

木質バイオマス燃料のフライ乾燥

山田 敦

Fry-drying of wood biomass fuel

Atsushi YAMADA

キーワード：木質バイオマス燃料，フライ乾燥，発熱量，灰分

小型のガス化発電システムが要求する低水分の木質バイオマス燃料に対応するために、食用油を用いて2種類の木材バイオマス燃料（切削チップ，破砕チップ）のフライ乾燥を試みた。その結果，両燃料とも含水率15%以下となる乾燥条件は，105°Cで30分間，150°Cで5分間であることが明らかとなった。また処理に用いた食用油の吸着により発熱量は1.4~1.5倍に上昇した。フライ乾燥は短時間で乾燥することが可能であり，燃料品質の向上に有効なプロセスになると考える。

1. 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，木質バイオマスのエネルギー利用量は年間約138万m³（R1年度）に及ぶ。

大型の木質バイオマス発電は燃料調達や排熱の有効利用が難しい等の問題があり，ヨーロッパではオーガニックランキンサイクルや熱分解ガス化による小型の熱電併給システムが主流となりつつある。

これらのうち熱分解ガス化による小型の熱電併給システムは，安定的な運転を行うために燃料品質に対する要求が厳しい。特に水分は，いずれの実用装置においても平衡含水率以下（10~15%（湿量基準））であることが必要とされ，効率的な乾燥技術の開発が求められている。

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）は古くから検討されている。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ている²⁾。

そこで，本研究では効率的な乾燥方法として廃食用油等を利用したフライ乾燥を想定し，サラダ油を用いたフライ乾燥を試み，処理された木質バイオマスの燃料特性を明らかにしたので報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

河川流木を原料として南富良野町森林組合にて製造された切削チップ及び破砕チップを供した。各試料の初期水分を全乾法にて測定後，ふるい分け法によりRosin-Rammler線図を作成し，平均粒度（d50）及び均等数（n）を求めた。

2.2 フライ乾燥

処理には市販のオイルバス（ヤマト科学株式会社製BO400型）を用いた（第1図）。



第1図 オイルバス(ヤマト科学株式会社製BO400型)による木質バイオマス燃料のフライ乾燥

槽内に廃食油を想定した業務用サラダ油3Lを満たし、所定温度（105°C、150°C）に達したことを確認後、予め重量を測定した試料100gを金網カゴに入れ投入し、5、10、30分間加熱後、5分間室温で放置して油を切り、処理後の重量を測定した。得られた処理物は105°C16時間乾燥後の重量を測定し、初期水分および処理前・処理後・乾燥後の重量から、水分・油分・木質分の組成割合を計算した。

2.3 燃料特性

得られた試料の灰分、総発熱量を、JIS M8812「石炭類及びコークス類—工業分析方法」、及びJIS M8814「石炭類及びコークス類—ボンブ熱量計による総発熱量の測定方法及び真発熱量の計算方法」に準じて測定した。また、処理に用いたサラダ油についても処理前と処理後の発熱量を上記の方法に準じて測定した。

2.4 熱分析

熱分析には示差熱天秤（株式会社リガク製TG8120）を用いた。微粉碎した試料5mgを空気気流中（200ml/min）において昇温速度（20.0°C/min）で500°Cまで加熱し、質量減少率の変化及び反応熱を測定した。

3. 結果と考察

3.1 試料の水分及び粒度

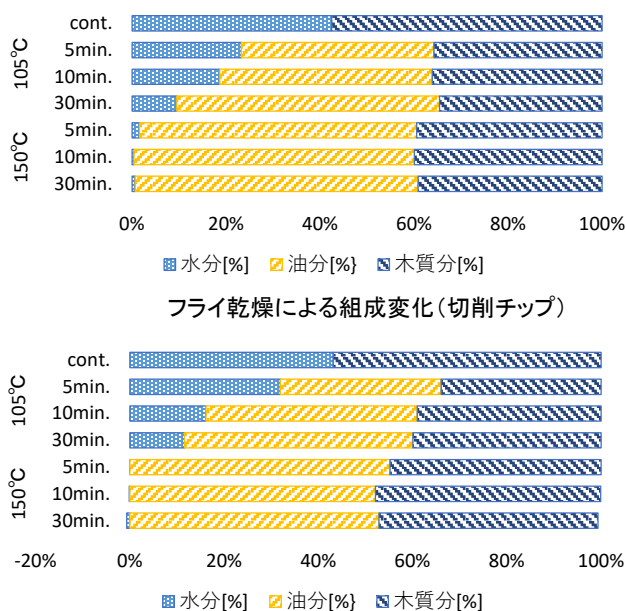
試験に供した切削チップおよび破碎チップの初期水分は、それぞれ42.5%、43.2%であり大きな差はなかった。平均粒度（d50）は切削チップが7.48mmに対し破碎チップは5.11mmと若干小さく、均等数（n）も切削チップが1.82に対し破碎チップが1.01と小さく粒度分布の幅が広いと考えられた。



第2図 フライ乾燥後の材色変化(破碎チップ)

3.2 フライ乾燥による水分変化

フライ乾燥後の試料を第2図に示す。フライ乾燥により表面に油が付着し、濡れ色を示した。フライ乾燥による組成割合の変化を第3図に示す。形状は異なるが、切削チップ、破碎チップともにフライ乾燥により急激に水分が減少し、105°Cでは30分間、150°Cでは5分間で水分が15%以下まで減少し150°Cで10分間以上では全乾状態となった。フライ乾燥により、油の吸収による重量の増加が認められ、切削チップでは油分は最大60%に及ぶと計算された。



第3図 フライ乾燥による組成変化(破碎チップ)

3.3 燃料特性

第1表に各試料の無水ベースの発熱量、灰分を示す。供した切削チップ・破碎チップは原料が河川流木であり、若干灰分が高く発熱量が低い傾向があった。フライ乾燥により発熱量は1.4~1.5倍に上昇した。これは発熱量が高いサラダ油が吸収されたためと考える。Romdhanaらは下水汚泥のフライ乾燥を行い、発熱量が24MJ/kgに向上した³⁾と報告しており、それ以上の性能が期待できる。

サラダ油は、使用にともない異物の混入や酸化等により発熱量が低下する可能性がある。本研究では処理前と処理後の発熱量変化はわずかであった。しかし廃食油を用いた場合では、本実験よりも処理物の発熱量は低下すると考える。

第1表 各試料の発熱量および灰分

区分	処理温度	処理時間	発熱量[MJ/kg]	灰分[%]
切削チップ	cont.	-	19.88	0.6
	105°C	5min	27.88	0.6
		10min	28.54	0.5
		30min	29.34	0.4
	150°C	5min	29.26	0.4
		10min	29.10	0.5
30min		29.88	0.4	
破碎チップ	cont.	-	18.85	3.9
	105°C	5min	27.38	3.9
		10min	28.28	3.6
		30min	28.35	4.4
	150°C	5min	29.26	3.6
		10min	29.21	3.2
30min		29.15	3.2	
サラダ油	(処理前)		39.88	-
	(処理後)		39.71	-

※発熱量、灰分は無水ベースの値

Silva1らは同じく下水汚泥のフライ乾燥を行い、エアードライと比較して灰分が減少し、燃料としての性能が向上した⁴⁾と報告しているが、木質バイオマス燃料は、下水汚泥（灰分28%）に比べて灰分が低く、明確な灰分の減少は確認できなかった。

3.4 熱分析

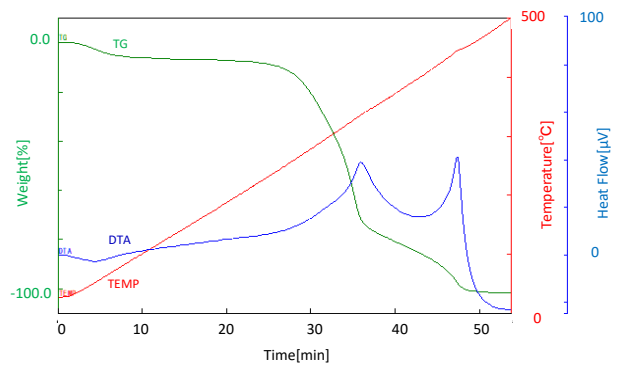
切削チップの無処理及びフライ乾燥後の熱分析の結果を第4図に示す。無処理の初期（0~400°C付近まで）の重量減少及び発熱ピークは水分の蒸発と揮発分による分解燃焼、後半（450°C付近）の発熱ピークは固定炭素の表面燃焼に由来するものと考えられるが、フライ乾燥後は後半のみに発熱ピークが認められた。これは食用油の発火点が400°C以上⁵⁾と、木材に比べて高いことに由来すると考える。

4. まとめ

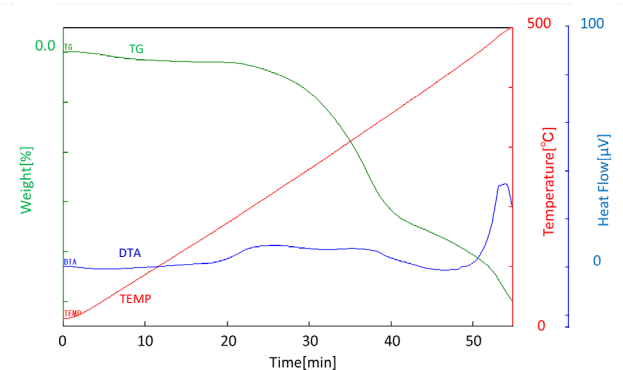
熱分解ガス化装置による小型の熱電併給システムが要求する低い燃料水分に対応することを目的として、食用油を用いて形状が異なる木質バイオマス燃料2種のフライ乾燥を試みた。

その結果、いずれの形状においても105°C30分間または150°C5分間以上で、熱分解ガス化装置が要求する水分15%以下にすることが可能であることが明らかとなった。油の吸収による発熱量の向上が確認され、燃料品質の向上に有効な処理である。

現在、木質バイオマス燃料の乾燥には、火災を避けるため熱風による間接加熱が一般的に用いられる。フライ乾燥は短時間で処理することが可能であり、乾燥効率の向上が期待できる。



無処理切削チップ



フライ乾燥処理切削チップ

第4図 熱天秤 (TG-DTA) による熱分析結果
TG: 熱重量変化, DTA: 示差熱分析

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) 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), pp. 388-392(2004).
- 3) M.H. Romdhana, A. Hamasaiid, B. Ladevie, D. Lecomte: Energy valorization of industrial biomass: Using a batch frying process for sewage sludge, Bioresource Technology, 100, pp. 3740-3744 (2009).
- 4) D.P.Silva1, V. Rudolph, O. P. Tarantol: The drying of sewage sludge by immersion frying, Brazilian Journal of Chemical. 22(2), pp. 271-276 (2005).
- 5) 船野誠, 中根芳一: 天ぷら油火災の発生要因に関する研究, 大阪市立大学生活科学部紀要, 40, pp. 39-46(1992).

—利用部 バイオマスグループ—
(原稿受理: 20.11.25)