

土石流発生の危険度評価と雨量基準について

長崎大学工学部 O正 棚橋由彦 正 伊勢田哲也 学 八百山 孝
大洋技術開発(株)正 小原 直 正 西村利弥

1. まえがき

土砂災害のなかでも、土石流はその突発性故に発生予測が難しく、地域防災計画に急務の課題となっている。著者らも引用文献1)~3)の発表経緯を経て、土石流発生の‘総合危険度評価法’を提案し、発生予測の一試案を提示してきた。その際残した今後の課題や反省の上に立ち、本報告では‘重み付き危険度評価法’を提案し、その適用例を示すとともに、新たな土石流発生限界雨量基準を提示する。

2. 土石流発生危険度評価法

長崎市のように土石流被災歴のある地域では、外的基準(土石流発生・非発生区分)の設定が可能であり、数理化理論Ⅱ類が適用できる。Ⅱ類適用の結果、各要因(アイテム)のレンジ値から各要因の土石流発生・非発生区分への判別寄与度、言い換えれば各要因の危険度評価に占める重みが判明する。数理化理論Ⅱ類を用いた評価手法⁴⁾(重みなし危険度評価法と称称)に後述する方法によりこの重みを考慮すれば、危険度評価の向上が期待できる。ここではこの手法を重み付き危険度評価法と称する。

3. 危険度評価法の適用例

対象地域は、前報までの東長崎地区3水系から図-1の12水系に拡大した。サンプルの抽出、データ収集は、文献⁵⁾に基づき、対象域から443溪流(57発生91、非発生352)を抽出、採用した要因は表-1に示す9アイテムである。なお各アイテムのカテゴリーは表-2に示すとおりで、総数55である。Ⅱ類適用の結果得られた各アイテムのレンジ値、順位(表-1)から、流域面積が群を抜いて危険度評価に大きく寄与することがわかる。また流域面積のカテゴリー数から、流域面積が大きい程、土石流発生危険度が増大することが認められ、既往の力学的機構に基づく危険度評価法⁶⁾の結論と矛盾しない。ちなみに、相関比は0.382、ミニマックス的中率は82%であった。Ⅱ類適用の結果、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ軸の固有値はそれぞれ0.283、0.250、0.210であった。基準アイテムとして流域面積を採択し、群別分類³⁾⁴⁾の結果表-2のように、各アイテムカテゴリーに0~4

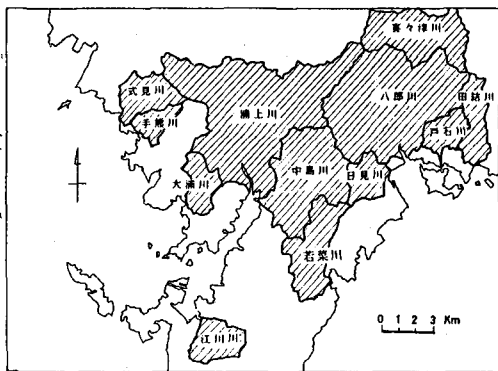


図-1 危険度評価の対象地域

表-1 採用アイテム・レンジ値と順位

アイテム	レンジ	順位
1 流域面積	2.23765	1
2 河幅	0.79736	3
3 粒径	1.30793	2
4 溪床勾配	0.22310	9
5 地質	0.57316	7
6 最急溪床勾配	0.70975	4
7 地盤状況	0.47186	8
8 山腹勾配	0.57647	6
9 堆積土砂厚	0.70954	5

表-2 アイテムカテゴリーに付与した危険度評点

アイテム	0	1	2	3	4
1 流域面積 (km ²)	1 0.00~0.02	2 0.03~0.04	3 0.05~0.09	4 0.10~0.19	5 0.20以上
2 河幅 (m)	7 0.0~0.9	8 1.0~1.9	9 2.0~2.9	10 3.0~3.9	11 4.0以上
3 粒径 (mm)	12 0.00~0.34	13 0.35~0.29	14 -	15 0.40~0.79	16 0.80以上
4 溪床平均勾配 (°)	17 0~12	18 -	19 15~19	20 20~24	21 -
5 地質	22 第3紀層	23 凝灰角礫岩	24 凝灰質砂岩	25 凝灰質砂岩	26 凝灰質砂岩
6 最急溪床勾配	27 0~14	28 -	29 2.0以上	30 15~19	31 -
7 地盤状況 (%)	32 70以上	33 10~29	34 0~9	35 30~69	36 -
8 山腹勾配 (°)	37 -	38 15~24	39 0~14	40 25~29	41 -
9 溪床堆積厚 (m)	42 -	43 0.5~0.9	44 2.0~2.4	45 0~0.4	46 2.5以上

の危険度評点が付与された。サンプルは各アイテムのいずれかのカテゴリに排反的に反応し、反応カテゴリに付与された危険度評点(重み付きの場合は、危険度評点に各アイテムのレンジ値が乗じられた評点)の総和のうち各サンプルの危険度評面点が計算される。両者の比較のため、標準スコアに変換した後、各危険度分級毎に反応した溪流量、S57発生溪流および出現率を示している。なお危険度ランク(A~F)による同様の整理も示されている。ただし出現率は、反応溪流中の非

発生溪流量に91/352を乗じた数値と発生溪流量の和で発生溪流量を除して求められる。表-3から出現率の分布を插補し図-2を得る。図中太実線に近づく程、危険度評価の精度が高いことを表わしており、重み付きの方がバラツキも少なく危険度評価の精度向上につながっていることがわかる。ちなみに一次回帰線の相関係数は、重みなし0.77、重み付き0.92であった。

4. 土石流発生雨量基準

県の協力を得て、県下全域の土石流発生記録のある降雨、非発生年降雨を含め計923に及ぶ降雨資料を収集し、横軸に有効雨量強度⁷⁾、縦軸に実効降雨⁷⁾を採り、全資料をプロットしたのが図-3である。プロット点の白抜きは土石流非発生降雨、黒塗りは発生降雨である。提案する土石流発生限界雨量線(C.L)、避難雨量線(E.L)、警戒雨量線(W.L)が図中に示されているが、紙数の都合で詳細は当日会場で報告したい。

5. あとがき

土石流発生危険度評価法の適用により得られる個々の溪流の危険度に応じて、図-3のような全域的な雨量基準をどのように修正し、個々の溪流毎に適切な雨量基準を設定するか、土石流予警報システムの有効利用をはかる意味からも、今後の重要な課題である。

引用文献 1) 棚橋・川内他: 土木学会西部支部講演概要, PP.300-301, 1984. 2) 棚橋・伊勢田・川内: 第19回土木工学研究発表会概要, vol.1, pp.25-28, 1984. 3) 棚橋: 昭和59年度長崎大学公開講座「豪雨災害と防災」, PP.30-34, 1984. 4) 春山・北村: 応用地質, 第24巻, 4号, PP.18-27, 1983. 5) 長崎県河川砂防課: 昭和55年度土石流危険渓流及び危険区域調査報告書, 1981. 6) 茅田・高橋・澤井: 京大防災研年報, 第21号, B-2, PP.423-439, 1978. 7) 池谷浩: 土石流災害調査法, 山海堂, 1980.

表-3 危険度クラス・ランクと反応溪流量, S57発生溪流量および出現率

標準化した危険度評点	危険度	重みなし			重み付き			重み付きによる最終危険度ランク		
		計算	S.57発生	出現率(%)	計算	S.57発生	出現率(%)	危険度ランク	計算	S.57発生
3.0~2.0		12	0	0.0	3	0	0.0	F	21	0
2.0~1.5		18	0	0.0	18	0	0.0			
1.5~1.0		32	1	11.1	54	1	6.8			
1.0~0.8		16	0	0.0	31	1	11.4			
0.8~0.6		30	4	27.3	30	4	27.3	D	158	17
0.6~0.5		35	1	10.2	22	3	27.9			
0.5~0.4		0	0	0.0	22	1	15.6			
0.4~0.3		37	0	0.0	34	5	40.0			
0.3~0.2		24	7	50.1	29	2	22.3	C	74	18
0.2~0.1		32	4	35.6	19	2	36.4			
0.1~0.0		40	10	56.3	27	6	52.5			
0.0~0.0		23	8	67.4	10	1	30.1			
0.0~0.0		0	0	0.0	12	3	56.3	B	67	29
0.0~0.0		26	6	53.7	25	8	64.5			
0.0~0.0		22	8	73.6	25	12	78.1			
0.0~0.0		51	20	71.4	42	17	72.5			
0.0~0.0		29	20	89.6	29	18	86.4	A	48	25
0.0~0.0		6	2	65.9	11	7	87.1			
合計		443	91	(100.0)	443	91	(100.0)	(6段階)	443	91

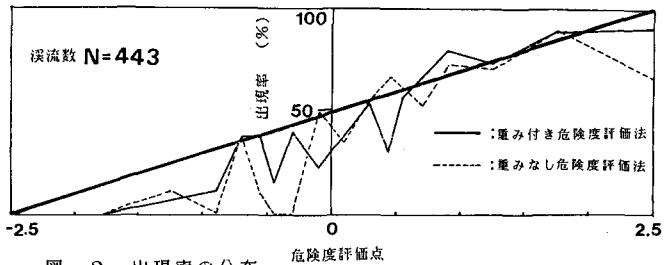


図-2 出現率の分布

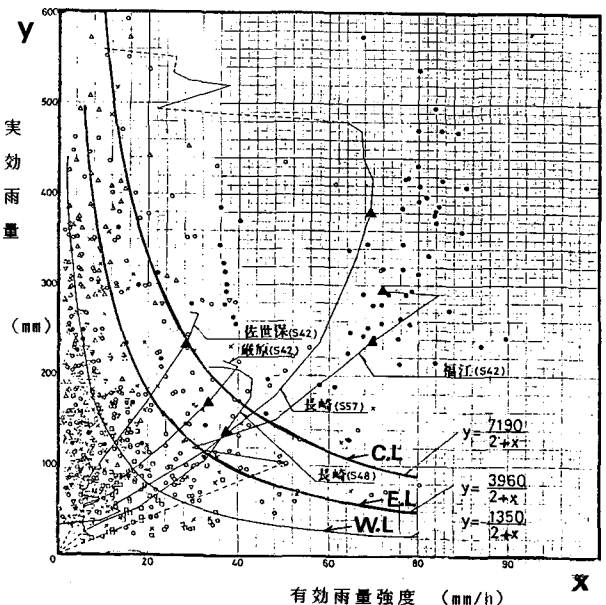


図-3 土石流発生雨量基準(長崎県全域)