

太織度「ハイバルク・シルク」の繰製方法とその糸特性

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者名	高林,千幸 中村,邦子 宮崎,栄子
発行元	日本蠶絲學會
巻/号	73巻2-3号
掲載ページ	p. 89-95
発行年月	2004年12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



太織度「ハイバルク・シルク」の繰製方法とその糸特性

高林 千幸・中村 邦子・宮崎 栄子

独立行政法人 農業生物資源研究所 生活資源開発研究チーム
(2003年12月1日受付; 2004年8月30日受理)

CHIYUKI TAKABAYASHI, KUNIKO NAKAMURA and EIKO MIYAZAKI: Reeling mechanism of "High Bulk Silk" and the characteristics of silk thread

The authors have developed a bulky silk named "High Bulk Silk". This reeling method is quite different from the ordinary silk reeling, that is, the silk thread is fed through a pair of upper and lower feed gears, which the lower gear is a V shape and the upper gear is a flat shape. The cocoon filaments picked up from cooked cocoons are inserted between the feed gears, and the cocoon filaments on outside position (long circumference) of the lower V shape gear are fed more than the cocoon filaments existing in the inside position (short circumference) of the lower gear. This makes a bulky silk which is made of the different lengths of cocoon filaments within a silk thread. After that, the silk thread is fed through an the air jet nozzle, and reeled up on a wheel. The physical properties of the High Bulk Silk are examined. As a result, it is shown that the more width of cocoon filaments inserted between the feed gears, the more bulky the silk thread. Therefore, the strength of the silk thread becomes less, but the softness increases. *New Silk Materials Laboratory, National Institute of Agrobiological Sciences, 1-4-8, Okaya, Nagano 394-0021, Japan*

Key words: cocoon filaments, feed gear, bulky silk, High Bulk Silk, bulkiness, physical properties

近年、シルク素材の用途の多様化に伴い、特徴ある素材作出への要望が多く寄せられている。その中でも太織度で、しかも嵩高性のあるシルク素材への要望が多く、製糸工場に限らず地域で活動している絹工房などでも簡易に効率よく製造できる技術の確立が望まれている。

嵩高生糸の繰製については、通常の製糸工程において生糸に嵩高性を付与する方法として、煮繭・繰糸条件の組み合わせによる方法（堀内ら，1961，1962）や、煮繭で低温薬品処理を行い低温で繰糸する無抱合生糸（中川ら，1963）、同じく煮繭時に低温薬品処理を施し、繰り掛け数を少なくして低張力

で繰糸するファインシルク（松本ら，1980）などが開発された。一方、繰糸機構を変えて生糸に嵩高性を付与する方法としては、煮熟繭から引き出した繭糸を一旦引き上げ、その後高速回転するポットの中へ落とし込み、無張力でポット内面へ生糸を付着させながら巻くポットシルク（柳沢，1952，1953）や、生糸を緩速度で引き上げ、その後無張力でザル等の容器の中へ落とし込むバルキーシルク（長野県繭検定所）などが開発された。また、繭から引き出した繭糸を網状に形成したネットロウシルク（高林ら，1996）や、網状繭糸の中心部へ他繊維を入れた網状複合生糸（中屋ら，1986）、繭糸を網状に形成しながら繭糸1本1本を切断し絹紡績糸のよう（セリシン付）にしたスパンロウシルク（坪井ら，1988）が開発されている。さらに、生糸になった段階で嵩高性を付与する方法として膨化処理による方法（松本ら，1982，1986）などが開発され、柔軟性に富んだ

〒394-0021 長野県岡谷市郷田1-4-8

本研究の一部は、日本蚕糸学会中部支部第58回研究発表会（2002）及び第50回日本シルク学会研究発表会（2002）において報告した。

生糸が作出されている。青木ら(1985)は、撚糸によって絹糸へ高高度性を付与させる伸縮・高高度性絹糸を開発し、シルクスーツ等のアウター製品を開発した。

このように、生糸に高高度性を付与するために、様々な方法が開発されてきたが、著者らはこれまでの方法とは異なり、繭糸を収束させて1本の糸条とする際に、糸条を構成するそれぞれの繭糸の糸長を少しずつ変えることにより、高高度な生糸を繰製する方法を開発した。本報では、その繰製機構及びその糸条の高高度さと力学的特性について報告する。なお、今回開発した糸条はこれまで開発されたものと区別するため、「ハイバルク・シルク」と称する。

材料と方法

繰糸諸条件がハイバルク・シルクの高高度性及び力学的特性に及ぼす影響調査

後述するハイバルク・シルク繰糸機により繰製した糸条の特性について、フィードギアへ挿通される繭糸条の幅、エアージェットノズルへ供給するエアーク圧等の諸条件が糸条の高高度性及び力学的特性に及ぼす影響について調査した。

原料繭には、平成14年上伊那産春繭「春嶺×鐘月」を供試した。

繭糸条幅が糸条の高高度性及び力学的特性に及ぼす影響の調査に当たっては、ハイバルク・シルク繰糸機のフィードギアへ入る繭糸の糸条幅を1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 mmと変え、その時の繰糸速度は40 m/min, エアーク圧は0.2 kg/cm²として繰糸を行った。エアーク圧を変えた時の性状については、0.1, 0.5, 1.5, 2.0 kg/cm²とし、その時の繭糸条幅は5 mm, 繰糸速度は40 m/minとした。対照区は、繭糸条幅を0.5 mmとし、オーバーフィード及びエアーク供給は行わずに、繭粒付を200粒として繰糸した。

繰製後、各区の高高度性及び強伸度を測定した。高高度性はJIS(L1095-1990)A法により測定した(5回繰り返し)。本測定方法は試料(N=200本)をFig.1に示す容器(内径W=0.01m, 長さL=0.04m)に入れ、その上にプレート(20g一定)を載せて、その高さH(m)を測り、次式により高高度性(cm³/g)を求めた。

$$\begin{aligned} \text{高高度性}(\text{cm}^3/\text{g}) &= \frac{W \times H \times L \times 450}{d \times L \times N \times 0.05} \\ &= \frac{W \times H \times 9,000}{d \times N} \end{aligned}$$

ここで d: 試料のデニール

強伸度は、オリエンテック社製テンシロンRTA-100型を用い、測定糸長10cm, 引張速度150 mm/minで、各試料につき単糸で50本測定した。

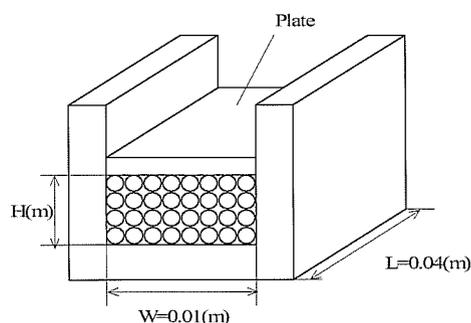


Fig. 1. Measurement apparatus of the thread's bulkiness based on JIS (L1095-1990) A-method.

撚糸及び精練処理がハイバルク・シルクの高高度性に及ぼす影響調査

原料繭には、平成15年上伊那産春繭「春嶺×鐘月」を供試した。

繰製実験に当たって、フィードギアへの繭糸条幅を変えて繰糸したハイバルク・シルクについて撚糸及び精練処理を施した後の高高度性について調査した。繰糸速度は30 m/minとし、エアーク圧を0.5 kg/cm², 繰糸粒数は200粒として、繭糸条幅を6, 9, 12, 15 mmと変えて繰糸した。この試験の対照区は、FR型自動繰糸機により200粒付けで、30 m/minで繰製した生糸とした。撚糸は、98, 210, 306 T/MのS撚りとし、精練は常法(加藤, 1987)により行った。撚糸後及び精練後の高高度性については、前項と同様の方法で調査した。

結果と考察

ハイバルク・シルク繰糸機の開発とハイバルク・シルク糸条の形態

通常の生糸は、煮熟繭から引き出した繭糸を集束し、セリシンで接着・抱合せた糸条であるため、ストレートな形態をしている。この生糸の状態だと物理的な捲縮加工を施しても基本的な糸構造は変わらないので、それに張力をかけることにより引き延ばされ、表面的には元の状態に戻る。

そこで、著者らは1本の生糸を構成する際に、それぞれの繭糸の構成糸長を変えることにより、構造

的に高価な生糸を繰製する方法を考案した。その繰製装置の概要図を Fig. 2 (1)に示す。これは煮熟繭から引出した繭糸を上下1対のギアの間に挿通して積極的に送り出す機構であるが、下方のギアを同図(2)に示すようにV字型とし、その間に繭糸を通すことによりギアの谷の部分にある繭糸よりも山に近い部分にある繭糸の方が、その円周の差分だけ多く送り出されことになる。すなわち、このV字型のギアへ繭糸を通して送り出すことにより、一本の生糸を構成するそれぞれの繭糸の糸長を僅かずつ変えること

ができ、空隙部分の存在する糸条が形成される。Fig. 3はその状態を模擬的に表したもので、同図(1)はV字型のギアで送り出される繭糸の長さの状態を示し、同図(2)は送り出された繭糸条が一番短い繭糸に揃うことによって、糸条に空隙部分が発生する状態を示している。

繰製方法としては、まず繰解槽内の煮熟繭からの繭糸を引き上げ、上下1対で構成するフィードギア間に繭糸を収束することなく分織したまま挿通し、煮熟繭から引き出した繭糸条を適度に乾燥するため、

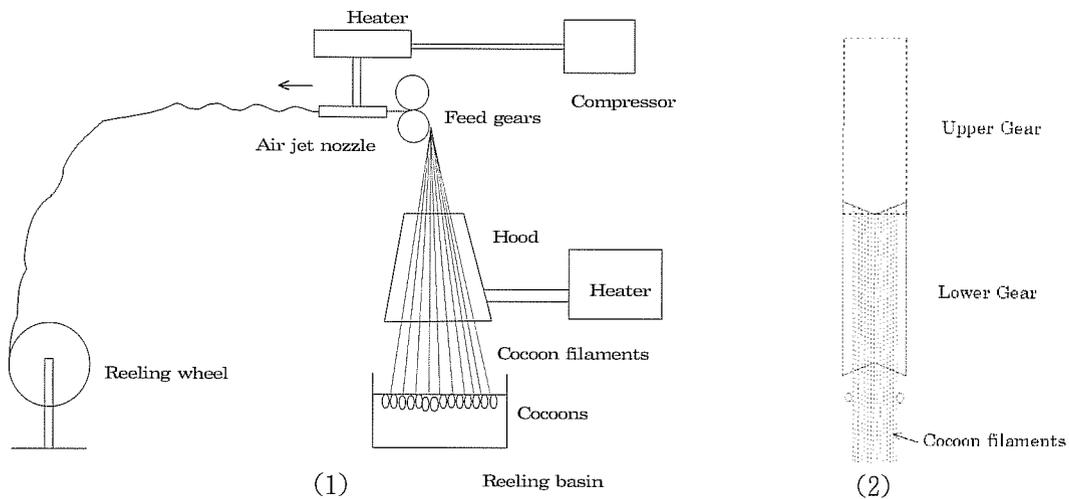


Fig. 2. Outline of the High Bulk Silk reeling mechanism (1) and cocoon filaments feed mechanism by using a pair of upper and lower gears (2).

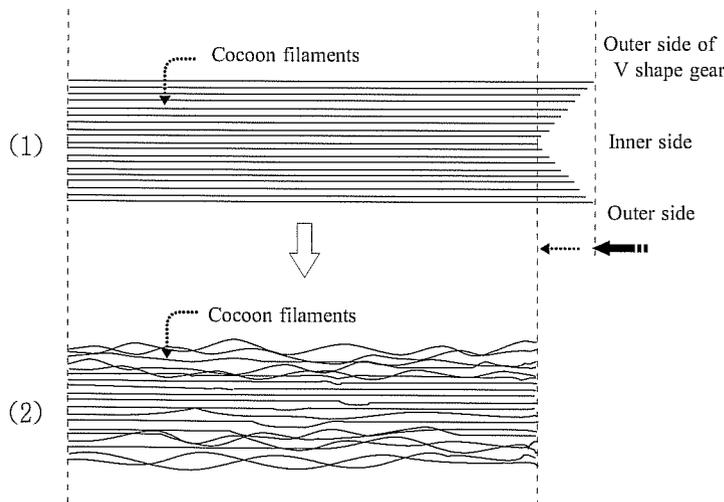


Fig. 3. Sketch of the reeling states of cocoon filaments. (1) Feed states of cocoon filaments by the feed gears; (2) Silk thread state.

熱風発生装置から発せられる熱風を繭糸条乾燥用フードで拡散しながら繭糸全体に行き渡るようにした。このフードは二重構造になっており、熱風発生装置から発せられる熱風を一旦フード内の外側に貯めた後、無数の細穴からフードの中心方向へ熱風を出して繭糸に吹き付け、繭糸を適度に乾燥する。熱風発生装置の温度は制御可能で、繭糸の乾燥程度を任意に変えることができる。そして、繭糸は上下一對のフィードギアの回転とともに送り出され、この時フィードギアへの繭糸の巻付き防止と糸条の交絡を図るため、エアージェットノズルを用いた。エアーは常に同図の矢印方向すなわち糸条の進行方向に強制的に排出されるため、繭糸がフィードギアに巻き付くことは殆どなく、繰棒に無張力状態で巻取られる。また、繭糸相互の交絡効果を高めるために、エアージェットノズル内でエアーを回転するようにした。このエアーは、コンプレッサーから供給され、それを温度制御の可能な加熱装置で一旦昇温させ、繭糸を乾燥させるとともに繭糸に捲縮を与えるようにした。

Fig. 4 は試作した装置の外観を示す。同図(1)は繰棒を除く全体の外観を示す。繰解槽内の繭は回転しながら繰糸する機構になっている。これは、落緒繭を排繭樋に水流で導くとともに、接緒時に回転している繭の中へ有緒繭を落下させて接緒することや、上下1對のフィードギアへ入る繭糸が設定された幅の中で同じ所に留まることがなく、繭の回転に伴って繭糸が設定された幅の中を移動することを目的としている。落緒感知は、繰解槽より水流で運ばれてくる落緒繭を接触方式で感知して、それに見合う繭を待機槽から繰解槽へ自動的に落下させて接緒する方式とした。同図(2)はフィードギア a、b とフィードギア間へ挿通する際の繭糸条幅の制御器 c を示す。これは電気信号により幅を自動的に制御することが

可能な構造となっている。本制御器は、繭糸条の制御幅を時間軸に対してランダムにあるいは矩形波や正弦波的に変化させることが可能である。エアージェットノズルから排出されるハイバルク・シルクは、エアージェットノズル内はエアーが渦状に回転しているため、糸条は旋回しながら排出される。同図(3)はハイバルク・シルクを小棒へ巻いた状態を示している。糸条は低張力で巻き取られているため、ソフトな巻き形態となっている。

Fig. 5 は、通常の生糸(1)とハイバルク・シルク(2)の総形態を比較したものである。双方とも同じ重さの総(60g)であるが、ハイバルク・シルクは太織度ということもあり、見かけでは2倍以上の高高になっている。Fig. 6 は、ハイバルク・シルクの電子顕微鏡写真を示し、ストレート状の繭糸や弛みのある繭糸が混在し空間部分が存在していることがわかる。

ハイバルク・シルク繰糸機による繰糸諸条件がハイバルク・シルクの高高性に及ぼす影響

以上示したハイバルク・シルク繰糸機により繰製した糸条の特性について、フィードギアへ挿通される繭糸条の幅、エアージェットノズルへ供給するエアー圧等の諸条件、撚糸及び精練処理が糸条の高高性に及ぼす影響について調査した。

フィードギアへ入る繭糸条幅と高高性との関係を Fig. 7 に示す。これを見ると繭糸条幅が広くなるに従い、高高さは増す傾向を示している。次に、その糸条の力学的特性を調査した結果を Fig. 8 に示す。強度は、繭糸条幅が広くなるに従い徐々に低くなる傾向を示している。伸度は、繭糸条幅 7 mm までは約 23% を示し、繭糸条幅が 15 mm になっても大きく減少することはなかった。ヤング率について

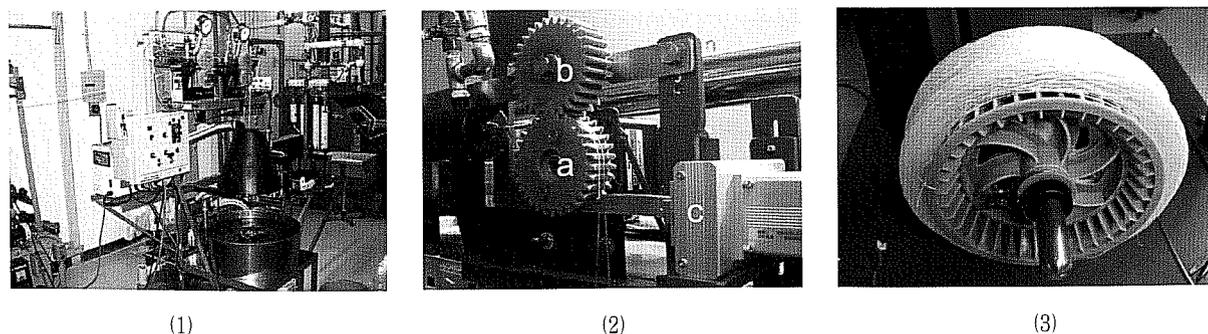


Fig. 4. External appearance of the High Bulk Silk reeling machine. (1) Whole external appearance except a wheel; (2) Controller of cocoon filaments width (c); (3) Winding state on a wheel.

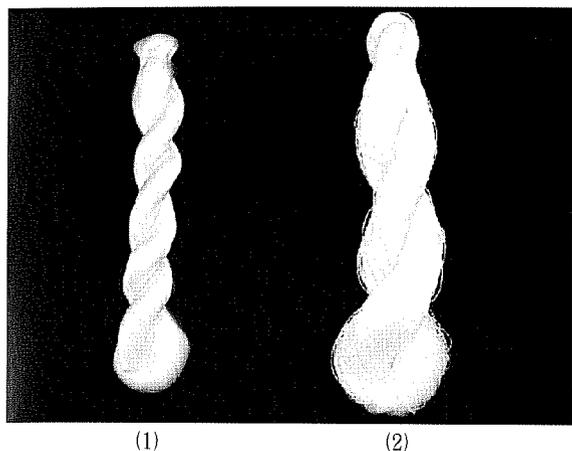


Fig. 5. Comparison of bulkiness between the ordinary silk skein ((1): 27 denier) and the High Bulk Silk skein ((2): 550 denier) at the same weight (60 g).

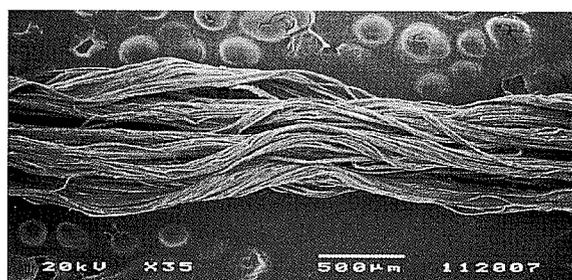


Fig. 6. External appearance of the High Bulk Silk by the electron microscope.

では、対照区が約 $1,100 \text{ kg/mm}^2$ を示したが、繭糸条幅 1 mm では 600 kg/mm^2 台に低下し、さらに繭糸条幅を広げていくことにより徐々に低下している。これは、繭糸をフィードギアで送り出すことにより、糸条内へ空気を含むような状態となり、結果として糸条が柔らかくなったことを示している。

Fig. 9 は、エアージェットノズルへの供給圧力を変えることによる糸条の嵩高さの変化を示す。この繰糸条件ではエアージェットノズルへの供給圧力が 0.5 kg/cm^2 の時の嵩高さは大きく、その後低くなっている。これはエア圧を高くすることにより糸条の旋回が増し、集束するためと考えられる。

撚糸及び精練処理がハイバルク・シルクの嵩高性と力学的特性に及ぼす影響

フィードギアへ入る繭糸条の幅を変えた時のハイバルク・シルクの嵩高さについて無撚状態で未精練糸と精練糸とを比較した結果を Fig. 10 に示す。こ

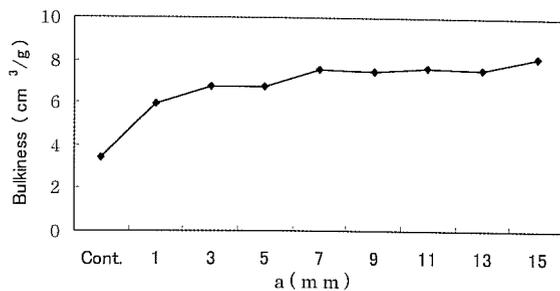


Fig. 7. Relationship between the width a (mm) of cocoon filaments inserting between the feed gears and the bulkiness (cm^3/g) of silk threads. Air pressure supplying to the air jet nozzle, 0.2 kg/cm^2 ; reeling speed; 40 m/min .

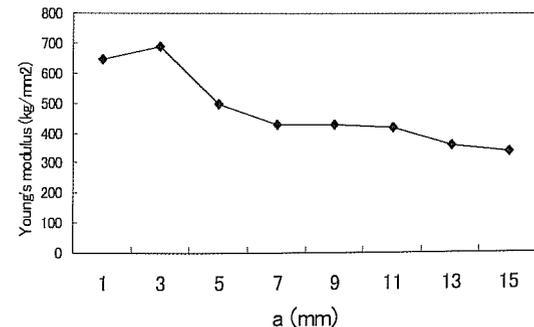
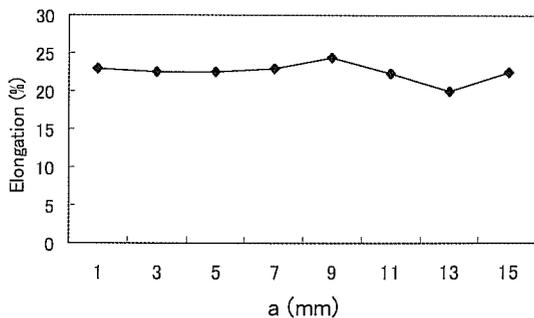
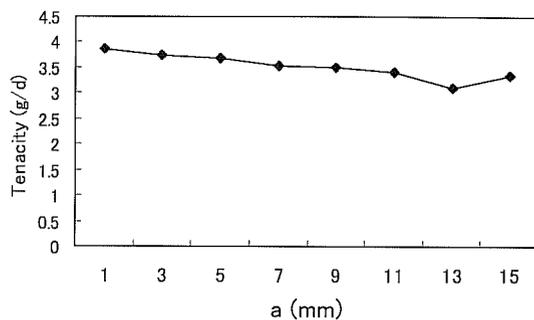


Fig. 8. Relationship between the width a (mm) of cocoon filaments inserting between the feed gears and the physical properties of silk threads.

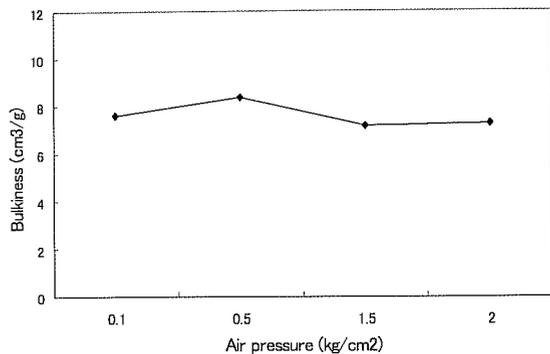


Fig. 9. Relationship between the air pressure (kg/cm²) supplying to the air jet nozzle and the bulkiness (cm³/g) of silk threads. Reeling speed, 40 m/min; width of cocoon filaments inserting between the feed gears, 5 mm.

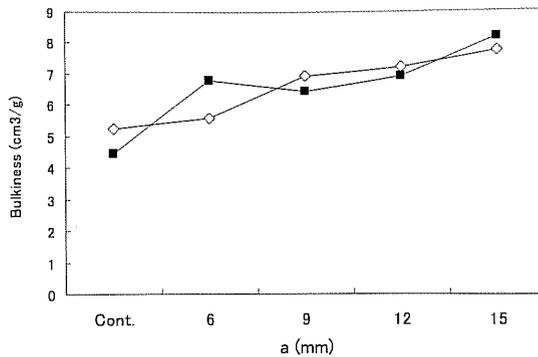
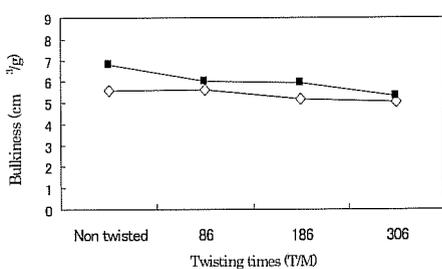


Fig. 10. Relationship between the width a (mm) of cocoon filaments inserting between the feed gears and the bulkiness (cm³/g) on the un-degummed and degummed threads. ◇, Un-degummed; ■, degummed.

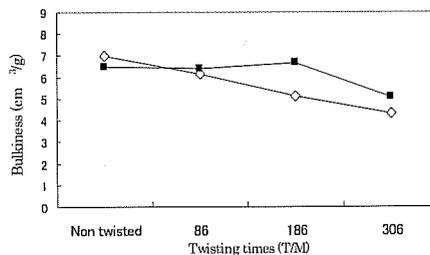
れを見ると繭糸条幅が広くなるに従い嵩高さは増す傾向を示しているが、各区とも未精練糸及び精練糸に大きな差のないことが知られた。繭糸条幅 15 mm で繰糸したハイバルク・シルクの嵩高さは、対照区である太織度生糸に比べ 2 倍弱の値を示している。

Fig. 11 は、繭糸条幅をそれぞれ変えた時の撚糸

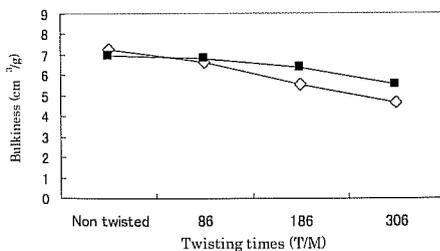
回数が高高さに及ぼす影響を未精練糸と精練糸について求めたものである。各区とも撚糸回数が大きくなると嵩高さは減少する傾向を示し、また各区とも未精練糸に比べ精練糸は嵩高な傾向を示している。これは撚糸後、精練することにより繭糸間のセリソンが脱落し、その分嵩高さが増したのではないかと思われる。



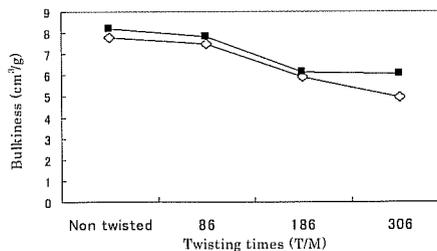
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 11. Relationships between the twisting times (T/M) and the bulkiness (cm³/g) of silk threads on changing of the width of cocoon filaments inserting between the feed gears. Width of cocoon filaments: (a), 6 mm; (b), 9 mm; (c), 12 mm; (d), 15 mm. ◇, Un-degummed; ■, degummed.

以上、本方法によれば、フィードギアへ入る繭糸条幅を制御することにより、繭糸条の中のそれぞれの繭糸の送り出し率を変えることができ、糸条の嵩高性を制御できることが確認され、1本の糸条の中で送り出し率の異なる繭糸条が混在しているため、従来のバルキーシルクやネットロウシルクとは構造的に異なる嵩高生糸を繰製できた。すなわち、バルキーシルクの場合は繭糸を引き揃えたまま糸条全体に捲縮を与えたもので、糸条の構造から発生するバルキー性ではないため、その後の工程で糸条に張力をかけることにより、嵩高性が失われるなどの欠点があった。一方、ネットロウシルクの場合は、繭糸を形成棒で網状に構成しながら巻き取ったものであり、糸構造から発生するバルキー性はあるが、織物にした時に毛羽が発生するため、繰糸中に生糸をカバーリングし毛羽の発生を抑えるなどの処置を要した。本ハイバルク・シルクは、それらとは糸構造が異なるため、織物工程までで嵩高性が失われたり、毛羽が多く発生するなどの素材ではないことが確認された。

また、本繰製装置によれば、約30～900dまで広範囲にわたる織度の糸条を作り出すことができ、繰糸速度は太織度糸繰糸時に接緒が順調に行われれば、最大120m/minの繰糸が可能である。

摘 要

1本の生糸を構成する際に、それぞれの繭糸の構成糸長を変えることによる嵩高生糸「ハイバルク・シルク」を繰製する方法を開発した。本方法は、煮熟繭から引出した分繊状態の繭糸を上下1対のフィードギア間に挿通して積極的に送り出す機構が基本となっている。このフィードギアはテーパを付けたV字型のもの(下部)に、フラットなギア(上部)を噛み合わせ、これらのギア間へ繭糸を分繊させて広げた形で挿通することにより、V字型のフィードギアの外側の繭糸はフィードギアの中心部分の繭糸に比べギアの円周が長い分多く送り出され、繭糸長が異なった糸条が形成される。その後、エアージェットノズルを介して糸条を更に送り出し、ノズル内を

旋回するエアージェットで繭糸の捲縮を高めるようにした。

この装置により、繭糸条幅やエアージェット圧力等の繰製条件を変えた時の嵩高さや糸条の力学的特性を調査した結果、フィードギアへの繭糸条幅を広くすることにより嵩高さは増し、強度は低下するが、柔らかな糸条となることがわかった。また、撚糸をすることにより嵩高さは抑えられるが、精練後の嵩高さは精練前に比べやや高い傾向を示し、精練によって嵩高さが低下することなどは認められなかった。

文 献

- 青木 昭・神田千鶴子・高橋 保(1985)伸縮・嵩高性絹糸による紳士服地について. 製糸絹研集録, 33, 55-56.
- 堀内典男・小池良介・堀米吉美・間宮 元(1961)繰糸方法と生糸の引張り弾性ならびにバルキネスについて. 製糸絹研集録, 11, 44-46.
- 堀内典男・小池良介・菅沼よし(1962)繰糸方法と生糸の引張り弾性ならびに「バルキネス」について. 製糸絹研集録, 12, 106-108.
- 加藤 弘(1987)絹繊維の加工技術とその応用. p.306, 繊維研究社, 東京.
- 松本 介・真砂義郎(1986)膨化生糸によるトリコットの編成性. 製糸絹研集録, 34, 67-68.
- 松本 介・真砂義郎・勝野盛夫(1980)ファインシルク(分繊糸)の開発に関する研究. 蚕研彙報, 28, 67-95.
- 松本 介・真砂義郎・勝野盛夫(1982)生糸の膨化処理に関する研究. 蚕研彙報, 30, 47-50.
- 中川房吉・北村愛夫(1963)捲縮生糸の製造に関する研究. 製糸絹研集録, 13, 111-112.
- 中屋 昭・坪井 恒・岩垂美智子(1986)網状複合生糸の繰糸法について. 製糸絹研集録, 34, 51-52.
- 高林千幸・中屋 昭・屋野伸男(1996)ネットロウシルク自動繰糸機の開発. 製糸絹研会誌, 5, 26-31.
- 坪井 恒・中屋 昭・羽賀篤信・中村邦子・鮎澤弘子(1988)繰繭によるスパンロウシルクの作出. 蚕試彙報, 134, 243-257.
- 柳沢延房(1952)ポットシルク繰糸機の理論的研究 第1報. 信大織学研報, 1, 82-89.
- 柳沢延房(1953)ポットシルク繰糸機の理論的研究 第2報. 信大織学研報, 2, 80-87.