

レーザー加工機による頭ずり技法に適した新規型板の開発

製品化・人材育成支援グループ 沖田実嘉子、松原 剛、浅井 亮太

要旨

ろうけつ染の一技法である「頭ずり」は、技術者の高齢化と廃業により、技術保持者が僅かとなっている。頭ずり技法の中でも、木目のような凹凸のある板を用い、生地上に固形のろうを擦り付けることで防染する技法については、オリジナルデザインの型板を制作することにより、手描友禅における新たな商品展開につながる可能性が期待される。そこで、レーザー加工機を用いたオリジナルデザインの型板による頭ずり技法について検討した。また、得られた成果については、令和6年度に開催した京友禅（手描）専門コースにおいて普及を図った。

キーワード：手描友禅、ろうけつ染、頭ずり、レーザー加工、型板

1. はじめに

京都市産業技術研究所では、長引く和装業界の低迷と職人の高齢化により継承が困難になりつつある手描友禅染の様々な技術・技法の中から、ニーズの高いものを選定し、次代への技術移転を図ることを目的として、京友禅（手描）専門コースを隔年開催している。

令和6年度は、講師にろうけつ染の高度な技術を保持されている天野 朝春 氏をお迎えし、ろうけつ染の中でも特異な技法で、京都でも技術者が少なくなっている「ろう絞り^{*}」と「頭ずり」技法を習得する研修を実施した。

頭ずり技法は、そもそも鬼しぼりめんや地紋のある生地のように表面に大きな起伏のある生地に対して、筆の腹部を用いてろうをかすらせるように塗布し、生地の凸部のみを防染する技法である。また、木目の立った板の上に生地を置き、固形のろうを擦り付ける方法も含まれる¹⁾。

そこで、デジタルファブリケーションツール^{**}の一つであるレーザー加工機を用いて、頭ずり技法に適した「オリジナルデザインの凹凸を有した型板」を開発することによって、手描友禅における新たな商品展開につなげることを目指した。新たな型板を適用した頭ずり技法の確立に向けた実験結果と、その成果普及について報告する。

^{*}：下絵の線に沿って糸を縫い込み、ろうで筆描きし、つまみながら糸を引き絞ることで、意図した亀裂を入れる。その後生地を広げて染料を摺り込むように染色することで、絞染風に表現する技法。

^{**}： デジタルデータをもとに創造物を制作する技術。

3D スキャナーや3DCADなどの測定機械により、自分のアイデアや個人の身体データ等をデジタルデータ化した上で、そのようなデジタルデータを3Dプリンターやレーザーカッターなどのデジタル工作機械で読み込んで造形する。

2. 実験方法

2.1 実験概要

実験に使用するろうについては、講師へのヒアリング結果を踏まえて選定した。粘度が高く、生地に擦り付けると型板の模様の形状が崩れやすい柔らかいろう（木ろう・白ろう・蜜ろう）や、逆に硬度が高く、防染のために十分なろうを生地に擦り付けるのが困難なろう（マイクロワックス・カルナバワックス・イボタろう）は除外した。最終的に、適度な硬さで模様の形状に合わせて擦り付けやすく、防染のために十分な量のろうを生地に付着させることが可能なパラフィン・ワックス（130～145°F）を採用し、約 H60 × W50 × D35mm にカットして使用した。

頭ずりに使用する型板に求められる性能としては、「固形のろうを生地に擦り付ける際に、防染力を発揮できる十分な量のろうをズレることなく生地に付着させられる」ことが挙げられる。この性能を満たす型板を得るために、型板材の選定、防染力の評価、デザイン作成条件について検討した。

型板の作成方法については、手描友禅業界での使用を想定し、3Dモデリングのような複雑なデータ作成ではなく、手描きのデザインを基にデータ作成し、レーザー

加工機を用いて実験を行った。データ作成には Adobe Illustrator CC2024、レーザー加工機は Trotec 社製 CO₂ レーザー加工機 Speedy300 (60w) を使用した。なお、研修カリキュラムで実践するため、生地は浜ちりめん変り一越、型板サイズを 100mm 角に設定した。

2.2 型板材の選定

アクリル板 (厚さ 3mm)、シナ合板 (厚さ 3mm)、シリコーンゴム板 (厚さ 3mm)、スタンプ用ゴム板 (厚さ 2.3mm)、ポリエチレンフォームラバー (厚さ 2.8mm) の各素材について、レーザー加工機の彫刻モードで加工し、型板材の検討を行った。

2.3 防染力の評価

防染力の評価にあたり、レーザー加工機の彫刻モードで加工した材料 (アクリル板・スタンプ用ゴム板・ポリエチレンフォームラバー) について、ろうのすり付けやすさを評価するための染色試験を行った。なお、型板の最適な彫刻の深さを評価するため、彫刻の深さが約 0.8mm と約 1.6mm の型板を作成して染色実験を行った。

染色実験は、頭ずり技法の制作手順に従い、型板の上に絹布帛 (浜ちりめん変り一越) を置き、ろうをすり付けて行った (図 1)。その際、生地目 (よこ糸) 方向に

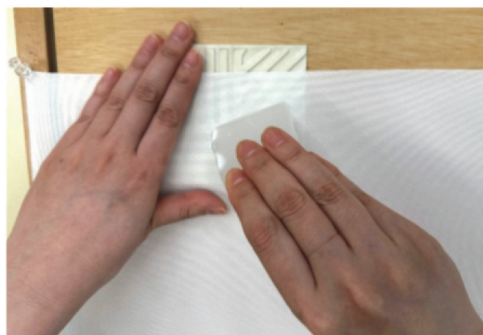


図 1 固形のろう (パラフィン) をすり付ける様子

ろうをすり付けると生地との摩擦抵抗が低くなるため、ろうが付着しづらく注意が必要であった。型板の模様に合わせて生地にもろうを付着させた後、ドライヤーでろうを溶解させることで生地裏側まで防染効果を高めたうえで、最後に刷毛で染料を塗布することで、ろうをすり付けた箇所の防染具合を目視にて評価した。

2.4 頭ずりに適したデザイン作成条件の検討

100mm の型板において、頭ずりに適した模様のサイズや間隔など、デザイン作成時の要件を確認するため、円形や方形など、デザインする模様のサイズや間隔を変化させた幾何学模様の型板を作成し、2.3 と同様の手順で染色実験を行い、目視にて評価した。

3. 実験結果と考察

3.1 型板材の選定

レーザー加工の結果を図 2 に示す。アクリル板においては、彫刻の深さを確保するために加工スピードを抑える必要があり、結果として、長時間にわたり熱の影響を受けたことで、型が変形し反りが生じた。シナ合板では、彫刻箇所にコゲやヤニが発生し、そのまま頭ずりを行うと生地を汚す恐れがあり、不適であると判断した。シリコーンゴム板では、加工時に多量の加工カス (粉塵) が発生し、その粉塵にレーザー光が照射されることで発火し、加工できなかった。スタンプ用ゴム板では、手描きのデザインを忠実に再現できるとともに彫刻深さ (加工深さ) も十分に得られた。ただし、加工時に加工カス (粉塵) が発生するため、10cm 角を 1 枚加工するごとに集塵機のフィルター交換の必要があった。ポリエチレンフォームラバーでは、スタンプ用ゴム板と同様に、手描きのデザインを忠実に再現できるとともに彫刻深さ (加工深さ) も十分に得られた。さらに、スタンプ用ゴム板に比べて加工カス (粉塵) の発生も軽減され、集塵機の

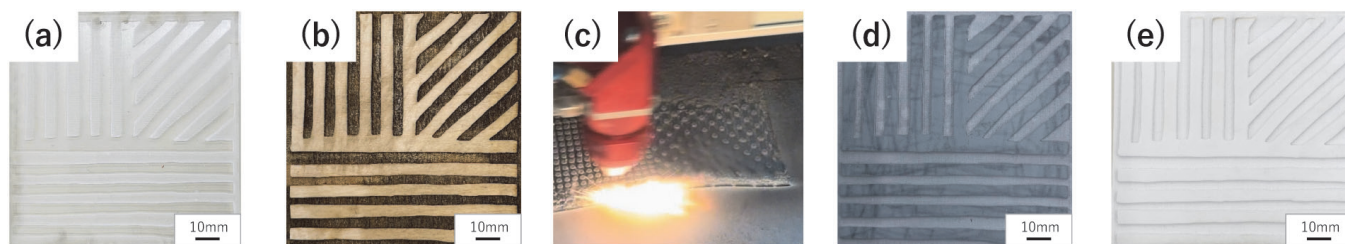


図 2 型板材の検討結果

(a) アクリル板 (3mm)、(b) シナ合板 (3mm)、(c) シリコーンゴム (3mm)、
(d) スタンプ用ゴム板 (2.3mm)、(e) ポリエチレンフォームラバー (2.8mm)

フィルター交換頻度は約 1/4 に、加工時間は約 20 分と 1/2 に短縮された。

以上の結果から、手描きのデザインを忠実に再現できるとともに彫刻深さ（加工深さ）も十分に得られ、より短時間で最も良好な加工結果が得られたのはポリエチレンフォームラバーであり、次いでスタンプ用ゴム板であった。アクリル板の加工自体は可能であったが、加工中に熱の影響を受けて型が変形し、反りが生じた。また、シナ合板は焦げやヤニの発生、シリコンゴムは、多量の粉塵に発火したことから安全性の観点からも、頭ずり用の型板材として不適であると判断した。

3.2 染色実験による防染力の評価

レーザー加工が良好であったポリエチレンフォームラバー、スタンプ用ゴム板、及び加工自体が可能であったアクリル板の 3 種について、ろうの擦り付けやすさを評価するための染色実験を行った。その結果を図 3 に示す。アクリル板では、材料が硬く適度なしなり・たわみが乏しいことから、凸部の角（模様の輪郭）にしかりろうが付着せず、型面（線幅）全体に行き渡らなかった。その結果、デザインの再現が乏しく、防染力も十分でなかった。他方、スタンプ用ゴム板及びポリエチレンフォームラバーでは、材料に柔軟性があるため、凸部の型面全体にろうを十分に付着させることができ、デザインの再現も

良好な防染効果が得られた。

このように、材料に柔軟性があり、ろうを絹布帛に十分に付着させることができたスタンプ用ゴム板及びポリエチレンフォームラバーが、頭ずり用の型板材として適していた。

さらに、型板の最適な彫刻の深さを評価するための染色実験を実施した。ポリエチレンフォームラバーを用いて彫刻深さ約 0.8mm と約 1.6mm で比較した染色実験結果を図 4 に示す。ポリエチレンフォームラバーの型板において、防染効果を得るには、彫刻深さは約 1.6mm 以上確保する必要があることがわかった。

3.3 頭ずりに適したデザイン作成条件の検討

頭ずりに適した模様のサイズや間隔など、デザイン作成条件を確認するため、円形や方形など、サイズや間隔を変化させた幾何学模様の型板（ポリエチレンフォームラバー製）を作成し、染色実験を行った。その結果を図 5～7 に示す。

模様の線幅が 1.5mm、間隔が 3mm、また線幅が 5mm、間隔が 4.5mm のどちらにおいても、安定してろうが生地に付着し、鮮明に表現可能であった（図 5）。一方、模様の線幅が 1mm、間隔が 1mm の場合には、不鮮明となった（図 6）。また、模様の密度が低く、間隔が 15mm 以上の場合では、型の凸部だけでなく、凹

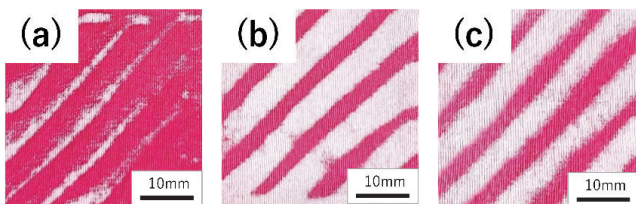


図 3 ろうの擦り付けやすさを評価するための染色実験結果
(a) アクリル板、(b) スタンプ用ゴム板、
(c) ポリエチレンフォームラバー
全て彫刻深さ約 1.6mm

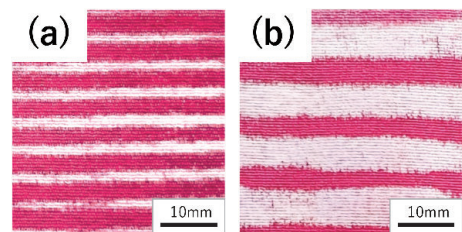


図 5 鮮明に表現できるデザイン
(a) 模様の線幅 1.5mm、間隔 3mm
(b) 模様の線幅 5mm、間隔 4.5mm

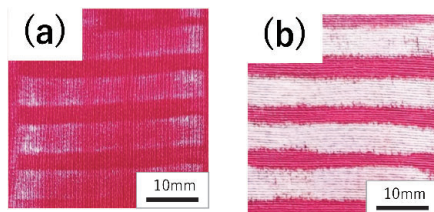


図 4 彫刻の深さの違いによる染色実験結果ポリエチレンフォームラバー
(a) 約 0.8mm、(b) 約 1.6mm

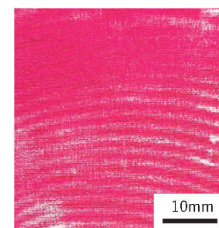


図 6 不鮮明になったデザイン 1
(線幅 1mm、間隔 1mm)

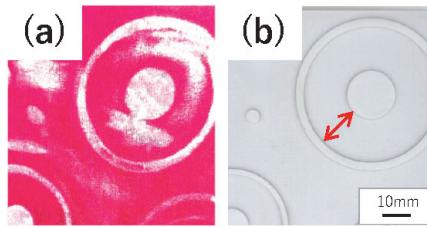


図7 不鮮明になったデザイン2

- (a) 染色した結果、
(b) 染色に用いた型板（矢印部は間隔約 15mm）

んだ部分（図7矢印部）にもろうが付着してしまい、模様の形状が崩れることがわかった。

このように、模様の線幅が1mmで間隔が1mmの場合では、ろうの付着が不十分となるほか、ドライヤーで加熱した際にろうが溶融して模様同士が繋がってしまうことにより、不鮮明な仕上がりとなったこと、模様の密度が低く、間隔が15mmの場合では模様の形状が崩れることがわかったことから、頭ずりに適したデザイン作成条件については、模様の幅が1.5mm以上、間隔が3mm以上15mm未満で模様を構成すれば、生地目の方向の影響を受けることなく安定して頭ずりできると考えられる。

3.4 実験結果のまとめ

以上の結果から、頭ずり用型板材については、防染力を発揮できる十分な量のろうを生地に付着させるという条件を満たし、加工性および作業性の観点からも優れた結果が得られたことから、ポリエチレンフォームラバーが適していると考えられる。

また、頭ずりに適したデザイン作成条件については、模様の幅が1.5mm以上、間隔が3mm以上15mm未満で模様を構成すれば、生地目の方向の影響を受けることなく安定して頭ずりできると考えられる。

なお、今回確立した頭ずり工程は、実際に染色作品として制作する際は、図8に示す工程で行う。まず、手描きのデザインを基にデータ作成し、レーザー加工機を用いて型板を作成。固形ろう（パラフィン・ワックス）を型板の上に置いた生地に擦り付けることで、型板の模様に沿ってろうを生地上に付着させる。ドライヤーにより付着させたろうを溶解させて防染効果を高めた後、ふのり地入れを行い、刷毛にて染色。揮発精洗でろうを落とし、蒸し・水元で染着と洗浄を行い、乾燥後ゆのしして完成させる工程となる。

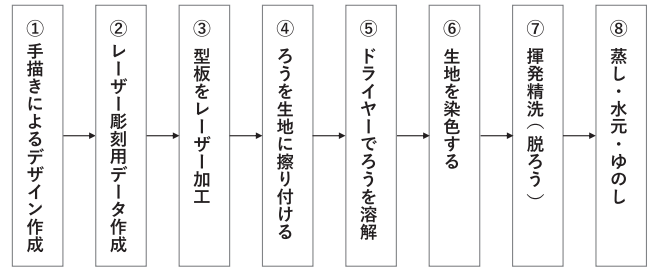


図8 レーザー加工機用いた頭ずり技法の工程概略

4. 成果普及

得られた成果をもとに、令和6年11月7日～12月20日に京友禅（手描）専門コース「ろう絞り&レーザー加工機を用いた頭ずり技法」を開催し、手描友禅関連業従事者を中心とした計27名の研修生へ開発した技術の成果普及を図った（図9）。



図9 実習及び合評会の様子

4.1 作品制作概要

今回、1コースあたり5回（計15.5時間）の実習で「頭ずり」と「ろう絞り」技法を研修生に同時に学んでいたため、以下の制作条件で研修生がデザインした草稿を作成し、実際と同様の手順で染色を行った。

作品サイズ720×380mmの絹布帛（浜ちりめん変り一越）を用い、地色2色、「頭ずり」と「ろう絞り」技法で構成された作品を制作した。頭ずりに用いた模様のデザインは100mm角とし、3.4で示したデザイン作成条件に基づき、研修生が紙に手描きで作成した。これをスキャナーで取り込み、Adobe Illustratorのトレース機能を用いてレーザー彫刻用データに変換し、型板を作成した（図10）。

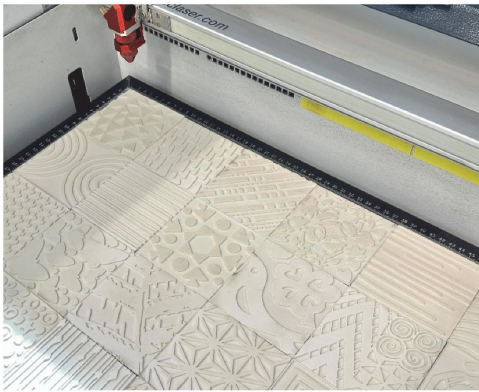


図10 研修生がデザインした型板



図13 頭ずりが成功したデザイン事例

4.2 作品制作の結果

研修の中で「レーザー加工機を用いてオリジナルデザインの型板を作成した頭ずり技法」により制作した作品の一部分を拡大したものを図11～13に示す。

図11のように、頭ずりした際、付着させたいろうの厚みが薄かったり、ドライヤーでろうを溶解させる工程で、長く熱をかけすぎてろうが生地裏側に移行してしまったケースでは、十分な防染力が得られない結果となった。一方で、図12のように十分な量のろうを生地に付着させ、生地を表側にろうを残せたケースでは、細かなデザ

インが良好に再現され、頭ずりが成功した。また図13に示すとおり、3.4で検討した条件を基に制作した頭ずりのデザインについて、問題なく染色できることがわかった。

5. まとめ

本稿では、デジタルファブリケーションツールの一つであるレーザー加工機を用いて、頭ずり技法に適したオリジナルデザインの型板開発を行い、京友禅（手描）専門コースにおいて「レーザー加工機を用いた頭ずり技法」の成果普及を図った。

その結果、頭ずりに使用する型板には、ポリエチレンフォームラバーを用い、模様の幅を1.5mm以上、間隔を3mm以上15mm未満に設定することで、本技法に適した新規オリジナルデザイン型板は十二分に実用可能であることが判明した。ただし、頭ずりの工程において、ろうの付着量が不十分であった場合や、ドライヤーによる加熱時間が長くなりすぎて溶解したろうが生地裏側に移行した場合、防染力が損なわれるため、実際に商品制作するには、十分注意することが求められる。

今後は、手描友禅における新たな商品展開への活用を見据え、本技術の普及および技術支援に取り組んでいく。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、天野朝春様に多大なるご協力をいただきましたことを、この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) “手描友禅染の技術と技法”, p.256, 京都市染色試験場 (1996)

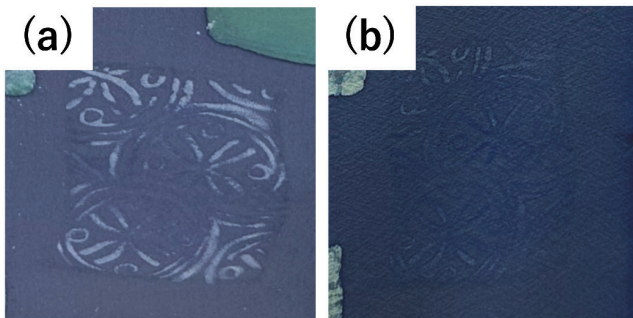


図11 防染が失敗したケース
(a) 脱ろう前、(b) 脱ろう後

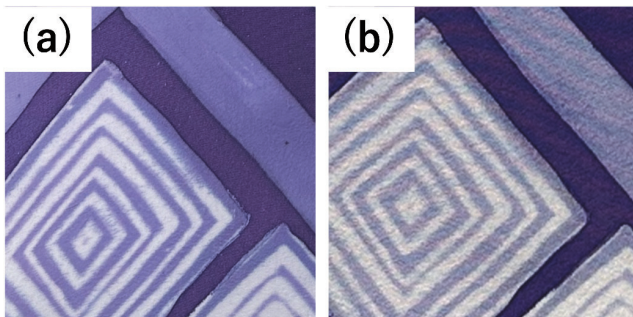


図12 防染が成功したケース
(a) 脱ろう前、(b) 脱ろう後