

수도권 도시 스프롤 평가에 따른 도시성장관리 및 도시재생 정책 방향에 관한 연구*

전혜진** · 우명제***

A Study on Measuring Urban Sprawl and Its Policy Implications for Urban Growth Management and Urban Regeneration in Seoul Capital Region*

Hye-Jin Jeon**, Myungje Woo***

국문요약 도시 스프롤 현상은 녹지와 오픈스페이스의 잠식, 교통 혼잡 및 대기오염의 증가, 중심도시 쇠퇴의 촉진, 사회적 자본의 감소, 도시기반시설 비용에 대한 납세부담의 형평성 등 부정적 효과로 인해 비판을 받아왔다. 이 연구는 미국 대도시 지역에서 확인되는 도시 스프롤 특성과 다른 것으로 알려진 한국 수도 지역에서의 도시의 무질서한 확장을 측정한다. 특히 이번 연구에서는 수도권 지역이 교외지역의 저밀도 주택개발 확대로 중심도시의 쇠퇴 경험 여부를 조사한다. 인구밀도의 스프롤 지수, 인구 변화에 대한 도시화 지역의 변화 비율, 인구밀도 변화율 등 세 가지 척도를 채택하였으며, 도시 스프롤 현상을 측정하기 위해 GIS 지도와 서술적 분석을 사용하여 중심도시의 쇠퇴와 교외지역의 개발 패턴의 특성을 조사하였다. 그 결과, 한국의 수도 지역이 중앙 도시의 쇠퇴와 교외지역의 단독주택의 증가로 미국식 스프롤형식으로 이동하고 있음을 보여주며, 정책 입안자들이 도시스프롤과 미국 대도시들이 겪고 있는 도시스프롤의 부정적 영향을 예방하기 위해 성장관리 전략을 개발할 필요가 있음을 나타낸다.

주제어 도시스프롤, 중심도시 쇠퇴, 도시성장관리, 도시재생, 전원주택개발

Abstract: Urban sprawl has been criticized due to its negative effects, including the encroachment of farmland and open spaces, the increase in traffic congestion and air pollution, the decline of central city, the decrease in social capital, and the unfairness of tax burdens on infrastructure and public services. This study measures urban sprawl in the capital region of South Korea where the characteristics of urban sprawl have been known to be different from those identified in the U.S. metropolitan areas. In particular, the study examines whether the capital region has experienced the decline of the central city with an expansion of low density residential development in suburban areas.

* 이 논문은 2018년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2018S1A5A2A03030264).

** 서울시립대학교 도시공학과 석사(제1저자: sclc.jin@gmail.com)

*** 서울시립대학교 도시공학과 부교수(교신저자: mwoo@uos.ac.kr)

Three measurements, the sprawl index with population density, the ratio of changes in urbanized areas to changes in population, and the population density gradient, were employed to measure urban sprawl, and GIS mapping and descriptive analysis were used to examine the central city decline and the characteristics of development patterns in suburban areas. The results show that the capital region of South Korea is moving to the American style sprawled development with the decline of the central city and an increase of single detached homes in suburban areas, implying that policy makers need to develop growth management strategies to prevent urban sprawl and its negative effects that many U.S. metropolitan areas have suffered from.

Key Words: Urban sprawl, Central city decline, Urban growth management, Urban regeneration, Single-family detached housing development

1. 서론

중심도시 외곽지역의 저밀도 개발과 함께 외연적 확산으로 표현되는 도시스프롤(urban sprawl)은 녹지와 오픈스페이스의 잠식, 교통 혼잡 및 대기오염의 증가, 중심도시 쇠퇴의 촉진, 사회적 자본(social capital)의 감소, 도시기반시설 비용에 대한 납세부담의 형평성 등 많은 문제점들을 내포하고 있다(Balchin, Isaac & Chen, 2000; Brueckner, 2000; Cox, 2000; Ewing, 1994; Bank of America, 1995). 도시스프롤 현상은 미국 대부분의 도시지역에서 나타나고 있으며, 위의 문제점들이 대두됨에 따라 주 정부 또는 지방정부 차원에서 도시스프롤을 억제하기 위한 도시성장관리정책, 스마트성장기법 등을 적용하고 있다(Woo & Guldmann, 2011).

특히, 기반시설에 대한 납세 부담의 형평성 문제는 도시스프롤의 전형적 형태인 교외지역 저밀도 단독주택(single family detached home)단지 개발로 인한 도로, 상·하수도, 공공서비스시설 등의 기반시설 건설 및 유지비용이 해당 지역주민들의 세금만으로 해결되는 것이 아니라 기성 시가지 또는 지역 전체 주민들의 세금으로도 함께 충당된다는 데 있다. 즉, 교외지역 저밀도 신규 단독주택지 거주자들이 대부분 중·상위 소득계층에 속한다는 것을 고려한다면, 이들의 거주지역과 기성 시가지를 잇는 교통인프라, 상·하수도

등의 기반시설건설 비용을 중심도시 또는 기성 시가지에 거주하는 중·하위 소득계층의 주민들이 일정 부분 부담하게 되는 모순이 존재한다. 이는 교외지역의 소수 중상위 소득계층을 위해 상대적으로 주거환경이 열악한 기성 시가지의 대다수 중하위 소득계층이 기반시설 비용을 지불해주는 것과 마찬가지이다.

미국의 경우 도시스프롤이 중심도시의 쇠퇴와 함께 진행되어 문제가 심각하지만, 우리나라 수도권에서는 지리적 측면에서 도시스프롤이 지속적으로 나타나고 있으나(진장익 외, 2013), 중심도시인 서울의 쇠퇴가 두드러지지 않고 수도권 교외지역의 대부분 개발이 택지개발사업을 위주로 한 고밀도 아파트단지들로 이루어져 있다. 이와 같은 이유로 미국 대부분의 도시지역에서 나타나고 있는 도시스프롤 문제는 우리의 피부에 잘 와 닿지 않고 있으며, 미국에서 활발히 실행되고 있는 도시성장관리 및 스마트 성장기법들이 우리나라에서는 문헌연구의 틀에서 크게 벗어나고 있지 못한 실정이다.

그러나 최근 수도권 외곽지역의 대규모 아파트단지 개발은 미분양 등 침체를 겪고 있지만, 대규모 필지를 위주로 한 경기도 지역의 전원주택 단지 개발은 점차 증가하고 있는 추세에 있다. 또한 1990년대의 전원주택은 은퇴자들을 중심으로 한 실버주택의 성격이 강하였으나, 2000년대 들어서는 김포군, 가평군, 양평군 등지에 취학아동이 있는 가구를 대상으로 한 전

원주택 상품들도 많이 등장하여 소비계층이 다양해지는 추세에 있다. 아직 초기 단계에 있지만, 이러한 수도권 교외지역 전원주택의 대중화는 반세기 전 미국 도시지역들의 교외지역 저밀도 단독주택 개발 위주로 나타난 도시스프롤과 매우 유사한 모습을 보인다.

본 연구는 우리나라 수도권의 개발 패턴을 진단하기 위한 탐구적 연구로서 도시스프롤 정도를 다각적인 방법으로 진단하고, 최근 증가 추세에 있는 전원주택의 공간적 개발 패턴을 살펴보고자 한다. 이를 통해, 미국 도시지역들이 현재 겪고 있는 도시스프롤 문제를 미연에 방지할 수 있는 정책적 시사점을 이끌어내고자 한다.

2. 선행연구 고찰

1) 도시스프롤의 문제점

도시스프롤은 학계에서 명확하게 정의되지 않은 현상이지만 대부분의 학자들이 공통적으로 저밀도 개발 위주의 지나친 공간적 확산으로 간주하고 있다. 가령, Brueckner(2000)는 도시스프롤을 도시공간의 지나친 성장으로 규정하였다. 교외의 전원주택은 도시스프롤의 전형적인 형태이며, 이러한 개발은 기존 대도시지역을 넘어 농경지의 전용을 통하여 연속적으로 이루어진다(Burchell et al., 1998). 그러나 Weitz & Moore(1998)는 도시스프롤 현상에 대하여 연속성 외에 밀도, 형태, 도시서비스 등 다른 특성도 고려되어야 한다고 지적하고 있다. Galster et al.(2001)은 밀도(density), 연속성(continuity), 집중도(concentration), 군집성(clustering), 중심성(centrality), 다핵성(nuclearity), 토지혼용도(mixed uses), 근접성(proximity) 등 여덟 가지 특징적인 토지이용패턴을 기반으로 도시스프롤 현상을 정의하였다. Ewing(1994)은 도시스프롤 현상이 분산(scatteration)¹⁾되고 비지적(leapfrog)²⁾인 형태, 선형 또는 리본(stripe or ribbon)³⁾ 형태, 연속적인 저밀도 개발 등 바람직하지 않은 토지이용패턴을 보인다는 것을 규명하였다. 또한 그는 이러한 도시스프롤 현상이 다핵도시에서는 오히려 통근비용과 교통

혼잡을 줄일 수 있으므로, '정도의 차이'라고 지적하였다(Haines, 1986, cited by Heim, 2001, p.273).

이와 같은 다양한 견해도 불구하고, 대다수 도시 계획가들은 도시스프롤에 대해 다음과 같은 문제점을 지적하고 있다.

첫째, 통행 거리 및 정체의 증가이다. 업무·주택용지의 비율은 통행 거리 증감의 예측변수로 활용된다. 예를 들어, 미국의 샌디에이고(San Diego) 지역에서 업무·주택용지비율이 균형적인 지역에 사는 통근자의 통행 거리는 지역 평균보다 2마일(mile) 짧고, 주택과잉지역보다 4마일 짧은 것으로 분석되었다(Ewing, 1994). 즉, 업무용지를 고려하지 않은 주거지역의 지나친 개발은 통행 거리 증가와 같은 부정적인 외부효과를 발생시킨다는 것을 알 수 있다.

둘째, 에너지 소비와 대기오염의 증가이다. 기존 연구에 의하면 에너지 효율의 관점에서 도시스프롤의 저밀도 개발보다 압축개발 및 다핵개발이 바람직한 대안인 것으로 밝혀졌다(Balchin et al., 2000; Ewing, 1994).

셋째, 농업 및 환경자원의 감소이다. 교외의 전원주택개발은 농경지 면적의 감소로 이어지며, 이로 인하여 환경적으로 민감한 지역(Bank of America, 1995) 또한 감소하게 된다.

넷째, 도시지역의 중심도시 및 도심부 지역과 같은 구시가지 공동체의 고립이다. 도시스프롤 현상은 사회 안정을 저해하고, 오래된 공동체와 새로운 교외지역 사이의 경제적 격차를 증가시킨다. 또한, 고용센터의 외곽 확산으로 새로운 일자리들이 많이 창출되었으나, 가난한 노동자 계급은 적절한 교통수단의 부재로 인한 접근성 부족으로 도시 중심부에 남게 된다(Bank of America, 1995).

그러나 일부 연구자들은 도시스프롤 현상을 평가함에 있어 긍정적인 견해를 가지고 있다. Richardson & Gordon(2000)은 도시스프롤로 인한 쾌적한 생활환경, 범죄로부터의 상대적 안전성, 간편한 이동성 등 교외생활의 질적 혜택을 고려해야 한다고 주장하였다. Brueckner(2000) 또한 저밀도 개발로 인한 토지 손실이 교통 혼잡을 완화하고 오픈스페이스로의 접근

성을 높임으로써 사람들의 삶에 질적 혜택을 제공한다고 주장하였다.

이처럼 신규 주택수요자, 개발업자, 그리고 일부 경제학자들은 도시스프롤 확산 현상을 지지하며, 단기적으로는 도시스프롤 현상이 저렴한 주택을 선호하는 신규 주택수요자와 세입을 늘리고자하는 지방 정부에게 정치적으로 이익을 제공하는 것처럼 보일 수 있다. 그러나 도시스프롤로 특징지어지는 커뮤니티들은 장기적으로 외부효과에 직면하게 되어 도시의 경쟁력을 약화하고 사회적·환경적·정치적 문제를 야기하게 된다고 볼 수 있다(Bank of America, 1995).

2) 도시스프롤에 관한 국내·외 실증연구

도시스프롤에 관한 연구들은 크게 거시적 측정과 미시적 측정으로 구분할 수 있다. 거시적 측정은 전국 또는 권역 전체를 대상으로 공간구조를 상대적으로 비교하기 위한 방법이며, 미시적 측정은 사례 도시를 선정하여 도시 내 공간구조의 특징을 좀 더 상세하게 분석하는 방법이라 할 수 있다.

(1) 거시적 측면

거시적 측면에서 도시별 도시스프롤 현상을 비교한 연구들을 보면, 공간통계학(Geo-statistics)⁴⁾적 접근방법을 활용한 연구(진장익 외, 2013; 임은선 외, 2006b; 황금희, 2008; 최남희, 1996), 통계자료와 GIS(Geographic Information System) 데이터를 결합한 연구(정현욱·김재익, 2003; 신정엽·김진영, 2012), Landsat MSS/TM⁵⁾ 위성영상자료와 GIS 데이터를 결합하여 토지이용현황을 시각적으로 파악한 연구(사공호상, 2004; 김태진·사공호상, 2006) 등이 있다.

공간통계학적 방법을 활용한 연구들을 보면, 진장익 외(2013)는 수도권 도시스프롤이 통근통행패턴에 미치는 영향을 파악하기 위해 스프롤 변수들을 선정하여 통행 영향지수⁶⁾와의 연관성을 분석하였다. 분석 결과, 서울과 인접하거나, 서울로의 통근이 용이한 지역에서 도시스프롤이 나타나고 있으며, 이러한 지역은 부의 외부효과를 유발하는 통근통행패턴을 조장하

고 있음을 알 수 있었다.

임은선 외(2006b)는 확산·압축수준을 측정하기 위해 전국의 80개 도시를 대상으로 S/C(Sprawl/Compact)지수⁷⁾를 산출하였다. 그 결과, 화성-서산-광주 순서로 도시스프롤이 나타나고 있음을 밝히고 있다. 상위 15위에 속하는 확산형 도시들 중 서울을 제외하고는 인구 규모가 매우 작은 소도시들이었으며, 이에 대하여 소규모 도시들은 인구수가 작기 때문에 공간면적에 비교적 여유가 있어 고밀도의 압축형보다 저밀도의 확산형 공간구조를 형성하고 있다고 풀이할 수 있다(임은선 외, 2006b). 또한 동일한 방법으로 경기도 25개 도시의 공간구조를 분석한 결과, 광주의 S/C지수가 가장 작게 나타났다(임은선 외, 2006a). 즉, 광주의 도시스프롤이 가장 큰 것으로 볼 수 있다.

황금희(2008)는 수도권의 무분별한 도시스프롤에 대하여 도심, 근교, 원교 및 기타지역으로 분류하여 시가지확산지수⁸⁾로 그 실태를 파악하였다. 그 결과, 수도권의 원교에서 도시스프롤이 가장 활발하며, 도심으로 갈수록 그 정도가 감소하는 것으로 나타났다. 특히 강화, 광주, 가평, 양평 등의 지역에서 확산지수가 높게 분석되었다.

또한, 수도권 공간구조의 변화를 분석한 최남희(1995)의 연구에서는 서울의 교외화로 인하여 인구 및 지가는 특정 지역으로 집중되고 있었으며, 고용의 분산도 또한 높게 측정된 것으로 나타났다.

통계자료와 GIS 데이터를 결합한 연구를 보면, 정현욱·김재익(2003)은 도시스프롤 지표로서 인구 대비 도로면적을 활용하여 우리나라 대도시권의 난개발 여부를 밝혔다. 연구 결과는 서울 인접 지역과 경기지역에서 난개발이 두드러졌으며, 특히 광주군, 용인, 의정부, 남양주 등이 난개발 정도가 심한 것으로 분석되었다.

신정엽·김진영(2012)의 연구에 의하면, 수도권의 도시스프롤 현상은 인구 측면, 공간 기하 측면, 토지이용변화 측면에서 서울을 중심으로 비연속적으로 발달하고 있었으며, 최근에는 개발제한구역 해제, 신도시 개발 등으로 인해 수도권의 공간구조가 재편되고 있음을 알 수 있다.

한편, Landsat 위성영상자료를 GIS 데이터와 결합한 연구를 보면, 사공호상(2004)은 수도권의 도시화 지역 확산패턴을 시계열적으로 파악하였다. 그 결과, 고도·경사와 같은 지형적 요소, 철도·도로와 같은 교통적 요소, 그리고 신도시 개발과 같은 개발정책의 영향을 받아 도시화 지역이 1980년대부터 서울의 외곽으로 확산되기 시작하였음을 규명하였다.

또한 김태진·사공호상(2006)의 연구에서는 시가지화 지역 면적을 종속변수로 두고 실증분석을 하였다. 분석 결과, 수도권 도시스프롤에 영향을 미치는 요인이 시대별로 다르게 나타났다. 1990년도에는 서울의 외곽지역으로 인구 및 주택 수가 증가하는 거주 교외화와 산업시설의 증가로 인한 고용 교외화가 가장 큰 요인이었으나, 2000년도에는 이러한 요인 외에 개발제한구역, 준농림지역, 가용토지면적, 농지 및 임야 면적 등이 시가지화 지역 확산에 상당한 영향을 미치는 것으로 분석되었다(김태진·사공호상, 2006).

Guldmann & Woo(2011)는 단핵지수함수(monocentric exponential model) 모델⁹⁾로부터 추정된 고용 및 인구밀도 경사도를 토대로 미국 135개 도시지역에 대한 도시확산 정도를 측정하였으며, 주 정부 차원의 강력한 도시 성장관리정책이 효과적으로 도시스프롤을 억제하고 효율적인 공간구조를 형성할 수 있음을 보여주었다.

(2) 미시적 측면

도시스프롤에 대하여 좀 더 미시적인 측정을 한 연구들은 사례 도시를 세부적으로 분석하기 위해 여러 가지 측정방법을 혼용해서 활용하였다. 예를 들면, 공간통계학적 방법을 활용한 연구(황금희, 2007), GIS 모델링 방법을 활용한 연구(임은선 외, 2006ab), Landsat TM 위성영상자료와 GIS 기반 공간통계분석방법을 결합한 연구(장영호, 2010), Landsat TM/MSS 위성영상자료와 경관생태학¹⁰⁾적 방법을 결합한 연구(Feng & Li, 2012), Landsat TM 위성영상자료와 GIS 모델링 방법을 결합한 연구(Li et al., 2011) 등이 있다.

황금희(2007)는 세 가지 시가지확산지수¹¹⁾를 활용

하여 서울과 인천을 포함한 수도권 시군구의 도시스프롤 정도를 측정하였다. 서울 내에서는 종로구와 용산구, 강남구 등이, 인천 내에서는 강화군과 옹진군 등의 시가지확산지수가 큰 것으로 측정되었으며, 이는 도시스프롤이 큰 것으로 판단할 수 있다.

임은선 외(2006b)는 경기도 4개 지역(광명, 화성, 고양, 용인)을 대상으로 GIS 모델링 방법을 활용하여 연속성, 토지혼용도, 중심성을 측정하였다. 이를 종합한 결과, 광명과 고양은 압축된 패턴을, 화성과 용인은 확산된 패턴을 나타냈다.

Landsat TM 위성영상자료와 GIS 기반 공간통계분석방법을 활용하여 화성의 공간구조를 분석한 장영호(2010)의 연구에 의하면, 화성의 인구·건축밀도가 급격히 상승하면서 그 중심점이 동부 축으로 이동하여 새로운 중심지를 형성하고 있는 것으로 나타났다.

Feng & Li(2012)는 Landsat TM/MSS 위성영상자료와 경관생태학적 방법을 활용하여 중국 난징시의 장닝구역의 도시스프롤 원인을 살펴보았다. 그 결과, 산업화로 인한 비농업 인구의 급속한 증가 및 근교 농경지의 비지적(leapfrog) 개발로 인하여 도시스프롤이 일어난 것으로 분석되었다.

또한 Li et al.(2011)의 연구에서는 Landsat TM 위성영상자료와 GIS 모델링 방법을 활용하여 중국 란저우시의 도시스프롤과 도시화지역의 변화율, 도시화 지역의 경관 지수를 분석하였다. 그 결과, 란저우시 근교 지역과 주요 개발지역 주변에서 고립된 도시화 지역이 나타났으며, 지방 도시와 주변 지역과의 합병 등의 특징이 나타났다.

3) 도시스프롤 측정을 위한 지표

도시스프롤을 측정하는 방법은 분석내용에 따라 확산방향·분산성, 연속성, 중심성, 스프롤(sprawl) 등으로 구분가능하다.

(1) 확산 및 분산성 측정: Sprawl Index, Holdren 시가지 확산지표, 평균중심, 평균편차거리

Sprawl Index, Holdren 시가지확산지표, 평균중심(mean center), 평균편차거리(mean of deviation dis-

〈표 1〉 도시스프롤 측정을 위한 주요변수

구분	측정방법	측정치표
거시적 차원	공간통계학적 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 녹지비율, 직주비율, 내부통근율, 내부통근증가율, 고용접근성, 인구증가율, 철도 수, 도로면적(진장의 외, 2013) • 인구·고용밀도의 불균형 수준, 인구밀도의 분산도 수준, 인구밀도가 높은 동들의 군집도 수준(임은선 외, 2006ab) • 시가화지수, CBD와의 거리, 체질량지수(황금희, 2008) • 인구밀도의 불균등성, 인구밀도의 중심이동성, 인구밀도의 집중 및 분산성, 인구밀도경사성(최남희, 1996; Woo & Guldman, 2011)
	통계자료 및 GIS 데이터를 결합한 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 인구 대비 도로면적(정현욱·김재익, 2003) • 도시화지역 면적, 토지이용 변화, 인구·고용밀도 패턴, 지가분포 패턴(신정엽·김진영, 2012)
	위성영상자료 및 GIS 데이터를 결합한 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 토지피복분류, 지리정보데이터(행정구역도, 도로·철도망도, 개발제한구역도 등)(사공호상, 2004) • 인구수, 자동차 대수, 아파트 수, 제조업체 종사자 수, 주택 수, 도로연장, 제조업체 수, 도시계획구역 면적, 서울로의 통근율, 서울가의 거리, 지가, 인구밀도, 개발제한구역 면적, 임야면적, 농지면적, 가용토지면적(김태진·사공호상, 2006)
미시적 차원	공간통계학적 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 시가화지수(황금희, 2007)
	GIS 모델링 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 인구밀도, 토지이용의 연속성, 토지혼용도, CBD와의 거리(임은선 외, 2006ab)
	위성영상자료 및 GIS 기반 공간통계분석방법	<ul style="list-style-type: none"> • 인구·고용밀도, 도시적 토지이용, 도시계획사업(장영호, 2010)
	위성영상자료 및 경관생태학적 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 토지이용 변화, 인구밀도, 가성시가지·도시개발구역 면적(Feng & Li, 2012)
	위성영상자료 및 GIS 모델링 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 도시개발구역 면적, 도시화율(Li et al., 2011)

tance) 등은 도시 구성요소의 확산 및 분산성을 알 수 있는 측정방법이다.

Fallah et al.(2011)는 인구밀도를 지표로 활용하여 대도시지역의 도시스프롤 측정방법을 제시하였다. 이것은 도시스프롤의 양상과 센서스 블록그룹(census block group)을 결합시킨 방법으로, 인구밀도분포의 미세한 차이를 발견할 수 있다는 장점이 있다. Sprawl Index는 0에서 1 사이의 값을 가지며, 1의 값에 가까울수록 도시스프롤이 큰 것으로 간주할 수 있다.

$$Sprawl = ((L\% - H\%) + 1) \times 0.5 \quad (1)$$

L%: 전체 인구수 중 전체 블록그룹의 인구밀도 중 양값(median)보다 낮은(below) 그룹의 인구수의 비율

H%: 전체 인구수 중 전체 블록그룹의 인구밀도 중 양값(median)보다 높은(above) 그룹의 인구수의 비율

즉, L%가 높을수록 도시스프롤이 신속하게 일어난

다. 이때, 대도시지역의 '교외 클러스터'를 설명하기 위하여, 평방 마일당 200명 이하의 인구를 가진 교외 지역의 블록그룹은 제외되며, 교외의 새로운 주택단지 가 저밀도로 개발된 것을 감안하여 8에이커(acres)를 하나의 주거단위로 산정한다.

Holdren 시가지확산지표는 Holdren이 인구성장에 따른 인당 에너지소비량을 산출하기 위해 사용한 공식을 원용한 것으로, 인당 시가지면적의 변화율을 기준으로 추정된다(황금희, 2007). Holdren 시가지확산지표는 다음 식과 같다.

$$\Delta A/A = \Delta P/P + \Delta \alpha/\alpha \quad (2)$$

$\Delta A/A$: 지역의 시가지확산율

$\Delta P/P$: 지역의 인구성장률

$\Delta \alpha/\alpha$: 인당 시가지면적 성장률

평균중심점¹²⁾은 공간구조를 형성하는 구성요소들

의 무게중심으로서, 평균중심이 이동하는 것은 도시화 지역이 일정한 방향으로 확산되고 있음을 의미한다(사공호상, 2004). 즉, 이러한 평균중심의 이동은 공간구조가 어떻게, 어느 지역을 중심으로 변해 가는 지 정보를 제공해준다(최남희, 1995). 평균중심은 다음과 같은 좌표값으로 나타낸다.

$$X = \frac{\sum p_i x_i}{\sum p_i}, Y = \frac{\sum p_i y_i}{\sum p_i} \quad (3)$$

X, Y: 구성요소의 평균중심좌표
 p_i: 지역의 구성요소
 x_i, y_i: i지역 구성요소 i의 중심

이러한 평균중심으로부터 비교 대상 도시들까지의 거리를 측정하는 것이 평균편차 거리이다. 예를 들어 가중치를 인구수로 설정했을 때, 산출된 평균편차 거리를 비교함으로써 비교 대상 도시들의 인구가 평균중심점으로부터 어느 정도 거리에 분산되어 있는지에 대한 정보를 알 수 있다. 평균편차 거리가 작을수록 평균중심점에 가깝게 집중된 분포이며, 평균편차 거리가 클수록 인구분포가 분산되어 있다고 볼 수 있다(임은선 외, 2006b). 평균편차 거리는 다음과 같은 식으로 산출할 수 있다.

$$Md = \frac{\sum_{i=1}^n p_i (x_i - X)^2}{\sum_{i=1}^n p_i} + \frac{\sum_{i=1}^n p_i (y_i - Y)^2}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (4)$$

(2) 토지이용의 연속성 측정: 연속성, Leapfrog Index

도시스프롤은 기존 시가지와 지역 주변에 연속되어 확산이 이루어지거나, 환경적 여건에 따라 비연속적으로 개발되어 확산이 이루어질 수도 있다(임은선 외, 2006b).

연속성(continuity) 지표는 Galster et al.(2001)가 제시한 방법으로, 고밀도로 개발된 지역이 연속적으로 나타나는 셀(cell)의 면적을 이용하여 토지이용의 연속성 측정이 가능하다(임은선 외, 2006b). 개발된 셀이 비연속적인 형태로 나타나면 도시스프롤이 일어난 것

으로 볼 수 있으며, 연속성 지수는 0 이상 1 이하의 값을 갖는다.

$$CONT(i)u = \frac{\sum_{i=1}^S >9 \text{ Residences and } 49 \text{ Employees} = 1; 0 \text{ otherwise}}{S} \quad (5)$$

한편, Frenkel & Ashkenzi(2008)는 도시화 지역의 비연속적인 면적의 비중을 측정하는 방법으로, Leapfrog Index를 제시하였다. Leapfrog Index는 다음 식에 의해 산출되며, 비연속적으로 개발된 면적의 비중이 클수록 A값이 커진다(신정엽·김진영, 2012).

$$A = \frac{A_{leapfrog}}{A_u} \quad (6)$$

A_{leapfrog}: 비연속적으로 개발된 도시화 지역 면적
 A_u: 전체 도시화 지역 면적

(3) 중심성

도시공간이 도심(CBD)을 중심으로 개발이 이루어져 있는지에 대한 중심성(centrality)을 측정하는 방법으로서 Galster et al.(2001)가 처음 제시하였다. 이 방법은 각 도시적 용도로 개발된 셀, CBD와의 평균거리, 각 셀의 인구수를 이용하여, 전체 인구와 면적 제곱근의 곱을 인구가중치가 적용된 평균거리의 합으로 나누어 계산한다(임은선 외, 2006b).

$$CBDDIST = \frac{T(i)u(A^{1/2})}{\sum_{i=1}^M F(k, m)T(i)m} \quad (7)$$

T(i)u: 셀의 인구수
 A: 토지의 총면적
 F(k, m): 셀 k와 셀 m의 CBD와의 거리
 T(i)m: 셀 m의 인구수

3. 연구방법 및 데이터

본 연구에서는 수도권 내에서 도시스프롤이 진행되고 있는 개별 도시나 지역을 식별하는 것이 아니라 수

도권을 하나의 대도시지역으로 간주하여 도시스프롤이 어느 정도 진행되고 있는지와 그 특성을 파악하고자 한다. 우리나라 수도권의 지리적 크기는 미국 대도시권의 크기와 비슷하므로 수도권을 하나의 공간 단위로 하여 측정할 경우 미국의 도시스프롤 현상과 비교할 수 있는 장점이 있다.

앞장에서 살펴본 문헌연구를 토대로 수도권 차원의 도시스프롤 측정을 위해 다음 세 가지 방법을 사용하였다.

- 방법 1: 식(1)의 인구밀도를 이용한 스프롤지수

$$\text{스프롤} = ((L\% - H\%) + 1) \times 0.5$$

스프롤지수가 1에 가까울수록 스프롤된 것으로 간주하며, 2000년, 2010년의 결과를 비교하여 도시스프롤 진행 정도를 파악한다. 이 분석에는 최소 통계구역 단위인 통계청에서 제공하는 통계 지역경계(집계구)별 2000년과 2010년의 인구자료를 사용하였으며, ArcGIS에서 산출한 통계 지역경계(집계구)의 면적을 이용하여 인구밀도를 산정하였다.

- 방법 2: 인구증가 대비 시가화 지역 확산지표

$$\text{스프롤} = \frac{\text{시가화지역 면적의 변화}}{\text{인구변화}}$$

이 지표는 일정 기간 인구 변화 속도에 비해 시가지화 지역 면적 증가의 속도가 어느 정도인지를 파악하며, 만일 어느 지역의 확산지표가 1보다 높을 경우 인구증가에 비해 시가지지역이 더욱 빠른 속도로 확장되고 있다는 의미이므로 스프롤된 지역으로 간주한다. 시가지지역의 면적은 환경부에서 발행한 2001년과 2009년의 토지피복도 내에서 시가화/건조지역으로 분류된 주거지역, 공업지역, 상업지역, 문화체육휴양지역, 교통지역, 공공시설지역의 면적을 ArcGIS를 통해 산출하였다.

- 방법 3: 인구밀도경사도

$$DEN(x) = D_0 e^{-\gamma x}$$

인구밀도지수함수를 통해 2000년과 2010년의 인구밀도경사도를 추정하여 비교한다. 즉, 2000년에 비해 2010년의 인구밀도경사도가 낮을 경우 지난 10년간 수도권 외곽지역에 저밀도 개발이 확산되어 왔음을 알 수 있다. 위 식에서 연도별 통계 지역경계(집계구)의 인구밀도는 방법 1에서 산정한 인구밀도를 사용하였다. 인구밀도지수함수를 적용하기 위하여 C, BD의 블록은 서울시청이 위치한 블록으로 가정하였으며, 각 통계 지역경계로부터 CBD까지의 거리는 ArcGIS를 이용하여 직선거리로 계산하였다.

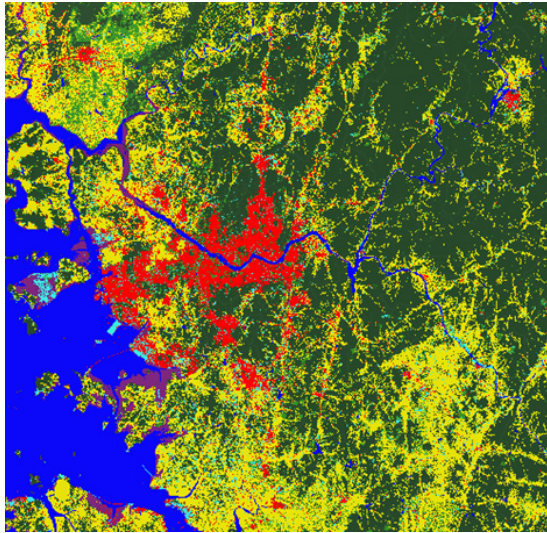
4. 수도권 도시스프롤의 측정·결과

1) 인구밀도를 이용한 스프롤지수 산정

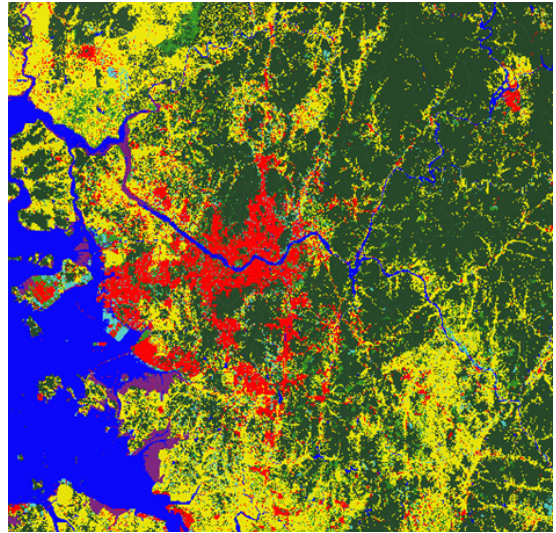
인구밀도를 이용한 스프롤지수의 결과값은 2000년 0.3523에서 2010년 0.4854로 10년간 약 38% 증가한 것으로 나타났다(〈표 2〉 참조). 2010년 현재 스프롤지수가 0.5에 못 미치고 있어 도시스프롤이 심각하다고 볼 수는 없으나 스프롤지수 값의 증가는 수도권 지역이 점진적으로 도시스프롤로 진행되고 있음을 보여주고 있다. 또한, 수도권 전체 인구 중 통계 지역경계의 인구밀도가 중위값보다 낮은 통계 지역경계에 거주하는 인구의 비중이 2000년 35.23%에서 2010년 48.54%로 증가하여 수도권지역의 개발패턴이 저밀도 개발패턴으로 진행되고 있음을 알 수 있다. 절댓값으로도 인구밀도 중위값보다 낮은 통계 지역경계에 거

〈표 2〉 수도권 스프롤지수 산정

	2000	2010
총 통계 지역경계(개)	41,427	
총 인구수(명)	20,685,025	22,758,224
인구밀도의 중위값(명/km ²)	30,122	39,330
L그룹의 인구수(명)	7,288,276	11,046,091
H그룹의 인구수(명)	13,396,749	11,712,133
L(%)	35.23	48.54
H(%)	64.77	51.46
Sprawl Index	0.3523	0.4854



〈그림 1〉 2000년 수도권 시가지지역의 분포



〈그림 2〉 2010년 수도권 시가지지역의 분포

주하는 인구는 2000년 7.3백만 명에서 2010년 11백만 명으로 10년간 약 4백만 명 증가한 것으로 나타나고 있다.

2) 인구증가 대비 시가지지역 확산지표

수도권의 인구증가 대비 시가지지역 확산지표는 2000년에서 2010년까지 10년간 발생한 시가지지역 면적의 증가율을 인구 증가율로 나누어 계산된다. ArcGIS를 통한 위성자료의 분석 결과, 2000년 시가지화면적은 1,490,48km²이고, 2010년 1,971,90km²로 나타나 10년간 약 32.30% 증가한 것으로 나타났다. 반면, 수도권 전체 인구는 2000년 20,685,025명에서 2010년 22,758,224명으로 증가하여 약 10.02% 증가한 것으로 나타나 수도권 확산지표는 3.22로 계산된다. 즉, 수도권지역은 2000년에서 2010년까지 10년간 인구의 증가 속도보다 개발지역의 증가 속도가 약 3배 이상 높아 도시스프롤 현상이 뚜렷이 나타나고 있음을 알 수 있다.

〈표 3〉에서 시가지지역이 증가한 지역을 공간적으로 살펴보면, 수도권 전체 읍·면·동 중 시가지지역이 증가한 읍·면·동의 비율은 서울과 인천이 각각 약 39%인 반면, 경기도에 위치한 시들에서는 약 59%, 군

〈표 3〉 시가지지역이 증가한 읍면동의 비율 (2000-2010)

구분		비율(%)
서울		38.53
인천		39.29
경기도	시	59.47
	군	84.67

지역에서는 약 85%의 읍·면·동에서 시가지지역이 증가하여 대부분 수도권 외곽지역에서 시가지가 집중적으로 진행되었음을 알 수 있다.

3) 인구밀도경사도를 통한 스프롤의 측정

인구밀도경사도는 도심으로부터 멀어질수록 인구 밀도가 감소하는 정도를 측정하는 기울기로써 그 값이 작을수록 완만한 경사도를 나타내어 수도권 외곽에 저밀도 개발이 분포하게 됨을 의미한다.

〈표 4〉는 2000년과 2010년의 인구밀도경사도 추정결과를 보여주고 있다. 수도권의 인구밀도경사도

〈표 4〉 수도권 인구밀도경사도

연도	인구밀도 경사도	R2
2000	0.367***	0.135
2010	0.286***	0.082

*** 유의수준 1%에서 유의함.

는 2000년 0.367과 2010년 0.286으로 1% 유의수준에서 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타나고 있다. 이 추정치는 인구밀도경사도의 값이 2000년 0.367에서 2010년 0.286으로 감소함으로써 10년간 수도권 전체 지역으로는 콤팩트한 개발보다는 분산형의 개발 패턴이 이루어져 왔음을 보여주고 있으며, 앞의 인구증가 대비 시가지화 지역 확산지표 결과와도 유사하다고 볼 수 있다. 단, R2값이 2000년 0.135에서 2010년 0.082로 감소하여 수도권 지역의 단핵적(monocentric) 성격이 매우 약함을 알 수 있으며, 이는 수도권의 공간구조가 다중심적인 특성을 띠고 있음을 보여준다. 수도권 차원의 도시스프롤이 진행되는 과정에서 도시스프롤로 인한 부정적 효과를 최소화하기 위해서는, 서울의 주요 부도심을 포함한 경기도 지역의 중심지들이 얼마만큼 콤팩트한 개발패턴을 지향하며 주변 지역의 인구 및 산업을 지원할 수 있는지가 매우 중요한 이슈로 부각될 수 있다.

4) 수도권 도시스프롤 측정에 관한 소결

인구밀도를 이용한 스프롤지수, 인구증가 대비 시가지화 지역 확산지표, 인구밀도경사도를 이용한 수도권 지역의 도시스프롤 측정 결과, 세 가지 방법 모두 정도의 차이는 있지만 공통적으로 수도권지역이 도시스프롤로 진행되고 있음을 보여주고 있다. 기존 연구에 의하면, 수도권 내 개별 도시들이나 일부 교통 또는 고용축을 대상으로 한 분석에서도 수도권의 도시스프롤 현상이 논의된 바 있다. 그러나 지금까지 수도권의 도시스프롤 현상이 도시 및 지역 문제로 크게 부각되지 않은 이유는 앞서 기술된 바와 같이 중심도시인 서울이 아직까지는 경제 및 인구 측면에서 건강한 상태에 있고, 수도권 교외지역에서도 저밀도보다는 고밀도 아파트단지 개발이 주를 이루어왔기 때문이다. 이 두 가지 특성이 미국 도시지역의 스프롤과 우리나라 수도권 지역의 스프롤 현상과 가장 큰 차이점이라고 할 수 있다. 즉, 미국 도시지역의 스프롤 문제는 중심도시의 쇠퇴와 교외지역의 저밀도 개발을 위주로 한 도시 확산에 기인한다고 볼 수 있으며, 서론에서 언급한 모든 도시스프롤 문제가 이 두 가지 특

성에 바탕을 두고 있다.

본 분석 결과에 의하면 수도권 전체적으로는 도시스프롤 현상이 진행되고 있는 것이 확실시되고 있으며, 미국과 같은 중심도시의 쇠퇴와 교외지역의 저밀도 개발패턴이 수도권 지역에서도 나타나고 있는지에 대해서는 다음에서 논의하도록 한다.

5) 수도권 도시스프롤의 특성

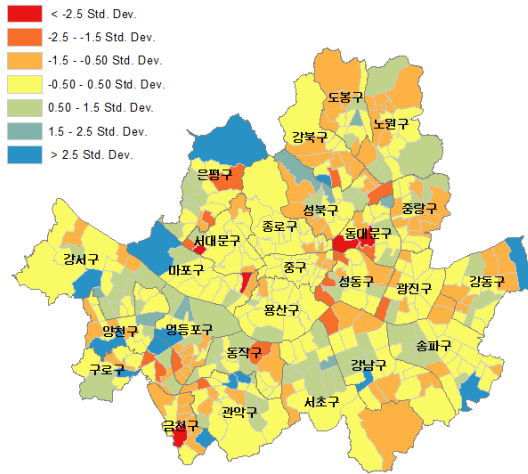
(1) 중심도시의 쇠퇴

수도권의 중심도시라 할 수 있는 서울시는 2000년부터 2010년 간 207,335명의 인구가 감소하였으며, 총 423개 행정동 중 60%가 넘는 256개동에서 인구 감소를 경험한 것으로 나타나고 있다. 이 중 용신동, 남가좌1동, 아현동, 전농1동, 시흥1동, 답십리1동, 왕십리도선동, 응암2동, 흑석동 등 9개 행정동에서는 10년간 1만 명 이상의 인구가 감소하였다(〈표 5〉 참조).

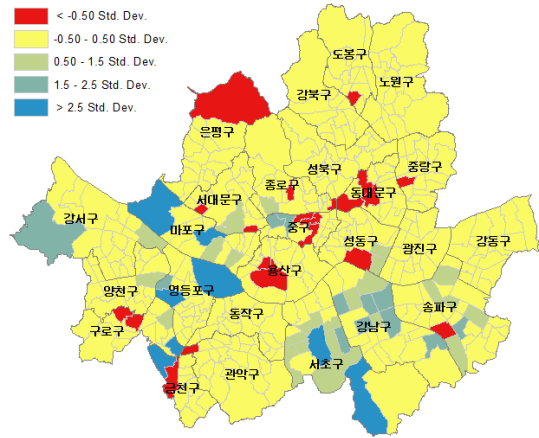
〈그림 3〉의 서울시 행정동 인구변화에 대한 공간적 분포특성을 살펴보면, 인구가 증가한 지역과 쇠퇴한 지역이 서울시 전역에 걸쳐 혼재한 모습을 보이고 있다. 은평구, 마포구, 강서구, 양천구 등 서울의 서쪽 지역 및 서북부 지역에 인구가 증가하는 행정동들이 집중된 모습을 보이고 있고, 성동구를 시작으로 한 동북부 지역에서는 인구 감소를 경험한 행정동들이 밀집되어 있는 모습을 보인다. 특히 동대문구의 경우 2개 동을 제외하고는 대부분의 행정동들이 정체되어 있거나 큰 인구 감소를 경험한 것으로 나타난다. 도심

〈표 5〉 인구감소를 경험한 상위 10개 행정동(2000-2010)

행정동	인구변화
용신동	-16,076
남가좌1동	-15,038
아현동	-14,963
전농1동	-12,957
시흥1동	-12,702
답십리1동	-11,897
왕십리도선동	-11,669
응암2동	-10,757
흑석동	-10,005
북가좌1동	-9,960



〈그림 3〉 서울시 행정동의 인구변화 분포(2000-2010)



〈그림 4〉 서울시 행정동의 고용변화 분포(2000-2010)

〈표 6〉 고용감소를 경험한 상위 10개 행정동 (2000-2010)

행정동	고용변화
한강로동	-6,632
광희동	-6,579
원효로1동	-5,446
용신동	-4,673
을지로동	-3,696
독산동	-3,629
가락1동	-2,961
전농1동	-2,895
가회동	-2,666
조원동	-2,315

및 도심 주변의 경우, 거의 대부분 지역에서 정체된 모습을 보이고 있으며, 특히 아현동과 그 주변 지역인 북아현동, 공덕동, 청파동의 인구 감소가 두드러진다.

서울시 고용은 2000년부터 2010년간 865,181명의 증가가 있었으며, 총 423개동 중 약 27%인 115개 동에서는 고용감소를 경험한 것으로 나타나고 있다.

서울시 고용의 공간적 변화패턴은 한강을 중심으로 남쪽지역의 행정동들에서 증가가 나타났으며, 강북 지역에서는 마포구와 중구의 일부 행정동들에서만 증가가 나타났을 뿐, 대부분의 행정동들이 정체되어 있거나 감소를 경험한 것으로 나타난다(〈그림 4〉 참조). 강북의 중심에 위치한 용산구, 중구, 성동구, 동대문구, 종로구 등에서 고용 감소를 경험한 행정동들이 다

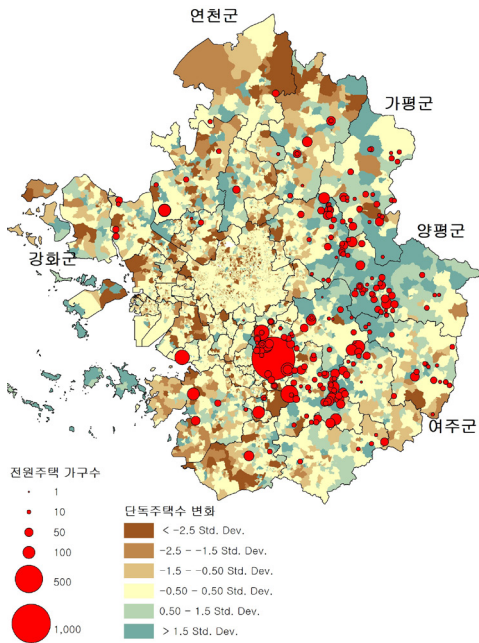
수 나타나고 있다. 특히, 한강로동(-6,632), 광희동(-6,579), 원효로1동(-5,446), 용신동(-4,673), 을지로동(-3,696), 독산1동(-3,629) 등에서 각각 3천 명 이상의 고용이 감소하였다(〈표 6〉 참조).

(2) 교외지역 단독주택 개발의 특성

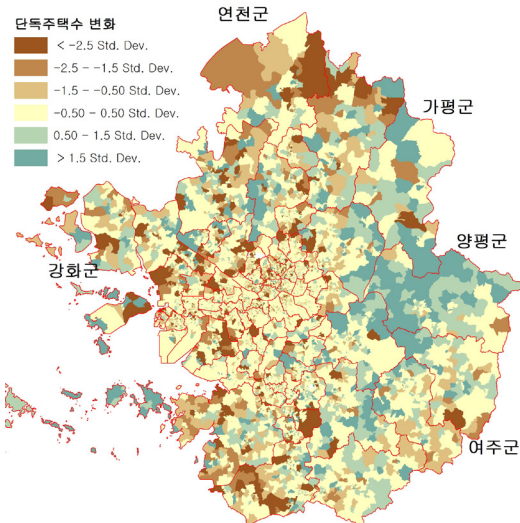
재개발 등의 영향으로 2000년부터 2010년간 수도권 전체적으로 약 115,682채의 단독주택수가 감소한 반면, 경기도 지역에서는 많은 단독주택 개발이 진행되어 온 것으로 나타나고 있다. 〈그림 5〉에서 보듯이, 서울의 서쪽 외곽지역에 단독주택의 증가가 집중된 것을 알 수 있으며, 특히 양평군과 가평군에 단독주택수가 증가한 읍면동이 광범위하게 분포되어 있는 것을 알 수 있다.

통계적으로는 10년간 시흥시가 2,052채의 단독주택 증가로 가장 많은 증가를 경험하였으며, 양평군이 1,643, 광주시가 1,320채 증가하였고, 가평군과 여주군에서도 각각 449채, 427채의 단독주택이 증가하였다.

경기도 지역 단독주택의 단순한 증가가 문제가 될 수는 없지만, 이러한 단독주택 단지의 증가가 기성시가지에서 멀리 떨어진 저밀도 위주의 전원주택일 경우 미국의 스프롤 현상과 유사한 패턴을 보인다는 점에서 주목할 필요가 있다. 특히, 국토교통통계누리



〈그림 5〉 수도권 단독주택수의 변화(2000-2010)와 Neighborhood Levelled Infrastructure 전원주택의 분포



〈그림 6〉 수도권 단독주택수의 변화(2000-2010)

(stat.molit.go.kr)의 아파트 주거환경통계 자료에 의하면, 2010년 가구당 평균 아파트 분양면적은 서울이 93.9m², 인천이 91.6m², 경기도가 96.2m²인 반면, 전원주택뉴스(www.jwnews.com)에 의한 수도권 전원주택의 가구당 평균 분양면적은 703m²로 약 8배 가까이 크게 나타나 토지 소비가 상대적으로 클 것으로 판단

〈표 7〉 경기도 군지역 단독주택수의 증가와 전원주택 가구수와와의 상관관계 분석 결과

		단독주택 증가	전원주택 가구수
단독주택 증가	Pearson 상관계수	1	.354**
	유의확률 (양쪽)		.000
전원주택 가구수	Pearson 상관계수	.354**	1
	유의확률 (양쪽)	.000	

** 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의

된다.

〈그림 6〉은 2000년부터 2010년까지 10년간 단독주택수가 증가한 지역과 전원주택의 분포패턴을 중첩한 것으로서 10년간 단독주택이 증가한 지역들에 전원주택들이 대부분이 입지해 있는 것을 알 수 있다. 이러한 사실은 전원주택들이 절대적 수에서는 아직 미미한 수준이지만, 지속적으로 증가 추세에 있으며 중심도시 또는 기성 시가지에서 멀리 떨어진 경기도 교외지역에 입지한다는 측면에서 녹지의 잠식, 통근 통행의 증가, 기반시설 비용의 증가, 각종 오염의 증가 등 향후 도시스프롤 문제를 야기할 수 있는 잠재성을 지니고 있다고 볼 수 있다.

또한, 〈표 7〉은 경기도 군지역 2000년부터 2010년까지 단독 주택수의 증가와 전원주택 가구수와 상관관계를 읍·면 단위에서 분석한 결과로서 상관계수가 0.354이며 통계적으로 유의한 것으로 나타나고 있다. 이 결과는 수도권 외곽지역의 단독주택 증가가 전원주택의 개발과 상관성이 높음을 의미하며 이 지역들이 저밀도 개발패턴을 위주로 확산되고 있음을 유추할 수 있다.

(3) 수도권 도시스프롤 특성의 소결

이상의 분석에서 살펴본 바와 같이 수도권 도시스프롤의 특성은 강도 측면에서는 아직 미미한 수준이지만, 중심도시 내의 쇠퇴와 교외지역의 저밀도 개발패턴을 특징으로 하는 미국의 도시스프롤 현상과 유사한 성격으로 진행되고 있음을 알 수 있다. 서울시

전체적으로는 인구의 감소를 보여왔지만, 고용에서는 전체적으로 증가하고 있어 아직 중심도시가 쇠퇴하고 있다고 결론 내릴 수는 없지만, 서울시의 지리적 규모가 미국 도시지역의 중심도시들에 비해 매우 크기 때문에 미국 중심도시와 수도권의 중심도시인 서울을 직접적으로 비교하는 데는 무리가 있다.

반면, 서울의 몇 개 구를 합친 규모가 미국의 중심도시들 크기와 비슷한 점을 감안한다면, 서울 도심 및 동북부 지역의 인구와 고용의 쇠퇴는 인종적 문제를 제외하고는 미국 중심도시들의 쇠퇴와 비슷한 맥락을 보여준다고 할 수 있겠다.

또한, 수도권 교외지역에서는 지난 10년간 단독주택의 증가가 두드러지게 나타나고 있으며, 이 추세가 많은 토지 면적을 필요로 하는 전원주택 개발과 공간적으로 높은 상관관계를 보이고 있어 미국의 교외지역 개발 패턴과 유사한 전원지역의 단독주택 커뮤니티 형성이 증가 추세에 있는 것으로 나타나고 있다.

5. 결론 및 시사점

본 연구에서는 최근 수도권 지역의 전원주택 개발이 증가 추세에 있는 점에 착안하여 수도권의 도시스프롤 현상을 측정하고 그 특성을 분석하고자 하였다.

기존 연구에서는 수도권의 외연적 확산이 논의되어 왔으나, 우리나라의 수도권은 중심도시인 서울이 인구 및 고용 측면에서 상대적으로 건강한 상태를 유지하고 있고, 교외지역에서는 아파트단지 위주의 고밀 개발이 진행되어 와 미국 도시지역의 스프롤과는 차별화된 특성을 보여왔다. 따라서 미국 도시지역에서 일어나는 중심도시의 쇠퇴와 교외지역의 저밀도 단독주택 커뮤니티의 확산에 기인한 녹지의 감소, 통근거리 및 에너지 소비의 증가, 환경오염과 같은 스프롤 문제는 도외시되어 왔다.

본 연구의 인구밀도를 이용한 스프롤지수, 인구증가 대비 시가지지역 확산지표, 인구밀도경사도를 이용한 수도권지역의 도시스프롤 측정 결과에 의하면, 공통적으로 수도권지역이 도시스프롤로 진행되고 있

음을 보여주고 있다. 수도권 도시스프롤의 특성 분석에서는 서울시 내부지역에서 행정동 기준으로 고용 및 인구가 감소하는 지역이 확연하게 드러나 미국의 중심도시 쇠퇴와 유사한 움직임을 보이고 있다. 수도권 외곽지역에서도 전원주택 위주의 단독주택 개발이 증가추세에 있어 미국의 교외지역 개발 패턴과 유사한 전원지역의 단독주택 커뮤니티 형성이 주된 특징으로 자리잡아가고 있다.

이러한 수도권 외곽지역의 저밀도 주거지 개발 패턴은 미국 대다수 도시지역이 경험하고 있는 도시스프롤 문제를 야기할 수 있는데, 환경적인 문제 외에도, 도시재생 측면에서 볼 때 장기적으로 서울시 인구의 교외지역으로의 유출로 인한 중심도시 쇠퇴에 영향을 미칠 가능성이 높다. 또한, 수도권 교외지역의 저밀도 주거단지의 증가는 이들 커뮤니티와 기성 시가지를 잇는 교통(지하철 및 도로) 및 상·하수도 인프라, 공공시설 및 서비스 등의 기반시설을 필요로 하고, 이에 대한 기반시설비용과 환경비용 부담은 해당 주민들만이 지는 것이 아니라 작게는 저밀도 주거단지가 입지해 있는 군민, 경기도, 크게는 수도권 전체 주민에게까지 가해지는 비형평성 문제를 내포하고 있다.

이와 같은 수도권 도시스프롤 현상과 관련하여 다음의 두 가지 정책적 시사점을 제시할 수 있다. 첫째는, 수도권 차원의 거버넌스 구축이다. 도시스프롤의 억제 및 문제 해결은 도시지역의 중심도시 또는 스프롤을 야기하는 지자체에서 해결할 수 있는 문제는 아니다. 이 문제를 해결하기 위해 한 군에서 도시 성장 정책을 시행한다면 이를 피하기 위한 유출효과(spillover effect)가 주변 지역으로 퍼질 수밖에 없으며, 중심도시에서 스마트성장기법을 적용하여 인구 유출을 막으려 해도 교외지역의 넓고 쾌적한 환경을 향유하고자 하는 유출인구를 막을 수 없다. 그러나 현재의 계획 시스템에서는 수도권 지역의 지자체들이 도시스프롤 문제에 대해 협력할 수 있는 기제가 존재하지 않으므로 이에 대한 논의가 시작될 필요가 있으며, 수도권의 경제적, 행정적, 사회적 위상이 국토 차원에서 중요한 비중을 차지하고 있는 점을 감안할 때 수도권

정비계획을 주관하는 중앙정부의 역할 또한 중요하다고 할 수 있겠다.

두 번째는, 교외지역 전원주택 등 저밀도 단독주택 개발에 대한 모니터링의 구축이다. 전원주택에 대한 선택은 개인의 자유이며, 수요가 존재하는 한 교외지역 전원주택 개발의 역제는 현 시스템에서 용이하지 않을 것으로 보인다. 그러나 과도기적인 차원에서 교외지역 전원주택의 난개발을 미연에 방지하기 위해서는 경기도 차원에서 자본확충계획(capital improvement plan)을 마련하여 전원주택 개발가능지와 전원주택 증가량을 모니터링할 필요가 있다. 그러나 모니터링 비용 등 이에 대한 책임을 경기도에만 떠넘길 수는 없으며, 수도권 도시스프롤 문제가 해당 지역뿐만 아니라 전 지역에 영향을 미친다는 점을 감안할 때 서울시 등 수도권 내 모든 이해관계자(stakeholders)들이 관여해야 될 필요가 있다.

본 연구는 실험적 연구로서 최근 수도권 지역의 도시스프롤 현상을 미국 도시지역의 스프롤문제 관점에서 접근하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나 전원주택의 시계열 자료 등 세부 통계자료의 미흡으로 수도권 전원주택 개발이 도시스프롤에 미치는 영향을 직접적으로 측정할 수 없었던 한계점이 있으며, 향후 연구에서는 이에 대한 보완과 함께 수도권지역의 도시스프롤 특성에 부합하는 구체적인 성장관리정책에 대한 이슈가 논의되어야 할 것이다.

주

- 1) Fujii & Hartshorn(1995)에 의하면, 분산(scatteration)은 기능과 활동의 넓게 분포된 것을 의미한다. 또한 Pivo(1990)는 분산(scatteration)을 저밀도 개발이 교외의 도시조직에 걸쳐 임의로 확산되는 것이라고 정의하였다.
- 2) Heim(2001)은 비지적(leapfrogging) 개발을 '개발자가 근교의 토지를 남겨둔 채, 개구리 뱀뱀기 식으로 원교의 토지를 개발하는 과정'이라고 정의하였다.
- 3) 선형 또는 리본(stripe or ribbon)형태는 교통회랑을 따라 선형적으로 개발되는 것으로, 통행거리와 차량의 증가를 야기한다(Heim, 2001).
- 4) 공간통계학(geostatistics)적 접근은 도시를 구성하고 있는 요소의 공간적 분포 특성을 계수로서 총량적으로 측정하여 분포의 집중·분산성, 중심의 위치, 발전 방향 등을 밝히고자

하는 데 그 목적이 있다(Griffith, 1981; 최남희, 1995).

- 5) Landsat은 전 세계적으로 가장 보편화된 지구관측용 위성영상자료로서 탑재센서는 TM(Thematic Mapper)과 MSS(Multi-Spectral Sensor)가 있다. 지형, 지세, 수계, 지열, 식생분포, 토지피복 등이 분석 가능하며, 특히 Landsat TM 영상은 식생의 엽록소 식별 및 탐지에 매우 효율적이므로 그 이용도가 아주 높다(사공호상 외, 2000).
- 6) 개개인의 통근시간과 통근수단에 각기 다른 가중치를 부여하여, 지역 내 통근통행패턴이 에너지 사용 및 환경오염에 미치는 부정적인 영향을 간접적으로 측정하는 지수이다. 즉, 상대적인 값을 사용해, 지역 내 모든 통근통행으로부터 발생하는 부의 외부효과를 관측할 수 있다(진장익 외, 2013).
- 7) $(S/C)_i = (A_i+B_i+C_i+D_i)/4$ (A_i : 불균형 수준, B_i : 분산도 수준, C_i : 군집도 수준, D_i : 평균편차거리) 확산·압축지수(S/C)가 작을수록 확산된 구조를, 지수가 클수록 압축된 구조를 나타낸다(임은선 외, 2006b).
- 8) 황금희(2008)의 연구에서 활용한 시가지확산지수는 Lopez-Hynes(2003)가 제안한 지수이며 다음과 같다.

$$SI_i = \left(\left(\frac{S\%_i - D\%_i}{100} \right) + 1 \right) \times 50$$

(SI_i : 대도시권(i)의 시가지확산지수, $D\%_i$: 고밀도 인구조사지역(i)의 전체인구비중, $S\%_i$: 저밀도 인구조사지역(i)의 전체인구비중) 단, SI_i 는 0에서 100까지의 범위를 갖는다(황금희, 2008).

- 9) $DEN(x) = D_0 e^{-\gamma x}$ ($DEN(x)$: CBD로부터 거리 x 지점의 밀도, D_0 : CBD의 밀도, γ : 밀도경사도)
- 10) 경관생태학(landscape ecology)은 생태학적 과정과 공간적인 패턴의 상호작용을 검증한다. 경관생태학의 주요가설은 경관의 공간적 배열은 생태학적 시스템에 영향을 미친다는 것이다(Forman and Godron, 1996; Naveh and Lieberman, 1999; DiBari, 2007). 예를 들어, 초목의 분포는 남-북 지역의 온도 변화율과 동-서 지역의 습도 변화율 조합에 영향을 받는다(Turner et al., 2001).
- 11) Holdren 방식, US Today 방식, Lopez-Hynes 방식
- 12) 평균중심이 공간적 현상의 변화를 설명할 수 있는 근거는 만약 두 시점 간 공간 분포상의 변화가 전 지역에서 대칭적으로 이루어질 경우에는 공간적인 점의 위치가 변하지 않으나, 비대칭적으로 이루어질 경우에는 공간적인 점의 위치가 어느 한 방향으로 이동하게 된다는 점이다(진영환, 1987).

참고문헌

- 경기개발연구원, 2007, 경기도 시가지확산 지표와 도시계획 시사점 연구, 수원.
- 경기개발연구원, 2008, 경기도 시가지확산에 따른 공간적 영향 연구, 수원.

- 국토연구원, 2000, 인공위성 영상자료를 이용한 국토자원 분석방법에 관한 연구, 안양.
- 국토연구원, 2006, 도시성장관리를 위한 공간구조 측정방법에 관한 연구: 외연확산형과 압축형 도시측정을 중심으로, 안양.
- 김태진·사공호상, 2006, 수도권지역의 시가화 확산 결정요인 분석, 『서울도시연구』, 7(2), pp.95-116.
- 사공호상, 2004, 원격탐사와 GIS를 이용한 수도권 도시화지역 확산특성에 관한 연구, 『국토연구』, 40, pp.53-69.
- 신정엽·김진영, 2012, 도시 스프롤에 대한 논의 재조명과 공간 분석 방법론에 토대한 도시 스프롤 측정 연구: 수도권을 사례로, 『서울법학』, 19(3), pp.317-354.
- 임은선·이종열·이희연, 2006, 도시성장관리를 위한 공간구조의 확산-압축패턴 측정, 『국토연구』, 51, pp.223-247.
- 장영호, 2010, 도시의 내연적 성장과 외연적 성장에 따른 공간구조변화 측정에 관한 연구, 한양대학교 박사학위논문.
- 정현욱·김재익, 2003, 대도시권역 난개발의 공간적 분포에 관한 연구, 『국토계획』, 38(5), pp.7-20.
- 진영환, 1987, Centographic 기법을 이용한 서울시 도시공간구조 분석, 『국가발전과 공공행정』, 서울: 박영사.
- 진장익·진은애·이우중, 2013, 도시스프롤이 통근통행에 미치는 영향에 관한 연구-수도권 도시를 대상으로, 『국토계획』, 48(5), pp.269-283.
- 최남희, 1996, 수도권 공간구조의 동태적 변화와 영향요인에 관한 연구, 성균관대학교 박사학위논문.
- Balchin, P.N., Isaac, D., & Chen, J., 2001, 『Urban Economics: A Global Perspective』, New York: Palgrave.
- Bank of America, 1995, 『Beyond Sprawl: New Patterns of Growth to Fit the New California』, San Francisco: Bank of America.
- Brueckner, J. K., 2000, Urban Sprawl: Diagnosis and Remedies, 『International, Regional, Science Review』, 23(2), pp.160-171.
- Cox, W., 2000, The Anti-Sprawl War on the Suburbs: False Diagnosis, Hopeless Policies, 『A Quarterly Publication of Public Policy in Texas』, 1(1), pp.18-31, Retrieved from <http://www.texaspolicy.com/pdf/2000-veritas-1-1-sprawl.pdf>.
- DiBari, J. N., 2007, Evaluation of five landscape-level metrics for measuring the effects of urbanization on landscape structure: The case of Tucson, Arizona, USA, 『Landscape and Urban Planning』, 79(3-4), pp.308-313.
- Ewing, R. H., 1994, Characteristics, Causes, and Effects of Sprawl: A Literature Review, 『Environmental and Urban Issues』, 21(2), pp.1-15.
- Fallah, B. N., Partridge, M. D., & Olfert, M. R., 2010, Urban sprawl and productivity: Evidence from US metropolitan areas, 『Papers in Regional Science』, 90(3), pp.451-472.
- Feng, L. & Hui, L., 2012, Spatial Pattern Analysis of Urban Sprawl: Case Study of Jiangning, Nanjing, China, 『Journal of Urban Planning and Development』, 138(3), pp.263-269.
- Frenkel, A. & Ashkenazi, M., 2008, Measuring urban sprawl: how can we deal with it?, 『Planning and Design』, 35(1), pp.56-79.
- Galster, G., Hanson, R. X, Ratcliffe, R., Wolman, H., Coleman, S. & Freihage, J., 2001, Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept, 『Housing Policy Debate』, 12(4), pp.681-717.
- Li, X., Liu, L. & Dong, X., 2011, “Quantitative Analysis of Urban Expansion Using RS and GIS, A Case Study in Lanzhou, 『Papers in Regional Science, American Society of Civil Engineers』, 137(4), pp.459-469.
- Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V., 2001, 『Landscape ecology in theory and practice: Pattern and Process』, New York: Springer-Verlag.
- Woo, M. & Guldmann, J., 2011, “Impacts of Urban Containment Policies on the Spatial Structure of U.S. Metropolitan Areas, 『Urban Studies』, 48(16),

pp.3504-3529.

계재신청 2019.03.09.

심사일자 2019.03.12.

계재확정 2019.03.14.

주저자: 전해진, 교신저자: 우명제