

# 梅の種の炭化による有効活用法の検討†

本間知夫\*, 馬場純子\*\*

## Study on effective utilization of Japanese apricot seeds by carbonization†

Tomoo Homma\* and Junko Baba\*\*

Seeds of Japanese apricot (*Prunus mume*) were discarded as industrial wastes. In order to utilize these seeds effectively, removal ability of dyes in waters by carbonized seeds (Cs) was evaluated as water purification. As a reference, an activated charcoal (Ac) was used under the same experimental condition. In the case of Cs, adsorption equilibrium time for Coomassie Brilliant Blue (CBB, acidic dye) and methylene blue (MB, basic dye) were within 3 hrs and 1 hr, respectively. On the other hand, Ac showed over 48 hrs for adsorption equilibrium of CBB and within 1hr for MB. Results suggested both Cs and Ac charged negatively. Quantity of dye-adsorption by Cs became smaller than that by Ac. SEM images of Cs showed presence of many small holes (diameter: 2-5  $\mu$  m) compared with that of Ac. This difference in microstructure might be related with a difference of quantity of dye-adsorption between Cs and Ac.

**Key words** : Carbonized seeds, Adsorption, Acidic and basic dyes, Microstructure

### 1 はじめに

梅の実には梅干しにされたりリカーに浸けられて梅酒にされたりと、身近な食用として利用されている。そして最近ではこうした身近な食品の持つ生体機能性が注目されるようになり、梅の実についても様々な機能性と含有成分の関係性が報告されるようになってきた。梅と言えば我が国では和歌山県が有名であり、梅の実の生産量も群を抜いて国内第1位であるが、群馬県の実産量は和歌山県の約1/10程度とはいえ国内第2位となっている。梅の実の利用法として、初めに挙げた梅干しや梅酒への利用の他、群馬県前橋市の企業による梅の実の菓子・食品は全国的にも有名であり、様々な梅を利用した食品・製品が開発されている。その製造過程において多量の梅の種が排出され、各企業も未利用天然資源としてその有効利用法を模索しているところであるがなかなか良い方法がなく、結局産業廃棄物として捨ててしまっているのが現状である。企業にとってもお金を払って未利用天然資源を捨てるを得ない状況は大きな問題であり、別の形で有効利用することが出来れば、企業にとっても、利用者にとっても、そして地球環境にとっても望ましい。

未利用天然資源の有効利用法については様々な研究が各地で行われているが、元の資材の状態、例えば水分や各種成分の含有量などは様々である。素晴らしい利用方法があったとしても、前処理や利用過程で多大な労力(設備・エネルギー・費用など)が掛かるようでは、その方

法は普及しない。そのような中、元の資材の状態に関係なく、簡単に出来る利用法の一つとして資材の炭化、すなわち炭にして利用することがよく行われている。材料としては竹や木片がよく利用されており、その効果として脱臭、調湿、土壌改良、燃料、水質浄化などが挙げられているが、元の資材により特徴・効果が異なることも知られている<sup>1)</sup>。

廃棄されている梅の種の有効活用法としていろいろな可能性を考えてみたが、本研究でもまず梅の種を炭化し(以下、梅炭と呼ぶ)、簡易な活用法として水質浄化能力に着目し、その有効性について検討することを目的として実施した。

### 2 方法

#### 2・1 材料

別の実験のために材料として使用していた青梅から取り出した種を本研究では利用した。すなわち、2013年6月に群馬県産の青梅(品種:白加賀)3kgをホワイトリカー(浅間酒造株式会社, 原材料:さとうきび・糖蜜, アルコール分35%)4.6Lに浸漬し、3~4ヶ月後に青梅をリカーより取り出し、実を剥がした後、種は乾燥機(60℃)で一晩乾燥させた。

#### 2・2 種の炭化

アルミホイルを敷いた空き缶に乾燥させた種を12~14個入れ、アルミホイルで蓋をし、小さめの空気穴を2

† 原稿受理 平成26年2月28日 Received February 28, 2014

\* 生物工学科 (Department of Biotechnology)

\*\* 生物工学科学生 (Department of Biotechnology)

つ開けた。約 15 分間白煙が出なくなるまでガスコンロで加熱（強火）して、種の炭化を行った。その後、種をそのまま、あるいは乳鉢で細かく粉砕して使用した。

### 2・3 色素吸着実験

梅炭の水質浄化能力を調べる方法として、本研究では色素溶液に入れた梅炭による色素の吸着→水の透明化を調べることで評価することとした。なお比較として活性炭粉末（味の素ファインテクノ株式会社、ホクエツ活性炭<sup>2)</sup>）による水質浄化能力も同じ条件で調べた。

#### 2・3・1 色素溶液の調製

色素として、酸性色素であるクマシーブリリアントブルー（CBB, 分子量 833.05）および塩基性色素であるメチレンブルー（MB, 分子量 319.85）を選び、共に 2% 溶液を調製した。初期濃度として、それぞれ 5mg/L, 10mg/L, 25mg/L の色素溶液を準備した。

#### 2・3・2 検量線の作成

CBB は, 0, 10, 20, 30, 40 (mg/L) の濃度の溶液を、MB は 0, 10, 20 (mg/L) の濃度の溶液を調製し、CBB は波長 550nm の吸光度を、MB は波長 665nm の吸光度を測定し、それぞれ検量線を作成した。

#### 2・3・3 吸着反応

調製した各濃度の色素溶液に、梅炭あるいは活性炭を細かく粉砕したものを、7.5, 12.5, 15.0, 17.5 g/L となるように添加した。CBB の場合は 3, 19, 24 時間（活性炭のみ 48 時間も実施）、MB の場合は 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 19, 24 時間、それぞれ室温、遮光した状態で連続振とうさせながら吸着反応を行った。

#### 2・3・4 色素吸着量の算出

各時間での吸着反応後、色素溶液の吸光度を測定し、検量線より色素溶液の濃度を算出した。なお、梅炭および活性炭の細かい粒子を除去するため、溶液は 0.22 μm のフィルターを通した。初期濃度と吸着反応の濃度の差を吸着量とし、梅炭あるいは活性炭 1g あたりの吸着量に換算することで吸着特性、すなわち水質浄化能力を評価した。

### 2・4 微細構造の観察

梅炭および活性炭の微細構造を走査型電子顕微鏡（日立 S-3000N）により観察した。

## 3 結果

### 3・1 酸性色素 CBB の吸着

梅炭および活性炭の CBB 吸着量の推移を Table 1 および Fig.1 に示した。梅炭の場合、若干の増減は見られるものの、いずれの反応時間においても吸着量はほぼ同じであるとみなすことが出来ることから、3 時間以内には吸着平衡に達したものと考えられた。一方、活性炭は反応時間によって吸着量は増加しており、今回調べた 48 時間の反応時間でもまだ吸着平衡には達していない可能性があった。

吸着量そのものについても、吸着平衡に達する時間が異なるため差はあるのだが、24 時間までの反応時間では梅炭も活性炭もほぼ同一であり差はなかった。

Table 1 Adsorption quantity of CBB (μg/g-solid)

Reaction time(hr)	Carbonized seeds(Cs)	Activated charcoal (Ac)
3 (n=12)	594.9±252.3	611.2±187.3
19 (n=9)	744.9±346.5	730.1±206.0
24 (n=12)	667.7±364.7	817.3±389.3
48 (n=12)	Not measured	1096.5±434.9

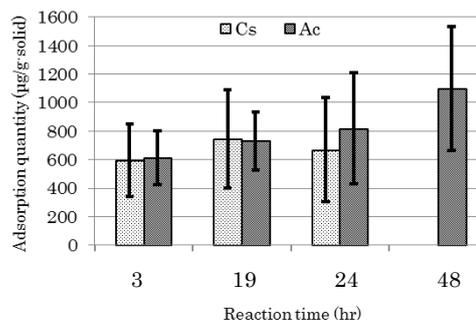


Fig.1 Adsorption quantity of CBB

### 3・2 塩基性色素 MB の吸着

梅炭および活性炭の MB 吸着量の推移を Table 2 および Fig.2 に示した。吸着反応 3 時間で色素溶液の青色がほとんど認められなかったため、3 時間よりも短い反応時間についても調べた。梅炭も活性炭も 1 時間以降の吸着量はほぼ変わらず一定であり、1 時間以内に吸着平衡に達したと思われた。

吸着量については、梅炭よりも活性炭の方が多かった。

Table 2 Adsorption quantity of MB (μg/g-solid)

Reaction time (hr)	Carbonized seeds (Cs)	Activated charcoal (Ac)
1 (n=6)	399.3±135.8	746.9±359.0
1.5 (n=6)	430.8±134.8	744.6±537.5
2 (n=6)	354.7±124.3	772.8±526.0
2.5 (n=6)	361.2±134.7	741.4±524.1
3 (n=6)	441.8±116.3	706.8±345.4
19 (n=6)	534.0±336.1	707.3±346.1
24 (n=6)	619.2±416.5	706.8±346.1

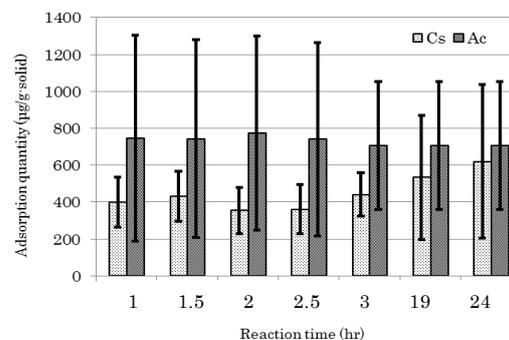


Fig.2 Adsorption quantity of MB

### 3・3 微細構造の比較

梅炭および活性炭では各色素の吸着特性（平衡時間、吸着量）が異なっていたことから、その要因として構造の違いを考え、走査型電子顕微鏡による観察を行った結果を Fig.3 に示した。梅炭は元々梅の種ということで細かな孔があるが、拡大するとさらに多くの凹みがあり、その凹みには直径 2~5 $\mu\text{m}$  ほどの小孔が多数見られた。それに対し、活性炭は細かくしても全般的に滑らかで小孔は所々にある程度であった。

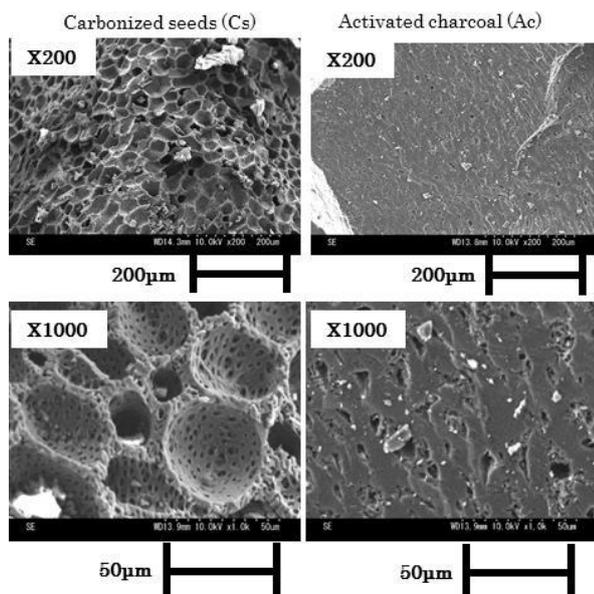


Fig.3 Microstructure of Cs and Ac observed by SEM  
Magnification: X200(Upper) & X1000(Lower).

### 4 考察

産業廃棄物としてお金を払って捨てられている梅の種を有効に利用出来る簡易な方法を検討するため、本研究では様々な木材、竹、その他で実施されている炭としての利用について、特に色素溶液からの色素の除去を水質浄化能力のモデルとして取り上げて検討した。梅の種を炭にして利用するという試みは、梅の生産が日本一である和歌山県他関西地方の企業が中心となり、梅炭を細かくして製紙工程に組み込んで、その脱臭効果、調湿効果が期待出来る商品の製造・販売などがなされている。しかし梅炭の利用は限られたものであり、水質浄化などへの利用は記載はあっても実際には見当たらない。本研究では梅炭と、比較対象として活性炭を用いて水質浄化能力を調べたが、いずれも細かく粉砕したものを利用した。当初、出来るだけ手を掛けることなく利用出来る方がよいと考え、種の形のままで色素吸着実験を実施したが、色素除去能力は低いものであった。一般に炭にすることで多孔質となり表面積、すなわち吸着面積が増えることで脱臭や水質浄化などの効果が発揮されると言われる。梅炭の場合、SEM 像からも多くの小孔が認められたが、種のみであると一般的に言われる多孔質のサイズより

も大きいため、結果として表面積が大きくなるというより逆にスカスカした状態となり、また種のままでは内部への浸透も考えないといけなくなるため、十分な吸着能力が発揮されなかったと思われる。

色素吸着実験で MB を利用したのは CBB が酸性色素であったため、塩基性色素でもやってみようということで取り上げたが、対象として利用したホクエツ活性炭の特性を紹介する企業ホームページ<sup>2)</sup>において、MB 吸着性能のデータが示されている。本研究と単位が異なるので一概に比較出来ないが、MB の吸着は良いようである。塩基性色素である MB は中性水溶液中では含まれるアミノ基のためプラスの荷電を持つ。一方、炭はマイナスの荷電を持つとされているため、CBB に比べて MB の吸着が早かったことは理にかなっていると言える。

色素吸着実験にて、吸着反応後の色素溶液の吸光度を測定する際、溶液中に浮遊する細かく粉砕した梅炭粒子を除去するために 0.22 $\mu\text{m}$  のフィルターを通した。CBB は問題なかったが、MB はフィルターに吸着されてしまった。そのため、MB の場合はフィルターを通さず、出来るだけ梅炭粉末が混入しないように注意して溶液を取ったが、細かなものは混入して黒っぽく色付いてしまった。そのため溶液の吸光度が高めとなり、結果的に色素吸着量が少なく見積もられてしまった可能性がある。実際には示したデータよりも梅炭は多くの MB を吸着出来ていると思われる。

吸着反応は温度に依存するため、温度条件を厳密に設定する必要があるが、実際の利用では温度(水温)は様々に変化することもあり、今回は室温条件(23 $^{\circ}\text{C}$ 前後)で実施した。より正確な吸着特性を求めるためには、温度条件にも注意する必要がある。

梅の種の有効活用法として、今回、梅炭の水質浄化能力を調べ、他の資材から作られた炭や活性炭同様、炭として利用出来る可能性は示されたと考える。しかし実用的な使い方、梅炭の特徴を生かした使い方については、まだ多くの検討すべき問題がある。また、梅の種の状態によっては炭化せずに利用する方法も検討すべきで、塩分を含む梅の種をそのまま使う方法についてもモデル実験を実施しているところである<sup>3)</sup>。

### 謝辞

走査型電子顕微鏡(日立 S-3000N)による観察に協力して頂きました滋賀県立大学環境科学部・永淵修教授、大阪大谷大学教育学部・地下まゆみ講師に感謝致します。

### 参考文献

- 1) 炭やきの会編，“環境を守る炭と木酢液”(1991)、家の光協会。
- 2) 味の素ファインテクノ株式会社，“粉末活性炭”，ホームページ (<http://www.aft-website.com/carbon/powder>)。
- 3) 馬場純子，“梅の種の有効活用法の検討”(2014)、平成 25 年度前橋工科大学工学部生物工学科卒業論文。