

絹新素材の開発とその産業利用

(財)大日本蚕糸会 蚕糸科学研究所 所長 勝野 盛夫

はじめに

ライフスタイルや嗜好の変化で消費需要が大きく伸び悩んできたことや、海外からの低コスト製品の攻撃により和装用関連衣料の減退等々、シルク関連企業は壊滅的状態にある。製糸絹業も今までのように和装中心の生産体制では、大幅な生糸消費は望むべくもなく、単に従来の生糸品位改良にとどまらず国産生糸より優れた外国生糸が輸入される現在、国産生糸の見直しが求められている。

高い原料費と現状のレーバーコストでは、安価な生糸生産や絹製品は難しいことである。

しかしそうであってもそれらを吸収できる高付加価値絹素材の価値訴求型商品の開発と、廉価な原料で生産できる価格訴求型商品の二極で素材開発を進めていくべきであろう。このように消費者の要望に応じて特徴ある繭（蚕品種）を短期間に育成できるのも、我が国が保有する数百種の実蚕種の貴重な遺伝資源と長年にわたる研究の蓄積によるものである。

今まで、数多くの変わったタイプの絹素材が開発されてきたが、時代の背景がこれらの素材をあまり必要としなかったことや、高価であったため実用化に至らなかった。しかし、和装もさることながら洋装分野に用途拡大を図らなければならないとき、従来の変わったタイプの絹素材も現状の技術で見直すことにより、消費者ニーズに合致する素材が数多く埋蔵されていると思われる。織物や編物の形態や物性は原糸の種類、及び加工の適合によって左右される。生糸は和装用の材料としては、織度の均整さ、節等の品位が重視され、品質についてはあまり問題が少なかった。したがって和装用の糸をそのまま洋装に転用しても防しわ、耐磨耗性に欠けて良好な結果は期待できない。洋装用原糸としては柔軟性、伸縮性等の問題など紡績糸のもつ性質を付与することが必要である。

今、消費者の求める製品は何か、その要請に対応した素材作りが必要である。それに向けて特徴ある良質繭（蚕品種を含め）を生産する養蚕家から製糸業者、川下の業者との一貫体制の提携システムにより差別化された新素材や、付加価値

のある生糸がつくられている。

たとえば、小石丸などの要望が多いのはネーミングもあるが古代系に似ているとか、絹本来の色、つや、強さなどが魅力のようである。最近育成された超細繊維度蚕品種“はくぎん”或は“三眠蚕”“あけぼの”のように細繊維度が望まれているのも製品の高級化からである。ナチュラルカラーと健康衣料として色繭（黄、笹）が話題になっていることを含め、特徴ある差別化製品作りがブランド化である。

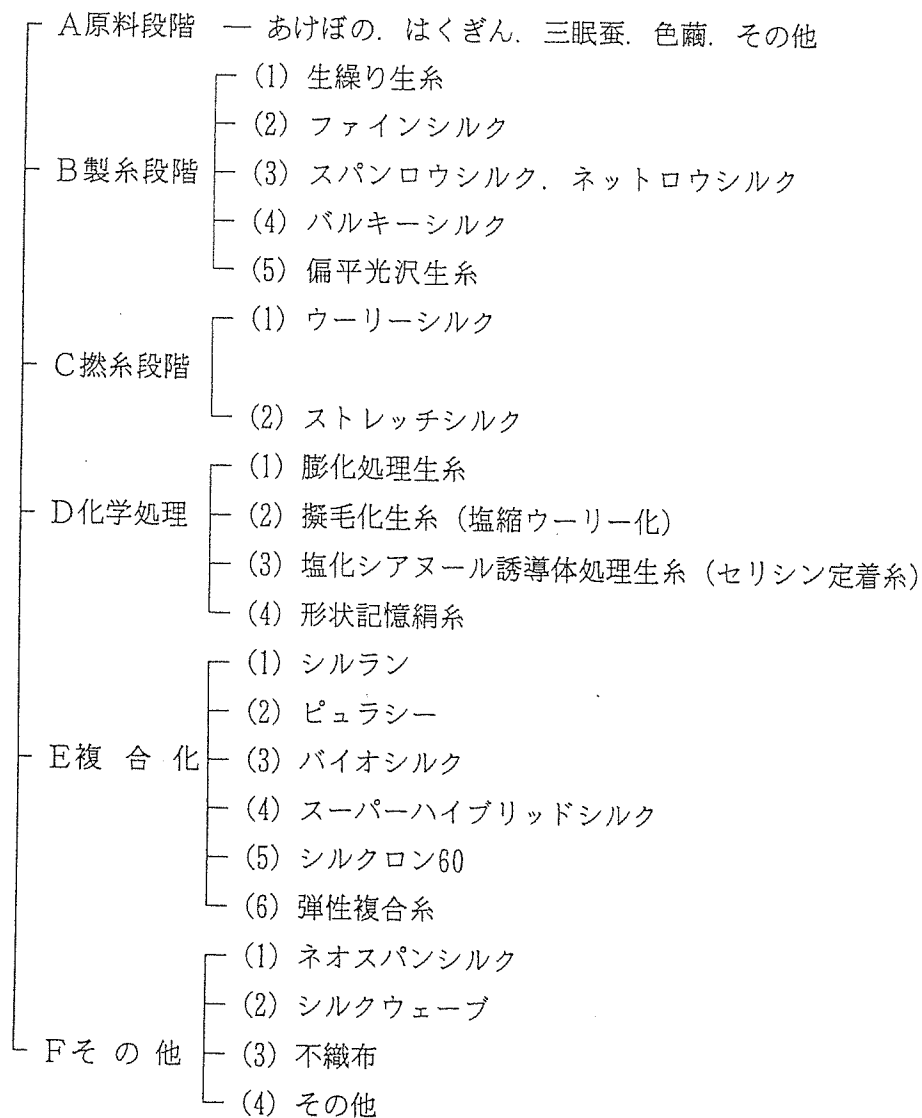
美しさに加えて、近年絹を衣料でなくまた絹以外にも蚕系分野で産出する種々のバイオマスの有効利用が図られている。良質な絹タンパク質は、機能性食品として、また化粧品や、医療やバイオテクノロジーの分野にも注目され研究が重ねられ、一部は実用化されている。

今まで開発された変わったタイプの絹素材と、現在研究や開発され実用化されている非衣料の新しい絹利用について探してみたい。

1. さまざまな個性の糸づくり

情勢の変化と共に絹に対する消費者のニーズにも変化がみられ、特にブランド化が広まるにつれ差別化された絹素材が求められるようになった。今まで開発された特徴のある形質の素材や現在実用化されている絹新素材（主として織編物素材）の主なるものを列挙する。

新形質生糸の分類



1) 生繰り生糸

生繭を繰糸するのみで特別な機構はない。一般に生糸は白く、繭糸の捲縮状態がそのまま繰れるのでバルキー性がある。織物にした場合、染色性、かさ高性、ぬめり、腰等が良いといわれている。反面、節および抱合に問題がある。したがって煮 繭、繰糸における節、糸故障管理が必要である。

2) ファインシルク

ファインシルクは繭糸の捲縮性を失わないようにした生糸で、煮繭では低温薬品処理を行い、繰糸では浮繰、低張力繰糸である。生糸の特性としては、柔軟性、かさ高に富み、伸度が大きい。また、染着性がよく、繰糸機は特別改造する必要はない。

3) スパンロウシルク・ネットロウシルク

自転する網状形成枠に繭から引き出した繭糸を左右に振りながら巻きあげる。形成枠の先端にあるヒーターで繭糸が切断しながら集束し、繊維の配列に異方性を与え、かさ高な一本の糸状としたものである。この方法で、ヒーターで切断されないものがネットロウシルクである。

生糸を構成する繭糸が網目状に配列されているのが特徴で、これによる製品は普通の生糸使いの製品に比べて空気を多く含んだかさ高で伸縮性に富み、しわになりにくく、ジャケットやブルゾン・セーター・カーディガン等カジュアルな分野に適する糸である。

現在は専用の自動絹短繊維用繰糸機が開発されている。

4) シルラン・ピュラシー

絹と化合繊とは衣料性能からみると、感性及び機能性で相反する特徴を持ち、両者を複合化することにより、それぞれの欠点を補完できれば高度化した現在の消費者ニーズに応えられる素材ができる考えから、生糸と化合繊の複合化シルラン・ピュラシーが生まれた。ピュラシーは複合抱合方式でアクリル・フィラメントのピューロンを常に芯糸になるように、その周りを繭糸できれいにカバーリングするものと期待されるが、実際には繭糸とピューロンが分離され、特に揚返しを行う際に両者の熱収縮率の差によって、メガネ状の剝離部分が生じやすい。ブラウス・インナー用品、男性ソックス等に使用されている。シルランは複合交絡方式で芯糸にナイロン66、10d/5fの仮撚加工糸を使用し、繭糸をランダムにカバーリングさせるため、繰糸途中でエアージェットノズルによって強制的に繭糸を芯糸の周りに纏りつかせる。現在パンティストッキング用原糸として使用しているが、15d～20dと細く、太さが均一でしかも節など

の欠点は絶無を要求される。したがって原料繭も細織度繭（あけぼの）を使用し、高度な製糸管理が必要である。

5) スーパーハイブリッドシルク

製造方法は複合引揃方式で芯糸にナイロン66FTYあるいはその他の繊維を使用する。繰棒回転は普通回転の2倍以上の高速で繰糸し、ストレートに近い形態のハイブリッドシルクを繰製する。そのためには専用複合繰糸機によらなければならない。パンティストッキング用その他の原糸として使用されている。編む段階で分織がなくストレートの形態のため、編みやすくロスが少ない。生産性が大幅に向上することから生産コストの低減が期待できる。

6) シルクロン60

60dのうち、鞘のシルクが42d、芯のナイロンが18d、ナイロンは染色の相性が良い6ナイロンのセミダグ・フィラメントヤーン（5f）、シルクの42dは普通繭糸使用、シルクロン60はセリシンが付いたままの生（なま）糸である。製品化のためには、生糸と同じように先練・後練を選べる。しわになりにくい、縮まない等から丸洗いで着物地・パジャマ・インナーに製品化が進められている。

7) バイオシルク

絹フィブロインを液化し、ナイロンを芯にその周りにコーティングしたものである。パンティストッキングやインナーに使用されている。最近ではセリシンを他繊維にコーティングして下着類の素材として開発を行っている。

8) 各種化合物とハイブリッドシルク

セルロース系の再生繊維キュプラ（ベンベルグ）とのハイブリッドシルク。キュプラは糸の伸びがシルクに似ているため、総仕上げが可能である。ポリエステルとの複合糸は現在流通されている。

9) 伸縮性生糸

ポリウレタンを芯に生糸をその周りに引揃えたハイブリッドシルクである。

また、撚糸の段階でポリウレタンを芯に生糸をカバーリングする（またその逆）伸縮性生糸はすでに使用されている。

10) ネオスパンシルク

ネオスパンシルクは短繊維化した繭糸に含まれるセリシンを一切除去することなく紡績した生絹紡糸（後練絹紡糸）のことである。これらの糸を精練することなく製織或は製編した後セリシンの全部を除くと繊維間の気孔容積が大きな編織物になる。

現在、繭毛羽がその素材として使われている。繭毛羽は30%～40%のセリシンが空気に置き換えられて含気率の大きいソフトな軽い製品となる。繭毛羽は精練後の単繊維が1 d以下で天然繊維の中では最も細い。

11) 偏平光沢生糸

特殊自動繰糸機で生糸を繰糸する。偏平状の生糸は織・編物にすると普通の生糸とは異なった光沢を発する。殊に紋様に使うとその部分を浮き立たせる効果をもち、高級絹織物への応用が期待されている。

2. 今、盛んなブランド

繭・生糸が絹製品の単なる原料でなく、他の繭・生糸とは明らかに異なるものとして区別して流通させる。それゆえにブランド化とは共通の認識による“ものづくり”で「特定の製糸と結びついて、特徴的な蚕品種の導入や加工分野の工夫などにより、付加価値を持った高品質、また、特徴ある製品を創出すること」である。

ブランド化に共通していえることは、生産から販売に至るまで一定の提携システムが成立している。

日本製糸技術経営指導協会発行のシルク通信No.43、44によるとブランド産地活性化対策事業として県、農協あるいは製糸工場独自等が実施主体で、すでに流通しているもの、製品化したもの、計画中のもの等数多く各地に展開されている。毎年、蚕糸会館で開かれるハイブリッド絹展に地域ブランド関係の新しい絹製品が出展される。その中で和装用として開発されブランド化しているいくつかを紹介する。

1) 松岡姫

平成7年に開発されたもので、オリジナル品種細織度「松岡姫」で飼育管理の徹底による高品質繭生産と、徹底した選繭と低速繰糸の13d～20d。しなやかさ、発色性、防皺性のよいのが特色。一越（黒留袖）古代ちりめん（小紋）駒組（喪服）紋意匠（白生地）でアピール。

2) 飛鳥絹

京友禅と草木染着尺に特色がある。

生繭を塩蔵処理（塩に漬けてサナギを処理）し、ケンネル無しで繰糸した「偏平糸」で織った織物。保温力があり、通気性がよいといわれている。塩蔵糸は羅（ら）、錦、平絹、絵絹などに使用されてきた。古代裂の再現に不可欠なも

の。

3) 綾光

平成8年に開発、純生繰り生糸で平成9年には300反を生産。変わり三越、駒組、紋綾などが展開されている。生糸がもっている本来の良さを表現した。

4) 伊予生糸

世界一の伊予生糸の再現を図った。伊予地方のオリジナル繭「皇玉」。繭は小粒で、糸は弾力性、染色性に富み、シャリ感と輝きを持っている。

伊予生糸の二重織（紋意匠ちりめん）として、県・機屋・白生地卸・着付学校の連携で展開。

5) 世紀二一・ぐんま200

群馬県オリジナル繭、その繰製した生糸使いの織物はしなやかな風合、気品と光沢、染色性に優れた特色をもつといわれている。男物、帯、着尺、江戸小紋などに展開。

6) 春潮

バイオ技術の応用による細織度繭（抗幼若ホルモンによる誘導三眠蚕繭）で超極細繭糸使用の生糸による高級絹織物。ブランド名千葉「春潮」。一方色繭（黄・笹）による商品開発中。天然の色彩を活かしたパジャマ、ストレッチインナー等。

7) 各地域ブランド

製品化したもの、計画中のもの等各地域で差別化研究と創出活動が活発である。

岩手県－手織紬、シルクふとん。

山形県－絹シートの創出。置賜紬ブランド

福島県－天蚕フィブロイン化粧品。

栃木県－ネットロウシルクの製品

群馬県－群馬オリジナル繭の育成、群馬シルクのブランド化

埼玉県－彩の国オリジナル繭「いろどり」によるブランド化

東京都－多摩シルクライフ研究会を中心に四川3眠、青熟等によるブランド化

長野県－「ふるさとの絹」呼称で絹製品の開発

岐阜県－天蚕糸を中心に物づくり「裏木曾・夕森紬」は流通されている。

島根県－人工飼育生糸を中心に「日原町シルクの里」づくり、ストレッチシルクも注目すべき素材

徳島県－改良型和紡機による紬糸風の特産化

愛媛県－シルク博物館を中心に染織文化の町づくり

宮崎県－小石丸を中心にした高級織物

鹿児島県－地域の繭、糸による大島紬を農家から機屋までの一貫生産

3. さまざまな個性の糸からものづくり

振り袖や留袖訪問着のようなフォーマルな和服の美しさ、カクテルドレス、イブニングドレス・ウェディングドレスの豪華さ、絹はこのように女の人を美しく飾り、多くの人々の生活を楽しく豊かにしてきた。つや、光沢、ドレープ、肌にふれる感触、それに汗を自然のままに吸ったり、吐いたり、ほかの糸では全くかもしだされない。絹は神様が作った糸といえる。しかし神様にも手落ちがあったのか、絹は摩擦に弱く、シワになりやすい。従来の糸は経緯の直角組織の織物

1) 商品化されているもの (織・編物)

項 目	品 名	素 材 ・ 組 成	備 考
原料段階 特徴ある繭	あけぼの さきがけ 三眠蚕 色繭 その他	絹 100%	繭糸織度のこと なる繭 高級織物
製糸段階	生繰り生糸 ファインシルク 偏平光沢生糸 ネットロウシルク	絹 100%	高級絹織物 織物、ニット用
絹と他繊維の 複合化	バンティストッキング	シルラン ナイロン ポリウレタン	20% 62% 18%
		スーパーハイブリッドシルク ナイロン ポリウレタン	35% 47% 18%
		シルクプロテイン加工	ナイロン芯糸に フィブロインの コーティング ブランド名 (バイオシルク)
	ソックス	ビラシー ナイロン	80% 20%
		スーパーハイブリッドシルク ポリウレタン	82% 18%
		ネオスパンシルク ナイロン ポリウレタン	85% 10% 5%
		シルク ポリウレタン	96% 4%
	インナー	ビューロン シルク	50% 50%
		シルクプロテイン加工	Tシャツ キャミソール他
	パンプスイン	シルクロン60 ナイロン ポリウレタン	20% 62% 18%

には適しているが、糸が硬いので曲げ組織の編物には問題がある。絹の得意とする染色性、光沢などをより一層発揮するために原料の繭から差別化して高級織物を、また柔軟性や伸縮性のある紡績糸調の素材、絹の感性と合織の機能性を合わせもハイブリッドシルク等さまざまな絹素材が生まれている。それらの素材で今どのような製品が作られているだろうか。

2) 商品および製品化された非衣料のさまざま

品 名	素 材 ・ 組 成	備 考
シルクウェーブ	繭糸束	蚕昆研開発 蚕が繭をつくるときS字・8字状のちぢれ（クリンプ）を利用し、長繊維の繭糸をそのままの形で布団綿にする。シルクウェーブは多粒の繭（1500～2000粒）一本一本の繭糸を分離した状態で一度に引き出し乾燥しながら、平面状に巻き上げ、そのまま布団綿とする。ジャンパーやコートあるいはスキーウェア等の内綿として、また紡績糸として期待できる。
絹シート	繭糸 100%	山形県蚕糸総合センター開発 繭を 100～200 粒を引揃え糊でかため、シート状に成形したものでインテリア商品。
シルクシェル	繭糸 100%	蚕昆研開発 繭から剝離した繭糸を円筒、円錐、球体等の立体型に巻き付け、繭糸の持っているセリシンによって繭糸相互を接合する。インテリア商品や装飾製品に期待できる。
絹不織布	絹 100% (ポリエステル)	シルク不織布には二種類ある。 水流絡合法でつくられたシルク100%の不織布のバイオセンサー素材、ガス吸収機能を生かした製品、長期療養者用品等。 ポリエステルと混織し熱セットした不織布は青果物、生花、鮮魚などの鮮度保持にまた、臭気をとるインソール、脱臭チップなどとして商品化。
医療用縫合糸	絹 100% (ツイスト糸) (ブレード糸)	シルクを素材とする医療機材で実用化されているのは今のところ外科手術用縫合糸のほかはない。 芯糸(27d数本)の周りを(21d 6～16本を太さによりことなる)精練した撚糸で包んだブレード糸が多い。 (600～900d)結びやすく解けにくい。結んでからの滑りがよいなど使いやすさに特徴。
絹釣糸	絹 100%	合繊テグス（ナイロン、ポリエステル、フロロカーボン）の独占により海岸の汚染、魚、鳥の釣公害が社会問題になっている。 水に濡れたときの物性が問題で、湿潤強度、耐摩耗性耐水性の向上による釣糸の耐久性と、自然分解の無公害は裏腹の関係にあり、この技術開発がまたれる。

4. 絹タンパク利用製品のさまざま（商品化および研究中のもの）

1) 化粧品

シルクおよび絹タンパク質の利用としては化粧品が最初であろう。

フィブロインの繊維を磨碎して微粉末とし「シルク入り化粧品」として市販されたのが三十数年前のことである。現在は処理方法も進歩し、平均粉末粒径が $10\mu\text{m}$ 以下の球形に近いものも得られている。保湿性、付着性、肌触りがよいのでファンデーション・ローション・クリームまた、整髪料のリンス剤、ヘアークリーム等が市販されている。これらは最初のシルクのイメージ商品から肌や毛髪の保護機能商品に変わっている。

2) 食品

シルクの入った食品が近年話題になっている。食品としての絹タンパク（フィブロイン）は加水分解して数個のアミノ酸残基が結合した分子量200～300のオリゴペプチドの形で利用される。その粉末は甘味、酸味とうま味があり、独特の臭いがある。また、かなり強い吸湿性を示す。これを入れた菓子、飴、麺類、粥、豆腐、涼飲水などが市販されている。

シルクを構成するアミノ酸の中でアラニンはアルコールの代謝を促進し、グリシン、セリンは血中コレステロールの濃度を下げ、またチロシンは痴呆症を予防する効果があるといわれている。

3) 固定化素材

バイオテクノロジーでいう固定化とは、生化学反応を調節する機能をもつ生理活性物質（生体触媒）をその機能を保ったまま不溶性の物質（固定化材料）に保持させるか、水に不溶性にすることである。

フィブロインの特性として機械的な作用、加熱、pH、極性溶媒の添加、凍結などの穏和な処理で容易に変性して β 構造に変わり不溶化する。生体触媒の固定化材料としては極めて好都合である。このことを応用してグルコースオキシダーゼ(GOD)、リパーゼなどの酵素を固定化し、生体触媒機能をもつフィブロイン膜（一種のバイオリアクター）がつけられている。GODを固定化したフィブロイン膜に血液を流すとGODは血液中のブドウ糖と選択的に反応して酸素を消費するので、消費酸素量を酸素電極で検出し血糖を測定する。フィブロインを固定化素材として利用したものに、バイオセンサーのほか、医薬品、甘味料、香料の徐放化に応用した例もある。

4) シルクレザー

絹繊維の吸湿性や触感のよさなどの特性を失わないで粉末化し、合成ポリマーと混合し、さらりとした感触で高級感のあるコーティング材である。生糸類をアルカリ処理し、微粉碎機で約5 μm の絹微粉末にする。自動車の内装材、受話器、ソファーおよび家電製品など応用範囲は広い。ボールペンは商品化されている。(蚕糸・昆虫農業技術研究所 坪内)

5) コンタクトレンズ

精練絹糸(フィブロイン繊維)を化学処理したフィブロイン水溶液を蒸発乾固し、その塊状物質を旋盤で切削研磨するか、または絹フィブロイン水溶液に重合開始剤、加工性を向上させるビニル化合物等を添加し、型枠に入れて重合反応させると透明な絹コンタクトレンズができる。

可視光線の98%以上を透過するほど優れた透明膜となる。また、酸素透過量もコンタクトレンズ素材に使われているヒドロキシエチルメタクリレート化合物とほぼ同等であり、絹タンパクの新しい利用として期待される。

(蚕糸・昆虫農業技術研究所 塚田)

6) 絹タンパク質の医療への利用

最近、絹の医療分野への利用として蚕糸・昆虫農業技術研究所によって絹タンパク質を素材とする3つの化学修飾物質の研究が行われている。

(1) 血液を固まらせない物質(抗血液凝固物質)

この分野では哺乳類の小腸などから抽出したヘパリンという物質が広く使われている。このヘパリンがもつ抗血液凝固作用は、ヘパリン分子中にある硫酸基に起因していることが明らかにされているので、絹タンパク質を濃硫酸処理して絹タンパク質分子中に硫酸基を導入することを試み、ヘパリンよりも活性は弱い絹タンパク質を素材とする抗血液凝固物質が開発された。

その後の研究で、濃硫酸の代わりにクロロ硫酸を使用することで、現状の100倍近い抗血液凝固活性が得られ、ヘパリンの5分1程度までに活性を高めることができた。この物質は安価に製造できることから、血液凝固防止用試薬だけでなく、人工血液の抗凝固機能を高めることも期待される。

(2) 人工腱・靱帯用の素材

現在、身体の形状を維持し、運動機能を維持するなどの役目を果たす人工腱や靱帯については、適切な力学的特性と組織適合性をもつ人工材料は開発されていない。絹糸の強度や弾性率が生体腱のそれと類似していること、生体親和性が高いこと、細胞との接着性が良好であることなどに注目したものであ

る。この物質の動物実権などは現在進行中とのこと、大いに期待したいものである。

(3) 創傷被膜材

絹タンパク質を塩化カルシウムなどの中性塩で水溶液としアモルファス（非結晶性）絹フィルムに成形することにより、優れた創傷被膜効果のある素材を開発している。マウスを使った実験では、このフィルムを傷口に貼ると患部から染み出す血液や体液を吸収しながらゼリー状になって傷口に密着し、新たな皮膚細胞の育成を助ける治療促進効果が見られ実用化が期待される。

7) 絹繊維のディスバージョン

絹繊維をカッターミルで2ミリ程度に裁断し、これを水中で粉碎して分散液とする技術が開発され、シルクディスバージョン（SDP）と呼んで応用分野が開発されつつある。SDPのグラインディングは水中で行われ、研磨機を選択と回転の関係で微細化の程度を調整し、超微粒化も可能である。SDPは言葉通り標準的には水に分散した形で取り扱われる。微細化された絹繊維が水で膨潤した状態にあるので、従来の絹とは異なる物性を示す新しい絹素材といえる。現在磨砕フィブロインのサイズは10 μm ～200 μm の範囲で調節されている。スプレー方式でも使用可能であり、布帛等への含浸機材としても利用できる。ガーゼのような織布、木綿、レーヨンあるいは化合織の不織布の含浸処理など多方面の市場にアプローチが可能である。現在は製糸工場で試験的に生産体制に入っている。

5. 絹の機能性を探る

絹を新素材として利用、特に機能性衣料の開発のため絹の機能性特性、またこれら機能に関する有効成分を繭・糸および絹タンパクなどを用い広範囲に検討を進めている。

（蚕糸科学研究所 山崎、小松その外）

- 1) 繭・糸および絹タンパクの抗菌効果を究明するために、繭成分の分画を行い抗菌作用など生理活性機能を有する物質の検討を進めている。

色繭（笹繭）、テンサン繭および繭毛羽などに抗菌性が認められ、これらを材料として成分分画を進め抗菌作用を有する物質の究明を図っている。繭のセリシタンパクの分画および微量成分分画に抗菌作用などの生理活性機能が示唆されている。

2) 絹のガスおよび金属吸着機能について研究を進めている。

家庭環境における有害、悪臭物質（ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、硫化水素、フェノール等）数種のガスについて絹への吸着性について検討を進めている。ガスの種類により著しい差違が認められる。特にアンモニアなどは吸着速度が早く30分位で吸着率のほぼ 100%に達する。

また、金属については、銅、亜鉛など抗菌に関するものカドミウム、マンガンなどの環境汚染に関わるものを中心に広く検討を進めており、金属と絹との吸着はその種類により大きく差が認められている。今、問題となっているダイオキシンや環境ホルモンにこれらの絹の特性を活かした利用が期待される。

3) 絹繊維の高次構造はその物性と機能を支配する大きな要因である。非衣料分野に有用な物性と機能をもつ絹素材の開発に向けて、蚕品種や生系の繰製条件による絹素材の高次構造の相違、および絹系腺液状絹、再生フィブロイン水溶液からフィルム、テグス等を作製するなど条件を変化させて物性と機能が差別化された絹素材の開発研究が行われている。

4) 繭層にはフィブロイン、セリシンの外に易溶性の低分子量タンパク質（10,000以下）の存在していることがわかった。これらの成分には生理機能をもつ機能性タンパク質としてプロテアーゼインヒビターなどの有効成分がある。このプロテアーゼインヒビターは分子量6,000のKunitz型のトリプシンインヒビターであることが明らかになった。繭の新たな有効成分として応用が注目される。（蚕系科学研究所 栗岡）

これらの研究は生物系特定産業技術推進機構委託研究の一環として行われている基礎研究であり、その成果は絹の新しい利用分野の開拓に役立つ知見を提供するものと期待される。

6. 特殊絹製品の開発

1) 家蚕色繭を利用した絹織編物（蚕系科学研究所 青木、清水）

家蚕繭にも黄色、緑色、紅色等その他多くの色繭がある。これらは蚕品種の遺伝的形質に依存し、衣料素材として活用したい繭質の一つである。また、ユーザーから一切人工的に手を加えないナチュラルカラーとして製品づくりの要望がある。これらの色素は大部分がセリシンに含まれているため精練で消失する。如何にして練絹の風合いをもたせ、天然の色彩を活かすか、さらに実用に耐え得る堅牢性をもたせるか、技術的問題に取り組んでいる。

5 (1) で述べたように色繭の一部特に笹繭「大造系」品種に抗菌効果があることが認められた。笹繭の色素は植物に含まれる消臭効果のあるフラボノイド系成分と類似の色素に由来すると考えられる。「大造系」の品種は特に色が濃く精練した糸もセリシンが多少残り、ほのかな緑色である。

しかし、普通繭に比べ小粒で解じょ的に劣る。蚕品種研究所と共同で実用化品種に改良中である。色素を残す技術は絹の吸湿性を高め、活性酸素の吸収に有効とされるセリシン残膠量のコントロールを容易にし、ナチュラルカラーの美しさを合わせもつ健康衣料に注目し、その製品を開発中である。

日本デザイン協会愛知支部では、この笹繭、黄繭の自然がかもす新しい感性と美しさを強調したウェディングドレスが今全国催場を行脚中である。

健康衣料として女性用インナーおよび幼児用（子供用）のパジャマを現在展開中である。

2) 2ウェイシルクトリコットの開発

シルクのニットは生糸の特性からして難しい問題を含んでいたが、最近加工および編技術の向上により、さまざまなシルクニット製品が出回るようになった。

しかし、たて編（トリコット）は糸が硬く、節、強度、織度偏差等で製品化を難しくしていた。特に合繊などにみられる2ウェイトリコットのストレッチ素材は絹ではあまりみられない。(株)HACとの共同研究で絹100%（ポリウレタン4%）の2ウェイシルクトリコット（クレープ状）を開発し、インナーおよびシルエットアウター等の製品化を展開している。

7. 蚕糸分野の「バイオマス」利用

桑から蚕それから繭・生糸・絹製品これら一連が蚕糸業と位置づけ、蚕糸の分野で産出される物質はすべて「バイオマス」である。今までの研究でこれらバイオマスには多くの有用物質が認められている。めざましく発達した最近の分析分離機器をもってすれば、今までにない生理活性物質の発見と、それらを中心に現状のニーズにあったバイオマス利用が考えられる。1つには桑の葉の利用研究である。

興味あるものとして桑茶がある。家庭でも容易に作れることから各地方で市販されている。咳、血圧降下に効果があるといわれ、また、ビタミン類も多いことから健康飲料といえる。最近、内蔵脂肪の蓄積が高血圧、糖尿病、高脂血症などの

成人病に関係しており、二糖類分解酵素を阻害する成分を含む桑葉が効果のあることが群馬県立医療短期大学・下村らによって発表されている。

次に蚕蛹の有効利用である。繭の80%を占める蛹が現在のところ養魚および動物の飼料としか利用されていない。蛹の主成分は脂肪、蛋白質であるが、特にこれらに含まれる生理活性成分に焦点を当てて研究が進められている。

(蚕糸科学研究所 山崎)

脂肪成分では最近特に注目されているのが多価不飽和脂肪酸である。蛹油の脂肪酸組成の特徴は動物性および植物性脂肪と異なり、特に脳神経機能を高く保ち、各種慢性疾患予防に有効とされる α リノレン酸が多量に含まれる。こうした利点を活かして必須脂肪酸であるリノレン酸の供給源として食品への利用、一般植物性の食用油にはリノレン酸が少ないので、リノレン酸／リノール酸比率を改善し、バランスのとれた健康食用油に利用できる。

蛋白質成分では、昆虫寿命蛋白質と呼ばれ、哺乳類に対する著しい寿命延長効果をはじめ多くの生理機能をもつ蛋白質の存在が示唆されている。

蛹蛋白質よりこのような生理活性蛋白質を抽出し、その機能を明らかにすることにより蛹蛋白質の新しい利用価値が生まれる。その生理活性蛋白質の生理機能から人の健康維持増進を目的とした機能性食品・幼動物の成長促進効果を利用して歩留まりを高める飼料等産業面への応用は広い。

8. セリシンが今、面白い

セリシンは生糸の20～25%を占めているタンパク質でありながら、これまでは未利用のまま廃棄されており、タンパク質資源のロスである。近年このセリシンを利用する技術の開発が研究課題となっている。

最近、セリシンが強力な抗酸化能を有することが明らかにされている。さらに、既知の抗酸化物質の多くが、メラニン色素の生合成に関わるチロシナーゼを阻害することが知られていることから、セリシンについても同様な阻害作用が見られるか否かが研究され、広島大学・加藤らの発表によればセリシンがこの酵素活性を抑制し、美白効果も期待できるようである。

セリシンのアミノ酸組成はフィブロインに比べてセリン、スレオニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、アルギニン、リジンのような極性側鎖をもつアミノ酸が多く含まれていて、全体に占める割合は約75%にも達する。そのため、ポリペプチド鎖にはOH、COOH、NH₂などの親水性の側鎖が頻繁に出現していて、保湿性、

吸水性に優れ、また、水に分散する性質、つまり水に溶けやすい性質がある。特にセリシンはセリンが30%と多量に含まれていることから水との親和性が高く、保湿性に優れている。皮膚にとって、活性酸素の増大、メラニン色素の蓄積や乾燥は大敵であり、皮膚の老化やアトピー性皮膚炎の悪化にもつながるとされている。

このようにセリシンはもともと保湿性に優れているが、セリシンに架橋結合を導入し網状（架橋）構造に変えると吸水性は何10倍にもなることが研究されている。この保湿性・吸水性はセリシンの重要特性である。抗酸化性、保湿性、美白効果の三機能を同一の物質が示す例としてもセリシンが注目されている。これらの三つの機能のメカニズムとセリシンの構造との関係も学術的に興味ある課題であり、蚕系科学研究所はこれらの研究を進めている。

おわりに

絹といえば着るもの以外には考えられなかった時代から、バイテク、ハイテクを中心とする最近の科学技術の進歩により、思いもよらないものが容易に実現される時代になった。蚕においても繭を作らせる以外には利用することはなかったが、蚕の体を使ってワクチンやホルモンを作らせる方法が開発されている。おなじように絹を《いりょう》でも医療分野に用途が広がる可能性が見えてきた。また、最近では絹の“べっ甲”代替品、絹の印材なども開発されている。化粧品・食品をはじめ絹素材が非衣料分野の他産業に利用され始めている。しかしこれらは絹消費量からみてそれほど多くない。絹はやはり衣料が主体である。和装、洋装をとわず差別化された商品を一連の提携システム・地域ブランドなど需要拡大を図ることは当然であり急務である。また、絹の吸放湿性・抗菌性・あるいは抗酸化作用・ガス金属吸着能など絹特性が明らかになりつつある。このことにより肌に触れるインナーやレッグ商品、アウターの衣料気候などを究明し、健康保持・疾患予防等絹を健康衣料として消費者にアピールしたいものである。