

ヨシを原料とした活性炭の作製

— 環境教育への利用 —

山口県環境保健研究センター

福田 哲郎・歳弘 克史・大比田 義昭・手島 義人

Preparation of Activated Carbon from Reed — Utilization for Environmental Education —

Tetsurou FUKUDA, Katsushi TOSHIHIRO, Yoshiaki O'HITA, Yoshito TESHIMA

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Public Health

はじめに

湖沼、河川等の窒素、リンなどの環境基準の達成が困難な中で、ヨシはそれらの水域、湿地帯に生育し、ヨシ帯は鳥類や魚類等の住処、産卵場所、稚魚の成育の場というだけでなく、水質の浄化に役立っている。さらに、ヨシは刈り取るにより富栄養化の防止効果を高めるが、刈り取り後の有効な利用法が少ないこともあって、多くはそのまま放置されている。

一方、循環型社会を目指して廃棄物のリサイクル、再資源化が盛んに試みられているが、その再資源化の方法として廃木材、廃タイヤ、下水汚泥、古紙等の廃棄物から活性炭の製造も行われている。

このような湖沼、河川等の水質浄化、循環型社会の構築などの環境問題にとって、環境教育も重要である。

そこで、これらに関連した環境教育のため、ヨシのひとつの利用法として、劇物でない試薬を用いて簡単にヨシから活性炭を作製し、それを用いて水質浄化実験を行う環境学習プログラムを作成することになっている。本報では、その活性炭の作製方法について検討した。

活性炭の作製方法

1 試料

表1 ヨシの主要組成

成分	成分量 (%)
強熱減量	89.4
Si	3.89
Ca	0.41
Mg	0.16
Na	< 0.01
K	0.86

刈り取ったヨシを室内で乾燥後、短く切断し、さらに、ミキサーで粉末にし、試料とした。その主要組成を表1に示す。強熱減量は89.4%で、ケイ素が3.89%含まれている。

2 炭化並びに賦活法

活性炭の作製に必要な賦活は化学的賦活で行い、賦活剤として水酸化カリウム、炭酸カリウム及びリン酸を用いた。

なお、劇物の水酸化カリウムを用いて作製した活性炭を評価の指標とした。

(1) 水酸化カリウム

初殻¹⁾、下水汚泥²⁾等の化学的賦活に劇物の水酸化カリウムを用いてメチレンブルー吸着性能（以下、MB-abs）の高い活性炭が得られている。そこで、ヨシからも良質な活性炭ができるかどうか確認のため、一般的に行われる原料の炭化とその炭化物の賦活との2つの工程を経て活性炭を作製した。その方法と

賦活後の試料

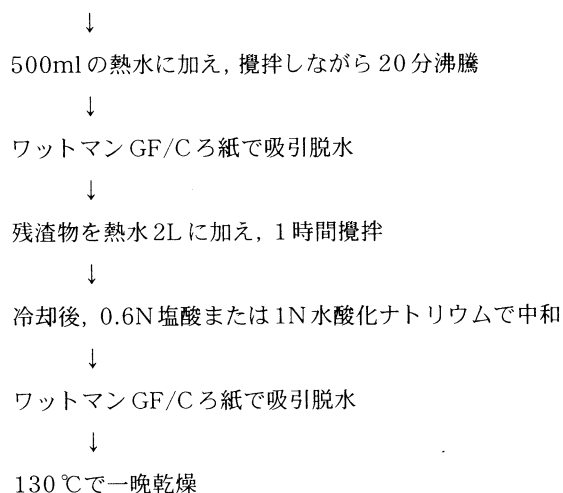


図1 賦活後の処理

して、まず試料を磁性ルツボに採り共蓋をした後、電気炉により20℃/min以上の速度(昇温速度、以下同様)で600℃まで昇温し、その温度を1時間保持して炭化した。次いで、磁性ルツボに炭化物3gとその4倍の水酸化カリウムフレークを加えよく混和し共蓋をした後、電気炉により650℃まで昇温し、その温度を10分間保持し賦活処理を行った。その後の洗浄等の処理は図1により実施した。

なお、以下の炭酸カリウム及びリン酸による炭化・賦活後の洗浄等の処理も同様にした。

(2) 炭酸カリウム及びリン酸

炭酸カリウムあるいはリン酸による活性炭の作製は炭化と賦活を一括して行った。

ア 炭酸カリウム

(ア) 加熱に電気炉を使用

炭化・賦活処理として、磁性ルツボにヨシ13gとその1~4倍の炭酸カリウムを加えよく混和し共蓋をした後、電気炉により800℃まで昇温し、その温度を120分保持する条件下で、MB-absの高い活性炭が得られる炭酸カリウムの添加量を求めた。次いで、その添加量で、炭化・賦活温度(600~900℃)や所定温度の保持時間(30~120分)を検討し、活性炭作製の最適条件を求めた。

(イ) 加熱にガラス細工用バーナー使用

実験室に電気炉がない場合を想定して、耐熱性ルツボにヨシ20gとその3倍あるいは4倍の炭酸カリウムを加えよく混和し共蓋をした後、耐熱性ルツボをマッフルで被い、ガラス細工用バーナー(天然ガス使用)を全開し120分加熱する炭化・賦活処理を行い、活性炭を作製した。

なお、ガラス細工用バーナーで加熱する際、最初の15分間は弱火で行った。

イ リン酸

ヨシとその1~5倍(w/w)量のリン酸を加えよく混和した後、乾燥器で110℃、2時間乾燥した。次いで、その混和物を磁性ルツボに採り共蓋をした後、電気炉により600℃まで昇温し、その温度を120分保持する条件下で、活性炭を作製した。また、800℃においても600℃での炭化・賦活と同様にリン酸の添加量を変え、活性炭作製のための炭化・賦活温度とリン酸の添加量を検討した。

3 測定方法

(1) MB-abs

MB-absはJIS K 1474の活性炭試験方法のメチ

レンブルー吸着性能試験法により求めた。

(2) 収率

収率は、次の式に従い算出した。

$$\text{収率} = \frac{\text{活性炭の収量}}{\text{ヨシの仕込み量}} \times 100 \quad [\%]$$

結果及び考察

環境学習で活性炭を作製する際、原料の炭化とその炭化物の賦活との2つの工程を経るよりこれらを一括して処理する方が作業工程を省略でき、時間の短縮や作業も簡単といった利点がある。また、環境学習には賦活剤に劇物を使用しない方が安全である。

そこで、賦活剤として水酸化カリウムの代わりに炭酸カリウムやリン酸を用いてもMB-absの高い活性炭が得られるかどうか検討した。

1 加熱に電気炉を使用

(1) 水酸化カリウムによる賦活

化学的賦活は通常400~1000℃の範囲で行われる³⁾なかで、水酸化カリウムによる賦活はやや低温域の650℃を10分間保持することで、活性炭のMB-absは180ml/gとなり、(財)日本環境協会が定めた廃木材等から製造する活性炭のエコマーク認定基準のMB-abs(150ml/g以上)を上回った。一方、収率は6.8%と市販の木質系でいわれている10%程度¹⁾より少し低い値になった。

(2) 炭酸カリウムによる炭化・賦活

ア 添加量の影響

室山ら⁵⁾は食品廃棄物を原料とした活性炭の製造にあたって、賦活剤として炭酸カリウムを用いた場合、800℃の炭化・賦活温度で良質な活性炭を得ている。

そこで、炭化・賦活温度を800℃とした条件下の炭酸カリウムの添加量と活性炭のMB-abs及び収率との関係を図2に示す。

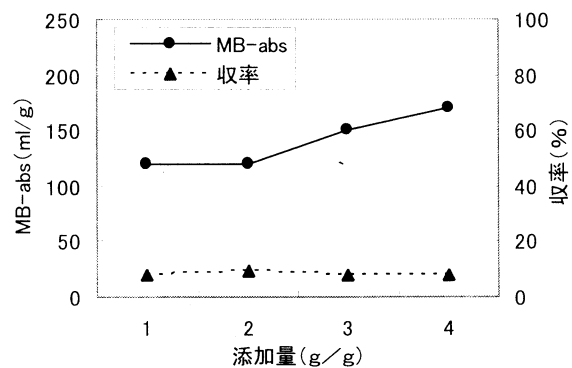


図2 炭酸カリウムによる炭化・賦活時の添加量の影響

MB-absは炭酸カリウムの添加量が増えると高くなる傾向がみられ、ヨシの3倍量の添加で150ml/gとエコマーク認定基準値に一致し、4倍量では170ml/gと水酸化カリウムを賦活剤とした活性炭のMB-absに近いものであった。一方、収率は炭酸カリウムの各添加量において8%前後で、水酸化カリウムを賦活剤とした場合よりやや高くなった。

イ 温度の影響

アの結果から、炭酸カリウムの添加量をヨシの4倍量、所定温度を120分保持する条件下の炭化・賦活温度と活性炭のMB-abs及び収率との関係を図3に示す。

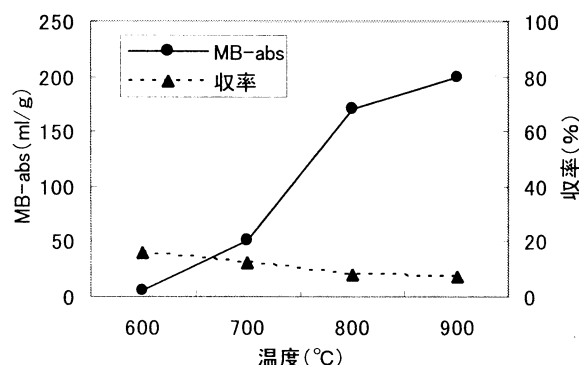
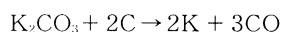


図3 炭酸カリウムによる炭化・賦活時の温度の影響

炭化・賦活温度が700℃を超えると炭酸カリウムが原料の炭化物の炭素により還元され、次式のような反応が起こり、賦活が進むことが報告されている³⁾。



MB-absは明らかに温度依存性がみられ、800℃以上でMB-absの高い活性炭が得られ、900℃ではMB-absは水酸化カリウムを賦活剤とした活性炭の値を超え、200ml/gとなった。一方、収率は温度が高くなると、MB-absと逆に低下する傾向がみられた。

ウ 保持時間の影響

ア、イの結果から、炭酸カリウムの添加量はヨシの4倍量、炭化・賦活温度はエネルギー消費を考慮し800℃の条件下でその温度の保持時間と活性炭のMB-abs及び収率との関係を図4に示す。

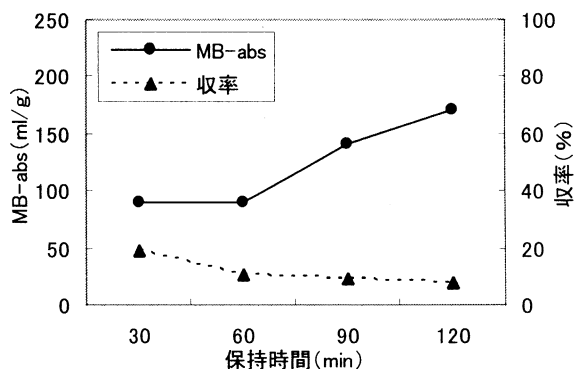


図4 炭酸カリウムによる炭化・賦活時の保持時間の影響

炭酸カリウムの所定温度の保持時間は水酸化カリウムによる賦活の場合に比べ長い時間が必要で、MB-absは120分でエコマーク認定基準値を超えた。一方、収率は保持時間が長くなると、MB-absと逆に低下する傾向がみられた。

以上のことから、活性炭作製の賦活剤として炭酸カリウムを用いる場合、炭酸カリウムをヨシの4倍量ほど加え、炭化・賦活温度800℃で、その温度の保持時間120分とする条件が妥当と思われる。

(3) リン酸による炭化・賦活

リン酸は原料に対して400~750℃の温度で脱水作用、浸食作用がある³⁾。

そこで、炭化・賦活温度600℃と800℃でのリン酸の添加量と活性炭のMB-absとの関係を図5に示す。

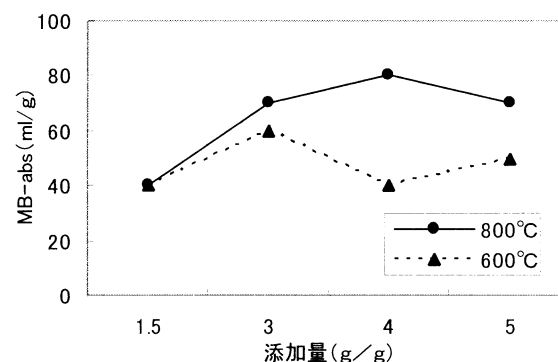


図5 リン酸による炭化・賦活時の温度及び添加量の影響

炭化・賦活温度600℃に比べ、800℃ではリン酸の添加量が3倍を超えるとMB-absは70ml/g程度と高くなる傾向はみられるが、炭酸カリウムを用いた場合よりMB-absは低くなった。一方、収率は600℃、800℃のいずれも40%前後と炭酸カリウムの場

合に比べかなり高くなった。このことは賦活後の洗浄が不十分で活性炭にリン酸が残留していることも考えられ、今後検討が必要と思われる。

これらのことから、環境学習に用いる活性炭作製の賦活剤として炭酸カリウムはリン酸より適し、それを用いた活性炭は市販の木質系の活性炭よりやや収率は低いものの水酸化カリウムを賦活剤とした活性炭と同じように高いMB-abs値を示した。

2 加熱にガラス細工用バーナー使用

電気炉で活性炭作製の賦活剤として炭酸カリウムを用いてMB-absの高い活性炭が得られたことから、電気炉の代わりにガラス細工用バーナー（内炎の温度：900～950℃）を使用し、炭化・賦活処理を試みた。その結果、炭化・賦活の温度が高いこともあってヨシの3倍量あるいは4倍量の炭酸カリウムの添加で、ともに活性炭のMB-absは230ml/gと非常に高く、収率はそれぞれ13.8%、6.9%であった。このことから、環境学習に用いる活性炭の作製に、ガラス細工用バーナーも使用できることが明らかになった。

今後、環境学習への利用の幅を広げるために、活性炭の比表面積等も測定することにより、作製した活性炭の詳細な特性を調べる予定である。

まとめ

水質浄化や循環型社会の構築に関連した環境教育のため、危険性の低い炭酸カリウムやリン酸を用いて簡易にヨシから活性炭を作製する方法（炭化と賦活を一括処理）を検討した。

- 1 ヨシを原料とした活性炭作製の賦活剤として炭酸カリウムはリン酸より適し、それを用いた活性炭は市販の木質系の活性炭よりやや収率は低いものの劇物の水酸化カリウムを賦活剤とした活性炭と同じように高いMB-absを示した。
- 2 炭酸カリウムを賦活剤として電気炉の代わりにガラス細工用バーナーで加熱した炭化・賦活処理でもMB-absの高い活性炭が得られた。

文 献

- (1) 熊本進誠ほか：第4回廃棄物学会研究発表会講演論文集，289～293（1993）
- (2) 森田啓次郎ほか：第5回廃棄物学会研究発表会講演論文集，183～185（1994）
- (3) 新版 活性炭基礎と応用，講談社サイエンティフィック，51～54（1992）
- (4) 森 美由紀ほか：第21回全国都市清掃研究発表会，210～214（2000）
- (5) 室山勝彦，林 順一：ケミカル・エンジニアリング，143～149（1999）