

부산광역시 다핵구조의 공간적 변동성 측정

The Spatial Variation Measurement of Multi-Centric Structure in Busan Metropolitan City

김 호 용*

Ho Yong Kim

요약 최근 대도시는 지속적인 개발과 효율적인 도시의 관리를 위하여 다핵도시공간구조를 지향하고 있다. 이에 본 연구는 도로의 교차지점에 배분된 최근 50년간 인구데이터를 이용하여 인구잠재력을 계산하고, 이를 바탕으로 바키측정치 분석과 표준편차타원체 분석을 하여 부산광역시 다핵구조의 공간적 변동성을 측정하였다. 분석결과 부산광역시는 다핵 권역을 중심으로 인구잠재력이 집중되는 다핵화가 최근까지 진행되고 있었다. 하단, 구포, 해운대 권역은 인구잠재력이 부도심으로 집중되면서 해당권역의 중심 역할이 점차 강해지고 있었고, 사상과 동래는 2000년과 1990년 이후 해당권역에서 중심으로서 역할이 약해지고 있는 것으로 분석되었다. 추가로 해운대를 제외한 모든 다핵 권역에서 특정지역 및 방향으로 치우치어 공간구조가 변화되는 편향도가 점차 증가하는 것으로 나타났다.

키워드 : 다핵구조, 인구잠재력, 바키측정치, 표준편차타원체, 공간적 변동성

Abstract Recently metropolitan cities pursue multi centric urban spatial structure for sustainable development and efficient urban management. Thus, this study calculated population potential using data on population distributed among road nodes for the last 50 years, and based on the results. We measured the spatial variability of the multi centric structure of Busan Metropolitan City. According to the results, the multi centralization process has been continued up to recently in Busan Metropolitan City. As population potential is concentrated on sub centers, Hadan, Gupo and Haeundae areas were playing an increasingly powerful role as the center of the respective district, and Sasang and Dongrae had been losing their role as the center of their respective districts since 2000 and 1990, respectively. Additionally, in all the multi centric districts except Haeundae was observed the increase of oblongity, which is the change of spatial structure in an unbalanced way toward a specific area or direction.

Keywords : Multi-Centric Structure, Population Potential, Bachi Measurement, Standard Deviation Ellipse, Spatial Variation

1. 서론

도시화 과정에서 나타나는 수많은 도시문제는 도시의 성장에 따른 도시공간구조 변화의 산물이다. 이러한 도시문제를 해결하기 위하여 최근 지속 가능한 개발(Sustainable Development)이라는 패러다임과 중심기능들을 집적시켜 고밀도의 개발을 추구하는 압축도시(Compact City)라는 도시 형태가 논의되고 있다. 이를 위한 방안으로 대도시에서는 특정지역의 고밀도를 해결하기 위하여 개발밀도를 관

리하거나, 도심재생의 수단으로 재건축, 재개발 등의 사업이 추진되고 있다. 하지만 과도한 도심 집중은 집적의 불균형을 발생시킨다는 문제점이 있다 [20].

따라서 최근 국내 대도시에서 나타나는 재개발, 재건축과 이전 적지 등의 도시 리모델링을 위해서는 효율적인 공간구조의 재편이 고려되는 정책적 접근이 필요하다. 효율적 도시공간구조는 경제적, 환경적 측면과 아울러 도시운영 차원에서 매우 중요한 요소이기 때문이다. 실제로 효율적인 도시공간

* 부산대학교 도시공학과 강사 hoyong@pusan.ac.kr(교신저자)

구조의 관리를 위하여 각 도시는 도시기본계획에 명시하여 도심 및 부도심 기능의 강화를 통한 다핵화를 표방하고 있다. 하지만 서울 및 부산을 비롯한 국내 대도시들의 도시화 과정은 다핵화에서 분산화(deconcentration)로 이행되고 있다[11]. 분산화에 대하여 Newman과 Kenworthy(1992)는 도시화 과정에서 분산화와 다핵화는 동시에 발현할 수 있고, 효율적인 도시공간구조의 관리를 위해서는 다핵화가 바람직하다고 주장하였다[4]. 따라서 대도시의 지속적인 성장을 위해서는 다핵도시를 바탕으로 한 효율적인 공간구조의 관리가 필요하다.

한편, 사회경제적인 관점에서 인구데이터는 매우 중요하며, 많은 도시경제학자가 도시화 과정에서 나타나는 인구배분의 패턴에 대하여 연구를 수행하였다[3]. 도시는 계획에 따라서 많은 인구와 함께 번영할 수도 있고 쇠퇴할 수도 있다. 이는 인구가 현재 도시공간에서 발생하는 상호작용의 결과이며, 한편으로는 미래에 발생할 공간 상호작용의 잠재력이기 때문이다. 이와 같은 이유로 국내의 도시계획 분야에서 많은 연구도 인구데이터를 바탕으로 이루어지고 있다.

현재 서울과 부산 같은 대도시들은 효율적인 도시 관리를 위해 다핵구조를 지향하고 있으며, 이를 위해서는 인구성장 과정의 공간적 특성을 파악하여야 한다. 또한, 인구분포 영향력의 분석은 공간단위를 바탕으로 변화추이를 나타내는 공간적 변동성으로 파악하여야 한다. 따라서 본 연구는 대도시를 대상으로 효율적인 도시의 관리를 위하여 지향되는 다핵구조의 유지 여부와 변동 여부를 분석하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 부산광역시를 대상으로 도시기본계획에서 명시된 도심 및 부도심을 대상지역의 다핵으로 간주하고, 1970년부터 2010년까지 10년 단위 인구데이터를 바탕으로 다핵구조의 변화를 분석하고자 한다. 변동성 분석은 공간의 변화를 파악하고 변화 정도를 정량적·정성적으로 분석할 수 있는 GIS 환경에서 도시의 공간 상호작용에서 잠재력의 의미인 인구잠재력과 잠재력의 공간 분포패턴을 계산하여 변동성을 측정하고자 한다. 다핵구조의 변동성은 차후 효율적인 도시공간구조의 관리를 위한 자료로 활용이 기대된다.

2. 선행연구 고찰 및 이론적 배경

2.1 선행연구 고찰

많은 학자가 효율적인 도시의 관리를 위하여 도시공간구조에 대하여 연구하여 왔다. 도시공간구조에 관한 선행연구는 연구방법론을 중심으로 분류하면 다음과 같다. 먼저 토지이용패턴을 이용하여 주거와 상업과 같은 도심 지역을 구분하는 연구가 있다. 이는 도심이 도시기능 면에서 최고 상위의 중심기능이 집약되어 있으며 지역적으로 도시의 중심부나 접근성이 가장 높은 지역으로 보는 방법이다[7, 20, 23]. 두 번째로 공간통계학적 방법을 이용한 방법으로, 일반적으로 공간통계적 접근방법에서 자주 사용되는 Moran's I나 Geary's C 측도와 같은 공간적 자기상관을 이용하는 방법이다. 이는 도시공간구조가 공간적 동질성과 이질성을 포함하는 공간데이터에 의해 영향을 받는 것으로 간주하고, 이러한 공간데이터의 자기상관적 특성을 이용하여 도시기능의 공간관계를 파악하는 방법이다[18, 22]. 세 번째로 Hillier 교수와 연구진에 의하여 발전된 공간구문론을 이용하는 방법이 있다[1]. 공간구문론은 사람들이 공간 이용 패턴을 규정하는 가장 기본적인 인자로 공간구조를 규정하고 인간의 공간이용행태를 바탕으로 도시공간구조를 평가하는 방법이다. 마지막으로 도시공간구조를 해석하는데 인구밀도함수를 이용한 공간분석방법이 있다. 도시공간구조를 분석함에 있어서 인구데이터는 도시공간구조에 가장 큰 영향을 미치는 인자로 인구 분포상의 구심점으로서 얼마나 그 기능을 다하고 있는가를 도시 전체 차원에서 측정하는 방법이다. 특히 서울 및 부산과 같은 대도시를 대상 본 연구와 같은 다핵의 도시공간모델에 밀도경사모형을 이용한 연구가 선행되었다[16, 21, 11].

하지만 다핵구조의 변화를 분석하는 대부분의 선행연구는 횡단면분석(cross-section analysis)을 통해 정태적인 상황을 설명하는 데에 그치고 있거나, 2개의 시점을 고려함으로써 단선적으로나마 시계열적인 변화를 설명하고 있다[17]. 그러나 2개 시점을 고려한다고 하더라도 횡단면분석의 특성상 시계열적 변화특성을 파악하는 데에는 한계가 있다. 즉, 양 시점 간의 차이를 보여줄 뿐 시간 흐름에 따른 변화양상을 파악하지 못함으로써 두 시점 간의 차이가 지속적인 변화로 일어난 것인지, 아니면 어느 일

정 시점 이후 급격한 변화에 의한 현상인지를 밝히는 데는 한계가 있다[15]. 따라서 본 연구는 GIS 환경에서 인구잠재력을 계산하고, 이를 바탕으로 공간구조의 분포특성을 추정할 수 있는 바키측정치와 표준편차타원체를 적용함으로써 부산 다핵공간구조의 변화를 분석하고자 한다.

2.2 이론적 배경

2.2.1 인구잠재력 분석

도시공간구조의 형성과 변화요인을 설명하는 대표적인 이론으로 콜비(C.C. Colby)의 원심력·구심력이론을 들 수 있다. 여기서 구심력의 요인은 중심기능의 집중에 의한 집적의 이익과 접근의 용이성 등 도시의 입지적 매력(site attraction)요인이라고 주장하였다[9]. 이에 본 연구에서는 연구 대상지역에서 다핵역할을 수행하는 부도심의 인구구심력 정도를 나타내는 인구잠재력(Accessibility) 모델을 적용하였다. 인구잠재력은 접근성 모형에 기반을 두어 해당 위치의 가까운 거리에 얼마나 많은 인구가 분포되어있는지를 측정하는 것으로 특정위치의 인구구심력을 표현한다.

인구잠재력 모델은 상호작용의 계산에서 지수로 되어있는 거리감소함수(distance-decay function)를 사용하여, 한 장소에서 어떠한 흡인력(attractiveness)이 주어져 있는 다른 장소로 접근할 수 있는 정도를 계산할 수 있는 모델로 (식 1)과 같다.

$$P_i = \sum_{j=1}^n W_j e^{-\beta d_{ij}} \quad (1)$$

여기서 P_i 는 지점 i 에서의 접근성을, W_j 는 장소 j 의 흡인력을 의미하며 본 연구에서는 각 노드에 분배된 인구의 수를 나타낸다. n 은 장소의 수, d_{ij} 는 장소 i 와 j 간의 거리, β 는 거리 감소에 대한 지수로 거리마찰계수를 나타낸다. 한 지점의 접근성을 분석하기 위해서 가장 중요한 것은 거리 감소함수, 즉 β 를 결정하는 것이다. 이는 β 가 거리 감소 매개변수로 영향범위에 대한 거리 가중치를 부여하는데 사용할 수 있기 때문이다. 부도심이 다핵의 중심으로 해당 지역에 미치는 영향력을 분석하기 위해서는 거리감소함수의 결정과 거리 지수의 결정이 필요하다.

거리감소함수는 멱함수(power function)와 지수함수(exponential function) 두 가지 모형이 활용된

다. 먼저 거리감소함수의 하나인 멱함수를 식으로 나타내면 (식 2)와 같다. 여기서 λ 는 잠재함수의 지수 값으로 지수 값에 따라 거리감소함수의 기울기가 변화한다. 멱함수의 거리감소함수의 곡선은 영향범위까지 경사가 완만한 단면을 나타내며, 일반적으로 도시 간의 큰 거리에 대한 상호작용을 계산하는데 사용된다. 지수함수를 식으로 나타내면 (식 3)과 같다. 멱함수의 거리감소함수곡선은 영향권까지 경사가 급한 단면을 나타내며, 전형적으로 도시의 내부와 같이 작은 거리에 대한 상호작용을 계산하는데 사용된다[2].

$$P_i = \sum_{j=1}^n \frac{M_j}{d_{ij}^\lambda} \quad (2)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n M_j^* \exp(-\lambda^* d_{ij}) \quad (3)$$

거리마찰계수는 부도심으로부터 거리에 따른 인구밀도분포의 변화율을 반영한다[10]. 연구대상지역에는 5개의 부도심이 존재하고 있으며, 각 부도심 간의 평균 거리는 6.4km이고, 각 부도심의 영향력은 중간 지점인 3.2km 전후 거리를 고려하였을 때 영향력이 0에 가까워지는 지수인 1.5를 거리마찰계수로 결정하였다.

2.2.2 바키측정치 분석

바키측정치는 Robert Bachi가 인구의 공간적 분포특성을 측정하기 위하여 여러 가지 통계학적 기법을 이용하여 분포의 집중도, 분산도 등을 파악할 수 있도록 고안한 것이다[5, 6]. 본 연구에서는 각 부도심과 해당 권역의 인구잠재력을 이용하여 공간구조의 변화를 파악하였다. 평균중심(mean center)을 구하는 공식은 다음과 같다.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i X_i}{\sum_{i=1}^n q_i} \quad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i Y_i}{\sum_{i=1}^n q_i} \quad (4)$$

여기서 \bar{X} , \bar{Y} 는 부도심 권역의 평균중심좌표, q_i 는 각 노드의 인구잠재력, X_i , Y_i 는 각 노드의 좌표를 나타낸다. 거리분산은 통계학의 분산과 같은 개념으로서 분포의 공간적 분산 정도를 측정하는데 도움을 주며, 거리분산의 제곱근인 표준편차거리(standard deviation distance)는 분포의 평균중심으

로부터 분산 정도를 측정하는 지표로 다음의 공식과 같다.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n q_i [(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2]}{\sum_{i=1}^n q_i}} \quad (5)$$

편향도(oblongity)는 어떤 분포가 어느 방향으로 발전되어 가는가를 나타내 주는 측정치로서 평균중심을 통과하는 주축선(principal axis)에 의해 결정된다. 편향도를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$O = \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y} + \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right) \quad (6)$$

여기서 O는 편향도, σ_x 는 분포의 X축에 대한 표준편차, σ_y 는 분포의 Y축에 대한 표준편차이다. 여기서 X축에 대한 표준편차를 구하는 식은 (식 7)과 같으며, Y축에 대한 표준편차의 원리도 같다.

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n q_i (X_i - \bar{X})^2}{\sum_{i=1}^n q_i}} \quad (7)$$

주축선은 주축(major axes)과 보조축(minor axes)으로 구성되며 분포의 발전방향을 측정하는데 도움을 준다. 주축선은 X, Y축 분포의 특성에 따라 α 각 만큼 회전시킴으로써 구할 수 있다. 주축선은 (식 8)에 의해서 계산되며, γ 는 분포의 X와 Y축에 대한 상관계수이다.

$$\tan 2\alpha = \frac{2\gamma\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2} \quad (8)$$

2.2.3 표준편차타원체

표준편차타원체(standard deviational ellipse)는 공간데이터의 방향 분포를 측정할 수 있다. 분포정

향을 측정하는 일반적인 방법은 x와 y축 방향으로 분리된 표준거리를 계산하는 것으로 두 축으로 분포된 거리를 바탕으로 타원체를 측정할 수 있다. 타원체는 정의된 축과 평균중심으로부터 x, y 좌표에 대한 표준편차를 측정하여 계산함으로써 생성하며 (식 9)와 같다.

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (9)$$

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n}}$$

여기서 x_i 와 y_i 는 개체 i에 대한 좌표, \bar{X} 와 \bar{Y} 는 개체들에 대한 평균중심을 나타내며 n은 개체의 총수이다.

이러한 지표를 이용하여 시계열별 도시공간구조의 변화를 확인할 수 있다. 특히, 중심점으로부터 각 노드와의 거리와 가중치를 함께 고려한 표준편차거리를 산출하여 시계열적으로 비교하면 도시성장에 따른 공간구조의 형태를 알 수 있다. 즉, 표준편차거리가 증가할수록 각 부도심의 인구잠재력이 분산되며, 표준편차거리가 감소할수록 각 부도심의 인구잠재력이 집중하는 것이라고 할 수 있다.

3. 연구범위 및 분석방법 설정

3.1 연구범위 설정 및 대상지 현황

본 연구의 시간적 범위는 1970년부터 2010년까지 10년 단위의 5개년도, 공간적 범위는 부산광역시로 설정하였다. 현재 부산광역시는 16개 구·군 및 215개 동으로 구성되어있으며, 766.166km²의 면적에 3,566,437명의 인구가 거주하고 있다[14]. <표 1>은 대상지의 최근 20년간 인구 및 세대의 변화를 나타

표 1. 대상지의 연도별 인구 및 세대 변화

(단위 : 1,000명)

년도	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
세대	1,064.8	1,079.2	1,090.9	1,100.4	1,132.4	1,149.5	1,168.6	1,173.3	1,187.7	1,199.8
인구	3,892.8	3,887.3	3,868.4	3,846.5	3,892.9	3,878.9	3,865.1	3,842.8	3,831.5	3,812.4
년도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
세대	1,210.9	1,219.9	1,236.3	1,251.1	1,270.6	1,288.7	1,300.7	1,311.7	1,323.8	1,330.6
인구	3,786.0	3,747.4	3,711.3	3,684.2	3,657.8	3,635.4	3,615.1	3,596.1	3,574.3	3,566.4

낸 그래프이다. 표에 나타난 바와 같이 시간이 흐를수록 대상지의 세대수는 증가하고 있지만, 인구는 1995년을 정점으로 감소하고 있다.

지속해서 변하는 도시를 대상으로 분석의 일관성 및 객관성을 확보하기 위해서는 분석의 기준과 공간단위를 설정하여야 한다. 시간적 범위인 1970년과 2010년의 대상지 행정구역을 비교해보면, 동·서쪽에 있는 기장군과 강서구가 편입됨으로써 공간적 범위가 변화하였다. 따라서 공간분석 단위의 일치를 위하여 강서구와 기장군을 제외하고 기준년부터 존재하였던 14개 군을 공간적 범위로 한정하였다. 두 번째로, 2010년 기준의 부산광역시 행정동(215개)에 인구데이터를 할당하였다. 현재 제공하는 인구정보는 기본단위가 행정동 단위로 제공되고 있으나, 행정동은 인구의 증가 및 감소에 따라 수시로 분동 및 합동이 이루어지고 있다. 따라서 현재 행정동을 기준으로 공간단위를 일치시키기 위하여, 각 구에서 제공하는 구정백서를 바탕으로 최근 50년간 동경계의 변화양상을 추적하여 집계단위를 일원화하였다. 마지막으로 대상지의 부도심을 다핵으로 보고, 부산시 도시기본계획에서 설정한 부도심을 적용하였다. 2020년 도시기본계획에 의하면 중앙동 및 서면을 1도심으로 보고 하단, 사상, 구포, 동래, 해운대를 5부도심으로 설정하였으며, 기장, 정관, 금정, 대저, 가덕·녹산을 5지역중심으로 설정하고 있다[13]. 따라서 부산도시기본계획의 공간구조설정에 따라 하단, 사상, 구포, 동래, 해운대를 공간적 범위인 다핵권역으로 선정하였다.

3.2 분석방법 설정

다핵의 도시공간구조 변화를 분석하기 위해서는 시공간적인 방법으로 접근하여야 한다. 일반적으로 많이 사용되는 2개 시점의 횡단면 분석은 양 시점간의 변화양상을 보여줄 뿐 대상지역의 지속적인 변동성을 보여주지는 못한다. 따라서 본 연구에서는 부산광역시 14개 구를 대상으로 1970년부터 2010년까지 10년 단위 인구를 적용하였다. 50년간 10년 단위 인구데이터를 적용하여 본 연구에서는 도시의 변동성을 측정하기 위하여 크게 두 가지 방법을 적용하였다.

첫 번째 방법으로 도시 내 공간 상호작용에서 미래 공간 상호작용을 위한 잠재력을 내포하고 있는 인구잠재력을 적용하였다. 인구잠재력은 인구분포

에 따른 도시공간구조의 패턴, 즉 다핵도시의 변동성을 측정하는 지표로 활용할 수 있다. 또한, 행정동 단위로 제공되는 인구데이터는 집계단위의 크기 때문에 정확한 공간적 상호작용을 설명하기에는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 대상지 도로를 GIS 환경에서 Network로 변환하고 각 도로(arc)가 교차하는 지점(node) 상에 인구를 배분하였다[12]. 도시계획의 특성상 표고 200m 이상의 지점에는 인구가 분포하지 않으나[8], 본 연구에서는 건축물 데이터와 지형데이터를 중첩하여 인구가 거주하지 않은 지점을 분류한 후 미거주지를 분석과정에서 배제하였다.

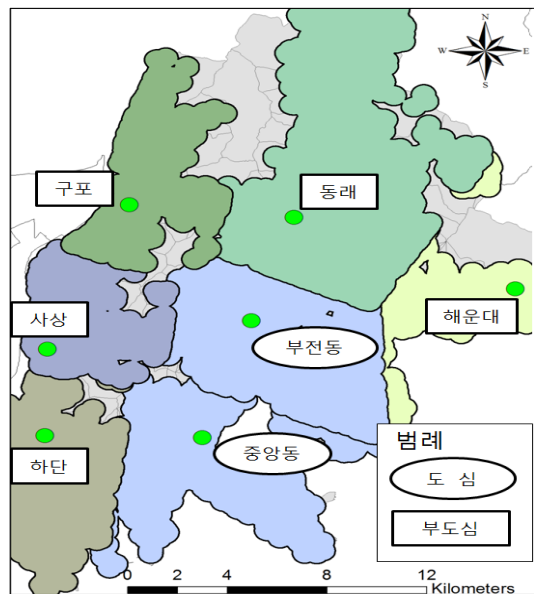


그림 1. 대상지 다핵권역 설정

하지만 다핵구조의 변화양상을 분석하기 위해서는 다핵의 권역과 각 권역의 중심점 설정이 필요하다. 머피(R. E. Murphy)는 상업이 밀집한 지역을 도심의 가장 중요한 구성요소라고 하였으며, 여러 학자가 중심업무지구(CBD)를 도심으로 정의하고 있다[9]. 또한, 중심지는 상업이 밀집하여 지가가 높게 분포한 지역으로 표준지 공시지가 데이터의 높은(z-score 0.6 이상) 값이 가장 많이 분포되어있는 지점이 상업지역이다[10]. 이에 본 연구에서는 해당 권역에서 지가가 높은 지역을 그 지역의 중심지역으로 간주하여 0.6 이상의 지가 표준화 지수가 분포한 지역을 다핵 권역의 중심으로 선정하였다. 다핵

의 권역은 다핵지점(부도심)으로부터 가까운 지점에 있는 노드를 해당권역으로 설정하였다. 설정된 다핵 권역은 <그림 1>과 같으며, 27,248개의 노드에 할당된 각 년도 별 인구 및 계산된 인구잠재력 값¹⁾은 <표 2>와 같다.

표 2. 대상지 노드별 인구 및 인구잠재력

	총인구	인구		인구잠재력	
		최소	최대	최소	최대
1970	1,872,154	5.4	1,352.2	0.9	124.0
1980	3,171,117	7.4	1,464.5	1.8	121.7
1990	3,817,558	11.5	1,464.4	2.2	122.9
2000	3,812,392	7.6	1,094.2	2.2	93.3
2010	3,566,437	5.5	1,104.3	2.1	104.2

두 번째 방법으로 인구잠재력값을 이용하여 도시 공간구조의 변화 형태를 측정하기 위하여 바키측정치²⁾와 표준편차타원체³⁾값을 계산하였다. 바키측정치 분석은 인구잠재력을 이용하여 표준편차거리(standard deviation distance), 편향도(oblongity), 주축선(principal axis)과 평균중심(mean center)을 계산할 수 있으며, 표준편차타원체는 평균중심, 회전각(angle) 및 x-y축으로부터 표준편차를 계산할 수 있다. 시계열별로 계산된 수치를 이용하여 다핵 도시공간구조의 변동성을 정량적으로 분석할 수 있으며, 분석방법은 <그림 2>와 같다.

4. 부도심 권역별 공간구조변화특성 분석

4.1 대상지 전체 공간구조변화 특성

표 3은 GIS 환경에서 계산된 인구잠재력값을 부산광역시 전체에 대하여 바키측정치와 표준편차타원체를 적용한 결과이다. 표준편차거리의 값은 증가

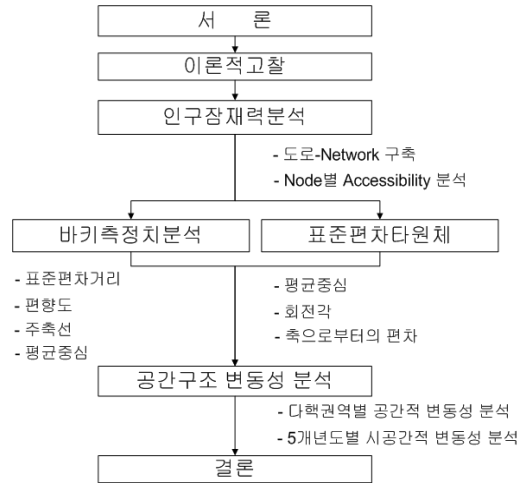


그림 2. 연구흐름도

할수록 인구잠재력이 분산되고 감소할수록 인구잠재력이 집중하는 것을 의미한다. 거리분산은 어느 시기에 분산이 심해졌는가를 나타내는 지표로 부산광역시는 지속해서 거리분산이 커지고 있으므로 인구잠재력이 한 지역에 집중되지 않고 분산되면서 다른 다핵지역에 잠재력이 집중되는 다핵화가 이루어지고 있는 결과이다.

표준편차타원체에서 편향도가 커지면 길쭉한 타원형으로 변하는 것으로, 거리분산에서 설명하는 외곽으로의 분산이 전역에 고르게 나타나는 것이 아니라 특정지역으로 집중하고 있음을 의미한다. 이러한 집중현상은 회전각 방향으로 편향하여 인구잠재력 지대가 증가하는 것을 의미한다.⁴⁾ <그림 3>에서 표준편차타원체는 1970년(가는 실선), 1980년(일점쇄선), 1990년(이점쇄선), 2000년(삼점쇄선), 2010년(굵은실선)으로 나타냈으며 시간이 흐름에 따라 점차 굵게 표시하였다. 부산시는 1970년대 동북방향으로 인구잠재력 지대가 증가하는 높은 편향도(1.20)를 나타내었으나 점차 편향의 정도는 감소하고 있다. 바키측정치분석의 결과에 의한 중심점 이

1) 인구잠재력은 Network 형식으로 변환된 부산시 도로데이터의 각 node별로 ArcGIS의 Wrokstation 기능인 ARCPLOT 9.3에서 accessibility 명령을 이용하여 인구잠재력값을 분석하였다.
 2) 바키측정치는 (식 4)에서 (식 9)의 수식을 바탕으로 계산하였으며, 인구잠재력값을 포함하고 있는 27,248개 node의 x, y 좌표는 원 도로데이터가 가지고 있는 좌표체계를 바탕으로 ArcGIS의 Calculate Geometry 기능을 이용하여 계산하였다.
 3) 표준편차타원체는 ArcGIS의 확장기능인 공간통계분석(Spatial Statistics)의 Directional Distribution을 이용하여 표준편차타원체를 그래픽화 하였다.
 4) 표준편차의 회전각은 12시 방향을 중심(0°)을 시계방향으로 증가하며, 중심점의 이동방향은 3시 방향을 중심(0°)으로 반시계 방향으로 증가한다.

표 3. 부산광역시 공간구조변화 특성

(단위 : m)

구분	축에 대한 표준편차		거리분산	표준편차 거리	표준편차타원체		평균중심좌표		중심점 이동	
	X	Y			편향도	회전각	X	Y	거리	방향
1970	4,025	7,550	16,522,487	4,065	1.20	26.8	387,141	184,980	-	-
1980	4,540	7,861	17,826,532	4,222	1.15	29.5	387,551	186,187	1274	23
1990	4,786	8,057	18,935,056	4,351	1.14	30.2	387,530	186,595	409	7
2000	5,147	8,266	21,194,392	4,604	1.11	31.3	387,503	186,814	220	358
2010	5,234	8,218	21,771,674	4,666	1.10	31.8	387,610	186,904	140	50

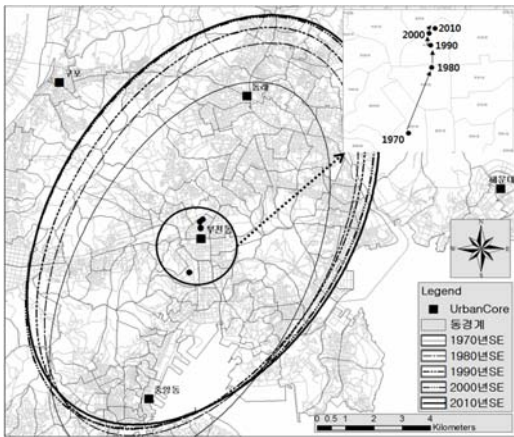


그림 3. 부산광역시 공간구조변화

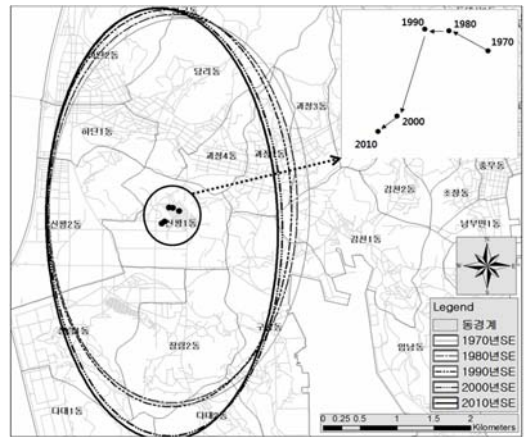


그림 4. 하단 권역 공간구조변화

표 4. 하단 권역 공간구조변화 특성

(단위 : m)

구분	축에 대한 표준편차		거리분산	표준편차 거리	표준편차타원체		평균중심좌표		중심점 이동	
	X	Y			편향도	회전각	X	Y	거리	방향
1970	1,765	2,726	2,872,753	1,695	1.10	1.4	380,173	178,789	0	0
1980	1,684	2,739	2,129,661	1,459	1.12	0.6	380,091	178,833	94	152
1990	2,801	1,665	1,864,708	1,366	1.14	179.5	380,039	178,837	52	176
2000	3,022	1,591	1,703,870	1,305	1.21	178.4	379,980	178,645	201	253
2010	3,048	1,570	1,684,312	1,298	1.23	178.4	379,940	178,611	53	220

동은 이동거리 및 방향을 바탕으로 평균중심의 이동특성을 파악할 수 있다. 그림 3에서 시간이 지남에 따라 평균중심의 위치가 원도심권인 중앙동 방향에서 다른 도심인 부전동 방향으로 이동하는 것을 확인할 수 있다.

4.2 하단 권역 공간구조변화 특성

중심으로부터 인구잠재력의 공간적 분산 정도를 측정하는 표준편차거리와 거리분산이 1970년 하단

부도심은 각각 1,695와 2,872,753에서 시간이 흐름에 따라 지속해서 감소(표준편차거리: 1,298, 거리분산: 1684312)하고 있다. 이는 하단 부도심이 해당권역에서 인구잠재력의 분산정도가 약해지는 것으로, 권역 내에서 하단 부도심 지역에 인구잠재력이 집중되면서 하단 부도심이 해당권역의 중심으로서 역할이 점차 강해지고 있는 것으로 분석된다.

인구잠재력의 분포가 어느 방향으로 발전되어 가는가를 나타내는 측정치인 편향도는 1970년(1.10)

표 5. 사상 권역 공간구조변화 특성

(단위 : m)

구분	축에 대한 표준편차		거리분산	표준편차 거리	표준편차타원체		평균중심좌표		중심점 이동	
	X	Y			편향도	회전각	X	Y	거리	방향
1970	2,437	1,519	2,450,880	1,566	1.11	144.7	381,587	186,245	-	-
1980	2,464	1,485	2,053,231	1,433	1.13	144.3	381,525	186,357	128	119
1990	2,487	1,462	1,891,727	1,375	1.14	147.6	381,517	186,433	76	96
2000	2,525	1,507	1,840,957	1,357	1.14	151.7	381,514	186,428	6	236
2010	2,521	1,506	1,889,303	1,375	1.14	151.1	381,532	186,412	24	316

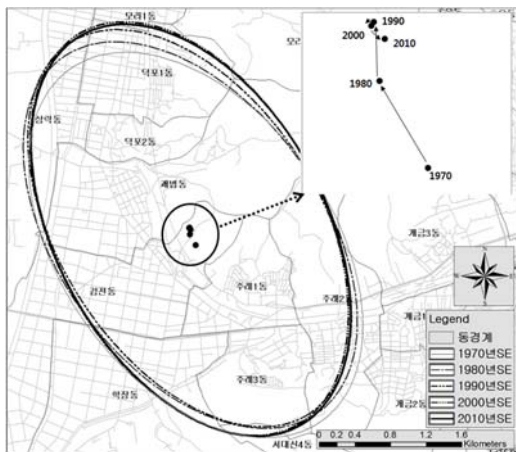


그림 5. 사상 권역 공간구조변화

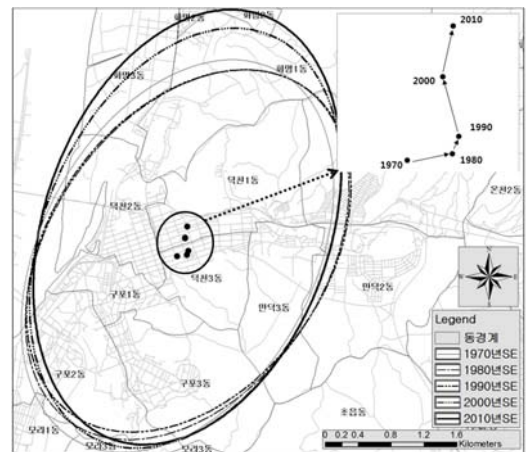


그림 6. 구포 권역 공간구조변화

표 6. 구포 권역 공간구조변화 특성

(단위 : m)

구분	축에 대한 표준편차		거리분산	표준편차 거리	표준편차타원체		평균중심좌표		중심점 이동	
	X	Y			편향도	회전각	X	Y	거리	방향
1970	1,660	2,573	3,155,930	1,776	1.10	28.1	383,242	191,922	-	-
1980	1,665	2,491	2,503,835	1,582	1.08	34.4	383,361	191,939	120	8
1990	1,672	2,449	2,299,002	1,516	1.07	35.9	383,378	191,985	49	70
2000	1,717	2,689	2,074,484	1,440	1.10	22.7	383,336	192,142	163	105
2010	1,740	2,749	2,053,261	1,433	1.11	19.1	383,363	192,276	137	79

이후 계속 증가하고 있으며, 2000년(1.21) 이후 급속히 증가하였다. 하단 권역의 평균중심점은 1970년부터 1990년까지 서향(152°~176°)으로 이동하다가 2000년 이후 남향(253°~220°)으로 이동하였다. 이는 하단 권역의 인구잠재력이 해당 지역의 서남방향의 특정지점으로 집중하고 있음을 의미한다. 즉, 하단 권역은 2000년 이후 서남방향의 특정지점에 인구잠재력 지대가 증가함으로써 인구잠재력의 공간분포 변화가 편향되어 나타나고 있었다. 이러한

결과는 하단 부도심으로부터 남쪽 3km 지점에 1990년도 초반부터 입주하기 시작한 대규모 아파트 단지의 영향으로 분석된다.

4.3 사상 권역 공간구조변화 특성

사상 부도심의 표준편차거리는 1970년(1,566)부터 1990년(1,375)까지 감소하다가 2000년 이후(1,357)의 변화는 미비한 실정이다. 또한, 사상 권역의 평균중심점은 1980년 북쪽으로 이동(119m)하였으나, 2000

년 이후 중심점의 변화(평균 15m)는 미비하였다. 이는 인구잠재력이 2000년 이후 더는 사상 부도심으로 집중하지 못하고 있다는 결과이다. 하지만 대상지역의 인구잠재력 집중 정도를 나타내는 편향도는 증가하였다(1.11에서 1.14). 이는 대상지의 북쪽에 있는 덕포동, 모라동의 주택개발사업으로 인구가 소폭 증가하였으나 사상 권역의 공간구조에 큰 영향을 미칠 정도는 아니었으며, 사상 권역은 다른 다핵권역과 비교하여 2000년 이후 해당권역의 공간구조에 영향을 미칠 변화가 발생하지 않은 것으로 분석된다.

4.4 구포 권역 공간구조변화 특성

구포 부도심의 인구잠재력의 공간적 분산 정도인 표준편차거리가 1970년(1,776)부터 2000년(1,440)까지 지속해서 감소하고 있다. 이는 구포 부도심의 인구잠재력이 집중되면서 구포 부도심이 해당권역의 중심으로서 역할이 강해지고 있는 것으로 분석된다. 구포 권역의 평균중심점은 1980년에 동향으로 이동하다가 1990년 이후 북향으로 이동하였다. 인구잠재력의 분포 방향을 나타내는 편향도의 경우 1970년 이후 점차 감소(1.10에서 1.07)하다가 1990년을 기점으로 이후 다시 증가하였다(1.07에서 1.11). 이는 해당권역의 여러 방향에서 공간구조의 변화가 발생하던 것이 1990년 이후 구포 권역의 공간구조가 북쪽으로 편향하여 변화하고 있는 것을 의미한다. 이는 구포 부도심으로부터 북쪽 6km 지점에 2002년~2004년 입주한 화명동 신시가지의 영향으로 편향도가 북쪽으로 치우친 것으로 분석된다.

4.5 동래 권역 공간구조변화 특성

동래 부도심의 표준편차거리는 1980년(3,291) 급격히 감소하기 시작하여 1990년(3,151)까지 감소하였다가 이후 조금씩 증가하는 경향이 나타났다

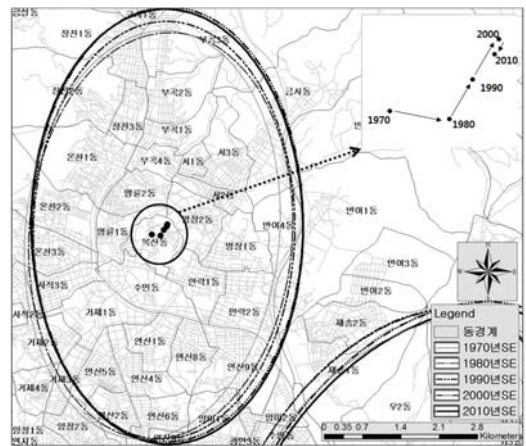


그림 7. 동래 권역 공간구조변화

(2000년 3,234, 2010년 3,330). 이는 1990년을 기점으로 동래 부도심의 인구잠재력이 집중되다가 분산되는 것으로 동래 부도심이 1990년 이후 동래 권역에서 중심의 역할이 약해지고 있는 것을 의미한다.

동래 권역의 평균중심점은 1980년 동향으로 이동하였다가 1990년 이후 지속해서 북향으로 이동하였다. 중심점으로부터 권역 내의 각 노드와의 거리 가중치를 같이 고려한 거리분산을 살펴보면, 동래 부도심의 거리분산은 다른 부도심과 비교하여 매우 크게 나타났고 이에 대한 영향으로 표준편차거리도 매우 크게 나타났다. 이는 해당권역이 과거부터 인구가 넓은 지역에 많이 분포하는 지역이기 때문이다. 하지만 동래 권역의 편향도와 중심점의 이동거리는 2000년 이후 미비한 변화를 나타냈다. 이는 2000년 이후 동래 권역의 공간구조 변화가 약하게 나타나는 것으로 분석된다.

4.6 해운대 권역 공간구조변화 특성

해운대 부도심의 표준편차거리는 거리분산과 함께 1970년부터 지속해서 감소하는 것을 확인할 수

표 7. 동래 권역 공간구조변화 특성

(단위 : m)

구분	축에 대한 표준편차		거리분산	표준편차거리	표준편차타원체		평균중심좌표		중심점 이동	
	X	Y			편향도	회전각	X	Y	거리	방향
1970	2,318	3,824	14,061,085	3,750	1.13	5.3	390,276	191,706	-	-
1980	2,401	3,803	10,833,267	3,291	1.11	4.1	390,430	191,685	187	15
1990	2,384	3,903	9,931,839	3,151	1.12	1.0	390,490	191,790	182	107
2000	2,468	4,061	10,458,320	3,234	1.13	0.3	390,558	191,897	222	79
2010	4,064	2,477	11,086,306	3,330	1.13	179.4	390,547	191,857	74	132

있다. 이는 인구잠재력 지수가 꾸준히 집중하는 것으로 해운대 부도심이 지역의 중심으로서 역할이 점차 강해지고 있는 것으로 분석할 수 있다. 즉, 같은 시기 부산광역시의 표준편차거리와 거리분산은 지속해서 증가하는 다핵화가 이루어지고 있는데, 해운대 부도심은 다른 권역과 달리 중심의 역할이 약해지는 분산화가 이루어지지 않고 있는 것을 확인할 수 있다.

해운대 권역의 편향도는 1.11~1.12로 균등하게 나타났다지만, 평균중심점은 1970년부터 1990년까지 서향으로 약 200m 이동하였다가 2000년 동향으로 기존이동거리의 세 배에 가까운 580m를 이동하였다. 이는 1990년 후반부터 입주하기 시작한 해운대 신시가지의 대규모 아파트 단지의 영향으로 분석된다.

해운대 권역의 공간구조 변화는 중심점의 이동만 발생할 뿐 거리분산과 표준편차거리가 꾸준히 감소하며 편향도가 일정수준을 유지하는 것으로 나타났다. 즉, 해운대는 한쪽으로 치우치지 않고 지역의 중심역할을 하는 공간구조의 변화가 지속해서 이루어지고 있는 것으로 분석된다.

5. 결론

현재 많은 대도시가 효율적인 도시의 관리를 위하여 다핵구조의 도시공간구조를 지향하고 있다. 이에 본 연구는 부산광역시를 대상으로 효율적인 다핵 도시공간구조가 유지되는지를 분석하기 위하여 1970년부터 10년 단위 인구데이터를 이용하여 GIS 환경에서 분석 가능한 인구잠재력 분석과 바키측정치 분석 및 표준편차타원체 분석을 통하여 부산광역시의 공간구조의 변동성을 측정하였다.

분석결과 부산광역시는 다핵 권역을 중심으로 잠재력이 집중되는 다핵화가 현재까지 지속하고 있었다. 하단, 구포, 해운대 권역은 인구잠재력이 부도심으로 집중되면서 해당권역의 중심으로서 역할이 점차 강해지고 있었고, 사상과 동래는 2000년과 1990년 이후 해당권역에서 중심으로서 역할이 약해지고 있는 것으로 분석되었다. 추가로 해운대를 제외한 모든 다핵 권역에서 특정지역 및 방향으로 치우쳐서 공간구조가 변화되는 편향도가 점차 증가하는 것으로 나타났다.

부산광역시는 효율적인 도시공간구조의 관리를 위하여 지향하는 다핵화가 진행되고 있으나, 다핵의

중심으로서 역할을 수행하는 부도심의 영향력 및 공간구조의 변화 경향은 다르게 나타났다. 따라서 분석된 다핵 권역별 공간구조의 변화 정도와 특성을 바탕으로 효율적인 도시공간구조를 위한 정책적·제도적 지원이 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 GIS 환경에서 인구잠재력을 이용하여 바키측정치 및 표준편차타원체를 집합함으로써 정량적이면서 정성적으로 공간구조의 변동성을 측정하였다. GIS를 이용한 분석은 공간상의 분포패턴 파악뿐만 아니라 집계단위의 설정과 공간통계학적 분석을 통하여 정량적인 분석까지 가능하였으며, 변화양상을 그래픽으로 보여줌으로써 대학구조의 공간적 변동성 파악에 유용하였다.

본 연구에서는 정확한 분석을 위하여 동 단위의 인구데이터를 각 도로의 교차지점을 중심으로 배분하였지만, 센서스 단위로 집계된 인구데이터가 적용되었으면 더욱 정확한 분석결과가 도출되었을 것으로 판단된다. 또한, 공간구조의 변화에 영향을 주는 다른 요인들과 각 요인의 설명력을 높일 수 있는 방법론이 같이 고려된다면 더욱 명확한 결과가 산출될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] B. Hillier, 1995, *Space is the Machine*, Cambridge Univ. Press.
- [2] ESRI, ArcPlot Accessibility network.
- [3] J. F. McDonald, 1989, "Econometric studies of urban population density: a survey", *Journal of Urban Economics*, vol. 26, pp. 361-385.
- [4] P. Newman and J. Kenworthy, 1992, "Is there a role for physical planners?", *Journal of American Planning Association*, vol. 58, no. 3, pp. 353-362.
- [5] 김광식, 1985, 도시형태측정기법과 그 적용에 관한 연구, 한국과학재단.
- [6] 김광식, 1986, "서울시 도시형태측정에 관한 연구", 국토계획, 제21권, 제1호, pp. 91-118.
- [7] 김상수, 한상현, 신영철, 김홍태, 2008. "대전광역시 중심시 위계 변화 분석", 한국지리정보학회지, 제11권, 제3호, pp. 23-33.
- [8] 김지숙, 김호용, 이성호, 2011, "지형요인에 의한 일조권 침해의 영향 분석", 한국공간정보학회지,

제19권, 제1호, pp. 21-28.

[9] 김철수, 2008, 현대도시계획, 기문당, p. 105.

[10] 김호용, 남광우, 2011, “인구잠재력을 이용한 부도심권 영향력 분석: 1970~2010 부산광역시를 중심으로”, 국토연구, 제69권, pp. 45-62.

[11] 남광우, 강인주, 임두현, 2009, “도심 인구구심력의 유효범위 변동성 측정”, 한국지리정보학회지, 제12권, 제2호, pp. 120-131.

[12] 남광우, 이석환, 2004, “Network GIS 환경에서 센서스 데이터를 활용한 인구잠재력 측정”, 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」, 제39권, 제3호, pp. 233-246.

[13] 부산광역시, 2004, 2020년 부산도시기본계획.

[14] 부산광역시, 2010, 2010년 부산광역시 부산통계, <http://www.busan.go.kr>.

[15] 이창무, 김진유, 2004, “박복매매모형을 활용한 서울시 도시공간구조 변화분석”, 서울도시연구, 제5권, 제1호, pp. 163-176.

[16] 전명진, 1995, “다핵밀도경사모형을 이용한 서울대도시권의 도시공간구조분석”, 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」, 제30권, 제4호, pp. 285-294.

[17] 전명진, 2003, “비모수적 방법을 통한 서울의 고용중심지 변화 분석”, 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」, 제31권, 제2호, pp.223-236.

[18] 정대영, 2009, “공간자기상관기법을 이용한 근린상권의 공간특성분석”, 한국지형공간정보학회지, 제17권, 제1호, pp. 141-147.

[19] 주용진, 2011, “토지이용-교통 통합적 분석을 통한 도로 기반 도시 형태학적 변화에 관한 연구”, 한국공간정보학회지, 제19권, 제3호, pp. 63-72.

[20] 진원형, 이재하, 1998, “대도시의 지속가능한 개발을 위한 도시형태와 지표설정에 관한 연구”, 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」, 제33권, 제2호, pp. 205-221.

[21] 채미옥, 1997, “서울시 지가의 공간적 분포특성과 지가결정요인에 관한 연구”, 서울시립대학교 박사학위논문.

[22] 하창현, 2005, “공간적 자기상관분석을 이용한 연담도시권의 공간구조분석에 관한 연구”, 경상대학교 대학원 박사학위논문.

[23] 황영우, 1998, “부산시 토지이용패턴의 종합적 분석에 관한 연구”, 동아대학교 박사학위논문.

논문접수 : 2011.11.15

수정일 : 1차 2012.03.19 / 2차 2012.03.26

심사완료 : 2012.03.30



김 호 용

2002년 동아대학교 도시공학 공학사

2004년 부산대학교 대학원 공간정보

협동과정 공학석사

2009년 부산대학교 대학원 공간정보

협동과정 공학박사

2009년~2011년 Missouri University of Science and Technology, Post Doctoral Fellow

2011년~현재 부산대학교 도시공학과/공간정보협동과정 대학원 강사

관심분야는 도시공간구조, 공간통계학, 공간정보정책, GIS-T