

# 林産試 だより

ISSN 1349-3132



第44回全国育樹祭参加  
(北森カレッジニュースより)



道総研職員表彰  
(林産試ニュースより)

Hokkaido CLT Pavilion における測定データの紹介 (その2)	
屋根パネルはね出し部のたわみの経過	1
樹木のねじれを樹皮から推測できないか?	5
探偵的きのこ研究	7
行政の窓 [北海道の木質バイオマスエネルギー利用促進の取組]	
(水産林務部林務局林業木材課木質バイオマス係)	8
林産試ニュース・北森カレッジニュース	9

11  
2021



(地独)北海道立総合研究機構  
林産試験場

# Hokkaido CLT Pavilion における測定データの紹介（その2） 屋根パネルはね出し部のたわみの経過

技術部 生産技術グループ 高梨 隆也

## ■はじめに

林産試験場では、北海道産CLT（Cross Laminated Timber，直交集成板）に関する研究の一環として、多雪寒冷地域におけるCLT建築物の材料・構造・環境性能を多年にわたり検証し、北海道産CLTを用いた建築物の実用性を実証することを目的に、2019年3月に試験場構内にCLT実験棟「Hokkaido CLT Pavilion」を建設しました（写真1）<sup>1)</sup>。本実験棟を対象にこれまで様々な研究を行っており、本誌では2021年5月号にて「（その1）壁パネルCLTの乾燥に伴う表面劣化の観察」として研究成果の一部をご紹介しました<sup>2)</sup>。本稿では、「（その2）屋根パネルはね出し部のたわみの経過」として冬季の積雪を受けて屋根CLTパネルの変形がどのように経過してきたかをご報告します。



写真1 Hokkaido CLT Pavilionの外観

CLTはラミナ（挽き板）を並べた層を、繊維方向が直交するように配置して積層接着した木質材料で、大きな平面を構成します。これにより、強軸・弱軸（図1）の2方向に強度性能を担保することができるため、従来の木質材料とは異なり単体で平面構造部材を構成することができます。このことを活かして本実験棟では2方向に屋根CLTパネルをはね出して庇（ひさし）を形作っています。このような設計により、建物周辺の除雪作業の省力化が実現され、庇に覆われた箇所をバルコニーや駐車スペースとして利用できます。

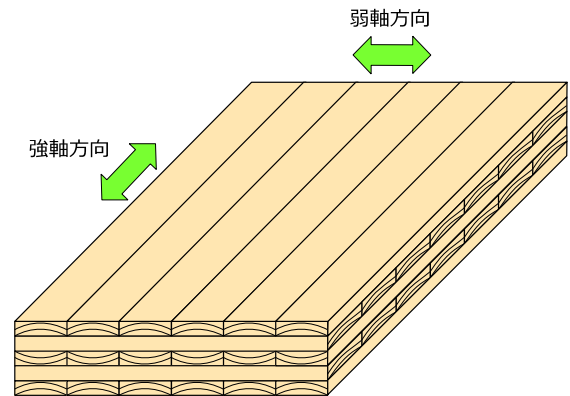


図1 CLTの強軸・弱軸方向

一方で、多雪地域では冬季の積雪荷重を考慮する必要があります。木材に特徴的な性質として、一定の荷重をかけ続けたときに変形が徐々に増大していくという「クリープ」という現象があります。また、その荷重が除かれた後は、増大した変形が徐々に解消されます。この性質により、積雪荷重が生じている期間は変形が徐々に増大し、積雪解消後は変形が回復します。本実験棟のように大きく屋根パネルをはね出した構造では、そのような変形挙動が観察されることが予想されますが、実在構造物にて積雪荷重による変形挙動を観察した例は国内外にほとんどありません。そこで、本実験棟にて得られるデータは多雪寒冷地域でのCLT建築物の有用性を示すものになると考え、屋根パネルのたわみを経時的に測定することとしました。また、この実験により多雪寒冷地域でのCLT建築物の優位性を証明することができれば、比較的高い強度等級が実現可能な北海道産CLTの利用拡大につながるとも考えています。

## ■実験棟および屋根パネルの概要

本実験棟は、鋼管杭とその上の鉄骨梁を基礎として、その上に床・壁・屋根CLTパネルを配置した構造です。建物の中央部を境界として、南側にカラマツCLT、北側にトドマツCLTをほぼ対称に配置しています。屋根パネルと壁パネルは長ビス（直径8mm、長さ230mm）を斜めに打ち込むことで、屋根パネル同士は長ビス（直径8mm、長さ140mm）で接合しています。屋根パネル上には幅925mmまたは850mmの

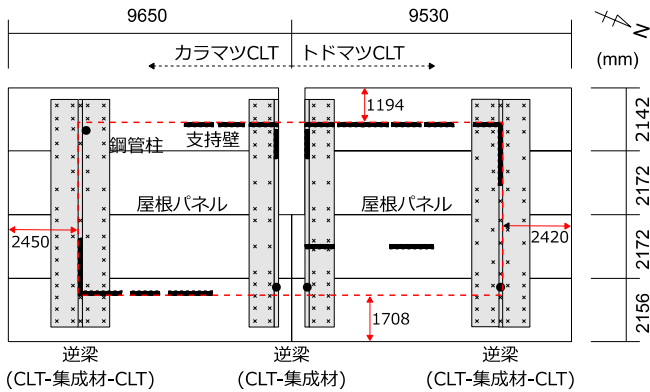


図2 実験棟の屋根伏図（数字は各寸法）

CLTパネルおよび幅150mmの集成材を屋根パネルの弱軸方向（東西方向）に高力ボルトで固定し、逆梁（屋根の上に架かる梁）として屋根パネルの弱軸方向の補強を施してあります。これにより、強軸方向には約2.4m、弱軸方向には約1.2mおよび約1.7mの底のはね出しを実現しています（図2）。CLTの層構成および強度等級は、床および逆梁パネルで5層7プライMx90、壁および屋根パネルで5層5プライS90です。強度等級のMx90、S90という用語は、直交集成板の日本農林規格に規定されている等級名称です。

### ■屋根パネルのたわみ測定方法

屋根パネルのたわみ測定は、オートレベルと呼ばれる機器を用いて行いました。この機器は測量に用いられるもので、地面の高さを測定するものです。本実験では、屋根パネル下面を地面とみなし、スタッフ（標尺）と呼ばれる定規をあてて、視準線（オートレベルで覗いた水平面）と屋根下面の距離を測定しました（写真2）。屋根パネル先端部下縁（図3、●29か所）と、壁面の外側壁面線上（図3、×21か所）の合わせて50か所で測定し、屋根パネル先端部とそれに隣接する壁面線での測定値の差分から壁面線上を基準とするたわみ量を計算しました。これまでの測定期間は2019年7月31日から2021年9月16日の51回で、無積雪期間にはおおむね1か月間隔、積雪期間にはおおむね1週間間隔で測定しました。

### ■測定結果

測定結果の一部を図4にたわみ角度（たわみ量をはね出し長さで割った値）の推移として示します。グラフ中の凡例番号は図3の測点番号に対応しています。南北の強軸方向では積雪に伴うたわみ量の増大が観察されました。また、最大たわみ量は2019～2020年の積雪期よりも、2020～2021年の積雪期でより大き



写真2 たわみ測定の様子

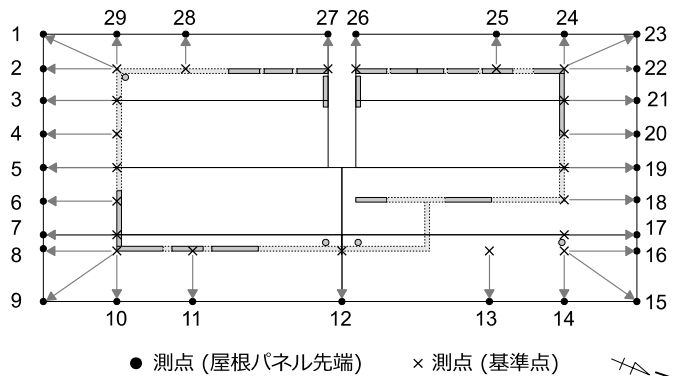


図3 たわみ測定箇所

くなりました。これは、各積雪期の日最深積雪の最大値がそれぞれ65cm（2020年2月21日）、109cm（2021年3月2日）であり、積雪量の違いによるものと思われます。また、2021年1月から3月にかけて弱軸方向東側で雪庇が形成されて（写真3）、それによりたわみ量は増加したと考えられます。すべての方向で、たわみ量の最大値ははね出し長さの1/100未満



写真3 東側に形成された雪庇（2021年3月4日撮影）



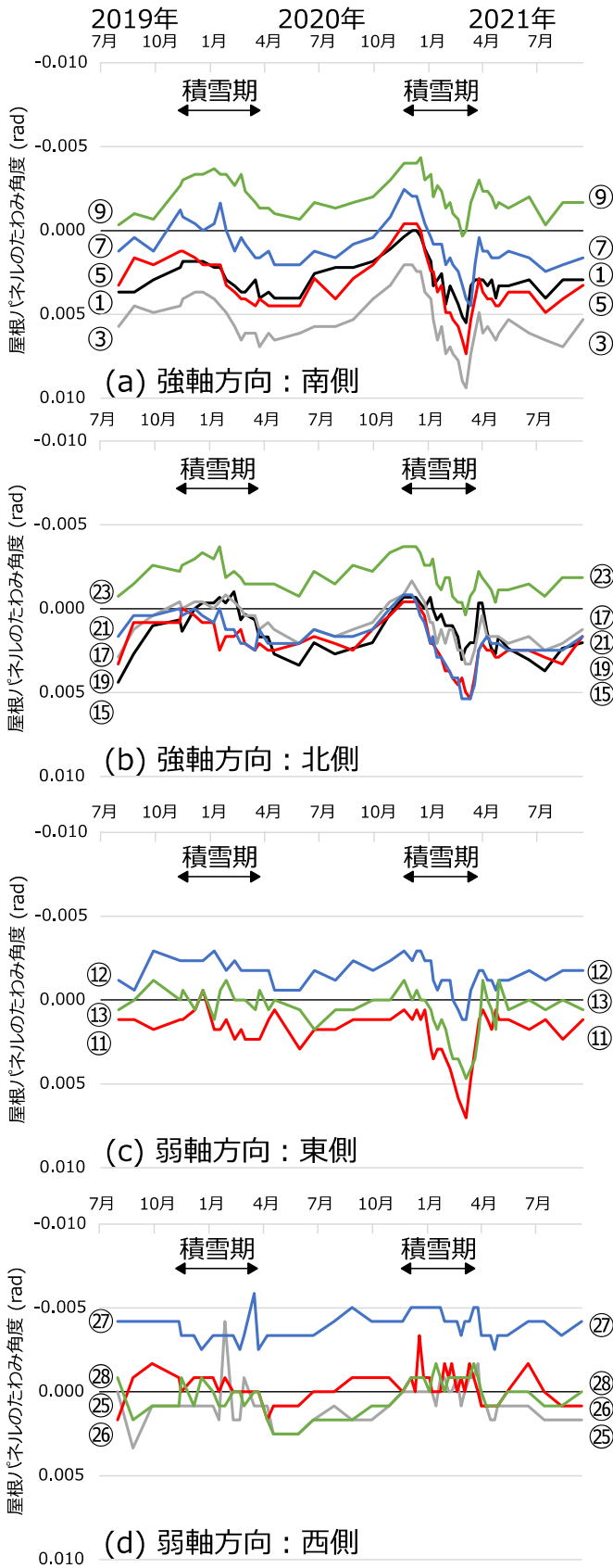


図4 屋根パネルのたわみ角度の経過

に収まりました。また、積雪が解消されると急激にたわみが減少することが確認されました。西側では年間を通してたわみ量の変動はほとんど観察されませんでした。これは、西側では雪底の形成がなかったことによるものと考えられます。

隣接する測点で屋根パネルのたわみ角度を結び、パネル全体のたわみとして方角別に図5に示します。この図では、各年の積雪前(9月)および最大積雪時付近の値を示しています。この図からも、南、北、東側では2020~2021年の積雪期でより大きなたわみが観測されたこと、西側ではほとんどたわみの変動が観測されなかったことがわかりました。3か年の9月時点の値を比較すると、南および北側で2021年のたわみが大きく、積雪による変形が一定程度残留している可能性が考えられます。また、弱軸方向のいくつかの箇所で負のたわみ角度、すなわち跳ね上がりが生じていることがわかりました。これは、逆梁によって屋根パネル弱軸方向の変形が抑制されている効果が表れているものと考えられます。積雪解消によって弱軸方向東側の変形が急激に回復したことも、そのことが影響していた可能性があります。

以上のことから、屋根パネルはね出し部が積雪荷重に応答して変形増大とその回復を繰り返していること、逆梁の効果により弱軸方向の変形が抑制されていることがわかりました。強軸方向に残留しているたわみが元の値まで回復するかどうか、一定程度の蓄積が続くのかについては今後の測定により観察を続けていきます。

■おわりに

約2か年に渡って継続して行ってきた屋根パネルのたわみ量測定から、多雪地域でも支障なくCLTを底として二方向に大きくはね出させることが可能であることがわかりました。今後も測定を継続して長期に渡って問題が生じないことを確認し、多雪地域でのCLT建築物の実用性をお示しできればと考えています。

■参考文献

- 1) 大橋義徳ほか, 林産試だより2019年5月号, pp. 1-8 (2019).
- 2) 石原亘, 林産試だより2021年5月号, pp. 2-5 (2021).

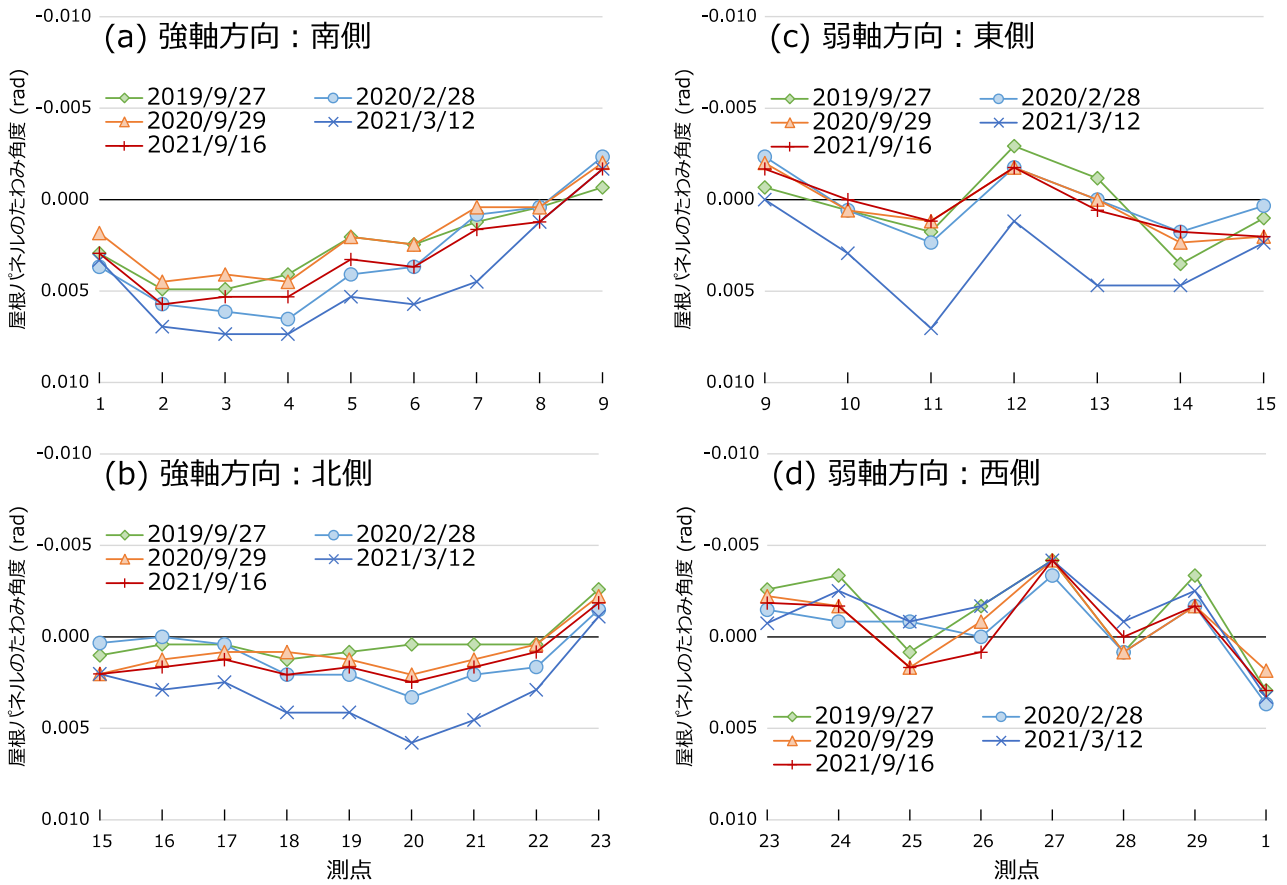


図5 屋根パネルのたわみ曲線

# 樹木のねじれを樹皮から推測できないか？

利用部 資源・システムグループ 村上 了

## ■はじめに

樹木は遺伝子によってわずかにねじれながら上に向かって生長するようにプログラムされています。これは①風による外力に対して割けたり、根本が押しつぶされたりしにくくする、②葉から光合成で作出した養分と根から吸収した水を樹木全体へ効率よく分配する、という2つの生きるための戦略です。しかし、このねじれは樹木を伐採して家の柱に使ったり、机や椅子といった家具に用いる場合、反りや狂いなどの厄介な問題を生じさせます。

有名な宮大工であった西岡常一は「山の環境を見て木の癖を考える。」と述べています<sup>2)</sup>。木造の歴史的建造物の建築前には腕のいい棟梁が木を山まで見に行き、その樹形、ねじれ過ぎたり曲がり過ぎたりしていないか、建物のどの場所に用いるのがいいかを目で見て確認していたそうです。

以前から樹皮の組織や付き方は樹皮の下に位置する木の繊維と密接な関係があると多くの人が指摘しています。例えば100年ほど前「訓練された専門家なら特定の樹種は樹皮をはがさなくてもねじれが分かる」とアメリカの研究者、McCarthyとHoyleは主張しています<sup>3)</sup>。

近年、デジタル画像処理の技術は日進月歩で進化しています。自動車の自動運転や医療の現場だけでなく、航空写真やドローンで撮影した画像を森林整備に利用する研究も進んできています。人が目で見て判断していた木のねじれも、これまでの画像処理技術を用いれば、数値としてデータ化できるかもしれないと考え研究を進めました。この稿ではアカエゾマツを対象に樹木のねじれを外観の画像で判断しようと取り組んだ技術について紹介したいと思います。

## ■アカエゾマツのねじれの特徴と樹皮の様子

アカエゾマツは北海道でも主要な人工林材の一つです。その資源構成は、トドマツやカラマツと同様に35年生から40年生にピークとなる山型を示し、間伐等の森林整備や間伐材の利用を推進させる必要があります。用途は主に羽柄材、集成材用のラミナ、パレット材などとして用いられています。ねじれ方の特徴として、最初の5年輪くらいで繊維傾斜度(ねじれの指標の一つ)が上がり、その後ほぼ一定になります(図1)。

樹皮は写真1のように赤褐色で鱗片状の模様を呈しま

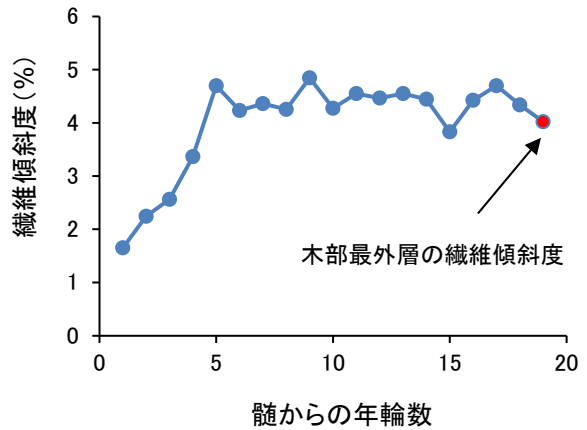


図1 アカエゾマツの繊維傾斜度の推移

す。この模様の傾き(以下、樹皮の傾き)が、樹皮の真裏にある木部最外層の繊維傾斜度(図1の場合、年輪数19の繊維傾斜度)と関係性があるのかどうかを検証しました。



写真1 アカエゾマツの樹皮の様子

## ■画像による樹皮の傾きと最外層の繊維傾斜度との関係性の検討

北海道大学雨龍研究林(研究林402林班)より入手したアカエゾマツ原木(42年生:1977年植生)2本から地上高3.65mの箇所を2枚、合計4枚の円板(厚さ5cm)を切り出し、試験体としました。

円板は全て写真2のように4分割し、樹皮をはぎ、それぞれの樹皮を乾燥する前に解像度600dpiでスキャナー(EPSON, GT-F730)にて読み取りました。この時のスキャナーはフラットベッドタイプのものを使用し、樹皮を裏から書籍用のプレッサーで軽く押し付けて読み取りました。

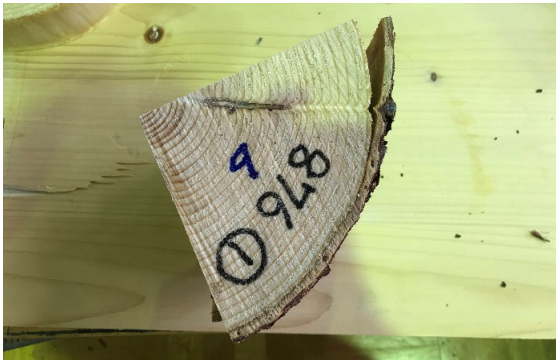


写真2 4分割した円板

スキャンした画像から、樹皮鱗片の境界と思われる輪郭だけ取り出し、輪郭の部分白色、その他の部分を黒色に分けます(二値化, 図2)。白の領域をそれぞれ図3のように楕円で近似し<sup>4)</sup>、その長軸と画像のX軸との角度(%)を求めました。画像中全ての白の領域での角度を平均化したものを画像から求めた傾きとしました。この時、二値化及び領域の計算にはMathworks社のMatlab Ver. 2020a及びImage Processing Toolboxを用いました。木部最外層の繊維傾斜度は円板を髄で4分割した材からそれぞれ求めました。

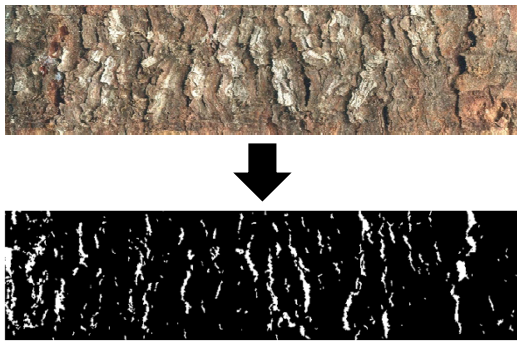


図2 スキャン画像(上)とそれを二値化した画像(下)

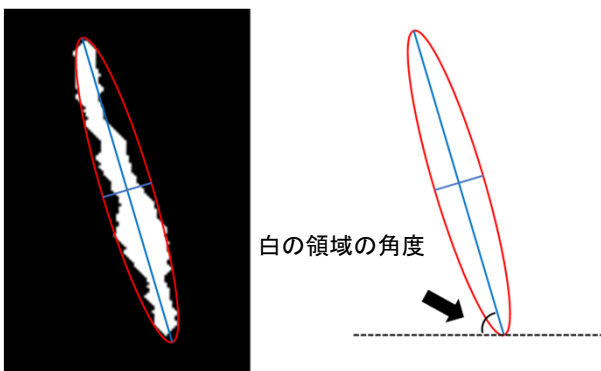


図3 白の領域とその角度

画像より求めた傾きを縦軸に、スキャンした樹皮の真裏にある木部最外層の繊維傾斜度を横軸に取ったものを図4に示します。両者はおおむね比例関係を示していることから、樹皮の傾きから材の繊維傾斜度を推測できる可能性が示されました。

しかし、画像から求めた樹皮の傾きは繊維傾斜度に対する予測精度が高くなく、適切な画像処理方法について検討することが今後の課題になります。

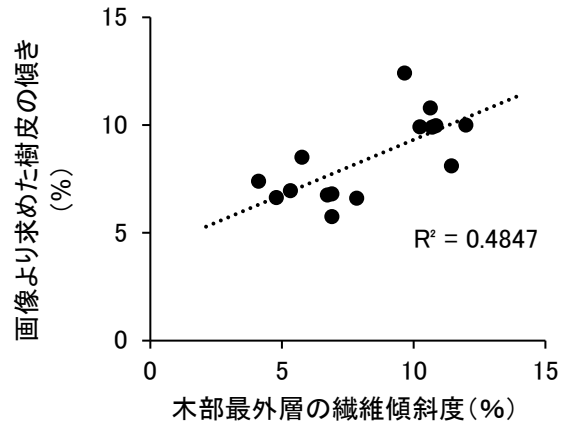


図4 画像より求めた樹皮の傾きと繊維傾斜度の関係

■おわりに

近年のコンピュータの性能の向上と画像処理技術の発達により、これまでできなかった手法を検討することが可能になってきました。本研究では画像処理技術を用いて、樹皮の外観から材の繊維傾斜度を推測する手法を検討し、可能性を見出すことができました。

より効率的に材質研究を進めていくためには、このような新しい技術の導入が不可欠だと考えます。

■参考文献・引用文献

- 1) C. マテック, H. クーブラー (著), 堀大才, 松岡利香 (訳) : 材—樹木のかたちの謎, 青空計画研究所, 牧野出版 (1999).
- 2) 西岡常一: 木に学べる法隆寺・薬師寺の美一, (株) 小学館 (2012).
- 3) McCarthy E. F., Hoyle R. J. : Knot zones and spiral in Adirondack red spruce, Journal of Forestry, 16(7), pp.777-791 (1918).
- 4) Mathworks: Image Processing Toolbox レファレンス, [https://jp.mathworks.com/help/pdf\\_doc/images/images\\_ref\\_ja\\_JP.pdf](https://jp.mathworks.com/help/pdf_doc/images/images_ref_ja_JP.pdf) (2021).



# 探偵的きのこ研究

岩田 聡

秋の味覚といえば、クリ、かぼちゃ、柿、サケ、サンマ、新米などなどいろいろあると思います。この中には、きのこという人もきっといるでしょう。山のきのこの旬は秋かもしれません。しかし、今やきのこは施設栽培が主なので通年で食べられます。

年間のきのこ生産量は全国で約46万トンで、そのうち北海道は、長野県、新潟県、福岡県に次ぐ第4位、1.7万トンを生産しています。推計になりますが、生産額は約120億円で、これは北海道で生産されている大豆やにんじん、ブロッコリー、メロン、スイートコーンなどといった農産物の生産額に相当します。スーパーに買い物に行って注意して見ると、きのこの売り場スペースが意外に広いことに気づくのではないのでしょうか。

きのこの生産現場は、工場生産をしているところ、小規模な事業体などさまざまです。林産試験場では、きのこ生産者の規模に応じた支援を意識して、栽培に適した培地の条件や優良な種菌の研究を進めています。

きのこの研究は培地と種菌の組み合わせの研究です。きのこを栽培するための培地は、おが粉を基本として、ふすま（小麦などの製粉かす）などの栄養源を加えます。培地に用いるおが粉として、ナラやカバなど広葉樹のどの樹種を使うか、あるいは混ぜるのか、混ぜるなら構成比をどうするか、道内製材工場から手に入りやすいカラマツやトドマツなどの針葉樹を混ぜていいのか、栄養源は何をどれぐらい使うのかと次々と条件がでてきます。

たとえばおが粉を同じとして、栄養源は5種、シイタケの種菌は3種あるとします。そうすると最低でも5×3で15通りの試験をしなければ結果はわかりません。どの条件がもっとも収量が多く、うまみ成分が多いのか。収量もうまみもどちらも一つの条件で得られるのであればしめたものです。しかし、Aという条件は収量は多いけれど、Bの条件の方がうまみがあるということも起こります。こうしてどの条件がもっとも適当か、じりじりと犯人を追い詰めるかのように絞り込んでいく探索作業がきのこ研究なのです。

**写真**は、5種の培地による試験準備の様子です。まず設定条件となる培地の構成を準備し、それぞれ別々にミキサーで混ぜます。攪拌された培地を栽培する袋に同量になるよう小分けし、種菌を接種します。新型コロナ対策でワクチンの接種ミスが報道されましたが、どれがどの構成の培地かわからなくなってしまえばもうそこで研究はおしまいです。

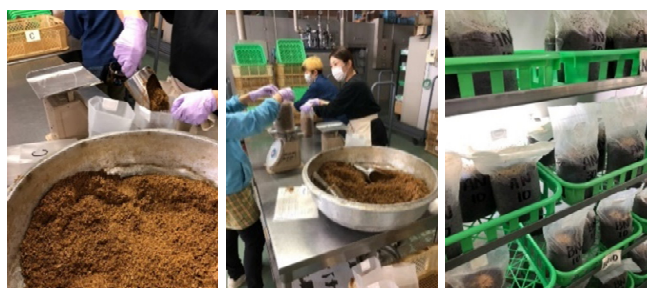
しかも種菌を接種してから食べる部分の子実体、いわゆるきのこが発生するには、シイタケであれば



条件ごとにおが粉、栄養源を準備

ミキサーで攪拌

加水



培地を袋づめ

計量して同じ重さに

種菌を接種し、培養・熟成

## 写真 きのこ菌床栽培試験の準備

3ヶ月が必要で、それまで待つてようやく結果がわかります。

肉厚の子実体が発生する、あるいはうまみ成分を多く含むといった成果が得られる条件の試験を繰り返すうち、おが粉にヤナギ類を含む培地が子実体の発生量をふやし、うまみ成分もふえることがわかりました。

林産試験場ではこのほか、うまみ成分や健康成分の多いブナシメジ、マイタケ、食感のよいエノキタケ、キクラゲ、胞子量の少ないタモギタケなど特徴ある種菌を開発してきました。

さらに、生産コスト低減のための廃菌床の活用やきのこの自動選別など作業効率向上に向けた取り組みも始まっています。

(林産試験場長)

[統計出典]

北海道「令和元年北海道特用林産統計」(2021)

林野庁「令和元年特用林産物生産統計調査」(2021)

農林水産省「令和元年生産農業所得統計」(2021)



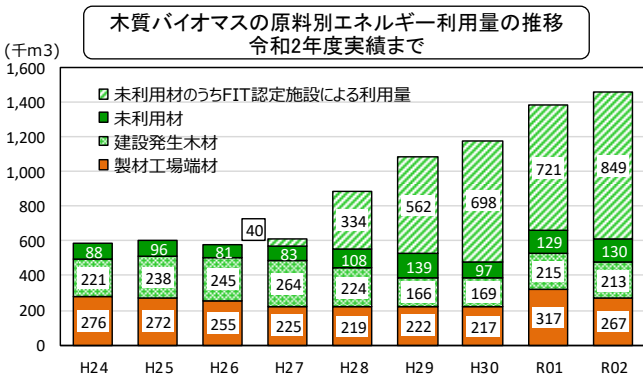
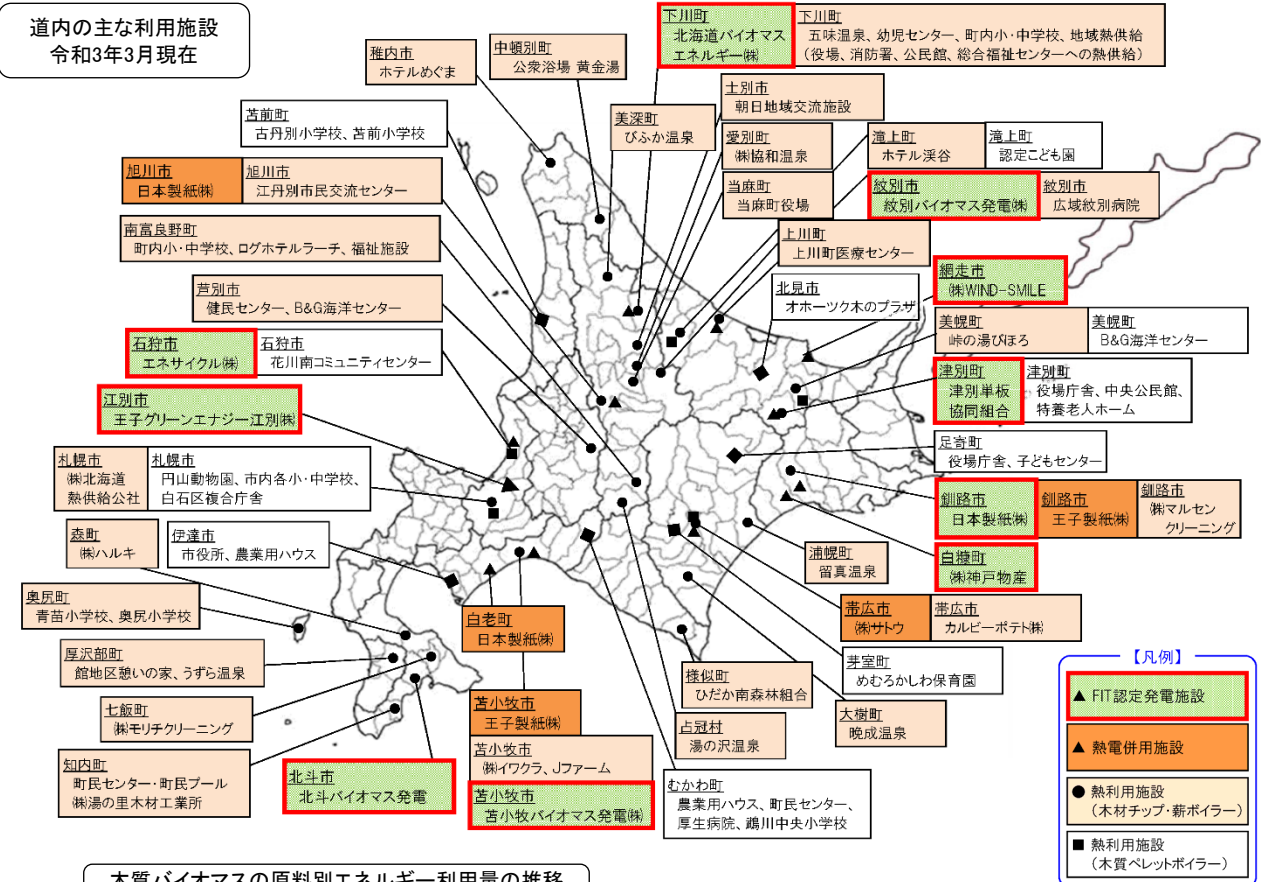
# 行政の窓

## 北海道の木質バイオマスエネルギー利用促進の取組

森林整備に伴い発生した林地未利用材や製材工場の端材などの木質バイオマスを、暖房等のエネルギー燃料として有効に活用することは、森林資源の循環利用や地球温暖化の防止、地域の活性化に貢献する重要な取組であることから、道ではこれまで、木質バイオマスの関連施設整備や安定供給体制づくりへの支援に取り組んできたところです。

一方、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT制度）の開始以降、令和2年度末までに道産木材を使用する木質バイオマス発電施設が道内10か所で稼動するなど、発電燃料向け木質バイオマスの需要が増加していることから、既存の木材需要に発電燃料の調達に影響を及ぼさないよう、これまで活用されてこなかった林地未利用材等を木質バイオマス発電事業者へ安定的に供給することが求められています。

このため、道では、林地未利用材の効率的な集荷・搬出方法の普及PRや、伐採や加工に必要な機械導入に支援するなど、林地未利用材の安定供給体制の構築に取組むとともに、小規模な木質バイオマスボイラーの導入を促進するセミナー等を開催し、木質バイオマスのエネルギー利用促進に取り組んでいます。



**道内木質バイオマス利用設備の現況 令和2年度中に利用実績のあった設備**

木質バイオマス発電機：40基  
 木くず焚ボイラー：126基  
 ペレットボイラー：62基

〔木くず焚・ペレットボイラーとも 発電利用目的のボイラーを含む〕

(水産林務部林務局林業木材課木質バイオマス係)

# 林産試ニュース

## ■研究発表会が開催されました

10月26日に日本木材学会北海道支部・令和3年度(第53回)研究発表会が開催され、北海道大学に口頭発表の札幌会場、林産試には旭川会場が置かれました。新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点からオンラインでの発表となりましたが、旭川会場からは当場の富高研究職員、石原研究職員、旭川高専の富樫名誉教授が発表しました。

関係者の皆様からは、コロナ禍以前のような、人と人との交流が図れる発表会を望む声がたくさん聞かれるようになりました。



オンライン開催・旭川会場

## ■表彰を受けました

10月27日に、写真の9名の研究者チーム(場長を除く)が令和3年度の道総研職員表彰(研究・発明発見に対する理事長表彰)を受けました。この表彰は、道総研の全ての研究から、優れた課題として選考されたもので、研究名は「道産CLTの製造技術と利用技術の開発と実用化」です。



後列左から富高研究職員、石原研究職員、高梨研究職員、宮崎主査、古俣主査、前列左から石川研究主幹、岩田場長、大橋研究主幹、戸田研究主幹、松本研究主幹

## 北森カレッジニュース

### ■第44回全国育樹祭に北森カレッジ生が参加!

令和3年10月9日、10日に開催された第44回全国育樹祭は、第58回全国植樹祭において天皇皇后両陛下がお手植え・お手蒔きされた樹木の皇族殿下によるお手入れ行事や参加者による育樹活動、式典行事等が行われ、北森カレッジの全生徒が参加しました。

9日のお手入れ行事(苫東・和みの森:苫小牧市)は、秋篠宮皇嗣同妃両殿下はオンラインによる御臨席となりましたが、平成19年に天皇皇后両陛下(当時)がお手植えされた樹木の生育状況を両殿下に説明する役目を2年生2名が務めました。また、北海道知事など大会代表者



【お手入れ行事参加生徒】

による枝打ちの介添えは1年生3名が、農林水産大臣など参加者代表者や一般参加者による施肥の介添えは2年生が務めました。

10日の式典行事(北海きたえーる:札幌市)は、北海道の「木育」を全国に発信することをテーマに掲げて開催され、式典に出席する緑の少年団の入場行進先導役を1年生が務めました。

34年ぶりに本道での開催となった全国育樹祭に運営側として参加できたことは、生徒にとっても貴重な経験となったものと思います。

(北海道立北の森づくり専門学院 柘田 泰史)



【式典行事参加1年生】

林産試だより

2021年11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 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3年11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