

九州大学宮崎演習林の崩壊跡地における土層厚と土砂移動

○菱田尚樹¹⁾、竹内万結²⁾、諫山佑汰¹⁾、松永美月¹⁾、佐藤忠道³⁾、執印康裕⁴⁾、久米朋宣⁴⁾、篠原慶規¹⁾

¹⁾ 宮崎大学農学部、²⁾ 宮崎大学農学研究科、³⁾ 九州大学生物資源環境科学府、⁴⁾ 九州大学農学研究院

1. はじめに

近年、日本では気候変動の影響により、豪雨が激甚化・頻発化し、各地で大規模な土砂災害が発生している。崩壊を起こした斜面には植生が自然に回復する「安定化する斜面」と、植生が回復しない「不安定化が継続する斜面」が存在する。土層が十分に発達し、安定化する斜面では新たな崩壊が起こりにくく、崩壊の免疫性と呼ばれている¹⁾。一方、不安定化が継続する斜面では、免疫性は形成されない。この免疫性を考慮することで斜面の危険度評価を高度化できる可能性があるが、崩壊後に、「安定化する斜面」と「不安定化が継続する斜面」を分ける要因がわかっていない。

そこで本研究では、斜面の安定化／不安定化を決めるメカニズムを解明するため、九州大学宮崎演習林の安定化した斜面と不安定化が継続する斜面を対象に、土層厚および土壌水分を計測すると共に冬季の凍結融解の発生状況をモニタリングした。

2. 方法

本研究は、九州大学宮崎演習林（宮崎県椎葉村）に位置する 1994 年の豪雨で崩壊した斜面崩壊跡地 3 箇所（植生の回復が見られない試験地 9 と見られる試験地 11、12）を対象とした（図 1）。試験地は標高 1,000 m～1100 m に位置している。演習林事務所（標高 600 m、試験地から約 3.2 km）における気象観測では 2003 年から 2011 年の年平均気温は 13.2℃、年降水量は 2750 mm である²⁾。また、地質は付加体堆積岩となっている。面積は試験地 9 が 1181 m²、11 が 635 m²、12 が 259 m²である。

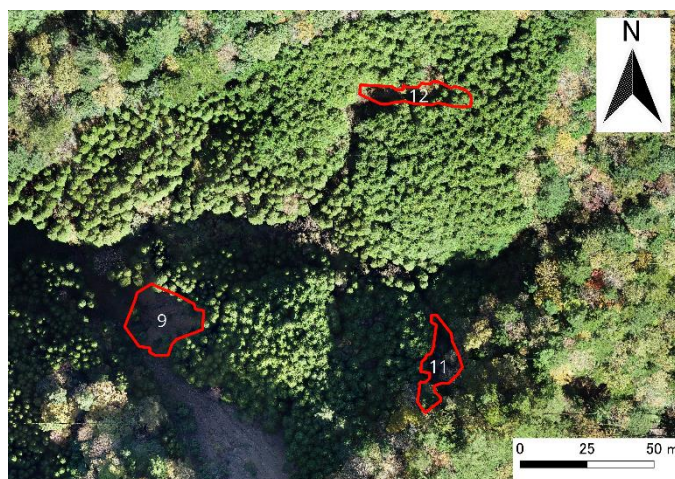


図 1：対象とした 3 試験地の位置関係
(背景は UAV で撮影された空撮画像)

崩壊地から無作為に抽出した地点（試験地 9：100 地点、試験地 11：30 地点、試験地 12：30 地点）で、土層厚と表層の土壌水分を計測した。土層強度検査棒を用いて土層厚を計測し、TDR 土壌水分計を用いて体積含水率を計測した。計測は、土層厚、体積含水率共に、1 計測地点あたり 3 回行い、平均値を採用した。体積含水率は、試験地 9 では、11 月 5 日と 6 日の 2 回計測した。試験地 11、12 は、それぞれ 11 月 6 日と 7 日に計測した。試験地 9 の 2 日間の値に大きな差はなかったため、11 月 6 日の試験地 9 と 11、11 月 7 日の試験地 12 をそのまま比較した。また、3 つの崩壊地にインターバルカメラを設置し、10 分毎に画像を撮影した。崩壊地 11 のカメラは欠測だったが、崩壊地 9 と 12 の画像が記録できた 2024 年 11 月 8 日～2025 年 1 月 1 日において、凍結融解により土壌が変動した日を比較した。この解析には、最寄りのアメダス（鞍岡：標高 590 m、試験地から約 31.3 km）の気温データも用いた。

3. 結果

土層厚の平均値は試験地 9 が 38 cm、11 が 35 cm、12 は 49 cm であった。試験地 9 と 11 は、多くの地点が 20 cm～60 cm であったが、試験地 12 では、100 cm を超す土層厚も計測された。体積含水率の平均値は試験地 9 が 12%、11 が 12%、12 は 29% であった。試験地 9 と 11 は、多くの地点が 6%～18% であったが、試験地 12 では、12% 以下の地点が見られず、多くの地点で 24% を超えていた（図 2）。また、インターバルカメラによる観測では、凍結融解の回数が試験地 9 では 33 回、試験地 12 では 8 回発生したことが確認された（図 3）。凍結融解は、鞍岡の最低気温が 3℃以下（標高差を考えると試験地では 0℃程度と推定される）および日較差が大きい日に出現する傾向が見られた。

4. 考察

土層厚が大きければ、土層に多くの水が蓄えられ、小雨時も土壌が乾燥しにくい環境になると考えられる。実際に、土層厚が大きかった試験地 12 では、体積含水率も高かった。一方で、植生の回復が見られた試験地 11 では、土層厚・体積含水率共に、植生の回復が見られなかった試験地 9 と同程度であったことから、植生の回復に土層厚及び土壌水分条件は大きな影響を与えていない可能性が示唆される。

凍結融解の回数は植生が回復した試験地 12 より植生が回復していない試験地 9 で多かった。試験地 9 では、試験地 11、12 と比較して崩壊面積が大きかったことから、崩壊後、森林による微気象の安定化³⁾が機能せず、日較差が拡大し、放射冷却の影響が強まることにより、凍結融解が促進された可能性がある。凍結融解がくり返されると、表土の移動が激しくなり、植生の侵入は困難となる⁴⁾。このように、凍結融解による土壌侵食の大きさが、植生回復に影響を及ぼしているかもしれない。

謝辞：本研究は日本生命財団環境問題研究助成を用いて行われた。

引用文献

- 1) 今村遼平（2007）山地災害の『免疫性』について．応用地質，48， 3， 132—140
- 2) 明坂将希ら（2021）宮崎演習林における樹木群集の α ， β ， γ 多様度と標高との関係に地形が及ぼす影響．九州大学農学部演習林報告，102， 23—30
- 3) 五味高志（2006）II 章 土壌侵食と森林—森林斜面から流域視点へ—．森林科学，47， 10—14
- 4) 大河和夏ら（2006）崩壊地の残存傾向と地形要因の関連性．森林計画学会誌，40， 2， 211—219

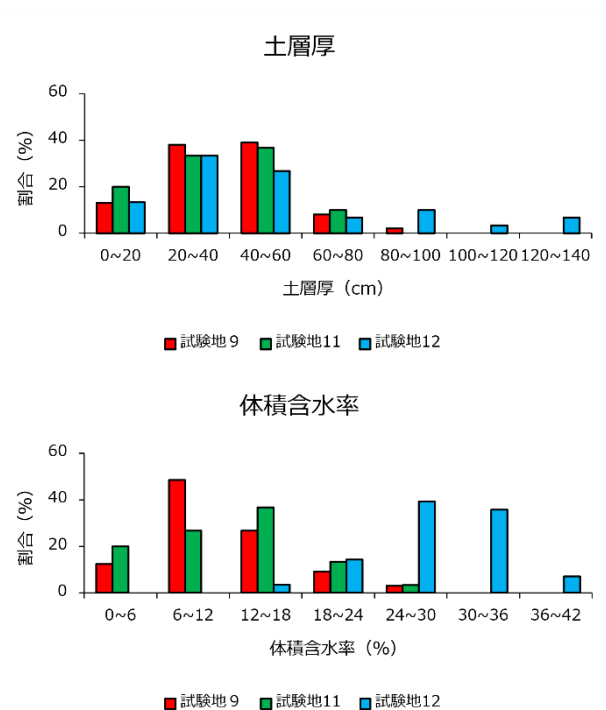


図 2：土層厚・体積含水率の相対分布

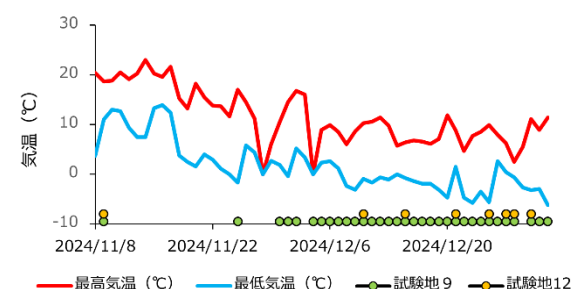


図 3：凍結融解発生回数と気温