

林産試 だより

ISSN 1349-3132



オープンキャンパスでの学院紹介の様子
(北森カレッジニュースより)



ワークショップ『木の香り袋づくり』の様子
(林産試ニュースより)

・ トドマツ樹幹の強度について	1
・ 農業用コンテナを使った木材チップ乾燥方法について	3
・ 行政の窓〔原木及び木材製品の流通に関する見通し調査 (令和5年6月実施分)〕	5
・ 林産試ニュース・北森カレッジニュース	6

9
2023



(地独)北海道立総合研究機構
林産試験場

トドマツ樹幹の強度について

性能部 構造・環境グループ 藤原 拓哉

■はじめに

近年、台風が勢力を落とさないまま北海道に上陸するケースが見受けられます。台風慣れていない北海道民にとっては平成28年8月の台風10号がもたらしたインフラストラクチャーへの被害は衝撃的なものでした。台風の被害は人が住んでいる地域だけでなく、森林でも発生しました。樹木の根返りや幹折れといった形態ですが、その発生には風の強さ（風速）だけではなく、樹木側の抵抗力（倒れにくさ、折れにくさ）も関係します。このため、被害を減らすためには抵抗力の高い森林へと改良することが有効な対策となります。

風害への抵抗力の評価では、1本の樹木について風が樹木の内部にもたらす力を計算できるようにモデル化を考えます。これを使うと、樹木を折るのに必要な力の大きさ、樹木を倒すのに必要な力の大きさ、および樹高、直径、枝下高といった樹木の形状から被害が発生するときの風速を逆算することができ、この風速が抵抗力評価のベースとなります。なお、本稿はもっぱら幹折れを対象としていますので、木材の強度をあてはめ、風速を算出します。しかし、トドマツにおいては丸太で、水分状態が生材の強度試験データは極少数しかありませんでした。そこで、トドマツ生材丸太の破壊試験を行い、データの充実を図るとともに、林齢や胸高直径といった森林情報と強度の関係について検討しました。

■研究の内容

試験木は美唄市、幕別町、大樹町、および旭川市で伐採したものです。林齢は10～44年生で、各林分において広範囲の胸高直径（2.6～34.3cm）を含むように選木しました。

曲げ強度試験体は材長2～4mに玉切りした1番玉から採取し、スパンは直径に応じて変更しました。曲げ試験の様子を写真1に示します。

曲げ強度試験で得られる曲げ強さはその名称が示すとおり、折れにくさと直接かかわってきますので、曲げ強さが大きいと幹折れが発生する風速も大きくなります。曲げ強さと林齢との関係を見ると、15年生の曲げ強さが他の林齢よりも低い値となりましたが、それ以外の傾向は見出せず、曲げ強さと直径と

の間にも関係は見出せませんでした。一方、胸高付近から採取した円板の平均年輪幅と曲げ強さの間には、負の相関が認められました。先ほど曲げ強さが低かった15年生は林齢の割に直径が大きく、年輪幅が広がった林分でしたので、15年生でみられた挙動の説明がつけます。このほか容積密度数などで曲げ強さととの相関が認められました。



写真1 曲げ強度試験の様子

曲げ強度試験では曲げ強さと同時に、力と変形量の関係を表す値であるヤング係数も得られます。今回採用しているモデルでは根返りさせようとする力を（風圧力）＋（風圧力によって水平方向に変位した樹冠や樹幹の重量）としています。樹冠や樹幹の重量の効果は変形量が大きいほど大きくなります。つまり、ヤング係数が小さいと樹冠・樹幹の水平変位が大きくなり、根返りを起こすために必要な風速は小さくなるという因果関係が想定されます。ヤング係数は林齢、胸高直径、容積密度数と高い相関を示しましたが、平均年輪幅との相関はやや劣りました。林齢とヤング係数の関係を図1に示します。

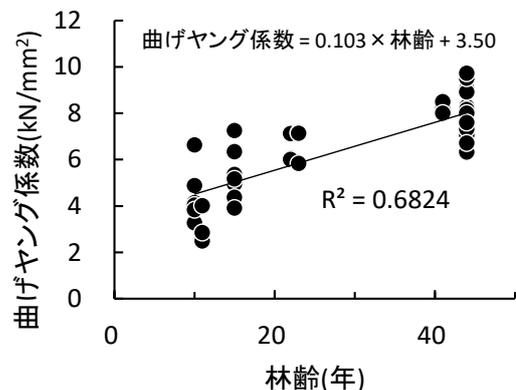


図1 林齢と曲げヤング係数の関係

ここで、この研究の目的に立ち返ってみると、森林の風害への抵抗力を評価することになりました。したがって、伐採せずに評価できることに重きを置く必要があります。ヤング係数については林齢でおおよその値を推定できることが分かりましたが、曲げ強さについては林齢では推定精度が低く、胸高直径では問題外でした。平均年輪幅の精度に問題はありませんが、伐採しないとわかりません。容積密度数も同じです。そこで、胸高直径と胸高円板のトータルの年輪幅との関係、ならびに林齢と胸高円板の年輪数との関係を調べたところ、明確な関係が確認でき、胸高直径と林齢で平均年輪幅を表現することができました。この関係を使って、曲げ強さと林齢、胸高直径の関係を図2に示しました。これを見ると、林齢がほぼ同等であれば、胸高直径が大きくなるにつれて、曲げ強さが低下する傾向がみられ、その落ち方（近似直線の傾き）は若齢であるほど大きくなること表わされています。また、今回の実験は対応していませんが、個体レベルでの成長経過の追跡では、年輪幅は若齢時から徐々に減少するため、加齢に伴う強度の向上も表現されます。

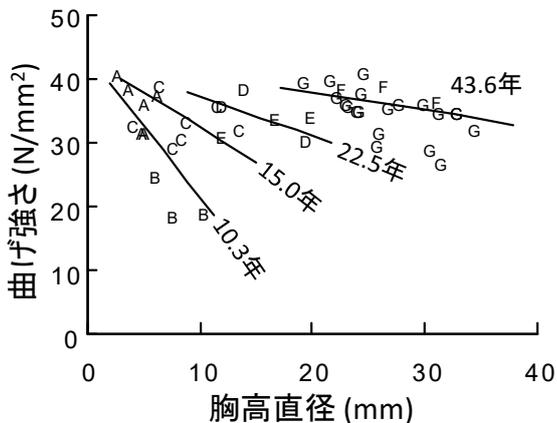


図2 林齢、胸高直径と曲げ強さの関係

A：旭川10年，B：浦幌11年，C：旭川15年，D：旭川22年，E：浦幌23年，F：大樹41年，G：美唄44年

また、強い風により「もめ」と呼ばれる傷害が樹木に発生することがあります。これは風下側となった木材組織が押し潰された痕跡で、強度が失われているものの、乾燥すると見分けにくくなってしまいう危険なものです。このもめの発生に関わる圧縮強さを測定しました。試験体はすべて曲げ試験体の壊れなかった部分から採取したもので、圧縮強さと曲げ強さを比較してみました。結果的に圧縮強さは曲げ強さの約0.4倍の値をとりましたので、曲げ強さの推定方法が適用できます。

■おわりに

カラマツについては幹折れよりも根返りの被害が多いこと、生材丸太の強度試験データも比較的多いことなどから、強度試験の対象とはしませんでした。本稿ではトドマツ丸太の強度試験を通じて、トドマツ樹幹の強度特性を紹介しましたが、これだけでは風倒害の問題は解決できません。林業試験場・林産試験場では平成30年度から令和2年度にかけて行った風倒害に関わる研究の成果を「風倒害に強い森づくりのために」というパンフレット（図3）にとりまとめているので、ご一読ください。

HPに掲載！

スマホで閲覧！



風倒害に強い森づくりのために



近年、北海道では台風による森林被害が多発しており、風倒害に強い森づくりのための森林施策が求められています。そこでこのパンフレットでは、

- 1 風倒害が起きやすい地形 (3ページ)
- 2 風倒害を低減する森林施策 (4～7ページ)

についての研究成果をとりまとめました。

北海道庁林業部 北海道立総合研究機構 森林研究本部
林業試験場・林産試験場

図3 作成したパンフレット

<http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/kanko/fukyu/pdf/fuutou2.pdf>

■謝辞

供試木の調達にあたり、（一社）北海道林業機械化協会、十勝総合振興局森林室、上川総合振興局南部森林室にご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。

（事務局より：本稿は「山づくり」2023年1月号に寄稿した記事を再編集したものです。）

農業用コンテナを使った木材チップ乾燥方法について

利用部 バイオマスグループ 西宮 耕栄

■はじめに

木材チップやペレットなどの木質バイオマスを燃料とした発電施設や熱利用施設が、北海道内では、令和3年度末現在167施設が稼働しています¹⁾。また、効率的な木質バイオマス発電として、熱分解ガス化方式を利用した発電施設の導入事例も見られるようになってきました。ペレットを利用した熱分解ガス化発電施設が下川町や当別町、チップを利用した施設が平取町に導入され、道内の他市町村でも導入計画が進んでいます。熱分解ガス化発電では、木材チップを燃料として用いる場合、湿量基準で水分15%以下の乾燥木材チップが必要とされています。現状では、別途熱源を用意し、木材チップ乾燥装置を導入して乾燥チップを準備している事例が多く見受けられますが、設備導入分のコストアップと、他の用途に使える熱量の減少などの問題があります。そのため、木材チップの乾燥には、極力コストのかかるエネルギー源を使わない方法が求められています。

そこで、林産試験場では、太陽熱などを利用した天然乾燥を主体とした乾燥方法を検討しました。具体的には、農業用コンテナとビニールハウスを使って乾燥させる方法です。木材チップをコンテナに入れると、チップを山積みしている場合と比べて、外気に触れる面積が多くなることが考えられますので、木材チップの乾燥が進む可能性があります。また、ビニールハウスの中に設置することにより太陽からのエネルギーも有効に利用できるため、熱分解ガス化にも使用可能な水分15%以下まで乾燥できる可能性が見えてきます。

■農業用コンテナとビニールハウスを使った乾燥システム

写真1で示した内容積2 m³程度の農業用コンテナに木材チップを投入し、林産試験場内に設置したビニールハウスの中に入れて、木材チップの水分状況を確認しました(写真2)²⁾。その際に、乾燥を促進させる方法として、コンテナの中に仕切りをつけて隙間を設ける方法や、送風機を設置して木材チップに送風する方法などを検討しました。



写真1 農業用コンテナ
(内寸1.63×1.05×1.13 m)



写真2 ハウス内に入れたコンテナの様子

木材チップの水分は、試験期間中は挿入式水分計(Schaller社製humimeter BLL)を用いて、試験終了後は木質チップをサンプリングして全乾法により評価しました。図1に2019年8月下旬から9月上旬の2週間にカラマツチップの乾燥試験を行った結果を示します。試験開始時のチップ水分は31.5%でした。試験終了後のカラマツチップの水分は、隙間(この場合、隙間は9 cm程度で、チップ層の幅は20 cm程度)を設けてチップに送風した場合で、10%程度まで乾燥しました。なお、送風した場合は、風が当たっている面の乾燥が早く、4~6日程度で水分15%程度まで乾燥している状況が確認されました。

■実証試験

この結果を基に、実際に木材チップ乾燥に用いている施設をお借りして、実証試験を行いました³⁾。カラマツ主体の針葉樹材切削チップを使用し、試験場で行った試験と同様にコンテナに隙間を設けて、試験を行いました。図2に試験の結果の一例を示します。2020年7月下旬から8月中旬では、コンテナ内に

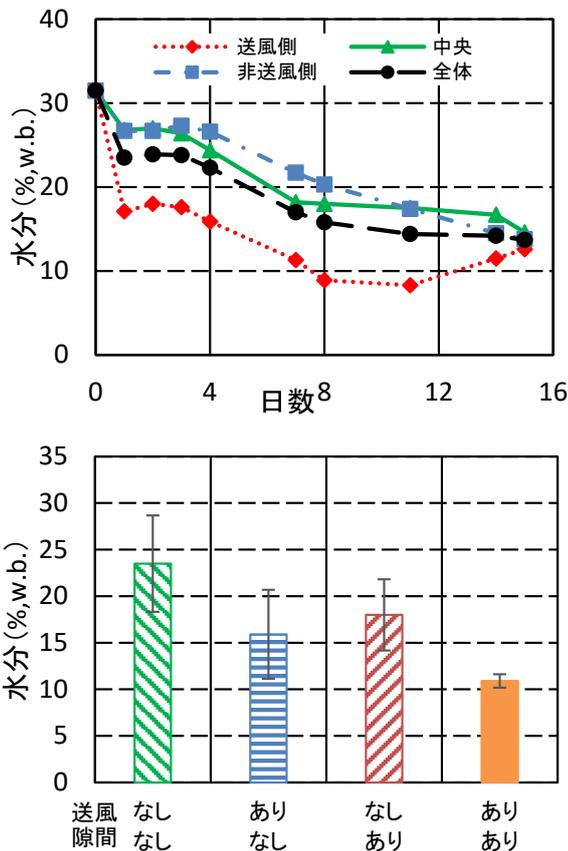


図1 カラマツチップの乾燥経過
(上：乾燥の途中経過
下：試験終了後のチップ水分)

仕切りを設け、コンテナに送風することにより、2週間程度で水分15%以下に木材チップを乾燥させることが可能でした。夜間の送風を停止（12時間送風）した場合でも、夜間も送風した場合（24時間送風）と比べて大きな水分変化の差はなく、乾燥コスト低減のためにも、送風時間の短縮は可能と考えられます。

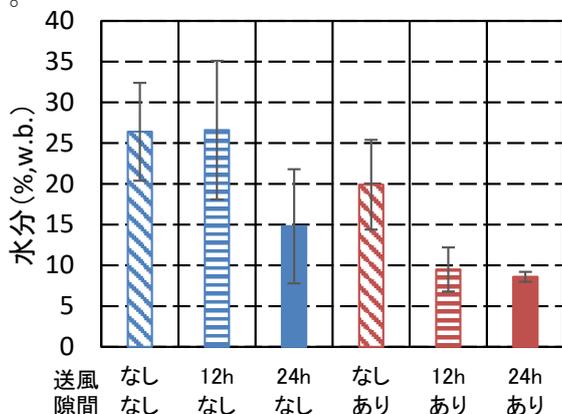


図2 実証試験の結果
(試験終了後のチップ水分)

■おわりに

農業用コンテナとビニールハウスを用いる方法により、熱分解ガス化に使用可能な水分15%以下まで木材チップを乾燥させることが可能となりました。なお、チップの価格は重油相当程度になり、乾燥に関するコスト（チップ投入作業に係る重機の燃料代、送風に係る電気代などで、減価償却費や人件費は除く）は、外部熱源を利用して水分15%程度の乾燥チップを製造する事例と比較し、ほぼ同程度となります。また、今回の方法は、化石燃料の使用を極力少なくして、乾燥チップを生産することが可能です。チップ製造には、原木を保管する土場やチップを保管する施設などが必要となりますが、ボイラーに必要なチップの量とチップ生産、乾燥能力との兼ね合いで保管に必要な面積が足りず、早急に乾燥させる必要がある場合などに、実際に検討していただいた事例も見られますので⁴⁾、今回の乾燥方法を検討していただけたら幸いです。

なお、木質バイオマスを燃焼した後は燃焼灰やチャーと呼ばれる木炭類似の熱分解残さが発生します。燃焼灰の利用については折橋の報告がありますが⁵⁾、熱分解ガス化残さとしてのチャーの利用方法についても現在検討をしており、土壌改良材や、吸着剤としての応用可能性を見いだしています。今後もバイオマス発電の利用拡大を目指して、燃料として利用した後の残さの利用について検討していきたいと考えています。

■参考文献

- 1) 北海道水産林務部林業木材課：木質バイオマスエネルギーの利用状況
(https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/03_biomass/energy.html 令和5年4月3日閲覧)
- 2) 西宮：林産試だより，2020年7月号，p2(2020).
- 3) 西宮：林産試だより，2021年7月号，P6(2021).
- 4) (一社)日本森林技術協会：令和2年度「地域内エコシステム」モデル構築事業報告書（北海道紋別市）<http://woodybio.jp/data.html> 令和5年4月3日閲覧)
- 5) 折橋：山づくり，496，pp.2-3(2018).

(事務局より:本稿は「山づくり」2023年5月号に寄稿した記事を再編集したものです。)

行政の窓

原木及び木材製品の流通に関する見通し調査（令和5年6月実施分）

1. 調査対象 道産針葉樹原木の消費量が概ね年間1千m³以上の製材工場及び合板工場（調査対象工場数：94）
2. 調査実施時期 令和5年6月
3. 調査の内容 （原料在庫状況）前年同時期と比べた認識について選択式（「多い」「少ない」「変わらない」）により調査
（製品の荷動き）前年同時期と比べた認識について選択式（「良い」「悪い」「変わらない」）により調査

4. 企業判断指数の算出方法

[（回答全体のうち「多い」「良い」と回答した企業の比率（％）） - （回答全体のうち「少ない」「悪い」と回答した企業の比率（％））]
（最大値100 / 最小値-100）

5. 調査結果（回答工場数：90社 / 回答率：95.7％）

【①原料在庫状況（トドマツ）】

企業判断指数 **（太字は調査時点の現状認識、斜体文字は見通し）**

調査時点	2022.7-9	2022.10-12	2023.1-3	2023.4-6	2023.7-9	2023.10-12
R4.9	-8	-12	-24	-	-	-
R4.12	-	-2	-5	-14	-	-
R5.3	-	-	7	0	-10	-
R5.6	-	-	-	26	27	23

（概況）

原木在庫は前年を上回る状況。入荷見通しに不安感無いが、製品需要減少により在庫過多との声が多い。

（回答企業の主なコメント）

例年より多く単価下がり傾向/売れ行き悪い/製品需要の低迷により在庫過剰な状態のため、受入量減らし在庫調整。今後も続く見通し/仕入価格は若干下降気味/在庫が過去最高に達したため7月から入荷停止

原木在庫量（「林産工場動態調査」より）※月平均 **（m³）**

	2022.7-9	2022.10-12	2023.1-3	2023.4-6	2023.7-9	2023.10-12
当年	178,153	181,049	217,460	-	-	-
（前年）	147,619	135,152	159,675	175,044	178,153	181,049
対前年比	121%	134%	136%	-	-	-

【②製品の荷動き（トドマツ）】

企業判断指数 **（太字は調査時点の現状認識、斜体文字は見通し）**

調査時点	2022.7-9	2022.10-12	2023.1-3	2023.4-6	2023.7-9	2023.10-12
R4.9	-10	-35	-42	-	-	-
R4.12	-	-47	-66	-63	-	-
R5.3	-	-	-67	-67	-51	-
R5.6	-	-	-	-88	-81	-58

（概況）

原木消費量は引き続き前年を下回る状況。輸入材や住宅着工減少の影響で荷動き悪く、先が読めない厳しい状況との声も多い。

（回答企業の主なコメント）

住宅着工減少により荷動き悪い/輸入製品の値下がりの影響もあり道産品も徐々に単価下落始まってきている/受注状況悪くラミナ値下がりしている/梱包材輸出停滞により減少傾向続き今後の見通したたず

原木消費量（「林産工場動態調査」より） **（m³）**

	2022.7-9	2022.10-12	2023.1-3	2023.4-6	2023.7-9	2023.10-12
当年	239,699	231,299	202,432	-	-	-
（前年）	231,202	249,280	209,572	239,236	239,699	231,299
対前年比	104%	93%	97%	-	-	-

【③原料在庫状況（カラマツ）】

企業判断指数 **（太字は調査時点の現状認識、斜体文字は見通し）**

調査時点	2022.7-9	2022.10-12	2023.1-3	2023.4-6	2023.7-9	2023.10-12
R4.9	-52	-54	-56	-	-	-
R4.12	-	-41	-33	-31	-	-
R5.3	-	-	-8	-17	-25	-
R5.6	-	-	-	27	25	10

（概況）

原木在庫は増加の傾向。製品需要の低迷や合板需要の減少により、在庫過多との声が多い。

（回答企業の主なコメント）

合板材動き悪く原木の入荷増加/仕入価格若干下降気味/製品需要の低迷により在庫過剰な状態のため受入量減らし在庫調整。今後も続く見通し/梱包、パレットの荷動き悪く在庫量増加/受注量減少のため生産調整

原木在庫量（「林産工場動態調査」より）※月平均 **（m³）**

	2022.7-9	2022.10-12	2023.1-3	2023.4-6	2023.7-9	2023.10-12
当年	153,818	144,911	195,976	-	-	-
（前年）	175,588	132,958	148,710	155,564	153,818	144,911
対前年比	88%	109%	132%	-	-	-

【④製品の荷動き（カラマツ）】

企業判断指数 **（太字は調査時点の現状認識、斜体文字は見通し）**

調査時点	2022.7-9	2022.10-12	2023.1-3	2023.4-6	2023.7-9	2023.10-12
R4.9	21	2	-17	-	-	-
R4.12	-	-27	-49	-45	-	-
R5.3	-	-	-76	-73	-53	-
R5.6	-	-	-	-90	-86	-50

（概況）

原木消費量は引き続き前年を下回る状況。梱包材・パレットとも荷動き悪く、製品価格の低下を指摘する声も。

（回答企業の主なコメント）

製品価格の値下がりが続いている/ラミナ値下がりしている/梱包材輸出停滞により減少傾向続き、今後の見通したたず/製品需要は下降線を辿っており回復の兆しは見えず

原木消費量（「林産工場動態調査」より） **（m³）**

	2022.7-9	2022.10-12	2023.1-3	2023.4-6	2023.7-9	2023.10-12
当年	211,953	204,892	181,861	-	-	-
（前年）	253,074	227,049	212,331	220,015	211,953	204,892
対前年比	84%	90%	86%	-	-	-

（水産林務部林務局林業木材課林業金融係）

林産試ニュース

■第25回「上川農業試験場公開デー」に出展しました

有名な北海道のブランド米「ゆめぴりか」の生まれの郷、道総研農業研究本部上川農業試験場（上川郡比布町南1線5号）において、8月8日開催の上川農業試験場公開デーに林産試験場が協力出展し、2つのワークショップを開催しました。

1)木のしおりづくり

厚さ1mm程度の薄い木の板を、好きな形に加工したり、イラストなどを描いたりしてオリジナルのしおりを作る。

2)木の香り袋づくり

木毛（もくもう；径1mm程度の糸状の木製品）を手でちぎりながら小袋に詰め、トドマツやアカエゾマツから抽出された香り成分を添加してオリジナルの香り袋を作る。

子供だけでなく、大人も夢中になれるイベントととなり、70名ほどの参加者が楽しんでいました。



【上：『木のしおりづくり』，
下：『木の香り袋づくり』】
（林産試験場 広報担当）

北森カレッジニュース

■北森カレッジオープンキャンパスを開催しました！

令和5年7月29日に、北の森づくり専門学院オープンキャンパスを開催しました。

今年度は入学希望者や保護者等、合計42名の方に参加をいただき、午前中は学院紹介、校舎案内、専任教員による模擬授業を行いました。

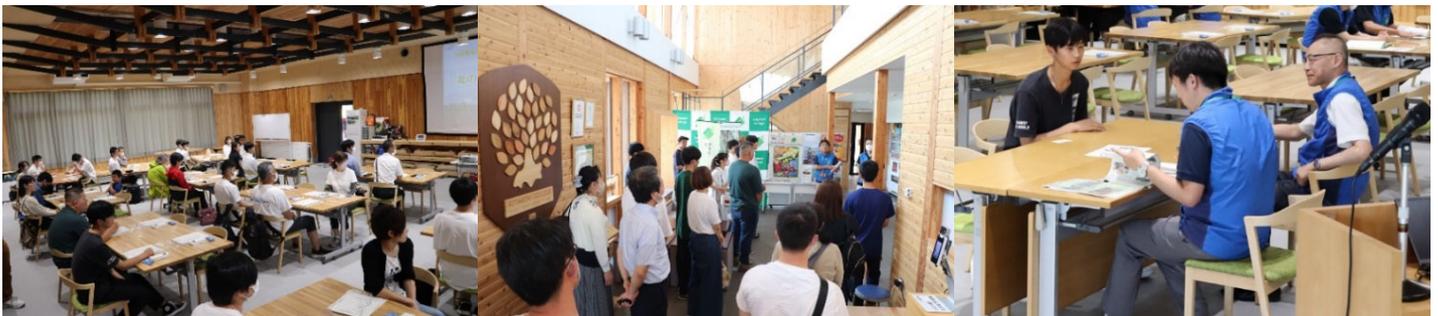
また、午後からは現場へ移動し、教員によるチェーンソーでの伐倒や当麻町森林組合による高性能林業機械での伐倒を見学しました。当日は32度を超える猛暑となりましたが、参加者は普段見ることのない作業の様子を真剣に見入っていました。

最後に希望者を対象に学院職員との個別相談を行いました。学院の仕組みやカリキュラムについて積極的な質問を多くいただき、当学院への関心の高さを伺うことができました。

今後も定期的に学院説明会を行ってまいりますので、一人でも多くの方々の参加をお待ちしております。



【オープンキャンパスの様子
（伐倒見学）】



【オープンキャンパスの様子（左から、学院紹介、校舎案内、個別相談）】

（北海道立北の森づくり専門学院 那須 貴洋）
2023年9月号

林産試だより

編集人 林産試験場
HP・Web版林産試だより編集委員会
発行人 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
森林研究本部 林産試験場
URL：http://www.hro.or.jp/fpri.html

令和5年9月1日 発行
連絡先 企業支援部普及連携グループ
071-0198 北海道旭川市西神楽1線10号
電話 0166-75-4233（代）
FAX 0166-75-3621