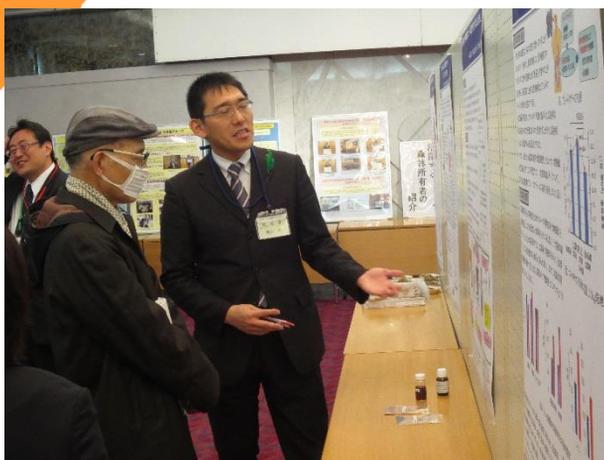


林産試 だより

ISSN 1349-3132



昨年度の成果発表会の様子
（「林産試ニュース」より）

平成28年度試験研究の紹介	1
シイタケ廃菌床からブドウ糖を生成する（3） －収穫期間と酵素糖化率－	3
Q&A 先月の技術相談から 〔木材のヤング率について〕	6
行政の窓 〔平成28年度 北海道の木材関連施策について〕	8
林産試ニュース	9

4

2016

林産試験場

平成28年度試験研究の紹介

企業支援部 普及調整グループ 長谷川祐

■はじめに

林産試験場では、平成28年度に23課題（うち新規7課題、28年4月1日時点）の試験研究に取り組みます。その内訳は、道の交付金で実施する戦略研究2課題、重点研究5課題、経常研究10課題に加え、国や法人等の委託や補助金を利用した公募型研究5課題、民間企業等との共同研究1課題（受託研究0課題）となっています。各研究課題の概要は以下のとおりです。

■戦略研究、重点研究および経常研究

○木材・木製品の生産と流通の高度化のための研究開発

1) 成熟化するトドマツ人工林材の用途適性評価と利用技術開発（重点：H26～28）

中大径化が進むトドマツ人工林材について、天然林材と同等に扱えるのかを検証するとともに、腐朽材の選別基準や混入低減のための対応策を示し、トドマツ人工林資源の価値の適正評価や有効活用を図ります。さらに、需給の安定化を踏まえた将来的な利用モデルの提案を目指します。

2) カラマツ中大径木による心持ち平角材の利用拡大技術の開発（重点：H27～29）

カラマツ心持ち平角材を品質の確かな梁・桁として利用するための乾燥・加工技術と、併せてその利用推進に向けた各種住宅技術の開発を行い、道産材の戸建住宅や共同住宅等への利用促進を目指します。

3) 地域力を高めるものづくり産業モデルの検討（経常：H26～28）

カラマツやトドマツ人工林の物的地域資源からオーダーメイドの名札等の付加価値木製品を生産し、福祉施設との連携によって、高齢者や障がい者の労働力に着目した人的地域資源を活用する検討を行います。

4) アカエゾマツ間伐材の材質および利用特性の検討（経常：H27～28）

アカエゾマツ間伐材の割れの発生状況、伐倒直後の含水率や強度等の各種物性を調査し、特徴を明らかにするとともに、集成材ラミナとして用いる場合の乾燥特性、強度特性、歩留まりについて検討します。

5) カラマツ材のヤニ滲出防止のための基礎的検討（経常：H27～28）

道内のカラマツ人工林資源から品質の高い建築用材を生産するための要素技術として、脱脂処理の効果を定量的に明らかにするとともに、樹脂量の簡便な測定方法の検討を行います。

6) トドマツ人工林材の利用拡大に向けた平角材乾燥技術の検討（経常：H27～29）

断面寸法の大きい平角材に共通の課題である人工乾燥装置の使用期間の長期化と乾燥コスト増大を抑制するため、複数の工程を組み合わせた乾燥技術を検討します。

7) カラマツ材による高性能積層材の開発（経常：H28～30）

8) 道産CLTの生産性向上に向けた堆積時間延長型接着剤による接着技術の確立（経常：H28～30）

道産CLTの生産性向上を目的に、堆積時間延長型の接着剤を用いた接着技術を確立し、堆積時間延長による生産性の向上が道産CLTの製造コストに及ぼす影響を明らかにすることを目指します。

○木材・木製品や木質構造物の安全性、信頼性、機能性向上のための研究開発

1) 道産カンバ類の高付加価値用途への技術開発（重点：H27～29）

道産広葉樹の中で資源の安定しているカンバ類から、高価値な用途に利用できる材料を製造する技術を開発し、さらにそのための原木の収集方法と、内装材や家具などへの利用方法について提案します。

2) 道産針葉樹材から放散する揮発性有機化合物の解明とにおいの評価（経常：H26～28）

内装材として用いられる道産材から放散する揮発性有機化合物のうち、放散量が大きく芳香に大きな影響を与える成分とされる α -ピネン、リモネン等を対象に、放散速度の樹種による違いなどを明らかにし、気中濃度とヒトが感じるにおいの強さの関係を検討します。

3) 防腐薬剤処理木材を使った道路構造物の予防保全に関する研究（重点：H28～30）

防腐薬剤処理木材を使用した道路構造物の耐用年数を推定する方法を確立し、予防保全（構造物が壊

れる前に劣化を予測・補修することで、トータルの維持管理コストを低減させ、安全性や耐久性の向上も図る管理手法)の考えに基づいた維持管理計画の立案に必要な技術資料の作成を目指します。

4)異なる接合要素を併用した接合部の性能評価に関する研究(経常:H28~30)

中大規模な木質構造物の接合部を一般的な金物や接合具を用いて平易に設計できるよう、異なる種類の金物や接合具を併用した場合の接合部の変形挙動について、推定・評価する手法の開発を目指します。

5)エクステリア用塗装木材の耐候性向上に関する研究(経常:H28~30)

木材表面の改質に効果のある銅化合物による前処理と塗装を組み合わせることで、塗装木材の耐候性能を改善する処理方法の確立を目指します。

○きのこの価値向上のための研究開発

1)素材・加工・流通技術の融合による新たな食の市場創成(戦略:H27~31)

美味しくヘルシーで手軽な新たなきのこ食品商材の開発を目指し、市場ニーズと販売ターゲット、技術的課題などを明確化して、新商材のビジネスモデルを構築します。

2)早生樹「ヤナギ」を活用した高品質シイタケの安定生産システムの開発(重点:H26~28)

樹皮を含むヤナギのおが粉をシイタケの菌床栽培に利用することで、大粒かつ肉厚なシイタケの発生率が高まる要因やメカニズムを解明するとともに、ヤナギのおが粉を活用した高品質な菌床シイタケの安定生産システムの構築を目指します。

○森林バイオマスの総合利用の推進のための研究開発

1)地域・産業特性に応じたエネルギーの分散型利用モデルの構築(戦略:H26~30)

地域の振興・活性化とエネルギー自給率の向上の実現を目指した最適なエネルギー需給システムを構築・提案することを目的に、林産業関連施設の運用エネルギーの実態把握やその推定手法の開発、さらに各種バイオマスの燃料特性の評価や品質管理技術、品質向上技術の検討を行います。

2)未利用バイオマス燃料の品質確保に関する研究(経常:H28~29)

林地や土場などに長期間放置された未利用バイオマスを燃料として活用するため、腐朽等による材質変化が燃料品質に与える影響を明らかにし、適正な保管期間について検討します。

公募型研究

公募型研究は、各省庁や所管独立行政法人等の委託や補助金等、各財団の研究助成事業等、競争型研究資金の公募に応募して採択された場合に実施される研究です。事業によっては他の研究機関や企業とも連携しながら製品開発・技術開発を行います。

1)伐採木材の高度利用技術の開発(H25~29)

2)既存木質構造物の残存性能評価法と耐力再生法の提案(H26~28)

3)寒冷地に適応した菌根苗育成システムの開発(H27~31)

4)農業用廃プラスチックの地域内資源循環システムの社会実装に係る研究(H27~29)

5)突然変異を活用した生産環境と消費者ニーズに優れた食用きのこ新品種の育成(H27~30)

共同研究

共同研究は、技術の向上や製品開発等を希望する企業等からの依頼により、林産試験場と企業等とが知識・技術・ノウハウを持ち寄り、分担して共同で研究を行う制度です。

1)トドマツおが粉を活用したエノキタケ生産システムの高度化(H28~29)

シイタケ廃菌床からブドウ糖を生成する (3) — 収穫期間と酵素糖化率 —

利用部 微生物グループ 檜山 亮

■はじめに

近年、北海道では7,500トン以上の生シイタケが生産され、その約97%はおが粉を用いた菌床栽培によるものとなっています^{1,2)}。シイタケの収穫が終わった後の廃菌床を有望なバイオマス資源であると考え、これまで酵素糖化法で廃菌床からブドウ糖を得るための研究を行ってきました^{3,4)}。その結果、廃菌床にはセルロースが3割程度残存していること、シイタケの菌糸が木質の一部を分解することにより酵素糖化性が向上していること、収穫後に15~25℃で1~2か月放置（以下、保存処理）すると木質の分解が進んで酵素糖化性が更に向上することがわかってきました³⁾。

廃菌床を保存処理すると酵素糖化率が10%程度向上します³⁾が、廃菌床を保管するためにはストックヤードを用意する必要があり、維持管理費用もかかります。一方、シイタケの収穫期間を延長することでも酵素糖化率が向上することが予想されました。そこで、シイタケの収穫期間を延長し、シイタケの収量を増やしつつ糖化率を向上させる検討を行いました⁵⁾。

■収穫期間の延長により糖化率は向上するか？

近年の北海道内のシイタケ菌床栽培では、シラカンバとミズナラのおが粉を混合して調製した菌床

（以下、カバナラ菌床）からシイタケを3回程度収穫することが多いので、生産者の栽培方法を参考に、**図1**のような方法でシイタケを栽培し、廃菌床を作りました（3回収穫廃菌床）。これに対し、収穫回数を2回増やして、収穫期間を延長した廃菌床も作りました（5回収穫廃菌床）。

3回収穫と5回収穫の廃菌床の成分について木材の主要3成分を分析したところ、収穫期間の延長により、ブドウ糖の原料となるセルロースの割合がごくわずかに増加し、逆にセルロースの酵素糖化の際に邪魔になるヘミセルロースとリグニンの割合に若干の減少が認められました（**図2**）。

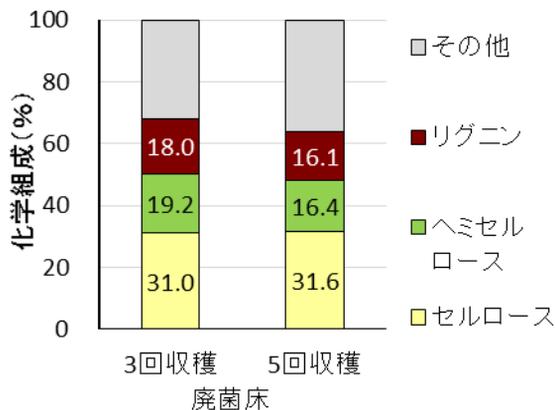


図2 収穫回数の異なる廃菌床の化学組成

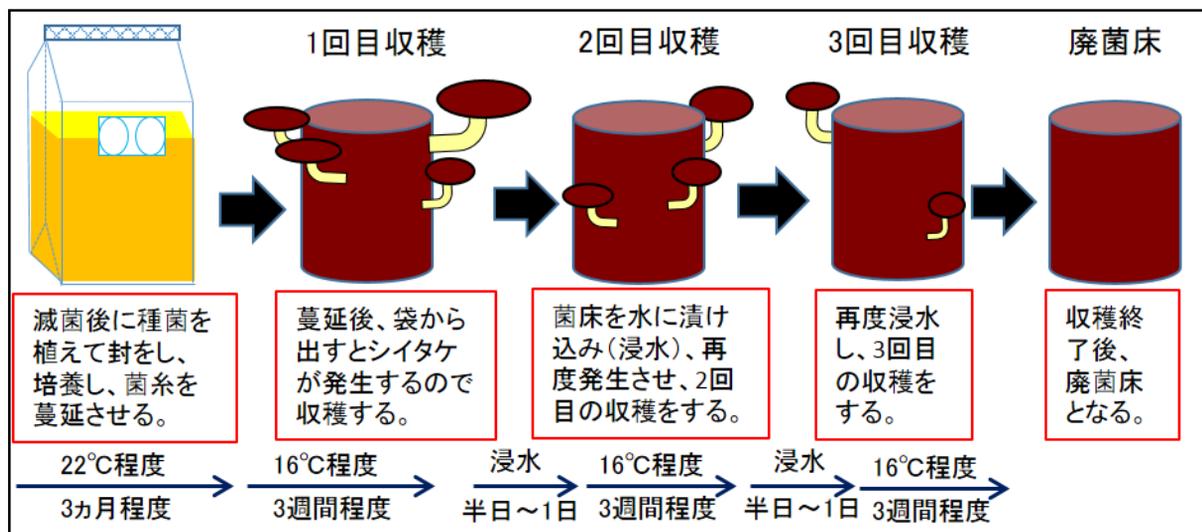


図1 3回収穫廃菌床の調整方法

廃菌床から酵素糖化により得られたブドウ糖の量と酵素糖化率を表1に示します。3回収穫廃菌床と5回収穫廃菌床から得られたブドウ糖はそれぞれ乾物1gあたり155mgと191mgで、酵素糖化率も収穫期間を延長することで45.0%から54.5%に向上させることができました。収穫期間の延長は、既に報告した廃菌床の保存処理³⁾と同様の糖化率向上効果をもたらすと言えます。

表1 収穫回数の異なる廃菌床から酵素糖化で得られるブドウ糖の量と酵素糖化率

	廃菌床	
	3回収穫	5回収穫
ブドウ糖 (mg/g-廃菌床)	155	191
酵素糖化率 (%)	45.0	54.5

注) 9.8 mg/g基質の酵素添加量で48時間酵素糖化した。

■収穫期間の延長で得られたシイタケの収量は？

収穫回数の異なる菌床から得られたシイタケの発生量を図3に示します。5回収穫廃菌床において、今回の栽培試験では4回目の収穫は得られず、5回目の発生量は平均21gで、残念ながら収穫期間を延長しても収量はあまり増加しませんでした。

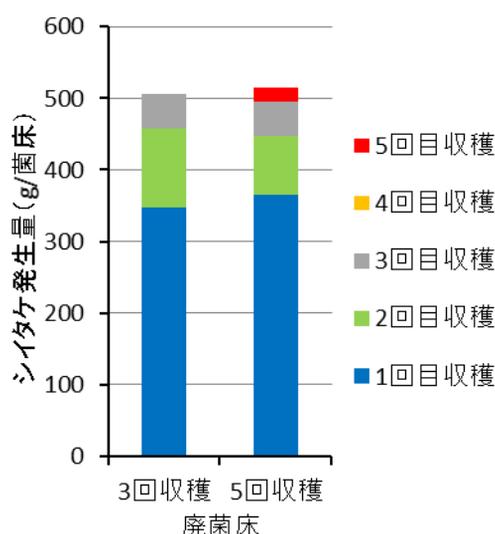


図3 収穫回数の異なる菌床から得られたシイタケの発生量

シイタケ生産者の立場になってこの収穫期間の延長について考えると、この程度の収量増では栽培施

設のスペースが占有されること等のデメリットの方が大きくなると想像され、収穫期間の延長の経済性は低いと考えられました。すなわち、今回林産試験場で設定した条件下では、北海道で一般的に用いられているカバナラ菌床を用いたシイタケ栽培において、収穫期間の延長によるシイタケ収量増と廃菌床の酵素糖化率向上を両立できるという結果は得られませんでした。

■ヤナギを培地基材に用いた長期栽培の可能性

近年、林産試験場ではヤナギのおが粉を培地基材として用いた高品質シイタケの生産技術の開発を行っており、良好な結果が得られつつあります⁶⁾。ヤナギを培地基材に用いた場合、栽培条件によっては4回目収穫と5回目収穫のシイタケ発生量の合計が95g程度得られることもあり⁷⁾、栽培期間を延長したとしても採算性が維持される可能性が考えられました。そこで、ヤナギを培地基材に用いたシイタケ廃菌床の酵素糖化率を調べてみました⁸⁾。図4にエゾノキヌヤナギとオノエヤナギを培地基材としたシイタケ廃菌床の酵素糖化率を示します。先ほどものカバナラ菌床よりも粗い粉碎をして酵素糖化したものなので、直接比較はできませんが、収穫期間を延長したカバナラ菌床と同程度の高い糖化率を得ることができました。これらのことから、ヤナギを培地基材に用いたシイタケ栽培では収穫期間の延長によって収量を増やすことと糖化性の高い廃菌床を得ることの二つが成り立つ可能性が示されました。

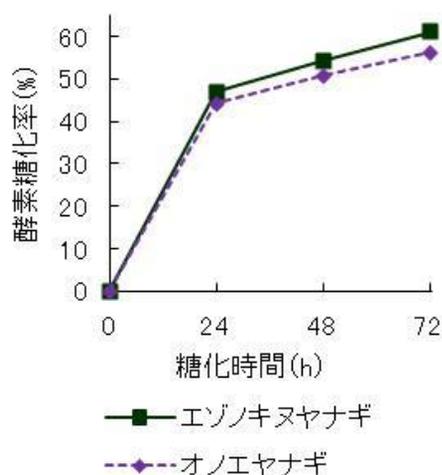


図4 ヤナギを培地基材とした廃菌床の酵素糖化率
注) 9.8mg/g基質の酵素添加で糖化した

■おわりに

収穫期間の延長により酵素糖化率が高まることがわかり、ヤナギを培地基材に用いた廃菌床ではシイタケ収量増と酵素糖化率向上の両立の可能性も見出されました。次回はヤナギを培地基材に用いた廃菌床から得られたブドウ糖を発酵してバイオエタノールを製造する研究について紹介します。

■引用文献

- 1) 北海道：平成26年北海道の主要特用林産物の生産量（最終確認日：2016年3月31日）
<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/grp/04/okusan/syuyouseisanryou.pdf>
- 2) 北海道：平成25年北海道特用林産統計（2015.1）
- 3) 檜山 亮：シイタケ廃菌床からブドウ糖を生成する，林産試だより2011年12月号，p5-7
- 4) 檜山 亮：シイタケ廃菌床からブドウ糖を生成する（2）～蒸煮処理による酵素糖化率の向上～，林産試だより2013年10月号，p1-3
- 5) Ryo Hiyama, Seiki Gisusi, Akira Harada : Effect of increased harvests on saccharification ratio of waste mushroom medium from the cultivation of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*), Journal of Wood Science 59(1), p88-93, (2013)
- 6) 原田 陽：地域資源である早生樹「ヤナギ」をシイタケ栽培へ活用する，林産試だより2015年6月号，p6
- 7) 原田 陽，折橋 健，檜山 亮，宜寿次 盛生，棚野 孝夫：シイタケ菌床栽培における早生樹「ヤナギ」の利用，日本きのこ学会誌22巻1号p24-29，(2014)
- 8) Ryo Hiyama, Akira Harada, Seiki Gisusi, Ken Orihashi : Ethanol production from unpretreated waste medium of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) by semi simultaneous saccharification and fermentation under high substrate concentration condition, Cellulose Chemistry and Technology, 印刷中

Q&A 先月の技術相談から

木材のヤング率について

Q: 木材のヤング率とはどのようなものなのでしょうか？また、どのように求めるのでしょうか？

A: 木材のヤング率は樹種や力を受ける方向、使われている大きさによって異なります。建築で柱や梁として使われている木材（実大材）が主に、軸方向に力を受ける時の性能を予測するには、縦ヤング率の値を用います。

一方、柱梁を繋ぐ接合部の箇所や家具、木材工業品等の性能を予測する場合には、節や目切れ等の欠点を外して採取した試験体（無欠点小試験体）から得られた各3方向（繊維平行方向、半径方向、接線方向）のヤング率の値を用います。それぞれのヤング率の求め方については、以下に概説します。

■実大材の縦ヤング率

実大材のうち建築材料として使われる木材の縦ヤング率は、日本建築学会の『木質構造設計標準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—』¹⁾に記載されており、過去の『林産試だより』²⁾でも概説しています。

実大材の縦ヤング率は縦振動法（打撃音法）によって求めます。縦ヤング率は図1に示すように、木材を両端で支持して、片方の木口面をハンマーで軽く叩き、もう一方の端に置いたマイクにより振動音を検出します。この振動音の波形データを高速フーリエ変換（FFT）して、木材の1次固有振動周期Tを算出します。Tと木材の密度ρと測定長さLを用いて木材の縦ヤング率 $E_{//}$ が以下の式で得ることができます³⁾。

$$E_{//} = (2LT)^2 \rho$$

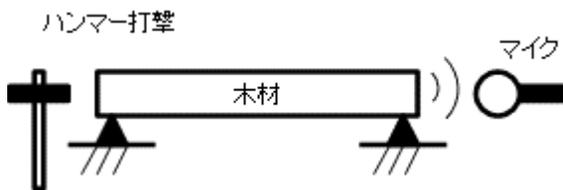


図1 縦振動法の概要

■無欠点小試験体のヤング率

日本の代表的な樹種の無欠点小試験体のヤング率は『木材工業ハンドブック』⁴⁾に記載されています。無欠点小試験体のヤング率を求める方法には、主に引張で求める方法と、圧縮で求める方法の2つがあります。そして、木材の引張と圧縮では若干性能は異なります。図2に木材を接線方向に引張った時と圧縮した時の応力とひずみの曲線（SS曲線）を一例として示します。

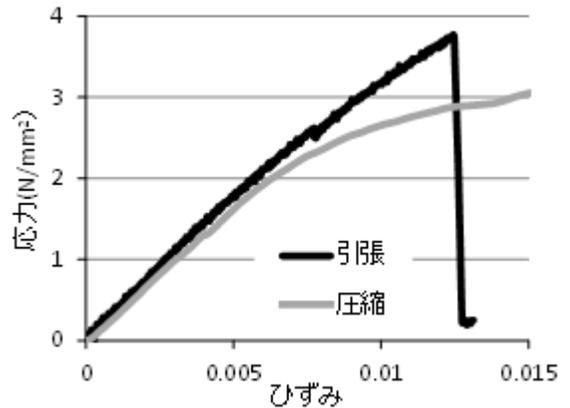


図2 アカエゾマツの接線方向への引張及び圧縮時のSS曲線

SS曲線の初期の傾きであるヤング率は、引張も圧縮も、ほぼ同じと見なすことができます。しかし、引張試験では、木材を引張った時にひずみが増すにつれ加力する力が大きくなり、最大応力に達した時には一気に破壊してしまいます。一方で、木材を圧縮した時は一定の力でめり込んでいき、明確に破壊することはありません。一般的に木材の引張試験は、試験体の加工に手間がかかるため、木材の無欠点小試験体のヤング率を求める時は圧縮試験を行います。木材の圧縮ヤング率は日本工業規格（JIS Z2101）⁵⁾に従って求められます。繊維平行方向、半径方向、接線方向でそれぞれヤング率が異なるので、各方向で試験を行う必要があります。試験体の形状を図3に示します。試験体が座屈しないように、辺長をa（20～30mm）とすると、高さは2a～4aと指示されています。

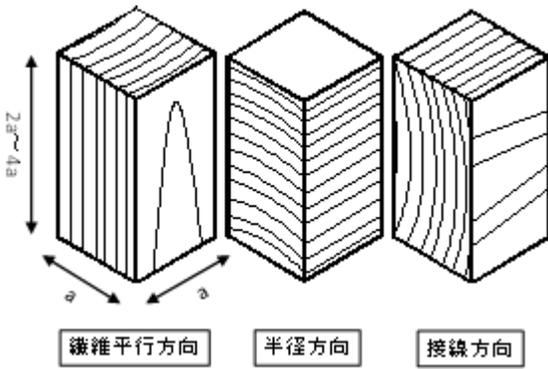


図3 木材の3方向の圧縮試験体

圧縮試験でひずみを計測する際は、写真1のように試験体の中央の区間のひずみを伸び計、もしくは変位計を用いて計測します。

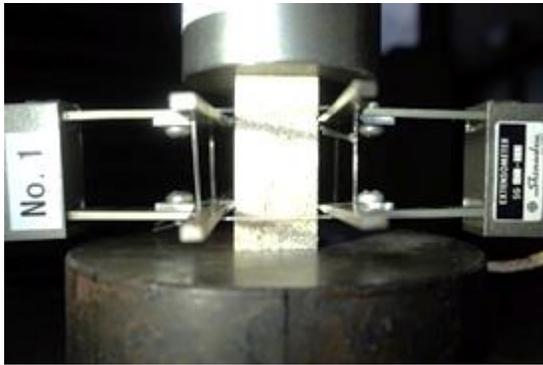


写真1 繊維平行方向の圧縮試験

試験体全体のひずみは用いません。これは、加力を受けている付近の木材は試験機との接触する箇所で摩擦の影響を受けて、応力が乱れるためです。JISでは辺長 a の0.5倍の距離、接触面から離れた所からひずみを得るよう指示しています。

林産試験場では現在、北海道産の様々な樹種のヤング率を上記の方法で求め、データベース化を試みています。

■ 参考資料

- 1) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説 ―許容応力度・許容耐力設計法―，丸善，2010(12)
- 2) 藤原拓哉：「Q&A 先月の技術相談から 木材の強度の基準値」，林産試だより，9，2006(2)
- 3) 祖父江信夫：パソコンによる実大木材のヤング率の自動計測，木材工業(42)：415 - 417，1987(9)
- 4) 独立行政法人森林総合研究所：木材工業ハンドブック，丸善，2007(12)
- 5) 日本工業規格：木材の試験方法，JIS Z2101，2009

(利用部 資源・システムグループ 村上了)

行政の窓

平成28年度 北海道の木材関連施策について

北海道ではカラマツ・トドマツなどの人工林資源が成熟し、本格的な利用期を迎えています。これらの資源を活かして森林資源の循環利用を進め、TPP協定による新たな国際環境の下で林業・木材産業の競争力強化を図るため、原木を安定的に供給・加工する体制を構築し、地域材の利用拡大を一層進める必要があります。

このため、道では今年度、合板・製材拠点施設の生産性・品質向上や地域の需要に応じた木材生産・供給による利用拡大を目指す「林業・木材産業の競争力強化」、CLTなど新たな需要創出や施設の木造・木質化、木質バイオマスの安定供給などを進めて木材利用を図る「地域材の利用促進」、森林づくりや木材利用に対する理解及び参加・協力を促進するための「木育を通じた協働の森林づくり」などを柱に様々な取組を進めます。

「林業・木材産業の競争力強化」 「地域材の利用促進」

※ 平成28年度予算（平成27年度予算） 単位：千円

- ◎ 合板・製材生産性強化対策事業 5,065,673千円（新規）
 - ・生産性や品質の向上を図る木材加工流通施設の整備
木材加工の拠点となる大規模で高効率な合板・製材工場等への支援
 - ・原木を安定供給する間伐の実施や路網の整備等
間伐材の生産、路網整備、高性能林業機械等の整備への支援
- ◎ 道産CLT早期実用化促進事業 64,527千円（新規）
 - ・協議会の設置，モデルとなる実証建築の推進，
道内の生産加工体制の検討
- ◎ 林業・木材産業構造改革事業費 1,119,077千円（599,575千円）
 - ・波及効果の高い木造公共施設整備，木質バイオマスボイラーの整備
特用林産施設の整備
- ◎ 木質バイオマス資源活用促進事業 11,500千円（8,000千円）
 - ・地形などの地域特性に応じた林地未利用材の搬出方法の実証・普及
 - ・地域関係者の連携による効率的な木質バイオマスの流通方法の検討
 - ・消費者と連携した木質ペレットの需要拡大の検討，普及啓発
- ◎ その他の取組
 - 公共土木工事等での需要拡大
 - ・トドマツ型砕合板の幅広い関係機関での活用促進 など



CLT生産加工体制の検討



林地未利用材搬出の実証・普及

「木育を通じた協働の森林づくり」

- ◎ 道民との協働の森づくり推進事業費 20,383千円（26,264千円）
（木育の情報発信等）
- ◎ 木育推進事業費 2,114千円（新規）
（木育マイスターの育成・活用）
- ◎ 予算事業以外の取組
 - ・「希望」を「きぼう」でプロジェクト
 - ・木育の産業化等に向けた支援



道民森づくりネットワークの集い

（水産林務部林務局林業木材課林業木材グループ）
（水産林務部森林環境局森林活用課木育推進グループ）

林産試ニュース

■H27年研究成果発表会を開催します

4月21日（木）10:00～16:30、北海道大学学術交流会館（札幌市北区北8条西5丁目）にて、「平成28年北海道森づくり研究成果発表会（森林整備部門・木材利用部門）」を開催します。例年、木材利用部門は旭川市で行っていましたが、今年度は更に多くの方々への参加を期待し、札幌市での開催となりました。

本発表会では、新技術の開発・実用化、森林資源循環活用に向けた取組など道総研林業試験場、林産試験場の研究成果や、道内各地で取り組まれた木材利用推進のための普及活動事例など、多くの発表が行われます。森づくりに直接携わっている方、市町村などで林務や緑化行政を担当されている方、大学等の研究者や学生の方はもちろん、森づくりやみどりの環境づくり、木材利用などに興味のある方であればどなたでもご参加いただけます（入場無料）。

プログラムの詳細や参加の申込方法については、林産試験場ホームページでお知らせしています。お問い合わせは普及調整グループ（内線414、415）までお願いします。

<http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fri/event/28kaisai.html>

なお、本研究成果発表会は（一社）森林・自然環境技術者教育会（JAFEE）によるCPDプログラムに認定されています。会場受付にて、CPDの受付をいたしますのでお申し出下さい。



【昨年度の様子】

■木と暮らしの情報館をオープンしました

冬季休館していた林産試験場の展示施設「木と暮らしの情報館」を、4月1日（金）から開館しました。開館時間は9:00～17:00です。なお、4月17日（日）までは土曜・日曜を休館しますので、ご来館の際はお気を付け下さい。

また、木の玉プールやすべり台で人気のログハウス「木路歩来（コロポックル）」は4月23日（土）から開館の予定です。多くの皆様のご来館をお待ちしています。

■北海道こども木工作品コンクールを開催します

平成28年度も、道内の小中学生を対象とした「第24回北海道こども木工作品コンクール」を開催します。作品の募集期間は、平成28年8月15日～9月2日です。たくさんのお応募をお待ちしています。

コンクールの詳細については、下記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>

■道総研リクルートページを公開しました

北海道立総合研究機構（略称 道総研）では、平成28年度に採用する職員の募集にあたり、職員採用情報サイト「フカボリ！ドーソーケン」を公開しました。

道総研の研究職員・海事職員が取り組む研究テーマや、日常の業務風景、職員の声などをご紹介しているほか、道総研の組織や給与・福利厚生制度についてもわかりやすくご紹介しています。研究者を目指している方はもちろん、道総研の研究・業務に関心のある方、お知り合いが研究職を希望されている方も、ぜひ一度ご覧ください。

<http://www.hro.or.jp/fukabori/>



林産試だより

2016年4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/fpri.html>

平成28年4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