

세력권 방식의 공간적 연관성을 이용한 인구분포 변화 분석

Analysis of Change in the Population Distribution Based on
Spatial Relationship Using the Sphere of Influence

김호용

Kim Hoyong

부산대학교 도시공학과 강사

Lecturer, Dept. of Urban Engineering, Pusan National Univ.
(hoyong@pusan.ac.kr)

목 차

I. 서론

II. 선행연구 고찰

III. 대상지 및 모델 설정

1. 대상지 경계 및 분석방법 설정
2. 모델 설정
3. 가중치 설정

IV. 인구분포 변화 분석

1. 1970년 이전 인구분포
2. 1970년대 인구분포 변화
3. 1980년대 인구분포 변화
4. 1990년대 인구분포 변화
5. 2000년 이후 인구분포 변화

V. 결론

1. 서론

효율적인 도시 관리를 위해서는 현재 도시가 가지고 있는 공간 구조에 대한 이해를 통하여 도시 공간이 갖는 복잡성을 해석해야 한다. 도시 공간에서 인구는 공간 구조를 이루는 사회경제적(socio-economic) 요소로서 매우 중요하므로 많은 도시경제학자가 오랫동안 도시화 과정에서 인구의 변화 패턴에 대한 연구를 수행하고 있다. 이는 자료 측면이나 분석방법론에서 활용 가능한 대안이 존재하기 때문이다(McDonald, 1989). 이러한 이유로 인구는 도시를 이해하기 위하여 많이 사용되고 있으며, 공간 구조의 해석은 도시의 중심부로부터 변화되는 위치와 상대적으로 비교할 수 있는 인구 밀도의 개념을 적용한 인구밀도합수를 중심으로 다루어져왔다. 하지만 인구밀도합수를 활용한 분석은 모형 적용과정에서의 분석적 접근과는 달리 제시되는 결과가 추정된 계수의 공간 해석을 위한 역할보다 그 변화추이를 활용하는 기술적 데이터의 제공 수준에서 이루어진다고 할 수 있다.¹⁾ 인구뿐만 아니라 일반적인 공간현상은 가까운 지역일수록 유사성이 존재하는 공간적 연관성이 존재한다. 이에 도시공간구조를 해석하기 위하여 인구밀도합수의 대안적인 모델로 공간적 자기상관을 이용한 공간적 연관성 모델이 활용되고 있다. 공간적 연관성 모델은 공간적 유사성 행렬에 인접성을 나타내는 공간 가중행렬을 이용하여 공간 속성의 유사성을 측정하는 방법이다. 공간적 가중치는 공간 인접성(spatial contiguity)을 기준으로 가중치 행렬을 정의하는 경우와 공간 거리(spatial distance)를 기준으로 정의하

는 방법이 있다. 하지만 모델의 특성상 공간분석과 정에서 공간적 가중치를 설정하는 방법에 따라서 공간적 연관성의 결과는 상당히 달라질 수 있다. 따라서 인구의 분포 변화를 분석하는 모델의 설명력을 높이기 위해서는 정확한 공간가중치 설정이 필요하다.

현재 공간적 가중치를 정의하는 다양한 방법이 존재하지만(Smith, Goodchild and Longley, 2007; Mitchell, 2009), 어떤 가중치 행렬을 사용해야 하는지에 대한 연구는 부족한 현실이다. 즉, 공간적 연관성을 이용하여 인구분포의 변화를 분석하는 데 필요한 공간적 자기상관 모델의 특징은 정의되어 있지만, 모델에 포함되는 공간가중치에 대해서는 표준이 존재하지 않는다는 문제점이 있다.²⁾

공간분석을 위하여 인구밀도합수의 대안으로 제시되는 공간적 연관성 분석은 추정된 계수를 통한 공간해석의 이점을 가지고 있지만, 분석과정에서의 공간가중치 선정에 관한 표준의 부재로 가중치 선정 기준에 대한 추가적인 연구가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 부산광역시를 대상으로 공간적 연관성 개념을 적용하여 인구분포 변화를 분석하며, 이 과정에서 정확한 인구분포의 변화분석을 위한 모델과 공간가중치의 설정방안을 제시하고자 한다. 제시된 방법론이 분석결과와 해석과정에서 문제가 없는지 검토하기 위하여 공간적 연관성의 분석결과와 도시계획적 배경을 함께 살펴봄으로써 부산시의 인구분포 변화를 해석하고자 한다. 제시된 방안과 분석된 결과는 도시공간구조의 모니터링과 효율적인 도시공간의 관리를 위한 자료로 활용되기를 기대할 수 있을 것이다.

1) 남광우, 2001, "ST-GIS환경에서 인구분포의 공간적 형태 및 변동성 측정에 관한 연구", 부산대학교 박사학위 논문, p16.

2) 공간가중행렬의 산출과정에서 인접성의 정의 결과에 따라 산출결과는 달라짐. 그러나 어느 방법이 가장 적합한가에 대한 정확한 통계적 검증방법은 없기 때문에 산출된 공간가중행렬을 투입하였을 때 추정된 결과 값을 해석하면서 문제가 발생한다고 인식되면 또 다른 인접행렬 방식을 적용하여 공간가중행렬을 다시 구축하여 투입하는 실험적 절차를 권유하고 있음(이희연·심재현, 2011, GIS-지리정보학, 제2판, 경기 : 법문사, p393).

II. 선행연구 고찰

도시공간구조의 해석을 위하여 사용되는 인구밀도함수는 중심지로부터 거리가 증가함에 따라 인구 밀도와 토지 이용이 달라진다는 Von Thünen의 이론을 바탕으로 하고 있다. 이는 도시가 도심과 같은 성장거점을 중심으로 발전한다는 Perrux(1955)의 연구 이후 이 방법론을 증명하려는 많은 연구가 이루어짐으로써 공간구조의 해석에 많이 적용되고 있다.³⁾ 국내에서도 밀도경사함수를 이용하여 대도시의 다핵화 도시공간구조 현상과 부도심의 범위를 측정하는 연구가 이루어졌다(전명진, 1995; 채미옥, 1997; 남광우 외, 2009).

최근에는 국지적 자기상관(Anselin, 1995)과 같은 공간적 연관성의 개념이 도입되면서 공간을 바탕으로 하는 다양한 분야에서 연구되고 있다. 서경천·이성호(2001)는 공간적 영향을 고려한 지가추정을 하기 위하여 공간적 자기상관기법을 이용하여 전통적 헤도닉 모델의 개선방법을 제시하였고, 김영 외(2004)는 공간적 자기상관분석을 이용하여 마산시와 창원시의 도시공간구조를 비교 분석하여 특성을 고찰하고 두 도시 상호 간에 미친 영향을 공간구조차원에서 규명하였다. 변병설(2004)은 공간적 자기상관분석기법을 이용하여 서울시 중심부 토지이용의 군집현상을 분석하여 토지이용에 유기적인 질서가 존재하고 생태적인 공생관계가 있음을 확인하였다.

하지만 기존 연구에서는 공간적 자기상관분석의 결과에 큰 영향을 미치는 공간가중치를 적용하기 위해서 대부분 Rock, Bishop, Queen 방식의 인접행렬을 이용하는 인접성에 의한 방법을 사용하였다. 이 방법은 공간적 인접성을 이진 형태로 나타내는 가장 기본적인 방법으로, 두 폴리곤이 인접하면 1, 그렇지 않으면 0의 가중치를 설정하는 방법이다(Lee and Wong,

2001). 공간 가중치행렬을 설정하는 방법으로 인접지역의 경계비율(shared boundary)에 의한 방법과 K-최근린에 의한 방법(Bailey and Gatrell, 1995), 폴리곤 중심으로부터 거리에 의한 방법 등 다양한 가중치의 설정방법이 제시되어 있다. 이에 Dubin(1998)은 K-최근린, 임계거리, 역거리가중치(IDW)를 적용함에 따라 공간효과가 어떻게 변화하는지를 분석하였다. 박기호(2004)는 공간적 자기상관 정도를 대표하는 자료를 대상으로 다양한 근린가중치행렬을 적용, 분석하여 공간가중치의 종류와 매개변수의 설정에 따라 공간적 자기상관지수가 매우 예민하고 큰 편차를 가지고 변하는 것을 확인하였다.

이처럼 공간에 영향을 주는 변수 특성별로 공간적 영향력이 다르고 분석결과에는 큰 영향을 미치기 때문에 분석대상에 따라 적합한 공간가중치의 설정이 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 인구가 대상지역에 미치는 공간적 영향력 정도를 측정하여 공간가중치에 적용하고자 한다. 이는 인구분포 변화분석이라는 목적에 맞춰서 대상지의 특성과 적용하는 모델에 적합한 공간가중치의 설정 방안을 고려하여 분석하는 방법으로 인접방식의 공간가중치행렬을 적용하는 기존의 연구와는 다른 차별성을 가진다.

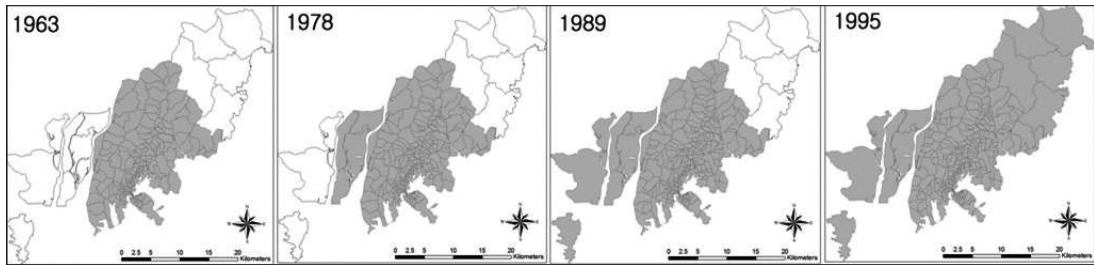
III. 대상지 및 모델 설정

1. 대상지 경계 및 분석방법 설정

본 연구의 대상지인 부산광역시시는 현재 15개의 구와 1개의 군으로 구성되어 있지만, 행정 경계는 도시의 발전과 함께 지속해서 변해왔다. 행정 경계의 변화를 살펴보면, 먼저 1963년 1월 1일 부산이 직할시로 승격되면서 제3차 행정구역 확장이 있었으며, 1978년

3) Moseley, Malcom J. 1974. *Growth Centers in Spatial Planning*. New York : Pergamon Press. pp1-8.

그림 1 _ 부산광역시 행정경계의 변화



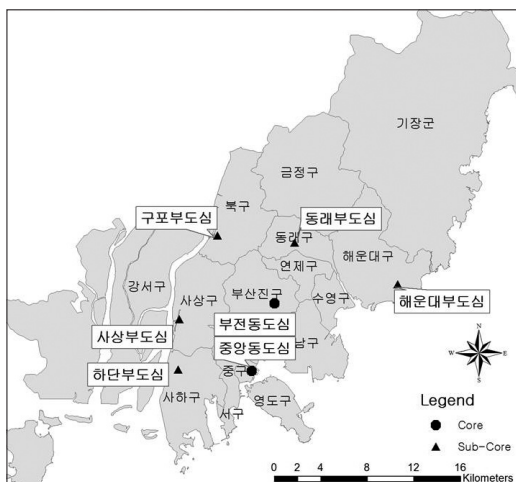
2월 25일 제4차 행정구역 확장으로 김해군 대저읍 등이 부산으로 편입되었다. 1989년 1월 1일 제5차 행정구역 확장으로 지금의 강서구 지역이 완전히 편입되었으며, 1995년 3월 1일 제6차 행정구역의 개편으로 현재 기장군 지역이 편입되어 오늘의 행정 경계를 이루고 있다(〈그림 1〉 참조).

연구의 시간적 범위는 1970년부터 2010년까지이며, 5년 단위 부산시 인구 정보를 활용하여 인구분포 변화를 분석하였다. 인구 정보는 동 단위로 수집하였으며, 2010년 행정 경계를 기준으로 행정동의 분·합동 과정을 문헌을 통하여 조사한 후 인구를 배분하였다. 공간분

석에서 집계 단위(aggregate unit)의 설정은 결과에 지대한 영향을 미치기 때문에 정확한 분석결과 도출을 위해서는 정확한 집계 단위의 설정이 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 해당연도의 인구분포 변화를 분석하는 데 시기별 행정 경계를 적용하였다. 즉, 1963년 경계(1970년, 1975년), 1978년 경계(1980년, 1985년), 1989년 경계(1990년)와 1995년 경계(1995년, 2000년, 2001년, 2010년) 4개의 행정 경계에 따라 시기별 인구 정보를 적용하여 인구분포 변화를 분석하였다.

본 연구의 목적은 인구분포의 변화 분석을 위하여 공간적 연관성 모델과 공간가중치의 설정방안을 제시하는 것이다. 따라서 현재 존재하는 다양한 공간적 연관성 모델을 검토하여 연구의 목적에 맞는 모델을 선정하고, 선정된 모델에 적용 가능한 공간가중치 방법론의 적합성과 설정방안에 대하여 제시하고자 한다. 마지막으로 제시된 방법론이 분석결과 해석과정에서 문제가 없는지 검토하기 위하여 인구분포 변화에 영향을 미친 대규모 택지개발사업, 교통계획 등의 내용을 포함하는 도시계획적 배경을 함께 살펴봄으로써 부산시의 인구분포 변화를 해석하고자 한다. 연구대상지인 부산광역시의 행정구역 현황과 ‘부산시 도시기본계획’상에 설정된 도시공간구조인 1도심과 5부도심의 현황은 〈그림 2〉와 같다.⁴⁾

그림 2 _ 부산광역시 행정구역 및 공간구조 현황



4) 도심과 부도심의 위치는 해당지역에서 지가가 높은 지역을 그 지역의 중심으로 보고 지가 데이터를 이용하여 0.6 이상의 지가 표준화지수가 분포한 지역을 도심과 부도심의 위치로 선정하였음.

2. 모델 설정

본 연구는 공간적 연관성을 이용하여 인구의 공간적 분포 패턴과 시계열적 변화 양상을 분석하는 것이다. 공간적 연관성을 파악하기 위한 대표적인 기법으로 알려진 자기상관분석은 대상지역의 공간 구조에 대하여 고정성 또는 불변성(stationarity)과 구조 안정성(structural stability)을 가정하고 있다. 하지만 본 연구에서 적용하고자 하는 인구 자료와 같이 공간적 구조가 일정하지 않은 지역에 대한 공간적 자기상관지수는 통계적 추론과 모형의 유효성에 관한 판단의 오류를 가져올 위험이 매우 크다(Ord and Getis, 1995). 따라서 분석과정에서의 오류를 최소화하고 국지적 수준에서 공간적 구조를 분석할 수 있는 Local Moran's I, Local Geary's C, 그리고 Getis-Ord Gi, Gi* 등이 제시되었다(Anselin, 1995).

국지적 수준의 공간적 자기상관기법(LISA)의 가장 큰 특징은 음 또는 양의 공간적 자기상관이 나타나는 경계 지점(difference boundary)을 찾아내는 것이다. 본 연구에서 분석하고자 하는 인구분포의 변화를 파악하기 위해서는 높은 인구의 군집뿐만 아니라 낮은 인구 밀도의 군집지역도 분석할 수 있어야 한다. 이러한 특성으로 볼 때 국지적 차원에서의 공간적 자기상관기법 중에서 음의 공간적 자기상관을 확인하는 데 가장 뛰어난 국지적 Moran's I가 본 연구의 목적에 가장 적합한 방법론이다. 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X})$$

<식 1>

where,

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j}}{n-1} - \bar{X}^2$$

여기서 x_i 는 개체 i의 속성을, $\bar{X}$ 는 개체의 평균을 의미하며, $w_{i,j}$ 는 개체 i와 j의 공간적 가중치를 의미한다. Moran's I는 우선 양의 공간적 자기상관과 음의 공간적 자기상관을 매우 잘 구분해 낸다. 단순화해 말한다면, 통계치가 0보다 크면 양의 공간적 자기상관을, 통계치가 0보다 작으면 음의 공간적 자기상관을 나타낸다. 계산된 Moran's I 인덱스 중에서 통계적으로 유의미한 값을 가지는 지점을 바탕으로 공간적 연관성을 해석할 수 있다. 즉, 95% 신뢰수준에서 비슷한 Z값(Z-value)⁵⁾을 가진 개체들의 군집은 H-H(높은 값이 높은 값에 의해 둘러싸여 있음) 또는 L-L(낮은 값이 낮은 값에 의해 둘러싸여 있음)로 표시할 수 있으며, 서로 다른 특성이 있는 개체들의 군집은 H-L(높은 값이 낮은 값에 의해 둘러싸여 있음)과 L-H(낮은 값이 높은 값에 의해 둘러싸여 있음)로 표시할 수 있다. 여기서 H-L이나 L-H 연관성이 두드러진 곳은 평균적인 공간적 자기상관지수에 비해 이례적인(outlier) 값을 보이는 지역들로 규명할 수 있다.

이러한 특징을 바탕으로 인구의 변화 및 공간적 연관성을 목적으로 하는 본 연구에서는 공간적 군집성(cluster)과 이례치(outlier) 분석에 유용한 Anselin의 국지적 Moran's I 모델을 적용하였다.

3. 가중치 설정

공간적 연관성 분석은 공간적으로 분포한 객체 간의

5) Z 값은 측정값이 평균($\bar{x}$)으로부터 표준편차(σ)만큼 떨어져 있는지를 나타내는 상대적 위치의 척도로, 본 연구에서는 95% 신뢰수준에 존재하는 <-1.96(낮은 값) 또는 >+1.96(높은 값)의 신뢰구간에 존재하는 Z 값을 적용하였음.

속성 값 유사도 행렬(c_{ij})에 공간적 가중치 행렬(w_{ij})을 곱하여 계산되며, 이를 수식으로 나타내면 <식 2>와 같다.

$$A = \sum_i \sum_j c_{ij} w_{ij} \quad <식 2>$$

따라서 분석에서 가중치의 설정은 매우 중요하며 분석결과에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 Moran's I 분석과정에서 공간적 인접성 정도를 적용하기 위하여 시기별로 개체가 영향을 미치는 세력권(sphere of influence)을 가중치 구간으로 선정하였다. 공간적 영향의 세력권을 가중치로 설정하는 방법은 본 연구의 대상지인 부산광역시 동의 분포와 같이 경계의 크기가 다양한 폴리곤(polygon) 형식이면서 작은 크기의 폴리곤은 중심부에 있고 크기가 큰 폴리곤은 외곽에 있는 형태의 데이터에 유용하다.⁶⁾ 세력권 가중치 방법은 IDW 가중치 방법과 같이 거리에 따라 영향력이 감소하는 방식이 아니라 개체로부터 영향력을 미치는 특정한 거리(fixed distance band) 세력권을 계산하고 영향권 안에 있는 개체들에 대해서는 같은 가중치를, 범위 밖의 개체들에 대해서는 0의 가중치를 부여하는 방식이다.

영향력이 미치는 거리인 영역의 설정은 공간패턴 분석의 결과에 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 시기별 개체의 세력 범위를 분석하기 위하여 분포 패턴이 다른 영역 간의 공간적 종속성을 알아내기 위한 방법으로 Ripley가 개발한 K 함수⁷⁾를 적용하였다. 현재 여러 가지 변형된 Ripley의 K 함수가 제시되어 있으며, L 함수로 불리는 일반

적인 K 함수의 수식은 <식 3>과 같다.

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n k(i, j)}{\pi n(n-1)}} \quad <식 3>$$

여기서 d는 거리, n은 총 개체의 수를 나타내며, A는 개체의 총 면적을, k_{ij} 는 가중치를 의미한다. 개체 i와 j의 거리⁸⁾가 d보다 작거나 같으면 가중치는 1, 개체 간의 거리가 d보다 크면 0의 값을 가진다. K함수의 가장 큰 특징은 거리(d)의 증가에 따라 공간 패턴(K값)을 분석하는 것이다. 즉, 거리의 증가에 따라 거리 내에 존재하는 개체들의 분포 패턴을 분석하는 것이다. 따라서 분석된 K(관측된 K, K_o)값이 기대되는 K(K_E)값보다 크면 영역 내에서 분포는 군집되는 것을 의미하고 K_o 가 K_E 값보다 작으면 점의 분포는 분산되는 것으로 해석된다. K_o 값과 K_E 값의 차이가 가장 큰 피크지점은 최대의 군집을 나타내는 지표다. <표 1>은 연도별로 K 값을 분석한 결과로 유의수준 0.1에서 통계적으로 유의미한 군집 분석을 나타내는 범위*와 K_o 값과 K_E 값의 차이가 가장 큰 피크지점**을 나타내는 것으로, 본 연구에서는 피크지점이 가중치의 세력권 영향범위로 사용되었다.

이상에서 설정된 모델과 가중치를 적용하여 부산시의 인구분포 변화를 분석하였으며, 인구 데이터는 인구의 실거주지를 바탕으로 계산한 순인구밀도를 사용하였고, 시기별로 인구의 분포 패턴을 비교하기 위하여 순인구밀도를 표준화(z-score)하여 적용하였다.

6) Modeling Spatial Relationships. ESRI(<http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html>). [2011.10.1].

7) K 함수는 특정 지점으로부터 일정거리 내에 실제로 분포하는 개체의 수와 이론적으로 규칙적인 분포일 경우의 개체 수를 비교하여 개체의 분포 특성을 분석하는 방법임.

8) Ripley의 K함수에서 개체 i와 j 간의 거리 측정 시 입력 개체가 본 연구에서 사용된 동의 형태(polygon)나 선(line)의 형태인 경우 중심점(centroid) 간의 거리를 적용함.

표 1 _ 연도별 Ripley K 함수 분석 값 및 선정된 가중치 값

기댓값 (K _E)	관찰값(K _O)								
	1970년	1975년	1980년	1985년	1990년	1995년	2000년	2005년	2010년
1,000	1,918*	1,586*	1,362*	1,265*	1,443*	1,524*	1,429*	1,369*	1,335*
2,000	3,944*	3,371*	2,986*	2,848*	3,285*	3,562*	3,402*	3,355*	3,328*
3,000	5,478*	4,762*	4,320*	4,144*	4,812*	5,238*	5,045*	4,998*	4,969*
4,000	6,755*	6,011*	5,579*	5,388*	6,288*	6,867*	6,617*	6,558*	6,512*
5,000	7,860**	7,151*	6,729*	6,530*	7,656*	8,411*	8,108*	8,026*	7,967*
6,000	8,834*	8,178**	7,767**	7,568**	8,897*	9,824*	9,510*	9,424*	9,357*
7,000	9,679*	9,083*	8,716*	8,518*	10,048*	11,140*	10,812*	10,727*	10,654*
8,000	10,375*	9,854*	9,545*	9,357*	11,064**	12,328*	12,018*	11,938*	11,854*
9,000	10,916*	10,481*	10,236*	10,074*	11,954*	13,385**	13,078**	13,006**	12,914**
10,000	11,350*	10,999*	10,833*	10,693*	12,717*	14,296*	14,008*	13,945*	13,840*
11,000	11,683*	11,420*	11,336*	11,210*	13,370*	15,100*	14,828*	14,773*	14,657*
12,000	11,924	11,729	11,737	11,630	13,904*	15,764*	15,508*	15,462*	15,343*
13,000	12,125	11,979	12,093	12,009	14,391*	16,379*	16,130*	16,086*	15,975*
14,000	12,301	12,189	12,367	12,306	14,775*	16,877*	16,657*	16,620*	16,510*
15,000	12,447	12,364	12,580	12,532	15,073*	17,277*	17,088*	17,052*	16,943*
16,000	12,548	12,491	12,745	12,709	15,309	17,591*	17,433*	17,406*	17,300*
17,000	12,620	12,582	12,874	12,849	15,498	17,851*	17,728*	17,711*	17,608*
18,000	12,669	12,640	12,960	12,944	15,630	18,044*	17,952	17,945	17,848

주: * 군집되는 분포패턴을 보이는 값(유의수준 0.10수준).

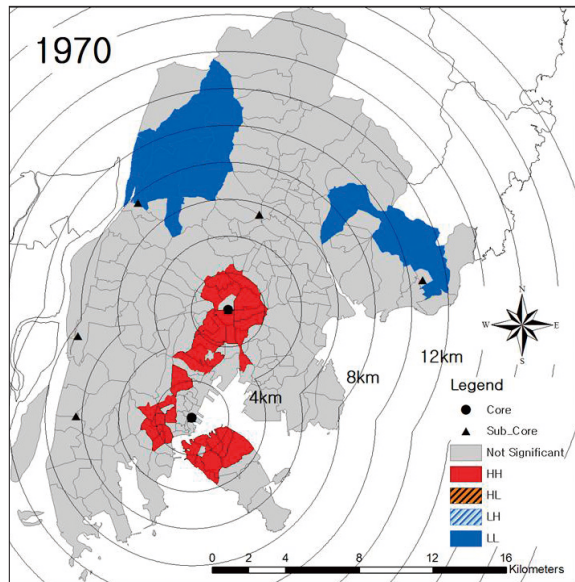
** 가중치 범위 값, K_O와 K_E의 차이가 가장 많이 나타나는 피크지점.

IV. 인구분포 변화 분석

1. 1970년 이전 인구분포

공간적 인접성을 적용하여 1970년 이전 부산광역시 인구의 분포를 분석한 결과, 통계적으로 유의한 높은 인구의 밀집지역(H-H)이 <그림 3>과 같이 도심 주변 1~3km 지점에 나타났다. 이는 우리나라가 1960년대 이후 경제성장으로 급격한 공업화와 도시화가 이루어졌으며, 특히 서울과 부산 등 대도시에서 인구집중현상이 뚜렷하게 나타난 결과다. 이에 1970년대 부산은 모든 도시문제의 기본적인 원인으로 작용하는 급속한 인구 집중을 방지하고자 도시기본계획에서 대도시 억제지역으로 지정하였다.

그림 3 _ 1970년 인구분포변화분석 결과



또한 인구 밀도가 낮은 동들의 군집(LL)은 도시 권의 외곽인 10km 전후 지역에 나타났다. 실제 부산 시 도시기본계획(1972)에 의하면 1969년 당시 부산의 인구는 167만 5,170명이고 면적은 37만 3,192km²이나 가용면적은 약 40%인 14만 6,025km²에 불과하여 순인구밀도는 1만 2,500인/km²로 나타났다. 즉, 인구 밀도가 매우 높은데도 불구하고 인구가 균등하게 분포되어 있지 않아 기존 도심과 그 주변지역인 범일, 좌천, 수정동, 영주동, 중앙동 등은 5만 5,000인/km²인 데 비하여 용호동 등 주변부는 1천~2천 인/km²에 불과하여 지역에 따라 상당한 차이가 나타났다.⁹⁾

2. 1970년대 인구분포 변화

부전동 도심에서 서향으로 연결되는 가야로 주변과 중앙동으로 연결되는 남향에 인접하여 분포하던 높은 인구의 군집지역(H-H)은 1975년부터 점차 감소

하기 시작하여 1980년 완전히 사라졌다. 반면 동래 부도심 주변에는 새로운 높은 인구의 군집지역이 나타나기 시작했으며, 해운대 부도심 지역은 인구분포가 높음에도 주변의 낮은 인구의 영향으로 돌출되는(H-L) 인구분포의 변화가 발생하였다. 이 시기에 부산은 대규모 택지조성과 새로운 주거지역의 지정으로 인구의 분포범위가 상당히 넓어졌다. 새로이 인구가 급속히 변화한 지역은 부전동 도심에서 사상 부도심을 연결하는 가야로와 동래 부도심에서 해운대 부도심으로 연결되는 축을 중심으로 인구가 증가하였다. 반면 기존 도심과 주변지역, 그리고 서면-광복동 도심을 연결하는 축 주변지역을 중심으로 인구가 감소하거나 정체되었다.¹⁰⁾ 특히 1980년은 원도심인 광복동을 중심으로 낮은 인구의 동이 군집하는(L-L) 현상인 인구의 도심 공동화 현상이 나타났다(〈그림 5〉참조). 이는 동광동, 서대신동, 대청동, 영주동 등의 재개발지역 철거로 인구 유출이 발생하였기 때문이다. 이는 도심에서의 거리에 따른 동별 인구 밀도의 조락

그림 4_ 1975년 인구분포 변화분석 결과

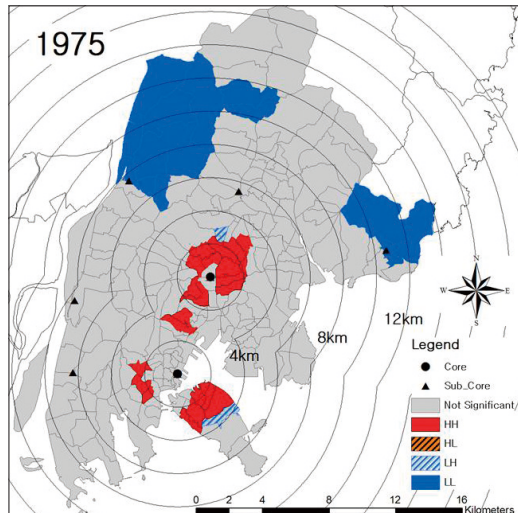
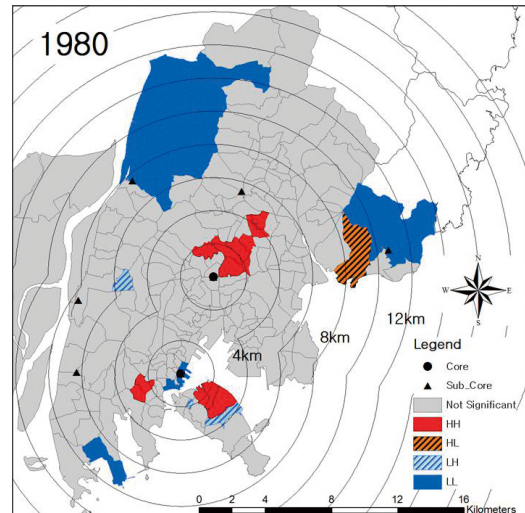


그림 5_ 1980년 인구분포 변화분석 결과



9) 부산직할시, 1972. 도시기본계획, p11.

10) 이성호, 2000. “부산계획사를 통하여 본 부산시 공간구조의 변화과정”. 서울대학교 박사학위 논문, p110.

그림 6_ 1985년 인구분포 변화분석 결과

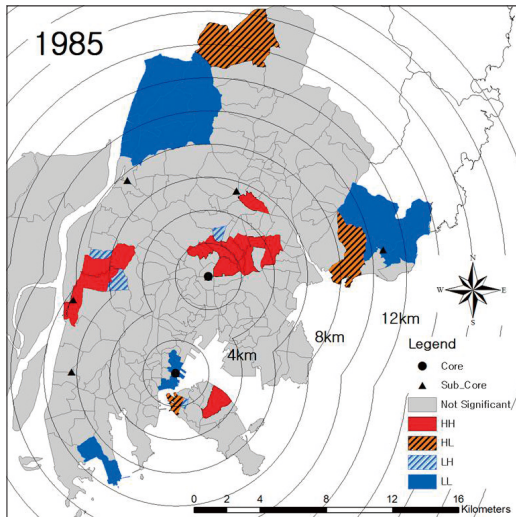
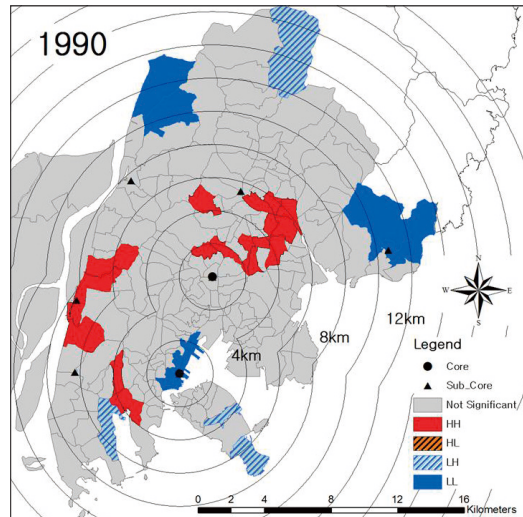


그림 7_ 1990년 인구분포 변화분석 결과



함수모형인 Clark와 Newling의 모형을 이용하여 이 시기의 공동화 현상을 밝힌 이성호(2000)의 연구결과와도 일치한다.

3. 1980년대 인구분포 변화

1980년대 부산시 인구의 분포 패턴 분석결과 사상 부도심을 중심으로 나타난 높은 인구의 군집지역(H-H)은 1985년에 나타나기 시작하여(〈그림 6〉 참조) 1990년에는 그 세력이 더욱 확장되어 하단 부도심 주변에서도 높은 군집(〈그림 7〉 참조)이 나타났다. 또한 1985년에는 금정구와 해운대에서 주변에 비하여 높은 인구의 군집현상(H-L)이 나타났다(〈그림 6〉 참조). 이는 1980년대 부산시의 개발환경과 연관된다.

1980년 부산은 지속적인 인구성장으로 인구 300만 이상의 거대 도시로 성장하였다. 하지만 도시 기반시설의 증가 속도는 인구 증가 속도에 훨씬 못 미쳤고,

이는 주거환경의 악화라는 문제를 수반하였다. 이에 부산도시기본계획(1985)에서는 생활편의시설의 도심 집중으로 인한 인구집중현상을 방지하고자 부산시의 인구를 지역생활권 개발구상을 바탕으로 배분하도록 하였다.¹¹⁾ 그 결과 1980년대에는 도시의 주변 및 외곽을 중심으로 대단지 아파트가 조성되어 금정구, 북구, 사하구, 해운대구 일대의 인구가 증가하였다. 특히 가야로와 낙동강변을 비롯한 서부지역은 사상공업단지의 공장 입주와 1978년의 김해군 일부 편입으로 인한 지역의 확장 때문에 높은 인구증가가 발생하였다.¹²⁾ 또한 신영·장림 공업단지 건설과 낙동강하구언 공사로 부산의 하단 부도심을 중심으로 한 남서부지역의 인구도 증가하였다.

북구를 포함한 도시 외곽지역은 낮은 인구의 군집 분포(L-L)와 주변지역보다 상대적으로 낮은 인구 분포(L-H)의 군집성을 나타냈다. 또한 광복동 도심을 중심으로 높은 군집(H-H)은 완전히 사라지고 낮은 인구의 동이 군집하는(L-L) 현상인 인구의 도심 공동

11) 부산직할시. 1985. 부산도시기본계획. p99.

12) 부산직할시사편찬위원회. 1991. 부산시사. 부산 : 부산직할시. pp1381-1384.

화 현상이 점차 확산하는 것으로 나타났다.

이는 외곽지역의 개발이 주변지역으로의 인구 흡입을 유발하였고, 특히 중심상업지역의 상업용도에 적합한 지목 변경이 이루어지면서 중심지역 주거가 탈도심화하는 압출 현상이 지속해서 이루어졌기 때문이다. 이러한 현상 때문에 도심부 부근의 중앙동, 남포동, 영선동 등의 인구조밀지역의 인구는 감소하는 추세가 나타났다.¹³⁾ 인구의 이탈현상은 부산의 인구 증가현상을 도심 지역이 주택입지의 포화상태로 수용하지 못하면서 나타났고, 외곽지역의 개발과 함께 교외화 현상이 발생하였다.

4. 1990년대 인구분포 변화

지속해서 성장하던 부산의 인구 증가 추세도 1995년을 기점으로 감소하기 시작하였다. 공간적 연관성을 이용하여 인구의 군집성을 분석한 결과 도시 외곽의 인구 재분포로 인하여 구포, 사상, 하단 부도심 지역 주변으로 높은 인구의 군집현상(H-H)이 나타났으

며, 서면-광복동 도심 축 주변의 지속적인 인구 감소 때문에 낮은 인구의 동이 군집하는(L-L) 현상인 도심 공동화 현상이 점차 심화하는 것으로 나타났다.

이 시기 서울에서 수도권 신도시의 개발로 전출초과 현상이 발생하였듯이 부산에서도 도시 광역화 현상에 의해 김해, 양산 등 주변지역으로의 인구 이동이 발생하였다. 하지만 서울은 수도권 전체로 인구가 확산하였으나 부산은 김해시와 양산시와 같은 일부 지역에 집중하면서 인구 재배치가 기존 시가지 내에서 해결되는 양상을 보였다. 이러한 인구 이동 동향은 도시 내부의 변화에서도 관찰되는데, 서면-광복동 도심의 축은 지속해서 인구가 감소한 데 반하여 비교적 외곽지역인 해운대, 구포, 사상, 하단 부도심 지역은 대단위 공동주택 건설로 인구의 재분포가 이루어졌다. 특히 부산시의 전반적인 역외이동 추세와 함께 도시 외곽부의 미개발지에 대한 대규모 택지개발로 구포 부도심의 북쪽에 있는 북구와 해운대 부도심 주변에 있는 해운대구와 기장군에서는 전입 초과로 주변에 비하여 높은 인구의 군집현상(H-H)이 나타났다.

그림 8_ 1995년 인구분포 변화분석 결과

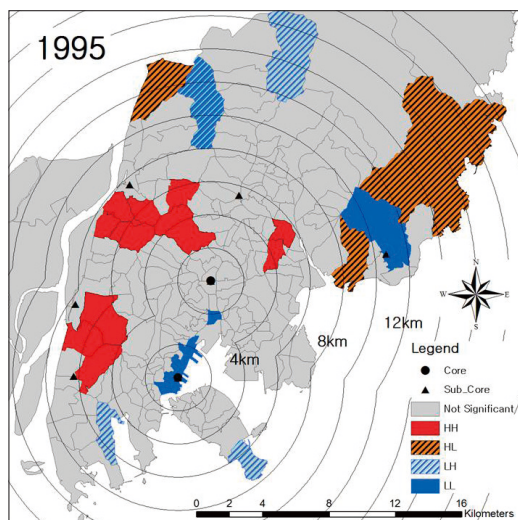
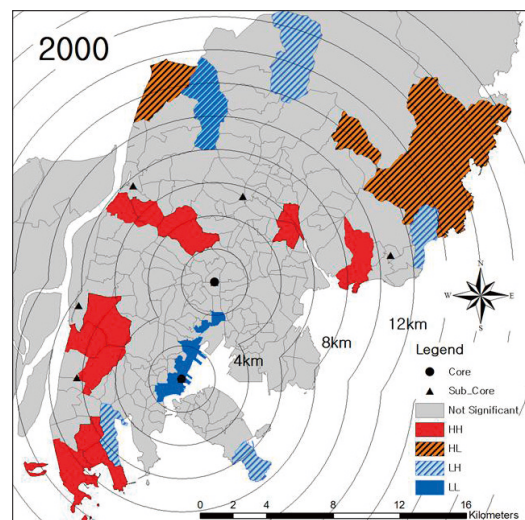


그림 9_ 2000년 인구분포 변화분석 결과



13) 부산직할시사편찬위원회, 1991. 부산시사. 부산 : 부산직할시, pp1396-1396.

해운대에서는 1990년대 초부터 입주하기 시작한 해운대의 대규모 아파트단지 때문에 주변지역에 비하여 높은 인구가 군집하는(H-L) 현상이 나타났으며(〈그림 8〉 참조), 1997년부터 입주하기 시작한 해운대 신시가지의 영향으로 1990년 나타난 낮은 인구의 군집(L-L)이 2000년에는 완전히 사라졌다(〈그림 9〉 참조). 하단 부도심 북쪽에 있는 사상구와 남쪽에 있는 사하구 일대는 「택지개발촉진법」에 따라 조성된 대규모 아파트단지 때문에 새로운 높은 인구의 군집지역(H-H)이 나타났다.

5. 2000년 이후 인구분포 변화

2000년 이후 부산시의 인구분포 분석결과 도시 외곽 지역에 높은 인구의 밀집지역(H-H)이 분포하는 것으로 나타났다. 특히 화명 신시가지의 영향으로 구포 부도심의 북쪽 지역에 새로운 높은 인구의 밀집지역이 나타났다. 급격한 인구 감소세가 나타나던 도심 지역은 부전동 도심 주변의 인구 감소가 주춤해지면서 1980년대부터 지속해서 확장되던 도심 공동화 현상(L-L)의 범위가 2010년에 처음으로 축소된 것으로 나타났다. 또한 동래 부도심과 해운대 부도심 주변의 인구 증가현상은 두 부도심의 중간에 있는 지역에서 점차 높은 인구의 밀집지역이 증가(H-H)하는 경향을 나타냈다.

생활권계획을 바탕으로 책정된 인구배분계획의 인구와 실제 인구를 비교해보면 부산의 인구는 대부분 지역에서 계획인구에 미치지 못하는 인구 감소현상이 발생하였다(〈표 2〉 참조). 구포 부도심의 북쪽에 있는 북구는 2000년 초반부터 입주하기 시작한 화명동 신시가지의 영향으로 2005년 계획인구보다 실제 인구가 증가하였다. 〈표 2〉에서 부산진구의 (+)는 지속적인 인구의 감소현상이 발생한 부전동 도심 주변에서는 인구 감소현상이 지속되었으나 계획한 인

구만큼은 감소하지 않아 나타났다.

계획인구에 미치지 못하는 못했지만 2000년 대비 2005년 인구가 증가한 남구와 기장군에서는 주변지역과 비교하여 높은 인구가 분포하는(H-L) 이례치 지역이 나타났다(〈그림 10, 11〉 참조). 또한 2000년 후반부터 입주하기 시작한 센텀시티 지역과 마린시티 지역의 대규모 아파트 단지의 영향으로 해운대 우동과 재송동 일대에 높은 인구가 군집하는(H-H) 현상이 점차 확산하는 것으로 나타났다. 이는 부산시의 2010년 인구가 390만 명에서 34만 명이나 부족한 356.6만 명으로 감소하였음에도 동래 부도심과 해운대 부도심의 인구가 증가하며 해당 지역으로 인구가 집중하는 인구 불균형 현상이 발생했기 때문이다.

표 2_ 인구배분계획과 실제 인구의 차이

(단위: 인)

생활권		2005년	2010년
서부산권	북구	+ 3,483	-26,173
	사상	-19,093	-25,506
	사하	-18,496	-33,921
	강서	-9,393	-74,905
	소계	-43,499	-160,505
중부산권	중·동구	-10,624	-1,597
	서구	-8,681	-8,369
	영도	-8,931	-3,895
	부산진	+ 1,055	+ 15,178
	연제	-6,665	-18,159
	남구	-4,442	-12,310
	수영	-10,551	-22,828
	소계	-48,839	-51,980
동부산권	금정	-39,671	-59,165
	동래	-22,272	-17,582
	해운대	-2,720	+ 17,332
	기장	-5,159	-61,663
	소계	-69,822	-121,078
총계		-162,160	-333,563

그림 10_2005년 인구분포 변화분석 결과

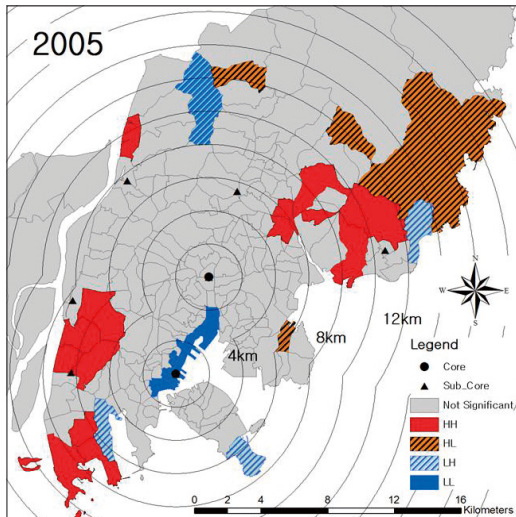
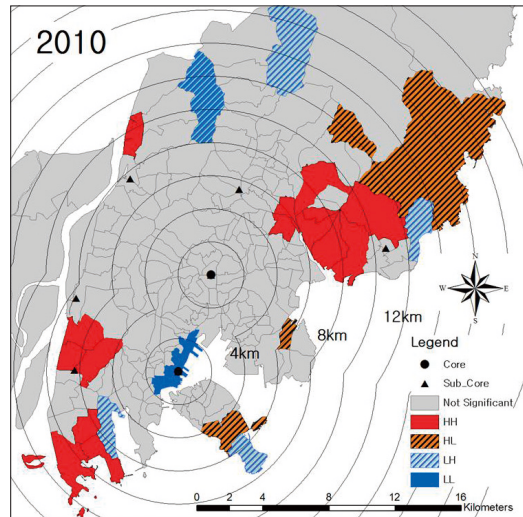


그림 11_2010년 인구분포 변화분석 결과



V. 결론

도시 공간에서 발생하는 공간현상은 인구뿐만 아니라 가까운 지역에 존재하는 변수일수록 유사성이 존재하는 공간적 연관성이 존재한다. 이에 도시공간구조를 해석하기 위하여 인구밀도함수의 대안적인 모델로 공간적 자기상관을 이용한 공간적 연관성 모델이 활용되고 있다. 하지만 공간적 연관성을 적용한 연구에서 공간에 영향을 주는 변수의 특성별로 공간적 영향력이 다르므로 분석대상에 따라 공간가중치의 설정은 매우 중요하지만 분석 목적에 맞는 가중치의 설정방안과 유용성에 관한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 공간적 연관성 개념을 적용하여 인구분포변화를 분석하는 과정에 적합한 모델과 공간가중치 설정방안을 제시하였다. 1970년부터 2010년까지 50년 간 5년 단위의 인구 데이터를 이용하여 분석한 결과는 분석과정에서 문제가 없는지 검토하기 위하여 인구분포 변화에 영향을 미친 대규모 택지개발사업, 교통계획 등의 내용을 포함하는 도시계획적 배경을 함께 살펴보았다.

인구의 변화와 공간적 관련성의 해석을 위한 모델

로는 공간적 군집성과 이레치(outlier) 분석에 유용한 Anselin의 국지적 Moran's I 모델을 적용하였으며, 공간가중치는 집계 단위의 공간적 분포 특성을 반영하고 각 개체로부터 영향력이 미치는 거리를 적용한 세력권 방식의 가중치 방법을 적용하였다.

인구분포 변화를 분석한 결과, 부산시는 1970년 이전 급격한 산업화·도시화의 영향으로 도심의 반경 3km 이내를 중심으로 인구가 밀집(H-H)하는 분포를 보였다. 하지만 급속한 인구성장에 비하여 도시 기반시설의 증가가 따라가지 못하여 부산시의 인구는 시간이 지날수록 도시 외곽으로의 이동이 진행되어 해운대를 중심으로 하는 동부산권과 낙동강변을 중심으로 하는 서부산권을 중심으로 인구가 밀집하는 인구분포를 나타냈다. 외곽으로의 인구밀집현상은 기존 밀집지역의 인구 유출을 동반하였으며, 이 과정에서 도심의 인구 유출로 말미암은 도심 공동화(L-L) 현상이 1980년부터 나타나기 시작했다. 도심 공동화 현상의 범위는 시간이 흐를수록 점차 확산하여 2005년에는 서면-광복동 도심 축의 전 구간에 걸쳐서 낮은 인구의 밀집지역(L-L)이 나타났다. 또한 동·서부산권을 중심으로 인구가 밀집하는 인구의

외곽이동 현상은 2000년 이후 낙동강에 인접한 서부산권의 위축과 동부산권의 급부상으로 인하여 지역 내 동서 간의 지역 불균형현상이 나타났다. 이러한 부산시의 인구분포는 Berg와 Klaassen의 도시성장단계 이론에 비추어볼 때 도심의 인구 감소와 주변부의 인구 증가 및 전체 인구의 감소 특징을 가지는 역도시화(disurbanization) 단계이며, 세부적으로 절대적 분산단계로 추정된다.

분석결과 부산시는 동서 간의 불균형적인 인구분포와 함께 절대적 분산이 이루어지는 비효율적인 공간 구조 형태로의 진행이 우려된다. 따라서 해운대 부도심과 같이 인구가 밀집하는 지역을 제외한 도심과 부도심에 대하여 인구를 흡입할 수 있는 구심력을 강화하기 위하여 비효율적 토지이용의 개선과 대산지의 지리적 여건을 고려한 정책적·계획적 접근이 필요하다.

이처럼 본 연구에서 적용한 국지적 Moran's I 모델과 세력권 방식의 공간적 가중치 방법은 부산시 인구분포 변화를 매우 잘 반영하는 것으로 나타났다. 특히 부산광역시 동의 분포와 같이 경계의 크기가 다양한 폴리곤 형식이면서 작은 크기의 폴리곤은 중심부에 있고 큰 크기의 폴리곤은 외곽에 위치한 형태의 집계 단위를 사용하는 공간 분석에서 매우 유용할 것으로 판단된다.

본 연구는 인구분포 변화를 분석하는 과정에서 적합한 공간적 연관성 모델과 공간적 가중치를 설정하는 방안에 대해 연구하였다. 하지만 도시공간구조의 변화에는 다양한 요소가 존재한다. 따라서 도시 구조에 영향을 미치는 요인의 도출과 각 요인에 적합한 공간모델과 가중치에 대한 연구가 추가로 수행되어야 할 것이다. 본 연구에서 제시한 방안과 분석된 결과는 효율적인 도시 공간의 관리와 새로운 도시 형태의 제시를 위한 자료로 활용되기를 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김영 · 하창현 · 안정근. 2004. “공간적 자기상관분석을 이용한 지방연담도시의 도시공간구조 비교분석 및 상호작용 분석”. 국토계획 제39권 제6호, pp7-24.
- 김호용 · 남광우. 2011. “인구잠재력을 이용한 부도심권 영향력 분석-1970~2010: 부산광역시를 중심으로”. 국토연구 제69권, pp45-62.
- 남광우. 2001. “ST-GIS환경에서 인구분포의 공간적 형태 및 변동성 측정에 관한 연구”. 부산대학교 박사학위 논문.
- 남광우 · 강인주 · 임두현. 2009. “도심 인구구심력의 유효범위 변동성 측정”. 한국지리정보학회지 제12권 제2호, pp120-131.
- 박광재 · 정경석 · 문태현. 2010. “형태적 시기구분에 의한 진주시 도시공간구조의 재해석”. 국토계획 제45권 제3호, pp175-191.
- 박기호. 2004. “근린가중치행렬이 공간적 자기상관 추정에 미치는 영향”. 서울도시연구 제5권 제3호, pp67-83.
- 변병설. 2004. “서울시 중심부 토지이용의 군집형성에 대한 공간적 자기상관분석”. 한국도시지리학회지 제7권 제1호, pp71-78.
- 부산광역시. 1996. 2011년 부산도시기본계획.
- _____. 2004. 2020년 부산도시기본계획.
- 부산직할시. 1972. 도시기본계획.
- _____. 1985. 부산도시기본계획.
- 부산직할시사편찬위원회. 1991. 부산시사. 부산 : 부산직할시.
- 서경천 · 이성호. 2001. “지가의 공간적 변동에 따른 입지지대의 분석에 관한 연구-공간적 자기상관을 고려한 방법론을 중심으로”. 국토계획 제36권 제1호, pp55-72.
- 이성호. 2000. “부산계획사를 통하여 본 부산시 공간구조의 변화과정”. 서울대학교 박사학위 논문.
- 이희연 · 심재현. 2011. GIS-지리정보학. 제2판. 경기 : 법문사.
- 전명진. 1995. “다핵밀도경사모형을 이용한 서울대도시권의 도시공간구조분석”. 국토계획 제30권 제4호, pp285-294.
- 채미옥. 1997. 서울시 지가의 공간적 분포특성과 지가결정요인에 관한 연구. 서울시립대학교 박사학위 논문.
- 허윤경 · 이주영. 2009. “울산의 도시공간구조 변화 분석-1995-2005년 인구밀도 · 고용밀도 · 지가를 중심으로. 국토계획 제44권 제2호, pp111-121.
- Anselin, L. 1995. “Local Indicator of Spatial Association - LISA”. *Geographical Analysis* vol.27, no.2, pp93-115.
- Bailey, T. C. and Gatrell, A. C. 1995. *Interactive Spatial Data Analysis*. Harlow Essex, England : Longman Scientific and Technical.

- Dubin, R. A. 1998, "Spatial Autocorrelation: A Primer". *Journal of Housing Economics* vol.7, no.4, pp75-98.
- Lee, J. and Wong, D. 2001. *Statistical Analysis with ArcView GIS*. New York : John Wiley & Sons.
- Mitchell, A. 2009. *The ESRI Guide to GIS Analysis, vol.2: Spatial Measurements & Statistics*. California : ESRI Press.
- McDonald, J. F. 1989. "Econometric Studies of Urban Population Density: A Survey". *Journal of Urban Economics* vol.26, pp361-385.
- Moseley, Malcom J. 1974. *Growth Centers in Spatial Planning*. New York, US : Pergamon Press.
- Newman, P. W. G. and Kenworthy, J. R. 1992. "Is There a Role for Physical Planners?". *Journal of American Planning Association* vol.58, no.3, pp353-362.
- Ord, J.K. and Getis, A. 1995. "Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application". *Geographical Analysis* vol.27, no.4, pp286-306.
- Smith, M. J., Goodchild, M. F. and Longley, P. A. 2007. *Geospatial Analysis: A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools*. Leicester, UK : Winchelsea Press
- 부산통계. 부산광역시시청(www.busan.go.kr). [2010. 12. 22].
- Modeling Spatial Relationships. ESRI(help.arcgis.com). [2011. 10. 1].

-
- 논문 접수일: 2012. 2. 29
 - 심사 시작일: 2012. 4. 4
 - 심사 완료일: 2012. 5. 16

Analysis of Change in the Population Distribution Based on Spatial Relationship Using the Sphere of Influence

Keywords: Spatial Autocorrelation, Sphere of Influence, Population Distribution, Urban Spatial Structure

Recently, there has been a wide range of research in space by introducing the concept of spatial relationship such as spatial autocorrelation. It is very important to set a spatial-weighted value according to the analysis target since spatial effects differ due to a variable affecting space in the study of applying spatial relationship. It is, however, as a matter of fact that researches with regard to setting methods and usefulness of spatial-weighted values fit for the analytic purpose lack. Accordingly, this study presented an appropriate model for analyzing the population distribution change and spatial-weighted value setting by applying the concept of spatial relationship. The results from the analysis using the population data collected every 5 years for 50 years since 1970 interpreted the population distribution change as well as exploring urban planning backgrounds including a large scale development affecting chronological population change. In order to interpret population change and spatial relationship, Anselin's local Moran's I model useful for spatial cluster and outlier analysis and spatial-weighted value methods for the sphere of influence type regarding the spatial distribution characteristics of accumulation unit and applying the reaching distance of influence from each respective unit were well-suited.

세력권 방식의 공간적 연관성을 이용한 인구분포 변화 분석

주제어: 공간적 자기상관, 세력권, 인구분포, 도시공간구조

최근 공간적 자기상관과 같은 공간적 연관성의 개념을 도입하여 공간에 대한 다양한 연구가 수행되고 있다. 공간적 연관성을 적용한 연구에서 공간에 영향을 주는 변수의 특성별로 공간적 영향력이 다르므로 분석 대상에 따라 공간가중치의 설정은 매우 중요하다. 하지만 분석 목적에 맞는 가중치의 설정방안과 유용성에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 공간적 연관성 개념을 적용하여 인구분포 변화를 분석하는 과정에 적합한 모델과 공간가중치 설정방안을 제시하였다. 1970년부터 5년 단위로 50년간 인구 데이터를 이용한 분석의 결과는, 각 시기별 인구 변화에 영향을 준 대규모 개발행위를 포함하는 도시 계획적 배경을 함께 살펴봄으로써 인구분포 변화를 해석하였다. 인구의 변화 및 공간적 관련성의 해석을 위해서는 공간적 군집성(cluster)과 이레치(outlier) 분석에 유용한 Anselin의 국지적 Moran's I 모델과 집계단위의 공간적 분포특성을 고려하고 각 개체로부터 영향력이 미치는 거리를 적용한 세력권 방식의 공간적 가중치방법이 적합하였다.