

林産試 だより

ISSN 1349-3132



「第27回木になるフェスティバル」から

カラマツ原木内の材質分布 ～単板品質の変動と枝打ちの効果～	1
木材関連業界の人手不足解消に向けた新たな試み	
～授産施設における木製品生産～	3
Q&A 先月の技術相談から〔釘やビスなどを用いた接合部の強さについて〕	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〕	7
林産試ニュース	8

8

2018

林産試験場

カラマツ原木内の材質分布 ～単板品質の変動と枝打ちの効果～

技術部 生産技術グループ 古田 直之

1. はじめに

北海道の主要な人工林樹種であるカラマツは、成熟期を迎えており、今後、大径材の出材の増加が見込まれています。カラマツは、樹心付近の繊維傾斜が大きく、乾燥時のねじれが生じやすいことなどから、主に梱包材などの輸送用資材として利用されてきました。カラマツ大径材においては、若齢期の成長部分（未成熟材）の割合が少なくなり、15～20年生以降の成長部分（成熟材）の割合が必然的に高まります。カラマツ大径材の付加価値の向上を図るためには、成熟材部の材質特性を考慮しながら適切な利用法を検討していく必要があります。

原木を桂むきしたロータリー単板は、原木の外周部側から順次切削されるため、原木半径方向の採取位置による選別が比較的容易であると考えられます。しかし、カラマツ単板の原木内での性能分布や単板品質の変動について調べた事例はほとんどありません。また、今後、良質材を安定して得るためには、間伐や枝打ちなどの森林施業が重要になってくるものと考えられますが、施業履歴と材の強度や品質についての調査事例はきわめて少ない状況です。

このような背景から、北海道産カラマツについて、原木半径方向の採取位置や枝打ちの有無が単板品質に及ぼす影響を調べましたので、その概要について紹介します。

2. 試験方法

今回の単板切削試験に使用したのは、浦幌町の民有林2林分（A、B）です。林分Aは、昭和26年に植栽され、林齢13、18、24年生時にそれぞれ枝下高3m、

6m、8mの枝打ちが実施されています。林分Bは、昭和34年に植栽され、その後の枝打ちは行われていません。各林分から長さ2mの1番玉を10本ずつ選び試験に用いました。供試原木の概要を表1に示します。林分Aは林分Bよりも平均年輪幅は小さく、原木のヤング係数は有意に大きい値を示しました。このことから、林分Aでは、枝打ちによって樹冠部（葉量）が減少し、幹の肥大成長が抑制された可能性が示されました。各原木は長さ55cmに玉切りし、小型ベニヤレースにより歩出し厚さ3.2mmで単板切削しました。単板は、幅55cmで裁断した後、ベニヤドライヤで絶乾まで乾燥させました。乾燥単板は、単板1枚ごとに板面の節数を測定するとともに、合板の日本農林規格（JAS）における板面品質（構造用合板）の評価を行いました。また、単板の線維方向における超音波伝播速度を測定し、ヤング係数を算出しました（ヤング係数）＝（密度）×（超音波伝播速度）²。得られた単板はすべて単板切削曲線を利用して、ベニヤレースのスピンドル中心からの距離（中心距離）を算出しました（図1）。

3. 試験結果

中心距離と単板密度、ヤング係数の関係を図2に示します。なお、図中で中心距離6cm未満のデータが一部欠如しているのは、最小むき芯径まで切削できなかった原木の存在によるものです。中心距離の増加に伴い、単板密度、ヤング係数ともに徐々に増加する傾向を示しましたが、中心距離10～12cmよりも外側では緩やかな増加あるいは横ばいとなりました。

表1 供試原木の概要

項目	林分 A	林分 B
末口径 (cm)	30.6	34.1
平均年輪幅 (mm)	3.12	3.41
密度 (kg/m ³)	655	644
ヤング係数 (kN/mm ²)	9.14	7.70

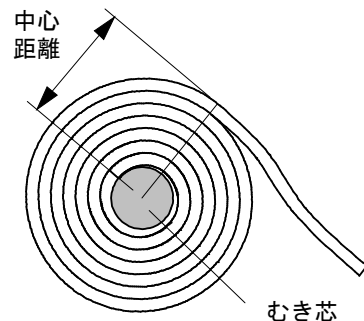


図1 ベニヤレースのスピンドル中心からの距離

したがって、中心距離によってしきい値を設け、成熟材部の単板を使い分けることができれば、高性能な合板や単板積層材（LVL）などを製造できる可能性が示されました。また、林分Aは林分Bよりも単板密度、ヤング係数ともに高い値で推移したことから、枝打ちを実施することにより、強度性能に優れた単板を多く供給できる可能性が示されました。

図3は単位面積あたりの節数の分布を示したものです。中心距離6~8cmでは、枝打ちの有無による節数の差はほとんどありませんでした。この範囲は、枝打ち実施前の成長部分に該当しているためと考えられます。中心距離8cmを超えると、林分Aでは節数が顕著に減少し12cm以上ではほぼ無節となったのに対し、林分Bでは、中心距離の増加とともに節数が減少するものの無節とはなりません。また、JASの板面品質についても、林分Aは、12cmより外側部分の大半が良質なA単板となり（図4）、枝打ちによって、原木外周部付近の板面品質が顕著に向上することが確認できました。

4. おわりに

道内に蓄積の多いカラマツは、国産針葉樹の中では強度的に優れていますが、現状では、建築用横架材などの強度性能が要求される用途への利用は多くありません。特に、成熟材部に関してはベイマツやダフリカカラマツなどの高強度な外国産針葉樹にも対抗できる可能性を秘めていることから、カラマツ

の樹種特性を最大限に活かした利用方法を考える必要があります。

このような背景から、現在、北海道立総合研究機構林産試験場では、民間企業の協力を得ながら、成熟材部を活用した高強度集成材やLVLの開発を進めているところです。付加価値の高い製品開発を進めることによって、道産材のシェア拡大や資源の循環利用にもつながっていくことを期待しています。

（事務局より：本稿は「山づくり」2017年9月号への投稿記事を再編集したものです）

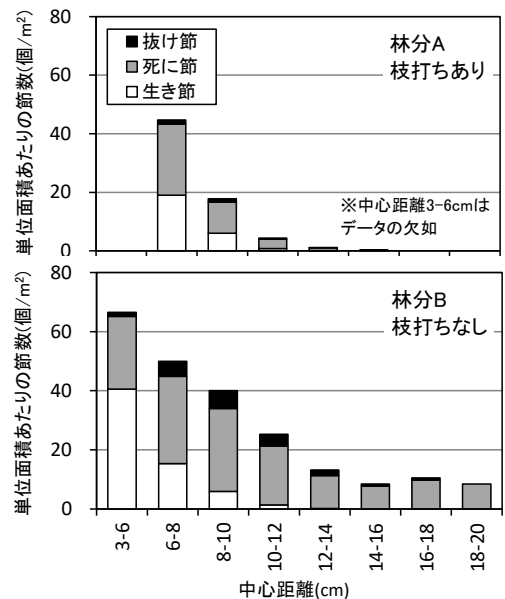


図3 単板面の節数の分布

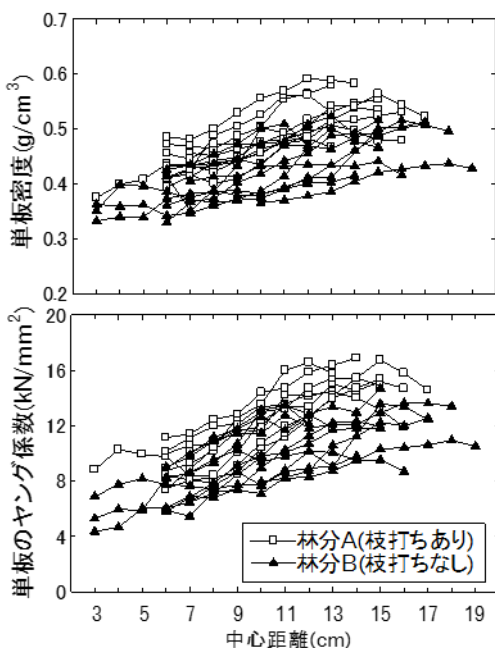


図2 中心距離と単板密度・ヤング係数の関係

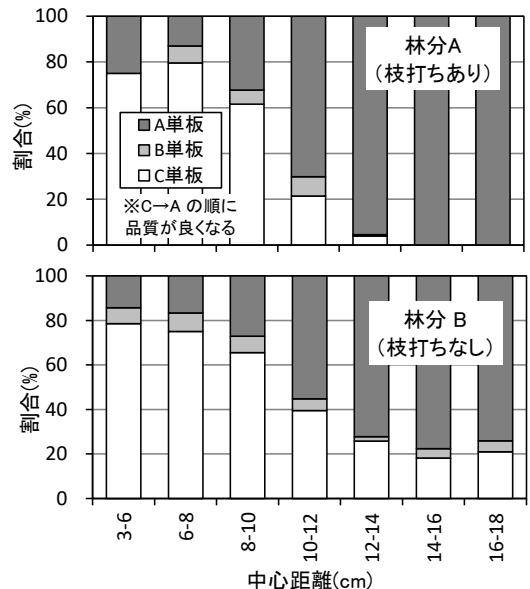


図4 合板JASの板面品質の分布

木材関連業界の人手不足解消に向けた新たな試み

～授産施設における木製品生産～

技術部 製品開発グループ 北橋 善範

1. 木材関連業界と授産施設

少子高齢化による労働人口の減少により、近年は慢性的な人手不足の状態が続いています。平成28年度版「ものづくり白書」では全国約8割の企業が人手不足を感じ、そのうちの2割では実際に事業に影響が出ている（顧客の注文に十分な対応ができない等）と回答しています。一方、何らかの障がいを持った方々が就労に向けた活動として主に軽作業を行う場である障がい者就労支援施設（以下、授産施設）の多くでは、工夫次第で様々な作業をこなせる労働力があるにも関わらず、慢性的な仕事不足に陥っています。この労働力のミスマッチに目を向け、現在、農業では『農福連携』として障がい者が農作業に参加できるよう様々な試みが行われ、実際に成果が出てきています。

全国的に見て木材・木製品製造業の従事者数は減少しており、2000年から2014年にかけて木材・木製品製造業（家具を除く）、木製家具製造業（漆塗りを除く）ともに従業員数は約4割減となっています（**図1**：経済産業省 工業統計表より筆者作成）。

北海道では、約1千箇所の授産施設で約2万人の障がい者が何らかの軽作業に従事しており、その中で木材や木製品の製造に携わっている方も少なくありません。今後更に労働力の確保が課題となる中、農業だけでなく木材関連の産業においても『木福連携』として授産施設との協業が重要になると考えられます。

2. 授産施設での木製品生産

しかし、現状では木材関連業界において積極的に授産施設との連携を図るケースは全国的に見てもほとんどありません。その理由の一つにお互いの情報不足があります。例えば、木材関連業界側には授産施設でどのような木製品を作っているのか、どのような加工作業が行えるのかといった情報はほとんど入らないため、連携はもとより作業委託も難しい状況です。そのため、林産試験場において、実際の授産施設における生産設備把握、生産能力の分析等を行うべく、まずは北海道当麻町で木製品を生産している授産施設の協力を得ました。そこでは実地調査とスタッフへの聞き取りから、所有する木工機械、作業する障がい者の障害程度、得意作業、労働時間、生産能力等の把握に努め、一部それらの数値化を試みました。ここでは詳細は割愛しますが、その結果から、作業の細分化、機械使用の安全化を図り、この施設の現状能力で生産可能な木製品として当麻町産のカラマツ材を使用した名札ケースを開発しました（**図2**）。この名札ケースは初年度に1千個以上売れ、多くの方に授産施設の木製品生産について知ってもらい、工夫次第では授産施設でもここまでできるということを認識してもらう良いきっかけになりました。

3. 授産施設における魅力的な木製品づくり

次に、札幌市立大学デザイン学部の協力を得て、教員、デザインを学ぶ学生の方々と共に、授産施設で生産できる（作業内容を精査することで、技術的

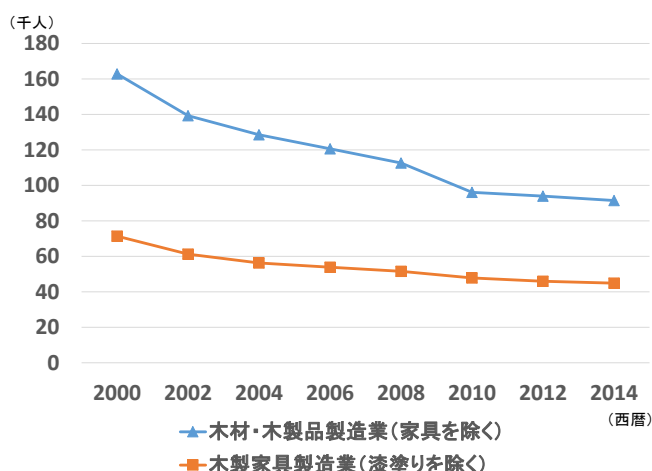


図1 全国の木材・木製品製造業における従事者推移



図2 木製名札ケース（カラマツ材）

に加工が可能と考えられる)、見た目や実用性にこだわった木製品の開発を行いました。学生には授産施設における障がい者の労働内容、賃金、木製品生産の現状、使用している木工機械(糸鋸、ベルトサンダー、ボール盤が主であるが、中にはレーザー加工機やNCルーターを所有する施設もある)等について説明を行い、その後に学生から木製品の提案を受け、精査していくという流れを約半年かけて行いました。最終的に当該年度は6提案を、次年度には3提案を製品化候補としてピックアップし、授産施設のスタッフと共に実生産に向け材料入手から障がい者が無理なく生産できる加工方法の確立までを行いました。図3は実際に製品化されたものの一つであるジャガイモ型積み木『じゃがの芽』です¹⁾。これは、

障がい者は同じものを精度良く繰り返し生産することが不得手であることを逆手に取った製品で、一つ一つのジャガイモが全く異なる形をしています。昨年度、これらの障がい者に寄り添う形での木製品開発が評価され、大学、授産施設との連名でウッドデザイン賞の審査委員長賞を受賞することができました。2018年1月現在、3年目として引き続き更なる新たな木製品の開発に向け学生たちと試行錯誤しています。

4. おわりに

全国的に行政主導で『農福連携』が進む中、今のところ『木福連携』はほとんどなされていません。授産施設に家具パーツ加工の委託を行い、職人の作業負担軽減とコストダウンを図っている企業や、障がい者が製材工場で働くケースもありますが、まだまだ一般的とは言えません。このことから、『木育』と同様に北海道発の新たな取り組みとなることが期待されます。今後は、限られた授産施設だけではなく、広い範囲で障がい者の木工に関する現状調査、さらには木材・木製品(家具を含む)業界が抱える課題等を整理し、その中で障がいのある方が担える可能性がある仕事について検討することで、木材関連業界の人手不足解消につなげていきたいと考えています。

■参考文献

- 1) 小宮加容子ら(2016):授業を通じての授産施設「かたるべの森」木工製品のデザイン提案,日本デザイン学会研究発表大会概要集 63(0), 219

(事務局より:本稿は「山づくり」2018年3月号への投稿記事を再編集したものです)



図3 大学・授産施設との連携で開発した製品の一例¹⁾

Q&A 先月の技術相談から

釘やビスなどを用いた接合部の強さについて

Q：釘やビスなどを用いた接合部の強さはどうすればわかりますか？

A：釘やビス、ボルトなどで木材と木材（もしくは木材と鋼材など）が つなぎ合わされた部分を「接合部」と呼びます。接合部に作用する力の向きによって、外部から加えられる力は「せん断力」と「引抜力」に分けられます（図1）。また、接合部の強さ、つまり、接合部が耐える力の大きさを、それぞれ「せん断耐力」「引抜耐力」といいます。今回は接合部にせん断力が働く場合について解説したいと思います（ビスの引抜耐力に関しては、「林産試だより2014年10月号Q&A」¹⁾で解説しているので参考にしてください）。

■ 接合部の強度試験

接合部の強度性能は強度試験により確認する方法が確実です（図2）。強度試験を実施することで荷重変位曲線（加えられた力と変形の関係）を得ることができます（図3）。この荷重変位曲線をもとに、接合部のせん断耐力を総合的に評価して決定します。評価には複数の指標を用いますが、なかでも重要な指標のひとつが降伏せん断耐力です。

力を加えると物体は変形します。全ての物体は、加えた力を取り除くと変形がもとに戻る「弾性」という性質を持っています。さらに加える力を大きく

していくと、ある時点で、力を取り除いても変形がもとに戻らない「塑性」という性質に転じます。この現象を「降伏」といいます。接合部の降伏せん断耐力の決め方はいくつかありますが、5%オフセット法という、荷重変位曲線の最初の直線部分を接合具径の5%だけずらした直線（径5mmの接合具なら0.25mm分ずらした直線）と曲線の交点の荷重を降伏せん断耐力とする決め方が代表的です（図3）。

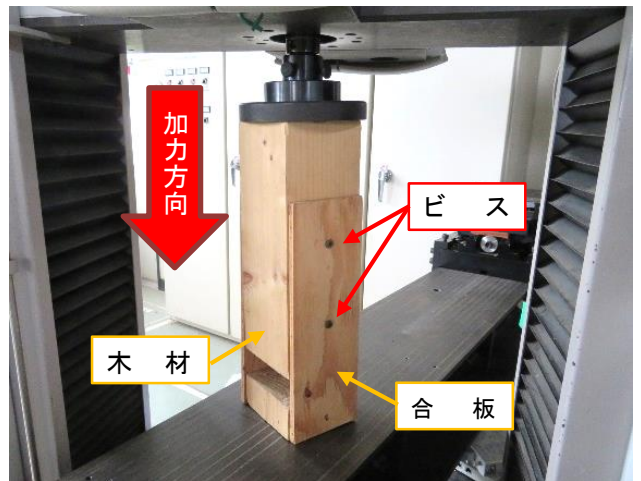


図2 接合部の強度試験の一例

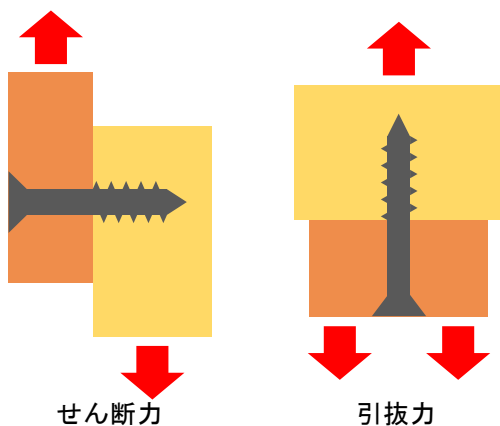


図1 接合部に加わる力の種類

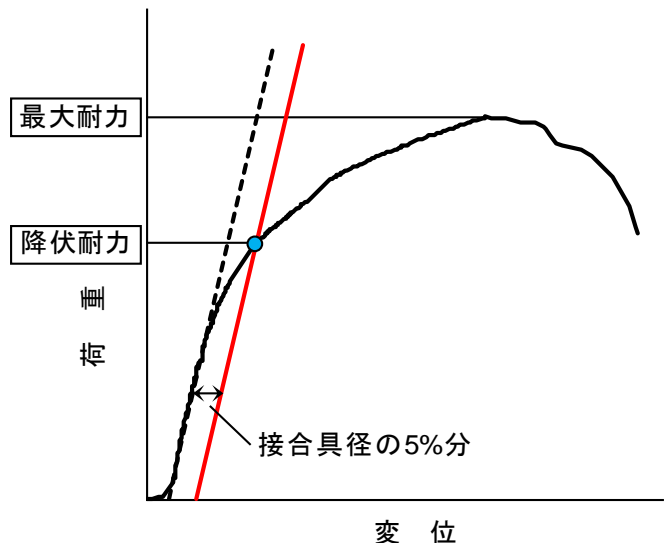
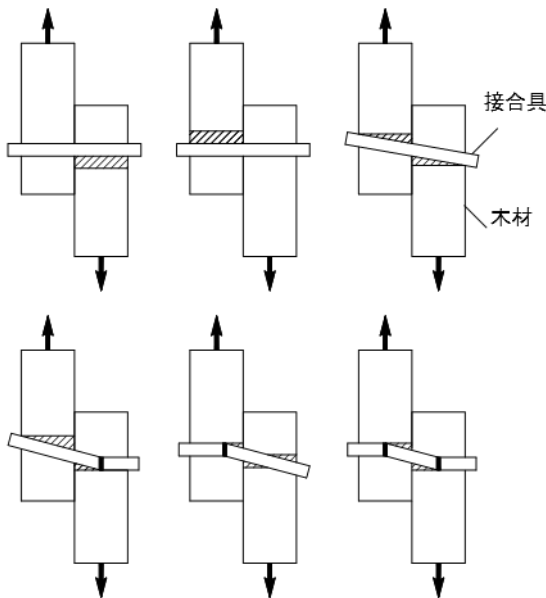


図3 荷重変位曲線と降伏耐力(概念図)

■ 計算による降伏耐力の推定

ある接合部の降伏せん断耐力を知るために、そのつど強度試験を実施できるとは限りません。そこで、計算により降伏せん断耐力を推定する方法を紹介します。

日本建築学会により、接合具を用いた木材と木材（もしくは木材と鋼板）の接合部の降伏せん断耐力を算定する方法が示されています²⁾。この計算方法は、ヨーロッパ型降伏理論という木質構造接合部に関する理論に基づいたものです。基本的な考え方としては、木材および接合具の降伏状態（これを降伏モードと呼びます）について想定される全ての組合せ（図4、この場合、降伏モードは6パターン）について、力のつり合い条件から降伏せん断耐力をそれぞれ計算します。このうち最も小さいものを接合部の降伏せん断耐力とします。少々ややこしいですが、規準書²⁾において、全ての降伏モードおよびそれらに対応する降伏せん断耐力の計算式が示されているため、電卓もしくは表計算ソフトがあれば、誰でも計算することができます。計算には、接合具の径・長さ、木材の厚さ・樹種などの情報が必要になります。



斜線部分は接合具が木材にめり込むことで生じた空隙を表わす

図4 木材同士の接合部の降伏モード

■ 多様な木質材料への展開

最後に、今回取り上げた接合部のせん断耐力に関して、林産試験場が行っている研究の取り組みの一部を紹介します。

降伏せん断耐力の推定式では、木材を「全長に渡って材質が均一であるもの」と仮定して計算しています。木材が製材である場合は、ほぼ問題ありません。ところが、例えば、CLT（Cross Laminated Timber, 直交集成板）という木質材料は、層ごとに繊維方向が直交しています（図5）。このCLTのように、層によって強度の性質が異なる材料は、計算の仮定とマッチしていません。このような多様な木質材料を用いた接合部について、強度試験によるデータの蓄積・解析や、材料の特性を反映させた耐力推定式の提案などを通して、安全で合理的な接合部の設計を可能にする研究に取り組んでいます。

参考資料

- 1) 戸田正彦：林産試だより2014年10月号，pp.12-13（2014）
- 2) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説，日本建築学会編，丸善，pp.222-234（2006）

（性能部 構造・環境グループ 富高亮介）

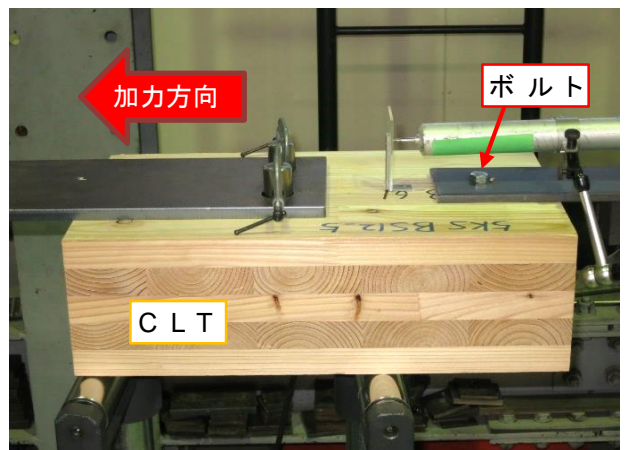


図5 CLT接合部の強度試験

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30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:109)
2. 調査実施時期 平成30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:98社 / 回答率:89.9%)

【①原料在庫状況(トマツ)】

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	H29.7-9	H29.10-12	H30.1-3	H30.4-6	H30.7-9	H30.10-12
H29.9	-23	-20	-22	-	-	-
H29.12	-	-42	-42	-47	-	-
H30.3	-	-	-27	-39	-43	-
H30.6	-	-	-	-26	-29	-30

原木在庫量(「林産工場動態調査」より)※月平均 (m³)

	H29.7-9	H29.10-12	H30.1-3	H30.4-6	H30.7-9	H30.10-12
当年	145,319	128,115	166,125	-	-	-
(前年)	153,073	137,052	163,819	163,061	145,319	128,115
対前年比	95%	93%	101%	-	-	-

(概況)

原木在庫量は前年に比べて若干上回っているが、依然として不足感・不安感があり、今後も引き続き前年を下回る見通し。

(回答企業の主なコメント)

小径木や3.65mの丸太が不足気味/原料調達に不安/雨で出材できないことが不安/値上げ傾向だが原木不足/在庫がかなり少ない/年内の状況は厳しい/昨年が悪かったので「前年同時期より多い」とする

【②製品の荷動き(トマツ)】

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	H29.7-9	H29.10-12	H30.1-3	H30.4-6	H30.7-9	H30.10-12
H29.9	7	0	-8	-	-	-
H29.12	-	9	-1	-6	-	-
H30.3	-	-	2	-6	-2	-
H30.6	-	-	-	-7	-3	-9

原木消費量(「林産工場動態調査」より) (m³)

	H29.7-9	H29.10-12	H30.1-3	H30.4-6	H30.7-9	H30.10-12
当年	216,811	214,410	190,366	-	-	-
(前年)	209,713	203,086	188,783	218,172	216,811	214,410
対前年比	103%	106%	101%	-	-	-

(概況)

荷動きはほぼ前年並み、今後は前年並みか若干下回る見通し。

(回答企業の主なコメント)

製品の出荷状況は昨年と同じ/受注は旺盛/原木高・製品安にて苦慮しているが、荷動きは前年並み/棧木等不足、梱包材は前年並み/建築物件が少ないようで、動きは鈍い/見通しはきびしくなりそうだ

【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	H29.7-9	H29.10-12	H30.1-3	H30.4-6	H30.7-9	H30.10-12
H29.9	-18	-22	-16	-	-	-
H29.12	-	-61	-63	-59	-	-
H30.3	-	-	-55	-57	-57	-
H30.6	-	-	-	-38	-45	-43

原木在庫量(「林産工場動態調査」より)※月平均 (m³)

調査時点	H29.7-9	H29.10-12	H30.1-3	H30.4-6	H30.7-9	H30.10-12
当年	220,462	173,281	180,409	-	-	-
(前年)	236,551	203,646	231,761	239,167	220,462	173,281
対前年比	81%	84%	94%	-	-	-

(概況)

原木在庫量は、引き続き前年を大きく下回っており、今後も引き続き前年を下回る見通し。

(回答企業の主なコメント)

原木は不足気味、動向に心配あり/中径木がない/年々原木の出材減少し、製品の注文に合わせて出荷することが難しい/伐採する人が不足のため原木不足が続くと思われる

【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	H29.7-9	H29.10-12	H30.1-3	H30.4-6	H30.7-9	H30.10-12
H29.9	6	2	-6	-	-	-
H29.12	-	26	20	6	-	-
H30.3	-	-	4	5	2	-
H30.6	-	-	-	6	0	-4

原木消費量(「林産工場動態調査」より) (m³)

	H29.7-9	H29.10-12	H30.1-3	H30.4-6	H30.7-9	H30.10-12
当年	297,111	309,295	286,973	-	-	-
(前年)	288,325	304,286	293,198	313,198	297,111	309,295
対前年比	103%	102%	98%	-	-	-

(概況)

荷動きは前年を若干下回る水準となっており、今後は前年並みとか、徐々に下回る見通し。

(回答企業の主なコメント)

引き合いは横ばいだが、先行き不透明/受注旺盛だが、原木対応が懸念/原木価格高騰により利益が薄く、採算合わず/製材の受注は問題ない/原木不足・低質丸太の流通による歩留り低下が心配

(北海道水産林務部林務局 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

■アカエゾマツサミットが開催されました

7月3日（火），一般社団法人Pine Grace（パイングレース）主催による第6回アカエゾマツサミットが林産試験場講堂にて開催されました。

北海道の郷土樹種であるアカエゾマツについて、当场性能部関一人研究主幹による化学成分に関する講演をはじめ、様々な分野から計5件の研究活動報告があり、部門を超えた新たな交流が始まる場となりました。



【アカエゾマツサミットの様子】

■岩見沢農業高校の生徒が見学・学習に訪れました

7月20日（金），国の助成事業である「多様な担い手育成事業」の一環として行われた岩見沢農業高校森林科学科の生徒38名の試験研究施設の見学・林産加工に関する学習を受け入れました。

実際の建築物で使われる大きな部材の強度試験や、木材を圧縮する実演などを通して、将来の林業・林産業を担う生徒の皆さんに木材について学んでいただきました。



【高校生の施設見学の様子】

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

■木になるフェスティバルを開催しました

7月21日（土），（一社）北海道林産技術普及協会との共催で「第27回木になるフェスティバル」を開催しました。

林産試験場を一日開放し、木材を使った科学実験や、工作、木っ端市、場内見学会など盛りだくさんの催事を行いました。



【木になるフェスティバルより】

2018年8月号

平成30年8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