

オカラによるメチルオレンジの吸着

下古谷博司*¹, 下野晃², 国枝義彦¹

¹ 鈴鹿工業高等専門学校材料工学科 (〒510-0294 三重県鈴鹿市白子町官有地)

*E-mail: hshimo@mse.suzuka-ct.ac.jp

² 鈴鹿工業高等専門学校生物応用化学科 (〒510-0294 三重県鈴鹿市白子町官有地)

Adsorption of Methyl Orange by Okara

Hiroshi SHIMOFURUYA^{*1}, Akira SHIMONO² and Yoshihiko KUNIEDA¹

¹Department of Materials Science and Engineering, Suzuka National College of Technology,
Shiroko-cho, Suzuka-shi, Mie 5100294, Japan

²Department of Biology and Applied Chemistry, Suzuka National College of Technology,
Shiroko-cho, Suzuka-shi, Mie 5100294, Japan

(Received December 2, 2010; Accepted January 14, 2011)

Abstract

In the present investigation, the adsorption potential of Okara for methyl orange from a dye solution was explored. The effects of pH, adsorbent dosage, and agitation time were studied in batch experiments. Results showed higher adsorption of methyl orange on Okara in the range of pH 2 to 7, and the maximum adsorption was obtained at pH 3. Moreover, adsorption of methyl orange increased with increasing Okara dosage, and constant adsorption was observed at dosages of 1.0g and higher. Additionally, adsorption of methyl orange on Okara occurred rapidly in the early period, and 85% of the methyl orange was adsorbed in 1 min of agitation time. Our results showed that Okara is a rapid and effective adsorbent of methyl orange.

Keyword : Okara, Methyl orange, Adsorption

1. 緒言

オカラは食品産業廃棄物として処理されており、その有効利用が切望されている。このオカラの有効利用法に関する研究はこれまで機能性食品への応用など食品産業を中心に実施されている[1~3]。また、筆者らのグループもカオリン懸濁液とオカラを混合ししばらく放置するとカオリン懸濁粒子が凝集しフロックを形成しながら沈降する

ことを発見しオカラの凝集剤への応用に関する研究を本紙に報告している[4]。一方、水処理分野で濁りの他に問題となるものの一つに有色廃液の脱色がある。廃液中に溶存している有色色素をオカラにより吸着できれば固液分離により有色色素を吸着除去可能となる。そこで、本研究では、廃液中に含まれる可溶性色素を吸着し除去するための吸着剤にオカラを利用できるかどうか検討することに

した。吸着能を評価するにあたり可溶性色素としてアゾ染料の一つであり、中和滴定実験の指示薬として汎用されているメチルオレンジを選択した。

2. 実験方法

2.1 試料と試薬

オカラは近隣のスーパーで購入し凍結乾燥した後、ミルミキサーFM-50(サン株式会社)を用いて30秒間粉碎した。この操作により得られた微粉末を試料として使用した。

メチルオレンジ(特級)はナカライテスク社製のものを購入した。また、HCl や NaOH は和光純薬工業株式会社製の特級を用いた。

2.2 吸着実験

50mg/l のメチルオレンジ溶液を調製しストック溶液として使用した。このストック溶液 10ml と蒸留水 30ml を 100ml の三角フラスコに加え一定量のオカラを添加した。その後、0.1M HCl 溶液または NaOH 溶液で混合液の pH を目標値に調整し、最終容量が 50ml になるように蒸留水を注いだ。三角フラスコの口にゴム栓をし 25℃の恒温振盪機(Thomas T-22LAS)に移した。その後、一定時間 100rpm で振盪攪拌し、濾紙を用いて固形分をろ過した。得られた濾液の吸光度を分光光度計(Hitachi U-1800)を用いて測定し、次式によりメチルオレンジのオカラへの吸着率を求めた。

$$\text{吸着率} = ((A - B) / A) \times 100$$

A: 吸着前の吸光度

B: 吸着後の吸光度

3. 結果と考察

メチルオレンジは中和滴定の指示薬として使われており、pH によってその溶液の色が変化する。そのため、メチルオレンジのオカラへの吸着に対する pH 依存性を検討するにあたり、最大吸収に及ぼす pH の影響について調べた。Table 1 は pH の最大吸収波長への影響について調べた結果である。酸性域では pH による最大吸収波長が大きく変化した。中性域からアルカリ域ではほとんど最大吸収波長の変化は観察されなかった。この結果を踏まえて、

メチルオレンジのオカラへの吸着に対する pH 依存性について検討したところ、図 1 に示す結果が得られた。

Table 1 最大吸収波長(λmax)に及ぼす pH の影響

pH	λ max
1.0	508
2.0	506
3.0	480
4.0	469
4.8	465
6.9	464
8.9	464
10.8	464

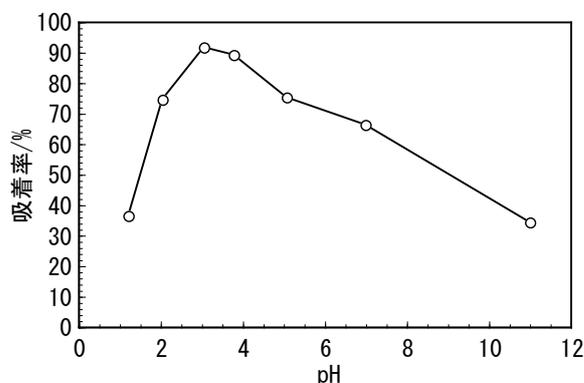


図 1 メチルオレンジ吸着に対する pH の影響

メチルオレンジは、pH2~7 の間で比較的高い吸着率が観察され、pH3 で最大吸着率を示した。このことから最適吸着 pH として 3 を選択した。また、酸性域で高い吸着率が得られたことから、メチルオレンジのオカラへの吸着要因の一つに、メチルオレンジ分子内に存在する-SO₃H 基とオカラに含まれるタンパク質中の-NH₂ 基との相互作用が示差された。西川らはクーマシーブリリアントブルー R-250 (分子内に-SO₃H 基を有している) のオカラへの吸着にはオカラに含まれるタンパク質中の-NH₂ 基と CBB 分子内に存在する-SO₃H 基との結合が吸着に関与していることを報告している[5]。このことから、メチルオレンジのオカラへの吸着には CBB と同様に-SO₃H 基と-NH₂ 基との相互作用の関与が考えられる。

次に、pH を 3 に固定し、オカラ添加量の影響について調べた(図 2)。オカラの添加量を増加するにつれて吸着率も上昇し、添加量 20mg/ml で頭打ち状態となった。そのた

め、オカラの最適添加量として 20mg/ml 以上を選択した。

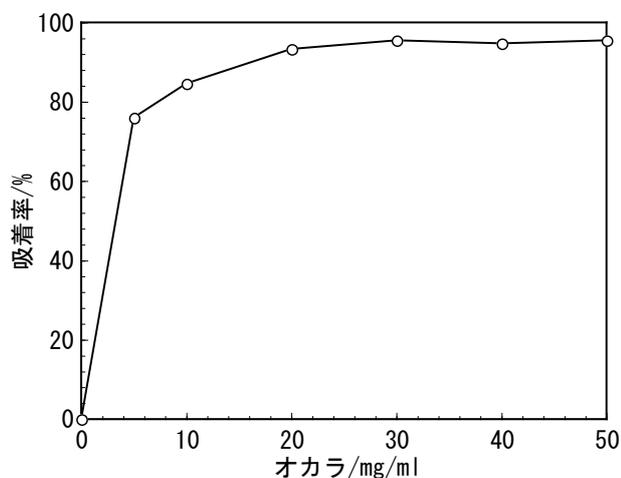


図2 オカラ添加量の影響

吸着条件を pH3, オカラ添加量 20mg/ml の条件下でオカラへのメチルオレンジ吸着に対する攪拌時間の影響について検討した。攪拌時間の影響を調べるために、あらかじめオカラを加えた後 pH が 3 となるように反応混合物の pH を調整しておきオカラを添加すると同時に計時および振盪を開始した。図3はオカラへのメチルオレンジ吸着に対する攪拌時間の影響を表している。

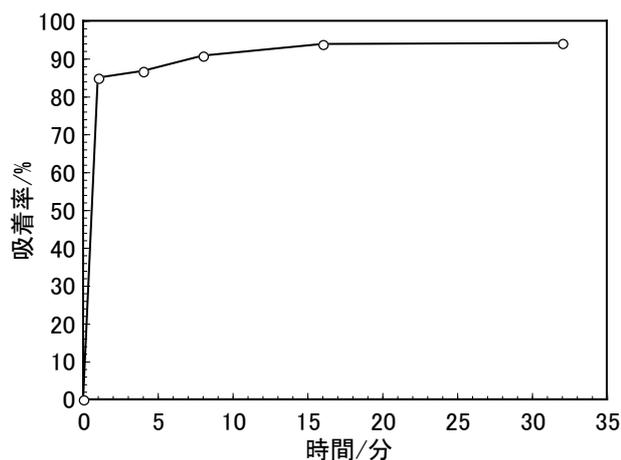


図3 攪拌時間の影響

図3から明らかなように、16分後には平衡状態に達しており、オカラへのメチルオレンジの吸着は16分以上の攪拌で完結することが分かる。しかし、1分後で吸着率が

85%を示していることから、オカラは水溶液中に溶存しているメチルオレンジの大部分を短時間で吸着できることが分かる。従って、オカラはメチルオレンジを短時間で吸着除去するための吸着剤として最適なものの一つと考えられる。

以上の結果を踏まえ、最適条件下 (pH3, オカラ添加量 20mg/ml, 攪拌時間 20 分) におけるオカラによるメチルオレンジの吸着除去試験を実施した。図4は吸着試験結果を示している。

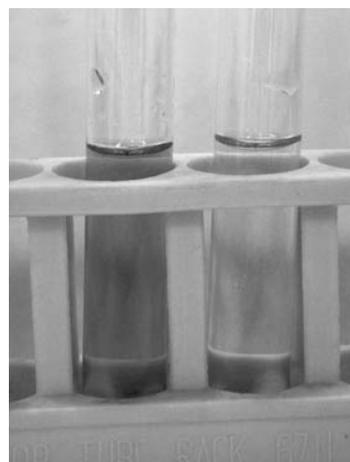


図4 オカラによるメチルオレンジの吸着試験結果
左：コントロール，右：吸着ろ過後の濾液

左側が コントロール (メチルオレンジ溶液) であり、右側がオカラを添加し吸着ろ過後の濾液である。図4から明らかなようにメチルオレンジが吸着除去され澄んだ溶液が得られたことが分かる。従って、オカラはメチルオレンジの吸着除去剤として使用可能であることが明らかとなった。

一方、オカラへのメチルオレンジの最大吸着量は、ラングミュアの吸着等温式から求めることができる。ラングミュア吸着等温式は、溶液中の染料吸着によく使用されるものである [6, 7]。このラングミュア吸着等温式は次式で示される。

$$1/q = (1/A \cdot Q_m \cdot C_f) + 1/Q_m$$

ここで、 C_f は平衡時の染料濃度 (mg/l) であり、 q は吸着した染料量 (mg/g)、 Q_m は最大吸着量 (mg/g)、 A はラングミュア一定数をそれぞれ示している。従って、 $1/C_f$ に対して

1/q をプロットするとその切片が 1/Qm となり、逆数をとることにより最大吸着量 Qm を求めることができる。図 5 はオカラによるメチルオレンジのラングミュアープロットを示している。図 5 から得られた切片よりオカラのメチルオレンジ最大吸着量 Qm を計算すると 20mg/g となった。従って、オカラは 1g あたりメチルオレンジを最大 20mg 吸着できることが明らかとなった。

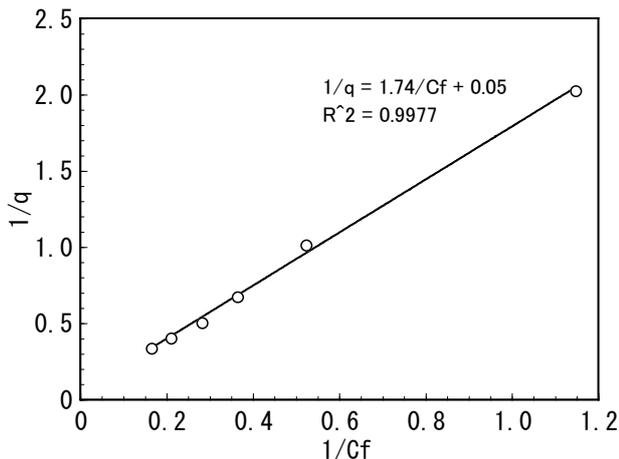


図 5 ラングミュアープロット

4. まとめ

食品産業廃棄物として廃棄されているオカラの有効利用法として水溶性色素に対する吸着剤への応用を視野に入れ、本研究では、水溶性色素としてメチルオレンジをモ

デル化合物とし、このメチルオレンジに対する吸着挙動について調べたところ、pH3、オカラ添加量 20mg/ml、攪拌時間 16 分以上という条件下で水溶液中に溶存しているメチルオレンジを効率良く吸着することが明らかとなった。また、西川らの報告[5]にあるようにクーマシーブリリアントブルー-R-250 色素も効率良く吸着することから、オカラは水溶性色素の吸着剤として応用できることが示差された。

5. 参考文献

- 1) 桑原秀明, 大澤克己, 高橋修一, 黒河内邦夫, 小栗勇, 長野食工試研報, 25 号, pp.20-24 (1997)
- 2) 関口良治, 食品と科学, 10 巻, pp.96-98 (1986)
- 3) M. Matsuo, Biosci. Biotech. Biochem., Vol.61, pp.1968-1972 (1997)
- 4) 下古谷博司, 国枝義彦, 林征雄, 鈴木郁功, 技術・教育研究論文誌, 12 巻, 1 号, pp.5-8 (2005)
- 5) 西川章江, 増井昭彦, 呼子嘉博, 藤原信明, 大豆タンパク質研究, 7 巻, pp.63-68 (2004)
- 6) G. Grini, H. N. Peindy, et. al., Sep. Purif. Technol., Vol.53, pp.97-110 (2007)
- 7) M. Özacar and İ. A. Şengil, Bioresour. Technol., Vol.96, pp.791-795 (2005)