

県産資源活用による水処理用吸着剤の開発に関する研究(3)

— 木炭、バガスシンダ及び廃タイヤ乾留処理 残渣の脱色力特性 —

化学室 比 嘉 三 利
宮 城 周 子
照 屋 輝 一

1. はじめに

県産の木炭、製糖工場から産出するバガスシンダ並びに廃タイヤ乾留処理残渣を素材にした有効かつ経済的な水処理用吸着剤の開発を目的に、前報¹⁾では各素材の熱分解特性及び比表面積等の物理化学的性状とフェノール吸着特性について検討した。その結果、バガスシンダと木炭は吸着剤としての有効性が認められた。そこで、今回糖蜜廃液等の呈色廃水の脱色への応用性について検討するため、ヨウ素吸着力、メチレンブルー脱色力及び糖蜜廃液の活性汚泥処理水を対象にした脱色力試験を行い、各素材の脱色力特性について2、3の知見を得たので、その結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

木炭、バガスシンダ及び乾留残渣は前報¹⁾と同様に調整した試料を使用した。なお、バガスシンダはカラム通水実験では未粉碎のものを使用した。

2.2 試験方法

ヨウ素吸着力及びメチレンブルー脱色力試験は JWWA K 113 水道用粉末活性炭試験方法に準じて行い、また吸光度の測定は分光光度計で行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 ヨウ素吸着力

液相吸着における吸着性能を評価するのに用いられるヨウ素吸着力試験を行い、各試料の吸着能を調べた。

試料に一定量の1/10Nヨウ素溶液を加え、15分間振とう後吸着するヨウ素を求めた。ヨウ素吸着力は試料単位(g)あたりの吸着ヨウ素量(mg)で表わし、この値が大きい程吸着能が高いことを示す。その結果を表1に示す。

表1 試料の吸着性能

項 目 \ 試 料	木 炭	バガスシンダ	廃タイヤ 乾留残渣	市販活性炭
ヨウ素吸着力 (mg/g)	284	246	205	987
メチレンブルー脱色力 (ml/g)	10>	10	—	120
フェノール値 ¹⁾	732	83	—	32

各試料のヨウ素吸着力は約200 mg/gを示し、木炭が高い値を示すが、対照の市販活性炭と比較して極めて低い値であり、その吸着能は活性炭の約2割である。このことは同吸着能を得るのには、各試料とも活性炭の5倍量必要であることが示される。

3.2 メチレンブルー脱色力

着色水の脱色力を評価するのに用いられるメチレンブルー脱色力試験を行い、各試料の脱色性能について検討した。

メチレンブルー溶液(1,200 mg/l)に試料を添加し、30分間振とう後吸着されるメチレンブルー量を求めた。メチレンブルー脱色力は試料単位重量がメチレンブルー濃度(1.2 mg/l)の溶液を何ml脱色できるかを表わす。その測定結果を表1に示す。

メチレンブルー脱色力はバガスシンダは他の試料と比較して高い値を示す。しかし、脱色力は活性炭の約1/5である。このメチレンブルー脱色力は活性炭の比表面積と良好な相関関係があることが知られている。バガスシンダの比表面積は約80 m²/g²⁾と低い値を示し、¹⁾その脱色力の向上は賦活(炭化物の活性化)等で改質を図る必要があると考えられる。

以上の結果から、3試料のうち、バガスシンダは着色水の脱色用吸着剤としての効果が期待できる。

3.3 バガスシンダによる糖蜜廃液の脱色

ヨウ素吸着力及びメチレンブルー脱色力の結果をふまえ、バガスシンダによる糖蜜廃液の脱色試験を行った。また市販の活性炭についても同試験を行い、その効果の比較評価を行った。なお、脱色試験は(1)分散混和法(被処理水に吸着剤を懸濁する方法)と(2)カラム通水法(沝過法)についてそれぞれ行った。

3.3.1 糖蜜廃液

供試糖蜜廃液の外観は黒褐色を呈し、BOD濃度は約25万mg/lを示し、極めて汚濁が高く、³⁾吸着法での直接処理が困難であるので、その250倍希釈液を回分活性汚泥処理方式で処理し、静置して汚泥を分離した上澄水を以後の実験での供試原水(以後糖蜜処理水とする)とした。その水質分析結果を表2に示す。

3.3.2 分散混和法による脱色試験

三角フラスコ(100~200 ml)に一定量の糖蜜処理水を取り、これに試料を添加し、回転式振とう機で振幅70%、回転数160rpmで所定時間振とう攪拌を行い、その後No.5 C沝紙で沝過した沝過水について、波長440nm(E440)での吸光度を測定して脱色力を求めた。

(1) 最適振とう時間の検討

糖蜜処理水20mlにバガスシンダ5gを添加して吸着平衡時間を調べた。その結果を図1に示すように15~60分間の吸光度に大きな変動はみられなかったので以後の実験では振とう時間は30分とした。

表2 糖蜜廃液の処理水水質

外 観	黒 褐 色
透視度(cm)	5
pH	8.60
COD (mg/l)	417
BOD (mg/l)	10

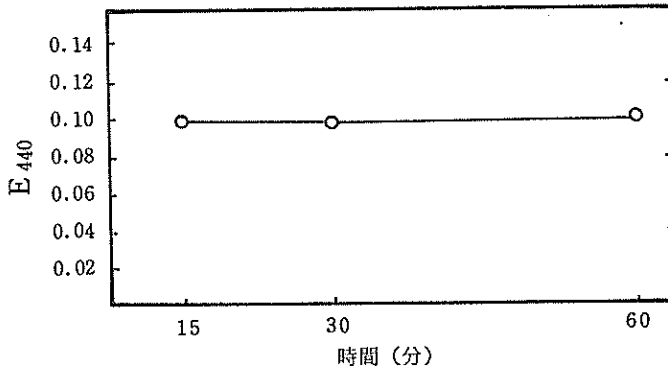


図1 振とう時間と吸光度の変化

(2) バガスシダ添加量による脱色力の変化

糖蜜処理水 20 ml にバガスシダを 1～5 g 添加して各々の添加量に対する脱色力を調べた。その結果を図 2 に示すように、相対吸光度 ($E_{440}/E_{440(int)}$ 、以後色度とする) はバガスシダ添加量の増加とともに減少する傾向がみられ、脱色力は高くなる。また光透過率は 5 g 添加量で約 80% を示す。

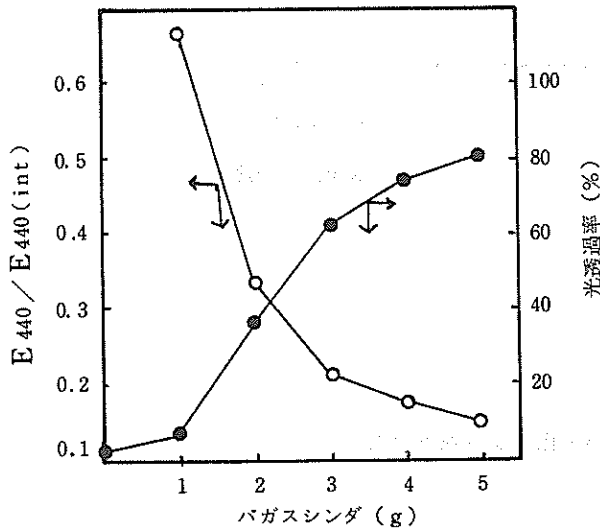


図2 バガスシダ添加量と色度の変化

(3) 液添加量と脱色力の変化

糖蜜処理水を 20～35 ml と段階的に変化させ、これにバガスシダを 5 g (定量) 添加して液量に対する脱色力を調べた。その結果を図 3、また比較のため活性炭の同試験については図 4 にそれぞれ示す。

色度は液量の増加に伴ない高くなる傾向がみられ、脱色力は低下する。ちなみに脱色率 90% を

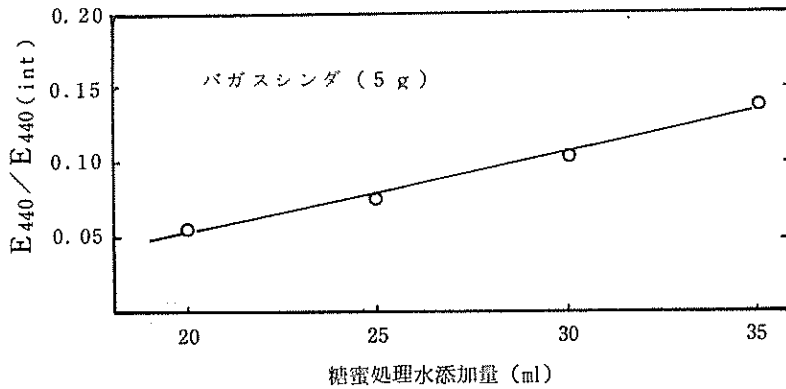


図3 液添加量と色度の変化

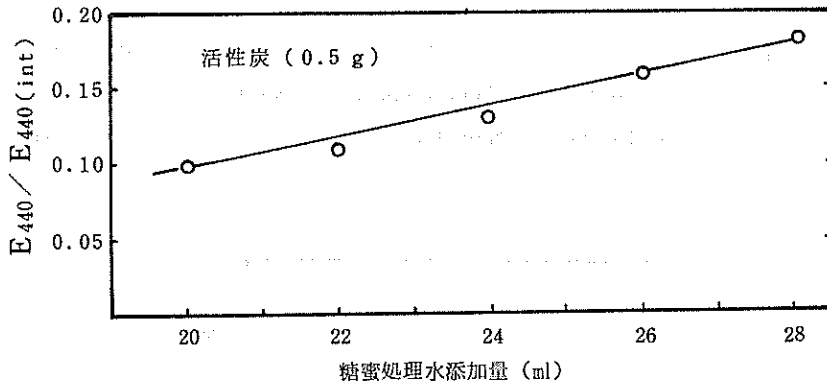


図4 液添加量と色度の変化

得るのに必要な試料単位重量あたりの液量はバガスシンダと活性炭はそれぞれ 5.4 ml/g、40 ml/g となり、バガスシンダは活性炭の約 1/8 の脱色性能を示し、これは同試料間におけるメチレンブルー脱色力性能とはほぼ整合する結果が得られた。

3.3.3 糖蜜廃液の酸性化による脱色効果

糖蜜廃液の着色物質の組成や量についての一定の知見はないが、カラメル物質、メラノイジン及び鉄ポリフェノール化合物等の色成分が推定されている⁴⁾。一般に水中の呈色物質はコロイド状態で存在する場合があります、その酸性化(低 pH)により、呈色物質がフロック化し、沈澱して着色度が減少することが知られている⁵⁾。そこで、1 N 塩酸溶液で糖蜜処理水の pH を 1~5 に段階的に変化させ、酸性化による脱色効果を調べた。その結果は図 5 に示すように、pH の低下にともなって沈澱物が生成してきて色度は低くなる傾向がみられ、pH 2 以下では約 50% の脱色率を示し、糖蜜廃液は酸性化により大幅に脱色が向上することが認められた。

糖蜜処理水の pH を 2 に調整した場合と無調整について分散混和法でのバガスシンダによる脱

色効果を調べた。その結果を図6に示す。

無調整の場合は液添加量による色度の変動が大きいのに対し、pH 2調整はその変動はかなりゆるやかである。また調整の場合は無調整の約4倍の処理能力を示す。

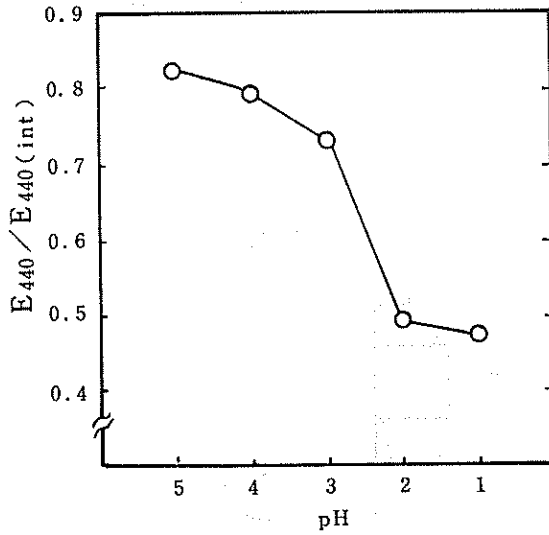


図5 pHと色度の変化

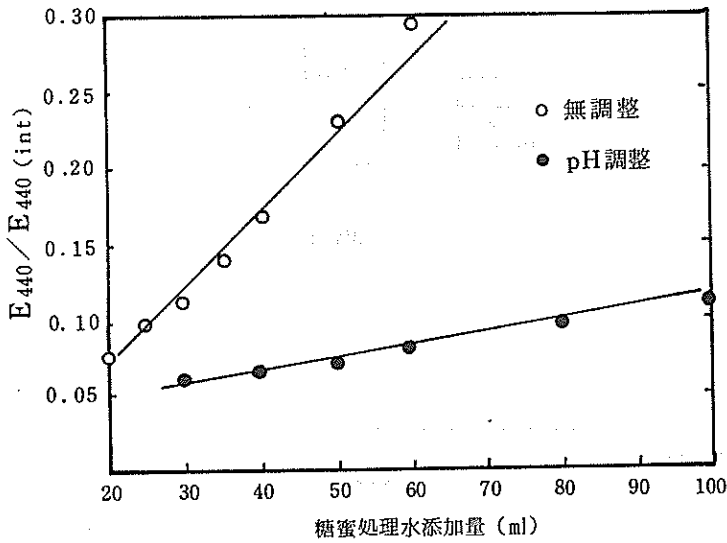


図6 pH調整と無調整の脱色力比較

この結果から、糖蜜廃液の色成分の一部はコロイド状になっていることが推察され、従って、その酸性化により大幅に脱色の向上が期待できる。

3.3.4 カラム通水法による脱色試験

内径6.4 cm、高さ47.8 cmの亚克力樹脂製円筒にバガスシダ 200 gを充填（充填高さ35 cm）し、これに糖蜜処理水を定量ポンプで600 ml/hr（線速度1.8 m/hr）の流速で通水を行った。所定時間ごとに通過水を採取して、吸光度（波長440 nm）とCODの測定を行い、脱色効果を検討した。

実験装置の概略図を図7に示す。また糖蜜処理水はpH 2に調整したもの（以後調整とする）と無調整のものを使用した。なお、カラムにバガスシダを充填後、24時間水道水で通水洗浄を行った後本実験を行った。

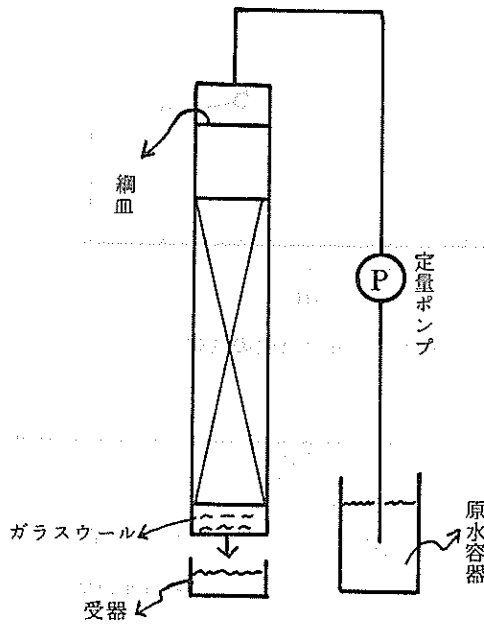


図7 実験装置概略図

(1) 脱色力の経時変化

通水開始から30分間ごとにカラム通過水を採取して吸光度を測定した結果を図8に示す。

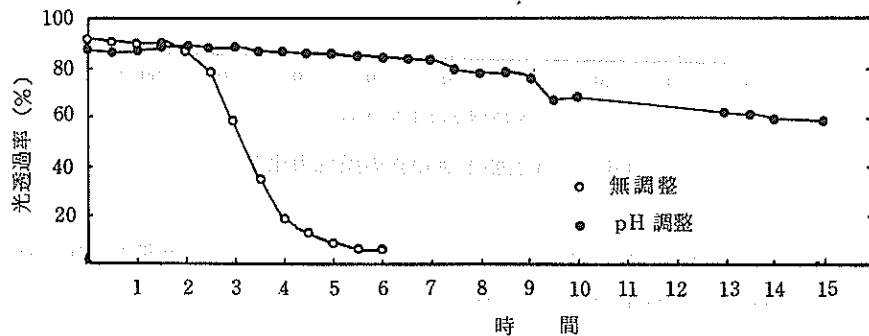


図8 光透過率の経時変化

無調整の場合、光透過率は通水開始直後は約90%を示し、外観は無色透明を呈すが、通水120分（通水量1,200 ml）から微黄色に呈色しはじめ、180分後には明瞭な黄色を呈し、以後茶色から茶褐色を経て、通水30分後には外観は原水とほぼ同様の黒褐色を呈し、脱色力は極めて低くなる。

一方、調整の場合は通水開始から300分まで光透過率は約90%と外観も無色透明を呈し、通水360分後（通水量3,600 ml）から微黄色に呈色しはじめ、以後光透過率は緩慢な変動で低下し呈色が増加する傾向にあるが、通水15時間後（通水量9,000 ml）でも光透過率は約60%を示し、脱色力は無調整と比較して顕著な差異がみられた。このことからカラム通水法でも分散混和法と同様、酸性化による脱色の効果が大きいことが示された。

(2) CODの経時変化

糖蜜処理水の着色物質量の目安となるCOD値を経時的に測定し、初発濃度との比 ($C/C_0(\text{COD})$) を図9に示し、またこれと対応する色度の経時変化を図10に示す。

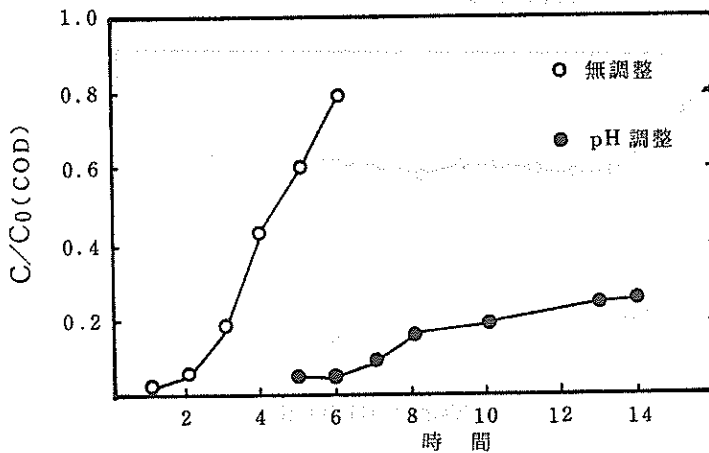


図9 CODの経時変化

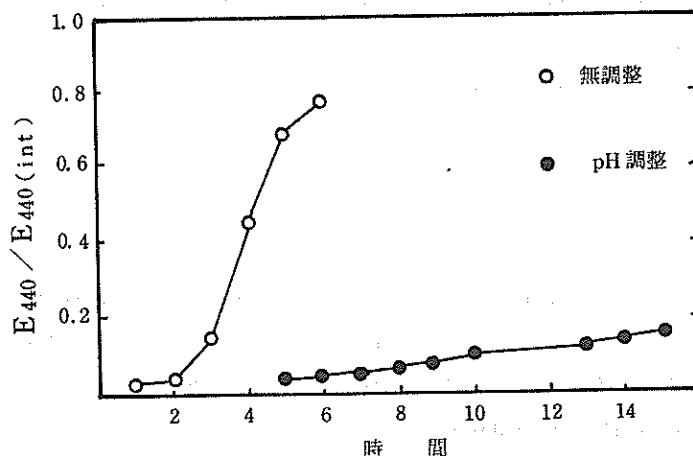


図10 色度の経時変化

無調整の場合のCOD値は通水開始180分後から急速に高くなり、通水360分後のCOD値は約300 mg/lで、除去率約20%を示し、着色物質の除去効果は極めて低くなる。これに対し、調整の場合のCOD値は通水開始からゆるやかな変化で推移し、通水14時間経過後でもCOD値約100 mg/lと、除去率約80%を示し、着色物質の除去効果は高いことが示された。ちなみにCOD値の許容濃度を100 mg/lに設定すると、無調整と調整の限界通水量(破過点)はそれぞれ、2,100ml、7,800mlとなり、調整の場合は無調整の約4倍の処理効力を示す結果が得られた。また限界通水量と対比した脱色率は図10からそれぞれ78%、88%となる。

(3) pHの変化

バガスシダ自体はpH10と強アルカリ性を呈し、その接触水のpH値に影響を及ぼすことが考えられる。カラム通水法における通過水のpH変化を調べた結果を図11に示すように、原水の酸性化(pH2)の場合でも通過水のpH値は常時9附近を示す。このpH値は放流基準値(pH5.8~8.6)の範囲が望ましくその調整が必要となる。

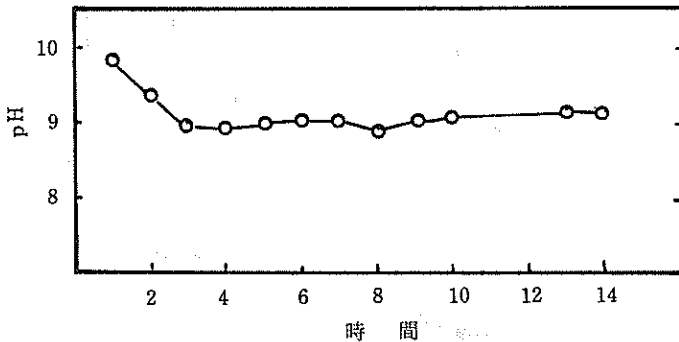


図11 通過水のpHの変化

以上の結果から、バガスシダは糖蜜廃液の脱色処理に有効であることが認められた。しかし、その吸着性は市販の活性炭と比較して低く、その向上のための賦活(炭化物の活性化)が必要となり、また実用化にあたっては、

(1)分散混和処理での効果的な固液分離法

(2)カラム通水用の造粒成型炭の製造

等が今後の重要な課題として位置づけられる。

4. まとめ

県産の木炭、製糖工場から産出するバガスシダ並びに廃タイヤ乾留処理残渣を素材にした水処理用吸着剤の開発を目的に、各素材のヨウ素吸着力、メチレンブルー脱色力の吸着特性及び糖蜜廃液の活性汚泥法処理水を対象にした脱色力試験を行い、次の結果を得た。

(1) ヨウ素吸着力は各素材とも約200 mg/gを示し、木炭が高い値を示すが、市販活性炭と比較して低い値を示す。

(2) メチレンブルー脱色力はバガスシダは他の素材と比較して高い値を示し、市販活性炭の約

1/10の吸着性能を示す。

(3) 糖蜜廃液の脱色はバガスシンダは市販活性炭の約1/8の脱色性能を示す。

(4) 糖蜜廃液の酸性化 (pH 2) により脱色力は著るしく向上する。

(5) バガスシンダによる糖蜜廃液の脱色処理後の pH はアルカリ性を示し、その調整が必要となる。

以上の結果から、バガスシンダは呈色廃水の脱色用吸着剤として有効であることが示された。しかし、吸着性能は市販活性炭と比較して極めて低く、その向上のための賦活 (炭化物の活性化) で改質を図る必要がある。また実用化にあたっては、バガスシンダと処理水の効果的分離法並びにカラム通水用の造粒成型炭の製造等が課題となり、今後これらの点について検討を行う。

参考文献

- (1) 比嘉三利、宮城周子、照屋輝一：沖縄県工業試験場業務報告， 16 ， 27 （1988）
- (2) 井出哲夫編著：「水処理工学」， 387 技報堂（1976）
- (3) 比嘉三利、宮城周子、照屋輝一：沖縄県工業試験場業務報告， 13 ， 39 （1985）
- (4) 日本精糖工業会編：「糖蜜ハンドブック」、104 日本精糖工業会（1967）
- (5) 豊田環吉著：「工業用水とその水質管理」、101 昭晃堂（1972）

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。