

数量化理論による 地すべりの危険度評価法の一試案

(株) 防災技術コンサルタント 正 員○杉山 和一
長崎大学工学部 正 員 後藤恵之輔
同 上 正 員 棚橋 由彦
同 上 学生員 吉住 龍也

1. まえがき

地すべりの危険度評価は、地すべり地における土木構造物の設計に際し、その計画全体を左右する重要な要素となる。危険度評価は従来、既存資料及び現地踏査結果に基づき、経験的な判断により行われてきた。しかし、この方法によれば、個人的な見解の相違を生じやすく、ややもすれば普遍性に欠けるきらいがある。

これに対し、本研究は数量化理論第Ⅲ類を適用することにより、地すべりの危険度評価を定量的、かつ高精度で行うことを目指すものである。数量化理論第Ⅲ類を用いた危険度評価において、その結果は抽出する地すべり素因データの内容及びカテゴリーの群別分類により、大きく左右される。ここでは特に、カテゴリーの群別分類の方法に注目した危険度評価を山口県油谷地域を対象として展開する。

2. 解析方法

解析方法の流れを図-1に示す。まず、既存資料及び現地踏査の結果得られたデータの中から、地すべり素因と考えられるデータを抽出する。これらのデータを数量化理論第Ⅲ類により数量化するとともに、固有値を計算する。次に、得られた固有値の評価を行う。すなわち、3軸程度までの固有値がそれ以下の固有値より格段に大きい場合には、4軸以降の固有ベクトルの値を無視し、カテゴリー分布図を利用した群別分類を行うことができる。ところが、それ以外の場合は、4軸以降の固有ベクトルの値が無視できないと判断し、固有値を重みとした多次元空間におけるカテゴリーの配置を考えることが必要となる。後者の場合、基準アイテムの各カテゴリーの多次元空間上の位置を基準とし、その他のカテゴリーとの重み付き多次元ユークリッド距離を算出、比較することにより、カテゴリーの群別分類を行うことが可能である。こうして、各カテゴリーに危険度評価点が設定される。設定された危険度評価点を地すべりブロックごとに累計し、危険度評価総合点を得る。各ブロックの危険度評価総合点と度数との関係をヒストグラムに描き、危険度ランクを決定する。最後に、得られた結果を従来手法によるものと比較する。

3. 地すべり素因データの抽出

今回は、地すべりに関与するデータとして、地形的素因3項目（平面形状、縦

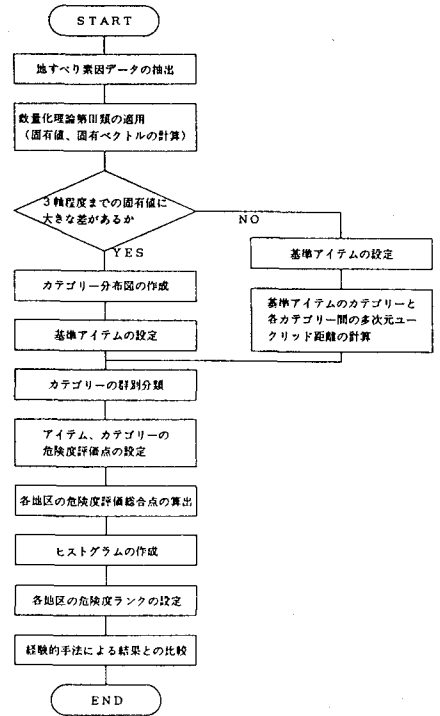


図-1 解析方法のフローチャート

表-1 固有値

軸	固有値	軸	固有値
1	0.54283	17	0.27349
2	0.49311	18	0.25941
3	0.44893	19	0.25151
4	0.44755	20	0.23317
5	0.43474	21	0.21558
6	0.41742	22	0.20439
7	0.40054	23	0.15819
8	0.38946	24	0.00015
9	0.35823	25	0.00014
10	0.35011	26	0.00014
11	0.34899	27	0.00013
12	0.34290	28	0.00011
13	0.32404	29	0.00009
14	0.31751	30	0.00003
15	0.29898	31	0.00000
16	0.29527		

断形状、傾斜)、地質的素因3項目(表層地質、土壤、断層)、その他2項目(池からの距離、土地利用)を抽出した。さらにこれらを2～6のカテゴリーに分類し、合計29のカテゴリーを設定した。

4. 解析結果

(1) 固有値の評価

前項で設定した各カテゴリーに数量化理論第Ⅲ類を適用し、固有値及び固有ベクトルを計算した。(表-1参照)その結果、1軸から23軸まで固有値が徐々に小さくなるため、群別分類に対し4軸以降、最低23軸までのカテゴリー数量も考慮することが必要となった。

(2) カテゴリーの群別分類と危険度評価点

地すべりは一般に20°程度の「傾斜」で多発することが知られており、それ以下では危険度が低下する傾向にある。そこで、基準アイテムに「傾斜」を選定した。この基準アイテムの各カテゴリーとその他のカテゴリーの23次元空間における重み付きユークリッド距離(2乗距離)を算出し、各カテゴリーに、距離が最も近い基準アイテムのカテゴリーの危険度評価点を付した(表-2参照)。なお、各軸の固有値をユークリッド距離の重みとした。

(3) 危険度評価

こうして得られた危険度評価点の地すべりブロックごとの総和をとることにより、危険度評価総合点を設定した。さらに、この危険度評価総合点と度数の関係をヒストグラムに描き、面積的に5等分することにより、5段階(A～E)の危険度ランク付けを行った(図-2参照)。ここで、従来手法による危険度ランク(図-3)と比較すれば、多くの地すべりブロックにおいて一致していることが明かである。

5. むすび

以上、数量化理論第Ⅲ類を適用した地すべりの危険度評価について、カテゴリーの群別分類手法を中心に述べた。しかし、なお解決すべき2, 3の問題点が残る。それを以下に列挙する。

- 1) 危険度ランクが相対的にしか設定できないこと。
- 2) 結果を定量的に検証する方法が必要であること。
- 3) 地すべりに対する適用事例が少ないため、一般性が問われること。

1), 3)の問題点は、解析事例が増えることで、ある程度解決されよう。また2)についても、外的基準の設定が難しいという障壁はあるが、理論的には第Ⅱ類を適用することにより、超えられる問題である。

表-2 アイテム、カテゴリーに付した危険度評価点

アイテム	危険度評価点				
	0	1	2	3	4
平面形状		3)混合型	1)尖型 2)尾槽型		
縦断形状		6)混合型	4)凸型 5)凹型 7)直線型		
傾斜(°)	8)0-5	9)5-10	10)10-15	11)15-20	12)20-25
表層地質			13)玄武岩 14)砂岩		
土 壤		15)黄色土壌	16)乾性褐色森林土壌 (赤褐色) 17)乾性褐色森林土壌 (黄褐色) 18)褐色低地土壌		
断 層			19)有 20)無		
池からの距離(m)		26)200以上	21)0 22)0-50 24)100-150 25)150-200	23)50-100	
土地利用		31)未利用地 28)針葉樹林 30)落葉	27)田 29)混交林		

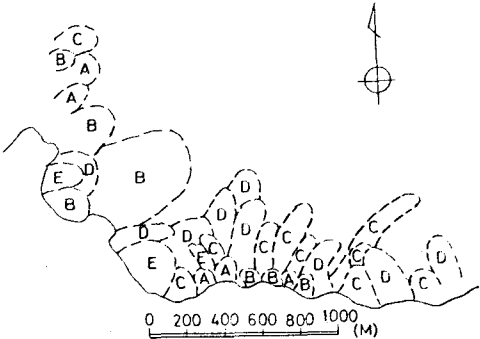


図-2 危険地区分布図(本手法)

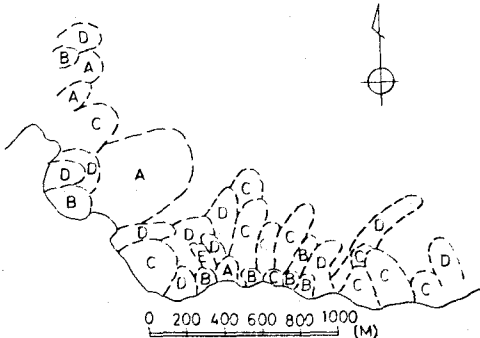


図-3 危険地区分布図(経験による方法)