

山地流域の裸地斜面における土砂生産量の推定に向けた表面地形の差分観測 Topographic Change Observation to Evaluate Sediment Production from Bare Slopes in Mountainous Catchment

○岩崎大和・山野井一輝・呉映昕

○Yamato IWASAKI・Kazuki YAMANOI・Ying-Hsin WU

Freezing - thawing is one of the dominant sediment production phenomena on bare slopes in mountainous area. One method for estimating the amount of sediment produced by freezing - thawing is the empirical way of field surveying. However, conventional surveying methods have the disadvantage that only the erosion depth at a single point can be determined. The novelty of this research is that the use of hand-held LiDAR survey equipment made it possible to survey the entire slope. Two bare slopes with different geological conditions in the Ashiaraidani basin of the Jinzu River system were surveyed in autumn 2023 and spring 2024, and the obtained slope point cloud data were compared. The results provided a visual representation of the previous findings that erosion is actively occurring on the steeper slope and deposition on the gentler slope. The results also confirmed that sediment production is more active in granite geology, as granite is more easily weathered than andesite and rhyolite. (159 words)

1. はじめに

山地における代表的な土砂生産現象の一つに凍結融解がある。これは、裸地の露出した風化基岩中の間隙水が凍結・融解を繰り返し、亀裂の入った表層が剥離することによって生じる。こうした凍結融解による生産土砂量に関し、例えば澤田¹⁾は穂高砂防観測所近傍の裸地斜面に対して垂直に鉄棒を打ち込み、その露出長の変化を測定することで侵食量を観測し一冬での土砂生産量を調査した。また、泉山ら²⁾は地質によって異なる土砂の生産プロセスを室内実験に基づいて明らかにし、基岩温度の深度分布解析と組み合わせることで風化基岩の土砂生産モデルを提案した。

一方、凍結融解による土砂生産の応答は地質に応じて大きく異なることが想定されるが、地質毎の知見はまだ限定的である。また、これまでの多くの観測手法¹⁾等は点的な観測にとどまっており、同一斜面内における土砂生産の空間分布は不明なところが多い。それに対して、近年手持ち LiDAR 測量機器が普及してきたことで、面的な地形の 3 次元測量が容易に行えるようになってきた。

そこで本研究では、神通川水系足洗谷流域内の複数の地質からなる裸地斜面を対象に、手持ち LiDAR 測量機器を用い、対象斜面を冬季前後で 3D モデル化し表面の差分を取ることで、凍結融解による土砂生産の斜面内空間分布を明らかにする。また、地質の異なる斜面同士で分布を比較するこ

とで、凍結融解による土砂生産の地質ごとの特性を検討する。

2. LiDAR 斜面測量と冬季前後の差分計算

本研究で対象とした裸地斜面は、京都大学穂高砂防観測所が管理する観測水路の上流側右岸と白水谷第 2 号砂防堰堤右岸との 2 ヶ所である。対象斜面の場所と地質(産総研提供の地質図³⁾)を編集・加工したものを図 1 に示す。

2023 年 10 月下旬と 2024 年 5 月下旬とに各斜面の LiDAR 測量を行った。その際、2023 年の測量には GreenValley 社の LiGrip H120 を、2024 年の測量には同社の GS-1 を用いた。両製品の計測精度はいずれも $\pm 2, 3\text{cm}$ 程度と同等である。次に、こうして得た対象斜面の点群データを同社が提供する点群解析ソフト LiDAR360 にインプットし、GPS データと組み合わせた自己位置推定手法(SLAM)処理により、点群に絶対座標を付与した。

そして、点群の重ね合わせと比較には CloudCompare を使用した。まず CSF フィルターツールを用いて対象斜面付近の植生を分離し、align ツールを用い橋や堰堤などの不動点を手動でピックアップして大まかに点群同士を重ね合わせた。続いて ICP ツールを用いて斜面付近の地物を完全に重ね合わせた後、2023 年の点群をメッシュ化し、C2M Distances ツールを用いて 2023 年メッシュを基準とした 2024 年点群の斜面法線方向差分を計

算した。以上の操作より、LiDAR による冬季前後の測量データを用いて、凍結融解による冬季の土砂生産量を同一斜面内の空間分布として捉えることが可能となった。

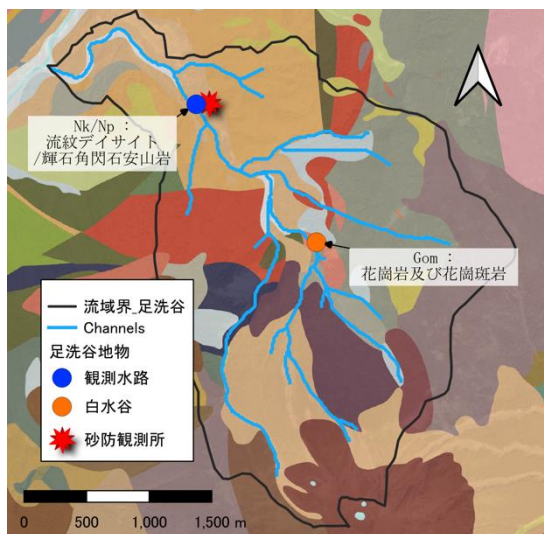


図 1 足洗谷流域内対象斜面の場所と地質図³⁾

3. 斜面測量結果の比較と考察

観測水路右岸と白水谷右岸の冬季前後比較結果をそれぞれ図 2, 3 に示す。青色は土砂生産によって斜面が侵食されたことを、赤色は土砂が堆積したことを表す。両斜面とも上部は勾配約 80 度下部は約 45 度となっている。勾配の大きい斜面では侵食がより多くみられ、勾配の小さい斜面では生産した土砂のうち河道に到達しなかった一部が堆積する様子が見てとれるなど、土砂生産現象のこれまでの知見を空間的にかつ視覚的に把握することが可能になったと言える。

また、観測水路では 2cm 程の侵食が最も多く見られた一方で白水谷では 0 から 25cm までの侵食が幅広く見られた。これは、観測水路は比較的風化しにくい流紋岩・安山岩地質なのに対して、白水谷の地質が風化しやすい花崗岩地質であることが要因の一つだと考えられる。測量差分によって得られた侵食深さが地質の特性を反映しており、様々な地質で測量を行うことで土砂生産応答の知見が蓄積可能となることを示唆している。

4. 結論と今後

本研究では LiDAR 測量機器を用いて裸地斜面の 3 次元測量を行った。冬季前後の測量データ差分を取ることで、冬季の土砂生産によって生じた斜面内の侵食堆積が空間的に把握できることを確認した。また、測量による差分結果が地質の特性を

ある程度反映していることが分かった。

今後の展望として、2024 年から 2025 年にかけての凍結融解による土砂生産をサンプリングし、更なる検討を加える予定である。2024 年 11 月上旬に同対象斜面の LiDAR 測量を実施済みである。

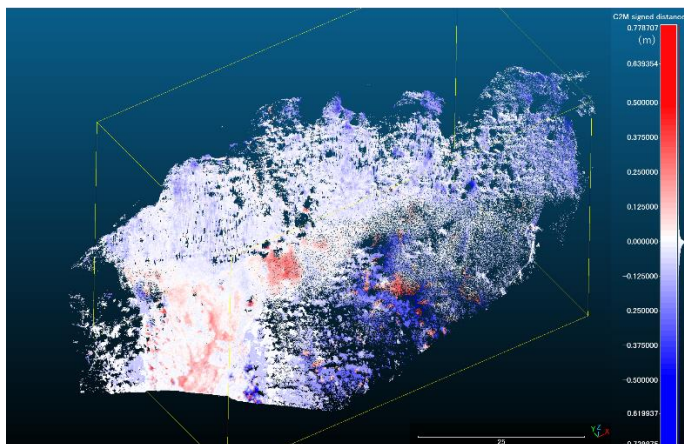


図 2 観測水路右岸（流紋岩/輝石安山岩）中央値 $-0.02m$ （侵食）

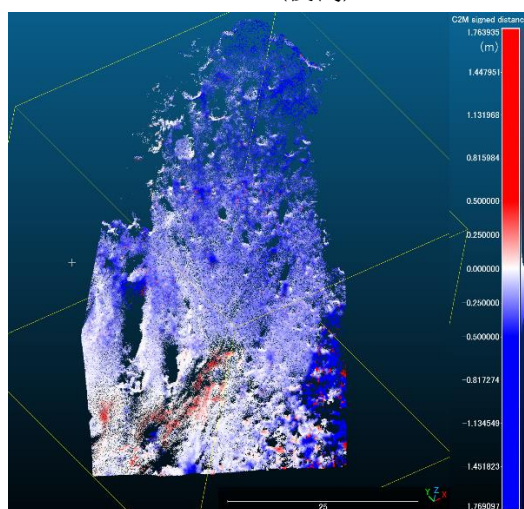


図 3 白水谷右岸（花崗岩・花崗斑岩）中央値 $-0.17m$ （侵食）

参考文献

- 1) 澤田豊明 (1985): 山地流域の土砂生産に関する研究, 京都大学学位論文
- 2) 泉山寛明, 堤大三, 藤田正治 (2016): 地質を考慮した風化基岩における凍結融解による土砂生産量の推定手法, 砂防学会誌, Vol 68, No. 5, p. 10-20
- 3) 産総研地質調査総合センター, 原山智 (1990): 5 万分の 1 地質図幅「上高地」地質図ベクトルデータ, WMS アドレス https://ows.gsj.jp/ows/geologicmap50k_10045 (参照 2025-01-21)