

時系列航空写真による深層崩壊の発生状況に関する一考察—船石川土石流災害より—

国際航業株式会社 ○鳥田 英司、古閑 美津久、前川 哲志、堀川 毅信
 鹿児島県砂防課 伊藤 仁志、小川 和久、北菌 哲也、門前 信一

1 はじめに

平成22年7月5日、鹿児島県肝属郡南大隅町船石川で土石流が発生した。同溪流ではその後も崩壊が続き、土砂生産域である源頭部から下流一帯はきわめて不安定な状況が続いたため、緊急対策事業を検討するための現地調査の実施が困難な状況にあった。

本論は、かかる状況で主たる崩壊の発生毎に空中写真撮影を実施し、Digital Mapping (以下DMと言う) と地理情報システム (以下GISと言う) により崩壊拡大状況の監視と崩壊土量の推定を実施した例の報告である。

2 調査実施場所

船石川は鹿児島県大隅半島の南端に位置する。その流域は、錦江湾内に形成された阿多カルデラ壁に該当する溶結凝灰岩の急崖部と上部の台地よりなる。溪流は台地から急崖、崖錐斜面を経て錦江湾に至る (図1)。

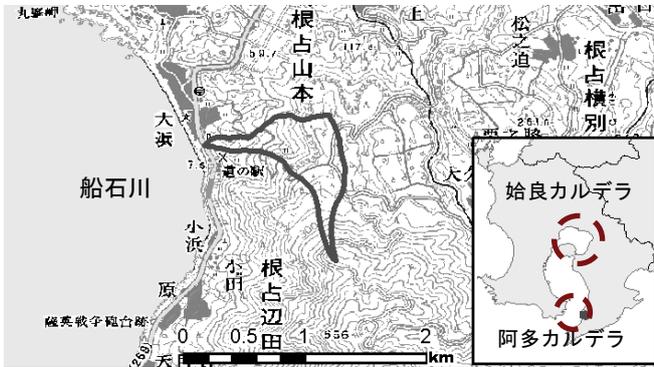


図1 調査対象位置図

3 調査の方法

3.1 空中写真の撮影とDigital Mapping

空中写真の撮影は、崩壊の発生直後 (7月6日10:24)、崩壊の拡大による土石流の流下と氾濫時 (7月7日11:42)、崩壊の拡大が終息し、氾濫堆積土砂の除去作業が本格的に始まる直前 (7月22日9:40) の3回実施し、それぞれDMを作成した (図2左、図3)。

3.2 崩壊発生範囲等の判定

1・2回目の空中写真を用いて、空中写真判読を実施、崩壊発生域・土砂流下域・氾濫域の区分を行った。その後、7月12日と13日に現地踏査を実施し、判読の妥当性を確認した (図2中央)。

3.3 崩壊発生前の元地形の推定

崩壊土砂量推定の基本となる崩壊発生前の元地形資料として平成12年の空中写真と空中三角測量データがあった。しかし、平成19年に表層崩壊が発生しており、流域内の地形が一部変化していた。そこで、平成12年の資料を基にDMを作成し、崩壊直後の平成19年測量データを用いて修正を加え、元地形を再現した (図2右)。

3.4 生産土砂量の推定

GISを用いて元地形データ (DEM0.00) と第1~3回計測データ (DEM7.06、DEM7.07、DEM7.22) の差分解析を実施、崩壊・流下・氾濫域の区分データ (Area) と合わせて生産土砂量、砂防堰堤による捕捉土砂量、氾濫土砂量の推定を行った (図2下)。

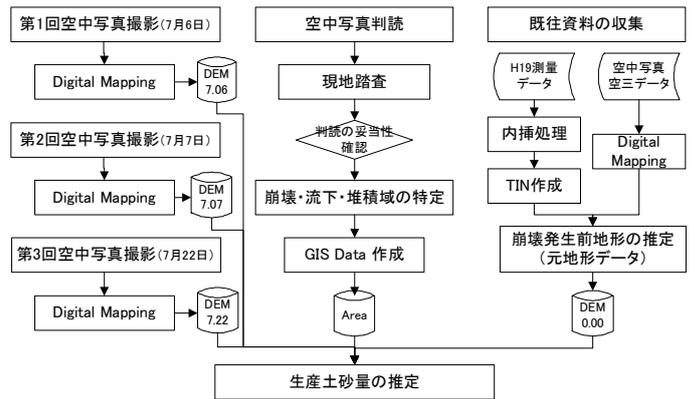


図2 調査の実施フロー

4 調査の結果

溪流源頭部付近の溶結凝灰岩の急崖が第1~3波で63千³m、第4波で9千³m、第5~7波で33千³m、計105千³mの土砂が崩壊したものと推定される。第1~3波までは既往の2基の砂防堰堤で捕捉され、下流への土砂流出は防ぐことができた。しかし、それ以降の崩壊土砂は捕捉することができず下流へと流出・氾濫し、一部は海へと流出したものと推測される (表1)。

表1 土砂動態総括表 (単位:m³)

順序	発生日時	崩壊土砂	捕捉土砂	流出土砂	氾濫土砂
第1波	7/4 不明	63,000	69,000	0	0
第2波	7/5 未明				
第3波	7/5 17:00				
第4波	7/7 13:13	9,000	7,000	2,000	600
第5波	7/7 11:50	33,000	26,000	7,000	1,800
第6波	7/8 7:05				
第7波	7/8 11:30				
合計	7/4~7/8	105,000	102,000	9,000	2,400

この崩壊は、第1波は最大時間雨量18mm、24時間雨量74mm、累加雨量104mmと比較的少ない降雨状況で、第2波以降はほとんど降雨がない状況で発生した。また、最大推定崩壊深は20m以上で、最終的な崩壊土砂量は10万³mを超える深層崩壊であることが特徴である (図3)。

小雨での崩壊は、発生直後に崩壊脚部付近から大量の湧水が見られ、その後の調査で無数のパイピング痕が確認されたことから地下水の影響が指摘されている。

土砂量については、始めに斜面中央、次に左斜面、右斜面の順で崩壊したことが本調査で明らかになっている。斜面中央の崩壊は急崖での地下水の湧出に起因する崩壊、その後の崩壊は主に最初の崩壊により脚部が不安定かつ脆弱になったことによる崩壊と考えられる。一方、2基の砂防堰堤が第1~3波の流出土砂を捕捉、第4波以降についても大部分の土砂を捕捉し下流への被害を最小限に食い止めたことが評価される (図4、5)。

5 おわりに

一連の検討で崩壊拡大や砂防堰堤の土砂捕捉プロセスや、1波あたりの崩壊土砂量などの基礎資料が得られた。これは、現地調査が困難な地域での空中写真測量等のリモートセンシング技術の有効性と共に、時系列に沿って計測することの重要性を示唆する。

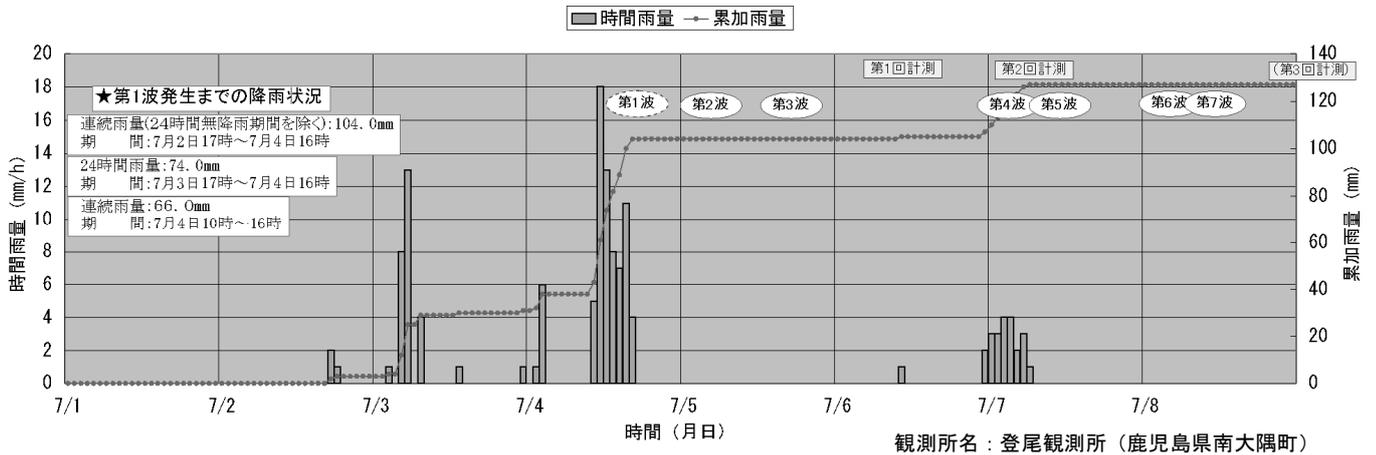
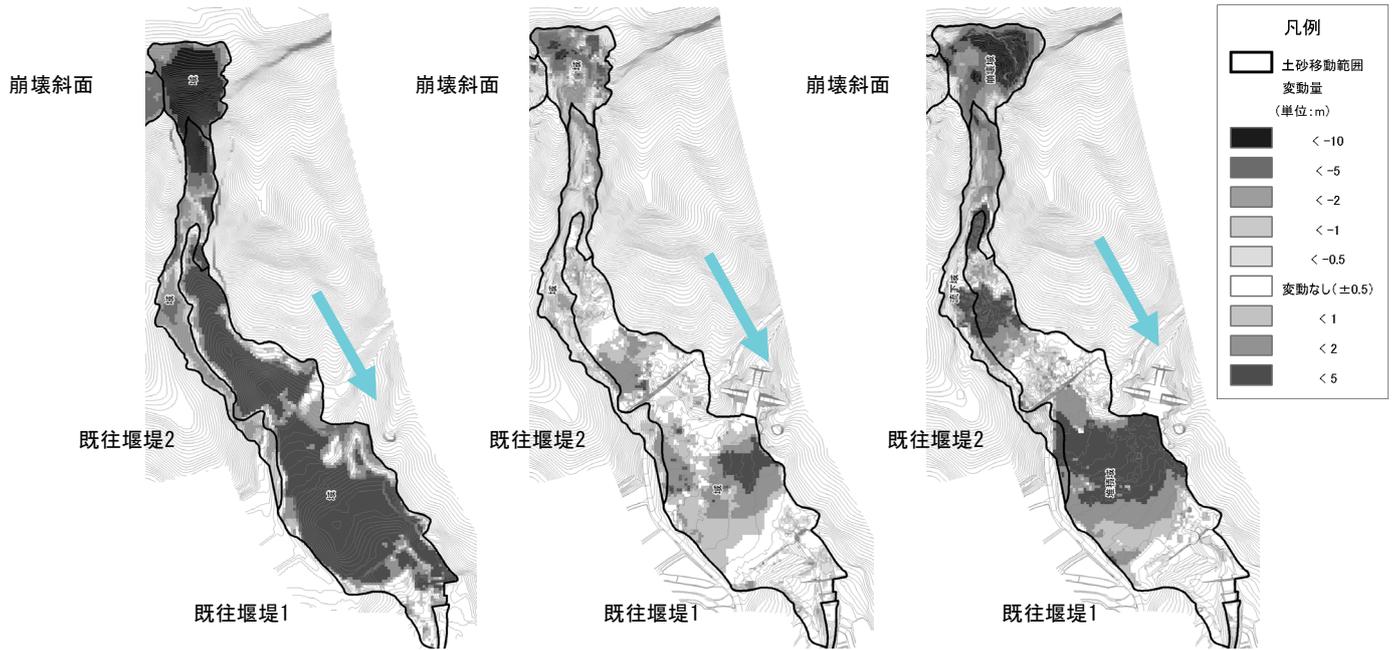


図 3 土石流発生当時の降雨状況と調査時期の関係



第1~3波後 (7月6日10:24時点) 第4波後 (7月7日11:42時点) 第5~7波後 (7月22日9:40時点)

図 4 崩壊の拡大と砂防堰堤より上流の土砂流出状態の時系列変化

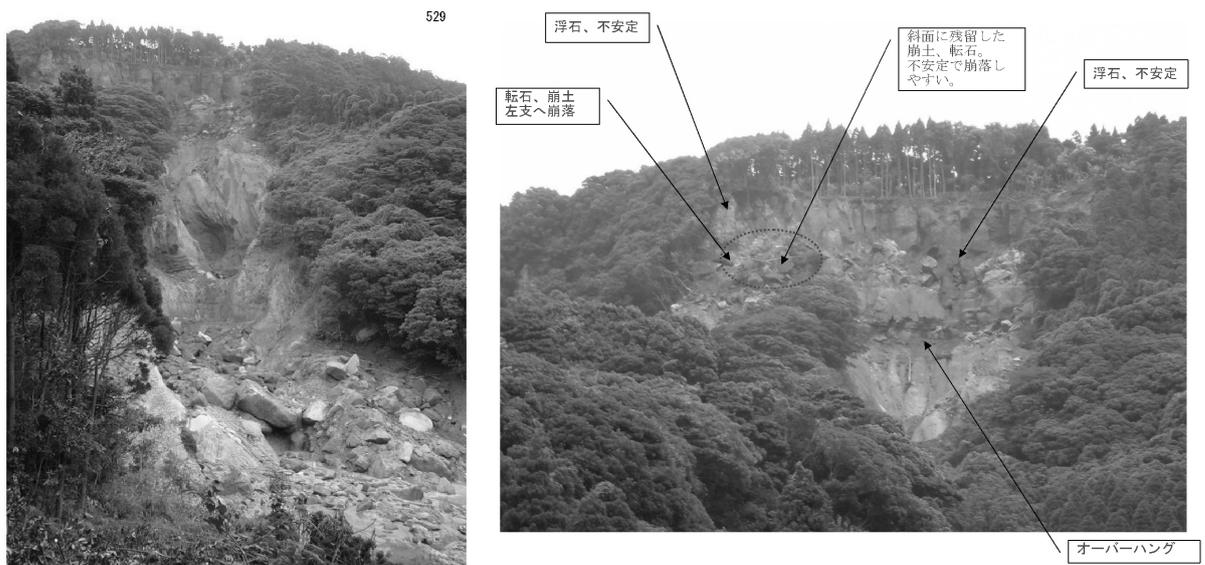


図 5 源頭部の深層崩壊発生状況

(崩壊の最上部は溶結凝灰岩よりなる)