

# 地震により発生した崩壊地からの地震後生産土砂量の 時間変化と空間分布

北村明希子（北海道大学大学院農学院）

厚井高志（北海道大学広域複合災害研究センター）

桂真也（北海道大学大学院農学研究院）

## 1. はじめに

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震では、厚真町・安平町を中心として崩壊が多数発生し、大量の土砂が河道等に供給された。こうした地震時に大面積で発生した崩壊土砂は、地震後も数十年以上に渡って下流域へと流出し（Koi et al., 2008）、河床変動や河川環境に影響を与える。一方、地震時の崩壊斜面は裸地化しており、降雨等により表面侵食を受けやすくなっているため、こちらも地震後の重要な土砂生産源となる可能性がある。実際に胆振東部地震で発生した崩壊裸地斜面では、少量の雨でも斜面上で表面流が発生し、土砂が流出していることが報告されている。久加ら（2020）や輿水ら（2021）は胆振東部地震による崩壊裸地斜面における土砂生産の経年観測を UAV によって行なっているが、一斜面を対象とした検討にとどまっており、土砂生産が起きやすい斜面の特性や時期を明らかにし、対策に生かすためには、長期に渡り複数の様々なタイプの崩壊裸地斜面からの土砂生産を観測することが重要である。そこで本研究では、地震発生後から現在に至るまで、様々なタイプの斜面における生産土砂量の時間変化と空間分布を明らかにすることを目的とする。

## 2. 分析方法

対象地は厚真川水系ハビウ川上流域（面積 1.23 km<sup>2</sup>, 平均標高 185m, 平均勾配約 28 度, 図 1）である。この流域は樽前火山由来のテフラと恵庭火山由来のテフラが堆積しており、胆振東部地震により生じた多数の崩壊地では地震で崩れ落ちたテフラの一部やすべり面より下位に存在していたテフラが基岩（新第三系堆積岩）を覆って残存している。2021年6月から12月に行った現地調査では、こうしたテフラが降雨などにより侵食されてガリーが発達し、基岩が露出している場所も見られた。

調査対象地において UAV を用いて 2021年7月15日、9月2日、10月13日、12月2日の計4回、空中写真を撮影した。撮影

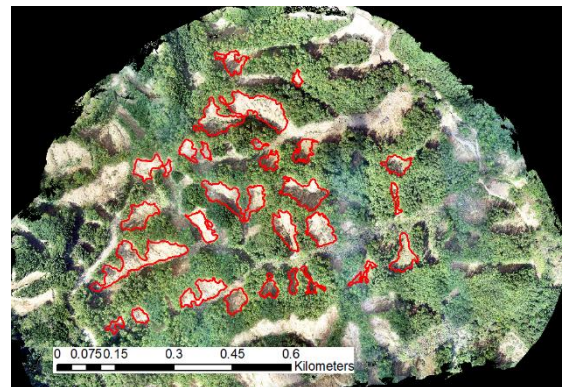


図1 対象流域（赤枠 28 崩壊地）

した空中写真から SfM (Structure from Motion) により得られた 1mDSM (数値表層モデル) と、地震発生直後の 2018年9月に取得された航空レーザー測量データから得られた 1mDEM (数値標高モデル) を用いて、流域内の 28 崩壊地を対象にそれぞれの崩壊地で差分をとり、負の値 (侵食) と正の値 (堆積) を分けて足し合わせ、崩壊地面積及び対象期間で除することで一斜面ごとのその期間の平均侵食/堆積深 (mm/yr) を算出した。各崩壊地内の侵食が見られた場所の下部に堆積域が必ず位置するという傾向は見られなかったため、侵食された土砂は崩壊地外へ流出したと考えられる。対象とした崩壊地は面積 (524~10020m<sup>2</sup>)、ArcGIS 上でメッシュを作成し、算出した平均曲率 (-1.7~0.45、断面曲率と平面曲率を平均したもの)、方位 (北、南、東) が異なる斜面である。降水量は対象地直下流に設置した転倒ます型雨量計と気象庁アメダス安平観測所 (対象地から約 10km) のデータを用いた。

### 3. 結果・考察

#### 3.1 崩壊斜面方位・形状に応じた土砂変動量

2018年9月から2021年9月における斜面方位ごとの平均侵食深の箱ひげ図を図2に示す(×は平均、○は外れ値、矩形中の中央の線は中央値、箱の上端は第三四分位、箱の下端は第一四分位、ひげは四分位×1.5の値を示す)。侵食(86 mm/yr)は北向き斜面で大きい傾向が見られ、南・東向き斜面は同程度であった(図2)。凍結融解の影響で南向き斜面の侵食が大きくなる傾向があるとの報告(菱ら、2021)もあるが、本研究では北向きで侵食深が大きかった理由として、日照時間が短く斜面が湿潤傾向にあり、表面流により侵食されやすかったことが考えられる。一方、平均堆積深(図3; ~34 mm/yr)は、南向き、東向き斜面で大きく、北向きで小さいという結果であった。曲率については、負の曲率の斜面で、曲率が小さい程、侵食が小さくなった(図4)。つまり、平滑地形になる程、侵食が大きくなるという結果を示している。堆積においては、曲率の違いによる影響は見られなかった。正の曲率についても、明確な相関は見られなかった。このような結果となった理由として、平滑斜面であるほど一様に表面侵食が起こりやすいことや、堆積は滑落崖からの土砂の供給が原因と考えられ、どのような地形であっても差が生じないことが考えられる。

#### 3.2 崩壊地からの土砂移動量の経時変化

対象28斜面における2018年9月から2021年9月の侵食量(体積)の合計(生産土砂量)は2085.1m<sup>3</sup>であった。

2021年7月15日~9月2日、9月2日~10月13日、10月13日~12月2日という短い期間の平均侵食・堆積深を算出すると、7月15日~9月2日で平均侵食深が大きくなった。この3時期の侵食・堆積深と、降雨量の関係を見ると、平均総雨量(各期間の降水量の合計を1か月換算した値)が多くなるにつれ、侵食・堆積深が大きくなるという関係は見られなかった。一方で、1時間最大降雨強度が多くなるにつれ、侵食・堆積深が大きくなった。2021年7月15日~9月2日の1時間最大降雨強度は、8月10日に観測された32.5mm/hであり、地震発生後最大の降雨強度となっていた。このことから、地震発生から3年近い時間が経過しても高強度の雨が降れば侵食・堆積が進むことが示された。以上より、崩壊裸地斜面からの土砂生産は経年的に発生していると考えられる。

【謝辞】本研究を実施するにあたり、北海道胆振総合振興局森林室にご協力を頂いた。北海道開発局建設部からは航空レーザー測量データを提供頂いた。本研究はJSPS科研費JP21H01581、河川基金の助成を受けたものです。

【参考文献】Koi et al. (2008)、Geomorphology, Vol.101, pp.692-702; 久加ら (2020)、北海道河川財団研究所紀要、Vol.XXXI, pp153-178; 興水ら (2021)、エネルギー・環境・地質研究所研究報告、Vol.1, pp45-52; 菱ら (2021)、九州大学農学部演習林報告、102、pp1-8

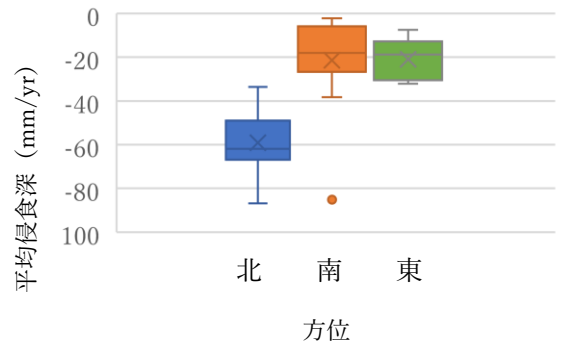


図2 斜面方位と侵食深 (mm/yr)

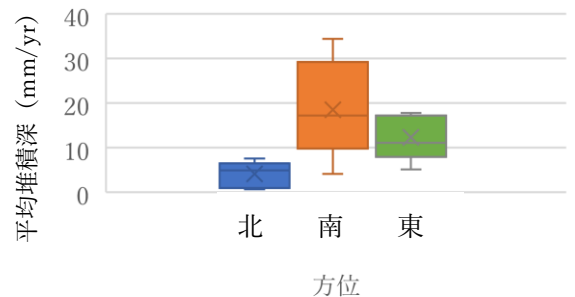


図3 斜面方位と堆積深 (mm/yr)

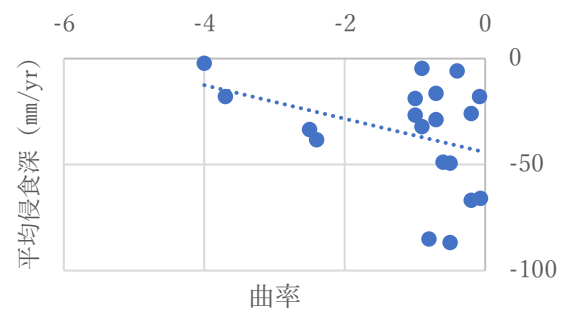


図4 負の曲率と侵食深 (mm/yr)