

회귀-크리깅 모형을 활용한 농지가격의 추정

Estimating Farmland Prices Using a Regression-Kriging Model

손학기 Sohn Hakgi*, 이창로 Lee Changro**

Abstract

This study estimates farmland prices in Kimje City and analyzes the result empirically. Previous studies tend to utilize the income approach more often than not, which has limits in reflecting site-specific characteristics. Thus, we employ the market approach instead. The input data are prices of standard lots estimated by property valuation experts. We apply the market approach to the data and make the first use of the regression-kriging model which has advantage of dealing with both attribute and location information of farmland. When inspecting the model performance based on the test data, we confirmed that the price accuracy from the regression-kriging model was improved substantially compared with that of the usual regression model. That is, the estimated price became more accurate through spatial dependence being incorporated in the model building process. We also could avoid the subjectivity in quantifying spatial relationship using a kriging technique. This improvement is also confirmed visually through reviewing the spatial distribution of estimated-to-actual price ratios.

Keywords: Farmland Price, Market Approach, Spatial Dependence, Regression-Kriging Model

I. 서론

우리나라는 1960년대 이후 경제개발계획을 추진하여 지속적인 고도 성장을 이루어 왔다. 이후 산업화와 도시화가 진행됨에 따라 토지 수요가 크게 증가하였고, 지가가 폭발적으로 상승했다. 농지 가격 상승은 농지 자원의 배분과 이용 질서를 교란시키며 농지의 투기적 수요를 더욱 유발시키는 등 많은 부작용을 야기하였다. 이에 정확한 농지 가격의 추정은 농지 자원의 효율적 배분과 투기적 수요 억제에 긍정적인 역할을 할 것으로 기대된다. 그뿐만 아니라 농지는 농가 자산

의 가장 큰 구성요소로서 농가의 자산가치를 결정하는 데 큰 비중을 차지하므로, 농지 가격은 농업인의 큰 관심거리이기도 하다.

현재까지 농지 가격을 추정한 연구들을 보면, 특정 자산의 가치는 해당 자산으로부터 기대되는 미래 수익을 현가화한 것이라는 수익접근법(income approach)에 기반을 둔 것이 대부분이다(이정환, 조재환 1996; Livanis, Moss, Breneman and Nehring 2006; 권오상 2008). 즉, 경작으로 발생하는 농업수익 가치를 계산하여 이를 현가화하고 여기에 타 용도로 전용하는 등 에 따른 비농업수익 가치를 합산하는 방식으로 농지

* 한국농촌경제연구원 연구위원(제1저자) | Senior Research Fellow, Dept. of Forest Policy Research, Korea Rural Economic Institute | Primary Author | hgsohn@krei.re.kr

** 서울대학교 국토문제연구소 연구원(교신저자) | Researcher, Institute for Korean Regional Studies of Seoul National Univ. | Corresponding Author | spatialstat@naver.com

가격을 추정하였다. 그러나 이러한 접근은 여러 추정 단계에서 주관적인 판단이 상당 부분 개입되는 단점이 있다. 예를 들어 전용가치를 추정하기 위해서는 전용 확률과 전용 시점, 전용 후 예상되는 해당 토지의 가치 및 이를 현가화할 수 있는 할인율 등 매우 많은 요인을 직접 추정해야 하는 어려움이 있다(Capozza and Helsley 1989). 또한 수익접근법으로 농지 가격을 추정하는 경우 개별 필지가 가지는 고유성을 반영하는데 한계가 있다. 즉, 동일한 수익을 창출할 것으로 기대되는 농지는 해당 토지가 평지에 위치하든, 경사지에 위치하든 거의 동일한 가격이 산출될 가능성이 높다. 다시 말해 개별 필지 단위의 가격 산정이 어려운 편이다.

수익접근법과 달리 시장접근법(market approach)은 추정 단계에서 주관성 개입이 상대적으로 적고 개별 필지 단위의 가격 예측이 가능한 방법이라 할 수 있다. 즉, 시장접근법은 최근에 거래된 인접 필지의 매매가격을 기준으로 평가 대상 농지의 가격을 가늠하는 방법으로서, 시장이 활성화되어 거래가 빈번하게 이루어지고 시장에서 필요한 자료를 쉽게 확보할 수 있는 경우 매우 유용한 부동산 평가법이 될 수 있다.

주택 및 토지 등 다양한 유형의 부동산 가격을 시장접근법으로 추정하는 연구가 이루어졌지만, 농지 가격을 추정하기 위해 시장접근법을 적용한 사례는 상대적으로 많지 않은 것으로 보인다. 시장접근법을 적용한 부동산 가격 추정 관련 선행연구의 경우(Maddison 2009; Donoso, Cancino, Olguín and Schönhaut 2013) 대부분 일반최소제곱법(Ordinary Least Square: OLS)으로 추정하는 전통 회귀분석에 기반을 둔 헤도닉 가격 모형(Hedonic Pricing Model)을 사용하고 있다. 하지만 농지 가격은 가까운 필지가 멀리 떨어진 필지보다 가격이 유사할 수밖에 없는 공간의존성(spatial dependency)을 가진다. 이러한 공간의존성을 가진 공간자료를 사용하여 전통적 회귀모형으로 가격을 추정하는 경우

모수 추정의 효율성이 떨어지게 된다. 이 같은 문제를 해소하고자 공간사상(spatial feature)의 공간의존성을 회귀모형에 포함한 비모수 및 준모수 방법을 적용하고 있지만(박헌수 2000), 이 또한 공간가중행렬의 임의성에 따라 연구자별로 다른 결과가 나올 수 있는 한계가 있다(Goodchild 1986; 이창로, 박기호 2013).

본 논문에서는 농지 가격을 추정하기 위해 그동안 관심이 적었던 시장접근법을 적용하되, 전통적인 일반최소제곱법의 한계, 즉 공간의존성의 미반영을 보완하기 위해 회귀-크리깅 모형(Regression-Kriging Model)을 활용하고자 한다. 회귀-크리깅 모형은 농지가격 형성에 영향을 미치는 속성 항목(이용 상황, 용도지역 등)은 회귀분석 단계에서 반영하고, 이러한 속성 항목이 가격 형성에 미치는 영향을 통제한 나머지 영향력(즉 공간의존성)은 일종의 공간보간기법인 크리깅(Kriging) 기법을 사용하여 가격 추정에 반영한다. 이와 같은 회귀-크리깅 모형을 활용함으로써 농지가 갖는 속성 정보와 위치 정보를 모두 고려한 적정 시장가격을 추정할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 가치평가 기법과 회귀-크리깅 모형을 살펴본다. 이어서 3장은 농지 가격 추정을 위한 회귀-크리깅 모형의 구성과 사례 지역 선정 및 데이터 수집과 관련해 간략히 설명하고, 4장은 실증분석 결과를 제시한 후 시사점을 도출한다. 마지막으로 5장은 논문 내용을 요약하고 본 연구가 갖는 함의를 설명한다.

II. 선행연구 검토

1. 가치평가기법

자산(asset)의 경제적 가치를 판정하고 이를 화폐액으로 표시하는 것을 가치평가(valuation)라고 한다(장희

순, 방경식 2014). 가치평가에 관한 이론은 사용가치와 교환가치를 구분한 애덤 스미스(Adam Smith)까지 거슬러 올라가며, 그 방법론 또한 매우 다양하지만 농지를 비롯한 부동산의 가치를 평가하는 실무적 기법은 대략 세 가지 접근법으로 나누어볼 수 있다. 즉, 대상 부동산과 동일한 효용의 부동산을 재생산하는 데 소요되는 비용에 기초한 원가접근법(cost approach), 대상 부동산으로부터 창출될 것으로 예상되는 미래 기대수익을 현재화하는 수익접근법, 그리고 대상 부동산과 유사한 부동산이 시장에서 얼마에 거래되는지에 근거한 시장접근법이다.

원가접근법은 대상 부동산의 비용성(cost)에 따라 신축, 조성 또는 매립에 소요되는 재생산비용을 추정 후 감가상각액을 차감하여 가격을 도출하는 방법이다. 주로 건물이나 교량 등 재생산이 가능한 물건에 적용할 수 있으며 농지는 적용 여지가 거의 없다.

수익접근법은 대상 부동산의 수익성(profitability)에서 착안한 것으로 기대수익을 할인율로 현재화하여 현재의 가치를 산출한다. 따라서 논리적 근거가 뚜렷하며 가치이론(value theory)에 충실한 평가기법이라고 할 수 있다. 농지 가격을 추정하기 위한 대부분의 선행연구들은 수익접근법 내지 이를 변형한 방법을 사용한 것으로 보인다(이정환, 조재환 1996; 채광석 2007). 원칙적으로 농지 가격은 해당 토지에서 수확 가능한 농산물의 순수익을 현재화한 것으로 볼 수 있다. 그러나 현재의 농지가 미래에도 계속하여 농지로 사용된다고 보기 어려우므로 통상 이러한 농업수익 가치 외에 타 용도로의 전용가치를 추가로 고려하는 것이 일반적이다. 따라서 농지 가격에 수익접근법을 적용할 경우 일반적인 계산식은 <식 1>과 같다.

$$\begin{aligned} \text{농지가격} &= \text{농업수익가치의 현재} \\ &+ \text{전용가치의 현재} \quad <\text{식 1}> \end{aligned}$$

<식 1>에서 농업수익 가치는 농지의 생산성과 관련된 것으로 비옥도, 경작의 편리함, 경지 정리 여부 등이 가격 결정 요인이 된다. 전용 가치는 농지 주변의 도시화 수준이나 인구 성장률, 토지개발계획 등 경제적·행정적 요인과 관련이 깊다. 특히 농업진흥구역의 지정 여부는 농지의 전용 가능성을 판단할 수 있어 전용가치를 나타내는 대표적인 항목이라 할 수 있다(채광석 2007). 수익접근법을 따른 선행연구의 경우, 중소도시 지역에서는 농업수익 가치, 대도시 지역에서는 전용가치가 좀 더 중요한 가격 형성 요인인 것으로 입증된 바 있다(이정환, 조재환 1996).

그러나 이러한 수익접근법은 원칙적으로 미래의 불확실한 농업수익을 추정해야 하며, 전용이 발생할 시점과 전용 이후의 가치를 추정해야 하고, 이를 현재 가치로 환산할 할인율을 추정해야 하는 등 실제 적용에서는 많은 불확실성과 주관성이 개입되는 단점이 있다(Ling and Archer 2005). 또한 농지 가격 결정 과정에는 이러한 수익접근법만으로 설명하기 어려운 현상들이 존재한다. 예를 들어 동일한 농업수익과 전용 가치를 가진 농지라 하더라도 농지 가격은 위치와 입지 특성에 따라 차별적으로 형성되는 경향이 강하다. 즉, 수익접근법은 개별 필지의 위치와 입지 특성을 고려한 미시적 차원의 가격 산정에는 그다지 효과적이지 않다. 이정환, 조재환(1996)을 비롯한 많은 연구가 행정구역이나 대도시, 중소도시, 농촌지역 등에서 집계된 자료를 이용한 거시적 차원에서 농지 가격을 분석한 반면, 개별 필지의 특성 차이에 따른 미시적 차원의 지가 추정은 시도된 바가 거의 없다.

시장접근법은 대상 부동산의 시장성(marketability)에 따라 평가하는 것으로 대상 부동산과 유사한 부동산이 최근에 거래되었다면 그 거래된 가격을 기초로 대상 부동산과의 차이(면적, 접근성 등)를 적정하게 품등 조정하여 가격을 도출하는 방법이다. 매매 사례

가 있는 한 모든 종류의 부동산에 적용 가능하며, 시장 증거(market evidence)에 기초하므로 현실적인 설득력이 높은 반면, 거래가 희소한 유형의 토지(골프장, 스키장 등)에는 적용하기 어려운 단점이 있다.

부동산 평가(appraisal) 실무에서는 이러한 세 가지 가치평가기법을 '감정평가 3방식'이라 칭한다. 이론적으로 이러한 세 가지 방식으로 도출된 가격은 일치하여야 하나, 시장의 불완전성, 매도자 및 매수자의 정보 비대칭, 중개업자의 개입 정도 등 다양한 현실적 제약으로 세 가지 가격은 일치하기보다는 오히려 커다란 격차를 보이는 것이 통상적인 현상이다.

2. 회귀-크리깅 모형

부동산 가치 추정을 위한 세 가지 방식 중 원가접근법은 농지와 같이 재생산이 불가능한 자산에는 적용할 수 없으며, 수익접근법의 한계는 앞서 설명했다. 따라서 본 논문에서는 현실적 설득력이 높고 매매시장에서의 체감지기와 큰 괴리가 없는 시장접근법을 적용하되, 이러한 시장접근법을 구체화한 도구로서 회귀-크리깅 모형을 사용하고자 한다.

회귀-크리깅 모형은 대상 지역 내에서 매매된 거래 사례들, 즉 거래표본(sales samples)을 투입자료로 하여 구축된다는 점에서 시장접근법의 범주에 속한다고 볼 수 있다.

이러한 회귀-크리깅 모형은 농지가 갖는 속성 정보와 위치 정보를 동시에 모형의 구성요소로 반영할 수 있다는 점에서 속성 정보만 고려한 기존의 회귀분석 모형, 그리고 위치 정보만 고려한 기존의 크리깅 기법보다 우월하다. 이하에서는 가격추정 측면에서의 회귀분석 모형, 크리깅 기법, 그리고 이 둘을 결합한 회귀-크리깅 모형을 순차적으로 설명한다.

먼저 이용 상황이나 용도지역 등 농지의 속성 정보

만 고려하는 회귀분석 모형은 일종의 헤도닉 가격모형이라 할 수 있다. 헤도닉 가격모형은 재화의 가치는 해당 재화에 내포되어 있는 속성(attributes, characteristics)에 따라 결정된다는 가정을 전제로 하고 있다(이용만 2008; Rosen 1974). 따라서 농지 가격은 농지에 내포되어 있는 속성들의 가격과 양에 따라 결정되며, 농지의 가격을 속성들의 양에 회귀(regression)함으로써 속성 가격을 추정할 수 있게 된다.

이러한 회귀분석 모형은 과거부터 광범위하게 사용되어 온 방법이기도 하나 가격함수의 형태 문제나 오차항의 독립성 가정 등 여러 문제점이 제기되기도 하였다(이용만 2008). 특히 가장 크게 비판을 받아 온 부분은 오차항의 독립성 가정이다. 대부분의 공간 현상은 “모든 것은 다른 모든 것과 관련되어 있지만, 가까운 것이 먼 것보다 더 밀접하게 관련되어 있다.”는 왈도 토블러(Waldo Tobler)의 지리학 제1법칙에 따라 공간의존성이 발생하고, 이러한 공간의존성의 정도는 모든 하위 지역에서 동일하게 적용되지 않는다는 공간 이질성(spatial heterogeneity)을 가지고 있다. 따라서 공간 현상을 샘플링한 자료를 사용한 회귀분석 모형의 오차항 분포는 주변 지역의 영향을 받아 지역적으로 균집화 하는 등의 독립적이지 못한 경향을 보이게 된다. 이와 같이 공간자료는 공간의존성 및 공간이질성으로 일반최소제곱법의 독립성 가정을 만족시키지 못하게 된다.

일반최소제곱법이 가진 이 같은 문제점을 극복하기 위해 공간의존성 등을 공간가중행렬(spatial weight matrix)로 수치화하여 이를 모형의 한 요소로 반영하고자 하는 노력이 과거부터 진행되어 왔으며 특히 공간계량경제학(spatial econometrics) 분야에서 이러한 시도가 활발하게 이루어졌다(Anselin 2010). 대표적인 공간계량경제 모형에는 공간시차모형(spatial lag model), 공간오차모형(spatial error model), 공간확장모

형(spatial expansion model) 등이 있다. 그러나 공간가중행렬을 활용하는 방법의 가장 큰 단점은 연구자마다 다양한 행렬을 구성할 수 있으며 따라서 최적의 행렬을 찾는 것이 매우 어렵다는 것이다.

속성정보만을 고려하는 회귀분석 모형과 달리 위치정보만을 고려하는 대표적인 기법이 바로 크리깅이다. 크리깅은 지구통계학(geostatistics) 분야에서 제시된 공간보간기법의 일종으로, 미관측지점의 예측값을 주변 관측지점 값의 가중선형조합으로 산출한다(Isaaks and Srivastava 1989). 이러한 크리깅을 농지 가격 추정에 활용한다는 것은 필지의 위치 정보만을 활용하여 가격을 추정하는 셈이 된다. 크리깅을 적용하기 위해서는 충족해야 할 가정들이 있는데, 그중 대표적인 것이 자료가 공간적으로 정상성(stationarity)을 유지해야 한다는 것이다. 다시 말해 어떤 지역에서는 자료의 값이 특별히 높게 나타나고 또 다른 지역에서는 매우 낮게 나타나는 경우, 즉 경향(trend)이 존재하는 경우 모형 설정 오류(mis-specification)가 발생하여 추정치에 편의를 가져올 수 있다.

크리깅 기법은 이와 같은 정상성 제약조건을 해소하는 방향으로 발전되어 왔다. 단순 크리깅(simple kriging)은 경향이 상수이거나 알고 있는 평균값인 경우, 정규 크리깅(ordinary kriging)은 이 경향의 평균이 전체 영역에 대해 상수인 경우, 일반 크리깅(universal kriging 또는 kriging with external drift)은 경향 자체를 모형의 구성요소로 고려하는 경우에 적용한다.

이때 일반 크리깅은 경향을 고려하는 단계와 위치정보를 고려하는 단계로 나눌 수 있는데, 바로 이러한 2단계를 거쳐 미관측지점의 예측값을 추정하는 방법을 다른 말로 회귀-크리깅 모형이라고 한다. 즉, 일반 크리깅과 회귀-크리깅은 수학적으로 동일한 방법이다(Hengl, Heuvelink and Rossiter 2007).

회귀-크리깅 모형을 크리깅 관점이 아닌 회귀분석

모형 관점에서 고찰해 보면 다음과 같다. 회귀-크리깅 모형은 먼저 적절한 설명변수를 동원하여 통상적인 회귀분석 모형을 구축한다. 그다음으로 회귀분석 모형에서 산출된 예측치와 실제 관찰치 간 차이, 즉 설명변수로 설명되지 않는 변동성인 잔차를 계산한다. 이후 신규 관찰치를 예측하고자 할 때는 기 구축된 회귀모형을 통해 예측치를 구하고(\hat{Y}), 여기에 크리깅으로 보간된 잔차 예측치(\hat{w})를 더하여 최종 가격으로 결정하게 된다($\hat{Y} + \hat{w}$). 이 방법은 인구 분포의 추정(김병선, 구자용, 최진무 2010), 탄소 저장량 추정(박현주, 신휴석, 노형희, 김경민 외 2012) 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 회귀-크리깅 모형은 회귀분석 모형 설정시 일반최소제곱법 외에도 가중회귀모형, 분위회귀모형 등 다양한 회귀분석 모형에 확장하여 적용할 수 있고, 회귀분석 모형 부분과 크리깅 부분을 별도로 나누어 해석할 수 있는 점 등 여러 장점이 존재한다(Hengl, Heuvelink and Rossiter 2007).

III. 분석모형과 자료

1. 회귀-크리깅 모형의 구성

농지를 비롯한 부동산의 가격 추정 함수는 <식 2>와 같이 표현할 수 있다.

$$P = f(S, N, L) \quad \text{<식 2>}$$

<식 2>에서 P 는 농지 가격이고 S, N, L 은 농지 가격 형성에 영향을 미치는 요인들이라고 할 수 있다. S 는 농지의 구조적 속성(structural attributes)과 관련된 요인을 의미하며 필지의 형상, 경사도, 접면도로 조건 등이 이에 해당된다. N 은 해당 농지가 속한 인근 지역의 속성(neighborhood attributes)과 관련된 요인으로

배후 마을의 크기, 해당 지역의 기온이나 일조 등을 예로 들 수 있다. 마지막으로 L 은 위치 속성(locational attributes)을 나타내는 변수로 도심이나 농산물 집하장까지의 거리, 고용 중심점까지의 거리 등을 예로 들 수 있다. 명확하게 구분되는 것은 아니지만 이러한 S , N , L 은 주로 농지 가격의 속성 정보와 관련이 깊다고 볼 수 있다. 따라서 회귀분석 모형을 설정하는 단계에서 이러한 요인들을 효과적으로 고려할 수 있다.

이 같은 속성 정보와 더불어 농지 가격이 갖는 공간의존성, 즉 위치 정보 또한 고려할 필요가 있는데, 공간보간 기법인 크리깅 적합 단계에서 이러한 위치 정보를 효과적으로 모형에 반영할 수 있다.

농지 가격의 공간의존성은 여러 사례에서 쉽게 관찰할 수 있다. 예를 들어 동일한 생산능력을 보유한 농지라 하더라도 농산물 집하장이나 농촌 취락에 가까울수록 형성되는 농지 가격 수준은 높아지게 된다. 또는 간선도로변을 따라 입지하는 농지는 그것이 설령 개발 가능성이 거의 없는 순수 농지라 하더라도 간선도로에서 멀리 떨어진(즉, 후면에 위치한) 농지보다 가격이 높게 형성되는 것이 일반적이다. 이 같은 농지 가격의 공간의존성은 크리깅 단계에서 수월하게 고려할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 농지가 갖는 이러한 속성 정보와 위치 정보를 모두 고려할 수 있는, 회귀-크리깅 모형을 적용한다(Hengl 2009).

본 논문에서처럼 점 자료(point data)를 다루는 경우 회귀-크리깅 모형은 <식 3>과 같이 수식으로 나타낼 수 있다(Gelfand 2012).¹⁾

$$y(s) = \mu(s) + w(s) + \epsilon(s) \quad \text{<식 3>}$$

<식 3>에서 $y(s)$ 는 지리적 위치 s 에서의 종속변수를 의미하며, $\mu(s)$ 는 이러한 종속변수의 속성 정보 또는 경향성을 나타낸다. 속성 정보는 설명변수와 모수와의 선형 관계, 즉 $\mu(s) = x^T(s)\beta$ 로 표현하는 것이 일반적이다(Banerjee, Carlin and Gelfand 2004). 속성 정보는 앞서 설명한 바와 같이 용도지역, 필지 형상, 경사도 등으로 이루어지는 것이 통상이다. 종속변수에 영향을 미치는 요인들을 설명변수를 통해 통계하였다면 나머지 변동성은 오차항으로 반영되며, 비공간자료의 경우 독립적 오차항(백색 잡음, white noise) $\epsilon(s)$ 로 표현한다. 그러나 지가의 공간의존성에 따라 가까운 곳에 위치한 관찰치들은 서로 유사한 값을 갖기 마련이다. 따라서 <식 3>에서 오차항은 두 부분으로 구분할 수 있는데, $w(s)$ 는 관찰치 간의 공간의존성을 나타내는 임의효과항(spatial random effect)이며, $\epsilon(s)$ 는 비공간적인 순수 오차항을 나타낸다. 자료의 공간의존성 $w(s)$ 는 베리오그램(variogram)을 이용하여 수월하게 모형에 반영할 수 있다. 베리오그램은 지구통계학 분야에서 공간의존성을 모델링하는 도구로 빈번하게 사용되는데, 레인지(range), 실(sill) 그리고 너겟(nugget)을 주요 구성요소로 한다. 레인지는 공간의존성이 작용하는 물리적 거리의 한계를 의미하며, 실과 너겟은 각각 레인지 및 물리적 거리가 0일 때의 베리오그램 값을 나타낸다.

1) 회귀-크리깅 모형은 지구통계학 분야에서는 다음의 수식으로 주로 사용됨.

$$\hat{z}(s_0) = \sum_{k=0}^p \hat{\beta}_k \cdot q_k(s_0) + \sum_{i=0}^p \lambda_i \cdot e(s_i)$$

$\hat{z}(s_0)$ 는 한 지점(s_0)에서의 농지의 추정가, $\hat{\beta}_k$ 는 추정된 회귀계수, $q_k(s_0)$ 는 대상 위치에서의 보조변수 또는 예측변수값, p 는 보조변수 또는 예측변수의 개수, λ 는 잔차의 공간구조에 의해 결정된 크리깅 가중치, $e(s_i)$ 는 한 지점(s_i)에서의 잔차임(Hengl, Heuvelink and Rossiter 2007).

Table 1_ Descriptive Statistics for Prices of Standard Lots

(n=2,066)

Items	Min.	Max.	Mean	Median	Standard Deviation	
Price(Krw/m ²)	3,500	100,000	10,678	9,200	6,593	
Area(m ²)	102	36,350	2,613	2,462	1,746	
Zoning	Residential 16	Green 177	Management 1,024	Agricultural 831	Nature Preservation 18	
Use	Dry field / 855			Paddy field / 1,211		
Road width*	Wide 13	Middle 19	Small 124	Narrow I 482	Narrow II 899	No road 529

Note: *The road width becomes narrow as the category of road width goes from 'wide' to 'no road'.

2. 사례 지역의 선정 및 데이터 수집

본 논문에서는 전라북도 김제시를 사례 지역으로 선정하였다. 김제시는 황산, 봉화산 및 진봉산 등 100m 내외의 낮은 산지를 제외하면 지역 전체가 높이 50m 미만의 구릉지 또는 만경강 주변의 충적평야 지대로 구성된 전형적인 평야지대라 할 수 있다. 따라서 개발 기대감 같은 잡음(noise)이 거의 없는, 순수 농지가격 추정이 비교적 수월할 것으로 판단되어 사례 지역으로 선정하였다.

사용한 자료는 2014년 기준 정부가 발표한 표준지(標準地) 공시지가다. 정부가 매년 발표하는 공시지가는 부동산시장에 지가 정보를 제공하고, 일반 토지거래의 기준이 되게 하며, 다양한 행정 목적에 활용하기 위하여 1989년 최초 도입되었다. 이러한 공시지가는 표준지 공시지가와 개별 공시지가로 다시 구별되는데, 표준지 공시지가는 일종의 표본 역할을 하는 필지로 전국 약 3천 만 필지 중 인근 지역을 대표하는 전형적인 필지(50만 필지, 표본 비율 약 1.7퍼센트)를 선정한 후, 전문가(감정평가사)에 의한 정밀평가를 실시하여 가격을 공시하게 된다. 반면 개별 공시지가는 일종

의 간이 가격산정표인 '토지가격 비준표(土地價格比準表)'를 활용하여 가격을 일시에 대량 산정한다. 본 논문에서는 전문가가 현장 답사를 통하여 평가한 표준지 공시지가를 기초자료로 사용하였다.²⁾

<Table 1>은 분석에 사용된 표준지 공시지가 자료의 기초 통계량을 보여 준다. 일부 범주형 변수는 분석 결과의 유의성을 높이기 위해 유사한 세부 항목은 통합하였다. 김제시에 소재하는 전형적인 농지는 면적 2,500m² 내외(약 750평)이며 공시지가는 1만 원/m² 정도의 수준이다. 김제시 표준지는 관리지역(management) 및 농림지역(agricultural)에 집중 소재하며, 전(dry field)보다는 답(paddy field)의 비중이 다소 높은 편이다. 접면도로 폭(road width)의 경우 농지에 접한 도로가 아예 없거나(맹지(no road)), 접하더라도 그 폭이 매우 협소한 경우(폭 8m 미만(narrow I, narrow II))가 대부분이라 할 수 있다.

김제시를 사례 지역으로 선택한 이유는 앞서 설명한 개발 압력의 부재뿐 아니라 속성 정보와 위치 정보가 결합하여 농지 가격이 형성되고 있음을 전형적으로 보여주는 지역이기 때문이다. 예를 들어, 대표적 속성 정보인 용도지역의 경우 주거지역(residential)에

2) 개별 공시지가는 모형을 통하여 산정된 가격이므로, 개별 공시지가를 사용할 경우 순환오류(모델링된 데이터를 다시 모델링하는 오류)에 빠질 위험이 있음.

속한 농지(16필지)의 평균 공시지가는 약 1만 8천 원/㎡인 데 비하여 농림지역(agricultural)에 속한 농지(831필지)의 평균 공시지가는 약 9천 원/㎡으로 두 배 정도 차이가 난다. 이는 농지 가격 추정 시 용도지역이라는 속성 정보가 매우 중요한 설명변수임을 의미한다. 또한 김제시는 <Figure 1>과 같은 행정구역 형상을 가지고 있는데, 중심부에 김제시청 및 시외버스터미널이 위치하여 행정구역 중심으로부터 시작하여 외곽으로 갈수록 농지 가격이 제감하는, 즉 공간의존성이 명확히 나타나는 지역이기도 하다. 따라서 본 논문에서 제안한 회귀-크리깅 모형을 적용하여 그 결과를 검토하기에 알맞은 지역이라 할 수 있다.

본 논문에서는 김제시 농지 표준지 2066필지 중 랜덤 샘플링을 통해 50퍼센트(1033필지)를 모형 적합에 사용하였고, 나머지는 50퍼센트는 모형 성능의 검증에 위해 유보하였다. <Figure 1>은 이러한 표준지 필지의 분포 현황을 보여 준다. 전반적으로 훈련 데이터

(training data)와 검증 데이터(test data)는 특정 지역에 편중됨이 없이 공간적으로 고르게 분포하는 것으로 보인다.

IV. 실증분석

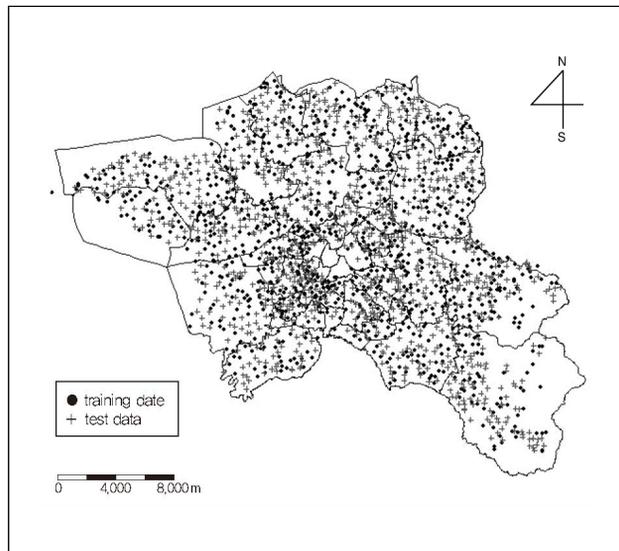
1. 회귀모형의 적합 및 주요 설명변수의 선별

농지 가격을 예측하는 데 도움이 되는 설명변수는 표준지 공시지가 발표 시 함께 공개되는 토지 특성 조사 항목(이용 상황, 용도지역 등)을 기초로 하여 선별하였다. 이러한 조사항목을 설명변수로 추가하거나 제거하는 등 일반최소제곱법을 반복적으로 수행하여 통계적으로 유의성(p-value 기준)이 있거나 토지거래 관행과 부합하는 부호(+, -)를 산출한 변수들을 모형에 포함시켰다. <Table 2>는 이러한 과정을 거친 일반최소제곱법의 최종 적합 결과를 보여준다.³⁾ 최종 선

별된 설명변수는 이용 상황(use), 용도지역(zoning), 취락지구(village district), 접도구역(road-adjacent district), 농업진흥구역(agriculture promotion area), 경지정리(land readjustment) 여부, 경사도(gradient), 접면도로 폭(road width), 간선도로와의 거리(distance to main road) 등 9가지다.

<Table 2>를 보면 전보다는 답의 가격이 다소 낮은 편이며, 주거지역 대비 타 지역(녹지지역, 관리지역 등)의 가격이 낮게 형성되는 등 대체로 토지거래 관행과 일치한다. 취락지구나 접도구역으로 지정된 필지는 그렇지 않은 필지보다 가격이 높게 형성되는 것으로 나타났는데, 이는 접근성 향

Figure 1 _ Spatial Distribution of Training Data and Test Data



3) 종속변수는 공시지가 총액이 아닌 단가(원/㎡)를 사용하였으며, 자료의 정규성에 부합하도록 자연로그를 취하였다.

Table 2_ OLS Fitting Result

(Adj. R² = 50.4%)

Explanatory Variable		Estimate	Std. Error	t Value	p Value	Reference Category
Intercept		11.09	0.16	71.40	0.00	-
Use(Paddy Field)		-0.08	0.02	-4.24	0.00	Dry Field
Zoning	Green	-0.24	0.11	-2.25	0.02	Residential
	Management	-0.65	0.10	-6.22	0.00	
	Agricultural	-0.68	0.11	-6.12	0.00	
	Nature Preservation	-0.22	0.13	-1.69	0.09	
District I(Village District)		0.22	0.06	3.69	0.00	No District
District II(Road-adjacent District)		0.12	0.04	3.15	0.00	No District
Agriculture Promotion Area		-0.03	0.04	-0.74	0.46	No Agriculture Promotion area
Land Readjustment		0.06	0.04	1.73	0.08	No Readjustment
Gradient(Slope)		-0.15	0.02	-6.70	0.00	Level
Road Width	Middle	-0.43	0.13	-3.25	0.00	Wide
	Small	-1.06	0.12	-8.73	0.00	
	Narrow I	-1.15	0.12	-9.81	0.00	
	Narrow II	-1.21	0.12	-10.33	0.00	
	No road	-1.26	0.12	-10.74	0.00	
Distance to Main Road(more than 100m)		-0.07	0.02	-3.53	0.00	Within 100m

상에 기인한 것으로 풀이된다. 이 밖에 경지정리 여부, 경사도, 접면도로, 간선도로까지의 거리 등도 모두 일반적인 상식에 부합하는 결과가 도출되었다.

상기와 같이 적합된 회귀분석 모형의 성능 검증을 위해 유보한 나머지 50퍼센트 필지(1033필지)의 가격 예측을 진행하였다. 예측의 정확도는 SR(sales ratio), COD(coefficient of dispersion), RMSE(root mean squared error), MAE(mean absolute error) 등 네 가지 지표를 활용하였다.

SR은 모형에 따라 예측된 추정 가격(estimated price)을 실제 가격(actual price)으로 나눈 비율로서 평균적으로 1.00이 될 때 이상적이며, 1.00을 초과하는 경우 전반적으로 과다 추정, 1.00 미만인 경우 과소 추정하는 경향이 있다고 해석할 수 있다. COD는 일종의 SR 편차를 계산한 것으로 <식 4>와 같다.

$$COD = \frac{\left[\frac{\sum |SR_i - median(SR_i)|}{n} \right]}{median(SR_i)} \times 100$$

<식 4>

COD는 미국, 캐나다 등 북미에서 대량평가모형의 성능을 판단하는 지표로 매우 오랫동안 사용되었으며 통상 25.0 정도를 상한선으로 하여 이보다 작은 값을 갖는 경우 과세표준 산정 등 정부 행정 업무에서 받아들일 수 있는 수준으로 간주한다(IAAO 2010). SR이나 COD는 부동산 평가 분야에서 모형 성능의 판단지표로 주로 활용하는 경향이 있다(McCluskey, Deddis, Lamont and Borst 2000; Pace, Sirmans and Slawson 2002; Moore 2006). 반면 RMSE나 MAE는 주로 통계학이나 경제학 분야에서 접근한 경우에 자주 사용하는 경향이 있다(Nguyen and Cripps 2001; Hoshino and

Kuriyama 2010; Wheeler, Páez, Spinney and Waller 2014). RMSE 및 MAE는 <식 5, 6>과 같으며, COD와 마찬가지로 그 값이 작을수록 예측력이 우수하다고 해석할 수 있다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2} \quad \text{<식 5>}$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\hat{y}_i - y_i| \quad \text{<식 6>}$$

<식 5, 6>에서 n은 자료의 수, \hat{y} 은 모형을 통해 산출된 추정가격, y는 실제 가격을 의미한다.

<Table 3>은 <Table 2>의 회귀분석 모형을 검증 데이터에 적용하여 산출된 모형 성능을 보여준다. SR 평균 및 중위수 모두 1.00에 가까운데 이는 잔차의 합이 평균적으로 0이 되는 것과 같은 이치여서 크게 의미를 둘 필요는 없다. COD는 14.52로 IAAO(2010)에서 제시한 상한선(25.0) 이내이므로, 회귀모형의 성능이 나쁜 편은 아니다. RMSE 및 MAE는 절대적 기준이 없으므로 후속 모형과 비교할 때 언급한다.

2. 회귀-크리깅 모형의 적용

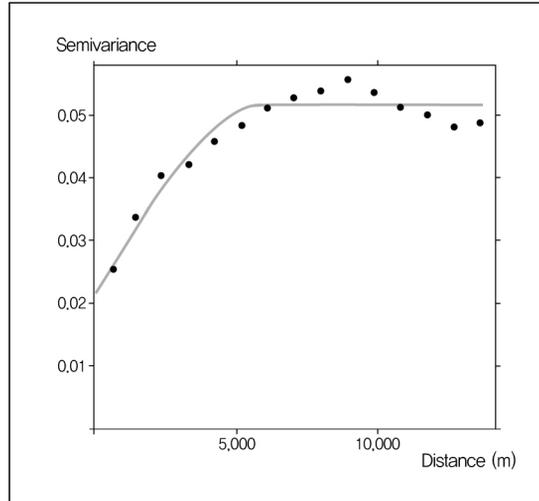
본 절에서는 앞 절의 회귀분석 모형에서 산출된 잔차를 기준으로 검증 데이터의 잔차값을 추정한다(크리깅). 이후 추정한 잔차값을 회귀모형에서의 예측값에 추가하여 최종 가격을 결정한다.

크리깅을 적용하기 위해서는 자료의 공간의존성을 구조화하여 공분산 행렬(covariance matrix) 형태로 모형에 반영할 필요가 있는데 <Figure 2>는 회귀모형

Table 3_ Performance of OLS with Test Data

Mean SR	Median SR	COD	RMSE	MAE
1.01	1.02	14.52	0.22	0.15

Figure 2_ Variogram of Residuals from OLS



에서 산출된 잔차에 대해 파악된 베리오그램을 보여준다. 실(sill)값은 대략 0.05, 공간의존성이 작용하는 거리, 즉 레인지(range)는 약 6천m 내외 정도인 것으로 판단된다. 크리깅 적용 시 활용한 이론적 베리오그램은 <Figure 2>의 실선으로 표현된 구형(spherical) 모형이다.⁴⁾

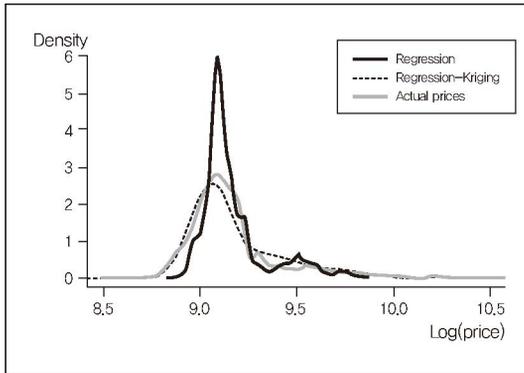
<Table 4>는 회귀분석 모형 추정값에 크리깅을 통한 잔차 보간값까지 추가한, 즉 회귀-크리깅 모형의 가격 예측력을 보여준다. COD, RMSE 및 MAE 등 모든 지표에서 회귀모형보다 월등하게 개선되었음을 알 수 있다. 특히 COD 10.90의 값은 아파트와 같이 표준화된 부동산이 아닌 경우에는 달성하기 매우 어려운 수치로서(IAAO 2010), 회귀-크리깅 모형의 우수성을 단적으로 보여주고 있다.

4) 베리오그램과 관련된 용어의 자세한 정의와 해석은 Isaaks and Srivastava(1989) 참조.

Table 4 _ Performance of Regression-kriging Model with Test Data

Mean SR	Median SR	COD	RMSE	MAE
1.00	0.99	10.90	0.16	0.11

Figure 3 _ Distribution of Estimated Values and Actual Prices



Note: $\log(\text{price}) = \log(\text{won}/\text{m}^2)$.

3. 모형 성능의 비교 검토

<Figure 3>은 지가의 공간의존성을 추가적으로 반

영한 회귀-크리깅 모형의 예측값, 단순 회귀분석 모형에서의 예측값, 그리고 실제 지가(actual price)의 분포를 보여준다. <Figure 3>을 보면 회귀-크리깅 모형의 예측값과 실제 지가는 매우 유사한 분포를 보이고 있으나 단순 회귀분석 모형의 예측값은 상이한 분포를 보이고 있다.

단순 회귀분석 모형의 경우 예측값이 특정 구간에 집중 분포하는 경향이 있다. 반면, 회귀-크리깅 모형에서의 예측값은 그러한 집중 경향이 완화된 것을 확인할 수 있다. 단순 회귀분석 모형의 경우 설명변수가 모두 범주형 변수이므로, 동일한 설명변수 범주에 속하는 농지(예를 들어 주거지역 및 농업진흥구역 내 경지정리된 답이면서 평지, 맹지, 간선도로와의 거리 100m 이내인 필지)는 모두 동일한 값으로 예측된다. 반면, 회귀-크리깅 모형은 이와 같은 속성정보에 따른 가격 차이뿐 아니라 공간적 위치에 따른 가격 변동분(위치에 따른 프리미엄으로 해석할 수 있다)을 추가 고려함으로써 예측값의 분포가 실제 지가의 분포와 유사해졌음을 알 수 있다. 즉, 예측값의 정확성이 높

Figure 4 _ Spatial Pattern of $SR(\frac{\hat{Y}}{\bar{Y}})$ Value

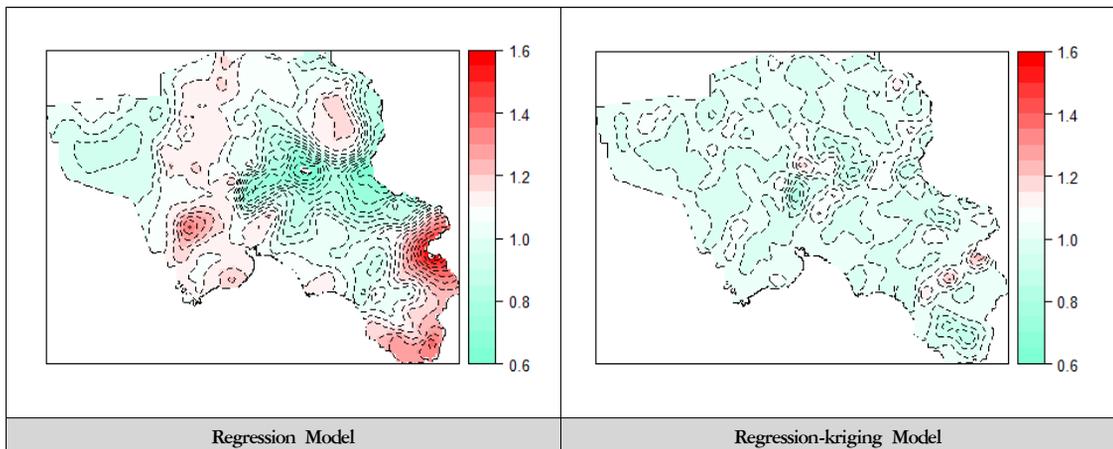
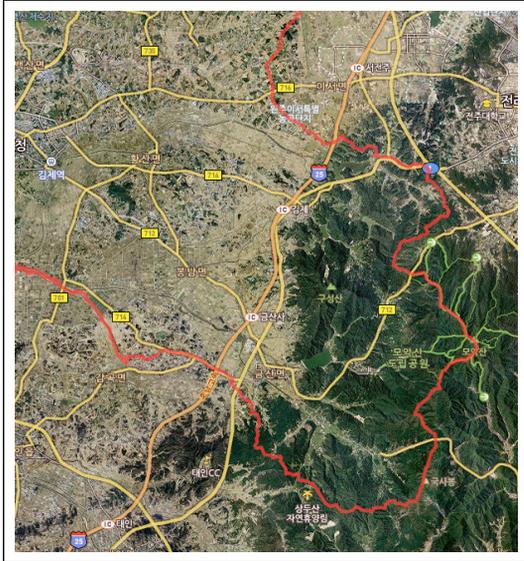


Figure 5_ Eastern Area of Kimje-si



Source: <http://map.naver.com>. (accessed 2016. 5. 18).

아졌다고 풀이할 수 있다.

마지막으로 <Figure 4>는 최초의 회귀분석 모형을 적용하여 검증 데이터의 가격을 예측했을 때 SR의 공간적 분포와 회귀-크리깅 모형 적용 시 SR의 공간적 분포를 보여준다.⁵⁾ 최초의 회귀모형을 통해 예측한 검증 데이터의 가격은 SR에 상당한 공간의존성이 남아 있으며 이는 회귀분석 모형에서 가정하는 자료의 독립성에 위배되는 것이다. 즉, 과다평가된(SR > 1.00) 농지와 과소평가된(SR < 1.00) 농지가 무작위로 분포하는 것이 아니라 특정 지역을 중심으로 집중 분포하고 있으며 이는 모형에 체계적 오류가 있음을 의미한다. SR의 최솟값과 최댓값도 0.6에서 1.6에 이르는 등 그 편차도 심한 편이다.

반면, 회귀-크리깅 모형을 통해 예측한 검증 데이

터의 가격은 SR의 공간의존성이 상당 부분 완화된 것을 시각적으로 쉽게 확인할 수 있다. SR의 범위도 0.8에서 1.2 정도로 그 편차가 완화되었음을 알 수 있다.

특히 <Figure 4>에서 김제시 오른쪽 경계지역의 경우 SR의 변화가 매우 현격하게 일어났음을 알 수 있다. 즉 회귀분석 모형을 적용한 경우 오른쪽 경계지역은 모형의 예측값이 실제 지가 대비 일관되게 과대평가하는(SR > 1.00) 경향이 뚜렷했다. 이 같은 예측값의 편의(bias) 문제는 회귀-크리깅 모형에서 상당 부분 완화된 것을 확인할 수 있다. <Figure 5>는 김제시 오른쪽 경계지역을 확대한 항공사진인데, 지역 대부분이 모악산 도립공원에 해당됨을 알 수 있다. 즉, 단순한 회귀분석 모형에서는 동일한 용도지역이나 동일한 이용 상황 등 속성 정보가 같으면 동일한 예측값이 산출되어 모악산 산림지역에 소재하는 농지의 경우 일관되게 과대평가하였으나 회귀-크리깅 모형에서는 모악산 일대에 소재하는 낮은 가격 수준의 농지가격, 즉 위치 정보를 추가적으로 반영함으로써 편의가 적은 예측값이 산출되었음을 알 수 있다. 이러한 예는 지가추정모형으로서의 회귀-크리깅 모형의 장점을 보여주는 것이다.

또한 SR를 대상으로 양 모형의 Moran's I 값을 비교할 경우, 회귀분석 모형은 0.34, 회귀-크리깅 모형은 0.10으로 산출되어 회귀-크리깅 모형을 통해 공간의존성 문제가 상당 부분 해결되었고 이를 통해 가격 예측력이 개선되었음을 알 수 있다.⁶⁾

5) 시각적 구분을 용이하기 위해 대상 지역 전체에 걸쳐 연속 표면으로 구축하여 제시하였음.

6) 필지 간 거리제곱(d^2)의 역수($1/d^2$)를 가중치로 한 공간가중행렬을 적용하였으며, 강한 양(+)의 공간의존성이 존재할수록 1.00에 가까운 값을, 무작위한 분포를 보일수록 0.00에 가까운 값이 산출됨.

V. 결론

본 논문은 김제시를 대상으로 농지 가격을 추정하고 그 결과를 실증적으로 분석하였다. 먼저 기존의 농지 가격 추정 방식이 수익접근법에 치우쳐 있어 필지 단위의 개별적 특성을 반영하는 데 한계가 있음을 인식하고, 본 논문에서는 시장접근법을 선택하였다.

전문가가 조사 및 평가한 표준지 공시지가를 투입 자료로 하여 헤도닉 가격모형을 적용하였으며, 농지를 비롯한 토지의 가격은 속성 정보뿐 아니라 위치 정보에 따라 결정되는 사실을 고려하여 회귀-크리깅 모형을 농지 가격 추정에 최초로 적용하였다. 검증 데이터를 기준으로 모형 성능을 비교한 결과, 회귀-크리깅 모형의 가격 예측력이 기존의 회귀분석 모형보다 월등하게 우수함을 확인할 수 있었고, 이는 추정가격을 실제 가격으로 나눈 비율인 SR의 공간적 분포를 통해 시각적으로도 확인할 수 있었다. 즉, SR의 범위가 0.8에서 1.2 정도로 편차가 완화되었고, 값의 공간 분포에서 특정 지역으로 집중을 확인할 수 없는 점 등으로 미루어 공간의존성이 상당 부분 제거된 것을 확인할 수 있었다.

최근 공시지가나 실거래가 자료 등 공공자료의 개방과 이에 따른 구득성 증가로 데이터에 기반을 둔 농지 가격 추정이 어느 때보다 수월해졌다. 표준지 공시지가처럼 전문가에 의한 가격 추정을 정밀평가(single-property appraisal)라고 한다면 데이터에 기초하여 많은 필지를 일시에 추정하는 것을 대량평가(mass appraisal)라고 한다. 대량평가는 정밀평가와 달리 저렴한 비용, 신속한 추정, 자의성 개입 최소화 등을 장점으로 금융기관의 담보물 가치 추정, 정부가 시행하는 주택연금이나 농지연금 가입 시 주택 및 농지의 가치 추정 등 사회 각 분야에 저변을 확대하고 있다. 특히 대량평가모형을 활용한 과세평가 영역은 그 역

사가 오래되었을 뿐 아니라 국민의 재산권에 직접적인 영향을 미치는 등 파급효과가 매우 큰 분야라 할 수 있다.

따라서 본 논문의 결과는 부동산 가격이 필요한 다양한 사회 분야에 적용할 수 있는데, 특히 공시지가 같은 과세평가 분야에서 정책적 의의가 크다고 할 수 있다.

예를 들어 본 논문은 회귀-크리깅 모형을 적용하기 위한 기초자료로 표준지 공시지가를 활용하였으나, 향후 이를 실거래가로 대체할 경우 모형을 통해 산출된 가격 수준은 실거래가 수준과 유사하게 되어 현재 정부가 추진 중인 실거래가 기반 가격공시제도와 그 취지가 같아지게 된다. 따라서 회귀-크리깅 모형은 실거래가 기반 가격공시제도를 도입하기 위한 실행 도구의 하나로 기능할 수 있다고 판단된다.

끝으로 본 논문은 1개 지역을 사례로 선정하여 분석함으로써 결과의 일반화에 다소 무리가 있고, 설명 변수 선정에 있어 좀 더 풍부한 설명변수를 포함하지 못한 한계가 존재한다. 이 부분은 추가 연구를 통해서 검증하고 확인할 필요가 있다.

참고문헌

1. 권오상. 2008. 농지가격의 결정요인: 다단계 특성가격모형. 농업경제연구 49권, 1호: 113-139.
Kwon Ohsang. 2008. Determinants of farmland prices: A bayesian multilevel/hierarchical hedonic price model. *The Korean journal of Agricultural Economic* 49, no.1: 113-139.
2. 김병선, 구자용, 최진무. 2010. Regression-Kriging 모형을 이용한 인구분포 추정에 관한 연구. *대한지리학회지* 45권, 6호: 806-819.
Kim Byeongsun, Ku Chayong and Choi Jinmu. 2010. Population distribution estimation using regression-kriging model. *The Korean Geographical Society* 45, no.6: 806-819.

3. 박현수. 2000. 모수적 방법과 비모수적 방법에 의한 토지가격 추정에 관한 연구. *한국지역개발학회지* 12권, 1호: 101-109.
Park Heonsoo. 2000. A comparative study on the parametric and nonparametric estimation of land price. *Journal of The Korean Regional Development Association* 12, no.1: 101-109.
4. 박현주, 신휴석, 노영희, 김경민, 박기호. 2012. 크리깅 기법을 이용한 단양군의 산림 탄소저장량 추정-지상부 바이오매스를 대상으로. *한국지리정보학회지* 15권, 1호: 16-33.
Park Hyunju, Shin Hyuseok, Roh Younghee, Kim Kyoungmin and Park Keyho. 2012. Estimating forest carbon stocks in Danyang using kriging methods for aboveground biomass. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 15, no.1: 16-33.
5. 이용만. 2008. 헤도닉 가격 모형에 대한 소고. *부동산학연구* 14권, 1호: 81-87.
Lee Youngman. 2008. A review of the hedonic price model. *Journal of the Korea Real Estate Analysts Association* 14, no.1: 81-87.
6. 이정환, 조재환. 1996. 농지가격의 결정요인과 요인별 영향력-현재가치이론 검정과 충격 반응분석. *농촌경제* 19권, 1호: 1-16.
Lee Junghwan and Cho Jaehwan. 1996. Determinant factors of farm land price and effects: Present value model test and impulse response analysis. *The Korean Journal of Agricultural Economics* 19, no.1: 1-16.
7. 이창로, 박기호. 2013. 인근지역 범위 설정이 공간회귀모형 적합에 미치는 영향. *대한지리학회지* 48권, 6호: 978-993.
Lee Changro and Park Keyho. 2013. The effects of neighborhood segmentation on the adequacy of a spatial regression model. *The Korean Geographical Society* 48, no.6: 978-993.
8. 장희순, 방경식. 2014. 부동산 용어사전. 서울: 부연사.
Jang Heesoon and Bang Kyungsik. 2014. *Dictionary of Real Estate Terms*. Seoul: Buyonsa.
9. 채광석. 2007. 농지가격 변동요인에 관한 실증 분석. *농업경제연구* 48권, 3호: 91-108.
Chae Kwangseok. 2007. An empirical analysis on the factors affecting farmland prices. *Korea Agricultural Economics Association* 48, no.3: 91-108.
10. Anselin, L. 2010. Thirty years of spatial econometrics. *Papers in Regional Science* 89, no.1: 3-25.
11. Banerjee, S., Carlin, B. P. and Gelfand, A. E. 2004. *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
12. Capozza, D. R. and Helsley, R. W. 1989. The fundamentals of land prices and urban growth. *Journal of Urban Economics* 26: 295-306.
13. Donoso, G., Cancino, J., Olguín, R. and Schönhaut, D. 2013. A comparison of farmland value determinants in Chile between 1978-1998 and 1999-2008. *Ciencia e Investigación Agraria* 40, no.1: 85-96.
14. Gelfand, A. E. 2012. Hierarchical modeling for spatial data problems. *Spatial Statistics* 1: 30-39.
15. Goodchild, M. F. 1986. *Spatial Autocorrelation. Concepts and Techniques in Modern Geography* 47. Norwich: Geo Books.
16. Hengl, T., Heuvelink, G. B. and Rossiter, I. D. G. 2007. About regression-kriging: From equations to case studies. *Comput Geosci* 33, no.10: 1301-1315.
17. Hoshino, T. and Kuriyama, K. 2010. Measuring the benefits of neighbourhood park amenities: Application and comparison of spatial hedonic approaches. *Environmental and Resource Economics* 45, no.3: 429-444.
18. IAAO(International Association of Assessing Officers). 2010. *Standard On Ratio Study*. Kansas: IAAO.
19. Isaaks, E. H. and Srivastava, R. M. 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford: Oxford University Press.
20. Ling, D. C. and Archer, W. R. 2005. *Real Estate Principles: A Value Approach*. New York: McGraw-Hill.
21. Livanis, G., Moss, C. B., Breneman, V. E. and Nehring, R. F. 2006. Urban sprawl and farmland prices. *American Journal of Agricultural Economics* 88: 915-929.
22. Maddison, D. 2009. A Spatio-temporal Model of Farmland Values. *Journal of Agricultural Economics* 60, no.1: 171-189.
23. McCluskey, W. J., Deddis, W. G., Lamont, I. G. and Borst, R. A. 2000. The application of surface generated interpolation models for the prediction of residential property values. *Journal of Property Investment & Finance* 18: 162-176.
24. Moore, J. W. 2006. Performance comparison of automated valuation models. *Journal of Property Tax Assessment and Administration* 3: 43-60.
25. Nguyen, N. and Cripps, A. 2001. Predicting housing value: A comparison of multiple regression analysis and artificial neural networks. *Journal of Real Estate Research* 22, no.3:

313-336.

26. Pace, R. K., Sirmans, C. F. and Slawson Jr, V. C. 2002. Automated valuation models. In *Real Estate Valuation Theory*, 133-156. Berlin: Kluwer Academic Publishers.

27. Rosen, S. 1974. Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition. *The Journal of Political Economy* 82, no.1: 34-55.

28. Wheeler, D. C., Páaez, A., Spinney, J. and Waller, L. A.

2014. A Bayesian approach to hedonic price analysis. *Papers in Regional Science* 93, no.3: 663-683.

- 논문 접수일: 2016. 4. 11
- 심사 시작일: 2016. 4. 21
- 심사 완료일: 2016. 5. 10

요약

주제어: 농지가격, 시장접근법, 공간의존성, 회귀-크리깅 모형

본 논문은 김제시를 대상으로 농지 가격을 추정하고 그 결과를 실증적으로 분석하였다. 선행연구들의 농지 가격 추정 방식이 수익접근법에 치우쳐 있어 필지 단위의 개별적 특성을 반영하는 데 한계가 있음을 인식하고, 본 논문에서는 시장접근법을 선택하였다.

전문가가 조사 및 평가한 표준지 공시지가를 투입 자료로 하여 시장접근법을 적용하였으며, 농지를 비롯한 토지의 가격은 속성 정보뿐 아니라 위치 정보에 따라 결정되는 사실을 고려하여 회귀-크리깅 모형을 농지 가격 추정에 최초로 적용하였다.

검증 데이터를 기준으로 모형 성능을 비교한 결과,

회귀-크리깅 모형의 가격 예측력이 기존의 회귀분석 모형보다 월등하게 우수함을 확인할 수 있었다. 즉, 공간의존성을 명시적으로 고려함으로써 추정 가격의 정확도를 높일 수 있었고, 공간의존성을 계량화할 때 크리깅 기법을 적용하여 공간관계 설정에서 임의성을 배제할 수 있었다.

마지막으로 추정 가격을 실제 가격으로 나눈 비율인 SR(sales ratio)의 공간적 분포를 시각적으로 표현함으로써 회귀-크리깅 모형이 농지 가격의 공간의존성을 효율적으로 처리하였음을 확인하였다.

