

# 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m<sup>3</sup>に及んでいます<sup>1)</sup>。

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<sup>2)</sup>

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/m<sup>3</sup>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/m<sup>3</sup>であり<sup>3)</sup>、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<sup>4)</sup>

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<sup>5)</sup>、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<sup>6)</sup>。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<sup>7)</sup>。



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

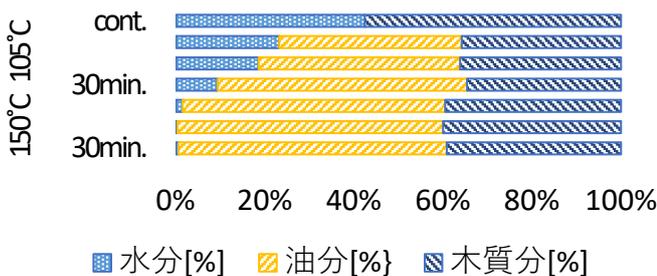


図4 フライ乾燥による組成変化（切削チップ）

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）<sup>8)</sup>、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<sup>9)</sup>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<sup>10)</sup>。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<sup>11)</sup>。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<sup>12)</sup>。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<sup>13)</sup>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).