

61 斜面崩壊発生条件の地形学的解析

静岡県下田市周辺について

建設省土木研究所 ○笹原克夫

下村博之

中村良光

1. はじめに

斜面崩壊発生箇所の予測手法については現在までに様々な研究がなされている。それらは地形図と空中写真のみを用いて斜面の地形特性地を求め崩壊発生危険度を評価する地形学的手法^{1)~3)}と、斜面の地形データと土質特性より土質工学的に求める方法⁴⁾とに大別される。しかし後者の方法は非常な労力を要するので、前者の地形図と空中写真のみをもちいた方法でどこまで精度のよい予測が可能であるかを検討することが重要である。本報では前報⁵⁾に引き続き平成3年9月の静岡県下田市周辺の斜面崩壊事例について地形学的解析を行った。

2. 解析の対象と方法

2. 1 解析対象

前報では稲生沢川流域のかなり広い範囲について解析を行ったが、今回は地形特性や崩壊特性の均一化を図るため、最も被害の大きかった落合川流域に対象を絞った。

2. 2 解析方法

空中写真と前報で作成した崩壊分布図⁵⁾より、崩壊地の地形特性地として崩壊幅(=集水域下端幅)・崩壊下端から尾根までの標高差と斜面長・崩壊部の傾斜・崩壊地下端を基準とした集水面積を読み取った。また崩壊土砂の流動化の有無と、流動化した場合は流動土砂の到達距離・標高差を読み取った。

3. 崩壊地の地形特性

上述の地形特性地を用いて以下の解析を行った。

3. 1 崩壊地の傾斜と集水性の関係

羽田野は崩壊地の傾斜と集水域平均奥行(崩壊地下端を基準に設定した集水面積を崩壊地下端幅で除した数値)の間に逆相関関係を見だし¹⁾、また沖村は同様な逆相関関係を傾斜と集水域平均奥行のみでなく、傾斜と集水面積の間にも見だし²⁾³⁾。今回の解析でも崩壊地の傾斜と集水面積(図-1)、及び崩壊地の傾斜と集水域平均奥行の関係(図-2)を調べた。図-1、2より下田市落合川流域の崩壊地でも同様な逆相関関係が認められた。

ここで羽田野や沖村と同様に傾斜を s 、集水域平均奥行を a 、集水面積を A としたときの逆相関関係を表す式 $F_a = s \cdot a^{-1}$ または $F_A = s \cdot A^{-1}$ を考え、 I と F_a または F_A の値を求める。次に羽田野¹⁾、沖村等²⁾³⁾や下村・笹原⁶⁾が他の地域で行った解析結果をあわせて表-1に示す。これを見ると I の

値も F_a や F_A の値も他の地域の解析事例に比べて小さい。しかしこれらの定数の物理的意味については現段階では検討していないのでそれらの値の大小が何を表しているかははっきりしない。

また下村・笹原によると集水面積を崩壊下端から尾根までの斜面長で除した値である集水域平均幅と崩壊地の傾斜の間にも逆相関関係が認められた⁶⁾。図-3のように今回の解析でも同様な関係が確認された。

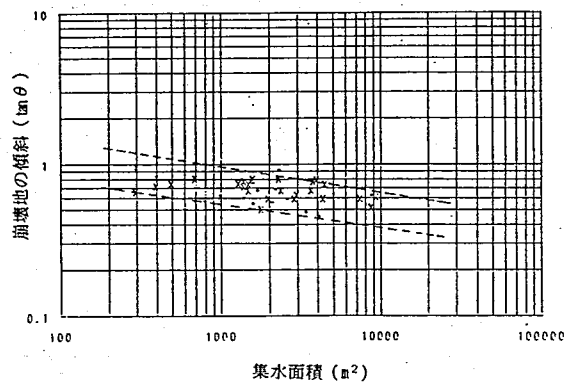


図-1 崩壊地の傾斜と集水域平均奥行の関係

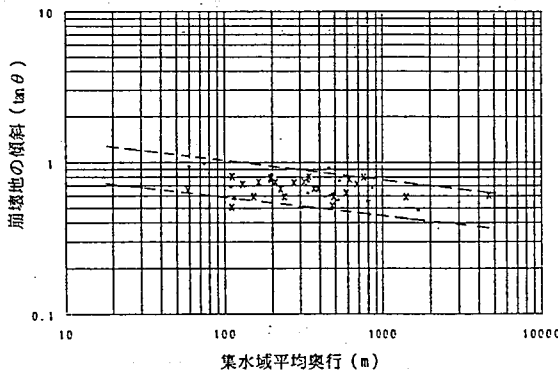


図-2 崩壊地の傾斜と集水面積の関係

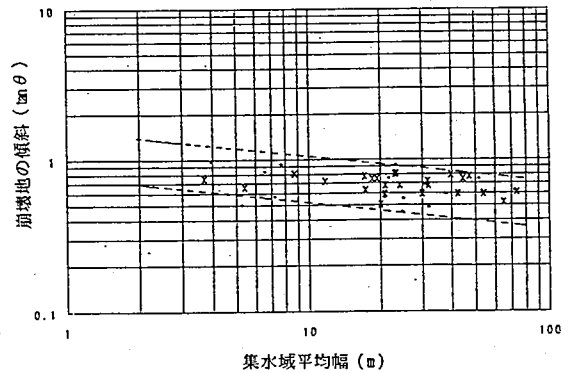


図-3 崩壊地の傾斜と集水域平均幅の関係

文献	地域名	$F_a = s \cdot a^I$ の場合		$F_A = s \cdot A^I$ の場合	
		I	F_a	I	F_A
羽田野(1974)	天草地方	1/3	2.4~4.1	—	—
沖村(1983)	六甲山系	0.18	—	0.22	2.97~4.58
沖村・中川(1988)	岐阜県瑞浪市	0.103	—	—	—
	鈴鹿山系	0.120	—	—	—
下村・笹原(1993)	奥多摩山系	0.12	1.3~2.5	0.18	2.5~4.5
笹原他(1993)	静岡県下田市	0.12	1.18~1.78	0.15	1.49~2.54

F_a : 集水域平均奥行を考えた場合の
地形滑動力指数

F_A : 集水面積を考えたときの
地形滑動力指数

s : 傾斜 ($= \ln \theta$) a : 集水域平均奥行

A : 集水面積

I : べき定数

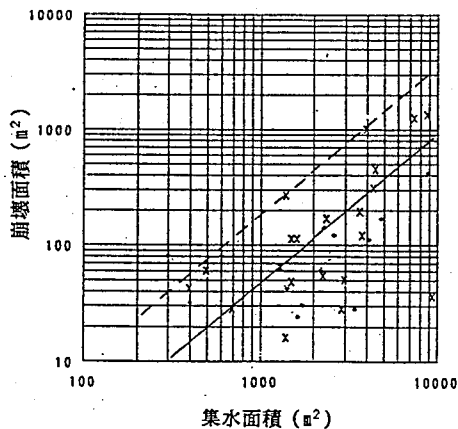
表-1 崩壊発生指標値の定数について

3.2 崩壊発生規模について

次に崩壊地の規模と地形特性値の関係について検討する。崩壊規模との関係では特に集水面積が重要な特性値と考えられるが、集水面積を計測する基準が斜面形により異なるので今回の解析では凹型の斜面で発生した崩壊のみについて考えた。

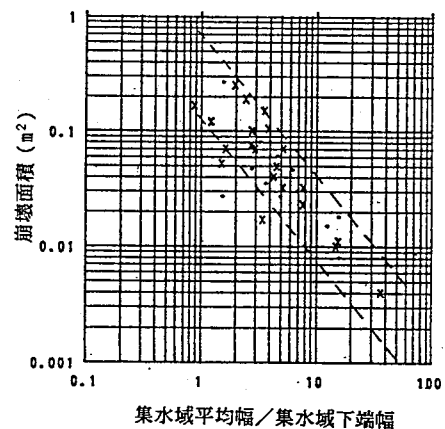
まず単純に集水面積と崩壊面積の関係について検討する(図-4)。図中・印は流動化しなかった事例、×印は流動化した事例である。この図より集水面積に対する崩壊面積の比の上限が認められる。これは下村・笹原による奥多摩での崩壊事例の解析でも認められた。つまり集水面積がわかれば、崩壊規模の最大値が求められるということになる。

次により高次の解析を行うべく、崩壊面積を集水面積で除した崩壊面積率を求め、崩壊地の規模を無次元表示するパラメータとする。崩壊面積率が大きくなるためには集水域内の水の貯留量が多くなる必要があると考え、そのためには集水域平均幅と下端幅の比が重要であると考え。そして崩壊面積率と集水域平均幅と下端幅の比の関係を図-5に示す。両者は逆相関の関係にあることがわかる。つまり集水域の幅が斜面上下であまり変化しない矩形に近い形状の集水域を持つ斜面で崩壊面積率が大きいということになる。



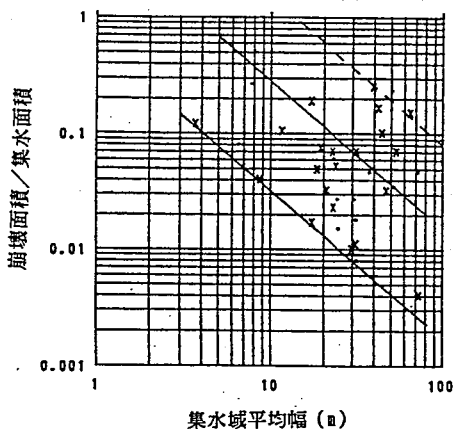
・印は非流動化事例 ×は流動化事例

図-4 集水面積と崩壊面積の関係(凹型斜面)



・印は非流動化事例 ×は流動化事例

図-5 集水域平均幅/集水域下端幅と崩壊面積率の関係(凹型斜面)



・印は非流動化事例 ×は流動化事例

図-6 集水域平均幅と崩壊面積率の関係(凹型斜面)

3.3 崩壊土塊の流動化

崩壊土砂の流動化の発生条件を検討するため、流動化を起こしたものとそうでないものの地形特性について検討した。

まず前掲の図-4を見ると、いくつかの例を除けば集水面積に対する崩壊面積の比、つまり崩壊面積比の上限は流動化事例と非流動化事例で異なる。崩壊面積率の上限は流動化事例の方が大きく、言い換えれば集水面積が同一である場合には崩壊規模が大きいと流動化の起こる可能性が高くなる。

崩壊面積率だけでは流動化・非流動化がきれいに分離できないので、さらに高次な解析を試みた。すると集水域平均幅と崩壊面積率の関係で比較的良好の関係が見られた(図-6)。しかしこの関係にしても両者の比の上限が流動化事例の方が高いということであり、下限は流動化・非流動化で分離できないという結果になった。

4. まとめ

以上下田市周辺の崩壊事例について地形学的解析を行い、崩壊発生・崩壊規模・流動化についての地形的条件の抽出を試みた。以上を整理すると以下ようになる。

- ①崩壊地の傾斜と集水面積、ないしは集水域平均奥行き・集水域平均幅には逆相関関係が認められた。この逆相関を表す式を用いれば、羽田野の述べるように崩壊発生危険度を表すことに使用できる可能性がある。
- ②崩壊発生規模については集水面積に対する崩壊面積の比の上限がほぼ一定であることや、集水面積に対する崩壊面積の比(=崩壊面積率)と集水域平均幅と集水域下端幅の比が逆相関関係にあることより決定できる。
- ③崩壊土砂の流動化条件については今回用いた地形的要因のみからでは明確な関係は得られなかった。しかし上述の崩壊面積率の上限が流動化事例と非流動化事例で異なることや、崩壊面積率と集水域平均幅の比の上限が両者で異なることなどの関係が得られた。

参考文献

- 1) 羽田野誠一：崩壊性地形(その2)，土と基礎，22-11，pp.85~93，1974
- 2) 沖村孝：地形要因からみた山腹崩壊発生危険度評価の一手法，新砂防，35-3，pp.1~8，1983
- 3) 沖村・中川：数値地形モデルのみによる表層崩壊発生位置予知の一手法，新砂防，41-1，pp.48~56，1988
- 4) 例えば松松・水山・石川：雨水の浸透を考慮した表層崩壊発生予測手法に関する研究，新砂防43-1，pp.5~15，1990
- 5) 笹原克夫他：平成3年9月南伊豆土砂災害について，第31回地すべり学会研究発表講演集，pp.115~118，1992
- 6) 下村・笹原：斜面崩壊発生条件の地形学的解析-東京都奥多摩地区について-，平成5年度砂防学会研究発表会概要集(投稿中)，1993