谷本文城 梨本道子

Application of Friction Meter for the Evaluation
of Cosmetic Effects on Human Skin

Humiki Tanimoto, Michiko Nashimoto

Abstract—It is necessary in the evaluation of cosmetic products to get the user's tactile impression directly and objectively. The measurement of the friction on human skin surfaces, which may be one of methods to get the user's tactile impression directly and objectively, is important in the objective evaluation of cosmetic products.

Frictional measurements on the human skin surfaces were carried out on 12 subjects before and after the application of an emollient cream. Seasonal change, individual differences and the use of a toilet soap were found to affect the friction on the human skin surfaces. The frictional characteristic of the human skin surfaces after the application of an emollient cream was found to relate with the sensory attribute and also with the composition of oil phase in formulary of cream.

It was interesting to find that the frictional characteristic of the skin after an application of an emollient cream in the early winter corresponded to that of the bare skin in summer, and also that the difference of preference for the emollient creams related to the tendency of individual differences of the friction values of the bare skin.

1. 緒 言

健康な皮膚は、角層中で脂質と水分がある一定量に保たれており、表面は潤い、滑らかで美しく見える。「皮膚をすこやかに保つ」は、化粧品の定義の一つでもあり、基礎化粧品使用者の使用意識といってもよいであろう。そして化粧品使用者は、視覚的にかつ触覚的に判断して何らかの満足感を得るものと思われる。皮膚のフリクションを測定することは、使用者の触覚的な判断を直接、客観的に捕える一つの方法として意義あるものと考ええる。

すでに J.K.Prall¹⁾ は、皮膚の滑らかさの物理的要素を測定するための機器を考案し、それらを用い、皮膚の感覚的な滑らかさに関する重回帰式を導いている。

本研究は、機器特性としての皮膚のフリクション特性

が、肌の状態とどう関連するのか、化粧品を塗布した場合に官能的判断とどう結びつくのかについて試みたものであり、いくつかの知見が得られたのでここに報告する。

2. 実 験

2・1 機器測定

2・1・1 測定方法 フリクションメーター^{注1)}の摩擦検出部^{注2)}を測定部位に一定荷重^{注3)}で接触させ、一定回転速度^{注4)}で回転させたときのトルクを測定値とする。(Fig.-1)

測定は、被験者 1 名につき 1 時間 20 分おき^{注5)}に計 3 度行ない、1 度につき左右の部位それぞれ 4 回 (荷重 25 と 50 で 2 回ずつ) のくり返し測定を行なった。

注 1) (株)タケトモ製作

注 2) 直径 10mm, エッジを丸めた円盤状, 金属製

注 3) 荷重は装置の機構上直接に検出できなかったの
で、荷重の外部標準として、ハードネスステ
ーを採用し、指針 0 から 25 まで、および 0 か

(株)小林コーセー研究所, 東京都北区柴町 48-18
Research Laboratory, KOBAYASHI KOSE Co.,
Ltd., 48-18 Sakaecho, Kitaku, Tokyo

ら50までに制御した（キャリブレーションの結果、220gr. および 440gr. に相当する。以下荷重 25, 荷重 50 と称す）。

注4) 25rpm.

注5) 1名につき約10分の測定時間を要するので、実験の都合上算出された値である。

Fig.-1 Apparatus for measuring the friction on human skin surfaces.

(A ; Hardness tester, B ; Friction detector, C ; Box for settling the forearm, D ; Laboratory Jack, E ; Friction Meter, F ; Recorder)

2.1.2 被験者 コーセー高等美容学校の生徒 12 名を対象とした。A グループ（男子 2 名, 18~20 才 : 女子 4 名, 17~19 才）および B グループ（男子 1 名, 20 才 : 女子 5 名, 17~19 才, 32 才）

2.1.3 サンプル 栄養クリーム 4 品 (A, B, C, D)。

塗布方法 : 一定容量を一定面積に一定塗布動作で塗布する。このときの塗布膜厚³⁾は概算で $11 \sim 12 \mu$ となる。

2.1.4 測定部位 左前腕屈側（素肌およびサンプル塗布肌の測定）および右前腕屈側（素肌の測定）で測定を行なった。

2.1.5 測定期間および測定室の気象条件 被験者は 6 名ずつの A, B 2 グループに分かれ, S. 51. 6 月 ~ S. 51. 12 月（8 月を除く）まで, ほぼ 1 週間ごとに, 各グループが 1 週交代で測定を行なった。

測定室の環境は, 温熱性発汗がないように, 温度についてのみ $20 \sim 24.5^{\circ}\text{C}$ に制御した。相対湿度は $35 \sim 86\%$ であった。

2.2 官能検査

2.2.1 検査方法 シェッフエの対比較法変形 3（中屋の変法）により, 塗布中および塗布直後の評価 5 項目, 塗布 1 時間 20 分後の評価 6 項目および塗布 2 時間 40 分後の評価 9 項目について, 左右の手の甲を使用部位とし, 指先または手の腹との触感によって, 前記の栄養クリーム 4 品に対する感覚的判断を, 5 段階尺度で行なった。

2.2.2 被験者および検査期間 前記 12 名の被験者については, S. 51. 9 月 ~ S. 51. 12 月にわたり, 機器測定と同時にしない, それに加えて, 専門家パネル女子 2 名は S. 52. 2 月に行なった。

3. 結果および考察

3.1 素肌のフリクション特性

3.1.1 季節的变化

女子について, 測定日ごとに素肌（右前腕屈側）のフリクション測定値の平均を求めた。(Fig.-2, Fig.-3)

Fig.-2 The seasonal changes of the friction on human skin. (Load ; 25), and the seasonal change of air temperature in Tokyo

Fig.-3 The seasonal change of the friction on human skin. (Load ; 50)

グループの年齢構成が若干異なっているの、グループにより変化度合に多少差がみられるが、概して、6 月から 9 月上旬まではフリクション値は高く、9 月下旬から 12 月までは低く、7 月が最も高く、最も低い 11 月の約 2 倍に達しており、有意な季節的変動が認められた。

一般に、外界の気温の変化に伴って皮膚温も季節的変動を示すと言われており²⁾、さらにそれに伴って皮脂排出量にも季節的变化があると言われており³⁾、ここにみられる素肌のフリクション値の季節的变化は、それと傾向を共にするものであると予想される。

合わせて、気象庁観測による東京都の気象（日平均）を示す。(Fig.-4)

Fig.-4 The seasonal change of climate in Tokyo.

3.1.2 個人差（性差および年齢差）

素肌（右前腕屈側）について被験者各人ごとに、フリクション測定値の季節的変動の小さい9月下旬（9/22）から12月（12/9）までのフリクション測定値の平均を求めた。(Fig.-5)

Fig.-5 The individual differences of the friction on human skin with differences in age and between the sexes.

男子は女子よりもフリクション値は高く、男子間には顕著な個人差がみられる。女子の間でも個人差が一部みられる。概して、年齢の高い人は、思春期（16～18才頃）の女性に比べると、フリクション値は低い傾向にあり、既婚者で最年長者が最も低い値となっている。このように、個人差とともに、有意な性差、および年齢差の傾向が認められた。これは、一般に言われている³⁾ 皮脂排出量の年齢および性差の傾向に一致するものであると思われる。

3.1.3 化粧石けん使用後の素肌のフリクション変化

Bグループ女子5名について、化粧石けん使用後の一定経過時間ごとに、素肌（左前腕屈側）のフリクション測定値の平均を求めた。(Fig.-6)

Fig.-6 The effect of a toilet soap on the friction of human skin (after washing with a toilet soap for 30 seconds, followed by rinsing for 30 seconds).

30秒間化粧石けんで泡立てた後、30秒間水道水で洗い落とし、タオルで軽く水気を拭き取ってから5分後に測定を開始した。

5分後には、フリクション値は非常に高い値を示し、その後秒さぎみに値は急激に減少していき、1時間後には、平常肌よりも有意に低い値を示し、2時間30分後には、値は平常肌の値に近づく。

ここにみられる変化は、J. K. Prall¹⁾ の実験結果とほぼ同じ傾向を示し、また、湿った肌のフリクションの値は非常に高く、かさついた肌では正常肌に比べて低い値を示すという A. F. EL-SHIMI⁴⁾ の報告と一致する。

そして、ここにみられる変化は、水分による湿った状態の肌から、水分蒸発の過程を経て、石けんにより脱脂された状態の、いわゆるかさついた状態の肌への変化、さらに、時間経過に伴う皮脂の再分泌の過程への変化であると解釈できる。

以上、季節的变化、個人差の傾向、化粧石けん使用後の変化の3つの観点から、本実験における素肌のフリクション特性は、皮膚表面の皮脂量に関係があることが推察される。

3.2 クリーム塗布肌のフリクション特性

各サンプルについて、クリーム塗布肌（左前腕屈側）のクリーム塗布前の素肌に対するフリクション測定値の比をとって、各経過時間ごとにその平均を求めた。

(Fig.-7)

塗布5分後は、各サンプル塗布肌は素肌の2～4倍であり、C～D>B>Aなる関係にある（有意水準5%）。

塗布80分後は、各サンプル塗布肌は素肌の1.8～2.8倍の間にあり、C>Aの関係がいえ（有意水準5%）。

塗布160分後では、各サンプル塗布肌は素肌の1.8倍前後にかたまり、サンプル間にはもはや有意な差がある

Fig.-7 The variations of the friction ratios between the samples

とはいえなくなる（有意水準 5 %）。

3.3 サンプルの官能的評価

各評価項目ごとに、 $(\hat{\alpha}_i - \hat{\alpha}_j)$ [: サンプル i と j に対する平均嗜好度の差] の 95% 信頼区間から導かれたサンプルの大小関係の結果をまとめて Table-1 に示す。

Table-1 Synopsis of the results of sensory evaluation (n=10)

I. 塗布中および直後	
“のびがよいか”	A-B > D-C
“べとつく”	C > D > B-A
“肌がしっとりする”	B-D > A-C
（“浸透感がある”・“現時点での嗜好”と相関が高い。）	
II. 塗布 1 時間 20 分後	
“べとつく”	C > D-A > B
“すべすべしている”	B-A (-D) > C
“さらっとしている”	B-D > A-C
（“浸透感がある”・“現時点での嗜好”と相関が高い。）	
III. 塗布 2 時間 40 分後	
“べとつく”	C > D-A > B
（“すべすべしている”と負の相関が高い。）	
“さらっとしている”	A-D > B-C
“水で洗いおとすとき、きしきしする”	C-D > B-A
（“...ぬるぬるする”とは逆相関）	
IV. 総合的な嗜好	
1) n=7 (M, F, SYO, KO, TN, B, H)	A > D-C
	A-B
11) n=3 (HO, HI, KU)	D-C (-B) > A

全体的に見た場合、塗布後時間が経過するにつれて、サンプル間にそれ程大きな差はなくなり、肌の状態の官能的評価も困難になるものと思われる。しかし、塗布 2 時間 40 分後でも、“水で洗いおとすとき、きしきしする（又は、ぬるぬるする）”の官能的評価は、パネル相互間の判断の一致もあり、サンプルの差の検出は容易であるようである。

消費者がよく使用する用語であり、栄養クリームに対する嗜好と相関が高い項目の一つでもある、“肌がしっとりする”の評価項目については、塗布 1 時間 20 分後以降は、専門家パネル相互間でもサンプルに対する評価が異なっており、“しっとり感”の官能的観念に対する肌質の影響が一つとして考えられる。

塗布 2 時間 40 分後時点の“総合的な嗜好”では、パネル相互間ではっきりと嗜好の差がみられた。7 対 3 の割合で、さっぱりタイプ嗜好とリッチタイプ嗜好とにわかれた。

3.4 クリーム塗布肌のフリクション特性と官能的評価との対応

クリーム塗布肌のフリクション特性が何であるのかをわかりやすくするために、官能的評価との対応を試みた。フリクション特性の物性値としては、サンプル塗布肌の塗布前の素肌に対するフリクション測定値の比の値（フリクション比）を用い、官能特性の官能値としては、 $\hat{\alpha}_i$ (: サンプル i に対する平均嗜好度) を用いて、物性値と官能値との相関係数を求め、相関係数の絶対値が 0.95 以上のもの（*印で示す）を相関がある傾向にあると考えた。対応関係図を Fig.-8~Fig.-11 に示す。

Fig.-8 The correlation between the frictional characteristic of the skin at the point 5 minutes after the application of a sample and the sensory attribute

Fig.-9 The correlation between the frictional characteristic of the skin being applied of a sample and the sensory attribute at the point 80 minutes after the application of a sample

Fig.-10 The correlation between the frictional characteristic of the skin being applied of a sample and the sensory attribute at the point 160 minutes after the application of a sample

Fig.-11 The correlation between the frictional characteristic of the skin being applied of a sample and the "synthetic preference" of the sensory attribute

塗布 5 分後では、フリクション物性特性は、官能特性の“のびがまろやか”と負の相関が高かった。さらに、塗布 2 時間 40 分後時点の官能評価での“水で洗いおとすとき、きしきしする”と正の相関が高く、“水で洗いおとすとき、ぬるぬるする”と負の相関が高かった。

塗布 1 時間 20 分後では、有意な対応関係は得られなかった。

塗布 2 時間 40 分後では、物性、官能ともにサンプル間に大きな差はなくなり、統計的に差がないところでの相関ということになるが、フリクション物性特性は、官能特性の“べとつく”と正の相関が高く、“すべすべしている”と負の相関が高かった。

“総合的な嗜好”は、塗布 5 分後、塗布 1 時間 20 分後のフリクション物性特性と比較的相関が高いことがわかる。

さらに、サンプルの処方上の油分構成とフリクション

物性特性との関係について検討してみると、塗布 5 分後のフリクション物性特性は、油系に占める固形油および半固形油の含量%と正の相関が高く、塗布 2 時間 40 分後では、油系含量と正の相関が高いことが得られた。

これより、肌にクリームが塗布された直後のフリクション特性は、すべりにおける抵抗感であり、ある程度時間が経過してからのクリーム塗布肌のフリクション特性は、粘着感に関係するものであると解釈され得る。

4. 総括

① 素肌に関するフリクション特性は、発汗がない（皮膚表面が水分で湿っていない）状態では、皮膚表面の皮脂量に対応するものであると考えられる。

② クリーム塗布肌に関するフリクション特性は、塗布時は“のびがまろやか”、一定時間経過後は“べとつく”“すべすべしている”の官能特性と対応関係がみられ、さらにサンプルの油分構成に関係する。

③ 興味あることとして、初冬の素肌（前腕屈側においてではあるが）にクリームを塗布した状態が夏の素肌にはば相当すること、又、皮脂排出量に個人差がみられるように、栄養クリームに対する嗜好の差も、素肌のフリクション測定値の個人差の傾向に従って現われたこと等がある。

本研究では、素肌に関するフリクション特性で、有意な個人差および季節的变化が認められたので、官能の評価における個人差および季節的嗜好差の一方面からの解明に、フリクション機器が寄与する可能性が期待される。そして、今後の課題として、被験者数、サンプル数、装置の荷重検出機構、測定部位等の改良を検討したい。

参考文献

- 1) J. K. Prall, J. Soc. Cosm. Chem., 24, 693 (1973)
- 2) 安田利顕, 西山茂夫, 石川英一, 森 俊二, “皮膚科検査” p. 142, (1973) 金原出版株式会社
- 3) 樋口謙太郎, “皮膚科学特論” p. 74~75, (1969) 南山堂
- 4) A. F. EL-SHIMI, J. Soc. Cosm. Chem., 28, 37 (1977)
- 5) 猪飼公郎, 梶山 勇, 新田初雄, 名市大医誌, 11, 482-486 (1960)
- 6) 猪飼公郎, 梶江 勇, 新田初雄, 名市大医誌, 11, 863-866 (1960)

- 7) 梶江 勇, 名市大市医誌, 12, 1289-1296 (1962) (4), (1966)
- 8) Mitsui, T., Morosawa, K., and Ōtake, C., J. Text. Stud., 2, 339-347 (1971) 11) 篠原利明, 北浜睦夫, 科学警察研究所報告, 20 (1), (1967)
- 9) 安部 隆, 日皮会誌, 86 (12), 815-823 (1976) 12) 篠原利明, 科学警察研究所報告, 22(2), (1969)
- 10) 篠原利明, 北浜睦夫, 科学警察研究所報告, 19 (昭和53年4月5日受理)