

2018 年北海道胆振東部地震によって発生した崩壊斜面の特徴と崩土到達距離の回帰木による関係分析

北海道大学大学院農学院（現 株式会社パスコ） ○富安蓮

北海道大学大学院農学研究院 笠井美青

北海道大学大学院農学研究院 山田孝

1. はじめに

斜面崩壊による被害は、主に崩土が流下する範囲で発生する。そのため、崩土の流下域を的確に推定することができれば、被害の軽減や防止が可能となる。現在、わが国では急傾斜地からの崩壊に対し、土砂災害警戒区域を斜面高の2倍の距離もしくは50m以内と定めている。しかし、2018年北海道胆振東部地震では、斜面崩壊からの崩土が土砂災害警戒区域外まで長距離にわたり流動するケースが多発した。この地域では、広範囲に渡ってテフラが表層を覆っており、それらが強風化して保水性の高い土壌をなしている斜面も多い。崩土の流下距離は、崩土の量や等価摩擦係数（崩壊高/崩壊頂部から崩土到達末端までの距離）と明確な相関関係があることが知られているが、このケースでは、水の流動に関連する因子も崩土の流下距離に大きく関与していたことが示唆されている。

本研究では、胆振東部地震で発生した斜面崩壊を対象に、崩土の到達距離（斜面末端から崩土が到達するまでの距離）を応答因子とする回帰木分析を実施する。分析対象とする斜面の範囲は、崩壊域と集水域の2通りとする。崩壊域を対象とした回帰木からは、崩壊斜面の特徴と流下距離の関係を直接把握することが可能である。一方、降雨や地震などの誘因が発生する前に斜面崩壊の発生場所を特定することは困難である。そこで、集水面積と崩壊面積に強い線形関係があることを踏まえ（図1）、集水域を対象とした回帰木も作成する。この回帰木により、誘因発生前にも適用可能な流下距離推定に必要な因子とその条件を明らかにすることができる。また得られた結果は等価摩擦係数と合わせて考察する。

2. 研究対象地

本研究では、胆振東部地震で発生した、北海道厚真町管内の表層崩壊154箇所を分析の対象とした。いずれの崩壊も崩土が対岸斜面に衝突せず自然に停止したと判断される。このうち、57箇所では崩土が50m以上流下し、最長崩土到達距離は154mであった。

3. 手法

崩壊域は、地震直後に取得されたオルソ写真および航空レーザー測量データから作成した勾配図から判読した。集水域は、崩壊発生後も尾根の位置が大きく変わるケースは稀であったことを踏まえ、同じ航空レーザー測量データから作成した勾配図および等高線図を用いて区分した。回帰木の説明因子には、斜面の地形と土壌分類に関する因子：崩壊（集水域）面積、崩壊（集水域）高、崩壊（集水域）長、崩壊地（集水域）勾配（全体、上半部、下半部）、崩壊（集水域）内の曲率（平面、断面）、斜面方位、TWI (Topographic Wetness Index)、土壌分類；崩土流下域に関する因子：土地利用形態、用水路の有無；地震に関する因子：震源断層からの距離、を採用した。地形に関する

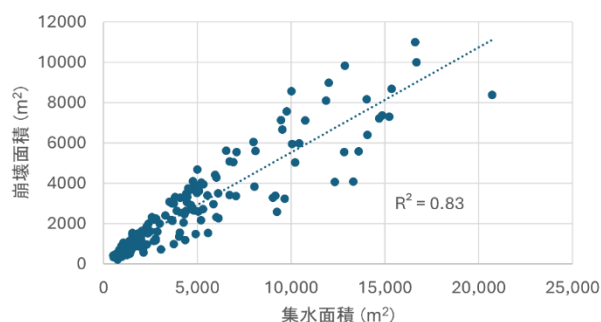


図1 対象斜面の集水面積と崩壊面積の関係

因子は、地震前の情報として、国土地理院による10-m DEMを用いて算出した。土壌分類は、農業・食品産業技術総合研究機構に基づく。崩土流下域に関する因子は航空写真から判読し、震源断層の位置は、国土地理院による断層モデルを用いた。構築した回帰木については、4層目以下かつデータ数が38（全体の25%）以下のグループへの条件分岐を剪定した。等価摩擦係数は、崩壊高を崩壊頂部から崩土到達末端までの水平距離で除して求めた。

4. 結果

崩壊域を対象とした回帰木分析（図2 A）では、154 斜面を9つのグループに分類し、11.4 m の推定精度を得た（図3A）。崩土の流下距離に最も大きな影響を与える因子は崩壊面積であり、崩土量と距離に関係があるとする既往研究と符合する。崩壊面積が3,510 m²以上の斜面では(F, G, H, I)，崩土到達距離が土砂災害警戒区域の上限である50 mを超えるケースが多い（図3A）。また、震源断層からの距離が8.2 km 以内で、かつ集水面積が13,500 m² 以上の場合（I），崩土は95 m 以上流下した。

一方、集水域を対象とした回帰木分析（図2 B）では、154 斜面を10グループに分類した。推定精度は崩壊域を対象とした回帰木と同程度の12.2 m であった（図3 B）。この分析では集水面積が最も重要な因子として特定された。集水面積が9,400 m²以上の場合(Q, R, S)は、崩土は50 m を超えて到達し、14,800 m²以上(S)では110 m 以上

流下していた。また、平均勾配と土地利用が重要な修飾因子であった。この結果から、崩壊が発生していない斜面においても、集水面積を用いることで崩土の流下距離を推定できる可能性が示された。

これらの回帰木について、見かけの動摩擦係数である等価摩擦係数に関しては、0.3 以下の領域において、実際の流下距離を過小評価する傾向が見られた（図3：赤または黄）。推定精度を向上させるためには、中・小地震動時のすべり面境界付近での泥水膜流による動摩擦係数を新たな因子として導入する必要があることが示唆された。

謝辞 本研究で使用した航空レーザー測量データ及びオルソ写真は、北海道開発局室蘭開発部より提供いただいた。本研究は、令和6年度(一財)北海道河川財団の助成で実施した。

