

和絵具の濃淡表現のためのスクリーン版加工技術の開発

松本 奈緒子
佐賀県窯業技術センター

陶磁器製品用の転写紙制作におけるスクリーン印刷において、佐賀県の陶磁器産地の大きな特徴の一つである和絵具を印刷する際に、1枚のスクリーン版・1回の印刷で、色の濃淡表現が可能となるスクリーン版の加工方法を開発した。これにより、これまで印刷を重ねることでコストが嵩んだり、欠点が発生したりしていた濃淡表現の印刷を、低コストで、また段差のない自然なグラデーションで行うことが可能となった。

Development of screen mesh processing technique for expressing gradation of Japanese colors (Wa-enogu).

MATSUMOTO Naoko
Saga Ceramics Research Laboratory

Decoration with Japanese colors is one of the major characteristics of the ceramic production region of Saga Prefecture. In screen printing for producing transfer paper for Japanese colors, we have developed a screen mesh processing method that enables the expression of color gradation with one screen mesh and one printing. Until now, printing with gradation expressions increased costs and caused defects due to repeated printing. This development has made it possible to create natural gradations without any step at low cost.

1. はじめに

佐賀県の陶磁器製品において、その大きな特徴の一つに器面に施される絵付けがある。釉薬面の下に施す「下絵付け(染付け)」や釉薬面に上に施す「上絵付け(赤絵)」などがあり、400年の歴史の中で技術を継承・発展させながら受け継がれている。特に上絵付けに使用される「和絵具(盛り絵具とも呼ばれる)」は、ガラス質で厚みと透明感があることから、その厚みのコントロールにより濃淡表現が可能な絵具であり、この産地特有の絵付けに用いられている(図1)。また、この絵具を用いた絵付けは、本来、職人による伝統的な手描きが主ではあるが、近年は複製が容易で大量生産が可能な転写紙による印刷(転写印刷)も普及している。

しかしながら、この転写印刷で濃淡表現を表す場合は、転写紙作成において印刷を複数回重ねて行う必要があり、そのためには複数のスクリーン版が必要となり、製造コストが嵩んでしまう。また技術面では印刷を重ねることで絵具内に気泡が残りがやすく、上絵焼成後にピンホールなど



図1 和絵具を用いた伝統的な上絵付けの例

の欠点が発生したり、濃淡のグラデーションにおいて版の積層による段差が残るなど、「印刷感」が拭えない等の課題があった。実際に、手描き以外の量産では和絵具の濃淡表現の美しさを活かすににくいという現状もあり、このような課題を技術的に解決することができれば、加飾における濃淡表現の幅が広がり、また業界における和絵具の伝統継承・発展にも寄与できるのではないかと考えた。

このことから、和絵具の加飾において自由なグラデーションを可能とする濃淡表現が1回の印刷で可能なスクリーン版の加工技術について開発を行った。なお、スクリーン版の1回印刷で膜厚を制御する方法としては、転写台紙上に樹脂製スペーサーを設置する方法と、スクリーン版自体に厚みが制御可能な加工を施す方法の2つについて検討した。

2. 実験方法

2.1 樹脂製スペーサーによる膜厚制御

スクリーン印刷において絵具等を厚く印刷するためには、一般的にメッシュ数の小さい版を選択し膜厚の厚さを確保し、絵具等の透過体積を増やすことが必要である。図2に、通常のスクリーン印刷時の状態を示す。

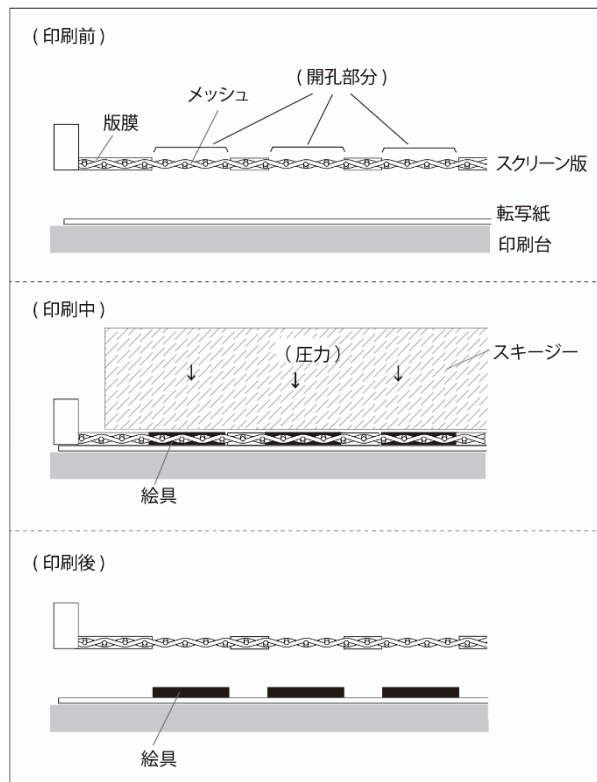


図2 通常のスクリーン印刷時の状態(横から見た断面)。

今回は、簡易的に膜厚に厚みを加える方法として、版と転写台紙の間にスペーサーを設置する方法を検討した(図3)。スペーサーは、まず3DCADで厚みが2種類(0.5 mm、1.0 mm)の板状の形状を設計し、これを3Dプリンター(Keyence社製 Agilista-3200)で硬質樹脂材料にて出力を行った(図4)。作成したスペーサーをスクリーン印刷時の転写紙の台紙上に配置し(図5)、手刷印刷機(ミノグルー

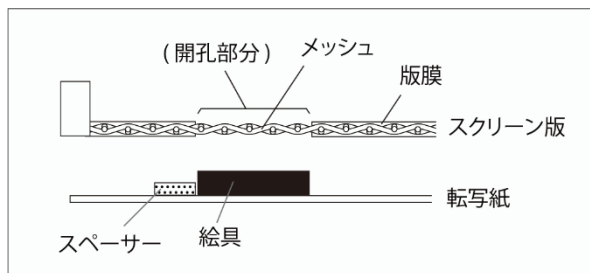


図3 スペーサーを使用した印刷時の状態(横から見た断面)。

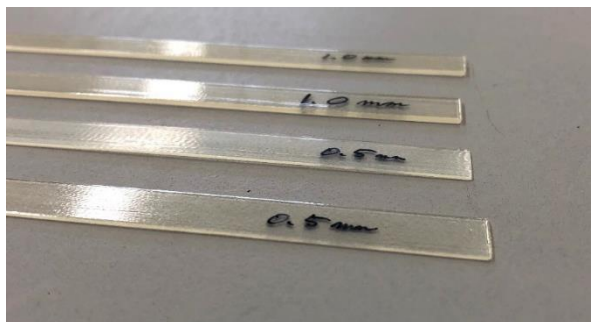


図4 作成した樹脂製のスペーサー。



図5 スペーサーを配置した状態

プ社製 HPT-B3)にて和絵具の印刷を行い、スペーサーを使用しない場合の印刷後の絵具の厚みと比較した。

2.2 スクリーン版のUVインク加工による膜厚制御

2.2.1 UVプリンターによる印刷加工

実用的で精度高くスクリーン印刷をする方法として、スクリーン版を被印刷物に印刷できるUVプリンター(Roland社製 LEF-300)(図6)を用い、インクのUV硬化による加工を行った。UVプリンターは厚膜となるインクを自由に設計印刷することができるが、このスクリーン版上に硬化付着したインクが、最終的なスクリーン印刷時に絵具の透過量や厚みを制御するための支持体(以降、「支持体」と記す)になると考え、UVプリンターによるスクリーン版への印刷条件

を検討した。

まず、UV プリンターでの印刷パターンデータを Illustrator(Adobe 社製)で作成し、このデータをスクリーン版のメッシュ(100 メッシュと 150 メッシュ)上にそれぞれ 1 ～10 回の重ね印刷を行い、加工を行った(図 7,8)。なお、UV インクには厚みが付与できる「ホワイトインク」「グロスインク」の 2 種を用い、「グロスインク」においては「GlossVarnish(光沢仕上げ)」、「MatteVarnish(マット仕上げ)」についての検討を行った。



図 6 UV プリンター Roland 社製 LEF300。

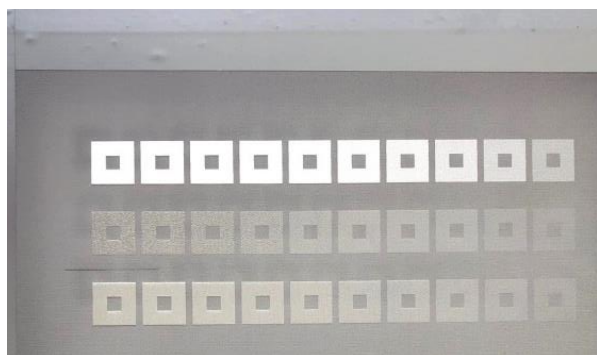


図 7 メッシュ上に UV インクを印刷した様子。
(上からホワイトインク, グロスインク(光沢仕上げ), グロスインク
(マット仕上げ))

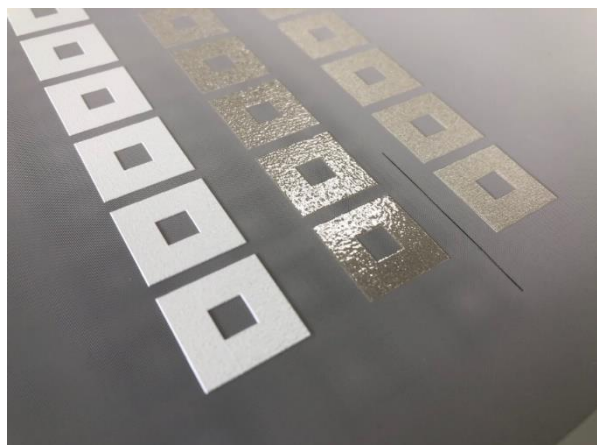


図 8 メッシュ上に UV インクを印刷した様子(拡大)。

加工された版における支持体としての評価は、UV インクの厚みの計測及び耐溶剤性を評価した。耐溶剤性は印刷時に使用する版洗浄クリーナー(大商化成株式会社製)に浸したウエスで10回程度拭き、メッシュとの密着性の変化を目視により行った。また、UV 印刷加工を行ったスクリーン版を用いて、転写紙上に和絵具をスクリーン印刷し、スクリーン版への UV インクの印刷加工によって、版のメッシュ孔が塞がるまでの回数と、その版を用いてスクリーン印刷した和絵具の状態を確認した。

2.2.2 支持体の基本パターンおよび具体的文様

まず支持体として汎用性の高いドット形状を並べたものを基本パターンとして定め、それぞれドットの大きさと配置が①直径:0.5 mm、間隔:0.5 mm、②直径:0.5 mm、間隔:1.0 mm、③直径:1.0 mm、間隔:1.0 mm、④直径:1.0 mm、間隔:2.0 mm、の 4 種類のデータを作成した。テスト用スクリーン版として、図 9 のデザインで版を作成し、その文様部分に各ドットパターンを配置し、文様の中心もしくは部分的に 3 段階で支持体が高くなるよう、それぞれグロスインク(マット仕上げ)の印刷を 2 回、6 回、10 回とメッシュ上へ印刷加工を行った(図 10,11)。そのスクリーン版を用いて転写紙への和絵具のスクリーン印刷を行い、転写紙上の絵具の状態を観察した。

また、いくつかの具体的文様を想定し、スクリーン版への支持体の加工を行い、その版を用いて和絵具を転写紙上にスクリーン印刷を行った。それらをテストピース生地やサンプル形状生地に対して転写貼りを行い、上絵焼成まで行い、多種の濃淡印刷サンプルを作成し、検証を繰り返した。

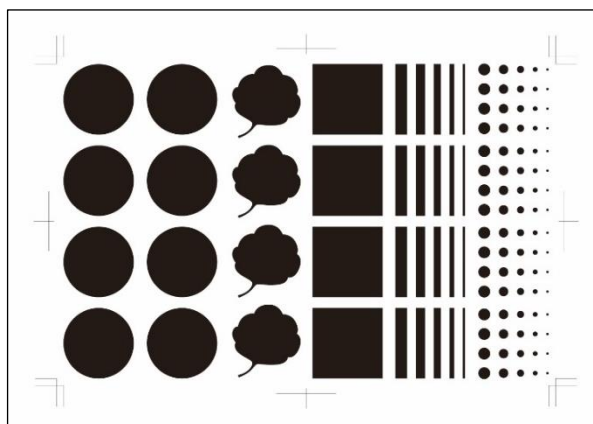


図 9 テスト用スクリーン版デザイン。

1	ドット 0.5mm /間隔 0.5mm				
2	ドット 0.5mm /間隔 1.0mm				
3	ドット 1.0mm /間隔 1.0mm				
4	ドット 1.0mm /間隔 2.0mm				

図 10 各ドットパターンを文様部分に配置した状態
(UV 印刷回数 緑:2 回、青:6 回、黒:10 回)



図 11 メッシュ上に加工する前(左)と加工後(右)の状態

3. 結果と考察

3.1 樹脂製スペーサーの検証

3D プリンターで出力したスペーサーを、スクリーン印刷時の転写紙上に配置し和絵具の印刷を行った。結果、印刷後の転写紙上の絵具は、スペーサーを使用しない場合と比較して部分的に厚みを増して印刷ができた(図 12,13,14)。しかしながら、スペーサーから離れた場所では版のたわみによって通常の絵具の厚みとなり、絵具が厚く印刷される部分はスペーサーに近い範囲に限られていた(図 15)。スペーサーの利用は、一回印刷するごとに設置する手間や印刷後に移動させる手間が生じることや、スペーサーから離れている部分には効果が見られなかったため、量産する際の印刷や、複雑な文様への対応には向いていないことが分かった。

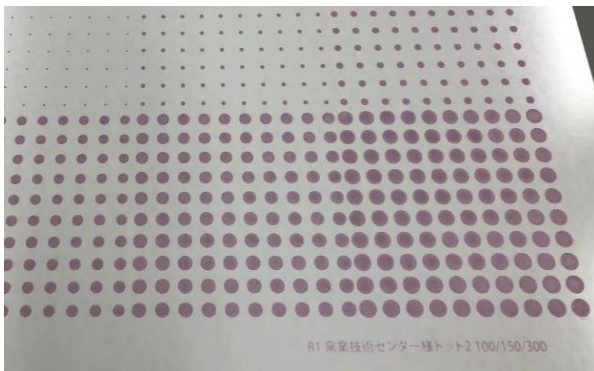


図 12 通常通りスクリーン印刷した転写紙上の和絵具の状態



図 13 スペーサーを使用して印刷した転写紙上の和絵具の状態

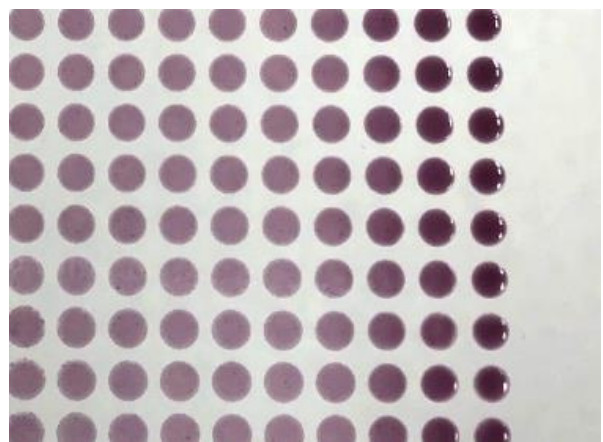


図 14 (拡大)

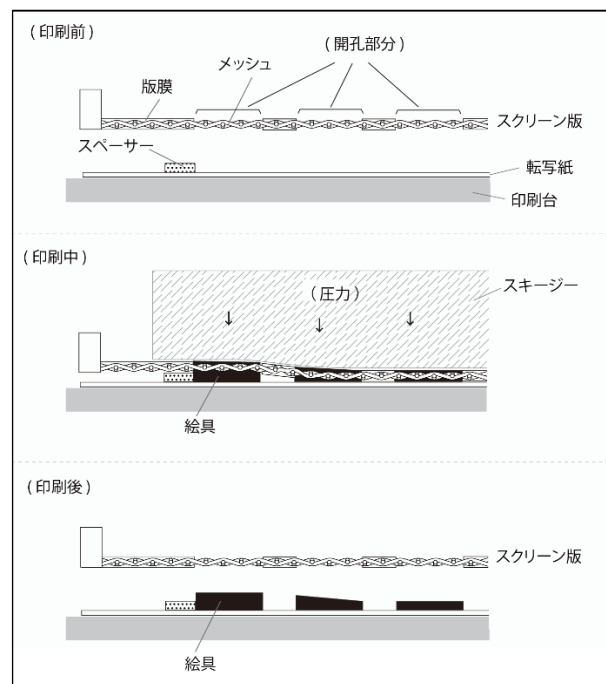


図 15 スペーサーを使用した印刷時の版のたわみの状態
(横から見た断面)。

3.2 スクリーン版の UV インク加工による印刷の検証

3.2.1 UV インクの選定と印刷加工の範囲

スクリーン版上の支持体として適した UV インクの検証として、各条件でメッシュ上に印刷を行ったインクの厚みの測定結果と、有機溶剤への耐性試験の結果を表1に示す。

表1 各インクの厚みと有機溶剤への耐性テスト結果

UV インクの種類と印刷モード		1 回あたり 厚み(mm)	10 回刷り 厚み(mm)	有機溶剤 への耐性
ホワイトインク		0.022	0.22	×
グロス インク	光沢 仕上げ	0.015	0.15	○
	マット 仕上げ	0.020	0.20	○

UV インクの種類としては、ホワイトインクがグロスインクよりも厚く印刷できた。しかし、ホワイトインクは有機溶剤の使用に対して、インクがはがれる様子が見られ、グロスインクは有機溶剤に対する耐性が確認できた(図 16)。

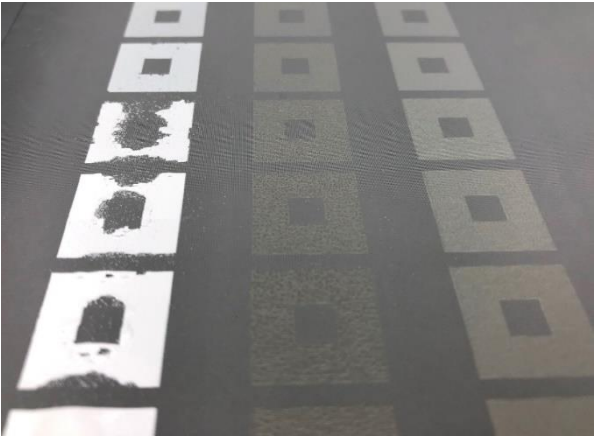


図 16 有機溶剤の耐性テスト結果
(左からホワイトインク、グロスインク(光沢仕上げ)、
グロスインク(マット仕上げ))

結果として、スクリーン版に加工する支持体としてはグロスインクが適していると判断し、これ以降、グロスインクを使用して検証を進めることとした。UV 印刷加工を行ったスクリーン版を用いて、転写紙上に和絵具をスクリーン印刷した。その転写紙を実際にサンプル用生地(陶土:天草陶土、圧力鑄込み成型、石灰釉使用、本焼成済)に転写貼りを行い、上絵焼成を行った結果を図 17 に示す。UV 印刷の設定条件では、「光沢仕上げ」よりも「マット仕上げ」の方が、

メッシュ数	UV 印刷 色上げ状況	スクリーン版上へのグロスインク印刷回数									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	光沢仕上げ										
	マット仕上げ										
150	光沢仕上げ										
	マット仕上げ										

図 17 スクリーン版の各加工条件と和絵具のスクリーン印刷後の焼成結果

少ない印刷回数でメッシュ孔が埋まること、文様の境界の精度が良好に印刷できることが分かった。また、100 メッシュ、マット仕上げの場合で 1～10 回の UV 印刷加工の範囲で、150 メッシュ、マット仕上げの場合で 1～4 回の UV 印刷加工の範囲で、それぞれメッシュ孔がグロスインクによって徐々に塞がれ、スクリーン印刷時の絵具の透過量が絞り込まれる結果となった。この範囲でグロスインクの印刷加工量を調整することで、和絵具のスクリーン印刷時の絵具の厚みや濃淡の調節が可能であることが分かった。

3.2.2 支持体の基本パターン選定と具体的文様での検証

様々な文様の形状や、グラデーション表現に対応するために適した支持体の形状やサイズの検討を行った。スクリーン版上に付与する支持体をスクリーン版の文様部分の内側に配置する場合は、支持体が大きすぎると支持体の形状も転写紙上に写されることとなる。逆に支持体が小さすぎる場合は、支持体のデータ作成や加工が複雑化することや、支持体のメッシュへの定着性が悪くなることが考えられる。支持体がメッシュ上へ安定して定着し、且つある程度複雑な和絵具のグラデーション表現への対応が可能な支持体の形状と間隔、サイズ等を検討した。

スクリーン版上の支持体の基本パターンを検討するため、2.2.2 で加工したスクリーン版を用いて、転写紙への和絵具のスクリーン印刷を行い、和絵具の状態を観察した。まず比較のため、加工を行っていない通常の版で和絵具をスクリーン印刷した転写紙の様子を図 18 に示す。次に、加工を行った 100 メッシュと 150 メッシュの版を用いて、スクリーン印刷を行った転写紙上の和絵具の様子を図 19,20 に示す。また、図 21 に、スクリーン版上に UV 加工による加工を施した版を使用した印刷時の状態を示す。100 メッシュ、150 メッシュともにパターン 1 と 2 では、良好

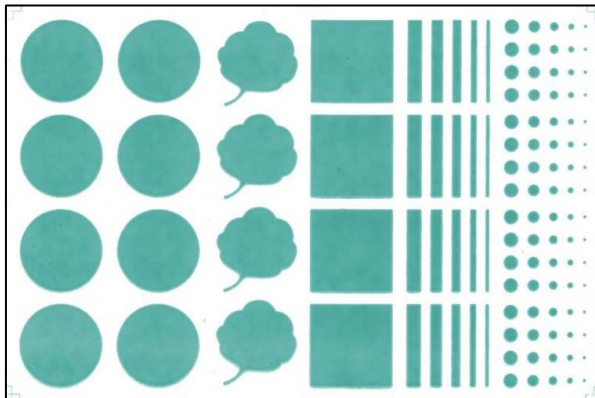


図 18 加工していない版でスクリーン印刷を行った
転写紙上の和絵具の状態(100 メッシュ).

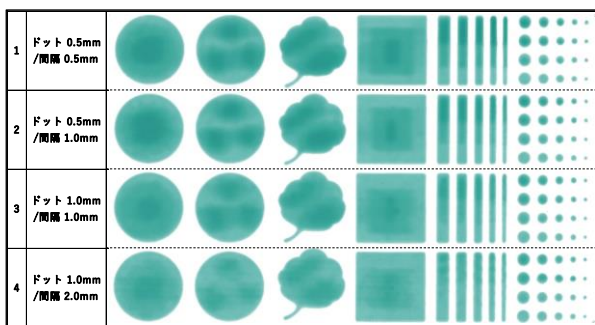


図 19 ドットパターン加工した版でスクリーン印刷を行った
転写紙上の和絵具の状態(100 メッシュ).

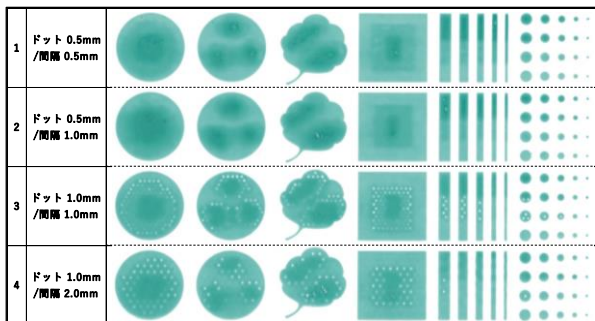


図 20 ドットパターン加工した版でスクリーン印刷を行った
転写紙上の和絵具の状態(150 メッシュ).

な印刷結果が得られた。一方、パターン 3 と 4 においては、支持体のドット形状が影響したとみられるスジ状の厚みムラがみられ、とくに 150 メッシュでは支持体のドット形状が顕著に写されていた。それらの結果から、まず 100 メッシュと 150 メッシュの両方において良好に印刷できたパターン 1 と 2 が適していると判断し、さらにそのうちドットの密度と数がより少ない方が加工手間を最小限にできることから、パターン 2 が支持体の基本パターンとしてより適していると判断した。

実際の陶磁器製品の商品開発の工程においては、濃

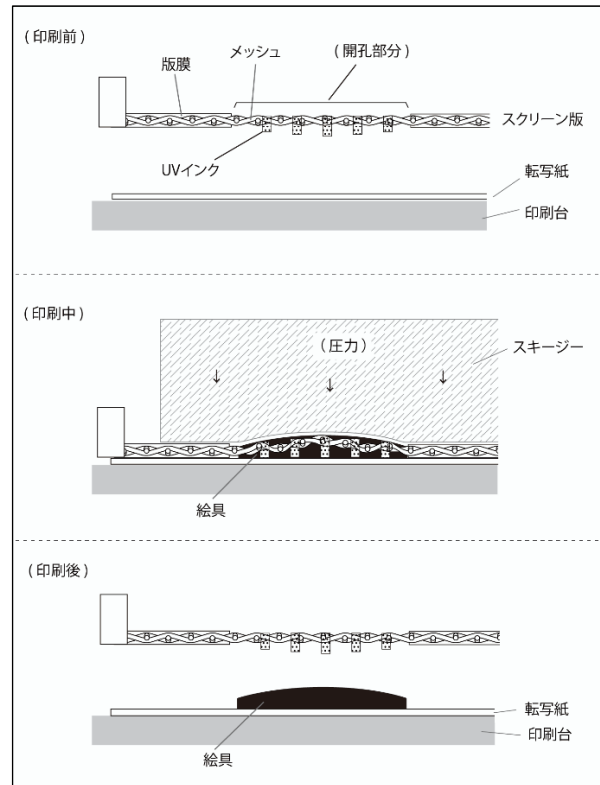


図 21 UV インクによる加工を施した版を使用した印刷時の状態
(横から見た断面).

淡表現の転写紙制作を特殊な技術や手間をかけずに取り扱えることが望ましい。そのためには、意図する濃淡表現の再現性を高め、基本ドットパターンのコントロール方法を明瞭にし、的確にスクリーン版の加工ができるようにする必要がある。そこで、実際の陶磁器製造工程において、意図する濃淡表現の再現性を高めるため、いくつかの具体的文様を想定し、スクリーン版への支持体の加工と、その版を用いた和絵具のスクリーン印刷を繰り返し行った。サンプル例を図 22,23,24 に示す。表現したい文様や濃淡表現に対しての支持体のドットパターンの印刷回数や分布具合をコントロールすることで、多様なグラデーションの表現が可能となった。

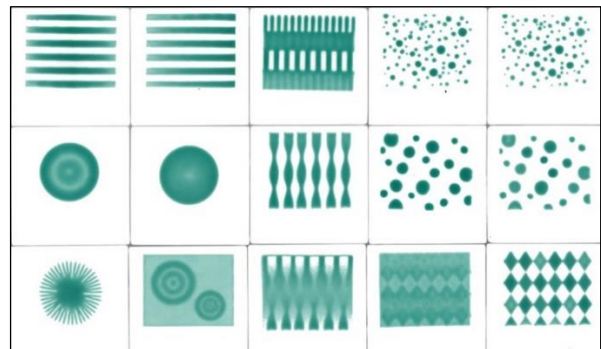


図 22 テストピースへの濃淡表現サンプル例.

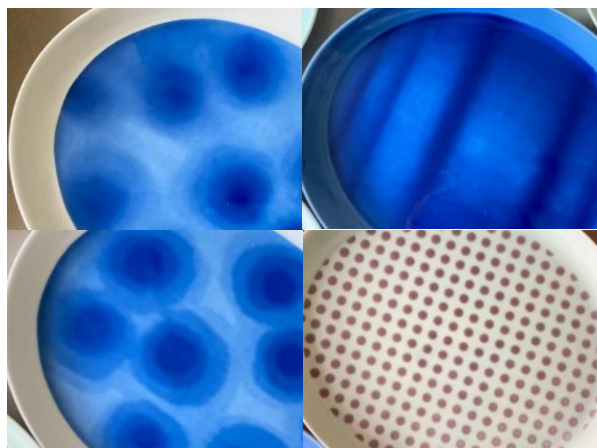


図 23 プレート形状への濃淡表現サンプル例

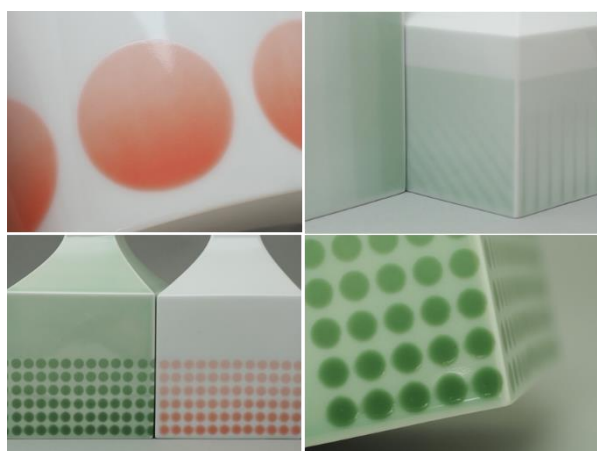


図 24 花器形状への濃淡表現サンプル例

4. まとめ

陶磁器製品用の転写紙を制作するためのスクリーン印刷において、和絵具を印刷する際に、1枚のスクリーン版・1回の印刷で、色の濃淡表現が可能となるスクリーン版の加工方法を開発した。これにより、これまで印刷を重ねることでコストが嵩んだり欠点が発生したりしていた濃淡表現の印刷を、低コストで、段差がなく、様々な文様に応じて印刷することが可能となった(本技術については、現在、特許出願中¹⁾)。この技術によって、伝統的な和絵具を活かした商品開発の継続や、和絵具を活かした新たなデザインの創出が期待できる。

参考文献

- 1) 特願 2022-119400