

樹木根系の分布特性の多様性を考慮した 防災林配置技術の開発

実際の山地における森林の崩壊防止機能を立地環境の視点から見直し、災害に強い森林を育てるための新たな視点を提示しました。



背景と目的

2017年の九州北部豪雨災害では、林業が活発な地域で流木を伴う多数の崩壊が発生しました。国土保全と林業の両立のため、立地条件を考慮することで森林の崩壊防止機能を効率的に発揮させる技術のあり方について研究を行いました。

年輪から明らかになった樹木根系の成長と土壌硬度との関係

地中に張り巡らされた樹木の根は、表層土壌の崩壊を抑制することが期待されています。しかし、数十年以上に及ぶ樹木の一生の中で、根がどのように成長するかについてはよく分かっていませんでした。そこで本研究では、根の長さや年輪数の変化の関係から、ヒノキの根の伸長速度を推定しました。また、併せて調査地の土壌の硬さ（軟らかさ）について解析しました。その結果、土壌が硬くなると根の伸長速度が低下することが分かりました（図1）。この方法を応用することにより、土壌条件に応じた根の成長履歴を推定することが可能になります。

(A)



(B)

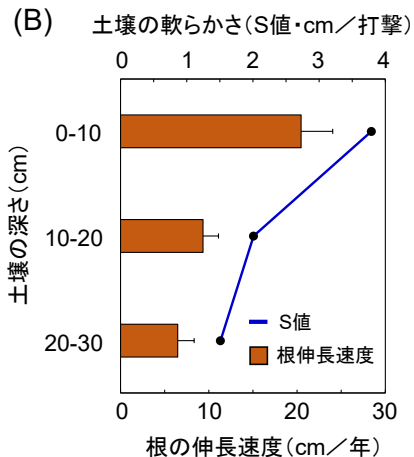


図1 ヒノキの根と年輪 (A)、根の伸長速度と土壌の軟らかさ指標 (S 値) (B)。
S 値は、一定条件の打撃を与えることで、先端の尖った金属棒が土壌に貫入する深さ。

2017 年九州北部豪雨にみられる樹木根系の崩壊抑制効果項目

2017 年九州北部豪雨では人工林から多数の崩壊が発生したため、森林の崩壊防止機能に限界があることが指摘されました。そこで、機械学習（ランダムフォレスト）で崩壊発生に影響した要因を推定しました。その結果、降水量と傾斜に次いで、樹齢の影響が大きいことが推定されました（図2）。森林域で多数の崩壊が発生したものの、成長した森林が崩壊の抑制に一定の効果を発揮したことが示されました。

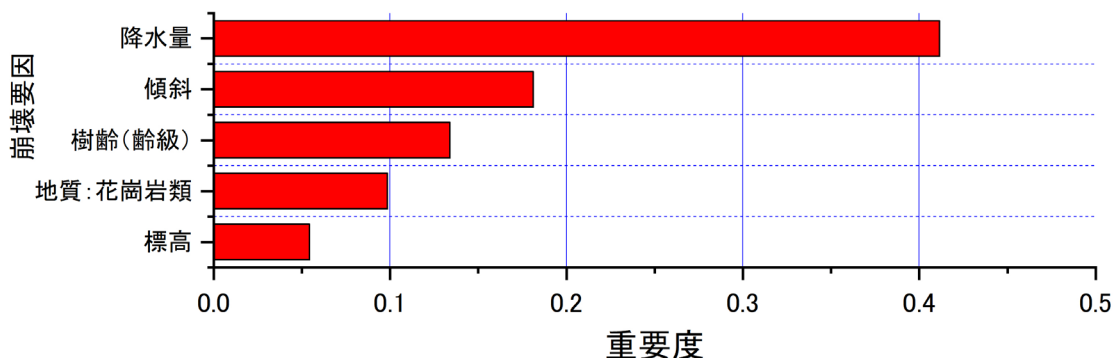


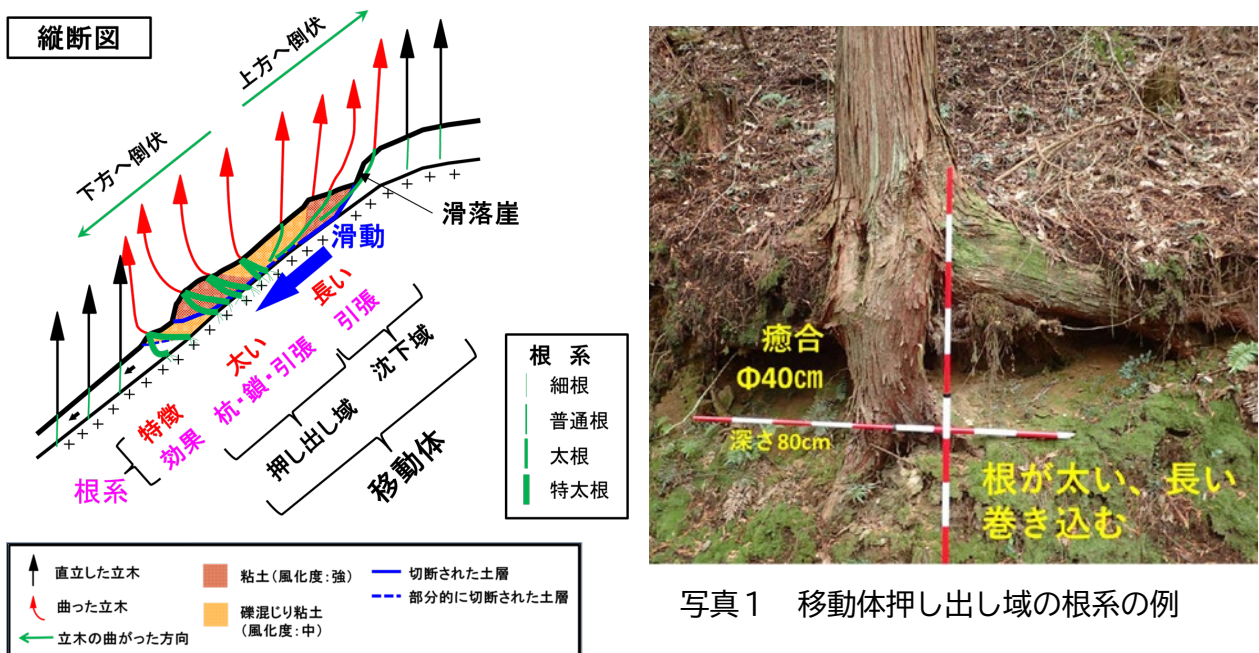
図2 九州北部豪雨の崩壊発生に影響を与えた主要な要因

森林の崩壊防止機能は移動体下部の谷側に傾いた立木の根系による効果が高い

崩壊は、滑落崖（亀裂）と一対を成す移動体が崩落して発生します。滑動する不安定な移動体の立木の傾きは、移動体下部の押し出し域では谷側に、上部の沈下域では尾根側となります（図3）。

移動体押し出し域に位置する谷側に傾いた立木の根は、自身の根を癒合しながら太い鉛直根を発達させます（写真1）。また、側根は長く、隣接木の根と結合や癒合する場合もみられました。一方、移動体沈下域では、細く長い側根が多く、太い根はみられませんでした。

移動体が滑動すると、移動体押し出し域の太い鉛直根は「杭」としての効果を発揮します。また、側根は長い根を伸ばし、移動体を「引っ張る」効果を発揮します。加えて、側根が隣接木の根と結合・癒合した場合は、移動体を「引っ張る」効果がさらに高くなります。同様に、移動体沈下域の根系は長い側根を伸ばし、移動体を「引っ張る」効果を発揮します。しかし、亀裂が発生する位置は立木間の中間の位置となるため、太い根がなく、その効果は限定的と考えられました。このように、移動体下部の谷側に傾いた立木は、自身が倒れないために太く・長く根を発達させます。これが移動体の滑動を抑制し、崩壊の防止に高い効果を発揮していると推定されます。



成果の利活用

本研究は2017年の九州北部豪雨の発生を受けて、樹木根系の崩壊防止機能について立地環境の視点から再検討を行いました。その結果、2017年の災害では樹木根系の崩壊防止機能については、限界があったものの一定の効果を発揮していたこと、実際の山地では樹木根系が土壌硬度などの条件によって大きく変化すること、斜面微地形との位置関係を考慮することで、斜面安定において重要な樹木を選択できる可能性を示しました。山地斜面における樹木根系の発達、従来想像していた以上に複雑ですが、その複雑さを見極めることが、より安全な林業につながると考えられます。

要旨

2017年7月の九州北部豪雨災害では福岡県朝倉市や東峰村の人工林において、流木を伴う多数の崩壊が発生しました。この災害では、深さが5mを超える深い崩壊も多く発生しており、森林の崩壊防止機能を上回る豪雨があったことが示唆されました。崩壊発生に影響を与えた要因について、機械学習による詳細な解析を行った結果、樹齢の増加が崩壊発生をある程度抑制していたことから、ある程度森林の崩壊防止機能が発揮されていたことが示されました。また、立地環境に注目して樹木根系の詳細な調査を行った結果、樹木根系の発達が土壌硬度の影響を大きく受けること、根の分解速度は気候環境や水分条件などの影響で、地域によって大きく変化することが明らかにされました。とくに、崩壊に至る土壌クリープが進行する移動体の末端域の樹木が崩壊の抑止に大きな役割を果たしていることが推定されました。このような、立地条件による樹木根系発達の多様性を考慮することで、森林の崩壊防止機能を高める森林施業が可能になると期待されます。

研究代表者

多摩森林科学園（現在石川県立大学） 大丸裕武



プロフィール

北海道大学で地質学、地形学、環境科学を学ぶ。
森林総合研究所では全国各地の山林で発生した山地災害について調査を行った。

担当研究機関

森林総合研究所(森林災害・被害研究拠点、森林防災研究領域、森林立地環境研究領域、東北支所、関西支所、九州支所、多摩森林科学園)、福岡県農林業総合試験場、鳥取県林業試験場、岐阜県森林研究所

問い合わせ先 TEL 029-829-8377 (相談窓口)

表紙写真：福岡県朝倉市奈良ヶ谷川上流の斜面崩壊の状況
(2017年7月10日、九州支所 黒川 潮 撮影)



ISSN 1349-0605

森林総合研究所交付金プロジェクト研究 成果 No. 91

「樹木根系の分布特性の多様性を考慮した防災林配置技術の開発」

発行日 令和4(2022)年8月8日

発行者 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

電話 029-873-3211 (代表)

※本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。