

野尻川1号砂防堰堤・有村川3号砂防堰堤における土石流荷重計を用いた土石流による流出土砂量の把握の試み

国土交通省 九州地方整備局 大隅河川国道事務所 加藤仁志, 野田信幸, 齋藤 由紀子(現:大分河川国道事務所)
日本工営(株) 〇田方 智, 伊藤隆郭, 後藤 健(現 国交省砂防部)
政策研究大学院大学 水山高久

1. はじめに: 桜島では平成12年頃までは火山活動が活発であり、野尻川・有村川をはじめとする河川において土石流が頻発していた。その後、平成15年～20年頃までは火山活動沈静化に伴い土石流の発生回数が減少したが、平成22年頃より火山活動が活発化し、土石流発生増加傾向にある。島内の野尻川や黒神川における除石を中心とした管理型の砂防事業を実施していく上では、出水毎の土石流による輸送土砂量(全粒径)とその質(粗粒分、細粒分)の把握を行い、砂防施設内で堆積する石礫・砂礫と海域まで流出する泥水量を把握することが必要である。現在、桜島では、火山砂防計画への反映、管理型砂防計画への応用を見据え、土砂の質的な通過土砂量の把握を目的として、野尻川および有村川において土石流荷重計^{1),2)}を用いた土石流観測を実施している。

ここでは、野尻川1号堰堤および有村川3号堰堤における土石流荷重計による観測結果とそれを用いた解析結果、土石流荷重計で求めた土砂濃度と土石流流量を用いて推定した流出土砂量、野尻川1号および有村川3号堰堤～河口～海域への土砂収支について述べる。

2. 野尻川1号堰堤における土石流観測: 野尻川1号堰堤では堰堤天端の3箇所(中央, 左岸, 右岸)に土石流荷重計が設置される。荷重計の計測プレートのサイズは1m×1mで有村川3号堰堤に比べ小型のタイプである。野尻川1号堰堤地点における流域面積は約3km²、堆砂域の平均河床勾配は1/22(=2.6°)である。

2.1 土石流観測(野尻川1号堰堤): 図-1に野尻川1号堰堤における土石流観測機器配置図を示すが、野尻川1号堰堤では横断方向3箇所の土石流荷重計に加え、各々の荷重計に底面圧力計が設置されている。また、左岸側に超音波水位計および超音波流速計が設置され、右岸側にはCCTVが設置されている。図-2に平成27年に発生した土石流のうち、荷重計による観測がなされた3月19日の事例を示す。図には10分雨量データ(地上雨量計, Xバンドレーダ雨量計), 超音波水位計および流速計により求めた流量, 荷重計による計測値, 底面圧力計の計測値を示す。画像解析により求めたピーク流量は138m³/sであり、上流の野尻7号のワイヤーセンサーは3段階目まで切断された。

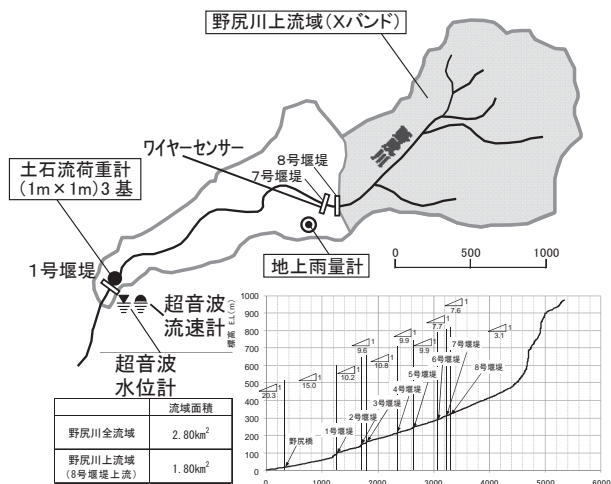


図-1 野尻川における土石流観測機器配置

2.2 土石流荷重計データを用いた解析結果(野尻川1号堰堤): 図-3に左右岸の2箇所の荷重計(中央の荷重計は故障中(H27年10月補修))で計測した圧力水頭, 水深, 荷重, およびこれら計測値を用いて求めた比重, 土砂濃度の時系列を示す。左岸側の荷重計データを用いて求めた土石

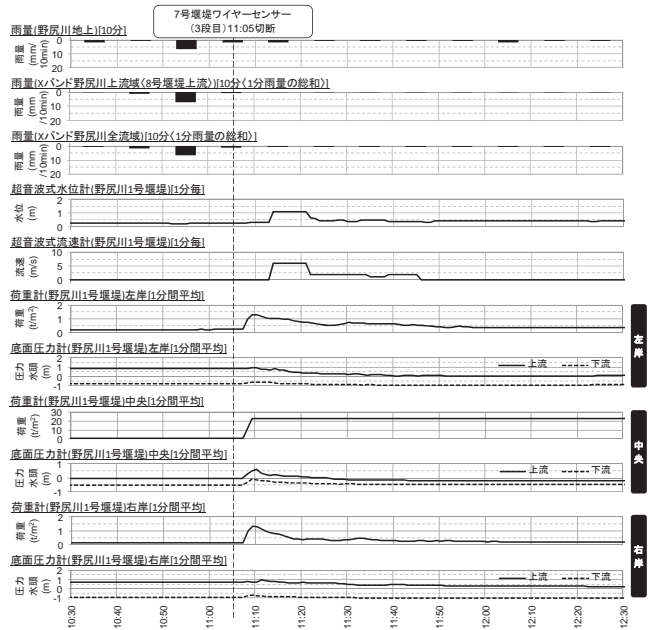
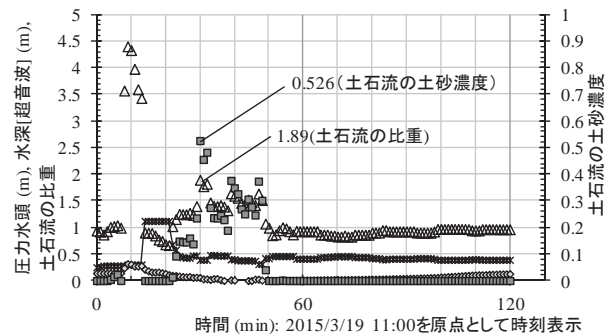


図-2 平成27年3月19日の観測データ(野尻川1号)

【左岸】◊ 圧力水頭(m:上流側) —×— 水深(左岸) △ 比重 ■ 土砂濃度



【右岸】◊ 圧力水頭(m:上流側) —×— 水深(左岸) △ 比重 ■ 土砂濃度

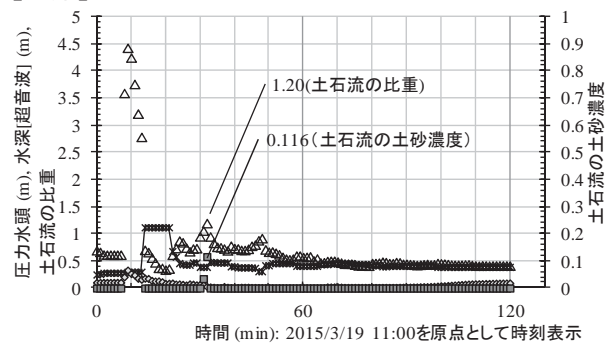


図-3 荷重計データを用いた比重・土砂濃度の解析結果(野尻川1号;H27年3月19日出水)

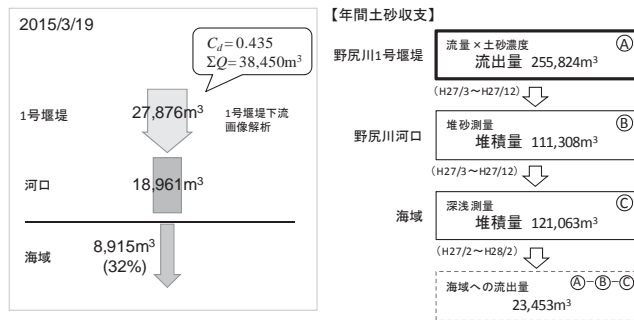


図-4 野尻川における土砂収支

流の比重は 1.0~1.89 の範囲にあり、土砂濃度はピーク値で 0.526 となる。同様に、右岸側では土石流の比重は 1.0~1.2、ピーク濃度 0.116 と算出され、横断的に設置した断面上で比重や土砂濃度に違いが認められた。

2.3 流出土砂量の推定(野尻川 1号堰堤): 野尻川 1号堰堤および野尻川 1号堰堤下流における CCTV 画像解析、超音波水位計・流速計の計測データ、相対水深と流速係数の関係から求めた土石流流量に荷重計データ解析で算出した土砂濃度を乗じ、土石流毎の流出土砂量を推定した。野尻川河口における堆砂測量結果と合わせ、3月19日の土石流に対する土砂収支を図-4(左)に示す。野尻川 1号堰堤を通過する土砂量が約 2.8 万 m³ であるのに対し、約 1.9 万 m³ が野尻川河口部で堆積し、その差分である約 0.9 万 m³ (野尻川 1号堰堤通過土砂量の約 3割) が海域に流出したこととなる。図-4(右)に上述の方法で求めた野尻川 1号堰堤における年間流出土砂量と堆砂測量による河口における年間堆積量、深淺測量による年間堆積量を合わせた年間(H27年3月~12月)の土砂収支を示す。野尻川 1号堰堤における年間流出土砂量が約 25 万 m³、河口部における堆積量が約 11 万 m³、海域の堆積量が約 12 万 m³、堆積せず海域へ流出した量は約 2 万 m³ と見積もられた。

3. 有村川 3号堰堤における土石流観測: 土石流荷重計が設置される有村川 3号堰堤地点における流域面積は 1.35 km²、堆砂域の平均河床勾配は 1/15.5(=3.7°)、堰堤水通し幅は 20.5 m である(図-5)。

3.1 土石流荷重計データを用いた解析結果(有村川 3号堰堤): 有村川 3号堰堤では、平成 24 年 6 月より土石流荷重計による土石流観測が行われている¹⁾。荷重計の計測プレートは幅 4 m × 長さ 2 m であり、堰堤天端左岸側に配置されており、合わせて底面圧力計が設置される。さらに、CCTV 画像解析によりハイドログラフ(水深・流速・流量)が算出されている。平成 27 年に発生した土石流のうち、荷重計による観測がなされた 6 月 11 日の事例を示す。この土石流におけるピーク流量は 58.5 m³/s であり、下流側に設置されているワイヤセンサーは 2 段目(河床から 1.2m)が切断されている

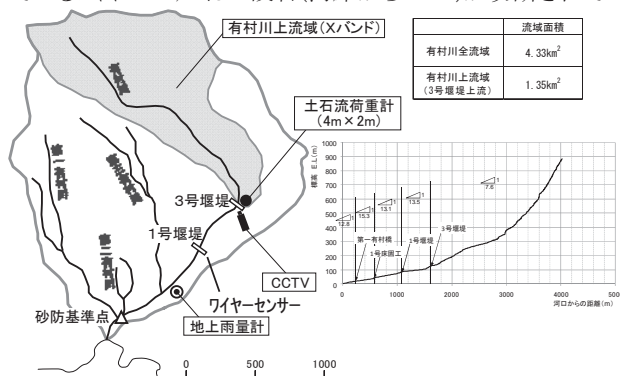


図-5 有村川における土石流観測機器配置

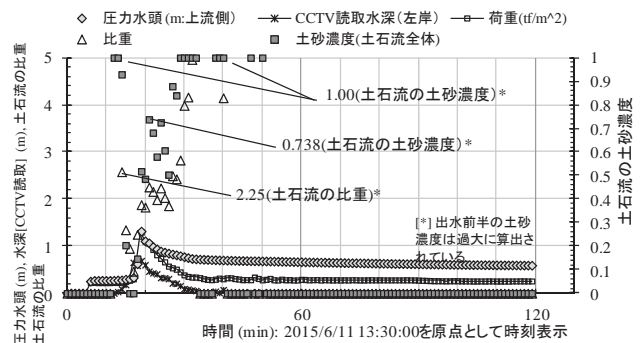


図-6 荷重計データを用いた土石流比重・土砂濃度の解析結果(有村川 3号; H27年6月11日の事例)

る。この土石流に対して、土石流全体の比重、土砂濃度、細粒・粗粒成分を算出した。図-6 に圧力水頭、水深、荷重、比重、土砂濃度の時系列を示す。土石流の比重は今後の精査が必要であるが、1~4 の範囲にあり、土砂濃度はピーク値で 0.738、平均濃度で 0.55 となる。この土石流による流砂量は 11,719 m³ (実質値) であり、そのうちの 62% が細粒分、38% が粗粒分と求められた(図-7)。

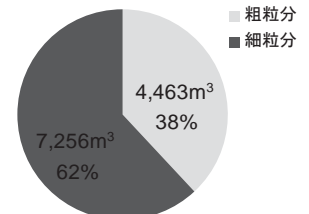


図-7 粗粒分・細粒分の割合(有村川 3号; H27年6月11日の事例)

有村川 3号堰堤においては、2012 年(平成 24 年)以降土石流荷重計による観測が継続されている。これまでに 8 事例程度の土石流を対象に解析が実施されている。表-1 にこれまでの解析結果のまとめを示すが、平均濃度で 0.438、最大濃度 0.724 となる。

表-1 土砂濃度一覧(有村川 3号堰堤)

解析可能であった土石流	平均濃度	最大濃度
2012年6/15	0.290	0.783
2012年6/21	0.371	0.734
2014年6/27 (ワイヤ-3段)	0.288	0.629
2014年8/1	0.295	0.699
2014年8/29	0.515	0.616
2015年6/3	0.491	0.751
2015年6/11	0.554	0.738
2015年6/14	0.551	0.746
平均	0.438	0.724

3.3 流出土砂量の推定(有村川 3号堰堤): 野尻川と同様に有村川 3号堰堤における CCTV 画像解析、超音波流速計の計測データを用いた流量、土石流荷重計データ解析で求めた土砂濃度を用いて年間流出土砂量を推定した。有村川 3号堰堤における年間流出土砂量が約 26 万 m³、海域の堆積量(深淺測量)が約 8 万 m³、堆積せず海域へ流出した量約 18 万 m³ と見積もられた。

4. おわりに: 土石流荷重計により計測されたデータを用いて比重、土砂濃度を算出し、CCTV 画像解析等で求めた流量と合わせて流出土砂量を推定して野尻川および有村川の海域までの土砂収支を検討した。今後は、データ蓄積・解析を進め、生産域~流路(河道)~河口・海域に至る水と土砂の移動を把握し、降灰~土石流発生~流出の一連の過程(プロセス)の解明、現地データと解析に基づく生産域~河口までの土砂流出予測等を通じて火山砂防計画等に反映させていく予定である。

【参考文献】1)高橋:砂防学会誌, Vol.65, No.6, 2013, 2)松岡ほか:平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集, p.A224-A225, 2013