

シラス斜面の崖錐崩壊に関する防災対策の検討

鹿児島県土木部砂防課 伊藤仁志※¹ 小川和久※² 北薮哲也※² ○西濱繁樹 坂井佑介※³

(※¹：現 国土交通省中部地方整備局多治見砂防国道事務所，※²：現 鹿児島県大隅地域振興局，※³：現 林野庁森林整備部治山課))

(株) ダイヤコンサルタント 矢ヶ部秀美 高橋透 高橋浩一 柴田佳久

1. はじめに

南九州に分布するシラス地帯では、斜面崩壊がたびたび発生することで知られているが、平成5年夏の豪雨災害では、パイピング崩壊によるシラス土砂流が発生し、河川を埋没させる等の災害が多く発生した。この現象について、平成21年から平成22年度にかけて現地調査、解析および対策工法の検討を実施し、パイピング崩壊に対する砂防計画を練ると共に事業化の検討を行った。

なお、ここでのパイピング崩壊とは、シラス斜面脚部に厚く分布する崖錐堆積物が、多量の湧水により崩壊・流動化(土砂流・シラス洪水・鉄砲水)する現象を指す。

2. 崖錐崩壊の概要とメカニズム

2.1 平成5年災害事例

平成5年7月31日から7月2日にかけて、鹿児島市と姶良市にまたがる思川流域周辺で、総雨量700mm以上の豪雨により、シラス急崖下の崖錐斜面でパイピング崩壊が多数発生し下流に災害をもたらした。



写真2.1 旧吉田町におけるパイピング孔(左)と下流域でシラス土砂流により埋没した家屋(右)

2.2 パイピング崩壊の発生機構

崖錐堆積物のパイピング崩壊、流動化の発生機構として、地頭薮・下川他(2009)は図2.1の模式図を提案している。

- ①シラス斜面の脚部に、表層崩壊によって繰り返し崖錐堆積物が堆積する(準備段階)。
- ②通常の降雨では、崖錐斜面および台地面から浸透した雨水は、時間をかけて崖錐斜面脚部から徐々に湧出し脚部を湿潤・脆弱化させる程度である。

③長雨の後に大雨が降ると、基盤岩境界に水頭をもった多量の地下水が崖錐堆積物の背面に供給され、崖錐堆積物は不安定化する。

④崖錐堆積物が崩壊し、多量の水・土砂・樹木とともに土砂流(鉄砲水)となり、遠方まで流下する。

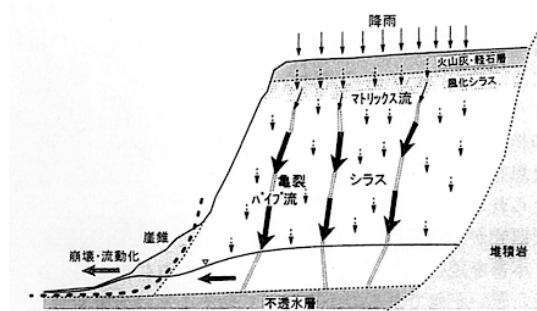


図2.1 パイピング崩壊箇所の模式断面図

3. パイピング崩壊危険箇所の抽出

3.1 机上作業による抽出

県内のレーザープロファイラ地形図と地質図等により地形・地質的条件を満たす箇所の選定を行った。

- ・シラス分布域(台地ごとに区分)
- ・急崖のある細く深く樹枝状に刻まれた谷地形
- ・谷底付近に基盤岩が想定される箇所
- ・土砂流発生の履歴がある箇所

3.2 現地調査による抽出

机上作業で抽出した箇所では、下記の項目について現地調査を行い、詳細調査箇所の絞り込みを行った。

- ・急崖脚部から常時湧水がある箇所
- ・急崖下に崩積土が厚く分布している箇所

この結果、思川北側の鹿児島市から姶良市にまたがる地区が抽出され、調査ボーリング・水文調査を行い、浸透流解析・安定解析、土砂氾濫シミュレーションを実施した。

4. 危険度・影響度評価

4.1 危険度評価

シラス台地ごとに細区分した溪流において「急崖の有無」「崖錐堆積物の有無」「土砂流出の有無」「基盤標高」

の絞り込みの選定項目で対象を抽出した。

パイピング崩壊の危険性の指標を得るために、多変量解析を行った結果、「湧水量」および「崖錐厚さ」が大きく関与することが解った。

表4.1 危険度の評価一覧表

		崖錐堆積物		
		多	中	少
湧水	多	a	b	c
	中	b	b	c
	少	c	c	c

ランクA：危険度高い(a) → パイピング孔ありの場合(aa)
ランクB：危険度あり(b)
ランクC：危険性低い(c)

		現地調査での判定		
		多	中	少
崖錐堆積物		厚さD 5m以上	厚さ 1<D<5m	厚さD 1m以下
湧水		10L/min 以上	数L/min	滲みだし 程度以下

4.2 影響度評価

パイピング崩壊が発生した場合の下流の保全物件への影響度で評価を行った。

土砂氾濫シミュレーションの結果より土砂流出範囲は概ね1°の勾配までとなったことから、「勾配1°までの範囲」もしくは、「河川等によって流出が収まる範囲」までの保全物件について、以下の5項目で評価し、評価点の合計から3つに区分した(表4.2)。

- ①人家への影響の有無
- ②公共的建物や工場等の重要構造物への影響の有無
- ③道路への影響の有無
- ④河川への影響の有無
- ⑤耕作地への影響の有無

表4.2 影響度の評価一覧表

区 分		評 価
評価点13～20	影響が大きい	A
評価点7～12	影響が中位	B
評価点0～6	影響が小さい	C

4.3 総合危険度評価

「パイピング崩壊発生の危険度」と「発生した場合の影響度」より総合危険度の評価を行った。下表に示すとおり、ランクⅠ～ランクⅢの順で危険度を評価した。

表4.3 総合危険度評価一覧表

		発生した場合の影響度		
		大 (A)	中 (B)	小 (C)
発生の危険度	高 (a)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
	中 (b)	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ
	低 (c)	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

5. 今後の防災対策

5.1 考えられる対策工

シラスのパイピング崩壊に対する対策として、発生源対策としては、崩積土の発生抑制や水位上昇を抑制する予防的対策と、発生した土砂流を保全対象に到達させないための防護的対策を検討した。

- 対策①；表層崩壊防止 【予防的対策】
- 対策②；地下水排除 【予防的対策】
- 対策③；発生土砂流捕捉等 【防護的対策】

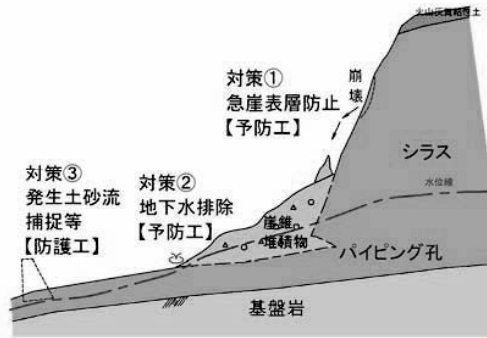


図 5.1 対策工のイメージ図

5.2 対策のポイントと課題

5.2.1 ソフト対策

浸透流解析結果より、パイピング崩壊は比較的降雨量の大きな先行雨量後に豪雨が生じた際に発生する可能性が高い事がわかった。先行雨量の判断は、長期の半減期実効雨量を把握することが必要と考えられる。

また、実効雨量の把握とあわせて地下水位やサクションを観測することで、発生予測ができる可能性がある。

ソフト対応を行う場合は、これらの情報の統合的な解析手法を高め、その情報伝達の方法の精度を上げていく必要がある。

5.2.2 ハード対策

パイピング崩壊に対する対策工は、土砂を流下させない、もしくは許容量に抑制すべく、発生土砂量に合わせた防護施設を施工する必要がある、「砂防堰堤」「流路工」が主たる対策となる。この場合、水のみを排除できるような構造や対策とすることが重要と考えている。

【参考文献】

- ・下川・地頭蘭他(1994)：1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究報告書
- ・地頭蘭・下川他(2009)：シラス斜面の崖錐崩壊に関する水文観測：砂防学会誌, Vol. 62, No. 1, p83-87