[J. Soc. Cosmet. Chem. Jpn.]
 総 説
 29(2) 95 - 105 (1995)

洗髪用化粧品評価技術

宮澤 清

株式会社資生堂 研究開発本部開発研究所†

Evaluatuon of Haircare Products ; Shampoo and Rinse

Kiyoshi Miyazawa

Shiseido Research Center Innovative Products Research Laboratories.†

When developing the merchandise, it is very important to evaluate the qualities of products accurately and objectively because it is indispensable for the formulation of a new product and choice of ingredients.

In addition to stability and safety, sensuous valuations, such as usability and agreeableness, are also included in the qualities to be estimated. An outline of estimation technology of usability and agreeableness by machinery and tools for hair care products, such as shampoo, hair rinse, hair treatment etc., will be given here.

1. はじめに

製品の品質特性を正確かつ客観的に評価する事は、洗髪用化粧品（シャンプー、リンス、トリートメント等）の製品開発だけでなく、商品全般の開発において極めて重要な事である。それは安心感、信頼感、満足感、効果感、快適感等といったお客様の真に求める商品開発をする上において実際我々が行う原料の選択ならびに処方化とを連結する欠かせない重要な位置を占めているからである。

製品の品質特性評価には、お客様の求める安心感、信頼感といった製品自体の安定性、皮膚及び毛髪への安全性、刺激性といった基本的評価の他に、満足感、効果感といった製品の有用性、有効性といった観点からの有用性評価、そして快適感、魅力感といった使用感に係わる官能評価とに

分類される。

今回ここでは、安全定性、安全性、刺激性といった基本的評価技術については成書¹⁾を参考にして頂き、特に洗髪用化粧品の有用性、有効性といった観点からの有用性評価技術を頭皮、毛髪の両面から *in vitro*, *in vivo* 法を含め紹介するとともに、使用感に係わる製品評価を単に官能評価である使用テスト法ではなく機器を用いた客観的評価技術について概説する。

2. 有用性評価技術

洗髪用化粧品の主な目的はその頭皮・頭髮の洗浄にある。しかし現在のシャンプーは洗浄性評価の他に多種多様な有用性評価技術が考案され、その評価技術を用いて製品の特性、効能を示すようになってきた。このように製品の評価技術の開発そのものが、製品のコンセプトあるいは特性を示す重要な要因となってきている。ここでは、主に製品の特性を示す評価技術について用いられる洗浄剤との関連を中心に、頭皮と頭髮の両面より概

† 〒223 横浜市港北区新羽町1050 ; 1050 Nippa-cho, Kohoku-ku, Yokohama-shi, 223 Japan

Table-1 実験に用いた各種洗浄材

Type (Abbreviation)	Structure	Alkyl Distribution
Sodium Larate (L-Soap)	RCOONa	C : 11 100%
Sodium Lauryl Sulfate (LS)	ROSO ₃ Na	C : 12 100%
Sodium Laureth-3 Sulfate (ES)	RO(CH ₂ CH ₂ O)SO ₃ Na	C : 12 75% C : 14 25%
Monosodium Lauryl phosphate (AP)	ROPO ₃ HNa	C : 12 100% (Mono-salt 80%) (Di-salt 20%)
Monosodium Lauryl Glutamate (AGS)	RCONHCHCH ₂ CH ₂ COONa COOH	C : 11 100%
Sodium Acyl Metyl Taurine (AMT)	RCON(CH ₃)CH ₂ CH ₂ SO ₃ Na	C : 7 4% C : 9 8% C : 11 60% C : 13 25% C : 15 3%

説する。

2.1 頭皮に関連した有用性評価技術

シャンプーの基本性能である「洗浄性」は、頭皮および頭髪の皮脂量を洗浄前後により抽出定量分析して脂質量ならび脂質組成についての研究がある^{2),3)}。しかし洗浄剤の洗浄能力といった意味から油分の可溶性測定や人工的に皮脂を作成し、その洗浄力を *in vitro* により評価する簡易的方法もある。また頭皮を皮膚に置き換え皮膚からの洗浄剤による溶出物質の分析（特にコレステロール）を行い、*in vitro* 洗浄力とこの溶出量との関係を把握して、選択的洗浄性といった概念が用いられるようになった。Table-1 に示す各種洗浄剤の人工皮脂に対する洗浄性 (Fig.-1) と、同じ洗浄剤によるヒト皮膚からのコレステロール溶出量 (Fig.-2) を示した。

これらの結果より頭皮および頭髪の皮脂汚れはよく落とすが角細胞質を構成する角質細胞間脂質のひとつであるコレステロールの溶出の少ない洗浄剤として AMT が選ばれ、汚れを選択的に落とすことが示唆された⁴⁾。

また、お客様の頭皮に関するトラブルとして「フケ」の発症がある。この「フケ」の発生を測定する方法は幾つか見られる⁵⁾ が、定量性や実験方法に問題がある。ここで筆者らの行った方法を

Fig.-1 各種洗浄剤の人工皮脂に対する洗浄性

Fig.-2 各種洗浄剤によるヒト皮膚からのコレステロール溶出量

紹介する⁴⁾。

健康男性にコントロールシャンプーを4週間連用し、最後の1週間にフケの採取を行う。その後、群を分け、それぞれのシャンプーを同じく4週間連用する。フケの採取は同じく最後の1週間に行い、フケ採取期間中は毎日洗髪し、フケ採取した。フケは、洗髪前に頭皮より吸収採取したフケと、洗髪中での洗い流されたフケを合計し、ミクロエルダール法によりフケ試料中の総窒素量を測定し、蛋白質量に換算した値を総フケ量とする。フケ量をコントロールシャンプー使用時のフケ量に対する各シャンプー使用時のフケ量の比で表す。Fig.-3にLES系シャンプーとAMT系

Fig.-3 LES系シャンプーとAMT系シャンプーのフケ発生量比較

シャンプーのフケ量を示した。

フケ採取期間中は毎日洗髪を行い、微生物による影響を少なくした環境下で、洗浄剤自体のフケに与える影響を調べた。その結果AMT系シャンプー使用によりフケ量が減少するという興味ある結果を示し、使用するシャンプーの洗浄剤によりフケの発症が異なることが理解できた。また、坂本ら⁶⁾は150名にも及ぶ被験者を用い、各月の平均フケ発生量を調べている (Fig.-4)。

その結果、夏期にくらべ冬期にフケ発生量が増加する傾向が見られ、特に1月では8月に比べ約2倍フケ量が増加している。この冬期のフケ発生量の増加原因として、冬期の乾燥により、頭皮の保持する水分が相対的に低下し、剥離した屑が乾燥により目立つ状態となるものと推定している。このように乾燥による頭皮の水分低下も重要であり、そこで皮膚の水分量測定装置を用いたコンダクタンス値を頭皮に適用することは、その測定方法を含め充分検討されてしかるべきことと考える。

2.2 頭髪に関連した有用性評価技術

お客様の髪に対する悩みは、硬毛・軟毛等髪質により多少の違いはあるが「枝毛」、「切れ毛」、「ツヤ」、「パサツキ」等が上位を占めている。そこで頭髪に関連した有用性評価しそれらの悩みに対応した評価技術が多く見られる。

Fig.-4 各月の平在フケ発生量

「枝毛」「切れ毛」等は洗髪行為において洗浄剤による毛髪からのタンパク質の溶出による結果と仮定して、各洗浄剤水溶液へのタンパク質の溶出量を分析した例がある⁷⁾。方法は各洗浄剤溶液に毛髪を浸漬し、インキュベーション後口液をアミノ酸に分解し、アミノ酸自動分析機にて分析する方法である。結果の一例を Fig.-5 に示した。

LAS-Na: Sodium dodecylbenzene sulfonate
 AS-Na: Sodium dodecyl sulfate
 LES-Na: Sodium dodecylpoly(oxyethylene) sulfate(p=3)
 IB: 2-Alkyl-N-carboxymethyl-N-hydroxyethyl
 imidazolium betain (alkyl=C)
 LDEA: N,N-Bis(2-hydroxyethyl)dodecanamide
 NPE: p-Nonylphenyl poly(oxyethylene) ether(p=9)

Fig.-5 各種洗浄剤水溶液への頭髪からのタンパク質溶出量

用いる洗浄剤の種類によりタンパク質の溶出量は異なり、LAS が検討した洗浄剤の中では最も多いことがわかる。そして溶出したタンパク質が異なる頭髪を用い、くしけずりによる枝毛の発生率を毛束を用いて測定した (Fig.-6)。

その結果、頭髪からのタンパク質溶出量が多いほど枝毛の発生率も増加し、枝毛への洗浄剤の影響が示された。しかし洗浄剤 (ラウリル硫酸ナトリウム) では水とタンパク質溶出量に変化がないといった異なる報告⁸⁾もあり、必ずしも一致はしていない。また「枝毛」「切れ毛」を電子顕微鏡 (SEM) を用い、直接観察することもある⁹⁾。また「枝毛」「切れ毛」は頭髪キューティクルの損傷

Fig.-6 頭髪からのタンパク質溶出量と枝毛発生率の関係

の結果として発生するため、各洗浄剤の頭髪キューティクルへの影響を知ることは極めて重要である。その方法として Bradbury ら¹⁰⁾の方法を改良したものがある⁴⁾。健康なバージン毛を根元より1~1.5cmにカットし、各洗浄剤水溶液250ml 中に入れ、それを発熱を防ぎながら超音波洗浄器にて損傷させ、その後損傷した頭髪を電子顕微鏡 (SEM) により頭髪横断面を観察し、キューティクル枚数を測定する方法である。一般には頭髪キューティクルの損傷を頭髪表面観察により行われているが、表面観察では真の損傷性の評価は行われないと考え、頭髪横断面を観察する方法を採用した。各洗浄剤の頭髪キューティクルの剝離性を Fig.-7 に示した。

正常な頭髪のキューティクル枚数は7~8枚であるが、各洗浄剤により頭髪キューティクル枚数は減少した。しかしその減少度は洗浄剤の種類により異なり、比較的 AMT (アシルメチルタウリン塩) や AGS (アシルグルタミン酸塩) といった洗浄剤が頭髪キューティクル剝離性に良好であった。

ここで用いた実験室的損傷毛(超音波処理方法)

Fig.-7 各種洗浄剤の頭髮キューティクス剥離性

については円山ら¹¹⁾が超音波処理毛の内部構造変化について詳しく検討しており、超音波処理法は実生活で起こる損傷を再現する方法として有効であると報告している。

3. 使用感に係わる製品評価技術

使用感に係わる官能評価法には実際に人の頭を使って評価する実使用テストと毛束を用いて評価する方法がある。

毛束を使う方法では評価者が、シャンプーやリンス処理した毛束を直接手で触れてその感触について評価を加えるものである¹²⁾。

次に実使用テストには様々な手法があるが、頭髮を2分して、同時にふたつのサンプルを使用して比較する一対比較法^{13), 14)}、実際のパネル（一般パネルあるいは専門パネル）を用い連続して何日間か使用して意見をまとめる方法が代表的なものである。

評価項目は目的に応じて多岐にわたるがシャンプーにおいて一般的なものとして「泡立ち」、「泡質」、「洗髪中の指通り」、「泡切れ」、「すすぎ時の指通り」、「すすぎ時のきしみ」、「タオルドライ後のなめらかさ、指通り、しなやかさ」等があげられ、リンスでは「髪への広がり」、「すすぎ時のなめらかさ」、「タオルドライ後のしっとりさ、しなやかさ、なめらかさ」、「完全ドライ後のしっとりさ、しなやかさ、はり、なめらかさ、櫛通り、つや」等が評価の対象となる。一般的には大量の一

般パネルを用いて行う使用テストが最終的な製品評価となる。

2.1 シャンプーの使用感における製品評価技術

シャンプーの使用感は前記したように「泡立ち」、「泡質」等の項目が重要であり、その評価法が多数考案され応用されている^{15), 16)}。しかし今回はその「仕上がり感」といった官能評価を機器測定により評価する方法について紹介する。

シャンプーの仕上がり感において特に注目すべきものは、すすぎの「きしみ」、「指通り」等の項目であると思われる。すすぎ時の「きしみ」、「指通り」の機器測定法として引張試験機を応用し、毛束に櫛通しをした時の櫛にかかる負荷荷量の測定報告がある¹⁷⁾。しかし、この方法では実際との対応に疑問が残る、また対応を調べたとい

Fig.-8 実験装置の概略

Fig.-9 Test Section 部拡大図

Table-2 実験に用いたシャンプー処方

	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3
Polyquarternium-10	0.2	0.5	0.8	0.2	0.5	0.8
Cocoamphoglycinate	—	—	—	2.4	2.4	2.4
Laureth Sulfate	13.8	13.8	13.8	11.4	11.4	11.4
Cocamide EDA	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

う報告もこれまでにない。

そこで、すすぎ時の「きしみ」、「指通り」をすすぎ時の温水が流れる中で毛髪束の毛髪間の相互の摩擦力という観点より定量化した「水流中の毛髪摩擦測定法」がある¹⁸⁾。この装置の全体図を Fig.-8 に Test Section 部分（摩擦力検出部）を Fig.-9 に示した。

Fig.-9 のように40°C温水の流れの中に毛髪の一束を固定した時、上流部（A点）では水の圧力が大きく、下流部（B点）では流体の圧力が小さく2点の間に圧力差 ΔP が生じる。この水流の圧力損失 ΔP が毛髪が毛髪同士の摩擦による摩擦抵抗に対する。この ΔP を用いて毛髪の相互摩擦を定量化する FDR（Fraction Drag Ratio）を定義した。

$$\text{FDR} = \frac{\text{測定用サンプルで処理した時の 4P 値}}{\text{スタンダードサンプルで処理した時の 4P 値}} \times 100 \quad [\%]$$

FDR の値が小さいサンプルほど、そのサンプルを使用した時のすすぎ時の毛髪間摩擦は小さく、髪が毛がきしまないサンプルであることを意味する。

この測定と実際の人での使用による対応を確か

めるため **Table-2** の処方 の シャンプー に つ き 機
器 測 定 と ハーフヘッ ド 法 に よ る 官 能 評 価 を 行 っ
た。

Table-2 の処方 は、シャンプーに通常用いられるポリオキシエチレンラウリルエーテルサルフェート (Laureth sulfate) とヤシ 油脂肪酸ジエタノールアミド(cocamide DEA) の量を固定し、すすぎ時のきしみ低下効果の高いカチオン化セル

Fig.-10 実験用シャンプーの FDR 値

Table-3 使用テストによる摩擦評価 (シャンプー)

摩 擦 大 > 小 (きしむ) (なめらか)	専門パネル評価 (ハーフヘッド法)	A-1 > A-2 ≥ A-3 B-1 > B-2 > B-3
	カチオン性ポリマー量	小 中 大
	専門パネル評価	A群 > B群
	両性界面活性剤	無 有
総合すると	A-1 > B-1 ≥ A-2 > A-3 > B-2 > B-3	
きしむ	なめらか	

ローズ (Polyquaternium-10) の量を変動させている。またカチオン化セルロースの毛髪への吸着すイミダゾリニウムベタイン (Cocoamphoglycinate) を A 群は無配合、B 群は 2.4 % 配合している¹⁹⁾。

機器測定の結果を Fig.-10 に、官能評価の結果を Table-3 に示したが、両者の関係は完全に一致している。また、処方との関係においてもカチオン性ポリマー、両性界面活性剤の配合効果と官能評価、機械測定はよく一致しており、この測定法によるすすぎ時のきしむ感の定量化の妥当性がよくわかる。また市販シャンプーについて測定しても同様に官能評価と極めてよい一致性を示した

2.2 リンス等の使用感における製品評価技術

リンスの使用感として、大きく比重を占めるのは、やはり完全ドライ後の感触である。

代表的なものとしては、静電気のおこりにくさ、しっとりさ、柔らかさ、しなやかさ、なめらかさ、手ざわりのよさ等が挙げられる。

「静電気のおこりにくさ」については、サンプルを処理した毛髪に高電圧をかけた時の電気抵抗を測定する方法や、一定条件でブラッシングした後の毛髪をファラデーゲージに入れ、その誘導電荷により毛束の静電気発生量を測定する方法等がある。市販リンスはいずれも主成分として、カチオン界面活性剤を使用しているため、未処理時やシャンプーのみに比べて、著しい静電気抑制効果が認められる。

「しっとりさ」については、サンプル処理毛髪の水分量、油分量が考えられる。

水分量の測定は微量水分測定装置を用いるのが一般的である。

油分量の測定は、適当な溶媒で毛束に吸着している油分を抽出し、その成分をガスクロ等で定量する方法がある。処方中の油分量の多少だけでなく、処方構成の違いにより毛髪に吸着する油分量は異なる。

「柔らかさ」、「しなやかさ」あるいは逆の表現を用いると「はり」、「こし」の機器測定のひとつとして、たわみによる柔軟性の評価法がある²⁰⁾。

これは Fig.-11 のように 1 本の毛髪的一端を円

筒上に固定し、その自重によるたわみの程度を目測により計測するものである。また、毛髪束が曲げられた状態から自身の弾性により、まっすぐな状態にもどろうとする復元力を測定する方法がある。この装置の Test section (柔軟性検出部) を Fig.-12 に示した。

空気流の中に毛髪束が曲げられた状態で挿入され、その時の上下 2 カ所に設けられた圧力センサー (A, B) によりこの 2 点間の圧力差 ΔP を検出する。この圧力差が毛髪束の柔軟性を反映する。

Softness measurement by means of bending length

Fig.-11 たわみによる柔軟性の評価法

HAIR SOFTNESS DRY HAIR

Fig.-12 Test Section (柔軟性検出部)

Fig.-13 は湿度変化に伴う毛髪の柔軟性の変化をこの測定法により定量化した例である。この測定法により「しっとりタイプ」のリンスと「はり、こしタイプ」のリンスの評価が可能となっ

Fig.-13 湿度変化と頭髮の柔軟性

た。

「櫛通り、なめらかさ、手ざわりのよさ」については、乾燥時の毛髪の摩擦力を測定することにより評価できる。

摩擦力の測定については1本の毛髪と回転しているプーリー(回転板)の摩擦力を測定するレーダー法とこれに準じた方法が一般的である^{21),24)}。この方法により、毛髪とプーリーとの静摩擦係数、動摩擦係数、耐摩擦性等の測定が可能となる。

Fig.-14 に毛髪に収着したカチオン界面活性剤あるいは油が、洗浄によって容易に脱着するか否

Fig.-14 頭髮の BTAC 水溶液処理による動摩擦係数 (μk) の洗浄による影響

かを、動摩擦係数 (μk) の変化から調べた結果を示した。毛髪をベヘニルトリメチルアンモニウムクロライド (BTAC) で処理すると動摩擦係数は著しく低下する。しかし、水だけの洗浄では動摩擦係数に殆ど変化しないが、ラウリルベンゼンスルホン酸ナトリウム (LAS) 水溶液で洗浄すると動摩擦係数は上昇する。

このように一度収着したカチオン界面活性剤は、水洗だけでは簡単に脱着しない事がわかる。

また、その他の方法として先に述べた「水流中の毛髪摩擦測定法」を改良し乾燥毛髪に適用したものがある。Fig.-9 の装置に乾燥した毛髪束を設置し水流の代わりに空気流を用いることにより乾燥毛の毛髪相互の摩擦が空気流の圧力損失により評価できる。この方法を用いて市販シャンプー、リンスの乾燥時のなめらかさ付与効果を FDR を用いて評価した結果を Fig.-15 に示した。

Aは、通常のコンディショニングシャンプーで水流によるすすぎ時のきしみ感測定では、きしみ低減効果の高い製品であった乾燥時のなめらかさ付与効果はほとんどないことがわかる。

Bは、リンスインシャンプーで乾燥時のなめらかさ付与効果がCリンスと同程度認められた。

C, D, Eはリンスで、官能評価においてもこの順でなめらかさ付与効果の高いものであり、官能評価と本測定による結果とがよい一致を示して

Fig.-15 市販商品のなめらかさ付与効果 (FDR 値)

いる。

一方、通常、髪の毛のなめらかさは手でさわってその時の手ざわりの良さ、手ざわりのなめらかさによって感じている。したがって、手(指)と毛髪束の間の摩擦力を機器により定量化する方法が開発された²⁵⁾。

その方法は、まず手に代わる素材として NBR (アクリロニトリルブタジエンラバー) 発泡体を選び、一つの毛髪束と一組の NBR パフを組み合わせて使用する。洗浄剤にて洗剤後の毛髪束とパフの摩擦力を圧着力一定下で測定し、この時の値 F_0 を初期値とする。この毛髪束を一定のリンスで処理し、乾燥後再び同一の NBR パフとの間の摩

擦力 F を測定し、 F_0 と F との比よりリンスの摩擦低下効果(なめらかさ付与効果)を評価する。 F_0 と F との比を T-FDR (Touch-Frictional Drag Ratio) と呼び、以下の式により定義した。

$$T-FDR = F / F_0 \times 100 [\%]$$

$$0 \sim T-FDR \sim 100\%$$

Smooth rough

T-FDR 値が小さいほど毛髪のなめらかさが向上することを意味する。

市販のリンス、トリートメントヘアパック計 4 品の毛髪へのなめらかさ付与効果を測定した結果を Fig.-16 に示した。

4 品の間の差は処方上からも納得のいくもので

Fig.-16 市販商品の摩擦低下効果 (T-FDR 値)

Fig.-17 専門パネルによる官能評価と T-FDR の関係

あったがさらに官能評価との比較について行った。その結果を Fig.-17 に示した。

官能評価は上記4品で処理した毛髪と未処理毛髪とを専門パネル11名によりなめらかさを5段階評価した。その T-FDR の大小と実際の官能評価による感触とは一致していることが証明された。この事は官能評価では大パネル数で評価しなければわからないような微妙ななめらかさの差を T-FDR 法を用いることにより N=15 という条件で十分判定可能であることが示唆される。

また、シャンプー・リンスといった毛髪処理過程を「くし通り抵抗力」といった観点より連続的な変化として捕らえるダイナミックコーミングフォース (DCF) 測定法が開発されている²⁶⁾。

一連の毛髪処理過程を連続的な変化として捕らえる試みははじめてであるが、人の触感をくし通りだけで表現出来るかについては疑問が残る。

3. おわりに

製品の品質評価は、お客様に喜ばれる商品を作るために、研究の指針あるいは方向付けにもなる研究者にとって欠かせない重要な事柄である。こうした品質特性の中には、お客様の目に見えないあるいは見えにくい評価技術とお客様の目に直接見える評価とに分類できると思われる。

お客様の目に見える評価には、安定性や刺激性は当然のこととして、使用感に関する事柄が極めて重要であり、その評価技術の進歩は近年目ざましいものがある。今後は「しっとりさ」、「なめらかさ」等の使用感を示す官能用語の真の意味を理解していくこと、ならびにさらにお客様に今までにない使用感を有する製品を開発するに当たり、新しい使用感に対応した精度の高いかつその意味をサイエンスとして深めた評価法の開発が考えられる。

また、有用性評価技術においては、新しい評価技術の開発を通して製品の特性、効能を謳う時代になってきたと言っても過言ではないと思われる。しかし製品の特性、効能を謳う場合、正確かつ認知された評価系の中での議論の必要性を強く感じており、今後ともお客様のニーズに合わせ、しかもサイエンスにもとずいた新しい有用性評価技術が日々開発されることを期待するものである。

参 考 文 献

- 1) 光井武夫, 「新化粧品学」南山堂
- 2) 岡本暉公彦, 日皮会誌, 87, 671 (1977)
- 3) Miklos M. Breuer, J. Soc. Cosmet. Chem., 32, 437 (1981)
- 4) 宮澤 清, 田村字平, 勝村芳雄, 内川恵一, 坂本哲夫, 富田健一, 油化学, 38, 297 (1989)

- 5) Yasushi. Watanabe, Mihoko. Yokoyama, Kouji. Yamada, Masatoshi. Arima, Taiji. Hori, Masanao. Sadai, J. Japanese Cosmetic Soc., 6, 79 (1982)
- 6) 坂本哲夫, 角田哲夫, 植村雅明, 鳥居健二, 武原博美, 松岡昌弘, 岡崎邦宣, 富田健一, 田中宗男, J. Soc. Cosmet. Chem. Japan., 27, 394 (1993)
- 7) 柏 一郎, 田村良一, 橋本 茂, 油化学., 28, 560 (1979)
- 8) 奥 昌子, 西村 博, 兼久秀典, 粧技誌, 21, 198 (1987)
- 9) 福地洋子, 鳥居催二, 松岡昌弘, 第38回日本皮膚科学会中部総会学術大会要旨 p.41 (1987)
- 10) J.H. Bradbury, G.V. Chapman, Aust. J. Bio, Sci., 17, 960 (1964)
- 11) 円山朋子, 神戸哲也, 鳥居催二, J. Soc. Cosmet. Chem. Japan., 27, 144 (1993)
- 12) E.L. Richardson, Amer. Perf. & Cosmet., 86, 43 (1971)
- 13) Hermman Kroke, Cosmet. PerJ., 90, 31 (1975)
- 14) 奥村丈夫, 針木 昇, 香粧会誌.. 9, 31 (1985)
- 15) 宮澤 清, 油化学., 42, 768 (1993)
- 16) 田村隆光, 油化学., 42, 737 (1993)
- 17) L.G. Mario, Jose Diaz, J. Soc. Cosmet. Chem., 27, 379 (1976)
- 18) 福地義彦, 大越昌弘, 室谷 勲, J. Soc. Cosmet. Chem. Japan., 22, 15 (1988)
- 19) E.D. Goddard, et al, J. Soc. Cosmet. Chem., 26, 539 (1975)
- 20) 法林昭二他, 日本化粧品技術者会誌., 9, 36 (1974)
- 21) H.L. Roder, J. Text. Inst., 44(6), T247 (1953)
- 22) A.M. Schwartz, D.C. Knowles. Jr., J. Soc. Cosmet. Chem., 14, 455 (1963)
- 23) 堀内照夫他, J. Soc. Cosmet. Chem. Japan., 14, 62 (1980)
- 24) 春沢文則, 加藤知子, 田中宗男, J. Soc. Cosmet. Chem. Japan., 15, 225 (1981)
- 25) 福地義彦, 田村字平, J. Soc. Cosmet. Chem. Japan., 25, 185 (1991)
- 26) 針木康生, 矢作和行, J. Soc. Cosmet. Chem. Japan., 27, 11 (1993)

(1995年1月27日受理)