

列状間伐がヒノキ人工林の植生回復と表土流亡の抑止に及ぼす影響

岐阜県森林研究所 森林環境部 専門研究員 ○渡邊 仁志
中部森林管理局 森林技術・支援センター 一般職員 つつみ たかひろ
中部森林管理局 森林技術・支援センター 森林技術普及専門官 三村 はるひこ
中部森林管理局 森林技術・支援センター 業務係長 千村 ともひろ
(現所属：富山森林管理署立山森林事務所 森林官)

要旨

下層植生の動態や表土流亡の抑止に及ぼす列状間伐の長期的な影響を評価するため、伐採列を1～3列まで変えて伐採したヒノキ人工林で経過を調査しました。伐採後、伐採列内の光環境は短期的には向上し、下層植生の植被率は増加しました。しかし、伐採12成長期後には、3伐6残の伐採列のみに林冠に疎開箇所があり、植被率やリター被覆率が高い傾向がありました。また、表土流亡の間接指標である土壌侵食危険度指数は、3伐6残の伐採列だけが低い(表土流亡の発生する危険性が低い)状態でした。

はじめに

国土保全、水源涵養などの生態系サービスを森林地域で持続的に発揮させるためには、森林の適正な管理が重要です。一方、ヒノキ一斉人工林には、間伐等の手入れが行われないまま過密な状態になると、下層植生が衰退し、表土流亡(堆積リターおよび表層土壌の流出)が発生しやすくなるという管理上の問題があります。これは、ヒノキが主要造林樹種であり、その造林地を多く抱える岐阜県にとって、林地保全や林業経営の保続を考えるうえで早急に解決が必要な課題であると考えられます。

表土流亡の抑止には、堆積リターや下層植生で地表面が広く覆われた状態にすることが有効ですが、現在、林木の保育や保安林整備を目的とした間伐・本数調整伐で採用されている方法(伐採率30%程度の点状間伐)では、林床の光条件の改善が不十分で、植生回復の効果がみられなかった事例(横井ら2008)が報告されています。光条件をより積極的に向上させる手法には列状間伐がありますが、列状間伐後の下層植生の動態や表土移動を扱ったこれまでの報告(富士本2009;宮崎2013;溝口ら2018)は、調査期間が短いため、事業を計画実施する立場としては、事業間隔等の設計材料が不足しています。そこで、列状間伐が下層植生の動態と表土流亡の抑止に及ぼす長期的な影響を評価するため、19年生ヒノキ人工林を列状に伐採し、伐採後12成長期間の経過を調査しました。

1 調査方法

調査は岐阜県加茂郡七宗町の岐阜森林管理署管内・七宗国有林(1233い林小班)のヒノキ一斉人工林で行いました。調査地は標高500～570mで、平均傾斜28度の西向き斜面にあり、土壌の母材はチャート、土壌型は適潤性褐色森林土～適潤性褐色森林土(偏乾亜型)でした。近隣の気象観測所(岐阜県美濃

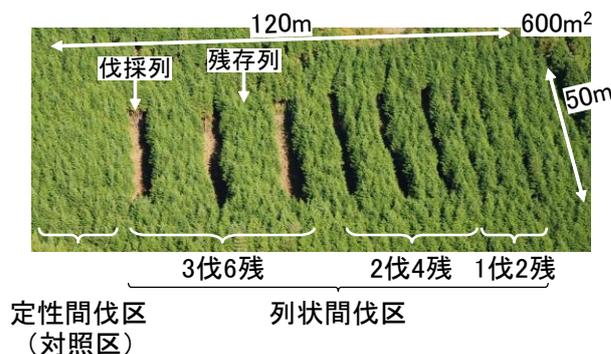


図-1 調査区のレイアウト

加茂市西町、標高 74m) における平年値は平均気温 14.6℃、年降水量 1,739.6mm でした (気象庁 2019)。この林分では 1989 年 3 月に密度 3,800 本/ha で植栽され、1989 年から 6 年間の下刈りと 2001 年に 1 回の除伐が行われていました。

列状間伐が林木の成長や下層植生に及ぼす影響を検証するため、2007 年 5 月、19 年生時に初回間伐を行い、定性間伐区 (対照区)、および 1 列 2m 幅で伐採を行った 1 伐 2 残、2 伐 4 残、3 伐 6 残の列状間伐区 (本数間伐率はいずれも 33%) を設置しました (図-1)。以降、列状間伐区の伐採列を n 伐区 (n は伐採列の幅)、残存列を n 残区 (n は残存列の幅) と表現します。

列状間伐区の各伐採列と定性間伐区に 1 箇所ずつ設置した調査枠 (2m×1m) において、伐採直後から 2016 年までの 10 成長期間、下層植生の植被率を継続調査しました。次に、伐採後 12 成長期が経過した 2018 年 8 月に、定性間伐区、および列状間伐区の各伐採列、同各残存列に調査枠を 8 箇所ずつ新設し、林床の光環境、林床被覆 (下層植生の植被率、リターの被覆率)、地表面の状態を調査しました。このうち光環境については、デジタルカメラ (ニコン COOLPIX 990) と魚眼レンズ (ニコン FC-E8) を調査枠上に設置して全天空写真を撮影し、Ishida (2004) の方法により相対散乱光強度を計算しました。下層植生については、1m×1m の調査枠で維管束植物の植被率を記録しました。リターと地表面の状態については、植生調査枠の中央に配置した 0.5m×0.5m の調査枠で、落葉落枝の被覆率と細根の露出面積、土柱の個数、段差面積 (段差の延長×高さ) を測定しました。また、細根露出面積、土柱個数、段差面積から土壌侵食危険度指数 (梶原ら 1999) を計算しました。この指数は、表土流亡の程度を示す相対的な指標であって、その痕跡が顕著な箇所ほど 0~300 の間で大きな値になります (梶原ら 1999)。

なお、本調査地における伐採直後の光環境と下層植生の動態については富士本 (2009) に、間伐に対する林木の応答については三村・堤 (2018) に報告されています。

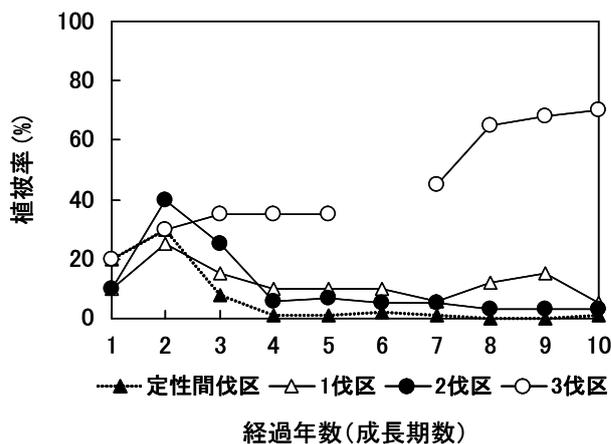


図-2 下層植生の被覆率の経年変化

定性間伐区と列状間伐区の各伐採列のみに固定調査枠を設置。調査枠の個数は各 1 箇所。空欄は欠測。



図-3 伐採 10 成長期後の定性間伐区と列状間伐区の各伐採列の林床の様子
調査地の下端から斜面上方に向かって撮影。

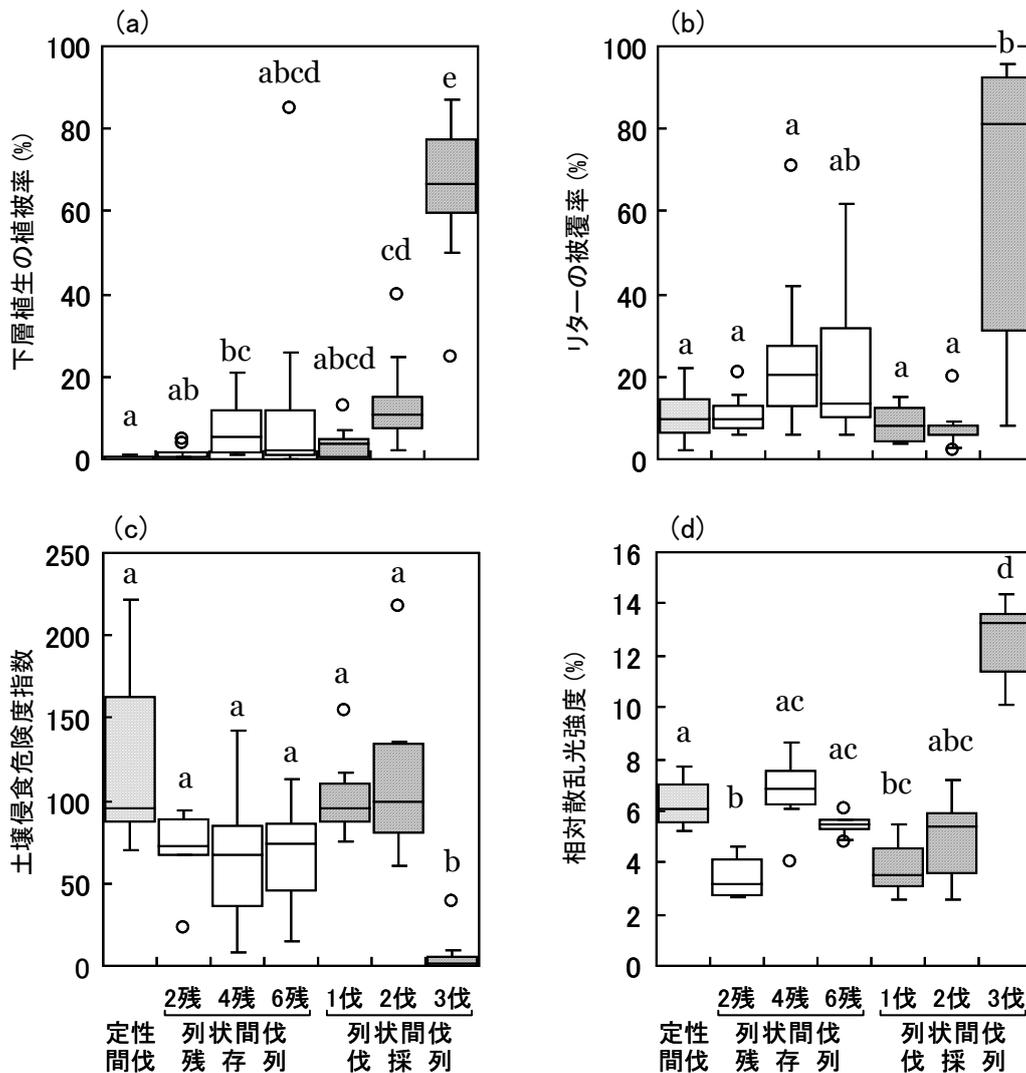


図-4 調査区ごとの伐採12成長期後の下層植生の植被率 (a)、リターの被覆率 (b)、土壌侵食危険度指数 (c)、および相対散乱光強度 (d)
 調査木の個数は各8箇所。箱ひげ図で示す。箱中の横線は中央値、箱は四分位範囲、ひげの両端は箱の長さの1.5倍内にある最大値および最小値、ひげの外側の○は外れ値を示す。異なるアルファベットはSteel-Dwass検定による有意差 ($p < 0.05$) を示す。

2 結果

下層植生の経年変化をみると、植被率は伐採2成長期目までに高くなりました (図-2)。その後、3伐区では植被率が年々高くなっている一方、その他の調査区では伐採3成長期目には低下をはじめ、4成長期後以降は10%以下になりました (図-2)。

図-3は、伐採10成長期後の定性間伐区と列状間伐区の各伐採列の林床の様子です。3伐区とその他の調査区では、下層植生の状態が異なっていることが分かります。伐採12年後の下層植生の植被率は、3伐区のみが高く、その他の調査区はばらつきがあるものの、3伐区と比べると低率でした (図-4 a)。リターの被覆率も同様で、3伐区の被覆率は、6残区を除くその他の調査区よりも高い傾向が認められました (図-4 b)。

土壌侵食危険度指数は、3伐区のみが低い状態でした (図-4 c)。反対に他の調査区の値は高く、かつ、ばらつきがあるものの伐採列と残存列の数値が同じ程度でした (図-4 c)。

相対散乱光強度の平均値は、3伐区では12.6%、その他の調査区では3.4~6.3%で、前者と後者の数値には差が認められました (図-4 d)。

3 考察

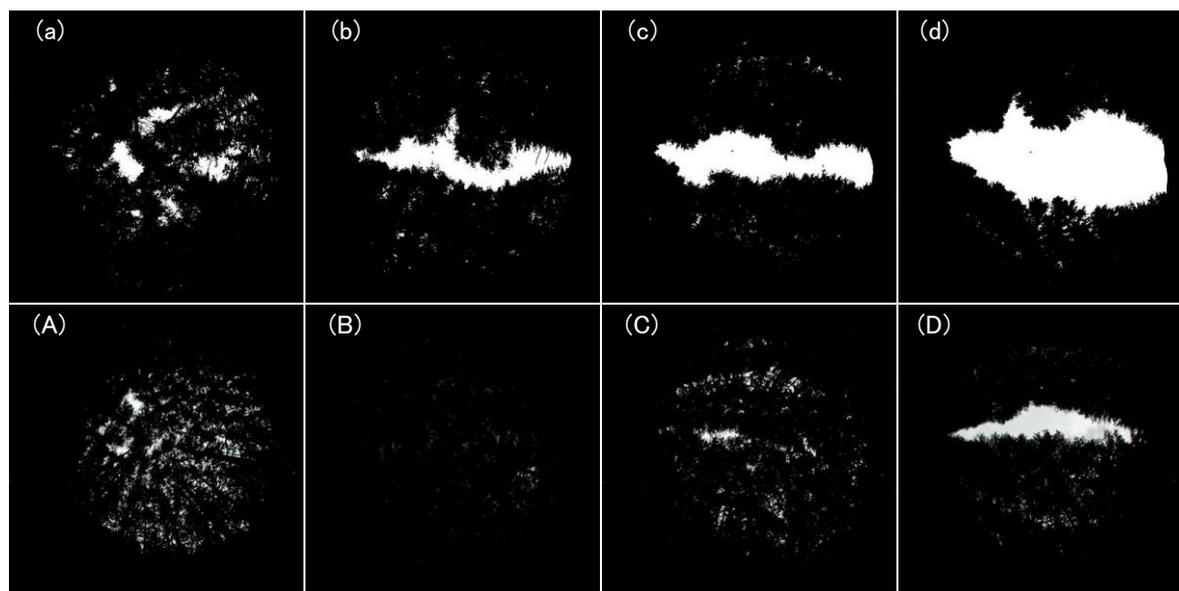
この調査地では、伐採前と伐採直後の林床の光環境が記録されています（表－1）。これによると、伐採直後には林冠疎開が確認でき（図－5 a～d）、林冠の開空率は、定性間伐区と列状間伐区の伐採列の調査区のどちらも、伐採前と比べると高くなりました（富士本 2009）。常緑針葉樹林の林床で落葉広葉樹が生育を持続するには15%以上の相対散乱光強度が必要である（小池 1988）とされています。この基準に照らすと、伐採直後の光条件は、十分であるとはいえないものの、間伐前よりも改善したと推測されます。また、すべての調査区で植被率が一時的に高くなった（図－2）ことから、間伐による植生回復の効果は、短期的にはあったと考えられます。

しかし、伐採12成長期後の植被率やリター被覆率（両者をあわせた林床被覆率）は、3伐区（3伐6残区の伐採列）だけが大きく、6残区（3伐6残区の残存列）やその他の調査区では低い傾向がありました（図－4 a、4 b）。この時、3伐区以外の相対散乱光強度は低率で、落葉広葉樹が生育を持続できるだけの光条件（15%以上、小池 1988）が整っていませんでした（図－4 d）。この調査地においてヒノキの枝伸長量は、5年間で2m程度（三村・堤 2018）であると推定されています。したがって、両側の林縁木の枝が伸長することにより、1伐2残区の伐採列（2m）の林冠ギャップは3年以内、2伐4残区の伐採列（4m）でも10年以内には再開鎖すると考えられます。実際に、調査林分では、3伐6残区の伐採列は確認できるものの、1伐2残区や2伐4残区では林冠がほぼ再開鎖しています（図－5 A～D）。このことから、調査林分では、列状間伐による光環境の改善により下層植生は回復したものの、伐採幅が比較的広く確保されている3伐区以外では、その効果は持続しなかったこのことから、調査林分では、列状間伐による光環境の改善により下層植生は回復したものの、伐採幅が比較的広く確保されている3伐区以外では、そ

表－1 伐採前後の開空率の変化

調査区	伐採前	伐採直後	
		伐採列	残存列
定性間伐区		6.9	
1伐2残区	5.4	10.2	5.8
2伐4残区		15.1	7.6
3伐6残区		19.5	4.2

定性間伐区の伐採直後-伐採列の欄は、伐採直後の調査区内の値を示す。



図－5 伐採直後の定性間伐区 (a)、1伐区 (b)、2伐区 (c)、3伐区 (d) と伐採12成長期後の定性間伐区 (A)、1伐区 (B)、2伐区 (C)、3伐区 (D) の林冠の様子 (参考画像)
伐採直後の写真 (a～d) の一部は富士本 (2009) より再掲。時期により撮影場所、魚眼レンズの画角、二値化の際のしきい値が異なるので、開空率を単純に比較することはできない。

の効果は持続しなかったと考えられます。

また、土壌侵食危険度指数は、3 伐区だけが低い状態でした（図-4c）。土壌侵食危険度指数は、表土流亡の発生しやすさを示す間接的な指標であり、下層植生の植被率やリター被覆率（林床被覆率）が高い林床ほど小さくなります（Miura *et al.* 2015；渡邊ら 2016；渡邊ら 2018）。この調査地でも、下層植生の植被率やリター被覆率が高い調査地ほど土壌侵食危険度指数が低い傾向が認められています。以上のことから、列状間伐の長期的影響として、伐採 12 成長期後において地表面の被覆が高く、表土流亡が抑止された状態が保たれていたのは、3 伐 6 残の伐採区だけであったと結論づけられます。

おわりに

これまでみてきたように、下層植生が衰退したヒノキ単層人工林で、列状間伐により下層植生の回復・維持を図るには、伐採列の列幅を確保することが効果的であるといえます。しかし、伐採列を広く取れば、同時に残存列を広くする必要があるため、伐採列での好成績と引き換えに、残存列での植生回復が見込めなくなるという問題点があります。逆に、伐採列の列幅を比較的狭くした場合には、林冠が再閉鎖する前、数年以内に次の間伐を実施する必要があります。したがって、実際の林分に適応する場合には、残存列において追加で点状伐採を行うとともに、林冠閉鎖の程度や植生の動態を常に観察しながら次の間伐スケジュールを検討することが重要だと考えられます。

本研究は中部森林管理局と岐阜県の連携協定に基づいて、中部森林管理局森林技術・支援センターと岐阜県森林研究所が共同で実施しました。本研究の実施にあたっては、両所属の皆さまにお手伝いいただきました。ご協力いただいた皆さまに深く感謝します。

引用文献

- 富士本亜弥（2009）ヒノキ単層林の下層植生回復試験について．平成 20 年度中部森林技術交流発表集：53-56
- Ishida, M. (2004) Automatic thresholding for digital hemispherical photography. *Canadian Journal of Forest Research* 34 : 2208-2216
- 梶原規弘・塚本次郎・入田慎太郎（1999）ヒノキ人工林における下層植生のタイプと土壌侵食危険度との関係．*日本林学会誌* 81 : 42-50
- 気象庁（2019）気象統計情報、過去の気象データ検索．<http://www.jma.go.jp/>（参照：2019-1-14）
- 小池孝良（1988）落葉広葉樹の生存に必要な明るさとその成長に伴う変化．*林木の育種* 148 : 19-23
- 三村晴彦・堤隆博（2018）列状間伐がヒノキの成長に与える影響について、樹幹解析による成長量の評価．平成 29 年度中部森林技術交流発表集：56-62
- Miura, S., Ugawa, S., Yoshinaga, S., Yamada, T., and Hirai, K. (2015) Floor Cover Percentage Determines Splash Erosion in Forests. *Soil Science Society of America Journal* 79 : 1782-1791
- 宮崎潤二（2013）異なる伐採幅の列状間伐が下層植生に及ぼす影響Ⅱ、下層植生の繁茂と移動土砂量．*九州森林研究* 66 : 42-45
- 溝口拓朗・伊藤哲・山岸極・平田令子（2018）間伐方法の違いが表土流出に及ぼす短期的影響．*森林立地* 60 : 23-29
- 渡邊仁志・井川原弘一・茂木靖和・横井秀一・平井敬三（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. 日本森林学会誌 98 : 193-198
渡邊仁志・井川原弘一・横井秀一 (2018) 表土流亡の抑止効果に着目したヒノキ人工林の下層植
生分類へのササ型の追加とその序列化. 森林立地 60 : 55-61
横井秀一・井川原弘一・渡邊仁志 (2008) 間伐後 3~5 年が経過したヒノキ人工林の下層植生。岐
阜県森林研究所研究報告 37 : 17-22