

第23号

衣笠纖維研究所報告

2019

公益財団法人 衣笠纖維研究所

2020年3月発行

2019
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：近畿地方における天然繊維素材利用の地理的・歴史的盛衰に関する研究
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
古澤壽治・藤井直樹・・・・・・・・・・ 1
- 明治・大正期の京都府、滋賀県、奈良県における足踏座繰製糸から器械製糸への移行
古澤壽治・井上佳彦・坂部 寛・・・・・・・・・・ 7
- 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）
-特に久留米絹との比較
田中智子・福岡佐江子・・・・・・・・・・ 13

助成研究

- ナイロン4,6の合成中間体プロレッシンの微生物生産法の開発
鈴木秀之・・・・・・・・・・ 19
- 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・・・・・・・・・・ 23

教育支援事業

教材開発

- 総合的な学習時間（「友勇タイム」：「カイコの神秘と底力」）への支援
中山 伸・・・・・・・・・・ 28

衣笠繊維賞（学術部門）

- 動物性タンパク繊維の構造解析および製織技術に関する研究
岡田倫子・・・・・・・・・・ 32

奨学金給付生の学会活動

- 光増感剤処理と可視光線照射によって(+)-カテキンから生成する染料を用いた毛髪の色
内田晶子・・・・・・・・・・ 35

普及・振興事業

学術講演会

- 京都産野蚕の資源活用
齊藤 準・・・・・・・・・・ 36

2019（令和元）年度 衣笠繊維研究所理事及び評議員の活動状況

- 講演および講義活動・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39

天然繊維産業の盛衰

古澤壽治・藤井直樹

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

1. 研究の背景と目的

綿が渡来したのは奈良時代の終りの八世紀末、インドからと言われているが、栽培はうまくゆかず、16世紀室町時代に我が国に再渡来し、江戸時代になると近畿地方を中心に栽培された[1、2]。しかし、横浜税関貿易統計[3]からみると、蔓延元年から元治元年頃まで綿織物、その後明治31年頃に至って綿糸、そして、明治22年頃から繰綿の輸入が始まり、明治後半から大正時代には、繰綿の輸入は輸入品目の第1位を占め、日本の綿栽培に大きな影響を与えていた。

一方、経済面では、1881(明治14)年に松方デフレが始まり、貨幣の流通量は激減、円の価値は高騰し、物価は暴落するとともに米や繭などの商品作物の価格下落が激しくなった。また、明治・大正期には、日本最初の恐慌が1890(明治23)年、1896(明治29)年に綿花輸入税撤廃、1919(大正8)年、第1次世界大戦後の好景気で麻布、晒布の需要拡大、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っている。

このような状況下における近畿地方の繊維産業の興隆について調べたところ、綿輸入による外圧化やデフレの状況下でも各府県で独自の繊維産業の地域的興りを見ることができたのでその概要について報告する。

2. 調査方法

各府県発行の統計書を基に、麻、綿、繭の繊維材料の収穫高ならびに繊維製品を府県内の地域ごとに年次ごとに集計した。この他、国立国会図書館デジタルコレクションを通し各府県のデータを収集した。なお、調査結果の図は、紙面に制約があるので、代表的なものにとどめ、織物生産量は、種類が多岐にわたるのでグラフには生産金額で表示した。

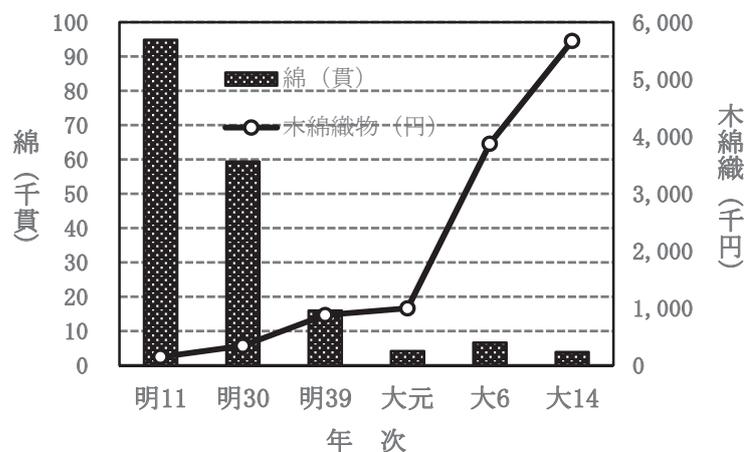


図1. 滋賀県における綿と木綿織物生産量の年次変化

3. 調査結果

3.1 各府県における麻、綿、繭等の収量と織物生産の年次変動

図1は、滋賀県の綿と木綿織物の生産量を示している。いずれも原料の綿生産量は急減しているにもかかわらず、織物生産量は増加していることが分る。横浜税関貿易統計[3]によれば、明治29年頃まで綿糸が輸入され、それ以降は綿糸の他に繰綿が増加し、大正時代に入ると輸入品目の1位を占めることから、図1に示した木綿織物の増加は、輸入綿を用いた生産によるものと考えられ、これらの織物は再び輸出される[4]と推察でき、いわゆる加工型貿易産業[5]となっている。奈良県では大正元年以降、大阪府では大正4年から綿の生産量はほとんどみられなくなったが、大阪府、京都府、奈良県についても木綿織物生産量の増加がみられた。このように、日本は輸入綿を原料とし、外貨を稼いだが、それを支えたのは1893（明治26）に発明された豊田式力織機の普及があったことが考えられる。

また、麻について大阪府での生産は無かったが、奈良県では明治30年の約1400貫から昭和5年の40貫まで減少し、滋賀県では明治11年の58貫から大正14年には10貫まで減少した。このような減少にもかかわらず、麻織物生産量は増大した（図省略）。横浜税関貿易統計[3]では、麻の輸入や織物の輸出はみられないことから、織物生産増加分の麻原料は、日本国内から供給されるのであろう。

蚕糸生産に係る明治11年から大正14年の年次変動を、滋賀県統計から図にまとめた（図2）。繭、生糸のいずれも明治11年から大正14年にかけて増加するとともに絹織物生産も増加し、絹綿交織物が大正元年より大正10年までに一時的に増加している。このような傾向は京都府、奈良県でも同様であったが、大阪府では大正14年まで繭、生糸生産がみられ、絹織物生産や絹綿交織物の生産は昭和に入ってからであった。

ところで、江戸末期から大正末期までの輸出入品目[3]をみると、明治12年～19年に一時的に繭が輸出総額の2%程輸出されているが、萬延元年から明治20年頃まで生糸、蚕卵紙が主で、萬延元年から明治元年にかけて生糸は総額の65～87%を占めた。明治20（1887）～24年には生糸に加え絹手巾さらに25年から羽二重の輸出がみられ、大正6年頃より縮緬が輸出、大正9年には総額766百万円の内生糸50%、羽二重11%、縮緬2.9%を占め、輸出品目の上位3位までを絹が占めている。従って、図2に見られる絹織物の増加は、輸出に拠ることが大きいのであろう。

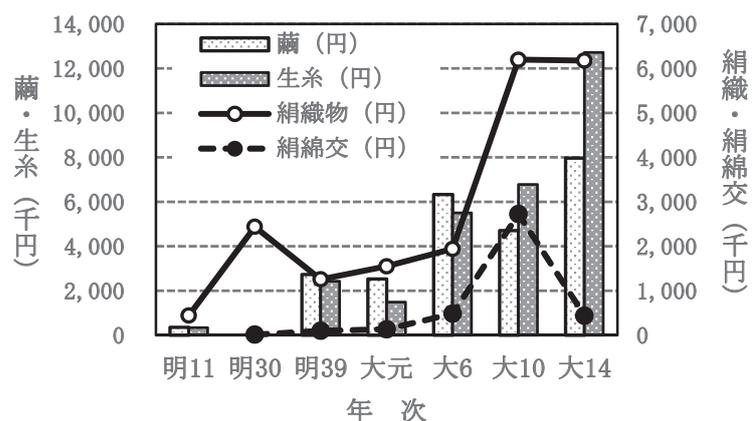


図2. 滋賀県における蚕糸生産（繭、生糸）と絹織物および絹綿交織物（絹綿交と略す）

3.2 府県内の各地域における繊維原料生産

前節でみた木綿織物、絹織物の生産増加が、各府県のどの地域で生じているかについて、統計表から探ってみた。図3は、滋賀県の明治11年(a)と大正10年(b)における繭生産量から絹織物生産の変化を地域ごとに示している。この間、明治30と39年、大正元年と6年の図は略した。明治11年に

は阪田郡と伊香郡での繭生産が突出し、絹生産は各郡ともほとんどみられなかったが、阪田郡と東浅井郡で絹織物(縮緬)が生産されていた。その後、明治30年から阪田郡、東浅井郡および伊香郡で繭及び生糸生産が急激に伸び、滋賀県全域で生産される生糸の約55%は外国向け、約20%が福井県石川の羽二重や京都に輸出され、残り25%は県内縮緬用に用いられた[6]。大正10年(図3b)には、犬上郡、坂田郡、東浅井郡で浜縮緬や絹綿交織物が生産され、図示したように滋賀県東北部で繭生産から絹織物生産まで地域完結型の蚕糸業が発展していった。

図示していないが、木綿織物についてみると明治11年から明治39年頃まで高島郡で主として白木綿、縞木綿、ついで縮木綿が生産されていた。高島郡の他の県内地域でも綿は生産されていたが、明治10年頃まで大和河内からの綿花を買入れ、その後唐糸を用いたようである[7]。

滋賀県での麻の生産について、明治11年から大正6年の間をみると(図省略)、各郡の生産量に年ごとに差はあるが、概して野洲、蒲生、高島の各郡で継続して生産されている。そして、

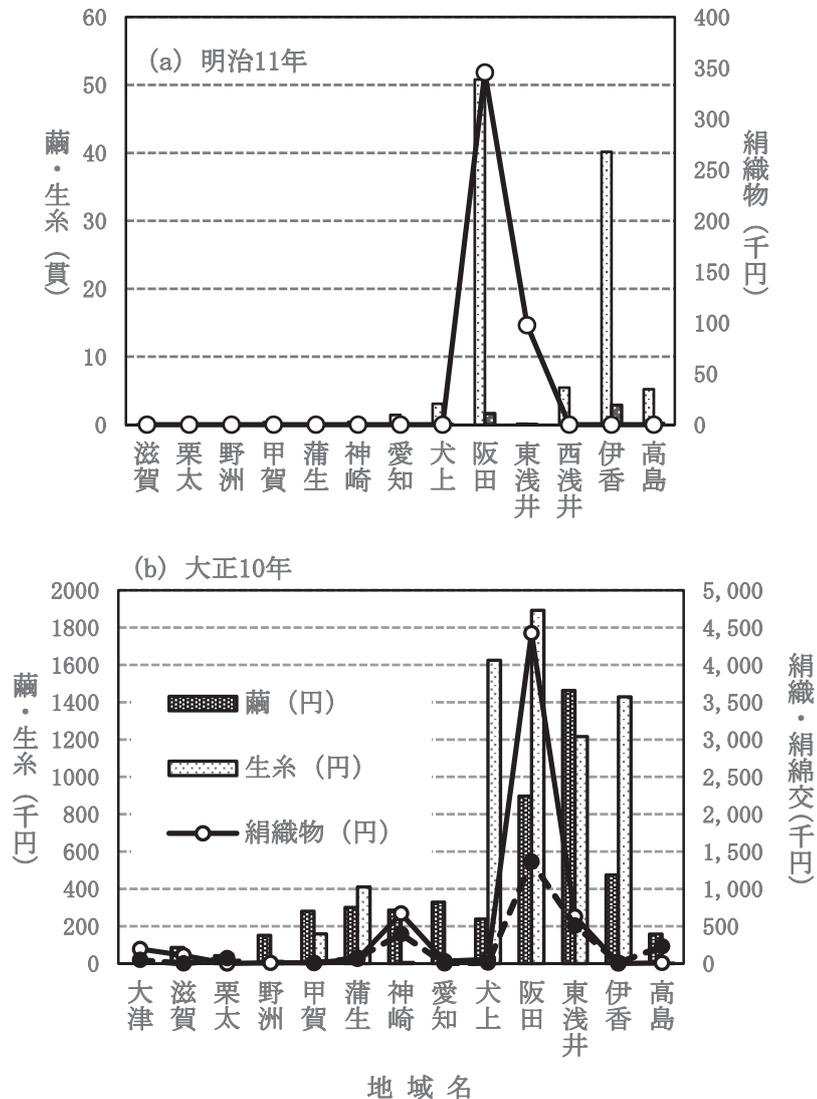


図3. 滋賀県内地域別の蚕糸生産(繭、生糸)と絹織物および絹綿交織物(絹綿交と略す)

麻織物生産量についてみると、愛知、犬上で生麻布、愛知で晒麻布、神崎・愛知で上布が生産され、大正時代に入ると大津での麻帆布生産が著しく増加していた。

以上のことから、明治から大正時代にかけて、滋賀県北部（阪田、東浅井、伊香）では養蚕・絹（特に縮緬）、蒲生・神崎・愛知では麻織物生産、高島では木綿（特に縮）織物生産地として特化していたと考えられる。

これとは対照的に、京都府では繭・生糸生産地と織物生産地が独自に発展していった。図4をみると、京都府における明治13年の繭生産地（図4a）は天田郡が突出し、生糸生産はその周辺の何鹿郡、天田郡、加佐郡、與謝郡などで行われていたことが分かる。しかし、大正元年（図4b）には、繭・生糸生産地は何鹿郡周辺の地域であるが、織物生産は竹野郡、與謝郡に加え新たに京都市が入っている。この京都市での織物生産は図示していないが、明治30年頃から絹織、絹綿交織生産として現れ、大正元年には京都市で紋織類、縮緬類、與謝郡、中郡、竹野郡で紋織類、縮緬類に加え羽二重類が生産されている。

京都府の麻生産は明治13年には北桑田郡と加佐郡でみられ、この頃には織物は生産されていない。しかし、明治39年には相楽郡で織物生産がみられた。その後、麻生産は北桑田郡と船井郡が主生産地となり、織物は相楽郡の他に宇治郡、葛野郡、京都市でも生産されるようになり、大正初期から昭和10年には相楽郡と京都市が麻織物の主産地となり、生麻布や蚊帳地が生産されていた。

図5は、奈良県における大正元年（図a）と大正10年（図b）の麻生産と麻織物生産を示している。大正元年には、麻生産は宇陀郡が主であり、麻織物生産は添上郡で、大正10年には麻は宇陀郡、山邊郡、生駒郡で

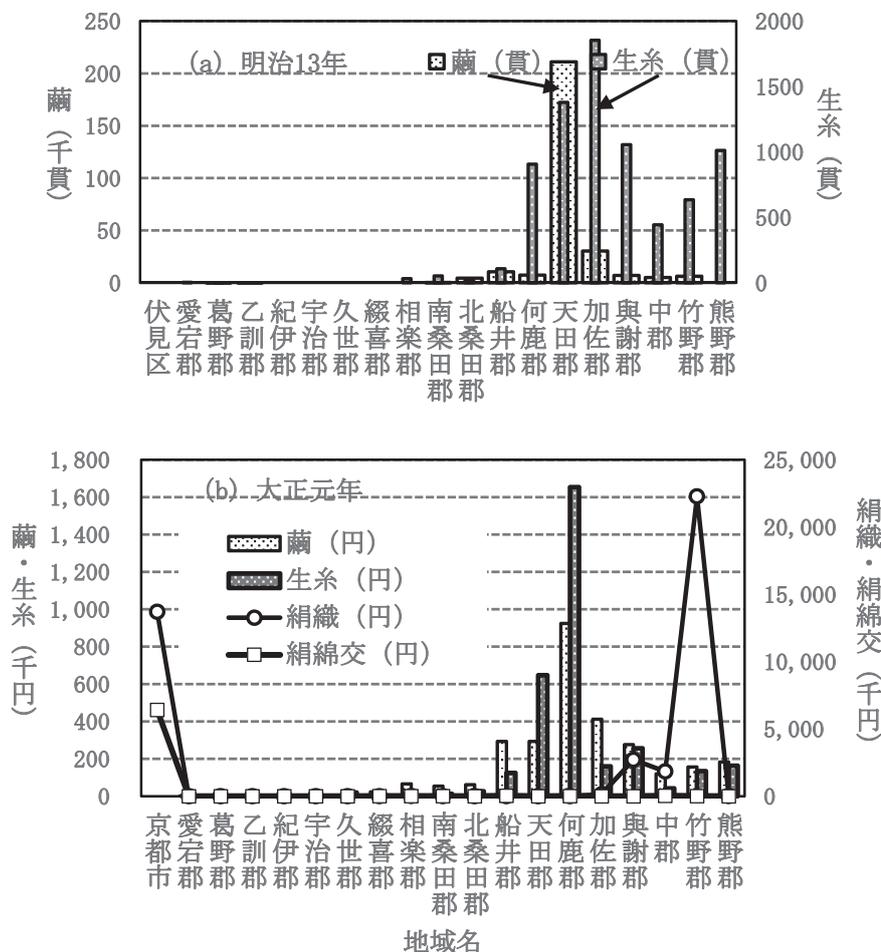


図4. 京都内地域別の蚕糸生産（繭、生糸）と絹織物および絹綿交織物（絹綿交と略す）

生産され、麻織物は奈良で生産されている。注目すべきは、この年には北葛城郡と南葛城郡で木綿糸と白木綿の晒賃が統計上記載され、麻織物が生産されていない北葛城郡で麻が晒されていることが図 5b から覗うことができる。すなわち、添上郡や生駒郡で織られた織物は、北葛城で晒され、さらに奈良に移され「奈良晒」として販売されていたと考えられる。その後、大正 14 年から昭和 5 年にかけて、麻織物の生産は添上、生駒と奈良に集中していた。なお、江戸時代末期まで、麻（苧麻）が羽州（山形）、会津（福島）産が主であったが明治期以降大麻に代わっている[8]。

図示していないが、綿についてみると、明治 20 年代には各郡で綿は生産されていたが、明治 30 年頃から綿生産は宇陀郡、綿織物生産は高市、北葛城、南葛城へと収斂していった。また、繭、生糸、絹織物生産は明治 21 年に宇陀郡で突出して行われ、この頃にはグンゼがこの地に進出したこと[9]によるのかも知れない。特に、麻、綿、繭と生糸のいずれの生産も、急激な山間地が多い宇陀郡で盛んであったことの影響に興味をもたれる。

大阪府での綿および木綿織物についてみると、

綿栽培は明治 30 年から昭和 10 年までの間、栽培地域が変動するが、中河内郡では一貫して主産地を維持し、縞木綿、緋木綿が生産されていた。そして、織物生産は大阪市と泉北郡と泉南郡が主産地となり、生木綿が生産され、昭和 10 年には泉南郡では織物は広幅と小幅の両者に加え、特殊物（タオル、敷布、綿毛布、調帯及びホース、テープ類など）が加わり、生産品目の多様性が図られている。

次いで、大阪府での蚕糸業をみると、明治 30 年（図 6a）には三島郡と北河内郡で繭と生糸生産が行われ、大阪府で絹織物、絹綿交織物が生産されている。そして、大正時代になると三島郡では生糸生産と絹織物（特に羽二重）が生産された。さらに昭和 10 年（図 6b）には繭の主産地は北河内郡、次いで南河内郡であり、三島郡泉南郡では絹織物の他に絹綿交織物の生産が顕著となる。

上記の織物のなかで、羽二重は明治時代から大正時代にかけて、縮緬は大正時代に入ってか

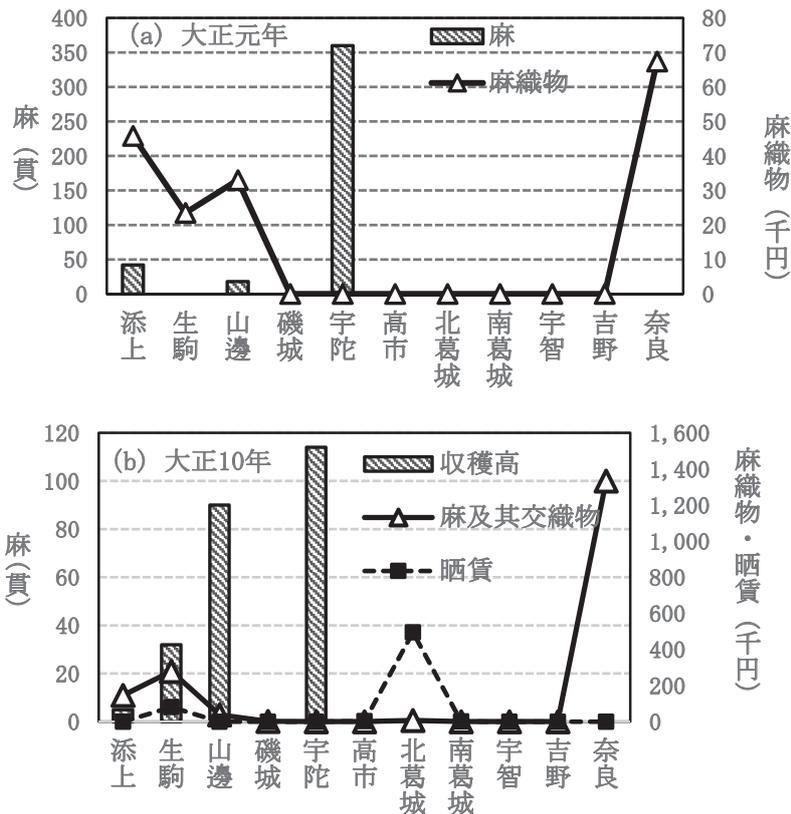
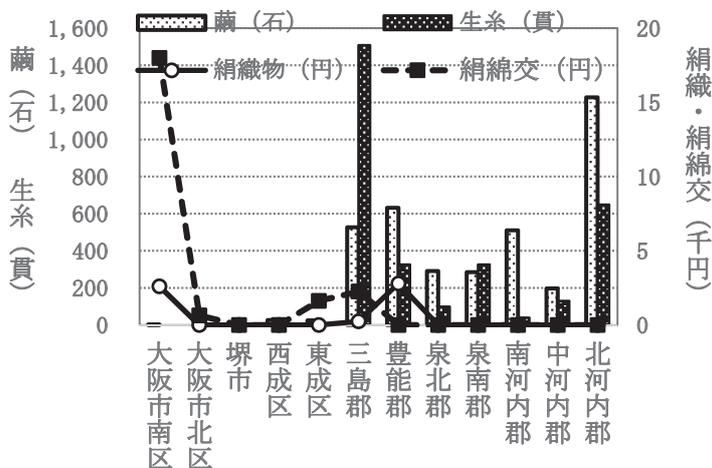


図 5. 奈良県地域別の麻、麻織物生産高と晒賃

らの重要な輸出品目となっている[2]ことから、これらの農家ででの原材料生産および織物生産は当時の日本の貿易収益に貢献したといえる。

以上のように、綿糸の輸入から綿輸入が起こり、日本の綿生産は減少する状況下に加え、明治14年の松方デフレによる農産物価格の暴落する中で、京都府、滋賀県、奈良県、大阪府の天然繊維生産とそれを素材とする織物生産業は府県内での地域分業を生かしながら特産地を形成した。特に、綿業では、輸入綿を独自の織物として輸出品に替えていった。また、蚕糸業は、河川敷や湖岸での桑栽培[10]、そして足踏座繰器により生糸を生産し、これも地域独自の織物を生産することによって、外貨を稼ぎ、日本の産業革命の始動を支えた。

(a) 明治30年



(b) 昭和10年

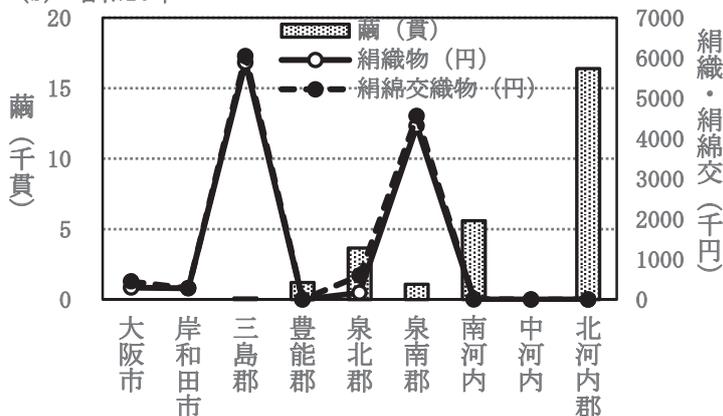


図6. 大阪府内地域別の繭生産量、絹織物生産量および絹綿交織物

4. 参考文献

- [1] 武部善人(1997) 綿と木綿の歴史 87-107、お茶の水書房
- [2] 永原慶二(2014) 苧麻・絹・木綿の社会史 279-289. 吉川弘文館
- [3] 横浜税関 (1989) 貿易統計からみた横浜港の百三十年-変わりゆく輸出入商品の百三十年小史- (財)日本関税境界横浜支部発行
- [4] 小泉平一郎・堀 務・鷺見一政 (1969) 綿花百年 (上巻) p.91, (社) 日本綿花協会
- [5] 高村直助 (1994) 産業革命 1-24、吉川弘文館
- [6] 滋賀県内務部 (1916) 滋賀懸産業要覧 188 頁
- [7] 滋賀県内務部勸業課 (1921) 滋賀懸産業要覧 228 頁
- [8] 木村博一 (1952) 近世における奈良晒の生産販売組織. 奈良学芸大学紀要 第1巻(2号) 155-162.
- [9] 奈良県 大正12年統計報告 工場表 会社票
- [10] 古澤壽治 (2019) 京都府南山城、滋賀県湖東・湖北における天然繊維産業の盛衰 衣笠繊維研究所報告 22, 1-11

明治・大正期の京都府、滋賀県、奈良県における

足踏座繰製糸から器械製糸への移行

古澤壽治¹⁾・井上佳彦¹⁾・坂部 寛²⁾

1) 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

2) 一般財団法人大日本蚕糸会 蚕糸科学研究所

1. 研究の背景と目的

蚕糸業において、明治初期に器械製糸が導入される以前は、生糸は手挽と座繰によって採られた。手挽では、左手で糸を支えながら、巻取枠軸を直接右手回しする。座繰では、手挽に絡交装置を設け、手回と枠軸とが分離し、両者間に伝導装置が入り、これによって枠軸は増速される。この動力の伝達に、プーリーと紐を使った奥州座繰器と、動力の伝道に歯車を使った上州座繰器の二種類がある[1]が、洋式製糸器械の輸入に連れ、その利点を取入れ、足踏座繰器が開発された[2]。

ところで、昨年度の当財団「繊維研究所報告」で報告した様に、滋賀県「菅浦郷土資料館」に破損した足踏座繰器が保管され、明治・大正時代には琵琶湖北端の僻地でも養蚕が行われ、生糸を生産していたことが分かった。また、水上勉氏が「琴の湖」で「ダルマという座繰りが、湖北地方の独自の製糸法」であると記載している県北部、長浜近くの本町大音では、現在でも電気モーターを付した座繰器によって生糸が生産されている。

そこで、明治・大正期に農家で用いられた座繰器の種類と生糸生産に果たした役割を知るため、滋賀県、奈良県、京都府、兵庫県、岐阜県でみられる繰糸器の種類と構造について調査した。その結果、座繰器の変遷および座繰製糸から器械製糸への移行が地域によって異なること、また彦根製糸所で購入を予定したフランス式製糸器械が、イタリア式に変更された背景も推察できた。

2. 調査方法

足踏座繰器構造の調査には、下記の資料館（史料館）に予め調査目的を連絡し、訪問日に器械の写真撮影並びに寸法を計測した。ご協力に感謝申し上げます。

田上郷土史料館（滋賀県大津市牧 1-8-32）、菅浦郷土史料館（長浜市西浅井町菅浦）、山添村歴史民俗資料館・豊原公民館（奈良県山辺郡山添村大字三ヶ谷 970）、糸とり資料保存館（長浜市本町大音）、奈良県立民俗博物館（大和郡山市矢田町 545 番地）、京都府立丹後郷土資料館（ふるさとミュージアム丹後）（京都府宮津市宇国分小字天王山 611-1）、明宝歴史民俗資料館（岐阜県郡上市明宝気良 154）、上垣守国養蚕記念館（兵庫県養父市大屋町蔵垣 246-2）、岐南町歴史民俗資料館（岐阜県羽島郡岐南町平成 7-38）、高山陣屋（岐阜県高山市八軒町 1丁

目5番地)

製糸法や生糸生産量は、各府県の統計表を基に集計した。

3. 調査結果

3.1 器械製糸と座繰製糸による生糸生産量の変化

表1では、生糸生産量からみた明治期から大正期までの座繰製糸から器械製糸への移行を示している。

年	器械製糸			座繰製糸		
	戸数(戸)	釜数(釜)	生糸(貫)	戸数(戸)	釜数(釜)	生糸(貫)
明治30年	61 ^{注1)}		15,503	15739 ^{注2)}		15,504
明治39年	16		12,459	14,201		23,509
大正6年	11	2,389	45,062	5,046	6,685	15,804
大正10年	12	2,532	46,037	4,702	5,676	23,956
大正14年	15	2,728	91,946	2,296	3,135	11,022

注1) 統計書では製造所と記載、器械製糸として記載した。
注2) 統計書では自宅と記載、ここでは座繰製糸にいたした。

すなわち、足踏みを動力源とする座繰製糸の戸数は、明治39年から急激に減少、大正14年における戸数は明治39年の約7分の1まで減少し、これに伴い生糸生産量も減少した。ここで重要なことは、座繰製糸農家の釜数が1戸当たり約1釜であることである。これに対し、明治33年から大正14年の間、蒸気や水車を動力源とする器械製糸戸数はほとんど変化なく、釜数も1戸当たり約20釜で変化ないが、生糸生産量は大正6年から大正14年に急激に増加した。

表2 滋賀県各地域における器械製糸、座繰製糸の戸数と生糸生産量の変化

地域	明治39年				大正14年					
	器械製糸		座繰製糸		器械製糸			座繰製糸		
	戸数	生糸(貫)	戸数	生糸(貫)	戸数	釜数	生糸(貫)	戸数	釜数	生糸(貫)
滋賀			93	115				1	14	15
栗太			762	152				2	4	54
野洲			706	371				81	98	67
甲賀	2	494	213	1,005	1	50	800	6	11	48
蒲生	2	2,366	788	432	2	218	5,041	59	62	81
神崎	1	919	54	98				8	13	75
愛知		0	21	106				13	13	57
犬上	4	3,186	76	1,328	3	962	32,143	3	24	210
坂田	2	3,925	4,637	6,168	6	807	36,125	349	420	1,713
東浅井	1	65	5,462	9,672				1,184	1,555	4,258
伊香	1	585	1,308	3,652	3	691	17,837	589	921	4,444
高島	3	912	81	410						
合計	16	12,452	14,201	23,509	15	2,678	91,946	2,295	3,135	11,022

次に、滋賀県内の器械製糸による生糸生産量の増加を、地域別に示した(表2)。明治39年と大正14年とを比較したところ、増加は、蒲生郡、犬上郡、坂田郡、伊香郡でみられた。一方、これらの地域での座繰製糸の戸数は、他市域に較べて多いが、生糸生産量は大正14年に

は明治 39 年の約 50%にまで減少した。このような動向に反し、東浅井では 1 農家が持つ釜数は 1～2 釜で、1 釜当たり 4 貫から 5 貫の生糸を生産している。特に、明治 39 年に見られた器械製糸は大正 14 年には無くなり、座繰製糸戸数は減少したものの県内最多の座繰戸数を占めている。ここでは、今も動力源として電気モーターを用い、約 20 粒の繭から糸を繰り、楽器などの糸として用いられ、地域独自の生糸を生産している。

3.2 近畿圏内とその近辺にみる足踏座繰器

滋賀県、京都府、奈良県、兵庫県での足踏座繰器械は大きく 2 種類に分けることができる。一つは、繰糸鍋の繭から採った繭糸は集緒器を通り、ケンネル式抱合装置（イタリア式）を経て繰棒（小棒）に巻き取られるが、この小棒が前方（繰糸鍋）の上につけられた器械（図 1~3）である。そして、これらの器械をみると、動力源となる足踏板上に色々なタイプがあり、養蚕農家の人々が如何に動力を少なくして均質な糸を採るか、その工夫を覗うことができる。特に、「ふるさとミュージアム丹後」でみた器械は、昭和初期に用いられ、小棒が 4 個もつけられていた（図 3）。

もう一つはこの小棒が繰糸鍋に対して後方にあるもの（図 4、5）で、共撚式（フランス式）が用いられ、特に明宝歴史民俗資料館で観た器械（図 4）は典型的なものであった。そして、「糸とり資料保存館」でみた器械（図 5）は、現在展示のものは、ケンネル式であるが、器械をよく観ると、図に赤記した m1 と m2 の箇所に集緒器の痕跡があり、また糸棒も後方に 2 個あることから、この器械は共撚式からケンネル式に改造されたものと推察した。

この形式は、「彦根製糸場」設置の計画段階では共撚式座繰器械であったが、実際にはイタリア式（ケンネル撚）が採用された[3, 4]。その経緯が「糸とり資料保存館」に保存されている足踏座繰器の構造から窺い知ることができた。このタイプは岐阜県高山市でも見た。

以上の座繰器械の動力源は足であったが、器械に連なりを作り、彦根製糸場では水車を動力源とし[3, 4]、一連の器械を動かす「器械製糸」へと発展した。また、京都府では明治 4 年にイタリア式とフランス式の折衷型器械製糸（勸工寮赤坂製糸場、内藤試験場系）を導入している[5]が、ケンネル法を用いた 236 坪の製糸工場を新設し工女 36 人を使役して操業した。しかし、彦根藩は明治 11 年に閉場、京都府は明治 20 年 10 月に至って閉場し、近江醒ヶ井の新設工場の内に移した。（住友家記録）

このように官営の製糸場は閉場したものの、その近辺に民営の製糸場が設立され、滋賀県では若林製糸場は大正 5 年には 224 釜を持つ蒸気器械製糸を採用するに至っている[4]。また、京都府船井郡では木製水車運転ケンネル式器械 16 人繰りや、京都上京区に住友製糸場が蒸気汽罐を備えた 37 人繰の工場を明治 13 年創立し[6]、座繰製糸から器械製糸への移行がこの時期にみることができる。

以上のように、明治大正期に、養蚕農家では桑栽培から養蚕へ、さらに手挽座繰器を用い糸取までの一貫した蚕糸生産を行っていたが、器械製糸が導入されることによって、繭生産と生糸生産が分離された蚕糸業が興ることとなった。

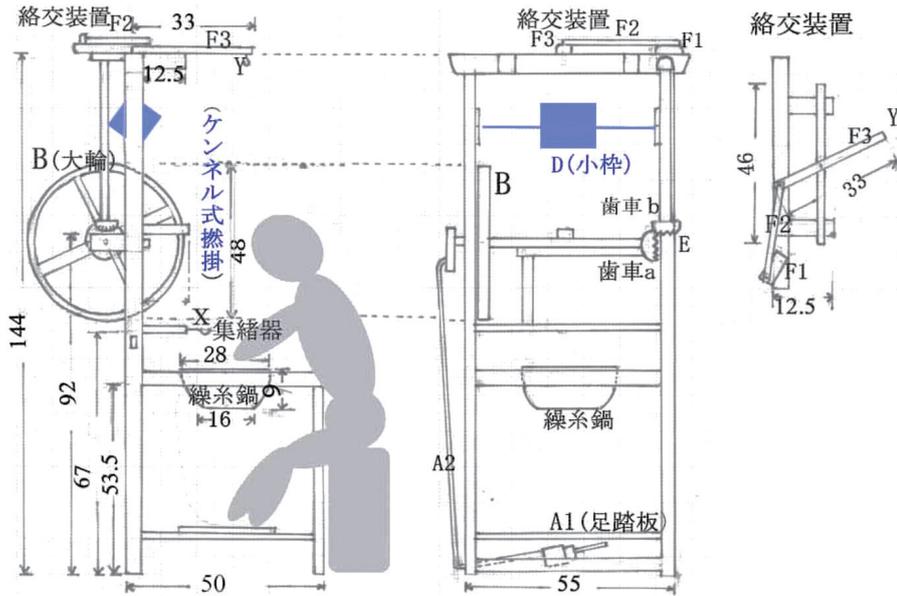


図 1. 田上郷土史料館（滋賀県）に保存の座繰器

A1(足踏板)を左右させると、A2 が上下し B(大輪)が回転、この回転は反対側の歯車 a に伝えられ、さらに歯車 b を経て絡交装置の F1 が回転する。この回転力は F2 の左右運動により F3 も左右に動く。繰糸鍋からの繭糸は集緒器を通り、ケンネル式撚掛（欠）を経てきた繭糸が F3 の先端（Y）を経て、D(小杵)に巻き取られる。なお、小杵の回転力はどのように伝えられてくるか、器械破損（青色で表示した箇所）のため不明。

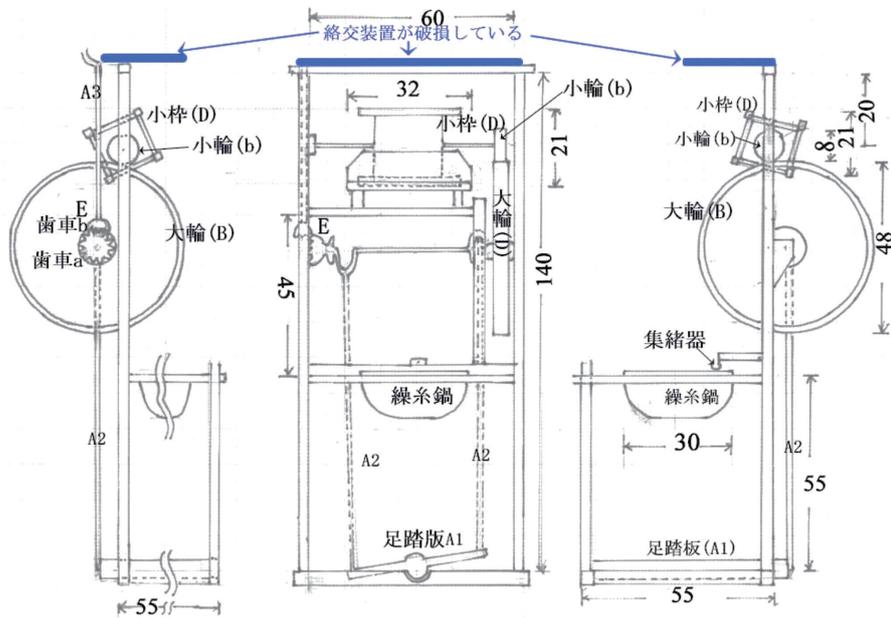


図 2. 山添村歴史民俗資料館・豊原公民館（奈良県）に保存の座繰器

足踏板 A1 の左右上下運動は、A2 を経て大輪(D)の回転となり、同時に小輪(b)が回転して小杵(D)に伝えられる。絡交装置（青色で表示）は欠落していたが、E（歯車 a と b の交差点）によって A3 に伝えられ装置が動くと推定できる。寸法：cm.

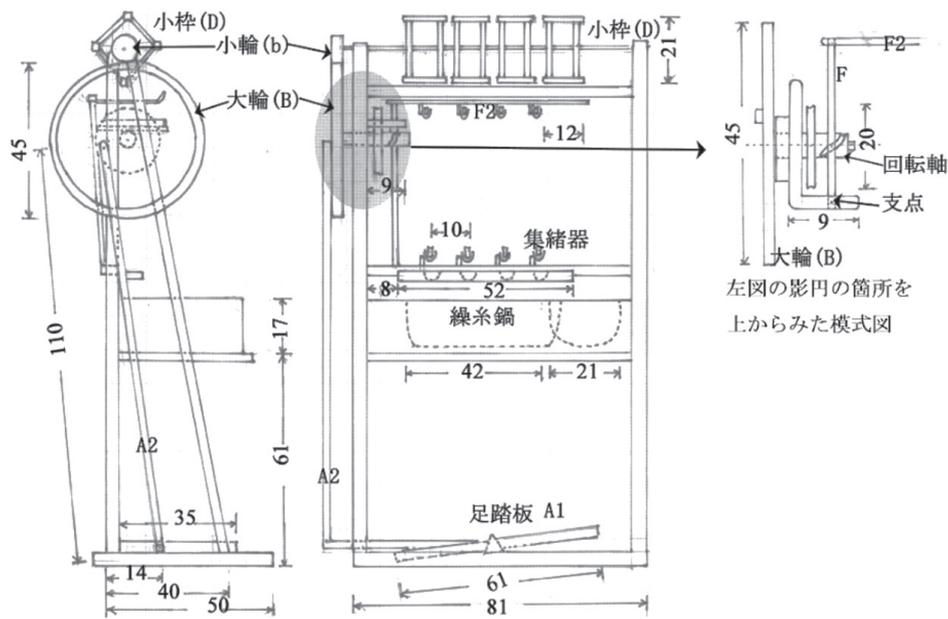


図3. 京都府立丹後郷土資料館（ふるさとミュージアム丹後）に保存の座繰器

動力源は足踏板(A1)の上下左右運動に拠り、小輪(b)を経て小枠が回転する。また、大輪の回転軸の内側は、S字状に彫られ（右端の図）、この溝に差し込まれたF付設の棒が左右に動くことによってF2も左右に動き、集緒器から来た繭糸は小枠に巻き取られる。寸法：cm。

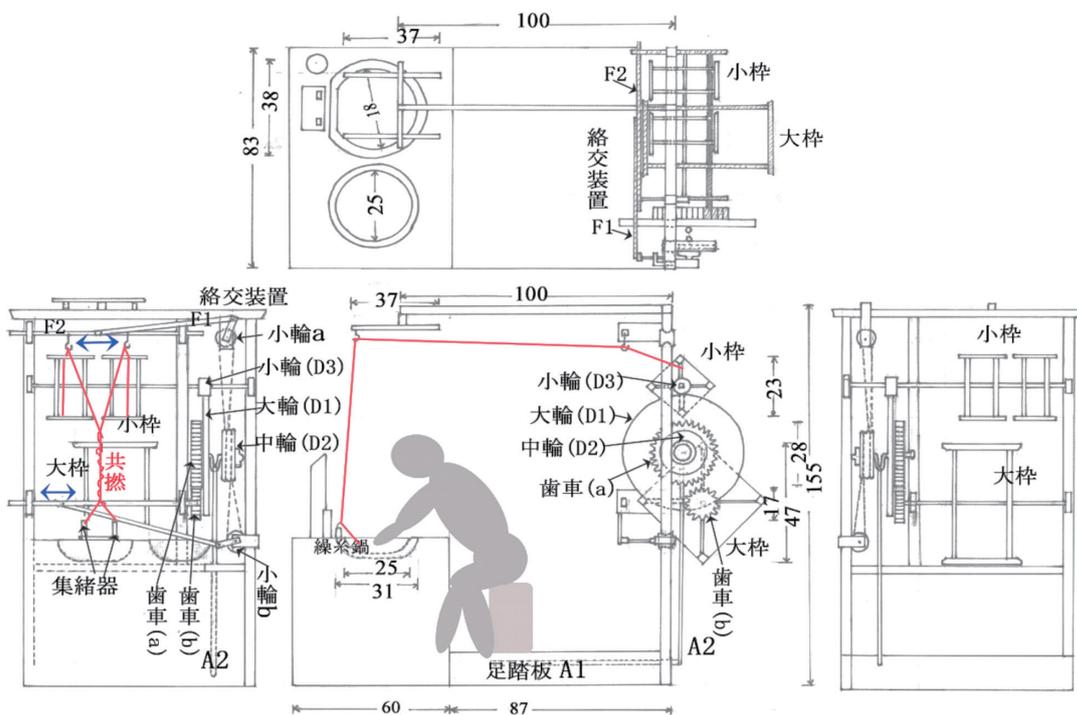


図4. 明宝歴史民俗資料館（岐阜県）で保存されている座繰器

左端の図に赤線で示したように二つの集緒器から得た繭糸は一旦、1束の糸として撚合わせ（共撚式：フランス式）、再び2本に分かれて、作業後方の小枠に巻き取られる。作業者が足踏板(A1)を踏むと、A2が上下することによって大輪(D1)と中輪(D2)が回転する。大輪上部には小輪(D3)が接触しているので、

大輪の回転は小輪に伝わり小枠が回転する。一方、中輪(D2)の回転はベルト(点線)によって小輪 a の回転に変換、この回転が絡交装置 F1 の左右運動を経て、それに連結された F2 の左右運動(青色矢印)に換えられる。この座繰器には大枠が付けられ、揚返しの際に使用されると考えられる。大枠の回転は歯車 b の回転により伝わり、その動力源は、大輪(D1)に密着した歯車 a にある。すなわち、大枠を使用する時は、歯車 a は歯車 b に連結する。寸法 : cm.

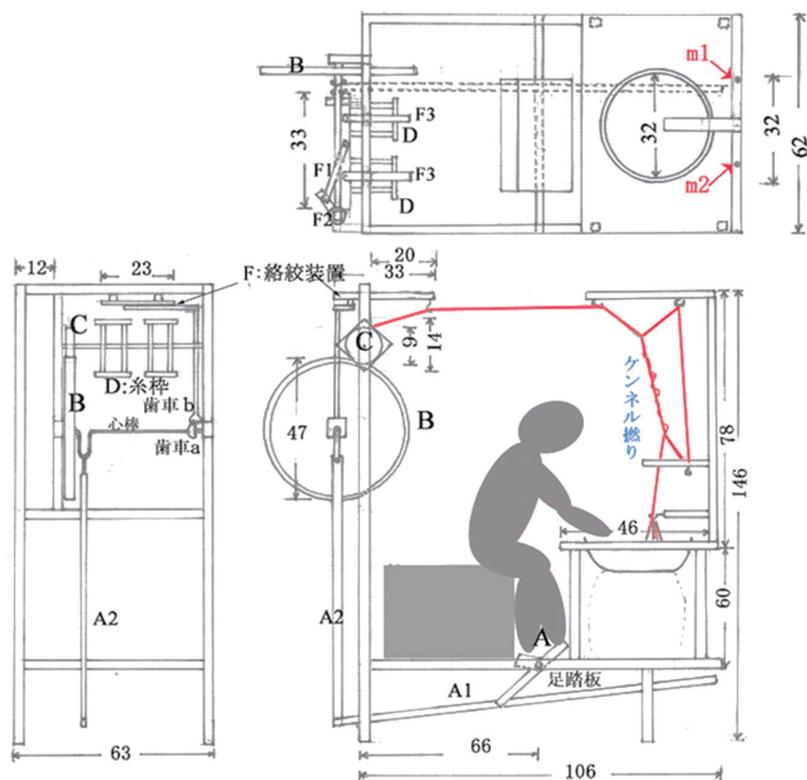


図 5. 糸とり資料保存館(滋賀県)に保存されている座繰器

この器械では糸枠が作業者の背側にあり、赤線で示したようにケンネル型燃掛(イタリア式)を経て作業者の頭上を経て糸枠に巻き取られる。作業者が A を踏み込むと A1 上昇に伴い A2 も上に上がり B (大輪) が回転する。この回転は C (小輪) に伝導され、D 糸枠が回転し、繭糸を巻き取る。一方、A2 の上下運動は反対側の歯車 a を経て歯車 b の回転運動に変換され、さらに絡交装置(上面)に伝えられる。すなわち、F2 の回転運動は F の左右の運動に代わり、繭糸は糸枠に絞状に巻き取られる。m1 と m2 には共燃式のための集緒器が付けられていた痕跡をみた。寸法 : cm.

4. 参考文献

- [1] 松浦利隆 (2006) 在来技術改良の支えた近代化 107-110、岩田書院 (東京)
- [2] 大日本蠶絲會 (1935) 「日本蠶絲業史 第 2 卷」明文堂 (東京) 148 頁
- [3] 筒井正夫 (2011) 「県営彦根製糸場の誕生—富岡製糸場との関連を中心に—、彦根論叢 389, 22-37.
- [4] 彦根城博物館 (2018) 企画展「彦根製糸場—近代化の先駆け—」11-12.
- [5] 竹内壯一 (1983) 近代製糸業への移行. 講座・日本技術の社会史 第 3 卷「紡織」207-239.
- [6] 郡是製絲株式会社調査課編集 (1933) 三丹蠶業郷土史 182 頁

自主的研究

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）-特に久留米絣との比較

田中智子・福岡佐江子

相楽木綿の会 〒619-0204 京都府木津川市山城町上狛千両岩 京都府立山城郷土資料館内

1. 研究背景と目的

日本で木綿織物が大衆に普及し始めたのは江戸後期と言われている。その頃から各地に木綿の産地が興った。江戸時代、相楽木綿の産地である南山城地域は奈良晒し（木津晒しの出荷記録ある。）の産地であった。明治に入ると武士の減少に伴い奈良晒しの需要は激減し、南山城地域の織物生産の一部は木綿織物に転換していった。いち早く、紡績糸と化学染料で染めた色糸を取り入れた相楽木綿と呼ばれる木綿織物は、その華やかな柄と大和機で織られた布の風合いから人気商品であった。しかし、昭和初めの戦争で綿糸が手に入らなくなり、戦後は日本の織物の工業化で、手織り木綿である相楽木綿は途絶えてしまった。しかし、大和機、チョン子機の特徴を生かした製織に関する当時の技法を、福岡アキノ氏や、磯崎チヨ子氏からの聞き取り調査し、それに基づく技術再現を行いながら、相楽木綿の絣（かすり）技法を復元し、現在、伝承館を通し一般への普及を実践している。しかし、絣技法を復元したものの未だ納得いかなるところが多々ある。そこで、受け継いだ復元絣技法を、他地域で伝承される技法、特に日本三大絣である伊予絣、備後絣、久留米絣と比較することにより、相楽木綿の特異性を探り、それを踏まえ革新的な絣技法を確立したいと考えている。

ところで、昨年は伊予絣の技法を現地で調査し既に報告したが、今回は久留米絣について現地調査し、これらの結果を踏まえ相楽木綿製織技術の特徴についてまとめた。また、久留米絣が現在でも絣産地としても知名度が高く、生産も盛んである背景についても探り、相楽木綿のこれからについて考えるための参考とした。

2. 調査方法

2019年12月11日から13日の3日間で、久留米絣の産地である久留米市、八女市、広川町を訪れた。事前に訪問先（久留米市 久留米絣資料館と広川町 森山絣工房、広川町 絣協同組合、八女市 下川織物）に「京都南部で相楽木綿という絣織物に復元に取り組んでいること」、「それぞれの地域での久留米絣生産について見学をさせていただきたいのと、久留米絣の製織の特徴など教えていただきたい旨」を連絡しておいた。現地で見学させて頂いたところで紹介してもらったところにも足を伸ばして見学に行った。これらのところでの見学、聞き取りの結果を以下にまとめた。

3. 調査結果

3.1 久留米絣の歴史

久留米絣資料館で市文化財保護課・丸林氏に久留米絣について説明を受けた。

久留米絣は、井上傳（筑後国久留米で 1788 年誕生）が 12～13 歳の頃に、着ていた着物の退色部分にできた白い斑点を見つけ、これをヒントに白糸を括って藍で染めて織ってみたところ布の中に白い模様が現れ、これが始まりと言われている。

井上傳は久留米絣の普及に努め、生涯に絣の技法を 400 人以上に伝えている。もともと福岡は綿や藍の産地でもあり、農閑期に絣技術を用い、めでたい柄の婚礼用布団地や着物を織っていた。さらに関東から小川トクが久留米に高機を持ち込み、田中久重の板締め絣技法や牛島ノシの小絣の技法の発明などが加わり、これらの多くの先人の努力によって、現在の久留米絣が創りあげられてきたといわれる。最盛期には年 200 万反以上も生産されたが、現在は年 10 万反以下で、手織りの反物も年 40 反ほどまで減少している。

3.2 久留米絣の製織について

今回、久留米絣の製織について以下の点から調査した。

1) 糸

森山絣工房では、重要無形文化財の技術保持者一家が久留米絣を生産している。ここでは、経糸は反物用に 40 番双糸 (40/2)、他のものは 30/2 のインド産のオーガニックコットンの紡績糸で、緯糸は 16/1 である。

下川織物では主に機械織を行っており、機械織での糸は 40/2 (経)、20/1 (緯) で、手織りの場合は 30/2 (経)、16/1 か 14/1 (緯) であった。経糸は反物幅 (40cm) で 430 羽の筈(おさ)に双刃で入れ 860 本、または 440 羽の筈に 860 本入れて張っている。

2) 絣括り

国指定重要無形文化財の場合は、大分産アラソウ（荒苧）を水で濡らして手で括る。絣の印は、食紅を竹ベラで付ける。経糸は整経した後、ふ糊を付けてから括る。無形文化財でないものは手括りと機械の括りがある。各織物工場の手括り、機械括りをするところや、一括して協同組合で行う場合もある。手括りの場合は 20/3 か 30/3 の括り糸を使って括っている。



写真1 手括り（左）、括った糸（中央）、絣ほどき（右）の様子

広川町の絣協同組合では機械での絣括りを見学した。組合の工場では見学した日は5人で作業しており、そのうち4人は20代から30代であった。工場では、昔の絣括り機を参考に20年前に久留米高専の協力で復元した機械を使って20/3か20/4の括り糸を使って括っている。この場合は小麦粉で糊付け→括り→糊落とし→染め→ケタコール+絣を解く前にワックスで再度のりつけ、という工程で括りと染めを行っている。

経糸の絣では、経糸は40/2の糸を240本1束にして、12反分を一度に機械にセットにし、緯糸の場合は240ゆき（「ゆき」は反物往復分の長さの単位）の長さを120本1束で括る。緯糸を括る場合、最初は耳になる部分を括ってから、模様になる部分を括る。機械で括るのにかかる時間は、複雑な場合は11時間ほどかかることもある。耳の括りは数時間で終わるとのことである。

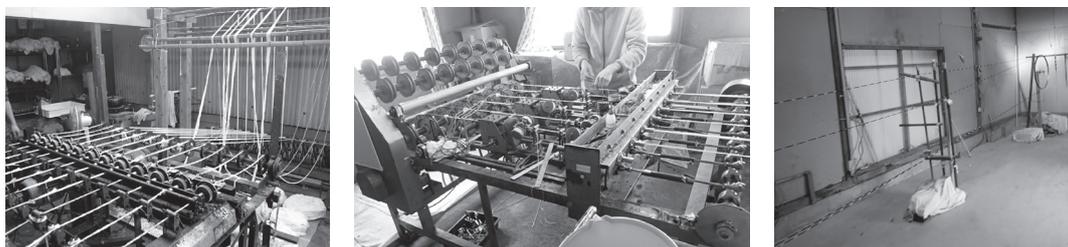


写真2 広川町絣協同組合での機械による絣括り

3) 染めと糊付け

森山絣工房では糸は徳島から藍（あい）を取り寄せ、染めている。主に森山 哲弘氏の仕事で、藍甕4本に薬を3俵入れ、木灰から作ったアルカリ水、貝灰、日本酒を入れて発酵させる。発酵には冬は3週間、夏の場合は10日ほどかかる。濃紺に染める場合は40回ほど重ねて染める。毎回、甕から出しては地面に糸かさを10回ほど叩きつける。その時に糸が空気に触れて発色が良くなるとのことである。現在は甕の数は20本ほどだが、最盛期には藍甕は36本ほどあった。染め終わった後、よく水洗いして、最後に発色を良くするために熱湯に入れて1昼夜置く。

括りをほどく前に糊付けをするが、糊はケタコールという化学糊を使う。絣ほどきは一気にするようで、森山工房では一家総出で絣括りを解く。（その様子を、久留米絣資料館でビデオでみた。一気に解く理由はアラソウが乾いてしまうと解けなくなるとのことである。）緯糸にも糊付けするのは耳をきれいにするためで、織り終わった後、糊を落とすために80度の酵素液につけて糊落としをする。

4) 製織

織りについては、森山絣工房の森山 富子氏の織実演を見学しながら説明を受けた。間丁の短い高機で、ピンと張って織る。絣の横糸もピンと張って入れて、すぐに踏み替えて打ち込む。緯糸は水に浸けてから織るそうである。経絣糸がずれた場合は薄い木の板を使って調整する。少し織らせて頂いたが、相楽木綿織で用いる大和機とは全く違う勝手で、杼の入れ方や踏み木の踏み方が悪いと何度も叱られてしまった。森山氏がこれまでに教えた生徒は1000人以上だそうで、関東や海外からも習いに来る人がいるそうである。ちなみに、久留米絣の反物を一反

織るのに1~1.5月かかる。

3.3 久留米絣の伝承と生産体制

久留米絣は江戸時代終わり頃から続く織物であり、明治になると紡績糸を使い始め、阿波藍を導入したりして生産の拡大を続けてきた。戦争などで、生産の減少などあったそうだが、1957年（昭和32年）に国の重要無形文化財に指定された。当初は「手くぶり」（絣括り）、「藍染」、「投げ杼の手織り」の各技術の代用者が保持者として認定された。

この指定を受けて「久留米絣技術保存会」が設立され（1960年）、江戸時代から続く技術の保存を支援する組織となった。その後、「重要無形文化財久留米絣技術保持者会」（1976年発足）が技術保持団体として指定されている。また、1976年には国の伝統的工芸品の指定も受けている。

現在、3市2町（久留米市、八女市、筑後市、広川町など）やその商工会が負担金を出し合って発足した財団が先の「(公益財団法人)久留米絣技術保存会」で久留米絣の品質管理等技術保存に関して指導・助言を行っている。後継者育成の支援も行い、毎年実務経験が3年以上ある人を推薦で受け入れ、最長5年の期限つきで研修、技術試験合格を支援している。また、毎年新柄の反物制作依頼を保持者会に行なって、新しい久留米絣の支援も行っている。現在、久留米絣は「(公益財団法人)久留米絣技術保存会」、「重要無形文化財久留米絣技術保持者会」と技術保持者、伝承者の3者体制で、その伝承、技術維持に努めているとのことである。

表1 産地での製造・分業・産地問屋の所在地

製造・分業等	太宰府市	久留米市	広川町	筑後市	八女市	大川町	山川町	合計
産地問屋	1	13	2	2			1	19
図案		1	1					2
機屋		3	16	13	1	1		34
染織				1				1
括り			2	5				7
続緯			1					1
合計	1	17	22	21	1	1	1	64

久留米絣は、伊予絣、備後絣と並ぶ日本三大絣と呼ばれ、昭和初め頃は反物生産量が伊予絣と並び、日本一の生産量となったこともあった。その後、着物から洋装への衣生活の変化の影響もあったのか各地での木綿反物の生産は大きく減少していく（図1）。

久留米絣は前述の産官民による支援・生産体制があり、現在でも織物業をする機屋が10軒以上、伝統技術保持者も10人ほどおり、伝承者なども含めると30人近くとなる。他にも久留米絣をブランドとして織物を行っているところを含めるともっと多くの人々が久留米絣という織物を支えており、伊予や備後に比べると伝承していく体制が充実していると感じた。実際、現在でも反物は10万反程度、手織りも40反と久留米絣の織物文化、技術が伝承されている（図2）。

相楽木綿ではどうだったかという点、図3に示すように絣木綿としての1930年に生産量のピークがあり、その時でも約1万5千反程度である。如何に久留米や、伊予、備後が大きな産地であったのかよくわかる。

また、八女市にある「うなぎの寝床」というお店では久留米絣を使った若者向けのモンペ (MONPE) を作って売っている。(「日本のジーンズ MONPE」というキャッチフレーズで宣伝していた。) 今回、このお店にも足を伸ばしてきた。古い民家 (旧寺崎邸) をお店に改装して、「九州ちくごのものづくりを伝える」というコンセプトのもとモンペを始め地域の工芸品などを扱っている。このように久留米絣を昔の布とせず現代の布として生活の中で使っていこうとする姿勢は大変参考になった。

3.4 相楽木綿との比較と展望

久留米絣の柄ゆきについては絵絣から幾何学柄まで幅広く見られる。幾何学柄も前述した様に緯糸も1本の糸で括るため、相楽木綿のような括り枠で作られる幾何学柄とは異なる。織物の耳になる部分も括り、柄がきっちりと合うように織っていく。相楽木綿では同じ緯絣糸を使っても、異なる柄を織ることが可能で、工夫絣という織り手の技量で複雑な柄を生み出す技法もある。

相楽木綿は明治からの木綿織物で最初から紡績糸を取り入れたが、久留米絣も伊予絣と備後絣と同様に明治に入ると紡績糸が用いられるようになった。また、久留米や伊予、備後は力織機の導入にも積極的であった。

久留米絣では、力織機の導入に伴う工業化と並行して重要無形文化財としての指定を受けることにより手括り、天然藍染、手織りの技術を守ることができている。日本三大絣と相楽木綿の比較のため糸や、染め、織機の違いなどを表2に示した。この表からも、相楽木綿は緩い張りの経糸に緯糸を入れて織り上げていく織り機 (大和機やチョンコ機) を使った織物であるということが、大きな特徴であると言える。他の産地のように力織機の導入はなく、そのため相楽木綿が戦後の工業化に対応できず途絶えてしまった。相楽木綿は手織りによる機織り故に、人が関与することが多く、工夫絣といった織り手の高度な技術を活かした絣

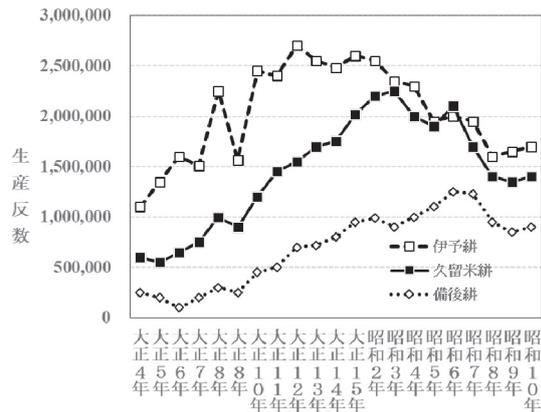


図1. 三大絣の生産量の推移

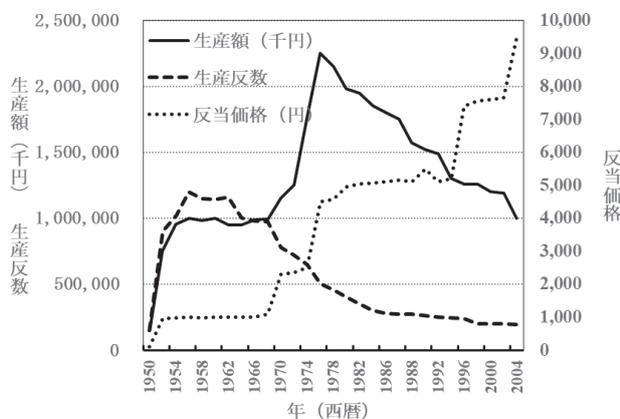


図2 久留米絣の生産量の推移

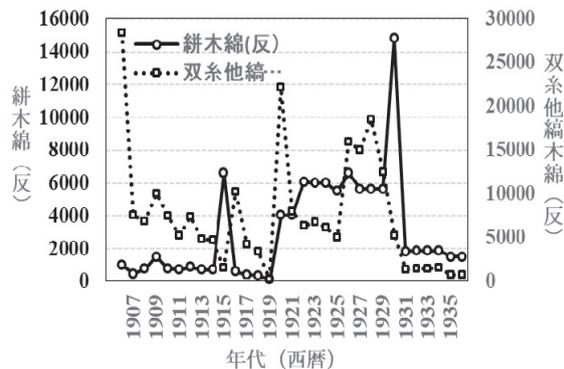


図3. 南山城地域での絣木綿の生産量

奥村萬喜子「南山城地域医生活調査から」を基に作成

表2 日本三大絣と相楽木綿の比較

絣の種類	指定の有無	経糸の番手 (反物)	絣括り	染め	織り	織り機	紋 様	織り屋
久留米絣	国指定重要無 形文化財	40/2	アラソウに よる手括り	天然藍	投げ杼に よる手織り	高機	幾何学柄 絵絣など	11軒
	国指定伝統工 芸品	40/2	機械括り可	指定無し	手織り	高機		10軒以 上
	未指定	40/2	機械括り可	指定無し	手織り 機械織り	高 機 力織機		
伊予絣	県指定伝統的 特産品	30/2か60/2	機械括り (久留米)	天然藍	手織り 機械織り	高 機 力織機	幾何学柄 絵絣など	1 軒
備後絣	県指定伝統的 工芸品	30/2か40/2	機械括り (久留米)	天然藍か インド藍	手織り 機械織り	高機 力織機	幾何学柄 絵絣など	2 軒
相楽木綿	未指定	30/2か14/1	木綿糸によ る手括り (緯絣は絣 括り杼)	天然藍	手織り	大和機、 チョンコ機	幾何学柄 が主	1ヶ所

も生まれてきたと思われる。また杼による緯絣の括りという制限の中で様々な絣文様が織りだせることも、大和機による手織りである相楽木綿の特徴である。

復元から 10 年が経ち、今後相楽木綿を伝統的織物として如何に後世に技術を残していくのかを考えていかなければならない。現在の手織りの技術を守りつつ、力織機の導入による量産によって新しい需要にも対応してきた久留米絣の産地の調査を踏まえ、相楽木綿は自らの技術向上に努め、その伝承を続けていくとともに、将来に向けての展開を考えていきたいと思った。

4. 参考文献

- 木津の文化財と緑を守る会 (2018) 会報「泉」第2号 pp. 2-34
- 相楽村役場(1906)「京都府相楽郡相楽村是」 pp. 94-96
- 公益財団法人 久留米絣技術保存会 (2019) 重要無形文化財 久留米絣
- 新田撰子 (2017) 『近代における琉球絣の産業化に関する研究』沖縄県立芸術大学大学院博士論文
- 財団法人 日本伝統的工芸品産業振興協会 (2005) 平成 17 年度伝統的工芸品産地調査診断事業報告書—久留米絣—
- 奥村萬亀子 (1990) 南山城地域医生活調査から—近代における持続的機織と相楽木綿のこと. 京都府立大学 学術報告第4 1号 b 系列 p67-74
- 田中智子、福岡佐江子 (2019) 相楽木綿の製織技術、柄行等に関する他地域との比較調査研究 2018 年度笠織維研究所報告

謝辞： 本調査に当たり、長時間にわたる見学を許可して下さり、ご説明くださった久留米市文化財保護課の丸林氏、森山絣工房の皆様、下川織物の皆様、広川町絣協同組合の皆様にご感謝の意を表します。

本調査研究は、公益財団法人衣笠織維研究所の研究事業（重点研究）の一環として行った。

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

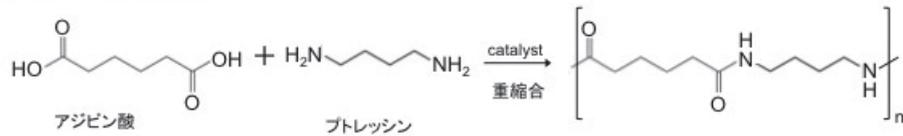
京都工芸繊維大学 応用生物学系 〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎橋上町1

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CO₂の形で大気中に放出し続けてきた結果、大気中のCO₂濃度が上昇し、地球温暖化が顕在化してきた。地球温暖化が進むと、急速な気候変動や異常気象が引き起こされ、特に、農業、林業、水産業などの第一次産業に大きな損害をもたらす。地球温暖化防止と持続可能な循環型社会構築の重要性と緊急性は議論の余地を待たない。これ以上の大気中のCO₂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喫緊の課題である。石油は燃料としてだけ使われているわけではなく、全石油消費量の約20%は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重縮合により合成されるポリアミドの一種で **ナイロン4,6の生産**

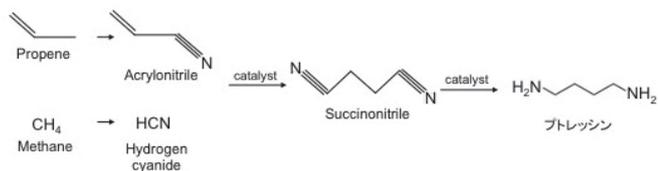
あり(右図)、その耐熱性、耐摩耗性、耐油性、耐変形性、



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、自動車のエンジン、トランスミッション、ブレーキ、吸気口の部品などに用いられている。自動車産業では、車両重量の軽減化のために車体、内装、燃料系におけるポリアミドの利用が増えており、特に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。近い将来、ガソリン車に代わって電気自動車が普及するとモーター、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

化学法によるプトレッシンの生産



物質のコハク酸ニトリルはアクリロニトリルに非常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が必要があること、反応経路に関わる反応物に引火性のあるものやシアン化水素などの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、様々な有機化合物について、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バイオコンバージョンで生産する方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、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している。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、菌体内で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。

さらに、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、この動きを加速させることに貢献し、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

菌株はいずれも大腸菌 K-12 の派生株であり、遺伝子型は $\Delta argR \Delta patA \Delta potE \Delta speD \Delta speG \Delta argA \Delta puuA / \Delta puuPA$ である。プラスミドは pBR322 に *speAB argA* をクローニングしたものをを用いた。100 ml 容三角フラスコに 100 $\mu\text{g/ml}$ アンピシリンを含む LB 培地 10 ml 入れ、初濁度が $OD_{600} = 0.05$ になるよう前培養液を接種し、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、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。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。また、この酵素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ので、アルギニンに脱感作になると報告のある Y19C 変異 [3] を導入して、その効果を検討した。

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 倍程度プロテッシン収量が増加した。

3.2 プロテッシン生成遺伝子のプロモーターの影響

プロテッシン合成に関与する *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ロテ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弱い *lacI* 遺伝子のプロモーター、その変異型であり、転写活性的にはそれぞれ約 10 倍、170 倍強いとされる *lacI*^Δ プロモーター、*lacI*^{Δ1} 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を持つ株のプロテッシン生成量に比べて、*lacI*^Δ プロモーター、*lacI*^{Δ1} プロモーターを持つ株では、それぞれ約 1.2 倍、3 倍のプロテッシンを培地中に蓄積した。

3.3 プロテッシン生成に及ぼす IPTG 濃度の影響

pBR322 上に *lacI*^{Δ1}p_ *lacOI_speAB_argA*^{ATG Y19C} を持つ株のプロテッシン生成量に及ぼす IPTG 添加量の影響を検討した。なお、IPTG は本培養開始後 6 時間目に添加した。

培養 48 時間後の培地中のプロテッシン濃度は、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緩やかに減少することが分かった。

3.4 菌体外プロテッシン濃度に及ぼすプロテッシンエキスポーター遺伝子 *sapBCDF* のプロモーターの影響

報告者は、大腸菌の *SapBCDF* がプロテッシンのエキスポーターであることを明らかにし、報告した[4]。pBR322 上に *lacI*^{Δ1}p_ *lacOI_speAB_argA*^{ATG Y19C} を持つ株において、pACYC184 上にクローニングした *sapBCDF* オペロンを *lacI* プロモーター、*lacI*^Δ プロモーター、*lacI*^{Δ1} プロモーターから発現させた場合の培地中のプロテッシン濃度を比較した。pBR322 とともに pACYC184 を保持するために培地には、100 μg/ml のアンピシリンと 30 μg/ml のクロラムフェニコールを添加し、本培養開始 6 時間目に IPTG を終濃度 0.04 mM になるよう添加した。

lacI プロモーターを持つプラスミドを持つ株のプロテッシン生成量に比べて、*lacI*^Δ プロモーター、*lacI*^{Δ1} プロモーターを持つ株では、それぞれ約 1.4 倍、2.9 倍のプロテッシンを培地中に蓄積した。

今回の条件下では、*lacI*^{Δ1}p プロモーターを使った場合のプロテッシン収量が一番高いという結果であった。膜タンパク質を高発現させると菌の生育阻害が見られることも多いことから、今回調べた 3 種類のプロモーターの中で *SapBCDF* の発現に高発現の *lacI*^{Δ1}p プロモーターが良かったことは予想外であった。

4. 今後の展望

今回使用した宿主は、 $\Delta argR \Delta patA \Delta spotE \Delta speD \Delta speG \Delta puuA / \Delta puuAP$ である。アルギニン合成経路の遺伝子群のリプレッサーである *ArgR* の欠失、プロテッシンの 2 つの異化経路の最

初の酵素の PatA と PuaA の欠失、プトレッシンを菌体外から取り込む PotE と PuaP 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 の欠失の評価ができていないので、今後これらの有効性を評価する必要がある。また、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、プラスミドから *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* の破壊の効果を検討する必要がある。

現時点でのプトレッシン収量の最高値は 3.5 mM であり、より高濃度の蓄積が必要である。これまで、培地の検討を全くしていない。現在、LB 培地を使っているが、菌の生育が格段に良い Terrific 培地や既に報告している焼酎粕培地[5]の利用は効果的かも知れない。

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] Sugiyama, Y., Nakamura, A., Matsumoto, M., Kanbe, A., Suzuki, H., Sakanaka, M., Higashi, K., Igarashi, K., Katayama, T., Kurihara, S. (2016) A novel putrescine exporter SapBCDF of *Escherichia coli*. *J. Biol. Chem.* 291(51), 26343-26351.
- [5] 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.

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

1. 研究背景と目的

布帛や不織布といった繊維製品は、衣料品、衛生材料、室内装飾など多岐にわたり使用され、我々の日常生活に欠かすことができない身近な存在である。このように、人に直接触れることの多い繊維製品では、人が触れて感じる特性を「風合い」と呼び、製品開発においては重要なファクターとなっている。合成繊維では、風合いがよい製品を得るために、繊維の断面形状を工夫したり、繊維径を細くしたりするなどの改質が行われているが[1]、その始まりは、様々な繊維素材がある中でもシルクの風合いを目指すものであった。また、様々な改質技術が発達した現代においても風合いのよさを表現する際に、シルクライクやシルクタッチという言葉が用いられることから、シルクには他の繊維にはない特有の風合いのよさがあることが分かる。

シルクは風合いがよいだけでなく、これまでに保温性[2]や抗酸化作用[3]など様々な機能が確認されている。さらに、繭層からの抽出物が、高齢者体臭の原因のひとつとされている 2-ノネナールの発生を抑制することが確認されている[4]。

2-ノネナールが高齢者体臭の原因のひとつであることを発見したのは株式会社資生堂であり、加齢臭と命名した（2001年）。これをきっかけに、ライオン株式会社がペラルゴン酸も加齢とともに増加することを発見（2008年）、株式会社マンダムが30～40代男性でジアセチルが増加することを発見し、ミドル脂臭と命名（2013年）、株式会社資生堂がストレス状況下でジメチルトリスルフィドとアリルメルカプタンが発生することを発見し、ストレス臭と命名する（2018年）など体臭の発生機序に関する研究は後を絶たない。化粧品業界では、発生機序の研究に基づき、皮脂などがにおい物質にならないように反応を阻害することで消臭効果のある製品を開発している。一方、繊維製品の開発動向は、消臭剤を合成繊維に練り込んだり、布帛等に後加工によって導入することで、人体から放出されたにおい物質を無臭化するものである。しかしながら、これらは加工によって繊維製品の風合いを損なったり、洗浄による消臭効果の低下などが懸念される。このように消臭効果を持つ製品の開発としては、におい物質になる反応を阻害する方法と、発生したにおい物質に対して作用する方法がある。

本研究では、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。ただし、シルクは価格の高さとその変動の大きさから[5]、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。特に消臭効果としては、人体から放出されたにおい物質への作用を検証する。

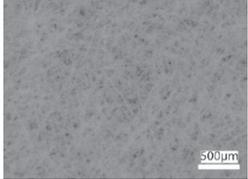
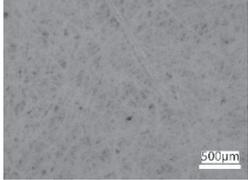
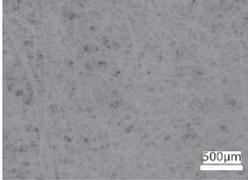
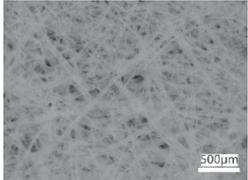
2. 研究方法

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、密度が同程度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を用いた。試料A～Dのシルクの混合割合、厚さ、密度、通気抵抗、表面画像を表1に示す。

表1から、全試料、密度は約50g/m²で同程度であることが確認できる。シルクの割合が高いものほど厚さが増し、通気抵抗は低下、つまり空隙が増加している。これは、用いたシルク繊維のサイズがパルプ繊維よりも大きいためと考えられる。

表1 試料の諸元

符号	シルクの割合 (%)	厚さ (mm)	密度 (g/m ²)	通気抵抗 (kPa・s/m)	表面画像
A	0	0.09	47	17.7	
B	1	0.10	49	19.5	
C	10	0.15	51	8.9	
D	50	0.22	47	0.5	

2.2 風合い計測

人に直接触れる製品の風合いとして重要な項目である表面特性、曲げ特性、圧縮特性を測定し、各種特性に対するシルク含有量の寄与を検証した。

1) 表面特性

表面試験には、静・動摩擦測定機（株式会社トリニティーラボ製 TL201）を用いた。紙は、繊維の交絡によって形成され、その細かな繊維の影響を捉えるために、表面を走査するプローブに柔らかさがあるシリコン製を用い、低荷重10gfで測定した。走査速度は1mm/sec、30mm測定し5mmから25mm間の摩擦係数の平均値（COF）と標準偏差（SD）を算出した。COF

は表面の滑りにくさを、SD はざらつきを表す。測定回数は 3 回とした。

2) 曲げ特性

曲げ試験には、構造による剛性を測定するために、他の特性の影響を受けない純曲げ試験機（カトーテック株式会社製 KES-FB2-AUTO-A）を用いた。幅 10cm、長さ 1cm を最大曲率 2.5cm^{-1} になるまで $0.5\text{cm}^{-1}/\text{sec}$ で曲げた。曲率 0.5cm^{-1} から 1.5cm^{-1} 間の曲げ荷重の傾きを曲げ剛性値として算出した。曲げ剛性値は曲げかたさを表す。測定回数は 3 回とした。

3) 圧縮特性

圧縮特性には、圧縮試験機（カトーテック株式会社製 KES-G5）を用いた。薄い層構造による圧縮特性を測定するために、 2cm^2 の円板圧子で、最大圧縮荷重 $50\text{gf}/\text{cm}^2$ になるまで低速である $0.01\text{mm}/\text{sec}$ で圧縮し、圧縮エネルギーを算出した。圧縮エネルギーは圧縮やわらかさを表す。測定回数は 3 回とした。

2.3 消臭効果の検証

シルク繊維を用いた消臭効果に関する研究では、シルク繊維は 1300 種以上の成分が含まれたタバコのおおいを吸着しないこと [6]、ホルムアルデヒドやトリメチルアミンを吸着すること [7]、アンモニアに対する消臭効果を有していること [8]などが報告されている。本研究では、加齢臭の原因物質である 2-ノネナールを対象とし、シルクが持つ機能についてガスクロマトグラフィーによる分析と官能検査による評価によって検証した。実験モデルとしては、人体から発生したおおいに曝露し、その成分を吸収した製品が新たなおおいの発生源となるケースを想定し、製品にシルクを含有することによってそれが防止可能かを検証したものである。

1) 試薬

trans-2-Nonenal（和光純薬工業株式会社製 純度 95%以上）をエタノール（和光純薬工業株式会社製 純度 99.5%以上）で希釈し、0.01%に調整した。

2) ガスクロマトグラフィーでの分析

試料には、A から D のほかに、ブランクとしてにおい物質に対して作用しないフィルム（株式会社 NS 光研製 サンプルバック Flek-Sampler）を用いた。2-ノネナール 0.01%溶液をスプレーボトルに入れ、10cm 角に裁断した試料面に対してドラフト内で 4 回噴霧した。なお、4 回で約 0.32g 噴霧するスプレーボトルである。5 分間静置し、5L サンプルバックに試料を入れヒートシールし、約 30 分後、窒素ガスを 2L 入れた。2 分後、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、サンプルバック内の空気を 100ml 採取し、ガスクロマトグラフィー（株式会社島津製作所製 GCMS-QP5050A）を用いて分析した。測定回数は 3 回とした。

本手順は実生活上において、においと製品が触れ、製品上で浸透・拡散した後、製品から放出される状況を想定したものである。ブランクでは浸透・拡散がないため、与えられたにおい物質がそのまま放出される状態となる。

3) 官能検査による評価

各試料のにおい強度を評価するために、ガスクロマトグラフィーでの分析で使ったサンプルバック内のおいについてブランクとの比較を行った。まず、ブランクに対して試料を

1 点ずつ比較し、におい強度に差があるかを検査した。次に、差があった場合、ブランクと試料のどちらの方が弱いにおいであるかを検査した。最後に、弱いにおいがどの程度であるかを「無臭」、「やっと感知できる程度」、「楽に感知できる程度」のいずれであるかを評価した。検査の順番はランダムとした。

3. 研究結果と考察

3.1 風合い計測

表面特性の結果を図1に、曲げ特性の結果を図2に、圧縮特性の結果を図3に示す。図1から、サイズが大きなシルクの割合が増加しても、表面特性に影響がないことが分かった。図2からシルクをわずかに混合(B)することで剛性が高くなった。図3から、シルクの割合が50%(D)の場合、やわらかくなることが分かった。これらから、本条件では、シルクをわずかに混合することで、厚みなどは変わらずに剛性が向上することや、50%混合した場合、シルクの大きさが影響し、空隙ができることでやわらかくなることが分かった。なおシルク繊維のカット長や繰糸粒数を調整することで、目的とする風合い表現が可能であると考えられる。

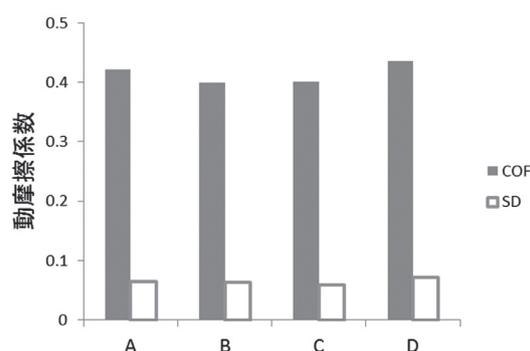


図1 表面特性

COF：動摩擦係数の平均値
SD：動摩擦係数の標準偏差

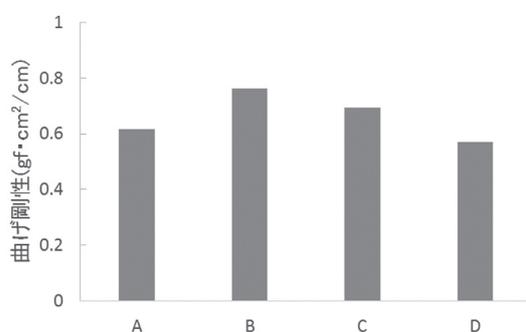


図2 曲げ特性

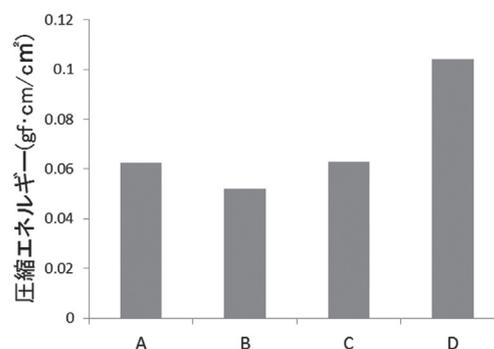


図3 圧縮特性

3.2 消臭効果

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、ブランクを100%とした場合の各試料のピーク面積を図4に示す。ピーク面積は小さい方がにおい強度としても小さくなる。図4から、各試料のピーク面積は約10%以下であり、試料が噴霧により与えられた2-ノネナールを保持しない、もしくは放出しないことが確認された。またシルクだけでなく、パルプにも同様の効果があることが示唆された。

官能検査は被験者8名(20代~30代)で行った。ブランクと各試料を比較し、試料の方においが強いと判断されたものがなかったため、強度に差がない場合を3ポイント、試料の方が弱い楽に感知できる程度である場合を2ポイント、試料の方が弱くやっと感知できる程度

である場合を1ポイント、試料の方が弱く無臭である場合を0ポイントとした。結果を図5に示す。図5から、シルクが50%混用されたDが最もスコアが低く、においを感じさせないことが分かった。またガスクロの結果と官能検査の傾向が一致し、本条件でのガスクロの数値の差を識別できることが分かった。

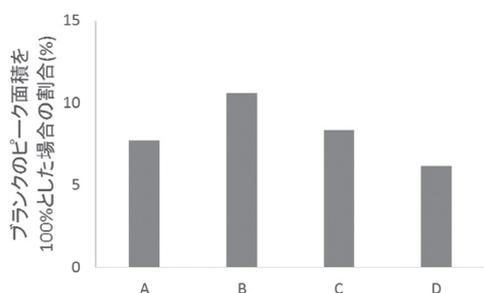


図4 ガスクロによる2-ノネナル強度

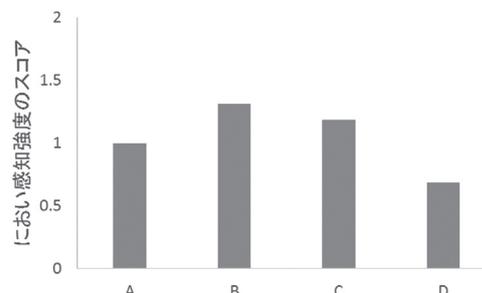


図5 官能検査のスコア

4. 今後の展望

本研究から、シルクを用いることによって製品のやわらかさや剛性などの風合いを変化でき、また人体から発生した2-ノネナ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あると考えられる。これは、におい物質の分解等による消臭効果とは異なるが、製品がにおいに触れても、においの発生源にならない効果が期待できる。においに対するアプローチとしては、におい物質になる反応を阻害する防臭効果もある。今後は、この防臭効果についても検証し、よりシルクの活用範囲を広げることができればと考えている。

謝 辞

本研究の遂行にあたりご協力いただきました京都工芸繊維大学 一田（高濱）昌利教授、京都光華女子大学 知念葉子教授、当研究所 緒方規矩也次席研究員に深謝致します。

5. 引用論文

- [1] 松尾達樹（1998）新合織の風合い技術とシルク、日本繊維機械学会誌、51、219-224
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 一田昌利、宮地遥、谷口慧、秋野順治（2018）シルクに加齢臭発生抑制効果、第71回日本繊維機械学会年次大会研究発表論文集、94-95
- [5] 財務省貿易統計（輸入）
- [6] 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
- [7] 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
- [8] 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

教育支援事業

総合的な学習時間（「友勇タイム」：「カイコの神秘と底力」）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

京都府は平安時代に都が置かれて以来、貴族生活に係る文化が醸成されてきた。その一つに、西陣や丹後での染織文化がそれぞれ独自に創り上げられ、今日に至っている。これを背景に、当財団は若人を対象に京都の染織文化を伝えるための事業に取り組んでいる。

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「総合的な学習時間」のテーマとして、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み、実践されている。

当財団は2019年度も昨年度に引き続き、この「総合学習時間」において、担任の岡嶋理恵教諭の「カイコによる絹生産に関する現場授業」に合わせて校長立会にのりもと、授業、実験、成果のグループ発表などに5回参画した。

提供する教材については正親小学校の教育方針に沿って、材料や繊維素材を当財団から提供している。

1. カイコの成長、変態（2019年5月31日、約90分実施）

正親小学校では、各自が校内にある桑樹から桑を採り、孵化から次世代産卵までのカイコの成長・発育過程を観察し、生徒が個別に、カイコ飼育やカイコ个体そのものに対して種々の疑問を持っている（写真1）。

そこで、理事・古澤壽治が作製したカイコの孵化から産卵までの特徴的な生物現象を動画を見せながら「カイコの生命の不思議」について自ら説明し、生徒からの疑問に答える形で授業を進行させた（写真2）。この間、重要な事項について、担任の岡嶋先生が黒板に板書されていた。

生徒が動画を観て驚いたことは、

- ① 孵化の際に幼虫が卵殻を食い破る。



写真1 カイコの飼育と観察

- ② 脱皮前には腹の脚を自ら吐いた糸で固定する。
- ③ 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。
- ④ 頭部と外皮の間に裂け目が入り、次の齢の幼虫が現れる。
- ⑤ 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。などがあつた。

また、生徒からの質問には、

- ① 孵化幼虫と5齢幼虫との間に桑の食べ方が異なるのはなぜか？
- ② 幼虫脱皮や蛹脱皮に時間はどの程度かかるのか？
- ③ 繭糸の長さは？
- ④ 繭の中での糸の吐き方は？

などがあつた。

特に質問のなかで印象深かつたことは、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、この点については、吐糸行動から繭の中で蛹へと変態し、さらに成虫に変態する様子を、動画を使って説明した（写真2）。



写真2 授業風景

さらに体の中での形態変化についての質問があつた。答えとして、幼虫は糸を吐くにつれて、少しずつ幼虫の組織や器官を壊しつつ、壊れた成分を再利用して蛹の器官や組織を創り上げる、と説明したが、生徒は納得しながらも不思議な表情を示していた。

さらに生徒の疑問を解消するため、動画ではないが幼虫から蛹への変態過程に伴う静止画写真を示したところ、変態の不思議さに自ら納得した様子であつた。

2. 絹糸蛋白質が造られる器官と内部構造の観察

(2019年6月28日、約45分実施)

絹糸タンパク質を造る器官は、体のどこにあるか、を理解させるには、小学生にカイコを解剖して観察させるのではなく、幼虫、蛹、成虫の体の内部組織を描いたプリントを配り、絹タンパク質を合成している器官の形態を確認しながら色鉛筆で着色し、自分たちが飼育したカイコの実物を思い出して絹糸腺の存在場所を想像してもらつた。

さらに、糸を吐くカイコの最終齢（5齢幼虫）を提供し、糸を吐き終わるまでの蚕の体重測定を提示し、糸を吐く前から体重が減少することを観察させ、なぜ、蚕がこの時期に体重が減るかについて、考える機会を与えた。

併せて、前回質問のあつた変態の際の内部構造の変化についても、幼虫から蛹、蛹から成虫への内部構造の変化をプリントに着色することにより確認させ、理解を深めさせた。

3. 実験を通して「カイコの不思議を見つける」

(2019年7月1日、7月8日、各90分実施)

これまでの2回の授業から不思議さを見つけるための例として次の実験を提案し、実施した。

- 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、色紙で三角柱を作り、巻き取り長さを計算した。色紙に巻き取った繭糸を実態顕微鏡で観察した。
- ② 繭糸の強さは? このグループは数本合わせた糸で実験した。10gの分銅をつけ、どの程度の重さに耐えるか測定した(写真3)。
- ③ 繭から真綿を作り、その感触を確かめた。作った真綿を実態顕微鏡で観察した。真綿づくりは授業の始まる約2時間前から準備をした。すなわち、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。



写真3 分銅を使い、繭糸の強さを調べる

真綿の作り方は、実演することによって示した。生徒各自に温湯に浸漬しておいた繭をわたし、その都度指導して廻り、繭糸をCDケース広げて真綿を制作した(写真4)。また、あらかじめ作成済の真綿と織物を生徒が触れることによって、絹糸の魅力を体験してもらった。



写真4 真綿づくりの説明

- ④ 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。
- ⑤ 繭は水をとおすか? 繭を水の中に入れて、水が中に浸みこむか実験した。
- ⑥ 繭糸と木綿糸の燃え方の違い? 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。

4. グループ別成果報告会

(2019年10月16日、90分実施)

カイコの成長・発育、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した。正親小学校の先生および当財団理事（中山、井上）出席のもと行われた。

グループごとに自主的にテーマを決め、発表方法もそれぞれメンバーで相談し決定した。カイコの特徴、絹タンパク質の造られ方をカイ



写真5 ポスターを使ったプレゼンテーションの練習

コの内部構造と関連付け、さらに繭糸の性質について紙芝居仕立てのポスターを用意するグループ（写真5）や、実際にローソクに火をつけて繭を燃やす実験をするグループ（写真6）などがあり、どうしたら3年生に分かり易いかを工夫していた。

それぞれの発表に対して、いいところ、また、こうしたらよくなる場所などをそれぞれ指摘しあって、次回、3年生に対して発表する際の検討材料にした。

総合講評では、「カイコは小さい虫ではあるが、人間はその命を頂いて、カイコが生産する絹糸を利用させてもらい、着物などを作っている。カイコの命も人間の命も同じ一つの命、にも拘わらず、人間はカイコを利用している。命とは何か、これからも引き続いて命について考えましょう」と締めくくった。



写真6 実物を使ったプレゼンテーションの練習

最後に4年生には、これまで5回の授業を通じて学んだこと、体験したことを大切にしたいこと、せっかく学んだカイコの命をいただき、カイコが作った絹糸がどのように使われているのか、“西陣織会館”を見学して欲しい旨、お願いした。併せて、そこで西陣の織の歴史も学んで欲しいことを伝えた。

衣笠繊維賞（学術部門）の授与

当財団の「繊維学術賞等表彰規程」に基づき、選考委員による審議により 2019（令和元）年度衣笠繊維賞の受賞候補者として、岡田 倫子 氏の研究課題「動物性タンパク繊維の構造解析および製織技術に関する研究」が推薦された。本件について外部評価委員 3 名の審査を基に、理事会（2020 年 2 月 7 日）で慎重審議の後、授与が承認された。授与式は 2020 年 4 月 10 日（金）挙行の予定、記念楯ならびに副賞を授与する。

衣笠繊維賞 受賞者：岡田倫子 氏 博士（工学）

滋賀県東北部工業技術センター

授賞対象研究：

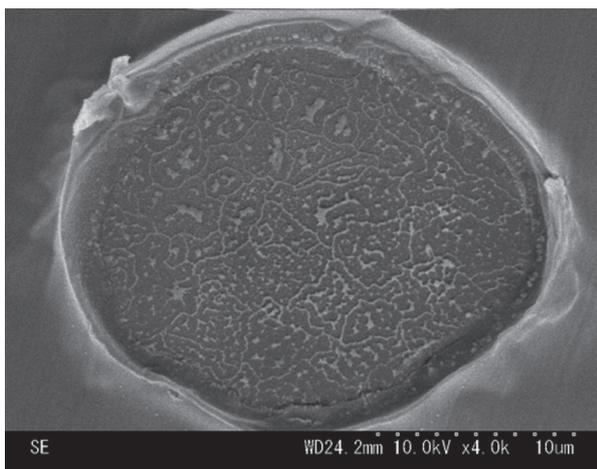
「動物性タンパク繊維の構造解析および製織技術に関する研究」

1. 走査型電子顕微鏡を用いたケラチン繊維の構造解析とその応用

羊毛繊維独特の階層構造と化学組成の違いを利用し、酵素分解、およびアルカリ加水分解を加えた繊維サンプルを用いて走査型電子顕微鏡（SEM）観察を行い、羊毛繊維の組織構造、および防縮加工による繊維内部組織のダメージ部位を可視化する方法を開発した。また、この方法を羊毛繊維と同じケラチン繊維である毛髪に適用することで、毛髪の組織構造の判別、およびブリーチ処理によるダメージ部位を可視化することに成功した。

加工法による羊毛繊維内部への影響部位の特定が可能であることが判明したことから、これらの方法を毛髪断面にも適用したところ、羊毛繊維と同様にクチクル、コルテックス細胞、マクロフィブリル、核残渣、細胞膜複合体、マクロフィブリル間物質といった組織だけでなく、メラニン粒子の判別も行えた。またブリーチ毛髪でも過酸化水素による毛髪ダメージの検出にこの方法は使うことができ、溶剤進出経路、およびその周辺組織において低分子化が進み、また毛髪断面外周域での影響が大きいことも示すことができ、羊毛繊維の構造を探求する中で得られた内部組織の可視化手法を、毛髪に応用することにより、産業的波及効果が期待できる内容に発展させた。

なお、本研究は、国立大学法人京都工芸繊維大学において実施された研究であるとともに、この成果を元に、現在、京都市所在の化成



アルカリ加水分解を加えることによって組織構造の判別が可能になった羊毛繊維断面

品企業や毛髪美容企業と共同で、ウィッグ用人毛の耐久性向上に関する研究に活用されている。

2. 丹後および浜縮緬に関する研究—特に明治—大正期「西勝縮緬」の調査と復元

京都の丹後縮緬や滋賀の浜縮緬に代表される縮緬織物（よこ糸に強撚糸を用いた絹織物）について、浜縮緬工業協同組合所蔵の資料に記載されていた「西勝縮緬」について、その詳細を調査した。

京都や滋賀の織物卸商や工業組合などに対して、西勝縮緬の設計書やサンプル生地について調査を行った結果、明治から大正時代の生産企業が残っていないことや、第二次世界大戦により縮緬の設計書やサンプル生地が損失していることなどから有益な情報が得られなかった。



京都市の企業に保管されていた設計書をもとに再現した西勝縮緬

そこで、滋賀県立図書館や国会図書館に所蔵されていた当時の縮緬組合の規約や滋賀県産業要覧、官報などから、たて糸本数や織幅、長さ、仕上がり幅、長さ、重さといった織物規格の一部とともに

生産量に関する情報を得た。また、滋賀県所蔵の古文書から西勝縮緬の用途が幔幕（まんまく）、頭巾（ずきん）、肩掛け、帛紗（ふくさ）、襟地（えりじ）、兵児帯（へこおび）、寝装寝具であったことや、西勝縮緬が明治時代に内国勸業博覧会に出品されていたことなどがわかった。しかし縮緬の最大の特徴である「しぼ（生地表面の細かな凹凸）」を生み出すためのよこ糸の太さや撚数に関する情報が得られなかったことから、現在の縮緬の撚数や生地幅を参考にして西勝縮緬を再現した。

さらに調査を行ったところ、当時の縮緬のよこ糸製造に使われていた撚糸機の撚数表を示す文献が見つかったことに加え、京都市内の企業に大正天皇の御大典式（即位式）に献納するために織られた西勝縮緬の設計書が保管されていたことがわかった。そこで、この文献を解読するとともに、不明点は計算などによって算出して設計書を作成することによって、当時の西勝縮緬を再現することができた。

西勝縮緬の設計書を保有していた京都市内の企業では、大正政府からの感謝状が保管されていたもののその内容が不明であったが、この取り組みにより西勝縮緬の献納に対するものであったことが判明したことから、当該企業に対しても非常に価値のある結果を得ることができた。

再現した生地は、現在の縮緬に使われている太さの約半分の太さの生糸からできていることから生地が柔らかく、また、縮緬の種類としては現代の古代縮緬に分類されるが、しぼがやや小さく、穏やかで素朴な生地であることがわかった。

本内容は、繊維伝統産業の歴史的にも貴重な成果であるとともに京都・丹後縮緬産業の発展に寄与することから、メディアを中心に広く広報を行った。

以上のように、受賞対象者は、繊維工学全般に係る幅広い技術や知見を基に、滋賀県や京都市内の繊維産業の振興や製品開発に大きく寄与しており、繊維に係る基礎科学領域の研究及びその実用化の研究に関して優れた成果をあげていることから、衣笠繊維賞（学術部門）を授与した。

著書

1. 羊毛の構造と物性（共著）繊維社
2. Structure and Physical Properties of Wool（共著）繊維社

論文発表

1. 岡田倫子, 木村良晴, 前川昌子, 上甲恭平. 酵素エッチング処理を施した羊毛繊維断面の走査型電子顕微鏡観察（査読付）. 繊維学会誌 64(5), 118-124 (2008)
 2. 岡部孝之, 濱田州博, 曾我和世, 中村愛, 岡田倫子, 上甲恭平. 塩素系防縮羊毛の強伸度におよぼす市販アルカリ洗剤の影響（査読付）. 繊維学会誌 64(9), 259-264 (2008)
 3. 大崎敦士, 岡田倫子, 山本和司, 上甲恭平. 毛髪に結晶融解挙動におよぼすジスルフィド結合の影響（査読付）. 日本化粧品技術者会誌 43(2), 86-94 (2009)
 4. 岡部孝之, 濱田州博, 曾我和世, 中村愛, 岡田倫子, 上甲恭平. 塩素系防縮羊毛の強伸度におよぼす中性洗剤の影響. 繊維学会誌 65(6), 151-155 (2009)
 5. Okada Michiko, Kimura Yoshiharu, and Joko Kyohei. Microstructural Analysis of Wool Fibers by SEM Images of Their Cross-sections Etched by Alkali Treatment. 繊維学会誌 65(9), 246-251 (2009)
 6. Okada Michiko, Kimura Yoshiharu, and Joko Kyohei. Morphological Analysis of Shrinkproof Wool Fibers by SEM Combined with Alkaline and Enzymatic Etching Techniques: Microstructural Differences of DCCA- and Kroy- Processed Fibers. 繊維学会誌 66(5), 131-139 (2010)
 7. 岡田倫子. 繊維断面エッチング法と走査電子顕微鏡を組み合わせたケラチン繊維の構造解析. 繊維学会誌（繊維と工業） 67(12), P1-6 (2010)
 8. 岡田倫子. 天然繊維を用いた新触感素材の試織開発. 繊維機械学会誌 せんい 68(7), 409-411 (2015)
 9. 岡田倫子. 高いしぼと光沢を有する軽くて薄い浜ちりめんの開発. 繊維機械学会誌. せんい 70(8), 539-543 (2017)
 10. 岡田倫子. 滋賀の絹織物 - 浜ちりめん -. 繊維製品消費科学会誌 59(3), 180-185 (2018)
 11. 岡田倫子. 走査型電子顕微鏡の基礎. 加工技術 53(7), 36-47 (2018)
- その他 口頭発表 11 件

奨学金給付生の学会活動

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科 バイオベースマテリアル学専攻 内田晶子

【研究題目】

光増感剤処理と可視光線照射によって(+)-カテキンから生成する染料を用いた毛髪の色

【研究概要】

これまでに本研究室では、酵素または化学酸化させるとチャなどに含まれる(+)-カテキン(Cat.)から安全性の高い染毛用染料であるカテキノンが得られることを明らかにしてきた。一方、可視光線を利用した染毛法を開発すれば、様々な形で生命活動に必要な環境の提供に役立っている太陽光を始めとした日常生活で用いられている光のエネルギーの有効利用に繋がる。例えば、可視光線による時間をかけたゆるやかな着色は人体への負荷を減らし、安全性にも貢献すると予想される。そこで本研究においては、Cat.と可視光線を組み合わせた方法による染毛を試みた。可視光線の光エネルギーを利用するために光増感剤であるローズベンガル(RB)・メチレンブルー(MB)・ビタミンB₂(VB₂)を使用し、これらが酸化活性種を発生させてCat.に作用し、染毛料を生成させる可能性に着目した。RBやMBは食品や生体の着色にも使用されており、VB₂は水溶性のビタミンの1つであるため、安全性が比較的高いといえる。研究の結果、RB・MB・VB₂処理した毛髪にCat.水溶液で光を照射すると染色されることを見出した。そして、処理条件と着色性の関係を明らかにした。

【研究実績】

[I] 学会発表

- ① 日本繊維機械学会第71回年次大会(2018.6, 大阪)、口頭・ポスター発表。
- ② 6th international Symposium on Dyeing and Functionalization of Science(2018.11, 名古屋)、ポスター発表、ベストポスター賞受賞。
- ③ The 47th Textile Research Symposium(2019.6, チェコ, リベレツ)、ポスター発表、ベストポスター賞受賞。
- ④ 日本繊維学会第56回染色討論会(2019.11, 長野)、口頭発表。

[II] 論文

- ① YASUNAGA Hidekazu; UCHIDA Akiko, "Hair Colouring by the Use of Dyestuffs Formed by Oxidation of (+)-Catechin Combined with Photosensitisers Absorbing Visible Light", *Journal of Textile Engineering*, **64**(6), 145-149(2018).

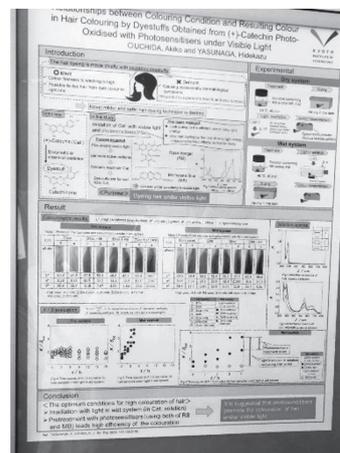


写真:③の発表会場で
展示のポスター

京都産野蚕の資源活用

齊藤 準

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御所海道町

昆虫は4億年の進化と環境適応の過程で様々な生存戦略を開発し、地球上で100万種を超えるまでに繁栄している。多様な昆虫種でみられる形態や色彩に関わる生態的特性は大変興味深い。家蚕（カイコ）は人類が唯一家畜化した昆虫であるが、それ故に多くの野生的な生態的特性が失われている（図1）。一方、野生絹糸昆虫を総称して野蚕と呼ぶが、その生態は多種多様で生息環境に上手く適応した生存戦略がみられる。野蚕の中心的存在であるヤマムユガ科は世界各地に生息しており、79属約1,400種が知られている。その中で日本には、8属11種が生息しており、それらの形態は比較的大型であり、幼虫から成虫に至るまでユニークなものが多い。特に繭の形状や色彩は非常にバリエーションに富んでいる（図2）。これまでヤマムユガ科幼虫を中心に体色に関与する色彩関連物質（色素と色素結合タンパク質）に焦点をあてて、色素結合タンパク質の生合成系と生理機能の解明を進めてきた。



図1. カイコガ科幼虫の色彩による生存戦略

野生のクワコと家畜化されたカイコ。カイコ幼虫は色彩による環境適応能力を失ったのか？



図2. 絹糸昆虫の繭

野蚕の幼虫の体液や皮膚でみられる緑色は、植物に由来するカロテノイド（黄色）と体内で合成されるビリン系色素（青色）が様々な割合で混ざり合うことで形成されている。青色のビリン系色素はビリベルジン IX γ 、フォルカビリン、サーペドビリンなどが知られており（図3）、これらの色素はタンパク質と結合することで体色発現などの生理機能をはたしている。エリサンの幼虫体液では2種類のビリベルジン結合タンパク質（BBP-I、BBP-II）が存在し、BBP-IとIIはいずれも

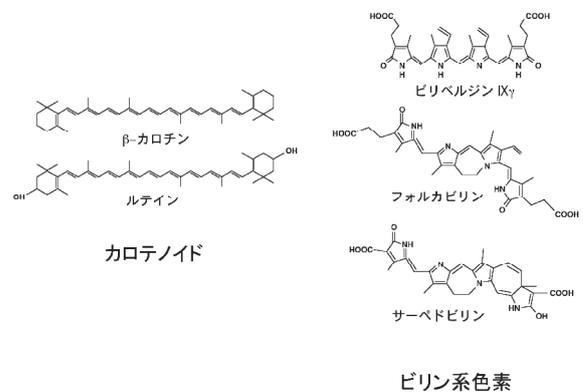


図3. チョウ目昆虫の体液や体色を決める色素

真皮細胞で合成され、BBP-I は体液のみに分泌されるのに対して BBP-II は体液とクチクラのどちらにも分泌される (図 4)。一方、野蚕の繭のシルク利用は一部の種にとどまり、多くの種では未利用である。また、それらの繊維に含まれる有用成分については未解明な点が多い。最近、野蚕の繭から抽出された色素に有用な機能性の存在が明らかにされ、染料、着色料、紫外線カット剤ならびに抗酸化剤などとしてその活用が期待されている。日本全国に生息するヤママユやウスタビガの繭は鮮やかな黄緑色を示す。これらの種では営繭場所により繭の色調に変化がみられ、その色彩発現にはビリネ系色素のサーペドビリネが関与する。天然素材として野蚕の繭には色素をはじめ多くの有用成分が含まれることから、繊維および非繊維に関わらず食品から医薬品まで幅広い分野での活用が期待される。

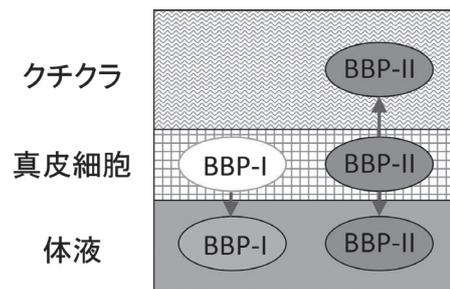


図 4. ビリネ系色素結合タンパク質の合成組織と局在部位

京都産野蚕の活用の一環として、2011年 4 月に北山の自然の中でヤママユの飼育を通じて生き物とふれあい、身近な環境を大切にする心を育てることを目的として「京都北山やままゆ塾」を開塾した (図 5)。活動内容は、ヤママユを京都北山に生息する虫たちの象徴として捉え、生き物とふれあい、身近な自然環境の大切さを学ぶことで、3つのテーマ (①北山の自然に親しみ、環境をみつめる。②ヤママユなどの虫たちを育てることで生命の大切さを知る。③環境を守る気持ちと地域コミュニケーションを育

京都北山やままゆ塾

やままゆ塾とは？

京都北山の自然の中で、ヤママユの飼育を通じて生き物とふれあい、身近な環境を大切にする心を育てることを目的として、2011年4月に開塾しました。

やままゆ塾の活動目標

- (1) 北山の自然とふれあい環境をみつめる。
- (2) ヤママユなどの虫たちの成長から生命の大切さを知る。
- (3) 環境を守る気持ちと地域のコミュニケーションを育み、豊かな未来につなげる環境教育・環境学習を展開する。

図 5. 京都北山やままゆ塾

み、豊かな未来につなげる。)を実践することで環境教育研究を進めることである。ヤママユの飼育を通じて身近な自然環境の大切さを学ぶ活動を広げるために積極的に取り組んでいる。平成 26～29 年度には、文部科学省の地 (知) の拠点大学における地方創生推進事業 (大学 COC 事業) として「京都産昆虫種の系統化による保護活動と活用を目的とした環境教育研究の基盤構築」をテーマに活動を行った。この間、身近な自然環境を大切にする心を育てる環境教育研究を、小学校での出前授業、学習会、観察会、公開講座などの機会を通じて大学から地域に発信することで地域社会に貢献してきた。2011 年から京都市立松ヶ崎小学校では、「虫たちの世界をのぞいてみよう！ (松ヶ崎の宝物：ヤママユについて)」をテーマに出前授業を実施し、2014 年からは、校舎の一角でヤママユの飼育展示を行っている (図 6)。また、2013 年から京都府教育委員会の依頼で、京都府内の小学校を対象に「子どもの知的好奇心をくすぐる体験事業」として出前授業を行っている。子どもたちには、地域の生き物たちを大切にするのと、生き物の不思議さや自然の楽しさを感じてもらい、身近な環境の問題へも関心をもってもらいたい。



図 6. 京都市立松ヶ崎小学校での出前授業

2015 年からは毎年 8 月にミニ昆虫展：写真と標本から知る「京の虫たちの不思議な世界」を開催し、子ども昆虫教室では標本づくりを体験してもらっている(図 7)。標本づくりで実物の虫にふれてもらうことで、生き物がより身近なものとなると考えている。

京都市では、「環境共生と低炭素のまち・京都」の実現に向け、地球温暖化防止や循環型社会の形成、生物多様性保全等の環境保全に貢献する活動を積極的に実践している市民や事業者を表彰することで、環境に関する市民の関心を高め、様々な実践活動の

更なる推進を図っている。昨年、「京都北山やままゆ塾」の活動を評価いただき、平成 30 年度（第 16 回）京都環境賞の奨励賞を受賞した（図 8）。環境教育研究の活動を通じて感じることとして、ここ 10 年余り、北山周辺ではナラ枯れに続きシカによる被害が深刻化している。シカの食害は地域の下層植生に大きなダメージを与えている。上賀茂にある本学のエコフィールドでもシカが定住しており、野蚕の飼料樹であるブナ科植物（アベマキ、コナラ）をはじめ、多くの樹種が食害されている。シカだけを悪者にするわけにはいかないが、里山の環境を構成する植生の多様性が失われれば、地域の生態系は崩壊しかねない。毎年のように地球温暖化の影響によると思われる異常気象が日本各地に大きな災害を起こしている。2018 年 9 月に近畿地方に暴風をもたらした台風 21 号は京都でも猛威をふるった。北山周辺でも多くの樹木が倒木の被害に遭い、このことが地域の環境悪化に追い打ちをかけた。自然災害がより身近なものとなったことを実感させられる出来事であった。世界規模の気候変動は、野蚕の生息環境へも少なからず影響を及ぼしているものとする。近年、身近な虫たちの数が減ってきているのではないかと心配している。京都に生息する野蚕は守るべき存在であり、大切な遺伝資源としても極めて重要である。京都産野蚕の保護と彼らの生息環境の保全を考えながら、資源としての繭由来成分である色彩関連分子の機能利用から環境教育まで幅広い視点で研究を進めたい。



図 7. 子ども昆虫教室での標本作製

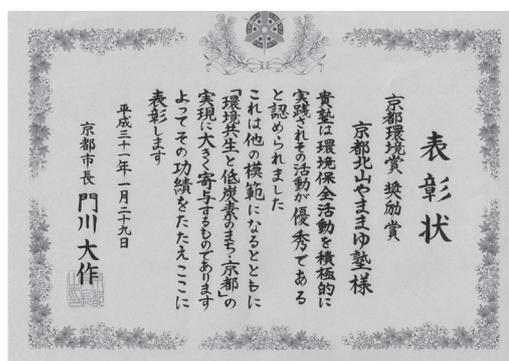


図 8. 平成 30 年度（第 16 回）
京都環境賞奨励賞の賞状

1. 講演・講義活動

廉屋 巧

講演① 演題：蚕の飼育について

日時：2019年6月3日 13:55-14:40

場所・対象者：福知山市立三和学園 4年生 12人

内容：各種の繭、真綿、まゆ人形等を観察、説明、その後の飼育について説明

講演② 演題：蚕のお話しと飼育方法

日時：2019年7月20日（土） 10:20-11:00

場所・対象者：グンゼ博物苑今昔蔵 親子約20名

内容：蚕のお話し

白井孝治

講演① 演題：「昆虫に学ぶ生物学」

日時：2019年7月19日

場所：長野県野沢南高校（長野県佐久市 生涯学習センター野沢会館）

内容：模擬講義として高等学校生徒に生物学の基礎研究の魅力を紹介する目的で行った。

講演② 演題：「昆虫に学ぶ生物学」

日時：2019年11月20日

場所：岐阜県立大垣東高校（岐阜県大垣市）

内容：模擬講義として高等学校生徒に生物学の基礎研究の魅力を紹介する目的で行った。

高濱昌利

講演① 演題：クワ・カイコ・シルクのお話

日時：2019年5月30日～6月12日にかけて

主催者：京都市内の小学校3校

場所および対象者：京都工芸繊維大学嵯峨キャンパス 京都市立小学校3校の3年生

講義内容：クワ・カイコ・シルクの基本のお話と不思議について講演した。

講演② 演題：絹の機能性を考える

日時：2019年12月1日 主催者：西陣織物研究会他

場所および対象者：京都市産業技術研究所 京都物づくり協議会会員

講義内容：絹の機能性を考えるという演題で現在の蚕糸業の現状と問題点およびシルクの新しい機能性に関し解説した。

中山 伸

講演① 演題：「宇宙に行った動物」

日時：2019年4月9日

場所・対象者：奈良市京家呉服店、一般市民

内容：宇宙環境の特徴、宇宙に行った動物、スペースシャトル内で行われたメダカやカイコの飼育実験など

講演② 演題：「カイコのふしぎ発見!？」

日時：2019年8月24日

場所・対象者：大東市立西部図書館、小学生以上

内容：カイコやシルクのふしぎを解説し、簡単な糸繰り実験を行った。

講演③ 演題：「クローン動物」

日時：2019年9月24日

場所・対象者：奈良市京家呉服店、一般市民

内容：クローン羊はどのように作られたのか、生物学的意義、動物の人工生殖、バイオテクノロジー

古澤壽治

講演① 演題：蚕の生活史と飼育法

日時：2019年6月26日 午後3時より

場所：滋賀大学教育学部自然環境教育施設、地域の小学生とその父兄（25組）

内容：蚕の成長、変態および吐糸行動について動画を用いて解説、卵の保護方法も解説。

講演② 演題：蚕の人工飼料による飼育法

日時：2019年5月15日 午前11時～12時50分

場所：滋賀大学教育学部附属小学校

内容：蚕の人工飼料育の研究の歴史と、人工飼料を用いて孵化幼虫から吐糸終了までの飼育法

講演③ 演題：蚕の生糸・織物

日時：2020年2月12日 15時より

場所：滋賀大学教育学部自然環境教育施設、地域の小学生とその父兄（25組）

内容：蚕糸の生成と生糸の採りかたと親子で真綿作り。滋賀県での生糸生産について解説

2. 会議等への出席

井上佳彦

- ① 京都府文化財所有者等連絡協議会総会，百万遍知恩院(京都) 2019年6月19日
- ② 京都府国登文化財所有者会議総会，ブライトンホテル(京都) 2019年6月23日
- ③ 京都府文化財保存活用推進会議，歴彩館(京都) 2019年8月7日
- ④ シンポジウム「文化遺産の保存と活用」を考える，京都経済センター 2019年10月23日

3. その他の活動

廉屋 巧

自宅で継代してきた蚕を以下の通り提供した。

- ① 一般市民（福知山市）5月24日（金）：福知山市民、譲渡、3品種・約100頭
- ② NPO法人 綾部ベンチャー・ものづくりの会（綾部市）
5月25日（土）～6月20日（木）：マルベリー摘み
5月31日（水）：桑園（マルベリーファーム）へ持参
・2品種／3齢・5齢、約500頭桑の実摘み入園者、欲しい人に無料頒布
- ③ 蚕の「三和地域まるごと博物館」見学
・6月21日（金）～28日（金）一般公開
繭（各種所持する継代品種）を展示用・繭人形用に提供
- ④ 特別展「蚕業遺産×ミュージアム」（ふるさとミュージアム丹後）に協力・見学
・7月22日（月）丹後郷土資料館より来宅（情報提供依頼あり）
・9月13日（金）過去に活動してきた画像・各種繭を提供

以上

編集・発行

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

Tel 075-461-5949

Fax 075-463-6679

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

E-mail: kinugasa_senni1905@nifty.com

発行日 2020年3月31日