

근린생활환경이 노후 공동주택 가격에 미치는 영향 연구*

Effects of regional and neighborhood living environment to the prices of aged apartments

조미정** · 이명훈***

Cho, Mi-Jeong · Lee, Myeong-Hun

Abstract

The purpose of this study is to compare and analyze the influence of living environment factors of Remodeling and Reconstruction complexes and regular complexes of no plans on the housing price, by utilizing the spatial effect. This study will find the features of the city which may enhance the value of aged apartments complexes and to propose the plans for managing the residential area which may enhance the local value in connection with the surrounding area. The study utilized the methods of analysis including OLS model, SLM model and SEM model in order to study and draw the living environment factors which causes the increase in housing price for each different complex type. The result showed that the living environment factors of each different complex had different spatial effects and there were difference among those groups. Regular complexes of no plans and Remodeling complexes showed greater effects from the living environment factors. On the other hand, Reconstruction complexes showed that the value changes more vigorously from the influence of the surrounding housing price rather than the living environment factors themselves. There were substantial infrastructures and amenities at Remodeling complexes. On the other hand, they were inadequate for Reconstruction complexes. There is a potential of deterioration for the region, if they are left in the aged status for a long period of time due to its low profitability. Therefore, it should consider the strong points and the unique features of the corresponding area in connection with the surrounding area. It is required that the maintenance plan and other city management plan should be integrated for each different complex.

키 워 드 ▪ 노후공동주택, 리모델링, 재건축, 근린환경, 공간계량모형

Keywords ▪ Aged Apartments, Remodeling, reconstruction, Neighborhood Environment, Spatial Econometrics Models

I. 서 론

1 연구의 배경 및 목적

서울시의 아파트 중 준공된 지 15년 이상이 경

과되어 리모델링의 대상이 되는 아파트 세대수가 2012년 기준 682,337세대로 총 아파트 세대수의 51.6%에 이르고 있으며, 재건축대상 세대수는 161,441세대로 12.2%를 차지하고 있다(권영덕, 2011). 이러한 노후 공동주택단지에는 시간이 경과

* 본 논문은 2014년도 한국연구재단의 국제협력사업(NRF-2014K2A2A4001558)의 지원을 받아 연구되었음.

** Hanayng University(cmj2816@nate.com)

*** Hanayng University(Corresponding author : mhlee99@hanyang.ac.kr)

되면서 물리적 노후화뿐만 아니라 주차장, 공원 등 기반시설 부족 등의 문제를 낳고 있다. 이 단지들 중에는 재건축·리모델링 시기가 도래되었으나 근린환경이 열악하고 입지성이 떨어지는 지역이거나 소유자의 소득수준이 낮은 지역은 주택을 정비하기 위한 사업비용을 부담하기 어려워 장기적으로 노후·불량한 공동주택단지를 계속 방치할 수 밖에 없는 단지들도 있다(유혁근·권대중, 2013). 이러한 문제를 해결하지 못하고 계속 방치할 경우 주거환경 악화 및 시설 노후화로 인해 지역 쇠퇴는 가속화 될 것이며 도시문제로도 발전될 수 있다.

그동안 우리나라의 주거지정비 형태는 주택이 노후화되면 물리적 개선을 통해 성능을 향상시키고 대량으로 신규주택을 공급하여 주거공간을 확보해 왔다. 노후화된 주거지의 정비는 물리적 환경개선이라는 장점에도 불구하고 수익성 우선의 개발이 이루어짐에 따라 주민을 위한 충분한 도시 기반시설을 제공하지 못하게 되면서 기존 주거지는 공간구조 변화를 가져왔고, 주민 커뮤니티가 붕괴되는 등 많은 문제점들이 야기되었다(도시재생사업단, 2006). 이러한 지역의 주거 및 생활환경의 질적 평가를 통해 근린생활환경 개선이 필요한 지역에 다양한 도시기능을 제공함으로써 주거지 기능회복 및 쇠퇴화를 예방하고 지역 간 불균형을 해소할 수 있는 방안이 이루어져야 할 것이다. 그러나, 아직은 노후 공동주택 단지의 근린생활환경 평가를 통한 환경개선에 대한 논의는 부족한 상황이다.

본 연구는 노후 공동주택단지의 주택가격에 미치는 생활환경 요인들을 찾아내어 주거지 정비 시 주택의 물리적 정비에만 그치지 않고, 그 주변지역까지 연계하여 생활환경을 개선할 수 있는 방안을 마련해 보고자 한다. 리모델링과 재건축사업의 대상이 되는 노후 공동주택단지들과 준공된 지 15

년 미만인 비사업대상 공동주택단지의 생활환경을 평가하여 비교·분석해 보고자 한다. 이를 통해 도시기능의 쇠퇴나 지역의 슬럼화에 대비하여 주거지의 가치를 향상시키고 정비계획과 지역계획을 연계시킬 수 있는 노후 주거지의 관리방향을 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

공간적 범위는 서울시 전체 25개구를 대상으로 주택 유형 중 아파트를 선정하였고, 서울시 전체 아파트 중 국민은행 및 포털사이트에서 시세자료 확보가 가능한 일반아파트 2,714개 단지를 대상으로 하였다. 이 중 준공연도가 15년 미만인 비사업대상단지 1,476개, 15년 이상¹⁾에서 30년 미만 된 리모델링사업 대상단지 1,033개, 30년이상²⁾ 된 재건축사업 대상단지 205개로 하였다(그림 2 참조). 임대아파트와 특수(군인, 공무원 등)아파트 등은 시세 및 아파트 관련정보 구득이 어려워 분석에서 제외하였다. 생활환경의 범위는 근린생활권과 지역생활권의 시설로 구분하여 분석하였다. 그림 1의 지도론구 시스템에 의하면 근린주구는 보행 가능한 거리로서 중심부와 연결이 가능하며, 초등학교, 근린상가, 근린공원 등 공동서비스시설을 공유하는 범위로 반경 500m를 기준으로 하고 있다(대한국토·도시계획학회, 2014). 근린주구가 4개 정도이면 근린지구가 된다. 본 연구에서는 이 기준에 따라 근린생활권은 단지중심점에서 반경 500m, 반경 2km 범위내에 근린지구가 2-3개 정도 모인 규모를 하나의 지역생활권으로 설정하였다(木俣(ぎん) 외, 1975).

시간적 범위는 서울시에서 준공연도가 가장 오래된 아파트(동대문구 창신동 동대문 아파트)의 준공시점인 1967년부터 2013년까지로 하고 주택정책 및 법·제도의 기준은 2014년 9월까지로 한다.

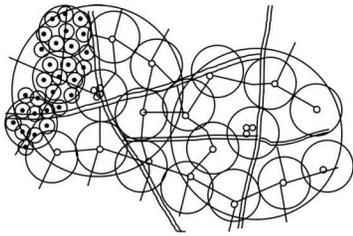


그림1. 독일의 지도론구 시스템
Figure 1. Siedlung System in Germany

출처: 建築計画チェックリスト 集合住宅
source: Architectural Planning Checklist multiple dwelling house.

내용적 범위는 준공년도를 기준으로 리모델링사업 대상단지, 재건축사업 대상단지, 비사업 대상단지로 구분하여 그룹별 생활환경이 주택가격에 영향을 주는 요인의 차이점을 비교·분석한다. 주택의 가격에 영향을 주는 요인은 아파트브랜드, 신축여부, 학군, 지하철노선 등 여러 가지 요인에 따라 변화될 수 있다. 그러므로 주택가격에 미치는 생활환경의 영향을 분석하기 위해서는 다양한 요인을 적용시켜 평가해 보아야 하지만 본 연구에서는 아파트 단지의 특성과 교통·교육·자연환경 및 편의시설 등 생활환경 요인의 일부분을 적용시켰다.

2) 연구의 방법

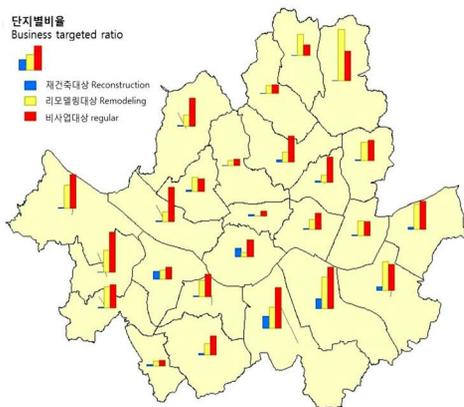


그림2. 사업대상별 비율
Figure 2. Business targeted ratio

연구는 다음과 같은 순서로 진행하였다.

첫째, 서울시의 사업대상 아파트 단지별 공간데이터와 속성데이터(종속변수, 독립변수)를 수집하여 공간데이터에서 각 지역의 인접성(이웃)을 정의하고 공간가중행렬을 구축한다. 둘째, 종속변수인 아파트 가격이 가지고 있는 공간적인 특징을 파악하여, 공간자기상관성을 갖고 있는지를 검증한다.

셋째, 사업대상 그룹별 OLS회귀분석을 실행하여 OLS추정결과 산출된 잔차 분석을 통해 공간적 의존성이 나타나는가를 다시 확인한다. 넷째, 공간회귀모형(SLM, SEM 모형)을 실행하여 추정할 통계 모형의 기본 가정을 확인한 후 어떤 모형이 최적의 설명력을 가지는 지를 진단한다. 다섯째, 최적의 모형을 통해 사업대상 단지별로 주택의 가격을 결정하는 생활환경 요소를 도출하여 비교·분석한다.

독립변수 중 실측한 변수는 공간분석에 사용되는 공간자료의 불확실성에 대한 문제를 해결하기 위하여 피지함수로 변환³⁾하여 분석한다.

데이터의 분석은 통계프로그램과 지리정보시스템을 이용하였다. 각 분석모형에 대한 공간회귀분석은 GeoDa 프로그램을 사용하였으며 ArcMap 10.2 프로그램을 공간자기상관검정과 시각화하는데 활용하였다.

II 이론 및 선행연구 고찰

1. 공간계량모형(spatial econometrics models)의 이론

공동주택은 특정지역에 동일한 시기에 개발되면서 주택규모, 현관구조 및 내부인테리어 등 각 세대 간에 물리적 특성이 비슷하고, 지역 내에 교육 및 치안 등 생활편의시설을 함께 공유하기 때문에

주택가격에는 공간적 자기상관(spatial autocorrelation)이 발생한다(Bourassa and Thibodeau, 1998). Tobler(1970)의 지리학의 제1법칙(the first law of geography)에서 공간적 자기상관은 “모든 것은 그 밖의 다른 모든 것과 관련되어 있지만, 인접해 있는 것들이 멀리 있는 것들보다는 더 높은 관련성을 보인다”고 설명하고 있다(변필성, 2009). 즉, 공간상의 한 위치에서 발생하는 사건과 그 주변 지역에서 발생하는 사건은 높은 상관관계를 보이는데, 이는 데이터의 집계로 인해 발생하거나 또는 공간상에서 인접함으로써 나타나는 파급효과로 풀이할 수 있다(이희연·노승철, 2012).

주택가격 결정에 헤도닉(hedonic)모형을 활용하고 있는 선행연구들 대부분이 OLS모형(ordinary least square model)을 이용하여 모수를 추정하고 있다. 이러한 추정 방법은 잔차(residuals)가 독립적이며, 평균이 '0'이고, 분산이 일정하며, 공분산이 '0'이라는 가정에 기초하고 있다. 하지만 공간적 자기상관(spatial autocorrelation)이 발생할 경우 이러한 가정을 위반하게 되고, 이것으로 인해 왜곡된 추정결과를 낳는다(Anselin·Rey, 1991; Gillen et al., 2001). 이러한 공간적 자기상관성을 무시함으로써 발생하는 오류를 해결하기 위한 대안으로 공간 그 자체를 설명변수로 모형에 반영하여 공간적 자기상관을 추가적으로 고려할 수 있게 하는 공간계량경제모형(spatial econometrics models)이 주목받게 되었다. 공간계량경제모형은 공간적 자기상관을 통제하는 공간회귀모형(spatial regression model)과 공간적 이질성 문제를 다루는 지리가중회귀모형(geographically weighted regression model)등의 모델로 유형화할 수 있다. 공간회귀모형(spatial regression model)은 대표적으로 공간자기회귀 종속변수를 활용하는 공간시차 모형(spatial lag model; SLM)과 공간자기회귀 오차를 활용하는 공간오차모형(spatial error

model; SEM)으로 구분할 수 있다(이희연·노승철, 2012; 최열·이재송, 2014). 본 연구는 공간데이터 분석의 한계를 극복하기 위한 방법으로 공간계량 모형을 이용한 분석을 통해 OLS모형과 비교하여 최적의 모형을 도출하고, 이를 토대로 근린생활환경이 주택가격에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

2. 선행연구고찰

기존의 선행연구들은 주택가격에 영향을 미치는 요인에 관한 분석방법으로 헤도닉모형을 사용하여 OLS(ordinary least square)방법을 이용하여 모수를 추정하는 연구들이 많이 진행되어 왔다. 그러나, 헤도닉 모형은 선형함수의 형태로 주택가격과 결정 변수들 간의 관계를 추정함으로써 공간자료가 가지고 있는 공간적 종속성을 효과적으로 반영하지 못하고 있다. 또한, 지역 단위의 속성변수를 사용할 경우 수준 차이에 의한 문제가 발생할 수 있어, 이후 위계선형모형과 공간계량모형으로 개선되었다(김소연, 2014). 따라서, 선행연구는 위계선형모형과 공간계량모형을 적용하여 분석한 연구에 초점을 맞추어 고찰하였다.

위계선형모형을 이용하여 생활환경 요소가 주택가격에 미치는 영향에 관한 연구로 윤효복·정성용(2013)은 서울시를 대상으로 주택가격에 영향을 주는 지역 환경요인과 개별요인의 영향력, 계층 간의 상호작용 효과를 분석하였다. 분석결과, 지역적 요인이 주택가격에 더 많은 영향을 미쳤으며, 개별수준 변수지만 지역 간에는 주택가격에 다른 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나, 행정구별로 분류함에 따라 동일한 지역수준으로 범위를 설정하였다는데 연구의 한계가 있다.

박나예·이상경(2013)은 지역 및 근린생활환경이 주상복합아파트 가격에 미치는 영향을 OLS 회귀 분석과 병행하여 분석하였다. 분석결과, 위계선형

모형의 적합도가 OLS 모형보다 더 높게 나타났다. 근린생활환경 요인으로 커뮤니티시설 면적이 클수록, 중·고등학교와 대형 상업시설이 많을수록 거래가격은 높아지는 것으로 나타났다. 반면, 공원과 지하철역으로부터 멀어질수록 가격은 떨어지는 것으로 나타났다. 구조특성의 경우 시공사 지명도, 전용면적, 입지 층 변수의 경우 가격에 대해 정(+)의 영향을 주는 반면 경과년수는 부(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 그러나, 윤효복·정성용(2013)연구와 동일하게 25개구로 분류하여 분석함에 따라 위계선형모형에서 권장하는 30개보다 적다는 데이터상의 한계를 가지고 있다.

이성현(2013)은 대구지역의 지역간 불균형 속성을 알아보기 위하여 주거환경 여건에 따른 주택가격의 영향력을 분석하였다. 분석결과, 대구시 지역 수준의 주거환경 중 우수한 교육환경이 형성된 지역과 편리한 교통여건이 조성된 지역의 가격이 높았으며, 의료시설과 복지시설 등은 중·저소득층의 저가주택 중심으로 공급되어 있음을 알 수 있었다. 그러나, 교통여건이나 의료시설 등 실질적인 측정자료를 활용하지 못한 한계를 가지고 있다.

김소연·김영호(2013)는 서울시 아파트의 매매, 전세가격에 영향을 미치는 주거지 인문환경의 공간적인 특징을 파악하기 위하여 일반회귀모형, 공간회귀모형, 다층모형, 다층모형+공간효과 모형을 적용하여 어떤 모형이 최적의 설명력을 가지는지 분석하였다. 공간회귀모형 및 다층모형+공간효과 의 경우 단지수준의 변수 모형과 행정동 수준의 모형에서 모두 유의한 양의 관계를 보이는 것으로 나타났다. 이 연구는 위계적 구조관계에 공간적 효과를 반영한 모형을 처음으로 시도하였다는데 연구의의가 있다.

근린환경요인 이외에도 교육환경이 주택가격에 미치는 영향에 관한 연구로는 최열·권연화(2004), 정수연(2006), 김경민·이양원(2007)의 연구가 있

며, 범죄율과 교육요인에 관한 연구로 임재만(2008), 도시기반시설의 영향을 분석한 이성현(2011)의 연구가 있다.

공간계량모형을 이용하여 주택가격에 미치는 영향에 관한 연구로는 최열·이백호(2006), 박현수·김찬호(2007), 김성우(2010), 전해정·박현수(2014) 등의 연구가 있다. 이 연구들은 주택가격 추정에 있어 주택시장이 가지는 공간적 자기상관의 영향으로 발생할 수 있는 OLS(ordinary least square) 추정에 따른 문제점을 보완하기 위한 방법으로 공간적 자기상관을 고려한 공간계량모형(SAR, SEM, SAC)을 비교·분석하여 최적의 모형을 찾아내어 주택가격을 추정하였다.

최열·이백호(2006)는 창원시를 대상으로 주거지역 주변의 용도지역과 시설의 접근성을 고려하여 주거지역의 지가를 추정하고 공간적 영향요인을 분석하였다. 분석결과 접근성은 OLS모형 보다 중요한 요인이 SEM모형에서 나타나 최적의 모형으로 판명되었다. 중심상업지역, 일반상업지역, 준주거지역 등에 근접한 주거지역 필지일수록 지가가 상승하였다.

박현수·김찬호(2007)는 서울시 한강이남 11개구를 대상으로 아파트 매매·전세가격을 예측하기 위하여 기존 공간자기회귀모형의 가중치 행렬을 수정하여 가격변화의 상관성과 조합된 새로운 가중치 행렬을 제시하였다. 분석결과, 매매가격의 영향은 재건축보다는 교육적 요인이 더 민감하게 나타났으며, 전세의 가격은 내부적 요인에 의해 좌우된다는 결론을 내렸다. 호가기준으로 분석하고 실거래자료를 활용하지 못하였다는 한계가 있다.

김성우(2010)는 안정적인 주택가격에 대한 모수추정을 위하여 OLS방법과 공간자기회귀모형(SAR), 공간오차모형(SEM), 일반공간모형(SAC), 두빈공간모형(SDM)간의 비교평가를 통해 어떤 추정방법이 보다 우수한 추정치를 제공하는지 분석하였다. 그 결과,

표 1. 변수의 선정

Table 1. Variable selection

구분 Classification	변수 Variable	단위 Unit	변수설명 Parameter Description
종속변수 Dependent variable	아파트 매매가격 Apartment sales price	원 Won	m ² 당 매매가격 Sale price per m ²
단지특성 Apartment Complex Characteristics	총세대수 Total Number of Households	세대수 Number of households	아파트단지 총 세대수 Total number of houses in the complex
	경과년수 elapsed year	년 year	입주년도 기준 2013년까지의 경과년수 Number of elapsed years until 2013 based on Move-in year
	용적률 FAR	%	현재용적률 Current FAR
근린생활 환경특성 Neighborhood Environmental Characteristics	마트 Mart	수 Number	500m이내 소상공업시설 수 Number of small commercial business within 500 meters
	초등학교 Elementary School	m	아파트단지 중심점에서 초등학교까지의 거리 Distance from apartment complex center to Elementary School
	지하철 거리 Subway Station distance	m	아파트단지 중심점에서 지하철역까지의 거리 Distance from apartment complex center to subway station
	공원거리 Park distance	m	아파트단지 중심점에서 공원까지의 거리 Distance from apartment complex center to park
	한강유무 Presence or absence of Hangang	유무 Presence or absence	500m이내 한강유무(존재=1, 그 외=0) Presence or absence of Hangang within 500 meters (Presence=1, Others=0)
지역생활 환경특성 Local living environment characteristics	중고등학교 거리 Middle and High school distance	m	아파트 단지중심점에서 중고등학교까지의 거리 Distance from apartment complex center to Middle and High school
	의료시설 Medical facilities	수 Number	2km이내 의료시설 Medical facilities within 2 Km
	문화시설 Cultural facilities	수 Number	2km이내 공공·사립 문화시설 Public and private cultural facilities within 2Km
	체육시설 Sports facilities	수 Number	2km이내 체육시설 Sports facilities within 2Km
	상업시설 Shopping facilities	수 Number	2km이내 대형 상업시설, 대형 할인점, 시장 등 대형소형시설 Large scale shopping facilities within 2Km including large scale commercial facilities, large scale discount stores and markets
	간선도로 Arterial roads	유무 Presence or absence	2km 이내 간선도로 유무(존재=1, 그 외=0) Presence or absence of arterial roads within 2km(Presence=1, Others=0)
	도로폭원-광로 Wide road	m	광로(40m이상) Wide road(More than 40m)
	도로폭원-소로 Narrow road	m	소로(12m미만) Narrow road(Less than 12m)
	행정기관 수 Administrative be institutions	수 Number	행정기관수 비율(행정기관수/인구수) Government agencies Ratio(Administrative be institutions/Population)
	주차시설 Parking facilities	면수 Number	주택가 주차장면수 Number of parking residential area
대기오염 Air Pollution	ppm	이산화질소 Nitrogen dioxide, 미세먼지 Fine dust	

일반공간모형(SAC)이 가정 적합한 모형으로 나타났다. 그러나, 모형 간의 평가에 있어서 log likelihood 에 값 이외의 다양한 형태의 비교로 인해 모형의 우수성을 판단하지 못했다는 한계를 가지고 있다.

전해정·박헌수(2014)는 시간효과와 공간효과를 같이 다룰 수 있는 시공간자기회귀모형(STAR)을 이용해 서울시 아파트 매매가격을 추정하였다. 박헌수(2003), 박헌수·김정훈(2004)은 STAR모형을 적용하여 주택가격지수로 추정하였다면, 이 연구는 실거래가격을 이용하여 추정하였다. 연구결과, 수정결정계수가 박헌수(2003), 박헌수·김정훈(2004)의 연구보다 약 10% 정도 높게 상승하였고 추정 오차는 약 20%와 50% 높게 감소한 것으로 나타났다.

위계선형모형이 객체들 사이의 위계적인 구조를 반영하지만, 상위 집단 및 하위 집단 내에 포함되어 있는 공간적인 관계는 고려하지 못하는 한계를 가지고 있다(김두섭·강남준, 2008). 따라서 본 연구는 공동주택의 특성 상 주택가격에는 공간적 자기상관(spatial autocorrelation)이 발생하는 문제(Bourassa and Thibodeau, 1998)의 한계를 극복하고 공간효과를 함께 고려할 수 있는 공간계량모형을 이용하여 분석하고자 한다.

공간계량모형을 이용한 선행연구들의 대부분은 OLS모형보다 공간회귀모형에 의한 추정치가 보다 신뢰성이 높다는 결과 위주로 모형의 적합도에 관하여 논하는데 중점을 두고 있다. 또한, 주택 가격 결정에 영향을 미치는 변수선정을 아파트 단지의 물리적 특성 위주로 선정하였고, 근린환경에 대하여는 지하철이나 대형 상업시설 등 2~3개 정도의 변수만 선정하여 분석하고 있다. 본 연구는 아파트 단지의 물리적 특성뿐만 아니라 근린생활권과 지역생활권의 환경변수를 구축하여 주택가격에 미치는 영향요인과 공간효과를 분석하고자 한다. 현재까지는 노후 공동주택단지를 중심으로 한 근

린생활권과 지역생활권 환경에 공간효과를 반영한 연구는 진행되지 않고 있다. 본 연구는 경과년수에 따라 노후 공동주택 단지를 리모델링과 재건축 대상 단지로 구분하여 주변의 생활환경 요인들이 미시적·거시적으로 주택가격에 미치는 영향을 분석하였다. 노후 공동주택단지의 공간효과를 적용하여 주거환경 개선과 그 지역의 다양한 도시 기능 확충을 위하여 환경개선이 필요한 요소를 도출하였다는데 선행연구와의 차별성을 가진다.

III 분석의 틀

1. 변수의 선정 및 자료구축

노후 공동주택단지의 생활환경에 따른 주택가격의 영향을 분석하기 위하여 아파트단지의 특성 및 근린환경, 지역환경의 특성을 나타낼 수 있는 변수를 선정하여 자료를 구축하였다. 변수선정의 주요 내용은 표 1과 같다. 종속변수인 아파트 가격은 국민은행과 부동산 114 Repts의 정보를 활용하였다. 생활환경에 대한 자료는 서울시 내부자료, 서울통계, 건축물대장, 통계지리정보서비스(SGIS) 통계를 활용하였다.

입지와 관련된 변수는 아파트 단지 중심점과 각 시설의 좌표를 이용한 지리속성정보를 이용하여 직접 추출하였다. 지역환경 변수는 2013년 기준으로 통계청 및 서울시 통계 자료를 바탕으로 구축하였다. 변수선정은 주택가격 분석과 관련된 선행연구들이 사용한 설명변수를 기초로 하여 구축하였다. 단지특성 변수로는 경과년수, 총세대수, 용적률을 선정하였다. 리모델링과 재건축사업 선택시 영향을 미치는 변수(조미정·이명훈, 2014)로서 총세대수와 용적률이 미치는 영향의 차이가 있는지 분석하기 위하여 선정하였다. 총세대수는 아파트 단지규모를 나타내는 것으로서 주택가격을 좌

우하는 중요한 요인으로 꼽힌다. 이 역시 세대수가 많을수록 아파트 단지규모가 크다는 것을 의미하고, 대단지일수록 주택가격은 상승할 것으로 기대된다. 경과년수는 2013년을 기준으로 하여 그 차이를 변수화 하였는데 이는 해당 아파트의 노후 정도를 의미한다. 경과년수는 서울시에 소재하는 아파트들의 경우 재건축 가능성 때문에 재건축 시점이 가까워지면 오히려 가격이 올라가는 경우가 발생한다(이상경·신우진, 2002)는 선행연구의 결과에 의하면 재건축대상 단지의 계수부호는 음의 값을 가질 것으로 예측해 볼 수 있다. 따라서 경과년수에 따른 영향력에는 어떤 차이가 있을지 검증해 보고자 한다.

근린생활변수로 마트, 지하철역 거리, 공원거리, 초등학교 거리, 체육시설 수, 한강 조망유무로 선정하였으며, 이 변수들은 생활환경의 수준을 대변할 수 있는 변수로 가격에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예측해 볼 수 있다. 마트는 주거생활의 필수품 구입기회의 정도를 파악할 수 있는 변수로서 지역 내 입지 정도는 주거 편익에 일정한 역할을 제공한다. 단지 중심점에서 500m이내에 입지하고 있는 갯수로 코딩하였다. 지하철은 대중교통 수단 중에 하나로서 주거활동수단의 선택문제와 통근거리 등에 민감하여 지하철역까지의 접근성은 주거생활의 편익이 예상되는 변수로서 주택가격에 영향이 미칠 것으로 예상된다(이성현, 2011). 공원과 체육시설은 소득수준이 높아지고 여가활동이 활발해지면서 지역 내 공원의 존재유무는 주거편익의 중요한 요소로 작용한다. 또한, 체육시설은 주민들의 건강과 지역 주민간의 유대관계도 높여주는 역할을 하는 장소이며 오락과 여가선용의 중요한 척도로도 이해할 수 있는 변수이다(윤효목, 2012).

지역생활권의 변수를 살펴보면, 교육환경 요인으로 중·고등학교는 거리가 가까울수록 주택가격이 증가하는 것으로 나타났다. 편의시설 중 대형

상업시설·의료시설은 거리가 멀수록, 행정기관 수가 작을수록 주택가격이 감소하는 것으로 나타났다(성현곤, 2011; 윤효목·정성용, 2013). 따라서 리모델링과 재건축 대상 단지에서는 이 변수들이 미치는 영향에 차이가 있는지 비교하기 위하여 선정하였다. 중·고등학교와의 거리는 교육이란 중요성으로 인하여 학교와의 접근성 및 학군에 따라 주택가격에 일정한 영향을 줄 것이라 판단하였다. 대형 상업시설로 백화점, 대형할인점, 시장 등의 데이터로 구축하였고, 이는 생활의 편리성을 높여주며, 주거생활에 필수적으로 필요한 시설로서 지역 내에 상업시설의 유무는 주택가격에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 변수이다. 행정기관은 편의시설로서 주택가격에 긍정적인 영향을 줄 것으로 예측하였으나 윤효목·정성용(2013)연구에서는 행정기관 수가 많을수록 주택가격에 부정적인 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 노후 공동주택 단지와의 차이를 비교하기 위하여 선정하였다. 문화시설은 여가 및 문화생활의 질을 높이고 이웃과 교류할 수 있도록 유도하는 기능이 있는 시설로서 주택가격에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예측된다. 교통 환경에 따라 주택가격에 미치는 영향이 다르게 나타남에 따라 지역에 보급된 자동차 등록대수 대비 주차공간의 비율을 조사한 주차시설, 간선도로와의 접근성, 차량접근의 용이성과 교통의 흐름에 영향을 주는 도로폭을 광로 40m이상, 소로 12m미만⁴⁾으로 선정하였다(김주영 외, 2006; 성현곤, 2011; 홍지연, 2013). 주거지역 내부와 경계부에 간선도로급 이상의 도로가 발달되어 있는 경우에는 교통 편리성이 확보될 수 있다. 폭이 좁은 도로는 소방활동의 곤란성과 같은 안전성 및 지역이 주는 개방감과 같은 쾌적성에 영향을 미친다(서울연구원, 2008). 주차시설은 증가하는 차량 보유대수에 능동적으로 대처하지 못하여 심각한 주차장 난을 겪는 지역들이 존재한다. 이러한 현

상이 주택가격에 미치는 영향분석을 위해 변수로 활용하였다. 대기오염배출량은 정수연(2006)의 연구에서 강남지역에서는 대기오염이 아파트 가격에 영향을 주었지만, 강북지역에서는 영향이 없는 것으로 나타났다. 따라서, 환경권에 대한 관심이 높아지면서 대기환경의 질이 좋은 지역과 좋지 않은 지역에 따라 주택가격에 미치는 영향에 차이가 있을 것이라고 판단되어 선정하였다.

2. 연구의 모형

1) 공간적 자기상관(Spatial Autocorrelation)

공간계량모형을 적용하기에 앞서 공간적 자기상관이 존재하는지를 살펴볼 필요가 있다. 공간적 자기상관(spatial autocorrelation)을 검정하는 대표적인 방법은 Moran's I검정, Lagrange Multiplier(LM) 검정, 그리고 Geary's의 2 Coefficient 등이다. 이외에도 최우도추정(MLE: maximum likelihood estimation)모형의 최적화검정으로 활용되는 LM Lag 검정, Wald 검정 등이 쓰이고 있다(이성우 외, 2006). 본 연구에서는 공간종속성 검정에 가장 일반적으로 사용되는 Moran's I검정과 LM Error 검정을 실시하였다.

Moran's I계수는 공간적 자기상관을 파악하기 위한 유용한 측정도구로 인접해 있는 공간단위들의 값을 비교하여 계수를 산출한다. 만일 인접한 공간단위들이 전체지역에 걸쳐 유사한 값을 갖는 경우 Moran's I의 계수가 높게 나타나는 반면, 서로 상이한 값들을 갖게 되면 Moran's I는 부정적 공간적 자기상관을 갖게 된다. Moran's I의 추정식은 다음과 같다(박현수·김찬호, 2007; 김성우, 2010).

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \Rightarrow Z = \frac{I - E(I)}{S_e(I)} \quad (1)$$

N: 지역단위수, Y_i : i의 지역속성,
 Y_j : j지역의 속성
 \bar{Y} : 평균값, w_{ij} : 가중치

LM검정은 최우도추정을 통해 추정된 오차의 추정치에 대한 검증으로 다음의 식을 통해 산출된다.

$$LM_{error} = \frac{1}{T} \left[\frac{e' W e}{\sigma^2} \right] \sim X^2 \quad (2)$$

여기서 $T = tr(W + W') W$

Moran's I는 표준정규분포를 LM Error는 $X^2(1)$ 을 따르고 있다. 따라서 전자의 경우 임계값인 1.96보다 통계량이 클 경우, 후자는 제시된 $X^2(1)$ 값 보다 통계량이 클 경우 귀무가설인 $H_0: \lambda = 0$ (공간자기상관이 존재하지 않음)이 기각된다.

2) 전통적 회귀모형(OLS: Ordinary Least Squares regression model)

전통적 회귀모형에 따른 주택가격은 수많은 속성들이 내재된 가격에 의해 결정되는데, 내재가격이란 실제 가치는 존재하지만 가격화 되지 않은 주택 특성들에 대한 추정치이다. 주택에 대한 전통적 회귀모형은 주택가격을 상품 혹은 서비스를 구성하고 있는 개별 특성들의 함수로 표시한 것이다. 일반적인 주택가격 함수는 다음과 같은 수식으로 나타낸다.

$$y = h(S, N, L) \quad (3)$$

여기에서 y 는 주택가격이고, S(구조적 변수들:

Structural variables), N(근린적 변수들: Neighborhood variables), L(장소적·지역적 변수들: Locational variables)은 주택의 개별특성을 의미한다. 이러한 함수는 일반적으로 선형함수 형태로 식(4)와 같은 기본모형을 갖는다.

$$y = \beta X + \epsilon \tag{4}$$

$$\epsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)$$

OLS(ordinary least square)방법은 잔차(residuals)가 독립적이며 정규분포를 갖는다는 가정에 기초하고 있기 때문에 공간적 자기상관(spatial autocorrelation)이 발생할 경우 이러한 가정을 위반하게 되고, 이것으로 인해 왜곡된 추정결과를 낳는다. 또한, 공간효과(spatial effect)를 제대로 반영하지 않을 경우 모수추정이 상향추정될 수 있고(박헌수 외, 2003) 이분산성을 가진 자료에 OLS추정방식을 이용할 경우 분산 추정량 ($Var(\hat{\beta})$)이 지나치게 크게 되어 편기가 발생할 수 있다(김성우·정건섭, 2010).

3) 공간시차모형(SLM: Spatial Lag Model)

공간시차모형은 종속변수가 공간적 자기상관성을 갖고 있는 경우 OLS회귀모형의 대안적 모델로서 사용된다. 인접한 지역의 관측치에 대한 영향력을 통제하기 위하여 주변지역들이 종속변수에 미치는 영향력을 변수화하여 새로운 설명변수로 회귀모형에 추가하는 모형이다(이희연·노승철, 2013).

$$y = \rho W_y + \beta X + \epsilon \tag{5}$$

$$\epsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)$$

여기에서 W는 공간가중행렬로 대상지역 내 다수의 지점들이 서로 공간적으로 인접하고 있는가

의 여부를 파악할 수 있도록 행렬을 나타낸 것으로 모든 행의 합이 1이 되도록 횡단 표준화된 것이다. w_y 는 공간적으로 시차된 종속변수이고 ρ 는 공간적으로 시차된 공간자기회귀계수, x 는 주택속성별 변수의 벡터를 나타낸다(김성우, 2010; 최열·이재송, 2014).

4) 공간오차모형

(SEM: Spatial Error Model)

공간오차모형은 오차에서 공간적 자기상관이 존재하는 경우 OLS회귀모형의 대안으로 활용하는 모형으로서 공간적 자기상관성을 통제하기 위하여 각각의 오차 공분산을 만들어서 회귀모형 내에서 고려한 모형이다. OLS모형에 대한 가정을 검정한 결과 오차에서 공간적 종속성이 존재하는 것으로 나타난 경우 OLS로 추정하면 예측오차의 공분산이 커지며 모형이 비효율적이 된다(이희연·노승철, 2013).

SEM 모형은 오차항에 공간적 자기상관을 포함하고 있는 모형으로 오차의 공분산이 반영되어 오차항이 변화된다. 이는 다음과 같은 식으로 정의된다.

$$y = \beta X + \lambda W_\epsilon + \mu \tag{6}$$

여기서 W는 공간가중행렬로 공간시차모형과 동일하고, λ 는 오차의 공간자기회귀계수를 의미한다. μ 는 공간시차모형에는 없고 공간오차모형에만 있는 것으로 IDD(independent and identically distributed)오차를 의미한다(최열 외, 2013).

$$y = \beta X + u \tag{7}$$

$$u = \lambda W_u + \epsilon$$

$$\epsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)$$

IV. 실증분석

1. 기초통계량

표 2와 표 3은 단지별 기초통계자료로서 비사업대상단지의 평균주택가격은 455만원/㎡이고, 리모델링 대상단지는 평균 400만원/㎡, 재건축대상 단지는 평균 743만원/㎡으로 조사되었다. 이 중 재건축대상단지는 다른 단지에 비하여 최대값이 1,759만원/㎡으로 가장 높게 조사되었고, 최소값도 168만원/㎡로 가격 간의 큰 차이를 보이고 있다. 총세대수는 세 개 그룹의 단지들이 최대 약 5,000 세대 이상이고 최소 50세대로 나타났다. 용적률은 비사업대상 단지의 평균은 335%, 리모델링대상 단지는 275%, 재건축대상 단지는 231%로 재건축 대상 단지의 용적률이 가장 낮다는 것을 알 수 있다. 비사업대상 단지에서 초등학교 거리는 평균 407m, 리모델링대상 단지는 353m, 재건축대상 단지는 440m로 재건축대상 단지에서의 초등학교 거리가 가장 멀었으며, 중·고등학교와의 거리는 비사업대상 단지가 가장 거리가 먼 것으로 나타났다. 지하철과의 거리, 공원과의 거리, 종합병원, 상업시설 등은 3개의 그룹 간에 많이 차이를 보이고 있지는 않았다. 그러나, 체육시설과 문화시설은 그룹 간의 차이를 보이고 있는데, 체육시설은 비사업대상 단지에서 최대값이 86개, 리모델링대상 단지에서 131개인 것에 비하여 재건축대상 단지에서는 최대값이 14개로 조사되었다. 문화시설도 비사업대상 단지, 리모델링대상 단지에서 최대 83개, 79개 인 것에 비하여 재건축대상 단지는 49개로 재건축대상 단지가 체육시설과 문화시설의 수가 작은 것으로 조사되었다. 교통시설 중 광로, 소로, 주차시설 및 대기오염은 구 단위의 자료를 구축한 관계로 그룹 간에 큰 차이를 보이지는 않았다.

표 2. 기술통계량-재건축 대상 단지

Table 2. descriptive statistics-Reconstruction

Variables	N	Max	Min	Mean	STD
가격 price	205	1,759	1676	743	334
총세대수 Total Households	205	5040	50	992	763
경과연수 Elapsed year	205	46	30	34	4
용적률 FAR	205	801	053	231	123
마트 Mart	205	7	-	054	102
초등학교 Elementary School	205	1,238	757	4405	27858
지하철 Subway	205	2,338	-	445	311
공원 Park	205	4573	-	928	649
한강 Hangang	205	1	-	050	050
중고등학교 Middle and High school	205	1,0854	7683	3878	18882
의료시설 Medical facilities	205	9	-	218	192
체육시설 Sports facilities	205	14	-	052	167
문화시설 Cultural facilities	205	49	-	527	732
상업시설 Shopping facilities	205	4	-	114	113
행정기관 Administrat ive agencies	205	014	003	005	002
간선도로 Arterial roads	205	1	-	084	036
광로 Wide road	205	35,575	-	18157	11,566
소로 Narrow road	205	548425	68722	269425	73,794
주차시설 Parking facilities	205	177,127	30,629	119,034	44,543
대기오염 Air Pollution	205	21600	200	3777	4095

표 3. 기술통계량

Table 3. descriptive statistics

Variables	비사업 대상 단지(15년 미만) regular complexes(Less than 15 years)					리모델링 대상 단지(15년 이상 30년 미만) Remodeling complexes(Over 15 years Less than 30 years)				
	N	Max	Min	Mean	STD	N	Max	Min	Mean	STD
가격 price	1,476	1,581	196	455	168	1,033	1,399.4	186	399.5	164.0
총세대수 Total Households	1,476	6,864	50	367	560	1,033	5,540	50.0	488	555
경과년수 Elapsed year	1,476	14	1	9.22	3.09	1,033	29	15	20.5	4.3
용적률 FAR	1,476	1,640	53	335	1.74	1,033	1,960	18	275	1.52
마트 Mart	1,476	5	-	0.42	0.71	1,033	4	-	0.32	0.76
초등학교 Elementary School	1,476	1,813	49	407.6	249.14	1,033	1,794	60	353.5	205.4
지하철 Subway	1,476	3,503	-	534.5	393	1,033	3,452	33.0	588.9	429.8
공원 Park	1,476	4,811	-	1,105	719	1,033	4,917	56.4	977.8	698.8
한강 Hangang	1,476	1	-	0.30	0.46	1,033	1	0.00	0.40	0.5
중·고등학교 Middle and High school	1,476	1,310	32	412.78	217.97	1,033	1,395	54	206.8	206.8
의료시설 Medical facilities	1,476	9	-	1.86	1.59	1,033	9	-	1.79	1.45
체육시설 Sports facilities	1,476	86	-	0.62	2.87	1,033	131	-	0.61	4.46
문화시설 Cultural facilities	1,476	83	-	5.22	8.09	1,033	79	-	3.42	7.00
상업시설 Shopping facilities	1,476	5	-	0.83	1.10	1,033	5	-	0.77	1.02
행정기관 Administrative agencies	1,476	0.14	0.03	0.04	0.01	1,033	0.14	0.03	0.04	0.01
간선도로 Arterial roads	1,476	1	-	0.73	0.44	1,033	1	0	0.74	0.44
광로 Wide road	1,476	35,575	-	11,694	10,126	1,033	35,575	-	10,571	10,130
소로 Narrow road	1,476	548,425	68,722	275,078	81,770	1,033	548,425	68,722	256,274	69,721
주차시설 Parking facilities	1,476	177,127	30,629	109,072	36,310	1,033	177,127	30,629	109,934	37,885
대기오염 Air Pollution	1,476	216.0	2.0	37.3	46.4	1,033	216.0	2.0	38.9	45.7

2. 공간자기상관성 분석

공간적 자기상관성을 분석하기 위하여 선행되어야 할 과정은 공간적 근접성(spatial neighborhood)을 정의하고 공간가중행렬(spatial weight matrix)을 구축하는 것이다. 공간상에 분포해 있는 실체들의 관계를 정의하는 공간가중행렬은 주로 인접성척도(contiguity measure)와 거리척도(distance measure)를 기준으로 하고 있다. 인접성척도는 공간이 가지는 공간배열을 기준으로 간접적으로 정의하는 반면 거리척도(distance measure)는 직접적으로 공간이 갖는 관계를 정의한다(김성우, 2010). 공간 인접성 기준은 모서리를 공유하고 있지 않은 섬을 독립된 지역으로 정의하기 때문에 섬이 포함된 지역에서는 적용하기 어렵다. 반면에 공간 거리 기준은 임계거리(threshold distance)를 통하여 근접한 지역을 정의하는데, 이는 지역 간

영향을 미치는 최대의 거리를 의미한다(최열·이재송, 2014). 따라서, 본 연구에서는 두 공간단위의 거리가 임계값 보다 클 경우 두 주택 간의 직접적인 연관성이 없는 것으로 5km⁵)를 기준으로하여 가중치 행렬을 구성하였다.

공간적 자기상관성을 측정하는 방법에는 전역적(global)통계량과 국지적(local)통계량으로 나누어진다. 전역적 통계량은 연구대상지역 내에서 유사한 값들의 전반적인 군집경향을 하나의 지표로 요약하며 나타내는 지표이며, 국지적 통계량은 특정 지역을 중심으로 주변에 유사한 값들을 보이는 공간적 군집패턴을 세부적으로 나타내는 통계량이다(이희연·노승철, 2013). 본 연구에서는 전역적 측정방법으로 Moran(1950)이 고안한 Moran's I 통계량과 국지적 차원의 공간적 연관성을 측정하기 위하여 Anselin(1995)이 개발한 LISA(Local Indicator of Spatial Association)지표를 통해 검정하였다.

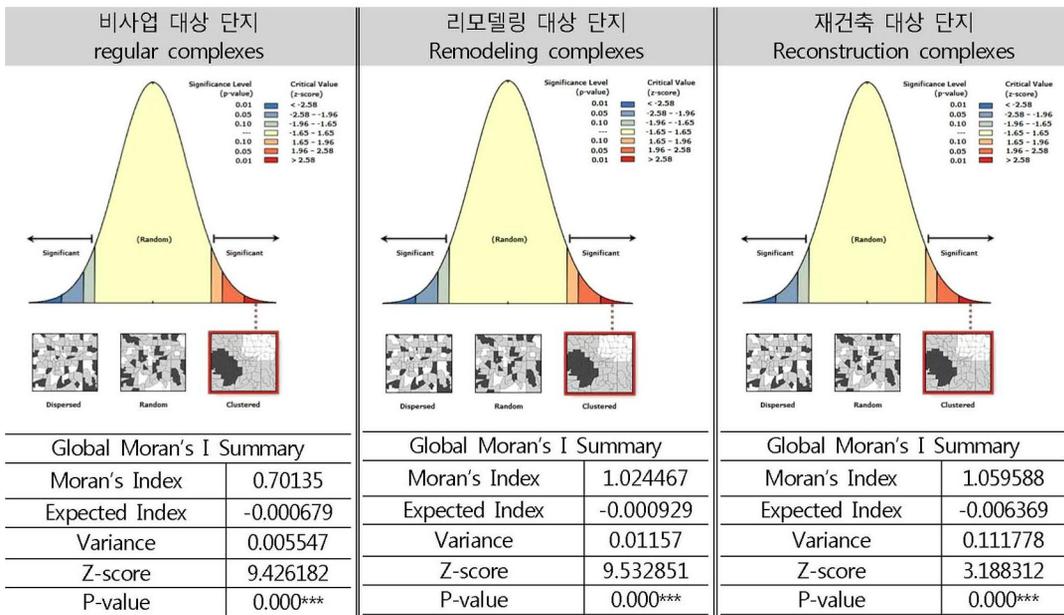


그림3. 주택가격 Moran's I 검정결과
Figure 3. House prices Moran's I test results

Moran's I 통계량은 -1에서 +1까지의 값을 가지며, +1에 가까울수록 유사한 값을 가지는 단지들이 공간적으로 인접해 있는 상태이고 -1에 가까울수록 높은 값 및 낮은 값을 가지는 단지들이 규칙적으로 분포해있는 상태이다. 만약, 임의적이고 독립적인 분포가 나타나면 통계량이 0에 가까워지고 0에 가까워질수록 공간적 자기상관성이 약하다고 할 수 있다(최열·이재송, 2013).

분석대상별 Moran's I 통계량을 산출한 결과는 그림 3과 같다. Moran's I 통계량은 1% 유의수준에서 비사업대상 단지는 0.7013, 리모델링대상 단지는 1.0244, 재건축 대상단지는 1.0595로 공간적 자기상관성이 높게 나타났다.

LISA분석을 통해 유의수준 내 1%에서 공간적 자기상관이 존재하는 사업대상 단지의 그룹별 핫스팟(High-High)지역과 콜드스팟(Low-Low)지역을 나타내는 클러스터맵(Cluster Map)을 구현하였다. 핫스팟지역은 주변지역과 유사하게 높은 값을 나타내고 있는 지역이며, 콜드스팟은 주변지역과 유사하게 낮은 값을 나타내고 있는 지역이다(이연수 외, 2012). 그림 4는 준공된 지 15년 이내의 비사업대상 단지로 핫스팟지역은 서초구, 강남구, 송파구, 용산구일대로 강남지역에 집중되어 나타났다. 콜드스팟지역은 서울시의 서쪽지역으로 강서구, 구로구, 금천구일대와 북쪽지역으로 은평구, 노원구, 도봉구, 중랑구, 동대문구에 주택가격이 낮은 아파트단지들이 군집하는 것으로 나타났다. 그림 5의 리모델링대상 단지는 핫스팟지역과 콜드스팟지역이 비사업대상 단지와 비슷한 모습의 군집도를 보여주고 있다. 다만, 비사업대상 단지와 다르게 양천구와 강동구에 주택가격이 높은 아파트단지들이 군집되어 있는 것으로 나타났다. 그림 6은 준공된 지 30년 이상 된 재건축대상 단지로 핫스팟지역이 서초구와 강남구에 군집되어 있는 것으로 나타났다.

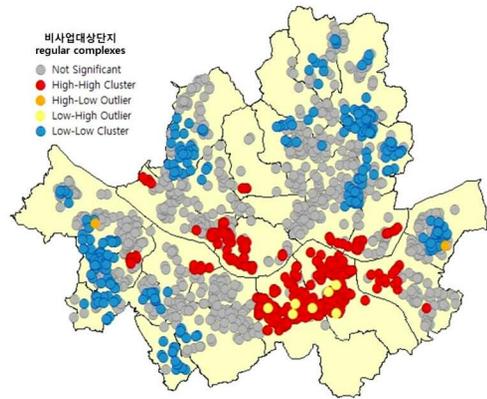


그림 4. 비사업대상 단지 LISA Cluster Map
Figure 4. regular complexes LISA Cluster Map

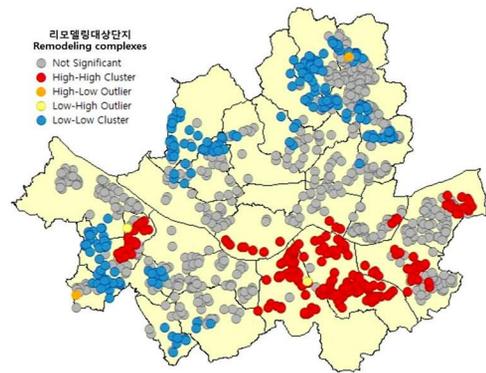


그림 5. 리모델링대상 단지 LISA Cluster Map
Figure 5. Remodeling complexes LISA Cluster Map

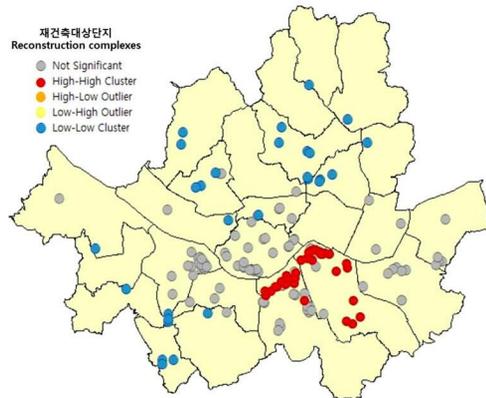


그림 6. 재건축대상 단지 LISA Cluster Map
Figure 6. Reconstruction complexes LISA Cluster Map

3. 생활환경이 주택가격에 미치는 공간호 과분석

서울시의 아파트 가격에 대한 전역적 및 국지적 자기상관성을 추정한 결과 공간적 자기상관성이 존재하고 있는 것으로 나타났다. 공간적 자기상관성이 존재하므로 일반회귀모형(OLS), 공간시차모형(SLM), 공간오차모형(SEM)중에서 가장 적절한 모형을 명확하게 판단하는 과정이 필요하다. 가장 적절한 모형을 판단하기 위하여 Lagrange Multiplier(LM) 통계량을 이용하는데, LM 검증을 통해 통계량이 유의하지 않으면 일반회귀분석 결과를 그대로 사용한다. 만일 LM 통계량이 공간시차모형과 공간오차모형에 모두 통계적으로 유의하면 Robust LM-Error값과 Robust LM-Lag값의 통계적 유의성을 더 검정하여 그 결과에 따라 더 유의하게 나오는 모형을 사용한다(이희연·노승철, 2013) LM 통계량을 산출한 결과는 표 4와 같다.

비사업대상 단지, 리모델링대상 단지, 재건축대

상 단지에서 SLM모형과 SEM모형 모두 LM(lag) 통계량이 통계적으로 유의하게 나타나 OLS모형 보다 더 적절한 모형인 것으로 나타났다. SLM모형과 SEM모형이 모두 유의하므로 Robust LM 통계량을 이용하여 더 적절한 모형을 판단하여야 한다.

비사업대상단지는 Robust LM(lag)값이 332.3이며, Robust LM(error)값이 4757.6으로 LM(error)값이 더 크므로 공간오차모형이 적합하다. 리모델링대상 단지도 Robust LM(error)값이 더 크므로 공간오차모형이 적합하다고 판명되었다. 반면, 재건축대상 단지에서 Robust LM(error)통계량이 0.05로 통계적으로 유의하게 나타나지 않아 공간시차모형이 더 적절한 모형으로 판명되었다. 따라서 본 연구에서 적절한 모형은 비사업대상 단지, 리모델링대상 단지는 공간오차모형이고, 재건축대상 단지는 공간시차모형이라고 할 수 있다.

일반회귀모형(OLS)과 공간시차모형(SLM), 공간오차모형(SEM))으로 추정한 결과는 표 5와 같다. 추정 결과를 분석하기에 앞서 다중공선성 문제, 모형의 설명력, 적합성 등을 검증하였다.

다중공선성은 Condition Number를 통하여 진단하게 되며, Montgomery and Peck(1992)은 Condition Number가 100보다 적으면 심각한 다중공선성의 문제가 없다고 하였고, 100에서 1,000 사이의 값이 나오면 다중공선성이 있다고 하였다(최열 외2, 2013). 분석결과 추정된 Condition Number는 26.21, 33.29, 63.97로 다중공선성에는 문제없는 것으로 추정되었다.

오차항의 비정규성은 Jarque-Bera 통계량으로 진단하였다. 비사업대상단지와 리모델링대상단지의 오차항의 비정규성을 진단하는 Jarque-Bera 통계량은 65.6(p=0.000), 21.0((p=0.000)으로 유의하게 나타나 강한 비정규성을 보여주고 있다. 반면, 재건축대상단지는 0.23(p=0.890)로 산출되어 비정규성이 없는 것으로 추정되었다. 오차항의 이분산성

표 4. Lagrange Multiplier(LM)검증

	TEST	MI/DF	VALUE	Prob
regu lar	Moran's I(error)	0.224	112.57	0.00
	LM(lag)	1	1964.63	0.00
	Robust LM(lag)	1	332.35	0.00
	LM(error)	1	6389.96	0.00
	Robust LM(error)	1	4757.68	0.00
	LM(SARMA)	2	6722.32	0.00
Rem odel ing	Moran's I(error)	0.224	82.72	0.00
	LM(lag)	1	1318.66	0.00
	Robust LM(lag)	1	287.77	0.00
	LM(error)	1	3405.35	0.00
	Robust LM(error)	1	2374.46	0.00
Rec onst ructi on	Moran's I(error)	0.081	6.04	0.00
	LM(lag)	1	46.94	0.00
	Robust LM(lag)	1	35.49	0.00
	LM(error)	1	11.50	0.00
	Robust LM(error)	1	0.05	0.82
	LM(SARMA)	2	46.99	0.00

을 검증하는 Breusch-Pagan과 Koenker-Bassett의 통계량은 비사업대상단지과 리모델링대상단지

모두 유의하게 나타나 이분산성이 존재함을 알 수 있다. 그러나 재건축대상단지는 11.350(p=0.9114),

표 5. 모형추정결과

Table 5. Model estimation results

변수	비사업 대상 단지 reguar complexes			리모델링 대상 단지 Remodeling complexes			재건축 대상 단지 Reconstruction complexes		
	OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM	OLS	SLM	SEM
$\rho(\text{Rh0})$	-	0.71***	-	-	0.86***	-	-	0.61***	-
$\lambda(\text{Lambda})$	-	-	0.84***	-	-	0.98***	-	-	0.87***
Constant	5.807***	1.855***	6.142***	5.034***	0.360***	5.314***	5.628***	1.958***	5.782***
Total Households	0.237***	0.188***	0.209***	0.222***	0.209**	0.212***	0.536***	0.430***	0.398***
Elapsed year	-0.031***	-0.028***	-0.031***	0.015***	0.012***	0.012***	0.004	0.006	0.004
FAR	-0.016***	0.019***	0.026***	-0.014***	-0.016***	-0.015***	-0.04***	-0.04**	-0.04**
Mart	-0.015*	-0.003	0.010	0.008	0.010	0.011	-0.038	-0.014	-0.011
Elementary	0.018	-0.015	-0.022	0.008	0.015	0.017	-0.033	0.011	0.023
Subway	-0.077***	-0.029***	-0.053***	-0.114***	-0.076***	-0.072***	-0.001	-0.017	-0.011
Park	-0.063***	0.034***	-0.045***	-0.113***	-0.074***	-0.075***	-0.30***	-0.22***	-0.19***
Hangang	0.051 ***	0.023**	-0.006	0.063***	0.025*	0.023*	0.026	0.044	0.059
Middle, High	-0.044***	-0.024**	-0.026*	-0.008	0.000	0.000	-0.25***	-0.20***	-0.21***
Medical	-0.024	-0.011	-0.039	0.007	-0.042**	-0.045**	0.025	-0.018	0.002
Sports	0.003	0.002	-0.001	0.003*	0.004***	0.005***	-0.008	-0.006	-0.008
Cultural	0.098***	0.054***	0.022	-0.020	-0.022	-0.018	-0.062	-0.086	-0.074
Shopping	0.033***	0.008**	0.019*	0.038***	0.038***	0.031***	0.040	0.030	0.045
Administrative agencies	4.956***	1.471***	2.825***	6.554***	3.319***	4.577***	2.304	1.167	1.662
Arterial roads	0.019	0.009	0.018	0.016	0.001	-0.010	0.276***	0.257***	0.240***
Wide road	0.289***	0.097***	0.150***	0.326***	0.046**	0.001	0.656***	0.163	0.258*
Narrow road	0.160***	0.022	0.072	-0.240***	-0.090***	-0.113***	-0.098	-0.127	-0.012
Parking	0.095***	0.048**	0.024	0.201***	0.094***	0.170***	-0.114	0.050	0.029
Air Pollution	-0.004	0.004	0.009	-0.093***	-0.087***	-0.107***	0.089	0.060	0.044
Condition Number	26.21	-	-	33.29	-	-	63.97	-	-
R^2	0.51	0.76	0.80	0.56	0.72	0.71	0.72	0.78	0.77
Log likelihood	87.90	541.33	612.28	-36.80	194.66	186.35	-24.14	-6.96	-15.54
AIC	-135.79	-1040.65	-1184.56	113.60	-347.32	-332.69	88.28	55.91	71.07
SC	-29.89	-929.46	-1078.66	213.25	-242.68	-233.04	149.53	120.23	132.33
Jarque-Bera	65.6***	-	-	21.01***	-	-	0.23	-	-
Breusch-Pagan	153.0***	229.5***	278.5***	166.7***	216.9***	246.5***	11.35	14.16	10.94
Koenker-Bassett	124.2***	-	-	137.2***	-	-	12.18	-	-
Likelihood Ratio	-	906.8***	1048.7**	-	462.9***	446.2***	-	34.3***	17.2***

주: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 유의함을 보임.

***Level of significance 1%(P<0.01), **Level of significance 5%(P<0.05), * Level of significance 10%(P<0.1),

12.175($p=0.8779$)로 유의성이 없어 오차항에 이분산성이 없는 것으로 추정되었다. 일반회귀모형에서 비정규성 및 이분산성 문제가 발생하면 공간가중치행렬을 포함하여 분석하는 공간시차모형과 공간오차모형을 사용함으로써 해결될 수 있다(최열·이백호, 2006;이희연·노승철, 2013).

공간회귀 모형의 적합도는 일반회귀모형에서 추정된 R^2 가 아닌 로그우도 AIC(Akaike information Criterion), SC(Schwarz Criterion)을 이용하여 모형의 적합성을 검정한다. 공간회귀 모형에서의 R^2 는 일반회귀모형에서 R^2 와 비교할 수 없는 pseudo- R^2 이기 때문이다. 일반적으로 공간회귀모형은 일반회귀모형보다 로그우도(Log likelihood)가 증가하고 AIC와 SC가 감소하면 모형의 적합도가 높다는 것을 나타낸다(Anselin, 2005; 최열·이백호, 2006 등).

비사업대상 단지에서는 로그우도가 OLS모형의 87.90에 비하여 SLM모형은 541.33으로 SEM모형에서는 621.28로 증가하였다. AIC는 -135.79에서 -1040.65와 -1184.56으로 SC는 -29.89에서 -929.46과 -1078.66으로 감소하였다. 리모델링대상단지에서는 로그우도가 -36.80에서 194.66과 186.35로 증가하였다. AIC 113.60에서 -347.32와 -332.69로 SC는 213.25에서 -242.68과 -233.04로 감소하였다.

비사업대상 단지과 리모델링대상 단지는 OLS모형보다는 SLM모형이, SLM모형보다는 SEM모형의 적합도가 향상되는 것이 확인됨으로써 SEM모형의 추정결과에 초점을 맞추어 분석한다.

재건축대상 단지는 로그우도가 OLS모형의 -24.14에 비하여 SLM모형은 -6.96으로 SEM모형에서는 -15.54로 증가하였다. AIC는 82.28에서 55.91과 71.07로 SC는 149.53에서 120.23과 132.33으로 감소하였다. 재건축대상단지는 OLS모형보다는 SEM모형의 적합도가 향상되었고, SEM

모형보다는 SLM모형의 적합도가 향상되는 것으로 나타났다. 앞서 검증한 LM검증결과와 동일하게 가장 적합도가 높은 모형은 SLM모형이었다. 따라서, 재건축대상 단지에서는 SLM모형의 추정결과에 초점을 맞추어 분석한다.

모형 추정결과, 비사업대상 단지과 리모델링대상 단지는 SEM모형이 가장 적합도가 높게 나옴에 따라 주택가격에 미치는 영향이 주변지역 주택가격의 영향보다는 생활환경요인이 미치는 영향이 더 크다는 결과를 도출할 수 있었다. 반면에 재건축대상 단지는 SLM모형이 가장 적합하게 나옴에 따라 주변 재건축단지의 가격이 양(+의 방향으로 움직일 때 시차를 가지고 움직인다는 것을 알 수 있다. 공간시차변수의 계수 ρ 값은 공간적 파급효과를 나타내는 것으로서 재건축대상 단지의 가격은 이웃하는 주변지역의 재건축대상 단지의 평균 주택가격에 약 61% 정도 영향을 받는다고 해석할 수 있다. 즉, 재건축사업대상 단지는 생활환경의 요인에 영향을 받아 움직이는 것보다는 주변의 재건축대상단지가 인접지역에 가까이 있을수록 해당 재건축단지도 주택가격에 영향을 받아 움직이는 값이 더 크다는 것을 알 수 있다.

생활환경 요인이 비사업대상 단지의 가격에 미치는 영향을 살펴보면, 단지특성과 근린생활권에서 총세대수, 경과년수, 용적률, 지하철과의 거리가 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 지역생활권 변수는 중·고등학교와의 거리, 대형 상업시설 수, 행정기관 수, 넓은 도로폭이 유의미한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

총세대수는 단지규모를 나타내는 것으로서 아파트가격을 좌우하는 중요한 요인으로 꼽힌다. 총세대수가 많을수록 아파트 단지규모가 크다는 것을 의미하므로 세대수가 많을수록 주택가격에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

경과년수는 신축한지 얼마나 지났는지 여부에

따라 주택가격에 미치는 영향력의 차이를 나타낸다고 볼 수 있다. 이 결과, 경과년수가 짧을수록 주택가격에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 용적률은 OLS모형에서는 음(-)의 값을 나타내고 있지만 SLM모형과 SEM모형에서는 양(+)의 값을 보임으로써 용적률이 높을수록 주택가격 상승에 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

공원과 지하철역과의 거리는 모든 모형에서 유의하며, 공원 및 지하철역과의 거리가 가까울수록 가격은 증가하는 것으로 추정되었다. 선행연구에서는 공원과 거리가 가까울수록, 한강 조망권이 있을수록 주택가격에 긍정적인 영향을 (박나에 외, 2013; 성현곤, 2011; 김소연 외, 2013) 주는 것으로 나타났는데 본 연구에서는 공원과 거리는 유의하였지만 한강의 유무는 SEM모형에서는 영향이 없는 것으로 나타났다.

중·고등학교와의 거리는 가까울수록 주택가격에 긍정적인 영향을 주었다. 대형 상업시설은 아파트 단지에서 2km이내에 대형 상업시설의 수가 많을수록 가격이 상승하는 것으로 나타났다. 반면 단지 주변의 소형마트는 OLS모형에서는 아파트 매매가격과 음(-)의 관계를 보여 같은 상업 서비스시설이라도 대형 상업시설과는 다른 양상을 나타냈다.

행정기관은 공공관서, 우체국, 파출소 등 편의시설로서 이러한 행정기관이 많을수록 주택가격에 긍정적인 영향을 미치고 있었다. 교통환경 변수 중에서는 도로폭이 넓은 광로만이 유의미하게 나타났다.

리모델링대상 단지의 주택가격에 미치는 영향요인을 살펴보면, 단지특성에서 총세대수, 경과년수, 용적률이 근린생활권에서는 지하철과의 거리, 공원과 거리, 한강의 존재유무가 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 지역생활권은 중·고등학교, 의료시설, 체육시설, 대형 상업시설, 행정기관, 좁은 도로폭, 대기오염 배출량이 유의미한 영향을

미치고 있는 것으로 나타났다.

리모델링대상 단지의 생활환경이 비사업대상 단지와 다르게 영향을 미치고 있는 요인으로는 용적률과 강의 유무, 의료시설, 체육시설, 주차시설, 대기오염으로 나타났다. 현재 용적률이 증가할수록 주택가격에 음(-)의 영향을 미치고 있는 것으로 나타남으로써 단지의 개발밀도가 높을수록 가격은 하락하는 것을 알 수 있다. 이는 최윤아 외(2006), 이성현·전경구(2012)연구 결과와도 일치한다. 비사업대상 단지의 용적률은 양(+)의 값을 나타내는 것과는 달리 15년 이상 된 리모델링대상 단지들은 밀도가 낮은 지역에 분포되어 있음을 알 수 있다. 의료시설이 많이 공급되어 있는 지역일수록 오히려 주택가격에는 음(-)의 효과를 나타내고 있다. 이는 이성현(2012)연구에서 중·저소득층이 거주하는 지역에 낮은 주택가격 형성과 풍부한 의료·복지시설의 조성과의 유의미한 효과가 있다는 연구결과와 비슷한 환경이라고 볼 수 있다.

체육시설의 수가 많을수록, 폭이 좁은 도로가 적을수록, 주차면수가 많아 주차시설이 잘 되어 있을수록 주택가격에 양(+)의 효과를 미치고 있다.

주차공간은 주거환경 여건을 평가하는데 있어 중요한 시설이다. 주거지역의 주차공간 부족문제는 주거환경의 질을 떨어뜨리는 대표적인 요인(신상영, 2008)으로서 주차시설이 잘 되어 있는 지역일수록 주택가격에 긍정적인 영향을 미친다. 대기오염 배출량이 작은 지역일수록 주택가격에 긍정적인 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 최근 환경권에 대한 관심이 높아지면서 대기환경의 질이 좋은 지역과 좋지 않은 지역에 따라 주택의 가격을 좌우하는 중요한 요인임을 확인할 수 있었다.

리모델링대상 단지의 생활환경이 주택가격에 미치는 영향을 비사업대상 단지와 비교해 볼 때, 기반시설이나 편의시설이 잘 갖추어져 있는 지역이 주택가격에 미치는 영향이 크게 나타났다. 리모델

질을 떨어뜨리는 요인이 되기도 한다. 주차시설의 확대는 단기간에도 정책 변화가 가능한 부분으로서, 낮에는 비어있는 거주자 우선 주차장 활용, 공유주차장 확대, 야간에 공공시설 주차장 및 학교 운동장 개방 등 주차시설 확보에 공공이 참여하여 주거환경을 개선할 필요가 있다.

V. 결론

본 연구는 노후 공동주택의 생활환경요인이 주택가격에 미치는 영향을 공간효과를 통해 비교·분석하였다. 분석결과, 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있었다.

첫째, 공간효과를 통해 비사업대상 단지과 노후 공동주택 단지의 생활환경요인이 주택가격에 미치는 영향은 각각 다르게 나타났으며, 그룹 간의 불균형도 확인할 수 있었다. 비사업대상 단지과 리모델링대상 단지는 공간오차모형이 적합성이 높게 나옴에 따라 주택가격에 미치는 영향은 주변지역 주택가격에 의해 움직이기 보다는 생활환경 요인에 의해 움직이는 영향이 더 크게 나타났다. 반면에 재건축대상 단지는 생활환경 요인 보다는 주변의 주택가격에 영향을 받아 움직이는 값이 더 크다는 결과가 도출되었다. 재건축대상 단지의 주택가격은 주변지역 주택가격의 움직임에 의해 좌우된다고 볼 수 있다. 만약에 재건축사업의 추진이 어려워짐에 따라 주택가격이 하락하고 사업이 장기적으로 지연되어 방치하게 되면 도시문제까지 확대될 수 있으므로 민간·공공이 함께 참여하여 생활환경개선을 통한 지역가치를 향상시켜야 할 것이다.

둘째, 리모델링대상 단지는 비사업대상 단지과 재건축대상 단지에 비하여 공원, 도로 등 기반시설과 의료시설, 체육시설 등 편의시설이 주택가격에 유의한 영향을 주고 있었다.

리모델링 대상단지는 기반시설과 편의시설들이 잘 갖추어져 어느 정도 양호한 생활환경을 조성하고 있다는 것을 알 수 있다. 그러나, 이러한 단지들도 15년 이상이 경과되어 시설의 노후화가 진행되고 있는 지역이므로 지속적인 유지·관리가 필요한 부분이다. 지속적인 주거지를 관리하기 위해서는 주민의 생활불편해소, 주차장 및 노후시설 개선 등 리모델링사업을 진행할 수 있도록 각종 보조금 혜택과 금융지원 등 제도개선을 통하여 주택의 성능을 개선하고 향상시킬 필요가 있다.

셋째, 재건축대상 단지들이 분포되어 있는 지역은 다른 그룹의 단지과 비교해볼 때, 지하철, 주차시설 등 기반시설과 문화시설, 대형 상업시설, 행정기관 등 편의시설이 열악하다는 것을 알 수 있다. 재건축·리모델링 사업의 경우, 사업여부가 사업주체의 수익성에 좌우되기 때문에 수익성이 없는 공동주택단지는 노후화된 상태로 장기 방치될 가능성이 높다. 노후 공동주택을 계속 방치할 경우, 물리적 시설뿐만 아니라 그 주변지역도 기반시설 및 편의시설이 계속 열악해질 가능성이 크고 이 경우 지속적인 거주자 여과과정(filtering)을 거쳐 주로 저소득층 위주의 거주자로 채워지면서 노후·불량화가 가속될 것이며 주택의 안전문제에도 직면하게 될 것이다(유혁근·권대중, 2013). 그러므로 노후 공동주택의 정비는 장기적인 관점에서 볼 때, 단순히 물리적 노후 및 주택성능의 개선에서 벗어나 거시적 차원에서 지역과 연계한 커뮤니티의 증진이 필요하다. 이를 위해서는 개별단지의 정비계획과 그 밖의 도시관리계획을 종합적으로 연계시킬 필요가 있다. 따라서 주변환경과도 연계하여 해당 지역의 감점과 특색 부분을 고려하여야 할 것이다. 이제는 재건축·리모델링사업이 아니라 환경 개선을 목적으로 하는 교육, 교통, 복지 등 지역수준으로 확대하여 지역의 사회·경제 문제까지 연계한 노후 주거지정비 정책이 수립되어야

한다.

본 연구에서는 서울시 전체 아파트 단지를 대상으로 분석하다 보니 실거래가격의 데이터를 확보하기에는 한계가 있어 국민은행 시세자료를 기준으로 분석하였다. 추후 실거래자료를 통한 추가 분석이 필요한 부분이다. 또한, 주택가격에 영향을 미칠 수 있는 요인들은 정책변수, 교육환경, 단지 특성 등 여러 가지 요인에 의하여 변화될 수 있지만 이를 다양한 측면에서 다루지 못한 한계가 있다.

- 주1. 「주택법」 제2조 제15호 나목에 따라 사용승인일 부터 15년 이상 경과된 공동주택에 대하여는 증 축형리모델링을 허용하고 있다. 이에 따라 리모델 링대상 단지는 15년이상 된 아파트 단지로 선정 하였다.
- 주2. 2014년 9월 1일 ‘규제합리화를 통한 주택시장 활 력회복 및 서민 주거안정 강화방안’발표를 통해 재건축사업 시 준공후 20년 이상의 범위에서 조 례에 위임되어 있는 재건축 연한을 최장 30년으 로 완화하였다. 따라서, 재건축사업 대상단지는 30년 이상 된 단지로 선정하였다.
- 주3. 많은 연구자들이 완전한 소속을 나타내는 ‘1’과 전 혀 소속되지 않음을 나타내는 ‘0’으로서 정의되는 이진논리에 의해 지형공간정보를 묘사하는 데에 는 상당한 한계가 있음을 밝히고 있다. 이진논리 에 의한 보통집합 개념이 GIS분석과정에 적용됨 으로서 애매하고 불명확한 분류기준에 따른 자료 분류 오차와 부정확한 경계선에 의한 공간적인 위치오차 등에 효과적으로 대응할 수 없다. 이런 난제를 해결하기 위하여 GIS를 이용한 공간분석 에서 퍼지집합이론(fuzzy set theory)을 적용함으 로서 분석결과에 대한 정확도를 향상시켜 결과의 신뢰도를 증대시킨다(임승현·조기성, 2002).
- 주4. 서울시 통계에서 도로폭원은 광로(40m이상),대로 (25~40m미만),중로(12~25미만m), 소로(12m미만) 로 구분되어 있는 데이터 중 구별로 차이가 가장 많이 나는 폭원이 가장 넓은 광로와 가장 좁은 소로를 선정하였다.
- 주5. 허윤경(2007)연구에서 서울의 경우 주택가격의 공 간적 가중치의 임계거리는 5km이내에서 상관성이 가장 높게 나오는 것으로 분석되었으므로 본 연 구에서는 OLS와 공간회귀모형은 5km를 중심으로 분석하였다.
- 주6. 2013년 12월 「주택법」개정을 통하여 도입된 리모 델링 기본계획은 세대중가형 리모델링으로 도시과 밀, 이주수요 집중 등을 체계적으로 관리하기 위 하여 수립하도록 하고 있다.

인용문헌

References

1. 권영덕, 2011. “저성장시대에 대응한 노후아파트관 리방안:민간아파트 리모델링의 추진실태와 개선방 안”, 서울: 서울연구원.
Kweon, Y-D, 2011. *Management Guidelines of Old Apartment Sites in the Age of Slow Growth - Realities and Improvement Guidelines on Remodeling Progress of Private Apartment Sites*, Seoul: The Seoul Institute.
2. 김경민·이양원, 2007. 사교육시장 및 교육성고가 주택가격에 미치는 영향: 2004년 주택가격 상승 기를 중심으로, 「국토연구」, 55:239-252.
Kim, K-M, Lee, Y-W, 2007. “Impacts of Education Factors on Apartment Prices While the Gangnam areas have experienced enormous increase in apartment prices since 2004”, *The Korea Spatial Planning Review*, 55:239-252.
3. 김두섭·강남준, 2008. 「기초와 응용:회귀분석, 파 주:나남.
Kim, D-S, Kang, N-J, 2008. *Based on the application : Regression*, Paju:Nanam.
4. 김성우, 2010. “공간계량모형에 따른 주택가격 추 정에 관한 연구:부산시 아파트 실거래가를 중심으 로”, 「한국공공관리학보」, 24(3):119-137.
Kim, S-W, 2010. “Study on about housing price estimation according to space improvement model: focusing on actual dealing prices of the apartments”, *Journal of Korea Association for Public*, 24(3):119-137.
5. 김성우·정건섭, 2010. “주택정책을 위한 헤도닉 모 형 평가에 관한 연구”, 「정책분석평가학회보」, 20(3):115-134.
Kim, S-W, Jung, K-S, 2010. “Study on the hedonic model assessment for Housing Policy”, *Journal of Korea Association for Policy Analysis and Evaluation* 20(3):115-134.
6. 김소연, 2012. “공간 속성을 고려한 주택 가격 결 정 모형:서울시 아파트를 대상으로”, 고려대학교

- 대학원 석사학위논문.
- Kim, S-Y, 2012. "Housing price determination model considering spatial characteristics: targeting apartments in Seoul city", Master's Degree Dissertation, Korea University.
7. 김소연·김영호, 2013. "주거지 인문환경의 공간 속성을 고려한 주택가격 결정 모형:서울시 아파트를 대상으로", 「한국지도학회지」, 13(3):41-56.
Kim, S-Y, Kim, Y-H, 2013. "A Study on the House Price Determinants Model Considering Spatial Attributes of Residential Environment: The Case of Apartment in Seoul", *Journal of Korea Cartographic*, 13(3):41-56.
 8. 김태경·이승일, 2007. "공간특성에 따른 지역별 주거만족도 결정요인 분석", 「국토연구」, 53:131-146.
Kim, T-K, Lee, S-I, 2007. "An Analysis of Determinants of Residential Satisfaction by Region according to Spatial Characteristics", *The Korea Spatial Planning Review*, 53:131-146.
 9. 도시재생사업단, 2010. 「고층고밀 아파트단지 재생 기법 개발」, 경기.
KURC, 2010. *Development of renewal techniques for high-rise and high-density apartments*, Gyeonggi.
 10. 박현수·김찬호, 2007. "공간자기회귀모형의 근린가중치행렬 적용에 관한 연구", 「국토계획」, 42(2):179-193.
Park, H-S, Kim, C-H, 2007. "Study on Applying Weight-matrix to the Spatial Autoregression Model", *Journal of Korea Planners Association*, 42(2):179-193.
 11. 대한국토·도시계획학회, 2014. 「단지계획」, 서울.
Korea Planners Association, 2014. *Site Planning*, Seoul.
 12. 변필성, 2009. 「알기 쉬운 국토연구방법론: 공간계량경제모델링-공간적 자기상관과 공간회귀모델」, 경기: 국토연구원.
Byeon, P-S, 2009. *Research methods for spatial analysis: Spatial Econometric Modeling- Spatial Autocorrelation and Spatial regression models*, Gyeonggi: KRIHS.
 13. 박나예·이상경, 2013. "지역 및 근린생활환경이 주상복합아파트 가격에 미치는 영향 연구", 「부동산연구」, 23(2):153-170.
Park, N-Y, Lee, S-K, 2013. "Effects of Regional and Neighborhood Living Environment on Mixed Use Apartment Prices", *Journal of Korea Real Estate Research*, 23(2):153-170.
 14. 신상영, 2008. 「서울시 주거환경의 질 지표와 평가에 관한 연구」, 서울: 서울연구원.
Shin, S-Y, 2008. *Indicators and evaluations of the quality of residential environments*, Seoul: The Seoul Institute.
 15. 신은진·남진, 2012. "서울시 아파트단지의 주거환경 유형별 주거만족도 결정요인에 관한 연구", 「국토계획」, 47(5):139-154.
Shin, E-J, Nam, J, 2012. "Determinants of Residential Satisfaction by Residential Environment of Apartment Complexes in Seoul", *Journal of Korea Planners Association*, 47(5):139-154.
 16. 성현곤, 2011. "대중교통 중심의 개발(TOD)이 주택가격에 미치는 잠재적 영향", 「지역연구」, 27(2):63-76.
Seong, H-G, 2011. "A Study on Estimating the Potential Impacts of Transit-Oriented Development on Housing Price", *Journal of the KRSA*, 27(2):63-76.
 17. 유혁근·권대중, 2013. "고층 공동주택 재건축사업에 대한 소유자의 인식 연구", 「대한부동산학회지」, 31(2):109-133.
Yoo, H-G, Kweon, D-J, 2013. "A Study on Owners' Consciousness of the High-rise Apartment Housing Rebuilding Project", *Journal of Korea Real Estate Society*, 31(2):109-133.
 18. 윤효목, 2012. "주거환경의 지역특성이 주택가격에 미치는 영향에 관한 연구: 서울시를 중심으로", 대구대학교 대학원 박사학위논문.
Yoon, H-M, 2012. "A Study on the Effects of

- Regional Characteristics of Residential Environments on Housing Price”, Ph. D. Dissertation, Daegu University.
19. 윤효복·정성용, 2013. “서울시의 지역주거환경 특성이 주택가격에 미치는 영향에 관한 연구”, 『부동산학연구』, 19(4):235-253.
 - Yoon, H-M, Jung, S-Y, 2013. “The Effects Regional Characteristics of Housing Environment in Seoul upon Housing Prices”, *Journal of Korea Real Estate Research*, 19(4):235-253.
 20. 이상경·신우진, 2003. “재건축 가능성이 아파트 가격에 미치는 영향”, 『국토계획』, 36(5): 101-110.
 - Lee, S-K, Shin, W-J, 2003. “The Effect of Reconstruction Probability on Apartment Price”, *Journal of Korea Planners Association*, 36(5):101-110.
 21. 이성우·윤성도·박지영·민성희, 2006. 『공간계량모형응용』, 서울:박영사.
 - Lee, S-W, Yoon, S-D, Park, J-Y, Min, S-H, 2006. *Patial Econometrics Models Applications*, Seoul: Parkyoungsa
 22. 이성현, 2013. “주거환경의 지역 간 불균형에 따른 주택가격 영향분석”, 『대구경북개발연구』, 12(2):93-111.
 - Lee, S-H, 2013. “Effect analysis about housing prices according to the imbalance between the regions in housing environments”, *Journal of Daegu Gyeongbuk Development Institute*, 12(2):93-111.
 23. 이성현, 2011. “도시기반시설이 주택가격에 미치는 영향연구:위계적 선형모형을 중심으로”, 대구대학교 대학원 박사학위논문.
 - Lee, S-H, 2011. “A Study on the Influences of Urban Infrastructure on Housing Price : Based on the Hierarchical Linear Model”, Ph. D. Dissertation, Daegu University.
 24. 이성현·전경규, 2012. “위계적 선형모형을 통한 도시기반시설이 주택가격에 미치는 영향 연구”, 『국토계획』, 47(4):193-204.
 - Lee, S-H, Jeon, G-k, 2012. “A Study of the Influences of Urban Infrastructure on Housing Prices : A Hierarchical Linear Model”, *Journal of Korea Planners Association*, 47(4):193-204.
 25. 이응현·오덕성, 2014. “생활권 개념을 적용한 주거성능 평가모형”, 『한국도시설계학회지』, 15(2): 113-128.
 - Lee, E-H, Oh, D-S, 2014. “An Evaluation Model for Residential Performances with the Concept of living area, Neighborhood”, *Journal of Urban Design Institute of Korea*, 15(2):113-128.
 26. 이희연·노승철, 2013. 『고급통계분석론:이론과 실습[제2판]』, 고양: 문우사.
 - Lee, H-Y, No, S-C, 2013. *Advanced statistical analytics:Theory and practice[Second Edition]*, Goyang: Moonusa
 27. 임병호·지만석, 2011. “가구특성 및 주거환경이 공동주택 리모델링 선호에 미치는 영향”, 『한국지역개발학회』, 23(1):147-164.
 - Lim, B-H, Ji, M-S, 2011, “The Impacts of Household’s Characteristics and Residential Environment on Remodeling Preference”, *Journal of Korea Regional Development Association*, 23(1):147-164.
 28. 임승현·조기성, 2002. “퍼지와 분석계층처리 이론을 결합한 GIS 공간분석기법”, 『대한토목학회』, 22(1-D):173-184.
 - Lim, S-H, Cho, K-S, 2002. “The Methodology of GIS Spatial Analysis Integrating of Fuzzy and AHP Theory”, *Journal of Korea Society of Civil Engineers*, 22(1-D):173-184.
 29. 임재만, 2008. “범죄율과 교육요인이 주택가격에 미치는 영향에 헤도닉모형과 위계선형모형의 비교연구”, 『주택연구』, 16(3):47-64.
 - Lim, J-M, 2008. “The Impacts of Crime Rates and Education Factors on Housing Prices”, *Housing Studies Review*, 16(3): 47-64.
 30. 전해정·박한수, 2014. “시공간자기회귀(STAR)모형을 이용한 부동산 가격 추정에 관한 연구”,

- 「부동산연구」, 24(1):7-14.
- Jeon, H-J, Park, H-S, 2014. "An Empirical Study on the Estimation of Housing Sales Price using Spatiotemporal Autoregressive Model", *Journal of Korea Real Estate Research*, 24(1):7-14.
31. 정수연, 2006. "교육요인이 서울 아파트가격에 미치는 영향에 관한 연구", 「국토계획」, 41(2): 153-166.
- Jung, S-Y, 2006. "Impact of Educational Variable on Apartment Price in Seoul", *Journal of Korea Planners Association*, 41(2): 153-166.
32. 조미정·이명훈, 2014. "재건축과 리모델링 사업 방식 결정에 따른 주거지변화에 관한 연구", 「국토계획」, 49(5):81-104.
- Cho, M-J, Lee, M-H, 2014. "A study on change in residential area in accordance with reconstruction and remodeling business method decision factor", *Journal of Korea Planners Association*, 49(5):81-104.
33. 최열·권연화, 2004. "위계선형모형을 이용한 교 육환경이 주택가격에 미치는 영향분석", 「국토 계획」, 39(6):71-82.
- Choi, Y, Kwon, Y-H, 2004. "The Impact of Educational Environment on Multi-family Attached House Prices Using Hierarchical Linear Model", *Journal of Korea Planners Association*, 39(6):71-82.
34. 최열·이재송, 2014. "공간회귀모형을 이용한 산 업 및 용도지역 특성과 환경오염과의 상관관계 분석", 「국토계획」, 49(1):247-261.
- Choi, Y, Lee, J-S, 2014. "Correlates between Industries and Zoning Characteristics and Environmental Pollution Employing Spatial Regression Model", *Journal of Korea Planners Association*, 49(1):247-261.
35. 최열·이재송·김송, 2013. "공간자기상관을 고려한 용도지역이 지역경제에 미치는 영향 분석:영남지 역을 중심으로", 「국토계획」, 48(4):5-17.
- Choi, Y, Lee, J-S, Kim, S, 2013. "Effects of Zoning on the Regional Economy Considering Spatial Autocorrelation :Focused on Young-nam Province in Korea", *Journal of Korea Planners Association*, 48(4):5-17.
36. 최열·이백호, 2006. "공간자기상관과 주변 용도 지역에서 접근성을 고려한 주거지 내 자가추정에 관한 연구", 「국토계획」, 41(5):45-60.
- Choi, Y, Lee, B-H, 2006. "A Study on the Estimation of Land Price Considering Characteristic of the Adjacent Land Use and Spatial Autocorrelation in Residential Zone" *Journal of Korea Planners Association*, 41(5): 45-60.
37. 최윤아·송병하, 2006. "공동주택가격에 영향을 미치는 주거환경 요소의 중요도 평가에 관한 연구", 「대한건축학회 논문집 계획계」 22(11):115-125.
- Choi, Y-A, Song, B-H, 2006. "A Study on Evaluating The Importance of The Residential Environment Factors Influencing The Price of Apartment House", *Journal of Architectural Institute of Korea*, 22(11):115-125.
38. 허윤경, 2007. "도시별 주택가격의 공간적 영향 력 검증-서울과 부산의 주택가격을 중심으로", 「주택연구」, 15(4):5-23.
- Heo, Y-G, 2007. "A Study on the Estimation of House Price In Regard of Spatial Effects", *Housing Studies Review*, 15(4):5-23.
39. Anselin L and S. Rey, 1991. Properties of tests for spatial dependence in linear regression models, *Geographical Analysis*, 23(2):112-131.
40. Bourassa, S and T. Thibodeau, 1998. "Analysis of Spatial Autocorrelation in House Prices", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 17(1): 61-85.
41. Gillen, K, T. Thibodeau and S. Wachter, 2001. "Anisotropic Autocorrelation in House Prices", *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 23(1): 5-30.
42. Montgomery, D. C. and Peck, E. A., 1992.

Introduction to Linear Regression Analysis
Second Edition, New Jersey: A
Wiley-Interscience Publication: John Wiley &
Sons, INC.

43. 木俣信行, 高野公男, 高橋琢郎, 千華桂司, 中田久
雄, 山田正司, 弓掛泰則, 1975, 建築計画チエシクリ
スト 集合住宅, 東京: 彰国社.

Kimata, N. and Takano, K. and Takahasi, T.
and Chika, K. and Nakata, H. and Yamada, M.
and Yugake, Y., 1975, Architectural Planning
Checklist, multiple dwelling house, Tokyo:
changkugsa.

44. <https://www.kbstar.com/>

45. <https://www.nsic.go.kr/ndsi/main.do>

46. <http://www.r114.com/>

47. <http://biz-gis.com/XRayMap/>

48. <http://klis.seoul.go.kr/sis/main.do>

49. <http://sgis.kostat.go.kr/5>

50. <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>

51. <http://www.index.go.kr/>

52. <http://egis.me.go.kr/main.do>

53. <http://resources.arcgis.com/>

Date Received 2015-01-19

Date Reviewed 2015-03-27

Date Accepted 2015-03-27

Date Revised 2015-04-02

Final Received 2015-04-02