

数量化理論第二類による 地すべりの危険度評価

長崎大学工学部 学生員 ○西依 和浩
 同 上 正 員 後藤 恵之輔
 同 上 正 員 棚橋 由彦
 同 上 学生員 藤田 徹
 同 上 学生員 山口 速人

1. 研究の目的

従来地すべりの予測については、地形図、地質図、航空写真などの資料を収集し、現地調査を行い、それらの結果を基に、技術者の豊富な経験によって行っていた。今回の方法は、豊富な経験を必要とせず、客観的な判断によって予測を行うものである。

我が国は山地が多く、地質的、地形的にも比較的地すべりの多く発生する状況が集まっている。この危険回避のために、過去地すべりが発生した場所を解析することにより、将来地すべり発生の予想される場所を推定することができる。この解析に我々は数量化理論第二類を利用して解析を行った。

二類による地滑りの解析目的は、地滑りに最も寄与と思われるカテゴリーを分析し、各カテゴリーが地滑りに関係している度合いを検討することにある。また二類の結果から、ある地点におけるカテゴリーによって、その地点の危険度を予測することも可能である。ここに、その結果と若干の考察を報告する。

表-1 アイテム、カテゴリーの区分と反応個数

2. 解析方法

解析対象地の1/5000平面図に、ランドサットTMデータ1画素を1メッシュ(0.7cm×0.7cm)として描き、それぞれのメッシュについて土地利用(土地利用図による読み取り)、表層地質(地質図による読み取り)、植生指標(NDVI=(BAND4-BAND3)/(BAND4+BAND3);BAND3,4はTMデータのCCT値)、平面形状(単位斜面ごとの等高線の動き)、縦断形状(単位斜面ごとの等高線の狭角)、傾斜角(単位斜面ごとの等高線本数)、断層の有無、の7個のアイテムと、外的基準として地滑りの有無を利用して解析を行った。

二類の方法は外的基準である地すべりの有無、それぞれについてのサンプリングが必要となる。よってサンプリングの方法は、地すべり発生地は過去に地すべりの発生した既地をサンプリングし、未発生地は単位斜面ごとにランダムにサンプリングを行った。サンプル総数は464メッシュとして解析を行った。このアイテム、カテゴリーの区分と反応個数は、表-1に示すとおりである。

3. 解析結果と考察

表-1のカテゴリーについて、数量化理論第二類を用い計算させた結果、図-1のヒストグラムを得た。各カテゴリー(I、II、III、IV、V、VI、VII)ごとに中心軸より左側に伸びるほど地すべり未発生に作用し、右側に伸びるほど地すべり発生に作用することを表している。各アイテムごとの相関係数を見ると、VI、I、IV、V、VII、III、IIの順番になっており、地すべり発生、未発生に一番寄与するアイテムは、傾斜角(VI)であると考えることができる。傾斜角(VI)のヒストグラムの伸びをみると、カテゴリー4(31°-)のヒストグラムは左側に伸びており、地すべり未発生に作用する結果が出ている。通念、傾斜角が31°以上となると、

アイテム	カテゴリー	発 生	未発生	合 計	NO
I 土地利用	市街地				1
	水田				1
	畑、荒地	4	44	48	1
	針葉樹	67	95	162	2
	広葉樹				3
II 表層地質	果樹園	93	161	254	3
	井雑草、前物	19	45	64	1
	沖積層				2
	段丘堆積物				2
	頁岩	48	103	151	2
III NDVI	砂、頁岩	61	93	154	3
	砂岩				4
	凝灰岩	36	59	95	4
	0-33	38	50	88	1
	34-53	73	161	234	2
IV 平面形状	54-57	32	61	93	3
	58-255	21	28	49	4
	直線形	11	58	69	1
	谷、尾根形	53	106	159	2
	複合形	40	68	108	3
V 縦断形状	波形、他	60	68	128	4
	凸形	7	76	83	1
	複合形	45	48	93	2
	凹形	21	74	95	3
	直線形、他	91	102	193	4
VI 傾斜角	0-10	21	97	118	1
	11-20	67	108	175	2
	21-30	66	64	130	3
	31-	10	31	41	4
VII リニアメント	有り	22	116	138	1
	無し	142	184	326	2

地すべりというより崖崩れ発生に作用する傾斜角であり、地すべりに有効に作用する傾斜角は、このヒストグラムからも明らかなように傾斜角(11° - 30°)であることが分かる。土地利用(I)、表層地質(II)、平面形状(IV)、縦断形状(V)のヒストグラムは見てのとおり妥当な結果を得ている。次に植生指標(III)のヒストグラムを見ると、植生の低いものが右側に伸びており、地すべり発生に作用する結果になっている。植生指標とはランドサットデータより植物の活性を読み取ったもので、植生指標値が高いほど植物の活性が良好であり、これにより地下水の存在が認められるとされている。しかしながら、今回の解析対象地では、地すべり多発発生地において樹木の伐採が認められ、この結果が植生指標低下の原因となっており、不当な結果を得ていると思われる。次に、断層の有無については、通常断層が存在していると危険と考えられているが、今回の解析対象である地すべり発生地に断層の存在がほとんど認められず、その影響を受けて今回の結果を与えている。よって、今回のような解析対象地では断層の有無を、アイテムから省くことを考えることができる。

CAT		ITEM		(- 0.5) C A F, V A L U E (0.5)	
I	1	1	16766	*****	*****
I	2	1	16766	*****	*****
I	3	1	16766	*****	*****
II	1	1	17194	*****	*****
II	2	1	17194	*****	*****
II	3	1	17194	*****	*****
III	1	1	15814	*****	*****
III	2	1	15814	*****	*****
III	3	1	15814	*****	*****
IV	1	1	13856	*****	*****
IV	2	1	13856	*****	*****
IV	3	1	13856	*****	*****
V	1	1	12322	*****	*****
V	2	1	12322	*****	*****
V	3	1	12322	*****	*****
VI	1	1	15102	*****	*****
VI	2	1	15102	*****	*****
VI	3	1	15102	*****	*****
VI	4	1	15102	*****	*****
VI	5	1	15102	*****	*****

図-1 各アイテムの相関係数とスコア

地すべり発生、未発生 (GROUP 1, 2) の判別が良好かどうかを知るために、図-2 に確立密度分布を示した。この図のAグループが危険、Bグループが安全となる。また、この結果が良好かどうかを知るために、適中率を計算したところ0.79を得ている。

4. 結果の適用

これらの結果により、カテゴリー数量を利用して危険度を見ることができる。例えば、各カテゴリーが、針葉樹、砂岩、NDVI (58 - 255)、平面形状(波形)、縦断形状(直線)、傾斜角 (11° - 20°)、(断層有無は除く) という地域があるとすると、各要因の反応が (a) という行列で表され、これを表-2の各カテゴリー数量に対応させ行列計算を行い、危険度を数量化し [b] という値を得たとする。

$$a = (0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0) \quad b = 2.5996$$

これを図-2のグループ判別図より解析すると、[b] という値はグループAに入るので、このカテゴリー群は危険と判断することができる。また各カテゴリーが、市街地、崖堆積物層、NDVI (54 - 57)、平面形状 (直線)、縦断形状 (凸形)、傾斜角 (0° - 10°) という地域があったとすると、各要因の反応は (c) という行列で表され、前回と同様に表-2の各カテゴリー数量と行列計算を行い、危険度を数量化し [d] という値を得たとする。

$$c = (1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) \quad d = -3.85561$$

これを図-2より判別すると、[d] という値はグループBに入るので、このカテゴリー群は安全と判断することができる。このようにして各地点の危険度を判別することも可能である。

表-2 基準化後のカテゴリー数値

1	-0.96510	14	-0.10110
2	0.50256	15	0.69095
3	-0.13815	16	-0.76075
4	-0.23914	17	0.10684
5	-0.09780	18	-0.50130
6	0.19880	19	0.52247
7	-0.00572	20	-0.99817
8	0.25874	21	0.53265
9	-0.05060	22	0.32661
10	-0.19770	23	-0.43630
11	0.15217	24	-0.46313
12	-0.69475	25	0.19605
13	-0.18601		

カテゴリー総数(25)

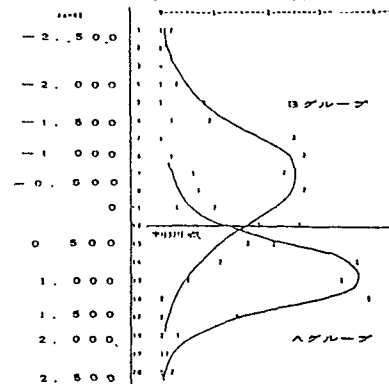


図-2 地すべり発生、未発生の判別図