

# イオン性界面活性剤へのビルダーの作用について

松島 正太

これまで、洗剤としてのイオン性界面活性剤への添加物(ビルダー)は、洗剤の布への吸着を強めて洗濯の効果を向上させるとの考え方が支配的であった。しかし、この考え方は最近、洗濯力そのものに対する研究と、ビルダーの作用機構に関する研究との2方面からの開明が進むにつれて、大幅に改められるきざしが見えてきた。それらの研究の経過と、それによってもたらされるビルダーの作用に関する新しい見解を、以下に述べようと思う。

## 1. 洗剤とビルダー

古くから知られている石鹼は普通、牛脂、ヤシ油などの鹼化により得られる炭素数 12~18 の脂肪酸のナトリウム、カリウム塩で、今でも工業用洗剤としての位置は牢固としている<sup>1)</sup>。その主たる理由は安価で洗浄力が大きいからであるが、石鹼には加水分解をすると脂肪酸を生じ、さらに洗液中の Ca イオンと反応して不溶性のカルシウム石鹼となり、その両者から布への付着力の強い酸性石鹼ができるなどという欠点がある。このため石鹼の洗剤としての性質を向上させるために、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、セスキ炭酸ナトリウムなどの添加が行なわれてきた<sup>2)</sup>。それは、それら添加物のアルカリ性によって石鹼からの脂肪酸の解離を抑え、同時にナトリウムの共通イオンの働きにより、石鹼自身の解離を小さくし、結果としてカルシウム石鹼、酸性石鹼などの生成を減少させ、石鹼の性質の向上をはかるといふねらいのものであった。ところで、石鹼にはすすぎ性の悪さと酸化臭のふんい気に対する弱さというもう一つの欠点があるが、それはそのような添加物によっては改良されなかったもので、石鹼を使用する洗濯はすすぎの回数を多く要し、もし少なくすれば悪臭や変色を伴うという弊害があった。それだけに家庭での大きなものの洗濯というのは困難を伴う作業であった。

石鹼のもつそのような欠点は、その化学的構造と製造原料とからくる必然的なものである。それを改良するためには、原料を別に選ぶか、構造を変えるかの二つの方法が考えられるが、現在までの大勢は後者、すなわち構造の異なるものの合成という方向に向かってきている。とはいえ、その合成化合物が洗剤として有用であるためには、おのずから変形にも限界がある。よく知られている、1分子中に親水基と疎水基を持たねばならないということである。

1920年から30年にかけて合成された各種の界面活性剤はもちろんその条件を満たしていた。そして、それらは石鹼と異なり、主として強酸の塩だったので、硬水中でも浮きかす(scum)を作らず、また耐酸化性も強かったので、それらの合成界面活性剤には石鹼のような欠点がないわけだから、洗濯をより簡単で、より効果的な作

業にするだろうと予想された。しかし、実験の結果はまったく逆で、合成界面活性剤の洗濯力は、石鹼にはるかに及ばなかった<sup>3)</sup>。

もちろん、石鹼に対して効果のあったアルカリ性物質 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaHCO<sub>3</sub> などの添加が早速試みられたが、多少の効果はあれ、大幅な性能改善は見られなかった。それで洗剤としてすぐれたものとするべく、多くの添加物の効果が検討された結果、1930年代後半に入ってから、縮合磷酸と、カルボキシメチルセルロース(CMC)の添加が合成洗剤の洗濯力を著しく増進(Build up)することが発見された<sup>3),4)</sup>。

今日ではほとんどすべての合成洗剤は、それらのビルダーを含み、石鹼に劣らぬ洗濯力をもつようになり、その上硬水中でもカルシウム石鹼を作らず、すすぎやすいという利点もあるので、家庭用洗剤として多量に使用されるようになった。欧米では石鹼のほぼ3~5倍が、またわが国では、ほぼ等量が消費されている<sup>5)</sup>。

しかしながら、それらのビルダーの作用に関してはまだ定説がなく、単なる増量剤との区別も明確にはされていないのが現状である<sup>1)</sup>。それは洗浄過程に対する界面活性剤の作用が明らかにされていないということも一半の原因となっていると思われるが、さらに大きな原因は活性剤の用途を問わずに添加物をすべてビルダーと呼んでいる<sup>2)</sup>ためではなからうか。

したがってここでは、ビルダーを洗剤としての界面活性剤への添加物という意味

第 1 表

アニオン 活性剤	$C_{11}H_{23}COO Na$ $C_{12}H_{25}OSO_3Na$ $C_{12}H_{25}-\text{C}_6\text{H}_4-SO_3Na$
	$[C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_3]Cl^-$ $C_{12}H_{25}NH_3Cl$ $[C_{12}H_{25}N^+(\text{C}_6\text{H}_4)]Br^-$
カチオン 活性剤	
イオン性 界面活性剤	$[C_{12}H_{25}N^+(CH_2COOH)_3]Cl^-$ $[C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2-CH_2COOH]Cl^-$ $[C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2-CH_2COOH]Cl^-$ $[C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2-CH_2COOH]Cl^-$
両性 活性剤	$[C_{12}H_{25}N^+(CH_2COOH)_3]Cl^-$ $[C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2-CH_2COOH]Cl^-$ $[C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2-CH_2COOH]Cl^-$ $[C_{12}H_{25}N^+(CH_3)_2-CH_2COOH]Cl^-$

に限定しておいてから、ビルダーの作用について検討をすすめることにする。なおイオン性界面活性剤といっても、第1

表<sup>2)</sup>にかかげるように、イオンの正負によって、陰・陽・両性の三つに細分されるが、これからの議論は陰イオン

のものに限定する。なぜならば、陽性・両性の活性剤は洗剤として単独に使用されることはほとんどないからである。

また、非イオン性界面活性剤は今後洗剤として大きな比重を占めると思われるが、資料がととのっていないので言及しない。しかし、結果的に見ると、ビルダーの作用は変わらないのではないかとと思われる。

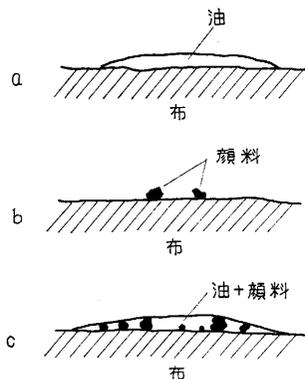
2. 洗浄効果への要因

洗浄がいかなる場合に要求されるかは、なんら複雑な推理をするまでもなく了解できることである。現実の問題としてその必要の起こるのはつぎの二つの場合が大部分である。

- a) 油のついた平面の洗浄
- b) よごれた布の洗浄

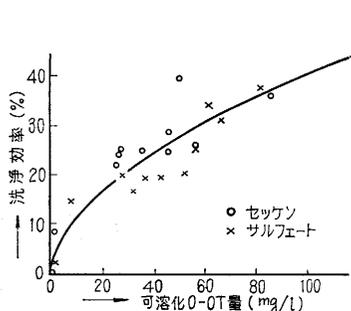
この a, b 二つの場合をくらべて見ると、aの方がより簡単にちがいないと見当がつくが、事実油性よごれをもった容器の洗浄の方では、自動皿洗器の設計は別にして、洗剤としての特別の問題は起こっていない<sup>6)</sup>。それは布の洗浄よりも苛酷な条件で処理できるためでもあるが、それよりも大きな要因として、被洗浄物の表面が単調であるということがものをいっているようである。それで、考えられる a, b 二つの対象のうち、これからは、bの方について重点的に検討してゆくことにしよう。

布をよごす典型的な物質は、有色微粒顔料と油状物質である。それらのよごれと布との関係を W. Kling にしたがって図示すると、第1図のようになる<sup>6)</sup>。aは油状物質だけの付着、bは顔料だけ、cは両者の共存するもとも一般的なよごれの模型である。

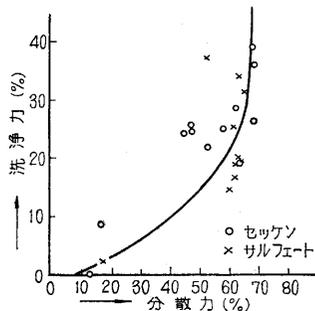


第1図 よごれの模型

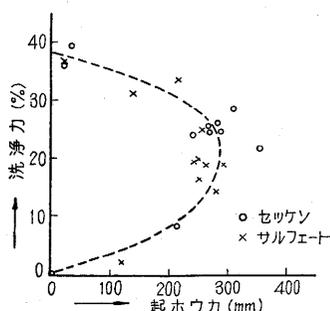
模型 a の洗浄に類するものとしては、ガラス板上の油皮膜の除去に関して Ginn, Harris ら<sup>7)</sup>が、可溶化力が



第2図 洗浄力と可溶化能との関係



第3図 洗浄力と分散力との関係



第4図 洗浄力と起ホウ力との関係

直接関係すると結論している。模型 b の洗浄に関しては Spring<sup>8)</sup> が石鹼の分散力が洗浄効果を決定するという結果を出している。模型 c の油と顔料の共存しているよごれの除去について、林<sup>9)</sup>は石鹼、アルキル硫酸ナトリウムを洗剤として、洗浄力と他の界面活性因子との関係を研究した。そして、分散能と可溶化能が、第2, 3図に示すように強い相関をもつが、その他の界面活性因子は弱い相関しか持たないことを見出している。第4図には、その他の界面活性因子の代表として、乳化力をえらんで、その洗浄力との関係を示してある。

以上の三つの結論から c は a と b の加え合せにすぎないということが自然と導かれるが、その結論を支持する実験としては、Utermohlen<sup>10)</sup>の模型 c の洗濯では、油と顔料の除去され具合は等しくないという実験結果がある。しかし、一方において、Rees<sup>11)</sup>は油のない微粒炭素でのよごれは、むしろ除去しにくいという、油と顔料との除去機構の重複を暗示する結論を得ている。

このように、洗浄への要因はおよそ明らかになったがまだ、洗浄過程そのものまでは明らかにされていない。それで、洗浄過程での洗剤の役割に関しては、今までは活性剤の布またはよごれに対する吸着の重要性が強調されていて、ビルダーの作用も界面活性剤の布への吸着に対する効果ということで説明しようとされていた<sup>2), 12)</sup>。しかし、それでは、不都合が起こることが、おいおいわかってきた。

3. ビルダーの作用

洗剤に対するビルダーの働きといえば、洗剤の洗浄力への寄与に決まっているから、洗浄力の測定法が確定しなければ、ビルダーの能力を判定することはできない。ビルダーの作用を検討しはじめるにあたって、洗浄力試験法として現在広く利用されている2方法について説明しよう。

(1) 洗浄力試験法

1) 汚垢保持能試験<sup>13)</sup> いったん布から離れたよごれの布への再付着を、その洗剤がどれだけ防止するかを試験するのに適している。カーボンブラックを含む人工汚浴中で白布を洗い、汚染の度合を光学的に測定して洗剤

の污垢保持能 (Schmutztragevermögen) を判定する. 計算は次式による.

$$S.T.V \% = \frac{R_b - R_w}{R_0 - R_w} \times 100$$

$R_0$ : 白布の反射

$R_b$ : 活性剤を含む汚浴で洗った後の反射

$R_w$ : " 含まぬ "

2) 洗濯力試験<sup>14)</sup> 洗濯の全行程の効果を測定するのに適している. 人工的にカーボンブラック・油脂・真空掃除器で集めたほりの一部などの混合物で汚した試験布を洗濯し, 洗濯前後の反射光量を測定し, 次式で洗濯力 (Washkraft) を算出する.

$$W.K \% = \frac{R_w - R_s}{R_0 - R_s} \times 100$$

$R_0$ : 白布の反射

$R_s$ : 人工汚布の洗濯前の反射

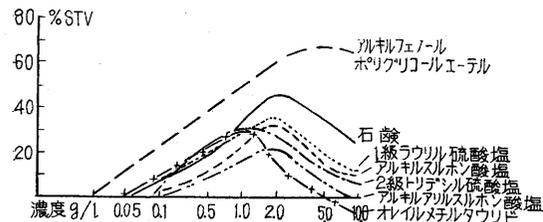
$R_w$ : " 後 "

(2) 各種洗剤の STV に及ぼす添加物の影響<sup>15)</sup>

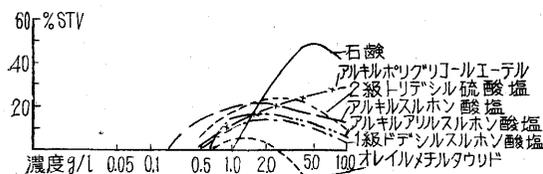
Stüpel は一般にビルダーと考えられている無機塩類, 縮合磷酸塩類, CMC を代表的合成洗剤に添加して STV への影響を調べている. その結果によると, CMC だけが有効で他の塩類はさしたる効果を与えていない.

実験は蒸留水—煤 (28 m $\mu$ )—洗剤—添加剤を適宜加えた 95°C の人工汚浴中で 60 分間木綿白布を洗い, 20~40°C の蒸留水ですすぎ, 乾燥後反射率を求めて STV を出している.

第 5 図に, 各種洗剤の STV の濃度依存性を示す. 濃度は横軸に対数的に目盛っている. 第 6 図にはそれへの Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 g/l 添加の効果を示す. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> は合成洗剤に製法の関係から副産物として混入している最も一般的な中性塩で, 普通ビルダーとされているが, 洗濯液の污垢保持能にはむしろ有害であることがわかる. これは最近, 新しい芒硝を副生成しないスルホン化技術が考慮さ



第 5 図 各種洗剤の STV の濃度依存性

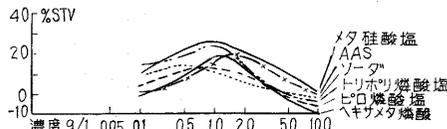


第 6 図 各種洗剤の STV に対する Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 g/l 添加の影響

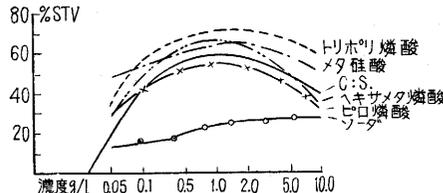
れは始めていることに呼応しているように思う. なお石鹼としては, つぎの組成の中性塩を使用した. アルキッド脂肪酸 Na; 33.3%, ココナット脂肪酸 Na; 33.3%, ステアリン酸 Na; 33.4%.

第 7 図には DBS に対する塩基性塩 2 g/l 添加の効果を示してある. 第 8 図には DS への効果が示してある. DBS も DS も, 塩基性塩を加えても, それぞれの固有の値から大幅な変動を見せていない. 縮合磷酸塩類にしても, その例外ではない. したがって, これらの添加物は STV の増進に積極的な役割をはたすことはないといえる.

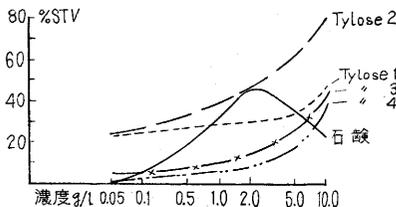
第 9 図には, CMC 単独の STV が濃度に対してかかっている. 石鹼の値を比較のために入れてあるが, CMC の種類によっては, 石鹼よりすぐれた値を示し, CMC は污垢の再付着防止力が大きいという通説を裏づけている. 第 10 図には CMC に DBS 2 g/l を加えた時の STV と CMC 濃度との関係を示す. CMC の作用は, なんら



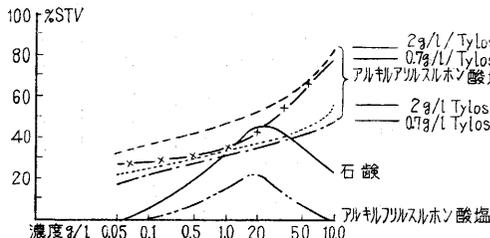
第 7 図 ドデシルベンゼンスルホナートの STV に対する無機電解質 2 g/l 添加の影響



第 8 図 セチル硫酸塩の STV に対する無機電解質 2 g/l 添加の影響



第 9 図 CMC (Tylose) の STV の濃度と構造への依存性



第 10 図 DBS (0.7, 2.0 g/l) と CMC, CMC の濃度と構造への依存性

害されることなく、1:1の存有で、DBS単独時の2倍余のSTVを示すようになり、石鹼のSTVとほぼ等しくなる。このようにCMCはDBSのSTV増進に対して劇的効果を与える。なおCMCのエーテル化度と重合度とがSTVに密接な関係を持つことは注目し値しよう。第2表にTyloseの性質を記しておく。

(3) 縮合磷酸塩の効力解明への努力

ビルダーの污垢保持能への影響に関するStüpelの実験からは、縮合磷酸塩類がなぜ洗浄力増進剤として役立つ

第2表 CMC (Tylose) の性質<sup>15)</sup>

Tylose 2の粘度が大きいことが目立つが、それはSTVの優秀さと関連しているように思われる。

性 質	Tylose 1	Tylose 2	Tylose 3	Tylose 4
1 有効分(可溶性CMC) %	77	73	75	67
2 繊維 %	3	7	0	0
3 水分 %	14	14	17	15
4 食塩 %	3	3	4	11
5 グリコール酸ナトリウム %	3	3	4	7
6 エーテル化度	0.65	0.60	1.05	0.75
7 粘度(2%での)	25.3	283.0	18.0	18.2
8 重合度	~270	~450	~240	~260

第3表 ビルダーを含む溶液からの洗剤<sup>a</sup>の吸着<sup>17)</sup>

上部三者と下部三者の間には洗剤の吸着に対して、有意の差があるとは見えない。

被吸着物 b ビルダー	吸 着 量 c (ミリモル)					
	木綿布	カーボン ブラック	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	微粉シリ カ	還元鉄
なし	1.43	0.80	0.57	0.14	0.06	0.06
NaCl	1.55	0.69	0.20	0.09	0.03	0.06
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.32	0.60	0.20	0.06	0.03	0.03
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.26	0.55	0.14	0.06	0.00	0.03
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.23	0.40	0.03	0.06	0.00	0.03
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1.06	0.34	0.03	0.03	0.00	0.01
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	1.00	0.37	0.03	0.03	0.00	0.01

a: 0.1% DBS 蒸溜水, b:  $2 \times 10^{-2}$  mol Na<sup>+</sup>/l, c: 木綿 1 $\frac{3}{4}$  直径の円板, 他は 50 mg の粉体。

第4表 水溶液からのビルダーの吸着<sup>17)</sup>

ここでも上部三者と下部三者の間に差を認められない。

被吸着物 c ビルダー	吸着条件 <sup>a</sup> 洗剤を含みぬ場合		洗剤を含む場合	
	木綿布	カーボン ブラック	木綿布	カーボン ブラック
NaCl	2.90	— d	2.56	— d
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.26	0.07	1.20	0.07
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1.23	0.09	1.23	0.09
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1.40	0.43	1.40	0.55
Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0.68	0.04	0.64	0.04
Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	0.52	0.03	0.54	0.03

a, b, c は第2表に準ずる。

d NaClの測定には炎光法を使ったが、カーボンのブラックが高く測定できなかった。他の測定はラジオトレーサーで行なった。

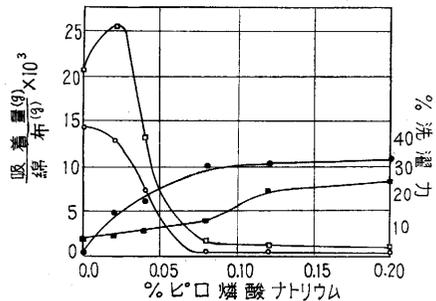
つのかということは判明しなかった。しかし、それが合成洗剤のビルダーとして有効であるのは事実なので、多くの研究者たちが、その効果の根源がどこにあるのかを求めて多くの実験を試みた。

1) Sadars と Lambert の実験<sup>16)</sup> かれらはアルキルアリルスルホン酸 Na を洗剤とし、4 Na ピロ磷酸と CMC をビルダーとして洗濯力に関する実験を行なった。そしてビルダー添加によって表面張力も湿潤時間も、染料に対する可溶化能もたいして影響を受けないことを示し、ビルダー添加の効果は洗剤の界面活性を変化させる点にあるのではないと結論し、つぎの四つの働きによっているのだらうと推論した。

- i) 繊維の間げきを膨潤させる
- ii) よごれとのイオン交換をする
- iii) 布による洗剤の吸着に關与する
- iv) 布とよごれの負電荷を増す

2) Thomas, Boyd 等の実験<sup>17)</sup> かれらはラジオアイソトープを縦横に駆使して、木綿布・カーボングラック・酸化鉄への洗剤およびビルダーの蒸溜水中での吸着について研究し、第3表、第4表に示すような結果を得た。表から明らかのように、縮合磷酸塩は、他の無機添加物に比べて特別にそれらの吸着に好都合をもたらすことはない。この実験から、縮合磷酸塩類は、洗剤の吸着に影響を与えてビルダーとしての作用を發揮しているのではないことが判明した。

3) Jayson の実験<sup>18)</sup> DBS<sup>35</sup>を利用して、DBSの木綿布への吸着と洗浄性との関連を研究した結果の一部を引用する。第11図に示すように、硬水中での洗浄性はピロ磷酸ナトリウムの増加につれて向上するのに反し、DBSの吸着は急激に減少している。この結果から見ると洗剤の吸着量と洗浄性とは反比例の関係にあって、ピロ磷酸ナトリウムは、吸着量を減少さ



第11図 24°Hの水からDBS(0.05%)の吸着量とその溶液の洗濯力に及ぼすピロ磷酸ナトリウム添加の効果、吸着量と洗濯力は逆の関係にある

せることによって洗浄力の増加に寄与しているとも考えられる。それは、かれらが  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  を使って、同時に行なった実験では、DBS の吸着は減少せず、洗浄力は増強されなかったことと表裏一致している。かれらは別の実験から、DBS の吸着は水の硬度の増加につれて著しく増大し、白布よりも汚布に10倍も多く付着するという結論を得ているが、これも、洗剤の吸着が洗浄にとって必須であるという考え方に反ばくするものである。

以上三つの実験結果をまとめると、縮合磷酸の作用は洗剤の界面活性への寄与として説明することは不可能であるということにする。それでは、どんな作用によって縮合磷酸塩は洗浄力を補強するのだろうか、それをつぎに説明しよう。

(4) 硬水中での洗濯力に及ぼす縮合磷酸塩の影響

縮合磷酸塩が STV にはほとんど影響せず、他の界面活性的性質にも、なんら効果を示さないのは、3・(2)、3・(3) で見た通りである。しかし 30 年代に発見された縮合磷酸の洗浄力増進作用はその後確認され、今では広く知られている。この一見矛盾している二つの命題はつぎの四つの実験によって両立するようになる。

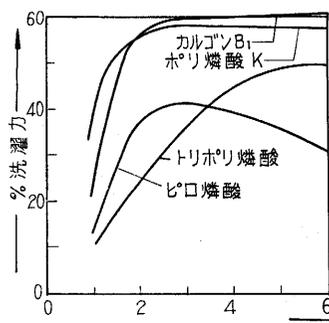
1) Stüpel の実験<sup>14)</sup> オリーブ油と煤のエマルジョンで汚した木綿布を試験試料とし、22.4°dH の水を使

い、85~90°C で洗濯機を使って洗浄力試験をした。洗剤としては代表的な陰イオン界面活性剤5種を 2 g/l とし、それに4種の縮合磷酸を加えた時の添加量と洗浄力の関係を測定した。

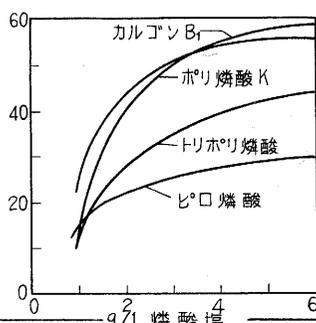
第 12~16 図に、それぞれオレイルメチルタウリド、ラウリル硫酸塩、2級アルキル硫酸塩 ABS, AS, の5種の界面活性剤についての結果を示してある。洗剤の種類を問わずに縮合磷酸によって洗浄力が増進されているのがわかる。この実験から明らかなように、縮合磷酸は硬水中での洗濯力の改良に著しい効果をもつ。Stüpel はそれを縮合磷酸がカルシウムイオンと結合するためと推論したが、証明はしていない。

ところで、これら 12~16 の図をくらべて見ればすぐ気づくことだが、一洗剤についてあてはまる縮合磷酸の洗浄力に対する効果の順序は、他の洗剤にも延長できて常に、ピロ<トリポリ<ピロK<カルゴンKの順である。この順序がそれらのカルシウム錯塩の安定度定数<sup>19), 20)</sup>の順序と密接な関係にあることは、後にでてくる Jones の実験との関連において重要である。

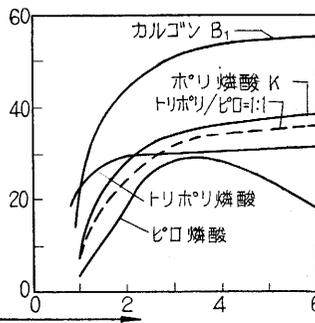
2) Kölbel らはパラ-n-アルキルベンゼンスルホン酸を洗剤として洗濯力に関する実験をしている<sup>21)</sup>。その結果によれば洗濯力は低硬度の水では、なんら害を受けな



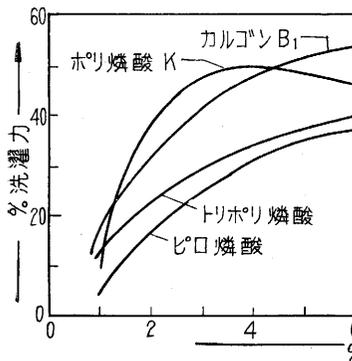
第 12 図 オレイルメチルタウリド (Igepon T)



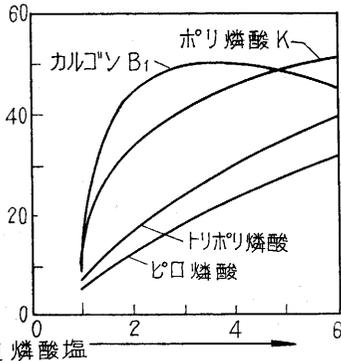
第 13 図 ラウリル硫酸塩 (Omya F)



第 14 図 2級アルキル硫酸塩 (Telpo II)



第 15 図 アルキルベンゼンスルホン酸 Na (Arylsulfonat BASF)



第 16 図 アルキルスルホン酸 Na (Mersolat H)

第 12 図~16 図: 洗剤 2 g/l と縮合磷酸塩 1 g~6 g/l を 12°dH の硬水に加えたときの洗濯力, pH10 洗濯剤の種類を問わず、磷酸の効果の順は同じである。

いが、15°H では害が明らかとなり、20°dH では洗濯力が小さくなる。かれらは、強くビルトした洗剤では蒸留水中で得たのと同じ洗濯力が得られるが、それはビルダーが錯化合物を作るためだろうと推論し、つぎのようなビルダーの組成をかかげているが、硬水の害作用のデータの記載はない。

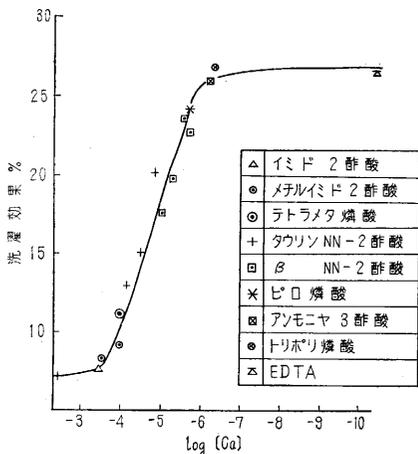
カルゴン H 3 g/l, 炭酸ナトリウム 0.5 g/l, 硅酸ナトリウム 0.5 g/l, Tylose HBR

(CMC の商品名) 0.1 g/l, 硫酸ナトリウム 3.9 g/l, その洗液の pH は約 9.5.

3) Jones らの実験<sup>3)</sup> 縮合磷酸のビルダー作用はカルシウムイオンの錯化にあるとの考えを進めて、洗濯力の試験を行なった。各種のカルシウムキレート生成物質を添加した洗液を使って、カルシウム濃度と洗濯力との間の関係を求め、第 17 図に示すような結果を得ている。これによって、縮合磷酸の作用について推量はされていながら数値的裏づけのなかったカルシウムイオンとの錯化合物型成ということが、明確にされたといえよう。DBS は 1°H 以上の硬水中にあっては、低い効果しか発揮せず、0.01°H 以下の硬度になってはじめて、高い洗濯力に到達するのがわかる。

Jones らはこの結論を導く過程として洗剤の洗浄力に影響を与える因子三つを検討している。洗液の硬度、すすぎ水の硬度、汚垢に含まれる Ca イオンなどの多価イオンによる洗液硬度の上昇の三つである、このうち、最初の洗液の硬度は別にして、あとの二つ、特によれの硬度への影響は、いままで注意されなかったものであるが、これは評価されるべきだと思う。

4) Irani と Callis は<sup>22)</sup> 各種縮合磷酸塩のカルシウム、マグネシウム錯化能の pH 依存性について研究し



第 17 図 カルシウム濃度と洗濯効果の関係  
DBS 0.075%, 22.5°H 水使用 pH 9.5~10.5

て、pH 9.5 以上が良好な結果を与えると結論している。この値は Stüpel, Jones らの実験の pH の範囲の正当性を保証している。

結 言

以上の諸研究の比較検討により、洗浄力増加のために添加するビルダーの性格は相当明確になる。つぎの①~③で示すが、それは同時に、一般に信じられている硫酸

第 5 表 洗濯液の硬度とビルダー所要量<sup>3)</sup>

ビルダー	硬度*	臨界ビルダー濃度 (CBC) %				[Ca]/[ビルダー] CBCにおいて			
		0°H	12°H	24°H	48°H	0°H	12°H	24°H	48°H
ピロ磷酸ナトリウム	直ちに	約0.014	0.030	0.056	—	約2.29	2.12	2.28	
EDTA	直ちに	0.032	0.066	0.143	—	1.08	1.07	0.98	

\* フランス硬度 1°H=CaCO<sub>3</sub> 1 mg/100 ml

第 6 表 すすぎ水の洗濯力 (%) への影響<sup>3)</sup>

すすぎ水	溶液 A* <sup>1</sup>	溶液 B* <sup>2</sup>
—	29	28
蒸 溜 水	44	41
24°H 硬 水	36	34

\*<sup>1</sup> 溶液 A=0.1% ABS+0.075% EDTA+蒸溜水

\*<sup>2</sup> 溶液 B=0.1% ABS+0.146% EDTA+24°H水 (0.0048M) (0.0024MCA)

ナトリウムなどの中性塩の効用に大きな疑問を投じている。

- ①汚垢保持能を増進する……CMC など
- ②硬水を軟化する……縮合磷酸, EDTA など
- ③pH を調節し, ②の作用を助長する……Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaHCO<sub>3</sub> など

②の作用は①に帰せるのではないかと思われるが、まだ検討の余地があるので、さしあたり二つに分けておくことにしよう。

謝辞 終わりにあたり、発表の機会を与えられた森政弘助教授と多くの文献の借用を許された早野・妹尾の両氏に深い感謝の意を表する。(1953年4月15日受理)

文 献

- 1) 界面活性剤便覧 産業図書 (1960)
- 2) 界面活性剤研究 幸書房 (1961)
- 3) ケルンでの国際会議の報告集 Untergruppe D/III Nr 17 (1960)
- 4) SOAP and CHEMICAL SPECIALTIES 58 (1962)
- 5) 朝日新聞商品の知識 2月17日朝刊 (1963)
- 6) 3と同じ D/III Nr 14 (1960)
- 7) J. A. O. C. S. 38 605 (1961)
- 8) Kolloid-Z. 4 161 (1909)
- 9) 油化学 8 528 (1959)
- 10) Textile Research J. 19 489 (1949)
- 11) J. Text. Inst. (Proc.) 45 612 (1954)
- 12) 岩波講座現代化学 界面化学 p 38-39
- 13) Fette und Seifen Anstrichmittel 55 501 (1953)
- 14) ibid 56 209 (1954)
- 15) ibid 55 583 (1953)
- 16) J. M. Textile Research J. 21 680-4 (1951)
- 17) J. Amer. Oil Chemists, Soc. 33 614 (1956)
- 18) J. Applied Chem. 9 422 (1959)
- 19) Interfacial Phenomena Academic Press (1961)
- 20) 化学大辞典
- 21) 3と同じ D/III Nr 16 (1960)
- 22) J. A. O. C. S. 39 156 (1962)