

三重大学平倉演習林スギ人工林におけるスギリター被覆率と土砂移動の関係について

岡井優樹（三重大生資）・沼本晋也（三重大院生資）・島田博匡（三重県林業研）

山地斜面において土砂移動の抑制効果が期待される林床被覆状態について、リターが分解・流出しやすいヒノキ人工林や、シカ食害によって下層植生が乏しくなったブナ林での検証事例がある一方、リターが長期的に残存するスギ人工林での検証は多くない。本研究では、スギ人工林斜面に残存するリターが土砂移動を抑制する効果について、リター被覆率と移動土砂量の関係から検討した。その結果、約3年間のプロット観測でスギリター被覆率が大きいとき移動土砂量が少くなり一定の抑制効果が認められた。また、スギリターのみで覆われ被覆率が異なるプロットを設置し短期観測した結果からも同様に被覆面積率に応じた抑制効果が確認された。

キーワード：スギ人工林、スギリター、被覆率、土砂移動

I はじめに

三重県では平成26年度より導入した「みえ森と緑の県民税」により、災害に強い森林づくり推進事業を創設し、そのうち災害緩衝林整備事業において流木や土砂を過剰に流出させない森林づくりを目指している。流域河川の総合的な土砂管理は、防災の観点からも重要なと考えられているが、河川への土砂供給源のひとつとなる山地斜面からの土砂流出は、過度であれば河床昇の原因となり、流下断面が縮小すると豪雨時の土砂流出や洪水氾濫の危険性が高まる。山地斜面における降雨に伴う土砂移動は、雨滴の衝撃と表面流の流下によって生じる。被覆層を構成する下層植生や落葉落枝には雨滴エネルギー緩和、地表流の土砂運搬作用を弱めるといった効果が期待されるが、これらがどのように斜面を覆っているかについては、概ね被覆率により評価されている（例えば、若原ら 2008、恩田・湯川 1995、渡邊ら 2016）。この林床被覆率と斜面土砂動態の関係からリターの土砂移動抑制効果が評価できると考えられる。これまで、ヒノキ人工林やブナ等の広葉樹林における林床被覆の土壤侵食防止効果は多数報告してきたが、スギ人工林での事例は多くない。日本の人工林のうち約44%を占めるスギ人工林斜面の土砂移動を明らかにすることは、上流域での土砂動態を考えるうえで重要な情報となる。本研究では、三重大学平倉演習林のスギ人工林斜面において下層植生を除去したスギリター被覆率をポイントコドラー法により調査し、スギリター除去プロットと比較することで、スギリターのみによる被覆率と斜面移動土砂量の関係について検討した。

II 方法

1. 調査対象地

調査対象地は、三重県津市美杉町にある三重大学平倉演習林内のスギ人工林である（図-1）。地質は西南日本の中央構造線の内帶に属し、多くが花崗閃緑岩類であり、表層は乾性褐色土壌である。地形は海拔1,000m内外の峰に囲まれ急峻な斜面で構成され、年平均気温12°C、年平均降水量2,500mmである。11林班の標高580~590m付近で傾斜約35°のスギ人工林を試験区とした（2017年時で林齢57から62年生）。試験区は、平成23年から26年にかけて本数間伐率50%以上の強度間伐が実施され、樹冠は未閉鎖である。この試験区斜面にはシカの食害により中下層木がほとんど存在しておらず、シキミやアセビといった低層木が見られるのみである。

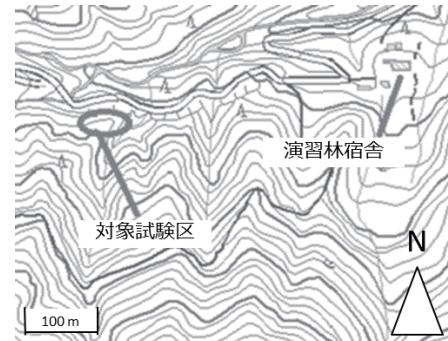


図-1. 三重大学平倉演習林内試験区の位置

2. 調査方法

表-1に示す各プロットに設置された土砂受け箱上方の500mm四方の斜面を対象とし、被覆率を計測した。プロットCおよびD（図-2～図-3）では、2015年5月から調査が開始された。プロット斜面は下層木に乏しいものの、2017年夏季には草本類が前年よりも多く生残していた。プロットCは2017年1月に全スギリター

OKAI Masaki*, NUMAMOTO Shinya, SHIMADA Hiromasa

Relationship between forest floor coverage by Japanese cedar litter and sediment movement in managed Japanese cedar forest of Hirakura Forest, Mie University

E-mail: 514323@m.mie-u.ac.jp

の除去をおこない、未処理プロットDと被覆条件の差別化を図った。スギリターのみの林床被覆状態とその効果を検討するため、2017年8月末よりスギリターによる被覆状態を変えたプロットを追加した（表-1：K, L, M, N）。なおプロットKおよびN（図-4）は下層植生とリターは除去し、プロットLおよびM（図-5）については林床植生を除外しスギリターのみを残置したプロットである。

表-1. 調査対象プロットの林床被覆

林床被覆	C	D	K	N	L	M
下層植生V	○	○	—	—	—	—
リター被覆L	—*	○	—	—	◎	◎

○：有、◎：有(多)、—：無、—*：僅か

C:2017年1月にリター除去処理、KLMN:2017年8月末に追加



図-2. 下層植生有・リター僅か（プロットC）



図-3. 下層植生有・リター有（プロットD）



図-4. 下層植生無・リター無（プロットK, N）

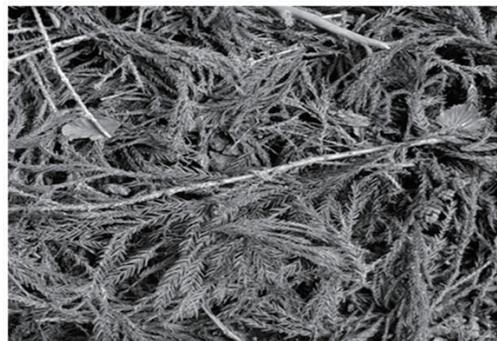


図-5. 下層植生無・リター有（多）（プロットL, M）

各試験プロットで土砂受け箱法（塚本, 1999）によって斜面上方から下方へ移動した土砂を捕捉した。土砂受け箱は、内寸が幅25 cm×高さ15 cm×奥行き20 cmの木製箱で、斜面下側になる背面には、水のみ抜けるようメッシュネット（目合0.2 mm×0.4 mm、ポリエチレン製）を貼り付け、斜面上側における斜面との接地面には、接地部の土が箱の下斜面側へ抜けないようにエプロン板を前方に5 cm張り出すよう取り付けたものである。土砂回収は、月末および豪雨イベント前後におこない、回収した移動土砂は2 mm以上を礫、2 mm以下を細土、それら以外を有機物とし礫、細土、有機物を移動土砂量として絶乾処理をおこなったのち、重量を測定した。礫のうち長径64 mm以上を巨礫とし別途計測したが、本研究では降雨イベント時における比較的微細な土砂移動への影響をみるため巨礫は移動土砂量には加えていない。移動土砂量(g/m)は土砂受け箱入口を通過した土砂量を単位幅あたりで示した。また、降雨の多寡による移動土砂量の程度を比較するため、降水量1 mmあたりの土砂移動量である土砂移動レート(g/m/mm)を算出した。絶乾方法は、電子レンジを用いた土の含水比試験方法(JGST 122)による。コドラーには縦横50 mmごとに糸が張っており、100点の交点鉛直下の被覆状態から読み取り、ポイントコドラー法を用いてその割合から林床被覆率を算定した。被覆状態により、植生(苔を含む)、細根、リターを合わせた占有率を合計林床被覆率とし、リターのみによる面積占有率をリター被覆率とした(図-6)。本試験地における降水量は、演習林宿舎屋上に設置された転倒マス式雨量計(転倒マス容量0.5 mm)の値を使用し(転倒マス式雨量計は、調査地から東へ直線距離約350 m離れている)、土砂回収日間の約1カ月の期間を各期間雨量とした。移動土砂の観測は、2015年5月から2017年9月(29カ月間)分を長期観測期間とし、このうちスギリター被覆のみのプロット(L, M)および無被覆プロット(K, N)を追加した2017年8月29日から9月22日(25日間)を夏季観測期間として実施した。



図-6. 500×500 mmコドラー (100 交点)

III 結果と考察

1. 期間雨量と移動土砂量

長期観測期間における、期間雨量と移動土砂量の経時変化を示す(図-7)。プロットCにおける2015, 2016, 2017年それぞれの比較的期間雨量の多い9月の土砂移動レートに換算すると、1.20, 1.04, 1.58 g/m/mmであった。2017年9月の移動土砂が2015および2016年9月に比べ高い値を示したことが確認できる。また未処理プロットDの2015, 2016, 2017年の9月の土砂移動レートはそれぞれ0.28, 0.12, 0.25 g/m/mmとなった。いずれの年も期間雨量に対する移動土砂量の変動がみられるが、プロットCはプロットDに比べ、変動幅が大きい。これは、2017年1月におこなったスギリター除去による被覆率の低下が土砂移動を促進させる要因の1つと考えられる。また、前年に比べ2017年は下層植生の被覆率が高かったにも関わらず、土砂移動は明瞭には減少していなかった。被覆率の変動による土砂移動への影響は、下層植生被覆よりもスギリター被覆の影響が大きい可能性が考えられる。プロットCおよびDの土砂移動レートは、例えば、渡邊ら(2016)が報告した37年生スギ林における毎月の細土、石礫、リター移動レート(0.011~0.164, 0.005~0.071, 0.011~0.103 g/m/mm)値に比べ大きく、土砂移動現象が起こりやすいと考えられる。なお巨礫は観測期間中15個回収され、月平均32.98 g/mであった。

2. 被覆率と移動土砂量

夏季観測期間である2017年8月29日から9月22日(25日間)における日最大1時間雨量と積算雨量を示す(図-8)。9月12日にまとまった降雨イベントが見られ、その翌週台風18号(T1718)の接近に伴う降雨イベントが観測された。この2回の降雨イベントを含む観測期間におけるスギリター被覆率と移動土砂量の関係を示す(図-9)。被覆率が大きい場合、移動土砂量が少量となる傾向が見られ(近似曲線の決定係数0.6757),スギリターによる林床被覆が土砂移動を抑制した効果と考えられる。次に同期間中の各プロットのスギリターの被覆率順に移動土砂量を示す(図-10)。

スギリター被覆のみを残置したプロットLと下層植生およびスギリターの被覆率がともに高いプロットDの移動土砂量の値は同程度となった。このことからスギリター被覆のみでも土砂移動抑制効果が認められると考えられる。スギリター被覆のみのプロットLとMを比較すると移動土砂量はプロットLが少なくなった。これは被覆状態の違いによるものであると考えられ、同じスギリターのみでも被覆率が高いほど土砂移動抑制効果が高いことが現れた結果と考えられる。下層植生を除去した場合、スギリター被覆率が1%のプロットKと94%のプロットLでは、移動土砂量の差が397.32 g/mであった。また、下層植生およびリター被覆のいずれも無い裸地プロットKでは全プロット中、移動土砂量が最大であった。

IV おわりに

スギ人工林において土砂受け箱法により移動土砂量を長期観測した結果、スギリター除去後の土砂移動量の増加を確認できた。しかし下層植生による土砂移動抑制の影響度合いも考えられることから、2017年夏期の短期観測において、下層植生を除去したプロットを追加した。被覆率の被度程度により土砂移動量は変動し、スギリターのみによる500 mm四方での被覆率が93%増加すると、移動土砂量では88%の減少が確認され、スギリター被覆増加は土砂移動現象の抑制に繋がると考えられる。本研究における被覆率の算定に用いたポイントコドラー法は面的な被覆効果を評価するものである。しかし、雨滴衝撃の緩和や表面流の発生流下に関連する効果を確認するために、リターの堆積厚さや重なり等の評価も必要と考えられる。

謝辞

本研究は、みえ森と緑の県民税による三重県と三重大学演習林の共同研究「スギ、ヒノキ人工林斜面の流亡土砂抑制手法の開発」および科研費(24658135)を用いたものである。

引用文献

- (1) 飯田晴花・沼本晋也(2016) 室内実験における堆積有機物の形状と流出土砂量の関係. 第6回中部森林学会発表要旨集
- (2) 飯田晴花・沼本晋也・島田博匡(2017) スギ人工林斜面におけるリターの個体あたりの重量と移動要因. 第128回日本森林学会大会
- (3) 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(2008) 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—丹沢堂平地区のシカによる影響—. 日林誌90(6). 378-385
- (4) 初畠・石川芳治・白木克繁・若原妙子・内山佳

美 (2010) 丹沢堂平地区のシカによる林床植生衰退地における林床合計被覆率と土壤侵食量の関係. 日林誌 92 (5). 261–268

(5) 市川貴大・高橋輝昌・浅野義人 (2006) スギ人工林とヒノキ人工林での林齢による有機物動態の変化の比較. 日林誌 88 (6). 525–533

(6) 渡邊仁志・井川原弘一・茂木 (2016) 植栽樹種の違いが同一斜面のヒノキ, スギ, アカマツ人工林の表土移動に及ぼす影響. 日林誌 98. 193–198

(7) 恩田裕一・湯川典子 (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 (II) 下層植生の効果に関する室内実験. 日林誌 77 (5). 399–407

(8) 塚本次郎 (1999) 移動土砂量の簡易測定方法. (森林立地調査法. 森林立地調査法編集委員会編. 博友社). 195–196

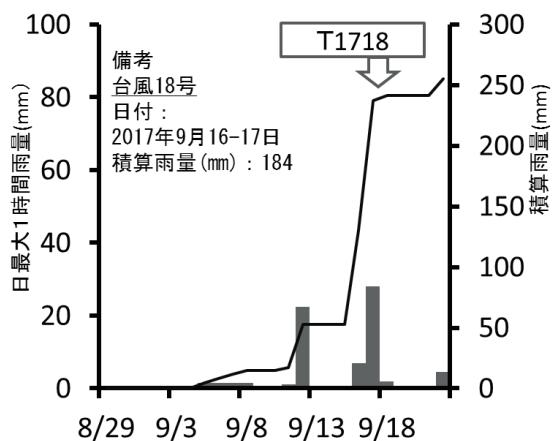


図-8. 日最大1時間雨量および積算雨量
(T1718)

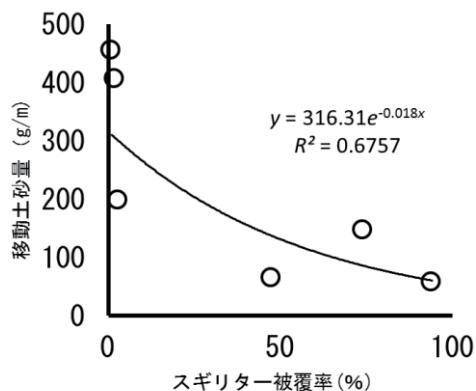


図-9. スギリター被覆率と移動土砂量の関係

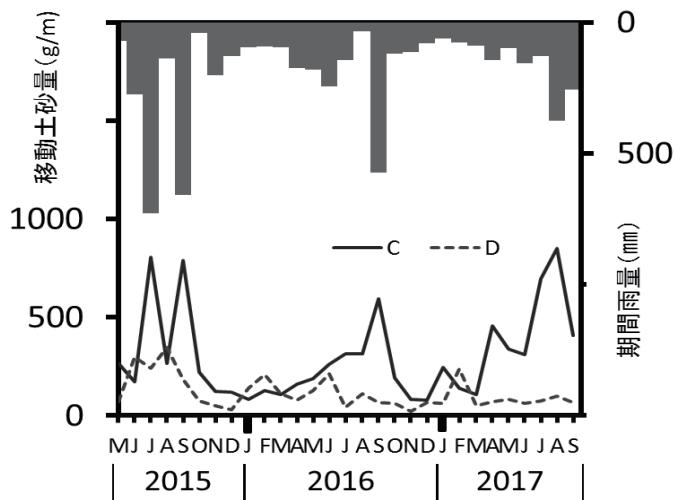


図-7. 期間雨量と移動土砂量の関係

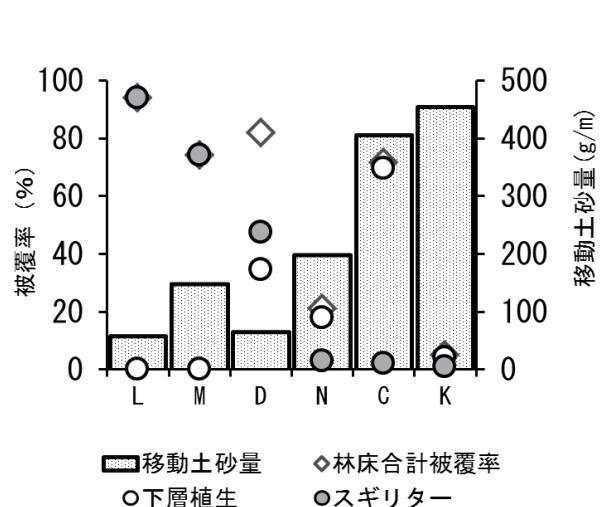


図-10. 被覆率と移動土砂量の関係