



# 서울시 생활인구의 시간대별 혼합수준에 영향을 미치는 요인 분석\*

## Analysis on the Determinants of Hourly-based Mixed Level of De Facto Population in Seoul, Korea

조월\*\* · 하재현\*\*\* · 이수기\*\*\*\*

Cao, Yue · Ha, Jaehyun · Lee, Sugie

### Abstract

The concept of urban vitality is a critical factor in urban areas because it affects both the quality of life and urban sustainability. Regarding urban vitality at the street level, Jane Jacobs has asserted that it is highly dependent on the physical interaction between people, which may be determined by the built environment, including density, land-use mix levels, small blocks, and so on. In addition, she explained that higher urban vitality levels would activate the "eyes on the street", which would lead to improved safety and livability of areas. Accordingly, in this study, we investigated the factors of the physical environment that determine the mixed levels of de facto populations on an hourly basis. To accomplish this, we used the de facto population data of Seoul as measured by a mobile phone network station in 2018. In addition, we developed an index that represents the Hour-based People Mix (HPM), level by applying the entropy concept. We also examined whether a higher land-use mix level could lead to a balanced temporal mix of de facto populations at a census block level. Analytical results revealed that a significant positive relationship exists between the HPM population and the mixed levels of land use. These results are in line with Jacob's theory that mixing land-use types increases the urban vitality level. Regarding transportation facilities, areas with denser intersections and more bus stops showed higher mixed levels of hourly-based de facto populations. In addition, the numbers of sports and medical facilities were positively associated with the level of the HPM. Results of this study have policy implications that could balance the numbers of de facto populations throughout the day and contribute to greater urban vitality.

**주제어** 도시활력, 생활인구, 시간대별 생활인구 혼합수준, 토지이용혼합도  
**Keywords** Urban Vitality, De Facto Population, Hour-based People Mix (HPM), Land Use Mix

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

도시지역에서의 높은 활력 수준은 도시민들의 삶의 질을 높일

뿐만 아니라, 해당 지역의 지속가능한 발전을 가능하게 한다는 점에서 중요하다(Lopes and Camanho, 2013). 이와 관련해, 제인 제이콥스(Jacobs, 1961), 케빈 린치(Lynch, 1981), 존 몽고메리(Montgomery, 1995; 1998) 같은 저명한 이론가들은 도시활력에 대한 정의와 개념을 넓은 의미에서 제시하였다. 보다 구체적으

\* 이 논문은 2018년 한국연구재단의 지원(NRF-2018R1A2A2A05023583)을 받아 수행된 연구임.

\*\* Master's Student, Department of Urban Engineering, Hanyang University (First Author: tracy0703@hmail.hanyang.ac.kr)

\*\*\* Ph.D., Department of Urban Engineering, Hanyang University (jaehyunha@hanyang.ac.kr)

\*\*\*\* Professor, Department of Urban Engineering, Hanyang University (Corresponding author: sugielee@hanyang.ac.kr)

로, 존 몽고메리는 도시활력(urban vitality)은 좋은 도시 생활을 실현하는 기본 요소라고 설명하였다(Montgomery, 1995). 또한, Ravenscroft(2000)는 도시중심지에서의 역동적인 활동이 도시의 활력을 나타낸다고 제시하였으며, Delclòs-Alió and Miralles-Guasch(2018)는 도시민들의 활동이 언제, 어디서 나타나는지를 분석함으로써 도시활력을 이해할 수 있다고 보았다. 이러한 이론에 기반하여 도시활력과 도시활력의 영향요인에 대해 몇몇 실증 연구가 제시되었다(Landry, 2000; Sung and Lee, 2015; Sung et al., 2015).

한편, Jane Jacobs(1961)는 그녀의 저서인 「미국 대도시의 죽음과 삶」에서 도시활력의 정의를 가로 공간의 측면에서 제시하였으며, 구체적으로, 제인 제이콥스는 가로공간에서 사람들 간의 상호작용이 활발하고, 도시의 물리적인 환경이 다양할수록 도시의 활력이 강화된다고 설명하였다. 또한, 그녀는 도시민들의 보행활동이 특정 시간대에 국한되어서는 안 된다고 지적하였고 사람들이 서로 다른 시간대에 다른 목적을 위해 가로공간에서 활동함으로써 도시의 활력 수준이 높아진다고 설명하였으며, 이는 건물의 용도 및 나이, 교차로의 수 및 밀도, 그리고 공공시설의 수 및 밀도의 영향을 받는다고 보았다. 비교적 최근에 이루어진 다수의 관련 실증연구는 이 개념을 이론적 토대로 하여 토지이용 혼합정도나 가로의 물리적인 환경이 유동인구나 매출과 같은 도시활력에 미치는 영향을 살펴보았다(이주아·구자훈, 2013; 김수현 외, 2015; Sung and Lee, 2015; Sung et al., 2015; 임하나 외, 2017; Lee et al., 2017).

나아가, 제이콥스는 그녀가 뉴욕의 한 근린지역을 관찰한 경험을 바탕으로, 가로공간에서의 활력수준이 높을 때 '거리의 눈(eyes on the street)'이라는 개념이 작동한다고 보았다(Jacobs, 1961, p.35). 보다 구체적으로, 거리 눈이라는 개념은 다양한 사람들이 다양한 목적을 위해 여러 시간대에 걸쳐 특정 가로공간을 이용할 때 나타날 수 있으며, 이는 해당 가로의 범죄 발생의 가능성을 낮추고 사회적 자본의 증가로 이어진다고 설명하였다. 나아가, 도시의 거리에는 사람들이 서로 다른 시간대에 활동을 지속하는 것이 바람직하며, 매 시간대마다 보행활동이 발생하는지 고려되어야 한다고 보았다(Jacobs, 1961, p.152). 이러한 측면에서, 해당 가로의 유동인구가 모든 시간대에 걸쳐 균형 있게 분포해야 함을 시사하였으며, 이를 위해서는 물리적인 환경뿐만 아니라 토지이용 용도가 다양하게 혼합되어야 함을 주장하였다.

이러한 배경에서 본 연구는 서울시를 대상으로 시간대별 생활인구 혼합수준(Hour-based People Mix, HPM)에 대한 개념을 통해, 시간대별 생활인구 혼합수준에 영향을 미치는 물리적인 환경요인을 평일, 주말, 일주일 전체에 대해 살펴보려고 한다. 이를 위해, 본 연구는 2018년에 기록된 집계구 단위의 서울시 생활인구 빅데이터 자료를 활용하며, 혼합수준의 측정을 위해 엔트로피 지표를 사용한다. 본 연구의 분석 결과를 바탕으로, 향후 도시공간

을 보다 효과적으로 관리하고, 나아가 가로공간에서의 도시활력을 개선할 수 있는 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

## II. 선행연구 고찰

### 1. 도시활력의 개념과 측정방법

기존 이론가들이 제시한 도시활력에 대한 정의를 종합해보면, 도시활력은 사람들이 도시공간에서 사람 간 혹은 주변 환경과 상호작용을 하면서 발생하는 필수적인 특성으로, 시간대나 지역에 따라 다르게 나타난다고 볼 수 있다(Lopes and Camanho, 2013; 원유호 외, 2014; Jin et al., 2017; Delclòs-Alió and Miralles-Guasch, 2018). 한편, 도시의 활력에 대한 개념은 광의의 특성을 가지고 있고 그 측정기준에 대한 구체성이 결여되어 있다는 점에서 한계가 있다는 주장도 있다(Markusen, 2003).

그럼에도 불구하고, 기존 선행연구들은 도시의 활력수준을 측정하기 위해 지역총생산, 토지이용의 다양성, 유동인구량, 주택공실비율, 와이파이 핫스팟 등의 지표를 활용하여 도시공간의 활력을 수치화하고자 하였다(Landry, 2000; Florida, 2012; Kim, 2018). 보다 구체적으로, Kim(2018)은 도시활력의 특성을 사회적 측면, 경제적 측면, 가상의 측면으로 나누어 살펴보았으며, 유동인구량, 신용카드 매출, 그리고 와이파이 핫스팟의 분포가 도시활력을 대리할 수 있는 변수임을 보였다. 이처럼, 도시활력은 다양한 공간 자료를 통해 측정될 수 있는 특성을 가지고 있다.

한편, 가로공간에서의 도시활력은 일반적으로 도시민들의 보행행태와 관련된 특성을 기반으로 측정하는 연구가 주를 이룬다(윤나영·최창규, 2013; 이주아·구자훈, 2013; 이정우 외, 2015; Sung and Lee, 2015; 임하나 외, 2017). 이들은 가로 활력을 촉진하기 위해 유동인구의 분포가 가로 활력의 특성을 대리한다고 보고 있다. Jacobs(1961)는 가로공간에 다양한 목적을 가진 사람들이 다양한 시간대에 따라 분포할 수 있는 물리적인 환경을 구축해야 가로의 활력이 높아질 수 있다고 보았다. 이러한 측면에서, 특정 가로공간에 시간대별로 유사한 양의 보행인구나 생활인구가 유지될 수 있도록 하는 것은 도시활력을 제고하는 데 중요한 요소로 볼 수 있다.

### 2. 도시활력의 영향요인

도시활력이 도시계획의 관점에서 가지는 중요성에 따라, 다양한 연구가 도시활력의 영향요인을 살펴보려고 하였다. 본 연구에서는 생활인구의 분포와 관련된 지표를 통해 도시활력을 측정하기 때문에, 인구 분포를 기반으로 도시활력을 측정한 연구를 주로 살펴보았다. 구체적으로, 생활인구나 유동인구의 공간적 분포와 관련한 영향요인은 토지이용 특성, 교통환경 특성, 근린환경 특성,

공원시설 특성, 그리고 접근성 특성으로 나누어 살펴볼 수 있다.

우선, 다양한 토지이용의 혼합은 가로활력을 증진하게 되고 생동감 있는 도시를 조성하는 데 긍정적인 효과가 있다(임하나 외, 2016). 구체적으로 오다원(2019)은 상권 지역의 토지이용 특성이 주간과 야간 시간대 중 어떤 시간대에 더 큰 영향을 미치며 어떤 용도가 인구를 더 많이 끌어들이 수 있는지에 대해 분석하였다. 분석결과, 상권 내에서 토지이용 혼합도가 높을수록, 주거의 건물 비율이 높을수록 주간보다 야간에 사람들이 몰리는 것으로 나타났다. 한편, 이금숙·김호성(2018)은 토지이용의 용도에 따라 요일별 시간대에 따른 통행 인구수에 차이가 있으며, 서울의 인구분포는 시공간적 변동성을 띠다고 보았다. 특히, 상업, 업무 및 주거 활동의 분포와 토지이용 혼합수준에 따라 각 요일별로 통행 인구수의 분포가 뚜렷한 차이를 보인다는 것을 확인하였다. 또한, 윤정미·최돈정(2015)은 서울시를 대상으로 유동인구 패턴과 그 영향요인을 도출하기 위해 시공간 회귀모형을 분석한 결과, 토지이용혼합도, 녹지, 교차로 및 버스정류장 밀도가 유동인구 분포에 유의미한 영향이 있음을 보였다. 국외의 경우 주로 토지이용이 혼합될수록 통근거리와 통근시간이 감소하고 보행 선택에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 보행과 자전거 그리고 대중교통의 이용을 증가시키는 효과가 있는 것으로 보고하고 있다(Frank and Pivo, 1994; Cervero and Duncan, 2003).

다음으로, 교통환경 특성에 초점을 둔 연구들은 버스 노선이나 정류장 수, 도시철도 역과 같이 대중교통 수단과 관련된 요인을 다루었다(Hasibuan et al., 2014; 광호찬 외, 2018). 특히, 광호찬 외(2018)는 유동인구에 영향을 미치는 요인에 대한 분석에서 대중교통 네트워크 변수인 도시철도 역사 수, 버스 노선 수, 정류장 수 변수 등을 모형에 포함하였다. 분석결과, 유동인구에 영향을 미치는 요인으로 도시철도 역사 수, 버스 노선 수가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 근린 환경 특성에 초점을 맞춘 연구들은 특정 시설물의 분포가 유동인구나 생활인구와 어떠한 관련성이 있는지 살펴보았다. 예를 들어, 김영엽·여관현(2014)은 서울시 도서관의 서비스 권역과 인구분포 간의 관계를 비교하였으며, 이들은 시설밀도의 분포와 이용인구 밀도의 분포가 연관성이 있는지 확인하였다. 나아가, 이지윤·최승담(2018)은 서울시 문화기반시설인 도서관, 박물관, 미술관, 문예회관 등의 공간분포 특성을 바탕으로 그 공간적 균집 수준이 인구밀도 분포와 관련이 있는지 살펴보았다.

마지막으로 해당지역에서 효율적인 교통 연결성과 접근성은 더 많은 보행과 자전거 이용, 그리고 더 강한 공동체 의식을 촉진시킬 수 있다(Wu et al., 2018). 이와 관련하여 가로 형태가 도시활력에 중요한 역할을 한다는 연구도 다수 이루어지고 있다. 구체적으로 Yue and Zhu(2019)의 연구는 도시활력과 가로 특성 사이의 관계를 분석하였으며, 연구의 결과로, 통과도가 보행 패턴의 도시활력에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한

Kang(2017)의 연구는 서울시를 대상으로 도로 네트워크 배치가 보행량에 미치는 영향을 연구하였다. 분석결과, 보행자는 통행빈도가 더 높은 가로를 선호하고, 가로의 접근 가능성이 높은 곳은 보행량이 비교적 많다는 것으로 나타났다. 이에 따라 도로의 접근성을 대표하는 두 가지 지표로 통합도(Closeness)와 통과도(Betweenness)를 가로활력에 영향을 미치는 요소로 분석에 활용한 것을 볼 수 있다(Tang et al., 2018; Ye et al., 2018; Yue and Zhu, 2019).

### 3. 빅데이터를 이용한 도시활력 측정

비교적 최근에는 다양한 도시공간 빅데이터가 활용 가능해짐에 따라, 이를 통해 도시의 활력을 측정하고자 하는 노력이 주를 이루고 있다. 예로, 정시운(2020)은 통신회사 기반 생활인구, 스마트폰카드 데이터, 카드매출 데이터, 야간조명 세기 데이터, 공공 와이파이 위치 데이터를 모두 활용하여 대구시의 도시활력을 측정하였다. 이 연구는 단일 지표를 바탕으로 도시활력을 측정하는 것보다, 다양한 측면에서의 도시활력 수준을 종합적으로 평가하는 것이 더 적합할 수 있음을 시사하였다. 이를 통해 볼 수 있듯이, 다양한 모바일 기반 빅데이터를 통해 도시민들의 활동을 측정할 수 있으며, 이를 통해 도시활력을 분석하는 것도 적절한 접근방법으로 볼 수 있다(Jacobs-Crisioni et al., 2014).

이러한 측면에서, 통신회사 기반의 생활인구 데이터를 활용하여 도시민들의 시간대별 공간적 분포를 확인하고, 이를 도시활력의 특성으로 본 연구가 국내에서도 다수 진행되었다. 이유진·최명섭(2018)의 연구는 생활인구 자료를 토대로 노인의 밀집 지역의 시공간적 분포와 결정요인을 파악하였다. 분석 결과, 일상생활 시설과 대중교통 접근성 등의 요인은 노인의 밀집수준을 영향을 미칠 수 있으며, 생활인구 데이터는 특정 인구집단의 야간 거주 분포와 주간 생활공간 분포의 차이를 설명할 수 있다고 주장하였다. 또한, 생활인구 데이터를 활용한 연구 중에서 이지혜·김형중(2019)의 연구는 주민등록인구와 생활인구로 구분하여 분석 결과가 일정부분 비슷한 패턴을 보이고 있으나 특정 구역이나 특정 시간대에서는 주민등록 인구와 생활인구 간의 차이가 많이 나타남을 확인하였다. 이는 인구의 시공간적 분포를 분석하기 위해 생활인구 데이터가 적합하다는 것을 시사한다. 서울 생활인구 추계 매뉴얼에 따르면(서울특별시, 2018, p.6), 생활인구는 “조사 시점 현재 서울에 머무르고 있는 현재인구로 서울에 주소지를 둔 사람은 물론 업무, 관광, 의료 및 교육 등 일시적으로 서울을 찾아 행정수요를 유발하는 인구를 총칭하는 인구를 말한다.”라고 정의하고 있다. 생활인구 데이터를 이용한 정재훈·남진(2019)의 연구는 2017년 생활인구 표준화 데이터를 활용해 424개 행정동 단위를 기준으로 서울시의 도시 공간 내 활동인구의 시계열적 패턴을 파악하였다. 분석결과, 서울의 활동인구는 시간대와 토지이용 특

성에 따라 다른 변화를 보이고 있음을 나타냈다.

또한, 국외의 논문을 살펴보면 핸드폰 기반의 데이터를 활용하여 도시활력을 분석하고 있는 것을 알 수 있다(Yue et al., 2017; Tang et al., 2018; Li et al., 2020). 구체적으로 Yue et al.(2017)는 핸드폰 사용자 데이터를 도시활력의 대표변수로 하여 토지이용이 도시활력에 미치는 영향을 분석하였다. 또한, Li et al.(2020)는 모바일 위치 자료를 활용하여 도로의 접근성, 토지이용, 각 시설의 밀도 그리고 건축물 연령 등의 요인이 도시활력에 어떤 영향을 미치는지 검증하였다. 이처럼, 생활인구 데이터는 도시민들의 역동적인 활동을 분석하는 데 있어 적합한 자료인 것으로 판단할 수 있으며, 위와 검토한 도시활력에 영향을 미치는 요인들은 통신회사 기반의 생활인구 데이터를 설명하기에도 적합한 것으로 볼 수 있다.

#### 4. 본 연구의 차별성

앞서 살펴본 기존 선행연구의 한계점은 다음과 같이 정리할 수 있다. 우선, 도시활력을 측정하기 위해 유동인구를 분석한 연구들은 대부분 특정한 지점에서 측정된 보행인구 자료를 활용하고 있다. 이러한 보행량 조사 자료는 일부 지점에 대해서만 자료가 구축되어 서울시 전체의 유동인구 분포를 확인하기에는 부적합하다는 한계가 있다. 또한, 도시의 활력은 통행 인구뿐만 아니라, 해당 공간에서 머무는 인구의 특성이 중요하기 때문에, 생활인구 빅데이터 자료를 이용하는 것이 더 적합하다고 볼 수 있다. 이러한 점에서 본 연구는 2018년 전체에 대해 구축된 통신사 기반 생활인구 빅데이터 자료를 통해 생활인구의 시간대별 분포를 측정하였다.

다음으로, 기존 연구들은 주간 및 야간, 혹은 평일 및 주말로 시간대를 구분하여, 생활인구의 공간적 분포에 영향을 미치는 요인들을 제시하고 있다. 이와 관련해, 제인 제이콥스는 도시민들이 모든 시간대에 걸쳐 특정 공간을 이용할 때 도시의 활력이 높아진다고 보았으며, 기존 연구는 이러한 측면을 보지 못하고 있다는 한계가 있다. 이에 따라, 본 연구는 시간대별 생활인구의 혼합수준을 측정하고, 그 공간적 분포와 영향요인을 살펴본다는 점에서 연구의 차별성을 가진다.

본 연구의 또 다른 차별성은 토지이용의 혼합수준과 생활인구의 시간대별 혼합수준 간의 관계를 살펴보는 것이다. 하지만 대부분 선행연구에서 제시했던 토지이용 혼합도 지수는 정확하게 어떤 용도가 더 영향을 미치는지에 대해서는 확인할 수 없다는 단점을 가지고 있다(Song et al., 2013; Im and Choi, 2019). 따라서 본 연구는 주거용도를 중심으로 다양한 토지이용의 조합을 분류하여 분석한 임하나 외(2016)의 연구를 토대로 추가적으로 토지이용의 다양한 조합을 구축하여 어떤 토지이용조합이 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 큰 영향을 미치는지 분석하였다.

마지막으로 본 연구는 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 영향을 미치는 요인으로 녹지시설과 공원시설 면적 밀도의 효과를 측정하고자 하였다. 녹지시설과 공원시설은 다양한 시간대에 다양한 사람들이 방문할 수 있는 가능성이 있어 생활인구의 시간대별 혼합수준에 영향을 미칠 것으로 판단하였다.

### III. 연구의 범위 및 방법

#### 1. 연구의 범위

본 연구에서는 서울 열린데이터광장을 통해 제공되는 서울시 생활인구 데이터를 활용하여 시간대별 생활인구 혼합도와 그 영향요인을 분석하였다. <그림 1>과 같이, 서울특별시 25개 자치구에 분포하는 19,153개 집계구를 기본적인 공간 분석 단위로 하였다. 한편, 시간적 범위로는 2018년 1월 1일 00시부터 2018년 12월 31일 24시까지 1년간의 생활인구 데이터를 대상으로 하였다.

#### 2. 분석변수와 자료 출처

본 연구에서 사용한 분석 변수의 설명과 데이터 출처는 다음 <표 1>과 같다. 연구의 종속변수는 생활인구 데이터를 이용하여 계산된 시간대별 생활인구 혼합도(hour-based people mix, HPM)로 설정하였다. 독립변수로는 서울 열린데이터광장, 공공데이터포털, 도로명주소 DB의 자료를 활용하여 토지이용 특성과 교통 환경 특성, 근린시설 특성, 공원시설 특성, 접근성 특성과 관련된 변수를 선정하였다. 자료의 가공과 분석은 R 3.6.3, ArcGIS 10.4, QGIS를 활용하였으며 통계 패키지는 R 3.6.3을 사용하였다.

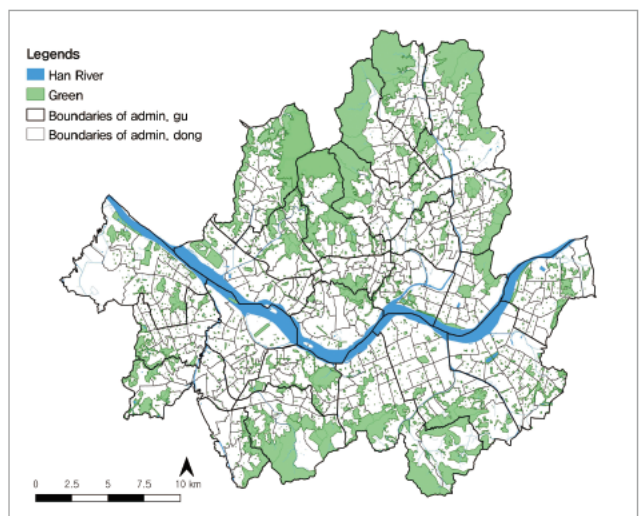


그림 1. 서울시 자치구 및 행정동 경계  
Figure 1. The administrative boundaries of 'gu' and 'dong' in Seoul

표 1. 변수 설명 Table 1. Description of variables

	Variable	Description	Data source	
종속변수 Dependent variable	평일 생활인구 시간대별 혼합도 Weekday hour-based people mix	HPM of jipgyegu in weekday	서울시 오픈 데이터 플라자 (2018) Seoul Open Data Plaza (2018)	
	주말 생활인구 시간대별 혼합도 Weekend hour-based people mix	HPM of jipgyegu in weekend		
	일주일 생활인구 시간대별 혼합도 A week hour-based people mix	HPM of jipgyegu in a week		
독립변수 Independent variable	주거시설 연면적 밀도(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) Density of total floor area (residential)	Total floor area of residential facility/ jipgyegu total area	도로명주소 DB (2018) Road Name Address DB (2018)  서울시 오픈 데이터 플라자 (2018) Seoul Open Data Plaza (2018)	
	상업시설 연면적 밀도(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) Density of total floor area (commercial)	Total floor area of commercial facility/ jipgyegu total area		
	토지이용 특성 Land use characteristics	업무시설 연면적 밀도(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) Density of total floor area (office)		Total floor area of office facility/ jipgyegu total area
	기타시설 연면적 밀도(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) Density of total floor area (other)	Total floor area of other facility/ jipgyegu total area		
	녹지시설 면적 밀도(m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) Density of total area (green)	Total area of a green/jipgyegu total area		
	토지이용 혼합도 Land-use mix (주거, 상업, 업무, 녹지, 기타)	Land-use mix of jipgyegu (Residential+Commercial +Office +Green +Other)		
	교통환경 특성 Transportation environment characteristics	지하철역 접근성(km) Distance to the subway		The nearest distance from each jipgyegu to the subway station
		버스정류장 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of bus stops		Number of bus stops/jipgyegu total area
		교차로 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of intersections		Number of intersections/jipgyegu total area
	근린시설 특성 Neighborhood facilities characteristics	교육시설 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of educational facilities		Number of educational facilities/ jipgyegu total area
생활서비스시설 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of living service facilities		Number of living service facilities/ jipgyegu total area		
소매시설 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of retail facilities		Number of retail facilities/jipgyegu total area		
숙박시설 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of accommodation facilities		Number of accommodation facilities/ jipgyegu total area		
스포츠시설 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of sports facilities		Number of sports facilities/jipgyegu total area		
오락시설 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of entertainment facilities		Number of entertainment facilities/ jipgyegu total area		
음식시설 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of food facilities		Number of food facilities/jipgyegu total area		
의료시설 수 밀도(개/m <sup>2</sup> ) Density of medical facilities		Number of medical facilities/jipgyegu total area		
공원시설 특성 Park facilities characteristics		근린공원 면적(km <sup>2</sup> ) Total area (neighborhood )	The total area of a neighborhood parks	
		어린이공원 면적(km <sup>2</sup> ) Total area (children)	The total area of a children's parks	
	기타공원 면적(km <sup>2</sup> ) Total area (other)	The total area of other parks		
접근성 특성 Accessibility characteristics	통합도 Closeness	The total closeness for each jipgyegu	도로명주소 DB (2018) Road Name Address DB (2018)	
	통과도 Betweenness	The total betweenness for each jipgyegu		

### 3. 변수 선정

〈표 1〉은 종속변수와 독립변수의 설명과 자료의 출처를 나타내고 있다. 종속변수로는 각 집계구에 대해 시간대별 생활인구 혼합도(HPM)를 산출하였다. 또 평일과 주말의 활동패턴이 다르다는 점을 고려해 시간대별 생활인구 혼합도를 평일과 주말로 구분해 산출하고자 하였다. 시간대별 생활인구 혼합도는 엔트로피 지표의 개념을 활용하였다. 해당 지표는 0에서 1 사이의 값을 가지며, 값이 높을수록 생활인구가 시간대별로 균형 있게 분포함을 의미한다. 시간대별 생활인구 혼합도(HPM)를 계산하기 위한 수식은 식 (2)와 같다.

한편, 생활인구의 시간대별 혼합도와 관련된 선행연구는 국내·외에서 아직 활발하게 진행되지 않았다. 본 연구에서는 생활인구 혼합도를 측정하기 위한 국내 논문과 생활시간조사의 보고서를 참고하여 사람들이 주로 출근, 퇴근과 같은 이동을 하고 있는 시간대를 제외한 5개 시간대를 선정하였다(이경민·정창무, 2014; 김봉균 외 2020; 통계청, 2020). 5개 시간대는 각각 오전 시간(9-10시), 점심시간(12-13시), 오후시간(15-16시), 저녁 시간(18-19시), 그리고 야간활동을 고려할 수 있는 야간 시간(21-22시)으로 구성하였다. 시간대별 생활인구 혼합도를 측정하기 위해 시간대를 구분하는 과정에 있어, 앞서 제시한 5개 구간을 이용하는 것이 적합할 것으로 판단하였다.

본 논문은 사람들이 서로 다른 시간대에 다른 목적을 위해 꾸준히 이용하는 지역에 대해 활력을 잃지 않는 공간으로 정의한 후 분석을 진행하였다. 이에 따라 각 집계구의 시간대별 인구수를 바탕으로 종속변수를 구축하였다. 이는 시간대별로 생활인구의 규모가 차이가 클수록 해당 지역의 시간대별 인구분포가 불균등하게 분포한다는 것을 의미한다. 집계구별로 시간대별 생활인구의 차이를 더 분명하게 도출하기 위해서 5개 시간대별 인구수 중 가장 적은 인구수에 해당하는 값만큼 각 시간대별 인구수에서 제외해주었다. 예로, 특정 집계구의 5개 시간대별 생활인구 수가 각각 3만 명, 4만 명, 6만 명, 5만 명, 2만 명으로 나타났다고 가정할 때, 절대적인 수치를 통해 산출한 생활인구 혼합도 지수는 지역의 특성에 따라 큰 차이가 있을 수 있다. 이를 상대적인 수치로 보정하기 위해 집계구에서 최솟값을 가지는 시간대의 생활 인구수인 2만 명을 각 시간대별 인구 수에서 빼 주었다. 따라서 상대적 생활인구인 1만 명, 2만 명, 4만 명, 3만 명, 0명으로 시간대별 생활인구 혼합도를 계산하였다. 또한, 가장 적은 값을 나타내는 시간대별 인구가 0으로 계산되는 것을 방지하기 위해 본 연구에서는 시간대별 인구수에 1을 더하였다. 결과적으로, 시간대별 생활인구 혼합도(HPM)를 산출하기 위한 방법은 식 (1) 및 (2)와 같다.

$$H_i = H_t - MIN(H_9 : H_{21}) + 1 \quad (1)$$

$H_t$ : 365일  $t$ 시간대의 총 인구 수

$H_i$ :  $i$ 시간대의 차이 인구 수

$MIN(H_9 : H_{21})$ : 5개 시간대 중에서 가장 적은 인구수

$$HPM = \sum_{i=9,12,15,18,21}^k \frac{H_i \times \ln(H_i)}{\ln(k)} \quad (2)$$

$k$ : 시간대수

$H_i$ :  $i$ 시간대의 차이 인구 수 비율

독립변수 중 토지이용 특성 변수의 경우 인구 분포에 영향을 미칠 수 있는 중요한 변수이다. 토지이용 특성 변수는 도로명주소 DB와 서울 공원 공간정보 자료를 활용하여 구축하였다. 도로명주소에서 건축물 데이터를 통해 집계구별 상업시설 연면적 밀도, 주거시설 연면적 밀도, 업무시설 연면적 밀도, 기타시설 연면적 밀도로 계산하였다. 녹지시설 면적 밀도의 경우 서울 공원 공간정보 자료를 통해 구축하였다. 또한, 토지이용 혼합도는 엔트로피 지표의 개념을 활용하였다. 토지이용 혼합도는 0에서 1 사이의 값을 가지며, 1에 근접할수록 해당 지역에서 토지이용 용도혼합이 균질하게 이루어지고 있음을 의미한다.

교통 환경특성 변수로는 집계구별 지하철역 접근성, 버스정류장 수와 교차로 수를 고려하였다. 이는 서울 열린데이터광장을 통해 제공되는 교차로 정보 데이터와 지하철역 위치자료 및 버스정류소 위치 데이터를 활용하여 집계구별 중심점에서 가장 가까운 지하철역까지의 거리 계산하였고 버스정류장 수의 밀도와 교차로 수의 밀도를 계산하였다.

근린시설 특성 변수는 공공데이터 포털에서 제공되고 있는 소상공인 상가업소정보자료(2018년 12월 기준)를 사용하였으며 서울에서 상가업소 종류는 크게 교육시설, 생활서비스시설, 부동산시설, 소매시설, 숙박시설, 스포츠시설, 오락시설, 음식시설, 의료시설 9가지로 분류하고 있다. 부동산시설은 대부분 중개사무소에 해당하는 것으로 나타나 본 연구에서 제외하였다. 한편, 근린시설 특성변수는 집계구 면적당 개수를 단위로 계산하였다. 공원시설 특성 변수는 공공데이터포털에서 제공되고 있는 전국 도시공원 정보 표준 데이터를 통해 집계구별 근린공원 면적, 어린이공원 면적, 기타공원 면적 세 가지로 구축하였다.

접근성 특성 변수는 도로명주소에서 제공되고 있는 도로 데이터를 가지고 Spatial Design Network Analysis(sDNA)를 사용하여 통합도(Closeness)와 통과도(Betweenness) 두 가지 변수를 도출하였다. sDNA 방법론은 전통적인 공간 구분론의 개념에 기초한 도시 네트워크 분석 도구이다(He et al., 2019). 본 논문은 접근성 특성을 측정하기 위해 공간구분론 중에서 가장 중요한 도로의 접근성 지표로 통합도(Closeness)와 통과도(Betweenness) 두 가지 변수를 고려하여 분석하였다(Hillier, 2012; Kang, 2017;

김용훈·양승우, 2017; Omer and Kaplan, 2017). 통합도는 특정 위치(도로)에 쉽게 접근할 수 있는 수준을 의미하며, 통합도 값이 높을수록 해당 도로에 쉽게 접근할 수 있다는 것을 의미한다. 반면, 통과도는 해당 도로를 사람들이 지나가게 될 확률을 의미하며, 통과도의 값이 높을수록 해당 도로를 지나갈 가능성이 높다는 것을 의미한다.

마지막으로 토지이용 혼합유형의 혼합도와 시간대별 생활인구 혼합도의 관계를 분석하기 위해 임하나 외(2016)의 연구를 참고하여 주거용도, 상업용도, 업무용도, 녹지용도, 그리고 기타용도 총 5개 용도를 분석에 고려하였다. 또한, 5개 용도를 활용하여 다양한 조합의 토지이용 혼합도를 계산하였다. 이는 개별용도의 영향효과뿐만 아니라 어떤 혼합유형이 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 가장 큰 영향을 미치는지에 대해서도 확인할 수 있을 것으로 판단하였다. 토지이용혼합도 유형에 따른 분석 모형은 <표 2>와 같이 총 26개의 추가적인 회귀분석 모형을 선정하였다.

표 2. 토지이용혼합 유형 Table 2. Type of land use mix

Class	Type of land use mix
LUM01	주거+상업 Residential+Commercial
LUM02	주거+업무 Residential+Office
LUM03	주거+기타 Residential+Other
LUM04	주거+녹지 Residential+Green space
LUM05	상업+업무 Commercial+Office
LUM06	상업+기타 Commercial+Other
LUM07	상업+녹지 Commercial+Green space
LUM08	업무+기타 Office+Other
LUM09	업무+녹지 Office+Green space
LUM10	녹지+기타 Green space+Other
LUM11	주거+상업+업무 Res.+Comm.+Office
LUM12	주거+상업+기타 Res.+Comm.+Other
LUM13	주거+상업+녹지 Res.+Comm.+Green space
LUM14	주거+업무+기타 Res.+Office+Other
LUM15	주거+업무+녹지 Res.+Office+Green space
LUM16	주거+기타+녹지 Res.+Other+Green space
LUM17	상업+업무+기타 Comm.+Office+Other
LUM18	상업+업무+녹지 Comm.+Office+Green space
LUM19	상업+녹지+기타 Comm.+Green space+Other
LUM20	업무+녹지+기타 Office+Green space+Other
LUM21	주거+상업+업무+기타 Res.+Comm.+Office+Other
LUM22	주거+상업+업무+녹지 Res.+Comm.+Office+Green.
LUM23	주거+상업+녹지+기타 Res.+Comm.+Green.+Other
LUM24	주거+업무+녹지+기타 Res.+Office+Green.+Other
LUM25	상업+업무+녹지+기타 Comm.+Off.+Green.+Other
LUM26	주거+상업+업무+녹지+기타 Res.+Comm.+Off.+Green.+Other

#### 4. 분석과정 및 분석방법

본 연구는 집계구 단위의 빅데이터 기반 생활인구 자료를 통해 시간대별 생활인구 혼합도에 영향을 미치는 요인들을 파악하고자 한다. 또한, 연구의 핵심변수인 토지이용, 교통환경, 근린시설, 공원시설, 접근성 등이 생활인구 혼합도 수준과 어떤 관계를 가지는지 실증하였다. 분석은 평일, 주말, 일주일의 시간대별 생활인구 혼합도의 경우를 3가지 모형으로 나누어 분석하였다. 우선, 기술 분석을 통해 종속변수와 독립변수에 기초 정보를 파악하였다. 독립변수의 다중공선성을 검증하기 위해 분산팽창계수 (variance inflation factor, VIF)를 활용하였으며, 최종변수의 VIF 값은 모두 3 이하로 도출되어 본 연구에서 설정한 독립변수들 간 다중공선성 문제는 없는 것으로 확인되었다. 또한, OLS 모형의 기본가정인 종속변수와 독립변수의 선형성과 독립성 그리고 종속변수의 정규성 등에도 문제가 없는 것으로 나타났다.

최소제곱법(OLS) 회귀모형은 통계적 방법 중 가장 대표적이고 보편적인 방법으로 도시의 물리적 환경과 도시활력과의 복잡한 관계를 이해하고 분석하는 데 선행연구에 다수 사용하고 있다 (Sung et al., 2013; Wu et al., 2018). 본 연구의 종속변수인 시간대별 생활인구 혼합도의 값은 연속형으로 나타나기에 분석모형으로 다중회귀 분석모형을 선정하였다. 평일, 주말, 일주일로 모형을 구분하여 생활인구의 시간대별 혼합도수준에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 추가적으로 단편적인 토지이용 혼합도 지수의 단점은 보완하기 위해 임하나 외(2016)의 연구를 참고하여 다양한 용도혼합 유형을 도출하여 단일용도의 연면적과 면적의 영향뿐만 아니라 어떠한 용도들이 혼합되었을 때 시간대별 생활인구 혼합도에 유의한 영향을 미치는지 확인하였다.

#### IV. 분석결과

##### 1. 생활인구의 시간대별 혼합도 분석

<그림 2>, <그림 3>, <그림 4>는 서울시 2018년 생활인구 자료가 분포된 패턴을 확인하기 위해 분석단위인 집계구 자료를 424개 행정동을 기준으로 취합하여 평일, 주말, 일주일로 생활인구 시간대별 혼합도를 계산하여 시각화하였다. QGIS를 사용하였으며 분석에 사용된 분류기법은 Quantile을 활용해 5개 범주로 분류하였다. 전체적으로 평일 생활인구 시간대별 혼합도의 경우는 주로 도심부인 중구, 종로구와 용산구, 여의도, 서초구, 업무용도 중심지 강남구, 그리고 김포공항이 위치한 지역에서 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 또한, 일주일 생활인구 시간대별 혼합도의 경우와 평일의 경우는 비슷한 패턴을 나타냈다. 이외에도, 주말 생활인구의 시간대별 혼합도의 경우, 주로 공항 지역과 중심지인 중구의 생활인구 시간대별 혼합도가 높게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

## 2. 기술통계 분석

〈표 3〉은 본 연구에서 사용한 변수의 기술 통계분석 결과이다. 〈표 3〉은 독립변수인 토지이용 특성, 교통환경 특성, 근린시설 특성, 공원시설 특성 그리고 접근성 특성의 기술통계 분석 결과를 정리하여 평균, 표준편차, 최솟값, 최댓값을 제시하였다. 한편, 독립변수 중 수치에 대한 이해가 용이하도록 변수의 단위를 조정하였다.

우선, 종속변수인 평일, 주말, 일주일의 생활인구 시간대별 혼합도(HPM)의 평균값은 각각 0.71, 0.72와 0.72로 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며 최솟값이 각각 0.18, 0.28과 0.21인 것으로 나타났다. 토지이용 특성의 경우 주거, 상업, 업무, 기타, 녹지 등 5가지 용도에 대한 토지이용 혼합도(LUM)는 1에 가까울수록 토지용도가 적절하게 혼합되어 있음을 나타내는데 평균이 0.27의 수치를 나타내었다. 다음으로 각 용도시설별로 살펴보면 주요용도의 연면적 밀도 중 주거시설의 평균값이 가장 높게 나타났다. 이외에는, 평균적으로 상업시설의 연면적 밀도는 업무시설의 연면적 밀도보다 높게 나타났지만 최댓값을 보면 업무시설의 용도 위주로 개발된 집계구가 있음을 알 수 있다.

교통환경 특성 중 버스정류장 수와 교차로 수의 경우 평균적으로 1만<sup>2</sup> 면적당 각각 약 0.27개와 0.16개의 버스정류장과 교차로가 있는 것으로 나타났다. 최소 0개에서 최대 11.61개까지 집계구별 1만<sup>2</sup> 면적당 버스정류장 수와 교차로 수의 편차가 큰 것으로 나타났다. 지하철역 접근성의 경우는 집계구별 중심점에서 가장 가까운 지하철역까지의 평균 거리가 626.8m로 나타났다. 나아가, 최소 거리 5.8m에서 최대 4071.9m까지 집계구별 중심점에서 지하철역까지의 거리가 큰 차이를 나타냈다. 이는 집계구간 교통 환경과 도로환경에 큰 차이가 있다는 것을 의미한다. 다음으로 근린시설 특성은 1만<sup>2</sup> 면적당 소매시설 수와 음식시설 수가 평균적으로 각각 2.34와 2.45개로 가장 많았으며 1만<sup>2</sup> 면적당 숙박시설 수와 스포츠시설 수가 평균적으로 각각 0.05와 0.002로 가장 작았다. 또한, 1만<sup>2</sup> 면적당 교육시설 수, 생활서비스시설 수, 오락시설 수, 의료시설 수의 경우 집계구별 각 시설의 밀도에 큰 차이가 있다는 것을 확인할 수 있다.

공원시설 특성은 근린공원 면적, 어린이공원 면적과 기타공원 면적이 평균적으로 각각 1498.45, 92.06, 1688.81 제곱미터로 나타났으며 최댓값을 보면 어린이공원보다 근린공원의 면적이 더 크게 나타났다. 마지막으로 접근성 특성 중 통합도와 통과도의 평균값은 각각 2474, 4258로 나타났으며, 최댓값을 보면 집계구간 접근성 특성에 큰 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 기술 분석은 변수들이 개별의 기초 정보를 직접 파악할 수 있지만 변수 간의 관계를 보여주기 위해 기술 분석 결과를 바탕으로 본 연구는 다중 회귀분석 모형을 사용하여 추가적인 분석을 진행하였다.

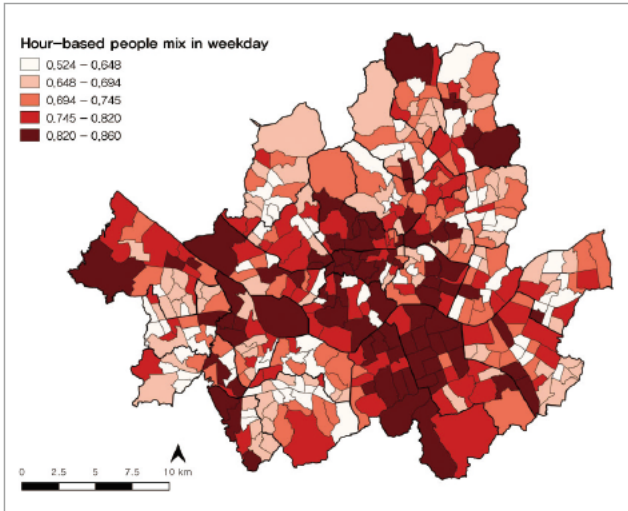


그림 2. 서울시 평일 생활인구 시간대별 혼합도  
Figure 2. Hour-based people mix during weekday in Seoul

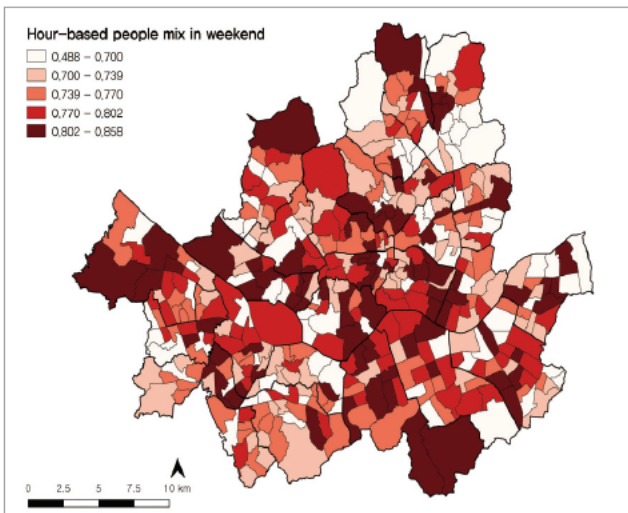


그림 3. 서울시 주말 생활인구 시간대별 혼합도  
Figure 3. Hour-based people mix during weekend in Seoul

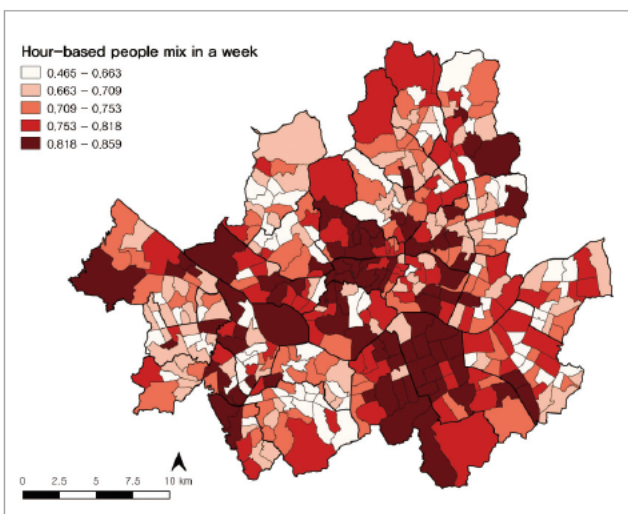


그림 4. 서울시 일주일 생활인구 시간대별 혼합도  
Figure 4. Hour-based people mix during a week in Seoul



표 3. 기술통계분석 Table 3. Descriptive statistics analysis

변수 Variable		obs.	mean	S.D.	Min.	Max.	VIF
종속변수 Dependent variable	Hour-based people mix in weekday	19,153	0.71	0.09	0.18	0.86	-
	Hour-based people mix in weekend	19,153	0.72	0.07	0.28	0.86	-
	Hour-based people mix in a week	19,153	0.72	0.08	0.21	0.86	-
토지이용 특성 Land use characteristics	Density of total floor area (residential)	19,153	1.61	1.48	0.00	20.73	1.56
	Density of total floor area (commercial)	19,153	0.14	0.33	0.00	13.86	1.44
	Density of total floor area (office)	19,153	0.08	0.43	0.00	17.99	1.10
	Density of total floor area (other)	19,153	0.06	0.19	0.00	5.83	1.16
	Density of total area (green)	19,153	0.03	0.13	0.00	2.00	1.11
	Land-use mix	19,153	0.27	0.30	0.00	0.99	2.57
교통환경 특성 Transportation environment characteristics	Distance to the subway	19,153	626.79	408.62	5.81	4071.93	1.07
	Density of bus stops	19,153	0.27	0.57	0.00	11.61	1.09
	Density of intersections	19,153	0.16	0.42	0.00	11.61	1.08
근린시설 특성 Neighborhood facilities characteristics	Density of educational facilities	19,153	0.90	2.25	0.00	62.77	1.33
	Density of living service facilities	19,153	1.59	3.88	0.00	357.35	1.58
	Density of retail facilities	19,153	2.34	6.40	0.00	429.61	1.79
	Density of accommodation facilities	19,153	0.05	0.29	0.00	9.43	1.11
	Density of sports facilities	19,153	0.00	0.06	0.00	3.74	1.01
	Density of entertainment facilities	19,153	0.21	0.66	0.00	24.56	1.48
	Density of food facilities	19,153	2.45	4.86	0.00	270.89	2.25
	Density of medical facilities	19,153	0.35	1.14	0.00	45.58	1.49
공원시설 특성 Park facilities characteristics	Total area (neighborhood)	19,153	1498.45	29694.71	0.00	1615546.00	1.02
	Total area (children)	19,153	92.06	526.52	0.00	17452.00	1.03
	Total area (other)	19,153	1688.81	92996.02	0.00	8703161.00	1.01
접근성 특성 Accessibility characteristics	Closeness	19,153	2474.02	2677.78	0.00	36182.05	2.24
	Betweenness	19,153	4257.65	18769.22	0.00	647209.94	1.30

### 3. 다중회귀 분석결과

다중회귀분석 모형을 이용하여 평일, 주말, 일주일로 구분하여 생활인구 시간대별 혼합도의 영향요인에 대한 분석결과는 <표 4>와 같다. 평일, 주말, 일주일의 생활인구 시간대별 혼합도(HPM)의 영향요인들을 분석한 결과를 살펴보면 각 모형의 설명력(R-squared)은 평일 생활인구 시간대별 혼합도의 경우 약 17.6%, 주말 생활인구 시간대별 혼합도의 경우 약 15.5%로, 일주일 생활인구 시간대별 혼합도의 경우 약 13.1%로 나타났다.

우선, 생활인구의 시간대별 혼합도(HPM)에 영향을 미치는 요인으로 토지이용 특성 중 상업시설 연면적 밀도와 녹지시설의 면적 밀도는 평일, 주말, 일주일 모형에서 모두 양(+)의 방향으로 유의하게 나타났으며, 반면에 주거시설의 연면적 밀도는 모두 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 상업시설 연면적 밀도와 녹지시설 면적 밀도가 높은 지역일수록, 그리고 주거시설 연면적 밀

도가 낮은 지역일수록 생활인구 시간대별 혼합수준이 높은 것으로 나타났다. 이를 통해 사람들은 주로 밤에 주거지역에 거주하기 때문에 낮 시간대의 생활인구수와 밤 시간대의 생활인구수는 차이가 있는 것을 알 수 있다. 반면에 녹지시설 면적 밀도가 높을수록 해당 집계구에 차지하는 녹지면적이 크기 때문에 생활인구 수를 일정하게 유지시키는 것으로 판단된다. 또한, 상업시설 연면적 밀도가 높은 지역은 지하철 등 대중교통 시설이 잘 되어 있고 백화점이나 고층빌딩 등 인구집중 유발시설이 집중되어 있으며, 유동인구가 지속적으로 해당지역에 활동함으로써 시간대별 생활인구 혼합수준에 긍정적인 영향을 미친다고 해석할 수 있다.

업무와 기타시설 연면적 밀도는 평일과 일주일 모형에서 양(+)의 방향으로 유의하게 나타났다. 이는 업무와 기타시설 연면적 밀도가 높은 지역일수록 평일에 서로 다른 목적을 위해 꾸준히 해당 공간을 이용하는 사람들이 시간대별로 균형 있게 분포하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 다음으로, 일주일의 모형에서 각 토

표 4. 다중회귀 분석결과 Table 4. Multivariate regression analysis results

변수 Variable	평일 생활인구 시간대별 혼합도 Hour-based people mix in weekday			주말 생활인구 시간대별 혼합도 Hour-based people mix in weekend			일주일 생활인구 시간대별 혼합도 Hour-based people mix in a week			
	Coef.	t	Beta	Coef.	t	Beta	Coef.	t	Beta	
토지이용 특성 Land use characteristics	Density of total floor area (residential)	-0.008***	-0.134	-16.298	-0.007***	-0.139	-16.704	-0.003***	-0.051	-5.995
	Density of total floor area (commercial)	0.010***	0.037	4.683	0.003*	0.014	1.734	0.007***	0.032	3.932
	Density of total floor area (office)	0.004**	0.017	2.482	-0.001	-0.003	-0.452	0.006***	0.032	4.587
	Density of total floor area (other)	0.047***	0.099	14.018	-0.003	-0.009	-1.196	0.037***	0.091	12.550
	Density of total area (green)	0.033***	0.047	6.745	0.010***	0.019	2.717	0.028***	0.047	6.540
	Land-use mix	0.057***	0.186	17.698	0.039***	0.167	15.641	0.056***	0.215	19.887
교통환경 특성 Transportation environment characteristics	Distance to the subway	0.009***	0.042	6.160	-0.001	-0.008	-1.148	0.005***	0.028	4.045
	Density of bus stops	117.185***	0.072	10.563	106.874***	0.086	12.470	63.292***	0.046	6.553
	Density of intersections	59.627***	0.027	4.005	-6.731	-0.004	-0.585	28.328**	0.015	2.185
근린시설 특성 Neighborhood facilities characteristics	Density of educational facilities	0.325	0.001	0.105	-8.112***	-0.026	-3.403	1.802	0.005	0.671
	Density of living service facilities	-1.639	-0.007	-0.842	3.829**	0.021	2.547	-2.307	-0.012	-1.362
	Density of retail facilities	0.765	0.005	0.609	0.943	0.009	0.972	0.885	0.007	0.809
	Density of accommodation facilities	-61.021***	-0.019	-2.752	-8.578	-0.004	-0.501	-50.674***	-0.019	-2.625
	Density of sports facilities	338.960***	0.021	3.257	161.856**	0.013	2.013	268.279***	0.020	2.961
	Density of entertainment facilities	-66.427***	-0.048	-5.944	7.216	0.007	0.836	-43.236***	-0.036	-4.444
	Density of food facilities	5.023***	0.027	2.709	1.884	0.013	1.315	1.199	0.008	0.743
	Density of medical facilities	28.607***	0.036	4.466	25.082***	0.041	5.068	24.513***	0.036	4.395
공원시설 특성 Park facilities characteristics	Total area (neighborhood)	0.063***	0.020	3.064	-0.010	-0.004	-0.614	0.050***	0.019	2.806
	Total area (children)	3.804***	0.022	3.289	-0.522	-0.004	-0.584	3.040***	0.021	3.019
	Total area (other)	-0.001	-0.001	-0.218	0.002	0.003	0.453	0.004	0.005	0.717
접근성 특성 Accessibility characteristics	Closeness	1.00E-06***	0.043	4.413	3.00E-06***	0.112	11.293	1.00E-06**	0.021	2.134
	Betweenness	1.79E-07***	0.037	4.912	-6.42E-09	-0.002	-0.228	2.27E-07***	0.055	7.136
No. obs.	19153			19153			19153			
F(24,19128)	185.121 ***			158.984***			131.575***			
R-squared	0.176			0.155			0.131			

\*p < 0.10, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

지이용 시설의 비표준화 계수(unstandardized coefficients)를 살펴보면 기타시설 연면적 밀도가 가장 높고, 그 다음으로 기타, 녹지, 상업, 업무, 주거 순인 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 토지이용 연면적이 일주일 시간대별 생활인구의 혼합수준에 영향을 미치는 중요한 요소일 뿐 아니라 기타시설과 녹지시설의 연면적 밀도는 일주일 생활인구의 혼합수준에 상대적으로 크게 영향을 미치는 요인임을 의미한다. 나아가, 토지이용 혼합도는 평일, 주말, 일주일 모형에서 생활인구 시간대별 혼합도(HPM)에 양(+)의 방향으로 일관성 있게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 독립변수의 설명력을 의미하는 표준화 계수(beta)를 참조하면 토지이용 혼합도 변수는 생활인구의 시간대별 혼합수준에 가장 큰 역할을 하는 변수임을 알 수 있다.

교통 환경특성 변수의 경우 지하철역 접근성과 교차로 수 밀도는 평일과 일주일 모형에서 양(+)의 방향으로 유의하게 나타났다. 버스정류장 수 밀도는 생활인구 시간대별 혼합수준에 모두 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 비표준화 계수와 표준화 계수(beta)를 참조하면 버스정류장 수 밀도는 종속변수에 가장 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 일상생활에서 교통 접근성이 도시활력에 중요한 요소로 볼 수 있으며, 특히 버스 정류장 수 밀도와 교차로 수 밀도가 높을수록 평일 시간대별 생활인구의 혼합도가 높은 것을 알 수 있다. 교차로 수 밀도의 경우, 가로의 블록이 작을수록 보행 거리를 줄이면서 사람들이 서로 접촉할 기회가 많아지고 차량의 속도를 늦추는 효과가 있다. 이는 보행 활동을 촉진함으로써 시간대별 생활인구 혼합도에 긍정적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 지하철역 접근성의 경우 지하철역으로부터 거리가 멀어질수록 평일 생활인구의 시간대별 혼합도 수준이 높은 것으로 나타났다. 이는 지하철의 경우 평일 일상생활에서 출퇴근 첨두시간대에 집중적으로 많이 이용하기 때문에 나타난 결과로 해석할 수 있다. 다음으로 주말모형의 경우 교차로 수 밀도와 지하철까지의 거리는 통계적으로 유의하지 않았다. 반면, 버스 정류장 수 밀도는 주말에도 중요한 변수로 나타났다.

근린시설 특성 중 스포츠시설 수 밀도와 의료시설 수 밀도는 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 유의미한 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이들 스포츠시설 수의 밀도와 의료시설 수의 밀도는 높을수록 사람들이 시간대별로 더 균형 있게 분포함을 의미한다. 한편, 교육시설 수 밀도는 주말 시간대별 생활인구 혼합도에 음(-)의 관계를 가지는 것으로 나타났으며, 반면에 생활서비스시설 수 밀도는 양(+)의 방향으로 유의하게 나타났다. 이를 통해 주말에는 사람들이 여유로운 시간이 많아지고 있으며, 생활서비스시설은 주로 '미용, 사진관, 세탁소 등' 일을 하는 평일보다는 여가를 보낼 때 사용하는 시설이기 때문에 주말에 시간대별 생활인구 혼합수준에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 또한, 음식 시설 수 밀도는 평일 시간대별 생활인구 혼합도에

양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났으며, 숙박 시설 수와 오락 시설 수 밀도는 평일과 일주일의 시간대별 생활인구 혼합도에 음(-)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 숙박 시설의 종류는 '민박, 호텔, 펜션 등'이 포함되었고 오락 시설은 'PC, 당구, 볼링' 등 특정 시간대에만 사람들이 머무는 장소의 특성 때문에 평일과 일주일 생활인구의 시간대별 혼합수준 부정적인 효과가 있다고 해석할 수 있다. 이외에는 소매 시설 수 밀도는 모두 생활인구의 시간대별 혼합수준에 통계적으로 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 소매 시설은 낮 시간대에 많이 활용하는 시설이기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

공원시설의 경우는 근린공원과 어린이공원은 모두 평일과 일주일 모형에서 생활인구의 시간대별 혼합도에 일관성 있는 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 도시민의 일상 여가활동과 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 미치는 공원시설의 중요성을 볼 수 있다. 근린공원과 어린이공원의 면적이 증가할수록 해당 공원의 서비스 반경이 넓어진다는 것을 의미하며, 평일에는 시간대별로 일상 및 여가 보행 목적으로 하는 사람들을 꾸준히 끌어들이 수 있음을 의미한다.

다음으로 접근성 특성 중 통합도는 모든 모형에서 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났으며, 통과도는 평일과 일주일에 유의미한 양(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이를 통해 해당 도로는 쉽게 갈 수 있을수록, 통과하는 확률이 높을수록 해당공간의 좋은 접근성과 다양성을 제공함으로써 평일과 일주일의 시간대별 생활인구 혼합수준에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

다른 한편으로, 평일, 주말, 일주일 등 모든 모형에서 주거, 상업, 업무, 녹지, 기타 등 5가지 용도의 토지이용혼합도가 생활인구의 시간대별 혼합수준에 가장 큰 영향을 미치는 변수인 것을 확인하였다. 그러나 토지이용혼합의 경우 어떤 용도의 조합이 생활인구의 시간대별 혼합수준에 상대적으로 큰 영향을 미치는지 추가 분석을 시도하였다. <표 5>는 <표 4>의 모형에서 독립변수를 유지한 상태에서 <표 2>에서 제시한 토지이용혼합 유형 변수만 바꾸어 가면서 LUM01-LUM25까지 총 25개의 회귀분석을 추가로 실행하였다. LUM26 모형의 경우는 <표 4>와 동일한 모형이다. 이는 단일용도의 토지이용 특성, 교통환경 특성, 근린시설 특성, 공원시설 특성 그리고 접근성 특성이 동일한 조건일 때 토지이용혼합의 유형이 생활인구의 시간대별 혼합수준에 미치는 영향을 설명할 수 있다. <표 5>에서는 각 모형의 비표준화 계수(coef), T-값(t-value), 설명력(R-squared) 값을 정리하였으며, 토지이용혼합도 유형에 따른 영향 크기를 비교하기 위해 표준화 계수(beta)와 모형의 설명력 값을 참고하였다.

우선, LUM01-LUM10 모형은 토지이용 혼합도를 두 가지 용도만 고려하였다. 두 가지 용도의 조합에서는 주거-상업, 주거-업무, 주거-기타 용도 조합이 양(+)의 방향으로 높은 설명력을

표 5. 토지이용혼합도 유형별 회귀분석 결과 Table 5. Regression analyses for hour-based people mix by land use mix types

변수 Variable	평일 생활인구 시간대별 혼합도 Hour-based people mix in weekday				주말 생활인구 시간대별 혼합도 Hour-based people mix in weekend				일주일 생활인구 시간대별 혼합도 Hour-based people mix in a week			
	Coef.	Beta	t	R-sq.	Coef.	Beta	t	R-sq.	Coef.	Beta	t	R-sq.
LUM01 Res.+Com.	0.033***	0.135	14.053	0.171	0.018***	0.095	9.787	0.148	0.032***	0.154	15.637	0.125
LUM02 Res.+Office	0.057***	0.187	23.270	0.185	0.020***	0.085	10.288	0.148	0.050***	0.192	23.163	0.138
LUM03 Res.+Other	0.031***	0.106	12.107	0.168	0.016***	0.071	8.027	0.147	0.034***	0.137	15.157	0.124
LUM04 Res.+Green	-0.024***	-0.084	-4.820	0.202	3.8E-04	0.002	0.095	0.146	-0.015***	-0.058	-3.271	0.156
LUM05 Com.+Office	0.012***	0.061	8.697	0.165	-3.9E-05	-0.000	-0.035	0.144	0.012***	0.071	9.771	0.118
LUM06 Com.+Other	0.004***	0.018	2.595	0.162	-0.001	-0.008	-1.168	0.144	0.006***	0.032	4.387	0.114
LUM07 Com.+Green	-0.006	-0.022	-1.364	0.197	0.002	0.008	0.493	0.146	-0.009**	-0.040	-2.418	0.155
LUM08 Office+Other	-0.002	-0.010	-1.322	0.162	-0.003***	-0.021	-2.825	0.144	-2.8E-04	-0.002	-0.206	0.113
LUM09 Office+Green	0.019***	0.069	4.055	0.200	0.010***	0.046	2.656	0.148	0.011**	0.044	2.528	0.155
LUM10 Green+Other	0.009**	0.037	2.178	0.198	0.006*	0.030	1.715	0.147	0.013***	0.057	3.310	0.156
LUM11 Res.+Com.+Office	0.059***	0.203	20.596	0.180	0.028***	0.128	12.784	0.151	0.053***	0.217	21.413	0.134
LUM12 Res.+Com.+Other	0.039***	0.134	12.991	0.169	0.028***	0.130	12.407	0.151	0.041***	0.169	15.946	0.125
LUM13 Res.+Com.+Green	-0.008	-0.023	-1.159	0.197	0.018***	0.066	3.291	0.149	-0.001	-0.002	-0.096	0.153
LUM14 Res.+Office+Other	0.061***	0.187	20.147	0.179	0.031***	0.124	13.184	0.151	0.059***	0.213	22.386	0.136
LUM15 Res.+Office+Green	0.004	0.011	0.620	0.197	0.019***	0.066	3.514	0.149	0.007	0.020	1.100	0.154
LUM16 Res.+Other+Green	0.012*	0.035	1.848	0.198	0.007	0.027	1.383	0.147	0.021***	0.068	3.486	0.156
LUM17 Com.+Office+Other	0.010***	0.043	6.121	0.164	-2.6E-05	-0.000	-0.021	0.144	0.011***	0.059	8.247	0.117
LUM18 Com.+Office+Green	0.011**	0.036	1.961	0.198	0.013***	0.057	2.969	0.148	1.4E-04	0.001	0.028	0.153
LUM19 Com.+Green+Other	0.008	0.027	1.493	0.197	0.007*	0.031	1.686	0.147	0.005	0.019	1.044	0.154
LUM20 Office+Green+Other	0.023***	0.078	4.190	0.201	0.015***	0.067	3.522	0.149	0.022***	0.081	4.269	0.158
LUM21 Res.+Com.+Office+Other	0.057***	0.186	17.750	0.176	0.038***	0.164	15.395	0.154	0.055***	0.215	19.931	0.132
LUM22 Res.+Com.+Office+Green	0.012	0.034	1.601	0.197	0.030***	0.108	4.927	0.152	0.014**	0.044	2.020	0.154
LUM23 Res.+Com.+Green+Other	0.020***	0.056	2.623	0.198	0.018***	0.066	3.021	0.148	0.027***	0.084	3.858	0.157
LUM24 Res.+Office+Green+Other	0.033***	0.089	4.399	0.201	0.022***	0.077	3.683	0.150	0.038***	0.111	5.320	0.160
LUM25 Com.+Office+Green+Other	0.019***	0.064	3.296	0.199	0.015***	0.065	3.250	0.149	0.012**	0.044	2.204	0.154
LUM26 Res.+Com.+Office+Green+Other	0.057***	0.186	17.698	0.176	0.039***	0.167	15.641	0.155	0.056***	0.215	19.887	0.131

\*p<0.10, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01

보였다. 주거-녹지, 상업-녹지 조합이나 업무-기타용도 조합의 경우에는 생활인구의 시간대별 혼합수준에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 일주일 모형에서 주거-업무 조합 (coef=0.05, beta=0.192)의 혼합도가 높을수록 시간대별 생활인구 혼합도 수준이 높은 것으로 나타났다. 이는 낮 시간에 업무용도로 인한 활동인구가 증가하고, 밤 시간에는 거주인구가 증가하기 때문에 나타나는 결과로 판단된다. 또한, 주거-상업의 경우는 상업시설 주변에 주거시설이 적절하게 혼합되면 시간대별로 일정한 수준의 생활인구수를 유지할 수 있음을 의미하며, 이는 Wu and Niu(2019)의 연구 결과와 유사하다.

다음으로, LUM11-LUM20 모형은 토지이용혼합도 계산에서 세 가지 용도를 고려하였다. 주거-상업-업무, 주거-업무-기타용도 조합과 주거-상업-기타 조합에서 높은 설명력을 보였다. 이러한 결과는 상업이나 업무밀집지역의 높은 시간대별 생활인구 혼합수준이 주거용도와 밀접한 관련이 있는 것을 의미한다.

마지막으로 LUM21-LUM25 모형은 토지이용 혼합도를 계산하기 위해 4가지 용도의 조합을 고려하였다. LUM01-LUM20 모형과 비교할 때 전체적으로 4가지 용도를 고려한 모형의 설명력이 높은 것을 알 수 있다. 특히 이 중에서 LUM21 모형인 주거-상업-업무-기타용도 조합의 영향력(coef=0.055, beta=0.215)이 가장 높게 나타났다. LUM21 모형은 녹지면적을 추가하여 5개의 토지이용 용도를 고려한 LUM26 모형의 설명력보다 큰 차이를 보이지 않았다.

## V. 결론

본 연구는 2018년 생활인구 자료를 토대로 평일, 주말, 일주일의 생활인구의 시간대별 혼합도 변수를 산출하여 종속변수로 활용하였다. 또한, 독립변수는 토지이용 특성, 교통환경 특성, 근린환경 특성, 공원시설 특성, 접근성 특성 등 5가지 변수 유형을 고려하였다. 나아가 토지이용혼합도 변수는 용도의 조합을 26가지로 구분하여 어떤 토지이용혼합 조합이 생활인구의 시간대별 혼합수준을 잘 설명할 수 있는지 분석하였다. 분석결과와 정책적 시사점은 다음과 같다.

우선 토지이용특성을 살펴보면, 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 평일과 주말 모든 모형에서 긍정적인 영향을 미치고 있는 단일 토지이용 특성은 상업시설 연면적, 녹지시설 면적 밀도로 나타났다. 반면, 주거시설 연면적 밀도는 모두 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 주거-상업, 주거-업무, 주거-기타용도 조합이 생활인구 혼합도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 단일 주거용도의 밀집은 시간대별 생활인구 혼합수준에 부정적 영향을 끼치는 것은 알 수 있지만 업무, 상업과 기타용도가 적절히 혼합된다면 일정 수준의 생활인구수 유지하는 데 긍정적인 효과를 가질 수 있음을 의미한다. 다른 한편으로, 이러

한 분석 결과가 시간대별 생활인구의 혼합도를 높이기 위해 주거 밀집 지역에 상업과 업무 시설을 공급하거나 상업과 업무시설 밀집지역에 주거시설을 무차별적으로 공급해야함을 시사하는 것은 아니다. 이는 생활인구 혼합을 통한 도시활력 증대가 필요한 지역에 선별적 적용이 필요함을 의미한다.

또한, 주거-상업-업무, 주거-업무-기타용도 조합과 주거-상업-기타 조합의 경우 양의 방향으로 유의하게 나타나 상업과 업무 중심지역의 생활인구 시간대별 혼합도 수준을 높이기 위해서는 주거시설의 중요성을 확인할 수 있다. 상업과 업무지역의 경우 영업시간과 업무시간을 제외하면 생활인구의 활동이 매우 낮아져 가로활력이 떨어진다. 따라서 상업이나 업무용도가 집중된 지역의 경우 주거시설 용도를 통해 저녁시간과 밤 시간대까지 시간대별로 일정한 수준의 생활인구를 유지할 수 있을 것으로 판단된다. 이는 상업과 업무중심지역에서 생활인구의 증가는 저녁시간이나 밤 시간에 Jacobs(1961)가 주장한 “거리의 눈”(eyes on the street) 기능을 통해 보행자 안전에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

둘째, 토지이용혼합도 변수는 평일과 주말 모든 모형에서 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 가장 큰 영향을 미치는 변수로 나타났다. 특히, 주거, 상업, 업무, 기타, 녹지 등 5가지 토지이용의 다양한 조합을 분석한 결과 토지이용에 있어 다양한 용도가 혼합되어 있을수록 생활인구의 시간대별 혼합도 수준은 높아지는 것으로 나타났다. 이러한 분석결과는 토지이용혼합이 높을수록 다양한 시간대에 다양한 사람들이 방문하기 때문에 도시활력이 증가한다고 주장한 Jacobs(1961)의 주장과도 일치한다.

또한, 추가적인 토지이용 조합의 분석 모형을 전체적으로 살펴보면 토지용도 혼합유형이 증가할수록 생활인구의 시간대별 혼합도에 미치는 영향력이 전반적으로 높아진 것으로 나타났다. 이는 토지이용이 다양하게 혼합될 때, 도시민들이 다양한 시간대에 걸쳐 해당 공간을 지속적으로 이용하는 것을 의미한다. 특히, 통행 목적지의 토지이용 혼합정도가 높을수록 보행과 자전거통행을 장려할 수 있다고 보았으며(Cervero and Duncan, 2003; Duncan et al., 2010; Christian et al., 2011), 혼합된 토지이용은 서로 다른 시간대에서 사람들의 다양한 통행목적과 보행활동을 유발함으로써 시간대별 생활인구 혼합정도에 긍정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 향후 지역특성을 고려하여 도시활력의 제고가 필요한 지역의 경우 토지이용 혼합도를 활용한 생활인구의 시간대별 혼합수준을 높일 수 있음을 시사한다.

셋째, 교통 환경특성을 살펴보면 버스정류장의 밀도가 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 대해 평일과 주말 모든 모형에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 지하철 접근성이나 교차로 밀도와 비교할 때 상대적인 영향력도 높은 것으로 나타나 버스정류장은 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 영향을 미치는 중요한 요인임을 알 수 있다. 반면 지하철역과의 거리가 멀

어질수록 생활인구의 시간대별 혼합 수준은 높게 나타났는데 이는 지하철역이 첨두시간대와 비첨두시간대 이용인구의 차이가 크게 때문으로 판단된다. 교차로 밀도의 경우에도 평일과 일주일 모형에서만 유의하게 나타났으며, 면적당 교차로 수가 많을수록 생활인구의 시간대별 혼합도 수준이 높은 것을 의미한다. 이는 Jacobs(1961)가 주장한 “작은 블록(small block)”이 교차로를 많이 만들어내고 교차로에 인접한 다양한 토지이용 시설이 생활인구의 시간대별 혼합도 수준을 높이는데 기여할 수 있음과 맥락을 같이한다.

다음으로 근린시설 특성의 경우, 스포츠시설 수 밀도와 의료시설 수 밀도는 평일과 주말 모든 모형에, 음식 시설 밀도의 경우 평일 모형에서 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 긍정적인 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 반면, 숙박시설 수 밀도와 오락시설 수 밀도는 평일 생활인구의 시간대별 혼합도에 부정적인 영향을 나타냈다. 이러한 결과는 근린의 음식시설과 비교할 때 숙박시설과 오락시설의 경우 특정 시간대에만 영업을 하는 경우나 특정 시간대에 사람들이 많이 이용하는 시설이기 때문으로 판단된다.

공원시설의 경우 근린공원과 어린이 공원 면적은 주말 모형을 제외한 평일과 일주일 전체 모형에서 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 사람들이 건강과 여가 활동을 중시함에 따라 녹지시설과 더불어 근린공원과 어린이 공원에 대하여 다양한 연령대의 인구가 다양한 시간대에 이용함으로써 생활인구의 시간대별 혼합도 수준을 높이는 데 기여하는 것으로 볼 수 있다. 이에 따라 도시개발사업과 정비사업 등을 계획할 때 시간대별의 적절한 생활인구를 유지하려면 공원 및 호수 등 녹지시설의 면적 밀도도 고려할 필요가 있음을 시사한다.

마지막으로 접근성 특성의 경우, 도로의 통합도는 평일과 주말 모든 모형에, 통과도는 평일과 일주일 모형에서 양(+)의 방향으로 유의미하게 나타났다. 이는 도로의 통합도와 통과도가 높을수록 해당 집계구에서 시간대별 생활인구 혼합 수준이 높은 것을 의미한다. 효율적인 도로 네트워크는 도시 내부의 통행을 강화하고, 교통비용을 낮추며, 사람들에게 다양한 통행수단 선택을 제공한다(Yue et al., 2019). 따라서 도로망구조의 통합도와 통과도가 높은 효율적인 도로망 구조는 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 이러한 결과는 도시활력을 높이기 위해 도로망 구조의 통합도와 통과도가 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다.

한편, 본 연구의 한계점은 다음과 같다. 우선, 본 연구에서 활용한 서울시 생활인구 빅데이터 자료는 스마트 폰과 연계된 통신사 기반으로 측정된 자료이다. 따라서 특정 시간대에 특정 공간에 머무르고 있을 때 생활인구 자료로 구축이 된다. 그러나 스마트 폰 사용자가 어디에서 어떤 활동을 하고 있는지 알 수 없는 한계점을 가지고 있으며 상주인구와 유동인구를 구분할 수 없다는

한계가 있다. 예를 들어, 실내에만 머무르는 경우에도 생활인구로 집계되기 때문에 실제 도시활력의 의미를 정확하게 대표하는데 한계가 있다.

둘째, 본 논문의 종속변수인 생활인구의 시간대별 혼합수준을 산출하기 위해 엔트로피 지표의 개념을 활용하였다. 엔트로피 지표는 혼합도를 측정할 때 일반적으로 사용하는 지표이지만, 시간대별 생활인구의 규모가 달라도 유사한 값이 산출될 수 있다는 단점이 존재한다. 또한, 시간대별 생활인구 혼합도 지수를 구하는 과정에서 상대적인 수치를 보정하기 위해 해당 집계구의 최솟값을 빼주었고 계산하였다. 이에 따라, 구체적으로 어느 시간대에 어느 연령대의 인구가 얼마인지 확인할 수 없으며, 생활인구 양을 고려하지 못하는 한계점을 가지고 있다.

셋째, 본 연구에서는 오전부터 저녁 및 밤 시간까지 5개의 시간대를 사용하여 생활인구의 시간대별 혼합수준을 측정하였다. 분석도 생활인구의 시간대별 혼합수준은 해당 집계구에 시간대별로 사람들이 균형 있게 분포되어 있는지 없는지에 초점을 두고 있으며, 시간대별 인구수가 많은지 적은지에 관한 연구와는 차이가 있다. 또한, 생활인구의 시간대별 혼합수준을 측정하기 위한 방법이 다양할 수 있고, 측정방법의 차이가 분석결과에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 향후 연구는 다양한 시간대 조합을 통한 생활인구의 혼합도 수준과 영향요인 분석을 진행할 필요가 있다.

넷째, 본 논문에서 사용한 토지이용 데이터는 용도별 연면적 밀도와 면적 밀도로 계산하여 분석하였다. 그러나 전통적인 토지이용 연면적 데이터는 누락된 자료가 다수 존재하고 토지이용 유형과 같은 미시적인 부분에서 한계를 가지고 있다. 특히, 복합용도 건물의 경우 주로 용도로 자료가 구축되는 경우가 많아 토지이용 현황 측면에서 부정확한 자료로 볼 수 있다. 향후 수평과 수직 방향의 토지용도 다양성을 더 잘 대표할 수 있는 데이터를 가지고 심도 있는 연구가 필요하다고 판단된다. 마지막으로, 생활인구의 시간대별 혼합도 수준에 영향을 미치는 다양한 변수에 대한 추가적인 고려가 필요하다고 판단된다. 특정지역의 생활인구 활동은 계절과 기후 그리고 인구 및 사회경제적인 지표에 따라 차이가 있을 수 있기 때문이다. 또한, 최근 문제가 되고 있는 COVID-19와 같은 감염병의 확산과 같은 외부적인 요인에 의해 크게 달라질 수 있다. 따라서 향후 연구는 계절과 기후, 인구 및 사회경제적 요인, 그리고 외부환경의 충격에 따른 생활인구의 활동 변화와 시간대별 혼합수준을 분석하고 지속가능한 도시활력 제고 방안을 도출할 필요가 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 제인 제이콥스가 제시한 이론을 바탕으로 해당 지역의 도시활력은 사람들이 시간대별로 고르게 나타나고 있음으로 정의하였다. 이에 따라 2018년 생활인구 데이터를 통해 평일, 주말과 일주일 생활인구 시간대별 혼합수준을 파악하였으며, 집계구 수준에서 생활인구가 시간대별로 혼합수준에 영향을 미치는 주요 요인을 살펴보았다. 또한, 토지이용의

측면에서 구체적으로 어떤 토지혼합유형이 생활인구 시간대별 혼합수준에 어떤 영향을 미치는지를 제시했다는 점에서 의의가 가지고 있다. 이는 실시간으로 축적되고 있는 생활인구 자료를 보다 활용도 높게 사용할 수 있음을 시사한다. 또한, 생활인구의 시간대별 혼합도와 관련된 연구는 국내에서 아직 활발하게 진행되지 않았으며, 본 연구에서는 인구분포 수준을 분석하기 위한 새로운 개념을 제시하였다는 점에서 차별성을 지닌다. 본 연구의 결과는 향후 인구분포 혼합도에 대한 기초 자료로 활용될 수 있다고 판단되며, 나아가 도시공간을 관리할 수 있는 정책에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 인용문헌

### References

1. 곽호찬·송지영·엄진기·김경태, 2018. “이동통신 자료를 활용한 대도시 유동인구 영향요인 분석”, 『한국도시철도학회논문집』, 6(4): 373-381.  
Kwak, H.C., Song, J.Y., Eom, J.K., and Kim, K.T., 2018. “A Study on Factors Influencing Floating Population Using Mobile Phone Data in Urban Area”, *Journal of The Korean Society For Urban Railway*, 6(4): 373-381.
2. 김봉균·이원상·이봉규, 2020. “마르코브 체인을 적용한 유동인구의 매출 및 이동 패턴 분석”, 『인터넷정보학회논문지』, 21(1): 71-78.  
Kim, B.G., Lee, W.S., and Lee, B.G., 2020. “Analyzing Patterns of Sales and Floating Population Using Markov Chain”, *Journal of Internet Computing and Services*, 21(1): 71-78.
3. 김수현·김태현·임하나·최창규, 2015. “소매업의 매출액을 결정하는 보행량 및 건조 환경 요인에 관한 연구-서울시 편의점, 화장품소매점, 커피전문점을 중심으로”, 『국토계획』, 50(3): 299-318.  
Kim, S.H., Kim, T.H., Im, H.N., and Choi, C.G., 2015. “Pedestrian Volume and Built Environmental Factors on Sales of Convenience Stores, Cosmetic Shops and Coffee Shops in Seoul”, *Journal of Korea Planning Association*, 50(3): 299-318.
4. 김영엽·여관현, 2014. “공간의 국지적 탐색을 통한 공공도서관의 입지평가 및 최적입지 선정-서울시를 사례로-”, 『주거환경』, 12(4): 55-71.  
Kim, Y.Y. and Yeo, K.H., 2014. “Location Evaluation and Optimal Location Selection of Public Library Using a Local Space Search Approach-Focusing on the Case of Seoul City-”, *Journal of the Residential Environment Institute of Korea*, 12(4): 55-71.
5. 김용훈·양승우, 2017. “서울 삼청동길의 보행인구 데이터를 활용한 구간별 상업가로 활성화 요인에 대한 실증연구-서울시 종로구 삼청동길을 중심으로”, 『한국도시설계학회지 도시설계』, 18(1): 63-77  
Kim, Y.H. and Yang, S.W., 2017. “An Empirical Research on the Vitalization Factors of the Commercial Street with the Walking Population Data-Focused on Seoul city Jongno-gu Samcheong-dong Road”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 18(1): 63-77
6. 오다원, 2019. “주·야간 상권의 토지 이용과 이용 인구 - 서울시 생활 인구 자료 분석을 중심으로 -”, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.  
Oh, D.W., 2019. “Land Use and Using Population of Commercial Areas by Day and Night-Focusing on Analysis of De Facto Population in Seoul-”, Master's Degree Dissertation, Seoul National University.
7. 원유호·최창규·이주형, 2014. “서울시 업종별 점포의 공간분포가 가로활성화에 미치는 영향요인 분석”, 『한국공간정보학회지』, 22(6): 81-90.  
Won, Y.H., Choi, C.G., and Lee, J.H., 2014. “The Influence Factors Analysis of The Street Revitalization by Spatial Distribution of Small Retail Businesses' Classification in Seoul City”, *Journal of Korea Spatial Information Society*, 22(6): 81-90.
8. 윤나영·최창규, 2013. “서울시 상업가로 보행량과 보행 환경 요인의 관련성 실증 분석”, 『국토계획』, 48(4): 135-150.  
Yun, N.Y. and Choi, C.G., 2013. “Relationship Between Pedestrian Volume and Pedestrian Environmental Factors on the Commercial Streets in Seoul”, *Journal of Korea Planning Association*, 48(4): 135-150.
9. 윤정미·최돈정, 2015. “서울시 유동인구 분포의 공간 패턴과 토지이용 특성에 관한 지리가중 회귀분석”, 『한국지형공간정보학회지』, 23(3): 77-84.  
Yun, J.M. and Choi, D.J., 2015. “Geographically Weighted Geogression on the Characteristics of Land Use and Spatial Patterns of Floating Population in Seoul City”, *Journal of Korean Society for Geospatial Information System*, 23(3): 77-84.
10. 이경민·정창무, 2014. “시간대별 유동인구가 업종별 점포 입지에 미치는 영향에 관한 연구 - 수원시 소매업 및 음식점 점포를 중심으로 -”, 『대한건축학회 논문집-계획계』, 30(8): 47-55.  
Lee, K.M. and Jung, C.M., 2014. “The Effect of Time Period Pedestrian Volume on Store Location-Focused on the Suwon's Retail Stores and Restaurants-”, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 30(8): 47-55.
11. 이금숙·김호성, 2018. “교통과 토지이용 정보를 결합한 서울 인구분포의 시공간적 분석: 4 차원 시각화 방법을 토대로”, 『한국경제지리학학회지』, 21(1): 20-33.  
Lee, K.S. and Kim, H.S., 2018. “Spatio-temporal Analysis of Population Distribution in Seoul via Integrating Transportation and Land Use Information, Based on Four-Dimensional Visualization Methods”, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, 21(1): 20-33.
12. 이유진·최명섭, 2018. “노인 인구 밀집지역의 시공간적 분포와 결정요인 분석 - 서울 생활인구 빅데이터의 활용 -”, 『서울도시연구』, 19(4): 149-168.  
Yi, Y.J. and Choi, M.S., 2018. “Determinants of the Elderly's Spatio-temporal Concentration -Using Big Data of De Facto Population of Seoul-”, *Seoul Studies*, 19(4): 149-168.
13. 이정우·김혜영·전철민, 2015. “가로유형별 물리적 환경특성과 보행량의 연관성 분석”, 『도시설계』, 16(2): 123-140.  
Lee, J.W., Kim, H.Y., and Jun, C.M., 2015. “Analysis of Physical Environmental Factors That Affect Pedestrian Volumes by Street Type”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 16(2): 123-140.
14. 이주아·구자훈, 2013. “가로의 물리적 여건과 보행량의 영향관계 분석 - 서울시 도심권역, 강남권역, 여의도권역의 중심업무지구를 대상으로 -”, 『국토계획』, 48(4): 269-286.

- Lee, J.A. and Koo, J.H., 2013. "The Effect of Physical Environment of Street on Pedestrian Volume - Focused on Central Business District(CBD, GBD, YBD) of Seoul -", *Journal of Korea Planning Association*, 48(4): 269-286.
15. 이지윤·최승담, 2018. "서울시 문화기반시설 공간분포특성 분석: 인구와 이용밀도 분포를 중심으로", 「관광연구논총」, 30(4): 61-80.  
Lee, J.Y. and Choi, S.D., 2018. "Spatial Distribution Characteristics Analysis of Cultural Infrastructure in Seoul: A Focus on Distribution of Population and Density of Use", *Journal of Tourism Studies*, 30(4): 61-80.
16. 이지혜·김형중, 2019. "생활인구 데이터를 활용한 노인인구 공간적 분포 및 군집분석: 서울시를 중심으로", 「한국디지털콘텐츠학회논문지」, 20(7): 1365-1371.  
Lee, J.H. and Kim, H.J., 2019. "Identification of Spatial Distribution of an Aged Population and Analysis on Characterization of the Cluster: Focusing on Seoul Metropolitan Area", *Journal of the Korea Digital Contents Association*, 20(7): 1365-1371.
17. 임하나·성은영·최창규, 2017. "상업시설의 다양성과 가로활력과의 관련성 실증분석 - 서울시 상업지역과 주거지역을 구분하여", 「도시설계」, 18(6): 37-49.  
Im, H.N., Seong, E.Y., and Choi, C.G., 2017. "Relationship Between Diversity of Commercial Store and Street Vitality - By District Types in Seoul", *Urban Design*, 18(6): 37-49.
18. 임하나·이수기·최창규, 2016. "서울시 토지이용 혼합유형과 보행량의 연관성 실증분석", 「국토계획」, 51(7): 21-38.  
Im, H.N., Lee, S.G., and Choi, C.G., 2016. "Empirical Analysis of the Relationship Between Land Use Mix and Pedestrian Volume in Seoul, Korea", *Journal of Korea Planning Association*, 51(7): 21-38.
19. 정시윤, 2020. "공간 빅데이터를 활용한 도시 활력 분석 : 대구시를 사례로", 경북대학교 대학원 석사학위논문.  
Jeong, S.Y., 2020. "Urban Vitality Analysis Using Spatial Big Data: A Case Study of Daegu", Master's Degree Dissertation, Kyungpook National University.
20. 정재훈·남진, 2019. "위치기반 빅데이터를 활용한 서울시 활동인구 유형 및 유형별 지역 특성 분석", 「국토계획」, 54(3): 75-90.  
Jung, J.H. and Nam, J., 2019. "Types and Characteristics Analysis of Human Dynamics in Seoul Using Location-Based Big Data", *Korea Planning Association*, 54(3): 75-90.
21. 통계청, 2020. 「2019년 생활시간조사 결과」, 대전. Statistics Korea, 2020. *2019 Living Time Survey Results*, Daejeon.
22. Cervero, R. and Duncan, M., 2003. "Walking, Bicycling, and Urban Landscapes- Evidence From the San Francisco Bay Area", *American Journal of Public Health*, 93(9): 1478-1483.
23. Christian, H.E., Bull, F.C., Middleton, N.J., Knuiman, M.W., Divitini, M.L., Hooper, P., Amarasinghe, A., and Giles-Corti, B., 2011. "How Important is The Land Use Mix Measure in Understanding Walking Behaviour? Results from the RESIDE Study", *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1): 55.
24. Delclòs-Alió, X. and Miralles-Guasch C., 2018. "Looking at Barcelona through Jane Jacobs's Eyes: Mapping the Basic Conditions For Urban Vitality in a Mediterranean Conurbation", *Land Use Policy*, 75: 505-517.
25. Duncan, M.J., Winkler, E., Sugiyama, T., Cerin, E., du Toit, L., Leslie, E., and Owen, N., 2010. "Relationships of Land Use Mix with Walking for Transport: Do Land Uses and Geographical Scale Matter?", *Journal of Urban Health*, 87(5): 782-795.
26. Florida, R., 2012. *The Rise of The Creative Class: Revisited* (2nd ed), New York: Basic Books.
27. Frank, L.D. and Pivo, G., 1994. "Impacts of Mixed Use and Density on Utilization of Three-Modes of Travel Single-Occupant Vehicle, Transit, and Walking", *Transportation Research Record*, 1466: 44-52.
28. Hasibuan, H.S., Soemardi, T.P., Koestoer, R., and Moersidik, S., 2014. "The Role of Transit Oriented Development in Constructing Urban Environment Sustainability, The Case of Jabodetabek, Indonesia", *Procedia Environmental Sciences*, 20: 622-631.
29. He, S.W., Yu, S., Wei, P., and Fang, C.L., 2019. "A Spatial Design Network Analysis of Street Networks and The Locations of Leisure Entertainment Activities: A Case Study of Wuhan, China", *Sustainable Cities and Society*, 44: 880-887.
30. Hillier, B., 2012. "Studying Cities to Learn About Minds: Some Possible Implications of Space Syntax for Spatial Cognition", *Environment and Planning B: Planning and Design*, 39(1): 12-32.
31. Im, H.N. and Choi, C.G., 2019. "The Hidden Side of The Entropy-Based Land-Use Mix Index: Clarifying the Relationship Between Pedestrian Volume and Land-Use Mix", *Urban Studies*, 56(9): 1865-1881.
32. Jacobs-Crisioni, C., Rietveld, P., Koomen, E., and Tranos, E., 2014. "Evaluating the Impact of Land-use Density and Mix on Spatiotemporal Urban Activity Patterns: An Exploratory Study Using Mobile Phone Data", *Environment and Planning A*, 46(11): 2769-2785.
33. Jacobs, J., 1961. *The Death and Life of Great American Cities*, New York: Vintage Books.
34. Jin, X., Long, Y., Sun, W., Lu, Y., Yang, X., and Tang, J., 2017. "Evaluating Cities' Vitality and Identifying Ghost Cities in China with Emerging Geographical Data", *Cities*, 63: 98-109.
35. Kang, C.D., 2017. "Measuring the Effects of Street Network Configurations on Walking in Seoul, Korea", *Cities*, 71: 30-40.
36. Kim, Y.L., 2018. "Seoul's Wi-Fi Hotspots: Wi-Fi Access Points as an Indicator of Urban Vitality", *Computers, Environment and Urban Systems*, 72: 13-24.
37. Landry, C., 2000. "Urban Vitality: A New Source of Urban Competitiveness", *Archis*, (12): 8-13.
38. Lee, S.G., Sung, H.G., and Woo, A.Y., 2017. "The Spatial Variations of Relationship Between Built Environment and Pedestrian Volume: Focused on The 2009 Seoul Pedestrian Flow Survey in Korea", *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 16(1): 147-154.
39. Li, S.J., Wu, C., Lin, Y., Li, Z.Y., and Du, Q.Y., 2020. "Urban Morphology Promotes Urban Vibrancy from the Spatiotemporal and Synergetic Perspectives: A Case Study Using Multi-Source Data in ShenZhen, China", *Sustainability*, 12(12): 4829.
40. Lopes, M.N. and Camanho, A.S., 2013. "Public Green Space Use and Consequences on Urban Vitality: An Assessment of European Cities", *Social Indicators Research*, 113(3): 751-767.



41. Lynch, K., 1981. *A Theory of Good City Form*, Cambridge, MA: MIT Press.
42. Markusen, A., 2003. "Fuzzy Concepts, Scanty Evidence, Policy Distance: The Case for Rigour and Policy Relevance in Critical Regional Studies", *Regional studies*, 37(6-7): 701-717.
43. Montgomery, J., 1995. "Urban Vitality and The Culture of Cities", *Planning Practice and Research*, 10(2): 101-110.
44. Montgomery, J., 1998. "Making a City: Urbanity, Vitality and Urban Design", *Journal of Urban Design*, 3(1): 93-116.
45. Omer, I. and Kaplan, N., 2017. "Using Space Syntax and Agent-Based Approaches for Modeling Pedestrian Volume at The Urban Scale", *Computers, Environment and Urban Systems*, 64: 57-67.
46. Ravenscroft, N., 2000. "The Vitality and Viability of Town Centres", *Urban Studies*, 37(13): 2533-2549.
47. Song, Y., Merlin, L., and Rodriguez, D., 2013. "Comparing Measures of Urban Land Use Mix", *Computers, Environment and Urban Systems*, 42: 1-13.
48. Sung, H.G., Go, D.H., and Choi, C.G., 2013. "Evidence of Jacobs's Street Life in The Great Seoul City: Identifying the Association of Physical Environment with Walking Activity on Streets", *Cities*, 35: 164-173.
49. Sung, H.G. and Lee, S.G., 2015. "Residential Built Environment and Walking Activity: Empirical Evidence of Jane Jacobs' Urban Vitality", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41: 318-329.
50. Sung, H.G., Lee, S.G., and Cheon, S.H., 2015. "Operationalizing Jane Jacobs's Urban Design Theory: Empirical Verification From the Great City of Seoul, Korea", *Journal of Planning Education and Research*, 35(2): 117-130.
51. Tang, L.J., Lin, Y., Li, S.J., Li, S., Li, J.Y., Ren, F., and Wu, C., 2018. "Exploring the Influence of Urban Form on Urban Vibrancy in Shenzhen Based on Mobile Phone Data", *Sustainability*, 10(12): 4565.
52. Wu, J.Y., Ta, N., Song, Y., Lin, J., and Chai, Y.W., 2018. "Urban Form Breeds Neighborhood Vibrancy: A Case Study Using a GPS-Based Activity Survey in Suburban Beijing", *Cities*, 74: 100-108.
53. Wu, W.S. and Niu, X.Y., 2019. "Impact of Built Environmental Functional Diversity on Street Vitality: A Case Study of West Nanjing Road in Shanghai", *Urban and Rural Planning*, 190(2): 81.
54. Ye, Y., Dong, L., and Liu, X.J., 2018. "How Block Density and Typology Affect Urban Vitality An Exploratory Analysis in Shenzhen, China", *Urban Geography*, 39(4): 631-652.
55. Yue H. and Zhu, X., 2019. "Exploring the Relationship Between Urban Vitality and Street Centrality Based on Social Network Review Data in Wuhan, China", *Sustainability*, 11(16): 4356.
56. Yue, W.Z., Chen, Y., Zhang, Q., and Liu, Y., 2019. "Spatial Explicit Assessment of Urban Vitality Using Multi-Source Data: A Case of Shanghai, China", *Sustainability*, 11(3): 638.
57. Yue, Y., Zhuang, Y., Yeh, A.G.O., Xie, J.Y., Ma, C.L., and Li, Q.Q., 2017. "Measurements of POI-Based Mixed Use and Their Relationships with Neighbourhood Vibrancy", *International Journal of Geographical Information Science*, 31(4): 658-675.
58. 서울특별시, 2018. 서울 생활인구 추계 매뉴얼, 2020.5.20읽음. <http://data.seoul.go.kr>  
Seoul Metropolitan Government, 2018. Seoul Metropolitan De Facto Population Estimation Manual., Accessed May 20, 2020. <http://data.seoul.go.kr>

Date Received 2020-07-21  
 Reviewed(1<sup>st</sup>) 2020-10-05  
 Date Reviewed 2020-12-23  
 Reviewed(2<sup>nd</sup>) 2021-01-11  
 Date Accepted 2021-01-11  
 Final Received 2021-02-03