

酸洗浄したスギ活性炭の強熱残分に関する研究

Study on Ignition residue of Acid-washed Activated Carbon from Sugi

芝田 遼¹⁾・廣瀬 孝^{1), 2)}

Ryo SHIBATA, Takashi HIROSE

要 旨

賦活化収率が小さいほど強熱残分が大きくなったスギ活性炭を用いて、電気二重層キャパシタへの応用を想定して酸洗浄を行い、賦活化収率と強熱残分や洗浄回数との関係について調査した。その結果、洗浄回数に関わらず賦活化収率の小さい方が強熱残分は大きくなる傾向を示した。また、1回の酸洗浄で強熱残分は大きく減少し、2回目の酸洗浄でさらに減少することが分かった。これより、本研究にて作製した各活性炭の強熱残分は洗浄回数2回目で全て1%以下になることが明らかとなった。

キーワード：スギ、活性炭、電気二重層キャパシタ、強熱残分、酸洗浄

緒言

廣瀬らは、市販のキャパシタ用活性炭（クラレケミカル社製、YP-50F）の強熱残分である0.4%を目標に、酸洗浄によって強熱残分を1%前後に低減させたりんご剪定枝活性炭の細孔物性およびキャパシタ性能を評価した¹⁾。その結果、市販品と同等の性能を有する活性炭を作製し、キャパシタに適した細孔分布を見出すことができた。しかし、強熱残分が13.1～16.1%と高く、複数回の酸洗浄が必要であった。これより、実用化の際のコスト増加につながるため、酸洗浄を少ない回数で行うことが課題として残った。

この課題を解決するための原料として、スギやヒノキが挙げられる²⁾。しかし、ヒノキの天然分布の北限は福島県いわき市にあり³⁾、当該地域にて活性炭の製造を行う場合、原料調達の容易さからスギの方が望ましいと考えられる。

既往の研究において筆者らはスギを原料とした活性炭を用いて、異なる賦活化収率の活性炭の強熱残分や細孔物性等を調べ、賦活化収率と種々の物性との関係について比較検討した⁴⁾。その結果、りんご剪定枝活性炭よりも少ない酸洗浄回数でキャパシタ用活性炭化

することが可能と推察された。しかし、上記の活性炭は強熱残分が2～5%であり、キャパシタ用とするには酸洗浄によってさらに強熱残分を減少させ、その回数を検討する必要があると推察される。

本研究では、既往の研究にて用いたスギ活性炭の酸洗浄を行い、賦活化収率と強熱残分や洗浄回数との関係について調査した。

実験方法

2.1 活性炭の酸洗浄

原料として、異なる賦活化収率のスギ活性炭5種類（8.3%、10.8%、12.1%、13.8%、16.6%）を用いた²⁾。使用した活性炭の外観を図1に示した。酸洗浄は35%塩酸（関東化学社製）を2%に希釈した塩酸水溶液内に活性炭29gを投入し30分に1回攪拌しながら2時間浸漬した。その後、水道水にて酸を洗い流し、115°C、3時間乾燥して行った。図2に酸洗浄の工程、図3に酸洗浄の様子を示した。

1) 弘前大学農学生命科学研究科農学生命科学専攻
Department of Agriculture, Graduate School of Agriculture, Hirosaki University
2) 弘前大学教育学部技術教育講座
Department of Technology Education, Faculty of Education, Hirosaki University



図1 酸洗浄に使用したスギ活性炭

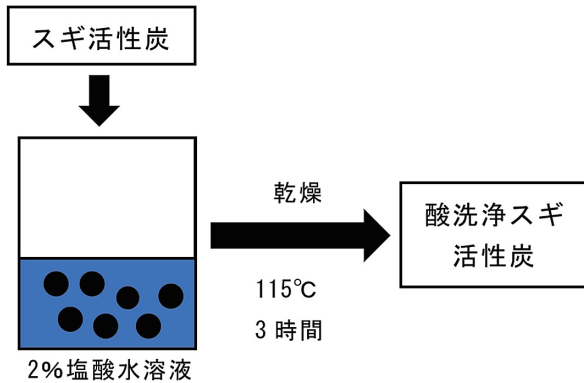


図2 酸洗浄の工程

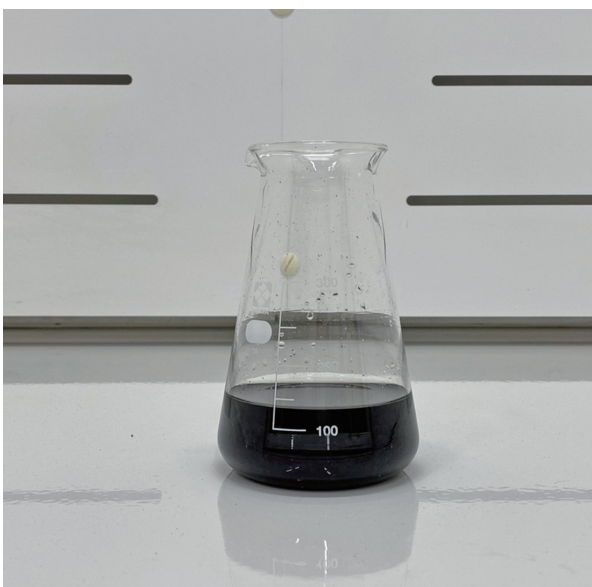


図3 酸洗浄の様子

2.2 活性炭の強熱残分の測定

強熱残分： Y_{Ash} (%) の測定は、2.1で作製した酸洗浄スギ活性炭を用いて、JIS K 1474に準じて行った⁵⁾。すなわち、105°C、24時間加熱後の質量： W_m (g) および加熱炉 (ADVANTEC 社製, FUL230FA) で800°C、4時間加熱後の質量： W_a (g) から以下の式より算出した。洗浄0回のみ3試料の平均より算出した。

$$Y_{\text{Ash}} = W_a / W_m \times 100$$

結果および考察

図4に強熱残分の測定で発生する灰の外観を示す。また、図5に洗浄前スギ活性炭の賦活化収率と強熱残分との関係を示す⁴⁾。強熱残分は賦活化収率の小さい方が大きくなる傾向を示し、決定係数 R^2 は0.903であった。廣瀬らは、賦活時間の異なるりんご剪定枝由来活性炭の賦活化収率と強熱残分との関係について調べた。その結果、賦活化収率の小さい方が強熱残分は大きくなる傾向を示したと報告している⁶⁾。本研究において、スギ活性炭の強熱残分は賦活化収率の小さい方が大きくなる傾向を示し、既往の研究⁶⁾と同様の傾向を示すことが分かった⁴⁾。

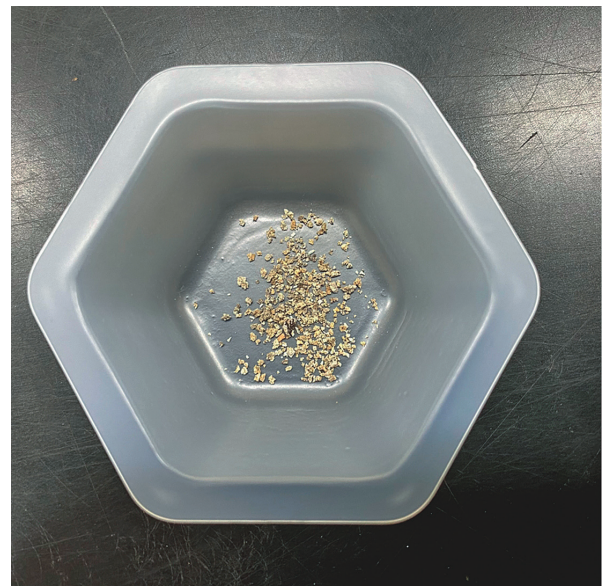


図4 加熱後に発生する灰

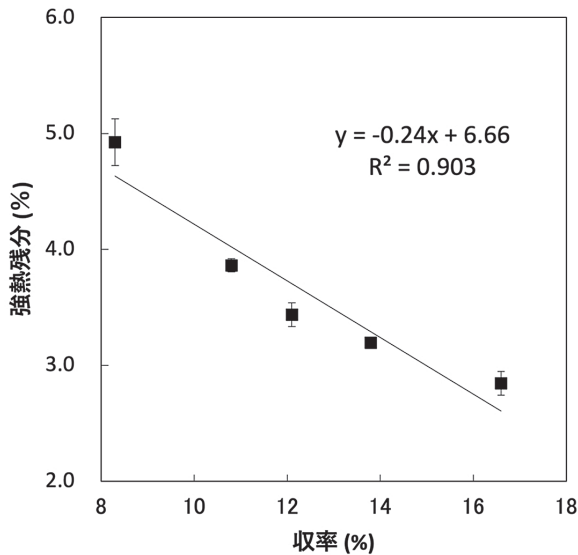


図5 洗浄前の各活性炭の賦活化収率と強熱残分との関係⁴⁾

図6に酸洗浄を1回行った各活性炭の賦活化収率と強熱残分との関係を示す。洗浄前と同様、強熱残分は賦活化収率の小さい方が大きくなる傾向を示した。各活性炭の強熱残分は洗浄前と比較して、収率8.3%が4.9%から1.6%、収率10.8%が3.9%から1.2%、収率12.1%が3.5%から1.1%、収率13.8%が3.2%から1.1%、収率16.6%が2.8%から0.9%に減少した。

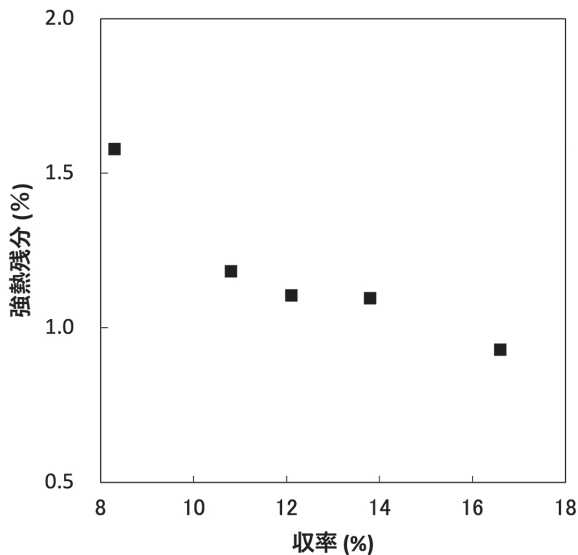


図6 酸洗浄を1回行った各活性炭の賦活化収率と強熱残分との関係

図7に酸洗浄を2回行った各活性炭の賦活化収率と強熱残分との関係を示す。洗浄前、洗浄1回と同様、

強熱残分は賦活化収率の小さい方が大きくなる傾向を示した。各活性炭の強熱残分は洗浄前と比較して、収率8.3%が1.6%から0.9%、収率10.8%が1.2%から0.8%、収率12.1%が1.1%から0.7%、収率13.8%が1.1%から0.7%、収率16.6%が0.9%から0.5%に減少した。

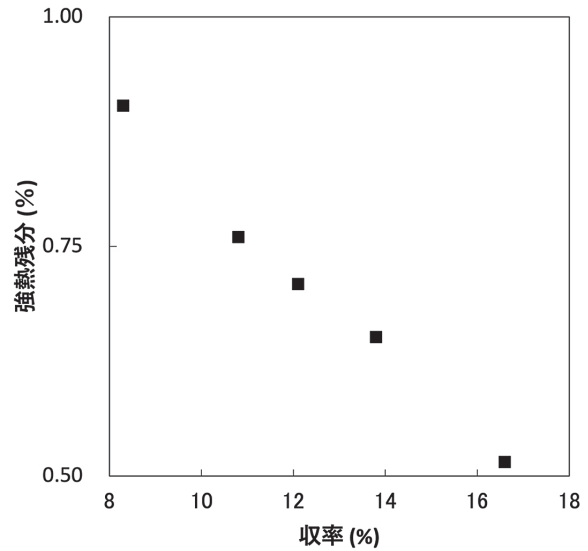


図7 酸洗浄を2回行った各活性炭の賦活化収率と強熱残分との関係

洗浄前後の強熱残分を比較するため、図8に各活性炭の洗浄回数と強熱残分との関係を示す。各活性炭において、洗浄1回で強熱残分が大きく減少し、洗浄2回目でさらに減少することが分かった。

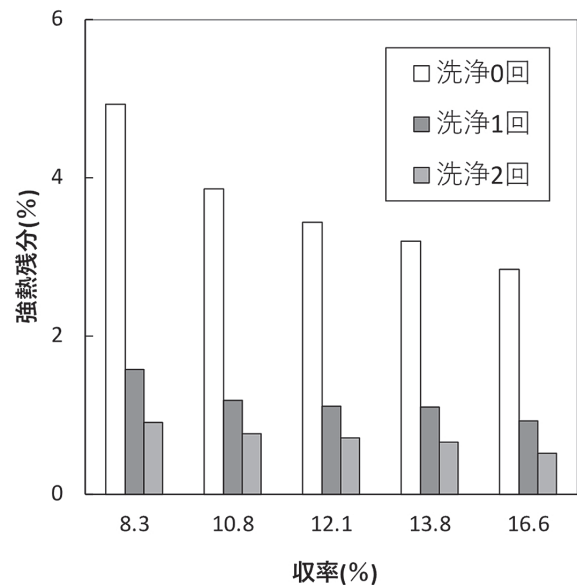


図8 各活性炭の洗浄回数と強熱残分の関係

廣瀬らは、酸洗浄によって強熱残分を減少させたキャパシタ用りんご剪定枝活性炭を用いて電気二重層キャパシタを作製、市販活性炭とともに細孔物性やキャパシタ性能を比較検討した¹⁾。その結果、強熱残分を1%以下の活性炭で試験し、1000時間の耐久性試験を実施することができた。また、賦活化収率14.5%のりんご剪定枝活性炭を1～4回の範囲で酸洗浄し、洗浄0回と合わせて強熱残分や細孔物性を評価した⁷⁾。その結果、洗浄回数4回目で強熱残分が1%以下になったとも報告している。これより、1%以下の強熱残分であればキャパシタ試験への影響は少ないと考えられる。

また、本研究にて作製した活性炭の強熱残分は、洗浄回数2回目で全てが1%以下となった。りんご剪定枝活性炭の強熱残分は洗浄回数4回目で1%以下に減少したのに対し、本研究にて作製した活性炭は2回の酸洗浄で1%以下となった。これより、本研究にて作製したスギ活性炭はりんご剪定枝活性炭よりも少ない酸洗浄回数でキャパシタ用活性炭化することが可能と推察される。

結言

本研究では、異なる賦活化収率のスギ活性炭の酸洗浄を行い、賦活化収率と強熱残分や洗浄回数との関係について調査した。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) 各活性炭は洗浄前と洗浄後を比較して、1回の酸洗浄で強熱残分が大幅に減少し、洗浄回数2回目でさらに減少した。
- (2) 洗浄回数2回目で各活性炭の強熱残分が1%以下となり、りんご剪定枝活性炭よりも少ない回数でキャパシタ用活性炭化することが可能と推察された。
- (3) 今後は作製したスギ活性炭を用いてキャパシタ用電極を作製、それを用いたキャパシタの性能試験を行う予定である。

引用文献

- 1) 廣瀬孝, 山口敦, 永原一志, 波間拓郎, 岩野直人, 岡山透: りんご剪定枝を原料とした活性炭を用いた電気二重層キャパシタに関する研究, 木材学会誌, 第65巻, 第3号, pp. 158-165 (2019)
- 2) 原口隆英他: 木材の化学, 文英堂出版, p. 4 (1985)
- 3) 松本麻子: ヒノキの生態と遺伝的変異, 森林遺伝育種, 第10巻, pp. 166-170 (2021)
- 4) 芝田遼, 廣瀬孝, 遠田幸生, 松崎正敏: 電気二重層キャパシタを想定したスギ活性炭に関する研究 - 異なる賦活化収率の活性炭の物性について -, 第40回日本産業技術教育学会東北支部大会, 福島, 2022, 12月
- 5) JISK1474: 活性炭試験方法, 日本工業規格 (2014)
- 6) 廣瀬孝, 岡山透: ペレット化したりんご剪定枝を原料とした活性炭の物性, 日本素材物性学会誌, 第29巻, 第1_2号, 2018
- 7) 廣瀬孝, 芝田遼, 東真央, 石川璃久, 柴田涼, 山岸将也: 異なる回数で酸洗浄したりんご剪定枝活性炭の物性, 弘前大学教育学部紀要, 第127号, pp. 109-112, 2022

謝辞: 本研究は2021年度一般財団法人東光虻川ものつくり財団研究助成を受けた。ここに謝意を表す。

(2023. 1. 12 受理)