

河川蛇行に伴う攻撃斜面が斜面変動の活動度・規模特性に及ぼす影響

弘前大学大学院 ○柿沼 隼人

弘前大学 鄒 青穎

奥山ボーリング株式会社 林 一成, 高堂 陶子, 荻田 茂, 阿部 真郎

1. はじめに

蛇行河川の外側に位置する攻撃斜面は、流水による侵食を受けやすい条件にある。このような条件は、斜面崩壊を引き起こしやすくする(Chen et al., 2024)とともに地すべり発生の地形的素因とされている(八木ら, 2009)。さらに、当該斜面では地すべりの再活動に伴う鉄道路線の軌道変位(高堂ら, 2021)など、社会基盤への影響も報告されている。これまでの研究では、攻撃斜面上の地すべりに着目し、地形・地質的特徴(高堂ら, 2016)や形状分類および活動傾向(高堂ら, 2017)に関する検討がされてきた。しかし、斜面崩壊を含む斜面変動全体と攻撃斜面との関係については十分に明らかにされておらず、流域規模での定量的な評価も限られている。そこで本研究では、攻撃斜面が斜面変動の活動度と規模特性に及ぼす影響について、地形解析および統計解析に基づき定量的に評価することを目的とした。

2. 調査地概要と解析手法

調査地は、白神山地の青森県側、中津軽郡西目屋村に位置する岩木川上流域(面積: 約 266 km²)である(図 1)。白神山地では河川の下刻により谷壁斜面が不安定化し、斜面変動が多発している(八木ら, 2001)。

解析対象範囲は、平石ら(2013)を参考に河川沿いの下位遷急線を河川影響範囲として設定した。遷急線は、飯田ら(2006)に基づき比高 3 m 以上を対象とし、陰影起伏図および傾斜量図により判読した。

攻撃斜面の判定には、高堂ら(2016)の手法を適用した。具体的には、水系ベクトル上の各点において、任意のセルの傾斜方向(α)と上下流線の二等分方向(β)のなす角度を算出し、 $0^\circ \sim 90^\circ$ を攻撃斜面、 $90^\circ \sim 180^\circ$ を滑走斜面として区分した(図 2)。

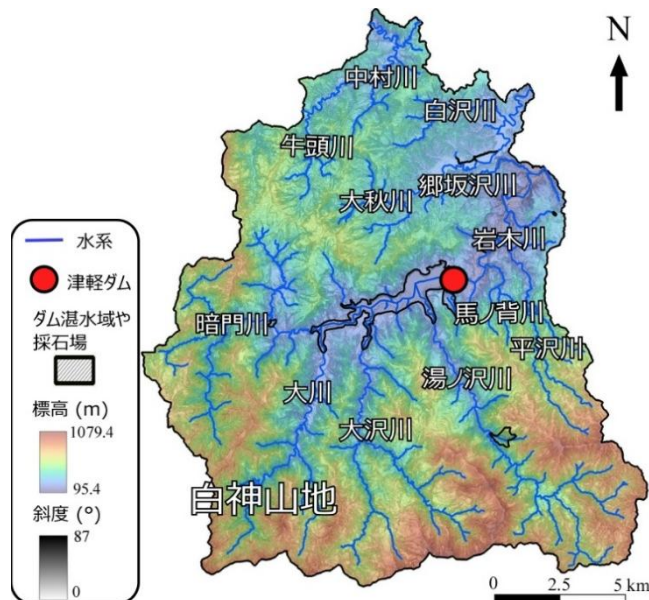


図 1 解析範囲(基図: DEM と傾斜図は青森県中津軽郡西目屋村の 2023 年 1 m メッシュ LP データより作成。水系は国土交通省国土数値情報から入手後、改変)

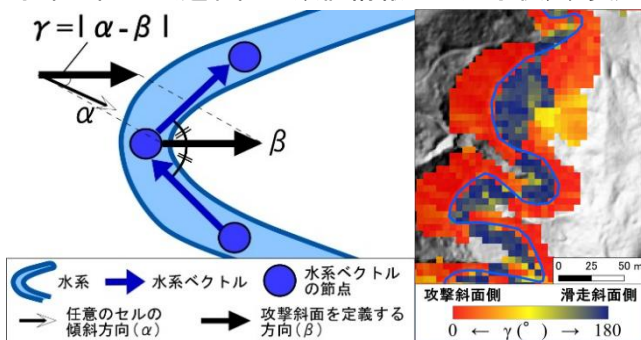


図 2 攻撃斜面の定義と分類例

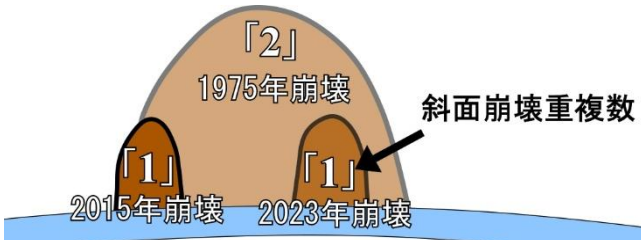


図 3 斜面崩壊重複数の概念図

斜面変動の抽出および活動度分析では、河川影響範囲に含まれる地すべりおよび斜面崩壊を対象とした。斜面崩壊の判読には国土地理院の航空写真や Google Earth 衛星画像を用い、1948~2024 年の複数

時期のデータに基づいて時系列に整理した。斜面崩壊の活動度は、異なる時期に発生した崩壊の重複数を指標とした(図3)。地すべり地形は、防災科学技術研究所が公開する地すべり地形データ(清水ら, 1985)を利用した。地すべりの活動度は、国土地理院の衛星 SAR 地盤変動測量成果から得た準東西および準上下方向の変位速度を指標とした。約90 mの空間分解能を考慮し、地すべり移動体の面積が1セル未満(8100 m²未満)のものを除外し、準東西方向の解析では南北方向の傾斜を示す地すべりを除外した。

3. 結果と考察

攻撃斜面と斜面変動の位置関係を比較した結果、斜面崩壊は抽出した5511箇所中4425箇所(約80%)、地すべりは抽出した943箇所中822箇所(約87%)が攻撃斜面に位置していた。これより、斜面変動は攻撃斜面に集中する傾向が認められた。

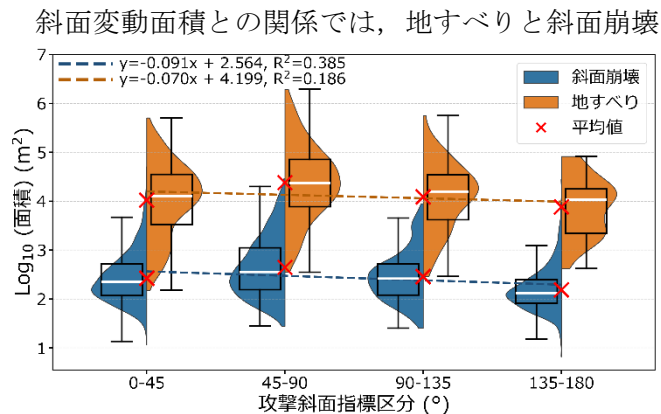


図4 攻撃斜面指標区分ごとの斜面変動面積を示すバイオリンプロット図および箱ひげ図。回帰直線(点線)は各指標区分の平均値に基づいて算出した。回帰式および決定係数を図の左上に示す。

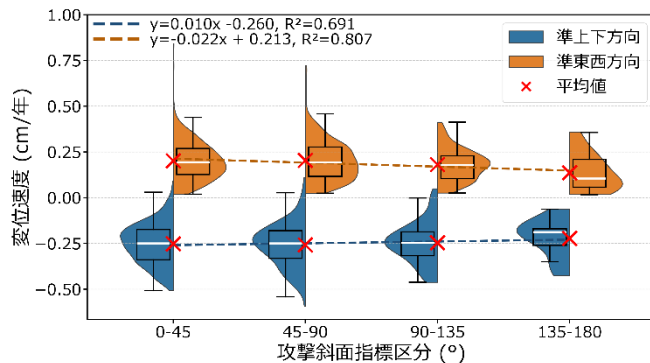


図5 攻撃斜面指標区分ごとの変位速度を示すバイオリンプロット図および箱ひげ図。回帰直線(点線)および決定係数の算出方法は図4と同様である。

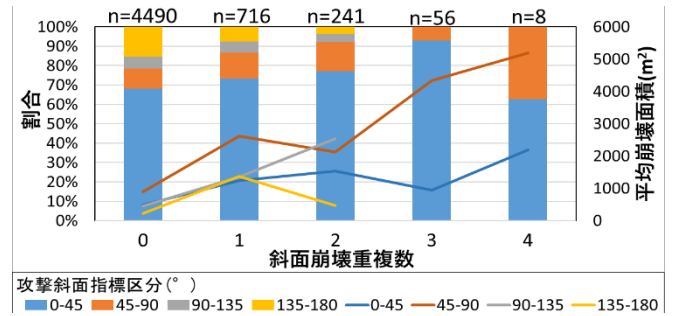


図6 攻撃斜面指標区分と斜面崩壊重複数の関係

折れ線は斜面崩壊重複数ごとの平均崩壊面積、 n はサンプル数を示す。

の面積が45-90°で最大となり、滑走斜面側ほど減少する傾向を示した(図4)。これは、攻撃斜面において大規模な斜面変動が発生しやすい可能性を示す。

活動度との関係について、地すべりは準東西および準上下方向ともに攻撃斜面側に近づくほど移動傾向が強まることが確認された(図5)。斜面崩壊では、重複数の多い斜面ほど攻撃斜面の割合が高まり、平均崩壊面積の増加傾向が認められた(図6)。以上より、攻撃斜面は斜面変動の発生のみならず、規模および活動度にも強く関与していることが示された。

4. まとめ

本研究では、攻撃斜面が斜面変動に及ぼす影響を、①位置関係、②規模、③活動度の観点から定量的に評価した。その結果、地すべりと斜面崩壊の80%以上が攻撃斜面に集中し、攻撃斜面側で規模の増大と活動の活発化が確認された。また、斜面崩壊では重複数の増加に伴い崩壊規模が拡大する傾向が認められた。今後は、河岸侵食などの河川作用に着目し、河川と斜面の応答関係について詳細に検討する必要がある。

参考文献

Chen et al. (2024) : Catena, 245 ; 八木ら (2009) : 日本地すべり学会誌, 45(5) ; 高堂ら (2021) : 日本地すべり学会誌, 58(3) ; 高堂ら (2016) : 第55回日本地すべり学会研究発表会講演集 ; 高堂ら (2017) : 第56回日本地すべり学会研究発表会講演集 ; 八木ら (2001) : 日本地すべり学会誌, 平石ら (2013) : 京都大学防災研究所年報.B, 56(B) ; 38(2) ; 飯田ら (2006) : 国土地理院時報, 109 ; 清水・大八木 (1985) : 防災科学技術研究所研究資料, 96