

北海道産木質チップ燃料のトレファクション

山田 敦, 梅原 勝雄*¹

Torrefaction of wood chip fuel in Hokkaido

Atsushi YAMADA, Katsuo UMEHARA

Keywords: torrefaction, wood chip fuel, grindability
トレファクション, 木質チップ燃料, 破碎性

北海道産木質チップ燃料のトレファクションを行い、低酸素下200~300℃で熱処理することにより、発熱量・破碎性の向上、吸水性の低下などの性質が付与できることを明らかにした。275℃以上では収率が大きく低下するため、それ以下の温度で処理することが望ましいと考えられた。熱分析の結果より、トレファクション処理物は木質チップ燃料と燃焼形態が異なることが予想された。FT/IRスペクトルの測定結果では、225℃以上で化学構造の変化が認められたが、300℃でも多くの官能基が残っていると推測された。

1. はじめに

北海道では、2014年度は58万m³の木質バイオマスエネルギーを利用している。今後、バイオマス発電等との燃料競合により、低品質な林地未利用材の利用が増加することが見込まれることから、木質チップ燃料の性能向上を図る必要がある。

トレファクション (Torrefaction) とは、バイオマスを低温 (200~320℃) で熱処理することにより、発熱量向上・破碎性向上・吸水性低下等の性能を付与する技術であり、従来の木炭製造より収率が高く、微粉炭ボイラーの混焼用燃料等としての活用が期待される。そこで北海道産木質チップ燃料をトレファクションし、各種性能を測定するとともに熱分析、構造解析を行った。

なお本研究の一部は、第64回日本木材学会大会 (2014年3月13日)¹⁾で発表した。

2. 試験方法

2.1 トレファクション

試料には北海道産カラマツ伐根粉碎物 (水分17.8%) を供した。トレファクションには実験用の外熱 (5 kW) 式の横型回転炭化炉 (第1図) を用いた。炭化炉のレトルト (10L) に試料500 gを充てんし、回転させながら 1時間で所定温度 (200~

300℃) まで昇温し、ただちに室温にて冷却した後、処理物の重量を測定し収率を求めた。

2.2 燃料特性

得られた熱処理物は、JIS M8812「石炭類及びコークス類—工業分析方法」、JIS M8812「石炭類及びコークス類—元素分析方法」、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」に従い、工業分析値 (灰分、揮発分、固定炭素)、元素分析値 (H,C,N含有量)、及び総発熱量を測定した。



第1図 横型回転炭化炉

2.3 破碎性及び吸水性

破碎性の良否を示すハードグローブ破碎性指数 (HGI) はJIS M8801「石炭—試験方法」に準じて測定した。ただし、試料が石炭に比べてかさ高いため、試料充てん量は規定の1/2 (25g) とした。吸水性は旧運輸省船舶局長通達船査第52号(昭和59年2月1日付け)「排出油防除資機材の性能試験基準」を準用して測定した。

2.4 熱分析及び構造解析

熱分析には示差熱天秤 (TG8120(株)リガク製) 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。構造解析にはフーリエ変換赤外分光光度計 (FT/IR4200日本分光(株)製) を用いて、KBr法によりFT/IRスペクトルを測定した。

3. 試験結果

無処理 (cont.) , 200°C, 225°C, 250°C, 275°C, 及び300°Cで処理した供試試料のトレファクション処理物を第2図に示す。処理物は褐色を帯び、処理温度が高くなるに従い黒色に近づく傾向が見られた。

トレファクション処理物の収率、燃料特性、破碎性、及び吸水性を第1表に示す。収率は処理温度の上昇とともに減少し、275°C以上では10%以上減少した。しかし、総発熱量は高くなり、エネルギー収率 (収率と発熱量の積) は225°Cまで、ほとんど変化しなかった。

処理温度が高くなるに従い、工業分析における揮発分は減少し、固定炭素が増加する傾向が見られた。元素分析の結果でも、処理温度が高くなるに従い、

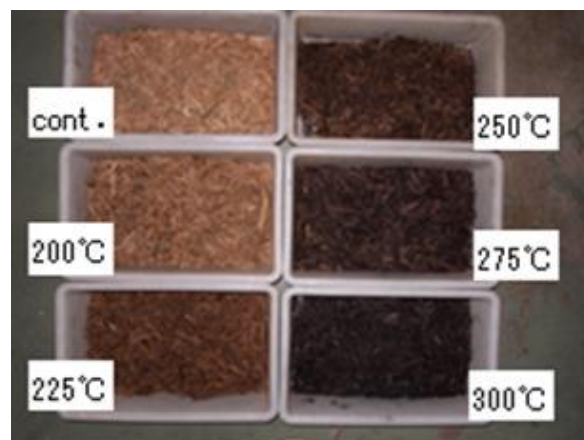
水素含有率 (H) が減少し、炭素含有率 (C) が増加した。

破碎性はトレファクションにより向上し、処理温度275°C以上では石炭 (HGI=40~60) と同等以上の破碎性が認められた。吸水性は処理温度の上昇とともに減少し、トレファクションによる耐水性の向上が期待できた。

熱分析の結果を第3図に示す。処理温度の上昇とともに、初期 (0~400°C付近まで) の重量減少が小さくなり、後半 (450°C付近) の発熱ピークが大きくなった。

初期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、トレファイド処理物の燃焼は未処理物と異なり表面燃焼の割合が高くなると予想された。

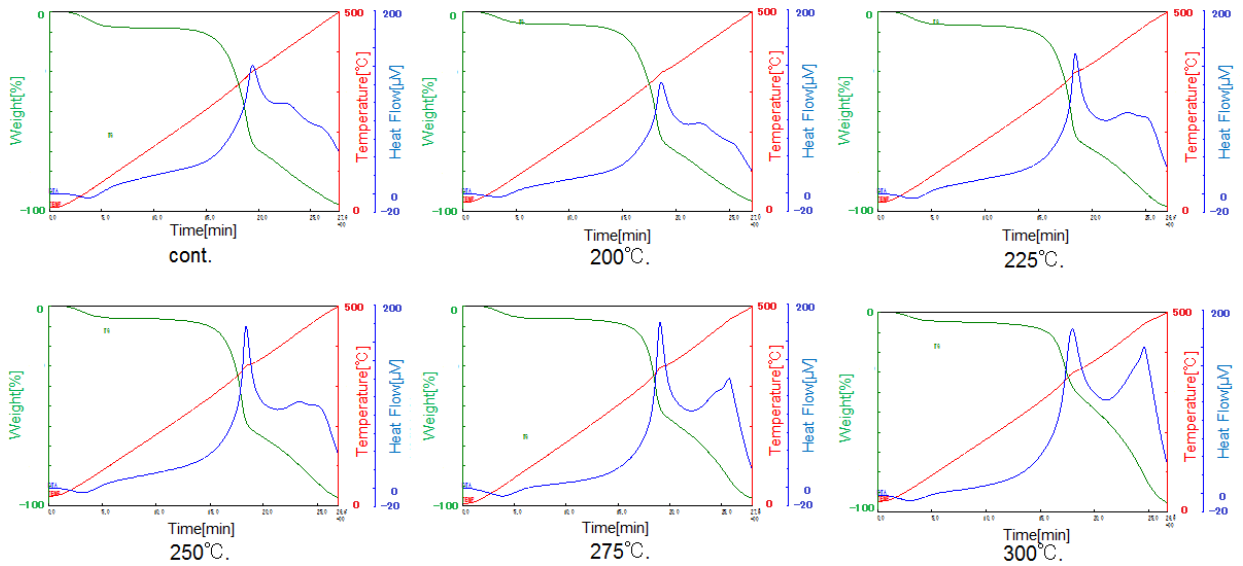
各処理温度のトレファイド処理物のFT/IRスペクトルを第4図に示す。無処理物及び200°Cに比べ、



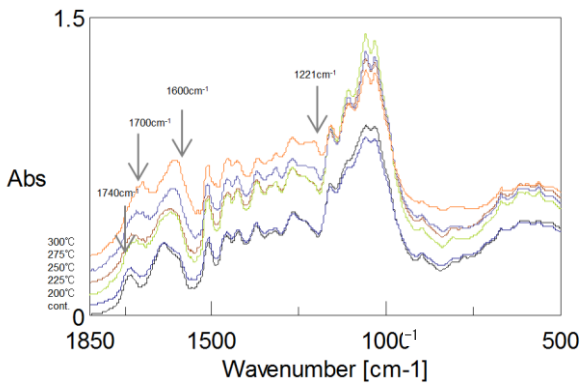
第2図 トレファクション処理物

第1表 トレファクション処理物の収率、燃料特性、破碎性、及び吸水性

処理温度	収率 [%]	総発熱量 [MJ/kg]	水分		工業分析値			元素分析値			破碎性 HGI	吸水性 [g/g]	エネルギー収率 (収率×発熱量)
			水分 [%]	灰分 [%]	揮発分 [%]	固定炭素 [%]	H [%]	C [%]	N [%]				
cont.	100.0	19.05	17.8	5.0	79.2	15.7	6.2	47.5	0.3	15.5	5.2	19.1	
200°C	99.6	19.04	5.5	4.7	78.9	16.4	5.8	46.4	0.0	17.1	4.4	19.0	
225°C	95.3	20.13	1.8	2.6	79.7	17.8	5.9	48.6	0.0	28.7	2.4	19.2	
250°C	91.6	20.22	2.4	3.2	77.2	19.6	5.8	50.1	0.0	30.1	1.5	18.5	
275°C	85.7	21.40	1.5	2.6	74.5	23.0	5.6	52.6	0.2	45.7	0.6	18.3	
300°C	68.7	23.51	2.2	3.0	63.5	33.5	5.2	57.8	0.0	80.8	0.3	16.2	



第3図 トレファクション処理物の熱分析結果



第4図 トレファクション処理物のFT/IRスペクトル

225°C以上では処理温度が高くなるに従い、カルボニル基と一致する1740cm⁻¹のピークの減少、C=C及びC=Oに由来する1700cm⁻¹及び1600cm⁻¹のピークの増加、並びにグアイアシル基を示す1221cm⁻¹のピークの増加が認められた。Parkらは、それらの変化が脱アセチルに起因するヘミセルロースのエステル基の除去、炭水化物の分解によるケトン類、アルデヒド、エステル類、カルボキシル基と芳香族構造、及びリグニンの相対的な増加によるものと考察しており²⁾、300°Cでも多くの官能基が残っていると推測された。

4. おわりに

北海道産木質チップ燃料のトレファクション処理を行い、発熱量向上・破砕性向上・吸水性低下等の性能を付与できることを明らかにするとともに、示差熱天秤やFT/IRスペクトルにより、その熱分解挙動及び化学構造の変化を分析した。

トレファクション処理はヨーロッパで既に実用化されている技術である。北海道には3カ所の石炭火力発電所が存在し、その年間石炭使用量（2009年度）は474万tに及ぶ。トレファクションにより木質チップ燃料の品質を向上させ、それらの石炭火力発電所の混焼燃料として活用することにより、CO₂排出量の削減に寄与するとともに、木質バイオマスの需要拡大が期待できる。

参考文献

- 1) 山田敦,梅原勝雄:北海道産木質チップ燃料のトレファクション,第64回日本木材学会大会研究発表要旨集,Q13-P-07,pp.207 (2014).
- 2) J. Park, et al.: Transformation of lignocellulosic biomass during torrefaction, J. Anal. Appl. Pyrol. ,Vol. 100, P 199–206 (March 2013).

—利用部 バイオマスグループ—
 —*1: 元利用部 バイオマスグループ—
 (原稿受理: 15.11.18)