

# 지리가중회귀분석을 이용한 은평뉴타운 지가 분석

## Analysis of Eunpyeong New Town Land Price Using Geographically Weighted Regression

정효진\* · 이지영\*\*

Hyo-jin Jung · Jiyeong Lee

**요약** 서울시는 강북의 노후화 및 강남과 강북의 경제 불균형을 해소하고자 뉴타운 사업을 시행하였고, 이에 따라 은평구는 시범지구로 지정되었으며 2013년 최종적으로 사업이 완료되었다. 이에 본 연구는 은평구에서 진행된 뉴타운 사업에 따라 발전된 사회적, 경제적 요소들이 지가에 미치는 영향의 정도를 공간 효과를 반영한 지리가중회귀모형을 이용하여 분석하였다. 분석결과 기존의 지가분석에서 주로 이용된 선형회귀모형에 비해 높은 설명력을 가지고 있었으며, AIC값과 잔차의 Moran's I를 통해 좀 더 적합한 모델로 판정하였다. 또한 지역적으로 회귀계수의 차이가 있었으며 부호가 다르게 나타나는 경우도 있어 선형회귀모형을 통한 지역적인 분석방법보다 자세한 설명이 가능해졌다. 추후 은평구 개발에 있어 공간적 특성을 고려하여 지역을 개발한다면 실효성 강화에 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

**키워드** : 은평뉴타운, 뉴타운사업, 지가, 지리가중회귀분석

**Abstract** Newtown Business of Seoul had been performed to reduce deterioration of Gangbuk and economic inequality between Gangnam and Gangbuk. According to this, Eunpyeong-gu was set as test-bed for Newtown business and Newtown business had been completed until 2013. This study aims to analyze the influence of social and economical factors which affect land price using GWR (Geographically Weighted Regression) considered spatial effect. As a result of analysis, GWR model demonstrated a better goodness-of-fit than OLS (Ordinary least square) model typically used in most study. Furthermore, AIC value and Moran's I of residual prove that GWR model is more suitable than OLS model. GWR model enable to explain more detailed than global regression model as coefficient and sign show different value locally. In future, this research will be helpful to develop Eunpyeong-gu considering spatial characters and strength effectiveness of development.

**Keywords** : Eunpyeong Newtown, Newtown Projects, Land Value, Geographically Weighted Regression

### 1. 서론

뉴타운 사업은 도시기반시설에 대한 고려 없이 주택 중심으로 이루어진 재개발 방식을 개선하여 생활권역을 대상으로 한 도시 재정비 사업이다[1]. 서울시는 강남의 아파트 가격 급등 및 강북의 노후화로 인한 강남과 강북의 불균형을 해소하고자 뉴타운 사업을 고안하고 가시화시켰다. 이에 따라, 2002년 길음, 왕십리, 은평 3곳에 대해 시범 사업지구로 선정하고 사업을 진행하였다. 이렇게 진행된 뉴타운사업에 따라 증대된 도시기반시설은 시범사업지구 지가에 영향을 미쳤다.

지가는 기존 연구들에서 도시공간구조의 변화를 측

정하는 기초 자료로 활용되어 왔으며, 지가는 필지 자체의 물리적 특성과 각종 행정 규제 등 사회적 특성에 의해 결정된다[2]. 본 연구에서는 지가가 뉴타운사업 결과로 증대된 도시기반 시설 등의 요소들이 지가에 어떠한 영향을 미쳤는지 알아보았다.

기존에 도시재정비 사업에 따른 지가 분석 연구가 있었지만, 주로 지가가 갖는 공간적 자기상관성을 고려하지 않고 선형회귀분석(OLS: Ordinary Least Squares)을 통한 헤도닉 가격 모형을 도출하여 연구를 진행하였다. OLS를 통한 헤도닉 가격 모형은 전반적인 지역을 대상으로 독립변수들의 영향력을 파악하는데, 지가는 하나의 대푯값으로 전체를 표현하기에는 어려움이 있는 요소이다. 지가는 공간적 자기상관성을 가지

† This research was supported a grant from geospatial information workforce development program funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean Government (2014-04-09).

\* Hyo-jin Jung, Master's Student, Dept. of GeoInformatics, University of Seoul. hyojin5919@uos.ac.kr

\*\* Jiyeong Lee, Professor, Dept. of GeoInformatics, University of Seoul. jlee@uos.ac.kr (Corresponding Author)

며, 공간효과를 반영할 필요가 있다[3]. 공간효과는 공간적 이질성과 공간적 의존성으로 구분되며 이는 OLS에서 가정하는 관측치와 오차의 독립성을 위배하는 사항이다. 지가 분석 관련연구에서는 공간효과를 갖고 있는 데이터를 분석하기 위해서 최근에는 공간계량 모델을 사용한 것도 있었으나 지리가중회귀모델(GWR: Geographically Weighted Regression Model)이 헤도닉 가격 모형에서 간과하고 있는 공간적 자기상관성을 충분히 고려한 방법이라고 판단하였다.

본 연구는 서울시의 뉴타운 시범 사업 지구 중 하나인 은평구를 대상으로 모든 지역의 공간적 자기상관성을 동일하지 갖지 않을 것이라고 판단하고 이에 따라 지리가중회귀모델을 적용하여 은평뉴타운의 공간특성을 살펴보고자 한다.

## 2. 선행연구 고찰

### 2.1 뉴타운 사업과 지가의 연관성

지가는 도시의 공간변화를 반영하는 요소로서 도시가 정비됨에 따라 영향을 받을 수 있다. 도시재정비에 따른 뉴타운 사업에 대해 지가를 분석한 기존의 연구들은 사회·경제적 요인, 행정적 요인, 지역적 요인, 개별적 요인 등 다양한 요소에 대해 분석하고 있었으며, 이러한 요소들은 서로 연관되어 영향을 미치기 때문에 어떤 요소를 배제한 채 어느 한 가지 요소만으로 지가를 설명하는 것은 불가능하다고 보고 한 가지 요인이 아닌 다양한 요소를 복합적으로 분석하고 있다.

Wang[4]는 길음, 왕십리 뉴타운을 대상으로 뉴타운 지정이 지가에 얼마나 영향을 미쳤는가를 분석했다. 지가는 뉴타운 지정이라는 행정적 요인 외에도 지역적·개별적 요인과 사회적, 경제적 요인이 모두 작용하여 결정됨을 역설하였다. 길음 뉴타운 사업지구와 그 주변 지역의 아파트를 대상으로 지가를 분석한 Hong[5]은 헤도닉 가격 모형을 사용하여 아파트 가격의 결정 요인과 길음 뉴타운 사업의 영향력을 분석하였다. 길음뉴타운 사업이 아파트에 가격에 미친 전역적인 영향은 미미하였으며, 지역적인 효과만이 있었음을 확인하였다. 대전광역시외의 정비사업구역의 지가를 분석한 Ham[6]은 기본계획수립, 주민 공람, 정비구역 지정 고시 등 정비사업 단계별 행정행위 전후의 지가 변화를 분석하였다. 더미 회귀분석을 통해 지가 변화에 유의한 효과를 미쳤음을 설명하였다.

기존의 선행연구는 행정적이고 제도적인 측면에서 지가를 분석하고 있다. 각 연구들에서 공통적으로 행

정적인 요인뿐만 아니라 다른 요인들의 고려를 필요로 하고 있다. 또한, 회귀분석을 사용하여 공간적 자기상관성을 고려하지 않고 있는 점도 확인되었다.

### 2.2 지가분석 관련연구

지가는 도시공간구조의 변화를 측정하기 위한 척도로 다양한 연구들에서 다루어져왔다. 이전 연구에서는 일반적으로 지가를 예측하기 위해서 사용되는 헤도닉 가격 모형을 통해 지가를 분석하고자 하였다. 그러나 공간적 자기상관성의 문제가 대두되면서 이를 해결하고자 하는 노력들이 증가하였다. 이에 따라 공간적 자기상관성을 반영한 헤도닉 가격 모형들이 제시되었다. Shonkwiler and Reynolds[7]은 물리적인 요인과 지역적인 요인이 Florida 지역의 지가에 미치는 효과를 분석하기 위해 OLS를 통해 헤도닉 가격 모형을 도출하였으나, OLS로는 변수간의 상관성이 고려되지 않으므로 도구변수(IV: Instrument Valuables)를 통해서 좀 더 상관성을 반영하려고 노력하였다. Basu and Thibodeau[8]은 Texas의 Dallas 지역의 집 매매가를 분석하기 위해 공간적 상관성을 반영한 헤도닉 가격 모형을 사용하였다. 이 연구에서는 OLS와 크리깅 방식인 EGLS (estimated generalized least square)를 동시에 수행하여, 이를 통해 헤도닉 가격 모형을 제시하였으며 공간적 자기상관성이 있는 경우에는 EGLS가 설명력이 더 높다는 결과를 얻었다. Tsutsumi and Seya[9]은 일본의 대규모 교통 정책에 지가에 미치는 영향을 분석하기 위해 공간효과를 반영하지 않는 OLS와 반영한 SEM (Spatial Error Model), SPM (Spatial Process Model)을 통해 헤도닉 가격 모형을 도출하고 비교·분석하였다. Kim and Chung[10]은 공간효과를 반영하기 위해 공간계량 모델인 SAC, SAR, SEM을 사용하여 부산지역의 아파트 실거래가를 비교·분석하였다. Kang and Kim[11]은 서울역과 청량리역 주변 지역의 토지가격에 대중교통환승시설이 미치는 영향력을 분석하는데 헤도닉 가격 지수모형을 사용하였다.

기존의 지가 분석과 관련된 국내의 연구들을 살펴보면 헤도닉 가격 모형에서 간과하는 지가를 형성하는 요인들의 상관성에 대해 고려하는 노력은 있었으나, 상관성을 갖는 변수를 아예 제거하거나 실증적인 분석이 필요하다고 결론만 내린 연구들이 대다수였으며 공간적 자기상관성은 고려하지 않고 선형회귀분석과 로그함수를 통해 기본적인 헤도닉 가격 모형을 쓴 연구도 있었다. 이에 최근에는 지가가 갖고 있는 공간적 이질성을 해결하기 위해 많은 연구들이 지리가중

회귀분석(GWR)을 사용하고 있다. GWR은 국지적 선형 회귀계수의 추정을 위해 관측값들에 대한 거리조락에 따른 가중치를 산출하여 모델을 도출해내는 방법이다. 특정 지역에 가까울수록 가중치를 크게 부여 받고, 멀수록 적게 가중치를 부여하여 회귀계수를 추정한다.

Gao and Asami[12]는 국지적인 분석에 대해서 GWR을 사용함으로써 지가에 대해 좀 더 자세한 분석이 가능하며 선형회귀분석을 통한 헤도닉 가격 모형으로 보완하는 것이 좋다고 보았다. Du and Mulley[13]은 이전 연구들에서 주로 사용하던 전역적 범위에 대한 통계는 지가에 대해 유용한 정보를 제공하지 못했다고 판단하였다. 이에 GWR이라는 국지적 모델을 사용하여, 헤도닉 가격 모형같은 전역적 모형에서 놓치고 있던 다양한 공간적 관계를 갖고 있는 변수에 대해 설명이 가능해졌다고 하였다. 또한, GWR은 공간적 의존성뿐만 아니라 공간적 이질성도 해결할 수 있으며 헤도닉 가격 모형에 비해 직관적으로 보여줄 수 있음을 설명하였다. Kim and Jun[14]은 공간구문론과 GWR을 이용하여 지가에 미치는 영향을 분석하였다. 강남을 대상으로 도로, 주거시설, 문화·교육시설, 역세권거리, 상업·업무시설, 기피시설이 미치는 영향을 OLS와 GWR의 비교를 통하여 분석해냈다. 이 연구에서는 공간단위(MAUP) 문제를 해결하기 위해, 강남에 대해 셀의 크기를 다양하게 설정하여 분석을 진행하였다. Oh et al.[15]은 부산을 대상으로 부산이 갖고 있는 인문적 특성, 경제적 특성, 물리적 특성이 부동산 가격에 미치는 영향을 분석하였다. 마찬가지로 OLS와 GWR을 비교 분석하여 여러 특성에 따른 지가에 대한 영향력을 도출하였다. GWR을 이용하여 지가를 분석한 연구들을 살펴보면, 전역적인 회귀 분석방법에서 설명하지 못하는 부분을 GWR이 국지적인 단위에 대해 분석을 진행하여 자세하게 설명할 수 있게 되었다고 판단하였다.

### 2.3 연구 착안점 정립

지가와 관련된 선행연구를 분석해본 결과 도시 정비에 따른 영향은 지가로 분석할 수 있으며, 도시의 다양한 요소를 복합적으로 분석해야 됨을 확인하였다. 이때, 지가가 갖고 있는 공간적 자기상관성을 고려할 필요가 있음 또한 확인하였다. 국내외의 기존 연구에서 도시재정비 또는 뉴타운 상업과 관련하여 공간적 자기상관성을 충분히 고려한 연구가 부족하여 이에 관한 연구가 필요하다고 판단하였다.

또한, 기존의 연구를 통해 GWR을 사용함으로써 좀 더 자세한 분석이 가능함을 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 도시 재정비사업인 뉴타운 정책으로 증대된 접근성, 경제적, 제도적 요인들이 지가에 영향을 미치고 있는지에 대해 GWR을 수행하여 국지적인 단위로 분석하고 은평뉴타운의 공간적 특성을 도출해보고자 한다.

## 3. 연구 방법

### 3.1 대상지 설정

뉴타운 사업에 따른 지가의 공간적 특성을 분석하기 위해 서울시에서 시범지구로 지정한 은평구를 연구 대상으로 선정하였다. 은평구(Figure 1)는 2002년 서울시에서 처음으로 시범지구로 선정되어 2013년 사업이 최종 완료되었고 현재는 주민들의 입주가 마무리된 상태이다. 뉴타운으로 지정되기 이전의 은평구는 30년 동안 그린벨트로 묶여 있어 개발이 제한되었다는 특징이 있었으며, 이에 따른 지가가 다른 서울 지역에 비해 상대적으로 낮은 수준으로 형성되어 있었다. 또한, 다세대 주택의 비율 보다 단독 주택의 비율이 높았으며, 거주자들의 절반 이상이 세입자였던 지역적인 특징을 갖고 있다.

은평뉴타운 사업 대상지로 선정된 진관동은 은평구 내에서도 가장 낙후된 지역이었으며, 사업이 진행됨에 따라 단독 주택의 형태에서 아파트 형태로 주거 형태가 변모하였다. 시범지구로 선정된 곳은 은평구 외에도 길음, 왕십리 등이 있지만, 대다수의 뉴타운들은 현재 진행 중이거나 이해관계자간 갈등상태에 빠져있다[16]. 은평뉴타운은 도시재정비 사업에서 성공적인 사례로 손꼽는 지역이라는 특징이 있다.

### 3.2 변수 선정 및 자료의 구축

본 연구에서는 선행연구와 은평뉴타운 사업 계획서 등을 토대로 변수를 선정하였다. 도시지가를 결정하는 요인으로 접근성 요인, 경제적 요인, 제도적 요인 등을 꼽는다[17,18]. 접근성에 가장 영향을 주는 것은 교통으로 접근성이 유리한 지역은 지가가 상승되는 효과가 있다. 본 연구의 접근성 요인은 이러한 특성을 고려하여 지하철 출입구와 버스정류장까지의 접근성으로 선정하였다. 경제적 요인은 해당 지역의 생산력으로 판단될 수 있으며, 상업과 관련된 사업체를 변수로 선정하였다. 이때, 한국표준산업분류(KSIC)를 기

Table 1. Summary of variables

Type	Variables		Unit
Dependent Variable	Land Price		Won
Independent Variable	Accessibility Factor	Accessibility to Metro Entrance	m
		Accessibility to Bus Station	m
	Economical Factor	Commercial Company	number
	Institutional Factor	Household	number
		Accessibility to Library	m
Park Area		$m^2$	

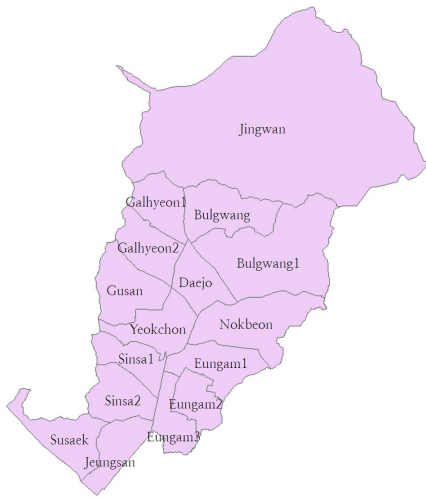


Figure 1. Place name of Eupyeong-gu

준으로 도/소매, 운수업, 금융 및 보험업, 출판·영상·방송통신 및 정보서비스업을 상업으로 분류하였다. 제도적 요인으로는 토지제도 등 국가의 정책과 관련된 요인들을 꼽을 수 있다. 본 연구에서는 뉴타운사업과 관련된 요소들을 제도적 요인으로 선정하였다. 뉴타운 사업 내용에 따르면, 인구수를 증가시키고, 도서관과 공원 등을 함께 증가시켜 자연이 공존할 수 있는 공간을 만드는 것이 목표이다. 본 연구에서는 사업내용을 토대로 증가되었다고 판단된 가구 수, 도서관, 공원을 변수로 선정하였다.

본 연구에서 사용되는 기법인 GWR에서 공간단위 설정은 중요한 문제이다. GWR이 국지적인 영향력을 분석하는 방법이기 때문에 분석 대상 지역의 단위에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있다. 본 연구에서는 통계청 지리정보서비스에서 변수에 해당하는 데이터를 제공받음에 따라 통계청 데이터 단위인 집계구를 변수의 기본 공간단위로 설정하였다. 이에 필지별 공

시지가를 Spatial Interpolation 기법을 이용하여 집계구 단위로 가공하였다. 공시지가 데이터는 은평뉴타운 사업이 최종 종료된 2013년 데이터를 사용하였다.

### 3.3 모델의 설정

은평뉴타운의 공간적 특성을 분석하기 위해 본 연구에서는 지가에 미치는 변수를 선정하고 변수가 미치는 영향을 예측하기 위해 지리가중회귀모델(GWR)을 분석에 사용하였다.

GWR은 모든 위치에서 종속변수와 독립변수간의 관계가 동일하지 않기 때문에 독립변수의 변화 정도가 동일하여도 종속변수의 변화 정도는 공간적 위치에 달라진다고 보는 모델이다. 이에 따라서 GWR은 공간적 위치에 따라 가중치를 부여하며 그 기본 식은 다음과 같다[19].

$$Y_i = \beta_{0i} + \sum_{k=1}^m \beta_{ki} X_{ki} + \epsilon_i \quad (1)$$

where  $X_i$  = independent factor  
 $Y_i$  = dependent factor  
 $\beta_{ki}$  = regression coefficient  
 $\epsilon_i$  = errors

지리적 위치  $i$ 에 따른 변수  $k$ 에 대한 지역별 개별적인 회귀계수( $\hat{\beta}_{ki}$ )를 추정하는 것이 목표이다. 여기에서  $i$ 번째 위치에 대한 회귀계수( $\hat{\beta}_{ki}$ )는  $i$ 지역과 근접한 위치에 있는 지역이 멀리 있는 지역보다 많은 영향을 준다는 점을 고려하여 위치에 따라 가중회귀최소제곱을 이용하며 회귀계수는 식 (2)에 의해 산출된다.

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_{ki} &= (\hat{\beta}_{i0}, \hat{\beta}_{i1}, \hat{\beta}_{i2}, \dots, \hat{\beta}_{im})' \\ &= (X' W_i X)^{-1} (X' W_i Y) \end{aligned} \quad (2)$$

where  $X$  = independent factor  
 $Y$  = dependent factor  
 $W$  = contiguity matrix  
 $\hat{\beta}_{ki}$  = regression coefficient

지리가중회귀분석은 공간행렬  $W_i$ 에 의해 결정되는데 이는 지리적 가중함수의 대역폭( $\theta$ : Bandwidth)을 고정할 것인가 가변적으로 설정할 것인가가 중요하다. 대역폭 설정 문제에 따라, 고정적 커널(fixed kernel)과 적응적 커널(adaptive kernel)로 구분된다. 고정적 커널은 모든 지역에 대해 동일한 대역폭을 적용하고 적응적 커널은 지역에 따라 가변적으로 커널을 적용하는 방식이다. GWR의 결과는 대역폭의 설정에 민감하다. 따라서 GWR 수행에서 중요한 요소 중 하나가 대역폭의 설정이라고 볼 수 있다. 고정적 커널의 경우 미묘한 공간적 차이를 포착하지 못하며 추정치의 분산을 증가시키는 위험을 발생시킬 수 있으므로 본 연구에서는 적응적 커널을 사용하였다. 또한, 가중치를 부여하는 방식으로 지수식 가중치, 가우시안 함수, 바이스퀘어 함수가 있으며, 본 연구에서는 일반적으로 사용되는 가우시안 함수를 사용하였다.

이처럼 GWR은 전역적 분석보다 좀 더 상세한 국지적인 회귀계수를 도출하여 거리조락에 따라 가중치를 산출하는 모형이다. 본 연구는 ArcGIS 10.2와 IBM SPSS Statistics 22 소프트웨어를 사용하여 은평뉴타운의 공간적 특성을 분석하였다.

## 4. 결과 및 분석

### 4.1 지리가중회귀모델의 적합성 판단

분석을 시행하기에 앞서 변수 간의 다중공선성(Multicollinearity)을 확인하기 위해 본 연구에서는 VIF

Table 2. Results of Multicollinearity test

Variable	VIF
<b>Accessibility Factor</b>	-
Bus station	1.611283
Metro Entrance	1.256781
<b>Economical Factor</b>	-
Commercial	1.053876
Institutional Factor	-
<b>Household</b>	1.065719
Library	1.207404
Park	1.573454

(Variance Influence Factor)를 이용하였다. 일반적으로 VIF가 10이상일 경우 다중공선성을 의심한다. Table 2의 다중공선성 결과에 따르면 선정된 변수의 VIF가 모두 10이하로 다중공선성 문제가 발생하지 않은 것으로 나타났다.

GWR의 가장 큰 장점은 전역적 회귀 분석에서 고려하지 않는 공간적 자기상관성을 고려한다는 점이다. 공간적 자기상관성을 측정하는 방법으로 본 연구에서는 OLS와 GWR의 각각의 잔차에 대해 Moran's I를 구하고 잔차가 임의적인(Random) 분포를 보이는지, 군집된(Clustered) 분포를 보이는지를 살펴보았다. Moran's I는 0~1사이의 값으로 나타나며 0에 가까울수록 임의적인(Random) 분포를 보인다고 판단하고 1에 가까울수록 군집된(Clustered) 분포를 보인다고 본다. Table 3을 살펴보면, 전역적 회귀분석인 OLS 잔차의 Moran's I 값이 약 0.189로 나타났으며, 잔차가 군집된(Clustered) 분포를 보여 공간적으로 상관성이 있음을 알 수 있었다. GWR을 사용한 경우에는 잔차의 Moran's I 값은 약 0.003으로 나타났으며, 잔차가 임의적인(Random) 분포를 보여 OLS가 갖고 있는 공간적 자기상관성이 개선되었음을 알 수 있다.

전역적 회귀분석 방식인 OLS 모델과 GWR 모델의 차이점은 기본 가정부터 시작된다. OLS의 경우 오차의 정규성, 등분산성을 가정하고 있는데 GWR은 이와 반대로 공간적 상관성과 공간적 이질성을 반영한다. 이때, Koenker Statics, Jarque-Bera Statics의 유의성을 판단하면 정규성과 등분산성에 대한 가정을 확인 할 수 있다. 정규성의 경우 Koenker Statics의 유의한지를 판단하는데 본 연구에서는 99% 수준에서 매우 유의하게 나타나 공간적 이질성을 가지고 있음을 확인하였다. 등분산성의 경우는 Jarque-Bera Statics를 이용하여 유의하게 나타나는 경우 종속 변수로서 고려해

Table 3. Comparison of the result of OLS model and GWR model

Variable	OLS	GWR
Moran's Index	0.188754*	0.003880*
Z-Score	44.681981*	1.239704*
Koenker Statics	167.161198*	-
Jarque-Bera Statics	138.695542*	-
$R^2_{adj}$ (Adjusted R-squared)	0.415195	0.809983
AICc	21019.384939	20329.721378

\*P < 0.01 Significance

야할 변수가 더 있음을 의미한다. 본 연구의 결과 Jarque-Bera Statics가 유의하게 나타났다.

이러한 결과를 종합해보면, OLS 모델에서 종속변수와 독립변수간의 공간적 이질성이 나타났고, 공간적 자기상관성이 존재하는 것으로 확인되었다. 그러므로 본 연구에서는 GWR 모델을 수행하기에 적합하다고 판단하였다.

#### 4.2 지리가중회귀모델 결과

GWR을 바탕으로 은평뉴타운의 접근성, 경제적, 제도적 요인들이 지가에 미치는 영향력을 분석하였다. 모형의 설명력의 경우 Table 3을 통해 전역적인 통계치보다 국지적 통계치가 더 높은 결과가 나타났음을 알 수 있다. OLS의  $R^2_{adj}$ 은 0.42정도였으나, GWR의  $R^2_{adj}$ 은 0.81로 설명력이 크게 높아졌다.

GWR 모델의 적합도를 분석하는 척도로는 AICc (corrected Akaike Information Criterion)이 주로 사용

된다. AICc는 관찰값과 추정값의 차이를 알려주는 지표로 일반적으로 값의 차이가 4 이하면, 전역적 모델과 국지적인 모델의 차이가 없다고 판단한다[3]. 본 연구에서는 OLS와 GWR의 AICc 결과의 차이가 약 690정도로 GWR이 좀 더 낮은 값을 보이며 본 연구를 설명하기에 더 적합하다고 판단했다.

Table 4는 GWR 모델을 수행한 결과이다. 은평뉴타운을 집계구 단위로 접근성 요인, 경제적 요인, 제도적 요인으로 표현된 설명변수의 회귀계수를 최소값, 최대값, 평균값, 표준편차로 나타내었다. 이 표에서 각 변수별 계수는 종속변수인 지가에 대한 영향력을 의미하며, local  $R^2$ 는 집계구별 설명력을 의미한다. 집계구 단위로 분석된 GWR 모델의 설명력은 최소 0.04에서 최대 0.89로 큰 차이를 보이고 있으며 이를 통해 공간적 이질성이 존재함을 확인하였다.

Figure 2는 실제 은평구의 지가와 GWR 모델을 통해 구한 지가의 예측값을 지도화시킨 그림이다. 지도

Table 4. Estimation of the GWR model coefficients

Independent Variable	Minimum Value	Maximum Value	Average value	Standard deviation
<b>Intercept</b>	-633971.9775	2859269.145	1728835.092	631769.4683
<b>Accessibility Factor</b>				
Bus station	-4242.694199	2791.630505	-135.6128856	927.7364359
Metro Entrance	-2068.596524	1614.883242	-358.1349951	632.0714357
<b>Economical Factor</b>				
Commercial	-73.63117767	72027.57379	18162.00538	9821.417021
<b>Institutional Factor</b>				
Household	-2088.831465	2342.666778	-31.65137874	925.3498852
Library	-2692.804729	1854.336903	-336.5695136	648.9321683
Park	-1109.08438	310.502063	-4.748387422	78.21543887
<b>Local <math>R^2</math></b>	0.043267102	0.89172909	0.528727564	0.169318044

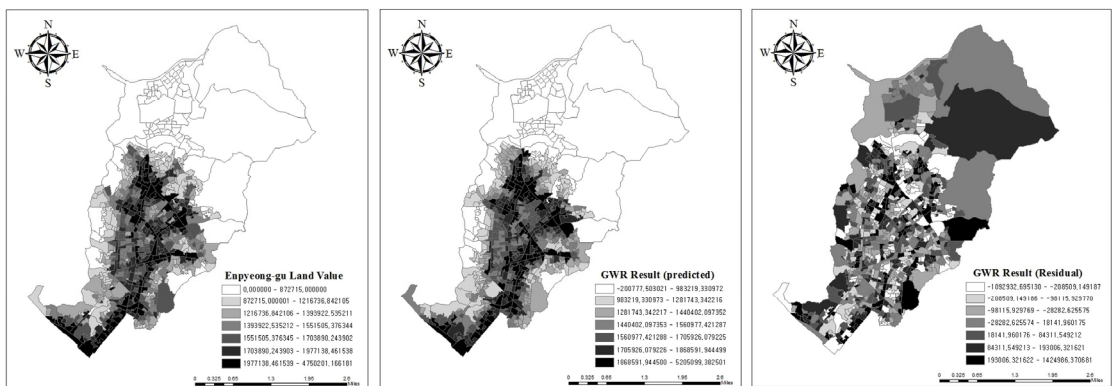


Figure 2. Actual Value and Predicted Value of Land Price & Residual of GWR

에 따르면 실제 지가와 예측된 지가가 거의 일치하는 양상을 보인다는 것을 알 수 있다. GWR 모델에 대한 잔차값을 나타낸 지도를 보면 앞서 Moran's I 값으로 확인했던 것처럼 잔차가 임의적(Random)으로 분포되어 있는 것을 확인할 수 있다.

### 4.3 은평뉴타운 지가 분석

GWR 결과를 통해 국지적인 단위인 집계구에 대한 지역적인 결과를 일괄적으로 적용할 수 없음을 확인하였다. 이에 GWR을 통한 회귀계수를 지도화하여 공간적으로 설명변수별 영향력을 살펴보았다(Figure 3). 본 연구에서는 은평뉴타운 사업지로 선정된 진관동 일대가 어떠한 특이성을 갖는지에 초점을 맞추어 분석을 진행했다.

먼저 접근성 요인인 버스정류장과의 거리와 지하철거리를 살펴보면 버스정류장이 지하철보다 은평뉴타운에 더 큰 영향을 끼치고 있음을 확인하였다. 은평뉴타운에 해당하는 진관동의 경우 지하철역이 구과발역 하나뿐이므로 지하철역으로 인한 지가에 대한 영향력은 작았으며, 버스정류장과의 거리가 멀수록 지가가

크게 떨어지며 부(-)의 영향이 매우 컸다.

그러나 뉴타운 사업지 외부 지역은 지하철역과의 접근성이 영향을 크게 미치고 있음을 확인할 수 있다. 지하철역이 존재하는 대조동, 역촌동, 증산동의 경우에는 지하철역과의 접근성이 정(+)의 영향을 보이나, 멀어질수록 부(-)의 영향을 받고 있다. 이는 뉴타운 사업지와는 반대되는 특성이라고 볼 수 있다.

은평뉴타운의 지가에 가장 크게 영향력을 미치는 요인은 경제적 요인이었다. 상업과 관련된 사업체 수가 많을수록 지가가 증가하는 정(+)의 영향을 보였다. 이는 은평구 내의 전반적인 현상이기는 하나 특히 뉴타운 지역인 진관동 일대가 큰 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 지도에서 진관동 내의 부(-)의 영향을 받고 있다고 보인 부분은 북한산 국립공원과 진관근린공원에 해당하는 지역으로 실제로 은평뉴타운 사업에서 제외된 지역이다. 뉴타운 사업에 따라 상업업체의 수가 증가하면서 지가도 함께 상승했음을 짐작할 수 있다.

제도적 요인이었던 가구 수, 도서관과의 접근성, 공원에 대해서도 경제적 요인과 접근성 요인에 비해서는 작지만 영향이 있었음을 보여준다. 가구 수의 경우

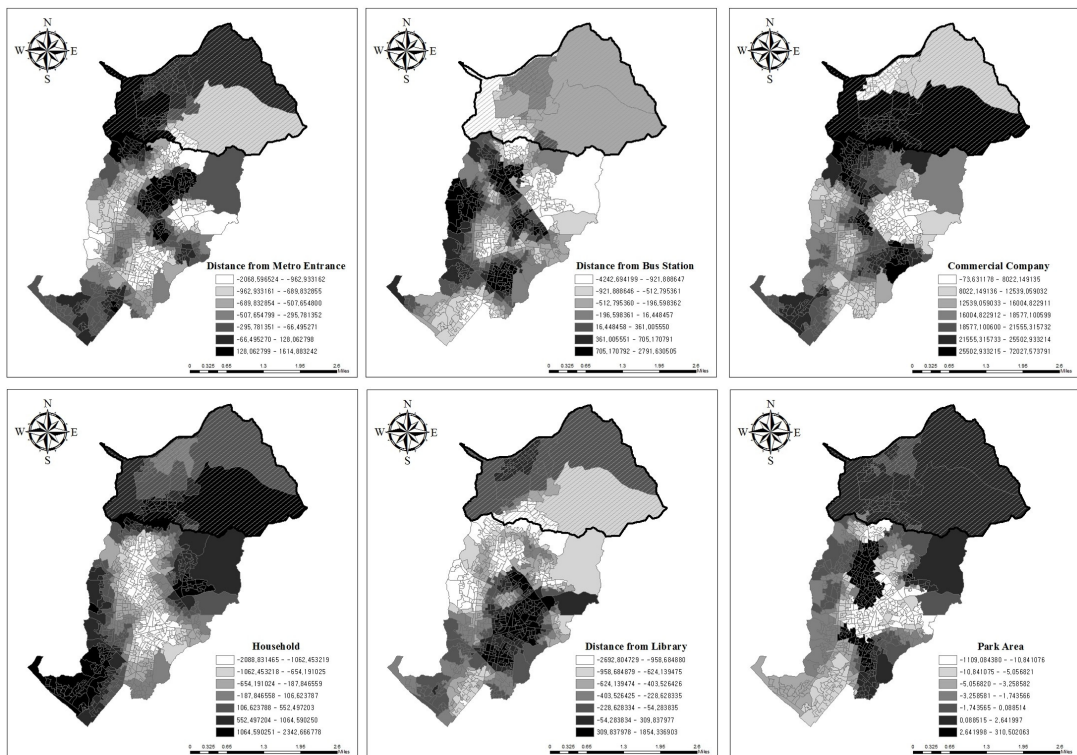


Figure 3. The Distribution of the GWR Coefficients

진관근린공원을 제외한 뉴타운 지역 일대에서 가구수가 많을수록 지가가 높은 경향을 보였다. 아파트 보다 단독주택 위주인 뉴타운 사업지 밖의 다른 은평구 지역에서는 가구수가 부(-)의 영향을 미치는 것과는 반대되는 현상이다. 도서관과의 접근성의 경우에는 은평구 내에서 큰 영향을 보이는 일부 지역도 있었으나, 다른 은평구 지역과 마찬가지로 뉴타운 사업지 내에서도 영향력이 크지 않은 것으로 나타났다. 공원에 대한 영향력이 아주 크지는 않았지만, 은평뉴타운은 전반적으로 정(+)의 관계를 보였다. 은평구 내에 공원이 형성되어 있는 일부 지역을 제외하고는 일반적으로 공원이 지가에 미치는 부(-)의 영향이 있는 것으로 나타난다. 이는, 은평뉴타운에 해당하는 진관동 일대에 북한산 국립공원, 서오릉자연공원, 진관근린공원, 갈현근린공원이 형성되어 있어 차이를 보이는 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

본 연구는 은평뉴타운을 대상으로 접근성 요인, 경제적 요인, 제도적 요인이 지가에 어떠한 영향을 미치고 있는지 공간적 특성을 고려하여 분석하였다. 이를 위해 지리가중회귀모형을 이용하여 공간적 특성을 분석하였으며, 이 결과 지가에는 공간적 이질성이 존재하여 국지적인 회귀계수를 도출할 필요가 있다고 판단하였다. AICc 값의 차이로 GWR이 OLS보다 더 적합하다고 판정하였으며, 설명력 또한 GWR이 약 2배 정도 높게 나타났다. 대상지로 선정한 은평뉴타운은 GWR 분석을 통해 기존의 은평구가 보이는 특성이 상이하게 나타났으며, 은평뉴타운의 지가가 공간적 이질성을 가지고 있음을 확인하였다.

뉴타운 사업 대상지인 진관동에 대한 접근성 요인을 살펴본 결과, 일반적으로 지하철역과의 접근성이 영향을 많이 미치는 것과 달리 버스정류장과의 접근성이 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 경제적 요인의 경우는 일반적으로 나타나는 것과 비슷한 현상을 보이긴 하였으나, 다른 지역에 비해 좀 더 큰 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 제도적 요인에 대해서 접근성 요인과 같이 특이성을 보였다. 그러나 이 부분에 있어서는 기존 진관동 일대의 주거 형태와 공원으로 둘러싸여 있었던 점 등의 특징이 반영된 것으로 보인다. 본 연구는 은평뉴타운 분석을 위해 은평뉴타운 뿐만 아니라 은평구 전체에 대한 분석을 함께 진행하였다. 이를 통해 은평구 전체에 대해 공간적 자기상관성이 있음을 확인하였으며, 공간적 이질성을

반영한 분석이 필요하다고 판단할 수 있었다. 따라서 은평구 개발에 있어 은평뉴타운의 지가 분석을 통해 도출된 은평뉴타운과 은평구 전반적인 공간적 특성을 고려하여 지역을 개발한다면 실효성 강화에 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

하지만 본 연구는 GWR에서 중요한 의미를 갖는 공간적 단위 설정에 있어서 한계를 갖는다. 본 연구의 공간단위는 집계구로 통계청에서 제공받은 데이터의 기본 공간단위를 사용하였으나, 집계구는 크기와 형태가 불규칙하여 접근성에서 오차가 발생할 수 있다. 접근성에 대한 GWR의 결과는 공간적 단위의 설정에 따라 달라질 수 있으므로 한계점으로 볼 수 있다. 또한, OLS 수행 결과 중 Jarque-Bera Statics이 유의하게 나옴을 확인하였다. 이 지표가 유의하게 나왔다는 것은 고려되지 않은 요소들이 있다는 것을 의미한다. 따라서 앞으로 진행될 연구에서는 좀 더 다양한 공간적 단위 설정에 대해 고려해 보고 지가에 영향을 미칠 수 있는 더 다양한 요소를 추가하여 더 신뢰도 높은 값을 도출해야할 것으로 사료된다.

## References

- [1] Lee, C. M; Kim, M. K. 2009, A Critical Review on New-Town Projects in Seoul, Korean Association For Housing Policy Studies, 17(2):283-308.
- [2] Min, W. K. 2007, An Analysis on the Urban Spatial Structure by Land Price Fluctuation, Jeonju University.
- [3] Lee, H. Y; Noh, S. C. 2013, Statistics Analysis, Moonwoo-sa.
- [4] Wang, Y. H. 2005, Land value fluctuation caused by the designation fo the Kangbuk Newtown area: Case study focused on kilum and Wangshimri Newtown, Sungkyunkwan University.
- [5] Hong, J. H. 2005, The Hedonic Impacts on the Apartment Prices of the Newtown Projects in the River-North Area; The Case of Gil-Eum Newtown, Hongik University.
- [6] Ham, J. S. 2010, An Analysis of Land Price Changes by Designation of Urban Renewal District, Hanbat University.
- [7] Shonkwiler, J. S; Reynolds, J. E. 1986, A Note on the Use of Hedonic Price Models in the Analysis of Land Prices at the Urban Fringe, Land Economics, 62(1):58-63.
- [8] Basu, S; Thibodeau, T. G. 1998, Analysis of



Spatial Autocorrelation in House Prices, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17(1):61-85.

- [9] Tsutsumi, M; Seya, H. 2008, Measuring the Impact of Large-scale Transportation Projects on Land Price using Spatial Statistical Models, *Papers in Regional Science*, 87(3):385-401.
- [10] Kim, S. W; Chung, K. S. 2010, The Appraisal of Hedonic Price Models to the Housing Policy; Focused on the Spatial Econometrics Models, *Korean Journal of Policy Analysis and Evaluation*, 20(3):115-134.
- [11] Kang, Y. I; Kim, H, C. 2012, The Impact of Transit Facilities on Land Prices : Experiences at Seoul Station and Cheongnyangni Station, *Korean Urban Management Association*, 25(3):139-159.
- [12] Gao, X; Asami, Y. 2005, Influence of Spatial Features on Land and Housing Prices, *Tsinghua Science and Technology*, 10(3):344-353.
- [13] Du, H; Mulley, C. 2006, Relationship between Transport Accessibility and Land Value; Local Model Approach with Geographically Weighted Regression, *Transportation Research Record*, 1977 (2006):197-205
- [14] Kim, H. Y; Jun, C. M. 2012, Land Values Analysis Using Space Syntax and GWR, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 15(2):35-45.
- [15] Oh, Y. K; Kang, J. K; Kim, J. M. 2014, Analysis of Regional Characteristics that Affect Housing Prices using a GWR Model, *Korean Association of Tax & Accounting*, 40(2014):1-17.
- [16] Kim, J. S. 2013, Analysis on Policy Network of Urban Reorganization Project in Seoul: Case Study on Eunpyeong New Town, *Kyunghee University*.
- [17] Heo, C. M. 2010, A Study on Characteristics of a Changes of Neighboring Commercial Land Price caused by the Multi-Complex Station; Focused on Wangsimni Private-invested Station, *University of Seoul*.
- [18] Jo, Y. J. 2008, A Study on Location Factor of the Vicinity of Station Land Price Considering Pedestrian Assess Characteristics, *Hanyang University*.
- [19] Fotheringham, A. S; Brunson, C; Charlton, M. 2002, Geographically Weighted Regression; the analysis of spatially varying relationships, *Wiley*.

---

Received : 2015.04.03

Revised : 2015.10.29

Accepted : 2015.10.30