

マイクロ波加熱によるセルロース系素材の炭化技術

光石一太・川野道則・常定 健・川端浩二

Kazuta MITSUIISHI, Michinori KAWANO, Takeshi TSUNESADA, Kouji KAWABATA

キーワード：マイクロ波加熱／セルロース素材／VOC／炭化物

Key words : Micro wave heating／Cellulose material／VOC／Charcoal

1 はじめに

近年において、炭に関連する製品が快適性住空間の確保や環境保全の観点から注目されている。また、平成15年度に建築基準法が改正されて以来、ホルムアルデヒドや有機溶媒が原因の一部と考えられているシックハウス症候群に対する対策、カビの発生を抑制する湿度対策、シロアリ対策、トイレ、冷蔵庫、居間における脱臭対策、住宅用断熱素材としての利用、吸音材としての効用等が現在検討されている。さらに工業材料では、電磁波遮蔽材や遠赤外線効果を利用した素材の応用開発や黒鉛、カーボンナノチューブを利用した燃料電池（セパレーター）についても近年研究が進んでいる。

しかし、炭化するセルロース系素材の種類、炭化方法（伝統的な土窯、工業的なキルン等）により炭化物の特性は大幅に異なるため、目的に応じた作製条件を設定する必要性がある。一般的に炭を利用した製品は、炭化した固形物、炭化した素材を後加工したもの（粉末、顆粒、成形体）等があるが、目的に応じて原料や炭化方法を選定しているとは言いがたい。さらに炭の特徴である微細孔構造特性についても十分な言及はなされていない。

ここでは、炭の微細構造のコントロールや微細孔を利用した新規材料の開発のため、新規な炭化手法であるマイクロ波加熱法を用いてセルロース系素材の炭化技術を確立することを目的とする。

2 マイクロ波加熱法の概要

マイクロ波とは、波長が1m～0.1mの極めて短い電波の総称であり、レーダー、通信、医療、工業用加熱に広く用いられている。我が国では、工業用のマイクロ波の波長は殆どが2450MHzである。マイクロ波加熱作用は、電氣的絶縁材料に対して誘電発熱現象（内部発熱）を利用したものである。一般的には、比誘電加熱時間の短縮化、均一加熱、高いエネルギー効率、非

接触で操作可能である点が特徴である。

マイクロ波加熱の工業的利用分野では、食品、木材、樹脂の乾燥、ゴムの加硫、無機材料の合成等がある。本実験では、水分を含むセルロース系素材、高分子素材およびセラミック素材（粘土等）を加熱対象として、適切な条件設定により、加熱や炭化処理を行う。

3 実験

3.1 試料作製

本実験で用いたセルロース系素材は、針葉樹である杉材を供試品とした。供試品を50×50×10mmの寸法に切り出して試験片とした。試験片は、温度20℃、湿度65%の状態で1～2週間放置して含水率が15～20%程度になるように調整した。

マイクロ波加熱装置には、芝浦メカトロニクス株式会社製、マイクロ波加熱装置TMB-00962Aを用いた（図1）。マイクロ波出力は、0.1～1.5kWの連続可変形である。

加熱試験は、試験片をターンテーブル上に静置して、マイクロ波出力、加熱時間、雰囲気条件（空気を主体に減圧、窒素中でも試験を実施）を変えて行った。マイクロ波加熱は、試験片の内部から炭化が進展するため、ここでは試験片の上下をマイクロ波が吸収し易いセラミックス材で挟み、マイクロ波による熱が効率良く吸収するように固定した。

3.2 物性測定

【細孔径分布、細孔容積】

作製した炭化物の細孔構造（細孔半径10nm～100μm）は、水銀ポロシメータ（ThermoQuest Italia Sp.A製、水銀ポロシメータ）を用いて評価し、細孔容積を算出した。

【ホルムアルデヒド吸着試験】

ホルムアルデヒドの炭化物への吸着特性について検討した。実験は、ガラス製容器（2L）にホルムアルデ

ヒド溶液を入れ、24 時間後のガラス容器内のホルムアルデヒド濃度を北川式検知管方式により測定した。炭化物の有無とホルムアルデヒド濃度から除去率を算出した。ここでは、ブランク値としては、100~200ppm になるように添加するホルムアルデヒドの溶液量を定めた。

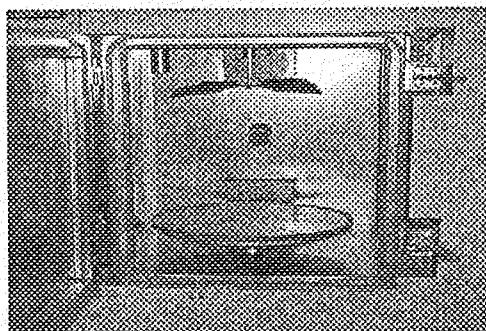


図1 マイクロ波加熱装置の内部

【吸湿試験】

恒温恒湿装置（タバイエスペック製 PSL）を用いて槽内の温度と湿度を変化させて炭化物に吸着する水分量を測定した。実験は、温度 20℃、湿度 65% で一定時間放置した後、温度 20℃、湿度 90%、48 時間後の重量を測定して水分吸着量とした。

4 結果及び考察

図2には、マイクロ波加熱処理した杉材の細孔容積に及ぼす加熱時間の影響を示す。試験条件は、マイクロ波加熱出力 1.5kw、雰囲気条件は、窒素中 50ml/min である。加熱時間が増加するにつれ、細孔容積は増加する傾向を示した。さらに通常の竹炭や木炭製造では、数十時間の加熱処理が必要であるが、マイクロ波加熱により加熱時間は 1/100~1/1000 に短縮することが可能となった。

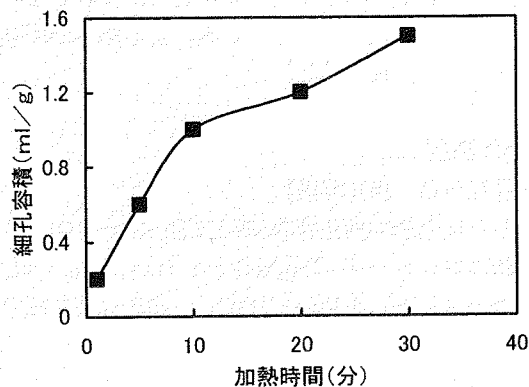


図2 マイクロ波加熱処理した杉材の細孔容積 (窒素中)

図3は、空気、窒素、減圧雰囲気中でマイクロ波加熱処理をした時の細孔容積である。空気雰囲気では、急激に加熱が進展するため、木材特有の細孔構造が崩れて細孔容積が著しく増加した。

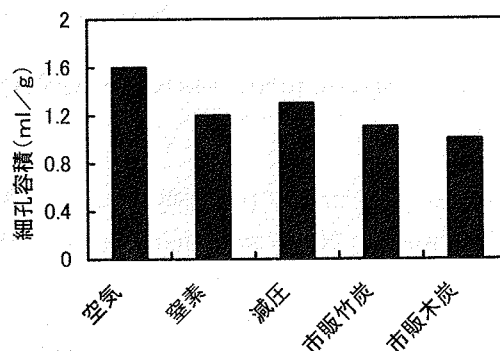


図3 各種雰囲気条件でマイクロ波加熱を施した時の細孔容積の変化

図4には、空気、窒素雰囲気中でマイクロ波加熱処理をした炭化物の細孔容積と水分吸着量との関係を示す。全体的には、細孔容積が増加するにつれて水分吸着量は増加傾向となった。マイクロ波加熱により、細孔が汚染のない状態で保持されるため、水分吸着量が増加したものと考えられた。さらに、細孔容積と炭化物へのホルムアルデヒド吸着との間には正の相関性が見受けられた。

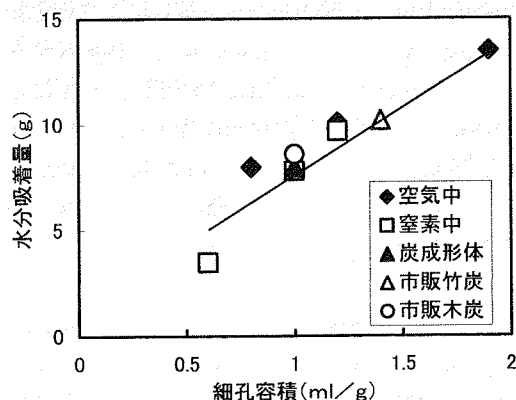


図4 各種雰囲気条件でマイクロ波加熱を施した時の細孔容積と水分吸着量との関係

まとめ

炭化物の微細構造のコントロールや微細孔を利用した新規材料の開発のため、新規な炭化手法であるマイクロ波加熱法を用いてセルロース系素材の炭化技術を検討した。市販木炭と比較して細孔容積および水分吸着量の多い炭化物が、大幅な時間短縮により作製可能となった。