

先行降雨と地盤条件の違いが斜面崩壊現象に及ぼす影響に関する実験的研究

立命館大学大学院 理工学研究科 ○川島美乃里
立命館大学 理工学部 藤本将光 森健朗 里深好文

1. はじめに

近年、気候変動に伴う線状降水帯の発生や記録的な集中豪雨により、全国各地で土砂災害が頻発している。斜面崩壊の発生予測においては、降雨強度だけでなく、降雨開始前の土壌水分状態、いわゆる「先行降雨」の影響が極めて大きいことが指摘されている。

2024年度、一様な真砂土地盤を用いた実験を行い、先行降雨によって地中の飽和状態が維持され、本降雨時の地下水位上昇が加速される現象を確認した(川島ら, 2025)。しかし、実際の自然斜面においては、地表面の堆積土砂とその下に位置する基盤岩との境界、すなわち「不透水層」の存在が浸透挙動に決定的な影響を及ぼす。このような不均質な地盤条件において、先行降雨の履歴がどのように崩壊の誘因となるかについては、未だ不明な点が多い。

2. 既往の研究と課題

著者らは昨年度、先行降雨が斜面崩壊に及ぼす影響を検討するため、均質な真砂土を用いた単層地盤モデルによる実験を行った(川島ら, 2025)。

2.1 既往の実験条件

- 地盤条件：全層真砂土（初期含水比 15%）、斜面勾配 35°、土層厚 50cm。
- 降雨条件：降雨強度 50mm/h、1 時間降雨・1 時間停止のサイクルを先行降雨とし、その後 3 時間の本降雨を実施。

表 1 実験ケース別の降雨条件

	先行降雨		
	回数 (回)	降雨量 (mm/h)	降雨時間 (h)
ケース①	1	50	1
ケース②	2	50	1
ケース③	3	50	1

- 計測項目：テンシオメーターおよび水位計による間隙水圧・地下水位の観測。

2.2 得られた知見と課題

昨年度の実験では、先行降雨の回数が増えるほど土壌内の初期含水比が保持され、本降雨時の地下水位上昇が加速される傾向が確認された。しかし、均質な単層地盤では、実際の山腹斜面で重要視される「基盤境界における局所的な水圧上昇」や「不透水層上の側方流」を十分に再現・評価できていないという課題が残った。

3. 研究目的

本研究の目的は、不透水層を有する二層構造の斜面モデルを用い、先行降雨の履歴が斜面内部の浸透挙動および崩壊誘発メカニズムに及ぼす影響を実験的に解明することである。

そこで、木材パネルによる不透水層を導入した二層構造モデルを構築し、昨年度の単層地盤との比較を通じて、不透水層の存在が先行降雨による境界部の水圧上昇の過程にどのような差異をもたらすかを定量的に評価する。

4 実験概要

4.1 使用材料および模型斜面の作製

実験に使用する土試料には、真砂土を用いる。初期含水比は、昨年と同じ実験条件で行うため、15%に調整した。

模型斜面の作製にあたっては、長さ 100cm、幅 60cm、高さ 50cm の土槽を使用する(図 1 参照)。本研究では、実際の斜面における不透水基盤の影響を考慮するため、土層内に木材パネルを設置した(写真 1, 2 参照)。具体的には、厚さ 15mm の木材パネルを土層中間に設置し、その上部に調整した真砂土を敷設する構造とした。土層の構築は、地盤密度の均一性を確保するため、一定の厚さごとに分割して投入

し、斜面を作製する。

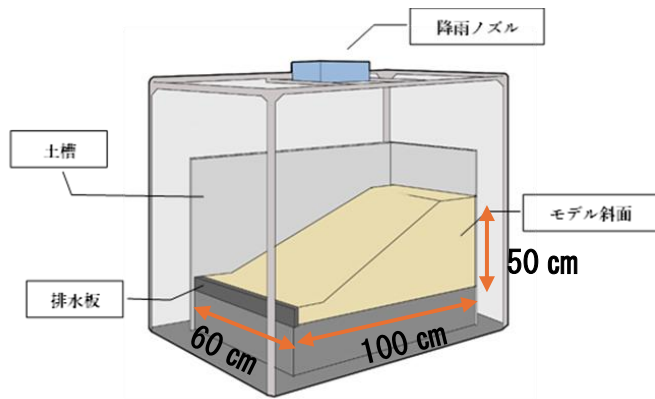


図 1 実験装置



写真 1

木材パネル（正面）



写真 2

木材パネル（側面）

3.2 実験手順および降雨条件

降雨による斜面崩壊を再現するため、土槽上部に設置した人工降雨機を使用する。

実験の手順は以下の通りである。

まず、土槽内に木材および真砂土による斜面を構築した後、計測機器である水位計を所定の位置に取り付ける。機器の安定を確認した後、人工降雨による散水を開始し、崩壊に至るまでの全過程を観測対象とする。

表 2 実験ケース別の降雨条件

	先行降雨		
	回数 (回)	降雨量 (mm/h)	降雨時間 (h)
ケース①	1	50	1
ケース②	2	50	1

本研究では、先行降雨と斜面崩壊の関係を明らかにするために、先行降雨の回数と降雨量を様々な値

に設定して実験を行った。各実験ケースの条件は表 1 の通りである。

先行降雨の降雨間隔は 1 時間おきとし、先行降雨を 1 時間継続して降らせた後、降雨を 1 時間停止して放置する。先行降雨が 2 回の場合は、この工程を繰り返す。斜面崩壊が発生した場合は、その時点で実験を終了する。本降雨は、50mm/h の雨を 3 時間降らせる。本降雨を開始して 3 時間以内に斜面崩壊が発生しなかった場合はその時点で実験を終了する。

3.3 計測および観察

(1) 水位・水圧の観測：不透水層（木材パネル）との境界付近に重点的に水位計を配置し（図 2 参照）、降雨浸透に伴う地下水位の上昇過程を連続記録する。

(2) 画像解析による挙動把握：土槽側面の透明アクリル板越しにビデオカメラで撮影を行い、崩壊の起点や滑り面の形成プロセスを視覚的に解析する。

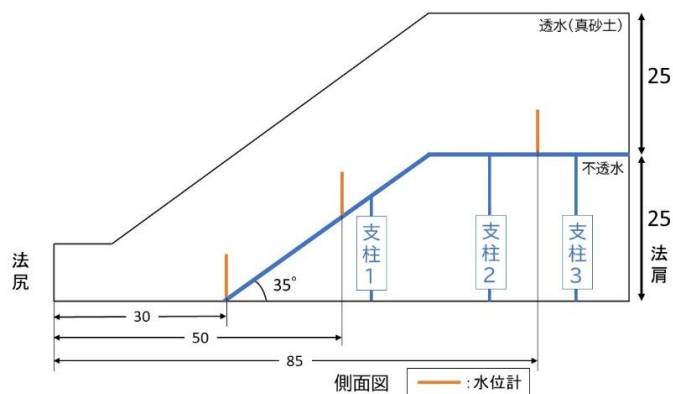


図 2 水位計の設置位置

4. 今後の展望

2025 年度に改良した実験モデルを用いて予備実験を実施した。その結果、木材パネルが不透水層として機能することを確認できた。2026 年度には本実験を実施し、2024 年度の単層地盤実験の結果を基準とし、不透水層の存在が先行降雨下における斜面内部の水圧挙動や浸透プロセスに及ぼす影響を検討する予定である。

5. 参考文献

1) 川島美乃里・藤本将光・里深好文：先行降雨による斜面崩壊現象の実験的研究，令和 7 年度砂防学会研究発表会概要集，pp.667-668，2025。