

林産試 だより

ISSN 1349-3132



北海道ビジネスEXPO展示（林産試ニュースより）

カラマツCLTの曲げクリープ性能	1
カラマツ材におけるヤニツボの性状とヤニの化学成分	4
Q&A 先月の技術相談から〔燃料用木質チップの品質規格について〕	9
行政の窓〔農林漁業の新たな担い手モデル事業の取組について〕	10
林産試ニュース	11

12
2018

林産試験場

カラマツCLTの曲げクリープ性能

技術部 生産技術グループ 高梨隆也

1. はじめに

欧州で開発された新しい木質材料であるCLT (Cross Laminated Timber, 日本農林規格では直交集成板)は、木材の強度と寸法変化の異方性を大幅に改善できること、従来の木材や木質材料と比較して大断面で分厚い材料であり大きな荷重に耐えられることなどが評価され、中高層建築物への活用など日本でも急速に普及が進んでいます。

林産試験場でも北海道産木材を用いたCLTの製造条件、材料性能、構造性能などについて様々な研究を進めており¹⁾、その成果は様々な基準や規格整備に活用されています。これまで行ってきた道産材CLTに関する研究の中から、本稿ではカラマツCLTの曲げクリープ性能についてご説明します。

2. クリープとは

構造物の建築設計を行うときには、部材の初期のたわみに変形増大係数を乗じて長期たわみを計算する必要があります²⁾。部材の自重や荷物などによる荷重が継続的に生じる床部材では、この計算は重要です。これは、長期間にわたって荷重を受ける部材では時間の経過に伴い変形が増加する現象が起こるためです。

木材はセルロースなどの高分子材料で形成されています。高分子は分子鎖が長いと粘弾性を示し、荷重をかけた直後に、荷重に比例する変形が生じる(弾性)に加え、その荷重が継続したときには時間と共に変形が増大するという性質(粘性流動)も持ちます。

例えば、一定の荷重が継続的にかかっている梁を考えます。荷重が生じた直後は材料固有の比例定数に荷重をかけた値 δ_0 という変形が生じます。そして、この荷重が継続すると時間 t の関数で表される変形 $\delta_{f(t)}$ が付加されます(図1)。すなわち、荷重が継続した時間を t とすると、 t の時の梁の変形 δ_t は以下の式で表すことができます。

$$\delta_t = \delta_0 + \delta_{f(t)} \quad (1)$$

このように、荷重を継続させた時間に伴って変形が増大する現象をクリープ現象といいます。クリープ変形量 $\delta_{f(t)}$ は荷重の大きさに左右され、ある限界以上の荷重をかけ続けると、ある時に大変形が生じ

てクリープ破壊という破壊が生じます(図2A)。また、その限度未満の荷重をかけ続けた場合には、やがてクリープ変形が収束して、材料は破壊されないまま保たれます(図2B)。

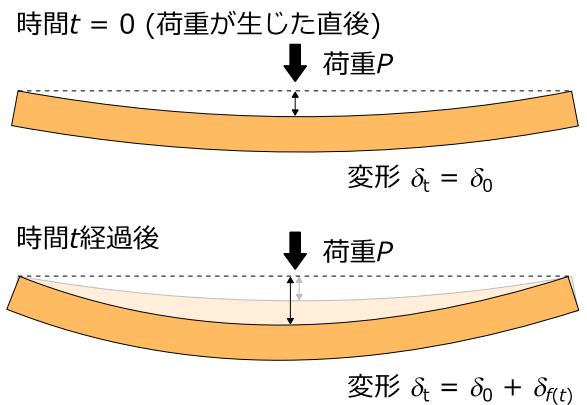


図1 クリープ現象の模式図

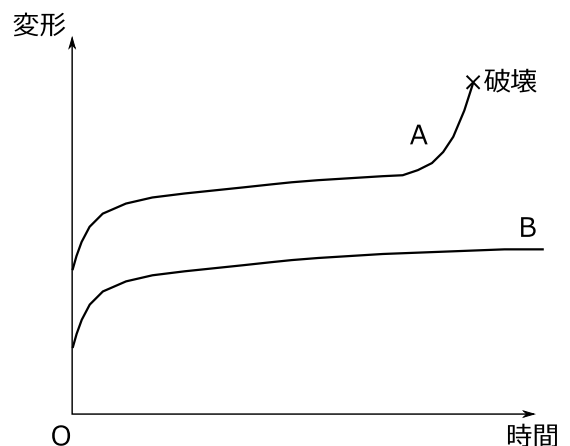


図2 経過時間とクリープによる変形の関係

3. 強度試験—道外産スギとの比較—

構造物の設計時には、部材に継続的にかかる荷重を計算して、クリープ破壊が生じないように部材の性能や断面寸法を決める必要があるとともに、クリープ変形後の部材の変形量を基準以下にする必要があります。例えば、木質構造設計規準³⁾では、梁のクリープ変形後のたわみは部材長さの300分の1以下とすることが定められています。このとき必要となる部材のクリープ変形性能は材料の種類に固有のものであり、その値を実験的に求める必要があります。

す。林産試験場では様々な木質材料を対象としてクリープ変形性能を調べる実験を行っており、そのうちカラマツCLTの曲げクリープ変形性能を調べた実験⁴⁾についてご説明します。

4. 実験方法

この実験で使用した試験体は7層7プライのカラマツCLTで、強度等級は直交集成板の日本農林規格で規定されているMx120としました。試験体寸法は幅300mm×厚さ210mm×長さ4610mmとし、はじめに11体の試験体で短期曲げ強度試験を行いました。短期強度試験とは、材料試験機を用いて載荷開始から破壊までをおおむね10分以内で行う試験のことです。この短期曲げ強度試験での最大荷重の平均値は76.4kNでした。

曲げクリープ試験は温度20°C、相対湿度65%に設定した恒温恒湿室内に設置した長期荷重装置（図3）を用いて行いました。この装置は、この原理によってモーメントアーム先端に吊り下げたおもり重量の約17倍の荷重が試験体に載荷される装置で、装置機構を模式的に表すと図4のようになります。この装置を用いて、試験体にかかる荷重が

$$76.4\text{kN} \times 37\% = 28.3\text{kN} \quad (2)$$

となるような条件で11体の試験体に荷重をかけ続けました。荷重をかけ続けた期間は試験体ごとに異なり最短で48日間、最長で183日間とし、その間、試験体中央のたわみを1分間隔で自動収集しました。



図3 実験で使用了長期荷重装置

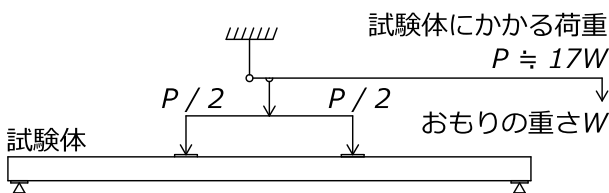


図4 長期荷重装置の載荷装置機構

5. 実験結果

荷重を継続させた期間と変形の関係（時間-たわみ曲線）を図5に示します。設計に必要となる値は、設計者が任意に設定した期間が経過した後のたわみの値です。そのため、時間-たわみ曲線を任意の時間tの関数で表す必要があります。ここでは、時間-たわみ曲線を以下の式で近似することとしました。

$$\delta_t = \delta_0 + At^N \quad (3)$$

ここで、tは任意の時間、 δ_t は時間tのときのたわみ、 δ_0 は試験開始直後のたわみ、AとNは定数です。この式は、時間tが大きくなるにつれてたわみの変化量が小さくなっていくという曲線（図2B）を表現するのに適しています。

得られた時間-たわみ曲線を式(3)に近似させ（図5の点線）、ここにt = 50年を代入して50年後のたわみを予測しました。最初のたわみに対する50年後のたわみの比 ($\delta_{50\text{年}} / \delta_0$)を計算すると、試験体11体の最大値で1.56、最小値で1.33、平均値で1.48という結果となりました。乾燥された一般的な木材や木質材料のクリープ変形性能として、最終的なたわみは最初のたわみの2倍程度となると言われており、カラマツCLTのクリープ変形性能はこの値と比較して小さな値となりました。すなわち、カラマツCLTは長期間の荷重に対して変形が進みにくく安定した材料である、という結果が得られました。ただし、この結果は恒温恒湿状態で得られた結果です。温湿度変動環境下や、部材の含水率が高い状態でのクリープ変形

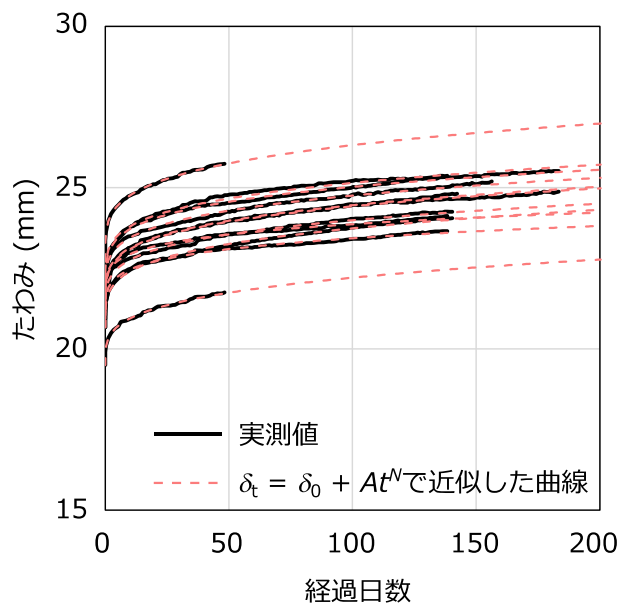


図5 カラマツCLT試験体の時間とたわみの関係

性能を確かめるためには別途実験を行う必要があります。

6. おわりに

カラマツ材は他の樹種に比べてヤング係数が高く変形しにくいなど、構造材料として有利な点が多くあります。それに加えてこの実験から、温湿度定常下でのカラマツCLTはクリープ変形量が小さいという性質も明らかになりました。このようなカラマツCLTの優れた性質を活かすことで、道産材CLTを用いた建築物の普及がさらに進むことが期待されます。

7. 参考文献

- 1) 大橋義徳: 道産CLT (直交集成板)の開発状況. 林産試だより 2016年12月号, pp. 1-5 (2016)
- 2) 戸田正彦: Q&A 先月の技術相談から [変形増大係数について]. 林産試だより 2005年2月号 (2005)
- 3) 日本建築学会編: 木質構造設計規準解説 5.部材の設計. “木質構造設計規準・同解説 -許容応力度・許容耐力設計法-”, pp. 169-209, 日本建築学会, 東京, (2006)
- 4) Ryuya Takanashi, Yoshinori Ohashi, Wataru Ishihara, Kazushige Matsumoto: Long-Term Bending Properties of Cross Laminated Timber with Japanese Larch. The 15th World Conference on Timber Engineering, Seoul, Republic of Korea (2018)木構造振興株式会社編: 木材の強度等データおよび解説, 木構造振興株式会社 (2011)

カラマツ材におけるヤニツボの性状とヤニの化学成分 —ヤニ滲出防止の向上技術に向けての基礎的情報—

性能部 保存グループ 関 一人

1. はじめに

カラマツは、1870年代において、当時の北海道開拓使の米国人招聘技師であったホーレス・ケプロンによる造林奨励と、その後の調査などから寒冷地においても初期成長が早いことが認められ、1890年代に内務省北海道庁により自生地である長野県から道内へ造林木として導入されています¹⁾。その後、カラマツは、戦後の1950年代から1970年代にかけて、燃料革命を遠因とする国の拡大造林政策により、1万ha/年以上（最大4万ha/年）もの大規模な植林が行われ、産炭地のための坑木用材やパルプ用材の確保を目指しました²⁾。北海道におけるカラマツ材の利用は、1995年までの石炭産業の終えんなどの地域経済構造の大きな変化により、それ以降は梱包・仕組材、パルプ、合板、集成材などが中心となってきました²⁾。このような経緯をたどり、現在では、北海道においてカラマツはトドマツと並んで9～12齢級を主体として伐採適齢期を迎えており、2016年（平成28年）の年間素材生産量は道産樹種の中で最も多く、193万m³にも達しています³⁾。

農林水産省は2009年に、木材自給率50%を掲げた当時の民主党政権のマニフェストのもとで⁴⁾、「森林・林業再生プラン～コンクリート社会から木の社会へ～」を公表して⁵⁾、住宅・公共施設等への国産材利用の推進を主導してきました。最近では国産針葉樹材を用いた建築用構造材であるCLT（直交集成板）^{6,7)}の全国における普及にも努めています⁸⁾。また、今年2018年には、建築基準法の大幅な改正があり⁹⁾、国産材の建築用材としての利用が容易になってきています。このような新規政策や法律改正の流れを受けて、2020年に開催予定の東京オリンピック・パラリンピック競技大会では、新設競技場への国産材の積極的な利用が計画されています¹⁰⁾。さらに、北海道でも循環型社会を目指した“地材地消”など、地場のカラマツをはじめとする木材資源を有効に活用する機運が高まってきています¹¹⁾。

カラマツ材は、国産針葉樹材の中において、耐朽性は中程度で、密度や強度は高いことが認められています^{12,13)}。また、北海道において伐採適齢期とな

り、大径材の生産量の増加がシミュレーション分析で予測されています¹⁴⁾。そのため、正角材、平角材、集成材、CLTなどの建築用構造材としての大規模な利用が今後期待されています。

カラマツ材の短所としては、特に髓（心）から15年輪くらいまでの未成熟材部では仮道管などの繊維細胞・組織の繊維傾斜が大きいことを原因とする、乾燥後の“ねじれ”があるため、長年にわたり建築用構造材として利用するうえで問題となってきました^{13,15)}。しかし近年、林産試験場では、心持ちの正角材や平角材の乾燥・加工技術である“コアドライ[®]”を開発・実用化し、上記の問題をほぼ解決したことから^{16,17)}、最近では木造住宅での柱材、梁・桁材としての利用が徐々に進みつつあります。

もう一つの短所としては、材中に隙間ができてヤニが溜まったヤニツボ¹⁸⁾がまれに出現していることがあり、ヤニの流動性が高いなどの条件によっては滲出して周囲を汚染することです^{13,15)}（**図1**）。林産試験場では1970年代に、カラマツ材のヤニ汚染対策として、蒸煮式乾燥装置を用いて、木材乾燥に先立ち初期蒸煮を行う方法¹⁹⁾を応用した、カラマツ・ラミナの“脱脂乾燥法”を開発しています^{20,21)}。それ以降、当該技術は国産針葉樹材の一般的なヤニ滲出防止技術として全国的にも普及・定着が図られています。しかしながら、今後、集成材用のラミナよりも材厚の大きい正角材や平角材の流通量が多くなると、これまでの脱脂乾燥法では対応が難しくなる恐れがあります。そのため、さらに効率的なヤニ滲出防止技術を開発するためにも、ヤニツボの性状やヤニの化学成分とその性質を把握することは重要なことと言えます。

2. カラマツ材のヤニツボの性状

ごく最近の詳細な調査事例によると^{22,23)}、カラマツ製材におけるヤニツボは、年輪に沿うように出現し（**図1**）、木口面での大きさは平均で長さ×幅：約12×1.5mm、垂直長さは長いものでも50mm以下（私信：折橋 健氏）（**図1**）、出現頻度は大小を含めて約400個/m³、となっています。



図1 カラマツ材中（上面：柁目面，垂直面：木口面）のヤニツボ（白矢印，目盛数値はcm）

針葉樹の製材中におけるヤニツボやヤニ滲出による汚染は、アカマツ²⁴やラジアータパイン^{25, 26}においても以前から問題となっていました。ニュージーランド産ラジアータパインでは、ヤニツボの形成要因は、成長過程における暴露要因（風，水分，日射）による継続的なストレス^{25, 26}や遺伝²⁶であると推定されています。また，ラジアータパインのヤニツボの出現の一般的な特徴としては，カラマツと同様に（図1），年輪内においておおむね同心円状に形成されることが認められています²⁶。さらに，ヤニツボの内面にはカルス（癒合組織）が形成され，ヤニが誘導的に生産されるとともにヤニツボの空隙内に徐々に蓄積されることが報告されています²⁶。

カラマツもラジアータパインと同様に，継続的な外的ストレスや遺伝的要因により，空隙状のヤニツボが発生すると，その内面にカルスが形成され，カルス内で分化した柔細胞やさらに分化した内分泌細胞（エピセリウム細胞）^{18, 27, 28}においてヤニが生産されていると推測されます。このように樹木体内部でヤニツボのような傷害部が生じると誘導的にヤニが生産されますが，このような現象は病虫害に対抗するための，進化の過程で獲得された化学的防御であると考えられています²⁷。

3. ヤニの化学成分について

針葉樹のヤニツボで生産されるヤニは，一般的には松脂（または“オレオレジン”）とも呼ばれ，室温で揮発性のある液体の精油と固体のロジンの混合物です²⁷。精油の主要成分は炭素数5個の化合物であるイソプレノイド・ユニットから構成された，炭素数10個のモノテルペノイドおよび炭素数15個のセスキテルペノイドであり，ロジンの主要成分は炭素数20個のジテルペノイドであることが分かっています²⁷。したがって，ヤニツボからのヤニ滲出・垂れは，精油成分が多い場合や，気温が高くヤニの粘性が低くなった場合に，ヤニの流動性が高くなって生じることがしばしば観察されています¹³。

話は若干それますが，松脂はかなり以前から，重要な化学工業原料として大規模に利用されてきました。具体的には，クラフトパルプの製造工程副産物，産業的に採取される生松ヤニ，松材の溶媒抽出物などから，精留操作により精油成分であるテレピン油とロジンを分離精製させたのち，印刷インキ，接着剤，洗剤，合成ゴム，製紙，プラスチック，食品，化粧品，農業・医療用製品など多用途に利用されています。そのため，松脂を扱うこれら一連の化学工業は「パイン・ケミカル」と呼ばれています²⁹。

4. カラマツ材のヤニの化学成分の分析

カラマツ材のヤニの化学成分を調べるために，その主要成分であるテルペノイド分析には，ガスクロマトグラフィー-質量分析計（GC-MS）を用いました。GC-MS分析は，沸点300°C程度までの化合物の混合物を分離するとともに，各化合物に真空中で，一定高電圧を加えて一部を分解・イオン化して，その分解パターンと質量スペクトルを測定する方法で，化合物の同定などに有効な分析方法です。また，ヤニの化学成分の同定は，ヤニ成分，市販標準試薬，単離精製物³⁰のGC-MS分析結果や，化合物の質量スペクトルの公開データベース³¹との比較で行いました。まず，揮発性の精油成分であるモノテルペノイドおよびセスキテルペノイドを分析するため，ヤニツボ（図1）からヤニを採取し，酢酸エチルなどの有機溶媒で適宜希釈して分析試料を調製し，GC-MSに導入しました。一方，ロジン成分であるジテルペノイドについては，不揮発性成分が多くを占めるため，既報^{30, 32}にしたがって，メチル誘導体化して，沸点を低下させた化合物に変換してからGC-MSに導入しました。

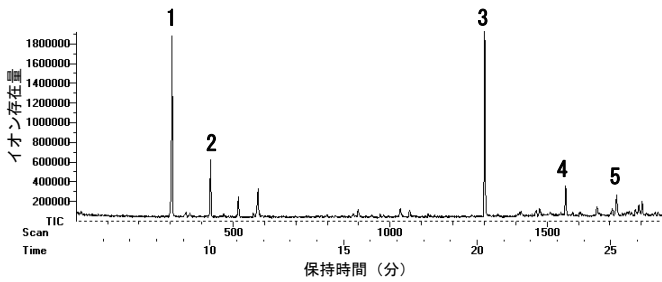


図2 カラマツ材のヤニのモノテルペノイド、セスキテルペノイドのGC-MSトータルイオンクロマトグラム
1: α -ピネン, 2: β -ピネン, 3: 内部標準物質,
4: ロングイフォレン, 5: ゲルマクレン-D

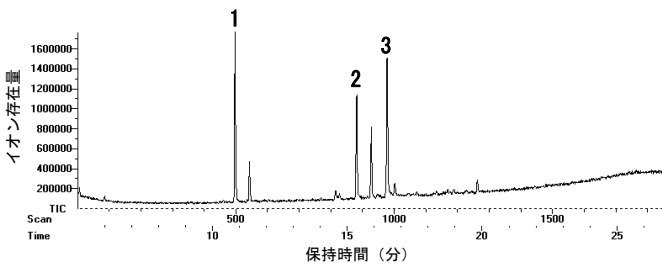


図3 カラマツ材のヤニのジテルペノイドのGC-MSトータルイオンクロマトグラム
1: 内部標準物質, 2: イソピマール酸メチル,
3: アビエチン酸メチル

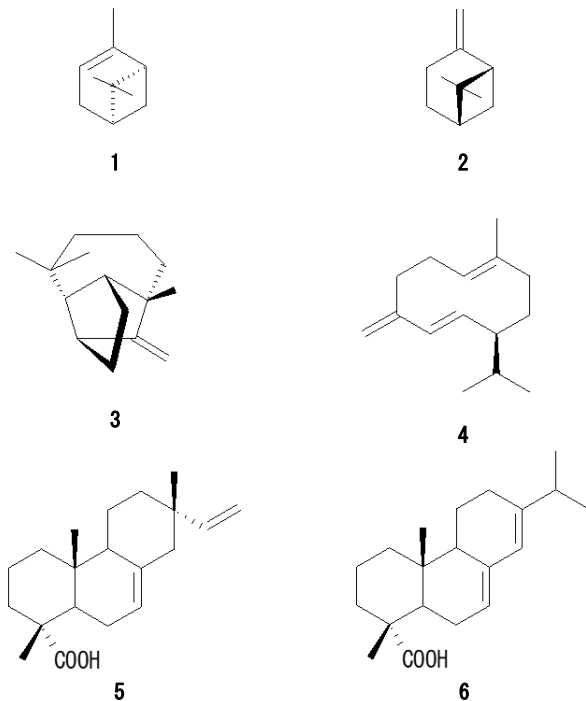


図4 カラマツ材のヤニに含まれる主要成分の化学構造

- 1: α -ピネン, 2: β -ピネン, 3: ロングイフォレン,
4: ゲルマクレン-D, 5: イソピマール酸,
6: アビエチン酸

ヤニ成分中の精油成分のGC-MS分析の結果 (図2), 主要モノテルペノイドは α -ピネン (図4-1), β -ピネン (図4-2) で, それよりだいぶ少量となりますが, 主要セスキテルペノイドはロングイフォレン (図4-3), ゲルマクレン-D (図4-4) であることが認められました。また, ロジン成分のGC-MS分析の結果 (図3), 主要ジテルペノイドはイソピマール酸 (図4-5), アビエチン酸 (図4-6) であることが示されました。以上の結果を総合すると, カラマツ材のヤニにおける化学成分のおおまかな量的組成としては, α -ピネンや β -ピネンなどの精油成分と, イソピマール酸やアビエチン酸などのロジン成分から成るといえることが言えます (図5)。

追加情報になりますが, カラマツの材と樹皮に含まれるヤニにおける, それぞれのモノテルペノイド, セスキテルペノイド (関, 未発表), ジテルペノイド^{32, 33)}の化学組成は近似していることが今回分かりました。また, 今回の結果は, カラマツの葉に含まれる精油^{34, 35)}と材に含まれる松脂³⁶⁾に関する既報とほぼ同じ傾向を示しました。そのため, カラマツではテルペノイド生産の部位は異なっても, その生合成経路における代謝の流れはほぼ同じであることが示唆されました。

5. カラマツ材のヤニの化学成分と滲出防止技術

カラマツ材のヤニ滲出防止技術については, これまでに1960年代からいくつか検討されてきました^{37, 38)}。前述したように, 林産試験場ではヤニの化学組成や物性に着目し, 蒸煮することにより室温で液体の精油成分を共沸させて除去し, 固体のロジン成分を残留させてヤニ滲出を防止する脱脂乾燥技術を開発しました^{20, 21)}。例えば, 精油成分の共沸現象に関しては, ラベンダーの精油の採取にはかなり以前より水蒸気蒸留法という方法が用いられていますが, 花に



図5 カラマツ材のヤニと含まれる主要成分

- ①: ヤニ, ②: α -ピネン, ③: β -ピネン, ④: イソピマール酸
⑤: アビエチン酸, ②, ③, ⑤: 市販試薬, ④: 単離精製物³⁰⁾

含まれる主要モノテルペノイドであるリナロールの沸点（198℃）よりも低い温度の水蒸気（≒100℃）を用いて、精油を容易に採取することができます³⁹⁾。この原理をカラマツ材のヤニに応用すると、水分が多い生に近い製材を蒸煮することにより、精油の主要成分である α -ピネン（沸点156℃）や β -ピネン（沸点165℃）は共沸・除去され、ロジンの主要成分であるイソピマール酸（沸点417℃）やアビエチン酸（沸点440℃）は残留します。そのため、流動性が無くなり、ヤニがそれ以上滲出しにくくなります（図6）。

6. おわりに

本稿では、カラマツ材におけるヤニツボの性状、形成要因、ヤニの成分組成とその性質、これまでに林産試験場が開発・普及してきた木材乾燥法による合理的なヤニ滲出防止法とその原理¹³⁾について紹介しました。今後、伐採適齢期を迎えたカラマツ大径材の出材量の増加が予想されるとともに¹⁴⁾、コアドライ[®]のような乾燥・加工技術^{16, 17)}や新たな構造材であるCLTが普及しつつあることから⁶⁻⁸⁾、それにとりまうカラマツ材の建築用構造材への利用の増加が期待されています。

しかしながら、製材の深部にあるヤニツボでは蒸煮乾燥を行っても、精油成分が十分に除去されない場合があることが分かってきています^{22, 23)}。最近、柱材や梁材を“あらかし仕様”にした木造住宅が増えていますが、ごくまれに、材表面からそのようなヤニツボまで微細な割れなどが発生すると、温度条件などによってはヤニ滲出・垂れが発生して問題となることがあります。したがって、材厚の大きな製材の深部に存在するヤニツボの精油成分をいかにして除去するかということが、今後の課題のひとつに

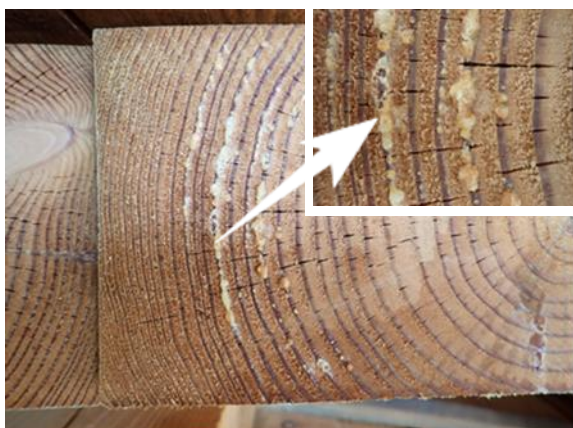


図6 カラマツ平角材の木口における蒸煮乾燥後のロジンの残留状態（右上は拡大図）

なっています。そのため、今回述べてきた情報をもとにして、カラマツのヤニ滲出・垂れ防止のさらなる向上技術の検討を進めていきたいと考えています。

本研究の一部は、（独）日本学術振興会・科学研究費補助金（課題番号 25450221）の助成を受けて実施しました。

7. 引用文献

- 1) 高橋松尾：カラマツ林業総説，第2版．日本林業技術協会，東京，（1960）．
- 2) 和 孝雄ほか：北海道大学農学部演習林研究報告，55，97-112，（1998）．
- 3) 北海道：平成28年度北海道木材需給実績，札幌，（2018）．
- 4) 石井 寛：林業経済，63，9-11，（2010）．
- 5) 農林水産省：<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/saisei/pdf/saisei-plan-honbun.pdf>，（2009）．
- 6) 大橋義徳：林産試だより，12月号，1-5，（2016）．
- 7) 北海道：平成29年度北海道森林づくり白書，札幌，（2018）．
- 8) 林野庁，国土交通省：<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/mokusan/pdf/141111-01.pdf>，（2014）．
- 9) 国土交通省：http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/build/jutakukentiku_house_tk_000097.html，（2018）．
- 10) 内閣官房：https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tokyo2020_suishin_honbu/kankeikaigi/mokuzai/dai4/siryoul.pdf，（2018）．
- 11) 北海道：<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/rrm/chizai/index.htm>，（2018）
- 12) 森林総合研究所監修：木材工業ハンドブック，第4版．丸善，東京，（2004）．
- 13) 北海道立林産試験場：カラマツ活用ハンドブック，旭川，（2005）．
- 14) 津田高明：北海道立総合研究機構 戦略研究報告書“「新たな住まい」と森林資源循環による持続可能な地域の形成”，60-72，（2015）．
- 15) 中嶋 厚：林産試だより，5月号，8-10，（2001）．
- 16) 斎藤直人：林産試だより，2月号，1-4，（2016）．
- 17) 斎藤直人：林産試だより，9月号，1-3，（2017）．
- 18) 深澤和三：樹木の解剖；しくみから働きを探る，海青社，大津市，（1997）．
- 19) 寺沢 真，小林拓治郎：木材工業，29，327-331，（1974）．
- 20) 種田健造ほか：林産試月報，285，1-5，（1975）．

- 21) 大山幸夫ほか：林産試月報, 307, 1-5, (1976).
- 22) 折橋 健：林産試だより, 2月号, 3-5, (2017).
- 23) 折橋 健ほか：林産試験場報, 564, 15-19, (2018).
- 24) 谷内博規ほか：岩手県林業技術センター研究報告, No. 26, 1-4, (2018).
- 25) Woollons, R., et al.: New Zealand Journal of Forest Science, 38, 323-333, (2009).
- 26) Cown, D. J., et al.: New Zealand Journal of Forest Science, 41, 41-60, (2011).
- 27) Langenheim, J. H.: Plant resins: chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany. Timber Press, Portland, (2003).
- 28) Evert, R. F.: Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body; their structure, function, and development, 3rd ed., Wiley, Hoboken, (2006).
- 29) ハリマ化成グループ:
https://www.harima.co.jp/pine_chemicals/, (2018).
- 30) Seki, K., et al.: Journal of Wood Science, 58, 437-445, (2012).
- 31) NIST: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>, (2017).
- 32) Sato, M., et al.: Journal of Wood Science, 55, 32-40, (2009).
- 33) 関 一人：林産試だより, 12月号, 5-8, (2013).
- 34) Yatagai, M., Sato, T.: Biochemical Systematics and Ecology, 14, 469-478, (1986).
- 35) Holm, Y., Hiltunen, R.: Flavour and Fragrance Journal, 12, 335-339 (1997).
- 36) Mills, J. S.: Phytochemistry, 12, 2407-2412, (1973).
- 37) 長野県工業試験場：木材工業, 19, 58-62, (1964).
- 38) 橋爪丈夫, 三村典彦：昭和53年度長野県林業指導所業務報告, 49-51, (1978).
- 39) Barazandeh, M., M.: Journal of Essential Oil Research, 14, 103-104, (2002).

Q&A 先月の技術相談から

燃料用木質チップの品質規格について

Q：木質バイオマスボイラーや発電所などに使われる燃料用木質チップの規格について教えてください。

A：燃料用木質チップの規格は、原料、チップの寸法、水分、含まれる灰分、重金属の量などによって、決められています。

木質バイオマスボイラーや木質バイオマス発電所向けの燃料用木質チップの需要拡大を背景に、海外では、ISO17225（固体バイオ燃料）が策定され、国内では、（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会が燃料用木質チップの品質規格¹⁾を規定しています。これらの規格は燃料用木質チップの公正な取引に必要不可欠なものになっています。

燃料用木質チップの品質規格を抜粋したものを表1に示します。チップ化に用いる原料別にClass 1～4の4種類に規格化され、さらに、燃焼機器への搬送に影響を与える寸法区分（表2）、チップの発熱量に大きな影響を与える水分区分（表3）、その他、重金属や窒素、塩素の含有量なども規定されています。

表1 燃料用木質チップの品質規格¹⁾

品質項目	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
原料	幹全木 未処理 工場残材	Class 1+ 灌木・枝条 末木 欠陥材 根張り材など	Class 2+ 剪定枝等 樹皮 未処理リサイクル材	Class 3+ 化学的処理 工場残材 化学的処理 リサイクル材
チップの種類	切削チップ	切削または破碎チップ		
寸法区分	P16, P26, P32, P45から選択			
水分区分	M25, M35から選択		M25, M35, M45, M55から選択	

高水分の燃料用木質チップは、発電出力数千～数万kW規模の木質バイオマス発電所向けに主に用いられます。低水分の燃料用木質チップは、水分除去のための乾燥コストはかかりますが、安価な燃焼機器の使用が可能になりますので、暖房や発電システムの導入コストの低減を図ることが期待されます。また、FITの買い取り価格が高い2000kW未満の規模では、熱電併給（CHP）型の木質ガス化発電導入の検討例がありますが、この場合は水分15%以下のチ

ップが必要となり、それよりも高い水分のチップでは、タール分の発生による燃焼機器のトラブルが多くなると言われています。道総研では、木質バイオマスエネルギーの利用拡大に向けて、燃料用木質チップの水分管理のための乾燥施設（写真）の調査²⁾や、ガス化発電まで視野に入れた、効率的な乾燥方法の検討を行い、燃料用木質チップの水分管理、乾燥技術などの技術開発を行っています。

表2 燃料用木質チップの寸法区分¹⁾

区分	微細部	主要部	粗大部	最大長
P16	<4mm	4-16mm	16-32mm	<85mm
P26	<4mm	4-26mm	26-45mm	<100mm
P32	<8mm	8-32mm	32-63mm	<120mm
P45	<16mm	16-45mm	45-90mm	<150mm

表3 燃料用木質チップの水分区分¹⁾

水分区分	水分 湿量基準	含水率 乾量基準	状態
M25	≤25%	≤33%	乾燥チップ
M35	25-35%	33-54%	準乾燥チップ
M45	35-45%	54-82%	湿潤チップ
M55	45-55%	82-122%	生チップ



写真 チップ乾燥施設（南富良野町）

引用文献

- 1) （一社）日本木質バイオマスエネルギー協会：燃料用木質チップの品質規格（改訂版）
<http://www.jwba.or.jp/woodbiomass-chip-quality-standard/> (2014)
- 2) 折橋健：道総研戦略研究「エネルギー」における木質バイオマス利用の取り組み、林産試だより2016年6月号、5(2016)
(利用部 バイオマスグループ 西宮 耕栄)

行政の窓

農林漁業の新たな担い手確保モデル事業の取組について

道内の林業労働者は、平成25年度以降概ね横ばいで推移していますが、植栽や下刈りなどの造林分野では減少傾向にあるほか、60歳以上の割合は約3割と依然として高いことから、適切な森林整備と木材の安定供給に向けて、林業労働者の育成・確保を進めることが必要です。

このため、道では、29年度から、東京や札幌など道内外から農林漁業の新たな担い手となり得る人材を幅広く確保するため、これまで農林漁業に接する機会が少なく、関心の薄かった高校生、大学生や転職希望者の新たな就業の選択肢となるよう、本道の農林漁業の魅力の一体的な発信を行うとともに、地域の仕事や生活を実感してもらう就業・暮らし体験などの取組を進めています。

【平成30年度実施概要】 (H30.11.16 現在)

PR資料作成 (PRイベントや出前講座などで活用)

■パンフレット

- ・就業している人のインタビュー記事を掲載。就業のきっかけや道のり、働き方、やりがい、今後の目標など、就業に向けてより具体的なイメージを掴める誌面とした。その他、就業に有益なミニ情報、就業までの流れ、相談窓口などを掲載。

■ホームページ

- ・上記パンフレットや昨年作成したPR動画をはじめ、北海道の農林漁業の魅力などを発信。

URL : <https://hokkaido-aff.com> (連動してフェイスブックも運営)



パンフレット

PRイベント

■農林漁業サロン (相談会)

- ・東京において、北海道の農林漁業に興味のある人を対象に、じっくり話を聞く相談会を開催。参加6名。

■道外イベント (移住イベントへの出展)

- ・北海道暮らしフェア (大阪, 名古屋, 東京) に参加。大阪会場で20組30名, 名古屋会場で17組23名, 東京会場で17組23名に北海道の一次産業の魅力を説明。

■農林漁業セミナー (北海道暮らしフェア東京会場)

- ・北海道暮らしフェア東京会場において、林業就業者のトークセッションを開催。参加36名。



農林漁業サロン (東京)



北海道暮らしフェア (名古屋)



農林漁業セミナー (東京)

出前講座

- ・北海道の農林漁業に対する理解を深め、職業の選択肢としてもらうため普通高校等を対象に実施。

5月28日 北海道羽幌高等学校 1年生61名

10月18日 北海道別海高等学校 1年生120名

(12月に北海道羅臼高等学校, 北海道中標津農業高等学校開催予定)



出前講座 (別海高校)

就業・暮らし体験ツアー

- ・農林漁業の仕事及び農山村地域での暮らしを体験して、農林漁業に対する理解を深めることにより、新たな担い手となり得る人材を確保することを目的に実施。林業分は、地域林業担い手確保推進協議会と連携して実施。

10月8日 ~10月12日 美瑛町ほか 1名 (東京都)

10月15日 ~10月19日 知内町 3名 (京都府, 青森県, 札幌市)

10月23日 ~10月27日 芦別市ほか 1名 (札幌市)

10月29日 ~11月2日 標茶町ほか 2名 (札幌市, 江別市)

11月19日 ~11月21日 ニセコ町ほか 4名 (埼玉県, 倶知安町2名, 札幌市)



林業ツアー (芦別市)

(北海道水産林務部林務局林業木材課利用推進グループ)

林産試ニュース

■フォレストワーカー研修が行われました

11月1日（木），（一社）北海道造林協会北海道森林整備担い手支援センター主催の平成30年度「緑の雇用」新規就業者育成推進事業フォレストワーカー3年目研修の一環として，研修生16名が来場しました。若手の林業従事者に対し，当场研究員から木材の性質や流通に関する講義が行われました。



【当場の研究に関する講義の様子】

■別海町林業振興対策協議会が来場しました

11月2日（金），標記協議会11名が平成30年度先進地視察研修として来場しました。別海町では当场が開発に携わるコンテナ苗運搬機のデモンストレーションが予定されており，実機を見ながら熱心に意見交換が行われました。



【コンテナ苗運搬機試作機見学の様子】

林産試だより

編集人 当场
HP・Web版林産試だより編集委員会
発行人 当场
URL：<http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/>

■北海道教育大学の学生が訪れました

11月2日（金），北海道教育大学旭川校理科教育専攻科学教室の学生10名が，ゼミ活動の一環として教授とともに来場しました。日常生活では見ることが少ない木材の様々な姿に触れ，研究内容の説明に対し熱心に耳を傾けていました。



【構造試験棟見学の様子】

■ビジネスEXPOに出展しました

11月8日（木）～9日（金），札幌市アクセスサポロで開催された「第32回北海道 技術・ビジネス交流会（ビジネスEXPO）」に当场が開発した製品などを出展しました。

本イベントは，工業高校生からビジネスマンまで多数来場しており，当场の研究成果をPRするよい機会となりました。



【当场ブースの様子】

2018年12月号

平成30年12月3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