

樹冠高が地表面侵食に与える影響に関する研究

立命館大学理工学研究科 ○村田 匡優, Khwaja Mir Tamim HAQDAD

立命館大学理工学部 藤本 将光, 里深 好文

1. はじめに

近年、気候変動の進行により短時間強雨や線状降水帯の発生頻度が増加し、山地災害の激甚化が顕著となっている。特に急傾斜地や山間部では、森林が有する土壌保持や災害抑制の機能が重要な役割を担っており、これらの防災機能の定量的評価が求められている。森林においては、樹冠が降雨を遮断することで雨滴の運動エネルギーが低減し、地表面への侵食力が緩和される。しかし、樹冠からの距離ごとに雨滴のエネルギーがどのように変化し、これが土砂流出量にどの程度影響を及ぼすかについては、十分な検証が行われていない。

そこで本研究では、屋外および屋内における実験を通じて、樹冠からの距離と雨滴の運動エネルギー減衰効果、さらに地表面侵食量との関係性を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 屋外実験

立命館大学びわこ・くさつキャンパス内の自然緑地において、樹冠からの距離が異なる3段階の地点（約2m、約4m、約6m）に斜面模型を設置し、自然降雨下での土砂流出量を測定した。

斜面模型は底面 7.5cm×15cm、深さ 20cm、傾斜 20° とし、密度 1.5g/cm³となるよう作製した。土試料には、まさ土と珪砂（7号および8号を質量比 1:1 で混合）を用い、底面には開口率 30%の排水穴を設けた（図-1）。実験は 2024 年 7 月から 11 月にかけて、自然降雨が発生した 6 回の期間において実施した。

2.2 屋内実験

降雨装置を用いて、外部環境の影響を排除した条件下で模擬樹冠を用いた実験を実施した。

斜面模型は屋外実験と同様の条件で作製し、降雨装置下に設置した。

降雨条件は、1 時間雨量 16.8mm/h で 4 時間、およ

び 30.5mm/h で 2 時間の 2 通りとし、累計雨量が約 60～67mm となるよう調整した。

また、模擬樹冠との距離は、0.2m、0.8m、1.6m の 3 段階に設定し、距離ごとの土砂流出量の変化を測定した。

3. 実験結果

3.1 屋外実験

実験期間中の降雨特性を表-1 に示す。累計雨量は 33.5～105.4mm の範囲で、特に 5 回および 6 回目の降雨では降雨量が多く、最大 1 時間雨量は 6 回目に 16.5mm/h であった。

土砂流出量については、まさ土および珪砂のいずれにおいても、樹冠からの距離が増加するにつれて流出量が増加する傾向が確認された。また、同一距離においても、1 時間雨量が 10mm/h 以上の降雨時には、10mm/h 未満の場合よりも流出量が大きくなる傾向を示した（図-1、図-2）。

表-1 各実験期間の降雨量

イベント	累計雨量 (mm)	最大10分間雨量 (mm/10min)	最大1時間雨量 (mm/hour)
1回目	44.196	3.810	8.636
2回目	40.640	2.286	7.874
3回目	35.000	9.000	15.000
4回目	58.166	3.556	9.398
5回目	105.410	5.842	13.208
6回目	33.528	3.302	8.382

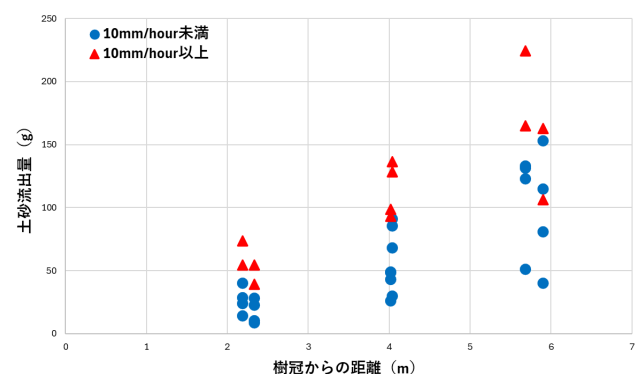


図-1 樹冠からの距離と土砂流出量（屋外-まさ土）

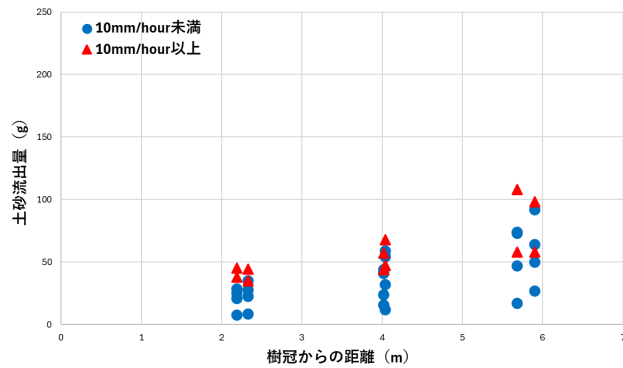


図-2 樹冠からの距離と土砂流出量（屋外-珪砂）

3.2 屋内実験

屋内実験の結果、樹冠からの距離が近いほど土砂流出量は少なく、距離が遠いほど流出量は多くなる傾向が確認された（図-3、図-4）。

まさ土および珪砂のいずれの土質でも、距離の増加に応じて土砂流出量が段階的に増加する傾向が見られ、0.2mでは流出量が最も少なく、1.6mで最も多くなった。降雨強度についても、16.76mm/h、30.48mm/hのいずれにおいても同様の傾向が得られた。

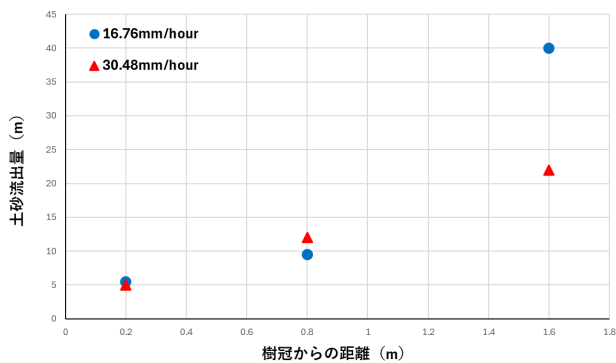


図-3 樹冠からの距離と土砂流出量（屋内-まさ土）

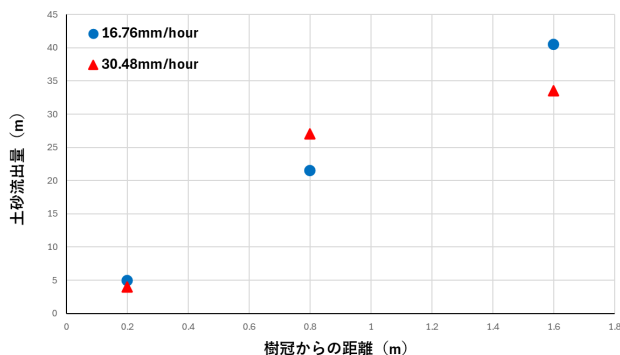


図-4 樹冠からの距離と土砂流出量（屋内-珪砂）

4. 考察

樹冠から近い地点では、雨滴は樹冠に衝突した後、短い距離で地表に到達するため、十分に加速することができず、運動エネルギーが小さい状態で地表面に落下する。このため、近距離では土砂流出量が抑制されたと考えられる。

一方、樹冠から遠い地点では、雨滴が樹冠から長い距離を自由落下することにより、その間に速度が増加し、より大きな運動エネルギーを伴って地表面に衝突する。このような条件では、土壤粒子がより強くはね上げられたり、流出が促進されたりすることで、遠距離ほど土砂流出量が多くなる傾向が見られた。

屋内および屋外の両実験において、距離の増加に伴う流出量の増加傾向が一貫して観察されたことから、樹冠の遮蔽とその距離の違いによる雨滴の加速・減速効果が土砂流出量の変化に寄与していると考えられる。

5. 結論

本研究では、屋外および屋内実験を通じて、樹冠からの距離が土砂流出量に与える影響を検討した。いずれの実験においても、距離が近いほど流出量が少なく、遠いほど多くなる傾向が確認された。

この傾向は、雨滴が樹冠から地表に向かって落下する距離が長くなることで運動エネルギーが増加し、それに伴って土砂流出量が増加したことが主要因と考えられる。

今後は、雨滴の速度やサイズを直接測定するなど、雨滴特性の定量的な計測を進めることで、運動エネルギーの変化と流出量との関係をより明確にすることが求められる。

6. 参考文献

- 林野庁. (2023). 令和4年度 森林・林業白書: 特集 気候変動に対応した治山対策.
https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r4hakusyo_h/summary/s_tokusyu.html
- 滋賀県. 滋賀県土木防災情報サイト
<https://shiga-bousai.jp/index.php>