

# 전국 도시권의 도시 스프롤 측정을 통한 유형 및 특성 분석\*

## Analysis of Urban Sprawl Types and Their Characteristics through Measuring Urban Sprawl in South Korea

황의정\*\* · 우명제\*\*\*

Hwang, Ui Jeong · Woo, Myungje

### Abstract

Urban sprawl generally refers to a low-density and unplanned development expanding outward from an urban center. Urban sprawl has been an urban issue due to its negative impacts on environment and economy. Many Korean cities also have a tendency towards urban sprawl. The purpose of this study is to measure urban sprawl in city-regions and analyze their type and characteristics associated with the sprawl. Local Labor-Market Areas(LLMAs) in Korea are chosen for the spatial unit of analysis. The extent to urban sprawl of the LLMAs is measured using various indicators with three categories: population and employment, land use, and urban structure. The results show that the LLMAs are classified into 4 types through cluster analysis, and in particular, Type 3 and 4 have tendencies of urban sprawl. The two types mostly consist of small and medium sized cities, but their tendency and characteristics are different. The results imply that local governments in Korea should implement different growth management policies considering the type of urban sprawl in each area and make multi-jurisdictional efforts.

키 워 드 ■ 도시 스프롤, 도시 재생, 성장관리, 군집분석

Keywords ■ Urban Sprawl, Urban Regeneration, Growth Management, Cluster Analysis

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

저개발 토지에서 인구 및 경제의 성장과 연관된 토지용도의 전환으로 특징지어지는 도시화(urbanization)는 인류 역사에서 주된 토지 이용

및 피복 변화의 유형이다(Weng, 2001). 이 과정에서 도시의 외연적 성장 및 확대에 따라 도시 경계 너머로 도시영역이 성장하는 교외화(suburbanization) 또한 함께 발생하였으며, 이러한 개발 패턴 중 하나가 최근 서구 도시들에서 도시문제로 인식되고 있는 도시 스프롤(urban sprawl)이다. 도시 스프롤은 일반적으로 도시 중심에서 외곽으로 퍼져나가는 저밀도의 무계획적 개

\* 이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2015R1A2A2A01007793).

\*\* University of Seoul (First Author: ujhwang@uos.ac.kr)

\*\*\* University of Seoul (Corresponding Author : mwoo@uos.ac.kr)

발을 말한다(Burchell et al. 1998). 도시 스프롤은 개발 미학(development aesthetics)에서부터 국지적 도로패턴까지 다양한 방식으로 묘사되어 왔다(Galster et al., 2001). 따라서, 도시 스프롤의 특성에 있어서 전 세계적으로 합의된 정의는 없지만, 공통적으로 저밀도·단독주택위주개발, 높은 자가용 의존성, 기존 도심으로부터의 외연적 확산, 비지적 개발 패턴 등의 특징을 갖는다(Brody, 2013).

이러한 도시스프롤 현상에 대해 국내에서도 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 특히 구시가지 쇠퇴, 통근통행 거리 증가를 비롯한 에너지 낭비 등 도시스프롤의 부정적 영향에 관한 연구들은 다양하게 진행되어 온 반면, 도시 스프롤 측정에 관한 연구는 개별 측정지표를 이용하거나 일부 사례지역을 대상으로 한 연구들에 한정되어 있다. 도시 스프롤로 인한 외부효과들은 대부분 저밀도 외연적 확산이라는 비슷한 형태를 보이는 미국 도시권을 중심으로 많은 논의가 되어 왔으며, 그 특징과 양상에 있어 많은 차이가 보일 수 있는 우리나라의 도시 스프롤에 대해서는 다각적으로 접근한 연구들이 미흡한 실정이다. 또한 도시 스프롤의 개념에서 볼 때, 이 현상은 대도시권에만 국한되어 발생한다고 볼 수 없으나, 국내외의 연구들은 대부분 대도시권만을 공간적 범위로 삼고 있다. 이에 전국을 대상으로 한 도시 스프롤 관련 변수의 심층적인 측정 및 유형 분석은 전국도적 관점에서 시가지확산 및 그 원인을 파악하는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

이러한 측면에서 본 연구는 전국도를 대상으로 도시 스프롤 양상을 측정하고, 그 유형 및 특성을 식별하는 데 목적이 있다. 도시 스프롤 발생의 공간적 범위는 개별 도시의 행정경계로 한정지어질 수 없으며, 지역의 고용중심지 및 통근권역과 연관되어 있다. 따라서 본 연구에서는 통근권에 기

반하여 정의된 전국의 지역노동시장권들을 분석의 대상으로 한다. 이를 통해, 전국의 지역노동시장권별 시가지 확산 양상과 그 유형 및 특성을 규명하여, 공간구조계획 및 성장관리 정책의 수립에 시사점을 제공하고자 한다.

## II. 이론 및 선행연구 검토

### 1. 스프롤의 정의 및 도시에 미치는 영향

도시 스프롤은 1970년대 이후 많은 대도시들에서 나타나고 있는 교외화의 한 유형이다. 스프롤의 정의는 관점 및 시대에 따라 다양하게 정의되고 있지만, 공통적으로는 도시 중심으로부터 외곽으로 퍼져나가는 저밀도의 무계획적 개발을 말한다(Burchell et al. 1998). 스프롤을 정의함에 있어서 학자들마다 다양한 특성에 주목하고 있는데, 크게 6가지로 정리할 수 있다.

첫째는 저밀·단독주택개발로서, 이전에는 비어 있던 땅 혹은 농지에 큰 필지의 단독주택들을 대량으로 개발하는 것을 말한다. Burchell et al.(1998)의 연구에 따르면 저밀개발은 스프롤의 매우 중요한 특징 중의 하나지만, 이것은 지역과 문화의 맥락에 따라 다르게 정의되어야 한다. 가령 한 국가 또는 지역의 틀에서 생각했을 때, 상대적으로 낮은 밀도 또는 유지하기에 너무 큰 비용을 초래하는 수준의 밀도를 말한다.

둘째는 자가용에 대한 높은 의존성으로서, 다른 대안적인 형태의 교통수단이 부재한 상태로 짧은 거리마저도 자가용에 의존하는 경향을 보인다. 또한 자가용에 대한 높은 의존성은 토지이용의 다양성이 부족한 단일적인 근린의 개발을 부추긴다(Song & Knapp, 2004).

셋째는 도심으로부터의 급격한 외연적 확산이다. Heimlich & Anderson(2001)의 연구에서는 미

국의 예를 들어 최근 개발된 전체 주택 면적 중 80% 이상이 도시지역 밖의 토지임을 지적하였다.

넷째는 비지적 개발 패턴으로서, 기존의 개발지와 인접한 공지보다 더 멀리에 있는 전원지역을 선호하는 개발 형태를 말한다(Torrens & Alberti, 2000). 무계획적인 비지적 개발은 도심으로부터의 연속적인 토지이용보다 더 많은 토지를 소비하는 경향이 있다.

다섯째는 선형 또는 리본 형태의 개발로서, 도심으로부터 외곽으로 뻗어나가는 간선도로를 따라 발생하는 주거 또는 상업시설의 개발을 말한다(Tsai, 2005).

마지막은 도시지역과 비도시지역의 불분명한 경계로서, 도심으로부터의 급격한 외연적 확산 개발은 도시지역과 비도시지역 간의 경계를 흐릿하게 하는 경향이 있다(Heimlich & Anderson, 2001).

스프롤의 영향을 두고 학자들의 옹호론과 비판론, 그리고 그에 따른 많은 쟁점들이 존재한다. Richardson & Gordon(2001)은 도시의 압축적인 고밀개발에는 한계가 있으며, 교외화를 더 나은 방향의 개발로써 주장하였다. 교통 혼잡 증가, 농지 감소 등 스프롤 비판론자들의 주장에 대해 실증적으로 반박하며, 스프롤의 장점으로써 자가용을 이용한 자유롭고 유연한 이동, 더 안전하고 혼잡 없는 교통 환경, 좋은 공립학교, 범죄로부터의 안전성, 휴양지 및 쇼핑시설과의 높은 접근성, 낮은 세금 등 삶의 질 향상이라는 측면을 강조하였다.

한편, 스프롤 비판론자들의 주장은 크게 환경적 측면과 비용적 측면으로 나누어볼 수 있으며, 부정적 측면에 대한 많은 실증적 연구들이 이루어져 왔다. Soule(2006)은 오픈스페이스 상실, 대기질 저하, 기후변화, 물부족 및 수질저하, 야생서식지 및 생태계 파괴, 인체 건강 피해 등 도시 스프롤이 초래하는 부정적인 환경 영향들을 지적했으며, Burchell et al.(2002)은 기반시설, 공공행정, 부동

산개발, 교통, 삶의 질, 도시의 거주적합성 등의 측면에서 스프롤이 큰 비용을 초래함을 지적하고, 도시 스프롤과 도심 쇠퇴의 상관관계에 대해 분석하였다. 김준홍(2012)은 수도권 거주 1,293명의 건강결과 지표와 선행연구에서 산출한 스프롤 지수를 결합하여 경로분석을 실시한 결과, 스프롤이 일어날수록 자동차의 주행거리가 늘어나며 간접적으로 비만지수, 콜레스테롤 수치, 심장질환이 증가하는 경향을 확인하였다. 진장익 외(2013)의 연구에서는 수도권을 대상으로 통행영향지수를 활용하여 스프롤이 지역의 통근통행패턴과 그에 따른 에너지 사용 및 환경오염에 미치는 부정적 영향을 지적하였다. 전명진 외(2011)의 연구에서는 수도권의 시가지 확산 과정에서 발생한 인구와 고용 간의 교외화 차이로 직주분리정도가 심화되고, 그에 따라 통근통행 시간도 증가함을 확인하였다. 엄현태 외(2015)의 연구에서는 수도권을 대상으로 도시 스프롤과 중심도시 쇠퇴 정도에 대하여 회귀분석한 결과, 수도권 지역의 스프롤 현상이 중심도시인 서울의 인구쇠퇴에 영향을 주어 향후 스프롤에 따른 중심도시 쇠퇴가 발생할 가능성을 제기하였다.

## 2. 스프롤의 측정

스프롤의 측정 연구는 분석 방법에 따라, 표 1.과 같이 공간통계분석, 시각적 분석, 종합적 분석으로 구분해 볼 수 있다. 공간통계분석방법은 인구밀도, 고용중심성 등의 단일적인 변수를 통해 스프롤을 측정하고 해석하는 방법이다. 김재익(2008)의 연구에서는 인구밀도를 활용하여 전국의 도시 난개발을 측정하였으며, 이종열(2012)의 연구에서는 주거지역의 인구밀도를 측정하여 우리나라와 중국의 스프롤을 비교하였다. Allen & Lu(2003), Fulton et al.(2001)의 연구에서도 스프

률의 측정 변수로서 인구밀도를 활용하였다. Kahn(2001)의 연구에서는 CBD 경계 10마일 이내의 고용 비율로 고용의 집중 정도를 파악하여 스프롤을 측정하였다. Lopez & Hynes(2003)의 연구

한 특성을 답을 수 없다는 단점이 있다.

시각적 분석방법은 GIS 및 위성영상자료를 활용한 분석방법이다. 김태진·사공호상(2006)은 토지 피복 분류결과를 이용하여 수도권 지역의 토지이

Table 1. Summary of literature review for measuring urban sprawl

분석방법 (method)	연구자 (author)	측정 변수 (measuring variables)	대상 지역 (object region)	장단점 (pros & cons)
Spatial Statistical Analysis	Kim (2008)	population density	cities & counties in Korea	단일 변수 활용으로 측정 및 해석 간단하나, 스프롤의 다양한 특성을 답을 수 없음 (It is relatively easy to analyze with a single variable, but it has a limitation to represent various characteristics of urban sprawl)
	Lee (2012)	population density of residential area	cities in Korea & China	
	Allen & Lu (2003)	population density	Charleston, South Carolina	
	Fulton et al. (2001)	population density	MSAs in the U.S.	
	Kahn (2001)	centrality of employment	MSAs in the U.S.	
	Lopez & Hynes (2003)	population density	MSAs in the U.S.	
Visual Analysis	Kim·Sagong (2006)	area of urbanized zone	Seoul Metropolitan Area(SMA)	스프롤 양상을 시각적으로 파악하기에 용이하나, 객관적인 수치자료 부재 (It is easy to visualize sprawled pattern, but it lacks objective numerical data)
Comprehensive Analysis	Ewing et al. (2014)	density, mixed land use, centrality of activities, street accessibility	counties & urbanized areas in the U.S.	체계적인 스프롤의 측정이 가능하지만, 많은 정보가 필요하므로 자료 획득이 어려움 (They provide systematic approaches, but there is an issue of data availability)
	Galster et al. (2001)	density, continuity, concentration, clustering, centrality, nuclearity, mixed uses, proximity	urbanized areas in the U.S.	
	Sin·Kim (2012)	space geometry, land use change, density(population and employment), distribution of land prices	SMA	
	Im et al. (2006)	macro-scopic	imbalance, dispersion, clustering, mean of deviation distance	
micro-scopic		population density, continuity, mixed uses, centrality	4 cities in SMA	

에서는 저밀지역과 고밀지역의 인구비율을 활용하여 스프롤 지수를 계산하였다. 위와 같은 분석 방법들은 단일적 변수를 활용하므로 스프롤에 대한 거시적 측정과 해석이 간단하지만, 스프롤의 다양

용 변화 및 시가화 확산 정도를 시각적으로 확인하고, 시가화면적의 증가율을 종속변수로 시가화 확산 요인을 분석하였다. 시각적 분석방법은 시가화 확산의 양상을 보여주기에 용이하나, 스프롤에

대한 객관적인 수치자료가 부재하다는 단점을 갖는다.

종합적 분석방법은 스프롤의 다양한 측면을 고려하여 종합적인 변수들을 활용한 분석방법이다. Ewing et al.(2014)의 연구에서는 밀도, 복합적토지이용, 활동중심성, 도로접근성을 지표로 미국 도시지역들의 압축-확산 지수를 계산하였으며, Galster et al.(2001)의 연구에서는 밀도, 연속성,

Table 2. Indicators measuring urban sprawl

Category	Variables	Frequency
Pop. & Housing	Population Density	9
	Population Density of Residential Area	1
	Housing Density	1
Emp. & Economy	Employment Density	3
	Centrality of Employment	1
	Distribution of Land Price	1
Urban Structure & Infrastructure	Centrality	3
	Clustering	2
	Nuclearity	1
	Street Accessibility	1
Urbanized Area & Land Use	Mixed Land Use	3
	Continuity	3
	Concentration(Dispersion)	3
	Disparity	1
	Change of Land Use	1
	Proximity	1

집중도, 군집성, 중심성, 다핵성, 복합적토지이용, 군집성 8개 지표를 활용하여 미국 도시지역들의 스프롤 지수를 분석하였다. 신정엽·김진영(2012)의 연구에서는 공간기하, 토지이용변화, 인구 및 고용

밀도, 지가분포의 측면에서 수도권의 스프롤을 측정하였다. 임은선 외(2006)의 연구에서는 위의 Galster et al.(2001)와 유사하게 변수를 설정하여 분석하였다. 전국 80개 도시들을 대상으로 불균형 수준, 분산도, 군집도, 평균편차거리를 지표로 스프롤 수준을 파악하고, 인구밀도, 연속성, 토지이용도, 중심성을 지표로 광명·화성·고양·용인시의 미시적인 공간구조 패턴을 분석하였다. 위와 같은 종합적 분석방법은 보다 체계적인 스프롤의 측정이 가능하지만, 그만큼 많은 정보를 필요로 하므로 자료 획득이 어렵다는 단점이 있다.

앞서 본 선행연구들의 지표를 종합해 보면, 표 2와 같이 인구 및 주택, 시가화면적 및 토지이용, 고용 및 경제, 도시구조 및 기반시설 등 4가지 측면으로 분류가 가능하며, 이 중 활용빈도가 높은 지표들을 살펴보면 다음과 같다.

우선 인구 및 주택의 측면에서 인구밀도 지표는 대부분의 연구에서 활용되었으며, 스프롤 측정에 있어 핵심적인 변수이다. 자료획득 또한 용이하기 때문에 활용 빈도가 높다. 고용 및 경제의 측면에서는 고용밀도 지표가 다수 활용되었으며, 도시구조의 측면에서는 중심성 지표가 많이 활용되었다. 시가화면적 및 토지이용의 측면에서는 복합적 토지이용, 연속성, 집중도, 군집성 등 많은 지표들이 다수의 연구에 활용되었다. 앞에 열거된 지표들은 공통적으로 종합적 분석 연구에서 주로 활용된 변수들이라는 점을 고려했을 때, 이는 스프롤의 다양한 측면을 반영하기 위해서 종합적인 분석이 불가피함을 시사한다고 볼 수 있다.

### 3. 소결

스프롤의 측정 연구들과 관련하여, 해외의 경우 도시스프롤의 다양한 측정 지표를 활용한 종합적

인 분석이 전국의 대도시권을 대상으로 시도되고 있는 반면, 국내의 경우 대부분 수도권에 집중하여 연구가 이뤄지고 있으며 전국을 대상으로 하는 연구는 미흡한 실정이다. 그 중 전국을 대상으로 한 소수의 연구들은 거시적인 공간통계를 통한 단일적인 분석에 그쳐, 스프롤의 다양한 특성들을 고려하지 못하였다는 한계를 가진다.

이러한 배경 하에, 본 연구는 전국의 지역노동시장권을 대상으로 스프롤의 다양한 특성들을 고려하여 이를 측정하고 유형화 한다. 또한, 스프롤의 측정 변수와 관련된 다양한 기초 특성들을 비교하여 유형별 도시 스프롤의 특징을 파악 한다.

### III. 연구의 방법 및 데이터

#### 1. 연구의 범위

도시 스프롤의 측정과 관련된 대다수의 연구들은 시군을 분석의 대상으로 삼고 있으나, 도시 스프롤의 측정 범위는 개별 도시의 행정경계를 넘어 지역의 고용중심지 및 통근권역을 포괄해야 할 필요가 있다. 이에 본 연구는 지역노동시장권(Local Labor Market Area, LLMA) 개념을 활용하여 분석의 대상을 정의하였다. 지역노동시장권이란 “직장을 찾는 구직자와 노동력을 필요로 하는 고용자 사이의 상호작용 대부분이 이루어지는 지리적 단위”로 정의될 수 있다(Casado-Diaz, 2000). 국내에서는 아직까지 지역노동시장권에 대한 연구가 활발하지는 않지만, 서구에서는 오래 전부터 지역 설정에 있어서의 기능적 접근을 연구해왔으며, 미국을 비롯한 많은 국가들에서 통근권에 기초한 지역노동시장권의 측정이 시도되고 있다(이상호, 2008).

주거지와 직장의 입지, 그리고 통근권의 개념은

도시 스프롤과도 밀접한 관련성을 갖기 때문에, 지역노동시장권은 연구의 분석 단위로서 단일 행정구역과 비교하여 더욱 유의미한 결과를 보여줄 수 있다. 본 연구에서는 2005년<sup>1)</sup> 인구주택총조사 고용통계자료를 이용하여 지역노동시장권을 측정 한 이상호(2008)의 연구 결과를 활용하였으며 그림 1과 같이 나타난다.

연구의 공간적 범위는 전국 121개<sup>2)</sup> 지역노동시장권 중 도서 지역과 일부 데이터의 수집 및 활용에 어려움을 겪은 3개 지역을 제외한 전국 106개<sup>3)</sup> 지역노동시장권이며, 시간적 범위는 2000년부터 2010년까지로 설정하였다.

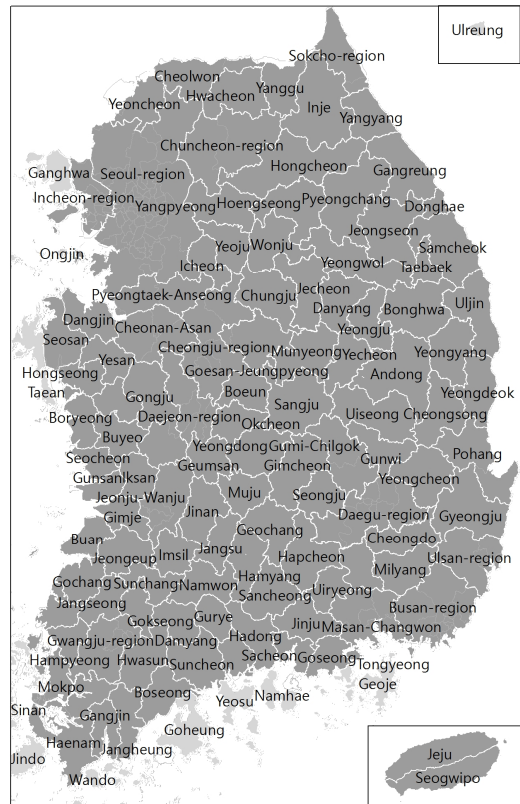


Figure 1. Local Labor Market Areas in Korea (Lee, 2008)

## 2. 연구의 흐름

도시 스프롤은 일반적으로 도시 외곽의 저밀도 무계획적 개발 확산을 의미하며, 미국의 전형적인 난개발 개념이다. 이로 인해 도시 스프롤이 연상시키는 이미지는 그것의 보편적 정의와는 다르게 미국도시의 맥락에서 나온다. 따라서 우리나라의 도시 스프롤 또한 정의는 같으나, 다른 맥락에서 식별될 필요가 있다. 본 연구에서는 이를 위해 우선 보편적 정의의 도시 스프롤 측정 지표들을 종합적으로 선정한 후, 산출된 결과들을 이용해 군집분석함으로써 우리나라의 시가지 특성을 유형별로 식별하고자 한다. 연구의 진행 과정은 그림 2와 같다.

첫째, 스프롤의 측정과 관련된 국내외 선행연구를 검토하여, 본 연구에 적용가능 한 변수들을 설정하였다. 선행연구들을 종합해보면, 도시 스프롤의 측정과 관련하여 주로 활용되는 변수들을 크게 인구 및 고용밀도 측면, 공간구조 측면, 토지이용 측면으로 구분할 수 있다. 세 가지 측면의 분류 하에, 전국 범위에서 데이터의 구득 및 분석이 가

능하며 군집분석에 활용가능 한 6가지 도시 스프롤 측정 및 유형화 변수를 설정하였다.

둘째, 표 3과 같이 6가지 변수들 대부분이 각각 데이터의 가공 및 분석을 필요로 하는 지수의 형태를 갖기 때문에, 엑셀과 ArcGIS 등의 소프트웨어를 활용해 값을 산출하였으며, 기초통계 분석을

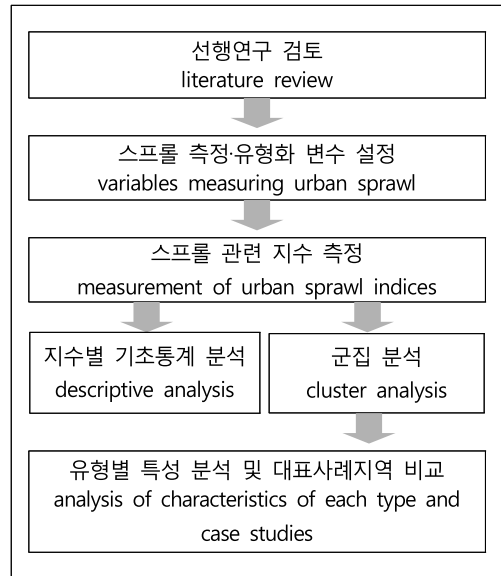


Figure 2. Research flow

Table 3. Variables Measuring Urban Sprawl

Categories	Variables	Description
population and employment	Population Sprawl Index	change of gross urbanized area in comparison with population change
	Employment Sprawl Index	change of gross urbanized area in comparison with employment change
Land Use	Mixed Land Use Index	extent to mixed use development('00~'10) in newly urbanized areas('00~'10)
	New Town Development Area Ratio	a ratio between new town development area('00~'10) to gross urbanized areas('10) in a region
Urban Structure	Centrality Index	extent to centrality of development('00-'10) in a region, using 'Standard distance'

통해 지역별 양상을 파악하였다.

셋째, 위 결과 값들을 토대로 군집분석하여, 지역노동시장권별로 전국의 도시 스프롤을 4가지로 유형화하였다. 그리고 스프롤 관련 지표들의 비교를 통해 유형별 스프롤 특성이 어떻게 나타나는지 분석하고, 각 유형별 대표사례지역을 선정하여 공간구조 및 개발밀도 등을 시각적으로 비교하였다.

### 3. 도시 스프롤 측정 방법 및 데이터

대부분의 기존 스프롤 측정 관련 연구들은 인구밀도만을 이용하여 스프롤을 측정한 한계가 있다. 본 연구의 측정 범주는 크게 3가지, 즉 인구 및 고용, 토지이용, 공간구조 측면에서 접근하므로 인구밀도만을 고려한 기존의 단일적인 결과들에 비해 더욱 복합적인 스프롤 측정이 가능하다.

#### 1) 인구·고용 스프롤 지수

스프롤 지수는 인구 변화 대비 시가화면적의 변화를 나타내는 지수이다. 대부분의 관련 연구들이 밀도를 기준으로 스프롤을 측정한다는 점을 고려해봤을 때, 가장 핵심적인 변수라고 할 수 있으며 선행연구를 토대로 다음의 공식을 활용하였다.

$$SI_{1-0} = \frac{(UA_1/UA_0)}{(P_1/P_0)}$$

- $SI_{1-0}$ : 기준시점(0)부터 비교시점(1)까지의 스프롤지수
- $UA_1$ : 비교시점의 시가화면적
- $UA_0$ : 기준시점의 시가화면적
- $P_1$ : 비교시점의 인구수
- $P_0$ : 기준시점의 인구수

1을 기준으로 값이 클수록 스프롤 정도가 높은 것으로 해석할 수 있다. 같은 방법으로 인구수 대신 종사자수를 이용하여 고용스프롤 지수를 구할

수 있다. 위의 식은 인구가 감소하는 지역에도 적용이 가능하므로 전국토를 대상으로 하는 본 연구에 적합한 방식이라고 볼 수 있다. 분석에 사용된 인구수와 종사자수는 각각 통계청 국가통계포털(www.kosis.kr) 인구총조사의 시군구별 총인구수 자료와 전국사업체조사의 시군구별 총종사자수 자료를 이용하였다. 시가화지역면적은 환경부 환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)의 토지피복현황 통계의 시가화건조지역면적 자료를 이용하였다.

#### 2) 토지이용복합지수

도시 스프롤은 단일적 토지이용이라는 특징을 갖는다. 토지이용이 단일적일수록 활동을 위한 이동거리는 길어지고, 비합리적인 스프롤적 도시구조를 형성한다. 반대로 토지이용이 복합적으로 이루어질수록 압축적인 도시구조를 갖는다고 할 수 있다.

토지이용복합지수는 2000년부터 2010년 사이에 형성된 신규 시가화지역들을 대상으로, 해당 기간 동안 행해진 개발의 용도가 일정 구역별로 얼마나 복합적으로 발생했는지를 지수화한 것이다. 이를 위해 신규 시가화지역들을 1km×1km 크기의 셀(cell)로 분할한 후, 각 cell별 개발용도의 다양성을 측정하였다.

$$MI = \frac{\sum_{j=1}^k A'_j}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

- $A_i$ : 신규시가화지역 셀  $i$ 의 면적
- $A'_j$ : 복합적(3 이상) 토지이용을 보인 셀  $j$ 의 면적
- $n$ : 신규시가화지역 셀의 수
- $k$ : 신규시가화지역의 복합적 토지이용 셀의 수

위의 지수는 전체 셀 면적 대비 복합적 토지이용(3 이상)이 나타난 셀의 면적으로, 1에 가까울수록



록 복합적 토지이용이 전 지역에 걸쳐 나타났음을 의미한다.

신규시가화지역 산출을 위해 ArcGIS를 이용하였으며, 환경부 환경공간정보서비스(egis.me.go.kr)의 2000년·2010년 토지피복지도 래스터자료를 이용하여 시가화지역을 추출하였다. 그리고 두 시점의 시가화지역 간에 중첩된 지역을 제외하는 방식으로 신규시가화지역을 설정한 뒤, 1km×1km의 셀로 분할하였다.

개발용도 관련 자료는 국토교통부 건축데이터 민간개방 시스템(open.eais.go.kr)의 증별개요<sup>4)</sup> 건축인허가 자료를 활용하였다. PNU코드를 기준으로 2000년부터 2010년까지의 건축인허가 자료를 지적도와 병합한 후, 그것을 신규시가화지역 셀에 공간적으로 병합(spatial join)하여 셀별 건축인허가 데이터를 구축하였다.

토지이용 복합성을 판단하기 위해, 셀별 건축인허가 자료의 개발용도를 다시 주·상·공 등 7개 분류로 나눠 셀별 토지이용 수를 산출하여, 토지이용복합지수 식을 적용하였다.

### 3) 신시가지개발면적비율

본 연구에서는 신시가지 개발이 도시 스프롤과 유의한 상관관계를 지닐 것으로 판단하여, 유형화 변수로서 신시가지개발면적비율을 반영하였다.

$$DI_{1-0} = \frac{(DA_{1-0})}{UA_1} \times 100$$

$DI_{1-0}$  : 기준시점부터 비교시점까지의 신시가지개발면적 비율  
 $DA_{1-0}$  : 기준시점부터 비교시점 사이에 진행된 택지개발 지구의 면적  
 $UA_1$  : 비교시점의 시가화면적

2010년 지역노동시장권 내 총 시가화지역 면적 대비 2000년부터 2009년 말 사이에 진행된 신시

가지 개발면적의 비율을 계산하였다. 신시가지 개발 면적은 국토교통부 산하 국토교통통계 제공 웹 사이트인 통계누리(stat.molit.go.kr)에서 배포하는 택지개발지구 통계자료를 활용하여 해당 기간의 지역노동시장권별 신시가지 개발면적을 추출하였다.

### 4) 중심성 지수

위의 스프롤 지수를 통해 거시적인 스프롤 정도를 파악할 수 있으나, 이는 분석 개체별로 전체 인구수·종사자수 변화와 전체 시가화면적 변화를 이용해 산출하므로 공간정보를 반영하지 못한다. 즉, 도시 외곽에 저밀개발이 일어나는지 혹은 고밀개발이 일어나는지에 대한 정보는 알 수 없으므로, 공간구조에 대한 분석을 통해 스프롤에 대한 세부적인 해석을 시도하였다.

중심성 지수는 2000년부터 2010년 사이에 도시권 전체 차원에서 일어난 개발이 얼마나 중심에 밀집하여 이루어졌는지를 지수화한 것으로써, 표준거리(Standard Distance) 개념을 이용하였다. ArcGIS의 공간통계기능 중 하나인 표준거리는 표준편차와 유사한 개념의 공간통계로, 중심점을 기준으로 개체들의 분포 정도를 하나의 수치로 요약한 것이다. 지역 별 읍·면·동 규모의 차이에서 유발되는 오차를 막기 위해, 지역노동시장권별 시가화지역을 300m×300m 크기의 셀로 분할하여 공간 단위로 설정하였다.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n} + \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

$(\bar{X}, \bar{Y})$  : 중심 셀의 좌표  
 $\{x_i, y_i\}$  : 셀 i의 좌표

위의 식과 같이, 표준거리는 지역노동시장권 시가

화지역 내 중심점으로부터 각 셀까지의 거리를 고려하여 공간구조 특성을 측정하는 것이다.

$$SD_w = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i (x_i - \bar{X}_w)^2}{\sum_{i=1}^n w_i} + \frac{\sum_{i=1}^n w_i (y_i - \bar{Y}_w)^2}{\sum_{i=1}^n w_i}}$$

$\{\bar{X}_w, \bar{Y}_w\}$  : 가중치가 부여된 중심 셀의 좌표  
 $\{x_i, y_i\}$  : 셀 i의 좌표  
 $w_i$  : 셀 i의 가중치(셀 i의 개발연면적)

이 때, 셀별 개발 연면적을 가중치로 주게 되면, 개발연면적과 거리를 함께 고려한 표준거리가 산출된다. 이를 이용하여 중심성지수는 다음과 같이 산출할 수 있다.

$$CI = 1 - \frac{SD_w}{SD}$$

$SD_w$  : 가중치(개발연면적)가 고려된 표준편차거리  
 $SD$  : 표준편차거리

위의 중심성 지수는 2000년부터 2010년 사이에 일어난 개발의 연면적을 가중치로 준 표준거리로 가중치를 주지 않은 표준거리로 나눈 값을 이용한 지수로서, 1에 가까울수록 개발 중심성이 높으며, 0에 가까울수록 개발이 모든 셀에 고르게 분포하거나 혹은 개발핵이 서로 멀리 떨어진 양상을 보이는 것으로 해석될 수 있다.

표준거리 계산을 위해 ArcGIS와 토지피복지도 자료를 이용하여, 2010년 시가화지역 GIS 자료를 추출한 뒤 셀로 분할하였다. 이를 토대로 ArcGIS의 표준거리(Standard Distance) 기능을 이용하여 산출하였다.

개발 연면적을 가중치로 반영하기 위해, 국토교통부 건축데이터 민간개방 시스템(open.eais.go.kr)의 건축인허가 자료를 활용하였다. PNU코드를 기준으로 2000년부터 2010년까지의 건축인허가 자

료를 지적도와 병합한 후, 300m×300m 셀에 공간적으로 병합(spatial join)하여 셀별 개발연면적 자료를 구축해 가중치로 이용하였다.

#### 4. 군집 분석 방법

군집 분석은 데이터의 고유한 속성 또는 유사성을 토대로 데이터를 분류하여 군집을 형성하기 위한 알고리즘 분석법으로(Jain, 2010), 본 연구의 목적인 스포츠의 유형화를 위해 활용되었다.

군집 분석은 방법에 따라 다양하게 분류되며, 데이터의 종류와 크기에 따라 다르게 선택할 수 있다. 통계 패키지를 통해 흔히 활용할 수 있는 방식으로는 계층적 군집분석(hierarchical cluster analysis), 2단계 군집분석(two-step cluster analysis), k-평균 군집분석(k-means cluster analysis) 등이 있다. 이 중, 계층적 군집분석은 적은 양의 데이터에 대해 쉽게 결과를 얻을 수 있는 방법이며, 2단계 군집분석은 연속변수와 범주형 변수가 혼합적으로 구성되어 있는 데이터를 적용하기에 유용한 방식이다. k-평균 군집분석은 원하는 군집의 수를 설정하여 결과를 산출하는 방식으로, 가장 보편적으로 이용되는 분석방법이다(Norušis, 2011).

$$J(c_k) = \sum_{x_i \in c_k} \|x_i - \mu_k\|^2$$

$$J(C) = \sum_{k=1}^K J(c_k)$$

$x_i$  : n개의 개체 중 i개체의 d(변수의 수)차원에서의 지점  
 $\mu_k$  :  $c_k$  군집의 평균점  
 $c_k$  : k번째 군집  
 $K$  : 군집의 개수

본 연구에서는 k-평균 군집분석을 이용하였다.

군집 내 유사성이 높고, 군집 간 유사성이 낮을수록 최적의 군집이라고 할 수 있기에, 각각의 군집에 대해서 군집 내 제곱오차의 합인  $J(c_k)$ 가 최소화되어야 한다. 즉, k-평균 군집분석의 목표는  $J(C)$ 의 값을 최소화시키는 것이라고 할 수 있다. k개의 초기 분할(initial partition) 선정 후, 군집 분할 조정 및 새로운 군집 별 중심 계산의 반복 과정을 통해 군집이 안정화를 이루는 최적의 배정을 얻을 수 있다(Jain & Dubes, 1988).

위와 같이 k-평균 군집분석을 수행하기 위해, 통계 패키지 프로그램인 R을 이용하였으며, NbClust 분석을 통한 최적합 군집 수 제안에 따라, 군집의 수를 4개로 결정하였다<sup>5)</sup>.

또한, 군집분석을 수행하기 전, 변수로 쓰일 각각의 지수들의 분산이 다름으로 인해 발생할 수 있는 변수 간 영향 차를 방지하기 위해, 모든 변수들을 z-score로 표준화하여 분석에 이용하였다.

#### IV. 분석 결과

##### 1. 지수 측정 결과

###### 1) 기초통계분석

106개 지역노동시장권을 대상으로 한, 5가지 지

수들의 측정 결과 기초통계량은 표 4와 같다.

스프롤지수의 경우, 1을 기준으로 값이 클수록 2000년부터 2010년 사이에 저밀도의 스프롤적인 변화를 보였다고 해석할 수 있다. 인구 스프롤지수의 평균이 1.388인 반면, 고용 스프롤의 평균은 1.078로 훨씬 1에 가까운 값을 갖는다. 이는 인구 변화와 고용변화의 차이에 기인한 것으로 보인다. 실제로 106개 대상 중, 2000년부터 2010년 사이에 인구증가를 보인 지역노동시장권이 19개 지역에 불과한 반면, 고용증가를 보인 지역은 92개 지역에 달한다. 전체적으로 인구는 소수 대도시에서 크게 증가한 반면, 고용은 대부분의 도시에서 증가한 양상이다.

복합토지이용지수의 경우, 0과 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 복합적인 토지이용이 일어난 것으로 해석할 수 있다. 측정 결과, 평균은 0.364로, 신규 시가화지역 중 평균적으로 약 36%가 복합적인 토지이용을 보였다고 할 수 있다. 신규 시가화지역 면적이 작은 일부 개체들 중에서는 지수가 0 또는 1의 값을 보이는 이상치도 존재하였다.

신시가지개발면적비율의 경우 평균이 0.83%로, 택지개발사업이 일어나지 않은 78개 지역이 평균 값에 큰 영향을 준 것으로 보인다.

중심성지수는 지역노동시장권 내 전체 시가화지

Table 4. Descriptive statistics of indices

Variables	Number	Mean	Min	Max	Std.D
Population Sprawl Index	106	1.388	0.887	3.770	0.435
Employment Sprawl Index	106	1.078	0.630	2.468	0.313
Mixed Land Use Index	106	0.364	0	1	0.170
New Town Development Area Ratio	106	0.830	0	7.808	1.714
Centrality Index	106	0.315	-0.123	0.916	0.216

역을 대상으로, 2000년부터 2010년 사이에 일어난 개발연면적을 가중치에 활용하였다. 평균 0.315로, 대부분 0 과 1 사이의 값을 보이며, 경우에 따라 0 이하의 값을 보이기도 하였다.

## 2) 지역별 지수 양상

그림 3과 그림 4를 비교해보면, 인구스프롤과 고용스프롤이 유사한 분포 양상을 보이는 것을 알 수 있다. 이는 지역노동시장권 별 인구 및 고용의 변화 추이가 대체로 상관성이 높기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 이 중, 지수값의 표준편차가 1.5 이상인 지역들은 대부분 산간지방의 지역노동시장권들로, 매우 높은 스프롤지수를 보인다. 이는 해당 지역들의 시가화면적이 타 지역들에 비해 매우 작아, 시가화면적 변화에 대한 인구와 고용 비율 변화 및 스프롤 지수 값이 매우 민감하게 반응한 결과로 보인다.

공간구조 측면의 변수인 토지이용복합지수(그림 5)와 신시가지개발면적비율(그림 6)의 결과는 다음과 같다. 신시가지개발면적비율의 경우, 높은 값을 갖는 지역들 중 광역시 및 주요도시들이 많은데, 해당 도시들은 토지이용복합지수에서도 일부 지역을 제외한 대부분에서 표준편차 0.5 이상의 높은 값을 갖는 것으로 나타났다. 토지이용복합지수에서 표준편차 1.5 이상의 매우 높은 값을 갖는 지역들 중 인천권, 강릉, 대전권, 광주권, 울산권과 달리 평창, 양구, 영월과 같은 지역들은 신규 시가지지역의 면적 자체가 작음으로 인해 지수값이 높게 산출된 것으로 보인다.

중심성지수의 경우, 포항, 춘천권, 거창, 동해, 광양, 하동, 마산창원, 순천, 구미칠곡, 대전권 등의 순으로 높은 값을 보였다. 광역시들은 대전권(0.63), 대구권(0.61), 인천권(0.54), 광주권(0.49), 울산권(0.44) 순으로 평균보다 높게 나타났다. 서

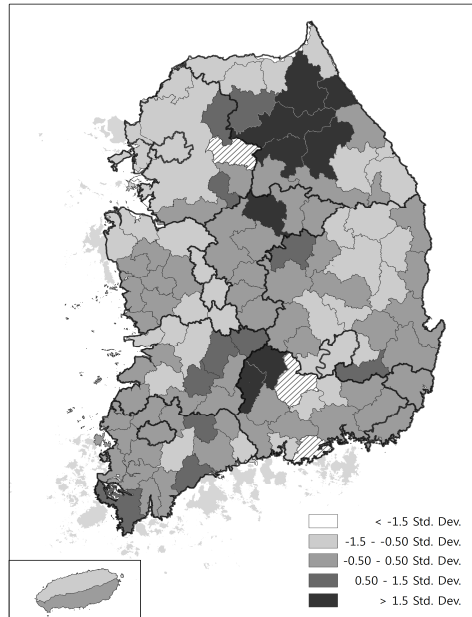


Figure 3. Distribution of population sprawl index

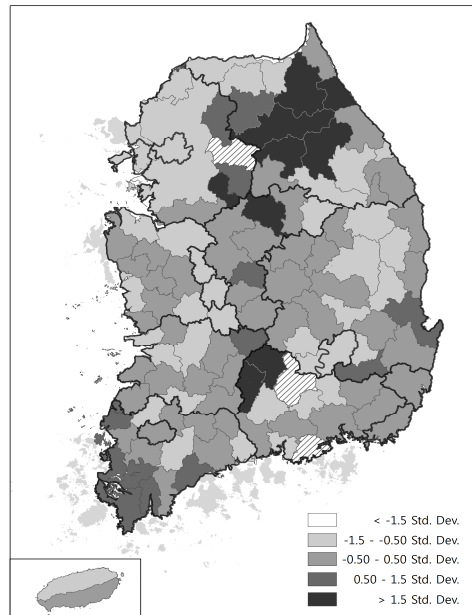


Figure 4. Distribution of employment sprawl index

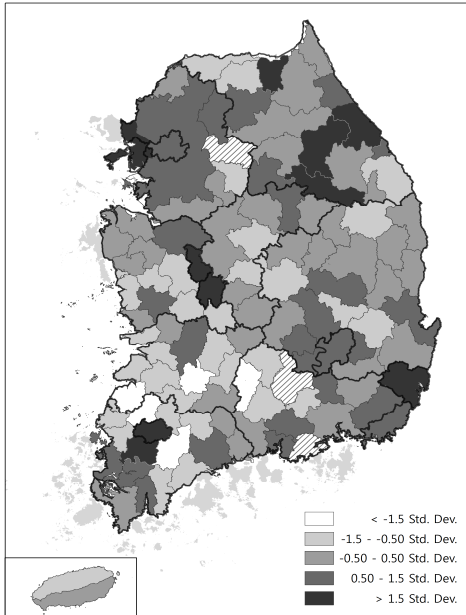


Figure 5. Distribution of mixed use index

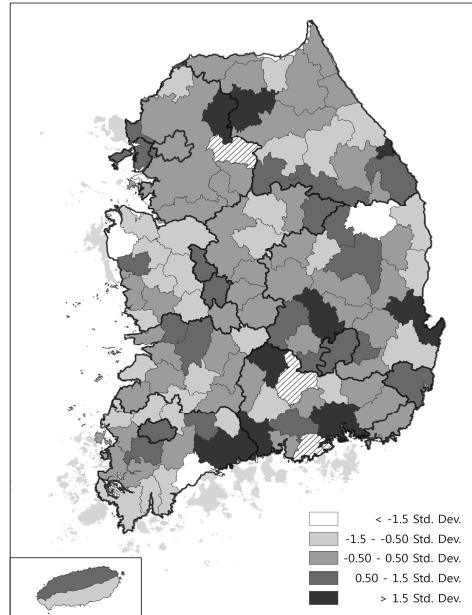


Figure 7. Distribution of Centrality Index

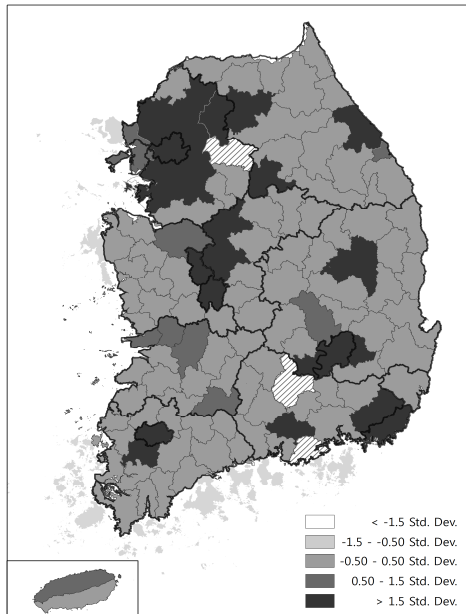


Figure 6. Distribution of new town development area ratio

울권은 평균(0.31)과 같으며, 부산권은 0.26으로 평균보다 낮게 나타났다. 주변의 많은 도시를 포함하여 상대적으로 면적이 넓은 서울권, 부산권의 경우, 10년 동안 다핵적인 개발이 일어난 것으로 추정된다. 그림 7에서 가장 연한 색을 보이는 서산, 봉화, 보성 등의 지역들은 중심성이 음의 값으로 나타났다. 이는 10년 동안의 개발이 시가지지역의 중심 위주로 이루어지기 보다는, 상대적인 개발밀집지들이 중심으로부터 서로 멀리 떨어져 있음에 기인한 것으로 보인다.

## 2. 군집 분석 결과

Table 5. Results of the Cluster Analysis

	SI_POP	SI_EMP	MLUI	NTDAR	CI
Type 1(16)	1.17	0.96	0.60	4.28	0.53
z-score	(-0.50)	(-0.37)	(1.36)	(2.01)	(0.98)
Type 2(37)	1.21	0.94	0.40	0.48	0.41
z-score	(-0.42)	(-0.43)	(0.20)	(-0.20)	(0.41)
Type 3(44)	1.39	1.07	0.25	0.04	0.16
z-score	(0.00)	(-0.04)	(-0.66)	(-0.46)	(-0.70)
Type 4(9)	2.53	1.90	0.37	0.00	0.32
z-score	(2.63)	(2.63)	(-0.04)	(-0.48)	(0.00)

\* SI\_POP : Pop. Sprawl Index  
 SI\_EMP : Emp. Sprawl Index  
 MLUI : Mixed Land Use Index  
 NTDAR : New Town Development Area Ratio  
 CI : Centrality Index

앞서 본 지표들을 토대로 k-평균 군집분석을 실시하였으며, 결과는 표 5와 같다.

1군집은 인구 및 고용 스프롤지수가 가장 낮으며, 복합토지이용지수와 중심성지수 모두 가장 높아, 미국 스프롤개념 상의 수치로는 가장 비스프롤적인 양상을 보이고 있다. 그러나, 1군집은 신시가지개발면적 비율 또한 가장 높게 나타나 외곽지역의 고밀신시가지 개발이 도시권 전체적으로는 상대적으로 낮은 인구 및 고용 스프롤지수에 영향을 준 것으로 보인다. 즉, 1군집의 경우는 미국 대도시의 스프롤과는 다른 외곽지역이 고밀개발 형태로 나타나는 우리나라 대도시의 스프롤 형태로 볼 수 있다.

인구 및 고용 스프롤 지수의 경우, 1군집에서 4군집으로 갈수록 증가하는 경향을 보이며, 4군집의 경우 특히 매우 높은 스프롤지수를 보인다. 복합토지이용지수와 중심성지수 역시 1군집에서 3군집으로 갈수록 감소하는데, 4군집에서 다시 소폭 증가하여 평균에 매우 가까운 값을 갖는 것으로 나타났다. 신시가지개발면적비율의 경우, 이미 언

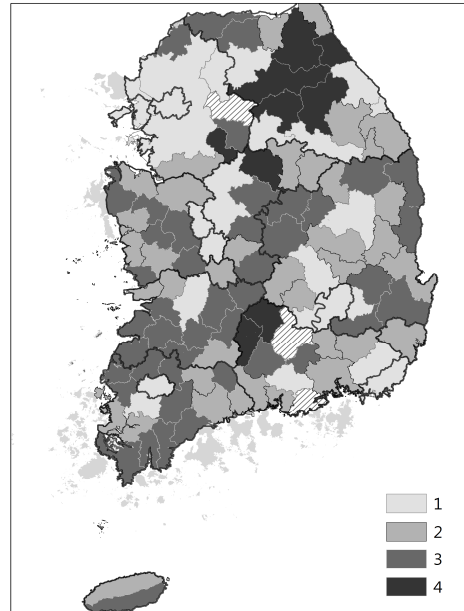


Figure 8. Results of cluster analysis

급된 바와 같이 1군집에 신시가지개발이 일어난 많은 지역들이 집중된 것으로 나타나며, 2군집은 신시가지개발 면적 비율이 작거나 혹은 신시가지개발이 없었던 지역들이고, 3·4군집은 전혀 신시가지개발이 없었던 지역들이라고 볼 수 있다. 군집별 분포는 위의 그림 8.과 같다.

군집별 특징을 살펴보기 위해, 표 6과 같이 관련 특성 통계들의 군집별 평균값을 정리한 뒤 유형별로 비교하였다. 인구 및 고용 측면에서는 '00년도와 '10년도의 인구·고용 규모 및 변화율을, 토지이용 측면에서는 '00년도와 '10년도 사이 진행된 개발 중 신규 시가지화지역에서 일어난 개발 연면적을 기준으로 용도별 비율을 산출하였다. 공간구조 측면에서는 '00년도와 '10년도의 시가지화면적과 변화율을 살펴보고, 또한 시가지화지역의 표준거리와 가중치를 준 표준거리를 비교하였다.

Table 6. Characteristics of each type by major variables (Avg. & Std dev.)

characteristics		type 1	type 2	type 3	type 4
Pop. and Emp.	Pop.(‘00)	2.1m (4.0m)	201k (255k)	71k (48k)	79k (66k)
	Pop.(‘10)	2.3m (4.4m)	142k (279k)	58k (47k)	76k (67k)
	Ratio of Pop. Change	3.5% (9.7%)	-8.4% (14.2%)	-17.3% (8.4%)	-7% (6%)
	Emp(‘00)	6.3m (1.3m)	59k (84k)	17k (13k)	22k (20k)
	Emp(‘10)	833k (1.8m)	75k (109k)	19k (16k)	28k (25k)
	Ratio of Pop. Change	25.4% (8.1%)	17.9% (19%)	8.1% (12.4%)	25.6% (8.4%)
Land use	detached house	13.7% (8.2%)	9.9% (6%)	12% (8.7%)	21.8% (15.1%)
	apartment house	7.6% (6.5%)	3.5% (5%)	4% (6.8%)	4.9% (6%)
	commerce	8.3% (6.3%)	6.8% (10%)	4.6% (7.9%)	6.7% (4.5%)
	office	4.8% (3%)	3.2% (6.3%)	3% (6.9%)	2% (2.2%)
	industry	16.2% (13%)	26.5% (23.3%)	20% (21%)	11.3% (14%)
	medical/welfare	2.8% (1.2%)	3.8% (6.7%)	3.9% (5.6%)	1.5% (1.4%)
	education	9.7% (8.2%)	4.1% (8.2%)	4% (7.7%)	2.8% (3.1%)
	the others	36.9% (14.3%)	42.3% (20.2%)	48.4% (20.5%)	49% (15.2%)
	urban structure	urbanized area(‘00)	110.5km <sup>2</sup> (170.1km <sup>2</sup> )	23km <sup>2</sup> (20.5km <sup>2</sup> )	14.4km <sup>2</sup> (9.8km <sup>2</sup> )
urbanized area(‘10)		132.8km <sup>2</sup> (204.9km <sup>2</sup> )	27.6km <sup>2</sup> (28.5km <sup>2</sup> )	16.2km <sup>2</sup> (10.7km <sup>2</sup> )	11.5km <sup>2</sup> (6.2km <sup>2</sup> )
change of urbanized area ratio		21.2% (22.2%)	9.8% (18%)	13.8% (16.4%)	133.9% (44.4%)
Standard Distance		15.3km (5.7km)	11.5km (2.7km)	11.1km (2.3km)	12.4km (3.4km)
Weighted Standard Distance		7.7km (5.2km)	8.1km (3km)	9.4km (2.6km)	8.8km (4km)

■ : the biggest among types  
 ■ : the smallest among types

### 1) 1군집 특성

1군집의 경우 서울권을 비롯하여 울산권을 제외한 모든 광역시가 해당되며, 지역의 도청소재지인 청주권, 춘천권, 전주완주, 안동 등 주요도시들 또한 많이 포함되어 있다. ‘10년 기준 평균 인구수 227만, 시가화면적 133km<sup>2</sup>로 4개 군집 중 가장 규모가 크다. 평균 인구변화율 또한 4개 군집 중 유일하게 양의 값을 가지며 고용의 증가율도 크게 나타났다.

가장 높은 신시가지개발면적 비율을 보이며 10년 사이 이들 신규 시가화지역에서 일어난 개발의 용도비율을 보면, 공동주택·상업·업무·교육시설의 비율이 4개 군집 중 가장 크게 나타났다. 이는 1군집의 높은 평균 복합토지이용 지수와도 관련이 있음을 알 수 있다.

공간구조 측면에서 보면, 시가화지역 셀만으로 산출한 표준거리(SD)는 15.3km로 4개 군집 중 가장 높은 평균값을 보인 반면, 개발면적적 비중으로 적용한 표준거리(SDw)는 7.7km로 가장 작은 평균값을 보였다. 이를 통해, 상대적으로 매우 중심고밀적인 개발양상을 보임을 알 수 있다. 종합하면, 1군집은 미국 스프롤 관점에서 4개 군집 가운데 가장 비스프롤적인 양상을 보이는 반면, 도시내부에서의 중심고밀적 개발뿐만 아니라 도시지역 외곽에서도 고밀 위주의 신시가지개발이 밀집하는 우리나라 특유의 스프롤 형태를 보인다고 할 수 있다.

### 2) 2군집 특성

2군집의 경우, 평균 인구 및 고용 규모, 시가화면적 모두 1군집 다음으로 큰 중규모 유형이다. 인구 및 고용의 변화율 역시 1군집 다음으로 크게 나타난 반면, 시가화면적의 변화율은 4개 군집 중 가장 작게 나타났다.

토지이용 측면에서는, 4개 군집 가운데 단독주택 및 공동주택의 비율이 가장 낮은 반면, 공업시설의 비율은 가장 크게 나타났다. 공간구조 측면에서는, 표준거리(SD)와 가중표준거리(SDw) 모두 4개 군집 가운데 세 번째로 나타나, 스프롤 양상은 타 군집에 비해 두드러지지 않는 것으로 나타났다.

### 3) 3군집 특성

3군집의 경우, 대부분 소규모 도시들로 구성되어 있다. 인구 및 고용의 규모가 4개 군집 중 가장 작은 뿐 아니라, 인구감소율도 가장 크고, 고용증가율도 가장 작게 나타났다. 급격한 인구감소가 스프롤지수에 큰 영향을 끼친 것으로 보인다.

토지이용 측면에서는, 상업시설 비율이 4개 군집 가운데 가장 낮으며, 주요용도 외 기타용도 비율이 높게 나타났다. 공간구조 측면에서는, 4개 군집 중 표준거리(SD)는 가장 작은 데 반해, 가중표준거리(SDw)는 가장 크게 나타났다. 종합하면, 매우 스프롤적인 양상을 보임을 알 수 있으며, 위의 관련 지표값들이 표 5의 결과를 뒷받침하고 있다.

### 4) 4군집 특성

4군집 역시 대부분 소규모 도시들로 구성되어 있다. 9개 지역노동시장권 중 5개 지역이 강원도에 몰려있는 것이 특징이며, 인구 및 고용의 규모는 3군집보다 조금 큰 편이다.

토지이용 측면에서는, 단독주택의 비율이 타 군집에 비해 약 2배 수준으로 매우 크며, 그 외 주요용도 중 업무, 공업, 의료, 교육이 4개 군집 중 가장 낮은 비율을 보였다. 공간구조 측면에서, 시가화면적이 4개 군집 가운데 '00년도와 '10년도 모두 가장 작게 나타난 반면, 시가화면적의 변화율은 압도적으로 큰 것으로 나타났다. 이것은 표

5에서 4군집의 스프롤지수가 높게 산출된 원인이기도 하다. 4군집의 '00년도 평균 시가화면적이 5.4km<sup>2</sup>로, 타 군집들에 비해 상대적으로 매우 작았기 때문에, 시가화면적의 증가에 대해 변화율이 민감하게 반응하였고, 스프롤 지수 또한 크게 산출된 것으로 보인다. 즉, 4군집의 스프롤지수가 실제 스프롤 양상에 비해 높게 추정되었다고 볼 수 있다. 중심성지수와 토지이용복합지수의 경우, z값이 모두 약 0으로 3군집에 비해 높게 나타난 것을 표 5를 통해 확인할 수 있다.

## 2. 대표사례지역 비교

군집별 양상을 시각적으로 비교하기 위해, 군집별 대표사례지역을 선정하고 GIS를 이용해 그림 9와 같이 시각화하였다. 군집별로 표 5의 지수평균값과 표 6의 특성평균값을 모두 고려하여 평균에 가장 가까운 대표사례지역들을 선정하였다<sup>7)</sup>. 4개 사례지역들의 지수값은 표 7과 같다.

위의 대표사례지역들이 각 군집 내 모든 지역

Table 7. Indices values and z-scores(within each group) of the 4 case-LLMAs

Case-LLMA	SI_POP	SI_EMP	MLUI	NTDAR	CI
Daegu region (Type 1)	1.05	0.89	0.6	5.45	0.61
	(-0.68)	(-0.52)	(-0.02)	(0.64)	(0.4)
Gimcheon (Type 2)	1.27	0.96	0.44	0.47	0.48
	(-0.44)	(0.1)	(0.38)	(-0.01)	(0.39)
Yecheon (Type 3)	1.48	1.17	0.24	0	0.16
	(-0.4)	(0.51)	(-0.09)	(-0.19)	(-0.04)
Hongcheon (Type 4)	2.26	1.62	0.36	0	0.38
	(-0.50)	(-1.05)	(-0.08)	(0.00)	(0.26)

들을 대표한다고 볼 수는 없으나, 군집들의 전반적인 특성을 잘 나타내주고 있다.

그림 9는 10년간의 개발연면적을 토대로 산출한 대표사례지역 내의 셀별 개발밀도와 표준거리



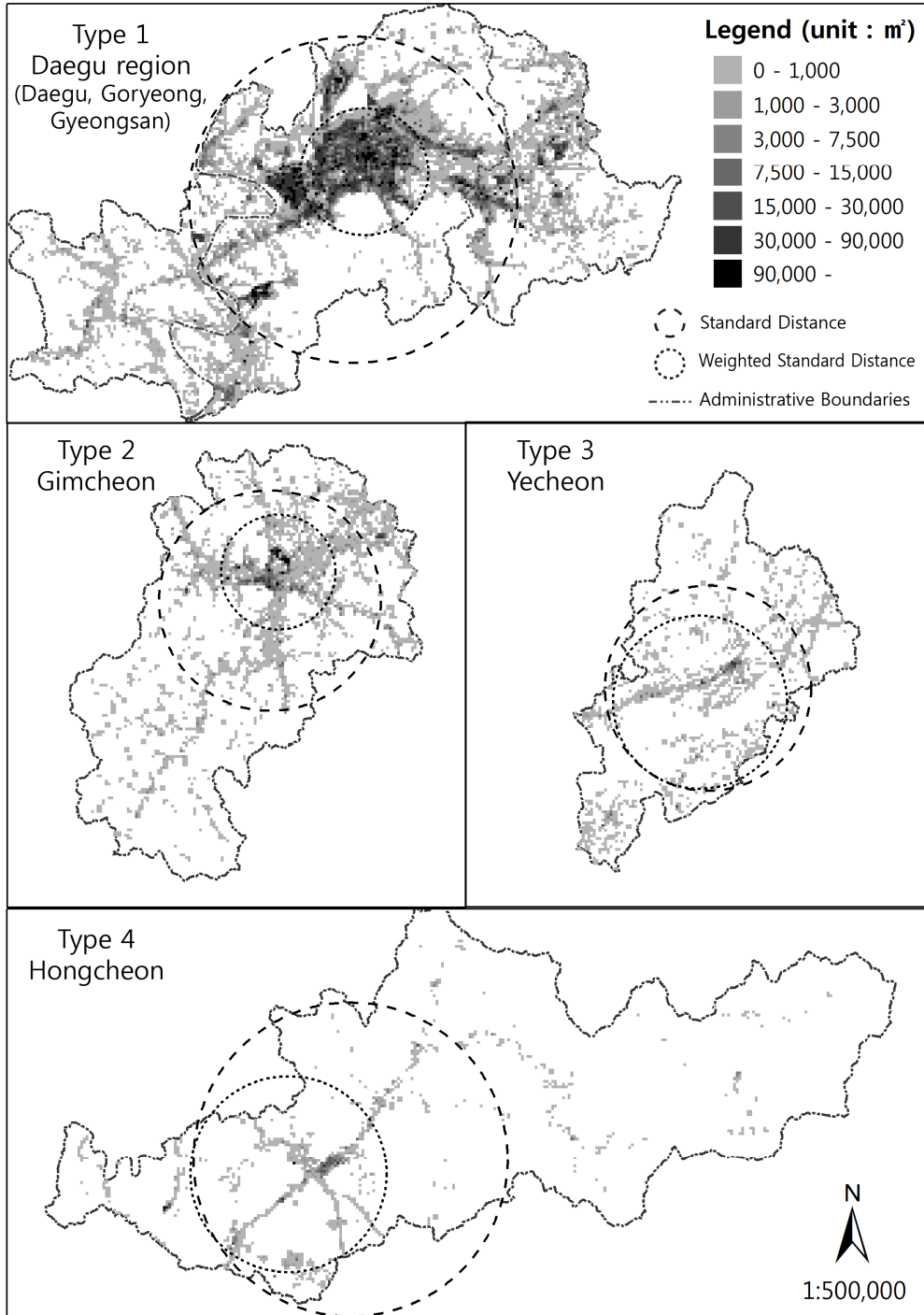


Figure 9. Standard distance, weighted standard distance and development density of the 4 case-LLMAs

(SD) 및 가중표준거리(SDw)를 보여준다. 지도 위의 큰 원은 표준거리(SD), 작은 원은 가중표준거리(SDw)를 나타낸다. 비교를 위해 사례 간 범례와 축척을 통일하였다.

그림 9를 보면 대표사례지역 간 개발밀도에 큰 차이가 있음을 볼 수 있다. 1군집의 대표사례지역인 대구권은 대구광역시를 중심으로 동쪽의 경산시, 서쪽의 고령군을 포함하고 있다. 고밀개발지역이 타 사례지역들에 비해 매우 넓으며, 중심에 몰려 있는 것으로 나타났다. 또한, 경산시와 상당한 연담화를 이룬 것을 볼 수 있다. 그에 따라, 4개 사례지역 중 가장 큰 표준거리를 갖는데 반해, 가중표준거리는 매우 작게 산출된 것을 볼 수 있다.

2군집의 대표사례지역인 김천의 경우, 1군집에 비해 고밀개발지역이 작은 한편, 모두 중심에 몰려있음을 볼 수 있다. 대체로 고밀개발중심지를 기준으로 도로망을 따라 방사상의 연속적 개발형태를 보이며, 그 외 지역에서 소규모 산발적 개발을 보이기도 하였다. 그에 따라 표준거리와 가중표준거리의 차이가 크게 나타난 것을 볼 수 있다.

3군집의 대표사례지역인 예전의 경우, 대체로 개발밀도가 매우 낮게 나타난다. 또한 그 패턴에 있어서, 중심지향적인 개발보다는 산발적인 개발 양상을 보였다. 그로 인해 표준거리와 다중표준거리의 차이 또한 크지 않다.

4군집의 대표사례지역인 흥천의 경우, 3군집의 예전과 마찬가지로 개발밀도는 낮으나, 뚜렷한 개발패턴이 있음을 볼 수 있다. 대체로 개발이 한 지역에 집중되어 있으며, 개발집적지를 중심으로 도로망을 따라 연속적인 형태의 얇은 방사형 개발축이 형성되었다. 그 외 지역에도 국지적으로 소규모 개발이 발생했지만, 타 군집에 비해 극히 적게 나타났다.

### 3. 소결

이상의 분석결과를 종합해보면, 3군집과 4군집이 상대적으로 미국식 스프롤적인 시가화 확산 양상을 보이며, 두 유형 간에는 다음과 같은 특성 차이가 발견되었다.

3군집의 경우, 인구의 급격한 감소가 스프롤지수에 큰 영향을 끼친 반면, 4군집의 경우 기존의 작았던 시가화지역 면적이 급격하게 증가하면서 스프롤지수에 큰 영향을 준 것으로 나타난다.

공간구조 측면에서도 차이점이 존재한다. 3군집의 경우, 4개 군집 중 평균 표준거리(SD)가 가장 작은 반면, 가중표준거리(SDw)는 가장 높게 나타나, 개발의 중심성이 작으며 스프롤적 토지이용이 나타난다고 볼 수 있다. 4군집의 경우, 3군집에 비해 상대적으로 높은 중심성을 보인다. 하지만 이것은 앞에서 언급한 급격한 시가화면적 증가에 상응하는 개발이 일어나지 않았음을 의미하기도 한다. 따라서 중심성 수치만으로는 어느 군집이 공간구조 측면에서 더 바람직하다고 결론지을 수 없다. 다만, 4군집에서는 3군집만큼의 산발적인 토지이용은 일어나지 않았다고 추측할 수 있다.

토지이용 측면에서, 3군집은 매우 낮은 복합토지이용지수를 갖는 것으로 나타났다. 이것은 신규 시가화지역에서의 일정 구역(셀)별 토지이용이 매우 단일적으로 일어났음을 의미한다. 반면, 4군집의 경우 셀 단위에서의 신규 시가화지역에서는 평균 수준의 복합적 토지이용을 보이지만, 지역 전체에서의 비율로 보면 단독주택과 기타 용도에 집중되어 있으며, 업무, 공업, 의료 및 복지, 교육 등의 주요 용도는 타 군집들에 비해 매우 낮은 비율을 갖는 것으로 나타났다.

대표사례지역 비교에서도 확연한 차이를 볼 수 있다. 3군집에 속하는 예전과 4군집에 속하는 흥천 모두 개발밀도 면에서는 낮게 나타났으나, 예

천의 경우 대체로 전 지역에서 매우 산발적인 개발패턴을 보인 반면, 흥천의 경우 연속적인 방사형의 개발패턴을 보이고 있다.

## V. 결론

도시 스프롤은 도시성장관리에 있어 주요 이슈로 논의되고 있으며, 일반적으로 중심도시로부터 외곽으로 퍼져나가는 저밀도의 무계획적 개발을 말한다. 도시 스프롤에 대해 하나의 합의된 정의는 없는 상태이며, 그것이 미치는 영향에 대해서도 의견이 분분하다. 도시 스프롤은 기존에 미국 도시권을 대상으로 많은 논의가 이루어졌기 때문에, 물리적 환경이 매우 다른 국내에서는 그 특징과 양상이 다르게 나타날 것임을 예상할 수 있다.

이에 본 연구에서는 전국 도시권을 대상으로 도시 스프롤의 양상을 다각적인 측면에서 측정하고, 그 유형 및 특성을 파악하고자 하였다. 이를 위해 통근권에 기반하여 정의된 지역노동시장권 개념을 분석의 대상으로 정하고, 도시 스프롤의 특성을 반영한 5가지 측정 관련 지수들을 설정하였다. 측정 지수별 결과를 산출하여 지역별 양상을 확인한 후, 군집 분석을 통해 도시 스프롤을 유형화하였다. 마지막으로 군집별 기초특성 및 대표사례지역 비교를 통해 유형 별 특징을 파악하였다.

5가지 지수 측정 결과, 인구스프롤과 고용스프롤의 지역별 양상은 대체로 비슷하며, 신시가지개발과 복합적 토지이용 사이에도 유사성이 있음을 확인하였다. 지수 측정 결과를 토대로 군집분석하여, 군집 간 지수들의 방향성이 존재함을 확인하였다. 1군집에서 3군집으로 갈수록 미국식 스프롤 개념과 비슷한 양상을 보였으며, 4군집의 경우, 인구 및 고용 스프롤지수는 타 군집들에 비해 매우 높게 나왔지만, 토지이용복합지수와 중심성지수는 전체 평균에 가깝게 나왔다.

군집별 지수 평균값 및 특성 평균값을 종합적으로 살펴 본 결과, 1군집은 대부분의 대도시들을 포함하는 유형으로 인구 및 고용, 시가화면적이 가장 크게 증가했으며, 동시에 가장 중심고밀적인 개발과 복합적인 토지이용 양상을 보였다. 그러나, 1군집은 저밀도 외곽지역으로 특성지어지는 미국 대도시 지역에서 측정되는 스프롤지수에서는 비스프롤화 된 것으로 나타나는 반면, 외곽지역에 다수의 고밀 신시가지개발지역들이 입지함에 따라 미국과는 다른 우리나라 특유의 스프롤형태를 보이고 있다. 2군집의 경우, 스프롤지수가 전체 평균보다 낮으며, 복합토지이용지수 및 중심성지수는 전체 평균보다 높게 나타났다. 또한, 시가화면적의 변화율이 4개 군집 중 가장 작게 나타난 것으로 미루어, 스프롤적 확산이 일어났다고 보기 어렵다.

3·4군집의 경우 모두 미국식 스프롤적 양상을 보인 한편, 두 군집 간에 확연한 특성 차이 또한 확인되었다. 3군집의 경우, 인구가 급격히 줄어든 동시에, 중심성이 낮고 산발적인 개발 양상을 보였다. 그로 인해 토지이용 또한 단일적으로 나타나, 매우 바람직하지 못한 도시성장의 양상을 보인다고 할 수 있다. 4군집의 경우, '00년도의 시가화면적이 매우 작은 규모인데 비해, 시가화면적의 변화율은 매우 높아, 스프롤지수 또한 매우 크게 측정되었다. 복합토지이용지수의 경우, 4군집은 3군집에 비해 높은 값을 갖지만, 지역 내 전체 토지이용비용 면에서는 단독주택 용도가 매우 높고, 그 외 주요 용도 비율은 타 군집에 비해 매우 낮은 불균형적인 형태를 보였다. 공간구조 측면에서도, 3군집보다 높은 중심성을 갖는다. 이는 급격한 시가화면적 증가에 상응하는 개발이 일어나지 않았음을 의미할 수 있으나, 적어도 3군집과 같은 산발적 토지이용은 일어나지 않았음을 알 수 있다.

군집 별 대표사례지역인 대구권·김천·예천·흥천

의 개발밀도를 통한 공간구조특성 비교를 통해, 위의 분석결과를 시각적으로 확인하였다. 또한, 사례지역 간 개발의 공간적 패턴 차이가 스프롤적 특성과 연관이 있음을 확인하였다.

이상의 분석결과는 기존에 해외에서 논의되었던 전형적인 스프롤의 양상과는 다르다고 할 수 있다. 특히, 대도시 및 주요도시들은 택지개발사업 등의 공동주택 위주 개발의 영향으로, 오히려 외곽지역에 복합적이고 고밀적인 토지이용 양상을 보인 반면, 3군집과 같이 큰 인구 감소 및 도시 쇠퇴를 겪는 중소도시들은 중심성이 낮은 산발적인 토지이용 양상을 보이고 있다.

현재 우리의 도시성장관리정책은 대도시의 밀도 관리에 초점이 맞춰져 있다. 하지만 분석결과에 따르면 중소도시의 지속가능하지 못한 개발 양상 역시 중요한 이슈로 볼 수 있다. 따라서, 이와 같은 국내 도시의 실정에 맞는 도시성장관리정책이 필요하다고 할 수 있다. 또한, 중소도시들의 개발 및 토지이용이 유형에 따라 다른 패턴을 갖는 것으로 파악되므로, 각각의 유형에 맞는 지역맞춤형 도시재생 및 성장관리정책을 수립할 필요가 있다.

본 연구는 전국을 대상으로 도시 스프롤의 종합적 지표를 이용한 분석 프로세스를 구상 및 적용했다는 점에서 의의를 가지며, 군집분석의 한계를 고려할 때, 각 군집 내에서 차별적 특징을 보이는 지역들에 대한 추가적인 분석도 향후과제로서 의미가 있을 것으로 판단된다.

주1. 2000년부터 2010년까지의 분석기간에 맞춰, 분석단위인 지역노동시장권 역시 2010년 자료를 기준으로 설정하는 것이 적합하나, 본 연구는 선행연구에서 2005년 자료를 바탕으로 식별한 지역노동시장권을 이용하였다. 이는 시점의 불일치로 인해 분석 결과의 정확도를 낮추는 문제를 야기할 수 있으나 다음과 같이 그 영향 정도는 미미할 것으로 판단된다. 첫째, 2005년부터 2010년 사이 준공된 전국 75개 택지개발지구 자료를 확인한 결과, 약 1/3(26개 지구)이 서울시 인접지역에 집중되어

있으며, 1/3(23개 지구)은 대구·광주 등 광역시 권역 내에, 그 외 1/3(26개 지구)은 청주·전주 등 지방 도시권의 중심지역에 주로 개발되었다. 따라서 해당 기간 동안 신시가지 개발로 인한 도시권 경계 조정은 미미했을 것으로 판단된다. 둘째, 지속적인 신시가지 개발(특히 2기 신도시 건설)은 통근권의 변화를 야기할 수 있으나, 이는 서울권인 수도권 내부에서 대부분 이루어지며 서울권의 경계 자체에는 영향을 주지 않을 것으로 판단된다. 끝으로, 현재의 도시권은 오랜 기간 형성되었으며, 90년대 이후 성장둔화기에 진입했다는 점에서 2005년과 2010년 사이의 변화가 본 연구결과에 미치는 영향은 크지 않을 것으로 판단된다.

- 주2. 제주도 내 행정구역 통폐합에 따라, 원 논문에서 정의된 122개 지역노동시장권 중 3개로 나뉜 제주도 지역노동시장권을 제주시, 서귀포시 두 시장권으로 통합하였다.
- 주3. 본 연구에서 제외된 지역노동시장권
  - 도서지역 : 강화, 남해, 태안, 오진, 여수, 완도, 고흥, 진도, 신안, 통영, 거제, 울릉
  - 데이터 문제로 제외된 지역 : 고성, 양평, 합천
- 주4. 여러 용도가 복합되어 있는 건물들의 정확한 용도 반영을 위해, 층별 개요 건축인허가 자료를 활용하였다. 데이터 가공 과정에서, 층별개요 건축인허가 자료는 건축허가일 정보를 갖고 있지 않아, 건축허가대장번호를 기준으로 기본개요 건축인허가 자료와 조인한 후, 다시 PNU를 기준으로 지적도와 조인하는 방식으로 공간데이터화 하였다.
- 주5. 통계분석프로그램 R의 NbClust는 다양한 지표들을 통하여, 군집분석 시 최적 군집수의 결정을 돕는 패키지다. 각각의 지표들은 도출 방법이 서로 상이하지만, 다수의 지표가 제시하는 군집수가 가장 적절할 것이라고 볼 수 있다.
- 주6. 군집별 지역노동시장권은 다음과 같다.

Type 1	서울권 대전권 강릉 전주완주 평택안성 속초권	부산권 광주권 동해 안동 태백 제천 보령 천안아산 당진 김천 청송	대구권 춘천권 영월 구미철곡 삼척 옥천 금남 영주 영양 영양 의산 마산창원	인천권 원주권 청주권 진주 정선 양양 부곡 고군밀양 경주 성주 하동
Type 2	목포권 의성 창녕 울산권 광양 제주	전남권 전남권 전남권 전남권 전남권 전남권	화천 서산 예산 임실 실용성 장성	영동계룡 논산 정읍 담양 강진 진주
Type 3	여주 괴산충평 서천 김제 구례 함평	철원 주요계룡 청양 장수 보성 영광	화천 서산 예산 임실 실용성 장성	영동계룡 논산 정읍 담양 강진 진주

	영천 울진 보은 고창 상주	청도 산청 진안 부안 문경	예천 서귀포 무주 화순 영덕	봉화 연천 순창 해남 의령
Type 4	이천 인제 거창	홍천 양양	횡성 충주	평창 함양

주7. 지수별 군집 내 평균 및 표준편차를 이용하여 지역별 지수값을 표준화하고, 표준화값들의 절댓값 합이 가장 작은 순서대로 순위를 매겼다. 특성값도 같은 방식으로 순위 매긴 후, 두 순위의 합이 가장 작은 지역을 대표사례지역으로 선정하였다.

인용문헌

References

- 김재익, 2008. "지역별 난개발 수준의 측정", 「한국지역개발학회지」, 20(2): 127-148.  
Kim, J., 2008. "Measuring regional sprawl with macro level indices", *Journal of The Korean Regional Development Association*, 20(2): 127-148.
- 김준홍, 2012. "경로모형을 통한 스프롤지수의 건강영향 분석", 「교통연구」, 20(1): 129-148.  
Kim, J., 2012. "A Path Modelling of Urban Sprawl and Human Health", *Journal of Transport Research*, 20(1): 129-148.
- 김태진·사공호상, 2006. "수도권지역의 시가화확산 결정요인 분석", 「서울도시연구」, 7(2): 95-116.  
Kim, T., & Sakong, H., 2006. "Determinants of Urban Sprawl in Seoul Metropolitan Region", *Seoul Studies*, 7(2): 95-116.
- 신정엽·김진영, 2012. "도시 스프롤에 대한 논의 재조명과 공간 분석 방법론에 토대한 도시 스프롤 측정 연구", 「서울법학」, 19(3): 317-354.  
Shin, J., & Kim, J., 2012. "Reappraisal of the Issues on the urban sprawl and the urban sprawl measurement based on spatial analysis methodology", *Seoul Law Review*, 19(3): 317-354.
- 엄현태·우명제, 2015. "도시스프롤 현상이 중심도

시 쇠퇴에 미치는 영향과 도시재생에 대한 함의", 「국토계획」, 50(3): 73-89.

Eom, H., & Woo, M., 2015. "The impacts of urban sprawl on the decline of inner city and implications for urban regeneration", *Journal of the Korean Planners Association*, 50(3): 73-89.

- 이상호, 2008. "지역노동시장권(LLMAs)의 측정과 적용 가능성에 관한 연구", 「노동정책연구」, 8(4): 147-182.  
Lee, S., 2008. "A study on the measurement and applicability of Local Labour Market Areas(LLMAs) in Korea", *Quarterly Journal of Labor Policy*, 8(4): 147-182.
- 임은선·이종열·김형진·이희연, 2006. 「도시성장관리를 위한 공간구조 측정방법에 관한 연구」, 경기: 국토연구원.  
Im, E., Lee, J., Kim, H., & Lee, H., 2006. "Measurement of Urban Form in Urban Growth Management", *korea research institute for human settlements*.
- 전명진·정지은, 2011. "수도권 직주불일치 수준 및 초과통근 분석", 「국토계획」, 46(4): 189-197.  
Jun, M., & Jeong, J., 2011. "Analysis on spatial mismatch and excess commuting of the Seoul Metropolitan Area using cubic spline function and linear programming", *Journal of Korean Planners Association*, 46(4): 189-197.
- 진장익·진은애·이우종, 2013. "도시 스프롤이 통근 통행에 미치는 영향에 관한 연구", 「국토계획」, 48(5): 269-283.  
Jin, J., Jin, E., & Lee, W., 2013. "A study on the impacts of urban sprawl on the commuting pattern", *Journal of Korea Planners Association*, 48(5): 269-283.
- Allen, J., & Lu, K., 2003. "Modeling and prediction of future urban growth in the Charleston region of South Carolina: a GIS-based integrated approach", *Ecology and Society*, 8(2): 2.
- Brody, S., 2013. "The Characteristics, Causes, and Consequences of sprawling Development

- Patterns in the United States". *Nature Education Knowledge*, 4(5): 2.
12. Burchell, R.W., Shad, N.A., Listokin, D., Phillips, H., Downs, A., Seskin, S., Davis, J. S., Moore, T., Helton, D., & Gall, M., 1998. *The costs of sprawl-revisited*, Washington, D.C.: National Academy Press.
  13. Burchell, R.W., Lowenstein, G., Dolphin, W. R., Galley, C. C., Downs, A., Seskin, S., Still, K. G., & Moore, T., 2002. *Costs of sprawl-2000*, Washington, D.C.: National Academy Press.
  14. Casado-Diaz, J.M., 2000. "Local Labour Market Areas in Spain : A Case Study", *Regional Studies*, 34(9): 843-856.
  15. Ewing, R., & Hamidi, S., 2014. *Measuring urban sprawl and validating sprawl measures*, Washington, D.C.: Smart Growth America.
  16. Fulton, W.B., & Pendall, R., 2001. *Who sprawls most?: How growth patterns differ across the US*, Washington, DC: Brookings Institution, Center on Urban and Metropolitan Policy.
  17. Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M., Wolman, H., & Coleman, S., 2001. "Wrestling sprawl to the ground", *Housing Policy Debate*, 12(4): 681-717.
  18. Heimlich, R.E., & Anderson, W.D., 2001. *Development at the urban fringe and beyond: impacts on agriculture and rural land*, Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture.
  19. Jain, A.K., & Dubes, R.C., 1988. *Algorithms for clustering data*, Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc..
  20. Jain, A.K., 2010. "Data clustering: 50 years beyond K-means", *Pattern recognition letters*, 31(8): 651-666.
  21. Kahn, M.E., 2001. "Does sprawl reduce the Black/White housing consumption gap?", *Housing Policy Debate*, 12, 2001, 77-86.
  22. Lee, J., 2012. "Urban Sprawl Index and the Factors Affecting It: A Comparison of Korea and China", *Journal of The Korean Association for Governance*, 19(3): 67-86.
  23. Lopez, R., & Hynes, P., 2003. "Sprawl in the 1990s : measurement, distribution and trends", *Urban Affairs Review*, 38: 325-355.
  24. Norusis, M.J., 2011. *Guide to data analysis*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
  25. Song, Y., and Knaap, G., 2004. "Measuring urban form: Is Portland winning the war on sprawl?", *Journal of the American Planning Association*, 70(2): 210-225.
  26. Richardson, H.W., and Gordon, P., 2001. *Compactness or sprawl: America's future vs. the present*, Los Angeles: University of Southern California.
  27. Soule, D.C., 2006. *Urban sprawl: a comprehensive reference guide*, Westport: Greenwood press.
  28. Torrens, P.M., and Alberti, M., 2000. *Measuring sprawl*, London: University College London.
  29. Tsai, Y.H., 2005. "Quantifying urban form: compactness versus 'sprawl'", *Urban Studies*, 42: 141-161.
  30. Weng, Q., 2001. "A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China", *International Journal of Remote Sensing*, 22(10): 1999-2014.

Date Received 2016-06-27  
 Reviewed(1<sup>st</sup>) 2016-08-22  
 Date Revised 2016-09-20  
 Reviewed(2<sup>nd</sup>) 2016-09-28  
 Date Accepted 2016-09-28  
 Final Received 2016-10-06