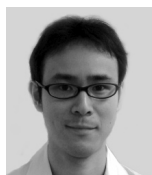


特集 ■ インダストリアル触感デザイン

髪に触り心地における触感デザイン



仲谷正史

NAKATANI MASASHI

資生堂



川副智行

KAWASOE TOMOYUKI

資生堂

1. はじめに

化粧品は、一般的には人体を清潔にし、皮膚もしくは毛髪をすこやかに保つために使用されるものとして薬事法によって詳細に定義されている [1]。しかし近年では上述の目的に加えて、化粧品を使用する際に体験する触感が化粧品の品質を高める重要な役割の 1 つを担っていることが知られている [2]。そのため、化粧品を使用することによって、どのようなメカニズムで触感が向上するのかを知ることができれば、高品位な化粧品を設計する際の参考として有用である。

化粧品の触感を表すために、私たちの身の回りでも感性的な言葉(感性ワード)が広く用いられている。デパートの化粧品専門店やドラッグストアに行っても「さらさら」「しっとり」「ふっくら」のような言葉が化粧品パッケージに記載されているのを目にする機会は多い。これら一般消費者にとってなじみの深い感性ワードによって表現される触感は、一方でアカデミアにおける触覚研究で研究されるような「roughness (粗さ)」や「softness (やわらかさ)」という概念とは少し異なり、言語学的な側面からも検討の余地があるため、十分に記述することは難しい。これらの感性ワードと触り心地の関係、および指先と接触対象の界面で生じている物理現象について深く理解した上で消費者に伝わりやすい触感デザインを行うことが化粧品を設計する際に求められる。

このような背景から、化粧品の触感デザインに関する研究は以前より高い関心を集め、報告例がまとめられている [3]。最近では特に触覚センサを触感デザインに活用する試みや [4]、人肌の触感を模擬した人工肌に塗布した粉末や水が、どのようなトライボロジ特性触感の関係となるかに関する研究も報告されている [5][6]。

本稿では化粧品を使用する対象の中でも、特に表面の形態によって触感が左右されやすい毛髪について取り扱う。特に、我々がこれまでにやってきた触感デザインに関わる研究を概説する。研究成果によるヘアケア製品に対する示唆を述べるとともに、今後の触感デザイン研究に関する展望を述べる。

2. 毛髪の触感について

毛髪は、爪と同じく硬質ケラチンを主成分とする強固な組織であり、皮膚に比すると外界からのダメージを受けにくい傾向にある。また、毛髪は皮膚のような外部環境に対する即時的な生体反応があまり伴わない上に、毛根を除くと毛髪そのものには皮膚感覚が存在しない。以上より、毛髪のダメージについての意識は肌のダメージに比べると希薄なものであるのが過去の通例であった。

しかし近年になって、消費者のカラーリングに対する意識が大きく変化し、若年層を中心にヘアスタイルだけではなく、髪の色も好みに合わせることが一般化してきた。特に若年層では、調査を実施する場所によってはヘアカラー施術率が 90% にも達する。それゆえ、外観において日本人＝黒髪というステレオタイプでは語れないのが現状である。

このような背景の中、カラーリングを繰り返した毛髪は物理化学的に脆くなっていることが知られている。加えて、日常生活での紫外線・ブラッシングなどの影響を複合的に受けることで、キューティクル (cuticle) のはがれや枝毛などのダメージ毛髪が生じやすくなっていることが明らかになっている [7]。

図 1 に健康毛髪とダメージ毛髪の走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope, SEM) の観察像を示す。健

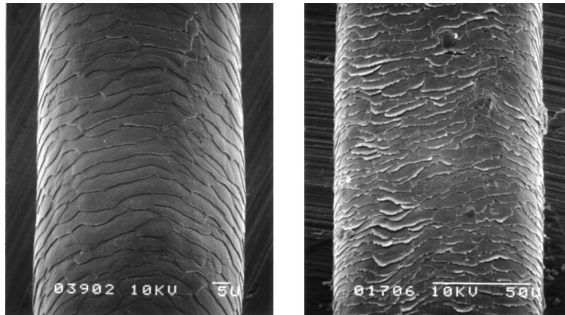


図1 毛髪キューティクル表面のSEM観察像
(左：健康毛髪、右：ダメージ毛髪)

常毛髪(図1左)では規則的なキューティクルの重なりが確認される。通常、毛髪キューティクルは幅 $5\sim 20\mu\text{m}$ ・高さ $0.5\mu\text{m}$ 程度であり、根元から毛先に向けてうろこ状に重なり、規則的な凹凸を示している。一方でダメージ毛髪(図1右)ではキューティクルの剝離により間隔・高さ・規則性に変化が生じていることが確認できる。

このような毛髪表面凹凸を構成するキューティクルの変化を、消費者は触り心地の悪化として指先で認識することが多い。そして、得られた触感の印象は「ばさつき」「きしみ」「ごわつき」などの感性ワードでしばしば表現される。これらの感性ワードはいずれも深刻な髪悩みに直結するものであるため、ダメージ対応ヘアケア商品では、洗髪・スタイリングなどの基本性能に加えて、ダメージ改善効果を実感できる仕上がりがヘアケア製品の設計において重要になっている。

しかしながら、一般の毛髪によって触り心地の評価を行うことは実際には難しい。その理由は、ヒトの毛髪が同一人物から採取してきても毛髪1本1本にばらつきがあることに起因する。これらのばらつきは、毛髪表面状態とダメージ実感の関連を正確に検討する際の妨げとなるため、何らかの方法によってコントロールする必要があるが生じていた。

そこで我々は、上述の問題を解決するために毛髪の表面形状を模した、毛髪擬似表面モデルの開発を行ってきた[8]。次節で、その詳細について述べる。

3. 毛髪の触感評価手法

3.1 毛髪擬似表面モデルの開発と触感評価

前述したように、毛髪キューティクルは幅が数～数 $10\mu\text{m}$ ・高さ $0.5\mu\text{m}$ 程度である。このような高さ・幅共にミクロンオーダーの毛髪キューティクルを基板上に再現するために、エキシマレーザー光による極微細加工を採用した。また加工する基板の素材としては、熱の残留及

び加工性の観点から、加工材料には融点の高いポリイミド樹脂を選定した。

今回再現した毛髪表面形状は毛髪キューティクル形状を参考[9]に4種類作成した(図2)。健康毛髪の表面形状を高さ $1\mu\text{m}$ 、幅 $10\mu\text{m}$ とした(Panel①)。ダメージが段階的に進んだ形状としては、凹凸の規則性を保ちながらキューティクルの間隔のみが広がった形状(高さ $1\mu\text{m}$ 、幅 $30\mu\text{m}$:Panel②)、さらにキューティクルの高さが高くなった形状(高さ $5\mu\text{m}$ 、幅 $30\mu\text{m}$:Panel③)、さらにダメージが進んだ形状として、キューティクルの高さ、幅がランダムに変化した形状(高さ $1\sim 3\mu\text{m}$ 、幅 $10\sim 30\mu\text{m}$:Panel④)を作成した。なお、実際指で触っての触感評価を可能にするために、加工面積は $50\text{mm}\times 20\text{mm}$ とした(図3)。作成した基板はレーザー顕微鏡により、形状の高さ、幅を確認した(図4)。

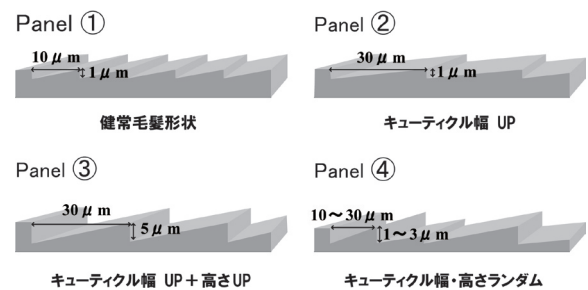


図2 毛髪表面の凹凸形状を再現した毛髪擬似表面モデル

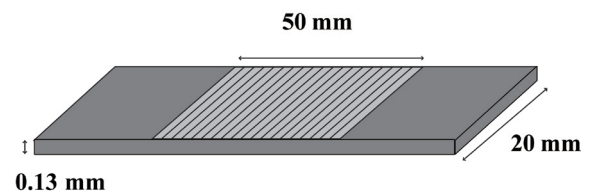


図3 毛髪擬似表面モデルの外観

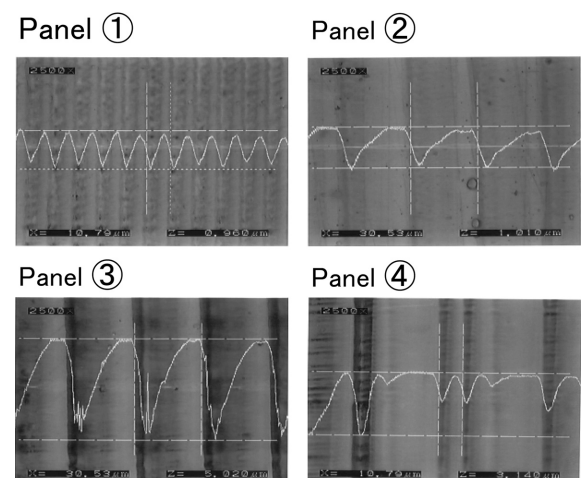


図4 毛髪擬似表面モデルのレーザー顕微鏡像

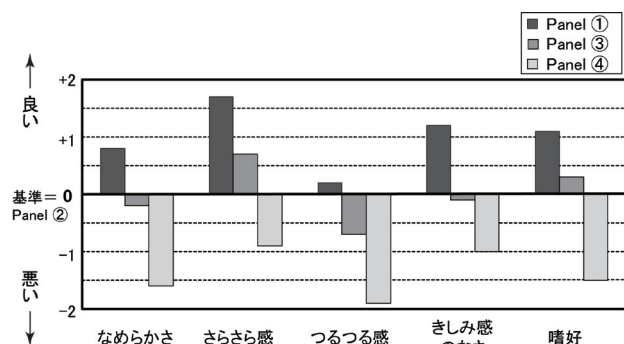


図 5 毛髪擬似表面モデルの感性評価結果

3.2 毛髪擬似表面モデルの触感評価

ダメージによる毛髪表面形状の変化の嗜好に及ぼす影響を確認するために、作成した 4 種類基板を実際に指で触り、触ったときに得られる触感評価を確認した。触感評価は 20～40 代の男女 10 名を評価パネルに、乾燥状態の Panel ②に対する他の Panel ①③④の比較評価を行った。評価は、「なめらかさ」「さらさら感」「つるつる感」「きしみ感のなさ」及び「総合的な嗜好」について 5 段階評価を行った。

図 5 に得られた触感評価の平均値を示す。Panel ①と Panel ②の比較により、キューティクルの間隔が 10 μm から 30 μm に広がることにより、各種触感の評価項目及び総合的な嗜好の低下が確認された。Panel ①は「なめらかさ」「さらさら感」「きしみ感のなさ」の評価が良く、さらに同時に行った絶対評価においても評価が良いことがわかった。これより、健康毛髪の表面形状は乾燥状態でも好触感を演出することが示唆された。また、キューティクルの間隔の変化が指先におけるダメージ認識には大きく影響することが示唆された。Panel ②と Panel ③の比較により、キューティクルの高さが 1 μm と 5 μm において各種触感評価及び総合的な嗜好の変化は Panel ①と Panel ②の比較時に比べ差の小さいものになった。Panel ②と Panel ④の比較により、表面形状の高さ・間隔のランダム化は各種触感評価及び総合的な嗜好の悪化が確認された。Panel ④の「なめらかさ」「さらさら感」「つるつる感」「きしみ感のなさ」の評価が悪く、同時に行った絶対評価においても評価が悪かった。以上より、正常な毛髪形状は、環境からのダメージによってキューティクルの間隔が広がり、かつキューティクル間隔がランダムになることで触感が悪化すると考えられた。

4. サンドペーパー表面の微小凹凸と触感評価

前節では、毛髪擬似表面モデルにおける形状凹凸の間隔が触感に影響することが確認された。そこで、さらに凹凸状態を変化させた際の触感評価がどのように変化していくかを調べる目的で、粒度 0.3, 1, 5, 12, 30 μm の 5 種の精密研磨材 (住友 3M 社製) を用いて、凹凸が変化した際の触感を前述と同様の評価項目で調べた。精密研磨材の表面状態 (図 6) は、レーザー顕微鏡を用いて確認した。触感評価実験では、20～40 代の男女 10 名に対し、毛髪の評価と同様とするため、「なめらかさ」「さらさら感」「つるつる感」「嗜好」の 4 項目について乾燥した指で触感評価を行った。評価の際には、それぞれの感性に対しふさわしい順に順位をつけた。得られた結果はふさわしい順に、1 番目に 2 点、2 番目に 1 点として点数換算を行った。

その結果を図 7 に示す。粒度が小さくなっていくにしたがって、触感は「さらさら感」が減少し、「なめらかさ」の度合いが増加する傾向が見られた。嗜好では粒度が 1～10 μm で最も嗜好が高く、「さらさら感」と「なめらかさ」が両立する領域が好ましいことが示唆された。粒度 1 μm 以下では「なめらかさ」が低下してゆくことが見受けられ、それにともない嗜好がすることがわかった。また、粒度 30 μm 以上では、「ザラザラ感」が高まる傾向が内観報告によって得られた。

精密研磨材における評価において嗜好が高かった粒度 1～10 μm 付近は、奇しくも触感のよい毛髪キューティクルの間隔と一致していた。この結果より、第 3 節で述べた毛髪擬似表面モデルにおける評価において、なぜ健康毛髪が好触感と評価されるかを説明する手がかりを与えようと考えられる。以上の検討によりキューティクルの間隔変化が触感の悪化を招くことが推察された。この実験知見より、コンディショナー成分などによりランダム化したキューティクルの凹凸実感を消失させることが髪の手触り感における触感デザインにおいて有効であると示唆される。

5. おわりに

本稿では、化粧品領域における触感デザインの現状や考え方について述べた。また、我々が開発してきた毛髪擬似表面モデルを利用し、毛髪が持つ 1～数 10 μm 程度の微細な凹凸が毛髪そのものの触り心地を左右するという知見を示した。特に、毛髪キューティクルの間隔が狭く、規則性の高い状態を示すことより、これまで知られていた毛髪内部を保護する役割だけでなく、触感の向

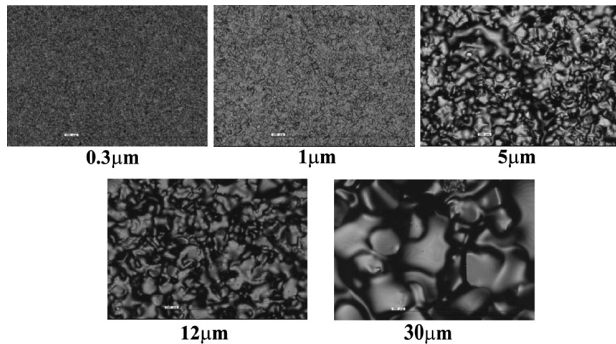


図6 精密研磨材の表面状態のレーザー顕微鏡像

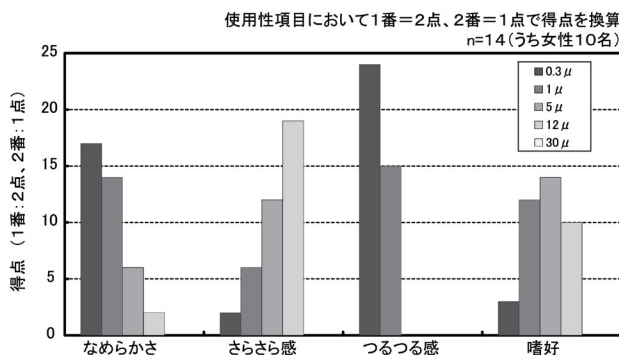


図7 研磨紙粒度と触感の関係

上にも影響を及ぼしていることが示唆された。

第4節で使用した精密研磨紙と同じものを用いた粗さ弁別実験はこれまでに報告されており[10], 目新しいものではない。しかし, 消費者にとってより効果感を与える化粧品の触感デザインという切り口で検討する際には, 過去の触覚心理学の知見を生かしながらも, 化粧品評価に即した実験パラダイムを組む必要があると現時点では考えられる。ヘアケア製品への応用を含む, 化粧品一般の使用感の向上をテーマに研究開発が進むことで, インダストリアル触感デザインの考え方が体系化されてゆくことを望んでいる。さらにその体系化を手がかりにアカデミアにおける一般化された触覚研究の発展につながれば幸いであると筆者らは考えている。

参考文献

- [1] 光井武夫: 新化粧品学, 南山堂 (1993)
- [2] 妹尾正巳: 感触の効果, 日本化粧品学会誌, Vol.31, No.3, pp.185-190 (2007)
- [3] 秋山庸子, 西嶋茂宏 監: 化粧品の使用感評価法と製品展開, シーエムシー出版 (2008)

- [4] 奥山武志, 針生誠, 柿澤みのり, 川副智行, 清水秀樹, 田中真美: 毛髪手触り感計測用センサシステムによるヘアケア効果の評価に関する研究, 日本機械学会年次大会講演論文集, Vol.5, pp.259-260 (2008)
- [5] 神川康久, 野々村美宗, 前野隆司: 皮膚上塗布物のトライボロジ特性と触感の関係, 日本機械学会論文集 (C), Vol.73, No.730, pp.1827-1833 (2007)
- [6] Yoshimune Nonomura, Takaharu Fujii, Yuichiro Arashi, Taku Miura, Takashi Maeno, Kaoru Tashiro, Yasuhisa Kamikawa, Rie Monchi: Tactile impression and friction of water on human skin, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Vol.69, No.2, pp.264-267 (2009)
- [7] 川副智行, 藤山泰三, 清水秀樹: 毛髪の損傷に伴う毛髪微細構造の変化, 日本化粧品学会誌, Vol.31, No.4, pp.273-279 (2007)
- [8] Kawasoe Tomoyuki, Kakizawa Minori, Shimizu Hideki: Tribology in the Hair Surface and Tactile Perception, Tribology Online, Vol. 3, No. 2, pp.127-130 (2008)
- [9] 高橋俊江: 東洋人と欧米人毛の構造及び特性比較, 第57回 SCCJ 研究討論会要旨集, pp.9-12 (2005)
- [10] Tetsu Miyaoka, Tadaaki Mano, Masahiro Ohka: Mechanisms of fine-surface-texture discrimination in human tactile sensation, J. Acoust. Soc. Am. Vol. 105, No. 4, pp. 2485-2492 (1999)

【略歴】

仲谷正史 (NAKATANI Masashi)

株式会社資生堂 新成長領域研究開発センター研究員
2008年 東京大学大学院情報理工学系研究科修了。博士 (情報理工学)。同年 (株)資生堂入社。感性評価技術開発の研究に従事。

川副智行 (KAWASOE Tomoyuki)

株式会社資生堂 新成長領域研究開発センター 主任研究員
1993年 熊本大学大学院理学研究科修了, 同年 (株)資生堂入社。ヘアスタイリング剤などの製品化研究, 情報開発業務を経て, 現在, 感性評価技術開発の研究に従事。