

植物性食品廃棄物（オカラ、酒粕）の染料吸着剤としての利用

キーワード：植物性食品廃棄物、オカラ、酒粕、染料吸着剤、バイオテクノロジー

背景

バイオテクノロジーの研究で多用される実験技術の一つに電気泳動分析があります。ここでは、泳動の後、ゲル中のタンパク質バンドを染色するためにクマジー・ブリリアント・ブルー（Coomassie Brilliant Blue R250、以下 CBB と略す）染料が用いられています。その際、染着されなかった染料をゲル中から除去する必要があり、一般的には脱色液を幾度も交換するバッチ処理により行われていますが、多くの時間を必要とすることから、迅速な処理方法が望まれています。

また、繊維工業において排出される染色廃液は汚濁感が強いことや、環境ホルモンの危険性から、和歌山市や川崎市のように条例によって規制されている地域もあります。現在、活性炭を含む各種吸着剤やオゾンによる分解、あるいは酸化剤による分解など、効率のよい処理方法の開発研究が行われています。

一方、年間 70～80 万トンのオカラが豆腐や豆乳製造の際の副産物として、また、年間約 8 万トンの酒粕が日本酒製造の際の副産物として発生しています。これらは昔から、家畜の飼料や肥料として利用されてきましたが、現在では一部が食材として利用されているものの、大部分が産業廃棄物として処分されており、その有効利用が望まれています。

このオカラや酒粕が、CBB 染料や繊維工業用染料を市販の吸着剤よりはるかに効率よく吸着することを見いだしました（特開 2001-269571「染料及び色素吸着剤及び処理方法」）。ここでは、主にオカラによる CBB 染料の吸着実験を通じて、吸着剤としての優秀さを紹介します。

バッチ処理による CBB 染料の吸着

(1) 各種吸着剤との比較

電気泳動分析における染料の除去は、脱色液を幾度も交換するのが一般的ですが、活性炭、イオン交換樹脂、炭素繊維など市販の吸着剤を使用することもあり、その場合、費用の点から活性炭が最も多く利用されています。その他、実験室内ではセルロースを主成分とするキムワイプRが簡便的に用いられています。これらの吸着剤について、CBB 染料の吸着力を検討しました。その結果を図 1 に示しますが、オカラの CBB 吸着率は 90% 以上で、活性炭や市販吸着剤（イオン交換樹脂）に比べて高い吸着力を示しています。

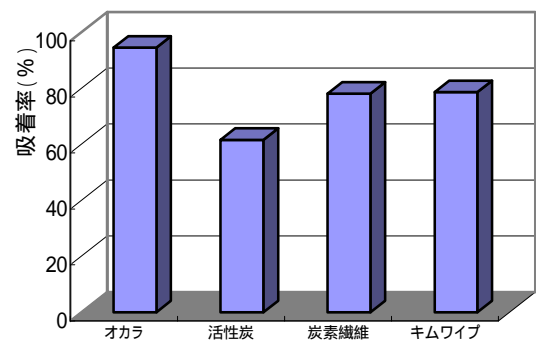


図 1 各種吸着剤の CBB 染料吸着能力

(2) 初期濃度の影響

染料の初期濃度を変化させて、オカラの吸着能力を測定しました。その結果を図 2 に示します。活性炭は、初期濃度が 25ppm と希薄な場合、オカラと同様に 90% 近くの高い吸着率を示しましたが、250ppm になると吸着率は約 30% に低下し、吸着能力は既に限界に達しています。一方、オカラは、2,500ppm の高い濃度でも 90% 以上の吸着率を示し、高い染料吸着能力を持っていることがわかります。

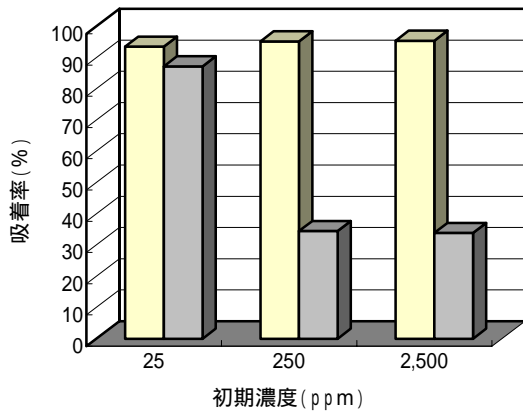


図2 初期濃度の違いによる吸着率
(左：オカラ、右：活性炭)

(3)連続処理による吸着実験

長さ 15cm の円筒カラムに吸着剤であるオカラ、活性炭（フレーク状、粒状の2種類）、炭素繊維をそれぞれ詰めて、染料液を連続的に流し、染料吸着の時間的変化を測定しました。それらの結果を図3に示しますが、オカラはいずれの吸着剤よりも早く染料を吸着できます。これらは図1, 2でのバッチ処理の結果を支持するものでした。

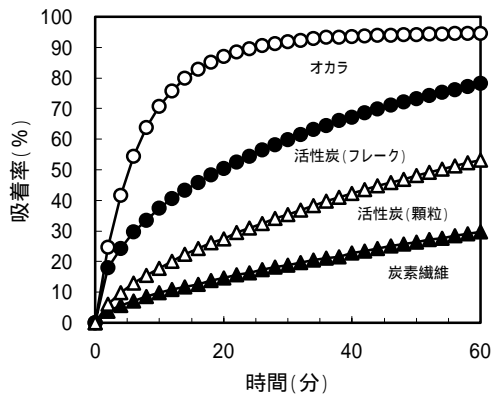


図3 カラムによる連続吸着実験

繊維工業用染料の吸着

捺染に用いられている酸性染料 Supracen-Red B, Blue GE200, Yellow GR200%の3種類について、オカラ、酒粕、活性炭による吸着実験の結果を図4に示します。オカラと酒粕は、ともに90%以上の高い吸着率を示していました。また、反応性染料の Cibacron- Blue,

Red, Yellow を用いての吸着実験でも、オカラと酒粕は90%以上の高い吸着率を示し、染色廃水の処理に利用できる可能性があります。

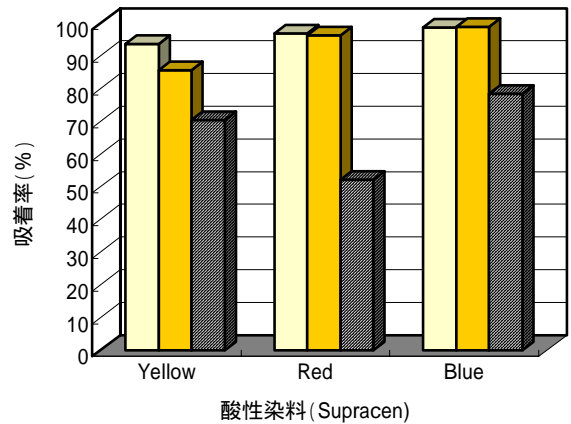


図4 酸性染料の吸着能力

(左：オカラ、中：酒粕、右：活性炭)

おわりに

豆腐や豆乳製造の副産物であるオカラは、昔から家畜の飼料や、肥料に利用されてきましたが、保存性や輸入飼料に価格面で対抗できないことから、現在では産業廃棄物として処分されています。最近では、酵素により可溶化させて繊維質を多く含む健康食品にする、あるいは発酵させて調味料とするなどの利用、古紙と混ぜて成形し、生分解性容器とするなどの試みもありますが、今回のように染料吸着剤への利用は初めてです。

ヒト遺伝子の大まかな解析が終わり、ポストゲノムはタンパク質の機能を解明するプロテオミクスの研究へと移っています。そこではタンパク質の精製度の確認が必要であり、そのために電気泳動分析は不可欠な要素技術です。電気泳動分析は、一般に泳動に90分、染色に60分、そして脱色に3~4時間を必要とします。オカラや酒粕のような植物性食品廃棄物を用いた染料吸着剤は、この脱色に要する時間を大幅に短縮化できます。また、染料脱色剤は25%メタノール、7%酢酸の混合液であり、従来のバッチ法では廃水処理の負担となりますが、吸着剤の利用はこれら脱色剤の再利用も可能にします。