

# 土石流危険渓流における地形特性を考慮した警戒避難基準雨量 の設定手法の検討

山口県土木建築部砂防課 田村秀昭, 松岡充宏  
中電技術コンサルタント(株) ○荒木義則, 来須洋二  
山口大学工学部 古川浩平

## 1 はじめに

近年、山口県南東部地域では、昭和54年6月、昭和55年7月、平成5年8月の3回に渡り激甚な土砂災害に見舞われている。特に、平成5年8月の防府市における土砂災害は、甚大な被害をもたらした。本研究では、モデル地点(大島郡、柳井市、防府市)において、従来の降雨要因のみの警戒避難基準雨量を検証し、土石流危険渓流の地形要因と降雨要因を考慮した土砂災害の「発生」「非発生」の判別システムを構築した。そして、この判別システムを用いて渓流毎に警戒避難基準雨量を設定し、渓流の個別防災管理への適用性について検討した。

## 2 従来の土砂災害発生限界線

従来の土砂災害発生限界線<sup>1)</sup>(以下、CL: Critical Line と呼ぶ)は、図-1に示すように、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、全ての発生降雨が発生領域に含まれるようにCLを設定する。しかし、このCLは、図-1の実線や破線のように技術者の主観により、個別のCLが設定される可能性が高い。また、降雨要因のみの基準であるため、素因である渓流の地形特性が全く反映されていないことから、安全側過ぎる基準となりやすく、実用化に課題が残されている。

## 3 地形特性を考慮した警戒避難基準雨量の設定

### 3.1 土砂災害判別モデルの構築

土砂災害判別モデルの構築<sup>2)</sup>では、説明変数に地形要因と降雨要因の量的データを用い、目的変数に土砂災害の「発生」「非発生」の質的な判別を行うことから重判別分析を用いる。また、統計的手法を用いているため、従来手法に比べてより客観的にCLの設定が行える。一般に、重判別関数式は、式(1)で示される。

$$Z = A_0 + \sum_{i=1}^n B_i X_i + \sum_{j=1}^m C_j X_j \quad (1)$$

ここで、 $Z$ : 判別得点、 $A_0$ : 定数項、 $B_i, C_j$ : 地形要因、降雨要因の係数値、

$X_i, X_j$ : 地形要因の値( $i=1\cdots n$ )、降雨要因の値( $j=1\cdots m$ )

重判別分析では、判別得点の全体の変動 $S_t$ とグループ間の変動 $S_B$ の比 $S_B/S_t$ が最大になるように定数項および各要因の係数が決定される。また、判別得点が正值であれば1群、負値であれば2群と判別される。重判別分析では、数学的な最適化により式(1)の係数が決められる。このため工学的な意味付けが困難となる要因が含まれる場合は、その要因を取り除き、段階的に要因を簡素化する。最終的な地形要因は、本検討の範囲において主溪流長、0次谷の数、源頭部面積、降雨集中度評価の4つの要因となった。また、降雨要因は、時間雨量、実効雨量(半減期48hr)の2つの要因を用いており、判別システムの精度は、相関比0.441、発生に対する正判別率81.4%、非発生の正判別率90.9%となった。

### 3.2 地形特性を考慮した土砂災害発生限界線(CL)の設定

提案するCLは、式(1)の重判別関数式において判別得点 $Z=0$ で与えられる。また、定数項や地形要因の変数項は、個々の渓流によってあらかじめ定まる値であり、この判別システムを用いたCLの設定模式図を、図-2に示す。ここで、X軸は降雨要因の長期指標として実効雨量(半減期48hr(mm))、Y軸は降雨要因の短期指標として時間雨量(mm/h)を用いると、CLは右下がり直線となり、土砂災害発生の危険性がある領域と安全な領域を区分することができる。また、時々刻々と変化する降雨をスネーク曲線で表すと、このスネーク曲線がCLを越えると土砂災害発生の危険領域に入ることになる。また、CLの切片は、個々の渓流の地

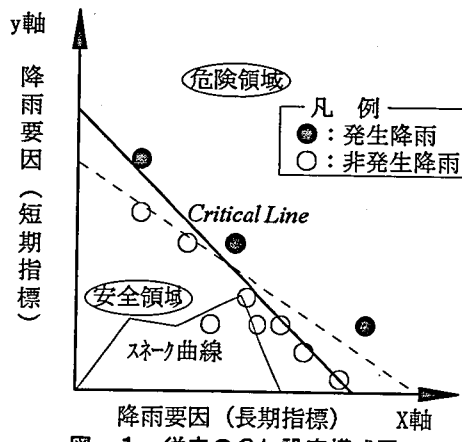


図-1 従来のCL設定模式図

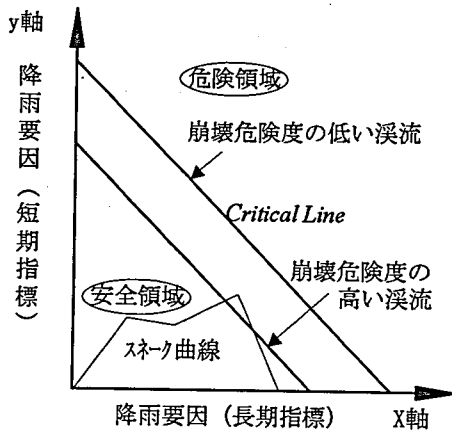


図-2 CL設定模式図

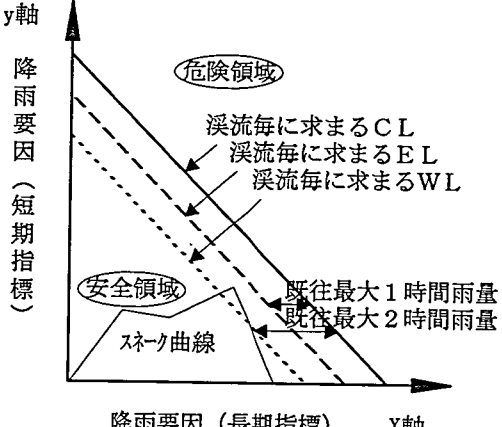


図-3 警戒避難基準雨量設定模式図

表-1 従来手法の基準雨量の妥当性評価

地区	分離性	発令頻度(回/年)		空振り頻度(回/年)	
		警戒	避難	警戒	避難
大島	0.88	1.05	0.74	0.84	0.53
柳井	0.85	0.66	0.61	0.61	0.56
防府	0.78	3.11	2.32	2.95	2.16

表-2 地形を考慮した基準雨量の妥当性評価(平均値)

地区	分離性	発令頻度(回/年)		空振り頻度(回/年)	
		警戒	避難	警戒	避難
大島	0.94	0.89	0.53	0.68	0.32
柳井	0.78	0.85	0.58	0.81	0.55
防府	0.99	3.16	1.00	3.00	0.84

形要因の影響を受けており、溪流毎に異なっている。そこで、切片の大きい溪流ほど、崩壊危険度の低い溪流であり、逆に、切片の小さい溪流ほど崩壊危険度の大きい溪流となる。

### 3.3 警戒・避難基準線の設定と従来手法との比較

警戒・避難基準雨量では、CLに達する2時間前に警報の発令を行うための警戒基準線(WL)、1時間前に避難の指示を行うための避難基準線(EL)として、図-3に示す警戒・避難基準雨量の設定模式図のように、既往最大2時間雨量と既往最大1時間雨量を用いてそれぞれ設定する。図-3より、各基準雨量は、溪流の地形特性により個々に求めることができる。

次に、従来手法との比較では、妥当性の指標として分離性、発令頻度、空振り頻度により検討を行う。表-1, 2に妥当性指標の検討結果を示す。提案手法の妥当性は、溪流毎に算出されるため、これらの溪流の平均値での比較とした。特に、提案している表-2の避難命令の発令頻度と空振り頻度が表-1の従来手法に比べて改善されており、提案手法の有効性が示されている。

## 4 おわりに

本研究では、溪流の地形特性を考慮した警戒避難基準雨量の設定手法の提案を行った。以下に結論を示す。

- (1) 重判別分析を用いた土砂災害の「発生」「非発生」の判別システムを警戒避難基準雨量の設定に適用し、溪流の個別防災管理手法を提案した。本手法は、溪流毎の地形特性をCLの切片に反映できるため、土砂災害の「発生」「非発生」の判別を溪流毎に判断することが可能となった。
- (2) 提案手法は、従来手法に比べて警戒避難基準雨量の妥当性(分離性、発令頻度、空振り頻度)が改善されており、提案手法の有効性が示された。

### <参考文献>

- 1) 建設省河川局砂防部砂防課：土石流災害に関する警報の発令と避難の指示のための降雨量設定指針(案), 1984.
- 2) 荒木義則, 古川浩平, 松永悟, 小笠原貴人, 石川芳治, 水山高久：土石流危険溪流における地形特性を考慮した土砂崩壊の発生限界線の設定に関する研究, 土木学会論文集, No. 574/VI-36, pp. 33-47, 1997. 9.