

洗濯に関する研究 (第5報)

— 非イオン界面活性剤の洗浄力 —

中 村 道 子

江 藤 純 子

I 緒 言

界面活性剤の進歩に伴い、アニオン活性剤の洗浄に加え非イオン活性剤の洗浄剤としての利用は工業的には活発であり、家庭用洗剤としても低起泡性の非イオン系洗剤が次第に市場に出まわる様になった。又一方洗濯機が各家庭に普及し、その使用の際、泡の為の洗濯物の浮き上りとか、排水の際の起泡の処理という事などが問題となって来た現在、低起泡性の非イオン系洗剤の需要は、今後増すものと考えられる。それ故われわれは、家庭用或いは工業用洗剤として市販されている非イオン系洗剤3種を選び、これとゲンブマルセル石鹼との洗浄力の比較を行い、非イオン系洗剤の特性、並びに使用条件を明らかにする目的で、以下の実験を行ったのでそれらについて報告する。

II 実験方法

1. 試 料

試料としては脂肪酸石鹼系洗剤としてA号ゲンブマルセル石鹼（第1工業製薬）、非イオン系洗剤としてサラット（サンスター歯磨）、スコアロール900（花王石鹼）イノゲンSS（第1工業製薬）以上の4種を用いた。

品 名	成 分	外 観
A号ゲンブ マルセル石鹼	植物油主体の 標準石鹼	固 型 (家庭用)
サ ラ ッ ト	非イオン系主剤 合成洗剤	紛 末 (家庭用)
スコアロール 900	ポリオキシエチレン アルキルフェノール	液 体 (工業用)
イノゲンSS	ポリエチレングリコール アルキルアリルエーテル	液 体 (工業用)

2. 汚 染 布

汚染布は洗浄力試験法委員会¹⁾で決定した作成法による標準木綿人工汚染布で連続式人工汚染装置機で汚染したものをを用いた。表面反射率は $26 \pm 2\%$ のもので、洗浄性能の安定したものをを用いた。

3. 洗浄方法

洗浄試験は東洋精機製 Scrub-Ometerを使用した。回転数は43rpm、ゴムボールは ATLAS社の Launder-Ometerと同じ規格のものを1条件につき20個ずつ使用した。洗浄瓶もやはりATLAS社のLaunder-Ometerの洗浄瓶と同じ形状容量のものを使用した。洗液量は100ccとし30分づつの洗浄を行った。

洗浄条件は次の通りである。

温度は $T_1: 20^\circ\text{C}$, $T_2: 30^\circ\text{C}$, $T_3: 40^\circ\text{C}$, $T_4: 45^\circ\text{C}$, $T_5: 50^\circ\text{C}$, $T_6: 60^\circ\text{C}$ の6段階、洗剤濃度は $C_1: 0.01\%$, $C_2: 0.03\%$, $C_3: 0.05\%$, $C_4: 0.08\%$, $C_5: 0.1\%$, $C_6: 0.3\%$ の6段階とし、洗剤は脂肪酸石鹼系洗剤1種、非イオン系洗剤3種を用い、すべての組合せについて4回の繰返しで実験を行った。

何れの場合も洗浄後蒸留水 100ccで2回振りすすぎを行い、自然乾燥し1晩デシケーターの中に置いた後、日立光電反射率計で表面反射率を測定し洗浄効率を算出した。

III 実験結果並びに考察

くり返し4回の洗浄試験を行った結果、並びに分散分析表を第1表から第4表に示す。

a. A号ゲンブマルセル石鹼

分散分析の結果、温度間にも濃度間にも高度の有意差が認められた。マルセル石鹼に於ては濃度、温度の2要因を比較すると本実験で取り上げた水準間では温度の影響が濃度の影響より洗浄力に著しい影響を及ぼす。

第 1 表 A 号 デ ン ブ マ ル セ ル 石 鹼

洗 淨 効 率 原 表

() は平均値

濃度 \ 温度	T ₁ 20°C	T ₂ 30°C	T ₃ 40°C	T ₄ 45°C	T ₅ 50°C	T ₆ 60°C
C ₁ 0.01%	19.4 19.4 (18.3) 16.5 17.8	21.8 30.5 (26.0) 22.8 29.0	29.4 30.6 (30.9) 32.1 31.6	37.7 42.0 (35.2) 32.7 28.3	47.3 45.9 (45.1) 48.8 38.4	42.4 42.9 (42.8) 41.2 44.5
C ₂ 0.03%	29.3 28.1 (28.4) 26.3 29.8	33.0 36.9 (35.1) 35.4 35.1	46.8 37.2 (41.8) 42.7 40.6	49.9 43.8 (46.4) 46.9 44.9	49.6 56.7 (50.7) 53.1 43.4	59.5 51.4 (57.4) 56.4 62.3
C ₃ 0.05%	43.4 35.2 (38.3) 38.1 36.5	40.6 42.5 (41.5) 44.0 39.0	50.8 51.9 (49.5) 49.3 45.9	50.8 50.8 (52.7) 52.7 56.5	54.9 51.7 (53.8) 53.3 55.3	61.3 57.9 (58.5) 56.6 58.3
C ₄ 0.08%	43.8 42.0 (42.5) 47.5 36.6	47.4 50.4 (48.6) 47.0 39.6	47.5 49.7 (49.7) 53.0 48.4	58.0 44.0 (50.3) 52.6 46.7	47.4 49.8 (48.6) 48.1 48.9	46.6 44.9 (48.9) 52.3 51.6
C ₅ 0.1 %	36.3 36.0 (38.7) 44.4 38.1	43.8 40.4 (42.8) 46.3 40.8	46.3 51.3 (47.5) 49.7 42.5	44.2 48.5 (47.3) 48.9 47.6	47.4 50.0 (49.3) 49.5 50.4	49.0 53.2 (50.6) 50.9 49.2
C ₆ 0.3 %	33.1 39.7 (34.9) 31.9 34.9	46.9 48.9 (45.9) 44.0 43.7	42.4 41.6 (42.3) 42.3 43.0	49.9 46.1 (47.2) 46.5 46.4	46.0 42.6 (45.0) 44.6 46.9	47.3 46.6 (46.9) 45.6 48.0

分 散 分 析 表

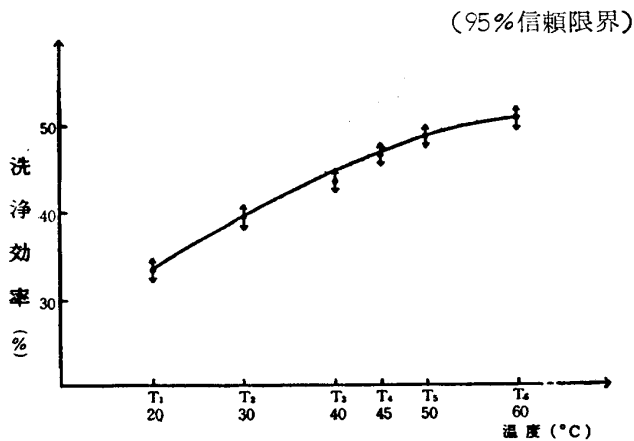
要 因	変 動	∅	不偏分散	分 散 比	
濃 度 間	S _c	3923.11	5	784.62	73.71
温 度 間	S _T	4925.81	5	985.16	92.55
交 互 作 用	S _{C×T}	1538.48	25	61.54	5.78
級 間	S _{CT}	10387.40	35		
誤 差	S _E	1149.53	108	10.64	
全 変 動	S _O	11536.93	143		

※ ※ Significant at 1% Level

F₁₀₀⁵ 0.05.....2.30
0.01.....3.20

F₁₀₀²⁴ 0.05.....1.63
0.01.....1.98

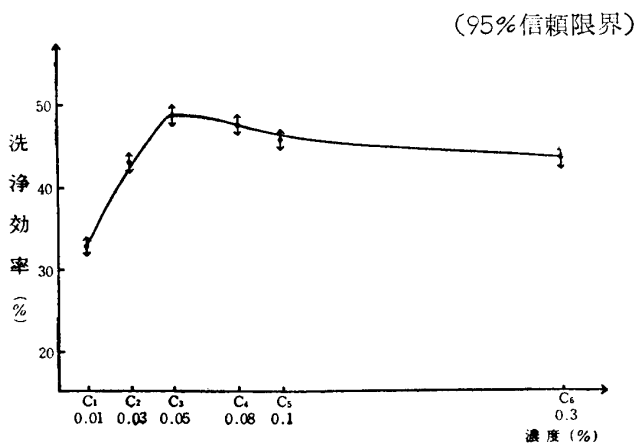
第1図 温度と洗浄力の関係（マルセル石鹼）



温度と洗浄力の関係を図示すると第1図の如くである。尚図中の矢印は、洗浄効率95%の信頼限界を示す。以下図中の矢印は同様の事を意味する。

温度の主効果について差を検定したところ $T_6 > T_5 > T_4 \gg T_3 \gg T_2 \gg T_1$ となり、温度が上昇するにつれて洗浄力が高くなる事が認められる。

第2図 洗剤濃度と洗浄力の関係（マルセル石鹼）



次に濃度と洗浄力の関係を図示すると第2図の如くである。洗剤濃度0.05%, 0.08%あたりで最も洗浄力が高くあらわれ、それより低濃度になると著しく洗浄力が低下する。又一方高濃度になるにつれて洗浄効果が低下して行く事が観察される。

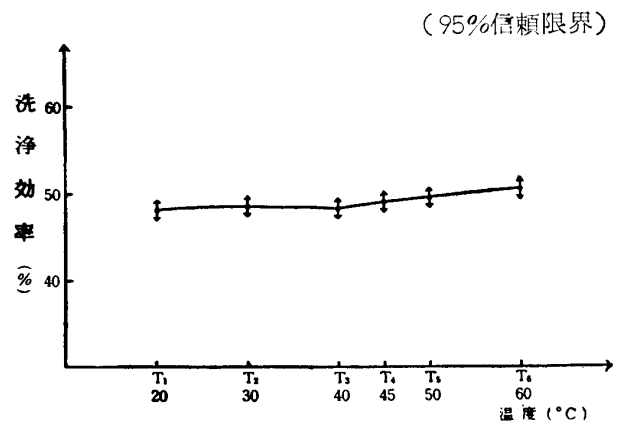
又第1表に示されている温度と濃度の相互作用における洗浄効率の平均値をみると、20°C, 30°C, 40°Cでは洗浄効率の極大値をとる濃度が0.08%辺にみられるが、温度上昇に従って洗浄効率の極大値をとる濃度が0.05%に向ってずれる事が認められる。この事は従来考えられている様に洗浄効率極大濃度が洗剤濃度の *c. m. c* と最も相関大と考えるならば、温度上昇に伴う *c. m. c* の濃度が僅かながら増大するから当然温度上昇に伴い洗浄効率極大濃度が高濃度へ移行するはずである。しかし一方温

度と洗剤の起泡力との関係を見ると、Launder-Ometer 洗浄の場合、マルセル石鹼においては20°C, 30°Cでは0.1%あたりで起泡による洗浄力の障害があらわれ40°C以上では0.08%あたりで起泡による洗浄力の障害があらわれはじめるのでこのあたりに温度上昇に伴う洗浄効率極大濃度の低濃度側に移行する原因があるのではないかと考えられる。

b サラット

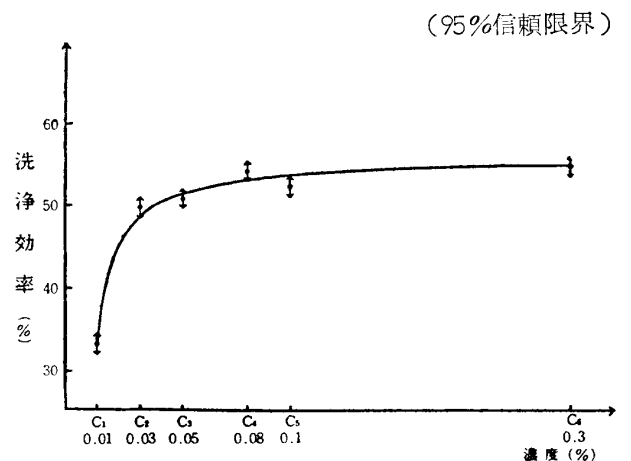
分散分析の結果は第2表の如くである。濃度間にも温度間にも1%水準で有意差が認められたが濃度の影響に比べて温度の影響は非常に小さくあらわれた。

第3図 温度と洗浄力の関係（サラット）



温度と洗浄力の関係を図示すると第3図の如くである。温度の主効果について差を検定したところ T_6 と T_1 の間に1%水準で、 T_6 と T_2 , T_5 と T_1 の間に5%水準でそれぞれ有意差が認められたが概して温度の影響は少なかった。又20°Cに於ける洗浄でも洗浄力の低下が殆んどみられないのはこの洗剤の大きな特徴で洗濯機用洗剤としては非常に望ましい性質と考えられる。

第4図 洗剤濃度と洗浄力の関係（サラット）



次に濃度と洗浄力の関係を図示すると第4図の如くである。濃度の主効果について差を検定したところ $C_6 \sim C_4$

第 2 表 サ ラ ッ ト

洗 浄 効 率 原 表

() は平均値

温度 濃度	T ₁ 20°C	T ₂ 30°C	T ₃ 40°C	T ₄ 45°C	T ₅ 50°C	T ₆ 60°C
C ₁ 0.01%	26.9 27.7 (27.9) 30.9 26.0	31.8 24.8 (28.8) 29.8 28.6	31.9 32.8 (31.6) 27.5 34.1	31.6 31.5 (33.0) 34.4 34.3	35.1 34.5 (36.4) 36.8 39.1	39.9 43.5 (42.4) 41.2 44.9
C ₂ 0.03%	44.9 51.9 (48.6) 48.0 49.7	55.7 48.9 (52.0) 51.8 51.6	50.3 48.8 (49.3) 50.6 47.3	48.9 53.6 (50.2) 45.4 53.0	52.6 45.8 (49.0) 49.6 47.8	49.8 50.3 (49.3) 47.9 49.3
C ₃ 0.05%	46.0 53.4 (50.6) 52.3 50.8	50.5 52.2 (51.2) 50.5 51.7	52.8 49.9 (48.6) 43.6 48.1	50.8 52.7 (50.9) 52.1 48.1	51.1 51.5 (51.4) 51.2 51.9	50.0 52.0 (52.5) 51.3 56.6
C ₄ 0.08%	51.5 57.3 (53.6) 54.5 51.0	57.0 53.0 (54.8) 57.0 52.1	55.9 52.6 (52.5) 49.7 51.9	51.1 56.7 (53.6) 51.3 55.3	55.8 53.4 (55.2) 59.6 52.1	50.4 52.1 (55.3) 59.6 59.0
C ₅ 0.1 %	53.3 56.3 (54.4) 54.5 53.4	52.6 53.8 (51.9) 50.6 50.6	52.4 51.8 (51.9) 47.7 55.5	53.5 51.3 (51.2) 50.8 49.3	53.9 53.4 (52.2) 50.8 50.6	53.8 54.2 (53.1) 50.0 54.4
C ₆ 0.3 %	53.5 55.6 (54.4) 54.0 54.5	60.8 53.4 (54.4) 53.2 50.3	56.5 60.2 (57.2) 57.9 54.2	60.2 60.3 (57.4) 57.3 51.8	55.2 56.3 (55.0) 54.1 54.3	50.0 50.9 (51.4) 54.0 50.6

分 散 分 析 表

要 因			変 動		∅	不偏分散	分 散 比		
濃 度 間		S _c	7768.33	5		1553.67	219.09	※	※
温 度 間		S _T	104.44	5		20.89	3.94	※	※
交 互 作 用		S _{c×T}	686.60	25		27.46	3.87	※	※
級 間		S _{Gr}	8559.37	35					
誤 差		S _E	765.87	108		7.09			
全 変 動		S _o	9325.24	143					

>C₅>C₃~C₂≥C₁となった。ゲンブマルセル石鹼は従来の実験結果からみて、アニオン系洗剤の中では上位の

洗浄力を示す洗剤であるがサラットは0.03%でマルセル石鹼の洗浄力の最高値に近い洗浄力を示した。

c スコアロール 900

第 3 表 スコアロール 900

洗 浄 効 率 原 表

() は平均値

濃度 \ 温度	T ₁ 20°C	T ₂ 30°C	T ₃ 40°C	T ₄ 45°C	T ₅ 50°C	T ₆ 60°C
C ₁ 0.01%	14.2 15.4 (14.0) 13.4 12.8	15.6 23.2 (21.8) 29.2 19.0	16.7 16.7 (17.5) 15.8 20.6	21.3 24.1 (21.4) 19.7 20.6	22.3 21.0 (20.4) 19.8 18.4	19.8 24.7 (21.1) 20.0 19.7
C ₂ 0.03%	34.7 35.0 (33.9) 32.9 33.0	41.5 41.6 (38.5) 41.1 29.6	38.5 35.1 (38.6) 41.3 39.6	44.2 45.9 (43.5) 43.7 40.1	43.1 47.8 (41.9) 37.6 39.0	35.1 34.5 (34.7) 33.1 36.2
C ₃ 0.05%	38.4 40.8 (36.8) 35.5 32.4	36.9 47.9 (40.7) 47.0 31.1	43.8 46.2 (42.9) 40.7 40.9	47.7 47.6 (46.3) 46.6 43.4	44.2 47.5 (44.4) 43.9 41.9	43.6 44.1 (42.8) 42.6 40.8
C ₄ 0.08%	38.5 37.7 (38.0) 36.0 39.7	49.2 48.0 (48.5) 52.8 44.1	50.6 45.1 (49.0) 49.2 51.2	56.2 56.2 (52.5) 49.6 47.9	55.0 53.8 (53.9) 54.5 52.4	50.9 53.9 (52.4) 54.4 50.3
C ₅ 0.1 %	39.5 41.5 (40.1) 36.4 43.1	51.8 45.5 (51.2) 54.7 52.7	53.7 53.7 (53.5) 55.7 50.7	58.2 56.8 (55.6) 52.6 54.6	48.7 49.9 (50.9) 55.9 49.2	55.1 55.0 (52.8) 50.0 50.9
C ₆ 0.3 %	47.4 46.9 (45.5) 46.6 40.9	55.3 56.6 (54.4) 53.1 52.7	54.3 50.7 (52.2) 52.1 51.8	61.1 51.4 (56.8) 56.7 58.1	57.1 49.7 (53.2) 56.9 49.0	58.4 55.3 (58.1) 62.8 56.0

分 散 分 析 表

要 因	変 動	∅	不偏分散	分 散 比	
濃 度 間	S _c	18717.39	5	3743.48	357.93
温 度 間	S _T	1839.48	5	367.90	35.17
交 互 作 用	S _{C×T}	515.69	25	20.64	1.97
級 間	S _{CT}	21072.56	35		
誤 差	S _E	1129.52	108	10.46	
全 変 動	S _O	22202.08	143		

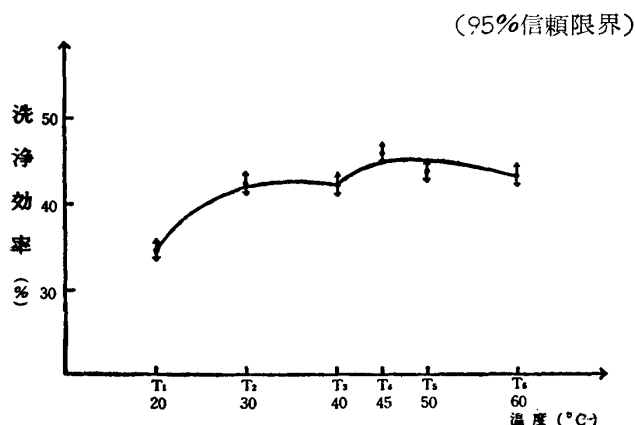
※ ※ Significant at 1% Level ※ Significant at 5% Level

F₁₀₀⁵ 0.05.....2.30
0.01.....3.20

F₁₀₀²⁴ 0.05.....1.63
0.01.....1.98

濃度間にも温度間にも1%水準で有意差が認められたがサラットと同じく濃度の影響に比べて温度の影響は小さくあらわれた。

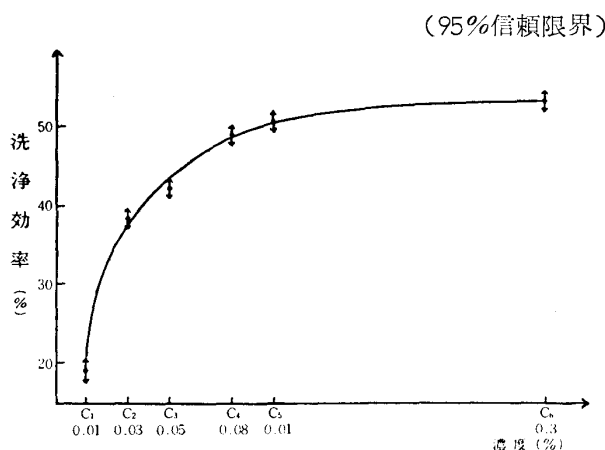
第5図 温度と洗浄力の関係(スコアロール900)



温度と洗浄力の関係を図示すると第5図の如くである。温度の主効果について差を検定したところ

$T_4 > T_5 \approx T_6 \approx T_2 \approx T_3 > T_1$ となり、20°Cではあまり洗浄力は高くないが、30°C、40°C、50°C、60°Cとの差はあまりみられない。

第6図 洗剤濃度と洗浄力の関係(スコアロール 900)



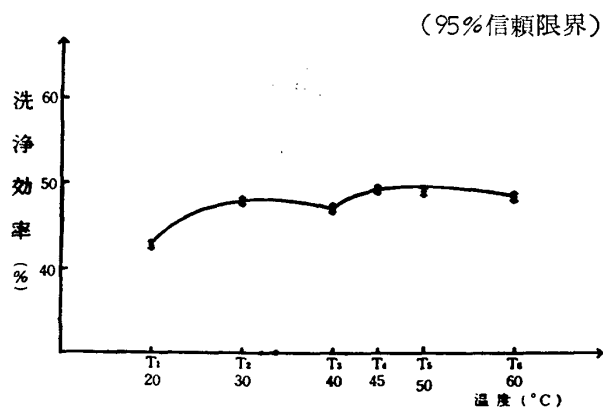
次に濃度と洗浄力の関係を図示すると第6図の如くである。温度の主効果について差を検定したところ $C_6 > C_5 \approx C_4 > C_3 > C_2 > C_1$ となり0.01%、0.03%、0.05%、0.08%と濃度が高くなるにつれて洗浄力は上昇する。

d ノイゲンSS

分散分析の結果は第4表の如くである。濃度間にも温度間にも1%水準で有意差が認められたがサラット、スコアロール 900と同じく濃度の影響に比べ温度の影響は非常に小さくあらわれた。

温度と洗浄力の関係を図示すると第7図の如くである

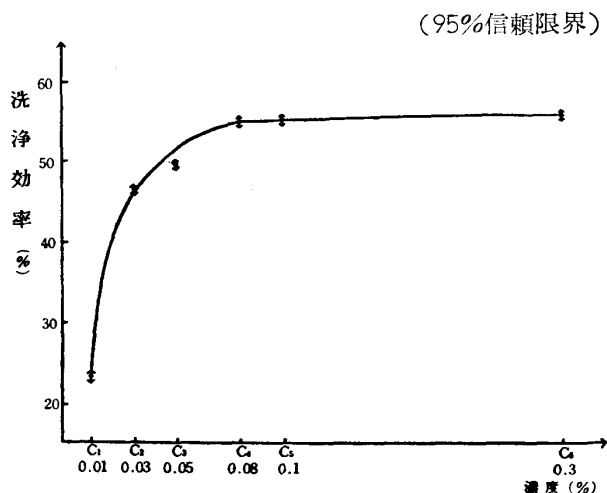
第7図 温度と洗浄力の関係(ノイゲンSS)



温度の主効果について差を検定すると $T_4 \approx T_5 \approx T_6 > T_2 > T_3 > T_1$ となり60°C、50°C、45°Cは殆んど効果が等しくあらわれた。

又30°Cと40°Cの間には5%水準で有意差が認められ30°Cの方が洗浄力が高くあらわれた。この様に20°Cから30°Cにかけて洗浄力の上昇がみられ、40°Cで低下し、又45°Cで洗浄力の上昇がみられるのは本実験に使用した非イオン系洗剤の一般的傾向でサラット、スコアロール900、ノイゲンSS 何れの場合も30°Cに比べ40°Cで洗浄力の低下がみられた。この様に40°Cで洗浄力の低下がみられたのは曇点の影響ではないかと考えられる。サラットでは曇点測定は行えなかったがスコアロール900、ノイゲンSSについて曇点測定を行ってみたところスコアロール900の濃度0.03%から0.3%の範囲では曇点は35°C~40°Cであり、ノイゲンSSの曇点は35°C~43°Cであった。従来曇点の影響をうける現象は浸透性、起泡性であると言われているが、洗浄力にも或る程度影響を及ぼすのではないかとと思われる。

第8図 洗剤濃度と洗浄力の関係(ノイゲンSS)



次に濃度と洗浄力の関係を図示すると第8図の如くで

第 4 表 ノ イ ゲ ン S S

洗 浄 効 率 原 表

() は平均値

濃度 \ 温度	T ₁ 20°C	T ₂ 30°C	T ₃ 40°C	T ₄ 45°C	T ₅ 50°C	T ₆ 60°C
C ₁ 0.01%	15.1 20.9 (21.8) 26.6 24.6	27.6 26.2 (25.0) 23.8 22.3	27.7 21.9 (24.3) 23.5 24.2	22.5 26.2 (23.7) 23.3 22.9	25.0 26.8 (25.1) 22.0 26.5	26.9 26.0 (25.3) 22.9 25.4
C ₂ 0.03%	20.9 41.2 (35.7) 42.6 37.9	54.4 51.4 (51.7) 47.9 53.2	47.7 50.1 (45.9) 42.8 43.0	48.4 53.6 (50.4) 45.7 53.8	52.2 46.8 (48.5) 47.4 47.7	45.8 48.9 (46.7) 46.5 45.5
C ₃ 0.05%	48.6 47.6 (46.6) 44.1 46.1	52.7 43.8 (47.3) 44.8 47.8	50.6 45.6 (47.8) 46.1 48.8	52.4 53.7 (51.9) 52.5 48.8	55.1 54.3 (53.4) 47.7 56.5	49.8 52.9 (50.0) 44.8 52.6
C ₄ 0.08%	49.0 47.6 (48.5) 49.2 48.0	56.9 56.8 (55.5) 55.0 53.3	60.5 55.7 (57.5) 55.4 58.2	58.1 56.6 (56.6) 56.1 55.5	51.6 55.6 (53.8) 54.3 53.8	54.4 57.8 (56.6) 58.7 55.3
C ₅ 0.1 %	56.7 54.6 (52.4) 49.5 48.6	56.4 53.6 (53.7) 50.4 54.2	54.5 54.6 (54.4) 52.3 56.3	59.4 61.6 (57.2) 49.6 58.1	55.7 51.6 (55.6) 58.7 56.5	56.5 55.9 (55.7) 55.8 54.6
C ₆ 0.3 %	51.1 52.4 (49.9) 51.0 44.9	56.0 53.8 (53.5) 52.5 51.5	54.2 47.3 (51.7) 52.9 52.3	58.1 52.9 (55.4) 54.0 56.5	57.4 55.8 (58.6) 60.6 60.1	56.5 57.7 (57.9) 57.7 59.7

分 散 分 析 表

要 因			変 動		∅	不偏分散	分 散 比	
濃 度 間	S _c	16906.51	5			3381.30	2069.97	※ ※
温 度 間	S _T	745.63	5			149.13	91.29	※ ※
交 互 作 用	S _{C×T}	574.67	25			22.99	14.07	※ ※
級 間 誤 差	S _{C_T}	18226.81	35					
	S _E	176.42	108			1.63		
全 変 動			S _O	18403.23	143			

ある。洗剤濃度の主効果について差を検定したところ $C_5 \approx C_4 \approx C_6 \gg C_3 \gg C_2 \gg C_1$ となり 0.08%, 0.1%, 0.3% に於てはほぼ効果が等しくあらわれた。一般に非イオン系洗剤は濃度 0.08% が使用量の最高で 0.03% 位から相当高い洗浄力を示すと考えられる。

IV 総 括

非イオン系洗剤を家庭用洗濯に用いる場合の使用条件を明らかにする目的でアニオン系洗剤 1 種, 非イオン系洗剤 3 種を用い温度 6 段階 (20°C, 30°C, 40°C, 45°C, 50°C, 60°C), 濃度 6 段階 (0.01%, 0.03%, 0.05%, 0.08%, 0.1%, 0.3%) の各条件について実験を行った結果次の結論を得た。

- (1) 非イオン系洗剤の洗浄性は一般に良好であった。
- (2) 洗浄温度について……温度効果は脂肪酸石鹼系に於て著しく, 非イオン系洗剤はあまり温度の影響を受け

ない。しかし本実験に用いた非イオン系洗剤の一般的傾向として僅かではあるが 40°C あたりで洗浄力の低下がみられた。サラットは 20°C でも殆んど洗浄力の低下はみられないので, 電気洗濯機用洗剤としては望ましいと考えられる。

(3) 洗剤濃度について……非イオン系洗剤では洗剤濃度 0.03% から 0.08% での使用がのぞましい。又脂肪酸石鹼系洗剤は低温度での洗浄力は低いが温度さえ適正であれば, 低濃度でも洗浄力は高い。

本研究を行うに当り御助言を賜わったお茶の水女子大学教授矢部章彦博士に厚く感謝の意を表する。

文 献

- 1) 日本油脂化学協会, 洗浄力試験法委員会合同実験報告書: 181 (1956)
- 2) 日本化学会編: 実験化学講座, 7 (1956)
- 3) 中村・田口: 家政学雑誌 10, 1 (1956)