

## 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（2）

—木炭、バガスシンダ及び廃タイヤ乾留  
処理残渣の物理化学性状と吸着特性—

化学室 比 嘉 三 利  
宮 城 周 子  
照 屋 輝 一

### 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（以下、乾留残渣とする）を素材にした安価で効率的な水処理用吸着剤の開発を目的として、前報<sup>1)</sup>では各素材の重金属溶出等の化学的性状について検討した。その結果、各素材の重金属の溶出量は水道用粉末活性炭の選定基準内の値を示し、吸着剤としての有効性が示唆された。

吸着剤として利用するには化学的性状とともに物理化学性状及び吸着特性が極めて重要となる。そこで、今回各素材の熱分解特性及び比表面積等の物理化学性状とフェノールの吸着特性について検討し、2、3の知見を得たので、その結果を報告する。

### 1 実験方法

#### 1.1 試料

木炭、バガスシンダ及び乾留残渣は前報<sup>1)</sup>と同様に調整した試料を使用した。

#### 1.2 試験方法

熱重量減量は示差熱天秤装置で測定し、結晶物質の測定はX線回析測定装置で行った。また比表面積の測定はBET一点法表面積測定装置で行い、フェノールの吸着力試験はJWWAK 113 水道用粉末活性炭試験方法<sup>2)</sup>に準じて行った。

### 2 実験結果及び考察

#### 2.1 物理化学性状

##### (1) 熱分解特性

吸着剤の再生及び吸着性能向上のための賦活（炭化物の酸化分解及び活性化）において吸着剤の熱分解特性は重要な物性である<sup>3)</sup>。よって空気中で試料を10℃/分の昇温速度で加熱した場合の熱重量減量について調べた。その結果を図1～図3に示す。

木炭の場合、400℃附近から急速の酸化分解（燃焼）が認められ、1000℃では約75%の重量減少を示した。

乾留残渣は500℃附近から急速の酸化分解を示す現象がみられ、1000℃で約50%の重量減少を示した。この乾留残渣は約450℃で重油を分離した後のものであるが、この結果から重油分が残留していることが推察される。

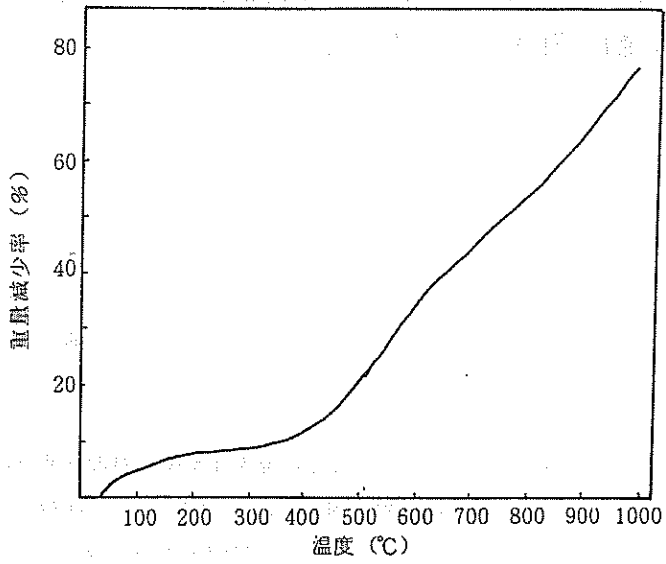


図1 熱重量減量曲線 (木炭)

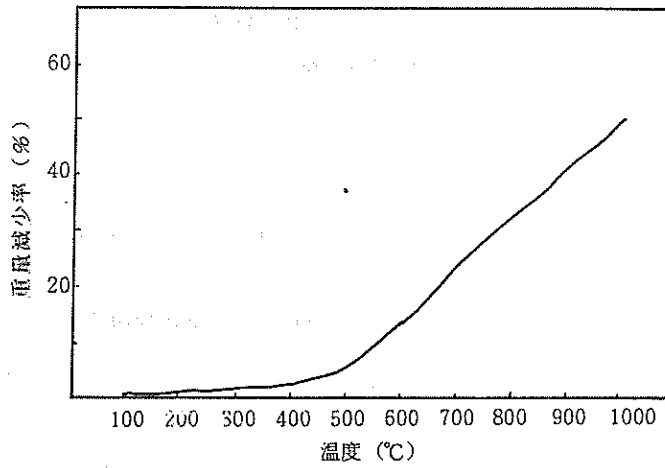


図2 熱重量減量曲線 (廃タイヤ乾留処理残渣)

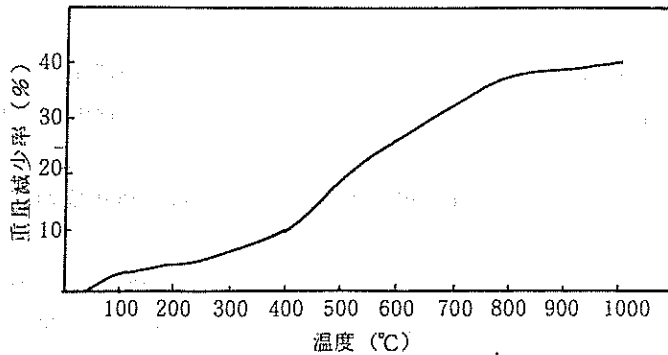


図3 熱重量減量曲線 (バガスシンダ)

またバガスシダは400℃附近から急速の酸化分解を示し、800℃附近で凝固してガラス状態になる傾向がみられる。バガスシダの場合、アルカリ成分の含有量が高く、この要因によりガラス状態になることが考えられる。

以上の結果から熱重量減量は木炭が最も高く、次に乾留残渣の順となり、バガスシダは低かった。

(2) 試料の結晶物質

試料の結晶物質をX線回析法で調べた。その結果を図4、図5、図6にそれぞれ示す。

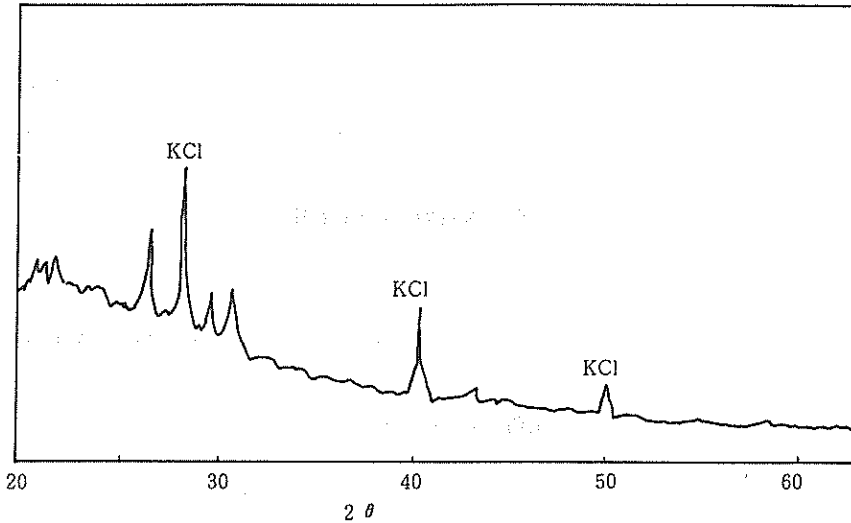


図4 バガスシダのX線回析図

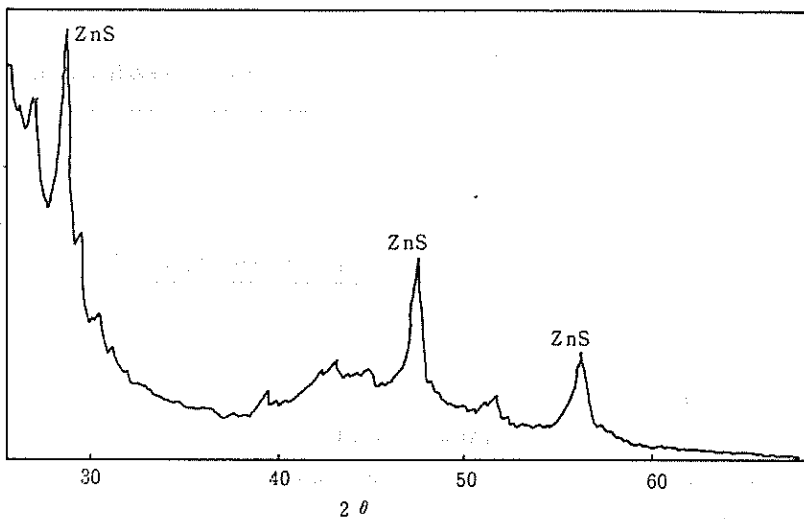


図5 廃タイヤ乾留処理残渣のX線回析図

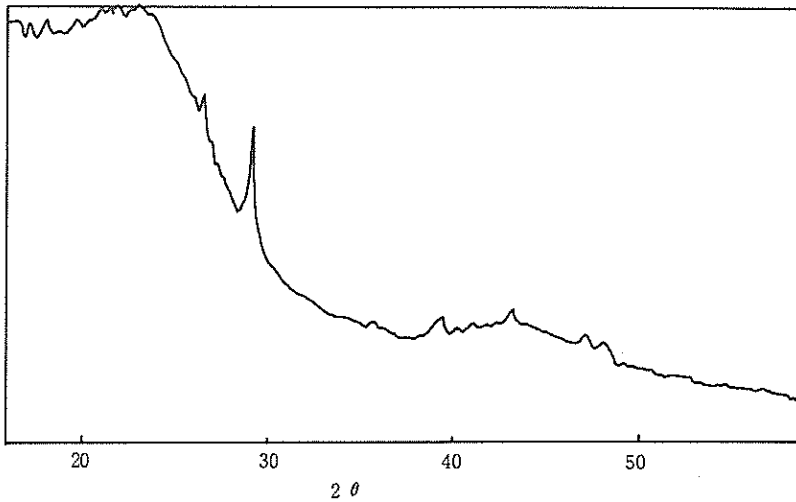


図6 木炭のX線回析図

バガスシダの結晶物質として塩化カリウム (KCl) のピークが認められた。このバガスシダは塩化物濃度が高く、またアルカリ金属の含有が高いこと<sup>1)</sup>から同結晶物質が生成するものと考えられる。

また乾留残渣の結晶物質として硫化亜鉛 (ZnS) のピークが認められた。この乾留残渣は亜鉛 (Zn) の含有量が高いこと<sup>1)</sup>、またタイヤに使用されているイオウ化合物 (加硫剤) 等から同結晶物質の生成が考えられる。なお、今回木炭の結晶物質については明らかにすることはできなかった。

(3) 試料の比表面積

活性炭が高い吸着効果を示すのは、活性炭内部の細孔構造に起因しており、この細孔特性は吸着剤の吸着特性に結びつく最も重要な因子とされている<sup>4)</sup>。よって各試料の細孔構造の目安となる比表面積をBET一点法で測定した結果を表1に示す。

比表面積は木炭とバガスシダはほぼ同程度の値を示し、乾留残渣は最も低い値を示す。一般に活性炭の比表面積は500～1000  $m^2/g$  を示すとされ、<sup>4)</sup>これと比較して各試料の比表面積は小さい。この結果から各試料ともなんらかの賦活を行い、比表面積の改善を図る必要があると考えられる。

表1 試料の比表面積

試料	比表面積 ( $m^2/g$ )
木炭	81.3
バガスシダ	86.7
廃タイヤ乾留処理残渣	29.8

2.2 フェノール吸着特性

上水道の味と臭いを除去する活性炭を評価するのに用いられるフェノールの吸着力試験を行い、各試料の吸着特性を評価した。なお、対照として市販の粉末活性炭についても同試験を行い、試料との比較検討を行った。

フェノール吸着力の評価は吸着力指標であるフェノール価で行った。このフェノール価はフロイントリッヒ吸着等温線 (以下、吸着等温線とする) から次式により算出した。

$$\text{フェノール価} = \frac{100 - 10}{K}$$

ここでKは吸着剤単位量当りのフェノール吸着量 (mg/g) を示し、吸着等温線から読み取る。すなわちこのフェノール価は初発フェノール濃度 100 μg/l から残留フェノール濃度が 10 μg/l になるまでに要する吸着剤の量を示し、従って、この値が小さいもの程フェノール吸着力が大きいことを示す。

その結果の整理一例を表2に示し、また活性炭の吸着等温線は図7、バガスシダの吸着等温線は図8及び木炭の吸着等温線は図9にそれぞれ示す。

表2 吸着試験結果の整理例 (市販活性炭)

M		X	X/M
活性炭添加量 (mg/l)	残留フェノール量 (μg/l)	吸着フェノール量 (μg/l)	活性炭単位当りのフェノール吸着量
0	106.4		
10	55.3	51.1	5.11
15	37.9	68.5	4.56
20	26.7	79.7	3.99
25	17.8	88.6	3.54
30	15.5	90.9	3.03
35	10.5	95.9	2.74

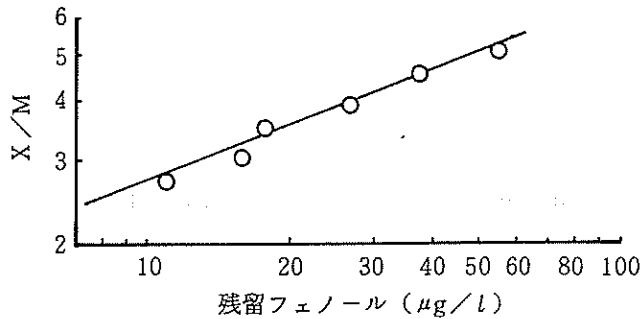


図7 活性炭の吸着等温線 (27°C)

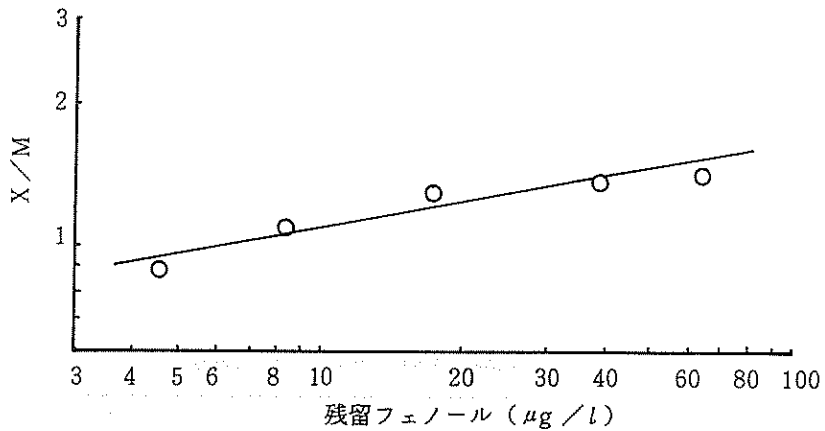


図8 バガスシンダの吸着等温線 (23.5°C)

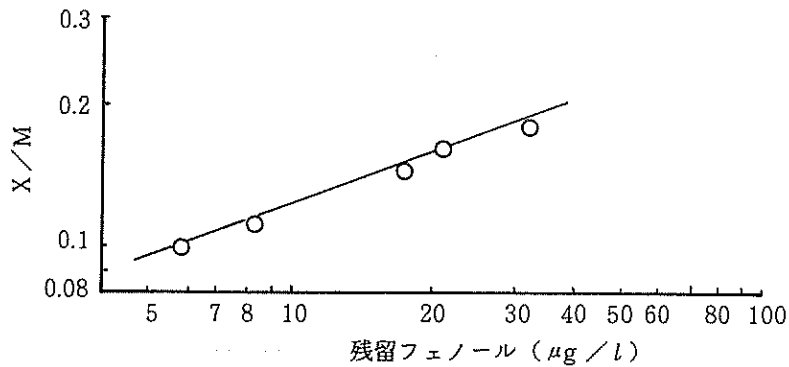


図9 木炭の吸着等温線 (26.1°C)

活性炭のフェノール価は32.7を示すのに対し、バガスシンダは83.3、また木炭は732をそれぞれ示し、両者とも活性炭と比較してフェノール吸着力は低い結果を示す。なお、バガスシンダと木炭は比表面積はほぼ同じ大きさであるが、フェノール吸着効果は両者間に明確な差異がみられた。このフェノールの吸着については、吸着剤の比表面積と相関関係がないことが知られ、従って、フェノールの吸着は単なる物理的吸着だけでなく、化学的吸着が作用することが考えられている<sup>4)</sup>。よって、バガスシンダと木炭はこの理由によりフェノール吸着特性に差異がでてきていることも考えられる。

乾留残渣はフェノールをほとんど吸着しなかった。この乾留残渣は水への分散性が極めて悪く、乾留残渣中の油分の影響が考えられたので、ヘキサンで油分を除去してフェノール吸着性を調べたが、吸着効果にはほとんど変化はみられなかった。このことから乾留残渣の吸着特性は極めて低く、吸着剤として利用するにはなんらかの賦活を行い、吸着活性を高める必要があると考えられる。

以上の結果から、バガスシンダと木炭は吸着剤としての可能性を有していることが示される。しかし両者とも比表面積は一般の活性炭と比べて極めて低く、吸着性能の向上を図るためには賦活の

必要があると考えられる。

### 3 まとめ

県産の木炭、製糖工場から産出するバガスシング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、各素材の物理化学的性状とフェノール吸着特性について検討し、次の結果を得た。

(1) 熱重量減量は

木炭>廃タイヤ乾留処理残渣>バガスシングの順に高く、各素材間に差異がみられた。

(2) バガスシングはKClの結晶物質、また廃タイヤ乾留処理残渣はZnSの結晶物質が認められた。

(3) バガスシングと木炭の比表面積はほぼ同じ大きさを示すが、廃タイヤ乾留処理残渣の比表面積は小さい。

(4) フェノール吸着特性はバガスシングが木炭の約10倍の吸着力を示し、廃タイヤ乾留処理残渣はほとんど吸着しなかった。

以上の結果から、バガスシングと木炭は吸着剤としての有効性が示唆された。今後は呈色廃水の脱色処理を目的として、メチレンブルー脱色力試験及び廃糖蜜廃液の脱色試験を行い、また吸着性能向上のための最適賦活方法について検討を行う。

本研究を実施するにあたり、比表面積の測定に快く御協力いただきました工業技術院東北工業技術試験所化学部化学製品開発課主任研究官板橋修氏に感謝の意を表します。

### 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) JWWA K 113 水道用粉末活性炭試験方法 (社)日本水道協会 (1985)
- (3) 廃水再生利用編集委員会編：廃水高度処理技術 (社)日本工業用水協会 94 (1975)
- (4) 井出哲夫編著：水処理工学 技報堂 389 (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。