

林産試 だより

ISSN 1349-3132



木になるフェスティバルの様子
（「林産試ニュース」より）

カラマツ心持ち管柱「コアドライ技術」の開発	1
シラカンバによる内装材と家具の開発	3
Q&A 先月の技術相談から 〔木琴の作り方について〕	5
行政の窓 〔原木及び木材製品の流通に関する見通し調査 （平成28年6月実施分）〕	7
林産試ニュース	8

8

2016

林産試験場

カラマツ心持ち管柱「コアドライ」の開発

技術部 中 篤 厚

■カラマツ心持ち管柱開発の技術背景

道産カラマツは産業用資材（梱包材・パレット材等）、合板、パルプ用などとして利用されていますが、付加価値化が期待される住宅建築用はさほど多くはありません。建築材には住宅品質を維持するため寸法安定性に優れた乾燥材が不可欠で、そのために外国産の製材や集成材が一般流通したことにより、そこで林産試験場では、道産建材による自給率の向上を目的に、道産カラマツを心持ち管柱として利用するための生産方法について研究を進めました。

心持ち管柱に着目した技術背景を以下に述べます。カラマツは樹心付近に形成される未成熟材部の影響で、ねじれやすく建築材には不向きとされてきました。このため、未成熟材がほとんどを占める心持ち管柱の開発は困難を伴うことが容易に予想できます。しかし、心去り材と違って樹心がほぼ中央にある心持ち材は材長方向の収縮量が左右均等のため、アテを除くと「曲がり」が軽微と考えられます。また、管柱は材長が一般に3m以下と他の構造部材に比べ短尺であることから「ねじれ」による変形量が僅かでも少ないことが有利な条件と言えます。さらに心持ち材は、異方収縮の性質（板目と柾目の収縮率差）から割れが生じやすいため、道内の住宅では輸入材を含め通常は心去り材の使用が常識でした。しかし、最近では新たな乾燥技術によってその事情も変わりつつあります。この技術は高温セット法と呼ばれ、乾燥初期に高温処理することで材表面にドラインセット（応力が生じて通常より少ない収縮で

寸法固定する）を形成し表面割れを抑制するものです。

こうした技術的背景を踏まえ開発したのが「コアドライ（カラマツ心持ち柱材の生産技術）」で、平成26年には北海道木材産業協同組合連合会より商標登録されました（図1）。

■カラマツ材質と心持ち材の欠点克服

建築材に要求される性能に、強度、寸法安定性があります。カラマツは針葉樹のなかでは密度が高く強度に優れた材料であるにもかかわらず、これまで建築材に利用されなかった第一の原因は、前述のように寸法安定性（ねじれ）と言えるかもしれません。図2は、カラマツの樹心（髄）から年輪ごとに測定した繊維傾斜度の一例です。繊維傾斜度とは、樹幹軸に対する繊維の傾きを表したもので、特にカラマツは樹心付近の未成熟材と呼ばれる部位で顕著となっています。このため、樹心を含む心持ち柱は未成熟材の占める割合が大きく、乾燥による収縮に伴ってねじれが生じやすくなります。また、樹木は金属のような均質な材料ではなく、異方性を特徴とする生物材料のため、年輪の接線と半径方向で収縮率が2倍以上違うことや、乾燥（収縮）が表層から始まるために表面に引張り応力が生じます。このため、樹心を含む「心持ち材」は「心去り材」に比べて異方性の影響が顕著となり割れが発生しやすい材種と言えます。



図1 商標登録（コアドライマーク）

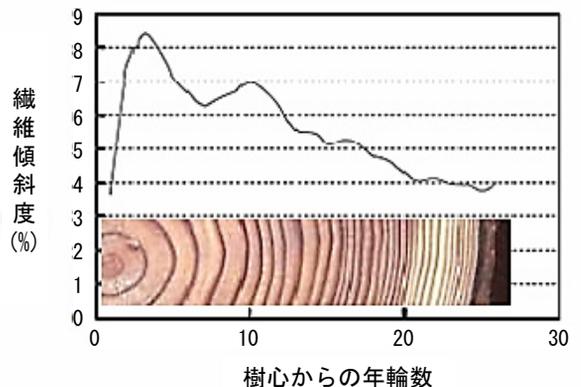


図2 カラマツ半径方向の繊維傾斜度の例

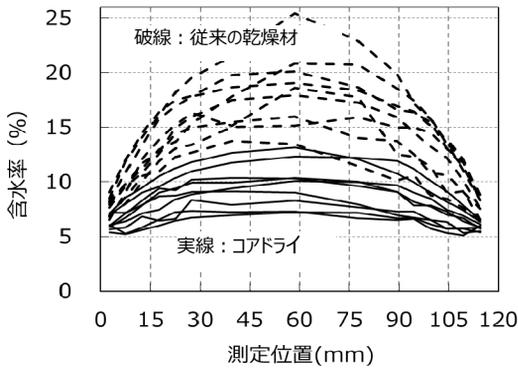


図3 従来技術とコアドライの水分傾斜

このように、ねじれも割れも乾燥に伴う木部細胞が収縮することによって発生するので、寸法安定性が高度に要求される建築材の場合は、収縮の生じない状態まで十分に乾燥を行うことが重要です。この時の含有水分量は、木材が使用される温湿度環境に釣り合う含水率（水分を含んでいない木材に対する含有水分の重量割合）を目指す必要があります。これを平衡含水率と言います。平衡含水率は温度一定の場合、低湿度ほど低下し、特に冬季は暖房の影響で10%以下となる場合があります。構造材にとって過酷な乾燥環境になります。日本農林規格に示されている構造材の含水率基準は最も厳しいものでSD15（15%以下）とされていますが、カラマツ心持ち材は材質特性を踏まえると十分とは言えません。そこで、コアドライは内部の含水率を15%以下（断面全体の平均含水率は11%以下になると推定される）と規定し、ねじれや割れの発生を防いでいます。また、割れは意匠性からも敬遠されるため、適切な高温セット条件を検討し、乾燥初期の蒸煮後に115℃・18時間処理を行うことで抑制効果の高いことを確認しました。反面、高温過ぎたり処理時間が長くなると内部割れが生じたり強度低下を招くため、適度な温度と処理時間の適用が重要です。

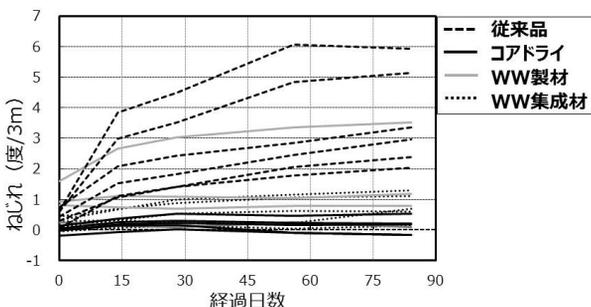


図4 各種柱材の冬期暖房環境でのねじれの変化

■コアドライの特徴

本技術が開発される以前も、建築士や施主等の要望により僅かではありますがカラマツ構造材が使われていました。これらの製品も当然ながら乾燥材として供給され、表面付近は含水率10%程度まで乾いています。ただし、材内部の含水率は15%以上がほとんどでした。すなわち、表層の含水率は低いものの内部が高い状態にあり、内部水分が使用中徐々に低下し、くるいが生じていました。これに対してコアドライは、内部の含水率が15%以下となっています（図3）。この水分分布が僅少な状態は乾燥が十分に進行することで得られ、通年の住宅環境の平衡含水率に近似するため、施工後の水分変化が少なく寸法安定性が向上します。なお、商標名コアドライは内部（コア）が乾く（ドライ）、すなわち内部含水率15%以下に由来します。

寸法安定性を検証するため、各種柱材（コアドライ材、従来の乾燥材、輸入製材と輸入集成材）を日中のみ暖房の効いた工場内に約3ヶ月間放置してねじれの変化を測定しました（図4）。従来の乾燥材に比べコアドライ材は変化量が極めて小さく、輸入集成材（欧州産ホワイトウッド（WW））と比較しても遜色のない性能が確認できました。また、施工後に発生することのある表面割れも適正な生産工程の適用によって抑制できるため、真壁構法用の現し材としての利用も可能と考えています（写真1）。

■むすび

平成26年末、商標登録されたコアドライの生産者として一社（栗山町ドライウッド協同組合）が認定され、生産が開始されました。生産開始後には、工務店等から多くの問い合わせをいただいているようで、関心の高さが窺えます。今後、需要に対応するため道内生産者の増加と、カラマツ構造材による建材自給率の向上が図られることを期待しているところです。



写真1 真壁構法に使用されたカラマツ心持ち柱

シラカンバによる内装材と家具の開発

性能部 構造・環境グループ 秋津 裕志

■シラカンバの現状

広葉樹を取り扱う業界の状況として、優良な広葉樹資源の枯渇や円安による外材の高騰により、国産広葉樹が注目されています。道内のカンバ類の蓄積量は、カラマツとほぼ同程度あります。シラカンバは、更新が約60年で、北海道の貴重な持続可能な広葉樹資源としての可能性があります。しかし、国有林から出材されるカンバ材は人工林への侵入木がほとんどで、針葉樹の伐採のときに出材されます。そのため、シラカンバの量は少なく、径の細い材が多いことから、その用途は、パルプ用チップやきのこ菌床用がほとんどです。一部のシラカンバは、床板工場や合板工場で利用されているようですが、十分な量が確保できないため、継続的な生産が困難なようです。



写真1 シラカンバ材

■シラカンバ材の加工方法の検討

JASの改訂により、シラカンバ合板の市場への流通の可能性が広がりましたが、合板の大きさは、3×6尺以上が主流です。写真1のように、シラカンバは径が細いものが多く、曲がりなどの欠点も多いことから、通常の大サイズの合板に加工すると歩留まりが悪くなる可能性があります。そこでフローリングと腰壁を想定し、それらの製品の寸法を、幅15cm、長さ90cmとし、また、積層数が多い方がそりやねじれが少ないことがわかっていたため、7層構成の15mm厚さとししました。この寸法での加工を考え、幅50cm、長さ1m、厚さ2.3mmの単板に切削することにしました。

写真1を含む立木4本から、玉切りし、単板に切削したときの歩留まりを測定しました(図1)。この結果、末口径が18cm以上であれば、単板の歩留まりは50%を超えることがわかりました。その切削した単板の品質に関しては図2に示すように、末口径が18cm以上の原木では、ほぼ2割が2等以上で、径が大きくなるに従い1等の割合が増えていく傾向となりました。今回の試作品は、7層構成のため、得られた単板のうち、7枚に1枚の割合で1等の単板が得られれば、表面材として使用できます。すなわち得られた単板のうち15%が1等であれば効率良く製造できることとなります。

単板切削した原木以外に、5本の立木があり、その中から末口径が24~28cmの原木7本から厚さ4cm、幅17~20cmに製材し、乾燥を行い、43本の乾燥材が得られました。これらの材料でダイニングセットを

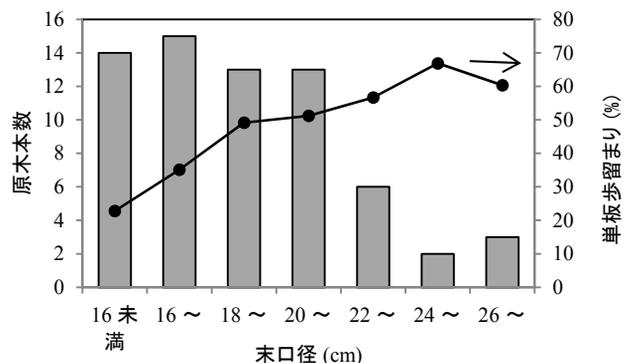


図1 使用した立木からの原木本数と単板歩留まり

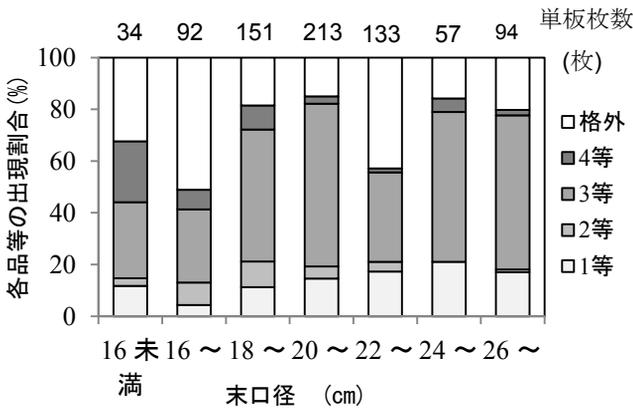


図2 径級別単板の品等

試作することになりました。

■試作品の性能

細くなるまで原木を切削する場合、随に近い部分の単板は未成熟材部となるため、そりやねじれの問題が生じる可能性があります。①未成熟材部と考えられる随近くの単板と、②末口が22cm以上の原木の成熟材部と考えられる単板を用いて、7層のLVLを製造しました。製造したLVLを平坦な台（基準面）の上に置いて、そこからどれだけ変形しているか、LVL1枚について20カ所測定し、合計をしたものを図3に示しました。この結果から成熟材部の単板のみのLVLの方が変形量が小さくなりました。そこで、今回試作したフローリングは、剥き芯が10cm以上のところから切削した単板を用いて、LVLを製造し、フローリングに加工しました。それらを、今年6月24日から開催された旭川デザインウィークに約80㎡展示しました（写真2上）。フローリングに多少のそりやねじれが

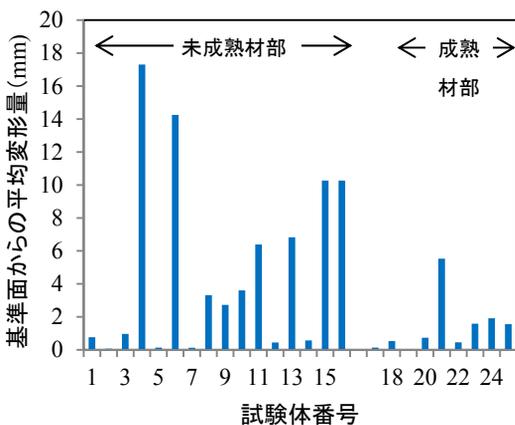


図3 LVLの変形量

ありましたが、施工には問題は有りませんでした。

また、乾燥材を用いて製作したダイニングセットは、天板の長さ1600mm、幅800mm、厚さ28mmのテーブルと、椅子2脚とベンチ1脚を旭川市工芸センターと共同で製造しました。椅子に関しては、耐久試験を行いました。これらのダイニングセットは、フローリングと同様に、旭川デザインウィークに展示しました（写真2下）。

■おわりに

シラカンバに関する研究は、今年度から本格的に始まりました。この研究では、シラカンバが持続可能な広葉樹資源としての価値を、山林所有者や加工業者、流通・販売業者、消費者に認めてもらいながら、円滑な素材、材料、製品の流れを作ることを目指しています。試作して製品を各種展示会に出展し、シラカンバの価値を高めていくとともに、シラカンバの特徴を活かした高付加価値な製品開発を目指します。



シラカンバフローリング



シラカンバダイニングセット

写真2 旭川デザインウィークでの展示

Q&A 先月の技術相談から

木琴の作り方について

Q: 夏休みの工作に、子どもと一緒に木琴を作りたいと考えています。特に技能や知識がなくても作れますか？

A: 特別な技能や知識がなくても作れますが、根気は必要かもしれません。

まずは音の性質について簡単に説明します。音の大きさ、音の高さ、音色は音の3要素と呼ばれますが、そのうち音の高さは、物体が1秒間に振動する回数＝周波数(Hz)で表すことができます。音階と周波数の関係は明らかにされており(表1), 材料の周波数を測定することによって音の高さが分かります。

表1 音階と周波数の理論値

音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
周波数(Hz)	261	293	329	349	392	440	493	523

また、音の高さ(周波数)と材料の長さは次の関係で示されます。

$$\text{周波数} = \frac{\text{係数}}{(\text{材料の長さ})^2}$$

つまり、材料の長さを短くするほど音は高くなります。

木琴を作るとき、周波数の測定装置があれば、周波数を測定して、前述の関係式から係数を求め、作製したい音の周波数に応じて長さを決めて材料を切ります。ただし実際には、音の高さは材料の寸法だけではなく、密度、変形しにくさを表すヤング係数、木取りの方向など様々な要因によって変化します。そのため、同じ音階の材料でも長さが異なったり、あるいは同じ長さの材料でも音階が違ったりします。写真1はトドマツで作った木琴ですが、「ファ」の材料が「ミ」の材料よりも長いことがわかります。厳密に音を合わせるには、材料一つ一つの周波数を測定し、少しずつ長さを調整する作業が必要になります。

さて、それでは周波数を測定する装置がない場合、どうやって作ればいいのでしょうか。例えばドレミ

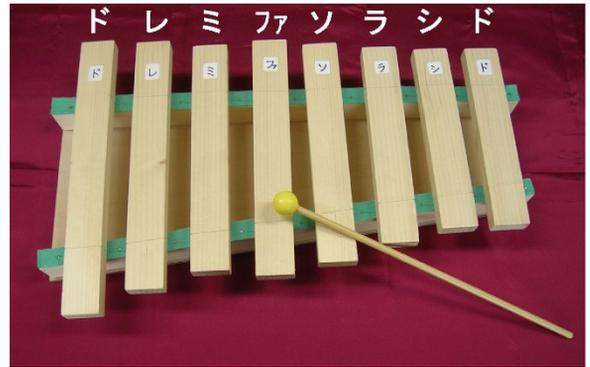


写真1 トドマツで作った木琴

ファソラシドと1オクターブ分の木琴を作る場合、基準となる低い方の「ド」の音を探し当てるしかありません。なぜなら低い方の「ド」の材料が、おそらく最も長い材料となるからです。叩いて音を確認しては短くし、叩いて音を確認しては短くしを繰り返して、「ド」の音板を作ります。低い方の「ド」の長さがわかれば、それを基準に別の板を少しずつ短くしていきながら、「レ」の音板、「ミ」の音板と、一つずつ作っていくこととなります。

音の高さと材料の長さの関係は前述の式で表すことができるので、低い方のドの音板の長さを100とすると、他の音板のおおよその長さは、理論的には以下の表2のようになります。

表2 音板の長さの比の理論値

音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
長さの比	100	94	89	86	82	77	73	71

ちなみに写真1のトドマツの木琴では、低い方のドの音板の長さが325mm(幅:39mm, 厚さ:20mm)あります。理論値に当てはめると、レの音板の長さはその94%ですから、305.5mmになりますが、この木琴のレの音板は305mmで、ほぼ理論値のとおりです。他のほとんどの音板についても、理論値との誤差は数mmでしたが、ミの音板だけは20mm以上の誤差がありました。この木琴は木材が均一な材料ではないこと

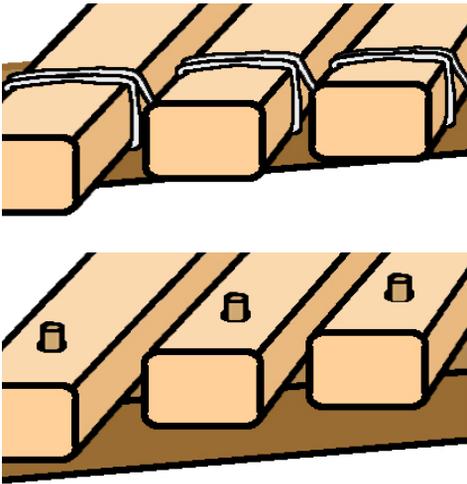


図1 音板がずれないように一工夫を！

を示すためにわざとこのように理論値とかけ離れた長さの音板を使っていますが、基本的には理論値が参考になると思います。実際に作る時には、理論値よりも少し長めに切って、音を確かめながら少し

ずつ短くしていきます。もし短く切りすぎてしまい、目当ての音よりも高くなってしまったら、1つ高い音階の音板を先に作ることにすれば、材料を無駄にしないで済みます。

そうして一つ一つそれぞれの音板を揃えたら、あとは2本のぼっこの上に並べればそれはもう立派な木琴です。ただし、叩いているうちに音板の位置がずれることが気になる場合、位置がずれないように工夫が必要になりますが、音板をしっかりと固定してしまうと音が響かないので、その点は気を付けてください。それぞれの音板を紐などで繋ぐ方法や、板に穴を開けることができるのであれば、音板に丸棒を通すような方法が考えられます(図1)。

長さがでこぼこしてる木琴は、世界に一つだけの特別な木琴です。根気よくチャレンジしてみたいかがでしょうか。

(性能部 構造・環境グループ 川等恒治)

行政の窓

原木及び木材製品の流通に関する見通し調査 (平成28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上の製材工場及び合板工場(調査対象工場数:108)
2. 調査実施時期 平成28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:97社 / 回答率:89.8%)

【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	H27.7-9	H27.10-12	H28.1-3	H28.4-6	H28.7-9	H28.10-12
H27.9	7	-1	0	-	-	-
H27.12	-	-22	-16	-11	-	-
H28.3	-	-	-9	-26	-22	-
H28.6	-	-	-	-6	-3	-10

原木在庫量(「林産工場動態調査」より)※月平均 (m³)

	H27.7-9	H27.10-12	H28.1-3	H28.4-6	H28.7-9	H28.10-12
当年	151,260	128,606	168,788	-	-	-
(前年)	172,959	162,519	190,897	167,965	151,260	128,606
対前年比	87%	79%	88%	-	-	-

(概況)
原料在庫は依然として前年を下回る水準にあり、今後も不足感は続く見通し。

(回答企業の主なコメント)
出材が少なく強含み/小丸太に不足感あり/小丸太の入荷が少し落ち込んでいる/原木の品質がB級クラスが多い/今後、流通材、入荷順調/

【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	H27.7-9	H27.10-12	H28.1-3	H28.4-6	H28.7-9	H28.10-12
H27.9	-70	-46	-37	-	-	-
H27.12	-	-29	-36	-16	-	-
H28.3	-	-	-39	-18	-11	-
H28.6	-	-	-	-16	-24	-6

原木消費量(「林産工場動態調査」より) (m³)

	H27.7-9	H27.10-12	H28.1-3	H28.4-6	H28.7-9	H28.10-12
当年	211,463	217,524	180,475	-	-	-
(前年)	215,499	209,330	196,064	210,535	211,463	217,524
対前年比	98%	104%	92%	-	-	-

(概況)
荷動きは前年水準を下回っているものの、先行きについては回復傾向の見通し。

(回答企業の主なコメント)
荷動き現状並み。今後も前年並み/新規需要先の拡大により増加/道内、又、関東も動きは良くない/中々、先の見通しが読めない/昨年度と同様の受注あるがやや引合が鈍い/

【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	H27.7-9	H27.10-12	H28.1-3	H28.4-6	H28.7-9	H28.10-12
H27.9	4	2	16	-	-	-
H27.12	-	-12	-22	-22	-	-
H28.3	-	-	-41	-46	-35	-
H28.6	-	-	-	-32	-25	-19

原木在庫量(「林産工場動態調査」より)※月平均 (m³)

	H27.7-9	H27.10-12	H28.1-3	H28.4-6	H28.7-9	H28.10-12
当年	293,031	242,300	245,254	-	-	-
(前年)	248,528	222,992	270,850	291,680	293,031	242,300
対前年比	118%	109%	91%	-	-	-

(概況)
原料在庫は前年の水準を下回っており、今後も引き続き前年の水準を下回る見通し。

(回答企業の主なコメント)
今年は雪解けが早く重機が入れなかったため5月後半まで土場が空だった/やや不足感があるも、夏~秋にかけての分は確保できるのではないかと/原木入荷は昨年対比では改善/

【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	H27.7-9	H27.10-12	H28.1-3	H28.4-6	H28.7-9	H28.10-12
H27.9	-84	-63	-46	-	-	-
H27.12	-	-50	-42	-30	-	-
H28.3	-	-	-17	-7	-2	-
H28.6	-	-	-	-11	-19	-11

原木消費量(「林産工場動態調査」より) (m³)

	H27.7-9	H27.10-12	H28.1-3	H28.4-6	H28.7-9	H28.10-12
当年	275,238	281,691	278,003	-	-	-
(前年)	294,446	292,336	280,059	298,058	275,238	281,691
対前年比	93%	96%	99%	-	-	-

(概況)
荷動きは前年並みの水準に回復しつつあるが、先行きについては前年を若干下回る見通し。

(回答企業の主なコメント)
梱包、パレットの動き悪い。ラミナは比較的順調/昨年度は年末に向けてラミナ材が下降したが、今年は昨年のような減産はないと思う/世界経済動向に左右されるため今後も不透明/産業用途向けは減少傾向/

(水産林務部林務局 林業木材課 流通加工グループ 電話: 011-204-5491)

林産試 ニュース

■ 木になるフェスティバルを開催しました

7月23日（土）に開催した第25回木のグランドフェア「木になるフェスティバル」には、今年は640名の方々の参加がありました。各種の科学体験や木材の3D加工実演、木をつぶす実演、単板の製造実演も好評でした。木っ端を使って作品をつくる自由工作コーナーや、箆やしおり、竹とんぼの製作等も行い、今年も多くの子供達に楽しんでもらえました。森林や木材の良さを感じてもらえた一日だったと思います。

8月7日（日）（10:00～12:00、13:30～15:30）には、木と暮らしの情報館前で、板や角材を利用した木工体験教室「木工作ひろば」が小学生を対象に行われます。なお、予約受付は終了いたしました。



■ 「こども木工作品コンクール」の作品を募集します

今年も「第24回北海道こども木工作品コンクール」を開催します（（一社）北海道林産技術普及協会、北海道木材青壮年団体連合会と共催）。

木工（個人、団体）やレリーフなど、作品の募集を8月15日（月）から9月2日（金）まで行いますので、たくさんのご応募をお待ちしています。

なお、応募いただいた全作品を、9月10日（土）～10月2日（日）の間、木と暮らしの情報館に展示します。

お問い合わせは、技術支援グループ（内線

421、422）まで。詳しくは林産試験場ホームページをご覧ください。

<http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/event/grand/mokko/2016mokko.htm>

■ ものづくりテクノフェアに参加しました

7月21日（木）、優れた技術や製品を有する中小企業、大学、支援機関等が一堂に会する場を提供し、販路拡大や企業間連携の促進、情報交換や技術交流を通じて、北海道のものづくり産業の振興を図る「北洋銀行ものづくりテクノフェア 2016」に参加しました。

林産試験場は、カラマツCLTやコアドライ、木質バイオマス熱電供給事業シミュレーターなど、最新技術を製品サンプルやパソコンによる実演、パネル等で紹介しました。



■ サイエンスパークに出展しました

7月28日（木）10:00～15:30に「2016サイエンスパーク」が開催されました（北海道、北海道立総合研究機構の共催）。

林産試験場は、実体顕微鏡による木材組織の観察、木材と金属等との触感・温感の比較、「木のダンベル」による木の硬さや重さの樹種間比較など、木のさまざまな性質を体感してもらったほか、木炭を使った簡単な実験も行いました。

■ HNS60th「北でつくる」に出展しています

7月11日（月）～9月2日（金）に北海道日建設計ロビー（札幌市中央区大通西8丁目住友商事・フカミヤ大通ビル3階）で開催されている北海道日建設計60周年企画展示において、林産試験場が提供したプレミアム集成材、コアドライ、CLT、LVGやトドマツ、カラマツ等の材鑑が展示されています。



林産試だより

2016年8月号

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 林産試験場
URL : <http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/>

平成28年8月1日 発行
連絡先 企業支援部普及調整グループ
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