界面活性剤水溶液により生ずる手荒れの評価法

伊藤知男*・国弘和雄*・林 静男*・刈米孝夫**

Evaluation of the Skin-Roughness
Caused by Aqueous Solution of Surface Active AgentsTomoo Ito*, Kazuo KUNIHIRO*, Shizuo HAYASHI*
and Takao KARIYONE**

Immersion method, cup method (modified closed patch method) and dropping method (localized immersion method in which the test solution is dropped on interdigital webs) were studied.

The results obtained by the cup method were not correlated to those obtained by the immersion method. The dropping method was considered as being suitable for evaluation of skin-roughness caused by detergent solution, by which the relation between detergent concentration and skin-roughness was shown.

Five surface active agents were evaluated by the dropping method. Sodium laurylsulfate (SLS) and cetyldimethylbenzylammonium chloride (CDMBC) caused skin-roughness in the low concentration. The action of sodium lauryltrioxyethylenesulfate (SLTOS), which was usually used in liquid shampoo formulation, was milder than SLS. Poly-oxyethylenelaurylether (POL), which was non-ionic one, and distearyldimethylammonium chloride (DSDMC), which was cationic one possessed rather high molecular weight, did not cause skin-roughness.

Deffating rates of these surface active agents were measured and compared with the results of skin-roughness evaluation by the dropping method. There was a rough correlation between skin-roughness and deffating rate in lanolin.

1 緒 言

我々の日常生活において界面活性剤に接触する機会が多いが、特に洗浄剤として用いられる界面活性剤は、皮脂の脱脂を伴い、皮膚疾患の一因をなすともいわれている。皮膚に対する界面活性剤の影響を究明するために多くの研究がなされているが、その手段として一般に貼布試験または液浸試験が用いられている。洗浄剤として働く界面活性剤が、直接皮膚に対していかなる影響を与えるかを知るための試験法として、この両者のいずれが優れているかを考える時、少なくとも洗剤の実際の使用とほぼ似た条件にあるという点で、液浸試験の方が適当であるといえる。

実際の洗浄にはこするという機械的な操作が加わり、

* 花王石鹼株式会社香粧品研究所 (東京都墨田区文花 2 丁目 1-3)

* Toilet Good Research Lab., of Kao Soap Co., Ltd.

** 花王アトラス株式会社 (東京都中央区日本橋馬喰町 2 丁目 1)

** Kao Atlas Co., Ltd.

その影響も無視できないことを、Kirk¹⁾がその精力的な研究で示しているが、比較試験の段階においては無視しても差支えないと考える。また Polano²⁾は液浸試験と他の試験法による結果とを比較して、液浸試験と他の試験結果とは必ずしも一致せず、他の試験をもって液漬試験で代えるのは問題があることを示している。

液浸試験はこのように実際条件に近い適当な評価法といえるが、その最大の欠点は同時に同一人について 2 種の検体しか試験できない点にある。液浸試験の評価には Suskind³⁾が洗剤の試験で行っているような試験前後の皮膚の状態の絶対評価に基づいて行なうこともできるが、その場合症状の判定には高度の熟練と経験が必要であり、またバラツキも大きい。特に商品を研究する立場にあっては明らかな病変に到る変化でなく、美容上あるいは仕事をする手指の機能の面で、主婦に不快を与えるようなごく軽度の変化を扱わねばならず、絶対評価法によると個人差や評価の微妙さのために、評価値の個人間のバラツキが大きく、実験の精度が悪くなる。このような皮膚の軽度の変化を評価するには、同一皮膚に対する

試験によって個人差を消去するのが最も好ましい方法といえる。液浸試験では同一人に同時に2種の検体を試験し得るにすぎないので、数種の検体や濃度を種々変えた場合の比較には、大規模の実験が必要となる。一方貼布試験では同時に多数の検体を試験し得るが、実際の使用条件との隔たりが大きい。

著者等は液浸試験の他にそれに代り得る試験として2種の方法を検討した。第一の方法は貼布試験の変形で、検液を浸した脱脂綿を入れた小さなカップを皮膚表面に密着させるものである。この方法は、局部的に皮膚を界面活性剤溶液に浸すことにより液浸試験と同じ効果が現われるのではないかと考えて実施した。第二の方法は液浸試験の変法で、指間部に検液をビューレットから滴下させるものである。この方法を試みた理由は、液浸試験の際に手荒れが指間部に顕著に現われる傾向を認めたこと、隣接する指間部が指によって分かれ独立して一定の液でぬらすに適していることによる。本法は貼布の場合と異なり試験部位も指間部で、実際洗濯時に界面活性剤と接触し手荒れが問題となる部分であり、また検液を局所に滴下して皮膚をぬらしているもので局所的な液浸試験ともいえるものである。

著者等はこれら液浸試験、カップ法試験および滴下法試験を実施検討し、滴下法試験が同時に多くの試料を比較試験しうる方法として優れ、またそれにより界面活性剤の影響を考えると、大きい因子となる洗剤の濃度の効果を容易に知ることができ、界面活性剤の評価の有用な方法であると考えたのでここに報告する。

2 実 験

発汗の著しい状態では皮膚の荒れを観察することができないので、実験は夏期を除き10月から6月の間に行った。試料としては市販の中性洗剤および界面活性剤を使用した。

2-1 液浸試験法

従来文献に紹介されていると同様な方法を用い、手首から先を試験部位とした。

約2lの検液を直径30cm、深さ10cmの洗面器に満し、水浴上で液温を一定に保った。両手をそれぞれ異なる検液に手首まで浸し30分後に手を水洗し、この試験を1日1回、2日間連続実施した。試験中は外用剤の塗布を禁じ、第2日の液浸の翌日の皮膚の状態を観察した。同一人に再び試験を行なう場合約7日間の間隔を置き、皮膚の状態が正常に戻った後に実施した。

2-2 カップ法

本法は閉塞性貼布試験法の変形ともいえるが、Fig-1

に示したような、直径20mm、深さ5mmのポリエチレン製カップに約1.5gの脱脂綿を詰め、その際の脱脂綿の量は皮膚が過度に圧迫されて潮紅を来たさないようにした。

Fig-1 polyethylene cup and fitting band

Fig-2 Cup method

0.5%の洗浄剤溶液を脱脂綿に含ませたのち、Fig-2に示したように、これらのカップを固定バンドに挿入して前腕屈側の皮膚表面に装着した。カップは皮膚表面に密着し、皮膚表面は常に綿に含まれた検液に浸される状態となるが、その状態で5時間放置し実験終了後被検部を水洗し、翌日拡大鏡で皮膚表面の荒れの状態を観察した。

2-3 滴 下 法

Fig-3に示したような、円筒部の直径約2.5cm、長さ約20cmで先端部を彎曲させたビューレットを用意し、500mlのピーカーの上にのせた掌の各指間部に上記ビューレットからFig-4に示したように検液を同時に滴下した。

液の滴下が1分間1.5~2.0mlの割合で30分間継続され

Fig-3 Burette

Fig-4 Dropping method

た後被検部を水洗した。同様の処置を翌日も繰り返し、更にその翌日に皮膚所見を観察した。

3 実験結果並びに考察

著者等は、官能試験において多種の試料間の差の検出に用いられる Scheffé⁴⁾ の一対比較法が、実験結果の解析に適していると考えた。Schefféの方法では、試料間の差の有無を比較尺度で表現するために、差の程度の絶対的な値を知りたい時に問題がある。しかし、この欠点は評価の確立されている標準サンプルを加えることにより解決することができる。液浸試験およびカップ法と液浸試験の比較を一対比較法を用いて行なった。

Table-1 に皮膚荒れに対する液温の影響を知るために行なった液浸試験の結果を示した。

Table-1 Influence of temperature of detergent solution on skin-roughness.

Score							
Left hand	Right hand	+2	+1	0	-1	-2	Score total
20°C	30°C	0	3	1	0	0	+3
30°C	20°C	0	0	0	4	0	-4
20°C	40°C	2	2	0	0	0	+6
40°C	20°C	0	1	0	3	0	-2
30°C	40°C	1	3	0	0	0	+5
40°C	30°C	0	0	2	1	1	+3

+2: Left is better than right.

+1: Left is slightly better than right.

0: No difference.

-1: Right is slightly better than left.

-2: Right is better than left.

0.5%アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム (ABS) 水溶液を用いたこの結果により、40°C の場合は20°C の場合にくらべて明らかに手荒れの増大が認められた。液温の影響は顕著であり、洗浄用の溶液はいわゆるぬるま湯程度の液温として用いるのが安全であるといえる。また液浸試験を行なう場合、液温に留意する必要がある。しかし20°Cと30°C、また30°Cと40°Cの間では統計的に有意の差を認めていないので、あまり厳密に考える必要はない。

Table-2 に濃度の影響を示した。

0.2%, 0.35% および0.5%の ABS 水溶液の間に明ら

Table-2 Influence of concentration of detergent solution on skin-roughness.

Score							
Left hand	Right hand	+2	+1	0	-1	-2	Score total
0.5 %	0.35%	0	0	0	3	1	-5
0.35%	0.5 %	1	3	0	0	0	+5
0.5 %	0.2 %	0	0	0	4	0	+4
0.2 %	0.5 %	2	2	0	0	0	+6
0.35%	0.2 %	0	0	2	2	0	+2
0.2 %	0.35%	0	3	1	0	0	+3

かな差が認められ、濃度の影響は著しく大きいことが認められた。飯盛⁵⁾ は中性洗剤について実験を行ない、0.2%程度の濃度を越えるとケラチンの遊離 SH 基の増加が見られることを示しており、また一般に貼布試験においても濃度の影響が知られている。界面活性剤の界面活性に基づく物理化学的作用は、その臨界ミセル濃度でほぼ一定となり、濃度の増加と共に、高まることは無いが、生物に対する一般化学物質としての作用は高まるので、必要以上に濃度の高い状態で界面活性剤を用いることを避けるのが安全である。

Fig-5 にカップ法が液浸試験と同様の結果を示すか否かを知るために行なった実験の結果を示した。

Fig-5 Comparison of immersion method with cup method

4種の洗剤を Schefféの一対比較法により解析できるように実験計画を立て、液浸試験およびカップ法による試験を行なった。液浸試験においては洗剤の濃度は0.5%とし、液温は40°Cとした。それぞれの方法は2回ずつ実施されたが、図によって明らかなように、同一の方

法における2回の結果は完全に一致しているが、両方法の間では結果に喰い違いが見られる。カップ法はその方法自身の結果の再現性は良く、同時に多くの試料を試験し得る利点があるが、液浸試験に代えて行なうには問題があるといえる。この両者の実験結果の一致しない原因は明らかでないが、試験部位の差、および大量の液中に皮膚を浸した場合と少量の液に接触させるという条件の違い等が影響していると思われる。カップ法は閉塞性貼布試験の変法で、施行部位に時折り潮紅を認めたが、著者等の観察では洗剤による皮膚の潮紅と皮膚の荒れの上に密接な相関は認められなかった。

Table-3および**Fig-6**に滴下法による各種界面活性剤による手荒れの実験結果を示した。

Table-3 Results obtained by dropping method.

Surface active agent	Concentration		Total score
	%	mol./l.	
$C_{12}H_{25}OSO_3Na$ (SLS)	0.05	$1.71 \cdot 10^{-3}$	7
	0.2	$6.90 \cdot 10^{-3}$	14
	0.35	$1.20 \cdot 10^{-2}$	14
$C_{12}H_{25}O(CH_2CH_2O)_3SO_3Na$ (SLTOS)	0.5	$1.22 \cdot 10^{-3}$	9
	1.0	$2.44 \cdot 10^{-2}$	9
	2.1	$4.98 \cdot 10^{-2}$	11
$C_{12}H_{25}O(CH_2CH_2O)_nH$ (POL)	4.0	$5.73 \cdot 10^{-2}$	5
	6.0	$8.69 \cdot 10^{-2}$	6
	8.0	$1.15 \cdot 10^{-2}$	5
$C_{14}H_{29}-N=(CH_3)_2$ (CDMBC)	0.03	$8.42 \cdot 10^{-4}$	1
	0.06	$1.69 \cdot 10^{-3}$	9
	0.1	$2.82 \cdot 10^{-3}$	7
$(C_{18}H_{37})-N=(CH_3)_2$ Cl (DSDMC)	1.0	$1.70 \cdot 10^{-2}$	1
	2.0	$3.4 \cdot 10^{-2}$	2
	4.0	$6.80 \cdot 10^{-3}$	1

Fig-6 Results obtained by dropping method

滴下法では同一人について最高8種までの試料が比較できるが、第一指と第二指の間は幅が広くあまり適当でなく、通常6種までの試料の比較が適当である。本実験では陽イオン、陰イオンおよび非イオン性界面活性剤の代表的なものとして、セチルジメチルベンジルアンモニウムクロライド、(CDMSBC)、ジステアリルジメチルアンモニウムクロライド、(DSDMC)、ラウリル硫酸ナトリウム、(SLS)、ラウリルトリオキシエチレン硫酸ナトリウム (SLTOS) およびポリオキシエチレンラウリルエーテルを選び、種々の濃度の水溶液として指間部に滴下した。その評価は Scheffé の方法による一対比較法を用いることもできるが、本実験では界面活性剤の濃度と手荒れの関係図を描くために、皮膚の状態を荒れの程度によって三段階に分け、+2, +1, および変化のないものを0と評価して、各人についての評点を加算してその界面活性剤溶液の荒れの評点とした。

SLS および CDMBC の場合には、低濃度で荒れが認められたが、これに対して SLTOS は分子中にポリオキシエチレン鎖を有しない SLS よりも作用が緩和であった。非イオン性界面活性剤 POL と分子量の大きい陽イオン性界面活性剤 DSDMC は、さらに皮膚荒れの度が少く、特に DSDMC は殆んど何等の影響も示さなかった。

界面活性剤による皮膚の荒れと濃度の関係は、低濃度で急激に荒れが激しくなるもの、その曲線がやや緩やかなもの、荒れの度が少なく濃度を可成り高くしても荒れが進まないものに分けることができる。後者ほど、手荒れに関しては好ましいといえるが、シャンプー等に最近広く用いられているアルキルポリオキシエチレン硫酸塩は、その中間のグループに属し、作用が比較的緩和であることが明らかに認められる。

従来の液浸試験では、実験規模の制約のために一般に特定濃度での比較が行なわれるにすぎなかった。しかし実際の使用時の濃度は必ずしも一定せず、洗浄剤の手荒れに対する影響を理解するには濃度変化に伴う手荒れの変化を知ることが必要となる。その点この滴下法によれば多数の試料を同時に比較し得る利点があり、濃度を加味した手荒れの影響を十分に把握することができる。

洗剤による手荒れの原因として脱脂があげられているが、滴下法で手荒れの認められた CDMBC は従来あまり洗浄力のある界面活性剤とは認められていないので、これら界面活性剤の脱脂力を測定し手荒れとの関連を検討した。

Fig-7 にモスリン布につけた種々の油に対する脱脂率を、一般に洗剤の洗浄力を実験室的に測定する方法で求

Fig-7 Correlation between defatting rate and skin-roughness

めた結果と、それぞれの界面活性剤の手荒れの評点を脱脂率を求めたと同じ濃度で求めた値をプロットして示した。

この結果によれば、特にイオン性界面活性剤に関しては、ラノリンに対する脱脂力と手荒れの結果に関連が認められ、脱脂力からある程度の推定を行ないうられる。

4 総 括

界面活性剤水溶液による手荒れを評価する方法として、液浸試験、カップ法および、滴下法について検討した。カップ法は液浸試験と必ずしも一般した結果がえられなかった。滴下法によって各種界面活性剤の濃度と手荒れの関係図をえがくことができ、この方法は界面活性剤による手荒れの評価法として適当であることを認めた。

ラノリンに対する脱脂力と手荒れに関連があり、一つの指標になると考えた。

文 献

- 1) J. E. Kirk, "Hand Washing", *Acta Dermato-Venerologica*, **46**, Spl. 57, 1~183 (1966)
- 2) M. K. Polano, *J. Soc. Cosmetic Chem.*, **19**, 3~20 (1968)
- 3) R. R. Suskind, et. al., *Arch. Derm.*, **88**, 117~129 (1963)
- 4) H. Scheffé., *Analysis of Variance for Paired Comparisons*, *J. Am. Stat. Assoc.* **47**, 381~400 (1952) (浦, 品質管理, **4**, 32~33 (1954))
- 5) 飯盛, 久留米医誌, **25**, 17 (1962)