

捺染機械の技術革命

—— イタリアにおける少量多品種生産へ向けた対応* ——

日 野 真紀子

目 次

はじめに

1. 捺染業に関連する先行研究
2. ローラー捺染機の普及
3. スクリーン捺染機の導入——フラットスクリーン捺染機とローラスクリーン捺染機——
4. インクジェット技術の将来性とデジタル捺染市場の拡大

おわりに

はじめに

本稿の目的は、繊維工業の発展において製品の付加価値を高めるために重要な役割を果たした捺染（プリント）機械の発展に着目し、現在にいたるまでの画期となった捺染技術の変化を明らかにすることである。具体的に、長期間にわたる捺染機械の変化に焦点を当て、少量多品種が目指されながら捺染技術が進化し続けていることを確認する。さらに、本稿ではこれらの変化を踏まえたうえで、イタリアの繊維業界で起こった変化と繊維製品と消費を関連付けて検討することを試みる。

イタリアの繊維製品は同国の主力輸出商品であり、国内でファッションを創出するネットワークが形成されていることは周知の通りである¹⁾。戦後になり、イタリアン・ファッションは全世界から注目されるようになる。「アルマーニ Armani」や「マックス・マラー Max Mara」、「ドルチェ&ガッバーナ Dolce & Gabbana」など国際的なデザイナーやアパレル企業がハイブランド製品を全世界に提供している。その他、一般的な商品を供給するブランドとして、「ベネトン Benetton」や「ステファネル Stefanel」、「ディーゼル Diesel」などが目立っている。このようにファッション部門は、産地と結びついた「メイド・イン・イタリア」製品のうちで、もっとも成功した部門となった。

* 本研究は科学研究費若手研究 (18K12829) による助成の成果の一部である。

1) 「イタリアン・ファッション・システム」の形成については Saviolo etc (2005) を参照。

ファッション部門は、グローバル化や低価格・低品質製品の圧力にもかかわらず、イタリアは独自の「ファッション・システム」を創り上げたことにより、簡単に衰退することはないと考えられている。この「ファッション・システム」は、イタリア国内の各産地から構成されており、繊維・アパレルだけではなく、製皮業、皮革や靴、宝石貴金属、眼鏡具などの製造も含まれることが特徴である²⁾。

このような国内の製造業者を繋ぐ「ファッション・システム」の形成は、20世紀に入ってから繊維工業の発展と密接に関係している。イタリアでは絹製品が重要な輸出商品であったが、時期ごとに絹製品のなかでも主力製品の種類が異なる。1900年前後には生糸と撚糸の生産・輸出が活発であったが、両大戦間期の1920年代には絹・綿と人造絹糸を交織した織物輸出が、1930年代になると織物の中でも人造絹糸を用いた染色・プリント物の製造・輸出が活発化したことが明らかとなっている³⁾。より最終製品に近く、付加価値の高い製品がイタリア国内で製造できるようになった背景には、1930年代の染料工業の発展による染料の改良だけでなく、この時期の染色・仕上機械の発達が大きく関わっており、現代に繋がるイタリアの強みとなっている⁴⁾。図1はイタリアの綿糸および綿織物生産量を示したものであるが、綿織物生産は第二次世界大戦期を除き増加傾向にあることがわかる。

イタリアの繊維工業の強みは染色・仕上機械である。イタリア繊維機械製造者協会 (ACIMIT) の報告によれば、2016年7-9月期と2017年の同期間を比較して繊維機械について6%の受注増加がみられ、好調を維持している⁵⁾。このようなイタリアの繊維機械における優位性は100年以上の時間をかけて作り出された。というのも、かつて染色・捺染業の中心はイギリス、ドイツ、フランスなどであり、イタリアでは1876年に綿捺染を担った企業はたった4社であった。1990年になると、世界における繊維機械輸出のシェアでイタリアは15.9%を占めるまでになり⁶⁾、1992年の調査によれば、イタリアの繊維機械メーカーは約400社あり、従業員は約26,000人、2017年の調査では、約300社、約12,000人を有していた。繊維機械メーカーの立地は、北部・中部に位置するピエラ、コモ、ミラノ、ベルガモ、プレシア、プラート、ヴィチエンツァ

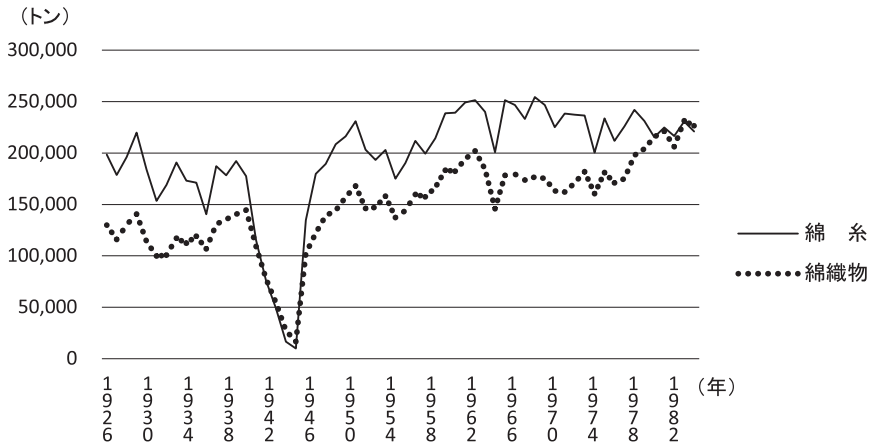
2) イタロ・ピッコリ (2005) 「イタリア社会の近代化と消費」土屋淳二編 『イタリアン・ファッションの現在』, 90頁。

3) 1920年代におけるイタリアの絹織物の輸出状況については日野 (2012)、1930年代については日野 (2018) を参照。

4) 染色仕上分野におけるヨーロッパ諸国の優位性は高く、しばらく続く可能性が報告されている。(社団法人日本繊維機械協会 (1993) 『平成4年度欧州繊維機械産業の実態調査研究報告書』財団法人機械振興協会・経済研究所, 61頁)。

5) ACIMIT, *Italian textile machinery state of the industry report 2017: Positive Growth Through Third Quarter*, Rassegna stampa ACIMIT, 23 Ottobre 2017. 同団体は約300社の繊維機械製造者が集まり、年間約27億ユーロを生産し、全体の売上げの85%以上を輸出している。

6) 社団法人日本繊維機械協会 (1993) 『平成4年度欧州繊維機械産業の実態調査研究報告書』財団法人機械振興協会・経済研究所, 49頁。



(資料) Istat, tavola 14.5より作成。
 (注) 短繊維、その他の繊維の混紡・交織を含む。

図1 1926-1982年イタリアの綿糸・綿織物生産量

である⁷⁾。

このように、20世紀のうちにイタリアは染色・捺染業の中心地としての地位が確立され、経済を牽引する産業となっているにもかかわらず、経済史研究における染色・プリント・仕上工程に関する関心は管見の限り乏しい。繊維製品において最終的な価値に直結する決定的な重要性をもつ捺染工程の発展に着目しそれを明らかにすることは、現在においてデザイン性が高い製品の製造を特徴とするイタリアの繊維産業とアパレル産業の強さを解明する手がかりとなり、また、繊維産業の全体像を把握するために必要な作業である。

古来ヨーロッパにおいては模様を染め出す技術として、凸版法やローラー法など圧力を加える方法がとられてきた⁸⁾。その後スクリーン捺染が登場し、近年ではインクジェット捺染が普

7) ACIMIT, 'Il meccanotessile italiano, oggi', URL: <http://www.acimit.it/PUB/settore.htm> (閲覧日 2018年11月30日)。

8) インドの捺染はヨーロッパにも伝わり、フランスがインドの東岸を所有したことから、フランスは最初にヨーロッパにおいてキャリコ捺染を実践した先駆者である。キャリコは日本で金巾とも呼ばれた平織の綿織物で、これをプリントした。初期には木版ブロックプリントがおこなわれたが、19世紀に入ると銅版が標準的に使用されるようになった。これがドイツにも伝わり、17世紀も近くなった頃、アウグスブルクでいち早くリネンの捺染が行われるようになった。インド更紗の模倣を試みたのはオランダでオランダ東インド会社はキャリコ捺染を紹介し、その後イギリスとベルギーに1676年に導入された。キャリコ捺染の実施は1738年にスコットランドで見られ、その後イギリス全土に広がり最重要産業となっていた。(Robinson (1969), *A history of printed textiles*, p.20; Knecht & Fothergill (1912), *The principles and practice of textile printing*, pp. 7-8) イタリアでは、17世紀後半から1855年頃までヴェネツィアやフィレンツェで農民の女性が頭や肩を覆うヴェールが、ジェノヴァでプリントされていた。これらのヴェールは木版ブロックで他のヨーロッパ諸国から輸入された綿布にプリントされていた。この産業はスイス人の Michele Speich が1787年にジェノヴァ郊外の Conegliano と Campi ではじめたものであった。初期のパターンはインド織物風模様のプリン

及しつつある。捺染加工方法には大きく分けて手捺染と機械捺染があるが、本稿では機械捺染の検討を中心とする。イタリアの機械捺染の技術を観察する上で、技術的な革新と考えられる捺染機械の種類で主に三つに区分する。まず初めに、歴史的に捺染機における画期的な発明として、イタリアで第一次世界大戦前後に導入された機械捺染（ローラー捺染）が挙げられる。次に、第二次大戦前に導入が始まったスクリーン捺染の導入と普及を観察する。スクリーン捺染には最初に登場するフラットスクリーン捺染機械、後に急速に普及するロータリースクリーン捺染機械があり、主にこれらについて焦点を当てる。最後に、近年のインクジェット技術について検討する。インクジェット技術の進展により布地に直接印刷ができるようになり、従来のスクリーン捺染に劣らないほどの製品が製造できるようになった。プリンターの技術は多品種少量生産へ向けて進化しており、現在進行形で進んでいるIoTの技術を活用することによりさらなる発展が期待されている。

本稿では、これらの捺染技術に焦点を当て、長期的な視点でどのような変化がみられたのか、また、これらの捺染機械の進化とイタリアでのこれらの機械の導入と製品の関連と変化について検討する。捺染機械については、イタリアの綿業と絹・人絹工業での捺染工程に用いられた技術について検討をすすめる。両者を対象とする理由として、イタリアにおいて綿および絹・人絹における捺染の機械は共通している場合が多く見られること、また、どちらかの素材で捺染機械が導入されるともう一方に応用されるという点を考慮したためである。捺染機械の技術進歩は染料の発展とも深く関わっているが、この点については本稿で詳しく触れられないことを予め断っておく⁹⁾。

1. 捺染業に関連する先行研究

本節は捺染業を含む染色工業の先行研究に触れる¹⁰⁾。染色・捺染業における製造の特徴は、19世紀に顕著に発展した合成染料およびそれに伴う染色・捺染の技術的な改良によって、天然染料を使用していた時代よりはるかに容易に多色の織物や衣類を製造できるようになり、製品が多様となったことである。この製品の多様化の背景は、クルーグマンが指摘するような、消費者は多様な製品に囲まれることで効用が高まると仮定する消費者の多様性選好に他ならな

ト地を模倣し、それらは明るく強めの色であった。その後色彩は地味になっていった。パリではこのような織物は「ジェノヴァの絵画 toiles de Gênes」として知られた。(Robinson (1969), *A history of printed textiles*, pp. 117-118)

9) 合成染料の歴史的な発展については、安部田 (2013) を、イタリアにおける染料開発については、日野 (2015) を参照されたい。

10) 染色工業に関するもので研究の多い分野は、労働災害に関するもので、主に染色工程で働くことによる人体への悪影響が議論されている。その他、染色で大量に使用する水を中心とする環境問題がある。

い¹¹⁾。

イタリアでは、工業化が進展する两大戦間期に、繊維製造業者は、大規模化した化学工場で大規模生産された染料を用い、織機の自動化によって生産性を高めるなど規模の経済を実現して、消費者に対して多様な商品を供給した。したがって、戦後多品種少量生産に向かう過程において、製造企業は従前の分業関係が戦後も継続していることが推測される。また、製品の多様性を生み出す装置として、染色・捺染・仕上加工工業の変化を説明することは、戦後の繊維工業の繁栄を説明する重要な視点となる。

また、このような消費者側の需要を受けて、現代では生産者側においてますます染色・仕上加工の重要性が増していることを指摘しているのが、Holme (1992) である。具体的には製造のグローバル化と、より多様化する市場で素早く製品として反応するための前処理の重要性である。また、Schofield (1984) は、Fothergill (1934) の言葉を引用しつつ、キャリコ捺染を説明するなかで、染料の開発とその進歩による繊維工業への応用について触れ、キャリコ捺染と1930年代に起こった染色の技術的進歩は本質的に異なることを指摘し、絹と人絹の捺染の重要性を指摘する。

捺染の歴史を長期間にわたって観察しているのは、Robinson (1969) である。装飾がどのような経緯でおこなわれてきたのかといった点に焦点をあて、とくに柄の特徴と技術について詳細に説明している。また、辻 (1996) は豊富な図版を用いながらヨーロッパにおける絹と綿の捺染方法とその柄における検討をおこなっている。捺染機械に関する検討については、数は多くないものの、技術が発展する節目には必ずなされている。Knecht & Fothergill による著作は1912年、1924年、1936年、1952年に、技術と素材の変化、とくにレーヨンの登場に合わせて改訂を重ね4版まで出版されている。また、明石編 (1943) は日本における捺染技術の変遷を辿った通史的な検討をおこなっている。

ファッション史からイタリアの染色企業に言及したのは、Rosina (2001) である。ここではイタリア・コモ地方において1930年代にプリント織物の興隆があったこと、そのうち中心的な役割を果たした企業名が記されている。しかしながら、プリント工業の成長要因として関連産業や経済を関連付けたものではない¹²⁾。

同時代研究から、レーヨンの登場によって染料と染色技術開発に大きな影響があったことがわかるが、実際の染色工程に関する研究は、染料工業に着目したものは多少存在するものの、染色・捺染企業を対象としたものは管見の限り寡少である。また、フラットスクリーン捺染からローラスクリーン捺染が登場したのち、半世紀が経ちこれらの捺染機に代わるインクジェット捺染機の開発が現在進行形で進んでいる。ロータリースクリーン捺染機やインクジェット

11) Krugman (1980), p. 953.

12) Blaszczyk (2012) は、色の普及に関して、第二次産業革命によって誕生した「色のマネジメント」が国策によって追及されたものであり、このような色が様々な製品に応用されたことに着目している。

捺染機については、1980年代からイタリアは繊維機械輸出で注目を集めており、日本の機械工業において様々な分析がおこなわれている。

このような捺染製品の市場と捺染機械の変化を長期間にわたって検討することで、消費者や繊維関連業界の動向を把握することができる。イタリアは捺染工程における先駆者であり、重要な開発の拠点であることから、同国の経済的な要因に焦点を当て、捺染技術の変化を観察することは重要である。

2. ローラー捺染機の普及

ローラー捺染の機構は、200年以上前に発明されて以来、根本的に変化していないが、時を経るにつれて高速化、省力化を目指して更新されている¹³⁾。ローラー捺染機が長期間にわたり使用されている理由として、大きな捺染面の均一性が得られることが挙げられる¹⁴⁾。片面ローラー捺染機の使用は減少しているが、現在も一部の捺染業者に好まれて使用されている¹⁵⁾。

世界普遍的な捺染方法として普及した凹型円筒捺染機は、1783年にスコットランド人のトマス・ベル Thomas Bell が発明し特許を取得したものであり、この発明により捺染技術の大きな一歩が踏み出された。この機械は多くの改良が加えられて、1785年までに6色刷りの機械が誕生し、従来の手捺染工40人分とその補助工60人以上の生産能力があったといわれる¹⁶⁾。その後ジェームズ・フルトンが1805年に凹型彫刻銅筒の結合回転捺染機を完成した¹⁷⁾。1850年代にはイギリスでプリント業者と彫刻業者を兼ねた多くの企業が設立された¹⁸⁾。

ローラー捺染は布地に圧力をかけてプリントする方法である。銅版は木版よりも面積が広く、一様長の長さを大きくできるうえ、細かい表現も可能となった。流行に早く対応し、安く早くプリントする方法としてローラー捺染が1785年ごろからみられるようになった。布地は模様を刻印したローラーを通り、布地はプリントされ熱で乾燥させる方式であったことから、プリントのスピードは飛躍的に速くなった。また、複数のローラーを備えることで多色模様も一度にプリントすることができた¹⁹⁾。

13) ローラー捺染機には、片面ローラー捺染機、ゴム胴片面ローラー捺染機、両面ローラー捺染機、間欠ローラー捺染機、高速捺染機、省力化捺染機などの種類があるが、戦前の機械が戦後も第一線の機械として使用されている。(本多宏 (1974) 「ローラ捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 422-427頁。)

14) 本多宏 (1974) 「ローラ捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 422-427頁。

15) 堺・泉州地区の伝統捺染技法は、ローラー捺染を用いた両面捺染、リバーシブル捺染、また注染など新しい製品がつくられており、近年その技術が注目されている。(「大阪 平山繊維、伝統技法で染色」『日本経済新聞 朝刊』2013年11月18日, 37頁。)

16) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, p. 26.

17) 明石厚明編 (1943) 『日本機械捺染史』6-7頁。

18) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, p. 27.

19) 辻ますみ (1996) 『ヨーロッパのテキスタイル史』, 78頁。

ローラー捺染による柄の創出は、イギリスの産業革命期の大量生産技術によるものである。ローラー捺染が誕生した初期には小さなパターンで単色の安いドレスの生産に使用されていたが、1810年までに大規模の家具用生地プリントに対する技術や経験が蓄積された。比較的品質の良いプリント業者による初期のローラー捺染のデザインは、彫刻において高い技術がみられる。それらの多くは、ブロックや表面のローラーから加えられる染料で、点刻法のものであった。花柄のパターンは1800年前後に人気となり、当時非常に人気だった輸入物のフランス家具と関連して縞模様のリーゼンシータイプが続き、1823年には端に明るい色が混ざった縞模様がプリントされた虹模様が、1825年には花柄・シダ・ツル植物の柄が人気となった。イギリス市場だけではなく世界中のバイヤーが安い大量生産された捺染織物を求めるようになった²⁰⁾。

イギリスは技術開発の面で常に先駆者であったが、デザインの面ではフランスに劣り、イギリスは産業革命の間、デザインの価値があまり重視されず、デザイン教育も徹底していなかった。1851年のロンドン万国博覧会以降もイギリスの産業デザインは停滞を続け不自然な花柄のパターンが安易な過去のデザインの手直して使用され、同時期に登場した化学染料の色合いが主調となった²¹⁾。フランスでは当初捺染業を営むには許可が必要だったが、1759年に解禁され捺染業者が次々とあらわれた。フランスでは、ローラー捺染で安価な大量生産を目指したイギリスの捺染業者と異なり、染色やデザインが重視され、銅版プリントを用いて衣服に比べてあまり流行に左右されない家具布が製造された²²⁾。

イタリアの綿業において捺染工程を担った企業は、表1にあるように、1876年に4社、1898年に12社であり、これらのうち、外部から受託する形に特化した企業と自社製品を製造していた企業に分かれた。さらに1921年になると24社がみられた²³⁾。また、綿業においてはローラー捺染の導入は第一次世界大戦の前後であった。表2からイタリアでは綿捺染業は特にミラノ・トリノ・ジェノヴァを中心とする北西部地域で営まれていたことがわかる。一方、綿業につい

20) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, p. 27.

21) 辻ますみ『ヨーロッパのテキスタイル史』, 89頁。このようなデザインの停滞の状況からウィリアム・モリス William Morris が登場し、新デザインを開拓した。

22) フランスでは化学者と染色家が連携することにより、捺染業にとって重要な発明が誕生した。フランスで一番成功を収めたオーベルカンプ Christophe Philippe Oberkampf はスイスで染色やブロック彫刻の技術を学び、デザインや染色の技術を高めて高級品を製造した。彼は1791年にベルトレ Claude Louis Berthollet の協力で白布の塩素漂白法を取り入れ、工場の染色職人がそれまで青と黄を混合することでしか得られなかった緑の染料を単独で発見した。また、ナポレオンは染料と染色に関心があり、1808年にリヨンでの化学者と染色家の会議を提案する、また1810年には大陸封鎖によって高騰したインディゴに代わる青色染料の開発のために、賞金を提供した。このような取り組みの結果、フランスでは染料の開発が進んだ。(辻ますみ (1996)『ヨーロッパのテキスタイル史』, 64, 82-83頁)。

23) Associazione cotoniera Italiana (1923), *Annuario dell'industria cotoniera Italiana 1923*, Milano: Capriolo & Massimino, p. 360.

表1 イタリアにおける1876年, 1898年, 1921年の綿捺染企業の比較

	1876年	1898年	1921年
工場数	4	12	24
動力(馬力).....蒸気機関	50		337
動力(馬力).....水力	95		1,560
動力(馬力).....電力			400
稼働中捺染機械台数		96	110
非稼働捺染機械台数	26	27	30
手捺染用織機		40	15
手捺染用長机			2,000
労働者数.....男性	464		3,300
労働者数.....女性	30		1,400
労働者数.....15歳未満	63		60
年間平均労働日数	300	300	270

(資料) Associazione cotoniera Italiana, *Annuario dell'industria cotoniera italiana 1923*, Milano: Capriolo & Massimino, p. 360.

表2 1932年綿企業の地域別立地

		ピエモンテ	リグーリア	ロンバルディア	ヴェネト	イタリア中部	イタリア南部	王国全体
企業数		203	43	628	45	50	24	993
工場数 ⁽¹⁾		248	50	799	62	61	30	1,250
部門数	製糸	61	20	90	21	8	5	205
	紡績	30		24	7		1	62
	撚糸	61	17	108	22	14	8	230
	製織	150	21	592	33	35	19	850
	漂白	28	8	63	11	7	11	128
	マーセライズ	21		37	5	4	4	71
	染色	40	8	75	23	26	13	185
	捺染	9	2	13	1		1	26 ⁽²⁾
製糸紡錘数(1000)		1,541	207	2,587	666	188	261	5,450
紡績紡錘数(1000)		44		41	17		3	105
撚糸紡錘数(1000)		293	66	411	118	79	47	1,014
織機台数		31,800	2,700	99,100	7,300	4,400	4,700	150,000

(資料) Banca commerciale Italiana (1932), *Movimento economico dell'Italia raccolta di notizie statistiche per l'anno 1931*, Milano: Capriolo & Massimino, p. 372.

(注1) 一部門以上ある工場を指す。

(注2) 捺染機械は165台を備えている。

表3 ロンバルディア州県別絹関連企業数 (1940年)

	養 蚕	製 糸	撚 糸	絹紡糸	刺 繡	その他 製糸	製 織	靴 下	ニット	染色・プ リント・ 仕上整理 加工
ベルガモ	1	48	24	1	2	1	7	3	2	1
ブレシア	1	32	1	1	0	0	4	13	0	0
コモ	3	33	65	2	1	1	135	1	0	19
クレモーナ	0	30	6	0	0	0	1	0	0	0
マントヴァ	0	6	1	0	0	0	0	2	0	2
ミラノ	0	24	19	0	4	2	41	26	3	16
パヴィア	1	8	0	1	0	0	1	3	1	1
ソンドリオ	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
ヴァレーゼ	0	4	13	0	0	0	24	15	1	3
州合計	6	185	129	5	7	4	215	63	7	42
全国合計	99	473	155	20	10	10	307	93	14	51

(資料) Ente Nazionale Serico, *Annuario Serico della industria serica italiana*, 1940より作成。

では表3からわかるように1940年には捺染工程を含む染色業の企業はイタリア全体で51社となり、ロンバルディア州ではそのうち42社が存在し、その中心はコモ、ミラノであることがわかる。

イタリアにおける染色・プリント・仕上加工整理工程は、第一次大戦後に急速に増加するが、戦間期の染色工程に関連する企業については、統計から実態を把握することが非常に困難である。これは、統一した統計基準で継続的に情報が収集されていないことが主な理由であるが、ここでは様々な史料を用いて、労働者の数と企業の数、立地について把握を試みたい。

1920年代のヨーロッパ諸国における染色の中心は、労働者数で見た場合、中心は、主に英国(1921年約9万7,000人)、ドイツ(1925年約7万2,000人)、フランス(1921年約4万人)やスイス(約1万人)などであった²⁴⁾。これらの国々と比較した場合、1920年代のイタリアの染色業の規模は約4,000人と比較的小規模であった²⁵⁾。

1929年の調べになるが、表4から、綿、羊毛、絹、人絹など加工を行う糸の種類別にイタリアの染色企業を数えると、綿と羊毛を扱う企業数が多いことがわかる。しかし、絹の染色企業は1929年に一工場あたり平均230人が雇用されており、綿業の染色企業の一工場あたり平均61

24) "Numero degli operai impiegati nella stampa, tintoria e finitura dei tessuti nei diversi paesi," *Tintoria*, N.4 (Apr. 1931), p. 185.

25) "L'industria tintoria in Italia," *Tintoria*, N.10 (Ott., 1935), p. 393.

表4 イタリアにおける染色企業の種類 (1929年5月協同体相調べ)

業種	工場数	従業員数	一工場あたり 従業員数	全体に占める 労働者数の割合
綿染色	257	15,691	61	19.0
羊毛整理加工仕上	238	8,674	36	18.0
羊毛染色	176	2,611	15	5.0
絹染色	21	4,837	230	5.0
人絹染色	30	2,746	92	9.5
ニット染色	21	245	12	3.9
靴下染色	32	557	17	5.4
帽子	39	293	8	2.0

(資料) 'L'industria della tintoria in Italia,' *Tintoria*, N.8 (Agosto 1939), p. 307.

(注) 単位は、工場数、人数、人数、%。

人と比較すると、大規模な工場が多かったことがわかる。

染色企業の調査は、1920年代の後半に集中して行われている。まず、1926年10月の時点で、コモ市には、絹織物企業121社、リボン製造企業15社、染色・プリント・仕上加工企業35社、製糸および撚糸企業61社、レース製造企業33社、綿織物企業48社が存在していた²⁶⁾。

1927年に実施された産業国勢調査では、染色工業に関わるいくつかの項目が抜けており、その後の時代に調査された項目と完全に一致しないことから比較が難しい。しかし、繊維工業に含まれる「防水加工・織布ステンシル染色など」の項目に、89社に属する4,271人の労働者が含まれる。この項目は、明らかに繊維の仕上工場も含んでいる。その他、「クリーニング・アイロン・かけはぎなど」の工程には、織布の仕上工程が含まれており、1,126社で働く7,558人の労働者が存在した²⁷⁾。

1928年に繊維連盟 Federazione Tessili Varie に含まれる、イタリア国内で生産設備を有する染色・プリント・染み抜き業者は295社、1万6,000人の労働者がいたが、その後1935年10月に行われた調査では、210社、約1万1,000人と減少している。このうち119社、1万200人の労働者は、染色およびプリント業である。この119社のうち98社(全体の82.4%)、7,500人(73.5%)の労働者がロンバルディア州に集まり、その他ピエモンテ州に14社485人、ヴェネト州に7社364人、カンパーニャ州に3社164人、それらにトスカーナ州が続いていた²⁸⁾。

1929年5月には、絹織物製造施設に加えて染色部門を持つ企業の調査が行われた。21の染色

26) "Ill. signor dott. Laurindo Riberio," 12 Ottobre 1926, Archivio Stato di Como (以下ASCと略), Camera di Commercio Como (以下CCCと略), c. 477.

27) "L'industria tintoria in Italia," *Tintoria*, N.10 (Ott., 1935), p. 393.

28) "L'industria tintoria in Italia," *Tintoria*, N.10 (Ott., 1935), p. 393.

工場で働く4,837人の労働者のうち、3,652人は男性であった。そのうち12工場は101人の現場主任（ロンバルディア州に100人、ナポリに1人）をおいており、そのうち88人が男性、13人が女性であった。染色部門では、2,438人の労働者（うち女性労働者580人）、プリント部門（6工場）では464人、整理仕上加工部門（12工場）には1,155人の労働者がおり、その他の部門に103人、サービス部門に585人がいた。

プリント部門6工場の内訳は、ロンバルディア州に4工場、2,294人の労働者（うち444人がプリントに従事）、ピエモンテ州に2工場、51人の労働者（そのうち20人がプリントに従事）がいた。国内で12工場が整理仕上加工を行い、そのうちロンバルディア州に11工場、4,308人の労働者がおり、実際整理仕上加工をしているのは、767人の男性労働者と387人の女性労働者であった²⁹⁾。これらのデータから、ロンバルディア州を中心としたイタリア北部が染色・プリント工業の中心であり、染色業労働者の男女比は男性の方が高いことがわかる。

染色が最も盛んに行われたのは、ミラノより北に位置するヴァレーゼやコモ地域であった³⁰⁾。イタリアで労働者数・資本金ともに最大の染色企業は、コモにあるコメンセ染色社（労働者数約1,500人、資本金2,000万里ラ）であり、同時にイタリア国内最大の受託染色（受託染色については次節で触れる）を行う企業であった。国内第二位は、600人を雇用するベッシーナ染色社 Tintoria Pessina であり、この企業もコモにあった³¹⁾。

ローラー捺染機械は戦後も使用され続ける。1953年にドイツで319台、フランス309台、イギリス458台、オーストリア40台、スイス31台、ベルギー30台、スペイン70台が設置されていた。1966年にはイタリアで90台が設置されていたが、稼働状況が悪く約半数が休止していた。しかし、ローラー捺染による製品は捺染品の約45%を占めており、他国に比べて非常に高い比率である。また、これらの捺染の中心は伝統的にコモ地域であり、ヨーロッパ内での捺染品のデザインの源泉として注目された³²⁾。

このように、第一次大戦後にイタリアでは機械捺染業が盛んとなった。絹産業が存在することで、より細かな表現で繊細な製品を製造することが目指され、フラットスクリーン捺染機の導入の下地が形成されていたことがわかる。

3. スクリーン捺染機の導入——フラットスクリーン捺染機とローラースクリーン捺染機——

スクリーン捺染は1930年代から導入され始めるが、スクリーン捺染のうち、初めに平らなスクリーンの型を用いるフラットスクリーン捺染が、1960年代後半に小さな孔がたくさん開いた

29) “L’industria della tintoria in Italia,” *Tintoria*, N. 8 (Agosto, 1939), p. 307.

30) “L’industria tintoria in Italia,” *Tintoria*, N.10 (Ott., 1935), p. 393.

31) “L’industria tintoria in Italia,” *Tintoria*, N.10 (Ott., 1935), p. 393.

32) 繊維工業構造改善事業協会 (1968) 『欧州の染色工業事情』繊維工業構造改善事業協会, 23-24頁。

円筒にスクリーンを巻きつけ、円筒の中から色糊を染み出させて円筒に接して通る布地を染めるロータリースクリーン捺染機が登場し、その後数年の間に、フラットスクリーン捺染機に代わって世界的にロータリースクリーン捺染機が設置されるようになった³³⁾。

スクリーン捺染は基本的にステンシル（謄写版）と同じである。一般に、木製または金属製の枠に網目に織られた生糸あるいは金属網を張って作った枠型を用いて捺染する方法で、この枠型を用いて色糊を塗り、開いた網目から色糊が自由に通過して、その模様を下の生地に印捺することができる³⁴⁾。この技法は日本で発達し、友禅染が代表的である³⁵⁾。ヨーロッパでは1830年代から1840年代にスクリーン捺染の技法が登場したと考えられる³⁶⁾。

しかし、スクリーン捺染の技法は基本的に19世紀になるまでヨーロッパで使用されることはなかった。フランスのリヨンで初めてスクリーン捺染絹布が生産されたが、スクリーン捺染は非常に製造コストが高いため市場が限られており、この技法が普及したのはスイスとドイツであった。本当の意味でスクリーン捺染が普及したのは、20世紀の初めであり、アメリカで費用に見合う生産が行われるようになったためである³⁷⁾。フラットスクリーン捺染機の代表的先発メーカーは、スイスの Buser 社、イタリアの Comerio Ercole 社、Lezzeni 社、Meccanotessile 社、オランダの Stork 社、オーストリアの Zimmer 社であった³⁸⁾。

スクリーン捺染の工程の特許は、マンチェスターの Samuel Simon が1907年に取得し、John Pilsworth が1915年にアメリカ軍の旗を生産するためにこの技術を使用した。さらに1915年と1921年に写真スクリーンで技術を改良する特許、1920年に炭素繊維ステンシルスクリーン、1921年にシルクスクリーン捺染プレス、1925年に織物用シルクスクリーンステンシルプレス、1930年にステンシルフィルム工程など、次々とスクリーン捺染の技術が改良された³⁹⁾。

スクリーン捺染は従来の技法と比較してメリットが多い。ローラー捺染や手捺染は準備と捺染の全段階で工数が多く、費用もかかったが、スクリーン捺染は、デザイナーの自由度が増大し、生産者にとっても高いローラーやブロックで費用をかけることがなく、限定商品などを試す機会を得るなど、メリットがあった。また、スクリーン捺染での生産は比較的簡単で費用が安く、どのような小さい柄も正確に複製することができるという長所もあった⁴⁰⁾。また、大柄・多色の加工に適しており、どのような素材・組織を加工するにも適しているという利点もあ

33) 矢代泰造 (1974) 「ロータリ スクリーン捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 413-416頁。

34) 小野木二郎 (1940) 『スクリーン捺染法』全国捺染協会, 1頁。

35) スクリーン捺染法は日本に第一次大戦後頃プロセス印刷として伝わってきたが、織物の捺染に応用されたのは1930年前後だといわれる。(小野木二郎 (1940) 『スクリーン捺染法』全国捺染協会, 4頁。)

36) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, p. 42.

37) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, p. 42.

38) 西島靖元 (1974) 「フラット スクリーン捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 428頁。

39) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, pp. 42-43.

40) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, p. 43.

る。

1930年代に大恐慌で市場の収縮がみられると、デザインは前衛的なものへと需要が高まる傾向があり、高い原価によって生産単価が上昇し、販売額の低さと価格の高さが繰り返しまられる状況が生まれた。このような状況で卸売の倒産を避けるために、スクリーン捺染は生産者にある要素を提供し、その後急速にファッションを変化させるような状況が作りだされた⁴¹⁾。この時期にシルクスクリーンにより、色彩効果が一段と高まったプリントが登場した。毎年特別にデザインされたプリントのシルク・スカーフが市場に出始めるようになる。

イタリアではスクリーン捺染は絹業でいち早く取り入れられ、その技術は既に1930年代の後半には評価されていた。ミラノのデ・アンジェリ＝フルア社 De Angeli Frua は、オート・ヌヴォテ haute nouveaute のコレクションをロンドンで展示した⁴²⁾。これらのコレクションについては、イタリアのプリント技術が非常に高く評価された。イタリアの絹織物業は近代的なプリント機械を導入し、必要な染料を供給するための化学実験室を設置した。その中でも、いったん無地染めにした布や糸の一部分に抜色剤を含む糊を印捺し、蒸気処理で脱色する抜染技術が高く評価された⁴³⁾。

イタリアでは第二次世界大戦が始まってからも、コモ地方におけるシルクスクリーンによる捺染織物の生産は途絶えることがなかった。生産量および使用される色の数は減少していたが、黒を貴重としたデザインや戦争をモチーフにしたデザインを用いることで、戦争中も生産を続け、これらの捺染製品の品質は改善され続けていた⁴⁴⁾。

同時期にイタリアでは新しい素材であるレーヨンが主に使用されるようになった。レーヨンには製法別に大きく分けて、硝酸法レーヨン、キュブラ（銅アンモニア法）レーヨン、ヴィスコースレーヨン、アセテートレーヨンなど主に四種類ある。イタリアでは1920年代にヴィスコースが多く製造されたが、1930年代になるとアセテートレーヨンの消費が優位となり、その染色に関する開発が急がれるようになった⁴⁵⁾。また1930年代後半になると牛乳を原料とするカゼインや植物繊維を原料にした人造繊維が発明され、綿、絹、毛などの天然繊維と組み合わせることが試された。第二次大戦後になると「ローディア」や「ナイロン」など合成繊維が使用されるようになり、皺にならないという特徴からモードの主演となった。1960年代になるとテリ

41) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, p. 43.

42) オート・ヌヴォテとは新しい流行服地（平染、柄物、型染もの）のことを指す。リヨンの染色・仕上工場は、輸出不振に影響され、工場閉鎖が続き1930年に約4億5,000万フランの収入であったが1935年には1億3,000万フランに減少した。（『里昂絹織物業状況（1935年）』『海外経済事情』昭和11年，第11号，114-115頁。）

43) “An exhibition of Italian textiles,” *Silk journal and rayon world*, Manchester, July 1936, p. 17.

44) Chiara Buss (ed.) (2000), *Silk The 1900's in Como*, p. 186.

45) 内田星美 (1966) 『合成繊維工業』, 80-81頁。

レン⁴⁶⁾、ブライナイロン⁴⁷⁾、オルロン⁴⁸⁾といった合成繊維の新素材が登場した⁴⁹⁾。1960年代半ばの捺染における繊維別の構成をみると、毛が40-45%、綿が30-35%、絹・人絹が20-30%といわれたが、綿・毛については減少傾向にあり、一方で合成繊維の増加が著しく、とくにポリエステル・綿混紡織物加工が好調であることが指摘された⁵⁰⁾。

戦後のヨーロッパ諸国は、捺染における貿易の自由化について議論をおこなっている。これは、欧州統合の動きと同時並行的に目指されたものであり、1953年に非公式ではあるが、国際捺染業者連合会 the Federation Internationale des Imprimeurs sur Tissus の会議を開かれ、イタリアもこれに参加している。ここでは、既に1949年に開催されたアムステルダム繊維会議で、生産設備の構造的な過剰が指摘されており、自由化による競争によって合理化とコストの切下げを実現することが目指されていたのである⁵¹⁾。

1950年代にイタリア国内が豊かになると同時に、同国のファッションをアメリカ市場に向けて販売していこうとする動きがみられた。ファッションの統一的なイメージの形成が図られるようになり、イタリアのアルタ・モーダ（フランスのオートクチュールにあたる）は、ファッション・メーカーとテキスタイル・メーカーの相互連携により「メイド・イン・イタリア」のファッションを商業戦略的に展開するようになった⁵²⁾。

イタリアにおいてローラー捺染からスクリーン捺染への転換は1960年代に顕著にみられる。戦後のイタリアは、映画をはじめとする娯楽への需要の増大や、ファッションやモータリゼーションといった新しい消費が人々を魅了した。1953年にはテレビ放送が登場し、画一的で細分割された消費と行動のモデルが全国にしてい。1956年から1967年にかけてイタリアの年間平

46) ポリエステル繊維のことで、石油・石炭・天然ガスを原料に製造される繊維で、化学繊維の中で最も多く生産・消費されている繊維である。1949年にイギリスで開発され、イギリスのICI社がテリレンの商品名で工業化した。引っ張り強度が大きく、耐熱性、耐光性が良い。アメリカのデュボン社も少し遅れて「ダクロン」という商標名で工業化した。日本では1958年に東洋レーヨンと帝人が「テトロン」という商標名で生産した。（閻間正雄（2014）『テキスタイル事典』、46-47頁。）

47) ICIの子会社である British Nylon Spinners がナイロン66を「ブライナイロン Bri Nylon」という商標名で生産した。これは1964年4月に特許が失効するナイロン66の製造にあわせ戦略的に生産された。（D. P. O'Brien（1964）, 'Patent protection and competition in polyamide and polyester fibre manufacture,' *The Journal of industrial economics*, 12（3）, p. 225, p. 230.）

48) アクリル繊維のことで、軽くて暖かな肌触りで羊毛に似た性質を持つ。1948年アメリカのデュボン社が開発し「オーロン（オルロン）」という商標名で生産した。日本では鐘淵化学工業が「カネカロン」というアクリル系繊維を製造したのが始まりである。（閻間正雄（2014）『テキスタイル事典』、48頁。）

49) ムツァレツリ（2014）『イタリア・モード小史』、223頁。

50) 繊維工業構造改善事業協会（1968）『欧州の染色工業事情』繊維工業構造改善事業協会、23-24頁。

51) J.ウィゼリング著、日本紡績協会調査部訳編（1954）『繊維捺染業における貿易の自由化』日本紡績協会調査部、調査資料228号、12-13頁。

52) ヴァンニ・コデルッピ（2005）『イタリアにおける社会的トレンド、ファッション、消費』土屋淳二編『イタリアン・ファッションの現在』、48-49頁。

均経済成長率は5.6%に達する状態となっていた⁵³⁾。1960年代の半ばから新しいトレンドが生まれ、これはアールヌーヴォーの再登場であった。その後すぐにアールデコへと人気が変わった。アールデコはポップアートと関連しており、その柄は風船柄、水玉、渦模様など、太さと細さ、強い色調のコントラストで強調された⁵⁴⁾。

フランスでは1957年にパリで婦人服のプレタ・ポルテ（既製服）の展示会が最初に開催され、この種の衣服が発展していくこととなった。プレタ・ポルテの特徴は、手の届きやすい価格設定にありながらも、革新的なデザインをもち、高い技術によって支えられた衣服という点であり、従来存在していた工場ラインでの規格製品と高級仕立服の区別がなくなり、両者の中間に位置する衣服の形態が登場した⁵⁵⁾。プレタ・ポルテの登場により、アルタ・モーダは地位を失うことになった。この後アルタ・モーダは最新のファッションを提案することをなく、豪華な世界をつくりあげ、その永遠性のイメージを保持することに重点をおくようになった。実際、アルタ・モーダによる年間売り上げは3,000着に過ぎず、プレタ・ポルテのラインや化粧品・香水のライセンス・ビジネスが重要になっている⁵⁶⁾。

1960年代後半から数年のうちにロータリースクリーン捺染機が台頭し、その増加は目を見張るものがあった。ロータリースクリーン捺染機は1963年のハノーヴァーフェアに初登場し、その後改良が加えられ、実用的な捺染がおこなわれはじめたのは1965年頃からである。1972年のプリント生産量はアメリカで25億平方メートル以上、ヨーロッパで20億平方メートル以上、日本で11億平方メートル以上とみられ、ロータリースクリーン捺染機が生産する割合は不明であるが、表5にヨーロッパでの設置台数が示されている。ロータリースクリーン捺染機のメーカーとしてオランダのStork社、オーストリアのPeter Zimmer社、Johannes Zimmer社の2社、イタリアではReggiani社、Meccanotessile社があげられる⁵⁷⁾。日本においてもロータリースクリーン捺染機は1971年に21台、1972年に27台となり、明らかに増加傾向であることは指摘されている⁵⁸⁾。また、ロータリースクリーン捺染機の設置台数の増加は、織物からニットへの製品移行が関連している。ニット製品はローラー捺染機で一番適さない機種であった⁵⁹⁾。

53) ピッコリ (2005), 6-7頁。

54) Robinson (1969), *A history of printed textiles*, pp. 51-52.

55) ヴァンニ・コデルッピ (2005) 「イタリアにおける社会的トレンド、ファッション、消費」土屋淳二編『イタリアン・ファッションの現在』, 56頁。

56) ヴァンニ・コデルッピ (2005) 「イタリアにおける社会的トレンド、ファッション、消費」土屋淳二編『イタリアン・ファッションの現在』, 58頁。

57) 矢代泰造 (1974) 「ロータリースクリーン捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 431-436頁。

58) 矢代泰造 (1974) 「ロータリースクリーン捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 431-436頁。

59) 本多宏 (1974) 「ローラー捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 426頁。編機および靴下編機の輸出額も、1983年度は136億円であったが、1987年度は328億円と急速に増加している。(イタリア貿易振興会 (1989) 『イタリアの繊維機械 Italia oggi』, 11頁。)

表5 1970年欧州主要国および日本のスクリーン捺染機設置台数

	フラットスクリーン	ロータリースクリーン
西ドイツ	116	38
フランス	93	22
イタリア	45	15
イギリス	81	8
日本	292	13

(資料) 矢代泰造 (1974) 「ロータリ スクリーン捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 431頁。

フラットスクリーン捺染機はローラー捺染機と競合しないが、ロータリースクリーン捺染機とローラー捺染機には競合があった。これは、ロータリースクリーンの彫刻費が高かったためであるが、1970年代になるとローラー捺染機の彫刻費も高騰し、ロータリースクリーン捺染機が増加していた⁶⁰⁾。ロータリースクリーン捺染機の特徴は、ローラー捺染の生産性、スクリーン捺染の品質に近いという点である。ロータリースクリーン捺染は受注生産向きであり、ローラー捺染は自家生産に向いていることから、1970年代においてはヨーロッパではローラー捺染はまだ少数派ではなかった⁶¹⁾。

1960年代のイタリアの染色加工業は拡大過程にあり、浸染よりも捺染の拡大が指摘された。染色加工業全体の加工金額は、限られたデータであるが、1966年に51,680百万リラで、1967年に54,400百万リラであった。イタリアはEEC結成による市場拡大の利益を享受し、ドイツとともに輸出超過国となった。とくに捺染品においては低賃金と独創的なデザインを武器に、イタリア製品の他の欧州諸国への流入がしばしば話題となった。とくに特徴として挙げられることは、一つにスクリーン捺染が早くから急速に普及していたこと、二つ目にニット捺染に対する着手が早かったことである⁶²⁾。

イタリアの繊維機械輸出の顕著な増加は1980年代にみられる。また1986年以降5年間で、繊維機械の輸出額は19億7000万米ドルから1990年約36億米ドルへと約2倍となった。繊維機械のうちプリント機械が含まれる仕上機械のシェアは17%となっている⁶³⁾。1980年代後半のイタリアの繊維機械は輸出の側面から非常に成長していた分野であることがわかる。

イタリアの主な捺染機製造企業であるベルガモのレッジャーニ社 Reggiani⁶⁴⁾ は、1983年か

60) 本多宏 (1974) 「ローラ捺染」『繊維機械学会誌』27 (7), 426頁。

61) 「ロータリースクリーン捺染機について (染色仕上機械調査報告 4)」『繊維工学』23 (10), pp. 749-753.

62) 繊維工業構造改善事業協会 (1968) 『欧州の染色工業事情』繊維工業構造改善事業協会, 23頁。

63) 社団法人日本繊維機械協会 (1993) 『平成4年度欧州繊維機械産業の実態調査研究報告書』財団法人機械振興協会・経済研究所, 35-36頁。

64) レッジャーニ社はコモのティコーザ社 Ticoso と並ぶ、1960年代のイタリアにおける二大染色会社

らコンピューター制御によるプロセス管理や工場内の別工程への連動をもとに、品質の安定性や生産効率の上昇、正確な再現性、少人数による高生産性を追及し、36色プリントのロータリースクリーン捺染機を完成させた。同社の捺染機開発の特徴は、それまで捺染機の単体単機能であった生産体制を、いかに工程間を連動させるかというところに設計の概念があった。つまり、ロータリースクリーン捺染機の洗浄や織物の自動カット・結反、ロータリースクリーンの自動取り付け及び取り外しの部分で改良がすすめられた⁶⁵⁾。

このような輸出の急増は、制度的な面の支援からも説明することが出来る。EC 主要加盟国は1970年代の機械工業の遅れから、生産工程の自動化をすすめるためのハイテク機械の導入を計画する繊維機械工業を含めた産業に対して、中小企業への支援をおこなっている。イタリアでは1983年に法律第696号によって、繊維機械部門へ2,730億リラの投資助成がおこなわれた。さらに、輸出を奨励するための措置として1981年に法律第394号により特別基金が設置され、EC 諸国以外の地域で事業拡張計画を推進する場合、公定歩合の55%に相当する優遇利率で融資を受けることができ、全融資額の3分の1まで前貸金として受取ることが可能であるという特徴があった。また、輸出リスクに対する保険の制度も整えられた。1977年の法律第227号に基づき輸出信用保険課が設置され、これは中堅・中小企業に優先権を与え、どのような期間においても輸出に対する支払いの保険に入ることができるものであった⁶⁶⁾。

染色機、捺染機、仕上機械の分野は技術革新の中核をなしていた。製品としては成熟期に入る分野であるが、染色の均染性や捺染デザインの独創性といった点で製品の質を高め、様々な応用を目指して開発が続けられた。とくに、磁石、コンピューター制御、モニタリング機構を備えたロータリースクリーン捺染機の技術に注目が集まった⁶⁷⁾。イタリアのメーカーが提供しうる捺染機のタイプは、ロータリー式にとどまらず、フラット式、テーブル式にまでおよんだ⁶⁸⁾。また、連続処理法の開発が盛んで、これは綿工業における「省力化」への根強い要求があったことの現れである。

イタリアの繊維機械の成功の要因として、国内に繊維機械を使用する企業が多くあること、繊維機械製造と繊維産業の部門間のネットワークが非常に発展していることで、機械メーカー

のうちの一つであった。Edison 社の系列に属しているが、資金的な連携はなく、完全な受託加工業者だった。スクリーン捺染機、水染機に力を入れ、とくにソ連向けに連続高速生産を特色とするウォッシュ・アンド・ウェアのプラントを輸出した。加工を委託する企業が多数いることから、高速連続処理をおこなう織物の種類も多く、品質の安定を確保するために生産技術上の問題解決に努力が払われた。(繊維工業構造改善事業協会 (1968) 『欧州の染色工業事情』繊維工業構造改善事業協会、25 26頁。)

65) 小澤正人 (1991) 「イタリア/レジアニ社における最近のロータリースクリーン捺染機の動向」『繊維加工 増刊 捺染手帖』vol. 43, 122 123頁。

66) 日本貿易振興会 (1989) 『イタリアの繊維機械部用品市場』日本貿易振興会、59 60頁。

67) イタリア貿易振興会 (1989) 『イタリアの繊維機械 Italia oggi』, 20頁。

68) イタリア貿易振興会 (1989) 『イタリアの繊維機械 Italia oggi』, 70頁。

とユーザーの協力関係が構築されていることが挙げられる。さらに重要な点は研究開発の面で、売上高の10%以上を研究活動に投資している会社が多数存在していたことである⁶⁹⁾。

絹業でいち早くフラットスクリーン捺染技術が導入され、第二次大戦中もその技術の改良に余念がなかったこと、また戦後においてもロータリースクリーン捺染機械開発・製造および普及が国内の製造業者によっておこなわれた。1980年代に起こる繊維機械輸出拡大の動きは、欧州統合の動きに合わせ、またニット製品に対する捺染にも積極的に取り組み、デザインの幅を広げるような捺染機械の開発を加速させたと言える。

4. インクジェット技術の将来性とデジタル捺染市場の拡大

本節ではインクジェット捺染について観察する。インクジェット技術は現在進行形で発展を遂げており、限られた情報ではあるが、その方向性を検討する。インクジェット技術は、1920年代と1930年代のインクジェット記録装置の特許出願とその発行から萌芽がみられる。1928年のRichard Howland RangerとFrancis G. Morehouse、1929年には電気チャージ式のリサイクル装置のClarence W. Hansell、1938年にはドイツのKurt Gemscherの発明があった。同年Chester Carlsonはニューヨークでアナログ電気写真を発明し、そのパートナー企業のHaloidは、20年の時間をかけ1949年にHaloid A1を、1955年にCopyfloの発明が続いた。その後、1959年にXerox 914が紙への印刷に成功する⁷⁰⁾。

テキスタイル用インクジェット捺染機は、紙の印刷に遅れて、1991年ITMAハノーヴァー展で登場した。最初はインク滴射方式であり、連続的にインクを吐出させるもので、量産加工前のサンプル作成用として期待された。その後、必要に応じてインクを吐出させる方式が大勢を占めるようになった。印捺方式は主に二種類ある。一つは、織物の幅方向へスキャンし、インクを付与しながら間欠的に移動するスキャン方式であり、これが主力となり、2011年開催のバルセロナ展では高速機が登場した。一方、シングルパス方式は、連続的に移動する織物の幅方向に並べられた固定ヘッドからインクを吐出させる方式で、2015年のミラノ展ではこのシングルパス方式の有用性がアピールされた。現在の市場では、スキャン方式とシングルパス方式が共存しており、それぞれ間欠的にプリントするフラットスクリーン捺染機と連続的にプリントするロータリースクリーン機の置き換えが目指されている⁷¹⁾。

まず、インクジェットプリンターの長所と短所をみてみたい。インクジェットプリンターを用いたデジタル捺染の特徴は、四つ挙げられる。まず初めに、版が不要であることからサンブ

69) イタリア貿易振興会 (1989) 『イタリアの繊維機械 Italia oggi』, 21頁。

70) V. Cahill (2006), 'The evolution and progression of digital printing of textiles,' H. Ujiie (ed.), *Digital printing of textiles*, Cambridge: Woodhead publishing limited, p. 2.

71) 伊藤高廣 (2016) 「捺染業から見たインクジェット」 『色材協会誌』 89 (10), 345頁。

ル作成から小ロット生産まで短納期が実現できる。従来の捺染工程は専用の版を布地に押し付けて印刷しており、版の製作や洗浄を繰り返す必要があった⁷²⁾。二つ目に、デザイン変更が容易で、版数制限が無くグラデーションも可能であること、三つ目に、インクジェット捺染は多品種少量生産に向いており、廃液も少なく環境に優しい点が挙げられる⁷³⁾。インクジェット捺染の特徴は、水の使用量が非常に抑制されることである。従来のスクリーン捺染では、染色したのちに版をきれいに水洗いする必要があり、化学薬品を大量に含んだ水はそのまま排水できないため、スクリーン捺染工場では巨大な水処理装置の設置が求められる。一方、インクジェット捺染では洗浄工程を省くことができるため、水の使用量を約6割減らすことができる⁷⁴⁾。最後に、従来捺染は彫刻士や捺染士といった職人技に依存してきたが、インクジェット捺染はそれらのノウハウをデジタル技術で置き換える力をもっている⁷⁵⁾。

インクジェットプリンターによる布地上へのデジタル印刷は1990年代の終わりには始まっており、生産量は全世界で一年間に約300億平方メートルといわれているが、その後のデジタル化の進展は遅く、その比率は3%にとどまっている⁷⁶⁾。従来のインクジェットプリンターの印刷速度は、ロータリースクリーン印刷と比較すると数分の一以下であり、これがデジタル化を遅らせる要因となっていた⁷⁷⁾。2017年には版をつくるアナログ式のスクリーン捺染が大半で、デジタル捺染は全体の5%程度にとどまる⁷⁸⁾。オーダーメイド品の普及が予想されるアパレル業界で需要が増加すると考えられている。

現代においてインクジェット技術はさらなる進化が期待される分野である。デジタル捺染市場の規模は2015年時点で約750億円であり、年間25%伸びると期待されている分野である⁷⁹⁾。ヨーロッパはデジタル捺染市場の大半を占めており、その大多数がイタリアに集中している。イタリアにおいては2010年の推計で、高生産型捺染機市場におけるプリント生産量のシェアは全体の約60%を占めるに至っている⁸⁰⁾。イタリアのなかでも高級アパレル集積地であるコモ地

72) 「衣料品製造、進む自動化、機械各社、品質安定や人手不足に対応。」『日本経済新聞』朝刊、2016年5月4日。

73) URL: http://japan.mimaki.com/topics/product/inkjet_printer/features_digital_print.html/ (閲覧日 2018年3月28日)

74) 杉原淳一 (2017) 「アパレル業界の少量多品種生産を支える技術」『日経ビジネス』2017年4月17日号、78-79頁。

75) 伊藤高廣 (2016) 「捺染業から見たインクジェット」『色材協会誌』89 (10), 349頁。

76) 竹内節, 三觜拓, 樽井将則 (2016) 「捺染市場におけるインクジェットプリンター技術」『日本画像学会誌』55 (5), p. 619.

77) 竹内節, 三觜拓, 樽井将則 (2016) 「捺染市場におけるインクジェットプリンター技術」『日本画像学会誌』55 (5), p. 619.

78) 「ミマキエンジ、布地印刷の捺染用プリンター、のり付け・蒸し装置製造、豪社から事業買収。」『日本経済新聞 地方経済面長野』, 2017年11月21日。

79) 「エプソン、捺染、伊社を完全子会社に。」『日経産業新聞』2015年6月3日。

80) 柴谷正也 (2011) 「最近の産業用インクジェット技術について」『日本印刷学会誌』48 (4), 248頁。

域の捺染業界はデジタル化にいち早く注目し、インクジェットテキスタイルプリンターを導入してきた。伝統的に捺染中心地であるイタリア北部は水質汚染が認識されている地域であり、水質改善のための行動が求められている点も導入の大きなモチベーションとなっている⁸¹⁾。

染色業者が集積するコモ地方は2000年代以降中国産捺染品などの低価格製品に押されて、染色業の存続が危ぶまれるようになった。地元の商工会議所がデザインやブランド力を維持しながら納期を短くして低コストで少量多品種生産の可能性を模索する中で、デジタル捺染市場が誕生した⁸²⁾。従来は主にサンプル生産を目的とした低中速機種を導入がすすんだが、近年デジタルで量産品まで製造する需要が高まっている。その他「欧州の工場」とよばれるトルコの捺染業界でもデジタル化が普及し、さらに世界の捺染市場の約3割を占める中国でも、デジタル捺染の成長が見込まれている⁸³⁾。

コンピューターを用いて生地を作成するテキスタイルデザイナーは1990年代初めから増加し、コンピューターから直接生地に印刷するシステムの開発が始められた。製版での捺染は少量生産の場合採算が取れず、さらに使用できる色も10色と制限があるが、デジタル捺染では小ロットにも対応でき、色も計算上では1,670万色使用できる⁸⁴⁾。

2017年度の日本の国内プロダクションプリンター⁸⁵⁾ 市場に関する2017年第3四半期の実績では、プロダクションプリンターの出荷金額は60億8000万円で、前年同期より14.6%減少している。しかしながら、高速インクジェットプリンター出荷金額は前年同期比67.7%増の20億6000万円となり、プロダクションプリンター市場の3分の1を占めるまでに成長している⁸⁶⁾。

高速インクジェットプリンター市場は、2000年代後半から継続的に製品が市場に投入されている。高速インクジェットプリンターの優位性は以下の点である。印刷速度や印刷コストがレ

81) ZDHC (2014), *Right to know chemical disclosure methodology research*, Zero discharge of hazardous chemicals programme, pp. 1-16.

82) 「日本発・世界のヒット商品：イタリア 生地にデザインを印刷するプリンター セイコーエプソン」『毎日新聞 東京朝刊』, 2015年2月1日。

83) 「コニカミノルタ、イタリアのインクジェットテキスタイルプリンター販売会社を買収」『日経速報 ニュースアーカイブ』, 2014年10月14日。2014年コモ県にあるヴェルガ社を買収し社名を「コニカミノルタ IJ テキスタイルヨーロッパ」に変更した。トルコや東欧への販路を活用して機械の設置数を増やし、消耗品で稼ぐことを目的とした。大手衣料品メーカー「H&M」や「ZARA」などでもインクジェット方式の商品を採用し始めている。(「コニカミノルタ 伊の印刷機代理店買収」『日経産業新聞』, 2014年10月15日, 6頁。)

84) 「[繊維にかける] 進化するプリント 石川県根上町」『毎日新聞 東京朝刊』, 1999年2月22日。

85) プロダクションプリンターとは、カラーの印刷速度70枚/分以上とモノクロの印刷速度110枚/分以上のレーザープリンターおよび高速インクジェットプリンターを指し、ラベル/パッケージ用のプリンターは含まない。高速インクジェットプリンターとは、インクジェット技術を使って連続紙(ロール紙)に高速に印刷できるプロダクションプリンターのことである。

86) 「IDC Japan, 2017年第3四半期 国内産業用高速インクジェットプリンター市場概況を発表」『日経速報 ニュースアーカイブ』, 2018年1月22日。

ーザープリンターと比べて優位であること、熱が発生しないため様々な素材に印刷することができ、B2サイズの紙が印刷可能となった⁸⁷⁾。また、綿・麻素材印刷に適した捺染顔料インクと、ポリエステル素材に適した昇華染料インクを同じ機種で利用できるようになり、システム制御によりインクを取り換えても取り換え以前のインクと印刷時に混ざり合わないようにするなど、インク品質とインク関連の技術が向上し、印刷品質が改善した⁸⁸⁾。

捺染分野ではセイコーエプソン社がイタリアのコモ地域に次々と研究開発拠点を開いている。もともとイタリアのロプステリ兄弟社 Fratelli Robustelli S. r. l. は2003年にエプソン社と共同でインクジェットデジタル捺染機「モナリザ Monna Lisa」を開発し、ロプステリ社はその製造と販売を担ってきた⁸⁹⁾。また、セイコーエプソン社は捺染用インク販売・捺染前後工程の処理剤の製造販売・化学処理のコンサルティングを手がける世界大手のフォルテックス社 For. Tex S. r. l. と2003年から提携を始め、2012年に50%の出資を決定した⁹⁰⁾。

この「モナリザ」は高精細な印刷と高い生産性を誇り、高品質・高級ブランドのアパレルメーカーを中心に高い評価を得ている。この捺染機の特徴は、絹・麻・綿・羊毛などの天然繊維からナイロン・ポリエステル・レーヨン・アセートレーヨンなどの合成繊維まで、幅広い捺染が可能な三種の反応性インクを備えており、通常の色彩に加え、オレンジ、ブルー、レッド、グレイなどの特色を採用して幅広い色再現範囲をもつこと180ノズル8列の自社ヘッドを12個分搭載し、合計17,280ノズルを用いることに加え、ドットサイズ可変印刷を採用することで高い生産性を確保しながら、高品質な印刷が可能になった⁹¹⁾。

フォルテックス社およびロプステリ社とともに2014年4月に衣料品印刷技術の工程を見学できるテキスタイル・ソリューションセンター Textile Solution Center を開設しており、2016年に捺染用プリンター製造に強みを持つロプステリ社を買収するなど、成長を見込んだ買収や事業拡大の動きが続いている。同時にイタリアの衣料品印刷技術の研究開発拠点として「イノベーション・リサーチラボ」と「プリンティング・リサーチセンター」の二ヶ所開設した。前者は繊維製品を染色する捺染用インクの開発にあたり、後者は捺染用インクジェットプリンターの技術を開発する⁹²⁾。

87) 「IDC Japan, 2017年第3 四半期 国内産業用高速インクジェットプリンター市場概況を発表」『日経速報ニュースアーカイブ』, 2018年1月22日。

88) 「ミマキエンジ, 布用プリンター, インク2種搭載。」『日本経済新聞』 地方経済面長野, 2017年3月4日。

89) 「エプソン, デジタル捺染ビジネス強化で捺染印刷機メーカーの伊社を買収」『日経プレスリリース』 2016年6月23日。

90) 「衣料プリンター用インク大手に出資, エプソン, 50%。」『日経産業新聞』, 2012年3月1日。

91) 柴谷正也 (2011) 「最近の産業用インクジェット技術について」『日本印刷学会誌』 48 (4), 248頁。

92) 「イタリアに2 研究拠点, セイコーエプソン, 衣料品印刷で。」『日経産業新聞』, 2016年12月15日。 ; 「エプソン, デジタル捺染技術の研究開発施設をイタリアのコモ地域に2 カ所開設」『日経速報ニュースアーカイブ』 2016年12月14日。

先に述べた「モナリザ」シリーズは最新機種⁹³⁾の製造が始められており、イタリアのグループ企業が開発から製造・販売を担ってきたが、日本国内でも2019年度に長野県塩尻市の広丘事業所が拠点となりアジア・オセアニア地域での供給販売を拡大する計画である⁹³⁾。2018年にはセイコーエプソン社の大容量インクジェットプリンターの世界販売が3,000万台を突破し、約150の国と地域で販売をしており、大容量インクタンク搭載モデルの売上げは新興国、先進国ともに好調であった。同社は従来の消耗品で稼ぐビジネスモデルからの脱却を狙っている⁹⁴⁾。

イタリアのとくにコモ地域の染色は世界最高と評されているが、このように評される背景として、国内には全体的スタイル分野にわたりあらゆる素材がそろっていること、織物からニット、アパレル製品まですべてが国内にあり、原料部門から販売部門まで各段階が強いことが指摘されている⁹⁵⁾。捺染機メーカーは、多様化する素材を利用し、捺染技術において世界に先駆けてデジタル捺染という新しい技術を取り入れている。その研究開発においては、イタリア国内の高級ブランドを擁するアパレルメーカーの意見をすぐに取り入れることができる環境に優位性があり、高付加価値な捺染機を実験的に用いて、製品を製造するという捺染市場の活性化に成功しており、このような状況はこれからもしばらく続くと考えられる。

おわりに

本稿では、ローラー捺染からインクジェット捺染までの技術の変化を観察することで、捺染機械の技術発展は、高品質と高速性、さらに少品種小ロットを目指した開発とともにあることが明らかとなった。また、イタリアは、最初の捺染機の革命であるローラー捺染に関して、その普及はイギリスやその他のヨーロッパ諸国と比較すると遅かったと言える。しかしながら、その後あらわれたフラットスクリーン捺染、ローラースクリーン捺染、インクジェット捺染については、他の捺染製品製造国と比較しても素早く対応していることが明らかとなった。

ローラー捺染機は発明されて以来現在まで使われ続けており、その長所は織物の捺染における色の均染性であった。他のヨーロッパ諸国と比較すると、イタリアにおけるローラー捺染の普及速度はそれほど速くはなかったと言えよう。しかしながら、1920年代から1930年代にかけてロンバルディア地方で捺染業の広がりがみられ、絹業の中心地であるコモ地域ではイタリアで最初に機械捺染が取り入れられた。同地域では絹業におけるデザイン性を追求する中で、1930年代の後半からスクリーン捺染機が導入され、高い評価を得るに至り、第二次世界大戦中

93) 「捺染印刷機を国内生産」『日本経済新聞 地方経済面長野』2018年7月19日。

94) 「大容量インクジェットプリンター世界販売 累計3000万台突破」『日経産業新聞』、2018年8月1日、4頁。

95) 丹野平三郎(1992)「イタリア繊維産業の発展と今後の課題」『産業学会研究年報』第8号、1 15頁。

も製造を完全に中断することはなく、捺染技術の改良が加えられた。

また、戦後になるとイタリアの捺染機メーカーが他の主要捺染機メーカーと並び世界の技術の中心となっていることが明らかとなった。とくに1960年代後半から急速に普及するロータリースクリーン捺染機の製造ではEECの域内関税引き下げを享受しながらメーカーが輸出を伸ばした。さらに、インクジェット技術の開発が進むと同時に、イタリアの特にコモを中心として捺染技術の改良と開発が国内のアパレルメーカーとの繋がりによって加速されていることが確認された。このインクジェット技術はスクリーン捺染を代替する技術であり、今後の市場の拡大が期待される。

本稿においては、捺染機械の技術的な発展を長期的な視点で把握することが目的であったことから、さらに比較検討するための機械工業およびニット産業におけるイタリアやその他の主要製造国の観察については今後の課題としたい。

参考文献

- Associazione nazionale industriali tintori, stampatorie finitori, *Tintoria*, Aracne.
- Associazione cotoniera Italiana (1923), *Annuario dell'industria cotoniera Italiana 1923*, Milano: Capriolo & Massimino.
- Banca commerciale Italiana (1932), *Movimento economico dell'Italia raccolta di notizie statistiche per l'anno 1931*, Milano: Capriolo & Massimino.
- Blaszczyk, Regina Lee (2012), *The color revolution*, Cambridge, Massachusetts and London: The M. I. T. Press.
- Ente Nazionale Serico (1940), *Annuario Serico della industria serica italiana*, Milano.
- Fothergill, J. B. (1934), "Progress in calico printing," Rowe, F. M. and Clayton, E. (eds.), *The Jubilee issue of the journal of the society of dyers & colourists 1884 1934*, Bradford: The society, pp. 115 126.
- Knecht, Edmund & Fothergill, James Best (1912), *The principles and practice of textile printing 1st ed.*, London: Charles Griffin & Company Limited.
- Knecht, Edmund & Fothergill, James Best (1924), *The principles and practice of textile printing 2nd ed.*, London: Charles Griffin & Company Limited.
- Knecht, Edmund & Fothergill, James Best (1936), *The principles and practice of textile printing 3rd ed.*, London: Charles Griffin & Company Limited.
- Knecht, Edmund & Fothergill, James Best (1952), *The principles and practice of textile printing 4th ed.*, London: Charles Griffin & Company Limited.
- Robinson, Stuart (1969), *A history of printed textiles*, Cambridge=Massachusetts: The M. I. T. Press.
- Rosina, Margherita, Bellezza (2001), "Como printed silk for women's wear: a century of tradition and innovation," Buss, Chiara (ed.), Fondazione Antonio Ratti, *Silk the 1900's in Como*, Milano: Silvana editoriale.
- Saviolo, Stefania e Testa, Salvo (2005), *Le imprese del sistema moda*, 2a edizione, Milano: Rizzoli Etas.
- Ujiie, H. (ed.) (2006), *Digital printing of textiles*, Cambridge: Woodhead publishing lim-

ited.

- ACIMIT (2017), *Italian Textile Machinery State of the Industry Report 2017: Positive Growth Through Third Quarter*, Rassegna stampa ACIMIT, 23 Ottobre 2017.
- Holme, I. (1992), 'Market development: challenge to dyeing and finishing,' *Review of progress coloration*, 22 (1), pp.1 13.
- Krugman, Paul (1980), 'Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade,' *The American economic review*, 70 (5), pp.950 959.
- O'Brien, D. P., (1964), 'Patent protection and competition in polyamide and polyester fibre manufacture,' *The Journal of industrial economics*, 12 (3), pp. 224 235.
- Schofield, J. S. (1984), 'Textile printing 1934 1984,' *Review of progress coloration*, 14 (1), pp. 69 77.
- ZDHC (2014), *Right to know chemical disclosure methodology research*, Zero discharge of hazardous chemicals programme.

外務省通商局編 『海外経済事情』。

イタリア貿易振興会ローマ本部編 (1989) 『イタリアの繊維機械 Italia oggi』, イタリア貿易振興会。

安部田貞治 (2013) 『合成染料工業の歴史』 繊維社。

明石厚明編 (1943) 『日本機械捺染史』 日本捺染史刊行会。

内田星美 (1966) 『合成繊維工業』 東洋経済新報社。

間間正雄 (2014) 『テキスタイル事典』 ナツメ社。

社団法人日本繊維機械協会 (1993) 『平成4年度欧州繊維機械産業の実態調査研究報告書』 財団法人機械振興協会・経済研究所。

辻ますみ (1996) 『ヨーロッパのテキスタイル史』 岩崎美術社。

土屋淳二編 (2005) 『イタリアン・ファッションの現在』 学文社。

日本貿易振興会 (1989) 『イタリアの繊維機械部用品市場』 中小企業商品マーケティングシリーズ, 日本貿易振興会。

ムツアレリ著, 伊藤亜紀他訳 (2014) 『イタリア・モード小史』 知泉書館。

伊藤高廣 (2016) 「捺染業から見たインクジェット」 『色材協会誌』 89 (10), 345 349頁。

柴谷正也 (2011) 「最近の産業用インクジェット技術について」 『日本印刷学会誌』 48 (4), 246 250頁。

染色仕上機械調査委員会 (1970) 「ロータリースクリーン捺染機について (染色仕上機械調査報告 4)」 『繊維工学』 23 (10), 749 753頁。

竹内節, 三菊拓, 樽井将則 (2016) 「捺染市場におけるインクジェットプリンター技術」 『日本画像学会誌』 55 (5), 619 624頁。

丹野平三郎 (1992) 「イタリア繊維産業の発展と今後の課題」 『産業学会研究年報』 第8号, 1 15頁。

西島靖元 (1974) 「フラット スクリーン捺染」 『繊維機械学会誌』 27 (7), 428 430頁。

日野真紀子 (2012) 「1919 1929における北部イタリア「絹織物」の輸出拡大」 『社会経済史学』 78 (1), 3 24頁。

日野真紀子 (2015) 「1930年代におけるイタリア染料工業の発展」 『同志社商学』 67 (1), 43 62頁。

日野真紀子 (2018) 「1930年代におけるイタリア人絹・絹織物輸出拡大の要因」 『社会経済史学』 84 (1), 95 120頁。

本多宏 (1974) 「ローラ捺染」 『繊維機械学会誌』 27 (7), 422 427頁。

矢代泰造 (1974) 「ロータリ スクリーン捺染」 『繊維機械学会誌』 27 (7), 413 416頁。