

間伐率が異なる4林分における林内降雨と土壤流亡

小林理志（東農大院）・佐藤明・菅原泉・上原巖・館紗矢香・荒井さやか・浅井孝太（東農大）

要旨：近年、管理不足な針葉樹人工林において、林床の植生が消失し降雨により表層土の流亡が発生し地力の低下が懸念されている。林冠の閉鎖程度の違いは林内降雨に影響を及ぼすと考えられることから、本数間伐率を違えたスギ人工林分を設定し、その林床における土壤流亡の関係を把握することを目的に3年間調査を行った。その結果、間伐率が最も高い試験区では林床に届く降雨量が増す傾向を示し、土壤流亡量もその一段階低い間伐率の試験区に比べて多くなった。これ以前の調査では、間伐率が高くなることで植生の定着が起り、土壤流亡量の減少が促されていたことを確認した。最も空間が明るい試験区では下層植生が大きく成長した。葉に落下した雨滴は、そこで集められた後、落下の際の運動エネルギーが増加するとされている。このことから、前年までは雨滴を捕える下層植生が展開する葉の高さが低かったが、今回の調査では下層植生の成長によってその高さが上昇したため落下高の上昇によって雨激層の形成が促されて土壤流亡量の増加に繋がったと考えられる。強度間伐で下層植生の繁茂を促し土壤流亡を抑えて、しだいにそれが成長することによって土壤流亡が促されることがあることが判明した。

キーワード：土壤流亡、林内降雨、スギ人工林、間伐強度、樹冠通過雨量

Iはじめに

現在、日本の森林は国土の約70%を占め、さらにその40%は針葉樹人工林で構成されている。近年、この針葉樹人工林では、木材価格の下落による林業採算性の悪化を原因に、間伐等の施業や伐採跡地における植栽が不十分であることが問題となっている。

このような森林では、林冠が閉鎖して光環境が悪化し、林床植生の衰退、地表の裸出を招き、やがては土壤流亡の発生による地力や公益的機能の低下に繋がることが懸念されている。

土壤流亡は、様々な因子が複合的に絡み合うことで発生する現象である。その因子は土壤流亡を誘発するものから抑制するものまで、また、影響力が高いものから低いものまで様々あり、この因子の中でも降雨は土壤流亡を誘発する要因として高い危険性を示し、かつ人の手によって変えられない不变因子である。従って、土壤流亡の抑制に寄与するとされる下層植生やリターなどを制御しても、降雨と土壤流亡との関係を解明しなければ土壤流亡の現象を把握することは困難であろう。

降雨量は、林外においては降雨強度の増加に伴って増加するが、林内における降雨はそれとは異なる。閉鎖した林分では、年間降水量のうち樹冠遮断量が約20%、樹冠流下量が約10%と推定されている（4）。従って、残りの約70%が樹冠から林床に落下する。これは、林冠の閉鎖状態によ

って変化すると考え間伐率を異にした林分において林内降雨の計測を行うこととした。また、林内降雨の運動エネルギーは、林床の被覆物によってその衝撃は緩和され土壤流亡は抑制される（5, 7, 8）。林床の被覆物の中でも林床植生は土壤流亡の抑制に大きく関わっているため、下層植生と土壤流亡量との関係性は無視できない。これらのことから、間伐率の異なる4つの林分を設定し、林内降雨及び植被率と土壤流亡の関係を明確にすることを目的として本研究を行った。

II 調査地概要

本研究は、東京都西多摩郡奥多摩町にある東京農業大学奥多摩演習林内のスギ(*Cryptomeria japonica*)人工林で行った。標高は約740m～800mで年平均降水量は1254.5mm(奥多摩演習林の観測値)、地質は石灰岩、土壤は森林褐色土で土壤型はBDである。斜面の向きは東である。ここに本数間伐率で間伐強度を20%, 40%, 60%と異にした3つのプロットを30m×35mの範囲でそれぞれ設置した。今後、それらを間伐率の大きさに合わせて小さい方から順に20%区、40%区、60%区とする。これに加え、60%区の南約50mの地点に比較対照として無間伐のプロット(以後、0%区)を設置した。表-1に林分の概要を示す。

0%区を除いたそれぞれのプロットは、2001年に間伐を施し、下木としてヒノキ(*Chamaecyparis obtuse*)の植栽を

Masayuki KOBAYASHI (Tokyo University of Agriculture, Graduate School), Sato AKIRA, Izumi SUGAWARA, Iwao UEHARA, Sayaka TACHI, Sayaka ARAI and Kouta ASAII (Tokyo University of Agriculture).

Soil erosion and throughfall on the Sugi stands under the various thinning rate.

表-1. 調査林分の概要（相対照度以外：2007年11月）

試験区名	平均傾斜	林齢	立木本数 (本/ha)	平均胸高 直径(cm)	平均樹高 (m)	胸高断面積 合計(m ² /ha)	相対照度		
							2007年	2008年	2009年
0%区	39%	44年生	2224	22.1±5.6	20.0±2.6	100.3	4.2	6.1	4.4
20%区	37%	54年生	1311	23.0±5.0	21.0±1.2	64.6	15.2	18.1	13.4
40%区	31%	44年生	733	30.6±3.9	23.8±1.3	46.0	20.6	16.1	12.4
60%区	30%	54年生	607	31.9±6.2	24.0±1.9	41.7	34.2	26.7	23.7

表-2. オオバアサガラの生育状態（2009年11月） 単位：cm

	平均樹高	平均胸高直径	平均枝下高	平均枝下直径	平均樹冠高
20%区	281.7±58.1	1.8±0.8	42.7±21.0	3.1±1.2	165.7±38.5
40%区	422.0±82.0	3.6±1.3	38.7±23.2	4.8±1.5	213.5±42.9
60%区	566.0±144.6	4.8±2.0	62.6±36.0	6.5±2.6	235.0±57.6

行った。2002年にはオオバアサガラ(*Pterostyrax hispida*)を林地導入のための試験として植栽した。2009年時のオオバアサガラの生育状態を表-2に示す。オオバアサガラの四方の枝張りの高さの平均値、つまり雨滴の落下高を樹冠高として記した。その後、2008年に相対照度をプロット設定時の値に回復させるために再度間伐を行った。また、2008年、2009年には風害が起り、20%区ではかかり木、60%区では倒木が発生した。

III 方法及び材料

1. 土壤流亡量

土砂受け箱法(6)に則って行った。土砂受け箱にはスギ材を用い、幅25cm、高さ15cm、奥行き20cmで作成したものを利用した。各プロットに2m×5mのコドラーートをA、Bの2つ設定し、それぞれその下部に土砂受け箱を1mに1個として5個ずつ合計10個設置した。土砂受け箱に流れ込んだ土壤を1ヶ月に1度回収し、それぞれ細土、礫、リターに分類して全乾重量を測定した。

2. 林内降雨

貯留式雨量計(1)を使用して測定した。これには、ポリエチレン製の50及び100のボトルを用い、その上部には受け口面積294cm²のポリエチレン製のロートを取り付けた。各プロットに15m×15mの格子状に組んだサブプロットを設定し、その交点に貯留式雨量計を設置した。これに加え、各コドラーートにも貯留式雨量計を各1個ずつ設置した。従って、サブプロットと合わせて19個となる。0%区及び60%区においては2007年から、20%区及び40%区においては2008年から測定を開始した。林内降雨の測定間隔は土壤流亡量と同じ日に測定した。

3. 植被率

土砂受け箱前の50cm×50cmの範囲で目視による判定を行い、百分率で表した。植被率は1ヶ月に1度測定し、土壤流亡量と関係付ける際は、土壤流亡量を1月分の合計値

を用いた。

IV 結果及び考察

2009年は6月から8月までの値であるため、これに揃えて2007、2008年についても6月から8月までの合計細土流亡量の経年変化を図-1に記す。合計土壤流亡量は、間伐率が上昇するにつれて減少した。しかし、2009年においては0%区が一番多く、次いで20%区、60%区、40%区となり、60%区を除いて間伐率が上昇するにつれ土壤流亡量が減少する傾向を示した。0%区における細土流亡量は2007年及び2009年が多く、これらに比べて2008年は少なかった。この変動は、値自体は全体的に低いが20%区及び60%区でも見られた。40%区においては、細土流亡量は徐々に減少する傾向を見せた。また、60%区において細土流亡量は2008年まで40%区よりも少なかつたが、2009年ではこれは40%区より增加了。

林内降雨は、20%区及び40%区で未測定である2007年を除いて2008年以降で比較を行うと、0%区が一番少なく、20%区と40%区がほぼ同じ値を示し、60%区で一番多くなった。土壤流亡量が最も多い0%区において林内降雨は最も少なく、土壤流亡量が最も少ない40%区において林内降雨は2番目に多かった。

間伐率の上昇に伴って植被率が上昇し、土壤流亡量は減

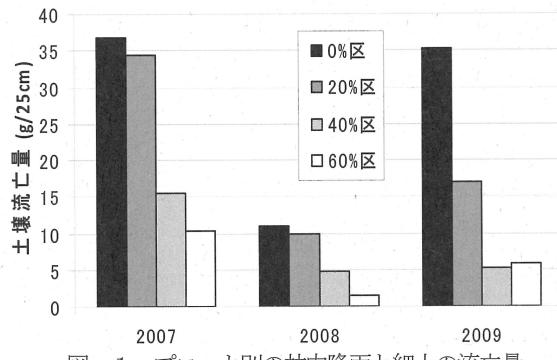


図-1. プロット別の林内降雨と細土の流亡量

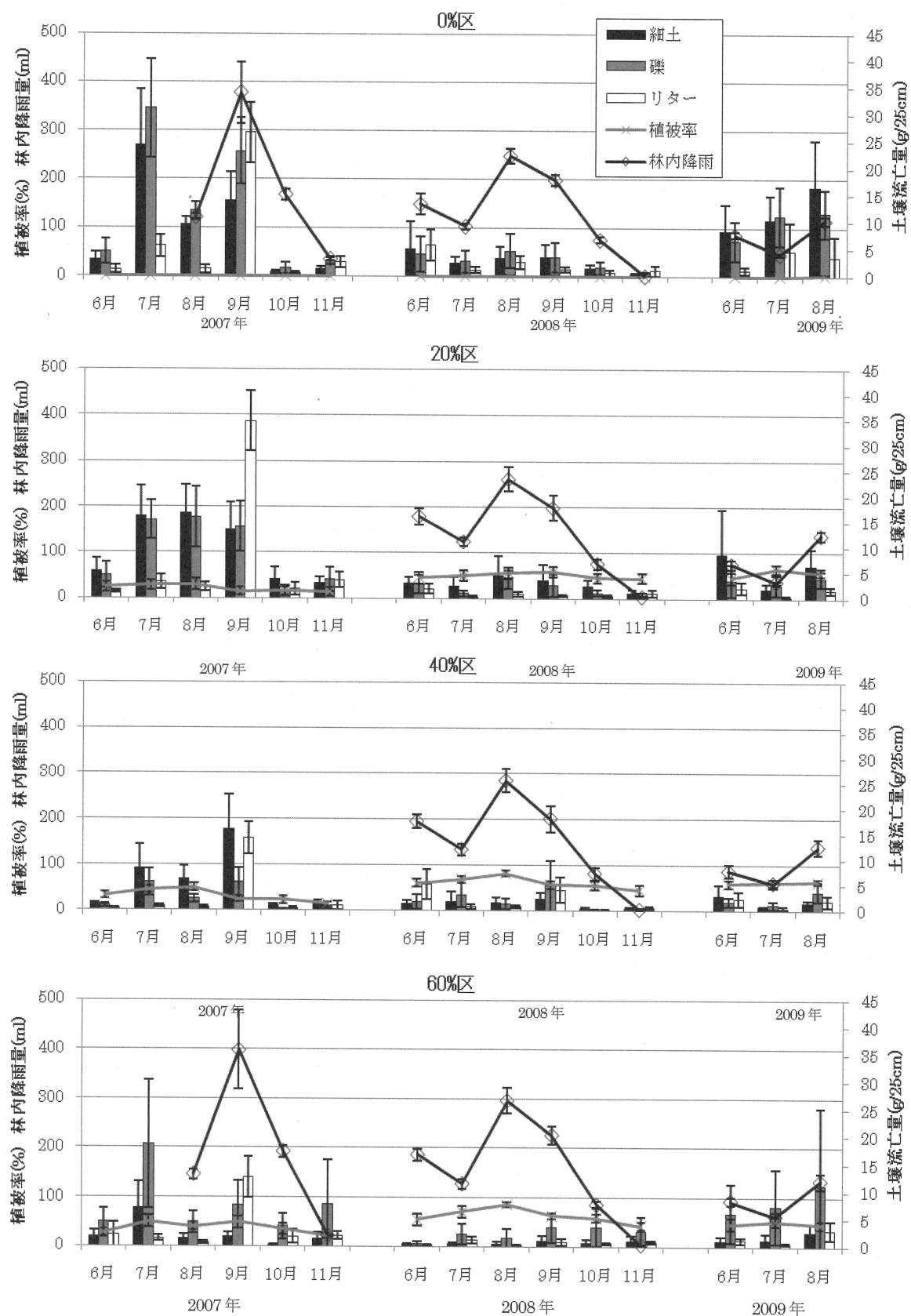


図-2. 林内降雨と土壤流亡量の推移 (上: 0%区, 中上:20%区, 中下:40%区, 下:60%区)

少した。従って、植被率と土壤流亡量の間には負の相関があるといえ、林内降雨の影響も植生によって緩和されたといえる。しかし、60%区は、40%区に比べ相対照度が最も高く(表-2)、かつ植被率も最も高い傾向を示したが、土壤流亡量は増加した。伊藤らは同プロットで調査した結果を報告している(2)が、そこでは土壤流亡量は全てのプロットにおいて間伐率の上昇に伴い増加する傾向を示し、強度な間伐による植生定着は土壤流亡の抑止に寄与している。しかし、今回の結果からは、60%区においてそれに違う傾向を示した。その主な原因として、60%区で特に成長が良好なオオバアサガラによる影響が考えられる。林冠の上昇に伴って樹冠滴下雨の運動エネルギーは増加し、その高さが5m付近まで急激に増加する(3)。表-2から60%区ではオオバアサガラの樹高及び枝下高、樹冠高が高いことによる樹冠滴下雨の運動エネルギーによって雨激層が形成され、土壤流亡に繋がったのではないかと考えられる。

月推移(図-2)をみると、土壤流亡量は0%区において比較的変動の割合が激しく、それ以外のプロットでは、間伐率が上昇するにつれて変動は小さくなつた。60%区においては全体的に礫のみ流亡量が多い値を示した。林内降雨はすべてのプロットにおいて同様な変動を示したが、0%区においてその変動の割合は小さくなつた。植被率は、0%区では3年間を通してほぼ0%であった。その他のプロットにおいては、夏季に向かうにつれて増加して8月または9月にピークを迎える、その後、冬季に向かうにつれ減少傾向を示した。

2007年では土壤流亡量と林内降雨量は同様な変化で推移した。7月及び9月において全てのプロットで土壤流亡量が増加した。特に9月においてはリターの流亡量が急激に増加した。これは大型の台風が関東地方に上陸したため、土壤流亡量は増加したと考えられる。また、このとき植被率が大きく減少したが、林床に上木及び下層植生のリターが見られたことから、上木の枝葉及び下層植生が台風の暴風に曝されたことによって落下し、被覆された影響と思われる。さらに、それによる堆積リターの増加がリターの流亡量の増加に繋がつたものと考えられる。

2008年は、全てのプロットにおいて少ない値で推移した。0%区における6月及び40%区における9月にはリターの流亡量が前年同様の増加を示したが、この年は比較的の降雨も少なく大規模な台風も上陸しなかつたため、原因の特定はできなかつた。0%区及び20%区においては土壤流亡と林内降雨は同様な推移を示した。

2009年では、0%区が最も高い値で推移し、20%区では6月及び8月で細土が比較的多く流亡していた。40%区で

は常に小さい値で20%区と同様な推移しており、60%区では前年までと同様に礫の流亡量が3カ月とも多かつた。20%区及び40%区では降雨と同様な推移を示した。0%区では、突然大量の土壤が土砂受け箱に流れ込むことが発生していた。これに関して今回は解析に至らなかつたが、急傾斜が関係しているかも知れない。今後はこのような現象の解明も必要と考えられる。

V おわりに

今回の調査の結果、間伐によって下層植生の繁茂を促しても、したいにそれが成長すると場合によつては表土保全の機能は維持できないことが明らかになつた。多様な森林づくりにおいて、森林の有する多面的機能がどのように発揮されるのか、今後も調査を進めていく必要があると考える。

VI 引用文献

- (1) 有光一登・笛賀一郎・武田博清・谷本丈夫・生原喜久雄・服部重昭・山本進一・八木久義 (1999) 森林立地調査法 森の環境を測る. 博友社 : 284.
- (2) 伊藤万里絵・菅原泉・河原輝彦 (2007) 間伐が土壤流亡に及ぼす影響 日本森林学会関東森林研究 58 : 113-115.
- (3) 塚本良則 (1976) 森林樹冠と雨滴侵食 森林立地 17(2) : 5-9.
- (4) 服部重昭 (1992) 林床被覆がヒノキ人工林の侵食防止に及ぼす影響 森林総研研報 362 : 1-34.
- (5) 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 (2) : 132-140.
- (6) 三浦 覚 (2002) 森林の林床被覆が有する土壤侵食防止機能の評価手法に関する研究. 東京大学学位論文 : 11-13, 101-104.
- (7) 山田康裕 (2001) 森林施業の相違による土壤特性に関する研究(I)-間伐が下層植生および表層土壤の流出に及ぼす影響調査-. 大分県林業試験場年報 43 : 41-42.
- (8) 渡邊仁志・井川原弘一 (2004) 土壤浸食の危険性に対応したヒノキ人工林の下層植生タイプの分類 中森研 52 : 263-265.