

前時点の用途を考慮した土地利用モデルにおける水害危険性の影響*

Flood Risk Effect with an Land-use Model Considering the Previous Land-use

岩橋佑**・平松敏史**・塚井誠人***・奥村誠****

By Yu IWAHASHI・Toshifumi HIRAMATSU・Makoto Tsukai・Makoto OKUMURA

1. はじめに

筆者らは、水害危険性を考慮したヘドニック分析を行う際に、計測地点が限定されている地価データに加えて、より多く取得できる土地利用データを統合的に用いる方法を提案し、奈良県の大和川流域を対象に適用性を確認している¹⁾。

しかし、対象地域のように古くから土地利用がなされてきた地域では、過去の時点の土地利用の影響が無視できず、ダイナミックなモデルを開発することが望まれる。さらに、水害危険性を既往の水害の経験回数で表現する場合には、水害とモデルで考える土地利用変化の時期との前後関係にも注意を払う必要がある。

本稿では、既存の地価土地利用同時推定モデルを前時点の土地利用の影響を考慮できるように拡張する。さらに、経験回数として取り上げる既往の水害の違いが、モデルの推定結果に与える影響を調べる。

2. 土地利用モデルの設定

(1) 地価土地利用同時推定モデル

本研究では、「地価土地利用同時推定モデル」を用い、実測用途を再現すると同時に、地価が観測されているメッシュでは最大付け値と地価が等しくなるようにパラメータの推定を行う。

式(1)のような対数線形の付け値関数を考え、誤差項 ε_i が相互に独立なガンベル分布を仮定して、式(2)のロジットモデルを得る。

$$\log U_{in} = V_{in} + \varepsilon_i \quad (1)$$

U_{in} : メッシュ n における用途 i の付け値関数

V_{in} : 確定的に推定される付け値

ε_i : 誤差項

$$P_{in} = \exp(V_{in}) / \sum_{j \in J_n} \exp(V_{jn}) \quad (2)$$

地点 n における地価 OPR_n は、最大付け値の観測値であると考え、市場での評判や期待といった部分地域 δ_n^a に固有の要因の影響を加えて次式のよう表現する。

$$OPR_n = \max_i (V_{in}) + \sum_{a=1}^2 \theta^a \delta_n^a + \phi \quad (3)$$

ただし ϕ は、正規分布に従う誤差項である。

対数尤度関数を式(4)のように定式化し、これを最大化するパラメータ値を推定する。

$$L = \prod_i \prod_n \ln P_{in} + d_n \cdot k \cdot \ln \Phi \left[OPR_n - \left(\max_n (V_{in}) + \sum_{a=1}^2 \theta^a \delta_n^a \right) \right] \quad (4)$$

ただし、 $\Phi[x]$ は標準正規確率分布関数、 d_{in} は地価の有無を表すダミー変数である。 k は尤度関数の第1項と第2項の統計的な重みを決めるための係数であり、前稿では(全サンプル数/地価の観測数)としたが、本稿では地価の当てはまりを改善するためその10倍の値を設定した。

(2) 前時点の用途の影響の考慮

古くから土地利用がなされてきた地域では、事前の土地利用の状況により新たな土地利用を行うためのコストが異なり、結果として用途の選択確率にも影響があると考えられる。例えば、前時点の用途と同じ用途で継続的に利用する状況と比較して、用途変更を行うとすれば建物の建設コストが追加的に必要となる。一方、事前に何らかの建物が建てられている場合には整地や道路・上下水道の引き込みが不要になることから建設コストが節約できる可能性

*キーワード：防災計画、土地利用モデル、地価モデル

**学生員、広島大学大学院工学研究科

(東広島市鏡山 1-4-1、TEL・FAX 082-424-7827)

***正員、博(工)、立命館大学理工学部都市システム工学科

(草津市野路東1-1-1、TEL・FAX 077-561-5986)

****正員、博(工)、広島大学大学院工学研究科

もある。

これらの効果は、前用途と新用途が同じであれば作用しない。また前用途が山林・農地であれば除去コストが、新用途が山林・農地であれば建設コストが不要であると仮定した。すなわち、前用途が k' であった土地が新用途 k として利用される確率は、次式によって与えられる。

$$p_{kn} = v_k + (1 - \delta_{kk'}) (d + c) > v_j + (1 - \delta_{jk}) (d + c) \quad (5)$$

最尤法を用いて、付け値関数、地域ダミー変数のパラメータと同時に用途変更における前用途の影響 d 、新用途の影響 c を、内生的に求める。

3. 奈良県大和川流域への適用

(1) 適用データ

以上のモデルを、奈良県の大和川本川および佐保川流域の水害頻発地域に適用する。昭和60年の土地利用を前用途として与え、11年後の平成8年の土地利用を説明する。細密数値情報10mメッシュ土地利用データを用い、標高30~60mの範囲で両時点ともに工業、商業、住宅、農地、山林のいずれかであるメッシュを対象とする。また、データ数が莫大なることから、全体の4%にあたるメッシュを抽出して推定に用いた。

(2) パラメータ推定結果の考察

水害リスクを表現するために、土地利用が変化した期間に直接的に影響を与えたと考えられる昭和57年、平成7年の2回の水害の経験回数を説明変数として用いたときの結果を表1に示す。尤度比は、0.26でモデルの説明力は良好であり、ほとんどのパラメータは統計的に有意であった。「水害の経験回数」のパラメータは全ての用途に対して負であり、水害リスクにより付け値が低くなる。「用途地域」に対する適合条件は、住宅、商業、工業いずれにおいても正で t 値も大きいことから、用途規制がこれらの立地に与える影響が大きい。「新用途」のパラメータは負であり、新規に建物を必要とする用途に変更するには建設コストが必要であることを表わしている。一方「前用途」のパラメータは正であり、他の用途であっても建物が建っている土地は、山林などから開発して使うよりもコストが節約できることを表わしている。

表1 地価土地利用同時推定モデルの推定結果

用途	説明変数	推定値	t値	用途	説明変数	推定値	t値	
工業	水害経験回数	-0.68	-8.60 **	農地	水害経験回数	-0.66	-16.61 **	
	市街化区域	0.50	6.49 **		市街化区域	-0.02	-27.17 **	
	用途地域(工業)	2.31	21.65 **		定数項	3.21	50.51 **	
	定数項	2.11	22.43 **		山林	水害経験回数	-0.30	-9.79 **
商業	水害経験回数	-0.87	-8.08 **	地価関数		分散	1.01	262.62 **
	市街化区域	0.23	2.89 **			大和川北側	7.44	156.59 **
	用途地域(商業)	1.33	2.59 **			大和川南側	7.67	184.07 **
	定数項	0.06	0.68	建設コスト	-0.71	-16.73 **		
住宅	水害経験回数	-0.61	-32.18 **	除去コスト	1.51	48.60 **		
	市街化区域	1.75	40.18 **	尤度比	0.26			
	用途地域(住宅)	1.73	40.37 **	サンプル数	15146			
	定数項	67.80	115.88 **					

表2 水害リスクの表現の違いによる推定値の比較

説明変数	S57,H7		S57		S57,H7,H11		
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	
工業	水害経験回数	-0.68	-8.60 **	-0.46	-4.43 **	-0.69	-8.68 **
商業	水害経験回数	-0.87	-8.08 **	-0.77	-5.70 **	-0.89	-8.37 **
住宅	水害経験回数	-0.61	-32.18 **	-0.45	-21.40 **	-0.61	-32.20 **
農地	水害経験回数	-0.66	-16.61 **	-0.72	-16.54 **	-0.67	-16.73 **
山林	水害経験回数	-0.30	-9.79 **	-0.16	-5.02 **	-0.30	-9.79 **
初期尤度		26322		26322		26322	
最終尤度		19390		19551		24376	
尤度比		0.26		0.26		0.07	
サンプル数				15146			

(3) 水害リスクの表現の違いがもたらす影響

昭和60年から平成8年までの11年間の土地利用変化のほとんどは平成7年の水害以前に決定されたものであると考え、昭和57年の水害のみを考慮したモデルの方が当てはまりが良い可能性がある。また、人々が直接的な水害経験ではなく、地形などを手がかりに水害のリスクを認識しているとすれば、期間後の平成11年を含めた3回の水害の経験回数の方がリスクをうまく表現できている可能性もある。そこで、以上の3つのケースでの水害危険性の影響パラメータを比較した結果を表2に示す。

水害経験回数のパラメータの絶対値は多くの用途で、考慮する水害の回数が増えるほど大きくなっている。これらの立地主体が過去の水害実績よりも、むしろ水害のリスクを一般的に捉えていることを示唆している。

今後は詳細な標高データを入手し、過去の水害の回数だけではなく、浸水深などの形で被災の程度を表現した変数を取り入れて分析を行う必要がある。

参考文献

- 1) 岩橋佑・奥村誠・塚井誠人・平松敏史：地価土地利用同時推定モデルによる水害の影響分析、土木計画研究・講演集、No.31、(CD-ROM)、2005.6