

シカの踏圧が山地斜面の水・土砂流出に及ぼす影響

信州大学農学部 ○福山泰治郎, 平松晋也, 加瀬慶典, 菊池将人
 天竜川上流河川事務所 椎葉秀作, 大森秀人
 (株)建設環境研究所 花岡正明

1. はじめに

日本各地の山岳域・森林域において野生鳥獣による被害が深刻化している。とりわけニホンジカなどシカによる枝葉の食害や剥皮被害が全体の約8割を占める。長野県内でも南アルプス等でシカの増加にともなう、農林業被害や林床植生の消失、樹木の枯死等の影響が報告されている。シカの密度増加の影響は植生だけにとどまらず、森林の斜面や流域の土砂生産・土砂流出に直接・間接的に影響を及ぼす可能性がある。シカが林床植生を採食することで地表を被覆する下層植生が少なくなると、雨滴が地表に直達することになる。また、地表被覆の衰退は地温の変動を増幅するため、凍上と融解のサイクルが増加し、表土の団粒構造が破壊されることになる。このような表土のかく乱はシカの踏圧増加によっても引き起こされると考えられ、シカの高密度化にともなう土砂生産が活発化することになると予想される。そこで、シカの踏圧が斜面の水・土砂流出に及ぼす影響を定量的に評価するために、南アルプスのシカの利用圧が高い流域において、現地散水実験によりシカが浸透能に及ぼす影響の評価を行った。また、シカが表土の流出に及ぼす影響を評価するために、シカ道（シカ等の動物が繰り返し歩行することで斜面に形成された経路）が見られる斜面に土砂受けを設置し、2016年10月から95日間にわたって侵食土砂量を観測した。

2. 調査地の概要と観測方法

調査地は、天竜川水系三峰川右支山室川（長野県伊那市高遠町芝平）の山室砂防堰堤上流域のカラマツ・アカマツ林（標高 1,270 m）である。この流域では、天竜川上流河川事務所の平成 27 年の調査において、シカの生息が目視やセンサーカメラにより確認されている。調査地を含む流域は中央構造線の東側（外帯）に位置し、中央構造線と並行して南北に走る戸台構造線を挟んで、三波川変成帯と秩父帯が存在する。三波川変成帯には結晶片岩や蛇紋岩が存在する。秩父帯はジュラ紀付加体の堆積岩類から構成され、砂岩・泥岩のほかチャートや石灰岩変質玄武岩の異地性体（緑色岩類）が見られる。

3. シカが浸透能に及ぼす影響の評価（現地散水実験）

シカの踏圧の程度の異なる 3 地点（「シカ道あり」「シカ道なし」「かく乱」）にそれぞれ実験区画（0.25 m²：幅 0.5 m, 斜面長 0.5 m）を設け、22 回の散水実験を行った。散水強度から地表流量を差し引くことで浸透能を求め、3 区画間で比較した。ここで、「シカ道あり」はシカの足跡やシカ道が見られる斜面で、「シカ道なし」はシカ道の形成が見られず、植生の被覆率が高い斜面である。「かく乱」はシカが頻繁に利用することがセンサーカメラで確認されている地点で、下層植生が衰退し、表層土壌がかく乱されている。散水強度は 20～110 mm/h に変化させ、散水時間はすべて 180 分とした。散水実験の結果、最終浸透能は、いずれの実験区画でも散水強度の増加に応じて直線的に増加する傾向を示した。散水強度と最終浸透能の関係を直線近似して傾きを比較すると（図 1）、傾きの大きい（最終浸透能の高い）順に、「シカ道なし」では 0.85、「かく乱」では 0.80、「シカ道あり」では 0.74 となり、「シカ道なし」と比較して「かく乱」は約 6 % 低く、「シカ道あり」では約 13 % 低い結果となった。これらの結果から、シカによる表土のかく乱による浸透能の変化は小さいものの、その後の降雨の繰り返しによる細粒土砂の目詰まりやシカの踏圧によるシカ道の形成により、浸透能が低下する可能性が考えられた。既往の研究では、放牧等による粗孔隙量の減少にともなう浸透能が顕著に低下することが、浸透試験や散水実験により確認されている（河合ほか, 1985; Franzluebbers *et al.*, 2011）。平坦な放牧地とは異なり、本研究を実施した斜面は約 35° と勾配が急であるが、浸透能が低下する傾向

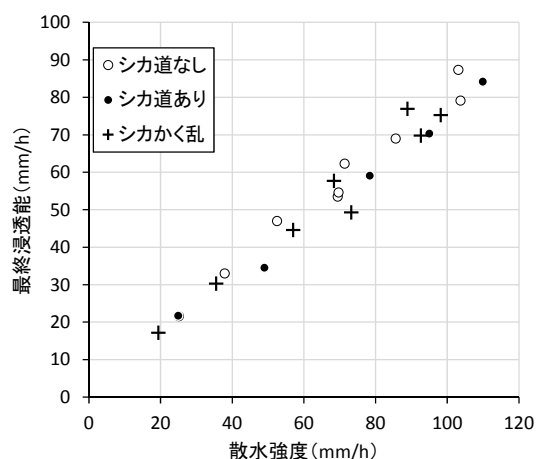


図 1 散水強度と最終浸透能の関係

が見られた。

4. シカが表土の流出に及ぼす影響の評価

シカが表土の流出に及ぼす影響を評価するために、シカ道が見られる斜面に 16 基の土砂受けを設置し、2016 年 10 月から 95 日間（秋季から冬季）にわたって侵食土砂量を観測した。本研究ではシカの行動を妨げないことを主眼において、高さも幅も小型の土砂受け（幅 10 cm の雨どいを約 50 cm の長さに切断したもの）を採用した。また、山地斜面では土砂移動の空間的なばらつきが大きいと予想されることを考慮して、幅 25 m にわたって 16 か所の土砂受けを等高線上に並べて設置した。また、土砂受けに入った落葉・落枝、土壌、礫すべてを区別せずに土砂として扱うこととした。回収した土砂は実験室に持ち帰り、80℃で炉乾燥させた後、重量を計測した。並行して降雨量・気温・地温の観測と、センサーカメラを用いた土砂受け直上を通過するシカの頭数調査を行い、降雨・凍結融解・シカの踏圧が表土流出に及ぼす影響を調べた。

その結果、土壌侵食は観測期間の後半に集中していた（図 2）。16 か所の土砂受けでの 95 日間の侵食土砂量の合計から、単位幅当たりの侵食土砂量は 665 g/m であった。観測開始の 10 月 10 日から 11 月 11 日までの土砂量は全体の 11.8 %であったが、11 月 11 日から観測終了の 1 月 13 日までの期間に全体の 88.2 %が観測された。特に、12 月 8 日から 12 月 17 日までの 10 日間に全体の 56.5 %が集中していた。侵食土砂量の推移との降雨強度、期間内降雨量の推移（図 2）を見ると、降雨波形と侵食土砂量の増減は一致していないことがわかる。温度変化と土砂量との関連を見ると、最低温度が 0℃を下回った時期と、土砂量が増加する時期とが概ね一致していた。また、土砂回収期間内の凍結融解サイクル（地温が 0 度を下回り、その後 0 度を上回った回数）の増加に対して土砂量が増加する傾向が見られた。土砂受け直上を通過するシカの頭数と侵食土砂量の関係を見ると（図 3）、シカ頭数の増加に対して土砂量が増加する傾向が見られた。

土砂回収期間内の凍結融解サイクルの増加に対して土砂量が増加する傾向が見られることを併せて考えると、秋季から冬季では、凍結融解によって表土が不安定化したことと、シカが土砂受けの直上を歩き、かく乱したことが土砂移動の主要因と考えられた。

5. おわりに

現在までに、斜面の水・土砂流出に対するシカの踏圧の影響（秋から冬季）に関する知見が得られた。今後は、暖候期にも観測を行うとともに、流域スケールの土砂生産・流出に及ぼすシカの影響を明らかにするために、シカ頭数と河道に流入する土砂量や溪流の浮遊土砂濃度との関係についての調査研究を行うとともに、砂防堰堤堆積物の分析に基づいてシカの影響の評価を試みる予定である。

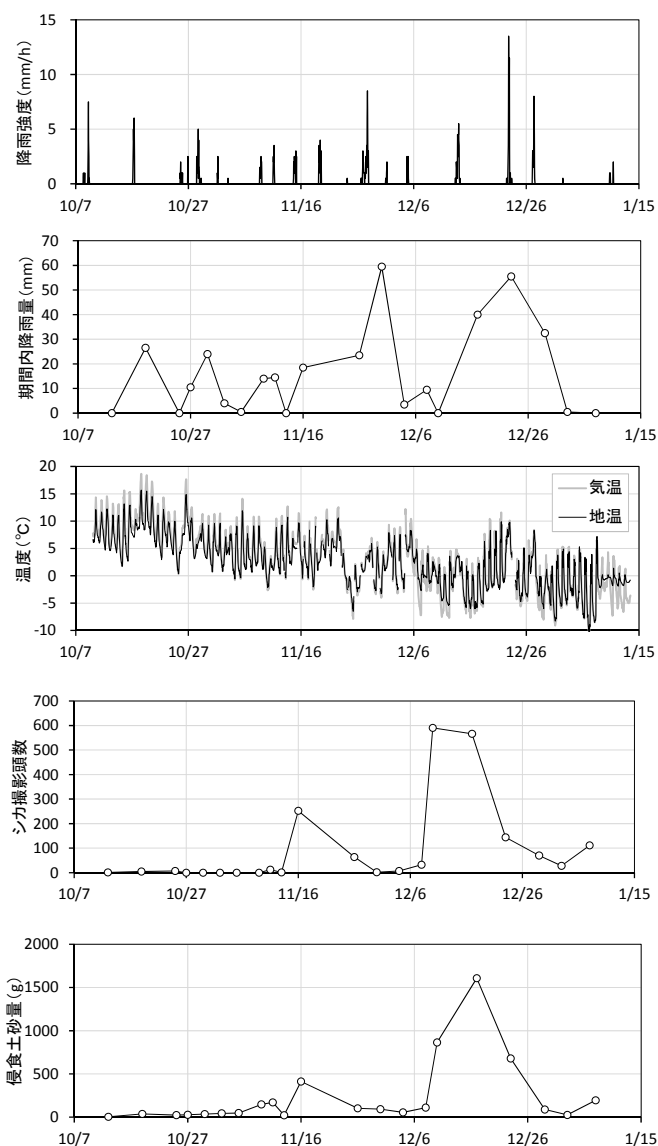


図 2 降雨強度、期間内降雨量（土砂回収までの期間の総降雨量）、気温・地温、土砂受け直上を通過するシカの頭数（16 か所の土砂受けの合計）、侵食土砂量（16 か所の土砂受けの合計）の推移（2016/10/10-2017/1/13）

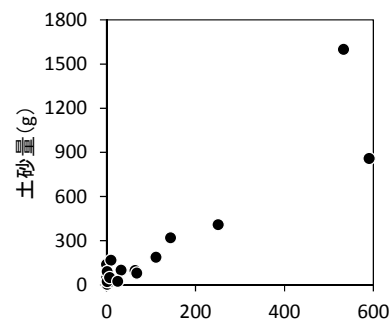


図 3 土砂受け直上を通過するシカの頭数と侵食土砂量