

ニホンジカが山地流域の土壤侵食に及ぼす影響の評価

信州大学農学部 ○福山 泰治郎・花岡 正明・株式会社ワイド 林 泰也

1. はじめに

20世紀後半以降、日本ではニホンジカ（以下、シカ）の個体数増加と分布域の拡大にともない、食害や樹木剥皮などの農林業被害が深刻な問題となっている。国内各地での調査により、シカの高密度化・採食圧の増加によって下層植生が衰退した斜面で地表流発生や土壤侵食が増加すること（畢力格 等, 2013）、溪床が流入土砂で細粒化すること（Sakai *et al.*, 2012）が報告されている。また、柵の内外の比較によりシカが土壤侵食に及ぼす影響を検討した例があるが（古澤ら, 2003；吉村ら, 2010）、シカの出現頻度と土壤侵食を直接関連づけられていない。そこで本研究では、シカが森林斜面の土砂移動に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、南アルプス北部で侵食土砂量と斜面に侵入するシカの頭数等を調査した。

2. 調査地と観測方法

対象地は、南アルプス北部に位置する座頭沢流域（天竜川水系山室川左支、長野県伊那市高遠町、図1）である。座頭沢は標高1,230~1,870m（山地帯~亜高山帯）の流域で、カメラトラップにより生息密度が4.5~21頭km²と推定されている。座頭沢は、シカの生息密度が2019年時点で142.7頭km²（長野県, 2021）の入笠山北西斜面に位置する。流域の大部分が1951~54年に植栽されたカラマツ林で占められ、多くが1990~91年に列状間伐されている。流路沿いには一部ブナ等の広葉樹が見られる。下層植生は南向き斜面ではササ（スズタケ・ミヤコザサ）やバラ科が多く、北向き斜面ではオシダ等の被度が大きい。草高はササが優占する斜面で平均28cm、オシダが平均66cm（2017/7/7時点）である。ササが矮小化し（写真）、採食痕や糞粒が頻繁に見られることから、採食圧が高いことが伺われる。

斜面の侵食土砂量を観測するために、南西向き直線斜面に幅2mの土砂受けを2台設置した。土砂受けの上部斜面に侵入したシカの頭数をセンサーカメラで観測した。観測地点付近で林内雨量・気温・地温を計測した。侵食土砂の回収時に土砂受け直上（幅4m×斜面長1m）の地表被覆率と裸地面積率を求めた。侵食土砂を乾燥した後、質量を計測し、土の粒度試験（JISA 1204）を行った。侵食土砂と表層土壌の粒度分布を比較するために、観測地点付近で採取した表層土壌（深さ0~10cm、深さ10~20cmの2試料）の粒度試験を行った。

3. シカが浸透能に及ぼす影響の評価（現地散水実験）

2017年に観測を開始し、2019/12/27から2022/12/11までの約3年間の観測結果を示した。幅1m当たりの侵食土砂量は30~1,408gで、約3年間の観測期間の合計は約5,500gだった。侵食土砂のうち、粒径2mm以上の礫が94%を占めた。土砂受けの上部斜面に侵入したシカの撮影数は延べ154頭で、一部欠測があるが年間を通してシカの侵入が確認された。積雪期から融雪期にかけてササを採食するメスと幼獣の群れがみられ、冬期から春期にかけてシカの撮影数が増加する傾向がみられた。植生被覆率は7月から8月にかけて約40%と最大になり、11月から4月にかけて約10%と最小になった。裸地面積率は、植生被覆を反映して夏期に減少する季節変動がみられた。侵食土砂の粒度分布は表層土壌に比べて粗粒であった。

侵食土砂量に影響を及ぼす要因として、最大1時間雨量・シカ撮

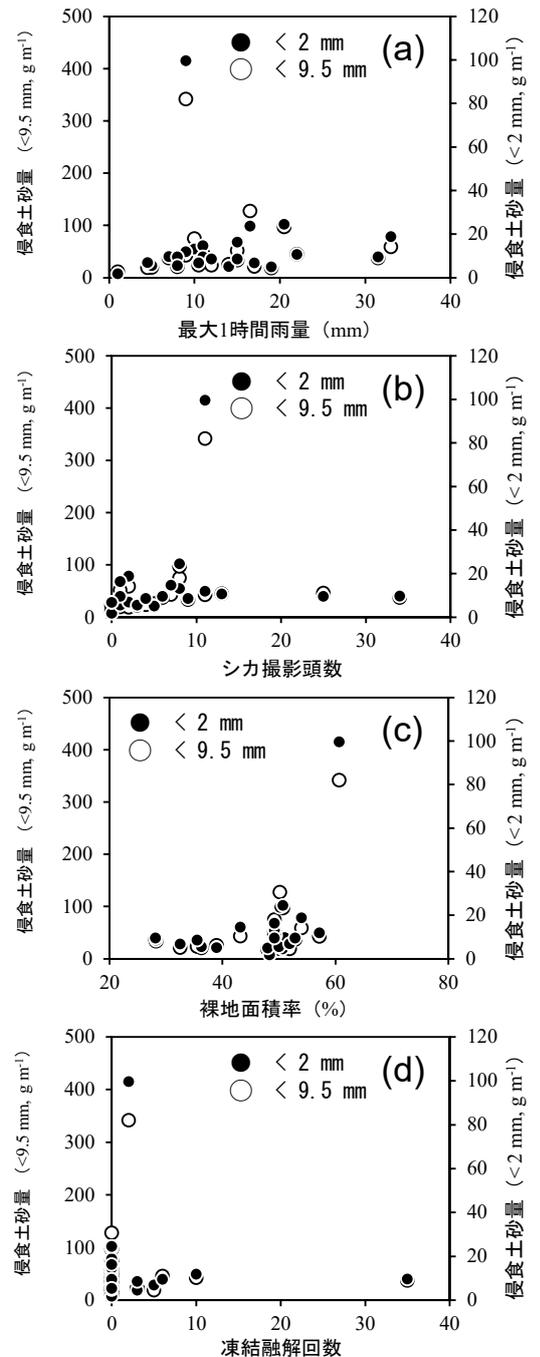


図-1 最大1時間雨量(a)、シカ撮影頭数(b)、裸地面積率(c)、凍結融解回数(d)と侵食土砂との関係

影頭数・裸地面積率・凍結融解回数に着目し、侵食土砂量（2 mm ふるい通過分と 9.5 mm ふるい通過分）との関係を検討した。まず侵食土砂量と最大 1 時間雨量の関係（図-1 a）をみると、最大 1 時間雨量の増加に応じて侵食土砂量が増加する傾向があるものの、最大 1 時間雨量が 10 mm 程度でも 300 g m⁻¹ を超える土砂量が観測されることがあった。2 mm 未満と 9.5 mm 未満ともに、最大 1 時間雨量の増加に応じて侵食土砂量が増加する傾向がみられるが、2 mm 未満の細粒分の方がより顕著だった。シカ撮影頭数との関係（図-1b）をみると、撮影頭数の増加に応じて侵食土砂量が増加する傾向がみられるが、ばらつきが大きかった。裸地面積率との関係（図-1c）をみると、ばらつきが大きいものの、裸地面積率が増加すると指数関数的に侵食土砂量が増加する傾向がみられた。凍結融解回数と侵食土砂量の間には明瞭な関係はみられなかったが（図-1d）、凍結融解が 1 回以上あった期間の侵食土砂量が凍結融解のなかった期間よりも多い傾向がみられた。

4. シカが表土の流出に及ぼす影響の評価

シカの影響を検討するために、最大 1 時間雨量・シカ撮影頭数・裸地面積率を説明変数、2 mm ふるいを通過した細粒土砂量と 9.5 mm ふるいを通過した侵食土砂量を目的変数として重回帰分析を行い、回帰式を求めた。

$$S_f = 0.37R + 0.12H_d + 1.0A_b - 37 \quad (1)$$

$$S_c = 1.3R + 0.73H_d + 3.4A_b - 127 \quad (2)$$

ここで、 S_f ：細粒土砂（2 mm ふるい通過分, g）、 S_c ：粗粒土砂（9.5 mm ふるい通過分, g）、 R ：最大 1 時間雨量（mm）、 H_d ：シカ撮影頭数（頭）、 A_b ：裸地面積率（%）である。得られた回帰式（1）、（2）の決定係数はそれぞれ 0.20、0.21 と低い、回帰式の係数を比較することで侵食土砂量に対する最大 1 時間雨量、シカ撮影頭数、裸地面積率の影響度を比較した。

回帰式（式 1,2）の説明変数の係数をみると、どちらも裸地面積率（ A_b ）の係数が最も大きく、次いで最大 1 時間雨量（ R ）、シカ撮影頭数（ H_d ）の順になった。裸地面積率の影響が最も大きく見積もられた要因として、下層植生およびリターによる地表被覆が雨滴衝撃と地表流による細粒土砂の侵食と運搬を抑制したこと、地表被覆が粗度として粗粒土砂の移動を抑制したことが考えられる。裸地面積率に次いで最大 1 時間雨量の影響が大きいのは、降雨強度が雨滴エネルギーの大きさや地表流の流出率を規定することに起因すると考えられる。雨滴衝撃や地表流による土壌粒子の剥離・運搬は、雨滴エネルギーや地表流の増大に伴って促進される。そのため図-1 a のように降雨規模の増大に応じて細粒土砂量が増加する傾向がみられたと考えられるが、必ずしも一様に増加するわけではないのは、裸地面積率（地表被覆率）の変動によるものと考えられる。

シカ撮影頭数の係数は、裸地面積率・最大 1 時間雨量に比べて小さいものの正の値を示しており、シカの侵入にともなう表土のかく乱と下層植生の採食が直接的・間接的に侵食と土砂の運搬に寄与したと考えられた。本調査地においてシカ排除区とシカ誘引区で実施した散水実験では、細粒土砂・粗粒土砂ともにシカ誘引区で顕著に多く（未発表）、シカの侵入にともなう表土のかく乱と下層植生の採食が土壌侵食と土砂の運搬に寄与したことが支持される。細粒土砂（ S_f ）に比べて粗粒土砂（9.5 mm ふるい通過分, S_c ）ではシカ撮影頭数の係数が大きく、シカの侵入が表土のかく乱と礫分の運搬の両者に寄与していることが示唆された。

5. おわりに

シカが森林斜面の土砂移動に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、シカの生息密度が高い南アルプス北部の標高約 1,500 m に位置する、林床をササに覆われた南西向き斜面で、約 3 年間にわたって侵食土砂量、斜面に侵入するシカの頭数および地表被覆率の観測と気象観測を行った。その結果、侵食土砂が表層土壌と比べて粗粒になっていた。シカは年間を通して出現し、積雪期から融雪期にかけて撮影数が増える傾向がみられた。侵食土砂量はシカ撮影頭数や裸地面積率に応じて増加する傾向が見られ、凍結融解期には 2 mm 以上の土砂量が増加した。最大 1 時間雨量、シカ撮影頭数、裸地面積率を説明変数、侵食土砂量を目的変数として重回帰分析したところ、影響度は裸地面積率 > 最大 1 時間雨量 > シカ撮影頭数の順と評価され、9.5 mm ふるい通過土砂ではシカの寄与が大きく評価された。シカの採食による地表被覆の衰退と踏圧による地表のかく乱により、シカが直接的・間接的に侵食と土砂の運搬に寄与していると考えられた。

本研究では侵食の要因の一つとして裸地面積率に着目したが、地表粗度をより詳細に評価するためには、ササなど下層植生のバイオマスを定量的に把握することが必要となる。また、ササはシカの採食圧により桿高が低下し、採食の影響が翌年以降も持続する。つまり、採食圧の増加と下層植生の衰退にともなう生じる侵食土砂量の変化の間にはタイムラグがあることが予想される。したがって、シカが侵食に及ぼす影響を評価する上で、採食圧と下層植生の時系列変化を考慮することも必要だろう。シカが侵食に及ぼす影響を詳細に評価するためには、侵入個体数による評価に加えて、「通過」「採食」などシカの行動を踏まえた評価が求められる。さらに、侵食土砂量を広域で推定するには、シカが繰り返し通過して斜面に形成されるシカ道の分布や、ササ等の下層植生の空間分布の情報も必要となるだろう。