

광역도시권의 스프롤 특성: 시군구 스케일의 다차원적 스프롤 측정을 중심으로*

류나영**

Characteristics of Urban Sprawl in the Metropolitan Regions: Measuring Sprawl Based on Multiple Dimensions in the *Sigungu* Scale*

Nayoung Ryu**

요약 : 본 연구의 목적은 광역도시권의 시군구 스케일에서 도시 스프롤의 공간적 특성을 고찰하는 것이다. 밀도, 복합토지이용, 중심성, 가로접근성을 고려한 다차원적 스프롤 측정 방법을 통해 스프롤의 진행 수준이 지역에 따라 다양함을 실증적으로 확인할 수 있었다. 중심도시의 구·군은 압축적이고 조밀한 경향을 보이는 반면 주변지역 시·군은 스프롤의 수준이 높게 나타날 것이라는 일반적인 예상은 밀도지수에서만 나타났고, 종합지수와 그 밖의 요인별 지수에서는 상당히 다른 결과를 보여주었다. 이는 다양한 스프롤 요인을 고려한 종합지수를 해석하는 것이 쉽지 않음을 보여준다. 네 가지 요인을 바탕으로 군집분석을 실시한 결과, 스프롤 유형을 분류할 수 있는 총 4개의 군집이 확인되었다. 각 광역도시권은 이들 군집의 구성 비율에 따라 스프롤 유형에 따른 특성이 드러났다. 서울권과 부산권은 밀도가 높고 산업 구조가 다양한 대도시적 성격이 강하며, 광주권과 대전권은 중심도시의 도시적 성격과 주변지역의 도농통합 또는 특화된 기능의 이원화된 특성을 보인다. 대구권은 모든 군집 유형이 비슷한 비율을 보여, 다양한 스프롤 유형이 나타나고 있다. 본 연구를 통해 확인한 스프롤의 공간적 특성은 보다 세분화된 도시계획 및 정책 수립에 실용적으로 활용될 수 있다는 측면에서 의의를 지닌다.

주요어 : 도시 스프롤, 광역도시권, 다차원적 스프롤 측정, 종합지수, 밀도지수

Abstract : The purpose of this paper is to investigate the characteristics of urban sprawl in the *sigungu* scale of the metropolitan regions (MR). Measuring sprawl based on multiple dimensions considering density, land use mix, centering, and street accessibility proves the regional diversity of sprawl. Only density index shows compacting in the core regions and sprawling in the peripheral regions, and the other indexes have different distributions of sprawl. The results show that it is difficult to analyze the composite index including various sprawl factors. Cluster analysis based on sprawl factor indexes shows four clusters in sprawl types. Each MR identifies its specifications according to the ratio of clusters. Seoul MR and Busan MR have high density and diverse industrial structure, and Gwangju MR and Daejeon MR show the dual systems urban in the core regions and rural/specialized in the peripheral regions. Daegu MR shows diverse sprawl types. The characteristics of urban sprawl based on this research contribute to practically establish more detailed urban planning and policy.

Key Words : Urban sprawl, Metropolitan regions, Multidimensional sprawl measurement, Composite index, Density index

*본 논문은 저자의 박사학위논문(류나영, 2020) 일부를 보완·발전시킨 것임.

**서울대학교 교육융합연구원 객원연구원(Visiting Research Fellow, The Center for Educational Research, Seoul National University, nayoung.ryu@gmail.com)

I. 서론

현재 수많은 도시에서 관찰되고 있는 도시 스프롤(urban sprawl)은 지리학, 사회학, 도시계획학과 같이 다양한 사회과학 분야에서 도시 연구의 주요 주제로 다루어지고 있다. 초기 연구는 스프롤의 배경과 개념 정의(Daniels, 2001; Gillham, 2002; Ewing, 2008) 및 도시 스프롤의 원인론과 쟁점(Ewing, 1997; Brueckner, 2000; Gordon and Richardson, 2000)과 같은 정성적인 논의에서 출발하였다. 이를 토대로 도시 스프롤은 도시가 성장하여 공간적으로 확산되는 과정에서 저밀도의 비계획적, 비지적, 비정형으로 토지이용이 이루어지는 도시 공간 패턴이라고 정의할 수 있는데, 일각에서는 ‘난개발’로 일컬어지며 부정적으로 인식되기도 한다(정현욱·김재익, 2003; 김재익, 2008). 이후 도시 스프롤의 정량적 측정을 통해 각 도시 및 지역의 스프롤 수준을 탐색하고 이 결과를 도시계획 및 정책에 활용하고자 하는 연구가 진행된다. 즉, 스프롤지수의 개발 및 산출을 통해 각 도시의 스프롤 수준을 순위화하여 비교하거나, 이를 지도화하여 공간적 특성을 고찰하는 방식의 실증 분석이 다양한 스케일에서 이루어지면서(Galster *et al.*, 2001; Ewing *et al.*, 2002; Song and Knaap, 2004; Cutsinger *et al.*, 2005; Hamidi and Ewing, 2014; Lowry and Lowry, 2014; 임수진·김감영, 2015; 2017), 도시 스프롤의 연구 방향이 지속적으로 확장되고 있다.

본 연구의 목적은 우리나라 광역도시권의 시군구 스케일에서 스프롤 진행 특성을 실증적으로 분석하는 것이다. 본 연구는 밀도 기반의 스프롤을 측정된 결과 2000년대 이후 모든 광역도시권에서 전반적으로 인구 및 고용 스프롤이 심화되고 있음을 규명한 류나영·신정엽(2020)의 연구 결과에 대한 후속으로, 광역도시권 내 하위 지역의 스프롤 특성에 대하여 고찰하지 못했던 한계에 초점을 두어 분석한다. 즉, 시군구 스케일의 스프롤 측정을 통해 광역도시권 내에서 스프롤이 활발히 진행되는 지역과 그렇지 않은 지역의 위치와 공간적 패턴을 확인하고자 하며, 밀도뿐만 아니라 복합토지이용, 중심성, 가로접근성을 종합적으로 고려하는 다차원적 스프롤 측정 방법을 적용한다. 스프롤 측정은 데이터가 수집된 공간 단위에 따라 그 결과가 달라질 수 있기 때문에(임수진·김감영, 2015), 최대한 현실과 가깝게 재현하기 위하여 가능한한 세밀한 스케일인 집계구에서 수

집된 데이터를 이용하고 시군구 수준으로 합역하여 분석에 필요한 변수값들을 생성하였다. 연구 지역인 총 5개의 광역도시권에 대하여 하위 지역의 특성을 규명하기에는 시군구 스케일에서의 사례 수(124개)가 가장 적절할 것으로 판단되었다. 본 연구를 통해 광역도시권의 전역적 측정에서는 탐지할 수 없었던 스프롤 진행 정도의 지역차를 실증적으로 확인할 수 있으며, 이를 기반으로 해당 지역에 적합하고 세분화된 도시계획 및 정책을 고안하는데 기여할 수 있다.

연구 대상 지역인 광역도시권은 기능적 연계성에 기반하여 특·광역시를 중심도시로, 인접한 시도의 시·군 지역을 주변지역으로 간주하여 주변지역 중 통근율과 역통근율의 합이 10% 이상 또는 통근량비중 5% 이상을 만족하는 지역을 중심도시에 포함하여 총 5개의 광역도시권이 설정되었다(류나영·신정엽, 2020). 이들의 구성과 공간적 분포는 각각 표 1과 그림 1에 제시되었으며, 연구 시기는 2015년을 기준으로 하였다.

II. 선행 연구 검토

많은 연구자들은 도시 스프롤이 복합적이고 다차원적인 현상임에 동의하며, 이를 반영한 다차원적 측정 방법에 대한 연구를 진행하였다(표 2). Galster *et al.*(2001)은 미국의 13개 도시화지역(urbanized areas: UA)을 대상으로 토지이용패턴의 다양한 측면을 고려하여 밀도, 집중(concentration), 클러스터화(clustering), 중심성(centrality), 다핵성(nuclearity), 접근성의 여섯 가지 차원에 대한 스프롤지수를 구하고, 이를 합산한 종합지수를 산출하여 각 UA의 스프롤 정도를 비교하였다. Cutsinger *et al.*(2005)은 50개의 확대도시지역(extended urban areas: EUA)¹⁾에 대하여 14개의 토지이용 관련 변수를 선정하고, 요인 분석을 통해 밀도/연속성, 접근성, 고용 분포, 복합토지이용, 주택 중심성(housing centrality), 다핵성, 주택 집중(housing concentration)의 일곱 가지 스프롤 요인을 추출한 후, 각 요인에 대한 EUA의 순위를 제시하였다. 이들의 연구는 인구 스프롤과 고용 스프롤을 비교하고 직주의 근접성 및 복합토지이용 패턴을 분석하였다는 점, 그리고 공간 단위로 EUA를 사용하고 연구 대상 도시의 수가 훨씬 많다는 점에서 Galster *et al.*(2001)의 연구보다 개선된 측정 방법이라 평가된다(Jaret *et al.*, 2009).

표 1. 광역도시권 소속 시군구 목록

| 광역도시권 | 시도 | 시군구 |
|---------|--------|---|
| 서울권(59) | 서울(25) | 종로구, 중구, 용산구, 성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구, 성북구, 강북구, 도봉구, 노원구, 은평구, 서대문구, 마포구, 양천구, 강서구, 구로구, 금천구, 영등포구, 동작구, 관악구, 서초구, 강남구, 송파구, 강동구 |
| | 인천(8) | 중구, 동구, 남구, 연수구, 남동구, 부평구, 계양구, 서구 |
| | 경기(26) | 수원시, 성남시, 의정부시, 안양시, 부천시, 광명시, 동두천시, 안산시, 고양시, 과천시, 구리시, 남양주시, 오산시, 시흥시, 군포시, 의왕시, 하남시, 용인시, 파주시, 김포시, 화성시, 광주시, 양주시, 포천시, 가평군, 양평군 |
| 부산권(24) | 부산(16) | 중구, 서구, 동구, 영도구, 부산진구, 동래구, 남구, 북구, 해운대구, 사하구, 금정구, 강서구, 연제구, 수영구, 사상구, 기장군 |
| | 울산(5) | 중구, 남구, 동구, 북구, 울주군 |
| | 경남(3) | 김해시, 양산시, 창원시 |
| 대구권(16) | 대구(8) | 중구, 동구, 서구, 남구, 북구, 수성구, 달서구, 달성군 |
| | 경북(8) | 구미시, 영천시, 경산시, 군위군, 청도군, 고령군, 성주군, 칠곡군 |
| 광주권(12) | 광주(5) | 동구, 서구, 남구, 북구, 광산구 |
| | 전남(7) | 나주시, 담양군, 곡성군, 화순군, 함평군, 영광군, 장성군 |
| 대전권(13) | 대전(5) | 동구, 중구, 서구, 유성구, 대덕구 |
| | 세종(1) | 세종시 |
| | 충북(2) | 청주시, 옥천군 |
| | 충남(5) | 천안시, 공주시, 논산시, 계룡시, 금산군 |

출처 : 류나영 · 신정엽(2020:402).

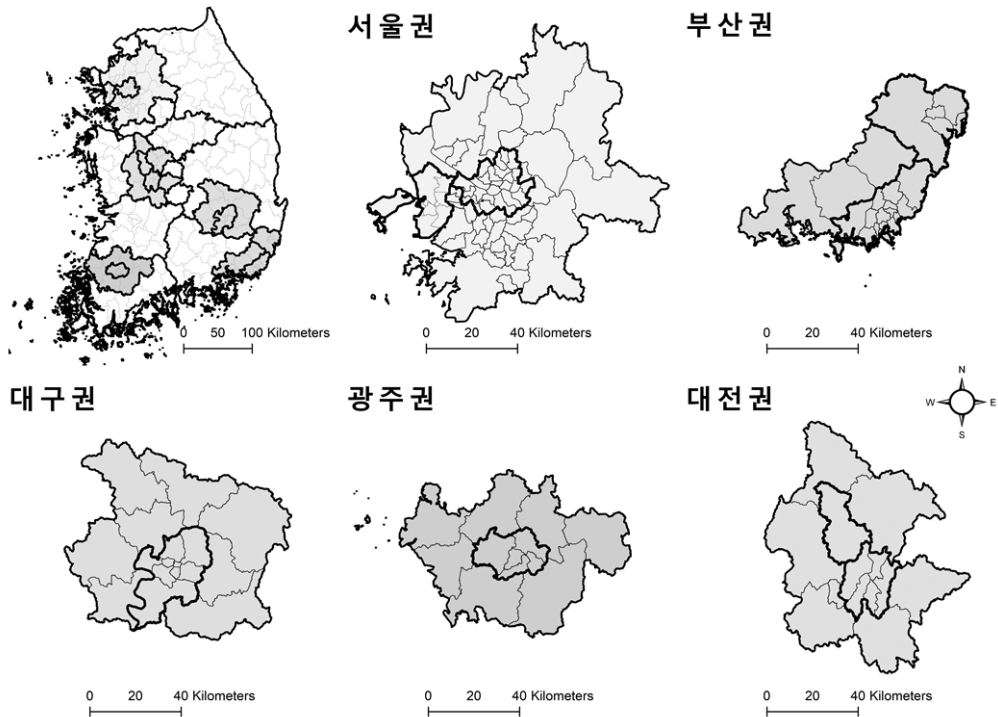


그림 1. 연구 지역: 5개 광역도시권

출처 : 류나영 · 신정엽(2020:403).

표 2. 다차원적 측면을 고려한 스프롤 측정 선행연구

| 연구자 | 연구 지역** | 연구시기 | 밀도 | 복합 이용 | 도로 연결성 | 중심성 | 집중/ 클러스터 | 모양/ 연속성 | 크기 |
|----------------------------------|-----------------------------|------------|----|----------|-----------|-----|-------------|------------|----|
| Galster <i>et al.</i> (2001) | 13 UAs | 1990 | √ | √ | | √ | √ | √ | |
| Ewing <i>et al.</i> (2002; 2003) | 83 MSAs; 448 counties | 2000 | √ | √ | √ | √ | | | |
| Song and Knaap(2004) | Portland, OR | 1940-2000 | √ | √ | √ | | | | |
| Cutsinger <i>et al.</i> (2005) | 50 EUAs | 1990 | √ | √ | | √ | √ | √ | |
| Tsai(2005) | 219 MSAs | 1995 | √ | | | √ | √ | | √ |
| Huang <i>et al.</i> (2007) | 77 MSAs in the world | 2000 | √ | | | √ | √ | √ | |
| Frenkel and Ashkenazi(2008) | 78 cities in Israel | 1980-2002 | √ | √ | | | | √ | |
| Schneider and Woodcock(2008) | 25 MSAs in the world | 1990-2000 | √ | | | | | √ | √ |
| Torens(2008) | Austin, TX | 1990-2000 | √ | √ | | | √ | | √ |
| Lowry and Lowry(2014) | 542 neighborhoods in SLC*** | 2000 | √ | √ | √ | √ | | | |
| Sarzynski <i>et al.</i> (2014) | 257 MSAs | 1990-2000 | √ | √ | | √ | √ | √ | |
| Ewing and Hamidi(2014a) | 221 MSAs; 975 counties | 2010 | √ | √ | √ | √ | | | |
| Hamidi and Ewing(2014) | 162 UAs | 2000-2010 | √ | √ | √ | √ | | | |
| 임은선 등(2006) | 경기도 25개 도시 | 2000, 2005 | √ | √ | | √ | | √ | |
| 신정엽·김진영(2012) | 수도권 | 1975-2011 | √ | √ | | | √ | √ | |
| 황의정·우명제(2016) | 106개 지역노동시장권 | 2000-2010 | √ | √ | | √ | | | |

* Ewing and Hamidi(2015)에서 발췌 및 보완.

** 연구 지역은 임은선 등(2006); Huang *et al.*(2007); Frenkel and Ashkenazi(2008); Schneider and Woodcock(2008); 신정엽·김진영(2012); 황의정·우명제(2016)를 제외하면 모두 미국임.

*** SLC = Salt Lake County, UT.

Ewing *et al.*(2002; 2003)은 83개 대도시 지역을 대상으로 밀도, 복합토지이용, 중심성, 가로접근성의 네 가지 요인에 대한 스프롤지수를 계산하였으며, 이들을 합산하여 각 대도시 지역별 종합지수를 산출하고 순위를 제시하였다. 후속 연구는 변수 선정과 분석 방법을 개선하고 221개 대도시 지역 및 975개 카운티로 연구 대상 지역을 확대하여 10년 후의 스프롤 변화 양상을 고찰하였으나(Ewing and Hamidi, 2014a), 변수와 연구 지역이 일치하지 않아 시기별 직접 비교는 어려운 측면이 있다. Hamidi and Ewing(2014)은 162개 UA를 대상으로 동일한 변수와 분석 방법을 사용하여 네 가지 요인에 대한 시계열 분석을 실시한 결과, 2000년에서 2010년 사이에 전체적으로 스프롤이 다소 증가하였음을 보여주었다. 이 연구는 다차원적 측정 방법을 적용한 연구 중 시기별 비교 연구는 매우 드물다는 점에서 의미를 지닌다.

다차원적 측정 방법은 토지이용 패턴의 다양한 측면을 고려하여 보다 현실적이고 정교한 결과를 보여주며, 세밀한 스케일에서 도시 형태를 측정하고자 할 경우에도 매우 유용하다. 근린 스케일에서 진행된 연구들도 있는데, Song and Knaap(2004)은 미국 오리건 주 포틀랜드

서부 지역의 근린을 대상으로 토지이용의 다차원적 특성들을 살펴본 결과, 1990년대 이후로 연결성, 보행자 접근 및 주택 밀도가 향상되어 스프롤을 억제하고자 하는 로컬 정부의 노력이 근린 수준에서 성과가 있었음을 보여주었다. 반면 유타 주 솔트레이크 카운티는 근린 수준에서 스프롤이 지속되고 있는 것으로 나타나(Lowry and Lowry, 2014), 연구 지역에 따라 결과가 다양하게 나타나고 있음을 알 수 있다.

한편, 스프롤 현상에 대한 국제 비교 연구, 즉 세계 각국의 도시들을 대상으로 스프롤의 유형에 따른 분석 결과도 주목할 만하다. 기존의 도시 스프롤 현상을 탐색하는 연구가 주로 개별 도시 또는 특정 국가, 특히 미국과 유럽 각국의 맥락에서 이루어져 온 것과 달리, 다양한 국가의 도시간 비교 연구가 수행되었다. Huang *et al.*(2007)은 전세계 77개의 대도시 지역을 연구 대상으로 하여 위성영상 분석과 다섯 가지 차원(compactness, centrality, complexity, porosity, density)에서 도시 형태를 살펴본 결과, 개발도상국 도시들은 선진국 도시들에 비해 압축성과 밀도가 높다는 결론을 도출하였다. 유럽과 일본의 도시들이 미국 도시보다 압축적이고 조밀하다는 차이가

있음에도 불구하고, 선진국의 도시는 아시아나 라틴 아메리카의 도시보다는 대체로 높은 수준의 스프롤을 보여주고 있다는 것이다. Schneider and Woodcock(2008)은 세계 각국의 25개 도시를 형태와 성장 유형에 따라 네 가지(*expansive-growth, frantic-growth, high-growth, low-growth*)로 분류하였는데, 미국 이외의 도시들에서는 저밀도의 대규모로 분산된 유형의 스프롤을 찾아보기 어렵다는 결론을 내린다. 앞으로의 도시 스프롤 연구는 선진국의 도시에 주로 초점을 두었던 관점에서 벗어나 다양한 스케일에서 도시 공간의 확산 현상을 사회, 경제, 환경적 측면으로 보다 다양하게 살펴볼 필요가 있다. 나아가 국내, 유럽, 아시아 도시들에 보다 적합한 스프롤 현상 측정 방안을 마련하는 작업도 요구된다.

다차원적 측면에서 스프롤을 측정하기 위한 지수 또는 변수를 선정 및 분석한 국내 연구들도 있다. 임은선 등(2006)은 도시의 스프롤과 압축 수준을 거시적·미시적 수준에서 측정하였다. 거시적으로는 경기도 25개 도시를 대상으로 인구 분포의 불균형, 분산도, 군집도, 평균편차 거리를 측정하여 종합지수를 산출하였고, 미시적으로는 광명, 고양, 화성, 용인시를 사례로 인구밀도, 연속성, 토지혼용도, 중심성 측면에서 도시 공간 구조의 측정 지표를 구하고 이를 시각적으로 표현하였다. 신정엽·김진영(2012)은 수도권을 대상으로 공간 기하, 토지이용 구성 및 변화, 인구 및 고용밀도의 특징과 변화, 지가 분포를 중심으로 도시 스프롤을 실증적으로 측정하였다. 황의정·우명제(2016)는 전국의 지역노동시장권을 대상으로 인구·고용, 혼합토지이용, 신시가지개발 면적 비율, 중심성을 기준으로 스프롤을 측정하고 그 유형 및 특성을 분석하였다. 이와 같이 국내 연구는 주로 수도권을 위주로 진행되었으며(임은선 등, 2006; 신정엽·김진영, 2012), 전국 대상 연구인 경우에도 특·광역시는 전역적인 분석이 이루어졌다(황의정·우명제, 2016). 본 연구는 행정구역이 아닌 기능적으로 설정된 광역도시권 간의 비교 연구 뿐만 아니라, 더 나아가 그 하위 지역의 특성까지 고찰한 연구는 매우 부족하다는 측면에서 기존 연구와 차별성을 지닌다.

다차원적 측정 방법은 도시 스프롤의 복잡한 특성을 이해하기 위하여 다양한 측면에서 스프롤을 측정한다. 단일 지표를 이용한 밀도 기반 측정 방법에 비해 보다 체계적이고 흥미로운 결과들을 보여주지만, 분석을 위해서는 보다 많은 정보가 필요하며 관련 데이터의 구득

여부가 연구 진행에 매우 중요하게 작용하는 특징이 있다. 본 연구 역시 데이터 구득의 한계로 인하여 2015년 한 시기를 기준으로 분석을 실시하였다. 한편 각 부문별 지수들이 보여주는 결과가 서로 다를 경우 해석이 어려운 경우가 발생하기도 한다.

III. 분석 방법

광역도시권 내부의 스프롤 특성을 고찰하기 위하여 시군구 수준에서 스프롤 측정이 이루어지며, 밀도 이외의 다른 측면도 고려하여 보다 면밀히 이루어질 필요가 있어 다차원적 측정 방법을 사용한다. 본 연구에서는 Ewing *et al.*(2002; 2003)과 Ewing and Hamidi(2014a; 2014b)가 제시한 방법을 우리나라 광역도시권의 시군구를 대상으로 적용하고자 하였다. 따라서 스프롤은 밀도, 복합토지이용, 중심성, 가로접근성의 네 가지 요인을 중심으로 측정되는데, 다음과 같은 가정을 기반으로 한다. 첫째, 저밀도일수록 지역 내 스프롤 현상을 심화시키며, 고밀도의 개발은 반대로 스프롤을 억제하는 것으로 볼 수 있다. 둘째, 토지용도가 분리되어 다른 용도를 허용하지 않는 개발 패턴은 스프롤을 일으키지만 복합적 토지이용이 이루어지는 지역은 스프롤을 막고 압축적 개발이 이루어진다고 간주한다. 셋째, 고용 중심지 또는 인구 중심지와 같은 확고한 중심성을 지니고 있는 도시는 압축적인 특성을 보여주지만, 그렇지 않은 도시는 스프롤 현상이 발생할 가능성이 매우 높다. 마지막으로 가로연결성이 좋은 지역은 압축적인 개발 패턴을 보이는 경향이 있으며 그렇지 못한 지역의 경우 스프롤이 발생할 가능성이 높다(Ewing *et al.*, 2002; Ewing and Hamidi, 2014b).

주성분분석은 상관성이 높은 여러 변수들을 새로운 변수군, 즉 주성분(요인)으로 묶어내는 통계 기법으로, 스프롤 특성을 나타내는 다양한 변수들을 요인에 따라 분류하기 위하여 다차원적 스프롤 측정 방법에서 많이 사용되었다(Galster *et al.*, 2001; Ewing *et al.*, 2002; Cutsinger *et al.*, 2005). 본 연구에서는 총 12개의 변수가 주성분분석에 의해 밀도, 복합토지이용, 중심성, 가로접근성의 네 가지 요인으로 통합되어 각 요인별 지수 및 종합지수를 산출하는데 이용되었다. 여기서는 Ewing *et al.*(2002; 2003)과 Hamidi and Ewing(2014)이 실행한 방식을 적용하였

표 3. 다차원적 스프롤 측정을 위한 요인 및 변수 설명

| 요인 | 변수 | 변수 설명 |
|--------|----------------|----------------------------------|
| 밀도 | <i>popden</i> | 총 인구밀도(명/km ²) |
| | <i>empden</i> | 총 고용밀도(명/km ²) |
| | <i>lt2000</i> | 저밀도 집계구에 거주하는 인구의 비율(%) |
| | <i>gt40000</i> | 고밀도 집계구에 거주하는 인구의 비율(%) |
| 복합토지이용 | <i>jobpop</i> | 직주 균형 비율(job-population balance) |
| | <i>jobmix</i> | 고용혼합도(job mix) |
| 중심성 | <i>varpop</i> | 집계구 인구밀도의 변동계수 |
| | <i>varemp</i> | 집계구 고용밀도의 변동계수 |
| | <i>popcen</i> | CBD 거주 인구의 비율(%) |
| | <i>empcen</i> | CBD 고용 인구의 비율(%) |
| 가로접근성 | <i>intden</i> | 교차로 밀도(개/km ²) |
| | <i>fway</i> | 사거리 이상 교차로의 비율(%) |

다. 미리 선정된 요인에 대하여 그 요인과 상관성이 높은 변수들을 대상으로 해당 요인을 추출하는 방식으로 주성분분석을 진행한 것이다. 사용된 요인과 변수에 대한 설명은 표 3에 제시되었다.

밀도 요인 관련 변수로는 광역도시권 시군구의 인구 밀도(*popden*) 및 고용밀도(*empden*), 저밀도 집계구에 거주하는 인구의 비율(*lt2000*), 고밀도 집계구에 거주하는 인구의 비율(*gt40000*)이 사용되었다. 여기에서 저밀도 집계구는 인구밀도 2,000명/km² 미만의 집계구를, 고밀도 집계구는 인구밀도 40,000명/km² 이상의 집계구를 의미한다. 저밀도와 고밀도의 구분 기준인 2,000과 40,000은 각각 집계구 인구밀도의 1십분위수 및 평균과 가까운 값을 채택한 것이며, 이를 통해 밀도가 상대적으로 매우 낮은 지역과 높은 지역에 거주하는 인구의 비율을 산출할 수 있다. 통계청 국가통계포털(<http://kosis.kr>)에서 제공되는 인구총조사(2015년)의 시군구 총인구와 통계청 통계지리정보서비스(<http://sgis.kostat.go.kr>)에서 제공되는 집계구별 통계(2015년) 데이터를 이용하여 변수값들을 생성하였다.

용도별로 분리된 토지이용은 스프롤 개발 패턴의 특성으로 일컬어지며, 반대로 복합토지이용은 압축적이고 보행자 친화적이며 대중교통 지향적인 경향이 있다. 복합토지이용 요인 관련 변수로는 두 가지를 사용하는데, 하나는 직장과의 공간적 분리 정도를 측정하며 다른 하나는 토지이용의 다양성을 측정한다. 두 변수는 2015년 집계구 수준의 인구 및 종사자수 데이터와 집계구의 중심에서 1km의 버퍼(buffer) 내의 인구 및 종사자수에 의해 계산된다.

첫 번째 변수인 직주 균형 비율(*jobpop*)은 식 (1)과 같이 표현된다. 이 변수는 0에서 1 사이의 값을 가지는데, 1의 값은 버퍼 내에서 직주 비율이 동일함을 보여주며 0의 값은 버퍼 내에 오직 종사자 또는 거주자(인구)만이 존재함을 의미한다. 즉, 1에 가까워질수록 직장과의 거리가 혼재되어 복합토지이용 경향이 강함을 보여주는 반면, 0에 가까워질수록 직장과의 거리가 분리되어 어느 한 쪽만이 우세한 단일토지이용 경향이 강함을 의미한다.

$$jobpop_k = \sum_{i=1}^n \left\{ 1 - \frac{ABS(J_i - JP \times P_i)}{J_i + JP \times P_i} \right\} \times \left(\frac{BJ_i + BP_i}{TJ + TP} \right) \quad (1)$$

jobpop_k: k 지역(시군구)의 직주 균형 비율 (job-population balance)

n: k 지역의 집계구 개수

J_i: 집계구 *i*의 종사자수

JP: k 지역의 1인당 종사자수

P_i: 집계구 *i*의 인구수

BJ_i: 집계구 *i*의 중심에서 1km 버퍼 내에 속하는 종사자수

BP_i: 집계구 *i*의 중심에서 1km 버퍼 내에 속하는 인구수

TJ: k 지역의 총 종사자수

TP: k 지역의 총 인구수

두 번째 복합토지이용 관련 변수인 고용혼합도(*jobmix*)는 산업 부문별 종사자수의 혼합 정도를 측정하기 위하여 엔트로피 공식을 활용하며, 식 (2)와 같이 표현된다.

이 변수는 0에서 1 사이의 값을 가지는데, 1의 값은 버퍼 내에서 각 부문별 종사자수가 동일하게 존재함을 의미하고, 0의 값은 버퍼 내에 단일 부문의 종사자만이 존재함을 나타낸다. 0과 1 사이의 값은 부문별 종사자수의 분포를 나타내어 1에 가까울수록 다양한 부문에서 고용이 이루어지고 있음을 보여준다. 산업 부문은 가까운 거리 내에서 일상 생활의 영위와 관련 깊은 산업이 측정 대상으로 고려되었는데, 소매, 여가, 건강, 교육 및 개인 서비스업에 해당하는 산업대분류(G, I, P, Q, R) 상의 종사자수를 계산하여 분석에 사용하였다.

$$jobmix_k = \sum_{i=1}^n \sum_j \left(\frac{P_j \times \ln(P_j)}{\ln(j)} \right) \times \left(\frac{BJ_i + BP_i}{TJ + TP} \right) \quad (2)$$

$jobmix_k$: k 지역(시군구)의 산업부문별 종사자수 혼합도

j : 산업 부문의 개수

P_j : j 산업의 종사자수 비율

중심성 요인 관련 변수로는 첫째로 집계구별 인구밀도에 대한 변동계수(coefficient of variation: CV)를 사용하는데, 집계구 인구밀도의 표준편차를 평균으로 나누어 계산된다($varpop$). 두 번째 변수는 고용밀도의 변동계수로, 구하는 방식은 인구밀도 대신 고용밀도가 사용되어 위 변수와 동일하게 계산된다($varemp$). 일반적으로 변동계수가 클수록, 지역 내에 더 많은 중심지가 발달하는 경향을 보여 조밀하고 압축적인 특성을 지니게 된다. 세 번째와 네 번째 변수는 각 시군구의 CBD 거주인구와 고용인구의 비율을 각각 산출함으로써 생성한다. 우선 CBD를 식별하기 위하여 집계구별 고용밀도에 대한 국지적 모런지수(local Moran statistic)를 이용하는데(Anselin, 1995), 이는 식 (3)과 같이 정의된다.

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_j - \bar{x})}{\sum_{j=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

I_i : 집계구 i 의 국지적 모런지수

x_i, x_j : 집계구 i, j 의 고용밀도 값

W_{ij} : 공간가중값(행표준화된 집계구 i, j 간 거리

제공의 역수)

n : 사례 수(집계구 수)

국지적 모런지수의 z 값을 통해 네 가지 유형의 공간 군집을 식별할 수 있다. 높은 값 주변에 높은 값이 분포하는 High-High 클러스터, 낮은 값 주변에 낮은 값이 분포하는 Low-Low 클러스터, 높은 값 주변에 낮은 값이 분포하는 High-Low 이례지역(outlier), 그리고 낮은 값 주변에 높은 값이 분포하는 Low-High 이례지역으로 분류된다. 높은 고용밀도를 보이는 High-High 클러스터를 각 시군구의 CBD로 간주하고, CBD의 거주인구비율($popcen$)과 고용인구비율($empcen$)을 각각 산출하여 변수로 이용한다.

가로접근성은 블록의 크기 및 교차로 수와 관련이 깊다. 블록의 크기가 작고 직접 연결되는 길이 많으며 교차로가 발달할수록 양호한 가로접근성을 보이게 된다. 반대로 블록이 크고 쿨데삭(cul-de-sac) 및 곡선가도가 발달할수록 가로접근성은 떨어지게 된다. 본 연구에서 가로접근성 관련 변수로는 교차로 밀도와 사거리 이상 교차로의 비율을 사용한다. 교차로 밀도가 높을수록 보다 걷기에 적합하고 압축적인 개발이 이루어진 도시로 간주된다. 사거리 이상 교차로는 도로의 연결성을 측정하는데, 사거리 교차로는 삼거리 교차로보다 더 많은 경로 선택의 기회를 제공한다. 행정안전부 도로명주소 안내시스템 사이트(<http://www.juso.go.kr>)를 통해 도로명주소 전자지도를 제공받아 분석에 사용하였다. 가로접근성 관련 변수 중 교차로 밀도 변수($intden$)는 각 시군구에 대하여 총 교차로의 개수를 면적으로 나누어 구하였으며, 사거리 이상 교차로 비율 변수($fway$)는 사거리 이상 교차로 개수를 총 교차로의 개수로 나눈 후 100을 곱하여 산출하였다.

네 가지 차원에 대하여 수집된 변수들을 대상으로 각 시군구별 종합지수를 구하기 위하여 주성분분석을 이용한다. 스프롤의 네 가지 차원 각각에 대한 주성분이 원 변수에서 추출되는데, 주성분은 변수들간의 공분산을 가장 많이 설명할 수 있도록 하며, 여기서는 첫 번째 주성분만을 고려한다. 스프롤의 네 가지 차원으로 고려된 밀도 요인, 복합토지이용 요인, 중심성 요인, 가로접근성 요인에 대하여 각 시군구별 주성분점수(principal component score)가 산출되며, 비교 및 이해를 용이하게 하기 위하여 평균은 100, 표준편차는 25가 되도록 표준화

한다. 이렇게 표준화된 주성분점수는 각 요인별 스프롤 특성을 나타내는 지수로 활용된다. 종합지수는 네 가지 요인의 주성분점수를 합산하여 얻어지며, 역시 평균 100, 표준편차 25가 되도록 표준화하여 산출하는데, 이는 네 가지 요인에 대하여 동일한 가중치를 두고 있음을 의미한다. 본 연구에서는 네 가지 요인에 대하여 서로 다른 가중치를 적용할 합리적 근거를 마련하지 못하였기 때문에 Hamidi and Ewing(2014)의 연구와 같이 동일한 가중치를 적용하였으며, 가중치 적용 방법에 대한 고려는 후회 연구 과제가 될 것이다.

종합지수와 스프롤 요인별 지수인 밀도지수, 복합지수, 중심성지수, 가로접근성지수는 평균인 100 보다 낮은 값을 나타낼수록 스프롤이 보다 진행된 지역으로, 반대로 100 보다 높은 값을 나타낼수록 상대적으로 압축적이고 조밀한 개발이 이루어진 지역으로 평가된다. 스프롤의 다차원적인 측면을 고려하여 산출된 이들 지수를 바탕으로 광역도시권의 모든 시군구에 대한 스프롤 수준을 평가하고 이를 지도화하여 공간적 분포 특성을 관찰할 수 있다. 아울러 스프롤의 네 가지 요인을 기반으로 군집분석을 실시하여 군집의 유형에 따라 각 광역도시권의 성격을 파악할 수 있다.

IV. 분석 결과

1. 스프롤 요인의 주성분분석

앞서 설명된 변수들을 대상으로 네 가지 스프롤 요인에 대한 주성분분석을 실시한 결과, 산출된 부하량, 고유값 및 설명된 분산 비율이 표 4에 제시되었다. 밀도요인은 밀도 관련 변수들에서 추출된 제1주성분을 의미하는데, 고유값은 2.511이며 총분산의 62.782%를 설명한다. 저밀도 집계에 거주하는 인구 비율(*lt2000*)은 음의 부하량을, 그 외 나머지 변수인 인구밀도(*popden*)와 고용밀도(*empden*), 고밀도 집계에 거주하는 인구의 비율(*gt40000*)은 양의 부하량을 나타낸다. 따라서 밀도가 높은 지역일수록 보다 큰 밀도요인 값을 보여주어 보다 조밀하고 압축적인 특성을 나타내며, 반대의 경우 스프롤의 특성을 보여주는 지역으로 예상된다.

복합토지이용 관련 변수들에서 추출된 제1주성분인 복합요인의 고유값은 1.524이며, 총분산의 76.209%를 설명한다. 직주 균형 비율(*jobpop*)과 고용혼합도(*jobmix*) 모두 강한 양의 부하량을 나타내고 있다. 즉, 다양한 토지 이용이 이루어지는 지역은 보다 큰 복합요인 값을 나타

표 4. 주성분분석 결과

| 요인 | 변수 | 주성분부하량 |
|---------|------------------------------------|--------|
| 밀도요인 | 총 인구밀도(<i>popden</i>) | 0.841 |
| | 총 고용밀도(<i>empden</i>) | 0.637 |
| | 저밀도 집계구 거주 인구 비율(<i>lt2000</i>) | -0.875 |
| | 고밀도 집계구 거주 인구 비율(<i>gt40000</i>) | 0.795 |
| | 고유값(<i>eigenvalue</i>) | 2.511 |
| | 설명된 분산(%) | 62.782 |
| 복합요인 | 직주 균형 비율(<i>jobpop</i>) | 0.873 |
| | 고용혼합도(<i>jobmix</i>) | 0.873 |
| | 고유값 | 1.524 |
| | 설명된 분산(%) | 76.209 |
| 중심성요인 | 집계구 인구밀도의 변동계수(<i>varpop</i>) | 0.858 |
| | 집계구 고용밀도의 변동계수(<i>varemp</i>) | 0.855 |
| | CBD 거주 인구 비율(<i>popcen</i>) | -0.156 |
| | CBD 고용 인구 비율(<i>empcen</i>) | -0.263 |
| | 고유값 | 1.560 |
| | 설명된 분산(%) | 39.003 |
| 가로접근성요인 | 교차로 밀도(<i>intden</i>) | 0.753 |
| | 사거리 이상 교차로 비율(<i>fway</i>) | 0.753 |
| | 고유값 | 1.135 |
| | 설명된 분산(%) | 56.735 |

내어 압축적인 개발 특성을 나타낼 수 있음을 시사한다.

중심성 관련 변수들로부터 추출된 중심성요인의 고유값은 1.560이며, 설명된 분산은 39.003%로 예상보다 낮은 설명력을 보여주었다. 집계구 인구밀도의 변동계수(*varepop*)와 고용밀도의 변동계수(*varemp*)는 강한 양의 부하량을 나타낸다. 변동계수가 클수록 집계구간 밀도 편차가 크기 때문에 중심지의 발달이 두드러지는 특성을 보일 것으로 예상된다. 반면, CBD 거주인구 비율(*popcen*)과 CBD 고용인구 비율(*empcen*)은 약한 음의 부하량을 나타내어 중심성요인의 구성에 기여도가 낮은 모습을 보인다. 따라서 다차원적 스프롤의 평가에서 중심성요인은 상대적으로 설명력이 낮아 해석에 주의를 기울일 필요가 있다.

가로접근성 관련 변수들에서 추출된 가로접근성 요인의 고유값은 1.135이며, 총분산의 56.735%를 설명한다. 교차로 밀도(*intden*)와 사거리 이상 교차로의 비율(*fway*)은 강한 양의 부하량을 나타내어, 이들 변수가 높은 값을 나타내는 지역일수록 가로접근성요인이 높은 값을 보임에 따라 보다 조밀하고 압축적인 특성을 지닐 것으로 예상된다.

2. 종합지수와 요인별 지수의 공간적 분포

광역도시권 전반적으로 스프롤 현상이 심화되는 경향(류나영·신정엽, 2020)과 달리, 시군구 스케일에서 관찰되는 스프롤은 지역에 따라 압축적인 특성을 보이기도 하고 스프롤의 특성이 보다 강하게 나타나기도 한다. 그림 2는 종합지수의 공간적 분포를 나타낸다. 종합지수가 낮을수록, 다시 말하면 지도에 표시된 음영이 연해질수록 스프롤이 진행된 지역이고, 종합지수가 높을수록, 즉 지도의 음영이 진해질수록 압축적 특성을 보이는 지역으로 해석할 수 있다. 광역도시권의 중심도시에 입지한 시군구일수록 압축 개발의 특성을 보이고, 주변지역에 입지한 시군구일수록 스프롤의 특성이 나타날 것이라고 예상되었으며 다수의 지역이 그 경향을 따르고 있으나, 그렇지 않은 일부 지역들이 나타난다. 광역도시권의 주변지역에 짙은 음영으로 표시된 서울권의 가평군·양평군, 대구권의 군위군·청도군, 광주권의 함평군·장성군·담양군 등의 지역은 일반적으로 스프롤의 특성이 강한 지역으로 평가됨에도 종합지수는 이들 지역이 압축적이라는 결과를 보이고 있다. 반대로 광역도시

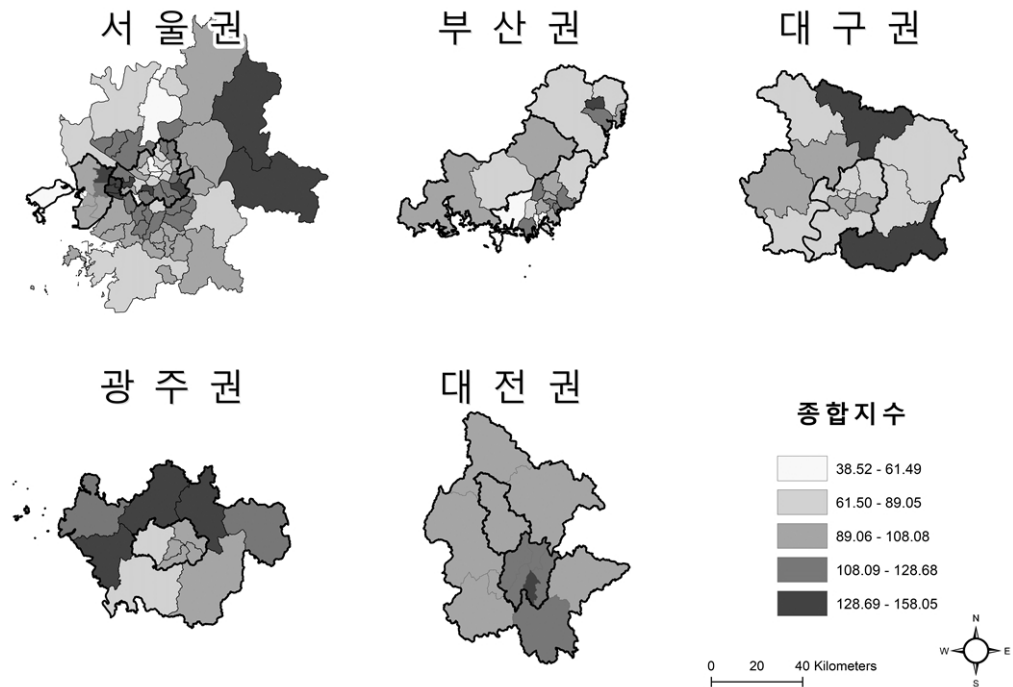


그림 2. 종합지수의 공간적 분포

권의 중심도시에 열은 음영으로 표시된 서울권의 중구·종로구·금천구, 부산권의 중구 등의 지역은 오히려 압축 개발이 이루어진 지역으로 간주될 수 있다. 따라서 이들 지역은 종합지수에 의한 스프롤 수준 평가가 용이하지 않아 요인별 지수들을 세밀히 살펴볼 필요가 있다.

그림 3-그림 6은 종합지수를 구성하는 네 가지 요인별 지수인 밀도지수, 복합지수, 중심성지수, 가로접근성지수의 공간적 분포를 나타낸다. 그림 3에서 밀도지수는 대체로 각 광역도시권의 중심도시에서 주변지역으로 갈수록 지수값이 낮아지는 공간적 분포를 보인다. 즉, 중심도시는 압축 개발의 특성이 강하고 주변지역으로 갈수록 스프롤이 보다 진행되고 있는 모습을 시각적으로 나타내고 있다. 일반적으로 생각되는 전형적인 스프롤의 공간적 특성이 밀도지수의 분포를 통해 나타나고 있는 것으로 사료된다. 특히 서울권의 경우, 서울 대부분의 구와 이들과 인접한 시·군의 밀도지수는 다른 광역도시권에 비해 탁월하게 높아 압축성이 강한 특성을 보여주고 있다. 또한 앞에서 종합지수로 설명되지 않았던 지역들이 밀도지수에 의해서는 납득할 수 있는 결과를 보이고 있다.

그림 4에서 복합지수는 뚜렷한 공간적 패턴이 드러나지 않는 특성을 지닌다. 각 광역도시권의 중심도시에서도 복합지수가 높은 지역과 낮은 지역이 다양하게 나타났으며, 주변지역에서도 비슷한 양상을 보인다. 복합토지이용은 각 시군구의 토지이용 및 산업구조의 특성에 의한 영향이 매우 크다고 볼 수 있기 때문에, 용도지역지구제와 같은 토지이용의 규제 및 각종 제도와의 관련성이 있을 것으로 예상되며 추후 심화 연구가 필요하다고 볼 수 있다.

반면, 그림 5를 통해 볼 수 있듯이 중심성지수는 밀도지수와 상이한 공간적 분포를 나타낸다. 실제로 두 지수는 통계적으로 유의한 부적 상관관계($r=-0.73$)를 보여 주기도 한다. 중심도시 구들은 대체로 면적이 작고 매우 조밀하여 상대적으로 공간적 동질성이 강한 경향을 나타내기 때문에 중심성이 잘 드러나지 않아 중심성지수가 낮음에도 불구하고, 해당 지역 그 자체를 중심지로 간주해야 하는 경우가 상당수 있다. 반면, 일부 주변지역 시·군들은 면적이 크고 밀도가 낮음에도 불구하고 밀도의 지역내 편차가 뚜렷하여 중심지가 잘 드러나 중심성지수의 값이 크게 나타나는 결과를 보이게 된다. 따

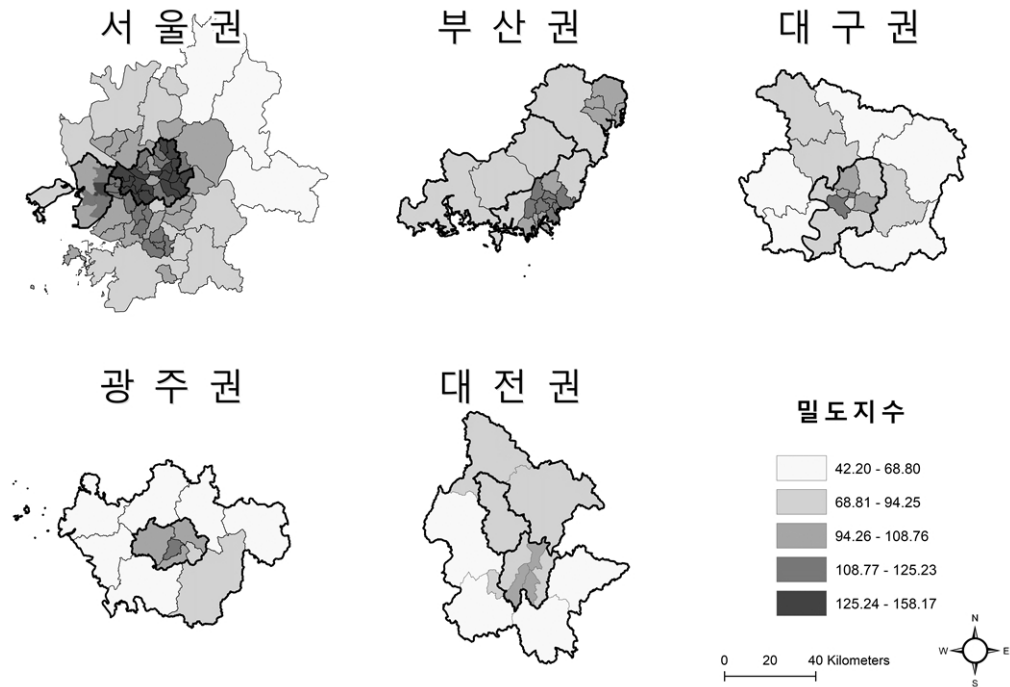


그림 3. 밀도지수의 공간적 분포

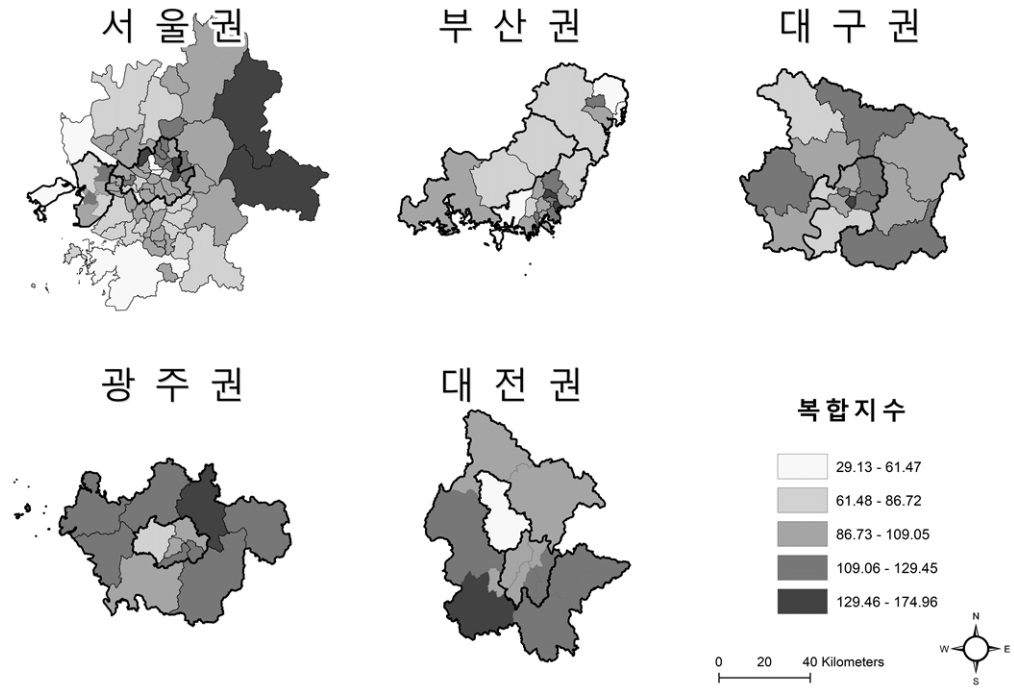


그림 4. 복합지수의 공간적 분포

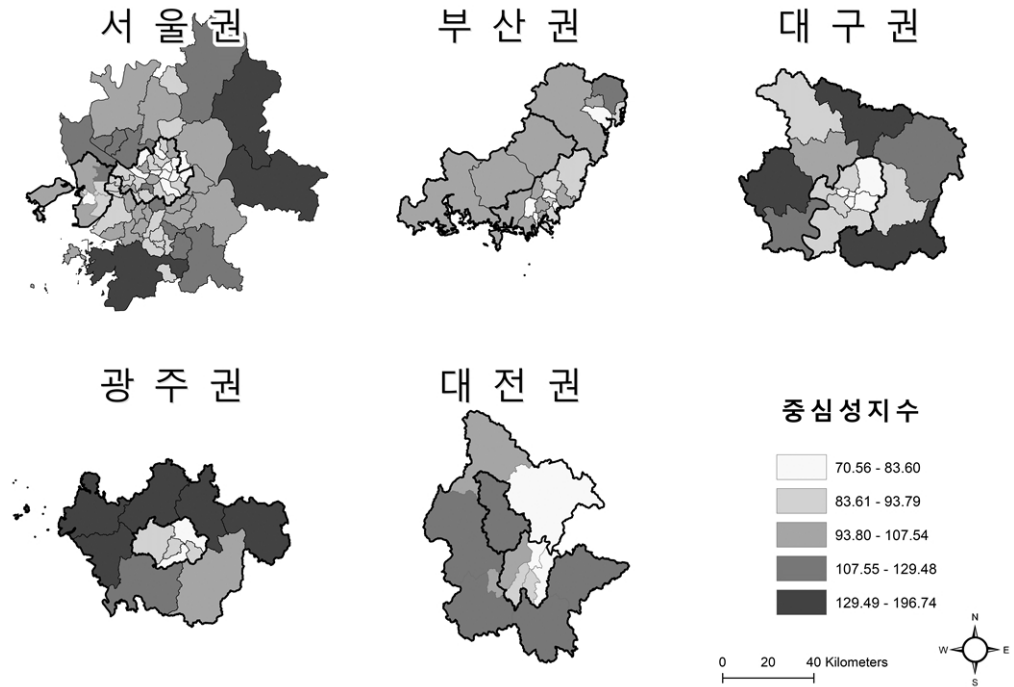


그림 5. 중심성지수의 공간적 분포

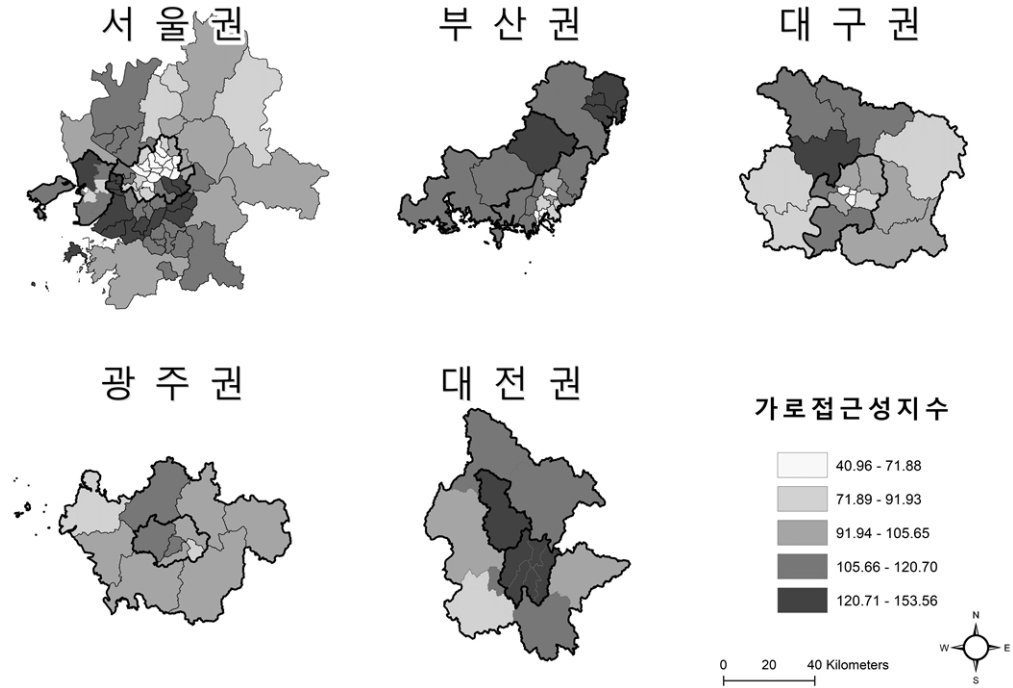


그림 6. 가로접근성지수의 공간적 분포

라서 중심성지수는 시군구 스케일에서 스프롤과 압축 개발의 특성을 적절히 반영하여 설계된 지수라 보기 어려우며, 이 한계를 극복하기 위하여 새로운 지수의 설계가 이루어지거나 면밀한 고찰을 통해 종합지수 산출시 가중치 적용을 달리 하는 방법을 고려해 볼 필요가 있다. 이는 추후 연구 과제가 될 것이다.

그림 6에서 가로접근성지수는 교통 인프라가 잘 발달된 곳 또는 신도시 개발, 교통 요충지, 산업·물류기지 등 계획적으로 조성된 지역에서 높은 값을 보이며 압축 개발의 특성을 드러내었다. 서울권은 강남구·서초구·송파구 및 경기 남부의 성남시·안산시 등 다수 지역, 대전권은 세종시와 대전의 모든 구²⁾, 부산권은 울산의 모든 구³⁾와 양산시, 대구권은 경북 칠곡군 등이 탁월하게 높은 값을 나타내어 도로 여건이 좋은 대표적인 지역들로 나타났다. 반면, 서울과 부산 등 중심도시의 도심 또는 발달 역사가 오랜 지역 중 상당수가 낮은 가로접근성지수를 보여 의외의 결과를 보여주었다.

각 광역도시권에서 전반적으로 스프롤이 심화되고 있다고 고찰되었던 전역적인 스프롤 경향과 달리, 시군구 수준에서는 스프롤이 지역에 따라 매우 다양한 수준으

로 나타남을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 다차원적 측면에서 측정된 스프롤 요인들을 종합한 스프롤 종합 지수의 해석도 중요하지만, 일부 지역의 경우 요인별 지수 중 특히 중심성지수의 해석에 주의를 요하는 지역들이 있었으며 동시에 각 요인별 지수의 해석 역시 함께 중요하게 다루어져야 함을 논의하였다. 이는 스프롤을 다차원적인 측면에서 고찰하는 것이 매우 복잡하고 명확한 설명이 쉽지 않으며, 해석에 특히 주의를 기울여야 함을 의미한다.

3. 군집분석 결과

종합지수를 구성하는 밀도지수, 복합지수, 중심성지수, 가로접근성지수가 전체적으로 유사한 경향이 아닌 각각 독특한 특성을 나타내고 있기 때문에, 이들을 분류하여 스프롤의 유형을 구명하고자 군집분석을 실시하였다. 그 결과 총 4개의 군집이 확인되었으며(표 5), 각 군집에 속하는 시군구는 표 6에 제시되었다.

군집 1과 군집 2는 주로 중심도시에 속하는 구 및 이들과 바로 인접한 주변지역 시·군으로 구성되며 밀도가

표 5. 군집분석 결과

| | 군집1 (50) | 군집2 (33) | 군집3 (23) | 군집4 (18) |
|---------|----------|----------|----------|----------|
| 밀도지수 | 106.05 | 121.62 | 91.24 | 54.74 |
| 복합지수 | 102.89 | 105.55 | 67.68 | 123.08 |
| 중심성지수 | 90.79 | 86.29 | 102.83 | 147.11 |
| 가로접근성지수 | 113.75 | 67.85 | 118.85 | 96.66 |

표 6. 시군구별 소속 군집

| 유형 | 광역도시권 | 구분 | 시도 | 시군구 |
|-----------|-----------|---------|---------------|---|
| 군집 1 (50) | 서울권(24) | 중심 | 서울 | 노원구, 양천구, 강서구, 서초구, 강남구, 송파구, 강동구 |
| | | 주변 | 인천 | 연수구, 계양구 |
| | | | 경기 | 수원시, 성남시, 의정부시, 안양시, 부천시, 광명시, 동두천시, 고양시, 구리시, 남양주시, 오산시, 군포시, 의왕시, 하남시 |
| | 부산권(9) | 중심 | 부산 | 북구, 해운대구, 사하구, 금정구, 연제구, 사상구 |
| | | 울산 | 중구, 남구 | |
| | 주변 | 경남 | 창원시 | |
| | | 대구권(4) | 중심 | 대구 |
| | 주변 | 경북 | 경산시 | |
| | | 광주권(6) | 중심 | 광주 |
| | 주변 | 전남 | 화순군 | |
| | | 대전권(7) | 중심 | 대전 |
| | 주변 | | 충북 | 청주시 |
| | | | 충남 | 천안시, 계룡시 |
| | 군집 2 (33) | 서울권(21) | 중심 | 서울 |
| 주변 | | | 인천 | 동구, 남구, 부평구 |
| 부산권(8) | | 중심 | 부산 | 중구, 서구, 동구, 영도구, 부산진구, 동래구, 남구, 수영구 |
| 대구권(4) | | 중심 | 대전 | 중구, 서구, 남구, 수성구 |
| 광주권(0) | | - | - | - |
| 대전권(0) | - | - | - | |
| 군집 3 (23) | 서울권(11) | 주변 | 인천 | 중구, 남동구, 서구 |
| | | | 경기 | 안산시, 과천시, 시흥시, 용인시, 파주시, 김포시, 화성시, 양주시 |
| | 부산권(7) | 중심 | 부산 | 강서구, 기장군 |
| | | 울산 | 동구, 북구, 울주군 | |
| | 주변 | 경남 | 김해시, 양산시 | |
| | | 대구권(3) | 중심 | 대구 |
| | 주변 | 경북 | 구미시, 칠곡군 | |
| | | 광주권(0) | - | - |
| 대전권(2) | 중심 | 대전 | 유성구 | |
| | 주변 | 세종 | 세종시 | |
| 군집 4 (18) | 서울권(3) | 주변 | 경기 | 포천시, 가평군, 양평군 |
| | | | 부산권(0) | - |
| | 대구권(5) | 주변 | 경북 | 영천시, 군위군, 청도군, 고령군, 성주군 |
| | 광주권(6) | 주변 | 전남 | 나주시, 담양군, 곡성군, 함평군, 영광군, 장성군 |
| | | | 충북 | 옥천군 |
| 대전권(4) | 주변 | 충남 | 공주시, 논산시, 금산군 | |

표 7. 광역도시권별 군집 유형

| | 군집1 | | 군집2 | | 군집3 | | 군집4 | | 합계 | |
|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|
| | 개수 | 비율(%) | 개수 | 비율(%) | 개수 | 비율(%) | 개수 | 비율(%) | 개수 | 비율(%) |
| 서울권 | 24 | 40.68 | 21 | 35.59 | 11 | 18.64 | 3 | 5.08 | 59 | 100.00 |
| 부산권 | 9 | 37.50 | 8 | 33.33 | 7 | 29.17 | 0 | 0.00 | 24 | 100.00 |
| 대구권 | 4 | 25.00 | 4 | 25.00 | 3 | 18.75 | 5 | 31.25 | 16 | 100.00 |
| 광주권 | 6 | 50.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 6 | 50.00 | 12 | 100.00 |
| 대전권 | 7 | 53.85 | 0 | 0.00 | 2 | 15.38 | 4 | 30.77 | 13 | 100.00 |
| 합 계 | 50 | 40.32 | 33 | 26.61 | 23 | 18.55 | 18 | 14.52 | 124 | 100.00 |

높고 복합적인 토지이용이 활발한 특성을 보인다. 각각 50개와 33개의 시군구가 군집 1과 군집 2에 속한다. 두 군집은 가로접근성에서 차이를 나타내는데, 군집 1은 가로망이 발달한 신시가지 및 신도시가 주로 속하는 반면, 군집 2는 서울과 부산에 위치한 발달이 오래된 구들을 주로 포함한다.

군집 3은 총 23개의 시군구가 속하며, 중심도시 외곽에 주로 분포한다. 가로접근성이 우수하며, 도시 기능의 측면에서 산업특화적 또는 자생적 성격을 지닌 지역(예: 안산시, 대전 유성구, 세종시, 구미시 등)이 포함된다. 특정 산업의 집중적 발달과 복합적 토지이용은 반비례 관계이므로 복합요인의 값이 낮은 경향을 지닌다.

군집 4는 총 18개의 시·군이 속하는데, 모두 주변지역에 위치하고 있으며 경북과 전남에 60% 이상이 집중되어 있다. 밀도가 낮고, 도농통합개발 및 산업 분산의 역할을 담당하는 복합적 토지이용이 이루어지며, 면적이 넓어 지역내 인구 및 고용 중심지가 뚜렷이 발달하는 특성을 가지고 있다.

표 7은 군집 유형의 개수와 비율을 보여주는데, 광역도시권에 따라 이 개수와 비율은 매우 다양하게 나타난다. 또한, 중심도시와 주변지역에 나타나는 군집 유형의 비율을 살펴보면, 중심도시의 구·군은 대부분 군집 1이나 군집 2로 분류되고 있다(그림 6A). 반면 주변지역의 시·군은 극소수인 군집 2를 제외하면 나머지 군집 유형이 유사한 비율로 포함되고 있다(그림 6B).

그림 7은 각 군집이 차지하는 비율을 각 광역도시권과 광역도시권 전체에 대하여 제시하였다. 서울권은 군집 1과 군집 2가 3/4 이상을 차지하고 있으며, 주변지역을 구성하는 인천과 경기의 일부 시군구에서 군집 3과 군집 4가 나타난다. 가장 작은 비율(5%)을 나타내는 군집 4에 속하는 경기 포천시, 가평군, 양평군은 농촌의 성격이 강한 서울권의 최외곽에 위치한 지역이라 할 수 있다(그림

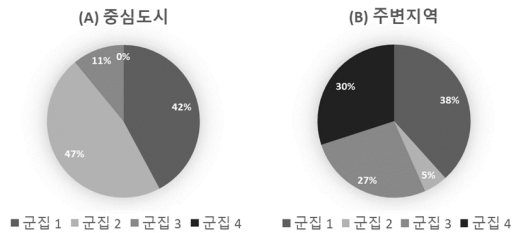


그림 6. 중심도시와 주변지역의 군집 유형 비교

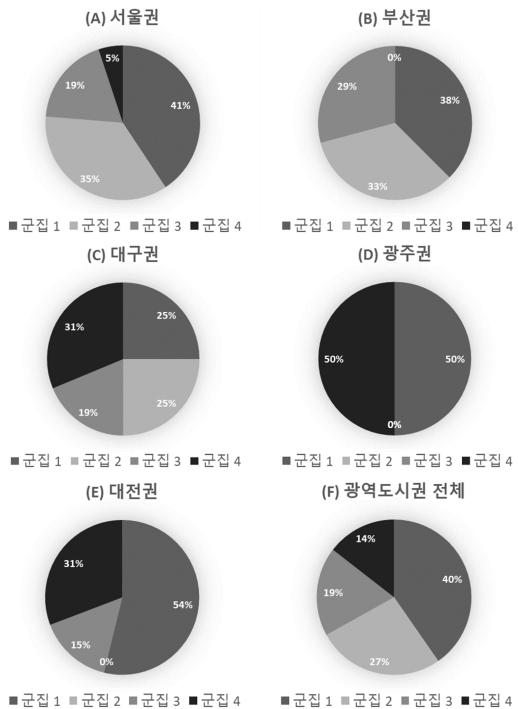


그림 7. 광역도시권별 군집 유형의 비율

7A). 부산권 역시 군집 1과 군집 2가 70% 이상을 차지하고 있으며, 나머지는 군집 3에 속하고 군집 4에 속하는 지역은 나타나지 않았다. 이 중 군집 2는 중심도시에서

만 분포하는 특징을 보인다(그림 7B). 대구권에서는 네 개의 군집이 골고루 나타난다. 그러나 군집 2는 중심도시에만, 군집 4는 주변지역에만 분포하고 있다(그림 7C). 광주권은 군집 1과 군집 4로만 구성되며 그 비율이 동일하게 나타난다. 광주의 모든 구와 화순군이 군집 1에 속하며, 이외 모든 주변 군이 군집 4에 포함되고 있다. 광주권은 도시적 성격을 지닌 지역과 도농통합적 성격을 지닌 지역으로 양분되는 특성을 지닌다(그림 7D). 대전권은 군집 1이 절반 이상을 구성하고, 군집 3이 15%, 군집 4가 1/3 가량을 차지하고 있으며, 군집 2는 나타나지 않는다. 특히 군집 3으로 분류되는 지역은 대전 유성구와 세종시로 이들은 각각 연구개발 및 행정 기능이 특화된 지역으로 분류될 수 있다(그림 7E).

각 군집이 차지하는 비율의 측면에서 볼 때, 각 광역도시권의 특성이 드러난다. 군집 1과 군집 2가 강세를 보이고 있는 서울권과 부산권은 밀도가 높고 산업 구성이 다양하여 대도시로서의 성격을 지니고 있다고 볼 수 있다. 또한 군집 1과 군집 4가 우세하게 나타나는 광주권과 대전권은 중심도시의 도시적 성격과 주변지역의 도농통합 또는 특화된 산업 기능의 성격으로 이분화되는 유사성을 보인다고 분류할 수 있다. 대구권은 스프롤의 유형이 다양하게 나타나는 특성을 지니고 있다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 광역도시권의 하위 지역인 시군구를 대상으로 광역도시권의 다차원적 스프롤의 특성을 고찰하고 공간적 분포를 지도화하여 나타내었다. 밀도, 복합도지이용, 중심성, 가로접근성의 네 가지 요인이 주성분분석을 통해 각 요인별 지수로 변환되었으며, 이들을 통합한 종합지수를 산출하였다. 종합지수를 바탕으로 광역도시권의 모든 시군구에 대한 스프롤 수준을 평가하였으며 요인별 지수인 밀도지수, 복합지수, 중심성지수, 가로접근성지수 역시 함께 고려되었다.

시군구 스케일에서 측정된 다차원적 스프롤은 광역도시권의 전역적 스프롤 경향과 다르게 각 시군구의 개별 특성에 따라 매우 다양한 수준으로 관찰되었다. 중심도시의 구·군은 압축적이고 조밀한 경향을 보이는 반면 주변지역 시·군은 스프롤의 수준이 높게 나타날 것이라는 일반적인 예상은 밀도지수에서만 나타났고, 종합

지수와 그 밖의 요인별 지수에서는 상당히 다른 결과를 보여주었다. 특히 밀도지수와 중심성지수는 부적 상관관계를 보였다. 밀도지수가 높은 지역은 주로 중심도시의 구와 인근의 시 지역인데, 이들은 상대적으로 면적이 좁고 동질적인 특성을 지녀 지역내 밀도차가 많이 나타나지 않아 중심성지수가 낮은 경향을 보이나, 해당 지역 전체를 하나의 중심지로 간주할 수 있으며 압축적 특성이 강하게 나타났다. 반면 중심성지수가 높은 지역은 주로 주변지역 시·군이며 이들은 대체로 면적이 넓고 지역내 밀도차가 뚜렷이 나타나지만 전반적으로 밀도가 낮기 때문에 밀도지수 역시 낮은 값을 보여, 대체로 스프롤의 특성이 나타나는 것으로 평가되었다. 가로접근성지수는 신도시 개발, 산업단지 및 물류기지 건설 등을 통해 계획적으로 조성된 지역에서 특히 높은 값을 보이며 압축적 특성을 드러내었다.

종합지수를 구성하는 요인별 지수가 전체적으로 유사한 경향이 아닌 각각의 독특한 특성을 보인 관계로, 이들에 가지 요인(밀도, 복합, 중심성, 가로접근성)을 바탕으로 스프롤의 유형별 군집분석을 실시한 결과, 총 4개의 군집이 확인되었다. 중심도시 및 바로 인접한 주변지역에 주로 위치하여, 밀도와 복합지수가 공통적으로 높으나 가로접근성이 높고(군집 1) 낮은(군집 2) 차이를 나타내는 지역, 가로접근성이 좋고 특화된 기능을 지니고 있으며 상당수가 중심도시 외곽에 분포하는 지역(군집 3), 주변지역에 입지하여 밀도가 낮고 도농통합 및 산업분산 기능을 하는 지역(군집 4)으로 분류되었다. 이를 바탕으로 각 광역도시권의 성격도 드러나는데, 군집 1과 2가 우세한 서울권과 부산권은 밀도가 높고 산업 구조가 다양한 대도시적 성격이 강하며, 군집 1과 4가 상당수를 차지하고 있는 광주권과 대전권은 중심도시의 도시적 성격과 주변지역의 도농통합 또는 특화된 기능의 이분화된 특성을 보인다. 대구권은 모든 군집 유형이 비슷한 비율로 나타나며 광역도시권 내에서 스프롤의 여러 유형을 동시에 보여주고 있다.

본 연구는 다차원적 스프롤 측정을 통해 시군구 스케일에서 광역도시권의 스프롤 정도를 평가하고 공간적 분포 특성을 고찰하였다. 도시 스프롤은 다양한 측면을 지니고 있기 때문에 이들 요인을 종합적으로 반영한 지수로 나타내고 스프롤 수준을 지역간 비교하는 작업은 지역 특성을 파악하는데 매우 유용하다. 종합지수는 매우 정교하게 설계되어야 하고 해석에 신중해야 할 필요

가 있으며, 본 연구 역시 이에 대한 향후 심화 연구가 진행되어야 할 것이다. 본 연구는 최근 인구 성장이 둔화되고 저성장시대로 접어드는 상황 속에서, 통합적이고 유기적인 관점에서 도시 공간구조의 변화를 개념화하고 적용 및 분석 틀을 설정하는 데 기여할 수 있다(김순용·전해정, 2016; 이견학, 2019; 김종근, 2020). 한편 본 연구에서 산출된 지수들은 도시 스프롤이 통근, 에너지 소비, 대기오염 등 우리 생활에 미치는 영향에 대하여 실증 분석을 하는데 활용될 수 있다. 설명력에서 한계를 드러낸 종합지수와 중심성지수를 제외한 나머지 지수들은 유용한 변수들로 이용할 수 있을 것으로 예상된다.

註

- 1) Cutsinger *et al.* (2005)은 스프롤 측정을 위한 공간 단위로 UA는 과소경계(under-bounding biases), 대도시통계지역(metropolitan statistical areas: MSA)는 과대경계(over-bounding biases)의 문제가 있다고 주장하며 EUA를 설정하였다. EUA는 UA 전체와 MSA 내 1 mile²의 셀이 60가구 이상이면서 거주 노동자의 30% 이상이 UA로 통근할 경우 해당 셀들을 모두 포함한다.
- 2) 대전의 경우 가로접근성지수가 대덕구 147.43(3위), 동구 141.77(4위), 중구 141.68(5위), 서구 138.47(8위), 유성구 138.47(15위)로 전반적으로 매우 높은 값을 나타낸다.
- 3) 울산은 중구 153.56(1위), 동구 148.95(2위), 남구 132.85(14위), 북구 125.67(21위)로 가로접근성지수에서 강세를 보이며, 울주군도 109.07(45위)로 평균 이상의 높은 값을 보여주고 있다.

참고문헌

김순용·전해정, 2016, “GIS와 요인분석을 활용한 도시재생 소요지역 및 지표 선정을 위한 연구: 인천광역시를 중심으로” 한국지리학회지, 5(1), 71-83.
 김재익, 2008, “지역별 난개발 수준의 측정” 한국지역개발학회지, 20(2), 127-148.
 김종근, 2020, “도시쇠퇴에 따른 지역발전 정책 방안 도시관

리비용 부담완화를 중심으로” 한국지리학회지, 9(1), 147-156.
 류나영, 2020, “우리나라 광역도시권의 스프롤 연구: 스프롤의 측정과 스프롤이 통근에 미치는 영향을 중심으로” 서울대학교 박사학위논문.
 류나영·신정엽, 2020, “광역도시권의 스프롤 변화 양상: 광역도시권의 설정과 밀도 기반의 인구 및 고용 스프롤 측정을 중심으로” 한국지리학회지, 9(2), 395-409.
 신정엽·김진영, 2012, “도시 스프롤에 대한 논의 재조명과 공간 분석 방법론에 토대한 도시 스프롤 측정 연구” 서울법학, 19(3), 317-354.
 이견학, 2019, “서울시 도시 재생 유형별 공간 분포와 지역 특성 변화: 건물 용도별 도시 경관 변화를 중심으로” 한국지리학회지, 8(2), 305-319.
 임수진·김감영, 2015, “도시 스프롤 측정 방법으로서 밀도 기반 스프롤 지수 특성 평가” 한국도시지리학회지, 18(2), 67-79.
 임수진·김감영, 2017, “밀도-공간구조 기반 도시 스프롤 측정지 개발” 한국지도학회지, 17(1), 87-101.
 임은선·이종열·이희연, 2006, “도시성장관리를 위한 공간구조의 확산-압축패턴 측정” 국토연구, 51, 223-247.
 정현욱·김재익, 2003, “대도시권역 난개발의 공간적 분포에 관한 연구” 국토계획, 38(5), 7-20.
 황의정·우명재, 2016, “전국 도시권의 도시 스프롤 측정을 통한 유형 및 특성 분석” 국토계획, 51(5), 21-42.
 Anselin, L., 1995, Local indicators of spatial association: LISA, *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115.
 Brueckner, J., 2000, Urban sprawl: Diagnosis and remedies, *International Regional Science Review*, 23(2), 160-171.
 Cutsinger, J., Galster, G., Wolman, H., Hanson, R., and Towns, D., 2005, Verifying the multi-dimensional nature of metropolitan land use: Advancing the understanding and measurement of sprawl, *Journal of Urban Affairs*, 27(3), 235-259.
 Daniels, T., 2001, Smart growth: A new American approach to regional planning, *Planning Practice & Research*, 16(3/4), 271-279.
 Ewing, R., 1997, Is Los Angeles-style sprawl desirable?, *Journal of the American Planning Association*, 63(1), 107-126.
 Ewing, R., 2008, Characteristics, causes, and effects of

- sprawl: A literature review, in Marzluff, J.M., Shulenberg, E., Endlicher, W., Alberti, M., Bradley, G., Ryan, C., Simon, U., and ZumBrunnen, C., eds., *Urban Ecology*, New York, NY: Springer, 519-535.
- Ewing, R., Pendall, R., and Chen, D., 2002, *Measuring Sprawl and Its Impact*, Washington D.C.: Smart Growth America.
- Ewing, R., Pendall, R., and Chen, D., 2003, Measuring sprawl and its transportation impacts, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1831, 175-183.
- Ewing, R. and Hamidi, S., 2014a, *Measuring Sprawl 2014*, Washington D.C.: Smart Growth America.
- Ewing, R. and Hamidi, S., 2014b, *Measuring Urban Sprawl and Validating Sprawl Measures*, Washington D.C.: National Cancer Institute, National Institutes of Health, Ford Foundation, and Smart Growth America.
- Ewing, R. and Hamidi, S., 2015, Compactness versus sprawl: A review of recent evidence from the United States, *Journal of Planning Literature*, 30(4), 413-432.
- Frenkel, A. and Ashkenazi, M., 2008, Measuring urban sprawl: How can we deal with it?, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(1), 56-79.
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M.R., Wolman, H., Coleman, S., and Freihage, J., 2001, Wrestling sprawl to the ground: Defining and measuring an elusive concept, *Housing Policy Debate*, 12(4), 681-717.
- Gillham, O., 2002, *The Limitless City: A Primer on the Urban Sprawl Debate*, Washington D.C.: Island Press.
- Gordon, P. and Richardson, H.W., 2000, Defending suburban sprawl, *Public Interest*, 139, 65-71.
- Hamidi, S. and Ewing, R., 2014, A longitudinal study of changes in urban sprawl between 2000 and 2010 in the United States, *Landscape and Urban Planning*, 128, 72-82.
- Huang, J.G., Lu, X.X., and Sellers, J.M., 2007, A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing, *Landscape and Urban Planning*, 82(4), 184-197.
- Jaret, C., Ghadge, R., Reid, L.W., and Adelman, R.M., 2009, The measurement of suburban sprawl: An evaluation, *City and Community*, 8(1), 65-84.
- Lowry, J.H. and Lowry, M.B., 2014, Comparing spatial metrics that quantify urban form, *Computers, Environment and Urban Systems*, 44, 59-67.
- Sarzynski, A., Galster, G., and Stack, L., 2014, Evolving United States metropolitan land use patterns, *Urban Geography*, 35(1), 25-47.
- Schneider, A. and Woodcock, C.E., 2008, Compact, dispersed, fragmented, extensive? A comparison of urban growth in twenty-five global cities using remotely sensed data, pattern metrics and census information, *Urban Studies*, 45(3), 659-692.
- Song, Y. and Knaap, G.-J., 2004, Measuring urban form: Is Portland winning the war on sprawl?, *Journal of the American Planning Association*, 70(2), 210-225.
- Torrens, P.M., 2008, A toolkit for measuring sprawl, *Applied Spatial Analysis and Policy*, 1(1), 5-36.
- Tsai, Y.-H., 2005, Quantifying urban form: Compactness versus 'sprawl', *Urban Studies*, 42(1), 141-161.
- 국토교통부 실거래가 공개시스템, <http://rt.molit.go.kr>
- 통계청 국가통계포털, <http://kosis.kr>
- 통계청 통계지리정보서비스, <http://sgis.kostat.go.kr>
- 행정안전부 도로명주소 안내시스템, <http://www.juso.go.kr>
- 교신 : 류나영, 08826, 서울특별시 관악구 관악로 1, 서울대학교 교육융합연구원(이메일: nayoung.ryu@gmail.com)
- Correspondence : Nayoung Ryu, 08826, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, Korea, The Center for Educational Research, Seoul National University (Email: nayoung.ryu@gmail.com)
- 투고접수일: 2020년 11월 29일
심사완료일: 2020년 12월 9일
게재확정일: 2020년 12월 15일

