原著論文

染色型紙制作におけるレーザー加工手法の応用可能性

沖田 実嘉子*, 竹末 俊昭**

* 拓殖大学大学院工学研究科, ** 拓殖大学

Application Possibility from Traditional Hand-cutting to Laser Cutting Technique for Producing Dyeing Paper Stencils

Mikako OKITA* and Toshiaki TAKESUE**

* *Takushoku University Graduate School, 815-1 Tatemachi Hachioji-city, Tokyo 193-0985, Japan*

** *Takushoku University, 815-1 Tatemachi Hachioji-city, Tokyo 193-0985, Japan*

Abstract : *Kimono* is a traditional Japanese garment. Several types of dyeing artifices have evolved through the process of printing traditional patterns on cloth in Japan. Paper stencils can be considered merely tools used at an intermediary stage of the dyeing process. And yet another problem is that most stencil cutting craftsmen are getting older, and thus the traditional art of paper stencil cutting may be lost under present circumstances. In this study, we explored the possibility of replacing paper stencils produced by traditional techniques with those produced by a laser cutter. And we compared actually dyed textiles by using existing and new techniques, in an attempt to achieve a quality of paper stencils produced by a different method that is closer to the superb quality of traditional artifices. As a result, we were able to suggest the guidelines on materials and patterns suitable for producing the stencils with a laser cutter.

Keywords : *Printing, Ise Katagami, Kimono*

1. は じ め に

着物は日本人の伝統的な衣装である。日本ではさまざまな染色工芸が伝統文様を染めることを通して発展してきた。特に着物の生地に小紋、型友禅、ゆかたなどの柄や模様を染めるために「伊勢型紙」が使われてきた。江戸時代に紀州藩の保護を受けて鈴鹿市の白子と寺家を中心に飛躍的な発展を遂げ全国の生産量の99%を占めるに至った[1]。今日、着物は他の洋服に比べ動きにくくまた高価であることから、日本でも日常生活で着物を着る機会が減少している。染色型紙は染色工程の中間段階の道具にすぎないという見方もある。それに加え、型彫り職人の高齢化の問題もあり、型紙制作の伝統が途絶えかねない現状がある。

現在、染色技術の向上と生産の合理化からシルクスクリーンやインクジェットプリンター、捺染機によるロールプリントなど、新しい方法で着物へのプリントも行われている。昨今日本では自国の文化、伝統工芸を見直す動きがあり、今までの大量生産・大量消費によるモノではなく職人の手仕事による高品質なモノを求める傾向が強くなってきた。

本研究では型紙制作を手工芸的な制作以外の工法で伝統工芸の良さに近づけるべく、既存のものと新しい技術で制作した型紙を用いて実際に染め上げたものを比較しながら再現の可能性を探った。機械的に切削する制作方法は先行研究[2, 3]で行われているが、機械彫刻では型紙をカットする際に刃先の向きによりカットできる模様には制約があることから、本研究では刃先の向きに関係なくXYプロッターで

自由に模様をカットできるレーザー加工機で制作する方法を採用した。

素材に関しては、和紙からできた既存の素材以外にも新しい素材（化繊の生地やワーロン）を試した。そして切断面の仕上がりや型紙の伸縮による精度確保について評価した。

その結果、レーザー加工機による制作方法は、パターンの細かさ等のデザインによる向き、不向きがあることがあるものの、機械切削方法よりも、職人の手による加工仕上がりにより近い仕上がり結果を得ることができたので報告する。

2. 染 め 型 紙

2.1 プリント布のはじまり

物や道具を使って陶器に反復する模様をつけた形跡は先史時代にまで遡ってみられる。

2000年ほど前に印刷用木版が中国で開発された。その後すぐに中国とインド両国で布への木版プリントが始まった。今日では、世界中でプリントされた織物が生産されている[4]。

2.2 型紙・ステンシル

型紙は染色で幅広く使われる技法である。型紙は本来、顔料を塗り込むときに、顔料が必要な部分にだけ着色するようにパターン状に穴をあけたマスクである。

中でも日本の型紙が最も洗練されたものとして高く評価されている[5]。なぜならば、型紙の素材である和紙をベースにした渋紙が非常に細密な模様の再現に寄与したからである。

2.3 日本における染め型紙

2.3.1 染め型紙の歴史

三重県鈴鹿市は日本最大の型紙の産地である。型紙制作におけるすべての工程（型地紙、型彫り、糸入れ、紗張りなど）で他産地より優れた伝統と技術を持っている。型紙を使って美しい絵模様を染め上げる技術の歴史は古い。この手法の起源はさまざまある。一説によるとAD.724～729頃に販売された「富貴絵」に始まると言われている。「富貴絵」は伊勢白子観音の僧が不断桜の虫食い葉に似せて絵模様を描き、障子や行灯の装飾用に売り出したと言われている [6]。

また、応仁の乱の時に京都の町が11年ものあいだ戦場となった。その際、型染関係の職人たちが戦火を逃れてこの地へ移り発展していったという説もある。

16世紀頃になると庶民の間で大柄な模様をあしらった型染めが衣装や布団に用いられるようになった。それは中形と呼ばれる。この頃、以前までは高級品だった木綿が一般に普及し、中形に使用された。

江戸時代には武士の制服として、一面に細かい模様をあしらった肩衣と袴の着用が義務づけられるようになった。その肩衣は「袴」と呼ばれる。その模様は型染めによって染められるため需要が増大した。徳川御三家のひとつである紀州藩の保護もあり、鈴鹿市の白子、寺家を中心に飛躍的に発展を遂げたのである [7]。

2.3.2 型地紙素材

型地紙素材の必要条件は「耐水性がある」「強度がある」「形状安定性に優れる」の3つである。日本の伝統的な型染めでは型地紙に渋紙が用いられる。渋紙は数枚の美濃和紙を柿渋によって張り合わせたものである。渋紙の作り方は次の通りである。まず和紙を漉くときに、紙の素材を縦方向に揺り動かす。そうすることによって、その紙はタテ目とヨコ目がはっきりする。次にその紙に柿渋を接着剤として貼り合わせる。そのときタテ目とヨコ目が交互になるように1枚ずつ重ねる。つまり、1枚目をタテ目に置き、2枚目はヨコ目に置く。そして3枚目は1枚目と同じ方向に置く、という工夫がなされている。そうすることによって、紙の伸び縮みが少なくなる。最後にそうしてできあがった型地紙を板に貼って天日で乾かす。そのあと室内に取り込み、天井などから吊るして4年か

ら5年そのままにしておくのが古くからの製法である。しかし明治時代以降、専用の室におがくずを燻べ、その煙によって枯らして時間を短縮するようになった（図2）。こうして渋紙は耐水性と強度があり、形状安定性に優れた型地紙となるのである。

現在の型染め制作では、合成型紙やクロスパターンビニールと呼ばれる型地紙代用紙が一般化している（図3）。そのため昔ながらの型地紙を使用する人々はごく一部の専門職の人に限られている [8]。合成型紙はポリエステル系の樹脂を和紙に含浸させてできた型地紙である。クロスパターンビニールはポリエステル系樹脂を不織布に含浸させて作ったものである。合成型紙は「小本」を作る際にも使用されている。小本とは伊勢型紙を制作する際に繰り返しパターンの原型として型紙職人が作るものである。小本を用いて渋紙の上に墨で柄を写していき、型紙を彫っていくのである（図4）。

図2 室入り風景

図3 左から渋紙、合成型紙、クロスパターンビニール

図1 紀州藩発行の鑑札（2010/08/27 撮影）

図4 小本とそれを用いて染めたもの

また現在の型染めではシルクスクリーンも広く使用されている。シルクスクリーンは日本の型紙が発展したものである。オーガンジーを木枠に張り、プリントインクによって絹に張り付く紙やアセテートを使ってその一部をマスキングする。しかしシルクスクリーンは専用の設備投資の必要がある。また伝統技術を守る人々からは現在でも昔ながらの型地紙の良さを唱える声は根強い。なぜならば昔ながらの型地紙が高度な彫刻技術を発揮し、極小の美を追求した染めの絵ぎわの美しさの表現を可能にするからである。

2.3.3 文様の種類と型彫り技法

型紙を構成する文様は次の4種類に分類される(図5-8)。

なお左側の網掛け部を型彫りし右側が型紙完成のイメージである[9]。

型紙を彫る技法には以下のものがあげられる[10]。

縞彫り(図9)

定規と彫刻刀で縞柄を彫る。単純な作業のようだが1本の縞を彫るのに同じ箇所を3度続けて小刀をなぞるので、極めて正確な技術が必要である。1cm幅に最高で11本もの縞を彫ることもある。

図5 地染まり

図6 地白

図7 線彫り

図8 くくり

突彫り(図10)

5~8枚の型地紙を穴板という台に置いて刃先が1mm~2mmの小刀で垂直に突くようにして前に彫り進む。これには補強のために紗張りをすることもある。直線や大きな柄を彫る場合には現在では小刀を手前に引くようにして彫る。彫り口が微妙に揺れるので独特のあたたかい感じがある。

道具彫り(図11)

刃自体が花、扇、菱などの形に造られた彫刻刀を使っていろいろな文様を彫り抜く。この技法は道具造りから始まり、道具の出来映えが作品を大きく左右する。道具彫りの特徴は文様が均一になること、多様な形が表現できることである。江戸小紋では一般的な技法で通称ゴツトリとも呼ばれている。

錐彫り(図12)

小紋を彫る技法で、鯨小紋、行儀、通し、アラレなどの種類がある。刃先が半円形の彫刻刀を型地紙に垂直に立て、錐を回転させながら小さな孔を彫っていく。1cm角に100個ほどの孔が彫られた作品もあり、単調な柄だけに難しい技法とされている。

3. 機械彫刻による型紙制作

先行研究として、型紙制作方法に手作り感を残しながら機械化する方法が発表されている[2, 3]。

これによれば手作業で制作された小紋柄の染め型紙は線や面が小図形の列によって構成されており、それらの小図形が上下左右に「乱れ」をもって配置されている。その「乱れ」が手作業ならではのもので、文様に「価値」を持たせていると述べている。この報告では、定式化された「通し」(連続)文様でシミュレーションを試み、数値制御ボール盤によって型紙に彫刻させている。研究報告の中で、型紙職人の六谷博臣氏はこの型紙について「きれいに穴があいている」との感想を残している[2]。

図9 縞彫り

図10 突彫り

図11 道具彫り

図12 錐彫り

4. 染め型紙の機械による再現

4.1 本研究で扱う工法

上記の先行研究報告にある「型紙にきれいに穴があいている」点について、型紙職人・染め職人の両職人とも型紙の切り口が染め上がりに影響し、違和感を持つと評価した。それは「機械切削ではきれい過ぎて味が無い」ということを意味している。そこで、本研究では、文様、パターンを画像として加工していくレーザー加工機を採用した。

4.2 加工素材の選定

型地紙の素材については、本研究では伝統的な渋紙を使用せず、合成型紙を中心に扱うこととした。なぜならば型染めでは狂いなく約12mの長さでモジュール化されたパターンを繰り返し連続転写させる必要があるため、型紙が一定の湿度を保っている必要があるからである。そしてレーザーでカットした素材の端面を顕微鏡で観察した結果を踏まえ、型地紙を選定した。

4.3 模様の再現方法の検討

レーザー加工機による工法で日本の伝統的な文様をそれぞれカットし、型紙の仕上がりを検討した。今回使用した染め型紙は廃業した染色工房で使用されていたものと三重県鈴鹿市で伊勢型紙の伝統工芸士木村正明氏から提供していただいたものを使用した。レーザー加工機は炭酸ガスレーザー40W及び45W、ビーム径は0.13mmで駆動方法はプロッター式のもので制作した。これらの染め型紙をスキャナーで画像データとして読み込み、紗張りの部分を消してからベクターデータとラスターデータを作成した。それらのデータを用いて4.2.で選定した合成型紙と伝統的な渋紙をレーザー加工機にてカットした。今回は4種類の型紙を用意した。型彫りの技法（突彫り・引彫り・錐彫り）、文様の種類[9]（地染まり、地白、線彫り、くくり）、文様の細かさのように型紙の要素に注目して用意した。

図13 使用したレーザー加工機

図14 レーザー加工風景

図15 糊置き実演（廣瀬染工場2011/02/18撮影）

4.4 レーザー加工による模様の再現性

レーザー加工機による制作ではベクターデータを使用して素材をカットする方法とラスターデータを使用して素材を彫刻する方法を試した（図17, 18）。その結果ラスターデータを使用して彫刻する方法はベクターデータでカットするよりも時間もかかり、彫刻し終わった模様の最後の淵がきれいに仕上がらないことがわかった（図19, 20）。

次にベクターデータで各型地紙素のカットを試みた。図21は切り口の比較のために手彫り型紙の端面を拡大した図である。図22の合成型紙はカットした仕上がりが今回実験した中で最も良い結果であった。これは耐水性を持たせるために表面に塗ってあるポリエステル樹脂が端面でほどよく溶けたことが奏功した。一方図23, 24に示すように渋紙では端面が焦げてカットされており、染色用として耐水性や強度に問題があることがわかった。またクロスパターンビニールでは素材が元々持っている粘り気もあり、レーザー加工機でカットすると素材自体が溶けて爛れた仕上がりとなった（図25）。

文様に関して図26の錐彫りのようにドットの連続模様はレーザー加工機では、ほかの文様に比べ加工時間がかかってしまうこと、錐彫り・縞彫りという型彫りの技法が非常に繊細な文様であることから再現困難なことがわかった。

4.5 考察

結果より、プロッター式のレーザー加工による染め型紙では錐彫りのようなドットを連続してカットすることや、縞彫りのような直線の連続のような極小の美を極めた柄の再現は困難であった。これは型紙職人が型地紙の状態やその日の気候にあわせて彫る調子を変える必要があり、物質にレーザー光線を当て、切断面を燃やしながらカットするレーザー加工方法では再現が難しいことがわかった。

図17 ベクターデータの加工
輪郭線部分をカットする。

図18 ラスターデータの加工
黒塗り部分を彫刻する

図19 ベクターデータ
加工結果

図20 ラスターデータ
加工結果

図21 手彫り型紙端面
(渋紙)

図22 レーザー加工型紙
端面 (合成型紙)

図23 レーザー加工型紙端面
(渋紙)

図24 レーザー加工縞彫端面
(渋紙)

図25 レーザー加工縞彫端面
(クロスパターンビニール)

図26 レーザー加工
錐彫り端面 (合成型紙)

しかし図27-30のように比較的粗い模様は再現可能性があり、カットした端面の状態からレーザー加工染め型紙が手彫りの仕上がりにより近づけられたものと考えられる。

5. 染色の検討

上記の結果をもとに、手彫りの型紙とレーザー加工型紙による染め工程の比較をおこなった。染色方法は小紋染めに利用される糊防染による染色を試みた。染色工程は筆者自身で

図27 レーザー加工した型紙 (パターン1)
型紙サイズ 300 X 450 mm

図28 レーザー加工した型紙 (パターン2)
型紙サイズ 600 X 450 mm

図29 レーザー加工した型紙 (パターン3)
型紙サイズ 600 X 450 mm

図30 レーザー加工した型紙 (パターン4)
型紙サイズ 600 X 450 mm

表 1-3 手彫りの型紙とレーザー加工型紙による染め工程の比較

染料 (天然染料 蘇芳、化学染料 ダイロンマルチカラー 34、ネオスレン C ブルー C-6G ニュー) 生地 (正絹、木綿)

模様 (波に千鳥、松竹梅、梅、菱)

表 1: 手彫りとレーザー加工型紙での染色結果 (染料 蘇芳、生地素材 絹)

	パターン 1	パターン 2	パターン 3	パターン 4
手彫り 渋紙
レーザー加工 合成型紙
レーザー加工 渋紙

表 2: 手彫りとレーザー加工型紙での染色結果 (染料 ダイロンマルチカラー 34、生地素材 絹)

	パターン 1	パターン 2	パターン 3	パターン 4
手彫り 渋紙
レーザー加工 合成型紙
レーザー加工 渋紙

表 3: 手彫りとレーザー加工型紙での染色結果 (染料 ネオスレン C ブルー C-6G ニュー、生地素材 木綿)

	パターン 1	パターン 2	パターン 3	パターン 4
手彫り 渋紙
レーザー加工 合成型紙
レーザー加工 渋紙

行った。図27-30及び表1-3が今回染め上がりの検討を行った型紙と染め上がりの一覧である。

染め上がりの検討にあたり、型紙の文様以外の要素で染め上がりに違いが出てしまうのではないかと考え、染める素材は晒木綿と正絹、染め方は天然染料の蘇防による引染めと化学染料ネオスレンCブルーC-6Gニューによる浸染（木綿のみ）、ダイロンマルチカラー34による浸染を行った。

それぞれ手彫りの型紙、レーザー加工型紙で染色を行った。

型職人・染め職人へ手彫りとレーザー加工型紙を用いて染めたものを提示しヒアリングを行った。合成型紙を用いたレーザー加工型紙は地白の型・地染まりの型・くぐりの型の模様再現が可能であるという意見をいただいた。

染め職人・東京染小紋金田朝政氏からは、シルクスクリーンや機械彫刻にない切り口の味を持っている。しかし極絞と呼ばれる100円玉の大きさに400個の穴を錐であけたような細密な模様は再現が難しいという意見であった。線彫りの型の模様も実際染めてみると、模様が3～5%太くなる結果を得た（図31、32）。

また型職人・染め職人からは鋭角の部分が丸くなり、手彫りに比べ模様のくつきり感が足りないとの評価も受けた（図33、34）。

6. 結 言

本研究では型紙制作を別な工法で伝統工芸の良さに近づけるべく、既存のものと新しい技術で制作した型紙を用いて実際に染め上げたものを比較しながら再現の可能性を探った。

素材に関しては和紙からできた既存の素材以外にも新しい素材（化繊の生地やワロン）を試した。そして切断面の仕上がりや型紙の伸縮による精度の確保について評価を行っ

た。また、文様やパターンの細かさ等のデザインによる向き、不向きがあることもわかった。

7. 今後の課題

本研究では、型紙制作を伝統工芸士の手による制作方法に対し、レーザー加工技術を使うことに挑戦してきた。しかし型紙の制作過程で、伝統工芸士が独特の「感性的価値判断の基、微妙な調整をしている」ことを発見することができた。

具体的な事例として、伝統工芸士本人からのアドバイスで分かってきたことであるが、下記に2点挙げてみる。

●波の動き（ダイナミックさ）を表現する上で数本の弓なりの線を並行に並べて彫っているものの、ところどころに「並行でない」切り返しを加えたり、線幅そのものを波の先に向かって細く表現したりしている（図35、36）。

●型紙はある一定のモジュールで文様が繰り返されて生地に染められていくが、その繋ぎの見当付けの印（「星」という）で連続させるために、その連続文様が単調になったり、モアレ現象が起きたりするため、意図的に「ずらし」を入れていることが分かった（図37、38）。

こういった人間技の錯覚調整については、機械加工やレーザー加工が最も苦手とする領域であり、対応が難しいことが分かった。しかし感性工学的課題として、これらの暗黙知を要素分解し、形式知化することによって伝承していく必要があると考えられ、今後の課題としたい。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、伊勢型紙伝統工芸士 木村正明氏、染の里二葉苑 中野史郎氏、東京染小紋金田染工場 金田朝政氏、

図31 手彫り（線彫り）

図32 レーザー加工（線彫り）

図35 手彫り

図36 レーザー加工

図33 鋭角部 手彫り

図34 鋭角部 レーザー加工

図37 柄星周辺・手彫り

図38 柄星周辺 レーザー加工

鈴鹿高等専門学校 江崎尚和氏、東京紙器様からご指導、ご助言をいただきました。特に木村正明氏からはご自身が制作された貴重な伊勢型紙を提供していただきました。またレーザー加工に関してはシグマサイバーテック (株) 夏山一彦氏、(有) 三幸様から機材の提供、ご指導、ご助言をいただきました。ここで深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- [1] 鈴鹿市産業振興部産業政策課：伊勢形紙，p.2，2010.
- [2] 佐藤雄介，北岡武：小紋文様シミュレーションと型紙の機械彫刻－着想を中心に－，愛知教育大学研究報告 (26)，p.60，1977.
- [3] 佐藤雄介，北岡武：小紋文様シミュレーションと型紙の機械彫刻 (その2)－総覧－，愛知教育大学研究報告 (29)，pp.55-70，1980.
- [4] John Gillow Bryan Sentence：世界織物文化図鑑 (World Textiles：A Visual Guide to Traditional techniques) 株式会社東洋書林，p.102，2001.
- [5] John Gillow Bryan Sentence：世界織物文化図鑑 (World Textiles：A Visual Guide to Traditional techniques) 株式会社東洋書林，p.131，2001.
- [6] 勝野玲子：短大服飾教材としての「伊勢型紙」の研究－小紋を中心として－，一宮女子短期大学紀要 (36)，pp.35-39，1997.
- [7] 吉岡幸雄：日本の色紀行 (16) 伊勢型紙の歩み，月刊染織

α，pp.62-65.

- [8] 水上嘉代子：染色用型紙の品質に関する研究－江戸小紋，長板中形について－，女子美術大学研究紀要 (33)，p.107，2003.
- [9] 田中清香・土肥悦子：図解染織技術事典，理工学社，pp.3-29，2006.
- [10] 鈴鹿市商工会議所：伊勢形紙，pp.3-5，2010.

沖田 実嘉子 (非会員)

2011年 拓殖大学工学部工業デザイン学科卒業。同年拓殖大学大学院工学研究科工業デザイン学専攻入学。現在染色用型紙を題材に感性工学を勉強中。

竹末 俊昭 (正会員)

1971年 京都工芸繊維大学・意匠工芸学科卒。2001年より現在まで拓殖大学・工学部・デザイン学科・教授。この間1971年から2001年まで (株) 日立製作所・デザイン研究所および本社新事業推進本部などを歴任。日本デザイン学会評議員。2002年より京都工芸繊維大学・デザイン経営工学科・非常勤講師，武蔵野美術大学・通信教育課程・講師。2004年より (社) 首都圏産業活性化協会 (TAMA協会) 理事。専門はプロダクトデザイン，デザインマネジメント，ソリューションデザイン。