

低刺激・環境配慮型洗剤の洗浄性

Detergency of hypoallergenic and environmentally friendly detergents

被服学科
Dept. of Clothing

美谷 千鶴
Chizu Mitani

松梨 久仁子
Kuniko Matsunashi

抄 録 近年は、肌にやさしい、乳幼児から成人まで使用できると謳っている洗剤やエコフレンドリーな洗剤も上市されている。本研究では、肌にもやさしい、乳幼児用洗剤の洗浄性とコンパクト型液体洗剤等の洗浄性を比較することで、消費者にとっても地球環境にとっても優しい、環境配慮型洗剤の方向性を検討した。また、最近注目されている竹灰を主成分とし、界面活性剤不使用の洗剤の洗浄性についても検討した。結果、コンパクト型液体洗剤、コンパクト型粉末洗剤の洗浄性は高く、指標洗剤と同等あるいは超える洗剤が認められた。竹灰を主成分とする洗剤は、竹を燃やした際に生じる灰を利用した界面活性剤無配合であるため、エコフレンドリーな洗剤として、また、肌にトラブルを抱えている人に対しては刺激も少ないことが利点としてあげられるが、今回の実験では、著しい洗浄性能は認められなかった。

キーワード：環境配慮型洗剤、無添加洗剤、洗浄性、低刺激、界面活性剤無配合

Abstract In recent years, detergents that are gentle to the skin and claim to be suitable for use by both infant and adults, as well as eco-friendly detergents, have been put on the market. In this study, we examined the direction of eco-friendly detergents that are friendly to both consumers and the global environment by comparing the detergency of skin-friendly, infant detergents with that of compact liquid detergents and other detergents. We also examined the detergency of a detergent that uses bamboo ash as its main ingredient and does not use surfactants, which has been the focus of much attention recently. The results showed that compact liquid detergents and compact powder detergents had high detergency, and detergents that equaled or exceeded the index detergent were recognized. Detergent with bamboo ash as the main ingredient is an eco-friendly detergent because it is surfactant-free and uses ash produced when bamboo is burned, and it also has the advantage of being less irritating to people with skin problems; however, no significant detergent performance was observed in this experiment.

Keywords: Environmentally friendly cleaning agents, Additive-free detergents, Cleaning properties, Low irritation, Non-coordination of surfactants

1. 背景

洗浄は化学的作用と物理的作用によって汚れや臭いを取り除くプロセスであるが、その中でも洗濯は、主に衣類や布製品を対象に清潔と快適性を目的として、日々の生活で日常的に行われる行為である。それ故に生活者を取り巻く歴史、風土、文化、習慣といった、各要素と密接にかかわりを持ちながら社会的受容を図りつつ、今日まで変化発展してきた。

そして、人々の衛生概念の変化による清潔な社会と飛躍的な生活レベルの向上によって、日本人にとって、毎日入浴、毎日洗濯という、「汚れたら洗う」から「着たら洗う」が当たり前となり、コロナ禍を経た今はライフスタイルや家族構成の多様化、洗濯機の大形化や高機能化と共に洗濯の仕上がりに対するこだわりといったニーズも増大している。そのため、洗濯洗剤は汚れを落とすために消費者が日常的に必要なとする必需品の一つというだけでなく、

個人の属性や嗜好に合わせて選ぶことができる多くの付加価値を付けた商品が市場に売り出されている。特に近年は、健康意識や環境意識の高まりなどを背景に、肌や環境にやさしいとした無添加洗剤も多く出回っており、乳幼児から成人まで使用できる様々な洗剤が上市されている。

しかし、このような「肌や環境に優しい」洗剤について洗濯の本来の目的である汚れ除去の洗剤としての有用性を評価した研究は見られない。そこで本研究では、低刺激・地球環境配慮型洗剤として無添加洗濯洗剤を取り上げ、比較対象として種類や液性、成分配合の異なる一般衣類用洗濯洗剤等を用いて洗浄試験を行い、その洗浄性を各製品の表示から読み取れる情報や成分と合わせて考察した。

2. 実験

2. 1 洗浄方法

①試料

試料には、市販洗濯用洗剤から無添加で乳幼児用衣類に使用できると訴求している市販洗濯用洗剤（以下、無添加洗剤と略す）5品目(A,B1~B4)、比較対象として一般衣類用洗剤の中でもニーズの高い市販洗濯用洗剤（以下、衣料用洗剤と略す）4品目(C1~C3, D)、おしゃれ着用洗剤1品目(E)の計9品と日本産業規格(JIS)指標洗剤（以下指標洗剤と略す）(F)を実験に供した。表1-1に、洗剤の特徴的な表示内容（メーカーの謳い文句、添加剤の有無）を、表1-2に家庭用品質表示法¹⁾に基づく表示（品名、形状、成分、液性、標準使用量等）を示した。なお、表1-2中のpH値は実験時の溶液のpH値、界面活性剤濃度は標準使用量から算出した洗濯液中の界面活性剤濃度である。

人工汚染布は、株式会社双立より購入した湿式人工汚染布(JIS C 9606)を用いた。汚染成分は表2に示すとおりである。

②仕様機器

ターゴトメーターTM-4（大栄科学精器製作所製）

③洗浄条件

洗浄用水：水道水

洗浄温度：常温

浴 比：1：30

洗剤濃度：各洗剤の標準使用量

洗浄時間：30分間（ターゴトメーター回転数120 r.p.m）

すすぎ：2回

洗浄方法は、実際の洗濯を想定し、水道水1000mlと浴比1：30になるように調整した湿式人工汚染布と負荷布（綿100%メリヤス地）を洗浄ポットに投入し、常温で30分間洗浄、ためすすぎ3分を2回、脱水は含水率200%以下になるよう手絞りをした。洗濯終了後の被洗物は自然乾燥した。洗浄は繰り返し4回を行い、平均値を求めた。また、比較のため、水道水のみでの洗浄も行った。

2. 2 測定方法

①洗浄率

湿式人工汚染布の原白布、洗浄前後のK/S値をKONICA MINOLTA CM-3600d（コニカミノルタ（株））を用いて測定し、下記の式（1）により洗浄率を求めた。

$$\text{洗浄率 (\%)} = \frac{\{(K/S)_s - (K/S)_w\}}{\{(K/S)_s - (K/S)_o\}} \times 100 \quad (1)$$

(K/S)_o：原布のK/S値
(K/S)_s：汚染布のK/S値
(K/S)_w：洗浄布のK/S値

今回の実験では、人工汚染布の表裏2か所ずつ計4か所の560nmの分光波長におけるK/S値を測定した。

なお、測定されるK/S値は、表面反射率よりケベルク・ムンク関数によって導かれる表面色濃度指数である。汚染布のカーボンブラック等の布表面の付着による光の吸収量にあたり、汚染布の汚れの除去量と対応する。K/S値は（2）式より求められる。

$$K/S = (1-R)^2 / 2R \quad (2)$$

K：ある単色光に対する光吸収係数
S：光散乱係数
R：表面反射率（%）

②洗濯液の液性（pH値）

所定の水道水（常温）に標準使用量の洗剤を入れ、完全に溶解させた後、コンパクト型pH計LAQUA twin-pH-11B（（株）堀場製作所）でpH値を測定した。

3. 結果及び考察

3. 1 各市販洗濯洗剤の洗浄性能の比較

9種の洗剤（A~F）の性能について洗浄率より比較検討した。結果を図1に示す。比較として水道水のみでの条件をGとして併せてグラフ内に示した。

低刺激・環境配慮型洗剤の洗浄性

表 1-1 供試市販洗剤の種類と表示内容

部類	試料	メーカーのうたい文句	用途	特徴	酵素	蛍光剤	漂白剤	柔軟成分	合成香料	着色料
無添加洗剤	A	・天然成分100%の無添加洗濯用洗剤 ・肌への負担が少ない	毛・絹・綿・麻・合成繊維	すすぎ1回,界面活性剤不使用	×	×	×	×	×	×
	B1	・肌への負担が気になる香料、着色剤、酵素、蛍光増白剤無添加 ・肌に優しい仕上がりの ・英国アレルギー協会認定	綿・麻・合成繊維	すすぎ2回推奨濃縮タイプ	×	×	×	×	×	×
	B2	・柔軟剤無でもふっくら仕上がる ・安心の無添加石けん	綿・麻・合成繊維	天然香料・天然ハーブ使用	×	×	×	×	△	×
	B3	・生後0か月より使用可 ・天然植物成分配合 ・汚れをしっかりと落とす ・泡切れ良い100%植物性洗浄成分黄ばみに働く天然植物成分(クエン酸)配合	綿・麻・合成繊維	当社基準の安全性テスト実施	×	×	×	×	×	×
	B4	・蛍光剤、漂白剤、着色料無添加 ・植物由来成分配合 ・家族みんなに使える洗剤	綿・麻・合成繊維	すすぎ1回,高活性オーガニック酵素	○	×	×	×	○	×
一般用衣類洗剤	C1	・まとめ洗いでも繊維の奥まで浸透洗浄 ・蛍光剤無配合	綿・麻・合成繊維	すすぎ1回	○	×	×	×	○	○
	C2	・洗浄・消臭・防臭・抗菌の4つの機能が1本に凝縮された高濃度洗剤	綿・麻・合成繊維	超濃縮	○	×	×	×	○	○
	C3	・〇〇液体史上最高の清潔力 ・「高い洗浄力」と「環境へのやさしさ」の両立を目指した洗浄成分バイオIOS成分を配合	綿・麻・合成繊維	超濃縮	○	×	○	×	○	○
	D	・きれいな白さ ・漂白剤入りですっきり消臭 ・蛍光剤無配合	綿・麻・合成繊維		○	×	○	×	○	○
おしゃれ着用洗剤	E	・ニットもカジュアル服も伸びヨレ戻す ・汗・皮脂すっきり洗浄 ・おしゃれ着用洗剤	毛・絹・綿・麻・合成繊維		○	×	×	×	○	×

○添加有 ×添加無 △天然香料使用

表 1-2 供試市販洗剤の成分表示

部類	試料	品名	形状	界面活性剤	界面活性剤量(%)	配合剤他	液性	pH* ²	使用量の目安	界面活性剤濃度(%) / 30L* ³
無添加洗剤	A	洗濯用竹洗剤* ¹	液体	無	0.0	竹炭・竹炭灰・湧水	弱アルカリ性	7.8	水30Lに10mL	0.000
	B1	洗濯用合成洗剤	液体	AE・AS・純石けん分(脂肪酸カリウム)	28.0	溶剤・安定化剤・金蔵封鎖剤・再付着防止剤	弱アルカリ性	7.9	水30Lに15mL	0.014
	B2	洗濯用石けん	液体	純石けん分(30%脂肪酸カリウム)	30.0	アロエエキス・天然精油	弱アルカリ性	8.4	水30Lに50mL	0.049
	B3	洗濯用合成洗剤	液体	AE・純石けん分(脂肪酸カリウム)	7.6	pH調整剤・安定化剤・金属封鎖剤	弱アルカリ性	6.8	水30Lに50mL	0.013
	B4	洗濯用合成洗剤	液体	AES・AE・純石けん分・LAS	23.0	安定化剤・pH調整剤・水軟化剤・ケア成分・酵素・泡調整剤	中性	6.9	水30Lに26mL	0.020
一般衣料用洗剤	C1	洗濯用合成洗剤	液体	AE・LAS・脂肪酸塩	21.0	安定化剤・酵素・pH調整剤・着色剤	弱アルカリ性	7.0	水30Lに25mL	0.018
	C2	洗濯用合成洗剤	液体	MEE・AES・LAS・AE	54.0	安定化剤・再汚染防止剤・pH調整剤・酵素	中性	7.6	水30Lに10mL	0.018
	C3	洗濯用合成洗剤	液体	高級アルコール系(非イオン)・ヒドロキシアルカンスルホン酸塩(HAS)・脂肪酸系(陰イオン)・高級アルコール系(陰イオン)	42.0	安定化剤・分散剤・酵素	中性	7.7	水30Lに10mL	0.014
	D	洗濯用合成洗剤	粉末	LAS・AE	21.0	アルカリ剤(炭酸塩)・水軟化剤(アルミノケイ酸塩)・工程剤(硫酸塩)・分散剤・漂白剤・酵素	弱アルカリ性	9.7	水30Lに21g	0.015
おしゃれ着用液体洗剤	E	洗濯用合成洗剤	液体	AE	19.0	pH調整剤・安定化剤・酵素	中性	7.0	水30Lに40mL	0.025
指標洗剤	F		粉末	LAS	18.8	アルカリ剤(炭酸塩)・水軟化剤(アルミノケイ酸塩)・工程剤(硫酸塩)等	弱アルカリ性	9.5	水30Lに40g	0.025

*1 メーカー記載による *2 試料液の測定値 *3 試料液の界面活性剤濃度

AE:ポリオキシアルキルエチレンエーテル, AES:アルキルエーテル硫酸エステル塩, LAS:直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩, MEE:脂肪酸メチルエステルエトキシレート

表2 湿式人工汚染布の汚垢成分

成分			配合量(%)
有機質成分	油性汚垢成分	オレイン酸	28.3
		トリオレイン	15.6
		コレステロールオレート	12.2
		流動パラフィン	2.5
		スクアレン	2.5
		コレステロール	1.6
無機質成分	タンパク質	ゼラチン	7.0
		赤黄色土	29.8
		カーボンブラック	0.5

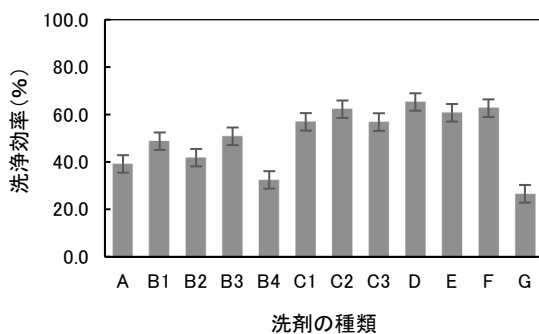


図1 市販洗濯用洗剤の洗浄率

洗浄率を洗剤間で比較すると衣料用洗剤 [D] が 65.3%と最も高く、次が衣料用洗剤 [C2] 62.3%と指標洗剤 [F] 62.7%, おしゃれ着用洗剤 [E] 60.7%, 衣料用洗剤 [C1] 56.9%と衣料用洗剤 [C3] 56.8%がほぼ同等という順となった。続いて、無添加洗剤 [B3] 50.8%, [B1] 48.8%, [B2] 41.8%, [A] 39.2%, [B4] 32.5%となり、当然ではあるが、水道水のみ [G] が 26.6%と最も低い値を示した。

洗浄効果の低い洗濯液から並べると水道水のみ G < 無添加洗剤 B4 < 無添加洗剤 A (界面活性剤不使用) < 無添加洗剤 B2 < 無添加洗剤 B1 < 無添加洗剤 B3 < 衣料用洗剤 C1 < 衣料用洗剤 C3 < おしゃれ着用洗剤 E < 衣料用洗剤 C2 ≒ F < 衣料用洗剤 D の順に高かった。洗剤間での洗浄性については、分散分析の結果から、A と B2, B1 と B3, C2 と E, C2 と F は危険率 1% で洗浄性能に有意差の認められなかったため、同程度の洗浄性といえる。洗浄率は衣料用洗剤、おしゃれ着用洗剤、指標洗剤の洗浄率は 55~65% の範囲内であったのに対し、無添加洗剤 A・B1~B4 の洗浄率は 30~50% の範囲内であり、無添

加洗剤の洗浄性が低い傾向にあった。無添加洗剤の中で最も洗浄性が高かった B3 と衣料用洗剤で最も洗浄性が低かった C2 間において 1% の危険率で有意差が認められた事より、大きく二分する傾向が認められた。

表 1-2 に示した家庭用品品質表示の分類による品名では、無添加洗剤 A は洗濯用竹洗剤、無添加洗剤 B2 は界面活性剤が純石けんのみの「洗濯石けん」に分類される。それ以外の無添加洗剤は、使用界面活性剤のうち純石けん成分の割合が 70% 未満の「洗濯用合成洗剤」であった。また、衣料用洗剤 (液体) C1, C3 は、石けん成分を含む無添加洗剤 B1, B3, B4 と同様の「洗濯用合成洗剤」であるがそれ以外の衣料用洗剤とおしゃれ着用洗剤 E は、純石けん以外の界面活性剤の割合が 100% の「洗濯用合成洗剤」であった。以上のように家庭用品品質表示による分類では「洗濯用合成洗剤」であっても洗浄性には差が生じたため、次に表示成分と洗浄性について考察した。

3. 2 無添加洗剤の成分について

使用されている成分から洗浄性について考察すると共に合わせて肌や環境へ影響についても検討した。実験に供した洗剤の成分内容と液性を表 1-2 に示す。表中の無添加洗剤 5 品目 (A, B1~B4) 間で、洗浄性能の違いを成分情報と合わせて検討する。

B4 以外の無添加洗剤の洗浄率は、いずれの洗剤も 40% 前後の値を示し (図 1), 洗浄率は、B4 < A < B2 < B1 < B3 の順で高くなった。

今回実験に供した無添加洗剤 (界面活性剤不使用の A を除く) の成分では、界面活性剤に石けん成分を配合していること、石けんのデメリットを回避すべくビルダー成分が配合されていること、何を無添加としているかといった点を除けば、主たる成分は一般洗剤と同様の展開であった (表 1-2)。無添加洗剤の界面活性剤成分中の全てに配合されている純石けん分であるが、石けんは動植物の油脂とアルカリを反応させて作られた生分解性の高い界面活性剤であり、液性も弱アルカリ性で洗浄性も高く、界面吸着能の低いことから肌への残留・浸透性が少なく肌への影響、地球環境負荷も少ないことが期待される。ただ、洗浄液中の硬度成分であるカルシウムイオンやマグネシウムイオンと反応して水に不要の金属石けん (石けんカス) を生成するため洗浄力が低下す

ること、低温では溶解度が悪く効力を発揮しないというデメリットもある。本来持っている強い洗浄力を発揮するためには 40℃ 以上で溶解し使用することが有効であると言われているが、今回の洗浄条件（常温約 20℃）では、そのデメリットが反映して十分な洗浄性が得られず、特に界面活性剤が純石けん分のみで構成されていた無添加洗剤 B2 は、A と B4 を除き最も低い洗浄率になったと考えられる。

純石けん成分のみの B2 と界面活性剤不使用の A、および明確な記載がない C3 を除いた無添加洗剤、衣料用洗剤に配合されていた非イオン界面活性剤のポリオキシエチレンアルキルエーテル（以下、AE）は、液体洗剤の主基剤として広く汎用されているが、少量で優れた洗浄力を示し、低起泡性ですすぎ性に優れるなどの点で、水質汚濁の軽減、生地への残留性や洗濯の際に使用する水の量の低減化に繋がるため、環境配慮型成分として有効であると考えられる。さらに、一般に皮膚刺激は界面活性剤のイオン性に由来するといわれており、イオン性を示さない非イオン界面活性剤である点では肌にやさしく、皮膚刺激が低いと思われる。また、AE と共に無添加、衣料用洗剤問わず、配合されていた陰イオン界面活性剤のアルキルエーテル硫酸エステルナトリウム（以降 AES と記載）も、陰イオン界面活性剤である AS を親水化し低皮膚刺激性を発現させた、高い洗浄性を併せ持つ界面活性剤である。以上のように AE、AES は、石けんのデメリット、一般洗剤のデメリットを補完するために、洗剤の種類を問わず、高い洗浄性も肌刺激軽減も期待できる主力界面活性剤として活用されていた。

一方で、双方のデメリットを補うために石けんを含む陰イオン界面活性剤と非イオン界面活性剤の各成分が配合された場合、1 個の親水基で十分な親水性を発揮する陰イオン性界面活性剤に対し、非イオン界面活性剤が有するヒドロキシ基やエーテル結合は水中でのイオン乖離しないため親水性が非常に弱く、いくつもの基が集まらなると同等の親水性を有することは出来ないことから、配合バランスによっては非イオン系のメリットは十分に活かされないことが懸念される。また、乳化性、分散性、汚れの再付着防止性に優れ、無機汚れに対する洗浄力が高い陰イオン界面活性剤の配合バランスによっては、その特性が活かしきれず、今回実験に供した湿式人工汚染布に含まれる約 30% の無機質成分に対して有効

に作用しなかったことも無添加洗剤の洗浄性低下に影響したと考えられる。

一般衣料用洗剤の場合は、各合成界面活性剤を多くの機能活性を有するように分子設計し、ビルダーや添加剤をバランスよく配合することで、効率よく増強を図っていると思われる。しかし、無添加洗剤の場合は、石けんの特性に影響される点と添加剤の選択肢に制限があるため、十分な洗浄効率を得ることが出来なかったと考えられる。ただ、表示内容からは配合バランスなどの詳細は不明であるため、推測の域を出ない。

さらに、A,B2 以外は、ビルダーに金属封鎖剤や pH 調整剤を配合することで石けんのデメリットを補い、かつ増強していると考えられる。ビルダー無配合の A,B2 は最も洗浄性が劣っていたため、洗浄性を高めるためには金属封鎖剤や水軟化剤、pH 調整剤などのビルダーなどを配合することが有効であると思われる。しかし、金属封鎖剤は生分解性しないため、地球環境にはやさしいとは言えない。日本は軟水のため、金属封鎖剤の配合量は少なく、これまで環境への負荷はさほど問題視されてこなかったが、近年、やはり生分解しないという点で敬遠する動きが出てきている²⁾。

なお、無添加洗剤の中で最も洗浄率が低かった B4 は洗浄力が高い陰イオン界面活性剤を配合し、ビルダーとそれ以外にもケア成分や酵素などの性能向上剤等が無添加洗剤の中で最も多く配合されている。これらの成分を見ると石けん配合であることを除けば、洗浄性向上に視点を置いた一般衣料用の洗濯用洗剤と成分には大差がない。今回実験に供した衣料用洗剤 C1 と非常に近い配合となっている。両者においてはその液性が異なるため、洗浄性には差が生じることが想定されるが、一般衣料用洗剤と比して遜色ない洗浄性能を持つことが予想される。しかし本実験結果においては最も低い洗浄率となった要因が不明であるため、B4 に関しては再検討する予定である。

3. 3 一般衣料用洗剤およびおしゃれ着洗剤の成分について

一般衣料用洗剤とおしゃれ着用洗剤の洗浄率は $C1 < C3 < E < C2 < D$ の順に高い傾向にあった（図 1）。C1～C3、E は液体タイプ、D のみが粉末タイプであり、一般衣料用洗剤のうち、C2 と D は従来型

コンパクト洗剤, C1とC3は超濃縮型洗剤である。

一般衣料用洗剤C1~C3, D, おしゃれ着用洗剤Eは、洗浄率が50%を超え、洗剤間の洗浄性能の差も小さい傾向にある。一般衣料用洗剤は、D以外は液体洗剤であるがゆえに流動性を低下させるようなビルダーを配合し難いため、油脂汚れに対する洗浄力が高い非イオン界面活性剤と、乳化性、分散性、汚れの再付着防止性に優れ、無機汚れに対する洗浄力が高い陰イオン界面活性剤など、数種類の界面活性剤を配合し、さらに酵素を添加して洗浄性能を向上している点では、どれもほぼ同じような配合となっていた。中でもC3以外のC1, C2, およびDは、陰イオン界面剤でも洗浄性能が高い直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩(LAS)を配合して洗浄性能の増強を図っており、そのため、総じて大差ない高い洗浄性能が得られたと考えられる。また、同等の洗浄性能となったC1とC3は、いずれも石けん成分を含んでいるため、同様の傾向を示したことが考えられる。また、酵素添加による洗浄性向上、塩添加で臨界ミセル濃度の低下を図るなど、石けんによるデメリットを補ったことによって、無添加洗剤以上の洗浄率を示したと思われる。

C2は、最も高い洗浄性を示した粉末タイプのDと同等の洗浄性能が認められた洗剤であるが、界面活性剤として、植物由来の環境適応型高性能界面活性剤である脂肪酸メチルエステルエトキシレート(MEE)が使用されており、この界面活性剤に寄与するところが大きいと思われる。またC3は、パッケージの表示には「高い洗浄力」と「環境へのやさしさ」の両立を目指したバイオ洗浄成分配合と記載されており、C2,C3共に植物由来の高性能を有する界面活性剤を配合した地球環境配慮型であることが解る。

一般用衣類洗剤Dは、LASを主基幹成分とする陰イオン系の通常型コンパクト粉末洗剤である。粉末のため液体より界面活性剤と共に洗浄性を向上させる多くの成分を安定して配合することができることより、配合組成状の自由度が高く、試料洗剤の中でも一番多くの成分が組みこまれていた。さらに工程剤として配合されている硫酸塩はLASの臨界ミセル濃度を引き下げる作用があることから、結果として洗浄力の増強に寄与したと考えられる。また、使用時の液性も本実験中、最も高いアルカリ性を示しており洗浄性の高さに影響している。一方、肌へ

の影響では、漂白剤、酵素、香料、着色料といった添加物が入っており、無添加洗剤と比して皮膚への刺激が懸念される。他の一般衣料用洗剤液体タイプにおいてもC3以外は、界面活性剤の中でも陰イオン界面活性剤のLASが配合されていることより、商品を展開するには、高い洗浄性とコストパフォーマンスの良いLASに寄与するところは大きいようである。しかし、LASは生分解性も皮膚刺激性も問題のない範囲であると報告されているが^{2,3)}、現在使用されている他の界面活性剤と比較すると、皮膚刺激性が高い部類に属するようである。洗濯用合成洗剤では量的コストや汚れ除去の効果の高さなどから使われているが、最近のCSR(corporate social responsibility)における取り組みでは、LASの使用は減少傾向にあるようである²⁾。

おしゃれ着洗い洗剤Eは、シルクや羊毛も洗える中性で作られているため、一般的には洗浄性は弱いと言われているが、今回、実験に供したEは、衣料用洗剤の中でも高い洗浄性を示したC2, Dと遜色ない洗浄率の高さを示した。Eは、非イオン界面活性剤AEのみで構成されており、添加剤も非常に少ない、今回の洗剤の中でも最もシンプルな配合となっている。肌への影響という観点では、酵素と香料が配合されていることは懸念されるが、同じ中性の衣料用洗剤と異なり、陰イオン界面活性剤による洗浄力の補完なしに非常に高い洗浄性を示したのは酵素配合に影響が大きいのではないかと考えられる。しかし通常、酵素は絹や羊毛などの繊維にも使えないため従来型とは異なる成分であることが推測される。今回、実験に供したすべての洗剤の中では、おしゃれ着洗剤Eが、洗剤効率も高く、肌にも地球環境にも、そして毛や絹も洗える、衣類にとってもやさしい洗剤であり、結果として地球環境配慮型洗剤となっていた。

以上の結果より、今回実験に供した衣料用洗剤の4品のうち、粉末洗剤Dを除く3品の液体洗剤の成分は、油脂に対する洗浄性が高く低起泡性に優れ、水の硬度成分にも左右されない非イオン界面活性剤を使用し、かつては液状化が困難とされていた酵素も配合することで、洗浄力、すすぎ性などの改善を図っており、液性は中性であるにも関わらず、粉末洗剤と遜色ない高い洗浄力であった。界面活性剤以外の成分についても、金属封鎖剤や蛍光増白剤、香料が無添加となっており、環境配慮型対応になって

いた。

衣類用洗剤は社会的受容のため、地球環境や消費者のライフスタイルの変化を常に見捉え、従来の技術を最適化することで洗浄力と環境負荷の低減を両立させ、今に至っていることが伺える展開であった。

3. 4 界面活性剤無配合洗剤における洗濯方法の検討

無添加洗剤のAは、界面活性剤不使用の、アルカリ（竹成分の灰）を利用して汚れを落とす洗剤である。今回の実験では最も低い洗浄性であったため、汚れが落ちにくい時の対処方法としてメーカーより推奨されていた洗剤量を2倍にする方法と、つけ置き洗いが洗浄性能に及ぼす影響を検討した。つけ置きなし、100分とした場合、洗剤を2倍にした場合のそれぞれの結果を図2に示す。

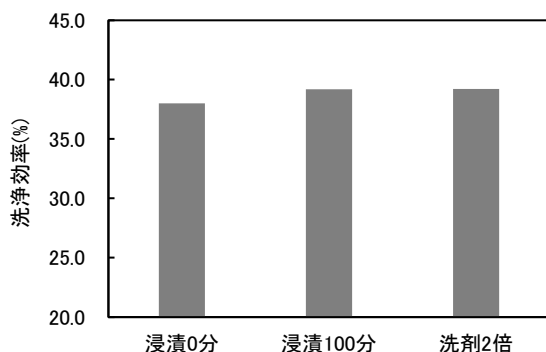


図2 洗浄方法が洗浄性に及ぼす影響 —界面活性剤無添加（洗剤A）の場合

図2から、つけ置き時間を100分にしたり、洗剤を2倍にしたりしても洗浄率はほとんど変化しないことがわかる。無添加洗剤Aは、水のみで洗浄（洗浄率26.6%）よりは、約1.5倍の洗条性能が得られたが、洗濯時間の延長などによる効果は低い傾向にあった。機械力や温度等の洗浄パラメーターを検討することで洗浄性向上が期待できると考えられる。

3. 5 無添加であることの意味について

表1-1には各洗剤のうたい文句を記載した。洗たく洗剤に使われる主な添加物としては、酵素（特にタンパク質分解酵素）、漂白剤、柔軟剤、抗菌・消臭成分、合成香料、蛍光増白剤、着色料が考えられる。

そこで、これら6成分に注視して、各洗剤の成分やセールスコピーより各洗剤の無添加の意味について検討した。パッケージ等に「無添加」とワンフレーズ記載されていることで一切の添加物が入っていないという印象を受けかねないが、今回実験に供した全ての無添加洗剤の成分や表示内容から、完全無添加のものはAのみであった。また、今回すべての無添加洗剤が、無添加である理由として、「天然成分」「自然・植物由来」をキーワードとしている。これは無添加という言葉と相まって、化学物質を使用せず、地球環境にも肌にもやさしいという印象を与えかねないが、実際はいずれも、天然・自然・植物を原料として化学的な処理を加えてつくられた合成成分であり、化学合成物質である。使われる化学物質によっては地球や肌に負荷を与える可能性もゼロではないため、リスク情報と共に正しく情報を伝える必要性を感じた。また、自然由来のものを原料とする界面活性剤の場合も、枯渇資源である石油を使用しない点では環境に優しいが、出来上がったものは成分的には同じものであることより危険率は石油由来と同様である。

無添加洗剤は、どれも肌へのやさしさが感じられる言葉で、過剰な期待を抱かせる表現になっているものもある。どのパッケージにも無添加や植物成分配合などの記載があるが、使用されている成分と合わせて確認すると、何が無添加であり、何が植物由来なのか、何をもって「やさしい」としているかはメーカーごとに異なっている。これは、洗剤における「やさしさ」の明確な基準や定義がないためであり、何が無添加であり、どの程度やさしい成分であるか、消費者は正しく理解することが大切である。

4. まとめ

洗剤が生活の必需品となって以来、その成分である界面活性剤と皮膚に及ぼす影響は常に問題視されてきた。本研究では、洗剤本来の目的である汚れ除去の観点から、低刺激・地球環境配慮型洗剤として無添加洗濯洗剤を取り上げ、一般衣類用洗濯洗剤等と洗浄性を比較検討することで、その有用性について各製品の表示から読み取れる情報や成分と合わせて考察した。

今回実験に供した無添加洗剤は、すべて界面活性剤に石けんを配合することで肌や環境に優しいとされる商品展開を図っていた。純石けん成分のみの洗

剤はビルダーや酵素などの添加剤が配合されていないことが影響して、今回の供試洗剤の中では最も低い洗浄性であった。その他の純石けん成分が70%未満とする無添加洗剤においても衣料用洗剤と同様の界面活性剤成分を配合し、石けんのデメリットを補完するためのビルダーを配合することで洗浄力向上を図っており「無添加〇〇史上、最高洗浄力」「植物性洗浄成分ですっきり」、あるいは「しっかり落とす」など、無添加であると同時に洗浄性の高さを謳っていたが、一般衣料用洗剤より洗浄性は劣る結果であった。しかし、石けん成分配合の衣料用洗剤では高い洗浄性が得られていることより、酵素の有無が洗浄性に大きく影響したことが考えられる。

衣料用洗剤においては脱石油を視点に植物由来の高性能の界面活性剤を開発し、酵素配合等で性能改善を図ることで、高い洗浄性能を保持しつつ、人や地球環境への配慮を見据えた対応になっていた。

竹を燃やした際に生じる灰を利用した界面活性剤無配合洗剤は、著しい洗浄性能は認められなかったが、肌にトラブルを抱えている人にとっては刺激も少ないことが利点であり、かつエコロジー重視として今後の活用が期待される。

無添加洗剤については、完全添加物ということではなく、無添加である成分が洗剤により異なるため、年齢、肌の状態、嗜好性などと考慮しながら選択することが必要である。

総合的に勘案して、今回の結果では、石けんが基幹成分になっている無添加洗剤と比して、衣料用洗剤の方が洗浄性能も高く、使用量の少なさと、製品によっては植物由来の界面活性剤を使用するなど、肌や地球環境に対するやさしさは優劣をつけ難い結果であった。清潔で衛生的な生活のために日常的に使われる洗剤は肌に直接的間接的に影響を及ぼすだけに、人への安全・安心の提供は当然の品質として界面活性剤の開発が行われてきたことで、多岐にわたる洗剤の種類、高付加価値化に関わらず、安全・安心に関わる性能での差別化は低くなっているようである。

洗濯の仕上がりに洗浄力の高さを求めるか、肌への負担軽減を求めるかは人によって異なり、また肌の弱い人にとって、洗剤に使われているどの成分が肌への負担になるかは個人差があるため、多くの洗剤の中から消費者が自身に適したものを判断・選択できるような的確な情報提示の必要性を感じた。こ

れからは、如何なる環境であろうと何らかのリスクを抱えている状態であろうと、どのような状況下でも同じように使えることがこれからのサステイナビリティにおける地球配慮型洗剤の在りかたであると思われる。

肌にやさしいとされる洗剤が商品化された背景には、増え続けているアレルギー疾患の増大があると考えられる。現代文明がもたらした快適な生活や過剰ともいえる清潔志向によって、共生していたウイルスや細菌類、寄生虫を排除したことで、免疫力が低下し、花粉症やアトピー性皮膚炎などアレルギー疾患が増大する要因になった⁴⁾と指摘されている。

私たちの清潔感は今や、行きつくところに行きついた感がある。そして昨今、直面しているのはサステイナブルな生活であり、環境との共生共存を視野にライフスタイルを構築していく必要が迫られている。消費者、各企業ともに人間と生活環境における利便性と持続可能性のバランス感覚を大切にしてい

謝辞

実験実施の際にご協力いただきました被服学科 4 年次学生小國陽香さん、松田みくさん、西塚舞葉さんに感謝いたします。

本実験にあたり、試料を提供くださいました株式会社ナチュラルサイエンス研究開発部の田中聖子氏に記して感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 消費者庁：家庭用品品質表示法 https://www.ca.go.jp/policies/policy/representation/household_goods/guide/zakka/zakka_05.html (2023 年 1 月 15 日閲覧)
- 2) (独法) 製品評価議事津基盤機構 <https://www.nite.go.jp/data/000097447.pdf> (2022 年 10 月閲覧)
- 3) 生分解性キレート剤市場—製品化学 <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000002049.000072515.html> (2022 年 10 月閲覧)
- 4) 藤田紘一郎：日農医誌, 63, 910, (2015)

参考文献

1. 田村 博明他編：新化粧品ハンドブック，日光ケミカルズ(株)・日本サーファクタントケミカルズ(株)，476-480, 2006.

2. 田上八朔・杉林堅次・能崎章輔・宿崎章一・神田 吉弘監修：化粧品科学ガイド第2版，フレグランスジャーナル社，258，2010
3. （独法）製品評価技術基盤機構 化学物質管理センター 化学物質総合情報提供システム（NITE-CHIRP），https://www.nite.go.jp/chem/chrip/chrip_search/systemTop
4. 国立医薬品食品衛生研究所（NIHS）国際化学物質安全性カード（ICSC）日本語版，<http://www.nihs.go.jp/ICSC/>
5. 環境省 化学物質の環境リスク評価書，<http://www.env.go.jp/chemi/risk/index.html>
6. 日本石鹼洗剤工業会 洗濯実態調査，https://jsda.org/w/01_katud/sentakuchosa2020-2.html
7. 大矢勝，オレオサイエンス，7，19，(2007)