

技術情報

No.175
2025.3

令和6年度カラマツ林業研究会特集

長野県林業総合センター



令和6年度カラマツ林業等研究会会場（令和7年1月10日）

もくじ

1 「天然更新」による多様な森林づくり～東信署モデル林の紹介～	2
2 温帯域の高標高におけるコウヨウザンの成長速度と生育適地の把握について	6
3 カラマツ林におけるハナイグチ増殖のすすめ	12
4 林地残材等の未利用木質資源の活用事例について	16
5 長野県産広葉樹とスギによる複合集成材の機械的特性	22
6 北アルプス地域振興局における広葉樹活用の取組	24
おしらせ	28

「天然更新」による多様な森林づくり～東信署モデル林の紹介～

東信森林管理署 望月遵、安西徹

1 はじめに

森林・林業基本計画が平成 28 年 5 月に改訂され、多様で健全な森林へ誘導していくため、国有林においては、人工林の針広混交林化など育成複層林化等の取組を先導的に進めることとされ、東信森林管理署としてもモデル林を設定し、天然下種更新による多様で健全な森林づくりに取り組むこととした。

2 モデル林について

2.1 設定の経緯

昭和 50 年代後半、現地ではカラマツの間伐を実施しており、その際、伐採木から芯腐病の症状が多数確認された。その後、現地のカラマツ林は約 100 年生を迎え、当初は平成 28 年度に皆伐・地拵を行い、翌年度にカラマツの新植を予定したが、同時期に森林・林業基本計画が改訂されたことを受け、中部森林管理局においても「人工林から多様な森林の誘導に向けた対応」が示されたことから、天然力を活用した森林づくりの推進に向けた取り組みを行うこととした。

加えて、現地は生産性向上実現プログラムのモデル事業地でもあり、芯腐病に冒されたカラマツが多く確認されていた土地であったこと、林床にカラマツや広葉樹の稚樹の発生が確認できたことから、事業実行途中であったが混交していたミズナラ等の広葉樹を母樹として約 250 本保残することとした。なお、母樹は縦列に保残し、今後の伐採時に稚樹を傷めないよう配慮した。また、事業実行途中に広葉樹等を保残する方針へ変更したため、すでに南側の広葉樹はほぼ伐採が完了していたことにより、母樹は小班内の中央の尾根と北側に集中している。このような状況から、カラマツ人工林から広葉樹大径材生産を目標とした林地に転換し、カラマツの新植ではなく天然下種更新による、多様な森林づくりのモデル林に設定した。

将来目標とする「広葉樹大径材」は、通直で枝下高 2.1m～6m、末口径 40cm 以上のミズナラを目安とし、フローリングや家具、洋酒樽等への用途を想定した。東信森林管理署の内装にはカラマツに代表される様々な木材が使われており、フローリングには国産のナラ材が使用している。

一般に広葉樹の価値が最も高いのは無節の元玉であり、材質の観点から枝下高はなるべく高くする必要はある。ミズナラは元来材長 2.1m を基準として採材されており、無節材を得るためには枝下高を 2.1m 以上とすることが一つの目安となる。一方で、枝下高を高くしすぎると肥大成長が制限されることが既往研究により示されている。枝下高 6m を上回るミズナラは直径 30cm 以上に肥大しないとされているため、枝下高は 6m 以下に抑えることも必要。これらのことから、枝下高が 2.1m～6m となるよう、不良木の伐採することにした。

末口径については、一般的に 40cm から 60cm 以上の材を大径材とし、前述したような用途に供される材となるためにはこれらの条件を満たす必要があると考えています。

2.2 概要

モデル林は長野県佐久市の大曲国有林 106 号林小班（標高：1,600m～1,680m の亜高山帯・面積：約 5ha・土壌型：適潤性黒色土（偏乾亜型）・地質：安山岩類・鳥獣保護区普通地域・普通林）に設定した。地形やこれまでの施業方法により小班を 3 つにブロック分けし、それぞれ配置率調査を実施した（図 1）。

3 配置率調査について

3.1 調査の方法

配置率調査とは、中部森林管理局が定める「管理経営の指針」において示されている、天然更新の状況を確認するための調査で、配置率とは、プロットの中で成林に必要な一定量以上の幼稚樹が存在する面積の割合のことを指す。本調査の具体的な手法は、以下のアイウ、(2)及び(3)による。

ア 幅2m、長さ50m(0.01ha)の带状標準地を設け、これを2m×2mの25区画に分ける。

イ 標準地は、尾根、沢等の地形及び稚樹の生育の状況を考慮して平均的な箇所を選定し、調査面積が2ha未満については1箇所、2ha以上5ha未満については2箇所、5ha以上については3箇所設定する。

ウ (2)に示す判定の基準により、基準に達している区画数の割合を配置率とする。

$$\text{配置率} = (\text{基準に達している区画数}) \div (\text{全区画数}) \times 100$$

3.2 判定の基準

ア 有用樹種について、各区画毎に樹高20cm以上(広葉樹は40cm以上)の幼稚樹(胸高直径6cm未満)の樹高階別本数をカウントし、(樹高階別本数)×(樹高階別係数)の和を稚樹指数とする。また、各区画内の胸高直径6cm以上20cm以下の生立木の本数をカウントする。

イ 更新完了の判定を行う場合、1区画内の稚樹指数4以上(ha当たり10,000以上)を基準とする。ただし、1区画内の稚樹指数が3以下でも、胸高直径6cm以上20cm以下の生立木が1本以上ある区画については、基準に達しているものとする。

ウ 更新未了が明らかな箇所の判定は、目視やUAVにより撮影した動画・写真により行うことができる。

3-3 調査の時期と完了判定

ア 配置率調査により、配置率70%以上の箇所について更新完了とする。

イ 伐採2年後に、1回目の更新完了判定を行う。この時、配置率70%未満の箇所については、配置率調査にあたってカウントされない小型の稚樹の生育状況、母樹の保残の状況等から判断し、さらに、稚樹の発生、成長の見込みがあると判断される場合は、引続き必要な更新補助作業を行い、伐採5年後に2回目の更新完了判定を行う。

以後、同じ基準で5年毎に更新完了判定を行う。

ウ 配置率70%未満で母樹の保残の状況等から判断して、稚樹の発生、成長が見込めない箇所については、補助植込みを行い更新完了とすること。

4 結果

4.1 ブロック1

モデル林の北側に位置し、面積2.71haの北向き斜面で、傾斜はやや急な場所で、ミズナラを母樹として多く保残しており、北向きの斜面なので日当たりは悪く、湿潤な環境のためカラマツの芯腐病が多く発生したのも、水はけの悪い土壌が原因の一つであると考えられる。

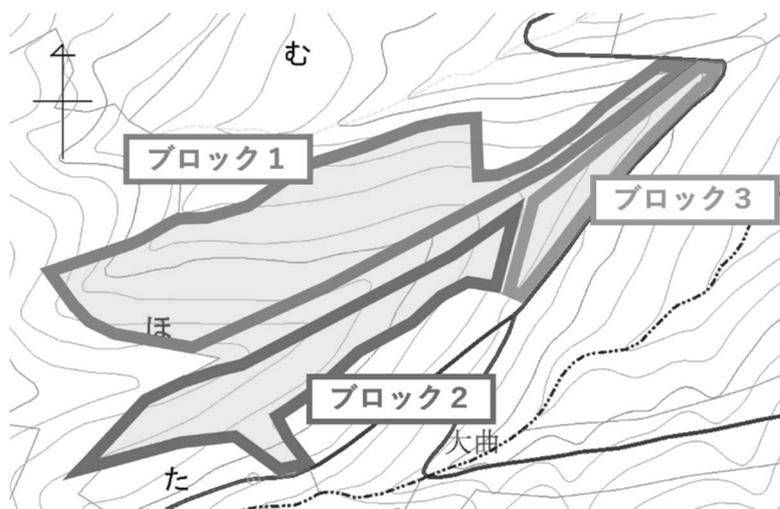


図1：モデル林位置図

更新を促進させるため、カラマツ伐採後の平成29年度に笹の除草剤を散布した。なお、モデル林設定当時から目立った食害が確認されなかったため、造林の低コスト化の観点から獣害防護柵は設けていない。配置率調査では、25区画のうち23区画が基準に達し、更新完了判定となった。

カラマツがha当たり8,600本と密生しており、その過半数が樹高1mを越えており、カンバ類もha当たり5,300本と多く発生しているが、カラマツに比べて生長が悪く、現状ではカラマツが優占しています(表1)。

表1：稚樹の状況(配置率調査結果)

ブロック1

	樹高階別本数(本)					合計
	20~39	40~59	60~99	100~199	200~	
カラマツ	5	6	19	53	3	86
カンバ類	15	21	17			53
ハンノキ	2	1	3			6
合計	22	28	39	53	3	145

4.2 ブロック2

モデル林の南側に位置し、面積1.41haの南向き斜面で、日当たりが良く傾斜もなだらかな場所で、笹の除草剤はブロック1と同じく平成29年度に散布しています。こちらも目立った食害が見られなかったため、獣害防護柵は設置していません。

このブロックの配置率調査では、25区画のうち、基準に達したのは2区画に留まり、更新未了と判定した。ナラ類は2,500本/ha生育しているが生長が悪く、その他の樹種の生育が見られず、ササの繁茂と、シカの食害原因として考えられる。

4.3 ブロック3

モデル林の東側に位置し、面積0.79haの南東向き斜面で、日当たりが良い。伐採の段階で稚樹が多く発生しており、シカによる食害がすでに発生していたことから、稚樹を守るための獣害防護柵をブロック外周に設置した。

なお、当時から稚樹の生長が良く、すでに笹の被圧を受けないほど生長できていると判断したため、笹の除草剤は散布しなかった。配置率調査では25区画のうち全区画で基準に達しており、更新完了と判定をした。

ブロック3

	樹高階別本数(本)					合計
	20~39	40~59	60~99	100~199	200~	
カラマツ	1					1
ナラ類		4	7	2	1	14
カンバ類	3	9	42	19	1	74
ハンノキ			1	7	2	10
その他L		3	5	7		15
合計	4	16	55	35	4	114

5 考察

5.1 ブロック1

カラマツが非常に密生している。これらは前生のカラマツの休眠種子、あるいは周辺から飛来した種子による、実生の天然カラマツと考えられるため、天然カラマツとしての材質に期待を込めて200年生を目安とした長伐期施業を行う予定である。

一方、芯腐病が多く発生し、カラマツの生育には適さない場所であると推察がされるが、天然生林でも発生するのか検証も実施したい。

また、更新完了した区域であることから、保残した母樹を順次伐採を計画する予定。

5.2 ブロック2

更新の完了を目指し稚樹の発生と初期生長を促すため、笹の刈り払いや笹の除草剤の散布といった更新補助作業を改めて行う必要がある。低コスト化の観点から獣害防護柵は設置しなかったが、稚樹の食害を確認したため、今後は防護柵の設置も検討する必要があると考える。

5.3 ブロック3

他のブロックに比べ、広葉樹の発生本数が多く生長も良いことから、目標である広葉樹大径材の生産に一番近い状況といえる。今後は、肥大成長を促進させるための保育作業、坪刈りや形質不良木の除伐などを行うことを検討しつつ、遷移を観察します。

当初、広葉樹大径材の生産を目標に施業してきたモデル林だが、3つのブロックそれぞれの生育状況を尊重し、当初の目標は残しつつ、各ブロックの現状に合った新しい目標を立て、施業を行っていくこととする。

6 おわりに

広葉樹林の施業は、一斉林の様相を見せる針葉樹林の施業とは異なり、個体管理の側面が強く、また樹種や立地条件等による変動が大きいことから、簡単に確立できるものではないと考える。

多様で健全な森林づくりを目指し、東信地域における新たな森林施業を考える先頭となって、広葉樹施業の試行と検証を続けること。これは国有林ならではの取り組みであり、求められる役割の一つでもあると考えている。

広葉樹林の施業に当たっては、たとえ途中で目標が変わることになるとしても、その森林のことを忘れず、定期的に山を見て都度目標を定めることが大切で、現地で生育している稚樹の様子から、将来的に「どういう山にしていくのか」をよく考え、臨機応変に施業方法を見直していくことが重要である。

参考文献

- ・第五次地域管理経営計画書（千曲川上流森林計画区）別冊「管理経営の指針」：中部森林管理局
- ・国有林野事業における天然力を活用した施業実行マニュアル：林野庁国有林野部経営企画課（平成30年3月）
- ・令和5年度森林総合監理士（フォレスター）基本テキスト：林野庁
- ・用材生産に向けた広葉樹二次林の間伐：横井秀一（平成12年5月、大日本山林会「山林」誌）
- ・木材生産のための落葉広葉樹二次林の除伐・間伐のしかた 改訂2版：岐阜県森林研究所（平成21年7月）
- ・森の生態：只木良也（昭和46年5月31日、共立出版）

聞き取り者

- ・松島 利夫（中部森林管理局森林整備部資源活用課）
- ・須田 千治（中部森林管理局東信森林管理署佐久平森林事務所）

温帯域の高標高におけるコウヨウザンの成長速度と生育適地の把握について

森林技術・支援センター 田口康宏、大武史弥

1 はじめに

主伐再造林が進む中、短伐期で利用が見込める早生樹が注目されており、その一つにコウヨウザンがあげられる。コウヨウザンは中国・台湾に分布する常緑高木のヒノキ科の針葉樹であり、成長が早く生育に適した箇所ではスギの約2倍の材積成長になると言われている（近藤ら 2020）。コウヨウザンの植栽適地は暖温帯域で（森林総合研究所 2021）、岐阜県では南部の平野部が適地と考えられ（宇敷ら 2021）、高山市はコウヨウザンの生育できる気象条件を満たしていない地域とされている。しかし、高山市の年平均気温は50年前に比べて約2℃上昇しており（気象庁 高山特別地域気象観測所 標高560m）、近年の温暖化によりコウヨウザンの植栽適地が拡大している可能性がある。また、岐阜県中津川市湯舟沢国有林には、標高900mの箇所に樹高約20mのコウヨウザンが単木で生育しているため、コウヨウザンの植栽適地ボーダー域での成長データが少ないことから、岐阜県のボーダー域である温帯高標高域での生育適地を把握する目的で、令和4年度から令和9年度まで森林総合研究所林木育種センター・岐阜県森林研究所との共同研究を行っている。

2 調査方法

試験地は岐阜県下呂市の神割国有林1082へ林小班（標高500m、以下神割試験地）、大洞国有林225に林小班（標高750m、以下大洞試験地）、本洞国有林1043ほ林小班（標高1000m、以下本洞試験地）の3箇所に設置した。令和4年5月にコウヨウザンと比較対象樹種のスギを200本ずつ、2,500本/ha換算で植栽した。コウヨウザンの苗木は、森林総合研究所林木育種センターが採取した種子により、広島県森林整備・農業振興財団がMスターコンテナにより生産した1年生苗木で、種子生産地別に9系統（熊本県、茨城県、高知県、静岡県（4系統）、千葉県、京都府）のコンテナ苗木を、それぞれの系統がランダムに配置されるよう単木混交で植栽を行った。系統別に植栽苗木本数が異なっており、多い系統で97本、少ない系統で26本となっている。スギは下呂市で生産された1年生コンテナ苗木を植栽した。また、ノウサギの食害対策のため、単木ネット型ツリーシェルター（クワンタイⅡ）及び試験地全体を囲う高さ1mの防護柵を合わせて設置した。

成長量調査は植栽時から、春と秋にコウヨウザン及びスギの根元径、苗高を測定し、春の調査では下刈前の個体ごとの雑草木競合調査を実施した。なお、各試験地の下刈は2年間実施した。

雑草木競合調査は、C1：植栽木の樹冠が周辺の雑草木から半分以上外に出ている、C2：植栽木の樹冠が周辺の雑草木からやや外に出ている、C3：植栽木の樹冠が周辺の雑草木の高さが同じぐらい、C4：植栽木の樹冠が周辺の雑草木に完全に覆われている、C5：植栽木の樹冠が上方も含め周辺の雑草木に完全に覆われている、の5段階で判定した。

気象条件の調査は、各試験地において15分毎に気温及び地温（地下10cm）を測定（おんどとり TR42及びTR42A）し、最深積雪指示計を用いて令和4年から令和5年にかけて最深積雪深を測定した。

土壌調査は令和5年10月に各試験地で実施した。

3 調査結果

3.1 気象（気温、地温、最深積雪深）

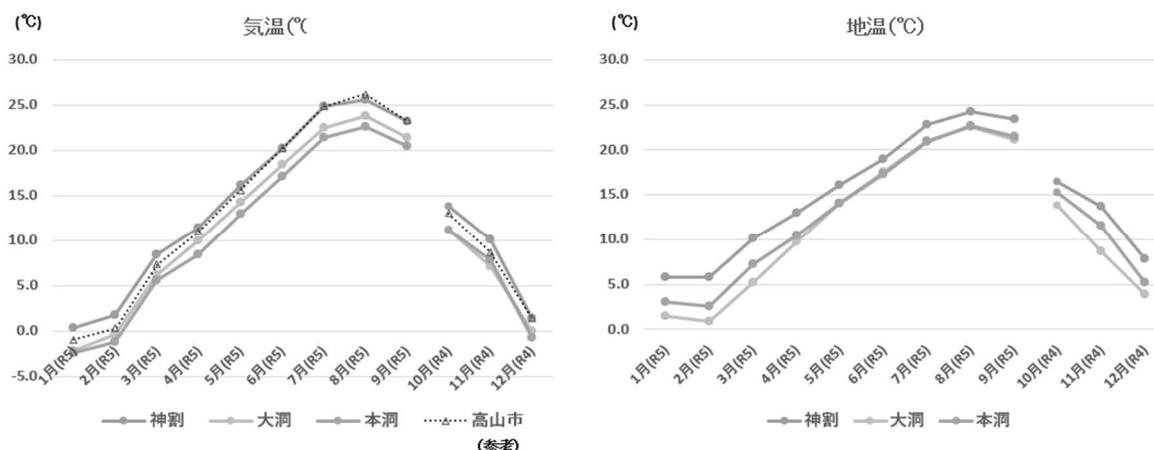


図1 各試験地の気温、地温

各試験地において標高が高くなるにつれ、年平均気温は低下するが、月平均気温は大洞試験地と本洞試験地と同程度であり、同じ期間の月平均地温は本洞試験地より大洞試験地のほうが低くなっている。気候条件におけるコウヨウザンの植栽適地は、年平均気温 12°C以上、暖かさ指数 90°C・月以上、寒さ指数-15°C・月以上であり（山田ら 2017）、神割試験地ではこれら全ての条件を満たしたが、大洞試験地・本洞試験地ではこれらの条件を全て満たさなかった（表3）。

最深積雪深は、神割試験地 15cm、大洞試験地 20cm、本洞試験地 45cmであり、標高が高くなるにつれ、最深積雪深は大きくなった。

3.2 土壌

土壌調査の結果、神割試験地は適潤性褐色森林土（偏乾亜型）、大洞試験地は適潤性褐色森林土で、石礫の量が多い土壌であった。本洞試験地は下層に黒色土があることから、その上に生成途中の適潤性褐色森林土が乗る埋没土壌であることが考えられる。

3.3 雑草木との競争

本洞試験地においてはコウヨウザン、スギともに雑草木競争指数は、ほぼ C3 以下となっているが、大洞試験地の C4 以上の割合は、コウヨウザン 69%、スギ 87%であり、神割試験地の C4 以上の割合はコウヨウザン 60%、スギ 64%となっている。

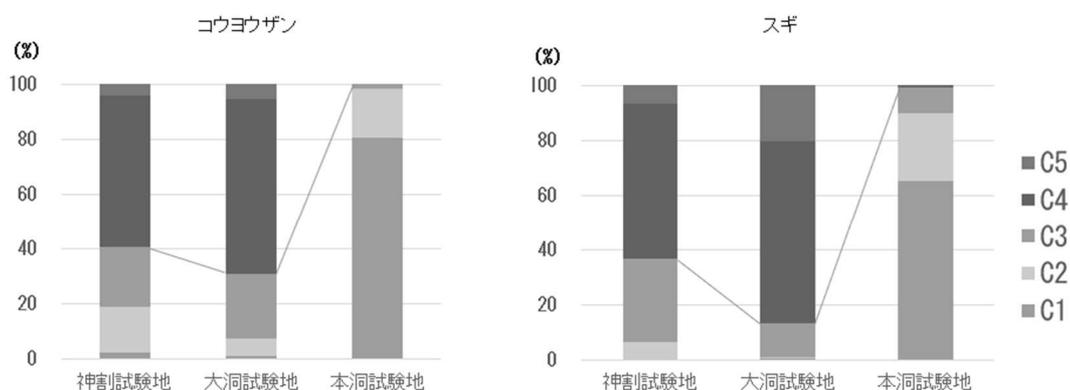


図2 各試験地の雑草木競争指数割合

3.4 コウヨウザンとスギの成長量の比較

平均根元径は、各試験地ともスギよりコウヨウザンの方が有意に大きい値を示し続けた ($P < 0.001$, Mann-Whitney U 検定)。

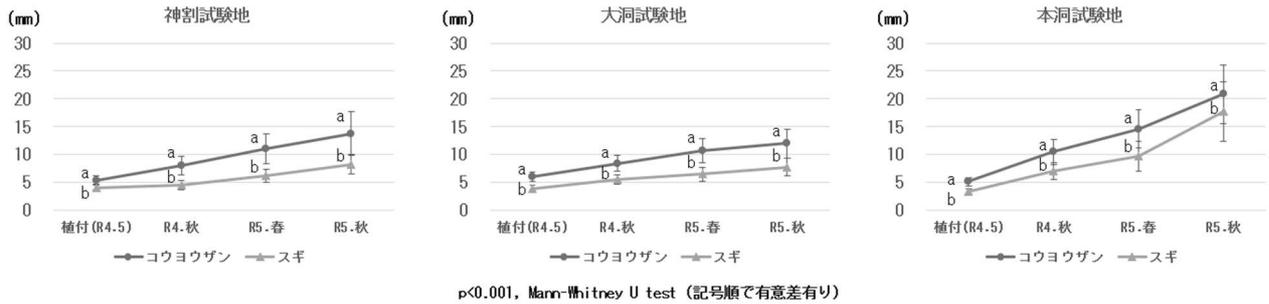


図3 各試験地別のコウヨウザンとスギの成長量（根元径）の推移

平均苗高については、各試験地とも植付時にはコウヨウザンよりスギの方が有意に大きい値を示した(P<0.001, Mann-Whitney U 検定)が、1年目の秋以降においては、スギよりコウヨウザンの方が大きい値を示し続けた(P<0.001, Mann-Whitney U 検定)。

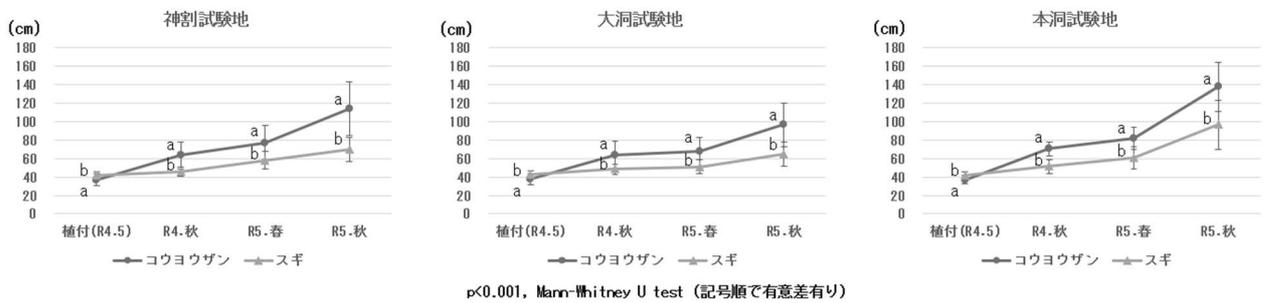


図4 各試験地別のコウヨウザンとスギの成長量（苗高）の推移

2年目において、試験地ごとにスギの平均根元径を100としたとき、コウヨウザンの根元径の比率は神割試験地 167、大洞試験地 155、本洞試験地 118 を示した。スギの平均苗高を100としたとき、コウヨウザンの苗高の比率は神割試験地 162、大洞試験地 149、本洞試験地 143 を示した。

3.5 コウヨウザンとスギの形状比

コウヨウザンの形状比の平均値は、60 から 80 程度であったのに対し、スギの形状比の平均値は植付時には100を超えていたが、その後低くなる傾向が見受けられた(図5)。コウヨウザンの形状比が秋から春にかけて低くなっているのは、秋の調査から春の調査の間に樹高成長に比べ根元成長が大きいためである。本洞試験地ではコウヨウザン、スギの形状比ともに他の試験地より低い値となった(P<0.001, Steel-Dwass 検定)。

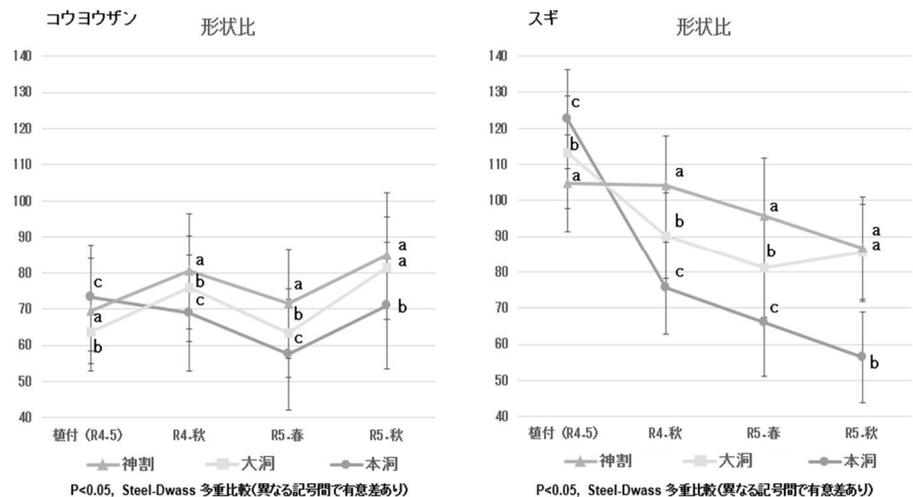


図5 コウヨウザンとスギの形状比の推移

3. 6 コウヨウザンの成長量の各試験地別比較

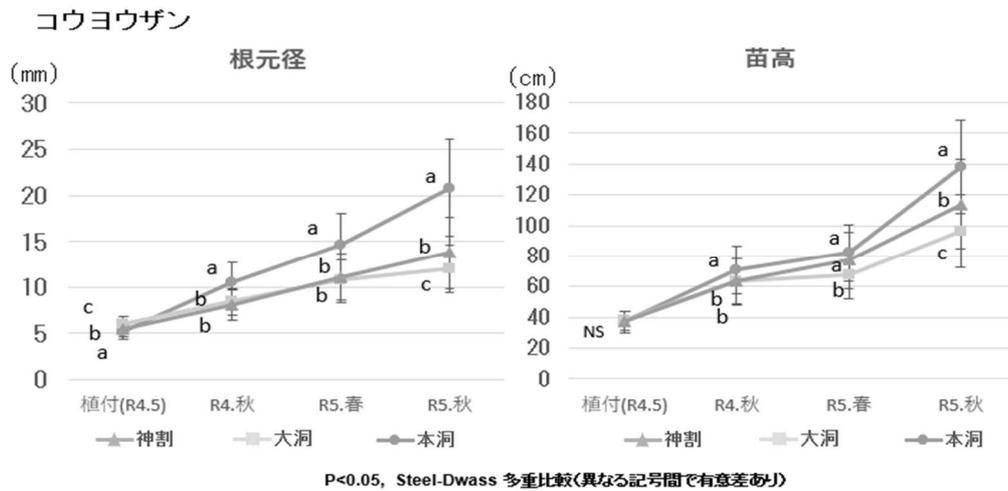


図 6 コウヨウザンの成長量の推移

植付時の平均根元径は各試験地別に若干有意差があったものの (P<0.001, Steel-Dwass 検定)、苗高には有意差がなかった。2年目の平均根元径は、値の高い順に本洞試験地 20.8±5.2mm (平均値±標準偏差)、神割試験地 13.7±3.9mm、大洞試験地 12.0±2.6mm となり、2年目の平均苗高は本洞試験地 138±30cm、神割試験地 114±29cm、大洞試験地 97±24cm を示した。根元径・苗高ともにこの順で有意に大きくなった (P<0.001, Steel-Dwass 検定)。2年目において、本洞試験地では2mを超える個体が数本確認できたが、平均根元径・苗高ともにバラツキ (標準偏差) の値も大きく、本洞試験地、神割試験地、大洞試験地の順となった。

3. 7 スギの成長量の各試験地別比較

植付時の平均根元径は各試験地別に有意差があった (P<0.001, Steel-Dwass 検定) が、その差はわずかであった。植付時の平均苗高は、本洞試験地・神割試験地に比べて大洞試験地が有意に大きかったものの、その差はわずかだった。2年目の平均根元径は、値の高い順に本洞試験地 17.7±5.3mm、神割試験地 8.2±1.8mm、大洞試験地 7.7±1.6mm となっており、2年目の平均苗高は本洞試験地 97±27cm、神割試験地 70±13cm、大洞試験地 65±13cm となった。スギは根元径・苗高ともにこの順で有意に大きくなった (根元径:P<0.05、苗高:P<0.001, Steel-Dwass 検定)。

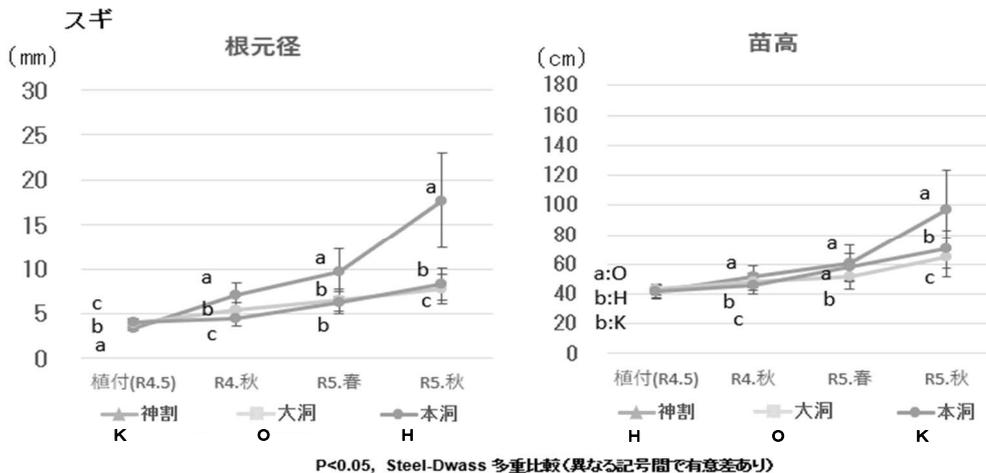


図 7 スギの成長量の推移

3.8 コウヨウザンの多幹性

各試験地において、コウヨウザンの特徴の一つである多幹となる個体を一部確認した。試験地のコウヨウザンの多幹率は、神割試験地 12%、大洞試験地 1%、本洞試験地 11%であった。

3-9 コウヨウザン系統別成長量

種子生産地別に 9 系統のコウヨウザンの成長量を、全試験地をまとめて比較したところ、平均根

元径、苗高ともに系統による成長の差がみられた(図 8)。なお、試験地別でも系統間で同様な傾向がみられた。

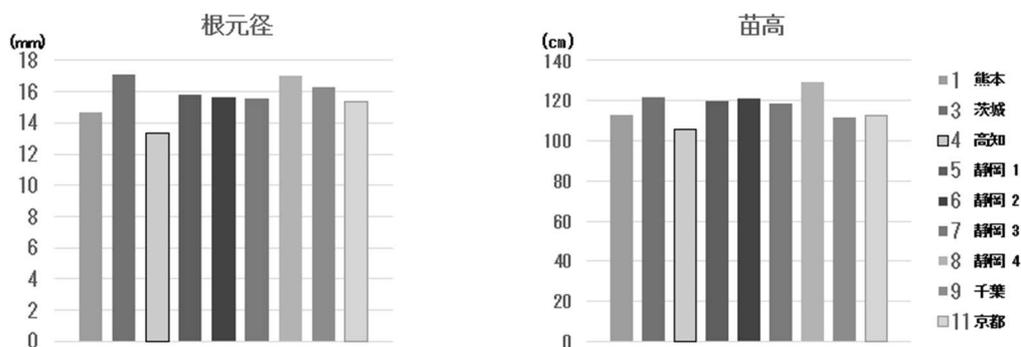


図 8 コウヨウザン 種子生産地別 9 系統の成長量

4 考察

コウヨウザンの生育適地の気候条件に当てはまる箇所は標高 500m の神割試験地のみだったが、この 2 年間コウヨウザン、スギともに最も良い成長を示したのは標高 1000m の大洞試験地だった。コウヨウザンの成長とスギの成長はどの試験地においてもコウヨウザンの方が根元成長、樹高成長ともに大きい結果となった。このことからコウヨウザンの生育には気候だけでなく、その他の条件が大きく影響していることが示唆された。

スギの成長を 100 とした場合のコウヨウザンの成長の比率を比較したとき、標高が高くなるほどその比率が低くなっていたが、近藤ら(2020)の報告では、コウヨウザンとスギの成長比較においてコウヨウザンよりスギの成長がよい場所があり、その原因は土壌条件によるものであると考えられていたことから、この比率の違いは気象条件によるものだけではないと考えられる。

標高 1000m の本洞試験地でのコウヨウザン、スギの成長が最もよく、次いで標高 500m の神割試験地、標高 750m の大洞試験地の順となった。スギと同じようにコウヨウザンは、斜面下部の林分で成長が最も良く、斜面中部でもよい成長を示すが、斜面上部などの地形では成長がよくない(森林総合研究所 2021)とされており、各試験地の土壌条件の違いが成長の差に表れた一因と考えらる。

下刈が行われる前の雑草木との競争において、本洞試験地ではほぼ C3 以下であり雑草木との競争が少なく、神割試験地及び大洞試験地では C4 以上の割合が大きく、コウヨウザン及びスギが雑草木との競争において劣勢となっていたと考えられる。斎藤ら(2020)の報告では、スギの 19 年生若齢林分では、直径は 3 月下旬から成長を開始し 5 月上旬にピークとなり 7 月上旬でほぼ止まり、樹高は 5 月中旬から伸長が始まり 6 月中旬にピークとなり 9 月中旬でほぼ止まったとあり、今回の雑草木調査及び下刈の期間は、この報告の期間中にあたることから一概には言えないが、下刈までの雑草木との競争が少なかったことにより本洞試験地での成長が最もよかったことの一因と考えられる。また、雑草木の被圧の影響は樹高成長よりも直径成長に大きく表れることから(丹下ら 1993)、1 年目秋以降の本洞試験地の形状比に比べて、神割試験地・大洞試験地の形状比が高かったことは、雑草木との競争が高いことによるとも考えられる。

さらに、標高が中位である大洞試験地でのコウヨウザン、スギの成長が他の試験地に比べてよくなかったことは、上記以外に大洞試験地が谷筋に位置しており、秋から冬までの間では地温は他の試験地に比べ低く、測定はしていませんが、谷筋という地形から日照時間も短いことも要因の一つと考えられる。

また、各試験地において、コウヨウザンでは多幹となる個体が見られたが、近藤ら(2020)の報告の中には、国内各地のコウヨウザンの多幹率は0～52%と報告されており、その中央値は3%であったことから、多幹率が10%を超える神割試験地及び本洞試験地は多幹率が比較的高いと考えられる。多幹は、植栽後若い時期に気象害、獣害などによって主軸が被害を受けることにより発生すると言われており(近藤ら 2020)、今回の試験地は単木ネット型のツリーシェルターを設置していたことから、気象害、獣害の影響は少なかったため、他の要因があったことが示唆される。

コウヨウザンの成長について比較的バラツキが大きかったことは、種子産地別の系統間によるバラツキも含まれていると考えられるため、個体間の成長差とは一概に言えないものであると推察されるが、今回はその解析まで至っていないため、今後の調査を続けていく中で明らかにしたい。

引用文献

- 近藤禎二・山田浩雄・大塚次郎・磯田圭哉・生方正俊(2020) わが国におけるコウヨウザンの成長. 森林遺伝育種 第9巻 1-11
- 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 林木育種センター(2021) コウヨウザンの特性と増殖マニュアル
- 宇敷京介・大洞智宏(2021) 岐阜県下に植栽したコウヨウザンの初期成長. 令和3年度中部森林技術交流発表会
- 山田浩雄・安部波夫(2017) コウヨウザン、センダン、キハダ、ウルシ、イタヤカエデ、ウダイカンバの所在地データベースの作成. 平成29年度森林総合研究所林木育種センター年報
- 齊藤哲・川崎達郎・壁谷大介・飛田博順・田中憲蔵・右田千春・梶本卓也(2020) スギ若齢個体の直径成長と伸長成長の季節変化. 第126回日本森林学会大会
- 丹下健・鈴木祐紀・八木久義・佐々木恵彦・南方康(1993) 雑草木の刈り払い方法が植栽木の成長に与える影響. 日本林学会誌 75巻5号 416-423

カラマツ林におけるハナイグチ増殖のすすめ

長野県林業総合センター特産部 片桐一弘

1 はじめに

長野県でカラマツ林のきのこといえば、ハナイグチを思い浮かべる方が多いと思う。さっと茹でて大根おろしと和えたり、みそ汁やうどんと一緒に食べることが多いきのこであるが、その野趣溢れる旨味や口当たりの良い食感を楽しむことが出来ることから、マツタケよりも好きという人がいるくらいの、本県を代表する食用きのこである（写真-1）。

ハナイグチは夏から秋にかけてカラマツ林の地上に発生するきのこで、マツタケと同じ菌根性きのこのグループに属する。カラマツの根にハナイグチ菌が定着し「菌根」と呼ばれる構造体を形成し、この菌根を通じて菌と樹木が水分や栄養分の交換を行い、お互いにとってメリットのある関係（共生関係）を構築している。このような共生関係を人工的に作り出すことは困難なことから、ハナイグチは、シイタケやナメコなどの腐生性きのこのような人工栽培は行われていない。

林業総合センターでは 20 年ほど前からハナイグチの林地増殖試験に取り組み始め、その成果を基に 2020 年に「ハナイグチ林地増殖の手引き」を発行した。今回はその手引きの基になったハナイグチの林地増殖技術について詳しく紹介するとともに、近年分かってきたハナイグチの発生と気象環境との関係について紹介する。



写真-1 ハナイグチとハナイグチの大根おろし和え

2 ハナイグチの林地増殖をすすめる理由

ハナイグチの林地増殖をすすめる主な理由は三つある（図-1）。一つ目として、長野県は民有林の人工林面積の約 50% をカラマツ林が占め、里山等にも多く見られる身近な存在であること。そこに発生するハナイグチは、ジコボウ、リコボウとも呼ばれ、きのこ狩りなどで、昔から多くの県民に親しまれてきた。二つ目は、森林空間の有効利用になることである。木材生産を行う場合、植栽後数十年経ってようやく伐採・搬出し収入を得ることができる。その間に林床でハナイグチを増殖し、直売所等で販売すれば、長期間継続的に山から収入が得られることになり、山村地域の活性化に繋がると考えられる。三つ目として、森林整備が促進されることによって獣害対策にもなる。ハナイグチの林地増殖のためには、除伐等の林内整備が必要とる。落葉樹であるカラマツ林は放置すると下層に灌木類が繁茂し、見通しが悪くなることで野生鳥獣が隠れやすくなり、人里に現れやすくなってしまふ。森林整備により野生鳥獣の隠れ場所を無くすことは獣害対策になるとともに、地域の景観の向上にも繋がる。



図-1 ハナイグチ増殖をすすめる理由

3 ハナイグチの林地増殖技術

ハナイグチの林地増殖技術は、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（2010～2014年度）において信州大学、星の町うすだ山菜きのこ生産組合、林業総合センターの三者の共同研究の中で、信州大学が実施した研究成果（表-1）が基になっている。林業総合センターでは、カラマツ林内施業による林地増殖技術を県下各地で実証、普及することを目的に、2012年から安曇野市、諏訪市など県内数カ所に現地実証試験地を設けて調査を行ってきた。ここでは、この現地実証試験について以下に紹介する。

現地実証試験では四つの試験区を設け、カラマツ以外の灌木類の除伐や地表掻き等の林内施業、孢子散布によるハナイグチ子実体発生量への影響を調査してきた（図-2、写真-2）。

表-1 ハナイグチ林地増殖に関する共同研究成果

項目	成果
カラマツ林内施業 (除伐、腐植層除去、 孢子散布)	⇒ ハナイグチ子実体 発生量増加 ※対照区に対して7～9倍増加
発生刺激温度	⇒ 地温(10cm深)17.5℃前後
孢子接種 (室内実験)	⇒ 菌根形成確認

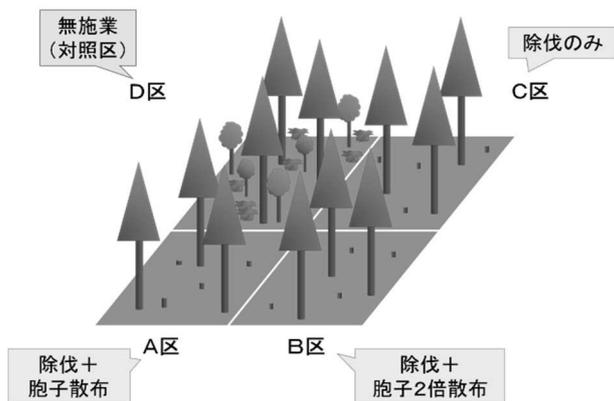


図-2 現地実証試験地模式図



写真-2 子実体発生量調査
(2013. 9 須坂試験地)

2012年から2019年まで8年間の5試験地における、施業区（A、B、C区）と対照区（D区）の子実体発生本数の平均値を図-3に示す。施業区は対照区よりも2.6倍子実体発生本数が多く、また

両者の間には有意差が確認されたことから、カラマツ林内施業による子実体増殖効果を県内各地で実証することができた。

なお、これまでに3つの施業区間で子実体発生量に大きな差は確認されていないことから、孢子散布を行わずとも、除伐や地表掻きのみでも増殖効果が期待できると考えている。

ハナイグチの林地増殖を検討する際に注意したいのは、他の菌根性きのこの存在である。現地実証試験において、除伐や孢子散布を実施しても、ハナイグチ子実体の増殖効果が見られないケースがあった。既にアミハナイグチやイロガワリなど他の菌根性きのこの発生が多く見られる箇所は、ハナイグチが発生しにくい環境になっている可能性があるため、事前に現地の状況を確認しておくことが重要である。

4 ハナイグチの発生と気象環境

ハナイグチやマツタケなど林地で自然発生する菌根性きのこは、地温や降水量などの気象環境の影響を受けることになる。ハナイグチは前述の共同研究により、地温（地下10cm深）が17.5℃程度まで低下すると子実体形成を開始する（表-1）ことが確認されており、この温度を発生刺激温度と呼ぶ。また同じく共同研究において、地温が12.5℃まで低下して2週間後に子実体発生が終了したことも確認されていることから、地温12.5℃が子実体形成の終了温度と考えられる。この地温が17.5℃から12.5℃までの間は、きのこの芽である原基が形成されることから、原基形成期間と呼ぶ。ハナイグチの発生には、この原基形成期間が大きなポイントであり、地温の推移や、降水の時期や量が重要となる。現地実証試験地では、地温の測定とともに、最寄りの気象庁アメダス観測データを用いて、降水量についても調査している。ここでは、現地実証試験地におけるこれまでの調査結果から得られたハナイグチの子実体発生と気象環境との関係について紹介する。

諏訪試験地（写真-3）の2023年と2024年の地温の推移と降水量の累積値を図-4に示す。この図は90日目が発生刺激日となるように作成しており、発生刺激日前後の150日間の調査結果を示している。なお、諏訪試験地における過去の発生刺激日は8月下旬から9月中旬の間で、平均値は9月2日となる。2024年は発生刺激日以降の地温の低下が比較的穏やかであったため、原基形成期間は30日間を超えていた。また降水量も平年並み以上だったが、子実体発生量は平年作であった。一方2023年は、発生刺激日以降に急激に地温が低下したことから、原基形成期間は2024年の半分以下の15日間にとどまった。また、降水量も平年を大きく下回っていたが、調査開始以降で最大の子実体発生量となり大豊作であった。

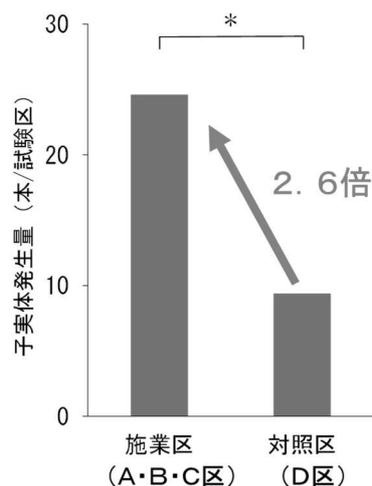


図-3 5試験地における子実体発生本数の平均値 (2012~2019年、5試験地：上田、諏訪、安曇野、須坂、阿智)



写真-3 諏訪試験地

諏訪試験地におけるこの二年間の調査結果と類似した状況は、他の試験地や過去のデータからも確認されている。そこで、ハナイグチの子実体発生量と地温及び降水量の関係を解析した結果、発生刺激日（原基形成期間）前の30日間における降水量の多寡が発生量に影響していることが分かってきた（※図-4の点線で囲まれた丸部分）。ハナイグチの場合、発生刺激日（原基形成期間）前の30日間の降水量が少ないことが発生量の増加に関連していると考えられた。このことは、森林のパイオニア植物であるカラマツと共生関係にあるハナイグチの興味深い特性と考えられる。今後はこのようなハナイグチの特性を利用したさらなる増殖技術について検討し、林地増殖技術のアップデートに繋げていきたい。

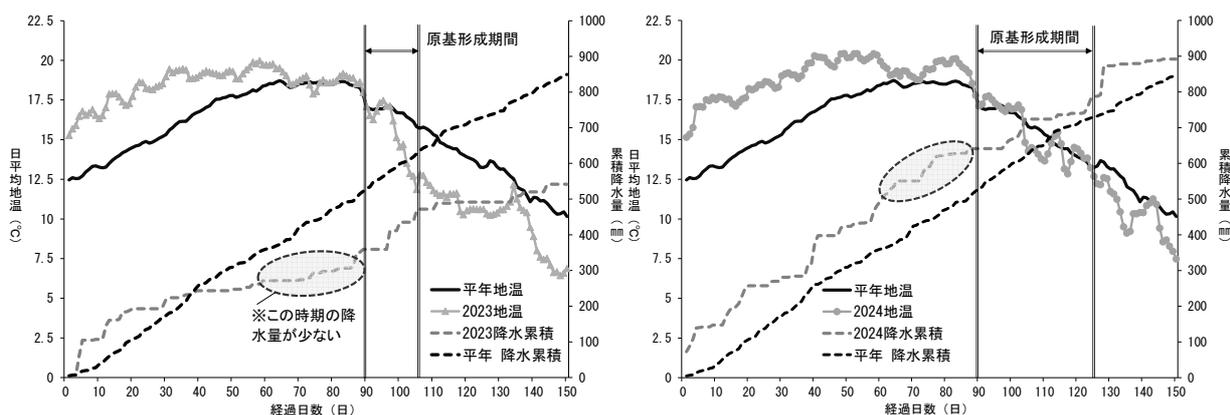


図-4 諏訪試験地の地温の推移及び累積降水量（左：2023年、右：2024年）

注）発生刺激日の前後150日間（前90日、後60日）のデータ。降水量は気象庁の諏訪アメダス観測データを使用

5 おわりに

ハナイグチは多くの県民に昔から親しまれているが、その生理・生態について、まだよく分かっていないことが多く、謎の多いきのこである。今回ご紹介したハナイグチの発生と気象環境との関係は、降水量の少ないこと（乾燥）がきのこの発生量の増加に関連するという、これまであまり例の無いものであったため、今後も継続調査を行い、謎の解明を進めていきたいと考えている。

ハナイグチの林地増殖技術は当センターのホームページに掲載してあるので、興味のある方は是非取り組んでいただき、ジコボウ、リコボウを増産し、地域の活性化に繋がっていただければ幸いです。

林地残材等の未利用木質資源の活用事例について

長野県林務部県産材利用推進室 笹倉良太

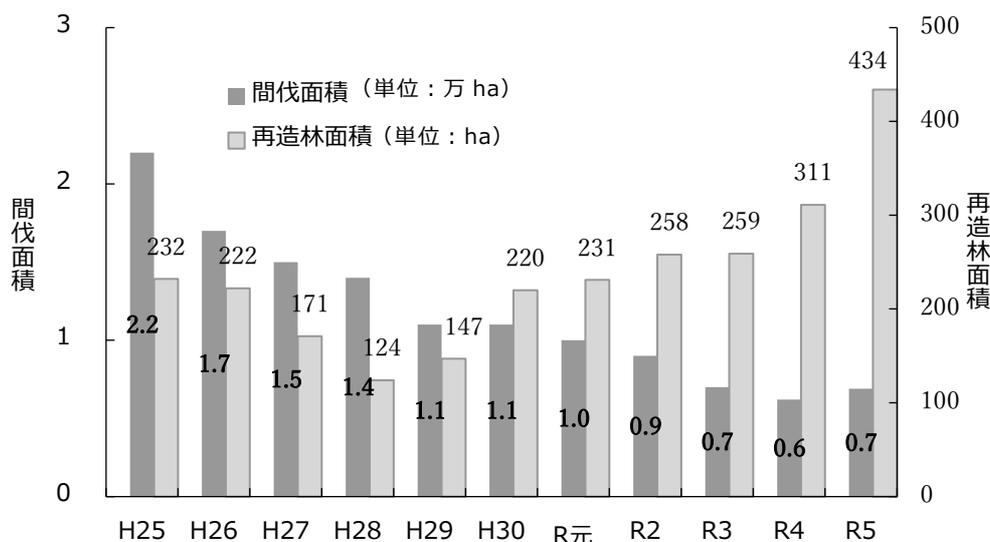
1 はじめに（長野県における林地残材活用の取組について）

長野県の森林資源は充実期に入っており、県内の森林整備は育てる段階から収穫・活用の段階に移ってきている。それに伴い、近年、間伐作業は減少傾向の一方で、循環的な木材資源の利活用に向けて再造林が増加している。間伐面積はこの5年間で約3割減少しているのに対して、再造林面積は約2倍に増加している。

森林整備作業は機械化が進んでおり、現場に林地残材を集積するケースが増えている。この残材が主伐後の保育作業の支障になることから、現場では林地残材の処理の検討が課題になっているケースが多く発生している。林地残材の有効活用については、主伐後の保育作業の軽減という観点から、益々重要な課題になってきている。

一方で、近年県内外で木質バイオマス発電所がでてきたこともあり、従来あまり使われてこなかった林地残材も燃料材としての需要が生まれている。

長野県では、そういった現状を踏まえ、林地残材をはじめとする未利用木質資源の活用について検討を行ってきた。今回、今までの取組経緯及び未利用材等活用システム構築支援事業の取組事例を紹介し、今後の林地残材活用に向けての一考察とする。



表一 1 間伐面積及び再造林面積の推移（令和7年度 長野県林務部業務概要）

2 長野県による林地残材活用に関する普及啓発の取組

長野県では、主に主伐・再造林の増加に伴う林地残材の課題について普及・啓発を行うため、令和4年度から毎年、研修会を実施している。

令和4年度は駒ヶ根市にて、「未利用材活用と主伐・再造林推進研修会」を実施し、土場でチップパー機によるチップ化の実演、話題提供、パネルディスカッションを行った。

令和5年度は丸子町にて、「主伐・再造林の推進に向けた林地未利用材活用ミーティング」を実施し、ノースジャパン素材流通協同組合の鈴木理事長による基調講演の他、パネルディスカッションを行った。

令和6年度は立科町において、「主伐・再生林の推進に向けた林地未利用材活用現地研修会」を実施し、枝条チップ作業の現地検討会、座学として未利用材等活用システム構築支援事業の取組状況の報告及び意見交換を行った。

多くの方にご参加いただき、林地残材活用に関する普及・啓発の取組が図られたと考えている。



写真一 令和4年度研修会状況



写真二 令和6年度研修会状況

3 未利用材等活用システム構築支援事業の取組について

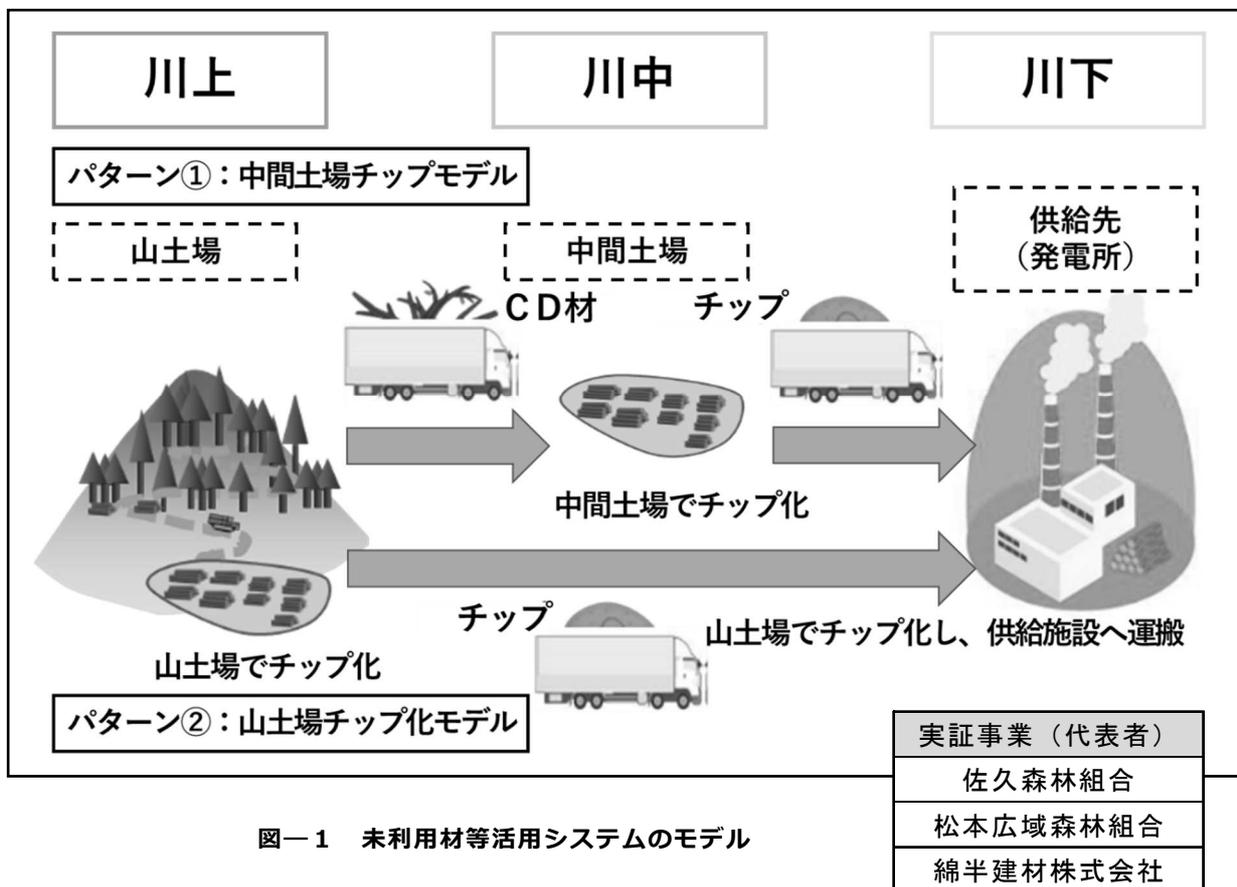
3. 1 未利用材等活用システム構築支援事業の概要

長野県では、主伐・再造林の増加に合わせ、林地残材の課題検討を行ってきた。材価の低い林地残材の活用においては、いかに効率的に搬出できるかが課題となる。

そこで長野県では、令和5年8月、「原木安定供給等検討チーム」を設置し、外部有識者の意見も踏まえながら県内全体の林業及び木材産業の活性化に向けた支援策等の検討を行い、原木安定供給に向けた今後の対応について取組の方向性の検討を行った。

その中で、令和5年度11月補正にて、川上から川中、川下までの関係者が連携して持続的な木質資源の新たな活用システムとして信頼関係のあるサプライチェーンを構築し、林地残材を含めた未利用木質資源等の安定的・効率的な活用を進めていく取り組みに対し一部補助する、「未利用材等活用システム構築支援事業」を予算化した。

計画の募集を行ったところ、複数の事業者から応募があり、選定の結果、県下3地域で林地残材等の搬出の取組に対する実証事業を行うこととなった。以下において、それぞれの取組事例を紹介する。



図一 1 未利用材等活用システムのモデル

3. 2 各地域の取組

3. 2. 1 佐久森林組合の取組事例

佐久地域を中心に、チップパー機、コンテナ、大型トラックを保有している事業者と協力した実証事業となっている。中間土場チップ化モデルと山土場チップ化モデルそれぞれにより実証事業を実施しているところが特徴である。

取組を行った結果として、需要者のニーズにあわせたチップのクオリティーを考慮することが大切であることが分かった。木質チップは、水分率50%未満は必須であるが、カラマツの場合、6カ月間の自然乾燥期間を経ればその課題はクリアできることが分かった。ま

た、需要者のニーズに合わせた均一なチップの生産が要求されるが、自然環境の元、少なからず副産物は生産されるという前提で検討する必要があることが分かった。

林地残材を活用する場合、乾燥期間を考慮すると、主伐時に林地残材を活用するという前提で作業を行う必要がある。また、砂・石等の異物混入について考慮する必要があり、林内全ての枝条を集めることは困難であることから、林地残材の活用により地拵え作業の軽減につながることを期待されるが、地拵え作業そのものがなくなることは現実的には困難と言える。

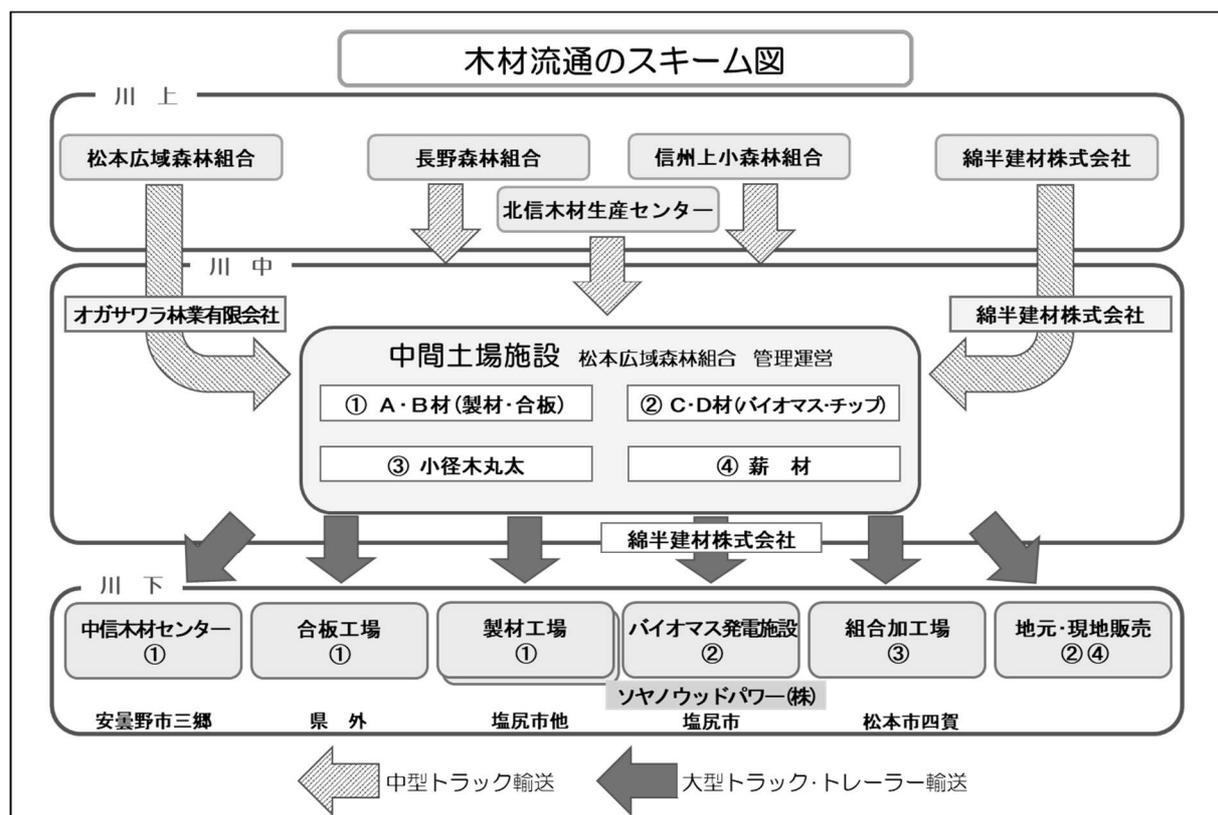
また、コストの比較を行ったが、現状では日あたり現地破砕量はコンテナ3箱弱の10t程度、中間土場までの運搬数量は5回程度で17.5tが最大であり、現状のままではコスト倒れの状況であった。コンテナの活用は有効であり、それに対応するアームロール車輛の確保も重要であることが分かった。

3. 2. 2 松本広域森林組合の取組事例

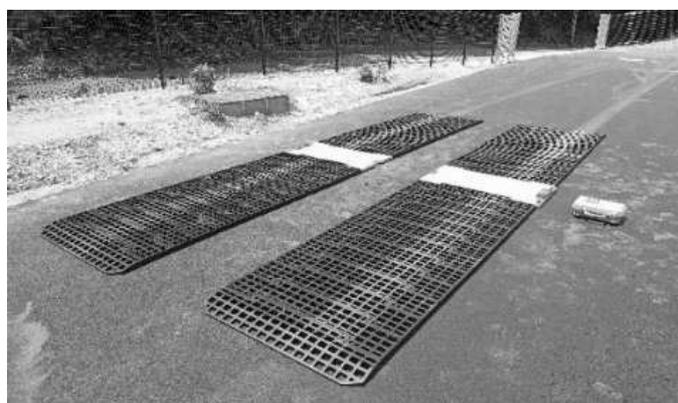
筑北村に中間土場を設け、その周辺地域の未利用木質資源の活用に取り組む実証事業です。中間土場周辺地域である筑北村、麻績村は、松くい虫の激害地であり、枯損木対策、被害地の森林再生と比較的被害の少ないアカマツの早期利活用、カラマツ林等、森林の主伐再造林を進めることを目的として実証を行っている。

具体的な木材流通の図-2のスキームとなる。松本広域森林組合が管理運営する中間土場に川上の参画事業者が木材を集め、仕分けし、川下の工場・施設へ供給するというスキームである。

共同土場の運用では、B材（合板材）、C・D材は、中間土場渡りで松本広域森林組合が買取を行っている。C・D材は、設置した移動式トラックスケールによる搬入時計量により買取している。未利用材については、共同中間土場において、綿半建材でチップ化を行い、ソヤウッドパワーへ搬入、健全なアカマツであれば、中間土場に置いているコンテナへ集積し、コンテナによる輸送を行っている。



図一 2 松本広域森林組合のスキーム



写真一 3 簡易トラックスケール

3. 2. 3 綿半建材株式会社の取組事例

飯田地域-松本地域間のサプライチェーンを構築し、飯田地域のD材搬出量を増やすことで林地残材の有効活用を図ることを目的とした実証事業になる。飯田地域の山土場から直接松本地域へD材を運搬するモデル、飯田市に中間土場を設置してD材を集積したのちにチップ化して松本地域へ運搬するモデルの2つのシステムにより未利用材資源を発電所へ供給することを目的とした実証事業を実施している。

具体的には、南信州地域において、2つの集荷システムにより未利用木質資源を発電所へ供給することについての実証を行っている。中間土場チップモデルにおいては、山にある未利用材を中間土場に集積し、ある程度集積した後チップ機によりチップ化し、供給施設へ供給する。集荷量は、年間見込約1,000tとなる。

山土場チップ化モデルにおいては、山土場に集積した未利用材をチップ化し、供給施設へ供給する。集荷量は、年間見込は約240tとなる。

4 取組における今後の課題及び今後の展開

4. 1 実証事業を通してわかったこと、今後の課題

実証事業を通して、林地残材の有効活用については、現状のままではコストが見合わない等、今後も引き続き検討が必要であるが、何点か重要な視点が分かってきた。

一つは中間土場の必要性である。林地残材の有効活用においては、ある程度の数量を取扱うことが必要であり、中間土場の活用はそのための1方法として有効である。また、チップ化においては、チップ機の能力に左右されることから、各種利用する機械の組み合わせに応じた考え方で、林地残材の集積・作業を検討する必要があることが分かった。特にコンテナボックスの運用は効果的であり、それに伴うアームロール車の活用は重要であることが分かった。

4. 2 まとめ、今後の展開

以上のことから、林地残材の活用に向けて以下のようにとりまとめ今後の展開としたい。

林地残材の活用に向けては、作業の効率化が重要であり、1事業者ではなく、複数の事業者が協力しながら取り組むことで作業の効率化の検討の幅が広がる可能性がある。事業者により保有している機械も違うので、参画者の中でより良い方法を検討することが重要である。

中間土場の活用は、1つの方法として有効である。また、コンテナを活用することは、運搬事業者の都合で取りに行くことができるため効果的である。また、施業地全ての資源を出材することを考えるのではなく、現場それぞれにあった考え方で実施していくことが重要となる。さらに、需要者のニーズに合わせたチップを林地残材から生み出すためには、施業時点から林地残材を搬出するものとして検討していくことが重要である。

今後も、林地残材の有効活用に向けた検討を行っていきながら、保育作業の軽減や林地残材の価値向上等、林地残材を通じて林業の発展に貢献していきたい。

引用文献

- ・令和7年度 長野県林務部業務概要

長野県産広葉樹とスギによる複合集成材の機械的特性

信州大学大学院総合理工学研究科 齋藤 陽、末定拓時、細尾佳宏

1 はじめに

現在、里山林での樹病や獣害等の被害の拡大を防ぐため、広葉樹の伐採利用を促進する必要があり、広葉樹材の用途拡大が求められている。また、中・大規模木造建築物の増加に伴い、高い強度性能を持つ構造材の需要が増加している。そこで、優れた強度性能を持つ一部の国産広葉樹を建築構造材として利用することが考えられる。その際に、広葉樹材の入手を容易にするため、ラミナを用いる集成材としての利用が考えられる。さらに、広葉樹材を効果的に用いるため、針葉樹との複合集成材（以降、広針複合集成材）に着目した。広針複合集成材の性能予測及び作製にあたり、その機械的特性に関するデータが必要であるが、先行研究⁴⁾のみでは樹種が限定的であり、接着剤も現在主流のものとは異なるため、データとして不十分である。そこで本研究では、広針複合集成材の機械的特性に関する基礎的研究として、広針複合集成材と樹種単体における強度性能とその関係の把握、及び接着性能の検証を行った。

2 試験方法

2.1 集成材の作製

表 1 に使用した樹種の一覧を示す。本研究では、長野県産広葉樹 10 樹種及びスギを使用した。各樹種の板材からラミナを採取し、レゾルシノール樹脂接着剤を両面塗布した。その後、広葉樹のラミナを外層、針葉樹のラミナを内層とした 3 層に積層し、熱板温度 40℃、圧縮圧力 0.16 N/mm²、圧縮時間 20 時間の条件で圧縮した。広針複合集成材（長さ:250 mm 幅:90~120 mm 全体厚さ:20~30 mm 外層厚さ:5~10 mm 内層厚さ:10 mm）は、各広葉樹-スギの組み合わせにつき 1 体作製した。各広針複合集成材から、曲げ試験体、縦圧縮試験体、せん断試験体、全面横圧縮試験体、部分横圧縮試験体、浸せき剥離試験体、煮沸剥離試験体、ブロックせん断試験体を、各集成材から 1 体ずつ作製した。また、樹種単体と強度性能を比較するために、広葉樹材及びスギ材からも同様の強度試験体を作製した。

表 1. 使用した樹種一覧

樹種	全乾密度	含水率
	(kg/m ³)	(%)
ニセアカシア (熱処理済)	724	11.4
ニセアカシア (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	707	11.9
コナラ (<i>Quercus serrata</i>)	677	13.8
ウダイカンパ (<i>Betula maximowicziana</i>)	669	12.8
ブナ (<i>Fagus crenata</i>)	659	13.0
ヤマザクラ (<i>Cerasus jamasakura</i>)	656	11.1
ミズキ (<i>Comus controversa</i>)	551	10.7
キハダ (<i>Phellodendron amurense</i>)	511	13.5
クリ (<i>Castanea crenata</i>)	486	13.6
ホオノキ (<i>Magnolia obovata</i>)	467	12.5
ヤマナラシ (<i>Populus tremula</i>)	442	12.9
スギ (<i>Cryptomeria japonica</i>)	402	11.5

広葉樹は長野県産林業総合センターより提供されたものを、スギは信州大学手良沢山演習林のものを利用した。

2.2 強度性能の検証

各強度試験は、JIS Z 2101 を参考に行った。曲げ試験では、中央集中荷重方式の 3 点曲げ試験を実施し、曲げヤング係数、曲げ強度、曲げ比例限度応力を算出した。縦圧縮試験では、繊維方向に荷重を加え、縦圧縮ヤング係数及び縦圧縮強度を算出した。せん断試験では、繊維方向にせん断し、得られた荷重からせん断強度を算出した。全面横圧縮試験では繊維直交方向に全面圧縮し、全面横圧縮ヤング係数、全面横圧縮比例限度応力を算出した。部分横圧縮試験では繊維直交方向に部分的な圧縮を行い、弾性域の剛性及び部分横圧縮比例限度応力を算出した。その後、複合集成材の強度性能と樹種単体の強度性能を比較した。

2.3 接着性能の検証

本研究では、JAS 1152 での最も劣化の激しい使用環境 A を想定した浸せき剥離試験及び煮沸剥離

試験を実施した。各剥離試験後に、計測された剥離から浸せき剥離率と煮沸剥離率、及び各接着層の剥離長さを算出し、JAS 1152の基準と比較した。ブロックせん断試験では、JIS Z 2101 : 2009を参考に、接着層をせん断面とするせん断試験を実施した。得られた荷重からせん断強度を算出し、その値をブロックせん断強度と仮定して、JAS 1152の基準と比較した。

3 結果・考察

3.1 強度性能

曲げヤング係数及び曲げ比例限度応力では、広針複合集成材は広葉樹材に近い強度性能を示した。本研究では、高い強度性能を持つ広葉樹を外層に使用したため、広針複合集成材の強度性能はスギと比べ大きく向上したと考えられる。曲げ強度では、広針複合集成材は広葉樹材とスギ材の間の値を示した。これは、力によって発生した応力が曲げ性能の高い外層部に集中し、荷重が増すにつれ外層部への応力分担が大きくなることで、早い段階で破壊が生じたと考えられる²⁾。

縦圧縮強度では、広針複合集成材は広葉樹材とスギ材の平均値に近い値を示し、縦圧縮ヤング係数とせん断強度でも同様の傾向が見られた。本試験では、圧縮部分及びせん断部分における広葉樹材と針葉樹材の割合は1:1であり、密度は広葉樹材とスギ材の平均を示すと考えられ、広針複合集成材の縦圧縮性能及びせん断性能も、広葉樹材とスギ材の平均値に近い値を示したと考えられる。

全面横圧縮比例限度応力では、広針複合集成材はスギ材に近い強度性能を示し、全面横圧縮ヤング係数と部分横圧縮比例限度域でも同様の傾向が見られた。これは、加力の際に生じたひずみが強度性能の低いスギ材に集中したため、スギ材と比較し早くひずみが蓄積したと考えられる。しかし、この結果は柴らの先行研究³⁾の傾向と異なった。これは、外層と内層の比率や試験体の寸法等の集成材の仕様の違いが原因だと考えられる。今後は、集成材の仕様と全面横圧縮性能の関係の調査が必要となる。一方、弾性域の剛性では、広針複合集成材は広葉樹材とスギ材の間を示した。これは、部分横圧縮試験体の端部が部分圧縮挙動に影響した可能性が考えられる。

3.2 接着性能

剥離試験によって得られた剥離率と各接着層の剥離割合を、JAS 1152での構造用集成材の接着強度の基準と比較した。ヤマザクラの浸せき剥離試験における剥離率(6.98%)及び一部接着層の剥離割合(27.92%)において、基準値(剥離率:5%, 剥離割合:25%)を超過した。その他の樹種の集成材は剥離率、各接着層の剥離割合が基準値以下であり、接着は良好であった。ブロックせん断強度では、全ての樹種の集成材において、JAS 1152の基準(せん断強度5.4 N/mm²以上)を満たした。しかし、ブロックせん断強度と密度の間には相関関係が見られなかった。これは、積層面でのせん断性能が、集成材の密度ではなく、木材の持つ因子(抽出物など)と接着剤の因子(分子サイズなど)の適合性により決定することが考えられる¹⁾。

4 今後の展望

本研究から、使用する樹種の選択によっては、広針複合集成材は建築構造材として利用できる可能性が示唆された。今後は、広針複合集成材の実用化を目指し、広針複合集成材における既存の強度性能推定手法の適用可能性を検証する。また、全面横圧縮及び部分圧縮性能に関しては、圧縮試験時のひずみを画像相関法により詳細に計測し、新たな強度性能推定手法の確立を目指す。

5 引用文献

1) Aicher S et al (2014): Glulam from European White Oak : Finger Joint Influence on Bending Size Effect, Materials and Joints in Timber Structures 2) 大野英克ら (2010): ラミナ特性や断面構成が同等の曲げヤング係数を有する異樹種異等級集成材の曲げ性能に及ぼす影響, 木材学会誌 Vol. 56, No. 3 3) 柴和宏ら (2000) 地域産材を利用した異樹種積層材の製造と性能評価, 富山県林業技術センター研究報告 13号 4) 矢沢亀吉ら (1965): 北海道産各種広葉樹材による集成材の研究 (第2報), 北海道大学農学部演習林研究報告 (24)

北アルプス地域振興局における広葉樹活用の取組

長野県北アルプス地域振興局林務課 山口健太

1 はじめに

北アルプス地域振興局管内の私有林は、森林面積の約67%が広葉樹で占められている。これらの広葉樹資源は近年、薪やチップとして多く利用され始めたが、用材としてこの地域で利用されることはほとんどなかった。

そこで、管内の川上、川中、川下のメンバーが連携して、地域の木が地域で使われる仕組みづくりを令和3年度から行っている。具体的には、①円卓会議（写真-1）、②製材マルシェ（写真-2）、③広葉樹活用フォーラム（写真-3）、④乾燥試験・製品試作、⑤広葉樹製品の開発等を実施してきた。

このうち、「乾燥試験・製品試作」と「広葉樹製品の開発」について、長野県林業総合センター木材部（以下、木材部）と協力して実施した取組を紹介する。



写真-1 円卓会議の様子



写真-2 製材マルシェの様子



写真-3 広葉樹フォーラムの様子

2 取組の内容

2. 1 地域の木を地域で乾かす「乾燥試験・製品試作」

様々な取り組みを進めていく中で課題となったのが、当管内に広葉樹材を乾燥させる人工乾燥施設がない事だった。ただ、本当に人工乾燥材でなくてはいけないのか？との素朴な意見もあり、地元でも実施可能な乾燥方法を探るため、①人工乾燥（写真-4）、②ビニールハウス乾燥（写真-5）、③天然乾燥（写真-6）を実施し、それらの材料を使い、木工製品を試作し、実際に木工製品として使用可能なのか比較検証を行った。

2. 1. (1) 方法

2022年秋に伐採された北アルプス管内産広葉樹6樹種（コナラ、キハダ、クリ、エンジュ、ブナ、ヤマザクラ）について、同12月に30mm板材及び、65～77mm角材に製材し、全ての材料を木材部で2023年6月までの6ヵ月間天然乾燥を実施した。その後、①人工乾燥は、木材部で7日間のスケジュールで実施、②ビニールハウス乾燥及び③天然乾燥は、大町市八坂にある「企業組合山仕事創造舎」の土場において2023年12月まで6ヵ月間実施し、それぞれの板材の仕上がり含水率を調べるとともに、2024年5月までにブナ（ティッシュケース）、キハダ（ペッパーミル）、コナラ（木皿）の木工製品の試作を行い、製作者への加工性の聞き取り調査及び、経年変化について調べるために林務課の事務所内に陳列しながら、目視による観察を行った。



写真-4 人工乾燥



写真-5 ビニールハウス乾燥



写真-6 天然乾燥

2. 1. (2) 結果

含水率の平均を図-1 及び図-2 に示す。板材の平均含水率は人工乾燥 8.5%、ビニールハウス乾燥 11.6%、天然乾燥 13.3% となり、角材の平均含水率は人工乾燥 11.5%、ビニールハウス乾燥 12.7%、天然乾燥 14.5% となった。コナラとクリが乾きにくく、特に角材においては、人工乾燥でも含水率が高かったため、スケジュールについては更に検討が必要だと思われた。

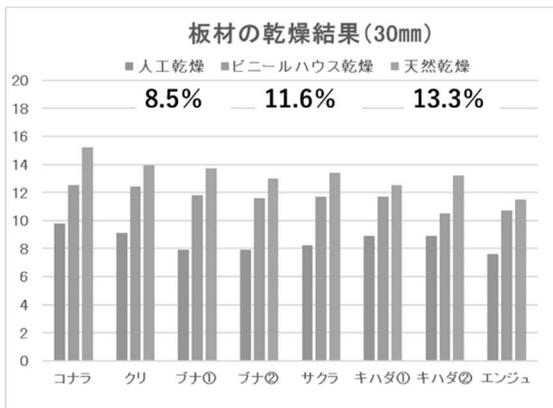


図-1 板材の仕上がり含水率

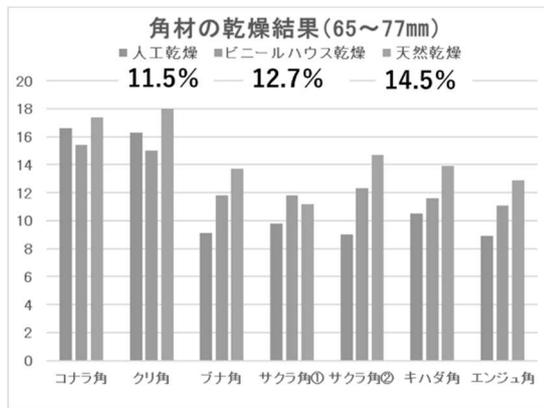


図-2 角材の仕上がり含水率

3 種類の製品について、写真-7 のとおり製品試作を行い、製作者に加工性について聞き取りをした結果、全員から加工性は特に違いは見られなかったという意見が聞かれた。ただ、天然乾燥材の方が削りやすかった、材の中心部分が濡れた感じがしたという意見もあった。

経年変化について観察を実施した結果、2024 年 12 月末時点においてブナのティッシュケースのみ全ての乾燥方法の材で割れが発生したものの、それ以外の製品では問題が認められなかった。

製品によっては、地元で実施可能な天然乾燥やビニールハウス乾燥でも製品が作れることが分かったため、今後も継続的に、乾燥材の生産を行い、製品を製作し、データをしっかり蓄積していくことが重要である。図-3 に板材の乾燥材生産スケジュールの一例を示す。

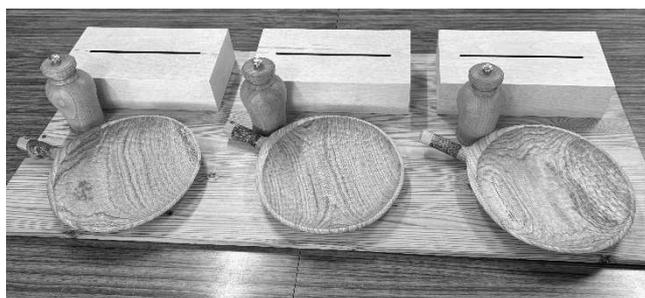


写真-7 製品試作

(左:人工乾燥、中:ビニールハウス乾燥、右:天然乾燥)

	天然乾燥 + 人工乾燥	天然乾燥 + ビニールハウス乾燥	天然乾燥
冬 12月~3月	伐採・製材 天然乾燥開始	伐採・製材 天然乾燥開始	伐採・製材 天然乾燥開始
春 4月~6月	人工乾燥	ビニールハウス乾燥	天然乾燥
夏 7月~9月	出荷	ビニールハウス乾燥	天然乾燥
秋 10月~11月		出荷	天然乾燥
冬 12月~2月			出荷

図-3 板材の乾燥材生産スケジュールの例

2. 2 地域の木を地域で使う広葉樹製品の開発「木製トレイ」

「地域の広葉樹で、工程もシンプルで、日用品として使ってもらえる木工品の開発・販売をしたい。安価で、できるだけ多くの人に身近に使ってもらえる形で、地域の広葉樹を地元で活かしていきたい。」という管内の木工作家からの提案を受け、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所（以下、森林総研）が開発した木製トレイに着目し、管内で材料を調達し、県内で加工し、森林総研に持込んで製品試作を行った。

2. 2. (1) 方法

北アルプス地域（白馬村）において10樹種（クルミ、ミズナラ、ミズキ、サクラ、コナラ、クリ、キハダ、イタヤカエデ、バッコヤナギ、ヤチダモ）の原木を2024年9月上旬に伐採し、図-4のとおり造材した。なお、原木の形状等は表-1のとおり、含水率と全乾密度は表-2のとおりであった。

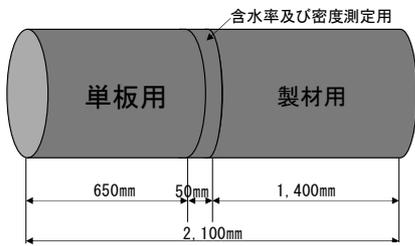


図-4 丸太の造材方法

表-1 原木の樹種等

樹種	末口径 (cm)	本数 (本)
イタヤカエデ	17~18	2
キハダ	17~22	3
クリ	22~23	2
クルミ	25	2
コナラ	19~28	5
サクラ	18~20	2
バッコヤナギ	20	1
ミズキ	22~23	2
ミズナラ	24~31	2
ヤチダモ	38	1

表-2 含水率と全乾密度

樹種	含水率 (%)	全乾密度 (kg/m ³)
バッコヤナギ	91.0	425
キハダ	73.0	436
クルミ	69.2	512
クリ	101.4	516
ミズキ	91.9	521
サクラ	57.6	581
イタヤカエデ	53.1	599
コナラ	72.3	650
ミズナラ	64.9	745

製材品（全10樹種）は、2024年9月下旬に180~220mm厚さの太鼓材にした後に、厚さ10mmと8mmの板材に製材し（写真-8）、プレーナーにより厚さ10→5mm、8→3mmに加工した。

単板（ヤチダモを除く9樹種）は、同10月上旬に「株式会社やまとわ」にてロータリーレーサーにより、厚さ1mm程度の単板（幅290mm程度）に加工した（写真-9）。

試験材の乾燥を防ぐため、ビニール袋に梱包し単板及び製材品は当センターの冷蔵庫（0℃）にて保管する等の対策を講じた。



写真-8 製材の様子

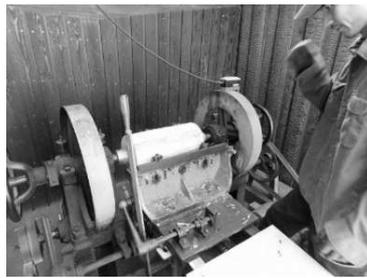


写真-9 単板加工の様子



木製トレイへの加工は、森林総研が保有する庄内鉄工（株）製のSMT-0250を使用した（写真-10）。トレイ製造の流れは、①金型に合わせるため、材料をハサミ等で成形する。②蒸射装置の金型に材料を設置し、開始ボタンを押す。③蒸射された材料を取り出し、成形装置の下部金型の上に設置する。④プレス開始ボタンを両手で押し、設定された動作時間及びプレス回数を装置が自動で実施する。（写真-11）⑥成形装置が停止したら材料を取り出すとトレイの形に成型される。なお、金型はスーパーに置いてあるプラスチック製のトレイと同じ型（幅160mm、長さ230mm、深さ20mm）を使用し、成形時の加熱温度は160℃固定とした。



写真-10 トレイ成形装置



写真-11 成形装置の設定画面

2. 2. (2) 結果

単板は、成形装置の設定時間や回数を変化させながらトライ&エラーを繰り返したが、変形量が最も大きい分部が必ず裂ける結果となり、ねじれが発生するものも多々あった（写真-12）。

また、製材品は、5 mm厚は、厚さが問題で蒸射装置に入れることは困難であったが試しに蒸射装置に入れて、成形してみたところトレイの形にはならず、3 mm厚では、単板よりも割れの発生は抑制でき、さらに変形部分が大きい箇所に割れが発生することから幅方向を短くした製材品3 mm厚の（コナラ、ヤチダモ、クリ、サクラ）を成形した結果、割れないトレイも成形できたものの、完成品とまではいかなかった（写真-13）。

今後は、割れにくい金型のデザイン面の工夫や、プレス条件の検討、更には化学処理による軟化後の成形を検討すれば解決できる可能性も残された。また、地元で製造可能な仕組みづくりのために、機械の小型化の検討等も必要である。



写真-12 単板のトレイ成形後



写真-13 製材品のトレイ成形後

3 今後に向けて

今後も取り組むべき課題について、図-5に示す。管内の川上、川中、川下のメンバーが連携して、地域の木が地域で使われる仕組みづくりのために、できることから実施する予定である。

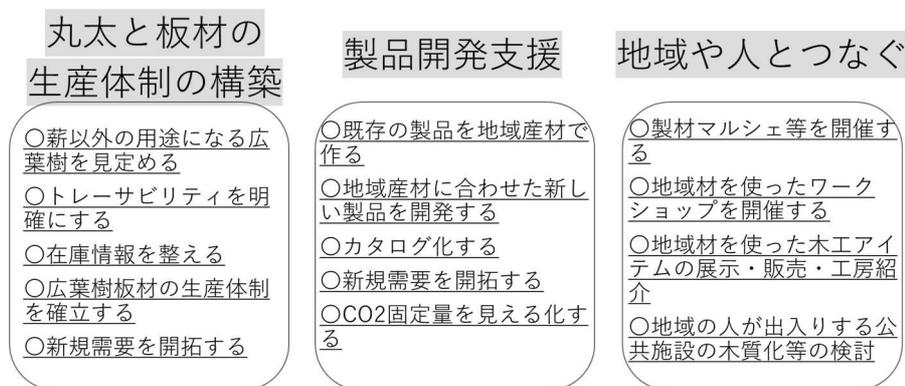


図-5 今後取り組むべき課題

4 おわりに

今回の取組は木材部をはじめ、森林総研、solnte shimada-kagu、株式会社やまとわ、北アルプス森林組合、企業組合山仕事創造者等多くの方の熱意と全面的な協力のもと実施することができました。改めて感謝申し上げます。

また、行政主体から地域主体の取組が始まっており、その一つの取組として「北アルプス森とつながる暮らし案内所」が誕生しました。実店舗もあり、北アルプスの森から生まれたモノづくりの情報発信等をしているので、ぜひご覧ください（図-6）。



北アルプス 森とつながる暮らし案内所



@kitaalps_moritokura



kitaalps-moritokura.com

図-6 「北アルプス森とつながる暮らし案内所」

お知らせ

第 37 回研究功績賞を受賞しました

当センターの古川特産部長が、「マツタケ等菌根性きのこの増殖技術開発」に関する取組みにより、令和 7 年 1 月に全国林業試験研究機関協議会の研究功労賞を受賞しました。



研究功績賞は、地域の森林・林業及び木材産業に関わる研究に対して顕著な業績をあげた都道府県の林業試験研究機関に勤務する研究職員に送られるものです。

古川部長は、当センター歴代のマツタケ担当者から研究を引き継ぎ、マツタケ発生と環境要因の解明に取り組んでいます。豊丘・辰野にあるマツタケ試験地の 40 年以上にわたる発生状況・気象条件のデータをデジタル化、解析し、「マツタケの発生量が夏季から秋季の降水量に影響され、特に 9 月下旬の降水量に強く影響される」ことを突き止めるとともに、「地球温暖化などに伴う気象変動から、近年のマツタケの発生時期が遅くなり、

発生期間が短くなる」傾向を発見しました。

また、これらの研究をもとに長野県で行われていた寒冷地型の増産技術の一部を改訂し、温暖地型の技術への転換を進め、その成果を研修会等で情報提供して技術普及に努めているところです。

さらに、従来未解明であった「マツタケ山施業による長期間のきのこ発生効果」を科学的に検証しています。

以前から林地施業によるマツタケ発生効果は認められていましたが、科学的根拠により解明したものは世界的にも初めてと考えられます。

現在は、他の研究機関、大学と連携してマツタケ菌を共生させた苗を用いた試験を行っています。

これらの取組みは、全国的にマツタケ生産量が減少する中、高級きのこであるマツタケの増産を通じた地域振興の道筋を開くものとして高く評価されています。

林業総合センターとしても森林伐採や病害などで世界的に減少している貴重なマツタケを増産できるように、生産者、関係機関等と連携し、取組んでまいります。



(指導部 森 一雄)

掲載記事に関する詳しい問合せ等は、林業総合センター指導部までお気軽にどうぞ。

郵便番号 〒399 - 0711

所在地 長野県塩尻市大字片丘 5 7 3 9

TEL 0 2 6 3 - 5 2 - 0 6 0 0

FAX 0 2 6 3 - 5 1 - 1 3 1 1

URL <http://www.pref.nagano.lg.jp/xrinmu/ringyosen/>

E-mail ringyosogo@pref.nagano.lg.jp