土石流危険渓流における地形・降雨要因による土砂災害の発生・非発生の判別手法の構築と地域特性評価の試み

山口大学大学院　○小山保郎　山口県砂防課　松岡充宏
(財) 山口県建設技術センター　藤村龍太郎　中電技術ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ（株）　荒木義則
山口大学工学部　菊池英明　山口大学工学部　古川浩平

１．はじめに

山口県南部地域では、近年、昭和５４年６月、昭和５５年７月、平成５年８月と３回の大きな土砂災害に見舞われている。特に、平成５年８月の土砂災害は、防府市に甚大な被害をもたらした。本研究では、従来の降雨要因のみの警戒・避難基準雨量の設定に対し、地形要因のﾃﾞｰﾀの取り方や取り扱いを工夫し、地形要因と降雨要因の両者を考慮した重判別分析を用いて土砂災害の「発生」・「非発生」の判別システムの構築を行った。そして、その判別システムを用いて合理的な渓流毎の土砂災害発生基準雨量の設定方法を提案し、土砂災害の防災対策への適用性について検討を行うことにした。

２．重判別分析による判別システムの構築

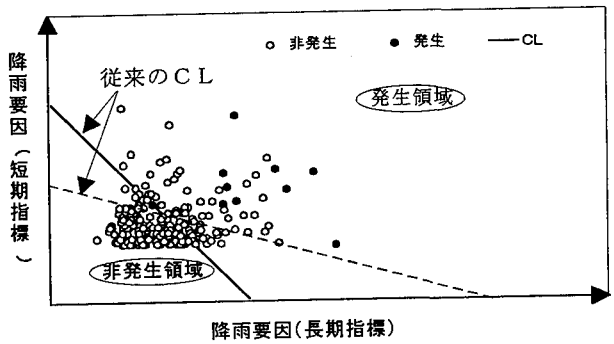
本研究では、昭和 54 年災害、昭和 55 年災害と平成５年災害の発生降雨における、花崗岩地質の渓流を対象とした。評価項目は、次に示す地形要因と降雨要因を用いた。

地形要因：水系模様、流域平均勾配、最急渓床勾配、流域面積、流域長、流域幅、流域形状比、谷深比、０次谷の数、渓流最大傾斜、源頭部面積、渓床危険度評価、、降雨集中度評価

降雨要因：①短期指標－時間雨量
②長期指標－累積雨量、有効雨量、実効雨量（半減期 1,2,3 日、24,8,2 時間）

３．従来の土砂災害の発生危険基準線（ＣＬ）

従来のＣＬの設定方法は、図－１に示す様に、短期、長期指標に基づき土砂災害の「発生」「非発生」の降雨をプロットし、発生降雨が全て発生領域に含まれる様にＣＬを設定する。しかし、このＣＬは技術者の主観により設定されるため、図－１の実線や破線の様にまちまちのＣＬが設定される可能性が高く、また降雨要因のみのものであるため、渓流が本来持っている個別の崩壊危険度が全く反映されていない。



図－１　渓流ごとのＣＬ設定

本研究では、地形要因を加味した重判別分析を用い、渓流が本来持っている崩壊危険度を反映させると共に、また、重判別関数式により一義的に渓流ごとのＣＬの設定を行う。

４．地形特性を加味した重判別分析

本研究では、過去において山腹崩壊または土石流を起こした渓流と降雨を発生データ、その他の安定な渓流と降雨を非発生データとする。

表－１　降雨と地形の組み合わせのケース一覧

	内	容	ｼｽﾃﾑ構築用データ			残りの
ケース	渓流選別	降雨選別	発生	非発生	合計	データ
1	全ての渓流	全ての降雨	27	2958	2985	―
2	全ての渓流	発生降雨	27	140	167	2818
3	全ての渓流	発生降雨と非発生の２要因の上位７降雨	27	254	281	2704
4	土砂災害を経験した渓流	発生降雨と非発生降雨のピークのみ	27	478	505	2480
5	土砂災害を経験した渓流	発生降雨と非発生の２要因の上位７降雨	27	48	75	2910

地形要因との組み合わせに用いる降雨要因は、短期と長期指標を組み合わせて、降雨要因のみの重判別分析結果より選定した。その結果、発生の正判別率 100%、非発生の正判別率 62.5%と正判別率が

最も良い時間雨量と半減期４８時間の実効雨量の組み合わせを用いることとした。

次に、地形要因と降雨要因を組み合わせた重判別分析では、発生データに比べ、非発生データの数が多くなる。そのため、判別システムの構築においてデータ数の片寄りが悪影響を与えると考えられることから、表－１に示すような渓流選別や降雨選別を行った。その結果を表－２に示す。表－２より、発生と非発生の判別率が共に良いケース５についてＣＬの設定を行う。また、地形要因の採用数による判別システムへの影響を比較するために、地形要因の採用数が一つと最も少ないケース３についてもＣＬを設定を行う。

５．渓流ごとの発生危険基準線（ＣＬ）の作成

前章で構築したケース３、ケース５の判別システムによるＣＬを図－２に示す。図－２ではＣＬの上側が発生領域を示し、下側が非発生領域を示す。したがって、図中のＣＬは、破線の最も安全な渓流から、二点鎖線の最も危険な渓流を示しており、個々の渓流の地形特性を反映していることが分かる。ここで、この２本のＣＬの幅は、ケース３で 8.2、ケース５で 16.2 となり、ケース５の方がＣＬの幅が広く、渓流の地形要因の影響度が大きいことが分かる。また、データ数や採用要因が異なることにより、ＣＬの傾きが異なることが分かる。図－2 から明らかなように、ケース５の最も危険なＣＬでは、全ての発生降雨を発生と判断しており、ケース３に比べて判別精度は高いと考えられる。

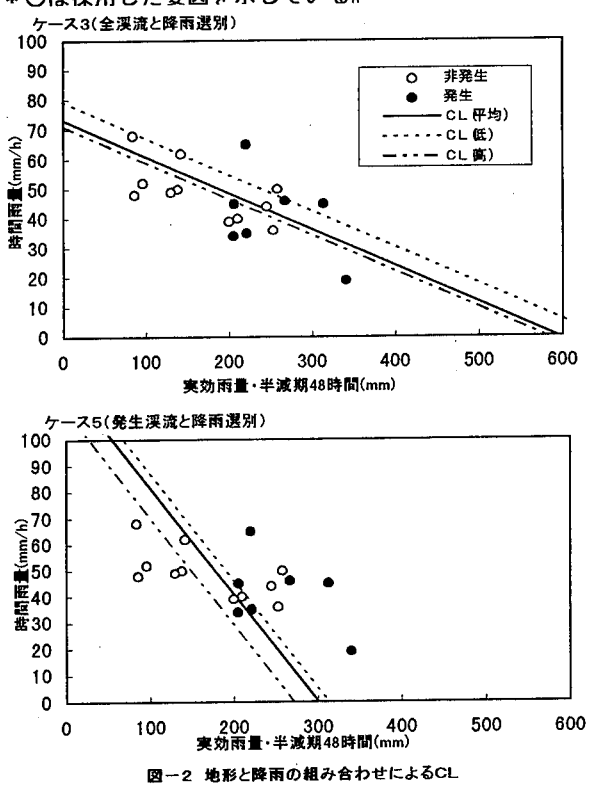
６．おわりに

このように地形要因を加味した重判別分析による判別システムにより、渓流の地形特性を反映させたＣＬを設定することが可能である。一方、ケース３、ケース５の結果が示すように、判別システムが同等の正判別率を示す場合においても、データの数や地形要因の組み合わせにより、傾き、幅などが異なるＣＬが設定されるため、十分なデータの組み合わせの選別の吟味が必要である。しかし、本研究で設定したＣＬは、従来の地域単位のものに比べ、個々の渓流で設定が可能なため、ＣＬを用いた渓流の個別管理が可能であると考えられる。

表－２　地形要因を加味した重判別結果

検討ケース			1	2	3	4	5
地形要因	渓流	水系模様					
		流域平均勾配(°)	○				
		最急渓床勾配(°)				○	○
		主渓流長(km)					○
		流域面積(km²)					
		流域長α(km)					
		流域幅β(km)					
		流域形状比					
		谷深比					
	斜面	0次谷の数		○			○
		流域最大傾斜(°)					
		源頭部面積(km²)				○	○
	流域評価	渓床危険度評価	○	○	○		
		降雨集中度評価	○			○	○
降雨	短期	時間雨量(mm/h)	○	○	○	○	○
	長期	実効雨量(mm)半減期48hr	○	○	○	○	○
判別得点の正負値			正値	正値	正値	負値	正値
相関比			0.086	0.156	0.071	0.433	0.418
全てのデータ正判別率	発生	%	100.0	70.3	70.4	100.0	81.4
	非発生	%	62.8	91.3	96.7	56.6	91.6
	全体	%	63.1	91.1	96.5	57.0	91.5

＊○は採用した要因を示している。



図－２　地形と降雨の組み合わせによるCL