한국경제지리학회지 제16권 제3호 2013(445~457)

인구밀도경사함수를 이용한 우리나라 도시공간구조의 지역별·규모별 변화특성 분석*

윤갑식** · 이갑정***

Analysis of Changes in the Characteristics of Urban Spatial Structure in Korea through the Population Gradient Curve

Kapsik Yun** · Gabjeong Lee***

요약 : 본 논문의 목적은 우리나라 도시공간구조 변화를 시계열적으로 분석하고, 지역별·규모별 그 특성을 도출하는 것이다. 본 논문에서 도시공간구조는 인구밀도경사함수(population gradient curve)를 통해 분석하였고, 분석의 시간적 범위는 자료구축의 가능성을 고려하여 2000년부터 2010년까지로 설정하였으며, 공간적 범위는 광역시를 제외한 70개 도시이다. 본 논문의 분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 우리나라 도시들은 평균적으로 도심 인구밀도는 감소하고, 인구밀도 경사도는 완만해져 도심 집중현상보다 외곽지역으로의 확산이 활발하게 진행되는 것으로 나타났다. 둘째, 비수도권 지역은 전국 평균과 동일한 형태의 공간구조 변화를 경험하였지만, 수도권 지역은 외곽지역뿐만 아니라 도심까지 인구밀도가 함께 높아지는 현상이 나타났다. 셋째, 인구 20만 이상의 중도시와 대도시에서는 도심 집중현상보다는 도시 외곽지역으로의 확산이 우세하게 나타난 반면, 인구 20만 미만의 소도시에서는 도심 인구밀도가 높아지면서 인구밀도 경사도의 절댓값이 커지는 도심 집중현상, 즉 압축도시의 특성이 나타나는 것으로 분석되었다.

주요어 : 도시공간구조, 인구밀도경사함수, 도심 인구밀도, 인구밀도 경사도

Abstract : This paper aims to investigate changes in the characteristics of urban spatial structure in Korea by regional groups and city size between 2000 and 2010. The characteristics of urban spatial structure is analyzed by Clark's population gradient curve in this paper. Therefore key parameters in population gradient function, such as population density gradients and population density in CBD represent the characteristics of urban spatial structure. The result shows that most of cities in Korea have experienced suburbanization rather than concentration, but small-size cities have experienced concentration during the period.

Key Words : Urban Spatial Structure, Population Gradient Curve, Population Density in CBD, Density Gradients

* 이 논문은 2010년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2010-332-B00586)

** 동아대학교 도시계획학과 조교수(Assistant Professor, Department of Urban Planning, Dong-A University, ksyun@donga.ac.kr)

*** 부산발전연구원 연구원(Researcher, Busan Development Institute, riurban@bdi.re.kr)

1. 서론

도시공간구조(urban spatial structure)의 개념은 이 단어가 갖는 복합성과 추상성 때문에 정확히 하나로 규정하기 쉽지 않다. 이로 인해 도시공간구조는 연구자의 학문적 배경 및 접근방법에 따라 도시의 물리적 형태와 경제, 사회, 문화적 측면을 고려하여 다양하게 정의되고 있다. 기존의 연구에서 정의된 도시공간구조의 개념을 살펴보면, 도시공간구조는 건물, 토지이용, 사회집단, 경제활동, 공공기관 등 도시지역내에 존재하는 개별 구성요소들의 배열상태 또는 공간패턴을 의미하는 도시형태와 이들의 기능적 상호작용을 포괄하는 개념이라 할 수 있다. 이러한 도시공간구조는 해당도시의 사회·경제적 활동의 결과로 나타나며 도시관련 연구자들에게 매우 중요한 연구분야가 되어 왔다.

더욱이 최근에는 도시공간구조와 관련해서 에너지 소비 절약적인 도시공간구조가 도시계획의 중요한 이슈로 논의되고 있다. 21세기 이후 전 세계적으로 지구온난화 문제가 초미의 관심사로 대두되고 있으며, 지구온난화의 주요원인인 이산화탄소가 도시에서 소비되는 화석연료의 연소로부터 발생하는 것으로 인식됨에 따라 지구온난화 방지대책은 도시차원에서 접근되어야 함이 강조되고 있다. 그러므로 에너지 소비 절약적인 도시공간구조에 대한 논의는 도시계획적 접근을 통해 도시에서 소비되는 에너지를 절약할 수 있는 도시공간구조를 조성하자는 것이 핵심이다. 이러한 측면에서 제시된 대표적인 이론이 압축도시론(compact city)이다. 압축도시는 현대도시의 무질서한 교외확산과 환경오염을 방지하기 위한 대안모델로서, 시가지 경계 내의 밀집된 개발을 지향하고, 도시외곽의 신규개발 등 공간적 확산(sprawling)을 지양한다(이원도·황철수, 2011). 이러한 특성으로 인해 압축도시는 도시활동의 이동거리를 감소시켜 환경오염을 최소화하고, 도시내 에너지 소비를 절감할 수 있는 대안으로 주목받고 있다.

에너지 소비 절약적인 도시공간구조의 중요성에 대한 인식을 바탕으로 다양한 연구들이 이루어져 왔다(Newman and Kenworthy, 1989; Gordon and Richardson, 1989; 안건혁, 2000, 국토연구원, 2003; 김승남 외, 2009; 장명준 외, 2012 등). 하지만 선행연구를 살펴보면, 도시공간구조를 측정하는 방법에서 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 앞에서 설명한 바와 같이, 도시공간구조는 도시구성요소들의 공간적 분포와 이들의 기능적 상호작용을 포괄하는 개념이다. 그러므로 도시공간구조는 해당도시의 사회·경제적 지표뿐만 아니라 도시형태적 특성을 반영할 수 있는 물리적 지표를 함께 고려하여 측정되어야 한다. 하지만 기존의 연구에서는 도시시설 및 인구의 공간적 분포 등이 나타내는 도시형태적 특성보다는 도시인구규모와 인구밀도, 도로밀도, 1인당 소득수준 등의 사회·경제적 총량자료를 바탕으로 도시공간구조를 분석함으로써 분석대상 도시들의 공간구조를 효과적으로 측정하는데 한계를 가지고 있다. 또한 기존 연구에서는 특정 시점을 기준으로 한 정태적 관점에서 분석하였기 때문에 시간에 따른 도시공간구조의 동태적 변화를 설명하지 못하는 한계도 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 우리나라 도시내 인구의 공간적 분포와 같은 도시형태적 특성을 반영하여 도시공간구조를 측정하되, 이를 시계열적으로 분석함으로써 우리나라 도시의 공간구조 변화특성을 실증 분석하고자 한다. 또한 우리나라 도시들의 공간구조 변화가 에너지 소비 절약적인 도시공간구조로 논의되고 있는 압축도시 형태와 부합되는지를 살펴보고자 한다. 더불어 수도권과 비수도권으로 구분되는 지역적 특성과 도시규모에 따른 도시공간구조 변화에 차이가 있는지도 함께 분석하고자 한다.

이러한 연구목적으로 진행된 본 연구는 크게 5

개의 장으로 구성된다. 이어지는 제2장에서는 도시공간구조 측정과 관련된 선행연구를 비판적으로 고찰함으로써 본 연구의 차별성을 제시한다. 제3장에서는 우리나라 도시공간구조 분석방법과 분석자료, 그리고 분석결과를 제시한다. 본 연구에서 도시공간구조는 인구밀도경사함수(population gradient curve)를 통하여 분석하며, 분석의 시간적 범위는 자료구축의 가능성을 고려하여 2000년부터 2010년까지로 설정하였다. 그리고 분석의 공간적 범위는 광역시를 제외한 8개의 도와 1개의 특별자치도에 설치된 70개 도시를 대상으로 한다.[1] 제4장에서는 우리나라 도시공간구조의 변화를 수도권과 비수도권으로 구분한 지역별 특성과 도시규모별로 구분한 규모별 도시공간구조 변화특성을 분석한다. 마지막 제5장에서는 연구결과를 요약하고 본 연구의 한계 및 향후 연구과제를 제시한다.

2. 도시공간구조 측정 관련 선행연구 고찰

도시공간구조 측정과 관련된 선행연구를 살펴보면, 도시공간구조 개념을 정의하고 이를 구체적으로 측정하는 연구와 에너지 소비 및 대기오염 등 주요 사회 · 경제적 지표와 도시공간구조와의 관련성을 분석하는 연구로 구분할 수 있다. 먼저 전자와 관련된 최근 연구를 살펴보면 다음과 같다. 이원도 · 황철수(2011)는 인구총밀도, 주거밀도, 고용밀도 등 인구인자 변수와 공공기관, 상업시설, 주거시설 등 토지이용인자 변수, 그리고 도로밀도, 대중교통접근성 등 교통접근성 인자 변수의 세 가지 분야에서 20가지 변수를 표준화한 종합지수를 통해 서울시 도시공간구조의 압축성(compactness)을 측정하였다. 홍남희 · 이명훈(2011)은 도시구성요소인 인구, 활동, 토지 및 시설을 나타낼 수 있는 자료를 선정하고 이들에 대한 공간적 자기상관(spatial autocorrelation) 분석과 평균중심, 표준편차거리, 편향도, 주축선 등을 포함하는 바키(Barchi) 측정을 통해 서울시 도시공간구조의 확산과 압축 및 변화방향을 분석하였다.

A. Bertud(2001)은 도시공간구조를 인구의 공간적 분포와 인구이동의 공간적 패턴으로 정의하고, 이를 측정하기 위해 인구규모와 인구밀도, 도심에서부터의 거리에 따른 누적인구 비율, 도심으로부터 인구 일인당 평균거리, 인구분산계수 등을 통해 세계 7대도시의 도시공간구조를 비교 · 분석하였다. Jingnan Huang, *et al*(2007)은 세계 77개 도시를 대상으로 사회 · 경제적 지표가 아닌 인공위성 사진을 이용한 GIS 분석기법을 적용하여 도시형태를 부정형성(complexity), 도심집중성(centrality), 압축성(compactness), 공극률(porosity), 밀도(density) 다섯 가지 측면에서 비교 · 분석하였다.

한편, 도시공간구조와 에너지 소비 및 대기오염 등의 관련성을 분석한 연구는 Newman and Kenworthy(1989)가 미국과 유럽도시들을 대상으로 도시형태와 에너지 소비의 관계를 분석한 이래로 국내외에서 다양하게 진행되어 왔다(M. J. Breheny, 1992; Gordon and Richardson, 1997; 안건혁, 2000; 국토연구원 2003; 장명준 외, 2012; 등).

앞에서 언급한 선행연구에서 도시공간구조를 측정한 방법은 크게 세 가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫째, 로렌츠 곡선 및 지니계수를 이용하는 방법이다(안건혁, 2000; 국토연구원, 2003; 등). 로렌츠 곡선과 지니계수의 경우 계산과정이 간단하다는 장점이 있지만, 도시공간의 위치적 특징을 표현할 수 없기 때문에 도시공간의 집중과 분산이 어느 지역에 나타나는지 구체적으로 알 수 없다. 둘째, 평균중심과 표준편차거리, 편향도, 주축선 등을 포함하는 바키(Barchi) 측정을 적용하는 것이다(김광식, 1986; 홍남희 · 이명훈, 2011; 등). 바키(Barchi) 측정은 도시공간에 분포된 인구 및 시

설의 집중도와 분산도를 측정하는 것으로 계산과정이 용이하다는 장점이 있지만 도시의 규모에 기인하는 차이를 반영하지 못하는 한계를 가지고 있다. 셋째, 인구 및 시설 등 도시구성요소들의 밀도를 분석하는 방법인 밀도경사함수를 적용하는 방법이다(김학용, 2001; 김동수 외, 2008; 등). 밀도경사함수는 도시내 해당지점의 인구 및 시설의 밀도와 도심으로부터 그 지점까지의 거리사이에 존재하는 관계를 함수적으로 표현한 것이다. 이러한 밀도경사함수는 단일도심의 경우 도시공간구조의 특징을 효과적으로 나타낼 수 있지만, 도시의 다핵구조나 분산형구조의 설명에 한계를 가진다.

본 연구에서는 단일도심을 가진 도시에서 인구 및 시설 등 도시구성요소의 공간적 분포를 효과적으로 나타낼 수 있는 인구밀도경사함수를 통해 도시공간구조를 분석하되, 이의 시계열적 변화를 살펴보고자 한다. 또한 본 연구에서는 수도권과 비수도권으로 구분되는 지역적 특성과 인구규모를 기준으로 한 도시규모별 공간구조 변화에 차이가 있는지도 함께 분석함으로써 기존 연구와 차별성을 확보하고자 한다.

3. 인구밀도 경사곡선을 이용한 도시공간구조 분석

1) 분석 모형: 인구밀도경사함수

본 연구에서는 클락(C.Clark)의 인구밀도경사함수를 통해 도시공간구조를 측정한다. 인구밀도경사함수는 도심지로부터 거리가 멀어질수록 도시내 특정지점의 인구밀도가 감소하는 현상을 설명하는 방법론으로 거리−조락(distance-decay) 모형의 일환이라고 할 수 있다. 일반적으로 말해 도시내부의 인구밀도는 도심에서 가장 높고 도심에서 거리가 멀어질수록 감소하며, 해당 도시의 도심 인구밀도와 인구밀도 경사도는 도시의 특성에 따라 달라진다. 그러므로 도심 인구밀도와 인구밀도 경사도는 해당도시의 공간구조 특징을 반영하는 속성이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 인구밀도경사함수에 포함된 도심 인구밀도와 인구밀도 경사도를 통해 도시공간구조를 측정한다.

인구밀도경사함수를 이용해서 도시공간구조를 측정하는 방법은 크게 두 단계로 구분된다. 첫 번째 단계는 인구밀도경사함수의 구체적인 형태를 설정하는 것이며, 두 번째 단계는 인구밀도경사함수에 포함된 파라메터(parameter)를 추정하는 것이다. 인구밀도경사함수는 앞에서 설명한 바와 같이 거리와 인구밀도의 관계를 나타내는 함수식이며, 일반적으로 아래 식(1)과 같이 음지수함수(negative exponential function)의 형태로 표현된다. 식(1)에서 D_0는 도심(x=0)의 인구밀도를 나타내며, g는 도심으로부터의 거리증가에 따른 인구밀도 경사도를 나타낸다. 즉, 도심으로부터 거리가 1km 멀어짐에 따라 해당 지점에서의 인구밀도는 g만큼 지수적으로 감소한다는 것을 의미한다.

$$D_x = D_0 \cdot e^{-gx} \quad \cdots \text{식(1)}$$

D_x: 도심으로부터 거리 x인 지점의 인구밀도
D_0: 도심 인구밀도, g: 인구밀도 경사도

도심 인구밀도와 인구밀도 경사도는 식(1)의 양변에 자연로그를 취해 선형화한 다음 회귀분석을 통해 추정할 수 있다. 이를 좀 더 자세히 설명하면 먼저 식(1)의 양변에 자연로그를 취하면 식(2)와 같이 표현된다. 그리고 식(2)에 해당 도시별 도심으로부터 특정지점까지의 거리를 나타내는 x값과 그 지점에서의 인구밀도를 나타내는 D_x값을 대입하여 회귀분석을 실시하면, 각 도시별 도심 인구밀도 D_0값과 인구밀도 경사도 g값을 구할 수 있다.

$$\ln D_x = \ln D_0 - gx \quad \cdots \text{식(2)}$$

표 1. 도시공간구조 측정의 전제와 분석자료

구분		주요내용
인구밀도	전제	• 자료취득의 공간적 단위는 읍·면·동
	인구	• 통계청 인구주택총조사의 읍·면·동별 인구자료
	면적	• 통계청에서 제공하는 GIS 자료로부터 계산
도심까지 거리	전제	• 도심과 읍·면·동 중심점의 직선거리
	도심 위치	• 시청의 위치(Google Earth 위성지도에서 구축)
	읍·면·동 중심점	• 물리적 중심점(Arc Map에서 구축)

2) 분석 전제 및 자료

우리나라 도시의 공간구조를 측정하기 위한 분석의 공간적 단위는 통계자료를 취득할 수 있는 최소단위인 읍·면·동으로 설정한다. 인구밀도경사함수를 통하여 특정도시의 공간구조를 나타내기 위해서는 해당 도시의 읍·면·동별 인구밀도와 도심으로부터의 거리자료가 필요하다. 먼저 읍·면·동별 인구밀도는 인구주택총조사의 인구자료와 통계청에서 제공하는 GIS자료를 사용하여 도출한 면적자료를 바탕으로 계산하였다.[2] 그리고 도심으로부터 특정 읍·면·동까지의 거리자료를 구하기 위해서는 우선적으로 도심의 위치와 해당 읍·면·동의 중심점이 결정되어야 한다. 본 연구에서 도심의 위치는 각 도시별 시청의 위치로 설정하고, 해당 읍·면·동의 중심점은 물리적 중심점으로 전제하였다. 도시별 시청의 위치는 Google Earth 위성지도를 이용하여 각 시청의 경위도 좌표값을 도출하고, 이를 다시 중위도 좌표계로 변환함으로써 구축하였다.

한편 읍·면·동의 물리적 중심점은 Arc GIS 10의 Arc Map 프로그램을 통하여 그 위치에 대한 좌표값을 도출하여 산정하였다. 그리고 도심으로부터 읍·면·동별 중심지까지의 거리는 Arc Map 프로그램을 이용하여 계산된 두 지점 간의 직선거리를 기준으로 계산하였다. 이렇게 산출된 각 도시의 읍·면·동별 인구밀도와 도심으로부터의 거리자료를 앞의 식(2)에 대입하여 회귀분석을 실시하면, 해당도시의 도심 인구밀도와 인구밀도 경사도를 계산할 수 있다.

본 연구에서는 2000년과 2010년 두 시점의 도시별 인구밀도경사함수의 변화를 분석함으로써 우리나라 도시공간구조의 변화를 살펴보고자 한다. 따라서 두 시점에 해당하는 분석대상도시의 일관성을 유지하기 위해 다음과 같은 분석대상도시 선정기준을 설정하였다. 먼저, 2000년과 2010년 사이에 시로 승격한 지역은 분석대상에서 제외하고, 행정구역이 통합된 시는 통합시를 기준으로 분석하였다. 또한 2000년과 2010년의 인구밀도경사함수를 추정한 결과, 도심 인구밀도와 인구밀도 경사도가 두 시점에서 모두 통계적으로 유의미한 지역만을 분석대상 지역으로 선정하였다.

3) 인구밀도경사함수 추정 결과

앞에서 설명한 분석의 전제와 분석 자료를 바탕으로 2000년과 2010년 우리나라 도시의 인구밀도경사함수를 추정한 결과는 표 2와 표 3에 제시되어 있다. 각각의 표에 의하면 인구밀도경사함수 추정치인 도심 인구밀도(D_0)와 인구밀도 경사도(g)가 통계적으로 유의미하지 않은 지역이 나타났다. 표 4에 제시된 통계적으로 유의미하지 않은 추정치가 포함된 지역을 살펴보면 2000년의 경우 경기 시흥시, 경기 성남시, 경기 의왕시, 강원 강릉

표 2. 2000년 우리나라 도시공간구조 측정결과

(단위: 인/km²)

구분		$D_{0,2000}$		g_{2000}		구분		$D_{0,2000}$		g_{2000}	
		계수	t	계수	t			계수	t	계수	t
경기도	수원시	28,998	33.22**	−0.293	−3.68**	충청남도	보령시	1,217	14.87**	−0.205	−4.17**
	성남시	29,478	15.54**	−0.225	−1.55		아산시	3,269	19.44**	−0.285	−5.46**
	의정부시	20,017	26.97**	−0.409	−3.53**		서산시	1,214	13.51**	−0.186	−3.38**
	안양시	35,272	37.89**	−0.316	−3.53**		논산시	1,155	14.61**	−0.194	−3.62**
	부천시	34,498	40.06**	−0.232	−2.98**	전라북도	전주시	18,845	45.73**	−0.333	−6.28**
	광명시	78,309	40.13**	−0.757	−6.93**		군산시	4,197	20.87**	−0.181	−3.92**
	평택시	5,410	13.58**	−0.146	−2.55**		익산시	4,180	26.20**	−0.223	−7.32**
	동두천시	14,293	23.76**	−0.851	−6.22**		정읍시	1,651	18.90**	−0.226	−5.91**
	안산시	16,605	33.25**	−0.223	−4.94**		남원시	1,148	14.60**	−0.212	−4.77**
	고양시	13,364	14.56**	−0.254	−2.30**		김제시	495	20.21**	−0.116	−3.47**
	과천시	38,820	9.35**	−1.431	−2.47*	전라남도	목포시	25,566	24.85**	−0.498	−3.27**
	구리시	42,898	14.42**	−0.884	−2.85**		여수시	2,615	20.26**	−0.070	−3.12**
	남양주시	4,006	13.09**	−0.230	−2.65**		순천시	4,172	23.19**	−0.247	−7.78**
	오산시	12,029	25.95**	−0.659	−5.75**		나주시	770	23.88**	−0.172	−5.72**
	시흥시	773	8.97**	0.171	1.33		광양시	1,951	12.76**	−0.234	−4.13**
	군포시	78,749	41.66**	−1.129	−8.50**	경상북도	포항시	12,198	33.24**	−0.252	−10.57**
	의왕시	7,049	5.56**	−0.253	−0.62		경주시	3,008	18.53**	−0.208	−5.81**
	하남시	38,002	15.47**	−0.966	−4.68**		김천시	1,395	17.24**	−0.185	−5.91**
	용인시	1,894	15.51**	−0.139	−2.94**		안동시	2,695	20.51**	−0.252	−8.23**
	파주시	1,175	14.43**	−0.140	−3.62**		구미시	7,481	37.63**	−0.263	−10.55**
	이천시	847	14.80**	−0.100	−2.52**		영주시	2,247	14.29**	−0.255	−4.51**
	안성시	889	13.04**	−0.163	−2.94**		영천시	1,175	21.68**	−0.232	−7.87**
	김포시	2,579	17.58**	−0.174	−4.26**		상주시	431	20.41**	−0.122	−6.05**
강원도	춘천시	12,065	29.06**	−0.438	−11.60**		문경시	1,965	14.32**	−0.227	−5.49**
	원주시	8,519	25.37**	−0.366	−8.57**		경산시	4,155	17.86**	−0.271	−4.70**
	강릉시	974	12.12**	−0.033	−1.30	경상남도	진주시	12,017	28.21**	−0.365	−9.46**
	동해시	10,647	25.93**	−0.553	−7.53**		통영시	4,020	20.67**	−0.200	−4.78**
	태백시	1,315	10.43**	−0.266	−2.62**		사천시	1,683	18.05**	−0.150	−4.61**
	속초시	11,093	26.47**	−0.557	−6.18**		김해시	6,033	18.43**	−0.296	−4.96**
	삼척시	605	9.04**	−0.137	−3.73**		밀양시	1,673	13.87**	−0.245	−4.46**
충청북도	청주시	28,255	25.23**	−0.464	−4.11**		거제시	1,911	7.06**	−0.174	−1.52
	충주시	4,506	18.47**	−0.287	−6.56**		양산시	1,331	8.37**	−0.160	−1.66
	제천시	2,215	14.63**	−0.217	−5.30**		창원시	24,125	24.73**	−0.206	−5.53**
충청남도	천안시	12,308	31.41**	−0.283	−9.88**	제주도	제주시	20,724	29.08**	−0.511	−7.93**
	공주시	1,205	16.28**	−0.196	−4.95**		서귀포시	3,882	18.44**	−0.327	−4.89**

주) *: $p<0.10$, **: $p<0.05$

표 3. 2010년 우리나라 도시공간구조 측정결과

(단위: 인/km²)

구분		$D_{0,2010}$		g_{2010}		구분		$D_{0,2010}$		g_{2010}	
		계수	t	계수	t			계수	t	계수	t
경기도	수원시	28,348	41.44**	−0.229	−3.77**	충청남도	보령시	1,164	13.54**	−0.223	−4.17**
	성남시	22,781	19.86**	−0.166	−1.50		아산시	5,020	20.25**	−0.314	−5.95**
	의정부시	15,616	28.91**	−0.278	−2.92**		서산시	1,433	12.94**	−0.204	−3.47**
	안양시	35,363	43.83**	−0.295	−3.81**		논산시	1,008	13.37**	−0.203	−3.53**
	부천시	31,840	50.29**	−0.175	−2.78**	전라북도	전주시	19,812	35.11**	−0.334	−5.25**
	광명시	80,059	36.35**	−0.779	−6.44**		군산시	2,941	18.04**	−0.183	−3.73**
	평택시	5,506	14.20**	−0.146	−2.66**		익산시	5,149	27.68**	−0.258	−8.43**
	동두천시	13,337	14.97**	−0.813	−3.82**		정읍시	1,393	18.24**	−0.236	−6.09**
	안산시	20,618	46.53**	−0.222	−6.39**		남원시	909	14.15**	−0.213	−4.81**
	고양시	15,914	14.22**	−0.234	−2.02*		김제시	401	16.30**	−0.125	−3.12**
	과천시	37,006	9.48**	−1.401	−2.47*	전라남도	목포시	15,700	28.24**	−0.357	−2.90**
	구리시	56,111	13.50**	−0.980	−2.88**		여수시	2,110	18.85**	−0.075	−3.21**
	남양주시	6,741	11.97**	−0.245	−2.42**		순천시	4,277	21.91**	−0.269	−7.85**
	오산시	15,484	35.62**	−0.488	−5.69**		나주시	659	19.80**	−0.189	−5.34**
	시흥시	1,381	9.46**	0.135	1.05		광양시	1,421	10.69**	−0.231	−3.59**
	군포시	58,751	41.62**	−0.926	−7.11**	경상북도	포항시	9,988	28.50**	−0.254	−9.89**
	의왕시	6,325	5.76**	−0.156	−0.40		경주시	2,209	16.72**	−0.199	−5.43**
	하남시	55,448	15.13**	−1.106	−5.06**		김천시	923	15.93**	−0.181	−5.78**
	용인시	4,856	12.84**	−0.072	−1.11		안동시	2,341	20.10**	−0.259	−8.44**
	파주시	2,669	16.24**	−0.189	−4.93**		구미시	6,897	33.40**	−0.266	−9.58**
	이천시	1,560	13.66**	−0.147	−3.04**		영주시	1,953	14.34**	−0.259	−4.69**
	안성시	1,057	12.45**	−0.165	−2.77**		영천시	987	20.20**	−0.233	−7.55**
	김포시	5,661	25.07**	−0.214	−6.47**		상주시	367	18.55**	−0.127	−5.87**
강원도	춘천시	11,699	29.49**	−0.439	−11.78**		문경시	1,517	13.24**	−0.235	−5.43**
	원주시	10,040	31.76**	−0.382	−10.98**		경산시	6,954	19.88**	−0.325	−5.72**
	강릉시	5,410	17.37**	−0.307	−5.77**	경상남도	진주시	11,846	30.95**	−0.376	−10.70**
	동해시	9,798	25.63**	−0.579	−7.86**		통영시	4,150	21.73**	−0.215	−5.39**
	태백시	1,364	11.13**	−0.293	−3.06**		사천시	1,508	19.40**	−0.146	−4.89**
	속초시	8,827	22.76**	−0.539	−5.47**		김해시	6,390	15.88**	−0.281	−4.03**
	삼척시	584	8.38**	−0.147	−3.74**		밀양시	1,522	12.83**	−0.260	−4.44**
충청북도	청주시	22,331	24.67**	−0.378	−3.41**		거제시	4,980	11.19**	−0.267	−3.04**
	충주시	4,189	18.41**	−0.297	−6.84**		양산시	2,240	8.67**	−0.141	−1.54
	제천시	1,965	14.26**	−0.222	−5.36**		창원시	23,083	25.11**	−0.208	−5.70**
충청남도	천안시	17,322	38.68**	−0.306	−12.02**	제주도	제주시	3,041	20.97**	−0.092	−4.21**
	공주시	938	14.67**	−0.192	−4.68**		서귀포시	1,048	15.97**	−0.106	−3.56**

주) *: $p<0.10$, **: $p<0.05$

표 4. 분석대상 제외지역

구분	2000년	2010년
통계적으로 유의미하지 않은 지역	경기 성남시, 경기 시흥시, 경기 의왕시, 강원 강릉시, 경남 거제시, 경남 양산시(6개 지역)	경기 성남시, 경기 시흥시, 경기 의왕시, 경기 용인시, 경남 양산시(5개 지역)
분석 제외 지역	경기 성남시, 경기 시흥시, 경기 용인시, 경기 의왕시, 강원 강릉시, 경남 양산시, 경남 거제시 (7개 지역)	

시, 경남 거제시, 경남 양산시이고, 2010년에는 경기 성남시, 경기 시흥시, 경기 의왕시, 경기 용인시, 경남 양산시가 해당된다. 따라서 본 연구에서는 분석의 공간적 범위인 70개 도시 중에서 2000년과 2010년 두 시점 모두 통계적으로 유의미한 추정치를 가진 지역이라는 분석대상지역 선정기준을 만족하는 63개 도시를 대상으로 도시공간구조 변화분석을 실시하였다.

63개 도시의 인구밀도경사함수 추정결과를 살펴보면, 분석대상 지역으로 선정된 모든 지역에서 도심 인구밀도는 양(+)의 값을 가지고 인구밀도 경사도는 음(−)의 값을 가지는 것으로 나타났다. 이는 도심에서 거리가 멀어짐에 따라 인구밀도가 감소하고 있음을 의미하는 것으로 일반적인 인구밀도경사함수에 부합하는 결과라고 할 수 있다. 각 연도별 인구밀도 경사함수 추정결과를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 2000년 우리나라 도시의 인구밀도경사함수 추정치는 표 2에 제시되어 있다. 이 표에 의하면 도심 인구밀도가 가장 높은 지역은 경기 군포시이고, 이어서 경기 광명시, 경기 구리시 순으로 나타났다. 반대로 도심 인구밀도가 가장 낮은 지역은 경북 상주시이고, 다음으로 전북 김제시, 강원 삼척시, 전남 나주시의 순이다. 그리고 인구밀도 경사도가 가장 큰 지역은 경기 과천시이며, 이어서 경기 군포시, 경기 하남시, 경기 구리시, 경기 동두천시 순으로 나타났다. 반면 인구밀도 경사도가 가장 작은 지역은 전남 여수시이며, 다음으로 경기 이천시, 전북 김제시, 경북 상주시의 순이다.

2010년 우리나라 도시의 인구밀도경사함수 추정치는 표 3에 제시되어 있다. 이 표에 의하면, 도심 인구밀도가 가장 높은 지역은 경기 광명시이고, 이어서 경기 군포시, 경기 구리시, 경기 하남시 순으로 나타났다. 반면 도심 인구밀도가 가장 낮은 지역은 경북 상주시이고, 다음으로 전북 김제시, 강원 삼척시, 전남 나주시의 순이다. 그리고 인구밀도 경사도가 가장 큰 지역은 경기 과천시이고, 이어서 경기 하남시, 경기 구리시, 경기 군포시, 경기 동두천시 순으로 나타났다. 반면 인구밀도 경사도가 가장 작은 지역은 전남 여수시이며, 다음으로 제주 제주시, 제주 서귀포시, 전북 김제시, 경북 상주시의 순이다. 이와 같이 2010년의 도심 인구밀도가 높은 지역과 낮은 지역 또는 인구밀도 경사도가 큰 지역과 작은 지역은 대체로 2000년 도시공간구조 측정결과와 유사하게 나타나고 있다.

4. 지역별·규모별 도시공간구조 변화특성 분석

1) 지역별 도시공간구조 변화특성

본 연구에서는 인구밀도경사함수 추정치 평균의 변화를 통해 우리나라 도시의 전반적인 공간구조 변화를 분석하였다. 최종 분석대상 지역인 63

개 도시의 인구밀도경사함수 추정치 평균의 변화는 표 5에 제시되어 있다. 표 5에 의하면, 우리나라 도시의 도심 인구밀도 평균은 2000년 11,791인/km²에서 2010년 11,528인/km²으로 감소하였고, 인구밀도 경사도의 평균은 2000년 −0.334에서 2010년 −0.321로 절댓값이 작아졌다. 이는 2000년부터 2010년까지 우리나라 도시들의 도심 인구밀도는 감소하고 있으며, 인구밀도 경사도는 완만해지고 있다는 것을 의미한다. 다시 말해 우리나라 도시들의 공간구조는 도심 집중현상보다 외곽지역으로의 확산이 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있다. 이러한 결과는 에너지 절약적인 도시공간구조로 논의되고 있는 압축도시와는 다른 방향으로 도시공간구조가 변화되고 있음을 의미한다. 왜냐하면 그림 1에 제시한 바와 같이 단핵도심을 가정할 경우 압축도시는 도심 인구밀도가 높아지면서 인구밀도 경사도의 절댓값이 커지는 형태의 공간구조 변화를 의미하기 때문이다.

표 5. 우리나라 지역별 인구밀도경사함수 추정치 평균

(단위: 인/km²)

구분	2000년(A)		2010년(B)		변화량(B−A)	
	$\overline{D}_{0,2000}$	$\bar{g}_{2000}$	$\overline{D}_{0,2010}$	$\bar{g}_{2010}$	$\overline{D}_{0}$	$\bar{g}$
전체	11,791	−0.334	11,528	−0.321	−263	0.013
수도권	24,566	−0.492	25,636	−0.475	1,070	0.017
비수도권	6,274	−0.266	5,435	−0.255	−839	0.011

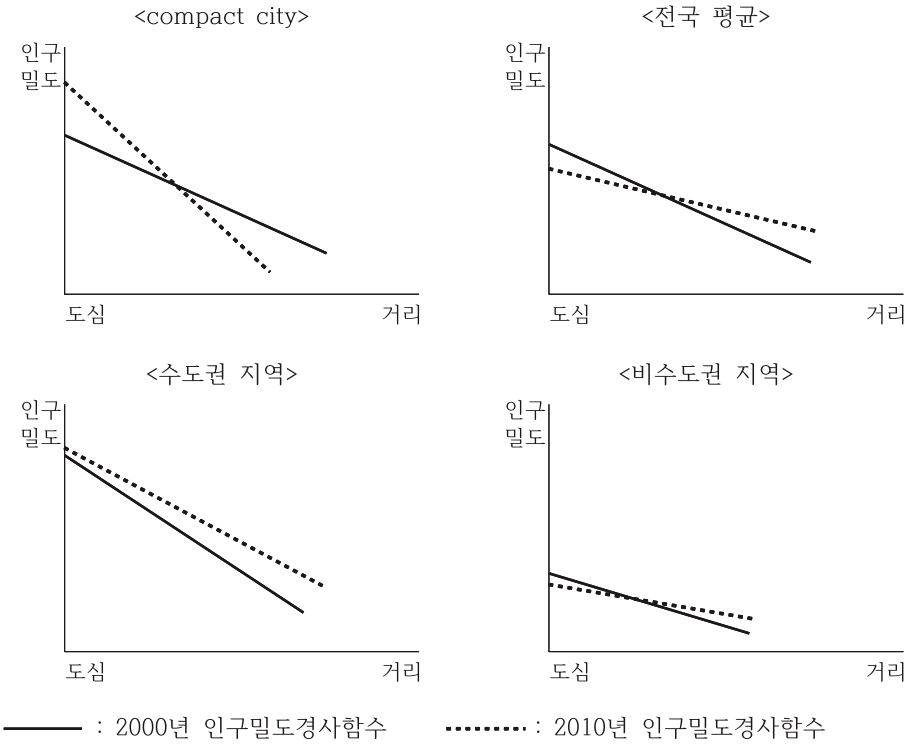

그림 1. 지역별 도시공간구조 변화특성

분석대상 도시들을 수도권과 비수도권으로 구분하여 살펴본 도시공간구조 변화특성은 다음과 같다. 먼저 비수도권의 경우 우리나라 도시 평균의 전반적인 변화특성과 유사한 결과가 나타났다. 즉, 비수도권의 도심 인구밀도 평균은 2000년 6,274인/km²에서 2010년 5,435인/km²으로 감소하였고, 인구밀도 경사도 평균은 2000년 −0.266에서 2010년 −0.255로 절댓값이 작아졌다. 그러므로 비수도권 지역에서는 도심 집중현상보다는 외곽지역으로의 확산이 우세하게 진행되고 있다.

한편, 수도권 지역의 도심 인구밀도 평균은 2000년 24,566인/km²에서 2010년 25,636인/km²으로 증가하였다. 그리고 수도권 지역의 인구밀도 경사도 평균은 2000년 −0.492에서 2010년 −0.475로 절댓값이 작아져 비수도권 지역과 동일한 경향을 나타내고 있다. 그러므로 수도권은 인구밀도 경사도가 완만해지면서 도심 인구밀도가 높아지고 있어 외곽지역뿐만 아니라 도심에서도 밀도가 함께 높아지는 현상이 나타나고 있다. 지금까지 살펴본 2000년부터 2010년까지 수도권 지역과 비수도권 지역 도시들의 공간구조 변화를 비교해 보면 다음과 같다. 도심 인구밀도는 수도권 지역에서 높아진 반면 비수도권 지역에서는 낮아졌다. 인구밀도 경사도는 수도권과 비수도권 모두 절댓값이 작아져 도시 외곽지역으로의 확산현상이 나타나고 있으며, 이러한 현상은 비수도권 지역보다 수도권 지역에서 더 크게 나타나고 있다. 이와 같은 수도권 지역과 비수도권 지역의 도시공간구조 변화는 에너지 절약적인 도시공간구조로 논의되는 압축도시와는 다른 방향으로 진행되고 있다고 할 수 있다.

2) 규모별 도시공간구조 변화특성

본 연구에서는 도시규모에 따른 공간구조 변화의 차이를 분석하기 위해 인구규모를 기준으로 분석대상 도시들을 세 가지 유형으로 구분하였다. 여기서 세 가지 유형의 도시는 50만 이상도시, 20만 이상 50만 미만 도시, 20만 미만 도시이다.[3] 이와 같이 세 가지 유형으로 구분한 규모별 도시공간구조 변화의 특성을 요약하면 아래 표 6에 제시된 바와 같다. 표 6에 나타난 2010년 기준 인구밀도경사함수 추정치를 도시규모별로 비교해 보면, 도심 인구밀도는 대도시가 가장 높고 이어서 중도시, 소도시 순서로 높다. 그리고 인구밀도 경사도의 절댓값은 도심 인구밀도와는 반대로 소도시가 가장 크고 이어서 중도시, 대도시 순서로 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 도시규모가 작을수록 도심으로의 인구집중 현상이 상대적으로 강하게 나타남을 의미한다.

도시규모별 도시공간구조 변화특성을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 인구 50만 이상의 대도시의 도심 인구밀도 평균은 2000년 23,573인/km²에서 2010년 21,032인/km²으로 감소하였고, 인구밀도 경사도 평균은 2000년 −0.284에서 2010년 −0.260으로 절댓값이 작아졌다. 그러므로 인구 50만 이상의 대도시의 도심 인구밀도는 감소하였고, 인구밀도 경사도는 완만해져 도시 외곽지역

표 6. 우리나라 규모별 인구밀도경사함수 추정치 평균

(단위: 인/km²)

구분	2000년(A)		2010년(B)		변화량(B−A)	
	$\overline{D}_{0,2000}$	$\bar{g}_{2000}$	$\overline{D}_{0,2010}$	$\bar{g}_{2010}$	$\overline{D}_{0}$	$\bar{g}$
대도시(50만 이상)	23,573	−0.284	21,032	−0.260	−2,541	0.024
중도시(20만~50만)	15,901	−0.360	12,701	−0.317	−3,201	0.043
소도시(20만 미만)	6,254	−0.334	7,360	−0.346	1,106	−0.012

으로의 확산이 우세하게 진행되고 있다. 다음으로 같은 기간 동안 인구 20만 이상 50만 미만의 중도시의 도시공간구조 변화를 살펴보면, 도심 인구밀도 평균은 15,901인/km²에서 12,701인/km²으로 감소하였고, 인구밀도 경사도 평균은 −0.360에서 −0.317로 절댓값이 작아졌다. 이러한 중도시의 공간구조변화를 인구 50만 이상 대도시의 공간구조 변화와 비교해 보면, 도심 인구밀도는 더 크게 감소하였고, 인구밀도 경사도는 더욱 완만해져 도시 외곽지역 확산이 더욱 심하게 나타났다. 마지막으로 인구 20만 미만 소도시의 도시공간구조 변화를 살펴보면, 도심 인구밀도 평균은 6,254인/km²에서 7,360인/km²으로 증가하였고, 인구밀도 경사도의 평균은 −0.334에서 −0.346로 절댓값이 커져 도심 집중현상이 강화되는 것으로 나타났다. 이러한 소도시의 공간구조 변화는 대도시 및 중도시와는 상반된 결과라고 할 수 있다.

지금까지 살펴본 2000년부터 2010년까지 도시 규모별 도시공간구조 변화를 종합해 보면 다음과 같다. 인구 50만 이상의 대도시와 인구 20만 이상 50만 미만 규모의 중도시들은 평균적으로 도심 집중현상보다는 도시 외곽지역으로의 확산이 우세하게 나타났으며, 이러한 현상은 대도시보다 중도시에서 보다 강하게 나타났다. 반면 인구 20만 미만의 소도시에서는 도심 집중현상이 강화되는 방향으로 도시공간구조가 변화되었다. 따라서 도시 규모별 공간구조변화를 압축도시 측면에서 살펴보면, 소도시에서만 압축도시 현상이 나타나는 것으로 분석되었다.

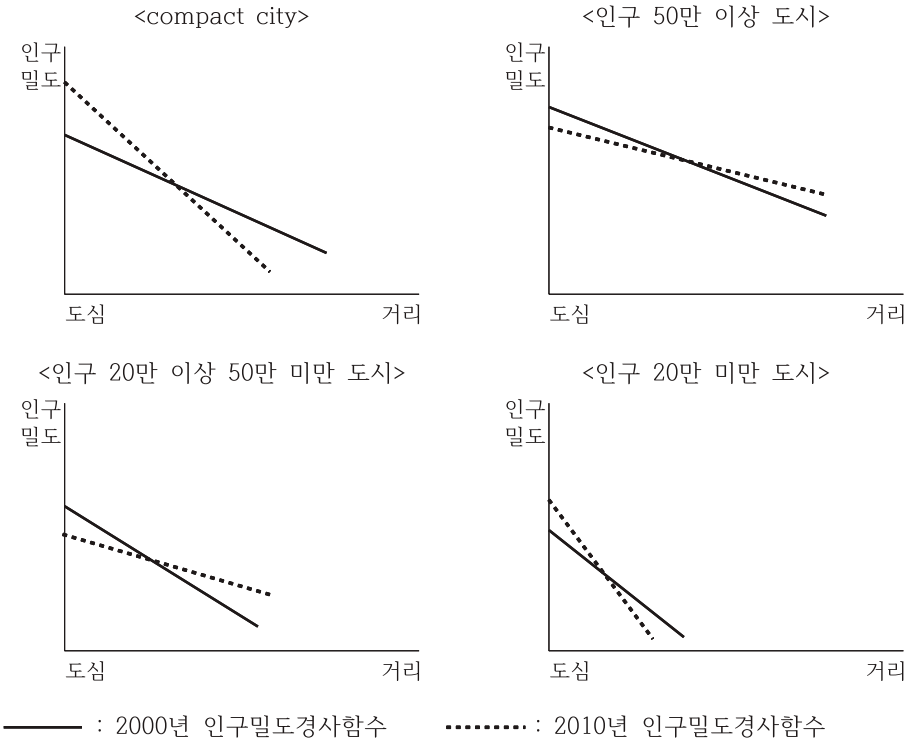

그림 2. 규모별 도시공간구조 변화특성

5. 결론

본 논문은 우리나라 70개 도시를 대상으로 인구밀도경사함수를 이용하여 도시공간구조 변화특성을 분석하고, 이를 수도권과 비수도권으로 구분되는 지역적 특성과 도시규모 특성을 고려하여 도시공간구조의 변화특성을 분석하고자 하였다. 그리고 이러한 도시공간구조 변화가 최근 에너지 소비 절약적인 도시공간구조로 논의되고 있는 압축도시 형태와 부합되는지 살펴보고자 하였다.

본 연구에서 도출된 연구결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 2000년부터 2010년까지 우리나라 도시들은 평균적으로 도심 인구밀도는 감소하고, 인구밀도 경사도는 완만해져 도심 집중현상보다 외곽지역으로의 확산이 활발하게 진행되는 것으로 나타났다. 둘째, 수도권 지역과 비수도권 지역으로 구분하여 공간구조 변화를 분석한 결과, 비수도권 지역은 전국 평균과 동일한 형태의 공간구조 변화를 경험한 것으로 나타났다. 하지만, 수도권 지역은 도심 인구밀도가 높아지면서 인구밀도 경사도가 완만해져 외곽지역뿐만 아니라 도심까지 인구밀도가 함께 높아지는 현상이 나타났다. 이러한 수도권 지역과 비수도권 지역의 도시공간구조 변화는 에너지 절약적인 도시공간구조로 논의되는 압축도시와는 다른 방향으로 진행되었다고 할 수 있다. 셋째, 인구규모를 기준으로 한 도시규모별 공간구조 변화특성을 분석한 결과, 인구 20만 이상의 중도시와 대도시에서는 도심 집중현상보다는 도시 외곽지역으로의 확산이 우세하게 나타났으며 이러한 현상은 대도시보다 중도시에서 보다 강하게 나타난 것으로 분석되었다. 반면 인구 20만 미만의 소도시에서는 도심 인구밀도가 높아지면서 인구밀도 경사도의 절댓값이 커지는 도심 집중현상, 즉 압축도시의 특성이 나타나는 것으로 분석되었다.

본 연구는 우리나라 도시공간구조 변화를 시계열적으로 분석하고 이를 지역별·규모별 그 특성을 도출하였다는 점에서 의미를 가진다. 하지만 본 연구는 도시공간구조를 도시구성요소, 특히 인구의 공간적 분포에 한정해서 측정함으로써, 도시구성요소들의 기능적 상호작용은 고려하지 못하였다. 또한 본 연구는 도시공간구조의 변화특성만 분석하였을 뿐 그 원인에 대한 분석은 이루어지지 않은 한계를 가진다. 향후 이에 대한 연구가 보다 활발하게 진행되기를 기대한다.

주

1) 도에 속한 군지역의 경우에는 농촌지역으로서 시급지역의 도시공간구조와 다른 공간구조를 가지므로 본 연구대상에서 제외하였다. 그리고 공간적 범위의 일관성을 유지하기 위해 분석기간 동안 시로 승격된 지역은 분석에서 제외하였으며 행정구역이 통합된 시는 통합시를 기준으로 하였다.

2) 이와 같이 읍·면·동별 총면적 자료를 사용하면, 도시외곽지역의 경우, 비주거지역이 상대적으로 높은 비중을 차지하기 때문에 실제 인구밀도보다 낮게 계산된다. 하지만 기존의 통계자료에는 읍·면·동별 순밀도(실제 주거용지에 국한된 인구수)에 대한 자료가 없기 때문에 총밀도를 이용하여 밀도경사분석을 실시하였다.

3) 왕광익 외(2009)는 인구 50만 이상을 대도시, 인구 10만 이상 30만 미만을 중도시, 인구 5만 미만을 소도시로 규정하는 등 인구규모를 기준으로 도시규모를 구분하는 기준은 다양하다. 본 연구에서는 분석대상 도시들의 인구규모 분포를 고려하여 50만 이상, 20만 이상 50만 미만, 20만 미만으로 구분하였다. 이러한 기준에 의하면, 2000년 대도시는 9개, 중도시는 20개, 소도시는 34개, 2010년 대도시는 11개, 중도시는 21개, 소도시는 31개 지역으로 나타났다.

참고문헌

국토연구원, 2003, “자원절약적 국토발전방안 연구: 국토·도시공간구조와 교통에너지 소비와의 관계를

중심으로," 국토연 2003-4, pp.11-66.
김광식, 1986, "서울시 도시형태측정에 관한 연구," 국토계획 21(1), pp.99-118.
김동수 외, 2008, "한국도시의 규모분포와 도시공간구조 분석-광역도시통계권을 중심으로," 한국경제지리학회지 11(4), pp.549-563.
김리영 · 서원석, 2011, "압축도시 특성이 지역별 교통에너지 소비에 미치는 영향 분석: 수도권 · 비수도권간의 차이를 중심으로," 한국지역개발학회지 23(1), pp.33-54.
김승남 외, 2009, "압축도시 공간구조 특성이 교통에너지 소비와 대기오염 농도에 미치는 영향," 국토계획 44(2), pp231-244.
김학용, 2001, "도시공간구조의 형태와 에너지소비의 관계," 한양대학교 석사학위논문, pp.23-28.
안건혁, 2000, "도시형태와 에너지활용과의 관계 연구," 국토계획 35(2), pp9-17.
왕광익 외, 2009, "기후변화에 대비한 도시계획적 대응방안 연구," 국토해양부, pp.13-30.
이원도 · 황철수, 2011, "서울시 도시공간구조의 압축성 측정," 국토지리학회지 45(1), pp.163-173.
장명준 외, 2012, "도시규모를 고려한 탄소배출량과 도시특성요소와의 관계 연구," 도시행정학보 25(4), pp.57-87.
조윤애, 2009, "압축도시와 교통에너지소비의 관계에 대한 실증연구: 7대 광역도시를 중심으로," 한국사회와 행정연구 19(4), pp113-132.
홍남희 · 이명훈, 2011, "지속가능한 개발 관점에서의 서울시 도시공간구조 변화특성에 관한 연구," 국토계획 46(1), pp.39-50.
A. Bertaud, 2001, "Metropolis: A Measure of the Spatial Organization of 7 Large Cities," unpublished paper, http://alain-bertaud.com/images/AB_Metropolis_Spatial_ Organization.pdf.
Gordon and Richardson, 1989. "Gasoline Consumption and Cities: a Reply," *Journal of American Planning Association* 55(3), pp.342-346.
Jingnan Huang, X.X. Lu, Jefferey M. Sellers, 2007, "A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing," *Landscape and Urban Planning* 82, pp.184-197.
M. J. Breheny, 1992, "Sustainable Development and Urban Form: An Introduction", European Research in Regional Science 2. Sustainable Development and Urban Form Ed. Breheny M. J., London: Pion, pp. 9-11.
Newman and Kenworthy, 1989. "Gasoline consumption and cities-a comparison of US cities with a global survey", *Journal of the American Planning Association* 55(1), pp.24-37

교신: 윤갑식, 604-714, 부산 사하구 낙동대로 550번길 37, 동아대학교 도시계획학과, 전화: 051-200-7666, 팩스: 051-200-7670, 이메일: ksyun@donga.ac.kr
Correspondence: Kapsik Yun, Department of Urban Planning, Dong-A University, 37 Nakdong-dearo 550 beon-gil, Saha-gu, Busan, 604-714, Korea, Tel: 82-51-200-7666, Fax: 82-51-200-7670, E-mail: ksyun@donga.ac.kr

최초투고일 2013년 8월 7일
수 정 일 2013년 8월 26일
최종접수일 2013년 8월 30일