

## 衣料用洗剤の洗浄力と風合いへの影響

佐々木 麻紀子<sup>1</sup> 瓦吹 由貴<sup>2</sup> 藤居 真理子<sup>1</sup>

家庭洗濯用洗剤について洗浄力を中心にその性能について検討をおこなった。重曹、セスキ炭酸ナトリウム、炭酸ナトリウムおよび灰汁を用いてアルカリ剤のみで洗浄を行った結果、一定の濃度においてセスキ炭酸ナトリウムに液体洗剤と同様の洗浄力があつたが、ポリエステル布において再汚染が発生することが分かった。市販合成洗剤については従来通り粉末タイプ洗剤は液体タイプ洗剤より洗浄力が10%程度優れていることが確認できた。また粉末タイプ、液体タイプともに柔軟成分配合の有無は洗浄力に影響しないことが分かった。バスタオルの繰り返し洗濯において、合成洗剤に含まれる界面活性剤などが繊維の風合い変化に対し保護作用を持ち、風合い劣化が抑えられたと考える。また柔軟剤添加洗剤は柔軟剤無添加洗剤に比べ、若干の柔軟効果が認められた。

Keywords：アルカリ洗浄，衣料用洗剤，洗浄力試験，風合い変化

### 1. 目的

最近の家庭洗濯は、ライフスタイルの変化に伴い、洗濯行動も「汚れたから洗う」から「着たから洗う」となり、洗濯機も大型化し渦巻式からドラム式全自動洗濯機へ変化してきている<sup>1)</sup>。現在の洗剤は、従来洗濯洗剤に求められてきた性能である汚れ落ちだけではなく、洗濯後の香り、除菌や環境に対する配慮の他に手触り、型崩れ防止など風合いに配慮する様々な性能も求められるようになった。また日本石鹼洗剤工業会の洗剤等の製品販売統計表（2010年1～9月）<sup>2)</sup>からもわかるように洗剤の形状も粉末タイプから液体タイプへと移行してきている。これらのことが示すように衣料用洗剤は洗浄力以外の性能も持つ多くの製品が市販されている。一方、環境負荷への意識などから原点回帰的な重曹やセスキ炭酸ナトリウムを洗剤とした洗濯も話題になっている。

しかし各種の洗剤について実際の洗濯における洗浄力と風合いへの影響について検討は見当た

らない。そこで本研究では、各種洗剤の洗浄力実験をおこない、最近の家庭洗濯用洗剤について検討することにした。

### 2. 実験方法

市販洗剤は数多くあるため、代表的な洗剤について洗浄力試験をおこない、その結果を基にタオルを使って風合いについて官能試験をすることとした。

#### 2-1 洗浄力試験

##### 2-1-1 試験布

- ①湿式人工汚染布：(財)洗濯科学協会製 5 cm×5 cm
- ②再汚染用白布：JIS添付白布用綿カナキン3号 5 cm×5 cm, JIS添付白布用ポリエステル 5 cm×5 cm
- ③浴比調整用布：綿メリヤス 5 cm×5 cm

##### 2-1-2 洗剤

- ①重曹（試薬1級, 0.5, 1.0, 2.0%濃度）
- ②セスキ炭酸ナトリウム（試薬1級, 0.5, 1.0,

1 東京家政学院大学現代生活学部生活デザイン学科

2 東京家政学院大学大学院人間生活学研究科

2.0%濃度)

③炭酸ナトリウム（試薬1級, 0.5, 1.0, 2.0%濃度)

④灰汁（植材灰）pH値10, 11, 12, 13に調整

⑤市販洗濯用合成洗剤：粉末タイプ6種（A～F）、液体タイプ8種（G～N）を各々標準使用量使用した。各洗剤の家庭用品品質表示法に基づく表示内容（用途、液性、成分、標準使用量）は表1のとおりである。

⑥JIS指標洗剤（JIS K 3362準拠）

#### 2-1-3 機器

①表面反射率計TC-6D（東京電色（株））

②攪拌式洗浄力試験機WT-0012（興国機工（株））、TM-4（島津理化器械（株））

#### 2-1-4 試験条件

洗浄温度：25℃

使用水：水道水

浴比：1：30

洗浄時間：10分

機械力：回転数120 rpm

すすぎ：ピーカーすすぎ2回

乾燥：アイロン乾燥

#### 2-1-5 評価方法

洗浄前後の表面反射率を測定し、K/Sを用いた定法から、洗浄力と再汚染率を算出した。

### 2-2 風合い試験

#### 2-2-1 試料布

試料布は、両面パイルのバスタオルとした。

試料布は前処理として水のみで1サイクルの洗濯・乾燥をおこなった。

#### 2-2-2 洗浄剤

①重曹（試薬1級, 2.0%濃度）

②セスキ炭酸ナトリウム（試薬1級, 2.0%濃度）

③炭酸ナトリウム（試薬1級, 2.0%濃度）

④市販洗濯用合成洗剤：粉末タイプ2種（AとB）、液体タイプ2種（GとH）を各々標準使用量使用した。

#### 2-2-3 機器

①全自動洗濯機NW-7S（日立製作所）

予備調査の結果、実際に現在家庭で使われている洗濯機はドラム式洗濯機より従来型の渦巻

式洗濯機が多かったため、今実験では渦巻式の洗濯機を使用することにした。

②アスカー中型測厚器FS-60N（大栄科学精器製作所）

#### 2-2-4 試験条件

洗浄温度：15.5℃±5℃

洗濯用水：水道水（全硬度約50 ppm）

浴比1：20

水量：48ℓ（低水位）

被洗物重量：2.45kg（メーカー推奨負荷重量）

洗浄プログラム：アルカリ剤および洗剤は給水後に十分溶解（6分間攪拌）し、被洗物を入れ、洗い12分、すすぎ2回、最終脱水8分を行った。

洗濯終了後、被染物をよく振りさばき、室内で吊り干し自然乾燥した。以上の洗濯乾燥の工程を30サイクル実施後、試料とした。

#### 2-2-5 評価方法

①洗浄前後の厚さ測定：厚さ計による測定

②一対比較による官能検査：繰り返し洗濯した試料と原布を机上に置き、本学学生と教職員計48名で、表面状態、手触りおよび好みについて一対比較法に準じて7段階評価（非常にそうだ（±3）、そうだ（±2）、ややそうだ（±1）、変化なし（0））を行った。

調査時期は平成22年8月19日から8月25日の期間で行った。

表面状態の評価は、目視で観察を行い、手触りの評価は試料の触り方を一定にするため、①タオルを指で挟み指先で触る、②タオル表面を円を描くように手のひらで触る、③手のひら全体でタオルを握るという3通りに指定した。

### 3. 結果および考察

#### 3-1 洗浄力試験結果

①灰汁を洗浄剤として使用した結果、図1にあるように基準としたJIS指標洗剤には劣るものの一定の洗浄性を得ることができた。洗浴のアルカリ度は洗浄性に影響を与え、アルカリ度が高いほど洗浄率が上昇することが分かった。洗剤が得にくかった時代には灰汁が洗浄剤の一つとして用いられたという記述<sup>3)</sup>があるが、今回の実験でもその洗浄性が確かめられた。pH13灰汁の洗浄では試

表 1. 市販洗濯用合成洗剤の成分・用途・使用量

会社名	試料名	界面活性剤		その他の成分	蛍光剤	漂白剤	柔軟成分	液性	用途	使用量の目安
		%	系及び種類の名称							
K	粉末合成洗剤A	22	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ポリオキシエチレンアルキルエーテル	アルカリ剤(炭酸塩)・水軟化剤(アルミナ、酸塩)・工程剤(硫酸塩)・分散剤・酵素	配合	—	—	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに20g
K	粉末合成洗剤B	20	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ポリオキシエチレンアルキルエーテル	水軟化剤(アルミナ、酸塩)・アルカリ剤(炭酸塩)・柔軟剤(ペントナイト) 工程剤(硫酸塩)・分散剤・酵素	配合	配合	配合	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに25g
K	粉末合成洗剤C	20	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ポリオキシエチレンアルキルエーテル	水軟化剤(アルミナ、酸塩)・アルカリ剤(炭酸塩)・工程剤(硫酸塩)・分散剤・酵素	—	配合	—	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに25g
K	粉末合成洗剤D	19	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム、ポリオキシエチレンアルキルエーテル	アルカリ剤(炭酸塩)・水軟化剤(アルミナ、酸塩)・工程剤(硫酸塩)・柔軟剤(ペントナイト) 分散剤・酵素	—	—	配合	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに25g
P	粉末合成洗剤E	17	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム	工程剤(硫酸塩)・アルカリ剤(炭酸塩)・再付着防止剤・水軟化剤・漂白剤・蛍光増白剤・酵素	配合	配合	—	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに22g
P	粉末合成洗剤F	14	LAS	工程剤(硫酸塩)・アルカリ剤(炭酸塩)・柔軟剤・再付着防止剤・水軟化剤・酵素	—	—	配合	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに28g
L	液体合成洗剤G	38	ポリオキシエチレンアルキルエーテル	分散剤・アルカリ剤・安定化剤	—	—	—	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに20g
L	液体合成洗剤H	31	ポリオキシエチレンアルキルエーテル	安定化剤・柔軟化剤	—	—	配合	中性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに25g
K	液体合成洗剤I	74	高級アルコール系(非イオン)、直鎖アルキルベンゼン系、脂肪酸系(陰イオン)	安定化剤・アルカリ剤、分散剤、酵素	—	—	—	弱アルカリ性	毛・絹・綿・麻・合成繊維用	水30Lに10g
K	液体合成洗剤J	32	ポリオキシエチレンアルキルエーテル・直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム	安定化剤・分散剤	—	—	—	中性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに25g
P	液体合成洗剤K	32	AE・LAS	水軟化剤・安定化剤・アルカリ剤・分散剤・蛍光増白剤・酵素	配合	—	—	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに24g
P	液体合成洗剤L	27	AE・LAS・脂肪酸エタノールアミン	柔軟成分・水軟化剤・安定化剤・アルカリ剤・分散剤・泡調整剤・酵素	—	—	配合	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに25g
P	液体合成洗剤M	24	AE・LAS・純せっけん成分(脂肪酸ナトリウム)	安定化剤・分散剤・アルカリ剤・水軟化剤(クエン酸)・ケア成分(天然樹木エッセンス)・酵素	無配合	無配合	—	弱アルカリ性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに23g
L	液体合成洗剤N	55	ポリオキシエチレン脂肪酸メチルエステル	安定化剤・アルカリ剤・酵素	—	—	—	中性	綿・麻・合成繊維用	水30Lに10g

表2. 家庭用品品質表示法における液性区分

水素イオン濃度 (pH)	用語
11.0 を超えるもの	アルカリ性
11.0 以下 8.0 を超えるもの	弱アルカリ性
8.0 以下 6.0 以上のもの	中性
6.0 未満 3.0 以上のもの	弱酸性
3.0 未満のもの	酸性

表3. 試料の液性 (25℃)

試料名	原液の pH	標準使用量 での pH
水	7.64	7.64
JIS 指標洗剤	-	10.05
粉末洗剤 A	-	10.39
粉末洗剤 B	-	10.42
粉末洗剤 C	-	10.51
粉末洗剤 D	-	10.46
粉末洗剤 E	-	10.38
粉末洗剤 F	-	10.34
液体洗剤 G	7.04	7.78
液体洗剤 H	7.75	7.58
液体洗剤 I	8.37	7.64
液体洗剤 J	7.04	7.71
液体洗剤 K	8.06	7.66
液体洗剤 L	8.16	7.00
液体洗剤 M	8.19	7.68
液体洗剤 N	6.85	7.66

料布が損傷していた。これは試料布である綿がアルカリによって損傷したものと思われる。

再汚染については、図2で示した通り灰汁で洗浄した場合綿布ではどの濃度でも再汚染は起きなかった。JIS指標洗剤は綿、ポリエステルともに再汚染を起さなかった。ポリエステル布の再汚染はpH12まではpH値が高くなるほど再汚染率も上がったがpH13では再汚染率は低くなった。これはpH値が高いほど汚染布の汚れが洗浴中に出る量が増えるため疎水性繊維であるポリエステルがより多く再汚染したためと考えられる。

②アルカリ剤を洗剤とした場合は0% (水のみ)

と比べ、どの洗剤でも洗浄率は上がり、図3に示すようにアルカリ剤による若干の洗浄効果が認められた。通常の洗濯において汚れが最もよく落ちるのは、pH9.0からpH10.5とされておりそれより低いpHの重曹は濃度が高くなっても洗浄力は低いことが確認できた。セスキ炭酸ナトリウム2%濃度で洗浄した結果、52.8%の高い洗浄率が得られた。この洗浄率は基準としたJIS指標洗剤の洗浄率を上回る洗浄率であり、洗剤としては十分な値であった。しかし、2%濃度とは600g/30ℓに相当し、実際に家庭で使用するには現実的な量ではない。一般的に洗剤として販売されているセスキ炭酸ナトリウムの標準使用量は洗濯機に大きじ1~2杯程度と表示されており、表示されている濃度(0.1%以下)での洗浄効果は期待できないことがわかった。

図4に示したように、再汚染は0% (水のみ)に比べ低いものの、どのアルカリ剤においても起こった。濃度が高くなるに従いポリエステル布の再汚染は低くなり、pH値が高いほど再汚染が減少した。

③市販洗濯用洗剤の洗浄結果は、図5, 7に示した通り、洗浄率は37.1%から64.1%と様々であった。

粉末タイプの洗剤の洗浄率は図5に示したように50%から65%であるのに対し、図7にある液体タイプの洗剤の洗浄率は40%前後であった。液体タイプの洗剤は粉末洗剤より全体的に洗浄率が10%程度低い傾向にあることが分かった。これは表1に示したように粉末タイプと液体タイプでは主たる界面活性剤が異なることも一因であると考えられる。

洗剤の液性は家庭用品品質表示法<sup>4)</sup>によって液体タイプの洗剤は25℃の原液時の液性区分となっているため、標準使用量に調整した時の液性とは異なることがある。表3に示すように標準使用量に調整した粉末タイプの洗剤液がpH10.4前後、液体タイプの洗剤は原液が弱アルカリ性の製品であっても標準使用量に調整した濃度ではpH7.7前後の中性であった。粉末の合成洗剤の多くでは酵素、漂白剤、蛍光増白剤などが配合されており、これらの作用が洗浄効率を高めていると考えられ

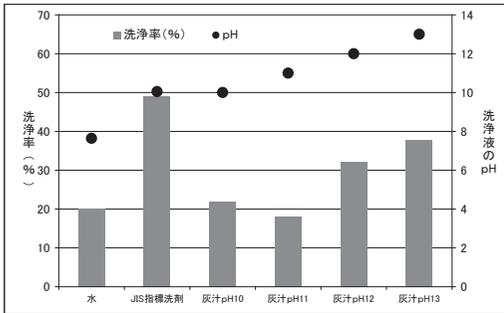


図1. 灰汁による洗浄率

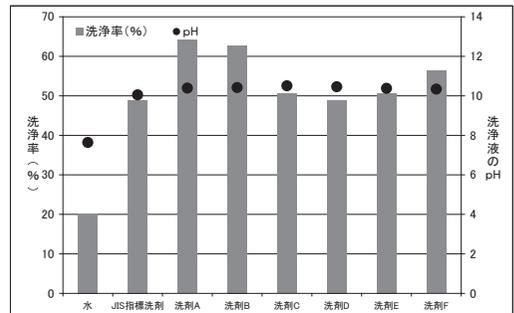


図5. 市販粉末洗剤洗浄率

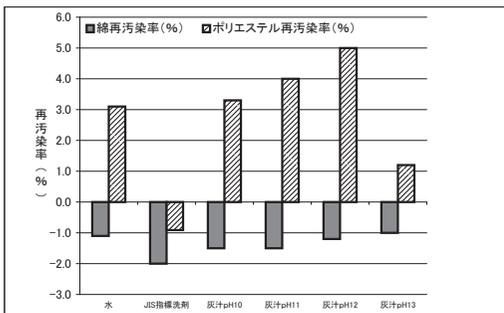


図2. 灰汁における再汚染率

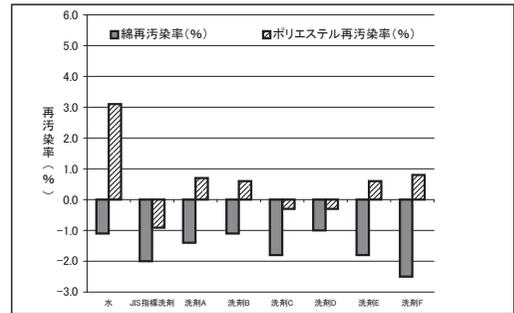


図6. 市販粉末洗剤再汚染率

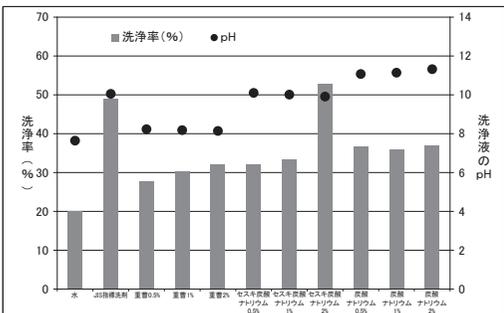


図3. アルカリ剤洗浄率

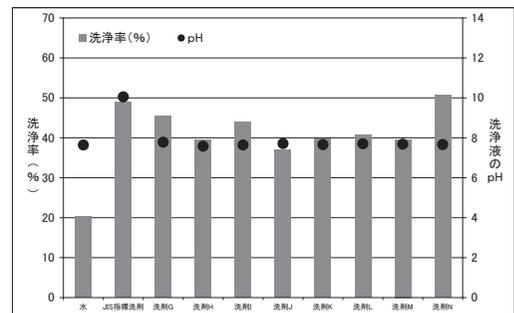


図7. 市販液体洗剤洗浄率

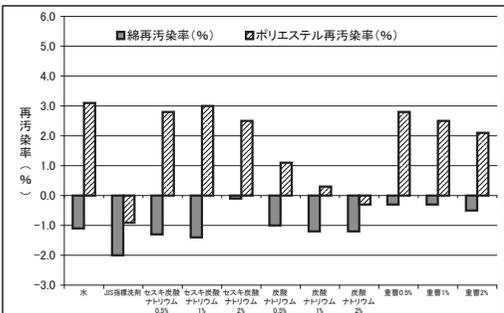


図4. アルカリ剤再汚染率

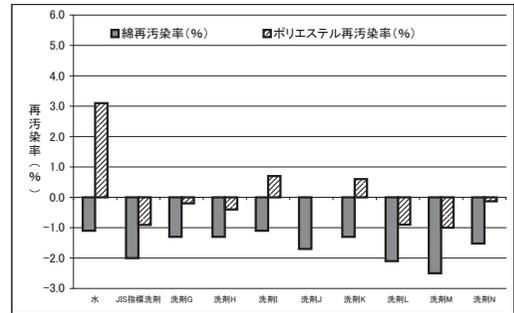


図8. 市販液体洗剤再汚染率

るため液性と洗浄率の相関が分かりにくい。しかし粉末タイプの洗剤は液体タイプの洗剤より洗浄力が高いことからアルカリ度も洗浄率に影響することは確認できた。

以前は、中性洗剤はアルカリに弱い毛や絹用とされていたが、近年適用繊維範囲が広くなり、綿や合成繊維も用途として記載されるようになったことも最近の洗剤の特徴である<sup>5)</sup>。

市販合成洗剤の再汚染の結果は図6, 8に示した。アルカリ剤で洗浄した時とは異なり、粉末タイプ洗剤および液体タイプ洗剤ともに再汚染はほとんどおきていない。ポリエステル布においても再汚染はわずかであり、洗剤に含まれる界面活性剤に再汚染防止効果があることが分かる。

柔軟剤は洗濯仕上げ剤であり、洗濯すすぎ後に使用することが一般的である。しかし、表1に示したように、最近の合成洗剤の傾向として洗浄力などの基本機能の他に柔軟剤などの配合剤が使用されている。柔軟成分の配合が洗浄力に寄与するかを調べるため、同一メーカーの洗剤で柔軟成分配合の有無についても洗浄力を比較した。図5, 図7にあるように、本実験の結果では、粉末タイプ洗剤(AとB, CとD, EとF), 液体タイプ洗剤(GとH, IとJ, KとL)ともに柔軟成分配合の有無で洗浄力に大きな差はなく、柔軟成分の配合が洗浄力に影響を与えているとはいえなかった。通常、洗剤と柔軟剤は同時には使用できない。柔軟剤の主成分は陽イオン(カチオン)界面活性剤であるのに対して、多くの洗剤の主成分が陰イオン(アニオン)界面活性剤であり、洗剤と柔軟剤を同時に混合して使うと、両方の異なる主成分同士が結合し本来の機能を失うためである。粉末タイプの洗剤に含まれる柔軟成分の多くは天然粘土のベントナイトであるため、従来の柔軟剤とは異なり洗浄力に影響せずに柔軟効果が働いていることが確認できた。

### 3-2 風合い試験結果

風合い評価の結果を図10から図14に示す。

①タオル地の厚さを手触りで薄いか厚いかを評価した結果、図10のように洗剤の違いによる差はなく、「原布に比べやや厚く感じる」、「変化なし」、

「やや薄く感じる」がほぼ同じような割合となった。厚さ計での測定結果は図9に示したとおり、繊維間で若干の差が認められた。中長綿コーマ糸使用のタオルはアルカリ剤で洗浄したものは若干厚さが増すのに対し、超長綿コーマ糸のタオルは全体的に薄くなった。中長綿より繊細な繊維である超長綿が繰返し洗濯することでより細くなったためと考えられる。以上のように、実際の厚さと官能評価の結果は一致しなかった。これは他の要因が影響したものと考えられる。

②タオル地の表面状態を評価した結果は図11にあるように「粗い」と評価が多かった順に、セスキ炭酸ナトリウム>炭酸ナトリウム>水であった。重曹・柔軟成分配合洗剤で約40%、柔軟成分無配合洗剤で約30%が「変化なし」の評価だった。

③柔らかさの評価では「ごわつく」評価が多かった洗剤は、水・アルカリ剤(特にセスキ炭酸ナトリウム・炭酸ナトリウム)であった。図12にあるように、「柔らかさ」は粉末洗剤で柔軟成分配合の場合38%が柔らかさを感じているのに対し無配合洗剤は20%にとどまった。同様に液体洗剤の場合も柔軟成分配合洗剤が30%に対し無配合は20%であった。粉末合成洗剤Bで洗ったもの以外の全てのサンプルにおいて、原布に比べ「ごわつきがある」と評価された。水およびアルカリ剤で洗ったものが「ごわつく」傾向が高く、特にセスキ炭酸ナトリウムと炭酸ナトリウムは値が大であり、原布との変化が大きいことがわかった。ただし、重曹では水だけで洗った場合よりも「ごわつく」程度が小であった。洗剤で洗ったものは、柔軟剤配合の有無にかかわらず「ごわつく」傾向は顕著に低い結果であった。柔軟剤配合の有無では、粉末、液体共に「有」の方が「無」よりも原布との差が小さく、柔軟剤配合の効果が認められた。特に合成洗剤Bは全サンプル中唯一、若干ではあるが「柔らかい」と評価された。

④「ハリこしがある-ふにゃふにゃしている」の評価結果は「ごわつく-柔らかい」の評価よりも変化の少ない結果となったが、傾向は同様となった。図13にあるように、セスキ炭酸ナトリウム、炭酸ナトリウム、重曹、水の順に、洗剤を使用した場合よりも「ハリこしがある」と評価された。

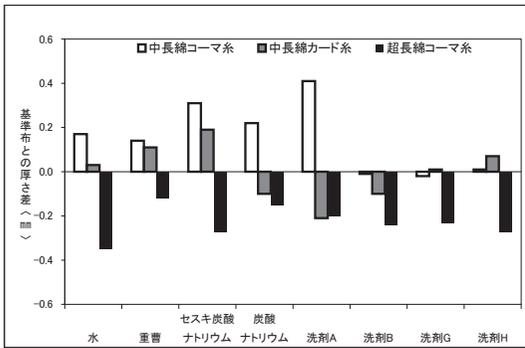


図9. バスタオルの繰返し洗濯における厚さ変化

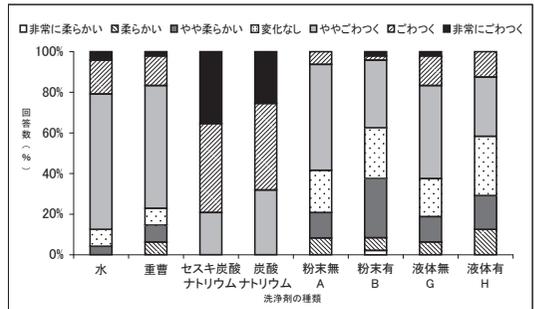


図12. 風合い評価 (柔らかさ)

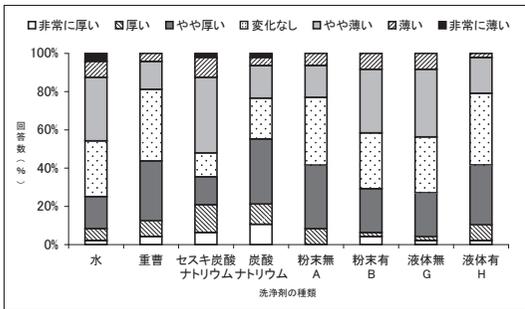


図10. 風合い評価 (厚さ)

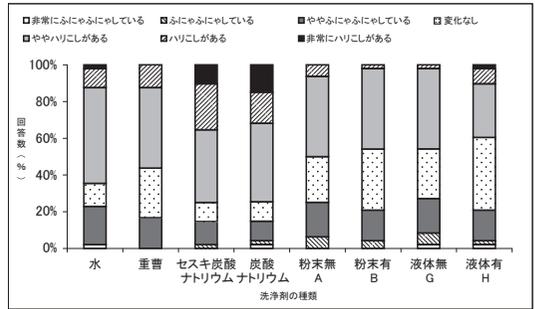


図13. 風合い評価 (ハリ)

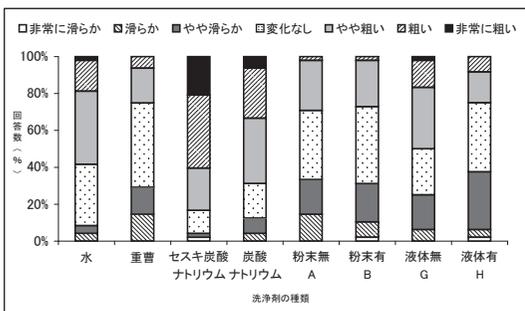


図11. 風合い評価 (表面状態)

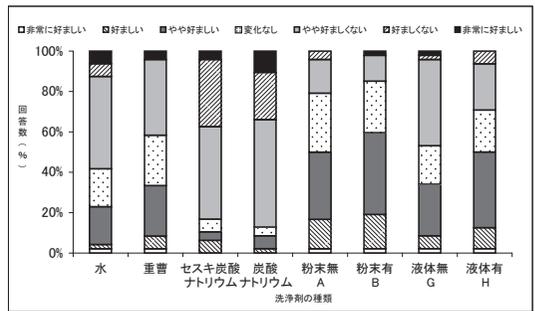


図14. 風合い評価 (好ましさ)

⑤好みの変化について質問したところ、原布と比べ、炭酸ナトリウムとセスキ炭酸ナトリウムは「やや好まない」との評価が多く、次に水、重曹、液体無の順に数値は小さくなるが「若干好まない」傾向が認められた。図14にあるように、粉末有、粉末無、液体有の順に「やや好む」と評価された。柔軟剤添加の有無別にみると、粉末洗剤、液体洗剤ともに柔軟剤有のものが柔軟剤無のものより「好ましい」方向に評価された。特に液体は若干ではあるが「好ましくない」傾向があった柔軟剤無に対し、柔軟剤添加によって「好ましい」傾向に変化した。

好みの評価は、手触りの評価「ごわつくー柔らかい」と類似しており、手触りで「ごわつく」と評価されたセスキ炭酸ナトリウムと炭酸ナトリウムおよび水は、好みの評価でも「好まない」の評価となり、ごわつきを感じるタオルほど好まれない傾向が強いことが明らかになった。

#### 4. まとめ

①重曹、セスキ炭酸ナトリウム、炭酸ナトリウムおよび灰汁を用いてアルカリ剤のみで洗浄を行った結果、一定の濃度においてセスキ炭酸ナトリウムに液体洗剤と同様の洗浄力があつた。しかしポリエステル布において再汚染が発生することが分かつた。市販合成洗剤については従来通り粉末タイプ洗剤は液体タイプ洗剤より洗浄力が10%程度優れていることが確認できた。また粉末タイプ、液体タイプともに柔軟成分配合の有無は洗浄力に影響しないことが分かつた。

②バスタオルの繰り返し洗濯において、合成洗剤

に含まれる界面活性剤などが繊維の風合い変化に対し保護作用を持ち、風合い劣化が抑えられたと考えられる。また柔軟成分配合洗剤は柔軟成分無配合洗剤に比べ、若干の柔軟効果が認められた。

風合いは手触りによる感覚（触覚）だが、一つの感覚を指すのではなくいくつもの感覚が合わさつた複雑なものである。そのため被験者の精度が大きく影響し、ばらつきのある結果になつた。

#### 謝辞

バスタオルの評価にご協力いただきました本学教職員および学生の皆様にお礼を申し上げます。

#### 文献

- 1) 日本石鹼洗剤工業会：ホームページ  
[http://jsda.org/w/01\\_katud/sentaku\\_chosa2010.html/2011/03](http://jsda.org/w/01_katud/sentaku_chosa2010.html/2011/03)
- 2) 日本石鹼洗剤工業会：ホームページ  
[http://jsda.org/w/00\\_jsda/5toukei\\_new.html/2011/03](http://jsda.org/w/00_jsda/5toukei_new.html/2011/03)
- 3) 田中たま，瀧浦潭：新版衣類整理の実際，pp.32-34（光生館，東京，1954）
- 4) 経済産業省：家庭用品品質表示法雑貨工業品品質表示規定（経済産業省2010）
- 5) 田中麻紀子，正地里江，植竹桃子，森瑞枝：最近の市販洗濯用洗剤の動向—洗浄力を中心に—，東京家政学院大学紀要（自然科学・工学系）47：11-17（2007）

（受付 2011.3.25 受理 2011.6.6）