

技術情報

No.153
2016.3

平成27年度カラマツ林業等研究会特集

長野県林業総合センター



平成27年度カラマツ林業等研究会会場の状況

もくじ

北アルプス南部地域における中信森林管理署のニホンジカ対策について	2
木材生産機能維持のための過密スギ林施業技術の検討	8
カラマツ天然更新林分の立木の分布様式が間伐に及ぼす影響	16
木曾地域における先進的林業機械導入への取組	20
家具材としてのカラマツ —カラマツ製学童机・椅子を修理して—	24
信州・F・POWERプロジェクト、国産材活用の新たなモデル	26
これまでのカラマツ利用とこれからのカラマツ利用	30
おしらせ	32

北アルプス南部地域における中信森林管理署のニホンジカ対策について

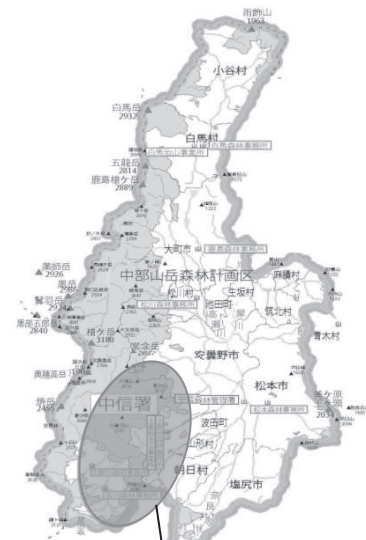
中信森林管理署 上高地森林事務所 森林官 杉村 智春
中信森林管理署 業務グループ 主任森林整備官 渡澤 徹

1 はじめに

中信森林管理署管内では、美ヶ原をはじめとしてニホンジカの個体数増加による農林業被害が深刻化しています。また、近年では北アルプスの北部地域においてもニホンジカの侵入が確認されるなど、生息域の拡大が懸念されています。このため、中信森林管理署では関係行政機関や地元猟友会等との協働を図りながらニホンジカ被害対策を実施しているところです。平成 25 年度からは署内にニホンジカ対策委員会を設置し、その活動の拡充を図ってきました。

他方、北アルプスにおけるニホンジカ生息密度は非常に低いと考えられており、特に上高地ではこれまで一度もニホンジカを直接確認したことはありませんでした。しかし、上高地の周辺には複数の大きなニホンジカ個体群が存しており、どのようなルートから侵入してくるかは明らかになっていませんが、上高地への侵入・定着が危惧されています。また、上高地には明神から徳沢にかけて毎年 6 月頃に見られるニリンソウの群落や高標高地域に生息しているライチョウなどの貴重な野生動植物があり、ニホンジカが侵入してきた場合の被害は甚大なものになると考えられています。

このような状況の中、平成 25 年の秋に、山小屋関係者から上高地の稜線付近でニホンジカの鳴き声を聞いたという情報提供がありました(図 1)。中信森林管理署としては国有林の管理者という立場から上高地におけるニホンジカ被害対策を推進していく必要があり、この情報をもとにして平成 26 年度・27 年度にカメラ調査を実施することとしました。



上高地(北アルプス南部地域)

図 1 施業計画図
(中部山岳森林計画区)

2 調査方法等

2.1 調査方法

赤外線センサーカメラ 10 台を用いたカメラ調査を実施しました。

2.2 調査地

調査地 1 は、西穂高岳から焼岳の稜線付近(標高 2,180m)及び調査地 2 は上高地徳沢付近(図 2)に設定しました。また、両調査地共、自然公園法および文化財保護法に基づく行為の制限があることから、調査の実施に先だって関係行政機関との協議をおこないました。



図 2 上高地の概略図

2.3 調査期間

調査地が高標高地域であり、冬期間の調査は降積雪による影響が大きく実施できないことから、

調査期間は融雪後から降雪前までとし、カメラの設置期間は調査地 1 は平成 26 年 7 月 30 日から 10 月 29 日まで及び平成 27 年 7 月 8 日から 10 月 30 日の間としました。調査地 2 は平成 27 年 6 月 30 日から 11 月 17 日までとしました。

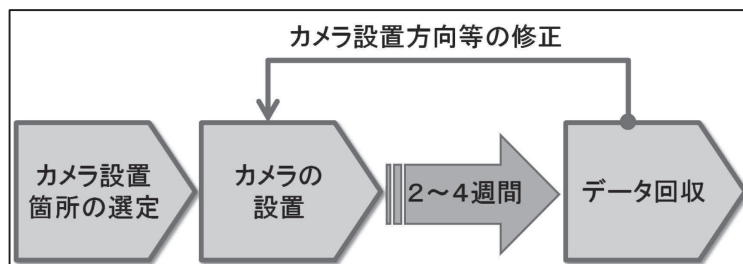


図 3 調査の流れ

2. 4 調査の流れ

調査の実施に当たっては、まず情報提供者と現地の踏査を行い、カメラ設置箇所の選定を行いました。その後、カメラを設置し、2 週間から 4 週間後にデータの回収を行いました。その際、写真の撮影状況を勘案し、必要に応じてカメラの設置方向等の修正をしてからカメラの再設置を行い、調査期間中これを繰り返しました（図 3）。

3 カメラ設置箇所の選定

カメラ設置に際してはあらかじめ情報提供者とともに予備踏査を行い、哺乳類の痕跡の位置などを参考にカメラの設置箇所の選定を行いました。

写真 1 は、調査地 1 を西穂高岳方面から望んだものです。調査地には、西穂高岳から焼岳へと至る登山道と、途中で分岐して上高地の平場へと至る登山道とがあります。また、「きぬがさの池」（写真 2）とギャップ状に形成された草本地帯（写真 3）があり、これらがニホンジカの主な水場や採餌場になっている可能性があることから上記 2 箇所を集中的に踏査しました。その結果、「きぬがさの池」には哺乳類の踏み荒らし跡（写真 4）が、草本地帯には哺乳類による食痕（写真 5）やけもの道が確認され、周囲にはおそらく偶蹄目と思われる足跡（写真 6）が確認されました。

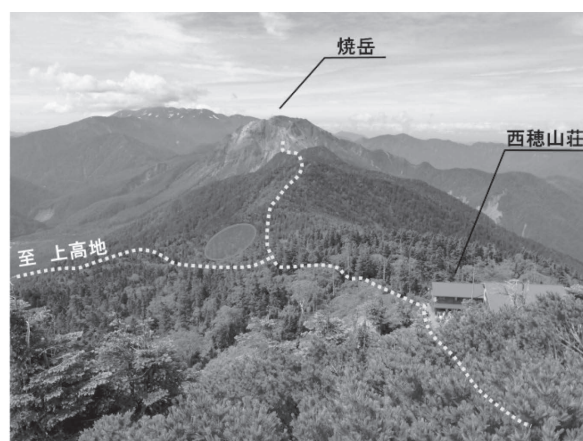


写真 1 調査地周辺（西穂高岳方面より）

予備踏査に基づき、「きぬがさの池」および草本地帯をニホンジカを含む哺乳類が利用している可能性が高いと判断し、この 2 箇所をカメラ設置箇所に選定し、26 年度は計 4 台、27 年度は計 6 台のカメラを設置しました（写真 7）。



写真 2 きぬがさの池



写真 3 草本地帯



写真4 踏み荒らし跡



写真5 食痕



写真6 偶蹄目の足跡



写真7 カメラ設置状況

4 調査結果

平成26年度ニホンジカ等の撮影状況(調査地1)は表1のとおりです。

9月28日には動画(写真8)で、続く10月2日には静止画(写真9)で撮影されていましたが、これらの個体はいずれも角が3尖以上に分枝していることから3歳以上のオス成獣であること、形態的な特徴から別個体であることが確認されました。

上高地でニホンジカを映像により確認できたのはこれがはじめてであり、上高地へのニホンジカの侵入が確実であるという調査結果となりました。

平成26年度調査結果(調査地1)			
撮影月日	シカ撮影	シカ以外の動物撮影	備考
8月29.30日	—	○ (静止画)	・キツネ
9月3.6.12日	—	○ (動画)	・キツネ
9月11日	—	○ (動画)	・イノシシ
9月28日	○ (動画)	—	・ニホンジカ オス成獣1個体
10月2日	○ (静止画)	—	・ニホンジカ オス成獣1個体

表1 26年度ニホンジカ等の撮影結果



写真 8 ニホンジカ (9月28日撮影)



写真 9 ニホンジカ (10月2日撮影)

また、本調査の主たる目的ではありませんが、ニホンジカが撮影された箇所で9月11日にはニホンイノシシも動画で撮影されました(写真10)。ニホンイノシシがこのような高標高地域で確認されることはめずらしく、上高地ではおそらくはじめてではないかと考えられます。

平成27年度の撮影状況(調査地1)は表2のとおりです。

平成27年度の調査地1はカメラの台数を増やしたことから、合計で5日間撮影されました。

10月4日には静止画(写真11)と動画が撮影されました。この動画・静止画を確認し、4歳以上オス成獣であると推察されました。



写真 10 ニホンイノシシ (9月11日撮影)

平成27年度調査結果(調査地1)			
撮影月日	シカ撮影	シカ以外の動物撮影	備考
10月4日	○ (静止画) (動画)	-	・オス
10月9日	○ (静止画)	-	・オス
10月13日	○ (静止画) (動画)	-	・オス
10月16日	○ (静止画) (動画)	-	・オス
10月17日	○ (静止画) (動画)	-	・オス

表 2 27年度ニホンジカ等の撮影結果



写真 11 ニホンジカ (10月4日撮影)

10月9日から17日にかけて撮影された静止画です。



写真12 ニホンジカ (10月9日撮影)



写真13 ニホンジカ (10月13日撮影)



写真14 ニホンジカ (10月16日撮影)



写真15 ニホンジカ (10月17日撮影)

10月7日から17日の期間に撮影された個体を確認したところ、同じ個体であると推察されます。この個体は撮影場所付近に一週間程度滞在していたことがわかります。平成27年度の撮影状況は10月4日撮影個体とそれ以降に撮影された個体の2個体になります。平成26年度撮影の2個体と平成27年度に撮影された個体が同じかわかりません。

また、平成27年度新たにカメラを設置した調査地2(徳沢付近)ではクマ(写真16)カモシカ(写真17)等の撮影はありましたが、ニホンジカの撮影はありませんでした。

平成27年度調査結果(調査地2)			
撮影 月日	シカ撮影	シカ以外の 動物撮影	備 考
8月7日	—	○ (静止画)	・クマ
9月14日	—	○ (静止画)	・カモシカ
9月23日	—	○ (静止画)	・カモシカ
11月7日	—	○ (静止画)	・クマ
6月30日 (設置)~ 11月17日 (撤収)間		○ (静止画)	・サル

表3 27年度調査地2の撮影結果



写真16 クマ



写真17 カモシカ

5 考察

本調査により、これまで入込者や地元関係者による伝聞情報（鳴き声、目撃）でしか確認されてこなかった上高地へのニホンジカの侵入が確実なものとなりました。本調査でニホンジカを撮影できた要因としては、上高地の山岳や自然環境等に精通した山小屋関係者の情報をもとに、実際に現地踏査をしながら調査を行ったことが挙げられます。

一般に、事前情報が少ない状況で生息密度が非常に低い動物の存在を確認することは非常に困難です。本調査では信頼できる情報をもとに、現地踏査を行い、実際に哺乳類の痕跡を確認した上で、試行錯誤しながらカメラの再設置を繰り返しました。これにより、ニホンジカによる利用頻度が相対的に高い箇所にはカメラを設置する事ができ、生息密度が低い状況下でも撮影できたと考えられます。加えて、ライトセンサスや糞粒調査、食害調査など、ニホンジカの生息実態調査に用いられる他の調査手法は、調査時点での調査箇所のニホンジカやその痕跡の在・不在を明らかにするもので、生息密度が低い場合には確認できない場合もあります。それに対して、カメラ調査ではカメラ設置以降、カメラの稼働中は設置箇所を継続して監視することができます。このため、生息密度が低い（カメラ設置箇所の利用頻度が低い）場合でも撮影できた可能性も考えられます。

また、上高地におけるニホンジカの侵入が確実となったことで、これまで以上に上高地におけるニホンジカ被害対策が喫緊の課題として浮かび上がってきました。そのため、まずはこのカメラ調査を継続して実施し、基礎的なデータとしてニホンジカの撮影頻度などの相対的密度指標なり得るデータを蓄積することが重要と考えます。将来的には、GPS を用いたテレメトリー調査などカメラ調査以外の他の調査手法を組み合わせることで上高地へ侵入してくるニホンジカの母集団を特定し、上高地あるいは上高地の周辺での効果的な捕獲方法の検討など進めていく必要があります。関係行政機関や学識経験者、地元関係者などと連携して進めていきたいと考えています（図4）。

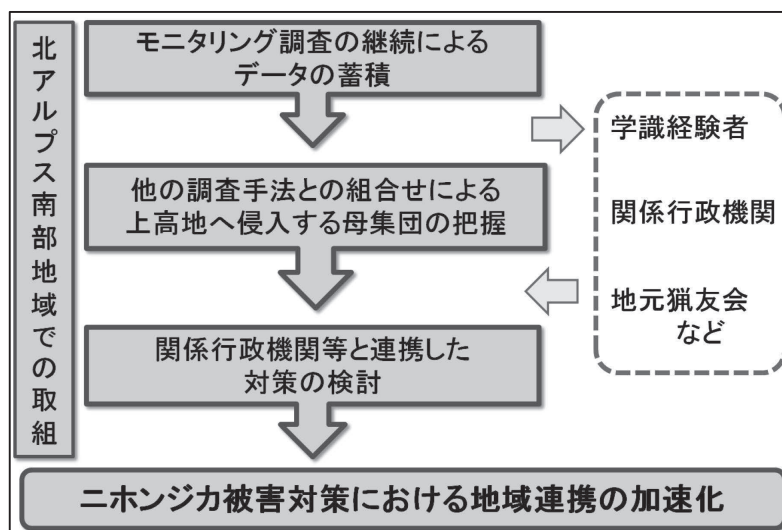


図4 中信森林管理署の今後の取組と地域連携の加速化に向けたフロー

6 おわりに

上高地へ侵入してくるニホンジカの被害対策をより実効性のあるものにするには、上高地に関係する行政機関や地元関係者等との連携を深めるとともに、上高地の周辺地域を含めた広域的な連携が不可欠であると考えます。本調査を、上高地へのニホンジカの侵入を直接的に明らかにした取組にとどめることなく、上高地でのニホンジカ被害対策における地域連携の加速化に向けた端緒となる取組として位置づけ、今後も中信森林管理署ニホンジカ対策委員会としての取組を実施していきたいと考えています。

木材生産機能維持のための過密スギ林施業技術の検討

長野県林業大学校 野本浩幸

1 はじめに

拡大造林で植栽された人工林は、現在 40～60 年生になっており、利用期が来たと言われている。しかし、これまで適切な間伐がなされず、十分な肥大成長をしていない林分も多い。これら過密人工林は、木材としての価値が低だけでなく、形状比が極端に高く気象害リスクが高い、下層植生が失われ土壌流出リスクが高いなどの大きな問題を抱えている。

過密人工林に対する間伐施業の方法として、これまでの研究から、強度下層間伐(本数間伐率 60%程度、以下強度間伐と呼ぶ)が過密人工林の肥大成長に効果的であることが示されている(2,9)。また強度間伐により、形状比の高い劣勢木を除去することで、気象害リスクを低減できる可能性が示されている(9)。

実際に、長野県林業総合センターが設定した長野市の強度間伐試験地に行って林分の様子を観察した(写真 1)。本数 60%間伐であるが、空き過ぎという印象は受けず、適切に間伐がなされた林分であると感じた。また、無間伐区(写真 2)、普通下層間伐(本数間伐率 30%程度、以下普通間伐と呼ぶ)区と比べて、明らかに下層植生が発達している様子が見られた。

間伐後 6 年弱が経過している現在で、林冠は 30%程度開いていたが、隣り合う樹冠同士は接しており、極端に気象害に弱い森林であるような印象は受けなかった。

これら先行研究の調査および試験林の観察より、過密人工林に対する間伐施業として、強度間伐が肥大成長・気象害リスク低減・低コスト化等の面で期待が持てると思った。そこで本研究では、スギ 43 年生の過密人工林をモデルとして、強度間伐と現在一般的に行われている普通間伐および列状間伐について、それぞれの間伐方法を起点とした 110 年生までの森林経営プランを設定し、成長シミュレーションと施業費用・損益の試算を行い、各プランの比較を行った。

2 研究の方法

2.1 成長シミュレーションの方法

成長シミュレーションには、森林総研作成の収穫表作成システム LYCS ver. 3.3 を用いる(5)。これは、初期林分の胸高直径・樹高を与え、間伐計画(時期・方法・間伐率)を設定すると、それに応じた収穫表(胸高直径分布・樹高・本数・材積)が出力される Excel マクロプログラムである。パラメータを選択することで、全国のスギ・ヒノキ・カラマツ人工林に対応することができる。

初期林分として、強度下層間伐の試験地となっている長野市のスギ 43 年生過密人工林の胸高直



写真 1 強度間伐後の過密林(スギ 48 年生)



写真 2 過密人工林(スギ 48 年生)

径・樹高の毎木調査データ(長野県林業総合センター提供)を使用する(表 1、図 1、図 2)。LYCS のパラメータは、最も近い「北関東・阿武隈地方スギ林」を使用する。

表 1 初期林分(スギ過密人工林長野試験地)の概要 9)

樹種	試験地	設定年月	林齢	成立本数 [本/ha]	胸高直径 [cm]	上層樹高 [m]	収量比数 Ry	区域面積 [ha]
スギ	長野市	2010.3	43	2250	19.2	20.2	0.96	0.04

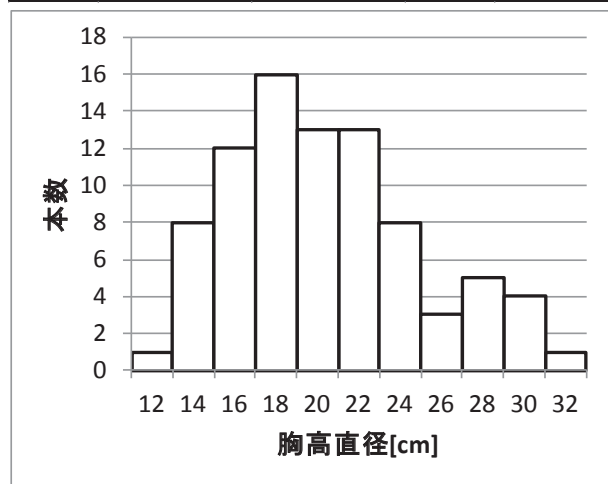


図 1 初期林分の胸高直径分布

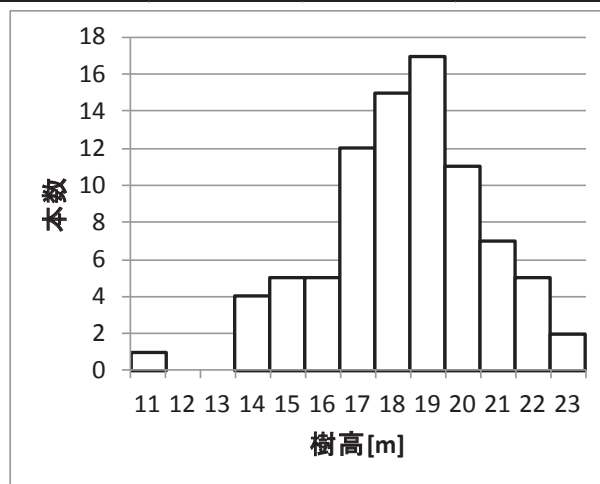


図 2 初期林分の樹高分布

2. 2 森林経営プラン

初期の間伐として、それぞれ普通間伐・強度間伐・列状間伐を行う 3 つの森林経営プランを仮定し(表 2)、それぞれについて成長シミュレーションを行う。プラン策定の考え方を以下に示す。

表 2 各森林経営プランの間伐方法

林齢	45年生	50年生	60年生	90年生	110年生
普通	下層	下層	下層	全層	皆伐
強度	強度下層	[省略]			
列状	列状(3残1伐)	列状(2残1伐)			
条件	本数間伐率30%以上			—	
	—			合計胸高断面積基準で密度調整	—

- 45年生・50年生(強度では省略)・60年生・90年生の時に間伐を実施し、110年生で皆伐する。
- 45・50年生の間伐はプランごとに異なる間伐方法とし、それ以後は統一して60年生で最後の下層間伐、90年生時には収益確保のために全層間伐を行う。
 - *普通プラン: 45年生時・50年生時ともに下層間伐を行う。
 - *強度プラン: 45年生の間伐で、本数間伐率60%の強度間伐を行い、50年生の間伐を省略する。
 - *列状プラン: 45年生で3残1伐の魚骨型列状間伐を行い、50年生で残存列の中間列の間伐する。
- 60年生までは補助金を利用するため、本数間伐率30%以上を確保する。
- 60・90年生の間伐では、鋸谷式間伐の指針 8)に基づく合計胸高断面積基準の密度調整を行う。
 - *基準合計胸高断面積 = $(DBH/2)^2 \times \pi = 37[m^2]$ (例)24cm : 818[本/ha]、30cm : 523[本/ha]

2. 3 施業システム

施業費用計算の前提となる施業システムを、図 3 のように仮定する。詳細を以下に示す。

- 施業地は、縦 300[m]【最大集材距離】×横 33.3[m] = 1[ha] の方形地とする。
- 初めて搬出間伐を行う際に、10tトラックが進入可能な林業専用道を開設することとする。
 - *路網密度 = $(5000 \times 1.75 \text{【迂回率】}) / 300 \text{【最大集材距離】} = 29.2[m/ha]$

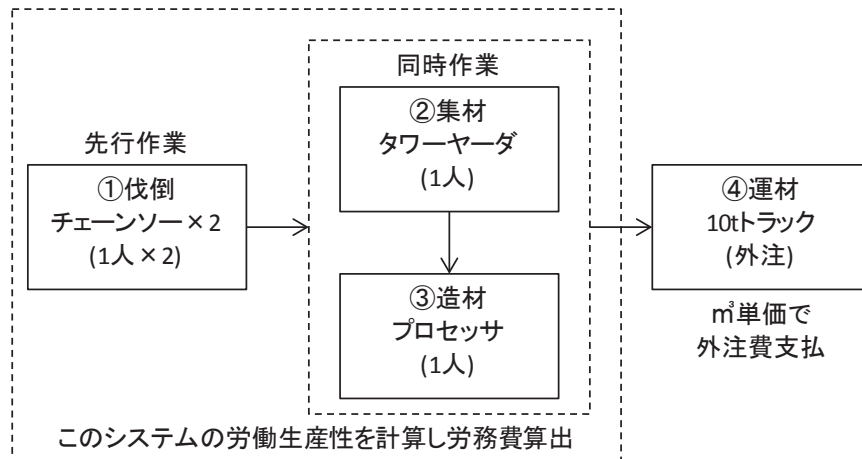


図 3 施業システムのブロック図

①伐倒：チェーンソー(1人×2台)

集材・造材に先行して伐倒のみを実施する。谷向き 45° の下方伐倒とし、先行研究の伐倒時間モデル式(スギ下方伐倒モデル) 7)を、掛かり木処理に要している時間を外に出し、掛かり木率を任意に代入できるように修正して、サイクルタイム T_f を算出する。

○伐倒時間モデル式(修正)： $T_f[\text{秒}] = 1.12 \times \text{DBH}^{1.25} + (69.5 - 22) + 73.3 \times \text{掛かり木率}$

掛かり木率は、先行調査結果 11)をもとに、間伐時の混み具合と間伐率を考慮して、表 3 の様に仮定する。

サイクルタイム T_f を用いて、伐倒工程の労働生産性 P_f は次式で表せる。

○伐倒工程労働生産性： $P_f[\text{m}^3/\text{人時}] = 3600/T_f \times V_{UF}$ (V_{UF} ：間伐 1 本当たり材積)

表 3 各間伐時の掛かり木率仮定値

林齢	45年生	50年生	60年生	90年生
普通	30%	25%	20%	0%
強度	25%	[省略]	20%	0%
列状	5%	5%	20%	0%

②集材：タワーヤーダ (1人)

集材には、オーストリア製タワーヤーダ WANDERFALKE を適用し、全木集材を行うと仮定する。本機は、リモコンによる搬器の操作、リモコンで荷外しができるオートチャージャーの採用により、先山 1 人・荷外しはプロセッサ OP が兼任して 1 人の最小 2 人で作業を行うことができるシステムである。工期調査により示されている上げ荷横取り集材のサイクルタイム T_y の算出式を次に示す 6)。

○上げ荷横取り集材時間モデル式： $T_y[\text{秒}] = 1.42d_2 + 35.1e^{0.0292d_2} + 1.16d + 72.9$

d ：集材距離[m]、 d_2 ：横取り距離[m]

図 4 のように架設すると、 $d = 150[\text{m}]$ 、 $d_2 = 11.8[\text{m}]$ となり、これを代入すると、 $T_y = 317[\text{秒}]$ となる。なお、本モデル式は、魚骨状の列状伐採により算出されているため、定性間伐においてはサイクルタイムが伸びると想定される。そのため、列状間伐と定性間伐の搬出についての工期比較調査結果 1)から、定性間伐のサイクルタイムは 1.286 倍した $T_y = 403[\text{秒}]$ とする。サイクルタイム T_y を用いて、集材工程の労働生産性 P_y は次式で表せる。

○集材工程労働生産性：

$$P_y[\text{m}^3/\text{人時}] = 3600/T_y \times V_y$$

($V_y[\text{m}^3]$ ：集材 1 サイクル当たり材積)

ここで、集材 1 サイクル当たりの材積である V_y は、1 サ

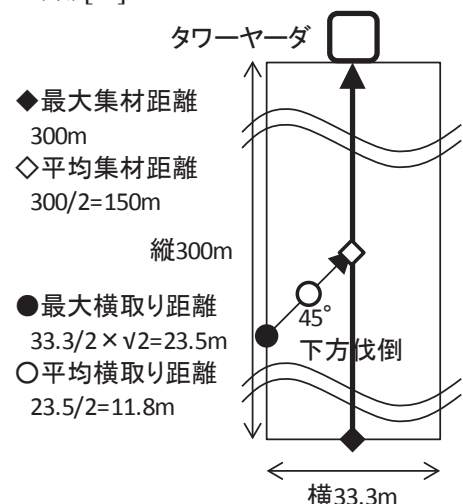


図 4 架線架設のイメージ

イクルで運べる最大本数を3本、合計の最大材積を1[m³]として、次式で表せる。

○集材1サイクル当たり材積： $V_y[m^3] = \min(1, V_{U0} \times 3)$ ($V_{U0}[m^3]$ ：搬出対象1本当たり材積)
また別途、架線の架設・撤去に30[人時]を要するものとする 3)。

③造材：プロセッサ(1人)

造材には、搬出材の1本当たり材積に応じ、小型プロセッサで造材が可能な材積範囲(1[m³/本]以下)であれば小型を、それ以上であれば中型プロセッサを使用する。プロセッサの生産性 P_b は、図5に示す先行研究結果を利用する 10)。

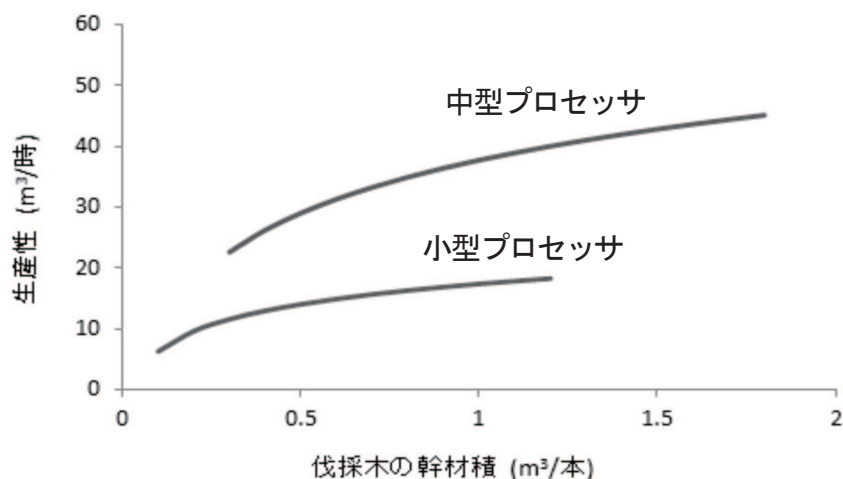


図5 プロセッサの生産性 10)

④運材：10tトラック(外注)

造材した材を、直接10tトラックで市場まで運ぶと仮定する。トラックは必要に応じて、集荷に来るものとし、上流工程のネックにはならないこととする。労働生産性の計算には含めない。

⑤総人工数・総労働生産性計算

伐倒～造材までの総人工数・総労働生産性を次式で求める。なお、理論生産性と実生産性の乖離を補正するため、生産性には補正係数 α (間伐0.8・皆伐0.9)を乗じて使用する。

○1日当たり実質労働時間： $WH[時/日] = (8.0 - 1.5【現場往復】) \times 50/60【休憩比率】 = 5.4$

○伐倒人工数： $MP_f[人日] = V_{TF}/(P_f \times \alpha)/WH$ ($V_{TF}[m^3]$ ：間伐総材積)

○集造材人工数： $MP_{yb}[人日] = V_{TO}/(\min(P_y, P_b) \times \alpha)/WH$ ($V_{TO}[m^3]$ ：搬出総材積)

※ $\min(P_y, P_b)$ ：集材・造材の生産性の低い方が、同時作業の生産性を律速する。

○総人工数： $MP_{total}[人日] = MP_f + MP_{yb} + 30/WH$ 【架線架設・撤去時間】

※伐捨間伐の場合は、伐倒のみとし、 $MP_{total}[人日] = MP_f$

○総労働生産性： $P_{total}[m^3/人日] = V_{TO}/MP_{total}$

2. 4 損益計算

各間伐・主伐時の損益は、収入として販売収入・補助金収入、支出として施業費用を計算し、差し引いて求める。通期の総損益は、利回り年1.5%とした110年時での後価合計として算出する。

<販売収入>

販売収入は、長野県スギ細り式 4)を用いて採材予測を行い、長野県の市況を参考に表4の様に単価を仮定し算出する。搬出コストとの見合いで、径級・グレード別に搬出可否を決定する。

表 4 径級・グレード別販売単価

	末口	長さ	規格	単価	割合	規格	単価	割合	規格	単価	割合
元玉	≥40cm	6m	A	20,000	100%						
	≥30cm	4m	A	11,000	70%	B	7,000	30%			
	≥22cm	4m	A	10,000	70%	B	7,000	30%			
	≥14cm	4m	A	9,000	70%	C	4,800	30%			
2番玉	≥30cm	4m	A	11,000	60%	B	7,000	30%	C	4,800	10%
	≥22cm	4m	A	10,000	60%	B	7,000	30%	C	4,800	10%
	≥14cm	4m	A	9,000	60%	C	4,800	40%			
3番玉以降	≥30cm	4m	A	11,000	50%	B	7,000	30%	C	4,800	20%
	≥22cm	4m	A	10,000	50%	B	7,000	30%	C	4,800	20%
	≥14cm	4m	A	9,000	50%	C	4,800	50%			
全て	≥10cm	2m	C	4,800	100%						

<補助金収入>

60年生の間伐までは、「平成27年度 信州の森林づくり事業標準単価表（国庫対象事業）」に基づく補助金収入を見込む。また、林業専用道開設については、25,000[円/m]の補助金収入を見込む。

<施業費用>

施業費用は、以下①～⑧の合計で算出する¹²⁾。

- ①調査・選木費：間伐 25,000 円、主伐 10,000 円
- ②労務費： $MP_{total}[\text{人日}] \times 20,000[\text{円/人日}]$
- ③トラック運賃： $V_{To}[\text{m}^3] \times 3,000[\text{円/m}^3]$
- ④機械損料・燃料費：チェーンソー $MP_f[\text{人日}] \times 1[\text{台/人}] \times 1,754[\text{円/台日}]$
 タワーヤーダ $MP_y[\text{人日}] \times 1[\text{台/人}] \times 42,871[\text{円/台日}]$
 小型プロセッサ $MP_b[\text{人日}] \times 1[\text{台/人}] \times 22,338[\text{円/台日}]$
 中型プロセッサ $MP_b[\text{人日}] \times 1[\text{台/人}] \times 28,847[\text{円/台日}]$
- ⑤林業専用道開設費： $29.2[\text{m/ha}] \times 1[\text{ha}] \times 40,000[\text{円/m}] = 1,166,667[\text{円}]$
- ⑥諸経費：①～⑤の合計×10% ⑦手数料：①～⑥の合計×15% ⑧消費税：①～⑦の合計×8%

3 研究の結果と考察

成長シミュレーションおよび損益計算の結果と考察を以下に示す。

3.1 本数・材積の推移

間伐前後の本数・材積および胸高断面積の推移を表 5 に示す。

- ①強度間伐は、本数間伐率では 60%であるが、材積間伐率では 42%であり、2 残 1 伐の列状間伐 33% に比べ、10%高い程度である。間伐後の合計断面積も基準の 37[m²/ha]を下回らない。
- ②普通・強度プランでは、60・90年生の間伐時に、基準合計断面積の 37[m²/ha]となるよう本数調整を行えた。
- ③列状間伐では、劣勢木除去および肥大成長による胸高直径の上昇が遅いため、合計断面積基準では本数密度が高止まりしてしまう。
- ④列状プランの 60 年生の間伐は、補助要件を満たすために 30%間伐としているが、合計断面積は基準の 37[m²/ha]を下回ってしまい、疎になり過ぎるため、気象害リスクが高まる。

3.2 胸高直径・樹高・形状比の推移

間伐前後の胸高直径・樹高を表 6 に、形状比の推移を図 6 に示す。

表 5 本数・材積・胸高断面積合計の間伐前後の推移

林齢		45年生	50年生	60年生	90年生	110年生
間伐方法	普通	下層	下層	下層	全層	皆伐
	強度	強度下層	[省略]			
	列状	列状(3残1伐)	列状(2残1伐)			
本数 [本/ha]	普通	2100→1470	1470→890	879→531	522→356	356
	強度	2100→840	[省略]	822→513	507→342	342
	列状	2100→1470	1470→980	965→676	654→497	493
本数 間伐率	普通	30%	40%	40%	32%	皆伐
	強度	60%	[省略]	38%	32%	
	列状	30%	33%	30%	24%	
材積 [m ³ /ha]	普通	579→477	526→395	498→369	663→452	611
	強度	579→336	[省略]	489→371	667→451	609
	列状	579→405	470→313	387→324	584→445	578
材積 間伐率	普通	18%	25%	26%	32%	皆伐
	強度	① 42%	[省略]	24%	32%	
	列状	30%	33%	16%	24%	
合計 胸高 断面積 [m ² /ha]	普通	70→57	60→44	51→37	54→37	48
	強度	70→39 ①	[省略]	50→37	55→37	47
	列状	70→49	52→35	40→34 ④	49→37	45

①列状プランの胸高直径の推移は、普通・強度に大きく劣る。

②強度プランの形状比は、初回間伐から常に80を下回る。

③普通プランの形状比は、50年生の間伐から、80を下回る。

④列状プランの形状比は、選木をしないため間伐前後で変化せず、50年生まで形状比は上昇し、90近くまで達する。以後も主伐直前まで80以上を推移し、気象害リスクが高い状況が続く。

表 6 胸高直径・樹高の間伐前後の推移

林齢		45年生	50年生	60年生	90年生	110年
平均 DBH [cm]	普通	21→22	23→25	27→30	36→36	41
	強度	21→24	[省略]	28→30	37→37	42
	列状	21→21	21→21	23→25	31→31	34
平均 樹高 [m]	普通	18→18	19→20	21→22	27→27	28
	強度	17→19	[省略]	22→22	27→27	28
	列状	17→17	19→19	20→21	25→25	27

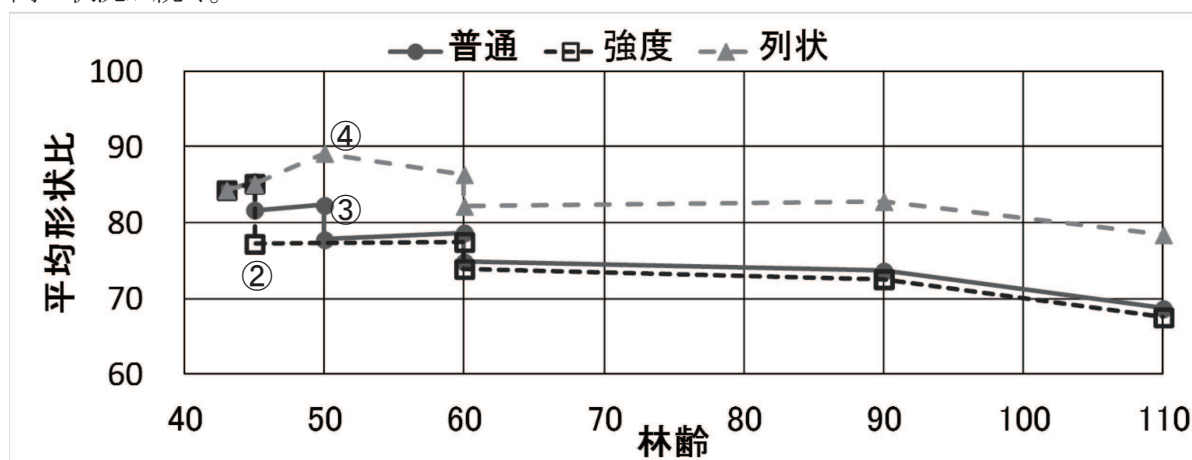


図 6 形状比の間伐前後の推移

3. 3 搬出材積・労働生産性の比較

各間伐・主伐における搬出材積・労働生産性を表 7 に示す。

○普通プラン：45年生時はコストに見合わず伐捨。50年生時は列状に劣るが、その後は1本当たり

材積の向上により、列状より生産性が上がる。

○強度プラン：45年生時はコストに見合わず伐捨。60年生以後は普通間伐と同等で列状に勝る。

○列状プラン：45・50年生時の生産性は高いが、その後は1本当たり材積が低く、生産性低位。

表 7 各間伐・主伐における搬出材積・労働生産性

林齢		45年生	50年生	60年生	90年生	110年生
搬出対象 径級/グレード	普通	伐捨	22以上/ABC	20以上/ABC	全/AB	全/AB
	強度	伐捨	[省略]	20以上/ABC	全/AB	全/AB
	列状	22以上/ABC	20以上/ABC	18以上/ABC	全/AB	全/AB
搬出総材積 [m ³]	普通	伐捨	46	109	164	492
	強度	伐捨	[省略]	100	169	494
	列状	98	112	40	102	447
1本当たり材積 [m ³ /本]	普通	伐捨	0.292	0.343	0.988	1.382
	強度	伐捨	[省略]	0.342	1.027	1.444
	列状	0.375	0.377	0.217	0.696	0.936
労働生産性 [m ³ /人日]	普通	伐捨	4	8	12	18
	強度	伐捨	[省略]	8	12	18
	列状	7	8	4	9	17

3. 4 損益の比較

各間伐・主伐における損益を図 7 に示す。

○普通プラン：50年生時に専用道を開設するが、搬出量が少ないため、赤字額が大きい。60年生以後の収益は良好であるが、赤字の回収は主伐時まで持ち越される。主伐時の収益は強度にはやや劣るが、列状より大幅優位。

○強度プラン：45年生時の伐捨間伐では、補助額が一定なのに対し間伐量が多いため、赤字額がやや大きい。60年生時も専用道開設で赤字となり、これら赤字の回収は主伐時まで持ち越される。なお、道の開設が最も遅いため、後価計算での利息が小さくなり有利。主伐時の収益は最も良好。

○列状プラン：45年生時のみ、専用道開設で赤字となるが、50年生時で補填が可能であり、その後もすべて黒字となる。ただし、60年生以後、特に主伐時の収益は大幅に低い。

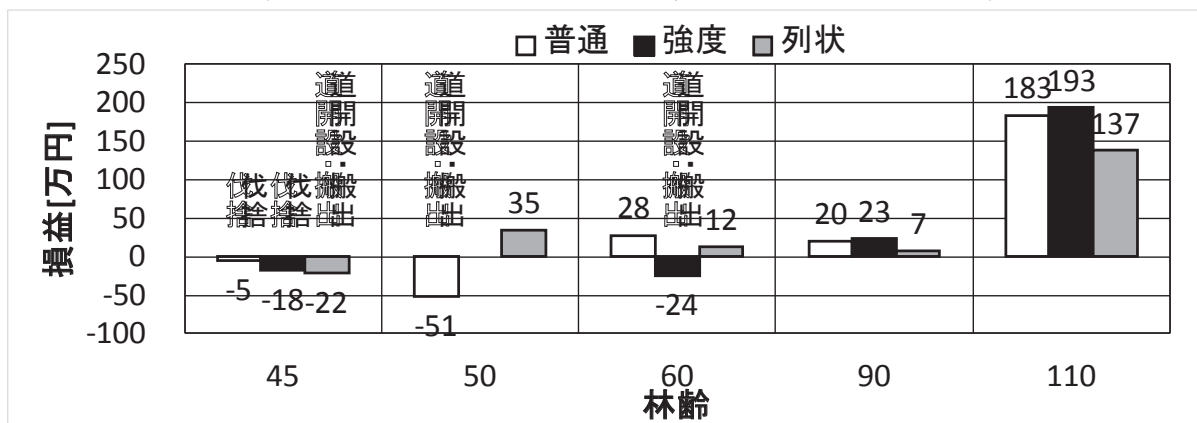


図 7 各間伐・主伐における損益の比較

次に、通期の総損益を、110年生時の後価合計(利回り年 1.5%)として算出した結果を表 8 に示す。最も収益が高いのは列状プランという結果になった。施業前半での収益の差の影響が、利回りを考慮すると顕著に表れている。しかし、列状プランは補

表 8 通期総損益(110年生時の後価合計)

森林経営プラン		普通	強度	列状
収入	販売収入	927	863	954
	補助金収入	419	303	522
支出[万円]		-1216	-1040	-1275
損益		130	126	201
[万円] (補助金抜き)		-289	-177	-321
搬出総材積[m ³]		811	763	800
材積当り補助金[円/m ³]		5164	3962	6523

助金収入が最も多く、補助金抜きの損益では、強度プラン優位となるため、本来の経済的合理性は強度プランのほうが優れていると言える。なお、材積当たりの補助金額で比べても強度プランが最も少なく、搬出材積が多いために列状プランの補助金額が膨らんでいるわけではない。

4 結論

- 強度間伐は、初回間伐から速やかに形状比を改善でき、気象害リスクの低減に効果的と考える。一方、普通間伐でも、間伐1回分遅れるもののほぼ同等の効果が得られることから、強度間伐により林分が急に疎になるリスクとどちらが大きいかを、状況に応じて判断する必要がある。
- 列状間伐では、劣勢木の残存、本数密度の高止まりによって、形状比の改善が遅く、主伐直前まで気象害リスクが高い状況が続く。気象害リスク低減という面からは、優れた方法とは言えない。
- 強度・普通プランでは、間伐時に発生する赤字の回収が主伐時まで持ち越されるため、通常短期委託契約では実現が困難であり、長期信託契約や借地、購入などの検討が必要となる。一方、列状プランは、専用道開設の赤字を2回目の間伐までで補填でき、その後黒字を維持できる。
- 主伐時の収益は、強度・普通プランが、列状プランに対して大幅に優位であった。
- 通期総損益では、列状プランが最も優位となったが、補助金抜きでは強度プランが優位であり、本来は経済的合理性のある方案であった。今後の補助制度の変更によって、最適プランも変化するものとする。

引用文献

- 1) 古川邦明(2000)：「列状間伐で効率作業－スイングヤーダを使って－」、
〈<http://www.forest.rd.pref.gifu.lg.jp/rd/rinsan/0005gr.html>〉、岐阜県森林研究所、2016/1/28 アクセス
- 2) 岐阜県森林研究所(2014)：「木材生産のための過密林の間伐のしかた」、岐阜県森林研究所
- 3) 伊藤崇之ほか(2013)：「タワーヤーダの架設撤去時間について」、日本森林学会大会発表データベース 124、782、日本森林学会
- 4) 片倉正行ほか(2002)：「スギ人工林炭素貯留量の定量と細り表・材積表の調整」、長野県林業総合センター研究報告 16、長野県林業総合センター
- 5) 松本光朗：「収穫表作成システム LYCS 3.3」、〈<http://www2.ffpri.affrc.go.jp/labs/LYCS/>〉、森林総合研究所、2016/1/23 アクセス
- 6) 中澤昌彦ほか(2013)：「先進林業機械として導入されたタワーヤーダによる間伐作業システムの開発－上荷横取り集材作業の生産性－」、日本森林学会大会発表データベース 124、783、日本森林学会
- 7) 野村久子(2015)：「チェーンソー伐倒作業の要素作業分析と生産性の推定」、
〈http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/RIN/gijutujouhou/2015_3_385/index.htm〉、三重県林業研究所、2016/1/27 アクセス
- 8) 大内正伸(2002)：「鋸谷式新・間伐マニュアル」、鋸谷茂監修、全国林業改良普及協会
- 9) 大矢信次郎・近藤道治(2013)：「過密人工林管理技術の開発」、長野県林業総合センター研究報告 27、長野県林業総合センター
- 10) 鹿又秀聡・細田和男・高橋與明(2015)：「精度の高い伐採計画の作成をサポートします」、研究成果選集、森林総合研究所
- 11) 四国森林管理局(2012)：「かかり木処理器具の改良及び伐採方法の検討」、
〈http://www.rinya.maff.go.jp/shikoku/gijutu_c/pdf/kakarigi.pdf〉、2016/1/27 アクセス
- 12) 全国森林組合連合会(2012)：「森林施業プランナーテキスト基礎編」、森林施業プランナー協会

カラマツ天然更新林分の立木の分布様式が間伐に及ぼす影響

信州大学農学部森林科学科 松永宙樹

1. はじめに

1.1 研究の背景

長野県内木材センター取扱量の6割以上はカラマツが占めており、カラマツは県内林業の柱となっている(図-1) (1)。また、施業体系の中で造林や下刈り作業といった経費は全体の約8割に上ると言われ(図-2) (2)、実際に伐採後の再造林放棄が問題になっている。これらのことから、カラマツにおいても経費削減の期待されている天然更新に注目し、技術体系を確立していくことは、コスト面や木材生産の持続可能性、さらには公益的機能発揮の観点から重要であると考えられる。

カラマツの天然更新についてはこれまで北海道を事例とした研究が行われており、その多くが更新時の誘導に関するものである。それによると、カラマツの天然更新には更新誘導のためのA層除去を目的とした地表面のかきおこしや光環境確保のための面的な誘導が必要とされている(3)。また、植栽コストの削減により更新にかかる費用が3~5割削減可能なほか、高い初期密度により下刈り費用削減も期待できる(4)。一方、豊凶周期がランダムで、豊作の周期も5~7年と非常に長いことが報告されている(5)。しかし、天然更新カラマツの成林後について取り扱った研究は少なく、間伐時の作業に注目した報告はなされていない。

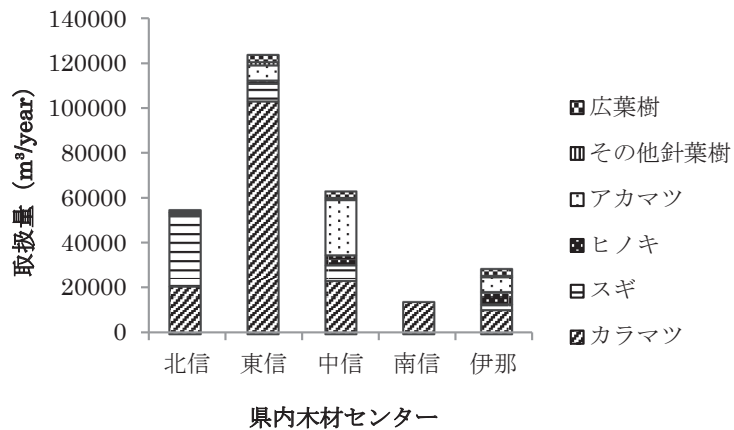


図-1 長野県内樹種別木材取扱量 (H26年度)

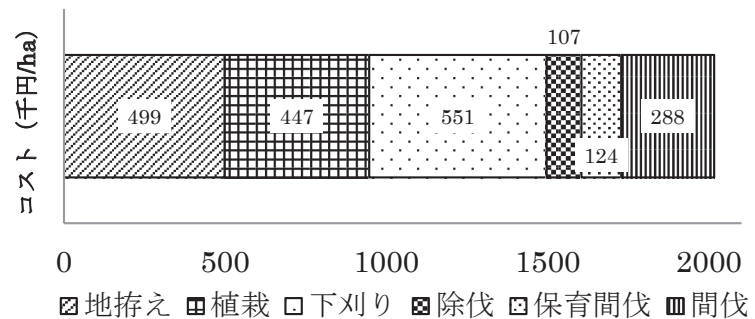


図-2 育林経費

1.2 研究の目的

そこで本研究では、成林後のカラマツ天然更新林分に注目し、天然更新施業の体系化に向けて、立木配置等が列状間伐に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

1.3 カラマツの天然更新について

天然更新の場合、人工林と異なり立木の配置は更新時の種子散布に左右されるため林分レベルでみた場合、密な部分と疎な部分が生じ、配置がランダムになると考えられる。立木の配置は個体間競争に大きく影響し、木材生産の上で重要な直径方向の成長に特に効いてくる。また、列状間伐の際の立木間の移動や選木といった作業の効率にも影響があると考えられる。したがって、本研究では、間伐時の林分の立木配置と胸高直径階の径級のバラつきおよび作業時の生産性に注目して研究を行った。

2. 調査地概要

調査地は長野県北佐久郡御代田町の浅間山国有林内の29年生のカラマツ天然更新試験地である。本試験地は1985年に皆伐およびかきおこしが行われ、その後隣接する人工林とともに、研究の調査地として設定され、その後の経緯について過去2回中間報告が出されている(6)(7)。今年度、2015年10月～11月にかけて本試験地において2残1伐(伐採率33%)の計画で列状間伐が実施された。

3. 研究手法

上述の調査地において、天然更新林分および人工林それぞれに40m×30m(0.12ha)のプロットを設置し、立木位置の把握と毎木調査を実施した。さらに、列状間伐作業時にビデオカメラによる工程調査を行い、山土場及び木材センターにおいて選木された材の用途割合を把握した。

林分調査で得られたデータをもとに、立木の分布様式について点過程解析の一つであるK関数法(Ripley 1976)(8)を用いて評価した。さらに材の直径階の径級のバラつきおよび歩留り等について、統計処理を行って双方に差がみられるか検定を行った。また、工程調査のデータから時間解析を行って作業の生産性を算出した。

4. 結果

天然更新区の立木密度は、初期の高い発生密度の影響を受けて29年生においても同様に高い傾向を示した(表-1)。立木の分布様式についてはK関数を一次関数に基準化したL関数を用いて評価したところ、 $r=2\sim 4.5\text{m}$ のスケールにおいて、天然更新区では分布がランダムであるのに対し、人工林区では一様分布である傾向が確認された(図-3, 図-4)。このとき、算出したL関数の値が、 $L(r)>0$ のとき

集中分布、 $L(r)=0$ のときランダム分布、 $L(r)<0$ のとき一様分布と評価する。直径階の差及びバラつき、歩留りに関しては両区の間有意差は認められなかった。

本列状間伐における作業システムを図-5に示す。時間解析の結果、作業時のシステム労働生産性は、天然更新区で $4.58\text{m}^3/\text{人日}$ 、人工林区で $5.20\text{m}^3/\text{人日}$ と、人工林区がやや高い値を示した(表-2, 表-3)。このうち、伐倒工程に注目すると両区で約 $5\text{m}^3/\text{day}$ の差が見られ、要素作業に注目すると、天然更新区では列の確認および伐倒木の選木に時間がかかっていることがわかった(図-6)。

表-1 林分データ

	天然更新区	人工植栽区
平均胸高直径 (cm)	19.7	20.7
平均樹高 (m)	18.3	18.1
平均枝下高 (m)	12.4	12.1
材積 (m^3/ha)	339.8	315.9
密度 (本/ha)	1,092	917
形状比	96.8	88.8

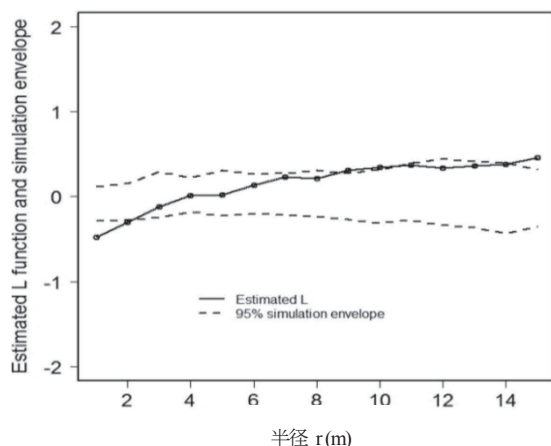


図-3 L関数算出結果(天然更新区)

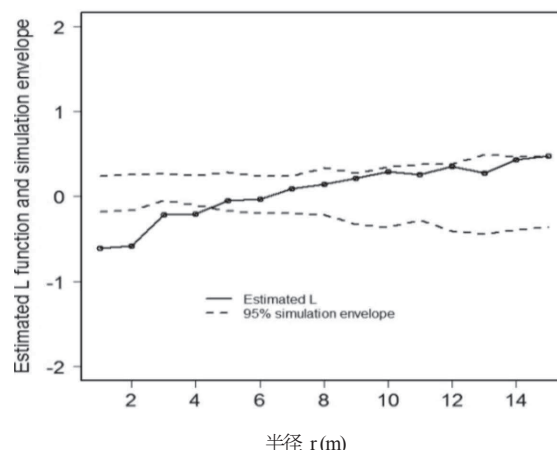


図-4 L関数算出結果(人工林区)



図-5 作業システム

表-2 時間解析結果 (天然更新区)

作業種	作業機械	サイクル数(回)	セット人員(人)	取扱材積(m³)	生産性(m³/h)
伐倒	チェーンソー	54	1	14.76	8.04
集材	グラップル	26	1	9.01	10.63
	ウィンチ	13	2	3.17	4.17
造材	プロセッサ	54	1	10.85	5.22
運材	フォワーダ	3	1	11.06	5.94
システム労働生産性(m³/人日)					4.58

表-3 時間解析結果 (人工林区)

作業種	作業機械	サイクル数(回)	セット人員(人)	取扱材積(m³)	生産性(m³/h)
伐倒	チェーンソー	29	1	10.05	8.87
集材	グラップル	26	1	9.47	9.91
	ウィンチ	15	2	4.99	5.60
造材	プロセッサ	29	1	7.35	5.94
運材	フォワーダ	2	1	6.96	6.23
システム労働生産性(m³/人日)					5.20

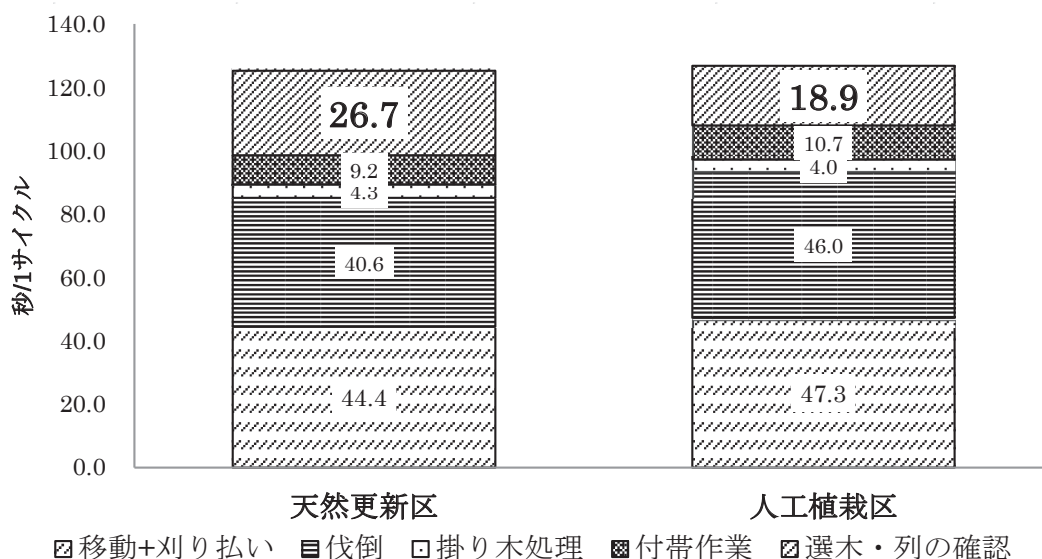


図-6 伐倒功程要素作業別時間

用途割合は、山土場および木材センターにおける形質による選木の結果、パルプ・チップ用材以外の用材割合は天然更新区で66%だったのに対し、人工林区では72%となった。一方、直材に関しては天然更新区の方がやや高い割合となった(図-7, 図-8)。

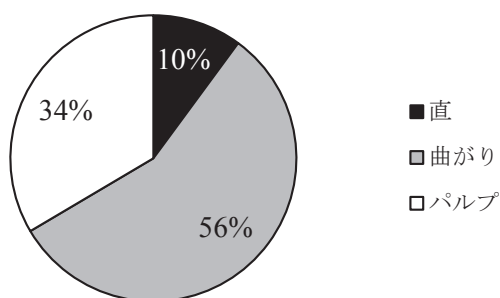


図-7 用途割合 (天然更新区)

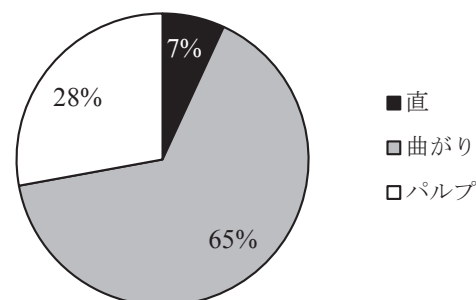


図-8 用途割合 (人工林区)

5. 考察とまとめ

本研究では、カラマツ天然更新林分の立木の分布様式に注目して、立木配置や直径階の径級のバラつきが間伐や材の用途割合に及ぼす影響を明らかにした。その結果、立木配置は、特に成長時の個体間競争や伐倒時の作業の生産性に影響を与えると考えられる、2~4.5mのスケールにおいて評価に違いが見られた。一方で、立木密度の違いにより平均胸高直径は天然更新区でやや小さい値となったが、バラつきも含めて統計的な有意差は確認されなかった。

作業時の生産性では、伐倒時の「選木・列の確認」において差が見られた。さらに全体のシステム労働生産性も天然更新区でやや低い結果となった。一方、歩留りに関しては大きな差は見られず、パルプ材の割合が天然更新区で多かったものの、直材割合は天然更新区の方が高い結果となった。

立木配置に若干の差が見られつつも、天然更新林分であっても間伐作業及び材の用途割合等は人工植栽の場合と比べて劣らない結果となった。

6. おわりに

今回は、立木配置や径級のバラつき等の当初注目した天然更新に特有の条件は、間伐時に大きな影響を及ぼさない結果となった。カラマツ天然更新は、適地かつ更新時にコスト削減が可能であれば、施業体系の中で相対的に人工植栽に比べて有利になる可能性が示唆された。しかし、今回対照として設置されていた人工林は、配置が必ずしも方形状とは言えず、とくに斜面方向に関しては比較的ランダムな配置であり、保育が計画通り実行された林分ではなかった。今後他事例との検証や、手入れの行き届いた人工林との比較を行うことが不可欠である。さらに、除伐や主伐についても検討を行い、カラマツ天然更新施業の体系化に向けてデータを蓄積していく必要がある。カラマツの天然更新は、適地かつ更新時にコスト削減が可能であれば、全体として人工林に比べて有利になる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 東信木材センター資料 (2015)
- 2) 岩手県 (2014) 岩手県低コスト再造林事例集. 岩手県農林水産部森林整備課
- 3) 五十嵐恒夫・矢島崇・松田彊・夏目俊二・滝川貞夫 (1987) カラマツ人工林の天然下種更新. 北大演報 44 : 1019-1040
- 4) 扇大輔・馬淵哲也・岡野哲郎 カラマツ天然更新に関する基礎研究
- 5) 岡田充弘・小山泰弘・遊橋洪基・唐沢清・奥村俊介 (1997) 優良育種苗木の生産技術に関する研究. 長野県林総セ研 11
- 6) 小須田啓・杉村智春 (2009) 浅間山麓におけるカラマツの天然更新について (中間報告)
- 7) 長屋秀樹・小須田啓 (1997) 浅間山麓におけるカラマツの天然更新について (中間報告)
- 8) 島谷健一郎 (2001) 点過程解析による樹木分布地図の解析とモデリング. 生態学会誌 51 ; 87-106

木曽地域における先進的林業機械導入への取組

中部森林管理局 木曽森林管理署 森林整備官 倉石 明典
木曽森林組合 森林整備課 課長補佐 大久保一彦

1 はじめに

木曽地域の素材生産は古くから木曽ヒノキ等の天然林優良材生産地として、森林鉄道、集材機等の林業技術が発展してきた。その後、森林鉄道の廃止などにより、木材の輸送方法がトラック輸送に替わるなど木曽の林業をめぐる状況が大きく変化した。現在、利用期を迎えた人工林の比率が高くなっていることから、路網密度をさらに向上させ、高性能林業機械を活用した作業システムの改善と、生産コストの低減が求められるため、「先進的的林業機械緊急実証・普及事業」を活用した高性能林業機械を導入したので普及にむけての取組を紹介する。

2 事業地の概要

先進的的林業機械を導入した事業地は、長野県木曽郡木曽町開田高原の新高国有林で、面積187ヘクタール、生産量7,400立方メートル、事業期間は平成24年7月から平成26年12月までの3カ年である。これは「競争の導入による公共サービスの改革に関する法律」に基づく入札方式で、民間競争入札（いわゆる市場化テスト）として発注した。

3 導入の経緯

平成24年度の作業システムは、チェーンソーによる伐倒、バックホウによる掘削等作業道の開設、グラップル・プロセッサによる敷木、集造材と片付け、フォワーダによる運材などで、1セット4人で対応していた。もともと、森林作業道の開設には、支障木伐倒とバックホウの作業にそれぞれ要員を配置して、各々の作業を調整しなければならない点があり、さらに、湧水が多く軟弱な土壌では敷木を行いながら集材しなければならないという作業効率上の課題点があった。

平成25年度の事業実施にあたっては、長野県及び中部森林管理局の推薦を受けて、林野庁の「先進的的林業機械緊急実証・普及事業」の助成金を活用し、森林作業道開設時の作業効率上の課題を解消するための機械の導入に取り組むことにした。

この補助事業は、林業事業者と機械メーカー等が連携・協力して、新たに開発された先進的的林業機械を現場に導入し、事業ベースで実証・評価等を行い、低コストで効率的な作業システムを確立・普及することにより競争力の高い林業生産基盤の確立を図ることを目的として、木曽森林組合を含む全国で21件がモデル事業体に選定されている。

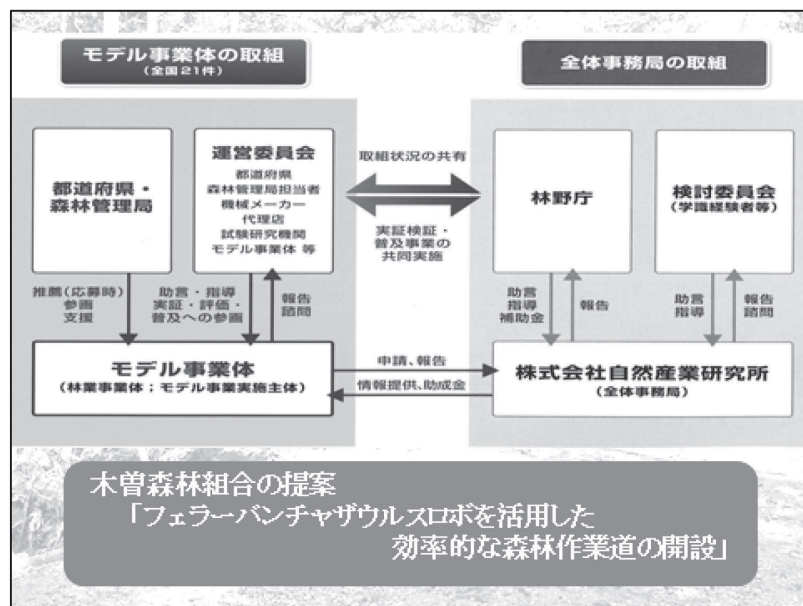


図1 先進的的林業機械緊急実証・普及事業

4 導入機械の仕様

ベースマシンは住友建機「SH135X-B6」で、バケット容量0.5立方メートル、小旋回が可能で、サイドヤリアに死角をなくすためのカメラを搭載し、2011年の排ガス規制に適合した最新機である。

アーム先端部に装着したバケット部分が、福岡県の松本システムエンジニアリング株式会社が開発したバケット収納型のグラップルを搭載し、立木の伐倒を可能にしたスタビライザー機能付フェラーバンチャ「ザウルスロボ」である。

オペレーター1人で作業道開設時の支障木の伐倒及び片付け、除根、敷木、木寄せなどの作業を実施するため、アームには同社製の木寄せ用ウインチ「ウインチロボ」を取り付けている。

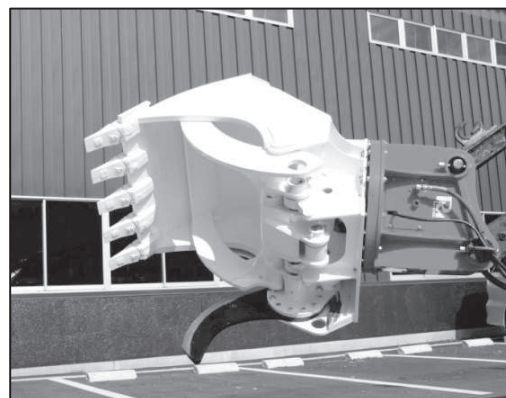


図2 フェラーバンチャ「ザウルスロボ」



図3 ウインチ「ウインチロボ」

傾斜地でも安定して作業ができるよう、油圧シリンダーによってキャビンを上下に動かすスタビライザー機能を装着することで、最大20度の傾斜地でもブームの旋回が容易であるとともに、重心が山側に寄るため登坂能力も向上するほか、オペレーターの上下の視界が広く確保され、掘削や盛土作業がよりの確に実施できることから、必要最低限の幅員に抑えることも可能な林業機械である。



図4 スタビライザー機能

その他の改良点は、キャビンのフロント及びヘッド部分にポリカーボネート製の防護装置の設置、スタビライザー機能をつけたことによりキャビンが高くなったことから昇降ステップを増設している。

今回の木曾森林組合での実証実験を踏まえ、今後の実用化にむけ機械に標準装備されることになったのは、フェラーバンチャの切断完了点にラインを表示することである。



図5 防護装置



図6 昇降ステップ

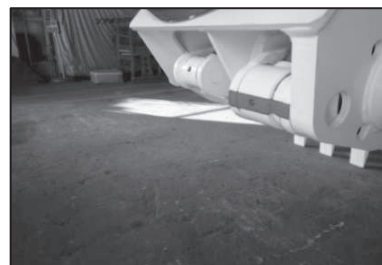


図7 切断完了ライン

5 作業システムの変移

複合的な装備を持つ先進的林業機械により、今まで別々に行っていた伐倒、木寄せ、作業道の掘削と路体整備の作業が1人でできることになった。

機械導入前後の作業システム

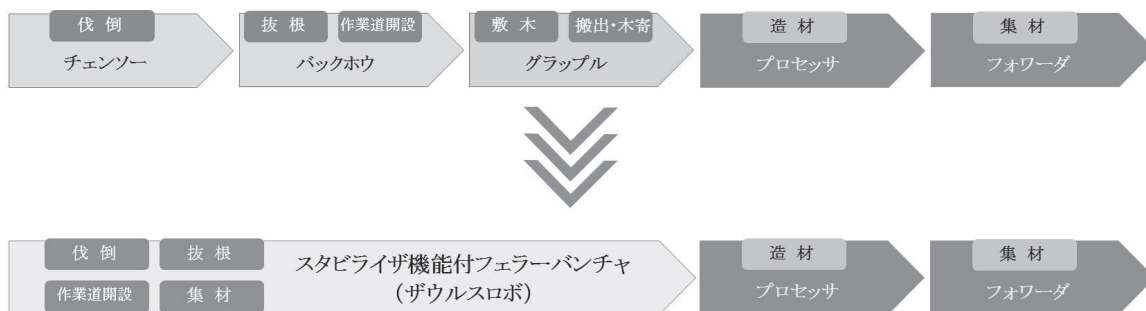


図8 導入前後の作業システム

6 普及への取組

平成25年11月29日に「先進的林業機械を活用した作業システム現地検討会」を開催したところ、県内外の林業関係者、地方自治体、森林管理署など100名以上が参加し、松本エンジニアリングの松本社長から機械の説明、ザウルスロボを使用した伐倒や作業道作設のデモンストレーションを実施した。

参加者からは「導入を検討したい」、「今後さらなる機械化への後押しとなった」など高い関心が集まった。なお、この現地検討会は地元テレビ局や新聞各紙でも取り上げられ、県内の人々に林業の取り組みの一つとして紹介されたところである。この他にも多くの視察や研修会を受け入れて普及に努めた。



図9 現地検討会

7 比較検証

平成25年度に長野県と合同で、事業地内で条件の近い100mの森林作業道予定地を2箇所用意し、従来型のバックホウとザウルスロボで1日の開設延長の比較を実施した。



図10 工程調査（従来工法）



図11 工程調査（新工法）

8 結果

1日あたりの開設延長は、従来のバックホウが80mに対し、ザウルスロボは100mとなり開設効率は1.25倍となり、生産性については1.6倍となった。

9 課題

引き続きこの機械が使用できる事業地を確保し機械操作の熟練度を高める必要があり、ウインチロボの使用機会が少なかったため今後も検証し改良していくことに加え、より多くの条件下で検証を行い適用範囲を明らかにし稼働率を上げることが重要である。

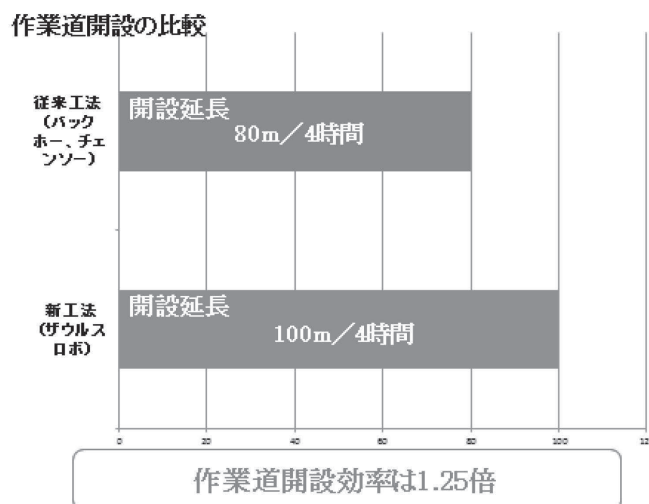


図12 調査結果

10 おわりに

今回国有林で実証されたものが生かされ、民有林と国有林との連携の橋渡しとなり、民有林への普及に繋がることを期待する。



図13 伐倒



図14 グラップル



図15 伐採面

家具材としてのカラマツ

— カラマツ製学童机・椅子を修理して —

長野県工業技術総合センター 三宅芳美

1 はじめに

長野県内の自治体では地場産木材（カラマツ・ヒノキ）製学童机・椅子の小学校への導入を進めてきたが、平成27年度松本市は「学童がトゲでケガをした」「机の上で筆記できない」「重い」などの理由により、カラマツ製のものをスチール製に変更していく方針を出した。

このように学童机・椅子には適していないと判断された原因を、破損した学童机・椅子の修理を通じて推測し、その対処方法を検討し、今後のカラマツ材の家具用材としての利用に役立てたい。

2 カラマツ製学童机・椅子の破損の原因

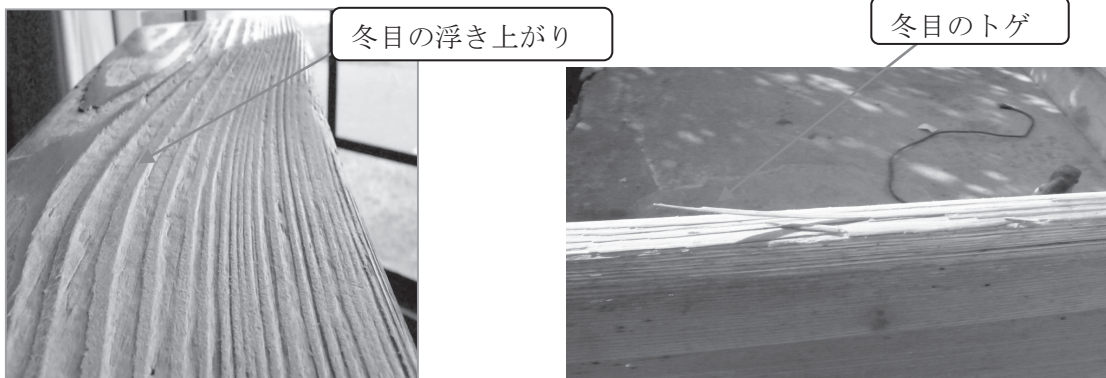
傷んだカラマツ製学童机・椅子の修理を林務部から依頼された時、乱暴な使い方をした家具が「こんなにも傷むものか」と驚くほど大きく破損していた。このような状態になった原因は、大きく分けて「カラマツ材の特性にある」「加工上にある（接着ミス、節等の欠点を含む部材の不適切な使用等）」「使用環境ある（家庭用と異なる乱暴な使用、いたずら等）」に分けられた。

今回は、「カラマツ材の特性に原因がある」場合について検討したものを述べる。

2. 1 破損やキズが付いた原因

① 冬目夏目の物性の違いが大きい（特に夏目の柔らかさ）

長年の使用、乱暴な使用により、表面を覆っていた塗膜が剥がれ、軟らかい夏目部分がむき出しとなり、劣化・欠損が進んだ。その結果、硬い冬目が三角のとげ状に浮いた状態で残り、児童がケガをする大きな要因となった。



② 材質が軟らかい（針葉樹材一般にいえる）

カラマツ製天板では、「マット」等を使用しないと机の上での筆記が出来ない。また、現有のものは、強度の確保や高さの調整機能のため、部材を厚く・大きくしている。そのため机・椅子が重く、低学年の児童による持ち運びが困難である。

③ 節等の欠点を含む部材の使用

間伐材使用のため、多数の節を有する材を使用しなければならない。負荷がかかる部品（地摺り棧や椅子脚等）にこのような部材を使用すると破損の原因となる。

④ ネジの保持力が弱い（針葉樹一般の傾向）

カラマツ材はウダイカンバ材（広葉樹材の標準材）の7割程度しかなく（表1）、金具による長期間にわたる強い結合が難しい。

（表1）

樹種名	木ねじ引張強度（保持力）
ヒノキ	109.0 kg
カラマツ樫	116.2 kg
カラマツ板	112.7 kg
ウダイカンバ	165.9 kg
キリ	64.3 kg

注）天板と幕板の接合を想定して、15mmの深さまで入れて試験した

注）数値は15回の平均値

3 破損やキズが付いた原因への対処方法

① 夏目の補強

家庭で使用するカラマツ家具には夏目の補強は必要ないが、学童用などの乱暴な使用が考えられるものに関しては、浸透性が有り「木固め効果」がある塗料（例：ウレタンウッドシーラー）を下塗りとして使用し、夏目部分を木固めし、その後、通常どうり塗膜を形成する塗料を塗布する。

② 質が軟らかい

天板には、硬度の高い塗料（鉛筆硬度3H以上）を使用し、キズを付きにくくする。また、材質の弱さを異素材（鉄やアルミ、プラ等）との組み合わせにより補い、軽量でスタイリッシュな家具をつくることに努める。

③ 等を含む欠点のある部材を重要部品に使用しない

家具（特に椅子・机・ベット等）は人体が直接触れるものであり、見た目以外にも触感の良さも大切である。また、気密性の高い住宅での使用も考えられるので、価格が高くても、寸法安定性の良い素性の良い丸太を選木して使用するべきである。節を有する部材は見込（見えないところ）に回すなどの対応をすべきである。

④ ネジの保持力への対応

緩みにくく、緩んでも締め直しが可能な「鬼目ナット」を埋め込むことにより対応できる。

4 まとめ

一般の家庭では、学校のような乱暴な扱いをすることはないので、カラマツ材は家具用材として十分に活用できる。しかしながら、家具を製作する場合も、上記のようなカラマツ材（針葉樹材全般に言える）の持つ弱点に対処する方法を十分理解し、「木目の美しいカラマツ家具」を安全に長期間使用して頂けるような家具製作を心掛ける必要がある。

信州 F・POWER プロジェクト、国産材活用の新たなモデル

征矢野建材株式会社 坪内克己

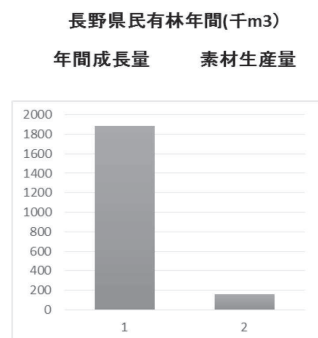
1 はじめに 信州 F・POWER プロジェクト (SFP) の概要

2009 年に森林・林業再生プランが発表され、いよいよ真の国産材の時代の幕が開けた感がある。これはチャンスであり、しかし地域マーケットだけではなく、国内競争・世界市場を考える時代の到達を意味している。

翻って長野県の現状をみれば、資源は豊富でも活用は長期の凋落・低迷が続いていた。

2011年度長野県データより

森林面積 (ha)		人工林面積 (ha)		素材生産量/人工林1ha		
北海道	5,538,000	北海道	1,505,000	1位	宮城県	4.573m ³
岩手県	1,174,000	岩手県	502,000	2位	大分県	3.659m ³
長野県	1,060,000	長野県	456,000	3位	熊本県	3.162m ³
福島県	972,000	秋田県	410,000	4位	栃木県	2.943m ³
岐阜県	866,000	高知県	392,000	5位	茨木県	2.543m ³
全国計	25,097,000	全国計	10,347,000	43位	長野県	0.733m ³



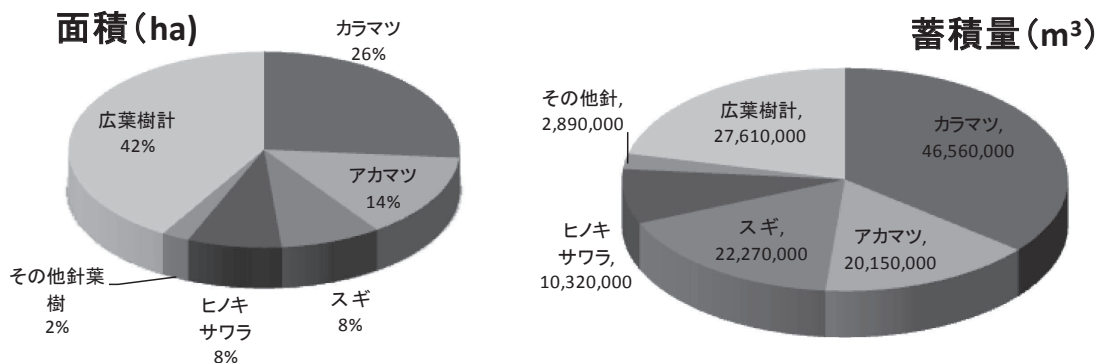
SFPは、長野県の県産材活用大幅増計画 (H22年度 30万m³→H32年度 75万m³) の中心実行プロジェクトとして、征矢野建材株式会社が行政、木材供給者と連携しながら進めている、製材活用+木質バイオマス発電事業で 20.5万m³/年の新たな需要創造を行う事業である。

プロジェクトの公式キックオフより3年後の本年 (H27年) 4月、塩尻市に大規模な製材・木材加工一貫施設 (ソヤノウッドパーク : SWP) が完成し事業開始に至った。当初は発電所の同時開業を企画していたが、諸般事情により発電所はH30年度の商業運転に変更となっている。

2 事業企画の経緯と内容

2.1 資源背景

県内民有林の針葉樹資源はカラマツ>アカマツ=スギ>ヒノキ、広葉樹は一括りにすればカラマツに次ぐ蓄積量を有する。スギは日本中どこにでもあるが、当県では北部に資源が多く、征矢野建材の拠点である中信地区では地の利はよくない。カラマツ・ヒノキは代表的有用樹で、アカマツ・広葉樹はかつて (S40年台以前) 素材生産が 100万m³/年を超えていた時代には、大量に伐採されていたが、現在では用途は著しく縮小している。更にアカマツはマツクイムシの被害に直面している。



長野県民有林の資源状況

～資源があっても使えてないのは、アカマツ・広葉樹～

2. 2 事業企画の骨子

製材～木材加工で原木10万m³単位の規模の企画、県内林業の課題に沿う企画が必要ということで、活用度の低い、アカマツ・広葉樹の利用をメインとした事業企画を検討した。(資源量はアカマツ4位2億m³、広葉樹2位2.8億m³)

元々、従来、そのままでは使い道がないから活用されてないのであり、何に使えるか?を考えるとところがスタートとなる。活用企画の際の検討ポイントは下記の通りである。

- アカマツ・広葉樹は何に(どう)使えるか?
- 樹種に合う製品、付加価値の高い製品、需要量のある製品、ライバルに勝てる製品は何か?
- 木材を余さず活用する+マツ枯れ活用の対策は?
- 大量の原木の供給体制をどう作るか?
- 量産に対応するには設備とするか?
- 製品販売はどのような体制で行うか?

2. 3 アカマツ・広葉樹の用途

一口に広葉樹といっても様々な種類があるが、長野県ではナラ(コナラ、ミズナラ)、クリ、ブナ、カバノキ、ヤマサクラ、ケヤキなどいわゆるハードウッドと呼ばれる比較的比重の高い温帯性落葉広葉樹が中心である。SFPでは伐採制限が厳しいブナ、既に高級材としてマーケットの確立しているケヤキ、雑多な樹種の混成になるカバノキを除き、ナラ、クリ、サクラの3種を対象に選定した。これらは製材用途として家具、化粧集成板、木工器具、化粧突板、フローリングなどに活用されている。しかし現状の日本市場で使われているこれ等広葉樹は、国産材比率は低く、同種あるいは類縁種の外材が大量に輸入され、使用されているのが現実である。

一方、アカマツは外材による代替えとマツクイムシによる全国的な資源の消失によって、主な用途を失っている。今更かつての用途の復活を検討しても、マーケットに合わないか、ごく一部の良材しか用途がなくSFPの企画にはそぐわない。国産針葉樹の主力であるスギ・ヒノキは構造用製材、造作材(化粧用途)、フローリング、下地材、合板用途に使用され、カラマツは集成材、合板、土木用途に使用されている。更に類縁種である欧州アカマツはレッドウッドの名称で集成材に大量に使用される他、間柱や垂木の小角材、内部造作、フローリング、化粧集成板など化粧用途にも多く使用されている。北洋材原木入荷の活発だったつい数年前までは、合板用途にも多く使用されていた。以上の用途のうち、構造用製材や集成材用途は、アカマツは曲りが大きく集中節であるという樹種特性のため向いていない。下地材・土木用途は付加価値が低く主用途にはならない。合板はカラマツのほうが適しており、また製材と合板は事業形態が全く異なり並立させる選択は取れない。征矢野建材は製材加工・取り扱いの経験はあるが、合板製造は未知分野であり、また合板事業では広葉樹の活用が図れない為、SFPでは製材事業を選択している。以上、構造材・構造集成・下地材・土木用・合板を除くと、造作(化粧用途)、化粧集成板、フローリングなど内装化粧用途が残る。

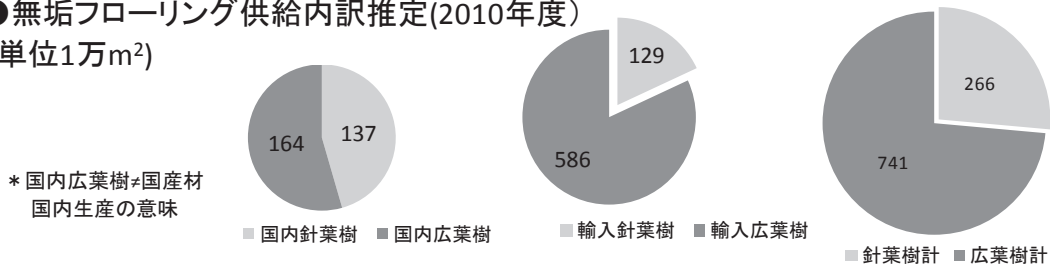
2. 4 樹種適性、付加価値、市場規模、競合品の分析

広葉樹の前記用途はいずれも付加価値は高いが、家具、化粧突板用は優良材が要求され、木工器具用はマーケットが細かく大量生産・販売には向いていない。化粧集成板、フローリングは比較的低質材も使用でき、マーケットも大きい(後述)。

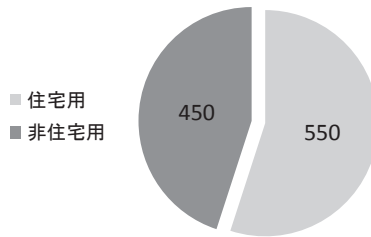
アカマツは国産針葉樹の中では、カラマツと並び高比重=硬さに優れ、また明るく美しい木目で化粧用途の評価は高い。集成技術を適用すれば、欠点となる集中節を外し、優れた化粧材を作ることができる。中でもフローリングやカウンターなど表面硬さが要求される用途では、スギやヒノキのライバル樹種と差別化が図れる。また、アカマツ自体、マツクイムシによる全国的な資源の消失の

ため、かつては沖縄・北海道を除き全国どこでも豊富な資源のあった樹種であるが、今では、北東北と長野を中心とした中部山岳地域にしかまとまった資源がなく、この点からもスギやヒノキが中心の他地域との差別化が図り易い。さて、以上のように両樹種に共通し、適性として有望な用途には化粧集成板、フローリングがあり、これ等は、材料も生産設備・工程も共通部分が多いが、フローリングが建築材料として量産規格品を最終製品として販売できるのに対して、化粧集成板は、どちらかという中間材料の性格が強く、最終製品（例えば、テーブルトップや化粧造作材）の付加価値は非常に大きいものの小口の商売となる。中間材料としての化粧集成板では、産地ブランド化は難しく、安価な輸入材商品との競合に曝されるリスクが高い。また、フローリングはマーケットも非常に大きいという利点がある。

●無垢フローリング供給内訳推定(2010年度)
(単位1万m²)



●需要内訳推定(2012年度)

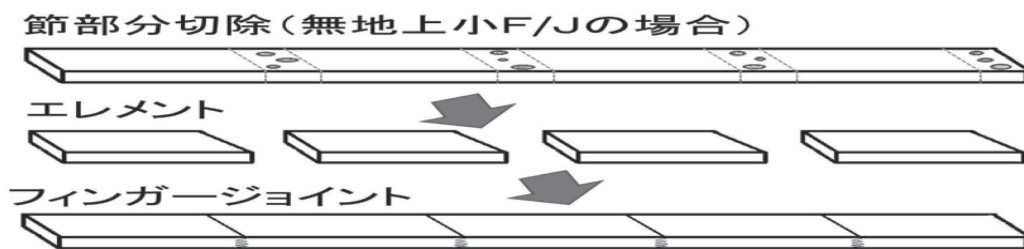


アカマツの場合、競合は国産針葉樹ではスギ、ヒノキ、輸入品では北欧パイン（欧州アカマツ）となるが、スギ、ヒノキに対しては硬さが、北欧パインに対しては集成（縦継ぎ）加工による欠点除去（北欧パインは低価格だが通常は節有）が優位点となる。

広葉樹の場合は、国産材製品の供給は極端に少ない。国内生産されているものの多くは、輸入材を原材料としているが、それでも供給量は少なく価格も高い。最も強力な競合品は、中国・東南アジアで日本市場をターゲットにして生産されているユニフローリングと呼ばれる集成（縦継ぎ）製品である。公共物件等であれば「公共建築物等木材利用促進法」による国産材の利点を生かせるが、一般住宅等では価格と品質のみの勝負となり、如何にローコストで生産できるかがポイントとなる。

2. 4 資源の活用効率

アカマツも広葉樹も主力は天然林であり、製材用材に使える比率は低く、優良材（いわゆるA材や一等材料）となると更に比率は低い。そのため、フィンガージョイントによる縦継ぎにより製材から製品への歩留りを高める。出来上がる製品はいわゆるユニフローリングが主となる。



それでも、化粧用途であるだけに原木から最終製品の歩留りは 20～25%しか期待出来ず、多くはチップ・おが粉となる。製材用途に用しない大量の未利用原木と合わせ、これ等を 2012 年度に施工の F I T 制度による木質バイオマス発電の燃料とすることで、未利用部分を従来より高い付加価値で販売できる。これによって用材原木単価・製品販売価格を下げ、コスト競争力をアップする。

2. 6 原木供給体制

最終的に、製材 10 万 m^3 、未利用材 10.5 万 m^3 計 20.5 万 m^3 /年という莫大な原木を安定調達するために、県林務部が調整役となり、売り方 4 団体（県森連、県木連、納材協、木曾官材市場）と買い方（現状、参加は征矢野建材のみ）で、協議会のサプライチェーンセンターを設立し調整することになった。

2. 7 量産設備

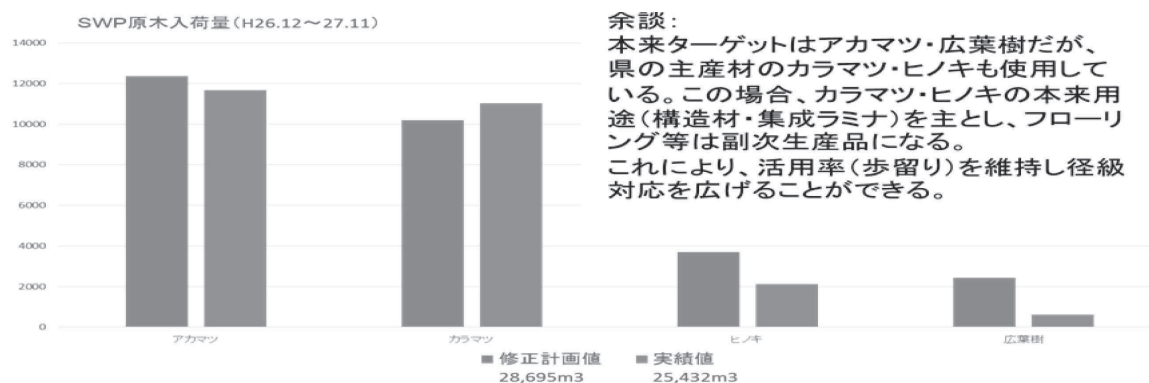
板材を量産するため、北米大手製材機メーカーより 2 バイ材の量産製材機を薄板対応に変更した機種を導入することとした。設定能力は 8000 m^3 /月・1 勤務（初年度末 4000 m^3 目標）である。また、ユニフローリングを省人・量産するため、欧州大手木材加工機メーカーより世界初号機となるオプチマイジングカットラインを核としたユニフローリング生産ライン導入することとした。設定能力は 1 万坪（3.3 万 m^3 ）/月・1 勤務で、初年度 1 勤務、将来は 2 勤務体制を予定する。

2. 8 販売体制

征矢野建材の建材営業網は長野県を中心としたローカルエリア主体であり、それでは本事業の大量生産品を捌くことは到底おぼつかない。そこで以前より協力体制のあった輸入無垢フローリングの大手取扱商社に全国販売を依頼するほか、大手建材問屋・建材メーカー 3 社協力を得、全国販売を行うこととした。

3 現状と今後の課題

開所以来、現在までの状況、問題点を報告すると、まず、材入荷の乖離がある。特に広葉樹の乖離が著しく、現状では製品を全国販売に供する状況にない。また、アカマツは入荷の季節変動が顕著で、年間を通じた安定稼働の必要な工場とのマッチングが課題となる。



また、生産では設備の立上りに想定以上に苦労し、初年度目標量を大きく下回っている。特に比較的短期に立上げられると予想していたユニフローリング生産ラインの稼働・品質安定に苦しんでいる。製材機も、アカマツの樹形の悪いもの（特に大径 2m 材）・広葉樹、剥皮の難しいヒノキは目標製材量を達成できずにいる。生産立上りが遅れ、生産量も予定を大きく下回っているため、販売も大手建材問屋への展開が遅れている。以上の課題は、生産量の遂行が鍵となっている。

材供給拡大は山側の生産量アップしかなく、それには切りだすほど儲かるという経済原則の確立が重要である。材単価を上げるのでは他県産地と競合できず、生産効率を上げ、ha 当りの販売額を上げる方策を取るべきであり、それには木質バイオマス発電所の開設が必要となる。

これまでのカラマツ利用とこれからのカラマツ利用

長野県林業総合センター 吉田孝久

1. はじめに

初期成長が良いカラマツは、短伐期で利用できる造林樹種として戦後全県的に広く植栽された。植栽当時は土木仮設用材として十分な需要があったが（写真-1）、間伐期を迎える昭和50年代頃から、軽量鉄骨やプラスチックそしてコンクリートといった代替材の出現により、需要量が激減しカラマツ材の利用は次第に減少していった。このような状況の中、「間伐期を迎えるのにカラマツの供給先がない」という危機的状況を解決する道として住宅関連分野への利用拡大を模索した。

人工林カラマツは、「ヤニが出る」「ねじれる」「割れる」という3つの欠点が以前から指摘され、これらの欠点の克服のためには、木材乾燥が原点と先輩達は考え、昭和52年に待望の蒸気式木材乾燥装置が当時の林業指導所に導入された。この時点から、カラマツを住宅関連分野に活かすための乾燥を中心とした研究が本格的にスタートした。

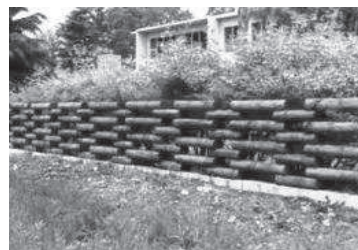


写真-1 小径間伐材の利用 左から「木構沈床」「杭丸太」「木製フェンス」

2. カラマツ板材・割材の利用

林業指導所に蒸気式木材乾燥装置が導入され、まず着手したのは、小中径材から製材されたカラマツ板材の乾燥試験であった。この研究により、ヤニ滲出防止には蒸煮処理が、また材面割れ防止には80～100℃の高温高湿乾燥が有効であることが明らかになった。当時の一般的な針葉樹の乾燥は60～80℃の乾燥温度であったため、100℃に近い温度で乾燥することは、全国的に見ても画期的な方法であった。並行して、小径間伐材から製材される7cm角や9cm角を対象とした試験により、圧縮によるねじれ抑制、高温高湿乾燥での材面割れ抑制を確固たる事実とし、カラマツの高温高湿乾燥技術が確立された。

この高温高湿乾燥技術は、昭和57年に県立高校体育館壁板（写真-2）をデビューさせることになり、以後、カラマツ板材の住宅分野への進出が年を追うごとに増え、小中学校や公民館等の壁板に広く使われるようになった。さらに、板材乾燥の利用の延長上にあるカラマツ集成材は、平成4年の「カラマツドーム（写真-3）」、平成9年の「エムウェーブ（写真-4）」などの大型建築物に使用されるに至った。

また、ヤニ滲出防止のための蒸煮処理を含めたこの高温高湿乾燥技術は、正割材や平割材にも応用でき、カラマツの家具や建具材の増産にも貢献した（写真5～7）。

3. カラマツ柱材・梁桁材の利用

その後、中径の間伐材が盛んに市場に出回るようになり、カラマツを板材として使用する一方で、柱材としての利用を期待する人達も多くなった。

昭和63年から本格的に始めた柱材の乾燥試験は、当時まだ当センターに100℃以上の高温乾燥が可能な



写真-2 カラマツ壁板のデビュー作
「高校体育館用壁板」(S57)



写真-3 カラマツ集成材で建築さ
れた「カラマツドーム」(H4)

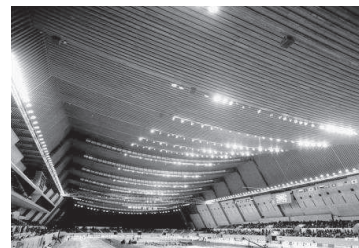


写真-4 カラマツ集成材で建築さ
れた「エムウェーブ」(H9)
(写真提供：榊林友)



写真-5 学童机と椅子



写真-6 応接セット



写真-7 事務所玄関建具

装置が無かったことから、これまでの乾燥装置を使用して、従来どおりの高温高湿乾燥を主体に行っていた。しかし、柱材の場合、この乾燥スケジュールでは、乾燥時間が長いこと、また、材面割れが多い等の問題があり、なかなか出口が見出せない状態に置かれた。

これを解決するため、平成6年頃から乾燥温度を100℃以上とする高温乾燥について検討を行い、平成8年に高温に対応する蒸気式乾燥装置が導入され、従来の木材乾燥の考え方とは異なる「高温セット乾燥法」を確立した。これにより、心持ちの柱材の乾燥が、割れを少なく短時間でできるようになり県産材利用に大きく貢献した(写真-8)。この高温セット乾燥法は、現在では、柱材や梁桁材の心持ち構造材に対して材面割れ抑制方法として全国の企業で広く利用されている。さらに、割れの少ない角材の乾燥を可能としたことで接着重ね梁の開発にも繋がった(写真-9)。

また一方で、次世代カラマツ造林に大きな希望を持たせたのは平成18年にねじれを気にしないで使えるカラマツ合板が製造されたことである(写真-10)。カラマツはヤング係数の大きな(たわみ難い)材として知られ、構造材は勿論のこと現在では合板においても重要な存在となった。



写真-8 カラマツ心持ち構造材
を使用した和田小学校(H12)



写真-9 カラマツ接着重ね梁を
使用した公民館(H16)

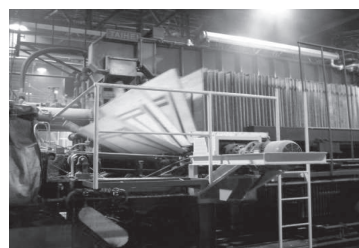


写真-10 カラマツ合板を
石川県林ベニアにて製造(H18)

5. これからのカラマツ利用

今後は、高齢化していく県産材に合わせた乾燥スケジュールの開発は勿論、高樹齢材に期待される優れた材質を持ったカラマツを最大限に活かした利用法を考えていかななくてはならない。ねじれが少なく高い強度が期待できる心去り材を利用した無垢の構造材、さらに、接着重ね梁を高強度に改良した新しい材料の開発(写真-11)など、大径化していくカラマツの利用の道はまだまだ発展途上にある。



写真-11 高樹齢材から製材した平割を利用した高強度接着重ね梁

おしらせ

森林学習展示館へのおさそい

林業総合センターでは、長野県の森林について学び親しむ場所として、「森林学習展示館」と「体験学習の森」を開放しています。

このうち、森林学習展示館では、一般の方を対象として、林業総合センター構内を会場とした以下の教室・講座を平成28年度も引き続き実施する予定としております。

詳細については、林業総合センターホームページをごらん頂くか、新聞等の催し物案内などでご確認いただければ幸いです。

○森林教室

体験を通じて、森林や木について関心を深めていただく教室です。ご家族での参加を歓迎しています。

開催予定回数 22回(原則として土曜日)
対象者 どなたでも
定員 12～30組
費用 無料～500円(一組あたり)

(内容によって異なります)

*森林教室は、実施日の1か月前8時30分から電話のみの先着順で受け付けます。

○市民講座

森林・林業へのかかわりを一層深めていただくことを目的として教室で学ぶ講座です。

年間テーマを設け、受講者の皆様とともに理解を深めます。

開催予定回数 5回
対象者 関心のある方ならどなたでも
定員 30人
費用 無料

森林学習展示館では、このほかにも、林業に関心を持ち林の手入れを行っている方、あるいはこれから始めてみたいと考えている方を対象に、一年間かけて森づくりに関する初歩的技術を理論と実習を通して習得していただく「林業作業体験講座」も開催しています。この講座は、4月から2月まで年間を通して受けていただく講座のため、前年度中に募集を行っていますが、毎年大変好評で、受講者につきましては抽選で選ばせていただいております。

森林学習展示館は、月曜日(月曜日が祝祭日の場合はその翌日)及び年末年始はお休みを頂いておりますが、このほかの日は9時から16時まで開館しております。

森林学習展示館 直通電話 0263-88-2035

森林教室の様子



ツールづくり



野鳥の観察

(林業総合センター指導部)

掲載記事に関する詳しい問合せ等は、長野県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5739

TEL 0263-52-0600 FAX 0263-51-1311

URL <http://www.pref.nagano.lg.jp/ringyosogo/index.html>

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