

サンスクリーン・メイクアップ化粧料の 摩擦ダイナミクス

野々村 美宗*1

1. はじめに

固体粒子が液体中に分散したディスパーション型化粧品の処方を設計する上で、その摩擦特性は重要な物理的因子のひとつである。サンスクリーンやリキッドタイプのメイクアップ化粧料をパフやスポンジを使って皮膚に塗布する時ののびの良さ、仕上げやすさ、使用感および紫外線防御効果はこれらの製剤の力学特性、特に摩擦に左右されるためである。これまでに、ディスパーション型化粧料及びその原料の摩擦特性については多くの報告がなされており、配合される粉体や高分子の種類、製剤のタイプ、塗布量などの影響が明らかにされている^{1~6)}。これらの従来の研究では、一定速度で接触子が摺動した時の摩擦力が測定されてきた。一方で、常に運動速度が変化する動的な条件下で摩擦を測定する正弦運動摩擦評価装置が開発され、注目されている^{7~11)}。この方法を用いることで、動き始めの微小なタイムスケールにおける摩擦現象、幅広い範囲にわたる摩擦力の速度依存性、物体に過去に加わった力への依存性を反映するヒステリシスを一回の評価結果から考察することが可能になり、サンスクリーンやメイクアップ化粧料の使用感や仕上がりに影響を及ぼす物理因子が解明され、これらをコントロールする技術の開発につながることが期待される。

本研究では、化粧料の組成・摩擦ダイナミクス・使用感や仕上がりの関係性を解明するために、正弦運動摩擦評価装置を用いてサンスクリーン、メイクアップ化粧料などのディスパーション型化粧料の摩擦評価を行った¹²⁾。また、製剤の状態や粘度などの物理特性と合わせたデータベースを構築して摩擦ダイナミクスの観点からそれぞれの特性を明らかにするとともに、これらの特性に基づいて市販品を分類することを試みた。すなわち、市販のサンスクリーン（ミルクタイプ5種類、ジェルタイプ5種類およびクリームタイプ5種類）、化粧下地5種類、BBクリーム5種類およびリキッドファンデーション8種類、合計33種類のサンスクリーン・メイクアップ化粧料を評価した。さらに、摩擦評価から得られた摩擦特性値において主成分分析とクラスター分析を実施し、摩擦ダイナミクスに着目した分類を行うとともに、その支配因子を明らかにしたので報告する。

2. 方法

本研究では、3種類のサンスクリーン（ミルクタイプM1~M5、ジェルタイプG1~G5およびクリームタイプC1~C5）、化粧下地B1~B5、BBクリームBB1~BB5およびリキッドファンデーションL1~L8の摩擦ダイナミクスを評価した。これらの化粧料には水、シリコーン油、グリセリン、エ

タノール、顔料（マイカ、タルク、シリカ、酸化鉄など）等が配合されており、サンスクリーンには、さらに紫外線防御成分として酸化亜鉛、酸化チタン、メトキシケイヒ酸エチルヘキシル等が含まれていた（表1）。

正弦運動摩擦評価装置を用いて、人工皮膚上に

おけるサンスクリーン・メイクアップ化粧料の摩擦を評価した。図1に装置の写真及び概要を示す。正弦運動は偏芯した円板を回転させてヨークを往復運動させるスコッチヨーク機構により実現した。試料に加わる力学刺激は、2個のロードセルによってセンシングした。測定範囲は F_x 、 F_z で

■表1 サンスクリーン・メイクアップ化粧料の状態・組成と物性. 文献12) (Creative CommonsCC BY-SA 4.0)より引用.

Sample	Type	Condition	Viscosity / mPa s	Primary ingredient
<u>M1</u>	Milk Sunscreen	W/O emulsion	>100000	Water, Dimethicone, Zinc oxide, Ethylhexyl methoxycinnamate, Cyclopentasiloxane
<u>M2</u>			233 ± 58	Methyltrimethicone, Zinc oxide, Water, Ethylhexyl methoxycinnamate, Ethanol
<u>M3</u>			1358 ± 4	Water, Diisopropyl sebacate, Denatured alcohol, Glycerin, Dimethicone
<u>M4</u>			942 ± 8	Cyclomethicone, Water, Ethanol, Zinc oxide, Ethylhexyl methoxycinnamate
<u>M5</u>			879 ± 17	Water, Cyclopentasiloxane, Zinc oxide, Ethylhexyl methoxycinnamate
<u>G1</u>	Gel Sunscreen	O/W emulsion	>100000	Water, Ethanol, Dimethicone, Ethylhexyl methoxycinnamate, Ethylhexyl salicylate
<u>G2</u>			>100000	Water, Ethanol, Ethylhexyl methoxycinnamate, (Lauryl Methacrylate/ Na Methacrylate) Cross Polymer, Ethylhexyltriazone
<u>G3</u>			>100000	Water, Ethanol, Ethylhexyl methoxycinnamate, Isododecane, Polysilicone-15
<u>G4</u>			>100000	Water, Ethanol, Ethylhexyl methoxycinnamate, DPG, Glycerin
<u>G5</u>			>100000	Tranexamic acid, Tranexamic acid(1), Turmeric extract, Ubidecarenon, Acetylated sodium hyaluronate
<u>C1</u>	Cream Sunscreen	O/W emulsion	>100000	Water, Ethylhexyl methoxycinnamate, Zinc oxide, Cyclopentasiloxane, Ethanol
<u>C2</u>			>100000	Water, Ethylhexyl methoxycinnamate, Titanium oxide, Squalene, Glycerin
<u>C3</u>			>100000	Water, Ethylhexyl methoxycinnamate, Ethanol, Isododecane, Polysilicone-15
<u>C4</u>			>100000	Water, Ethylhexyl methoxycinnamate, Ethanol, BG, Isononyl isononanoate
<u>C5</u>			>100000	Water, Ethanol, Zinc oxide, Ethylhexyl methoxycinnamate, Isononyl isononanoate
<u>B1</u>	Makeup Base	W/O emulsion	>100000	Water, Dimethicone, Ethanol, Cyclopentasiloxane, Perfluorohexylethoxy dimethicone
<u>B2</u>		W/O emulsion	422 ± 4	Water, Cyclopentasiloxane, Ethanol, Zinc oxide, Methyl methacrylate crosspolymer
<u>B3</u>		W/O emulsion	>100000	Tranexamic acid, Tranexamic acid(1), Turmeric extract, Ubidecarenon, Acetylated sodium hyaluronate
<u>B4</u>		O/W emulsion	281 ± 4	Citrus aurantium dulcis (orange) Flower water, Water, BG, Ethylhexyl methoxycinnamate, Ethanol
<u>B5</u>		W/O emulsion	>100000	Cyclomethicone, Water, Zinc oxide, BG, Titanium oxide
<u>BB1</u>	BB Cream	O/W emulsion	>100000	Water, Cyclopentasiloxane, Ethylhexyl methoxycinnamate, Mineral oil, DPG
<u>BB2</u>			>100000	Water, Cyclopentasiloxane, Ethylhexyl methoxycinnamate, Mineral oil, DPG

これ以降の閲覧を希望の場合は、本誌をご購読ください。