

平成 19 年 9 月 利尻島雄忠志内川の土石流発生事例

北海道稚内土木現業所（現札幌土木現業所） 川村 一
 （株）シン技術コンサル ○佐藤直俊、齋藤健一、布田哲朗

1. はじめに

利尻島雄忠志内川は、過去何回となく土石流が発生している荒廃溪流である。平成 19 年 9 月 27 日 20 時頃にも土石流が発生し、流出土砂は除石途中の 3 号砂防ダム堆砂域を埋め尽くし下流扇状地部に流出した。

一般的に土石流発生後の調査では、土石流発生前の地形が不確かなこと、山腹斜面が急峻なため横断測量が困難なことがあり、正確な土石流発生土砂量が分からないことが多い。

今回、平成 19 年 9 月土石流発生前後において、デジタル航空カメラによる高オーバーラップ率の空中写真撮影が実施できた。この計測結果から源頭部の土砂発生実態に関する一つの知見が得られたことから、ここに報告するものである。

2. 雄忠志内川の砂防事業概要

雄忠志内川は、利尻岳（標高 1721m）山頂直下に源をもち、山麓部に広大な扇状地を形成している。扇頂部上流は、溪床勾配 25° と急勾配を呈し、山腹斜面の崩壊地からは岩石が離脱・崩落し、河道部に崖錐状に堆積している。この山腹斜面は背の低いハイマツ、ダケカンバや風衝草原となっており、空中写真で明瞭に崩壊地や河道部を映し出せる状況となっている。

雄忠志内川の砂防事業は、源頭部発生土砂の流出抑制を主体に昭和 36 年に着手され、源頭部に 3 基（上流から 4, 2, 3 号砂防ダム）、扇状地部に 3 基の砂防ダムが完成していたが、平成元年 9 月の土石流により扇状地部に縦浸食が生じ（写 1）、不安定な河岸を持つ流路が形成された。この対策として扞止を主目的に扇状地面に 56 基の帯工、床固工群が配置された。この間 5～10 年の頻度で小規模な土石流が発生し、上流部 3 基の砂防ダムには計画堆砂勾配を大きく上まわる土砂が堆積した。

源頭部での恒常的な土砂生産と砂防ダムの調節効果が期待できないことから、現在、土石流の捕捉容量を確保するため、既設砂防ダムのスリット化を進めている。

3. 平成 19 年 9 月発生 の 土石流

平成 19 年 9 月 27～28 日における降雨は、上流部 3 号ダム地点にある雄忠志内川観測所において総雨量 194mm、最大時間雨量 30mm を記録している（図 1）。

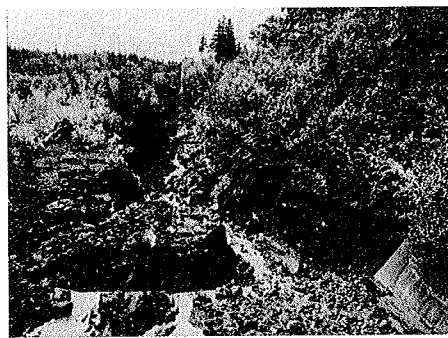
土石流は、除石中の 3 号砂防ダムを閉塞して、下流にも超過流出した。この流出土砂は、中・下流部にある除石済み 5, 6 号砂防ダムの貯砂空間を埋没させ、床固工群区間でも現河道部に 50cm 前後堆積している。

また、中流部では扇状地面への小規模な氾濫もみられた。尚、3, 5, 6 号砂防ダムの空き容量は合計で約 24,000m³であった。

4. 調査内容

空中写真撮影は、デジタル航空カメラ UCD（UltraCamD）で撮影を行った。UCD は 4 バンド（赤色、緑色、青色、近赤外）の光学センサーを持ち、取得画像データは 8,625 万画素、ピクセルサイズ 9 μm（高度 2,104m：地上分解能 18.0cm/pixel）、12bit 画像データ（4,096 階調）、そして最大 90% のオーバーラップ率による撮影が可能である。この特徴からアナログカメラと比べ、陰影部の影響を最小限に抑えることができ、高密度の標高データを得ることが可能となる。

撮影は 8 月 24 日と 10 月 3 日に行った。写 2, 3 は土石流発生の一月前と発生 6 日後のオルソモザイク写真である。この 2 時期の撮影に対し空中三角測量を実施し、高密度自動標高抽出による標高データ（2m メッシュ）を取得した。そして、目視確認にて裸地部（現況河道部、斜面崩壊地）のみの DSM（Digital Surface Model）を作成した。それぞれの DSM の差分を計測して地形変化量を求め、土砂変動グラデーション図（図 2）を作成した。地形変化量（土砂移動量）は、メッシュ面積 4 m² にメッシュの標高差 Δhi を乗じ以下の通りに算出した。



写 1 3号ダム直下の浸食状況（H元年9月）

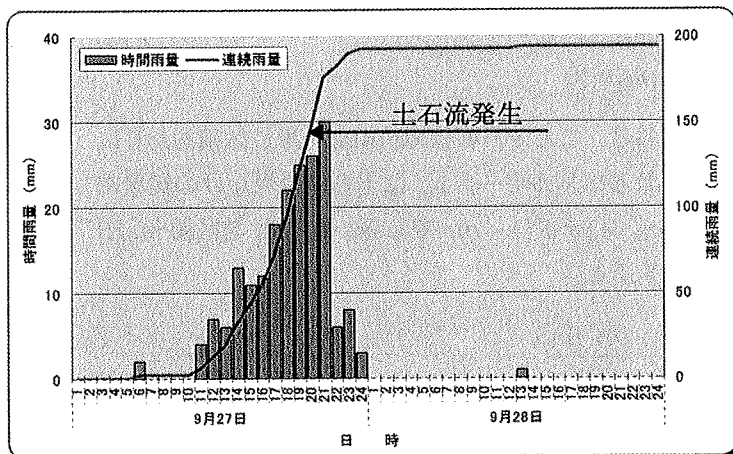


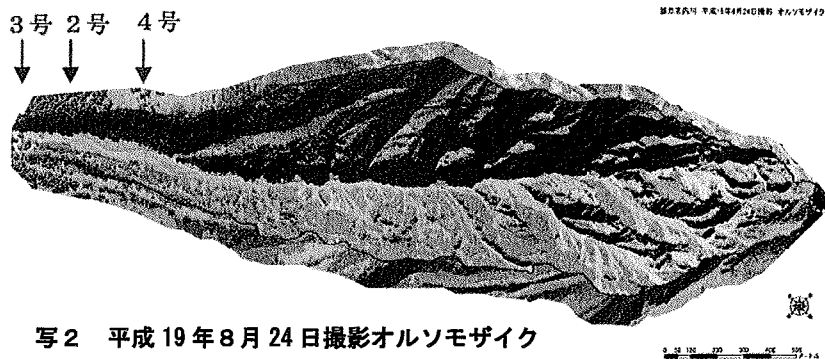
図 1 雄忠志内観測所における降雨状況（H19年9月）

堆積量 = $\sum 4 \Delta h_i$ ($h_i \geq 0$)、侵食量 = $\sum 4 \Delta h_i$ ($h_i < 0$)、流出土砂量 = 堆積量 - 侵食量

5. 調査結果

平成 19 年 9 月発生 of 土石流発生源の状況は、デジタル航空写真計測結果(表 1)、土砂変動グラデーション図(図 2)より以下のことが言える。

- 山腹斜面の崩壊面積に大きな変化はなく、平面的な土砂変動域は少ない。凹型谷型崩壊地の谷部で大きな侵食があり約 46,000m³ の土砂流出があった。
- 土石流発生域(4号砂防ダム堆砂域上流)の河道部は、源頭部から侵食が連続し、約 113,000m³ の土砂流出があった(平均 2.5m の侵食深)。但し雪渓と崩落土砂が累重堆積し、雪渓を壊して堆積土砂と雪渓と一緒に流出している(写 4)。
- 4号砂防ダム堆砂域は、約 11,000 m³ の堆積、約 30,000 m³ の侵食(堆砂域全面でなく約 5 m 幅の縦侵食が蛇行発生)があり、この区間から約 19,000 m³ の土砂流出があった。
- 2号砂防ダム堆砂域は、堆積、侵食ともほぼ同じ量で、平衡状態であった。
- 3号砂防ダム堆砂域は、約 13,000 m³ の堆積、約 1,000 m³ の侵食があった。ここでは堆積傾向となっているが、2号砂防ダム上流からの超過土砂との差約 166,000 m³ の土砂は下流に流出した。



写 2 平成 19 年 8 月 24 日撮影オルソモザイク



写 3 平成 19 年 10 月 3 日撮影オルソモザイク

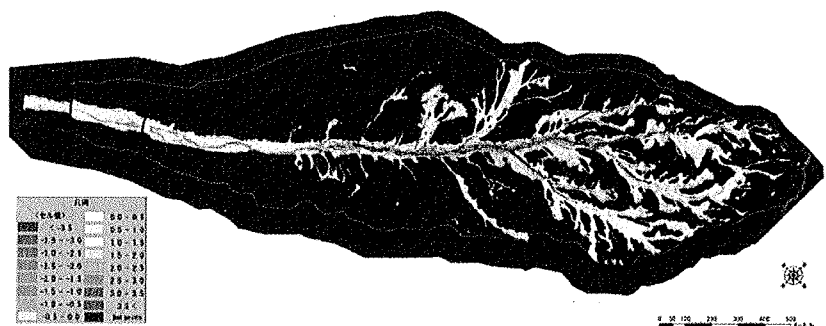


図 2 平成 19 年 9 月土石流の土砂変動グラデーション図

今回発生した土石流は、源頭河道部が発生土砂の主体となっている。山腹で新しい崩壊地が出現するわけではなく、山腹からの生産は恒常的な土砂生産より若干多い程度と思われる。源頭部の河道部が山腹斜面からの供給土砂のバッファーとなって、そのストックの均衡が、降雨、堆砂勾配、バッファーストック量の多寡を要因として崩れた時に土石流発生に繋がっていると思われる。



写 4 土石流発生流下区間の河道状況

表 1 源頭部の土砂移動量 (H19 年 9 月)

区 間	侵食量 (m ³)	堆積量 (m ³)	流出量 (m ³)	計測面積 (m ²)	平均侵食・ 堆積深(m)
3号-2号砂防ダム	776.5	4,767.2	-3,990.7	7,284.0	-0.5
2号-4号砂防ダム	776.5	12,767.2	-11,990.7	7,284.0	-1.6
4号-土石流流下区間	3,544.9	4,340.1	-795.2	18,436.0	0.0
小 計	29,830.8	10,959.6	18,871.2	44,508.0	0.4
土石流発生流下区間	34,152.2	28,066.9	6,085.3	70,228.0	0.1
流域内山腹斜面	117,021.9	4,138.8	112,883.1	45,144.0	2.5
流域内山腹斜面	118,495.9	72,621.6	45,874.3	282,140.0	0.2
小 計	235,517.8	76,760.4	158,757.4	307,284.0	0.5
合 計	269,670.0	104,827.3	164,842.7	377,512.0	0.4

2段書きの下段は、3号ダム除石を考慮したもの。

6. おわりに

雄忠志内川の砂防事業は、除石の実施時期や確保すべき空き容量を決める除石計画を立案することが今後の維持管理上重要な課題となっている。そのため、土石流発生源である源頭部での土砂生産状況、3号ダム上流河道部での土砂堆積過程や流出時期について、今後もモニタリング調査を継続し、源頭部の土砂流出頻度とその規模のデータ収集が望まれる。