

高齢コナラ林の伐採跡地に コナラ林を再生させるには

—改訂版コナラ林更新伐のすすめ方—



2022年5月

富山県農林水産総合技術センター森林研究所

はじめに

富山県の里山にはコナラ林が広く分布しています。コナラ林はかつて薪や炭を得るために利用され、20年生程度での伐採と切り株からの萌芽による再生で維持されていました。しかし、燃料革命後は薪炭林としての利用は途絶え、現在ではほとんどが50年生以上の高齢林となっています。近年、このようなコナラ林の若返りを図るとともに、コナラ材をキノコ菌床栽培用のオガ粉材やパルプ材として活用することを目的として、コナラ林の伐採が森林整備事業の更新伐として県西部を中心に行われています。これらの伐採跡地の多くでは植栽などの施業は行われず、天然更新にゆだねられていますが、コナラの高齢化による萌芽力の低下と、それに伴う他樹種やササの繁茂による低質林化が懸念されています。

森林研究所では、2018年に「コナラ林更新伐のすすめ方—高齢コナラ林の伐採跡地にコナラ林を再生させるために—」を発行し、コナラ林の伐採前から伐採後にかけて、どのような点に留意し、どのような施業をすればコナラ林再生の可能性が高まるかを、コナラの実生更新に焦点をあてて示しました。本書はその改訂版で、新たに得た調査研究成果を加え、文章を倍増しました。また、森林所有者と林業事業体の方々や県の林業普及指導員と数多くの現場に訪れる機会があったので、その際にいただいたご意見やご質問を踏まえた内容となるよう努めました。伐採後の刈払いに関しては大幅に内容を拡充しました。なお、本書の概略版として、「とやまの森と技術 No.1 コナラ林更新伐作業手順」を改訂した「とやまの森と技術 No.5 高齢コナラ林の伐採手順」も発行しました。

調査研究の実施にあたり、南砺市の前田徹様、金山里山の会の前川修様と宮林範行様をはじめとする皆様、富山県西部森林組合の皆様、高岡農林振興センター、砺波農林振興センター、富山県森林政策課の関係職員の皆様にはご協力や有益なご意見をいただきました。心より感謝申し上げます。



新緑の里山コナラ林 立山町吉峰上空 4月28日

目 次

1. コナラについての基礎知識	
1.1 コナラの特徴	1
1.2 コナラの分布と資源量	2
1.3 コナラ材の用途	3
1.4 コナラ林の伐採—更新伐とは—	3
1.5 コナラの更新—萌芽と実生—	5
1.6 燃料革命前のコナラ林における萌芽更新	5
1.7 現在の高齢化したコナラ林の更新	6
2. コナラ林伐採から無施業のまま 5 年経過した 30 箇所の更新状況	
2.1 調査方法	7
2.2 コナラ切株の萌芽状況	7
2.3 コナラの萌芽と実生の生育状況の比較	8
2.4 調査区の最優占種	8
2.5 更新タイプ区分と樹種組成	8
2.6 コナラ実生の密度と更新タイプの関係	10
2.7 更新タイプに関連する要因	10
2.8 まとめ	10
3. コナラ堅果の豊凶と実生発生密度—実生更新の基礎知識—	
3.1 堅果の落下時期と実生の発生時期	11
3.2 堅果の豊凶と実生発生密度の関係—実生発生密度は年により大きく変動—	12
3.3 堅果の豊凶を把握するには	13
4. 林内における実生の動態と前生の実生の増加策—伐採前の留意事項—	
4.1 前生と後生のコナラ実生密度の実態—伐採跡地により実生密度は大きく異なる—	14
4.2 林内における実生の生残と下層植生タイプ—ササ地の林内ではすぐ枯れる—	14
4.3 林内における実生密度の変動—豊作からの時間経過に伴い減少—	15
4.4 伐採前の実生密度の確認—低密度なら対処方法を検討—	15
4.5 伐採前の下層植生の確認—ササ地は事業地からの除外を検討—	16
4.6 下層植生の刈払いによる前生実生の増加策—伐採より一定期間前の刈払い—	17
4.7 下層植生の刈払いによる実生生存期間の延伸効果	18
4.8 伐採前の林内で行う刈払いの高さ—地上高 30cm—	20

5. 後生の実生の増加策—適切な伐採時期—	
5.1 豊作年にあわせた伐採による後生の実生の高密度化	21
5.2 晩秋から春にかけての伐採のメリット	22
5.3 前生と後生の実生の成長比較—伐採直後発生の後生は前生と遜色ない成長—	22
6. 保残木の選定方法—伐採時の留意事項—	
6.1 木を伐り残す意味—主目的は中間的な明るさの創出—	23
6.2 成長に適した明るさの樹種による違い—コナラは中間的な性質—	24
6.3 コナラ植栽木の生育と光環境の関係—コナラの成長に適した明るさ—	24
6.4 伐採の程度によって明るさはどのくらい変わるか	26
6.5 中間的な明るさを得るための保残木密度の目安—100m ² あたり 1~2 本—	27
6.6 保残木の選定—上層木のコナラを伐り残す—	28
6.7 保残木に発生する後生枝	29
6.8 コナラの伐り残し方	29
6.9 コナラの伐採高—一切株の地上部はなるべく残さない—	30
7. 伐採後の更新補助作業	
7.1 天然更新補助作業としての伐採後の刈払い	31
7.2 実生密度と競合植生の状況による施業方針の検討—実生密度の ABCD ランク—	31
7.3 施業方針の検討時期	34
7.4 育成樹種—高木樹種で有用性の高い樹種—	36
7.5 刈払い方法—萌芽の刈払いと萌芽を除く部分の刈出しと高刈り—	38
7.6 刈払いに適した季節—7 月上旬前後が適期—	41
7.7 刈払いの効果試験—伐採後 2 年間程度の高刈りが省力的かつ有効な施業—	41
7.8 刈出しを継続した事例	44
8. おわりに	45

1. コナラについての基礎知識

1.1 コナラの特徴

コナラは樹高 20m 以上になるブナ科の高木樹種で、ミズナラとともに日本のナラ類を代表する樹種です。冬の間は葉を付けない落葉広葉樹で、開葉は 4~5 月、落葉は 11 月頃です（図 1-1）。芽吹きの時期の開きかけの葉は銀白色であり（図 1-2）、遠目にもよく目立ちます。葉は長さ 10cm 前後で、縁には鋸歯（きよし）と呼ばれるぎざぎざの切れ込みがあります（図 1-3）。樹皮は灰黒色で、幹が太くなるほど縦方向の裂け目が深くなります（図 1-4）。タネはどんぐりで、堅い殻に包まれているため堅果（けんか）と呼びます（図 1-5）。



図 1-1 四季のコナラ
立山町吉峰



図 1-2 コナラの芽吹き
立山町吉峰 4月 14 日



図 1-3 コナラの葉



図 1-4 コナラの樹皮
左:直径 5cm、中:直径 30cm、右:直径 60cm



図 1-5 コナラの堅果
立山町吉峰 10月 11 日

1.2 コナラの分布と資源量

富山県のスギ人工林面積は約 500km²ですが、コナラ林はこれと同等の 464km²の面積があり、平野部を取り巻くように分布しています（図 1-6）。同じブナ科の高木樹種であるブナやミズナラの林が高標高域に分布するのに対し、コナラ林は主に 400m 以下の低標高域に分布するので（図 1-7）、コナラは富山県の里山広葉樹林を代表する樹種です。

富山県の民有天然林におけるコナラの推定材積は、ブナに次いで 2 番目に多い 232 万 m³です（図 1-8）。ブナが奥山に分布するのに対し、コナラはアクセスの良い里山に広く分布することから（図 1-9）、コナラは広葉樹の中で最も使いでのある樹種と言えます。

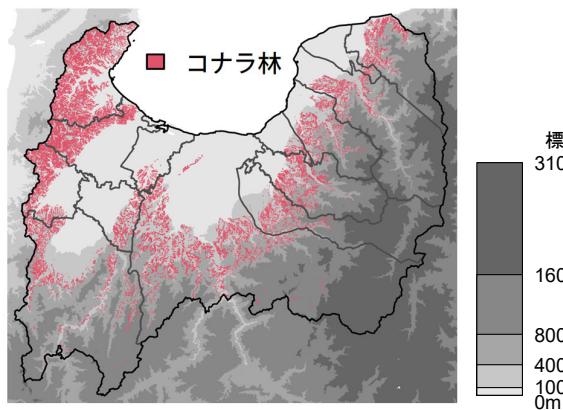


図 1-6 コナラ林の分布
環境省植生図より作成

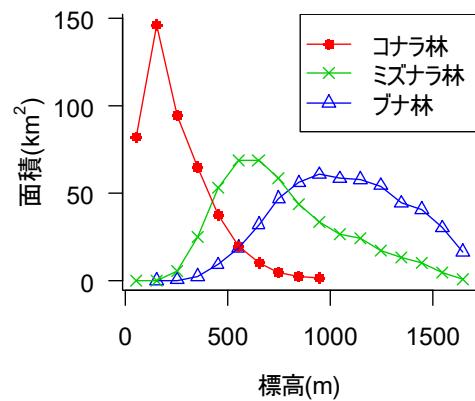


図 1-7 コナラ、ミズナラ、ブナ林の標高分布
環境省植生図より作成

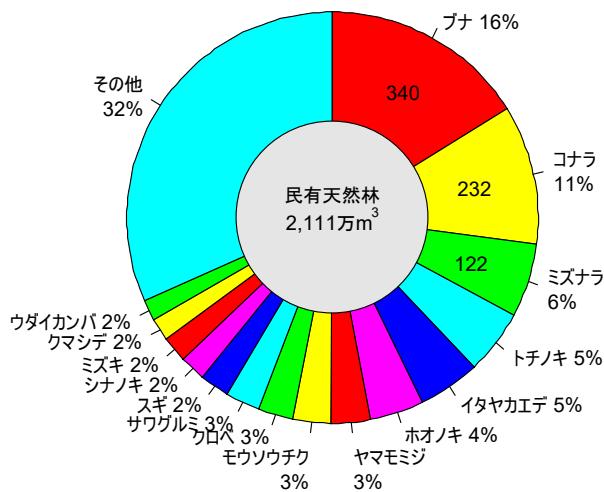


図 1-8 富山県の民有天然林の樹種別材積
森林生態系多様性基礎調査データから推定

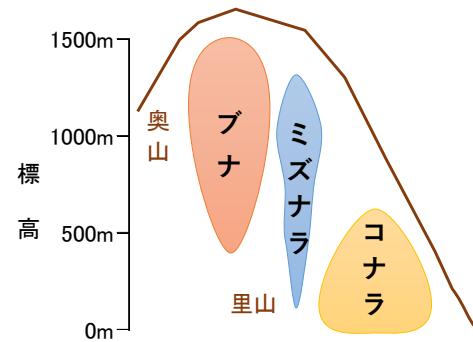


図 1-9 天然林主要 3 種の資源量分布
の模式図

1.3 コナラ材の用途

コナラ材は火持ちが良いため、かつては薪材や炭材として広く利用されていました。富山県におけるコナラ材（図 1-10、1-11）の現在の主な用途は、キノコ菌床栽培用のオガ粉材、製紙用のパルプ材、バイオマス発電用の燃材、薪材です。砺波市頬成にはコナラ材からオガ粉を生産する西部森林組合の工場があり（図 1-12、1-13）、その製品は県内外のキノコ生産業者に利用されています。コナラはミズナラに比べると材質が硬く、割れや狂いが出やすいため、家具材や内装材としてはあまり用いられていませんが、このような用途での利用の拡大が待たれます。



図 1-10 コナラの造材作業

砺波市庄川町横住



図 1-11 林道に搬出されたコナラ材

高岡市頭川



図 1-12 オガ粉工場に集積されたコナラ材



図 1-13 オガ粉工場におけるコナラ材の加工

1.4 コナラ林の伐採—更新伐とは—

近年の富山県におけるコナラ林の伐採は、補助金を受け取ることができる森林整備事業の更新伐として実施されるものが多数を占めています。更新伐の「更新」は、森林・林業分野では、伐採、山火事、気象害、病虫獣害などによって森林が失われた跡地において、樹木が成長し森林が再生することを意味します。一方、「更新」に「伐」が付いた「更新伐」は、間伐や下刈りのような森林施業における一般的な用語ではなく、森林整備事業の 1 項目として次のとおり定義されているものです。

育成複層林の造成及び育成、人工林の広葉樹林化の促進並びに天然林の質的・構造的な改善のための適正な更新を目的とする不用木の除去、不良木の淘汰、支障木やあばれ木等の伐採、搬出集積及び巻枯らしとする。

(林野庁制定の森林環境保全整備事業実施要領より抜粋)

従って、更新伐の意味をおおまかに言えば、人工林の広葉樹林化や天然林の更新を目的とした伐採・搬出作業となり、その対象となる森林や目標とする林型は多様です。伐採方法としては、施業地全体を伐採する皆伐のほか、列状や群状の伐採や、単木的に立木を伐り残す保残伐が可能です。

富山県では2013年度から更新伐が開始され、2021年度までの9年間に県北西部を中心に約700haで実施されました（表1-1、図1-14）。いずれも天然林で実施されており、その多くはコナラ林です。これらの更新伐では、一部の立木を保残木として伐り残す伐採（保残伐）が一般に行われています（図1-15）。跡地の一部ではコナラが植栽されていますが、多くでは植栽されずに天然更新に委ねられています。

森林整備事業の補助対象の更新伐とするためには、伐採率、施業地の面積、搬出材積などについて要件がありますので、詳しくはお近くの農林振興センターにお問い合わせください。

表1-1 年度別更新伐実績

年度	面積 (ha)
2013	7
2014	47
2015	61
2016	72
2017	127
2018	110
2019	93
2020	75
2021	98
計	690

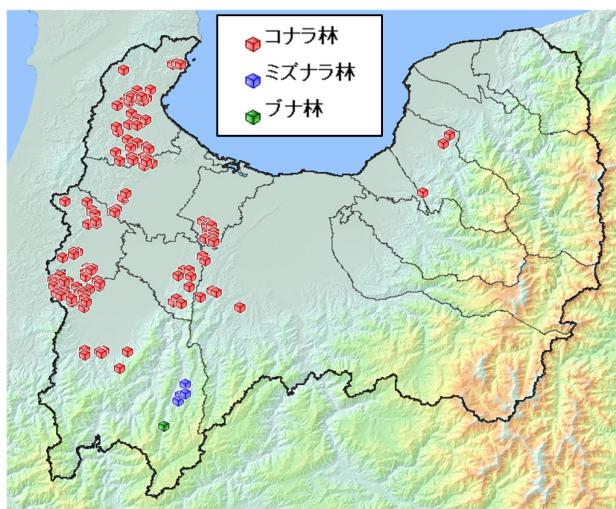


図1-14 更新伐事業地(2013~2021年度)



図1-15 一部の木を伐り残す保残伐
が実施された更新伐事業地
砺波市庄川町名ヶ原

1.5 コナラの更新—萌芽と実生—

伐採跡地に森林を再生させる手法として、植栽した苗を育てる人工更新と、植栽はせずに自然に生えた樹木を成長させる天然更新があります（図 1-16）。コナラ林の伐採跡地の多くで行われている天然更新については、再生するコナラの起源によって、萌芽（ぼうが）による更新と、実生（みしょう）による更新の 2 つに区分して捉える必要があります。萌芽は伐採されたコナラの切り株から発生した枝です（図 1-17）。萌芽は、樹木が山火事や伐採などで地上部を失った場合に、根株に貯蔵していた養分を利用して樹体を再生させるために発生するものです。一方、実生はコナラの親木から自然に落ちた堅果から発生した芽生えです（図 1-18）。実生は、その発生時期によって、伐採前から生育していた前生の実生と、伐採後に発生した後生の実生に分けられます。

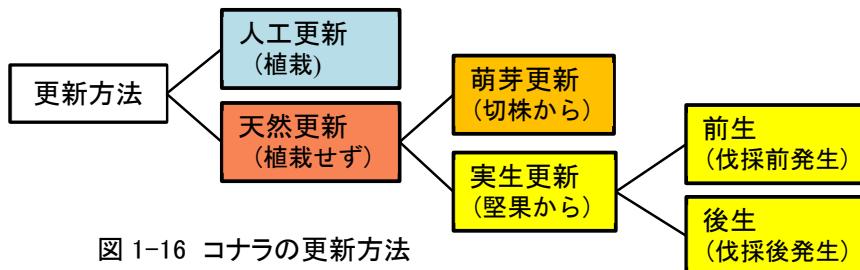


図 1-16 コナラの更新方法



図 1-17 コナラの切株から発生した萌芽
春発生萌芽の 7 月の状況
立山町吉峰 5 月 6 日
氷見市中村 7 月 18 日



図 1-18 コナラ堅果から芽生えた実生
立山町吉峰 5 月 6 日

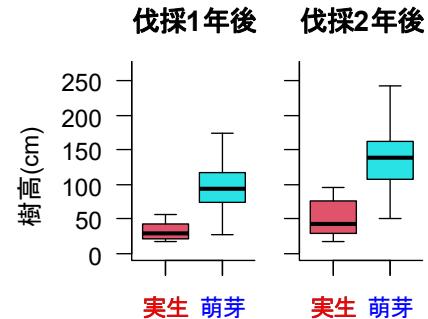


図 1-19 コナラの実生と萌芽の伐採
1 年後と 2 年後の樹高
実生は 4 m² 枠内の最大樹高 (n=31)
萌芽は切株内の萌芽枝の最大樹高
(n=51)

1.6 燃料革命前のコナラ林における萌芽更新

20 年生程度までの若齢のコナラには高い萌芽能力があります。また、萌芽は根株に蓄えられた養分を利用してできるので初期成長が速く、伐採から 1 年後の最大樹高は実生の約 50cm に対し萌芽は約 150cm、2 年後の最大樹高は実生の約 100cm に対し萌芽は約 200cm になります（図 1-19）。このため、若齢のコナラ林を伐採した場合には、その高い萌芽率と旺盛な初期成長により容易に萌芽更新します。1960 年代に起きた燃料革命までは、薪炭材として利用するために若齢で伐採し、この萌芽更新によってコナラ林を再生させ、循環利用していました（図 1-20）。図 1-6 で示したように富山県の里山広葉樹林の多くがコナラ林となっているのは、このような人間による利用があったためです。

1.7 現在の高齢化したコナラ林の更新

燃料革命後、コナラ林は利用されなくなり、高齢化が進みました（図 1-20）。現在は 60～80 年生の林が多く、40 年生以下の林はほとんどありません（図 1-21）。このようなコナラ林を伐採しても、高齢化による密度と萌芽力の低下によって（図 1-22、1-23）、萌芽更新によるコナラ林の再生は見込めません（図 1-24）。一方、実生更新のもととなる堅果の生産量は、若齢期よりもむしろ増えているので（図 1-25）、コナラ林再生の鍵となるのは、実生更新の成否です。次章では、このことを伐採跡地の実態調査から示し、コナラ林再生に有効な施業を考えます。

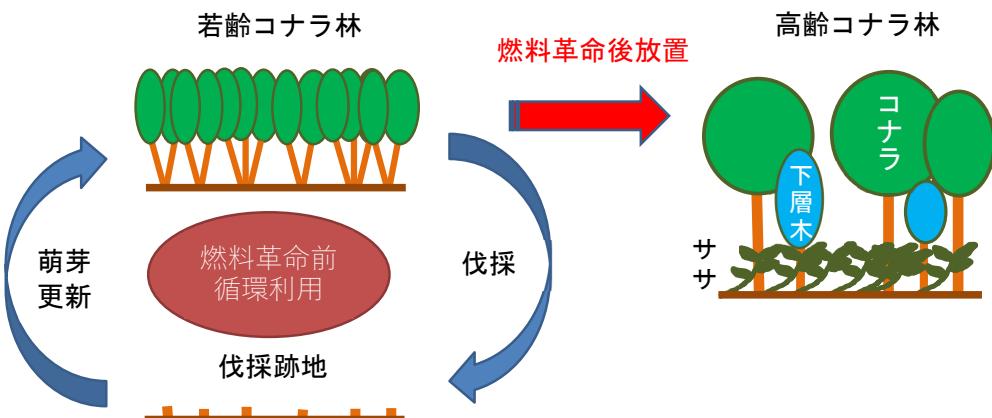


図 1-20 燃料革命までのコナラ林管理とその後の高齢化

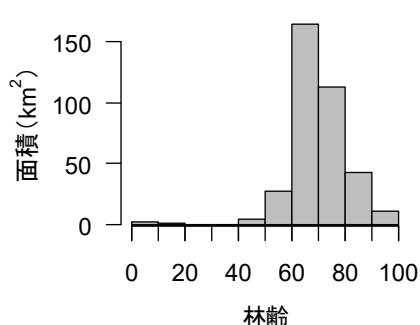


図 1-21 コナラ林の林齢別面積

森林簿データを用い、標高 400m 以下の
その他広葉樹林の林齢を 10 年単位で集計

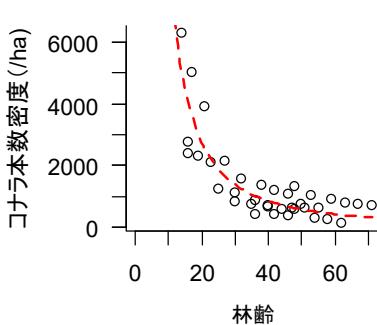


図 1-22 コナラ林の林齢とコナラ

本数密度の関係



図 1-23 萌芽のない

コナラ切株

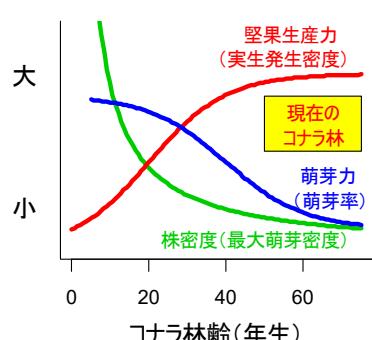


図 1-24 コナラ林の林齢と更新に関する
要因の関係

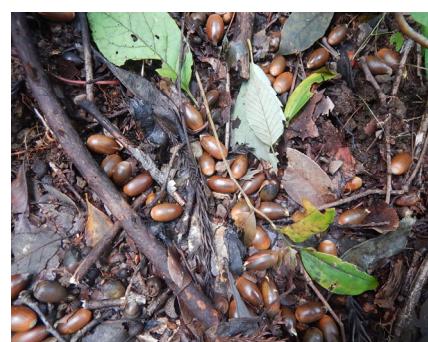


図 1-25 高齢コナラ林の堅果落下状況
立山町吉峰 10月26日

2. コナラ林伐採から無施業のまま 5 年経過した 30箇所の更新状況

2.1 調査方法

2013～2015 年にコナラ林の伐採が実施された県北西部の 10 事業地を調査対象としました（図 2-1）。1 事業地あたり 2～5 調査区、計 30 調査区を保残木がない部分に設定し、伐採から 2 年後および 5 年後に生育している樹木の調査を行いました。調査区は 200m^2 とし、入れ子状に 100 m^2 と 25 m^2 の区画を設け、中心部の区画ほど小サイズまで調査しました（図 2-2）。コナラの切株は萌芽の有無を調べました。また、ササ（チマキザサ）の繁茂状況を調査しました。

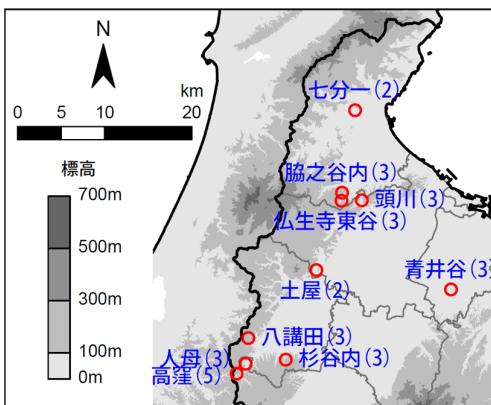


図 2-1 更新状況調査地

青字の 10 事業地で調査。カッコ内は調査区数
で事業地あたり 2～5 調査区設定

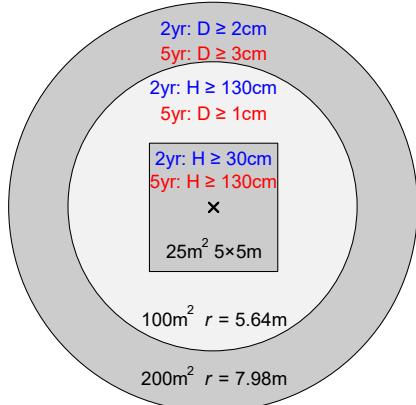


図 2-2 更新状況調査方法

2yr は伐採から 2 年後、5yr は 5 年後の
調査対象。D: 胸高直径、H: 樹高

2.2 コナラ切株の萌芽状況

コナラの切株は調査区あたり平均 5.7 株ありました。そのうち伐採の 5 年後に萌芽していた割合（萌芽率）は平均 27% で、0～78% まで大きくばらつき（図 2-3 左）、伐採林齢が高くなるほど萌芽率が低くなる傾向がありました（図 2-4）。2 年後は萌芽していたものの、5 年後には枯死していた切株もあったため、2 年後より 5 年後の萌芽率が低くなりました。5 年後の萌芽株密度は平均 87 株/ha で、最大でも 350 株/ha に過ぎませんでした（図 2-3 右）。高齢コナラ林では、図 1-22 で示したように萌芽の元になる株密度が低下しているうえ、萌芽力も低下するので（図 2-4）、萌芽のみでコナラ林を更新させるのは困難です。

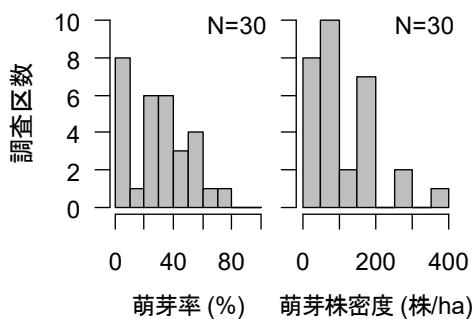


図 2-3 伐採から 5 年後のコナラ切株の
萌芽率と萌芽株密度

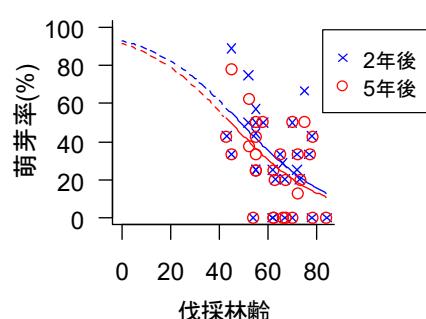


図 2-4 伐採林齢とコナラ切株の萌芽率の関係
曲線は一般化線形混合モデルの解析結果

2.3 コナラの萌芽と実生の生育状況の比較

伐採から 5 年後のコナラの実生と萌芽幹の本数密度（胸高直径 1cm 以上）を比較すると、実生は 0～12,500 本/ha、平均 3,318 本/ha に対し、萌芽幹は 0～1,650 本/ha、平均 265 本/ha と大きな差がありました（図 2-5a）。胸高断面積合計（幹の地上 130cm における断面積の和）と、その調査区内に占める割合も実生の方が高い値でした（図 2-5b、c）。このことから、高齢コナラ林の伐採跡地におけるコナラの更新には、萌芽より実生の寄与が大きいことがわかりました。一方、萌芽、実生とも生育していた調査区で、それぞれの最大幹について直径と樹高を比較したところ、実生の方が小さく成長は遅い傾向がありました（図 2-5d、e）。これは、図 1-19 に示したように、実生の初期成長は萌芽より劣るためです。このことから、刈払いなどの更新補助作業の必要性は、萌芽より実生で高いと言えます。

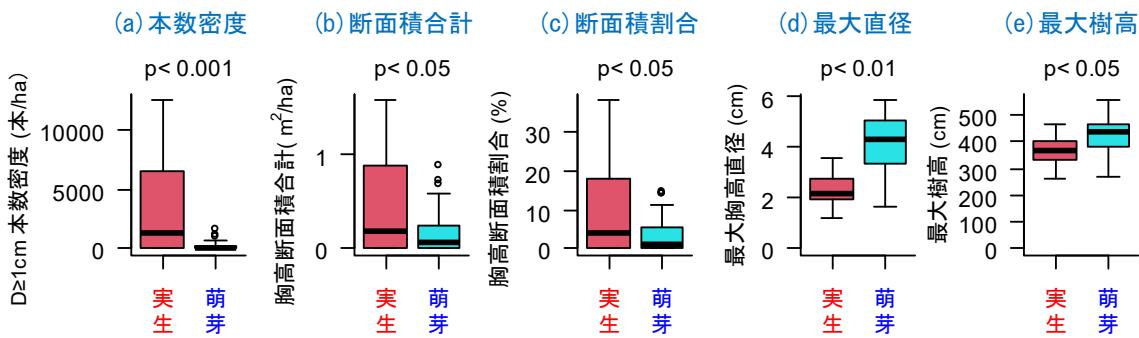


図 2-5 伐採から 5 年後のコナラ実生と萌芽の生育状況の比較

本数密度、胸高断面積合計、胸高断面積割合は調査した 30 調査区で比較。最大胸高直径と最大樹高は、実生、萌芽とも生育していた 15 調査区で比較。p 値は wilcoxon の符号順位検定結果

2.4 調査区の最優占種

伐採から 5 年後の調査結果を用い、調査区ごとに最も胸高断面積合計が多い樹種（最優占種）を調べました（表 2-1）。コナラについては実生と萌芽に区分して集計しました。コナラ実生は 8 調査区で最優占種となりましたが、コナラ萌芽が最優占種となった調査区はありませんでした。アカメガシワ、カラスザンショウ、ヌルデは、それぞれ 5、3、3 調査区で最優占種となりました。これらは、コナラ林内には通常生育していない樹種で、伐採による光環境の変化に呼応して発芽成長した種（以下、先駆種）です（図 2-6）。ウワミズザクラ、アオハダ、エゴノキ、リョウブなどコナラ林内に見られる樹種（以下、非先駆種）が最優占種となったのは 11 調査区でした。

表 2-1 調査区の最優占種

最優占種	タイプ	調査区数
コナラ実生	コナラ実生	8
アカメガシワ	先駆種	5
カラスザンショウ	先駆種	3
ヌルデ	先駆種	3
ウワミズザクラ	非先駆種	2
アオハダ	非先駆種	2
エゴノキ	非先駆種	2
リョウブ	非先駆種	2
クリ	非先駆種	1
ホオノキ	非先駆種	1
オオバクロモジ	非先駆種	1
計		30

2.5 更新タイプ区分と樹種組成

調査区の更新タイプをコナラ実生型、非先駆種型、先駆種型、更新不良に 4 分割しました。コナラ実生型は、伐採から 5 年後にコナラが最優占種となった 8 調査区としました（表 2-1、図 2-7）。更新不良は、5 年後の高木樹種密度が 5000 本/ha 未満の 7 調査区としました（図 2-

8、2-9)。その他の15調査区については、5年後の非先駆種と先駆種の優占度を比較して、6調査区を非先駆種型、9調査区を先駆種型に区分しました。

更新タイプ別の主要樹種は、コナラ実生型ではコナラ実生のほかリョウブ、アオハダ、ウワミズザクラ、非先駆種型ではウワミズザクラ、コナラ実生、エゴノキ、先駆種型ではアカメガシワ、ヌルデ、カラスザンショウでした（図2-10）。



図2-6 先駆種主要3種の当年生実生

コナラ林を12月に伐採した跡地に翌春発生した実生の7月の状況

氷見市中村 7月18日

図2-7 コナラ実生型の状況

伐採5年後、小矢部市杉谷内

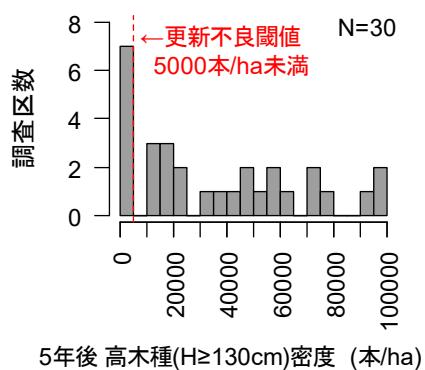


図2-8 伐採5年後の高木種密度



図2-9 更新不良の状況

伐採から5年後、ササに覆われる
南砺市人母

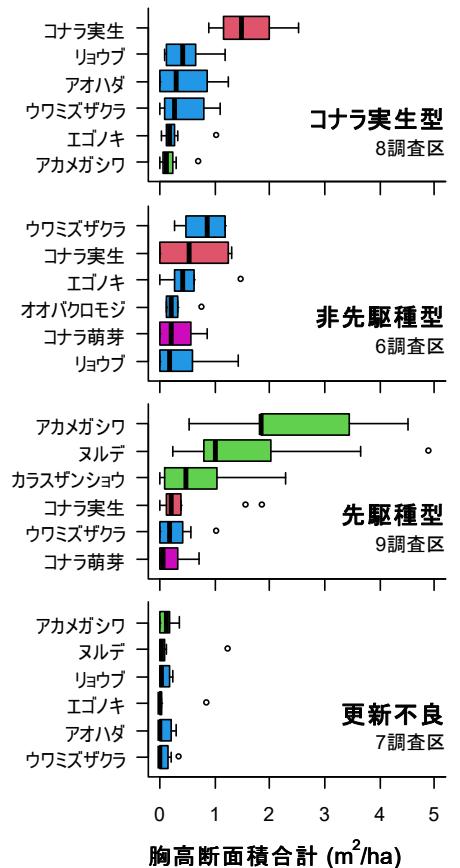


図2-10 更新タイプ別の樹種組成

伐採から5年後。上位6種を表示

2.6 コナラ実生の密度と更新タイプの関係

伐採から 5 年後の更新タイプがコナラ実生型となるか判断する指標として、2 年後のコナラ実生（樹高 30cm 以上）の密度（初期実生密度）を用いることができるか検討しました。その更新タイプごとの平均値は、コナラ実生型 93,900 本/ha（最小 11,400、最大 221,900）、非先駆種型 18,200 本/ha、先駆種型 17,400 本/ha、更新不良 200 本/ha でした。初期実生密度が 10,000 本/ha 未満の場合には、コナラ実生型となることはなく、10,000～100,000 本/ha の場合には、コナラ実生型となることもありましたが、非先駆種型、先駆種型となることもありました（図 2-11）。初期実生密度が 100,000 本/ha 以上だったのは 2 調査区のみで、いずれもコナラ実生型となりました。このことから、コナラ実生型となるためには初期実生密度は最低でも 1 本/ m² 必要で、それ以上の密度だったとしても、刈払いなどの補助作業を行わないと、他種が優占することもあると言えます。また、初期実生密度は最大でも数 10 本/m² であり、10 本/m² を超えていれば、相対的に高密度だと判断できます。

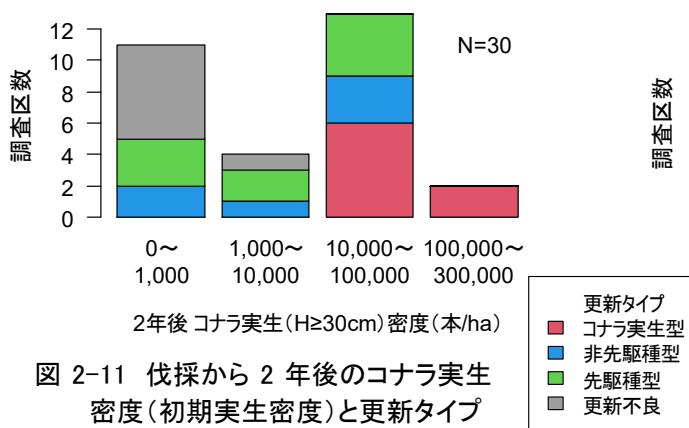


図 2-11 伐採から 2 年後のコナラ実生密度 (初期実生密度) と更新タイプ

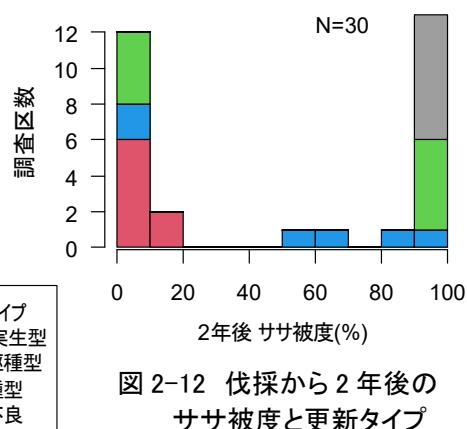


図 2-12 伐採から 2 年後のササ被度と更新タイプ

2.7 更新タイプに関連する要因

コナラ初期実生密度以外で、更新タイプに強く影響していたのはササの被度（区画のうちササに覆われる範囲の割合、4.5 節参照）でした。ササの被度が高くなるに従い、更新タイプはコナラ実生型、非先駆種型、先駆種型、更新不良となる傾向がありました（図 2-12、2-13）。ササ被度が低い場合には、相対的に湿潤な地形で先駆種型となる傾向がありました。

2.8 まとめ

高齢コナラ林を伐採して天然更新にまかせても、切株からの萌芽でコナラ優占林が再生することは期待できず、アカメガシワなどの先駆種やウワミズザクラなどの非先駆種が優占する林や、更新木の少ないササ地となることが多いことが分かりました。その一方で、コナラの実生は萌芽よりも更新への寄与が大きく、非ササ地で、かつ初期実生密度が高ければコナラ林が再生する可能性もあることがわかりました。コナラ林再生の可能性を高めるためには、コナラの初期実生密度を高めるような施業を行うことや、刈払いによってササなどの競合植生を制御するのが有効です。また、ササ地は事業地から除くという判断があつてもよいでしょう。



図 2-13 更新不良地の濃密なササ
伐採から 5 年後
氷見市仏生寺

3. コナラ堅果の豊凶と実生発生密度—実生更新の基礎知識—

3.1 堅果の落下時期と実生の発生時期

樹木の種子には、地中で何年も休眠できるタイプと、そうでないタイプがあります。伐採跡地で良く見るアカメガシワやカラスザンショウの種子は、前者の長期間にわたり地中で休眠できるタイプで、2.4 節で説明したとおり、伐採による環境変化に反応して一斉に発芽します（図 2-6）。これに対し、コナラの種子（堅果）は後者の休眠することができないタイプで、秋に樹上から地面に落下してすぐに発根し（図 3-1）、翌春から初夏にかけて発芽します（図 3-2）。このため、堅果落下が多かった年の翌年は、実生が多数発生します。逆に、堅果落下が少なかった年の翌年は、たとえ伐採によって成長に好適な環境となっていたとしても、実生はほとんど発生しません。

刈払いや伐採の作業適期を検討するため、堅果の落下時期と実生の発生時期は何月頃なのか知っておく必要があります。コナラの堅果は、内部がゾウムシ等により食べられた虫害堅果と、健全堅果があります。このうち、発芽能力が高いのは健全堅果です。健全堅果の落下は9月に始まり、ピークは10月中旬で、11月上旬までにほぼ全て落下します（図 3-3）。

堅果から実生が発生（発芽）する時期は、4月から7月と比較的長期間です（図 3-4）。里山でコナラの成木が芽吹くのは4月中旬から下旬にかけてですが、実生の発生はこれより遅れるものも多いということです。



図 3-1 堅果の発根状況

南砺市砂子谷

10月18日採取



図 3-2 発芽直後

小矢部市桜町

5月12日

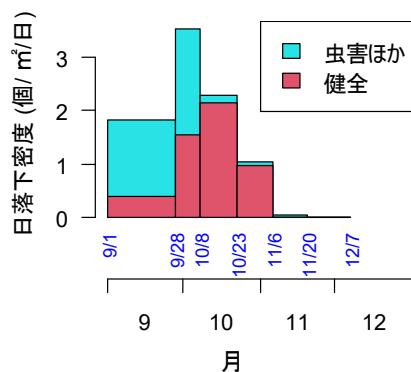


図 3-3 堅果の落下時期
2015年に立山町吉峰で調査

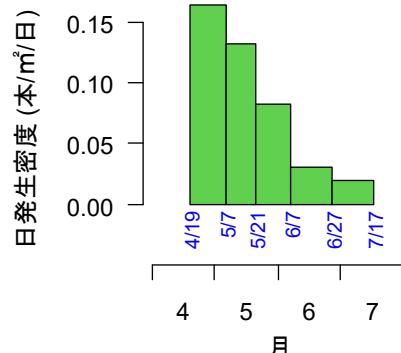


図 3-4 実生の発生時期
2018年に南砺市砂子谷のコナラ林内で調査

3.2 堅果の豊凶と実生発生密度の関係—実生発生密度は年により大きく変動—

健全堅果の落下密度には、年による豊凶の変動があります。落下密度1個/ m^2 未満を凶作、1~10個/ m^2 を不作、10~50個/ m^2 を並作、50個/ m^2 以上を豊作とすると、5箇所で16年間計測したうち、凶作は15回、不作は18回、並作は27回、豊作は20回でした（図3-5）。つまり、豊作は4年に1回程度、並作以上は2年に1回以上の頻度で到来します。堅果の豊凶の周期は一定ではなく、今年凶作だったから来年は豊作だろう、といふような予測は成り立ちませんが、不作以下の年が3年以上続くことは稀です。

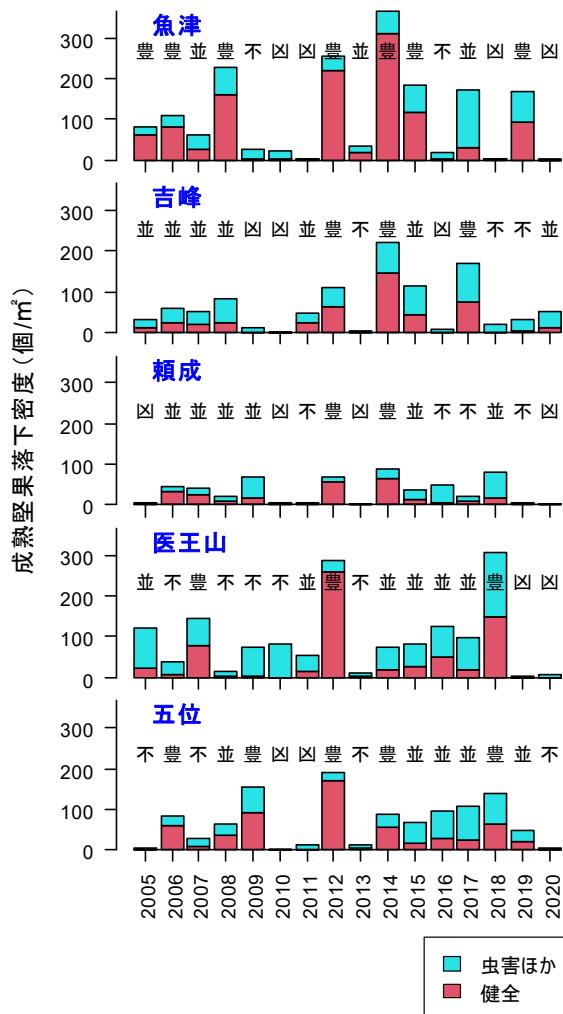


図3-5 コナラ堅果落下密度の年次推移

県内5箇所のコナラ林内にそれぞれ10個のシードトラップを設置し16年間調査。成熟堅果を健全と虫害ほかに区分。健全堅果落下密度1個/ m^2 未満を凶作、1~10個/ m^2 を不作、10~50個/ m^2 を並作、50個/ m^2 以上を豊作に区分し、毎年の作柄を図中に凶、不、並、豊と記入。

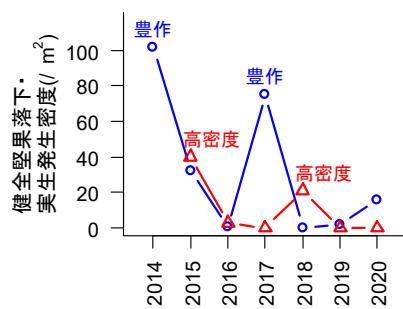


図3-6 健全堅果落下密度と実生発生密度の年次推移

図3-8の1林分のデータを描画



図3-7 豊作翌年の林内における高密度での実生発生状況 立山町吉峰 5月26日

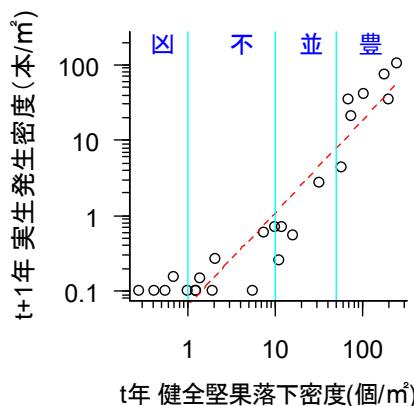


図3-8 健全堅果の落下密度と翌年の実生発生密度の関係

4林分で5~7年間調査。実生発生密度はゼロ値があるため、0.1を加え両対数で描画

堅果の豊凶変動に応じて、実生の発生密度にも年による変動があります（図 3-6）。豊作年の翌年は $10 \text{ 本}/\text{m}^2$ 以上（図 3-7）、並作年の翌年は $0.5 \text{ 本}/\text{m}^2$ 以上の実生の発生が期待できますが、不作以下の翌年は実生がほとんど発生しません（図 3-8）。豊作と並作の到来頻度を考慮すれば、豊作に伴って $10 \text{ 本}/\text{m}^2$ 以上の高密度での実生発生が期待できるのは4年に1回程度、並作以上となって最低でも $0.5 \text{ 本}/\text{m}^2$ 程度の実生の発生が期待できるのは2年に1回程度です。逆に、実生の発生がほとんど期待できないのは2年に1回程度です。

3.3 堅果の豊凶を把握するには

堅果の豊凶は翌年の実生の発生密度に影響するので、豊作年にあわせて林内の下層植生の刈払い（4.6 節）や、伐採（5.1 節）を行うと、実生更新が成功する可能性が高まります。では、豊凶はどのように把握すればよいでしょうか。

図 3-3 で示したように、樹上で成熟した堅果の落下時期のピークは 10 月中旬です。ですから、10 月下旬以降、積雪に覆われるまでは、地表に落ちている堅果の密度から豊凶を把握できます。成り具合には個体差があるので、 $10 \text{ 本}/\text{m}^2$ 以上なら並作、 $50 \text{ 個}/\text{m}^2$ 以上なら豊作と推定できます。サイズが大きい堅果でも、簡単に潰れるものや、色が悪いもの、孔が空いているものは虫害堅果であることが多いので、これらは除いて数える必要があります。事業地内の随所で作業道等に大量に堅果が落下しているのを確認できれば（図 3-9）、その状況から豊作年だと判断することもあります。

より早い時期に豊凶を把握する手法としては、樹上における堅果の成り具合を観察する方法があります。堅果が大きくなつて見やすくなる 8 月中旬以降（図 3-10）、成熟堅果の落下が本格化する前の 9 月中旬までに、枝先 50cm あたりの堅果数を 10 本以上の木について双眼鏡で調べます（図 3-11）。この数が平均で 2 以上なら並作、4 以上なら豊作と推定できます（図 3-12、3-13）。なお、森林研究所では、ツキノワグマ出没予測のために毎年県内 10 地点でコナラの豊凶を推定し、9 月上旬に発表しているので参考にしてください。



図 3-9 豊作年の作業道上の堅果落下状況
水見市余川 10 月 22 日



図 3-10 成熟途上の堅果
立山町吉峰 8 月 7 日

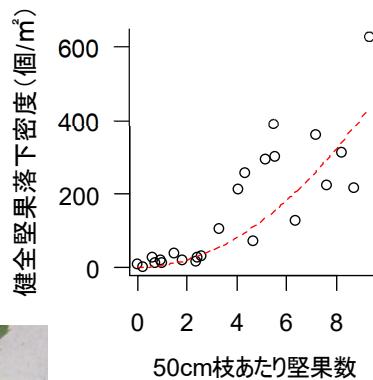


図 3-12 枝先 50cm あたり堅果数と健全堅果落下密度の関係

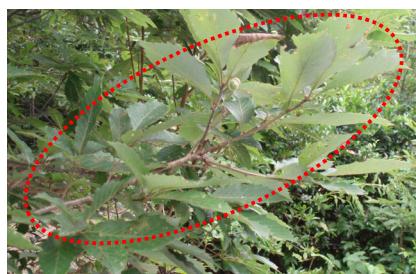


図 3-11 枝先 50cm あたりの堅果数調査
枝先 50cm の範囲（赤枠内）を目測し堅果数を数える



図 3-13 豊作年の堅果着生状況
立山町吉峰 9 月 15 日

4. 林内における実生の動態と前生の実生の増加策—伐採前の留意事項—

4.1 前生と後生のコナラ実生密度の実態—伐採跡地により実生密度は大きく異なる—

伐採跡地に生育するコナラの実生は、その発生時期によって、図 1-16 で示したように伐採前から生育していた前生の実生と、伐採後に発生した後生の実生に区分できます。前生と後生それぞれの実生の密度は、伐採跡地により大きく異なります。コナラ林の伐採跡地 4箇所で調べたところ、前生は $10 \text{ 本}/\text{m}^2$ 以上と高密度だが後生はほとんどない箇所（図 4-1、吉峰）、前生はほとんどないが後生は $10 \text{ 本}/\text{m}^2$ 以上と高密度の箇所（同、小森谷）、両者とも $5 \text{ 本}/\text{m}^2$ 程度の箇所（同、中村）、両者あわせても $1 \text{ 本}/\text{m}^2$ にも満たない箇所（同、平等）がありました。このような密度の違いには、堅果の豊凶や伐採前の林内における下層植生のタイプが関係していますが、前生、後生どちらの実生についても、工夫して施業することによって密度を高めることができます。この 4 章では前生の実生について、5 章では後生の実生について、密度を高める手法を説明します。

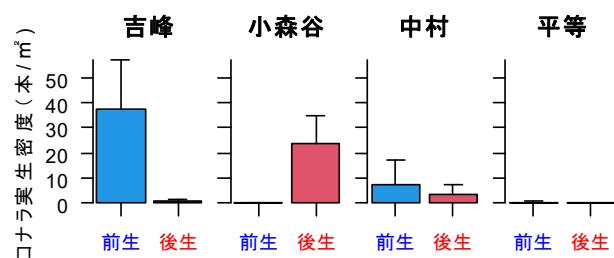


図 4-1 伐採跡地のコナラ実生密度

伐採跡地となってから 1 年目に、吉峰は 1m^2 枝 36 個、小森谷は 1m^2 枝 84 個、中村は 1m^2 枝 120 個、平等は 4m^2 枝 167 個で調査。バーは標準偏差。

4.2 林内における実生の生残と下層植生タイプ—ササ地の林内ではすぐ枯れる—

林内でコナラの実生が生育している地表付近は、日光があまり差し込まず、コナラの実生にとっては暗すぎる環境です。このため、伐採などにより光環境が改善しない限り、発生した実生は次々と枯れていきます。この枯死していくスピードは、優勢な下層植生がササ（図 4-2）であるか、ソヨゴやヒサカキなどの常緑樹（図 4-3）であるか、リョウブやクロモジなどの落葉樹（図 4-4）であるかによって異なります。実生は図 3-4 で示したように 5 月前後に発生しますが、その年の秋の枯死率は、下層植生がササ型の場合 98%、常緑樹型の場合 58%、落葉樹型の場合 46% でした（図 4-5）。つまり、枯れやすい方から順にササ型、常緑樹型、落葉樹型となります。ササ型では発生しても 1 ヶ月もたたず枯死してしまうものが多数を占めますが、これは地表付近の照度が特に暗いためです。



図 4-2 ササ型下層植生

小矢部市下屋敷 12 月 4 日



図 4-3 常緑樹型下層植生

射水市青井谷 5 月 18 日



図 4-4 落葉樹型下層植生

小矢部市小森谷 4 月 27 日

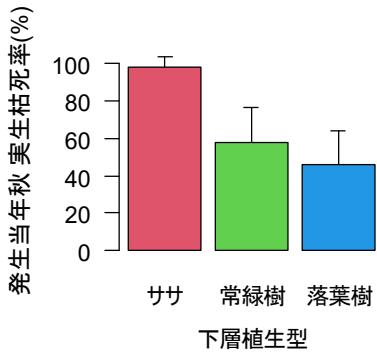


図 4-5 林内に発生した実生の発生年秋の枯死率

堅果豊作年の翌年に下層植生型あたり 20 ~40 枠で調査。バーは標準偏差。

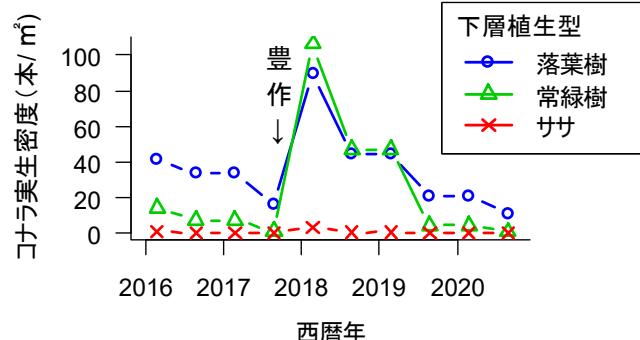


図 4-6 林内におけるコナラ実生密度の推移

下層植生型あたり 20~40 枠で調査。いずれの下層植生タイプでも 2017 年秋に健全堅果が 50 個/m² 以上落下する豊作となった

4.3 林内における実生密度の変動—豊作からの時間経過に伴い減少—

図 3-6 で示したとおり、実生の発生密度は堅果の豊凶に応じて年による変動があります。また、図 4-5 で示したとおり、発生した実生は下層植生に応じたスピードで枯死し、減少していきます。このため、林内に生育する実生の密度は、同じ地点であっても豊作からの経過年数により変動するとともに、豊作からの経過年数が同じであっても、下層植生の型に応じて実生密度は異なります(図 4-6)。このような林内における実生密度の時空間的変動が、図 4-1 で示したような伐採跡地間における前生の実生密度の違いをもたらします。

4.4 伐採前の実生密度の確認—低密度なら対処方法を検討—

伐採前には前生の実生密度がどの程度あるか調べましょう。図 2-11 で示した伐採跡地における実生密度を参考にすると、10 本/m² 以上であれば高く、1 本/m² 未満であれば低いと言えます。図 4-6 の下層植生がササ型の箇所であれば、2016~2020 年にかけて 1 本/m² を超えたのは豊作年翌春の 2018 年春のみで、それ以外の期間は常に 1 本/m² 未満の低密度でした。一方、下層植生が落葉樹型であり、豊作からの経過年数が短ければ、比較的高い実生密度が期待できます。

前生の実生密度が低い場合には、2 つの対処方法を考えられます。1 つ目は下層植生を刈払って光環境を改善し、前生の実生密度を高めたうえで伐採する手法です(4.6 節)。2 つ目は、豊作年にあわせて伐採し、伐採直後に後生の実生を高密度で発生させる手法です(5.1 節)。これらの対処を行わない限り、伐採跡地のコナラ実生は低密度となりますので、実生更新でコナラ林を再生させるのは困難です。

前生の実生密度をある事業地で調べた事例では、0~34 本/m²、平均 7 本/m² でした(図 4-7)。このように事業地の中でも実生の密度に差異があるのは普通のことなので、実生密度は事業地内の複数の地点で確認する必要があります。

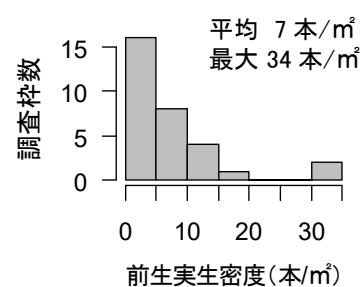


図 4-7 前生実生の密度分布
1 事業地内の 31 地点で調査

4.5 伐採前の下層植生の確認—ササ地は事業地からの除外を検討—

実生密度の調査とあわせて下層植生も確認し、ササ型（図 4-2）と非ササ型（常緑樹型・落葉樹型）（図 4-3、4-4）のどちらなのか把握しましょう。ササ地（ササ型下層植生）では、実生が発生してもすぐに枯死してしまうので（図 4-5）、実生密度は常にほぼゼロだと考えた方が良いです。つまり、実生更新を成功させるためには実生密度を高める対処が必須だと考えるべきです。また、7.7 節で示しますが、ササは伐採時の安全確保と作業性向上のための刈払い（中刈り）で 1 回刈られたとしてもすぐに再生し、コナラ以外の樹種も含め更新を阻む存在になります。2 章で示した伐採跡地の追跡調査結果でも、更新不良となったのはササ地でした（図 2-12）。つまり、ササ地で思わしい更新結果を得るのは容易なことではありません。事業地内でも、谷部でササが濃く、尾根部でササが薄いなど、ササの密度には濃淡があるのが普通なので（図 4-8）、ササに覆われて搔き分けないと地面が見えないような場所は、事業地から除外することを検討しましょう。

ササが多いか少ないかを判断する際には、ササの被度が尺度になります。被度は、ある区画のうちササの葉で覆われている面積の割合を目視で判断するもので、50%を超えていればササ地と判断できます。ササの被度を多くの箇所で調べると、図 2-12 で示したように、低い値と高い値の両極端に偏る分布となります。中ほどの 50%前後の値は少ないので、ササ地か否かの判断に迷うことは少ないはずです。

なお、県内のコナラ林でササ地が多いのは、氷見市から旧福光町にかけての県北西部であり、コナラ林の伐採が盛んな地域と重複しています。この地域のササの多くは、チマキザサという種類のササであり、ススタケとして食用され標高の高い所に多いチシマザサとは別の種類です。



図 4-8 同一事業地内のササ型と非ササ型の下層植生
小矢部市小森谷

4.6 下層植生の刈払いによる前生実生の増加策—伐採より一定期間前の刈払い—

林内に生育する前生の実生の密度を高めるためには、伐採より一定期間前に下層植生の刈払い（図 4-9）を実施するのが有効です。実生の生育する地表付近（林床）の光環境が改善され、実生の生存期間が長くなり、実生を蓄積することができます（図 4-10、4-11）。この手法は、天然更新法の 1 つと知られている漸伐（傘伐）に類似するものです。漸伐とは、ある程度の期間をかけ数回に分けて伐採し、林床の光環境の改善と実生の蓄積を図りながら更新させる手法です。

実生密度を高めるための下層植生の刈払いは、伐採直前に安全確保と作業性の向上を目的として行われている刈払い（中刈り）と類似した作業です。ですから、中刈りを前倒しして行うともできます。下層植生の回復の程度によっては、伐採直前に再度刈払いが必要になる場合もあるかもしれません、1 回刈り払っているので労力は少なくて済みます。

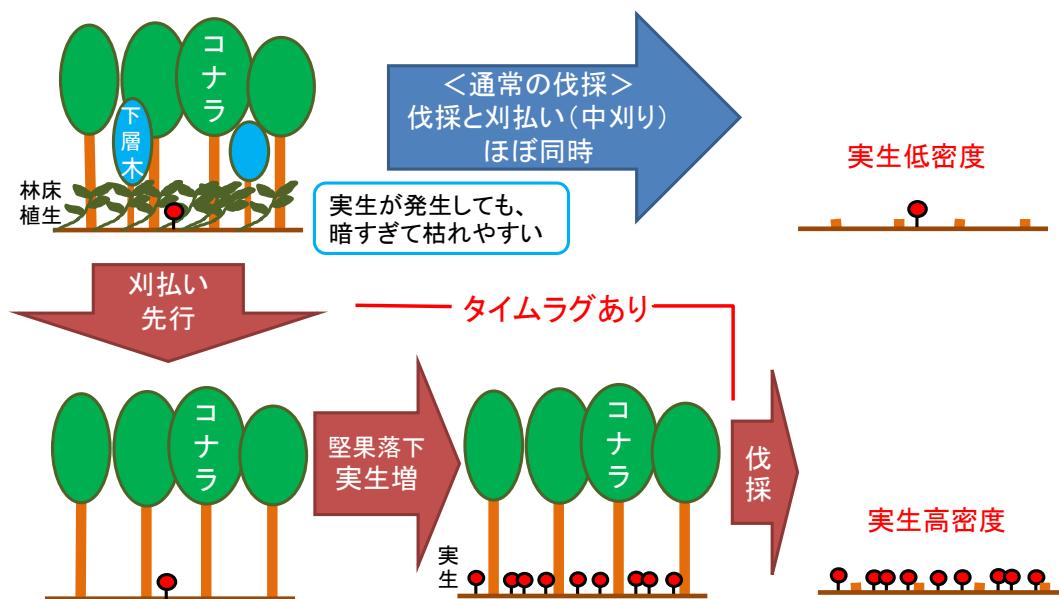
刈り払うべき下層植生には、ササなどの林床植生のほか、下層木として生育しているソヨゴやアオハダなどの直径 10cm 程度になるものも含みます。チェンソーが必要になるサイズのものもありますが、光環境を改善するため可能な限り伐ります。枝条は、実生の生育促進や後の伐操作業のために、なるべくまとめておきます。



図 4-9 実生密度を高めるための下層植生刈払い



図 4-11 刈払いによって高密度化したコナラ実生



伐採年が決まっていないのであれば、下層植生の刈払いを行い、実生密度が高くなったのを確認してから伐採します。生育する実生がほとんどない場合には、並作以上の作柄となつたタイミングにあわせ、その年の秋か、翌春に実生が発生したのを確認して刈払いを開始すると良いでしょう。

伐採年が決まっている場合には、凶作年があることを考慮して、伐採の3~4年くらい前から並作以上の作柄となるタイミングを見定めて刈払いを開始するのがベストです。しかし、3~4年先まで伐採計画をたてるのは困難である場合も多いでしょう。この場合、伐採の数ヶ月前であっても、準備ができ次第刈払いをすることを推奨します。たとえば、秋から伐採する事業地で、春のうちに刈払いを実施しておけば、春に発生した実生や、既に生育していた実生の生存率を高められます。

伐採前に下層植生が再び繁茂してしまった場合には刈払いを繰り返します。次節の図4-17で示すとおり、ササは刈払い後の回復が早いので、ササ地では2年に1回程度刈り払う必要があります。

伐採後の次世代のコナラの源になるのは、前生の実生、後生の実生に加え、切り株から発生する萌芽がありますが、この3つの源のうち、伐採前の林内で実際に密度を確認することができるは前生の実生だけです。伐採後に発生する萌芽と後生の実生の発生密度については、伐採前の段階では推測しかできません。従って、前生の実生の密度が高いことを確認するか、低ければ本節で説明した手法で人為的に高めたうえで伐採するのが、コナラ林を再生させるうえで最も確実性の高い手法です。

4.7 下層植生の刈払いによる実生存期間の延伸効果

図4-10で示した、林内の下層植生の刈払いの効果を確認するため、非ササ地（下層植生広葉樹）とササ地それぞれのコナラ林内に、無施業の対照区、刈払いを1回のみ行った刈払後放置区、刈払いを毎年行った刈払継続区を設定し（図4-12）、林内における実生の生残を5~6年間調べました（図4-13）。その結果、施業強度を強くするほど、またササ地より非ササ地の方が実生の生存期間が長くなりました（図4-14）。実生発生から半数が枯死するまでの期間は、刈払いを1回することによって（刈払後放置区）、非ササ地では0.8年が3.3年に、ササ地では0.2年が2.2年に長くなりました（図4-15）。非ササ地よりササ地で生存期間が短くなったのは、ササは刈払い後の回復が早いためです（図4-16、4-17）。刈払いを1回行った刈払後放置区において、ササの高さが刈払い前の水準まで回復したのは5年後でしたが、葉面積は2年後には回復し、地表を覆いつくしていました（図4-18）。



図4-12 ササ地における刈払い効果の試験状況



図4-13 豊作翌年に高密度で発生した実生の調査状況

この試験結果から、伐採前の林内において刈払いを行うことによって、実生の生育する地表付近の光環境が改善されて生存期間が長くなり、実生密度を高められることと、実生密度を高い状態で維持するためには、繰り返し刈払いを行う必要性がササ地では非ササ地よりも高いことがわかりました。刈払いを行うと、ネズミ類（図4-19）の隠れる場所が減って活動が抑制され、発芽前の堅果の食害を低減する効果も期待できます。

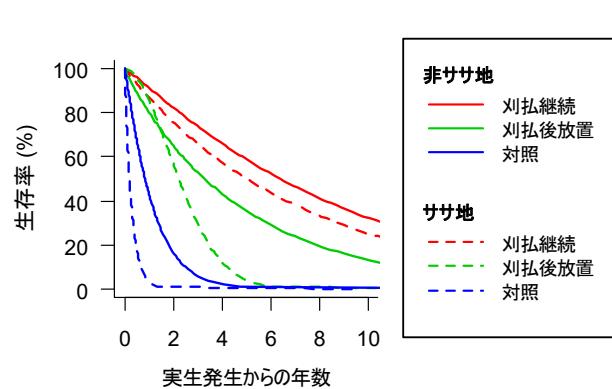


図 4-14 実生生存率の推移
実測データにワイブル分布を適用

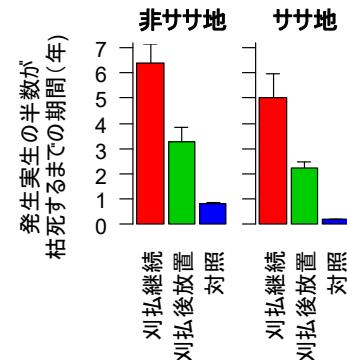


図 4-15 発生実生の半数が枯死するまでの期間

図 4-14 から算出した生存年数中央値。バーは 95% 信頼区間



図 4-16 刈払い 1 年後のササ回復状況
刈払後放置区、まだ地表が見える



図 4-17 刈払い 2 年後のササ回復状況
刈払後放置区、地表を覆いつくすまでに回復

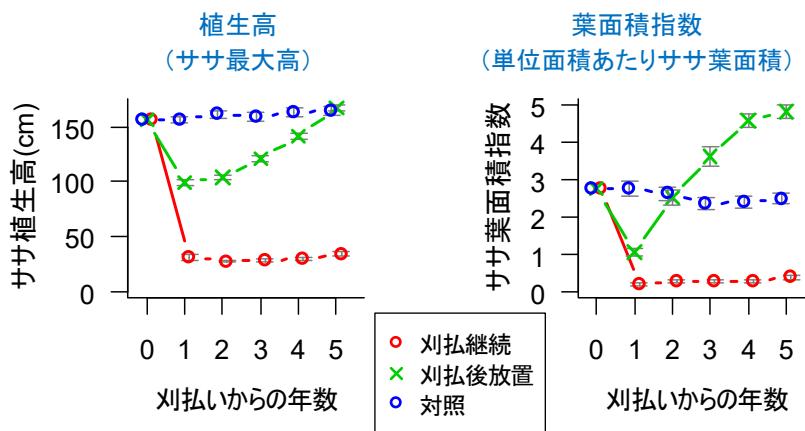


図 4-18 刈払い後のササの植生高と葉面積指數の推移



図 4-19 コナラ林で捕獲したアカネズミ
南砺市砂子谷

4.8 伐採前の林内で行う刈払いの高さ—地上高 30cm—

実生密度を高めるための刈払いや、伐採直前の安全確保と作業性向上のための刈払い（中刈り）を行う際に、下層植生の中にコナラの実生がある場合には、実生よりも高い位置で刈ることによって、実生の損傷を防ぐとともに、実生の成長を妨げる下層植生を減らすことができます。林外の明るい所に生育している実生であれば1回刈られた程度では枯死しませんが、暗い林内で生育している実生は、生存するのに精一杯で蓄えている養分は少なく、刈払いに対する耐性は弱いので、なるべく刈らないようにするべきです。

では、どのくらいの高さで刈れば実生を傷つけずに済むのでしょうか。実生密度を高めるための刈払いを行い、光環境を改善したとしても、コナラ林内では樹高 30cm 以上のコナラの実生はほとんどありません（図 4-20）。林内の上層木のある光環境は、下層植生を除去したとしても、コナラ実生にとっては樹高成長するには暗すぎるためです。このことから、伐採前の林内で行う刈払いは地上高 30cm 程度のやや高刈り（図 4-21、4-22）で行うように心掛けると良いでしょう。

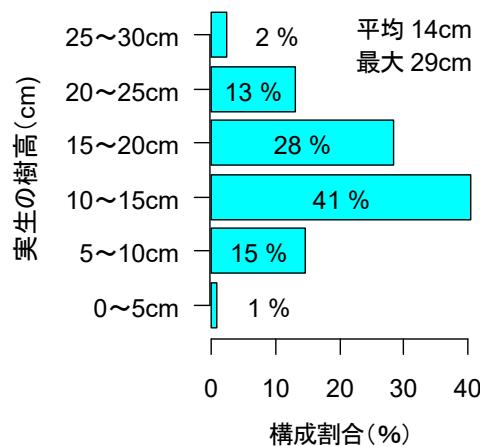


図 4-20 非ササ地のコナラ林内における
刈払い翌年秋のコナラ実生樹高分布



図 4-21 非ササ地のコナラ林内における
地上高 30cm での刈払い
白点線内はコナラ実生



図 4-22 ササ地のコナラ林内における
地上高 30cm での刈払い

5. 後生の実生の増加策—適切な伐採時期—

5.1 豊作年にあわせた伐採による後生の実生の高密度化

伐採後に発生する後生の実生のうち、伐採から1回目の春に発生する実生については、伐採のタイミングを豊作にあわせることによって、図3-8で示したように高密度（10本/m²以上）での発生を期待することができます。豊作にあわせた伐採とは、豊作年に堅果の落下がおおむね終了した晩秋（11月）以降に伐採を開始し、その堅果からの発芽が始まる春（4月上旬）までに伐採を終了することを意味します（図5-1）。このように伐採すれば、堅果を伐採前のコナラから一面に落下させることができ、かつ発生する実生を伐採作業で損傷することもありません。7.7節で紹介する事業地では、ササ地であったので前生の実生は0.1本/m²しかありませんでしたが、この手法によって、後生の実生が24本/m²の高密度で発生しました（図5-2左）。同様の事例は他の事業地でも観察されています（図5-2右）。

先にも説明したとおり、林内の実生密度が低い場合には、伐採前の刈払いによって前生実生の密度を高めたうえで伐採するのが確実な手法ですが、事業実施上の制約等により適用が困難な場合もあるでしょう。その場合に実生更新の可能性を追求するのであれば、堅果の作柄を把握して豊作年を待ち、ここで示したように晩秋から翌春までの伐採を行って、後生の実生を高密度で発生させる必要があります。

なお、後生の実生密度を多少なりとも高くしたいのであれば、春から夏にかけての伐採は避けるべきです。春から夏に伐採した場合、伐採したコナラからはその秋に堅果は落下しないので、伐採から1回目の春にあたる翌春の実生の発生もその分だけ減少してしまいます。もちろん、不作以下の年であれば、夏までに伐採しようが、堅果が落下した後の晩秋以降に伐採しようが、翌春の実生発生は期待できないことに変わりはありませんが、実生発生が期待できる並作以上の年は2年に1回程度はあるとポジティブに考えれば、その可能性を追求するべきです。



図5-1 堅果の落下時期と実生の発生時期を考慮した伐採適期

(左)立山町吉峰 10月26日

(右)氷見市上田 4月25日



図5-2 豊作年にあわせた伐採で高密度に発生した実生

(左)小矢部市小森谷 6月27日 (右)射水市青井谷 5月18日

5.2 晩秋から春にかけての伐採のメリット

晩秋から春にかけての伐採は、前節で説明した後生の実生の増加策になるほか、前生の実生の伐採作業による損傷を低減する効果もあります。積雪があればその下にある前生の実生が損傷することはありませんし、積雪がなくても落葉期にあたるため実生の葉の損傷を避けることができます。また、このような落葉期の伐採は、根株に蓄えられた養分が多い時期にあたるので、切株からの萌芽の発生にも良い効果があると考えられます。さらに、伐採木がコナラなどの落葉樹であれば、着葉していないので枝葉の処理作業を軽減できます。晩秋から早春にかけての伐採には数多くのメリットがあると言えます。

5.3 前生と後生の実生の成長比較—伐採直後発生の後生は前生と遜色ない成長—

伐採後に発生した後生の実生は、伐採前からすでに生育していた前生の実生より成長は遅れてしまうのでしょうか。晩秋に伐採した事業地において、伐採前から生育していた前生の実生、伐採の翌春にタイミング良く発生した後生の実生、さらに1年遅れて伐採の翌々春に発生した後生の実生の樹高を、伐採終了から2年後の秋に比べてみました。

平均樹高は、前生 31cm、後生（翌春発生）36cm、後生（翌々春発生）14cm であり、翌春発生した後生の実生は前生と同等以上のサイズでしたが、翌々春に発生した後生の実生は小サイズでした（図 5-3）。前生が翌春に発生した後生を上回る成長を示さなかった理由は、前生は伐採までは林内の暗い光環境で生育していたため、光合成産物の貯蔵が少なく、伐採時は樹高 10cm 前後のいじけた樹形となっていて、伐採による光環境の好転に速やかに反応できなかったからだと考えられます。また、前生の実生は、伐採時に損傷した可能性があり、それが伐採後の成長に悪影響を及ぼしたこととも考えられます。従って、伐採直後にタイミング良く発生した後生の実生は（図 5-4）、前生の実生より成長が遅れることはありません。一方、翌々春に発生した後生の実生が小サイズだったのは、成長期間が1年短いうえ、1年早く成長を始めたコナラ実生や雑草木に被圧されたためです。従って、後生の実生でも伐採後2回目の春以降に発生したものは、競争に負けるものが多くなります。

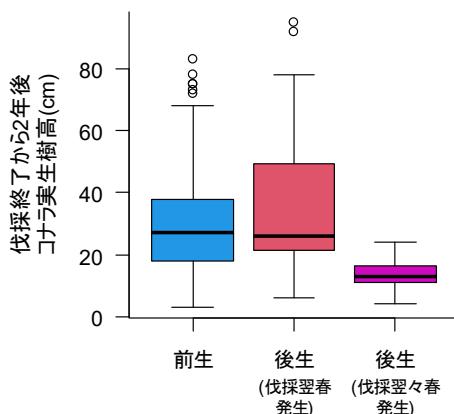


図 5-3 伐採終了から 2 年後のコナラ実生の樹高

1 m²調査枠 120 個で調査。前生と後生（伐採翌春発生）は 2 成長期経過、後生（伐採翌々春発生）は 1 成長期経過。前生と後生 2 区分それぞれ、調査枠内の最大樹高の実生を抽出して集計



図 5-4 伐採跡地で成長する後生の実生
水見市中村 6 月 16 日

6. 保残木の選定方法—伐採時の留意事項—

6.1 木を伐り残す意味—主目的は中間的な明るさの創出—

近年の富山県におけるコナラ林の伐採の多くは森林整備事業の更新伐として実施されており、伐採方法としては立木の一部を保残木として伐り残す保残伐が一般的に採用されています（図 6-1）。皆伐する場合と比べると、伐り残せば作業の手間は増え出材量は減ります。では伐り残すことにどのような意味があるのでしょうか。

1 つ目は、保残木が日陰の部分を作る効果を期待するものです。皆伐した場合には、日光を遮るものがないので、明るいところを好む樹種や雑草が繁茂しやすくなりますが、保残木があるとこれらの繁茂が抑制されるとともに、コナラの成長に適当な中間的な明るさすることができます。

2 つ目は、保残木が母樹として伐採跡地へタネを落とし、そのタネから芽生えた実生が成長することに期待するものです。もちろん、伐採すれば雑草木も勢いよく成長するので、伐採から 1 年以上経過して発生した実生は、図 5-3 で示したとおり成長が遅れます。そして、非ササ地で競合植生が少ないところで限り、ほとんどが競争に負けてしまうでしょう。ですから、母樹としての機能は限定的だと考えるべきです。それでも、夏期の伐採で保残された母樹から秋に落ちたタネ（伐採から 1 回目の春に発芽）や、重機の通過などで地表が荒れて雑草木が繁茂しにくい場所に落ちたタネであれば、成長するチャンスがあります。また、伐採後にササ等の繁茂によって思わしい更新成績とならなかつた場合でも、保残木がタネを沢山つけた年にあわせて刈払いを行えば、更新のやり直しを試みることも可能です。

3 つ目は、立木を伐り残すことによって、様々なサイズの木からなる森林の複雑な構造が失われず、多様な生物が生息可能となることです。このような伐採は、欧米では生態系や環境に配慮した先進的な手法として導入が進んでいます。このほか、保残木があると、景観の激変を緩和する効果があります。

以上、伐り残す意味を 3 つ挙げましたが、最も重要視すべきなのは 1 つ目の中間的な明るさの創出です。本章では、コナラの成長に適した明るさを示すとともに、保残木の密度の目安や、保残木の選定方法、伐採時の留意事項について説明します。



図 6-1 コナラを伐り残した伐採跡地

(左)小矢部市小森谷

(中)氷見市中村

(右)射水市青井谷

6.2 成長に適した明るさの樹種による違い—コナラは中間的な性質—

成長に適した明るさは樹種によって異なります（表 6-1）。明るい所でしか成長できない樹種は陽樹と呼ばれ、アカメガシワ、カラスザンショウ、ヌルデなど図 2-6 で示した伐採跡地でよく見る樹種がこのグループに含まれます。これらの樹種は成長のスピードが速く、寿命が短いという特徴があります。2.4 節で説明した先駆種の多くは陽樹です。一方、暗いところでも成長できる樹種は陰樹と呼ばれ、ブナ、ウラジロガシ、コハウチワカエデなどが含まれます。これらの樹種は成長のスピードは遅いものの、寿命が長いという特徴があります。コナラは陽樹と陰樹の中間的な性質があり、暗い所では成長できない一方で、明るい所では陽樹ほど早く成長できない樹種です。ですから、皆伐跡地のような明るい所でコナラを育成する場合には、より成長の早い陽樹や雑草の刈払いを綿密に行う必要があります。

表 6-1 明るさと成長の関係による樹種分類

	陽樹（先駆種）	中間樹種	陰樹
明るさと成長	明るい所でしか成長できない（耐陰性低い）		暗い所でも成長できる（耐陰性高い）
初期成長	速い		遅い
寿命	短いものが多い		長いものが多い
主要樹種	アカメガシワ カラスザンショウ ヌルデ タラノキ ウダイカンバ	コナラ ミズナラ クリ ホオノキ ミズキ ウリハダカエデ	ブナ ウラジロガシ コハウチワカエデ ウワミズザクラ コシアブラ


アカメガシワ


コナラ


ブナ

6.3 コナラ植栽木の生育と光環境の関係—コナラの成長に適した明るさ—

コナラを植栽した 44 箇所において、植栽から 5 年後の生存率と樹高を調べ、光環境との関係を検討しました。明るさは 0~100% で表す相対照度で評価しました。相対照度が 19~56% の時に生存率の推定値は 75% 以上と高くなり、それよりも暗いか明るい条件では生存率は低くなりました（図 6-2 左）。相対照度 10%、80% の時の生存率の推定値はそれぞれ 50%、56% でした。この生存率の低下には、暗い環境では照度不足が、明るい環境では先駆種や草本など競合植生の繁茂による被圧と（図 6-3、6-4）、それに伴う下刈時の識別難度増加による誤伐の発生が関係していると考えられました。平均樹高は明るくなるほど増加しましたが、相

対照度 30%未満では植栽時の推定苗高 (98cm) を下回りました (図 6-2 右)。このことから、相対照度 30%未満の暗い環境ではコナラの樹高成長は期待できず、特に、相対散乱光 20%未満では生存率も低下するので、コナラの更新には不適だと考えられました。一方、相対照度 60%以上の明るくて競合植生の繁茂が著しい環境では、平均樹高は高かったものの生存率は低下していましたことから、競合植生を適切に制御しながら成長させるのは容易ではないと考えられました。これらの結果は、前節で説明したコナラが陽樹と陰樹の中間的な性質を持つことに対応しています。

ここで紹介した事例は植栽苗について下刈りを毎年綿密に行った場合のものですが、天然更新したコナラの実生は初期サイズが小さく、等間隔に植栽されているわけでもないので、同等の綿密な下刈り作業を行うことは困難です。従って、コナラの実生更新を図る場合には、伐採跡地を明るすぎず、暗すぎず、中間的な明るさにするのが適当だと考えられます。

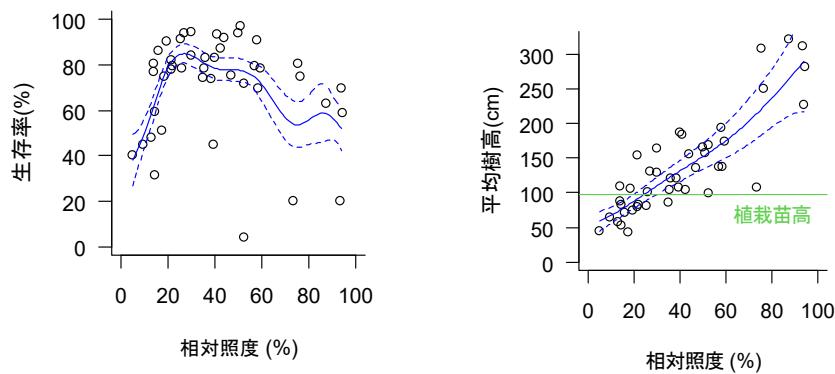


図 6-2 相対照度とコナラ植栽木の生存率および平均樹高(植栽から 5 年後)の関係
コナラ植栽地 44 箇所で調査。青線は一般化加法モデルによる推定値、青点線は 95%信頼区間

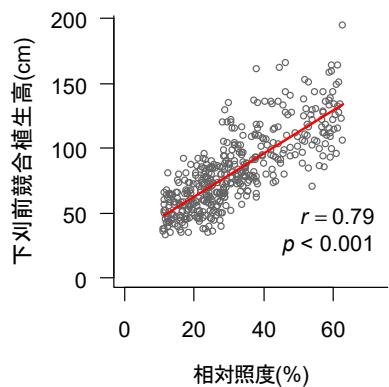


図 6-3 相対照度と下刈前競合植生高の関係
相対照度が 11~63%までばらつくコナラ植栽地
で、コナラ植栽木周囲半径 1m 内の最大植生高を
6 月 27 日に測定



図 6-4 クマイチゴに覆われた皆伐跡地
のコナラ植栽木
小矢部市久利須(相対照度 87%)
10 月 20 日(夏期に下刈り 1 回実施)

6.4 伐採の程度によって明るさはどのくらい変わるか

地上 50cm の相対照度を、伐採の程度が異なる地点で測定してみました（図 6-5）。施業がされていないササが密生したコナラ林の照度は 1% でした。上層木のコナラのみ残し、下層木を伐採してササを刈り払った林では 23% でした。このことから、下層木やササをなくしても上層木を伐採しない限りは、コナラは樹高成長できない暗い光環境だと言えます。上層木の一部を伐り残したコナラ林の保残伐跡地では、保残木が多めだと 40%、少なめだと 65% で、皆伐跡地では 96% でした。これらの光環境であればコナラは成長できますが、コナラの実生更新を図る場合には、保残伐を実施し、中間的な明るさである 50~60% 程度になるようにすると良いでしょう。

施業なし・ササ密生



下層木伐採・ササ刈払い



相対照度の計測

画角が 180 度あり、空全体を撮影できる魚眼レンズを用いて、全天写真（下段の白黒画像）を撮影し、相対照度を計測



魚眼レンズ

照度
1 %

照度
23 %

保残伐跡地・保残木多め



照度
40 %

保残伐跡地・保残木少なめ



照度
65 %

皆伐跡地



照度
98 %

図 6-5 伐採程度の違いによる相対照度の変化

6.5 中間的な明るさを得るために保残木密度の目安—100m²あたり 1~2 本—

中間的な明るさを得るために適当な保残木の密度を検討するため、保残木の密度と相対照度の関係を保残伐跡地と皆伐跡地で調べました。相対照度は、保残伐跡地で 5~73%、皆伐跡地で 75~94%でした（図 6-6）。保残木密度が高いほど暗くなる関係があり、保残木が ha あたり 200 本（100m²あたり 2 本）以上だと、相対照度は 50%以下となることが多いことがわかりました。このことから、保残木として伐り残す目安は 100m²あたり 1~2 本とし、見上げた時に木のない空の部分が半分以上になるようにすれば適当な光環境となるでしょう。

保残伐を実施すると、同じ事業地内でも真上に保残木がある部分は暗く、ない部分は明るくなります。このような光環境のばらつきがどの程度あるか調べるため、保残木を ha あたり 238 本（100m²あたり約 2 本）とした更新伐事業地（図 6-7）において相対照度を 160 点で測定したところ、最低 38%、最高 75%、平均 55%でした（図 6-8）。この事業地ではおおむね中間的な明るさになっていると言えますが、40%前後のやや暗いところもあるので、もう少し伐採した方が良い部分があったと言えます。

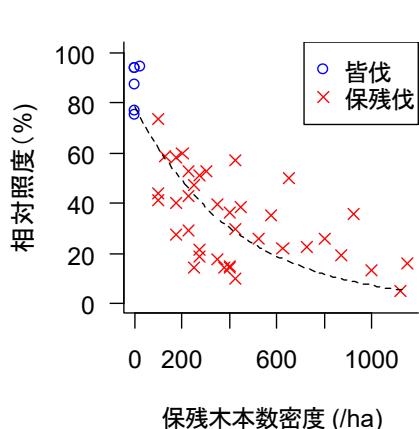


図 6-7 照度分布（図 6-8）を計測した保残伐事業地
水見市中村

図 6-6 保残木密度と相対照度の関係
胸高直径 15cm 以上の立木を保残木とする。皆伐跡地 3 事業地 6 箇所、保残伐跡地 19 事業地 38 箇所で調査

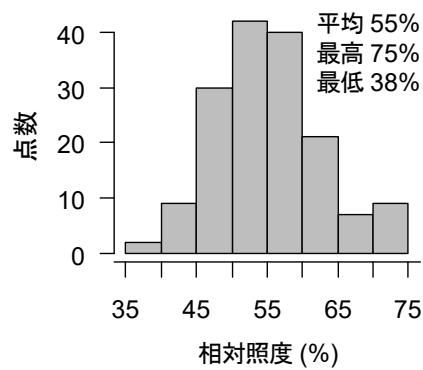


図 6-8 保残伐事業地内における相対照度の分布
図 6-7 の事業地内において 160 点で計測

6.6 保残木の選定—上層木のコナラを伐り残す—

立木を保残する主目的は中間的な明るさの創出なので、保残木の第一条件はある程度の日陰を作ることができる立木となります。このため、保残木は上層木から選ぶ必要があります。上層木というのは森林の最上層を占める立木のことです（図 6-9）。明るさの調整のみが目的であれば、保残する樹種を特定する必要はありませんが、コナラ林の再生を目指すのであれば、6.1 節で説明した母樹としての機能も持たせるに越したことはありません。従って、保残木は上層木からコナラを選ぶのが適当です。それでは、コナラ林の上層木のうちコナラの割合はどの程度でしょうか。多数のコナラ林で調べたところ、上層木は haあたり 353 本で、うちコナラが 69%、その他が 31%を占めました。このことからわかるように、コナラ林にはコナラが上層木にない部分もあるので、そのような部分ではコナラ以外の樹種を保残木とします。なお、コナラを識別するためには、1.1 節で示したコナラの特徴を覚えておく必要があります。落葉期に保残木を選定する場合でも、上層木となる樹種は少ないので、樹皮や枝ぶりからコナラを識別するのは難しくありません。

コナラ林の下層木には、多様な樹種が生育しています。その多くは、ソヨゴ、エゴノキ、マルバマンサク、ヤマボウシ、リョウブなど、林内の暗い環境で成長できるものの樹高 10m 以上にはならない小高木樹種です。更新伐が実施された事業地を見ると、下層木として生育していたこれらの小高木樹種が保残木となっていることがあります（図 6-11）。しかし、上層木より小サイズの下層木なので日陰を作る機能は小さく、コナラの更新に寄与する母樹にもなりません。また、成長できる樹高の限界は 10m 以下なので、更新林分の上層木になることを期待するような樹種でもありません。つまり、保残木として適切ではありません。コナラ林を上層木と下層木に分けて捉え、上層木から保残木を選定すれば、これらの樹種が保残木となることは避けられます。

なお、下層木にはコハウチワカエデ、イタヤカエデ、アズキナシ、ウラジロノキ、ナツツバキ、ウワミズザクラ、コシアブラ、ウラジロガシなど、樹高 10m 以上になるような高木樹種も生育しています。コナラ林の再生よりも森林の再生に重点を置くのであれば、このような将来の上層木になりうる高木樹種を保残すことによって、森林の再生を止めることができるとともに、多様性の高い林に誘導することができます。

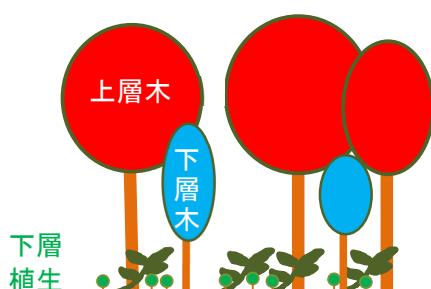


図 6-9 コナラ林の階層構造

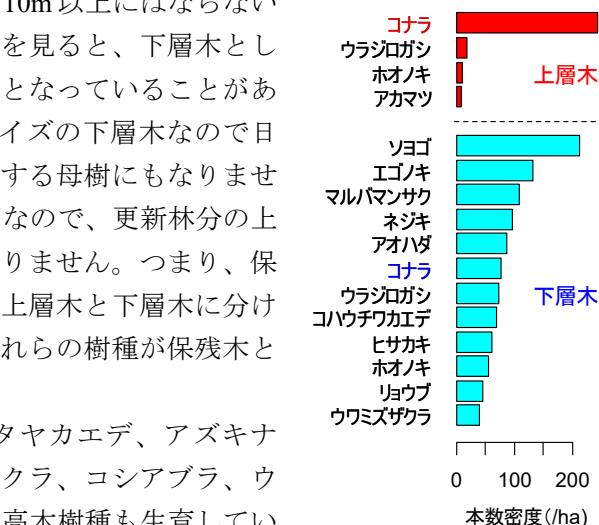


図 6-10 上層木と下層木の本数密度
コナラ林 16 箇所で調査



図 6-11 樹種として不適切な保残木

6.7 保残木に発生する後生枝

コナラを保残すると、幹に光があたるようになって、幹から多数の萌芽が発生することがあります（図 6-12）。これは後生枝（こうせいし）と呼ばれ、節が増える原因となるので、家具材などの用材として利用する場合には価値が低下します。現在の伐採木の用途と同様に、保残木をオガ粉材、パルプ材、燃材として利用する予定であれば、後生枝を取り立てて気にする必要はありませんが、保残木を大径木に仕立て、用材として利用することを意図するのであれば、更新は先送りにして間伐のような弱度の伐採にとどめるなど、異なる伐採・更新手法を検討する必要があります。



図 6-12 後生枝の多いコナラ
保残木
小矢部市小森谷 4月11日

6.8 コナラの伐り残し方

コナラには数本の幹が株立ちしたものが多く見られますが、こうしたコナラを保残木とする場合は、株の中で樹形の悪くない 1 本を伐り残します（図 6-13）。

コナラが保残木となっていても、葉の量が少ないものや、傾いたものなど、樹形の悪い木の場合があります（図 6-14）。このようなコナラを残しても、風雪害などで折れやすく、日陰を作り堅果を落とす効果も乏しいため、保残木とするのは樹形の良いコナラとします（図 6-15）。

コナラの堅果は斜面の下方へ転がりやすいので、保残木の候補が複数あり選木に迷った場合には、斜面上側のコナラを残した方が、堅果の散らばる範囲が広がり母樹としての効果を大きくすることができます。



図 6-13 株立ちのうち 1 本の幹を伐り
残したコナラ
(左)小矢部市小森谷、(右)氷見市中村



図 6-14 樹形の悪いコナラの保残木
高岡市頭川、射水市青井谷



図 6-15 樹形の良いコナラの保残木
射水市青井谷

6.9 コナラの伐採高一切株の地上部はなるべく残さない—

2.2 節で示したように、コナラの高齢林を伐採した場合、萌芽するコナラの切株は多くはありません。それでも発生した萌芽は極力更新に活用すべきです。しかし、萌芽が発生し順調に成長しても、数年後に萌芽枝が切株から剥がれ落ちてしまうことがあります（図 6-16）。このことには、切株と萌芽枝の接合部に雪圧や自重が働くことが影響しており、萌芽枝が切株の中の高い位置から発生していると（図 6-17）剥がれ落ちやすいようです。対策としては、コナラの切株の地上部がなるべく残ないようにし、萌芽枝を地際から発生させ（図 6-18）、荷重への抵抗性を高めるのが有効です。伐倒しやすい高さで伐った後に、手間はかかりますが、再度チェンソーを入れれば地上部の少ない切株にすることができます。なお、萌芽更新を期待しないコナラ以外の樹種については、どのような伐採高でも構いません。



図 6-16 剥がれ落ちた 2m 以上の萌芽枝
南砺市人母 伐採から 2 年後



図 6-17 切株の高い位置から
発生した萌芽枝
射水市青井谷



図 6-18 切株の地際から発生した萌芽枝
射水市青井谷

7. 伐採後の更新補助作業

7.1 天然更新補助作業としての伐採後の刈払い

天然更新したコナラの実生の伐採後 1 年目秋の樹高は、図 1-19 で示したように約 30cm で、最大でも 50cm 程度です。このため、伐採後無施業のままだとコナラの実生は競合植生に覆われてしまい、成長できないまま枯死するものが多くなります。コナラを植栽する場合には、天然更新した 1 年目の実生より大きい 50cm 以上の苗が一般的に使用されていますが、競合植生の繁茂を防ぐため、一般的に数年間下刈りが実施されます（図 7-1）。同様に、天然更新した実生も、刈払い（図 7-2）によって競合植生の繁茂を抑制すれば成長を促進することができます。このように、より望ましい更新成績を得るために天然更新に人手をかけることを、天然更新補助作業と呼びます。本章では、コナラの実生を主要な育成対象とする場合の伐採後の更新補助作業について、刈払いを中心に説明します。



図 7-1 コナラ植栽地の下刈り後の状況
上市町伊折



図 7-2 コナラ林伐採跡地の天然更新
補助作業としての刈払い
氷見市仏生寺

7.2 実生密度と競合植生の状況による施業方針の検討—実生密度の ABCD ランク—

伐採跡地におけるコナラ実生の生育密度は、図 4-1 で示したように事業地によって、また図 4-7 で示したように事業地内でも異なります。このことから、コナラ実生の密度を競合植生の状況とあわせて把握し、どのような林に更新させたいかを考え合わせて、施業方針を検討する必要があります。伐採前に前生の実生の密度を確認していたとしても、伐採後に発生する後生の実生の密度は予測しかできませんし、伐採後の競合植生の繁茂状況の確認は刈払いの必要性を検討するために必要です。

それでは、どのような基準値を用いてコナラの実生密度を評価し、競合植生の繁茂状況も考慮に入れて施業方針を検討すれば良いでしょうか。伐採跡地のコナラの実生密度と、数十年後の更新状況の関係を多数の林分で調べた事例はありません。ですから、基準となる実生密度について明確なことは言えません。ここでは、2 章で示した伐採 2 年後の実生密度と 5 年後の更新状況の関係に基づき、3~5 章で示したコナラ実生密度の実態や、経験的に用いられている植栽密度も参考にして評価基準を示します。

表 7-1 伐採跡地のコナラ実生密度のランク区分と施業方針

コナラ 実生密度 ランク	伐採から 1~2年目	無施業の場合に想定される更新林分			施業方針
		コナラ 実生密度 (本/m ²)	コナラ 優占林	コナラ混交林 (コナラは主要 樹種の1つ)	
A	10 ~	○	○	○	天然更新でコナラ優占林再生を目指す絶好の機会であり植栽は不要。必要に応じ補助作業として刈払い。特にササ地では刈払いしないとコナラ優占林にはならない。
B	1 ~ 10	○	○	○	天然更新でコナラ優占林再生を目指せる。植栽は基本的に不要。多くの場合、天然更新補助作業として刈払いが必要。
C	0.1 ~ 1		○	○	コナラ優占林を目指すなら植栽必要。コナラ混交林でなければ天然更新とし、必要に応じ刈払いを行ってコナラ以外の育成樹種も積極的に更新させる。
D	0 ~ 0.1			○	コナラ優占林を目指すなら植栽必須。天然更新ではコナラ点在林にしかならない。天然更新補助作業として刈払うなら主目的はコナラ以外の育成樹種の更新促進。

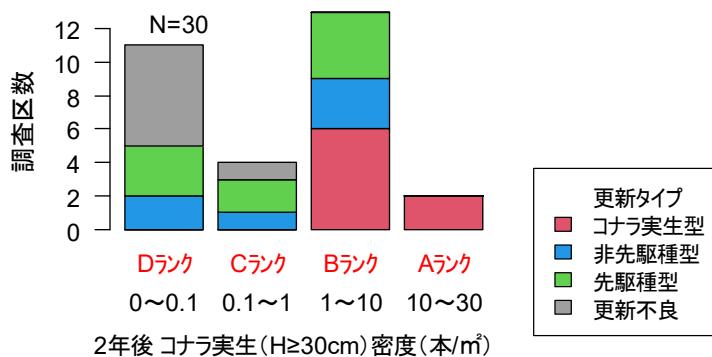


図 7-3 伐採から 2 年後のコナラ実生密度と 5 年後の更新タイプ
図 2-11 の再掲。密度を ha あたりから m² あたりに変換しランク区分を追加

実生密度は A、B、C、D の 4 ランクで評価します（表 7-1）。ランクを区分する密度には 10 のべき乗値を用い、A ランクは 10 本/m² 以上、B ランクは 1~10 本/m²、C ランクは 0.1~1 本/m²、D ランクは 0.1 本/m² 未満とします。この 4 区分は、図 2-11 で伐採から 2 年後のコナラ実生密度をランク区分する際に用いたものと同じで（図 7-3 に再掲）、この図では A~D ランクそれぞれ 2、13、4、11 調査区となります。伐採から 1 年後に 4 箇所で実生密度を調べた図 4-1 に適用すれば、2 箇所（吉峰、小森谷）は A ランク、1 箇所（中村）は B ランク、1 箇所（平等）は C ランクとなります。このように、A~D ランクは、伐採跡地における実生密度の分布範囲をカバーしています。なお、コナラの萌芽も相当数発生している場合は、その分も実生密度に加味して検討しても良いですが、図 2-5a に示したように、高齢林の伐採跡地では 0.1 本/m² にも満たないことが多いでしょう。

無施業でも伐採から 5 年後の更新タイプがコナラ実生型となったのは、伐採から 2 年後の実生密度が A、B ランクの場合で（図 7-3）、その最低値は 1.1 本/m² でした（2.6 節）。B ランク下限の 1 本/m² の密度は、人工更新を図る場合の一般的なコナラの植栽密度である 0.3~0.5 本/m²（3000~5000 本/ha）の 2 倍以上の密度にあたり、経験的に必要とされている最低限の更新木密度は上回っています。これらのことから、A、B ランク（1 本/m² 以上）であれば、実生更新によってコナラ林を再生させることが可能だと考えられます。しかし、1 本/m² 以上

であっても、無施業だと 5 年後に先駆種やコナラ以外の非先駆種が優占してしまうことがあったこと（図 7-3）からわかるとおり、コナラ林を再生させるためには、多くの場合、更新補助作業として競合植生の刈払いが必要となります。刈払いの必要性を判断する際には、生育している実生のうち、競合植生に覆われずに樹冠上部に十分光があたっている実生の密度を参考にすればよいでしょう。この密度が $1 \text{ 本}/\text{m}^2$ 未満であれば、刈払いが必要と判断します。A ランクであれば 10 本に 1 本以上このような優勢な実生があれば良いことになりますが、B ランクの下限密度 ($1 \text{ 本}/\text{m}^2$) であればすべての実生が優勢でなければならず、競合植生の繁茂状況が同じだったとしても刈払いの必要性が高くなります。ササ地では 5 年後にコナラ実生が優占している事例はなかったので（図 2-12）、7.7 節でデータでも示しますが、A ランクであったとしても刈払いの必要性が特に高いと考えるべきです。

各種調査におけるコナラ実生密度の最大値は、林内で豊作年の翌春に測定された $106 \text{ 本}/\text{m}^2$ でした（図 4-6）。このように実生密度が $100 \text{ 本}/\text{m}^2$ を超えることは稀ですが、A ランクの 10 本/ m^2 以上の密度は、4 年に 1 回程度の頻度で到来する豊作年（図 3-5）の翌年に発生が期待される実生密度でもあるので（図 3-8、図 5-2）、A ランクとなるのはそれほど稀なことではありません。10 本/ m^2 の密度は、一般的な植栽密度 ($0.3 \sim 0.5 \text{ 本}/\text{m}^2$) の 20 倍以上の密度であることからもわかるとおり、かなりの高密度です。A ランクの実生密度があるにも関わらず、コナラを植栽している事例もありますが（図 7-4）、A ランクの場合こそ実生更新でコナラ林を再生させる絶好の機会だと捉えるべきです。

伐採から 2 年後の実生密度が C、D ランク ($1 \text{ 本}/\text{m}^2$ 未満) の場合は、伐採から 5 年後の更新タイプがコナラ実生型となることはありませんでした（図 7-3）。一般的なコナラの植栽密度は $0.3 \sim 0.5 \text{ 本}/\text{m}^2$ ですが、コナラの実生は植栽木よりも初期サイズが小さいので $0.3 \sim 0.5 \text{ 本}/\text{m}^2$ よりは高密度での更新が必要と考えられることからも、C、D ランクの $1 \text{ 本}/\text{m}^2$ 未満の密度は、更新林分でコナラが優占するには不十分です。つまり、コナラ林を再生させたいのであれば、基本的に植栽によるコナラ更新木の補充が必要だと考えるべきです（図 7-5）。コナラ保残木があれば、豊作年にあわせて刈払いを実施し、新たに発生する実生で更新をやり直す方法も考えられますが、この手法で実生が高密度で発生するのはコナラ保残木の周囲に限られるので、更新木が不足する部分が生じるのは避けられません。



図 7-4 コナラ実生が高密度(A ランク)だがコナラが植栽された伐採跡地
植栽は不要だったと考えられる事例



図 7-5 コナラ実生密度が C ランクであることを確認のうえコナラが植栽された伐採跡地
砺波市庄川町名ヶ原

C ランクであれば、密度としては人工更新する場合の植栽密度と同等なので、コナラも更新林分を構成する主要種の 1 つにはなる可能性があります。従って、コナラがある程度混交した林が再生すれば良いと考えるのであれば、天然更新も選択肢になります。ただし、コナラだけでは更新木の密度が不足するので、7.4 節で示すコナラ以外の育成樹種も積極的に更新させる必要があります。A、B ランクと同様に、必要に応じて更新補助作業として刈払いを行います。

D ランクの場合は、コナラは更新林分に点在する程度にしかならならないでしょう。植栽せずに天然更新とするのであれば、そのことを認識しておく必要があります。刈払いを行うとすれば、コナラ以外の育成樹種の更新促進か、ササ地化の防止が主目的となります。なお、D ランクのような低密度となることは、4~5 章で説明した実生密度を高める手法を適用すれば防げるはずです。

実生密度は、ポールやテープで 2×2m、1×10m などと範囲を決めて調べます。事業地内でも実生密度は場所により異なるので、地形（尾根、斜面、谷）、競合植生（ササ有無）、林齢（切株サイズ）の違いにも配慮しながら、複数の地点で確認し、必要に応じて事業地内でも施業方針を区分します。

7.3 施業方針の検討時期

伐採後、実生の生育状況と競合植生の繁茂状況を確認し、最初に施業方針を検討する時期はいつ頃がよいでしょうか。伐採直後に前生の実生密度は把握できますが（冬期は着葉していないうえ積雪もあるので困難）、伐採後 1 回目の春に発生する後生の実生密度は、伐採終了と発生時期が一致しない限りわかりません。検討時期として最適なのは、伐採後 1 回目の春が終わった後にあたる、伐採後 1 年目の 6 月下旬頃です。例えば、冬期に伐採した場合、4~5 月ではなく、もう少し待ってから調べるべきです。何故かというと、6 月下旬になれば、伐採後 1 回目の春に発生する後生の実生はほぼ出揃っているので（図 3-4）、それらを含んだ実生密度を調べることができるからです。

また、伐採前の刈り払われたササなどの競合植生も葉を再生させているので、その繁茂状況もわかりやすくなっているからです（図 7-6）。さらに、刈払いが必要と判断された時にも、その実施適期である 7 月（7.6 節）に間に合います。ササ地の場合には、2 年目から刈払いを行ったのでは手遅れになる可能性もあるので、1 年目のこの時期に検討するべきです。非ササ地の場合には、1 年目から刈払いを行う必要性はササ地ほど高くはありませんが、1 年目のこの時期に確認しておくことが望ましいです。それが難しい場合でも、遅くとも 2 年目の 6 月までに検討し、2 年目以降の刈払いに備えるべきです。



図 7-6 前年秋に刈払いのうえ伐採された
コナラ林における 6 月下旬のササ等
競合植生の回復状況
小矢部市小森谷 6 月 27 日

ここまで、施業方針を検討するための実生生育状況の調査方法や調査時期について述べました。つまり、調査によって刈払いするか決定するということですが、順番を逆にして、とにかく1回刈払いをしてから（しながら）更新木の生育状況を確認し、翌年以降の施業方針を検討するというのも1つの方法です。このようなことを提案するのは、調査によって施業方針を検討することを推奨しても、実施するかわからない施業のために、競合植生を焼き分けながら事業地内を調査する体制をとるのは容易でない実態があるためです。仮にコナラの実生がほとんどなかったとしても、次節で述べるようなコナラ以外の育成すべき樹種の更新木はあります。適切に刈払いを行えばそれらの成長は促進されるので、コナラ林の再生は困難でも、森林の更新に無駄な作業にはなりません。また、コナラの実生密度が高く、必ずしも刈払いは必要な状態ではなかったとしても、刈払いをすればより良い更新状況となります。このような刈払いを行う場合には、7.5節で説明する高刈りを基本とし、育成樹種の萌芽は刈り残す方法で、ササ地では伐採後1年目、非ササ地では1年目か2年目に実施すると良いでしょう。

施業方針を検討した翌年以降は、この作業の繰り返しとなります。前年の検討結果からある程度状況を推測することは可能でしょう。刈払いを1~2年目に開始した場合、いつまで継続すべきかは、更新状況や目指す林の姿にもよるので一概には言えませんが、7.7節で説明する試験結果から、少なくとも2~3年目までは実施して、ササ地であればササ層を超えたことを確認する必要はあるでしょう。また、その後も随時状況を確認し、目標とする林の姿を考え合わせ、植栽地で下刈り終了後に実施されているような除伐やつる切りなどの施業を検討する必要もあるでしょう。



図7-7 コナラ林伐採跡地の施業方針検討の研修
小矢部市名畠 7月14日

7.4 育成樹種—高木樹種で有用性の高い樹種—

更新補助作業の刈払いは、どの樹種を育成するのかを意識して行う必要があります。コナラ林の再生を目的とする場合、コナラを育成樹種とするのは当然ですが、その他の樹種のうち高木樹種（図 7-8）でなるべく有用性の高い樹種も育成樹種に含めるべきです。これには 2 つの理由があります。1 つめは更新に関する側面です。事業地内でもコナラ更新木（実生・萌芽）の密度に濃淡があるのは普通のこと、特に伐採前の上層木がコナラではなかった部分では、コナラの更新木は低密度となります。このようなコナラの更新木が確保できない部分でも、その他の高木樹種を更新させられれば、階層構造の発達した各種機能の高い森林とすることができます。2 つめは収益面です。有用性が高くコナラと同等以上の材価で取引される樹種をコナラとともに育成することによって、より価値の高い林とすることができます。多様な樹種を更新させることができれば、病虫害による壊滅的な被害を避ける効果も期待できます。

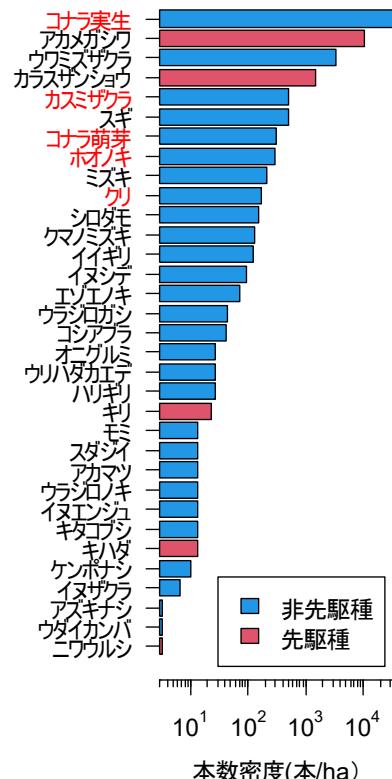


図 7-8 伐採跡地に生育する高木樹種

30 調査区での伐採から 2 年後の調査結果
(2.1 節)。種名の赤字は育成樹種の有力候補



図 7-9 育成樹種の有力候補(コナラ林によく出現する有用樹種)の実生、樹皮、葉

育成樹種の候補には次のようなものがあります。まず、用材としての利用価値が高く、コナラ林の多くに混交する有用樹種として、ホオノキ、クリ、ヤマザクラ類（カスミザクラ、ヤマザクラなど）が挙げられます（図 7-9）。これらの樹種は実生、萌芽ともコナラ林の伐採跡地によく出現するので（図 7-8）、育成樹種の第一候補となります。コナラ林に混交することがあるその他の有用樹種は、ミズキ、イタヤカエデ、ハリギリ、ミズメ、ウダイカンバ、ミズナラなどです（図 7-10）。コナラと類似した用途に利用されるクヌギとアベマキもコナラ林に混交することがある樹種です（図 7-10）。ここまで挙げた樹種はいずれも高木樹種です。育成木が不足する場合には、その他の高木樹種のうち非先駆種から選びます。例えば、イヌシデ、ウワミズザクラ、コシアブラはコナラ林によく混交する高木樹種です（図 7-8）。

以上をまとめると、コナラ、ホオノキ、クリ、ヤマザクラ類を基本的な育成樹種とし、そのほかの樹種は出現状況や更新目標に応じて取捨選択すればよいでしょう。刈払いを行う際に、有用樹種に関する知識が少なく、樹種の識別に不慣れな作業者がいる場合でも、育成樹種を 5 種程度に絞り込んで葉などの特徴を示せば、見分けることは可能になるでしょう。

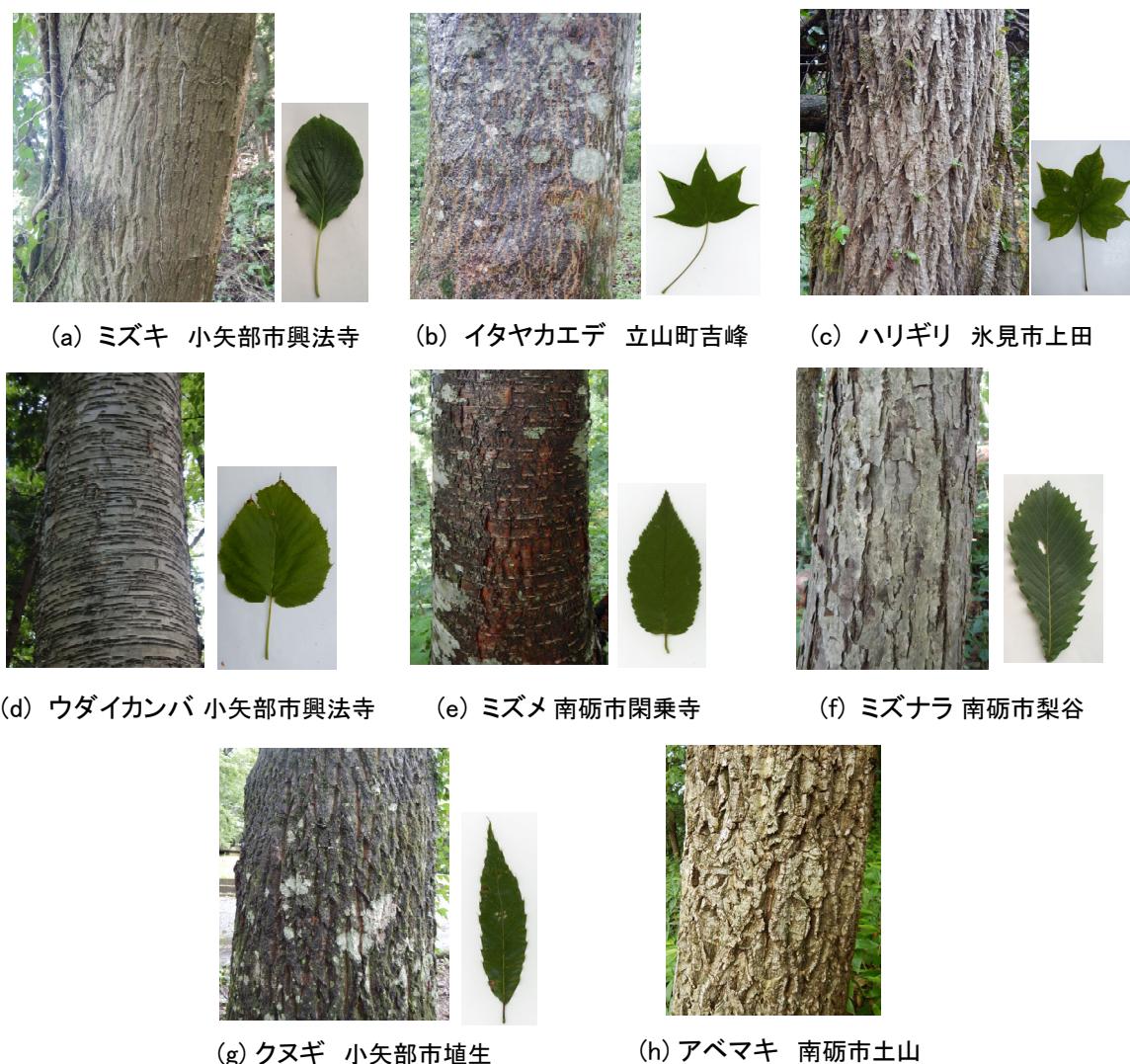


図 7-10 育成樹種の候補（コナラ林に混交することがある有用樹種）の樹皮と葉
地名は樹皮の撮影地

7.5 刈払い方法—萌芽の刈払いと萌芽を除く部分の刈出しと高刈り—

切株からの萌芽は初期成長が良い樹種が多いので、特に伐採から1~2年目の段階では樹高が抜きん出ていて目立ちます(図7-11、7-12)。この中には、コナラやホオノキなど育成樹種の萌芽もあれば(図7-11)、ソヨゴやアオハダなど競合植生となる萌芽もあります(図7-12)。このため、刈払いを行う場合には、これらの点状に分布する萌芽については、育成樹種か否かを見分けたうえで、育成樹種の萌芽は刈り残し(図7-13)、その他の萌芽はなるべく低い位置で刈払います(図7-14)。なお、育成樹種の切株から多数の萌芽枝が発生した場合、自然枯死により減少していきますが、伐採から3年程度経過後に勢いの良い数本以外を間引く芽かき(もやわけ)を行うとより良い形質にすることができます。



(a) コナラ (b) ホオノキ

図7-11 育成樹種の萌芽
春に発生した萌芽の半年後の状況
富山市婦中町平等 10月9~13日



(a) ソヨゴ (b) アオハダ

図7-12 競合植生の萌芽
春に発生した萌芽の3ヶ月後の状況
氷見市中村 7月18日



図7-13 育成樹種(コナラ)萌芽の
刈り残し 小矢部市小森谷



図7-14 競合植生(アオハダ)萌芽の
刈払い 小矢部市名畠

点状に分布する萌芽を除く部分では、面的に刈払いを行います。これには、「刈出し」と「高刈り」の2種類の手法があります（図7-15）。「刈出し」は、天然更新補助作業の1つとしてよく挙げられる作業種です。「高刈り」は「刈出し」の一種と解釈することもできますが、本書では別の作業として区別します。

「刈出し」は、育成木の成長の妨げとなっている周囲の競合植生を刈り払い、育成木に十分な光があたるようにする作業のこと（図7-16）、植栽地において植栽木の競合植生を地面ぎりぎりの高さで刈る「下刈り」と類似した作業です。育成木は、樹高がおおむね1m未満の段階では、1本/m²を目安に選定します。まず育成樹種とそれ以外の競合植生を見分けます。周囲に育成樹種の更新木が他になければ、それを育成木とします。育成樹種の更新木の密度が高い場合には、成長の良さそうなものを選んで育成木とします。競合植生には落葉広葉樹や落葉草本が多いため、育成樹種がコナラのような落葉広葉樹である場合、スギのような常緑針葉樹より目立ちません。また、等間隔で配置される植栽木と異なり、育成樹種の更新木は等間隔に分布しているわけではありません。このため、成長の良い切株からの萌芽でない限り、育成樹種の更新木を見分けるのはスギ植栽木を見分けるよりも難しい作業です。また、育成樹種の更新木の密度が高い場合に、その中から育成木を選定するのも容易ではありません。習熟した作業者であれば、育成木を選定しながら刈払機で刈り進めることも可能ですが、丁寧に実施しようとするほど時間を要します。手間をかける余裕がある場合には、刈払機は使わずに育成木の周囲のみ手刈りする、刈払機を使うが見分けにくい部分は手刈りを併用する、育成木に目印テープをつけるか（図7-17）割竹を挿したうえ刈払機で刈るなどの方法があります。



図7-16 刈出しされた育成木
小矢部市名畠

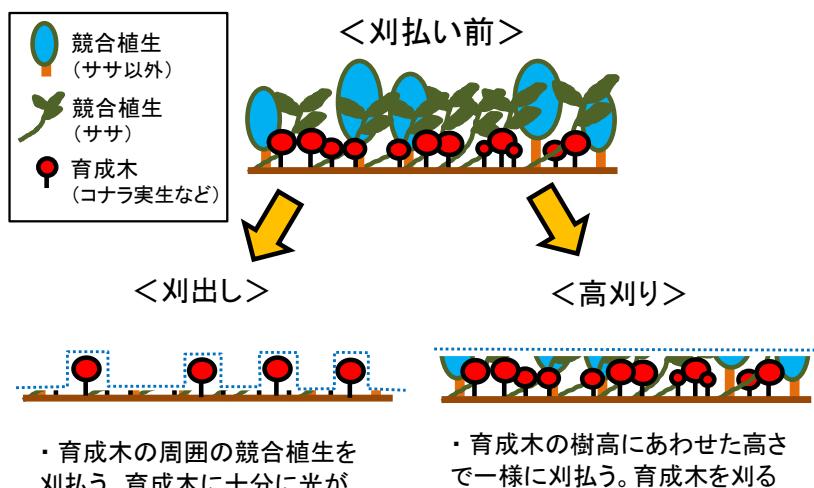


図7-17 目印テープをつけたうえで刈出しされた育成木
射水市青井谷

「高刈り」は地上30cmや50cmなどの高さで刈払機を用いて一様に刈る作業のことで、刈払高を育成木の樹高に合わせることによって、育成木を刈ることを避けるとともに、その上部の競合植生を取り除き、少なくとも育成木の先端部には光が良くあたるようにする作業のことです。競合植生がササであれば、育成木を覆うササの葉の部分を刈り取ることができます（図7-18）。刈出しとの大きな違いは、育成樹種を見分けたり、育成木を選定したりする必要がなく、機械的に効率良く刈ることができるという点で、これが利点でもあります。育成樹種のうち比較的成長の良いものはその密度に関わらず全て育成木となります。刈払高は育成木の樹高を観察して決定しますが、コナラの実生を基準とするのであれば、伐採跡地となってから1年目は30cm（図7-18）、2年目は50cm程度（図7-19）が適当です。刈払高よりも成長している育成木に気づいた場合には、その部分だけ刈払高を上げるのが望ましいですが、コナラ実生の場合、先端部を多少刈ってもすぐに再生するのでそれほど気にする必要はありません。なお、高刈りは、刈払高が高いほど作業性が悪くなるので、コナラの実生の成長を基準にすれば、100cmに達しない伐採から3年目前後までが実施可能な期間でしょう。



図7-18 伐採跡地となってから1年目の高刈り(30cm高)前後の状況
小矢部市小森谷



図7-19 伐採跡地となってから2年目の
高刈り(50cm高)直後の状況
白点線はコナラ実生の先端部
小矢部市小森谷 7月4日

7.6 剪払いに適した季節—7月上旬前後が適期—

一般に多年生の植物は、根系に蓄えた養分を使って春から初夏にかけて新しい葉を作り、夏期を中心とした季節の光合成で養分を蓄えるというサイクルを繰り返しています。このため、根茎に蓄えている養分が少なくなる梅雨の時期に刈払いを行えば、刈払後の根茎からの再成長を少なくすることができます。競合植生を代表するササであれば、新葉が出るのは5~6月なので(図7-20)、刈払いの適期は7月上旬前後と考えれば良いでしょう。なお、この時期は植林地の下刈りも集中するので、別の時期に実施せざるを得ないこともあるかもしれません。その場合、効果が小さくなることは認識しておく必要があります。



図7-20 展葉中のササ
先端部の葉が展葉中
氷見市仏生寺 6月23日

7.7 剪出いの効果試験—伐採後2年間程度の高刈りが省力的かつ有効な施業—

7.5節で説明した高刈りと刈出しによるコナラ実生更新の促進効果を試験し、適切な刈払いスケジュールを検討しました。小矢部市小森谷地内の、2017年晚秋から翌春にかけて更新伐が実施された事業地を試験地としました。この事業地は70年生のコナラ林で、林床にはササが繁茂していました。更新伐の直前には刈払い(中刈り)が実施されました。更新伐終了後に、放置区、軽補助区、重補助区を設けました(表7-2)。軽補助区では、コナラ実生の成長に合わせ、1年目(2018年)は約30cm高での全面高刈り(図7-18)、2年目は約50cm高での全面高刈り(図7-19)を行い、3~4年目は放置しました

(図7-21)。重補助区では、1~2年目は軽補助区と同じ高刈りを行い、3~4年目は1m²あたり1本を目安にコナラ実生の刈出しを行いました(図7-22)。

表7-2 剪払い効果試験の経過

時期	伐採から	放置区	軽補助区	重補助区
2017秋		堅果豊作	堅果豊作	堅果豊作
2017.11~2018.2		刈払・伐採	刈払・伐採	刈払・伐採
2018.7	1年目	放置	高刈り(H30cm)	高刈り(H30cm)
2019.7	2年目	放置	高刈り(H50cm)	高刈り(H50cm)
2020.7	3年目	放置	放置	コナラ実生刈出し
2021.7	4年目	放置	放置	コナラ実生刈出し



図7-21 伐採後3年目7月の軽補助区
2年目まで高刈り、この年から無施業
コナラ実生がササの上に出てる



図7-22 伐採後3年目7月の重補助区
と放置区
重補助区は刈出し直後

伐採前（2017年以前）に発生していた実生（前生）の、伐採後2018年7月時点の生育密度は、いずれの処理区も平均0.1本/m²以下とわずかでした（図7-23）。これは、伐採前の林床はササに覆われており、実生が発生してもすぐに枯死したためだと考えられました。一方、伐採後の春に発生した後生の実生（2018年生）の2018年7月時点の生育密度は、処理区ごとの平均で23~25本/m²と高密度でした（図7-23、写真は図5-2左）。これは2017年にコナラ堅果が豊作となり、伐採直前の秋に大量に堅果が落下したためだと考えられました。

1年目（2018年）の刈払い直前（7月）のササ被度は約50%、ササ植生高は約90cmで処理区間に差はありませんでした（図7-24）。これらのササは、更新伐直前に刈り払われた後、新たに発生したササでした。放置区のササ被度は急速に増加して2年目秋には90%を超え、ササ植生高は徐々に増加して4年目秋には174cmに達しました。一方、軽補助区と重補助区では刈払いの効果で放置区よりも低い値で推移しました。ササが急速に回復した対照区では2年目以降コナラ実生の生存率が急減し、4年目秋には2%となりました（図7-25）。樹高は、軽補助区と重補助区では順調に増加して4年目秋に約150cmとなりましたが、対照区では枯れ下がりなどによって、3年目以降減少しました（図7-26）。

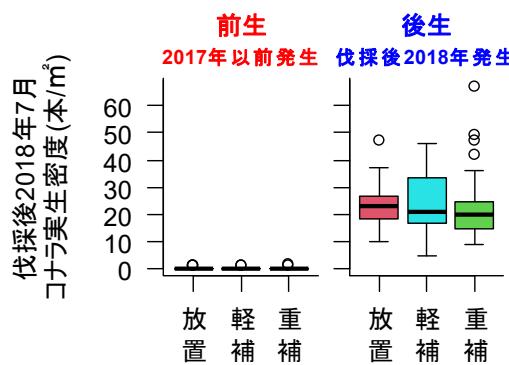


図7-23 コナラ実生密度
伐採後1年目（2018年7月）

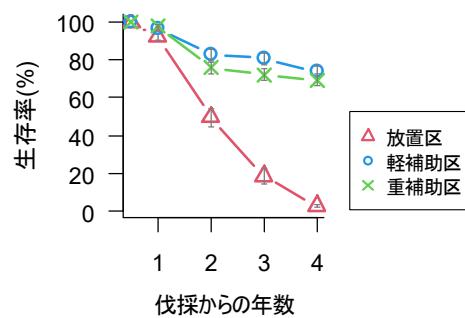


図7-25 コナラ実生の生存率推移

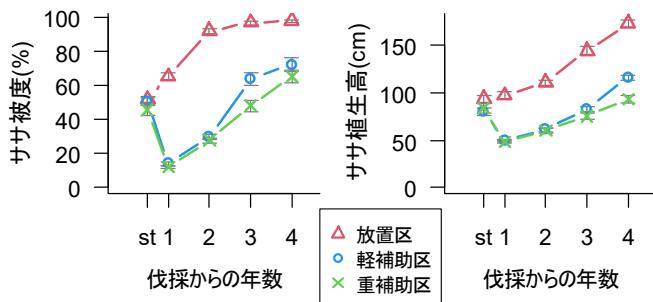


図7-24 ササ被度（左）と植生高（右）の推移
x軸stは1年目7月の刈払い直前、x軸1~4は1~4年目秋

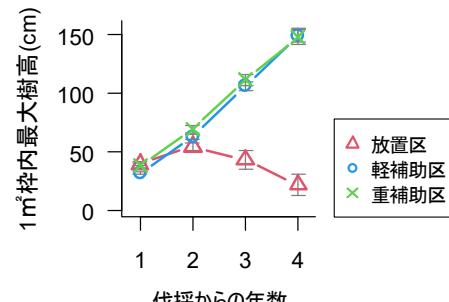


図7-26 コナラ実生の1m²枠内
最大樹高の推移

軽補助区では3年目以降、その他木本（リョウブ、ウワミズザクラなど）かコナラが優勢となることが多く、重補助区では刈出しの効果によって、3年目以降コナラが優勢となりました（図7-27、7-28、7-29）。放置区では1～4年目を通してササが優勢でした（図7-27、7-30）。

この調査地はササ地であり、伐採前はコナラ実生がほとんど生育しておらず、実生更新には厳しい条件でしたが、豊作年に堅果が落下した直後の冬期に伐採することによって、十分な初期実生密度を確保できました。しかし、放置区ではほとんどの実生が枯死したことから、たとえ伐採直後に実生が高密度で生育していても、無施業で天然更新にまかせると、ササ地では実生更新しないことがわかりました。刈払いによる実生更新の促進効果は明瞭でしたが、コナラの実生は軽補助区でも重補助区に近い生存率と成長を示したことから、伐採後2年間程度の高刈りが、省力的かつコナラ林再生に有効な施業だと考えられました。ただし、軽補助区では、コナラはその他の樹種と競合状態にあるので、高刈り終了後も生育状況を確認しながら刈出しや除伐などの施業を検討する必要があると考えられました。

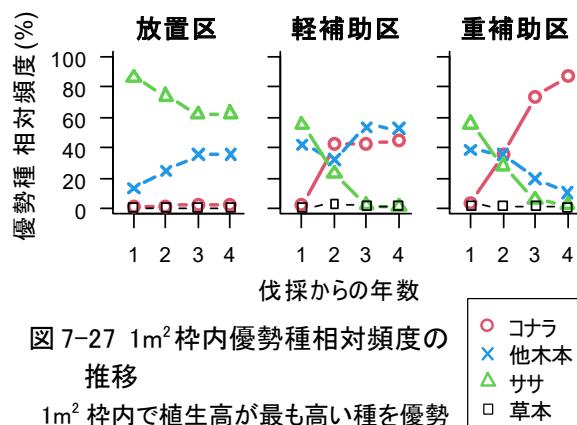


図7-27 1m²枠内優勢種相対頻度の推移
1m²枠内で植生高が最も高い種を優勢種とする

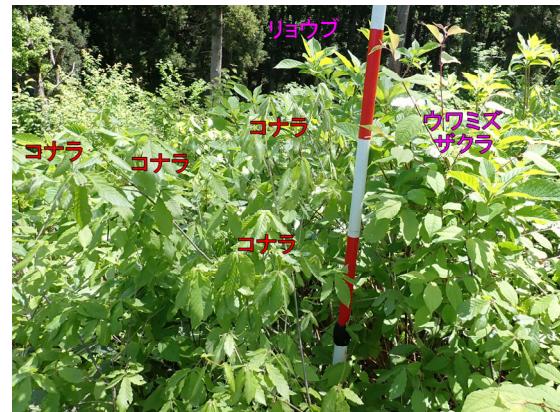


図7-28 伐採後5年目春の軽補助区



図7-29 伐採後5年目春の重補助区



図7-30 伐採後4年目秋の対照区

7.8 剖出しを継続した事例

射水市青井谷地区を中心に活動している金山里山の会の方々は、薪材やホダ木として利用するために毎年コナラ林を伐採しており、循環利用を目指してその伐採跡地にコナラ林を再生させる取り組みをしています。ここでは、会の皆さんとコナラ実生の剖出しを継続して行った事例を紹介します（図 7-31）。

剖出しが行われた箇所の伐採時の林齢は切株の年輪から 57 年生と推定されました。萌芽した切株もありましたが、コナラ林の再生には不十分な密度であり、調査した 100m² 内には 1 本もありませんでした。コナラの実生は伐採跡地となってから 2 年目の 6 月の段階で約 2 本 /m² の密度で生育しており、ササは少ない状態でした。2 年目の秋に 1m² に 0.5~1 本を目安に育成木とするコナラ実生を選定し、目印テープを付けたうえで（図 7-32）初回の剖出しが刈払機で実施されました。3、4、6 年目にも剖出しが行われました。コナラの実生は順調に樹高成長し、6 年目の時点では約 2.5m となりました（図 7-33）。また、他樹種は少なくコナラ実生が優占する状態となりました（図 7-34）。コナラ実生の剖出しあは、高刈りに比べると手間のかかる作業ですが、植栽地の下刈りのように 5 年目程度まで行えば良好な更新成績を得ることができるでしょう。



図 7-31 金山里山の会の皆さんと
コナラ実生の剖出し箇所



図 7-32 剖り出すコナラ実生に
目印テープを付ける作業

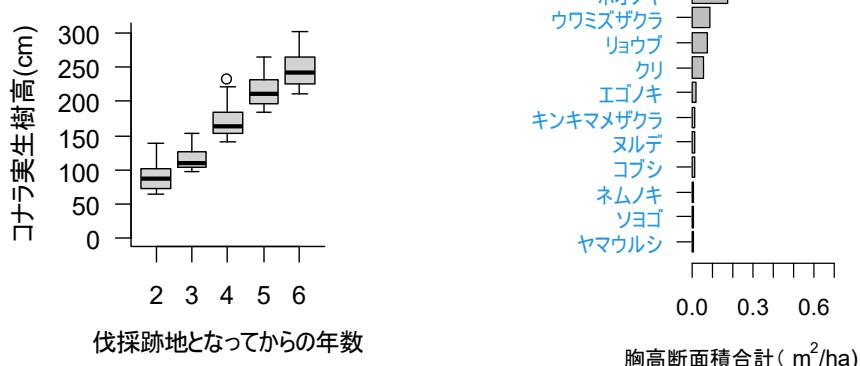


図 7-33 コナラ実生の樹高推移
100m²調査区内の樹高上位 50 本

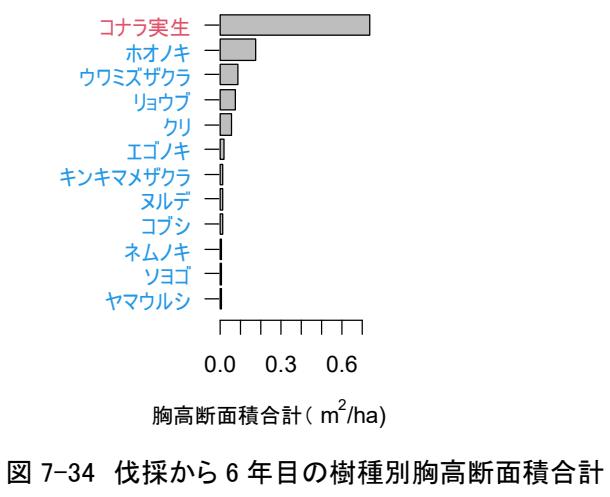


図 7-34 伐採から 6 年目の樹種別胸高断面積合計
胸高直径 1cm 以上を集計

8. おわりに

高齢コナラ林の伐採跡地にコナラ林を再生させる手法をまとめると、図 8-1 のようになります。天然更新させる場合には、伐採さえすればあとは自然に任せておけばよいと認識していると、このような手間やコストのかかる手法は受け入れがたいものかもしれません。しかし、これらのこととせず伐採するだけでは、天然更新でコナラ林が再生する可能性は低く、いわば博打を打つようなものです。手間やコストが気になるのであれば、コナラ林の伐採跡地にコナラを植栽している事業地と比べてみてください。天然更新補助作業として伐採前や伐採後の刈払いを数回行っても、植栽したうえで何年も下刈りをすることに比べれば、はるかに低成本です。実際の現場では、予算、時間、人手の制約がありますので、本書で示した全てのことを実施するのは難しいかもしれません。それでも、できることはいくつかあるはずです。一部でも実施すれば、コナラ林が再生する可能性は高まります。

人間が苗を植えて下刈りなどの管理を手厚く行う人工林施業と違い、天然更新施業は不確実な手法です。これは、本書で示したように、伐採前の下層植生管理の有無、前生の実生の密度、堅果の豊凶、伐採時期、保残木の樹種と密度、伐採後の光環境、伐採後の雑草木の繁茂状況、伐採後の刈払いの有無など多くの要素が更新の成否に関係するためです。コナラ林を再生させるためには、伐採作業の段取りや出材量だけに気をとられるのではなく、伐採前から伐採後にかけて、更新木の生育状況、ササなど競合植生の繁茂状況、堅果の豊凶などを良く観察し、それに応じて作業を検討することが大切です。

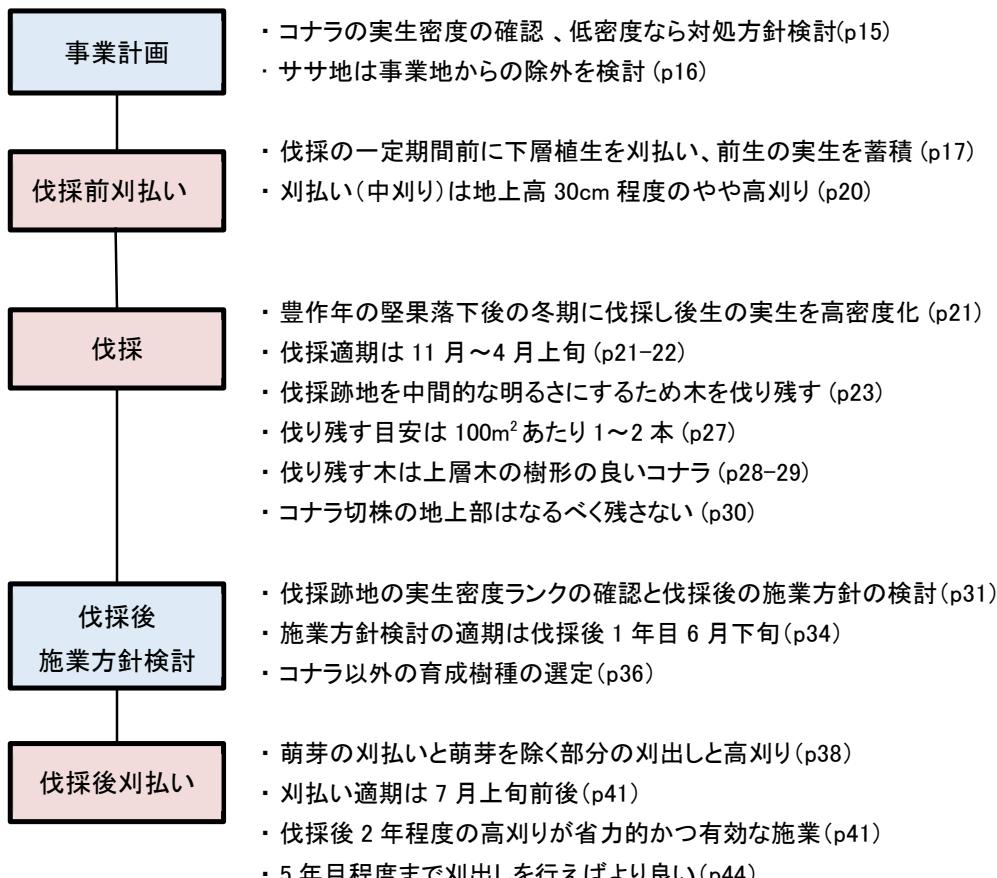


図 8-1 高齢コナラ林の伐採のすすめ方

高齢コナラ林の伐採跡地にコナラ林を再生させるには
—改訂版コナラ林更新伐のすすめ方—

2022年5月27日発行

富山県農林水産総合技術センター森林研究所
〒930-1362 富山県中新川郡立山町吉峰3
TEL 076-483-1511 FAX 076-483-1512
<http://www.fes.pref.toyama.jp/>
担当 中島春樹 nakajima@fes.pref.toyama.jp