

山腹斜面の崩壊危険度判定法に関する研究(I)

— 各種地形因子による斜面崩壊の危険度判定について —

林業試験場九州支場 陶山正憲・大谷義一
真島征夫・竹下幸

1 はじめに

山地崩壊は、特に治山・防災上重要な営力であり、一般に特殊な気象条件下で瞬間的に発生する現象であるので、その機会に遭遇するのは非常にまれである。その結果、崩壊の発生機構を力学的に解明するのははなはだ困難である。従って次善の策として崩壊跡地を詳細に広く調査し、崩壊地特有の斜面・地域特性を明らかにするとともに、崩壊とその発生要因に関して帰納された事実を普遍化し、これによって将来崩壊の発生が予想される斜面や地域を推定する方向をたどることになる。この条件をおおむね満たす方法論として、統計解析による崩壊地調査法がある。この方法では崩壊発生要因として地形、地質、植生などの素因と、降水量などの誘因を考え、定性的な要因を含めた数多くの要因を同時に取り上げて検討しなければならない。このような多変量解析を行うには、現在数量化理論(I類～IV類)による判別解析法¹⁾と共軸座標系による図相関解析法²⁾がきわめて有効な手法と考えられる。本報は、斜面崩壊の危険度判定法の確立に関する研究の端緒として、崩壊発生要因として各種の地形因子を取り上げ、数量化理論II類による判別解析を行い、その解析過程と結果について検討を行ったものである。

2 地形要因の計測とアイテム・カテゴリ区分

地形要因の計測は、熊本県天草郡姫戸町全域から、平地、海岸を除外した1791haを対象とし、昭和47年災害後撮影の空中写真から図化した1/5000地形図を使用して行った。今回の解析では、危険度判定の単位を1ha(100m×100m)としたため、地形図上に2cm×2cmのメッシュを描き、各々のメッシュについて、斜面傾斜(メッシュの内接円内の等高線本数)、谷横断角(メッシュ中心における等高線の狭角)、斜面横断形、谷数(山ひだ的なものも含む)、斜面縦断形、および、標高(メッシュ内最高点の標高)の6つの要因と、メッシュ内の崩壊の有無について判読を行った。つきに、メッシュ内の崩壊の有無を目的変数とした

数量化理論II数の手法にのせるため、各要因内での崩壊・非崩壊(目的変数)との反応パターン、他の要因との間で作成した散布図等を参考に、各要因のうち、本来連続変数である斜面傾斜、谷横断角と標高についてカテゴリ化する作業を行った。この行程は、要因選択の行程とともに、崩壊現象に関する既往の成果を判別解析に反映させうる過程なので、種々の図表を参考に、要因-目的変数と要因相互間のいわゆる単相関的な検討を十分に行う必要がある。結果として、決定した各要因(アイテム)内のカテゴリ区分と、各カテゴリの目的変数に対する反応個数を表-1に示す。

表-1 アイテム、カテゴリの区分と反応個数

アイテム	カテゴリ	崩壊	非崩壊	合計
I 傾斜 等高線本数 (本)	1 0~2	3	33	36
	2 3~5	174	603	777
	3 6~12	330	648	978
II 谷横断角 (度)	1 0~60	19	71	90
	2 70~290	458	1124	1582
	3 300~360	30	89	119
III 横断面形	1 凸	25	228	253
	2 平衡	26	163	189
	3 凹	95	245	340
	4 複合	361	648	1009
IV 谷数 (本)	1 0	16	337	353
	2 1	198	642	840
	3 2~4	293	305	598
V 縦断面形	1 凸	52	199	251
	2 平衡	195	469	664
	3 凹	109	304	413
	4 複合	93	214	307
	5 山頂	58	98	156
VI 標高 (m)	1 0~100	85	388	473
	2 101~200	124	619	743
	3 201~300	153	214	367
	4 301~	145	63	208

3 解析結果と地形要因に関する検討

まず、標高を除いた5アイテム、18カテゴリについて計算を行い(計算A)、得られたスコアを図-1に黒のヒストグラムで、スコアのレンジを上段の数字で示す。スコアのレンジは、そのアイテムが判定に寄与する度合を表わし、各計算内では、その順位はアイテムの相対的な働き方を示す。またカテゴリのスコアは、ここではその値が+なら崩壊発生側に働き、-ならその逆であることを示している。計算Aでは、レンジの大きさはアイテムIV、I、III、II、Vの順となり、崩壊・非崩壊の判定に最も寄与するアイテムは谷数となる。また、カテゴリのスコアをレンジの大きいIV、Iについてみれば、IVでは谷数が2以上、Iでは等高線本数が6以上のものが崩壊発生側に強く作用していることがわかる。

つぎに、アイテムとして新たに標高を加え、6アイテム、22カテゴリとして計算を行い(計算B)、得られたスコアを図-1に白のヒストグラムで、スコアのレンジを下段の数字で示す。計算Aと同様の考察を加えると、レンジの大きさはアイテムVI、IV、I、III、II、Vの順となり、計算に使用した6アイテムの中では、標高の寄与する度合が最も大となる。また、カテゴリのスコアをレンジの大きいVI、IV、Iについてみれば、VIでは標高301m以上のカテゴリが、崩壊発生側に強く作用し、IV、Iについては、計算Aと同様の傾向がうかがわれる。なお、計算Bにおける最終的な適中率は0.74となった。

さて、計算Bでは、アイテムとして標高を加えたが、これによるレンジの順位の変化について検討を加えたい。この解析に使用した要因のうち、一般に標高は他の要因に比し崩壊発生機構との関連性が比較的うすいと思われたので、計算Aでは一応これをアイテムから除外したが、ここで取り上げた姫戸地区の場合には、標高と目的変数との反応パターンに一定の傾向が認められたので、計算Bでは標高をアイテムに加えてみた。その結果、上記のように標高の寄与する度合が最も大となったが、その原因として次の点が考えられる。天草上島では、地層は一樣に北西側に緩斜し、ケスタ地形を呈している。すなわち、このような条件下における標高要因には、単なる標高の意味の他に、ある程度他の地形要因や地質要因も包含されていると解釈しても差しつかえあるまい。要するに本例の場合、標高と他の要因との間に内部相関は認められるが、ここで取りあげなかった他の要因をも標高が代表した結果、このように高いレンジが出現したものと解釈される。

数量化理論による崩壊危険地判定の問題点として、スコアには斜面安定度に関する物理的な意味を求め難し³⁾、数量化法を用いる場合、それを承知の上で崩壊・非崩壊を判別するために最も都合のよいアイテム、カテゴリを利用する必要がある。すなわち、この時点で崩壊関連因子の物理性を必要以上に追求することは、貴重な情報を見逃す場合もあることを本解析結果は示している。今後は、標高要因が包含する内容について治山的・統計的に検討する必要がある。

引用文献

- (1) たとえば、志水俊夫：日林誌 59, 186~190 1977
- (2) 竹下敬司：福岡林試治山報 I, 1~85, 1971
- (3) 建設省国土地理院：航空写真による崩壊調査法 1~373, 1976

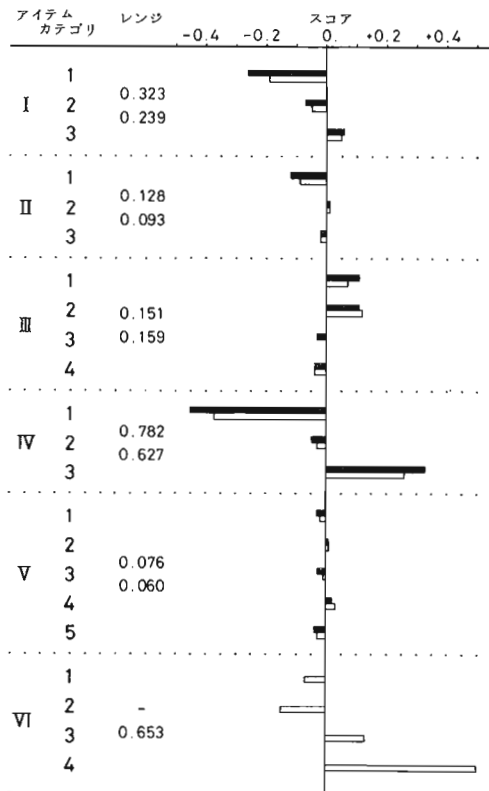


図-1 各アイテムのレンジとスコア