

リンシードオイルの加工が鉛白の絵具の流動特性と塗膜形成に及ぼす影響 ーブラックオイルを中心とした分析ー

The Impact of Linseed Oil Processing on the Flow Properties of Lead White Paint and Film Formation: A Study Centered on Black Oil

菅澤 薫

要 約

本研究の目的は、リンシードオイルの加工方法が鉛白の油絵具における粘度および塗膜形成に及ぼす影響を分析し、粘度と塗膜形成、さらには描画時の感覚との相互関係を探ることである。加工したリンシードオイルを用いた絵具の流動特性をコーン・プレート型回転粘度計で測定し、塗布実験で塗膜形成の違いを評価した。

結果として、オイルの種類により、流動性が高く薄い塗膜形成に適したものや、高粘度による形状保持性や筆触の明確さが特徴的なものなど、多様な特性が確認された。また、絵具は非ニュートン流体特性を示し、加工方法に応じたオイルの選択が表現の幅を広げる可能性を示唆した。一方で、サンシクンドリンシード試料におけるオイルの分離現象の再検証や、厚塗り時の限界に関する追加研究が今後の課題として挙げられる。以上の結果から、加工方法により絵具の物性が大きく変化し、これに応じた適切な選択が画肌表現の可能性を広げることが示された。

キーワード：リンシードオイルの加工、塗膜形成、絵具の粘度、油絵具、画肌

1. はじめに

本研究は、筆者の博士論文『リンシードオイルの加工が絵具や画肌に及ぼす影響についてーブラックオイルとその使用に関する分析を中心にー』¹⁾の研究を基盤としている。

リンシードオイルは乾性油の一種で、顔料と混ぜることで油絵具となり、顔料の固着に加え、光沢やテクスチャの形成を可能にする重要な材料である。

従来、17世紀オランダの巨匠であるレンブラントの多彩な画肌表現には、乾性油に樹脂を加えたものが使用されていると考えられてきた。しかし、近年、科学分析された大部分の作品には乾性油のみが使用され、その大半はリンシードオイルであることが判明した²⁾。この事実は、リンシードオイル単体でも、レ

ンブラントのように白い絵具層に厚みと筆触を持たせ、まろやかで柔らかく伸びのある画肌など、幅広い表現が可能であることを示している。

これを踏まえ、本研究は古典的な加工法によるリンシードオイルの多様な表現技法を探求することを基盤としている。筆者の博士論文では、加工したリンシードオイルを用いて作製した絵具の粘度を平行板粘度計およびコーン・プレート型回転粘度計で測定した。しかし、測定は必ず速度 1 s^{-1} および 1000 s^{-1} に限定されており、流動特性の詳細な分析には至らなかった。

絵具の流動特性は、塗り心地や塗膜の画肌形成に大きく影響を与える重要な要素である。本研究では必ず速度を段階的に変化させるこ

とで、加工したリンシードオイルを用いた絵具の流動特性を分析し、それが塗膜形成に及ぼす影響についても検証する。

2. 研究の方法と範囲

本研究において、「リンシードオイル」は未加工のものを指す。このリンシードオイルを脱酸素下で熱重合したものを「スタンドラインシードオイル」、太陽光に晒したものを「サンシクンドリンシードオイル」と分類する。「サンシクンドリンシードオイル」はさらに、太陽光に晒しただけの「未加熱」と、その後加熱処理を施した「加熱」の2種類に区分される。また、リンシードオイルに一酸化鉛を添加して加熱したものを「ブラックオイル」と定義する。

本研究では、これら4種類のオイルとそれぞれをブラックオイルに加工したオイルを含めた計8種類のオイルを試料とした。それぞれのオイルを鉛白（塩基性炭酸鉛）の顔料とロールミルで混練し、試料としての絵具を作製した。その後、コーン・プレート型回転粘度計を用いて各試料の粘度を測定した。

本研究では、ブラックオイル加工が絵具の流動特性に与える影響を中心に、測定結果を考察する。また塗布実験を行い、各オイルの加工方法が塗膜形成や描画感覚に及ぼす影響を検討する。

3. ブラックオイルおよび絵具の製作

本研究で使用するブラックオイルおよび絵具の試料は、菅澤薫「リンシードの加工法が鉛白の絵具特性や塗膜形成に及ぼす影響—重合油を用いたブラックオイルを中心に」³⁾で製作した試料と同一のものである。具体的な製作プロセスについては、同研究の pp.73, 74 を参照されたい。以下にその内容を要約したものを記す。

3-1.ブラックオイルの製作

使用材料は、リンシードオイル（ホルベ

ン社製）、低重合度スタンドラインシードオイル（ホルベイン社製）、サンシクンドリンシードオイル（未加熱）（ホルベイン社から提供）、サンシクンドリンシードオイル（加熱）（上記のオイルを筆者が約 100℃で 1 時間加熱）、一酸化鉛（サンシクンドリンシードオイル（未加熱）は和光純薬工業製・それ以外のオイルはキシダ化学製を使用）である。

製作手順は、耐熱ビーカーに、オイルと一酸化鉛（オイルに対して質量割合 3%）を入れ、マントルヒーターを用いて 180℃で 1 時間攪拌しながら加熱した。

3-2.絵具の製作

使用材料は、前項で記したブラックオイルとブラックオイルに加工する前のオイルの計 8 種のオイル、鉛白（塩基性炭酸鉛）の顔料（ホルベイン社製）である。

製作手順は、オイルと鉛白の顔料をロールミルで均質化し、絵具を製作する。オイルと顔料の比率は 20:80 (g) でロールミルは 2 回かけた。

4. コーン・プレート型回転粘度計での実験

4-1.測定試料

試料は前章で記した鉛白の絵具を用いた。試料は 2017 年 7 月に製作し、金属チューブに封入した状態で保管していた。2024 年 3 月に本実験を行った際、サンシクンドリンシードオイル（未加熱）およびサンシクンドリンシードオイル（加熱）の試料では、チューブ内で絵具とオイルの分離が確認された。特に、サンシクンドリンシードオイル（加熱）は分離が顕著であった。

これらの試料は一旦パレットに取り出し、パレットナイフで練り直してから使用したが、オイルの分量が他の試料と比較して均一でない可能性がある。そのため、データの一貫性を高めるために再度追試が必要と考えられる。

ただし、本研究では現状の試料を用いて分

析を進めるため、上記の問題を事前に明記しておく。

一方、サンシクンドリンシードオイル（加熱）およびサンシクンドリンシードオイル（未加熱）をブラックオイルに加工して製作した試料では、オイルの分離は確認されなかった。この結果は、ブラックオイルへの加工が顔料とオイルの分散を安定化させる効果を持つ可能性を示唆している。

4-2.測定方法

試料の粘度を測定するため、コーン・プレート型回転粘度計（東機産業株式会社 TV-25）を使用し、温度を 25℃ と一定にするため、温度精度 $\pm 0.03^{\circ}\text{C}$ の高低温サーキュレーター（Julado 社 CORIO CD-200T）を用いた。

コーン・プレート型回転粘度計は、円錐形のコーンの頂点が平板状のプレートに接する構造で設計されている。測定時には、コーンとプレートの間に測定試料を挟み、コーンを回転させることで、回転中にコーンにかかるトルクを測定し、粘度を算出する。さらに、コーンの回転速度を自由に設定できる。

コーンローターには、コーン角度 3° 、直径 19.4mm のものを使用し、測定ギャップを 6.25 目盛りに設定した。ずり速度は、1、2、4、10、20、40、100、200 s^{-1} と段階的に変化させて測定を行った。1 s^{-1} から 2 s^{-1} では 130 秒、2 s^{-1} から 4 s^{-1} では 70 秒、10 s^{-1} から 200 s^{-1} では 30 秒ごとにずり速度を変更し、200 s^{-1} に到達した後は、200、100、40、20、10、4、2、1 s^{-1} の順に逆方向で測定を行った。試料量は 0.25 ml とした。試料名および略称については、表 1 に記載している。

4-3.結果及び考察

コーン・プレート型回転粘度計を用いて、各試料の 1、2、4、10、20、40、100、200 s^{-1} のずり速度における粘度を測定した結果を図 1～図 4 に示した。逆方向での測定結果は、

図中の曲線の下側に表記されている。

ブラックオイル加工が絵具の流動特性に与える影響を検討するため、リンシードオイルとリンシード BO のように、加工前後の試料を同一の図内で比較して示した。各図では、加工前のオイルを青線、ブラックオイル加工後の試料を赤線で表記している。

表 1 試料名および略称

試料名	略称
リンシードオイル	リンシード
リンシードオイル(ブラックオイル加工)	リンシード BO
スタンドリンシードオイル	スタンド
スタンドリンシードオイル(ブラックオイル加工)	スタンド BO
サンシクンドリンシードオイル(未加熱)	サンシクンド 未加熱
サンシクンドリンシードオイル(未加熱) (ブラックオイル加工)	サンシクンド 未加熱 BO
サンシクンドリンシードオイル(加熱)	サンシクンド 加熱
サンシクンドリンシードオイル(加熱) (ブラックオイル加工)	サンシクンド 加熱 BO

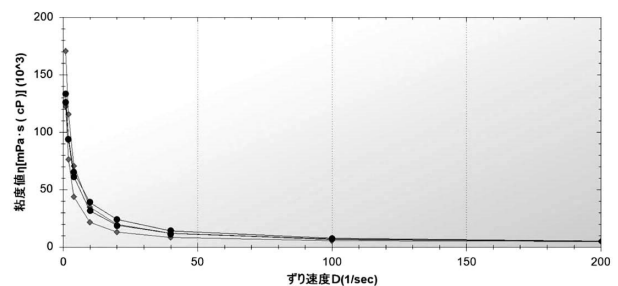


図 1 ずり速度に対する粘度
青線(●)：リンシード、赤線(◆)：リンシード BO

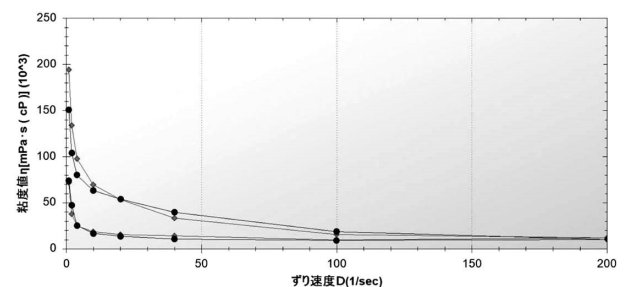


図 2 ずり速度に対する粘度
青線(●)：スタンド、赤線(◆)：スタンド BO

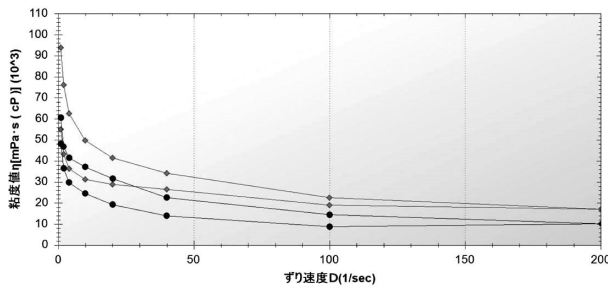


図 3 ずり速度に対する粘度

青線 (●) : サンシクンド未加熱、
赤線 (◆) : サンシクンド未加熱 BO

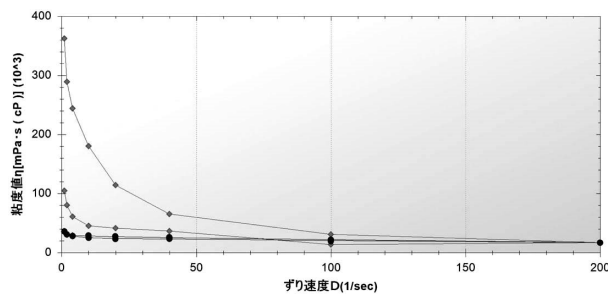


図 4 ずり速度に対する粘度

青線 (●) : サンシクンド加熱、
赤線 (◆) : サンシクンド加熱 BO

まず、測定結果の概要を述べる。すべての粘度グラフでは、ずり速度の増加に伴い粘度が急激に減少する非ニュートン流体特性が確認された。この特性は、絵具を筆で動かす際の抵抗が動かす速度に応じて変化することを示している。特に低ずり速度 ($1 \sim 40 \text{ s}^{-1}$) の領域では粘度差が顕著であり、絵具の初動の重さに影響を与えられと考える。一方、高ずり速度 (100 s^{-1} 以上) では粘度差が小さく、一定速度で筆を動かす際にはオイルによる違いが小さい可能性が示唆される。

また、すべての試料において非ニュートン性の一部であるチクソトロピー性⁴⁾が観察された。上田は「チクソトロピーの原因は、静置していると分散体が安定な位置になり凝集構造を作り、これを攪拌すると凝集構造が壊れてバラバラになるため粘度が低くなると考えられる」⁵⁾と考察している。また C.Pattan は塗料におけるチクソトロピーの意義として「塗料を塗布するときなどの高ずり速度状態

では粘度が低下して流れがよくなり、印毛さばきを容易にする。また塗布直後の低ずり速度のときは構造粘性により、有害な“たれ”とか“流れ”を防止することができる」⁶⁾と述べている。

ブラックオイル加工による流動特性の変化もすべての試料で確認された。逆方向測定では、すべての試料で順方向に比べて粘度が低い結果となった。一方、オイル単体の測定では方向の違いによる粘度の変化はほとんど見られず、顔料を混ぜることで物性が大きく変化することが明らかになった。

以下に、各試料の測定結果を述べる。

まず、図 1 に示されたリンシードとリンシード BO の試料の比較について述べる。ずり速度 1 s^{-1} では、リンシードの粘度が $133,500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、リンシード BO の粘度が $170,600 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ と、リンシード BO の方が粘度がやや高いが、両者ともに同様の傾向を示している。これにより、リンシード BO は筆の描き始めにおいて抵抗が大きい一方で、描画中の感覚はリンシードとほぼ同様であると予想される。ただし、ずり速度 10 s^{-1} では、両試料とも非常に低粘度であるため、描画開始時にわずかな抵抗を感じる程度で、全体として滑らかな描き心地を提供すると推測される。

さらに、リンシードでは順方向測定と逆方向測定の粘度差が小さいのに対し、リンシード BO では低ずり速度領域で逆方向測定の粘度が低下している。この結果は、リンシード BO では攪拌によって分散体の凝集構造が破壊され、その後、安定した状態に復元するまでにリンシードよりも時間を要することを示している。

次に、図 2 に示されたスタンドとスタンド BO の試料の比較をする。スタンド BO の粘度はスタンドに比べて速度 $0 \sim 10 \text{ s}^{-1}$ の領域でわずかに高く、描き始めの抵抗がやや大きいことが予想される。 20 s^{-1} 以上では両者の粘度がほぼ同一に収束しており、高速の筆運び

ではスタンドとスタンド BO の差異が小さい。

逆方向での測定では、リンシード系試料に比べて低ずり速度の粘度が低い結果となり、塗布後に静置した際、塗膜にたれが生じる可能性が示唆された。

図 3 および図 4 に示されたサンシクンド系試料では、これまでの試料とは異なる挙動が確認された。特に、サンシクンド未加熱とサンシクンド未加熱 BO 試料では、曲線の形状は類似しているものの、粘度には明確な差異が見られた。

サンシクンド未加熱 BO は、サンシクンド未加熱に比べて低ずり速度 ($1 \sim 40 \text{ s}^{-1}$) の領域で粘度が高く、筆運びにおいてより大きな抵抗を与えることが示唆される。一方、高ずり速度 (100 s^{-1} 以上) の領域では両者の粘度が非常に近似しており、高速の筆運びでは差異がほとんど見られない。

また、サンシクンド加熱 BO は、低ずり速度 ($1 \sim 40 \text{ s}^{-1}$) の領域でサンシクンド加熱に比べ顕著に粘度が高く、筆運びにおける抵抗がより大きいことが予想される。しかし、高ずり速度 (100 s^{-1} 以上) の領域では両者の粘度がほぼ一致し、高速での筆運びにおける使用感には大きな違いがないと考えられる。

これらの結果を総合すると、ブラックオイル加工はすべての試料で絵具の流動特性に影響を与えることが確認された。特に、サンシクンド加熱試料において最も大きな変化が見られ、ブラックオイル加工が筆触や描画特性に与える影響を強く反映していることが示唆された。

5. 塗布実験

デジタルマイクロスコープ (アルファミラージュ株式会社 DIM-T2.4) を使用し、試料で塗布実験を行った画肌を倍率 5.840 倍で撮影した。照明には内蔵の LED 照明を使用した。

塗布実験では、鉛白を画面に塗布した際の塗膜の形状や作業性を比較した。特に、描画

における明部の絵具の厚みを想定した条件で実験を実施した。一般的な塗料では平滑な塗膜が求められることが多いが、油絵具の場合は膜厚に厚みを持たせ、意図的に筆跡を残す技法が用いられる。この筆跡の残り方が画面の印象に大きく影響を与え、油絵具の特徴的な魅力の一つとなっている。

本研究の塗布実験では、筆跡を残す意図を持ち、豚毛の筆を使用した。塗布後、試料を $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 、湿度 $20 \sim 25\%$ の環境下で平らに置き、乾燥させた後に観察・撮影を行った。

5-1. 使用した材料と道具

5-1-1. 支持体

パネル上に膠水とボローニャ石膏 (組成: 硫酸カルシウム二水和物、ホルベイン社製) を 1:1 (質量比) で混合したものをヘラで塗布して作製した。膠水は、うさぎ膠 (ホルベイン社製) 1 に対し、水を 10 の質量比で加え、12 時間膨潤させた後、湯煎して溶解したものを使用した。塗布後、乾燥させてから紙やすりで研磨した。その上に、アイボリーブラックの油絵具 (ホルベイン社製) を適量のテレピンで溶いたものを画面全体に塗布した。

5-1-2. 試料

第 3 章に表記している鉛白の絵具を使用した。

5-1-3. 筆

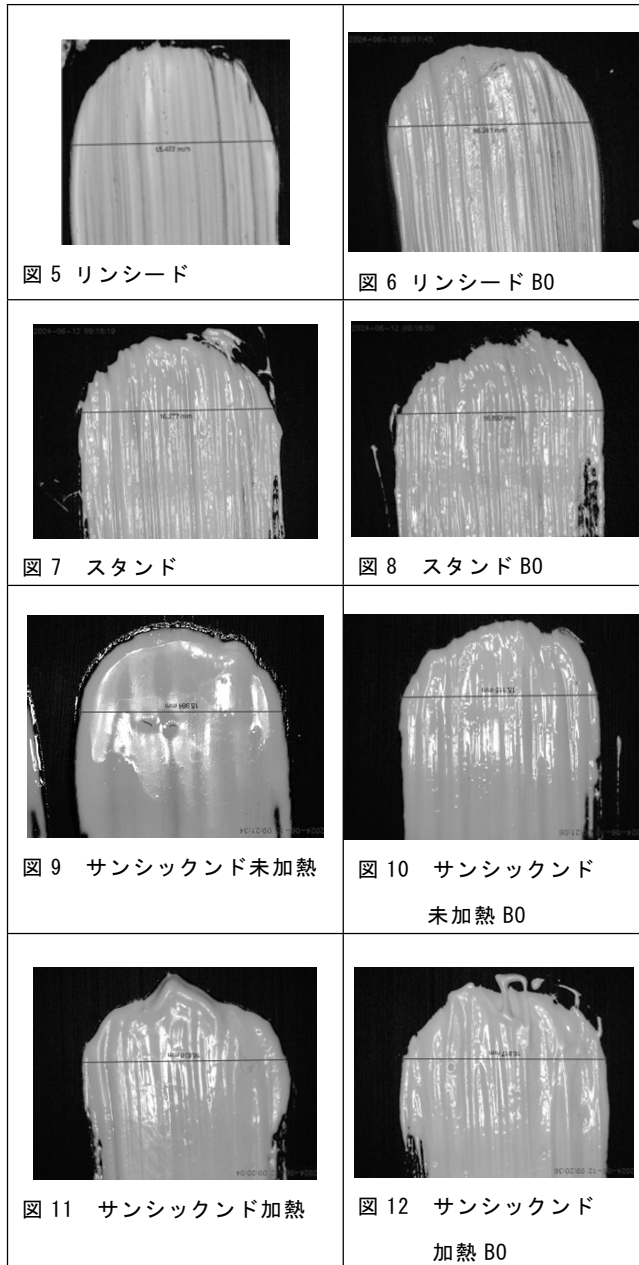
平筆 10 号 (ホルベインシリーズ KA) を使用した。

5-2. 実験方法

パレットに絵具を出し、可能な限りパレット上で混ぜ合わせずに筆に直接つけ、支持体に上から下に動かして塗布した。塗布時には画面上部で筆を押し付け、力を入れてスッと線を引く動作を意識した。

5-3.結果及び考察

デジタルマイクロスコープで撮影したものを図 5～図 12 に示す。試料ごとに①塗布時の感触、②塗布後の形状の観点で述べていく。



5-3-1.リンシード（図 5）

① 塗布時の感触

粘性が低く、筆運びが軽快であった。絵具に対しての抵抗感が感じられなく滑りがいい。

② 塗布後の形状

塗膜が薄く、筆跡が非常に明確で、均一な

ストロークが確認された。下地の黒が薄く透けて見えることで筆跡が際立つ。エッジ部分がやや角ばった印象を与える。

5-3-2.リンシード BO（図 6）

① 塗布時の感触

リンシードに比べるとわずかに抵抗を感じるものの、筆運びは軽快であり、軽い力での筆運びが可能である。適度な粘性により、絵具が筆圧に応じて安定して広がることが確認された。

② 塗布後の形状

筆跡はリンシードと同様に明確であり、比較的均一である。また、リンシードと比較して絵具の厚みがやや増しており、塗膜のエッジ部分には若干角ばった印象を与えるものの、リンシードよりは滑らかに感じられる。

5-3-3.スタンド（図 7）

① 塗布時の感触

リンシードやリンシード BO と比べると、筆運びがやや重たく感じられるものの、描きにくさはない。糸を引くような粘り気が感じられるが、筆の動き自体はスムーズで動かしやすい。

② 塗布後の形状

リンシードやリンシード BO より塗膜が厚い。絵具がやや硬く、広がりにくい性質があり、細かい表現よりも力強いストロークに適している。

5-3-4.スタンド BO（図 8）

① 塗布時の感触

スタンド BO は、スタンドと比較して筆運びがやや軽快である。糸を引くような粘り気を感じさせつつも、筆跡は滑らかで、筆の動きが軽快であることから、長いストロークも描きやすい印象を受ける。

② 塗布後の形状

スタンドよりもやや厚みのある塗膜であ

り、エッジは滑らかに丸みを帯びている。形状を保持しつつも柔らかい印象を与え、絵具を厚く塗布した際にも安定してその形状を維持できる特性が見られる。

5-3-5.サンシックスンド未加熱（図 9）

① 塗布時の感触

画面に接地する際にはやや重さを感じるものの、スッとストロークを引くことができる感触がある。また、糸を引くような粘り気がある。

② 塗布後の形状

筆跡は描いた直後に消え、曖昧な状態となる。エッジが滑らかに崩れ、絵具が流動している様子が見られる。このため、絵具は容易に広がり、盛り上げて形を保持する用途には適していない。

5-3-6.サンシックスンド未加熱 BO（図 10）

① 塗布時の感触

糸を引くような粘り気があり、やや重さを感じるものの、スッとストロークを引くことができる感触がある。

② 塗布後の形状

膜厚は厚みがあり、筆触の残り具合は全体の試料の中間程度で、かすかな筆跡を表現したい場合に適している。適度な粘性により、形状保持と滑らかな筆運びのバランスが良好である。絵具は厚く塗布されやすく、盛り上がった塗膜が確認される。サンシックスンド未加熱に比べて、絵具の形状保持性がある程度改善されていることが確認された。粘性によって筆跡が潰れることなく、形状を維持しながらエッジに丸みを帯びた塗膜を形成することができた。

5-3-7.サンシックスンド加熱（図 11）

① 塗布時の感触

未加熱のサンシックスンドと比較するとやや筆運びは重さを感じるものの、滑らかな筆

運びは十分可能であった。

② 塗布後の形状

筆跡は描いた直後に少し消え、残ってはいるもののやや曖昧な状態となる。サンシックスンド未加熱 BO よりも筆跡の残りがやや曖昧な印象を受け、形状保持性がやや弱いといえる。

5-3-8.サンシックスンド加熱 BO（図 12）

① 塗布時の感触

試料の中でも最も筆運びが重く、絵具が硬いため描きづらい性質があり、筆跡が重くストロークに力を要する印象を受ける。また、筆の動きが引かかるような感触があり、全体的に滑らかさを欠いている。

② 塗布後の形状

塗膜は厚みを持ち、形状保持性が高い。筆触がはっきりと残り、ストロークがエッジを伴って明確に見えるため、厚塗りや盛り上げ表現に適している。サンシックスンド加熱と比較して、絵具の形状保持性がある程度改善されていることが確認され、厚く塗布しても形が崩れにくい特性を持つ。力強い表現や形状の保持に適している一方で、滑らかな表現にはやや不向きである。

5-3-9.全体の比較

リンシードおよびリンシード BO は、軽快な筆運びや薄い塗膜を求める表現に適している。一方、スタンドおよびスタンド BO、サンシックスンド BO 系は、厚塗りや力強い表現に優れている。サンシックスンド未加熱およびサンシックスンド加熱は形状保持性が低く、流動性を活かした表現に適している。用途や表現の目的に応じて適切な試料を選択することで、表現の幅を広げることが可能である。

6. 粘度グラフと塗膜画像の関係性

6-1.リンシード

粘度グラフの低ずり速度領域で比較的低

粘度であることが分かる。この特性は、塗膜画像に示されるように筆運びが軽く、ストロークがスムーズであることと一致する。

ずり速度 1s^{-1} では、高粘度であり、これは、力が加わらなくなると形状を保持する性質を表している。つまり、筆触が塗膜にくっつきと残りやすくなる傾向がある。これは、画像に示されるストロークの明確さと一致する。

6-2. リンシード BO

粘度グラフで示されるように、リンシード BO は低ずり速度領域で比較的高い粘度を示しており、この特性が塗布画像における筆触の明確さと安定性に反映されている。

筆運びが遅い際には粘度が高めであるため、絵具がしっかりと支持体に留まり、滑りにくい特性を持つ。

6-3. スタンド、スタンド BO

スタンドとスタンド BO は、粘度グラフでも近似していたように、生成される塗膜もほぼ同じであることが確認されている。

6-4. サンシクンド未加熱

粘度グラフから、サンシクンド未加熱は低ずり速度領域で比較的低粘度を示し、絵具が流動しやすい特性を持つことが確認された。この特性は塗膜画像にも反映されており、絵具が流動して形状を保持することが困難であることが分かる。細かい筆跡の保持だけではなく、厚塗りににも不向きである。

6-5. サンシクンド未加熱 BO

サンシクンド未加熱 BO は低ずり速度領域で高粘度を示し、塗布後の絵具が形状を保ちやすい特性を持つことが分かる。この高い粘度特性が、塗布画像における筆触の明確さに寄与していると考えられる。

6-6. サンシクンド加熱

サンシクンド加熱は、低ずり速度領域でサンシクンド加熱 BO に比べて粘度が低い。このため、形状保持性が弱く、筆跡が曖昧になりやすい特性を持つと考えられる。

6-7. サンシクンド加熱 BO

サンシクンド加熱 BO の低ずり速度領域での粘度の高さと筆運びが重いとの評価は一致しており、絵具の物性と使用感の相関が明確に示されている。低速での筆運びでは、絵具が厚みを持ち、形状をしっかりと保持することが確認され、塗布実験においても筆触がはっきりと残る特性が見られる。これにより、厚塗りや盛り上げ表現に適した特性を備えていることが裏付けられる。

7. まとめ

本研究では、リンシードオイルを中心に、その加工方法が絵具の流動特性や塗膜形成に与える影響を分析した。その結果、ブラックオイル加工やスタンドオイル、サンシクンドオイルなどの加工方法によって絵具の流動特性が変化し、それが描画感覚や塗膜形成に大きく影響を及ぼすことを明らかにした。

特に、ブラックオイル加工は低ずり速度領域で粘度を高め、形状保持性や筆触の明確さを向上させる一方で、未加工のオイルは流動性が高く、薄く均一な塗膜形成に適していることが示された。また、塗布実験においては、筆跡の残り方や塗膜の形状保持性に顕著な違いが観察され、リンシードオイルが軽快な筆運びと薄い塗膜形成に適している一方、サンシクンド加熱ブラックオイルは厚塗りや盛り上げ表現に適した特性を持つことが確認された。

なお、塗膜形成や描画感覚は支持体、筆、塗膜の厚さなどの要因にも影響されるため、条件を変えて総合的に検討していく必要がある。今後の課題としては、サンシクンド加

熱系試料における絵具とオイルの分離現象の追試によるデータの一貫性向上や、厚塗り時の「たれ」の限界厚さの詳細な検証が挙げられる。

究の遂行および成果の発表が可能となりましたことに、深く感謝申し上げます。

引用／参考文献

- 1) 菅澤薫『リンシードオイルの加工が絵具や画肌に及ぼす影響についてーブラックオイルとその使用に関する分析を中心にー』筑波大学大学院人間総合科学研究科博士論文、2019 年。
- 2) National Gallery London, ART IN THE MAKING REMBRANDT, The National Gallery Company, pp.226-227, 2006、参考。
- 3) 菅澤薫「リンシードの加工法が鉛白の絵具特性や塗膜形成に及ぼす影響ー重合油を用いたブラックオイルを中心に」、『芸術学研究第 23 号』、筑波大学大学院人間総合科学研究科、pp71-80、2018 年。
- 4) チクソトロピーとは、「ニュートン流動とは回転（せん断速度）を変えても粘度が一定で、チクソトロピーは回転を上げると粘度が下がること」上田隆宣『測定から読み解くレオロジーの基礎知識』日刊工業新聞社、p.70、2012 年、引用。
- 5) 同上、p.70、引用。
- 6) TEMPLE C.PATTON (著)、植木憲二(監訳)『塗料の流動と顔料分散』共立出版、p.8、1971 年、引用。

図版典拠

図 1～4 筆者作成。

図 5～12 筆者撮影。

謝 辞

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業の支援により実施されました（若手研究「リンシードオイルの加工による絵具の性質の変化とそれを効果とする描画表現の研究」、課題番号: 20K12902）。この助成により、研