

## シカ食害を受けた冷温帯林流域からの浮遊土砂流出：対照流域法による比較

筑波大学生命環境系  
 京都大学生態学研究センター  
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所  
 中央大学理工学部  
 東京農工大学国際環境農学専攻

○平岡真合乃  
 福島慶太郎  
 水垣 滋  
 境 優  
 五味高志

## 1. はじめに

山地上流域からの細粒土砂（粒径 2 mm 以下の土砂）の流出は、ダム湖での堆砂問題や濁水による水質問題に繋がる恐れがあり、その動態を把握することは流域の土砂管理における重要な課題である。細粒土砂は降雨等の際に流域の裸地で生産され、特に積雪地域では、降雨期のみならず融雪期にも土砂が流出することが知られている（水垣ら，2015）。さらに近年、日本全国の山地上流域では、ニホンジカ（以下、シカ）の個体数増加に伴う下層植生の衰退や、裸地化した斜面における細粒土砂の移動が報告されている（石川ら，2007）。本研究では、防鹿柵を設置した流域と設置しない流域における水文特性と細粒土砂量を比較し、シカの過採食によって裸地化した斜面で構成される、冷温帯林流域からの土砂流出の特徴を把握することを目的とした。

## 2. 調査地と方法

本研究は京都府南丹市に位置する京都大学芦生研究林（約 4200 ha）で行った（図 1）。当研究林は由良川の源流域に位置し、標高は 355 m～959 m であり、斜面部の平均傾斜は 30°～40° である。地質は丹波帯に属する砂岩・泥岩で、一部チャートも含まれる。年平均気温と年降水量は 12°C と 2257 mm で、冬期の積雪深は平均で 1 m 前後である。植生はほとんど人為の加わっていない天然林（約 2150 ha）、天然林伐採跡地に再生した二次林（約 1800 ha）、スギなどの人工林（約 250 ha）である。

当研究林では、シカなどの採食行為によって流域内の下層植生が衰退し、その影響を把握するために 2006 年より防鹿柵を用いた野外実験を実施している。防鹿柵流域（流域面積 13 ha、以下、柵内）に設置した柵の効果を検証するため、隣接する流域（流域面積 19 ha、以下、柵外）を基準流域とする対照流域法による比較観測を行っている。この 2 流域からの細粒土砂流出のモニタリングを行うため、2015 年 9 月に両流域の末端部に浮遊土砂サンプラーを設置した（図 1）。降雨シーズン終了時と融雪終了時の年に 2 回を目安として、サンプラーに捕捉された土砂を回収した。また、流域末端で捕捉された細粒土砂の生産源を推定するため、潜在的な生産源と考えられる裸地（裸地斜面、溪岸裸地）および尾根部において土壌コア（100 cc、表層 5 cm）を採取した（図 1）。捕捉土砂および採取した土壌コアは乾燥重量を測定後、500 μm メッシュで篩別し、500 μm 以下の試料についてガンマ線スペクトロメトリにより放射性同位体（<sup>137</sup>Cs、<sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub>）の濃度を測定した。

## 3. 結果と考察

観測期間における降雨特性について、2015 年から 2017 年にアメダス美山で観測された年降水量の平均値は、1970 mm（標準偏差± 39 mm）であった。降雪は 12 月から 3 月に観測され、総量は 138 ± 97 mm であった。6 月から 10 月（降雨期）の降水量は年降水量の 42%～62% を占め、12 月～3 月（降雪・積雪期）は 26%～35% を占めていた（図 2）。

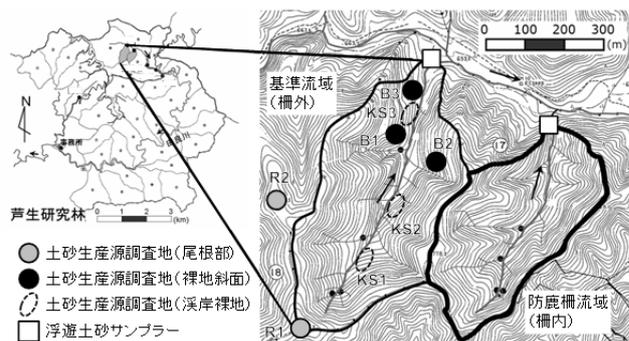


図 1 研究対象流域とサンプリング地点

流域から流出した細粒土砂については、サンプラーを設置後、降雨期2回、融雪期2回の合計4期間で捕捉土砂を回収できた(図2)。2流域の捕捉土砂量は、サンプラーを設置した溪流内の水理条件やサンプラーの捕捉効率の違いが含まれるため、厳密に比較することは難しいものの、2016年の降雨期を除く3期間では、柵外で捕捉された土砂量の方が柵内よりも多い傾向がみられた。一方、2016年の降雨期に流出した土砂は両流域間でほとんど変わらず、粒径500 $\mu\text{m}$ 以下の土砂に限れば、柵内の方が全土砂量に占める割合が柵外よりも大きい傾向があった。

各期間の捕捉土砂量は、両流域とも、期間内の総降水量の増加および降水イベントの回数に対して増加する傾向があった(図3)。特に柵外ではその傾向が顕著であり、柵内においても、2016年の降雨期以外、柵外より傾きは小さいものの、同様の傾向がみられた。期間内の最大日降水量と捕捉土砂量の関係はややばらついていて、これらのことから、細粒土砂の流出は降水イベントごとに生じており、柵外の方が、細粒土砂が多く流出していることが示唆された。

流域末端の捕捉土砂と生産源と想定した裸地で採取した表土に含まれる放射性同位体濃度を図4に示した。粒径や有機物による補正を行う必要があるものの(Mizugaki *et al.*, 2008)、捕捉土砂は、尾根部の表層有機物と裸地斜面、溪岸裸地の鈹質土壌が混ざり合っている可能性がある。

#### 4. まとめ

冷温帯の森林上流域からの細粒土砂の流出を降雨期と融雪期で観測したところ、降水のたびに土砂が生産され、流出している可能性が示唆された。細粒土砂の生産源を推定するために、放射性同位体をトレーサーとして用いたところ、同手法を適用できる可能性があると考えられた。今後、より詳細な土砂生産・流出過程を検討するために、観測を継続するとともに、流域の水流出特性を把握する必要がある。また、細粒土砂に対する各生産源の寄与が認められたが、さらに分析をすすめて詳細な検討を行う予定である。

#### 引用文献

石川芳治・白木克繁・戸田浩人・若原妙子・宮 貴大・片岡史子・中田 亘・鈴木雅一・内山佳美 (2007) 丹沢大山総合調査学術報告書 445-458.

Mizugaki, S., Y. Onda, T. Fukuyama, S. Koga, H. Asai, and S.

Hiramatsu (2008) *Hydrological Processes* 22: 4519-4531.

水垣 滋・田上信樹・佐々木 晋 (2015) 第56回(平成26年度)北海道開発技術研究発表会論文集 KK-23.

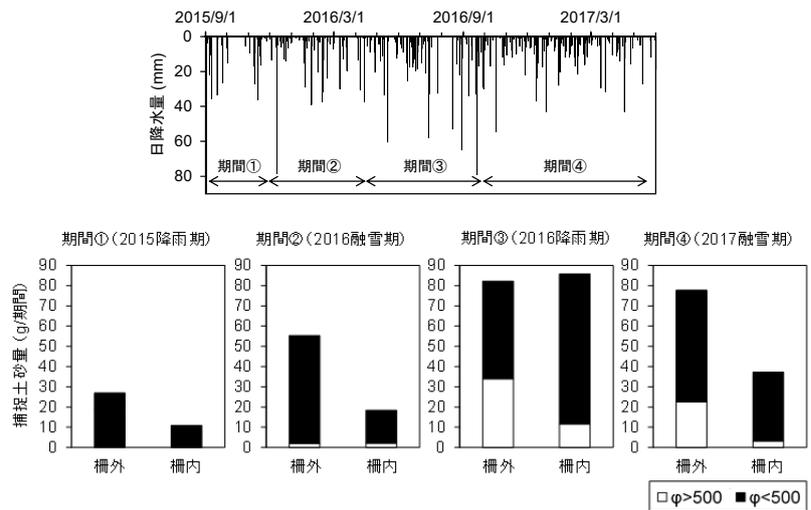


図2 観測期間の日降水量と各期間の捕捉土砂量

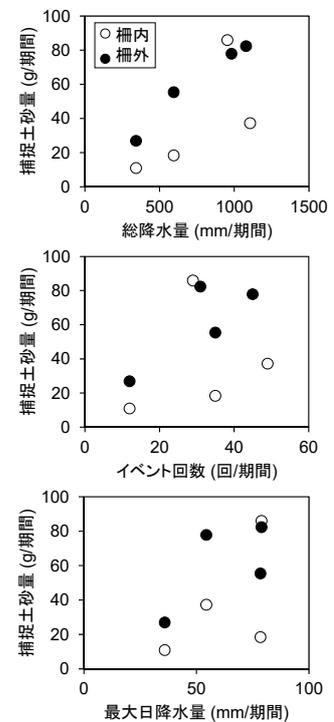


図3 降水指標と捕捉土砂量

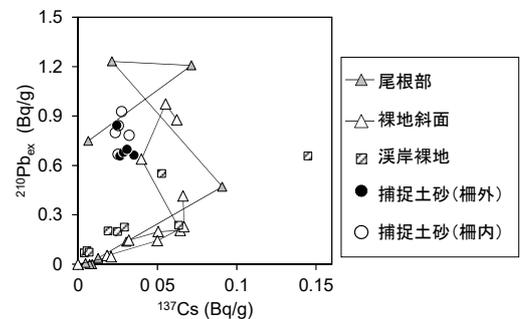


図4 捕捉土砂と生産源土壌に含まれる放射性同位体濃度