

地盤災害リスクの主成分分析による動産・不動産の定量的評価の試み

武蔵工業大学 学生会員 ○真野 翔太 正会員 片田 敏行

武蔵工業大学 正会員 末政 直晃 非会員 小林 梓美

1. はじめに

わが国は自然災害が発生しやすい環境にあり、構造物に被害を及ぼすリスクとして強震動、液状化、斜面崩壊、洪水などがある。これらの被害は、その地点での地盤工学的条件による影響が大きい。また、経済活動の活発化による宅地需要の増加により、現在では丘陵地や山地が改変されて宅地等に利用されている。このような地盤災害リスクを伴う土地も、住宅地や商業用地として取引されている。これまで、土地価格は利便性や収益性、住環境の良さに由来し、必ずしも地盤災害リスクを重視していない。したがって、現状で地価の高い地域でも災害リスクが高い場合もある。そこで、地盤リスクの認識が必要であると考え、災害リスクを考慮した土地の評価法を試みる。

本研究では、地盤災害リスクも考慮した土地の評価法の開発を目的とする。すなわち、地盤災害リスクによる予想被害額を算定するために、横浜市を対象として、地盤災害リスクと経済性項目を点数化し主成分分析により、リスクを考慮した土地の評価式の構築を試みた。

2. 主成分分析法による評価

(1) 評価方法

評価方法は、図-1 に示すように横浜市の地形図をメッシュに分割し、調査地点を決める。次に表-1 に示すように変数項目を決め、各項目プラス面を高得点とし、1~5 点の 5 段階で点数化する。変数項目は、災害リスクとして地震動、液状化、洪水、地盤沈下、斜面崩壊の 5 項目とした。地盤条件として微地形と地盤増幅率の 2 項目。経済性として地価と最寄り駅からの距離(利便性)の 2 項目で、全部で 9 項目とした。

本報告では、災害による予想被害額の算定を目的とするため、災害に関連する「災害リスク」と「地盤条件」項目の計 7 項目で主成分分析している。これら変数項目を表-2 の地図情報に基づき点数化して、多変量解析の 1 つで総合評価として用いられる主成分分析を実施し、固有ベクトルや主成分得点の結果から災害リスクを考慮した土地評価法を検討した。

(2) 主成分分析結果

主成分分析を実施し、算出された第 1 主成分の固有ベクトルを図-2 に示す。図-2 より第 1 主成分の固有ベクトルがすべて正となっているので、これは「災害リスクの安全性の総合力」を表しているといえる。すなわち、第 1 主成分の主成分値が低いほど地盤災害リスクが高いことになる。

この第 1 主成分値が災害リスクの被害予想に重要になる項目と判断し、次に述べるような簡易的方法や数学的方法を用い、第 1 主成分値に基づく災害リスクの被害予想額の算出法を検討した。

キーワード：災害リスク，土地評価，主成分分析

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 地盤環境工学研究室 Tel：03-5707-2202

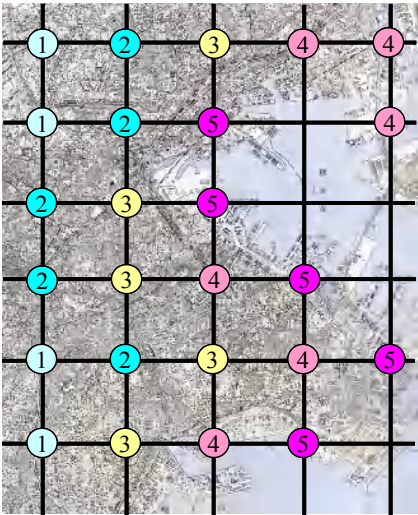


図-1 リスク評価(横浜変遷図¹⁾加筆)

表-1 変数とその点数化基準

変数項目		低い(1)←評価点→高い(5)
災害リスク	洪水	危険性大(1)～危険性小(5)
	液状化	危険性大(1)～危険性小(5)
	地震動	危険性大(1)～危険性小(5)
	地盤沈下	危険性大(1)～危険性小(5)
	斜面崩壊	危険性大(1)～危険性小(5)
地盤条件	微地形	悪い地形(1)～良い地形(5)
	地盤増幅率	大きい(1)～小さい(5)
経済性	地価	低い(1)～高い(5)
	利便性	悪い(1)～良い(5)

表-2 評価に用いた地図情報²⁾³⁾

変数項目		評価に用いた情報源
災害リスク	洪水	洪水ハザードマップ *神奈川・中・金沢区浸水警戒区域図
	液状化	南関東地震被害想定 液状化マップ
	地震動	横浜市地震マップ(南関東地震)
	地盤沈下	横浜市地盤沈下変動図
	斜面崩壊	神奈川県 土砂災害危険箇所マップ
地盤条件	微地形	微地形図 (点数化は地形分類と災害の関係資料より)
	地盤増幅率	地盤増幅率図

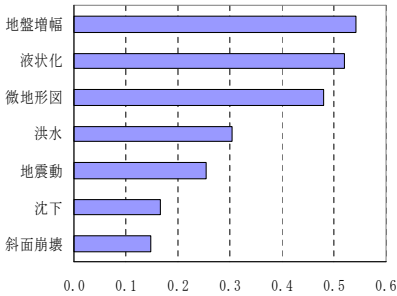


図-2 第 1 主成分の固有ベクトル

3. 土地評価への応用

土地価格に地盤災害リスクを考慮するために(1)式に示す計算式を用いて、具体的な価格で定量的に土地評価する方法を提案する。

$$(\text{土地価格}) - (\text{地盤災害リスクによる予想被害額}) = (\text{評価額}) \cdots (1)$$

(1) 予想被害額の簡易的算出法

(1)式での評価するにあたり、地盤災害リスクによる予想額に含める項目の設定とその求め方が重要となる。そこで既往の研究⁴⁾では、第1主成分の主成分値が低いほど地盤災害リスクが高いことから、表-3に示すように主成分値に応じて、地価を減価とするような方法を提案した。しかしながら、この方法では減価法が主観的であることや具体的な価格での算出法の検討が課題であった。そこで、不動産と動産の予想被害を加味した新たな評価法を提案する。

(2) 動産・不動産予想被害額の数学的算出法

主成分分析で得られた結果を用いて、減価額合計算式(2)を導いた。

$$Z = \sum_{n=1}^N a_i (X'_i H_1 + X''_i H_2) \cdots (2)$$

ここで、Z:減価額合計、 a_i :各地盤リスクの固有ベクトル、 X_i :想定減価率、 H_1 :不動産価格、 H_2 :動産価格である。(2)式は不動産と動産の価格を合計したものに表-4に示す想定減価率を乗じ、総合的なリスクにおける各リスクの重みを乗じる方法⁵⁾である。今回は不動産と動産価格の合計 $H_1 + H_2$ を、一般的な一戸建てに住む住民を想定し3,000万円とし、簡便のためにこの価格のみの被害を想定した。そのため、固有ベクトルは合計が1となるように正規化した。また、想定被害率は不動産と動産とも同じ想定被害率とした。

(3) 第1主成分値と減価額の関係

調査した全地点において(2)式より、減価額を求めた。全地点における第1主成分値と減価額の関係を図-3に示す。図-3より主成分値が最大地点と最小地点での減価の差は、約1,000万円と大きく差が出る結果となった。また、図-3の分布状況より、 x 軸を第1主成分、 y 軸を減価額とした1次関数で表わすと、

$$y(\text{万円}) = -147.84x + 1640.6 \cdots (3)$$

となった。これを「減価額関数」と定義し、横浜市においてこの減価額関数を用いることで、災害に対する安全性の総合力を示す第1主成分のみで具体的な減価額を求めることが可能となる。そして、(3)式により得られた減価を実際の動産と不動産価格に換算し、対象地域の土地評価額とする方法を提案する。

4. まとめ

地盤災害リスクを考慮した土地評価法の構築を目的として、横浜市を対象地域とした主成分分析を行った。また、その分析結果を用いて具体的な土地評価法の検討を行った。その結果、簡易的ではあるが地盤災害リスクを考慮した土地評価は可能であり、災害リスクの高い場所でも地価が高い場所が存在することが明らかになった。提案した評価法が適用できる可能性を検証するために、提案した評価法に基づき図-4に示す土地評価ソフト(試作)を作成した。これを用いて、土地評価の専門知識がない一般市民でも、評価が可能となるまで応用できるかを検証したい。今後は、減価額の算定式の妥当性と、本評価法が他の地域での適用できるかの検討が課題であるとする。

<参考文献> 1) 地図で見る横浜の変遷,財団法人日本地図センター,1996.7 2) 横浜市 HP <http://www.city.yokohama.jp> 3) 防災フロンティアネット HP <http://www.bousai-frontier.net> 4) 真野ら:地盤の自然災害リスクから見た土地評価,Geo-Kanto2008 発表講演集,p.p.88-89, 2008.10 5) 岡田ら:土地の地盤リスクの主成分分析と不動産評価への応用,第34回土木学会関東支部研究発表会 CD-ROM,2007.3

表-3 減価を考慮した評価例

地点	地価(千円)	第1主成分値	減価率(%)	評価額(千円)
A	164	6.883	5	155.8
B	267	4.405	15	226.95
C	172	8.501	0	172
D	383	2.246	20	306.4
E	252	2.146	20	201.6
F	219	5.550	10	197.1

表-4 想定減価率 X_i

	1 ← リスク評点 → 5				
洪水	1	0.75	0.5	0.25	0
地震動	0.2	0.1	0.05	0.03	0
液状化	0.5	0.3	0.2	0.1	0
沈下	1	0.8	0.3	0.1	0
斜面崩壊	1	0.75	0.5	0.25	0
微地形	0.5	0.3	0.2	0.1	0
地盤増幅	0.2	0.1	0.05	0.03	0

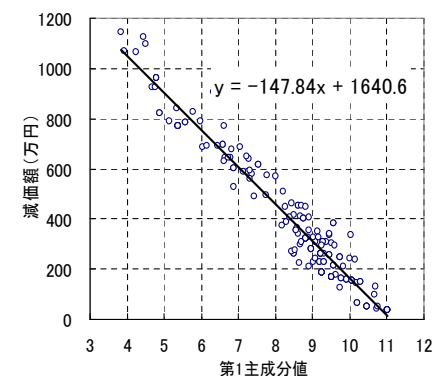


図-3 第1主成分値と減価額の関係



図-4 評価用ソフト(試作)