

Research Paper

교외개발의 재조명: 도시의 진화와 계획으로의 함의

강상준

국립강릉원주대학교 도시계획·부동산학과

Revisiting Suburban Developments: Urban Evolution and Its Implication to Planning

Sangjun Kang

Department of Urban Planning-Real Estate, Gangneung-Wonju National University

요약: 본 연구는 현대도시 문제점 중 하나인 교외개발 사례를 통해 도시의 진화성을 이해해 보려는 시론적 연구이다. 방법론으로 (1) 국내 9개(1980-2010), 미국 49개 도시(1992-2019년)의 도시확장강도지수(UEII) 산출, (2) 2019년 시카고 대도시권 도시지역을 대상으로 형태학적 공간패턴(MSP)과 엔트로피(Entropy) 분석이다. 주요결과는 (1) 도시확산 현상은 보편적인 도시변화 특성으로 이해할 수 있다, (2) 전체지역의 특성은 하위단위 도시들의 특성과 다른 방향으로 나타날 수 있다. 연구함의는 (1) 교외 도시확산현상은 도시에 부여된 여러 기능에 부합하는 도시변화 현상으로 이해할 수 있으며 하위단위 도시·생활권의 기능이 큰 의미를 갖는다, (2) 진화론적 관점에서의 도시는 기존의 발달성장 논의와 큰 차이가 있다. 이 연구는 도시의 부분적 특성을 사례로 삼고 있다는 한계를 보이며 향후 도시의 진화하는 속성을 이해하기 위한 폭넓은 실증연구가 필요하다.

주요어: 도시진화, 도시계획, 교외개발, 스프롤

Abstract: This study attempts to understand urban evolution characteristics through suburban development cases considered as a contemporary urban issue. Methods are (1) Urban Expansion Intensity Index (UEII) for the 9 cities in the Korea (1980-2010) & 49 cities in the US, (2) Morphological Spatial Pattern Analysis(MSPA) and Entropy for the developed areas in the Chicago Metro (2019). Results are (1) a suburban development could be understood the universal characteristics, (2) the characteristics of the whole region might be appeared to be in a different direction from the characteristics of its sub-cities. Implications are (1) Suburban expansion can be understood as a functionally well served urban change phenomenon and it is important to focus on the functions of sub-level cities, (2) the urban evolutionary perspective makes a difference from the developmental growth perspective. The extensive empirical studies will be beneficial for better understating of urban evolution.

Keywords: Urban Evolution, Urban Planning, Suburban Development, Sprawl

I. 서론

도시계획이론에 있어 계획의 정체성, 계획수립 방법론, 그리고 우리 사회에서 도시계획이 어떠한 위상과 실천적 의미가 있는가에 대한 논의는 도시계획 이론과 실무에서 많이 지나쳐지는 부분이다(Hopkins and Knaap 2019). 계획의 정체성과 역할을 이해하려는 노력은 다양한 주체들로 이루어진 도시 속성의 이해에서 시작할 필요가 있다. 진화론(Darwin 1859; 1995)은 경쟁과 협력의 관계를 바탕으로 Patrick Geddes에 의해 1915년 도시계획 분야로 소개되었다(Batty and Marshall 2017). 도시란 물리적 건설의 산물이 아니라 그 도시가 갖는 사회적·자연적 환경과 유기적 관계를 맺고 진화한다는 그의 주장은 도시계획 분야에서 매우 중요한 기여라고 평가된다(Batty and Marshall 2017). Geddes가 시도하였듯이 진화적 관점에서 현대도시를 해석해 보는 노력은 도시 속성의 이해와 더 나아가 계획의 정체성과 역할을 이해하고자 하는 노력에 이바지할 수 있을 것이다. 도시의 물리적 확산현상인 교외화는 현대도시의 주요 특징 중 하나로 자주 논의되고 있어 이에 대한 논의는 의미 있는 함의를 줄 것으로 기대한다. 도시의 외연적 확산 또는 교외개발 등은 많은 논문의 연구주제로 언급되고 있다(Burchell et al. 1998; Brody 2013). 특히 스프롤과 교외개발은 도시기반시설 미흡과 충분한 계획적 고민의 부재로 인해 불필요한 사회적 비용증대의 원인으로 지적되고 있다. 기존도심부 쇠퇴현상과의 관계성 속에서 교외개발은 도시기반시설, 행정, 대중교통, 삶의 질 등에서 부정적이라는 연구결과를 찾아볼 수 있다(Burchell et al. 1998). 부정적 영향은 환경 측면으로도 지적되는데 그 영향은 대기질 저하, 물부족, 수질저하, 서식지 및 생태계 교란, 오픈스페이스 감소 등으로 나타나고 있다(Soule 2006).

본 연구의 목적은 도시의 진화하는 속성을 현대도시 문제점 중 하나인 교외개발 사례를 통해 해석하고 계획으로의 함의를 도출하는 시론적 연구에 있다. 구체화해서 기술하자면 첫째, 교외확산 도시화는 일반적 현상인지를 살펴보고 그를 바탕으로 도시변화의 방향성 논의를 하고자 한다. 둘째, 대도시권을 구성

하는 중소도시들이 갖는 교외확산 도시화 현상의 일반적 특성이 대도시권 단위에서 나타나는지 관찰하고 그 관계성을 논의한다. 즉, 상위단위 집단에서 하위단위 개체들의 보편적 행동의 결과 또는 특성이 나타나는가에 대한 관찰을 통해 하위단위 도시와 상위단위 지역과의 관계성을 논의한다. 도시변화의 방향성과 위계별 특성 논의는 첫째, 공간·행정 단위별 계획의 내용과 성격수립과 관련한 도시계획실무, 둘째, 계획의 정체성과 실천적 의미와 관련한 계획이론에 의미있는 함의를 줄 것으로 기대한다.

II. 진화론적 사고와 도시계획

자연의 법칙이 도시를 구성하는 주체들의 도덕적, 사회적, 제도적 환경을 결정해야 한다거나 방향성을 제시해야만 한다는 당위성은 없다. 하지만 최소한 과학혁명을 초래하는 중요한 과학적 논의를 도시의 물리적·사회적환경 조성을 위한 제도 마련에 적용하려는 노력은 매우 의미 있고 중요하다(Dennett 1966). 여기서 의미하는 과학혁명이란 특정한 시공간에서 보편적으로 받아들여지고 있는 어떠한 과학적 사실이 매우 높은 중요성과 빈도로 발생하게 되는 새로운 과학적 발견과 논의로 인해 더 이상 사회적으로 보편적으로 수용되기 어려운 상태에 이르게 되고, 결국엔 기존의 과학적 사실과 다른 논의를 담은 새로운 과학적 사실이 보편화되는 패러다임 전환 현상을 의미한다(Kuhn 2013). 생물학적 논의로 출발한 진화론적 사고는 이미 철학, 형이상학, 신학, 정치학, 사회학, 심리학, 문학, 건축학 등 다양한 분야에서 논의되고 있다(Dobzhansky 1973; Jones 1999). 하지만 도시계획 및 설계 분야에서는 다른 학문 분야에서 이루어진 만큼으로 진화론적 사고는 체계적으로 다루어지지 못했다(Resnick 1997; Batty 2000).

도시는 유기적인 관계에서 논의될 수 있지만 이러한 속성 때문에 도시가 유기체라고 할 수는 없다(Alexander 2015). 생물학적 진화이론은 도시와 도시계획의 특성에 맞게 재해석될 필요가 있다. Alexander(2015)는 도시는 나무라기 보다는 숲이며 하나의 유기체라기 보다는 하나의 큰 에코시스템

(Eco-system)으로 이해하는 것이 바람직하고 주장한다. 에코시스템과 같은 도시는 각각의 요소들이 통합적으로 상호의존관계를 가지고 있다. 하지만 도시 에코시스템에서 중요한 점은 각각의 유기체들은 신체 기관들이 그 생명에 종속되어 작동하는 것과는 달리 도시를 구성하는 요소들은 도시 전체에 종속되어 작동하지 않는다는 것이다. 오히려 도시를 구성하는 각각의 요소들은 각각 나름의 목표와 의지를 가지고 필요한 정도의 협력과 경쟁을 하며 도시는 그들의 누적적 행동의 결과물로 나타나게 된다(Marshall 2009).

과거 근대주의 관점에서는 도시의 변이(Variant)와 변화(Mutation)에 의해 나타나는 현상들을 정적(Static) 시공간적 관점에서 그 의미를 정의하였다(Dear 1986; Marshall 2009). 반면에 진화는 하나의 유한한 끝을 갖는 정지된 상태의 속성이라기 보다는 동적(Dynamic) 시공간에서의 움직임 또는 흐름을 의미한다. 진화의 역사는 어떠한 방향으로든 변해갈 수 있으며 어떤 특정한 방향성이나, 최적의 형태, 또는 예측 가능한 목표가 있지 않음을 보여주고 있다(Batty and Marshall 2017). 중요한 것은 어떤 방향이 주체에게 기능적으로 보다 유리한가이며 집단의 유리함은 단순한 개체법칙의 반복을 통해 얻어지는 결과이다. 출현(Emergence)은 이 과정에서 나타나는 현상이며 도시진화에서 출현은 매우 중요한 의미가 있다(Marshall 2009). 출현이란 단순히 새로이 나타나는 현상을 의미하는 것이 아니다. 하위계층 개체들에는 없는 특성이나 행동이 상위계층 또는 전체 구조에서 자발적으로 돌연히 출현하는 현상으로 정의된다. 출현의 결과로 나타나는 진화는 목적성을 갖는 간섭과 목적을 가지지 않은 상호관계를 통해 나타나게 되며 이는 곧 생물학적 관점에서 한 개체집단의 집단행위 또는 결과는 그 개체집단에 대한 전체적 설계 없이도 각각의 하위단위 개체들의 누적적 결과로 얻어질 수 있음을 의미한다(Arab et al. 2017). 이러한 출현은 복잡계가 보여주는 특성이다(Allen 1997; Batty 2000; Portugali 2000). 출현 현상은 정해진 순서나 규칙 없이 전체를 구성하는 다양한 하위단위 기관 수준에서도 발생하며 이러한 예측 불가능한 현상이나 행동들은 실제 도시에서 자주 나타나는 현상이

다(Paul 1996). 예를 들면 Bonabeau(2002)는 각각의 운전자는 각자 서로 다른 목적지를 향해 다른 운전자들과 함께 도로 규정을 준수하며 움직이는데 이러한 운전자들의 개별행위들은 도로 교통체증 현상을 발생시키기도 하는데, 이러한 교통체증 현상은 각각의 차량 운전자들의 개별행위들과는 다른 성격의 현상이라고 주장한다.

본 연구에서는 다음 두 가지 내용을 중심으로 도시 진화에 대해 논의를 하고자 한다. 첫째, 자연선택설이 의미하는 진화란 보다 나은 방향으로 변해가는 것이라기보다는 그때그때 상황에 따라 생존에 더욱 유리한 방향으로 이전과 다른 방향으로 변해가는 것을 의미한다. 즉, 진화란 이전과 다른 변화된 상태를 의미하나 중요한 것은 그 변화의 방향성이 항상 좋은 쪽으로 이루어진다거나, 과거의 모습이 미래의 모습보다 더 향상된 모습을 보인다는 것은 아님을 의미한다. 진화에는 정해진 목표가 없다. 미래는 불확실하며 어떠한 단계에서 성공적 결과라는 해석은 맥락에 따라 달라질 수 있다. 이러한 불확실성과 상대성은 현대과학에서 중요한 의미를 가지고 있다(Khun 1996). 둘째, 한 개체집단의 집단행위 또는 결과는 그 개체집단에 대한 전체적 설계 없이도 각각의 하위단위 개체들의 누적적 결과로 얻어질 수 있다(Arab et al. 2017).

III. 연구방법

1. 도시변화의 방향성 분석

본 연구는 두 가지 연구 질문에 대해 각각 다른 분석 방법을 사용하였다. 먼저 교외확산 도시화가 일반적 현상인지를 살펴보기 위해서는 국내 주요도시와 미국 주요도시의 도시확장강도지수(Urban Expansion Intensity Index, UEII)를 살펴보았다. UEII는 연구대상지 전체지역의 신규 도시화 지역의 평균비율로 정의되며 도시확장 및 스프롤 등의 측정에 사용된다(Zhao et al. 2003; Ma et. 2008; Lu et al. 2014). 공식은 아래와 같다. UEII는 도시확장강도지수를 의미하며, ULA_t^2 , ULA_t^1 는 time t_2 와 t_1 의 도시지역 면적을 의미한다. TLA_i 는 행정구역경계(i) 내의 전체면

적이며, Δt 는 관찰 기간을 의미한다.

$$UEII_t = \frac{ULA_t^{i^2} - ULA_t^{i^1}}{TLA_t \times \Delta t} \times 100$$

국내 사례는 서울특별시, 제주특별자치도, 세종특별자치시, 그리고 5대 광역시를 포함 총 9개 지역의 1980년과 2010년까지 30년간의 UEII를 산출하였다. 분석자료는 환경공간정보서비스 토지피복 자료 (https://egis.me.go.kr/negis/map/na_landcover_changes.jsp?cat=0)를 이용하였다. 미국 주요 도시 사례지역은 Habeeb 외(2015) 연구에서 미국 내 폭염 현상과 도시와의 관계성 분석에 사용되었던 도시 중 북미대륙 이외 지역에 위치한 Puerto Rico 수도 San Juan을 제외한 49개 도시로 US Geological Survey National Land Cover Data를 이용하였다 (<https://www.mrlc.gov/data>).

국내 분석과 유사한 시간적 범위 자료를 사용하기 위해 미국 주요 도시 자료의 시간적 범위는 1992부터 2019년까지 27년간에 해당하는 자료를 GIS를 사용하여 분석하였다. 먼저, 1992년과 2019년 토지피복도의 도시지역 분류체계가 상이하어, 두 자료의 도시지역

을 재분류하여 정의하였다. 1992년 자료에서는 저강도 거주지역, 중강도 거주지역, 상업·공업·교통 세 종류의 도시화를 하나의 도시지역으로 지정하였고, 2019년 자료에서는 고밀개발지, 중밀개발지, 저밀개발지, 개발된 오픈스페이스 네 종류로 구분된 도시화 지역을 하나의 도시지역으로 지정하였다. 다음으로 49개 각 도시 행정구역별 전체 토지피복과 도시지역 면적을 각각 산출하여 UEII를 계산하였다(Figure 1).

2. 하위단위 개체와 상위단위 집단과의 관계성 분석

다음으로 대도시권을 구성하는 중소도시들이 갖는 교외확산 도시화 현상의 일반적 특성이 대도시권 단위에서 나타나는지 관찰하기 위해서는 미국 시카고 대도시권 계획청(Chicago Metropolitan Agency for Planning, CMAP, <https://www.cmap.illinois.gov>)이 담당하는 시카고 대도시권 지역을 연구의 공간적 범위로 설정하였다. 해당 기관이 담당하는 시카고 대도시권 지역은 Cook county, DeKalb County, Dupage County, Kane County, Kendall County, Lake County, McHenry County, Will County로 이루어져 있으며 시카고시는 지리적으로 Cook County에

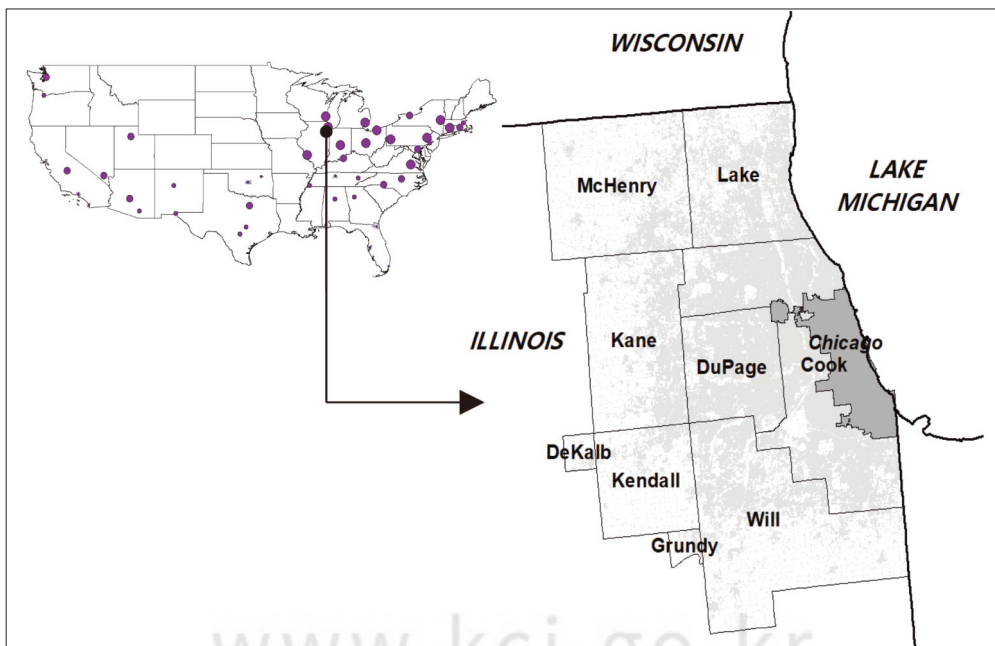


Figure 1. Major 49 cities (Left) and Chicago Metropolitan Counties (Right) in US

위치하고 있다. 분석자료는 CMAP에서 제공하는 최신자료인 2019년 시카고 대도시권 토지피복자료를 이용하였다. 해당자료를 이용하여 첫째, 시카고 대도시권 지역의 도시화 군집 또는 파편화 등의 형태학적 공간패턴분석(Morphological Spatial Pattern Analysis, MSPA)을 수행하였다. 둘째, 해당자료를 이용하여 시카고 대도시권 지역의 파편화 엔트로피(Fragmentation Entropy) 분석을 하였다.

MSPA는 입력되는 공간자료의 픽셀단위분석을 통해 형태학적 특성을 도출할 수 있는 연구방법이다(Vogt 2010). MSPA는 분석하고자 하는 이미지 자료를 이진법으로 0(이미지내 비분석대상), 1(이미지내 분석대상) 두 가지 값으로 구분한 후 골격화(Skeletonization), 삭제·수축(Erosion), 확장·팽창(Dilation)의 연속연산을 통해 이미지 연결성을 해석한다(Vogt et al, 2007; Soille and Vogt 2009). MSPA는 GUIDOS Toolbox (Graphical User Interface for the Description of image Objects and their Shapes) 프로그램을 이용해서 분석한다. 분석값으로 연구대상지는 Core(군집지역), Edge(대상지의 외부경계), Perforation(대상지의 내부공간 경계), Islet(파편화된 지역), Margin(기타지역)으로 구분되는데 Islet과 Margin은 상호 연결성을 갖지 않는 지역(Non-contiguous areas)으로 정의되며 나머지 다른 지역들은 서로 공간적 연결성을 갖는 지역(Contiguous areas)로 정의된다(Vogt 2010). MSPA 분석 시 분석결과 값은 연결성 법칙(Connectivity rule)과 입력 공간자료의 픽셀크기(Pixel Size, P)의 유효경계폭(Effective Edge Width, EE)을 조정할 수 있는 크기변수(Size Parameter, S)에 의해 달라질 수 있는데, 본 연구에서는 일반적으로 사용되는 경계폭 변수값(Edge Width=1), 픽셀 단위값(30meter), 연결법칙(8 Connectivity, Queen)을 설정하였다. 유효 경계폭 공식은 아래와 같다.

$$EE(MSPA \text{ Effective Edge Width}) = S \times \sqrt{2} \times P$$

둘째, 도시의 스프롤의 크기는 Entropy 분석 방법을 이용하여 살펴볼 수 있다. Entropy 분석법은 Shannon's Entropy 개념을 응용한 방식으로 일정

공간 범위 안에서의 특정 공간정보의 집중 또는 분산 정도를 측정할 수 있는 지표 또는 지수이다(Yeh and Li 1998; Sudhira et al, 2004; Das Chatterjee et al, 2016). 열역학에서 Entropy는 한 시스템 안에서의 무질서 정도를 나타내는데 이러한 개념은 공간기하학 관점에서 공간적 파편화 크기를 이해하기 위한 지표로 응용되었다(Shannon 1948; Vogt 2015). 파편화 Entropy 공식은 아래와 같다.

$$FRAG_{entropy} = - \sum P_i \times \log_2(P_i)$$

FRAGentropy는 파편화 Entropy 결과로 0에 가까운 값은 공간정보의 집중도가 크다는 것을 의미하며 $\log(n)$ 에 가까운 값은 분산도가 크다는 것을 의미한다. P_i 는 입력된 이미지 자료에서 인접한 두 개의 픽셀 사이의 차이(i)가 발생할 확률을 의미한다. 파편화 Entropy 공식은 정보이론(Information theory)의 전통적 Entropy 정의를 공간 파편화 분석을 목적으로 수정·고안되었다(Vogt 2015).

IV. 연구결과

1. 국내 및 미국 주요 도시의 도시확장강도지수

평면적 관점에서 해석되는 국내 주요 도시의 도시 확장강도지수(UEII)는 1980년부터 2010년까지 30년간 자료를 바탕으로 광주 0.67, 부산 0.49, 대전 0.44, 인천 0.38, 울산 0.31, 서울 0.31, 대구 0.27, 제주 0.20, 세종 0.18 순이며 평균값 0.36(S.D 0.15)으로 나타난다(Table 1). 절대 시가지 변화량의 경우 인천, 제주, 부산, 광주 순서로 높게 나타나고 있어 전체면적이 상대적으로 큰 제주와 고밀입체개발 비중이 큰 서울을 제외하고 절대 시가지 변화량이 높은 지역에서 높은 UEII 값을 보인다. 이는 도시계획 법·제도에 대한 논의와는 별개로 평면적 도시확장은 국내 도시 공간에서 보편적으로 발생하는 현상으로 이해할 수 있다.

미국 49개 주요 도시의 UEII는 1992년부터 2019년까지 27년간 자료를 바탕으로 산출되었다(Mean 1.5, S.D 0.61). 지난 27년간 도시확장강도가 높은 상위 5개 도시는 미주리주 St. Louis (UEII 3.1), 일리

Table 1. UEII for the major cities in South Korea

Characteristics	Seoul	Busan	Daegu	Incheon	Gwangju	Daejeon	Ulsan	Saejong	Jeju
Developed area changes (km ²)	57	113	72	121	101	72	100	25	113
Area (km ²)	605	770	884	1,063	501	539	1,061	465	1,849
UEII	0.31	0.49	0.27	0.38	0.67	0.44	0.31	0.18	0.00

노이주 Chicago (UEII 2.5), 코네티컷주 Hartford (UEII 2.5), 미시간주 Detroit (UEII 2.5), 위스콘신주 Milwaukee (UEII 2.5)로 나타났으며, 하위 5개 UEII는 루이지애나주 New Orleans (UEII 0.2), 플로리다주 Jacksonville (UEII 0.4), 캘리포니아주 San Francisco (UEII 0.5), 버지니아주 Norfolk (UEII 0.5), 테네시주 Nashville (UEII 0.8)로 나타났다. 나머지 39개 도시들은 대부분 평균값을 나타내고 있다.

한국(100,410km²)과 미국(9,834,000km²)은 국토 면적에서 매우 큰 규모의 차이를 보인다(<https://ko.wikipedia.org/wiki>). 더불어 두 나라의 개발 가용면적과 물리적 개발형태, 그리고 밀도인식에서도 차이가 있다. 예컨대, 개발밀도의 경우 국내는 고밀 개발이 일반적 접근이지만 미국의 경우는 저밀개발이 일반적이라 볼 수 있다. US Geological Survey National Land Cover 분류기준에 따르면 시가지는 고밀·중밀·저밀·개발된 오픈스페이스로 구분된다(<https://www.mrlc.gov/data/legends/national-land-cover-database-class-legend-and-description>). 여기에서 중밀개발지(Developed, medium intensity), 저밀개발지(Developed, low intensity), 개발된 오픈스페이스(Developed, open space)의 개발된 형태는 해당 토지피복의 최대 50~79%까지의 불투성 포장으로 이루어지지만, 넓은 녹지공간으로 둘러싸인 단독주택 또는 건물 형태의 구

조물을 거의 찾아 볼수 없는 형태의 개발지로 정의되고 있다.

오직 고강도개발지(Developed, high intensity)만이 우리나라에서 관찰되는 우리에게 익숙한 중·고층 빌딩, 공동주택, 연립주택, 다세대주택 등에 해당한다는 점에서 국내와 미국에서의 개발밀도 인식에 큰 차이가 있다. 실제로, 2019년 시카고 대도시권의 토지피복자료를 살펴보면 도시화가 이루어진 개발지는 개발된 오픈스페이스 16%, 저밀개발지 38%, 중밀개발지 31%, 고밀개발지 15%로 이루어져 있다(<https://datahub.cmap.illinois.gov>). 즉, 도시화 개발지역 중 85%는 저밀의 단독주택 또는 거의 포장이지 이루어지지 않은 오픈스페이스 지역이며 오직 15%만이 국내 도시지역에서 경험할 수 있는 중고층 빌딩, 공동주택, 상업 및 공업지역임을 알 수 있다.

2. 상위집단과 하위개체들의 형태학적 공간패턴과 엔트로피

하위단위 개체들의 특성과 상위단위 집단의 특성과의 관계, 즉 하위단위 개체들의 특성과 행동이 상위단위 집단에서 다른 형태로 나타날 수 있는지 관찰하기 위하여 먼저 시카고 대도시권을 하나의 상위단위 집단으로 설정하고 전체지역에 대한 형태학적 공간패턴(MSPA) 및 엔트로피(Entropy) 분석을 진행하였다. 전체 시카고 대도시권의 개발지 비율은 31.95%

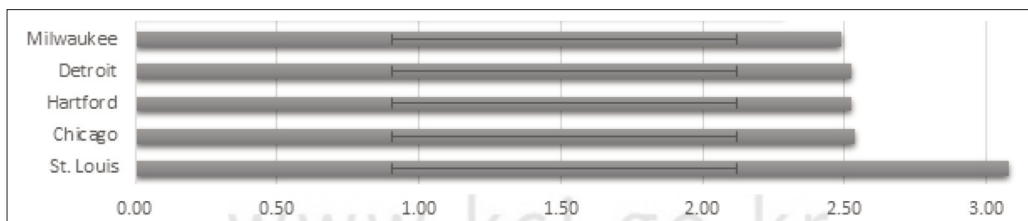


Figure 2. Top 5 UEII in the US (Mean 1.5, S.D 0.61)

Table 2. MSPA in the Chicago Metropolitan Area

Types		Chicago Metro (%)
Development ratio		31.95
Contiguous (Core + Edge + Perforation)	Core	83.37
	Edge	4.75
	Perforation	4.98
	Sum	93.10
Non-contiguous	Islet	0.61
	Margin	6.28
	Sum	6.90
Total		100.00

에 해당하고 있어 전체 시카고 대도시권 관점에서 보면 이 지역의 도시화 비율은 산술적으로 볼 때 크지 않다. MSPA 결과 시카고 대도시권 도시지역 중 서로 공간적 연결성을 갖는 지역(Contiguous)이 93.10%, 상호 연결성을 갖지 않는 지역(Non-contiguous)이 6.90%를 차지하고 있어 시카고 대도시권의 도시화 지역은 매우 높은 비율로 연결성을 가지고 있는 것으로 나타나고 있다.

서로 공간적 연결성을 갖는 지역은 Core 83.37%, Edge 4.75%, Perforation 4.98%로 이루어져 있으며, 상호 연결성을 갖지 않는 지역은 Islet 0.61%이다. 공간분포를 살펴보면 시카고 대도시권 지역은 일부 엷은 색을 가진 부분들이 군데군데 관찰되기는 하지만 전체적으로 하나의 짙은 색의 군집지역으로 나타나고 있다(Figure 3). 하나의 짙은 색으로 나타나는 지역이 공간적 연결성을 갖는 군집지역이다.

Entropy 이미지에서 연구대상지 이외 지역인 바탕 부분을 제외하고 짙은 색으로 나타나는 지역은 Entropy가 낮은 곳이며 밝은색은 Entropy가 높은 지역을 나타낸다(Figure 3). Entropy 분석 결과 시카고 대도시권 전체 Entropy는 19.98로 나타나고 있으며 짙은 색이 대도시권 중심부를 비롯하여 대부분 지역에 나타나고 있어 도시공간의 집중도는 전반적으로 높은 것으로 나타난다. Entropy가 낮다는 것은 도시화 공간들의 집중도가 높다는 것을 의미하고 반대로 낮다는 것은 도시화 공간들의 분산도가 높다는 것을 의미한다.

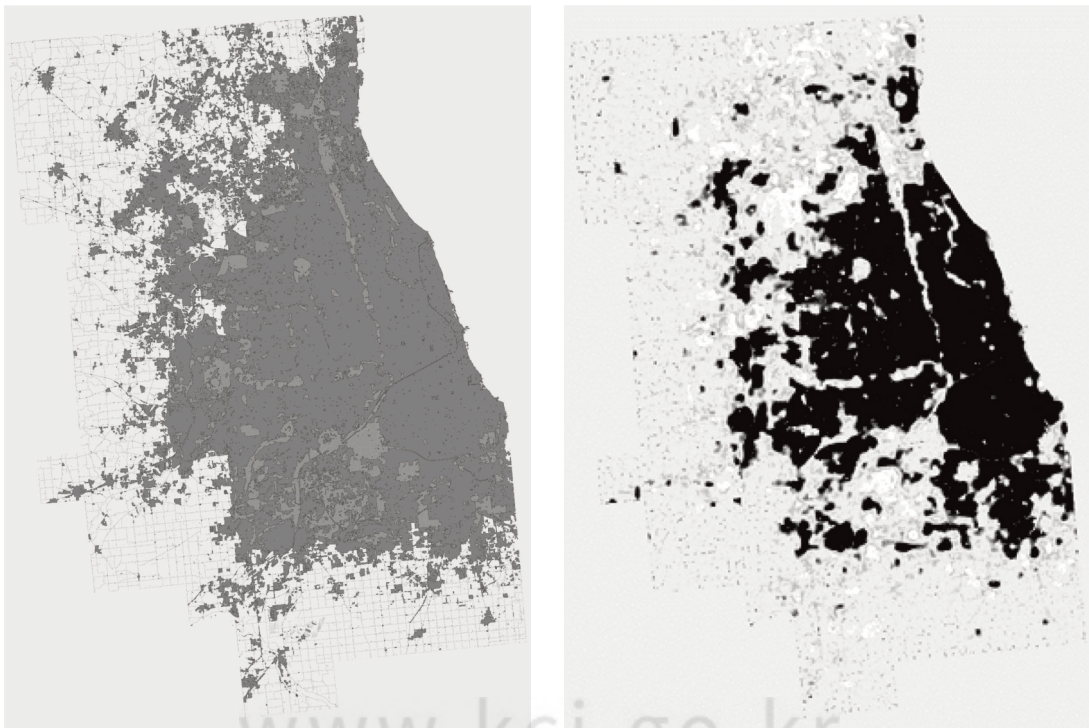


Figure 3. MSPA (Left) & Entropy (Right) for the Chicago Metropolitan Area

Table 3. MSPA in the Chicago Metropolitan Counties

Contiguous (%)	Cook	Dekalb	Dupage	Grundy	Kane
	98.43	69.78	98.47	83.78	88.51
	Kendall	Lake	McHenry	Will	Whole Metro
	75.63	92.82	78.78	87.81	93.10
Non-contiguous (%)	Cook	Dekalb	Dupage	Grundy	Kane
	1.57	30.21	1.53	16.22	11.49
	Kendall	Lake	McHenry	Will	Whole Metro
	24.37	7.18	21.22	12.19	6.90

다음으로, 시카고 대도시권을 이루는 9개 카운티를 각각의 개체들로 설정하고 각각의 카운티들에 대한 MSPA와 Entropy 분석을 진행하였고 그 결과는 다음과 같다(Table 3). 먼저, 각 카운티의 MSPA 결과 서로 공간적 연결성(Contiguous)을 갖는 지역의 비율은 Cook 98.43%, Dekalb 69.78%, DuPage 98.47%, Grundy 83.78%, Kane 88.51%, Kendall

75.63%, Lake 92.82%, McHenry 78.78, Will 87.81%로 나타나고 있다. 상호 연결성을 갖지 않는(Non-contiguous) 지역의 비율은 Cook 1.57%, Dekalb 30.21%, DuPage 1.53%, Grundy 16.22%, Kane 11.49%, Kendall 24.37%, Lake 7.18%, McHenry 21.22%, Will 12.19%로 나타나고 있다. Entropy 분석결과 Dupage 12.60, Kendall 30.44, Lake 31.77,

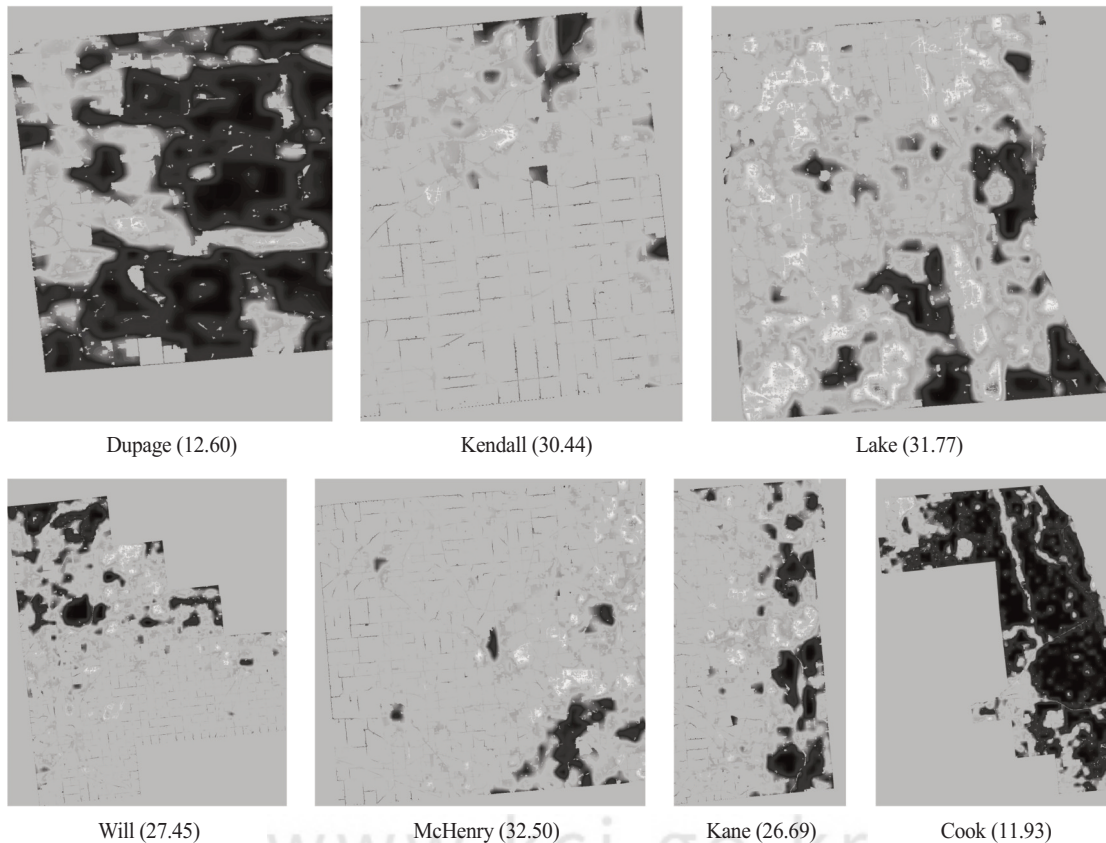


Figure 4. Entropy maps for the Chicago Metropolitan counties

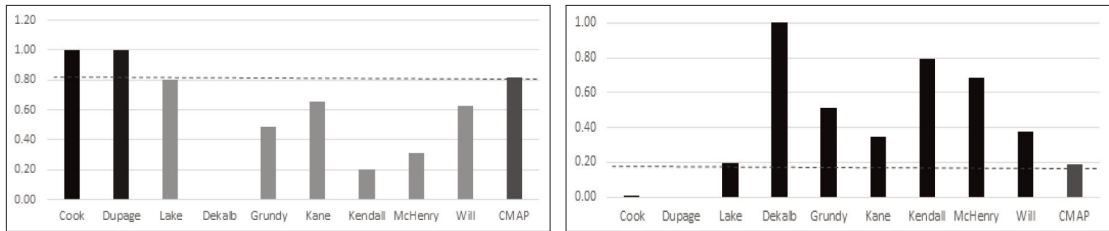


Figure 5. Continuous degrees (Left) & Fragmented degrees (Right) for the entire Chicago Metro and its sub-counties

Will 27.45, McHenry 32.50, Kane 26.69, Cook 11.93으로 나타나고 있다(Figure 4). Dekalb와 Grundy는 Entropy 분석에 요구되는 최소한의 입력자료 픽셀의 수인 500×500 픽셀 기준을 만족하지 못하여 결과를 도출하지 못하였다.

마지막으로 하위단위 개체들의 특성과 상위단위 집단의 특성을 비교 정리해보기 위해 시카고 대도시권 단위와 대도시권을 구성하는 각각의 카운티의 MSPA와 Entropy 분석값을 정규화하여 비교해보았다. CMAP으로 표기된 가장 오른쪽 Bar graph는 시카고 대도시권 전체지역의 값을 나타낸다(Figure 5). 첫째, MSPA의 도시화 지역 공간적 연결 정도 관점에서 보면, 전체 9개 중 6개의 카운티(전체 카운티의 약 67%)의 특성은 시카고 대도시권보다 낮은 정도의 도시화 공간적 연결도를 보인다. 즉, 집단수준에서 보면 높은 연결성을 보이나 개체단위에서 보면 대다수 지역이 집단에 비해 낮은 연결성의 도시 특성이 있다고 할 수 있다.

둘째, MSPA의 도시화 지역의 공간적 비연결정도 또는 파편화 관점에서 보면, 전체 9개 중 7개의 카운티(전체 카운티의 약 78%)의 특성은 시카고 대도시권보다 높은 정도의 도시화 파편화를 보인다. 즉, 집단수준에서 보면 낮은 파편성을 보이고 있으나, 개체단위에서 보면 대다수 지역이 집단에 비해 높은 정도의 파편화 도시 특성이 있다고 할 수 있다.

셋째, Entropy 관점에서 보면 Cook과 Dupage를 제외한 7개 중 5개의 카운티의 도시 스프롤 또는 분산 및 집중도는 시카고 대도시권에 비해 높은 도시화 스프롤 또는 분산을 보인다. 즉 개체단위에서 보면 대다수 지역이 집단에 비해 높은 정도의 스프롤 도시 특성을 가진 것으로 나타나고 있다.

V. 결론

도시계획은 '미래를 내다보는 생각(Thinking ahead)'만을 의미하지 않으며 보다 중요한 의미는 다양한 시공간에 걸쳐 도시를 구성하는 주체들 상호간 의사결정 조정과 분배를 의미한다(Hopkins and Knaap 2019). 계획수립은 근본적으로 불확실성이라는 한계를 지니고 있으며 적극적인 미래 전망과 시나리오 개발의 핵심은 그러한 불확실성 극복에 있다(Isserman 1984; 1985). 계획의 공간적·행정적 위계를 고려해 볼 때 기초자치단체의 도시기본계획이나 광역단체 등 종합계획수립에 있어 상위단위와 하위 또는 동일 계층 내 관련 주체들의 관계성은 의사결정 조정과 분배에 있어 기회 또는 제약요인으로서 중요한 의미가 있다. 따라서 진화론적 관점에서 계획 대상인 도시의 행정적 위계가 갖는 공간적 속성과 도시변화의 속성을 이해하고자 하는 노력은 계획수립 실무를 비롯하여 관련 이론적 논의에 함의를 줄 수 있을 것으로 기대한다.

주요 연구 결과는 다음과 같다. 먼저 교외확산 도시화는 일반적 현상인가라는 질문에 대해 국내와 미국 주요 도시 UEII 분석결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 국내와 미국 주요 도시의 경우 도시확산현상은 보편적인 도시변화의 특성이다. 둘째, 국내 UEII 평균 0.36(S.D 0.15)과 미국 UEII 평균 1.5(S.D 0.61)에서 나타나듯 미국에서 약 4-5배 더 높은 정도의 도시확장강도가 관찰된다. 셋째, 시카고 대도시지역 사례를 보면 실제 미국의 도시개발에서는 바람직한 개발 형태라고 논의되고 있는 고밀의 개발형태 비율이 매우 적은 비중을 차지한다.

지금까지 우리나라와 미국에서는 도시의 확장과 스프롤에 대한 문제 제기과 부작용, 그리고 그러한 부

정적 현상에 대한 발생 가능성을 줄이기 위해 논의하였던 도시성장관리, 압축성장, 대중교통지향개발(TOD) 등 다양한 계획기법과 수단에 대한 논의가 이루어지고 있다. 그럼에도 도시 연담화 또는 스프롤과 높은 연관성을 가진 것으로 인식되는 도시확산현상이 도시변화의 보편적인 특성이라는 점을 생각해보면, 과연 도시화 확장에 대한 조율·조정·제한과 관련한 여러 계획적 노력이 국내와 미국에서는 실효적이지 않았던 것인지, 반대로 현재의 교외개발 확장수준이 그동안 수많은 계획적 노력으로 인해 얻어진 절제되고 관리된 성과물인지는 판단하기는 어렵다. 다만, 이러한 논의가 주는 함의는 다음과 같다.

특정한 관점에서 도시의 확장과 스프롤이 가진 기능적 효율성에 대한 평가는 가능하지만, 현재와 같은 변화의 방향성이 긍정적 또는 부정적 방향으로 이루어지고 있다고 평가하기에는 무리가 있어 보인다. 오히려 오늘날까지 이루어지고 있는 시대별 도시계획적 노력을 고려해보면 이러한 변화는 도시를 구성하는 다양한 주체들에 의해 도시에게 부여된 다양한 기능에 부합하는 방향으로 변화가는 현상이라고 이해하는 것이 적절할 것이다.

두 번째 연구 질문인 상위단위 집단과 하위단위 개체와의 관계성 분석 결과는 다음과 같다. 시카고 대도시권은 상대적으로 (1) 높은 정도의 도시화 압축도, (2) 낮은 정도의 도시화 파편화, 분산도 또는 스프롤을 보인다. 반면, 시카고 대도시권을 이루는 대부분 하위 도시 카운티들은 대도시권 전체가 나타내는 값에 비해 상대적으로 (1) 낮은 정도의 도시화 압축도, (2) 높은 정도의 도시화 파편화, 분산도 또는 스프롤 특성을 보인다. 즉, 상위단위 집단의 특성은 하위단위 개체들의 행위결과로 나타날 수 있는데, 시카고 대도시권 사례는 전체지역의 특성은 대다수 하위단위 도시들의 특성과 다른 방향으로 나타날 수 있음을 보여주고 있다.

본 연구의 결론은 다음과 같다. 첫째, 지난 30여년간의 도시화 확산현상이라는 특정 관점에서 보면 최소한 도시의 교외 확산현상 그 자체는 기능에 충실한 도시의 물리적 결과물로서 어떤 의도한 방향성의 결과라거나 계획이나 시장의 긍정 또는 부정적 결과

물로 해석하기보다는 도시에게 요구되는 여러 기능에 부합하는 도시의 변화 현상으로 이해할 수 있을 것이다. 이와 관련해서 가치평가가 아닌 그 현상에 대한 이해의 관점에서, 교외 확산현상은 주어진 제도적 범위 내에서 신규도시개발과 관련된 다양한 주체들의 의지를 바탕으로 직장과 주거, 그리고 각종 공공·민간서비스 혜택을 누리기 위해 주체 간 자연스러운 유기적 관계의 결과물로 이해할 수 있다는 Carmona et al.(2006)에 주장은 본 연구의 결론과 같은 맥락에서 이해할 수 있다.

둘째, 상위단위 집단은 하위단위 개별행위들의 누적적·종합적 결과로 나타나지만, 때에 따라 하위단위 개체들의 특성과는 다른 특성을 가질 수 있다는 점은 공간·행정 위계 상호관계 불확실성의 높은 가능성을 암시하고 있다. 따라서 (1) 기능에 충실한 도시변화 현상과 (2) 위계 상호간 불확실성을 고려해보는 하위단위 도시의 기능에 초점을 두는 것이 계획수립과정에서 중요할 수 있다. 이런 경우 초점은 하위단위 도시 또는 생활권 상호간 경쟁과 협력, 그리고 다양한 변이 발생의 기회 제공으로 상위지역에서의 혁신이 활발하게 일어날 수 있도록 하는 것이 필요하다.

셋째, 진화론적 관점에서의 도시 논의는 기존의 발달성장 논의와 큰 차이를 갖는다. 도시는 충분히 예견 가능한 미래 성장 설제도에 따라 성장한다기보다는 그때그때 시대가 요구하는 도시의 기능에 적응하고 변화하는 것으로 이해하는 것이 적절할 것이다. 성장과 진화는 다르다. 성장이란 유기체 발달단계의 과정으로 미숙의 시기와 완숙의 시기가 있으며 각 단계별 예측 가능한 형태와 기능이 있다. 반면에 도시는 발달단계별 예측 가능한 형태와 기능을 보인다고 하기 어렵다. 모더니즘의 도시는 상당히 전망 가능하고 전망한 그 모습으로 도시는 성장·발전 가능한 대상으로 이해했지만, 포스트모더니즘 사고에서의 세계관은 상대성, 불확실성, 그리고 예측 불가능함을 보여주고 있다. 이러한 점을 고려해 볼 때 진화론적 사고 관점에서의 도시 이해는 중요한 계획적 함의를 갖는다고 볼 수 있다.

본 연구는 미국과 국내의 일부 주요 도시를 대상으로 평면적 관점에서의 도시확장 사례분석 바탕으로

논의가 진행되었다는 한계를 보인다. 이러한 연구한계를 극복하고 보다 일반화된 논의를 제시하기 위해서는 보다 폭넓은 실증연구가 필요하며 이는 계획수립 실무와 이론연구에 의미 있는 함의를 줄 것으로 기대된다.

사사

이 논문은 2021년도 강릉원주대학교 장기해외파견연구지원으로 수행되었음(This study was supported by Gangneung-Wonju National University).

References

- Alexander C. 2015. A city is not a tree: 50th anniversary edition, Sustasis Press.
- Allen P. 1997. Cities and Regions as Self-Organizing Systems: Models of Complexity. Routledge Press.
- Arab A, Namyatova A, Evans A, Cameron L, Yeates K, Ho W, Lo N. 2017. Parallel evolution of mound-building and grass-feeding in Australian nasute termites. *Biology Letters*.
- Batty M. 2000. Less is more, more is different: complexity, morphology, cities and emergence. *Environment and Planning B: Planning and Design* 27: 167-168.
- Batty M, Marshall S. 2017. Thinking organic, acting civic: The paradox of planning for Cities in Evolution. *Landscape and Urban Planning* 166: 4-14.
- Bonabeau E. 2002. Predicting the Unpredictable. *Harvard Business Review* 5-11.
- Brody S. 2013. The characteristics, causes, and consequence of sprawling development patterns in the United States. *Nature Education Knowledge* 4: 2.
- Burchell W, Shad A, Listokin D, Phillips H, Downs A, Seskin S, Davis S, Moore T, Helton D, Gall M. 1998. The Costs of Sprawl-Revisited <https://www.worldtransitresearch.info/research/2965> (accessed May 1, 2022).
- Carmona M, Marshall S, Stevens Q. 2006. Design codes: their use and potential. *Progress in Planning* 65: 209-289.
- Darwin C. (1859, 1995). The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. London: Penguin Classics.
- Das Chatterjee N, Chatterjee S, Khan A. 2016. Spatial modelling of urban sprawl around Greater Bhubaneswar city, India. *Modelling Earth System Environment*.
- Dear M. 1986. Postmodernism and Planning. *Environment and Planning D: Society and Space* 4(3): 367-384.
- Dennett D. 1966. Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life. Simon & Schuster Press.
- Dobzhansky T. 1973. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The American Biology Teacher* 35(3): 125-129.
- Habeeb D, Virgo J, Stone B. 2015. Rising heat wave trends in large US cities. *Natural Hazards* 76(3): 1651-1665.
- Hopkins L, Knaap G. 2019. The Illinois school of thinking about plan. *Journal of Urban Management* 8(1): 5-11.
- Isserman A. 1984. Projection, forecast, and plan. *Journal of the American Planning Association* 50(2): 208-221.
- Isserman A. 1985. Dare to plan: An essay on the role of the future in planning practice and education. *Town Planning Review* 36: 483-491.

- Jones S. 1999. Almost like a whale: The origin of species updated. Doubleday Press.
- Kuhn T. 1996. The Structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press.
- Lu S, Guan X, He C, Zhang J. 2014. Spatio-temporal patterns and policy implications of urban land expansion in metropolitan areas: A case study of Wuhan urban agglomeration, central China. Sustainability 6(8): 4723-4748.
- Ma R, Gu C, Pu Y, Ma X. 2008. Mining the urban sprawl pattern: A case study on Sunan, China. Sensors 8(10): 6371-6395.
- Marshall S. 2009. Cities, Design and Evolution. Routledge Press.
- Paul K. 1996. The Self-organizing Economy. Wiley-Blackwell Press.
- Portugali J. 2000. Self-Organization and the City. Springer Press.
- Resnick M. 1997. Turtles, termites, and traffic jams: Explorations in massively parallel microworlds. Bradford Books.
- Shannon C. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27: 379-423.
- Soille P, Vogt P. 2009. Morphological segmentation of binary patterns. Pattern Recognition Letters 30: 456-459.
- Soule D. 2006. Urban sprawl: a comprehensive reference guide. Greenwood Press.
- Sudhira H, Ramachandra T, Jagadish K. 2004. Urban sprawl: metrics and modeling using GIS. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 5(1): 29-39.
- Vogt P. 2015. Quantifying landscape fragmentation. https://www.researchgate.net/profile/Peter-Vogt-4/publication/281320578_Quantifying_landscape_fragmentation/links/55e1d89908ac2fac471f83fc/Quantifying-landscape-fragmentation.pdf(accessed May 1, 2022)
- Vogt P. 2010. User guide of GUIDOS.
- Vogt P, Riitters K, Iwanowski M, Estreguil C, Kozak J, Soille P. 2007. Mapping landscape corridors. Ecological Indicators 7(2): 481-488.
- Yeh A, Li X. 1998. Sustainable land development model for rapid growth areas using GIS. International Journal of Geographical Information Science 12(2), 169-189.
- Zhao B, Chan K, Sit O. 2003. Globalization and the dominance of large cities in contemporary China. Cities 20(4): 265-278.