

地すべり変動履歴の復元に向けた年輪地形学的解析の様々な事例

岩手大学大学院連合農学研究科 ○川上 礼央奈

弘前大学 鄒 青穎

元) 弘前大学 石川 幸男

奥山ボーリング株式会社 荻田 茂, 林 一成, 栗山 大助, 伊藤 啓太

1. はじめに

年輪地形学 (Dendrogeomorphology) は、地すべりの影響を受けた樹木の年輪幅の変化パターンや地すべり後に形成された裸地に侵入・定着した樹木の侵入年などを解析することで、地すべりの発生年代や時空間的な動きを解析する手法である (Noguchi et al., 2021)。これまでは、地すべりによる異常な樹幹傾斜に伴うアテ材を地すべり発生年代の抽出指標とした研究が主体となっている (Lopez saez et al., 2012)。しかし、アテ材以外にも地すべりによる地表かく乱の指標となる樹木の反応は、地割れや滑落崖の拡大に伴う樹幹亀裂の形成や根の引っ張りなどがある (Stoffel et al., 2008)。一方、アテ材以外のこうした側面は、地すべり発生履歴を推定するための抽出指標として未だ十分な研究がされていない。そのため、これらを新たな指標として活用することができれば地割れや段差などの年代推定がこれまで以上の精度で可能となり、より詳細な変動履歴の復元に繋がると考えられる。

本報告では、筆者らがこれまで行ってきた研究を基に、地すべりの影響を示す指標を用いた変動履歴の推定についてまとめている。具体的には、地すべりによる年輪幅の急激な変化や陽樹の侵入時期 (川上ら, 2023)、さらには樹幹の亀裂 (川上ら, 2024) やアテ材の偏心率解析など (Kawakami et al., 2025) を活用した手法を総括的に紹介する。

2. 調査地概要と調査方法

本研究の調査地は、白神山地の青森県側、中津軽郡西目屋村の大川左岸に位置するサンスケ沢地すべり地 (図 1) と秋田県鹿角郡小坂町に位置する上鴫沢地すべり地 (図 2) である。

サンスケ沢地すべり地は、最大比高約 70 m の主滑落崖が、全体として南側に開いた馬蹄形状をしてい

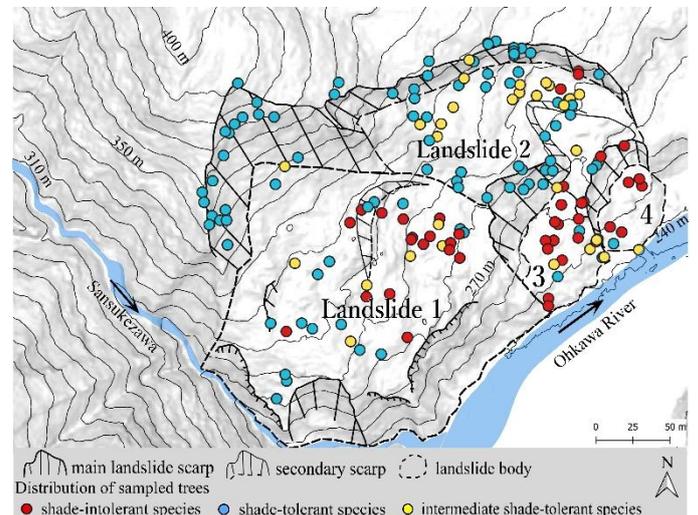


図 1 サンスケ沢地すべり地と年輪コアサンプリング分布 (基図: 斜度図と等高線図は国土地理院の 2008 年 1 m メッシュ LiDAR データより作成)

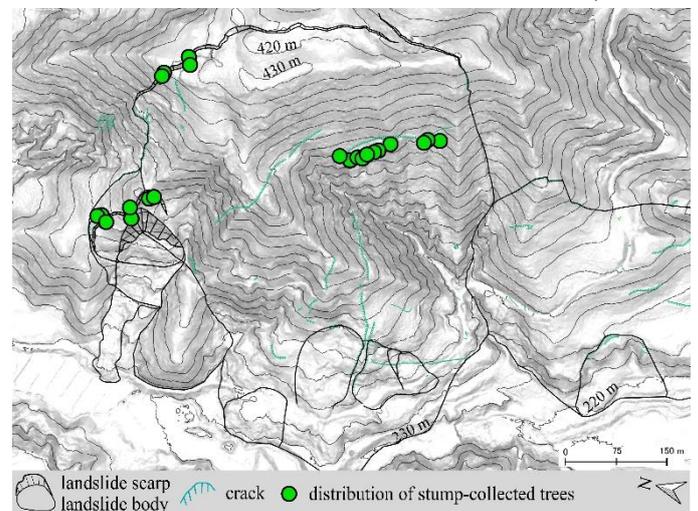


図 2 上鴫沢地すべり地と円板サンプリング分布 (基図: 斜度図と等高線図は 1 m メッシュ LiDAR データより作成)

る。移動体はさらに二次的に発生した地すべり地形によって 4 つの地すべりブロック (以下 Landslide 1-4) に分割されている。

上鴫沢地すべり地は、主滑落崖が尾根の背後に形成されており、複数のブロックから構成されている。移動体内部には、活発な地すべり活動に伴う地割れ

や段差地形が発達している。

サンスケ沢地すべり地では、滑落崖と移動体に分布する樹幹傾斜を示す樹木と地すべりで生じたギャップにいち早く侵入し定着する陽樹を供試木とした。伐採制限があるため、成長錐 (内径約 5 mm) を用いて、地際から高さ 30 cm–145 cm において、計 235 本の年輪コア採取を 2020 年 6 月–2021 年 10 月に行った。年輪幅の測定は、ズーム式実体顕微鏡と微動ステージを用いて 100 分の 1 mm の精度で測定した。

上鵜沢地すべり地では、円板サンプル採取を 2022 年 11 月、2023 年 11 月、2024 年 7 月に 22 樹木個体からチェンソーを用いて、地際から高さ約 50 cm で行った。樹幹亀裂からの回復年代の判読は、ズーム式実体顕微鏡や目視により行った。年輪偏心率の解析では、Šilhán et al. (2024) における地すべり反応の抽出基準を参考にした。

3. 結果と考察

サンスケ沢地すべり地では、年輪コアを用いた年輪幅変動と陽樹の侵入年解析の結果 (川上ら, 2023) から Landslide1 では、1901 年–1905 年、1948 年–1969 年、1956 年–1960 年の 3 つの時期で地すべりが発生していたことが推定された。これらの地すべり活動は、広域的な斜面変動や移動体内の再活動などであった。その他のブロックにおいても同様な地すべりの再活動が 3–4 回発生していた。

上鵜沢地すべり地での円板サンプルを用いた事例では、樹幹亀裂の回復過程について調査を行った (川上ら, 2024)。その結果、主滑落崖が分布するブロックでは、樹幹亀裂を持つ樹木の回復過程は 2017 年、2018 年に始まっており、地すべり滑落崖の高さが増大した期間と一致していた。同様に、その他のブロックでも滑落崖の拡大や地すべり再活動の反応が抽出され、亀裂の発生時期と一致していた。移動体内部の逆亀裂地形では、年輪偏心率と陽樹の侵入年の解析 (Kawakami et al., 2025) を行った。偏心率解析の結果、1994 年–2022 年の期間に 12 回の地すべり反応が抽出された。この結果は地すべり末端部の調査・対策工導入時期と一致していた。また、2019 年–2023 年の期間では、逆亀裂地形への陽樹の定着がみられた。

年輪地形学的解析の結果から、地すべり発生年代

の復元には、地すべり活動の違いやサンプル採取条件を考慮し、地すべり運動に合わせた適切な樹木の抽出指標を利用する必要がある (図 3)。

4. まとめ

本研究は、2 つの地すべり地を対象として、アテ材や樹幹亀裂などの様々な樹木の反応を利用し、年輪地形学的解析による地すべり変動履歴の復元を検討した。その結果、伐採制限があるサンスケ沢地すべり地では、年輪コアを用いた年輪幅変動と陽樹の侵入年の解析から、広域的な斜面変動や滑落崖の拡大の発生年代を推定することができた。一方で、上鵜沢地すべり地では、円板採取を行った。その結果、樹幹亀裂の回復過程や年輪の偏心率の解析から、滑落崖の拡大や地割れの発生年代を推定した。本研究から、地すべりタイプや採取条件、地すべり活動に対応した樹木の抽出指標を利用することで、高精度な地すべり変動履歴の復元に繋がることが考えられる。

謝辞

秋田県鹿角地域振興局農林部森づくり推進課には、調査の実施や各種データの提供等についてご協力いただいた。記して謝意を表します。

参考文献

Stoffel et al. (2008) : *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 8. ; Lopez Saez et al. (2012) : *Landslides*, 9. ; Noguchi et al. (2021) : *water*, 13. ; 川上ら (2023) : 砂防学会研究発表会. ; 川上ら (2024) : 砂防学会研究発表会. ; Šilhán et al. (2024) : *Catena*, 234. ; Kawakami et al. (2025) : *EGU General assembly 2025*.

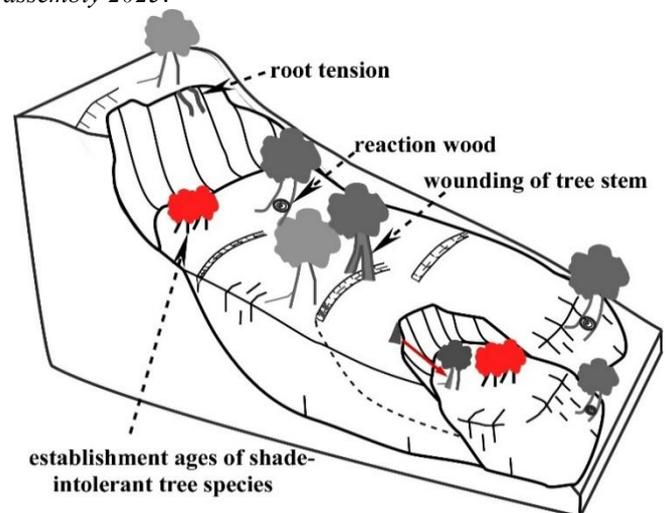


図 3 地すべり地形と発生年代の抽出指標となる樹木の反応