

# 洗濯は本当に科学なのか

—どうすれば汚れはよく落ちるのか—

## I 研究動機

私は4人兄弟で祖父母とも同居しており家族の人数が多いため、洗濯量が多く汚れも多岐に渡る。衣料用洗剤のCMを見ると、どの洗剤も素晴らしく汚れを落とすと宣伝しているが、どれ程本当なのか試したくなった。また、洗剤は合成洗剤と石鹼に分類されるが、合成洗剤の成分は複雑で安全性や公害問題が問われるようになり、最近では天然石鹼が見直されるようになったと聞く。そこで、石鹼と合成洗剤の洗剤効力や使い易さを明らかにしたいと考えた。

## II 研究目的

- ・衣類の汚れ・衣類の素材・洗剤について調べ、それぞれの特性を理解する。
- ・どのような汚れをどのように洗えば汚れが落ちるのか（CMで宣伝しているのは本当か）、合成洗剤と石鹼ではどちらが汚れをよく落とすのかを検証する。

## III 研究方法

- ・衣類の汚れの種類、衣類の素材の種類、市販されている合成洗剤・石鹼の種類を本やインターネットの情報をもとに調べる。
- ・洗濯で汚れが落ちるといことがどういうことかを理論的に調べる。
- ・汚れ落ちの調査対象となる布素材、汚れ、洗剤を絞り込み、それらを準備する。
- ・調査対象の衣類の素材・汚れ・洗剤に対して洗剤の濃度・洗剤を溶かす水の温度・汚れの放置状態・洗い方などの条件を変えて汚れの落ち具合を調査する。
- ・洗剤の溶け易さと泡立ちの様子、洗剤溶液の布への浸透具合なども併せて調べる。

## IV 研究内容

### 1. 衣類の汚れについて調べて分かったこと

衣類の汚れには、皮脂・汗・垢・血液・尿や糞など人体から排出される汚れと、塵や埃・食品・生活物質が原因の生活環境における外的な要素による汚れがあることが分かった。また、それら汚れ落としの方法によって水溶性のシミ・油溶性のシミ・不溶性のシミ・樹脂のシミ・色素のシミ・蛋白のシミ・漂白のシミの7つに分類できる。

### 2. 繊維の種類について調べて分かったこと

繊維を原料別で区分すると、天然原料から採取される天然繊維と化学的に製造された化学繊維に分類される。天然繊維には、綿・麻などの植物繊維、ウール・獣毛・絹・羽毛などの動物繊維、石綿などの鉱物繊維があり、化学繊維にはレーヨン・キュプラ・テンセルなど天然原料を溶解して繊維状にした再生繊維、アセテートなど天然繊維を

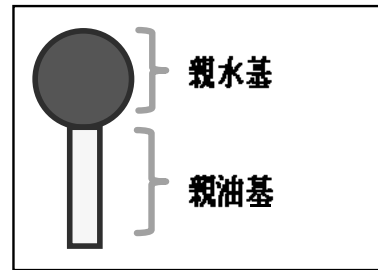
化学変化させて繊維構造にした半合成繊維、ナイロン・ポリエステル・アクリルなどの合成繊維、炭素繊維・ガラス繊維などの無機繊維がある。

### 3. 洗剤の種類について調べて分かったこと

衣料用の洗剤は、石鹼・合成洗剤・複合石鹼に分類される。石鹼も合成洗剤も界面活性剤の作用で汚れを落とす製品であるが、石鹼は植物から、合成洗剤は植物と石油から作られている。石鹼には水をアルカリ性にして石鹼の働きを高める炭酸塩などのアルカリ剤が、合成洗剤には水軟化剤・蛍光増白剤・酵素・香料などが入っている。最近では、石鹼と合成洗剤を混ぜて作られた洗剤が複合石鹼として製品化されている。また、日本古来の洗剤として米ぬかが使われていた。

### 4. 洗剤を使うと布の汚れが落ちる理由

洗剤の主成分は界面活性剤であり、界面活性剤の働きにより水の中で布の汚れは落ちる。界面とは物質と物質の境目のことをいい、界面を変化させるものを界面活性剤という。界面活性剤はマッチ棒に形が似ており、水分子とくっつく部分（親水基）と油とくっつく部分（親油基）をもっている（図1）。新油基は汚れや衣類と結びつき、親水基は水と結びついて汚れや繊維の隙間に水がしみこみ汚れを水の中に取り出すことができる。

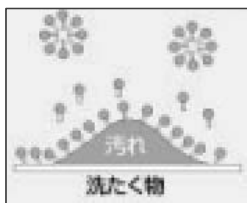


〈図1〉界面活性剤

界面活性剤には浸透作用・乳化作用・分散作用・再付着防止作用の4つの性質があり、これらの性質が総合的に働き洗浄力が発揮される。

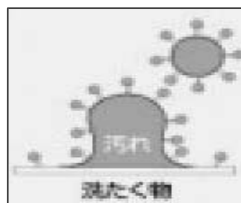
そのメカニズムを図2・図3・図4に示す。

#### ①汚れに吸いつく



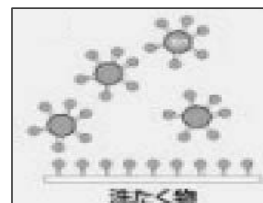
〈図2〉吸いつく様子  
界面活性剤の親油基が汚れや布に吸いつく。

#### ②汚れを引き離す



〈図3〉引き離す様子  
界面活性剤が汚れを取り囲み水の力やこする力で布から引き離す。

#### ③汚れを細かくする



〈図4〉細かくする様子  
界面活性剤の働きで汚れはどんどん小さな粒になる。

#### 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る。

## 5. 汚れ落ちの実験

実験① 硬度や温度の違う5種類の水に対する洗剤の溶け易さと泡立ちを調べた。

5種類の水（コントレックス、ビッテル、水道水（29℃）、水道水（46℃）、精製水）を用意し各50ccをビーカーに入れた。その中に各洗剤（石鹼7種（ミヨシマルセル、パワーマルセル、ウタマロ、ミセル、パックス青ざらし、シャボン玉スノー、アラウ）、複合石鹼2種（トップ、さらさ）、合成洗剤4種（アタック、ニュービーズ、ボールド、アリエール）、米ぬか）を各1g入れ、入れた直後の様子と20秒間かき混ぜた後の様子を観察した。なお、コントレックス、ビッテルは硬水と呼ばれる硬度の高い水で各々1468mg/L、315mg/Lの硬度となっている。硬度とは水の中に含まれるカルシウムとマグネシウムの量をいい、水1L中に含まれるカルシウムとマグネシウムの量を炭酸カルシウム（CaCO<sub>3</sub>）の濃度に換算した重量(mg)である。

結果 〈表1〉溶かす水の種類による洗剤の溶け易さと泡立ちの違い

洗剤 \ 水	コントレックス	ビッテル	常温水道水	ぬるま湯	精製水
石鹼	白濁した	白濁した	溶けた	よく溶けた	溶けた
			泡立った	よく泡立った	泡立った
複合石鹼	白濁した	白濁した	溶けた	よく溶けた	溶けた
			泡立った	よく泡立った	泡立った
合成洗剤	溶けにくい	溶けにくい	溶けた	よく溶けた	溶けた
	泡立ちにくい	泡立ちにくい	泡立った	よく泡立った	泡立った
米ぬか	混ざった	混ざった	混ざった	混ざった	混ざった

実験の結果、29℃の水道水より46℃の水道水の方が、どの石鹼・洗剤を使っても溶け易く泡立ちが良かった。コントレックスやビッテル等の硬水に石鹼や複合石鹼を溶かすと白濁が発生し、合成洗剤を溶かしても溶けにくく泡立ちは良くなかった。石鹼はどの場合であっても合成洗剤より溶けにくく、泡立ちが悪かった。精製水は常温（29℃）の水道水とほぼ同じ溶け易さ・泡立ち易さだった。硬水が白濁した理由は、硬水に含まれるカルシウムイオンとマグネシウムイオンが石鹼の働きに影響したものと考えられる。

実験② 洗剤溶液の布への浸透性を調べた。

100ccの常温の水道水に各洗剤（石鹼7種、複合石鹼2種、合成洗剤4種、米ぬか）をそれぞれ1g溶かしたものを用意した。12種類の5cm×5cmの布（麻、綿、ウール、絹、レーヨン、キュプラ、トリアセテート、ナイロン、アクリル、ポリエステル、ポリウレタン、ポリ塩化ビニル）を並べ洗剤を溶かした液をスポイトで1滴落とし染みこむ様子を観察した。

結果 (表2) 布への洗剤溶液の浸透性の違い

洗剤 \ 布	麻	綿	ウール	絹	レーヨン	キュプラ	トリアセテート	ナイロン	アクリル	ポリエステル	ポリウレタン	ポリ塩化ビニル
石鹼	◎	◎	○	◎	◎	△	◎	◎	×	◎	◎	×
複合石鹼	◎	◎	○	◎	○	△	◎	◎	△	◎	◎	×
合成洗剤	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎	×
米ぬか	◎	◎	○	○	○	△	◎	◎	△	◎	◎	×

◎：すぐ染み込んだ  
○：ゆっくり染み込んだ  
△：しばらく経ってから染み込んだ  
×：染み込まなかった

【布の種類による違い】

塩化ビニルにはどの洗剤溶液も浸透しなかった。それ以外の布には洗剤は浸透したが、浸透の速度や様子には違いがみられた。麻、綿、ナイロン、ポリエステル、ポリウレタンにはすべての洗剤溶液がすぐに浸み込んだが、レーヨンやキュプラは浸透に時間がかかり、アクリルは溶液によって浸み込まない、もしくは浸透に時間がかかった。このことから、洗剤溶液の浸透性については、化学繊維と天然繊維で大別できるわけではないことが明らかとなった。

【洗剤溶液による違い】

合成洗剤が全体的に浸透しやすく、その中でもニュービーズは塩化ビニル以外のすべての布にすぐ浸み込んだ。合成洗剤の他の3種のブランドではキュプラやレーヨン、アクリルに浸み込みにくかった。石鹼・複合石鹼ではブランドごとの違いはあまり認められず、キュプラ、アクリルなどが浸み込むのに時間がかかったり、浸み込まなかったりした。米ぬか水は浸み込んだが、合成洗剤に比べて浸み込む速度は全般的に遅かった。また、浸み込んだ後に布の表面にぬかが残る場合があった。

実験③ 汚れの落ちやすさを調べた。

13種類の洗剤と米ぬか各1gを100ccの水道水に溶かして14種類の洗剤溶液を用意し、5cm×5cmに切った12種類の布に汚れを染み込ませて各洗剤溶液に浸け込み、取り出して汚れの様子を見た。この時、

- (1) 水溶性でない汚れ…木炭粉末とごま油を混ぜた汚れ
  - (2) 水溶性の汚れ…卵白とウスターソースを混ぜた汚れ
- の2種類の汚れを人工的に作り、
- (A) 汚れをつけてすぐに洗う
  - (B) 2日間放置して洗う
- の2種類の時間差を作り、さらに
- (a) かき混ぜない場合
  - (b) かき混ぜる場合
- で汚れの落ち具合を調べた。さらに、各々の場合で

(ア) 常温(29℃)の水道水 (イ) ぬるま湯(46℃)の水道水の温度の異なる洗剤溶液を作り、それぞれの場合の汚れの落ちやすさを調べた。

結果 (表3) 汚れの落ち具合の様子

		すぐに洗う		放置して洗う	
		水に溶けない複合汚れ	水に溶ける複合汚れ	水に溶けない複合汚れ	水に溶ける複合汚れ
常温	溶液に浸けるだけ	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ある程度の汚れは落ちた。</li> <li>●水に溶けやすい洗剤ほど汚れが落ちた。</li> <li>●米ぬかで汚れが落ちた。</li> <li>●ウール・アクリル・ポリウレタンの油汚れが落ちにくかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ある程度の汚れは落ちた。</li> <li>●洗剤による汚れ落ちの違いはあまりなかった。</li> <li>●麻綿・ナイロン・ポリウレタンの汚れ落ちが悪かった。</li> <li>●米ぬかでも汚れが落ちた。</li> <li>●卵白汚れが残った。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●時間が経って黒い油汚れになった。</li> <li>●全体に汚れが残った。</li> <li>●アクリルの汚れが残った。</li> <li>●石けんの汚れ落ちが悪かった。</li> <li>●米ぬかでも汚れが落ちた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●時間が経って黒いシミになった。</li> <li>●卵白の汚れ残りが少なくなった。</li> <li>●米ぬかでも汚れが落ちた。</li> </ul>
	かき混ぜる	<ul style="list-style-type: none"> <li>●浸けただけより汚れが落ちた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●浸けただけより汚れが落ちた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●浸けただけより汚れが落ちた。</li> <li>●一部筋状の汚れが残った。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●浸けただけより汚れが落ちた。</li> <li>●合成洗剤が一番よく汚れが落ちた。</li> </ul>
ぬるま湯	溶液に浸けるだけ	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常温時より汚れが落ちた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ウスターの色落ちは常温時より良くなった。</li> <li>●卵白の汚れ落ちは悪くなった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常温時より汚れが落ちた。</li> <li>●黒いシミが少し残った。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常温時より汚れが落ちた。</li> <li>●黒いシミが少し残った。</li> </ul>
	かき混ぜる	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常温時より泡立ちが良く汚れがよく落ちた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常温時より泡立ちが良く汚れがよく落ちた。</li> <li>●卵白の汚れ落ちはすっきりしない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常温時より泡立ちが良く汚れがよく落ちた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●常温時より泡立ちが良く汚れがよく落ちた。</li> </ul>

【布の種類による違い】

ウール・アクリル・ポリウレタンの油汚れが落ちにくい場合があり、他の繊維と比べて布が厚めで繊維の隙間に汚れが入り込んでいるからだと思われる。アクリルは水溶性の汚れの方が汚れ落ちは良かった。水溶性でない汚れを放置して洗った場合の布による汚れの落ちやすさの傾向はほぼ同じだった。

【汚れの種類による違い】

水溶性の汚れは合成洗剤、複合石鹼、石鹼の順によく落ちた。固形石鹼はどうしても砕いたものを溶かしきれず、石鹼水溶液の濃度が低くなったからかもしれない。石鹼の中でも液体であるアラウは比較的よく汚れが落ち、固形石鹼ながら水に溶け易かったパックス青ざらしも割とよく汚れが落ちた。水溶性でない汚れでは洗剤溶液による違いは見られず、どの場合もよく落ちるものと落ちないものがあった。

【浸け置きの有無による違い】

24時間放置すると布は複数の汚れが混じり合って浸み込み、悪臭を放っていた。汚れは黒いシミとなって布に浸み込んでいて、洗っても汚れは落とすにくかった。

【攪拌の有無による違い】

攪拌した方がよく汚れが落ちた。これは、攪拌することで布がこすり合わされ洗剤溶液が繊維に浸透しやすくなり、汚れが引き離しやすくなったものと考えられる。

【水温による違い】

ぬるま湯の方が常温水より汚れが落ちた。ぬるま湯の方が洗剤をよく溶かし泡立ちもよいこと、また水温が高いことで洗剤に含まれる酵素が働き易くなり、汚れが溶け出やすくなることも一因だと思われる。但し卵白はタンパク質の汚れが熱で固まってしまうため、常温水の方が汚れを落とすとした。また米ぬかは、水溶性でない汚れでは常温水よりぬるま湯の方が汚れを落とすとしたが、水溶性の汚れではぬるま湯より常温水の方が汚れ落ちは良かった。

【洗剤溶液による違い】

攪拌した時に一番泡立つのは石鹼だったが最も洗浄能力が高いのは合成洗剤だった(特にアリエール)。米ぬかはすすがない状態では米ぬかそのものが付着していたが汚れそのものは落ちていくことが多く、案外よく汚れを落とすとした。

## V ま と め

### 1. 考察および結論

- 日本の洗濯洗剤は軟水向けに作られていて、硬水には適さなかった。
- 合成洗剤は石鹼よりも繊維に浸み込み易かった。
- 汚れは付いてすぐに洗うと大抵落とすことができた。
- 洗剤溶液に布を入れてかき混ぜることは汚れを落とす有効な手段だった。
- 常温よりもぬるま湯で洗うと汚れ落ちは良くなった。(洗剤がよく溶けること、泡立ちが良くなること、汚れそのものが溶け出し易くなること、洗剤に含まれる酵素が働き易くなることが要因と考えられる)
- 蛋白質汚れは温度が高い洗剤溶液で洗うと固まり落とせなくなった。
- 汚れが残った繊維を拡大して見ると、隙間に汚れが入り込んでいた。
- 米ぬかは汚れを落とした。

### 2. 残された課題

- 時間の制約で2種類の汚れを人工的に作って実験したが、実生活で体験する汚れを1つずつ洗浄する実験をしたかった。
- 洗濯機の洗い・すすぎ・脱水の時間配分を調べ、汚れの落ちる洗い方を知りたい。
- 日常生活を観察して普段使用する洗剤に何が求められているのかを考えたい。
- 米ぬかの成分を分析し、洗浄成分を研究したい。

## VI 感 想

今回の洗浄実験で、洗濯洗剤の効力を知った。特に合成洗剤がCM通りよく汚れを落とすことに驚いた。衣類の洗濯の原理を知って、洗濯は科学だと思った。もっと洗濯に関して深い研究をしたい。

## VII 参考文献

- 小川雄一 (1988) 『中学生のための理科の自由研究のヒント集 (物理・化学)』 誠文堂新光社
- 婦人之友社編集部編 (1999) 『洗濯上手こつのコツ』 婦人之友社
- お洗濯の総合サイト 洗濯・染み抜きドットコム  
<http://sentaku-shiminuki.com> (2015年7月31日)
- 界面活性剤のはたらき  
<http://www.esnet.ed.jp/center/shiryo/uploads/kaimennkasseizai.pdf>  
(2015年8月1日)
- ケンコーコム総合サイト  
<http://www.kenko.com/> (2015年8月1日)
- 石鹼・複合石鹼・合成洗剤の表示例の比較  
<http://www.sekken.genoa.jp/content> (2015年8月6日)