

土石流危険渓流ごとの土石流発生危険降雨基準線 (Critical Line)
の設定と防災対策への適用可能性に関する研究

広島大学大学院 ○学生員 岡村佳昌 山口大学工学部 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

土砂害の予測は大変難しく、そのため実際に行われる土砂害の災害対策は、すでに発生した土砂害地の復旧的事業に重点が置かれているのが現状である。この点を改善するために各渓流について何らかの基準を設けて危険度を評価し、各渓流について土砂害が発生する前にその危険度により砂防ダムなどの土石流対策の整備や、土石流の警戒・避難のため、防災対策を講じることが重要である。従って本研究では、重判別分析を用いた土砂害発生・非発生の判別システムを構築し、土石流危険渓流ごとに土石流発生危険降雨基準線 (CL) の設定を試みた。そして、CLによる土石流危険渓流の危険度評価方法を提案し、防災対策への適用可能性について検討をした。

2. 重判別分析によるCLと防災対策方法

本研究で用いた重判別分析では、(1) 式の合成変量 f の判別境界値により土砂害発生・非発生を判別する。

$$f = A_0 + \sum_{i=1}^n A_i X_i \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 A_0 :定数項、 A_i :各要因の係数値、 X_i :各要因の値、 n :要因の数である。本研究においては X_i は地形要因と降雨要因に対応している。(1)式において例えば $n=2$ 要因を固定した上で、ある判別境界値に対して1つの要因の値が決まればもう一つの要因の値は一意的に決まる。従って本研究では、各渓流毎に地形要因と降雨要因を用いて土砂害発生・非発生の判別システムを構築し、降雨要因の1時間雨量と累積雨量又は実効雨量の2つに関する判別境界線をCLとして設定する。なおCLの妥当性については土砂害発生・非発生の正解率とCLが1時間雨量と累積雨量又は実効雨量が効いたものにするため、CLの X, Y 切片が雨の学習データの上限值内に入ることによって検討する。従って、CLは図1のように引ける。よって、原点からの距離 L の値が小さければ危険で、大きければ安全であることが分かる。本研究では図1に示す危険1時間雨量を各渓流の危険度の指標とし、各渓流の防災対策への適用可能性を検討する。

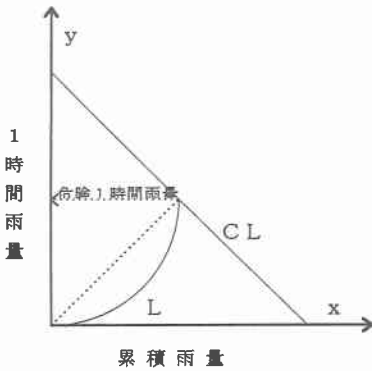


図-1.重判別分析によるCL

3. 分析

分析データについては、広島県加計町及び周辺地域の土石流危険渓流の地形要因と降雨要因を用いている。降雨要因については、CLの設定において1時間雨量と累積雨量又は実効雨量を基本としているため効率的かつ効果的な雨の学習データの採用方法を以下の4ケース設定し検討した。

- CASE1:「発生降雨」は最大1時間雨量とその時の累積雨量、「非発生降雨」は最大1時間雨量と降雨終了時の累積雨量を学習データとする。
- CASE2:「発生降雨」、「非発生降雨」は共にピーク時の1時間雨量とその時の累積雨量を学習データとする。
- CASE3:「発生降雨」はピーク時の1時間雨量とその時の累積雨量、「非発生降雨」はピーク時の1時間雨量とその時の累積雨量、さらに降雨終了時の1時間雨量と累積雨量を学習データとする。
- CASE4:「発生降雨」はピーク時の1時間雨量とその時の実効雨量、「非発生降雨」はピーク時の1時間雨量とその時の実効雨量、さらにピーク時の実効雨量とその時の1時間雨量を学習データとする。この時の実効雨量の半減期は7.2時間とした。

さらに、降雨要因による土砂害判別システムの特性とCLの特性を把握するため以下のケースを設定した。

CASE1A: 地形要因 + (1時間雨量 + 累積雨量) + 降雨パターン; CASE1B: CASE1Aの降雨パターン無し

CASE2A: 地形要因 + (1時間雨量 + 累積雨量) + 降雨継続時間; CASE2B: CASE2Aの降雨継続時間無し

CASE3A: 地形要因 + (1時間雨量 + 累積雨量) + 降雨パターン; CASE3B: CASE3Aの降雨パターン無し

CASE4A: 地形要因 + (1時間雨量 + 実効雨量) + 降雨パターン + 降雨継続時間

CASE4B: 地形要因 + (1時間雨量 + 実効雨量) + 降雨継続時間

CASE4C: 地形要因 + (1時間雨量 + 実効雨量) + 降雨パターン

CASE4D: 地形要因 + (1時間雨量 + 実効雨量)

4. 分析結果

分析結果の正解率と各CASEの判別システムを土砂害発生経験溪流中から抽出したサンプル溪流に適用させた時のCLの有用性を表1に示す。また、CLの評価基準は以下の通りである。

○: 1時間雨量と累積又は実効雨量が効いてくるCLとなる。

△: 1時間雨量と累積又は実効雨量のどちらかが効いてこないCLとなる。

×: CLの傾きが正となりCLが設定できない。

表1より評価が良く、正解率の良いCLはCASE3A, CASE3Bの2つであるが、パターンのあるCASE3Aの場合はCLを引くとパターンが1、2、3の順に危険（一般的にパターン3が危険）となるので、CASE3Bにより各溪流の危険度を評価する。CLの設定方法を図-2に示す。図-2から明らかなように本手法を用いると溪流毎の順位付けが可能である。全溪流を対象とした危険1時間雨量による危険度の順位付けでは危険上位1/3に土砂害が発生した溪流の半数以上が含まれる。従って、ある程度の危険度評価がなされているものと考えられる。

5. 結論

CLの設定を考慮した重判別分析による土砂害発生非発生判別システムの構築では降雨の学習データの取り方において、土砂害「発生降雨」

はピーク時の1時間雨量とその時の累積雨量、「非発生降雨」はピーク時の1時間雨量とその時の累積雨量、さらに降雨終了時の1時間雨量と累積雨量を学習データとすれば良い正解率が得られることがとが確認できた。降雨要因としては、実効雨量よりも累積雨量の方が良く判別できていることが確認でき、さらに降雨要因に降雨パターンを入れるとパターン1、2、3の順に危険となり、パターン3が危険であるという認識に矛盾する結果となった。また、CASE3BのシステムのCLで各溪流の危険度を順位付けた場合、ある程度の信頼性を持って順位付可能なことが確認できた。

本研究で構築した土砂害発生・非発生の判別システムを用いCLを設定することで危険1時間雨量のような1時間雨量と累積雨量を考慮した単一指標による防災管理の方向性を示すことができた。

最後に、本研究はウエスコ土木技術振興基金の助成を受けています。ここに記して感謝いたします。

表1: 正解率

	発生	非発生	全体	CLの評価
CASE1A	97.2%	34.1%	52.9%	△
CASE1B	77.8%	50.6%	58.7%	△
CASE2A	58.3%	60%	59.5%	×
CASE2B	97.2%	62.4%	72.7%	△
CASE3A	100%	61.8%	68.4%	○
CASE3B	100%	61.8%	68.4%	○
CASE4A	94.4%	87.1%	88.3%	△
CASE4B	94.4%	87.6%	88.8%	△
CASE4C	100%	59.4%	65.5%	○
CASE4D	100%	58.2%	65.5%	○

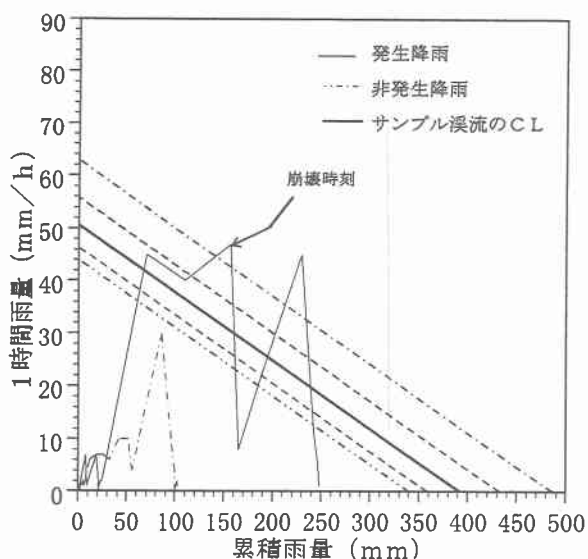


図-2. CASE3BのCL