

重判別分析手法によるがけ崩れ発生・非発生の判別モデルの 構築と警戒・避難基準雨量への適用に関する研究

山口大学大学院 学生員 ○古本 健太郎 中電技術コンサルタント(株) 正会員 荒木 義則
山口県砂防課 正会員 鉄賀 博巳 山口大学工学部 正会員 倉本 和正
八千代エンジニアリング(株) 正会員 菊池 英明 山口大学工学部 正会員 古川 浩平

1.はじめに 日本は、毎年梅雨時期や台風期には突発的な雨や持続的な雨が多く降っており、その雨によって毎年、急傾斜地におけるがけ崩れ等の土砂災害が発生している。そこで、防災対策として様々なハード、ソフト面での対策が行われている。しかし、ハード面の対策は時間的・予算的に制約を受ける。そこで、ソフト面からの対策整備の充実が望まれている。したがって、本研究では、重判別手法を用いてがけ崩れ発生・非発生の判別システムの構築とその判別システムをもとに、がけ崩れ警戒・避難基準雨量への適用可能性の検討を行った。本研究では、斜面データとして山口県における急傾斜地崩壊危険箇所全データ 3436 個から降雨の均一性を考慮して気象庁観測所半径 5km 以内の 852 個のデータを使用する。使用した斜面要因は表-1 に示す地形要因、地形土質要因、環境要因、地震要因である。降雨データは、1976 年～1997 年の山口県における気象庁観測所のアメダスデータを用いた。降雨要因は、時間雨量、累積雨量、降雨継続時間の 3 要因を採用した。

2.重判別分析を用いた山口県全域でのがけ崩れ判別システムの構築 重判別分析を行う際、発生・非発生降雨の選定、降雨要因の抽出時刻は様々な組み合わせが考えられるが、その組み合わせを検討した結果、本研究では下記の組み合わせが最も高い発生・非発生の判別結果が得られた。

- ・発生降雨の選定：全発生降雨から発生時刻の信頼性の高いデータを抽出。
- ・非発生降雨の選定：過去の経験降雨の中で 1 時間雨量最大のものを抽出。
- ・発生降雨の抽出時刻：一連の降雨の中からがけ崩れ発生時刻以前の経験最大時間雨量の時刻。
- ・非発生降雨の抽出時刻：1 時間最大雨量時刻と降雨終了時(累積雨量最大時)。

これらの組み合わせによる判別結果を岩石区分別に表-1 に示す。表-1 より、固結堆積物で非発生、全体の判別率で 5 割台と低くなっているが、その他の岩石では発生では 7 割以上、非発生、全体で 6 割以上と良好な判別率が得られた。また、表-1 に示している係数値を見ると最終的に採用された要因が岩石区分毎に異なっており、それぞれのシステムに岩石の特徴が現れていると推測される。降雨要因の係数値もプラスの値を示しており時間雨量、累積雨量が大きくなるにしたがい、がけ崩れが発生しやすくなることを示しており一般的な常識に良く合った結果である。

表-1 重判別結果表

岩石区分		未固結堆積物	固結堆積物	火山性岩石	深成岩類	変成岩類
係数0		-4.171	-5.923	-6.356	-3.653	-7.594
地形要因	傾斜度	-	0.025	-	-	0.041
	斜面高さ	-	-	0.002	-	-
	斜面形状	横断形状	-	0.456	-	0.307
		縦断形状	0.191	0.322	0.037	-
	横断形状	0.104	-	0.044	-	-
	遷急線	-	-	0.017	-	-
	遷急線の位置	-	-	-	-	-
地形土質要因	地表の状況	-	0.295	-	-	-
	表土の厚さ	0.018	-	0.012	0.005	0.014
	地盤の状況	-	-	-	-	0.225
	岩盤の亀裂	-	-	0.681	-	-
	斜面と不連続面の傾斜関係	-	-	-	0.063	-
	断層・破砕帯の有無	0.218	-	-	-	-
	風化状況	-	-	0.240	0.005	0.308
環境要因	植生の種類	-	0.226	-	0.111	-
	樹木の樹齢	0.128	-	-	-	-
	伐採根の状況	0.122	-	-	-	0.433
	調査斜面・崩壊履歴	-	-	-	-	-
	調査斜面・状況	-	-	0.039	-	-
	隣接斜面・崩壊履歴	-	-	-	-	-
	隣接斜面・状況	0.063	0.105	-	-	-
湧水	-	-	-	0.025	-	
地震要因	対象斜面と活断層の距離	0.030	0.019	0.031	0.045	-
降雨要因	時間雨量	0.009	0.011	0.026	0.019	0.013
	累積雨量	0.007	0.009	0.012	0.012	0.010
相関比		0.2034	0.0463	0.0496	0.1372	0.3118
評価の正負		正	正	正	正	正
判別率	発生	18/22	8/9	23/29	15/20	8/8
		81.8	88.9	79.3	75.0	100.0
	非発生	93/150	169/307	334/475	149/223	90/138
		62.0	55.0	70.3	66.8	65.2
	全体	111/172	177/316	357/504	164/243	98/146
		64.5	56.0	70.8	67.5	67.1

3.集中して発生したげけ崩れ発生・非発生の判別結果 下関地区に集中して発生した火山性岩石のげけ崩れについて斜面要因のみによる重判別分析を行った。表-2 に全発生斜面を用いた判別結果と同一降雨のみで複数発生した発生斜面の判別率を示す。

表-2 の全データを用いた場合の同一降雨で複数発生したものの発生判別率は降雨番号 3 以外で、7 割以上の高い判別率が得られている。しかし、同一降雨で発生していないものは 3 割台と低い判別率しか得られておらず結果として全発生データの判別率が 6 割台と低くなっている。次に、同一降雨で複数発生した斜面のみを用いた場合の発生判別率を見ると、全データを用いた場合の発生降雨ごとの判別率と全く同じ高い判別率が得られている。これらのことから、同一降雨で複数崩壊したデータを用いることで発生・非発生斜面の斜面要因の特徴からげけ崩れ発生の可能性の評価がある程度可能であると思われる。しかし、単発的に発生するげけ崩れについては斜面の特徴がつかみにくく、判別システムのノイズとなる可能性が高いと推測される。

4.構築した判別システムのげけ崩れ警戒・避難基準雨量線への適用可能性の検討

2.で構築した判別システムをもとに個々の急傾斜地ごとに決まっている斜面要因の諸量から各急傾斜地ごとに累積雨量と時間雨量による発生限界線(C L)を求めた。図-1 に火山性岩石の例を示す。図-1 には、各急傾斜地の全 C L から代表として、以下の 3 つを取り出して示した。

- C L 線最大……………最も安全側にある C L。
- C L 線最小……………最も危険側にある C L。
- C L 線平均……………中間の安全の C L。

図-1 より、本研究における判別システムは土石流危険渓流に対して設定されていると同様な C L を引くことが可能であり、警戒・避難基準雨量線への適用可能性が高いと言える。また、本研究で提案した C L は図-1 に示すように個々の斜面に対して引くことが可能なため、どの斜面が危険性の高い斜面か把握することが可能である。

5.結論 (1)重判別分析によるげけ崩れの発生・非発生判別システムを構築する際、最適な発生降雨の選定は、全データから選別し、非発生降雨の選定は、過去の経験降雨の一時間雨量最大のものを選定した方がよい。降雨要因の抽出時刻は、発生データではげけ崩れ発生時刻以前の経験最大時間雨量の時刻、非発生データでは 1 時間最大雨量時刻と降雨終了時(累積雨量最大時)である。

(2)斜面要因のみによる重判別分析の結果、げけ崩れの発生は何らかの斜面要因が影響していると推測できる。これより斜面要因のみによる重判別分析によって、どのような斜面がげけ崩れを発生しやすいか予測しげけ崩れを未然に防ぐことに応用できる可能性がある。

(3) 本研究で提案した C L 線は警戒・避難基準雨量線への適用可能性が高く、個々の斜面に対して引くことが可能なため、豪雨時にどの斜面が危険性の高い斜面かを把握することができ身近な防災システムとして応用出来る可能性が高い。

表-2 火山性岩石の全発生斜面を用いた判別結果

発生 非発生 の別	発生降雨			判別率(%)	
	降雨番号	年	月	判別率1	判別率2
発生 斜面	1	1976	9	5/6 (83.3)	5/6 (83.3)
	2	1980	7	3/4 (75.0)	3/4 (75.0)
	3	1980	8	1/2 (50.0)	1/2 (50.0)
	4	1981	7	2/2 (100)	2/2 (100)
	5	1985	6	8/11 (72.7)	8/11 (72.7)
	6	1986	7	2/2 (100)	2/2 (100)
	同一降雨での発生データ			21/27 (77.8)	21/27 (77.8)
	同一降雨で発生していないデータ			3/9 (33.3)	—
	全発生データ			24/36 (66.7)	21/27 (77.8)
	—			141/222 63.5	140/222 63.1
非発生 斜面	—			—	—

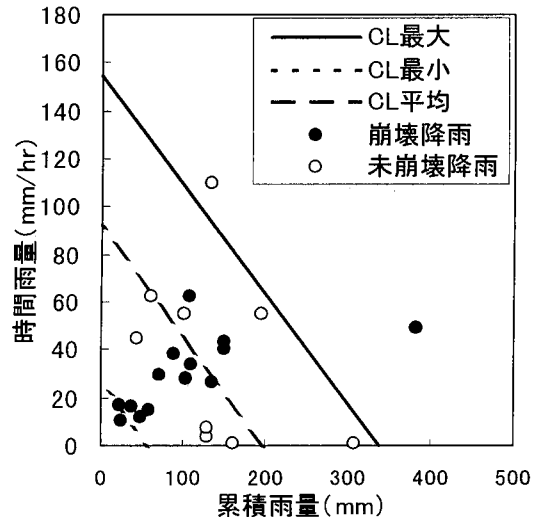


図-1 火山性岩石のCL線