

# 防災投資評価のための、土地利用・地価モデルの必要性と課題\*

Needs and Difficulties for Economical Evaluation of Disaster Prevention Projects

based on Land-use and Land Price Models \*

奥村 誠\*\*・岩橋 佑\*\*\*

By Makoto OKUMURA\*\*・Yuu IWAHASHI\*\*\*

## 1. はじめに

近年、公共事業の選択と実施について一層の効率化を求める声が高まっている。河川事業などの防災投資は、地域の災害リスクを低下させるとともに地域の生活環境を改善する効果が期待されるが、効果が直接的に理解されやすい道路事業などの公共事業との財源配分を行う上で、防災投資の便益を的確に評価することが求められる。

本論文では、その方法として、災害リスク軽減に伴う土地利用の変化、地価の上昇を計測する方法が有用であると考え、その実用化のために必要となる地域データ、土地利用モデルおよび地価モデルの開発上の課題について考察する。

## 2. 防災投資の便益の考え方

### (1) 想定被害リスクに基づく便益評価

防災投資の便益は、投資を実施しなかった時の地域における想定被害額と投資を行った時の想定被害額との差として定義できる。複数の発生確率のレベルに対して代表的な自然外力を想定し、発生確率に被害額を乗じることによって期待被害額に一本化した上で評価を行う方法が一般的である。

物的な被害が小さければ、失われたものを直後に再調達することが可能であるため被害額はその物品の価格で表わすことができよう。被害が大きくなると、その復旧までに時間がかかり、結果として地域経済の価格や所得の体系に影響を与えることになる。この場合、想定ケースごとに経済モデルを用いて被

\*キーワード：防災計画、土地利用モデル、地価モデル

\*\*正員、博(工)、広島大学大学院工学研究科

\*\*\*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)

害状況を推定し、補償変分の形で防災投資の価値を評価する方法が提案され<sup>1)2)</sup>、実地域への適用も試みられている<sup>3)</sup>。さらに被害が甚大な場合、地域経済の発展過程への影響が生じる。そのような動的な影響の評価に関する理論的研究も進んできている<sup>4)</sup>。

これらの研究はいずれも、将来起こりうる自然外力をその発生確率とともに想定し、社会システムの被害リスクを計算するという立場に立っている。これらの想定はできる限り科学的に行うものの不確実性が大きいと、住民が容易に納得しにくいという問題がある。特に住民には、1/100年などの稀少事象のリスクを無視するというバイアスが生じ<sup>5)</sup>、便益計算の蓋然性は小さくなってしまう。

### (2) 住民の認識に基づく評価

防災事業の目的や効果を住民に粘り強く説明した上で、他の目的の公共事業との財源配分は最終的には住民の意思に沿うことが求められよう。住民が実際に認識している災害リスクを把握し、どのようなバイアスが存在するのかを確認することが望まれる。

土地利用の意思決定は、住民の災害リスクへの認識を反映していると考えられる。また、将来の土地利用の可能性を考慮した上で、地価の評価がなされていると考えられる。そこで、災害リスクの水準が土地利用あるいは地価に与える影響を実証的に分析して背後のリスク認識を把握することを試みる。その結果を事業評価に用いられている想定リスクや過去の災害履歴データと対比させることにより、バイアスの発生形態を知ることにもつながる。

## 3. 土地利用・地価分析の試み

### (1) 影響分析の課題

土地利用・地価分析は、観察される土地利用や地

価値を、地域の利便性や快適性、安全性などの環境要因に対して回帰するという方法論に立脚する。したがって災害リスク(たとえば治水安全度)と他の環境要因との相関性が高ければ「重共線性」により、災害リスクの影響を分離できないという問題が生じる。

都市圏における水害リスクの影響分析を行う場合、この問題の回避は容易ではない。都市圏では都心部までの交通利便性が重要な決定要因であるが、鉄道や道路が河川の自然堤防を利用しているケースが少なくない。さらに氾濫原において水害の危険度の高いため水田などの農用地が残されている場所において、まとまった規模の開発適地と見なされて大規模店の立地が進む事例も多い。水害リスクが高いほど買物の利便性が高い傾向になっている可能性がある。

### (2) 土砂災害危険度を考慮した土地利用モデル

筆者らは、東広島市の 100 mメッシュの土地利用と路線価を同時に説明するためのランダム付け値型の土地利用モデルを開発している<sup>6)</sup>。

用途*i*がメッシュ*n*に立地する確率を以下のように定義する。

$$P_{in} = \exp(v_i) / \sum_{j \in J_n} \exp(v_j) \quad (1)$$

$v_i$  : ある土地を用途*i*として利用する際の付け値地域の評判などの地域性にに基づく付け値と地価(路線価)のずれを考え、部分地域ごとのダミー変数で表現する。地価は式(2)のようになる。

$$OPR_n = \max(V_m) + \sum_{a=1}^6 \theta^a \delta_n^a + \phi \quad (2)$$

$OPR_n$  : 地点*n*の路線価の観測値

$\max(v)$  : 地点*n*の付け値関数の最大値

$\theta^a$  : 地域ダミー変数のパラメーター

$\delta_n^a$  : メッシュ*n*が地域*a*にあることを表わすダミー変数

対数尤度関数は式(3)のように定式化し、誤差項 $\phi$ に正規分布を仮定して、最尤法を用いて推定する。

$$L = \prod_i \prod_n \ln P_{in} + \sum_{a=1}^6 d_n * k * \Phi \left[ OPR_n - \left( \max(v_m) + \sum_{a=1}^6 \theta^a \delta_n^a \right) \right] \quad (3)$$

$\Phi$  : 標準正規確率分布関数

$d$  : 路線価の観測を表わすダミー変数

$k$  : 正規分布項の影響力を補正する係数

表-1 東広島市の用途地価同時推定モデル

用途	説明変数	推定値	t値	
商業	最寄り駅までの距離	113.403	1.93	
	主要道路までの距離	0.564	1.32	
	半径500m以内の公共施設数	-0.094	-7.37 **	
	内水面に隣接	-0.075	-0.49	
	半径500m以内の商業数	0.029	2.91 **	
	半径500m以内の住宅数	0.000	0.03	
	半径500m以内の工場数	-0.011	-1.03	
	災害危険地域に隣接	0.578	0.91	
	商業立地可能	1.964	10.45 **	
	95年に他用途	-3.932	-6.54 **	
	定数項	-0.909	-4.39 **	
	住宅	最寄り駅までの距離	-116.907	-1.90
		主要道路までの距離	1.441	4.45 **
半径500m以内の公共施設数		-0.100	-10.06 **	
内水面に隣接		-0.238	-2.02 *	
半径500m以内の商業数		-0.021	-2.44 *	
半径500m以内の住宅数		0.035	6.35 **	
半径500m以内の工場数		-0.055	-5.46 **	
災害危険地域に隣接		0.816	1.66	
住宅立地可能		0.817	6.97 **	
95年に他用途		-4.226	-7.18 **	
定数項		0.397	2.55 *	
工場		最寄り駅までの距離	-30.865	-0.20
		主要道路までの距離	-0.148	-0.23
	半径500m以内の公共施設数	-0.136	-6.30 **	
	内水面に隣接	-0.647	-3.34 **	
	半径500m以内の商業数	-0.001	-0.08	
	半径500m以内の住宅数	-0.022	-2.02 *	
	半径500m以内の工場数	0.055	4.96 **	
	災害危険地域に隣接	-0.353	-0.39	
	工場立地可能	3.478	14.69 **	
	95年に他用途	-3.024	-4.63 **	
	定数項	-0.614	-2.46 *	
	分散	3.11E-04	15.52 **	
	西条本町地域	-121.496	-6.58 **	
西条中央地域	-82.974	0.00		
寺家地域	-97.067	-4.90 **		
御園宇地域	-73.335	0.00		
	初期尤度	-30453		
	最終尤度	-21259		
	尤度比	0.30		
	サンプル数	2360		

\*1%有意 \*\*5%有意

この結果、表-1に示すように、土砂災害危険地域指定が地価に及ぼす影響パラメータは正の値として推定される。これは、土砂災害危険地域は「現状において5軒以上の住宅が存在している場所のうち、土砂災害の危険度が高い地域」を指定したものであるため、住宅の存在の影響力が強く現れたためであると理解できる。

### (3) 大阪府の公示地価モデルの推定結果

筆者らは、大阪府の2002年の公示地価データを、異質な評価主体が存在することを仮定したモデルを提案している<sup>7)</sup>。

狭域の利便性を考えるタイプ(Type1)の付け値を $V_{1n}$ 、広域の利便性を考えるタイプ(Type2) $V_{2n}$ 、以前の価格(ここでは5年前とする)に基づく土地所有者の留保価格を $V_{3n}$ とする。

$$\ln V_{1n} = f_{1n} + \varepsilon_{1n} = C_1 + \alpha_1 \ln A_n + \alpha_2 P_n + \alpha_3 I_n + \alpha_4 L_n + \varepsilon_{1n}$$

$$\ln V_{2n} = f_{2n} + \varepsilon_{2n} = C_2 + \beta_1 \ln A_n + \beta_2 P_n + \beta_3 I_n + \beta_4 L_n + \beta_5 R_n + \varepsilon_{2n}$$

$$\ln V_{3n} = f_{3n} + \varepsilon_{3n} = C_3 + \gamma_1 \ln price + \varepsilon_{3n}$$

$C_1, C_2, C_3$  ; 定数、 $A_n$  ; 公共施設までのアクセス、 $P_n$  ; 用途地域計画ダミー、 $I_n$  ; インフラ整備ダミー（ガス・下水道）、 $L_n$  ; 土地の建築基準（宅地面積、建ぺい率、容積率）、 $R_n$  ; 広域の利便性を表わす変数（地価ポイントから2 kmバッファ内の施設の数）、 $price$  ; t-5期の地価（1997年の地価）である。

これら3種類の値のうち最も高いものが地価として観測されることから、次式が成立する。

$$Y_n = \max(V_{1n}, V_{2n}, V_{3n})$$

3つの誤差項に相互に独立な正規分布を仮定し、3つの値の切り替え確率を考慮して最尤法によりパラメータの推定を行う。

このモデルの説明変数として最寄の河川までの距離を含めて推定した結果は表-2のようであり、そのパラメータ推定値は有意とはならないものの負の値となる。現在、地価公示地点の地盤高データを作成している。

表-2 河川距離を取り入れた地価モデル

	変数名	推定値	t-値
Type1 (狭域の利便性を考える主体)	定数項	15.529 **	4.41
	都心距離	-0.440 **	-15.56
	駅距離	-0.140 **	-4.11
	病院距離	-0.107 **	-2.83
	河川距離	-0.012	-0.60
	小学校数-500	0.085	1.60
	住宅	-0.220	-1.07
	近隣商業	-0.245	-0.16
	ガス	0.977	1.02
	下水道	1.012	0.30
Type2 (広域の利便性を考える主体)	定数項	15.767 **	35.86
	都心距離	-0.562 **	-14.54
	駅距離	-0.029	-1.53
	病院数	0.019 **	3.98
	河川距離	-0.001	-0.13
	商店数-2k	0.000	-1.89
	住宅	0.893 **	3.26
	近隣商業	1.067 **	3.79
	ガス	0.554 **	4.15
	下水道	0.180 **	2.94
Type3 (留保価格)	定数項	1.251 **	21.36
	t-5期の地価	0.870 **	186.51
	サンプル数	1869 (**は5%	
	修正済決定係数	0.954	有意を表す)

#### 4. 今後の課題

##### (1) 詳細な地域データの必要性

回帰分析のためには、上述した重共線性の回避が重要であり、他の環境要因がほぼ同等であるが災害リスクが有意に異なる地点に関する特性データを用意する必要がある。まずは首都圏で実施されているようなレーダ高度計による詳細な地盤高のデータ整備が望まれる。

##### (2) 災害履歴データの補間

また、住民の災害リスクの認識に決定的な影響力を持つと思われる過去の災害履歴については、痕跡水位などの形で断片的な情報しか得られない場合が多い。水工学的な知見を踏まえつつ、地価分析の対象地点のそれぞれにおける状況を推測しておく必要がある。元データが存在しない場合には空間的な内挿によりデータを補完することが不可欠である。

##### (3) 地理情報システムの高度な活用

上述したような地域データは、別々の機関で整備、保有されているが、その空間解像度や精度もさまざまである可能性が高い。これらのデータを相互に重ね合わせていくためには、地理情報システムの高度な利用が不可欠である。

さらに、水工学をはじめとする分野で用いられている各種の力学モデルとのデータのやり取りの技術を進めることが重要な課題である。

#### 参考文献

- 1) 上田孝行：防災投資の便益評価－不確実性と不均衡の概念を念頭において、土木計画学研究・論文集, No. 14, pp. 17-34, 1997.
- 2) 多々納裕一：不確実性下のプロジェクト評価－課題と展望－, 土木計画学研究・論文集, No. 15, pp. 19-30, 1997.
- 3) 高木朗義, 森杉壽芳, 上田孝行, 西川幸雄, 佐藤尚：立地均衡モデルを用いた治水投資の便益評価手法に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No. 13, pp. 339-348, 1996.
- 4) 横松宗太, 小林潔司：防災投資による物的被

害リスクの軽減便益、土木学会論文集, No. 660/  
IV-49, pp. 111-123, 2000.

5) 山口健太郎, 多々納裕一, 岡田憲夫: リスク  
認知のバイアスが災害危険度情報の提供効果に  
与える影響に関する分析、土木計画学研究・論  
文集, Vol. 17, pp. 327-336, 2000.

6) 奥村誠, シャーミムMハック: 観測地価と詳  
細地理情報に基づく土地利用モデル, 都市計画  
論文集, No. 37, pp. 103-108, 2002.

7) 岩橋佑, 奥村誠, 塚井誠人: 異質な評価主体  
を考慮した地価構成要因の分析, 土木学会中国  
支部研究発表会講演概要集, Vol.56,IV-39,2004.