

木質バイオマス利用における水熱処理の有効性 Effectiveness of hydrothermal processing in woody biomass use

○瀧波 勇人 飯塚徳達 牧 恒雄
Takinami Yuto Iiduka Noritatu Maki Tsuneo

1. はじめに

木質バイオマスは、エネルギー・マテリアルその両方の利用が可能な、カーボンニュートラルな資源である。近年、化石資源の使用量削減や温室効果ガスの排出抑制の観点から、その利用促進が求められている。木質バイオマスを利用するとき、エネルギー利用を想定した場合は、粉碎、発熱量・密度の増加が求められ、マテリアル利用を想定した場合は微粉碎することが求められる。水熱処理は、木質バイオマスを高温高圧の水蒸気で蒸煮しながら攪拌することにより、発熱量を増加させ、粉碎することが可能な技術であり、エネルギー・マテリアルのどちらの利用を想定しても有効な前処理技術であると考えられる。本研究では、木質バイオマスを水熱処理し粒度、発熱量、収率について評価をおこなった。また、水熱処理により微粉碎が容易になっていることが予想されるため、処理物を再粉碎し粉碎性の評価もおこなった。

2. 試料と実験方法

試料は、福島県産の杉と埼玉県産の孟宗竹（以後竹と記す）を使用した。杉は幹材のみの切削チップ（Fig 1）であり、竹は伐採した直後の物を、葉などを含め丸ごと粗粉碎し（Fig. 2）水熱処理を行った。竹の粗粉碎はタウンビーバー(KYB)を用いた。水熱処理は、圧力容器（3 m³）内に原料チップを 2.5 m³投入し、目標の処理圧力まで加圧し攪拌しながら所定時間圧力を保持した。水熱処理条件は、蒸煮時間を 30min 間とし、処理圧力を杉は 1.8、2.0、2.2MPa の 3 条件、竹は 1.8MPa の 1 条件で試験をおこなった。再粉碎はスクリーン径 1mm のカッターミルを用いた。発熱量は JIS-M8814 に準じて求め、収率は水熱処理前後の絶乾質量を比較して求めた。



Fig. 1 杉チップ

Cryptomeria japonica chip

3. 結果と考察

3. 1 粒度、粉碎性

各試料の粒度を Fig. 3、4 に示し、また、Fig. 3 には杉原料チップをそのままカッターミルに投入した結果も併せて示している。竹は粗粉碎の段階では、Fig. 2 に示すように、葉や細い部位などはチップにならず、篩い分けによる分析が不可能であったため、原料チップの粒度は示していない。杉チップの粒度と粉碎性は圧力による違いがほとんど認められなかったため、1.8MPa30min の処理条件における粒度データを示す。



Fig. 2 竹チップ

Bamboo chip

Fig. 3、4 に示すとおり、杉も竹も処理を行うと細粒化

している。竹は水熱処理で4~5割が100 μ m以下に粉砕された。杉は水熱処理のみでは微粉末までの粉砕は出来なかったが、カッターミルで再粉砕すると5割以上が100 μ m以下に粉砕できた。これを、水熱処理していない杉のカッターミルの粉砕結果と比較すると、水熱処理をおこなうことにより、杉の粉砕性が向上したことが示された。原因として木材の強度低下が考えられ、既往の研究では、静的曲げ強度が64%、衝撃曲げ強度は68%低下したと報告されている(馬場 2008)。

3. 2 発熱量、収率

Table 1 に各試料の発熱量と収率を示し、**Table 2** に圧力保持における圧力容器内の平均圧力と温度を示す。全て試料で1割程度の発熱量の増加が認められ、杉は処理圧力が高いほど発熱量が高くなった。しかし、収率は1.8MPa、2.0MPa、2.2MPaを比べると、2.0MPaが一番低くなっている。これは、木の主要な構成物質のヘミセルロースは、蒸気雰囲気中では200 $^{\circ}$ C程度から分解が始まることが知られており、210 $^{\circ}$ Cからは一部のリグニンも分解が始まると言われている。よって処理温度が高いとこれらの構成物質の分解が進み、その結果収率が低くなると考えられる。**Table 2** に示すように本実験では、処理圧力2.2MPaよりも2.0MPaの方が圧力容器内温度が高くなったため、ヘミセルロースとリグニンの両方が分解され、収率が低くなったと考えられる。また、竹は杉と比較して収率が低くなっているが、これは、杉が幹材のみであるのに対し、竹は枝葉などの分解されやすい部位を多く含んでいたためと考えられる。

4. まとめ

木質バイオマス利用の前処理として杉と竹を水熱処理し以下の知見を得た。

①水熱処理を行うと木質バイオマスの強度が低下し容易に粉砕された。また、カッターミルで再粉砕するとD₅₀が100 μ m以下の微粉末になり、微粉末が容易に製造できた。②水熱処理はバイオマスの発熱量増加に効果があり、約1割の増加が認められた。また、水熱処理後の収率は9~7割であり、処理圧力によって差異が生じた。

以上のことから、水熱処理を行うと発熱量が増加し粉砕が容易に行えることから、水熱処理は木質バイオマスの前処理として有効な方法であることが示された。

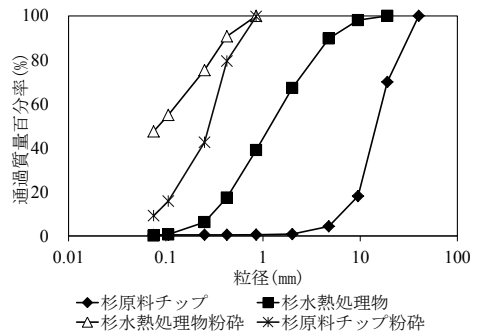


Fig. 3 杉粒度

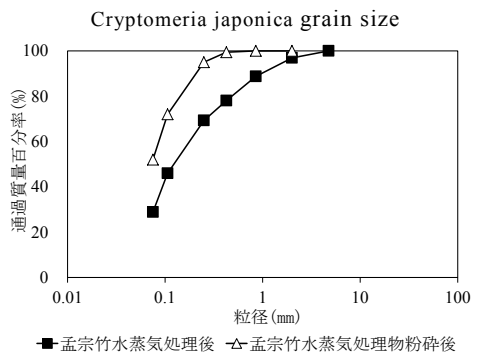


Fig. 4 竹粒度

Bamboo grain size

Table 1 発熱量と収率
quantity of heat and yield

試料	高発熱位(MJ/kg)	収率(%)
杉原料チップ	20.00	-
杉1.8MPa	22.17	89.1
杉2.0MPa	22.54	73.9
杉2.2MPa	22.72	85.1
竹原料チップ	19.12	-
竹1.8MPa	21.95	71.4

Table 2 処理中の圧力と温度

	Pressure and temperature on processing	
	平均圧力(MPa)	平均温度($^{\circ}$ C)
1.8MPa	1.80	203
2.0MPa	1.95	217
2.2MPa	2.20	200