

東京農工大学 国際環境農学専攻 ○平岡真合乃・五味高志  
金岡慎也・ワンジゲムド  
神奈川県 自然環境保全センター 内山佳美

## 1. 背景

急峻な山地斜面において、植生やリターなどの地表面被覆は水や土砂の流出を抑制するために重要である。近年、日本各地の人工林においてシカの個体数増加による、地表面被覆の消失にともなう水・土砂流出が危惧されている(石川, 2008)。従来の研究では、プロットにおける定期的なサンプル回収により数週間から数年単位で土壌侵食量が観測されてきた(例えば, 初ほか, 2008 ; Miura *et al.*, 2002)。しかし、土壌侵食には、降雨、地形、植生やリターなど時間変動する要因が影響しており(Miura *et al.*, 2002)、地表面被覆の供給時期を把握する上では、日単位の変化などの時間分解能の細かい観測が必要であると考えられる。そこで、本研究では、インターバルカメラを用いて斜面の地表面被覆の変動を日単位で把握する手法を提案することとした。ここでは、気象条件などから変動要因を明らかにするとともに、地表面被覆と流出土砂量との関係を検討した。

## 2. 方法

### 2.1 対象地域

研究対象地域は神奈川県清川村煤ヶ谷の大洞沢支流の2流域(流域No.3 : 7.0 ha, 流域No.4 : 4.6 ha)とした(図1)。アメダス丹沢湖における年平均気温は11°Cで、年平均降水量は2189 mmである。基岩は風化した堆積岩で、流域内の平均傾斜は36°であるが、河道沿いには40°以上の斜面が分布している。土壌は火山灰(関東ローム)の影響を強く受けている。流域内には、スギやヒノキの人工林と落葉性の広葉樹林がモザイク状に分布している。地表面被覆状態については、尾根部から斜面中腹にはシカの不嗜好性種であるマツカゼソウ(*Boenninghausenia japonica*)などが優占しているが、林床植生は乏しく、裸地化している林床には、落葉落枝によるリターがみられる。流域面積に対する裸地化している林床の割合は、流域No.3で18%、No.4で6%である。

### 2.2 現地観測

地表面被覆を観測するために、流域No.3とNo.4内の被覆状態の異なる斜面に、固定プロット(50 x 50 cm)を合計14か所設置した(図-1)。プロット全体の撮影を行うため、対象プロットの斜面下方の地表面からおおよそ1.5 mの高さにインターバルカメラ(GardenWatchCam, Brinno Co Ltd., U.S.A.)を設置した(写真-1)。カメラは斜面と平行になるように設置し、撮影時のゆがみが最小になるようにした。このカメラは5分~24時間の撮影間隔でインターバル撮影が可能で、撮影日時は自動書き込みされ、AVI形式の動画としてUSBメモリに保存される。観測期間は2011年8月28日~12月13日とし、一日一回正午12時に写真撮影を行った。写真はAdobe Photoshopを用いた画像解析により、林床植生、リターを計測し、その合計値である林床合計被覆率(%)を算出した(初ほか, 2010)。

流出土砂を観測するために、斜面開放プロットを各流域に2か所ずつ設置し(図-1)、任意の期間に捕捉された土砂を回収した。土砂サンプルは、実験室で25.0 mm, 10.0 mm, 4.0 mm, 2.0 mm, 1.0 mm, 0.6 mmのふるいを用いて篩別し、雨滴に対する受食性の観点から(Miura *et al.*, 2002)、2.0 mm以下のサンプルを解析対象とした。流域の尾根部に気象ステーションを設置し(図-1)、降雨量と風速、気温を測定した。

## 3. 結果・考察

### 3.1 林床合計被覆率の時系列変化

各プロットの林床合計被覆率は、夏期~冬期にかけて増加傾向を示した地点と、減少傾向を示した地点があっ

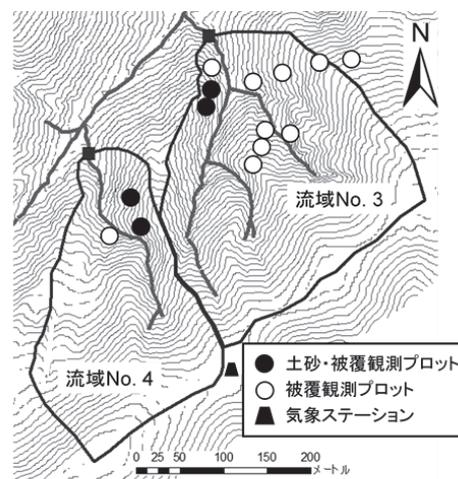


図-1 固定プロットの設置地点



写真-1 固定プロットにおける  
インターバルカメラの設置状況

た(図-2)。増加傾向を示した地点では、8月下旬に10%程度だった被覆率が、11月以降は25%から60%程度まで増加した。特に、日平均気温が10°C以下になると、リター被覆が増加する傾向がみられた。広葉樹の落葉日は樹種によって異なるものの、既往研究では寒さの積算雨量などから、平均で11月中旬であることが報告されている(藤本, 2008)。したがって、地表面被覆の増加は、同期間に樹冠から供給される落葉が増加し、斜面に定着したためと考えられた。一方で、減少傾向を示した地点では、観測開始時に林床植生による被覆面積が大きく、11月中旬ごろから低温による植生の枯死が、撮影された写真から確認された。以上のことから、インターバルカメラによって林床植生やリターの日変動を観測することで、植物の落葉や枯死などのプロセスを考慮した地表面被覆の変動を把握できた。

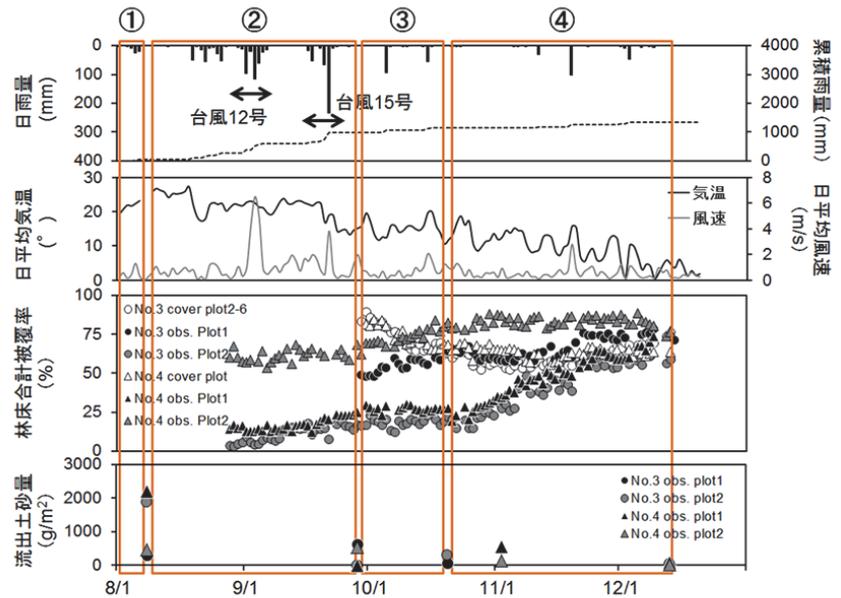


図-2 観測期間の降雨量と気温、風速、林床合計被覆率、流出土砂量

### 3.2 林床合計被覆率と流出土砂量との関係

土砂プロットの流出土砂量は、0.0~2.2 kg/m<sup>2</sup>であり、各期間における地点間のばらつきは小さかった(図-2)。土壤侵食量は降雨指標との関係があると考えられるが、観測期間中に台風などの大規模な降雨イベントがあったにもかかわらず、流出土砂量と降雨指標との間に傾向はみられなかった。これは、観測期間が一定でなかったこと、斜面の土壌層の厚さの差異、さらには、流出土砂中に巨礫が1つでも含まれる場合はパターンが変わることによる可能性が考えられた。流出土砂量の回収までの期間(①~④; 図-2)に変化した林床合計被覆率(=回収日の被覆率-前回の回収日の翌日の被覆率)を求め、その変化量を初ほか(2010)による回帰モデルに当てはめ、雨量1mm当たりの土壤侵食量を算出した。流出土砂量の推定値は、実測値に対して過大に評価される傾向がみられた(図-3)。また、本対象地では、冬期に積雪があり(写真-1)、撮影写真によって融雪にともなう地表面被覆および土砂の移動が確認されている。凍結融解作用は斜面における土砂生産に影響を及ぼすことから(堤ほか, 2005)、凍結融解を含む土砂移動プロセスなどについても把握できる有効な手法となる可能性が示された。

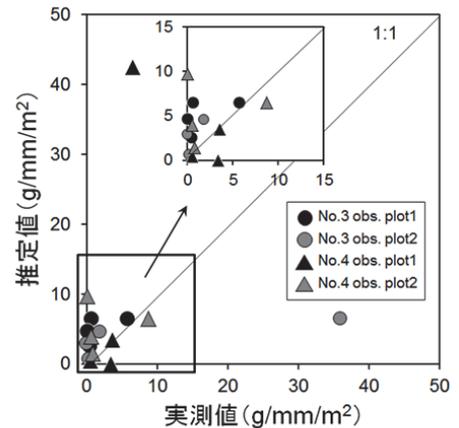


図-3 流出土砂量の実測値と推定値

## 4. まとめ

インターバルカメラを用いて地表面被覆の日変動を観測することで、土壤侵食の発生しやすい裸地の動態や、植生フェノロジーに基づく被覆変動を詳細に把握できると考えられた。また、林床合計被覆率の時系列変化と初ほか(2010)が示す回帰モデル式から、雨量1mm当たりの侵食量の算出も可能となった。したがって、斜面からの土砂流出のモニタリングや、流域スケールの土砂動態の把握に対して有用な手法となる可能性が高い。ただし、実測値と計算値の整合性を確かめるためには、流出土砂量についても同様の時間間隔で計測する必要があると考えられる。

### 引用文献

初磊・石川芳治・白木克繁・若原妙子・内山佳美(2010) 日本森林学会誌, Vol. 92, No. 5, p.261-268

藤本征司(2008) 保全生態学研究 Vol. 13, No. 1, p.75-87

石川芳治(2008) 森林科学 Vol. 53, p.48-52

Miura S., Hirai K., Yamada T. (2002) Journal of Forest Research Vol. 7, No. 4, p.201-211

堤大三・藤田正治・伊藤元洋・澤田豊明・小杉賢一郎・水山高久(2005) 土木学会第60回年次学術講演会 2-079, p.157-158