

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（4）

—バガスシンダと凝集剤の複合処理による 糖蜜廃液の脱色特性—

化学室 比 嘉 三 利
宮 城 周 子
照 屋 輝 一

1. はじめに

製糖工場から排出するバガスシンダ、県産の木炭及び廃タイヤ乾留残渣を用いた低廉で効率的な呈色廃水処理用の吸着剤の開発を目的に検討を行ってきた¹⁻³⁾。前報³⁾では着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並びに糖蜜廃液を対象とした脱色試験を行った。その結果、バガスシンダは市販活性炭の約10分の1の脱色力を示し、その有効性が認められた。

一般に廃水の吸着処理では、①分散混和法（被処理液に吸着剤を懸濁する方法）及び②カラム通水法（汙過法）の処理方式が採用されている⁴⁾。その中で分散混和法は粉末状の吸着剤を使用するため、吸着速度が速く、短時間に吸着処理が行えること、また沈殿池等の簡易な施設で処理が可能であること等の長所がある反面、微粉末の飛散による取扱い上の問題及び処理後の固液分離が困難であることが短所として上げられる。従って、粉末吸着剤の使用にあたっては、飛散防止のための適量の水分の保持、また固液分離法として、沈殿や汙過する方法が用いられる。

バガスシンダは微粉末でかつ比重が軽く、分散混和处理での固液分離性が極めて悪い。よって、その実用化にあたっては固液分離法が重要な課題となる。そこで今回、その改善を図るため、バガスシンダと凝集剤併用の複合処理による糖蜜廃液の脱色性について検討し、脱色効果と共に固液分離性の向上が認められたので、その結果を報告する。

2. 実験方法

2. 1 試料

(1) バガスシンダ

前報³⁾と同様に調整したものを使用した。

(2) 供試糖蜜廃液

糖蜜廃液は前報³⁾と同様、活性汚泥法で処理した処理水を使用した。（以下糖蜜処理水とする。）

(3) 凝集剤

ポリ塩化アルミニウム ($Al_n(OH)_mCl_{3-n}$) の10%溶液を使用した。（以後PACとする）

2. 2 実験装置

凝集試験にはジャーテスター（凝集試験装置）を使用した。

2. 3 凝集試験方法

1 l ビーカーに被処理液を採り、これにバガスシダとPACを添加し、ジャーテスターを使用して、最初は均一混合のための急速攪伴 (150rpm) を2分間行い、後フロック熟成のための緩速攪伴 (50rpm) を10分間行った。その後静置して、フロックの状態、沈降性及び上澄み液の外観を調べた。また生成スラッジ量は110°Cでの乾物量で求め、上澄み液の色度は分光光度計で測定し、相対吸光度 (脱色後の吸光度/脱色前の吸光度) で示した。

3. 結果及び考察

3. 1 最適凝集条件の検討

予備実験として、バガスシダのPAC添加による最適凝集分離条件について検討した。

純水で一定濃度に調整したバガスシダ懸濁液に一定量のPACを添加し、ジャーテストを行い、バガスシダの凝集性 (フロック形成状態、沈降性) を調べた。実験は①最適凝集剤量及び②凝集最適pHについて行った。

(1) 凝集剤 (PAC) 添加量の検討

バガスシダ懸濁液は凝集剤を添加した時に干渉沈降し、沈降界面が認められることを考慮して、ここでは純水でバガスシダ 5 g/l に調整したモデル懸濁液を実験に供した。この懸濁液 1 l をビーカーに採り、これにPAC溶液 (100mg/ml) をPAC濃度が50~500mg/l になるように添加して、所定条件での攪伴を行い、PACの適正添加量を調べた。その結果を表1と図1に示す。

表1 PAC添加量による凝集性

PAC (mg/l)	フロック形成状態	上澄み液の外観	凝集後のpH
50	不良 (細かい)	黒濁	9.1
100	"	"	8.2
200	"	"	6.2
250	良好 (大)	透明	5.7
300	"	"	4.8
500	不良 (細かい)	黒濁	4.2

PAC濃度50、100、200mg/l 及び500mg/l の場合は形成フロックが小さく、上澄み液に微細なフロックが分散して、凝集性は良くない。一方、PAC濃度250、300mg/l の場合はフロックが大きく、上澄み液も透明であり、また図1からスラッジの沈降速度も速く、凝集性は良好である。

以上の結果から、バガスシダ 5 g/l に対し、その凝集性が良好であるPAC添加量は250~300mg/l となる。一般に凝集剤の添加量は被処理液の懸濁物量に比例することが知られ、従って、バガスシダ単位置量 (g) あたりのPAC添加量は50~60mgが適正であると考えられる。

またpHについては凝集前pH10.4に対し、凝集後のpHはPAC添

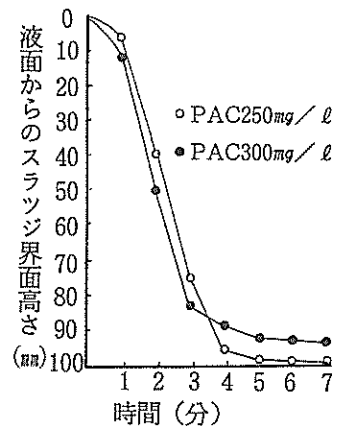


図1 スラッジの沈降曲線

加量が増すにともない低pHを示す傾向がみられる。これはPAC自体が強酸性 (pH3) を示すことによると考えられる。

(2) 至適pHの検討

凝集反応には至適pHがあるとされている。そこで、バガスシダ 5 g / l の懸濁液のpHを7、8、9及び10に調整し、これにPACを300mg / l 添加して凝集性を調べた。その結果、pH 8 ~ 10 におけるスラッジの沈降性に顕著な差異がみられず、良好であり、凝集pHはアルカリ域が適正であると考えられる。

3. 2 糖蜜廃液の脱色性

(1) 最適脱色条件の検討

バガスシダのPAC添加による沈降性の向上が認められたので、バガスシダとPAC併用の複合処理による糖蜜処理水の脱色性について検討した。

糖蜜処理水 1 l にバガスシダを10 g、20 g及び40 gを加え、これにPACをバガスシダ量に對比して、それぞれ600mg / l、1,200mg / l 及び、2,500mg / l の濃度になるように添加してジャーテストを行った。その結果を表2と図2に示す。

表2 脱色試験結果 (糖蜜処理水)

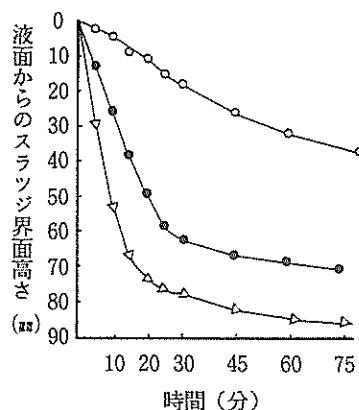
バガスシダ 添加量 (g / l)	PAC (mg / l)	※ 上澄み液外観	凝集前 pH	凝集後 pH	※ スラッジ容積 (%)	スラッジ量 (g)	スラッジ増量 (g)
10	600	黄色	9.6	7.1	30.0	13.7	3.7 (37.1)
20	1,200	微黄色	9.8	6.8	40.8	25.5	5.50 (27.5)
40	2,500	無色	10.0	5.5	73.3	50.5	10.5 (26.3)

※ 1時間静置後 () 増量%

1時間静置後の上澄み液の外観はバガスシダ及びPAC添加量の増加とともに脱色効果がみられ、バガスシダ量40 g (PAC 2,500mg / l) ではほぼ無色透明を呈する。またバガスシダ量20 g (PAC1,200mg / l) では微黄色を呈し、泡盛醸造工場の洗米廃水の活性汚泥法処理水と同程度の色調を示す。従って、実用的にはこの色調まで脱色処理すれば問題はないと思われる。

スラッジの沈降速度は図2の結果からバガスシダ量の増加とともに遅くなる。またスラッジの圧縮性の目安となるスラッジ容積 (%) は30~70%を示し、バガスシダ量40 g の場合はスラッジの圧縮性は極めて悪い。この沈降性と対比したスラッジ量はバガスシダ及びPAC添加量に比例して多くなる傾向がみられ、PACの添加により、約30%スラッジが増量する。

以上の結果から糖蜜処理水のバガスシダとPAC併用による複合処理ではその1 l を処理するのに、バガスシダ量20 g、またPACは1,200mgが適正であると考ええる。



○ { バガスシダ (40 g / l)
PAC (2,500 mg / l)
● { バガスシダ (20 g / l)
PAC (1,200 mg / l)
△ { バガスシダ (10 g / l)
PAC (1,600 mg / l)

図2 スラッジ沈降曲線 (糖蜜処理水)

(2) 酸性化糖蜜処理水の脱色性

糖蜜処理水は酸性化 (pH 2) により約50%の脱色効果があることが認められたので、1 N塩酸で pH 2 に調整した糖蜜処理水についてバガスシンダとPACを併用した場合の脱色性を調べた。

酸性化糖蜜処理水 1 ℓ にバガスシンダを 5~20 g、またPACは300~1,200mg/ℓ を添加し、ジャーテストを行った。その結果を表 3 と図 3 にそれぞれ示す。

表 3 脱色試験結果 (酸性化糖蜜処理水)

バガスシンダ (g/ℓ)	PAC (mg/ℓ)	※上澄み液外観	凝集前 pH	凝集後 pH	※スラッジ容積 (%)
5	300	黄色	8.0	4.32	19.2
10	600	微黄色	8.0	4.35	29.2
20	1,200	無色	8.0	4.30	43.3

※ 1 時間静置後

上澄み液の外観はバガスシンダ及びPAC添加量の増量とともに黄色からほぼ無色透明に変化する。またスラッジの沈降速度は添加量に対比して遅くなる傾向がみられる。

次にpHについては、本実験での供試糖蜜処理水が強酸性のため、バガスシンダ添加後も酸性を示したので、PACの凝集反応を考慮して、1 N水酸化ナトリウム溶液でpH 8 に調整後、PACを添加して、ジャーテストを行ったが、凝集後はpH 4 の酸性を示し、凝集処理後のpHの調整が必要となる。

以上の酸性化糖蜜処理水を対象としたバガスシンダとPAC併用による複合処理では、pH無調整糖蜜処理水の同処理と比較して、バガスシンダ並びにPAC量とも約半分量での脱色処理が可能となり、その 1 ℓ を処理するにはバガスシンダ量10 g、またPACは600mgの併用処理が適正と考えられる。

(3) PAC単独処理とバガスシンダとPAC併用処理の比較

硫酸アルミニウム、塩化第二鉄及びポリ塩化アルミニウム (PAC) 等の凝集剤は脱色効果があることが知られている。そこで、PAC単独処理とバガスシンダ単独及びバガスシンダとPAC併用処理における糖蜜処理水の脱色性について比較検討を行った。

糖蜜処理水 1 ℓ にPAC単独の場合、600、1,200及び2,400mg/ℓ の濃度、またバガスシンダ単独 (20 g) 並びにバガスシンダ (20 g) とPAC (1,200mg/ℓ) の併用添加のそれぞれについて脱色性を調べた。その結果を表 4 と図 4~6 にそれぞれ示す。

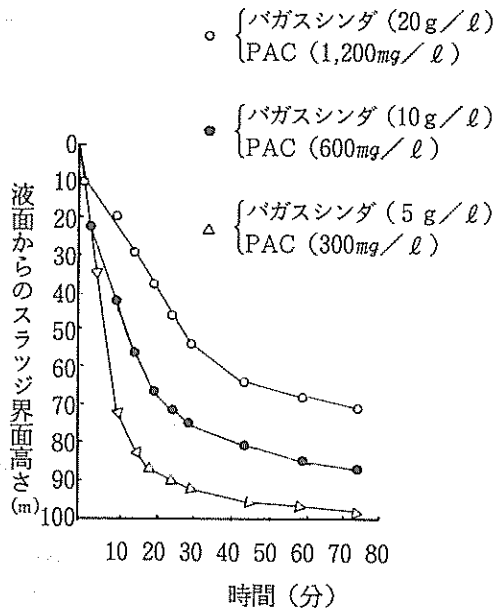


図 3 スラッジの沈降曲線 (酸性化糖蜜処理水)

表4 脱色試験結果（糖蜜処理水）

実験区	項目	凝集後pH	※上澄み液外観	フロックの状態
PAC単独 (600mg/ℓ)		4.15	黄色 (透明)	大
PAC単独 (1,200mg/ℓ)		3.90	黄色 (濁)	中
PAC単独 (2,400mg/ℓ)		3.79	茶色 (濁)	小
バガスシダ単独 (20 g/ℓ)		9.90	黒色 (濁)	—
{ バガスシダ (20 g/ℓ) PAC単独 (1,200mg/ℓ)		6.60	微黄色 (透明)	大

※1時間静置後

脱色性はPAC単独処理の場合、PAC添加量を増やすにつれて低くなる傾向がみられる。PAC添加量が多い場合、フロックの形成状態が悪く、微細なフロックが上澄み液中に分散していることが認められ、このことが脱色性に影響を与えていることも考えられる。

バガスシダ単独処理の場合はPAC単独よりも脱色効果は劣る結果が得られた。このPAC単独の場合、凝集処理後のpH値は強酸性 (pH 3~4) を示す。糖蜜処理水は酸性化により、大幅に脱色性が向上することが認められ、よってPAC単独がバガスシダ単独よりも脱色効果が高いことはこの要因によることも考えられる。

なお、バガスシダとPAC併用の場合、上澄み液の外観は微黄色を呈し、脱色性は極めて良好である。

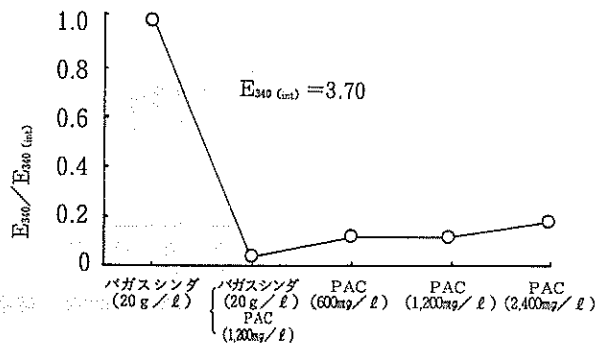


図4 紫外波長域における相対吸光度

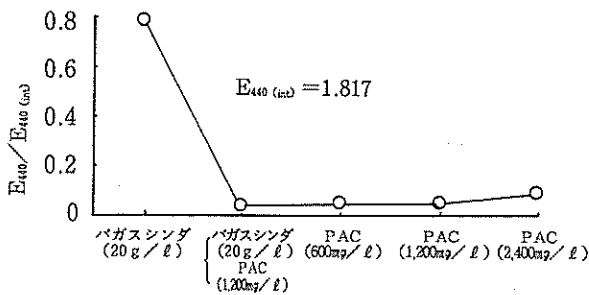


図5 色度の変化

また図4は残留有機物の目安となる紫外波長領域における相対吸光度 ($E_{340}/E_{340(初)}$) を示したものであるが、図5の可視波長領域 (E_{440}) のそれとほぼ整合する。すなわち脱色にともなって有機物質が処理されることが推察される。

表5 スラッジ生成量

実験区	スラッジ生成量 (g)
PAC単独 (600mg/ℓ)	3.5
PAC単独 (1,200mg/ℓ)	5.6
{ バガスシンダ (20g/ℓ) PAC単独 (1,200mg/ℓ)	25.2

次にスラッジの生成量はPAC単独の場合、その添加量に比例して増加する。このスラッジの構成物質として、PAC添加に伴う酸性化による色成分等の凝集物及び水酸化アルミニウム等が推察される。またバガスシンダとPACを併用使用した時のスラッジ生成量はPAC添加によるスラッジ量とバガスシンダ量をほぼ合算した生成量となる。

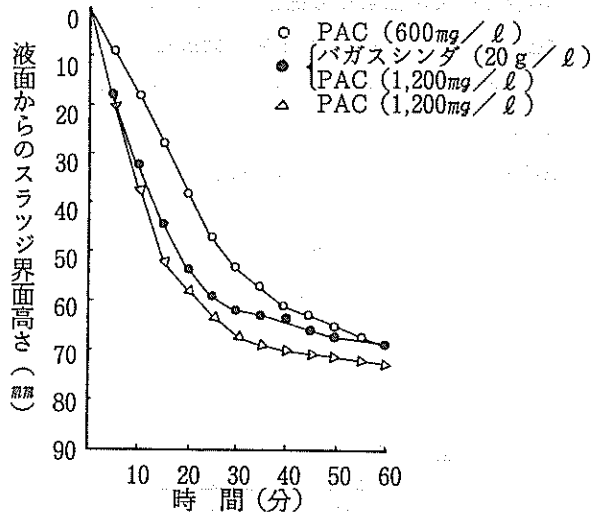


図6 スラッジの沈降曲線 (糖蜜処理水)

スラッジの沈降速度はスラッジ量の影響を受けることが考えられるが、図6に示すようにバガスシンダとPAC併用の場合はスラッジ量が多い割には沈降性は良好である。なお、PAC1,200mg/ℓ単独添加の場合、沈降性は良好であるが、微細なフロックが上澄み液中に浮遊しているのが認められ、フロックの形成状態は良くない。一方PAC2,400mg/ℓ単独添加では、フロックの形成状態が悪く、固液分離性は極めて悪かった。

以上、本実験から糖蜜処理水はPAC単独処理でもある程度脱色効果を示すが、バガスシンダとPAC併用処理が高い脱色効果を示す結果が得られた。ちなみに糖蜜処理水1m³を処理するのにバガスシンダは20kg、またPACは1.2kgの併用処理で支障のない色調まで脱色が可能と考えられ、またこの場合、処理に伴うスラッジ生成量は乾物量で約25kgとなる。

4. まとめ

バガスシダの分散混合法（被処理水に吸着剤を懸濁する方法）での脱色処理では処理後の固液分離性が悪い。よって、今回その分離性の改善を図るため、バガスシダと凝集剤（PAC）併用の複合処理による糖蜜処理水の脱色特性について検討し、次の結果を得た。

(1) 凝集条件の検討

- ① 凝集剤（PAC）添加量はバガスシダ単位量（ g ）あたり50～60mgが適正である。
- ② 凝集pHは8～10が適正であると考えられる。

(2) 糖蜜処理水のバガスシダとPAC併用の複合処理による脱色特性

- ① 糖蜜処理水はバガスシダ20 g/l とPAC1,200mg/ l の併用処理で洗米廃水の活性汚泥法処理水と同程度の色調まで脱色できる。
- ② 酸性化糖蜜処理水ではバガスシダ及びPAC量とも無調整糖蜜処理水の場合の1/2の添加量でほぼ同等の脱色効果を示す。
- ③ スラッジの沈降性はバガスシダ及びPAC添加量の増加とともに悪くなる。
- ④ スラッジ生成量はバガスシダ及びPAC添加量の増加とともに増え、バガスシダ量とPAC添加に伴う凝集物をほぼ合算した量が生成される。

以上の結果から、バガスシダの分散混合法での処理においては凝集剤を添加することにより、脱色効果とともに固液分離性の向上が図られ、短時間に脱色処理が可能になると考えられる。

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 15 59 (1987)
- (2) 比嘉三利、宮城周子、照屋輝一：沖縄県工業試験場業務報告 26 27 (1988)
- (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 17 51 (1989)
- (4) 洞沢 勇：「排水の物理化学的処理」 122 産業用水調査会 (1976)

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。