

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 6 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580199

研究課題名(和文) 林床合計被覆率の季節変化が流域の水流出および浮遊土砂流出に与える影響

研究課題名(英文) Influence of Seasonal Change of Forest Floor Cover Percentage on Water Discharge and Suspended Load from Watershed

研究代表者

石川 芳治 (ISHIKAWA, Yoshiharu)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：70285245

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：シカの採食により林床植生が衰退している丹沢堂平地区の斜面および溪流において土壌侵食量、地表流流出量、林床合計被覆率、降雨量、流量、濁度等を測定した。その結果 林床合計被覆率の季節変化が地表流流出量、土壌侵食量に及ぼす機構および影響を明らかにすることができた。斜面におけるプロットスケールから流域スケールにおける、土壌侵食量と浮遊土砂量の関係、および地表流流出量と溪流における流量の関係を明らかにすることができた。シカの食圧による林床植生の衰退とそれに伴う林床合計被覆率の変化が流域の流量、浮遊土砂流出量の季節変化および年変化に与える影響を推定する手法を提示することができた。

研究成果の概要(英文)： Soil erosion rate, overland flow, forest floor cover percentage, throughfall, water discharge, turbidity, etc. were monitored on the forest slope and watersheds with an understory impoverished by the feeding of deer in Doudaira, Tanazawa Mountains. Following results were obtained. (1) The mechanism and influence of seasonal change of forest floor cover percentage on overland flow and soil erosion rate were clarified. (2) The relationship between erosion rate and suspended load, and the relationship between overland flow and water discharge in the streams were clarified. (3) The estimation methods for influence of decrease in understory by the feeding of deer and change in forest cover percentage on the seasonal change and annual change in water discharge and suspended load were proposed.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林圏科学・森林科学

キーワード：水資源涵養 土壌侵食 林床合計被覆率 シカ 林床植生 浮遊土砂 セシウム 電気伝導度

1. 研究開始当初の背景

神奈川県丹沢山地の堂平地区ではシカの採食により林床植生が衰退しており、このため山腹斜面ではリターの流亡が激しく、林床上でのリター堆積量は減少している。一方で毎年秋には上層木であるブナ林により多量のリターが供給されている。リター堆積量と土壌侵食量の関係について、多数の研究(三原, 1951; 川口・滝口, 1957; 村井ら, 1973, 1975, 1991; 服部ら, 1992)があるが、林床植生と堆積リター量を一体として論じた研究(Miura et al., 2002; Miyata et al., 2009)は少ない。若原ら(2008) 初ら(2010)は堂平における現地観測調査結果から丹沢堂平地区における被度小のプロット(C3プロット)では夏期(7~9月)は春期(4~6月)、秋期(10~11月)に比べてリター堆積量が減少するため、単位雨量当たりの土壌侵食量は増加していることを指摘している。また、初ら(2010)は17個の土壌侵食調査プロットについて、2006年~2008年の3年間の4月~11月の毎月1回の土壌侵食量観測結果と、同時に撮影した写真を用いて林床合計被覆率(林床植生被覆率+リター被覆率)を測定した。その結果、雨量1mm当たりの土壌侵食量(E)と林床合計被覆率(F)には指数関数 $E=65 \text{EXP}(-0.0615 \times F)$ で表わされる高い負の相関があることを示した。

She et al. (2007)は松と常緑広葉樹または松と落葉広葉樹の混交林における堆積リターの保水能力について測定した結果、リター層は森林土壌による水分の吸収を妨げるのではなく、むしろ強力な保水能力を持っている(She et al., 2007)。さらに、森林土壌の保水能力は堆積リター量の増加に伴い増大する(She et al., 2007)ことを指摘している。つまり、森林の水資源涵養機能評価においてリター保水能力の評価が重要であると考えられる。村井(1970)や佐藤ら(1999)はリター遮断量について取り上げているが、どちらも実験室内で散水実験や浸水実験を行なうことによってリターの最大保水量を求めており、実際の林内におけるリター遮断量は明らかにされていない。また、リターの保水能力はリターの量とリターの質により影響を受けると考えられるが、リターの量はリターの移動や分解による減少によって、リターの質は分解による変質によって経時変化(季節変化)すると考えられる。

2. 研究の目的

神奈川県丹沢山地の堂平地区ではシカの食害により林床植生が衰退してブナ林内の林床合計被覆率(林床植生被覆率+リター被覆率)が低下しており、このため斜面では激しい土壌侵食が発生して、豪雨時には溪流において濁水が流下している。さらに、地表面上での堆積リターの減少は地表流流出量や流域からの水流出にも影響を与えていると考えられる。

本研究では林床合計被覆率の季節変化が

山腹斜面における地表流流出・土壌侵食量および下流域の水流出および浮遊土砂量に与える影響を明らかにし、林床植生および堆積リターの水資源涵養機能、土砂流出軽減機能を明らかにすることを目的とする。さらに、林床合計被覆率から下流の渓流における水流出や浮遊土砂流出量を予測する手法を提示する。

3. 研究の方法

調査対象地はシカによる食害で林床植生の衰退が激しい神奈川県丹沢中津川支川塩水川流域である。塩水川上流域の堂平地区(標高約1,200m)の斜面において土壌侵食調査プロット(幅2m×長さ5m)を10個設置して、林床合計被覆率、土壌侵食量、リター流出量、地表流流出量、降雨量を測定した。また、堂平地区を含む堂平沢(流域面積1.41km²)およびワサビ沢(流域面積0.91km²)において水位、流量、浮遊土砂量、電気伝導度(EC)を測定した。さらに、斜面、渓岸、渓床の表土および溪流を流下した浮遊土砂のセシウム137・134の濃度を測定した。

4. 研究成果

(1) 斜面における土壌侵食機構と侵食量および季節変化

降雨に関する3要因(降雨量, 降雨係数, 地表流流出量)と土壌侵食量(雨滴侵食量+布状侵食量), 雨滴侵食量, 布状侵食量との関係について解析した結果, 土壌侵食量は地表流流出量と最も相関が高く, 次に降雨量が高くなった(図-1)。なお, 雨滴侵食量については3要因の中で降雨係数と最も相関が高くなっていった(図-2)。これまでの研究で, 土壌侵食量と相関が高いと報告されてきた降雨係数との相関は最も低くなった。この理由としては, 土壌侵食量のうち布状侵食量によるものが約8割を占め(図-3), 布状侵食量と相関が高い地表流流出量や降雨量が降雨係数よりも土壌侵食量に大きな影響を及ぼしていると考えられた。地表流流出率は林

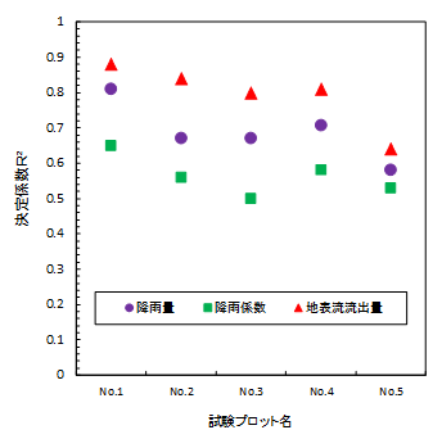


図-1 土壌侵食量(雨滴侵食量+布状侵食量)から得られた最大30分間の降雨に関する3要因の決定係数R²

床合計被覆率の変化の影響を受けて季節変化をする(図-4)。このため降雨量 1mm 当たりの布状侵食量に関しては、夏期(7~9月)では春期(4~6月)および秋期(10~11月)

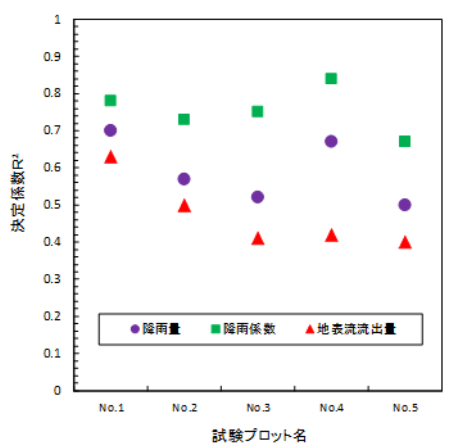


図-2 雨滴侵食量から得られた最大30分間の降雨に関する3要因の決定係数R²

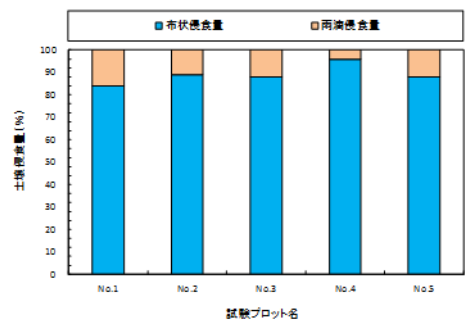


図-3 各試験プロットにおける雨滴侵食量と布状侵食量の割合

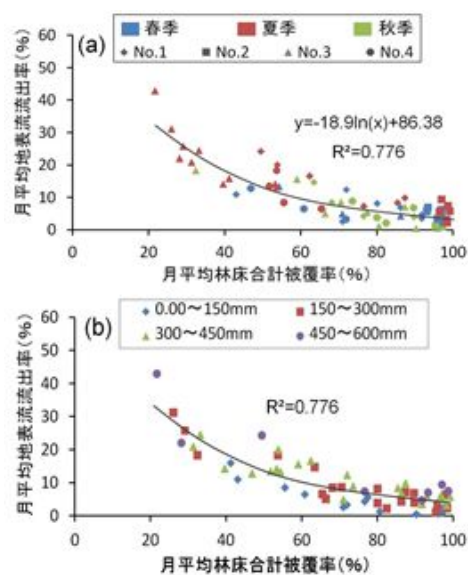


図-4 各試験プロットの季節別と期間雨量別の月平均林床合計被覆率と月平均地表流出率の関係

に比べてやや大きくなり、季節による侵食量の変化が認められた。一方、降雨量 1mm 当たりの雨滴侵食量に関しては明確な季節変化が認められなかった(図-5)。

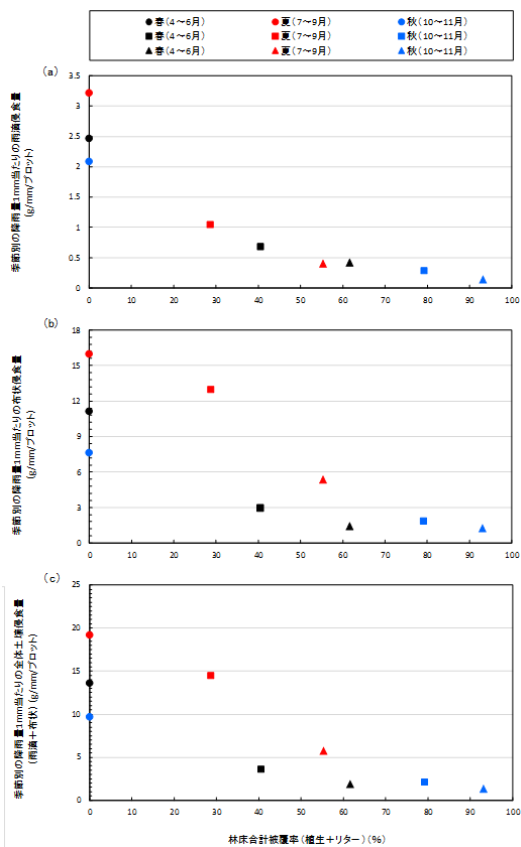


図-5 各試験プロットの季節別の林床合計被覆率と季節別の降雨量 1 mm 当たりの雨滴侵食量、布状侵食量、全体土壌侵食量(雨滴侵食量+布状侵食量)

(2) 斜面プロットスケールと流域スケールにおける土壌侵食量と浮遊土砂量および流量の関係

斜面に設置されたプロット(幅 2m×長さ 5m)における土壌侵食量と堂平沢およびワサビ沢における浮遊土砂量の季節別の関係を図-6、図-7に示す。土壌侵食量と浮遊土砂量にはある程度の正の相関が認められる。また、図-8には2013年9月15~16日における堂平沢における電気伝導率(EC)、流量、濁度の関係を示す。降雨前の渓流水のECと地表流のECから、洪水時の地表流の割合を算出した。その結果、洪水中にも地表流の割合が約50%を占めており、渓流の濁度(浮遊土砂量)に大きな影響を与えていることが分かった。堂平地区の斜面の表層土、下流のワサビ沢・堂平沢における溪岸・溪床および浮遊土砂のセシウム 137 およびセシウム 134 の濃度を、2012~2013年に測定した。測定結果では浮遊土砂のセシウム濃度は斜面の表層土と

溪岸・溪床の土砂のセシウム濃度の中間の値を示しており、森林斜面における侵食土砂が溪流の浮遊土砂の中で大きな割合を占めていることが分かった。

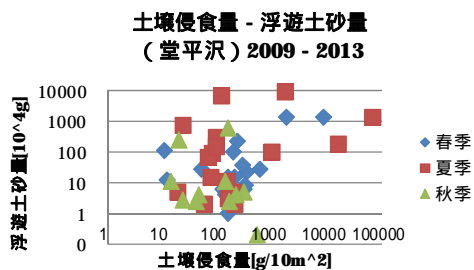


図-6 斜面プロットにおける土壌侵食量と堂平沢における浮遊土砂量の季節別の関係

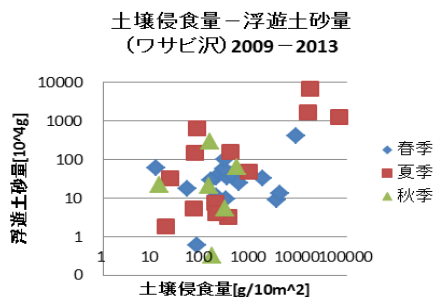


図-7 斜面プロットにおける土壌侵食量とワサビ沢における浮遊土砂量の季節別の関係

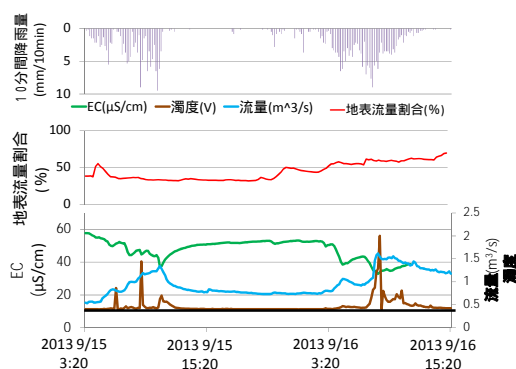


図-8 2013年9月15～16日における堂平沢における電気伝導度（EC）、流量、濁度の関係

(3)まとめ

丹沢堂平地区で発生している土と水の流出に関する現象をまとめると図-9のようになる。シカの食害による林床植生の衰退が林

床合計被覆率の減少を招き、林床合計被覆率の減少が地表流流出率の増加を引き起こし、そのことが土壌侵食量、中でも布状侵食量の増加を発生させている。林床植生被覆率および林床リター被覆率は季節変化を示すため、これが地表流流出率、土壌侵食量の季節変化を引き起こしている。斜面における侵食土砂および地表流は溪流に流入して、溪流の浮遊土砂量および流量に影響を与えている。以上の成果は、山地流域の水資源管理、土砂管理、森林管理、シカ保護管理に利用することが可能である。

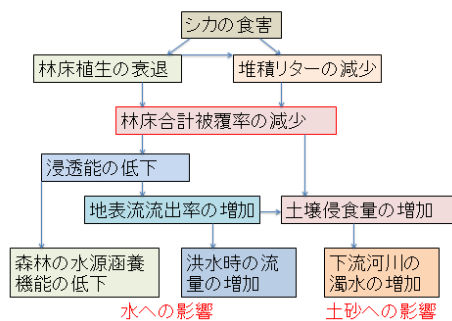


図-9 丹沢堂平地区におけるシカの食害が斜面と溪流における水と土の流出に与える影響

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

畢力格図、石川芳治、白木克繁、若原妙子、海虎、内山佳美、丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地における降雨量、降雨係数及び地表流流出量と土壌侵食量との関係、日本森林学会誌、査読有、95巻3、2013、163-172

海虎、石川芳治、白木克繁、若原妙子、ブリゲト、内山佳美、ブナ林における林床合計被覆率の変化が地表流流出率に与える影響、日本森林学会誌、査読有、94巻4、2012、167-174

〔学会発表〕(計14件)

若原妙子、石川芳治、白木克繁、内山佳美、丹沢山地における壮齢ブナ林の樹冠通過雨量、樹幹流下量および風速、日本森林学会、2014年3月29日、大宮ソニックシティ

飯野貴美子、石川芳治、白木克繁、若原妙子、ブナ林斜面におけるプロットスケールでのリター流出量に影響を与える要因、日本森林学会、2014年3月29日、大宮ソニックシティ

畢力格図、石川芳治、白木克繁、若原妙子、海虎、内山佳美、丹沢堂平地区の林床植生衰退地における地表流流出量による掃流力と布状侵食量との関係、砂防

学会、2013年5月30日、静岡市民文化会館

若原妙子、小泉暁、石川芳治、白木克繁、内山佳美、東丹沢堂平地区のブナ林における放射性同位体を用いた土壌侵食量の推定、砂防学会、2013年5月29日、静岡市民文化会館

飯野貴美子、石川芳治、白木克繁、若原妙子、内山佳美、丹沢堂平地区におけるプロットスケールでのリター流出量と土壌侵食量、砂防学会、2013年5月29日、静岡市民文化会館

海虎、石川芳治、白木克繁、若原妙子、畢力格図、内山佳美、丹沢堂平地区のブナ林斜面における地表流の流出機構、砂防学会、2013年5月29日、静岡市民文化会館

ブリゲト、石川芳治、白木克繁、若原妙子、海虎、内山佳美、丹沢堂平地区の林床植生衰退地における季節別の土壌侵食量と降雨との関係、日本森林学会、2013年3月27日、岩手大学

飯野貴美子、石川芳治、白木克繁、若原妙子、内山佳美、丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地の斜面におけるリターの移動要因、日本森林学会、2013年3月27日、岩手大学

ブリゲト、石川芳治、白木克繁、若原妙子、海虎、内山佳美、丹沢堂平地区の林床植生衰退地における布状侵食と雨滴侵食の実態、砂防学会、2012年5月23日、高知市三翠園

若原妙子、石川芳治、白木克繁、内山佳美、東丹沢堂平地区のブナ林における開空度、照度および植生被覆、砂防学会、2012年5月24日、高知市三翠園

海虎、石川芳治、白木克繁、ブリゲト、内山佳美、丹沢堂平地区のブナ林斜面における林床合計被覆率が土壌吸引圧の変動に与える影響、砂防学会、2012年5月24日、高知市三翠園

海虎、石川芳治、白木克繁、畢力格図、内山佳美、丹沢堂平地区のブナ林斜面における林床合計被覆率を用いた表面流出量と土壌吸引圧の変化、日本森林学会、2012年3月27日、宇都宮大学

畢力格図、石川芳治、白木克繁、若原妙子、海虎、内山佳美、丹沢堂平地区の林床植生衰退地における土壌侵食量と地表流出量、降雨との関係、日本森林学会、2012年3月27日、宇都宮大学

飯野貴美子、石川芳治、白木克繁、若原妙子、内山佳美、丹沢堂平地区におけるリターの移動形態とその要因について、日本森林学会、2012年3月27日、宇都宮大学

〔図書〕(計1件)

木平勇吉他編集、(株)日本林業調査会、丹沢の自然再生、2012、612

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石川 芳治 (ISHIKAWA, Yoshiharu)

東京農工大学・大学院農学研究院・教授

研究者番号：70285245