

石けんによる汚れ落ちのしくみ

62期生

I テーマ設定の理由

小学生のころ、書道の授業の時に制服に墨汁がついて、洗濯してもなかなか落ちなかったので、どうしたら汚れが落ちるか調べてみようと思った。

II 研究方法

- ・インターネットや文献で石けんおよび洗剤についての種類や仕組みなどを調べる。
- ・市販の洗剤数種類の成分を比較し、それぞれの汚れの落ち方がどう違ってくるのかを調べる。

III 研究内容

1. 石けんについて

(1) 石けんとは

動植物油脂に水酸化ナトリウムを加え、煮たもの。石けんは基本的に化粧石鹸・薬用石鹸・洗濯用石鹸・台所用石鹸・雑貨石鹸の5つに分かれる。

(2) 石鹸の歴史

紀元前3000年ごろ（古代ローマ時代初期）、サポーという丘の神殿では羊を焼いて神に供える風習があった。このときに、滴る羊の脂が木の灰に混じり、偶然石鹸のようなものができた。それがしみこんだ土は、汚れを落とす不思議な土として珍重された。

8世紀ごろには、石鹸作りはスペインやイタリアで家内工業として定着し、12世紀ごろからは、フランスでも地中海沿岸で栽培されるオリーブの油や海藻灰を原料とした硬い石鹸（硬石鹸）が工業的に作られるようになった。

こうして、石鹸が安価に大量に作られるようになり、ヨーロッパの庶民に普及し、衛生状態がよくなった。そして、伝染病や皮膚病の発生を大量に減らし、医学の進歩とともに、人々の寿命を一段と伸ばすことに貢献した。

一方、日本では、洗濯にムクロジという植物の実やサイカチのさや、灰汁などが使われていた。石けんは鉄砲伝来（1543年）と同じころ、ポルトガル船によって初めてもたらされた。当時、石鹸は貴重で、手にする事ができたのは将軍や大名などの限られた人たちだけだった。

20世紀に入ると、第一次世界大戦で食用油脂が不足し、ドイツで天然の動植物の油脂や石油を利用した実用的な合成洗剤が開発された。日本でも1950年半ば以後、電気洗濯機の普及に伴い、合成洗剤は急速に普及した。

2. 界面活性剤について

合成洗剤の成分表によく見かける「界面活性剤」。果たして界面活性剤とは一体何か？

(1) 界面活性剤とは

界面活性剤は右の図（図1）のような構造になっていて、水になじみやすい部分（親水基）と油になじみやすい部分（親油基）に分かれる。

水と油は、そのままではどれだけ混ぜても混ざらないが、そこに界面活性剤を入れると、水と油の境目（界面）に働き、お互いの反発しあう力を弱め、水と油が混ざりやすくなる。

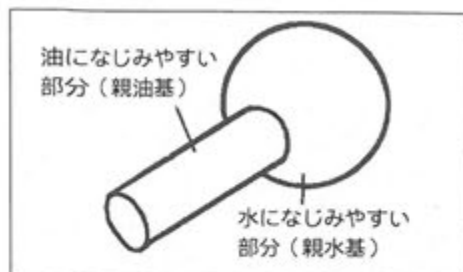


図1 界面活性剤の分子構造
（「日本石鹸洗剤工業会ホームページ」より引用）

① 汚れにすいつく

界面活性剤の油になじみやすい部分が、汚れや布にすいつく。

〈界面活性剤〉

- ：水になじみやすい部分
- |：油になじみやすい部分

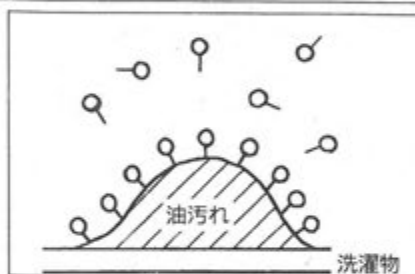


図2

② 汚れをひきはなす

界面活性剤が汚れをすっきり取り囲む。こうなると、洗濯機の水の力やこする力で、布から汚れが簡単にはがれる。

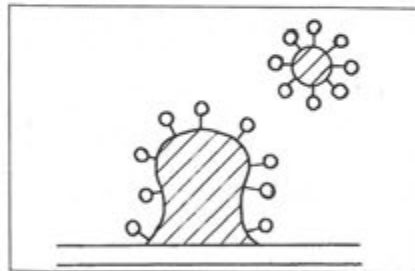


図3

③ 汚れを細かくする

布からはがれた汚れは、界面活性剤の働きでどんどん小さな粒になっていく。

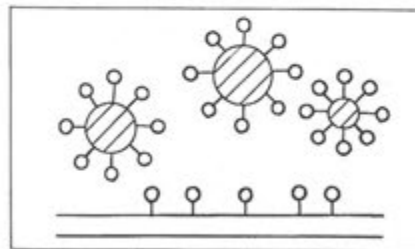


図4

（図2～図4：「石けん・洗剤100の知識」より引用）

④ すすぐ

すすぎ洗いをすると、汚れの小さな粒や布についた界面活性剤が流され、洗濯が出来上がる。

3. 実験1〈石鹸作り〉

インターネットで文献調査していると、自分でも石鹸を作るのが可能だということがわかったので、この機会に作ってみることにした。

〈材料〉(写真①)

- ・オリーブオイル：200cc
- ・精製水：70cc
- ・苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）：27g

〈注意〉苛性ソーダは、たんぱく質を溶かす性質があるので、直接触らないようゴム手袋の着用が必要である。また、水に溶かしたときに発生する蒸気は有害なので、吸い込まないようにマスクを着用する。



写真①

〈実験〉

① 苛性ソーダを27gはかりとり、精製水の入ったペットボトルにいれ、よく溶かす。この時、水と苛性ソーダが反応して発熱するので、温度が下がるまでしばらく待つ。

② 40℃位になったら、オリーブオイルを加え、しっかりふたをしめる。



写真②



写真③

③ 万が一中の液がもれた時のためにビニール袋をかぶせ、よく振る。最初は10分ぐらい振り続け、そのあとは休みながら30分ぐらい振る。

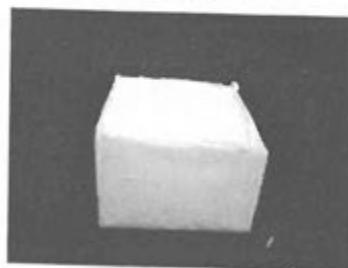


写真④

④ 中の液が白っぽく、ポタージュスープのようなとろみが出てきたら、振るのをやめて牛乳パックなどの型に流し込み、2日間放置する。

⑤ 2日たったら結構固くなっているので、型から取り出し、風通しの良いところに1カ月ほど置いておく。

～ 完成!! ～



写真⑤

1週間目に、かけらを手にとって水でぬらしてみると、石鹸らしくヌルヌルしていたが、泡は立たなかった。

3週間目になると、しっかり泡が立った。市販の石鹸との違いは、匂いがないことだけだった。

4. 実験2 〈汚れ落ちの比較〉

実験1で作った手作り石鹼で本当に汚れが落ちるのかどうかを実験してみることにした。

〈洗い方の比較〉

- ①洗剤なし（水のみ）
- ②③④市販の洗濯用合成洗剤3種類〔アタック・アリエール・トップ〕
- ⑤市販の台所用合成洗剤〔キュキュット〕
- ⑥手作り石鹼

の計6種類による汚れの落ち方を比較した。

〈実験に使う汚れ〉

綿100%の白い布を15cm×15cmの大きさに切り、そこに次のような汚れをつける。

- ①泥……庭の土を水でぬらし、そこに布をこすりつける。
砂の塊は取り除く。
- ②ごま油……6～7滴布に落とす。
- ③しょうゆ……6～7滴布に落とす。
- ④ミートソース……市販のミートソース小さじ1杯を布にのぼす。固形物は取り除く。(写真⑥)
- ⑤墨汁……6～7滴布に落とす。



写真⑥

〈実験方法〉

- ①4.5ℓの梅酒保存用のビンに、攪拌用にスーパーボールを入れ、さらに水道水2ℓを加える。(写真⑦)
- ②ビンに洗剤の量をはかって入れる。
※洗濯用合成洗剤は2g
台所用合成洗剤は1.5ml
手作り石鹼は水分を含むので、すりおろしたものを3g。
溶けるのに時間がかかるので、あらかじめ振って溶かしておく。
- ③5種類の汚れをつけた布を重ならないようにビンに入れる。
ふたを密封し、3分間よく振る。(写真⑧)
- ④ビンから布を出し、洗濯機ですすぎと脱水を行う。
※すすぎは24ℓで1回、脱水は3分。
- ⑤取り出して干し、乾かす。
- ⑥乾いた布を、それぞれの汚れ別に分け、比較する。



写真⑦



写真⑧

※布につけた汚れは完全に乾いてから、洗濯を行った。

〈結果〉結果をより分かりやすくするため、汚れの落ち方を表にした。

評価 A：完全に落ちている。 B：少し残っている。
C：少ししか落ちていない。 D：全く落ちていない。

	アタック	アリエール	トップ	手作り石鹸	キュキュット	水のみ
泥	B	B	B	B	B	C
ごま油	B	B	B	B	B	B
しょうゆ	A	A	A	A	A	A
ミートソース	A	A	A	B	B	C
墨汁	D	D	D	D	D	D

〈考察〉

上の表を《A=4点、B=3点、C=2点、D=1点》として、数値化してみると

・アタック・アリエール・トップ：15点 ・手作り石鹸・キュキュット：14点
・水のみ：12点

実験結果が一番分かれたのは汚れがミートソースのときだった。ミートソースは主にたんぱく質と油でできているので、洗濯用合成洗剤は界面活性剤で油を、酵素でたんぱく質の汚れを落としたため、Aとなった。台所用合成洗剤と手作り石鹸は、界面活性剤は含まれているが、酵素は含まれていないため、たんぱく質の汚れが残り、Bとなった。水のみだと、界面活性剤と酵素の両方が含まれていないためCとなった。

また、ごま油の汚れの場合、水のみであらうとにおいが残った。

界面活性剤の割合は、台所用合成洗剤〔キュキュット〕が一番多かったが、衣類の汚れは油汚れだけではないので、酵素や蛍光増白剤の入っている洗濯用合成洗剤でないと落ちないことが分かった。

～なぜ墨汁はどの洗い方でも落ちなかったのか～

墨汁は、カーボンブラックという炭素の粒でできていて、その粒はマイクロメートル（1000分の1ミリメートル）単位の極めて細かい粒子なので、綿の生地などに付着すると、糸の中に入り込んでしまっていて取り除くのが困難になってしまう。

少しでもきれいに落とすためには、次の方法が良いらしい。

- ①乾かないうちに、生地にご飯粒をつけ、ご飯粒のデンプンに墨汁をすわせてシミが広がらないようにし、それから洗剤や溶剤などでシミをとる。
- ②乾いてしまったときは、墨のシミ部分に、水で2～3倍に薄めたレンジ換気扇用の洗剤をかけてもみ洗いをし、水で洗い流す。この作業を繰り返す。

5. 環境問題・工場見学

1900年代に大量に使用されるようになった合成洗剤は、極めて分解しにくい物質だった。日本でも1961年ごろから河川の発泡がみられ、大きな社会問題になった。その結果、生分解が困難でない化合物を用いた洗剤への転換が進められた。

また1970年頃には、洗濯用合成洗剤の洗浄効果を高めるためにトリポリリン酸塩が使用されていたため、合成洗剤が河川・湖沼・海の富栄養化の原因の一つとなり、琵琶湖や瀬戸内海で赤潮が発生し、大きな社会問題になった。しかし1980年代に有リン洗剤の使用・販売が禁止されたので、現在日本の家庭用洗剤はほぼ100%無リン化されている。

現在の洗剤は生分解度が97%以上とされている。しかしこれは好条件下での分解率で、実際には下水処理場での条件は悪く、たくさんの洗剤が入ってきているので処理しきれていない。

8月24日（月）に自由研究の一環として花王和歌山工場に行った。今回の見学で一番驚いたことは、花王の製品は、石油ではなくパームやヤシの実などの植物から作られているということだった。また、42万5000㎡もの広さの敷地から出る排水は、すべて敷地内の浄水処理場できれいにしてから海へ流しており、企業として環境に配慮していることが分かった。

IV 研究のまとめと感想

「界面活性剤は環境に悪い」というイメージを持たれがちだが、実は自然界でも界面活性剤は存在し、僕たち人間の体内でも胆汁酸という名前の界面活性剤が存在しているので、決して界面活性剤というものの自体が環境に悪いわけではない。しかし、自然に分解されやすいものと分解されにくいものがあるので、使い方によって問題が起こるのである。洗剤を作るメーカーは、環境に配慮した製品作りをしているので、僕たち消費者も適量を上手に使いこなすことが重要だ。

今回の研究で、全く知らなかった石鹸の世界を実験などで楽しみながら知ることができ、よかったと思う。

V 参考文献

- ・左巻健男監修、稲山ますみ・大矢勝編著 『石けん・洗剤100の知識』
- ・日本石鹸洗剤工業会（JSDA）公式ホームページ
http://jsda.org/w/03_shiki/index.html
- ・協力：花王（株） 和歌山工場