



서울시 연령대별 비통근 통행 집중지역 특성 분석

: 생활이동 데이터를 활용하여*

Analysis of Characteristics of Non-commuting Travel Concentration Areas in Seoul by Age Group

: Utilizing Mobile Phone-based Mobility Data

김예진** · 이수기*** · 하정원****

Kim, Yejin · Lee, Sugie · Ha, Jungwon

Abstract

Amidst various changes in urban areas, non-commuting travel is gradually increasing while maintaining a complex relationship with commuting travel. Information and communication technology advancements have enabled the analysis of mobile phone location-based mobility data by capturing people's actual movements. While numerous studies have analyzed commuting patterns or focused on specific age groups and socially vulnerable populations, few studies have investigated the characteristics of areas where non-commuting travel destinations are concentrated based on age preferences. Additionally, research utilizing big data on mobile phone location-based daily mobility is scarce. This study utilizes big data on mobile phone location-based daily mobility to identify age-specific non-commuting travel patterns and areas where non-commuting travel is concentrated by age group. An analysis of the characteristics of these central non-commuting travel areas reveals that younger age groups focus their non-commuting travel around leisure and cultural facilities, which demonstrates a tendency to tolerate long travel times if it satisfies their demand for non-commuting activities. This finding suggests the need for policies that encourage long-duration travel via public transportation to support a sustainable transportation system. Conversely, older age groups, with limited leisure activity spaces, prefer locations such as squares and urban natural parks. Areas with excellent subway accessibility also see a concentration of non-commuting travel. Thus, additional leisure spaces, such as squares for older adults, are needed. This study is significant as it visually presents age-specific non-commuting travel patterns using large-scale mobility data and demonstrates variations in non-commuting travel concentration areas and their influencing factors by age group.

주제어 통행 행태, 비통근 통행, 생활이동 데이터, OD 분석, 공간회귀분석

Keywords Travel Behavior, Non-commute Travel, Daily Mobility Data, Origin-Destination Analysis, Spatial Regression Analysis

1. 서론

현대사회는 계속해서 변하는 모빌리티 패러다임 속에서 다양

한 이동을 하며 살아간다. 이동은 사람들의 삶은 물론 거의 모든 사회 조직의 작동에 결정적 요소이며(Urry, 2007), 도시 내 활동은 통행을 기본으로 한다(이승일, 2010). 통행은 목적에 따라 유

* 이 논문은 한국연구재단 지원(NRF-2018R1A5A7059549)을 받아 연구되었으며, 2022년 12월 한국지역학회 후기학술대회에서 발표한 우수논문상 수상 논문을 수정·보완한 것임.

** Master's Degree, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (First Author, yejean58@gmail.com)

*** Professor, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding Author: sugielee@hanyang.ac.kr)

**** Master's Degree, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (jungwonha@hanyang.ac.kr)

형을 구분할 수 있는데, 통근 통행은 근무지 및 학교를 목적지로 하는 일상적 통행이고, 비통근 통행은 여가 통행을 포함하여 통근 통행 외의 모든 비일상적 통행으로 정의할 수 있다(고승욱·이승일, 2017; 윤대식, 1999). 본 연구에서는 주말 시간의 통근 목적 외 통행을 비통근 통행으로 정의한다.

두 가지 유형의 통행은 상호 긴장 관계를 유지하면서 도시 속성의 다양한 변화로 인해 지속적으로 변화하고 있다. 근로기준법이 개정되면서 법정 노동시간이 단축되어, 도시민의 비일상적 활동 시간이 증가하였고, 도시 교통의 발달로 통행 시간이 점차 줄어들게 되었다. 이에 도시 내에서 통근 통행이 차지하는 비중은 감소하는 반면에 비통근 통행은 증가하는 추세이다(이남휘·최창규, 2020). 이는 사람들이 이동에 쓰는 시간을 일정한 수준으로 유지하는 특성이 있어서(Lyons and Urry, 2005), 통근에 사용하는 시간이 줄어들면서 비통근에 사용하는 통행 시간이 자연스럽게 증가하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 이러한 시대적 경향을 고려하여 증가하는 비통근 통행의 공간적 패턴을 파악하는 연구가 필요하다. 비일상적 활동은 개인의 선택에 크게 영향을 받아 결정되는 것으로 인구·사회 특성에 의해 다른 양상을 보일 수 있다(장운정·이승일, 2010). 그 중 특히, 연령은 세대 구분에 따라 활동 양상을 변화시키는 주된 요소이다. 그러나 많은 연구는 개별적 개인의 특성에 주목할 뿐(성현곤 외, 2015; 장운정·이창효, 2016), 각 연령 집단의 비통근 통행이 어떠한 특성을 갖는 지역으로 향하는지 연구된 바는 미비하다.

지금까지 비통근 통행 연구는 주로 설문조사를 통해 수집된 통행자료를 활용하였는데(박성호 외, 2016; 이남휘·최창규, 2020), 정보통신기술이 발전하면서 최근에는 휴대폰이나, GPS 신호에 기반한 통행 데이터를 활용하여 연구가 진행되고 있다(김예진·이수기, 2024; 김규혁 외, 2021; Vich et al., 2017). 이러한 흐름에 따라 서울시는 최근 KT 및 교통연구원과 함께 “서울시 생활이동 데이터”를 개발하여 제공하고 있다. 해당 데이터는 KT 통신사 기지국에 집계되는 고객의 휴대폰 신호를 바탕으로 사람들의 이동을 파악하여 출발지, 도착지별 이동 인원수를 가공한 데이터이다(서울특별시 빅데이터담당관 외, 2023). 이는 KT의 시장점유율을 고려하고, 여러 보정 과정을 거쳐 전수화된 데이터이기에, 전체 인구의 이동을 설명할 수 있는 자료이다. 또한, 체류지 분석으로 통근 통행과 비통근 통행을 구분하여 제공하고, 연령대, 성별, 이동 시간 등을 제공한다. 이에 이를 활용하여 통행 목적과 인구 특성에 따라 도시민의 이동을 분석할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 서울시 생활이동 데이터를 활용하여 연령대별 비통근 통행이 집중되는 지역을 파악하고, 출발-도착 현황을 시각화하고자 한다. 또한, 연령대별로 비통근 통행 집중지역의 도시 환경 특성을 분석하고자 한다. 이를 위한 분석 내용은 크게 두 가지로 설정하였다. 먼저, 연령대별로 비통근 통행 패턴을 분석하였다. 구체적으로 입지계수를 활용하여 비통근 통행이

집중되는 지역을 행정동 단위로 도출하고, 행정동 간의 출발, 도착을 시각화하였다. 그런 다음, 공간적 자기상관성을 제어할 수 있는 공간회귀분석을 활용하여 비통근 통행 집중지역 특성을 분석하였다.

이에 본 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 서울시 생활이동 빅 데이터를 활용하여 연령대별 비통근 통행 집중지역을 비교한다. 둘째, 연령대별 비통근 통행의 출·도착 패턴을 시각화하여 서로 다른 목적지 수요를 확인한다. 셋째, 비통근 통행 집중지역의 특성을 분석하여 연령대별로 비통근 활동을 충족시키는 요인을 파악한다. 연구는 <그림 1>과 같은 흐름으로 수행되었으며, 연구의 배경과 목적을 바탕으로 2장에서는 이전 비통근 통행 연구에 대해 고찰한다. 그리고 3장에서는 본 연구에서 사용한 데이터와 방법론에 대해 소개하고, 4장에서는 연령대별 비통근 통행 패턴 분석과 집중지역 특성 분석 결과를 서술한다. 마지막으로 5장에서 연구의 시사점과 함께 결론을 맺는다.

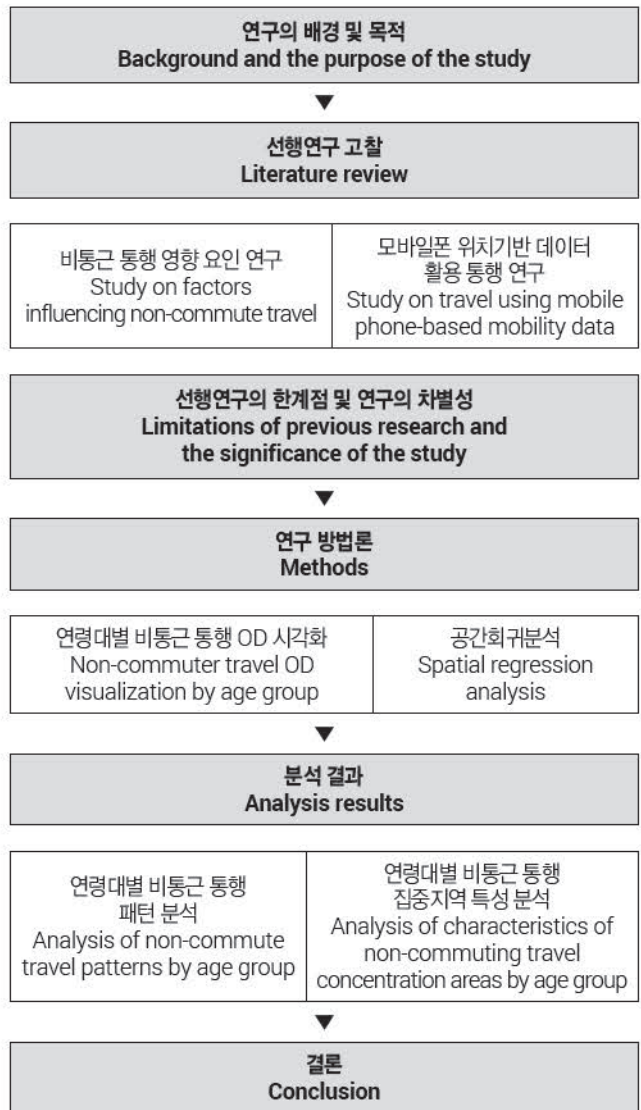


그림 1. 연구의 흐름도
Figure 1. Research flow chart

II. 선행연구 고찰

1. 비통근 통행 영향 요인 분석 연구

비통근 통행 특성에 관한 연구는 주로 가구통행실태조사 자료의 쇼핑, 여가, 외식 등의 여가 목적 통행을 활용하여 연구되었다. 또한, 통행 거리 또는 빈도로 통행을 수치화하여 분석을 진행하였다. 선행연구에서는 비통근 통행에 영향을 미치는 요인을 크게 개인의 속성과 도시의 환경·물리적 특성으로 실증하였다.

먼저, 비통근 통행 영향 요인을 개인의 속성에 초점을 맞추어 분석한 추상호(2012)는 가구통행실태조사의 여가 목적 통행자료에 기반하여 평일과 주말의 통행을 비교·분석하여 통행 빈도에 영향을 미치는 인구사회적 특성을 살펴보았다. 그 결과, 주말 비통근 통행은 가구·개인 특성에 따라 평일 통행과 차이를 보이는 것으로 분석되었고, 주말 통행수요 예측시에는 사회경제적 변수를 활용해야 함을 시사하였다. 성현곤 외(2015)는 여가 목적의 보행활동은 주로 개인의 속성에 따라 차이가 발생한다고 주장하면서 여가 보행활동의 결정요인을 개인 및 가구수준으로 분석하였다. 장윤정(2015)은 가구의 생애주기에 따라 달라질 수 있는 여가 통행거리를 대상으로 분석하였다. 생애주기·교통수단별 평균 여가통행거리, 이동 목적지의 분포패턴 등의 결과를 제시하면서 가구의 생애주기와 같은 동적 변화를 고려한 여가 정책이 필요하다고 주장하였다.

개인의 속성에 집중하여 비통근 통행 영향 요인을 분석한 선행 연구를 고찰한 결과, 가구 구성, 연령대, 그리고 소득에 따라 비통근 통행 패턴이 상이하고, 목적지 선택을 다르게 하는 것으로 나타났다. 또한, 연구 결과를 바탕으로 개인의 속성을 고려하여 비통근 통행 관련 계획이나 정책을 수립해야 함을 시사하였다.

한편, 도시의 환경·물리적 요인과의 관계에 집중한 연구에서 고승욱·이승일(2017)은 고령인구 연령대를 네 단계로 구분하여 비통근 통행 비율에 영향을 미치는 비통근 목적지의 토지이용 특성과 교통 특성을 분석하였다. 분석 결과, 고령인구의 각 연령대에 따라 선호하는 서비스나 시설이 다르다는 것을 확인하였고, 공간구조 위계에 따라 목적지가 달라지는 것으로 나타났다. 이남휘·최창규(2020)는 전업주부 및 무직·학생의 주중 여가 통행 거리에 영향을 미치는 여가 통행 출발지의 교통 및 토지이용 특성을 분석하였다. 가구통행실태조사 자료에서 출발지(거주지)와 목적지를 추출하여 세밀한 분석을 수행하였고, 여가 활동을 세 개로 구분하여 각 영향 요인을 분석하였다. 그 결과, 가구 구성원의 연령대에 따라 비통근 통행에 영향을 미치고, 생활권 내 보행 중심의 환경 조성이 중요하다고 언급하였다. 또한, 토지이용 특성은 유의한 영향을 미치지만, 용도복합도는 영향관계가 없는 것으로 분석되었다. 장윤정·이승일(2010)은 거주하는 소생활권 여가 환경의 토지이용특성과 개인 특성이 여가 목적지까지의 거리에 미

치는 영향을 분석하였다. 해당 연구는 거주지 주변 여가 환경의 질 향상이 여가통행거리를 감소시킨다는 이론을 실증적으로 분석하였다. 고승욱 외(2017)는 연령대별로 토지이용 및 교통수단 편의성 등에 따른 목적지 선택 영향 요인을 분석하였다. 분석 결과, 연령대별로 상이한 영향 요인을 가지며, 청년층에서 특히 여가시설의 특성화를 고려해야 한다고 주장하였다. 또한, 여가시설의 접근성과 목적지의 교통수단 이용편의성도 중요한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

도시 환경·물리적 요인과의 관계에 집중하여 비통근 통행 영향 요인을 분석한 선행연구를 고찰한 결과는 다음과 같다. 보행 중심 환경 조성이 비통근 통행에 중요한 영향을 미칠 것이고, 여가 활동공간의 접근성이 통행에 중요한 요인으로 분석되었다. 또한, 연령대별로 목적지 특성의 영향 요인이 다르게 나타났고, 통행시 선호하는 교통수단이 다른 것으로 나타났다. 연령대도 세부적으로 구분하고, 정량적인 분석을 통해 구체적인 영향 요인을 입증하였으나, 이전 연구들은 공간적 자기상관성을 고려하여 분석하지 못했다.

2. 모바일폰 위치기반 데이터를 활용한 통행 연구

최근, 모바일폰의 통신 신호를 활용하여 사람들의 이동을 집계한 데이터가 제공되고 있다. 이는 보다 정확하게 대규모 이동을 포착할 수 있고, 높은 시간적 해상도를 가지기 때문에 기존 설문조사 자료의 한계를 보완할 수 있다. 이에 이전에 가구통행실태조사 자료를 활용하였던 생활권 분석, 인구 이동 변화 분석, 통행 형태 영향 요인 분석 등에 모바일폰 위치기반 데이터를 활용하였다.

김규혁 외(2021)는 KT 모바일 기지국 데이터를 가공하여 만들어진 모바일 생활통행 데이터를 활용하였고, 채류지 분석을 통해 출발지와 도착지를 구분하여 통행량을 집계하였다. 가공한 데이터로 Community Detection(Lambiotte 알고리즘) 기법을 적용하여 생활권을 도출하였고, 시간대별·요일별 생활권도 분류하였다. 15분 생활권 개념을 도입할 때의 변화를 확인하기 위해 공간적 분화 패턴도 분석하였다. 이와 같은 방법론과 데이터를 활용하여 김규혁·송태진(2022)은 생활통행권을 도출하였다. 그리고 분석 결과를 기반으로 택시사업구역을 재설정하는 방법론을 제안하고, 재설정된 택시사업구역을 기존의 구역과 비교하였다.

한편, 서울시에서 무료로 제공하는 KT 생활이동 데이터를 활용한 연구는 다음과 같다. 박준상 외(2022)는 생활이동 데이터와 PageRank 알고리즘을 활용하여 도시활력을 정량화하였다. 이는 실제 이동이 발생한 데이터로 활력을 측정하여 전통적으로 사용되었던 데이터의 한계를 보완하였다. 이재건·이건학(2022)은 COVID-19 전후의 서울시 지역 간 통근 패턴 변화를 분석하였다. 분석 결과, 산업 클러스터에 따라 통근 유입의 변화가 상이했고, 도시 경제 활동에 전염병이 미치는 영향을 공간 구조적 관점

에서 분석했기에 의의가 있다. 하정원 외(2024)는 통근과 여가 통행을 구분하여 기능별 생활권을 도출하고, COVID-19 전후의 통행 거리 영향 요인을 분석하였다.

설석환 외(2023), 양승희·박진아(2023)는 비통근 거리 영향 요인을 분석하였는데, 생활이동 데이터를 활용하여 비통근 통행을 집으로 추정되는 야간상주지에서 기타지역으로의 이동(HE 유형)의 이동)으로 정의하여 분석하였다. 양승희·박진아(2023)는 COVID-19 이후 여가 통행 거리 변화에 영향을 미치는 근린 내 상업환경을 분석하고, 통행 거리는 행정동 중심 간의 최단거리로 추정하여 분석하였다. 설석환 외(2023)는 행정동 단위보다 작은 교통플리곤 단위의 생활이동 데이터를 사용하여 고령인을 대상으로 비통근 통행 거리에 영향을 미치는 거주지 근린환경 특성을 분석하였다. 김예진·이수기(2024) 또한 교통플리곤 단위의 생활이동 데이터를 활용하여 분석하였고, 비통근 통행 시간을 단축할 수 있는 도시환경 요인을 도출하였다.

모바일폰 위치기반 데이터를 활용한 선행연구를 고찰한 결과, 실제 이동을 기반으로 집계되고, 시간적 해상도가 높다는 데이터의 장점을 연구에 활용하였다. 또한, 체류지 분석을 통해 구분할 수 있는 통행 목적을 특정하여 분석하였다. 그러나 연령대를 구분할 수 있는 데이터의 특징을 활용하여 연령대별로 통행 특성을 분석한 연구는 부족하며, 사람들의 이동량을 지수화하여 통행 목적지를 분석한 연구도 거의 없었다.

3. 연구의 차별성

선행연구를 고찰한 결과, 다음과 같은 특징과 한계점이 존재했다. 이전 연구는 비통근 통행을 통행 거리, 시간, 빈도 등으로 정의하여 분석하고, 비통근 통행 출발지(거주지)와 목적지의 도시환경, 개인 특성 등의 영향 요인을 분석하였다. 하지만, 비통근 통행 행태를 인구특성에 따라 세부적으로 분석하지 못하여 연령대별로 비통근 통행을 유인하는 지역적 특성을 파악하지 못하였고, 공간적 자기상관성을 고려하지 못하였다. 또한, 비통근 통행의 전반적인 통행 행태를 설명할 수 있는 교통수단별, 생애주기별 등의 비통근 통행 현황을 이전 연구에서 정량적으로 제시하였으나, 실제 통행 행태를 시각적으로 표현한 연구는 부족하다. 데이터 측면에서는 표본 수가 적고, 최신 자료를 구득할 수 없다는 한계점을 가지는 가구통행실태조사 자료를 주로 활용하였다. 이러한 한계점을 보완할 수 있는 모바일폰 위치기반 통행 데이터를 활용한 선행연구는 실제 사람들이 이동하는 데이터로, 생활권을 분석하고, 이동 거리·시간에 미치는 영향을 분석하였다. 하지만, 해당 데이터를 활용하여 연령대별로 비통근 통행이 집중되는 현상을 파악하거나, 집중지역의 특성을 분석한 연구는 부족한 실정이다.

이에 따른 본 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 연령대별로

비통근 통행의 패턴을 파악하고, 이를 시각화한다. 둘째, 공간적 자기상관성을 고려한 공간회귀분석을 활용하여 비통근 통행이 집중되는 지역의 특성을 분석한다. 셋째, 높은 시간적 해상도를 지닌 모바일폰 위치기반 생활이동 데이터를 활용하여 도시민의 비통근 통행을 분석한다.

III. 연구 방법론

1. 연구의 범위

본 연구는 서울시로 도착하는 비통근 통행을 대상으로 분석하였다. 연령대별로 비통근 통행이 집중되는 지역의 특성을 확인하기 위해 도착하는 비통근 통행의 일평균 통행량을 대상으로 하였고, 공간적 범위는 서울시이다. 여기서 비통근 통행은 KT 생활이동 데이터에서 제공하는 통행 유형으로 정의하여, 야간상주지(H)에서 주간상주지(W) 이외의 기타지역(E)으로 이동하는 통행(HE)으로 정의하였다. 분석 단위는 행정동을 사용하였다. 연구의 시간적 범위는 COVID-19의 영향이 거의 없고, 공휴일이 없는 2023년 11월로 설정하였고, 주말(총 8일)을 대상으로 하였다.

2. 분석자료

1) 활용 데이터

본 연구는 연령대에 따라 비통근 통행의 수요가 어떻게 다른지, 어떤 목적지 요인에 영향을 받는지 분석하는 데에 초점을 두고 있다. 따라서 연령대별 비통근 통행량 도출에 서울시 생활이동 데이터를 활용하였다. 여기서 생활이동은 특정 시점에 특정 지역 간 이동을 말하고, 생활이동 데이터는 KT 기지국에 집계되는 LTE와 5G 신호를 바탕으로 출발지와 목적지별 이동 인원수를 전체 인구에 맞게 가공하여 개방한 데이터이다(박준상 외, 2022). 해당 데이터는 기지국 간의 이동을 할 때마다 휴대폰 기기 사용 여부와 관계없이 LTE와 5G 시그널 데이터가 자동으로 기지국에 적재되어 휴대폰 소지자의 모든 이동을 파악할 수 있다. 이 신호는 기지국 단위로 집계되고, 이를 이동과 체류로 구분하는 체류 패턴 분석에 활용하여 야간 상주지와 주간 상주지를 추정하였다. 이에 기지국 단위의 이동을 행정동 단위로 집계하여, 행정동 간의 이동을 이동 유형별로 제공한다(서울특별시 빅데이터담당관 외, 2023).

해당 데이터는 도착시간, 출발·도착 행정동, 성별, 연령대, 이동 유형, 이동 시간, 이동인구 수 등의 속성 정보를 포함하고 있으며, 세부 내용은 <표 1>과 같다. 구체적으로 2023년 기준, 서울시가 출발 또는 도착인 경우의 데이터만 제공되고 있으므로, 출발·도착 행정동은 둘 중 하나가 서울시이다. 이동 유형은 체류 패턴 분석으로 추정된 야간 상주지(Home: H), 주간 상주지(Work:

표 1. 생활이동 데이터 속성

Table 1. Properties of mobile phone-based mobility data

구분	내용
도착시간 Arrival time	yyyy/mm, hh (1시간 단위) yyyy/mm, hh (every 1 hours)
출도착 지역 Departure and arrival area	행정동 단위 Administrative dong unit
성별 Gender	남 / 여 Male / Female
연령대 Age range	5세 단위 5 year old unit
이동 유형 Mobility type	H (집으로 추정) / W (근무지로 추정) / E (기타지역으로 추정) H (estimated to be home) / W (estimated to be work area) / E (estimated to be other areas)
이동시간 Travel time	평균 이동시간 (분 단위) Average travel time (in minutes)
이동인구 수 Number of mobile population	이동인구 수 합 (명) Total mobile population (people)

W), 기타 지역(Etc: E)으로 출발지와 목적지 순열에 따라 총 9개로 구분된다. 이는 통근 통행과 비통근 통행을 구분하는 속성으로 사용된다. 본 연구는 연구의 범위에서 언급했듯이, 이 분류를 활용하여 비통근 통행을 야간상주지(H)에서 기타지역(E)으로의 주말(토·일) 이동(HE)으로 정의하여 사용하였다. 이동인구 수는 개인정보 보호를 위해 3명 이하의 이동은 별도의 NA 표기로 가려진다. 이에 가려진 이동인구 수는 1~3명의 중간값 및 평균값인 2명으로 전처리하여 사용하였다. 연령대는 20세부터 79세에 해당하는 데이터만 사용하였는데, 그 이유는 10대 이하와 80세 이상의 고령인은 모바일폰 사용자 수가 적어서 과대 추정될 우려가 있기 때문이다.

2) 변수 설정

본 연구에서 활용한 변수는 <표 2>와 같다. 먼저 장운정(2015), 장운정·이창효(2016), 고승욱 외(2017) 등의 연구에서 드러난 바와 같이 인구 특성에 따라 비통근 통행 목적지가 달라진다고 판단하였다. 이에 종속변수는 연령 그룹별로 구분하여 비통근 유입통행 지수로 설정하였다. 연령 그룹의 구분은 국내 생애주기 구분을 사용하여 청년 20~29세, 중년 30~49세, 장년 50~64세, 노년 65~79세로 설정하였다. 비통근 유입통행 지수는 입지계수(LQ 지수)를 활용하여 상대적인 연령대별 통행의 집중도를 설명하고자 하였다. LQ 지수는 보통 어떤 지역의 산업에 대해 상대적인 중요도를 측정할 때 사용되며, 그 산업의 특화 정도를 나타낼 수 있다(Wei and Wang, 2021). 이에 비통근 유입통행 지수를 계산한 공식은 식(1)과 같다. 0 이상의 값을 가지며, 평균적인 수준으

로 해당 연령대가 유입될 경우 1의 값을 가진다. $F_{age,i}$ 는 특정 연령대의 i 행정동 비통근 유입통행 지수이며, $n_{age,i}$ 는 특정 연령대에서 i 행정동으로 도착하는 통행량, N_{age} 는 특정 연령대의 전체 통행량이다. 여기서 통행량은 생활이동 데이터를 활용하여 계산하였으며, 서울시로 도착하는 이동만 대상으로 하고, 행정동 내부에서의 이동도 고려하였다.

$$F_{age,i} = \frac{\sum_{age} N_{age} / \sum_{age} n_{age,i}}{N_{age} / n_{age,i}} \dots \dots \dots (1)$$

독립변수는 비통근 통행 집중지역의 특성을 설명할 수 있는 변수로 설정하였고, 선행연구에서 주요하게 다루어진 토지이용, 교통·통행, 인구 특성으로 구축하였다. 통행의 규모와 패턴은 토지이용과 교통 간 상호작용으로 나타나고(Wegener, 1996), 도시내 통행은 출발지나 도착지가 가진 토지이용 및 교통 특성에 영향을 받기 때문에(이승일, 2010), 선정된 독립변수는 비통근 통행의 집중지역을 설명할 변수로 적합하다. 먼저, 토지이용 특성은 건축물 연면적 밀도와 용도 혼합도, POI 시설 밀도, 공원 밀도를 고려하였다. 건축물 용도별 연면적 밀도와 용도 혼합도는 이전 연구에서 통행 행태에 영향을 미치는 주요한 요인으로 분석되었기 때문에 주요 변수로 구축하였다(이남휘·최창규, 2020; Li et al., 2018). 건축물 연면적 밀도는 주거, 업무, 상업 용도를 고려하였다. 모든 밀도 변수는 토지이용에 의한 편향을 방지하기 위해 토지피복상 시가화지역만 고려하였다. 용도 혼합도는 주거와 상업의 혼합도, 주거, 상업, 업무의 혼합도로 설정하였고, 식 (2)와 같이 엔트로피 지수를 사용하여 계산하였다.

$$Land\ Use\ Mix\ Index = - \sum_{i=1}^n \frac{P_i \times \ln(P_i)}{\ln(n)} \dots \dots \dots (2)$$

생활 필수 시설과 여가 시설 밀도는 카카오맵 API로 Point of Interest(POI) 위치를 수집하여 구축하였다.

이전 연구에서는 비통근 활동 시설이 비통근 통행에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났으므로(고승욱·이승일, 2017; 장운정·이승일, 2010), 두 가지 유형의 시설로 구분하여 각 시설의 성격에 따라 비통근 통행에 미치는 영향이 상이한지 확인하고자 하였다. 구체적으로 생활 필수 시설은 일상 생활을 영위할 때 필수 시설인 편의점, 은행, 마트, 공공기관을 고려하고, 여가 시설은 여가 활동을 위해 방문할 것으로 예상되는 문화시설과 관광명소를 고려하였다. 공원 밀도는 공원 유형을 네 가지로 구분하여 고려하였다. 연령대별로 선호하는 공원 유형이 다를 것으로 예상되므로(고승욱 외, 2017), 생활서비스시설로 정의된 공원을 강변 공원, 광장, 근린공원, 도시자연공원으로 구분하여 변수를 구축하

표 2. 변수 정의 및 출처 Table 2. Definition of variable and data source

Variables		Description	Data source	
종속변수 Dependent variables	비통근 유입통행 지수 Non-commute inflow index	청년 (20~29세) Young adults (20-29 years old)	행정동별 비통근 유입통행 지수 (LQ지수) Non-commute inflow index by administrative dong (LQ index)	
		중년 (30~49세) Middle age adults (30-49 years old)		
		장년 (50~64세) Senior adults (50-64 years old)		
		노년 (65~79세) Older adults (65-79 years old)		
독립변수 Independent variables	토지이용 특성 Land use factors	주거 Residential	행정동 시가지 면적 대비 주거용 시설 연면적 Total floor area of residential facilities compared to the urbanized area of administrative dong	
		건축물 연면적 밀도 Density of facility total floor area	업무 Business	행정동 시가지 면적 대비 업무용 시설 연면적 Total floor area of business facilities compared to the urbanized area of administrative dong
		용도 혼합도 Land use mix	상업 Commercial	행정동 시가지 면적 대비 상업용 시설 연면적 Total floor area of commercial facilities compared to the urbanized area of administrative dong
			주거·상업 혼합도 Residential and commercial mixed use	행정동별 주거용 시설, 상업용 시설 연면적 용도 혼합도 Total floor area use mix of residential and commercial facilities by administrative dong
	POI 밀도 POI density	주거·상업·업무 혼합도 Residential, commercial and business mixed use	행정동별 주거용, 상업용, 업무용 시설 연면적 용도 혼합도 Total floor area use mix of residential, commercial and business facilities by administrative dong	
		생활 필수 시설 Essential facilities for living	행정동 시가지 면적 대비 편의점, 은행, 마트, 공공기관 수 Number of convenience stores, banks, marts, public institutions compared to the urbanized area of administrative dong	
	공원 밀도 Park density	여가 시설 Leisure facilities	행정동 시가지 면적 대비 문화시설, 관광명소 수 Number of cultural facilities, tourist attractions compared to the urbanized area of administrative dong	
		강변 공원 Riverside Park	광장 Plaza	행정동 시가지 면적 대비 공원 유형별 면적 Area by park type compared to the urbanized area of administrative dong
			근린 공원 Neighborhood park	
			도시자연공원 Urban natural park	
대중교통 서비스 지역 밀도 Density of public transportation service area	버스 Bus		행정동 시가지 면적 대비 버스 서비스 지역 Bus service area compared to the urbanized area of administrative dong	
교통·통행 특성 Transportation and travel factors	도로 밀도 Road density	지하철 Subway	행정동 시가지 면적 대비 지하철 서비스 지역 Subway service area compared to the urbanized area of administrative dong	
		비통근 유입 통행 시간 Non-commute inflow travel time	비통근 목적 도착 통행의 평균 이동 시간 (분) Average travel time for non-commuting arrivals (minutes)	
인구 특성 Population factors	인구 밀도 Population density	행정동 시가지 면적 대비 인구 수 Number of populations compared to the urbanized area of administrative dong		
	고용인구 밀도 Employed population density	행정동 시가지 면적 대비 고용인구 수 Number of employed populations compared to the urbanized area of administrative dong		
	유동인구 밀도 Floating population density	행정동 시가지 면적 대비 일평균 유동(유입)인구 수 Number of average daily floating (inflow) population compared to the urbanized area of administrative dong		

였다. 구체적으로 강변 공원은 한강, 중랑천, 탄천 등 강변에 위치한 공원이며, 광장은 광화문열린마당, 서울광장, 종묘광장 등이 포함된다. 그리고 근린공원은 서울숲, 어린이대공원, 선유도공원 등이 포함되며, 도시자연공원은 남산, 인왕산, 북한산 등 서울시의 주요 산(山)을 의미한다.

다음으로, 교통·통행 특성은 대중교통 서비스 지역, 도로 밀도, 유입 통행 시간으로 설정하였다. 대중교통은 도시민의 통행에 중요한 요소이며, 대중교통의 접근성은 통행 거리나 시간에 유의한 영향을 미친다(고승욱 외, 2017; 이남휘·최창규, 2019; Ji et al., 2019). 이에 대중교통 서비스 밀도가 연령대별로 비통근 통행에 미치는 영향을 확인하기 위해 변수로 구축하였다. 구체적으로 버스 서비스 지역은 버스 정류장으로부터 반경 400m 내 시가화면적으로 구축하고, 지하철 서비스 지역은 지하철역으로부터 반경 500m 내 시가화면적으로 설정하였다(윤종진·우명제, 2015). 그리고 자가용의 접근성을 확인할 수 있는 도로 밀도를 변수로 설정하였다(Vickerman, 2021). 대중교통 서비스 지역과 도로 면적은 모두 행정동별 면적에 의한 편향을 방지하기 위해 행정동별 시가화면적으로 나누어 사용하였다. 그리고 비통근 통행의 유입 통행 시간을 변수로 설정하였다. 연령에 따라 평균 통행 시간이 다르기 때문에(하재현·이수기, 2017), 통행 시간이 연령대별 비통근 통행 집중지역에 어떤 영향을 미치는지 확인하고자 구축하였다.

마지막으로, 인구 특성은 인구 밀도, 고용인구 밀도, 유동인구 밀도로 구성하였다. 인구 관련 변수는 통행 연구에서 매우 중요한 요인으로 작용하고(Næss, 2006), 연령대에 따라 서로 다른 영향을 받기 때문에 필수적으로 고려해야 한다(김규식·권규상, 2020). 인구 밀도는 각 행정동별 주민등록인구 데이터를 사용하였고, 고용인구 밀도는 각 행정동별 고용 인구 수를 사용하였다. 주민등록 인구 밀도와 실제 사람들이 이동하는 인구의 밀도는 서로 다른 영향을 미칠 수도 있다(조월 외, 2021). 따라서 등록 인구 밀도 변수와 비교하기 위해 유동인구 밀도를 변수로 설정하였다. 유동인구 밀도는 서울시 생활이동 데이터를 활용하여 구축하였고, 모든 유형의 2023년 11월 일평균 유입 이동인구 수로 계산하였다.

3. 분석과정 및 방법

분석 과정은 크게 두 가지로 구성하였는데, 먼저, 연령대별로 비통근 통행의 패턴을 확인하고, 연령대별 비통근 통행 집중지역의 특성을 분석하였다. 비통근 통행 패턴을 확인하기 위해 연령대별로 비통근 유입통행 지수의 상·하위 5개 행정동을 도출하고, 비통근 목적의 출발·도착(OD) 현황을 시각화하였다. 비통근 목적의 OD 현황은 서울시로 도착하는 모든 비통근 통행을 대상으로 하였고, 행정동 단위로 시각화하였다. 그리고 연령대별 비교·

분석을 위해 1세당 일평균 이동량으로 계산하였다. 또한, OD의 가시성을 위해 일평균 외부 이동량은 15명 이상부터 표현하였다. OD 분석을 위해 행정동별 출·도착 이동량을 집계하고, 선형의 셰이프파일(SHP)을 생성할 때, Python, R-4.3.2, QGIS를 사용하였다.

연령대별 비통근 통행 집중지역의 특성 분석을 위해 공간회귀 분석을 사용하였고, 종속변수인 비통근 통행 지수의 공간적 자기상관성을 Moran's I 값으로 평가하였다. 그 결과 <표 3>과 같이 도출되어, 4개 연령 그룹의 비통근 통행은 모두 공간적 영향이 클 것으로 판단하였다. 이러한 공간적 자기상관성을 제어하지 않을 경우, 편향된 결과가 도출될 수도 있다(Anselin, 1988). 따라서 퀸(Queen) 방식의 공간가중행렬을 통해 공간적 자기상관성을 고려한 회귀분석을 수행하였다. 구체적으로, 공간시차모형(Spatial Lag Model, SLM)과 공간오차모형(Spatial Error Model, SEM) 중 모형 성능을 비교하여 최종 모형을 결정하였다. SLM은 식 (3)과 같고, SEM은 식 (4)와 같다(Ward and Gleditsch, 2018). 여기서 y_i 는 종속변수인 비통근 유입 통행 지수이고, β 는 회귀계수이고, p 는 공간 자기회귀 매개변수이고, W_i 는 공간 가중치 벡터이다. 그리고 λ 는 구성 요소 간의 상관 수준을 나타내며, ϵ_i 는 공간적으로 상관되지 않은 오류항을 나타낸다.

$$y_i = \beta_0 + x_i\beta + pW_iy_i + \epsilon_i \dots\dots\dots (3)$$

$$y_i = \beta_0 + x_i\beta + \lambda W_i\epsilon_i + \epsilon_i \dots\dots\dots (4)$$

IV. 분석결과

1. 기초통계분석

본 연구에서 사용된 종속변수 및 독립변수에 대한 기초 통계를 분석하였다. 기초통계분석 결과는 <표 4>와 같이 각 변수에 대해 평균, 중간값, 표준편차, 최솟값, 최댓값을 계산하였다. 종속변수인 비통근 유입통행 지수를 살펴보면, 중년층과 장년층의 평균값은 1에 가까운 값을 가지는 것으로 나타났다. 이는 중년층과 장년

표 3. Moran's I 결과
Table 3. Result of Moran's I

Variables		Moran's I
종속변수 Dependent variables	비통근 유입통행 지수	Young adults 0.462 ***
	Non-commute inflow index	Middle age adults 0.458 ***
		Senior adults 0.486 ***
		Older adults 0.408 ***

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

표 4. 기초통계분석 결과

Table 4. Results of descriptive analysis

Variables		Mean	Median	S.D.	Min.	Max.		
종속변수 Dependent variables	비통근 유입통행 지수 Non-commute inflow index	청년 (20~29세) Young adults (20-29 years old)	0.85	0.72	0.45	0.26	3.02	
		중년 (30~49세) Middle age adults (30-49 years old)	0.94	0.93	0.16	0.43	1.40	
		장년 (50~64세) Senior adults (50-64 years old)	1.07	1.09	0.16	0.43	1.56	
		노년 (65~79세) Older adults (65-79 years old)	1.10	1.12	0.29	0.26	2.21	
독립변수 Independent variables	건축물 연면적 밀도 Density of facility total floor area	주거 Residential	1.20	1.19	0.50	0.00	3.24	
		업무 Business	0.18	0.08	0.28	0.00	2.04	
		상업 Commercial	0.23	0.18	0.19	0.01	1.74	
	용도 혼합도 Land use mix	주거·상업 혼합도 Residential and commercial mixed use	0.03	0.01	0.11	0.00	0.99	
		주거·상업·업무 혼합도 Residential, commercial and business mixed use	0.12	0.00	0.20	0.00	0.95	
	토지이용 특성 Land use factors	POI 밀도 POI density						
		생활 필수 시설 Essential facilities for living	4.51	3.92	2.69	0.07	17.34	
	독립변수 Independent variables	공원 밀도 Park density	여가 시설 Leisure facilities	1.02	0.78	0.89	0.03	7.30
			강변 공원 Riverside Park	0.01	0.00	0.06	0.00	0.57
			광장 Plaza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
			근린 공원 Neighborhood park	0.09	0.00	0.22	0.00	2.49
			도시자연공원 Urban natural park	0.18	0.00	0.55	0.00	5.31
교통·통행 특성 Transportation and travel factors	대중교통 서비스 지역 밀도 Density of public transportation service area	버스 Bus	0.95	1.00	0.08	0.40	1.00	
		지하철 Subway	0.54	0.58	0.30	0.00	1.00	
	도로 밀도 Road density	0.28	0.26	0.08	0.09	0.88		
인구 특성 Population factors	비통근 유입 통행 시간 Non-commute inflow travel time		56.36	54.01	8.89	41.39	86.47	
	인구 밀도 Population density		321.21	330.50	106.55	4.12	617.15	
	고용인구 밀도 Employed population density		153.45	98.68	152.12	19.49	1,198.73	
유동인구 밀도 Floating population density		568.89	254.06	513.40	50.29	1,907.21		

층이 청년층과 노년층에 비해 비통근 통행이 집중되는 정도가 상대적으로 약함을 알 수 있다. 그리고 표준편차는 청년층이 0.45로 가장 크게 나타났고, 다음으로 노년층이 0.29로 크게 나타났다. 이는 청년층과 노년층이 다른 연령대에 비해 비통근 통행이 집중되는 정도가 편중되어 있음을 의미한다.

독립변수는 토지이용 특성, 교통·통행 특성, 인구 특성으로 구성하였다. 건축물 연면적 밀도에서 주거 시설 밀도가 평균, 최댓값 등이 가장 높게 나타났고, 표준편차도 가장 큰 것으로 나타났다. 용도 혼합도는 0에서 1까지의 값을 가질 수 있는데, 주거, 상업 혼합도는 0부터 0.99까지의 값을 가지고, 주거, 상업, 업무 혼합도는 0부터 0.95까지의 값을 가지는 것을 알 수 있다. POI 밀도 중 생활 필수 시설 밀도가 여가 시설 밀도보다 높은 것으로 나타났다. 공원 밀도 중에서는 산지가 포함되어 있는 도시자연공원이 가장 높은 밀도를 가지는 것으로 나타났고, 광장이 가장 낮은 밀도를 가지는 것으로 나타났다. 대중교통 서비스 지역 중 버스 서비스 지역의 최솟값은 0.40으로, 서울시 내 모든 행정동에 버스 서비스가 제공되는 것으로 나타났다. 하지만, 지하철 서비스 지역의 최솟값은 0.00으로 지하철 서비스가 부재한 행정동이 있음을 알 수 있다. 도로 밀도는 평균값이 0.28, 표준편차가 0.08로 나타났다. 비통근 목적으로 서울시에 도착하는 통행의 평균 통행 시간은 56.36분으로 나타났다. 이는 행정동 간 이동 시에 사용한 교통수단을 알 수 없다는 생활이동 데이터의 한계로 인해 다른 통행 데이터에 비해 길게 도출된 것으로 판단된다. 인구 특성 중 인

구 밀도의 평균값은 321.21, 고용인구 밀도의 평균값은 153.45, 유동인구 밀도의 평균값은 568.89로 나타났다. 일반적인 인구 밀도와 유동인구 밀도는 서로 다른 값을 가지는 것을 알 수 있는데, 유동인구 밀도의 최댓값이 정적인 인구 밀도보다 크게 나타났다.

2. 연령대별 비통근 통행 패턴 분석

연령대별 비통근 통행이 집중되는 지역을 확인하기 위해 연령대별로 비통근 유입통행 지수의 상·하위 5개 행정동을 도출하였고, 그 결과는 <표 5>와 같다. 청년층의 비통근 통행이 집중되는 지역은 주로 대학가가 위치한 지역인 것으로 분석되었고, 도봉구, 성북구 등의 지역에 비통근 통행이 집중되지 않는 것으로 분석되었다. 중년층의 비통근 통행이 집중되는 지역은 송파구 잠실, 용산구 이태원, 강서구 방화동인 것으로 분석되었고, 비통근 통행이 집중되지 않는 지역은 청년층과 비슷하게 성북구, 도봉구 등의 지역으로 나타났다. 장년층의 비통근 통행이 집중되는 지역은 구로구, 영등포구 등으로 나타났고, 비통근 통행이 집중되지 않는 지역은 대학가가 위치한 지역들로 나타났다. 노년층의 비통근 통행이 집중되는 곳은 성북구, 도봉구 등으로 나타났고, 비통근 통행이 집중되지 않는 지역은 청년층의 비통근 통행이 집중되는 지역으로 나타났다. 이를 통해 연령대별로 비통근 통행이 서로 다른 지역으로 집중되는 것을 확인할 수 있고, 특히, 청년층과 노년층은 상호 반대되는 지역으로 비통근 통행이 집중되는 것으

표 5. 연령대별 비통근 유입통행 지수 상·하위 행정동

Table 5. Administrative dong with high and low non-commute inflow index by age groups

Category	비통근 유입통행 지수 Non-commute inflow index	
	상위 5개 행정동 Top 5 administrative dong	하위 5개 행정동 Bottom 5 administrative dong
청년층 Young adults	마포구 연남동 Yeonnam-dong, Mapo-gu (3.02) 마포구 서교동 Seogyo-dong, Mapo-gu (2.96) 광진구 화양동 Hwayang-dong, Gwangjin-gu (2.91) 동대문구 회기동 Hoegi-dong, Dongdaemun-gu (2.77) 마포구 서강동 Seogang-dong, Mapo-gu (2.49)	도봉구 도봉1동 Dobong 1-dong, Dobong-gu (0.26) 성북구 장위3동 Jangwi 3-dong, Seongbuk-gu (0.28) 도봉구 창4동 Chang 4-dong, Dobong-gu (0.31) 강남구 일원본동 Ilwonbon-dong, Gangnam-gu (0.32) 성북구 장위2동 Jangwi 2-dong, Seongbuk-gu (0.34)
중년층 Middle age adults	송파구 잠실2동 Jamsil 2-dong, Songpa-gu (1.40) 용산구 이태원2동 Itaewon 2-dong, Yongsan-gu (1.39) 송파구 잠실6동 Jamsil 6-dong, Songpa-gu (1.39) 송파구 잠실3동 Jamsil 3-dong, Songpa-gu (1.38) 강서구 방화2동 Banghwa 2-dong, Gangseo-gu (1.34)	성북구 장위3동 Jangwi 3-dong, Seongbuk-gu (0.43) 성북구 장위2동 Jangwi 2-dong, Seongbuk-gu (0.43) 도봉구 도봉1동 Dobong 1-dong, Dobong-gu (0.45) 종로구 숭인2동 Sungin 2-dong, Jongno-gu (0.49) 도봉구 창4동 Chang 4-dong, Dobong-gu (0.55)
장년층 Senior adults	구로구 구로4동 Guro 4-dong, Guro-gu (1.56) 영등포구 대림2동 Daelim 2-dong, Yeongdeungpo-gu (1.55) 종로구 평창동 Pyeongchang-dong, Jongno-gu (1.45) 영등포구 대림3동 Daelim 3-dong, Yeongdeungpo-gu (1.44) 금천구 독산3동 Doksan 3-dong, Geumcheon-gu (1.43)	마포구 연남동 Yeonnam-dong, Mapo-gu (0.43) 마포구 서교동 Seogyo-dong, Mapo-gu (0.46) 성동구 성수1가2동 Seongsu 1-ga 2-dong, Seongdong-gu (0.58) 성동구 성수1가3동 Seongsu 1-ga 3-dong, Seongdong-gu (0.59) 광진구 화양동 Hwayang-dong, Gwangjin-gu (0.59)
노년층 Older adults	성북구 장위3동 Jangwi 3-dong, Seongbuk-gu (2.21) 성북구 장위2동 Jangwi 2-dong, Seongbuk-gu (2.07) 도봉구 도봉1동 Dobong 1-dong, Dobong-gu (2.01) 종로구 숭인2동 Sungin 2-dong, Jongno-gu (1.88) 동대문구 청량리동 Cheongnyangni-dong, Dongdaemun-gu (1.82)	마포구 연남동 Yeonnam-dong, Mapo-gu (0.26) 마포구 서교동 Seogyo-dong, Mapo-gu (0.32) 용산구 이태원1동 Itaewon 1-dong, Yongsan-gu (0.36) 종로구 혜화동 Hyehwa-dong, Jongno-gu (0.41) 용산구 이태원2동 Itaewon 2-dong, Yongsan-gu (0.42)

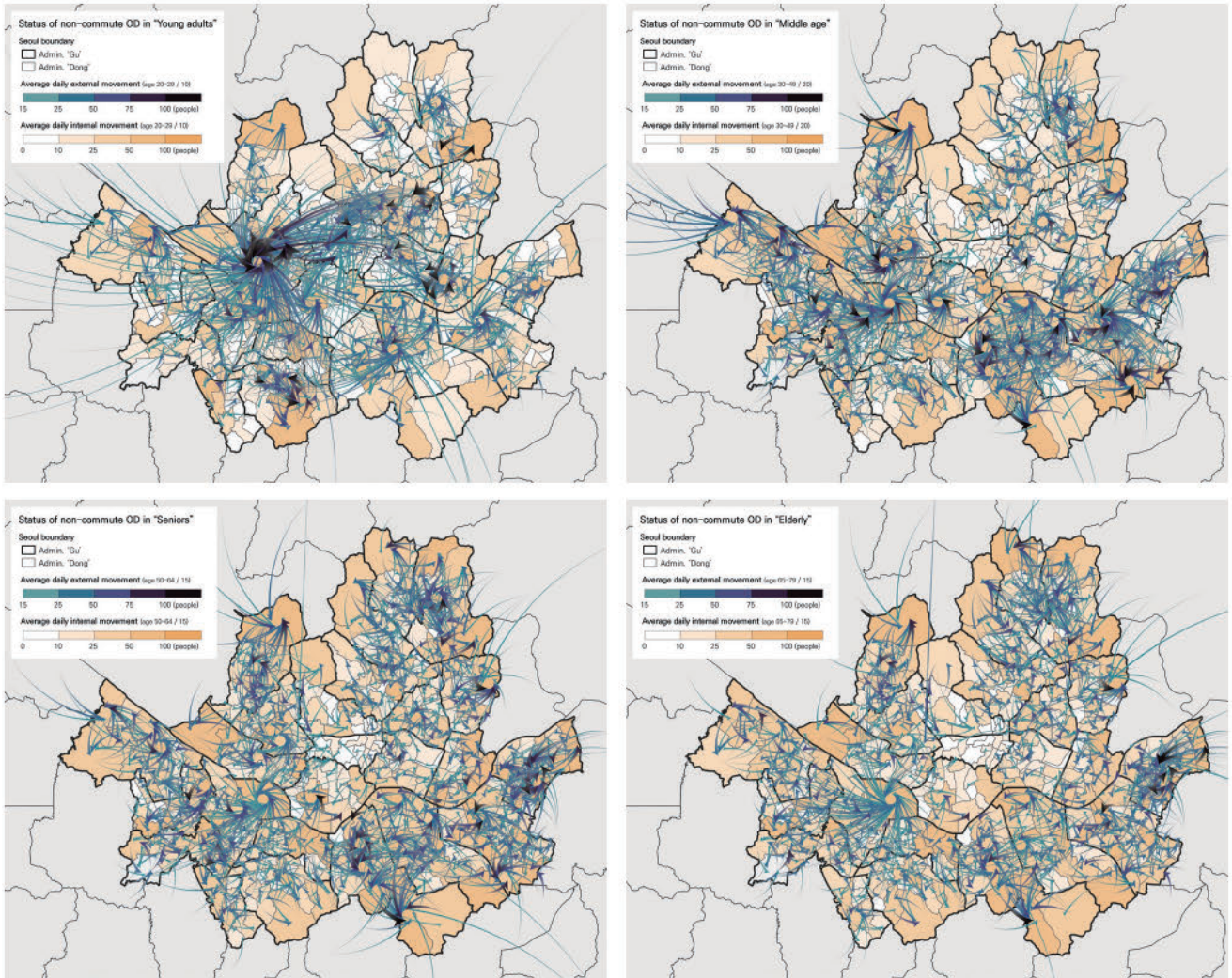


그림 2. 연령대별 비통근 유입 통행 OD 시각화 결과
 Figure 2. Non-commute travel OD visualization results by age groups

로 나타났다.

다음으로, 서울시로 도착하는 비통근 목적의 통행을 시각화하여 연령대별 비통근 통행 패턴을 확인하였고, 그 결과는 <그림 2>와 같다. 시각화 결과를 통해 연령대가 낮을수록 장거리로 이동하는 것을 확인할 수 있고, 고령의 연령대로 갈수록 단거리 이동과 내부 통행이 증가하는 것을 알 수 있다. 청년층은 특정 지역으로 유입되는 것을 볼 수 있는데, 홍익대학교, 건국대학교, 서울대학교 등이 위치한 대학이 지역인 것을 알 수 있다. 중년층은 홍익대 인근 지역, 여의도, 강남 등으로의 유입이 많은 것으로 분석되었다. 장년층과 노년층은 도시자연공원이 위치하는 서울 외곽지역으로의 이동이 많고, 외부에서 서울시로 도착하는 이동이 연령대가 낮은 그룹보다 상대적으로 적은 것을 알 수 있다.

3. 연령대별 비통근 유입통행 집중지역 특성 분석

공간회귀분석을 활용하여 비통근 통행 집중지역의 특성을 분

석하기 위해 두 가지 공간회귀모형(SEM, SLM)의 적합도를 평가하였다. 그 결과, <표 6>과 같이 도출되었고, 모든 연령대 모형에서 AIC, BIC 값이 모두 낮게 도출된 공간시차모형(SLM)을 영향요인 분석에 최종적으로 활용하였다.

표 6. 모형 적합도
 Table 6. Model's goodness of fit

Category	비통근 유입통행 지수 Non-commute inflow index				
	청년층 Young	중년층 Middle age	장년층 Senior	노년층 Older	
Spatial Lag Model (SLM)	AIC	47.19	-607.74	-707.05	-116.18
	BIC	229.42	-425.50	-524.81	66.05
Spatial Error Model (SEM)	AIC	67.16	-606.62	-700.73	-110.65
	BIC	249.40	-424.39	-518.49	71.59

총 4개의 연령 그룹별로 비통근 통행 집중지역 특성을 분석하여 4개의 모형이 도출되었으며, 그 결과는 <표 7>과 같고, 종합 결과를 <표 8>과 같이 정리하였다. 먼저, 독립변수의 분산팽창계수(Variance Inflation Factor, VIF)가 모두 7 미만으로 도출되어 독립변수의 다중공선성 문제가 없음을 확인하였다.

청년층의 비통근 통행이 집중되는 지역과 유의한 양(+)의 관계를 가지는 토지이용 특성은 생활 필수 시설 밀도, 여가 시설 밀도로 분석되었다. 반면, 업무와 상업 시설의 연면적 밀도, 주거·상업 혼합도, 광장 밀도, 근린공원 밀도, 도시자연공원 밀도는 유의한 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 교통·통행 특성 요인에서 비통근 유입통행 시간은 유의한 양(+)의 관계를 가지는 것으로 분석되었고, 도로 밀도는 유의한 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 인구 특성 요인에서 고용인구 밀도는 유의한 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다.

중년층의 비통근 통행이 집중되는 지역의 특성은 다음과 같다. 토지이용 특성 요인에서 주거와 업무의 시설 연면적 밀도, 주거·상업·업무의 혼합도, 여가 시설 밀도는 유의한 양(+)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 반면, 주거·상업 혼합도와 생활 필수 시설 밀도, 도시자연공원 밀도는 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 교통·통행 특성 요인에서 유의한 변수는 없는 것으로 분석되었다. 인구 특성 요인에서 유동인구 밀도는 유의한 양(+)의 관계를 가지는 것으로 분석되었고, 인구 밀도는 유의한 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다.

장년층의 비통근 통행이 집중되는 지역의 특성은 다음과 같다. 토지이용 특성 요인에서 광장과 도시자연공원의 밀도는 유의한 양(+)의 관계를 가지고, 여가시설 밀도는 유의한 음(-)의 관계를 가진다. 교통·통행 특성 요인에서 비통근 유입통행 시간은 유의한 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 인구 특성 요인에서 고용인구 밀도는 유의한 양(+)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다.

노년층의 비통근 통행이 집중되는 지역의 특성은 다음과 같다. 토지이용 특성 요인에서 주거·상업 혼합도, 광장과 도시자연공원의 밀도는 유의한 양(+)의 관계를 가지고, 여가 시설 밀도는 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 교통·통행 특성 요인에서 지하철 서비스 지역과 도로 밀도는 유의한 양(+)의 관계를 가지고, 비통근 유입통행 시간은 유의한 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 인구 특성 요인에서 인구 밀도는 유의한 양(+)의 관계를 가지고, 유동인구 밀도는 유의한 음(-)의 관계를 가지는 것으로 분석되었다.

분석 결과를 종합하여 연령 그룹별로 비통근 통행 집중지역 특성을 비교하면 다음과 같다. 먼저, 토지이용 특성 요인에서 청년층은 업무와 상업 시설의 밀도가 높은 지역과 주거와 상업 혼합도가 높은 지역으로 비통근 통행이 밀집되지 않는 것으로 분석되었다. 반면, 중년층은 주거 시설과 업무 시설의 밀도가 높은 지역으

로 비통근 통행이 집중되는 것으로 분석되었다. 또한, 중년층은 주거·상업 혼합도보다 주거·상업·업무 혼합도가 높은 지역으로 비통근 통행이 집중되는 것으로 분석되었다. 중년의 연령대는 청년층과 다르게, 업무 시설이 밀집되어 있거나, 모든 시설의 혼합도가 높은 서울 주요 도심으로 비통근 통행이 집중됨을 알 수 있다. 한편, 노년층은 주거·상업 혼합도가 높은 지역에 비통근 통행이 집중되는 것으로 분석되었다. 고령인은 거주지 인근에서 주로 비통근 통행이 이루어진다고 했던 고승욱·이승일(2017) 연구와 동일한 맥락으로 해석할 수 있다. 본 연구의 결과는 기존 연구 결과에서 나아가 노년층의 비통근 통행 행태에 대한 더욱 구체화 된 설명이 가능하다. 이는 거주지 인근에 비통근 활동의 수요를 충족시킬 수 있는 상업 공간의 입지가 노년층의 비통근 활동에 중요하다는 점이다.

비통근 활동이 가능한 시설의 밀도가 높은 지역에 청년층의 비통근 통행이 집중되는 것으로 분석되었다. 그리고 중년층 또한 여가 시설의 밀도가 높은 지역으로 비통근 통행이 집중되었다. 청년층의 결과는 이전 연구 결과와 일치한다(고승욱 외, 2017). 공원 밀도 요인에서는 장년층과 노년층의 비통근 통행은 광장과 도시자연공원 밀도가 높은 곳으로 집중되었다. 구체적으로, 서울시 내에 광장은 종로구 종로1·2·3·4가동, 사직동, 명동 등 도시에 위치하며, 도시자연공원은 종로구 삼청동, 강북구 변동, 노원구 월계동 등 서울시 외곽지역인 주요 산(山)에 위치한다. 반면, 청년층은 광장, 근린 공원, 도시자연공원의 밀도가 높은 곳으로 비통근 통행이 집중되지 않고, 중년층 또한 도시자연공원 밀도가 높은 곳에 비통근 통행이 집중되지 않는 것으로 분석되었다. 이는 공원이 위치한 지역에서 고령인은 비통근 통행 거리를 줄이고(설석환 외, 2023), 공원이 위치한 지역에 고령인의 유입 통행량이 많다는 한수경·이희연(2015)의 연구 결과와 맥락이 일치한다. 본 연구는 기존 연구에서 더 나아가, 공원의 세부 유형을 나누어 분석하여 연령대가 증가할수록 도심 내 광장 또는 관악산, 수락산, 북한산 등 서울시 내 주요 산이 위치한 지역으로 비통근 통행이 집중됨을 입증하였다.

다음으로, 교통·통행 특성 요인 결과는 다음과 같다. 노년층은 지하철 서비스 지역 밀도가 높은 곳으로 비통근 통행이 집중되는 것으로 분석되었다. 이는 국내에서 65세 이상 고령인은 도시철도를 무료로 이용할 수 있으므로, 지하철 서비스 지역 밀도가 높은 지역에 노년층의 비통근 통행이 집중되는 것으로 판단되며, 이는 고승욱 외(2017) 연구와 일치하는 결과이다. 자가용의 접근성을 확인할 수 있는 도로 밀도는 노년층의 비통근 통행이 집중되는 지역과 유의한 양(+)의 관계를 가지는 것으로 분석되었고, 청년층은 반대의 결과가 나타났다. 이에 연령대가 높을수록 자가용 접근성이 비통근 통행에 중요한 요소임을 알 수 있다. 비통근 유입통행 시간은 연령대별로 서로 다른 관계를 미치는 것으로 분석되었는데, 청년층은 비통근 유입통행 시간이 긴 지역일수록 비통근

표 7. 공간회귀분석(공간시차모형) 결과 Table 7. Results of spatial regression analysis (spatial lag model)

Variables	비통근 유입통행 지수 Non-commute inflow index										
	청년층(20~29) Young adults		중년층(30~49) Middle age adults		장년층(50~64) Senior adults		노년층(65~79) Older adults		VIF		
	Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z			
토지이용 특성 Land use factors	건축물 연면적 밀도 Density of facility total floor area	주거 Residential	-0.037	-0.86	0.059 ***	2.94	-0.020	-1.11	-0.039	-1.09	3.80
		업무 Business	-0.158 *	-1.76	0.085 **	2.03	-0.034	-0.93	0.021	0.28	5.01
		상업 Commercial	-0.161 *	-1.70	0.058	1.33	0.032	0.81	-0.022	-0.28	2.68
	용도 혼합도 Land use mix	주거·상업 혼합도 Residential and commercial mixed use	-0.326 ***	-2.81	-0.123 **	-2.30	0.055	1.14	0.343 ***	3.58	1.39
		주거·상업·업무 혼합도 Residential, commercial and business mixed use	0.004	0.04	0.087 *	1.69	-0.055	-1.21	-0.066	-0.72	4.20
	POI 밀도 POI density	생활 필수 시설 Essential facilities for living	0.029 ***	3.14	-0.013 ***	-3.13	-0.001	-0.26	0.002	0.28	4.91
		여가 시설 Leisure facilities	0.246 ***	8.54	0.036 ***	2.78	-0.088 ***	-7.57	-0.112 ***	-4.82	4.97
	공원 밀도 Park density	강변 공원 Riverside Park	-0.146	-0.63	-0.094	-0.89	0.132	1.40	0.083	0.44	1.32
		광장 Plaza	-24.964***	-3.22	-5.240	-1.46	8.295 ***	2.60	14.710 **	2.30	1.37
		근린 공원 Neighborhood park	-0.112 **	-1.99	0.022	0.85	0.017	0.74	0.021	0.45	1.27
		도시자연공원 Urban natural park	-0.040 *	-1.66	-0.033 ***	-2.98	0.029 ***	2.92	0.042 **	2.10	1.42
	교통·통행 특성 Transportation and travel factors	대중교통 서비스 지역 밀도 Den. of public transportation service area	버스 Bus	0.029	0.19	-0.071	-0.98	-0.010	-0.16	0.103	0.80
지하철 Subway		0.018	0.38	-0.033	-1.50	-0.032	-1.61	0.077 **	1.97	1.65	
도로 밀도 Road density		-0.306 *	-1.70	-0.087	-1.04	-0.020	-0.26	0.364 **	2.45	1.59	
비통근 유입 통행 시간 Non-commute inflow travel time		0.013 ***	5.74	0.000	0.38	-0.003 ***	-3.71	-0.005 ***	-2.77	3.13	
인구 특성 Population factors	인구 밀도 Population density	-0.000	-0.87	-0.000 *	-1.90	0.000	0.66	0.000 *	1.93	5.62	
	고용인구 밀도 Employed population density	-0.000 *	-1.87	0.000	0.72	0.000 *	1.78	-0.000	-0.18	6.10	
	유동인구 밀도 Floating population density	0.000	1.54	0.000 **	2.26	-0.000	-1.60	-0.000 **	-2.22	3.62	
제어변수 Control variable	서울 자치구 (준거변수: 강남구) Seoul 'Gu' (ref. Gangnam-gu)	강동구 Gangdong-gu	0.010	0.14	-0.066 *	-1.82	0.023	0.72	0.062	0.96	1.97
		강북구 Gangbuk-gu	0.070	0.83	-0.116 ***	-2.76	0.049	1.37	0.060	0.85	1.74
		(skip)
		관악구 Gwanak-gu	0.295 ***	3.05	-0.033	-0.72	-0.067 *	-1.70	-0.074	-0.93	3.59
Constant		-0.426 *		0.694 ***		1.005 ***		0.872 ***			
ρ (rho)		0.367 ***		0.332 ***		0.358 ***		0.358 ***			
Num. obs.			424		424		424		424		
AIC			47.19		-607.74		-707.05		-116.18		
Log likelihood			21.41		348.87		398.53		103.09		

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

표 8. 비통근 유입통행 집중지역 특성 분석 종합 결과

Table 8. Comprehensive results of analysis of characteristics of non-commuting inflow concentrated areas

Variables		비통근 유입통행 지수 Non-commute inflow index					
		청년층(20~29) Young adults	중년층(30~49) Middle age adults	장년층(50~64) Senior adults	노년층(65~79) Older adults		
토지이용 특성 Land use factors	건축물 연면적 밀도 Density of facility total floor area	주거 Residential	-	+ ***	-	-	
		업무 Business	- *	+ **	-	+	
		상업 Commercial	- *	+	+	-	
	용도 혼합도 Land use mix	주거·상업 혼합도 Residential and commercial mixed use	- ***	- **	+	+ ***	
		주거·상업·업무 혼합도 Residential, commercial and business mixed use	+	+ *	-	-	
	POI 밀도 POI density	생활 필수 시설 Essential facilities for living	+ ***	- ***	-	+	
		여가 시설 Leisure facilities	+ ***	+ ***	- ***	- ***	
	공원 밀도 Park density	강변 공원 Riverside Park	-	-	+	+	
		광장 Plaza	- ***	-	+ ***	+ **	
		근린 공원 Neighborhood park	- **	+	+	+	
		도시자연공원 Urban natural park	- *	- ***	+ ***	+ **	
	교통·통행 특성 Transportation and travel factors	대중교통 서비스 지역 밀도 Density of public transportation service area	버스 Bus	+	-	-	+
			지하철 Subway	+	-	-	+ **
			도로 밀도 Road density	- *	-	-	+ **
	비통근 유입 통행 시간 Non-commute inflow travel time	+ ***	+	- ***	- ***		
인구 특성 Population factors	인구 밀도 Population density	-	- *	+	+ *		
	고용인구 밀도 Employed population density	- *	+	+ *	-		
	유동인구 밀도 Floating population density	+	+ **	-	- **		

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

통행이 집중되는 정도가 증가하였고, 장년층과 노년층은 반대의 결과가 나타났다. 이는 연령대가 낮을수록 장시간이 소요되는 비통근 통행 목적으로 집중됨을 의미한다.

마지막으로, 인구 특성 요인 결과는 다음과 같다. 인구 밀도가 높은 지역일수록 노년층의 비통근 통행이 집중되고, 중년층의 비

통근 통행은 집중되지 않는 것으로 도출되었다. 반면, 유동인구 밀도는 인구 밀도와 반대의 결과가 나타났다. 유동인구 밀도가 높은 지역일수록 노년층의 비통근 통행은 집중되지 않았고, 중년층의 비통근 통행은 집중되는 것으로 분석되었다. 이는 고밀의 복합화된 환경에서 고령인은 위험에 대한 민감도가 상승하면서

통행확률을 줄인다는 이전 연구 결과로 해석할 수 있다(김규식·권규상, 2020). 인구 밀도는 주민등록인구이기 때문에, 실제 고밀의 환경을 설명할 수 없지만, 유동인구 밀도는 실제로 사람들의 이동으로 만들어지는 고밀의 환경을 설명할 수 있다. 이에 고령인은 고밀의 환경에서는 젊은 연령대에 비해 비통근 통행이 집중되지 않는 것으로 해석할 수 있다.

V. 결론

본 연구는 연령대별로 비통근 통행의 패턴을 파악하고, 비통근 통행이 집중되는 지역의 특성을 분석하였다. 주요 분석 결과와 그에 따른 시사점은 다음과 같다. 첫째, 연령대가 낮은 청년층과 중년층은 건축물의 연면적이나, 토지이용의 복합도에 영향을 받기보다는 비통근 목적의 수요를 충족시켜줄 수 있는 여가·문화 시설, 마트 등의 밀도가 비통근 통행에 중요한 것으로 분석되었다. 이에 통행 형태 연구에서 전통적인 토지이용 변수뿐만 아니라, POI와 같은 시설 데이터를 활용하는 것이 필요함을 시사한다.

둘째, 연령대가 높은 장년층과 고령층은 광화문열린마당, 종묘광장, 세종로광장, 서울광장 등의 광장과 서울의 주요 산(山)에 위치하는 도시자연공원으로 비통근 통행이 집중되는 것을 확인하였다. 고령의 연령대를 위한 여가 활동 공간이 도심 내에 부족하다는 문제가 COVID-19 팬데믹 이후에 두드러졌다. 그리고 고령인은 주로 광화문 광장과 같은 접근성이 좋은 열린 공간에서 여가 시간을 보낸다고 알려져 있다. 따라서 비통근 활동 공간이 부족한 고령 연령대의 도시민에게 거주지 인근에 광장 및 도시자연공원과 같은 기능을 할 수 있는 공간을 제공해 줄 필요가 있다. 더 나아가, 도심 내에 유희부지나 시설을 활용하는 여가 공간 조성 사업을 정책적으로 제고할 필요가 있다.

셋째, 지하철역 접근성이 높은 지역일수록 고령자의 비통근 통행이 집중되는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 고령자를 대상으로 하는 도시철도 무료 승차 정책과 관련이 있다고 볼 수 있다. 또한, 연령대가 높을수록 이동이 불편하므로, 고령자는 대중교통 접근성이 높은 시설을 선호하는 것으로 판단된다. 따라서 고령인에게 필요한 비통근 활동 시설은 대중교통 서비스가 함께 지원되어야 함을 시사한다.

넷째, 청년층은 비통근 활동을 위해 장시간의 이동이 요구되는 지역으로 비통근 통행이 집중되었다. 청년층은 비통근 활동을 위해서 이동 시간에 크게 구애받지 않고 통행하는 것으로 해석할 수 있다. 이에 지속 가능한 도시 조성을 위해 청년층의 장시간 이동을 유발하는 구체적인 요인을 파악할 필요가 있다. 장시간 이동으로 방문하는 비통근 목적지를 더욱 세밀하게 분석하여 이를 청년층 거주 밀도가 높은 지역에 공급하거나, 생활권별로 시설을 조성하는 등의 정책이 필요하다. 또한, 장시간 통행을 지속 가능

한 교통 시스템인 대중교통으로 유도할 수 있는 “청년 맞춤형 기후동행카드”와 같은 정책도 도움이 될 수 있다.

다섯째, 고령의 연령대는 안전상의 문제로 고밀의 도시 환경에 비통근 통행이 집중되지 않는 것으로 분석되었다. 이에 고령인 관련 시설을 조성할 때, 도시 환경의 밀도를 필수적으로 고려하여 적절한 위치를 선정해야 한다. 또한, 도시 환경 밀도를 측정하고자 할 때, 주민등록인구를 사용하기보다, 실제로 이동하는 인구를 고려할 수 있는 데이터를 사용하여 정책에 활용하는 것이 바람직함을 시사한다.

한편, 본 연구는 서울시 생활이동 데이터의 특성상 개인 특성을 고려하지 못했다는 한계를 가진다. 통행 형태는 도시 환경뿐만 아니라, 개인의 특성이 중요한 역할을 하는데, 이를 고려하지 못했다. 생활이동 데이터는 교통수단과 구체적인 통행 목적을 구분하지 못한다는 한계가 있어, 이를 세부적으로 고려하여 분석하지 못하였다. 또한, 서울시에서 제공하는 생활이동 데이터는 2023년 기준, 서울시가 포함된 통행 데이터만 제공하여 서울시만을 대상으로 하였다는 한계가 있다. 하지만, 본 연구는 기존의 설문 방식 데이터가 아닌, 휴대폰의 LTE와 5G 신호를 활용한 데이터를 사용하여 보다 정확한 통행 데이터를 활용하였다. 이를 통해 연령대별로 비통근 통행이 도착하는 지역을 시각화하여 확인하고, 연령대별로 비통근 통행이 집중되는 지역이 상이함을 입증하였다는 점에서 의의가 있다. 또한, 연령대별로 비통근 통행이 집중되는 지역의 특성을 분석하여 분석 결과를 바탕으로 정책적 시사점을 도출하였다는 점에서 의의가 있다.

인용문헌 References

- 고승욱·김기중·이창효, 2017. “토지이용 특성과 도시활동 잠재력이 여가통행의 연령대별 목적지 선택에 미치는 영향요인 연구: 조건부 로지스틱 회귀모형을 활용하여”, 『서울도시연구』, 18(1): 43-58.
Go, S.W., Kim, K.J., and Yich, C., 2017. “Influences of Land-use Characteristics and Potential to Urban Activity on Leisure Travel Destination Choice by Age Group Using Conditional Logistic Regression Model”, 『Seoul Studies』, 18(1): 43-58.
- 고승욱·이승일, 2017. “통행목적지로서 서울 행정동의 특성이 고령인구 연령대별 비통근 통행에 미치는 영향 분석”, 『한국지역개발학회지』, 29(1): 79-98.
Go, S.W. and Lee, S., 2017. “A Study on Impact of Characteristics of Destination Districts of Seoul on Non-commuting Travel of Elderly Population by Age Groups”, 『Journal of the Korea Regional Development Association』, 29(1): 79-98.
- 김규식·권규상, 2020. “도시 건조환경이 노인통행에 미치는 영향: 수도권을 사례로”, 『한국도시지리학회지』, 23(2): 109-124.

- Kim, K.S. and Kwon, K.S., 2020. "The Impacts of Urban Built Environments on Travel Behavior of the Elderly: The Case of Seoul Metropolitan Area", *The Korean Urban Geographical Society*, 23(2): 109-124.
4. 김규혁·송태진, 2022. "모바일폰 네트워크 데이터 기반 생활통행권 도출을 통한 택시사업구역 재설정 연구", 「국토계획」, 57(6): 61-73.
Kim, K.H. and Song, T.J., 2022. "A Data-driven Approach for Adjusting Taxi Business Zone based on Travel Boundary using Mobile Phone Network Data", *Journal of Korea Planning Association*, 57(6): 61-73.
5. 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.H., LEE, D.Y., KIM, D.H., WON, M.S., HONG, S.M. and SONG, T.J., 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.
6. 김예진·이수기, 2024. "서울시 비통근 통행 시간에 영향을 미치는 도시환경 요인 분석: 모바일폰 위치기반 생활이동 빅데이터를 활용하여", 「국토계획」, 59(3): 40-59.
Kim, Y.J. and Lee, S., 2024. "Analyzing Urban Environmental Factors Influencing Non-commuting Time in Seoul, Korea: Utilizing Mobile Phone Location-based Origin-Destination Big Data", *Journal of Korea Planning Association*, 59(3): 40-59.
7. 박성호·임하나·최창규, 2016. "주중여가통행에 영향을 미치는 개인 및 출발지 근린환경 특성 분석", 「국토계획」, 51(5): 183-197.
Park, S.H., Im, H.N., and Choi, C.G., 2016. "Personal Characteristics and Neighborhood Built Environment on Weekday Leisure Trip in Seoul", *Journal of Korea Planning Association*, 51(5): 183-197.
8. 박준상·김선재·이수기, 2022. "모바일폰 위치기반 생활이동 빅데이터를 활용한 통행목적별 도시활력 영향요인 분석: PageRank 알고리즘과 SHAP 기계학습을 활용하여", 「국토계획」, 57(5): 72-89.
Park, J.S., Kim, S.J., and Lee, S., 2022. "Analysis of Determining Factors of Urban Vitality with Mobile Phone Location-Based Origin-Destination Bigdata by Travel Purpose: Using the PageRank Algorithm and SHAP Machine Learning", *Journal of Korea Planning Association*, 57(5): 72-89.
9. 서울특별시 스마트도시정책관, 한국교통연구원 교통빅데이터 연구본부, KT AI/Big Data 사업본부, 2023. 「서울생활이동 데이터_매뉴얼」, 서울.
Seoul Metropolitan City Smart City Policy Director, Korea Transport Institute Transportation Big Data Research Division, KT AI/Big Data Business Division, 2023. *Seoul Movement Data_Manual*, Seoul.
10. 설석환·전이봄·이승일, 2023. "고령자의 비통근통행 거리에 영향을 미치는 거주지 근린환경 특성 분석: 서울시 KT 생활이동 데이터를 활용하여", 「한국지역개발학회지」, 35(1): 87-104.
Sul, S.H., Jeon, L.B., and Lee, S.I., 2023. "A Study on the Characteristics of the Neighborhood Environment of the Residential Areas Affecting the Elderly's Non-commuting Distance: Using the KT Life Movement Data in Seoul", *Journal of The Korean Regional Development Association*, 35(1): 87-104.
11. 성현곤·이만형·성태영, 2015. "여가와 통행 목적으로서의 보행 활동 결정요인의 차이 - 개인 및 가구수준 특성을 중심으로 -", 「국토계획」, 50(5): 73-86.
Sung, H.G., Lee, M.H., and Seong, T.Y., 2015. "Difference in the Determinants Factors of Walking Activity as the Purposes of Recreation and Travel - Focused on Characteristics at the Levels of Individual and Household -", *Journal of Korea Planning Association*, 50(5): 73-86.
12. 양승희·박진아, 2023. "COVID-19 발생 이후 근린 내상업 환경이 여가 통행 변화에 미치는 영향분석", 「국토계획」, 58(4): 30-47.
Yang, S.H. and Park, J.A., 2023. "An Analysis of the Effect of Commercial Environment in the Neighborhood on Changes in Leisure Trip after COVID-19 Outbreak: Focusing on Home-based Leisure Trips", *Journal of Korea Planning Association*, 58(4): 30-47.
13. 윤대식, 1999. "통근통행 이전의 비통근통행 발생 여부와 교통수단 선택 행태분석", 「대한교통학회지」, 46(5): 57-65.
Yun, D.S., 1999. "Analysis of Prework Trip-Making and Modal Choice", *Journal of Korean Society of Transportation*, 46(5): 57-65.
14. 윤종진·우명제, 2015. "서울시 대중교통 접근성의 공간적 정의에 대한 실증연구", 「국토계획」, 50(4): 69-85.
Yun, J.J. and Woo, M.J., 2015. "Empirical Study on Spatial Justice through the Analysis of Transportation Accessibility of Seoul", *Journal of Korea Planning Association*, 50(4): 69-85.
15. 이남휘·최창규, 2019. "주중 여가통행 시간 및 거리의 영향요인에 관한 연구", 「부동산학연구」, 25(2): 23-36.
Lee, N.H. and Choi, C.G., 2019. "A Study on the Influencing Factors of the Time and Distance for Weekday Leisure Travel", *Journal of the Korea Real Estate Analysts Association*, 25(2): 23-36.
16. 이남휘·최창규, 2020. "유형별 주중 여가통행의 영향요인에 관한 연구", 「국토계획」, 55(2): 91-100.
Lee, N.H. and Choi, C.G., 2020. "A Study on the Influence Factors of Weekday Leisure Travel", *Journal of Korea Planning Association*, 55(2): 91-100.
17. 이승일, 2010. "저탄소·에너지절약 도시 구현을 위한 우리나라 대도시의 토지이용-교통모델 개발방향", 「국토계획」, 45(1): 265-281.
Lee, S.I., 2010. "Development Scheme of a Land-Use Transport Model for Korea's Large Cities toward a Low-Carbon-Energy-Saving City", *Journal of Korea Planning Association*, 45(1): 265-281.
18. 이재건·이건학, 2022. "코로나 19 에 따른 도시 내 인구 이동 변화 탐색-서울시 생활이동 데이터에 기반한 통근 패턴을 중심으로", 「한국도시지리학학회지」, 25(2): 15-32.
Lee, J.G. and Lee, G.H., 2022. "Exploring the Change of Population Flows in an Urban Area during the COVID-19 Pandemic - Focused on the Commuting Pattern based on Seoul Daily Life Movement Data", *The Korean Urban Geographical Society*, 25(2): 15-32.
19. 장윤정, 2015. "가구생애주기별 여가관광이동 행태 특성분석: 거

- 주지에서 여가관광목적지를 중심으로”, 「관광연구저널」, 29(8): 111-123.
- Jang, Y.J., 2015. “An Analysis of the Behavioral Characteristics of Leisure Mobility on Household Life Cycles: A Focus on the Choice of Leisure Destination at Residences”, *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 29(8): 111-123.
20. 장윤정·이승일, 2010. “거주지의 여가환경이 여가통행거리에 미치는 영향분석-서울시 내부통행을 중심으로-”, 「국토계획」, 45(6): 85-100.
- Jang, Y.J. and Lee, S.I., 2010. “An Impact Analysis of the Relationship Between the Leisure Environment at People’s Places of Residence in Seoul and Their Leisure Travel on Weekends”, *Journal of Korea Planning Association*, 45(6): 85-100.
21. 장윤정·이창효, 2016. “20~30대 1인 가구의 여가통행 목적지 공간 선택과 선호에 관한 행태특성 연구”, 「서울도시연구」, 17(2): 77-96.
- Jang, Y.J. and Lee, C.H., 2016. “A Study of Behavioural Characteristics of 20~30’s Single Households on Destination Choices and Preferences for Leisure Travel”, *Seoul Studies*, 17(2): 77-96.
22. 조월·하재현·이수기, 2021. “서울시 생활인구의 시간대별 혼합 수준에 영향을 미치는 요인 분석”, 「국토계획」, 56(1): 22-38.
- Cao, Y., Ha, J.H., and Lee, S., 2021. “Analysis on the Determinants of Hourly-based Mixed Level of De Facto Population in Seoul, Korea”, *Journal of Korea Planning Association*, 56(1): 22-38
23. 추상호, 2012. “서울시 주말 통행특성 분석 연구”, 「한국 ITS 학회 논문지」, 11(3): 92-101.
- Choo, S.H., 2012. “Analysing Weekend Travel Characteristics in Seoul”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 11(3): 92-101.
24. 하재현·이수기, 2017. “개인의 생애주기 단계에 따른 통근시간 영향요인 분석-2010년 수도권 가구통행실태조사자료를 중심으로”, 「국토계획」, 52(4): 135-152.
- Ha, J.H. and Lee, S., 2017. “Analysis on the Determinant Factors of Commuting Time by Individuals’ Life Cycle Stage: Based on the 2010 Household Travel Survey Data of the Seoul Metropolitan Area”, *Journal of Korea Planning Association*, 52(4): 135-152.
25. 하정원·김예진·이수기, 2024. “서울시 COVID-19 전후 기능적 생활권 변화 및 통행거리 영향요인 분석: 생활이동 빅데이터와 Community Detection을 활용하여”, 「국토계획」, 59(2): 73-92.
- Ha, J.W., Kim, Y.J., 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.
26. 한수경·이희연, 2015. “서울대도시권 고령자의 시간대별 대중교통 통행흐름 특성과 통행 목적지의 유인 요인 분석”, 「서울도시연구」, 16(2): 183-201.
- Han, S.K. and Lee, H.Y., 2015. “Characteristics of the Time-based Public Transportation Travel Flows and the Pull Factors of Travel Destinations of the Elderly in the Seoul Metropolitan Area”, *Seoul Studies*, 16(2): 183-201.
27. Anselin, L., 1988. “Lagrange Multiplier Test Diagnostics for Spatial Dependence and Spatial Heterogeneity”, *Geographical Analysis*, 20(1): 1-17.
28. Ji, Y., Cao, Y., Liu, Y., Guo, W., and Gao, L., 2019. “Research on Classification and Influencing Factors of Metro Commuting Patterns by Combining Smart Card Data and Household Travel Survey Data”, *IET Intelligent Transport Systems*, 13(10): 1525-1532.
29. Li, J., Kim, C., and Sang, S., 2018. “Exploring Impacts of Land Use Characteristics in Residential Neighborhood and Activity Space on Non-work Travel Behaviors”, *Journal of Transport Geography*, 70: 141-147.
30. Lyons, G. and Urry, J., 2005. “Travel Time Use in the Information Age”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2-3): 257-276.
31. Næss, P., 2006. “Are Short Daily Trips Compensated by Higher Leisure Mobility?”, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33(2): 197-220.
32. Urry, J., 2007. *Mobilities*, England: Polity.
33. Vich, G., Marquet, O., and Miralles-Guasch, C., 2017. “Suburban Commuting and Activity Spaces: Using Smartphone Tracking Data to Understand the Spatial Extent of Travel Behaviour”, *The Geographical Journal*, 183(4): 426-439.
34. Vickerman, R., 2021. “Will Covid-19 Put the Public Back in Public Transport? A UK Perspective”, *Transport Policy*, 103: 95-102.
35. Ward, M.D. and Gleditsch, K.S., 2018. “Spatial Regression Models”, Newbury Park: Sage Publications, Inc.
36. Wegener, M., 1996. “Reduction of CO₂ Emissions of Transport by Reorganisation of Urban Activities” In *Transport, Land-use and the Environment*, edited by Hayashi, Y., Roy, J., 103-124. Boston, MA: Springer.
37. Wei, S. and Wang, L., 2021. “Community Detection, Road Importance Assessment, and Urban Function Pattern Recognition: A Big Data Approach”, *Journal of Spatial Science*, 68(1): 23-43.

Date Received 2024-02-28
 Reviewed(1st) 2024-04-03
 Date Revised 2024-05-28
 Reviewed(2nd) 2024-06-11
 Date Accepted 2024-06-11
 Final Received 2024-07-22