

# 위치기반 빅데이터를 활용한 서울시 활동인구 유형 및 유형별 지역 특성 분석<sup>\*,\*\*</sup>

## Types and Characteristics Analysis of Human Dynamics in Seoul Using Location-Based Big Data

정재훈<sup>\*\*\*</sup> · 남진<sup>\*\*\*\*</sup>

Jung, Jae-Hoon · Nam, Jin

### Abstract

As the 24-hour society arrives, human activities in daytime and nighttime urban spaces are changing drastically, and the need for new urban management policies is steadily increasing. This study analyzes the types and characteristics of Seoul's human dynamics using location-based big data and the results are summarized as follows. First, the pattern of human dynamics in Seoul repeats itself every 7 days. Second, the types of human dynamics in Seoul can be classified into five types, and each of type has its own unique time-series and local characteristics. Third, the degree of match between human dynamics and zoning system in urban planning legislation was highest in 'Type 1' residence pattern and low in other types. The following implications can be drawn from these results. First, This paper examined the methodology of analyzing the regional characteristics of Seoul through the human dynamics and obtained meaningful results. Second, This paper can derive reliable and objective pattern analysis results using Big data that reflect the overall population characteristics. Third, the scale of night-time activity in the urban space of Seoul was understood, and its distribution, patterns and characteristics identified.

**키워드** 24시간 사회, 활동인구, 서울시 생활인구, K-means 군집분석, 일원배치 분산분석

**Keywords** 24-hour Society, Human Dynamics, Seoul Living Population, K-means Clustering Analysis, One-way ANOVA

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

오늘날 다양한 가치관과 생활양식이 공존하는 24시간 사회(24-hour society)가 보편화되고 주간과 야간의 도시공간 내 활동이

확연하게 달라짐에 따라, 급변하는 사회경제적 변화에 대응하여 도시공간을 관리할 수 있는 유연한 도시관리정책의 필요성이 대두되고 있다(국회입법조사처, 2015). 그러나 과거 한국의 산업 근대화 과정에서 압축적인 도시화 과정을 담아내는데 유용한 수단이었다고 평가를 받아왔던 용도지역제와 같은 기존의 도시관리 제도가 오늘날 빠르게 변화하는 사회상을 효과적으로 담지 못한

\* 이 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음(No.2018R1D1A1A09084184).

\*\* 이 논문은 주저자 정재훈의 2019년 02월 석사학위논문 중 일부를 발췌, 수정·보완한 것임.

\*\*\* Ph.D Student, University of Seoul (First Author: 2jh.kor@gmail.com)

\*\*\*\* Professor, University of Seoul (Corresponding Author: jnam@uos.ac.kr)

다는 한계점이 여러 논의를 통해 드러나면서, 다양한 인간활동(human activity)을 고려한 맞춤형 도시관리정책이 지속적으로 요구되고 있다(서울특별시, 2017).

한편, 최근 뉴욕, 런던 등 세계도시에서는 기존의 도시공간 내 건축물의 토지 이용 상태를 중심으로 도시를 파악해온 선행연구에서 벗어나, 지표면 상에서 실시간으로 이뤄지는 인간 활동에 관한 시공간 빅데이터 분석 결과를 바탕으로 도시공간 내 인간활동에 대한 이해를 높임으로써(Reades et al., 2009; Garcia-Palomares et al., 2018; Shaw and Sui, 2018), 즉시적이고 객관적인 방식으로 도시를 관리할 수 있는 다양한 정책을 수립하고 있다.

대표적으로 이들은 과거 범죄, 불법 등 부정적인 이슈로만 다뤄졌던 도시공간 내 야간활동(nightlife)에 대한 기존의 사고방식에서 벗어나, 휴대전화 및 IoT 기기를 통해 대규모로 수집된 위치 기반 빅데이터를 바탕으로 도시공간 내 야간경제(night time economy)에 대한 객관적인 이해를 높임으로써, 새로운 성장 자원으로서의 야간활동을 적절하게 관리하고 증진시키기 위해 노력하고 있다.

따라서, 이 연구는 기존의 건축물을 중심으로 도시공간의 특성을 이해해 온 국내 선행연구에서 벗어나, 2018년 3월 공개된 서울시 생활인구 데이터를 바탕으로 첫째, '서울의 도시공간 내 활동인구의 패턴은 어떻게 나타나고 유형화되는가?' 둘째, '각 활동인구 패턴 유형이 나타나는 지역은 어떠한 지역 특성을 지니고 있는가?'를 밝힘으로써, 향후 사회경제적 변화에 즉시적이고 객관적으로 대응할 수 있으며, 실질적인 인간활동을 반영할 수 있는 유연한 도시관리정책 수립에 시사점을 제공하고자 한다.

## 2. 연구의 범위 및 흐름

### 1) 연구의 범위

이 연구는 첫째, 현재 서울열린데이터광장을 통해 공개되고 있는 서울시 생활인구 데이터를 활용하며 둘째, <Fig. 1>과 같은 서



Fig. 1. Seoul Administration District Boundary

울특별시 424개 행정동을 기본적인 공간 분석 단위로 하고 셋째, 2017년 1월 1일 00시부터 2017년 12월 31일 23시까지 산출된 서울시 집계구 단위 내국인 생활인구 데이터의 요일별·시간대별(24시간, 일주일) 생활인구 데이터를 기본적인 시간 분석 단위로 하였다.

이어서, 이 연구는 도시공간 내 인구집단의 활동에 주안점을 두고 연구를 진행하므로 첫째, 도시공간의 인간활동을 명명하는 학술·행정 용어인 유동인구(floating population)<sup>1)</sup>, 인간활동(human activity), 서비스인구(service population)<sup>2)</sup>, 생활인구(living population)<sup>3)</sup>, 인간 역학(human dynamics)을 다루는 선행 연구를 중점적으로 살펴보았으며, 이를 정리함에 있어서 선행연구에서 파편적으로 사용된 학술·행정 용어를 포괄하는 이론적 개념인 '활동인구(human dynamics)'의 개념에서 각 연구를 정리하였다. 마지막으로, 각 용어 간 구분이 필수적인 경우에는 옆에 영문명을 기재하였다.

### 2) 연구의 흐름

이 연구는 크게 5장으로 구성되어 있으며, 각 장의 내용은 다음과 같다.

1장에서는 24시간 사회와 같이 다양한 사회변화상이 나타나고 있는 오늘의 서울에서 현행 도시관리체계의 한계를 극복하는 방안으로 위치기반 빅데이터를 활용한 도시관리정책을 제안하고, 연구의 구체적인 범위와 흐름을 설정하였다. 2장에서는 활동인구에 관한 이론적 논의 및 선행연구를 살펴보고, 그 중 토지이용 행태(land use activity)의 시계열적 패턴을 분석한 선행연구를 중점적으로 논의하였다. 3장에서는 서울시 활동인구의 실태를 살펴보기 위해 필요한 데이터를 구축하고, 이를 바탕으로 서울시 활동인구의 현황을 시간대별로 나눠 시·생활권·자치구 범위에서 개략적으로 살펴보았다. 4장에서는 크게 2단계 분석을 실시하였다. 첫째, 서울시 활동인구의 유형을 구분하기 위해 주어진 활동인구 데이터를 정제한 후, 선행 분석을 통해 판단된 최적 군집의 수를 바탕으로 K-means 군집분석을 수행하였다. 이어서, 구분된 활동인구의 유형별 지역 특성을 파악하기 위해 유사 연구를 바탕으로 변수를 구성하고, 이를 바탕으로 일원배치 분산분석을 수행하였다. 최종적으로 이러한 2단계 분석을 종합하여 서울시 활동인구 유형 및 유형별 지역 특성을 해석하였다. 5장에서는 분석의 결론과 함께 향후 실질적인 인간활동을 반영할 수 있는 유연한 도시관리정책 수립에 있어 이 연구가 지니는 시사점을 논의하였다.

## II. 이론 및 선행연구 검토

### 1. 활동인구에 관한 이론적 논의

공간의 세밀한 관찰(observation)을 통해 유추할 수 있는 활동

인구의 중요성에 대해 논의한 Finch(1939)의 연구를 필두로, 지리적으로 분포하고 있는 공간적 요소(factor)와 인간활동 간 관계에 관한 연구는 다양한 학문 분야에서 지속적으로 이뤄져왔다(Tobler, 1970). 오늘날 활동인구란 인간의 행동을 야기하는 수많은 사회·경제적 메커니즘을 과학적인 관점에서 밝히고자 하는 이론으로, 인간의 활동(activity)과 행동(behavior) 그리고 커뮤니케이션(communication)의 동적인 패턴 변화를 살펴보고, 각 구성요소 간 관계에 대한 이해를 높이는 것에 중점을 두고 있다(Barabasi, 2005; Appleyard, 2017). 구체적으로 이들 연구는 첫째, SNS 등을 통해 포집된 데이터를 통해 공간의 이용 특성을 밝히거나(Ratti et al., 2006; 구자용, 2018; Fu et al., 2018), 둘째, 휴대폰, 신용카드 거래 등을 통해 추출된 위치기반 빅데이터와 기존의 총량적 인구·경제 통계 데이터(small data)를 활용하여 여행·통근 패턴(한국은행, 2016; Lee et al., 2018) 및 주택 및 직장 공간적 불일치(mismatch)(Wan et al., 2018)를 살펴보고, 사회·경제적 소수집단의 분포(Luo et al., 2016; Zhao et al., 2017)를 유추하며, 인간 활동과 도시공간의 사회·경제적 요소 간 연관성(국토연구원, 2013, 2014a, 2014b; 통계청, 2015; Kim, 2018)을 살펴보는 등 도시공간 내 인간의 활동 패턴과 공간적 특성 간의 본질적인 관계를 밝히는데 노력하고 있다.

## 2. 토지이용 행태의 시계열적 패턴에 관한 연구

토지이용 행태의 시계열적 패턴에 관한 연구란, 위치기반 빅데이터를 통해 추출된 활동인구의 시공간 상 나타나는 규칙적인 패턴 유형을 분석하고, 이를 바탕으로 실제 인간에 의한 도시공간의 토지이용 행태가 어떠한 방식으로 이뤄지고 있는지 밝히고자 하는 연구를 말한다. 이들 연구는 일정 시공간 내 활동인구를 짧은 시간 단위로 가공하고, 시간의 흐름에 따른 활동인구의 변화를 시계열적인 패턴으로 시각화하여 규칙성을 찾아내는 것에 초점이 맞춰져 있으며, 현재까지 밝혀진 결과는 다음과 같다.

첫째, 다수의 연구에서 밝혀진 바와 같이 위치기반 빅데이터를 통해 시계열적인 패턴으로 유형화된 활동인구의 토지이용 행태는 실제 도시계획 법·제도 상 토지이용 데이터와 큰 차이를 보이고 있는 경우가 많았으며(Soto and Frias-Martinez, 2011), 일부 매우 복잡한 토지이용이 일어나는 공간들의 경우, 인구집단의 시계열적 패턴을 통해서만 토지이용 행태를 분석할 때 나타날 수 있는 한계점에 대해 논의되기도 했다(Toole et al., 2012).

둘째, K-means 군집분석을 비롯하여 Random Forest 군집분석, Topic Model 분석, Fuzzy C-means 군집분석과 같은 다양한 군집분석 방법이 활동인구의 시계열적인 패턴을 유형화하는데 활용되고 있었으며, 그 결과 일부 거시적 요인(기후, 제도 등)을 제외하면(Abbar et al., 2018), 대다수 도시에서 일정한 유형의 시계열적 패턴이 분석되는 것을 확인할 수 있었다(Soto and

Frias-Martinez, 2011; Pei et al., 2014; Frias-Martinez and Frias-Martinez, 2014).

셋째, 인구 이동의 일반적인 경향성을 통해 선행연구에서 유형화한 활동인구의 패턴은 기능에 따라 주거, 상업, 녹지, 문화(recreation 및 night life), 교통 결절지 등 4-5개 정도의 군집으로 나뉘고 있는 것을 확인할 수 있었다(Soto and Frias-Martinez, 2011; Toole et al., 2012; Zhan et al, 2014; Pei et al., 2014; Frias-Martinez and Frias-Martinez, 2014).

## 3. 연구의 차별성

이 연구는 선행연구와 비교하였을 때, 크게 두 가지 차별성을 지니고 있다.

첫째, 다수의 선행연구에서 기존의 도시공간 내 활동인구를 연구하기 위해 활용해왔던 활동인구 데이터는 크게 통신 기록 데이터(call record data)와 현장 계측에 의한 유동인구 데이터다. 이중 통신 기록 데이터의 경우, 통화 및 문자 데이터의 발생을 기반으로 수집되기 때문에 개인 간 차이가 크고, 발생 간격이 불규칙하며, 야간시간 대 신호 발생이 축소된다는 단점이 있다. 또한, 유동인구 데이터의 경우, 특정 지점의 표본 공간에서 계측기를 활용하여 특정 시간대에 측정되었다는 점에서 정확성이 낮다는 한계를 지니고 있다. 한편, 이 연구에서 활용하는 서울시 생활인구 데이터의 경우 LTE 신호 데이터를 활용하여 추계되었기 때문에(서울특별시, 2018), 개인의 핸드폰 사용 유무와 관계없이 지속적으로 위치 기록이 발생한다는 점에서 저녁 및 심야의 시간대 데이터에 있어 보다 신뢰성 있고 객관적인 분석이 가능하다는 차별성을 지니고 있다.

둘째, 다수의 선행연구는 일정 기간 내 수집된 SNS 혹은 통신 기록을 바탕으로 연구되었기 때문에, 해당 기간 내 수집된 표본 데이터 값에 영향을 미치는 날씨·계절·축제·명절·사건사고·주요 이용 연령대와 같은 요인의 영향을 고려하기 어려웠다. 하지만 이 연구의 경우, 2017년 1월 1일 00시부터 2017년 12월 31일 23시까지 1년 치 행정동별·요일별·시간별 평균값을 바탕으로 연구를 진행한다는 측면에서 ① 계절 및 날씨 등 특정 사건에 의한 영향을 최소화할 수 있으며, ② 전 연령대의 특성이 반영된 활동인구의 토지이용 행태 패턴을 분석한다는 점에서 차별성을 지니고 있다.

## III. 서울시 활동인구의 실태

### 1. 활동인구 데이터 구축

이 연구는 분석의 용이성을 위해 '서울 생활인구 데이터' 중 통계 최소 집계구 단위로 발표된 2017년 '서울 생활인구 데이터'를

365일·24시간·424개 행정동 단위로 1차 가공한 후, 이를 시계열적으로 표현할 경우 도출되는 직관적인 특징을 바탕으로 데이터를 2차 가공하였다. <Fig. 2>은 서울특별시 153개 행정동의 활동인구 샘플을 10월 1일 00시부터 10월 31일 23시까지 시각화한 데이터로 7일을 주기로 일정한 패턴을 그리고 있는 것을 판단할 수 있으며, 이는 원유복(2018a; 2018b)의 보고서에서도 확인할 수 있다.

따라서, 이 연구는 <Table 1>과 같이 행정동별·요일별·24시간별 평균 인구로 데이터를 2차 가공하였다.

## 2. 서울시 활동인구의 현황

<Table 1>과 같이 가공된 서울시의 활동인구 데이터를 <Table

Table 1. Organized Variables Example

| Variables | Monday ~ Sunday |     |        | Count  |
|-----------|-----------------|-----|--------|--------|
|           | 00 ~ 23 o'clock |     |        |        |
| PNU       |                 |     |        |        |
| 11110530  | 18,417          | ... | 18,775 | 168    |
| 11110540  | 4,846           | ... | 4,895  | 168    |
| 11110550  | 13,759          | ... | 13,757 | 168    |
| 11110560  | 22,499          | ... | 22,224 | 168    |
| 11110570  | 7,703           | ... | 7,740  | 168    |
| ...       | ...             | ... | ...    | ...    |
| 11740690  | 12,623          | ... | 12,302 | 168    |
| 11740700  | 37,827          | ... | 37,450 | 168    |
| 11740570  | 33,977          | ... | 33,690 | 168    |
| 11740610  | 47,587          | ... | 47,453 | 168    |
| 11740685  | 59,955          | ... | 59,859 | 168    |
| 424       | 424             | ... | 424    | 62,752 |

2)와 같은 시간·공간 단위로 현황을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 하루동안 서울에 존재하는 전체 활동인구의 평균 인구는 전체 11,094만명이고, 오전(01시부터 12시)에 1,084만명, 오후(13시부터 24시)에 1,103만명으로 나타났으며, 주말보다 주중에 사람이 더 많은 것으로 나타났다. 2017년 서울특별시 주민등록인구가 1,012만명임을 고려할 때, 2017년 평균 서울 내 총 활동인구의 규모는 서울에 거주지를 등록한 인구보다 오전과 오후 모두 높은 것을 알 수 있다.

둘째, 하루 동안 서울에 존재하는 전체 활동인구를 생활권 단위로 구분하여 살펴보면, 동북권이 평균 305만명으로 가장 높으며 도심권이 94만명으로 가장 낮은 것으로 나타났다. 이를 시간대별로 살펴볼 경우, 오전과 오후에 총 활동인구의 변동이 가장 높게 나타나는 생활권은 14만명이 차이 나는 도심권이고, 가장 낮게 나타나는 생활권은 2만명이 차이 나는 서북권으로 나타났으며, 이는 주중과 주말 간 활동인구 비교에서도 같은 경향을 보이는 것으로 나타났다.

셋째, 하루 동안 서울에 존재하는 전체 활동인구를 자치구 단위로 구분하여 살펴보면, 강남구가 83만명, 송파구가 75만명으로 높은 활동인구를 보이고 있었으며, 금천구가 22만명, 강북구가 31만명으로 낮은 활동인구를 보이는 것으로 나타났다. 이를 시간대별로 살펴보면 오전과 오후의 차이가 가장 낮게 나타나는 자치구는 구로구, 가장 높게 나타나는 자치구는 강남구로 나타났으며, 이는 주중과 주말 간 총 활동인구 비교에서도 같은 것으로 나타났다. 한편, 주민등록인구와 전체 활동인구의 차이가 가장 높은 자치구는 강남구이며, 가장 낮게 차이 나는 자치구는 동대문구로 나타났다.

이렇게 서울의 활동인구가 시간대에 따라 차이 나는 이유는 거주활동과 출·퇴근, 등·하교 등 업무·여가 활동의 불일치하는 인구가 존재하기 때문인 것으로 논의된 바 있다(서울특별시, 2018).

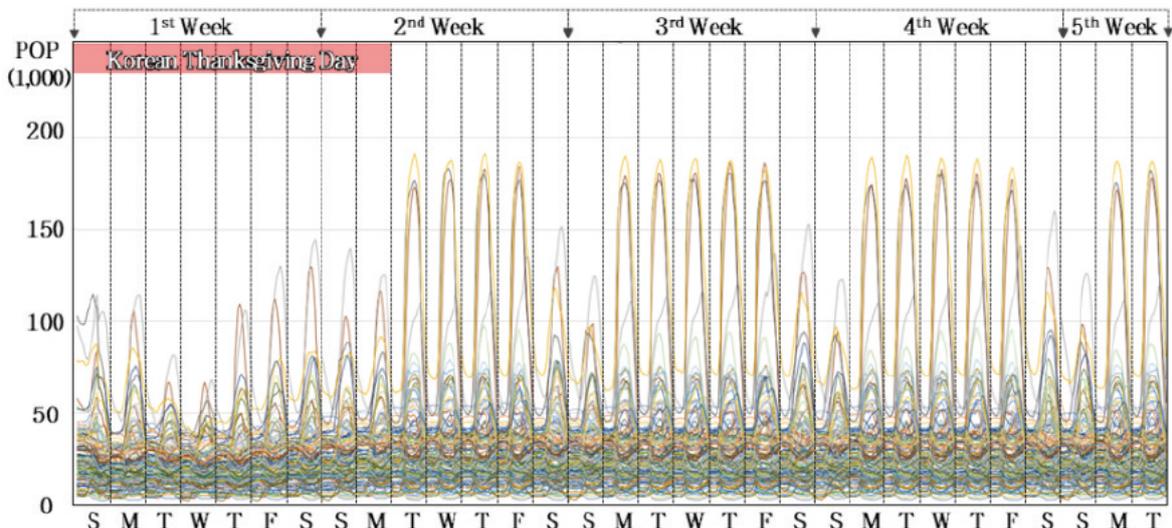


Fig. 2. Seoul's Human Dynamics Samples in 1st - 31st, October, 2017

Table 2. Total Human Activity Population by Seoul Administrative Boundary

| Boundary          | Total        |              |              | Weekday      |              |              | Weekend      |              |              | Admin Pop    |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                   | Total        | AM           | PM           | Total        | AM           | PM           | Total        | AM           | PM           |              |
| <b>Seoul</b>      | <b>1,094</b> | <b>1,084</b> | <b>1,103</b> | <b>1,104</b> | <b>1,093</b> | <b>1,114</b> | <b>1,069</b> | <b>1,061</b> | <b>1,076</b> | <b>1,012</b> |
| <b>Central</b>    | <b>94</b>    | <b>87</b>    | <b>101</b>   | <b>99</b>    | <b>92</b>    | <b>1,06</b>  | <b>82</b>    | <b>75</b>    | <b>88</b>    | <b>53</b>    |
| Jongno            | 34           | 31           | 37           | 36           | 33           | 39           | 29           | 26           | 32           | 16           |
| Junggu            | 30           | 27           | 34           | 33           | 30           | 37           | 23           | 21           | 26           | 13           |
| Yongsan           | 30           | 29           | 31           | 30           | 30           | 31           | 30           | 28           | 31           | 24           |
| <b>North-East</b> | <b>305</b>   | <b>308</b>   | <b>302</b>   | <b>303</b>   | <b>307</b>   | <b>300</b>   | <b>309</b>   | <b>311</b>   | <b>306</b>   | <b>319</b>   |
| Seongdong         | 34           | 34           | 35           | 35           | 35           | 35           | 33           | 33           | 33           | 31           |
| Gwangjin          | 38           | 38           | 38           | 38           | 38           | 38           | 39           | 38           | 39           | 37           |
| Dongdaemun        | 37           | 38           | 37           | 38           | 38           | 38           | 37           | 37           | 37           | 37           |
| Jungnang          | 37           | 37           | 36           | 36           | 37           | 35           | 38           | 39           | 37           | 41           |
| Seongbuk          | 44           | 45           | 43           | 44           | 44           | 43           | 44           | 45           | 43           | 46           |
| Gangbuk           | 31           | 32           | 30           | 31           | 31           | 30           | 32           | 33           | 31           | 33           |
| Dobong            | 30           | 31           | 29           | 30           | 31           | 20           | 31           | 32           | 31           | 35           |
| Nowon             | 54           | 55           | 53           | 53           | 54           | 52           | 55           | 56           | 54           | 59           |
| <b>North-West</b> | <b>129</b>   | <b>128</b>   | <b>130</b>   | <b>129</b>   | <b>128</b>   | <b>130</b>   | <b>130</b>   | <b>129</b>   | <b>130</b>   | <b>121</b>   |
| Eunpyeong         | 45           | 46           | 43           | 44           | 45           | 43           | 46           | 48           | 45           | 49           |
| Seodaemun         | 36           | 36           | 36           | 37           | 37           | 37           | 36           | 36           | 35           | 33           |
| Mapo              | 48           | 46           | 50           | 48           | 46           | 51           | 48           | 45           | 50           | 39           |
| <b>South-West</b> | <b>298</b>   | <b>300</b>   | <b>296</b>   | <b>299</b>   | <b>301</b>   | <b>297</b>   | <b>296</b>   | <b>297</b>   | <b>294</b>   | <b>311</b>   |
| Yangcheon         | 41           | 42           | 40           | 41           | 41           | 40           | 42           | 43           | 42           | 48           |
| Gangseo           | 54           | 56           | 53           | 54           | 55           | 53           | 55           | 57           | 54           | 61           |
| Guro              | 40           | 40           | 40           | 40           | 40           | 41           | 40           | 40           | 40           | 44           |
| Geumcheon         | 22           | 22           | 23           | 23           | 23           | 24           | 20           | 20           | 21           | 25           |
| Yeongdeungpo      | 48           | 47           | 50           | 50           | 48           | 51           | 45           | 43           | 47           | 40           |
| Dongjak           | 42           | 42           | 41           | 42           | 42           | 41           | 42           | 42           | 41           | 41           |
| Gwanak            | 50           | 51           | 49           | 50           | 51           | 48           | 52           | 53           | 51           | 52           |
| <b>South-East</b> | <b>268</b>   | <b>261</b>   | <b>275</b>   | <b>273</b>   | <b>265</b>   | <b>281</b>   | <b>254</b>   | <b>249</b>   | <b>258</b>   | <b>212</b>   |
| Seocho            | 61           | 59           | 64           | 64           | 61           | 67           | 56           | 54           | 58           | 45           |
| Gangnam           | 83           | 78           | 87           | 87           | 81           | 92           | 72           | 70           | 74           | 56           |
| Songpa            | 75           | 74           | 75           | 75           | 75           | 75           | 75           | 74           | 77           | 67           |
| Gangdong          | 49           | 50           | 48           | 48           | 49           | 47           | 50           | 51           | 49           | 44           |

note: Average population (10,000 people / per 1 hour)

## IV. 서울시 활동인구 유형 구분과 특성 분석

### 1. 분석 과정

#### 1) 활동인구 데이터 정제(Data Cleaning)

도시공간의 활동인구를 중심으로 토지이용 패턴을 연구한 여러 선행연구는 토지이용 행태의 시계열적인 패턴의 유형을 알아보기 위해 군집분석을 진행할 경우, 각 변수를 표준화하여 패턴과

불륨을 결합한 데이터 분석을 진행할 때 가장 오류가 적은 군집분석을 수행할 수 있음을 확인한 바 있다. 따라서 이 연구는 3장에서 가공된 424개 행정동별 활동인구를 다음의 식(1)에 따라 <Table 3>과 같이 표준화하였다.

$$Z_{at} = \frac{X_{at} - A_a}{S_a} \quad (1)$$

- $Z_{at}$ : a행정동 t시 활동인구 수의 표준값
- $X_a$ : a행정동 t시 활동인구 수
- $A_a$ : a행정동 활동인구 수의 평균
- $S_a$ : a행정동 활동인구 수의 표준편차

이렇게 표준화된 424개 행정동의 활동인구 데이터를 시각화할 경우 (Fig. 3)와 같은 모습으로 나타나는데, 이를 통해 서울의 행정동별 표준화된 활동인구 패턴은 가로축의 표준값 0을 중심으로 주중에는 두 개의 큰 흐름이 하루 두 번 교차하고 있는 현상을 보이고 있으며, 주말에는 이러한 흐름이 일부 흩어져 산발적으로 나타나는 현상을 시각적으로 확인할 수 있다. 이를 통해 서울의 행정동별 활동인구 패턴은 크게 두 가지 유형으로 나뉘고 있지만, 동시에 일부 패턴의 경우 이러한 유형을 따르고 있지 않는다는 것을 직관적으로 판단할 수 있다. 따라서 2절에서 정제된 활동인구 데이터를 바탕으로 수행되는 군집분석은 이와 같은 시계열적 패턴에 대한 직관적인 이해에 근거하여 최적의 군집 수를 판단하였다.

Table 3. Standardized Variables Example

| Variables | Monday ~ Sunday |     |        | Count  |
|-----------|-----------------|-----|--------|--------|
|           | 00 ~ 23 o'clock |     |        |        |
| PNU       |                 |     |        |        |
| 11110530  | -1.149          | ... | -1.127 | 168    |
| 11110540  | -1.033          | ... | -1.015 | 168    |
| ...       | ...             | ... | ...    | ...    |
| 11740610  | -0.237          | ... | -0.291 | 168    |
| 11740685  | 1.131           | ... | 1.113  | 168    |
| 424       | 424             | ... | 424    | 62,752 |

## 2) 최적의 군집 수 도출

다수의 선행 연구에서 활동인구의 토지이용 행태를 구별하기 위해 활용되고 있는 K-means 군집분석은(Soto and Frias-Martinez, 2011; Shan et al., 2012; Zhan et al., 2014; Abbar et al., 2018; Zhu et al., 2018), 군집 내 개체 유사성과 군집 간 개체 차이성이 최대화되는 독점적 군집분석의 일종으로, 종속변수가 배타적인 방식으로 군집화되어 특정 변수가 하나의 명확한 클러스터에 속하도록 군집이 분류되는 특성이 있다. 이 연구는 이와 같은 K-means 군집분석의 종속변수로 1절에서 정제된 활동인구의 행정동별·시간대별 표준값 168개(24시간×7일)를 설정하였으며, 최적의 군집 수를 도출하기 위해 유클리드 거리 제곱 값을 사용하여 군집 간 정보의 손실을 최소화할 수 있는 Ward 방법으로 계층적 군집분석을 선행하여 실시하였다. 이어서 이를 Elbow 방식으로 최적의 군집 수를 판단한 결과, K가 2와 5일 경우가 가장 최적의 군집 수로 분석되었다(Fig. 4) 참고). 한편, K값이 작을 경우 일반적인 군집 생성에 유리하지만, 이 연구는 도시공간 내 다양

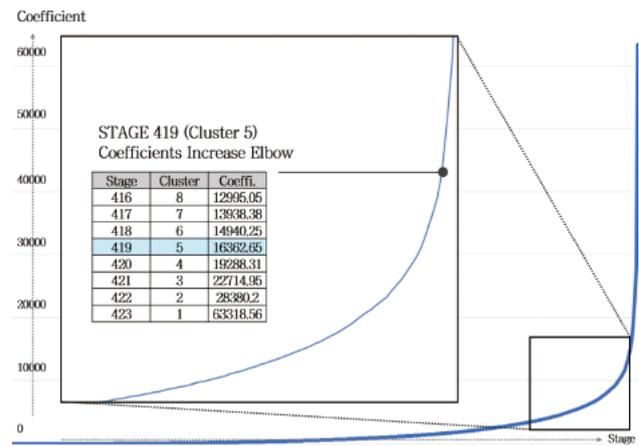


Fig. 4. Optimal Cluster Numbers by Elbow Rule

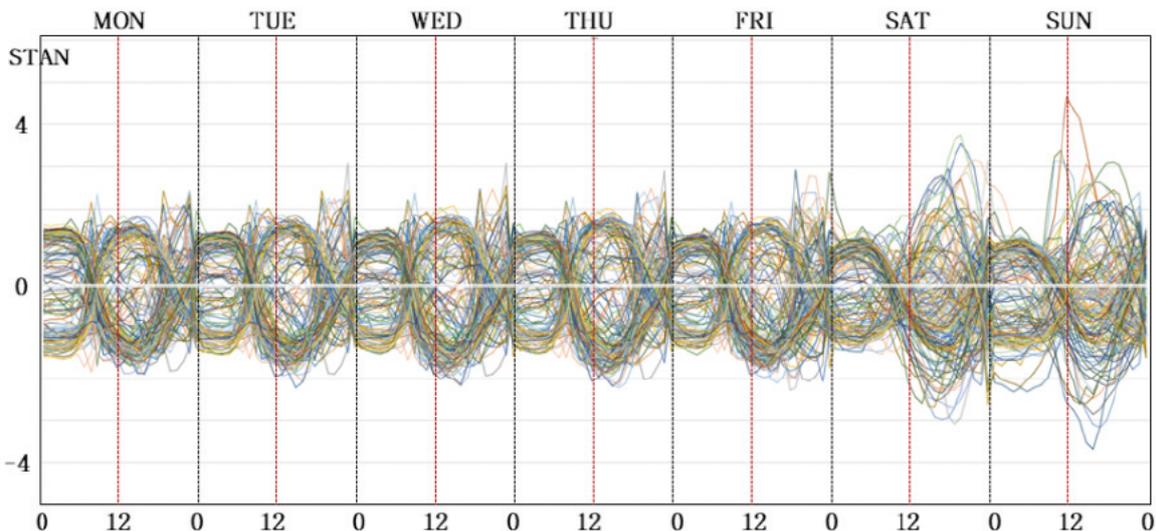


Fig. 3. Seoul's Human Dynamics Standardized Graph from Monday 00 o'clock to Sunday 23 o'clock

하게 나타나는 활동인구의 시계열적인 패턴 유형을 세부적으로 살펴보는 것에 목적이 있으므로 K=5로 설정하여 군집분석을 진행하였다.

### 3) 지역 특성 분석을 위한 변수 설정

마지막으로 군집분석을 통해 도출된 활동인구 유형의 유형별 지역 특성을 분석하기 위해, 다음과 같은 방식으로 일원배치 분산분석을 수행하였다.

일원배치 분산분석의 요인으로는 군집분석을 통해 도출된 행정동별 활동인구 패턴 유형인 '5가지 군집'을 더미 변수로 설정하였으며, 일원배치 분산분석의 종속변수로는 '개발밀도에 영향을 미치는 요인에 관한 선행연구'와 '유동인구에 영향을 미치는 요인에 관한 선행연구' 중 다수의 연구자가 변수로 선택한 지역 특성 변수를 우선적으로 선정하였다.

더불어서 선행연구에서 지표로 사용하지 않았지만 한운애(2015), Widener(2016), Murphy(2016), 국토연구원(2017), 허지정·노승철(2018), 산업연구원(2018)의 연구에서 지적한 바와 같이 도시공간의 실질적인 토지이용에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 지적되어 온 Airbnb와 같은 공유경제기업을 지역 특성 변수로 추가하여 분석을 진행하였다.

최종적으로 선정된 지역 특성 지표는 <Table 4>의 총 16개 지표이며, 각 공간 데이터는 서울열린데이터광장, 국가공간정보포털, 통계지리정보서비스, 서울생활권계획 홈페이지, Inside Airbnb를 통해 구축하였다.

이렇게 구축된 변수들은 크게 다음과 같은 방식으로 재구성하여 추후 진행될 활동인구 유형별 지역 특성 해석의 용이성을 더하고자 하였다.

첫째, 지역 내 산업 구성의 특성을 살펴보기 위해, 행정동 내 전체 사업체 중 제조업 사업체의 비율, 음식 및 숙박업 사업체의 비율, 음식 및 숙박업 사업체의 비율을 제외한 서비스업 사업체의 비율을 변수로 가공하였다.

둘째, 지역 내 밀집된 기업의 특성을 살펴보기 위해, 행정동 내 기존의 시장경제 기업을 대표할 수 있는 국내 1000대 기업의 수, 새롭게 주목받고 있는 대표적인 공유경제 기업인 Airbnb 서비스 업체의 수를 변수로 가공하였다.

셋째, 지역 내 토지이용을 법적으로 규정하고 있는 용도지역의 특성을 살펴보기 위해, 행정동 면적 대비 용도지역 상 주거지역 면적의 비율, 상업지역 면적의 비율, 공업지역 면적의 비율, 녹지지역 면적의 비율을 변수로 가공하였다.

넷째, 지역의 공간위계적인 특성을 살펴보기 위해, 2030 서울

Table 4. Variables Definition and Analysis of Variance (ANOVA)

| Variables         |   | F     | Sig.  | Source               |
|-------------------|---|-------|-------|----------------------|
| Index             | How to Measure  |       |       |                      |
| Manufacturing     | Ratio of manufacturing companies in Administrative District                               | 2.62  | 0.03* | data.seoul.go.kr     |
| Acc&food          | Ratio of accomodation and food service companies in Administrative District               | 9.29  | 0.00* |                      |
| Service           | Ratio of service companies in Administrative District (Except Acc&food service companies) | 4.28  | 0.00* |                      |
| Sharing economy   | Number of Airbnb services in Administrative District                                      | 7.48  | 0.00* | Airbnb               |
| 1000 Companies    | Number of National 1000 companies in Administrative District                              | 17.84 | 0.00* | data.nsd.go.kr       |
| Residential       | Ratio of Residential zone area in Administrative District                                 | 12.11 | 0.00* |                      |
| Commercial        | Ratio of Commercial zone area in Administrative District                                  | 17.90 | 0.00* |                      |
| Industrial        | Ratio of Industrial zone area in Administrative District                                  | 5.34  | 0.00* |                      |
| Green             | Ratio of Green zone area in Administrative District                                       | 2.07  | 0.08  |                      |
| Main-Regional     | Dummy variable Based on 2030 Seoul Plan (Variable = 0, 1)                                 | 16.06 | 0.00* | planning.seoul.go.kr |
| Local             |   | 2.23  | 0.07  |                      |
| Subway            | Number of Subway station in Administrative District                                       | 12.37 | 0.00* | data.seoul.go.kr     |
| Single house      | Ratio of single house in Administrative District  | 1.64  | 0.16  |                      |
| Multifamily house | Ratio of multi-family house in Administrative District                                    | 3.68  | 0.01* |                      |
| Apartment         | Ratio of apartment in Administrative District   | 1.64  | 0.16  |                      |
| One person        | Ratio of one-person household in Administrative District                                  | 15.64 | 0.00* |                      |

note: \*p<0.05

플랜 및 서울 생활권 계획에 근거한 도심 및 광역중심, 지역중심에 해당 행정동이 속하는 경우 1, 속하지 않는 경우 0으로 더미 변수로 가공하였다. 또한 지역의 접근성을 살펴보기 위해 행정동 내 지하철역의 수를 변수로 가공하였다.

다섯째, 지역 내 주택 형태의 구성 특성을 살펴보기 위해 행정동 전체 주택 중 단독주택의 비율, 다세대·다가구·연립주택의 비율, 아파트의 비율을 변수로 가공하였다.

여섯째, 지역 내 가구 구성의 특성을 살펴보기 위해, 행정동 내 1인 가구의 비율을 변수로 가공하였다.

## 2. 분석 결과

최적의 군집 수 5개로 K-means 군집분석을 진행한 결과, 반복 22회에서 최적의 수렴이 이뤄졌다.

‘군집 1’에 속하는 행정동은 199개, ‘군집 2’에 속하는 행정동은 90개, ‘군집 3’에 속하는 행정동은 23개, ‘군집 4’에 속하는 행정동은 62개, ‘군집 5’에 속하는 행정동은 50개로 분류되었다.

이어서 이러한 군집분석의 결과를 바탕으로 일원배치 분산분석을 진행한 결과, 변수 중 유의확률 95%에서 녹지지역 비율, 지역 중심 변수, 단독주택 비율, 아파트 비율 4개 변수가 그룹 간의 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다(〈Table 4〉 참고). 따라

서 이를 제외한 나머지 총 12개 변수로 다음과 같이 유형별 지역 특성에 대한 해석을 진행하였다(〈Table 5〉 참고).

첫째, ‘군집 1’ 지역은 타 군집 지역에 비해 서비스업의 비율이 높으며, 주거지역 비율이 높고, 다세대·다가구 주택의 비율이 높은 지역으로 나타났다.

둘째, ‘군집 2’ 지역은 타 군집 지역에 비해 제조업의 비율이 높고, 공유경제기업과 1000대 기업이 많으며, 상업 및 공업지역 비율이 높고, 도심·광역 중심에 위치하고 있으며, 지하철 접근성이 높고, 1인 가구의 비율이 높은 지역으로 나타났다.

셋째, ‘군집 3’ 지역은 타 군집 지역에 비해 제조업의 비율과 1000대 기업의 수가 높으며, 음식 및 숙박업 비율이 낮고, 주거지역의 비율이 가장 높은 지역으로 나타났다.

넷째, ‘군집 4’ 지역은 타 군집 지역에 비해 음식 및 숙박업 비율이 높고, 주거 및 공업지역 비율이 높으며, 다세대·다가구 주택의 비율이 높은 지역으로 나타났다.

다섯째, ‘군집 5’ 지역은 타 군집 지역에 비해 음식 및 숙박업의 비율이 높고, 공유경제기업의 수가 많으며, 상업지역의 비율이 높고 도심·광역 중심에 위치하고 있으며, 1인 가구의 비율이 높은 지역으로 나타났다.

Table 5. Multiple Comparison among 5 Types by One-way ANOVA

| Variable        | C | Mean  | Stan  | Variable       | C | Mean  | Stan  | Variable           | C | Mean  | Stan  |
|-----------------|---|-------|-------|----------------|---|-------|-------|--------------------|---|-------|-------|
| manufac-turing  | 1 | 6.32  | 5.84  | 1000 Companies | 1 | 0.08  | 0.36  | Main-Regional      | 1 | 0.16  | 0.36  |
|                 | 2 | 7.70  | 8.92  |                | 2 | 4.84  | 9.95  |                    | 2 | 0.54  | 0.50  |
|                 | 3 | 6.83  | 5.79  |                | 3 | 1.00  | 1.65  |                    | 3 | 0.22  | 0.42  |
|                 | 4 | 6.20  | 5.04  |                | 4 | 0.18  | 0.43  |                    | 4 | 0.13  | 0.34  |
|                 | 5 | 4.08  | 4.36  |                | 5 | 0.62  | 1.26  |                    | 5 | 0.24  | 0.43  |
| Acc & Food      | 1 | 14.43 | 4.66  | Residential    | 1 | 77.34 | 25.68 | Subway station     | 1 | 0.66  | 1.35  |
|                 | 2 | 17.21 | 8.39  |                | 2 | 54.87 | 33.72 |                    | 2 | 2.32  | 2.70  |
|                 | 3 | 14.88 | 5.87  |                | 3 | 79.81 | 23.80 |                    | 3 | 1.78  | 4.26  |
|                 | 4 | 18.17 | 4.97  |                | 4 | 75.81 | 25.38 |                    | 4 | 0.95  | 1.76  |
|                 | 5 | 19.13 | 8.10  |                | 5 | 64.83 | 25.72 |                    | 5 | 2.46  | 3.37  |
| Service         | 1 | 76.06 | 7.41  | Commercial     | 1 | 1.56  | 3.71  | Multi family house | 1 | 42.09 | 28.20 |
|                 | 2 | 72.59 | 9.30  |                | 2 | 14.49 | 24.02 |                    | 2 | 31.96 | 24.22 |
|                 | 3 | 75.13 | 7.16  |                | 3 | 5.69  | 12.78 |                    | 3 | 30.12 | 19.95 |
|                 | 4 | 72.48 | 6.38  |                | 4 | 3.62  | 5.30  |                    | 4 | 42.38 | 23.94 |
|                 | 5 | 74.25 | 9.24  |                | 5 | 5.21  | 7.08  |                    | 5 | 33.53 | 27.43 |
| Sharing Economy | 1 | 10.14 | 34.62 | Industrial     | 1 | 1.37  | 9.44  | One person         | 1 | 25.97 | 8.88  |
|                 | 2 | 69.86 | 98.78 |                | 2 | 9.16  | 22.72 |                    | 2 | 37.30 | 14.47 |
|                 | 3 | 33.35 | 40.88 |                | 3 | 1.58  | 5.05  |                    | 3 | 27.99 | 7.41  |
|                 | 4 | 9.73  | 14.54 |                | 4 | 4.42  | 13.68 |                    | 4 | 28.45 | 9.94  |
|                 | 5 | 54.62 | 236.0 |                | 5 | 2.16  | 7.92  |                    | 5 | 30.42 | 16.24 |

### 3. 서울시 활동인구 유형 및 유형별 지역 특성 종합

3절에서는 앞의 분석을 바탕으로 서울시 활동인구 유형 및 유형별 지역 특성을 종합하였다.

#### 1) 거주 기능 중심 활동인구 패턴의 특성

앞의 K-means 군집분석을 통해 도출된 <Fig. 5>와 같은 '유형 1' 패턴은 다음과 같은 분석을 통해 전형적인 '거주 기능 중심 활동인구 패턴'으로 명명할 수 있다.

우선, 서울의 424개 행정동 중 46.9%인 199개 행정동이 속한 '유형 1'은, 공통적으로 주중·주말 오전 0시부터 오전 5시까지 활동인구의 평균 표준값이 높고, 주중·주말 오후 1시부터 오후 4시까지 활동인구의 평균 표준값이 낮은 시계열적 패턴을 지닌 유형으로, '오후에 사람이 적고 오전에 사람이 많은' 특성을 지니고 있다. 유형 1의 분포를 지도 상에서 생활권별로 살펴보면, 도심권의 행정동 중 25%(12개), 동북권의 행정동 중 54.7%(70개), 서북권의 행정동 중 58.7%(27개), 서남권의 행정동 중 53%(62개), 동남권의 행정동 중 32.9%(28개)의 행정동이 속하고 있으며, 구체적으로 강동구 길동, 동작구 상도1동·대방동, 노원구 상계1동, 은평구 역촌동, 도봉구 창4동 등 대표적인 주거지역으로 인식되고 있는 행정동이 속해 있는 것을 확인할 수 있다.

이러한 유형 1지역은 타 유형에 비해 용도지역 상 주거지역의 비율과 다세대·다가구 주택의 비율이 높은 지역이면서 동시에 제조업, 공유경제기업, 1000대 기업 등의 사회·경제적 지표가 낮게 나타나는 전형적인 주거지로, 대부분 단지 중심의 주거지가 형성되어 있거나, 7층 이하 중심의 빌라촌이 형성되어 있는 경우가 많았다. 또한, 이러한 지역의 용도지역을 세밀하게 살펴본 결과, 녹지지역을 제외한 주거지역의 면적이 전체 행정동 면적 중 96.4%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

#### 2) 업무 기능 중심 활동인구 패턴의 특성

앞의 K-means 군집분석을 통해 도출된 <Fig. 6>과 같은 '유형 2' 패턴은 다음과 같은 분석을 통해 전형적인 '업무 기능 중심 활동인구 패턴'으로 명명할 수 있다.

우선, 서울의 424개 행정동 중 21.2%인 90개 행정동이 속한 '유형 2'는, 공통적으로 주중·주말 오후 1시부터 오후 4시까지 평균 표준값이 높고, 주중·주말 오후 11시부터 오전 6시까지 활동인구의 평균 표준값이 낮은 시계열적 패턴을 지닌 유형으로, '오전에 사람이 적고 오후에 사람이 많은' 특성을 지니고 있다.

유형 2의 분포를 지도 상에서 생활권별로 살펴보면, 도심권의 행정동 중 50%(24개), 동북권의 행정동 중 9.4%(12개), 서북권의 행정동 중 10.9%(5개), 서남권의 행정동 중 17.1%(20개), 동

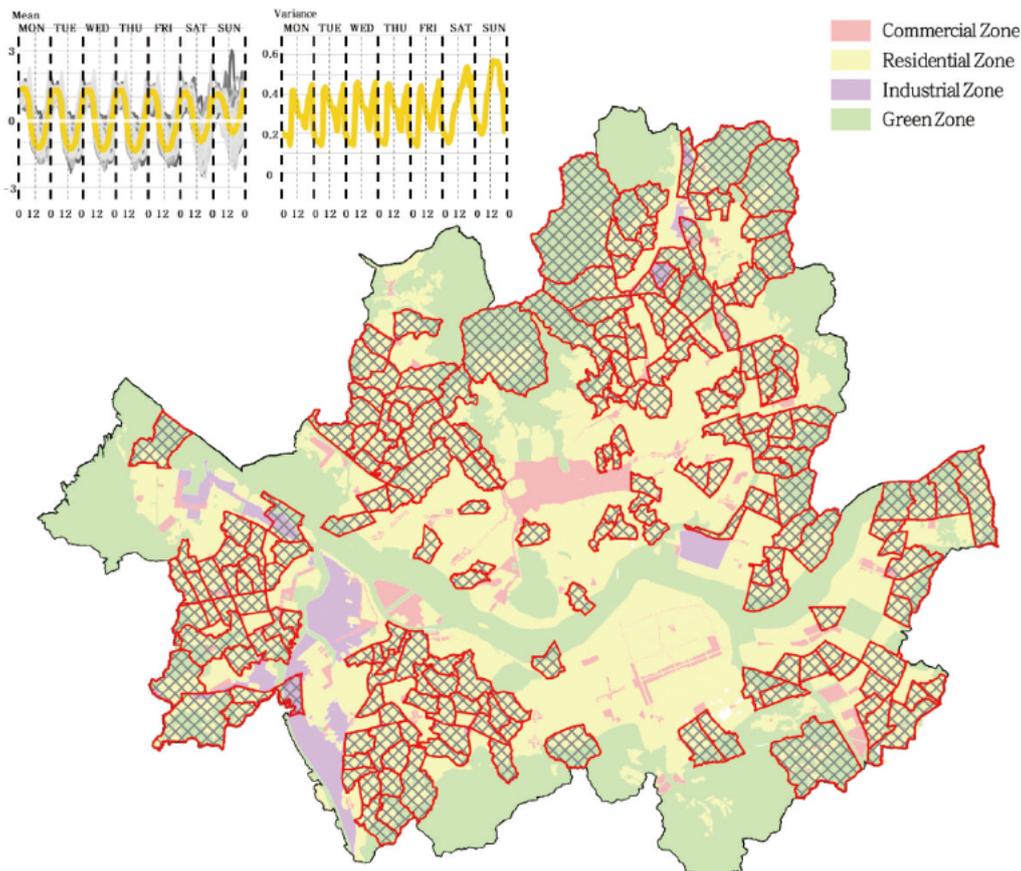


Fig. 5. Human Dynamics Patterns and Distributions of Cluster 1 Type

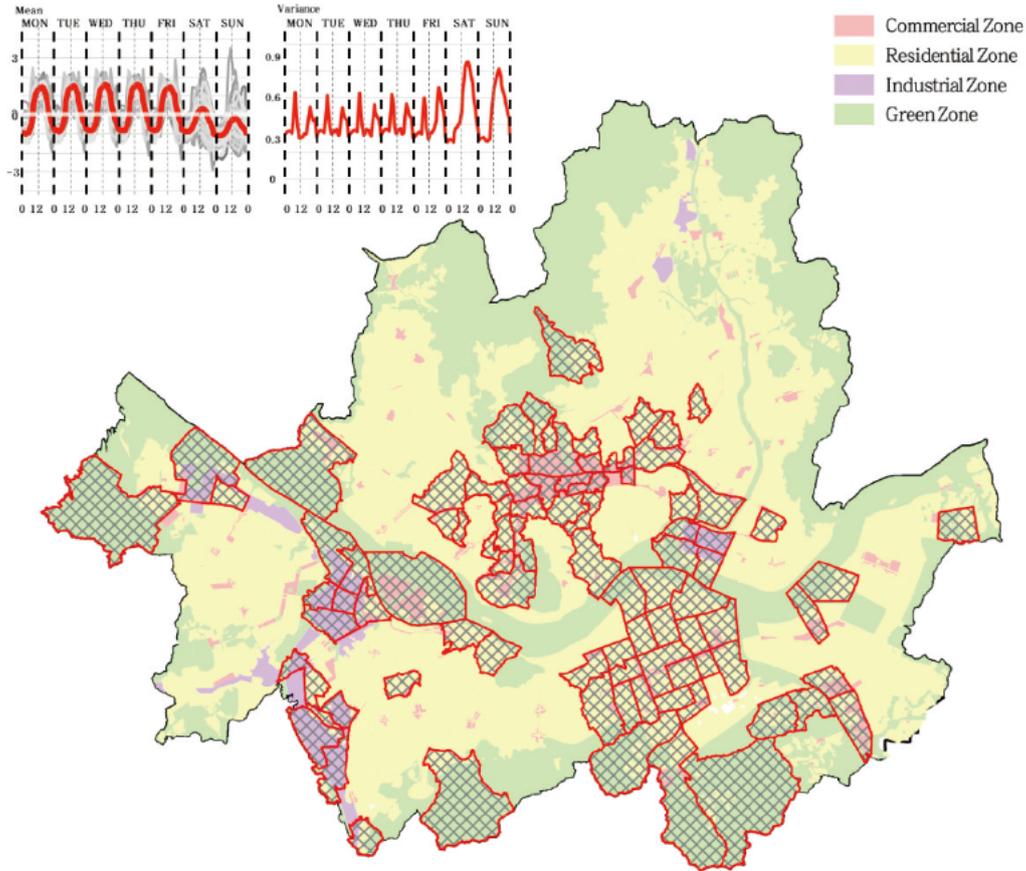


Fig. 6. Human Dynamics Patterns and Distributions of Cluster 2 Type

남권의 행정동 중 34.1%(29개)의 행정동이 속하고 있으며, 구체적으로 강남구 역삼1동·삼성1동, 영등포구 여의동, 종로구 1·2·3·4가동, 중구 명동·소공동, 금천구 가산동 등 대표적인 도심·업무지역으로 인식되고 있는 행정동이 속해 있는 것을 확인할 수 있다.

이러한 유형 2지역은 타 유형에 비해 상업 및 공업지역 비율이 높고 접근성이 좋은 도심·광역 중심에 위치하고 있으며, 동시에 제조업, 공유경제기업, 1000대 기업 등 사회·경제적 지표가 높고 1인 가구의 비율이 높게 나타나는 전형적인 업무지로, 대다수 고층 빌딩 중심의 오피스가 분포하고 있는 것을 확인할 수 있다.

또한 해당 지역의 용도지역을 세밀하게 살펴본 결과, 녹지지역을 제외한 상업 및 공업지역의 면적이 전체 행정동 면적 중 29.4%를 차지하고 있으며, 준주거지역과 제3종일반주거지역의 면적을 합하게 되더라도 전체 행정동 면적 중 55.5%를 차지하고 있었다.

이러한 용도지역 불일치의 이유로는 강남·서초구 일대 대다수 지역이 용도지역 법체계 상 주거지역으로 지정되어 있는 반면, 실제 인구의 토지이용의 행태는 업무 기능을 중심으로 이뤄지고 있기 때문인 것으로 분석된다.

### 3) 거주·업무 복합기능 활동인구 패턴의 특성

앞의 K-means 군집분석을 통해 도출된 (Fig. 7)과 같은 ‘유형 3’은 다음과 같은 분석을 통해 ‘거주·업무 복합기능 활동인구 패턴’으로 명명할 수 있다.

우선, 서울의 424개 행정동 중 5.4%인 23개 행정동이 속한 ‘유형 3’은 공통적으로 평일 오후 7시부터 오후 22시까지 활동인구의 평균 표준값이 높고, 주말 오후 12시부터 오후 19시까지 활동인구의 평균 표준값이 낮은 시계열적 패턴을 지닌 유형으로, ‘평일에는 인구 변동이 없으며, 주말 정오에 사람이 적은’ 특성을 지니고 있다.

유형 3의 분포를 지도 상에서 생활권별로 살펴보면, 도심권의 행정동 중 8.3%(4개), 동북권의 행정동 중 4.7%(6개), 서북권의 행정동 중 10.9%(5개), 서남권의 행정동 중 2.6%(3개), 동남권의 행정동 중 5.9%(5개)의 행정동이 속하고 있으며, 구체적으로 송파구 가락본동, 마포구 공덕동, 동대문구 장안1동 등 행정동이 속해 있는 것을 확인할 수 있다.

이러한 유형 3지역은 타 유형에 비해 주거지역의 비율이 높으면서, 동시에 도심·광역 중심에 일부 위치하고 있는 경우가 많았다. 또한, 제조업, 공유경제기업, 1000대 기업 등의 사회·경제적 지표가 높은 반면, 1인 가구의 비율은 낮은 것으로 나타나는 지역

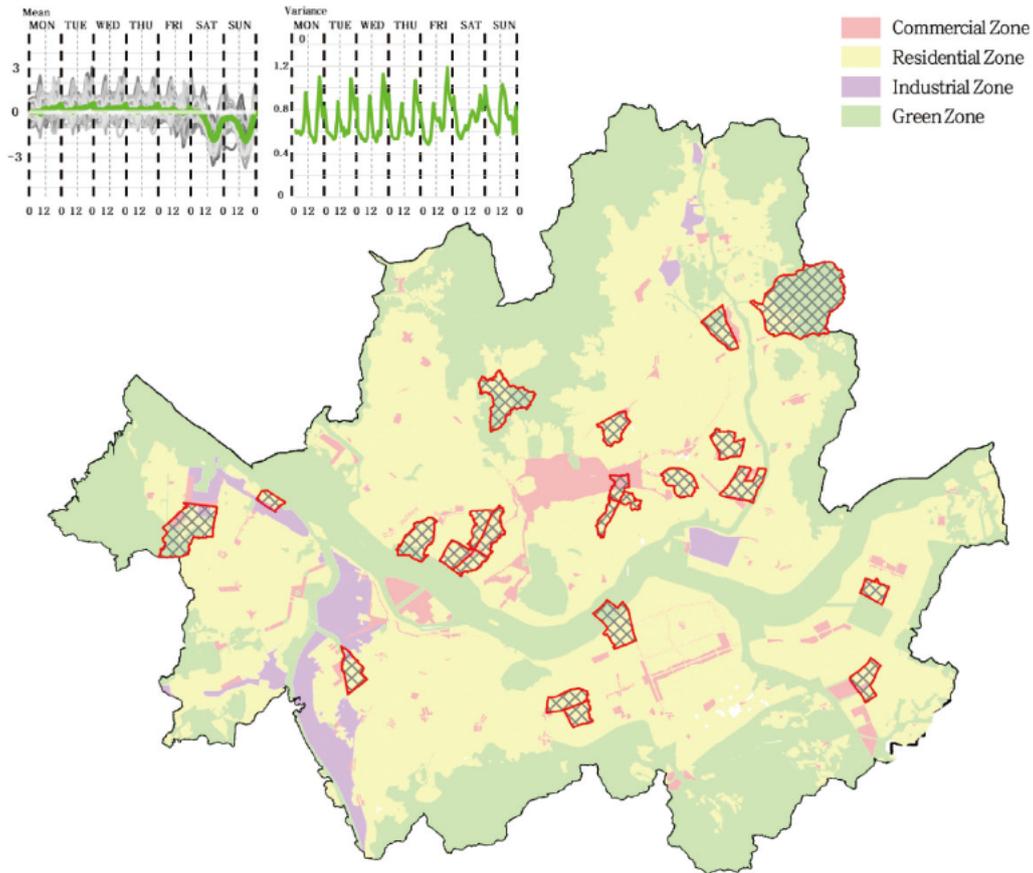


Fig. 7. Human Dynamics Patterns and Distributions of Cluster 3 Type

으로, 서울시립대학교가 위치한 전농2동, 육군사관학교가 위치한 공릉2동, 초·중·고등학교 및 소규모 오피스가 속해있는 공덕·아현동과 같이, 학교 및 오피스와 같은 인구유발시설과 인근 배후 주거지가 함께 존재하고 있는 지역들이 대다수 포함되어 있는 것을 확인할 수 있다.

한편, 해당 지역의 용도지역을 세밀하게 살펴본 결과, 녹지지역을 제외한 주거지역의 비율이 92.5%를 차지하고 있으며, 상업지역 및 공업지역의 비율은 7.5%로 나타났다. 추가적으로, 준주거지역과 제3종일반주거지역의 면적을 상업지역 및 공업지역의 면적에 합하더라도 전체 행정동 면적 중 39.7%를 차지하고 있음을 확인할 수 있다.

또한, 주중의 그래프가 행정동별로 다양하게 나타나고 있기 때문에, 추후 세밀한 분석이 진행될 필요성이 있다.

#### 4) 거주·여가 복합기능 활동인구 패턴의 특성

앞의 K-means 군집분석을 통해 도출된 <Fig. 8>과 같은 '유형 4' 패턴은 다음과 같은 분석을 통해 '거주·여가 복합기능 활동인구 패턴'으로 명명할 수 있다.

우선, 서울의 424개 행정동 중 14.6%인 62개 행정동이 속한 '유형 4'는, 공통적으로 평일 오전 11시부터 오후 3시까지 활동인구

의 평균 표준값이 낮고, 주말 오후 18시부터 22시까지 활동인구의 평균 표준값이 높은 시계열적 패턴을 지닌 유형으로, '주중 정오에 사람이 적고, 저녁에 사람이 많은' 특성을 지니고 있다.

유형 4의 분포를 지도 상에서 생활권별로 살펴보면, 도심권의 행정동 중 6.3%(3개), 동북권의 행정동 중 15.6%(20개), 서북권의 행정동 중 15.2%(7개), 서남권의 행정동 중 17.9%(21개), 동남권의 행정동 중 12.9%(11개)의 행정동이 속하고 있으며, 마포구 망원2동, 은평구 불광1동, 용산구 이태원2동 등 행정동이 속해 있는 것을 확인할 수 있다.

이러한 유형 4지역은 타 유형에 비해 주거지역 및 공업지역의 비율이 높으면서, 다세대·다가구 주택 비율이 높고, 동시에 음식 및 숙박업의 비율 또한 높은 지역으로, 최근 저층 주거지의 급격한 상업화로 지역 내 젠트리피케이션 등 문제가 불거지고 있는 이태원 해방촌 일대, 망원동 일대를 비롯하여 지역 내 전통시장과 같은 근린상업시설이 존재하는 관악구 중앙동, 영등포구 도림동와 같이, 저층 주거지로 구성되어 있으면서 인근 가로 상가가 발달한 지역들이 대다수 포함되어 있는 것을 확인할 수 있다.

한편, 해당 지역의 용도지역을 세밀하게 살펴본 결과, 녹지지역을 제외한 주거지역의 비율이 88%를 차지하고 있으며, 상업 및 공업지역의 비율은 12%로 나타났다. 추가적으로, 준주거지역과 제3

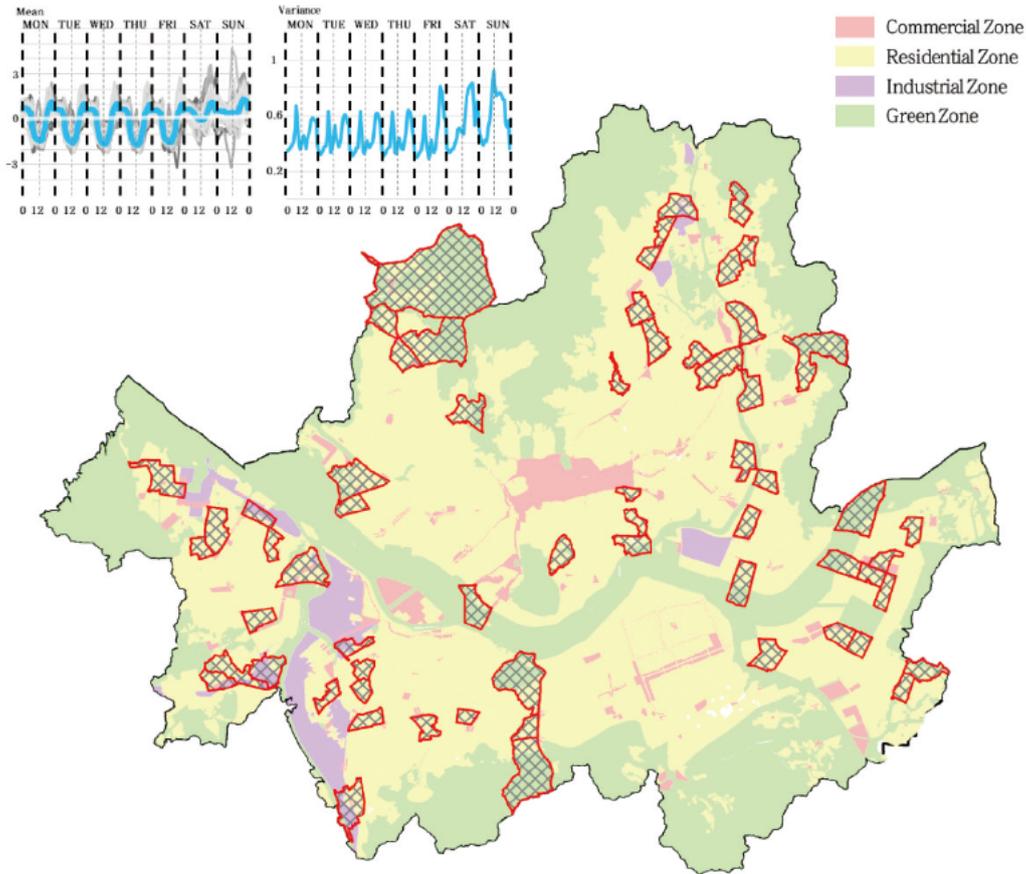


Fig. 8. Human Dynamics Patterns and Distributions of Cluster 4 Type

종일반주거지역의 면적을 상업 및 공업지역의 면적에 합하더라도 전체 행정동 면적 중 41.9%를 차지하고 있음을 확인할 수 있다.

**5) 여가 기능 중심 활동인구 패턴의 특성**

앞의 K-means 군집분석을 통해 도출된 <Fig. 9>와 같은 ‘유형 5’는 다음과 같은 분석을 통해 전형적인 ‘여가 기능 중심 활동인구 패턴’으로 명명할 수 있다.

우선, 서울의 424개 행정동 중 7.5%인 50개 행정동이 속한 ‘유형 5’는, 공통적으로 평일 오전 0시부터 오전 4시까지 활동인구의 평균 표준값이 낮고, 주말 오후 18시부터 22시까지 활동인구의 평균 표준값이 높은 시계열적 패턴을 지닌 유형으로, ‘새벽에는 사람이 적고, 저녁에 사람이 많은’ 시계열 특성을 지니고 있다.

유형 5의 분포를 지도 상에서 생활권별로 살펴보면, 도심권의 행정동 중 10.4%(5개), 동북권의 행정동 중 1.6%(2개), 서북권의 행정동 중 4.3%(2개), 서남권의 행정동 중 9.4%(11개), 동남권의 행정동 중 12.1%(14.1개)의 행정동이 속하고 있으며, 구체적으로 마포구 서교동·합정동, 송파구 잠실3동, 종로구 혜화동, 용산구 이태원1동 등 행정동이 속해있다.

이러한 유형 5지역은 타 유형에 비해 음식 및 숙박업의 비율이 높으면서, 공유경제기업의 수가 많으며, 상업지역의 비율이 높

고, 도심·광역중심에 위치한 대중교통 접근성이 높은 지역으로, 소극장을 비롯한 여러 문화공간이 위치한 혜화동을 비롯하여 다양한 도시하위문화가 존재하고 있는 이태원1동, 역세권으로 문화 시설이 발달해있는 왕십리역의 행당1동, 20대 문화가 발달한 홍대 서교·합정동 등 대부분 지역이 대학·공연장을 비롯하여 클럽·먹거리골목 등 문화시설이 밀집하여 분포하고 있는 것으로 분석되었다.

한편, 해당 지역의 용도지역을 세밀하게 살펴본 결과, 녹지지역을 제외한 상업 및 공업지역의 면적이 전체 행정동 면적 중 8.3%를 차지하고 있었으며, 추가적으로 준주거지역과 제3종일반 주거지역의 면적을 상업 및 공업지역의 면적에 합하게 되면 전체 행정동 면적 중 46.2%를 차지하고 있음을 확인할 수 있다.

또한, 주중의 그래프가 행정동별로 다양하게 나타나고 있기 때문에, 추후 세밀한 분석이 진행될 필요성이 있다.

**4. 소결**

정제된 활동인구 데이터를 바탕으로 K-means 군집분석을 수행한 결과, 서울시 활동인구의 패턴 유형은 크게 5가지 유형으로 나누어지고 있으며, 각 유형은 지역 특성에 있어서 선행연구를

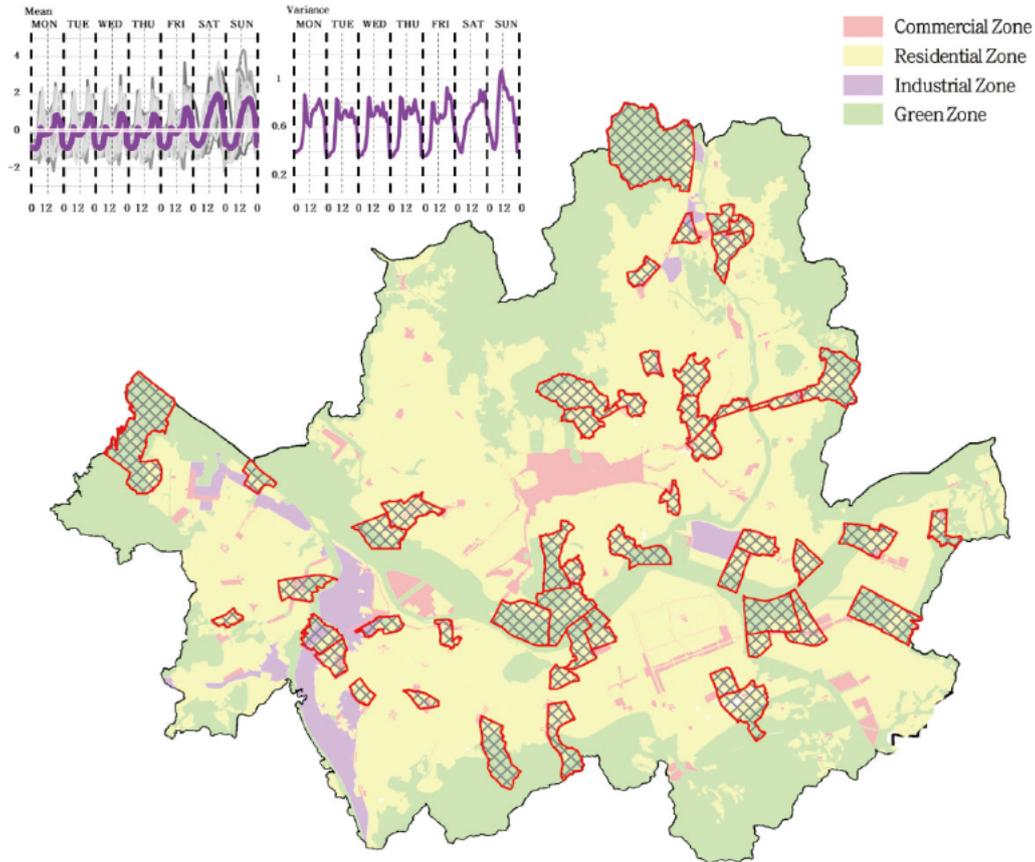


Fig. 9. Human Dynamics Patterns and Distributions of Cluster 5 Type

바탕으로 구축된 16가지 지표 중 12가지 지표에서 95% 확률로 유의미한 차이점을 보이고 있었다.

첫째, 거주 기능 중심 활동인구 패턴으로 명명된 ‘유형 1’ 패턴은 오후에 사람이 적고 오전에 사람이 많은 시계열 특성을 지니고 있으며, 대표적인 주거지역으로 인식되는 은평구, 노원구 등의 아파트·빌라 밀집지에서 다수 발생하는 것으로 나타났다.

둘째, 업무 기능 중심 활동인구 패턴으로 명명된 ‘유형 2’ 패턴은 오전에 사람이 적고 오후에 사람이 많은 시계열 특성을 지니고 있으며, 대표적인 업무지역으로 인식되는 종로구, 강남구, 영등포구 등의 오피스 밀집지에 다수 발생하는 것으로 나타났다.

셋째, 거주·업무 복합기능 활동인구 패턴으로 명명된 ‘유형 3’ 패턴은 주말 정오에 사람이 적은 시계열 특성을 지니고 있으며, 장안1동, 가락동 등의 인구유발시설과 배후 주거지가 함께 존재하는 지지역에서 다수 발생하는 것으로 나타났다.

넷째, 거주·여가 복합기능 활동인구 패턴으로 명명된 ‘유형 4’ 패턴은 주중 정오에 사람이 적고, 저녁에 사람이 많은 시계열 특성을 지니고 있으며, 이태원2동, 망원1동 등 최근 저층 주거지의 급격한 상업화로 이슈가 되고 있는 지역에서 다수 발생하는 것으로 나타났다.

다섯째, 여가 기능 중심 활동인구 패턴으로 명명된 ‘유형 5’ 패

턴은 새벽에는 사람이 적고, 저녁에 사람이 많은 시계열적 특성을 지니고 있으며, 대표적인 여가지역으로 인식되는 합정동, 서교동, 혜화동, 이태원1동 등 문화시설이 밀집한 지역에서 다수 발생하는 것으로 나타났다.

## V. 결론

이 연구는 2018년 3월 공개된 ‘서울 생활인구 데이터’를 바탕으로 ‘서울의 도시공간 내 활동인구의 시계열적 패턴은 어떻게 나타나고 유형화되는가?’, ‘각 시계열적 패턴 유형이 나타나는 지역은 어떤 특성을 지니고 있는가?’를 밝힘으로써 향후 실질적인 인간 활동을 반영한 유연한 도시관리정책 수립에 시사점을 제시하고자 하였다.

연구의 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 서울의 활동인구는 시간대에 따라 공간 범위별로 서로 다른 변화 양상을 보이며, 행정동별로 이를 시각화할 경우, 7일을 주기로 일정한 활동 패턴이 반복되는 것으로 분석되었다.

둘째, 서울의 활동인구 유형은 크게 다섯 가지 유형으로 분류될 수 있으며, 각 유형은 시계열적·지역적 특성에 있어 고유한 특성을 지니고 있는 것으로 분석되었다.

셋째, 행정동 단위에서 활동인구의 패턴 유형과 도시계획 법제도 상 용도지역의 일치 정도는 거주 기능 활동인구 패턴인 '유형 1'에서 가장 높은 것으로 나타났으며, 업무 기능 활동인구 패턴인 유형 2, 여가 기능 활동인구 패턴인 유형 5는 낮은 일치 정도를 보이는 것으로 분석되었다. 또한, 유형 3과 유형 4의 경우에는 활동인구 유형 특성 상 여러 활동인구 패턴이 섞인 복합 유형으로 분석된 반면, 용도지역은 대부분 주거지역으로 나타났다.

넷째, 유형4, 유형5와 같은 활동인구 패턴을 통해 서울시 도시공간 내 야간활동의 분포와 지역적 특성을 객관적인 데이터를 통해 살펴보았다.

결론적으로, 이 연구는 서울의 지역 특성을 분석함에 있어서 그동안 건축물의 용도나 용도지역 현황 등 물리적인 법·제도적 환경을 바탕으로 이해되어 온 기존의 연구방법론에서 벗어나, 위치기반 빅데이터를 활용하여 서울 도시공간 내 활동인구의 유형과 각 유형의 지역적 특성을 분석했다는 측면에서, 향후 실질적인 인간활동을 반영한 유연한 도시관리정책을 수립함에 있어 유의미하게 활용될 수 있다.

한편, 이 연구는 424개 행정동 단위를 기준으로 2017년 서울시 요일별·시간대별 활동인구를 표준화하여 유형과 특성을 분석하였다. 따라서 후속 연구에서 공간적으로는 19,153개의 집계구를 대상으로, 시간적으로는 365일·24시간 단위 분석을 진행할 경우, 보다 세밀한 토지이용 행태에 대한 관측 및 분석이 가능할 것이다.

더불어 이 연구에서는 다루지 않았지만, 활동인구 내 인구학적 차이인 성별·나이대별 활동인구 패턴 특성에 대한 연구를 추후 진행할 경우, 도시공간 내 활동인구에 대한 보다 심층적인 이해가 가능할 것이다.

- 
- 주1. 특정 지역 내에서 일정시간 동안 이동한 총 보행량을 명명하는 학술 용어로, 상주 인구를 제외한 방문, 관광, 통근·통학 등 특정 시점에 해당 지역을 지나가는 인구를 총칭하는 개념
- 주2. 해당 시점 및 지역에서 서비스에 접근하는 인구를 집계하기 위한 목적을 지니고 생성되는 인구 통계 지표를 명명하는 행정 용어로, 거주자, 통근자, 통학자, 관광객, 방문자 등 특정 시점, 특정 장소에 현재하는 모든 사람을 포함하는 개념
- 주3. 서울특별시에서 2018년 3월부터 발표하고 있는 인구 통계 지표를 명명하는 행정 용어로, 조사 시점에 서울에 머무르고 있는 현재 인구를 의미하며, 서울에 주소를 둔 사람은 물론 업무, 관광, 의료, 교육 등 일시적으로 서울을 찾아 행정 수요를 유발하는 인구를 총칭하는 개념

## 인용문헌 References

1. 구자용, 2018. "소셜 네트워크 서비스 위치자료의 고밀도 영역에 대한 공간특성 분석: 서울시 지역 트윗 데이터를 대상으로", 「국

토지리학회지」, 52(2): 257-267.

Ku, C.Y., 2018. "Spatial Characteristics of High-density Location-based Social Network Service Data: The Case of Tweet Data in Seoul", *The Geographical Journal of Korea*, 52(2): 257-267.

2. 국토연구원, 2013. 「과학적 국토정책을 위한 공간 빅데이터 활용 방안」, 세종.  
Korea Research Institute for Human Settlements, 2013. *Spatial Big Data Utilization for the National Land Policy*, Sejong.
3. 국토연구원, 2014a. 「공간 빅데이터를 활용한 국토도시 정책방안 연구」, 세종.  
Korea Research Institute for Human Settlements, 2014. *The Use of Spatial Big Data for Planning Policy Support*, Sejong.
4. 국토연구원, 2014b. 「스마트 셀 기반 활동인구의 공간정책 활용 방안 연구」, 세종.  
Korea Research Institute for Human Settlements, 2014. *The Application of Smart Cell in Space Policy*, Sejong.
5. 국토연구원, 2017. 「도시경쟁력 강화를 위한 토지이용 유연화 방안」, 세종.  
Korea Research Institute for Human Settlements, 2017. *Alternative Systems for Flexible Land Use Regulation*, Sejong.
6. 국회입법조사처, 2015. 「역세권 주변지역의 야간 시간대 도시계획요소 도출을 위한 기초조사」, 서울.  
National Assembly Research Service, 2015. *Research for Elucidating the Elements of Urban Planning at the Night Time around the Station Area*, Seoul.
7. 산업연구원, 2018. 「공유경제 관련 산업 활성화를 위한 규제정립 방안: 숙박공유업을 중심으로」, 세종.  
Korea Institute for Industrial Economics and Trade, 2018. *Measures to Establish Regulation for Activating Shared Economy Related Industries: Focusing on Accommodation Sharing Industry*, Sejong.
8. 서울특별시, 2017. 「용도지역 체계 재편방안 연구」, 서울.  
Seoul Metropolitan Government, 2017. *Study on the Reorganization Plan of the Land Use System*. Seoul.
9. 서울특별시, 2018. 「서울 생활인구 추계 매뉴얼」, 서울.  
Seoul Metropolitan Government, 2018. *Seoul Living Population Estimation Manual*, Seoul.
10. 원유복, 2018a. "서울 생활인구 데이터 추계", 「지역정보화」, 113: 19-25.  
Won, Y.B., 2018. "Seoul Living Population Data Estimation", *Local Informatization*, 113: 19-25.
11. 원유복, 2018b. "서울 생활인구 데이터 분석 사례", R User Conference in Korea, 서울: 서울특별시 시민청.  
Won, Y.B., 2018. "Analysis of Seoul Living Population Data", Paper presented at R User Conference in Korea, Seoul: Citizens Hall.
12. 통계청, 2015. 「모바일 폰을 활용한 서비스인구 추정 연구」, 대구.  
Statistics Korea. 2015. *A Study on Service Population Estimation Using Mobile Phone*, Daegu.
13. 한국은행, 2016. 「빅 데이터를 활용한 제주지역 관광객의 활동패턴 분석: 스마트 셀 데이터를 활용하여」, 제주.  
Bank of Korea, 2016. *Analysis of the Activity Patterns of Jeju Tourists Using Big Data: Using Smart Cell Data*, Jeju.
14. 한윤애, 2015. "정보통신기술 기반 공유경제와 여분 공간의 상품

- 화: '에어비엔비(Airbnb)'를 사례로', 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- Han, Y.A., 2015. "ICT-based Sharing Economy and Monetizing Excess Space: A Case Study on 'Airbnb'", Master's Degree Dissertation, Seoul National University.
15. 허지정·노승철, 2018. "서울시 숙박공유업체 에어비엔비(Airbnb)의 특성과 공간분포 분석", 『한국도시지리학회지』, 21(1): 65-76.
  - Huh, J.J. and Noh, S.C., 2018. "Characteristics and Spatial Patterns of Airbnb in Seoul", *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 21(1): 65-76.
  16. Abbar, S., Zanouada, T., Al-Emadi, N., and Zegour, R., 2018. "City of the People, for the People: Sensing Urban Dynamics via Social Media Interactions.", in Proceedings of 10<sup>th</sup> International Conference on Social Informatics, 3-14, Saint Petersburg: Higher School of Economics.
  17. Appleyard, B., 2017. "Urban Planning: Human Dynamics", *International Encyclopedia of Geography: People, the Earth, Environment and Technology*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
  18. Barabasi, A.L., 2005. "The Origin of Bursts and Heavy Tails in Human Dynamics", *Nature*, 435: 207-211.
  19. Finch, V.C., 1939. "Geographical Science and Social Philosophy". *Annals of the Association of American Geographers*, 29(1):1-28.
  20. Fu, C., McKenzie, G., Frias-Martinez, V., and Steward, K., 2018. "Identifying Spatiotemporal Urban Activities through Linguistic Signatures", *Computers, Environment and Urban Systems*, 72: 25-37.
  21. Frias-Martinez, V. and Frias-Martinez, E., 2014. "Spectral Clustering for Sensing Urban Land Use Using Twitter Activity", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 35: 237-245.
  22. Garcia-Palomares, J., Salas-Olmedo, M.H., Moya-Gomez, B., Condeco-Melhorado, A., and Gutierrez, J., 2018. "City Dynamics through Twitter: Relationships between Land Use and Spatiotemporal Demographics", *Cities*, 72: 310-319.
  23. 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.
  24. Lee, K.S., You, S.Y., Eom, J.K., Song, J.Y., and Min, J.H., 2018. "Urban Spatiotemporal Analysis Using Mobile Phone Data: Case Study of Medium- and Large-sized Korean Cities", *Habitat International*, 73: 6-15.
  25. Luo, F., Cao, G., Mulligan, K., and Li, X., 2016. "Explore Spatiotemporal and Demographic Characteristics of Human Mobility via Twitter: A Case Study of Chicago", *Applied Geography*, 70: 11-25.
  26. Murphy, M., 2016. "Cities as the Original Sharing Platform: Regulation of the New "Sharing" Economy", *Journal of Business & Technology Law*, 12: 127-149.
  27. Pei, T., Sobolevsky, S., Ratti, C., Shaw, S.L., Li, T., and Zhou, C., 2014. "A New Insight into Land Use Classification Based on Aggregated Mobile Phone Data", *International Journal of Geographical Information Science*, 28(9): 1988-2007.
  28. Ratti, C., Frenchman, D., and Williams, S., 2006. "Mobile Landscapes: Using Location Data from Cell Phones for Urban Analysis", *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 33: 727-748.
  29. Reades, J. Calabrese, F., and Ratti, C., 2009. "Eigenplaces: Analysing Cities Using the Space-Time Structure of the Mobile Phone Network", *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 36(5): 824-836.
  30. Shan, J., Joseph, F., and Marta, C.G., 2012. "Clustering Daily Patterns of Human Activities in the City", *Data Mining and Knowledge Discovery*, 25(3): 478-510.
  31. Shaw, D., and Sui, S., 2018. "Human Dynamics in Smart and Connected Communities", *Computers, Environment and Urban Systems*, 72(1): 1-3.
  32. Soto, V. and Frias-Martinez, E., 2011. "Automated Land Use Identification Using Cell-Phone Records", in Proceedings of the 3rd ACM International Workshop on MobiArch (HotPlanet '11), Washington D.C.: DoubleTree by Hilton Hotel Bethesda.
  33. Tobler, W.R., 1970. "A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region", *Economic Geography*, 46: 234-240.
  34. Toole, J.L., Ulm, M., Gonzalez, M.C., and Bauer, D., 2012. "Inferring Land Use from Mobile Phone Activity", in Proceedings of the ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing, Beijing: China National Convention Center.
  35. Wan, L., Gao, S., Wu, C., Jin, Y., Mao, M., and Yang, L., 2018. "Big Data and Urban System Model: Substitutes or Complements? A Case Study of Modelling Commuting Patterns in Beijing", *Computers, Environment and Urban Systems*, 68: 64-77.
  36. Widener, M.N., 2016. "Shared Spatial Regulating in Sharing-Economy Districts", *Seton Hall Law Review*, 46: 111-187.
  37. Zhan, X., Ukkusuri, S.V., and Zhu, Feng., 2014. "Inferring Urban Land Use Using Large-Scale Social Media Check-in Data", *Networks and Spatial Economics*, 14(3-4): 647-667.
  38. Zhao, B., Sui, D.Z., and Li, Z., 2017. "Visualizing the Gay Community in Beijing with Location-based Social Media", *Environment and Planning A: Economy and Space*, 49:977-979.
  39. Zhu, E., Khan, M., Kats, P., Bamne, S.S., and Sobolevsky, S., 2018. "Digital Urban Sensing: A Multi-layered Approach", *arXiv: 1809.01280 <physics, soc-ph>*.
  40. 국가공간정보포털, 2018.10.22. 읽음. <http://data.nsdi.go.kr/dataset>  
National Spatial Data Infrastructure Portal, Accessed 2018, Oct 22. <http://data.nsdi.go.kr/dataset>.
  41. 서울생활권계획, 2018, Oct 22. <http://planning.seoul.go.kr>.  
Seoul Community Plan, Accessed 2018, Oct 22. <http://planning.seoul.go.kr>

42. 서울열린데이터광장, 2018.10.22. 읽음. <https://data.seoul.go.kr/>  
Seoul Open Data Plaza, Accessed 2018, Oct 22. <https://data.seoul.go.kr/>
43. 통계지리정보서비스, 2018.10.22. 읽음. <https://sgis.kostat.go.kr/>  
Statistical Geographic Information Service, Accessed 2018, Oct 22. <https://sgis.kostat.go.kr/>
44. Inside Airbnb, Accessed 2018, Oct 22. <http://insideairbnb.com/get-the-data.html>

Date Received 2018-11-12  
Date Reviewed 2018-12-20  
Date Accepted 2018-12-20  
Date Revised 2019-04-29  
Final Received 2019-04-29