

数値地形モデルを用いた地すべり危険度評価に関する基礎研究

信州大学工学部 ○学生員 渡辺欣之 正会員 吉澤孝和

はじめに 各種建設計画が、地すべり多発地域において行なわれる場合、地すべりの誘発の危険度の評価という問題が、その計画全体を左右する重要な要素となっている。そのため近年、地すべりの危険個所の判定に関して種々の手法が発表されている。¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ しかしながらその多くは、空中写真・地形図・地質図・文献等の既存資料を収集・解析し、次に現地踏査によりさらに詳細なデータを収集・検討したのち、対象地域の危険度を評価するものである。すなわち、収集された地すべり発生要因(素因・誘因)を分析し、経験的な総合判断により、各要因に危険度評価指数を付与してこれを地区ごとに集約して、地すべり発生危険度を設定するものである。このような手法は多重情報処理能力を必要とするため、誰にでも行なえるものではなく、また個人的な判断の相違を生じやすいものである。

本研究は、地すべり発生危険度の評価を、地形的な要因のみの解析によって行なう手法を検討するものである。従来の経験的な総合判断の影響を除くことを目的とし、地質および地質構造的な因子は除外する。解析の基礎データは、1/25,000地形図上に5mmメッシュをかけて読みとられる標高値である。この数値地形モデルに関して以下に述べるような各種の地形情報を求め、数量化理論および判別分析法を適用する。

モデル地区 モデル地区を、地すべりの多発地帯である長野県北部第三紀層土尻川流域(図1)に選び、解析対象範囲は、国土地理院の1/25,000地形図信濃中条1枚分とする。この地区は長野市の中心部から西方7~25kmに位置し、南面して土尻川と犀川にのぞみ、標高400~900mの山腹に集落が展開している。標高900mから上部の急峻な山地は凝灰角礫岩から成り、地すべりの発生はみられない。900m以降の地域は砂岩・泥岩・礫岩で構成される地層であり、緩傾斜の山腹には数段の侵食平坦面や段丘面が発達している。地すべりは主としてこの地域に発生している。⁶⁾

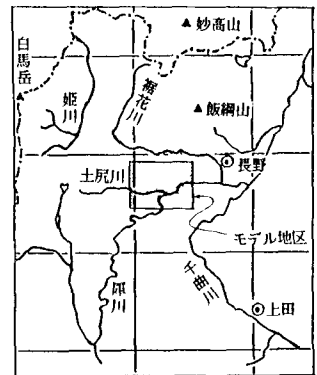


図1 モデル地区

解析手法 本研究は、人間の作業量の軽減と作業内容の単純化により、判定に介入する個人差の影響を軽減することを目的としている。解析手順を図2に示す。

ここで以下の数値地形モデル設定する。

- [標高] 各メッシュの中心点の標高。
- [勾配] 周辺の4点の標高より、直交する2方向(X,Y軸方向)の傾斜を求め、最大傾斜を勾配とする。
- [起伏量] 周辺の4点の標高の平均値と中心点標高との差を起伏量とする。
- [開析量] 図3の破線で囲まれるように正方向格子をつくるメッシュ点n個において、最大の標高を示す点をその正方向格子の最高点とする。そして隣り合う3つの正方向格子

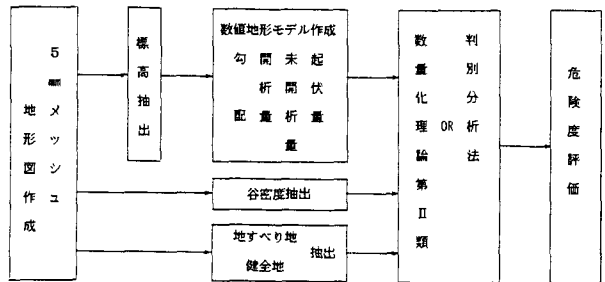


図2 解析手順

の最高点を結んで形成される平面の方程式を求める。これをその区域の接峰面とみなす。このようにして得られた接峰面方程式を用いて、区域内の各メッシュ点の位置において： $\{開析量\} = \{メッシュ点での接峰面標高\} - \{標高\}$ を求める。

[未開析量] 上記の開析量は接峰面方程式より算出されたものである。ここで正方格子の中の最大の標高を抽出するかわりに、最小の標高を抽出して同様の手法で平面の方程式を求めれば、接谷面方程式が得られる。これより未開析量が次式で与えられる： $\{未開析量\} = \{標高\} - \{メッシュ点の接谷面標高\}$

[谷密度] 水系図は、起点から最大傾斜の下降線の方法を追跡することにより得られる。メッシュを通過する水系の数が谷密度となる。しかし、本研究では地形図の縮尺とメッシュのサイズとの関係から、この方法では精度的に問題があるので、谷密度は地形図上でメッシュを横切る谷の本数を直接読み取る。

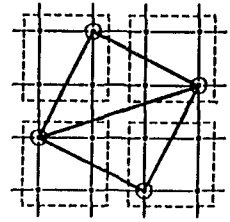
以上6種類の数値地形モデルを用いて、数量化理論第Ⅱ類及び判別分析法を用いて地すべり地と健全地の区分を検討する。
解析結果 解析に用いる判別基準の地すべり地・健全地及び考察 全地の抽出は、現時点で地すべり防止区域に属するすべてのメッシュを地すべり地とし、それ以外のメッシュの中からランダムに地すべり地に見合う数のメッシュを健全地として採用した。

数量化理論第Ⅱ類を用いた場合 要因相互の相関係数は、表1に示す通りで、特に削除すべき要因はないようである。表2は解析結果である。これより得られた各要因・カテゴリーの判別得点を加算集計することでサンプルの評価値が得られる。評価値が高いほど地すべり地らしい斜面形態を示し、評価値が低いほど健全地らしい斜面を示す。2つのグループの限界値は0.7で、的中率は70%である。6種類の要因の判別への寄与度は[開析量]→[勾配]→[起伏量]→[未開析量]→[谷密度]→[標高]の順に高くなっている。

判別分析法を用いた場合 この手法では、地すべり地に対する的中率は74%、健全地に対する的中率は54%となった。

以上を総合して、的中率が70%台に留まっている理由を考えてみる。

- (1) 判別基準の抽出法：対象地域の地形営力は、地すべり・山崩れが主体であるため、健全地であっても成因は過去の地すべりの場合がある。
- (2) 開析量・未開析量の算出法：解析対象範囲の広さに対するメッシュの寸法および正方格子の大きさの設定法により、的中率が向上することを実験的に確認しているため、さらに検討して改良を加えたい。



□ 4点による正方格子
 △ 接峰面
 ○ 最高点
図3 接峰面方程式の基図

表1 要因の相関係数

	標高	勾配	開析量	未開析量	起伏量	谷密度
標高	1	-0.101	0.014	0.069	-0.059	0.115
勾配		1	-0.025	-0.246	-0.191	-0.069
開析量			1	0.177	0.164	-0.053
未開析量				1	0.425	-0.095
起伏量					1	-0.128
谷密度						1

表2 解析結果

区	K ₁	カテゴリー	サンプル数	判別得点	判別率	相関係数	
標高	1	1	460	13	44	-6.128	
	2	2	450	560	116	118	-0.477
	3	3	550	550	158	114	1.691
	4	4	650	750	96	51	3.617
	5	5	750	850	40	25	1.966
	6	6	850	950	15	30	-4.591
	7	7	950	1050	7	20	-2.856
	8	8	1050	0	1	41	-6.433
	9	9	0	-15	10	20	-3.304
	10	10	0	15	-30	81	5.1
勾配	1	1	30	48	207	155	0.388
	2	2	45	60	123	115	0.511
	3	3	60	75	18	41	1.381
	4	4	75	90	4	18	2.856
	5	5	90	105	73	94	0.077
	6	6	105	0	15	60	0.622
	7	7	15	30	71	61	0.469
	8	8	30	45	62	53	-0.521
	9	9	45	60	47	43	-0.040
	10	10	60	75	49	45	-0.606
開析量	1	1	75	80	27	25	-1.146
	2	2	90	105	21	20	-1.026
	3	3	105	0	32	27	0.993
	4	4	0	15	103	93	1.642
	5	5	0	15	85	56	0.936
	6	6	15	30	95	58	1.649
	7	7	30	45	55	41	0.986
	8	8	45	60	62	49	-0.646
	9	9	60	75	36	37	-1.040
	10	10	75	90	26	33	-1.791
未開析量	1	1	90	105	13	20	-4.776
	2	2	105	0	7	46	-6.131
	3	3	0	-20	20	34	-1.551
	4	4	-20	-10	76	55	2.253
	5	5	-10	-5	60	50	0.757
	6	6	-5	-2	50	52	0.120
	7	7	-2	2	51	51	-0.057
	8	8	2	5	38	31	1.110
	9	9	5	10	58	53	0.366
	10	10	10	20	56	70	-1.996
起伏量	1	1	20	23	47	2	3.950
	2	2	0	252	199	1	5.62
	3	3	1	169	155	0	1.95
	4	4	2	55	5	5	-5.631
	5	5	3	4	14	-11	8.9
	6	6	4	0	17	-6	7.01
	7	7	5	0	0	0	0
	8	8	6	0	0	0	0
	9	9	7	0	0	0	0
	10	10	8	0	0	0	0
谷密度							
合計			1443	1443			

- 1) 杉山・後藤・棚橋：地すべりの危険度評価における数量化理論適用の試み，地すべり Vol.23-4,1987.
- 2) 中村・久保田：地すべり危険箇所について，地すべり，Vol.23-4,1987.
- 3) 川上・斉藤：姫川および菟花川流域における地すべり危険度評価，自然災害科学，2-1,1983.
- 4) 沖村：地形要因を利用した豪雨による崩壊発生位置の子知システムについて，土論集，第 338号，1983.
- 5) 沖村・市川：数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法，土論集，第 358号，Ⅲ-8，1985.
- 6) 望月：長野県北部犀川・姫川沿川山地の地すべり(2)，地すべり，Vol.8, No.1,