

공간단위 수정가능성 문제(MAUP)를 고려한 빈집 발생지역의 특성 분석* - 부산광역시 원도심 일대를 대상으로 -

설유정¹ · 김지윤² · 김호용^{3**}

Analysis of Spatial Characteristics of Vacant House in Consideration of the Modifiable Areal Unit Problem (MAUP)* - Focused on the Old Downtowns of Busan Metropolitan City -

Yu-Jeong SEOL¹ · Ji-Yun KIM² · Ho-Yong KIM^{3**}

요 약

최근 도시지역에서 급격하게 발생하는 빈집의 증가는 도시경관 악화, 안전사고 유발, 범죄 사고 발생, 위생 문제 등 다양한 문제들을 야기하고 있다. 통계청 장래인구 추계 결과에 의하면 우리나라 인구 및 가구의 증가율은 지속적으로 감소할 것으로 예상되며 빈집 발생의 증가로 이어질 가능성이 있다. 빈집 발생으로 인한 문제를 방지할 경우, 주거환경 악화와 같은 물리적 쇠퇴뿐만 아니라 사회·경제적으로 지역의 쇠퇴를 야기한다. 이를 해결하기 위해서는 지역적 특성 및 공간적 영향력의 존재를 고려한 국지적 차원에서의 빈집의 공간적 분포 특성을 파악할 필요성이 있다. 이에 본 연구에서는 전역적 공간적 자기상관을 측정하기 위해 Moran's I와 지리가중회귀모델(GWR)을 통해 빈집발생이 많은 부산광역시 원도심 일대를 중심으로 분석을 수행하였다. 또한, 공간 분석단위가 달라짐에 따라 공간분석의 결과값에 차이가 나타나는 공간단위 수정가능성에 관한 문제(MAUP)에 대한 평가를 수행하기 위해 읍면동과 집계구의 상이한 공간단위에 대한 빈집 발생 분

2022년 03월 03일 접수 Received on March 03, 2022 / 2022년 03월 21일 수정 Revised on March 21, 2022 /
2022년 03월 21일 심사완료 Accepted on March 21, 2022

* 본 연구는 환경부 녹색복원 전문인력 양성사업으로 지원을 받아 수행한 과제입니다.

* 이 논문은 저자의 2021년 한국지리정보학회 추계학술대회 발표논문 “공간단위 설정에 따른 빈집 분포 특성”의 일부를 수정·보완하여 작성되었습니다.

1 동아대학교 도시계획·조경학과 석사과정 Master course, Dept. of Urban Planning and Landscape Architecture, Dong-A University

2 울산연구원 미래도시연구실 전문연구원 Researcher, ULSAN Research Institute Future City Research Division

3 동아대학교 도시공학과 부교수 Associate Professor, Dept. of Urban Planning and Engineering, Dong-A University

** Corresponding Author E-mail : hykim@dau.ac.kr

포를 분석하였다. 분석결과, 부산광역시 원도심 일대의 읍면동별 빈집 발생은 공간적 이질성이 존재하였으며 공간분석단위를 달리함에 따라 빈집 발생의 공간분석 결과가 다르게 나타났다. 이에 빈집 발생의 정확한 분포 특성을 파악하기 위해서는 GWR 모델을 이용한 공간적 차원을 고려하여야 하며, 공간단위 수정가능성 문제(MAUP)에 대한 고려가 필요함을 시사한다.

주요어 : 빈집, 공간적 자기상관성, 지리가중회귀모델, 공간단위 수정가능성 문제

ABSTRACT

Recently, the rapid increase in vacant houses in urban areas has caused various problems such as worsening urban landscape, causing safety accidents, crime accidents, and hygiene problems. According to the Statistics Korea Future Population Estimation results, the growth rate of Korean population and households is expected to continue to decrease, which is likely to lead to an increase in the occurrence of vacant houses. If the problem caused by the occurrence of vacant houses is neglected, it causes not only a physical decline such as a deterioration of the residential environment but also a social and economic decline. In order to solve this problem, it is necessary to grasp the spatial distribution characteristics of vacant houses at the local level considering the existence of regional characteristics and spatial influence. Therefore, in this study, in order to measure global spatial autocorrelation, the analysis was conducted centering on the old downtown area of Busan, where there are many vacant houses through Moran's I and Geographically Weighted Regression(GWR). In addition, the distribution of vacant houses in different spatial units in Eup_Myeon_Dong and Census was analyzed to evaluate the possibility of Modifiable Areal Unit Problem(MAUP), which differ in the results of spatial analysis as the spatial analysis units change. As a result of the analysis, the occurrence of vacant houses by Eup_Myeon_Dong in the old downtown area of Busan had spatial heterogeneity, and the spatial analysis results of vacant houses were different as the spatial analysis units were different. Accordingly, in order to understand the exact distribution characteristics of vacant house occurrence, spatial dimensions using the GWR model should be considered, and it is suggested that consideration of the MAUP is necessary.

KEYWORDS : *Vacant House, Spatial Autocorrelation, Geographically weighted Regression, Modifiable Areal Unit Problem*

서론

과거 농어촌 지역의 문제가 되었던 빈집 발생은 최근 지방도시로까지 점차 확대되어가고 있으며, 이러한 빈집의 증가는 지역의 다양한 문제를 야기한다. 빈집 발생은 주택의 노후와 같은 물리적 요소와 인구유출, 고령화, 산업변화와

같은 사회·경제적 요소 등으로 발생하게 되는데, 통계청(2016) 장래인구추계에 따르면, 우리나라의 총 인구는 2015년 5,101만명에서 저출산, 고령화와 같은 현상으로 2065년에는 1990년대의 인구 규모인 4,302만명으로 감소할 것으로 추정되며 이에 따라 빈집의 발생은 더욱 증가할 것으로 예상된다. 최근 빈집 발생과 관련하여 많은 연구들이 진행되고 있으며, 전국을

대상으로 시군구 단위의 거시적 접근을 통한 빈집문제의 경향성과 특정 지자체나 지역을 대상으로 건축물의 특성이나 근린환경이 빈집발생에 미치는 영향에 관한 미시적 접근을 통한 연구로 구분할 수 있다(Kamata and Kang, 2021).

빈집과 관련하여 ‘깨진 유리창 이론(broken window theory)’ 과 같이 적절하게 관리되지 못한 지역은 주변지역의 물리적 쇠퇴뿐만 아니라 여러 방면으로 부정적인 영향을 미치고 있다. 이러한 이유로 빈집의 관리 및 실태 파악을 위해서 빈집 및 주변지역에 대한 공간적인 영향을 고려한 연구가 진행되고 있다. Jeon and Kim(2016)은 빈집 발생의 원인 및 특성을 미시적 측면에서 분석하였다. 구역별로 빈집 발생의 원인 및 양상, 영향력은 상이하며 이를 해결하기 위해서는 구역마다 서로 다른 해결책이 필요함을 제시하였다. Jeong and Jeon(2019)은 전국의 빈집증가에 공간적 자기 상관성이 존재하며 빈집은 군집적으로 발생하고 있으므로 빈집 관리를 위한 정책은 인근 지역의 효과를 고려해야함을 제시하였다. 이처럼 빈집과 관련한 연구는 공간적인 영향을 고려한 분석이 많이 활용되고 있으며, 공간적 영향력을 파악하기 위한 대표적인 방법으로 공간적 이질성을 고려한 지리가중회귀(GWR : Geographically Weighted Regression) 모델이 많이 활용되고 있다(Lee and Shim; 2011).

하지만 공간적 영향력을 측정하기 위한 모델과 함께 중요하게 고려되어야 하는 것은 공간적 영향력을 측정하기 위한 집계 단위이다. 공간적 영향력을 고려한 공간분석 시에는 공간상에서 상호 작용하는 특성을 가질 수 있으며 공간자료의 특성상 공간단위 추정가능성 문제(MAUP : Modifiable Areal Unit Problem)에서 자유로울 수 없기 때문이다(Choi and Suh, 2013).

지리적 데이터는 일반자료들과 달리 분석단위가 서로에게서 독립적이지 않고, 자료의 공간 의존성 혹은 공간적 자기 상관성을 지고 있으며 이는 MAUP과 밀접한 관련이 있다(Cho, 2010). 지역분석을 위한 공간분석 시 분석을 위한 공간 단위 설정은 일반적으로 데이터의 수집가능 여

부나 연구자의 개인적 판단에 의해 결정되기 때문에 어떠한 변수, 스케일 등으로 권역을 설정함에 따라서 그 결과가 달라지는 MAUP의 문제가 발생한다.

따라서 본 연구에서는 빈집 분포의 공간적 특성을 파악하기 위하여 부산광역시 원도심을 대상으로 빈집에 영향을 주는 요인의 공간적 특성을 파악하고 공간적 영향력을 측정하기 위한 GWR 모델의 적합도와 대상지역의 집계단위 설정에 따른 MAUP를 평가함으로써 공간적 영향력을 살펴보고자 한다. 연구에 사용한 모델과 집계 단위 선정 평가에 대한 결과는 향후 공간적 특성을 고려한 빈집의 관리 정책수립을 위한 의사결정과정에서 정확한 공간특성을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

이론적 배경 및 선행연구 고찰

1. 지리가중회귀모델(GWR)

일반적으로 사회과학 분야에서는 독립변수가 종속변수에 미치는 영향력을 측정하기 위하여 잔차 제곱의 합을 최소화한 가장 높은 설명력을 가지는 회귀식을 추정하는 전역적 회귀분석(OLS)을 많이 사용하고 있다(Lee et al., 2011). 하지만 Tobler (1970)의 지리학 제 1법칙에 기초하여 공간에 존재하는 지표들은 가까운 것이 먼 것보다 관계가 있는 공간적 영향력이 존재하는 경우가 많이 있어 OLS 모델을 사용할 경우 공간적 상관성과 이질성과 같은 지역적 특성을 고려하지 못한다는 문제가 존재한다. 이에 지역적 특성을 분석한 선행연구에서는 공간적 자기 상관성과 공간적 이질성과 공간적 영향력을 고려한 GWR 모델이 많이 활용되고 있다(Sim et al., 2013; Lee et al., 2015). GWR 모델은 주변값들과 주변 근린가중치를 산출하여 모델을 추정하는 방식으로 식 1과 같다.

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) X_{ik} + \epsilon_i \quad (1)$$

식 1에서 (u_i, v_i) 는 지리적 위치 i 번째의 중

심점 좌표를 의미(Sim *et al.*, 2014)하며, $\beta_k(u_i, v_i)$ 는 지점 i 에 따른 변수 k 에 대한 각 지역의 개별적인 회귀계수를 의미한다. 식 2의 i 지점에 대한 지리가중회귀계수 추정치인 $\hat{\beta}$ 는 가중회귀최소제곱(Weighted Least Square)에 의해 산출된다. 이는 i 지점으로부터 먼 지역들의 영향이 가까운 지역들에 대한 영향보다 덜 고려되는 것을 의미한다(Lee and Shim, 2011).

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) \quad (2)$$

여기서 $W(u_i, v_i)$ 의 $n \times n$ 대각행렬은 근린가중치 행렬(Spatial Weight Matrix)이다(식 3).

$$W(u_i, v_i) = \begin{pmatrix} W_{i1} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & W_{ik} \end{pmatrix} \quad (3)$$

GWR 모델의 근린가중치 행렬은 Gaussian 함수와 Bisquare 함수 등이 있으며, 모형의 적합도를 위해서는 대역폭의 설정이 중요하다. 대역폭은 고정된 커널(Fixed Kernel)과 적응적 커널(Adaptive Kernel)이 있다. 고정된 커널은 규칙적으로 표본점이 분포하기 때문에 표본점이 조밀하게 분포하거나 산발적으로 분포한 곳에서 모형의 적합도가 낮아질 수 있으며 이러한 부분에서 가변적으로 설정이 가능한 적응적 커널을 통해 모형의 적합도를 향상시킬 수 있다(Lee and Sim, 2011). R2, 로그우도, SC, AICc 등을 통해 모형의 적합도를 판정할 수 있으며 동일한 종속변수에 대해 상이한 독립변수로 구성된 모델을 비교하는 데 유용한 AICc 방법을 일반적으로 사용한다(Lee and Sim, 2011). AICc는 다음과 같은 식에 따라 계산된다(식 4).

$$AIC = 2n \log_e(\hat{\sigma}) + n \log_e(2\pi) + n \left(\frac{n + tr(S)}{n - 2 - tr(S)} \right) \quad (4)$$

여기서 $tr(S)$ 는 지리가중회귀모델의 hat mat

rix를 추적한 것이며, n 과 $\hat{\sigma}$ 은 샘플의 수와 오차항의 표준오차이다. AICc는 일반적으로 비교되는 두 모델 간 값의 차이가 4보다 작은 경우, 두 모델은 사실상 차이가 없는 것으로 판정하며, 더 낮은 AICc 값을 가지는 모델이 더 적합하다고 할 수 있다(Fortheringham, a. *et al.*, 2002).

2. 공간단위 수정가능성 문제(MAUP)

Opeshaw(1984)에 의하면 MAUP는 연구에 사용되는 공간 단위의 설정은 기본적으로 임의적이며, 이를 어떻게 설정하느냐에 따라 분석의 결과가 달라지는 현상을 의미한다. 연구자는 분석에 사용할 공간 단위를 선택하거나 기존의 공간 단위를 조작하여 새로운 공간단위를 만들어 내야 한다(Lee, 1999). 새로운 공간 단위를 구축하는 문제는 지역구분(regionalization)과 밀접한 관련성을 가지는데, 이는 실질적으로 작은 스케일의 지역을 큰 스케일의 지역으로 합역(spatial aggregation)하는 것을 의미한다(Lee, 2016). MAUP는 공간에 대한 스케일과 합역 방식에 따라 야기되는 문제점이며, 공간데이터를 사용하여 만들어지는 공간 분석의 경우 MAUP 현상은 불가피하다.

MAUP는 합역 수준(스케일 효과, scale effect)과 합역 방식(구획 효과, zoning effect)의 두 가지 관점에 따라 구분된다. 스케일 효과란, 상이한 공간 단위를 대상으로 공간 분석을 수행할 시에 발생하는 분석결과 값이 달라지는 것을 의미하며, 구획 효과는 동일한 공간단위에서 공간의 구획방식을 달리함에 따라 발생하는 서로 다른 결과를 말한다(Lee, 2016). Cho(2010)는 서울시 동 행정 구역 설정과 전국 지방행정체계 개편을 대상으로 권역 설정 시 MAUP가 어떠한 영향을 미치는 가를 지리적 관점에서 살펴보았다. 특정한 스케일의 공간 단위를 사용하여 만들어지는 권역 설정 작업은 MAUP가 나타날 수밖에 없으며, 권역 설정의 스케일과 공간 단위 통합 정도 등에 따라 MAUP의 두가지 유형인 스케일 효과와 구획 효과가 나타남을 확인하였

다. Kim(2011)은 인구이동 데이터와 같은 공간 상호작용 데이터를 포아송 회귀모델을 이용하여 합역 수준 및 방식을 달리함으로써 공간 상호작용 모델에 대한 MAUP의 영향을 평가하였다. 분석결과 포아송 회귀모델은 잔차의 공간적 특성, 파라미터 추정값, 적합도 등에서 MAUP의 영향을 받으며 공간 상호작용 데이터의 합역은 공간단위 수정가능성의 문제를 야기하는 것을 밝혔다. Jianquan and Stewart(2013)는 교육 성취 결정 요인에 대해 상이한 공간 단위와 범위를 적용하여 전통적 회귀모델인 OLS 모델과 GWR 모델을 비교 분석하였다. 연구결과 OLS 모델에 비해 공간적 특성이 반영된 GWR 모델에 대한 적합도가 더 높았으며, 공간 단위에 따라 상이한 결과값이 나타남을 보여주며 MAUP에 대한 문제점을 시사하였다. Choi and Suh(2013)는 장수인구 통계자료를 이용한 탐색적 공간 데이터 분석을 통해 공간적 자기상관성 발생여부를 파악하고, 시군구와 읍면동으로 공간 단위를 설정하여 상이한 공간단위를 설정에 따른 MAUP에 대한 평가를 수행하였다. 연구결과 공간단위 설정을 달리함으로써 MAUP의 스케일 효과에 따른 공간분석의 결과값에 차이가 발생하였고, MAUP에 따른 정보의 오류에 대해 고려해야함을 시사하였다. Cheong and Park(2015)의 경우, 전국 시군구와 읍면동을

대상으로 분석단위의 규모에 따라 결과가 달라지는 MAUP의 스케일 효과에 대해 분석하였으며, 이를 통해 지역사회 차원의 범죄연구에 있어 지역적 특성을 반영한 공간 회귀분석이 필요함을 시사하였다.

이처럼 MAUP에 관한 문헌들을 검토한 결과 보편적으로 상관분석과 회귀분석 등을 이용하여 MAUP의 발생과 영향을 확인하고 있었으며, 공간의 합역수준과 방식에 따라 분석 및 결과값이 변화하는 것을 확인함으로써 MAUP의 발생을 검증하고 있다(Choi and Suh, 2013).본 연구에서는 빈집 비율에 대한 분석과정에서 발생하는 MAUP의 스케일 효과에 대해 살펴보고자 한다.

연구범위 및 방법론 설정

1. 대상지 및 연구범위 설정

본 연구는 빈집비율이 높은 부산광역시 원도 심권인 중구, 서구, 동구, 영도구, 남구를 연구 대상으로 선정하였다(그림 1). 부산광역시는 한국전쟁 당시 모여든 피난민들로 인해 인구가 급속하게 증가하였고, 신발·합판 제조업 등 풍부한 노동력을 필요로 하는 경공업이 발달하면서 성장하였다.

하지만 1980년대 이후 경공업의 쇠퇴와 도시

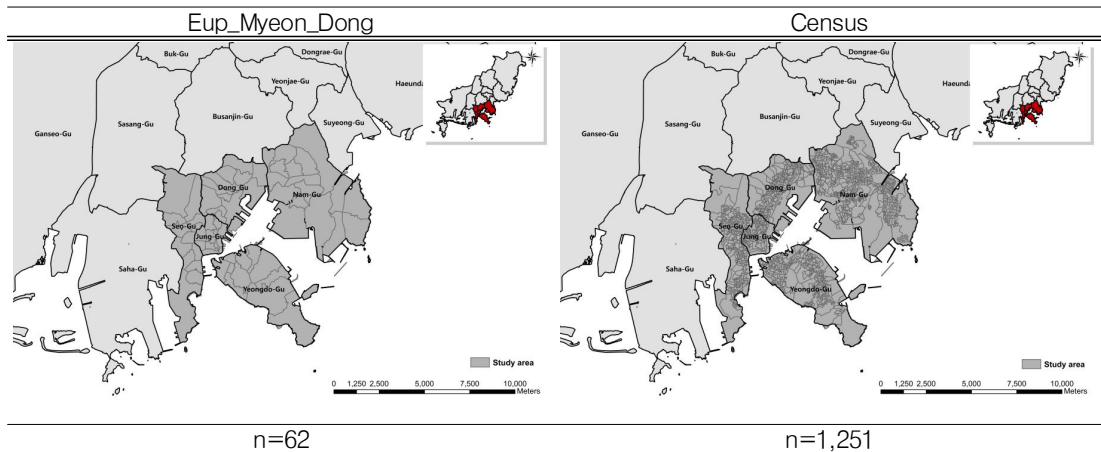


FIGURE 1. Study area

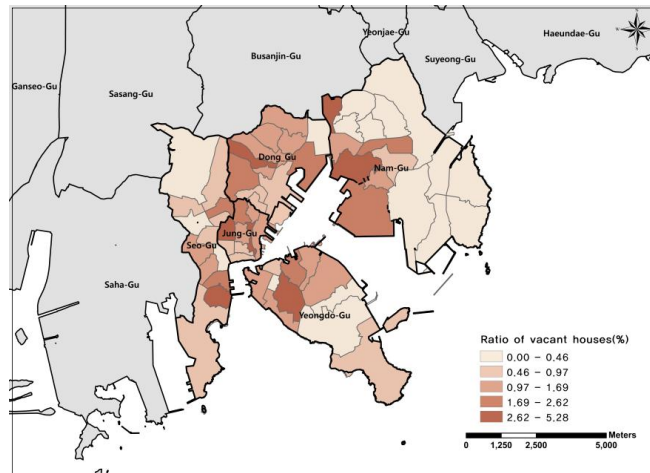


FIGURE 2. Ratio of vacant houses

실업 증가, 도심 공동화 및 쇠퇴가 진행되면서 부산광역시는 2020년 기준 8대 특별·광역시 중 빈집의 수가 가장 많은 것으로 나타났다(KOSTAT, 2021). 특히, 원도심일대는 한국전쟁 당시 구릉지가 많고 기반시설이 부족한 배후 경사지에 형성된 대규모 판자촌 및 불량주택이 방치되면서 빈집의 비율이 높은 지역이다(그림 2).

연구의 시간적 범위는 2019년을 기준으로 설정하였으며, 부산광역시 빈집 자료는 구군별 구축된 최신 자료(2018~2019년)를 활용하였다. 빈집 이외 도시쇠퇴 변수와 관련된 자료는 통계청의 국가통계포털(KOSIS)과 통계지리정보서비스(SGIS)에서 제공하고 있는 데이터를 활용하였다.

2. 분석방법 설정

본 연구의 목적은 부산광역시 원도심 일대를 중심으로 GWR 모델을 통해 빈집 발생의 지역적 특성 및 공간적 영향력의 존재를 확인하는 것이다. 이러한 분석을 수행하기 위해 본 연구의 분석 과정은 다음과 같다.

첫째, 부산광역시 원도심 일대 읍면동별 빈집 비율을 전역적 공간적 자기상관 측도인 Moran's I를 이용하여 공간적 자기상관성을 분석하였다. 이후 빈집과 도시쇠퇴의 관계를 살

펴보기 위해 우선적으로 OLS 모델을 구축하였다. 선행연구 고찰을 통해 선정된 변수를 VIF를 이용하여 다중 공선성의 문제의 발생 여부를 확인한 후 최종 변수를 선정하였다. 또한, 구축한 OLS 모델의 결과에서 Jarque-Bera 통계량 및 Koenker(Breusch-Pagan)을 통해 일반 회귀모델의 기본 가정인 오차의 정규성, 등분산성, 공간적 종속성이 존재하고 있는가를 검정하였으며, 빈집 발생의 공간적 이질성 여부를 확인하였다.

둘째, 선정된 변수를 바탕으로 OLS 모델과 GWR 모델을 비교·분석하여 연구에 적합한 모델을 선정하였다. 본 연구에서는 GWR 분석을 위하여 ArcGIS 10.7 소프트웨어에서 제공하는 Gaussian 함수와 대역폭이 고정되어있지 않은 적응적 커널(Adaptive Kernel)을 이용하였으며, AICc 방법을 통해 대역폭에 대해 검증하였다. OLS 모델과 GWR 모델의 결과값 중 AICc, 수정된 결정계수 값을 비교하여 본 연구의 목적에 적합한 모델을 선정하였다.

마지막으로 빈집 분포의 공간적 특성 분석 시 연구대상지를 자료를 획득할 수 있는 최소한의 공간분석단위인 집계구 단위와 차상위 단위인 읍면동 단위를 공간분석 단위로 설정하여 MAUP의 스케일 효과에 대한 평가를 수행하였다.

TABLE 1. Selection of independent variables

Division	Variable
population · society	aging index, rate of aging index, annual average rate of population growth for 5 years, ratio of elderly population, ratio of elderly living alone, ratio of economically active population, ratio of economically active population change
industry · economy	number of employees per 1000 pop, rate of employee change, change of establishment, number of employees per establishment, rate of manufacturing employees, number of wholesale and retail employees per 1000 pop, rate of wholesale and retail employees change, rate of higher-level service employees
physical · environment	ratio of old houses , ratio of new houses, ratio of small houses

TABLE 2. Results of multicollinearity test

Variable	VIF
ratio of elderly population	1.31
rate of employee change	1.45
rate of manufacturing employees	1.24
number of wholesale and retail employees per 1000 pop	1.21
rate of higher-level service employees	1.46
ratio of small houses	1.34

3. 변수의 설정

빈집과 관련된 선행연구에서는 빈집의 수를 총 주택의 수로 나눈 빈집 비율을 종속변수로 많이 사용하고 있다(Noh and Yoo, 2016; Jeong and Jeon, 2019; Kim *et al.*, 2021). 이에 본 연구에서도 선행연구를 바탕으로 종속변수를 빈집 비율로 선정하였다. 독립변수로는 선행연구와 2013년 제정된 「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」을 근거로 인구·사회, 산업·경제, 물리·환경으로 세분화하여 표 1과같이 도시쇠퇴에 영향을 주는 요인을 선정하였다.

선행연구를 통해 선정한 변수간 다중공선성을 살펴보기 위해 VIF(Variance Influence Factor) 검정을 실시하였다. 일반적으로 VIF값이 10 이상일 경우 다중공선성이 있는 것으로 판정하며, 본 연구에서는 이를 고려하여 VIF 값이 5보다 낮은 표2의 6개 변수를 선정하였다.

분석 결과

1. OLS 모델 검증

부산광역시 읍면동 단위의 빈집 비율의 공간

적 이질성을 살펴보기 위해 OLS 모델을 구축하여 분석하였다. 표 3은 빈집 비율에 대한 OLS 모델을 이용하여 추정한 결과이며, 수정된 결정계수(Adj R²) 값은 0.426으로 나타났으며, 모형 적합도를 비교하기 위한 AICc 값은 156.239로 나타났다.

또한 분석된 OLS 모델에 대한 오차의 정규성, 등분산성 가정을 준수하고 있는가를 확인하기 위해 Moran's I와 Jarque-Bera 통계량, Koenker(BP) 통계량을 살펴보았다. 분석 결과 Moran's I 값은 0.084로 산출되어 99%이상의 신뢰수준에서 유의하지 않게 나타났지만, Koenker 통계량을 통해 판정한 오차의 이분산성은 99% 수준으로 유의미하게 나타났다. 또한, Jarque-Bera 통계량을 통해 판정한 오차의 비정규성도 99% 유의수준으로 유의미하게 나타났다. 이는 오차의 이분산성과 비정규성이 나타난 결과는 종속변수와 독립변수 간의 지역적 관계에 따라 차이가 나타나는 공간적 이질성이 존재하는 것을 의미한다. 이러한 결과는 대상 지역에 대한 공간분석에서는 종속변수와 독립변수 간의 공간적 이질성이 나타났으며, 이는 OLS

TABLE 3. OLS model result

	Division	Statistic
	AICc	156.239
	R2	0.482
	Adj R2	0.426
variable	ratio of elderly population	0.001*
	rate of employee change	0.094
	rate of manufacturing employees	0.516
	number of wholesale and retail employees per 1000 pop	0.180
	rate of higher-level service employees	0.380
	ratio of small houses	0.017*
	F-Stat	8.534*
	Koenker(BP)	15.684*
	Jarque-Bera	21.537*
	Moran's Index	0.084
	Z-score	1.499
	Moran's I (error)	0.528
	Lagrange Multiplier (lag)	0.057
	Robust LM (lag)	0.036
	Lagrange Multiplier (error)	0.024
	Robust LM (error)	0.003
	Lagrange Multiplier (SARMA)	0.060

* p<0.01

모델의 분석결과가 지역별 특성을 반영하지 못하는 것을 의미한다.

2. GWR 모델의 적합도 및 MAUP의 평가

OLS 모델 검증을 통하여 본 연구대상지에 대한 빈집의 공간적 특성 분석에서는 OLS 모델의 사용이 적합하지 않은 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 공간적 영향력을 고려하기 위해 부산광역시 읍면동과 집계구의 상이한 공간단위를 대상으로 GWR 모델을 적용하여 분석하였다.

분석 결과는 표 4와 같으며, 모델의 적합성을

판정하는 AICc의 경우 읍면동 단위의 GWR 모델의 AICc 값은 156.937, 집계구 단위의 GWR 모델의 AICc 값은 154.571로 나타나 공간단위 설정에 따른 모델 간 결과값에 차이가 존재하며, GWR 모델을 사용하였을 때 적합도가 개선되었다. 또한 집계구 단위에 적용한 GWR 모델의 수정된 결정계수 값을 살펴보면 0.495로, 0.447의 읍면동 단위 보다 설명력이 높게 나타났다.

또한 빈집 비율에 대한 GWR 모델 잔차의 Moran's I 값은 통계적으로 유의하지 않게 나타났다는데, 이는 잔차의 공간적 자기상관성이 임의적인 패턴을 보인다는 것을 의미한다(Lee

TABLE 4. GWR model result

Division	Eup_Myeon_Dong	Statistic	Census
AICc		156.937	154.571
R2		0.550	0.640
Adj R2		0.447	0.495
Moran's Index		-0.001	0.001

* p<0.01

and Shim, 2011). 이러한 결과들을 바탕으로 부산광역시 원도심 일대 빈집 발생에 대한 분석은 OLS 모델을 사용하는 것 보다 GWR 모델을 사용하였을 때 더 적합하며, 공간단위를 다르게 설정하였을 시 나타날 수 있는 MAUP의 함역 수준에서의 문제가 발생했음을 확인하였다.

3. 빈집의 공간적 특성분석 결과

앞서 살펴본 OLS 모델은 공간적 자기상관성이 존재하며, 오차의 정규성 및 등분산성 가정을 준수하고 있지 않다. 또한 OLS 모델과 GWR 모델의 적합성을 비교하였을 때 GWR 모델의 사용하였을 때 적합도가 향상되었다. 이에 본 연구에서는 GWR 모델의 결과를 통해 공간

단위를 달리하여 빈집의 공간적 특성을 살펴보았으며, 빈집비율을 집계구로 공간단위를 설정하여 분석하는 것이 읍면동을 분석 공간단위로 하였을 때 보다 설명력이 더 높게 나타났다.

표 5는 집계구 단위의 GWR 모델로 추정된 독립변수들의 회귀계수 결과를 최소·최대·평균·표준편차로 나타낸 것이며, 그림 3은 Local R^2 를 나타낸 것으로 각 독립변수의 계수가 종속 변수에 영향을 미치는 정도를 의미한다. 분석결과 Local R^2 의 경우 최소 0.007에서 최대 0.905로 나타나 지역마다 공간적 영향력이 다르게 작용하고 있음을 시사하고 있으며, 지역간 공간적 특성을 파악하는 데 도움이 된다.

지역별로 살펴보면, 남구 및 영도구와 서구 일부 지역의 설명력이 높게 나타났다. 그림 4는

TABLE 5. Estimation of the GWR model coefficients by census

Variables	Minimum value	Maximum value	Average value	Standard deviation
intercept	-16.037	6.563	0.221	2.641
ratio of elderly population	-0.033	0.048	-0.001	0.007
rate of employee change	-0.093	0.301	0.018	0.047
rate of manufacturing employees	-0.364	0.559	-0.014	0.035
number of wholesale and retail employees per 1000 pop	-0.403	0.560	0.019	0.121
rate of higher-level service employees	-0.057	0.089	0.005	0.020
ratio of small houses	-0.304	0.374	-0.002	0.050
Local R^2	0.007	0.905	0.285	0.173

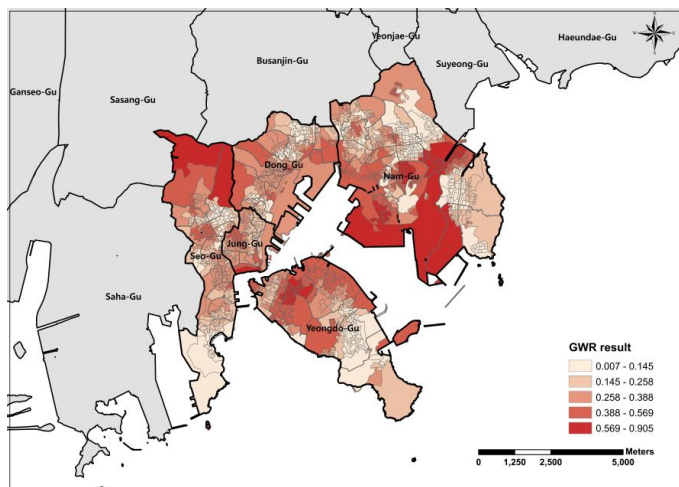


FIGURE 3. Local R^2

빈집 발생에 영향을 주는 6개의 독립변수별로 회귀계수를 지도화하여 공간상의 분포를 나타낸 결과이며, 6개의 독립변수들 모두 양(+), 음(-)의 영향을 모두 미치는 것으로 나타났다.

남구의 경우, 고령인구 비율, 제조업 종사자 수 변화율, 소형주택 비율의 영향력이 큰 것으로 나타났다. 특히, 제조업 종사자 수 변화율이 빈집 발생에 큰 영향을 보였다. 영도구는 고령

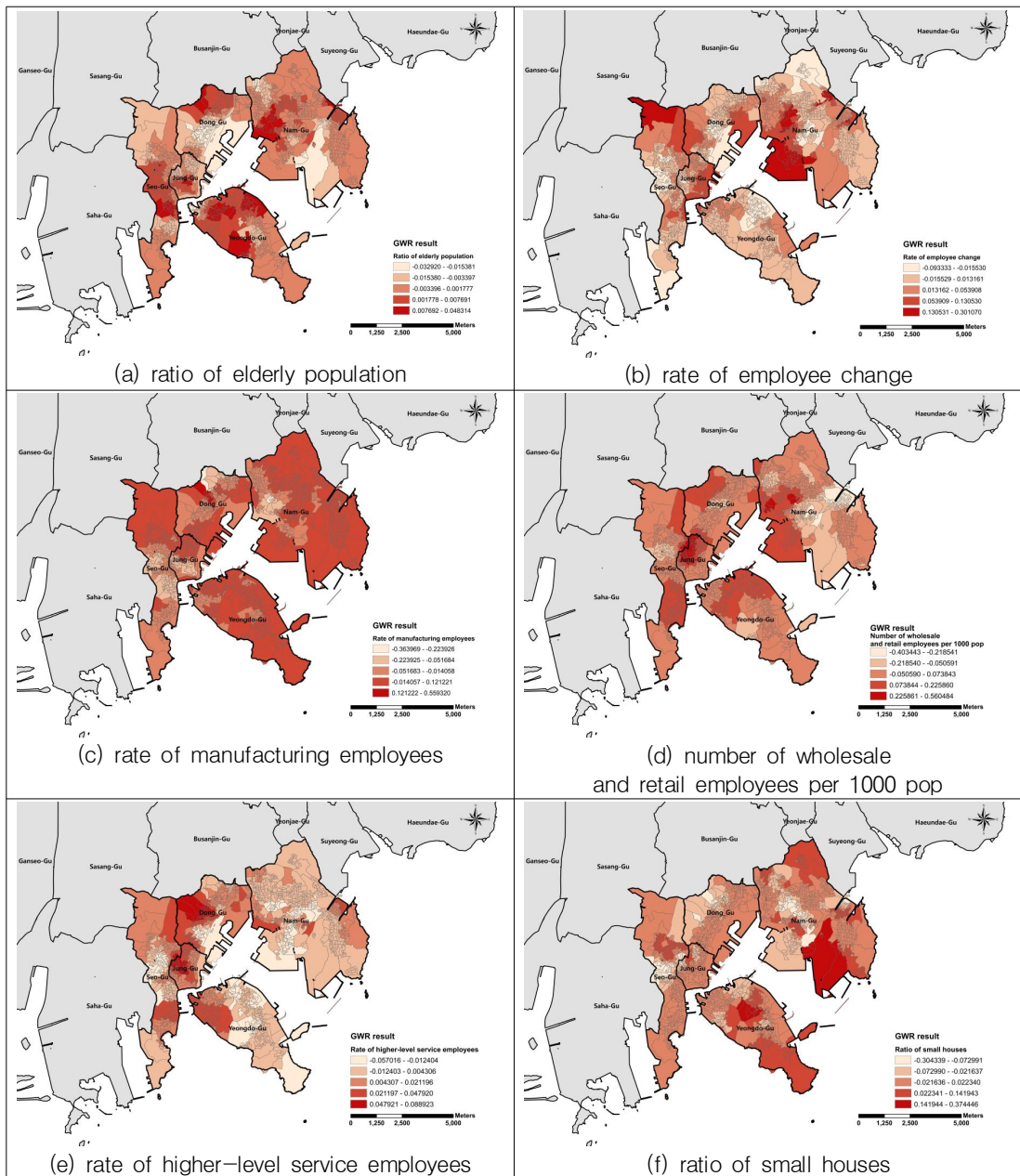


FIGURE 4. The distribution of the GWR coefficients

인구 비율, 제조업 종사자수 변화율, 인구 천명당 도소매업 종사자수의 영향력이 큰 것으로 나타났다. 영도구의 북측으로 고령인구 비율에 크게 영향을 받고 있음을 확인하였다. 중구와 서구, 동구의 경우, 제조업 종사자수 변화율, 인구 천명당 도소매업 종사자수가 큰 영향력을 미쳤으며, 특히 종사자수 변화율은 서구의 북측에 영향력이 크게 나타났다.

분석결과, 구군별로 6개의 독립변수가 미치는 공간적 영향력에 있어 모두 상이한 결과가 나왔으며, 요인에 따라 양(+)과 음(-)의 영향력 또한 다르게 나타났다. 이는 동일한 요인이라도 지역에 따라 빈집 발생에 미치는 영향력에 차이가 있음을 의미한다. 따라서, 각 구군별로 빈집 발생에 관한 공간 분석을 수행할 시 보다 효율적으로 하기 위해서는 이러한 공간적 이질성을 고려한 방안이 필요할 것으로 판단된다.

결론

본 연구에서는 빈집 발생에 대한 정확한 실태 파악을 위해 이에 영향을 미치는 요인들의 공간적 특성을 분석하였다. 또한, 상이한 분석단위를 적용하여 분석 공간단위의 범위를 달리함으로써 발생할 수 있는 MAUP 중 공간단위의 스케일 효과에 따라 발생하는 문제를 확인하고자 하였다. 빈집의 발생은 지역별로 각각 다른 특성을 나타나기 때문에 전역적 차원에서 공간적인 특성을 고려하지 않는 일반적인 통계모형을 적용하기에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 지역적 특성을 반영하면서 보다 효율적인 빈집 관리 방법을 제시하기 위해 GWR 모델을 이용하였다. 또한, 자료를 획득할 수 있는 가장 작은 단위인 센서스 단위와 차상위 단위인 읍면동 단위와 같이 행정구역별로 집계된 데이터를 부산광역시 원도심 일대를 대상으로 빈집 발생의 공간적 특성을 분석하였다. 이를 위해 전역적 공간적 자기상관 측도인 Moran's I와 OLS 모델을 이용하여 공간분석 시 GWR 모델이 OLS 모델보다 적합하지에 대해 확인하였다.

전역적 Moran's I와 OLS 모델을 적용한 결

과, 부산광역시 읍면동별 빈집발생에 있어 공간적 이질성이 존재함을 확인하였다. 또한, OLS 모델과 GWR 모델의 적합성을 비교한 결과 GWR 모델을 적용하였을 때 AICc 값과 수정된 결정계수 값이 향상되어 GWR 모델을 사용하는 것이 보다 적합한 것으로 나타났다.

이에 부산광역시 원도심 일대를 대상으로 읍면동과 집계구의 상이한 공간 분석 단위에 GWR을 적용하여 '빈집발생'이라는 동일한 현상을 읍면동과 집계구라는 다른 스케일의 공간적 범위에서 미치는 공간적 영향력이 어떻게 다르게 나타나는지 살펴보았다. 그 결과 더 작은 공간분석 단위인 집계구에서의 설명력이 더 높았으며, 서로 다른 공간 단위에서의 공간적 영향력이 다름을 확인할 수 있었다. 이러한 연구결과는 GWR을 이용하여 국지적 특성을 반영한 분석결과를 도출하였으나 분석 공간단위 적합성과 관련된 결과만 도출하였으나, 지역적 공간 특성을 분석함에 있어 정확한 공간적 영향력을 도출하기 위해서는 공간단위를 달리함에 따라 나타날 수 있는 MAUP에 대한 고려가 필요함을 시사한다. 빈집발생의 공간 분포와 국지적 차원에서 빈집발생의 특성을 파악하기 위한 연구를 수행할 시에는 다양한 공간단위의 적용에 따라 발생할 수 있는 MAUP의 영향을 평가하는 과정이 요구되며, 이러한 영향을 적절하게 완화할 수 있는 방안을 마련하기 위한 노력이 필요할 것으로 사료된다. **KAGIS**

REFERENCES

- Cho, I.H. 2010. A study on spatial effects in MAUP : with a focus on scale and zoning effects. Master Thesis, Korea National University of Education, Korea. 144pp (조일환. 2010. MAUP에서의 Spatial effects 연구. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문. 144쪽).
- Choi, D.J. and Y.C. Suh. 2013. A study on the exploratory spatial data analysis of the

- distribution of longevity population and the scale effect of the Modifiable Areal Unit Problem(MAUP). *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 16(3):40-53 (최돈정, 서용철. 2013. 장수 인구의 분포 패턴에 관한 탐색적 공간 데이터 분석과 수정 가능한 공간단위 문제(MAUP)의 Scale Effect에 관한 연구. *한국지리정보학회지* 16(3):40-53).
- Cheong, J.S. and J.H. Park. 2015, Test of the scale effect of MAUP in crime study: analyses of sex crime using nation-wide data of eup-myon-dong and si-gun-gu, *The Journal of the Korea Contents Association*, 15(10):150-159 (정진성, 박중하. 2015. 범죄연구에 있어 가변적 공간단위 문제(MAUP)의 스케일효과 검증 : 전국 읍면동과 시군구를 대상으로 한 성범죄 분석. *한국컨텐츠학회* 15(10):150-159).
- Fotheringham, A.S, C. Brunson and M. Charlton. 2002. Geographically Weighted Regression: The analysis of spatially varying relationships. John Wiley & Sons 6-61.
- Jeon, Y.M. and S.H. Kim. 2016. The causes and characteristics of housing abandonment in an inner. *Journal of The Urban Design Institute of Korea* 17(1):83 -100 (전영미, 김세훈. 2016. 구시가지 빈집 발생의 원인 및 특성에 관한 연구. *한국도시설계학회지 도시설계* 17(1):83-100).
- Jung, S.Y. and H.J. Jun. 2019. Exploring spatial dependence in vacant housing growth. *Journal of Korea Planning Association* 54(7):89-102 (정수영, 전희정. 2019. 빈집 증가의 공간적 자기상관성에 대한 탐색적 연구. *국토계획* 54(7):89-102).
- Kim, K.Y. 2011. Effects of the Modifiable Areal Unit Problem(MAUP) on a spatial interaction model. *Journal of the Korean Geographical Society* 46(2):197-211 (김감영. 공간 상호작용 모델에 대한 공간단위 수정가능성 문제(MAUP)의 영향. *대한지리학회지* 46(2):197-211).
- Kang, M.N. 2018. Policy for prevention, management and utilization of vacant houses. *Korea Research Institute for Human Settlements Policy Brief* 689:1-8 (강미나. 2018. 빈집의 예방·관리·활용을 위한 정책방안. *국토정책 Brief* 689:1-8).
- Korea Statistical Korea(KOSIS). 2020. <https://kosis.kr/index/index.do>. (Accessed October 08, 2022).
- Korea Statistics Information Service(KOSTAT). 2016. <http://kostat.go.kr/assist/synap/preview/skin/miri.html?fn=e50371391704148726234304&rs=/assist/synap/preview>. (Accessed February 16, 2022).
- Kim, J.Y. and H.Y. Kim. 2021. Analysis of spatial characteristics of vacant houses using geographic weighted regression model - Focus on Busan metropolitan city -. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 24(1):68-79 (김지윤, 김호용. 2021. 지리가중회귀모델을 적용한 빈집 발생의 공간적 특성 분석 - 부산광역시를 대상으로 -. *한국지리정보학회지* 24(1):68-79).
- Kamata, Yoko and J.E. Kang. 2021. A study on the occurrence, persistence, and reuse of vacant houses in deteriorated high-density residential areas of old downtowns of large cities : Focused on Ami-dong and Chojang-dong in Busan. *Korea Planning Association* 56(7):73-86 (카마타 요코, 강정은. 2021. 대도시 원도심 노후 밀집주거지 빈집 발생, 고착화 및 재사용에 관한 연구 : 부산 아미동·초장동을 사례로. *국토계획* 56(7):

- 73-86).
- Lee, S.I. 1999. The delineation of function regions and modifiable areal unit problem. The Journal of The Korean Association of Geographic and Environmental Education 7(2):757-783 (이상일. 1999. 기능지역의 설정과 공간단위 수정가능성의 문제. 한국지리환경교육학회지 7(2):757-783).
- Lee, H.Y. and J.H. Shim. 2011. GIS : Geographic information system 2nd edition. Bubmons pp.397-420 (이희연, 심재현. 2011. GIS 지리정보학(2판). 법문사 397-420쪽).
- Lee, Y.M., P. Kwon, K.Y. Yun and H. Yong. 2016. A study on scale effects of the MAUP according to the degree of spatial autocorrelation - Focused on LBSNS data -. Journal of the Korean Society for Geospatial Information Science 24(1):25-33 (이영민, 권필, 유기윤, 허용. 2016. 공간적 자기상관성의 정도에 따른 MAUP에서의 스케일 효과 연구 - LBSNS 데이터를 중심으로 -. 한국공간정보학회지 24(1):25-33).
- Park, S.N. 2018. The local characteristics of empty homes in deprived areas and implications for revitalizing empty homes: Focusing the perception of residents and local coordinators. Journal of The Urban Design Institute of Korea 19(1):5-20 (박성남. 2018. 쇠퇴지역 빈집 특성 및 빈집 재생 시사점: 주민과 지역 전문가 인식을 중심으로. 한국도시설계학회지 도시설계 19(1):5-20).
- Sim, J.S., H.Y. Kim, K.W. Nam and S.H. Lee. 2013. Analysis of the characteristics of subway influence areas using a geographically weighted regression model. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 16(1):67-79 (심준석, 김호용, 남광우, 이성호. 2013. 지리가중회귀모형을 이용한 역세권 공간구조 특성 분석. 한국지리정보학회지 16(1):67-79).
- Sim, J.S., J.S. Kim and S.H. Lee. 2014. Local analysis of the spatial characteristics of urban flooding areas using GWR. Korean Society Of Environmental Impact Assessment 23(1):39-50 (심준석, 김지숙, 이성호. 2014. 지리가중회귀모형을 이용한 도시홍수 피해지역의 지역적 공간특성 분석. 한국환경영향평가학회지 23(1):39-50).
- Statistical Geographic Information Service (SGIS). 2020. <https://sgis.kostat.go.kr/view/index>. (Accessed October 08, 2022).
- W.R. Tobler. 1970. A computer movie simulating urban growth in the detroit region. **KAGIS**