

大規模土砂生産後の中期的な土砂移動モニタリング事例

北海道建設部土木局河川砂防課 佐々木 卓

国土防災技術北海道株式会社 ○塩野 康浩, 柳井 一希

1. はじめに

降雨等により大規模な土砂流出が発生した後、拡大崩壊の多発や、山地流域内に残存した大量の土砂がその後の中小出水により流出するなどして、土砂災害のリスクが高い期間が継続することが指摘されている（泉山ら 2020 など）。降雨等による土砂移動量を定量的に把握する方法として、同一地区で2時期に計測された航空レーザー測量データの標高差分解析値を算出する手法が採用されている（松岡ら 2009 など）。本報告では2016年8月に大規模な土砂流出が発生した北海道の十勝川上流において、2時期（2018・19, 2023）のLP標高差解析等による中期的な土砂生産状況を把握した。対象溪流は図1に示す7つの溪流である。

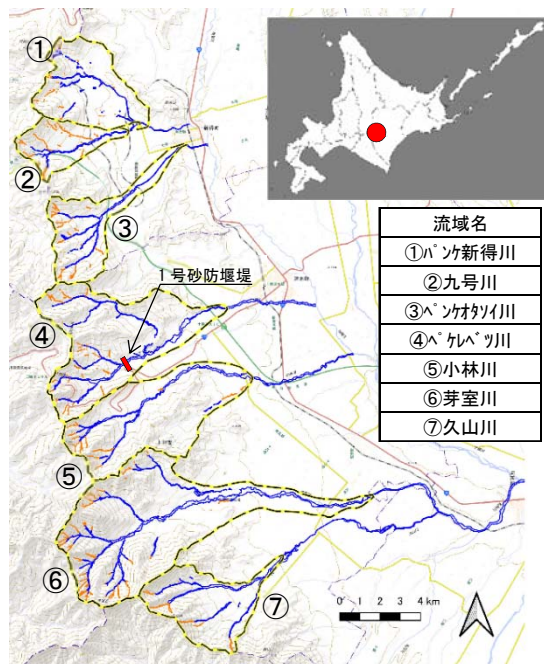


図1 対象溪流位置図

各流域の平均勾配は2.6～5.1°で、地質はいずれも火成岩の花崗岩・閃緑岩類からなり、周氷河性斜面堆積物が山腹を覆っている。

2016年以降の降雨状況をペケレベツ川流域の平均雨量を例に図2に示す。2016年出水時は24時間雨量が年超過確率1/80、1時間雨量が年超過確率1/100の規模であった。以降2023年までは2022年8月16日に25mm/hの超過確率1/10の雨以外は比較的少ない雨量で推移した。

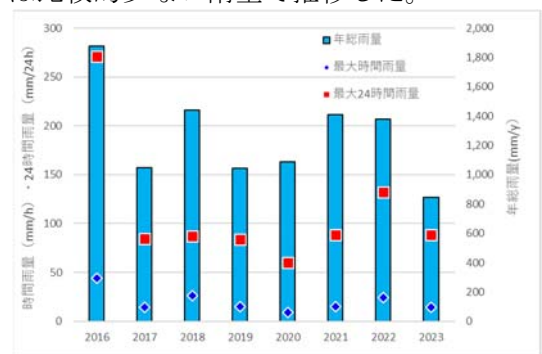


図2 ペケレベツ川の流域内平均雨量の経年変化の例

2. 崩壊地の遷移

表1に各時期のオルソ画像から判読した崩壊面積等を示す。崩壊地は山腹斜面及び0次谷で発生した総数265箇所である。2018・19年の崩壊面積率は0.16～1.03%、平均崩壊地面積は2,412m²であった。このうち10,000m²以上の崩壊地が13箇所、全体の約40%の面積を占めていた。2023年は崩壊面積率0.01～0.15%、平均崩壊地面積600m²で、裸地に植生が侵入し、いずれの崩壊地も拡大は認められず、植生回復率は74～90%であった。2023年崩壊地内のLP標高差解析による2時期の侵食土砂量は全体で20,354m³、2023年崩壊面積で除した平均侵食深さは18cm、年当りに換算すると約4cm/年である。

表1 2時期のオルソ画像による崩壊地の変遷

流域名	①ハナ新得川	②九号川	③ペンタツイ川	④ヘケルベツ川	⑤小林川	⑥芽室川	⑦久山川	全体
流域面積 (km ²) A	25.93	8.96	13.30	31.80	28.63	46.15	16.31	171.08
平均勾配 (°) 1次谷上流端まで	2.6	3.0	3.6	4.0	4.0	2.8	5.1	3.6
2018・19年 崩壊面積 (km ²) B	0.0403	0.0927	0.0985	0.0927	0.0803	0.1815	0.1007	0.6868
崩壊面積率 (%) B/A	0.16	1.03	0.74	0.29	0.28	0.39	0.62	0.40
平均崩壊面積 (m ²)	896	1,520	3,518	1,931	6,177	2,420	11,192	2,412
2023年 崩壊面積 (km ²) F	0.0039	0.0134	0.0063	0.0223	0.0207	0.0307	0.0129	0.1102
崩壊面積率 (%) F/A	0.01	0.15	0.05	0.07	0.07	0.07	0.08	0.06
平均崩壊面積 (m ²)	177	335	691	619	1,880	548	1,618	600
回復率 (%) (B-F)/B	90	86	83	76	74	83	87	84
期間侵食土砂量 (m ³) C	665	3,401	4,210	3,396	4,526	3,159	997	20,354
平均侵食深さ (m) C/F	0.17	0.25	0.67	0.15	0.22	0.10	0.08	0.18

図3に2018年の崩壊地面積と崩壊地の回復率を示す。明瞭な相関は見られないが、10,000m²以上の崩壊地はいずれも60%以上が回復率である。

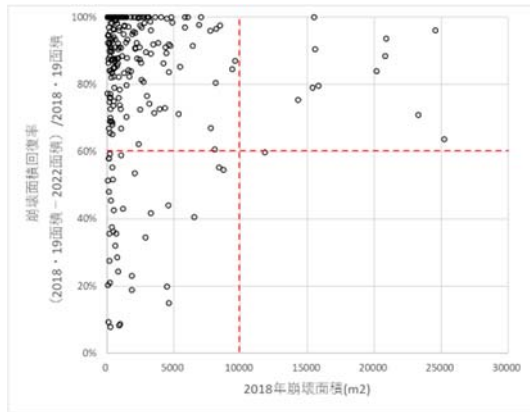


図3 2018年崩壊面積と崩壊面積回復率

3. 河道の変化

河床変動状況を把握するため、河道部のLP標高差解析を行った。対象地では2016年出水後の砂防施設整備などの地形改変や、植生の影響が大きいため、流域全体の評価は困難であった。そのため比較的影響の小さいペケレベツ川上流域の土石流流下堆積区間の1km区間（溪床勾配6.3°）の解析結果例とLPから作成した横断面図を示す。



図4 LP標高差解析例

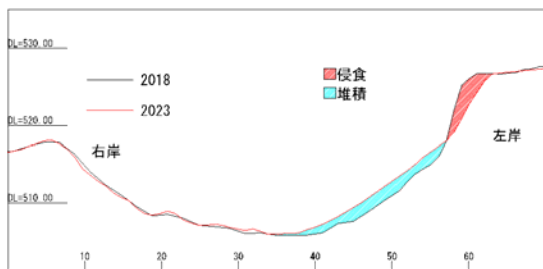


図5 左岸側溪岸拡大崩壊箇所横断面図

この区間では左岸側の既溪岸崩壊の頭部で拡大崩壊が連続的に発生し、生産された土砂が法尻に堆積している状況が確認できる。LP標高差解析では崩壊残土が算出できない（平川ら2018など）が、生産源が比較的急峻な地形であることから生産域と堆積域が離れていると想定し、差分値を単純に積算すると侵食土砂量7,300m³、堆積土砂量14,900m³となった。

4. 中期的な土砂流出

ペケレベツ川の土石流区間最下流に2019年に不透過型砂防堰堤（流域面積は25km²）が設置されている（図1図6）。2022年8月16日の出水時に下段の水抜き穴まで堆砂した。出水前の6月27日に地上レーザ測量を、10月27日にUAVによる写真測量を実施し、中期的な土砂の堆積量を把握した。その結果、堰堤が完成した2019年3月から2022年6年までの3年3ヵ月で1,400m³、2022年6月から中規模の出水を挟んだ10月までの4ヵ月で2,000m³の土砂が堆積した。



図6 1号砂防堰堤堆砂状況（上2022.7 下2023.9）

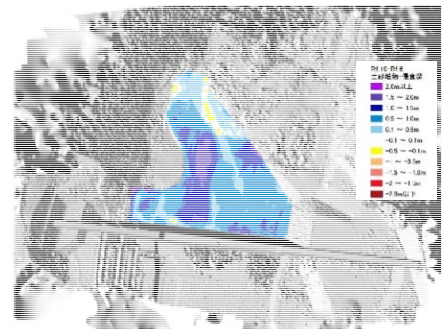


図7 地上LPとUAV写真SfMの標高差解析

5. まとめ

2016年8月に大規模な土砂流出が発生した北海道の十勝川上流右岸流域において、2時期（2018・19, 2023）のLP標高差解析等による中期的な土砂生産状況を把握した。その結果、
①対象流域で大規模出水後、超過確率1/10程度の降雨を観測したが、2016年出水で発生した崩壊地はいずれも回復傾向であった。
②2016年出水で発生した溪岸崩壊箇所では東部の拡大崩壊が認められた。生産された土砂は法尻に堆積し流出はしていない。
③流域面積25km²の不透過型ダムが捕捉した土砂量は3年7ヵ月で3,400m³であった。