



# 보행자 경로안내 API정보를 활용한 대중교통 접근성 영향요인 분석\*

- 서울시 지하철역 보행 접근성을 중심으로 -

## Analysis of Influential Factors to Public Transportation Accessibility using Pedestrian Route Guide API Information Service

- Focused on Walking Accessibility to Subway Station in Seoul, Korea -

하재현\*\* · 이수기\*\*\*  
Ha, Jaehyun · Lee, Sugie

### Abstract

This study measures the pedestrian accessibility of 280 subway stations in Seoul using the pedestrian route guide API information. In addition, we identify the physical environment factors which affects the accessibility level. To account for walking environment, we use the pedestrian route guide information provided by SK Planet T-map API. Using the route guide API information enables to measure travel distance and time between two certain points with high accuracy. Main contributions of this research are as follows. First, we provide a new methodology for analyzing the accessibility level of subway stations based on real-world walking conditions. Second, our findings indicate that the accessibility level of subway stations varies from 30% to 80%. Third, the results imply that large blocks and large building groups around the subway station are highly associated with lower accessibility. In addition, border vacuums such as block size and railway showed negative relationship with the accessibility level. Last, the results show that physical environment factors that limit the opportunity of pedestrians' route choice are the determinant factors of subway station accessibility level.

키 워 드 ■ 대중교통 접근성, 지하철역, 경로안내 API, 보행환경  
Keywords ■ Public Transit Accessibility, Subway Station, Route Guide API, Walking Environment

### I. 서 론

지난 1980년대 이후 공급된 서울시의 대중교통 서비스는 도시민들의 기본적인 일상 활동을 보조해 왔으며, 최근에는 그 수준을 향상하고자 하는 노력이 이루어지고 있다. 일반적으로, 대중교통과 같은 공공재는 효율성과 형평성을 균형 있게 고려하여

공급 및 계획해야 한다. 특히, 최근에는 형평성의 개념이 중요하게 인식되고 있으며, 대중교통 서비스 이용자가 개인의 특성과는 관련 없이 서비스를 누릴 수 있도록 해야 한다는 측면이 강조되고 있다. 이러한 측면에서, 대중교통 서비스로의 접근성(accessibility)과 대중교통의 이동성(mobility)을 중심으로 한 공간적 불형평성을 분석하고자 하는 시

\* 이 논문은 2017년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(한국연구재단-NRF2015H1-A2A1034449-글로벌박사양성사업)이며, 2017년 4월 한국도시계획학회 춘계학술대회에서 발표한 내용을 수정·보완한 것임

\*\* Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (jaehyunha@hanyang.ac.kr)

\*\*\* Dept. of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding author: sugielee@hanyang.ac.kr)

도가 이루어지고 있다.

대중교통 시설로의 접근성은 관련법률 및 시행령을 통해 어느 정도 보장되고 있다. 구체적으로, 「대중교통법」 제4조에서는 모든 국민이 대중교통서비스를 제공받는데 차별이 없어야함을 명시하고 있다. 그러나 대중교통 서비스 수준의 형평성 수준을 다루고 있는 기존연구에서는 소득이나 주거지의 위치에 따라 대중교통 시설로의 접근성 수준이 다름을 보고하고 있다(김재익 외, 2008; 김아연·전병운, 2012; 윤종진·우명제, 2015). 이처럼 대중교통 서비스의 형평성은 대중교통 시설로의 접근성 측면에서 다수 다루어졌다. 그러나 대중교통 시설로의 접근성 수준을 분석하는 방법론적인 측면에 있어 여전히 한계가 있으며, 보다 정교한 평가를 위한 분석방법론이 요구되는 시점이다.

비교적 최근에 활용가능해진 교통수단별 경로안내 API 정보는 그 잠재력이 높아 주목받고 있다. 예를 들어, 하재현·이수기(2016)는 대중교통 및 자동차 수단의 경로안내 API 정보를 활용하여, 서울시 중심고용지로의 이동성 측면에서 대중교통 취약지를 도출하였다. 더 나아가, 현재 제공되고 있는 보행자 경로안내 API 정보는 지점 간 직선거리가 아닌 네트워크 거리에 대한 정보를 제공하고 있고, 경로 상의 횡단보도, 계단, 육교 등을 고려하여 이동거리 및 이동시간에 대한 정보를 제공하고 있어 그 활용가능성이 높을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 보행자 경로안내 API 정보를 활용하여 대중교통 시설로의 접근성을 분석하고 그 영향요인을 분석하고자 한다. 여기서 대중교통 시설은 서울시에 위치한 280개 지하철역으로 설정하였다. 나아가, 대중교통 시설로의 접근성 수준을 도출하는데 있어 보행거리뿐만 아니라 보행시간을 분석함으로써 보다 실질적인 접근성 수준을 확인한다. 또한, 지하철역 주변의 물리적인 환경을 중심으로 접근성 수준 개선을 위한 시사점을 도출한다.

## II. 관련선행연구

### 2.1. 대중교통 접근성 수준에 관한 연구

대중교통 서비스를 평가하는데 있어 접근성(accessibility) 개념은 널리 사용되어 왔으나, 용어의 개념은 학문 분야에 따라 다소 차이를 보인다. 이와 관련해, 윤종진·우명제(2015)는 지리학 분야에서의 접근성 개념은 타 지역으로의 이동 가능성을 의미하지만, 설계적인 측면에서는 교통시설로의 접근가능성과 관련이 있는 것으로 설명하였다. 한편, 정일호 외(2011)는 접근성 개념과 관련된 요소로 대중교통 노선 수, 운행횟수, 고속도로 I.C. 인접성, 주요 대중교통시설 접근시간 및 비용을 제시하였다. 또한, 일부 연구에서는 대중교통 접근성 수준을 분석하기 위해 행정동별 대중교통 시설의 밀도 개념을 이용하기도 하였다(이원도 외, 2012; 윤종진·우명제, 2015). 이처럼, 대중교통 서비스에서의 접근성 개념은 각 연구자의 조작적 정의에 따라 그 측정내용 및 방법이 상이할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 대부분의 기존 연구에서는 대중교통 접근성 개념으로 대중교통 시설물까지의 거리, 즉 접근 용이성을 보편적으로 사용하고 있는 실정이다(김아연·전병운, 2012; 박정일·Rao, 2014).

여기서, 대중교통 시설로의 접근성 수준은 대중교통 서비스의 형평성 차원에서 다수 다루어졌다. 이론적인 측면에서 살펴보면 대중교통 시설로의 접근성은 대중교통 수단의 이용 기회와 직결될 뿐만 아니라, 개인의 기본적인 일상활동을 영위하는 것과 관련성이 높다. 구체적으로, Church & Frost(1999)는 교통의 측면에서 사회적 배제의 유형으로 지리적 배제, 시설물로부터의 배제 등을 제시하였으며, 나아가 노시학(2007)은 교통에서 발생하는 배제현상은 약자계층이 사회의 주류로부터 제외되게 하는 핵심적인 원인이 될 수 있다고 보았다.

대중교통 서비스의 접근성 수준이 가지는 중요성이 인식됨에 따라, 국내 도시를 대상으로 대중교통 접근성 및 이와 관련한 형평성 수준을 실증적으로 분석한 연구가 다수 있다(김아연·전병운, 2012; 조대현, 2014; 윤종진·우명제, 2015; 백두진·김재태, 2016). 김아연·전병운(2012)은 대구시를 대상으로 버스정류장과 지하철역으로의 접근성 측면에서 환경적 형평성을 분석하였다. 이들은 대중교통 시설로의 접근성에 대한 형평성이 대중교통 관련 법률에 명시되어 있음에도 불구하고, 고령자 및 기초생활수급자에 대해 불형평성이 있음을 보고하였다. 또한, 윤종진·우명제(2015)는 서울시를 대상으로 버스와 지하철의 접근성을 분석하였으며, 이들은 대중교통 정책 수립에 있어 취약계층에 대한 충분한 고려가 필요한 것으로 주장하였다.

최근에는 대중교통 서비스의 접근성과 인구·사회·경제적인 요소를 함께 살펴보고 있는 연구도 진행되었다(조대현, 2014; 백두진·김재태, 2016). 조대현(2014)은 서울시를 대상으로 고령 1인가구와 대중교통 접근성의 공간적 패턴을 동시에 살펴보았다. 분석결과, 고령 1인가구의 집중도는 높지만, 대중교통 접근성이 낮은 지역들이 있는 것으로 나타났다. 나아가, 백두진·김재태(2014)는 일반주택과 임대주택의 대중교통 접근성이 차이를 보였다.

한편, 대중교통 서비스의 접근성을 분석한 연구는 그 측정방법에 있어 다소 차이를 보인다. 우선, 대중교통 접근성 수준을 분석하고자 보행거리의 개념을 도입하는 경우, 거리 설정에 있어서 차이가 있다. 국외에서는 대중교통 시설까지의 접근이 쉬운 역세권을 설정하는데 있어, 반경 400m에서 800m(0.5마일)를 평균적으로 사용하고 있다. 구체적으로, 미국의 Transit Capacity and Quality of Service Manual에서는 버스정류장과 지하철역의 서비스권역을 각각 반경 400m와 800m로 설정하고 있으며, Ryan & Frank(2009)의 연구에서는 반경 500m의

수치를 제시하고 있다. 더 나아가, 보행시간의 측면에서 지하철역으로의 접근성 수준을 평가하기 위한 기준을 제시한 Cervero et al. (2002)은 그 기준을 5분으로 하였다. 우리나라의 경우, 도시계획법의 상세계획 지침에서 지하철역의 서비스권역을 반경 500m 지정하고 있으며, 여러 선행연구에서 이와 유사한 수치를 이용하고 있다. 예로, 김아연·전병운(2012)과 윤종진·우명제(2015)의 연구에서는 버스정류장과 지하철역의 서비스권역을 400m와 500m로 각각 설정해 분석을 수행하였다.

다음으로, 대중교통 접근성 수준을 분석하는 방법에 있어 기존 연구는 차이를 보인다. 첫째, 가장 보편적인 방법으로써, 대중교통 시설물을 중심으로 직선거리 버퍼(buffer) 분석을 수행하는 경우가 있다(김재익 외, 2008; 김아연·전병운, 2012). 둘째, 대중교통 시설물의 밀도를 바탕으로 대중교통 접근성을 분석하는 방법으로, 각 행정동 또는 특정 지역의 면적 중에서 대중교통 서비스권역이 차지하는 비율을 보는 경우가 있다(이원도 외, 2012; 윤종진·우명제, 2015). 셋째, 특정 도시의 전체 면적에서 가장 가까운 대중교통 시설까지의 거리에 근거하여 대중교통 시설로의 접근성을 분석하는 방법이 있다(백두진·김재태, 2016).

비교적 최근에는, 지리정보시스템(GIS)의 활용으로 네트워크 거리(network distance)의 개념을 사용하는 연구도 있다(박정일·Rao, 2014; 백두진·김재태, 2016). 이들은 네트워크 거리가 실제 도로망 자료를 기반으로 산출되기 때문에 보행자가 실제로 대중교통 시설로 접근하기 위해 이동하는 거리와 가장 근접한 분석을 할 수 있음을 강조하고 있다. 그러나 GIS의 네트워크 분석은 구득가능한 도로망 자료에 의존한다는 점에서 한계가 있다. 더 나아가, 박정일·Rao(2014)는 토지이용, 경사도, 고속도로 접근제한 등의 조건들이 네트워크 기반의 보행 분석에 활용될 수 있는 방법론을 제시하였다.

## 2.2. 경로안내 API 정보의 활용에 관한 연구

최근 정부 3.0의 정보공개 정책이 시행됨에 따라 Application Programming Interface (API) 정보가 제공되고 있다. 특히, 공공 및 민간기관에서 구축하고 있는 정보를 수요자가 쉽게 사용할 수 있도록 개방하고 있으며, 지도 및 네비게이션 시스템을 운영하고 있는 민간기관의 API 정보는 부분적이긴 하지만 무료로 제공되고 있어 주목받고 있다. 구체적으로, 구글 맵(Google Map)과 에스케이 플래닛 티맵(SK Planet Tmap)에서는 교통수단별 경로안내 정보를 제공하고 있는데, 이를 이용하여 특정 출발지와 목적지 사이의 경로, 통행시간, 통행거리에 대한 정보를 구축할 수 있다. 나아가, 민간기관에서 제공해주는 경로안내 API 정보는 시공간적인 특성을 띄는데, 이는 실제의 교통상황과 시설물을 반영하고 있다는 점에서 매우 유용한 자료이다.

경로안내 API 정보를 활용한 연구는 다음과 같다. 우선, Wang & Xu (2011)는 구글 맵 경로안내 API와 GIS 프로그램 및 도로망 자료를 각각 사용하여 특정 지역 간 통행시간을 측정하고, 이를 비교하였다. 나아가, 이들 연구에서는 구글 맵의 경로안내 API를 이용할 경우, 교통체증이 높은 도로구간, 첨두시간대의 특성 등을 확인할 수 있음을 보였다. 이러한 측면에서, 민간기관에서 제공하는 경로안내 API 정보는 GIS 프로그램을 바탕으로 산출하는 통행거리 및 통행시간보다 더욱 현실적인 상황과 근접한다고 볼 수 있다. 한편, Socharoentum & Karimi (2015)는 구글(Google), 맵퀘스트(Map Quest), 빙(Bing) 포털사이트에서 제공하는 경로안내 API 정보를 활용하여, 각각의 API 서비스를 이용해 수집한 정보가 일관성이 있는지 분석하였다. 그 결과, 각 경로안내 API 서비스에서 제공하는 정보가 다소 다를 수 있음을 보고하기도 하였다.

국내의 경우, 하재현·이수기(2016)는 구글 맵의 대중교통 경로탐색 API와 SK 플래닛의 Tmap 타임머신 자동차 길안내 서비스에서 제공하는 경로정보를 이용하여 서울시를 대상으로 주요 고용중심지로의 이동성 수준을 파악하였다. 또한, 이들은 소득수준과 고용중심지로의 이동 수요를 바탕으로 서울시의 대중교통 서비스 개선이 우선시 되어야 할 지역을 도출하였다. 이들은 경로안내 API 정보를 이용하여 대중교통 서비스 수준을 분석하고, 취약계층과 결부하여 서울시 전반의 교통정책을 제고하기 위한 정책제안이 가능할 것으로 보았다.

보행자 경로안내 API 정보와 관련한 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 우선, 보행수단에 대한 경로안내 정보를 API 서비스로 제공하는 민간기관은 구글 맵과 SK 플래닛이 있다. 국내기관인 SK 플래닛의 경우, 두 개의 특정한 두 지점 사이에 보행자 경로안내 정보를 요청하게 되면, 이동거리 및 이동시간에 대한 자료를 제공한다. 나아가, 경로구간에 위치해 있는 시설물에 대한 정보, 예로, 계단, 경사로, 횡단보도 등에 대한 정보를 추가적으로 제공한다. 특기할만한 점은, 기존의 GIS 네트워크 거리로는 측정하기 어려운 이동 시간에 대한 정보를 계단 및 경사로와 같은 구간의 특성을 추가적으로 고려하여 제공한다는 점이다.

## 2.3. 본 연구의 차별성

앞선 선행연구 검토를 통해 도출한 기존연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 대중교통 시설로의 접근성을 측정하기 위해 시도되었던 다양한 방법 중, 행정동별 서비스권역의 비율을 이용하는 방법은 접근성 개선을 위한 구체적인 시사점을 도출하기 어렵다. 접근성 수준은 각 대중교통 시설 주변의 물리적인 환경에 따라 다를 수 있음에도 불구하고,

접근성 수준을 행정동 단위로 파악하는 것은 분석의 정밀성 수준에서 한계가 있다. 둘째, GIS 프로그램의 네트워크 거리를 통해 대중교통 시설의 접근성을 분석한 연구는 직선거리를 이용한 분석에 비해 정교하다. 그러나 보행시간에 대한 분석이 불가능할 뿐만 아니라, GIS 프로그램을 통해 산출한 보행거리 또한 정확하지 않을 수 있다. 셋째, 지하철역의 접근성을 분석하고 있는 기존 연구는 지하철역의 위치를 승강장의 중심점으로 설정하고 있어 한계가 있다. 승강장의 중심점보다는 각 지하철역의 출입구를 통해 지하철역 접근성을 분석하는 것이 정교할 것으로 판단된다. 마지막으로, 대중교통 시설로의 접근성은 단순히 공급 여부가 아닌 각 시설 주변의 물리적인 환경에 따라 다를 수 있음에도 불구하고 기존 연구에서는 이에 대한 고려가 없다.

본 연구는 대중교통 시설의 접근성을 분석한다는 점에서 기존 소수 연구와 유사하지만 다음과 같은 차별성을 가진다. 첫째, 본 연구에서는 각 지하철역의 접근성 수준을 파악하는데 있어, 직선거리 버퍼 대비 실제 보행거리 버퍼의 면적으로 산출하였다. 이를 통해, 접근성 수준이 지하철역 마다 상이한 정도를 파악할 수 있을 것으로 판단된다. 둘째, 보행자 경로안내 API 정보를 사용함으로써 보다 정밀한 분석결과를 도출하고자 하였다. 셋째, 본 연구에서는 경로안내 API 정보를 이용함으로써 단순히 보행거리 측면에서의 접근성 수준뿐만 아니라, 보행 소요시간 측면에서의 접근성 수준 또한 분석할 수 있다. 넷째, 지하철역 시설의 접근성을 분석하기 위해 각 지하철역의 출입구 자료를 구축·활용하였다. 이를 통해, 기존에 활용된 승강장 중심점보다 더욱 정교한 분석결과를 도출할 수 있다. 마지막으로, 지하철역 주변의 물리적인 환경과 접근성 수준의 상관관계를 분석함으로써, 접근성 수준 향상을 위한 정책제안을 한다. 구체적으로, 지역의 전반적인 특성을 반영하는 변수를 사용한다.

### Ⅲ. 분석자료 및 분석방법

#### 3.1. 분석자료 및 수집방법

본 연구에서 자료를 수집하기 위해 활용한 API 정보 서비스의 간략한 설명은 표 1과 같다. 우선, SK 플래닛에서 제공하는 보행자 경로안내 API의 경우, 특정한 두 개 지점의 좌표 값을 요청하면 두 지점 사이의 보행거리 및 보행시간 등에 대한 정보를 제공한다. 본 연구에서는 GeoJSON 방식을 통해 API 서비스를 이용하였으며, 프로그램 R 3.2.4를 사용하였다. 본 연구의 경우, 서울시에 위치한 280개 지하철역을 대상으로 각 출입구까지의 보행거리 및 보행시간을 바탕으로 대중교통 시설로의 접근성을 분석하고자 하였다 (그림 1 참고).

경로안내 정보에 대한 자료수집에 있어 설정한 출발지 좌표 및 도착지 좌표에 대한 내용은 다음과 같다. 우선, 도착지의 경우, 280개 지하철역의 출입구로 설정하였다 (그림 1 참고). 지하철역 접근성을

표 1. 보행자 경로안내 API 서비스

Table 1. Pedestrian route guide API service

구분 Type	SK플래닛 경로안내 API SK Planet route guide API
교통수단 Travel mode	보행 walking
출발지 좌표 Coordinates of origin	GIS fishnet 기능을 통해 설정한 3,495,589개 지점 3,495,589 points created by GIS fishnet tool
도착지 좌표 Coordinates of destination	지하철역 출입구 위치로 설정한 1,668개 지점 1,668 points based on the subway station entrance
좌표계 Coordinates system	경위도 WGS84GEO
경로탐색 방법 Route search method	최단 보행경로 (Shortest-path constraint)
일별 쿼리 사용량 Query limits per day	500,000개 쿼리 / 일 500,000 request per day
활용 프로그램 Used program for API	R 3.2.4 & IPython



그림 1. 지하철역 출입구 기준 500m 버퍼 예시 (송파구 일대)

Figure 1. Example of 500m buffer for subway station entrance locations (Songpa-gu area)

다루고 있는 기존연구에서는 보행의 도착지를 지하철 승강장의 중심점으로 설정하고 있으나, 이는 분석의 정밀성 측면에서 한계가 있다고 판단하였다. 지하철역의 출입구 위치는 행정자치부에서 SHP파일의 형태로 제공하고 있지만 자료에 다소 오류가 있는 것으로 판단되어, 본 연구에서는 지하철역 출입구 자료를 새롭게 구축하여 사용하였다. 이 과정에서는 다음(Daum), 네이버(Naver), 구글(Google) 포털사이트의 지도 정보를 참고하였다. 한편, 서울시에 위치한 지하철역 출입구 수는 1,668개인 것으로 확인되었으며, 평균적으로 지하철역당 약 5.96개의 출입구가 있는 것으로 나타났다.

다음으로, 출발지의 경우, 각 지하철역의 출입구를 기준으로 설정한 500미터 버퍼 내의 지역으로 설정하였다. 구체적으로, ArcMap10.5의 fishnet기능을 통해 10m×10m 크기의 격자를 서울시 전역에

구축하였으며, 각 지하철역 출입구의 반경 500m 이내에 위치해 있는 격자를 출발지로 설정하였다. 부가적으로 설명하자면, 출발지로 설정된 지점 중 자연녹지 또는 하천 지역에 해당하는 지점은 제외하였다. 그 결과, 본 연구에서는 SK플래닛 경로안내 API에 총 3,495,589개 쿼리(Query)를 요청하여 분석자료를 수집하였다.

### 3.2. 분석과정 및 분석모형

본 연구의 분석과정은 다음과 같다. 첫째, 280개 지하철역 각각의 접근성 수준을 산출하였다. 우선, 보행거리 측면에서 살펴보기 위해, 본 연구에서는 각 지하철역의 출구를 기준으로 한 반경 500m 버퍼면적 대비 보행거리 500m 면적을 설정하였다. 본 연구에서는 지하철역 접근성의 기준을 보행거리



그림 2. 보행거리(좌) 및 보행시간(우) 측면의 접근성 수준 산출 예시 (양재역)

Figure 2. Example of the calculation of accessibility level based on walking distance (left) and walking time (right) (Yangjae station)

500m 이내로 설정하였으며, 이는 기존에 선행연구에서 제시하고 있는 보편적인 수치를 기준으로 하였다. 다음으로, 보행시간 측면에서 살펴보고자 지하철역 출구를 기준으로 한 반경 500m 버퍼면적 대비 보행시간 7분 면적을 산출하였다. 보행시간 7분의 기준은 보행속도 1.2m/s를 적용하여 500m를 보행하는데 소요되는 시간으로 설정하였다. 그림 2는 양재역을 대상으로 보행거리 및 보행시간 측면에서 산출한 접근성 수준에 대한 예시이다. 다만, 보행거리 500m와 보행시간 7분의 기준은 동일하다고 보기 어렵기 때문에 단순한 비교는 어렵다.

구체적으로, 본 연구에서 각 지하철역의 접근성 수준을 측정하기 위해 사용한 수식은 다음과 같다.

$$\frac{\text{보행거리}500\text{m(혹은 보행시간 7분) 이내 접근가능한 지역의 면적}}{\text{지하철역 출입구 반경 500m 버퍼 내의 시가화지역 면적}} \dots\dots\text{식(1)}$$

위에 제시된 식을 이용하여 양재역의 접근성 수준을 살펴본 결과, 보행거리 측면의 접근성 수준은 68.1%, 보행시간 측면의 접근성 수준은 76.8%인 것으로 나타났다 (그림 2 참고).

둘째, 280개 지하철역의 접근성 수준을 근거로 각 지하철역의 접근성 수준을 비교하고자 하였다.

우선, 서로 다른 접근성 수준을 가지는 지하철역을 비교하였으며, 이 과정에서는 접근성 수준이 높고 낮은 지하철역에 대한 예시를 제공하고자 하였다. 다음으로, 동일한 지하철역을 대상으로 보행거리 및 보행시간 각각의 측면에 대해 산출한 접근성 수준을 비교하였다. 실제로, 보행자 경로안내 API 정보를 이용할 경우 도로구간의 경사수준, 계단 여부 등을 고려하기 때문에 동일한 거리 일지라도 보행시간이 다르게 측정될 수 있다. 가령, 그림 2의 양재역 예시에서 볼 수 있듯이, 보행거리 측면의 접근성 수준과 보행시간 측면의 접근성 수준은 약 8.7% 정도의 차이를 보이는 것으로 확인되었다.

마지막으로, 각 지하철역의 접근성 수준과 주변의 물리적인 환경의 연관성을 살펴보았다. 본 연구에서는 물리적인 환경으로 평균 블록크기, 경사도, 자연환경, 철도, 건물군집과 교차로 밀도를 다루었다. 우선, 블록의 크기가 클수록 보행자에게 불편하게 작용할 것으로 판단되며, 지역의 경사도가 높을수록 보행시간에 영향을 줄 것으로 생각된다. 한편, 자연환경, 철도, 건물군집의 특성은 경계공백으로 작용하여 보행자의 이동을 제한할 수 있다. 구체적으로, 본 연구에서는 자연환경 또는 철도가 각 지

하철역 기준 버퍼지역을 관통하는 경우를 살펴보았다. 또한, 지하철역 주변의 교차로밀도가 지하철역 보행접근성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다. 앞선 일련의 내용을 분석하기 위해 상관분석, 다중회귀분석 및 다중공선성 검증을 실시하였다.

한편, 본 연구에서 분석하고자 하는 지하철역 접근성 영향요인은 SK플래닛 API 서비스에서 사용하고 있는 경로안내 알고리즘과는 차이가 있다. 실제로, SK플래닛 경로안내 API 서비스는 지점 간 통행거리 및 시간을 산출하는데 있어 횡단보도, 육교, 계단과 같은 보행관련 시설물에 대한 정보만을 이용하고 있다. 반면, 본 연구에서는 지하철역 주변의 물리적 환경을 바탕으로 변수를 구축하여, 지하철역 접근성 수준의 영향요인을 도출하고자 한다.

## IV. 분석결과

### 4.1. 서울시 보행거리 및 보행시간 측면의 지하철역 접근성 수준

보행자 경로안내 API 정보를 통해서 확인한 서울시 280개 지하철역의 접근성 수준은 그림 3과 같다. 그림 3에서는 보행거리에 기초하여 지하철역의 접근성을 파악하고 있으며, 직선거리 대비 보행거리의 차이를 살펴보고 있다. 앞서 설명하였듯이, 각 지하철역을 기준으로 직선거리 500m 버퍼 지역 내의 시가화면적 대비 보행거리 500m (보행시간 7분) 이내 접근가능한 지역면적의 비율을 산출한다.

우선, 보행거리의 측면에서 서울시 280개 지하철

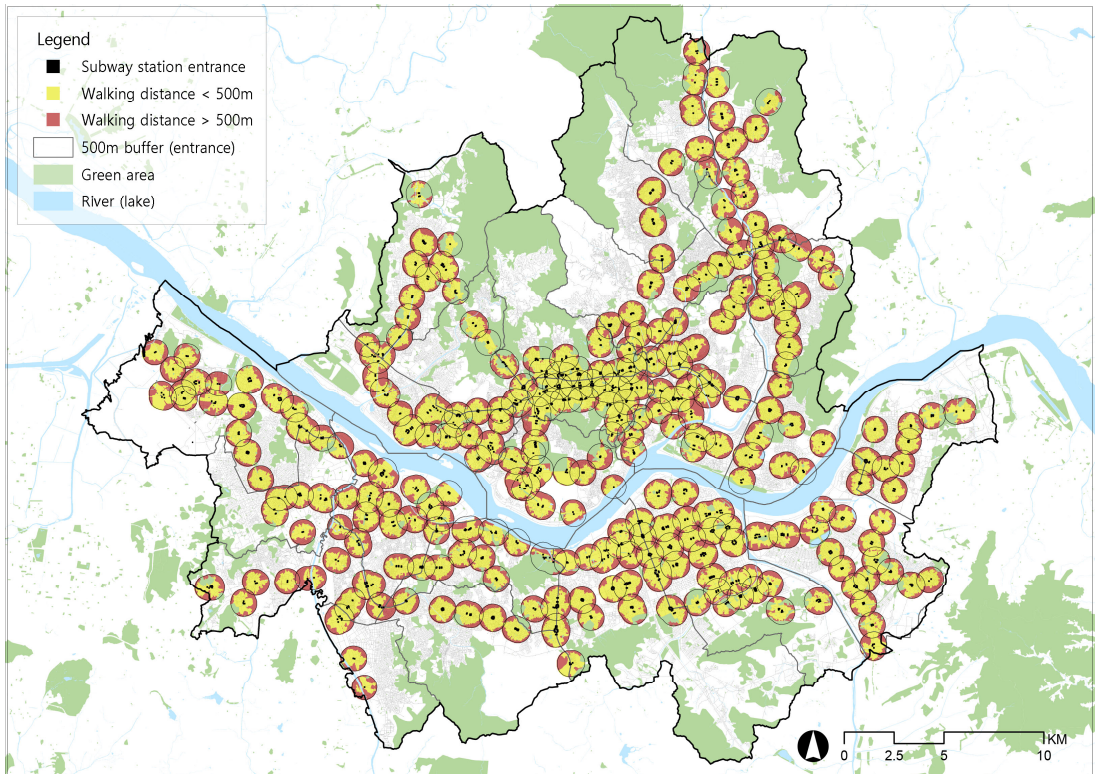


그림 3. 서울시 280개 지하철역의 접근성 수준 (보행거리의 측면)

Figure 3. Accessibility level of 280 subway stations in Seoul (Based on walking distance)



표 2. 지하철역 접근성 수준 (상위·하위 10개 지하철역)

Table 2. Subway station accessibility level (Upper and lower 10 subway stations)

Top 10 subway station (accessibility level)			Bottom 10 subway station (accessibility level)		
Station (Line number)	Dist.	Time	Station (Line number)	Dist.	Time
양천향교역 Yangcheonhyanggyo (#9)	78.3%	83.4%	신목동역 Sinmokdong (#9)	38.3%	43.0%
무악재역 Muakjae (#3)	78.2%	84.1%	한양대역 Hanyang univ. (#2)	38.2%	40.6%
당고개역 Dangoggae (#4)	74.1%	78.4%	금호역 Geumho (#3)	38.2%	42.0%
거여역 Geoyeo (#5)	72.0%	80.4%	화랑대역 Hwarangdae (#6)	37.3%	40.0%
녹사평역 Noksapyeong (#6)	71.9%	74.6%	가양역 Gayang (#9)	37.2%	39.5%
독섬유원지역 Ttukseom Park (#7)	71.7%	77.8%	구로디지털단지역 Guro digital complex (#2)	36.6%	39.9%
녹번역 Nokbeon (#3)	70.2%	79.5%	금천구청역 Geumcheon-gu office (#1)	35.9%	38.0%
사당역 Sadang (#2, 4)	70.1%	79.8%	수색역 Susaek (Gyeongui Line)	34.2%	32.2%
수락산역 Suraksan (#7)	69.8%	77.4%	구일역 Guil (#1)	32.8%	30.7%
여의나루역 Yeouinaru (#5)	69.6%	74.3%	마곡나루역 Magongnaru (#9)	31.7%	33.6%

역의 평균적인 접근성 수준은 59.3%인 것으로 나타났다. 이는 지하철역 출입구부터 반경 500m 이내인 지역 중 약 60% 정도에 해당하는 지역만이 보행거리 500m 이내로 접근할 수 있다는 것을 의미한다. 한편, 접근성 수준이 높은 지하철역으로는 양천향교역(=78.3%), 무악재역(=78.2%), 당고개역(=74.1%)이 확인되었으며, 접근성 수준이 낮은 지하철역으로는 마곡나루역(=31.7%), 구일역(=32.8%), 수색역(=34.2%)이 나타났다. 이는 지하철역 주변의 환경에 따라 접근성 수준이 다를 수 있음을 의미하며, 단순히 직선거리로 지하철역의 접근성을 평가하기에는 한계가 있음을 시사한다.

다음으로, 보행시간의 측면에서 280개 지하철역의 접근성 수준은 평균적으로 64.2%인 것으로 나타났다. 이는 앞서 살펴본 보행거리 측면의 접근성 수준보다 높은 수치이나 보행거리와 보행시간의 기준이 동일하다고 보기 힘들기 때문에 단순비교는 불가능하다고 생각된다. 한편, 보행시간의 측면에서 접근성 수준이 높은 지하철역으로 무악재역(=84.1%), 양천향교역(=83.4%), 논현역(=81.2%)이 나타났으며, 접근성 수준이 낮은 지하철역으로 구일역(=30.7%), 수색역(32.2%), 마곡나루역(33.6%)이 확인되었다 (표 2 참고).

표 2에서는 본 연구에서 분석한 지하철역 접근성 수준에 대한 수치를 상위 및 하위 10개 지하철역에 대해 나타내고 있다. 여기서 지하철역 접근성 수준은 보행거리 기반의 수치를 기준으로 하고 있다. 앞선 분석을 통해 확인할 수 있는 주요결과는 다음과 같다. 첫째, 지하철역의 접근성 수준은 약 30%에서 80%까지 차이가 날 수 있음을 보였다. 이는 지하철역 주변의 블록 크기, 자연녹지 및 수계, 경사도, 경계공백의 유무 등과 같은 물리적인 환경의 차이로 인해 나타나는 결과로 생각해볼 수 있다. 둘째, 지하철역의 접근성 수준은 보행거리와 보행시간, 두 측면에서 다르게 산출될 수 있는 것으로 파악되었다. 구체적으로, 보행거리 및 보행시간 두 측면에서 측정한 지하철역 보행접근성은 +13%에서 -8%까지 차이가 나는 것으로 확인되었다. 이에 대한 구체적인 내용은 다음 절에서 설명한다.

#### 4.2. 보행거리 측면의 접근성 대비 보행시간 측면의 접근성 수준

본 절에서는 보행거리 500m 및 보행시간 7분 이내 각각의 기준치를 통해 산출한 지하철역의 접근성 수준이 어느 정도 차이가 날 수 있는지 살펴

본다. 예를 들어, 보행거리 측면에서 동일한 접근성 수준을 보이는 두 지하철역이 보행시간의 측면에서는 상이한 접근성 수준을 나타낼 수 있다. 또한, 보행거리 측면에서 다른 접근성 수준을 보일지라도 보행시간 측면의 접근성 수준은 차이를 크보일 수 있다. 이는 보행자 경로안내 API 서비스에서 제공하는 보행시간이 도로구간의 경사도나 계단과 같은 보행시설물을 고려하기 때문인 것으로 판단된다.

보행거리 측면의 접근성 대비 보행시간 측면의 접근성 수준을 살펴본 결과는 다음과 같다. 우선, 보행시간 기반의 접근성 수준이 보행거리 기반의 접근성 수준에 비해 높은 지하철역으로 방배역

(+13.2%), 애오개역(+12.9%), 내방역(+12.4%), 논현역(+12.2%) 등이 확인되었다. 이는 이들 지하철역 주변의 환경을 보행할 때 동일한 거리를 보행하는데 소요되는 시간이 짧다는 것을 의미하며, 주변의 환경이 보행하기에 편리한 것으로 해석해볼 수 있다. 다음으로, 그 반대의 경우를 살펴본 결과, 용답역(-8.8%), 잠실나루역(-7.0%), 강변역(-4.9%), 구로역(-4.5%) 등이 나타났다. 이는 이들 지하철역 주변의 환경이 보행하기에 편리하지 않다는 것을 시사하며, 동일한 거리를 보행하더라도 다소 긴 시간을 보행해야함을 의미한다. 대표적인 사례는 그림 4, 5와 같다. 방배역의 경우, 보행거리보다 보행시



그림 4. 보행거리(좌) 및 보행시간(우) 측면의 접근성 수준 산출 예시 (방배역)

Figure 4. Walking accessibility level based on distance (left) and time (right) (Bangbae station)

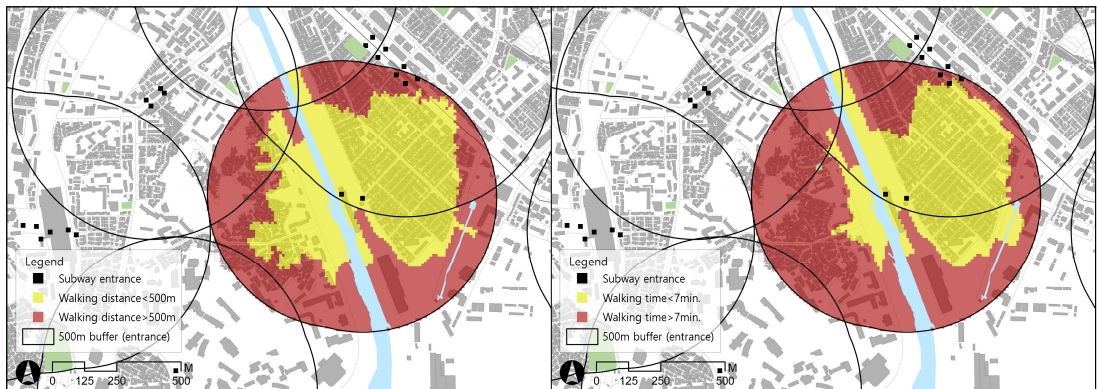


그림 5. 보행거리(좌) 및 보행시간(우) 측면의 접근성 수준 산출 예시 (용답역)

Figure 5. Walking accessibility level based on distance (left) and time (right) (Yongdap station)

간의 측면에서 살펴본 접근성 수준이 높아 주변의 보행환경이 편리한 것으로 생각해볼 수 있다. 반면, 용답역의 경우에는 보행거리보다 보행시간의 측면에서 산출한 접근성 수준이 현저히 낮은 것으로 나타났다으며, 이는 주변의 보행환경이 불편하고, 청계천으로 인해 지하철역으로 접근이 편리하지 않은 것으로 설명할 수 있다.

### 4.3. 지하철역 접근성 수준과 주변 물리적인 환경의 관계

#### 1) 변수의 정의 및 설정

분석모형에 활용한 종속변수 및 독립변수의 출처는 표 3에 제시하였다. 종속변수로는 본 연구에서 구축한 지하철역 접근성 수준을 활용하였으며, 보행거리와 보행시간 각각에 대해 분석을 수행하였다.

독립변수로는 평균 블록크기, 건물군, 교차로 밀도, 공원·하천의 유무, 철도의 유무, 경사도 수준을 이용하였다. 변수의 구축 방법은 다음과 같다.

첫째, 평균 블록크기는 각 지하철역 반경 500m 이내에 위치해 있는 블록 중, 자연환경에 해당하는 블록을 제외한 후 구축하였다. 본 연구에서는 지하철역 주변의 블록이 클수록 보행자의 경로를 제한함으로써 접근성 수준이 낮아질 것으로 예상하였다.

둘째, 건물군에 대한 변수로 각 지하철역 반경 500m 이내에 위치해 있는 건물군의 건폐면적을 사용하였다. 건물군은 아파트 단지, 대학교 단지, 고궁과 같은 역사유적지 등을 포함하며, 보행자들의 경로선택에 영향을 미치는 도시요소이다. 보다 구체적으로, 본 연구에서는 행정자치부에서 제공하는 도로명주소 전자지도 자료에서 정의하고 있는 건물군 자료를 이용하였다.

표 3. 변수 및 자료 출처

Table 3. Variable description and data source

구분 Category	산출방법 Calculation method	출처 Source
종속 변수 Depen. var.	보행거리 접근성 Walking distance accessibility (보행거리 500m 이내에 지하철역으로 접근가능한 지역의 면적) / 지하철역 반경 500m 버퍼 지역의 면적 (Area accessible to subway station within 500m walking distance) / Area of subway station 500m buffer	SK 플래닛 보행자 경로안내 API 정보 (SK Planet pedestrian route guide API information)
	보행시간 접근성 Walking time accessibility (보행시간 7분 이내에 지하철역으로 접근가능한 지역의 면적) / 지하철역 반경 500m 버퍼 지역의 면적 (Area accessible to subway station within 7minutes walking time) / Area of subway station 500m buffer	
독립 변수 Indep. var.	평균 블록크기 Avg. block size 지하철역 반경 500m 버퍼 지역 내 블록의 평균 크기 Average size of blocks in subway station 500m buffer	도로명주소 전자지도 (Road name address electronic map)
	건물군 Building group 지하철역 반경 500m 버퍼 지역 내 건물군의 건폐 면적 Total area of building groups in subway station 500m buffer	
	교차로밀도 Intersection density 지하철역 반경 500m 버퍼 지역 내 4지 이상 교차로 수 / 지하철역 반경 500m 버퍼 지역의 면적 Number of intersections (more than four-way) in subway station 500m buffer / Area of subway station 500m buffer	
Indep. var.	공원·하천 Park/river 지하철역 반경 500m 버퍼 지역 내 공원·하천의 관통 여부 (더미변수) Dummy variable for park/river penetration in subway station 500m buffer	도로명주소 배경지도 (Road name address background map)
	철도 Railway 지하철역 반경 500m 버퍼 지역 내 철도의 관통 여부 (더미변수) Dummy variable for railway penetration in subway station 500m buffer	
	경사도 수준 Slope degree 지하철역 반경 500m 버퍼 지역 내 고도의 표준편차 Standard deviation of altitude within subway station 500m buffer	수치지형도 (DEM)

셋째, 교차로 밀도는 지하철역 반경 500m 이내에 위치해 있는 4지 이상 교차로의 밀도로 산출하였다. 교차로의 밀도가 높을수록 보행자가 경로를 선택하는데 있어 다양한 기회를 제공한다는 점에서 지하철역 접근성 수준이 높을 것으로 예상하였다.

넷째, 공원·하천 변수는 공원 또는 하천이 지하철역 반경 500m 이내의 지역을 관통하는지에 따라 구축하였다. 공원·하천이 지역을 관통할 경우, 보행자에게 불편하게 작용하여 지하철역 접근성에 부정적인 영향을 줄 것으로 판단하였다.

다섯째, 철도 변수는 공원·하천 변수와 동일한 방법으로 구축하였으며, 철도가 관통하는 경우 지하철역 접근성에 음의 영향을 미칠 것으로 보았다. 마지막으로, 경사도 수준은 수치지형도 자료를 이용하여 지역의 고도 표준편차를 이용하였다.

### 2) 기술통계분석

표 4에서는 본 연구에서 활용한 변수의 기술통계량을 제시하고 있다. 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 지하철역의 접근성은 약 30% 수준에서 80%까지 차이를 보였으며, 평균적으로는 60% 수준인 것으로 나타났다. 이는 각 지하철역 주변의 물리적인 환경에 따라 보행접근성 수준이 50%까지 차이가 날 수 있음을 시사한다. 둘째, 지하철역 주변의 특성 중 하나인 평균 블록크기는 평균적으로 0.011km<sup>2</sup>

인 것으로 나타났다. 셋째, 공원·하천이 280개 지하철역 중 70개 지하철역 반경 500m 지역을 관통하는 것으로 나타났다. 한편, 철도는 공원·하천보다 적은 39개 지하철역의 반경 500m 지역을 지나는 것으로 확인되었다. 마지막으로, VIF값을 살펴보면 그 최댓값이 2.590으로 분석모형에 다중공선성 문제가 없는 것으로 나타났다.

### 3) 상관분석

표 5는 본 연구에서 사용한 변수들 간의 상관분석 결과를 나타낸다. 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 경사도 수준을 제외한 나머지 독립변수는 종속변수인 접근성 변수와 모두 유의한 상관성을 보였다. 구체적으로, 평균 블록크기, 건물군, 공원·하천, 철도는 음의 상관성, 교차로 밀도는 양의 상관성을 띠었다. 둘째, 독립변수들 간의 상관성을 살펴보면, 교차로밀도는 평균 블록크기 및 건물군과 높은 상관성을 보였다. 또한, 건물군은 평균 블록크기와 높은 양의 상관성을 띠었다. 이는 블록크기, 건물군, 교차로 밀도 세 변수가 어느 정도 유사성이 있음을 반증한다. 실제로, 위 3가지 변수는 보행자들의 경로선택 기회와 연관성이 높은 물리적 환경변수이다. 셋째, 보행거리 접근성과 보행시간 접근성의 상관성은 0.944로 매우 높았다.

표 4. 변수의 기술통계량

Table 4. Descriptive statistics for variables

	구분 Category	단위 Unit	평균 Mean	표준편차 Std.dev	최솟값 Min.	최댓값 Max.	VIF
종속변수 Dep. var.	Walking distance accessibility	ratio	0.593	0.083	0.317	0.783	-
	Walking time accessibility	ratio	0.642	0.103	0.307	0.841	-
독립변수 Indep. variable	Average block size	km <sup>2</sup>	0.011	0.017	0.001	0.216	2.590
	Building group	km <sup>2</sup>	0.260	0.145	0.041	0.854	1.405
	Intersection density	number/km <sup>2</sup>	43.212	32.178	0.000	189.090	2.215
	Park/river	dummy	0.250	0.434	0.000	1.000	1.047
	Railway	dummy	0.139	0.347	0.000	1.000	1.405
	Slope degree	-	5.767	5.450	0.000	22.610	1.049

표 5. 상관분석 결과

Table 5. Correlation analysis result

변수 Variable	Accessibility (distance)	Accessibility (time)	Avg. block size	Building group	Intersection density	Park/river	Railway	Slope level
Accessibility (distance)	1.000 ***							
Accessibility (time)	0.944 ***	1.000 ***						
Avg. block size	-0.194 ***	-0.198 ***	1.000 ***					
Building group	-0.261 ***	-0.251 ***	0.420 ***	1.000 ***				
Intersect. density	0.377 ***	0.394 ***	-0.415 **	-0.397 ***	1.000 ***			
Park/river	-0.375 ***	-0.393 ***	0.152 **	-0.017	-0.156 ***	1.000 ***		
Railway	-0.186 ***	-0.255 ***	-0.040	0.004	-0.112 *	0.006	1.000 ***	
Slope degree	0.010	0.072	-0.106 *	-0.090	0.033	-0.066	-0.107 *	1.000 ***

\*\*\* p<0.01; \*\* p<0.05; \* p<0.1

4) 회귀분석

표 6은 본 연구에서 지하철역 접근성 수준과 지하철역 주변의 물리적인 환경의 연관성을 살펴보기 위해 시행한 회귀분석의 결과이다. 분석결과에서 볼 수 있듯이, 지하철역 주변의 물리적인 환경은 지하철역의 보행접근성에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다. 우선, 평균적인 블록 크기는 지하철역 접근성 수준과 음의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 실제로, 블록의 면적이 클수록 지역 간 보행하는데 있어 경로를 우회하여야 할 확률이 높아지며, 이에 따라 지하철역으로의 보행접근이 어려울 수 있다.

다음으로, 건물군의 면적이 클수록 지하철역 접근성에 음의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 대부분의 건물군은 아파트 단지, 대학교 단지, 역사 유적지 등으로 지하철역의 보행접근성을 저해하는 도시요소로 볼 수 있다. 실제로, 큰 규모의 건물군이 위치해 있는 지역에서는 지하철역으로 이동하기 위해 건물군 바깥지역으로 우회하는 경우가 많다. 한편, 4지 이상의 교차로 밀도가 높을수록 지하철역 접근성이 높은 것으로 확인되었다. 앞서 살펴본 세 가지 변수는 보행자의 경로선택, 즉 최단경로 선택의 기회와 연관성이 높다. 블록의 크기가 클수록,

표 6. 회귀분석결과

Table 6. Regression analysis result

변수 Variable	Walking distance accessibility		Walking time accessibility	
	Coef.	t	Coef.	t
Intercept	0.614 ***	39.72	0.655 ***	25.10
평균 블록크기 Average block size	-0.016 *	-1.88	-0.020 *	-1.93
건물군 Building group	-0.074 **	-2.15	-0.077 *	-1.85
교차로밀도 Intersection density	0.000 *	1.92	0.001 **	2.16
공원·하천 Park/river	-0.063 ***	-6.38	-0.081 ***	-6.82
철도 Railway	-0.040 ***	-3.27	-0.068 ***	-4.58
경사도 Slope degree	-0.001	-0.24	0.006	1.11
모형통계치 Model Statistics	Obs.	280	280	
	F (6,273)	19.520 ***	24.260 ***	
	R2	0.300	0.348	

\*\*\* p<0.01; \*\* p<0.05; \* p<0.1

건물군이 위치해 있을수록, 교차로 밀도가 적을수록 보행자가 지하철역으로의 최단경로를 선택하는데 제한이 있는 것으로 정리해볼 수 있다.

공원 및 하천의 관통여부는 지하철역 접근성을 감소시키는 것으로 확인되었다. 공원이나 하천이 지하철역 주변에 있는 경우, 보행자가 지하철역으로 접근하기 위해 우회할 가능성이 높다. 가령, 앞서 살펴본 예시인 용담역의 경우, 청계천과 인접하여 있어 보행접근성이 상당히 낮은 것을 확인할 수 있다. 이와 비슷한 맥락에서, 지상철도가 위치해 있는 지역의 지하철역 접근성이 낮은 것으로 나타났다. 마지막으로, 경사도의 경우에는 지하철역 접근성에 유의한 영향은 주지 않는 것으로 나타났지만, 보행 거리와 보행시간 측면의 접근성에 각각 미치는 영향이 다른 것으로 나타났다. 구체적으로, 경사도 수준이 높은 지역일수록 보행시간 측면의 접근성이 낮은 것으로 나타났다.

한편, 지하철역 접근성 수준에 대한 회귀분석 결과의 설명력은 보행거리의 경우 30.0%, 보행시간의 경우 34.8%로 다소 낮았다. 이는 지하철역 접근성 수준은 정교하게 측정된 반면, 대부분의 독립변수가 지하철역 반경 500m 지역 내의 전반적인 특성을 측정하고 있기 때문인 것으로 생각해볼 수 있다.

## V. 결론

본 연구에서는 보행자 경로안내 API 정보를 이용하여 서울시 280개 지하철역으로의 접근성을 분석하였다. 또한, 지하철역 시설로의 접근성 수준을 분석하는데 있어 보행거리뿐만 아니라 보행시간을 확인함으로써 보다 실질적인 접근성 수준을 도출하였다. 추가적으로, 지하철역 주변의 평균적인 블록 크기를 바탕으로 지하철역의 접근성 수준 제고를 위한 도시설계적 시사점을 도출하고자 하였다. 주요 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 보행자 경로안내 API 정보를 이용하여 지하철역으로의 접근성 수준을 분석함으로써 보다 현실적인 여건을 반영할 수 있음을 보였다. 나아가, 보행자 경로안내 API 정보는 향후 보행환경 및 경로와 관련된 연구에 활용될 수 있을 것이다. 또한, 경로안내 API 정보는 보행자뿐만 아니라, 대중교통 또는 자동차 수단에 대한 이동거리 및 이동시간에 대한 정보를 제공하기 때문에 잠재력이 높다.

둘째, 본 연구에서 제시한 접근성 지표를 산출한 결과, 서울시 지하철역의 접근성 수준은 최저 30%에서 최고 80%까지 다른 것으로 확인되었다. 이는 지하철역에 따라 접근성 수준이 두 배 이상 차이 날 수 있음을 의미한다. 따라서 단순히 지하철역의 위치를 바탕으로 직선거리 버퍼를 이용하여 접근성 수준을 평가하는 것은 적합하지 않음을 시사한다.

셋째, 보행거리와 보행시간에 따라 측정된 지하철역의 접근성 수준은 다른 것으로 나타났다. 이는 다시 말해, 지하철역 주변의 환경에 따라 일정한 거리를 보행하는데 소요되는 시간이 다를 수 있음을 의미하며, 이는 지하철역의 접근성 수준에 영향을 줄 수 있는 것으로 나타났다. 이 결과를 바탕으로 향후 보행환경 개선을 통해 지하철역의 접근성을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

넷째, 지하철역 주변의 평균적인 블록크기와 접근성 수준의 상관성을 살펴본 결과, 지하철역 주변의 블록크기가 작을수록 접근성 수준이 높은 것으로 나타났다. 또한, 경계공백으로 작용할 수 있는 건물군의 건폐면적이 높은 지역에서는 지하철역 보행접근성이 낮은 것으로 확인되었으며, 교차로의 밀도가 높을수록 지하철역 보행접근성이 높은 것으로 나타났다. 평균 블록크기, 건물군 면적, 교차로 밀도와 관련된 지역 전반의 물리적 환경 변수는 보행자의 경로선택을 제한하는 요소으로써, 지하철역 보행접근성과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 다시 말해, 지하철역 접근성 향상을 위해 블록의

크기, 건물군 등을 고려할 필요가 있음을 보였다.

마지막으로, 공원·하천, 철도와 같은 경계공백은 지하철역 접근성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 경계공백이 보행자들로 하여금 우회하게 한다는 측면에서 설명이 가능하다. 이와 관련해, 지하철역 주변에 공원·하천 및 철도가 있는 경우, 보행자의 경로선택 기회를 개선할 수 있는 도시설계 방침이 필요할 것으로 판단된다. 나아가, 향후 도시설계적인 측면에서 보다 미시적인 변수를 구축함으로써, 지하철역 접근성 수준의 영향요인을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

### 인용문헌

### References

1. 김아연·전병운, 2012. “대구시 대중교통서비스의 접근성에 대한 환경적 형평성 분석”, 『한국지리정보학회지』, 15(1): 76-86.  
Kim, A. Y., and Jun, B. W., 2012. “Environmental Equity Analysis of the Accessibility to Public Transportation Services in Daegu City”, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 15(1): 76-86.
2. 김재익·강승규·권진휘, 2008. “대중교통서비스 취약계층의 공간적 분포 특성”, 『한국지리정보학회지』, 11(2): 1-12.  
Kim, J. I., Kang, S. K., and Kwon, J. H., 2008. “The Spatial Characteristics of Transit-Poors in Urban Areas”, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 11(2): 1-12.
3. 노시학, 2007. “교통이 사회적 배제에 미치는 영향”, 『국토지리학회지』, 41(4): 457-467.  
Noh, S. H., 2007. “Impacts of Transportation on Social Exclusion”, *The Geographical Journal of Korea*, 41(4): 457-467.
4. 박정일·Rao, A., 2014. “네트워크 기반의 보행 환경 분석: 대중교통 정류장 접근성 분석을 중심으로”, 『한국도시설계학회지』, 15(4): 189-201.  
Park, J. I., and Rao, A., 2014. “Network-based Walkability Analysis for Evaluating Transit Stop Accessibility”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 15(4): 189-201.
5. 백두진·김채태, 2016. “서울시 다가구·다세대 주택의 보행네트워크 기준 대중교통 접근성의 지역별·계층별 특성에 관한 연구”, 『부동산연구』, 26(3): 97-111.  
Paek, D. J., and Kim, J. T., 2016. “A Study on the Characteristics of Public Transit Accessibility for Multi-Family Housing in Seoul Based on Pedestrian Network”, *Korean Appraisal Review*, 26(3): 97-111.
6. 윤종진·우명제, 2015. “서울시 대중교통 접근성의 공간적 정의에 대한 실증연구”, 『국토계획』, 50(4): 69-85.  
Yun, J., and Woo, M., 2015. “Empirical Study on Spatial Justice through the Analysis of Transportation Accessibility of Seoul”, *Journal of Korea Planning Association*, 50(4): 69-85.
7. 이원도·나유경·박시현·이백진·조창현, 2012. “수도권 가구통행 조사를 바탕으로 한 교통 형평성 분석”, 『한국도시지리학회지』, 15(1): 75-86.  
Lee, W. D., Na, Y., Park, S., Lee, B., and Joh, C. H., 2012. “Transportation Equity Analysis Based on the Metropolitan Household Survey”, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 15(1): 75-86.
8. 정일호·이백진·김혜란, 2011. “공정한 사회를 위한 인프라 정책의 사회적 형평성 제고 방안”, 경기: 국토연구원.  
Jung, I. H., Lee, B. J., and Kim, H., 2011. *The Strategies of Equity Improvement Toward Fair Society : Focusing on the Equity in Transportation Policy*, Gyeonggi: Korea Research Institute for Human Settlements.

9. 조대현, 2014. “서울의 고령일인가구 분포와 대중교통 접근성”, 『한국도시지리학회지』, 17(2): 119-136.
- Cho, D., 2014. “The Spatial Distribution of the Single-households Elderly and Public Transport Accessibility in Seoul”, *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 17(2): 119-136.
10. 하재현·이수기, 2016. “API 경로안내 정보를 활용한 대중교통 서비스 취약지 분석: 서울시 고용 중심지로의 이동성을 중심으로”, 『국토계획』, 51(5): 163-181.
- Ha, J., and Lee, S., 2016. “An Analysis of Vulnerable Areas for Public Transit Services using API Route Guide Information: Focused on the Mobility to Major Employment Centers in Seoul, Korea”, *Journal of Korea Planning Association*, 51(5): 163-181.
11. Cervero, R., Ferrell, C., Murphy, S., Goguts, N., and Tsai, Y.-H., 2002. “Transit-oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects”, *Transit Cooperative Research Program Report 102*. Washington, DC: Transportation Research Board.
12. Church, A., and Frost, M., 1999. “Transportation and Social Exclusion in London: Exploring Current and Potential Indicators”, London: London Transport Planning.
13. Ryan, S., and Frank, A. F., 2009. “Pedestrian Environments and Transit Ridership”, *Journal of Public Transportation*, 12(1): 39-57.
14. Socharoentum, M., and Karimi, H. A., 2015. “A Comparative Analysis of Routes Generated by Web Mapping APIs”, *Cartography and Geographic Information Science*, 42(1): 33-43.
15. Wang, F., and Xu, Y., 2011. “Estimating O-D Travel Time Matrix by Google Maps API: Implementation, Advantages and Implications”, *Annals of GIS*, 17(4): 199-209.

Date Received 2017-04-26

Date Reviewed 2017-05-22

Date Accepted 2017-05-22

Date Revised 2017-06-12

Final Received 2017-06-12