

絵画における新しい下地塗料の研究

——白亜地キャンバスの走査型電子顕微鏡による観察——

A research on new ground layer of painting

— Observation using a scanning electron microscope of Chalk ground canvases —

白河宗利, 岩崎友敬, 田中元偉, 猪狩雅則

SHIRAKAWA Noriyori, IWASAKI Tomonori, TANAKA Motoi, IGARI Masanori

[キーワード] 白亜地 (chalk ground)、下地塗料 (ground layer)

SEM (Scanning Electron Microscope) 写真 / 走査型電子顕微鏡写真
(SEM Photography)

【研究の目的】

本稿は、平成18年度より取得している本学の研究補助金、産学連携調査研究費「絵画における新しい下地塗料の研究及び開発から商品化まで」の研究段階における報告である。

本研究では、株式会社クサカベ（絵具メーカー）の研究者との共同研究で、堅牢で利便性のある絵画下地塗料の開発を目的としている。

【研究の背景】

西洋の絵画技術においては、下地が絵画制作にとって重要な工程とされ、近代に到るまでそれぞれの画家自らが調整し製作する伝統があった。これに対し我が国では、明治期から近年に至るまで、画家自らがキャンバスに絵画のための下地を製作する習慣が無かったといえる。その理由として製作工程の煩雑さのほかに、自製キャンバスのバインダーにあたる膠が気温の低下によってゲル化してしまうこと、低温保存しても腐敗しやすいことなどが考えられる。

我が国においては、1876年（明治9年）に開設された工部美術学校で西洋絵画が伝えられてから130年余の歴史があるが、西洋の画家たちが長い時間をかけて育んだ下地を含めた絵画技術が定着する前に、絵画の表層に表現されるイメージが優先された経緯がある。後に東京美術学校に西洋画科が設置され、外光派の画家の優位が目立ちはじめた時代以降も、下地を含めた絵画技術が近代の画家に定着することはなかった。これらのことは、近代に描かれた大半の油彩画にみられる絵具の固着力の脆弱さに現れており、それは、おもに絵具や下地塗料に関する知識の乏しさが起因しているものと考えられる。

西洋における絵画の支持体は、16世紀に帆布が画布（＝キャンバス）として使われはじめると、それまで主流であった壁（壁画）や板（板絵）から軽く大型化できる利点のあるキャンバスに取って代わられるようになっていく。キャンバスに描かれた絵画は、支持体と共に自由に移動でき、展示できるものとして現代に引き継がれている。近代になると、キャンバスにあらかじめ白色塗料が塗られたものが商品化されるようになり、さらに塗料技術の進歩によって、アクリルエマルジョンが塗料に添加され、伸縮性のある、割れの少ないキャンバスがロール状に巻かれて市販されるようになった。いうまでもなく、あらかじめ下地が塗ってあるキャンバスは、下地塗料を塗る必要がなく、作品の制作時間の短縮に繋がってきたことは否めない。しかし、アクリルエマルジョンが塗料に添加された市販キャンバスは、絵具の吸収性が低いと言われており、経験上絵具の亀裂や剥がれが生じやすくなることから、西洋絵画の特徴である絵具の重層構造を形成することが難しくなる。（白河）

【油彩画に適した下地の条件】

油彩画に適した下地塗料の条件として、まず挙げられるのが堅牢性であることはいうまでもない。下地が堅牢性をもっていなければ、絵画そのものが崩壊してしまうことになり、絵画の土台となる下地は、絵具層を支えると同時に、発色やマティエールの美しさを補完する役割をもっている。また、下地そのものが堅牢であっても、絵具層との接着性が脆弱であれば、剥離をおこす原因の一つとなる。多くの市販キャンバスにみられるようなアクリルエマルジョンが塗料に添加された下地は、塗料としての堅牢さ、ロールキャンバスとしての柔軟性は兼ね備えているといえるが、彩色した際の絵具層と下地の接着性がこれまでの経験上、脆弱であると考えられる。一方で、膠、白色顔料、体質顔料による処方によって制作される下地（以下：白亜地キャンバス）は、絵具層と下地の接着が良好であると経験上わかっており、多くの技法書でも吸収性があると指摘されている。本研究では、上記のことを踏まえ、まず白亜地キャンバスの特性を観察し、考察することが、研究目的に到達する最短経路であると考えた。

また、白亜地キャンバスは、油絵具のみならず、テンペラ絵具、水彩絵具をはじめとする水溶性絵具にも用いることができ、重層構造を基本とする西洋絵画の技術を支える下地となっていることも付け加えておく。（白河）

【白亜地キャンバスの走査型電子顕微鏡による観察と考察】

研究着手にあたり、基本となる絵画下地を「白亜地キャンバス」とし、比較対象としてアクリルエマルジョンを使用したクサカベ製ジェッソを塗布した下地キャンバス（以下：「クサカベ製ジェッソキャンバス」）とした。これらの下地を施したキャンバスを以下に示す手順に分けて製作し（手順①～⑨）、また、それぞれの製作手順での走査型電子顕微鏡（以下：SEM）による観察と考察を行うこととなった。あわせて「白亜地キャンバス」の顔料成分となる、重質炭酸カルシウム、チタニウムホワイト（アナターゼ型、酸化チタン）のSEMによる観察を行った。

白亜地キャンバスの作製

<作製に用いた道具、材料>

木枠（丸岡製、ナール画枠）／麻布（生地、フナオカ F no.4Dx）／刷毛（江戸屋製、特注）／キャンバス張り器／タックス（ステンレス製）／ウサギ膠（ホルベイン製）／重質炭酸カルシウム（クサカベ製）／チタニウムホホワイト（アナターゼ型、クサカベ製）

<白亜地キャンバス作製手順（F10号）>

（1日目）

手順①木枠組み立て

木枠を痛めないように当て木を用いる。

手順②麻布裁断

麻布を約63×55.5センチに裁断する。

手順③線引き

②の麻布に53×45.5センチを布目に沿って鉛筆で四辺を引く。

手順④張り込み

縦糸と横糸の伸びの違いを確認し、縦糸方向を強く張り込む。横糸方向は目安として、線引きの線を木枠の画面側角に合わせて張る。まず四辺を釘打ちしてから縦糸方向を釘打ちし、縦糸方向の2辺が終わったら、横糸方向を釘打ちする。

手順⑤麻布調整

針金等で糸玉、ほつれ糸を裏面に押しやる。

手順⑥毛羽焼き

ブンゼンバーナーで表面の毛羽を焼く（今回の作製では省略）。

手順⑦前膠塗り

水：膠＝1,000cc：70～100g（今回は85g）

1,000ccの冷水に85gの膠を入れ、前日から冷蔵庫で膨潤させたものを65℃以下の湯煎で溶かしあらかじめ調整しておく。常温になるまで放置した膠水を、刷毛で縦横それぞれ1回交差塗りする。

（2日目）

手順⑧白亜地塗り

膠水 1 容量、チタニウムホホワイト（アナターゼ） 3分の2 容量、

重質炭酸カルシウム 3分の4 容量、水 2 容量

膠水にチタニウムホホワイト、重質炭酸カルシウムを振り入れて混ぜ合わせる。だいたい混ぜ終わったら、少量ずつ水を入れて刷毛等でなめらかなになるように混ぜる。

一層目と二層目は交差するようにし、気泡やピンホールが生じないようにする。

（3日目）

手順⑨薄膠塗り（ダマール樹脂溶液や油絵具媒材の染み込み過ぎを防ぐ）

膠水：水 = 1 : 1

羊毛刷毛等の柔らかい刷毛で塗る。

【SEMによる観察結果】

観察した試料は以下の通りである。

キャンバス生地、手順⑦前膠塗りキャンバス、手順⑧白亜地塗り（一層）、手順⑧白亜地塗り（二層）、手順⑨薄膠塗り、重質炭酸カルシウム（顔料）、チタニウムホワイト（アナターゼ型、顔料）

比較対象として、キャンバス生地にクサカベ製ジェッソを一層および二層塗布したもの、手順⑦前膠塗りキャンバスにクサカベ製ジェッソを一層および二層塗布したものをを用い観察した。

【キャンバス生地】



写真1 編み目の山



写真2 編み目の谷



写真3 カッターで切った断面

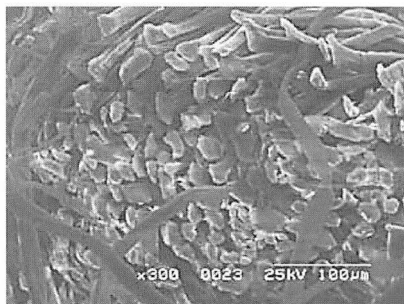


写真4 カッターで切った断面（拡大）

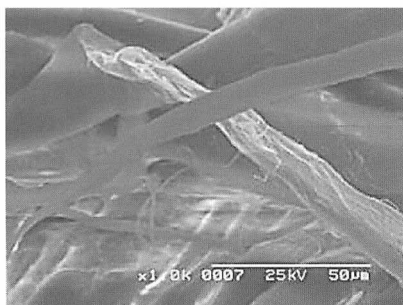


写真5 編み目の交差部分

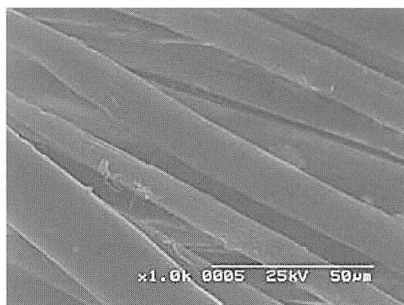


写真6 繊維の状態

キャンバス生地（麻布）そのものは、それぞれの繊維がバサバサしている（写真1～4）編み目にも隙間がみられる（写真5）。繊維一本ずつはまっすぐで付着している物は見えない（写真6）。

[手順⑦前膠塗りキャンパス]

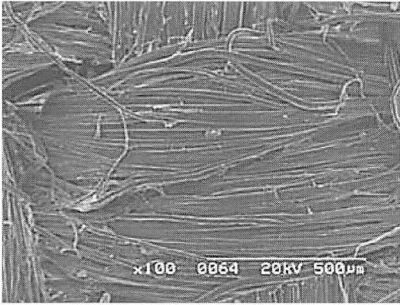


写真7 編み目の山

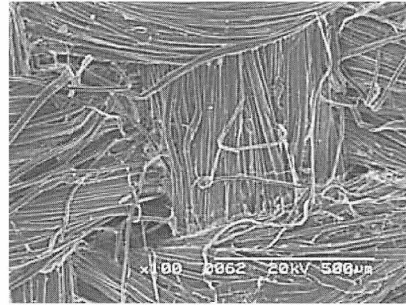


写真8 編み目の谷



写真9 編み目の交差部分

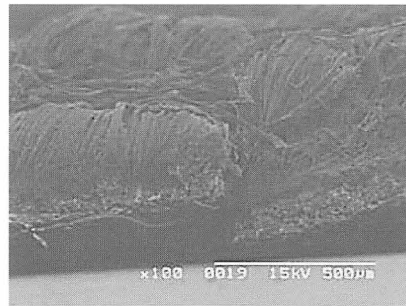


写真10 カッターで切った断面



写真11 カッターで切った断面 (拡大)

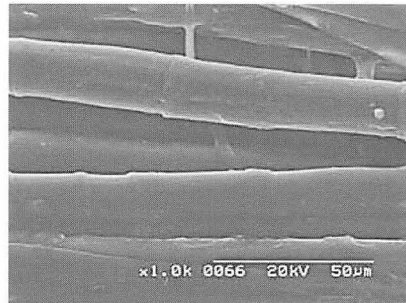


写真12 繊維の状態



写真13 裏面

前膠処理(手順⑦)をしたものは繊維が束になり(写真7、8)、編み目の交差部分にも膠とみられるものが入り込み隙間があまりなくなっていた(写真9)。しかし、膠が影響していると見られる深さはそれほどなく、厚くても $40\sim 50\mu\text{m}$ で全体の約4分の1以下しかない(写真10、11)。繊維一本ずつを見るとコーティングされたように見える(写真12)。裏側には膠が届いた形跡はなく麻布と変わりなかった(写真13)。

[手順⑧白亜地塗り (一層)]

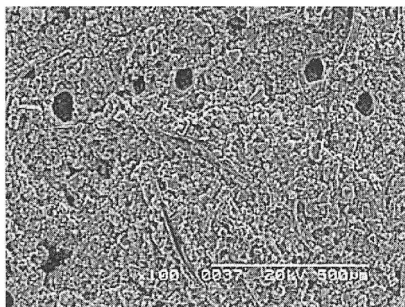


写真14 表面

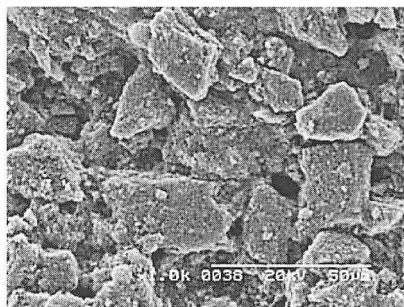


写真15 表面 (拡大)



写真16 表面 (拡大)

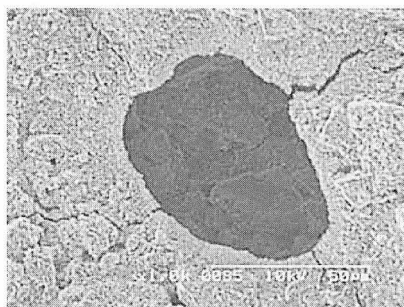


写真17 微細な気泡部分



写真18 折り曲げて出来た断面

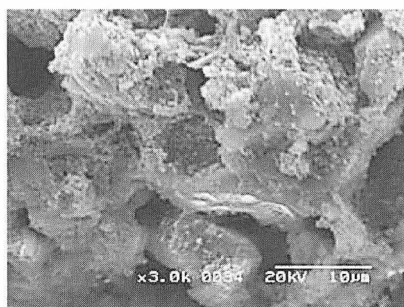


写真19 折り曲げて出来た断面 (拡大)



写真20 裏面



写真21 裏面 (拡大)

手順⑧白亜地を一層塗布した段階では、編み目の山、谷はほとんど確認できず表面には微細な気泡が多く見られる(写真14)。拡大すると粒子の形状がはっきりと確認でき(写真15)、かなり多孔質である。更に拡大した写真16と顔料の写真(写真62~65)を比較すると5~7 μm くらいの粒子が重質炭酸カルシウムで、その周りに1 μm にも満たない酸化チタンがあることが確認できる。微細な気泡はキャンバスの繊維までは届いてなく、表面だけのクレーター状となっている(写真17)。キャンバスを折り曲げることにより生じた断面は、表面の状態と変わらず、多孔質であることがわかる(写真18、19)。裏面には繊維の間から浸透した白亜地があり、状態は表面のものとはかわらない(写真20、21)。

[手順⑧白亜地塗り(二層)]

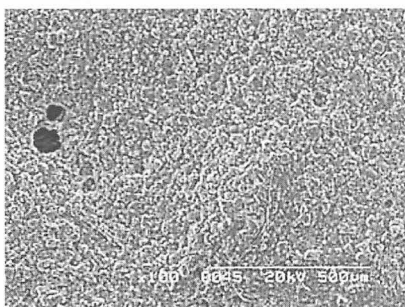


写真22 表面

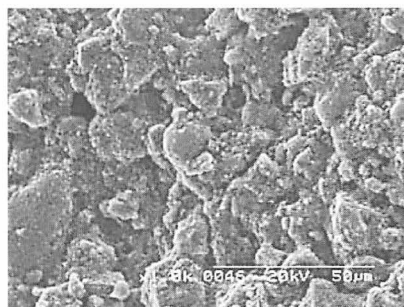


写真23 表面(拡大)



写真24 表面(拡大)

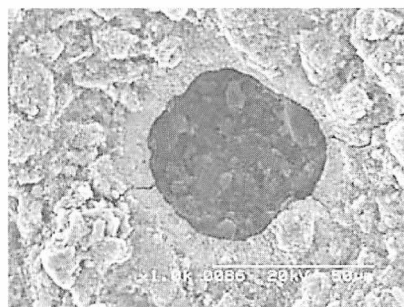


写真25 微細な気泡部分

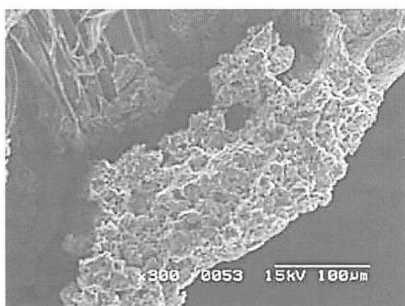


写真26 折り曲げて出来た断面

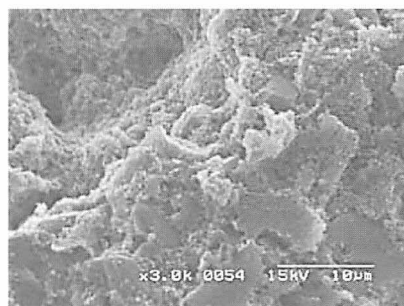


写真27 折り曲げて出来た断面(拡大)

手順⑧白亜地を二層塗布した段階は、一層のときと表面の状態に大きな違いは見られない(写真22~25)。また、一層目と二層目の明確な境目を確認することはできない(写真26)。なお、裏面の状態は一層のときと同じ状態である。

[手順⑨薄膠塗り]

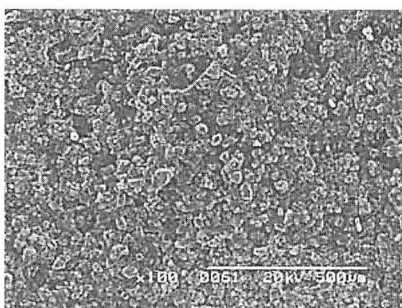


写真28 表面

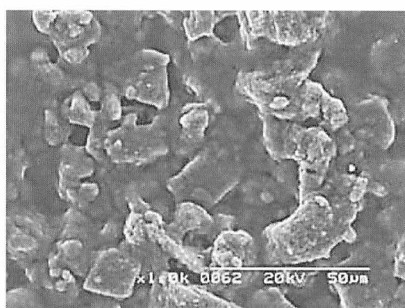


写真29 表面 (拡大)

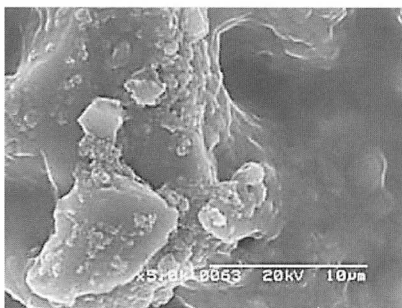


写真30 表面 (拡大)

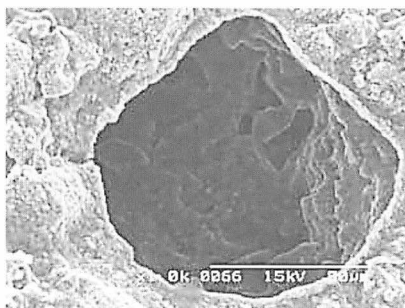


写真31 微細な気泡部分



写真32 折り曲げて出来た断面



写真33 折り曲げて出来た断面 (表層の拡大)

手順⑨では、表面の粒子を膠が全体的に覆っているのがわかる (写真28~30) が、気泡の中まで膠が入り込んでいるかは確認が出来なかった (写真31)。キャンバスを折り曲げることにより生じた断面からは、表面のみ厚さおよそ1.6 μ mに膠があり、その下層は膠が浸透しおらず、手順⑧と変わらないことがわかる (写真32、33)。

[キャンバス生地にクサカベ製ジェッソ（一層）塗布]

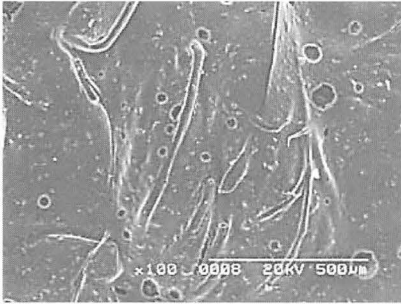


写真34 表面（編み目の山）

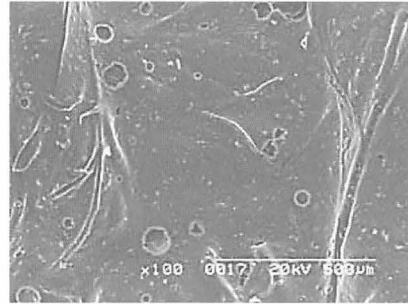


写真35 表面（編み目の谷）



写真36 表面拡大

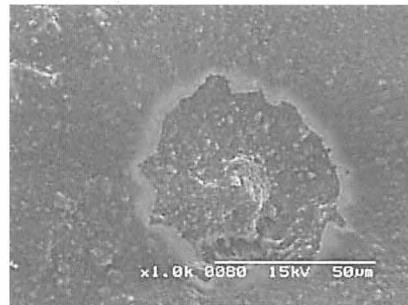


写真37 微細な気泡部分



写真38 編み目の交差部分



写真39 カッターで切った断面

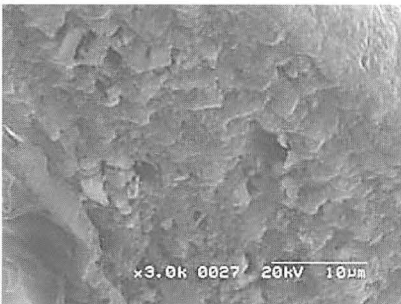


写真40 カッターで切った断面（拡大）



写真41 裏面

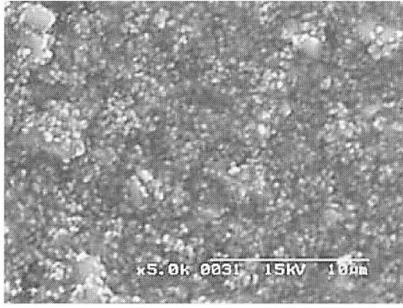


写真42 裏面 (拡大)

比較用のキャンバス生地にクサカベ製ジェッソ（一層）を塗布したものは、編み目の山、谷の形がはっきり区別でき（写真34、35）、白亜地と比較すると顔料は非常に小さく（写真36）、表面はなめらかで多孔質にはなっていない。気泡は見られるものの繊維までは届いてなく（写真37）、編み目の交差部分にも隙間なく塗布されている（写真38）。カッターで切った断面を見ると、キャンバス表面の繊維を覆いながら密に詰まっています。顔料の形状はほとんど確認できない（写真39、40）。裏面は白亜地と同様に隙間から浸透したジェッソがあり、その状態は表面と変わりがない（写真41、42）。

比較用のキャンバス生地にクサカベ製ジェッソ（一層）を塗布したものは、編み目の山、谷の形がはっきり区別でき（写真34、35）、白亜地と比較すると顔料は非常に小さく（写真36）、表面はなめらかで多孔質にはなっていない。気泡は見られるものの繊維までは届いてなく（写真37）、編み目の交差部分にも隙間なく塗布されている（写真38）。カッターで切った断面を見ると、キャン

[キャンバス生地にクサカベ製ジェッソ（二層）塗布]

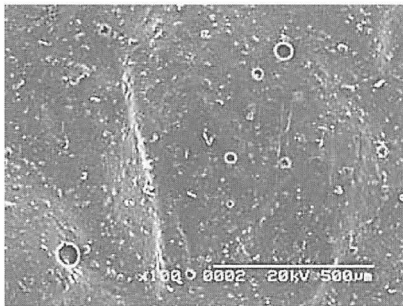


写真43 表面

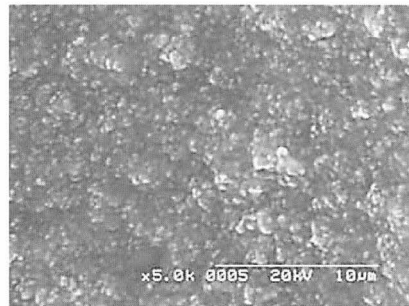


写真44 表面 (拡大)

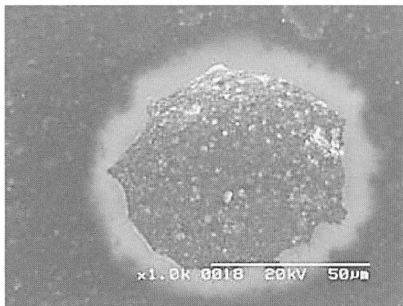


写真45 微細な気泡部分

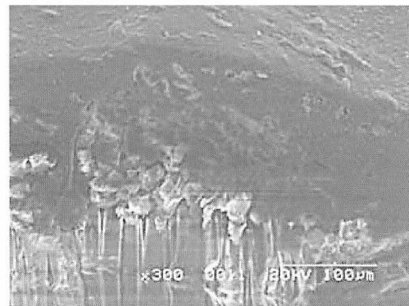


写真46 カッターで切った断面

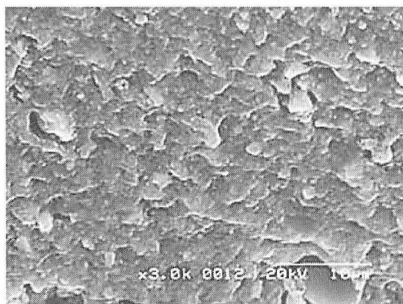


写真47 カッターで切った断面 (拡大)

キャンバス生地にクサカベ製ジェッソ（二層）を塗布したものは、編み目の山、谷の形があまり区別できなくなっていた（写真43）が、拡大した様子や微細な気泡の状態は一層のときと変わらない（写真44、45）。カッターで切った断面では一層目と二層目の境界が確認できなかったが状態は一層のときと同じであった（写真46、47）。

[手順⑦にクサカベ製ジェッソ（一層）塗布]

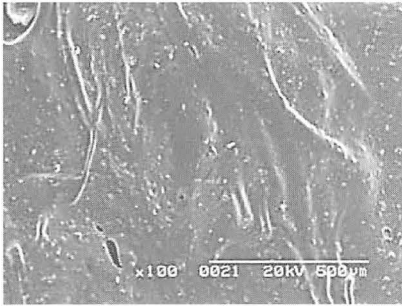


写真48 表面（編み目の山）

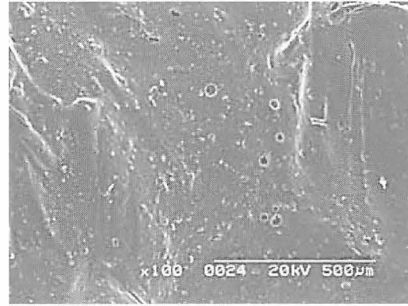


写真49 表面（編み目の谷）

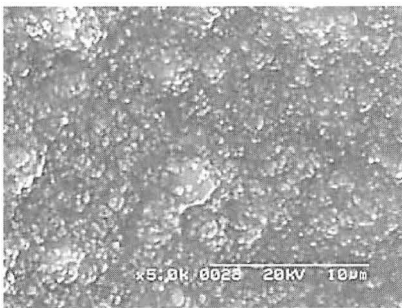


写真50 表面（拡大）

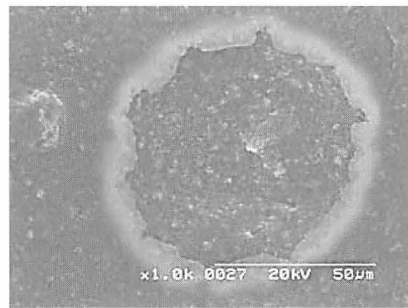


写真51 微細な気泡部分

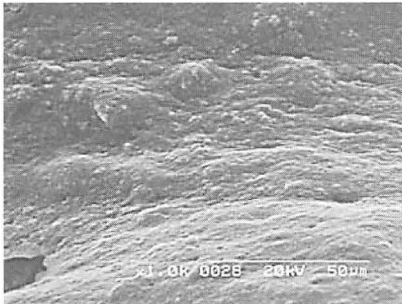


写真52 編み目の交差部分

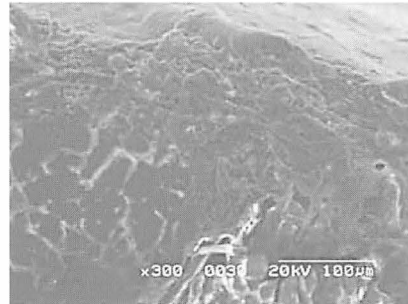


写真53 カッターで切った断面



写真54 カッターで切った断面（拡大）



写真55 裏面



写真56 裏面 (拡大)

手順⑦にクサカベ製ジェッソ (一層) を塗布したものは、膠とアクリルの層間の相性が良くないのでキャンバスとジェッソの間に隙間などが見られるかと思っただが、そのような状態は確認できなかった。しかし生地に直接塗布したものと違い、ジェッソが繊維を覆っていない (写真53、54)。そのほかの状態は、生地に直接塗布したものと変わりなかった (写真48~52、55、56)。

[手順⑦にジェッソ (二層) 塗布]



写真57 表面



写真58 表面 (拡大)

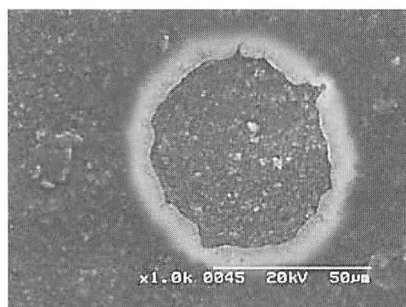


写真59 微細な気泡部分

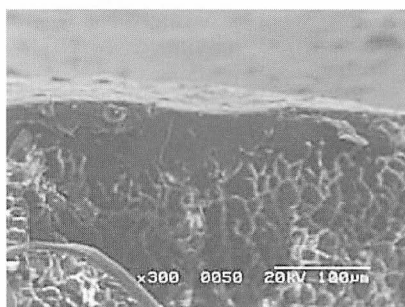


写真60 カッターで切った断面

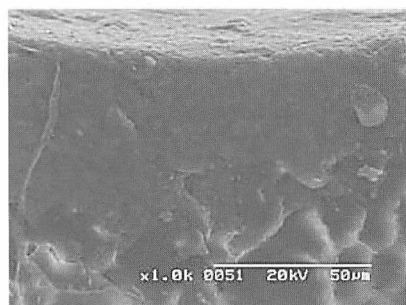


写真61 カッターで切った断面 (拡大)

手順⑦にクサカベ製ジェッソ (二層) を塗布したものは、生地に直接塗布したものとジェッソが表面の繊維を覆っていないこと以外ほとんど変わらず (写真57~61)、一層目と二層目の境界もわからなかった。

[顔料粒子]

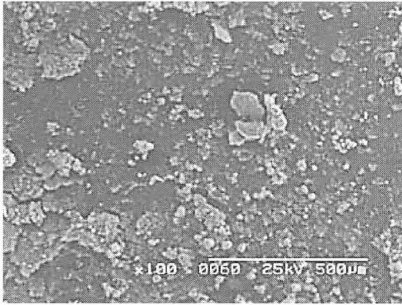


写真62 チタニウムホワイト顔料

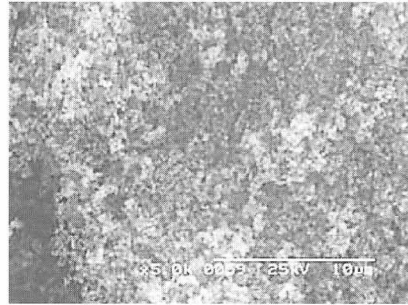


写真63 チタニウムホワイト顔料（拡大）

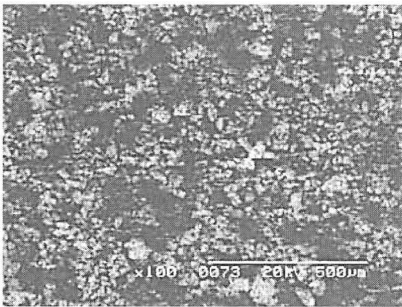


写真64 重質炭酸カルシウム

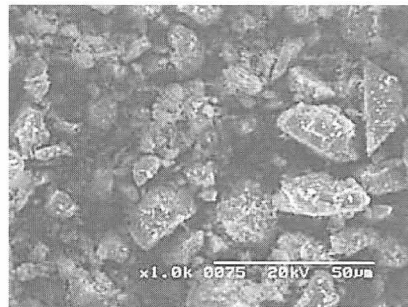


写真65 重質炭酸カルシウム（拡大）

チタニウムホワイト（アナターゼ型、酸化チタン顔料）は一見大きな粒子に見えるが、非常に小さい粒子が凝集している。対して重質炭酸カルシウムは粒子一つが5～10μmくらいの大きさがありあまり凝集していない。（岩崎）

【観察の総括】

観察結果から基本とした「白亜地キャンバス」の内部は、多孔質であることが判明したが、その表面は膠で覆われており、白亜地まで油彩層が染み込むような気孔は塞がれていることがわかった。しかし、白亜地を二層塗布したことにより表面には重質炭酸カルシウムなどによる凹凸が出来ており、平滑ではない。絵具層の食い付きの向上や過剰な油性分の吸収を防ぐ要因が見てとれる。

比較対象である「クサカベ製ジェツソキャンバス」の表面は、顔料の形状がほとんど確認できないほど平滑であった。また、アクリル樹脂が顔料を完全に覆っているのは、顔料の粒子径や顔料とバインダーの比率、分散の仕方などが違うことによると考えられる。

以上のことから、「白亜地キャンバス」は吸収性があるというよりも、上記のような表面の形状によって毛細管現象を引き起こし、絵具の入り込む空間が十分にあることが絵具層の接着力（食い付き）を高める要因となっていると考えられる。それに対して「クサカベ製ジェツソキャンバス」の表面は、顔料の粒子形状がほとんど確認できないほど平滑であることから、「白亜地キャンバス」に比べると、絵具の入り込む空間が十分にあるとは言えない。

以上の観察の総括を踏まえ、今後の研究目標は、「顔料を分散しすぎず、表面にはバインダーがしっ

かり存在し、絵具層の入り込む空間がある、塗布作業が簡便な下地塗料」の開発を目指すことである
と言える。(白河、岩崎)