報 文

 α , ω -型両性界面活性剤の合成とその二, 三の性質

蒲 康 夫・鈴 木 洋

工業技術院化学技術研究所 (茨城県筑波郡谷田部町東 1-1)

Synthesis and Some Surface Active Properties of α , ω -Type Amphoteric Surfactants

Yasuo GAMA and Hiroshi SUZUKI

National Chemical Laboratory for Industry
(1-1, Higashi, Yatabe-cho, Tsukuba-gun, Ibaraki)

The five kinds of α , ω -type amphoteric surfactants were synthesized from 1,12-dibromododecane. The chemical formula and abbreviation of these surfactants are as follows.

Critical micelle concentration (cmc), surface tension at cmc (γ_{cmc}), area/molecule at air-water interface, anti-static power and catalytic activity on the reaction of octyl bromide with saturated aqueous potassium iodide were determined. The cmc values increased in the order α , ω -TB < α , ω -PB < α , ω -SB < α , ω -NP < α , ω -NB. The order of the increase in the ability of lowering γ_{cmc} was α , ω -SB < α , ω -PB < α , ω -TB < α , ω -NP < α , ω -NB. The area/molecule increased in the order α , ω -TB $\approx$ α , ω -NB < α , ω -NP < α , ω -PB < α , ω -SB. No significant difference in anti-static power and the catalytic activity was observed among the surfactants. These results were discussed by comparison with α -type amphoteric surfactants such as alkylthiobetaine, *N*-alkylammoniumbetaine and *N*-alkylpyridinium-3-carboxylate.

1 結 言

疎水基の両末端に親水基を持つ、いわゆる α , ω -型界面活性剤に関しては今までにいくつか報告がなされている。例えば *n*-アルカンの両末端にアニオン性基を持ったものは Danielsson¹⁾, Elworthy^{2),3)} 及び Ueno ら⁴⁾ によって検討がなされており、また 2 本のポリオキシエチレン鎖を持った非イオン界面活性剤は高橋ら⁵⁾ によって報告されている。しかし、両性イオン基を有する α , ω -型両性界面活性剤に関する研究報告は見あたらない。著者らは両性界面活性剤の親水基部分の構造と界面化学的性質との関連性に興味を持ち、今までにアルキルチオベタイン型やピリジンモノカルボン酸型など新しい親水基を導入した両性界面活性剤を合成しそれらの性質を明らかにしてきた^{6),7)}。今回は疎水基を一定 (ドデカメチレン) にし、その両末端に種々の親水基を持った 5 種

類の α , ω -型両性界面活性剤を合成し、それらの水溶液の表面張力、密度及び帯電防止力などの測定と、相間移動反応における触媒効果について検討を行い、従来より知られている疎水基の一端に親水基を持つ両性界面活性剤との比較を試みた。

2 実 験

2.1 試料の合成

今回合成した 5 種類の α , ω -型界面活性剤はいずれも両性イオン構造を持つ化合物であり、それらの名称と略記号を次に示す。

1,12-ドデカンビス (*S*-メチルスルホニオアセタート) : α , ω -TB

1,12-ドデカンビス (*N*, *N*-ジメチルアンモニオアセタート) : α , ω -NB

1,12-ドデカンビス (*N*, *N*-ジメチルアンモニオプロピ

Scheme-1 Preparation of α, ω -type amphoteric surfactants.

オナート) : $\alpha, \omega\text{-NP}$

1,12-ドデカンビス(*N, N*-ジメチルアンモニオ-3-プロパンスルホナート) : $\alpha, \omega\text{-SB}$

1,12-ドデカンビス(1-ピリジニウム-3-カルボキシレート) : $\alpha, \omega\text{-PB}$

これらは **Schem-1** に示す経路に従って合成した。

2.1.1 $\alpha, \omega\text{-TB}$ の合成

まず, 1,12-ドデカンジチオールは常法⁹⁾ に従い, 1,12-ジブロモドデカン 50 g とチオ尿素 24 g とから合成した。収量 40 g。次にこの粗ジチオール40 g を 20% 水酸化ナトリウム水溶液 100 ml に加えてしばらくかくはんし, 次にヨウ化メチル 50 g, ベンゼン 100 ml 及び相間移動触媒としてヘキサデシルトリメチルアンモニウム=ブロミド 1 g を加え, 激しくかくはんしながら 6 h 還流した。反応後ベンゼン層を分け取り, 中性になるまで水洗した後硫酸ナトリウム(無水物)で乾燥した。ベンゼンを留去させ, 1,12-ビス(メチルチオ)ドデカン 35.4 g を得た。この粗生成物を精留し, bp 180~180.5 °C/2 mmHg の留分を集めた。元素分析 S% (計算値) : 24.46 (24.43)。次にこのスルフィド 15 g とモノプロモ酢酸 14.5 g を室温でかきまぜながら 3 h 反応させ, 生成した白色粉末をエーテルでよく洗浄して 1,12-ドデカンビス(*S*-カルボキシメチル-*S*-メチルスルホニウム)=ジブロミド 22.1 g を得た。アセトン/メタノールから数回再結晶を行って精製した。mp 129~130°C。元素分析 S% (計算値) : 11.91 (11.87)。次に精製したスルホニウム塩 15 g をメタノール 50 ml に溶かし, この中へイオン交換樹脂(アンバーライト IRA-400, OH 型)を溶液が中性になるまで加え, 室温で 1 h かきまぜた。吸引濾過で樹脂を除き, 濾液を減圧下で濃縮してから残部にアセトンを加えてかきまぜ, 結晶部分を集めた。収率は

ほぼ定量的であった。アセトン/メタノールで数回再結晶を行って精製し, 最終生成物 $\alpha, \omega\text{-TB}$ を得た。

2.1.2 $\alpha, \omega\text{-NB}$ の合成

ジメチルアミン 60 ml (50% 水溶液) とジオキサン 100 ml の溶液を 0°C に冷却しておき, 1,12-ジブロモドデカン 50 g とジオキサン 100 ml の溶液をかきまぜながら 30 min かけて滴下した。滴下後室温で 3 h かくはんし, 次に水浴上で 50°C に昇温し窒素ガスを吹き込み過剰のジメチルアミンを除いた。冷却後水を加えてベンゼンで抽出した。同じスケールの反応をもう一度行い全量 53 g の 1,12-ビス(ジメチルアミノ)ドデカンを得た。これを精留し, 123°C/2 mmHg の留分を集めた。元素分析 N% (計算値) : 10.89 (10.92)。次にこの 1,12-ビス(ジメチルアミノ)ドデカン 11 g とモノプロモ酢酸ナトリウム 14 g をエタノール 50 ml, 水 10 ml に溶かし 3 h 還流した。減圧下で溶媒を除き, メタノールを少量加え不溶物(NaBr)を汙別した。汙液にアセトンを加えて冷却し, 生じた結晶を吸引濾過で集めた。収量 12.2 g。これをアセトン/メタノールから数回再結晶を行って精製し $\alpha, \omega\text{-NB}$ を得た。

2.1.3 $\alpha, \omega\text{-NP}$ の合成

1,12-ビス(ジメチルアミノ)ドデカン 14 g をエーテル 40 ml とアセトニトリル 20 ml に溶かし, 0°C に冷却しておき, これに β -プロピオラクトン 7.9 g を 5 min で加え, 30 min そのままかくはんした。次に室温で 2 h かくはんし, 反応後結晶部分を汉別し, エーテルで洗浄した。収量 18.1 g。これをアセトン/メタノールで再結晶し, $\alpha, \omega\text{-NP}$ を得た。

2.1.4 $\alpha, \omega\text{-SB}$ の合成

1,12-ビス(ジメチルアミノ)ドデカン 10 g, 1,3-スルトン 9.5 g をアセトン 50 ml に溶かし 3 h 還流した。

反応後アセトン濃縮し、しばらく冷却後生成した結晶を分別した。収量 16 g。アセトン/メタノールから再結晶し、 α , ω -SB を得た。

2.1.5 α , ω -PB の合成

1,12-ジブロモドデカン 26.6 g, ニコチン酸 20 g, ジメチルホルムアミド (DMF) 200 ml を 300 ml の丸底フラスコに入れ 90~100°C で 20 h 反応させた。反応後 DMF を減圧下で除き、残部にアセトンを入れて結晶化させた。収量 21 g。アセトン/エタノールで再結晶し 1,12-ドデカンビス (3-カルボキシ-1-ピリジニウム)=ジブロミドを得た。mp 219~220°C (dec.)。元素分析 N% (計算値): 6.74 (6.79)。次にこのジブロミド 15 g を、 α , ω -TB の場合と同様に脱 HBr し、 α , ω -PB を得た。収率はほぼ定量的であった。

2.2 水溶液の性質の測定

2.2.1 表面張力

ウィルヘルミー型自記表面張力計 (島津 ST-1 型) を用い、30±0.5°C で測定した。

2.2.2 密度

アントンパール社製 (オーストリア) デジタル精密密度計 DMA-10 型を用い、循環恒温水槽により 30±0.01°C に保って測定した。試料溶液 0.7 ml を注射筒を用いて測定セル中へ静かに注入し、10 min 後にカウンターに表示された数値を 50 回繰り返し読み取り、その平均値を求めた。

$$T_1^2 - T_2^2 = A(d_1 - d_2),$$

$$A = (T_1^2 - T_3^2) / (d_1 - d_3)$$

ここで T_1 , T_2 及び T_3 はそれぞれ水、試料溶液及びエタノールのカウント数、 d_1 , d_2 及び d_3 はそれぞれ水、試料溶液及びエタノールの密度 (g/ml) である。30°C における水の密度を 0.995646 g/ml 及びエタノールのそれを 0.780728 g/ml として装置定数 A を求め、次に試料溶液の密度を計算した。

2.2.3 帯電防止力

4 cm×5 cm の試験布をポリプロピレン板にのせ、試料の 1% 水溶液 0.2 g を布の全面に均一にぬれるように滴下後乾燥し、一定湿度 [R.H. < 1%; シリカゲル上 2 h; R.H. 93%, (NH₄)H₂PO₄ 飽和水溶液上, 24 h] に保った後、室温 (20~25°C) で DSM-515 A デジタル

超絶縁計 (東亜電波工業製) により布の表面漏えい抵抗 (1 min 値) を測定し、各 2~3 枚の平均値をとった。この値が小さい程試料が良好な帯電防止力を有することを示す。布の種類はナイロン (タフタ, 平織), カシミロン (平織), テトロン (タフタ, 平織) 及びパイレン (PP パイレン, 平織) の 4 種である。

2.3 相間移動反応における触媒効果

反応として Finkelstein 反応を用いた。臭化オクチル 1 mol に対してヨウ化カリウム飽和水溶液を 5 倍 mol 使用し、触媒量を 5 mol% と 10 mol% 用い、80°C で 6 h 激しくかくはんした。生成したヨウ化オクチルは GLC (カラム: SE-30, 5%, 1 m; カラム温度: 120°C; キャリヤーガス: He) で定量しその収率を求めた。

3 結果及び考察

3.1 合成結果

今回合成した 5 種類の試料はいずれも吸湿性の非常に大きい白色粉末として得られ、それらは水には 0°C 付近でも容易に溶け、またメタノール、エタノールなどにも可溶である。しかし、エーテル、アセトン、ベンゼンなどには熱してもほとんど溶けない。Table-1 に mp と元素分析結果を示した。

50°C で 20 h 真空乾燥を行った直後に IR スペクトルを測定すると、 α , ω -TB, NB 及び NP にはいずれも 3,400 cm⁻¹ 付近に水分によると思われるブロードな吸収がみられる。しかし、 α , ω -SB と PB にはこの吸収はみられない。元素分析の実測値から水分を逆算すると α , ω -TB と NB は 1 mol, NP は 1.5 mol となり、Table-1 に示した括弧内の数値はこの水分を加えた計算値である。しかし、これが単なる水和水であるのかあるいは結晶水であるのかについての最終的な確認は行っていない。Table-2 にはそれぞれの親水基近傍にある官能基の IR, ¹H 及び ¹³C NMR スペクトルを示した。IR でカルボキシラートとスルホナートの吸収は疎水基の一末端に親水基を持つ通常の α -型両性界面活性剤のそれと比較してほぼ同じ位置にみられた^{9), 10)}。¹H と ¹³C NMR も α -型両性界面活性剤とほぼ同一のスペクトルパターンを示した。この中で α , ω -TB の両イオン間のメチレン (⁺SCH₂COO⁻) の吸収は ¹H NMR で 4.57

Table-1 Melting point and elementary analysis of α , ω -type amphoteric surfactants.

Surfactant	mp (°C)	C %	H %	N %	S %
		Found (Calcd.)	Found (Calcd.)	Found (Calcd.)	Found (Calcd.)
α , ω -TB* ¹	134~135	54.27(54.51)	9.13(9.15)	—	16.33(16.17)
α , ω -NB* ¹	185~187	61.42(61.51)	10.87(10.84)	7.17(7.17)	—
α , ω -NP* ²	122~123	61.67(61.79)	11.14(11.08)	6.40(6.56)	—
α , ω -SB	274~276 (dec.)	52.39(52.77)	9.58(9.66)	5.58(5.59)	12.72(12.80)
α , ω -PB	236~237 (dec.)	69.88(69.88)	7.93(7.82)	6.74(6.79)	—

*1 The values in parentheses are calculated for the hydrate containing 1 mole H₂O.

*2 The values in parentheses are calculated for the hydrate containing 1.5 mole H₂O.

Table-2 Spectral data of α , ω -type amphoteric surfactants.

Surfactant	IR (cm ⁻¹)* ¹	¹ H NMR (δ)* ²	¹³ C NMR (δ)* ²
α , ω -TB	1622(COO ⁻)	3.33 (s, ⁺ SCH ₃) 4.57 (s, ⁺ SCH ₂ COO ⁻)	42.4 (⁺ SCH ₃), 168.4 (COO ⁻)
α , ω -NB	1622(COO ⁻)	3.63 (s, ⁺ NCH ₃) 4.27 (s, ⁺ NCH ₂ COO ⁻)	52.1 (⁺ NCH ₃), 169.3 (COO ⁻)
α , ω -NP	1595(COO ⁻)	3.47 (s, ⁺ NCH ₃)	51.3 (⁺ NCH ₃), 176.5 (COO ⁻)
α , ω -SB	1187(SO ₃ ⁻)	3.12, 3.98 (t, CH ₂ ⁺ NCH ₂) 3.43 (t, CH ₂ SO ₃ ⁻) 3.54 (s, ⁺ NCH ₃) 3.83 (t, CH ₂ ⁺ NCH ₂)	51.4 (⁺ NCH ₃)
α , ω -PB	1641(COO ⁻)	2.39 (t, ⁺ NCH ₂) 8.57~9.60 (m, ring H)	167.7 (COO ⁻)

*¹ KBr disk *² in D₂O

ppm, ¹³C NMR では 48 ppm 付近にみられるが, これらは再測定を繰り返すごとにその吸収強度を減じる現象が観察された。これはアルキルチオベタインの場合とまったく同様に⁹⁾, 溶媒の D₂O との間に H-D 交換反応を起こしたものと思われる。

3.2 水溶液の性質

Fig.-1 に表面張力対濃度曲線を示した。これより求めた cmc, cmc における表面張力値 (γ_{cmc}), cmc 以下の直線のこう配から Gibbs の吸着等温式を用いて表面過剰濃度を求め, 分子占有面積を算出した結果を α -型のそれと比較して **Table-3** に示した。

α , ω -型の cmc は両末端に親水基をもつためにかなり大きく, α , ω -TB < α , ω -PB < α , ω -SB < α , ω -NP < α , ω -NB の順に増大する傾向を示した。cmc を α -型と比較すると α , ω -TB は C₁₂-TB の約 43 倍, α , ω -NB は α -DNB の約 112 倍の大きさをもっている。Danielsson¹⁾ 及び Elworthy²⁾ は KOOC(CH₂)_nCOOK について検討し, 電気伝導度や可溶化力の測定から n =

Fig.-1 Surface tension vs. concentration (M) curves of α , ω -type amphoteric surfactants at 30°C.**Table-3** Surface active properties of α , ω -type amphoteric surfactants determined by surface tension method at 30°C

Surfactant	cmc (M)	γ_{cmc} * ¹ (dyn/cm)	Surface excess $\times 10^{10}$ (mol/cm ²)	Area/molecule (Å ²)
α , ω -TB	8.23×10^{-2}	52.1	1.7	98
α , ω -NB	2.79×10^{-1}	49.8	1.7	98
α , ω -NP	2.41×10^{-1}	50.0	1.5	111
α , ω -SB	1.51×10^{-1}	61.5	1.1	151
α , ω -PB	1.11×10^{-1}	52.2	1.2	138
C ₁₂ -TB* ²	1.9×10^{-3}	36.0	3.7	45
α -DNB* ³	2.5×10^{-3}	39.4	3.1	54
β -DNB* ⁴	4.1×10^{-3}	45.0	2.9	57
DSB* ⁵	3.1×10^{-3}	42.3	2.8	59
C ₁₂ -PB* ⁶	1.43×10^{-3}	41.1	2.7	62

*¹ Surface tension at cmc*² Dodecylthiobetaine⁹⁾*³ N-Dodecyl- α -betaine⁹⁾*⁴ N-Dodecyl- β -betaine⁹⁾*⁵ N-Dodecylsulfobetaine⁹⁾*⁶ N-Dodecylpyridinium-3-carboxylate⁷⁾

14 以上にならないければミセルを形成しないことを見いだしている。また, 高橋⁵⁾は HOC₁₂H₂₄OH と C₁₂H₂₅OH に等モル (~7 mol) のエチレンオキシドを付加させた α , ω -型と α -型非イオンの比較から α , ω -型の cmc は α -型の約 27 倍大きいことを報告している。現在のところ比較する例は少ないが, 両性イオン型のミセル形成のしやすさは, アニオン型よりも非イオン型に近いものと考えられる。 γ_{cmc} は α , ω -SB がかなり大きな値を示すことを除いて他は 50 dyn/cm 前後を示し, いずれも α -型よりも大きな値を示す。一方, 分子占有面積は α -型のほぼ 2 倍の値を示し, 先に引用した非イオン型の場合とはほぼ同じ結果を示した。ただし, α , ω -SB だけは対応する DSB の約 2.6 倍と最も大きな分子

Fig.-2 Density vs. concentration curves of α , ω -type amphoteric surfactants at 30°C.

占有面積を示しているが、これは α , ω -SB の親水基付近の立体化学がバルキーなため密な界面吸着が阻害されていると考えられる。Fig.-2 に密度対濃度曲線を示した。屈折点すなわち cmc を求めると α , ω -TB : 8.50×10^{-2} , α , ω -NB : 2.97×10^{-1} , α , ω -NP : 2.94×10^{-1} , α , ω -SB : 1.45×10^{-1} , α , ω -PB : 1.16×10^{-1} M となり、先に表面張力より求めた値ときわめてよく一致する。

帯電防止力の測定結果を Table-4 に示した。両性界面活性剤には帯電防止力があるとされているが、それらは主にアミノ酸塩やイミダゾリン塩などについて検討された結果であり⁹⁾、両性イオン構造を持ったものに関してはほとんど報告されていない。 α , ω -型の結果をみると、ある程度の帯電防止力を有していることが認められる。構造の違いによる帯電防止力には顕著な差はないが、4種の布に対して α , ω -NP > α , ω -NB > α , ω -TB > α , ω -PB > α , ω -SB の順に劣る傾向にあった。布としては概してカシミロン、ナイロン、テトロンに効果が認められる。 α , ω -型と α -型とではナイロンに対して大差ないが、他の布の場合は α -型が 2~3 オーダ優れていた。湿度に関しては当然 R.H. 93% の方が <1%

Table-4 Anti-static power of α , ω -type amphoteric surfactants for several clothes (100 V, 20~25°C, 1%^{*1}).

Nylon		Cashimilon		Tetoron		Pylen									
	<1	93	<1	93	<1	93	<1	93								
	a	b	a	b	a	b	a	b								
Sample																
α , ω -TB	1.3	10	1.1	9	2.4	10	3.1	9	1.0	12	9.6	9	>1	12	8.6	11
α , ω -NB	4.2	10	3.0	9	3.1	10	3.9	9	2.1	11	5.4	9	2.7	11	1.1	11
α , ω -NP	3.3	11	1.5	9	1.2	9	1.3	8	7.0	11	2.4	9	8.1	10	1.1	10
α , ω -SB	5.7	11	3.6	9	7.0	10	2.2	9	>1	12	8.2	10	>1	12	>1	12
α , ω -PB	5.0	11	8.7	9	3.8	11	2.4	9	>1	12	>1	12	2.1	11	1.2	10
C ₁₂ -TB	2.1	11	1.6	9	2.5	9	2.5	7	6.2	8	2.5	8	3.7	8	2.9	8
α -DNB	8.6	9	6.7	8	9.5	8	1.1	8	3.6	9	3.2	8	2.0	9	5.3	8
Blank	>1	12	4.2	11	>1	12	5.0	9	>1	12	>1	12	>1	12	>1	12

*1 1mg/10 cm²

*2 Surface leakage resistance value, $a \times 10^6 (\Omega)$

の場合よりよくなり、抵抗値がほぼ1オーダ低下した。この傾向は極性の強い布（ナイロン>テトロン≈カシミロン>パイレンの順に極性は大きい）ほど大きかった。

3.3 相間移動反応における触媒効果

両性界面活性剤が相間移動条件における Finkelstein 反応の優れた触媒となることは先に著者らが明らかにした⁷⁾。クラウンエーテル類を除けば、一般にこの反応の触媒には第四級アンモニウム塩が使われるが、今回のようにハロゲンイオンと錯体を形成できるカチオン基を分子内に2個有するような例は知られていない。

Table-5 Efficiency of α , ω -type amphoteric surfactants as a catalyst in substitution reaction.

Catalyst	Yield of C ₈ H ₁₇ I (%)	
	5	10
α , ω -TB	9	25
α , ω -NB	11	25
α , ω -NP	10	29
α , ω -SB	13	18
α , ω -PB	11	32
C ₁₂ -TB* ¹	56	86
α -DNB* ¹	91	98
C ₁₂ -PB* ¹	93	95
BTEA* ²	4	8

*1 Cited from ref. 7

*2 Benzyltriethylammonium chloride⁷⁾

結果を Table-5 に示したが、これらの α , ω -型はある程度の触媒性能を持っていることがわかるが、 α -型に比較するとかなり劣っている。両末端の2個のカチオン基は錯体形成に作用しているが、生成した錯体の親水性が大きすぎて容易に有機相へ移動できないものと考えられる。この欠点を補う方法として α , ω -間のメチレン炭素を増加し疎水性を大きくすると、アルキルメルカプチドのような有機性の大きいアニオンを移動させることなどが考えられる。現在さらに検討を続けている。

本報告の一部は昭和 57 年 11 月、油化学研究発表会（東京）

で発表した。

(昭和 58 年 5 月 11 日受理)

文 献

- 1) I. Danielsson, *Acta Acad. Aboensis Math. Phys.*, **20**, 7 (1956)
- 2) P.H. Elworthy, *J. Pharm. Pharmacol.*, **11**, 557 (1959)
- 3) P.H. Elworthy, *J. Pharm. Pharmacol.*, **11**, 624 (1959)
- 4) M. Ueno, T. Hikota, T. Mitama, K. Meguro, *J. Am.*

Oil Chem. Soc., **49**, 250 (1972)

- 5) 高橋秀男, 藤原辰夫, 桑村常彦, 油化学, **24**, 36 (1975)
- 6) 蒲 康夫, 榑崎英男, 油化学, **29**, 414 (1980)
- 7) 蒲 康夫, 鈴木 洋, 榑崎英男, 油化学, **31**, 939 (1982)
- 8) G.G. Urquhart, J.W. Gates, Jr., R. Connor, "Organic Syntheses" Coll. Vol. III, p. 363 (1955)
- 9) 丸茂秀雄, 高井 誠, 油化学, **14**, 571 (1965)

書 評

Encyclopedia of Emulsion Technology

Volume 1 Basic Theory

Edited by Paul Becher

B 5 判 715 ページ

Marcel Dekker, Inc. 発行

1957 年, Paul Becher の名著 "Emulsion" (理論と実際) が出版され, その体系化された内容はエマルションを取り扱う関係者に大いに喜ばれ, その後, 出された第 2 版は, いまなお好評である。しかし, これもすでに 10 数年たっている。

本書, "Encyclopedia of Emulsion Technology" vol. 1 Basic Theory は, 同じ著者が, 現在, この分野の研究の指導的立場にあるエキスパートを選び抜いて, 最新の基礎理論を中心に, 実際のトピックスを多数盛りこんだエマルションに関する次元の高い専門書である。その引用文献は 1500 余にのぼる。

近年, エマルションを取り扱う分野が拡大し, 研究対象として極めて重要となりつつある時, 本書の出版は大変時宜を得たものといえよう。

本書の内容を簡単に紹介すると,

第 1 章は, Tadros and Vincent により, 液/液界面におこる現象の理解を界面張力の面より考察を加え,

第 2 章は Walstra によって, エマルション生成の最も重要な性質の一つとして大きな界面をつくりだすための機械的な諸必要条件が理論的にのべられている。

第 3 章は, Tadros and Vincent により, エマルションの分類, 安定性ならびに不安定性に対する定義と解釈について, その重要性がのべられ,

第 4 章は, Friberg and Venable によって, 十数年前には見いだされていなかったマイクロエマルションの構造と安定性, 並びに実際上の応用がのべられている。

第 5 章は, 横浜国立大学の篠田, 国枝両博士による, 水/油/界面活性剤三成分系の相平衡に及ぼす温度の影響, 非イオン系乳化剤の HLB, PIT がのべられ,

第 6 章は, Orr によって, エマルションの粒子径の分布と数学的取り扱いが記述されている。

第 7 章は, Sherman により, 前章までの多くの部分で議論してきたエマルションについてレオロジー的な性質を広くのべ,

第 8 章は, Farinato and Rowell によって, エマルションの光学的性質のうち, 温度, 光の干渉, 散乱について理論と実際の測定技術が紹介されている。

第 9 章は, Clausse により, エマルションと関連する系について, 誘電的性質内基礎理論と実際が膨大な資料をもとに詳細に記述されている。

以上, 内容は高度であるが, エマルションを取り扱っている研究者, 技術者にとっては必読の書といえよう。

なお, 第 2 巻は, 主にエマルションの応用に向けられ, エマルション破壊, エマルションの医薬, 食品, 化粧品等への応用と, 幅広く工業並びに生活用品への応用が盛りこまれ, 本書に続いて一日も早い出版が期待される。

(荻野圭三: 東京理科大学理工学部)