

衣料用市販洗剤の消費性能

二 瓶 美 紀

(東京学芸大学大学院教育学研究科)

原稿受付平成 11 年 8 月 25 日; 原稿受理平成 12 年 7 月 8 日

End Use Properties of Commercial Laundry Detergents

Miki NIHEI

Tokyo Gakugei University Graduate School of Education, Koganei 184-8501

The end use properties of new synthetic powder and liquid detergents, powder soap and composite liquid soap were observed from the viewpoint of detergency and biodegradation. The following results were obtained.

1) In detergency above the recommended detergent amount, all of the detergents showed higher detergency in accordance with the increase in concentration.

2) The detergency of liquid detergents was basically unaffected by temperature, although it tended to decrease at elevated temperatures.

3) Detergency decreased with an increase of hardness. However, it was scarcely observed at 5-10° DH.

4) With biodegradation behaviors of surfactant concentrations of 20mg/l, all of the detergents were observed with the river die-away test. The progress of biodegradation was followed by measuring the loss of total organic carbon (TOC), and analyzing dissolved oxygen (DO). As a result of the test, soap disappeared first, followed by composite liquid soap. When synthetic powder was compared with liquid produced by the same company, it was found that the former disappeared more rapidly.

5) The biodegradation of each detergent under daily laundry use conditions was examined. While soap was biodegraded very slowly, other detergents disappeared rapidly.

(Received August 25, 1999; Accepted in revised form July 8, 2000)

Keywords: eud use property 消費性能, surfactant 界面活性剤, commercial detergent 市販洗剤, detergency 洗浄性, biodegradation 生分解性.

1. 緒 言

近年, 家庭用の洗濯用洗剤は, 自然環境負荷の軽減を図るため, 植物油脂を原料とし, 環境での生分解性が良好で, 低濃度で高い洗浄効率が得られる界面活性剤を用い, 標準使用量を少なくした弱アルカリ性合成洗剤が市販されている. 1979 年頃に標準使用量が水 30 l に対し 40 g であった粉末合成洗剤が, 1987 年頃には 25~30 g となり, さらに, 現在では 15~20 g が主流になっている. また, 液体洗剤も粉末洗剤と同様に変容し, その需要は年々増加の傾向にある¹⁾. その成分には, 通常使用されているナトリウム塩の代わりにエタノールアミン塩が使用されている.

洗剤の洗浄力に関する研究は, LAS を主体とする標準使用量の多い洗剤については多く行われてい

る^{2)~6)}が, 最近の粉末および液体洗剤に関する報告は見あたらない.

また, 洗浄力試験に使用する人工汚染布は, 洗剤の成分や, 組成繊維の種類, 汚れ成分等に関する研究がすすめられ⁷⁾⁸⁾, 洗濯科学協会頒布の JIS C 9606 湿式汚染布 (以下湿式汚染布とする) が天然汚れとの相関性が良いとして多く使用されている. しかし, 人工汚染布には, 洗浄力評価の限界があり, 洗剤間の評価を 1 種類の汚染布で行うには問題があることが指摘されている³⁾⁴⁾.

本研究では, 汚れ成分の異なる 2 種の人工汚染布を用いて, 現在市販されている粉末および液体洗濯用洗剤の洗浄特性を調べ, その特徴を明らかにした.

更に, リバー・ダイ・アウェイ法による生分解試験

表1. 試料用洗剤の家庭用品品質表示法に基づく表示

洗剤	形状	会社名	界面活性剤 (含有率 (%))	配合剤	標準使用量	標準使用濃度 (%)
A 1	粉末	X	LAS, AS, 脂肪酸ナトリウム, AE (38)	アルミノけい酸塩, 炭酸塩, けい酸塩, 酵素, 蛍光剤	20 g/30 l	0.067
A 2	粉末	Y	α -SF, LAS 系, 脂肪酸ナトリウム, AE (34)	アルミノけい酸塩, 炭酸塩, 酵素, 蛍光剤	15 g/30 l	0.050
B 1	液体	X	直鎖アルキルベンゼンエタノールアミン, AE, 第4級アンモニウム塩 (47)		20 ml/30 l	0.067
B 2	液体	Y	高級アルコール系 (非イオン) (55)	ジエタノールアミン, 酵素, 蛍光剤	20 ml/30 l	0.067
C 1	粉末	Z	脂肪酸ナトリウム (99)		35 g/30 l	0.117
C 2	液体	W	脂肪酸カリウム, 脂肪酸アルカノールアミド, その他の界面活性剤 (38)		40 ml/30 l	0.133

LAS: 直鎖アルキルベンゼンスルホン酸塩, AS: アルキル硫酸エステル塩, AE: ポリオキシエチレンアルキルエーテル, α -SF: アルファスルフォ脂肪酸エステル塩.

表2. 試料洗剤の成分

洗剤	洗剤会社	水分率 (%)	pH	エタノール可溶分 (%)	石油エーテル可溶分 (%)	陰イオン界面活性剤 (%)	非イオン界面活性剤 (%)
A 1	X	7.5	10.6	33.9 (38)	2.0	28.2	10.2
A 2	Y	6.4	10.5	30.7 (34)	2.9	27.4	12.6
B 1	X	47.9	9.8	52.8 (47)	5.9	2.7	48.8
B 2	Y	43.9	9.9	55.2 (55)	0.1	3.1	45.3
C 1	Z	2.6	10.5	0.1* (99)	0.6	—	—
C 2	W	52.8	10.4	38.4 (38)	0.5	—	—

* エタノール不溶分 (%). (): 洗剤表示の界面活性剤配合率 (%).

を行い, 水環境に及ぼす影響を検討し, 洗濯用洗剤の消費性能を総合的に把握することを試みたので報告する.

2. 実 験

(1) 試 料

1) 洗 剤

洗剤は, 多くの店舗で販売され, 消費量も多いと考えられる X 社, Y 社の粉末弱アルカリ性合成洗剤 (以下粉末合成洗剤とする) 2 種 (A 1, A 2) および液体合成洗剤 (以下液体洗剤とする) 2 種, (B 1, B 2) と, Z 社洗濯用粉末石けん 1 種 (C 1), W 社液体複合石けん 1 種 (C 2) を用いた. いずれも 1997 年に福島県郡山市内で購入したものである. 各洗剤に表示されていた家庭用品品質表示法による成分, 標準使用

量を表 1 に示す.

2) 液性・成分

試料洗剤について, pH, 水分率, エタノール可溶分を JIS K 3362, 非イオン界面活性剤量を JIS K 3363 により測定した. 陰イオン界面活性剤は, 水質検査用試薬 (共立理化学研究所) を用い, 分光光度計 (島津 UV 1200) によって, メチレンブルー活性物質を測定した. 結果を表 2 に示す.

(2) 洗浄力試験

1) 人工汚染布

人工汚染布は, 湿式汚染布 (JIS C 9606 (財) 洗濯科学協会頒布) および EMPA-116 汚染布 (Eidgenössische Material-Prüfungs und Versuchsanstalt für Industrie 製, 日本資材頒布) の 2 種を使用した. 基質, 表面反射率, 汚垢成分を表 3 に示す.

衣料用市販洗剤の消費性能

表 3. 人工汚染布

人工汚染布	基質	表面反射率 (%)	汚垢成分
湿式汚染布	綿 100%	44.5±1.5	オレイン酸, トリオレイン, コレステロールオレート, 流動パラフィン, スクワレン, コレステロール, ゼラチン, 赤黄色土, カーボンブラック
EMPA-116	綿 100%	12.3±0.2	血液, ミルク, カーボンブラック

湿式汚染布は、皮脂汚れに類似し、タンパク質汚れはゼラチンを用いている。EMPA-116 汚染布は、日常生活の中で衣料を汚す可能性のある血液、ミルクなどのタンパク質を含む成分で汚染されている。

2) 方 法

被洗物は、表 3 に示した 2 種の人工汚染布 (5×5 cm) を用いた。湿式汚染布 10 枚, EMPA-116 汚染布 5 枚とし、それに浴比調整用の未晒綿メリヤス布 (5×5 cm) を補助布として加え、同一の浴比で以下の方法により洗浄した。

すなわち、Terg-O-Tometer (株) 上島製作所製) を用い、洗浄液 1 l, 浴比 1:30, 120 rpm, 洗浄時間 10 分として洗浄し、すすぎは 3 分ずつ 2 回行った。各洗剤の濃度は 0.000~0.200% の 5 段階、洗浄温度を 15, 30, 45℃として、洗浄用水の硬度は、脱イオン水 (0°DH) と、塩化カルシウムで 5, 10°DH にそれぞれ調整して使用した。これらの条件を組み合わせ、洗剤濃度、洗浄温度、用水硬度の洗浄力に及ぼす影響を検討した。

3) 洗浄力の評価

ハンディ色差計 (日本電色 NR-3000) を用いて洗浄前後の汚染布の表面反射率を測定し、Kubelka-Munk 式により K/S 値を求め、常法により洗浄効率を算出した。それぞれの汚染布について洗浄効率に差が認められたため、2 種の汚染布の積算値も示した。

(3) 生分解試験

1) 試 水

試水は、福島県郡山市安積疎水から採水した。実験は、各洗剤の界面活性剤濃度をエタノール可溶分から換算して 20 mg/l とした場合と、洗剤の標準使用量を基準とした場合の 2 方法を行った。それぞれの試水の水質は、pH 7.3, 7.4, 浮遊懸濁物質 (SS) 2.3, 6.0 mg/l, メチレンブルー活性物質 (MBAS) 0.6, 0.7 mg/l, 化学的酸素要求量 (COD) 6.1, 7.3 mg/l, 全有機炭素量 (TOC) 6.4, 6.8 mg/l, 溶存酸素量 (DO) 6.4, 7.4 mg/l であった。

2) 方 法

まず、試水 1 l に各洗剤の界面活性剤濃度が 20 mg/l となるようにエタノール可溶分から換算した量を加え、採水後 2 時間以内に有栓フラスコを用いて混合させ、フラスコで 20℃の恒温水槽に一部開放状態で 26 日間静置した。河川水のためのブランクも同様に行った。光による分解を防ぐため、光を遮断した。培養期間中に、残存する全有機炭素量 (TOC), および溶液の一部を採り、溶存酸素量 (DO) を繰り返し測定した。DO は DO メーター OM-14 (堀場製作所), TOC は TOC-5000 (島津製作所) を用い測定した。なお、TOC の値は、水のためのブランクを差し引き補正した。

以上は、各洗剤に含まれる界面活性剤量を同一 (20 mg/l) として実験したが、実生活では各洗剤の標準使用量が用いられる。この場合、使用量及び含有されている界面活性剤量は洗剤によって異なるので、これに対応させるため、標準使用量を基準に各洗剤を同倍率に希釈した。この場合、界面活性剤濃度は、各洗剤の標準使用量について、界面活性剤含有率から算出したが、粉末石けん C1 では、標準使用量 35 g/30 l・純石けん分 99% で界面活性剤濃度が 1,155 mg/l にもなる。そこで、界面活性剤濃度の最も低い粉末合成洗剤 A2 (標準使用量 15 g/30 l, 界面活性剤含有率 34% で界面活性剤濃度 170 mg/l) を測定する際の精度を考慮して 5 mg/l に希釈 (34 倍) し、各洗剤についてもこの倍率と同様に希釈して初濃度を決定した。各洗剤の界面活性剤初濃度は A1:7.5 mg/l, A2:5.0 mg/l, B1:9.3 mg/l, B2:10.8 mg/l, C1:34.1 mg/l, C2:14.9 mg/l となる。

これらについて上記 20 mg/l の場合と同様に実験した。

3. 結果および考察

(1) 洗浄力試験

1) 洗剤濃度の影響

洗浄温度 30℃, 用水硬度 5°DH で、洗剤濃度を 0.000, 0.025, 0.050, 0.100, 0.200% の 5 段階に変

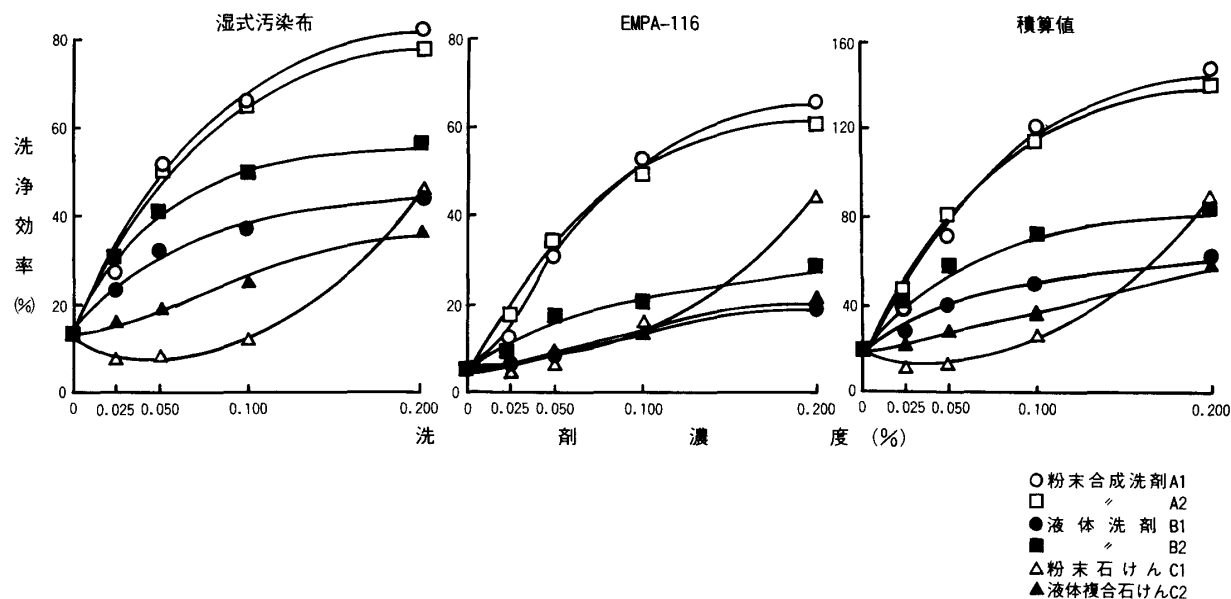


図 1. 洗浄効率に及ぼす洗剤濃度の影響

洗浄温度：30℃，用水硬度：5°DH.

化させ洗浄効率に及ぼす洗剤濃度の影響を検討した。実験は、繰り返し3回行った。湿式汚染布と EMPA-116 汚染布の洗浄効率および両者の洗浄効率の積算値を図1に示す。二元配置による分散分析を行い、 F 検定により有意差検定を行った結果、濃度、汚染布間にそれぞれ1%の危険率で有意差が認められた。

両汚染布を比較すると、EMPA-116 汚染布は、洗浄前の汚染布の表面反射率が低いため、湿式汚染布に比べ全体に洗浄効率は低い。特に、液体洗剤は、洗剤間の差は殆どみられないが、湿式汚染布ではその差が認められる。両汚染布の積算値でみると、合成洗剤では全体に液体洗剤より粉末洗剤の方が洗浄効率が高い。粉末洗剤 A1 および A2 は、標準使用量より濃度が高くなるにつれ洗浄効率は上昇した。粉末石けん C1 は、0.100% までは洗浄効率がかなり低い、0.200% になると急激に上昇した。C1 は、脂肪酸ナトリウムの含有率が99%で配合剤はほとんど含まれていない。このような場合に、汚れの分散性、再汚染性の影響から同様な傾向があることが報告されている⁹⁾。これに対し、液体洗剤 B1, B2 および液体複合石けん C2 は、濃度の増大とともに徐々に洗浄効率が增加した。

このような粉末合成洗剤の洗浄効率に及ぼす洗剤濃度の影響は、標準使用量とそれ以上の濃度での洗浄力はほとんど変わらない²⁾とされていた標準使用量 25~40 g/30 l とは異なる傾向を示し、最近の洗剤の特徴と思われる。近年、日常の洗濯は、汚れたから洗濯す

るより、着用したら洗濯するようになり、汚れの付着量も少ない。従って、以上の結果から標準使用量での洗浄で十分と考えられ、部分的な汚れには塗布洗剤を用いたり、全体的に汚れがひどい場合には、標準使用量より高い濃度で洗濯することが良いと考えられる。

標準使用量 25~40 g/30 l 洗剤中の界面活性剤量は約 10 g、配合剤 15~30 g であるが、標準使用量 15~20 g 洗剤中の界面活性剤量は 5.1~7.6 g、配合剤約 10~7 g であり、低濃度で洗浄力の高い界面活性剤を使用しているものの、配合剤も減少している。

さらに、標準使用量 15~20 g/30 l の粉末合成洗剤と 40 g/30 l 洗濯用粉末石けんについて標準使用量とその2分の1、2倍の洗剤量で洗浄効率を調べた結果¹⁰⁾では、各洗剤とも2分の1量での洗浄効率は低いが、標準使用量とその倍量では、ほぼ同じ洗浄効率が得られていることより、標準使用量での洗浄で十分と考えられる。

2) 洗剤濃度と洗浄温度の影響

洗浄温度を 15℃, 30℃, 45℃ とし、用水硬度を 5°DH で、洗剤濃度を 0.025~0.200% の4段階に変化させ、洗浄効率に及ぼす洗浄温度と洗剤濃度の影響を検討した。湿式汚染布および EMPA-116 汚染布の洗浄効率を図2, 3に示す。前述と同様に、分散分析で有意差検定を行った結果、濃度、温度間にそれぞれ1%の危険率で有意差が認められた。

図2に示す湿式汚染布の結果では、0.025%では各

衣料用市販洗剤の消費性能

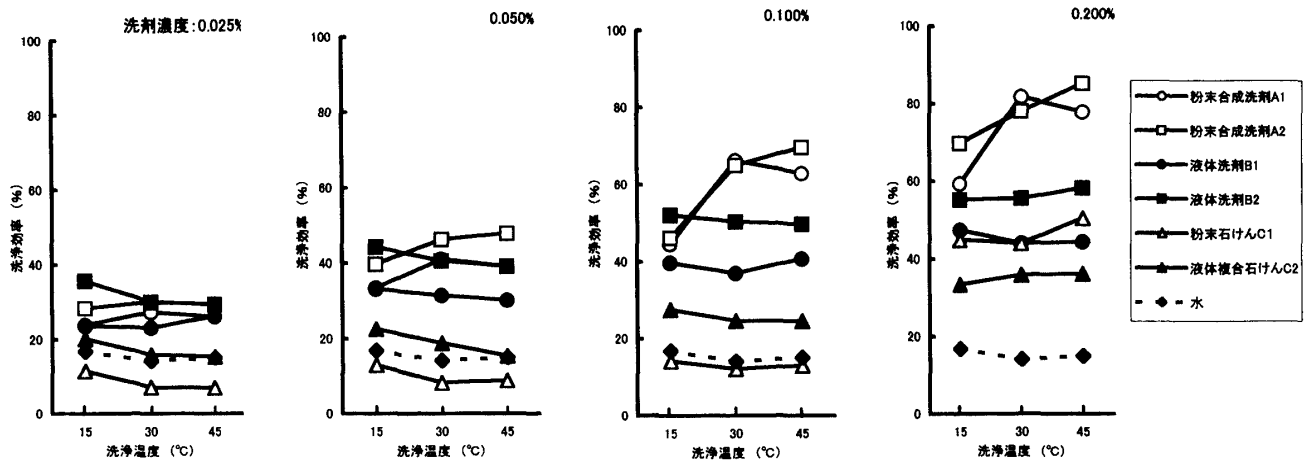


図2. 洗浄効率に及ぼす洗剤濃度と洗浄温度の影響

用水硬度：5°DH，湿式汚染布。

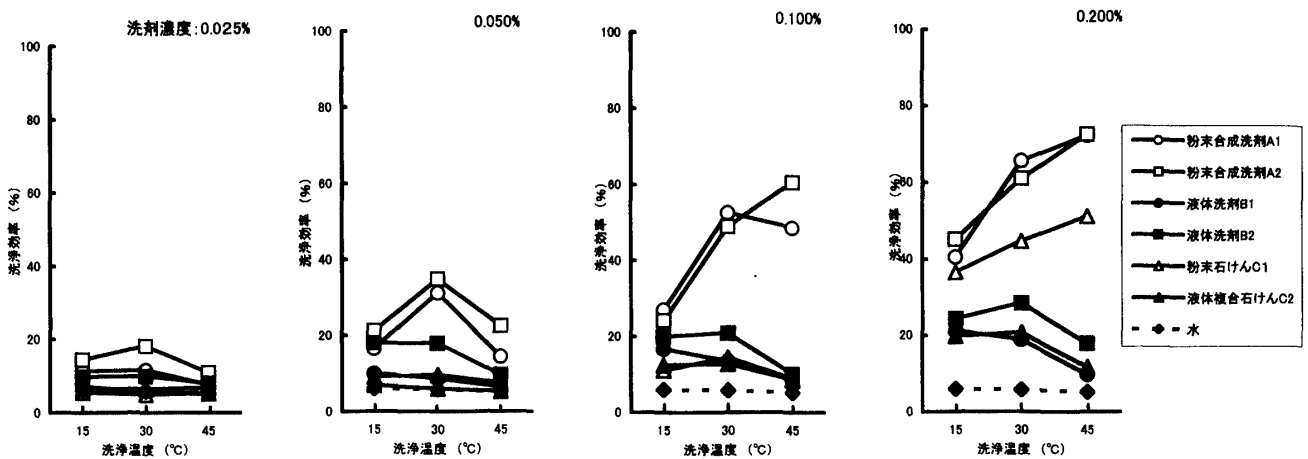


図3. 洗浄効率に及ぼす洗剤濃度と洗浄温度の影響

用水硬度：5°DH，EMPA-116 汚染布。

洗剤とも洗浄効率は低く、温度の影響は殆どみられないが、0.050%以上になると洗剤間の差が明らかになり、粉末合成洗剤A1およびA2は0.100%以上の濃度で、15～30℃の洗浄効率は約35～58%上昇し、かなりの差がみられるが、A1については45℃で低下した。液体洗剤は、各濃度において、洗浄効率がやや低下する傾向がみられた。粉末石けんC1は、濃度0.200%になると洗浄効率は急激に上昇したが、15～30℃の洗浄効率は殆ど差はなく、45℃になると上昇した。

これに対し、図3のEMPA-116汚染布は、粉末合成洗剤では、0.100%以上の濃度になると、湿式汚染布とはほぼ同様の傾向であるが、粉末石けんC1は、温度の上昇とともに洗浄効率も高くなり、湿式汚染布より温度の影響が認められる。液体洗剤は、湿式汚染布と同様に粉末洗剤とは異なり、濃度の影響を殆ど受け

ず、また、温度の上昇とともに洗浄効率は上がらなかった。

図2と3の各汚染布の洗浄効率の積算値を図4に示す。濃度の増大とともに、洗剤間に洗浄効率の差が認められる。0.025%では各洗剤とも洗浄効率は低いが、0.050%以上になると洗剤間の差が明確である。粉末合成洗剤や粉末石けんは、濃度が高くなると温度の影響がみられるが、液体洗剤は各濃度において、45℃で洗浄効率は低下した。これは、主成分である非イオン界面活性剤の曇り点の影響のためかと推察される¹¹⁾。

粉末合成洗剤および石けんは、標準使用量以下の低濃度、15℃位の低温の洗浄では洗浄効率は低いが、標準使用量、30℃で洗浄した場合には、ある程度の洗浄効率が得られており、約30℃で洗濯するのがよいと考えられる。

これに対し液体洗剤は、洗浄温度の影響は殆どみら

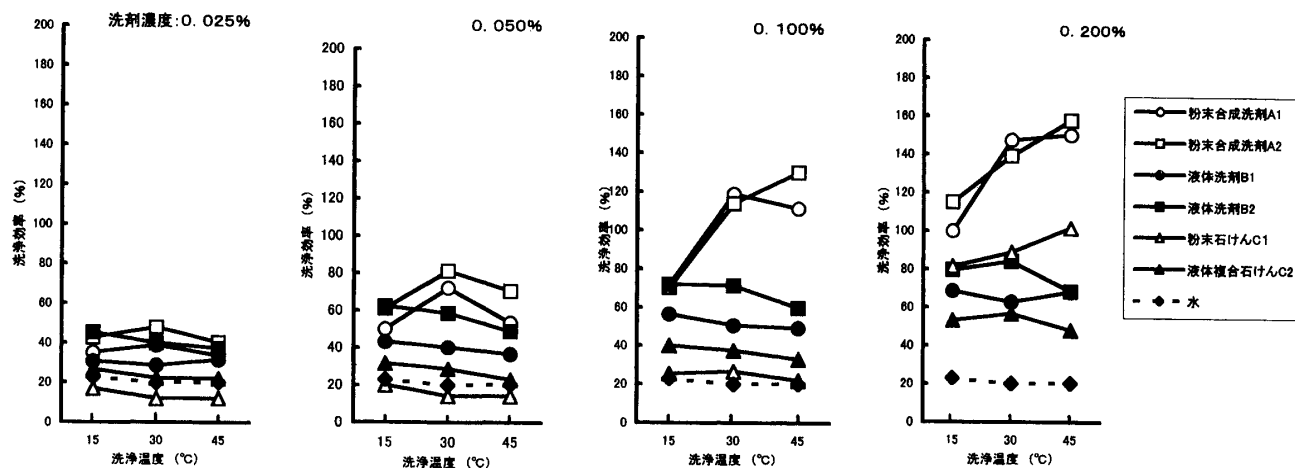


図4. 洗浄効率に及ぼす洗剤濃度と洗浄温度の影響

用水硬度：5°DH，積算値。

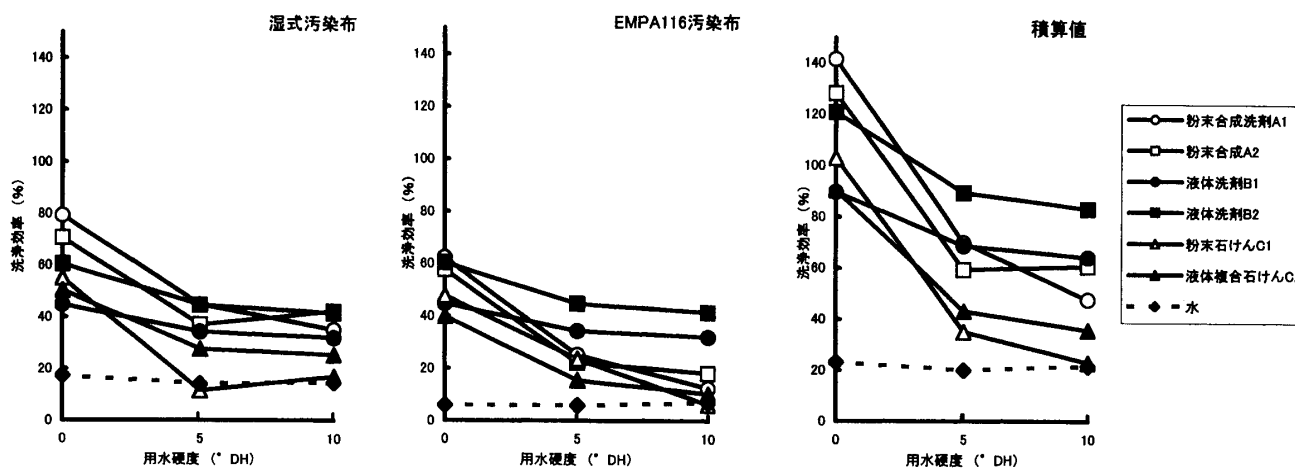


図5. 洗浄効率に及ぼす用水硬度の影響

洗剤濃度：標準使用量，洗浄温度：30℃。

れないので水道水での洗濯でも差し支えないと思われる。

3) 用水硬度の影響

洗剤濃度を各洗剤の標準使用量とし，洗浄温度 30℃，用水硬度を 0，5，10°DH と変化させ，洗浄効率に及ぼす用水硬度の影響を検討した。各汚染布および両汚染布の積算値を図5に示す。

粉末合成洗剤は，湿式汚染布では硬度 5～10°DH では洗浄効率に殆ど差はないが，EMPA-116 汚染布では硬度が高くなると洗浄効率も低下する。液体洗剤は，主成分である非イオン界面活性剤が界面活性剤中の 94～95% を占めているため，合成粉末洗剤に比べ両汚染布ともに硬度の影響を受けにくい。粉末石けん C1，液体複合石けん C2 とともに，硬度 5°DH になると洗浄効率は低下した。

これを積算値でみると，液体洗剤は粉末合成洗剤に

比べ硬度 0～5°DH の洗浄効率の低下は少ないが，いずれの洗剤も，硬度 5°DH で洗浄効率は 32～67% 低下し，明らかに硬度の影響がみられた。しかし，硬度 5～10°DH では，洗浄効率の変化は殆どなく，洗浄効率は低い。

これに対し，標準使用量 25～40 g/30 l の粉末合成洗剤の洗浄効率に及ぼす用水硬度の影響を調べた結果²⁾では，最近の洗剤とは異なり，硬度の影響は殆どみられない。

最近の粉末合成洗剤は，標準使用量の減少に伴い，硬水軟化の目的で配合されているアルミノけい酸塩等の洗浄補助剤も減少している。アルミノけい酸塩は，標準使用量 25 g/30 l 洗剤では 25～30% 配合されている¹²⁾ので，約 6～7.5 g であるのに対して，標準使用量 15 g/30 l 洗剤ではそれよりも減少していると考えられ，さらに炭酸ナトリウムなども減少していると思

衣料用市販洗剤の消費性能

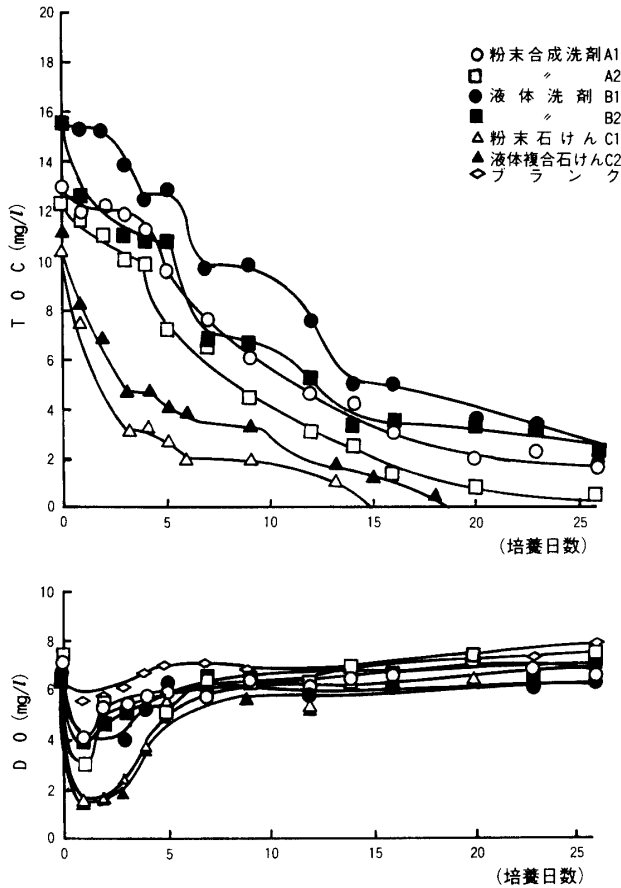


図6. 生分解性
TOC 濃度: 20 mg/l.

われる。このため、用水硬度の影響を受けやすいものと推察される。

大手電気洗濯機メーカーのH社からは、水道水を注水時にイオンチェンジャーを通すことにより、金属イオンを除去し洗剤本来の性能を引き出すということをうたった洗濯機が市販されているが、これは、最近の洗剤に対応するためとも考えられる。

(2) 生分解試験

表1の試料洗剤を用い、界面活性剤濃度 20 mg/l とし、リバー・ダイ・アウエイ法により TOC と DO を測定した。結果を図6に示す。

TOC は、誘導期間がみられるものもあり、減少の速度に相違はあるが、終日の26日では、いずれも 3 mg/l 以下になった。製造会社が同じ粉末洗剤と液体洗剤を比較すると粉末洗剤の方が速く減少した。合成洗剤および石けんともに、液体洗剤は粉末洗剤より消失が遅く、生分解性がやや劣る傾向がみられた。

DO は、いずれの洗剤も同傾向を示し、培養1~2日目で最低値となり、7日目でほぼ回復した。

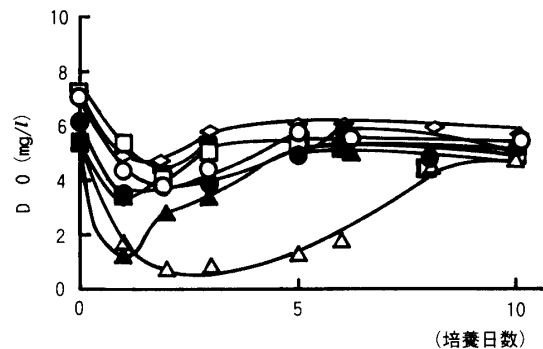
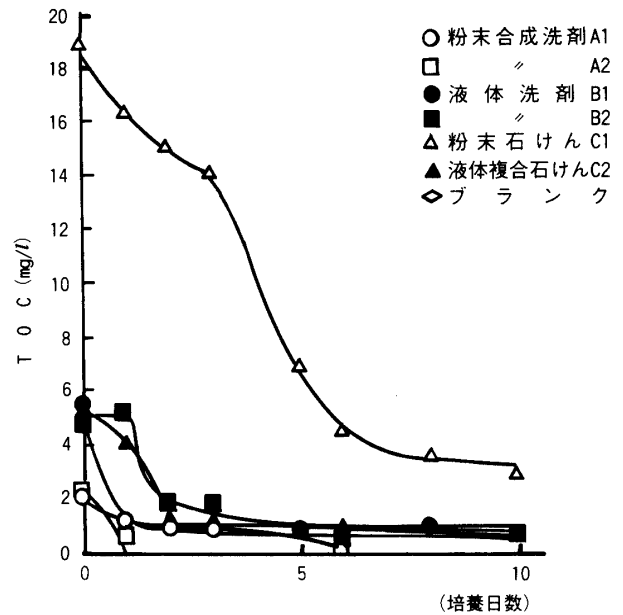


図7. 生分解性
TOC 濃度: 標準使用量 34 倍希釈。

以上、各洗剤の界面活性剤濃度を 20 mg/l とし、各洗剤間の生分解性の傾向を把握したが、次に、標準使用量を同倍率に希釈して生分解試験を試みた。結果を図7に示す。

TOC は、標準使用量、界面活性剤配合率も多い粉末石けん C1 が TOC 濃度約 19 mg/l で最も高く、培養1~4日目で徐々に低下し、5日目までに大幅な減少がみられたが、10日後も他の洗剤は 1 mg/l 以下になったのに対し、なお 3 mg/l 残留していた。液体洗剤は、TOC 初濃度約 5 mg/l から培養2日目で約 2 mg/l 以下に減少した。粉末合成洗剤は、最も速く減少した。

DO は、粉末石けんでは TOC の減少に伴い多量に酸素が消費され、回復は最も遅かった。その他の洗剤はほぼ同じ傾向となり、5日目でほぼ回復した。

以上の結果から、実際の洗濯では界面活性剤量が最も多い粉末石けんが、他の洗剤に比べて有機汚濁負荷量が多いため、水系に及ぼす影響が大きいことが推察された。これに対し、粉末合成洗剤は、使用される洗剤量が少量であり、生分解性に優れた界面活性剤が使用されているためか速やかに分解し、水系への影響も少ないと推察された。液体洗剤は、粉末洗剤よりやや生分解性が劣ることが明らかになった。

4. 結 論

近年市販されている標準使用量 15~20 g/30 l 粉末合成洗剤、液体洗剤各 2 種、および粉末石けん、液体複合石けん各 1 種について、洗浄力試験および生分解試験を行い、それぞれの特性を把握して、その消費性能を総合的に検討した。主な結果は以下のとおりである。

(1) 洗 浄 力

1) 洗浄温度 30℃、用水硬度を 5°DH とし、洗剤濃度を 0.000~0.200% に変えて洗浄したところ、各洗剤とも濃度が増大するにつれて、洗浄効率が高くなり、標準使用量 25~40 g/30 l 洗剤が標準使用量以上では殆ど洗浄効率が增さないのに対して異なる洗浄性がみられた。この傾向は粉末合成洗剤が顕著であった。粉末合成洗剤の方が液体洗剤より洗浄効率が高かった。

2) 用水硬度を 5°DH として、洗剤濃度を 0.025, 0.050, 0.100, 0.200% とし、それぞれの濃度について温度を 15, 30, 45℃ として洗浄した。粉末合成洗剤は濃度・温度が高いほど洗浄効率が高くなり、特に 15℃ と 30℃ との差が大きく、約 35~58% 上昇した。液体洗剤では温度が高くなると洗浄効率がやや低下する傾向がみられた。粉末石けんは 0.100% 以下では各洗剤中で最も洗浄効率が低いが、0.200% では液体洗剤より高くなった。

3) 温度を 30℃、濃度を標準使用量として、用水の硬度を 0, 5, 10°DH で洗浄した。どの洗剤も 0~5°DH では洗浄効率が約 32~67% と著しく低下したが、5~10°DH での低下は僅かで、硬度の影響があまりみられなかった標準使用量 25~40 g/30 l 洗剤とは異なる傾向がみられた。

(2) 生分解性

1) 各洗剤の界面活性剤濃度が 20 mg/l となるよう

にして、リバー・ダイ・アウェイ法によって全有機炭素量、および溶存酸素量を測定し、生分解性を検討したところ、粉末石けんが最も速く分解し、ついで液体複合石けんであった。製造会社が同じ粉末合成洗剤と液体洗剤では、前者の方がやや速く分解した。

2) 実際の洗濯での界面活性剤濃度を考慮し、各洗剤の標準使用量を同倍率に希釈した場合の生分解性を検討したところ、標準使用量と界面活性剤配合率が最も大きい粉末石けんは、10 日の培養でも約 3 mg/l 残留したが、他の洗剤は数日で約 1 mg/l となった。

終わりに、本研究に際し、懇切なご指導を賜りました、東京学芸大学名誉教授岩崎芳枝先生に厚く御礼申し上げます。また、本研究の一部は平成 9 年度及び平成 10 年度洗濯科学協会研究助成金により行われた。

引 用 文 献

- 1) 日本石鹸洗剤工業会：環境年報，**22**，36 (1997)
- 2) 星みゆき，高橋広子，岩崎芳枝：酵素配合濃縮洗剤の洗浄特性，郡山女大紀要，**30**，97-108 (1993)
- 3) 阿部幸子，渡辺洋江，片山倫子：各種市販汚染布による洗剤の洗浄力評価，家政誌，**46**，265-269 (1995)
- 4) 片山倫子，渡辺咲子，宮崎伊津子，小林泰子，阿部幸子：各種市販汚染布による洗剤の洗浄力評価（第 2 報），家政誌，**46**，1173-1177 (1995)
- 5) 山口庸子，齊藤昌子，後藤純子，永山升三：家庭洗濯の低浴比化に伴う洗剤使用量の最適化，油化学，**46**，991-998 (1997)
- 6) 辻美智子，齊藤昌子：日本およびアメリカの市販洗剤の成分と洗浄力，油化学，**46**，1383-1389 (1997)
- 7) 永山升三：衣料用洗剤の洗浄力評価法（Ⅰ）（Ⅱ），繊消誌，**22**，265-273，369-374 (1981)
- 8) 奥村 統，徳山清孝，阪谷武信，鶴田康生：新しい人工汚こう布に関する研究（第 1 報），油化学，**30**，432-441 (1981)
- 9) 岩崎芳枝：カーボンブラックの分散性と汚染性・洗浄性，東京学芸大紀要，**25**，54-60 (1973)
- 10) 水野上与志子，岩崎芳枝，阿部幸子，生野晴美，片山倫子，小林泰子，村上温子：『被服整理学』，建帛社，東京，103 (1988)
- 11) 二瓶美紀，岩崎芳枝：弱アルカリ性合成洗剤の洗浄特性，郡山女大紀要，**33**，91-103 (1997)
- 12) 日本家政学会（編）：『家政シリーズ 17 被服の機能性保持』，朝倉書店，東京，37 (1992)