

# 木質バイオマスを利用した高比表面積活性炭の調製

[研究代表者] 小林雄一 (工学部応用化学科)

[共同研究者] 河寫和敬 (工学部応用化学科)

## 研究成果の概要

木質バイオマスである間伐材・林地残材の年間発生量に対する利用量の割合は上昇傾向にあるものの、平成 29 年には間伐材等が約 1000 万 t 発生しており利用率は 24% と依然として低い。この未利用木質バイオマスの有効利用に関する多くの研究が広く行われており、活性炭としての利用もその一つである。本研究では、未利用バイオマスであるスギやヒノキの樹皮や外皮を原料として、炭酸カリウムを賦活剤とした薬品賦活法による活性炭の調製を行い、原料の種類、薬品含浸率、熱処理温度が活性炭の細孔構造に与える影響について検討した。その結果、賦活剤を 50% 配合して不活性ガス中 900℃ で熱処理することによって 1500~2000m<sup>2</sup>/g の高比表面積活性炭を調製できることがわかった。

## 研究分野：無機材料化学

キーワード：活性炭、木質バイオマス、薬品賦活、高吸収能多孔体

### 1. 研究開始当初の背景

森林率 67% である森林大国と呼んでもよい我が国は、再生可能なバイオマスエネルギー資源に注目しており、製材工場などから発生する樹皮や鋸屑、住宅の解体材などの木質バイオマスの利用が進んでいる。しかし、木質バイオマスである間伐材・林地残材の年間発生量に対する利用量の割合は上昇傾向にあるものの、平成 29 年には間伐材等が約 1000 万 t 発生しており利用率は 24% と依然として低い。そのため、この未利用木質バイオマスの有効利用に関する研究が広く行われている<sup>1,2)</sup>。中でも、木質バイオマスから作られる活性炭が注目されている。活性炭は、医療や食品、化学工業など様々な分野で利用されている。また近年では、環境汚染が問題となっており環境保全の基礎材料として大気、水質の汚濁、汚染物質の除去に広く利用されて活性炭の需要は増加傾向にある。

### 2. 研究の目的

活性炭は無定形炭素を主体とする多孔質材料であり、様々な有機物を不活性雰囲気中で熱処理後に水蒸気または空気中で再度熱処理したり、薬品と組み合わせて不活性雰囲気中で熱処理したりすることによって得られる。標準的な

活性炭は 300~1400 m<sup>2</sup>/g の高い比表面積を有しているために吸着性能に優れていることから、排水処理やガス処理を初めとして化学工業分野の溶剤回収や医薬品分野の液相脱色・分離精製に利用されている<sup>3)</sup>。

本研究では、未利用木質バイオマスであるヒノキやスギの樹皮や外皮から薬品賦活法により高比表面積活性炭を調製する事を目的として、熱処理温度が活性炭の比表面積や細孔容量に与える影響について検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 実験方法

ヒノキ樹皮、ヒノキ外皮、スギ樹皮を蒸留水で洗浄してから十分乾燥し、ボールミルにより乾式粉碎して 0.5mm 以下に篩い分けを行った。粉末試料に対して K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> が 50 または 60 質量% となるように配合して水中で攪拌し、乾燥して含浸させた。試料を雰囲気制御が可能な管状炉中に設置し、窒素ガスで空気を十分置換した後、窒素ガスを流しながら 600~1000℃ まで昇温し 1 時間保持した。その後、200℃ 以下になるまで炉内放冷した。熱処理後の試料は蒸留水中で攪拌し、pH が 7 になるまでろ過洗浄した。本研究で使用した木質バイオマスは愛知県額田郡幸田町

の山林にて間伐されたヒノキやスギの樹皮や外皮である。

## (2) 測定方法

得られた試料の比表面積や細孔径分布測定には、全自動ガス吸着量測定装置 AUTOSORB-3B (Quantachrome Instruments) を使用した。なお、比表面積は BET 法<sup>3)</sup>、細孔径分布は BJH 法<sup>4)</sup>により求めた。

## 4. 研究成果

ヒノキ樹皮、ヒノキ外皮、スギ樹皮に対して炭酸カリウムを賦活剤として 50 質量%使用して調製した活性炭の BET 比表面積を図 1 に示す。またヒノキ樹皮及びスギ樹皮から得た活性炭の細孔容量をマイクロ孔、メソ孔、マクロ孔に分けて図 2、3 に示す。

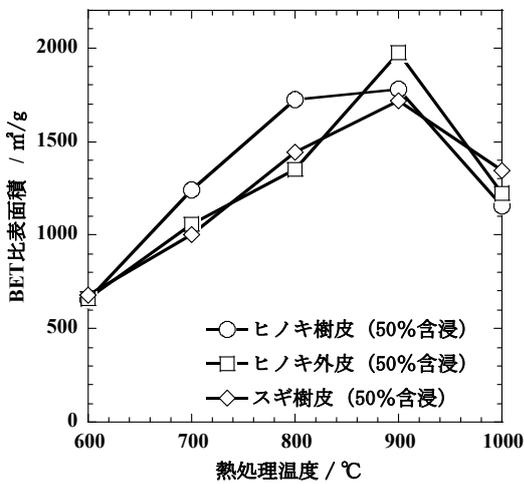


図 1 木質バイオマスから作製した活性炭の比表面積

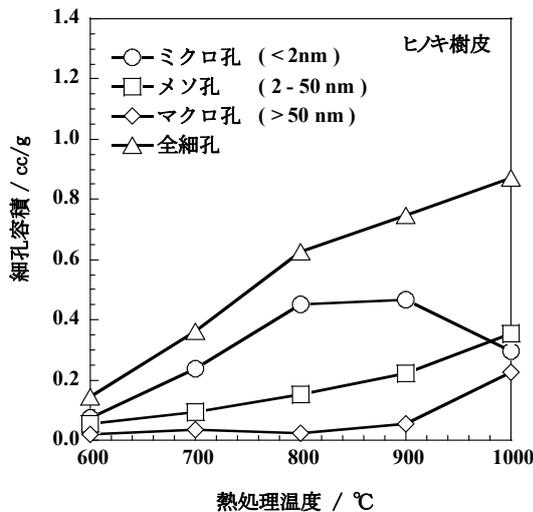


図 2 ヒノキ樹皮から作製した活性炭の細孔容量

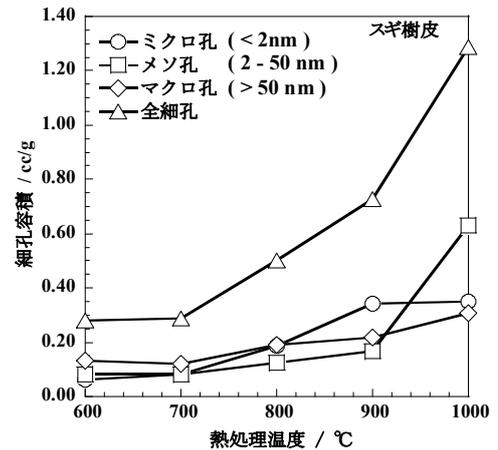


図 3 スギ樹皮から作製した活性炭の細孔容量

いずれの試料も 600°C から 900°C まで比表面積が増加し 900°C 以上では低下した。最大の比表面積は約 2000m<sup>2</sup>/g であり、市販の活性炭と比較して極めて高い値を示した。図 2 及び図 3 の細孔容量の変化から、温度が高くなるにしたがってマイクロ孔が増加し、賦活が進むにしたがって個々のマイクロ孔は表面炭素の消失によってメソ孔へ、更に賦活が進むとマクロ孔へと大きくなると考えられる。K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> が 60% の場合もほとんど同じ結果であった。

## まとめ

ヒノキやスギの樹皮や外皮に賦活剤として炭酸カリウム 50% を添加して高温で熱処理し活性炭を調製した。その結果、高い比表面積や細孔容量が得られる最適条件について検討した。その結果 900°C で熱処理して得た活性炭の比表面積が 1600~2000 m<sup>2</sup>/g に達した。

## 引用文献

- 1) 天野礼子, “林業再生”最後の挑戦-「新生産システム」で未来を拓く”, 農山漁村文化協会 (2006)
- 2) 林野庁, “令和 2 年度版 森林・林業白書”, 全国林業改良普及協会 190, 193 (2020)
- 3) 吉田弘之監修, “多孔質吸着材ハンドブック”, フジ・テクノシステム, p.12, p.69, p.77, p.149 (2005)
- 4) E. P. Barrett, L. G. Joyner and P. P. Halenda, J. Am. Chem. Soc., vol.73, p.373 (1951)