

# 高速道路の間伐材を原料としたメソ孔活性炭に関する研究

## Study on activated carbon with many mesopores made from thinned wood on highways

廣 瀬 孝\*

Takashi HIROSE\*

### 概 要

本稿では、高速道路の整備時に排出される間伐材を新たな活性炭の原料として用いることを想定、異なる時期や収集地等のものを原料として活性炭を作製し、灰分や細孔等の物性を比較検討することで、実用化のための再現性を確認した。その結果、直径やかさ密度は、各試料で大きな違いは確認されなかったが、灰分はN o 3が他と比較して低い値を示した。また比表面積、マイクロ孔容積、メソ孔容積はN o 1とN o 2がほぼ同等だったが、N o 3は若干小さい値を示した。更にマイクロ孔分布およびメソ孔分布はN o 3が異なる分布を示した

キーワード：ニセアカシア, 活性炭, 灰分, かさ密度, 比表面積

### はじめに

農林水産省の調査によると国内のバイオマスは、林地残材（間伐材等）、農作物非食用部（剪定枝等）等の利用率が低いとされている<sup>1)</sup>。これは収集作業の難しさと高付加価値化に関する利用技術の未確立に起因していると推察される。活性炭は木材やヤシ殻、石炭等を原料として製造され、環境浄化や電気二重層キャパシタの電極等に使用されている。現状、日本国内使用量の6割強を輸入に頼り、その半分が中国からとなっている<sup>2)</sup>が、昨今の中国の環境問題を背景として、中国国内での活性炭使用量が増加傾向にあることから、日本への輸出量の減少が危惧されている。

本稿では、高速道路の整備時に排出される間伐材を新たな活性炭の原料として用いることを想定し、異なる時期や収集地等のものを原料として活性炭を作製し、灰分や細孔等の物性を比較検討することで、実用化のための再現性を確認した。

### 実験方法

#### 1. 1試料の作製

##### 2. 1. 1ペレットの作製

ペレットの原料として、高速道路の整備時に得られた3種類の間伐材（N o 1, N o 2, N o 3（主にニセアカシア：*Robinia pseudoacacia*））をハンマークラッシュャーでチップ化し、ふるいをかけた10mm以下のものを用いた。ペレットは、ペレタイザー（アースエンジニアリング社製、EF-BS-150）を用いて、目標直径を6mmとして作製した。

#### 2. 1. 2活性炭の作製

活性炭の原料として、2.1.1で作製した間伐材を原料としたペレットを用いた。炭素化処理は、活性炭製造実験機（MET社製）を用いて、キルン容器にペレット7000gを投入し、そこに室温20°Cで10kPaの窒素ガス100L/minを流通させながら、最高到達温度850°C、保持時間0.5時間の条件で行った。炭素化率： $Y_c$  (%)は、105°C、24時間加熱後のペレットの質量： $W_t$  (g)および105°C、24時間加熱後の炭素化物の質量： $W_c$  (g)、から以下の(1)式より算出した。

$$Y_c = W_c / W_t \times 100 \quad (1)$$

賦活処理は、炭素化と同じく活性炭製造実験機（MET社製）を用いて、キルン容器に炭素化物2000gを投入し、そこに室温20°Cで10kPaの窒素ガス100L/

\*弘前大学教育学部技術教育講座

Department of Technology Education, Faculty of Education, Hirosaki University

min を流通，キルン容器内が850℃に達した段階で，同じく室温20℃で水12m L/min を注入，270分の条件で賦活し，活性炭を作製した。

2. 1. 3基本物性の評価

直径はノギスを使用し，任意に選んだ3粒の中央付近を測定，その平均より求めた。かさ密度： $B_d$  ( $g/cm^3$ ) は，JIS Z 7302<sup>4)</sup> に準じ，空の測定容器の質量： $m_0$  (g)，試料を満した測定容器の質量： $m_1$  (g)，測定容器の容積： $V$  ( $cm^3$ ) から以下の式 (2) より算出，同試料の3回試験した結果の平均より求めた。

$$B_d = (m_1 - m_0) / V \quad (2)$$

活性炭の灰分： $Y_{Ash}$  (%) は，活性炭1gを磁性皿に入れ，JIS K 1474<sup>4)</sup> に準じ，105℃，24時間乾燥後の試料の質量： $W_m$  (g) および加熱炉（いすゞ製作所社製，ETP-26K）で800℃，2時間加熱後の試料の質量： $W_a$  (g) から以下の (3) 式より算出，3試料の結果の平均より求めた。

$$Y_{Ash} = W_a / W_m \times 100 \quad (3)$$

2. 2細孔構造の評価

比表面積，細孔容積は，比表面積/細孔分布測定装置（日本ベル社製，BELSORP-mini II）を用いて250℃，5時間脱気後に-196℃での窒素吸脱着等温線を測定し，BET法により比表面積： $S_N$  ( $m^2/g$ )，BJH法によりメソ孔容積： $V_{IN}$  ( $cm^3/g$ )，MP法によりミクロ孔容積： $V_{iN}$  ( $cm^3/g$ ) を算出した。

結果および考察

3. 1 基本物性

図1に各試料の直径を示した。直径はペレットから炭素化物の過程で小さくなり，炭素化物から活性炭の過程で大きな違いは見られなかった。3種類の間伐材間で大きな違いは確認されなかった。図2に各試料のかさ密度を示した。かさ密度はチップからペレットに加工すると大きくなり，炭素化物を活性炭化すると小さくなった。また3種類の間伐材間で大きな違いは確認されなかった。図3に各試料の灰分を示した。灰分はチップとペレットがほぼ同等，また炭素化物を活性炭化すると大きくなった。また3種類の間伐材間でNo3が若干小さい値を示した。

3. 2 細孔物性

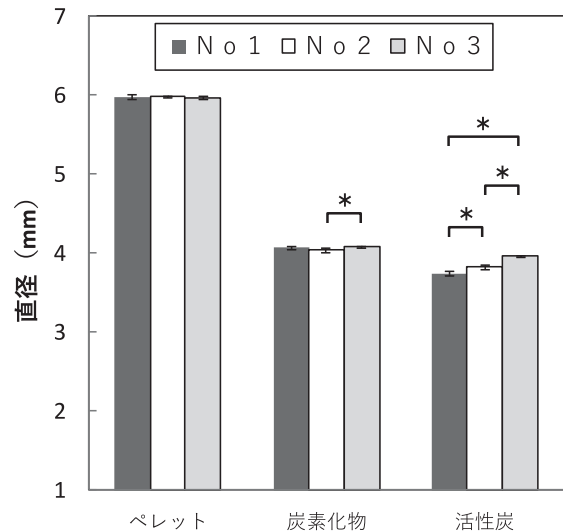


図1 各試料の直径

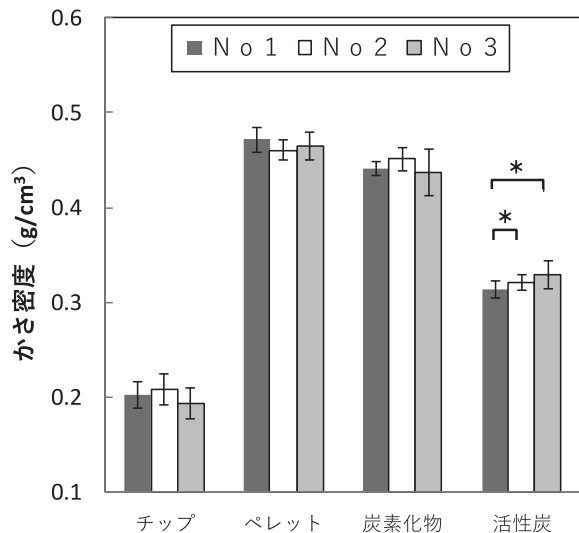


図2 各試料のかさ密度

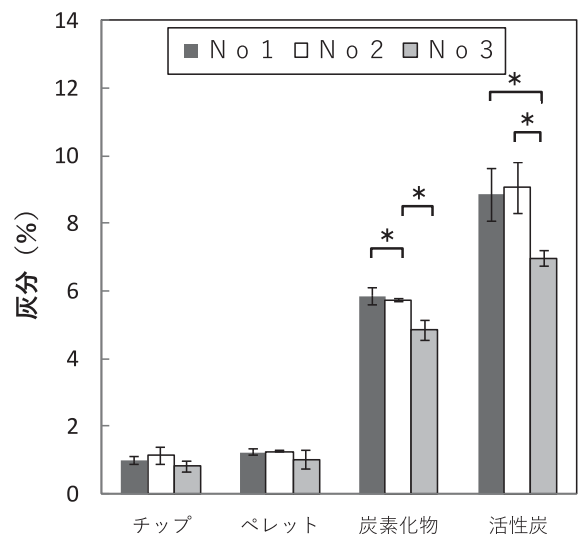


図3 各試料の灰分

図4～図6に各試料の細孔物性を示した。比表面積、マイクロ孔容積はNo1とNo2がほぼ同等だったが、No3は若干小さい値を示した。一方、メソ孔容積は比表面積等と比較してNo1とNo2の値の大小に違いはあるものの、ほぼ同等であったが、No3は若干小さい値を示した。これは図3の灰分の違いによる細孔の生成過程の相違等が関係していると考えられた。図7、図8に各試料のマイクロ孔分布およびメソ孔分布を示した。マイクロ孔分布およびメソ孔分布ともにNo1とNo2がほぼ同等だったが、No3は異なる分布を示した。

本稿で用いた高速道路の整備時に得られた3種類の間伐材は、風雨に曝されながらストックヤードに貯木されていたと推察される。図3において灰分の違いが生じた通り、貯木期間中に何らかの影響（腐朽菌等）で、それぞれの試料において木材の構成成分の割合に相違が生じた可能性があり、実用化を目指す場合、貯木の方法や期間等の検討が必要と考えられた。

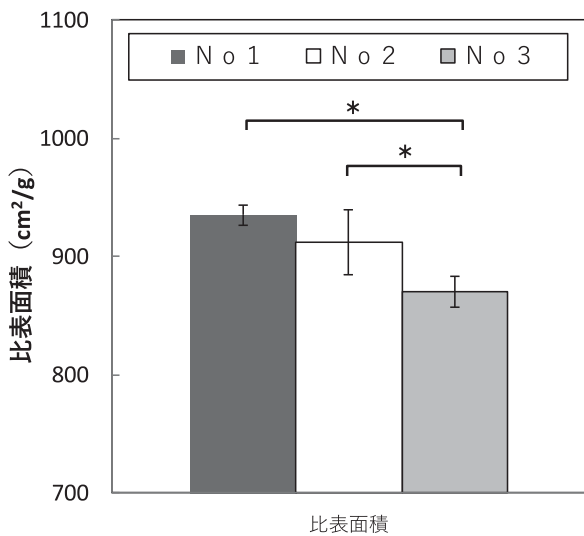


図4 各試料の比表面積

おわりに

本稿では、高速道路の整備時に排出される間伐材を新たな活性炭の原料として用いることを想定、異なる時期や収集地等のものを原料として活性炭を作製し、灰分や細孔等の物性を比較検討することで、実用化のための再現性を確認した結果、以下のような知見を得た。

- 1) 直径やかさ密度は、各試料で大きな違いは確認されなかったが、灰分は他と比較してNo3が低い値を示した。

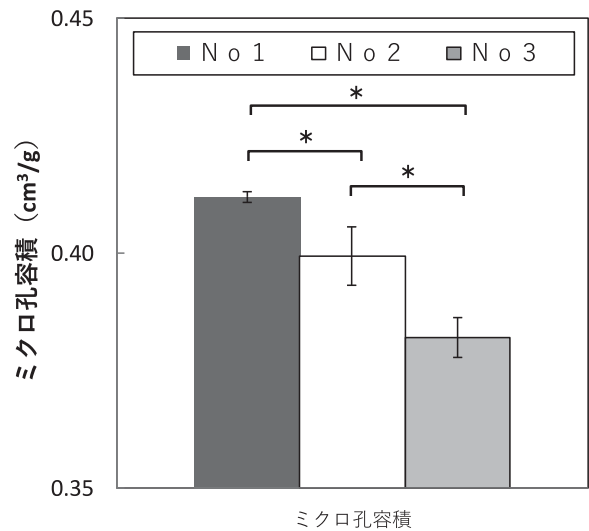


図5 各試料のマイクロ孔容積

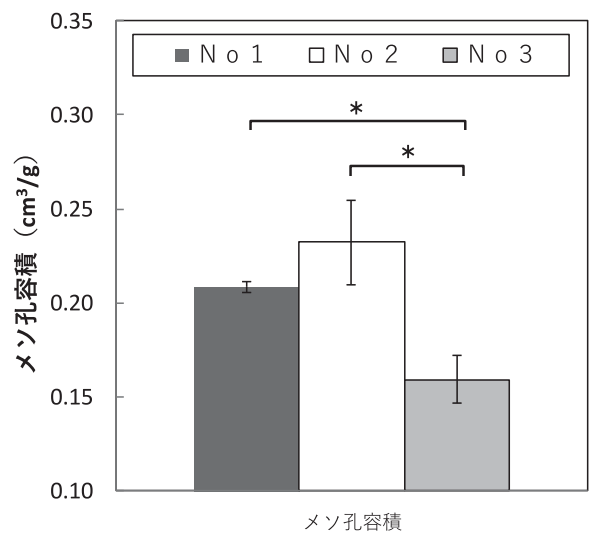


図6 各試料のメソ孔容積

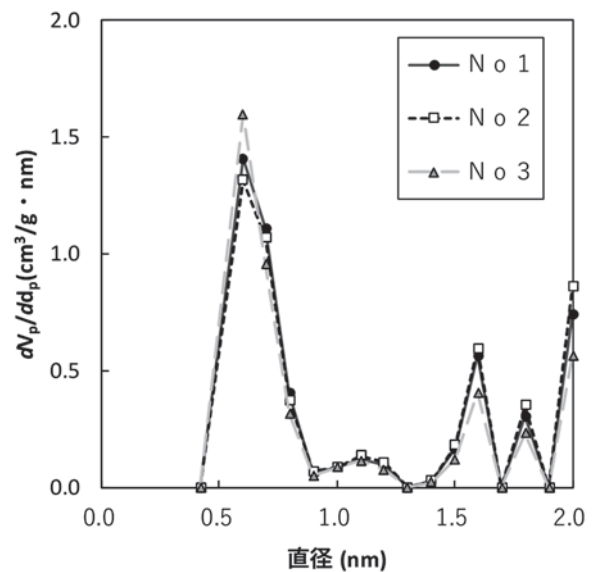


図7 各試料のマイクロ孔分布

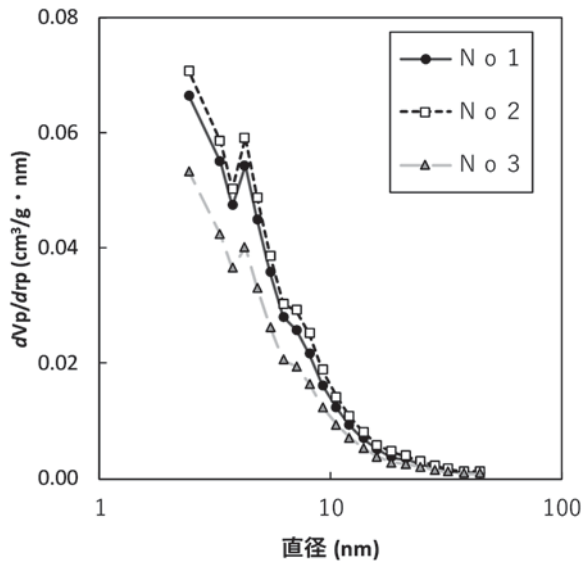


図8 各試料のメソ孔分布

- 2) 比表面積，マイクロ孔容積，メソ孔容積はNo 1とNo 2がほぼ同等だったが，No 3は若干小さい値を示した。
- 3) ミクロ孔分布およびメソ孔分布はNo 1とNo 2

がほぼ同等だったが，No 3は異なる分布を示した。

- 4) 実用化を目指す場合，貯木の方法や期間等の検討が必要と考えられた。

#### 引用文献

- 1) 農林水産省：バイオマスの活用をめぐる状況，<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-96.pdf>, 2021.1.5
- 2) 株式会社エム・イー・ティー：活性炭の国内供給率100%をめざせ，[https://www.aibsc.jp/nsj/02syoyu/141001\\_01/print.shtml](https://www.aibsc.jp/nsj/02syoyu/141001_01/print.shtml), 2021.1.5
- 3) JISZ7302：廃棄物固形化燃料．日本工業規格，1999
- 4) JISK1474：活性炭試験方法．日本工業規格，2014

謝辞：本稿の研究内容は，NEXCO 東日本の助成を受けたものである。また，試料をご提供いただきましたNEXCO 東日本青森管理事務所前副所長松本邦夫様に深く御礼申し上げます。

(2021. 1.18 受理)