

【森林保全部門】

高知大学演習林の広葉樹林における伐出方法の違いによる回復状況

高知大学 農林海洋科学部 農林資源環境科学科
4 年 植田 菜々美

1 はじめに

(1) 研究の背景について

かつて広葉樹は薪炭材として多く利用され、広葉樹林や里山林は生活に必要な燃料源として維持・管理されてきました。しかし、燃料が薪・木炭から化石燃料へと変化したことにより、薪炭材として利用されてきた広葉樹の需要は減少し、広葉樹林や里山林は管理されなくなっていきました。広葉樹林の放置はナラ枯れ被害の拡大や野生動物との軋轢の増加など生態系機能の悪化や森林の公的機能の低下に繋がります。従って、健全な広葉樹林や里山林を維持していくためにも資源を継続的に回収利用していく必要があります。また、資源として広葉樹を伐出する際には、生態系を悪化させない低インパクト施業を行うことが望まれます。

さて、近年では広葉樹林が管理されなくなり、大径木を含む広葉樹林が多く存在していることが現状です。通常薪炭林として利用する際には 30 年未満の周期で伐採が行われますが、放置されたことにより大径木へと成長していきました。そこで本研究では、大径木へと成長した広葉樹林を再度利用していくためにも大径木を伐出し、残存木の回復状況について調査を行いました。

(2) 既存の研究について

長谷川(2020)の伐出試験において 2019 年度プロットにある作業道の道端の計 11 本の対象木を、森田(2021)の伐出試験において道下・道上の計 17 本の対象木を伐倒しました。チェーンソーで伐木、枝払い、玉切りを行い、油圧ショベル・グラブで伐木補助、極積み、木寄せ、枝条整理を行いました。この二つの伐出試験では共通して残存木をできるだけ残すように択伐したことが特徴的です。

また、立石(2022)の伐出試験では 2021 年度プロットから大径木を選出し、計 14 本の対象木を伐出しました。チェーンソーで伐木し、集材には軽架線を用いました。かかり木処理の時間を短縮するために支障木を予め伐倒してから軽架線を張りました。そのため、対象木周りでは大きなギャップができたことがこのプロットの特徴です。

2 調査

(1) 調査地について

調査は高知大学演習林東団地の 5 林班と小班の一部で行いました。南側が 2019 年度に伐採したプロット(以下 A プロットと呼びます)、北側が 2021 年度に伐採したプロット(以下 B プロットと呼びます)になります(写真 1)。面積は其々 30×30 m²のプロットになります。

また、A・B プロット其々の概要は以下のようになります(表 1)。どちらもチェーンソーで伐採されましたが、集材方法が異なります。

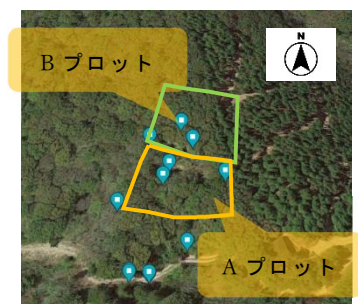


写真 1 調査プロット

表 1 A・Bプロット概要

| | Aプロット | Bプロット |
|------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 伐採年 | 2019 年度 | 2021 年度 |
| 集材方法 | 油圧ショベル・ グラップルにて集材 | 軽架線にて集材 |
| 標高 | 860(m) | 880(m) |
| 傾斜 | 20～30(°) | 20～25(°) |
| 構成樹種 | アカガシ、ヤブツバキを中心 に約 20 種の広葉樹が見られる | アカガシ、ヤブツバキを中心 に約 20 種の広葉樹が見られる |

※先行研究により、両プロットとも低インパクト施業が行われたと評価されています。

(2) 調査内容について

調査は大きく分けて毎木調査、樹冠の広がり具合の調査、下層植生の調査の 3 つを行いました。調査結果を次の調査で使用するため前述した順に調査を進めました。調査日は 2025 年 9 月 18, 22 日、10 月 9, 16, 20, 21, 27, 30 日、11 月 6, 7 日です。

(3) 毎木調査について

毎木調査は神尾(2021)の行った調査方法に従って、胸高直径(以下 DBH と呼びます) 4 cm 以上の樹木を対象に行いました。2021 年に調査を行った際に記録された対象樹木のナンバーやプロット内での立木の位置、樹種について確認し、対象樹木は全て直径巻尺で DBH を計測しました。樹高はバーテックスを用いて DBH20 cm 以上の樹木は全て、DBH 4 cm 以上 20 cm 未満の樹木は 5-7 本に 1 本程度になるようにランダムで計測しました。今回の調査から新たに対象となった樹木にはナンバーテープを用いてナンバリングすると同時に、2 m のポールを用いてプロットの座標に沿って立木の位置の記録と樹種・DBH の記録を行いました。(必要に応じて樹高も計測しました。)

また、伐出試験の際の被害木の回復状況も記録しました。それぞれの被害状況を樹皮剥離小(10 cm 以下の傷)、樹皮剥離大(10 cm 以上の傷)、樹皮剥離小・大、枝折れ、幹折れ、回復に分類しました。

測定した樹高と DBH から散布図(x :DBH(cm)、 y :樹高(m))をそれぞれのプロットごとに作成し、 $y = a \cdot x + b$ の一次回帰式を求め、この式から樹高未計測の残りの立木の樹高を推定しました。

毎木調査の結果から両プロットそれぞれの DBH を 2 cm 括約、樹高を 10 cm 括約し、幹材積式(林野庁計画企画課編 1970)により幹材積を求めました。また、胸高直径 5 cm ごとの本数を求め、それぞれの幹材積、ha あたり・1 本あたりの幹材積、蓄積(m^3/ha)、平均幹材積($\text{m}^3/\text{本} \cdot \text{ha}$)を求めました。

(4) 樹冠の広がり具合の調査・樹冠投影図の作成について

樹冠投影図を作成するために DBH10 cm 以上の樹木は、樹冠の周囲がプロット内の平面に投影される点を記録しました。毎木調査で記録した立木の位置を基準として東西南北それぞれへの樹冠の広がりを記録しました。なお、2025 年度から新たに対象となった樹木のみを記録し、長谷川(2019)・神尾(2021)で既に記録された樹木のデータはそのまま用いました。立木の位置と樹冠の広がり具合の調査結果から散布図(x : x 座標、 y : y 座標)をそれぞれのプロットごとに作成しました。両プロットで伐出前、伐出直後、今回の 3 つずつ(計 6 つ)作成しました。

(5) 下層植生の調査について

毎木調査の対象外となった樹木を対象に樹種、樹高の記録を行いました。なお、樹高は巻き尺で測定し、巻き尺で測定が難しい樹木はバーテックスを用いて測定を行いました。2(4)で作成した樹冠投影図(図 1・2)からプロット内の伐開地：未伐開地の割合を出し、それを基にプロットの抽出を行いました。1 × 1 m²の小プロットをA・Bプロットそれぞれ 18 プロット(=計 36 プロット)作り、それを基に全体を推定しました。

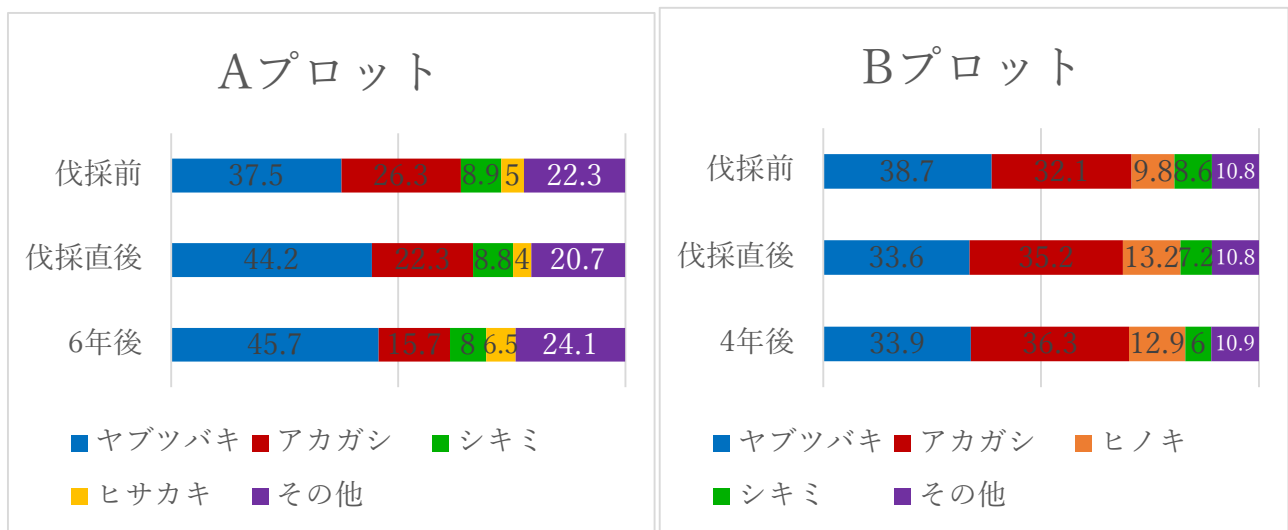
広葉樹林化ハンドブック(2010)よりギャップ形成後の更新は前生稚樹が重要という記載を基に前生稚樹(=伐採前から存在した樹木)と後世稚樹(=伐採後から存在する樹木)の発生状況をA・Bプロットで比較しました。これらの分類には、樹高を用いて、30 cm以下、30～60 cm、60～200 cm(Bプロットは60～150 cm)、200 cm以上(Bプロットは150 cm以上)の4つに調査した樹木を分類しました。

3 結果と考察

(1)-1 毎木調査

毎木調査で測定した樹高と胸高直径から樹高推定式を求めました。Aプロットでは $a = 0.3366$, $b = 3.7994$ の一次回帰式が求められました。この一次回帰式をAプロットの樹高推定式とします。またBプロットでは $a = 0.3595$, $b = 4.9458$ の一次回帰式が求められました。この一次回帰式をBプロットの樹高推定式とします。

調査結果から得られた両プロットの樹種構成をグラフに示しました。両プロットにおいて伐採前・伐採直後・今回の樹種構成を示し、樹種構成の変化を比較しました。両プロットとも伐採前・伐採後・2025 年度において優占種の大きな変化はありませんでした。樹種構成数はAプロットで伐採後から1種増加したのに対し、Bプロットでは伐採後から変化はありませんでした(グラフ1)。



グラフ1 A・Bプロットそれぞれの樹種構成の変化

(1)-2 幹材積

毎木調査の結果を基に算出した樹高推定式より、残りの推定樹高をそれぞれ求め、DBHを2 cm括約、樹高を10 cm括約にし、林野庁計画課編(1970)の材積式を用いて両プロット幹材積を求めました。

AプロットとBプロットの幹材積の概要は以下の通りです(表2)。

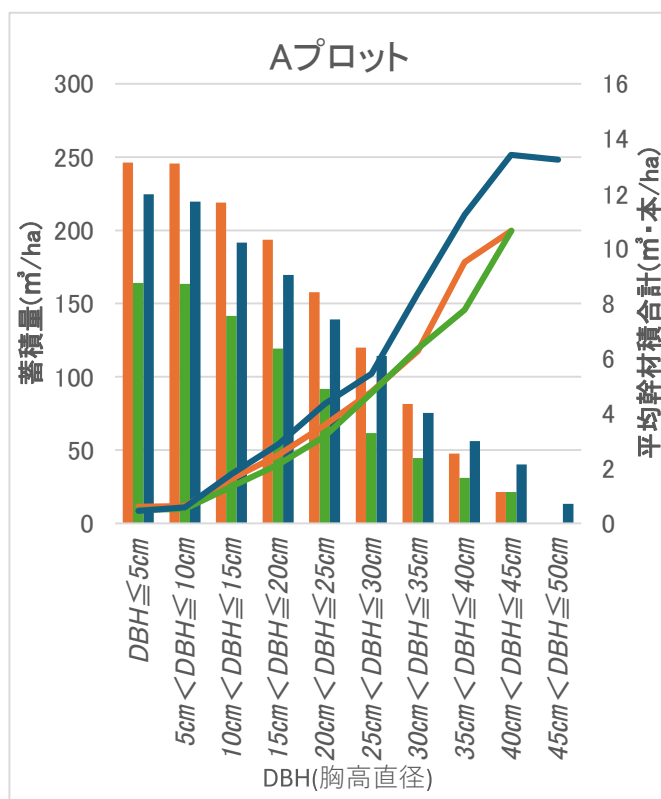
Aプロットは伐出前後で61.0(m³/ha)減少し、6年間で60.5(m³/ha)増加しました。また、Bプロットは伐出前後で53.4(m³/ha)減少し、4年間で71.0(m³/ha)増加しました。

表2 毎木調査時期ごとの幹材積合計と ha あたりの幹材積

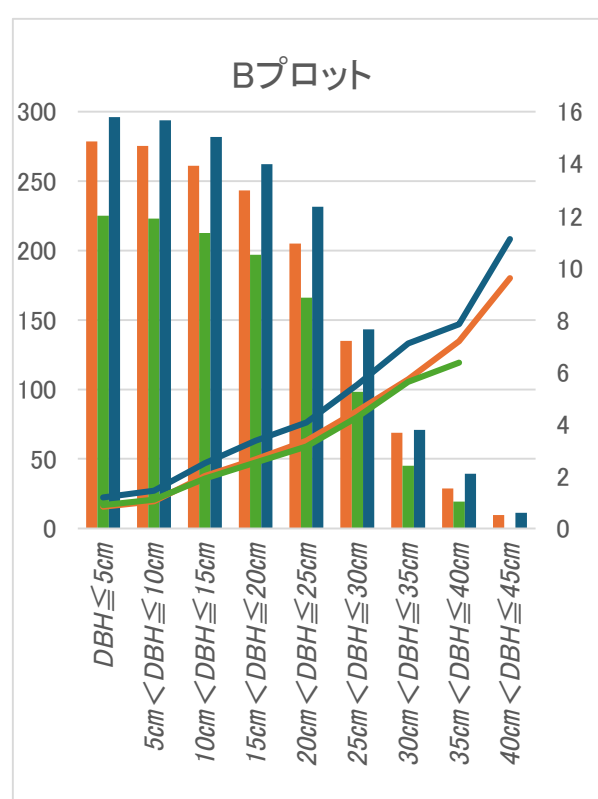
| | 伐出前-A | 伐出後-A | 2025 年度-A | 伐出前-B | 伐出後-B | 2025 年度-B |
|-----------------------------------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|
| 幹材積合計 (m^3) | 20.259 | 14.764 | 20.211 | 25.063 | 20.257 | 26.664 |
| 幹材積 (m^3/ha) | 225.098 | 164.042 | 224.564 | 278.480 | 225.083 | 296.040 |

伐出前・伐出後・2025 年度で DBH5 cm ごとに本数、幹材積を分け、蓄積量・累計本数を算出しました。また、その表をもとに蓄積・平均幹材積を図にしました(グラフ2・3)。

■ 伐採前蓄積 ■ 伐採後蓄積 ■ 蓄積(m^3/ha)
— 伐採前平均幹材積 — 伐採後平均幹材積 — 平均幹材積($\text{m}^3/\text{本} \cdot \text{ha}$)



グラフ2 Aプロットの蓄積量・平均幹材積



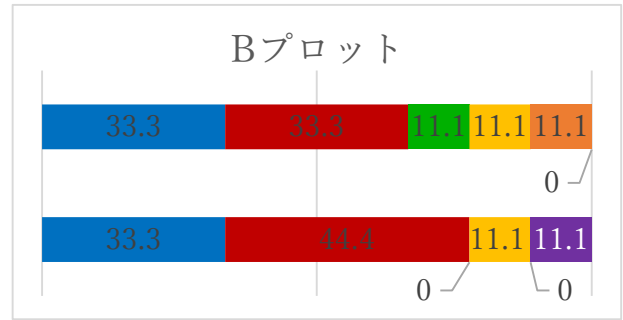
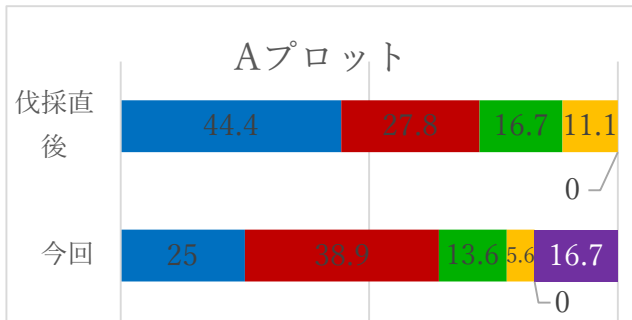
グラフ3 Bプロットの蓄積量・平均幹材積

胸高直径が大きくなるにつれ、蓄積は減少し、平均幹材積は増加することが両プロットの伐出前後のグラフから確認できます。このことから蓄積・平均幹材積に関してはAプロットの残存木をできるだけ残すように択伐する施業方法とBプロットのかかり木にならないように支障木を予め伐採する施業方法との違いは見られませんでした。しかし、伐採後の回復状況に注目するとAプロットは伐採前の蓄積量まで回復していない階級が多いが、Bプロットでは伐採前の蓄積量以上に全ての階級で回復していることが確認できました(グラフ2・3)。

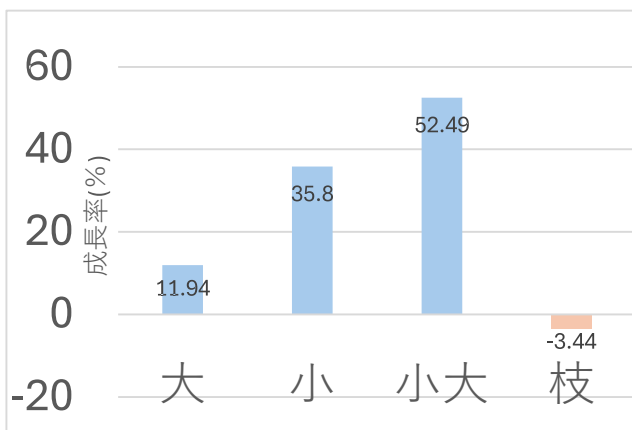
(1)-3 被害木の回復状況

両プロットとも伐採直後と本研究で記録した被害状況を形態ごとにまとめました(グラフ4)。

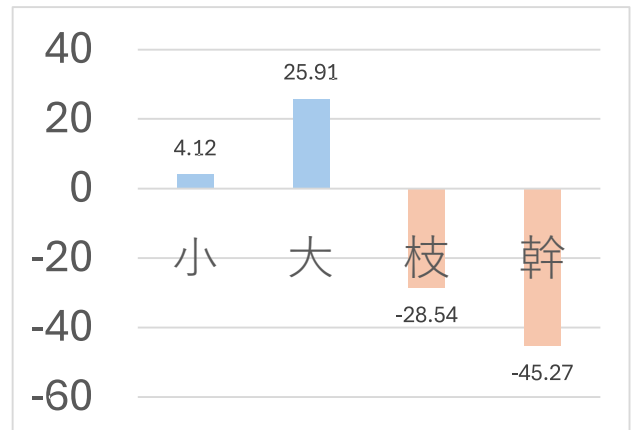
また、被害木を対象に伐採直後から今回にかけての平均成長率を算出し、まとめました(グラフ5・6)。



グラフ4 A・Bプロットの被害木の回復状況 ■ 樹皮剥離小 ■ 樹皮剥離大 ■ 樹皮剥離小・大 ■ 枝折れ ■ 幹折れ ■ 回復



グラフ5 Aプロットの平均成長率



グラフ6 Bプロットの平均成長

樹皮剥離小は元々傷が小さい個体が多かったためか、A・Bプロット共に回復傾向に向かっている個体が多い結果となりました(グラフ4)。また、平均成長率に関してはAプロットでは樹皮剥離小の方が大よりも成長率が大きかったのに対し、Bプロットではその逆の結果となりました(グラフ5・6)。

(2) 樹冠投影図

樹冠の広がり具合を調査した結果を基に樹冠投影図を作成しました。それぞれAプロット・Bプロットの樹冠投影図を示します(図1・2)。2025年度の立木密度はAプロットが5,444(本/ha)、Bプロットが2,755(本/ha)でした。Aプロットの立木密度は伐採直後から1.5倍に増えていたのに対し、Bプロットは0.99倍と若干減少していました。樹冠投影図から分かるように、Aプロットは立木がかなり込み合っているのに対し、Bプロットはギャップが目立ち立木もそこまで込み合っていない様子が伺えます(図1・2)。

(3) 下層植生の発生状況

A・Bプロット共に本数の割合としては前生稚樹よりも後生稚樹の割合が9割以上と多い結果となりました(グラフ7)。また、Aプロットでは30cm以下の実生などの発生が多かったのに対し、Bプロットではそれにやや劣りましたが、萌芽の発生はAプロットよりも多い結果となりました(グラフ8)。

フ8)。両プロットとも前生稚樹はヒサカキとヤブツバキが占めていました。一方で後生稚樹の樹種構成はプロット毎・樹高毎に違いがありました。

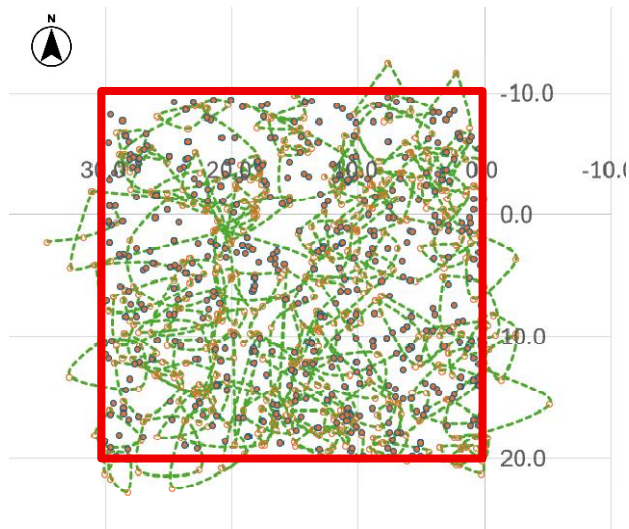


図1 Aプロットの樹冠投影図

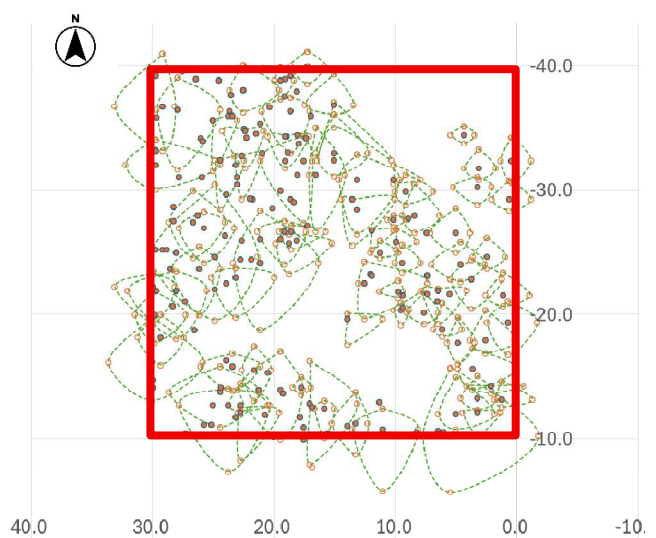
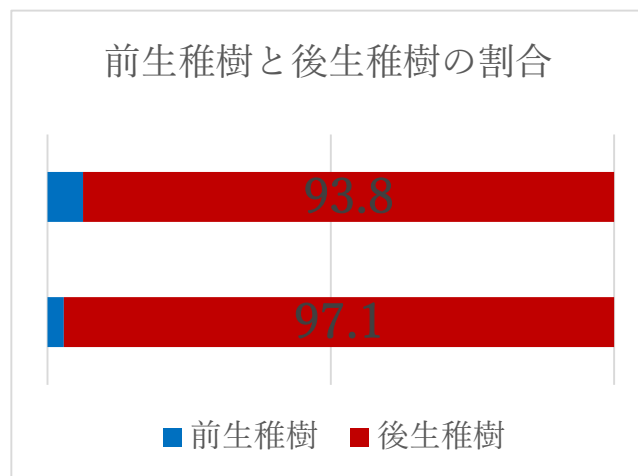
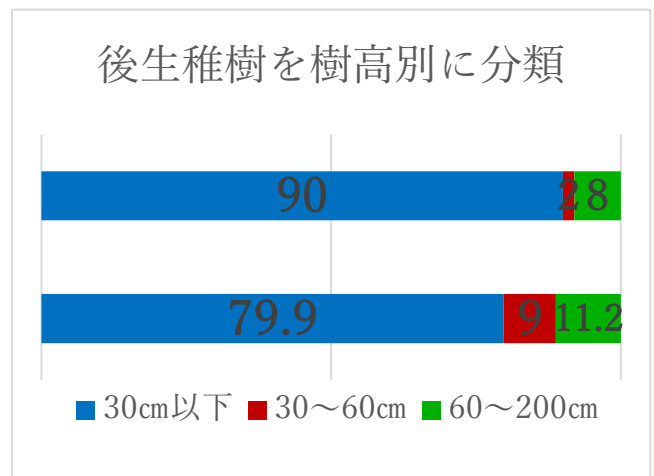


図2 Bプロットの樹冠投影図



グラフ7 前生稚樹と後生稚樹の割合



グラフ8 後生稚樹を樹高別に分類

(4) 考察

①両プロットとも優占種に変化はなかった

→優占種であるアカガシ・ヤブツバキはどちらも萌芽能力の高い常緑広葉樹であることと低インパクト施業により母樹が多く存在していたことが要因で林相転換が起きなかったと考えられます

②幹材積の蓄積増加量はBプロット>Aプロット、立木密度の増加はAプロット>Bプロット

→経過年の差により調査対象となる立木数に差が出たのではないかと考えられます

また、Bプロットでは大きなギャップが目立ち、立木密度が小さいため1本当たりの光環境の良さなどから幹材積増加が大きかったのではないかと考えられます

③被害木の回復状況の違い(ここでは平均成長率)

A：樹皮剥離小>大、B：樹皮剥離大>小

→Aプロットでは立木密度の増加により競争が強まり、傷が小さい方が競争に勝ちやすい状況であ

ったのに対し、Bプロットでは立木密度はほぼ変化しないため傷の大きさよりも個体ごとの元々の成長率に影響される状況であったのではないかと考えられます

④下層植生の発生状況の違い

A : 1,777(本/ha)、B : 1,533(本/ha)

→Aプロットでは油圧ショベルでの集材は地表面のかく乱が大きく、実生の発生が活発になったのに対し、Bプロットでは軽架線での集材は地表面のかく乱が小さく、実生の発生が劣ったのではないかと考えられます

また、BプロットではAプロットよりも大きなギャップが目立ちますが伐採した支障木を一部搬出せずにそのままにしており、実生の発生を妨げたのではないかと考えられます

(5)おわりに

伐出方法の異なる2つの広葉樹林プロットの残存木の再生状況を確認することを目的として調査を進めてきました。両プロットとも低インパクト施業が実施されたことから生態系機能を損なうことなく、森林は良好に成長していると言えます。

油圧ショベル・グラップルで集材を行ったプロットはかく乱が更新を促し回復が早い傾向にありましたが、伐採の際に残存木を残そうと択伐した影響か蓄積量が伐採前まで回復しておらず、今後は立木密度を注意して観察する必要があると言えます。

軽架線で集材したプロットは地表面や残存木への被害は減らしましたが更新はやや緩やかでしたが、大きなギャップの影響か蓄積量の増加は大きい結果となりました。

2つのプロットは伐採年が異なるため、伐採後の経過年をそろえて比較するためにも両プロットとも今後も継続して調査が必要だと考えます。

(6)参考文献

- ・神尾ふく 2021「演習林の広葉樹林における上木伐採による残存木の損傷及び萌芽状況」
- ・森林総合研究所 2010 「広葉樹林化ハンドブック」
(<https://www.ffpri.go.jp/pubs/chukiseika/documents/2nd-chuukiseika22.pdf>) 閲覧日 2025 年 9 月 15 日
- ・[Google マップ](#) 閲覧日 2025 年 11 月 4 日
- ・林野庁 [seibi-2.pdf](#) 「天然更新の基本」 閲覧日 2025 年 9 月 15 日
- ・森林総合研究所 [p10-11.pdf](#) 「広葉樹の確実な天然更新を判断する基準を明らかにする」 閲覧日 2025 年 9 月 18 日