総 説

日本油化学協会賞進歩賞

洗剤成分の分析法開発に関する研究

山 中 実

花王石鹸株式会社東京研究所 (東京都墨田区文花 2-1-3)

Analytical Methods of Ingredients in Detergents

Makoto YAMANAKA

Tokyo Research Laboratories, Kao Soap Co., Ltd.
(2-1-3, Bunka, Sumida-ku, Tokyo)

1 はじめに

本総説は、第 14 回 (昭和 54 年度) 日本油化学協会賞進歩賞の紹介として書かれたものである。筆者らは、企業内における研究者として、その置かれた立場から、単に分析法の研究で終わるのでなく、その分析法を利用して、いかなる問題が解決されたかをも含めて初めてその研究が完成したものと考え研究を行ってきた。従って、問題解決の部分を述べずに分析法の論文としてここにまとめて見ると、いささかテーマに統一を欠くくらいがあるかも知れぬが、敢えてそれを評価して下さった日本油化学協会に感謝の意を表するものである。

2 連続流動型分析装置を用いた自動分析

自動分析法を開発する場合に、従来からある用手法をそのまま強引に腕力で自動化することは、現在の電子工学、機械工学の発達から可能となっている。しかし、そのような方法は、コスト/パフォーマンスの点から見て必ずしも有用な方法であるとは言いがたい点があり、巧みな自動分析法の開発が期待されるゆえである。

2.1 アニオン界面活性剤の定量

アニオン及びカチオン界面活性剤は、分相滴定法で定量されることが多く、JIS K-3362 などに採用されている。しかし、この方法は界面活性剤の存在下に水-クロロホルム系で抽出を行いつつ滴定するため、滴定の進行状況を判定するのに分相してくるのを待たねばならず、簡便な方法とはいいがたい。そこで、筆者らは、テクニコン社製のオートアナライザーを利用して、アニオン及びカチオン界面活性剤の自動定量を試みた。いずれもイオン性染料と界面活性剤のコンプレックスを水-クロロホルム系でクロロホルム相に抽出し、クロロホルム相を比色定量する方法である。

アニオン界面活性剤の定量¹⁾には、カチオン染料とし

てメチレンブルーを用いて、かくはん抽出方法、共存物質の影響などを検討し定量方法を確立した。このような原理に基づく方法では、界面活性剤の種類によって、モル感度が異なる場合があるが、本法ではメチレンブルー溶液にメタノールを添加することでこの問題を解決できた。硫酸ドデシルナトリウム (SDS)、直鎖型アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム (LAS)、硫酸アルキルポリオキシエチレン=ナトリウム (ES)、1,2-ビス (2-エチルヘキシルオキシカルボニル)-1-エタンスルホン酸ナトリウムなどについては、ほぼ同一のモル感度となった。SDS のモル感度を 100 としたとき、他は 97~103 であった。しかしアルカンスルホン酸ナトリウム (SAS)、及び α -オレフィンスルホン酸ナトリウム (AOS) についてはモル感度が低かった。その原因としては、SAS についてはポリスルホン体、AOS についてはポリスルホン体とヒドロキシ体のためであろうと考えられる。本法によれば処理速度毎時 20 点、変動係数 0.4% でアニオン界面活性剤の定量が行える。

カチオン界面活性剤²⁾についても、アニオン染料として、オレンジ II を用いて定量方法を確立した。図-1 に示すようにメタノール濃度 52% で各種カチオン界面活性剤のモル感度は等しく、毎時 10~20 点の処理能力であった。

また本法によれば pH=1.6 でアミン及び第四級アンモニウム塩型のカチオン界面活性剤が定量でき、pH=7.3 ではカチオン界面活性剤のみが定量できるので、カチオン界面活性剤とアミンが共存する系で両者を分別定量することができる。

更に高速分析を行うために、フローインジェクション法によるアニオン界面活性剤の定量³⁾を検討した。原理としては、オートアナライザーと同様にアニオン界面活性剤とメチレンブルーを水-クロロホルム系でクロロホルム相に抽出しクロロホルム相を比色定量するものであ

図-1 吸光度に対するメタノール添加効果

るが、高速の連続流動系中での少量試料の抽出機構の開発が最も重要な課題であった。テフロン製の多孔性膜を利用して内容量 500 μ l の分相装置を開発してこの問題を解決した。またメチレンブルー溶液にメタノールを 40% 添加することにより抽出率が向上し、ピークのテーリングがなくなり定量精度が向上した。表-1 に示すように、SDS, ES, SAS, AOS (アルケニル体), LAS は等しい抽出率を示したが、AOS (ヒドロキシル体) の

表-1 アニオン界面活性剤の抽出率の比較

アニオン界面活性剤	抽出率(*)
SDS	100.0
ES	100.2
SAS	98.0
AOS (ヒドロキシル体)	84.8
AOS (アルケニル体)	96.6
LAS	100.0

(*) SDS を 100.0 とした時の相対値

図中の数字は SDS 溶液の濃度 (mM) を表す。
A~D は粉末洗剤の名前を示す。

図-2 フローインジェクション法チャート

み抽出率が悪かった。

図-2 に分析例としてチャートを示す。

本法によれば 4 μ l のサンプルを毎時 80 点の速さで、変動係数 1.5% で、分析可能である。オートアナライザーに比較して、著しく少量のサンプルで高速分析が可能となった。

2.2 漂白成分の定量⁽⁴⁾

漂白成分には、過酸化水素、過炭酸ナトリウム (PC)、過ホウ酸ナトリウム (PB)、次亜塩素酸ナトリウムなどがあるが、これら塩素及び酸素系の漂白剤のオートアナライザーを用いた自動定量法を開発した。測定原理は図-3 に示すように H_2O_2 によりインドフェノール型色素を生成させその比色により定量するものである。

図-3 H_2O_2 定量のための発色反応

ペルオキシダーゼ酵素を利用したために色素の生成反応が室温で迅速に進行し連続流動系での反応として有効なものとなった。種々条件を検討し H_2O_2 , PC 及び PB の H_2O_2 1 mol 当たりの感度を等しくできたため H_2O_2 の検量線 1 本で PC 及び PB の定量も可能となった。処理速度毎時 50~70 点で変動係数 0.5~1.2, 検出限界は図-4 の検量線から明らかなように 1 ppm 程度である。

図-4 過酸化水素の検量線

洗剤中の PC 及び PB を定量した所、JIS K-3362 の過マンガン酸カリウム滴定法の値と良く一致した。過マンガン酸カリウム滴定法ではニトリロ三酢酸塩 (NTA) 及

び EDTA などが定量を妨害するが、本法では妨害とまらない。塩素系漂白成分についても類似の定量法を開発した。

2.3 炭酸塩の定量⁵⁾

炭酸塩の定量法は JIS K-3362 にも 2 種類の方法が記載されているが、シュレッター法では精度と迅速性に欠けるためにガスクロマトグラフ (GC) 法も採用されている。しかし GC 法も簡便迅速な自動分析法とはいえない。そこでオートアナライザーを利用して自動分析法を開発した。試料に酸を加え、発生する二酸化炭素をイオン交換水に吸収させその水の電気伝導度を測定して定量する方法である。イオン交換水の流路には OH 型イオン交換カラムを組み込み溶存する二酸化炭素を除いた。こうしないとベースラインのドリフトなどが起こり、分析精度の悪化する原因となる。検量線は、測定範囲 10~200 µg/ml で良い直線性を示し、再現性は変動係数で 1.2~0.2 であった。処理速度は毎時 30 点である。市販商品について測定した結果を表-2 に示す。JIS の GC 法と良く一致している。

表-2 市販商品中の炭酸ナトリウムの定量

商 品	炭酸ナトリウム含量 (%)	
	オートアナライザー法	ガスクロマトグラフ法(*)
A	0.99	0.7
B	2.06	2.1
C	2.90	2.9
D	6.14	6.1
E	9.46	9.1
F	19.8	20.4
G	20.2	21.0
H	59.8	61.0

A~G: 衣料用粉末洗剤, H: PC 型漂白剤

(*) : JIS K-3362

3 高速液体クロマトグラフィーによる分析法の開発

自動分析法を開発する場合に、共存物質の除去等の、試料の前処理行程は多くの場合自動化が困難で、問題点となりやすい。高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を利用すると、この点が解決しやすくなり、サンプリングからデータ処理まで自動化が割合容易に行える等の利点がある。

3.1 洗剤中のけい光増白剤の定性・定量分析⁶⁾

衣料用洗剤中には、白度維持のためにほとんどすべての洗剤にけい光増白剤 (FWA) を含んでいる。FWA の分析は、TLC などで行っている例があるが、試料の前処理などをせず簡便迅速に定性定量分析を行っている例はない。そこで筆者らは、HPLC を用いて簡便迅速な分析法の開発を検討した。本報で対象とした FWA はいずれ

もスルホン酸基を有する水溶性物質であるので、イオン交換法による分析が考えられるが、いずれも分子量が大きいため溶出に長時間を要する。従って、ここではカチオン界面活性剤を添加した溶離液を用い逆相分配型充填剤 (Li Chrosorb RP-18) を固定相とするイオン対クロマトグラフィーの適用を試みた。洗剤用に使用される可能料のある FWA で我々の入手可能であったものを、表-3 に示す。

表-3 けい光染料の略号と構造

略 号	構 造
FWA-1	
FWA-2	
FWA-3	
FWA-4	
FWA-5	
FWA-6	
FWA-7	
FWA-8	
FWA-9	
FWA-10	

国内では、これ以外の FWA が使われている例はほとんどないと考えられるが、この表の外にはクマリンタイプの FWA が外国で使用されている例があるようである。

イオン対クロマトグラフィーにおいては溶離液中に添加する対イオンの種類と量、溶離液組成、カラム温度などが、分離に対して重要な要素となる。対イオンとしては硝酸ベンジルジメチルテトラデシルアンモニウム (BzAN) を選定した。硝酸型でなく塩酸型を用いると、おそらく装置のステンレス配管部の腐食によると思われるカラムの劣化が著しく、クロマトグラムの再現性が悪くなる。実験の結果、溶離液中の BzAN 濃度は 0.25%、水分含量は 14%、カラム温度は 40°C を最適条件として決定した。

表-3 の FWA の標準クロマトグラムを図-5 に示す。ここで、FWA-1 と FWA-3 は分離していないが、ピーク (a) が検出された時は溶離液組成を変更して (例えば BzAN 濃度を 0.5% とする) FWA-1 と FWA-3 を分離し、そのピークがいずれの FWA であるか判定する

図-5 標準けい光染料のクロマトグラム

ことができる。実際の商品中に FWA-1 及び FWA-3 が使われている例は少ないこと、分析時間の点 (Bz AN 濃度を増やすと溶出が遅れる) から通常の分析条件

表-4 市販洗剤中のけい光染料の定性・定量

試料	含有けい光染料の種類	含有量 (%)
A	FWA-7	0.37
	FWA-8	0.10
B	FWA-7	0.24
	FWA-8	0.16
C	FWA-2	0.79
	FWA-8	0.66
D	FWA-2	0.13
	FWA-8	0.36
E	FWA-2	0.16
	FWA-8	0.16

図-6 市販洗剤中のけい光染料の定性

は前記のように定めた。各 FWA について検量線を作成した所、いずれも直線性の良好な原点を通る直線となった。この検量線を用いて回収率を求めた所 97.9~101.5%, 変動係数は 1.5% 以下であった。市販商品の分析結果の 1 例を 表-4 に、この時のクロマトグラムの 1 例を図-6 に示す。

3.2 縮合リン酸塩の分析⁷⁾

洗剤中には各種の縮合リン酸塩が配合されている場合が多い。実際にオルト、ピロ、トリポリのリン酸塩が単独あるいは混合物として見いだされる。トリポリ (この時はオルトとピロも少量入っていることが多い)、ピロ、あるいはピロ+オルトなどの例がある。

n 塩基性のポリ酸 AH_n を Cl 型の強塩基性イオン交換樹脂を用いて分析する際の樹脂相と水相との間のポリ酸の分配係数 D^A は次式で示される。式から明らかな

$$D^A = \sum_{z=0}^n \frac{[Cl^-]^z}{[Cl^-]^z} \cdot K_{zCl}^{H_{n-z}A} \cdot \alpha_z$$

$[Cl^-]$, $[Cl^-]_r$: 水相, 樹脂相中の Cl^- の濃度

$K_{zCl}^{H_{n-z}A}$: $H_{n-z}A^{z-}$ のイオン交換平衡定数

α_z : $H_{n-z}A^{z-}$ の酸の全濃度に対する分率

ように、縮合リン酸塩の樹脂相と水相との間の分配係数は、溶離液の pH 及び塩化物イオン濃度によって変化する。分配係数の比 (選択係数) は弱酸性下で大きくアルカリ性下で小さくなるので、縮合リン酸塩の分析はおもに選択係数の大きい弱酸性下で行われるのが一般的であった。一方 HPLC における分離度 R_s は、選択係数の、キャパシティーファクター k' 及びカラム効率 N の項によって次式のように表せる。従来のイオン交換クロ

$$R_s = \frac{1}{4} \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha} \right) \left(\frac{k_2'}{1 + k_2'} \right) (N_2)^{1/2}$$

マトグラフィーでは N 項が小さいため α 及び k' 項を大きくすることによって R_s を大きくしていた。しかし HPLC 用カラム充填剤を用いることによって N 項を大きくすることが可能となり、必要な R_s を得る以上に k' 項が大きくなると試料のカラムからの溶出に長時間を要することとなり、分析時間短縮のためにグラジエント溶出法が必要となる。そこで筆者らは、グラジエント溶出法によるカラム再生の時間の浪費をなくし縮合リン酸塩の相互分離を短時間に行うことを目的として、あえて分配係数の小さくなる弱アルカリ性下において小カラムを用いて分析条件の検討を行って、溶離液の pH, 塩化カリウム濃度及び検出のための発色条件を確立した。

図-7 に見るようにオルト、ピロ、トリポリにかかわらず P_2O_5 当たりの発色強度を一定にすることができたので、オルト、ピロ、トリポリの組成比だけでなく、オルト、ピロ、トリポリのピークを合計して総リン酸塩含量をも求めることができる。アニオン性界面活性剤、非イオン界面活性剤、炭酸塩、硫酸塩などの通常の洗剤成分

図-7 縮合リン酸塩類の検量線

表-5 市販洗剤中のリン酸塩組成と P_2O_5 含量

試料	HPLC 法				オートアナライザ法 ^(*) P ₂ O ₅ 含量 (%)
	リン酸塩組成 (%)			P ₂ O ₅ 含量 (%)	
	オルト	ピロ	トリポリ		
A	2.3	17.8	79.9	20.1	20.3
B	2.4	20.3	77.3	11.1	11.1
C	0.9	11.4	87.7	12.1	12.3
D	3.9	32.7	63.4	9.9	9.7
E	3.1	16.6	80.3	21.0	20.6

(*) 油化学, 25, 156 (1976)

は妨害しない。市販洗剤について分析した所、表-5 のようであり、クロマトグラムは 図-8 のようであった。

図-8 市販洗剤中の縮合リン酸塩類の分離

3.3 硫酸ナトリウムの分析^{8),9)}

洗剤中にしばしば含まれる硫酸ナトリウムの定量法としては、重量法、キレート滴定法などがあるが、いずれも共存物質の妨害などを除くために、煩雑な操作を必要とし、特に洗剤などの複雑な組成物中から定量する場合には簡便な方法とはいえない。そこで、HPLCの分離機

能を有効に利用して硫酸ナトリウムの定量法を確立した。強塩基性イオン交換樹脂を充てん剤として硫酸イオンを他のアニオンと分離し、硫酸イオンと鉄(III)イオンの錯体であるスルファト鉄(III)錯体として検出する方法である。

図-9 に示すように、溶離液中の鉄(III)イオンの量が

図-9 硝酸鉄(III)の効果

増加するとスルファト鉄(III)錯体の生成量が増えピーク面積が増大する。また硫酸イオンがスルファト鉄(III)錯体になる量が増加し分配係数が減少すると硫酸イオンの溶出が速まる。図-10 に溶離液中に鉄(III)イオンがある場合とない場合の硫酸イオンとピロ及びトリポリリン酸イオンの分離の様子を示すが、鉄(III)イオンを含む場合にはピロ及びトリポリリン酸イオンは鉄(III)イオンと安定な錯体を作り、強塩基性イオン交換カラムに吸着されることなく V_0 (ボイドボリューム) の位置に

図-10 硫酸塩分析のクロマトグラム

溶出されるようになったものと推察される。このように、鉄(Ⅲ)イオンは発色剤としてのみでなく、カラム内での各種イオンの分離に重要な影響を及ぼしている。クエン酸、NTA、EDTAなどの有機ビルダーは鉄(Ⅲ)イオンと錯体を作ること及び溶離液が酸性であるために縮合リン酸塩と同様に V_0 の位置に溶出し、アニオン界面活性剤はカラムに吸着して溶出せず、いずれも妨害とならない。

表-6 市販洗剤中の硫酸ナトリウムの定量

試 料	硫酸ナトリウム含量(%)	
	HPLC 法	キレート滴定法 ^(*)
A	26.1	25.9
B	33.4	33.1
C	44.4	44.2
D	26.1	25.8
E	23.2	23.7

(*) 工化, 69, 1912 (1966)

洗剤中の硫酸ナトリウムの回収率は 100.8%, 変動係数は 1% 以下であった。市販洗剤中の硫酸ナトリウムの定量例を表-6 に示す。従来のキレート滴定法と良く一致していた。

4 界面活性剤の分析法の研究

4.1 遠心クロマトグラフィーによる非イオン界面活性剤の分析^{(10), (11)}

遠心クロマトグラフィーというのは、上下2枚の円盤とスペーサーとで形成される分離板内部の空間に充てん剤をつめ、これを回転させることにより移動相を円盤の中心から遠心力で外周方向に移動させ物質を分離する液体クロマトグラフィーである。カラムクロマトグラフィー

図-11 カラムクロマトグラフィーの溶出曲線

図-12 遠心クロマトグラフィーの溶出曲線

一用の充てん剤はもとより TLC 用のものも使用でき、分離に要する時間もカラムクロマトグラフィーの 1/60 程度で充分であり、分取が必要な時などに有用なクロマトグラフィーになる可能性がある。JIS K-3362 に非イオン界面活性剤の分析法として記載されたアルミナカラムクロマトグラフ法とこれを遠心クロマトグラフ法で行った場合の比較を行った。

溶出挙動を比較するために両方法で溶出曲線を求めた所、図-11、図-12 のようになり、両者はほとんど同一のパターンを示し分離能に全く差のないことがわかった。

カラムクロマトグラフィーで 10~16 h かかるのに対し、遠心クロマトグラフィーでは 8~10 min と極めて迅速に分離が行える。回収率を求めた結果を表-7 に示す。

表-7 非イオン界面活性剤等の回収率

試 料	カラムクロマトグラフィー		遠心クロマトグラフィー	
	回収率 (%)	C.V. (%)	回収率 (%)	C.V. (%)
アルキル=ポリオキシエチレン=エーテル	98.4	0.85	98.3	0.54
ノニルフェニル=ポリオキシエチレン=エーテル	97.8	0.85	99.1	0.48
N,N-ジエタノール 脂肪酸族 アミド	75.4	0.92	75.7	1.11
N-エタノール脂肪酸族アミド	97.5	0.48	97.9	0.33
ポリエチレングリコール	100.5	2.55	101.1	0.70
ポリオキシエチレン=ポリオキシプロピレン=ブロックポリマー	99.2	1.01	100.2	0.69
ソルビタン=ポリオキシエチレン=エーテル脂肪酸エステル	93.0	0.17	92.8	0.42
ソルビタン脂肪酸エステル	49.6	1.28	51.2	3.46
ポリエチレングリコール脂肪酸エステル	98.9	0.43	98.8	0.44
尿 素	95.1	0.99	94.3	2.89

C.V.: 変動係数

共存物質は、脂肪酸ナトリウム、LAS、AOS、SAS、SDS、ES のいずれも妨害しない。また市販品について分析した結果を 表-8 に示すが、遠心クロマトグラフ法は、カラムクロマトグラフ法と良く一致した。

表-8 市販商品中の非イオン界面活性剤の定量

試 料	非イオン界面活性剤 (%)	
	カラムクロマトグラフィー	遠心クロマトグラフ
A	1.4	1.5
B	1.5	1.3
C	0.8	0.9
D	11.7	11.7
E	2.7	2.6
F	25.8	25.9
G	18.7	18.0
H	2.0	2.1
I	0.9	0.8
J	14.6	14.7
K	2.6	2.1
L	15.4	15.4
M	3.7	3.7
N	6.5	6.0
O	2.7	2.7

A~E：衣料用粉末洗剤，F~J：台所用液体洗剤

K~O：シャンプー，I は尿素を含む

4.2 カチオン及び両性界面活性剤の親油基分析^{(12), (13)}

カチオン界面活性剤の親油基分析には熱分解ガスクロマトグラフィー（熱分解 GC）を用いた例が見受けられるが、両性界面活性剤の場合には熱分解により難揮発性物質が生成するため、見掛けの分解率が低く分析法として不適当であることがわかった。そこで、DMF 溶媒中で強アルカリの存在下にホフマン分解を行いその生成物を GC 分析することにより、両性界面活性剤の親油基分析法を確立した。この条件下ではカチオン及び両性界面活性剤のいずれも β 位水素の脱離により分解が進行することを明らかにした。

更に上記のホフマン分解法を応用してカラム上で直接ホフマン分解を行わせる反応 GC の検討を行い条件を確立した。検討に用いたカチオン性及び両性界面活性剤を表-9 に示す。

この方法によれば、表-10 に示すように分解率はほぼ定量的に進行する。この時の分解生成物を明らかにしたが、いずれの界面活性剤においても主たる分解生成物は、アルキルジメチルアミンであり親油基分析にはこのピークを用いた。鎖長分布を有する各種界面活性剤を合

表-10 反応 GC におけるカチオン及び両性界面活性剤の分解率

界面活性剤	収 量 (%)					分解率 (%)
	α -オレフィン	アルキルジメチルアミン	ジアルキルメチルアミン	アルキルベンジルメチルアミン	転位生成物	
ATMA	40	57	—	—	—	97
DDMA ^(*)	70	72	28	—	—	99
BDMA	29	55	—	15	6	105
DAMC	52	39	—	—	—	91
DAEC	—	97	—	—	—	97
DAES	—	96	—	—	—	96
DAPS	2	96	—	—	—	98
DABS	14	85	—	—	—	99

(*) α -オレフィンとアルキルジメチルアミンは同時に生成する。

表-11 アルキル炭素数分布の分析結果

試 料		アルキル炭素数分布 (ピーク面積, %)				
		C ₁₀	C ₁₂	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈
ATMA	原 料	0.1	1.8	1.0	17.7	79.5
	測定値	—	1.4	2.2	17.5	79.0
DDMA	原 料	—	0.1	0.3	34.1	65.5
	測定値	—	—	0.8	33.4	65.8
BDMA	原 料	0.3	3.5	62.3	32.6	1.2
	測定値	—	3.4	63.2	31.2	2.2
DAMC	原 料	0.1	3.8	63.5	31.4	1.2
	測定値	—	3.1	64.8	31.2	0.9
DAEC	原 料	0.3	57.2	34.4	7.7	0.4
	測定値	—	57.6	35.1	7.1	0.4
DAES	原 料	0.2	57.4	34.2	7.8	0.6
	測定値	0.1	57.7	34.3	7.5	0.4
DAPS	原 料	0.4	33.4	65.1	0.9	0.2
	測定値	0.6	34.0	64.2	0.8	0.4
DABS	原 料	0.1	3.8	63.5	31.4	1.2
	測定値	—	3.5	65.1	30.5	0.9

表-9 使用したカチオン及び両性界面活性剤

略 号	名 称	構 造
ATMA	アルキルトリメチルアンモニウム=クロリド	$RN^+(CH_3)_3Cl^-$
DDMA	ジアルキルジメチルアンモニウム=クロリド	$R(R)N^+(CH_3)_2Cl^-$
BDMA	アルキルベンジルジメチルアンモニウム=クロリド	$RN^+(CH_3)_2CH_2C_6H_5Cl^-$
DAMC	(アルキルジメチルアンモニオ)メタンカルボキシラート	$RN^+(CH_3)_2CH_2COO^-$
DAEC	2-(アルキルジメチルアンモニオ)-1-エタンカルボキシラート	$RN^+(CH_3)_2CH_2CH_2COO^-$
DAES	2-(アルキルジメチルアンモニオ)-1-エタンスルホナート	$RN^+(CH_3)_2CH_2CH_2SO_3^-$
DAPS	3-(アルキルジメチルアンモニオ)-1-プロパンスルホナート	$RN^+(CH_3)_2CH_2CH_2CH_2SO_3^-$
DABS	4-(アルキルジメチルアンモニオ)-1-ブタンスルホナート	$RN^+(CH_3)_2CH_2CH_2CH_2CH_2SO_3^-$

成し、それらを本法により分析して得られた親油基分布と原料のアルキルアミンの親油基分布を表-11に示す。両者は良く一致しており、本法はカチオン性及び両性界面活性剤の親油基分析法として有用であることが明らかとなった。

(昭和55年9月8日受理)

文 献

- 1) 津田哲行, 山中 実, 油化学, **28**, 398 (1979)
- 2) J. Kawase, M. Yamanaka, *Analyst*, **107**, 750 (1979)
- 3) J. Kawase, A. Nakae, M. Yamanaka, *Anal. Chem.*, **51**, 1640 (1979)
- 4) 川瀬次朗, 平井加代子, 山中 実, 油化学, **28**, 570 (1979)
- 5) 川瀬次朗, 山中 実, 油化学, **27**, 602 (1978)
- 6) 中柴篤男, 森田まり子, 山中 実, 分析化学, **29**, 69 (1980)
- 7) 中柴篤男, 降矢一美, 山中 実, 日化, **1978**, 708 (1978)
- 8) 中柴篤男, 降矢一美, 山中 実, 日化, **1978**, 217 (1978)
- 9) 中柴篤男, 降矢一美, 三方鶴雄, 山中 実, 日化, **1977**, 1655 (1977)
- 10) 関矢静男, 辻 和郎, 山中 実, 油化学, **28**, 497 (1979)
- 11) 山中 実, 油化学, **27**, 821 (1978)
- 12) S. Takano, M. Kuzukawa, M. Yamanaka, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 484 (1977)
- 13) S. Takano, C. Takasaki, K. Kunihiro, M. Yamanaka, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **54**, 139 (1977)

自家受精型の Jojoba

Jojoba oil は捕鯨が制限され、まっこう鯨油 (sperm oil) が入手できなくなった現在それに代わるよく似た物理化学的性質を持つ液体ワックスとして注目を集めている。Jojoba は合衆国西南部とメキシコの荒れ地に野生しているが、最近、西南部周辺のやせた、塩分を含むアルカリ性の土地の利用に、その経済的栽培が計画されている。

従来の天然の Jojoba は雌雄別株 (dioecious) で花粉をつける木と種子のなる木とは別株である。ところが最近 California 大学の発生学の D.M. Yermanos 教授は同一株に雌雄異花を持つ (monoecious) Jojoba をつくり出すことに成功したことを報じている。この新種は彼の実験農場にある雄株からつくりだされたものである。その詳細はわからないが、「雄株の3つの完全な花に手を加え、貧弱なものであったが3つの種子を得た。このうち2つの発芽に成功した。これは6年間、全く花をつけなかったが順調に生育し、これらから新しい完全な雌雄同株の Jojoba を千株得ることができた」と述べている。今、これらは完全な花をつけ実をむすんでいて、数か月以内に他の研究者や園芸家に提供し得る数百の株ができるであろうと言っている。この発見は2つの重要な意味を持っている。一つは植物の発生学の基礎研究に、他の一つは Jojoba の経済的な栽培を可能にするところにあ

るのである。教授は「私は雄株から生まれた新しい子孫を得た。この新しい株は植物においては性はどのように遺伝するかを研究するのに非常に重要なものになるに違いない」と言っている。雌雄同株の Jojoba の栽培は経済的に有利であるというのは通常の雌雄別株のものではほぼ同数の雌株と雄株が必要であり、それらが成熟するのに6か年が必要で、雌株が開花した時、その側に雄株があり、これも同時に開花しなければならないということ、また授精が風まかせであるという、受精率の低さが雌雄同株では問題でなくなるからである。さらにこの新種は、種子が木全体にちらばってできる野生種に比べ、よりかたまって種子ができることも大きな利点であると言われている。これをより経済的なものにするために種子の収量をもっと上げる必要があるだろうが、教授はさらに手を加えることによってそれも可能であると確信している。Yermanos 教授は今この新しい種子を数こしか持っていないが、それから油を抽出し、野生種のものよりとれる油と同じであるかどうかを検討することを予定しており「もしこの新しい植物の油脂が全く違ったものであるならば、それはそれで非常に興味のあることで、その利用の途も一段と広がるだろう」と述べている。(Chem. Eng. News, Aug 18 (1980))

(岡本能樹)