

炭の形状と色素の吸着度について

兵庫県立神戸高等学校総合理学科

砂野有香 韓静坤 京嶋紗夕 熊野拓

1. 目的

木炭は、木材の組織構造（道管・師管）をある程度保ったまま炭になるため、表面に沢山の孔が存在し、水中の不純物の吸着作用がある。しかし、木炭を作るために環境破壊が進んでいる。そこで世界的に栽培されているとうもろこしに着目し、芯を焼いて作ったとうもろこし炭で吸着ができないか検討する。また、木炭・竹炭・備長炭と吸着度を比べ、どの種類の炭の吸着度が最も高いか検討する。

2. 実験方法

定義：水中の不純物・・・メチレンブルー色素

とうもろこし炭の作成

とうもろこしは市販のものを使用。

- i) 乾燥させたとうもろこしの芯を1 cm角程度に切る。
- ii) 炭を空き缶に詰めてピザ釜で約2時間半焼く。〈図1〉
- iii) 缶を取り出し1日後にとうもろこし炭を取り出す。〈図2〉

吸着実験

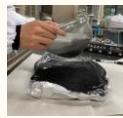
- ①炭を蒸留水で洗浄する。
- ②炭を乾燥させるために7分間ガスバーナーで加熱する。
- ③炭を砕く。
- ④炭の大きさをそろえるため茶こしでこす。〈図3〉
- ⑤16.0, 8.0, 4.0, 2.0, 1.0, 0.5 mg/l メチレンブルー溶液を調整する。
- ⑥各濃度のメチレンブルー溶液40 mlに対し炭5 mlを〈図4〉プラスチック容器に入れ、10分間振った後45分間静置する。
- ⑦⑥の上澄み10 mlを2,500 rpm×8分間遠心分離機にかけ、分光光度計で吸光度を測定する。



〈図1〉



〈図2〉



〈図3〉



〈図4〉

3. 実験結果

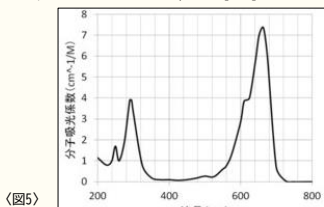
メチレンブルーの吸光スペクトル

メチレンブルーは、650 nmが最大吸収波長である。〈図5〉

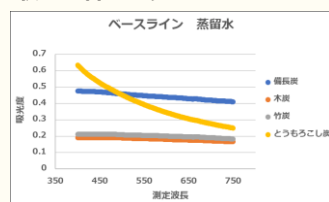
また、750 nmではほとんど吸光していない。

吸着度の定義

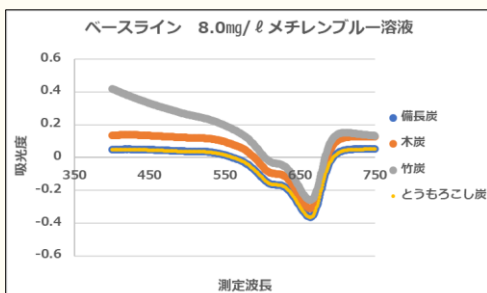
〈図6〉より、遠心後の上澄みにも炭の粒子が多少残っていて黒色はすべての波長を吸収してしまうことがわかる。そこで、炭による吸光度の影響を取り除くため750 nmの吸光度の値からメチレンブルーの最大吸収波長である650 nmの吸光度の値を引く。(※) この値を本実験の吸着度とする。



〈図5〉



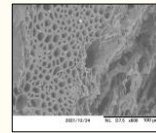
〈図6〉炭の影響を受けた吸光度グラフ



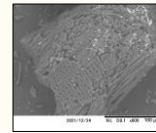
(※)

炭の影響で
750 nmにも
吸光が見られる。

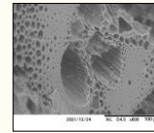
炭の形状



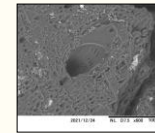
とうもろこし炭乾燥(×600)



木炭乾燥(×600)

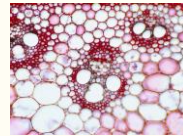


竹炭乾燥(×600)



備長炭乾燥(×600)

上図よりどの種類の炭にも約10 μmの孔が見られる。

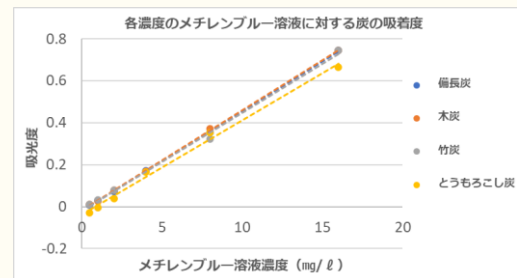


とうもろこし維管束

色素を吸着するのは左図のような炭の原料の組織（維管束）であると考えられる。

今回の電子顕微鏡画像ではとうもろこし炭、竹炭、備長炭でこの構造が見られた。

4. 考察



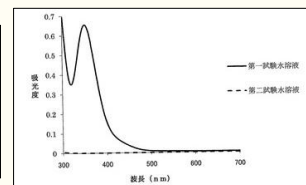
〈図7〉

実験結果で定義したとおり、750 nmの吸光度の値から650 nmの吸光度の値を引いたものをグラフ化した。〈図7〉これより、どの種類の炭も本実験で使用した濃度のメチレンブルー溶液に対して十分な吸着があったことがわかる。また、備長炭・木炭・竹炭の吸着度がほぼ一致したのに対して、とうもろこし炭の吸着度が少し低い結果となった。

	Na	K	Ca	Mg
とうもろこし(芯の中心)	<LOQ	2	47	2
スイートコーン・未熟種子・生	0	290	3	37
	P	Fe	Zn	Cu
とうもろこし(芯の中心)	9	0.1	0.2	0.01
スイートコーン・未熟種子・生	100	0.8	1.0	0.10

(単位: mg/100g)

〈図8〉とうもろこしの芯に含まれる成分



〈図9〉リン酸イオン吸光スペクトル

また、〈図6〉でとうもろこし炭のグラフの350~450 nmの吸光度が極端に高いのは、とうもろこしの芯に含まれる〈図8〉リンなどの影響であると思われる。これが浄化後の水にどのような影響を与えるかはまだわかっていない。

5. 反省と今後の展望

手軽に作れるとうもろこし炭には本実験で使用した別の炭と同様の吸着作用があることがわかった。とうもろこしは、世界三大穀物の一つで世界で年間11億9000万トン（2021年）もの量が生産されている。しかし、まだとうもろこしの芯はそのまま廃棄されていることが多いため、とうもろこし炭を作ることによって食料廃棄物量の削減にもつながる。

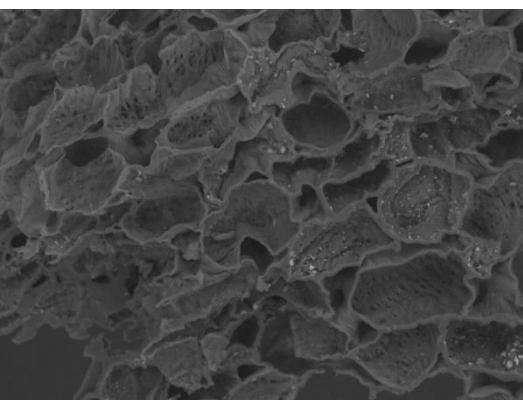
今後の展望として、様々な炭の作成過程でのCO₂排出量を比較すること、データの再現性を確認すること、吸着に要する時間や、どの濃度まで吸着できるかを調べたい。また、単位面積あたりの各炭の孔の数を詳しく調べたい。

参考文献

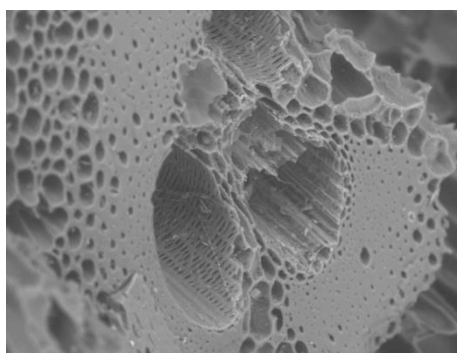
- ・国立大学55工学系学部ホームページ<https://www.miraikougaku>
- ・独立行政法人 農畜産業振興機構https://www.alic.go.jp/joho-c/joho05_001743.html
- ・メチレンブルー 吸収スペクトル - Bing images
- ・とうもろこし 維管束 - Bing images
- ・りん酸イオンの発色方法および定量方法 (ekouhou.net)
- ・改良型放射線感受性マイクロカプセルの、皮下注時における、薬剤腫瘍濃度 (jrias.or.jp)

謝辞

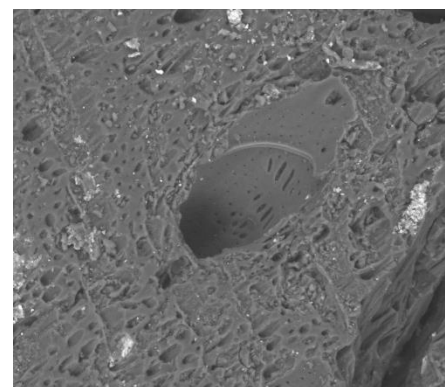
担当の先生方及び兵庫県立尼崎小田高校の関係者の皆様に感謝する。



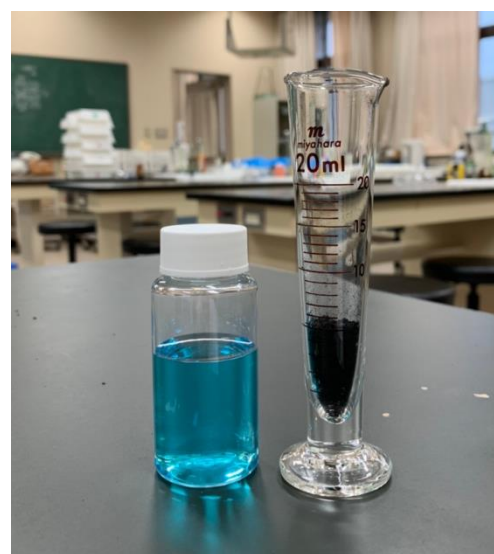
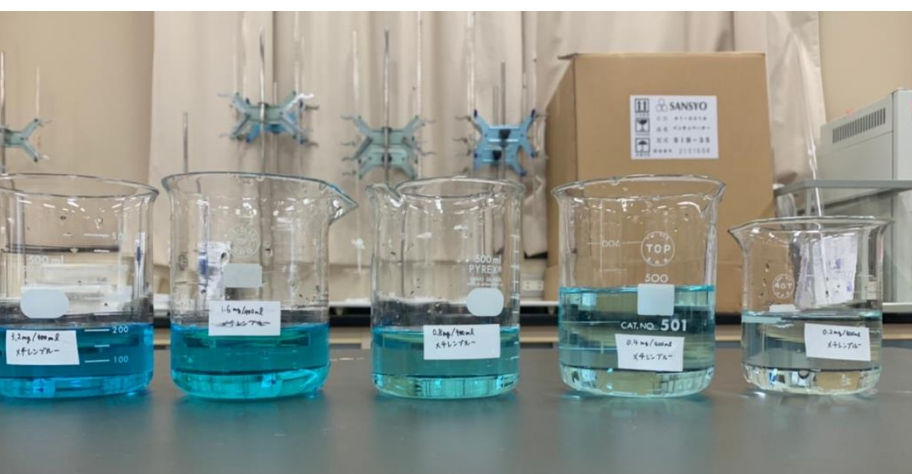
2021/12/24
ともろこし炭乾燥
NL D7.0 x600 100 μm



2021/12/24
竹炭乾燥
NL D4.5 x600 100 μm

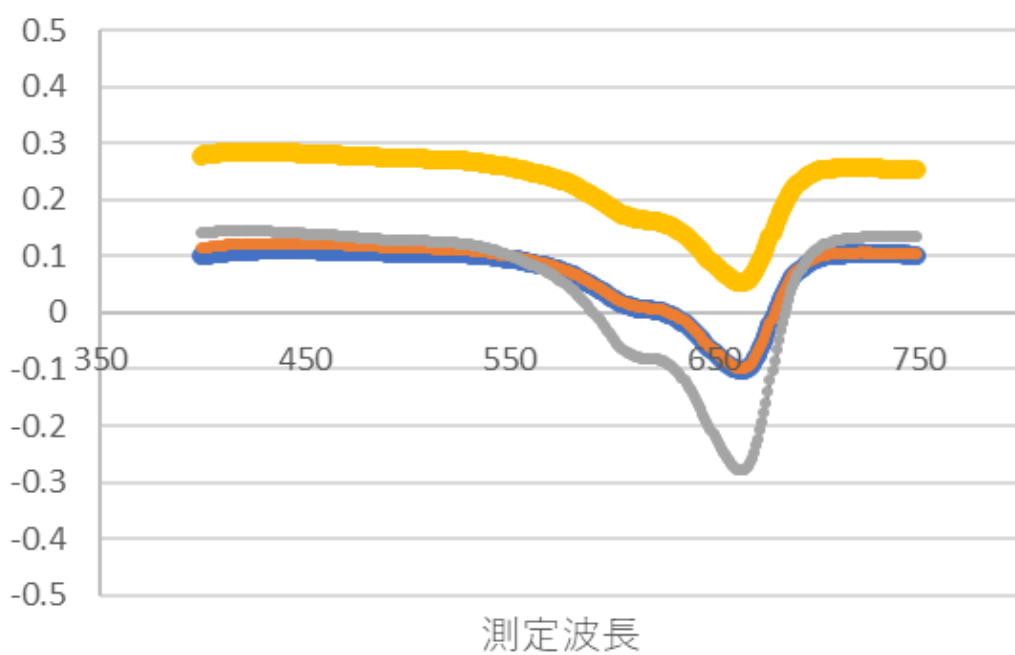


2021/12/24
備長炭乾燥
NL D7.5 x600





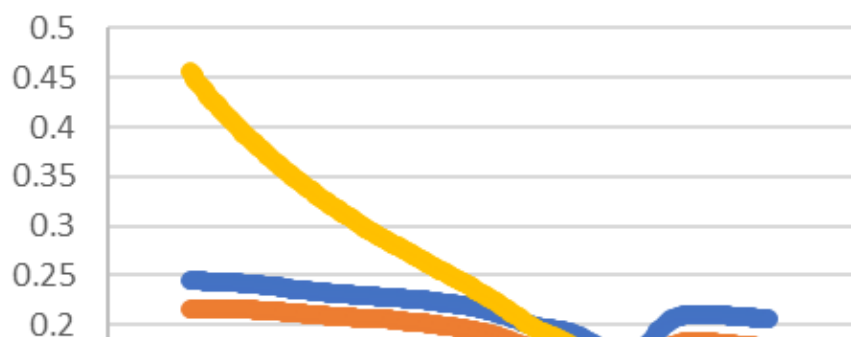
ベースライン 4.0mg/ℓメチレンブルー溶液



吸光度

0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5

ベースライン 1.0mg/ℓメチレンブルー溶液



吸光度

0.5
0.45
0.4
0.35
0.3
0.25
0.2

750-650グラフ

各濃度のメチレンブルー溶液に対する炭の吸光度

