

102 バーク材の乾燥に関する基礎研究 ～減圧乾燥～

A Basic Study about Drying the Bark - Decompression Dryness -

○ 千葉 篤 (室工大・院) 正 媚山 政良 (室工大)
山森 英明 (室工大) 堤 崇晃 (室工大)

CHIBA Atsushi, Muroran Institute of Technology, 27-11 Mizumoto, Muroran
KOBAYAMA Masayoshi, do.
YAMAMORI Hideaki, do.
TSUTSUMI Takaaki, do.

Key Words: Fuel woods, Woody biomass, Drying, Bark, Decompression

1. 緒言

化石燃料の埋蔵量には限度があり、化石燃料が枯渇した場合、エネルギー源の消失が危ぶまれているが、さらに重要な問題として、化石燃料の燃焼により大気中のCO₂濃度が高くなり、地球温暖化の問題がある。

そこで注目したいのがバイオマスである。森林から得られるバイオマスを特に木質バイオマスという。バイオマスとは、「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」と定義されている。バイオマスの特徴としてカーボンニュートラルであることが上げられる。カーボンニュートラルとは、炭素が大気中を循環していて、総量としては増えないという考え方である。近年この木質バイオマスを燃料とするボイラーが注目されている。しかし木質バイオマスは繊維質で水分を含みやすく乾燥しにくい。燃料の水分が多いと燃焼には不利である。

本研究では木質バイオマスの中でも樹皮のチップ材であるバーク材の乾燥に関する研究である。過去の研究では温風乾燥を用いていたが効率が悪かったため減圧して乾燥させることを試みた。実用化を目指しているため減圧は真空ポンプを使用せず、アスピレータを使用した。

バーク材に含まれる水分は主に自由水と結合水に分けられ自由水は細胞内空隙にある水分で、結合水は細胞壁内に結合されている水分のことである。自由水は遊離している状態なので比較的簡単に蒸発するが、結合水は細胞壁内にあるため蒸発させることは難しい¹⁾。そこで減圧することで細胞内部から強制的に結合水を蒸発させることができるのではないかと考えた。

2. 実験装置

本実験装置は主に乾燥部、凝縮部、アスピレータ、水銀マンオメータ、真空バルブにより構成されている。

乾燥部は雰囲気温度を一定にするために木箱で覆い、内部にはバーク材を投入し外部からドライヤー及びニクロム線により加熱している。温度はドライヤーの出力及びニクロム線に流す電流の電圧により調節する。

凝縮部内には氷を投入し外側を断熱材で覆っている。氷は内部を冷却し、バーク材から蒸発した水分を凝縮させるために投入している。

アスピレータは圧力を下げるとともに、蒸発した水分の排出も担い、圧力はアスピレータに流す水道水の流量により調節する。また圧力の測定は水銀マンオメータを使用した。

真空バルブは実験前後に装置内の急激な圧力変化を防止するために設置している。

実験装置の概略図を Fig.1 に示す。

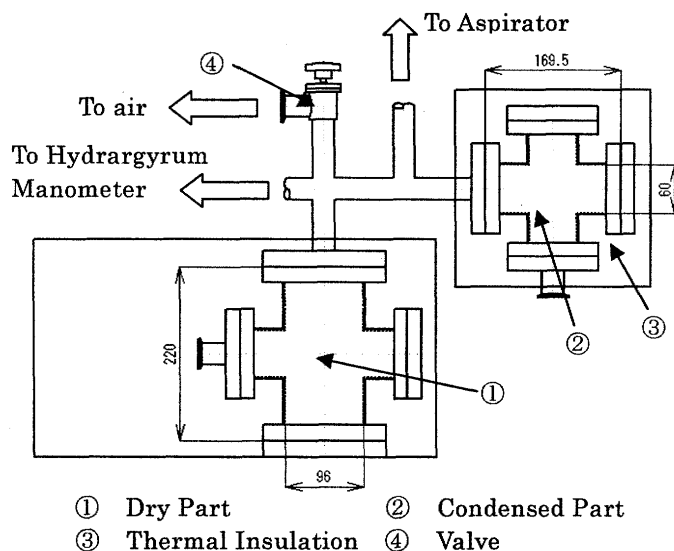


Fig.1 Outline of experimental device

3. 実験方法

- 1) バーク材に水を含ませ、含水率を調節する。
- 2) バーク材の含水率、重量を計測する。
- 3) 乾燥部にバーク材、凝縮部に氷を投入する。
- 4) アスピレータに水道水を流し、圧力を下げる。
- 5) 乾燥部を加熱し測定を開始する。
- 6) 5分毎に加熱温度、乾燥部内温度、凝縮部内温度、凝縮部外温度、圧力を測定する。
- 7) 実験終了後バーク材を取り出し、重量を測定しその中から少量取り出し含水率を計測する。

本実験で使用するバーク材の平均の大きさは長径約15mm、短径約2mmである。

4. 計算式

バーク材の蒸発水分量は式(1)より乾燥前後の重量差から算出した。バーク材に含まれている水分の割合をバーク材の重量を基準にし、湿量基準含水率として式(2)により定義した。

$$W_e = m_1 - m_2 \quad \dots (1)$$

$$W_w = W(M + W) \quad \dots (2)$$

W_e [g]: 蒸発水分量, m_1 [g]: 乾燥前のバーク材重量, m_2 [g]: 乾燥後のバーク材重量, W_w [-]: 湿量基準含水率, W [g]: バーク材の水分量, M [g]: バーク材の水分を含まない重量

5. 実験結果および考察

5-1 加熱温度を変化させたときの蒸発水分量

実験条件 圧力 13.3kPa abs(100mmHg), 乾燥時間 90min, パーク材重量 65g, パーク材の湿量基準含水率 55%で加熱温度を変化させた時の蒸発水分量の変化を Fig.2 に示す。

加熱温度を 60°C~100°C に変化させた場合蒸発水分量は、比例的に増加した。これは水に与えられる熱量が増加したため、水分の蒸発量が増加したと考えられる。また温度が高くなると水の表面張力の低下, 蒸発熱の低下が起こり²⁾, 水分が蒸発しやすくなることも要因になったと考えられる。

また近似線は圧力 13.3kPa abs での沸点約 51.7°C²⁾ を通る一次関数で表される。沸点以下では水分の蒸発量が 0g であるが, 空気の飽和していなければ水蒸気分圧差により蒸発が起こるはずである。しかし, その蒸発量は沸点以上のときと比べて微量であると思われる。したがって沸点以上では温度に比例して蒸発水分量は変化するが, 沸点以下では水蒸気分圧差に比例して水分量は変化すると思われる。

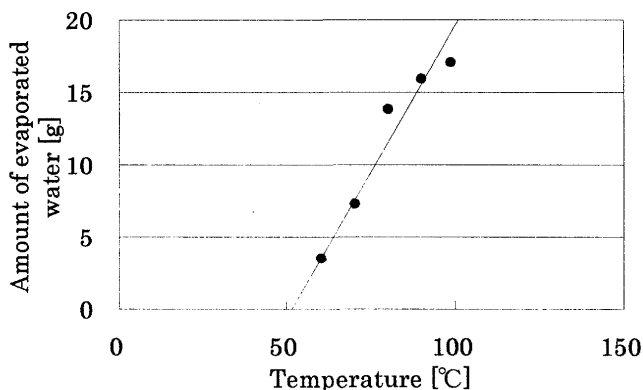


Fig.2 Temperature and Amount of evaporated water
5-2 圧力を変化させたときの蒸発水分量

実験条件 加熱温度 100°C, 乾燥時間 90min, パーク材重量 65g, パーク材の湿量基準含水率 55%で圧力を変化させた時の蒸発水分量の変化を Fig.3 に示す。

圧力が高いところでは蒸発水分量はあまり変化していないが, 圧力が低いところでは大きく増加している。圧力を低くすることで蒸発熱の低下や沸点の降下が起こるので, 蒸発水分量が増加したと考えられる。また, アスピレータに流す水の流量により圧力の調整を行っているため, 圧力を高くすると同時に水分の排出量が減少したことが影響していると思われる。

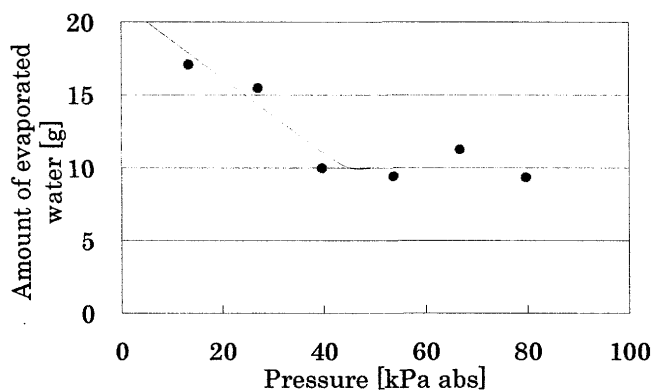


Fig.3 Pressure and Amount of evaporated water
5-3 乾燥時間を変化させたときの蒸発水分量

実験条件 加熱温度 100°C, 圧力 13.3kPa abs, パーク材重量 65g, パーク材の湿量基準含水率 55%で乾燥時間を変化させた時の蒸発水分量の変化を Fig.4 に示す。

本報告において行った実験範囲では, 乾燥時間に比例して蒸発水分量も増加していることがわかる。この関係を対数で近似できると考えると, 乾燥時間約 4320min で含水率を 0%にすることができると考えられる。

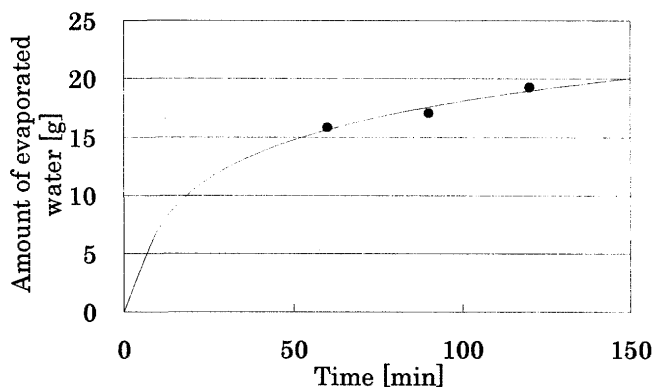


Fig.4 Time and Amount of evaporated water
5-4 パーク材の重量を変化させたときの蒸発水分量

実験条件 加熱温度 100°C, 圧力 13.3kPa abs, 乾燥時間 90min, パーク材の湿量基準含水率 55%でパーク材の重量を変化させた時の蒸発水分量の変化を Fig.5 に示す。

重量の増加とともに蒸発水分量も増加している。パーク材の重量とともに含んでいる水分の絶対量も増加しているため, 蒸発する水分も増加していることが原因であると思われる。しかし重量が 150g 以上で水分量があまり変化していない。これは蒸発水分量がアスピレータの排出量と凝縮部での凝縮量よりも上回っているためであると思われる。

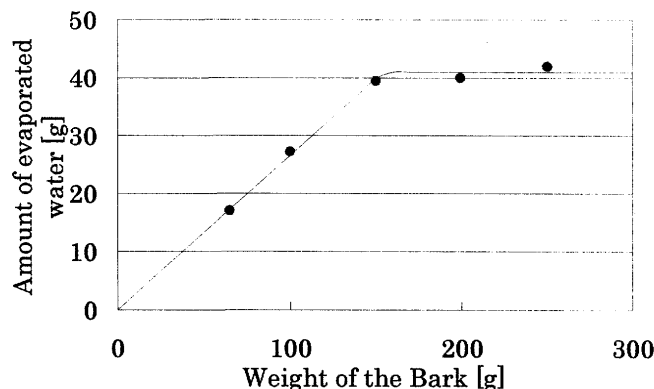


Fig.5 Weight of the Bark and Amount of evaporated water

6. 結言

木質バイオマスの中でも樹皮のチップ材であるパーク材の減圧乾燥を試みた。本研究より以下の結果が得られた。

- 1) 沸点以上では蒸発水分量は温度に比例して増加する。
- 2) 圧力は低いほど蒸発水分量は増加する。
- 3) 乾燥時間を増加させるほど蒸発水分量は増加する。その関係は対数で近似できると考えられる。
- 4) パーク材の重量に比例して蒸発水分量は増加するが, 水分の排出量, 凝縮量には限界が存在する。

本報告における実験では結合水が蒸発しているか確認することはできなかった。

参考文献

- 1) 原 徹, 工場操作(乾燥編下巻), 化学工業社, 1959, pp72-73
- 2) 藤井 澄二, 日本機械学会蒸気表, 日本機械学会, 1980, pp10-105