

## 皮膚の洗浄に関する研究 (第2報)

### Effects of Detergent Cleaning on Physiological Characteristics of Skin.

藤重 昇永・市丸 雄平・野瀬 卓平

Shouei FUJISHIGE, Yuhei ICHIMARU and Takuhei NOSE

#### 研究の目的：

前報<sup>1)</sup>では、皮膚表面の洗浄に用いられる洗剤と洗浄のメカニズムを中心に検討したが、本研究では皮膚の機能との関連で「皮脂の役割」、「洗浄で皮脂が失われるとどうなるか？」を考察し、「スキンケアの基本」は何かを実証する。実験に使用した研究機器はほとんど前報<sup>1,2)</sup>と同じなので詳細は省略する。

#### 研究の背景

前報<sup>1,2)</sup>に引き続き、平成15年度学園祭に参加した来場者を対象に『洗顔に使用している洗剤』、『シャンプーの頻度』についてアンケートを実施するとともに、協力者の前腕部のpHと水分測定を行なった。第1図、第2図はそれぞれ、学園祭1日目の来場者、2日目の来場者についてのpHの分布(上)と水分量の分布(下)を比較している。pHについては4.5-5.5が平均値とされているのでほぼ妥当な分布と考えられるが、問題は水分で、50以上が『みずみずしい肌』と云われているのに対して、50以下の『乾燥肌』の人たちが多くことが注目される。このように若い人たちの間でも多くの『乾燥肌』が見られることの原因は、アンケートの結果に見られたように、158名中81%の人たちが毎日シャンプーをしていることと関係があるようで、洗髪の際に無意識に洗剤が体表から「皮脂」を洗い流している結果と考えられる。

東北地方では60歳以上の人の95%以上が乾燥症であるという報告<sup>3)</sup>があるが、近年の女子

学生に聞いてみると殆どがこれと同様の症状、特に下腿伸側で僅かな刺激にも敏感に反応して、『かゆみ』を訴えている。いわゆる「老人性乾燥症」の予備軍的な状況にあると見られている。

#### 『乾燥肌』とは何か

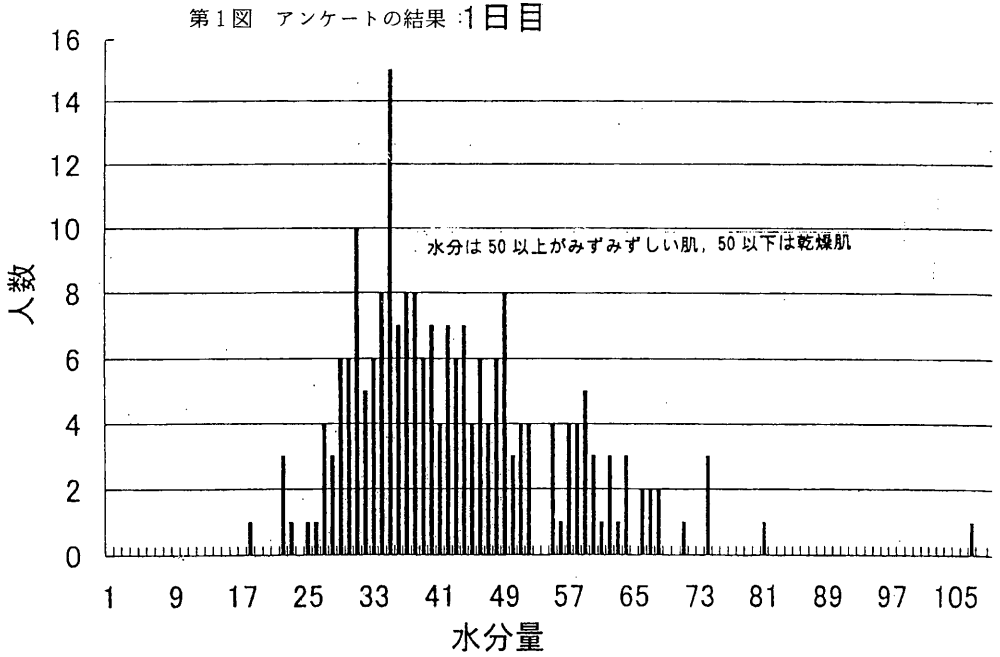
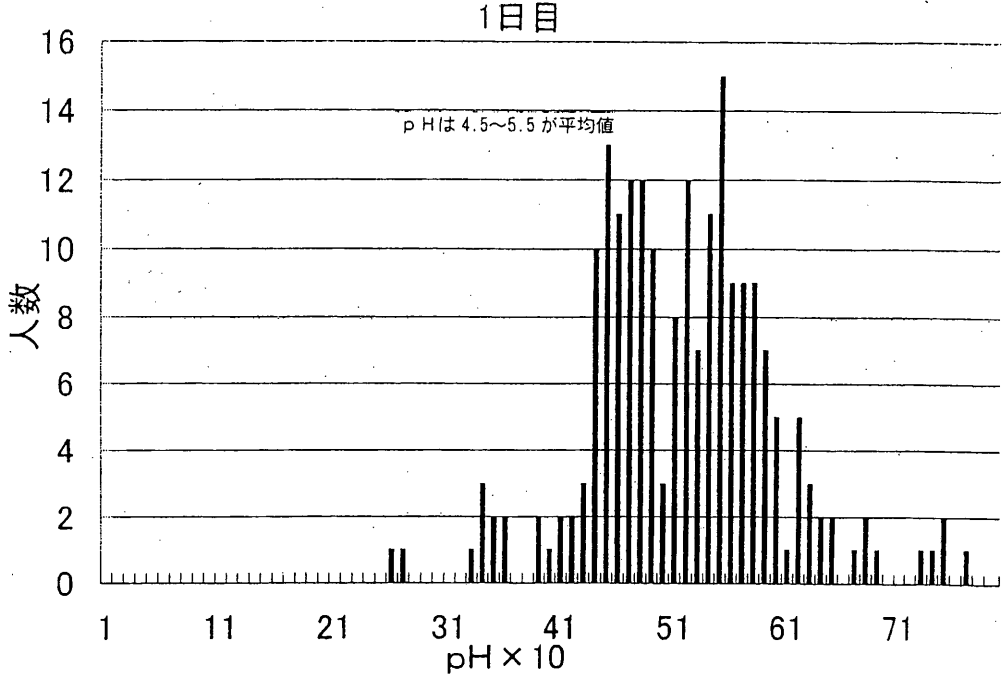
このような乾燥肌のための対策を考えるためには、はじめに、皮膚の微細構造と機能の関係を思い出してみる必要がある。前報<sup>1)</sup>の図1に示したように、表皮の最外層には約20 $\mu$ mの厚さでケラチン質からなる角質層細胞の積層組織があり、ここには保湿因子と呼ばれる保水成分が第3図左に見られるように、外気との界面を皮脂の薄膜で被覆された状態のもとでほぼ均一に分布している。洗剤を使用した洗浄作用により、皮脂が洗い流されると、水と接する部分は一時的に膨潤するが、この部分から水分が蒸散するに従って、逆に収縮がおこるために保水成分には第3図右の模式図のような勾配が出来る結果、ヒトは洗浄直後にツッパリ感を意識する。

このように、皮膚表面を被覆していた皮脂の薄膜が失われると、第4図左に模式的に示されるように、この部分からの水分の蒸散が容易になり、表皮の組織が乾燥するだけでなく雑菌などのアレルギーの侵入も許すことになり健康な肌を維持するために最も重要な皮膚の防御機能が低下すると考えられている。したがって、スキンケアのためには皮膚の洗浄後ただちに化粧水などを塗って皮脂の不足分を補ってやる必要がある<sup>5)</sup>。

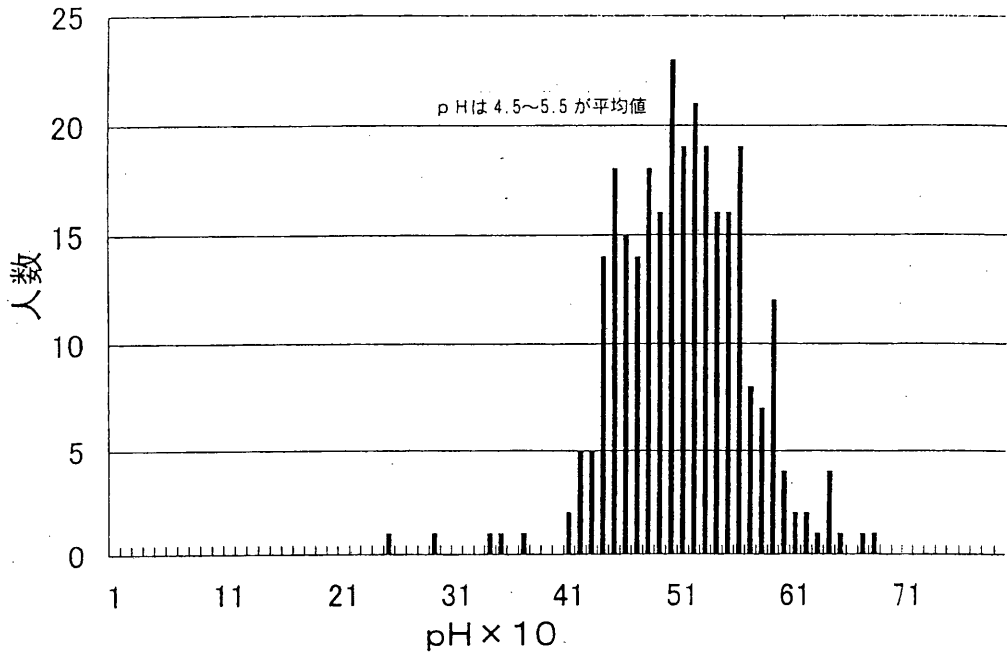
第5図には<sup>4)</sup>、洗顔後被験者はケアを施すこ

\* 東京家政大学  
\*\* 東京工芸大学

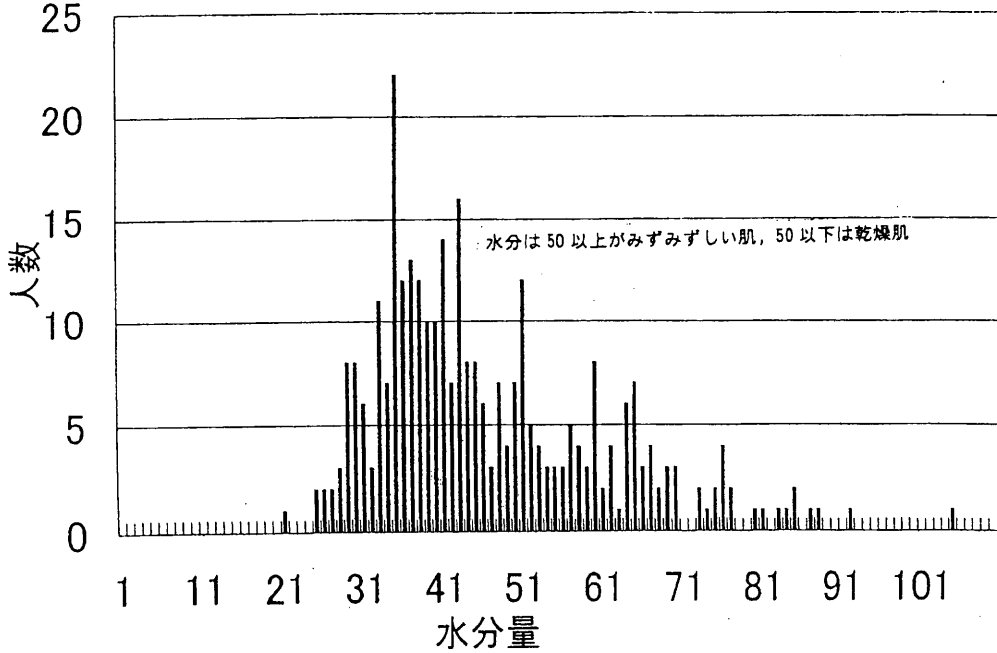
と無しに、それぞれ額と頬の部分について油分と水分の経時変化を追跡した結果の1例を示しているが、洗顔直後ほとんどゼロになった皮脂の値は2時間後には額、頬ともに洗顔前の値を超えて回復している。

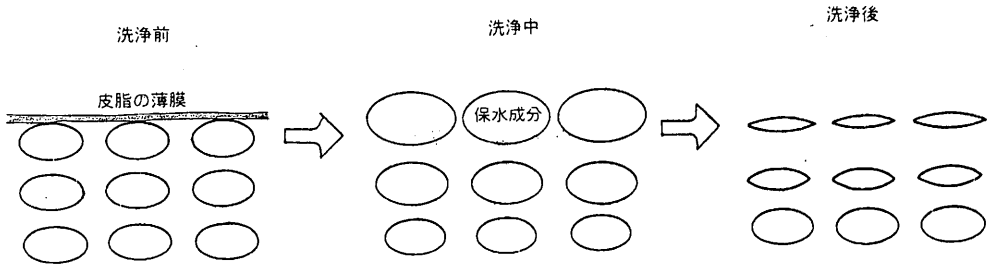


2日目

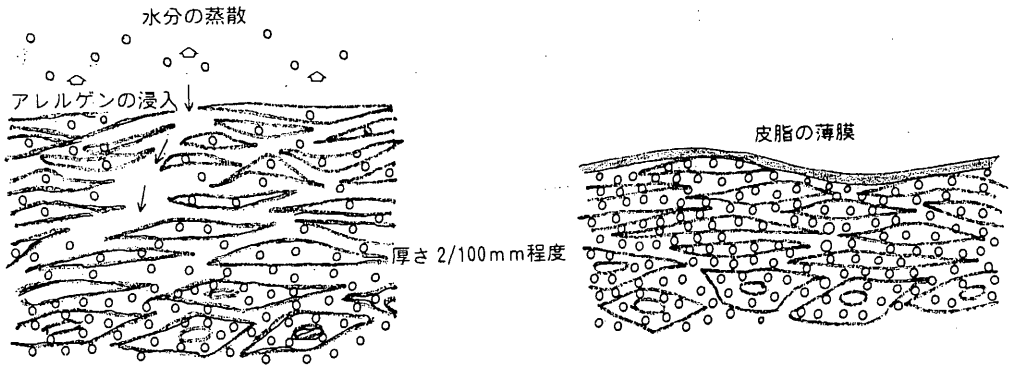


第2図 アンケートの結果 : 2日目





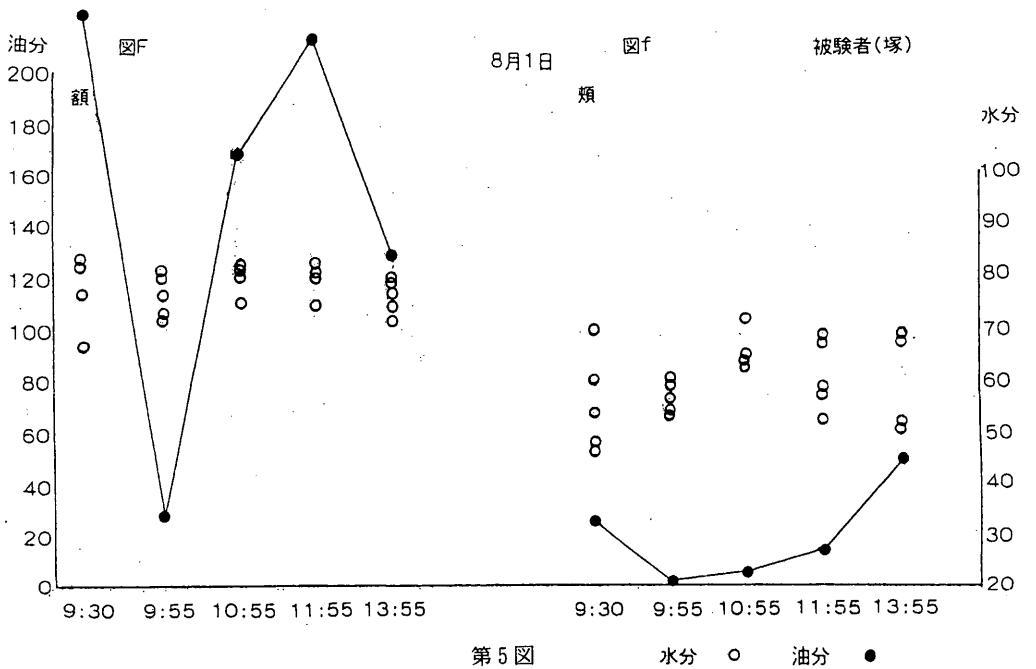
第3図 皮膚表面の洗浄後ツッパリ感が生じるメカニズム



第4図 洗浄前後の表皮表面近傍の模式図

左：洗浄で皮脂を失った表皮角質層からは水分の蒸散とアレルギーの浸入

右：洗浄前の表皮角質層は皮脂の薄膜で水分の蒸散が抑えられている。



第5図

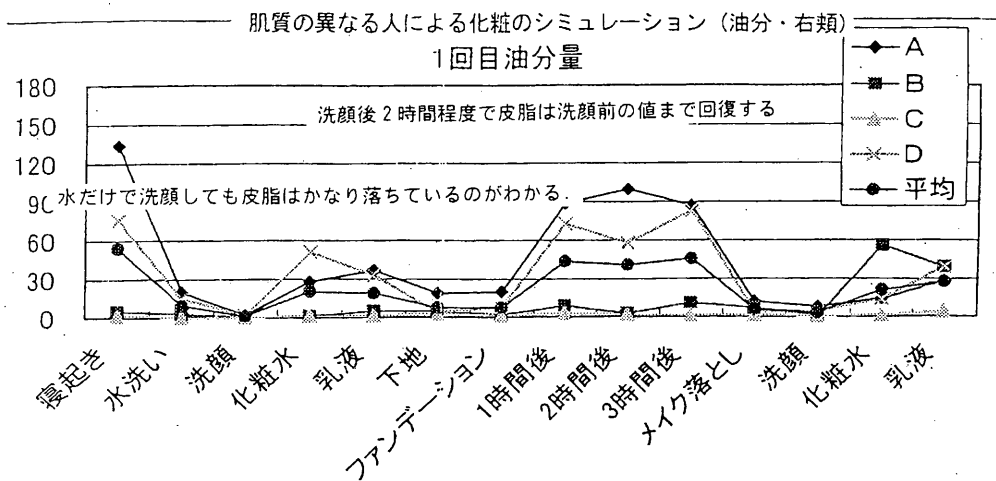
つぎに、肌質が異なる4人の学生の協力で得られた結果<sup>5)</sup>の一部を紹介する。洗顔後同じ化粧品を使用してケアを施す時にどのような経時変化が見られるかを学内の施設に合宿して、2種類の化粧品のシリーズについて油分、水分、pHの測定を繰り返し実施した。第6図は油分の変化を追跡した結果を示している。

ここで特に注目したいのは、20-30℃の水を使用するだけの「水洗い」でかなりの皮脂が洗い流されていることであり、この際に洗い流されている成分は水に対する溶解性から脂肪酸

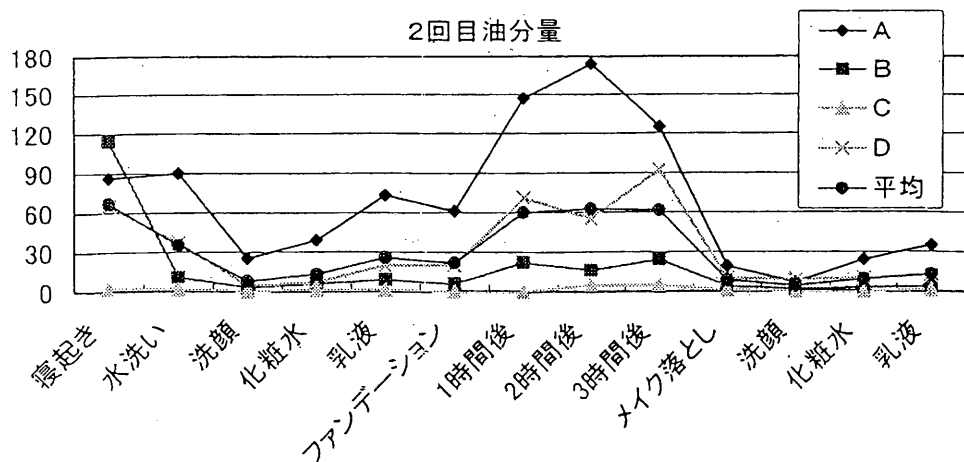
とコレステロールの一部と考えられる。皮脂の量も洗顔後2時間程度で最高値を示している。

スキンケアの基本

スキンケアの目的は健康で美しい肌を維持することであろうが、科学の視点に立つと皮膚の表面を清潔に、且つこの組織を乾燥や汚染、雑菌による感染から護ることが基本である。上述の如く、ヒトの皮膚表面は皮脂の薄膜で被覆されていることで“みずみずしさ”を維持しているが、主にアクネ菌の作用によると云われている。皮脂の一部が脂肪酸に加水分解されている



第6図 洗剤で洗顔後通常のケアを施したときの油分の経時変化



ために、これらの成分が弱酸性を呈していることで、他の雑菌類の繁殖を抑制している。それならば、長時間水洗いもせずにそのまま居たらどうなるかという、極端な場合、紫外線の影響下で空気に触れていると、皮膚表面に薄膜状に広がっている、特に不飽和の脂肪酸は表面積が大きくなっているために容易に酸化されて過酸化物質となりラジカル発生源となることを知っていた方がよい。(この過酸化物質は水洗いではほとんど洗い流すことは出来るので、本研究では水洗いの効果に大きな期待を寄せているし、事実、学生たちから『最近水洗いに転換して……』といった朗報が寄せられている)。

皮膚表面を被覆している皮脂の組成については、一般にセラミド40-50%、遊離脂肪酸20-25%、コレステロール20-25%が主成分と云われているが、セラミドは機能的には生体内で脂質二重膜を形成しているリン脂質と同様に2本の親油性尾部と1個の親水性頭部で表される界面活性機能を備えた分子であり、遊離脂肪酸はそのままでもある程度水に対する溶解度があり、一部が酸化されると親水性は増加する。コレステロールについてはこのままでは水に対する溶解性は低いが、セラミドと遊離脂肪酸とが共存すると乳化が起こり水に対する溶解度は増加する。したがって、大量の水があれば洗顔もボディの洗浄も洗剤無しで十分に可能である。これは長時間温泉に浸ったあととか、海水浴の後で掌からも皮脂や天然保湿成分、水分を失って皸だらけになることと同じ原理による。

洗顔前に水だけで素洗いして、その後洗顔料を良く泡立てて使用すると洗剤分子が皮膚表面に吸着するのを軽減出来るという報告<sup>8)</sup>もあるが、なぜそうなるかは説明できない。

#### 再び、等電点とスキンケアの関連

ヒトの皮膚表面のpHが弱酸性であるという話はよく知れ渡っているが、清浄な肌のpHは知られていなかった。この点に関して我々は前報<sup>1)</sup>で洗浄後の皮膚と毛髪の等電点を実測して報告してあるので、ここではこの等電点の値を

基本にして、スキンケアの実際に見られる矛盾点を考察してみたい。

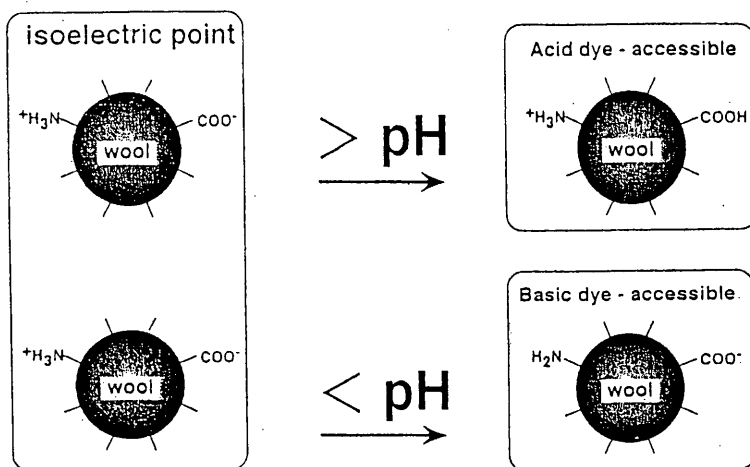
ケラチンタンパクから構成されている皮膚表面と毛髪表面の等電点はほとんど同じで(pHで約6.0近傍)あった。この等電点では、すなわちpHが6-7程度の水中では、皮膚表面あるいは毛髪表面にある分子構造のうち、 $-NH_2$ は $-NH_3^+$ に電離していて、 $-COOH$ は $-COO^-$ に電離している。したがって、アニオン系の洗剤分子は $-NH_3^+$ に対して電氣的に吸着し、カチオン系の洗剤分子は $-COO^-$ に対して電氣的に吸着する傾向をしめすので、飽和の脂肪酸からつくられた洗剤分子のように周囲の水に対する溶解度が十分でない場合には、電氣的な引力と溶解度とのバランスでアニオン系の洗剤分子が皮膚表面に吸着してすすぎ洗いでも落ちにくい状態がもたらされることになる。

これに対して、周囲にある水のpHが皮膚表面の等電点よりも低い弱酸性の場合には、第7図に模式的に示されているように、皮膚表面では $-NH_2$ だけが $-NH_3^+$ のように電離しているので、このプラスの電荷に対してアニオン系の洗剤分子が電氣的に吸着する結果、流水で5分もすすぎ洗いが必要とされるようになり、すすぎ洗いの不完全な場合には洗剤分子が吸着したままであることにより肌のさまざまなトラブルの発生を招くことになる。

また、リンスの成分であるカチオン系の界面活性剤分子はプラスの電荷を持っているのでプラスに電離している表面に対しては電氣的な反発のために近づくこともできないために、リンスの効果が期待できない。リンスのpHは等電点よりも僅かにアルカリ性側でなければならぬ。

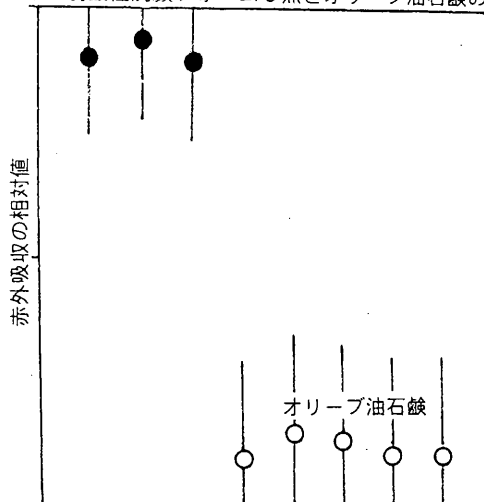
このような背景があるので、弱酸性の洗顔フォームでアニオン系の洗剤分子がどれほどすすぎ洗いが難しいものかを実験で確かめることにした。

赤外吸収スペクトルを利用する分析にAttenuated Total Reflectance法(パーキンエルマー・ジャパン製のフーリエ変換赤外分光光度計



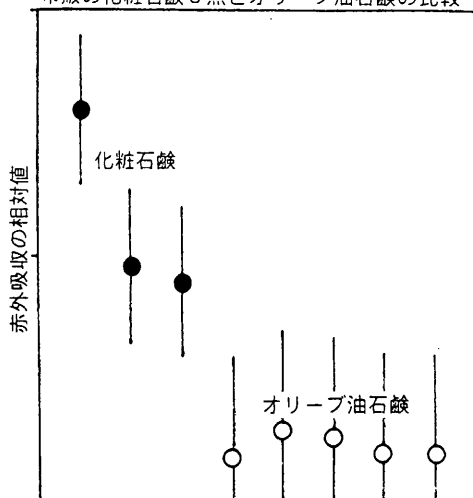
第7図 等電点では  $-NH_2$ 、 $COOH$  も解離しているが…弱酸性では??

市販の弱酸性洗顔フォーム3点とオリーブ油石鹸の比較



第8図 皮膚表面に吸着した洗剤分子の比較(1)

市販の化粧石鹸3点とオリーブ油石鹸の比較



第8図 皮膚表面に吸着した洗剤分子の比較(2)

にKRS5プリズムを使用するユニバーサルATR装置を接続した)を適用すると皮膚表面に極微量付着している洗剤分子がすすぎ洗いでどのように減少していくかを追跡出来るので、実験には弱酸性の洗顔フォーム3点の他、化粧品石鹼3点、オリーブ油から造られた市販の石鹼5点を比較した。

測定の対象は70歳男性の左右の頬の表面であり、それぞれの洗剤で洗顔後、水温20℃-30℃に調節した水道蛇口にシャワーホースを取り付けて、シャワー口から噴出する水流を1分間連続して吹き付けて洗剤分子を洗い流した後、タオルで表面を擦らないようにソッと水気を拭き取り、ATR法によりサンプリング箇所における赤外吸収スペクトルを測定した。

洗剤分子がどの程度皮膚表面に残留しているかを比較するためには、それぞれが混合物であることを考慮して特定吸収スペクトルに注目すること無しに全体の吸収スペクトルの積分値を比較する方式を採用し、0から1の範囲で表せるように規格化した。

アンケート調査でも見られたように、使用者数の多い弱酸性の合成洗剤を使用した場合をマルセル石鹼に相当する各種オリーブ油石鹼を使用した場合と比較して第8図(1)に示す。このような傾向は上述のように、弱酸性の雰囲気下では、洗剤に含まれるアニオン性の成分は皮膚表面のプラスの電荷に対して電気的な引力が働き洗剤分子の吸着が起こると理解されている。近年の改良された洗剤の中には、アニオン系洗剤分子にポリオキシエチレン単位を導入して水に対する溶解性を高めることでこのような吸着効果を低減させている製品もあるので賢い消費者であるためには洗剤や化粧品の購入に際して化学の基礎に関する知識が欠かせない時代を迎えようとしている。

一方、石鹼が主成分である場合には、洗顔の際のpHは9-10近傍に保たれているので、このような雰囲気では表皮の電気化学的な状態はカルボキシル基が電離してマイナスの電荷を持っ

ているので、マイナスの電荷を持つアニオン系の石鹼分子は電氣的に互いに反発して表皮表面への吸着は起こりにくいと予想していたが、第8図(2)にみられるように、オリーブ油石鹼5点を除いては、容易に検出出来る程度に吸着効果が観測されている。ただし、この傾向も化粧品石鹼1点を除いては、シャワー口からの噴流によるすすぎ洗いを3分間連続で行なうときはほとんど検出できなくなる。化粧品石鹼の製造原料にラウリン酸、ミリスチン酸、ステアリン酸などの飽和の脂肪酸が多く含まれているときは、水に対する溶解度の関係で吸着が持続すると理解されている。

#### おわりに

近年多くの女性がスキンケアの目的で投資(?)している出費は衣食に費やしている額にひっ迫しているといっても過言ではないほどの状況に在る。それほどの出費をするに際して日常自身が使用している化粧品などを購入するとき『何故この商品を選択するか?』ははっきりした理由を挙げられる消費者は少ない。この研究では、皮膚表面の構造に関連させてスキンケアの目的をはっきりさせるとともに、スキンケアの基本事項を実験的に解明した。

#### 引用文献:

- 1) 藤重昇永, 市丸雄平, 野瀬卓平: 東京家政大学生生活科学研究報告 第26集, 39-45 2003.
- 2) 本多真理: 東京家政大学生生活科学研究報告 第26集, 11-28 2003.
- 3) 原正啓: 皮膚診断プラクティス 5, p.9 1999.
- 4) 西山久美子, 平子瑞季: 平成14年度東京家政大学家政学部卒業研究, 2003.
- 5) 藤重昇永, 呉貴卿, 桜井奈々, 清水美佳, 鈴木紗也加, 秋山祥, 塚越絵里, 湯田恭子, 塩野谷有希, 木崎麻衣子, 大田貴子, 佐伯美佳, 藤沢章衣, 高橋祥子, 井口紗知, 猪狩由美子, 高田明子, 福留なつみ, 田倉佳奈:



東京家政大学研究紀要第44集(2), 77-107  
2004.

- 6) 高森綾希, 外村有理沙:平成15年度東京家政  
大学家政学部卒業研究 2004.
- 7) 酒井祐二: Fragrance Journal 2001-9,  
33-39 2001.
- 8) 高橋きよみ: SCCJ研究討論会講演要旨集  
44 1996.