

토지이용-교통 통합적 분석을 통한 도로 기반 도시 형태학적 변화에 관한 연구

A Study on the Movement of Street-based Urban Morphology Using Analysis of Integrated Land Use-Transportation

주 용 진*

Yong Jin Joo

요약 도시의 공간구조는 교통로와 같은 도시 인프라의 정비에 따라 상당한 영향과 변화를 나타낸다. 이에 도시의 발전 과정에 가장 많은 영향을 주는 도로 접근성과 도시 인프라 수준 변화를 동시에 고려하여 공간적 분포 및 패턴을 규명하기 위한 계량적 분석 방법론의 정립이 요구된다. 이에 본 연구에서는 수십 년 간 급격한 인구증가와 도시화 지역의 급속한 팽창이 이루어진 서울을 중심으로 도시 지역의 인구 및 공간 구조와 교통 인프라 중 도로의 분포 패턴을 고려한 시공간 도시 형태(Urban morphology)를 상호 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 도시 공간구조와 교통에 영향을 주는 요소를 시계열로 분석하기 위해 지난 70여 년간의 지형도와 Landsat MSS, TM 등 활용 가능한 데이터를 사용하여 시공간 GIS 데이터베이스를 구축하였다. 특히, 가로체계 변화 분석은 가시 접근성과 공간 인지를 통해 위계적 공간 구조를 파악하는 공간구문이론을 사용하였으며, IPA 분석을 통해 권역별 도시 공간 형태와 가로 체계와의 관계를 분석하고 이를 가시화 하였다. 토지이용 교통 통합 측면에서 공간 구문론의 접근은 교통의 다양한 현상이 도시 개발 패턴에 미치는 영향을 파악함으로써 효과적인 공간계획에 이바지할 수 있을 것을 기대한다.

키워드 : 시공간 GIS 데이터베이스, 도시 형태학, 공간구문론, 토지이용-교통 통합

Abstract Urban space structure tends to have a significant change in accordance with maintenance of urban infrastructure such as a traffic route. For this reason, quantitative analysis has been needed to establish spatial distribution and location patterns by considering change of both road accessibility and urban infrastructure level, which can have the most pervasive influence in urban development process. Therefore, this paper aims to analyze spatio-temporal urban morphology through considering distribution patterns of road among transportation infrastructures, population, and spatial structure of metropolitan areas, focusing on Seoul where population growth and the size of urban area have been dramatically increased. For this, we firstly developed and constructed time-series GIS database by using satellite images and topographic maps of the last 70 years to analyze variables which affect urban growth and transportation. In particular, we analyzed the transform of the system of the street by Space Syntax which is able to grasp hierarchical spatial structure through visibility of space and spatial cognition in terms of accessibility. What's more, we analyzed and visualized the relationship urban morphology and road according the regions of Seoul through IPA(Importance Performance Analysis). In terms of the integration land-use and transportation, Space Syntax approach is expected to contribute to efficient urban planning through understanding the influence which various transportation phenomena has an effect on urban development patterns.

Keywords : Spatio-Temporal GIS DBMS, Urban Morphology, Space Syntax, Integrated land-use and Transportation

† 이 논문 또는 저서는 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임

* 서울시립대학교 도시과학연구원 융합도시연구센터 연구교수, yjjoo75@uos.ac.kr(교신저자)

1. 서론

1.1 연구 배경과 목적

인간의 삶의 질을 향상시키고 지속 가능한 도시를 형성하기 위해 도시계획 및 설계 분야에서는 해당 공간¹⁾의 지역성²⁾ 차이를 적절하게 고려한 계획을 수립해야 한다[15, 16]. 대표적 영향요인³⁾은 도시(토지이용)와 교통(가로망 체계) 측면으로 나누어 볼 수 있다[12]. 도로는 사회기반시설에 대한 접근성 향상을 가져와 그에 따른 부수적인 사회, 경제적 공간 패턴의 변화를 가져 온다 [3]. 예를 들어, 도시에는 이동성이 높은 도로축을 따라 각종 공공시설과 편의 시설이 입지하여 인구의 집중을 수반한 중심업무지구(CBD)가 형성되는데, 이러한 현상은 지가 및 임대료의 상승으로 이어져 시대 지불능력에 따른 지역적 분화를 유도한다. 지가가 탁월하게 높은 지역은 지역적 경쟁을 통해 이를 감당할 수 있는 토지 이용 패턴이 나타나게 되어 도시공간은 균형 상태에 도달하게 된다. 결국 도시의 공간구조는 교통로와 같은 도시 인프라의 정비에 따라 상당한 영향과 변화를 나타낸다. 이에 도시의 발전 과정에 가장 많은 영향을 주는 도로 접근성과 도시 인프라 수준 변화를 동시에 고려하여 공간적 분포 및 패턴을 규명하기 위한 계량적 분석 방법론의 정립이 요구된다. 본 연구의 목적은 수십 년 간 급격한 인구증가와 도시화 지역의 급속한 팽창이 이루어진 서울을 중심으로 도시 지역의 인구 및 공간 구조와 교통 인프라 중 도로의 분포 패턴을 고려한 시공간 도시 형태(Urban morphology)를 상호 분석하는 것이다. 이를 위한 세부 연구 목표로, 우선 시기별 공간 구조의 패턴 분석을 위해 우선 공간구조 변화의 중심축이라 할 수 있는 도시의 주요 인프라인 도로를 이용해 정량화 하여

분석을 시도한다. 특히, 도로망의 확충에 따라 도시 구조가 어떠한 형태로 변화되어 왔는지를 파악해보기 위하여 공간구문론(Space Syntax)을 활용한다. 둘째, 도출된 효과척도(통합도, 명료도)와 인프라수준(도시화율, 인구밀도)과의 인과관계에 따른 공간구조의 변화를 분석한다. 이를 토대로 도로의 발달에 따른 도시구조의 특성과 도로 중심축의 변화를 파악한다. 마지막으로, 도시공간구조의 변화를 분석하기 위해 공간구문론을 통한 공간 특성치, 인구밀도와 토지이용개발의 변화를 서울의 각 구마다 시계열 별로 분석한다. 가로체계와 도시 공간구조 사이의 관계 분석을 통해 자연발생적 지역과 계획된 지역의 공간구조에 대해 상호 비교한다.

1.2 연구 내용과 방법

본 연구에서는 지난 수십 여 년 간 진행되어왔던 도시 공간구조와 인구 분포 특성을 시기별로 분석하기 위하여 서울을 대상으로 각종 지도와 수치지형도 그리고 Landsat MSS, TM 등의 시공간 GIS DB를 사용하여 도시 변화와 관련한 요인들을 설계하고 구축하였다. 1920, 1960, 1970년대의 경우 도시 인프라 수준을 설명할 수 있는 사회 경제적 통계 데이터의 제약으로 가로망 및 체계, 토지이용 개발(도시화율)과, 인구밀도를 사용하였다.

연구의 구체적인 내용으로 첫째, 도시공간구조와 관련한 국내의 연구를 검토하고 연구의 방향을 정립하였다. 둘째, 공간적 분석대상 지역인 서울시의 토지이용 및 교통 관련 변수 분석을 위한 시공간 GIS DB를 구축하였다. 특히, 각 시기별 특성을 반영한 도로망을 통해 공간구문론의 특성치(통합도, 명료도)를 산출하기 위한 축선도(Axial Line Map)를 작성하고 시기별 토지이용과 도시화지역 데이터를 구축하였다. 셋째, 각 시기별 도로관련 공간구문론의 특성치(통합도, 명료도)를 산출하고, GIS DB를 활용하여 전반적인 도시구조의 변화과정을 제시하였다. 넷째, 정량화된 도로망 변화에 따른 특성치(통합도, 명료도)와 도시공간구조(도시화율, 인구밀도)와의 관계를 분석하였다. 영향관계를 규명하기 위한 방법은 추세분석(Trend Analysis)과 산점도(Scatter Diagram)를 활용하였다. 마지막으로, IPA(Importance Performance Analysis) 분석을 활용한 유형분류를 통하여 다양한 포트폴리오 분석을 실시하고 결론을 제시하였다.

- 1) 도시연구의 주요대상인 공간은 인간이 배제된 자연공간(physical space), 인간이 포함된 인문공간(human space) 또는 사회공간(social space)으로 정의된다.
- 2) 토지이용계획을 수립 한 후, 기반시설과 가로체계가 형성되는데, 공간은 가로체계의 구성형태에 따라 위계가 결정되어 토지이용과 밀접한 관련을 가지고 있다. 자료 : 이우형·김영욱(2001), 유경환 외(2006)
- 3) 교통시설과 토지이용은 상호간에 매우 밀접한 영향 관계를 맺고 있으며, 교통시설이 없다면 도시가 존재할 수 없다. 교통의 흐름을 전제로 하여 도시의 각종 활동이 성립하기 때문이다. 이로 인해 도시 행태는 이동과 교통망에 영향을 미치는 한편, 교통망(가로체계)의 변화는 도시 행태에 영향을 미치게 된다. 자료 : 김창석(2005)

2. 공간구문론을 활용한 선행연구

본 연구의 분석방법인 공간구문론을 활용한 선행 연구를 검토하였다. 공간구문론은 영국 런던대학교의 Bill Hillier and Hanson Julienne 교수 연구팀에서 1970년대부터 개발하였으며[4, 5, 6], 공간구조 형태를 객관적으로 기술하고 분석하는 이론 및 일련의 방법을 말한다. 즉, Depth를 기본인자로 이용하여 인간이 공간을 인지하고 공간을 사용하는 행태 사이에서 그 공간적 특질을 정량적으로 계산 할 수 있는 공간구조분석 방법이다.

공간구문론이 도시공간구조 분석에 적용된 연구는 2000년을 전후하여 발표되기 시작하였다. 국내·외의 경우, 영국 맨체스터시의 주택과 물리적 공간과의 관계를 분석한 김승제[10]의 연구가 있다. 한국 토지공사에서는 런던의 공간구문론의 축선도 분석 결과, 공간 통합도가 높은 지역이 실제 상업시설이 밀집하고 지가가 높은 것으로 나타나 도시계획의 수립 시 활용하는 좋은 사례라고 언급하였다[21]. 또한, 독일의 경우 통일 전·후의 연담 상황 하에서 나타난 도시구조의 변화와 파급효과에 대한 분석을 시도하였다.

Kim and Sohn[7]은 서울의 한강 이남과 이북의 연결도와 통합도 등을 비교하여 도시 내 도로의 형태와 상업시설의 분포와의 상관관계를 제시하였다. 분석결과, 한강을 중심으로 강북에 비해 강남의 통합도가 더 높게 나타났으며, 강북의 경우 두 개의 지역으로 분할되어 중심지역은 통합도가 강하고, 외곽 지역은 통합도가 비교적 약한 것으로 분석되었다. Asami et al.[1]은 이스탄불(터키)을 대상으로 도시 공간의 형태를 분석하기 위하여 전통적 중심지에 가중치를 적용하여 공간구문론의 특성치를 산출하고, 지역중심지와의 관계를 파악하였다.

다음으로 공간구문론과 GIS기법을 활용한 연구를 살펴보면, 김영욱[11]은 서울의 인사동을 대상으로 공간이용량을 나타내는 통행량자료와 공간구조의 속성을 나타내는 공간위상도 사이의 상관관계를 규명하였다. 박창수·안종복[13]은 도로기능의 활성화를 위해 공간구조를 수치적으로 해석하는 공간구문론과 군집분석을 이용하여 가로망의 상대적 집중도를 분석하였다. 조지혜[19]는 용인시를 중심으로 신도시와 인접도시의 공간구조변화를 공간구문론을 이용하여 분석하였다. 장동국[18]은 국내의 6대 광역

시를 선정하여 각 지역의 공간구조형태와 통행량간의 상호관계성을 파악하였다. 오충원[14]은 GIS와 공간구문론을 이용하여 도로망을 중심으로 도시공간구조와 상업시설 분포의 상관관계를 분석함으로써 안양시의 중심이동의 변화상을 파악하였다. 이석권·김영욱·이낙운[17]은 춘천시를 대상으로 30년 동안의 도로에 따른 공간구조 변화를 분석하고, 주요 사업체의 위치적 이동을 토대로 도시구조를 분석하였다.

Alian Chiaradia[2]는 North London outer Borough지역(약 60,000 가구)의 주거부동산의 가격 변화를 통해 공간변화를 분석하였다. 분석결과, 공간적 범위를 좁게 설정하여 London 중심지로부터 연결된 가로체계에 대한 영향이 미흡하게 도출되었다. Yu Han and Tsou Jin-yeu[8]는 1920~2000년까지 시계열별로 중국의 Foshan지역의 가로네트워크의 변화를 통합도(Global, Local)를 활용하여 분석하였다.

지금까지 전반적인 선행연구를 종합하여 보면 시간적 변화에 초점을 맞춘 정량적 효과측정을 토대로 한 공간구조 분석만이 수행되었다. 하지만 본 연구에서는 앞서 언급한 생태학적 접근방법의 주요한 원인인 교통(가로망)의 정량적 변화를 측정할 수 있는 공간구문론에 시공간 GIS DBMS 결합하여 보다 심층적인 공간구조의 변화를 제시하고자 한다. 또한, 시간적 변화에 대한 단순한 변화에 초점을 맞춘 공간형태(morphology) 연구에 공간기능 패턴을 표현하는 인구와 토지이용 데이터를 활용하여 각 구별로 가로체계와 공간구조의 변화를 검토하고 시사점을 제시하고자 한다.

3. 주제별 도시 공간 구조 GIS 구축

서울 지역의 공간구조의 변화를 시계열로 분석하기 위해 지난 70여 년간을 시간적 범위로 정하고, 지형도와 Landsat MSS, TM 등 활용 가능한 데이터를 사용하여 관련 요인들(지형, 도로 및 교통망, 토지이용, 인구 및 사회경제적 요인, 도시화 지역 등)에 대한 시공간 GIS 데이터베이스를 구축하였다.

3.1 공간구문론을 이용한 교통 특성 변수 구축

공간구문론은 공간의 접근성을 축선도를 통해 물리적인 거리보다 가시성을 기준으로 정의하는 새로운 개념을 제시하여 공간구조가 가진 사회적 의미와

기능을 정량적으로 파악하는 방법론이다. 축선도는 공간의 물리적 구조를 단위 축으로 하여 연결정도를 분석하는 것으로 도로의 연결부분을 직선으로 교차시켜 작성하게 된다.

그림 1에서 보는 바와 같이 교차점에 특성치가 입력되는 것이 아니라 해당 축선을 지나가는 도로의 수에 따라 특성치가 산출된다. 우선 깊이(Depth)는 한 단위 공간을 기준으로 특정 공간까지 가는 과정에서 거치게 되는 최소한의 연결선들의 개수, 상대적인 거리의 기본 단위이다. 또한, 공간의 수와 공간과 공간사이의 깊이를 통해 한 특정한 공간으로부터 다른 모든 공간으로의 깊이의 합인 전체깊이(Total depth)를 구할 수 있다.

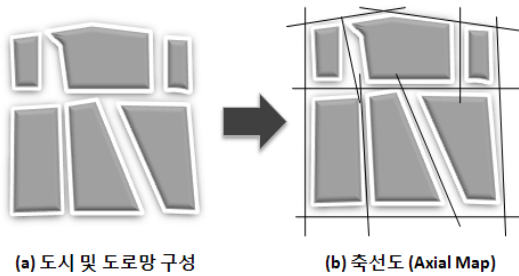


그림 1. 도로망을 이용한 축선도 구축

이런 공간의 수와 전체깊이를 기본으로 공간구조상 중요도는 분석대상지역의 전체 공간에서의 접근성에 의하여 계산하며 이 접근성을 일반적으로 '전체 통합도'라 정의한다. 전체 통합도는 분석대상 범위내의 축선도에 표현된 모든 축선들을 기점이자 종점으로 가정했을 때, 한 축선에서 다른 모든 축선으로의 공간깊이를 기준으로 계산한 통합도이다. "전체통합도가 크다"라는 의미는 다른 모든 공간으로 접근할 때, 방향전환의 횟수, 거치게 되는 축선의 수가 상대적으로 적다라는 의미한다. 따라서 통합도를 이용하여 특정 단위공간에서 다른 단위공간까지 접근하기 위한 상대적 깊이를 나타내는 지표로 활용할 수 있으며 특정 단위공간이 공간구조상에서 가지는 위계성의 정도, 접근성 정도를 알 수 있다.

또한, 공간구조 명료도(Intelligibility)는 일정 한 부분을 통해 전체를 인식할 수 있는 정도를 말한다. 일반적으로 공간구조의 전체적인 속성에서 계산되는 전체통합도와 공간의 지역적인 속성(연결도, 국부통합도)과의 상호관련성으로 구할 수 있다. 해석

은 상호관련성이 있는 두 인자간의 값이 크면, 공간구조명료도가 크다고 정의하고, 큰 지역일수록 그 지역 전체에 대한 공간인지도가 높고, 공간구조 및 공간이용패턴이 체계적이며, 동시에 예측률이 높다고 설명할 수 있다.

도로망 발달에 따른 공간구조의 변화를 파악하기 위해 공간구문론을 이용하여 계량적 분석을 실시하였다. 우선 시기별 교통망 데이터의 구축은 지형도에 표현되는 교통망은 주요 도로(자동차 통행 가능 도로)를 유형별로 구분하여 입력하였다. 교통망 데이터는 도시 데이터와는 달리 시기별 지형도를 직접 스캐닝한 다음 좌표등록과정을 거쳐 화면에 출력한다. 화면에 출력된 결과를 바탕으로 스크린 디지털링 방법으로 구축하였다. 교통망의 유형은 별도의 코드로 입력하여 원하는 유형을 선택적으로 활용할 수 있도록 하였다. 시기별로 하나의 데이터로 집합하여 데이터베이스에 입력하였다(그림 2-a). 구축된 각 시기별 도로망도를 이용하여 도로의 연결부분을 직선으로 교차시켜 축선도로 작성하였다. 공간의 물리적 구조를 단위 축으로 하여 연결정도를 분석하였으며, 공간구문론에서 제공되는 특성치를 산출하여 서울시의 도로망 형성에 따른 공간구조 변화를 살펴 보았다(그림 2-b).

3.2 도시 공간 특성 DB 구축

본 연구에서의 도시지역은 행정구역상의 시나 읍급 도시를 의미하지 않고 인간의 활동에 의한 도시적 토지이용 즉, 취락지역, 상업, 공업지역, 각종 인공구조물, 기타 시설물 등을 의미한다. 도시적 토지이용은 취락지역, 시가화지역(상업·공업·주거지역 포함한 단지식 지역), 시설물(오락휴양시설, 경기장, 환경기초시설, 기타공공시설물) 등으로 구분하고, 이에 해당하는 토지이용을 나타내는 지역을 도시지역으로 설정하였다. 시기별 도시화 지역을 위해 지형도와 인공위성 영상을 이용하여 토지 피복도를 제작하여 도시내부의 토지 이용 형성과정에 대한 패턴을 분석하였다. 우선 시기별 지형도(1920년대 36매, 1960년대 36매, 1970년대 26매, 1980년대 22매, 1990년대 24매, 총 5시기 144매)를 육안으로 판독하여 도엽별로 도시지역의 경계를 투명한 마일리지에 그리고 이를 스캐닝한 다음 좌표등록 과정과 백터화 과정을 통해 폴리곤 형태의 도시지역 데이터로 구축하였다. 그 다음 도엽별 도시지역 데이터는 시기별로

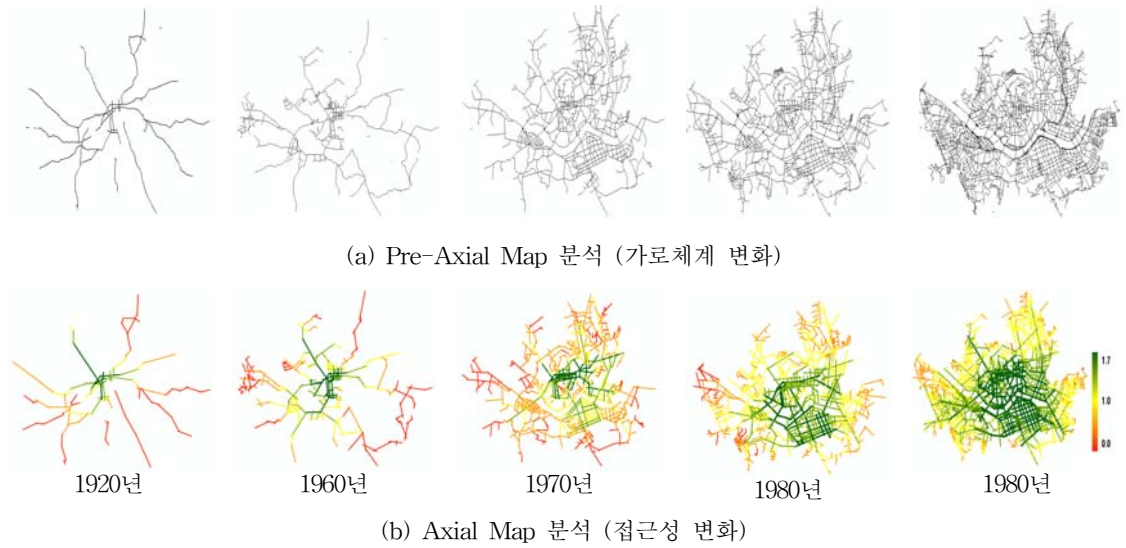


그림 2. 시기별 교통 네트워크 구축 및 축선도 구축

접합하여 하나의 도시지역 데이터로 만들고 이를 데이터베이스에 입력하였다.

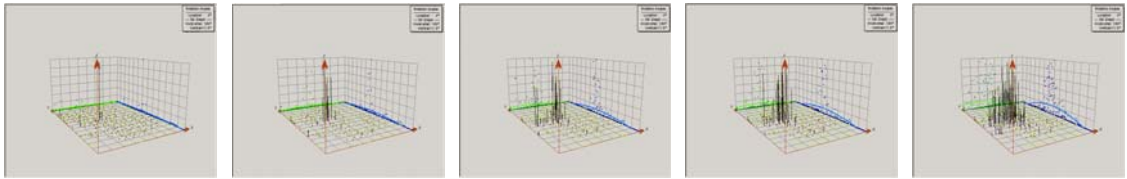
기존의 지형도는 대상지역에 일관된 갱신 주기가 지켜지지 않고 있어 자료의 현실성을 확보하고 대상지역에 대한 일관된 토지피복도를 제작하기 위해 LANDSAT 위성을 이용하여 1970년대 이후의 도시화 지역 추출의 정확도 향상을 위한 보조 자료로서 활용하였다. 즉, 1970년 이전에는 지형도를 판독하여 도심지만을 추출하였고, 이후에는 인공위성 영상을 이용하여 분류를 수행하였다. 이를 위해 영상을 분류하여 토지이용/피복도를 제작하였고 사용된 토지이용/피복도 분류체계는 환경부 피복분류도 분류체계의 대분류(도시주거, 농림, 산림, 초지, 습지, 수계, 나지)기준을 채택하였다. 토지이용/피복 분류를 실시하기 전에 영상의 지상기준점(GCP : Ground Control Point)은 환경부의 GCP 데이터를 사용하여 기하보정을 실시하였으며, 평균제곱근 오차는 0.5 화소 이하가 되도록 하였다. 분류를 위해서는 기하보정된 영상이 원 영상의 화소값을 그대로 가지도록 하는 것이 바람직하므로, 최근린 내삽법을 이용하여 영상을 재배열(resampling) 하였으며, 재배열시 화소 간 간격은 30m × 30m로 하였다. 기하보정이 완료된 영상에 대해서, 동일한 분류항목을 적용하여 도시, 수계, 농림, 산림, 초지, 습지, 나지의 트레이닝 영역을 선정하고 분류를 실시하였다. 영상 분류는 TM 데이터의 경우 1, 4, 5번 밴드를 사용하였으며,

MSS 데이터는 4개의 밴드를 모두 사용하였다. 영상 분류방법은 감독분류(supervised classification) 방법 가운데 최대우도법(maximum likelihood classifier)을 사용하였다. 마지막으로 인구 통계 데이터는 일제시대 조선총독부에서 조사한 1925년 데이터를 시작으로 시기별 인구 통계 데이터를 시기별 행정구역 데이터와 결합하여 구축하였다(그림 3).

4. 도시공간구조와 가로망의 관계분석

4.1. 서울 도시 공간 변화 특성 분석

서울의 경계는 1394년 조선시대 수도가 된 이래로 확장되었다. 비록 한국전쟁(1950~1953년)에 의해 심하게 파괴되었지만 서울의 주요 가로체계는 변하지 않았음을 알 수 있다. 한국전쟁 이후 급속한 경제발전과 도시화로 인해 서울의 인구는 급증하였다. 1394년 인구는 10만 수준이었으나, 1945년 해방 당시 약 90만 명, 1990년 1,000만 명을 넘는 규모로 변화하였다. 면적 기준으로 살펴보면, 기존의 288.35km²에서 1963년에 613.04km², 1973년에 627.06km²로 확장되었다. 서울시 내부 인구분포를 살펴보면, 1980년대 도심공동화 현상으로 중구 등 도심지는 2배 이상의 인구 감소가 발생한 반면, 그 외의 지역은 최대 10배 이상의 인구 증가를 보였다. 급격한 인구분포의 개편은 정책적인 측면이 가장 큰 영향이라고 판단된다. 인구 급증으로 기존지역인 도심지에 더 이상 인



(a) 인구 통계 데이터



(b) 토지이용 / 피복 데이터

그림 3. 시기별 도시 시가화 및 거주 인구 데이터 구축

구수용이 불가능해지자 도시기능을 분산시키고 과밀 인구를 해소하기 위한 계획이 이루어졌다.

특히, 1980년대 서울 중심의 단핵 도시구조였던 도시공간구조에서 부도심으로 분산 개발되어 다핵 도시의 형태를 갖추기 시작하였다. 토지이용의 변화가 가장 많은 지역은 자연녹지로 존재하던 고덕·상계·목동 등으로 대규모 개발제한구역 인접지역에서 도시화가 진행되었다. 1970년대 강서구 신정동과 목동은 농업(논, 밭)을 주로 하던 저습지로서 농가 중심의 거주 형태가 밀집하였다, 하지만 1980년대 대규모 주거 단지로 변모하였음을 알 수 있다(그림 4).

또한 강남의 개포, 수서 지구와 하남시 고덕지구는

서울의 농촌배후지역으로 자연 취락 형태였으나, 대규모 택지개발로 인해 도시화가 진행되었다(그림 5).

서울 동북부 지역의 넓은 평야로 농업용으로 이용되고 있던 상계동과 중계동 일대와 하계동·변동, 창동일대가 서울시의 대규모 택지개발정책의 집행으로 강북지역 최대 규모의 도시형 주거단지로 변하게 되었음을 파악 할 수 있다(그림 6).



그림 4. 토지이용 변화 분석(목동)



그림 6. 토지이용 변화 분석 (상계)



그림 5. 토지이용 변화 분석 (강남)

4.2. 서울 가로체계와 도시공간구조 관계 분석

4.2.1 추세선 분석(Trend Analysis)

시계열별 데이터를 분석하기 위해 1990년의 행정구역을 기준으로 「서울시 도시기본계획 2020」의 기준을 적용하여 5개 권역(도심, 동북, 서북, 서남, 동남권)으로 구분하였으며, 분석결과는 표 1과 같다.

우선, 도시비율을 살펴보면, 1980년을 기점으로 서울의 모든 권역이 50%가 넘는 도시비율을 나타내었다. 각 권역별 분석결과로는 도심권은 1960년대부터 도시비율이 50%를 상회하였으나, 1980년대 녹지 증

표 1. 서울권역별 기술 통계 분석 결과

권역 구분	포함된 구	시기	도시비율 (%)	명료도 (R2)	인구밀도 (인/㎢)	전체통합도
도심권	종로, 중구, 용산	1920	31.9	0.760	12,538	0.754
		1960	54.4	0.659	18,808	0.777
		1970	70.5	0.656	22,663	0.987
		1980	55.5	0.640	16,348	1.174
		1990	66.1	0.602	10,853	1.333
동북권	노원, 도봉, 강북, 성북, 성동, 광진, 동대문, 중랑	1920	3.0	0.381	873	0.447
		1960	8.6	0.104	11,601	0.486
		1970	42.3	0.464	17,889	0.870
		1980	50.7	0.576	19,479	1.000
		1990	61.7	0.556	19,604	1.119
서북권	은평, 서대문, 마포	1920	6.1	0.976	546	0.770
		1960	28.6	0.330	13,165	0.653
		1970	63.3	0.445	10,416	0.810
		1980	51.4	0.359	18,226	1.029
		1990	62.5	0.368	16,237	1.103
서남권	양천, 강서, 구로, 금천, 영등포, 동작, 관악	1920	1.9	0.539	744	0.435
		1960	15.0	0.260	6,104	0.628
		1970	41.8	0.449	14,717	0.749
		1980	55.7	0.425	18,015	0.888
		1990	71.0	0.453	20,614	1.043
동남권	서초, 강남, 송파, 강동	1920	2.4	0.412	199	0.186
		1960	3.3	0.113	5,509	0.440
		1970	16.6	0.615	8,133	0.818
		1980	37.4	0.653	12,098	1.031
		1990	59.6	0.615	14,829	1.125
서울시 전체 (평균)		1920	6.4	0.547	2,090	0.477
		1960	17.4	0.243	10,139	0.574
		1970	44.0	0.505	15,116	0.835
		1980	50.6	0.527	17,362	0.998
		1990	64.6	0.520	17,669	1.122

가 정책 도입에 의해 감소하였다. 동북권은 1970년대 활발한 개발로 도시비율이 5배까지 증가하였고, 1980년대는 남부권역이 상당한 증가를 보였다.

전체통합도는 도심권이 가장 높으며, 최대 증가 지역은 동남권으로 나타났다. 가로망체계 정비 및 확장으로 접근성이 상승하면서 1990년 이후에는 1.0을 상회하는 높은 값을 보여주었다. 명료도는 1990년을 정점으로 감소추세로 전화되고 있는데, 이는 새롭게 형성된 공간이 기존공간과 적절하게 연계가 되지 못하고 있기 때문이라 판단된다. 인구밀도를 살펴보면, 서울시는 전반적으로 증가추세이며, 권역별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 각 권역별 분석결과로는 도심권은 1980년, 서북권은 1990년을 기점으로 감소 추세를 보이는 것으로 나타났으나, 동남권은 1980년

부터는 급속한 증가를 보이고 있다.

서울의 각 구별로 도시의 공간구조 관계를 판단하고자 토지이용(도시비율)과 공간 인식 정도(명료도)에 대한 추세선 분석을 실시하였다. 계획적인 측면을 분석하기 위해 인구밀도와 접근성(전체통합도)을 동일한 방법으로 분석하였다.

공간적인 측면(그림 7)과 계획적 측면(그림 8)의 결과를 살펴보면, 명료도와 도시비율의 경우 R^2 값이 0.7582, 인구밀도와 전체통합도의 경우는 0.948이라는 값으로 상호간에 상당히 높은 연관성을 보여주고 있다고 판단된다.

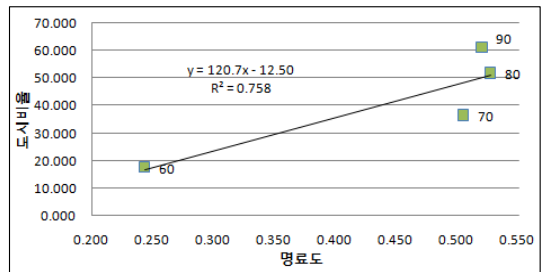


그림 7. 도시비율-명료도와의 추세분석

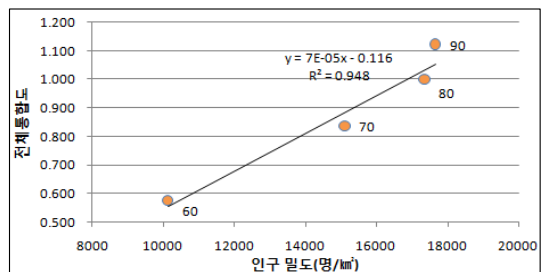


그림 8. 인구밀도-전체통합도와의 추세분석

4.2.2 IPA 분석

IPA란 만족도와 중요도 간의 관계를 그래프로 나타냄으로써 개선방안 수립 시 우선순위를 정하고, 만족도 제고를 위한 활동의 전략적 방향을 찾아낼 때 사용하는 분석 방법이다. 본 연구에서는 가로체계 접근성과 도시 개발(인구/도시 밀도) 정도에 따라 유지관리지속, 소극적 관리, 만족도제고, 중점개선 등 4가지로 나누어 분석하였다(그림 9). 유지관리지속영역(1사분면)은 도시 개발 수준과 교통 접근성이 적정선을 유지하고 있으므로, 지속적인 유지 노력이 필요한 영역으로 분류한다. 소극적 관리영역(2사분면)은 교통 접근성에 비해 도시 개발 정도가 높

은 편이므로 가로망 체계 개선 노력을 통해 도시 환경 인프라 정비를 필요로 하는 영역이다. 만족도 제고 영역(3사분면)은 2개의 도시 교통 인프라 수준이 모두 부족하므로 큰 폭의 개선 노력이 필요한 영역이다. 중점개선요망영역(4사분면)은 교통 서비스 수준은 높은 반면, 도시 개발과 거주 인프라 수준이 낮은 편이므로 즉각적인 도시 정비 개선과 노력이 필요한 영역을 나타낸다.

인구 / 도시 인프라		가로체계 접근성
소극적 관리 영역 <2 사분면>	유지관리 지속 영역 <1 사분면>	
만족도 제고 영역 <3 사분면>	중점개선요망 영역 <4 사분면>	

그림 9. IPA 분석 영역

이를 위해 공간특성치 중 전체통합도와 명료도, 토지이용의 개발, 인구밀도의 분석요인에 대해 5개의 권역으로 나누어 변화를 파악하였다. 또한 가로체계와 도시 공간 형태 사이의 관계를 분석하기 위해 계획적인 측면에서 인구밀도와 전체통합도를 이용하였고 공간적인 측면에서 토지이용 중 도시비율과 명료도를 이용하여 시각화하여 분석하였다. 마지막으

로 자연발생적 지역인 중구를 비롯한 도심권과 계획된 지역인 강남구를 비롯한 동남권에 대해 도시공간 구조의 변화를 비교하였다.

공간적 측면의 분석 결과(그림 10)를 살펴보면, 각 시계열별 서울의 평균값을 기준으로 명료도와 도시비율이 모두 높은 부분은 가로체계와 토지이용이 활발하게 개발된 공간이라 볼 수 있으며, 둘 다 낮은 부분은 아직 개발이 되지 않은 곳이라 볼 수 있다. 또한 명료도와 도시비율 중 한쪽이 높으면 가로체계가 잘 형성된 곳이거나 개선이 필요한 곳이라고 볼 수 있다. 20년과 60년을 보면 대부분 토지이용이 개발이 되지 않았지만, 도심권은 토지이용과 가로체계가 활발하게 개발된 것을 볼 수 있다. 도심권의 인근구들은 토지이용이 개발되지 않았지만 도심권에서 가로체계가 확장되면서 토지이용에 비해 가로체계가 잘 형성되었음을 볼 수 있다. 70년은 도심권에서 인근 구로 도시비율이 확장되면서 가로체계의 개선을 필요로 하고 있지만, 동남권은 가로체계가 확장되면서 잘 형성되었음을 볼 수 있다. 80년엔 도시비율에 비해 가로체계의 개선여부에 대해 양극화를 보여주고 있다. 90년엔 가로체계가 각 구별로 세분화된 개발이 이루어지면서 구별마다의 차이를 보인다.

그림 11은 계획적인측면으로 인구밀도와 전체통합도를 통하여 둘 다 높은 값을 가지면 접근성을 고려하여 인구에 대한 대처로 알맞게 개발되었고, 모두 낮은 값을 가지면 아직 개발이 되지 않은 곳이라 볼 수 있다. 또한 인구밀도와 전체통합도 중 한쪽이

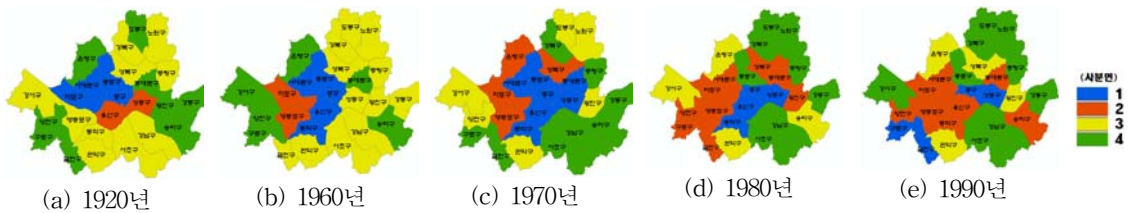


그림 10. 도시비율과 명료도 관계 분석



그림 11. 인구밀도와 전체통합도 관계 분석

높으면 인구에 대한 선 계획 혹은 후 계획이 되었다고 볼 수 있다. 20년을 살펴보면 대부분 개발이 되지 않았지만, 도심권은 인구에 대해 알맞게 개발이 된 것을 볼 수 있다. 60년은 개발계획들이 움직이면서 서북권 대부분의 구가 알맞게 개발된 것을 볼 수 있다. 70년엔 60년에 비해 인구가 증가하면서 서남권 대부분의 구가 인구에 비해 후 계획임을 보여준다. 80년엔 대부분 알맞게 개발이 되었고 특히 동남권은 인구에 비해 접근성이 높게 나타나 선 계획이 잘 이루어졌다고 볼 수 있다. 90년엔 각 구마다의 인구 변화가 다르게 나타나고 접근성이 행정 구 내에서 부분적으로 이루어져서 각 구별로 차이를 보인다. 서울에 있어서 특별히 서남권에 접근성을 향상시키기 위한 계획이 필요함을 볼 수 있다.

자연발생적인 도심권과 계획된 대표적 권역인 동남권을 살펴보면, 도심권은 20년대부터 가장 높은 인구밀도와 도시비율, 전체통합도, 명료도를 보이고 있지만, 동남권은 가장 낮은 값을 보이고 있다. 하지만 인구밀도 및 도시비율이 점차적으로 도심권은 감소하고 동남권은 증가하고 있음을 볼 수 있다. 이는 도심권에 도시 기능의 수용능력에 한계를 접하면서 정책적으로 동남권에 선 계획의 도시계획이 이루어져 격자형 가로체계로 접근성이 향상되고 공간인지도가 높아진 것이 원인이 되었다. 계획적인 가로체계를 비롯한 도시계획은 도시공간구조를 향상시키는 주요 요인이 된다는 것을 볼 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 서울의 도시공간구조를 분석하기 위해 1920년대부터 1990년대까지 시계열 데이터와 공간 데이터를 구축하였다. 공간구문론을 통한 공간특성치 중 전체통합도와 명료도를 사용하여 가로체계를 분석하였고, 이에 관련된 변화들을 분석하기 위해 인구밀도와 도시비율을 이용하였다. 가로체계와 공간구조의 데이터들을 수치적으로나 시각화하여 살펴봤을 때도 밀접한 관계가 있음을 볼 수 있었다. 특히 도시비율과 명료도와의 관계, 인구밀도와 전체통합도 관계에 대한 회귀분석 결과도 밀접한 관련성을 보여주었다. 이러한 관련성을 바탕으로 도시의 공간적인 측면과 계획적인 측면에서 좋은 개발이었는지 판단하는데 사용하였다. 또한 서울의 자연발생적 권역인 도심권과 계획된 권역인 동남권을 비교 분석하여

도시계획 중 가로체계 등 공간계획의 필요성을 부여하였다.

서울의 공간구조는 30년대부터 도심권을 중심으로 가로체계가 확장되면서 현재는 서울 전체의 전체통합도가 1을 넘을 정도로 접근성이 향상되었고, 이에 따라 인구나 도시비율이 밀접하게 증가하였다. 각 구별로 도시공간구조를 판단해보았을 때 먼저 좋은 개발을 보여주던 도심권은 그 수준에 머무르거나 저하되는 반면, 동남권의 경우 점차 좋은 개발임을 보여주고 있다. 이러한 변화는 정책적으로 동남권에 선 계획적인 가로체계 등 공간계획이 형성되면서 공간상의 위계가 이전되었음을 볼 수 있다.

따라서 향후 공간구문론을 통한 접근성 측면에서 토지이용변화 예측모델 방법론과 연계 형성한다면 공간계획이 더 실제적이며 효과적일 것이라 기대한다.

참고 문헌

- [1] Y. Asami, A. S. Kubat, K. Kitagawa and S. I. Iida, 2003 "Introducing the third dimension on Space Syntax: Application on the historical Istanbul," Proceedings. 4th International Space Syntax Symposium, London.
- [2] A. Chiaradia and others, 2009, Residential property Value Patterns in London, Ref015.
- [3] A. C. Gatrell, 1983, Distance and Space: A Geographical Perspective, Clarendon Press, Oxford.
- [4] B. Hillier, 1984, The Social Logic of Space, Cambridge University Press.
- [5] B. Hillier, 1996, Space is the Machine, Cambridge University Press.
- [6] B. Hillier, 2007, Space is the machine, University of Cambridge Press, Cambridge.
- [7] H. K. Kim and D. W. Sohn, 2002, "An analysis of the relationship between land use density of office buildings and urban street configuration," Cities, Vol. 19, No. 6, pp. 409-418.
- [8] H. Yu, J. Tosu, J. Long, 2009, Space syntax analysis of Foshan street network transformation in support historic area redevelopment, Yildiz Technical University.

- [9] 권순일, 박수홍, 주용진, 2010, "GIS 도로 데이터의 일반화를 이용한 Axial map 구현 방법에 관한 연구," 한국공간정보학회지, 제18권, 제4호, pp. 99-108.
- [10] 김승제, 1998, "Space Syntax에 관한 기초", 대한건축학회 논문집, 제4권 제3호, pp. 149-157.
- [11] 김영옥, 2003, "Space Syntax를 활용한 공간구조 속성과 공간사용패턴의 상호 관련성 연구," 국토계획, 제38권 제4호, pp. 7-17.
- [12] 김창석, 2005, 도시중심부연구, 보성각
- [13] 박창수, 안종복, 2003, "Axwoman을 이용한 도로 기능분류에 관한 연구," 국토계획, 제38권 제5호, pp. 185-19.
- [14] 오충원, 2004, "GIS와 공간구문론(Space Syntax)을 이용한 도시공간구조 분석," 지리학연구, 제38권, 제4호, pp. 573-583.
- [15] 유경환, 이명훈, 김영옥, 2006. "서울시 균형발전 사업이 도시공간구조에 미치는 영향에 관한 연구," 대한국토계획학회지, 제41권 제6호, pp. 51-63.
- [16] 이우형, 김영옥, 2001, "서울의 도시공간구조와 기능의 변천에 관한 연구:space syntax를 이용한 공간구조 분석을 중심으로," 도시설계 통권 제3호, pp. 41-57.
- [17] 이석권, 김영옥, 이낙운, 2004, "도시의 성장과 변화에 따른 춘천시 도시 공간구조 분석," 대한건축학회 학술발표논문집, 제24권 제2호, pp. 579-582
- [18] 장동국, 2004, "도시공간구조와 공간이용: 공간구문론을 이용한 공간이용패턴 예측을 중심으로," 국토계획, 제 39권 제2호, pp. 35-46.
- [19] 조지혜, 2003, 신도시 인접도시의 공간구조 변화의 특성과 원인에 관한 연구: 용인시를 중심으로, 연세대학교 대학원 석사학위논문.
- [20] 전철민, 2006, "GIS 기반 Space Syntax를 이용한 대중교통 접근성", 한국공간정보시스템학회, 한국공간정보시스템학회 논문지, 제8권 제3호, pp. 25-33.
- [21] 한국토지공사, 2004, 신행정수도의 객관적 도시설계안 작성 및 평가와 공간적 파급효과 분석을 위한 Space Syntax 모델개발.

논문접수 : 2011.04.12

수정일 : 2011.06.02

심사완료 : 2011.06.09



주 용 진

2001년 인하대학교 지리정보공학과 졸업(공학사)

2003년 인하대학교 지리정보공학과 대학원 졸업(공학석사)

2004년 한국교통연구원 국가교통DB

센터 연구원

2009년 인하대학교 지리정보공학과 대학원 졸업(공학박사)

2009년~현재 서울시립대학교 도시과학연구원 융합도시연구센터 연구교수

관심분야는 위치기반서비스, 공간DB, 공간추론 및 온톨로지, 도시-교통 통합모형