

## 特徴ある蚕品種繭の製糸・加工特性の解明

誌名	蚕糸・昆虫農業技術研究所研究報告 = Bulletin of the National Institute of Sericultural and Entomological Science
ISSN	09152652
巻/号	20
掲載ページ	p. 39-46
発行年月	1998年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 所内特別研究

### 「特徴ある蚕品種繭の製糸・加工特性の解明」

#### —研究経過及び成果の概要—

研究推進者 西出 照雄<sup>1</sup>

(1996年12月18日 受理)

Teruo NISHIDE: Studies on cocoon characteristics of various silkworm races

#### はじめに

生活様式の洋風化が一般化したことに伴い、衣料面においても和装から洋装へと大きく変遷して、洋装分野での絹の新たな利用・用途の拡大並びに用途に適した蚕品種の育成が強く望まれている。

一方、一般に織物には和装、洋装、內衣、中衣、外衣など使用する目的に応じて様々な繊維機能が求められるが、繊維機能を決定づける大きな要因に織物を構成する原糸の特性が挙げられ、また、絹織物の原糸である生糸・絹糸の機能等は蚕品種固有の繭糸質特性に影響を受ける。

近年では絹消費動向に対応して繭糸質に特徴ある蚕品種の開発が進められ、繭糸織度や食性などに特徴のある幾つかの蚕品種が既に品種指定を受け、普及に移されつつある品種もある。また、繭加工面ではハイブリッドシルクをはじめとしてネットロウシルク、シルクトウ紡績糸など洋装衣料に適した原糸の開発が進められている。しかし、絹の消費ニーズの多様化と、洋装用原糸及び個性のある織物の開発への期待等に対応するため、今後さらに特徴ある蚕品種及び生糸・絹糸の開発の要請が強められることが予想される。そこで、蚕糸・昆虫農業技術研究所において開発され既に品種指定を受けた特徴ある蚕品種の普及を図るため、繭加工の面からこれら蚕品種繭の繭糸質特性等を明らかにするとともに、その特徴をさらに発揮した絹織物を作成するための処理・加工技術を開発することを当研究所として当面の重要研究課題として位置付け、所内特別研究として「特徴ある蚕品種繭の製糸・加工特性の解明」を課題化し、平成5年4月から平成8年3月迄の3年間にわたり実施することにした。

本研究は、特徴ある蚕品種の育成と、当研究所で育成され既に品種指定を受けた特徴あ

る蚕品種の繭を効率的に繰糸するための適切な繭処理条件や精練・染色条件の検索、製織・織物特性さらには繭糸構成物の化学的解析等の一連の特性解明を目的として実施されたものである。

## 研究の背景と目的

わが国の蚕糸絹業の現状と原材料及び二次製品などの国際的流動化の中で達成すべき当面の技術的目標は、輸入の増に対抗して外国品と差別化しうる特徴のある製品化開発と低コスト生産技術の追及であろう。この一方策として、他国にはない豊富な蚕遺伝資源を活用した特徴ある蚕品種を育成し、これら特徴ある繭から他国の追従を許さない用途に適した繊維機能を持つわが国特有の生糸・絹の生産技術を開発し、絹の用途拡大を図る必要がある。既に当研究所では消費動向の変化に対応すべく技会特研や所内特研等のプロジェクト研究を実施し、特徴ある蚕品種の育成並びに絹新素材の作出技術に関わる成果を得てきている。しかし、近年の蚕糸絹業の急激な情勢の変化は、より一層個性豊かな蚕品種の育成とその加工及び利用技術の開発が不可欠となった。

このような背景に基づいて、当研究所で育成した特徴ある蚕品種の普及を図り用途に適した絹素材を開発するため、特徴ある蚕品種の繭糸質特性を明らかにし、さらにこれら繭の特性を引きだすための加工処理条件の抽出を行う。なお、検討の対象とした特徴ある蚕品種繭としては「あけぼの」、「しんあけぼの」、「ありあけ」、「はばたき」、「あさざり」の5品種、対照区として「錦秋×鐘和」を使用することを基本とした。

## 研究計画の概要

本研究は中課題3課題を設定し初年度7研究室が参画し、それぞれの小課題を分担して開始した。研究推進過程において当研究所の組織改編（平成6年10月1日）により参画研究室のうち2研究室が廃止となったため、平成7年度は5研究室体制で研究を推進し、廃止された2研究室が担当していた課題内容の一部を製糸技術研究チームが引き継ぐこととした。研究課題の構成と推進体制並びに研究関係者を第1、2表に示し、研究内容は図1に示すとおりである。なお、課題Ⅲ-2の実施に当たっては一部衣料素材研究室の協力を得た。また、課題担当研究室名は現研究室名（略称）で記してある。

## 研究課題別実施計画

### I. 特徴ある蚕品種の育成と繭糸質の特性解明

当研究所では広食性蚕品種をはじめ繊度などの繭糸質等の特徴を持つ蚕品種を既に開発しており、そのうち指定を受けている品種もある。本課題ではこれら特徴ある蚕品種の一層の改良並びに新品種育成につながる基礎的なデータを得るとともに、高品質の用途別繭の低コスト生産に役立てるため繭糸繊度、解じょ率、生糸量歩合などの繭糸質に優れた広食性蚕品種を育成する。また、特徴ある蚕品種繭の特性を繰糸の観点から総合的な繭糸質

第1表 研究課題の構成と推進体制

研究課題	研究年次			担当研究室
	平5	平6	平7	
I. 特徴ある蚕品種繭の育成と繭糸質の特性解明				
1. 繭糸質に特徴をもつ広食性蚕品種の育成	○	○	○	蚕育種チーム
2. 繭糸の組成・構造の解明	○	○	○	高分子研
3. 繰糸による繭糸質特性の解明	○	○		繭質評価研*
II. 特徴ある蚕品種繭の製糸特性の解明				
1. 製糸原料繭の物理特性の解明	○	○		新形質糸研*
2. 煮繭・繰糸工程における処理条件の解明	○	○	○	製糸チーム
III. 特徴ある蚕品種繭による原糸及び織物の特性解明				
1. 素材の精練・染色特性の解明	○	○	○	プロセス研
2. 素材物性の解明と織物評価基準の確立	○	○	○	物性評価研

\*印の研究室は平成6年10月の組織改編により廃止

第2表 研究関係者一覧表

推薦責任者	横沢三夫		西出照雄	
	(平成5年4月～平成7年11月)		(平成7年12月～平成8年3月)	
機能開発部	赤羽 恒子	市川 明生	今井 恒夫	加藤 弘
	坪内 紘三	羽賀 篤信	秦 珠子	馬越 芳子
	宮澤 光博			
蚕育種チーム	石橋 純	伊坪 友子	中村 邦子	間瀬 啓介
	山本 俊雄			
製糸チーム	鮎澤 弘子	岩垂美智子	川名 茂	木下 晴夫
	小池 文江	高須 陽子	高林 千幸	
	中屋 昭	宮崎 栄子	宮島たか子	
その他 <sup>1)</sup>	Mary A.Becker			(五十音順)

<sup>1)</sup>STAフェロー

評価を行うとともに、繭糸の化学的な組成・構造についても解析を加える。

## II. 特徴ある蚕品種繭の製糸特性の解明

特徴ある蚕品種繭の普及を図るためには、従来の普通繭の加工処理方法とは異なるこれら繭の特性に合致した製糸・加工処理条件並びに技術の確立が不可欠である。このため、形態、通気性、繭糸の膠着点、繭層の圧縮など製糸原料繭としての物理的特性を明らかにする。さらに、これら繭の乾燥・煮繭特性を明らかにするためそれぞれ乾燥条件とセリシンの性状と繰糸特性、煮繭条件と繰糸特性との関係などを一連の製糸実験から見出すとともに、適切な繰糸工程管理法を検討する。

### Ⅲ. 特徴ある蚕品種繭による原糸及び織物の特性解明

特徴ある蚕品種繭の一部は洋装用素材として利用されているが、これら繭糸・生糸の特性に合致した精練・染色技術や染色堅牢度の向上など新たな技術開発の要請がある。この要請に応えるため、精練の処理条件と色相、光沢、染色性等について検討を行うとともに、染色性を染着平衡および染料の拡散挙動等から検討を進め、特徴ある蚕品種繭糸の特性がより一層発揮できる絹加工技術を開発する。また、これら繭糸を素材として製織された織物がいかなる特性を持つかについてKES法による物性値から求め、織物の評価基準の確立を図るための基礎資料を得る。

## 研究経過の概要

### I. 特徴ある蚕品種の育成と繭糸質の特性解明

平成5年度：繭糸質に特徴を持つ広食性蚕品種の育成においては、LPY飼料に対する摂食性の遺伝分析を行うとともに、繭糸質に優れた広食性蚕の系統選抜を実施した。摂食性については10系統の品種を用いてダイアレルクロス解析を行い、一般組合せ能力(GCA)、特定組合せ能力では平均優性効果、親系統による差異、その他の優性効果について分析を行い、さらに、細胞質効果による差異や細胞質効果以外による差異についても分析を行った。広食性蚕品種の育成については、蚕研(蚕糸科学研究所)と当研究所でそれぞれ選抜された優良な系統を組合わせた四元雑種のなかから繭糸質に優れ、今後の実用化が期待できる数品種が選定できた。

繭糸の組成・構造の解明を実施するために必要な絹糸腺からのテグス、繭層などのコクナーゼ等各種の試料の作成を行うとともに、高速液体クロマトによる繭層の水溶性コクナーゼや蚕の脱皮殻のアミノ酸分析を行った。

繰糸による繭糸質特性の解明では、広食性蚕繭「はばたき」と細織度蚕繭「しんあけぼの」について新繭検定法及び改訂された蚕品種調査実施細則における蚕品種性状調査法に基づき粒内織度偏差、繭糸長、解じょ率、小節、生糸量歩合等の繰糸調査を行った。

平成6年度：広食性蚕品種の特性評価として、「はばたき」と(TN30×PYN6)×(TCS26×PWC2)について普通蚕品種と同条件(1～4齢人工飼料、5齢桑葉育)で飼育して性状を比較した結果、「はばたき」の計量形質は普通蚕品種の水準に近付いており、また、(TN30×PYN6)×(TCS26×PWC2)は普通蚕品種とほぼ同水準にあるとみなされ、養蚕現場にこれらの蚕品種の導入が可能であると推察された。選抜した多数の四元雑種について検定し、優良系統として5種の交雑種を選抜しこれらの性状調査を行った。この結果、総ての組合せで「はばたき」の弱点である生糸量歩合が改善されるとともに、登簇性も大幅に改善され他の繭糸質も概ね良好であった。このうち、最も実用性が高いと考えられる品種を選出し、平成7年度の農水省委託蚕品種性状調査に提出することとした。

特徴ある蚕品種繭の繭糸並びに絹糸束の強伸度特性などの力学的挙動・特性、練減り率等について検討した。さらに、ウエザーメータ照射及び吸光度試験から色繭の退色について解析を進めた。新検定法に基づいて対照区を普通蚕品種繭「錦秋×鐘和」として太織度蚕繭「ありあけ」、細織度蚕繭「しんあけぼの」、広食性蚕繭「はばたき」の繰糸試験を行

い、乾繭糸歩、解じょ率、繭糸量、繭糸繊度等々各項目について調査したが、各蚕品種ともに繭生産地により調査結果に若干の差があることが認められた。

平成7年度：農林委託試験に提出した四元交雑種の試験結果は、対照区に比べて計量形質が優れ、生産性も良好で繭糸質も極めて優れており、指定品種「日603号・ひたち×中604号・にしき」として登録された（愛称名：ひたちさんし）。人工飼料の水分率が計量形質に与える影響について、水分率68.75%を標準にして5齢期の飼育試験を行い各種のデータを得たが、水分率を60%に減じて解じょ率の向上は認められなかった。さらに、広食性蚕品種「はばたき」の性能が普通品種「日137号×支146号」のどの程度の水準にあるかについて検討を進めた結果、普通品種の水準に近いことが確認された。

各蚕品種繭から繰製した生糸及び絹糸のアミノ酸分析を行った結果、蚕品種間によるアミノ酸組成の顕著な差異は認められなかった。

## II. 特徴ある蚕品種繭の製糸特性の解明

平成5年度：製糸原料繭の物理特性の解明においては普通蚕繭「錦秋×鐘和」を対照区として、「しんあけほの」の生繭の体積、繭層の厚薄、繭長・繭幅の比など形態的な特徴並びに繭層の通気性、繭層色差、繭層弾性等の物理的特性について検討した。「しんあけほの」の形態的特徴の各調査項目値は、対照区に比べいずれも小さい値を示したが、特に繭層の厚薄差が小さいことが認められた。物理的特性では、繭層の通気性から繭層構造が緻密、すなわち繭糸の膠着点数が多ことが推察され、さらに、繭への加圧による検討結果から繭層が固いことが認められ、指腹で繭を圧縮したときに得られる触感と一致するなどの結果が得られた。

煮繭・繰糸工程における処理条件の解明においては、「あけほの」「しんあけほの」の乾燥条件と繭層の色相変化について、乾燥温度と繭層の明度L、色度a、bの観点から、また、乾燥・煮繭による繭の収縮及び膨潤状態の変化についても検討を加えた。さらに、繭の乾燥条件が繰糸特性に与える影響等について繰糸試験による調査を行った。

平成6年度：物理特性の解明では、本年度は「あさぎり」の生繭・乾燥繭の形態的・物理的特徴の摘出と乾燥特性、さらに繭層部位別の練減率等について検討を進めた。乾燥終了時の繭層歩合は対照区とほぼ同程度であり、繭層は対照区に比べて薄く、繭層構造が粗いこと、練減率が高くセリシンの溶解速度が早いことなどが認められた。

「しんあけほの」の煮繭・繰糸特性を明らかにするため、煮繭時間、浸透部温度、水頭圧の組合わせによる煮繭条件と繰糸特性との関係について検討を進めた。「しんあけほの」の各種分散分析の結果から、煮繭時間、浸透部最高温度、水頭圧間には交互作用がなく、対照区より煮熟しやすい傾向にあり、煮熟程度が生糸量歩合や大中節点に影響を及ぼすことが確認できた。

平成7年度：前年度に引続き、細繊度繭「しんあけほの」、太繊度繭「ありあけ」、広食性繭「はばたき」など新検定法に基づく繰糸試験によって特徴ある蚕品種繭の繭糸質評価、繭糸繊度特性の摘出、煮繭条件が繰糸成績に及ぼす影響等について検討した。さらに、特徴ある蚕品種繭の新たな用途開発の資料として、繭糸繊度とシルクウェブの高粘性との関係について検討を行った。「はばたき」に適する煮繭条件を見出すとともに、煮繭時間

が糸故障に、また水頭圧は解じよ糸長に有意差を示すことなどを明らかにした。さらに、シルクウエーブなど絹錦の嵩高性は織度が細い繭ほど向上するなどが確認された。

### Ⅲ. 特徴ある蚕品種繭による原糸及び織物の特性解明

**平成5年度：**素材の精練・染色特性の解明においては、絹の染色では良く使用される染料であり、水中で色素アニオンとなって絹繊維に化学量論的に染着する2種類の酸性染料を用いて、「あさぎり」「ありあけ」「あけぼの」等の繭糸を対象に、塩酸の飽和吸着量から繊維内の有効吸着座席数を推定した結果、太・細繭糸織度別間で酸の飽和吸着量の差はほとんど認められなかった。さらに、繊維内部への酸性染料の見掛けの拡散係数について検討を行い、細織度より太織度への染料拡散が速いことが認められた。

素材物性の解明と織物評価基準の確立においては、5種類の特徴ある蚕品種繭及びこれらの繭による織物用の生糸（27d）を生産・確保し、繭の性状調査の他、全国の織物産地で製織されている織物の特徴を調査した。さらに、織物評価に必要な試料織物の製織規格を策定した。

**平成6年度：**「しんあけぼの」「黄白」「錦秋×鐘和」の精練特性については酵素練り、ソーダ練りなど4通りの精練方法で検討し、精練方法並びに品種間による練減率の差が若干認められた。限性黄繭「黄白」の黄繭糸の精練方法を開発した。また、絹とポリエステル混紡の染色技術について検討を進め、2浴法が望ましいことが見出された。

5品種の繭から練製したそれぞれの生糸の強伸度、伸長弾性率等の調査結果から原糸の物理的特性を明らかにし、織物評価の試料として先練り織物と後練り織物を製織し、KES法により両織物の引っ張り特性、曲げ特性、せん断特性など物理的諸特性について解析を進め、繭糸織度の太細は織物の引っ張り特性と曲げ特性に影響を与えるなどの結果を得た。

**平成7年度：**精練及び染色特性については、特徴ある蚕品種繭を加え前年度に引き続き検討を行った。絹繊維内部への染料のみかけの拡散係数の大小関係は、酸性染料の分子量に関係なく、太織度品種繭糸 $\geq$ 広食性蚕品種繭糸 $>$ 普通蚕品種繭糸 $>$ 細織度蚕品種繭糸の結果が得られた。

前年度製織した2種類の絹織物を用い、引続きKES法による諸物性値の計測及び解析を進めるとともに、織物表面の摩擦係数等求めた。

## 研究成果の概要

### 1. 特徴ある蚕品種繭の育成と繭糸質の特性解明

摂食性の遺伝的分析の結果については、一般組合せ能力（GCA）と特定組合せ能力に有意差が認められ、摂食性は交雑組合せによって著しく異なることが確認された。原種の摂食性と一般組合せ能力の間には正の高い相関がみられたが、正逆交雑間における差異は認められなかった。さらに、摂食性の平均優性度は1に近く完全優性遺伝し、選抜効果が得やすい系質であると判断された。広食性蚕品種の育成では、蚕研との共同研究により「日603号・ひたち×中604号・にしき」の四元雑種を選定し、農林委託に供し農業資材畜

議会で広食性蚕品種として指定を受けた（愛称名：ひたちさんし）。

広食性蚕品種の性能を普通蚕品種と同一条件で飼育して評価した結果、「はばたき」は量的にも質的にも普通蚕品種の水準に近付いた品種であり、(日603号×ひたち)×(中604号×にしき)は普通蚕品種とほぼ同水準にあることが確認された。一方、物理的特性の異なる蚕品種繭糸であっても、アミノ酸の組成には差がないこと、繭糸質特性はいずれの蚕品種繭でもその生産地・飼育条件に影響を受けることが認められた。

## 2. 特徴ある蚕品種繭の製糸特性の解明

各蚕品種の生繭及び乾燥繭の形態的・物理的特性を明らかにするとともに、繭層の通気特性から繭層構造の粗密を推定する手法を見出した。さらに、繭糸繊度が細いほどシルクウエーブなど絹錦の嵩高性の向上が図られることを確認した。

繭乾燥時の最高温度の上昇に伴い、「しんあけほの」及び対照区の「錦秋×鐘和」の繭層表面の黄変程度は徐々に増すが、その程度はほぼ同程度であった。また、煮繭条件が繰糸特性に与える影響について、「しんあけほの」では主効果である煮繭時間に繭糸量及び生糸量歩合が有意であり、「はばたき」では煮繭時間に糸故障が有意であった。一方、対照区では煮繭時間が解じょ率及び解じょ糸長に有意であり、主効果の浸透高温部温度及び水頭圧が有意性を示した。これらの結果から、各蚕品種繭に適した乾燥、煮繭、繰糸などの処理条件が抽出できた。

## 3. 特徴ある蚕品種繭による原糸及び織物の物性解明

練減率の相違は品種間で若干あることが確認され、対照区「錦秋×鐘和」より大きい練減率を示した品種繭は「黄白（白色糸）」、「はばたき」で、小さな値を示した繭は「黄白（黄色糸）」、「しんあけほの」であり、「ありあけ」は対照区と同程度であった。

無機酸による繭糸の平衡吸着量（有効吸着座席数）は繭糸繊度には関係なく、繭糸の分子鎖中の塩基性、すなわち側鎖や末端アミノ基の基本的構成に差のない示唆を得た。繭糸内部へのみかけの拡散係数の検討結果から、酸性染料の分子量に関係なく、拡散係数はほぼ太織度品種 $\geq$ 広食性品種 $>$ 普通品種 $>$ 細織度品種の繭糸の順であり、太織度品種や広食性品種の繭糸への染料拡散が速く、繊維内部への浸透性が容易であることが認められた。

諸物性等の検討結果から、太織度及び細織度蚕品種繭糸はそれぞれ先練り織物の外衣用、後練り織物の中・內衣用の原糸として適している。

## 残された問題点

1. 絹の需要動向に応えられる特徴ある蚕品種の育成が今後とも必要である。
2. 各蚕品種繭の繭糸質特性に合致する煮繭及び繰糸条件が見出せたが、これらの条件を一連の製糸技術として関連付け体系化した実用技術化することが必要である。
3. 染色堅牢度及び混織糸での色違いの発生の有無などについて検討する必要がある。
4. 織物を構成している糸の物性値や交錯状態、織物組織と糸間による空隙の関係などが織物特性に与える影響について明らかにすることが必要である。



## 研究発表

- 1) 加藤 弘・赤羽恒子・於保正弘 (1993) 広食性蚕品種絹糸の酸性染料による染色性. 製糸絹研究会誌, 2, P. 48-50.
- 2) 高橋 保・神田千鶴子・村野圭市・滋賀松和子 (1993)「あけぼの」生糸の和・洋織物の特質. 第41回製糸絹研究発表会要旨集, p. 19-20.
- 3) 加藤 弘・秦 珠子 (1996) 特徴ある蚕品種繭糸の精練と染色性. 繊維学会予原集, G-41.
- 4) Masuhiro TSUKADA, Masahiro OBO, Hiroshi KATO, Giuliano FREDDI and Fabio ZANETTI (1996) Structure and Dyeability of Bombyx mori Silk Fibers with Different filament Size. Journal of Applied Polymer Science, 60 P. 1619-1627.
- 5) 加藤 弘・塚田益裕・於保正弘・宮澤光博 (1995) 細・太織度絹糸の染色挙動. 日本蚕糸学雑誌, 第64巻, 第1号 p. 82-84.
- 6) 木下晴夫・宮島たか子・但馬文昭 (1995) 乾燥処理過程における広食性蚕品種「あさぎり」の物理的特性の挙動. 日本蚕糸学会大会講演要旨集, 65, p. 90.
- 7) 赤羽恒子・坪内紘造 (1995) 繭糸質と絹織物の物性, 第43回製糸絹研究発表会要旨集, p. 105-106.
- 8) 永易健一・加藤正雄・馬越芳子 (1993) 各種蚕品種繭の邦楽弦への利用. 日蚕講要, 63, p. 235
- 9) 羽賀篤信・於保正弘・馬越芳子 (1993) 繭各種原料による邦楽用の絹糸. 日蚕関東講要, 44, p. 411
- 10) 馬越芳子・羽賀篤信・馬越淳 (1993) 各種テグスの性状. 第41回製糸絹研究発表会要旨集, p. 25-26.
- 11) 馬越芳子・永易健一・馬越淳 (1994) 色繭等各種蚕品種の邦楽弦. 繊維学会予稿集, IDP3.
- 12) 羽賀篤信・永易健一・馬越芳子 (1994) 特徴ある蚕品種繭の性状-セリシンと2, 3の物性-. 日蚕関東講要, 45, p. 480.
- 13) 馬越芳子・Becker M.A (1995) 特徴ある蚕品種絹のアミノ酸分析と2, 3の特性解析. 第43回製糸絹研究発表会要旨集, p. 47-48.
- 14) Becker M.A. ・馬越芳子 (1996) Amino Acid Compositions of Silk Fabrics Cotaining Variuos Types of Wild Silk. 日本野蚕学会講要, 2, p. 12
- 15) 秦 珠子・加藤 弘 (1996) 黄繭絹糸の精練方法について, 日本蚕糸学雑誌, 65巻 6号. p. 494-499.
- 16) 山本俊雄・間瀬啓介・榎島守利 (1994) ダイアレルクロスによるLPY飼料に対する蚕摂食性の遺伝分析. 日蚕講要, 64, p. 17.
- 17) 山本俊雄・間瀬啓介・岡田英二・石橋純・伊坪簿友子 (1995) 全齡人工飼料育による広食性蚕品種の性能評価. 日蚕中部支部講要, 51, p. 17.
- 18) 山本俊雄 (1995) 広食性蚕品種の育成と今後の展望. 蚕糸化学と技術, 34巻11号, p. 6-7.