

林産試 だより

ISSN 1349-3132



タモギタケの子実体を測定

木質バイオマス燃料の発熱量を高くする —ハンドリングを向上させるために—	1
CNC木工旋盤の活用事例の紹介	4
行政の窓	
〔北海道における木育の推進について〕	8
林産試ニュース・北森カレッジニュース	9

2
2021



道総研

(地独)北海道立総合研究機構

林産試験場

木質バイオマス燃料の発熱量を高くする — ハンドリングを向上させるために —

利用部 バイオマスグループ 山田 敦

■はじめに

再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT）の導入により、北海道でも木質バイオマス発電施設が数カ所、稼働しており、令和元年度の木質バイオマスのエネルギー利用量は年間約138万m³に及んでいます¹⁾。

しかし、木材は石油や石炭などの化石燃料に比べて、発熱量が低く（約20MJ/kg）軽い（気乾比重0.4～0.6）ため、エネルギー密度（単位容量当たりの発熱量）が低くなります（表1）。そのため輸送や貯蔵に係るコストが割高となります。より広範な需要に対応するためには、木質バイオマス燃料のエネルギー密度を向上させ、扱いやすさ（ハンドリング）を良くする必要があります。

表1 灯油とバイオマス燃料のエネルギー密度²⁾

種 別	エネルギー密度
灯 油	36.7MJ/L
山棒チップ	2.4MJ/L
ペレット燃料	11.3MJ/L
バイオディーゼル（廃食油）	34.4MJ/L
バイオエタノール（小麦）	21.2MJ/L

ここでは、林産試験場が行った木質バイオマス燃料のハンドリングを向上させる研究として、ペレット化（圧縮固形化）、フライ乾燥（水分低減）、トレファクション処理（熱処理改質）についてご紹介します。

■ペレット化—高い発熱量の原料を混合する—

バイオマス発電所などで用いられるチップ燃料のかさ密度（単位容積当たりの重量）は、樹種や形状、水分によって異なりますが概ね150～300kg/m³ぐらいです。それに対して家庭用ストーブなどに使われるペレット燃料のかさ密度は650～750kg/m³であり³⁾、ペレット化するだけでエネルギー密度は2～5倍になります。宅配が必要であり、貯蔵スペースが限られる住宅暖房用燃料にはペレット燃料が適していると言えます。

ペレット燃料の原料はおが粉状の木材ですが、成形性に支障がでない範囲で発熱量が高い原料を粉砕して混合することが可能です。林産試験場では木炭くずや廃プラスチックを混合したペレット燃料（図1、2）を試作し、発熱量の向上を確認しました。



図1 木炭くず混合ペレット⁴⁾

農業用廃プラスチックを混合したペレット燃料（図2）については実生産施設での製造試験、ボイラーでの燃焼試験、及び製造コスト試算まで行いましたが⁵⁾、残念ながら実用化には至りませんでした。環境問題としてマイクロプラスチックによる海洋汚染が注目される中、廃プラスチックの有効活用法としても実用化が望まれる技術であると考えます。



図2 農業用廃プラスチック混合ペレット燃料
（廃プラスチック10%混合、発熱量22.14MJ/kg）

■フライ乾燥—油で揚げる—

水を含んだ木材は重たく、燃えにくく、得られる熱量も少なくなります。木材に含まれる水分を蒸発させるために使われた熱は、排気とともに排出されるため普通の燃焼機器では利用することができません。乾燥することは木質バイオマス燃料の発熱量向上に役立つため、効率的な乾燥技術が求められています。

これまでに、木材を水の沸点以上の油状液体中に浸漬して急速に乾燥させる方法（フライ乾燥）が検討され、国内でも寸法安定性や耐久性の付加を目的としたパラフィン液相乾燥材が実用化された経緯があります⁶⁾。そこで廃食用油などを利用したフライ乾燥を想定して、サラダ油を用いたフライ乾燥を試み（図3）、処理されたチップ燃料の性能を明らかにしました⁷⁾。



図3 オイルバスによるフライ乾燥

その結果、105°C30分間または150°C5分間以上の処理で、水分15%以下にすることが可能であることが明らかとなりました（図4）。さらに油の吸収によって発熱量が1.5倍となることが確認され、エネルギー密度の向

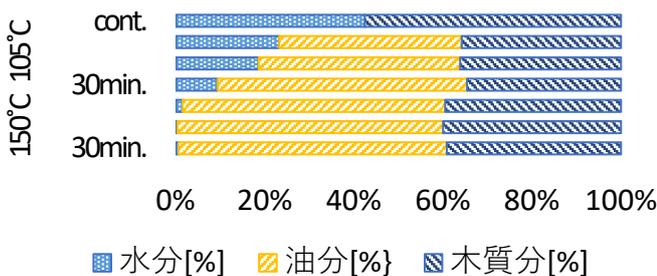


図4 フライ乾燥による組成変化（切削チップ）

上にも有効な処理であると考えます。

現在、チップ燃料の乾燥には、自然乾燥のほか、温風による間接加熱などが用いられますが、数時間から数週間を要します。フライ乾燥は短時間で処理することが可能であり、ポテトチップス工場などで使われている大型の連続フライヤーを流用することにより、効率的な乾燥が期待できます。

■トレファクション処理—木材を焙煎する—

木材を400~1000°Cで蒸し焼きにしてつくる木炭は、軽くて火力が強く（重量当たりの発熱量は木材の約1.7倍）⁸⁾、家庭用燃料などとして古くから用いられています。しかし、炭焼きで得られる木炭は絶乾重量比で、もとの木材の2割程度であり、収率（歩留り）がよい手法とは言えません。最近では燃料よりも、付加価値が高い土壌改良材やにおい吸着剤などの環境資材としての利用⁹⁾が多くなってきています。

トレファクション処理とは、バイオマスを低温（200~320°C）で熱処理することにより、発熱量向上、破碎性向上、吸水性低下などの性能を付与する処理です¹⁰⁾。従来の木炭製造より収率が高く、ヨーロッパなどで注目されている技術です。



図5 トレファクション処理した木チップ燃料

林産試験場では、北海道産木質チップ燃料をトレファクション処理し、各種性能を測定しました¹¹⁾。無処理（cont.）、200°C、225°C、250°C、275°C、及び300°Cで処理したトレファクション処理物を図5に示します。トレファクション処理により褐色を帯び、処理温度が高くなるに従い黒色に近づく傾向が見られました。

収率は処理温度の上昇とともに減少し、300℃では7割でした。しかし、発熱量は増加し、300℃で無処理の1.2倍となりました。破碎性が向上し、水も吸いづらくなりました(表2)。

表2 トレファクション処理物の収率、発熱量、破碎性、吸水性・

処理温度	収率 [%]	総発熱量 [MJ/kg]	破碎性 [HGI]	吸水性 [g/g]
cont.	100.0	19.05	15.5	5.2
200℃	99.6	19.04	17.1	4.4
225℃	95.3	20.13	28.7	2.4
250℃	91.6	20.22	30.1	1.5
275℃	85.7	21.14	45.7	0.6
300℃	68.7	23.51	80.8	0.3

※破碎性のHGIはハードグローブ指数の略(石炭のHGIは40~60)、数値が大きいほど破碎性が良好。

北海道内には3カ所の石炭火力発電所が存在し、2,250kWの電力を供給しています¹²⁾。そのうち2カ所が微粉炭ボイラーを採用しています。

微粉炭ボイラーで木質バイオマス燃料を燃やすためには200メッシュパスに粉碎する必要があります。木材は破碎性が劣るため、石炭と同じ粉碎機(微粉炭機)を利用できませんでした。トレファクション処理により破碎性を向上させることにより既存の設備で石炭と同時に粉碎することが可能となり、石炭火力発電所での活用が期待できます。また水を吸いにくいので、新たに保管庫を設けることなく、石炭と同じように屋外に山積みのできる可能性があります。

■おわりに

ご紹介した技術の他にも、林産試験場では木質バイオマス燃料のハンドリングを良くする研究として、自動車燃料としての利用を想定したバイオエタノールを木材(ヤナギ)から製造する研究¹³⁾にも取り組みましたが、残念ながら実用化に至っていません。

日本政府は、2050年までに温室効果ガスの排出量を実質ゼロにするという目標を掲げています。二酸化炭素の排出量を増やさないカーボンニュートラルな木質バイオマスエネルギーに対する関心は今後ますます高くなっていくと考えます。

木質バイオマスエネルギーは再生可能なエネルギーですが限られたエネルギーです。無計画な利用は森林崩壊に繋がります。

持続可能な社会の実現のためにも、他の廃棄物系資源と組み合わせるなどして、木質バイオマス燃料のエネルギー密度を向上させ、ハンドリングを良くし、無駄なく効率的に使う技術の実用化が望まれます。

■参考文献

- 1) 北海道水産林務部林業木材課:木質バイオマスエネルギーの利用状況(2020).
- 2) 山田 敦:バイオマス燃料あれこれ, 林産試だより1月号, 2-5(2009).
- 3) (一社)日本木質ペレット協会:木質ペレット品質規格(2017).
- 4) 山田 敦:北海道産木質バイオマスを原料としたペレット燃料の燃料特性, 林産試験場報, 20(2), 24-28(2006).
- 5) 山田 敦ほか:芽室町における廃プラスチック混合ペレット燃料の社会実装, 第14回バイオマス科学会議発表論文集, 東広島市, 133-134(2019).
- 6) 松岡良昭:パラフィン液相乾燥材の外構材としての利用, 木材工業, 59(9), 388-392(2004).
- 7) 山田 敦:木質バイオマス燃料のフライ乾燥, 林産試験場報, 548, 印刷中(2020).
- 8) 川瀬 清:新版林産学概論, 北海道大学図書刊行会(1982).
- 9) 本間千晶:木材の炭化, 熱処理による有効利用, 林産試だより3月号, 3-8(2017).
- 10) "Torrefaction - A New Process In Biomass and Biofuels". New Energy and Fuel. November 19, 2008. Retrieved February 29(2012).
- 11) 山田 敦:北海道産木質チップ燃料のトレファクション, 林産試験場報, 544, 48-50(2019).
- 12) ほくでんグループレポート(2019).
- 13) 折橋 健:「ヤナギからバイオエタノールを作る」, 林産試だより11月号, 1-2(2009).

CNC木工旋盤の活用事例の紹介

技術部 製品開発グループ 橋本 裕之

■はじめに

CNC木工旋盤（写真1）は、林産試験場で開発した三次元加工が可能なコンピュータ制御の木工旋盤です。CNCとは Computer Numerical Controlの略で、コンピュータによる数値制御の意味です。特徴は、刃物にチップソーを用い、材料の回転角度に応じて切り込みを変化させることにより、自動で三次元加工を実現していることです（写真2）。加えて、ルータービットによる内面加工機能も備えていますので器類の加工も可能です（写真3）²⁾。従って、CNC木工旋盤では外面と内面の加工が一度に可能であり、材料の脱着を必要としません。



写真1 実用化されたCNC木工旋盤

■活用事例の紹介

ここでは、導入された各社の導入の動機や、導入したことによる効果、そして課題点を知るためにアンケートを実施し、その結果を事例集としてまとめたので報告します。

各活用事例に関して下記のような項目について整理しました。

- ① 会社名
- ② 会社概要
- ③ 導入の動機
- ④ 導入による効果
- ※ 執筆者のコメント



写真2 加工中の様子

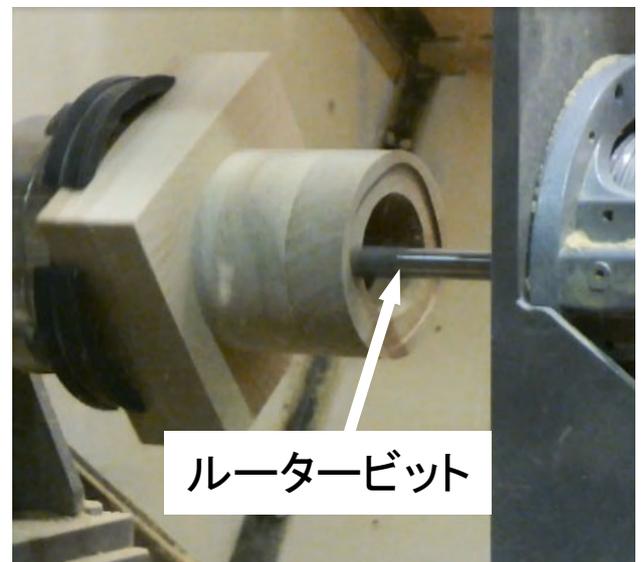


写真3 内面加工中の様子

活用事例 1

- ① 独楽工房 隈本木工所（福岡県）
- ② 120年の歴史を持つ独楽製作の老舗です。日本一回る独楽を作る目的で導入しました。また、人手不足を解消するため自動化を進め、新商品を開発する目的もありました。

④ 独楽にこだわらない新商品の開発をもたらしました。平成25（2013）年に導入し、商品名「グッポス」（写真4）を累計10,000個生産しています。

※ この商品は、書き方の授業中に使用するもので筆を持っていない方の手の置き場として使用される器具です。ウサギを思わせる三次元形状のデザインで、2014年の福岡デザインアワードを受賞している商品です。



写真4 商品名「グッポス」
（写真：独楽工房 隈本木工所提供）

活用事例2

- ① 有限会社山田木工所（京都府）
オーダーメイドの家具メーカーです。CNC木工旋盤の導入後は、非円形の木製コップを生産しています（写真5）。
 - ③ 障がい者雇用に取り組むにあたり、熟練の技術が不要かつ高精度の加工ができるので導入しました。
 - ④ CNC木工旋盤では主に器類を加工していますが、一般的に使われる木工ロクロによる同心円形状とは異なり、楕じれ形状などを取り入れた三次元的な形状を加工できるようになり商品の幅が広がりました。また、従来の手加工ではできなかった形状の器を自動で生産できるようになりました。
- ※ CNC木工旋盤は自動加工が可能のため雇用が生まれた事例です。障害者の雇用に繋がった例が他にも2例あります。また、器の内面においても断面形状は円形のみならず非円形加工が可能です。



写真5 オリジナル器類
（写真：有限会社山田木工所提供）

活用事例3

- ① ヒットコンポジット株式会社（長野県）
 - ② 木製ルアー、木製工芸品など比較的小さな物（写真6）を生産しています。
 - ③ 従来は、コッピン機（倣い式木工旋盤）を使用していましたが、その生産が中止されたので代替機として導入しました。
 - ④ 加工精度が向上し、仕上げ時の研磨時間を最大1/5に短縮できました。また、3D-CADによるデータを活用することが可能になり商品の幅が広がりました。
- ※ 小物の場合、1本の材料から一度に複数個を連続的に加工が可能なることから、生産性が向上するメリットが生まれます。



写真6 3次元形状の小物
（写真：ヒットコンポジット株式会社提供）

活用事例4

- ① 株式会社セブンセンス（広島県）
 - ② オーダー家具，テーブルの脚，けん玉（写真7）などを製造販売しています。
 - ③ 複雑な形状のテーブルの脚や，けん玉の加工を手作業で行っていたため，時間短縮と精度を改善する必要がありました。
 - ④ 他のNC機械と併用することで，加工の幅が広がり，生産効率が2倍以上になりました。また，メーカーからの加工依頼が増え，新規のお客さまと取引していただけるようになりました。
- ※ CNC木工旋盤はコンピュータ制御の自動加工機械ですから，これを導入したことで生産性が向上しただけでなく，加工可能な形状の幅が広がり新商品の開発のきっかけになった事例です。



写真7 けん玉
(写真：株式会社セブンセンス提供)

活用事例5

- ① レグナテック株式会社（佐賀県）
- ② オリジナル家具（写真8），インテリア商品を製造販売しています。
- ③ コストダウンのため外注部品を内製化する必要がありました。また，製造工程で発生する端材を有効利用することで地球環境との調和性を向上させたかった。
- ④ 外注費が削減できました。新製品開発のスピードがアップしました。断面が連続で変化する複雑な形状の加工が可能になり他社との差別化が可能になりました。

- ※ CNC木工旋盤は，外形の加工にはチップソーを用い，内面の加工にはルータービットを用いることで木製シェード（写真9）のような，非円形の加工が可能です。



写真8 スツール
(写真：レグナテック株式会社提供)



写真9 木製シェード
(写真：レグナテック株式会社提供)

課題

アンケートの結果、CNC木工旋盤において、今後、検討が必要と考えられた課題は、NC研磨機の必要性でした。

切削加工後の仕上げ工程では、塗装工程に備えた研磨工程が欠かせません。平面を研磨する場合にはベルトサンダー等の機械が充実していますが、平面以外の三次元的形状では人が目で見ながら、手で触れながらサンドペーパーを擦り付けることを繰り返しているのが現状です。このためコストと時間を費やすので問題となっています。これを機械化するには3つの方式が考えられます。

一つ目は、機械に眼を持たせて研磨すべき場所を認識する機能、研磨工具を加工面に沿った姿勢でわずかな加減で擦り付ける機能、そして研磨後の粗さを評価する判断機能を持った方式です。この方式では研磨面の評価にAI（人工知能）を活用する必要があります。

二つ目は、切削加工時の工具経路データを基に、研磨工具を制御して加工面を走査させる方式です。

三つ目は、研磨が必要のない高精度で滑らかな切削加工による方式が考えられます。

二つ目、三つ目に関しては、既に林産試験場が技

術開発を行い特許³⁾を取得していますが、実用化には至っておりません。また、傾斜した面を持つ形状を加工する場合、チップソーのエッジによる深い凹みが現れるため、研磨作業に時間を要することもあります。このような場合には、あらかじめ切削に用いるチップソーの先端のエッジに対してわずかに面取りを施すことが有効と思われます。

■おわりに

林産試験場が開発したCNC木工旋盤は、技術移転の後に製品化され全国各地の木工所等の商品づくりに役立てられています。

■参考文献

- 1) 特許第4784767号：3軸NC木工旋盤システム・工具経路生成方法・工具経路生成プログラム及び記録媒体(2011年)
- 2) 橋本裕之：CNC木工旋盤による非円形複数ポケットの自動加工技術の紹介，林産試だより 2018年12月号
- 3) 特許第6623478号：多軸NC木工旋盤システム，工具経路生成方法，工具経路生成プログラムおよび記録媒体(2017年)

行政の窓

北海道における木育の推進について

道では、森林づくりに関し、道民の理解の促進、青少年の学習機会の確保、道民の自発的な活動の促進を図り、森林づくりを道民全体で支える気運を高めるため、北海道で生まれ、定着しつつある木育の活動を全道に広げることとしており、「木育マイスターと連携した木育活動」及び「子育て世代とその子どもに対する木育活動」を重点とした取組を推進しています。

■令和2年度（2020年度）の主な事業

区分	主な内容	事業名
木育マイスターの育成・活用	○木育マイスター育成研修【①】 ○木育マイスターを対象としたフォローアップ研修【②】	森林整備等支援事業 ※森林環境譲与税
子育て支援における木育の推進	○認定こども園、児童館と連携した木育教室【③④】 ○食育をはじめとした多様な「育」との連携による普及啓発イベント（食育、花育等）【⑤⑥】	「北海道のmokuiku（木育）」推進事業
教育における木育の推進	○初任段階教員への木育研修 ※中止 ○大学等との連携による普及啓発イベント【⑦】	同上
企業等との連携による木育の推進	○木育マイスターの活動に対する支援【⑧】	同上 ※企業版ふるさと納税



①9/6苫小牧市イコロの森



②11/1苫小牧市イコロの森



③11/26中頓別町認定こども園



④12/5旭川市東光児童センター



⑤11/7苫小牧市イオンモール苫小牧



⑥10/18森町波多野エクスガーデン等



⑦10/7帯広市帯広大谷短期大学



⑧10/16標津町きつつきの森

■おうちでmokuiku！

新型コロナウイルス感染症の影響で休校やイベント中止が相次ぐ中、ご自宅で少しでも木育に親しみ、楽しんでもらうため木製遊具の紹介や遊び方、簡単にできる木育ワークショップなどを、フェイスブック「北海道のmokuiku（木育）」などにて公開しています。



積木を使った「ナイアガラの滝」



小型の木製遊具（上）、「森のピタゴラス」（左下）
経木でしおりづくり（右下）



木育とは・・・

子どもをはじめとするすべての人びとが、
「木とふれあい、木に学び、木と生きる」取組です。

詳しくはHPまたはFacebookをご覧ください！



Facebook



HP

(水産林務部森林環境局森林活用課木育推進係)

林産試ニュース

■ 来訪制限が続いています

新型コロナウイルス感染症の行方が見通せないなか、林産試験場では、外部からの来訪をご遠慮いただく状態が続いています（詳細は[林産試験場ホームページ](#)に掲載）。ウェブ会議は今や普通ですが、実験設備を自宅に持ち帰ることができない研究現場では、感染予防に配慮しながら業務に励んでいます。



【実大部材の強度試験の様子（構造試験室）】

■ 研究のとりまとめと次年度への準備をしています

林産試験場では、年度末に向けて、今年度の研究業務の仕上げと並行して、来年度実施予定の研究課題についても、具体的な準備作業が行われています。例年、活発な議論が交わされる研究課題検討会ですが、出席者を限定し、外部関係者はオンライン参加として密を避け、マスク着用で進められています。



【ディスタンスを保っての検討会議の様子】

北森カレッジニュース

■ 短期就業体験研修を行いました

～インターンシップ活動～

令和2年10月19日から22日、また令和3年1月25日から28日の各3泊4日の日程で短期就業体験研修が実施されました。全道各地域の関係者の皆様の多大なる御協力をいただいたおかげで、無事に研修を終えることができました。

学生たちは就業体験を通じて林業・木材産業への理解を深め、就業イメージを構築し所期の目的を果たすことができました。

コロナ禍の大変な状況の中、受入していただいた企業、森林組合、地域関係者の皆さまにはこの場をお借りして厚くお礼申し上げます。

（北海道立北の森づくり専門学院 舟生憲幸）



【造材作業（釧路管内）】



【丸太の検知（宗谷管内）】



【防風柵の設置（檜山管内）】

林産試だより

2021年2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>

令和3年2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