

# 林産試 だより

ISSN 1349-3132



ドローンによるレーザー測量  
(北森カレッジニュースより)



フォレストワーカー研修  
(林産試ニュースより)

- ・ コンテナとビニールハウスを用いた乾燥木チップの製造方法について . . . . . 1
- ・ CLTを土木で使う意義とは . . . . . 4
- ・ 道産コーンウイスキープロジェクト . . . . . 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〕 . . . . . 8
- ・ 林産試ニュース・北森カレッジニュース . . . . . 9

10  
2022



道総研

(地独)北海道立総合研究機構  
林産試験場

# コンテナとビニールハウスを用いた乾燥木チップの製造方法について

利用部 バイオマスグループ 西宮 耕栄

## ■はじめに

実りの秋の時期になってきますと、玉ねぎなどの畑の近くに鉄製のコンテナが積み上げられているのを見かけます。昨年は不作でしたが、今年は例年どおり、玉ねぎがいっぱい詰まったコンテナを見かけるようになりました（写真1）。



写真1 玉ねぎが詰まったコンテナ

コンテナに、玉ねぎではなくて薪を入れて乾燥、保管している様子を見かけます（写真2）。農家では、フォークリフトやトラクターなどで、コンテナごと薪を運ぶことも可能だと考えられますので、このようなコンテナの利用法は、薪の保管や運搬の面でも有効だと考えられます。

さて、ここで、薪の代わりに、燃料用の木チップをコンテナに入れて乾燥させることもできるのではないかと考えました。木チップをコンテナに入れると、木チップを山積みしているチップの山よりは、同じ体積で考えると、外気に触れる面積が多くなる



写真2 薪が入っているコンテナ

と考えられますので、チップの山よりは乾燥が進む可能性があります。また、木チップを入れたコンテナをビニールハウスに入れて、太陽からのエネルギーも有効に利用したり、強制的に風を当てたりすれば、さらに乾燥が進むと考えられます。

燃料用の木チップの乾燥は、木質バイオマスのエネルギー利用、特に燃焼を伴う利用では非常に重要なことですので、他の化石エネルギー由来のエネルギー源を使わない方法が求められています。

今回は、太陽からのエネルギーを有効利用するために、コンテナとビニールハウスを用い、補助的に送風を行う乾燥方法を検討して、どの程度まで木チップの水分が低下するかを検討しました。

## ■コンテナとビニールハウスを使った乾燥方法<sup>1)</sup>

今回、写真3で示すようなコンテナを用いてみました。内容積は2m<sup>3</sup>程度（内寸1.63×1.05×1.13m）です。このコンテナに木チップを入れて、まずは試験場内に設置したビニールハウスの中に入れて水分変化の状況を確認しました（写真4）。その際には、乾燥を促進させる方法として、コンテナの中に仕切りをつけて隙間を設ける方法や、送風機を設置して木チップに送風する方法などを検討しました。

木チップの水分測定は、試験期間中は挿入式水分計（Schaller 社製humimeter BLL）を用い、試験終了後は木チップをサンプリングして全乾法により評価しました。



写真3 使用したコンテナ



写真4 ビニールハウスとコンテナ設置の様子

図1にカラマツチップを用いた場合の結果の一例を示します。試験期間は2019年8月下旬から9月上旬の2週間で、平均気温は22.8℃、試験開始時のチップ水分は31.5%でした。試験終了後のカラマツチップの水分は、隙間（この場合、隙間は9cm程度で、チップ層の幅は20cm程度）を設けて、チップに送風した場合で、水分10%程度まで乾燥しました。なお、送風した場合は、風が当たっている面の乾燥が早く、4～6日程度で水分15%程度まで乾燥している状況が確認されています。

この程度まで乾燥させることができますと、効率のいい熱電併給を行っている熱分解ガス化炉でも使

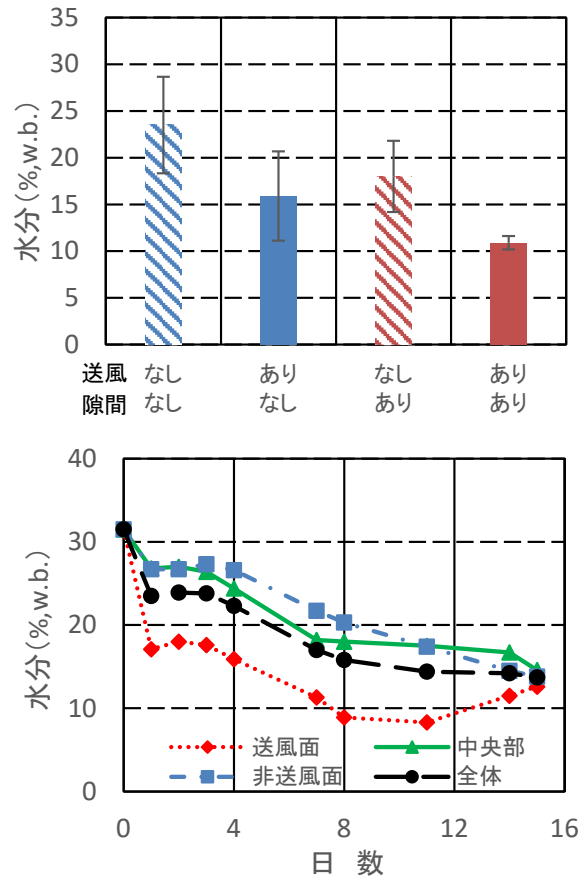


図1 乾燥経過（試験終了後の木チップ水分（上）と乾燥の途中経過（下））

用することが可能となってきます。なお、初期水分が高い傾向にあるトドマツでは2週間で乾燥させるのは難しい結果となっています。

■実証試験<sup>2)</sup>

この結果を参考に、熱電併給を行っている熱分解ガス化炉向けに乾燥チップを納入している事業者に協力していただき、実際に木チップ乾燥に用いている施設をお借りして、実証試験を行いました。その事業者では、現状、木チップを広げて乾燥していますが（写真5）、もっと大量に効率よく乾燥させることが可能になると考えられます。

用いたチップはカラマツ主体の針葉樹材切削チップで、試験場で行った試験と同様にコンテナに隙間を設けて、実証試験を行いました（写真6）。

図2に実証試験の結果の一例を示します。試験期間は2020年7月下旬から8月中旬の2週間で、平均気温は26.4℃、試験開始時の木チップ水分は36.2%でした。コンテナ内に仕切りを設けること、およびコンテナに送風することにより、木チップ乾燥の促進効果が確認されました。



写真5 実証試験先で行われている現状での木チップ乾燥の様子



写真6 コンテナを用いた実証試験の様子

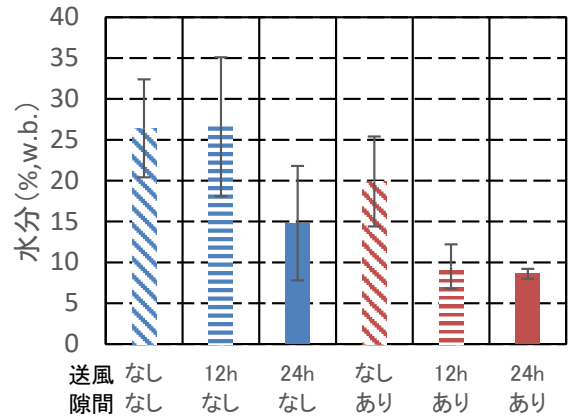


図2 実証試験の結果 (試験終了後の木チップの水分)

す。今回の方法は、ビニールハウスとコンテナと送風機があれば乾燥できること、不要になれば農業用途に流用することも可能であり、設備投資を小さくする利点があります。チップ製造コストでは、乾燥木チップの価格は重油相当価格程度になりました。また、乾燥に関する部分のコスト（チップ投入作業に係る重機の燃料代、送風に係る電気代などで、減価償却費や人件費は除く）は、外部熱源を利用して水分15%程度の乾燥チップを製造している事例と比較した場合とほぼ同程度と計算され、今回検討した方法では、化石燃料の使用を極力少なくして、乾燥チップを生産することが可能です。

また、北海道胆振東部地震の際に発生したブラックアウトの経験から、非常時の電源確保の問題もあり、今後は木チップを燃料とした熱電併給型の熱分解ガス化発電用のバイオマスボイラー導入も検討されていく可能性があります。その場合、熱分解ガス化の際に発生するタールによるトラブルを回避するため、燃料用チップの水分を15%以下にする必要がありますので、このような方法で乾燥させた木チップの利用拡大を図っていくことができると考えています。

■参考文献

- 1) 林産試だより：2020年7月号，p.2 (2020)。
- 2) 林産試だより：2021年7月号，p.6 (2021)。

また、それらを併用することにより、2週間程度で水分15%以下に木チップを乾燥させることが可能でした。夜間の送風を停止（12h送風）した場合でも、夜間も送風した場合（24h送風）と比べて大きな水分変化の差はなく、乾燥コスト低減のためにも、送風時間の短縮は可能と考えられます。

■おわりに

コンテナとビニールハウスを用いる方法により、熱分解ガス化炉に使用可能な水分である15%以下まで木チップを乾燥させることが可能となりました。15%以下の木チップを製造するとなると、ボイラーの排熱の利用や、外部の熱源の設置など、何らかの乾燥設備の設置が必要で、その分設備投資が増えま

# CLT（直交集成板）を土木で使う意義とは

性能部 構造・環境グループ 今井 良

## ■はじめに

令和3年度から（一社）日本CLT協会は木構造振興株式会社からの委託を受けて、「CLTの土木利用技術の開発と実用化のための低コストCLT製造技術の検証」というテーマでCLTの土木利用について研究開発を行っています。林産試験場もこのプロジェクトに参加して、土木用CLTやその土木利用技術の開発を行っています。

では、今なぜ土木でCLTなのでしょう。CLTを土木で使う意義とは何でしょうか。

## ■国内におけるCLT事情

直交集成板ことCLT（図1、Cross-Laminated Timberの略称）は、欧州で開発された木質材料で、ラミナ（厚さ3cmほどのひき板）を直交させながら積層接着した集成加工材料です<sup>1)</sup>。圧倒的な木材量を有するパネルで、建築物あたりの木材使用量が相当見込めるため、CLT建築物の増加による「国産材の需要拡大」が期待されています。

しかしながら日本の建築分野において、木造建築物は構造的な合理性に基づき、“資材の断面を小さく薄くするスリム化”に向かって技術発展してきた<sup>2)</sup>ため、CLTには懐疑的な見方をする設計者や研究者も多かったようです。

元々海外ではCLTのメリットとして、曲がりや節、腐れなどの欠点が多く製材として使えないような低質材料であっても、強度性能や外観にあまり影響しない内層部分に大量利用できることがありました。このことで原料コストを低く抑えつつ要求性能を保つ安価な木質材料が実現されるはずでした。ところが日本では、安定した性能を担保するためJAS規格を設け、内層であっても外層と品質的に同等な材料を求めることとなり、性能や品質は高いものの価格もそれなりに高い木質材料になりました。そのため一般の小規模建築物では使いにくく、大規模な公共建築物やデザイン・コンセプト重視のホテル、商用施設などの限定された用途にとどまっているのが現状です。これでは本来の大幅な「国産材の需要拡大」の実現が困難なものになってしまうため、CLTの低価格化が求められています。



図1 CLT（スギ5層5プライ）



図2 ヨーロッパのCLT建築物の例（ドイツ）

## ■CLTの価格を下げるには

CLTの価格が高い理由の一つには、前述したとおり、ラミナや使用する接着剤の品質がJASにより厳格に定められており、安価で低質な原材料を利用しにくいことがあげられます。

海外のCLT建築物（図2）には大壁構造といって構造材が壁の仕上げ材で隠される建築が多く、CLTそのものの外観は重視されず、表面仕上げはラフ（粗い）仕上げでもあまり問題にはなりません。一方の日本には、良くも悪くも「木造建築物は構造材が見えてこそ」という“あらわし（現し）仕上げ信仰”のようなものがあり、工場から出荷されるCLTの表面には欠点（節など）が少ないことを求められます。

工場から出荷して現地で施工されるまでの間も表面に傷一つ付けることが許されないため、厳格に養生されるとともに、搬送業者や施工業者には繊細な取り扱いが要求されます。

このような状況下では、日本で製品コストを下げるのがとても困難であると想像できるかと思いません。今後CLT建築が活発になって需要が大幅に増え、工場稼働率や製材効率が高まることによる製造の合理化が進めば、もちろん自然と低価格化されていく可能性もありますが…。

ここで視点を変えてみると、「CLTの表面品質を求めなければ良い?」「JAS規格に則らない品質でもよい用途ならあり?」ということが思いつきます。前者は現行のJAS規格の範疇でも大壁構造なら、あるいは節などの欠点を“特徴”として受け入れてくれるユーザーなら、今すぐにでも対応できます。後者は、不特定多数向けの公共建築物や商用建築物などではJAS規格外の木質材料を受け入れ難いため、建築分野では難しいと思われれます。そこで考えられるのが、土木分野におけるCLTの利用です。

### ■土木分野でCLTに活路はあるのか

土木の分野では、木材が使われること自体が少ないため、土木構造物を構成する木質材料に対して、JAS規格であることを求めています。もちろん土木構造物の種類ごとに満たさなければならない性能などは技術基準等により性能規定化が進んでいる<sup>3)</sup>ものの、何らかの根拠により部材の性能や耐久性が保証できれば良いことになっています。つまり部材がJAS規格製品であれば性能の確認や証明の手間が省けますが、JAS規格外の製品でも材料強度等の基準値やそれを基にした計算結果、試験結果などを示せば使用できます。

そもそもCLTのJAS規格は、建築用途を想定して作られた規格のため、特に欠点に起因する外観に関する部分で土木用途としては過剰な要求となっています。土木分野では構造物の土中埋設や地盤面への直置きなど接地利用(図3)が多いため、構造物上に土砂や別の構造物、大型重機などが載ることを想定した圧縮強度などは重要ですが、一般的な建築物に求められるせん断強度や曲げ強度などは、橋や防護柵などを除いて、あまり必要とされません。したがってせん断強度に強く影響するラミナ同士の接着性能やCLTの内層に含まれるラミナの強度性能は、地盤面へ直置きする排水溝や敷鉄板のような土木用途な



図3 コンクリート製横断排水溝の例



図4 低質材料の例(節および腐れ、変色)

ら低くても良いかもしれません。

つまり、従来の建築用CLTの製造において使用が難しかった低質材料(図4)や、JAS規格を強度面で満たせず規格外とされた材料を、土木用CLTでは有効に活用できる可能性を秘めています。また外観の良さを必要としない用途なら、製品の仕上げ工程の一部省略も可能となります。これらが実現すると、原料と加工の両面からCLTを大幅に低価格化できるかもしれません。

これらの低価格化により土木分野向けのCLT需要が増加すると、CLT工場の年間稼働率の高まりや、建築用と土木用とで原料ラミナの効率的な配分、製造の合理化などが進むと考えられ、土木用CLTのみならず同じ工場で製造される建築用CLTも製造コストが削減されて低価格化するという副次的な効果が期待できそうです。

## ■土木利用における課題

その一方で、土木利用には屋外ならではの木材腐朽の課題を抱えており、CLTの保存方法については従来の建築利用よりもさらに検討する必要があります(図5)。しかし、これまでの一般的な木製品のように防腐薬剤の注入処理で対応すると、ポリウレームの大きいCLTだけに、必要な薬剤量も増え、より多くのコストが発生すると推察されます。

土木分野は建築分野に比べると公共事業として行われる工事が圧倒的に多いため、新しい技術や開発製品は、従来との比較で性能面だけでなくコスト面でのメリットが問われます。従来技術よりも高性能かつ低コストであれば、自然に需要が拡大していくと思いますが、たとえ新技術が極めて高性能でもコストが2倍や3倍になるような場合には、よほどの緊急性や公益性でもない限り公共事業で採用されることは非常に稀です。よって、土木用のCLTは可能な限り低価格であることが必要で、従来の一般的な防腐処理ではコスト面で採算が合わない可能性があります。

したがって用途ごとに、「通常の防腐薬剤の注入処理を行う」、「塗布などの簡易的な防腐処理を行う」、「無処理で腐朽したら交換する」等について費用対効果(B/C)を踏まえた検討を行い、目的に最も合致する保存方法を選択する必要があります。また、「無処理のまま利用して短期間で回収して再び別の現場で壊れる直前まで使いまわす」という手段も一つの選択肢かもしれません。

## ■おわりに

木材を高次加工したCLTのような製品を土木に利用することは一見過剰品質で無駄が大きいように見えますが、本稿で示したとおり、これまで十分に利用されなかった材料の有効活用や、低価格で取引されていた材料が従来よりも高い価格で取引されて活用されるなど、単純な「国産材の需要拡大」以上に



図5 屋外暴露試験中のCLT試験体

林業・林産業への貢献が実は大きい可能性を秘めています。土木業界にとってもコンクリートより軽量のCLTを上手に活用することで、作業性や安全性の向上、設計の合理化などの効果が期待できますし、一般市民にとっても工事中の騒音軽減、構造物からの輻射熱軽減、景観の向上など様々な副次的効果が期待できることから、CLTの土木利用はあらゆる分野にとって“三方良し”(いわゆるWin-Win)となるかもしれません。そんな未来の実現に向け、我々も日々研究開発に鋭意取り組んでいきます。

## ■参考文献

- 1) 木材接着講習会テキスト令和元年度：公益社団法人日本木材加工技術協会，p.V-4，(2019)。
- 2) CLTは国産材利用拡大の救世主となりうるか：有馬孝禮，森林環境/森林環境研究会編，pp.120-127，(2015)。
- 3) 土木分野における性能規定化に関する基礎的考察：猪熊明，土木学会論文集，No.651/VI-47，pp.163-168，(2000)。

# 道産コーンウイスキープロジェクト

岩田 聡

森林総研の島田卓哉さんが出された「野ネズミとドングリ」という本を読みました。ドングリに含まれるタンニン、タンパク質を体外に排出する働きをもつため、体にはよくないのだそうです。それでもドングリをせっせと集めて食べるアカネズミがどう対応しているのか、それを解き明かしていく研究について書かれています。一つ一つなぞを解明していく過程が「これぞ研究」という感じです。この研究を支える研究者、学生、ご家族が折々に登場し、研究に必要なデータをとる作業に真摯に向き合う姿に（しかも相当な労力をさいている）、とてもあたたかい気持ちになります。

この本の中で、各種のドングリの特性が紹介されています。北海道の代表的な樹木であるミズナラのドングリは、タンパク質が少なく、タンニンなどのフェノール化合物が多い特徴があるようです。野ネズミにとっては栄養価が小さく、あまりおいしくないのかもしれませんが。

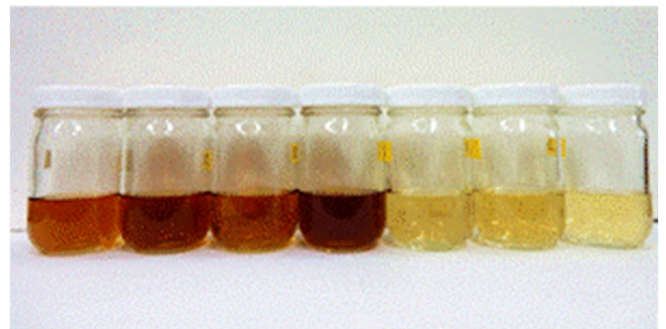
樹木に含まれるフェノール化合物はタンニンだけでなく、バニラの香りのするバニリンをはじめいろいろな種類があり、このことが人間にとって都合よくなるものとしてウイスキーが挙げられます。ウイスキーの樽としてミズナラが注目されるのは、ミズナラのもつフェノール化合物が、樽の中に貯蔵された原酒のアルコールに溶け出しウイスキー独特の香りや味わいをつくるからです。

道総研では、道産コーンウイスキープロジェクトとして、道総研全体で横断的に研究を進めながら民間企業や団体と連携して、研究成果となるウイスキーをつくる取り組みを昨年の2021年から始めました。これは、道総研の農業研究本部で開発したトウモロコシを粉碎したコーングリッツというお菓子などに使われる粉を活用し、コーングリッツをどのように発酵・蒸留するのがよいのかを食品加工研究センターで、蒸留により得られたアルコールをどのような樽で貯蔵することがよいのかなどを林産試験場でそれぞれ研究し、トウモロコシなどを原料にしたウイスキーをつくらうというものです。道総研で製造にあたっての手法を研究・開発し、それと並行して、農協、農業法人、蒸留所、流通業者などが連携して、ウイスキーの原料を生産、蒸留、製造、販売していくことを企画しています。

林産試験場の担当分野は、蒸留したアルコールを貯蔵する樽についての研究です。高い濃度をもつア

ルコールを樽に貯蔵すると、樽を介して内部と外部で“もの”が行き来する、いわゆる「呼吸」がみられます。そして呼吸の際に樽の材料である木材に含まれるフェノール化合物が溶け出します。アイスクリームのバニラのような香り、アーモンドのような香り、フローラルな香り、さまざまなフェノール化合物が溶け出し、樽の中に貯蔵されたアルコールに味や香りをつけ加えていくのです。

林産試験場では、いろいろな樹種の木片を加熱したあとガラス容器のアルコールにつけ込み、それぞれの変化を把握しました（写真）。ミズナラだけでなく、イタヤカエデ、アカエゾマツなどアルコールにつけると、樹種によって色や香りに違いが生じることがわかりました。色の濃いもの、淡いもの、甘い香りやフローラルなものなど多様なのです。アカエゾマツはヤニ臭くなりそうですが、マツ独特の香りはありませんでした。イベントなどにおいて香り体験をしてもらったところ、「フルーティである」「甘く強い香りがする」「梅酒みたい」など樹種によって評価もいろいろでした。



写真

ウイスキー樽の内部を焼く処理と同じように表面を焼いた木材のスティックを60%のエタノール水溶液に約22週間浸漬したもの。左から、イタヤカエデ、オニグルミ、ミズナラ、ホワイトオーク、カラマツ、アカエゾマツ、トドマツ。

オリジナルなウイスキーづくりに向けてはどのフェノール化合物がどのような香りと味わいを生み出すのか今後さぐる必要があります。原料となるトウモロコシの品質、蒸留方法、樽の中での熟成というそれぞれの条件によりできあがるウイスキーは異なり、この中からフルーティで、バニラやフローラルな香りと味わいをもつ道産ウイスキーが生まれる可能性があるのです。

(林産試験場長)



# 行政の窓

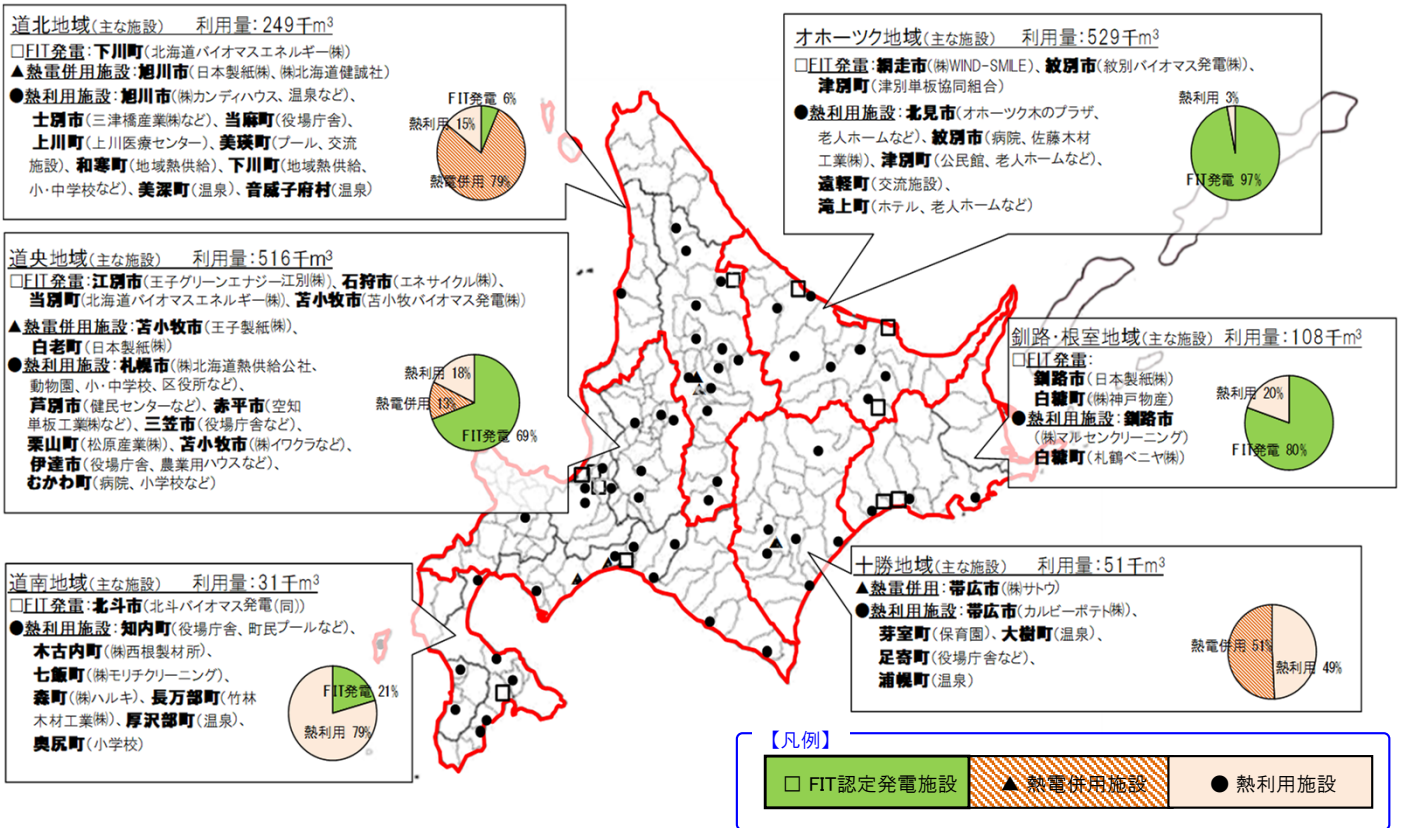
## 北海道の木質バイオマスエネルギー利用促進の取組

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。

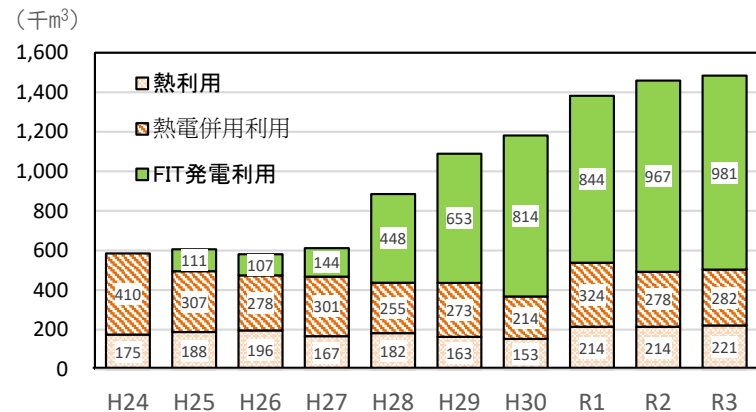
一方、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT制度）の開始以降、令和3年度末までに道産木材を使用する木質バイオマス発電施設が道内11か所で稼働するなど、発電燃料向け木質バイオマスの需要が増加していることから、発電燃料の調達が既存の木材需要に影響を及ぼさないよう、これまで活用されてこなかった細い間伐材や枝条・追上材などの未利用材を発電事業者へ安定的に供給することが求められています。

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、木質バイオマスボイラーの導入を促進するための研修会等を開催し、木質バイオマスのエネルギー利用促進に取組んでいるところです。

道内の主な利用施設  
令和4年（2022年）3月現在



木質バイオマスの利用形態別エネルギー利用量の推移  
令和3年度（2021年度）実績まで



道内木質バイオマス利用設備の現況  
令和3年度中に利用実績のあった設備

木質バイオマス発電機：44基  
 木くず焚ボイラー：129基  
 ペレットボイラー：60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

## ■フォレストワーカー研修

9月1日（木）に、（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が主催する『令和4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（後期）』で13名の若手研修生が来場されました。午前中は会場研究職員から「木材の流通と木材利用」、「木材の特性について」の2コマの講義を受け（写真1）、午後は場内施設を見学されました。



写真1 フォレストワーカー研修

## ■食べる・たいせつフェスティバル2022（旭川会場）

9月17日（土）に道北アークス大雪アリーナで開催された、コープさっぽろ主催の体験型イベント「食べる・たいせつフェスティバル」に出展しました。林産試ブースでは「きのこ収穫体験」として、きのこの成長がわかる動画を見ていただいた後に、菌床（おが粉と養分を固めたきのこ培地）から出たきのこ（くじ引きで「しいたけ」、「えぞゆきのした」、「たもぎたけ」から1種）を摘み取ることを通して、きのこの不思議な生育に触れていただくことができました（写真2）。



写真2 きのこ収穫体験

（林産試験場 広報担当）

## 北森カレッジニュース

### ■立木調査・選木実習in美深町（1年生）

1年生は1泊2日で美深町での立木調査・選木実習を行いました。

1日目は班ごとにトドマツとグイマツ雑種F<sub>1</sub>の2箇所の林分で、20×20mの標準地調査を行い、プロット内の伐採木を選定しました。生徒たちはササが深い美深の山に悪戦苦闘しながら頑張っていました。

2日目は美深の道有林内にある松山湿原と、道産木材が使われている仁宇布小中学校を見学しました。

松山湿原では風雪に耐え抜いたアカエゾマツなど、高層湿原ならではの景色を楽しんでいました。

### ■長期就業実践実習（2年生）

2年生は、3回目の長期就業実践実習を行いました。これで学院のカリキュラムとしては最後のインターンシップとなり、いよいよ就活も大詰めとなってきました。卒業まであと半年、悔いの残らないよう学生生活を楽しんでもらいたいと思います。

（北海道立北の森づくり専門学院 二木 美帆）



【立木調査の様子（1年生）】



【ドローンによるレーザー測量（2年生）】

林産試だより

2022年10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4年10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