

霧ヶ峰湿原の登山道侵食に関する実験的研究

信州大学農学部

○梶原あずさ・平松晋也・長嶺真理子

1. はじめに

近年、余暇を自然の中で過ごそうとするアウトドア人口の増加により、日本国内の豊かな自然は今までになかった規模の人為的インパクトにさらされるようになった。本研究対象地である霧ヶ峰においても、写真-1に示されるように、登山道の荒廃化は深刻な問題となっている。

本研究では、登山道上で生じる表面侵食を定量的に把握するとともに侵食対策を模索する上での基礎情報を得ることを目的として、現地散水実験を行った。

2. 試験地の概要と実験方法

試験地は、図-1に示す長野県八ヶ岳中信高原国定公園内に位置する八島高原に設定した。既往研究では、小規模なプロットスケールでの散水実験が実施されたが、水深は発生せず、登山道上での水や土砂の流下過程を定量的に把握するまでには至らなかった。またこの実験は、現在使用されていない旧登山道で実施されたため、時間経過とともに植生が回復し、侵食土砂量が過小評価されるといった危険性を有していた。本研究では、水深を発生させるために流下距離を延長し、長さ4m×幅50cmの散水部と長さ1m×幅50cmの流下部で構成された試験プロット(図-2)を現行の登山道上に設定した。散水装置は図-2に示す給水用の200Lタンク、散水部及びそれらをつなぐホースにより構成される。散水強度は、15mm/hr、30mm/hr、45mm/hr、60mm/hr、75mm/hr、90mm/hrの計6パターンであり(総散水量は1実験につき約180L)、表面流出水量と表面流出土砂量を計測した。表面流出水量は転倒マス型流量計(1転倒15.7ccもしくは500cc)で自動計測し、表面流出水とともに流下する表面流出土砂量は流量計上部に設置したプランクトンネットにより10~60分間隔で手動計測した。実験中に登山道上に発生する水深の経時変化を把握するため、図-2に示すように試験プロット下端部から40cm間隔で横断測線(計10測線)を設け、流心の水深をデジタルノギスを改良したポイントゲージを用いて30分間隔を原則として手動計測した。

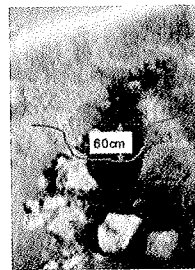


写真-1 霧ヶ峰における登山道の荒廃状況

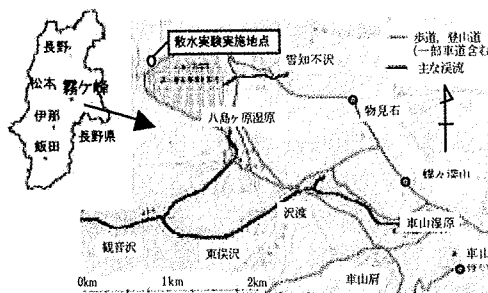


図-1 試験地の位置

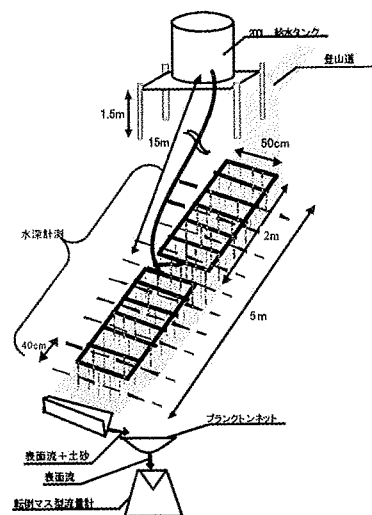


図-2 散水実験装置の概要

3. 登山道での表面流出水と土砂の挙動

3.1 表面流出水量

散水強度15mm/hr、90mm/hrを与えた場合を例として、表面流出水量と流出率の経時変化を図-3に示す。全降雨パターンにおいて、表面流出水量と流出率は散水開始から10~20分後には定常状態に到達し、流出率は75.3~90.3%と高い値を示した。

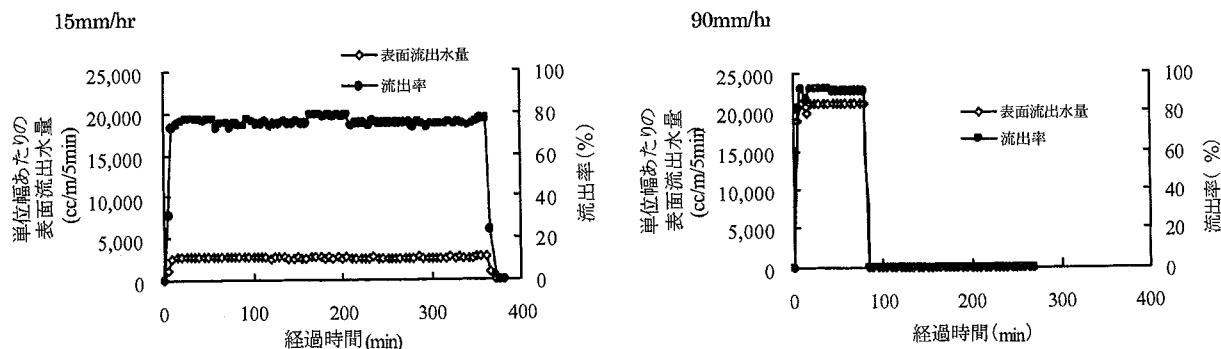


図-3 表面流出水量と流出率の経時変化

定常状態時の表面流出水量と散水強度との関係を示す図-4より、散水強度の増加とともに表面流出水量も増加する顕著な傾向が認められる。なお、本研究では、散水停止直前から1時間前までを定常状態と規定した。一方、定常状態時の流出率と散水強度との関係を眺めると、散水強度が15～45mm/hrの範囲内では散水強度の増加とともに流出率の増加がみられるが、散水強度45mm/hrを境に流出率は90%程度の値で概ね一定値を示すようになる事実が確認された。

3.2 表面流出土砂量

表面流出土砂量の経時変化を図-5に示す。散水強度が15～45mm/hrの範囲内では、散水継続時間の如何にかかわらず概ね一定の土砂量が流出しているが、散水強度が60mm/hr以上になると散水開始直後に大量の土砂が流出する結果となった。これは、散水前に登山道表面に不安定に堆積していた土砂が流出したことによるものであり、各散水強度に応じた土砂流出(流水の掃流力によって流出した土砂)は、散水直後以降に流出した土砂であると推察される。

定常状態時の表面流出土砂量と散水強度の関係を示す図-6より、降雨強度の増加とともに表面流出土砂量も増加していることがわかる。なお、散水強度90mm/hrで表面流出土砂量が減少しているのは、2008年10月26日の大雨により不安定土砂の大部分が流出してしまった後に実験を実施したことによるものと推察される。また、散水強度が15～45mm/hrの範囲内では表面流出土砂量は0.04g～2.48g/m/hrと少量であったが、散水強度が60mm/hr以上になると19.49～23.53g/m/hrと極端に増加する結果となった。定常状態時の単位幅あたりの表面流出土砂量(s_{wt} : g/m/hr)と散水強度(R : mm/hr)の間には正の相関性が認められ、(1)式で累乗近似可能となる。

$$s_{wt} = 2.5304 \times 10^{-6} \cdot R^{3.6717} \quad r = 0.98 \dots (1)$$

3.3 水深

水深は全ての散水強度において散水開始直後に発生し、最上部測点である測点1～測点10の全測点で計測可能であった。水深計測点のうち、最下部の測点10では流出した土砂の堆積によって登山道表面(河床)が不安定であったため、正確な水深計測が実施できなかった。このため測点8と測点9での計測結果を抽出し、測点8と測点9の定常状態時の平均水深と散水強度の関係を図-7に示す。散水強度の増加とともに水深も増加する傾向が顕著に認められる。定常状態時の平均水深(H : mm)と散水強度(R : mm/hr)の間には正の相関性が認められ、(2)式で累乗近似可能となる。

$$H = 1.004 \cdot R^{0.2901} \quad r = 0.95 \dots (2)$$

4. 今後の課題

今後は、本散水実験の結果を用いて、土砂水理学的根拠に基づいた表面流出土砂量(侵食土砂量)予測式を構築し、精度の高い流出土砂量予測を行う予定である。また、今回の調査は夏季降雨のみを対象としたものであるため、今後は融雪期を念頭においた観測や実験を実施し、年間を通した登山道侵食状況の実態を把握し、現状に則した登山道侵食対策案を構築する必要がある。

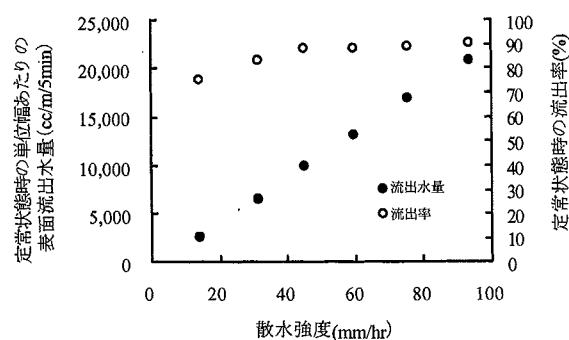


図-4 定常状態時の表面流出水量・流出率と散水強度の関係

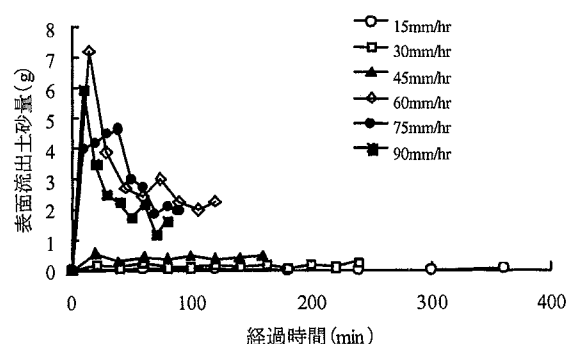


図-5 表面流出土砂量の経時変化

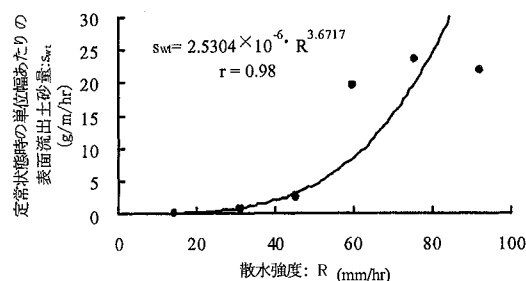


図-6 定常状態時の流出土砂量と散水強度との関係

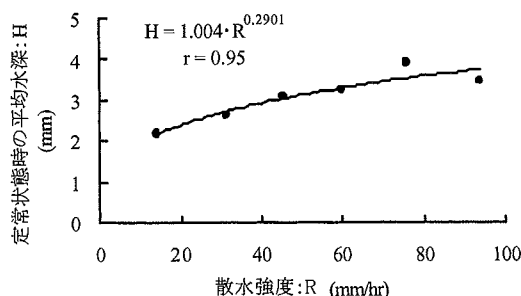


図-7 定常状態時の水深と散水強度との関係