도심경계설정을 위한 공간통계학적 접근

김호용¹ · 김지숙^{2*} · 이성호¹

A Spatial Statistical Approach to the Delimitation of CBD

Ho-Yong KIM¹ · Ji-Sook KIM^{2*} · Sung-Ho LEE¹

1)

요 약

본 연구에서는 원도심의 노후화로 인해 도심 활력이 저하되고 있는 부산시 도심부를 대상으로 도시의 경계를 확인하기 위하여 공간통계학적 접근이 시도되었다. 이 과정에서 도심경계설정에 적합한 Getis-Ord G_i^* 방법론과 Inverse Distance Weight(IDW)와 Fixed Distance Band(FDB) 두 가지 공간적 연관성 방법을 적용하여 도심경계를 설정하였다. 공간통계학적 방법을 이용해 도출된 도심경계 결과는 유용성과 신뢰성 확인을 위하여 선행연구의 방법과 비교 검증하였다. 검증 결과 IDW 방법론의 결과는 상업·업무용 토지이용비율이 40% 이상인 선행연구의 결과와는 일치하였고, FDB 방법론의 결과는 주상혼합지역 혹은 주공혼합지역의 성격을 가지는 점이지대의 특성을 반영할 수 있었다. 특히, 본 연구에서 적용한 특성화 지수를 이용한 결과 FDB 방법론을 적용한 도심경계에서 주·상복합용 토지이용이 매우 특화되는 것으로 나타났다. 본 연구에서 제시한 방법은 향후 도시공간구조의 이해와 효율적인 도시의 관리에 도움을 줄 것으로 판단된다.

주요어 : 도심경계, 점이지대, 공간통계학, 공간적 연관성, 토지이용

ABSTRACT

The main purpose of this study is to suggest the spatial statistical approach suitable for the delimitation of Busan CBD. For this purpose, Getis-Ord G_i^* and both of IDW (Inverse Distance Weight) and FDB(Fixed Distance Band) were applied to delimit the CBD boundary. And then, the results of the CBD boundary were compared and verified with the methodologies of the previous studies. The result of IDW accorded with the previous study relating to the delimitation of the boundary of CBD, and the result of FDB was reflecting the characteristics of the mixed-use residential of a transition zone.

2012년 10월 17일 접수 Received on October 17, 2012 / 2012년 11월 6일 수정 Revised on November 6, 2012 / 2012년 11월 19일 심사완료 Accepted on November 19, 2012

1 부산대학교 도시공학과 Department of Urban Engineering, Pusan National University

2 부산대학교 공간정보융합과정 Interdisciplinary Program for Spatial Information, Pusan National University

* Corresponding Author E-mail : kjisook@gmail.com

As a result of the land use quotient, the mixed land use of residential and commercial was highly specialized in the boundary of FDB. These results will be able to support the understanding of urban spatial structure and the effective CBD management.

KEYWORDS : *Boundary of CBD, Transition Zone, Spatial Statistics, Spatial Relationships, Land Use*

서 론

도시공간구조를 해석하는 것은 효율적인 도시 관리를 위한 기본적인 수단이며 특히 도시의 중추적인 역할을 맡고 있는 도심부에 대한 이해는 한 도시의 역사뿐만 아니라 그 공간적 배경에서 이루어지는 수많은 활동과 현상들을 설명할 수 있는 기반을 마련해준다. 한편으로 도심은 도시 공간에서 쇠퇴현상이 가장 뚜렷하게 나타나는 지역으로, 원도심의 활성화를 위한 도시재생(urban regeneration)의 연구가 최근 도시계획 분야에서 활발하게 논의되면서 관심이 집중되고 있다. 제도적 틀로써는 쇠퇴한 도심의 정비를 위한 “도시 및 주거환경정비 기본계획”의 내용으로 ‘도심기능의 활성화와 도심공동화의 방지 방안’이 포함되어 있으나 이의 적용을 위한 도심 영역에 대한 규정이 존재하지 않는다는 문제점이 있다(김타열, 2008).

도심의 쇠퇴로 인해 발생하는 공동화 현상, 도심지역 내 주거지 및 물리적 기반시설들의 노후불량화와 같은 제반 문제점들을 인식하고 해결방안을 모색하기 위해서는 우선 도심범위의 규정이 선행되어야 한다. 일반적으로 중심상업업무지구로 일컬어지는 CBD와 도심을 같은 범위로 인식하는 경우가 있으나, 이는 잘못된 것으로 CBD와 접이지대(남영우, 2011), 혹은 중심상업업무지구와 내부시가지(형시영, 2006)를 아울러 도심으로 규정하는 것이 일반적이다.

도심의 범위를 결정하기 위해서는 도심의 경계에 관한 이해가 필요하다. Burgess는 도매업과 경공업지구, 그리고 주거환경이 악화되어 가고 있는 지역인 접이지대가 CBD의 경계 지역임을 제시하였고 이러한 지역은 성장이 중

지된 상태로 낙후된 건물들이 더 좋은 주택이나 더 집약적인 이용으로 대체되지 않는다고 보았다(김원경과 이미영, 2002, 재인용). 하지만 Burgess가 제시한 경계는 추상적인 개념이므로 명확한 도심의 경계설정을 위한 많은 요구가 있어왔다. 그럼에도 범역 설정이라는 과제를 수행하는 연구자들은 방법론적인 대안의 폭이 넓지 않기 때문에 항상 방법론적인 도전에 직면해왔다(이상일 등, 2010).

한편, 공간데이터의 분포 패턴을 이용하여 지리적 경계나 범위를 설정하기 위한 다양한 연구가 시도되어 왔다. 공간데이터를 이용하여 통계적으로 유의한 높은 값이나 낮은 값들이 집중하는 지역을 공간 클러스터라 부른다. 공간 클러스터는 공간단위별로 특정 값을 가지고 그러한 공간단위가 서로 인접해 있다는 것을 전제로 한다. 이는 주변부로 멀어짐에 따른 공간데이터의 이질성과 인접함에 따라 존재하는 공간데이터의 유사성을 바탕으로 동질적인 부분을 찾아가는 과정이다. 현재 컴퓨터의 기능과 GIS 기법의 발달로 인하여 공간 클러스터를 찾아내기 위한 많은 공간통계학적 방법론이 제시되고 있다(김감영, 2010; 이상일 등, 2010).

하지만 공간통계학적 방법론이 특정한 경계 추출의 목적을 위하여 개발된 것이 아니기 때문에 도심경계의 설정이라는 목적에 바로 적용하기에는 한계가 있다. 도시공간은 복잡한 도시내부 요소의 상호작용에 의하여 형성되는 것으로, 도시공간구조에 영향을 미치는 데이터의 사용과 공간 클러스터 탐지를 위한 방법의 설정은 매우 중요하다. 이 과정에서 공간적 유사성과 가중치를 결정하는 공간적 연관성의 적용방법에 따라 공간 클러스터의 결과

는 상이하게 도출된다.

도시공간구조의 이해와 효율적인 도시의 관리 체계로써 법과 제도를 적용하기 위해서는 도심성 지표를 이용하여 도심범위를 규정하는 과정이 필요하다. 본 연구의 목적은 공간정보의 관리와 분석에 뛰어난 공간통계학적 방법을 적용하여 도심 지역의 경계를 파악하는 것이다. 하지만 정확하지 않은 공간 클러스터의 도출은 해석과정에서 해당 도시의 잘못된 공간구조 정보를 전달하므로 정확한 도심경계의 설정을 위한 방법론의 선정이 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 지가를 이용한 공간클러스터 도출을 통해 도심경계설정에도 적합한 방법론과 공간적 연관성 방법을 제시하고, 도심경계 도출결과와 유용성과 신뢰성의 확인을 위한 검증을 병행하고자 한다.

선행연구

효율적 도시공간구조의 관리와 이해를 위하여 도심의 경계 설정을 위한 많은 연구가 있어왔다. 이러한 방법에 대하여 송준창과 김태열(2008)은 첫째, 도시에 나타나는 전형적인 토지이용을 확인하고 이의 연속성이 단절되는 지점을 연결하는 방법, 둘째, 도심 주변에는 특수한 유형의 사업소가 집중하는 경향이 있다는 가정 하에 도심경계를 확정하는 방법, 셋째, Murphy와 Vance의 토지이용 분석을 통한 도심 설정방법인 중심업무지구수법으로 정리하였다. 그 외에도 인구밀도나 주거밀도, 고용패턴, 보행자수와 같은 인구분포 및 관련현상을 기준으로 CBD의 경계를 설정하는 방법, 그리고 지가를 기준으로 하여 도심 또는 CBD의 경계를 확정하는 방법 등이 있다. 김원경, 이미영(2002)은 지가는 도시현상을 최종적으로 반영하는 지표인 동시에 도시구조에 큰 영향을 미치고 있으므로 단일한 지표로서 CBD의 공간구조를 파악하려고 할 때 지가에 대한 접근이 가장 적절하다고 제시하면서, 김해의 CBD 지가 패턴과 토지이용을 분석하여 공간구조를 연구함으로써 CBD의 경계지점을 찾아

내고 CBD라고 하는 미시적인 지역 내에서도 점이형태 혹은 점이지대가 나타나고 있음을 확인하였다. 주경식, 서민철(1998)은 도심기능으로 선정한 19개의 범주를 바탕으로 중심성 지수를 산출하여 서울 중심업무지구의 경계를 설정하고 그 내부 소구역의 기능상의 특성 및 내부구조를 연구하였다. 그 결과, CBD 핵심부와 기능상의 특화지구, 중심업무지구 주변(CBD edge)을 확인할 수 있었으며, 중심업무지구 주변은 주로 주택가와 도심성, 내지는 비도심 기능체들이 혼재하고 있는 것으로 나타났다.

CBD와 이를 둘러싼 점이지대를 포함하여 도심으로 보는 일반적인 견해와 더불어 점이지대를 CBD의 경계로 보는 Burgess의 관점을 바탕으로 본 연구에서는 도심의 경계를 찾기 위해 점이지대의 외곽경계를 확인하고자 하였다. 도심 혹은 CBD의 특징과 범위에 관해서는 많은 연구가 이루어져 왔지만 점이지대를 정의하고 경계를 설정하는 것에 관한 논의는 활발하지 않다. Burgess에 의하면 점이지대는 제 I 지대인 중심업무지구를 둘러싸고 있으며 CBD의 업무시설이나 경공업이 비집고 들어와 주택지대로써의 주거환경을 악화시킴으로써 형성되는 지대라고 보았다. 일본의 지리학자인 타나베(田邊)는 동심원 이론을 수정하여 도시공간구조를 중심지역, 주요지대, 외곽지대로 나누면서 내측점이지대와 외측점이지대를 구분하였다. 도심주변부라고 할 수 있는 내측 점이지대는 주요지대와 도심부 간의 사이에서 도심적 요소가 점이하고 있으며 Burgess의 점이지대에 해당되는 지대이다(남영우, 2011).

점이지대에 관한 연구로써 Preston(1966)은 점이용도를 크게 소매업, 서비스 및 금융업무, 정부 및 기관, 도매업 및 경공업으로 분류하고, 미국의 3개 도시를 사례로 토지이용 분포와 토지상면적을 조사하여 블록 단위의 전체상면적에서 점이용도 상면적의 비율을 지표로 30%, 40%, 50%의 기준을 점이지대 설정에 적용한 결과 30%가 적정하다고 제시하

였다(김타열, 2008, 재인용). 김타열(2008)은 대구시를 대상으로 점이지대의 공간영역 설정방법을 모색하고 설정된 점이지대의 타당성을 검토하였다. 선행연구를 통해 도심의 설정기준을 적용하여 점이지대의 내측경계선을 설정하고 외곽경계를 확정하기 위해 한계기준의 적용이 점이지대 외곽에 있을 동질지역인 주거지대를 포함하는가의 여부, 그리고 중심시가지의 변동과정에 대한 타당성을 검토함으로써 Preston의 기준을 적용하여 점이용도율의 한계기준이 40%가 적합함을 확인하였다. 김타열 등(2011)은 대구시 중심시가지에서 주거지의 노후불량화가 심각한 점이지대 주거지역을 대상으로 주거지 특성을 조사하고 중심시가지의 재생에 유용한 정책방안을 제공하였다.

대상지 및 방법론 설정

1. 대상지 설정

본 연구는 부산광역시를 대상으로 하였다. 부산광역시는 개항기 이후 중구 광복동 일대에 현재 원도심의 원형이 형성되었으며 1980년대 이후 시민들의 일상 생활권에서 서면일원이 도심으로써의 기능을 수행하기 시작하면서 도심부의 범위와 기능에 관한 많은 논의가 이루어져왔다. 특히 원도심인 광복동 일대의 경우는 과거 무계획적인 개발로 인해 도심지역의 슬럼화 현상이 문제점으로 지적되어 왔으며 원도심을 비롯한 중심시가지의 노후화로 산업·경제 침체와 도심지의 인구공동화, 인구의 외부유출 등 지역경제가 침체되는 문제가 발생하고 있다(2030 부산도시 기본계획 보고서, 2012).

이러한 대상지의 문제점을 해결하고자 부산시에서는 「부산시도시기본계획」에서 공간구조를 설정하여 효율적인 도시 관리를 위한 방안으로 활용하고 있다. 대상지의 공간구조 설정을 살펴보면, 1996년 작성된 「2011년 부산시도시기본계획」에서는 기존도심인 광복동에

서면도심을 추가한 2도심 6부도심으로 설정하였고, 2004년 작성된 「2020 부산시도시기본계획」에서는 광복동과 서면을 연결하는 광복동-서면 축을 도심으로 설정하는 1도심 5부도심체제로 변경하였다. 하지만 2012년 계획한 「2030 부산시도시기본계획」에서는 다시 광복동과 서면을 분리하고 부도심을 강화한 2도심 6부도심 체제로 변경하였다.

본 연구의 목적인 도심의 경계를 설정하기 위해서는 정확한 도심의 정의가 요구된다. 비록 공간구조를 정의하는 도시기본계획상의 도심은 시기에 따라 다르게 설정되고 있지만 도심을 두 개의 점으로 보느냐 아니면 권역으로 보느냐의 차이만 존재할 뿐 광복동과 서면은 반드시 포함하고 있다. 따라서 본 연구에서는 두 지역을 포함하는 중구, 부산진구와 연결축의 역할을 하는 동구를 분석 대상으로 설정하였으며, 도심의 경계분석은 광복동과 서면을 중심으로 분석하였다. 설정된 대상지는 그림 1과 같다.

FIGURE 1. 연구 대상지역

2. 모델 설정

점이지대는 지리적으로 도심부의 경계에 위치하며 높은 지가의 밀집지역인 도심에 인접하여 있는 낮은 지가를 보이는 지역이다. 따라서 본 연구에서는 대상지역이 가지고 있는 공간패턴의 특성 도출이 가능한 국지적 공간 연관성 지표(LISA: Local Indicator of Spatial Association)를 사용하였다. LISA는 지리적 경계의 분석이 가능하고, 통계적 분석 기법의 추론적 오류를 최소화하며 국지적 수준에서의 공간적 상관구조를 분석할 수 있는 기법이다. LISA가 클러스터 탐지를 포함한 다양한 ESDA(Exploratory Spatial Data Analysis, 탐색적 공간데이터분석) 연구에 많은 잠재력이 있다는 것은 1990년대 중반부터 인식되었고 다양한 기법들이 제안되어 있다. 대표적인 방법론으로 Local Moran's I, Local Geary's C(Anselin, 1995), 그리고 Getis-Ord G_i^* (Getis and Ord, 1992; Ord and Getis, 1995; Getis and Ord, 1996)가 있다(Wong and Lee, 2005; Miller and Han, 2009; Leung, 2010).

하지만 방법론별로 차이가 존재하기 때문에 도심부의 경계확인을 위해서는 가장 부합되는 LISA를 선정하여야 한다. 우선 Moran's I는 양의 공간적 자기상관과 음의 공간적 자기상관을 매우 잘 구분해 내는 특징으로 공간적 이례치(spatial outlier)를 찾아내는데 탁월하다. Geary의 C는 중심 셀과 주변 셀의 값이 평균과 상관없이 차이의 제곱에 기반을 두고 있어 국지적 분산을 측정하는데 탁월하다. Getis-Ord의 G_i^* 는 중심 셀과 주변 셀을 포함하는 전체를 한꺼번에 평가하는 것으로, 통계적으로 양의 값을 가지면 핫스팟(hot spot)과 관련되고 음수이면 콜드스팟(cold spot)과 관련된다. 이러한 특징을 바탕으로 핫스팟-콜드스팟 분석이 가장 큰 장점인 Getis-Ord의 G_i^* 는 군집의 지리적 경계를 설정하는 AMOEBA¹⁾ 알고리즘에 사용된다(이상일 등,

2010). G_i^* 통계량은 낮은 값을 갖는 공간 단위가 극단적으로 높은 값을 갖는 공간단위들로 둘러싸인 경우 유의미한 높은 값의 군집으로 분류되는 문제점이 발생할 수 있다(김감영 2010). 연구 대상지는 높은 지가의 밀집지역 내부에 낮은 지가의 지역이 존재할 수 있지만 본 연구의 목적은 이러한 이례적인(outlier) 지역의 확인이 아닌 도심경계의 설정이며, 추정과정에서 발생하는 문제점이 경계 설정이라는 분석결과에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 도심부의 지리적 경계확인을 위하여 Getis-Ord의 G_i^* 를 사용하였으며 식은 다음과 같다.

$$G_i^* = \frac{\sum w_{ij}x_j - \bar{x}\sum w_{ij}}{s \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^n w_{ij}\right)^2}{n-1}}} \quad (1)$$

여기서 s 는 표준편차, w_{ij} 는 공간 가중행렬의 값, n 은 전체 개체의 수를 의미한다. x_j 는 개체 j 의 속성 값을 의미하며, i 와 j 는 개별 개체의 공간단위를 의미하는 것으로 두 공간단위가 이웃으로 정의되면 $w_{ij}=1$, 그렇지 않으면 $w_{ij}=0$ 이 되며, 통계량의 기대값은 0이고, 분산은 거의 1이다(Aldstadt and Getis, 2006). 따라서 G_i^* 통계 값은 각 개체에 대하여 z 검정통계량(z -score) 값으로 돌려준다. 즉, G_i^* 값 자체가 z -score가 된다. 통계적으로 유의한 수준에서 높은 양의 z -score는 높은 속성 값을 가진 개체가 집중하여 군집(hot-spot)한 것으로, 작은 z -score는 낮은 속성 값을 가진 개체가 집중하여 군집(cold-spot)하는 것으로 볼 수 있다.

3. 방법론설정

도심 경계를 확인하기 위해서는 인구분포, 토지이용, 지가, 고용패턴 등 다양한 변수를 고려해야 하지만 현실적으로 모든 데이터를

고려하기는 어려운 실정이다. 그러나 지가는 토지의 용도 및 이용방법에 의해 영향을 받으면서 다시 토지의 용도와 이용을 규제하는 순환관계에 있으며, 토지이용을 최종적으로 반영하고 있고 토지이용에 대해서 가장 큰 영향을 미치는 지표이기 때문에 단일 지표로 CBD의 공간구조를 파악하기에는 지가에 의한 접근이 가장 적절하다(김원경과 이미영, 2002)는 선행연구를 참고하여 본 연구에서는 도심경계 확인을 위한 지표로써 지가를 이용하였다.

도심경계를 설정하기 위하여 본 연구에서는 도시 중심부의 외곽에 존재하는 점이지대가 도심 지역이나 주변지역보다 낙후되어 있으며 도시공간의 상호작용이 반영되어 낮은 지가를 형성하고 있다는 특성을 이용하였다. 낮은 지가의 공간적 군집패턴을 분석하기 위하여 먼저 GIS 데이터형태의 개별 필지에 약 13만 개의 개별지공시지가(2008년 기준)를 입력하였다(그림 2-(a)).

다음으로 분석에 영향을 주는 요인을 제거하였다. 도로와 같이 분석대상 지역 내에 존재하지만, 도출하고자 하는 지역의 특성과 거리가 먼 데이터는 공간통계학적 추정결과에 영향을 미친다. 따라서 도시화와 연관성이 적은 전·답·임야 등 비도시화지역의 특성을

갖는 지목과, 지목상 ‘대’와 같은 도시화지역의 특성이라도 실제 토지이용이 도로로 사용되는 지역은 분석과정에서 제외한 나머지 필지(9만 3천여 개)를 사용하였다(그림 2-(b)). 마지막으로 공간통계학적 추정을 위하여 필지의 중심(centroid)을 도출하여 점 데이터 간의 공간적 영향력을 분석하였다(그림 2-(c)).

분석에서 사용한 방법론의 검증과 분석된 결과를 바탕으로 한 경계지역 특성 도출을 위하여 2개 도시에 블록을 설정하여 블록단위 비교분석을 하였다. 설정된 블록은 서면 321개(그림 2-(d)), 광복동 283개(그림 2-(e))로 총 603개의 블록이 분석에 사용되었다.

공간적 자기상관분석은 공간적으로 분포한 객체 간의 속성값 유사도와 공간적 연관성의 관계로부터 계산되므로 공간적 연관성의 설정은 매우 중요하다. 본 연구에서 사용한 소프트웨어인 ArcGIS에서는 공간적 연관성에 대한 개념으로 거리의 증가에 따라 영향력이 감소하는 거리조락(IDW, Inverse Distance Weight)방법, 영향력의 범위까지만 일정한 가중치(weight)를 적용하고 범위 밖의 개체에 대해서는 0의 가중치를 적용하는 세력권(FDB, Fixed Distance Band)방법, 그리고

FIGURE 2. 분석방법 설정

앞의 두 가지 개념을 결합한 무관심권(Zone of indifference) 방법 등을 제공하고 있다.

일반적으로 공간적 연관성 개념으로 거리의 증가에 따라 영향력이 감소하는 IDW방법이 많이 사용되고 있지만, 본 연구에서 사용한 Getis-Ord의 G_i^* 는 개체로부터 영향력을 미치는 특정한 거리의 세력권을 사용하는 FDB(Fixed Distance Band)이 추천되고 있다(ESRI, 2011). 어떤 공간적 연관성 방법이 가장 적합한가에 대한 정확한 통계적 검정방법은 없기 때문에(이희연과 심재현, 2011) 본 연구에서는 IDW와 FDB 두 가지 방법을 사용하였으며, 실험적 검증을 통하여 결과를 비교하였다.

4. 분석 결과

전술한 바와 같이 G_i^* 통계 값은 각 개체에 대하여 z검정통계량(z-score)으로 돌려준다. 분석 결과 서면과 광복동 모두 중심지역에 높은 지가의 군집($z > 2.58$)이 형성되고(hot-spot) 외곽에 낮은 지가의 군집($z < -2.58$)이 형성되는(cold-spot) 공간적 패턴이 나타났다. 이것은 통계적으로 99% 유의한 수준($z = \pm 2.58$)에서 높은 지가의 군집지역을 도심지역으로, 낮은 지가의 군집지역을 도시중심부외곽에 분포한 낮은 가격을 보이는 밀집지역으로 해석할 수 있다.

하지만 공간적 연관성의 설정방법에 따라 분석결과에 차이가 존재하였다. 본 연구에서

FIGURE 3. 분석결과

적용한 두 가지 공간적 연관성 방법론에 따라 그림 3에서와 같이 핫스팟과 콜드스팟 사이에 존재하는 지대($-2.58 < z < 2.58$)가 다르게 나타났다. 광복동 서면 모두 IDW 방법에서는 핫스팟과 콜드스팟 사이가 상대적으로 넓게 존재하였으나(그림 3-(a), 그림 3-(b)참조), FDB 방법에서는 매우 좁게 존재하는 것으로 나타났다(그림 3-(c), 그림 3-(d)참조). 이는 같은 지역이라도 IDW 방법에서는 통계적으로 유의하지 않는 지역이 FDB 방법에서는 통계적으로 유의한(99% 수준) 핫스팟 또는 콜드스팟이 될 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 본 연구에서 적용한 방법론의 신뢰성을 확보하기 위해서는 결과로 도출된 지역의 특성 분석과 선행연구 방법론과의 비교를 통한 검증이 필요하다. 이를 위하여 방법론에 따라 분석된 결과를 바탕으로 점이지대의 경계를 도출하고, 도출된 점이지대 분포지역을 선행연구의 방법론을 적용하여 비교분석하였다.

먼저, 점이지대를 도출하기 위하여 본 연구에서는 도심지역($z > 2.58$)과 인접한 지역($1.96 < z < 2.58$)을 도심부의 경계와 인접하는 점이지대의 내측경계로, 낮은 지가의 밀집지역($z < -2.58$)과 인접한 지역($-2.56 < z < -1.96$)을 점이지대의 외측경계로 간주하여 도심부의 경계를 도출하였다. 개별지 공시지가를 적용하여 분석된 결과는 점으로 나타나며, 경계에 대한 이해증진을 위하여 G_i^* 통계값 중에서 경계에 해당하는 지점을 연결한 선으로 도식화 하였다. 도출된 서면 도심의 경계는 그림 4, 광복동 도심의 경계는 그림 5와 같다.

다음으로, 경계에 위치한 지역의 특성도출을 위하여 점이지대 분포지역의 특성을 연구한 선행연구의 방법론을 적용하였으며, 이 과정에서 도시공간구조를 설명하는 또 다른 요인인 토지이용현황을 사용하여 분석방법을 검증하였다.

FIGURE 4. 서면 도심의 경계

FIGURE 5. 광복동 도심의 경계

분석방법의 검증

1. 검증방법의 설정

기존의 도심부경계 설정방법에는 크게 인구 분포와 관련 현상을 이용하는 방법, 지가나 토지를 포함한 건물가격을 기준으로 하는 방법, 그리고 토지이용분석을 이용하는 방법이 있다(김창석, 2000). 일반적으로 머피(Murphy)와 반스(Vance)가 제안한 지표를 많이 사용하지만, 지표에 사용되는 토지이용 자료가 블록 별로 되어 있지 않고 행정동 단위로만 집계되어 있어서 도심 영역 설정 시에 정확성 문제가 존재한다(김창석, 2000; 김태열, 2008). 한편, 점이지대를 분석하는 방법으로 Preston 교수가 미국의 3개 도시를 대상으로 토지이용 패턴의 경험적 연구를 시도하여 이론의 틀을 정립하였다. 이때 점이지대 용도²⁾를 정의하여 블록 단위의 점이용도상면적 비율을 지표로 사용하였다.

본 연구에서는 분석방법을 비교 검증하기 위하여 선행연구의 경계설정 방법을 이용하였다. 즉, 기존 방법의 지표는 중심업무 또는 상업용도가 차지하는 비율을 지표로 사용하고 있으므로 필지별 토지이용정보를 사용하였다. 또한, 가장 적합한 분석단위를 적용하기 위하여 도로를 기준으로 블록을 생성하여 블록별 토지이용의 비율을 계산하였다. 이때, 토지이용은 ‘개별지공시지가산정지침(이하 지침)’에 의한 토지이용상황의 분류³⁾를 사용하였다.

Preston 방법론과 머피(Murphy)와 반스(Vance)의 지표에 사용된 토지의 용도는 지침의 상업·업무용 토지이용에 해당한다. 한편, 지침의 주·상복합용 토지이용은 ‘단일건

물이 주거용과 상업용으로 이용되면서 주부용도의 구분이 용이하지 않는 건물’과 ‘주변의 토지이용상황이 주택 및 상가혼용지대’로 정의되고 있다. 즉, 순수주거지역이나 순수상업지역이 아닌 주상혼합지역 혹은 주공혼합지역의 성격을 가지는 점이지대의 특성을 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 방법론의 검증과정에서 두 가지 토지이용을 모두 사용하여 비교 검증하였다.

2. 토지이용 현황을 이용한 비교검증

먼저 도심경계설정을 위하여 본 연구에서 적용한 두 가지 공간적 연관성 방법론, 즉, IDW 방법론과 FDB 방법론의 결과를 토지이용 현황과 비교하였다. 이 과정에서 점이지대 외측경계와 내측경계를 포함하는 블록의 토지이용 현황과 비교하였으며, 표 1은 블록의 토지이용 비율을 계산한 결과이다. 서면과 광복동 모두 IDW 방법론을 적용한 분석결과에서 도출된 내측경계를 포함하는 블록에서 상업·업무용 토지이용의 비율이 상대적으로 높게 나타났다.

다음으로 Preston 방법에서 사용된 블록별 토지이용 비율을 적용하여 현황을 분석하였다. 이때 각각의 토지이용 비율은 10% 이상부터 10% 단위로 누적하여 50% 이상까지 분류하였으며, 표 2는 토지이용 비율을 세분하여 분석한 결과로, 어느 비율에서 공간적 연관성 방법론의 경계가 일치하는지를 확인하였다. 분석결과 IDW 방법론의 내측경계를 포함하는 블록에서 상업·업무용 토지이용의 비율이 상대적으로 높게 나타났으며, 상업·업무용 비율이 40% 이상인 블록이 서면(77%)과 광복

TABLE 1. 토지이용별 방법론을 포함하는 블록 현황

(단위: %)

	상업·업무용 토지이용				주·상복합용 토지이용			
	IDW 방법론		FDB 방법론		IDW 방법론		FDB 방법론	
	내측경계	외측경계	내측경계	외측경계	내측경계	외측경계	내측경계	외측경계
서면	68.9	5.2	22.8	16.9	20.9	5.2	40.1	40.0
광복동	60.4	15.7	34.2	20.1	19.6	15.7	27.5	31.2

TABLE 2. 토지이용 비율별 방법론을 포함하는 블록 현황

		(단위: 블록 수)										
방법론	총블록 수(C)	상업·업무용 토지이용(A)					주·상복합용 토지이용(B)					
		10%	20%	30%	40%	50%	10%	20%	30%	40%	50%	
서 면	내측경계	57	51 (90%)	47 (83%)	46 (81%)	44 (77%)	41 (72%)	57 (100%)	19 (33%)	13 (23%)	11 (19%)	9 (16%)
	외측경계	26	4 (15%)	4 (15%)	1 (4%)	1 (4%)	0 (0%)	26 (100%)	12 (46%)	8 (31%)	3 (12%)	0 (0%)
	내측경계	31	17 (56%)	11 (36%)	8 (26%)	8 (26%)	6 (20%)	31 (100%)	23 (74%)	18 (58%)	14 (45%)	10 (32%)
	외측경계	47	18 (38%)	14 (30%)	12 (26%)	11 (23%)	7 (15%)	47 (100%)	35 (75%)	31 (66%)	22 (47%)	17 (36%)
	총블록수(D)	321	253	241	231	223	211	321	105	84	57	43
			28	27	27	24	21	34	10	10	7	5
광 복 동	내측경계	34	9 (27%)	6 (18%)	3 (9%)	2 (6%)	1 (3%)	19 (56%)	8 (24%)	6 (18%)	3 (9%)	2 (6%)
	외측경계	19	9 (47%)	6 (32%)	3 (16%)	2 (11%)	1 (5%)	19 (100%)	8 (42%)	6 (32%)	3 (16%)	2 (11%)
	내측경계	17	10 (59%)	8 (47%)	8 (47%)	6 (35%)	5 (29%)	17 (100%)	8 (47%)	8 (47%)	5 (29%)	4 (23%)
	외측경계	19	11 (59%)	7 (37%)	7 (37%)	3 (16%)	1 (5%)	19 (100%)	13 (68%)	10 (53%)	5 (26%)	4 (21%)
	총블록수	283	265	252	244	232	221	283	58	45	28	23

동(71%) 모두에서 70% 이상 차지하였다. 상업·업무용 비율이 50% 이상인 블록에서 서면은 72%로 40% 비율인 블록과 큰 차이가 나지 않았지만, 광복동은 62%로 큰 차이가 발생하였다. 이는 점이지대 설정의 기준으로서 점이용도율을 40%로 채택한 김타열(2008)의 연구결과와 일치한다.

주·상복합용 토지이용의 경우, 두 가지 방법론과 방법론의 내·외측 경계를 지나는 모든 블록에서 토지이용의 비율이 10% 이상인 것으로 나타났다. 점이지대는 도심과 주거지역의 중간에 위치하므로, 도시의 토지이용형태에서 주거지의 토지이용형태로 전이가 나타나는 특성을 가지고 있다. 즉, 이 지역은 도시의 상업·업무용 토지이용 특성에서 주거지의 주거용 토지이용 특성으로 변화가 나타나는 주·상복합용 토지이용도의 특성을 가지고 있다. 또한, 주·상복합용 토지이용지역은 인접한 도시의 상업·업무용 토지이용과 비교하여 개발밀도와 접근성, 잠재력 등의 차이로 인하여 낮은 지가를 형성하는 특성을 가지고 있다.

따라서 모든 방법론에서 주·상복합용 토지이용의 비율이 10% 이상 나타났다는 것은 공간통계학적 접근방법이 주변지역과 비교하여 지가의 차이가 급격하게 나타나는 지역인 점이 지대의 토지이용 형태를 잘 탐색해 낸다는 것을 의미한다.

추가로 주·상복합용 토지이용에서 FDB 방법론이 IDW 방법론과 비교하여 상대적으로 높게 나타났다. 서면에서는 FDB 방법론의 경우 주·상복합용 토지이용의 비율이 20% 이상인 블록이 74%로 높게 나타났으나 광복동에서는 상대적으로 낮게 나타났다. 이러한 결과는 총 블록 수에서 나타난 바와 같이 광복동(283 블록)이 서면(321 블록)에 비하여 상대적으로 크기가 작으며, 경계에 포함되는 블록도 서면은 50%(161 블록)의 블록이 경계에 포함되지만 광복동은 31%(89 블록)의 블록만 경계에 포함되었다. 이것은 그림 5에 나타난 바와 같이 광복동의 남측과 동측이 바다에 접해있어서 경계로 도출된 지역이 상대적으로 적은 대상지의 지형적 특성으로 판단된다.

TABLE 3. 방법론의 토지이용비율 특성화지표

(단위: LQ지수)

방법론		총블럭 수(C)	상업·업무용 토지이용(A)					주·상복합용 토지이용(B)					
			10%	20%	30%	40%	50%	10%	20%	30%	40%	50%	
서면	IDW	내측경계	57	1.14	1.10	1.12	1.11	1.09	1.00	1.02	0.87	1.09	1.18
		외측경계	26	0.20	0.20	0.05	0.06	0.00	1.00	1.41	1.18	0.65	0.00
	FDB	내측경계	31	0.70	0.47	0.36	0.37	0.29	1.00	2.27	2.22	2.54	2.41
		외측경계	47	0.49	0.40	0.35	0.34	0.23	1.00	2.28	2.52	2.64	2.70
광복동	IDW	내측경계	34	0.88	0.89	0.92	0.86	0.79	1.00	1.44	1.85	2.08	1.81
		외측경계	19	0.51	0.35	0.18	0.13	0.07	1.00	2.05	1.99	1.60	1.30
	FDB	내측경계	17	0.63	0.53	0.55	0.43	0.38	1.00	2.30	2.96	2.97	2.90
		외측경계	19	0.62	0.41	0.43	0.19	0.07	1.00	3.34	3.31	2.66	2.59

3. 토지이용 특성화 지수를 이용한 비교검증

방법론에 따른 토지이용의 특화 정도를 분석하기 위하여 산업변수를 이용하여 그 산업의 상대적인 특화 정도를 나타내는 지수로 지역의 특화 정도를 쉽게 분석할 수 있는 입지계수(LQ: Location Quotient)를 이용한 토지이용 특성화 지수(LQ: Landuse Quotient)를 사용하였다. 특성화 지수는 입지계수 식에서 산업 대신 토지이용을 이용하여 토지이용의 특화 정도를 나타내는 지수로, 토지이용비율 블록 수(표 2의 A)를 총 블록(C)으로 나눈 값과 특정 토지이용비율의 총 블록 수를 방법론의 총 블록(D)수로 나눈 값의 비율로 나타낸 것으로 식 (2)와 같다.

$$LQ = \frac{\frac{\text{방법론 토지이용비율 블록의 수}}{\text{방법론 총블록의 수}}}{\frac{\text{토지이용비율 총블록의 수}}{\text{총블록의 수}}} \quad (2)$$

특성화 지수의 값이 1보다 크면 공간적 연관성 방법에 의해 도출된 경계지역의 토지이용비율이 평균보다 높은 것으로, 1보다 작으면 경계지역의 토지이용비율이 평균보다 낮은 것으로 해석할 수 있다. 분석한 특성화 지수는 표 3과 같으며, 상업·업무용 토지이용에서는 IDW 방법론의 내측경계부분을 제외하고는 대부분 경계부분이 1보다 작게 나타나서 특별한 특성이 도출되지 않았다. 주·상복합

용 토지이용의 비율이 10%인 지역은 표2에서와 같이 모든 경계에서 100%의 블록을 포함하기 때문에 상대적인 특화정도가 나타나지 않았다. 하지만 주·상복합용 토지이용이 20% 이상인 대부분의 블록에서 1보다 높게 나타났으며, 이는 내·외측경계로 도출되는 지역이 주·상복합용 토지이용에서 상대적으로 특화되는 것을 의미한다. 특히, FDB 방법론은 서면과 광복동 도심의 주·상복합용 토지이용 조건에서 내측과 외측경계 모두에서 지수 값이 2 이상으로 매우 특화되어있는 것으로, FDB 방법으로 도출된 경계지역이 주·상복합용 토지이용으로 사용되는 지역과 유사하게 나타남을 의미한다. 실질적으로 주·상복합용 토지이용이 많이 분포하는 서면과 광복동의 도심 외곽지역과 FDB 방법을 적용한 경계가 일치하게 나타났다.

결론

도심경계의 설정은 도시공간구조의 이해와 효율적인 도시의 관리를 위하여 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 지가데이터를 사용하여 공간통계학적 방법인 Getis-Ord의 G_i^* 방법으로 도심부의 지리적 경계를 확인하였다. 이 과정에서 어느 공간적 연관성 방법론이 도심경계의 확인을 위하여 유용한지 검증하기 위하여 도시공간구조를 설명하는 또 다른 요인인 토지이용을 활용하였다. 분석결과와 검

중은 Preston 방법론과 머피(Murphy)와 반스(Vance)의 선행연구를 바탕으로 상업·업무용 토지이용과 주·상복합용 토지이용현황을 사용하여 블록별로 비교하였으며, 검증결과는 다음과 같다.

첫째, IDW 방법을 적용한 결과 내측경계를 포함하는 블록에서 상업·업무용 토지이용 비율이 상대적으로 높게 나타났고, 상업·업무용도의 비율이 40% 이상인 블록이 서면과 광복동 모두 내측경계에 70%이상 포함되었다.

둘째, 모든 방법론에서 주·상복합용 토지이용의 비율이 10% 이상 나타났다. 이는 경계로 설정된 모든 블록이 주·상복합용 토지이용을 10% 이상 포함하는 것으로, 도심지역에서 외곽으로 벗어날수록 존재하는 토지이용형태의 변화로 인한 지가의 차이가 반영된 것을 의미한다.

셋째, FDB 방법론은 서면에서 주·상복합용 토지이용의 비율이 20% 이상인 블록까지 높게 나타났으나, 광복동에서는 상대적으로 낮게 나타났다. 이는 같은 방법론이더라도 적용결과는 지역적 특성에 따라 차이가 존재함을 의미한다.

넷째, 토지이용 특성화 지수를 사용한 결과 FDB 방법론에서 서면과 광복동의 주·상복합용 토지이용의 지수 값이 2 이상으로 높게 나타났다. 이것은 FDB 방법론을 적용한 도심경계 지역이 주·상복합용 토지로 이용되는 지역에 매우 특화되어 있다는 것을 의미한다.

이러한 결과는 도심경계의 설정을 위하여 본 연구에서 적용한 공간통계학적 접근방법이 기존의 이론과 방법론의 결과와 일치하는 것을 의미한다. 즉, 지가의 분포 특징으로부터 국지적 공간정보의 클러스터를 분석함으로써 기존의 토지이용 현황을 이용한 경계분석과 일치된 결과를 얻을 수 있었다. 특히, 상업·업무용 토지이용비율 40% 이상이 기준일 때는 IDW 방법론이 적합하였고, 주·상복합용 토지이용비율 10% 이상이 기준일 때는 FDB 방법론이 적합하게 나타났다. 본 연구에서 적용한 특성화 지수를 이용한 결과 토지이용비

율과 상관없이 주·상복합용 토지이용이 이루어지는 블록에서 FDB 방법론의 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

본 연구는 도심경계의 설정을 위하여 공간통계학적 접근방안을 모색한 것이다. 하지만 사례지역으로 적용한 도시가 부산광역시의 두 도심이기 때문에 다른 도시에 적용하여 그 타당성을 검토하여야 할 것이다. 앞으로 제시된 방법론을 바탕으로 시계열적인 접근이 이루어진다면 도시공간구조의 이해와 효율적인 도시의 관리에 도움을 줄 것으로 판단된다. **KACIS**

주

- 1) AMOEBA(A Multidirectional Optimal Ecotope-Based Algorithm)는 LISA를 이용하여 공간클러스터의 범역을 설정하는 기법이다(Aldstadt and Getis, 2006; 이상일 등, 2010, 재인용).
- 2) Preston은 점이용도로서 소매업, 서비스·금융업무, 정부기관, 도매업·경공업 용도로 분류하고 비점이용도로서 주거, 중공업, 공지·공가, 대규모 공공용지 및 공원녹지 등의 용도로 정의하고 있다(김타열, 2008, 재인용).
- 3) ‘개별지공시지가산정지침’에서 토지이용 상황은 실제이용상황과 주위의 주된 토지이용상황을 기준으로 조사하되 용도지역, 개발사업, 건축용도, 재산세과세대장의 내용을 참고하여 크게 주거용, 상업·업무용, 주·상복합용, 공업용, 전, 답, 임야, 특수토지, 공공용지 등으로 분류하고 각각의 항목에 대하여 세분하여 분류하고 있다.

참고문헌

- 김감영. 2010. 연령별 인구이동 특성에 대한 탐색적 공간 데이터 분석(ESDA): 대구시를 사례로. 한국지역지리학회지 16(5):590-609.

- 김원경, 이미영. 2002. 김해시 CBD의 지가패턴, 한국도시지리학회지 5(1):15-33.
- 김창석. 2000. 도시중심부연구. 보성각. 33-40쪽.
- 김타열. 2008. 점이지대의 영역 설정과 공간적 변화에 관한 연구: 대구시 사례. 국토계획 43(4):149-164.
- 김타열, 진원형, 양성환. 2011. 대구시 중심지 가지 점이지대의 주거지 특성. 한국지역지리학회지 17(6):710-725.
- 김호용. 2011. 공간통계기법을 이용한 도시 교통량 예측의 정확성 향상. 한국지리정보학회지 13(4):138-147.
- 김호용. 2011. 공간통계기법을 이용한 태양광 발전시설 입지 정확성 향상 방안. 한국지리정보학회지 13(2):146-156.
- 김호용. 2012. 세력권 방식의 공간적 연관성을 이용한 인구분포 변화 분석. 국토연구 73:47-61.
- 남영우. 2011. 도시공간구조론. 법문사. 299-309쪽.
- 대한국토·도시계획학회. 2009. 국토·지역계획론. 158쪽.
- 부산광역시. 2030년 부산도시기본계획 보고서. 99-108쪽.
- 송준창, 김타열. 2008. 팽창도시에 있어 도심의 이동에 관한 연구-천안시 사례. 대한국토·도시계획학회 2008 추계학술대회 논문집. 219-226쪽.
- 이상일, 조대현, 손학기, 채미옥. 2010. 공간클러스터의 범역 설정을 위한 GIS 기반 방법론 연구: 수정 AMOEBA 기법. 대한지리학회지 45(4):502-520.
- 이희연, 심재현. 2011. GIS-지리정보학. 393쪽.
- 정경석, 문태현, 정재희, 허선영. 2009. GIS와 공간통계기법을 이용한 시·공간적 도시범죄 패턴 및 범죄발생 영향요인 분석. 한국지리정보학회지 12(1):12-25.
- 주경식, 서민철. 1998. 서울 도심의 경계, 기능 및 내부구조. 대한지리학회지 33(1):41-56.
- 형시영. 2006. 구조방정식 모형을 이용한 도심 쇠퇴 현상의 영향요인에 관한 연구. 한국거버넌스학회보 13(2):1-22.
- Aldstadt, J. and A. Getis. 2006. Using AMOEBA to create a spatial weights matrix and identify spatial clusters. Geographical Analysis 38(4):327-343.
- David, W.S.W. and J. Lee. 2005. Statistical Analysis of Geographic Information. John Wiley & Sons, Inc. pp.387-395.
- Harvey, J.M. and J. Han. 2009. Geographic Data Mining and Knowledge Discovery. CRC Press. pp.11-12.
- Richard, E.P. 1966. The zone in transition: A study of urban land use patterns. Economic Geography 42:236-260.
- Yee, Leung. 2010. Knowledge Discovery in Spatial Data. Springer. pp.225-235.
- ESRI. 2011. Modeling Spatial Relationships. <http://help.arcgis.com>.