났음에도 불구하고 보행생활권의 수는 가장 적었고(241개), 최대 면적은 456.3ha로 가장 컸다. 이는 장거리 보행을 통한 일상활동이 하나의 넓은 범위의 생활권 안에서 수행되는 경향이 강하다는 것을 의미한다. 60대는 전체 보행 시간은 상대적으로 짧았음에도 불구하고, 최대 면적이 425ha로 두 번째로 크게 나타났다. 이는 60대의 보행은 전반적으로 제한된 시간 내에서 수행되나, 병원 방문이나 특정 목적 중심의 장거리 이동이 반영되어 면적은 크게 도출된 것으로 해석된다.

이처럼 동일한 시간을 기준으로 이동을 하더라도 연령대별로 일상활동의 양상이 달라 보행생활권의 공간 범위가 상이하게 나타나는 것을 통해 보행생활권의 시간적 범위와 공간적 범위가 일치하지 않음을 시사한다.

다음으로, 연령대별 보행생활권과 기존 지역생활권의 경계차이를 정량적으로 비교하기 위해, 각 보행생활권이 중첩된 지역생활권의 개수를 분석하였다. 지역생활권 중첩 개수를 분석하여 비율을 확인한 결과(Figure 4), 연령대별로 도출된 보행생활권의 규모와 개수는 다름에도 불구하고, 대부분의 연령대에서 보행생활권은 1개의 지역생활권 내부에 형성되거나, 2개의 지역생활권에 걸쳐 형성되는 양상이 나타났다. 이는 보행이 주로 지역생활

Table 4. Comparison of the area of walking area by age group

Age	Walkable neighborhood	Mean (ha)	Min (ha)	Max (ha)
10s	241	125	12.5	456.3
20s	334	93.64	12.5	381.3
30s	368	82.69	12.5	250
40s	283	117.2	12.5	368.8
50s	318	103	12.5	300
60s	258	131.2	12.5	425
Administrative dong	426	142.2	21.68	1271

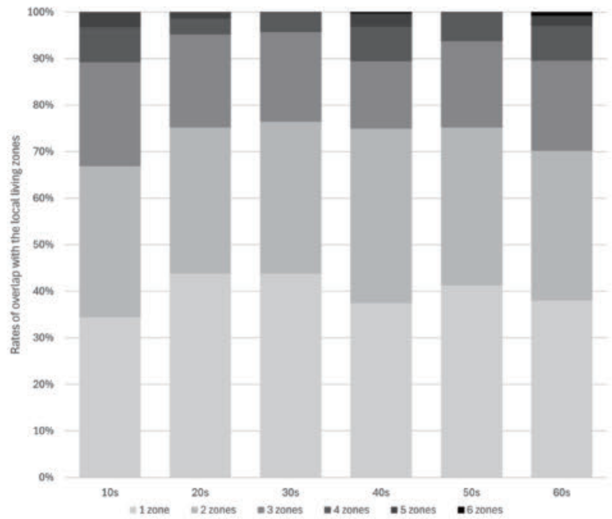

Figure 4. Distribution of the overlapping number of local living areas in the walkable neighborhood by age

권 내부 또는 인접한 생활권 사이에서 이루어지고 있음을 시사한다. 그러나 일부 연령대에서는 세 개 이상의 지역생활권에 걸쳐 보행생활권이 형성되는 비율도 일정 수준 이상 나타났으며, 특히, 40대와 60대에서는 최대 6개 지역생활권에 걸쳐 보행생활권이 형성되었다. 이는 해당 연령대에서 보행이 보다 넓은 공간을 이동하는 활동과 연결되어 있음을 시사한다.

마지막으로 연령별 지역생활권과의 중첩개수를 통해 시각화한 결과(Figure 5), 보행생활권이 지역생활권에 중첩된 개수가 많을수록 보행생활권이 지역생활권 경계와 무관하게 도출되었으며, 행정구역의 경계를 넘어 보행생활이 이루어지고 있음을 의미한다. 60대의 경우, '창신숭인·신당황학·왕십리행당·청량리·필동장충·마장용답' 등 다수의 지역생활권에 걸쳐 하나의 보행생활권이 형성되었으며, 이는 단일 지역생활권만으로는 보행 기반의 일상생활의 공간 범위를 설명하기 어렵다는 것을 나타낸다. 따라서 행정구역 기반의 지역생활권이 실제 보행 활동의 공간 구조와 괴리가 있을 수 있으며, 향후 보행일상권의 설정에 있어 연령대별 보행 범위의 공간적 양상을 고려한 유연한 공간 범위 설정이 필요함을 시사한다.

2) 통합 보행생활권과 지역생활권의 경계비교

서울시민의 전체 보행 특성을 반영한 15분 통합 보행생활권의 도출 결과, 총 113개의 생활권이 형성되었으며, 서울시의 행정동과 지역생활권의 중간 규모로 나타났다(Table 5). 이는 시민들이 실제로 보행을 통해 활동하는 공간의 범위가 기존의 행정 단위나 계획 단위와 완전히 일치하지 않음을 시사한다. 특히, 연령대별로 보행이동의 시간적·공간적 범위에 대한 차이로 인해, 통합 보행생활권이 상대적으로 큰 단위로 형성되었다. 이는 연령대에 따라 보행 기반 활동의 밀도와 반경이 상이함을 의미하며, 향후 정책 수립 시 연령대별 특성을 반영한 유연한 계획이 필요함을 시사한다.

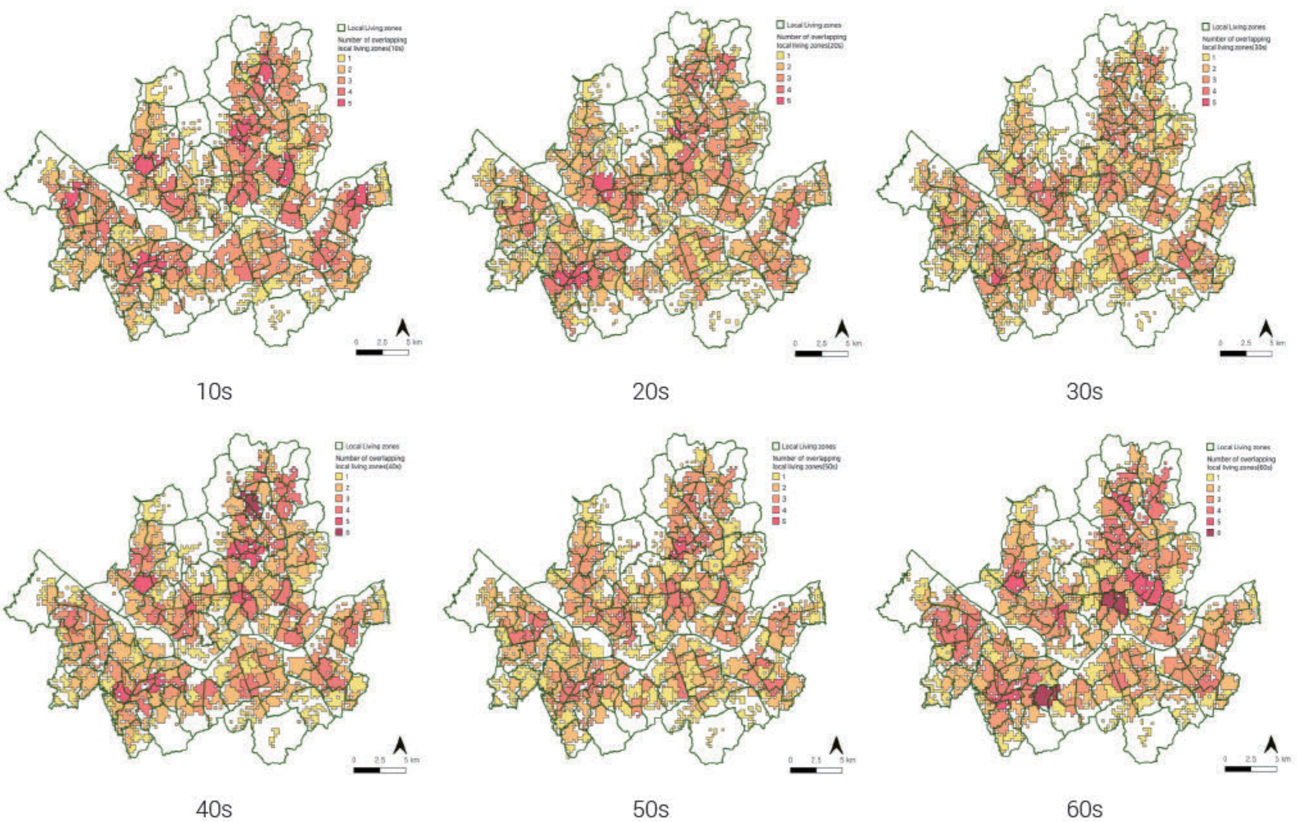

Figure 5. Visualization of the number of overlapping local living zones by age groups

Table 5. Comparison of the integrated walkable neighborhood and the administrative border area

Living zones	Count	Area mean (ha)	Area min (ha)	Area max (ha)
Integrated Walkable neighborhood	113	321.9	25	843.75
Administrative dong	426	142.2	21.684	1,270.9
Local Living zones	116	521.76	136.45	2,601.8

도출된 통합 보행생활권과 기존 지역생활권의 경계 차이를 정량적으로 파악하기 위해, 각 보행생활권이 중첩되는 지역생활권의 개수를 분석한 결과, 대부분은 기존 지역생활권 경계에 포함되거나 2~3개의 인접 생활권에 걸쳐 도출되는 양상이 나타났다(Figure 6). 시흥, 양재, 수서세곡, 강일상일, 진관, 평창부암, 정릉 등 외곽과 녹지지역 부근에서 지역생활권 내부에 통합 보행생활권이 단일하게 도출되어 기존 생활권과 비교적 일치하는 양상이 나타나, 시민의 보행이 대체로 기존 생활권 단위 내부 혹은 인접 권역 간의 연계된 구조로 이루어지고 있음을 보여준다. 그러나 길음, 구로디지털 등 일부 지역생활권에서는 통합 보행생활권이 7개의 지역생활권에 걸쳐 형성되었으며, 이는 해당 지역에서 보행이동의 범위가 광범위하고 지역생활권 경계와 무관하게 연결된 생활 반경 안에서 이루어짐을 시사한다.

이러한 공간적 분포 차이는 지역생활권별 시민의 실제 보행이동 양상이 기존 지역생활권계획과 일치하지 않을 수 있음을 보여주며, 특히, 생활권 간 연계성이 높은 지역생활권들의 경우, 계획 단위 간 연계를 고려해야 한다.

이러한 차이를 토대로 정량화하여 유형화하고 시사점을 세부적으로 논의하고자 한다.

3. 보행생활권의 유형 분류

보행생활권의 유형을 지역생활권과의 관계를 통해 세분화하고자, 보행생활권이 중첩된 지역생활권의 면적 비율을 기준으로 유형을 분류하였다(Figure 7). 분류 방법은 다음과 같다. 첫째, 보행생활권이 단일한 지역생활권에만 포함되는 경우를 '내부형'으로 정의하였다. 이는 다양한 목적의 보행 이동 데이터로 도출된 보행생활권이 하나의 지역생활권 경계 내에서 형성되었음을 의미하며, 실제 다양한 보행 활동이 해당 지역 내부에서 자족적으로 이루어졌다는 점에서 지역의 독립적인 생활권 구조를 시사한다. 내부형 보행생활권은 주로 서울시 외곽부나 녹지지역 인접 지역에서 확인되었다.

둘째, 보행생활권이 두 개 이상의 지역생활권에 걸쳐 있을 경우, 보행생활권의 면적에서 이론적 균등 분포 비율(1/n) 이상의 면적을 차지하는 지역생활권 수가 전체의 절반 이상일 경우 '분산형'으로 정의하였다. 이는 보행생활권이 복수의 지역생활권과 비교적 균등하게 연계되어 형성되었음을 의미하며, 인근 지역 간의 경계가 보행활동에 있어 유의미하지 않다는 것을 시사한다. 분산형 보행생활권은 서울시 전역에 고르게 분포하는 양상을 보였다.

셋째, 분산형의 기준을 충족하지 않더라도 다수의 지역생활권 중 한 곳에 보행 면적이 집중되는 경우를 '편중형'으로 분류하였다. 이는 특정 지역생활권에 대한 보행 의존도가 높고, 인접 지역을 보완적으로 이용하며 생활 범위를 확장하는 구조로 해석할 수 있다. 편중형 보행생활권은 지역 내 중심지나 역세권 인근에서 확인되었다.

이러한 유형별 보행생활권과 서울시 중심지 및 지하철 역세권 위치를 중첩한 결과(Figure 8), 분산형 및 편중형 유형은 대부분 중심지 혹은 지하철역을 중심으로 인접 지역생활권과의 경계를

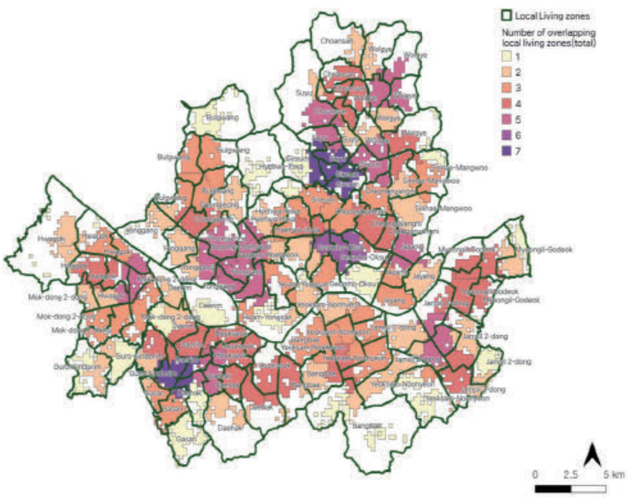

Figure 6. the overlapping number of local living zones in the total walkable neighborhood

Figure 7. Classification of types according to the overlapping area of the local living area of the walkable neighborhood

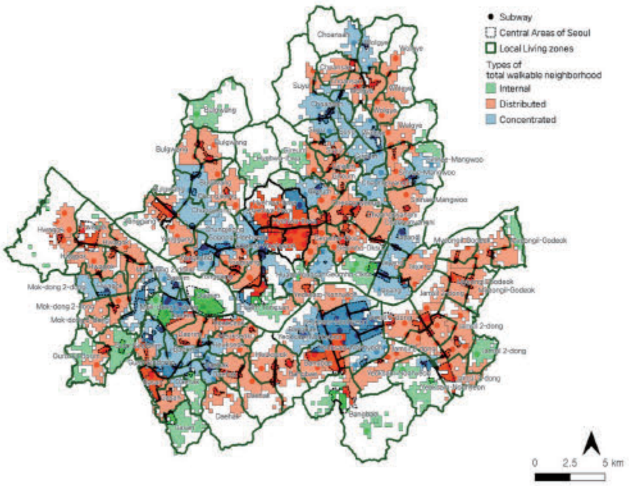

Figure 8. Classification of types according to the overlapping area of the local living area of the walkable neighborhood with subway station and center

넘어 확장되는 양상을 보였다. 이는 앞서 제시한 바와 같이 시민의 보행 이동은 단일 행정구역 내에서만 발생하지 않으며, 도시 중심 기능 및 대중교통 거점을 중심으로 유연한 보행생활권 구조가 형성됨을 의미한다.

이러한 유형 분석을 바탕으로, 지역생활권별로 실제 유형별 보행생활권이 어떻게 나타났는지 확인하고자 지역생활권에 분포된 보행생활권의 유형을 기준으로 총 7가지 지역생활권 유형으로 재분류하였다(Table 6). 분류 결과, '분산형과 편중형 보행생활권을 모두 포함하는 지역생활권'이 가장 많은 48개소로 확인되었으며, 보행생활권이 지역경계를 넘어 연계되는 성격이 강하게 나타났다. 반면, '내부형 보행생활권만 포함된 지역생활권'은 진관, 평창부암, 양재 등 3개소에 불과하였으며, 이들은 대부분 녹지지역 인근의 외곽 주거지로 자족적 보행생활권이 뚜렷하게 형성된 생활권으로 해석할 수 있다.

한편, '내부형과 편중형 보행생활권이 함께 존재하는 지역생활권'은 난곡, 성수, 여의도 등 중심지 기반으로 보행이 집중되는 곳으로 나타났다. 이는 지역 내 보행 자족성도 일부 확보되어 있으나, 동시에 중심지를 기점으로 보행생활이 외부로 확장되는 구조를 시사한다.

이러한 유형별 결과를 바탕으로 지역생활권 계획 수립 시 고려할 수 있는 시사점은 다음과 같다.

내부형만 포함된 지역생활권은 현재의 생활권 계획을 유지하되, 기존의 보행 구조를 보완하는 수준의 계획 수립이 적절하다.

Table 6. Classification of local living zones by types of overlapping walkable neighborhoods

Type	Local living zones	Number
내부형 Internal	시흥, 진관, 평창부암 Siheung, Jingwan, Pyeongchang-Buam	3
분산형 Distributed	가락, 가산, 개포일원, 길음, 낙성대, 노원, 대학, 마장용답, 명일고덕, 발산, 방배, 방학, 봉천, 불광, 사당, 상계, 성산, 송파, 신월2, 암사, 염창, 왕십리행당, 잠실1, 잠실2, 장안, 중계, 창신숭인, 천호성내, 필동장충, 하계, 화곡, 흑석 Garak, Gasan, Gaepo-Ilwon, Gireum, Nakseongdae, Nowon, Daehak, Majang-Yongdap, Myeongil-Godeok, Balsan, Bangbae, Banghak, Bongcheon, Bulgwang, Sadang, Sanggye, Seongsan, Songpa, Sinwol 2-dong, Amsa, Yeomchang, Wangsimni-Haengdang, Jamsil 1-dong, Jamsil 2-dong, Jang-an, Junggye, Changsin-Sungin, Cheonho-Seongnae, Pildong-Jangchung, Hagye, Hwagok, Heukseok	32
편중형 Concentrated	가좌, 금호옥수, 당산, 대림, 번동, 삼성, 신대방, 월계, 이문휘경, 자양, 중곡, 초안산, 충정 Gajwa, Geumho-Oksu, Dangsan, Daerim, Beon-dong, Samseong, Sindaebang, Wolgye, Imun-Hwigyeong, Jayang, Junggok, Choansan, Chungjeong	13
내부·분산형 I+D	강일상일, 거여마천, 고척개봉, 공릉, 공항방화, 길동둔촌, 마곡, 상암, 양재, 오류수궁 Gangil-Sangil, Geoyeo-Macheon, Gocheok-Gaebong, Gongneung, Gonghang-Banghwa, Gildong-Dunchon, Magok, Sangam, Yangjae, Oryu-Sugung	10
내부·편중형 I+C	난곡, 성수, 여의도 Nangok, Seongsu, Yeouido	3
분산·편중형 D+C	구로디지털, 구로신도림, 구의, 노량진, 대치도곡, 도봉, 독산, 마들, 면목, 목동, 목동2, 문정, 미아, 반포, 삼각산, 상도, 서초, 석촌, 소공회현, 수색, 수유, 신길, 신당황학, 신림, 신월1, 신정, 신촌, 쌍문, 아현, 압구정청담, 역삼논현, 연신내생활, 용강, 응암, 장위석관, 전농답십리, 종암월곡, 중화묵동, 창동, 청량리, 청운효자, 청파원효, 합정·서교, 혜화이화, 홍제, 화곡1, 화양능동, 후암용산 Guro-Digital, Guro-Sindorim, Guui, Noryangjin, Daechi-Dogok, Dobong, Doksan, Madeul, Myeonmok, Mok-dong, Mok-dong 2-dong, Munjeong, Mia, Banpo, Samgaksan, Sangdo, Seocho, Seokchon, Sogong-Hoehyeon, Susaek, Suyu, Singil, Sindang-Hwanghak, Sillim, Sinwol 1-dong, Sinjeong, Sinchon, Ssangmun, Ahyeon, Apgujeong-Cheongdam, Yeoksam-Nonhyeon, Yeonsinnae Living Area, Yonggang, Eungam, Jangwi-Seokgwan, Jeonnong-Dapsimni, Jongam-Wolgok, Junghwa-Mukdong, Chang-dong, Cheongnyangni, Cheongun-Hyoja, Cheongpa-Wonhyo, Hapjeong-Seogyo, Hyehwa-Ihwa, Hongje, Hwagok 1-dong, Hwayang-Neungdong, Huam-Yongsan	48
내부·분산·편중형 I+D+C	성북동선, 수서세곡, 신내망우, 영등포, 이촌한강, 정릉, 한남 Seongbuk-Dongseon, Suseo-Segok, Sinnae-Mangwoo, Yeongdeungpo, Ichon-Hangang, Jeongneung, Hannam	7

분산형만 포함된 지역생활권은 인접 지역과 중심지를 기반으로 보행일상권이 연계되고 있으므로, 중심시설과 대중교통을 축으로 하는 연계 중심 계획이 필요하다.

편중형만 포함된 지역생활권은 특정 지역에 대한 보행 의존성이 높은 구조로, 의존 대상 지역의 중심지 및 서비스시설 현황을 고려한 전략 수립이 필요하다.

내부형 보행생활권을 포함하는 지역생활권은 지역 내 자족성과 외부 연계성이 혼재된 구조로, 인접 생활권 간 기능 조정을 고려한 복합적 대응이 요구된다.

분산·편중형 지역생활권은 행정경계를 고려하지 않은 보행 연결이 광범위하게 형성된 지역으로, 지역 간 보행 흐름을 반영한 생활권 경계 재조정이 필요하다.

내부형·분산형·편중형의 세 가지 유형이 모두 포함된 지역생활권은 다핵적 중심지와 다양한 생활 축이 혼재된 복합지역으로, 중첩되는 기능을 통합적으로 관리할 수 있는 도시공간 전략이 요구된다.

이처럼 보행생활권이 행정구역 중심의 지역생활권 경계를 넘나들며 형성되고 있음은 실제 시민들의 보행 기반 일상생활이 물리적·제도적 경계와 불일치함을 시사한다. 특히, 맹다미 외(2023)는 개인의 일상생활과 도시계획 간 간극을 좁히기 위해 가장 작은 생활 단위인 지구중심과 역세권을 중심으로 보행생활권을 검토할 필요가 있음을 주장하였으며, 본 연구의 유형분류 결과는 이러한 제안을 실증적으로 뒷받침하는 결과로 해석될 수 있다. 따라서 지역생활권 단위의 보행일상권 실현을 위해서는 기존 계획 수립 방식의 한계를 인지하고, 중심지 기반의 유연한 경계 설정이 요구된다.

V. 결론 및 시사점

본 연구는 서울시민의 실제 이동데이터를 기반으로 시민이 일상생활을 영위하는 시간 및 공간 범위를 정량적으로 분석하고, 이를 바탕으로 행정경계 기반 지역생활권과 실질적인 보행생활권 간의 괴리를 검토하고자 하였다. 특히, 연령대별 이동 특성과 시간적 보행 범위를 분석하고, 이를 바탕으로 연령대별 보행생활권을 도출함으로써, 보행 중심의 생활권 계획이 시민의 실제 생활과 얼마나 일치하는지를 살펴보았다.

연령대별 보행이동 현황을 분석한 결과, 보행이 집중되는 시간대는 연령대에 따라 차이가 있었으며, 가중평균 기준 서울시민의 보행생활권 시간은 약 13.22분으로 도출되었다. 이는 현재 서울시 도시기본계획에서 제시한 도보 30분 기준에 비해 현실적으로 짧은 범위에서 시민의 일상 보행이 이루어지고 있음을 의미한다. 또한 연령대별 보행생활권의 분화 양상을 분석한 결과, 연령대별로 이동하는 공간 범위와 규모가 상이하게 나타났으며, 이러한 차이는 연령대별 주요 이동목적의 특성에 기인하는 것으로 확인되었다. 특히, 10대는 장거리 보행이 동반된 통학 목적이 보행생활권 확대의 요인이 되었으며, 60대는 비교적 좁은 시간 범위에서 보행이 집중되었지만, 이동 목적의 다양성으로 인해 공간 범위는 넓게 도출되었다.

이처럼 연령대별 보행생활권 분화의 차이는 연령대별 맞춤형 생활 서비스시설 공급과 맞춤형 도시계획 수립 시 이동범위의 시간적 차이와 연령대별 보행생활권의 범위 특성을 반영해야 함을 시사한다. 현행 도시기본계획은 인구구조 변화나 팬데믹과 같은 급격한 외부 변수에 유연하게 대응하기 어려운 한계가 있어(송지은 외, 2024), 전략계획으로의 전환과 유연한 도시계획의 수립이 강조되고 있다. 이러한 맥락에서 본 연구의 연령대별 보행생활권 분석은 이용자 중심의 시설 공급과 인구구조별 도시현황 검토 단계에서 활용할 수 있다. 실제 서울시는 생활권계획 수립 시 연령대별 생활SOC 수요 및 접근성을 이미 반영하고 있는 만큼, 향후 보행일상권 실현을 위한 구체적인 시설 공급 계획에도 연령대별 보행범위가 반영될 수 있을 것으로 예상된다.

또한, 본 연구는 연령대별로 도출된 보행생활권을 통합하여 전체 시민의 보행이동 양상을 반영한 통합 보행생활권을 제시하였고, 이를 지역생활권과 중첩 분석하여 경계 차이를 확인하였다. 유형 분류 결과, 보행생활권은 '내부형', '분산형', '편중형'으로 나뉘며, 이를 통해 보행활동의 자족성, 지역 간 연계성, 경계 불일치 등의 특성을 확인할 수 있었다. 특히, 분산형 및 편중형 보행생활권의 경우, 중심지 및 지하철역의 존재가 보행생활권 경계를 확장하는 요인이었으며, 이는 '나' 중심의 보행일상권 실현을 위해 주거, 업무, 여가를 하나의 공간에 집중시키기보다는 대중교통 및 중심지와의 연계성을 강화한 생활권 설정이 필요하다는 점을 시사한다.

본 연구는 이동을 미시적으로 파악할 수 있는 수도권생활이동데이터를 활용하였으나, 실제 데이터의 상세한 내용이 사생활보호로 인해 누락되었으며, 이동목적의 경우 도착지를 위치를 기반으로 추정하는 방식으로 산출되어 시민의 이동양상을 전체적으로 반영하지 못했다는 한계가 있다.

인용문헌
References

1. 김규혁·이동엽·김동호·원민수·홍성민·송태진, 2021. "모바일 생활통행데이터 기반 도시 인구 규모별 생활권 분류 및 특성 파악", 「대한교통학회지」, 39(5): 662-679.
   Kim, K., Lee, D., Kim, D., Won, M., Hong, S., and Song, T., 2021. "A Study on the Classification and Understanding of Travel Boundary by City Population Scale Based on Mobile Travel Data", *Journal of Korean Society of Transportation*, 39(5): 662-679.

2. 김미영·김지희, 2022. "디지털 미디어 시대, '동네'의 의미: 서울 지역 당근마켓 이용자의 동네 거래 및 동네 활동", 「한국언론정보학보」, 113: 7-35.
Kim, M. and Kim, J., 2022. "In the Age of Digital Media, the Meaning Of 'Neighborhood': Neighborhood Transactions and Neighborhood Activities of Carrot Market Users in Seoul," *Korean Journal of Communication & Information,* 113: 7-35.

3. 김수현·임형준·허준, 2020. "휴대전화 빅데이터 기반 기종점 통행량 자료를 활용한 서울시 생활권 분석", 「대한공간정보학회지」, 28(1): 3-10.
Kim, S., Lim, H., and Heo, J., 2020. "Analysis of Seoul Living Sphere using Origin-Destination Data from a Mobild Phone Network", *Journal of Korean Society for Geospatial Information Science,* 28(1): 3-10.

4. 김정우·강범준, 2024. "서울시 15분 근린생활권의 실증과 지역생활권 경계 비교 - 개인통행실태조사 데이터와 커뮤니티 탐지 알고리즘의 활용 -", 「대한건축학회논문집」, 40(6): 119-130.
Kim, J. and Kang, B., 2024. "Defining Seouls 15-minute Neighborhood Boundaries for Evaluating Administrative Community Area Boundaries - Using the Personal Travel Survey Data and Community Detection Algorithms -", *Journal of Architectural Institute of Korea,* 40(6): 119-130.

5. 대한국토·도시계획학회, 2004. 「서양도시계획사」, 서울: 보성각.
Korea Planning Association, 2004. *History of Urban Planning,* Seoul: Boseonggak.

6. 대한국토·도시계획학회, 2016. 「도시계획론」, 서울: 보성각.
Korea Planning Association, 2016. *Urban Planning Theory,* Seoul: Boseonggak.

7. 맹다미·양재섭·성수연, 2023. 「다양한 도시계획·제도 활용과 서울만의 특성 살려 이동시간 줄이고 삶의 질 높이는 '보행일상권' 실현」, 서울연구원.
Maeng, D., Yang, J., and Sung, S., 2023. *Realizing the 'Daily Walking Area' That Reduces Travel Time and Enhances Quality of Life by Utilizing Various Urban Planning and Systems and Preserving the Unique Characteristics of Seoul,* Seoul Institute.

8. 박세진·이준수·강덕희·정은희·전효정·박성빈, 2007. "연령에 따른 보행속도 및 보폭에 대한 고찰", 대한인간공학회 2007 추계 학술대회, 부산.
Park, S., Lee, J., Kang, D., Jung, E., Jeon, H., and Park, S., 2007. "A Study on the Walking Speed and Stretch according to Age", Paper presented at the 2007 Fall Conference of Ergonomics Society of Korea, Busan.

9. 박소현·이원도·권규상, 2024. "공간제약 동적 커뮤니티 탐지법: 시간대별 지역 간 흐름 데이터에 기반한 서울 생활권 분류에 적용", 「국토계획」, 59(7): 133-147.
Park, S., Lee, W., and Kwon, K., 2024. "Spatially Constrained Dynamic Community Detection Method: Delineating Seoul Living Zones Based on Spatiotemporal Flow Data", *Journal of Korea Planning Association,* 59(7): 133-147.

10. 박진희·이지원·이희정, 2023. "생활SOC 공급계획의 접근성과 경계효과 (Edge Effect) 연구 - 서울 플랜 2030 생활권계획 사례를 중심으로", 「한국도시설계학회지 도시설계」, 24(3): 137-155.
Park, J., Lee, J., and Lee, H., 2023. "A Study on the Accessibility and Edge Effect in Life-SOC(Social Overhead Capital) Allocation - A Case Study of 『Seoul Plan 2030』 Living-Area(Neighborhood) Planning", *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design,* 24(3): 137-155.

11. 부산광역시, 2023. 「2040부산도시기본계획」, 부산.
Busan Metropolitan Government, 2023. *Busan 2040 Comprehensive Plan,* Busan.

12. 서울특별시, 2018. 「2030서울생활권계획」, 서울.
Seoul Metropolitan Government, 2018. *Seoul 2030 Living Zone Plan,* Seoul.

13. 서울특별시, 2023. 「2040서울도시기본계획」, 서울.
Seoul Metropolitan Government, 2023. *Seoul 2040 Comprehensive Plan,* Seoul.

14. 서울특별시 빅데이터담당관· KT AI사업본부 BigData 사업담당, 2024. 「수도권 생활이동 데이터 매뉴얼」, 서울특별시.
Seoul Metropolitan Government Big Data Division and KT AI Business Headquarters BigData Division, 2024. *Seoul Metropolitan Mobility Data Manual,* Seoul.

15. 성은영·강현미·허재석, 2021. 「n분 도시 실현을 위한 도시전략 연구」, 세종: 건축공간연구원.
Sung, E., Kang, H., Heo, J., and Namgung, J., 2021. "N-minute City: An Empirical Study and Implimentation Strategies", Sejong: Architecture and Urban Research Institute.

16. 송기호·조남경, 2021. "'일상이동(日常移動)'의 사회학적 탐색: 서울시민의 일상이동 양상과 균열", 「사회복지정책」, 48(4): 51-77.
Song, K. and Jo, N., 2021. "Sociological Exploration of Daily Movement - Patterns of Seoul Citizens and Differences -", *Social Welfare Policy,* 48(4): 51-77.

17. 송지은·이세원·박효숙·김명한, 2024. "인구감소 시대에 대응하는 도시기본계획 제도 개편방향", 「국토정책 Brief」, 988: 1-8.
Song, J., Lee, S., Park, H. and Kim, M., 2024. "Reorganization of Urban Basic Planning System in Response to Population Decline Era", *KRIHS Policy Brief,* 988: 1-8.

18. 이해빈·김충호, 2023. "보행 네트워크 분석에 따른 서울 n분 도시 현황 및 특성 연구 - 지역생활서비스시설의 연령대별 공급과 수요를 중심으로", 「한국도시설계학회지 도시설계」, 24(5): 51-70.
Lee, H. and Kim, C., 2023. "A Study on the Status and Characteristics of the N-minute City in Seoul using Pedestrian Network Analysis - Focused on the Supply and Demand of the Local Living Service Facilities by Age Group", *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design,* 24(5): 51-70.

19. 이희정, 2020. 「공공정책으로서의 도시설계 지구단위계획」, 서울: 서울시립대학교출판부.
Lee, H., 2020. *Urban Design as Public Policy: District Unit Planning,* Seoul: University of Seoul Press.

20. 장민영·성은영·정인아·변은주, 2022. 「동네생활권 개념 도입 및 정책적 활용방안 연구」, 세종: 건축공간연구원.
Jang M., Sung, E., Jeong, I., and Byun, E., 2022. *Introduction of the Concept of the Neighborhood Living Area and a Study on Policy Utilization,* Sejong: Architecture and Urban Research Institute.

21. 정다은·정광진·유석연, 2021. "서울시 지역생활서비스시설 불균등 분석", 「한국도시설계학회지 도시설계」, 22(2): 59-78.
Jung, D., Jung, K., and Yoo, S., 2021. "Analyzing Inequality of Local Living Service Facilities in Seoul", *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 22(2): 59-78.

22. 정윤영·문태헌, 2014. "유동인구 자료를 이용한 서울시 도시공간 구조 분석 연구 - '2030 서울플랜'과 비교연구 -", 「한국지역개발학회지」, 26(3): 139-158.
Jeong, Y. and Moon, T.H., 2014. "Analysis of Seoul Urban Spatial Structure Using Pedestrian Flow Data - Comparative Study with '2030 Seoul Plan' -", *Journal of The Korean Regional Development Association*, 26(3): 139-158.

23. 조윤·성현곤, 2021. "통행패턴에 기반한 일상 생활권 설정: 충청권역을 중심으로", 「국토계획」, 56(3): 92-103.
Cho, Y. and Sung, H., 2021. "Establishing the Daily Living Areas Based on Travel Patterns: Focusd on the Chungchong Area", *Journal of Korea Planning Association*, 56(3): 92-103.

24. 최준근, 2022. "서울시 보행 일상권 설정 실증연구: 서초구를 사례로" 서울시립대학교 석사학위논문.
Choe, J., 2022. "An Empirical Study on the Establishment of a Daily Walking Area in Seoul: Seocho-gu as an Example", Master's Thesis, University of Seoul.

25. 기업가정신과 지역혁신연구소, 2022. 「15분 도시 백서」, 세종: 국토연구원.
Chaire-ETI, 2022. *White Paper on the 15-Minute City*, Sejong: Korea Research Institute for Human Settlements.

26. 필립포 멘처·산토 포르투나토·칼리튼 데이비스, 2022. 「네트워크분석: 소셜미디어에서 신경망까지」, 손승우·엄영호·이상훈·이은·김희태·이미진 역, 서울: 에이콘.
Menczer, F., Fortunato, S., and Davis, C.A., 2022. *A First Course in Network Science*, Seoul: Acorn Publishing.

27. 하재현·이수기, 2016. "통행특성별 OD자료와 Community Detection 기법을 활용한 공간위계별 생활권 설정 연구 - 2010년 수도권 가구통행실태조사자료를 중심으로 -", 「국토계획」, 51(6): 79-98.
Ha, J. and Lee, S., 2016. "A Study on the Designation of Living Zones by Its Spatial Hierarchy Using OD Data and Community Detection Technique - Focused on the 2010 Household Travel Survey Data of the Seoul Metropolitan Area -", *Journal of Korea Planning Association*, 51(6): 79-98.

28. 하정민·김기중·윤진성·이승일, 2021. "보행네트워크 기반 생활서비스시설 서비스권역 면적에 따른 지역생활권 유형화와 특성분석: 서울시 도서관을 사례로", 「국토계획」, 56(3): 36-48.
Hah, J., Kim, K., Yun, J., and Lee, S., 2021. "Classification of Local Living Zones and Analysis of Their Characteristics by the Service Area Size of Convenient Service Facilities Calculated on the Basis of Pedestrian Network: Using Seoul's Libraries as an Example", *Journal of Korea Planning Association*, 56(3): 36-48.

29. 하정원·김예진·이수기, 2024. "서울시 COVID-19 전·후 기능적 생활권 변화 및 통행거리 영향 요인 분석: 생활이동 빅데이터와 Community Detection을 활용하여", 「국토계획」, 59(2): 73-92.
Ha, J.,Kim, Y. and Lee, S., 2024. "Analysis of Functional Living Zones Changes and Influencing Factors of Travel Distance Before and After COVID-19 in Seoul, Korea: Using Mobile Phone-based Mobility Bigdata and Community Detection", *Journal of Korea Planning Association*, 59(2): 73-92.

30. 허자연·김진하·양재환·양은정·최원빈, 2024. 「보행일상권 구현 위한 일상생활권과 일상시설 탐색연구」, 서울연구원.
Heo, J., Kim, J.H., Yang, J.H., Yang, E.J., and Choi, W., 2024. *Daily Destinations and Measuring Urban Proximity for 30-minute City in Seoul, Seoul Institute Policy Report*, The Seoul Institute.

31. Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., and Pratlong, F., 2021. "Introducing the "15-Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities", *Smart Cities*, 4(1): 93-111.

32. Newman, M.E.J. and Girvan, M. 2004, "Finding and Evaluating Community Structure in Networks", *Physical Review*, E69: 026113.

33. Traag, V.A., Waltman, L., and van Eck, N.J., 2019. "From Louvain to Leiden: Guaranteeing Well-connected Communities", *Scientific Reports*, 9(1): 5233.

34. Zhong, C., Arisona, S.M., Huang, X., Batty, M., and Schmitt, G., 2014. "Detecting the Dynamics of Urban Structure through Spatial Network Analysis", *International Journal of Geographical Information Science*, 28(11): 2178-2199.

Date Received	2024-12-13
Reviewed(1st)	2025-01-27
Date Revised	2025-05-01
Reviewed(2nd)	2025-05-15
Date Accepted	2025-05-15
Final Received	2025-08-18