

공간사용 규제가 택지가격에 미치는 영향에 대한 공간가중회귀분석

— 장유 신도시지역을 대상으로 —

강순덕* · 박세운** · 정태윤***

〈요 약〉

본 연구에서는 공간적 의존성을 반영한 공간가중회귀분석 방법을 이용하여 용도지역과 같은 공간사용규제가 택지가격에 미치는 영향을 분석하였다. 통제변수로는 도로접면, 토지의 형상, 면적 및 경과연수를 사용하였다. 본 연구는 신도시지역인 경남 김해시 장유지역의 토지거래 실거래가격을 이용하여 분석하였다. 분석결과 전통적인 회귀분석의 결과와 공간가중회귀분석의 결과는 크게 다르지 않았다. 그러나 공간가중회귀모형의 분석 잔차의 Moran's Index가 OLS모형의 잔차보다 26% 감소하여 잔차의 자기상관이 상당히 개선되었고 설명력도 약간 높아졌다. 전통적 회귀분석 및 공간가중회귀분석에서 점포 겸용 택지 더미변수는 음의 부호를 나타내 기준변수인 주거전용지역 택지보다 택지가격이 낮은 것으로 나타났다. 이것은 점포 겸용 택지는 용적률과 건폐율이 높아서 토지의 공간적 활용성은 높지만 평지에 위치해 있어 택지로서의 메리트가 크지 못한 반면에, 전용주거지역은 산자락의 완만한 언덕에 위치하여 좋은 경관과 깨끗한 공기를 누릴 수 있기 때문으로 추정된다. 이와 같은 실증분석결과로 볼 때 단순히 용적률과 건폐율을 높이는 것보다는 녹지와 공원을 확충시키는 것이 택지의 가치 상승에 더 많은 기여를 할 수 있을 것으로 보인다는 지방자치단체와 건설회사에 대한 시사점을 제공한다.

근린생활시설용지 더미변수는 유의적인 양의 회귀계수를 나타내, 다른 용도지역에 비하여 택지가격이 높은 것으로 나타났는데, 이것은 근린생활시설용지가 용적률이 점포 겸용 택지와 전용주거지역보다 훨씬 높고 5층까지 건축이 가능하기 때문인 것으로 추정된다. 예상과 같이 택지 구매자는 중로에 접한 택지를 선호하는 것으로 나타났다. 광로한편은 소음 및 매연으로 인해 주거환경이 좋지 않고 차량출입이 불편하다는 단점이 있다. 좁은 도로는 소음 및 매연이 적고 사생활이 보호된다는 장점이 있지만 도로 양쪽에 차량이 주차되면, 통행에 많은 장애가 발생하여 불편함을 초래할 수 있다. 경과연수는 음의 부호를 보여 시간에 따라 택지가격이 하락되는 것으로 나타났다. 이는 2008년 글로벌 금융위기 당시 장유지역의 택지가격이 김해의 다른 지역에 비하여 하락했기 때문으로 보인다.

핵심주제어: 공간사용 규제, 공간가중회귀모형, 부동산 시장, 택지 가격, 용도지역

논문접수일: 2018년 04월 18일 수정일: 2018년 06월 02일 게재확정일: 2018년 07월 10일

* 창원대학교 경영학과 박사과정(제1저자), okrkdtmsejr@hanmail.net

** 창원대학교 경영학과 교수(교신저자), assw@changwon.ac.kr

*** 창원대학교 경영학과 겸임교수(공동저자), tigerj7@changwon.ac.kr

I. 서론

“전통적으로 토지는 부의 저장고로서 귀중한 천연자원을 제공하는 매우 중요한 자산이다(Larson, 2015).”¹⁾ 국토가 좁아 인구밀도가 높은 우리나라에서는 토지의 희소성으로 인하여 가격이 꾸준히 상승하고 있다.²⁾ 또한 건물이 있는 대지보다는 아무런 건물이 없는 나대지는 가장 유효하게 이용할 수 있도록 건물을 지을 수 있다는 장점이 있다.

토지가격은 그 장소에서 이용 가능한 편의성(amenity)과 특정 위치의 매력도를 나타내는 경제적 가치로 볼 수 있다. Brigham(1965)은 도시의 토지가격은 지형과 접근성 및 편의 수준에 따라 결정된다고 주장하였으나, 토지 용도를 규제하는 정부의 정책도 크게 영향을 미친다. 정부는 도시 발전의 공간적 패턴과 거주자의 주택, 교통비용 및 경제적 복지를 고려하여 토지 사용을 규제하게 된다. 용도지역 지정과 같은 토지사용 규제는 해당 토지에 허용되는 용도와 건폐율 및 용적률을 제한함으로써 직접적으로 토지가격에 영향을 미치고, 어떤 특성을 갖는 이웃과 함께 위치하게 됨으로써 간접적으로 토지가격에 영향을 미친다. 예컨대 동일한 위치의 토지라도 용도지역이 주거지역에서 상업지역으로 변경되면 용적률이 상승하고, 근린생활시설을 설치할 수 있게 되므로 토지 가격이 상승한다. 특히 어떤 지역의 토지는 그린벨트가 해제되어 가격이 폭등하기도 한다. 이와 같이 부동산은 부동산 정책의 변화의 영향을 많이 받는다(김영선, 2007, 2008)

용도지역과 같은 공간사용 규제가 토지가격에 미치는 영향이 매우 큼에도 불구하고 이에 대한 실증분석은 많지 않은데, 이것은 토지거래가격 자료를 얻기가 어렵기 때문이다(Kok, Monkkonen and Quigley, 2014). 토지거래 가격자료를 얻기가 어려워 Peiser(1987)은 467건의 나대지 거래 자료를 사용하였고, Kowalski and Paraskevopoulos(1990)은 단지 56건의 자료만 사용하여 분석하였다. 현재의 도시 지역은 이미 개발되어 있어 나대지 상태로의 거래는 흔하지 않다. Adams et al.(1968)은 토지는 차별화되어 있고, 정보가 부족할 뿐만 아니라, 거래 빈도가 드물고, 거래 비용이 높다고 하였으며, Titman(1985)은 개발 옵션이 나대지에 체화된 중요한 요소로 부동산 시장의 불확실성을 증가시킨다고 하였다.

나대지 가격 자료를 얻기가 어려워 상당수의 선행연구에서는 주택가격에서 주택의 대체원가를 차감하여 얻은 차액을 토지 가격으로 사용하여 분석하였다(Davis and Heathcote, 2007; Rosenthal and Heisley, 1994; Dyer and McMillaen, 2007; Larson, 2015). 그러나 이 방법은 도시 내 주택시장에서 토지 요소의 변동을 고려하지 않았고, 신축 건물에서의 추가적인 토지 단위의 가치와 기존 건물에서의 추가적인 토지 단위의 가치가 다르다는 점을 반영하지 못하였다(Glaeser and Gyourko, 2003).

토지가격은 토지에서 파생되는 부동산 전체 가격의 일부로 내재되어 있으므로, 택지가격은 주택가격에 영향을 미친다(Evans, 1987; Peng and Wheaton, 1994). 토지의 공급은 비탄력적이므로 토지가격 상승은 주택가격을 상승시키며, 주택가격과 토지가격은 상호 영향을 미치게 된

1) 미국 전체의 토지자산 가격은 2009년 기준으로 230조 달러로 추정하였다(Larson, 2015). 우리나라의 토지 자산은 1964년 1.93조원에서 2013년 말 5,848조원으로 3,030배 급증하였다(조태형·최병오·장경철·김은우, 2015)

2) 국토교통부의 지가동향 통계에 따르면 전국의 평균 토지가격은 2016년도에 연간 2.7%, 2017년도에는 연간 3.88% 상승하였다. 특히 세종시 7.02%, 부산시 6.51%, 제주도 5.46%가 상승하였다. 이 가격 상승률은 10년 만기 국고채 금리인 2016년 1.749%, 2017년 2.281%보다 높은 것이다.

다(Evans, 1987; Peng and Wheaton, 1994; Hui, 2005; Glaser et al., 2005; Wen and Goodman, 2013).

지리학의 제1법칙은 “모든 것은 서로 관련되어 있으며, 가까이 있는 것이 먼 거리에 있는 것보다 더 많이 관련되어 있다”는 것이다(Tobler, 1970). 따라서 인근 토지가격이 미치는 영향을 고려해야만 토지가격 결정 요인의 상대적 중요성을 정확하게 추정할 수 있다.

우리나라의 선행연구 중 용도지역과 같은 공간사용규제가 토지가격에 미치는 요인을 연구한 것은 많으나 공간적 자기상관관계를 고려한 연구는 농지를 대상으로 공간가중회귀분석(geographically weighted regression)을 한 송용철·박헌수(2012)와 도시 주거지역의 토지를 대상으로 입지생략모형을 사용한 서경천·이성호(2001)의 연구 등으로 많지 않다.

외국의 상당수의 연구(Kostve, 2009; Monganelli et al., 2014; Mulley, 2014)도 토지가격 결정 요인 연구에 공간적 자기상관관계를 고려하였으나 공간사용 규제가 토지가격에 미치는 영향에 대하여는 공간가중회귀분석을 이용한 연구는 거의 없다.

따라서 여기서는 김해시의 신도시 지역인 장유1동, 장유2동, 장유3동 일대의 나대지 거래가격을 대상으로 하여 공간가중회귀분석을 이용하여 용도지역과 같은 공간사용규제가 택지가격에 미치는 영향을 분석하였다. 통제변수로는 도로의 접면상태, 토지의 형상, 면적 및 경과연수를 사용하였다. 김해시 장유는 연구자가 거주하는 지역으로 2000년에 농촌지역을 신도시로 개발한 곳으로 나대지 상태로 거래된 가격 자료를 구하는 것이 상대적으로 쉬워서 연구대상 지역으로 선택하였다.

II. 이론적 배경

1. 토지의 공간사용 규제와 용도지역

토지 공간사용 규제의 타당성에 대하여는 다양한 의견이 있다. 어떤 사람은 토지는 다른 상품과 마찬가지로 매매할 수 있는 것으로 보고, 어떤 형태이든지 토지 공간사용 규제는 개인 자유에 대한 침해로 본다. 반대 극단에서는 토지는 모든 사람에게 속하는 자원이므로, 공공기관이 토지의 공간 사용을 통제해야 한다고 생각한다. 이들 견해의 중간점에서 토지는 상품임과 동시에 자원이라고 볼 수 있다. 따라서 그것은 사적으로 소유되기는 하나, 사회에 이익이 될 수 있도록 건설적으로 사용되어야 한다.

산업화와 도시 집중현상으로 사회적 조화와 질서를 유지하기 위하여 공적인 규제가 필요하게 되었다. 공적인 토지 공간사용 규제의 한 방법으로 정부는 용도지역을 설정한다. 용도지역이란 토지가 어떤 용도로의 사용이 허용되거나 금지되는 지역으로 구분한 것이다(Lamar, 2015). 용도지역 규제는 토지의 용도를 명백하게 지정할 뿐만 아니라 토지 사용의 조건을 부여하는 것으로 토지 위의 건물의 형태와 규모뿐만 아니라 최소대지면적을 규제한다(Hodge, 2014, 388-390). 토지의 용도를 지정하는 가장 단순한 형태는 주거지역, 상업지역, 공업지역과 녹지지역으로 구분하는데, 실제로는 각 용도지역을 더 상세하게 구분한다. 예컨대 우리나라에서는 주거지역을 주거전용지역, 일반주거지역, 준주거지역으로 구분하고 있다.

용도지역은 1870년대 독일에서 탄생하였다는 견해도 있으나, 18세기와 19세기에 미국 도시는 그 설립자가 상세하게 설계한 것이므로 미국에서 탄생하였다는 견해도 있다(Hart, 1996). 용도

지역 규제는 기계적 동력을 가진 도시 교통시스템의 발전에서 연유하고 있다. 도시 교통시스템의 발전으로 교외지역으로 주거지역이 확산되자 주택 소유자는 이러한 새로운 위협에서 그들의 자산을 방어할 수단을 가지고 있지 못하였으므로, 그들은 다른 지역에도 영향을 미칠 수 있는 공적 토지 사용 규제를 가지고 대응하였다(Fishel, 2004).

그러나 용도지역의 본격적인 적용은 20세기 이래로 발생한 도시 토지 이용의 상호의존성에서 비롯되었다고 할 수 있다. 20세기 초에는 세계 인구의 약 1/4만 도시 지역에 거주하였으므로 용도지역의 규제 필요성이 크지 않았으나, 세계 인구의 1/2 이상이 도시에 집중됨으로 인하여,³⁾ 용도지역 규제는 모든 선진국과 대부분의 개발도상국가에서 아주 흔한 현상이 되었다.

2. 토지가격 결정요인

토지가격은 특정 장소의 매력도와 경제적 가치 및 그 장소에서 이용 가능한 편의성에 따라 결정된다. 농지의 가격은 특정 장소의 생산성에 따라 결정되며, 도시 지역 토지는 사용 규제에 대한 정부 정책 및 현지의 외부성(집적 경제와 관련된 다양성) 뿐만 아니라 특정 장소의 지역적, 지리적 장점을 반영하여 결정된다. 도시 지역에서 토지 이용 규제는 도시 형태와 물리적 발전, 점유 및 거주자의 주택 및 교통비용과 그들의 경제적 복지의 공간적 패턴을 반영하여 결정된다. 그러므로 토지이용 규제는 허용된 특정 용법을 통하여 직접적으로, 그리고 특정 성격을 가진 이웃과 도시를 창출함으로써 간접적으로 토지 가격에 영향을 준다.

미국에서 농촌 토지의 가격 결정(Godwin et al. 2003, Alston, 1986)에 대하여는 알려져 있지만, 도시의 토지가격 결정 요인에 대한 실증적 분석은 많지 않다. 도시 토지가격 결정 요인 연구의 가장 큰 장애요인은 토지가격의 직접적인 관측치가 부족하다는 점이다. 많은 경우에 토지가격은 주택가격에서 주택의 재건축 비용을 차감하여 추정하였다(Davis and Heathcote, 2007). 그러나 이 방법은 도시지역 내의 주택 생산의 토지 구성 요소의 편차를 고려하지 않았다는 문제가 있다.

2.1 지형

도시에서 토지 가격에 영향을 줄 수 있는 요인으로는 지형, 접근성 및 편의성의 수준을 들 수 있다(Brigham, 1965). 지형은 특정 장소의 자연적, 물리적 특성으로 토지의 고도, 경사도 및 토양조건이 포함된다. 지형은 토지 가격에 두 가지의 영향을 준다. 첫 번째 특정 장소의 지형은 그것의 편의성에 영향을 준다. 예컨대 가파른 언덕의 위쪽에 위치한 토지는 스모그보다 높은 곳에 있으므로 스모그의 영향이 거의 없고, 조망이 좋아서 편의성을 향상시킨다. 그러나 다른 한편으로 경사도가 심한 언덕길은 바람이 심하게 불고, 어린이와 노인의 통행에 위협요인이 될 수 있다. 따라서 바람을 싫어하는 사람이나 어린이, 노인에게는 편의성을 감소시킨다. 그러므로 어떤 장소의 편의성에 대한 지형의 영향은 그들의 구성요소와 기호에 따라 다르게 작용한다(Brigham, 1965; Boyle and Kiel, 2001). Asabere(1990)가 미국의 Halifax를 대상으로 한 연구에서는 반도 지역에서는 경사도가 큰 지역이 그렇지 않는 지역에 비하여 토지가격이 비싼 것으로 나왔으며,

3) WHO의 자료에 의하면 2014년 현재 세계 인구의 약 54%가 도시에 거주하고 있으며, 도시인구의 비중은 2015년에서 2020년 동안에는 매년 1.84% 증가할 것으로 예상하였다(http://www.who.int/gho/urban_health/situation_trends/urban_population_growth_text/en/) 2018.2.27.

비반도지역에서는 토지가격에 정의 영향을 미치거나 통계적인 유의성은 없는 것으로 분석하였다.

지형은 편의성 효과뿐만 아니라 개발비용효과를 통하여 토지가격에 영향을 준다. 미개발된 토지가 반 정도는 급경사이고, 반 정도는 평지인 것을 가정해 보면, 평지는 쉽게 주거용 택지로 분할할 수 있으나, 급경사지는 주거용 택지로 분할하기 위해서 도로 접속과 경사도 변경을 위한 토목비용, 전기선 연결 등에 추가비용이 발생한다. 이와 같은 추가비용 때문에 급경사지는 평지에 비하여 가격이 낮게 평가된다(Brigham, 1965).

2.2 접근성과 도로접면상태

도시의 토지는 농지보다 가치가 높다. 왜냐하면 도시의 토지는 필요하거나 바람직한 활동을 위하여 접근하기가 상대적으로 쉽기 때문이다. 교통이 편리하고 비용이 들지 않는다면, 도시 인구는 모든 가용한 공간까지 확대될 수 있다. 그리고 모든 토지 가격은 최선의 이용의 근사치인 가치로 수렴하게 된다. 그러나 교통이 즉각적이지 않고 비용이 든다면, 도시의 토지는 접근 가능성의 가치를 가진다. 접근성과 토지가격 간의 이론적 관계는 Mohring (1961)이 연구하였다.

중심상업지역, 학교 및 대중교통수단과의 접근성이 토지가격에 큰 영향을 준다. Brigham (1965)은 중심상업지역과의 접근성은 토지가격에 정의 영향을 미치는 것으로 분석하였다. McMillen and McDonald (2002)는 철도역과 강 또는 운하와의 접근성은 토지가격에 정의 영향을 미치고, 철도와의 접근성은 토지가격에 부의 영향을 미치는 것으로 분석하였다. Manganelli et al. (2014)는 건강관리시설, 철도역 및 대학 캠퍼스와의 접근성이 부동산가격에 정의 영향을 미친다고 분석하였다. 또한 Mulley (2014)는 새로운 도시철도가 개통됨으로써 토지가격이 상승한 것으로 분석하였다.

토지의 접면 도로의 폭과 접면의 숫자는 토지 가격에 영향을 준다. 특히 미국과 같이 단독주택이 일정한 간격을 두고 위치한 경우와 달리 우리나라는 주택이 밀집하였으므로, 토지의 접면 도로의 현황이 토지 가격의 결정요인이 된다(김선주·김효곤·김재태, 2012; 강창덕, 2014). 넓은 도로에 한 면만 접하고 있는 주택은 소음과 차량 배기가스의 영향을 받고, 도로 중앙선이 있어서 주택의 차량 출구에서 우측으로만 운행 가능하므로 접근성이 좋지 않아 감가요인으로 작용한다. Sirmans, Turnbull and Dombrow(1997)의 미국 Hartford 지역을 대상으로 한 연구에서는 넓은 도로를 향하고 있는 주택 가격이 상대적으로 낮은 것으로 분석하였다.

그러나 공업용지는 택지와 다르게 나타났다. Peiser(1987)의 연구에 따르면 비주거용 토지 중 공업용지는 두 개의 광로의 각지에 있으면 토지 가격이 블록의 중간에 위치한 토지에 비하여 가격이 약 46% 상승하는 것으로 나타났다. 접면 도로의 폭도 토지 가격에 통계적으로 유의적인 영향을 미쳤다. 소로에 접하고 있는 것에 비하여 주요 도로의 전면으로 접하고 있는 공업용지는 가격이 43% 높았고, 고속도로에 접하고 있으면 가격이 68% 높은 것으로 나타났다.

Asabere(1990), Sirmans, Turnbull and Dombrow(1997)와 Matthews and Turnbull(2007)가 이웃 도로의 레이아웃이 주택가격에 미치는 영향을 연구하였는데, 격자형 도로구조보다는 막다른 길에 있는 주택이 가격이 높은 것으로 분석하였다.

2.3 토지의 공간사용규제

부동산 시장에서 토지의 공간사용 규제의 역할에 대한 연구는 1970년대(Ohls, Weisberg and White, 1974)부터 시작되었으나, 아직도 의견의 일치를 보지 못하고 있고, 인과관계도 확실하게

확인되지 않고 있다.

동일한 도시 내의 토지 공간사용 규제가 토지 가격에 어떠한 영향을 주느냐에 대하여는 의견이 엇갈리고 있다. Ohls, Weisberg and White (1974)은 토지 공간사용 규제(다가구주택을 건설하는 능력 또는 밀도)하는 지방자치 당국은 개발업자의 이익 가능성을 제한함으로써 토지 가격을 효과적으로 하락시킨다고 분석하였다. 다른 한편으로 Glaeuer and Ward (2009)은 규제지역에서 동일한 대도시 내 근거리에 대체물이 없다면 토지의 희소가치로 토지가격을 상승시킨다고 분석하였다. Helsley and Strange (1995)는 한 지역사회의 성장 제한은 지역사회에 부정적인 영향을 미치는 것으로 분석하였다.

Ihlanfelt(2007)는 미국 플로리다주에서 도시의 토지 공간사용 규제는 건축비용 상승과 개발업자의 이익 잠재력 감소로 토지가격을 하락시키는 것으로 나타났다. 그는 그 이유로 플로리다주에서 도시는 상호간 밀접한 대체제이어서 개발업자는 규제가 많은 도시에는 개발 사업을 하지 않기 때문인 것으로 추정하였다. 선행연구에서 토지가격과 주택가격에 대한 공간사용 규제의 효과는 내생적 관계(endogenous relationship)이 있다는 점을 발견하였다. Ihlanfelt(2007)는 이 문제를 해결하기 위하여 역사적 밀도 또는 다른 인구통계학적 변수, Saiz(2010)는 인구 중 비전통적인 기독교인의 비율과 규제 감독에 대한 공공 지출을 도구변수(instrument variables)를 사용하여 내생성 문제를 해결하였다. 다른 연구자는 지금까지 제안된 도구변수의 질적 수준이 낮아서 도구변수 전략을 사용하지 않고, 대신에 회귀분석에 규제의 척도를 직접 사용하였다.

2.4 경과연수

일반적으로 신규 개발지역 최초의 나대지 매입자는 이웃의 특성을 확실하게 알 수 없으므로,

더 큰 위험을 부담한다. 나중에 건물이 신축되면 추후의 매입자는 더 많은 정보를 가지게 된다. 따라서 개발업자는 최초 구입자의 불리한 점을 보상하기 위하여 할인된 토지가격을 제시하고, 토지가격은 택지가 조성된 후 시간이 경과할수록 상승하게 된다(Sirmans, Turnbull and Dombrow, 1997).

2.5 공간적 의존성

토지가격은 이웃의 토지가격의 영향을 받는 공간적 의존성을 가지고 있다. 토지의 부동성(locational immobility)은 토지 가격 형성이 다른 전통적 물품과 다르게 된다. 이웃한 토지는 지형, 접근성 및 편의성이 비슷하므로 가격이 동일한 방향으로 변동된다. 따라서 이웃한 토지가 높은 가격으로 매매되면, 인근 토지가격도 상승하게 된다. 그러나 공간적 의존성은 아파트보다는 덜 할 것으로 보인다. 왜냐하면 아파트는 동일 단지, 동일 평형이면 구조적 특성이 유사하므로 국토교통부의 아파트 실거래가격을 기준으로 하여 가격을 협상하기가 쉬우나, 토지는 실거래가격을 국토교통부에서 공시하기를 하나, 지번을 알 수 없어 위치 파악이 어렵기 때문이다.

공간계량경제학에서는 공간적 관계를 관련된 인근 관측치를 확인하는 가중치모형을 사용하여 모수적으로 추정한다. 모수적 추정모형에는 공간 오차모형과 공간시차모형이 있다. 비모수적 추정모형으로는 공간가중회귀분석이 있다.

III. 연구의 설계

1. 공간가중회귀분석

공간가중회귀분석은 Brundson et al. (1996)이

최초로 제안한 것으로 공간적 이질성을 해결하기 위한 공간적 통계분석기법으로서 일반적인 회귀분석모형을 연장하여 자료의 공간적 특성이 회귀모형에 포함되었다(Sheng, Han and Zhou, 2017). GWR은 가까운 관측치가 멀리 있는 관측치에 비하여 모수 추정치에 더 큰 영향을 미친다고 가정한다. GWR 모형은 다음과 같다.

$$y_i = \beta_0(\mu_i, \theta_i) + \sum_{k=1}^r \beta_k(\mu_i, \theta_i) x_{ik} + \epsilon_i \quad (1)$$

여기서 y_i 은 관측치 i 의 종속변수, (μ_i, θ_i) 는 i 번째 관측치의 경도와 위도를 나타낸다. β_0 는 상수항이고, $\beta_k(\mu_i, \theta_i)$ 는 i 번째 표본의 k 번째 회귀계수를 나타내며, ϵ_i 는 i 번째 관측치의 무작위 오차항을 표시한다. 전통적 회귀분석에서는 $\beta_k(\mu_i, \theta_i)$ 가 공간적으로 정상성을 가지는 것으로 가정한다.

GWR에서 관측치는 위치 i 인접성에 따라 가중치가 부여된다. 따라서 관측치의 비중은 위치 i 에 따라 변동된다. i 에 인접한 관측치는 먼 곳의 관측치보다 더 높은 가중치가 적용된다.

각 관측치의 모수는 공간가중함수(spatial weighting function)를 사용하여 추정할 수 있다. Gaussian kernel 함수가 GWR 모형에서 가장 널리 적용되는 함수의 하나이다. 그것은 거리에 따라 점증적으로(monotonically) 감소하는 가중치를 가지는 거리 감소함수(distance decay function)이다. 감소함수는 가중치가 급속히 0에 접근하는 거리인 대역폭(bandwidth)을 설정함으로써 수정할 수 있다(Mennis, 2006). Gaussian kernel 함수는 지수함수(exponential function)로서 다음과 같은 형태를 가진다.

$$w_{ij} = \exp\left(-\left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right) \quad (2)$$

여기서 w_{ij} 는 관측치 i 를 가진 모형에서 관측치 i 에 대한 가중치를 나타낸다. d_{ij} 는 관측치 i 와 j 간의 거리를 나타낸다. b 는 kernel bandwidth이다. i 가 측정될 때 다른 관측치의 가중치는 Gauss curve에 근거하여 거리가 멀어짐에 따라 감소된다. 가중치 함수를 설정할 때 적절한 대역폭(bandwidth)을 선택하는 것이 대단히 중요하다.

인근의 범주에 포함될 관측치를 결정하기 위하여 kernel과 대역폭을 선택해야 한다. Kernel에는 고정(fixed)과 적응(adaptive)의 두 가지 종류가 있다. 고정 kernel은 이웃에 포함될 표본의 범주를 결정되어진 고정된 거리(fixed distance)에 따라 선택하는 것이고, 적응 kernel은 결정되어진 인근의 표본 숫자(number of neighbor)에 따라 이웃에 포함될 표본의 범주를 선택하는 것이다.

고정 kernel은 관측치가 정규적으로 위치된 경우에 적합하고, 관측치가 어떤 곳에 밀집되어 있다면 적응 kernel이 더 적합하다. 이 연구에서는 관측치가 장유의 특정 지역 4곳에 밀집되어 있으므로 적응 kernel을 사용하여 분석한다(Fotheringham et al., 2002).

대역폭은 kernel의 크기를 통제하는 것으로 세 가지 방법을 사용할 수 있다.

첫 번째 방법은 분석자가 직접 이웃에 포함될 거리 또는 표본 숫자를 선택하는 것이다. 두 번째 방법은 AIC 값을 최소화할 수 있는 것으로, 이웃에 포함될 거리 또는 표본 숫자를 선택하는 것으로(Su et al., 2012), 최우도 추정 원칙(maximum likelihood principle)에 근거하여 모수를 추정하는 선택기준이다. 세 번째는 cross validation score를 최소화할 수 있는 것으로 이웃에 포함될 거리 또는 표본 숫자를 선택하는 것이다(Bowman, 1984).

가중치함수의 대역폭의 최적화는 GWR모형의 정확도에 큰 영향을 주는데(Chen et al. 2016), 여기서는 일반적으로 가장 많이 사용하는 AIC 값을 최소화할 수 있는 대역폭을 선택하여 분석한다.

토지 가격에 영향을 미치는 요인을 확인하여야 하므로, 공간가중회귀분석을 하기 전에 OLS를 통하여 독립변수를 결정해야 한다. OLS는 분석에 채택된 변수가 의미가 있는 것인가를 r^2 또는 Akaike Information Criterion(AIC)를 통하여 이해하는데 유용하다. r^2 는 0과 1사이의 값으로 나타나는데, 일반적으로 1과 가까우면 모형의 설명력이 좋다고 판단된다. AIC는 어떤 모형이 현상을 잘 나타내고 있는가를 평가하기 위하여 동일한 종속변수에 대하여 두 모형을 비교하는데 유용한 것으로 절대적인 평가 척도는 아니다(Aho, Derryberry and Peterson, 2014). AIC 값이 작을수록 모형의 적합도가 더 높다고 할 수 있는데, 만약 그 값의 차이가 3 미만이라면, 두 모형은 차이가 없는 것으로 판단될 수 있다(Manganelli et al., 2013, p.306).

또 모형의 성과에 대한 다른 중요한 평가 척도는 잔차(residual)에 관한 것이다. 이것은 무작위적인 공간적 분포를 확인하기 위하여 잔차에서 공간적 의존성 여부를 확인하는 것이다. 잔차의 자기상관관계는 Moran's Index로 분석한다. Moran's Index는 공간적 자기상관의 글로벌 척도로서, 그것의 index는 -1에서 1의 값을 가진다. 만약 이 index가 0에 가까우면 자료가 공간적으로 무작위적으로 분포하고 있다는 것이고, index가 0보다 크면 유사한 값들이 밀집해 있다는 것을 나타내고, 0보다 작으면 유사하지 않는 값들이 밀집해 있다는 것을 나타내는 것으로 대조적이고 부정적인 공간적 자기상관관계가 있다는 것이다(Moran, 1948).

2. 변수의 구성과 자료

본 연구에서는 김해시 신도시지역인 장유1동, 장유2동, 장유3동에서 2000년부터 2012년까지 거래된 987건의 나대지 실거래가격을 사용하였다. 실거래가격이 시장 가격과 다를 수 있는 상속 및 증여와 같은 무상취득거래는 제외하였다. 또한 자료가 긴 기간에 걸쳐 있으므로 조사된 실거래가격을 한국감정원이 제공하는 김해시의 월별 (토지지가 지수/100)으로 나눈 값으로 조정된 실질가격을 사용한다.

상당수의 선행연구는 실거래가격을 구하기 어려워 한국감정원이 조사한 표준지 공시지가를 이용하거나, 부동산 중개인의 설문자료를 통해 수집된 자료를 이용하였다. 실거래가격을 이용한 선행연구에서는 적은 수의 표본을 이용하여 분석하는데 그쳤으나, 본 연구에서는 분석대상 자료의 수가 987건에 달하여 실증분석의 통계적 유의성을 높였다.

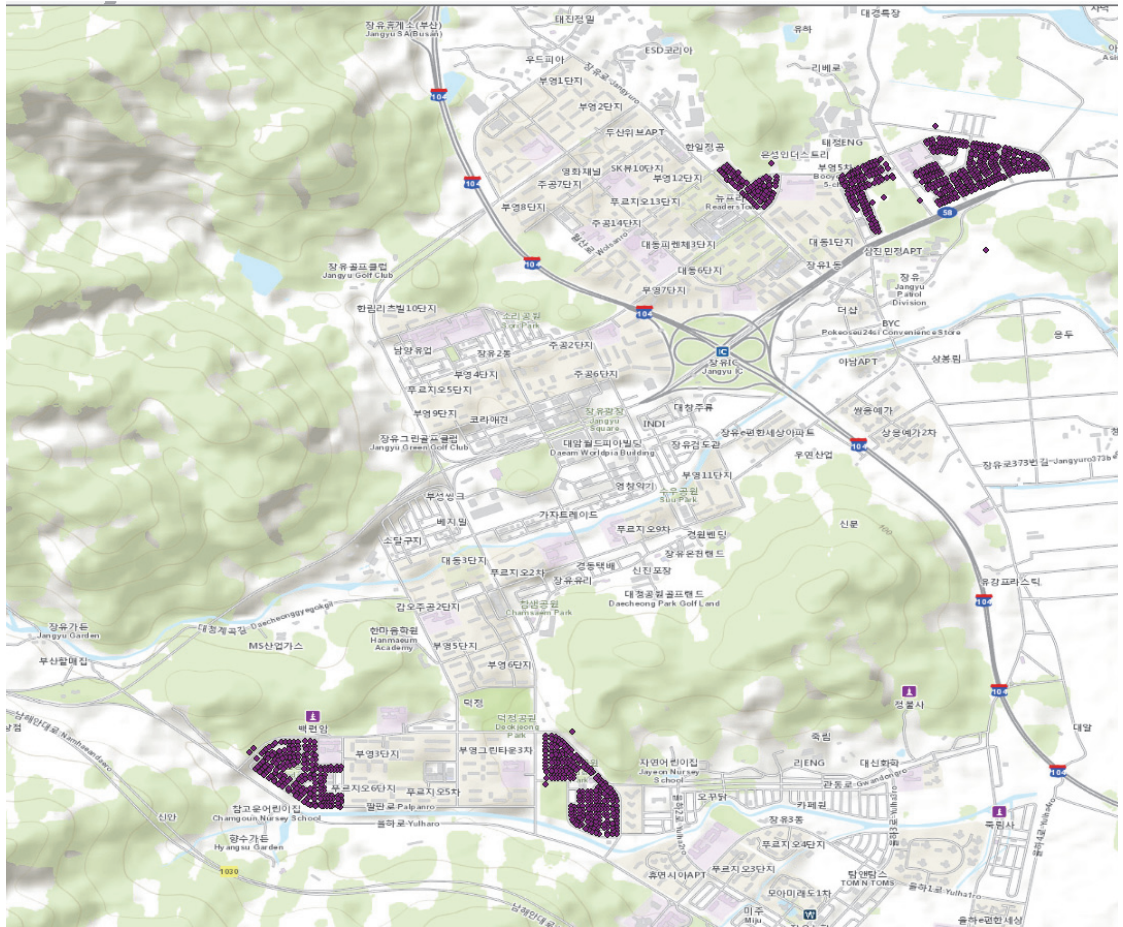
분석대상 자료 중 2006년 이후에 거래된 것은 인근 공인중개사 사무실을 탐문하여 거래가 된 것으로 확인된 토지 주소를 조사한 후, 대법원 인터넷등기소에 접속하여 부동산 등기부등본에 기재된 실거래가격을 매매가격으로 사용하였다. 2006년 실거래가격 신고제도가 시행되기 전의 실거래가격 자료는 인근 공인중개사 사무실에서 보관하고 있는 매매계약서 가격자료를 활용하였다.

2006년부터 국토교통부에서 토지 실거래가격을 공시하고 있으나, 용도지역과 지역명만 나오고, 토지 주소가 공개되지 않아 분석대상 자료로는 적합하지 않다. 또한 2006년 이전에 신축된 건물은 별도로 대지 가격이 등기부등본에 기재되지 않고, 토지와 건물의 합산 거래가격만 공시되어 자료로 사용할 수가 없다.

분석대상 자료의 위치는 <그림 1>에 표시되어 있는데, 장유의 전 지역에 고르게 분포되어 있지 않고, 세 지역에 밀집되어 있다. <그림 1>의 지도에서 오른 쪽 상단은 장유 1동, 중간 하단은 장유 2동, 왼쪽 하단은 장유 3동에 위치한 표본을 표시하고 있다.

자료는 제1종 일반주거지역인 점포 겸용 택지 794필지와 근린생활시설용지 27필지 및 2종 전용주거지역 166필지로 구성되었다. 지구단위계획에 따라 동일한 용도지역을 점포 겸용 택지와

근린생활시설용지로 구분하여 제1종 일반주거지역의 점포 겸용 택지는 40% 이하의 근린생활시설과 60% 이상의 주택을 건축할 수 있는 다가구 점포 겸용 택지로서 건폐율 60%, 용적률 180%, 최고 층수는 3층까지이고, 근린생활시설용지는 건폐율은 60%로 점포 겸용 택지와 동일하나 용적률이 300%로 5층까지 건축할 수 있다. 제2종 전용주거지역 택지는 단독주택만 건축할 수 있으며, 건폐율 50%, 용적률 100%, 최고 층수는 2층까지이다.



<그림 1> 표본의 위치도

변수의 서술적 통계량은 <표 1>에 표시하였다. 평균가격은 약 131,358천 원이며, 최고가격은 약 5,975,351천 원이다. 택지조성 완료 후 경과연수는 평균 3.11년이고, 평균면적은 339.9395 제곱미터이다. 전체 표본 중 소로 한 면만 접하고 있는 택지가 55.53%를 차지하고 있어 가장 많고, 다음으로는 소로 두면과 접하고 있는 각지인 택지가 20.20%를 차지하고 있다. 택지의 형태는 76.65%가 사각형이고, 나머지는 사각형의 형태가 아닌 부정형이다.

분석 대상 택지 면적과 경과연수는 등기부등본의 자료로 조사하였으며, 택지의 형상, 도로접면의 숫자 및 경도와 위도는 googlemap을 이용하여 조사하였다. 접면 도로의 폭은 현지 방문을 통하여 조사하였다.

종속변수인 토지가격은 실거래가격의 로그 값을 사용한다. 독립변수인 용도지역 변수는 제1종 전용주거지역을 기준변수(reference category)로 하여 제1종 일반주거지역을 점포겸용 택지 더미변수와 근린생활시설용지 더미변수를 사용하였다. 점포 겸용 택지 더미변수는 해당 택지가 점포 겸용택지이면 1, 아니면 0으로 처리하였고, 근린생활시설용지 더미변수는 해당택지가 근린생활시설용지이면 1, 아니면 0으로 처리하였다. 이 분석에서는 명목척도가 많아서 더미변수를 많이 사용할 수밖에 없었다.

통제변수로 택지의 구조적 특성 변수로는 도로접면 변수, 사각형 더미변수, 면적 변수, 경과연수 변수를 사용하였다. 도로접면 변수로는 광대소각 더미변수, 광대한면 더미변수, 중로각지 더미변수, 중로한면 더미변수, 소로각지 더미변수를 사용하였다. 소로한면이 기준변수이다.

도로접면 변수는 토지가격비준표⁴⁾에 나와 있는 구분 기준에 따라 분류하였다. 여기서 광대소각은 한 면은 광대로에 접하고, 다른 한 면은 소로(폭 8m 이상 12m 미만)이상의 도로에 접하고 있는 택지, 광대한면은 한 면만 폭 25m 이상의 도로에 접하고 있는 택지, 중로한면은 한 면만 폭 12m 이상 25m 미만의 중로에 접하고 있는 택지, 중로각지는 한 면은 중로에 접하면서, 다른 한 면은 중로 또는 폭 8m 미만의 도로에 접하고 있는 택지, 소로각지는 두 면이 소로에 접하고 있는 택지, 소로한면은 한 면만 소로에 접하고 있는 택지를 의미한다.

사각형 더미변수는 택지의 형상이 사각형이면 1, 아니면 0으로 하였다. 기준변수는 택지 형상이 부정형인 것이다. 일반적으로 택지의 형태가 사각형이 아니고 부정형이면 토지의 활용도가 떨어져 감가요인으로 작용한다(송용철·박헌수, 2012).

다른 여건이 모두 동일하다면, 면적이 넓을수록 택지의 가격은 상승한다(Peiser, 1987; Sirmans, Turnbull and Dombrow, 1997; 송용철·박헌수, 2012). 경과연수 변수는 택지가 조성된 후 매매가 발생한 기간까지의 연수를 나타낸다. 택지 개발로 신규로 택지가 공급되면 처음에는 이웃이 어떻게 형성될지 불확실하고, 주택이 많지 않아 상권이 제대로 형성이 되지 않을 뿐만 아니라, 주변에 학교도 아직 들어오지 않아서 자녀 교육에 지장을 초래할 수 있다. 따라서 개발 사업 완료 후 일정기간이 지나야만 가격이 상승추세로 돌아가는 것이 일반적이다.

연구대상 변수는 <표 1>에 표시하였다.

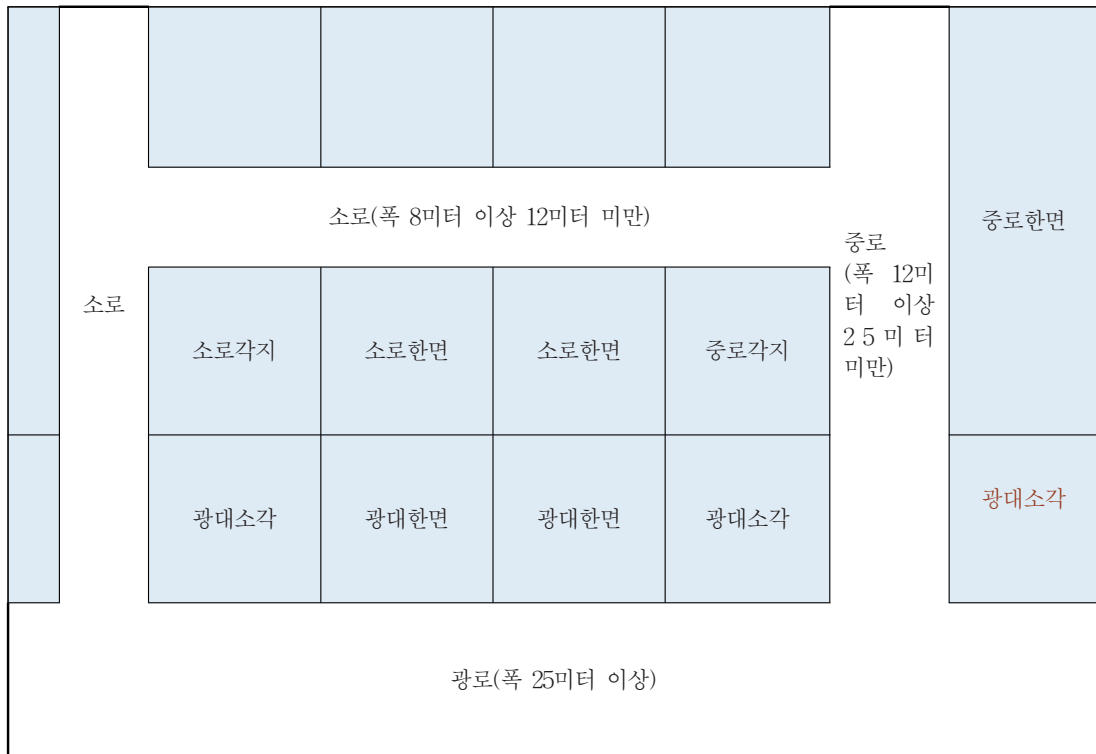
4) 토지가격비준표란 “부동산 가격공시 및 감정평가에 관한 법률” 제3조 제7항에 근거한 지가 산정표이다. 표준지 가격에 토지가격비준표로부터 추출된 가격배율을 곱하여 개별공시지가가 결정된다. 지목, 면적, 용도지역, 기타제한, 도시계획시설, 농지 구분, 비옥도, 경지정리, 임야, 토지이용상황, 고저, 형상, 방위, 도로접면, 도로거리, 철도/고속도로, 폐기물/수질오염 등 18개 항목으로 해당 토지의 가격배율을 결정한다.

<표 1> 변수의 정의

변수명	정의
종 속 변수	
택지 가격	택지가격의 로그값
독 립 변수	
근린생활시설용지 더미변수	제1종 일반주거지역으로 근린생활시설용지이면 1, 아니면 0
주택 겸용 택지 더미변수	제1종 일반주거지역으로 점포주택 겸용 택지 지역이면 1, 아니면 0
광대소각 더미변수	광대로에 한 면이 접하고 소로(폭 8m 이상 12m 미만)이상의 도로에 한 면 이상 접하고 있는 택지이면 1, 아니면 0
광대한면 더미변수	폭 25m 이상의 도로에 한 면이 접하고 있는 택지이면 1, 아니면 0
중로각지 더미변수	중로에 한 면이 접하면서 중로, 소로 및 자동차 통행이 가능한 폭 8m 미만의 도로에 한 면이 접하고 있는 택지이면 1, 아니면 0
중로한면 더미변수	중로에 한 면만 접하고 있는 택지이면 1, 아니면 0
소로각지 더미변수	소로에 한 면이 접하면서 소로, 자동차통행이 가능한 8m 미만의 도로에 한 면 이상 접한 택지이면 1, 아니면 0
사각형더미변수	택지 모양이 사각형이면 1, 아니면 0
면적(m ²)	해당 택지의 면적
경과연수	해당 택지가 개발된 후 경과연수

<표 2> 변수의 기초통계량

	평균	표준편차	최소값	중앙값	최대값
가격(천원)	131,358	355,082	68,099	92,200	5,975,351
근린생활시설용지	0.0293	0.1688	0	1	1
점포 겸용 택지	0.8271	0.3784	0	1	1
전용주거지역	0.1729	0.3784	0	0	1
광대소각	0.0680	0.2519	0	0	1
광대한면	0.0670	0.2502	0	0	1
중로각지	0.0457	0.2089	0	0	1
중로한면	0.0629	0.2430	0	0	1
소로각지	0.2020	0.4017	0	1	1
소로한면	0.5553	0.4973	0	0	1
사각형	0.7665	0.4233	0	1	1
부정형	0.2335	0.4233	0	0	1
면적(m ²)	339.9395	1080.209	179.5	231.1	14,957
경과연수	3.1137	2.6567	0	4	12



<그림 2> 도로접면 변수의 사례

IV. 실증분석 결과

OLS 분석결과가 <표 3>에 표시되었다. 분석 결과 모형은 정확한 것으로 나왔다. 선형분석 모형의 안정성을 분석하기 위하여 RESET 분석을 한 결과 F통계량의 p-값이 0으로 나와서 선형모형이 문제가 없는 것으로 나타났다. 그리고 모든 변수의 분산팽창계수 값이 1보다 약간 높은 것으로 나타나 다중공선성의 가능성은 거의 없는 것으로 보였다. <표 3>에 표시된 대로, 대부분의 변수는 통계적으로 유의적이고, 변수의 부호도 주택점포 겸용택지 더미변수와 경과연수 변수를 제외하고는 예상한 대로 나타났다. 모형의 설명력을 나타내는 조정된 수정계수값은 약 90.1%로 매우 높게 나왔다.

<표 4>는 공간가중회귀분석을 사용하여 분석한 결과를 표시하고 있다. OLS 분석에서 추출된 잔차에 대한 Moran's Index가 0.1769로 1% 수준에서 통계적으로 유의적이었고, LM(lag), Robust LM(lag), LM(error), Robust LM(error) 및 LM(SARMA)의 통계량도 1% 유의수준에서 통계적으로 유의적으로 나타나 택지가격이 공간적 의존성이 있는 것으로 보이므로 공간가중회귀분석을 하였다. 공간가중회귀분석모형 잔차의 Moran's Index는 0.1317으로 잔차가 여전히 공간 자기회귀를 하고 있으나, 그 정도가 26% 정도 감소하였으므로 GWR모형이 더 우수한 것으로 볼 수 있다. 모형의 적합도를 평가하는 지표 중의 하나인 AIC 값도 OLS모형이 -1,283으로 나타났다. GWR모형은 -2,940로 더 작은 값을

나타내고 있어 GWR 모형이 더 우수한 것을 알 수 있다. 또한 모형의 설명력을 나타내는 조정된 수정계수값도 90.9%로 OLS모형보다 약간 더 크게 나왔다.

공간가중회귀분석의 회귀계수는 비모수적이므로 모수적인 회귀계수인 OLS모형의 결과와 직접적으로 비교하기는 어려우나, OLS모형의 회귀계수와 공간가중회귀분석 회귀계수의 평균값을 비교하면 부호는 동일하고, 그 값도 비슷하게 나타났다.

두 개의 실증분석결과를 가지고 보면, 예상과는 다르게 점포 겸용 택지 더미변수의 부호가 음의 값으로 나와서 점포 겸용 택지의 가격이 주거전용지역의 택지가격보다 낮은 것으로 분석되었다. 공간가중회귀분석에서는 회귀계수 값이 $-0.0540 \sim -0.0162$ 로 나와서 일부 표본에서는 점포 겸용 택지가 주거전용지역택지보다 가격이 더 높은 것으로 나타났다. 점포 겸용 택지가 주거전용지역에 비하여 용적률이 80%가 높고, 3층까지 건축이 가능함에도 불구하고 다른 요인이 동일한 경우 택지가격은 낮은 것은 주거전용지역이 녹지지역과 가까운 완만한 경사를 가진 언덕에 위치하고 있는 지형상의 유리한 점에 기인하는 것으로 추정된다. 일반적으로 주택지로서는 완만한 언덕이 가장 편의성이 좋은 것으로 인정받고 있다(McKenzie and Betts, 2006, p.147).

근린생활시설용지는 OLS모형에서 회귀계수가 0.5960, 공간가중회귀분석모형에서는 회귀계수가 0.6830~0.7080으로 나와서 모든 표본에서 전용주거지역 택지보다 가격이 높게 평가된 것으로 나타났다. 이것은 근린생활시설용지는 용적률이 300%로 매우 높고, 5층까지 건축이 가능하므로 토지의 활용도가 매우 높기 때문인 것으로 보인다.

접면도로변수로는 OLS모형에서는 중로한면,

공간가중모형에서는 중로각지가 가장 선호하는 형태로 나타나고, 두 가지 모형 모두 다 광대한 면이 소로한면에 비하여서도 선호되지 않는 접면도로의 형태로 나타났다. 이것은 주택지가 한 면만 광로에 접하고 있으면 소음이 많고, 공기의 질이 좋지 않을 뿐만 아니라, 차량 출입구가 광로에 있어 도로 중앙선으로 인하여 우측으로 일방통행만 가능하여 교통의 편의성이 좋지 않는 것에 연유한 것으로 추정된다.

소로보다는 중로를 접하고 있는 택지가 가격이 높은 것으로 나타났다. 우리나라 주택은 주차공간을 가지고 있지 않거나, 건축물 준공검사시 주차공간이었던 것을 다른 용도로 불법 전용하여 자기 주택의 접면도로에 주차를 하는 경우가 많다. 따라서 소로에서는 도로 양측에 주차가 되어 차량의 교행이 불가능하고, 화재 발생시 소방차 등 응급차량의 진입로를 막아 골든타임을 놓칠 위험이 많다는 것이 반영된 것으로 보인다(장재민·김태형, 2017). 중로는 도로 폭이 넓어서 도로 양측에 주차가 되어 있더라도 차량 통행에 지장이 없다.

사각형 더미변수의 회귀계수가 양의 값으로 나타나, 토지의 형태는 사각형 토지가 그렇지 않은 토지에 비하여 선호되는 것으로 분석되었다. 면적은 회귀계수의 값이 매우 적게 나왔는데, 이것은 표본 간의 면적 차이가 크지 않은 것에 기인하는 것으로 보인다.

경과연수 변수는 예상과는 다르게 회귀계수의 부호가 음의 값으로 나왔다. 이것은 2008년도 세계 금융위기 때 장유의 택지가 김해 다른 지역의 토지에 비하여 상대적으로 가격이 하락한 것에 기인하는 것으로 보인다.⁵⁾ 미국에서도 2008년 금융위기 때 신규 개발지역이 학교와 상가 등의 인프라가 부족하여 주택가격이 더 많이 하락하였다.

5) 이 논문에는 제시하지 않았으나 OLS 모형에 2008년도 이후 거래된 것을 더미변수로 한 것을 추가하고 회귀분석 결과 회귀계수 -0.0735 로 1% 수준에서 유의적으로 나타났다.

<표 3> OLS모형 실증분석 결과

변수명	회귀계수	t- 통계량	분산팽창 계수	p-값	Robust t-통계량
상수항	8.1349	571.8780		0.0000	684.3609***
근린생활시설용지 더미변수	0.5960	22.1231	1.24	0.0000	18.9283***
점포 겸용 택지 더미변수	-0.0866	-7.8655	1.32	0.0000	-6.1005***
광대소각 더미변수	0.0577	3.4483	1.25	0.0006	2.2172**
광대한면 더미변수	0.0140	0.8417	1.07	0.4002	0.7463
중로각지 더미변수	0.1220	6.5725	1.12	0.0000	3.8477***
중로한면 더미변수	0.1264	7.6712	1.13	0.0000	4.6808***
소로각지 더미변수	0.0434	4.0226	1.13	0.0001	7.5296***
사각형 더미변수	0.0322	3.3609	1.04	0.0008	3.3834***
면적(m ²)	0.00006	72.6584	1.33	0.0000	17.0031***
경과연수	-0.0094	-6.0197	1.04	0.0000	-8.4868***
조정된 수정계수값			0.9014		
F-통계량			938.0496***		
AIC			-1,283.5797		

주석: p: ***<0.01, p: **<0.05

<표 4> 공간가중회귀모형 실증분석결과

변수	회귀계수 평균	회귀계수 최소값	회귀계수 최대값	회귀계수 중앙값	표준편차	t- 통계량	OLS 회귀계수
상수항	8.1029	8.0689	8.1281	8.1252	0.0253	776.6578	8.1350***
근린생활시설용지 더미변수	0.6969	0.6830	0.7080	0.6915	0.0072	37.3769	0.5961***
점포겸용 택지 더미변수	-0.0222	-0.0540	0.0162	-0.0506	0.0324	-2.5732	-0.0866***
광대소각 더미변수	0.0378	0.0059	0.0557	0.0351	0.0127	3.5130	0.0577***
광대한면 더미변수	-0.0046	-0.0201	0.0005	-0.0048	0.0021	-0.3832	0.0140
중로각지 더미변수	0.0370	0.0281	0.0479	0.0314	0.0080	2.4928	0.1220***
중로한면 더미변수	0.0208	0.0053	0.0580	0.0150	0.0116	1.5628	0.1264***
소로각지 더미변수	0.0424	0.0234	0.0537	0.0369	0.0091	6.1145	0.0434***
사각형 더미변수	0.0132	0.0101	0.0228	0.0136	0.0014	2.0849	0.0322***
면적(m ²)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	49.6000	0.00006***
경과연수	-0.0126	-0.0147	-0.0107	-0.0133	0.0015	-11.4268	-0.0094***
조정된 수정계수				0.9095			
Bandwidth				2,712.4096			
Effective Nember				24.4246			
Sigma				0.0654			
Residual Squares				4.7547			
AIC				-2,940.3696			

주석: p: ***<0.01, p: **<0.05

<표 5> OLS 잔차의 공간적 의존성 분석결과

A: LM Test

Test	Value	p-value
Lagrange Multiplier (lag)	628.6876	0.0000
Robust LM (lag)	370.6623	0.0000
Lagrange Multiplier (error)	343.4220	0.0000
Robust LM (error)	85.3967	0.0000
Lagrange Multiplier (SARMA)	714.0843	0.0000

B: Moran's Index

Moran's Index	0.1769
Variance	0.00008
z-score	20.0895
p-value	0.0000

<표 6> GWR 잔차의 공간적 의존성 분석결과

Moran's Index	0.1317
Variance	0.00004
z-score	20.7614
p-value	0.0000

V. 결 론

여기서는 신도시지역인 김해 장유의 택지의 실거래가격을 이용하여 공간적 의존성을 반영한 공간가중회귀분석으로 용도지역, 도로접면 상태, 토지의 형상, 면적 및 경과연수가 택지가격에 미치는 영향을 분석하였다. 김해 장유는 2000년에 신도시 개발이 시작되어 택지의 실거래가격 자료를 비교적 쉽게 구할 수 있다는 장점이 있다.

우리나라의 선행연구에서는 택지의 실거래가격을 대상으로 공간적 의존성을 고려한 실증분석이 거의 없는 상황에서 이 연구는 987건의 실거래자료를 이용하여 분석하였다는 점에서 그 의미가 크다고 볼 수 있다.

실증분석 결과 전통적인 회귀분석과 공간가중회귀분석의 결과는 크게 다르지 않았다. 그러나 잔차를 가지고 Moran's Index를 계산한 결과 지수가 26% 감소하여 잔차의 공간적 자기상관 문제가 상당히 해소되었다.

회귀분석모형과 공간가중회귀분석의 변수의 부호 중 점포 겸용 택지 더미변수와 경과연수 변수의 부호가 예상과는 다르게 음의 값을 보였다. 이것은 점포 겸용 택지는 평지에 위치해 있으나 주거전용지역 택지는 산기슭에 위치해 완만한 언덕이어서 풍광과 공기의 질이 좋은 것에 기인하는 것으로 추정된다. 이것은 용도지역과 같은 공간사용 규제보다도 지형이 가격에 미치는 영향이 더 크게 나타난 것이다. 점포 겸용 택지는 용적률이 높고, 3층까지 건축이 가능하고,

점포도 지을 수 있다는 장점이 있으나 주거지역의 편의성 측면에서는 주거전용지역에 비하여 떨어지고 있다. 우리나라에서 주거전용지역은 많지 않고, 점포 겸용 택지에 비하여 낮은 가격에 거래되고 있다는 점에서 장유지역의 결과는 특이하다고 볼 수 있다. 이것은 장유가 다른 산업기반이 없고, 창원의 베드타운으로 건설되었으므로 주거지역의 편의성이 용적률과 같은 공간사용규제보다 가격에 더 크게 반영된 것이기 때문으로 보인다.

지방자치단체는 그 지역의 토지 가치를 높이기 위하여 용적률과 건폐율을 상향 조정하는 경우가 많은데, 이것이 능사는 아닌 것으로 보인다. 오히려 지방자치단체가 녹지와 공원을 확충하는 것이 주거지역의 가치를 높일 수 있을 것이다.

택지를 이용하여 주택을 공급하는 건설회사는 용적률이 높은 아파트를 공급하기 보다는 녹지와 공원이 많은 쾌적한 주택을 공급하는 것이 주택의 가치를 높일 수 있다는 것에 유념해야 할 것이다.

예상대로 점면도로 현황은 중로가 가장 선호되는 것으로 나타났다. 광로는 소음과 배기가스로 자연환경이 좋지 않고, 차량 출입도 광로한면은 광로방향으로의 차량출입구만 있어 차량 진출입이 상당히 어렵다는 단점이 있다. 소로는 소음과 배기가스가 적고, 프라이버시가 보호된다는 장점은 있으나 도로 양측에 무질서한 차량주차로 인하여 차량통행에 지장이 많아서 감가요인으로 작용한 것으로 추정된다.

예상과 다르게 경과연수 변수가 음의 값을 보여서 시간이 지날수록 택지 가격이 하락한 것으로 나타났다. 이것은 2008년의 세계적인 금융위기 시기에 신개발지역인 장유의 토지 가격의 하락폭이 김해시의 다른 나대지보다 큰 것에 기인한 것으로 보인다.

이 연구는 김해 장유 신도시를 연구지역으로

한정하였으므로 이 연구결과를 다른 지역에도 적용되는 것으로 일반화하기에는 다소 어렵다는 한계점이 있다.

향후의 연구과제는 다음과 같다.

첫째, 주거지역과 함께 위치한 상업지역의 자료를 추가하여 주거지역과 상업지역이라는 용도지역의 차이가 토지가격에 주는 영향을 분석하여야 한다.

둘째, 주거지역으로 지형이 동일하나 용도지역이 1종주거일반지역과 주거전용지역으로 다른 자료를 이용한 추가 분석이 필요하다.

셋째, 중심상업지역 또는 전철역과의 접근성이 토지가격에 미치는 영향에 대한 분석이 필요하다. 장유는 중심상업지역이 아직 활성화되지 않았고, 전철은 존재하지 않아서 변수로 사용할 수가 없었다.

넷째, 공간가중회귀분석 이외의 공간의존성을 반영한 다른 실증분석 모형을 이용하여 분석할 필요가 있다. 공간의존성을 반영한 새로운 모형이 계속 개발되고 있다.

참고문헌

1. 강창덕(2014), “토지이용 접근성과 중심성의 토지가격 효과 연구—서울시를 사례로”, *서울도시연구*, 15(3), 19-40.
2. 김선주·김효곤·김재태(2012), “토지 실거래 가격 결정요인에 관한 연구: 충남 당진을 중심으로”, *주거환경*, 10(2), 33-47.
3. 김영선(2007), “부동산 정책으로 인한 부동산 가격 변동에 관한 연구—아파트 가격을 중심으로”, *경영과 정보연구*, 20, 17-32.
4. 김영선(2008), “주택 금융환경이 주택가격에 미치는 영향에 관한 연구—수도권을 중심으로”, *경영과 정보연구*, 25, 321-337.

5. 서경천 · 이성호(2001), “지가의 공간적 변동에 따른 입지대역의 분석에 관한 연구—공간적 자기상관을 고려한 방법론을 중심으로”, *국토계획*, 36(1), 55-71.
6. 송용철 · 박현수(2012), “공간계량경제 접근방법을 이용한 농지가격추정에 관한 연구: 수도권 근교농지를 중심으로”, *국토연구*, 72, 121-140.
7. 장재민 · 김태형(2017), “불법주정차의 사회적 비용에 기반한 주차정책방향에 대한 연구”, *교통연구*, 24(3), 45-59.
8. 조태형 · 최병오 · 장경철 · 김은우(2015), “우리나라 토지자산 장기시계열 추정”, *BOK 경제리뷰*.
9. Alston, J. M.(1986), “An analysis of growth in U.S. farmland prices: 1962-82”, *American Journal of Agricultural Economics*, 68, 1-9.
10. Asabere, P.K.(1990), “The value of a neighborhood street with reference to the Cul-de-Sac”, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 3, 185-193.
11. Godwin, B. K., A. K. Mishra and F. N. Ortalo-Magné(2003), “What’s wrong with our models of agricultural land values?”, *American Journal of Agricultural Economics*, 85, 744-752.
12. Adams, F. G., G. Milgramm, E. W. Green. C. Mansfield(1968), “Undeveloped land prices during urbanization: a micro-empirical study over time”, *Review of Economics and Statistics*, 50, 248-258.
13. Aho, K., D. Derryberry and T. Peterson (2014), “Model selection for ecologists: the world views of AIC and BIC”, *Ecology*, 95, 631-636.
14. Bowman, A. W.(1984), “An alternative method of cross-validation for the smoothing of density estimates”, *Biometrika*, 71(2), 353-360.
15. Boyle, M. A. and K. A. Kiel(2001), “A survey of house price hedonic studies of the Impact of environmental externalities”, *Journal of Real Estate Literature*, 9, 117-144.
16. Brigham, E. F.(1965), “The determinants of residential land values”, *Land Economics*, 41, 325-334.
17. Brunson, C., A.S. Fotheringham and M.E. Charlton(1996), “Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity”, *Geographical Analysis*, 28 (4), 281-298.
18. Cajias, M. and S. Ertl(2018), “Spatial effects and non-linearity in hedonic modeling: will large data sets change our assumptions”, *Journal of Property Investment and Finance*, 36(1), 32-49.
19. Chen, M., W. Liu and D. Lu(2016), “Challenges and the way forward in China’s new-type urbanization”, *Land Use Policy*, 55, 334-339.
20. Chen, W., Y. Shen, Y. Wang and Q. Wu(2018), “How do industrial land price variations affect industrial diffusion? evidence from a spatial analysis of China”, *Land Use Policy*, 71, 384-394.
21. Davis, M. A. and J. Heathcote(2007), “The price and quantity of residential land in the United States”, *Journal of Urban Economics*, 54, 2595-2620.
22. Dyer, R. F. and D. P. McMillen(2007), “Teardowns and land value in the Chicago Metropolitan area”, *Journal of Urban*

- Economics*, 61, 45-63.
23. Evans, A. W.(1987), House prices and land prices in the south east: A Review, London; House-Builders' Federation.
 24. Fischel, W. A.(2004), "An economic history of zoning and a cure for its exclusionary effects", *Urban Studies*, 41(2), 317-340.
 25. Fotheringham A. S., C. Brunsdon and M. E. Charlton(2002), *Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationship*, Chichester; Wiley.
 26. Glaeser, E. L. and B. A. Ward(2009), "The causes and consequences of land use regulation: evidence from greater Boston", *Journal of Urban Economics*, 65, 265-278.
 27. Glaeser, E. L. and J. Gyourko(2003), "The impact of building restrictions on housing affordability", *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, 9, 21-39.
 28. Helsley, R. W. and W. C. Strange(1995), "Strategic growth controls", *Regional Science and Urban Economics*, 25, 435-460.
 29. Hodge, G.(2014), *Planning canadian communities*, Toronto: Thomson.
 30. Hui, ECM, C. K., Chau, L. Pun and MY Law(2007), "Measuring the neighboring and environmental effect on residential property value: using spatial weighting matrix", *Building and Environment*, 42, 2333-2343.
 31. Ihlanfeldt, K. R.(2007), "The effect of land use regulation on housing and land prices", *Journal of Urban Economics*, 61, 420-435.
 32. Kok, N., P. Monkkonen and J. M. Quigley (2014), "Land use regulations and the value of land and housing: an Intra-metropolitan analysis", *Journal of Urban Economics*, 81, pp.136-148.
 33. Kostov, P.(2009), "A spatial quantile regression hedonic model of agricultural land prices", *Spatial Economic Analysis*, 4(1), 53-72.
 34. Kowalski, J. G. and C. C. Paraskevopoulos (1990), "The impact of location on urban industrial land prices", *Journal of Urban Economics*, 27(1), 16-24.
 35. Lamar, A.(2015), "Zoning as taxidermy: neighborhood conservation districts and the regulation of aesthetics", *Indiana Law Journal*, 90, 1525-1590.
 36. Larson, W.(2015), "New estimates of value of land of the Unites States", *BEA Working Paper*, Bureau of Economic Analysis.
 37. Matthews, J. and G. Turnbull(2007), "Neighborhood street layout and property value: the interaction of accessibility and land use mi"x, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 35(2), 111-141.
 38. Manganelli, B., P. Pontrandolfi, A. Azzato, and B. Murgante(2014), "Using geographically weighted regression for housing market segmentation", *International Journal of Business Intelligence and Data Mining*, 9(2), 161-177.
 39. McMillen, D. P. and J. F. McDonald(2002), "Land values in a newly zoned city", *Review of Economics and Statistics*, 84(1), 62-72.
 40. Meenis J.(2006), "Mapping the results of geographically weighted regression", *The Cartographic Journal*, 43, 171-179.
 41. Mechenzie, D. J. and R. M. Betts(2006),

- Essentials of Real Estate Economics*, Thomson South-Western.
42. Mohring, H.(1961), Land values and the measurement for highway benefits, *Journal of Political Economy*, June, 236-249.
 43. Moran, P.(1948), "The interpretation of statistical maps", *Journal of Royal Statistical Society*, 10, 243-251.
 44. Mulley, C.(2014), "Accessibility and residential land value uplift: identifying spatial variations in the accessibility impacts of a bus transitway", *Urban Studies*, 51(8), 1707-1724.
 45. Ohls, J. C., R. C. Weisberg and M. J. White(1974), "The effects of zoning on land value", *Journal of Urban Economics*, 1(4), 428-444.
 46. Peiser, R. B.(1987), "The determinants of nonresidential urban land Values", *Journal of Urban Economics*, 22(3), 340-360.
 47. Peng, R. and W. C. Wheaton(1994), "Effects of restrictive land supply on housing in Hong Kong: an econometric analysis", *Journal of Housing Research*, 5, 263-291.
 48. Rosenthal, S. S. and R. W. Helsey(1994), "Redevelopment and the urban land price gradient", *Journal of Urban Economics*, 35, 182-200.
 49. Saiz, A.(2010), The Geographic "determinants of housing supply", *Quarterly Journal of Economics*, 125, 1253-1296.
 50. Sheng, J., X. Han and H. Zhou(2017), "Spatially varying patterns of afforestation /reafforestation and socio-economic factors in China: a geographically weighted regression approach", *Journal of Clean Production*, 153, 362-371.
 51. Sirmans, C. F., G .K. Turnbull and J. Dombrow(1997), "Residential development, risk, and land prices", *Journal of Regional Science*, 37(4), 613-628.
 52. Stone, M.(1977), "An asymptotic equivalence of choice of model by cross-validation and Akaike's criterion", *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 39(1), 44-47.

Abstract

A Geographically Weighted Regression on the Effect of Regulation of Space Use on the Residential Land Price

– Evidence from Jangyu New Town –

Kang, Sun-Duk* · Park, Sae-Woon** · Jeong, Tae-Yun***

In this study, we examine how land use zoning affects the land price controlling other variables such as road-facing condition of the land, land form, land age after its development and land size. We employ geographically weighted regression analysis which reflects spatial dependency as methodology with a data sample of land transaction price data of Jangyu, a new town, in Korea. The results of our empirical analysis show that the respective coefficients of traditional regression and geographically weighted regression are not significantly different. However, after calculating Moran's Index with residuals of both OLS and GWR models, we find that Moran's Index of GWR decreases around 26% compared to that of OLS model, thus improving the problem of spatial autoregression of residuals considerably. Unlike our expectation, though, in both traditional regression and geographically weighted regression where residential exclusive area is used as a reference variable, the dummy variable of the residential land for both housing and shops shows a negative sign. This may be because the residential land for both housing and shops is usually located in the level area while the residential exclusive area is located at the foot of a mountain or on a gentle hill where the residents can have good quality air and scenery. Although the utility of the residential land for both housing and shops is higher than its counterpart's since it has higher floor area ratio, amenity which can be explained as high quality of air and scenery in this study seems to have higher impact in purchase of land for housing. On the other hand, land for neighbourhood living facility seems to be valued higher than any other land zonings used in this research since it has much higher floor area ratio than the two land zonings above and can have a building with up to 5 stories constructed on it. With regard to road-facing condition, land buyers seem to prefer land which faces a medium-width road as expected. Land facing a wide-width road may have some disadvantage in that it can be exposed to noise and exhaust gas from cars and that entrance may not be easy due to the high speed traffic of the road. In contrast, land facing a narrow road can be free of noise or fume from cars and have privacy protected while it has some

* Ph D. Candidate, Dept. of Business Administration, Changwon Natinal University, okrkdtnsejr@hanmail.net

** Professor, Dept. of Business Administration, Changwon Natinal University, assw@changwon.ac.kr

*** Adjunct Professor, Dept. of Business Administration, Changwon Natinal University, tigerj7@changwon.ac.kr

inconvenience in that entrance may be blocked by cars parked in both sides of the narrow road. Finally, land age variable shows a negative sign, which means that the price of land declines over time. This may be because decline of the land price of Jangyu was bigger than that of other regions in Gimhae where Jangyu, a new town, also belong, during the global financial crisis of 2008.

Key Words: Geographically Weighted Regression, Korean Real Estate Market, Residential Land Price, Regulation of Space Use, Use Zoning