

ブナ林の林床植生衰退地におけるリター堆積量と土壤侵食量の季節変化 —一丹沢山地堂平地区のシカによる影響—

若原 妙子^{*1}・石川 芳治²・白木 克繁²・戸田 浩人²
宮 貴大³・片岡 史子³・鈴木 雅一⁴・内山 佳美⁵

若原妙子・石川芳治・白木克繁・戸田浩人・宮 貴大・片岡史子・鈴木雅一・内山佳美：ブナ林の林床植生衰退地におけるリター堆積量と土壤侵食量の季節変化—一丹沢山地堂平地区のシカによる影響— 日林誌 90:378~385, 2008 神奈川県東丹沢の堂平地区では、ニホンジカ (*Cervus nippon*) の採食の影響でブナ林の林床植生が衰退し、土壤侵食が山腹斜面で広範囲に進行している。林床植生被度の異なる3個の試験区画を設置し、2004年7月から2006年12月まで土壤侵食量等を現地にて測定した。その結果、林床植生被度が小さいほどリター堆積量は少なく、土壤侵食量は増大し、林床植生被面積率約1%の試験区画(被度小)の土壤侵食深は年間数mmにも達した。調査対象地ではブナ林のリターが林床に供給・堆積するが、リターは地表流や風で斜面下方に移動するとともに、分解で減少し堆積量は季節変化する。そのため被度小では、リター堆積量の少ない夏期(7~9月)は堆積量の多い春期(4~6月)・秋期(10~11月)に比べ雨水の表土層への浸透率が低下して地表流の流出率が増加し、降雨量が同一でも土壤侵食量は増大した。夏期は降雨量が多く、土壤侵食の大半は夏期に生じることが明らかとなった。

キーワード：シカ採食圧、土壤侵食、ブナ林、リター、林床植生

T. Wakahara, Y. Ishikawa, K. Shiraki, H. Toda, T. Miya, F. Kataoka, M. Suzuki, and Y. Uchiyama: **Seasonal Changes in the Amount of Litter Layer and Soil Erosion in the Forest Floor: An Impoverished Understory by Deer Impact at Doudaira, Tanzawa Mountains.** J. Jpn. For. Soc. 90: 378~385, 2008 Soil erosion has been progressing over a large area in Doudaira (located in East Tanzawa of Kanagawa Prefecture) due to the sika deer (*Cervus nippon*) feeding which has in turn resulted in a reduction in the understory of beech (*Fagus crenata*) forests. Three test plots which have different understory coverage were set in Doudaira and the soil erosion rate from July 2004 to December 2006 was monitored. The results revealed that if the coverage of understory is smaller, the litter depositional volume will be smaller and erosion amount increase. At the 1% coverage of understory plot erosion depth was 2~10 mm per year. At the study site, litter mostly from overstory beech tree deposited on the forest floor. However, the amount of litter is decreased partly through the processes of decomposition and partly washed away through the process of overland flow. Therefore the amount of litter changes season to season. At the 1% coverage of understory plot, in summer (Jul.~Sep.) with less litter, infiltration rate decreased and surface flow rate increased rather than in Spring (Apr.~Jun.) and Autumn (Oct.~Nov.). Even in the case of equal rainfall amounts, soil erosion progresses more in summer. It is clear that most of the soil erosion occurred in summer, because of abundant rain in this season and decrease of amount of litter.

Key words: beech (*Fagus crenata*) forests, browsing impact by sika deer (*Cervus nippon*), litter, soil erosion, understory

I. はじめに

東丹沢の堂平地区(神奈川県愛甲郡清川村)では近年、ニホンジカ(*Cervus nippon*)の増加に伴う採食の増加により林床植生であるスズタケの衰退が進行している。またこれに伴い、林床におけるリター(落葉・落枝)の堆積量も減少し、広範囲にわたる土壤侵食の進行が深刻な問題と

なっている。表層土壤の侵食は樹木の根を露出させ、樹木の生育の阻害や倒木の要因となっている。同時に表層土壤の侵食は、林床に生息する生物相に影響を与え、さらに土壤が流下する溪流の生態系にも悪影響を与えらる。流出した土壤は濁水となって水源を汚濁し、また貯水ダムに流入して堆砂を進行させダムの耐用年数の低下をひきおこす可能性がある。

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: amusel@cc.tuat.ac.jp

¹ 東京農工大学大学院連合農学研究科 (183-8509 府中市幸町 3-5-8)

United School of Agricultural and Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, 3-5-8 Saiwai-cho, Fuchu 183-8509, Japan.

² 東京農工大学大学院共生科学技術研究院 (183-8509 府中市幸町 3-5-8)

Institute of Symbiotic Science and Technology, Tokyo University of Agriculture and Technology, 3-5-8 Saiwai-cho, Fuchu 183-8509, Japan.

³ 東京農工大学大学院農学府 (183-8509 府中市幸町 3-5-8)

Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, 3-5-8 Saiwai-cho, Fuchu 183-8509, Japan.

⁴ 東京大学大学院農学生命科学研究科 (113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1)

Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan.

⁵ 神奈川県自然環境保全センター (243-0121 厚木市七沢 657)

Kanagawa Prefectural Natural Environment Conservation Center, 657 Nanasawa, Atsugi 243-0121, Japan.

(2008年2月7日受付; 2008年7月19日受理)

土壌侵食に対する林床植生およびリターの機能には、①土壌層表面を保護し、雨滴の衝撃を弱めて雨滴による侵食を抑える（荒木・阿部，2005；Miura *et al.*，2003；村井ら，1973）。また②雨滴エネルギーを抑止することで、クラスト（難透水性の土壌）の形成を妨げる（三原，1951；湯川・恩田，1995 など）、③森林土壌の発達に寄与し、透水性を良好に保つ、④土壌表面に複雑な凹凸をつくり地表流の流速を弱め、層状侵食を緩和する（北原，1998）、⑤林床植生の根は土壌を緊縛し、土壌侵食を抑える等が挙げられる。このように一般の健全な森林では林床植生やリターが多量に存在するため、土壌侵食が抑えられている。

堂平地区では、裸地における土壌侵食とは異なり、上層木としてブナ (*Fagus crenata*) 林があるため、毎年秋にはリターが多量に供給される。しかし、供給されたリターは地表流や風などによる斜面下方への運搬、微生物による分解、また一部はシカの採食などにより時間の経過とともに減少し、時期によっては地表面が露出する。上層木を有する牧地や林内放牧においても、下層植生の衰退や踏圧による土壌侵食の事例が報告されているが（竹内，1996；漆原，2006）、これらは限定された区域における牛馬や羊の高密度な過放牧が主な原因であり、牛馬や羊の放牧密度（牛：67頭/km²，羊：300～400頭/km²）に比べて丹沢堂平におけるシカの生息密度は低く（30頭前後/km²）、さらに斜面の傾斜も一般の放牧地に比べて急であるため、土壌侵食の発生機構や要因は異なると考えられる。清野（1988）や三浦（2000）がヒノキ林、スギ林などについて報告しているように林床植生およびリターの林床被覆率は季節により変化しており、リター量の増減に伴って土壌侵食量も変化していると考えられる。これまでヒノキ林、スギ林における林床植生およびリターの被覆率と土壌侵食量に関する調査はいくつか行われてきているが（清野，1988；三浦，2000）、シカの食害により林床植生が衰退したブナ林における土壌侵食量に関する調査はほとんど行われてきておらず土壌侵食量の実態について不明の点が多い。

本調査では、東丹沢の堂平地区の林床植生が衰退したブナ林において、樹冠通過雨量と土壌侵食量の関係、林床植生被度およびリター堆積量と土壌侵食量の関係を明らかにするとともに、林床植生量およびリター堆積量の季節変化が土壌侵食量の季節変化に与える影響を明らかにすることを目的とする。

II. 調査地および調査方法

1. 調査地概要

調査は神奈川県愛甲郡清川村、東丹沢の堂平地区で行った。調査位置図を図-1に示す。堂平地区は相模川流域の宮ヶ瀬ダム上流の中津川左支川である塩水川流域に位置し、地質は海成火砕岩類を主体とする新第三紀層丹沢層群である。表層は厚さ2～3mのローム（火山灰）で覆われている。調査地点の標高は約1,190mで、斜面勾配は5～33度程度である。調査箇所の植生はヤマボウシ・ブナ群集で、

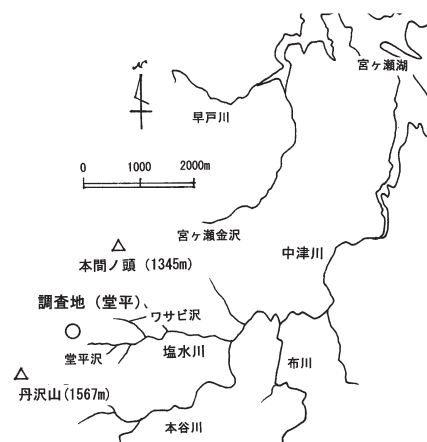


図-1. 調査位置図（神奈川県愛甲郡清川村，丹沢堂平地区）

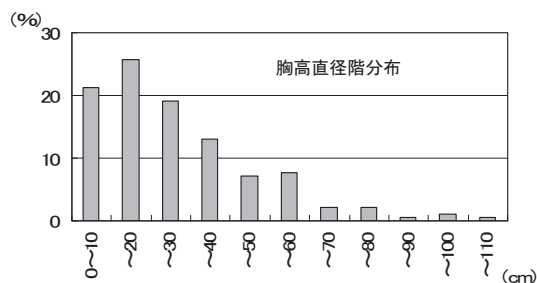


図-2. 胸高直径階分布

高さ十数mのブナが卓越している。林床植生は約30年前まではスズタケが卓越していたが、現在ではシカの採食により衰退してほとんどみられず、アザミ類等のシカの不嗜好性植物が一部で見られる。本調査地の斜面は南向き斜面で比較的日射は良好である。林内の林床植生はシカの採食圧により衰退しているが、一部ではシカによる採食を防ぐために植生保護柵が設置されている。植生保護柵は平成9年度に設置され、柵内では林床植生（モミジイチゴ *Rubus palmatus*、バライチゴ *Rubus illecebroso*、オオバノヤムグラ *Galium pseudoasprellum* など）がかなり回復している。調査箇所のブナ林の立木密度は366本/haで平均直径は26.9cmである。胸高直径階分布を図-2に示した。なお丹沢山地は昭和40年に国定公園に指定されている。

2. 調査方法

1) 土壌侵食量測定用の試験区画の設置と雨量、地表流量、土壌侵食量、リター流出量の調査

堂平地区ブナ林の林床植生の被度とリター堆積量の違いによる土壌侵食量、リター流出量および地表流の流出量の違いを検討するために、図-3に示す試験区画（2m×5m=10m²）を3箇所（No. 1, 2, 3）に設置した（図-4, 5）。No. 1, 2, 3の試験区画の斜面勾配は33度と同一であるが、林床植生の被度は異なり、No. 1は被度中（植被率約40%）（以降、被度中と呼ぶ）で、No. 2は被度大（植被率約80%）（以降、被度大と呼ぶ）でありそれぞれ植生保護柵内に設置し、No. 3の被度小（植被率約1%）（以降、被度小と呼ぶ）

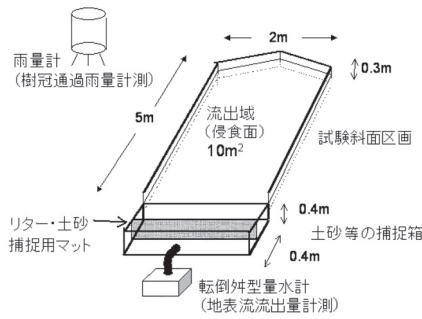
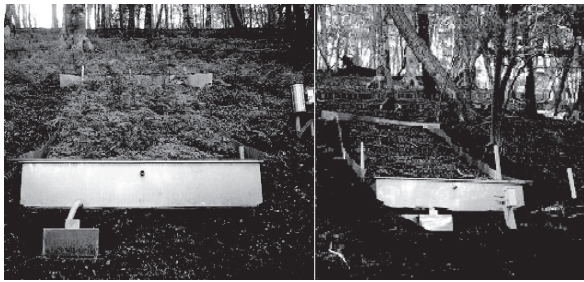


図-3. 試験区画の模式図



(a) 被度大 (b) 被度小

図-4. 試験区画

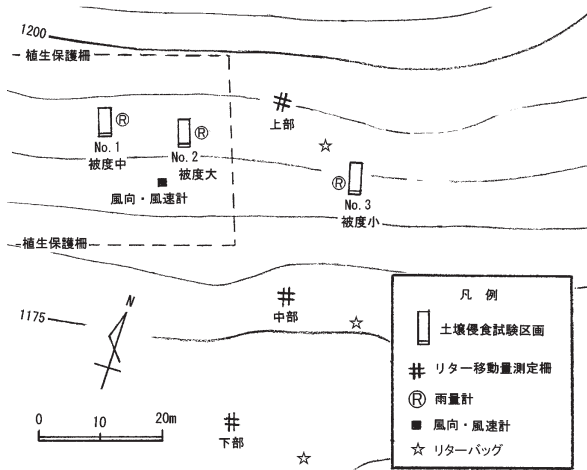


図-5. 堂平地区土壤侵食調査用施設配置図

の試験区画は植生保護柵外に設置した。被度大および被度小の様子を図-4に示す。各試験区画には樹冠通過雨量を測定するための雨量計(転倒外式, 1転倒0.5mm)を1個ずつ, また, 試験区画の下部に土砂, リター, 地表流を捕捉するためのステンレス製の捕捉箱(幅40cm, 深さ40cm, 長さ2m)を1個ずつ設置した(図-3)。捕捉箱の内部には厚さ1cmの不織布(マット)を設置して, これにより捕捉箱へ流下してきた土砂やリターの混ざった地表流を濾過し, 土砂やリターと水に分ける。濾過された水の流量は転倒外式の量水計(1転倒500mL, 試験区画(10m²)内における水高換算にして0.05mm)により測定した。樹冠通過雨量と地表流の流出量は1~2分間ごとに計測し, 樹冠通過雨量については3箇所(No. 1, 2, 3)の雨量の平均を本

調査地林内の樹冠通過雨量とした。試験区画は同一の斜面上にあり, 最も離れている被度中(No. 1)と被度小(No. 3)の試験区画でも約40m以内であり互いに近接している(図-5)。

凍結・積雪により調査が困難となる冬季を除き, 1週間から2週間の間隔で2004年7月5日~11月21日の期間に15回, 2005年3月20日~12月4日の期間に27回, 2006年3月31日~12月3日の期間に31回, 捕捉箱に堆積している土砂, リターを採取し実験室に持ち帰り, 土砂とリターを洗浄により分離した後に, それぞれの絶乾質量を計測した。また, これとは別に調査地の表層土のサンプルを採取して絶乾質量および乾燥単位体積重量を測定し土壤侵食深算出の定数を求めた。

2) リター堆積量および林床植生量調査

2005年4月から, 各試験区画の被度とほぼ同じ状態でのリター堆積量と林床植生量を測定するために, 各試験区画の付近で各試験区画内と同程度のリター堆積量および林床植生量が存在すると判断される箇所に0.5m×0.5mのコドラートを設置し, そのコドラート内のリターと林床植生をすべて採取した。採取したリターおよび林床植生は実験室に持ち帰り, 絶乾質量を測定した。本調査は2005年4月2日~11月20日に1週間から3週間ごとに計17回, 2006年4月2日~11月19日に約1カ月ごとに計8回実施した。なお, コドラートの位置は調査回ごとに少しずつ移動させた。

3) 樹冠からのリター供給量, リター移動量およびリター分解速度調査

林床におけるリター堆積量の季節変化・年間収支およびリターの移動を明らかにするため, 樹冠からのリター供給量, リターの移動量およびリターの分解速度を調査するとともに風向風速の観測を行った。樹冠からのリター供給量, リターの移動方向, リターの移動量, リターの移動の要因を明らかにするためリター移動量測定柵(図-6, 7)を調査斜面内の植生保護柵の外上部(勾配は約33°), 中部(勾配約20°), 下部(勾配約5°)に計3箇所設置した(図-5)。このリター移動量測定柵は平面的にみると五つの正方形のセルから成り, これらが上面からみて十字型に配置されている。すなわち中央のセルと斜面の最大傾斜方向(ほぼ南北方向)とこれに直角な方向(ほぼ東西方向)の計4方向に突き出したセルからなる。各セルの奥行きおよび幅は1.0mで高さは約0.9mであり, 東西南北方向に突き出したセルの開口部の幅は1.0mである。これらの4方向(東, 西, 南, 北)の開口部から風や地表流により運搬されてきたリターが流入し, セルの奥にある網(1mmメッシュ)により捕捉される。さらに, 柵の中央部セルは, 樹冠より落下してくるリターを捕捉するための1m×1mの開口部を持ったリタートラップ(網目1mmメッシュ)となっている。斜面上方向がほぼ北方向であるため, リター移動量測定柵の斜面上方向を北, 斜面下方向を南に対応させた。土壤侵食量の調査と同時に上部・中部・下部の3箇所のそれぞれのリター移動量測定柵につき, 鉛直上方からと東西南



図-6. リター移動量測定柵
 斜面下部；高さ0.9 m，開口幅1.0 m，奥行1.0 m。

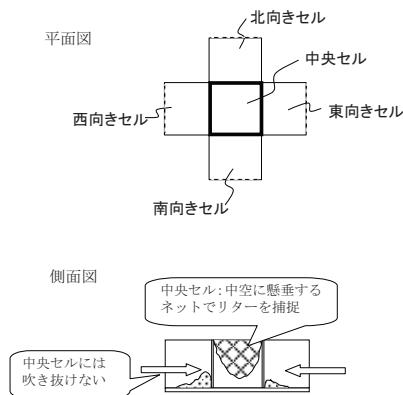


図-7. リター移動量測定柵模式図

北4方向から移動してきてリター捕捉ネットにより捕捉されたリターを採取して実験室に持ち帰り絶乾質量を測定した。斜面上部，下部における調査は1週間から2週間の間隔で2005年3月20日～12月4日の期間に27回ならびに2006年3月31日～12月3日の期間に31回，斜面中部も同様の間隔で2005年5月29日～12月4日の期間に20回ならびに2006年3月31日～12月3日の期間に31回採取を行った。風向風速計(HOBO, S-WCA-M003)は植生保護柵内の地表から高さ2 mの位置に設置し(図-5)，2005年3月20日～10月16日ならびに2006年3月31日～12月3日の期間に5分間ごとに前5分間の風向風速の平均値の測定・記録を行った。

地表面に供給されて堆積したリターが分解されてその重量が減少する速度を調査するために，2004年12月5日に大きさ25 cm×30 cm，2 mmメッシュの合成樹脂製の袋に，所定の重量(絶乾質量16.5 gに相当する)のリターを詰めてリターバッグを製作して斜面の上部・中部・下部(図-5)に各8個，計24個設置した。これらは設置後2005年4月，8月，12月に各2個ずつ(計6個)回収してリターバッグ内のリターの絶乾質量を測定した。

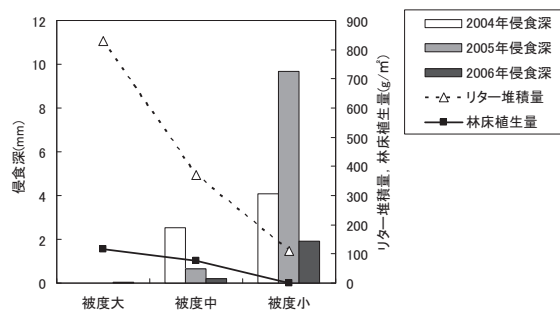


図-8. 2004～2006年の観測期間内のリター堆積量，林床植生量および林床植生被度別の土壤侵食深

III. 結果と考察

1. 樹冠通過雨量と林床植生被度別の土壤侵食量，リター流出量

観測期間内の積算樹冠通過雨量は2004年7月5日～11月21日の139日で2,344.3 mm，2005年3月20日～12月4日の259日で2,346.5 mm，2006年3月31日～12月3日の247日で2,502.0 mmであった。2004年は他の年と比べて観測期間が短い(139日)にもかかわらず，相次ぐ台風のため2,300 mmを超える降雨量が観測され，2005年，2006年と比較して降雨量が多かった。また，2005年は夏期(7～9月)に降雨量が多かったのに対して，2006年は秋期(10～11月)に降雨量が多かった。なお，2004年11月22日～2005年3月19日，2005年12月5日～2006年3月30日の期間は冬季のため積雪があり雨量観測が困難となるため樹冠通過雨量は観測しなかった。

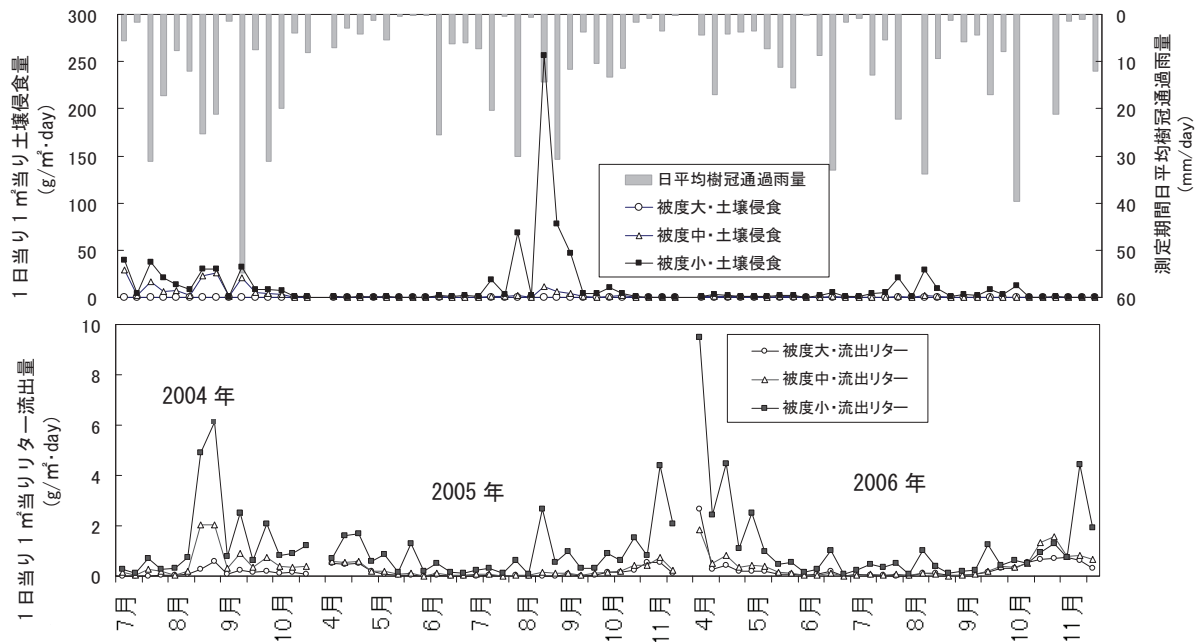
2004年，2005年，2006年の被度大，被度中，被度小それぞれの試験区画での土壤侵食深(土壤質量5,600 g=侵食深1 mmとして平均侵食深に換算)とリター堆積量および林床植生量の関係を図-8に示す。また表-1に試験区画別の年間土壤侵食深，樹冠通過雨量，8月リター堆積量，斜面傾斜，林床植生被覆および上層木胸高断面積合計を示した。リター堆積量および林床植生量は，土壤侵食量が最も増加する8月(2005年8月および2006年8月)の測定値の平均値である。林床植生の被度が小さいほど土壤侵食深は増加し，一方，林床植生被度が小さいほどリター堆積量も小さくなるのがわかる。さらに，林床植生がほとんどない被度小では2005年の土壤侵食深が約10 mm(約5.4 kg/m²/year)にも達し，被度中や被度大と比較して非常に多いことがわかる。

2004年，2005年，2006年の測定期間ごとの日平均樹冠通過雨量と被度大，被度中，被度小における1日当たり1 m²当りの土壤侵食量およびリター流出量の推移を図-9に示す。基本的には日平均樹冠通過雨量が多い期間には土壤侵食量も多いが，4～11月を通してみると，同一の雨量でも土壤侵食量は大きく異なり，7～9月には他の月に比べて同一雨量に対する土壤侵食量が多い傾向がある。一方リター流出量については，4月および11月は他の月に比べて同一

表-1. 試験区画別の土壤侵食深, 樹冠通過雨量, リター堆積量, 斜面傾斜, 林床植生被覆率および上層木胸高断面面積合計

試験区画	被度大			被度中			被度小		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
土壤侵食深 (mm/year) ¹⁾	0.002	0.01	0.04	2.54	0.65	0.22	4.08	9.68	1.93
平均樹冠通過雨量 (mm) ¹⁾	2344.3	2346.5	2502.0	2344.3	2346.5	2502.0	2344.3	2346.5	2502.0
8月リター堆積量 (g/m ²)	計測なし	1071.6	344.8	計測なし	327.6	457.2	計測なし	127.6	80.0
斜面傾斜		33°			33°			33°	
林床植生被覆率		約 80%			約 40%			約 1%	
上層木胸高断面面積合計 ²⁾		27.87(m ² /ha) (0.28%)			20.33(m ² /ha) (0.20%)			22.09(m ² /ha) (0.22%)	

¹⁾ 土壤侵食深および平均樹冠通過雨量の観測期間は、2004年では7月初～11月末、2005年および2006年では3月末～12月初である。²⁾ 上層木胸高断面面積合計は、各試験区画を中心とした100m²内に生育する樹木の胸高断面面積を測定した。

図-9. 2004～2006年の日平均樹冠通過雨量と林床植生被度別の1日当たり1m²当り土壤侵食量およびリター流出量

雨量に対するリター流出量が特に多い傾向がある。これは秋期(11月)に多量のリターが樹冠から供給されるため、秋期から春期にかけてリター堆積量が多いことによる。なお冬季の土壤侵食量およびリター流出量は捕捉箱に堆積した量をまとめて測定したが、土壤侵食量は凍結と積雪できわめてわずか(被度小では2004年12月～2005年3月で185g, 2005年12月～2006年3月で284.2g)であった。ちなみに被度小における季節別の土壤侵食量の割合を示すと2004年12月～2005年12月の期間では冬季(12～3月)で0.3%, 春期(4～6月)で1.6%, 夏期(7～9月)で94.6%, 秋期(10～11月)で3.5%であり、2005年12月～2006年12月の期間では冬季(12～3月)で2.6%, 春期(4～6月)で14.0%, 夏期(7～9月)で70.1%, 秋期(10～11月)で13.3%であった。土壤侵食量の大部分は夏期(7～9月)に発生していることがわかる。

土壤侵食量が最も多かった被度小における2004年, 2005年, 2006年の季節別(4～6月, 7～9月, 10～11月)の樹冠通過雨量(測定期間日平均雨量, 最大24時間雨量, 最大10分間雨量)と1日当たり1m²当りの土壤侵食量の関係を

図-10に示す。土壤侵食量がきわめて少ないことから測定期間日平均樹冠通過雨量では1mm以下の降雨を, 最大24時間樹冠通過雨量では5mm以下の降雨を省略した。また最大10分間樹冠通過雨量では0.2mm以下の降雨を省略した。

土壤侵食量と測定期間日平均樹冠通過雨量, 最大24時間樹冠通過雨量および最大10分間樹冠通過雨量の間にはある程度の相関は認められるが4～11月を通してみるとそれらの相関は低い。一方, 季節別にそれらの関係を分析すると測定期間日平均樹冠通過雨量および最大24時間樹冠通過雨量では相関は高くなる。さらに季節別にみると, 夏期(7～9月)における土壤侵食量は春期(4～6月)および秋期(10～11月)よりも大きく, 季節により同一降雨に対する土壤侵食量は変化している。なお降雨1mm当りの土壤侵食量について春期と夏期, 夏期と秋期, 春期と秋期の季節間ごとにF検定, t検定を行ったところ, 測定期間日平均樹冠通過雨量, 最大24時間樹冠通過雨量および最大10分間樹冠通過雨量の全てについて春期と夏期, および夏期と秋期では $p < 0.05$ となり有意な差がみられた。

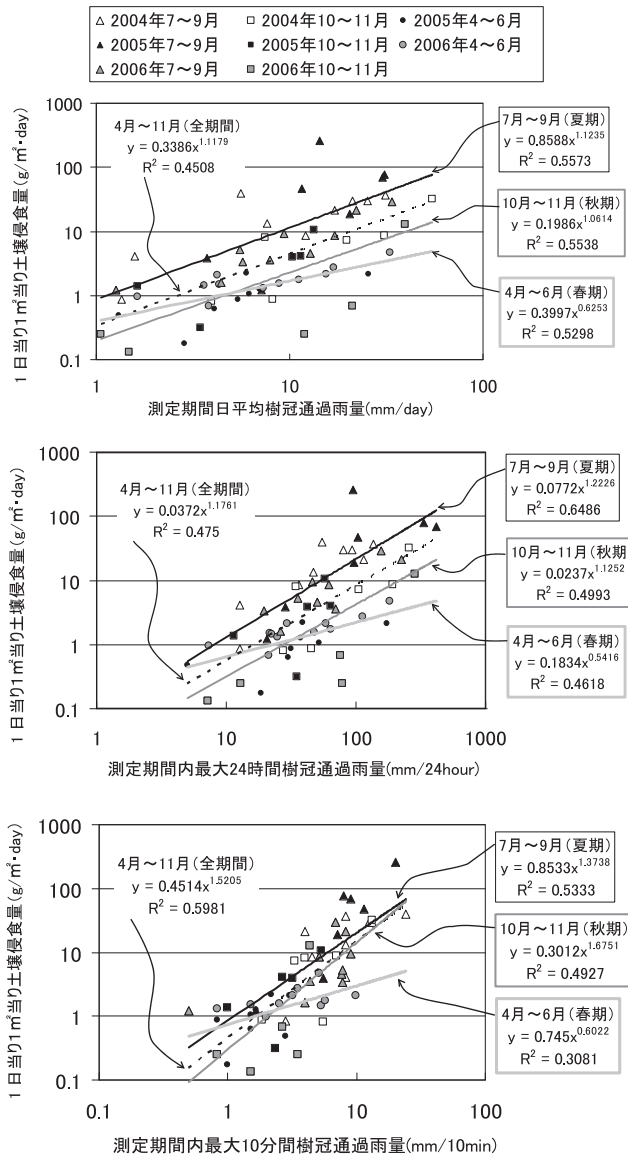


図-10. 被度小における樹冠通過雨量の測定期間日平均 (a), 最大24時間樹冠通過雨量 (b), 最大10分間樹冠通過雨量 (c) と1日当たり1m²当り土壌侵食量

2. リター堆積量, 林床植生量と単位降雨当りの土壌侵食量

2005年~2006年測定期間ごとの各区における樹冠通過雨量1mm当り1日当り1m²当りの土壌侵食量および地表流出率, リター堆積量, 林床植生量の変化を図-11に示す。なお被度大・中・小の試験区画の付近で, 類似的林床植生およびリター堆積量のある地点の表層土の深さ0~4cmの試料を用いた飽和透水係数の値を図-12に示す。また被度大・中・小の試験区画の付近で, 類似的林床植生およびリター堆積量のある地点において冠水型浸透計を用いて測定した浸透能を図-12に示す。調査地の飽和透水係数および浸透能は比較的大きな値を示した。被度小の箇所では, 林床植生量がきわめてわずかであるので林床植生によ

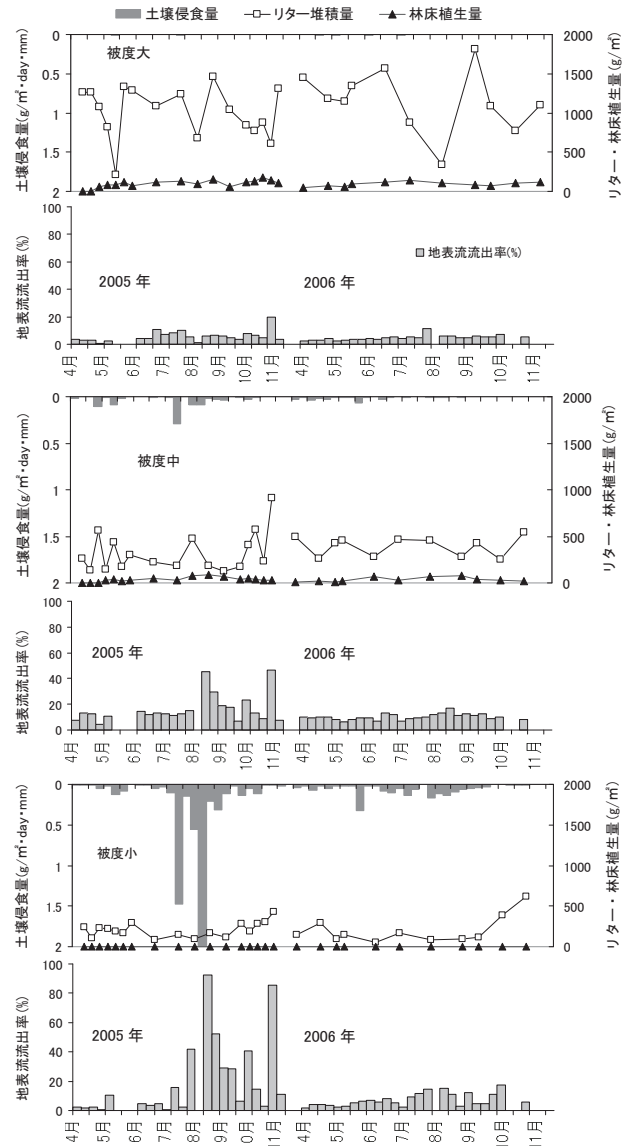


図-11. 被度別樹冠通過雨量1mm当り1日当り1m²当りの土壌侵食量および地表流出率, リター堆積量, 林床植生量

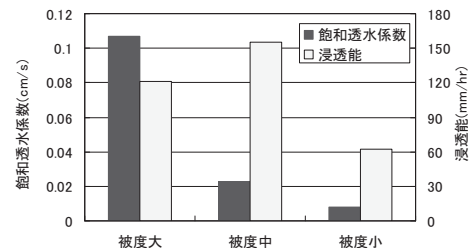


図-12. 試験区画の飽和透水係数および浸透能

る土壌侵食の抑制効果はほとんどないと考えられ, 図-11よりリター堆積量が最も少なくなる夏期(7~9月)に単位雨量当りの土壌侵食量, 地表流出率が最も大きくなり, リター堆積量の増減が単位雨量当りの土壌侵食量に大きく

影響していると考えられる。一方、被度大では単位雨量当りの土壌侵食量はほぼゼロで、被度中における侵食量もきわめて少ない。被度大のリター堆積量は林床植生量の数倍～数十倍で、リターによる土壌侵食量抑制が大きいと考えられる。

3. リターの下方移動量と風・雨の関係および斜面でのリター移動量

斜面上部、中部、下部に設置したリター移動量測定柵において、2005年および2006年の測定期間を4～5月、6～9月、10～11月の3時期に分類し、斜面上方から下方へ移動したリター量（以下、リター下方移動量と呼ぶ）と斜面を上から下へ吹き降ろす風の測定期間毎の積算風速の相関を解析した（表-2）。また、3時期のリター下方移動量と測定期間ごとの積算樹冠通過雨量の相関を解析した。表-2を概括すると、リターを下方へ移動させる要因である降雨と風の影響は季節によって異なり、4～5月（春期）では降雨よりも風の影響が強く、6～9月（夏期）では雨の影響がやや強く、10～11月（秋期）ではどちらの影響もはっきりしなかった。

斜面上部、中部、下部のリター移動量測定柵における、

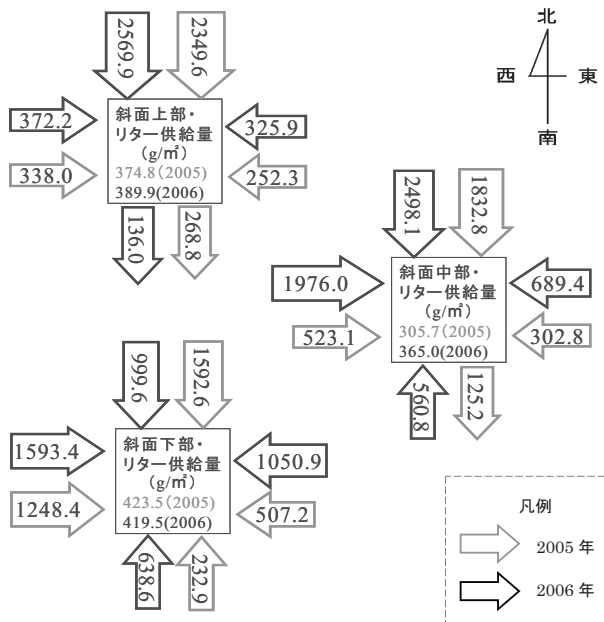


図-13. 斜面上部・中部・下部に設置したリター移動量測定柵によるリター移動量測定結果

東西方向、斜面下方向、上方向の2005年、2006年における総リター移動量およびリタートラップによるリター供給量の測定結果を図-13に示す。東西南北セルのリター移動量は、それぞれの東西南北セル（1m²）でのリター堆積量（捕捉量）から中央セル（1m²）のリター堆積量（供給量）を差し引いた値（吹き寄せられた量）を示す。なお、南向きセルで外向きの矢印になっているのは南向きセル（1m²）から下方へ流出したリターの量を示す。1年間では約400g/m²のリターが上層木から供給されており、斜面上部、中部、下部において多量のリターが斜面下方向へ移動していることがわかる。勾配が急な斜面上部、中部では斜面横方向のリター移動量は斜面下方移動量に比べて少ないが、勾配の緩い斜面下部では斜面横方向のリター移動量は斜面下方移動量に匹敵するほど多いことがわかる。このことから樹冠から供給されたリターは降雨に伴う地表流や風により斜面上方から下方あるいは横方向へと多量に移動しており、特に急勾配の斜面ではリターの流下による消失が激しいことがわかる。

4. リターの供給量と分解速度

斜面上部、中部、下部に設置した3個のリター移動量測定柵により測定した2005年4月2日～12月4日および2006年3月31日～12月3日の測定期間ごとのリター供給

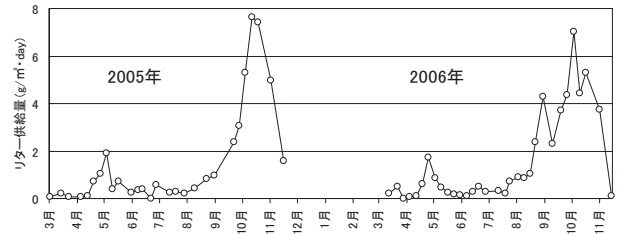


図-14. 樹冠からのリター供給量（1日当り1m²当りの絶乾質量）の変化

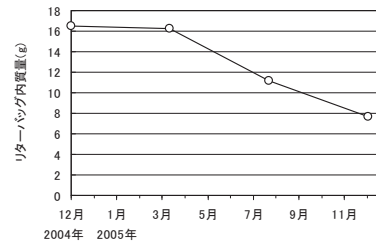


図-15. リターバッグ内のリター質量の変化

表-2. 2005, 2006年の北向きセルにおけるリター下方移動量（流下量）と期間積算風速および期間積算樹冠通過雨量との関係

	2005年			2006年		
	4～5月	6～9月	10～11月	4～5月	6～9月	10～11月
風	斜面上	○	×	△	×	△
	斜面中	—	×	×	×	△
	斜面下	○	×	△	×	△
雨	斜面上	△	○	×	△	△
	斜面中	—	×	×	×	△
	斜面下	○	△	×	×	△
影響度の比較	風>雨	風<雨	風>雨	風>雨	風<雨	—

各決定係数（R²）により4段階に評価した（○, R² ≥ 0.8; ○, 0.8 > R² ≥ 0.6; △, 0.6 > R² ≥ 0.4; ×, 0.4 > R² あるいはデータ数が少ない）。

量の日平均値を図-14に示す。また、2005年に測定したリターバッグによるリター質量の変化を図-15に示す。リターバッグの設置地点の湿潤状態や日射等によって、またリターの種類や袋の網目の大きさによっても分解の速度が異なると考えるが、本調査ではリターの質量は4~12月でほぼ直線的に減少しており、この期間内では1日当り平均約0.22%の質量が減少した。なお、片桐ら(1970)および堤(1981)が行った広葉樹のリター分解に関する研究では、1日当りのリター質量の減少は0.23%である。

IV. 結 論

丹沢山地堂平地区のシカ食害による林床植生衰退地に設置した林床植生被度の異なる3個の試験区画において2004年7月~2006年12月の間、樹冠通過雨量、土壤侵食量、リター流出量、林床植生量、リター堆積量、リター移動量、地表流量等を観測した。その結果、林床植生の被度が小さいほど土壤侵食量は大きく、被度小(林床植生被覆率約1%)では1年間で深さ約2~10mmの土壤が侵食されていることがわかった。さらに年間を通してみると林床植生量が少ない箇所ほどリター堆積量も少なく、これらが土壤侵食量の増大に大きな影響を与えていることがわかった。また林床植生量がわずかな被度小ではリター堆積量の季節変化に伴って地表流の流出率、単位雨量当りの土壤侵食量も変化し、リター堆積量の減少と、雨量の増加が相まって夏期(7~9月)には年間の土壤侵食量の約70~95%が発生していることがわかった。このことから、夏期(7~9月)に降雨量が多かった2004年、2005年では土壤侵食量は大きくなり、夏期に降雨量が少なかった2006年では土壤侵食量は少なかった。

リターバッグを用いて分解によるリター質量の変化を測定した。リターの分解速度は4~12月でほぼ直線的に一定の割合で減少しており、この期間内では1日当り平均約0.22%の質量が減少した。

斜面の上、中、下部にリター移動量測定柵を設置して、斜面下方向、上方向、横方向のリター移動量を測定するとともに、上層木からのリター供給量を測定した。勾配が急な箇所では斜面下方向の移動量がきわめて大きく、多量のリターが下方へ流出しており、これが斜面上のリター堆積量の流下に大きく影響していることが示唆された。

林床に堆積しているリターは4~12月の期間には分解によって徐々に減少し、さらに風や地表流による運搬によっても徐々に減少する。しかしながら10~11月には、樹冠から多量のリターが林床に供給され、リター堆積量は増加する。結果として、リター堆積量は7~9月において1年間を

通して最も少なくなっており、これが夏期の土壤侵食量の増大に大きく寄与していることが明らかとなった。

V. お わ り に

丹沢堂平地区の林床植生衰退地における土壤侵食量について現地観測を行い、林床植生被度が土壤侵食量、地表流の流出に与える影響等について検討した。調査結果から、林床植生が衰退すると上層木の樹冠から供給されたリターが林床植生により捕捉されずに雨や地表流、風により斜面下方へ流出するため、これがリター堆積量の減少の大きな要因であることが明らかとなった。リターの堆積量の減少は土壤侵食量の増大と地表流量の増大を引き起こしていることが明らかとなった。さらにリター堆積量の季節変化が土壤侵食量の季節変化に大きな影響を与えていることが明らかになった。もし毎年、上層木から供給されるリターを林床上に捕捉・定着させることができれば、土壤侵食を抑制することができると考えられる。そこで堂平の林床植生の衰退した箇所では、リター捕捉による土壤侵食対策手法が有効であると考えられる。

最後に、関係者各位から賜った多大なご支援、ご協力に対し心より深く感謝いたします。

引用文献

- 荒木 誠・阿部和時(2005):間伐は森林の土壤を守るか?森林科学44:26-31.
- 片桐成夫・千葉喬三・堤 利夫(1970):落葉落枝の分解にともなう養分量の変化. 京都大学演習林報告41:106-11.
- 北原 曜(1998):森林が表面侵食を防ぐ. 森林科学22:16-22.
- 三浦 覚(2000):表層土壤における雨滴侵食保護の視点からみた林床被覆の定義とこれに基づく林床被覆率の実態評価. 日林誌82:132-140.
- Miura, S., Yoshinaga, S., and Yamada, T. (2003): Protective effect of floor cover against soil erosion on steep slopes forested with *Chamaecyparis obtusa* (hinoki) and other species. J. For. Res. 8: 27-35.
- 三原義秋(1951):雨滴と土壤侵蝕. 農業技術研究所報告A1:1-59.
- 村井 宏・岩崎勇作・石井正典(1973):落葉地被物の侵食防止効果についての実験. 第84回日林講:377-379.
- 清野嘉之(1988):ヒノキ人工林のA₀層被覆率に影響を及ぼす要因の解析. 日林誌70:71-74.
- 竹内美次(1996):北上山地の放牧草地における土壤物理性および流出土砂量について. 日緑化工誌22:7-14.
- 堤 利夫(1981):リターの分解. (新版造林学. 堤 利夫・濱谷稔夫・武藤憲由・片岡寛純・真下育久・陣内 巖・橋詰隼人・岡田幸郎・宮島 寛・千葉宗男・川名 明・野上寛五郎・浅田節夫・須藤昭二編, 朝倉書店, 東京). 24-29.
- 漆原和子(2006):南カルパチア山脈における羊の移牧による土地荒廃. 法政大学文学部紀要52:33-46.
- 湯川典子・恩田裕一(1995):ヒノキ林において下層植生が土壤の浸透能に及ぼす影響(I)散水型浸透計による野外実験. 日林誌77:224-231.