

第24号

衣笠纖維研究所報告

2020

公益財団法人 衣笠纖維研究所

2021年3月発行

2020
Annual Report of
Kinugasa Research Foundation
for Textile Science

Kitano Shimohakubai, Kita-ku,
Kyoto 603-8326, Japan

目 次

研究・技術開発事業

自主的研究：近畿地方の織物に関する調査研究

滋賀県・甲津原の麻織物	根岸 明子・・・・・・・・ 1
浜ちりめんと西勝縮緬	岡田 倫子・・・・・・・・ 6
播州織から見えてくるもの	井上 佳彦・・・・・・・・12
京都府・三和町タオル産地の実態と課題	廉屋 巧・・・・・・・・16
兵庫県における天然繊維産業の地域的分業	古澤 壽治・井上 佳彦・・・・・・・・22

助成研究

ナイロン 4, 6 の合成中間体プトレッシンの微生物生産法の開発	鈴木 秀之・・・・・・・・31
シルクを用いた好風合い・消臭機能素材に関する研究	小田 明佳・・・・・・・・37
Effect of Inlaid Elastic Yarns and Inlaid Method on Compression Behaviour of Weft-knitted Spacer Fabric	Annie YU・・・・・・・・42

教育支援事業

教材開発

京都市立正親小学校 4 年生の授業 「総合的な学習の時間」への支援	中山 伸・・・・・・・・47
衣笠繊維賞（教育部門）	・・・・・・・・・・・・・・・・49

2020（令和 2）年度 衣笠繊維研究所理事および評議員の活動状況

学会等での講演、講義活動、各種会議、展示会等	・・・・・・・・・・・・・・・・51
------------------------	--------------------

滋賀県・甲津原の麻織物

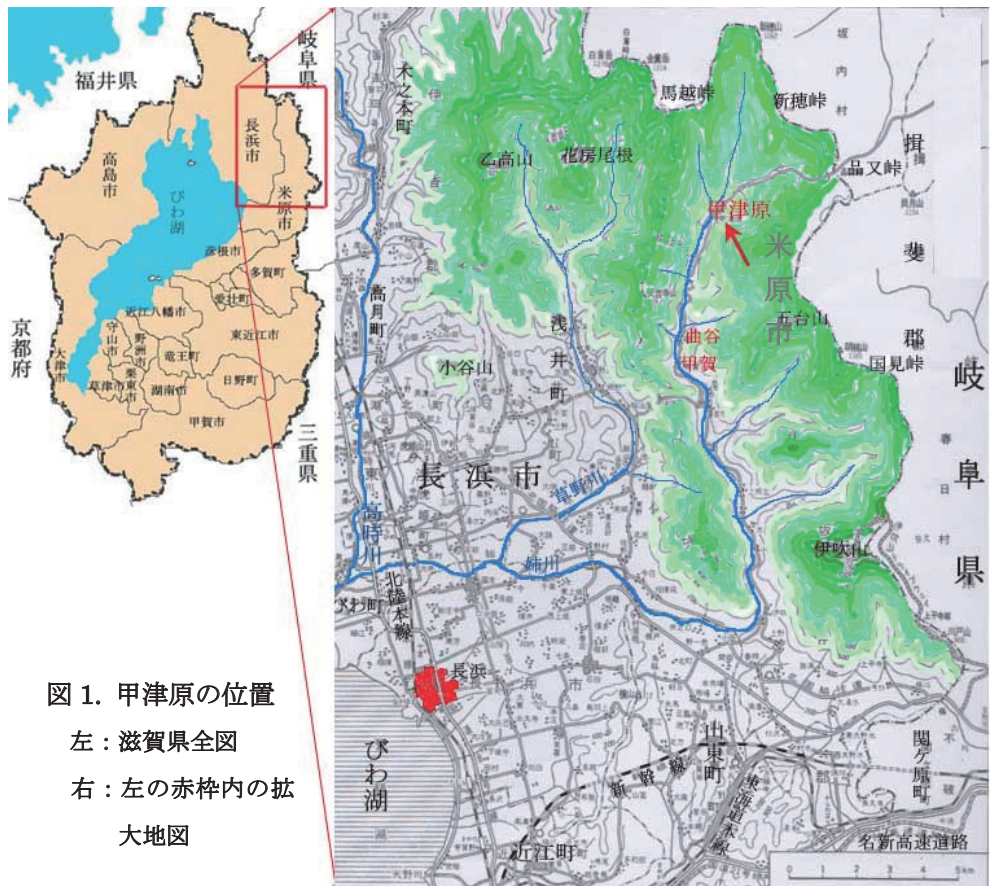
根岸 明子

公益財団法人 衣笠繊維研究所 〒603-8326 京都市北区北野下白梅町 29 番地

滋賀県米原市の北部、姉川の源流地域に甲津原（図 1）という現在およそ 50 戸ほどの集落がある。ここは奥伊吹とも呼ばれ、海拔 540m~580m の位置にある。冬季には日本海から吹きぬける寒冷な季節風が伊吹山に当って雪を降らせ、積雪量は 2~4m にもなる。昭和 45 年の奥伊吹スキー場開設に伴って姉川沿いに自動車の通れる道が出来、その後平成 12 年の姉川ダム竣工時に 2 車線の舗装道路が完成して現在は容易に麓まで下ることができる。しかし、かつては姉川溪谷に沿って下る道は険しく危険だった。そのため人々は周囲の山々の峠道を生活道路としていた。岐阜県に通じる峠道は平安時代にすでに 3~4 本有り、目的に応じてそれぞれの道を使っていた。岐阜県の揖斐川町方面との交流から、そちらとの縁戚関係も多く、生活様式や文化も伝わった。その形跡は今も、ことば、柴や萱の束ね方、生活習慣などに見出すことができる[1,2]。

姉川峡谷全体が美濃国と近江国を結ぶ物流の経路にあたり、職人や行商人が盛んに行き来していた。甲津原から峠を越えた揖斐川流域の村々では古代より和紙を生産していた。中山道を利用するより

も早くて便利だったので、江戸時代には多くの美濃紙や生糸が岐阜県から甲津原経由で滋賀県の湖北に出荷された。このように、甲津原を中継点とする峠道は間道として重要な役割を果たしていた。江戸時代の甲津原は間道の宿場としても利



用され、天保 8 年には住居約 150 戸、8 軒の宿が有ったと伝えられている[1]。

甲津原では古くから麻の衣料を自給自足していた。特にずぼんのようにはくユキバカマは特徴的で古代の民俗を伝えているとされている。麻は大麻で、かつては各戸が麻畑を持ち、その面積は野菜畑の面積の何倍も広がった。村の入り口の広場に萱葺き屋根の民家がそのまま移築され、「奥伊吹ふるさと伝承館」として麻織物に関する種々の資料などを展示している。展示されているユキバカマは太目の麻糸で織られ、一針ぬきの手縫いでしっかりと仕立てられていた。

麻の栽培は少なくとも昭和 46 年まで行っていた[3]。そのため実際に大麻を育て、機織り(図 2)をして衣料に仕立てていたという女性二人から話を聞くことができた。麻布を織り、衣料を作ることは女性の重要な仕事であった。麻を種から育てて 2 年がかりで衣料にする。ここで作られる麻織物の衣料は、上衣はテナシ、下にはくものはユキバカマと呼ばれている。いずれも男女で仕立て方や染め方が異なる。



図 2. 機織りに用いた「いざり機」

機の下にある壺には、経糸に塗る糊が入っている。

奥伊吹ふるさと伝承館で撮影



図 3. 麻を用いて織った上衣「手なし (テナシ)」(a) と「雪袴 (ユキバカマ)」(b)

(a) は、奥伊吹ふるさと伝承館で撮影、(b) は文献[2]より著者の許可を得て掲載

上衣はテナシ（手無し）（図 3）と呼ばれているが袖は付いている。テナシのみを藍で染色する。男性用は「十四ごもん」というゴマ粒ほどの白い紋を、女性用は「ちょぼちょぼかすり」ともいう麻の実ほどの白い紋を全体に浮かせた柄に染める。染色は甲津原では行わず、浅井町（現・長浜市）の飯山または当目に出した。丈の短いものと長いものがあり、長いものは女性のみが着用した。

下にはくユキバカマは雪で晒した白いままの麻布で仕立てる。上部の腰の部分は一般のはかまと同様に前後に分かれており、ひもで巻いてとめるようになっている。ハカマのひだは、前は内向きに、後は外向きにたたまれている。下の方はずぼんのように細くなっており、足の太い男性用は長方形のまち布が裾まで入っているが、女性用のまち布は三角形で、裾に向かって細くなり、途中までしか入っていない。それぞれの体に合わせて仕立てられ、着易く、動きやすいため、山仕事、野良仕事、山道の往復などに非常に適している。麻布は綿布よりはるかに丈夫で、雨や雪にぬれても水が浸み渡ることがなく、柴などが付きにくい。夏涼しく冬暖かい着心地の良い衣料で、男女ともに年中着用した[4]。

テナシ・ユキバカマは、そのまま正装であった。ユキバカマは正装用と同じものが普段用にも使用される。他の地域で使用するカルサンやタツツケなどのよく似た衣料は人前に出るのがはばかれるが、ユキバカマは正装であり、晴れ着であり、普段着でもあった。テナシは、普段着は筒袖であるが、晴れ着は、男性は広袖、女性は袂袖にしている。男性はオコナイや踊教踊りをはじめ、村寄りや儀式ごとの正装として着用した。女性は正装には丈の長い袂袖のテナシ（長着）を「うちかけ」と呼んで上に羽織る着方をした。女性の普段着には丈の短いテナシ（半着）を用い、帯を使わず裾をユキバカマの中に入れて着用した[4]。

これらの麻衣料を製作しなくなってもその機能性の良さから重宝し、大切に手入れしながら長く着用し続けた。現在は、男性のオコナイおよび踊教踊りの衣装としてテナシ・ユキバカマが使用されている。また女性は今も葬儀の朝には長着を衣服の上に羽織って弔間に行く。

甲津原で行われてきた麻の播種から布に織り上げるまでの工程は以下のものであった。

種まき 4 月末に大麻の種をまく。畑は連作を避け、日当たりが良く、風当りの強くない所を選ぶ。まいた種が鳥に食べられないように、屋根を葺き替えた古い萱やむしろをかぶせておく。4 月中ごろは屋根の葺き替えの時期であり、かつては屋根を葺き替える家が毎年有った。

取り入れ 8 月はじめに成長した麻を引き抜く。直径 3 cm、長さ 60 cm位の竹の片方をそぎ



図 4. 麻蒸しの様子

奥伊吹ふるさと伝承館で展示されている写真を掲載

落とした「手落し竹」で葉を落とし、押切で根を切って長さ別にそろえる。育ち過ぎたり枝分かかれした周辺部の雌株は残しておいて 10 月に種を取る

麻干し そろえた麻を 7~10 日間天日に干す。大方乾くと 2, 3 日夜にも干して夜露にあてる。これを「夜露を取る」という。こうすると緑色が抜けて皮膚が白っぽくなる。

麻蒸し 9 月初めごろ、乾燥した麻を川に一夜浸して柔らかくし、折り曲げて束にする。川の近くに石を積んで築いたかまどに大釜をかけて麻を入れ、深さ約 1.2m も有る風呂桶のような大きい蒸し蓋をかぶせて約 4 時間かけて蒸しあげる (図 4)。

麻剥ぎ 蒸しあげた麻を川に浸した後、皮をはぐ。上物を糸にする。細く短い小麻も丈夫なので作業用の縄や蓑、藁靴の編麻などいろいろな用途に使う。皮をはぎ取ったあとの麻木 (麻柄、苧柄：おがら) も萱屋根葺きの破風の軒づけや、葬儀道中の辻幟などに利用する。

苧こき 麻のごつごつした鬼皮をしごきとる。上手にこきとるには技術が必要で、年配の女性が重宝された。道具は、縦 35 cm、横 10 cm、厚さ 2 cm ほどの桧板の台と、刃を付けた 10 cm ほどの木のへうで、一本一本ていねいに外皮をこきとる。きれいになった麻皮 (繊維部分) を苧と呼ぶ。苧を竿にかけて直射日光の当たらない軒下や室内に干す。乾燥したら方手づかみの束 4 つずつを束ねてゆるくねじり冬まで保管する。

苧績 (おう) み 冬になると女性は何人が集まって囲炉裏ばたで苧績みをする。苧をひとつかみずつ水に浸して乾燥を戻し、柔らかくして丸く巻く。このように巻いたものをへソと呼ぶ。水を切り、へソを解きながら、櫛を用いて苧を細く裂いて績んでいく。苧に当てる櫛の角度を変えて糸の太さを調節する。1 本の長い糸に績みながら「苧績み籠 (かたみ)」に入れていく。

苧撚り 績み終わった糸を温水につけて柔らかくし、糸車を使って糸に撚りをかけながら長さ 15 cm 位の麻柄または笹竹に巻いていく。

桙 (かせ) どり 工の字の形の桙に撚った糸を巻き返して総糸にする。次の工程で糸が絡まず、むらなく煮えるように大きな総にする。桙に巻く回数で経糸と緯糸のおよその必要量をはかっていく。

糸焚き・砧打ち 灰汁を入れた大釜で 3~4 時間焚く。煮上げた糸をシナの木で作った砧でよくたたく。たたいた糸を大かごに入れ、川に一夜浸して灰汁を抜き、水切りをして天日で乾かす。これにより、糸が漂白され、また撚りがしっかりして糸が強くなる。これで麻糸が完成する。

糸綜 (へ) り 機織りをするための整経の作業である。小桙に巻き分けた糸を綜台 (整経台) で綜っていく。

箴 (おさ) 差し 箴に経糸を 2 本ずつ手で差ししていく。糸の太さによって箴のサイズを替える。箴差しが終わると糸を長く延べ、「機草」をはさみながらチキリ棒に固く巻いていく。

緯糸巻き 緯糸は糸車を利用して管巻きにしておく。

機織り 展示されていた織機は「いざり機」(図 2) とも呼ばれる「しも機」であった。古くはしも機のみであったが後には「たか機」も用いるようになった。糸の毛羽立ちを防ぎ、箴の滑りをよくするために「ずべし」という木の皮を煮て作った糊を経糸に塗りながら織っていく。緯糸は刀杼を用いて入れていく。織りあがった反物はぬか水で 30 分ほど煮てたたき、水洗いしてずべしを抜く。

雪晒し 織りあがった反物は雪の上に長いまま広げて晒す。雪が降り続く真冬を避け、太陽が射す4月に10日間ほど晒す。凍らないよう夜は取り込む。より白くする場合は翌年も晒す。

ここ甲津原では麻を蒸して皮を剥いでいた。このように麻を蒸して皮を剥ぐ方法はかつて広島県や熊本県で多く行われていた方法である。一方、栃木県および群馬県では現在も大麻を栽培し、それぞれ「野州麻」、「岩島麻」を生産しているが、従来から麻を発酵させて皮を剥いている[5]。甲津原から姉川に沿って5kmほど下った所に曲谷という集落がある。ここでもかつて麻織物を自給していたが、麻皮を剥ぐために麻を発酵させていた。また糸を捻にする際の枠は工の字形ではなく、トケイ、トケカセなどと呼ばれる糸車のような形で、六角形に巻いていた。さらに、経糸の糊付けには米粉を煮たものを使い、織る時ではなく整経する前の糸に付けていた[6]。近い位置関係にありながらこのような違いが見られるのは、近世まで交流がほとんど無かった事と無関係ではないだろう。

甲津原で、大麻栽培の規制が強化されるまで麻織物が作られ続けてきたのには、テナシ・ユキバカマが正装として用いられてきたことが大きい。新たに作れなくなってもこれらを大切に手入れしながら50年近く使用し続けている。麻衣料の製作は非常に多くの労力と時間のかかる根気のいる仕事であるが、作り上げた衣装に誇りを持っていたことが感じられた。

謝 辞

この報告は甲津原での取材を基に作成した。甲津原在住の山崎トミ子氏および船川忠代氏のお二人に丁寧に説明して頂いた。また、「奥伊吹ふるさと伝承館」所蔵の展示物や写真の掲載許可を米原市より頂き深く感謝致します。

引用および参考文献

- [1] 伊吹町史編さん委員会（1995）『伊吹町史通史編下』伊吹町
- [2] 法雲俊邑（2014）『落人と木地氏伝説の地甲津原のまちおこし』一粒書房
- [3] 『姉川源流地域学術調査報告書』（1974）滋賀県
- [4] 伊吹町史編さん委員会（1994）『伊吹町史文化・民俗編』伊吹町
- [5] 鴛海文彦（1938）『繊維作物精説』賢文館
- [6] 長野五郎・ひろいのぶこ（1999）『織物の原風景―樹皮と草皮の布と織り―』紫紅社

近畿地方の織物に関する調査研究 浜ちりめんと西勝縮緬

岡田 倫子

滋賀県東北部工業技術センター 繊維・デザイン係 〒526-0024 滋賀県長浜市三ツ矢元町 27-39

1. 研究背景と目的

滋賀県には図 1 に示すように繊維に関連する地場産業が 4 つ存在し、そのうちの 3 つが強撚糸を用いた織物産地である。その中で湖北地域と呼ばれる県北部に位置する長浜市は主に絹織物「浜縮緬（はまちりめん）」を製造する白生地産地である。長浜産地では古くから養蚕が行われ、奈良時代にはすでに「綾絹」とよばれる絹織物を朝廷へ献上していたことが記録されており、また平安時代における全国蚕糸優良度別の記録では上糸（12 カ国）、中糸（25 カ国）、下糸（11 カ国）の内、上糸生産国の筆頭産地とされていたなど、現在の最高級の白生地産地としての下地が古くからあったことがうかがえる。

江戸時代（宝暦 2 年（1752 年））に中国よりチリメンの技術が長浜産地にもたらされると彦根藩の庇護下のもと農間の内職として発展し様々な種類のちりめんが織出され、天明 9 年（1789 年）に刊行された「和漢絹布重宝記」には「浜縮緬」という名がすでに記載されていたことから、「浜縮緬」ブランドの確立が早くからなされていたことがわかる[1]。

浜縮緬の生産量は昭和 47 年を境に減少し始めたが、長浜産地は白生地の他に後染や先染、広幅化など総合産地化した丹後産地や、化合繊など他の分野に進出した小松産地や春江産地とは異なり、主な生産品種を変化させながらも縮緬単品生産を行い最高級品の白生地産地に特化していった[2]。

現在、長浜産地は留袖や訪問着に使われる小幅（37.8cm 幅）の三丈、または四丈無地織物の製造に特化された産地であるが、浜縮緬工業協同組合所蔵の明治二十五年中近江縮緬一人別生産高表（図 2）によると大幅、西勝（さいしょう）、八丈、六丈、四丈、三丈に分類されていた様子が書かれている。本研究では現在の浜縮緬についての調査とともに上記資料に記載されていた「西勝縮緬」について用途、および織物規格、生産量についての調査を行い、復元を行ったので報告する。

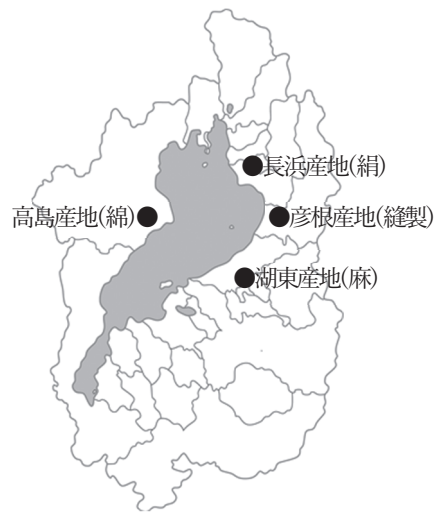


図 1. 滋賀県の繊維産地

2. 調査方法

長浜産地企業（機屋）、および浜縮緬工業協同組合、長浜市所在の産元問屋、および京都市所在の白生地問屋に対して、「西勝縮緬」という名前に聞き覚えはないか、設計書および生地見本等の所有の有無について聞き取り調査を行った。また、官報、明治 29 年改正近江縮緬業組合及取締書規約、滋賀縣實業要覧（明治 32 年）、滋賀縣産業要覧（大正 2 年）、滋賀県庁公文書館に所蔵されている公

文書について生産量、規格、用途などの記載の有無の調査を行った。

3. 調査結果

3.1 現在の浜縮緬

長浜産地では大きく分けて「本一越縮緬」「古代縮緬」「変り一越縮緬」「変り三越縮緬」の4種類の縮緬（表1）を生産している。浜縮緬の最大の特徴は、引き揃えのたて糸と八丁撚糸機をもちいて水をかけながら糸に3000回もの撚りをいれたよこ糸から得られる光沢と高いしぼである。当初、縮緬とはよこ糸にS撚とZ撚の八丁撚糸用いて二越ずつ交織した古代縮緬に分類されるものであったが、明治43年に株式会社大塚が一越ごとにS撚とZ撚の八丁撚糸を交織する本一越縮緬を開発した。図3に

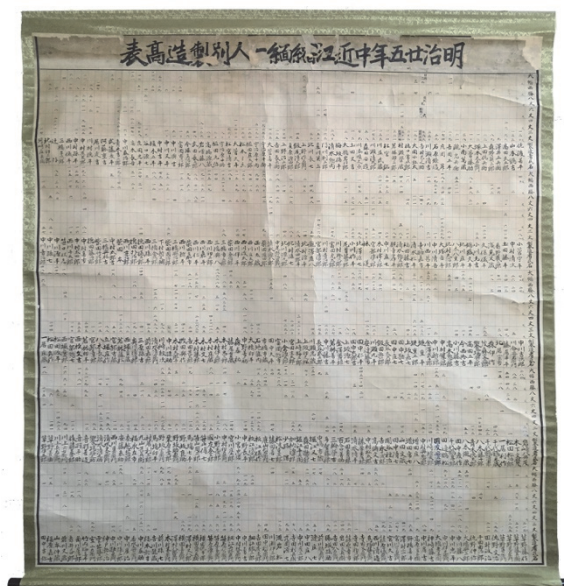
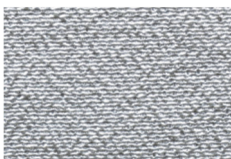
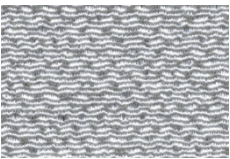
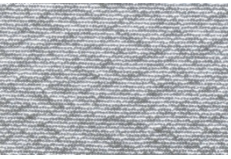
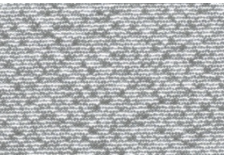


図2. 明治二十五年中近江縮緬一人別生産高表

示すように浜縮緬工業協同組合が設立された昭和25年以降の品種別の生産割合から長浜産地の主な生産品種の推移をみたところ、昭和25年～29年までは全生産量の89.2～95.7%が本一越縮緬であったが昭和30年に変り縮緬の生産始まると徐々に生産量が減っていった。昭和35年には本一越縮緬の生産割合が45.8%に対し、変り縮緬の生産割合が49.0%となり、昭和37年以降は変り縮緬の生産量は常に本一越縮緬の生産量を上回るようになった。本一越縮緬が生産割合を減らし続けた一方で、昭和42年から古代縮緬が一時期生産割合を増やし変り縮緬の生産割合は一時期30%台にまで減少するが、昭和57年に再び変り縮緬の生産割合が増え始めると本一越縮緬とともに生産量を減らしていった。その後、変り縮緬の生産割合は平成1年まで増え続け、それ以降は現在にいたるまで70～80%程度を維持している。

長浜産地で生産される縮緬は4種類に大別されると前述したが、実際に生産されている縮緬の種類は100種類以上にもおよぶ。これは、長浜産地が糸の購入から撚糸、製織、販売までの精練以外の全ての工程を自社（機屋）で一貫して行う一社完結型の生産体制をとっており、この体制により機屋各社は独自に糸構成や緯煮（ぬきたき）と呼ばれるよこ糸の撚糸前に行う処理の条件、撚数、撚糸時の錘の重さなどを変えることで同じ縮緬であっても様々な種類の縮緬を生産することができるのである。

表1. 浜縮緬の種類

	本一越	古代	変り一越	変り三越
生地 の写真				

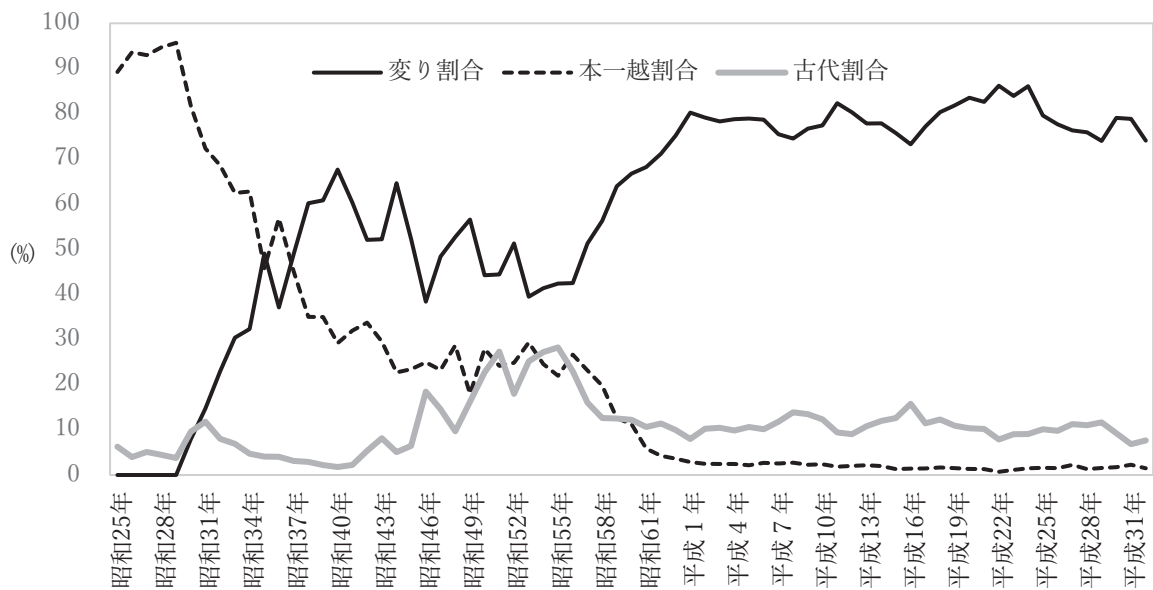


図 3. 浜縮緬の種類別生産割合の推移

3.2 西勝縮緬の調査結果

我々の西勝縮緬の調査は前述の明治二十五年中近江縮緬一人別生産高表にその名前が記載されていた事に対し、産地企業および産元問屋から問い合わせがあったことに始まる。問い合わせは「どのような縮緬なのか」という内容であったことから、用途、織物規格、生産量について調査を行った。

長浜市内の機屋に対して行った聞き取り調査では、縮緬に関する資料は第二次世界大戦時に紛失、もしくは廃棄してしまったとの回答であり良好な結果は得られなかった。

産元問屋についても同様であり、その業務形態上生地見本や設計書などはそもそも保有していないとのことであった。入手した資料から得られた調査結果を表 2 に示す。

浜縮緬はよこ糸に強撚糸を用いており、製織後の生機を精練することによって生地にしぼをだす。したがって生機と練上の生地幅は大きく変わっている。明治 29 年改正近江縮緬業組合及取扱所規約および明治 32 年滋賀縣實業要覧の記載からは生地幅が生機のものであるか練上のものであるか不明であったが、大正 2 年滋賀縣産業要覧からその両方の生地幅が明らかとなり、西勝縮緬の練上幅（1 尺 2 寸=45.36cm）が当時の縮緬（9 寸 3 分=35.153cm）や、現在の浜縮緬（1 尺=37.8cm）の幅よりも大きかったことがわかる。また、生機の幅 1 尺 6 寸に対したて糸が 2600 本であることから、たて密度は 162.5 本/寸となり、現在の浜縮緬の 200 本/寸よりも粗い様子が伺える。しかしながら糸の太さに関する情報が一切ないことから現在の浜縮緬との単純比較は難しい。また、よこ糸に関しては太さ、構成本数、撚数、および打ち込み量（密度）が不明であり、唯一明らかになっていることはたて糸量が全体の三分の一であるという記載からたて糸とよこ糸の糸量の割合が 1:2 であるということだけである。目方については 300 目内外とあり、これを幅 1 尺 6 寸、長さを 5 丈 2 尺 5 寸で換算すると現在の縮緬よりも軽めの生地であることがわかった。

用途については、滋賀県公文書館に保管されていた明治 38、および 39 年度重要輸出品要覧材料に幔幕、頭巾、肩掛、帛紗、襟地、兵児帯、寝具装飾用、目方の軽いものは友禅や捺染用に用いられ

表 2. 西勝縮緬の調査結果

	出典	内容
規格	明治 29 年改正 近江縮緬業組合及取扱所規約	・ 常尺目方 300 目内外 ・ 織付 2 寸 5 分迄 ・ 耳羽 12 羽迄 ・ 経糸 2600 筋以上 ・ 幅 1 尺 6 寸以上 ・ 丈尺 5 丈 2 尺 5 寸以上
	明治 32 年滋賀縣實業要覧	・ 西勝長尺壹疋目方 350 匁以下 経糸 2800 筋 ・ 西勝長尺壹疋目方 450 匁以下 経糸 2900 筋 ・ 経糸量目附方三分ノ一見當
	大正 2 年滋賀縣産業要覧	・ 疋及反の區別 疋 ・ 生地 巾 1 尺 6 寸 丈 6 丈 7 尺 - 練上 巾 1 尺 2 寸 丈 6 丈
用途	明治 38 年度重要輸出品要覧材料	肩掛、頭巾、編紗、襟地、兵児帯、幔幕等
	明治 39 年度重要輸出品要覧材料	幔幕、頭巾、肩掛、帛紗、襟地、兵児帯其他寝具裝飾用に使用シ目方ノ輕キモノハ多ク友僊捺染用トシテ嗜好セラル
生産量	官報（明治期）	
その他	第三回内国勸業博覧会出品	品名・数量・製造者名
	第三回内国勸業博覧会出品解説書	品名・数量・製造者名
	第九回関西府県総合共進会出品 売買変更届	品名・製造者名・住所

ていたことが記載されていた。このことから現在の浜縮緬は訪問着や喪服用の和装用生地に特化しているが、西勝縮緬は様々な用途に用いられていたことが明らかになった。

生産量については官報に載っており、明治 21 年の年間生産総数が匹（疋）換算のものが 22,124 匹、反（段）換算のものが 38,812 反であり、1 匹を 2 反とすると総生産量 41,530 匹の約 20%を西勝縮緬 8,395 匹が占めていたとのことであった。

また滋賀県公文書館には、国内の産業発展を促し魅力ある輸出品目の育成を目的として開催された内国勸業博覧会や、農産物や工業製品を出品、展示する場であった関西府県総合共進会に出品した記録が残っているなど、西勝縮緬が滋賀県を代表する工業製品であったことも明らかとなった。

3.3 西勝縮緬の復元

織物を再現するためには、少なくとも糸の太さ、構成、撚数、たて密度、よこ密度、および糸配列の情報が必要である。しかし 3.2 で得られた情報はたて密度以外は不明であった。我々はこれらの不明点を明治～大正時代の縮緬、および現在の縮緬の情報をを用いて補完し、たて糸の本数が 2800 本、織幅 1 尺 6 寸、織丈 6 丈、練上の目方が 350 匁（生機では 500 匁）となる西勝縮緬の復元を試みることにした。

用いる生糸の太さについては、当時は現在用いられている 27d（デニール）よりも細い糸が使われていたことから 21d の生糸を用い、21d の生糸 4 本を引き揃えて 1 本のたて糸とすることにした。よこ糸の撚りは縮緬のしぼを形成する上で最も重要な要素であり、長浜市内にある木製の古い八丁撚糸機を保有している企業に赴き撚数について調査を行なったが情報が得られず、現代の古代縮緬のよこ糸の撚り縮み率と生機と練上幅の比率を西勝縮緬の生機と練上の幅に反映させ、西勝縮緬のよこ糸の撚り縮み率を算出し、打ち込み量を想定しながら糸の構成本数と撚数を設定した。

これらの設計内容をもとに試織を行なったが生地が硬く仕上がることとなったため、よこ糸の撚数についての再調査を行なったところ、江戸時代初期の八丁撚糸機開発と縮緬の発展[3]の中で八丁撚糸機について詳しく述べられており、江戸時代中期以降使用されていた八丁撚糸機は日本中ほぼ同じような構造で、明治後期の八丁撚糸機も動力が人力、水力、電気へと変化しているが撚糸機構は全く同じであったと記載されていた。また、同報告で触れている新編撚糸法[4]には八丁撚糸機の撚数の計算、および撚数表が記載され、それによると当時の八丁撚糸機は最高でも 1090 回/m の撚りしか入れることができないとのことであった。縮緬にしぼを出すためには一定以上の撚縮みが必要であり、1090 回/m の撚りでも十分な撚縮みを得るためには糸は太くなくてはならず、このことから当時の縮緬のよこ糸は現代のものよりも太かったことが伺える。我々はこれを受け新たに西勝縮緬の再設計を行うこととしたが、京都市内の白生地問屋に対し実施した西勝縮緬の聞き取り調査の結果、明治・大正期の設計書を保有していることが判明した。その中に西勝縮緬の設計書が 1 ページのみあり生地も添付されていたことから、この設計書を解読し復元することとした。

設計書のタイトルは「大正四年九月三日製西勝縮緬」、「大日本蚕糸会より御大典式に献納せらる紅白縮緬二疋製織委嘱の謹製品見本の端切見本」との注釈があったことからこの西勝縮緬は大正 4 年 11 月 10～15 日に京都御所の紫宸殿で行われた即位式、および 11 月 14～15 日に同じく京都御所で行われた大嘗祭からなる大正天皇の御大典に納めるために織られた西勝縮緬の設計書、および生地見本であったことがわかった。また、製織に必要な情報も書かれており、用いられた生糸はたて糸、よこ糸ともに 15d と現在のものよりもかなり細く、たて糸は 15d の生糸を 3 本合わせたものと 4 本合わせたものを撚り合わせており、たて糸 1 本としては 105d と現在の古代縮緬のたて糸 81d（27d の生糸 3 本引き揃え）よりも太く、どちらかと言えば本一越や変り縮緬のたて糸 108d（27d の生糸 4 本引き揃え）に近く、また西勝縮緬は構成本数が 7 本多いためか撚り合わせている点が興味深い。この 15d×7 本からなるたて糸 2900 本を 85 羽/寸の箆を用いて 1 尺 7 寸 6 分幅、耳糸は 200 本を 6 分幅、25 羽に入れると記載されており、これを計算するとたて糸は 1 羽 2 ツ入れ（箆 1 羽にたて糸を 2 本入れる）となり、現在の古代縮緬は 95 羽/寸の箆に 1 羽 2 ツ入れすることが多いことから、やはり当時のたて密度は現在のものより粗かったことがわかる。よこ糸については、15d の生糸 33 本に 15 匁の錘輪を用いて 650 回/尺の撚りを入れたものを 54 越/尺打ち込むとの記載がある。1790 回/m

の撚数は前述の八丁撚糸機の撚数表には記載されていない数字であるが、現在の古代縮緬が 42d の生糸 8～9 本に 2500～2700t/m の撚りを入れることから撚縮み率の差は 10 以上にもなる。

ここからは推測になるが、現在の縮緬は精練後の仕上げ加工としてピンテーターで生地をよこ方向に大きく引っ張り整える（これを幅出しという）。古代縮緬の場合、生機では 45cm あった生地幅は精練後



図 4. 復元した西勝縮緬

には半分以下にまで縮いるが、これを 37.8cm にまで幅出しする。明治時代や大正時代は機械を用いて幅出しをすることはなく、生機と練上の幅が今よりも差があったのではないかと考えられる。つまり、現代の縮緬をよりも引っ張られていない分、練上の生地のたて糸は密であり、撚りは少ないながらももしぼも現れていたのではないかと考えられる。

設計書の解読後、地元機屋の協力を得て設計書とほぼ同じ西勝縮緬を復元することができた。復元した西勝縮緬は、現在の古代縮緬に比べると用いた生糸が細いためか生地が柔らかく、またよこ糸の撚数が少ないためかしぼは明瞭ではあるが現代の古代縮緬のような高さや鋭さがなく穏やかで、非常に繊細なものであった。

4. 引用文献

- [1] 浜縮緬工業協同組合（1990）創立 40 周年記念誌
- [2] 数納 朗, 范 作范, 小野 直達（2009）絹織物産地の存続と展. 農林統計出版
- [3] 田辺 義一（2014）江戸時代初期の八丁撚糸機の開発と縮緬の発展
- [4] 三上 竹之助（1950）新編撚糸法. 産業図書

近畿地方の織物 播州織から見えてくるもの

井上 佳彦

公益財団法人 衣笠繊維研究所 〒603-8326 京都市北区北野下白梅町 29 番地

はじめに

武部善人氏は、「綿と木綿の歴史」で、以下の言葉を記している[1]。

「綿と木綿機の発展の歴史は、人類の文化史のうえで、いちじるしい足跡を残している。長い間の綿と木綿機の研究において、強く心をうたれるのは、日本の手木綿の魂を吸い込むような素朴で深い、その美しさである。

農婦たちが精魂こめて、工芸品にまで高めた、この木綿織のわざに、綿と木綿の文化の文化史を、具体的にうかがうことができると思うのである。言うまでもなく、布や絹や木綿などの織物史それ自体、人類の文化史の重要な一面である」。

田中優子氏は、「布のちから」[2]の中で、以下の言葉を記している。

「かつて生活の中で使用していたものは、世界のグローバリゼーションの中で、大量生産・大量消費・大量廃棄が地球全体に急拡大し、すべてが市場商品化し取引の対象になり織物は消滅している。そして、これらの織物は、資料館・博物館・伝承館の中でしか見られなくなっていることも事実である。各地の手仕事に、生物としての時間・生命時間が入っていると評価され、これらは精神論でできているのではなく、技術と感性で生きている」。

今回、衣笠繊維研究所では、自主的研究「近畿の織物」において、近畿地区の伝統的な織物を取り上げる中で、武部氏および田中氏らの言葉をどのように捉え実施するかが大事であると私は考えている。

播州織は、飛田安兵衛が研究して織機の製作を企図し、1788 年に帰郷後、一機を創案して「長機」と名づけたのが播州織の始まりとされています。

ここでは、播州織の歴史と輸出の概要を述べ、播州織の変遷を通じて近畿地域での伝統織物の関わりを調査する始めとしたいと考えている。

播州織の生産量は約 250 年経過した現在、1987 年の約 388,000 ヤードをピークに減し、2016 年約 34,000 ヤードと、ピーク時の 8.8%です。

また、輸出品の割合は 1979 年当時、約 60%超を占めていたが、2018 年には 14.8%までに減少している[3]。

1. 播州織の歴史[3,4]

「要約」

- ① 飛田安兵衛が研究して織機の製作を企図し、帰郷後に、一機を創案し「長機」と名づけた播州織の始りから、約 250 年経過している。
- ② 原材料を輸入し、安い労働力で製品を生産し輸出する以外に生きる道はなかった。
- ③ 協同組合等の組織化とともに、公的機関の支援を受けている事実がある。
- ④ 生産は、家内工業的な生産からマニュファクチャーへ進行する中で、機械織機の採用、動力としての電力使用、集約化が進められ全体として技術革新が大きく進んでいる。
- ⑤ 現在は、国内需要喚起対策と付加価値を付ける動きを続けている。

1716 年～ ・西脇地方に自家消費用綿花の栽培が始まる。

1792 年 ・飛田安兵衛が、京都西陣から織機製作の技術を伝える。(伝承)

1795 年 ・西脇地方に染色業者（紺屋）が出現する。

1821 年 ・姫路藩で木綿専売制度が実施される。

1877 年 ・我が国の染色業界に合成化学染料が輸入される。

1859 年 ・修好通商条約締結（欧米 5 ケ国）

1889 年 ・多可郡縞木綿業組合が結成され、業界の組織化が推進。

1896 年 ・綿花輸入関税撤廃

1900 年 ・織機の動力に石油発動機を導入する。

1903 年 ・多可郡織物同業組合設立される。

1920 年 ・技術指導員として県工業試験場西脇分室開設される。

1923 年 ・電力の使用が普及する

1928 年 ・播州織工業組合が設立され、技術者養成のため西脇分室場に染色講習併設。

1930 年 ・県織物協同組合連合会の設立

1939 年 ・染色業界が独立し、県輸出織物糸染工業組合を設立。

1941 年 ・県下の織物組合の統合が進行する。

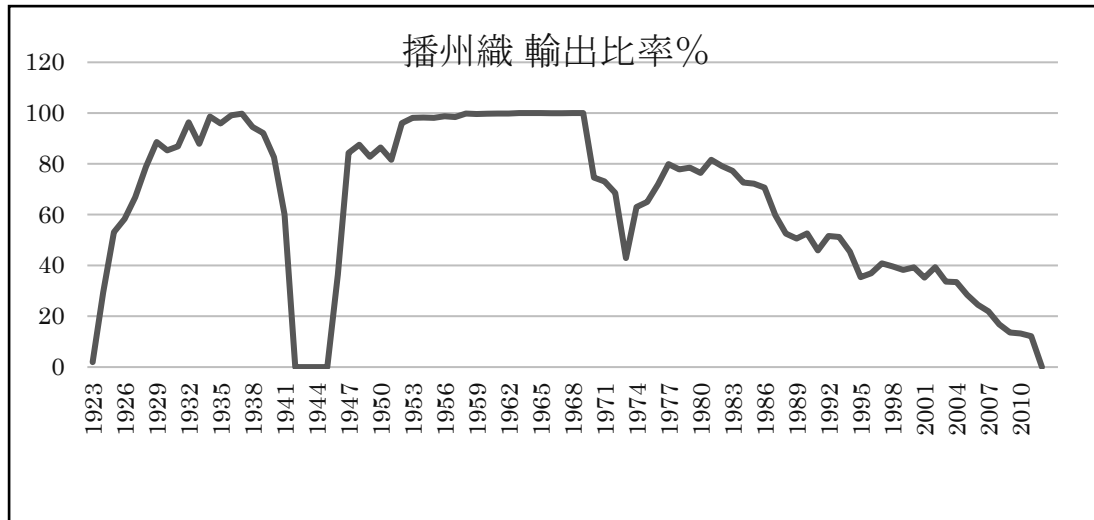
1944 年 ・戦局深刻化に伴い、企業の整理統合や軍需工場への転用等が強制され、産地は殆ど壊滅する。

1947 年 ・国有綿による計画生産（輸出用綿布）が開始される。共同加工場を買い戻し、復元に着手。播州織工業協同組合が再発足。県繊維染色工業協同組合の設立。

西脇地方でも、自家消費用綿花の栽培が始まってから第 2 次大戦後までの、播州織に係る技術革新・組合の結成等は以上の通りであり、農閑期の自家用としての木綿から商品価値を高めるための対応を行ってきたかが確認できる。

2. 播州織の輸出について

1923 年からの統計で確認できる輸出比率は、以下の通りである[5]。



① 輸出は、以下のように政治的、経済的および自然災害等に大きな影響を受けている。

- (ア) 1923 年 関東大震災
- (イ) 1937 年 日中戦争
- (ウ) 1941～45 年 第2次世界大戦
- (エ) 1949 年 1 \$ = 360 円
- (オ) 1950～53 年 朝鮮戦争
- (カ) 1970 年 対米繊維輸出制限
- (キ) 1973 年 オイルショック
- (ク) 1978 年 1 \$ = 170 円
- (ケ) 1987～92 年 バブル景気
- (コ) 1995 年 1 \$ = 70 円
- (サ) 2008 年 リーマンショック

② 播州織は輸出主体で海外向けが主体であった。(中国・朝鮮等)

③ 第2次世界大戦で、輸出は壊滅したが、1947 年頃にはガチャマン経済で 100%迄復活している。

④ 朝鮮戦争以降、輸出は 1968 年まで 100%に回復している。

⑤ 1970 年 対米繊維輸出制限およびオイルショックで 40%前後に減速

⑥ 1978 年頃から漸減し、最近 10 年では、30%程度あった比率が現在では 1/3 の 10%程度である。

⑦ 生産数量は、バブル経済時の 1987 年に 387,708 ヤードの最大となり、現在は 56,068 ヤードであり、最大の 1/6 程度にまで減少している。

3. まとめ

江戸時代、鎖国という閉鎖されていた空間で、経済成長率は、イギリスに次いで世界で 2 番であり、もの・人(技術)・金融等の国内での流動性は高く、多くものの循環が成立していたと言われています。

江戸時代に入って「衣料革命」が起き、人々の日常着が麻から木綿へ急速に切り替わってくると、それまで綿栽培地を中心に農閑余業として糸を紡いだり、染めたり織ったりされていたものが、次第に木綿織の専門機屋ができ、それが集まった特産地が形成されていきました。特産地ではそれぞれの特有の技術が開発され、交通機関の発達とともに消費地に大量に出荷されるようになります。

1859 年修好条約で開港された港に外国輸入された綿や綿糸が入ってくるようになって、次第に綿栽培地は衰退していきました。さらに明治になって綿花の輸入が自由化されると、綿作地帯はわが国から消えます。

織物をつくり、そしてその物自体の商品としての価値を大事にして繰り返し使いこんでいたその時代から、すべて使い捨ての現在とのギャップを如何に捉えていくことは、この地域の「織物」を考える上で大切なものです。商品としての価値がなくなれば、その物を作るすべてのづくりの技術と歴史もいらないという風潮の中で、「織物」に特化してみれば、伝統的な技術等を未来へ繋げようとする動きが各地域で確認することができます。それは、相楽木綿（相楽木綿伝承館）、播州織（西脇市郷土資料館）、丹波木綿（丹波木綿伝承館）、丹波布（佐治木綿）、長束木綿（姫路木綿）等であり、個々にその地域で保存会等を立ち上げて活動を続けられています。しかし、その多くは公的機関等の支援を受けての活動です。

一昨年度からの衣笠繊維研究所で始まった自主的研究の課題は、この方向性の中で取り上げられたものであり、原料の供給、技術の伝播及び商取引形態を含めた地域との関連等を共同して研究することが当法人としての役割ではないかと考えてきました。

昨年、研究所報告（第 23 号）の、相楽木綿の田中智子氏らによる久留米緋の現地での調査報告はもっと評価されるべきものだと思います[6]。

今回、播州織が現状に至った変遷の中で、その歴史と輸出に特化されてきた状況等を資料で確認しました。今後は現地（西脇市郷土資料館等）調査を通じて、資料館・伝承館等の中でしか見られないような織物の原料・技術・器具等が近畿地方で面としての関わりあるのか、見いだせるのかを自らの課題として調べていきたいと考えています。

4. 引用文献と参考文献

- [1] 武部善人（1997）綿と木綿の歴史 巻末 吉川弘文館
- [2] 田中優子（2010）布のちから pp.228-229 朝日新聞出版
- [3] 西脇市郷土資料館（2013）播州織の研究 pp.33-34
- [4] 西脇市郷土資料館紀要（1995）童子山第 3 号 山北正人 pp.28-36
- [5] 西脇市郷土資料館（2013）播州織の研究 pp.14-15
- [6] 田中智子・福岡佐江子（2020）相楽木綿の製織技術、柄ゆき等の特徴に関する他地域との比較調査研究（続報）・特に久留米緋との比較、衣笠繊維研究所報告（第 23 号） pp.13-18

近畿地方の織物に関する研究

京都府・三和町タオル産地の実態と課題

廉屋 巧

公益財団法人 衣笠繊維研究所 〒603-8326 京都市北区北野下白梅町 29 番地

1. 研究の背景と目的

三和町は、緑の山々に囲まれた静かな町です。ここにタオル製造業がうぶ声をあげて約 60 年が経過した。わが国経済は、高度経済成長から第 1 次、第 2 次のオイルショックを経て低成長時代を迎えるなど、激変の時代が続いた。こうした中で、三和町のタオル産地は、安定した経営を発揮し、現在では特産品として高い評価を受けるまでに成長している。また、タオルの製造は府下では、三和町でしか行われていないというユニークな存在でもある。

しかし、安定成長路線を維持してきたタオル業界も、数量面では伸び悩み傾向を呈し、昭和 52 年度には全国規模で織機の共同廃棄が実施されるなど、経営環境は厳しさを増している。産地構成企業は 7 社というミニ産地が今後どのように活路を開いていくかを模索するも、現在（令和 2 年）は、1 社となった。

そこで、京都府下（三和町）における、タオル製造業の実態について調査するため、新型コロナウイルス禍によるイベントの減少等のあおりを受けて受注が減少したなど、厳しい経営の中を継続しているタオル製織会社から聞き取り調査を行った。

第 1 表 京都府におけるタオル生産

年代	生産地域	生産量（打）	価額（円）
大正5年	綴喜郡	21,280	74,480
大正9年	綴喜郡	5,250	15,750
大正14年	綴喜郡	16,000	19,200
		(以下) 反	
昭和 1	京都府内	8,700	10,365
昭和 2	京都府内	41,536	38,301
昭和 3	京都府内	46,341	41,534
昭和 4	京都府内	11,203	10,860
昭和 5	京都府内	8,680	5,985
昭和 6	京都府内	44,430	43,010
昭和 7	京都府内	-	-
昭和 8	京都府内	50	113

京都府統計書より抜粋

2. 産地の沿革と位地づけ

2.1 産地の形成

三和町にタオル産業が導入されたのはオリンピック景気に沸く昭和 30 年代の末期である。当時、わが国は高度安定経済をめざして「中期経済計画」が展望されるなど経済基盤の確立期にあり、このころ京都府北部の各市町においては過疎化対策が主要施策として取り組まれつつあった。こうした中で三和町では、町及び商工会などが中心となって、新たな産業の導入が検討され、プラスチック加工業などいくつかの業種が狙上に上ったが、生活必需品で安定した需要が見込めるタオル製造業が選定されたといわれる。

当時の企業の創業者はいずれも以前からの三和町居住者であり、7 企業中 5 企業が昭和 38～

39年で、他の2企業はそれより10年以上を経て創業した。また、タオルの加工技術については、創業者自らが泉州方面や愛媛県今治産地などの先進地で見習い習得したもので、これ以外の技術移入としては産地創生期に設立した京都タオル事業協同組合の職員として大阪泉州より技術者を招聘し、タオル生産の技術向上のために巡回指導していた。しかしながら、良品質のタオルの製品は製造できず、「織れば不良品（B級品）」しかできなかったというかなり厳しい状況が続いたようである（現存の会社経営者の発言）。その後、産地の技術指導をしていた技術者が独立し、1企業の増加がみられ8企業となった。20年という歴史を有しながらも、この間に1企業の増加をみただけで、創業当初の意気込みからすれば期待はずれであったのが、三和町のタオル生産の実態であろう。

すなわち、これらの企業の創業以前においては、産地内には起業の経営に関わるノウハウの蓄積は何らなく、まさに創業者の努力と汗により切り開かれたフロンティア産地といえる。

上述の京都タオル事業協同組合は、製織の技術指導と準備工程の共同加工事業を目的として、昭和38年に設立されたが、組合としての本来的活動は設立当初の数年間にすぎず、その後、機能の一部は民間企業に引きつがれ、自然解散となった。

2.2 産地の位地づけ

三和町は、京都府北部の中丹地区に位置する山間の町であり、人口は近年減少傾向を示している。

同町の経済（昭和55年「京都府の工業」より）は、第1次産業（農林業）を基盤としており、製造業の工場数、従業者数はほぼ横ばい状況にある。同町の製造業の中でタオル製造業が占めるウエイトは、工場数ではほぼ1割強、出荷額では8%台にとどまっているが単独業種としては比率の高い部類に入る。また、同町には特産品がないことから、タオルは三和町の特産品として位地づけられ、町の出入口にあたる国道には「タオルの町三和町」の看板が掲げられている。また、府下には三和町以外でタオルの製造を行っていないことも特徴の一つとしてあげられる。

全国レベルとの比較では、愛媛県（今治産地）及び大阪府（泉州産地）が圧倒的シェアを有しており、京都府の占める割合は0.2%とごくわずかにとどまっている。

3. 産地の経営実態

3.1 販売の概要

販売先の状況は、地域別では地元京都府内での販売が圧倒的に多く、78%を占め、次いで兵庫、滋賀など隣接する近畿各県が続いている。これは、本産地の地域に根ざした在立基盤が注

第2表 産地におけるタオル出荷高 （単位：百万円）

年度	出荷高（全国比%）	全国のタオル出荷高★
昭和54年	262.3（0.15）	169,968
55年	362.2（0.20）	183,580
56年	419.5（－）	－
★ 第7表 全国のタオル生産動向（資料：工業統計）参照		

目されるが、当産地の企業が独自の販売先確保に腐心した結果と考えられる。

また、販売先の業態については、問屋向けが全体のほぼ 6 割を占めるが、その内訳は「ギフト関係」「業務用おしぼり関係」「タオル専業」などさまざまである。問屋以外の販売先としては、貸おしぼりメーカーや販促用のギフト需要として大手の企業などがあがっている。

3.2 生産の概要

当産地の生産品種は、「タオル」「湯上げタオル」「おしぼり」が中心であり、他産地と比べておしぼりのウェイトが高いことが注目される。

第 3 表 生産品種の構成状況（％，企業）

	タオル	スポーツタオル	湯上げタオル	おしぼり	ハンカチ	シーツ
平 均 値	46.4	8.6	7.2	34.3	2.1	1.4
取扱い企業数	6	2	2	4	1	1

加工内容別に見た製品構成については、一般的に、先晒製品の方が後晒製品に比べて付加価値が高いといわれているが、当産地においても、大手企業を中心として先晒製品のウェイトがかなり高くなっている。また、プリントや捺染加工、印刷等の 2 次加工についても、①付加価値の確保や②取引先からの要請などにより加工が行なわれている。

第 4 表 加工内容別製品構成（％，企業）

晒	先 晒		後 晒	
プリント・捺染加工の有無	有	無	有	無
平 均 値	32.1	12.9	11.4	43.6
取扱い企業数	4	3	3	6

注）プリント加工とは顔料によるスクリーン捺染加工を指す。

捺染加工とはゴムローラーによる捺染加工を指す。

その他に普通の印刷技術を利用したネーム加工等も行われている。

次に、製造の実態についてみると、外注はサイジング（整経と糊付けを同時に行う）、捺染、仕上加工は泉州へ、晒加工は泉州及び今治、紋紙製造は西脇市（兵庫）、プリント用型紙は京都市内へそれぞれ委託されている。これらの外注先軒数は、ほとんどが 1 工程 1 外注先となっている。

製織については、7 企業中 6 企業が自家生産 100％である。製織の一部を外部に依存している企業は、西脇と泉州に出機を有しているほか、産地内の同業者からも製品仕入れを行っている。へム加工（織布の耳の部分のミシン掛け）については、三和町内の家庭内内職に出す企業が多い。

なお、デザイン開発については、プリント加工製品を主体とする企業は外部デザイナーを活

用しているが、その他の企業では扱い製品の意匠性の低さから、経営者自身が工夫・考案することによって対応されている。

4. 産地の抱える課題と今後

4.1 経営上の隘路と将来見通し

事業主がみた経営上の隘路としては、「設備の更新が困難」が最も重要視されており、設備の老朽化が深刻化していることに加え、新鋭設備の導入に伴う資金調達やその償却が困難なことを示している。

第2の問題点としては「外注加工費の上昇」「技術の高度化」「長時間労働」「競争が激しい」「産地同業者間の連携不足」が指摘されている。すなわち、設備の新鋭化によって、製品の高度化や価格競争力を確保し、同時に労働面での負担を軽減しようとの意向がうかがえるほか、生産量さえあれば販売にはある程度の自信があることが伺える。

第5表 経営上の問題点

項 目	該当企業数	項 目	該当企業数
人件費の上昇	0	従業者の高齢化	2
原材料費の上昇	1	技術の高度化	3
外注加工賃の上昇	3	デザイン力がない	0
売上げの伸び悩み	2	季節的繁閑差がおおきい	0
競争が激しい	3	設備の更新が困難	6
加工単価が安い	2	仕事が長時間労働	3
代金回収が遅い	1	燃料費が高い	0
手形サイトが長い	1	産地同業者間の連携不足	3
人手不足	1	その他	0

次に、今後の経営方針をみると「規模の拡大を図る」3企業、「現状維持」3企業と2分されたが、「規模を縮小する」企業はゼロで、産地の将来を考えるうえで注目される回答であった。また、今後の重点的な対応策としては、「染色加工の導入」「織工程の一貫生産体制確立」、その他「現在の事業内容の範囲内で一層の高度化」に主眼を置いていた。しかし、令和2年現在、「三和タオル製織」1企業のみになっている。

4.2 産地の課題と今後

1) 主要産地としての自覚

三和町の第2次産業におけるタオル製造業界の地位は、10%前後に達しており、工業製品の中でこれといった特産品を持たない同町においては、「タオル」は地域の主要産業として位置付けられている。そして、産地の経営者には、地域経済の振興を基本とした前向きな活動を展開し、大きな責任と自覚が求められている。

2) 産地基盤の強化

本産地のタオルの製造加工については、糸染、糊付け、整経など製品品質を左右する多く

の工程を産地外の企業に依存しており、本来的な産地形成をしているとはいいがたい状況である。一方では、賃機のような従属的企業はなく、すべてがリスクを負った独立自営企業であり、販売面でも独自の商圈を確立しているなど評価される面も少なくない。

こうした点を基盤に本産地の振興を考えれば、準備工程や仕上工程を中心とする関連加工工程の導入・充実が基礎課題となる。そのためには、生産量や企業数の拡大が不可欠であり、次のようなアプローチすべき具体策が考えられる。

- ・地域外にある出機の産地内化による産地規模の拡大
- ・プリント加工でみられるような産地内での加工委託の推進と核とする企業の一貫生産体制の確立
- ・原糸や包装資材の共同購入や経営情報の交流促進
- ・かつて共同加工を行った京都タオル事業協同組合の再発足

また、7企業のうち2企業が「後継者がいない」と回答していることも重要問題であり、他人ごとではなく産地全体の課題として対処しなければならない。

第6表 後継者の有無

すでに決定している	4 企業
決定していないが心づもりはある	1 企業
いなくて心配している	2 企業
自分1代で廃業するつもり	0 企業

3) 市場開拓と製品開発

産地の安定的発展のためには、市場開拓は不可欠の課題であり、生産量や企業数の増加をスムーズに実現するためにも積極的な取り組みが望まれる。

当産地では、おしぼりタオルの比率が他の産地に比べて高いといった特徴を持っているほか、各企業の販売先もかなりバラエティーに富んでいるなど、特有の産地維持基盤構造を有している。今後とも、この特色を生かした市場開拓が必要であり、府下の有力企業との直接取引（例えば、銀行の粗品等）の推進や農協、生協ルートの開拓などが必要だろう。

一方、新製品開発については、タオルの需要が停滞色を強めている現状を考慮すれば、より一層積極的に取り組まなければならない課題である。

第7表 全国のタオル生産動向（資料：工業統計）

年度	出荷数量（トン）	出荷金額（百万円）	事業所数（社）
昭和46年	83,970	63,502	922
47	92,290	70,104	935
48	218,045	89,352	939
49	128,780	99,467	1,007
50	116,052	110,854	1,051
51	146,609	127,439	1,079
52	151,693	137,317	1,043
53	175,036	148,494	1,059
54	177,231	169,968	1,081
55	186,156	183,580	1,083

タオルケットの大ヒットにより、わが国最大の産地に成長した今治のほか、当産地内の企業においても、ファッション性の高いプリントタオルを軸として大幅に業績を伸ばしているところもみられるなど、製品開発が企業発展の起爆剤となる事例は決して稀ではない。高度なデザイン力を駆使した付加価値の高いファッションタオルの開発や縫製業界との連携によるタオルの２次製品の開発が課題となる。

4) 生産基盤の強化

産地の経営者自身が指摘しているように、織機の老朽化は産地活性化の緊急課題である。織機の更新は基本的には各企業個別の問題であり、利益の蓄積と将来を見渡した経営計画の充実によって、計画的な設備投資を行うことが求められる。そして、かつて他産地で織機の共同廃棄事業が行われたことを考慮するならば、設備更新に当たっては、①将来の販路開発の可能性を十分考える、②生産数量の拡大よりむしろ製品の高度化に対応できるものにする点に留意すべきである。

他方、こうした設備を運用する人材の育成も重要な課題である。従業員の再訓練はその基本テーマであり、同時に若年労働者にも魅力と展望がもてる職場づくりが緊要である。近年、やや慢性的な不況とふるさと指向から若年者の U ターンや J ターン傾向が強まっており、こうした人々の受け皿としても地域産業の振興は重要課題である。

5. 参考文献

- [1] 三和町タオル産地の実態と課題（昭和 57 年度特定産地巡回指導）昭和 57 年 12 月 京都府中小企業総合指導所
- [2] 三和町史下巻 第 2 節 産業・経済の振興と社会生活の動向
- [3] ネット情報「三和タオル製織株式会社」がんばる中小企業「知恵の経営と経営革新計画」 京都府商工業連合会

兵庫県における天然繊維産業の地域的分業

古澤 壽治・井上 佳彦

公益財団法人 衣笠繊維研究所 〒603-8326 京都市北区北野下白梅町 29 番地

1. 研究の背景と目的

木綿は麻にかわる庶民衣料として近世になって急速に普及し、摂津と播磨でも近世初期から綿作が行われていた。18 世紀以降、綿作は西摂の西国街道沿いの村々では綿作率が 30～40% に達し、播磨では 10～20% と河内や和泉ほど高くなかった。これに対し、加古郡、印南郡の海岸部を中心に広範囲で綿作が盛んとなり、姫路藩の財政再建に貢献している。そして、古代の但馬国では絹・羅・綾など高級絹織物を貢納する養蚕国であったが、江戸時代には養蚕の技術革新は進んでいなかった。しかし享保期（1716～36）に京都西陣から縮緬織の技術が丹後地方に伝わると、生糸生産を支えるため、丹波・但馬での農家では養蚕技術が急速に発展した[1,2]。これに尽力した一人に養父郡の上垣守国がいる。上垣は 1802 年に「養蚕秘録」3 巻を著し、同書籍はフランス語に翻訳されフランス養蚕の発展にも貢献した[3]。このように兵庫県は、綿作や生糸生産に大きく寄与した県である。

一方、江戸時代幕末から明治・大正期には日本では産業革命期に当たり、鹿児島県では幕末に西洋式機械紡績場を建設している[4]。経済面では、1881 年（明治 14 年）に松方デフレに始まり、貨幣流通量の激減、円の価値は高騰、物価は暴落し、商品作物の価格下落が激しくなった。さらに 1890（明治 23 年）の日本初の恐慌に加え、1894（明治 27）年には綿糸輸出税が撤廃、1896（明治 29 年）には綿花輸入税も撤廃されている。1919（大正 8）年には第 1 次世界大戦後の好景気で麻布や晒布の需要が拡大されるが、1923（大正 12 年 9 月 1 日）関東大震災、1927（昭和 2）年に金融恐慌が起こり、減少している。

以上のように、江戸時代に培われた兵庫県の綿作や養蚕技術に拠る天然繊維の生産は、日本の産業革命期における天然繊維とその製品の輸出入や、その他の経済的変動を受けながら展開したであろう。本報告では、兵庫県統計書から、天然繊維生産の地域分化並びに織物特産地形成をみることでその概要について報告する。

2. 調査方法

明治～昭和時代初期の兵庫県統計書に記載されている麻、綿、繭の繊維材料の収穫高、繊維製品の生産高を地域ごとに年次を追って集計した。統計書の出处は、国立国会図書館デジタルコレクションを通し、昨年と同様[10]に収集した。なお、繊維材料の収穫高や織物生産高は、年によって単位が異なるので、円価値の変化はあるが生産金額で図表に表示した。

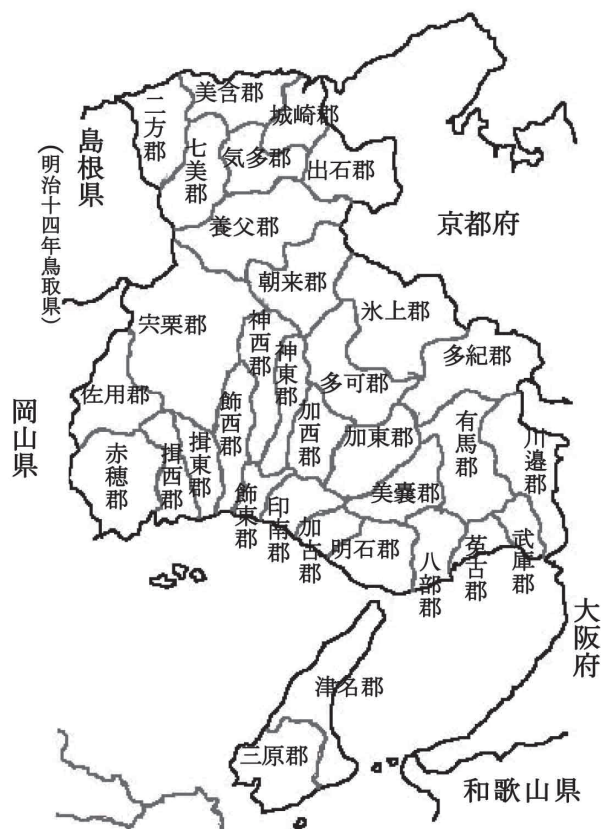


図 1. 兵庫県の県域（明治時代）

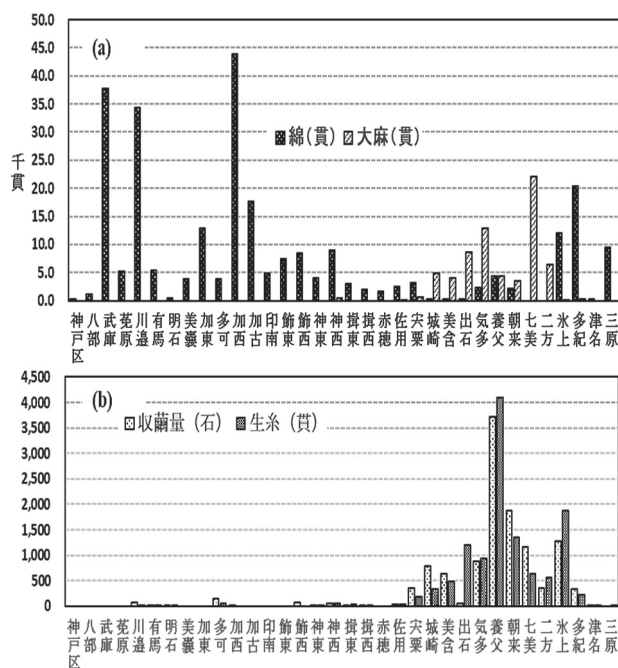


図 2. 兵庫県の各地域における綿及び大麻 (a) と繭及び生糸の生産量 (b)

3. 調査結果

3.1 兵庫県における各地域での天然繊維生産量の変化と繊維類の神戸港での輸出入

図 1 は、明治から大正にかけての兵庫県の行政区画（郡）を示している。

この区画に従って、兵庫県各地域における明治 27 年の綿及び大麻（図 2a）と繭及び生糸生産量（図 2b）を示した。この図より、綿は兵庫県南部の瀬戸内海側、繭と麻は日本海側より内陸部の出石郡や養父郡で生産されていることが分り、天然繊維の生産が兵庫県南部から北部にわたって生産されていたことが分る。

図 3a は、綿及び木綿織物生産量と綿輸入量の年次変化を示している。明治 24 年から昭和 10 年頃まで綿の輸入が行われ[5]、それに伴って、明治 24 年から明治 29 年には県内綿生産量は急激に減少している。にも拘わらず木綿織物は増加している。従って、この木綿織物の素材は国内産ではなく輸入綿を用いて生産されたものと考えられる。同じことは、滋賀県、大阪府、京都府、奈良県においてもみることができる[6]。

図 3b は、県内の生糸生産量と絹織物生産量を示している。生糸生産量は、大正元年から大正 13 年に増加するが、昭和 10 年までに減少した。しかし、この生糸生産量に比べ、絹織物生産量は著しく低いことから、県内で生産された生糸は県外へ輸出されたことが考えられる。また、図 2 に示したように養父郡や朝来郡では最も繭、生糸共に生産量が多く、これらの地域に京都府綾部地域が隣接し、綾部地域では縮緬等の絹織物生産の最盛地であるため、京都府へ輸出されたか、あるいは外国への輸出かも知れない。上述の綿輸入ならびに生糸の輸出については、図 3b に示すように、神戸税関が取り扱った繊維類の輸出

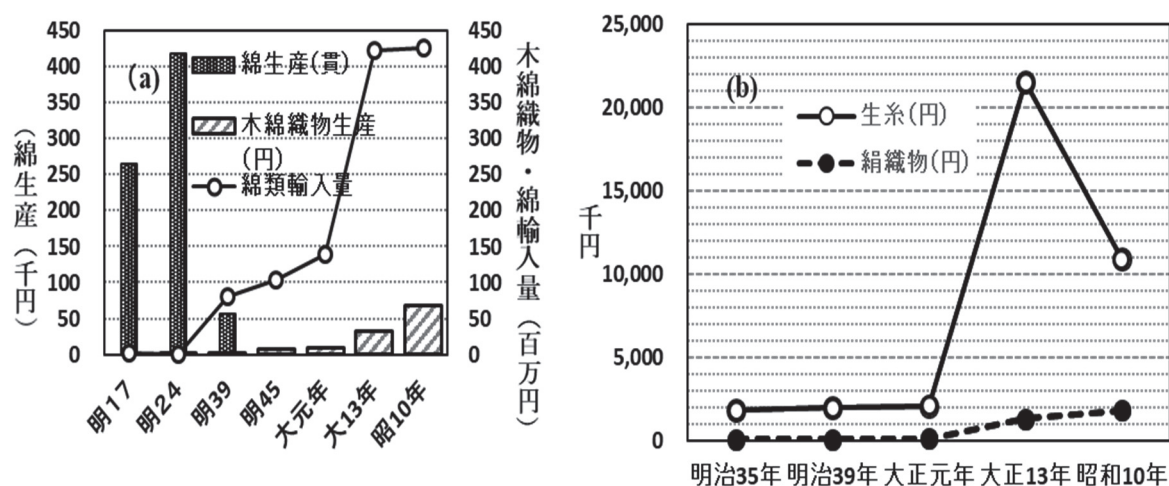


図 3. 兵庫県における綿と木綿織物生産量および綿輸入量 (a) と生糸と絹織物生産量(b)

入額から推察することができる。すなわち、神戸税関を通過した繊維の輸出入（図 4）をみると、綿類の輸入は明治 10 年から明治 40 年まで微増し、大正元年から昭和 9 年まで急増している。そして、大正 13 年まで繰綿が輸入され輸入総額の 40～50%を占めていた。その後、昭和 9 年から綿花の輸入に代わり 40～50%を占めていた[5]。

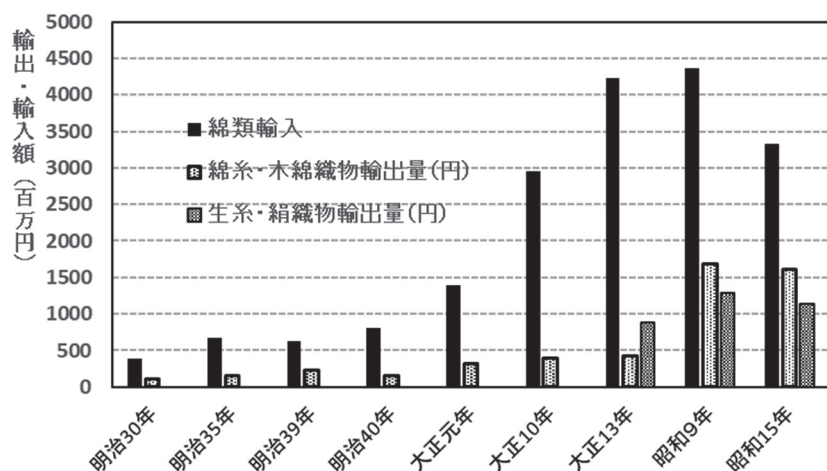


図 4. 綿類、生糸・絹織物類の輸出入額 [5]

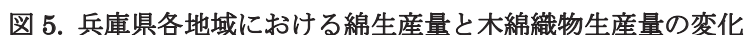
の輸出額は総額の 22～38%であった。さらに、図示していないが、昭和 15 年からは人造絹織物や人造絹糸が輸出され、これらの輸出額は総額の約 9%であった。このように、繊維類の輸出入に変化に応じ兵庫県での天然繊維生産及び織物の生産状況が変化することが分る。

3.2 兵庫県における綿生産、木綿織物生産の地域的分業

3.2.1 明治～昭和初期における各地域における綿生産と木綿織物生産

図 5a は 明治 24 年の兵庫県下各地域（郡）における綿生産量（棒グラフ）を示し、兵庫県全域に亘り栽培されているが、特に武庫川郡、川邊郡、加古郡で多く生産されていることが分かる。先に示した図 3a から分かるように、大正 13 年以降、綿生産量は見られない。このた

一方、木綿織の生産量をみると、明治 24 年には、明石郡、多可郡、印南郡、津名郡を中心として木綿織物が生産されている。そして、大正 13 年になると（・・△・・）、川邊郡、多可郡、印南郡での生産量は、明治 24 年に比べ増加し、特に昭和 10 年になると多可郡での生産が突出し、川邊郡や加古郡の約 2.5 倍となっている。多可郡で製織される播州織の輸出量の輸出綿織物量に占める割合を、神戸税関の統計書と「西脇市郷土資料館紀要：童子山」に記載の統計データから求めると、昭和 10 年で約 32%であると概算した。



3.2.2 明治～昭和初期の木綿織物製織への力織機の導入

兵庫県における力織機数と手織機数の明治、大正、昭和の各時代での変化を図 6 に示した。手織機数は、明治から大正にかけて急激に減少した。これに呼応して、力織機数は明治 39 年から昭和 10 年にかけて直線的に増加した。これら増減の地域性についてみると（図 7）、手織機は県内各郡に分布し、昭和 10 年にはほとんどの地域で見られなくなる。これに対し、力織機は、神戸、川邊、赤穂、津名の各地域で昭和 10 年までにわずかに増大するが、多可郡周辺では特に増加が激しく、多可郡が突出していた。すなわち、図 5b で示したように神戸、川邊、多

可、過去、赤穂、津名の各地域での木綿生産高の増大は、この力織機の導入に起因することが考えられる。特に、多可郡での力織機数の増大と織物生産高とは密接に関連し、兵庫県における木綿織に主産地の地位を確立していったと言えよう。

ところで、多可郡の織物製造には、“長機”と“上機”が用いられていたようである。“長機”は直接地上に据付、経糸を緊張し、製織に際しては動揺させないものであった。それに対し、上機はいずれの場所にも移動可能な簡便な織機であった。そのため上機は賃織業者の間で使用され、多可郡の織物は大部分が上機で製織されていたという。その後、足踏式織機で上機と自動織機とを折衷したものが、各工場で採用された。

明治 33 年（1900）に西脇地方では、石油発動機を用いた豊田式力織機が導入された[8,9]。

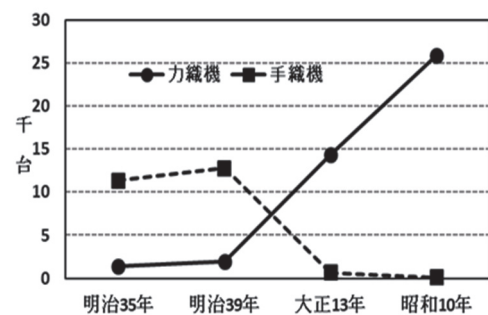


図 6. 明治～昭和時代での力織機、手織機の増減

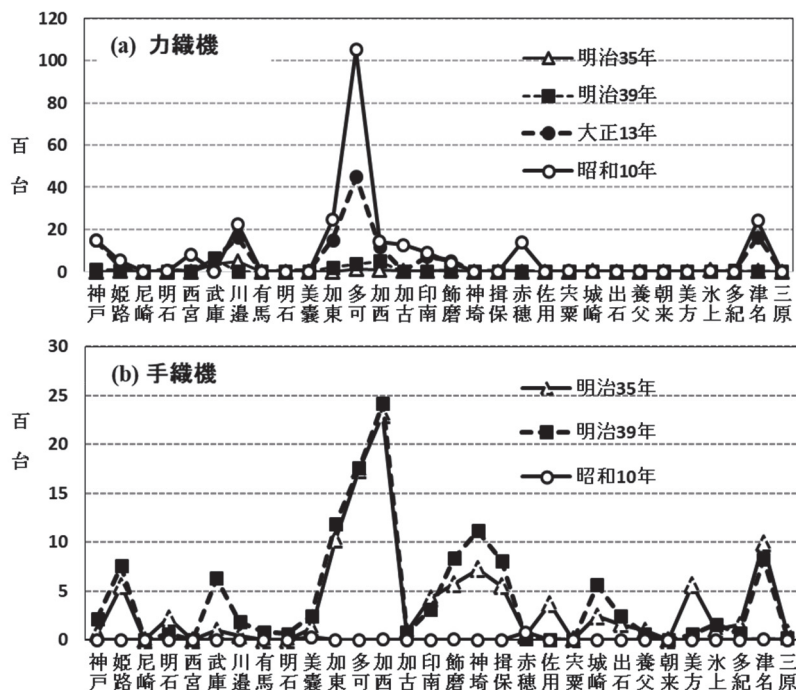


図 7. 明治～昭和初期における力織機(a)と手織機(b)の兵庫県内の分布

そして、多可を中心とする加東、加西で製織される織物を播州織と呼ばれるが、この播州織は 1923（大正 12）年から輸出（輸出率 1.9%）が始まり、1932（昭和 7）年には 90%に達し、その後 1969（昭和 44 年）まで 100%近くの輸出率を維持した（但し、1942～1945 年の間輸出率 0.0%）[9]。

3.3 兵庫県にける繭、生糸及び絹生産の地域的分業

3.3.1 繭、生糸と絹織物生産

繭と生糸の生産（図 8）は、明治 24 年で養父、氷上、気多を中心に宍粟から多紀までの日本海側より、明治 35 年（図 9a）には宍粟、城崎、養父、出石、朝来、氷上と北側が主産地となる。しかし、昭和 10 年（図 9b）になると繭の生産地に変化はないが、生糸の生産地は宍粟、城崎、養父、朝来、氷上の各郡に加え、神戸市でも生糸が生産されるようになった。特に、注目すべきことは、明治 24 年、明治 35 年、昭和 10 年ともに絹織物の主産地は出石であり、昭

和 10 年には生糸生産はみられなくなり、絹織物生産に特化、縮緬類を主として生産、昭和 10 年までに生産量が明治 35 年に比べ、約 30 倍に伸びている。

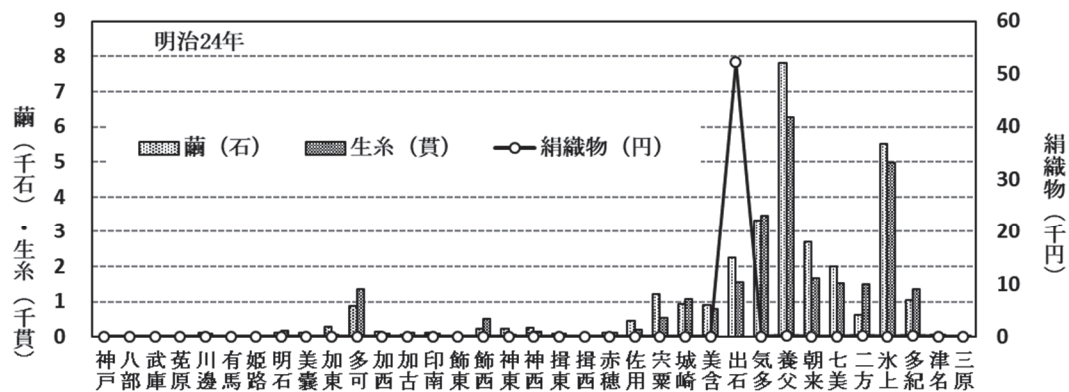


図 8. 兵庫県内における明治 24 年の繭、生糸及び絹織物生産地

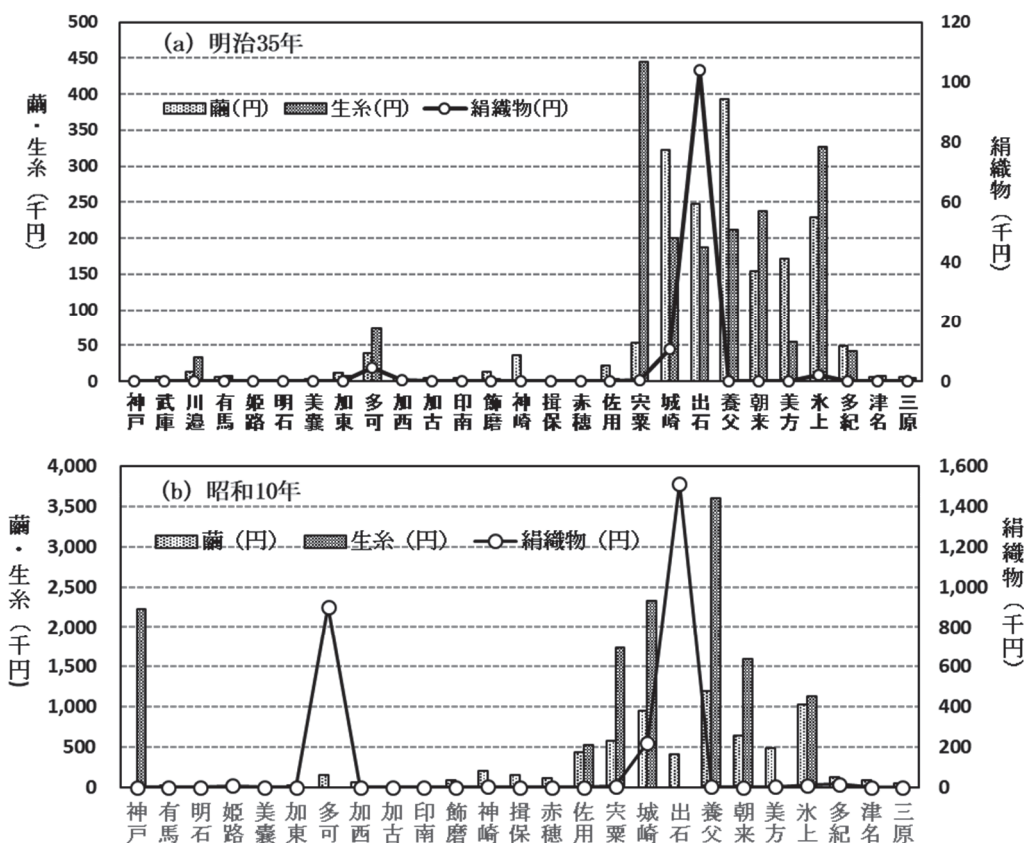


図 9. 兵庫県内における明治 35 年と昭和 10 年の繭、生糸及び絹織物の地域別生産

3.3.2 生糸生産を支える器械製糸と座繰製糸

器械製糸、座繰製糸[10]について明治 35 年から昭和 10 年までの戸数の変化をみると、器械製糸は明治 39 年の 96 戸から昭和 10 年の 15 戸に減少している。しかし、この減少にもかかわらず、生糸生産高(円)は明治～昭和にかけて 100 万円以上を維持し大正 13 年では最高の 2,000

万円と突出している。

一方、座繰製糸についてみると、明治35年には9,700戸であったが、昭和10年には288戸に減少し、特に大正13年には急激に減少している。生糸生産高は器械製糸に比べ、大正13年に64万と最も多いが、いずれも器械による生産高に比べ2分の1（明治3年）～6分の1（昭和10年）であった。

第1表 器械と座繰戸数、及びそれぞれの製糸高の年次変化

製糸法	戸数と製糸高	明治35年	明治39年	大正元年	大正13年	昭和10年
器 械	戸数	81	96	61	19	15
	製糸高（円）	1,035,005	1,523,511	1,857,010	21,335,707	1,246,625
座 繰	戸数	9,714	6,429	4,099	659	288
	製糸高（円）	427,971	480,093	327,796	642,654	240,393

3.3.3 明治～昭和初期における座繰、器械製糸による生糸生産高の地域的分布

次に器械製糸と座繰製糸による生糸生産の地域性についてみると、器械製糸は明治35年から39年にかけて養父、朝来、氷上郡でも増大し、大正13年には養父、城崎、宍粟、飾磨へと生産地が移り、昭和10年には生産高は減少している。

そして座繰製糸による生産高は、明治35年、39年のいずれも城崎、出石、養父で高く、大正13年から昭和10年にかけて生産高はそれぞれの地域で減少していった。

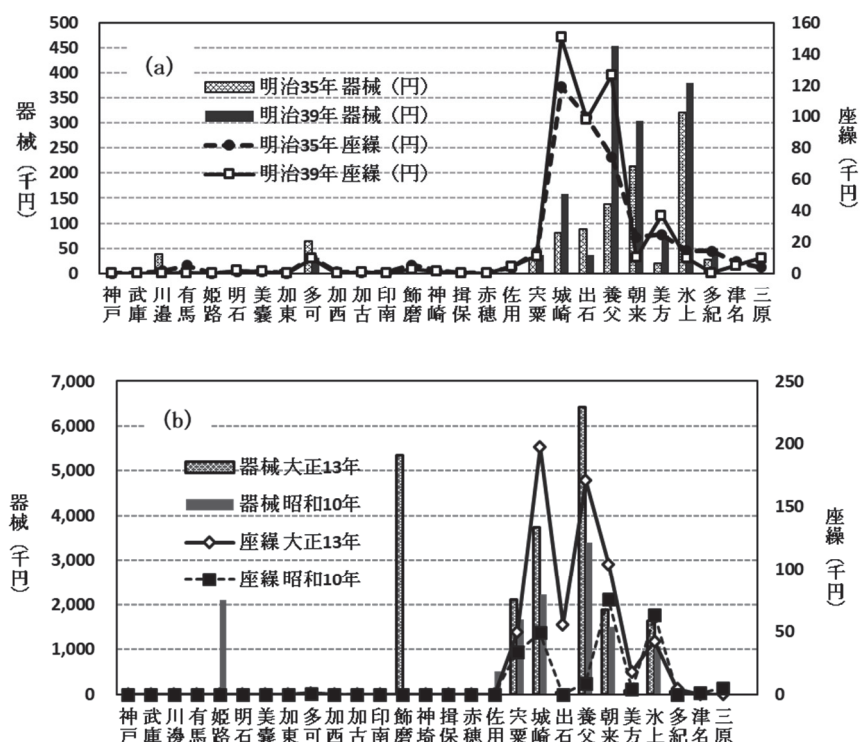


図 10. 兵庫県内における座繰製糸と器械製糸による生糸生産高の地域的分布

(a) 明治35年と明治39年 (b) 大正13年と昭和10年

3.3.4 絹織物生産の地域的分布

さらに、これらの地域における手織と力織機による絹織物生産戸数について、大正 13 年、昭和 10 年においていずれの地域でも行われているが、特に出石では大正 13 年から昭和 10 年にかけて減少している。これに対し、力織機による織物生産戸数は出石郡が大正 13 年から昭和 10 年にかけて急激に増大している。

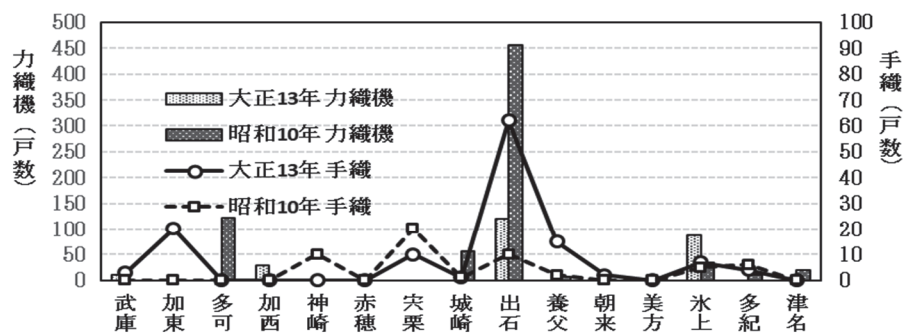


図 11. 兵庫県内での絹織物生産を支える力織機と手織機戸数

以上から、城崎、養父、朝来、氷上郡は生糸生産に主力が置かれ、出石では絹織物生産が他の地域に比べ最も生産が盛んであったことが窺うことができる。そして出石郡では前述の縮緬の生産が主として行われていたのである。

3.3.5 兵庫県内における麻と麻織物生産の地域分布

麻について、明治 39 年（図 12a）と昭和 10 年（図 12b）における、麻の生産地と麻織物生産地域を示した。

麻の栽培収穫地は、明治 39 年では美方郡、そして昭和 10 年には城崎郡、美方郡が主産地となっている。

麻織物の生産地は明治 39 年には城崎、美方、出石で生麻布（上布）、武庫では麻布類が製織されていた。また、昭和 10 年には武庫郡に隣接した川邊郡では黄麻布が、そして神戸市では帆布が生産されている。

このように麻の場合には栽培と織物生産地が別であり、しかも特定の地域で生産されている。

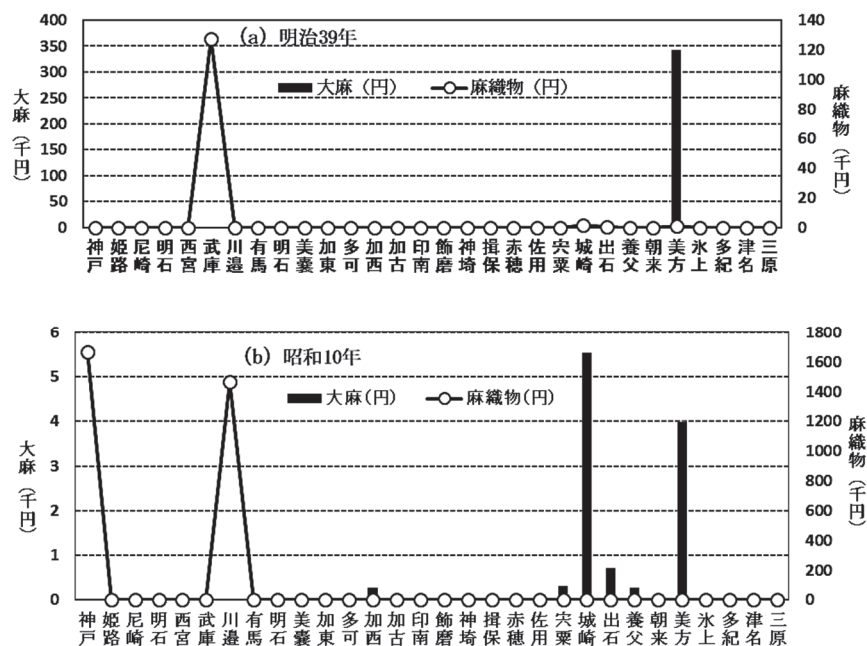


図 12. 兵庫県内における麻および麻織物生産の地域分布

謝 辞

本調査研究の遂行に当たり、ご助言頂いた神戸税関・今井真弓氏に感謝申し上げます。

4. 引用文献と参考文献

- [1] 江戸時代人づくり風土記編纂室 (1996) 江戸時代人づくり風土記 28 ふるさとの人と知恵 兵庫 pp.86-99、(社)農村漁村文化協会
- [2] 今井修平他 56 名 (2004) 兵庫県の歴史 pp.229-295 山川出版社
- [3] 竹田 敏 (2016) 幕末に海を渡った養蚕書 東海大学出版部
- [4] 岡田 昇 (2018) 明治日本の産業革命遺産 pp.58-58 集英社
- [5] 神戸税関 (2021) 神戸港 150 年の記録～貿易統計からみる貿易の変遷～ 神戸税関ホームページ
- [6] 古澤壽治・藤井直樹 (2020) 明治・大正期の京都府、大阪府、滋賀県、奈良県における天然繊維産業の盛衰 衣笠繊維研究所報告 No.23, 1-6.
- [7] 山北正人 (1995) 播州織の統計 西脇市郷土資料館紀要「童子山」No.3, 28-36.
- [8] 脇坂俊夫 (1995) 播州織発達史年表 西脇市郷土資料館紀要「童子山」No.3, 1-27.
- [9] 西脇市郷土資料館 (2013) 播州織の研究 pp.9-14.
- [10] 古澤壽治・井上佳彦・坂部 寛 (2020) 明治・大正期の京都府、滋賀県、奈良県における足踏座繰器から器械製糸への移行 衣笠繊維研報 No.23, 7-12.

ナイロン 4,6 の合成中間体プトレッシンの微生物生産法の開発

鈴木 秀之

京都工芸繊維大学 応用生物学系 〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町 1

1. 研究背景と目的

地中に炭化水素の形で固定化されていた化石資源を人類が温室効果ガスである CO_2 の形で大気中に放出し続けてきた結果、大気中の CO_2 濃度が上昇し、地球温暖化が顕在化してきた。地球温暖化防止と持続可能な循環型社会構築は、重要かつ緊急の課題である。大気中の CO_2 濃度の上昇を防ぎ、化石資源に頼ることなく、再生可能なバイオマス資源に置き換える技術開発が求められている。石油は燃料としてだけ使われているわけではなく、化成品の原料として使われている。化学繊維もこれまで主として石油を原料として生産されてきた。

繊維素材の一つであるナイロン 4, 6 はアジピン酸とプトレッシンの縮重合により合成されるポリアミドの一種であり（右図）、その耐熱性、耐摩耗性、耐油性、耐変形性、絶縁性などの優れた特性から、繊維はもちろんエンジニアプラスチックとして用いられている。ポリアミドの利用が増えており、プトレッシンの需要はヨーロッパでは年間 10,000 トンを越えている。電気自動車の普及にともなってモーター、コントローラー、電子基板の材質にも利用されるようになり、需要のさらなる増大が見込まれる。

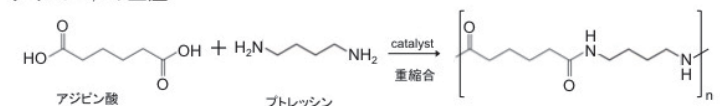
現在、プトレッシンは、工業的には主としてコハク酸ニトリルの水素添加という化学合成法で製造されている（右図）。化学合成法の出発物質

は石油化学製品であるプロペンであり、中間物質のコハク酸ニトリルはアクリロニトリルに毒性の強いシアン化水素を反応させることで作られている。使われている触媒が高価であること、反応条件を厳密に管理する必要があること、反応経路に関わる反応物に引火性のあるものや有毒なものが含まれることから、化学合成法は環境や健康への影響の観点で好ましくない。

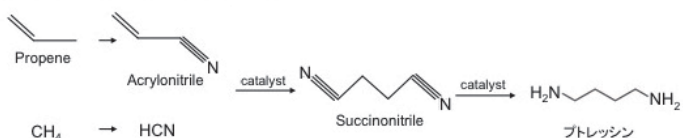
一方、植物由来の炭素源である廃糖蜜などを主成分とする培地に生育させたバクテリアによる様々な有機化合物の生産法が実用化されている。大腸菌はアルギニン生合成経路の中間物質であるオルニチンから直接、あるいはアルギニンからアグマチンを経由してプトレッシンを合成できる。プトレッシンをはじめとするポリアミンは、RNA と結合してその安定化に寄与することや、翻訳を促進する等の生理活性が知られており [1]、生合成経路の抑制、フィードバック阻害、異化、菌体外への排出などにより、菌体内の濃度は厳密に制御されている。そのため、プトレッシンを高濃度で生産するには、これらの代謝制御を解除する必要がある。

化成品の原料を石油由来のものから、再生可能なバイオオリエンティッドなものに置き換え

ナイロン4,6の生産



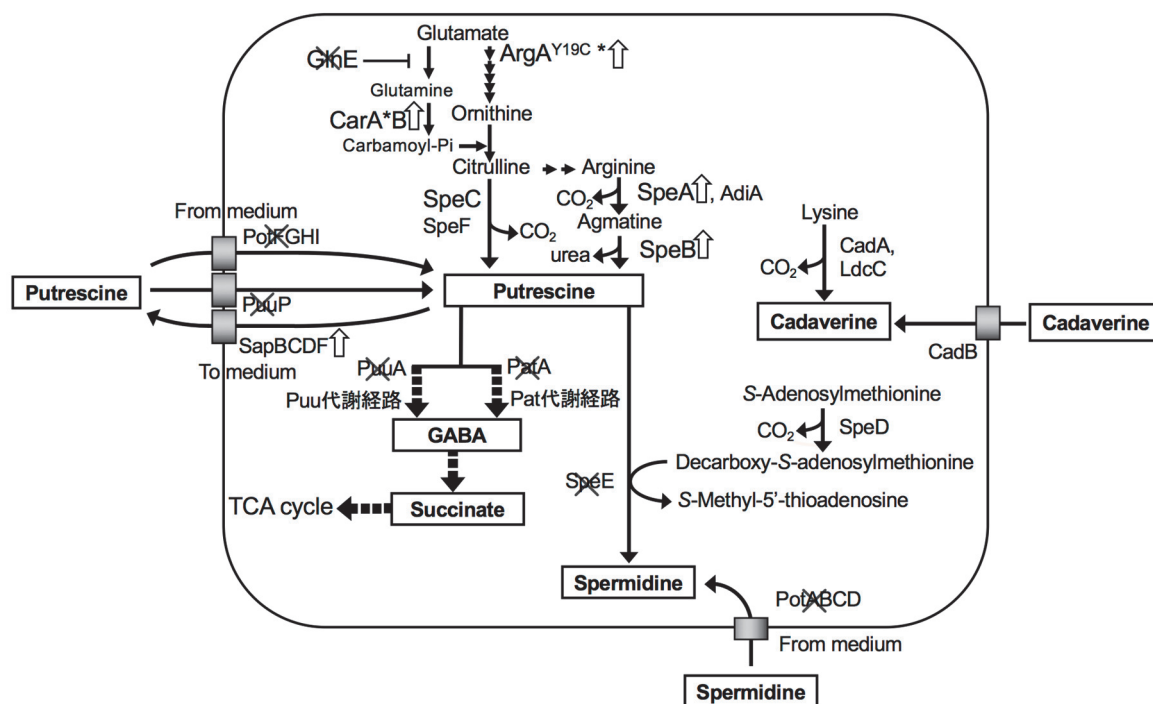
化学法によるプトレッシンの生産



ていこうとする動きが化学会社の間で加速している。本研究は、これまで“化学繊維”と呼ばれてきたものをバイオマス由来のものに置き換えていく繊維学の新分野の発展により、持続可能な循環型社会を構築することを目的としている。

2. 材料および方法

2.1 菌株とその培養



用いた菌株はいずれも大腸菌 K-12 の派生株である。大腸菌のポリアミン代謝経路を上にした。×印を付した酵素あるいはトランスポーターの欠損と上向きの↑印を付した酵素を高発現するかあるいは脱感作変異の導入によって最終産物によるフィードバック阻害がかからないようにすることを目指した。

プトレッシンの生合成経路の増強、分解経路とスペルミジンへの経路の遮断、菌体外への排出の促進により、菌体外へのプトレッシン蓄積を目指した。

前培養液を初期濁度が $OD_{600} = 0.05$ になるよう、100 $\mu\text{g/ml}$ アンピシリンを含む LB 培地 10 ml を 100 ml 容三角フラスコに接種し、120 rpm で振盪しながら、37°C で培養した。IPTG を添加する場合は、 $OD_{600} = 0.4$ になった段階で添加した。

2.2 ポリアミンの定量

経時的に 400 μl のサンプルを取り、 OD_{600} を測定後、15,000 rpm で 5 分間 4°C で遠心し、培養上清を回収した。上清 250 μl に 25 μl の 100% TCA を加えてボルテックス後、15,000 rpm で 5 分間 4°C で遠心、ポアサイズ 0.45 μm の Millex フィルターを通した後、PolyaminePak カラムを装着した HPLC に供した。HPLC の条件は、既報の通りとした[2]。

3. 研究成果

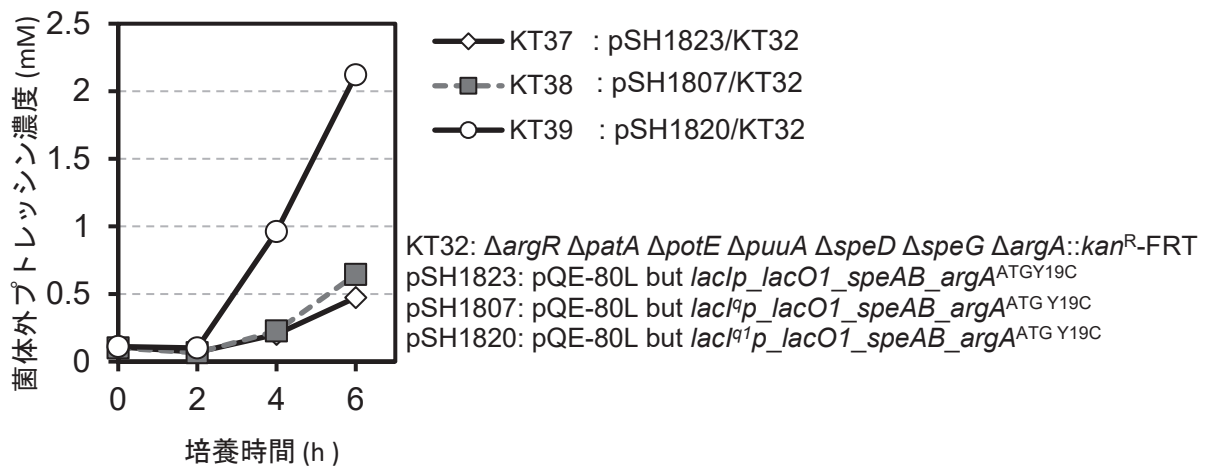
3.1 *argA* 遺伝子の開始コドンと脱感作変異の影響

アルギニン生合成経路の最初の酵素である *N*-アセチルグルタミン酸シンターゼは最終産物であるアルギニンによってフィードバック阻害を受けることが知られており、Y19C 変異の導入により、アルギニンに脱感作になると報告がされている[2]。そこで、この変異を導入した。この酵素をコードする *argA* 遺伝子の開始コドンは翻訳効率の悪い GTG である。そこで、開始コドンを ATG に置き換え、プトレッシン生成量への影響を調べた。

開始コドンが ATG の方が GTG より、プトレッシンの生成量が少し多くなったが、期待したほどではなかった。*N*-アセチルグルタミン酸シンターゼに Y19C 変異を持つ株は、野生型の *N*-アセチルグルタミン酸シンターゼを持つ株より 1.5 倍程度プトレッシン収量が増加した。

3.2 プトレッシン生合成遺伝子のプロモーターの影響

プトレッシン生合成に関与する *speA speB argA*^{ATG Y19C} 遺伝子をプラスミド上にオペロン構造を取るよう繋いで発現させているが、そのプロモーターのプトレッシン生成量への影響を調べた。プロモーターとして構成的に働くが転写活性の弱い *lacI* 遺伝子のプロモーター、その変異型で転写活性がそれぞれ約 10 倍、170 倍強いとされる *lacI*^q プロモーター、*lacI*^{q1} プロモーターの効果を検討した。



lacI プロモーターを持つプラスミド導入株のプトレッシン生成量に比べて、*lacI*^q プロモーター、*lacI*^{q1} プロモーターを持つ株では、それぞれ約 1.3 倍、3.5 倍のプトレッシンを培地中に蓄積した。

3.3 プトレッシン生成に及ぼす IPTG 濃度の影響

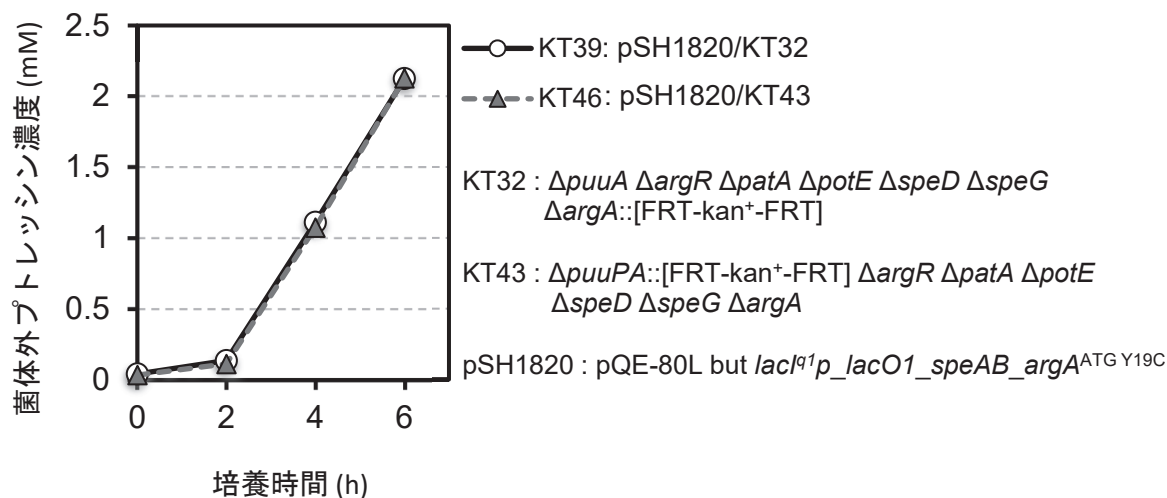
KT39 株のプトレッシン生成量に及ぼす IPTG 添加量の影響を検討した。なお、本培養開始後 OD₆₀₀ が 0.4 に達したときに IPTG を添加した。

培養 48 時間後の培地中のプトレッシン濃度は、IPTG 0.04 mM のときに無添加の場合の約 3

倍となり、それ以上添加すると少しずつ減少することが分かった。

3.4 菌体外プトレッシン濃度に及ぼすプトレッシントランスポーター遺伝子 *puuP* 欠損の影響

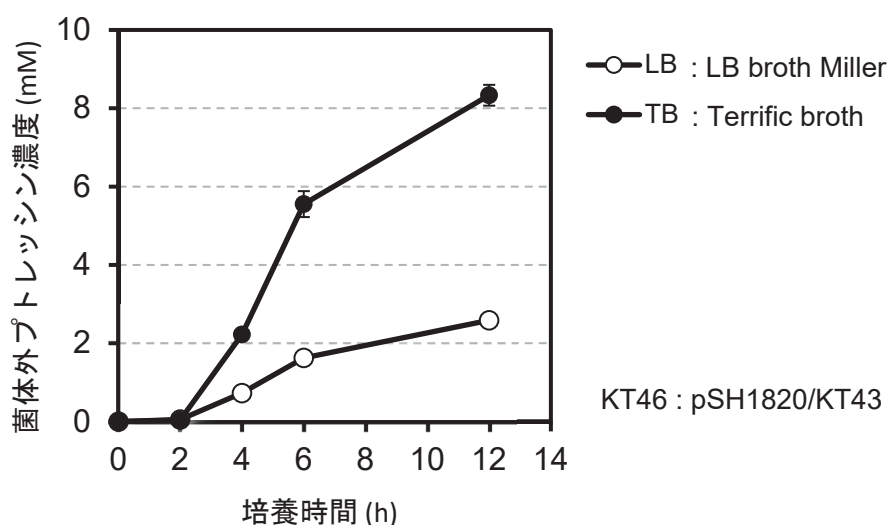
報告者は、大腸菌の PuuP がプトレッシンの強いインポーターであることを明らかにし、報告した[4, 5]。そこで、せっかく菌体外に排出したプトレッシンをトランスポーターが再び取り込んでしまっは意味がない。pSH1820 の宿主に *puuP* 欠損を導入した KT46 を作製し、PuuP の影響を調べた。



PuuP を発現する株もしない株も、菌体外のプトレッシンの蓄積量に大きな違いはなかった。

3.5 プトレッシン生成に及ぼす培地の影響

LB 培地は大腸菌にとって最も良い生育培地ではない。既に報告した、大腸菌培地として優れた焼酎粕培地[6, 7]の利用は効果が見られなかった。さらなる検討が必要である。Terrific 培地と LB 培地を比較したところ、培養開始後 24 時間で、菌の生育は 7 倍となり、LB 培地では 2.5 mM しか見られなかったプトレッシンの蓄積量は 12 時間で 8 mM に改善した。



4. 今後の展望

今回使用した宿主は、 $\Delta argA \Delta argR \Delta patA \Delta potE \Delta speD \Delta speG \Delta puu(PA)$ である。アルギニン生合成経路の初発酵素 ArgA の脱感作酵素をプラスミドから高発現してその影響をみるため、ゲノムの ArgA 遺伝子を欠失させた。さらに、アルギニン生合成経路の遺伝子群のリプレッサーである ArgR の欠失、プトレッシンの2つの異化経路の最初の酵素の PatA と PuuA の欠失、プトレッシンを菌体外から取り込む PotE と PuuP トランスポーターの欠失、プトレッシンをスペルミジンに変換するために必要な SpeD の欠失、スペルミジンアセチル化酵素である SpeG の欠失導入の菌体外プトレッシン蓄積量に対する影響を評価した。今後、アルギニン生合成経路をさらに増強するため、カルバモイルリン酸の供給量を増やす目的で、ゲノムから *carAB*, *glnA* 遺伝子を高発現させ、GlnA がアデニル化によって活性が低下しないよう、ゲノム上のアデニルトランスフェラーゼの遺伝子 *glnE* の欠失の効果を検討する必要がある。また、プトレッシン排出トランスポーター SapBCDF[8]のゲノムからの発現を試みる。さらに、プトレッシンインポーター PotFGHI の欠失の効果を検討し、より高濃度のプトレッシン生産を目指す。

5. 引用文献

- [1] 五十嵐一衛. ポリアミン研究～これまでの取り組み. (2014) ポリアミン 1(1), 2-6.
- [2] Kurihara, S., Oda, S., Tsuboi, Y., Kim, H. G., Oshida, M., Kumagai, H., Suzuki, H. (2008) γ -Glutamylputrescine synthetase in the putrescine utilization pathway of *Escherichia coli* K-12. J. Biol. Chem. 283(29), 19981-19990.
- [3] Rajagopal, B. S., DePonte III, J., Tuchman, M., Malamy, M. H. (1998) Use of inducible feedback-resistant *N*-acetylglutamate synthetase (*argA*) genes for enhanced arginine biosynthesis by genetically engineered *Escherichia coli* K-12 strains. Appl. Environ. Microbiol. 64(5), 1805-1811.
- [4] Kurihara, S., Oda, S., Tsuboi, Y., Kim, H. G., Oshida, M., Kumagai, H., Suzuki, H. (2009) The putrescine importer PuuP of *Escherichia coli* K-12. J. Bacteriol. 191(8), 2776-2782.

- [5] Terui, Y., Saroj, S. D., Sakamoto, A., Yoshida, T., Higashi, K., Kurihara, S., Suzuki, H., Toida, T., Kashiwagi, K., Igarashi, K. (2014) Properties of putrescine uptake by PotFGHI and PuuP and their physiological significance in *Escherichia coli*. *Amino Acids* 46(3), 661-670.
- [6] Suzuki, H., Nishida, K., Tamaki, H. (2019) Shochu slop is an excellent medium for *Escherichia coli* K-12. *Lett. Appl. Microbiol.* 68(6), 505-508.
- [7] Takahashi, S., Miyachi, M., Tamaki, H., Suzuki, H. (2021) The *Escherichia coli* CitT transporter can be used as a succinate exporter for succinate production. *Biosci. Biochem. Biotechnol.* *in press*.
- [8] Sugiyama, Y., Nakamura, A., Matsumoto, M., Kanbe, A., Sakanaka, M., Higashi, K., Igarashi, K., Katayama, T., Suzuki, H., Kurihara, S. (2016) A novel putrescine exporter SapBCDF of *Escherichia coli*. *J. Biol. Chem.* 291(51), 26343-26351.

シルクを用いた好風合い・消臭機能素材に関する研究

小田 明佳

地方独立行政法人京都市産業技術研究所

〒600-8815 京都市下京区中堂寺栗田町 91 京都リサーチパーク 9 号館南棟

1. 研究背景と目的

繊維製品は、我々の生活の質の向上に貢献できるものであり、欠かせないものである。繊維産業は、国内では市場規模が減少しているが、世界的には成長産業であり、国産の高機能繊維や高性能繊維は長年の厳しい国際競争の中で生き残り、世界をリードしている[1]。

繊維の機能性のひとつに、消臭効果が挙げられる。日常生活において「におい」によって人は危険を感知したり、リラックスしたり、不快に感じたりと様々な反応をする。特に不快臭に対しては、スメルハラスメントという言葉も生まれ、自身や他人の体臭を気にする風潮が強まっており、防臭・消臭繊維の開発が活発である[2]。

繊維の中でもシルクは「繊維の女王」とも呼ばれ、ほかにはない風合いや光沢を有している。さらに、機能性としても保温性[3]や抗酸化作用[4]が確認されており、においに関してはタバコのおいを吸着しないこと[5]や、アンモニアに対する消臭性[6]、ホルムアルデヒドに対する吸着性[7]が示されている。

そこで、本研究では、シルクのさらなる機能性の確認を目指すために、需要が拡大している体臭に対する消臭効果の検証を行い、シルク繊維を用いた風合いがよく消臭機能を有した素材開発を目標とする。シルクに新たな機能が確認できれば、シルク素材の需要拡大、シルク製品の高付加価値化を図ることができる。ただし、シルクは、価格の高さとその変動の大きさから、日用品での利用の困難さが考えられるため、シルクを段階的にパルプに置き換え、シルク含有量と風合い値の関係の検証、並びにシルク含有量と消臭効果の関係を検証する。

前報[8]では、風合い測定を行った結果、シルク含有量が増えることで剛性が低下し、圧縮されやすくなるが、表面特性には影響がないことなど、シルクによる風合いの変化を報告した。消臭面では、加齢臭の原因物質である 2-ノネナールを対象とし、人体から発生したにおいに製品が暴露したケースを想定し、ガスクロマトグラフィーでの分析と官能検査による評価を行った結果、2-ノネナールを噴霧した本試料を入れたサンプリングバック内のガスは、やっと感知できる程度の弱いにおいであることを報告した。この結果から、本試料はにおいを保持しない、または放出しない効果があることが示された。本報では、シルク含有量の違いによって、においの発生反応への影響について検証を行ったので報告する。

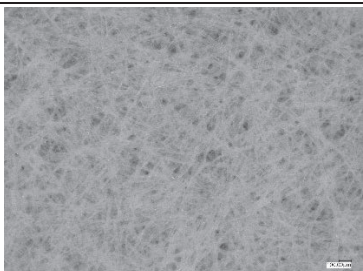
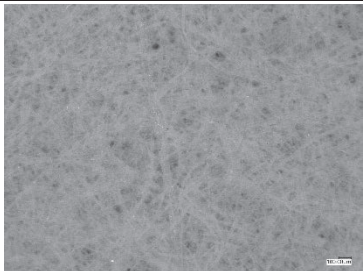
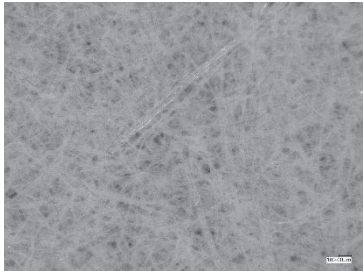
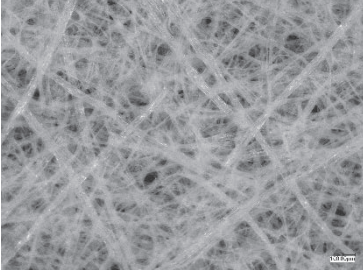
2. 研究方法

2.1 試料

シルク繊維の含有量を容易にかつ均一に変化させるために、シルク繊維とパルプ繊維の混合

比を変えた湿式不織布（紙）4 種類（符号 A～D）を作製した。作製の条件として、密度が約 50g/m² となるように調整した。シルク繊維には、乾燥繭を煮繭後 8 粒で繰糸した生糸を 5mm 長にカットしたものを用いた。試料 A～D のシルクの混合割合、表面特性、曲げ特性、圧縮特性、表面画像を表 1 に示す。なお、表面特性の平均摩擦係数（COF）は表面の滑りにくさを、摩擦係数の標準偏差（SD）はざらつきを表す。曲げ特性の曲げ剛性（B）は曲げかたさを表す。圧縮特性の圧縮エネルギー（WC）はやわらかさを表す。

表 1 試料の諸元

符号	シルクの割合 (%)	表面特性		曲げ特性	圧縮特性	表面画像
		COF (-)	SD (-)	B (gf・cm ² /cm)	WC (gf・cm/cm ²)	
A	0	0.4	0.06	0.6	0.06	
B	1	0.4	0.06	0.8	0.05	
C	10	0.4	0.06	0.7	0.06	
D	50	0.4	0.07	0.6	0.10	

2.2 においの発生反応に対する効果の検証方法

検証の対象とするにおいては、加齢臭の原因物質である 2-ノネナールとした。2-ノネナールは

株式会社資生堂が高齢者体臭の原因の一つであると特定し、加齢臭と命名したにおい物質である[9]。

2.2.1 in-vitro におい発生系の試薬の調整

2-ノネナールの発生メカニズムは、皮脂中に存在するパルミトレイン酸が、酸化あるいは皮膚常在菌によって分解されることによるものである[10]。この反応を in-vitro で行う方法として、パルミトオレイン酸とスクアレン過酸化物を混合する方法がある[11]。本法を参照し、発生系を検討するために以下のように試薬を調製した。

パルミトオレイン酸（富士フィルム和光純薬株式会社製）をアセトン（和光純薬工業株式会社製）に溶解し、1mg/mL に調整した。スクアレン（富士フィルム和光純薬株式会社製）は、ガラスシャーレ内に注ぎ、ピーク波長 365nm の UV ランプを 5 時間照射した。シャーレ内をメタノールで抽出し、スクアレン過酸化物と未酸化スクアレンを回収した。回収した抽出液は攪拌後静置し、メタノール可溶層を回収した。溶媒を留去した後、回収したスクアレン過酸化物を秤量、メタノールで再溶解し、10mg/mL に調整した。なお、回収したスクアレン過酸化物は、薄層クロマトグラフィーを用い、未酸化のスクアレンと比較して分子量が増加していることを確認した。

2.2.2 ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）での分析

表 1 の各試料を 10cm 角に裁断した。前項の濃度に調整したパルミトオレイン酸、スクアレン過酸化物各 500 μ L をバイアル瓶で混合し、試料に浸透させた。なお、この混合液の量は試料が完全に吸収できる量である。混合液を吸収した試料をサンプリングバック（株式会社 NS 光研製 Flek-Sampler）に入れヒートシールし、約 15 分静置後、窒素ガスを 2L 入れた。ブランクには、同量のパルミトオレイン酸とスクアレン過酸化物をバイアル瓶で混合した溶液をガラスシャーレに移し、溶媒を留去したものをを用い、試料と同様にサンプリングバックに入れ、窒素ガスを入れた。試料の入ったサンプリングバックを 37℃ の恒温槽に 24 時間入れ、パルミトオレイン酸とスクアレン過酸化物を反応させた後、試料濃縮用注射針（信和化工株式会社製 NeedlEx）をガス採取器（光明理化学工業株式会社製 北川式ガス採取器）に装着し、サンプリングバック内のガスを 100ml 採取した。ガスクロマトグラフ質量分析計（日本電子株式会社製 JMS-Q1050GC）を用いて 2-ノネナールの発生強度を分析した。

分析条件は、カラムに無極性キャピラリーカラム（アジレント・テクノロジー株式会社製 DB-5MS 内径 0.25mm、長さ 30m、膜厚 0.25 μ m）を用い、キャリアガスはヘリウム（純度 99.9999%）、試料の注入方式はスプリット注入（スプリット比 1:10）、気化室温度 250℃、カラム入り口圧 150kPa、カラムオープン温度 120℃とした。分析モードは、SIM モード（モニタリングイオン 43m/z）とした。

実験モデルとしては、製品に皮脂が付着した状態を想定している。皮脂の酸化や分解が進行することでおおいが発生するが、シルクを含有することでそれらの進行に対して作用するかどうか、すなわち、においの発生を抑えることが可能かどうかを検証したものである。

3. 研究結果と考察

ガスクロマトグラフィーで得られた 2-ノネナールのピーク面積を計測し、ブランクでのピーク面積を 100%とした場合の各試料のピーク面積比を図 1 に示す。測定回数は 5 回であり、その平均値を棒グラフで、偏差をエラーバーで表している。ピーク面積は小さい方が臭気強度としても小さくなる。図 1 から、シルク含有量が 10%以下 (A~C) ではブランクに対するピーク面積比が 60%程度となっており、若干の臭気強度の低下はみられた。シルク含有量が 50%の場合 (D)、20%程度まで低下しており、2-ノネナールの濃度が他の試料と比較して低濃度となっている。試料間での有意差は、パルプのみ (A)、シルク 1% (B)、シルク 10% (C) に対して、シルク 50% (D) は $p<0.01$ で有意に低下している。

本法は、溶媒の影響を受けるために、ガスクロマトグラフィーで用いた試料を官能検査で用いることが困難である。そのため目安として SEK マーク繊維製品認証基準[12]の消臭性試験のうち、官能試験法の試験対象臭気成分の濃度調整法に倣い、6 段階臭気強度表示法での臭気強度 3.5 と 2 に相当するノネナールの臭気ガスを調製し、同様にガスクロマトグラフィーでピーク面積を計測した。臭気強度 3.5 は臭気強度 3 の楽に感知できるにおいと、臭気強度 4 の強いにおいの中間、臭気強度 2 は何のにおいかかわかる弱いにおいで認知閾値濃度となっている[13]。今回のブランクのピーク面積は、調整した臭気ガスと比較すると、臭気強度 3.5 と 2 の間となっており、ブランクは認知閾値濃度以上の臭気強度があると考えられる。一方、シルク 50% (D) のピーク面積は、臭気強度 2 より小さく、認知閾値濃度以下であると考えられる。これらからも、シルク 50% (D) は 2-ノネナールの濃度が他の試料と比較して低濃度となっており、2-ノネナールのにおいを感じさせないものと考えられる。

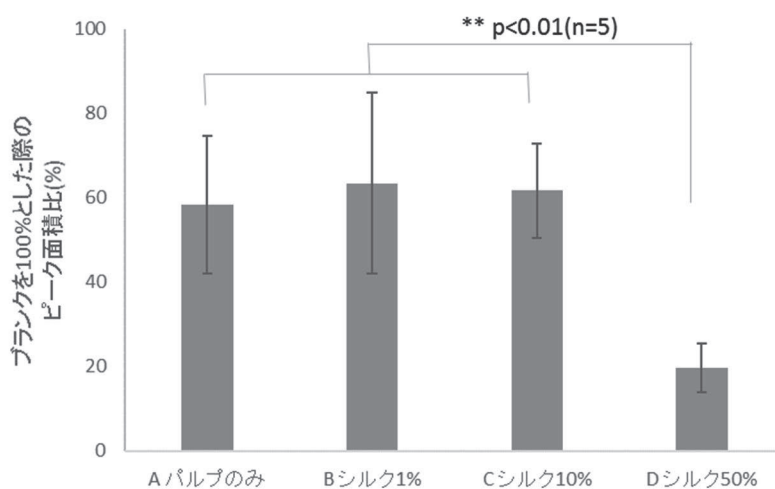


図 1 ガスクロマトグラフィーによる 2-ノネナール強度比

4. 今後の展望

本研究から、パルプをベースにシルクを 50%混合した試料では、どのように作用するのかといった過程は明らかではないが、パルミトオレイン酸とスクアレン過酸化物が反応してできる 2-ノネナールの濃度が他の試料と比較して低濃度となり、その減少の効果は、認知できていた

においが認知閾値以下になる程度に相当するものであった。

2 か年にわたる一連の研究から、製品にシルクが含まれると、人体から発生した 2-ノネナールが製品に触れても製品自体がにおいを保持したり、放出したりすることを抑える効果が期待でき、また、人体から発生した皮脂が製品に付着しても、皮脂が変化して発生する 2-ノネナールの濃度を低下させる効果も期待できることが分かった。これらから、シルクは肌に触れるアイテムであるヘッドレストをはじめとしたカバー類やふき取りシート、肌着などに展開することで効果が発揮できるのではないだろうか。今後も、シルク繊維の用途拡大、高付加価値化を目指し、シルクの機能性評価に取り組む予定である。

5. 引用文献

- [1] 経済産業省生活製品課（2020）繊維産業の現状と経済産業省の取組
- [2] 富士経済（2017）スポーツ・レジャー関連先端素材/技術・IT デバイス市場の現状と将来性 2017、69-74
- [3] 松平光男（1988）絹織物の伝熱特性と保温性、日本家政学会誌、39、987-994
- [4] 山崎昌良、中村直子、栗岡聰、小松計一（1998）繭の抗酸化作用について、第 46 回製糸絹研究発表要旨、7、110-111
- [5] 藤村明子、大野静枝（1991）香り濃度測定装置による各種繊維の臭気に関する一考察、日家政会誌、8、723-728
- [6] 加藤弘（2000）絹複合シートによる有毒ガス物質の吸着効果、日本蚕糸学雑誌、69、331-333
- [7] 杉浦愛子、高柳紅美、浅海真弓、森俊夫、日下部信幸（2008）天然素材のアンモニア消臭性と利用方法、繊維製品消費科学会誌、49、355-360
- [8] 小田明佳（2020）シルクを用いた好風合い・消臭機能素材に関する研究、衣笠繊維研究所報告、23、23-27
- [9] Shinichiro Haze (2001) 2-Nonenal Newly Found in Human Body Odor Tends to Increase with Aging、The Journal of Investigative Dermatology, 16, 4, 520-524
- [10] 土師信一郎（1999）中高年齢層のための体臭ケア製品の開発、フレグランスジャーナル、9、42-46
- [11] 合津陽子（2000）加齢臭発生機序に基づく対処製品の開発、日本化粧品技術者会誌、34、4、379-386
- [12] 一般社団法人繊維評価技術協議会（2020）SEK マーク繊維製品認証基準、18-20
- [13] 環境省環境管理局（2001）臭気指数規制ガイドライン、5-7

Effect of Inlaid Elastic Yarns and Inlaid Method on Compression Behaviour of Weft-knitted Spacer Fabric

Annie YU

Kyoto Institute of Technology Faculty of Fiber Science and Engineering
〒606-8585 Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto

1. Research Background and purpose

Spacer fabrics are commonly used as cushioning materials. It is a three-dimensional (3D) structured knitted fabric that consists of two surface layers joined together by filament yarns forming a connective layer. This 3D structure allows the fabric to have good compression resilience and air permeability which can provide better wearing comfort comparing with conventional cushioning materials such as polychloroprene, polyurethane and polyethylene foam, etc. In order to suit different applications such as shoes, backpacks, bras, bedding, car seats, wound dressing, medical padding, etc., spacer fabrics having different compression properties are needed. Changing the monofilaments or the linking pattern of the connective layer can directly alter the compression deformation of spacer fabrics [1]. Using thicker connective monofilament can increase the compression resistance but also results in a piece of rigid and hard spacer fabric [2]. Besides, the change of yarns can be time-consuming as adjustments in stitch density and machine settings are required. Therefore, an alternative method that can conveniently change the compression behaviour of spacer fabric while keeping its comfort of touch is essential.

Inlaid knitting is a technique that adds an extra yarn into a knitted structure. The inlay yarns are not essential in the construction of a knitted fabric but enhance the mechanical behaviour of the fabric. In weft knitting, inlaid yarns can be brought to the knitted structure in the course direction as miss and tuck stitches. Inlay knitting method has been used in the fabrication of composites to apply high-performance materials such as aramid, fibreglass, basalt, carbon, etc. for improving the mechanical properties [3]. When elastic yarns are inlaid in a plain knitted structure and certain tension is given to the yarns during knitting, the long float elastic yarns would hold the knitted structure tighter and thus increase the density of the fabric after it released from the knitting machine. Incorporating elastic inlay knitting in the surface layers of spacer fabric can be a feasible method to change the fabric properties.

This study aims to find a new method to vary and manage the compression properties of spacer fabrics quickly and conveniently. A new fabrication method by applying inlay knitting in the surface of weft-knitted spacer fabric is proposed to increase the flexibility and variation of spacer fabric materials.

2. Methodology

2.1 Samples

Weft-knitted spacer fabric samples were produced by a 10-gauge v-bed flat knitting machine (SWG091N210G, Shima Seiki, Japan). All of the samples have single jersey surface layers knitted by using 450D

100% polyester 3-ply drawn textured yarn and the connecting layer formed with 100% polyester monofilaments with a diameter of 0.08 mm. 100% spandex yarn was used as the inlaid yarn. The inlaid yarn was fed into the knitting machine by using a special yarn feeding device to control the yarn feeding amount at a constant rate of 50% of the knitting width, **Fig. 1**. The samples consisted of three different connective structures, three different inlay patterns and three different yarn counts of inlaid elastic yarn, **Table 1**.

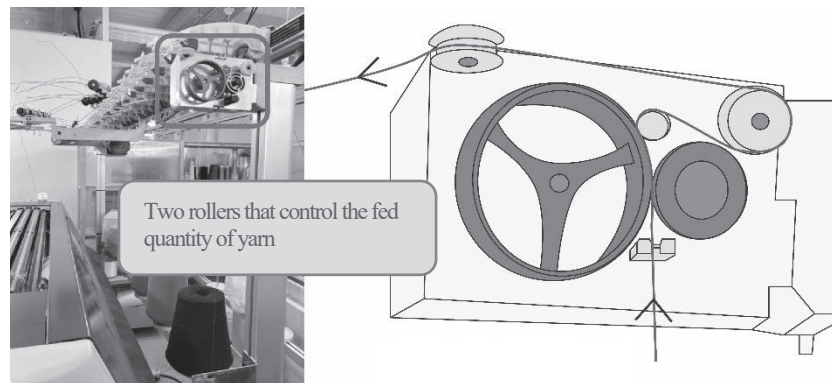
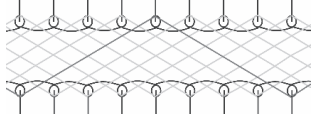
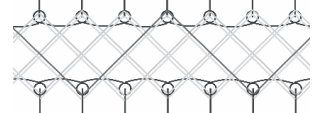


Fig. 1. Feeding device of the elastic inlaid yarn

Table 1. Weft-knitted spacer fabric samples

Sample no.	Connective structure	Inlay		
		Yes/No	Yarn count of spandex	Tuck Pattern*
A-01	 A: linking distance of 6 needles	No	N/A	N/A
A-02		Yes	140D	Every 2 nd needle
A-03		Yes	140D	Every 3 rd needle
A-04		Yes	140D	Every 4 th needle
A-02-70		Yes	70D	Every 2 nd needle
A-02-360	 B: linking distance of 8 needles	Yes	360D	Every 2 nd needle
B-01		No	N/A	N/A
B-02		Yes	140D	Every 2 nd needle
B-03		Yes	140D	Every 3 rd needle
B-04	 C: linking distance of 4 needles	Yes	140D	Every 4 th needle
C-01		No	N/A	N/A
C-02		Yes	140D	Every 2 nd needle
C-03		Yes	140D	Every 3 rd needle
C-04		Yes	140D	Every 4 th needle
 Inlaid elastic yarn tuck in every 2 nd needles		 Inlaid elastic yarn tuck in every 3 rd needles		 Inlaid elastic yarn tuck in every 4 th needles
*				

*

2.2 Compression properties evaluation

A KES-G5 compression tester based on the Kawabata fabric evaluation system (Kato Tech Co., Ltd., Japan) with a flat circular indenter that has a surface area of 2 cm^2 was used to evaluate the compression and measure the fabric thickness. The compression speed was 12 mm/min up to a maximal compression stress of 49 kPa .

3. Research outcomes

3.1 Effect on fabric thickness and connective structure

With an elastic yarn inlay, the wale density is increased while the course density is decreased. This is because the elastic yarn is held in each course which holds the wales together tighter. Hence, the weight and thickness of the spacer fabrics increase, **Fig. 2**. The samples with inlay tucking in every third needle are significantly heavier and thicker than those with tucking in every second needle. However, the thicknesses of samples with tucking in every third needle and every fourth needles are similar. The 140D spandex yarn used in this study may not be strong enough to further tighten the surface stitches by further increasing the number of miss stitches and the length of the float yarns. Looking at the cross-section in the wale-wise direction, the inclination angle between the monofilaments and the fabric increase with the presence of inlaid elastic yarn. The inclination angle further increases with the increase in the thickness of elastic yarn. It can also be observed that the monofilament yarns are not straight when connecting the front and back surface layers for the fabric samples with inlaid elastic yarn. The monofilament yarns show irregularity in the sample with inlay and the variation in compression behaviour can be foreseen.

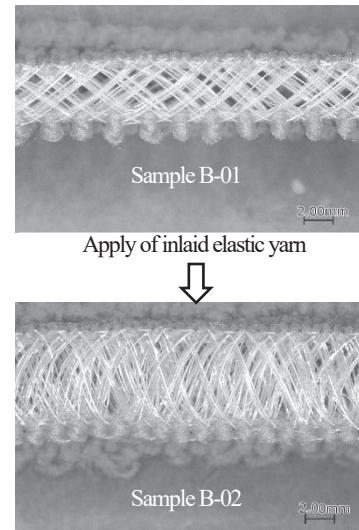


Fig. 2 Change in fabric cross-section in the wale-wise directions

3.2 Effect on compression properties

The samples with an elastic inlay require higher compression stress to reach the plateau stage of the compression. When the spacer fabric is inlaid with a thicker elastic yarn, a higher compression force is needed for the spacer fabric to reach the plateau stage of compression. With different inlay patterns, the shape and the slope at different stages of the compression curve and the compression strength at which the spacer fabrics enter the plateau stage are also changed. The inlay pattern and the yarn count of spandex yarns have a significant correlation with the Young's modulus at the elastic stage. The elastic inlay brings a significant increase in the Young's modulus. The samples with inlay pattern tucking in every third needle are stiffer and have higher Young's modulus at the elastic stage than those with tucking in every second needle. However, when the inlay pattern changes from tucking in every third needle to fourth needle, the Young's modulus shows a decrease in fabrics made of Spacer Structures A and C. The inlay pattern with too many miss stitches could increase the irregularity of the spacer structure with larger variation in inclination angles and hence reduce the compression stiffness. Apart from changing the elastic yarn with different yarn counts, changing of the elastic inlay patterns can also significantly adjust the compression stiffness of the spacer fabric. Spacer Structures A and B samples showed a substantial increase in the compression

energy (WC) with the presence of an elastic inlay. The WC of Samples A-02 and B-02 is increased by 84.2% and 74.2% respectively in comparison to Samples A-01 and B-01 where no yarns are inlaid. The WC of the samples with inlaid yarns that form tuck stitches in every fourth needles increase to more than twice that of the samples without an inlay. The elastic inlay not only increases the thickness and stiffness of the spacer fabric but also the compressibility. The spacer fabric can withstand higher compression stress and absorb a larger amount of compression energy. The elastic inlay method can be used to fabricate spacer fabric with different compression behaviour without changing yarns or machinery settings. The increase in miss stitches in the inlay pattern can increase the compressibility of the spacer fabric.

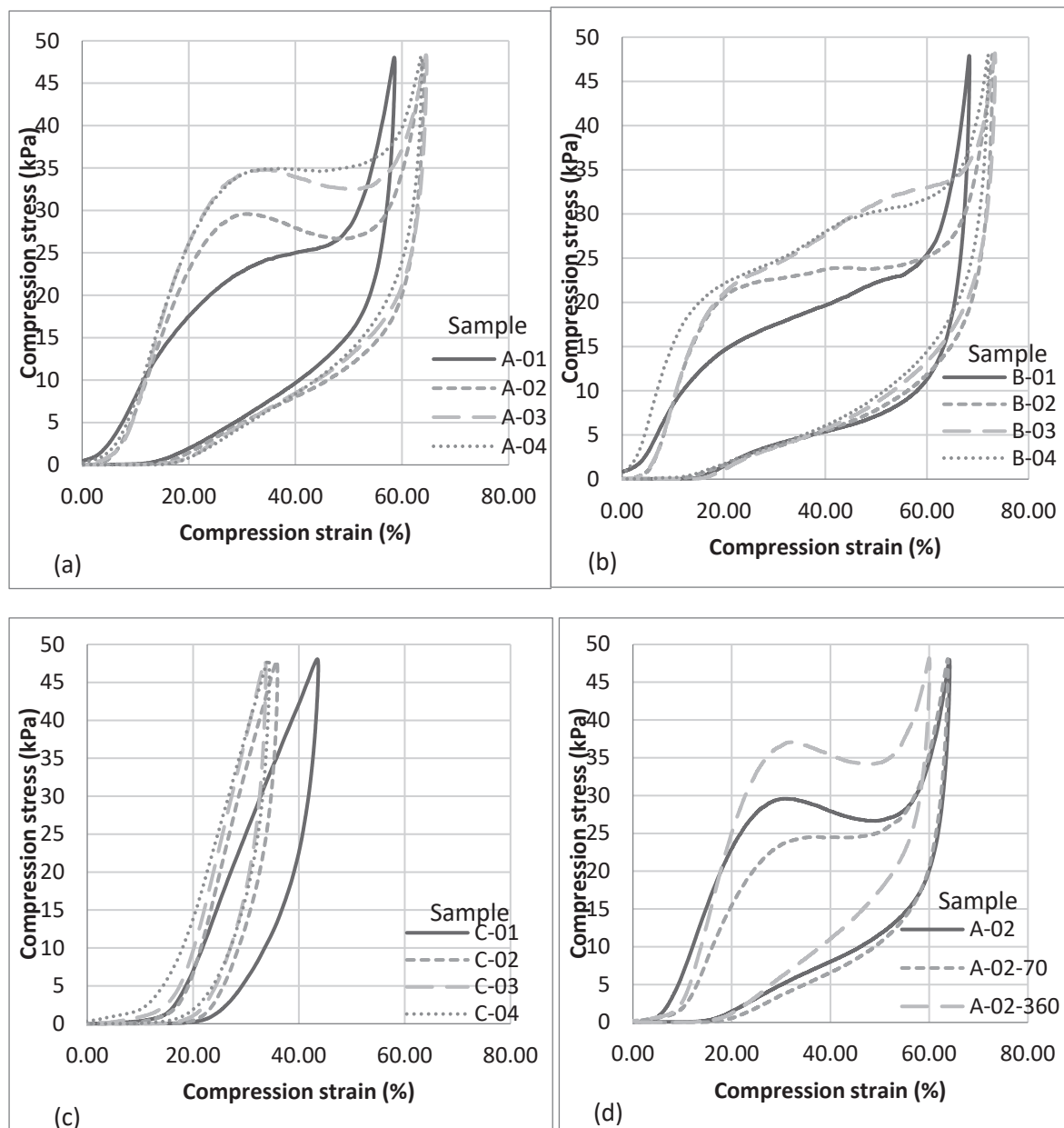


Fig. 3 Compression stress-strain curves of spacer fabric samples: (a) Samples A-01 to A-04, (b) Samples B-01 to B-04, (c) Samples C-01 to C-04 and (d) Samples A-02, A-02-70 and A-02-360

4. Further prospects

The method of inlaying elastic yarn in the surface layer of spacer fabric can help to control the fabric properties in a flexible way. By changing the inlaid pattern, different thickness, compression stiffness and compression energy at different parts of fabric can be realised. This allows the same fabric to have different levels of compression to suit different end-uses. In the future study, the development of textile products with pressure mapping function by using the spacer fabric with elastic inlay will be carried out. Moreover, the possibility of using elastic inlaid to control the curvature of spacer fabric is discovered during this study. Further investigation on the relationship between the inlaid pattern and the fabric curvature will be conducted.

Acknowledgement

I would like to thank Professor Sachiko Sukigara and Mr Shunji Takeuchi from Kyoto Institute of Technology for their kind support and advice.

5. References

- [1] Hou X, Hu H, Silberschmidt VV. (2012) A study of computational mechanics of 3D spacer fabric: Factors affecting its compression deformation. *Journal of Materials Science*. 47(9):3989-99.
- [2] Zhao T, Long H, Yang T, Liu Y. (2018) Cushioning properties of weft-knitted spacer fabrics. *Textile Research Journal*. 88(14):1628-40.
- [3] Balea L, Dusserre G, Bernhart G. (2014) Mechanical behaviour of plain-knit reinforced injected composites: Effect of inlay yarns and fibre type. *Composites Part B: Engineering*. 56:20-29.

概 要

スペーサーファブリックは、ベースとなる 2 層の間によこ糸を挿入して編み上げる 3 層構造 (3D) のニット生地である。この独特の構造により、衝撃に対する優れたエネルギー吸収を持ち、緩衝材としても利用できる。したがって、スペーサーファブリックの圧縮特性は、要求される性能を考える上で非常に重要である。そして、スペーサーファブリックの圧縮特性を編み構造によって容易に変更するための技術が必要である。本研究では、弾性糸を挿入するインレイ技術を応用する新しい方法を使って、従来のスペーサーファブリックにない特性を生み出すことを検討した。まず弾性糸を横編みスペーサーファブリックの表面層に組み込む。そして、インレイの糸とその構造パターンを様々に変えて、多様なサンプルを作製し、圧縮特性評価を行った。その結果、インレイパターンの検討と弾性糸を使用することにより、厚さ、密度、および圧縮特性の異なるスペーサーファブリックが得られることがわかった。インレイパターンのミスステッチの数を増やすことで、布の厚さが増加する。さらに、布の圧縮弾性率の増加によって、衝撃に耐えることが期待できる。しかし、インレイパターン内のミスステッチの数を過剰に増加させると、スペーサー構造に不規則性が生じ、かえって圧縮弾性率を低下させることがわかった。この新しい製作方法は、要求される性能にあったスペーサーファブリックの作製を可能にし、それはスペーサーファブリックの応用範囲を広げるのに役立つと考えられる。

京都市立正親小学校 4 年生の授業「総合的な学習の時間」への支援

中山 伸

公益財団法人 衣笠繊維研究所

〒603-8326 京都市北区北野下白梅町 29

当財団は、教育支援事業として、絹繊維の素材となる繭を生産する「カイコ」を生物材料とした理科教育を通して、絹繊維に理解を深めることを目的に、教育現場へ財団自らが教材を提供し、現場の教師と協力しながら授業に参画している。

京都市立正親小学校では 4 年生の「総合的な学習の時間」のテーマとして、前・辻元博子校長は、その教育方針としてカイコを用いた「命」の尊厳に関する教育、西陣の歴史的背景を踏まえた染織文化の伝承に取り組まれてきた。今年度、阿部正人校長が新たに着任されたが基本的にその方針を継承され、今年度も実施する運びとなった。また、岡嶋理恵教諭が昨年を引き続き 4 年生を担当されることになった。

今年度は新型コロナウイルスの感染が心配される環境下であり 1 学期中は外部講師の立ち入りが禁止された。そのため岡嶋教諭が飼育を指導した。児童はカイコを自宅に持ち帰ったりして、カイコを飼育し、繭を作らせ、羽化まで観察した。2 学期から外部講師の入校が可能になり、当財団が講義、実験、グループ発表の指導などの授業支援をおこなった。

1. 講義：「カイコの成長、変態」（令和 2 年 8 月 31 日、古澤）

古澤理事が自宅でカイコを飼育、自らの撮影資料を用いて作成したカイコの孵化から産卵までの特徴的な生物現象の動画を見せながら「カイコの生命の不思議」について説明し、児童からの疑問に答える形で授業を進行した。

動画を見て児童は以下のことに興味を示した。孵化の際に幼虫が卵殻を食い破ること。脱皮前には腹の脚を自ら吐いた糸で固定すること。幼虫脱皮の初発の行動は、脱皮そのものが起こる 2～3 時間前から特徴的な体の動きを示すこと。頭部と外皮の間に裂け目が入り、次の齢の幼虫が現れること。糸を吐く初期行動として頭部を 8 の字を描くように頭を左右に振りながら糸を吐くこと。

また、孵化したての幼虫と 5 齢幼虫との間で桑の食べ方が異なるのはなぜか？幼虫脱皮や蛹脱皮に時間はどの程度かかるのか？繭糸の長さは？糸を吐き始め、繭を作ってから繭の中で蚕はどのような過程を経て、蛾（成虫）へと形を変えて現れてくるか？繭の中での糸の吐き方は？などの質問があった。

2. 実験：「カイコのマユの不思議を知る」（令和2年9月7日、9月14日、中山）

以下の繭を使った実験を密にならないように注意して理科室で行った。

9月7日、繭はフィブロインとセリシンという2種類のタンパク質からできていることを説明し、セリシンが水溶性であることを理解させてから、児童が一人ずつ繭から繭糸をひき出す体験をした。以下の実験を行った。

- ① 1匹（頭）のカイコが吐き出す繭糸の長さは？ 繭を80℃程度のお湯で煮て、糸口を見つけたのち、CDケースに巻き取り、巻き取り回数をもとに長さを計算した。
- ② ケースに巻き取った繭糸を顕微鏡で観察した。
- ③ 絹織物、絹つむぎ糸織物をサンプルを顕微鏡で観察した。

9月14日、一人ずつ真綿作りを体験した。繭を2%の重曹液内で約1時間程度煮て、その後、授業が始まるまで温湯に浸漬しておいた。作り方は、実演することによって示した。児童各自に温湯に浸漬しておいた繭をわたし指導した。繭糸をCDケース広げて真綿を制作した。

以下の実験を行った。

- ① 繭糸の強度の測定。数本合わせた糸で実験した。10gの分銅をつけ、何グラムで糸が切れるか実験した。
- ② 真綿を顕微鏡で観察した。市販の真綿との感触を比較した。
- ③ 繭は燃えるか？ 繭をロウソクの炎に近づけて、燃え上がるか実験した。
- ④ 繭は水をとおすか？ 繭を水の中に入れ、水が中に浸みこむか実験した。
- ⑤ 繭糸と木綿糸の燃え方の違い？ 指導者が割りばしの先に繭糸を約10cmつけて、ロウソクの炎に近づけ燃える様子を観察した。比較には木綿糸を用いた。

3. 発表：グループ別成果報告（令和2年10月19日、中山）

カイコの成長や発育、カイコがつくった繭・繭糸の性質に関して学んできたことを、一年下の3年生に分かり易く伝えることを念頭に発表練習をした。今年度は自主的にグループができ、それぞれテーマが決まった。発表方法についてもメンバー間で相談し決定するのがスムーズに進んだと岡嶋先生の感想。

カイコの特徴、絹タンパク質の造られ方をカイコの内部構造と関連付けて説明したグループ、繭糸の性質について用意したポスターを紙芝居のように発表したグループ、クイズ形式で発表を進行したグループ、実際にローソクで火をつけて繭を燃やす実験をするグループなどがあり、それぞれ工夫を凝らしていた。

発表が終わって、よかったところ、わかりにくかったところ、こうしたらさらによくなるどころなどそれぞれ指摘しあった。それに対して講評を加え本番の発表の検討材料にした。

最後に、カイコを飼育して、孵化から脱皮や変態や羽化し産卵する一生を観察することによって生命の不思議と尊厳さを理解して欲しいこと。また、われわれはカイコが生産する絹糸を利用し、着物などを作って利用していること。さらに“西陣織会館”を見学して、君たちが住んでいる“西陣の織の歴史”も学んで欲しいと伝えた。

衣笠繊維賞（教育部門）の授与

当財団の「衣笠繊維賞等表彰規程」に基づき、理事による審議により 2020（令和 2）年度衣笠繊維賞の受賞候補課題として、吉田 武彦氏による「地域教育現場での蚕糸・絹文化の継承の実践」が推薦された。本件について申請書類と提出資料に基づき外部評価委員 3 名により、これまでの実績、教育効果などについて審査された。その審査結果に加え、理事会（2020 年 3 月 5 日）でも慎重審議の後、衣笠繊維賞（教育部門）に値するとして授与が承認された。授与式では、記念楯ならびに副賞を授与する。

衣笠繊維賞(教育部門)

受賞者：吉田 武彦氏

受賞タイトル：「地域教育現場での蚕糸・絹文化継承の実践」

中学校社会科教科書には、中国・漢時代のシルクロード、中国・朝鮮との「絹織物」貿易に関する記載があり、養蚕の技術は渡来人によって日本に伝えられたものとして日本史の中に登場する。江戸時代幕末からの生糸輸出、明治時代以降、日本の近代化に貢献した世界遺産「富岡製糸場と絹産業遺産群」や養蚕農家での繭生産と、それから生糸を生産する製糸業についての記載が多い。

一方、京都府丹波地方では、江戸時代より養蚕業が盛んで、生産繭から生糸を生産していた。特に丹波地方の綾部には「郡是」の製糸工場が造られ、綾部に近接する「福知山」の多くの養蚕農家からも繭を集積し、この地域における独自の蚕糸・織物文化を構築すると共に、これに関わる有形、無形の文化的資産を蓄積してきた。このような蚕糸・絹文化蓄積を、小中学校の社会科や歴史の教科に反映しつつ、下記に掲げる体験的实践教育によって地域の蚕糸・絹文化の後代への継承とこれを基盤とする新たな展開を志向し、本課題に 2017 年から今日まで取り組んでいる。



地域発展に貢献した「養蚕業」に関する授業

「受賞対象活動の概要」

1. 養蚕に関する活動

- 1) 桑栽培と蚕の生態観察
- 2) 養蚕飼育資材を学ぶ
- 3) 地域「民俗学」教育としての「養蚕農家の暮らしと信仰」（2020 年度）
- 4) 絹布の草木染体験授業（2020 年度）

5) 三和町の発展に尽力した人と養蚕（2020年度）

これらの活動は、「古代からの絹文化に関する先人の遺産を、教科書からではなく子供たちが、創造学習で得られた体験を通し学んだ地域遺産を継承する自覚をもって欲しい」との氏の強い思いに基づくものであり、教育の一環として地域に根ざしたこの活動は、人々との交流・体験学習・資源の活用等を通して、将来にわたって地域の養蚕製糸・歴史文化の継承に寄与すると評価できる。

2. 各種研究会・イベントでの活動内容

活動の成果を発信すべく、2017年以降、京都学・歴彩館主催の地域史シンポジウム「地域の養蚕をどう教えたか」、「学校は地域に何ができるか」をテーマとした報告を行うことにより、本活動の幅広い展開を目指した。具体的な事例は以下の通りである。

1) 京都学・歴彩館 地域史シンポジウム「丹波のくらしと蚕糸」

報告課題「地域の養蚕をどう教えたか」 2018年3月3日実施

養蚕体験等を通して得られた体験をもとに、地域の遺跡および養蚕農家の調査を通して、生徒たちが「養蚕を学ぶ意義、地域で学ぶ意義を」自分のものとして捉え、それを未来に繋げてほしいとの思いで、このシンポジウムで「地域の養蚕をどう教えたか」というテーマでの報告。

2) 学校と地域史をつなぐシンポジウム 2019年5月25日実施

報告課題「学校は地域に何ができるか」

福知山市「三和地域」を「まるごと博物館」に見立て、小中一貫校（9年生まで）である「三和学園」の4年生生徒に、養蚕から製糸までの体験的実習を取り入れた独自のカリキュラム「三和創造学習プラン」を実施している。本シンポジウムでは、「三和創造学習プラン」の具体的内容とその教育効果を地域史の視点から評価した。

3) 蚕業遺産フォーラム「プレハブの中の文化財 蚕都の遺産を活用するためのAtoZ」

報告「地域教育遺産」なるもの～養蚕・製糸、井堰・水路、京街道を歩く～

2019年12月14日実施

3. 養業遺産研究会の発足（2020年2月16日）

上記1および2の活動を発展的に行うため、標記の研究会を立ち上げた。これまでの活動は以下の通りである。

- 1) 第1回 発足の会合 福知山市下天津公民館
- 2) 第2回 浦島神社見学
- 3) 第3回 養蚕農家（桐村氏）の見学 福知山市下天津
- 4) 第4回 養蚕と介護福祉 養父市役所

以上のように、蚕糸・絹文化に係る体験的実践活動を小中学校での歴史教育に反映させ、さらにその成果を発表することは、地域の歴史資産利用による教育の更なる活性化を図るとともに他地域への波及効果をもたらしていると評価でき、衣笠繊維賞（教育部門）授与に値するものである。

2020（令和2）年度 衣笠繊維研究所理事および評議員の活動状況

1. 学術論文の発表、各種学会での口頭発表など（下線部は財団理事、評議員）

（1）書籍

白井孝治. 3.7 体色と繭色のはなし. 「カイコの科学（日本蚕糸学会編）」朝倉書店. 2020.7.1.
ISBN978-4-254-42043-2（分担）

（2）口頭発表

森 太郎・小松隆則・島田拓哉・古澤壽治. 技術科における蚕を教材とした生物育成プログラムの開発. 日本産業技術教育学会 第63回全国大会（千葉）2020年9月5～6日.

（3）調査報告書など

行松啓子. 福島市文化財調査報告書第54集「福島市における絹の手前織り関連資料：信達地方における絹織物」2021年3月

2. 講演および講義活動など

白井孝治

講演：演題：「昆虫に学ぶ生物学」

主 催 者：岐阜県立恵那高校（岐阜県恵那市）

開催日時：2020年11月5日 28名（2年生）

内 容：模擬講義として高等学校の生徒を対象として生物学の基礎研究の魅力を紹介する目的で行った。

最初にゲノム研究や次世代シーケンサを用いた研究、さらに近年話題のゲノム編集など実際の生物学の現状を紹介した。次に実際例としてカイコ突然変異系統の研究にそれらを用いた研究例を紹介した。

中山 伸

講義：演題：「カイコの神秘と底力」

場所：京都市立正親小学校、4年生

① 2020年9月7日 午後1時30分より午後2時55分

繭から糸繰りを実習した。繭や生糸について解説した。

② 2020年9月14日 午後1時30分より午後2時55分

真綿作りを実習した。紬糸や絹織物について解説した。

③ 2020年10月19日 午後2時15分より午後3時40分

児童のカイコの成長・発育、繭・繭糸について発表を聴き、それを講評・指導した。

古澤壽治

① 講義：「カイコの成長、変態」

場所：京都市立正親小学校、4年生

日時：2020年8月31日 午後1時30分より午後2時55分

内容：蚕幼虫のふ化から成虫までの発育・成長について、特に脱皮・変態過程を自作動画を用いて説明した。併せて、挿し木から生育した実のなる桑を贈呈した。

② 高等部理科授業においてカイコの飼育を通して、昆虫の生態を学ぶ学習の指導

日時：2020年9月23日（水） 9:30～ 10:50

場所：滋賀大学教育学部附属特別支援学校

内容：・カイコの生態とシルクの歴史と活用等について

・滋賀県における蚕糸業 ・皇居での“御養蚕” 富岡製糸場 ウイルスワクチンの蚕体内での生産、絹タンパク質の化粧品などへ利用
なお、本件は滋賀大学ホームページで紹介された。

行松啓子

展示と個展

① グループ展『蚕木鐵土（さんもくど）』

場 所：アイギャラリー（大阪市中央区南船場）

日 時：令和2年9月21日～27日

内容等：陶磁、鉄、木彫、染織の4作家による展示、染織品を出品

② 個展『染織人（そめおりびと）行松啓子展』

場 所：+ノーション（東京都中央区銀座）

日 時：令和3年2月16日～22日

内容等：座繰り生糸、キビソ、ふい絹などで織った着尺、マフラー、ストールなど染織品の展示

3. 会議及び研究会等への出席

廉屋 巧

① 第1回蚕業遺産研究会:養蚕業の文化の継承 福知山市下天津公民館 2020年2月16日

② 桑苗の提供

- ・大江町に自生する実生桑苗を採取（品種不明）
- ・2020年11月12日（木）三和学園に2鉢を提供

行松啓子

会議名：令和2年度第1回富岡シルクブランド認証委員会

開催場所：群馬県富岡市（富岡製糸場）

日時：令和2年7月10日 午後1時30分から午後3時30分まで

（第2回はコロナ蔓延のため中止）

編集・発行

公益財団法人

〒603-8326 京都市北区北野下白梅町 29

衣笠繊維研究所

Tel 075-461-5949

Fax 075-463-6679

URL <http://krf-textile.com>

E-mail: kinugasa_senni1905@nifty.com

発行日 2021 年 3 月 31 日