

N-2

水質浄化に利用したケナフから製造した活性炭の 色度・かび臭除去性能の評価

群馬工業高等専門学校専攻科 ○大森 美香子、青井 透

建設省利根川上流工事事務所 大島秀則

1 はじめに

ケナフは、従来繊維回収の作物として栽培利用されてきたが、最近の地球温暖化問題の顕在化とともに、木材に代わるパルプ原料であり、森林保全と二酸化炭素固定による温暖化防止に最適な資源として登場してきた¹⁾。最近ではケナフペーパーで名刺を作るのが、再生紙利用よりもトレンドとされており普及しつつある。またケナフは、その靱皮に強度の高いセルロースがあるために利用の可能性が高いが、木質部の有効利用についてはパルプ化を除いて良い利用方法が確立していないと云われている¹⁾。

群馬高専衛生工学研究室では、ケナフによる水質浄化と回収植物体の有効利用について検討をおこなっており、ケナフによる水質浄化は有効であると共に、ケナフを原料とした活性炭は色度成分の吸着能力が高いことを既示している²⁾³⁾。その後の研究で、関東平野におけるケナフの生育特性と、ケナフ活性炭の色度及びかび臭に対する除去特性を市販の活性炭と比較検討したので、その結果を報告する。

また渡良瀬貯水池は利根川上中流域に位置し首都圏の渇水にそなえた国内最大規模の平地貯水池であるが、富栄養化に起因するかび臭の発生が多発しており、かび臭発生の防止に種々の対策を行なっている。仮にこの植物が、富栄養化の原因である窒素・リンを除去し、回収したケナフから製造した活性炭がかび臭の除去に有効であれば、エコロジー&エコノミーなプロセスとしておいしい水の供給に貢献できる可能性が高く、実用化に向けての種々の検討が必要と思われる。

2 実験内容および方法

2-1 ケナフの水耕栽培

非木材紙普協会より購入したケナフの種（キューパケナフ）を、室内で湿潤状態で発芽させた後苗をピートモスに植え、屋外の当高専合併処理浄化槽の処理水を用いた水耕ベッドで栽培した。三本の苗を抽出し、8月から成長が止まる12月までの間、ケナフの湿重量、高さ、茎径を一週間ごとに測定した。今年度は水耕栽培と露地での生長を比較するため、校内の空き地にもケナフを植えた。写真1には露地植えたケナフを示した。

2-2 連続通水実験

連続通水実験の外観を写真2に示す。容量15Lのプランター6本を連結した実験装置（プランター全面積0.54m²）に、水耕栽培で育てたケナフを設置し、当高専合併処理浄化槽のMF膜処理水を滞留時間1.5日間で供給し連続通水実験を行った。実験期間は昨年10月中旬の快晴の続いた時期であり、サンプル採取日は気温、水温とも



写真1 陸上で栽培したケナフの外観

に18℃前後であった。水質分析は酸化態窒素(UV法)、アンモニア態窒素(インドフェノール青吸光度法)、全窒素及び全リン(岐阜県環境研法によるオートクレープ分解法)の測定を行った。また各植物体を根・茎・葉に分け湿重量及び含水率を測定し乾燥重量を算出した。

2-3 ケナフ活性炭によるフミン酸及び2-MIB

等温吸着実験

冬季に収穫したケナフを木質部と韌皮に分け、木質部を105℃で乾燥後CO₂雰囲気下(温度1000℃)の活性炭製造炉(管状炉)で活性炭を製造した。等温吸着実験は、色度の主成分であるフミン酸(Aldrich製市販試薬、20mg/l)とかび臭の原因となる2-MIB(和光純薬、2000ng/l≒ppt)を除去対象物として使用した。フミン酸吸着実験は各活性炭を予めすり鉢で粉砕した後、

45μlのフルイ下を用い活性炭濃度を50、100、500、1000、2000、5000mg/lとした。2-MIB吸着実験については25、10、5mg/lの活性炭濃度とし、両実験とも水温25℃、20時間の往復振とう機による攪拌を行った。吸着後の試料をろ過した後、残留フミン酸はE₂₅₄の紫外外部吸光度で濃度を測定した。2-MIBはバージ・トラップ-GC/MS法により測定した⁴⁾。そして平衡吸着濃度と活性炭当りの吸着量をプロットして等温吸着線を求めた。ケナフ活性炭の対照として水処理用として代表的な活性炭であるタケダ白鷺WH5C、三菱ダイアホープ6W、カルゴンF300を用いた。

3 実験結果および考察

3-1 ケナフの成長結果

図1に屋外水耕栽培でのケナフの湿重量及び高さの経日変化、また表1には成長記録を示した。高さは8月から10月にかけては一週間で10cm程度の成長を示し、11月でも成長は継続した。本実験でのケナフの比増殖速度は0.01~0.015/D程度と高い値を示した。また今年度の実験では、同じ苗を用いた場合、ケナフの成長は水耕栽培よりも路地栽培のほうが大きく育った。これは根圏の温度の影響と思われる。

3-2 水耕栽培でのケナフの浄化能力

図2に連続通水試験時における各N,P濃度の経時変化を示した。NH₄-NとT-Pのほぼ全量が除去されていたがNO₃-Nは若干残存した。滞留時間は36時間であり1つのプランター内の植物質重量は1.5kgであった。流入水中のN,P濃度は平均的な生活排水の値である。

3-3 ケナフ活性炭の色度吸着特性

図3にケナフ活性炭(1000℃、CO₂賦活)の色度除去特性を示した。ケナフから製造した活性炭のフミン酸等温吸



写真2 水耕栽培の連続実験に用いたケナフ

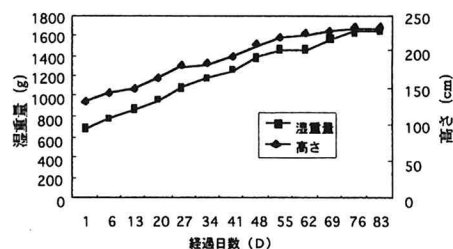


図1 水耕栽培でのケナフ成長経日変化

表1 水耕栽培でのケナフ成長記録

経過日数	日付	湿重量(g)	高さ(cm)	茎径(cm)
1	8月15日	681.0	132.0	1.4
6	8月21日	782.3	144.3	1.6
13	8月28日	883.3	149.3	1.9
20	9月4日	965.0	164.0	2.0
27	9月11日	1085.0	180.0	2.1
34	9月18日	1178.3	182.7	2.2
41	9月25日	1260.0	193.0	2.3
48	10月2日	1383.3	209.0	2.4
55	10月9日	1453.3	220.0	2.4
62	10月16日	1466.7	224.0	2.5
69	10月23日	1556.7	228.0	2.2
76	10月30日	1631.7	232.0	2.6
83	11月6日	1640.0	233.0	2.6

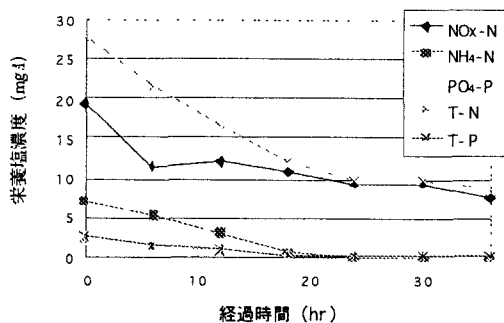


図2 連続通水試験の経時変化

着特性は今回比較した市販の活性炭のどれよりも良好であった。

3-4 ケナフ活性炭のかび臭吸着特性

図4にケナフ活性炭（1000℃、CO₂賦活）のかび臭（2-MIB）吸着特性を示した。比較対象として、色度吸着実験と同様の代表的な活性炭を用いたが、かび臭に対してもケナフ活性炭は最も高い吸着性能を示した。

4.まとめ

以上の検討からつぎのことがわかった。

- 1) 同一の苗で育てた場合、ケナフは水耕栽培よりも露地栽培のほうが成長は良好であったが、これは根圏の温度の影響と思われる。
- 2) ケナフの栄養塩除去能力は高く、水質浄化に有効である。概ね2日間の滞留で生活排水中の栄養塩の大半が除去できることが分かった。
- 3) ケナフの回収植物体利用として、幹から製造したCO₂賦活の活性炭は、代表的な水処理用活性炭よりも、フミン酸およびかび臭の原因である2-MIBに対して高い吸着性能を示した。

今後はケナフ活性炭の製造工程での安定性や吸着時の2-MIBとフミン酸の競合等についてさらに検討を続ける予定である。

謝辞

本研究における等温吸着試験については岐阜大学流域環境研究センター長湯浅教授にご指導を頂いた。また、使用した活性炭は各メーカーから供給を受けた。さらに高専におけるケナフの栽培には本専攻科環境工学1年信澤守君をはじめとする多くの環境都市工学科学生諸君の協力を頂いた。ここに記して謝意を示します。

参考文献

- 1) 小林良生(1991)環境保全に役立つ紙資源-ケナフ、ユニ出版
- 2) 青井 透(1997)ケナフによる水質浄化の可能性、第5回北海道大学衛生工学シンポジウム論文集、pp166-170
- 3) 大森美香子、信澤 守、青井 透(1998)3種類の水生植物による生活排水処理水の栄養塩除去特性、環境技術、Vol.27, No.8, pp20-24
- 4) 日本水道協会(1993)上水試験方法、pp410-413

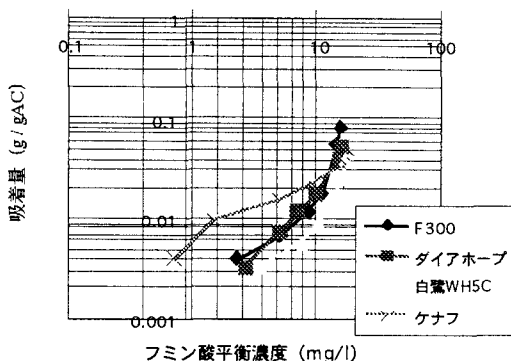


図3 ケナフ活性炭の色度吸着特性

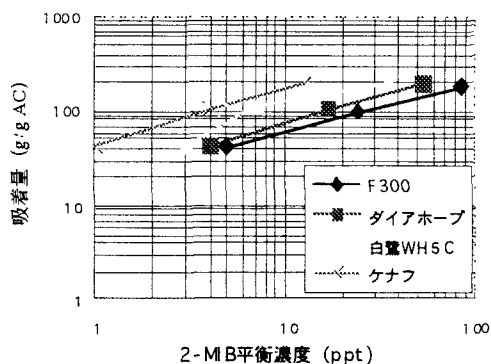


図4 ケナフ活性炭のかび臭（2-MIB）吸着特性