

공간통계를 이용한 공주시의 시공간적 지가변화패턴 분석

An Analysis on the Change Pattern of Spatio-Temporal Land Price in Gongju City Using the Geostatistical Methods

김정희*
Kim, Jung Hee

要 旨

본 연구는 행정중심복합도시 건설에 따라 이에 편입되는 지역과 그 주변지역을 포함한 공주시를 대상으로 지가의 시공간적 변화패턴을 파악하는데 목적이 있다. 이를 위해 2000년, 2005년, 2010년을 기준시점으로 209개의 동/리별 평균지가를 산출하여 GIS데이터를 구축하였다. 분석방법으로는 크게 3가지 측면으로 구분할 수 있다. 먼저 공간통계기법의 일종인 크리깅 보간에 의한 5년 단위의 지가변화 추이를 파악하였다. 둘째, 동서축과 남북축의 방향별 변화패턴을 알아보기 위해 경향분석(trend analysis)을 실시하였다. 셋째, 시점별 지가중심점의 이동 방향을 살펴 보기 위해 지가를 가중치로 하여 가중평균중심점(weighted mean center)을 산출하였다. 그 결과 지목(Land Category)별 지가변화추세는 행정중심복합도시에 편입되는 동부지역에서 높은 성장세를 보이는 것으로 나타났고, 중심점의 이동방향 역시 동북부지역으로 편중되는 현상을 보였다.

핵심용어 : 지가, 크리깅, 경향분석, 가중평균중심

Abstract

This study aims to identify spatio-temporal land price change pattern in Gongju city including the area incorporated and surrounding area depending on the Multifunctional Administrative City Construction. For this, GIS data was built by calculating the average land price each 209 Dong and Ri by the time of the year 2000, 2005 and 2010 based on. The first, the change in the land price was to identify in the 5-year intervals through a kriging interpolation as a kind of geostatistical techniques. The second, a trend analysis was conducted to know directional change pattern of the east-west axis and the north-south axis. Finally, the weighted mean center was calculated by the land price at a weight to examine moving direction on the center point of land price, point of view. The result is that the land price change pattern appeared visible higher growth on the eastern built in the Multifunctional Administrative City, moving direction on the center point of the land price appeared that the phenomenon was concentrated in the northeastern area.

Keywords : Land Price, Kriging, Trend Analysis, Weighted Mean Center

1. 서 론

일반적으로 지가(land price)는 도시적·비도시적 토지이용을 불문하고, 실제의 이용가치를 반영한 가격이라고 할 수 있다. 이러한 이용가치는 그 자체로서의 생산성이나 수익성에 따라 달라지기도 하지만, 주변의 토지이용 상황이나 정책, 사회경제적 환경과의 상호작용에 따라서도 변화한다. 복합적인 맥락을 내포한다는 측면에서 지가는 지역성을 가장 잘 나타내주는 요소라 볼

수 있다.

특히 우리나라에서는 국토의 균형발전이라는 공간 계획 하에 행정중심복합도시(이하 “세종시”라 함) 건설이 추진되고 있고, 이에 편입된 지역이나 그 주변지역에서는 급격한 지가변화가 예상되고 있다. 세종시는 2003년에 입지선정기준안이 마련되었고, 2005년에 충청남도 연기군 금남면, 남면, 동면과 공주시 장기면, 반포면 일원으로 약 72.9km²에 해당하는 지역을 예정지역으로 고시하였다. 그 후 2010년에 세종시 발전방안이 발표

2012년 2월 2일 접수, 2012년 3월 13일 채택

* 정희원 · 남서울대학교 공과대학 GIS공학과 강사(bear0819@paran.com)

되고, 본격적으로 중앙행정기관 이전계획과 아파트 분양공고가 시행되었다(백기영외, 2011).

본 논문에서는 공주시를 대상으로 개발계획이 수립되기 전인 2000년과, 예정지역으로 선정되었던 2005년, 본격적인 발전방안이 발표되었던 2010년의 지가자료를 이용하여 시공간상의 지가변화패턴을 분석하고자 한다. 공주시는 세종시에 편입되는 지역과 예정지역, 그 주변지역을 다 포함하고 있는 행정구역으로 세종시와 그 주변지역을 대표할 수 있는 지역으로 사료된다. 이를 위해 공간통계기법의 일종인 크리깅(kriging)을 이용하여 각 5년간의 지가변화가 공간상에서 어떠한 패턴으로 분포하는 지를 분석하고, ArcGIS 10.0의 Geostatistical Analyst 모듈을 통해 지도화하고자 한다.

2. 선행연구

산업이 발달하고 도시화가 진행되면서 토지이용의 형태나 공간구조는 다양하게 변화하고 있다. 그러나 다변화구조에서도 유사한 도시공간을 형성하게 하는 메커니즘이나 공간적 질서가 존재한다는 관점에서 이를 규명하려는 시도가 끊임없이 이루어지고 있다(Hillier, 2007; Pacione, 2005). 다양한 사회·경제적 제현상이 복합적으로 이루어지는 공간상에서 이를 투영할 수 있는 지표가 지가라 할 수 있다. 지가를 이용한 연구는 주로 지가분포와 도시공간구조, 지가예측이나 지가산정과 같은 주제들을 다루며 최근에는 보다 정교한 분석방법인 GIS를 이용한 연구방법들이 다양하게 제시되고 있다.

채미옥(1998)은 서울시를 대상으로 도시공간구조의 변화를 지가분포 측면에서 분석하고, 지가의 공간적 분포에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 구동회(2010)는 부산시의 표준지공시지가 자료를 이용하여 각 동별 최고지가와 평균지가의 실제값과 표준점수(Z-score)를 산출하고, 이를 1997년, 2003년, 2006년의 세 시점을 기준으로 지가의 공간적 분포를 분석하였다. GIS를 활용한 공간구조에 관한 연구로 서경천과 이성호(2001)는 지가에서 설명되지 못하는 주변 환경변수를 찾고 공간의존성을 어느 정도 극복하기 위해 GIS의 공간 보간 기법을 도입하여 지가에 내재한 입지지대를 파악하였다. 김홍관(2006)은 GIS를 활용한 부산시 공간구조변천에 관한 연구를 통하여 지가변화를 통한 도시화의 분포 패턴을 분석하였다. 정대영 외(2009)는 대전광역시 의 개별공시지가를 토대로 한 중심성 측정, 분포도 작성 등을 통해 중심지와외의 관련성을 파악하였다. 또한 크리깅기법을 이용하여 도시내 용도지역별 지가의 공

간상의 분포패턴을 모델링하는 연구도 시도되었다(Jun and Yehua, 2004).

이상에서 살펴본 바와 같이 지가분포의 패턴연구는 주로 대도시를 위주로 시행되어왔다. 그러나 최근 국토의 균형발전의 일환으로 충청남도 연기군과 공주시 일원이 세종시 건설에 포함되면서 그 주변지역까지도 공간상의 변화가 예상되고 있다. 따라서 본 연구에서는 지가자료를 통해 공간변화가 어떠한 패턴으로 나타나는 지를 규명하고자 한다. 이를 위해 크리깅 기법을 이용하여 미측정 지점에 대한 지가의 유추를 통해 공간상에 분포하는 패턴을 파악하고자 한다.

3. 지가패턴 분석에 대한 이론적 고찰

3.1 분포의 중심성 분석

공간분포의 집중정도를 분석하기 위해 일반적으로 중심점을 측정한다. 중심성을 측정하는 방법으로는 중위점(median center), 평균중심점(mean center), 가중평균중심점(weighted mean center)등을 들 수 있다.

먼저 중위점은 특정 지점에서 모든 점까지의 거리 합이 최소가 되는 지점을 의미한다(이희연, 1995). 이를 위해 동일한 수의 점을 갖는 직교축의 교차점을 구해야 하지만, 이 교차점이 하나이상 존재 할 수 있으므로 실제로 정확한 위치를 찾아내기가 쉽지 않다. 둘째, 평균중심점은 다양한 점의 x, y좌표의 평균을 구하는 방법으로 공간상에 산재해 있는 점들의 중심 위치라고 할 수 있다. 여기에 단순히 공간상의 위치가 아니라 인구수나 지가와 같은 특정 속성값을 부여하여 실질적인 평균 중심을 구할 수 있는 데 이를 가중평균중심점이라 한다.

본 연구에서는 가중평균중심점을 이용하여 지목별 지가의 중심점이 시기별로 이동하는 추세를 분석하고자 한다.

3.2 크리깅 보간법

공간보간법은 일반적으로 공간상에서 연속적으로 분포하는 관측치 중 미관측 지점의 값을 예측하여 공간상의 분포패턴을 모형화하는 데 사용된다. 공간보간법에는 IDW(Inverse Distance Weighted), 경향면분석(Trend Surface Analysis)과 같은 전역적 공간보간법과 크리깅(kriging)과 같은 국지적 공간보간법이 있다. 전자는 주변 지점의 거리등의 정보를 보간하여 지역내의 전반적인 패턴이나 경향을 파악하고자 할 때 사용된다. 후자는 속성값 주변의 거리만을 고려하여 보간하는 것이 아니라 공간적 자기상관(autocorrelation)을 토대로 미관

측 지점의 값을 추정하는 방법이다.

본 연구에서는 행정구역의 중심점을 기반으로 통계적 기법인 크리깅을 이용하여 인접한 지역으로 확산되는 공간상의 변화 추이를 유추해 보고자 한다.

일반적으로 미관측 지점의 값을 이미 알고 있는 주위의 값들을 가중선형조합으로 예측하는 기법의 크리깅은 세미베리오그램(semivariogram)을 기반으로 하며, 그 식은 다음과 같다(김성준 외, 2006).

$$r(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [Z(s_i) - Z(s_i + h)]^2 \quad (1)$$

여기서 h 는 분리거리(lag distance)라 하여 두 자료간의 거리를 나타내며, s_i 는 관측된 지점을 의미한다. 분리거리(h)가 증가하여 일정한 거리 이상이 되면 관측값들은 아무런 상관성을 갖지 않게 되고, 세미베리오그램이 일정한 값을 갖게 된다. 이때의 세미베리오그램 값을 임계값(sill)이라 하며, 상관관계를 보이는 분리거리를 상관거리(range)라고 한다. 일반적으로 분리거리가 0인 경우 세미베리오그램은 그 값이 0이어야 하지만, 실험적 베리오그램을 기반으로 이론적 베리오그램을 추정하는 경우에는 상수값을 나타내는데 이를 너깃(nugget)이라 한다(최종근, 2007).

이러한 세미베리오그램 모형은 임계값의 유무에 따라 구분되는데, 일반적으로 임계치가 있는 경우의 모형을 이용하는 것이 보통이다. 이 모형에는 선형모형(linear model), 구형모형(spherical model), 지수모형(exponential model), 가우스모형(Gaussian model) 등이 대표적이다.

크리깅 기법에는 단순 크리깅(simple kriging), 정규 크리깅(ordinary kriging), 일반 크리깅(universal kriging) 등이 있다.

본 연구에서는 추정식이 편향되지 않은 제한조건을 부여하는 정규 크리깅을 이용하였다. 이는 미 관측 지점과 평균 국지편차에 대한 계산이 필요하다고 가정하여 보간에 필요한 가중치를 결정하기 위해 사용할 수 있기 때문이다(Burrough and McDonnell, 1998).

4. 지가변동의 시공간적 패턴 분석

4.1 분석 방법 및 절차

본 연구의 대상지역인 공주시는 1읍 10면 5동의 행정구역으로 나누어지며, 도시와 농촌의 면모를 동시에 지녔다고 볼 수 있다. 따라서 전반적인 지가변화패턴을 살펴보기 위해 209개 법정동/리를 분석단위로 선정하

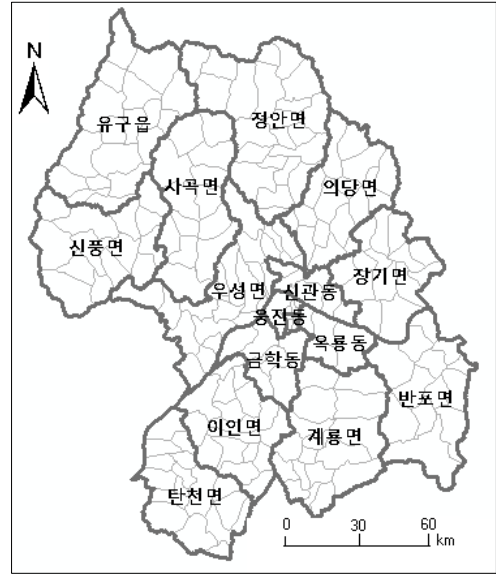


그림 1. 연구대상지역

였다(그림 1). 먼저 공간데이터 구축을 위해 1:5,000 수치지형도를 이용하여 행정경계 레이어를 추출하였으며, 누락된 리경계는 1:5,000 행정구역도를 대상으로 벡터라이징을 실시하였다. 속성데이터는 국토해양부에서 제공하는 2000, 2005, 2010년에 해당하는 표준지공시지가를 이용하여 지목별(전, 답, 임야, 대지) 평균값을 산출하여 동/리별로 입력하였다. 지목별 데이터 중 대지에 해당하는 지가자료는 토지이용현황이 주거지역인 곳만을 사용하였는데, 그 이유는 공업지역과 상업지역의 표준지 공시지가 자료가 동/리별로 충분히 조사되어 있지 않기 때문이다.

구축된 GIS데이터를 이용하여 지가의 시공간적 변화패턴을 알아보기 위해 크게 3가지 측면에서 분석하고자 한다. 먼저 시점별 지가중심점의 이동 방향을 살펴보기 위해 지가를 가중치로 하여 가중평균중심점(weighted mean center)을 산출한다. 둘째, 공간통계기법의 일종인 크리깅 기법을 이용하여 5년 단위의 공간상의 지가변화 추이를 파악한다. 셋째, 동서축과 남북축의 방향별 변화패턴을 알아보기 위해 경향분석(trend analysis)을 실시한다.

4.2 지가 중심점의 변화분석

공주시의 209개의 동/리 단위를 대상으로 시점별/지목별 평균지가의 기초통계량을 살펴보면 표 1과 같다.

2000년의 지목별 평균지가 중 대지(주거지역)의 최소값을 보이는 지역은 유구읍 녹천리이며, 최대값 지역

표 1. 동/리별 지가자료의 기초통계량 (단위: 원)

구분	최소값	최대값	평균	표준편차	
2000년	전	1,400	180,000	10,265	20,709
	답	2,060	185,000	8,800	18,548
	임야	350	36,000	1,770	3,299
	대지	1,900	233,636	21,723	36,980
2005년	전	3,514	233,500	17,832	26,924
	답	3,660	356,667	16,508	30,785
	임야	450	5,5000	3,245	5,543
	대지	8,500	257,500	38,972	47,630
2010년	전	5,567	323,000	28,614	33,693
	답	6,640	196,154	24,929	23,718
	임야	1,000	60,000	4,920	6,186
	대지	12,500	426,000	58,754	60,675

은 중동으로 나타났다. 2005, 2010년에는 최소지역은 사곡면 대중리, 최대치를 보이는 지역은 신관동으로 나타났다.

전의 경우, 2000년에는 탄천면 가척리(최소값), 중동(최대값)이, 2005, 2010년에는 우성면 봉현리(최소값), 신관동(최대값)으로 집계되었다.

답의 경우는 2000년에 사곡면 대중리(최소값), 옥룡동(최대값), 2005년에 유구읍 노동리(최소값), 옥룡동(최대값), 2010년에는 유구읍 노동리(최소값), 유구읍 석남리(최대값)인 것으로 나타났다. 임야의 경우, 2000년에 신평면 쌍대리(최소값), 신관동(최대값), 2005, 2010년에 유구읍 연중리가 평균지가가 최소인 지역으로, 신관동이 최대인 지역으로 나타났다.

이러한 지가의 기초 통계량을 기반으로 공주시 지가의 공간 중심성을 파악하기 위해 지목별 지가속성을 가중치로 하여 가중평균중심점을 산출하였다 사용된 계산식은 다음과 같다(신정엽과 이상일, 2008).

$$(x_{wm}, y_{wm}) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right) \quad (2)$$

단, x_{wm} 와 y_{wm} 는 가중치 부여 평균 중심점을 의미하며, w 는 가중치, n 은 사례수를 뜻한다. 이와 같은 방법으로 산출된 지목별 지가의 중심점은 그림 2와 같다. 공주시의 중심부에는 주로 시가화지역인 동단위지역이 위치하므로 중심점의 위치가 중앙부에 편중되어 있으나, 전반적으로 2000년을 기준으로 2005년에는 동쪽으로 약간씩 이동하였으며 2010년에는 북동쪽 방향으로 그 중심축이 이동하였음을 알 수 있다. 이는 세종시에

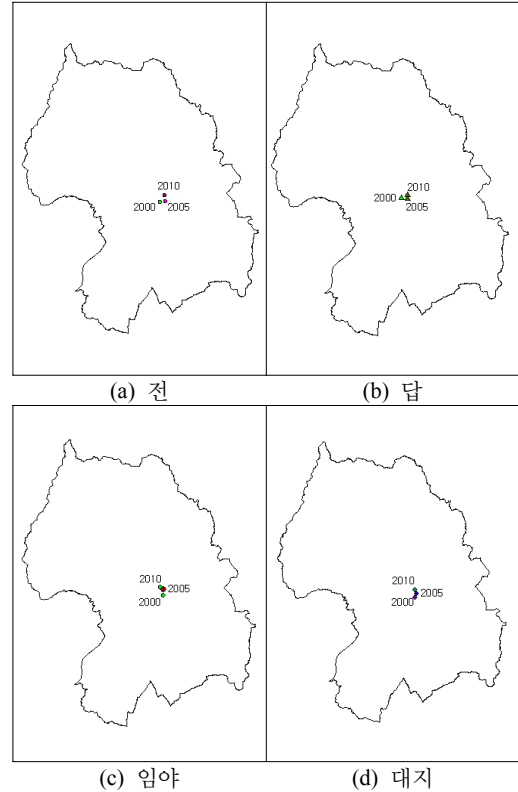


그림 2. 시기별 지가의 중심점 변화패턴

편입되거나 예정지역에 속하는 장기면, 반포면, 의당면 일원이 동부지역에 위치하여 있기 때문인 것으로 사료된다.

4.3 크리깅에 의한 지가변화패턴 분석

시기별 지가데이터가 지리공간상에서 어떠한 형태로 변화하는지를 모형화하기 위해 공간보간법(spatial interpolation method) 중 국지적 보간법 중의 하나인 크리깅 기법을 이용하였다.

본 연구에서는 이러한 크리깅 방법 중 추정식이 편향되지 않기 위한 제한 조건을 부여하는 정규 크리깅(ordinary kriging)을 이용하여 각 시기별 공간상의 추이를 파악하였다. 이에 사용된 데이터 모형은 구형모형이며 그 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= C_0 + C \left[\frac{3h}{2\alpha} - \frac{h^3}{2\alpha^3} \right], (h \leq \alpha) \\ \gamma(h) &= C_0 + C, (h > \alpha) \end{aligned} \quad (3)$$

단, C_0 는 너깃(nugget), C 는 임계치-너깃(sill-nugget),

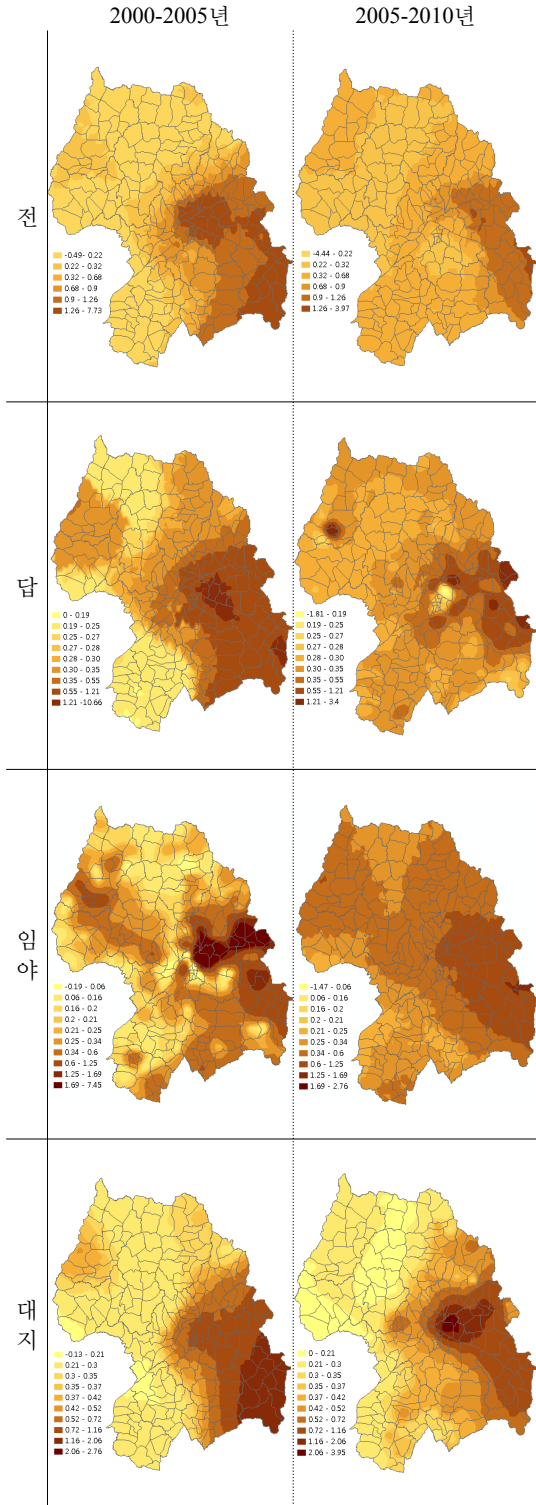


그림 3. 크리깅에 의한 지가의 시공간적 변화패턴

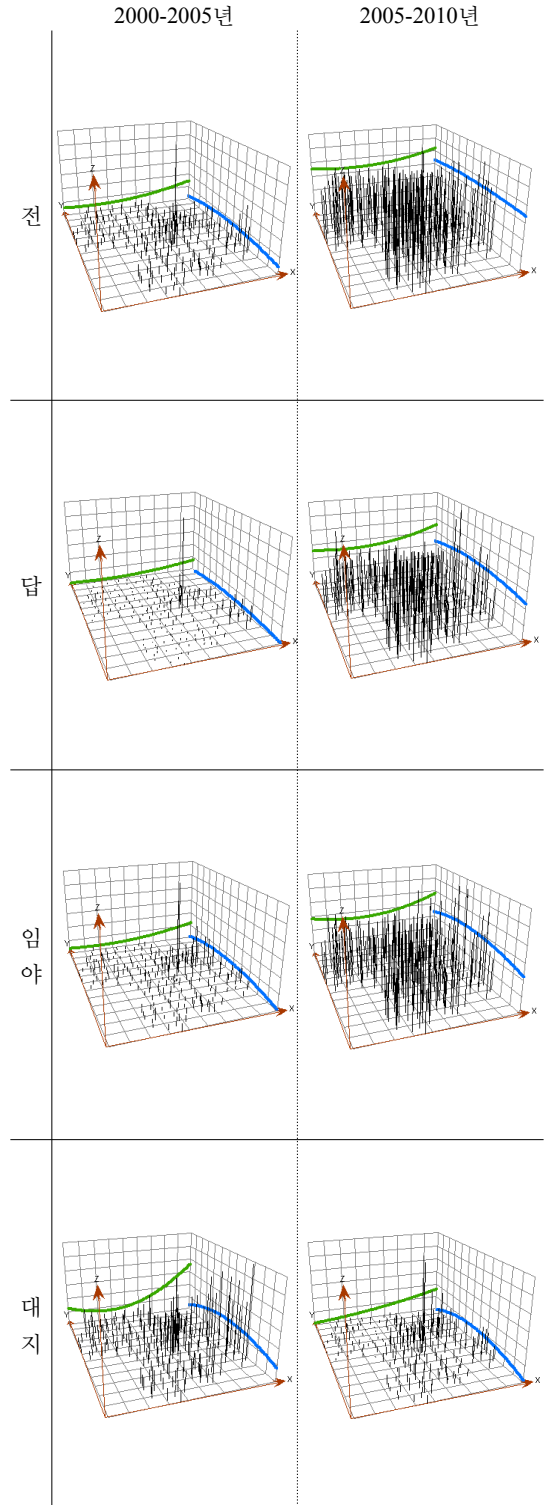


그림 4. 지가의 경향분석에 의한 단면도

α 는 세미베리오그램이 상관관계를 갖는 범위, 그리고 h 는 자료들 간의 거리이다.

추정한 지가에 대한 공간상의 변화패턴을 살펴보면, 그림 3에서 보는 바와 같이 2005~2010년에 비해 2000~2005년의 변화율이 더 큰 것으로 나타난다. 이는 2003년부터 국가차원의 세종시 입지선정안이 마련되어 충남 연기군과 공주지역이 채택되었기 때문에 선정지역에서는 지가가 급상승했음을 의미한다고 볼 수 있다. 실제로 공주시에서 세종시 예정지역으로 지정된 곳은 장기면의 당암리 전지역과 금암리, 산학리, 제천리 일부 지역, 반포면의 원봉리 일부지역이다. 2000~2005년의 변화패턴지도에서도 알 수 있듯이, 위에서 언급한 지역이 있는 동남부지역을 중심으로 높은 지가의 상승률을 보이고 있다. 또한 세종시에 편입지역인 장기면의 송문리,

평기리, 대교리, 하봉리, 도계리, 봉안리, 제천리, 은용리, 산학리, 당암리, 금암리 일원과 반포면의 원봉리, 도남리, 성강리, 국곡리, 봉암리 일원, 의당면의 태산리, 용암리, 송학리, 용현리, 송정리 일원 역시 주변지역에 비해 높은 지가 상승률을 나타내고 있다. 이들 지역을 제외한 그 주변지역은 세종시 예정지역에서 거리가 멀어질수록 지가변화율이 미약한 것으로 보여지고 있다. 또한 2005-2010년의 변화율은 과거에 비해서는 완만한 상승률을 보이는 것으로 파악되었다.

이러한 추세는 경향분석(trend analysis)을 통한 방향별 단면도에서도 유사하게 나타난다(그림 4). 동서방향(x축)과 남북방향(y축)의 변화 추세를 살펴보면 주로 동쪽방향과 남북방향의 중간부분에서 상대적으로 지가변화가 높게 나타났음을 알 수 있다. 경향분석의 경우 두 시점의 지가차이로 산출하였기 때문에 2005~2010년에 대체적으로 높은 값을 나타내지만, 대지의 경우 2000-2005년에 개발호재에 따른 지가상승추세가 동부지역으로 갈수록 급격히 상승하는 것으로 분석되었다.

5. 결론

본 연구는 행정중심복합도시건설이라는 대규모 개발호재에 따라 공주시의 지가자료를 이용하여 예정지역과 편입지역, 그 주변지역의 공간구조 변화패턴을 파악하는데 초점을 두었다. 이를 위해 2000년, 2005년, 2010년을 기준시점으로 209개의 동/리별 평균지가를 산출하여 GIS데이터를 구축하였다. 분석방법으로는 크게 3가지 측면으로 구분할 수 있다.

먼저 시점별 지가중심점의 이동 방향을 살펴보기 위해 지가를 가중치로 하여 가중평균중심점(weighted

mean center)을 산출하였다. 둘째, 공간통계기법의 일종인 크리깅 보간법을 이용하여 5년 단위로 공간상의 지가변화 추이를 파악하였다. 셋째, 동서축과 남북축의 방향별 변화패턴을 알아보기 위해 경향분석(trend analysis)을 실시하였다. 그 결과 지목별 지가변화추세는 행정중심복합도시 예정지역인 장기면과 반포면 일원의 동남부지역에서 높은 성장세를 보이는 것으로 나타났다. 특히 2000~2005년에 상승폭이 더 컸던 것으로 나타났다. 이는 구체적인 개발계획이 수립되었던 시기와 맞물린 결과로 유추된다. 또한 각 지목별 평균지가 중심점의 이동방향 역시 동북부지역으로 편중되는 현상을 보였다. 공주시의 지가에 따른 공간상의 변화패턴은 행정중심복합도시 예정지역과 그에 편입되는 지역, 그리고 그 주변 지역순으로 지가의 변화폭이 현저하게 감소하는 것으로 분석되었다.

이러한 연구를 통해 도시계획 및 정책 수립 시 기초를 마련할 수 있으며, 향후 도시의 발전방향을 예측하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

다만 국토해양부에서 아파트에 대한 실거래가가 제공되고 있으나 지목별 토지에 대한 실거래가자료는 제공되지 않고 있다. 이러한 실질적인 자료가 제공된다면 보다 더 현실적인 지가변화패턴을 파악할 수 있을 것으로 본다.

참고문헌

1. 구동희, 2010, 부산시 지가의 공간적 분포에 관한 연구, 국토지리학회, 국토지리학회지, 제44권 2호, pp.199-212.
2. 김성준 외(역), 2006, GIS개념과 기법, 시그마프레스.
3. 김홍관, 2006, GIS를 활용한 부산시공간구조변천에 관한 연구, 한국지리정보학회, 한국지리정보학회지, 제9권 4호, pp.204-214.
4. 백기영, 박종광, 황희연, 재해성, 강병주, 김성중, 박상범, 2011, 명품도시세종, 현재와 미래, 대한국토도시계획학회, 도시정보, pp.3-19.
5. 서경천, 이성호, 2001, 지가의 공간적 변동에 따른 입지지대의 분석에 관한 연구, 대한국토도시계획학회, 국토계획, 제36권 1호, pp.55-71.
6. 신정엽, 이상일, 2008, GIS의 개념과 원리, 다락방.
7. 윤창훈, 김철수, 2003, 대구시 주거지역의 지가 분포 특성에 관한 연구, 대한국토도시계획학회, 국토계획, 제38권 2호, pp.99-110.
8. 이희연, 1995, 지리통계학, 법문사.
9. 정대영, 김상수, 김계현, 2009, GIS를 이용한 지가분포 특성에 따른 중심지분석, 한국지형공간정보학회, 한국

- 지형공간정보학회지, 제17권, 3호, pp.65-70.
10. 채미옥, 1998, 서울시 지가의 공간적 분포특성과 지가 결정요인에 관한 연구, 대한국토도시계획학회, 국토계획, 제33권 1호, pp.159-160.
 11. 최종근, 2007, 지구통계학, 시그마프레스.
 12. Burrough, P. A. and McDonnell, R. A., 1998, Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, Oxford.
 13. Hillier, B., 2007, Space is the Machine, University of Cambridge Press, Cambridge.
 14. Jun, L. and Yehua, D. W., 2004, A Geostatistical Modeling of Urban Land Values in Milwaukee, Wisconsin, Taylor & Francis, Annals of GIS, Vol.10, No.1, pp.49-57.
 15. Pacione, M., 2005, Urban Geography: a global perspective, Routledge, London.
 16. Schabenberger, O. and Gotway, C. A., 2005, Statistical Methods for Spatial Data Analysis, Chapman & Hall/CRC, BocaRaton.
 17. 국토해양부 부동산공시가격 알리미 <http://www.realtyprice.or.kr>
 18. 행정중심복합도시건설청 <http://www.macc.go.kr>