含金属界面活性剤に関する研究 (第3報)

ポリオキシエチレンセチルエーテル-金属 (Ia, IIa 族)
セッケン二成分系水溶液の界面活性 (その 1)

鈴 木 洋

東京工業試験所 (東京都渋谷区本町1丁目)

Studies on Metal-Containing Surfactants. III.

Surface Active Properties of Binary Aqueous Solutions of Polyoxyethylene
Cetyl Ether-Metal (Groups Ia and IIa) Soap (Part 1)

Hiroshi SUZUKI

The Government Chemical Industrial Research Institute, Tokyo
(1-Chōme, Hon-machi, Shibuya-ku, Tokyo)

Surface active properties of the aqueous solutions of nonionic surfactant containing metal soaps in solubilized form were investigated.

Polyoxyethylene cetyl ether (18 mole adduct; C_{16} -18) was synthesized as nonionics used, while metal soaps used were the same as in the previous reports^{1), 2)}, i.e., laurates and ricinoleates of alkali and alkaline earth metals.

In binary aqueous solutions, the nonionic surfactant to the metal soap was five to one in molar ratio, and the concentrations of the nonionics were mainly 0.02 and 0.001 mol/l.

Synergistic effects were observed to some extent on the surface tension, wetting power for felt and cotton, and foam stability of the mixed solutions.

In the case of foaming power there were no synergistic effects, which is due to the superiority of C_{16} -18 itself, while in contact angle, ricinoleates-containing solutions were slightly inferior than that of the single solution of C_{16} -18.

Among the metal salts constituting binary systems, alkaline earth metal salts were superior in all properties than alkali metal salts, and laurates were superior than ricinoleates in the properties except wetting and foaming powers.

The electric conductivity of binary solutions was considerably high and the specific conductance of the alkaline earth metal salts was about twice as much as that of the alkali metal salt solutions.

In respect to the synergistic effect, the C_{16} -18-metal soap solutions were considerably inferior than dodecyl pyridinium chloride-metal soap solutions^{1), 2)}.

1 緒 言

さきに著者は、陽イオン界面活性剤と金属セッケンの二成分系水溶液について諸性質を調べ、顕著な相乗効果のみられる場合の多いことを報告した。すなわちドデシルピリジニウムクロリド (DPC) にアルカリおよびアルカリ土金属セッケンを可溶化させた系の表面張力、接触角、電気伝導度¹⁾、浸透力、起ホウ性²⁾ につき測定し、とくにラウリン酸、リシノール酸などのバリウム塩やマグネシウム塩を含む系に著しい性能の向上がみられた。これらの二成分系は陽イオン性と陰イオン性の反対イ

オン同志の場合であるが、界面活性剤が陽イオン性以外であれば、金属セッケンが溶解するか、また溶解した際混合効果がどのように現われるかの点に興味がある。

この観点から界面活性剤として非イオン性の物を合成し、既報と類似した諸条件のもとで諸性質を測定した結果、種々の知見を得たので報告する。

2 実 験

2.1 試 料

水溶性非イオン界面活性剤としてはポリオキシエチレンセチルエーテルを合成して用いた。

2.1.1 試料の合成用原料

2.1.1.1 セチルアルコール

花王石鹼株式会社製のセチルアルコール (Kalcol 60) を精留して用いた。bp₁₅190.0°C, 水酸基価 231.9 (理論値 231.4), ガスクロマトグラフィー (固定液層; DEGS-ポリエステル; 25%-クロモソルブ60~80 mesh, キャリヤーガス; ヘリウム 60 ml/min, カラム温度; 200°C, 検出器; 熱伝導度セル, カラム; 6 mm×3 m) による純度 99.6%。

2.1.1.2 エチレンオキシド

三菱油化株式会社製のエチレンオキシド (以後 EO と略) をそのまま用いた。

2.1.2 試料の合成

2.1.2.1 ポリオキシエチレンセチルエーテル

セチルアルコールに水酸化カリウムを触媒として, 150~160°C, 常圧下で EO ガスを吹き込んで合成した。生成物から Weibull の方法³⁾ により副成ポリエチレングリコール (PEG) を分離した。すなわち生成物 (灰白色固体) を酢酸エチルに溶解し, 5 N の食塩水で 5 回洗い酢酸エチル層と食塩水層に分液し, 食塩水層 (PEG 含有) を除いた。酢酸エチル層を減圧下加熱乾燥し, 石油ベンジンに溶解し -20°C に冷却後, 析出物を遠心沈殿した。ついで沈殿を活性炭および活性白土で脱色し, イオン交換樹脂 IR-120 および IR-400 で処理したのち, 石油エーテルに溶解し -20°C での析出物を遠心沈殿し沈殿を減圧下加熱乾燥して白色ロウ状固体を得た。この物の分析結果は水酸基価よりの分子量 1031.0 であり, エチレンオキシド付加モル数は 17.9 となる。炭素 69.81%, 水素 10.28% (C₁₆H₃₅O(C₂H₄O)_{17.9}H とした計算値, C 60.35%, H 10.32%)。なおさきに分離した食塩水を減圧下加熱乾燥後クロロホルム抽出し, クロロホルム層を蒸発乾燥して白色ロウ状固体を得た。分析値は, 炭素 53.80%, 水素 8.92% (HO(C₂H₄O)₃₆H とした計算値, C 53.92%, H 9.18%) で, 生成物全量の約 2 wt% に相当する。

ここに得られた非イオン界面活性剤 (以後 C₁₆-18 と略) は粗成品に比しある程度純粋で, ポリオキシエチレン基 (以後 POE と略) の鎖長の分布はややせばまっているものと思われる。

2.1.2.2 金属セッケン

アルカリ金属およびアルカリ土金属のリシノール酸塩および一部についてラウリン酸塩を用いた。これらの合成原料, 合成法, 分析値などは既報¹⁾ のとおりである。

また金属セッケンの比較物質として用いた同系遊離脂肪酸およびそのメチルエステルに

についても同様である。

2.2 諸性質の測定法

2.2.1 試料溶液の調製

既報^{1), 2)} のように, DPC と金属セッケンの混合系では両者の混合モル比を 1,000 : 1 ないし 3 : 1, 両者の成分濃度を 0.00001~0.05 (DPC), 0.000003~0.0167 (金属セッケン) mol/l と広範囲にわたり種々変化させて検討した。その結果から, 本報では特定の試料について濃度による変化の傾向を知る場合以外は, 混合モル比を 5 : 1, 濃度を 0.02 : 0.004 および 0.001 : 0.0002 mol/l (いずれも C₁₆-18 : 金属セッケン) の 2 種類に限定して試料溶液を調製した。混合比では, 金属セッケンの割合の多いほどその性質がはっきり現われるが, 溶解度がモル濃度で概して水溶性界面活性剤の 1/3~1/10 ぐらいであるため 5 : 1 をとった。また濃度では, 一般に界面活性剤の臨界ミセル濃度 (以下 cmc と略) が 0.0001~0.02 mol/l ぐらいなので 0.02 mol/l を高濃度の, 0.001 mol/l を中~低濃度の代表としてとった。

2.2.2 測定法

表面張力は輪環法, クロム面に対する接触角はゴニオメーターにより, 電気伝導度は数字式電導度計により, 起ホウ性は半微量改良 TK 法, 浸透力はジスク自然沈降法により, いずれも 30°C で測定した。詳細は, 既報^{1), 2)} のとおりである。

3 結 果

3.1 溶解性

試料溶液はラウリン酸バリウムを含む混合系のみやや白濁しているが, ほかはいずれも透明である。長時間 (数ヵ月) たつとやや濁る物がみられた。金属セッケンの溶解性は DPC の場合に比し総体的に劣っている。

Fig-1 Surface tension of aqueous mixed solutions of C₁₆-18 : metal soap (5 : 1 in molar ratio) (Ring method, 30°C).

3.2 表面張力

C₁₆-18 とリシノール酸ナトリウム および ラウリン酸ナトリウムについて各単独系および両者の混合系、また C₁₆-18 とリシノール酸バリウム および ラウリン酸バリウムについての混合系の表面張力対濃度曲線を Fig.-1 に示す。上部の横軸の金属セッケン濃度は下部横軸の C₁₆-18 の濃度の 1/5 にとってある。したがって単独系二つ（たとえば C₁₆-18 とリシノール酸ナトリウム）の混合結果が同一座標軸によって表わされる。

単独系では、C₁₆-18 は cmc は低く（約 0.0003 mol/l）、表面張力平衡値は 40 dyne/cm 弱である。ナトリウムセッケンの表面張力平衡値はこれに比し高濃度ではまさるが低濃度では劣っている。両者の混合系では、屈折点（混合系では対濃度曲線の屈折点は cmc に一致するとは限らない⁴⁾）に相当する濃度は C₁₆-18 の単独系と比べてリシノール酸ナトリウム系では低下し、ラウリン酸ナトリウム系では上昇している。平衡値は両者ともわずかに低下しているが、ラウリン酸塩の方がいくぶんよく、曲線にやや極小がみられる。したがって C₁₆-18 の約 0.005 mol/l 以下ではやや相乗効果が現われ、以上では単独系の中間を示すが、全濃度を通じ C₁₆-18 の効果が強くでている。バリウム塩の混合系では屈折点、平衡値ともナトリウム塩の場合と比べかなり低下するが、脂肪酸基による影響はきわめて類似している。すなわちラウリン酸バリウムの方が屈折点が高く、平衡値はこの系では溶解性が悪く白濁しているために対濃度曲線は異常で

Fig.-2 Surface tension of aqueous mixed solutions of C₁₆-18: metal soap (5:1 in molar ratio; 0.02:0.004, 0.001:0.0002 mol/l)

あるが、測定濃度範囲で約 31 dyne/cm に達した。ただし屈折点はいずれも C₁₆-18 の場合よりも約 1 ケタ低濃度側にある。

つぎに各種金属セッケンおよび比較物質を用いた場合の C₁₆-18: 金属セッケン=0.02:0.004 および 0.001:0.0002 mol/l（以後前者を高濃度、後者を低濃度の場合と称する）における表面張力の金属による変化の傾向を Fig.-2 に示す。

まず C₁₆-18 およびリシノール酸ナトリウムの混合系の値とそれぞれの成分濃度における単独系の値を比較すると Fig.-1 の場合ですでにわかったようにいくぶん相乗効果（前報³⁾ およびほか⁵⁾）において相乗効果の表わし方に種々あることを述べたが、本研究では以後すべてつぎのように決める。すなわち、値の高い方がよい場合では混合系の値が成分濃度の単独系個々の値の和よりまさるとき、また値の低い方がよい場合では個々の値のいずれよりも低いとき相乗効果があると称する。バリウム塩など単独で水に溶解しない物の界面活性はゼロとする）が現われる。ステアリン酸塩ではかなり表面張力が低下した。ほかの金属塩について比べると、リシノール酸塩ではカルシウム塩の高濃度を除きほぼイオン化傾向の小さいほどよくっており、遊離酸が最も低下している。高濃度、低濃度ともこれらの傾向はほぼ同じである。ラウリン酸塩では代表としてナトリウム、バリウム塩および遊離酸しか行っていないが傾向は異なり、バリウム塩のとくに高濃度がかかなりよい。酢酸塩ではバリウム塩がわずかに効果を示した。遊離酸では金属塩の場合と異なり、濃度、種類にかかわらずほとんど同じ値を示している。

3.3 接 触 角

C₁₆-18 および ナトリウムセッケンの単独および混合系、バリウムセッケンの混合系についての接触角対濃度曲線を Fig.-3 に、各種セッケンを用いた場合の金属による変化の傾向を Fig.-4 に示す。

Fig.-3 Contact angle of aqueous mixed solutions of C₁₆-18: metal soap (5:1 in molar ratio) (chromium plate, 1 min after dropping, 0.51±0.005 μm, 20°C).

Fig. 4 Contact angle of aqueous mixed solutions of C_{16-18} : metal soap (5 : 1 in molar ratio; 0.02 : 0.004, 0.001 : 0.0002 mol/l).

単独系では C_{16-18} は中くらいであり、リシノール酸ナトリウムは高濃度ではややよいが低濃度ではあまりよくない。混合系ではラウリン酸塩はほとんど効果なく、リシノール酸塩はかえって高濃度で C_{16-18} 単独系に比べ $10^\circ\theta$ ほど悪くなる。バリウム塩の混合系でも傾向はよく似ており、リシノール酸塩とラウリン酸塩の差はほぼ同じであるが一様にぬれがよくなり、後者では C_{16-18} よりかなり低下して $25^\circ\theta$ に達した。

各種金属塩についてみると、リシノール酸塩では概して C_{16-18} 単独系より劣るが、高濃度のカルシウム、マグネシウム塩では効果が現われた。ラウリン酸塩ではバリウム塩のみ効果を示し、ほかはやや悪くなった。

Fig. 5 Electric conductivity of aqueous mixed solutions of C_{16-18} : metal soap (5 : 1 in molar ratio), 30°C .

3.4 電気伝導度

各種金属セッケンを用いた場合の電気伝導度を Fig. 5 に示す。単独系では C_{16-18} は電導性は小さく、リシノール酸ナトリウムはかなり大である。両者の混合系では、各成分の和よりいくぶん小さいがほぼ近い。各金属塩については、アルカリ金属ではナトリウムが大でリチウムはかなり小さい。アルカリ土金属ではいずれも相当大であり、混合系の値と C_{16-18} の値の差はアルカリ金属の場合の約 2 倍である。リチウムを除けばイオン化傾向の小さいほど伝導性は大となる傾向を示す。メチルエステルでは C_{16-18} 単独の場合とほとんど同じであるが遊離酸ではかえってわずかに低下する。ラウリン酸塩ではいずれもリシノール酸塩よりかなり小さく、バリウム塩もナトリウム塩より非常に大きくはない。以上の諸傾向は高濃度の場合に顕著であるが、低濃度でも傾向はまったく同様である。低濃度では濃度としては高濃度の $1/20$ であるが比電導度（混合系と C_{16-18} との差）は、約 $1/10$ であった。

3.5 浸透力

各種金属セッケンを用いた場合の浸透力につきフェルトに対する場合を Fig. 6 に、モメンに対する場合を Fig. 7 に示す。まずフェルトに対する場合はつぎのようである。単独系では C_{16-18} は高濃度でかなりよいが低濃度ではまったく浸透性を示さない。またリシノール酸ナトリウムはまったく浸透性を示さない。両者の混合系ではかなり相乗効果が現われ、高濃度で C_{16-18} の約 $1/2$ の浸透秒時となり、低濃度でさらに低下度は大であった。金属についてはリシノール酸塩ではアルカリ金属塩よりアルカリ土金属塩がすぐれ、高濃度のカルシウム塩では 20 sec 台に達した。メチルエステルもかなりよくアルカリ金属塩よりまさる。遊離酸はさらにすぐれアル

Fig. 6 Wetting power of aqueous mixed solutions of C_{16-18} : metal soap (5 : 1 in molar ratio) [felt disc ($20 \times 20 \times 2$ mm), 30°C].

Fig. 7 Wetting power of aqueous mixed solutions of C_{16-18} : metal soap (5 : 1 in molar ratio) [cotton cloth disc ($20 \times 20 \times 1$ mm)].

カリ土金属の最もよいものに匹敵した。ラウリン酸系ではリシノール酸塩よりバリウム塩がややまさりほかはやや劣っていた。ステアリン酸ナトリウム、酢酸バリウムもリシノール酸塩より劣るがかなり効果がある。

モメンに対する場合はつぎのようである。単独系では C_{16-18} は高濃度、低濃度とも浸透しない。ナトリウム塩はまったく浸透性を示さない。混合系ではナトリウム塩の場合、低濃度では浸透しないが、高濃度ではやや効果が現われる。カリウム塩およびリチウム塩はややすぐれアルカリ土金属塩ははるかにすぐれ、バリウム塩は 60 sec 台を示した。メチルエステルはかなりよくアルカリ金属塩にまさり、遊離酸はきわめてすぐれバリウム塩に近い値を示した。ラウリン酸系はリシノール酸塩よりナトリウム塩でまさりバリウム塩でほぼ等しく、遊離酸ではやや劣っていた。結局、フェルト、モメンを通じて、モメンにおける低濃度の場合を除き浸透秒時としてはとくにすぐれてはいないが、相乗効果がかなり示され、とくにアルカリ土金属塩、遊離酸がすぐれていた。

3.6 起ホウ性

各種金属セッケンを用いた場合の空気吹込み直後のアワ立ちを Fig. 8 に、1 min および 5 min 後のアワの安定性を Fig. 9 に示す。

まずアワ立ちについてはつぎのようであった。単独系では C_{16-18} はきわめてよく 250 ml 台であり、リシノール酸ナトリウムはほとんどアワ立たない。両者の混合系では C_{16-18} とほとんど同じであった。ほかの金属塩およびメチルエステル、遊離酸はいずれも同程度であった。ラウリン酸塩ではナトリウム塩は約 1/2 に低下したが、バリウム塩および遊離酸ではリシノール酸塩とほぼ

Fig. 8 Foam volume of aqueous mixed solutions of C_{16-18} : metal soap (5 : 1 in molar ratio) (semimicro improved TK method, 30°C , immediately after foaming).

Fig. 9 Foam stability of aqueous mixed solutions of C_{16-18} : metal soap (5 : 1 in molar ratio) (1 and 5 min after foaming).

同様であった。ステアリン酸ナトリウム、酢酸バリウムも同様であった。

安定性についてはつぎのようである。単独系では C_{16-18} はアワ立ちはよかったが安定性は悪く 5 min 後の消ホウ率は 100% 近い。リシノール酸ナトリウムは多少アワ立つがきわめて不安定でただちにこわれてしまう。両者の混合系では相乗効果は現われず、 C_{16-18} 単独系よりやや悪くなる。ほかの金属塩では吹込み直後のアワ立ちでは差が出なかったが、経過時間により差が現われ、1 min 後の消ホウ率において顕著である。金属としてはバリウム、リチウム、マグネシウムなどの場合が安定で

あり、メチルエステルもほぼ匹敵するが遊離酸は最も不安定である。5 min 後には大部分こわれ、相互の差は縮まる。ラウリン酸塩ではナトリウム塩もかなり良いが、バリウム塩は最も安定で 5 min 後もほとんどこわれない。遊離酸はナトリウム塩と類似している。ステアリン酸ナトリウムはリシノール酸ナトリウムに近いが、酢酸バリウムは最も安定性が悪い。

結局、吹込み直後のアワ立ちでは、ラウリン酸ナトリウムはとくにアワ立ちを低下させ、ほかの金属塩ではほとんど変化が示されなかったが、安定性ではリシノール酸バリウム、リチウムおよびとくにラウリン酸塩系に顕著な相乗効果が示された。

4 考 察

以上の諸結果を、既報の DPC との混合系の結果と比較しながら考察してみる。

表面張力対濃度曲線において低濃度側の屈折点の濃度がリシノール酸バリウム < ラウリン酸バリウム < リシノール酸ナトリウム < ラウリン酸ナトリウムの順に増大し、これらの濃度範囲が約 0.00002~0.0005 mol/l である点、DPC と金属セッケンの混合系の場合と非常によく似ている。もっともこの濃度範囲は C_{16} -18 の場合の方が広く、また表面張力低下能はかなり劣る。したがって屈折点については両成分のうち金属セッケンの性質が共通して現われているといえるが、低下能では、 C_{16} -18 の場合界面活性剤の方の影響がかなり強いようである。低下能で金属ではバリウムが、脂肪酸の種類ではラウリン酸がすぐれていることも同様である。極性部* の効果はやや異なり、アルカリ土金属がすぐれていることは共通しているが、遊離脂肪酸やメチルエステルは C_{16} -18 の場合の方がかなりすぐれている。

接触角の結果もまた表面張力の場合に示された傾向とかなり類似している。すなわち C_{16} -18 混合系の接触角は表面張力の傾向と比べ、1) 対濃度曲線の大まかな形が似ている、2) 金属セッケンおよび比較物質の極性部による効果が非常によく似ている。しかし 1) 有効最低濃度が約 1 ケタ高い、2) 相乗効果は総体的に劣る、など部分的にはいくぶん異なる。この接触角と表面張力の傾向が全体的によく類似し、部分的にやや異なる点、DPC における両者の関係ときわめてよく似ている。DPC では相乗効果が著しかったので単独系と混合系の対濃度曲線は分かれているが、ほかの諸傾向はほぼ同じであり、気-液間の表面張力と気-液-クロム面間の接触角との類似性が示されている。また界面活性剤が、陽イオン性、非イオン性にかかわらず金属セッケンによる影響がかなりはっきり現われていることから(相乗効果にはかなり差があるが)、界面活性剤-金属セッケンの溶存

状態は両者(陽イオン性と非イオン性)の間に極端な差はないことが推測される。

電導性において、1) C_{16} -18: リシノール酸ナトリウム混合系では、各成分単独の値のほぼ代数和に等しい。2) 二価金属塩系では一価金属塩系の約 2 倍の電導性がある(混合系から C_{16} -18 単独の値をさし引いて比較した場合)。3) 遊離酸、メチルエステルではほとんどない。4) 高濃度の場合と低濃度の場合の、各金属セッケンおよび比較物質の極性部に関する傾向はほぼ同じである。5) 高濃度の場合と低濃度の場合を比べると前者は後者に比し濃度は 20 倍であるが電導性は約 10 倍である。これらのことからつぎのようなことが推定される。a) 1), 2) から混合系の電導性には金属セッケンそのものの性質が現われているらしい。b) 2), 3) から電導性はおもに金属イオンによるらしい。c) b) とすればアルカリセッケンは当然であるが、アルカリ土金属セッケンも水中でイオン解離していることになる。d) 4) から高、低濃度における溶液状態には極端な相違はないらしい。e) 5) の現象は通常の電解質溶液において、高濃度では両イオンの静電引力により電導性がやや減少するのと同じ傾向である。

以上の諸傾向を DPC を用いた場合と比較すると、1) の点で DPC 系では各成分単独の和より小さくなったことが異なるが、ほかの点ではかなりよく似ている。

浸透力の結果は表面張力、接触角の結果と比べ、金属セッケンの種類による変化の傾向はきわめてよく似ているが、相乗効果の点ではかなり顕著な差がある。DPC の場合と比べると浸透秒時はかなり劣るが、諸傾向はよく似ており、モメンの低濃度以外の場合に効果がある点も同様である。ただ C_{16} -18 の場合、遊離脂肪酸がすぐれていること、一部のステアリン酸塩、酢酸塩もかなりよいことなどの点がやや異なっている。

アワ立ちでは、 C_{16} -18 単独で非常に大であるので、 C_{16} -18: リシノール酸ナトリウム系で相乗効果は現われなかったが、少なくともほとんどアワ立たず安定性もきわめて悪いリシノール酸ナトリウムが消泡剤として作用はしていない。1 および 5 min 後の消泡率をみてもこのことはわかる。ほかの極性基の場合は遊離脂肪酸が安定性が悪く、バリウム塩がとくにラウリン酸塩のとききわめて安定であるのが特徴的である。表面張力、接触角の結果と比べバリウム塩では界面活性がよくなる点で平行した傾向といえるが、遊離脂肪酸では表面張力などではよくなっても安定性は悪くなり逆の結果である。DPC の場合には、DPC 自身がアワ立ちは中くらい、安定性は下位だったため金属セッケンの影響がはっきり現われた。ほかの諸性質と異なって金属、脂肪酸基により傾向は一定せず、リシノール酸バリウムおよびカルシウム、ステアリン酸リチウムおよびバリウム、大部分の

* 金属以外に比較物質における水素、メチル基を総称する。

ラウリン酸塩などがアワ立ちを増加させ、安定性ではリチウムおよびアルカリ土金属のステアリン酸、リシノール酸塩がやや効果的で、ラウリン酸塩の大部分がきわめて効果的であった。C₁₆-18 の場合と比較すると、絶対値には相違があるが、金属塩および比較物質による傾向はかなりよく似ており、金属や脂肪酸基の特徴がはっきりしている点でも共通している。

以上の結果、金属セッケンが陽イオン界面活性剤と混合してもまた非イオン界面活性剤と混合してもかなり似通った傾向を示していることがわかる。似ていない場合でも、まったく逆の効果を示すことは少なく、むしろ傾向は同じであるが効果の程度が異なるにすぎないといえる。

金属セッケンの種類による変化の傾向はいずれの性質についてもよく類似しているが、相乗効果の点では C₁₆-18 の場合の方がはるかに小さい。これには、1) C₁₆-18 が DPC よりこれらの諸性質に関しすぐれていることが多いため、2) C₁₆-18 が DPC より cmc がかなり低いので金属セッケンによる cmc 低下効果による影響が少ない、の二つが考えられるが、1) については乳化

力などほかの界面活性の場合、また陰イオン性、さらにほかの陽イオン、非イオン性界面活性剤についても結果をみなければ何ともいえない。2) については混合系の cmc の測定が現在のところよい結果が得られていないので断定はできない。また 1) に対してと同様、ほかの界面活性および界面活性剤についても比較検討せねばならない。

本研究に当たり実験の一部を担当された 久保宏平氏（当時東京農工大学農学部農芸化学科卒研究生）ならびにガスクロマトグラフ分析をお願いした当所中里 敏技官、元素分析をお願いした杉田平助技官に厚くお礼申し上げます。

（昭和 40 年 10 月 16 日、油化学研究発表会にて発表）

（昭和 43 年 4 月 1 日受理）

文 献

- 1) 鈴木, 油化学, **15**, 475 (1966)
- 2) 鈴木, 油化学, **16**, 667 (1967)
- 3) B. Weibull "III. International Kongress für Grenzflächenaktive stoffe", C. II, Nr. 21, p. 121 (1960)
- 4) 檜崎, 鈴木, 工化, **64**, 1580 (1961)
- 5) 鈴木, 化工資, **2**, 167 (1968)

統 計

昭和 42 年 油 脂 輸 入 実 績

品 名	数 量 (t)	金 額 (千円)
牛 脂	218,881	12,084,696
ラ ー ド	3,401	373,630
豚 脂 (酸価 2 以上)	42,779	2,601,951
豚 脂 (その他)	482	29,138
バ ー ム 油	21,939	1,533,840
パ ー ム 核 油	151	12,895
大 豆 油	109	12,369
あ ま に 油	1,939	162,928
綿 実 油	2,526	306,357
オ リ ブ 油	625	173,082
や し 油	355	45,429
ひ ま し 油	9	3,070
桐 油	6,089	664,589
オ イ チ シ カ 油	6	941
魚 油	2,993	179,314
鯨 油	13	2,064
羊 脂	5	180
植 物 性 油 脂	473	43,267
動 物 性 油 脂	257	44,123
計	303,032	18,873,863

（日本油脂工業年報）（野中正夫）