

研究の動機

私は、肌が弱く、界面活性剤を含んだ洗濯洗剤や柔軟剤を使うことができない。そのため、界面活性剤を使わず、肌に優しい洗剤を開発できないだろうかと思った。「肌に優しい」洗剤は既に開発されているということもあり、オリジナリチエを加えるため、肌だけでなく環境にも優しい洗剤があれば良いなと考えた。そこで、自然由来である廃棄野菜などを利用して、洗浄能力のある成分を抽出しようとした。しかし、人によって肌感覚は異なることから、「肌に優しい」という概念を定義しづらいため、「自然由来」という部分のみにフォーカスし、自然由来の洗剤を作ることとした。

炭化実験

方法1 ガスバーナーでの炭化

手順

1. スチール缶にレモンを丸ごと入れる。
2. アルミホイルで蓋をし、蓋が取れないよう針金で固定する。
3. 蓋(アルミホイル)の真ん中に箸等で小さな穴を開ける。(蒸気を逃がすため)
4. 【写真1】のようにセットし、ガスバーナーで中火～強火で45分間焼いた。(引用したNGKサイエンスサイトには30分と書いてあるが、30分でははっきりとした炭化が見られなかったため、時間を調整し45分とした。)



結果1

一部しか炭化することができなかった。



Q.なぜ一部しか炭化しなかった??

- ・ スチール缶の中に空気が入ってしまった→炭化が進みにくい
- ・ レモンの水分が蒸発した→炭化を阻害した

電気炉を使う!

方法2 電気炉での炭化

手順

1. レモンの皮を細かく(3mm～10mm程度)に切る。
2. りんごに約3gずつ1を入れる。
3. マッフル炉を100度で設定し、2のりんごを入れ30分間焼く。
4. 3.7の温度を200度、300度、と100度ずつ変化させながら、炭化させた分だけ工程から3を繰り返す。

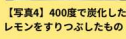


結果2

【写真5】より、300度から黒っぽい炭のようなものが見られ、400度、500度になると黒くなっている。600度まで進ると、黒い部分だけでなく、白い部分も見受けられるようになった。

【写真5】 温度ごとのレモンの炭化状況 (左上から100度、200度、300度、400度、500度、600度)

【写真4】より、400度で熟したものを砕いても粉末状にした(以後、炭化レモン)際、中も黒くなっていることから、レモンの皮全体が完全に炭化できていると考えられる。また、600度を超えると、白い部分が見られ、高温すぎて灰になってしまったと考えられる。



【写真4】 400度で炭化したレモンをすりつぶした様子

表1 炭化前後の質量変化

炭化温度	炭化前	炭化後	減少率
400度	3.0g	1.8g	60%
500度	3.0g	0.06g	2%

※減少率=(炭化後)/(炭化前)*100

予備実験として400度、500度で炭化した際の質量の変化を計した。【表1】より400度であれば、炭化前の質量の60%、500度であれば2%に減ることが分かった。

結論

400℃～500℃が最適! (レモンの皮を炭化する場合)

洗浄実験

方法 汚れの生成&洗浄

手順

1. 布を5cm×5cmのサイズに切り、質量を測定する(布単体の質量)
2. ビーカーに蒸留水100ml、サンプルを0.5g入れ、溶かす
3. 食用油0.5gと粉末状の酸化鉄0.1gを茶包紙に取り、ダマにならないよう均一になるようにガラス棒で混ぜる。
4. 3で作成した汚れを10の布前面に塗る。
5. 2を電子天秤に乗せた状態で表示し、4を中に入れ、質量を測定する。(汚れ付着後の質量)
6. 5が終わったら、素早くビーカーをスターラーに移し、5分間攪拌し洗浄する。(攪拌の強さはMAXに設定)
7. 水道水約150mlを別のビーカーに入れ、別のスターラーにセットする。
8. 6の攪拌が終わったら、洗浄した布をピンセットで7のスターラーに移し、1分間すすぐ。(攪拌の強さはMAXに設定)
9. すすいだ布をビーカーから取り出し、ドライヤーで完全に乾燥させる。
10. 9で乾かした布の質量を測定する。(洗浄後の質量)

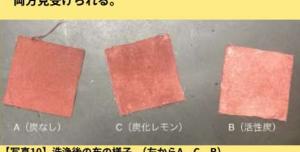
汚れの対象: 酸化鉄を油に混ぜたもの

- ・ 油: 界面活性剤(石鹸)への評価対象
- ・ 酸化鉄(Fe2O3): 無機微粒子汚染モデル

実際の泥汚れや皮脂汚れは、油分を介して無機粒子が付着していることが多い→この二つを組み合わせることで、現実世界に近い汚れを簡略化し再現することができる!

結果・考察

【写真10】からわかるように、Aは全体的に茶色く、汚れが均一に付着しているように見える。また、Bは明らかに色が薄い。つまり、一番汚れが落ちているように見える。さらに、Cはとこところ白くなりかけているような部分と茶色く汚れが付着している部分が両方見受けられる。



【写真10】 洗浄後の布の様子 (左からA、C、B)

表3 各石鹸の汚れの洗浄結果

サンプル	布単体 (m0)	汚れ付着後 (m1)	洗浄後 (m2)	(m1)-(m2)	洗浄率
A(炭なし)	0.3g	0.62g	0.52g	0.1g	31.25%
B(活性炭)	0.3g	0.73g	0.49g	0.24g	55.81%
C(レモン炭)	0.3g	0.71g	0.56g	0.15g	36.59%

※洗浄率=(m1-m2)/(m1-m0)*100

見た目の評価

洗浄力強 B>C>A 洗浄力弱

数値での評価

洗浄力強 B>C>A 洗浄力弱

洗浄率が見た目の評価と一致!

→炭化に使用した油脂の質量の1%であれば、炭は汚れにならず、洗剤としての効果を発揮したと考えられる。

また、炭化レモンを混ぜたCは、炭を混ぜていないAよりは洗浄効果があったが、活性炭を混ぜたBと比較すると洗浄力に欠けたと分かった。

結論

洗浄補助効果が期待できる! (レモンの皮を400℃で炭化する場合)

結論・考察

まず、炭化実験の結論としては、400～500度がレモンの皮を炭化するのに適切な温度と言える。また、炭化とその洗浄力の比較実験の結論として、炭の配合量が油脂に対して1%の場合、炭化レモンは活性炭ほど洗浄効果が強くないが、補助的な役割として利用できる可能性があることが示唆された。

参考・引用文献

1. 日本化学工業会「界面活性剤」(2019年11月現在) <https://www.kagaku.or.jp/chem/active-agent/> (閲覧日: 2023.12.12)
2. 日本化学工業会「界面活性剤」(2019年11月現在) <https://www.kagaku.or.jp/chem/active-agent/> (閲覧日: 2023.12.12)
3. 日本化学工業会「界面活性剤」(2019年11月現在) <https://www.kagaku.or.jp/chem/active-agent/> (閲覧日: 2023.12.12)
4. 日本化学工業会「界面活性剤」(2019年11月現在) <https://www.kagaku.or.jp/chem/active-agent/> (閲覧日: 2023.12.12)

1. 化学・物理化学辞書 <https://www.chem.or.jp/dictionary/> (閲覧日: 2023.01.12)
2. Koushiki Yushoku, Soryo Pusan Rumar Golligoff, Aditya Reddy Mahalinga, Guna Shankar Mandala, Anemul Hadu Shah, Koyachi Anantharam and Rama Rao Naadenla, (2022) Design and Evaluation of Activated Charcoal Enriched Antibacterial Soap Using a Design of Experiments (DoE) Approach. Journal of Bang Pharmaceutics, 17(2), 61-63.

今後の展望

1. 炭化する前の野菜・果物の性質が炭化後の炭にどの程度影響するかを調べること
「研究の目的」で廃棄野菜・果物を炭という形に変えることで、例えば炭化前に腐敗していたとしても利用できるのでないかと主張した。
しかし、本当に腐敗していた野菜・果物から作った炭は、腐敗していない状態で炭化した野菜・果物と同等の成分を含んでいるのかを確かめる必要がある。
→炭化することで、炭化前の野菜・果物に含まれているミネラルの量や種類に変化があるのかを見て立証しようとする。(テトラフェニルホウ酸ナトリウム重量法にて、炭化前後のミネラルの量を比較)
2. 炭がどの程度洗浄に影響したかを評価する方法の改善
洗浄力の比較を各サンプル一回のみ…実験データの再現性が足りない
+他の温度で炭化した場合の吸着効果の比較ができていない。
+炭の配合量を「油脂に対して1%」と一通りしか検証できていない。(どの程度入れたら汚れにもなり得るのかを確認する必要がある)
→複数回行って平均をとるなどし、データの信頼性を高めつつ、炭の最適な配合量を見定めていきたい。
3. レモン以外の野菜・果物で試すこと
現段階ではまだレモンの一種類でしか実験できていないため、廃棄されがちな野菜・果物を調査し、それらを利用した炭としての活用方法を見出していきたい。