

繭の減産と日本製糸技術の問題点

信州大学繊維学部教授 嶋崎昭典

人口の急激な増加に伴い、世界の食糧危機が有識者の間で叫ばれはじめている。しかし、製糸業にとって、今日生きるための食糧がない。明日はなお少なくなるかもしれない。という厳しい繭減産の事態に直面している。繭が無ければ工務で繭を増産し、輸出が無ければ世界が求める品質の生糸を生産し、他産業と競り合うならば生産性を高めてコストを低減させたいと思う。むづかしいことであっても、お互に力を合せて打開したいものである。こゝでは極めて今日的な問題に限定したが、そのためのいくつかの問題とその解決の糸ぐちを提示したいと思う。ご批評とご検討をお願いしたい。

1. 糸歩

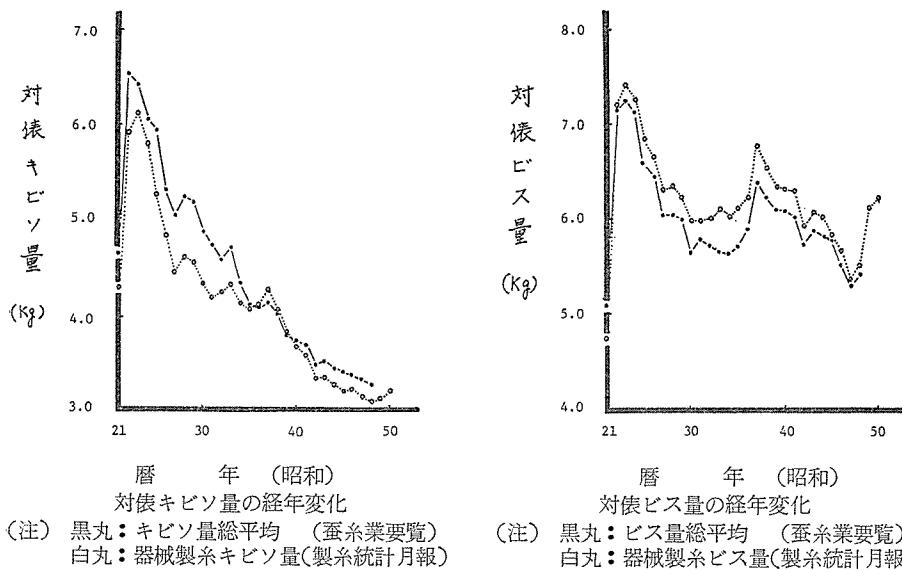
1粒の繭からえられる生糸量を0.4g、生糸60kg生産中に生じるキビソ、ビス量を9kgと仮定する。そうすると、生糸1俵をつくるのに必要な繭数は172,500粒、その中22,500粒は屑物量分となる。繭減産に対処する製糸技術の最大課題は、これら22,500粒の繭を如何にして生糸へ移行させて工務で繭増産の実をあげるかである。

自動繰糸機が実用化されてから、製糸技術は大きく変化したが、そのうち、特に糸歩に関する事項を中心に再検討し、その中から、今後の糸歩向上対策の糸ぐちを探し求めてみたい。

1.1 キビソ・ビス量の推移

戦後30年間の糸歩向上技術の跡をキビソ・ビス量の統計資料の変遷を通して眺めてみよう。

図1は昭和21年から昭和50年までの30年間にみられる対俵キビソ・ビス量の時系列図である。



これから、つぎのことが知られる。

- (i) 対儀キビソ量は昭和22~23年の $6.1\sim6.5\text{ kg}$ に対し昭和50年では 3.2 kg と半減している。
- (ii) 対儀ビス量は昭和23年の $7.3\sim7.4\text{ kg}$ に対し昭和50年は 6.2 kg と約 1 kg の減にとどまっている。
- (iii) キビソ量は比較的単調に減少し続けているのに、ビス量は自動機の普及率に比例して昭和33年から37年にかけて増加し、その後一時減少したが昭和48年から再び上昇に転じている。
- (iv) 器械製糸のキビソ量は全体のキビソ量より低目であるのに対し、ビス量は常に高目の値を示している。

以上のことから、機械製糸ではキビソ量を減少させるための製糸技術は具体的に確立されつゝあるのに、ビス量に対しては、未だ判つきりした解決の手段を持ち合せていないことが窺われる。

1.2 煮熟度と糸歩

糸歩に最も深い関連を持つ煮熟度と糸歩との関係について実験結果を中心に考察する。実験のほとんどは要因計画法による組合せ実験によっているので、絶対値ではなく、処理因子の水準間の相対的効果を中心に見ていただきたい。

1.2.1 索緒効率と糸歩

煮熟度を変えた場合、索緒効率とキビソ量とがどのような挙動を示すかを図示したのが図2である。これから、

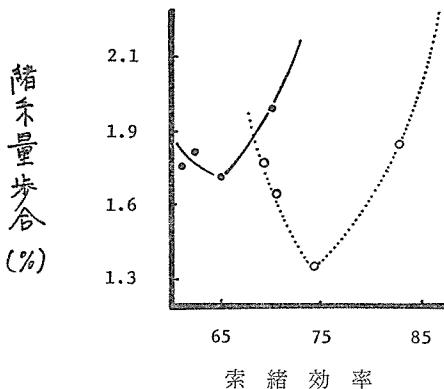


図2 煮熟度に伴う索緒効率と緒糸量

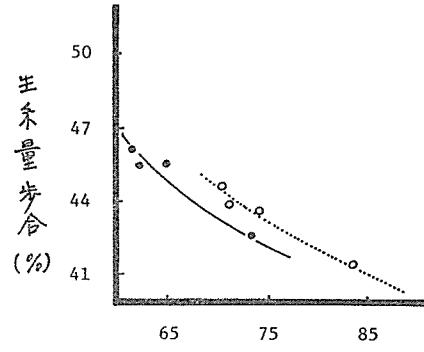


図3 煮熟度に伴う索緒効率と生糸量歩合

- (i) 索緒効率が低いと繰返し索緒が増加するので総合キビソ量は増加する。索緒効率が高いと、1回の索緒によって生じるキビソ量が急に多くなるので索緒回数が少なくてもキビソ量は多目になる。
- (ii) キビソ量を最小にする索緒効率は、原料繊特性、特に繊解じょに関連して変化するので一律に決めることはできない。しかし解じょの良い原料（実験では解じょ率80%）では索緒効率65%，解じょやや劣の区（解じょ率65%）では75%附近がキビソ量を最小にするようである。

しかし、実際に繰糸実験を行なって糸歩を算出すると、期待に反して、図3にみられるように、

(iii) 索緒効率を低目に抑えた方が、糸歩は高い。
 結果がえられる。すなわち、給繭器内の正緒繭が間に合っている限り、煮繭の熟度を抑制して硬目煮繭を行なう方が糸歩は向上することが知られる。

1.2.2 解じよと糸歩

繭を硬目に煮ると解じょが悪くなり、幾回も索・抄緒を繰返すので、結局屑物を多くして糸歩は低下すると考えられる。この関係を明らかにするために、横軸に落緒歩合、縦軸に糸歩をとった相関図を作成した。その1例を図4に示す。これから、

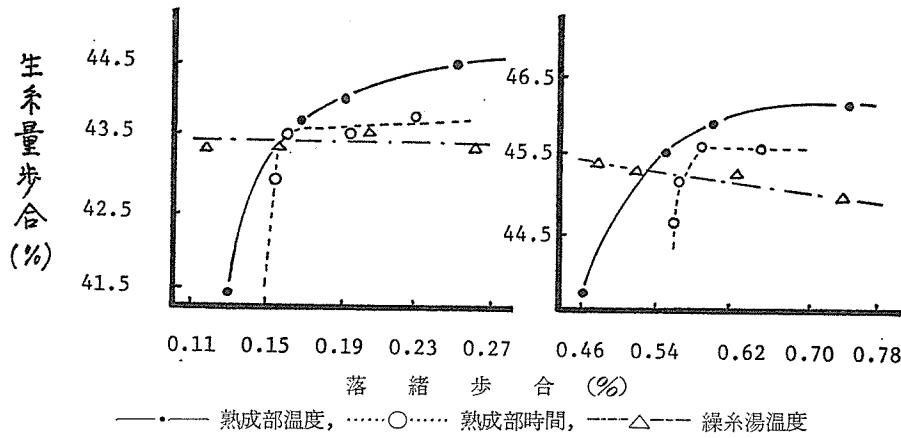


図4 煮熟度に伴う落緒と生糸量歩合

- (i) 熟成温度は解じょを大幅に変化させるが糸歩もまた大きく変化させる。解じょをある限界以上に良くするよう熟度を進めると糸歩が急激に減少する。
 - (ii) 蒸煮時間は蒸煮温度にみられる程の差は生じさせないが、それと類似の傾向を示す。すなわち、時間をかけて熟度を進めると、解じょは良くなるが、糸歩は減少傾向を示す。
- これらのことから、解じょにあまりとらわれ過ぎると、糸歩の急激に減少する危険があるので、煮熟度は適煮と思われる状態よりも若干、若目にした方が良いことが知られる。

1.2.3 屑物量と糸歩

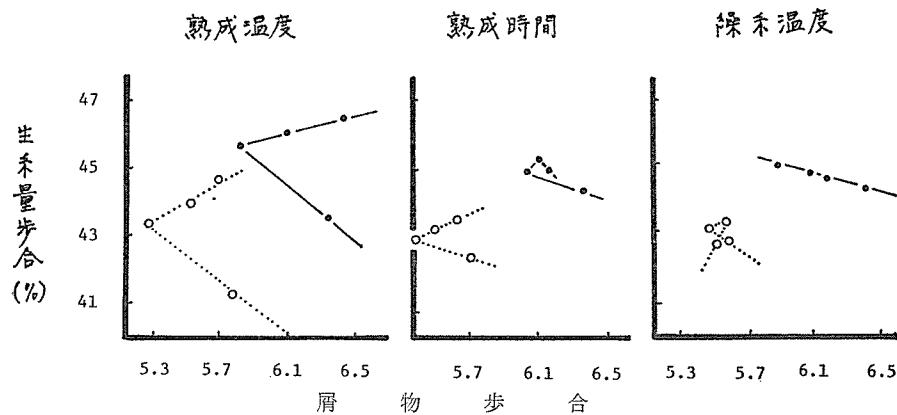


図5 煮熟度、織糸温度に伴う屑物量と生糸量歩合

適煮条件の近傍における屑物量と糸歩との関係は図5にみられるように、

- (i) 熟成温度を抑えると屑物量は若干増加するが糸歩もまた増加する。
- (ii) 熟成時間により熟度を変化された場合は温度にみられるほどの変化は示さないが、屑物と糸歩との関係は温度のそれと互に似た傾向である。
- (iii) 解じょの良い原料にあっては、繰糸温度に対する屑物一糸歩曲線は明瞭な関係を示さない。しかし、解じょ率65%前後の原料になると屑物の減少が即糸歩増になって現われる。等のことが認められる。すなわち、繰糸工程での屑物量の減少は直ちに生糸量の増になって現われるが、煮繭工程では屑物量を若干多くする程度の硬目煮繭が糸歩を増加させることが知られる。

1.2.4 煮くずれ緒糸と糸歩

以上のことから煮繭は煮くずれを抑えた若煮煮繭が良いと思われたが、このことをはっきりさせるために、煮繭の煮くずれ緒糸（煮繭緒糸）と糸歩との関係を求めた。結果は図6のようである。これから、

- (i) 煮くずれ緒糸と糸歩との間には明らかな直線関係が認められる。
- (ii) 煮くずれ緒糸1%の差は糸歩約3%の差になつて現われる。

等のことが知られる。

1.2.5 糸歩と練減り

屑物量と糸歩との間には互に補完的関係が成立すべきものと考えられたが、実験結果は図5にみられるように、煮繭工程の処理に関しては成立しない。この矛盾点をはっきりさせるために、糸歩と練減率との相関図を作成した。その結果は図7にみられるように、

- (i) 練減率と糸歩との間に直線的比例関係が成立し、糸歩の高いときは練減率もまた高い。
- (ii) 原料繭荷口が変わっても、上述の関係は変わらない。

ことが知られる。すなわち、硬目煮繭により糸歩が増加した中味にはセリシン量が重大な役割を演じていることが知られる。

以上の実験から、自動繰糸工程で糸歩を安定的に向上させるには、屑物量を最小にする条件を適煮と呼ぶならば、それよりも若干硬目煮繭を行ないキビソ量を減少させることが大切である。しかし、この結果は練減率の増加を伴うこと等が知られた。

1.3 糸歩向上煮繭

昭和30年頃までの、多条繰糸機を中心とした時代の糸歩向上技術は、良く煮熟された繭を注意深く取扱って、屑物量を少なくする繰糸工の個人技術に依存する面が強かった。しかし、自動繰糸機が開発されてからは、新繭運搬から落繭分離に至る一連の諸作業が機械化され、手作業によ

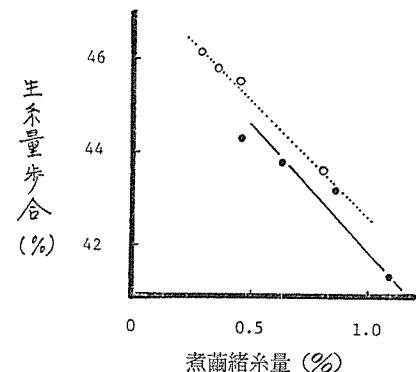


図6 煮熟度に伴う煮繭緒糸量と生糸量歩合

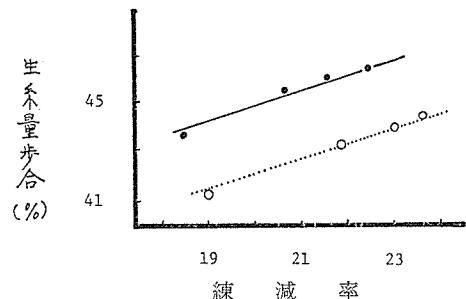


図7 煮熟度に伴う練減率、生糸量歩合

るキメ細かい糸歩向上技術の介入する余地がなくなった。そのため、糸歩技術の対象は繰糸工程から離れて新たに乾燥、煮繭、製糸用水といった分野に向けられるようになった。

一方自動繰糸機のセット方式は索緒・抄緒を初めとする各工程での取扱繭量を著しく多くさせ、それらはいずれも糸歩を減少させる結果をまねいた(図8)。それらの結果、自動繰糸機の普及と共に糸歩向上対策が叫ばれ、それらは、内層落緒減少煮繭法(昭和33年業界要望課題1位)、自動繰糸に適した乾燥、煮繭法の確立(昭和34年業界要望課題1位)という形になって現われた。

以上の要望を受けてこの基礎研究や実用化研究が行なわれたが、その過程で出された問題点はつぎのようであった。

- (i) 索緒条件が索緒繭の主体となっている落繭(索・抄緒、繰糸からの)に照準を定めて設定せざるをえないため、新繭のキビソ量が急増して糸歩減少の大きな要因となっている。
 - (ii) 煮熟繭の取出し、移行過程で繭が互に揉み合って停滞現象が生じる。
 - (iii) 繰糸工程中の滞留時間が長くなり解じょの低下をきたし揚り繭が生じ易い。
 - (iv) 煮熟度が進むとズル節による大故障が続発する。
 - (v) 低温、高速繰糸による内層落緒が増加しビス量を多くする。
- これらの問題点に含まれる最大公約数的共通因子は新繭の煮上りを硬目にし、熟度を落緒繭のそれに近づけることであった。

この結論はまた前節に述べられた煮熟と糸歩との関係の基礎実験の結果が保証するものであった。事実研究者、メーカーや現場技術者の努力によって、

- (i) 热風高温乾燥による繭層セリンの均一的難溶化
- (ii) 硬目沈縁煮繭技術の開発(赤外線煮繭、軽滲透煮繭、H一水煮繭等)
- (iii) 自動繰糸工程中の繭の新陳代謝

を主体にしたキビソ量の減少、糸歩向上技術の確立をみるに至った。

そこで、こゝでは、これらの技術を再度検討し、その中から次の糸歩向上技術の糸ぐちを探してみたい。

その前に、次節とその次の節では糸歩技術に関連するいくつかの基礎問題について考察を試みておく。

1.4 煮繭工程の解析

煮繭各工程の処理温度、時間が繭層や繭にどのような影響を与えるかについて実験した結果の要約を示す。実験は要因計画法と一部実施法を用いた。

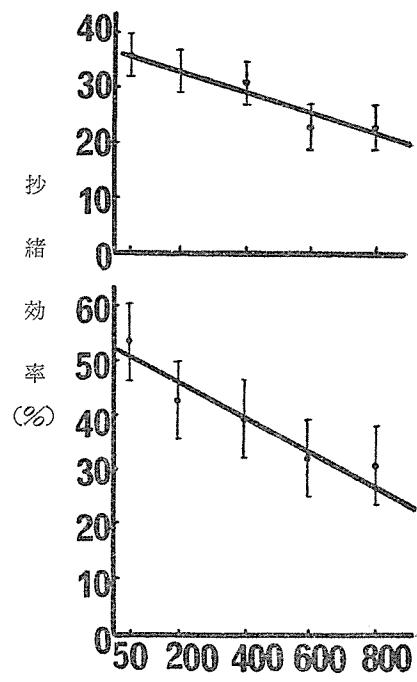


図8 抄緒粒数と抄緒効率

1.4.1 浸漬処理

浸漬、触蒸、滲透の3工程は繭に水分を与えるための煮熟前処理工程である。それゆえ、こゝでは繭及び繭層の水分を目印しに処理効果を眺めることにする。これらのことについては小池良介氏の詳しい報告がある。

いま、繭を湯に浸すと、湯は繭層間隙を通って繭腔内へ浸入する。この状態は図9のようであった。これから、

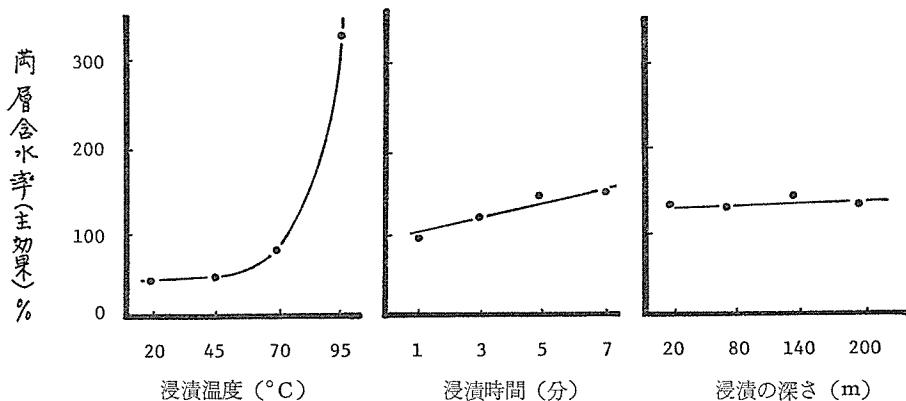


図9 浸漬条件と繭層含水率

- (i) 繭層の含水率は浸漬温度が70°C附近より急激に増加する。
 - (ii) 浸漬の時間に比例し含水率は増加する。
 - (iii) 浸漬の深さを変え繭へ水圧の力を加えてもそれは水深20mmから200mmの範囲内では繭の含水率には殆んど変化を与えない。
- 等のことが知られる。しかし、時間一含水率曲線は浸漬温度によって著しく変る(交互作用有意)ことが知られたので、温度別の含水率曲線を求めた。結果を図10に示す。これから

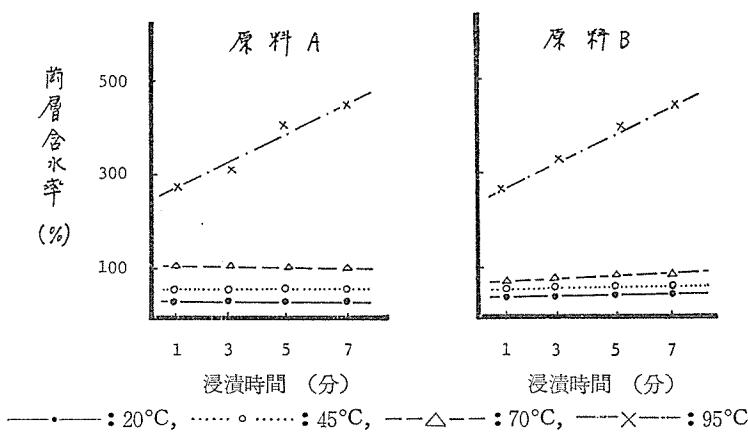


図10 浸漬温度別の処理時間と繭層含水率

- (iv) 浸漬時間の効果は、繭層に水分が急激に入り始める70°C以上にならないと殆んど効果

は現われない。
ことが知られる。

1.4.2 触蒸一滲透処理

乾繭を蒸気でよく蒸すと、繭層セリシンは約5～6%の水分を吸収して膨潤し手に粘ぱりつくようになる。（図11）しかし、空中に放置すると数分間で元の乾繭に戻るが、この処理を受けた

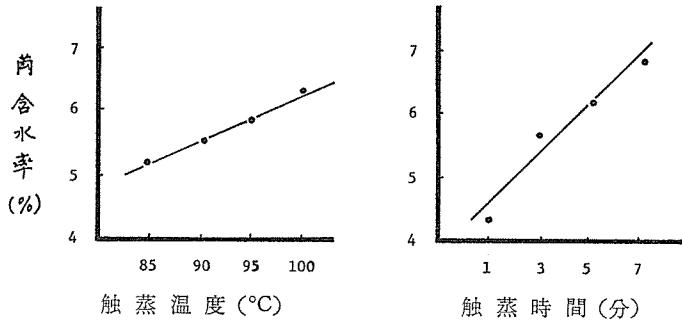


図11 触蒸処理と繭の含水率

繭は煮繭抵抗が弱くなる（清水、小松）。しかし、そのままでは縫糸できない。触蒸処理の目的は水の飽和蒸気圧の性質（図12）を用いて、繭腔内の空気を追い出すことである。図12によると

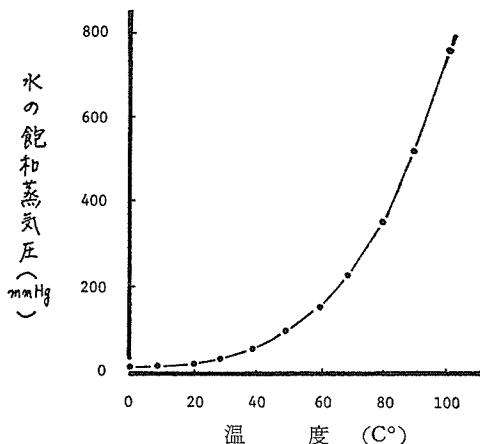


図12 水の飽和蒸気圧曲線

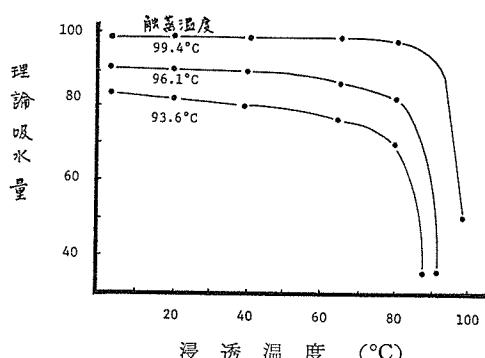


図13.1 触蒸一浸透温度と繭理論吸水量（荻原）

60°C附近から飽和蒸気圧は急に増加し始めることが知られる。飽和蒸気圧表を用いて、触蒸一滲透部における理論吸水量を求めた結果を図13の1に、また、触蒸一滲透実験を行なって吸水量を求めた結果を図13の2に示す。これらのことから

- (i) 触蒸温度が90°Cを超えると吸水量は急激に増加する。
 - (ii) 浸透温度が80°Cを超えると繭の吸水量は急激に減少する。
 - (iii) 浸透温度を70°C以下にしても、吸水量は目立って多くならない。
 - (iv) 繭腔内への吸水量は触蒸温度と浸透温度の差だけで予測することはできない。
- 等のことが知られる。さらに、処理時間の効果について実験した結果を図14に示す、これから

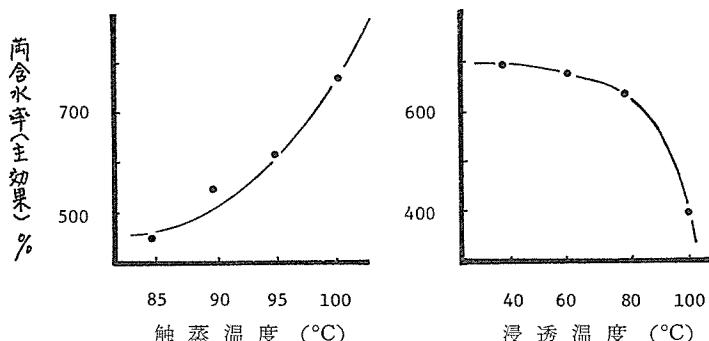


図13.2 触蒸温度と繊維の含水率曲線

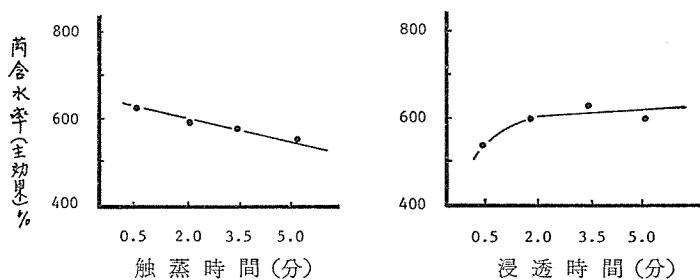


図14 触蒸時間と繊維含水率曲線

(v) 触蒸時間を長くすると時間と共に繊維の含水率は低下する。

(vi) 浸透時間を1分以上長くしても繊維の含水率は変わらない。

などのことが知られる。

1.4.3 蒸煮処理

熟成部は前処理工程によって水分の与えられた繊維にエネルギーを与えて繊維層およびセリシンを膨潤軟和させる工程である。それゆえ、主として蒸気室の温度と繊維腔内温度の関係に注目することとする。

蒸気処理と繊維腔内温度との関係を求めた1例を図15に示す。15図の上段は比較のために湯中に繊維を浸漬した場合である。これから、

(i) 処理温度と繊維腔内温度が一致するまでの時間は、処理温度によって著しく異なり、100°Cでは10秒であるものが、80°Cになると約90秒を必要とした。

(ii) 低温処理のときは蒸気処理より湯処理の方が繊維腔内温度をはやく上昇させる。(処理温度

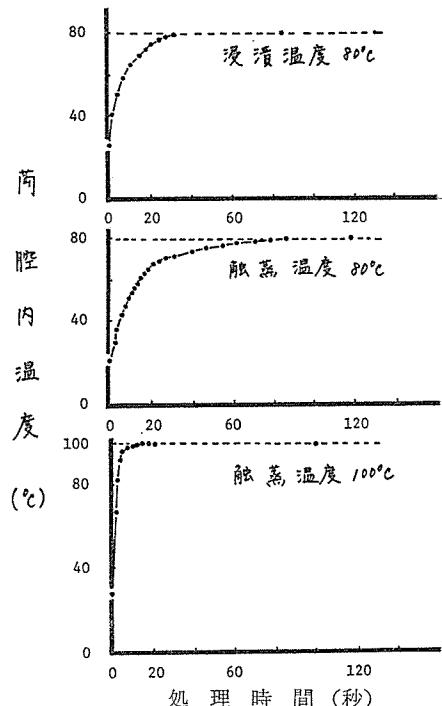


図15 処理条件と繊維腔内温度曲線

80°C、繭層の内外温度が一致するまでの時間は湯処理区30秒、蒸気処理区90秒であった。) 繭腔内に湯が含まれているときは、湯の量、湯の温度によって繭腔内の温度曲線は変化する。1例を図16に示す。実験から、

- (iii) 繭の低部温度は繭腔内の湯が吐出され初めて外気温に一致する。
- (iv) 繭腔内空間部の温度は急速に外気温に近づくが、乾繭処理に比べ約3倍の時間を必要とする。
- (v) 繭腔内の吸水量が多いと吐水完了時点が遅れるために繭腔内に空気が残留し浮気味の煮繭になる。
- (vi) 繭が泡を吹き始める現象は吐水が終りに近づく頃であるが、このとき繭腔内温度は外温より低い。
- (vii) 繭腔下部温度が100°Cになると熟成部に水頭圧がかかっていないときは、繭腔内の空気は完全に脱出する。この繭を98°Cの湯中に投下すると、多くの繭は潰れる。しかし繭腔内に十分の湯を入れて煮熟した場合は潰れ率は小さくなる。しかし、煮崩れは著しくなる(図17)。

以上のことから実験的に繭腔内に約0.15cc程度の空気が残留するような熟成処理をして調整飛びこみを行なわせるのが最も良いことが知られた。

1.4.4 調整処理

蒸煮処理を受けた繭を取り出すと、即時に繭は潰れる。そこで繭腔内の変化を緩やかにしつゝ湯水を吸水させて繭の浮沈を調整し、潰れを防止することが調整処理の主目的である。蒸気室から湯槽中へ繭を投入したときの繭腔内の温度を求めた1例を図18に示す。これから

- (i) 調整飛びこみの瞬間に繭腔内温度は蒸気室温度と湯温の中間附近へ低下するが、その後は非常に緩慢に外温へ接近する。ことがみられる。調整部温度を99°Cとして飛びこませ、調整温度を漸次低下させたときの繭腔上部、下部の温度変化を求めた結果を図19に示す。これから
- (ii) 繭腔内温度は調整部温度に追随できず高温水準に保たれながら緩やかに下降する。

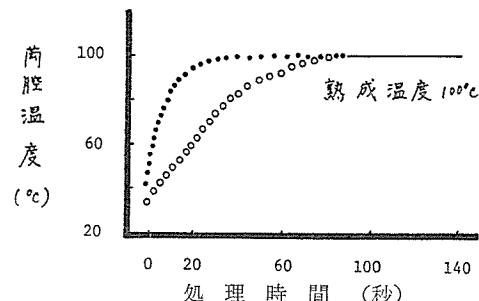


図16 熟成部における繭腔上下の温度

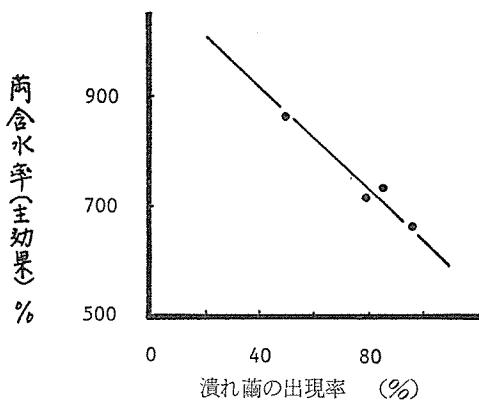


図17 繭含水率と潰れ繭率

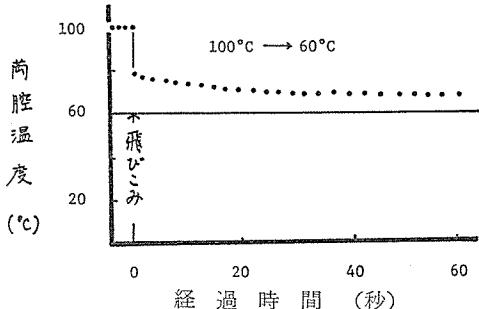


図18 熟成一調整飛びこみ時の変化

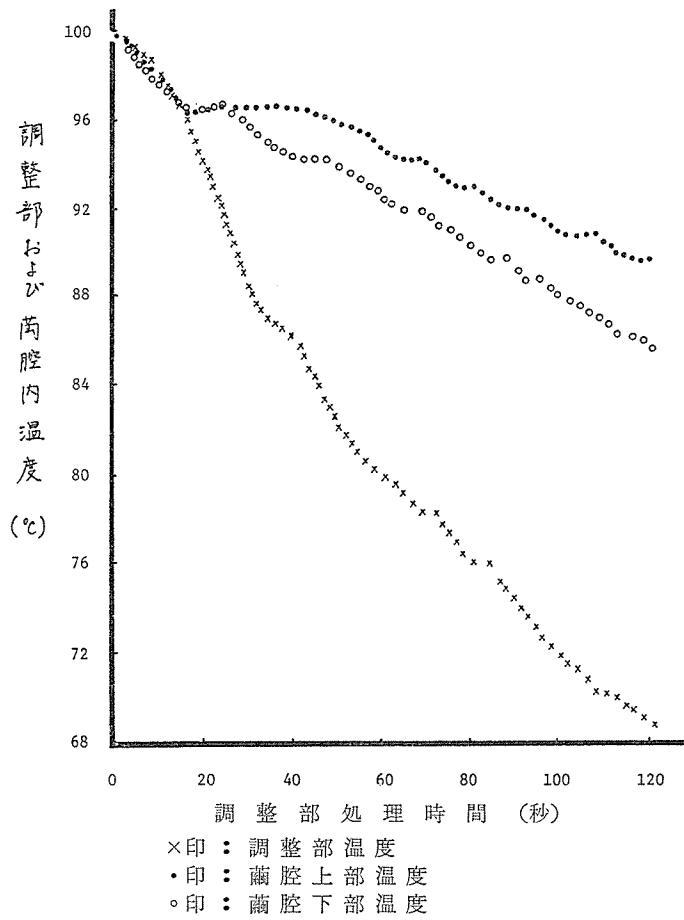


図19 調整部における蘿腔温度曲線

(iii) 特に蘿腔上部の蒸気温度は高温に保たれる。

等のことが知られる。これから、調整部の温度勾配を急にすることは蘿腔内温度の釣合をくずし蘿の潰れを引きおこす恐れのあること、逆滲処理により蘿腔内への吸水効率を高めることの必要性が知られる。

1.5 蘿層セリシンの溶解性

製糸技術において、最も基本的な問題は蘿層セリシンの膨潤溶解性であり、このことについては第28回の本夏期大学において小松計一氏が報告しており、同氏の論文（蚕試報 26(3)）にも詳しい。こゝではそれ以外の糸歩に關係する過去のいくつかの研究を紹介することにする。

1.5.1 乾燥と蘿層セリシンの溶解性

金子英雄氏（昭和11年）は乾燥に伴う蘿層水分率と色素吸着量の変化を通じて

(i) 蘿層セリシンの熱変性はある程度まで乾燥が進み、本乾の直前頃が甚しく影響を及ぼすものと考えられるから、乾燥作業中最も注意して温度を低下せしめなくてはならない（図20）。

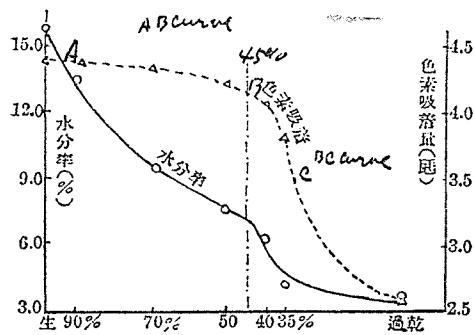


図20 乾燥に伴う繭層水分率と色素吸着量の変化
(金子)

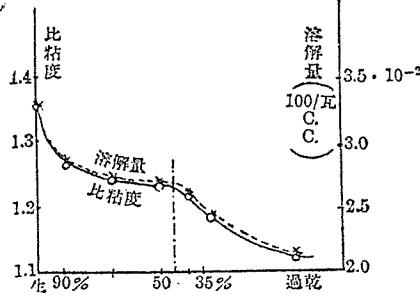


図21 乾燥に伴う繭層セリシンの溶解量
とセリシン溶液の比粘度の変化(金子)

ことを示し、さらに、乾燥程度と繭層セリシンの溶解性、溶解液の比粘度を測定して

(ii) 乾燥程度 45 %を境として繭層セリシンの溶解性は減少する(図21)。

ことを示し、[乾燥程度が 50 %を切る附近からの温度処理には十分注意すべきことを報告している。

のことについては宮沢正明氏もまた同様の結論を報告している。

15.2 煮熟と繭層セリシンの溶解性

奥正巳氏(昭和16年)は繭層を各種温度の湯に浸して、繭層セリシンの溶解度を求め、その結果から、

(i) 繭層セリシンは浸漬湯の温度が 90°C 以下ではあまり溶出しない。

(ii) しかし、90°C を超えるとうなぎ登りに急激に溶解度が上昇する(図22)。

ことを示した。

15.3 浸漬と繭層セリシンの溶解性

金子英雄氏は繭層セリシンの溶解性は、解じょの良いものとそうでないものとでは異なることを実験的に示しつぎのように述べている。

(i) 繭層セリシンの溶解性は温度の昇るにつれて滑らかに増大するものでなく 60°C 附近に

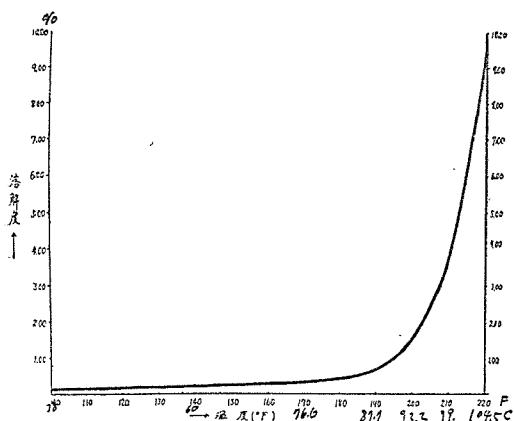


図22 温度別繭層セリシン溶解度曲線(奥)

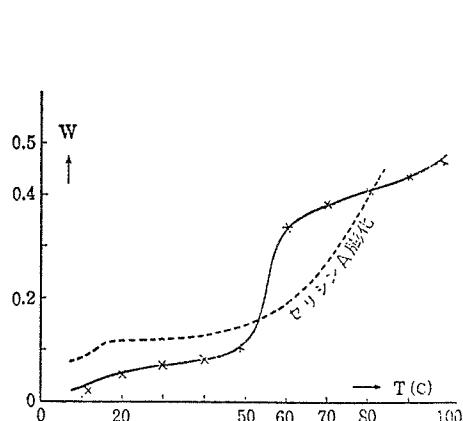


図23 浸漬温度と繭層セリシンの溶解量(金子)

急激な変化点がある。

- (ii) 解じょ良きもの、溶解曲線はセリシンAの膨化曲線と同一傾向を示す(図23)。このことについては井上柳梧氏も同様の結果を報告している。

15.4 pHと繊層セリシンの溶解性

奥正巳氏はセリシンの膨化度はセリシンの等電点pH4.0中心で最小になること、これより酸性、アルカリ性の何れの側に向っても等電点を離れる程膨化度が大きくなることを示した(郡是イ報4。昭和4年5月、セリシン定着論)。このことについて、荻原清治氏は蒸留水に酸とアルカリを加えてpHを変化させたものを単純成分系、天然水を多成分系とし、それぞれについて大量実験を行い、

- (i) 単純成分系の場合、セリシンの溶解度は奥氏のいうようにセリシンの等電点附近で最小値を示す。

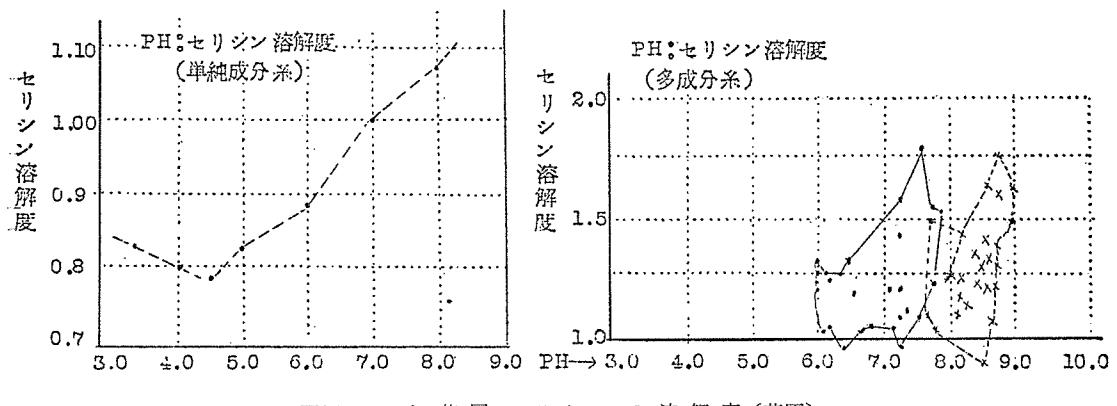


図24 pHと繊層セリシンの溶解度(荻原)

- (ii) 多成分系の、水中に他の諸塩類を含んでいる場合はpHとセリシン溶解度との間に一定の傾向は認められない。ことを示し(図24)、電気電導度の方が繊層セリシンの溶解特性を端的に表わすことを示した。

15.5 Mアルカリ度と繊層セリシンの溶解性

尾藤省三氏は日本全国の製糸工場地帯の河川井水を採取し、水質分析を行ない、同時に、その水の繊層セリシンの溶解性を調査して、多変量分析を行ない、繊層セリシンの溶解性に関与する因子を抽出した。その結果、

- (i) 用水の水質特性(17種)の情報を用いると繊層セリシンの溶解性はほぼ的確に予測できる(関与率90%以上)
- (ii) 河井水のちがいによって変化するが、Mアルカリ度1つに注目するだけでもセリシンの溶解情報はほぼ把握できる。
- (iii) Mアルカリ度100附近までは、Mアルカリ度と繊層セリシンの溶解性とは直線的比例関係にある。

等のことを明らかにした(図25)。

製糸用水に関しては小川幸男、中条紀三、山田篤氏らの貴重な研究がある。またセリシンの物性に関しては水出通男、平林潔、北村愛夫氏らの新しい研究がある。

1.6 糸歩向上製糸法 (2)

種々の困難な問題を含んでいるが、前節までの結果を基に、ビス量減少製糸法について考えてみたい。

1.6.1 内層繰糸

最外層織糸は小河原貞二、村山穰助氏らの報告にあるように異常部分を含んでいる。織糸を織糸順に10分割し、各層内の落緒と織度および全織糸を50cmのテストピースに切断し、それぞれの切断伸長を求め、各区毎に切断伸度の中央値を求めた結果を図26に示す。これからも、

- (i) 最外層織糸は織度が太いのに落緒が異常に多い。
- (ii) 織糸の脆さを示す切断伸度と織層別落緒との間には連続的な関係がみられる。
- (iii) 切断伸度中央値が15~17%以下になると落緒は急増する。

等のことがみられる。最外層織糸の練減率が30%以上あること等と今後の日本生糸の品質を合せ考えるとキビソ減少はもはや限界に近づいているように考えられる。それゆえ、次の糸歩向の関心は、糸が硬い、形状が扁平といった問題点は含むが練減率が少なく脆い部分の少ない内層織糸の織糸へ向けられる。

1.6.2 織糸張力恒定の原理

林貞三氏は（昭和7年）煮熟度、織糸温度、織糸速度等の関連のもとで常に織糸の解じょ張力が0.3g/本前後(0.12g/d)になるよう織糸するのが織糸成績を一番良くすることを見い出し、織糸張力恒定の原理とされ、その後青沼茂氏らとの研究で最適張力0.13g/dを決定した。

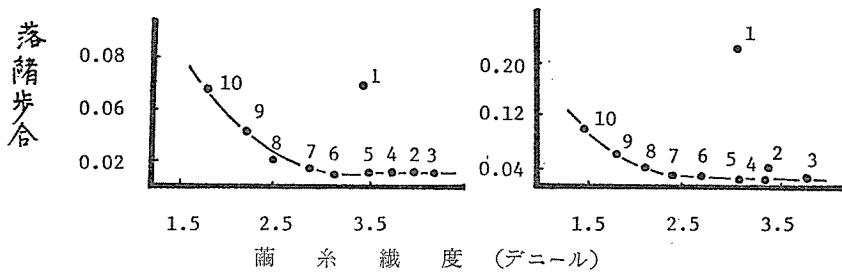


図26.1 織層別織糸織度と落緒歩合
図中の番号は織層部位

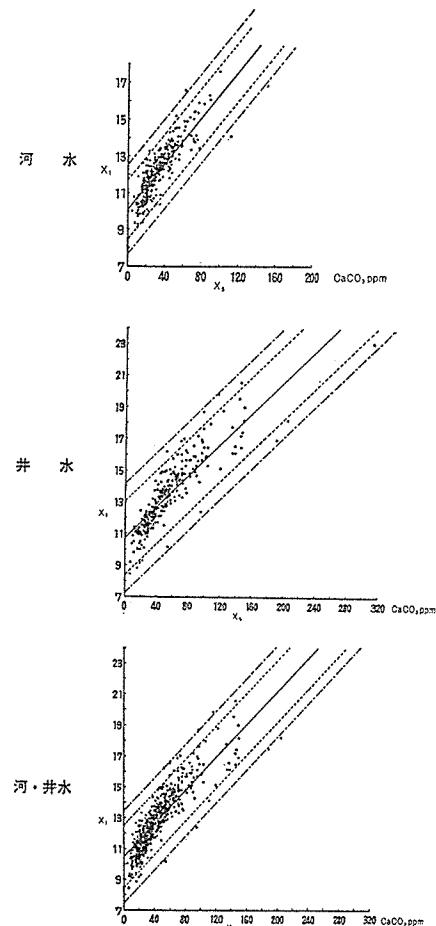


図25 Mアルカリ度と織層セリシンの溶解度
(尾藤)
縦軸—織層セリシン溶解度、横軸—アルカリ度

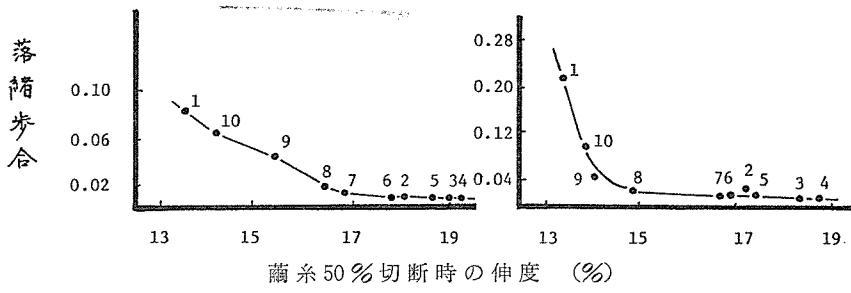


図26.2 蘭層別切断伸度と落緒歩合

これは繰糸速度を速くするなら繰糸温度は高目に、煮熟度を抑制するなら繰糸温度を高目にすらか、繰糸速度を遅くするかして、常に解じょ張力が 0.13g/d の状態に保たれるよう留意すべきことを示している。このことについて表1を与え、繰糸温度を 30°C 、繰糸速度 40m/min の解じょ張力が 0.35g であるのに対し繰糸温度を 80°C にすれば、繰糸速度を 140m/min にあげても張力は 0.27g と低速繰糸区より低張力になることを示している。

表1 製糸条件と繰糸張力、解じょ(林)

項目 種別	繰糸度 m/m	繰糸度 $^\circ\text{C}$	煮時蘭間	繰張力 g	落蘭合 %
多条繰糸	40	30	8	0.35	48.6
普通繰糸	132	80	4	0.27	42.3

備考 原料 日一×支四

この原理に従うと、現在の製糸法は、その限界を大幅に超えた高温乾燥、硬目煮蘭、等電点煮蘭、低繰糸温度、高速繰糸を行なっていることになる。その結果、繰糸張力は座繰時代の $2 \sim 3$ 倍に達している（中川房吉、繰糸張力）。

1.6.3 内層の繰糸張力

内層セリシンは溶け難く、しかも蘭糸は細く扁平で膠着力が強い。そのため蘭糸1本当りの解じょ張力は外層に比べ高く、対デニール解じょ張力は急激に増大する。このことについて林・青沼氏らは上簇条件との関連で研究し図27の結果を与えており、図から、

(i) いずれの条件のもとでも、内層の解じょ張力は外層より高い。

(ii) 700m以上繰糸された内層の解じょ張力は急激に増大する。
ことが知られる。

内層落緒の多いJ型原料蘭の中の、解じょの悪い荷口について、煮蘭条件と繰糸湯温度を変えた場合の落緒歩合の1例を図28に示す。

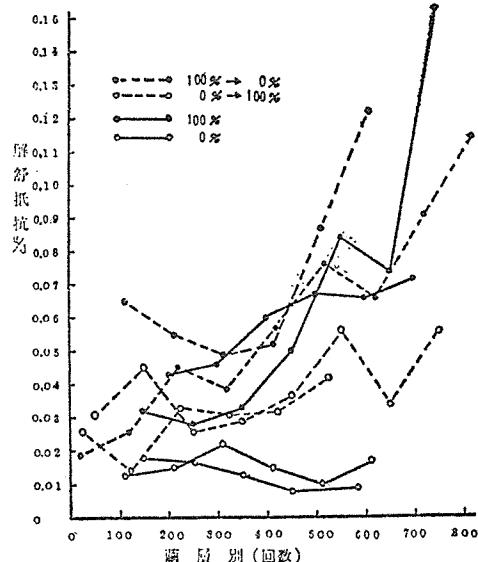


図27 上簇湿度と蘭層別解じょ抵抗(1例)

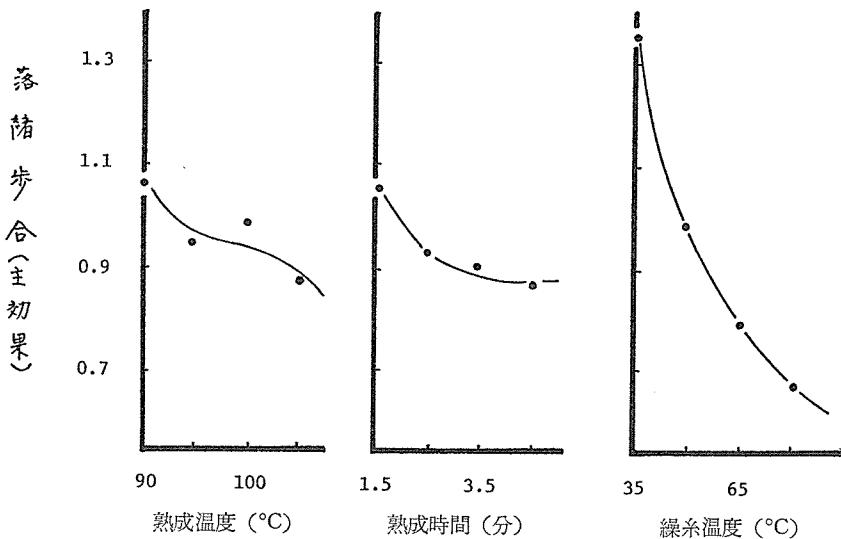


図28 処理条件と解じょの悪い原料繭の落緒歩合

これから

(iii) 煮繭工程熟成部の温度、時間を大幅に変えて落緒は期待ほど減少しないが、縲糸温度をあげると落緒歩合 1.35 (解じょ率 42.6%) のものが 0.65 (60.6%) となる。すなわち縲糸不能の繭も縲糸温度をあげると縲糸可能になる。

以上のことから、ビス量を少なくする基本は縲糸張力恒定の原理に立戻って処理条件を検討する必要のあることが知られる。

1.6.4 ビス量の分布

各工場からビスを 200 粒ずつ無作為にとり出し、乾燥後 1 粒ずつ秤量して度数分布を作成した。1 例を図 29 に示す。図から、

- (i) ビス量は 1 粒平均が 16.7 mg (100 粒ビス 1.67g) から 32.6 mg (100 粒ビス 3.26g) まで、約 2 倍の違いがある。
- (ii) 平均の重さは工場により違っても、分布の山の頂上の値はいずれの工場でも約 15 mg の位置にある。
- (iii) 平均ビス量の多くなる原因はビスが一様に厚くなるのではなく、分布の右に尾を引く部分のビス、すなわち厚皮ビスの多少による。

これらのことから、ビス量減少の問題点は若干の厚皮ビスの減少にあることが知られる。

1.6.5 内層水分率の制御

内層の解じょ張力を減少させる第 1 の技術は、煮熟前処理段階で、内層に必要水分を与えることである。

浸漬、触蒸—浸透処理と内層水分率の関係は図 30~32 のようである。これから

- (i) 浸漬温度を高くすれば必要な内層水分を与えることができる。
- (ii) 触蒸温度に比例して繭層水分は増加し、外層より中内層の方が温度効果を強く受ける。
- (iii) 浸透温度 60°C 以上になると内層の水分量は急激に低下する。

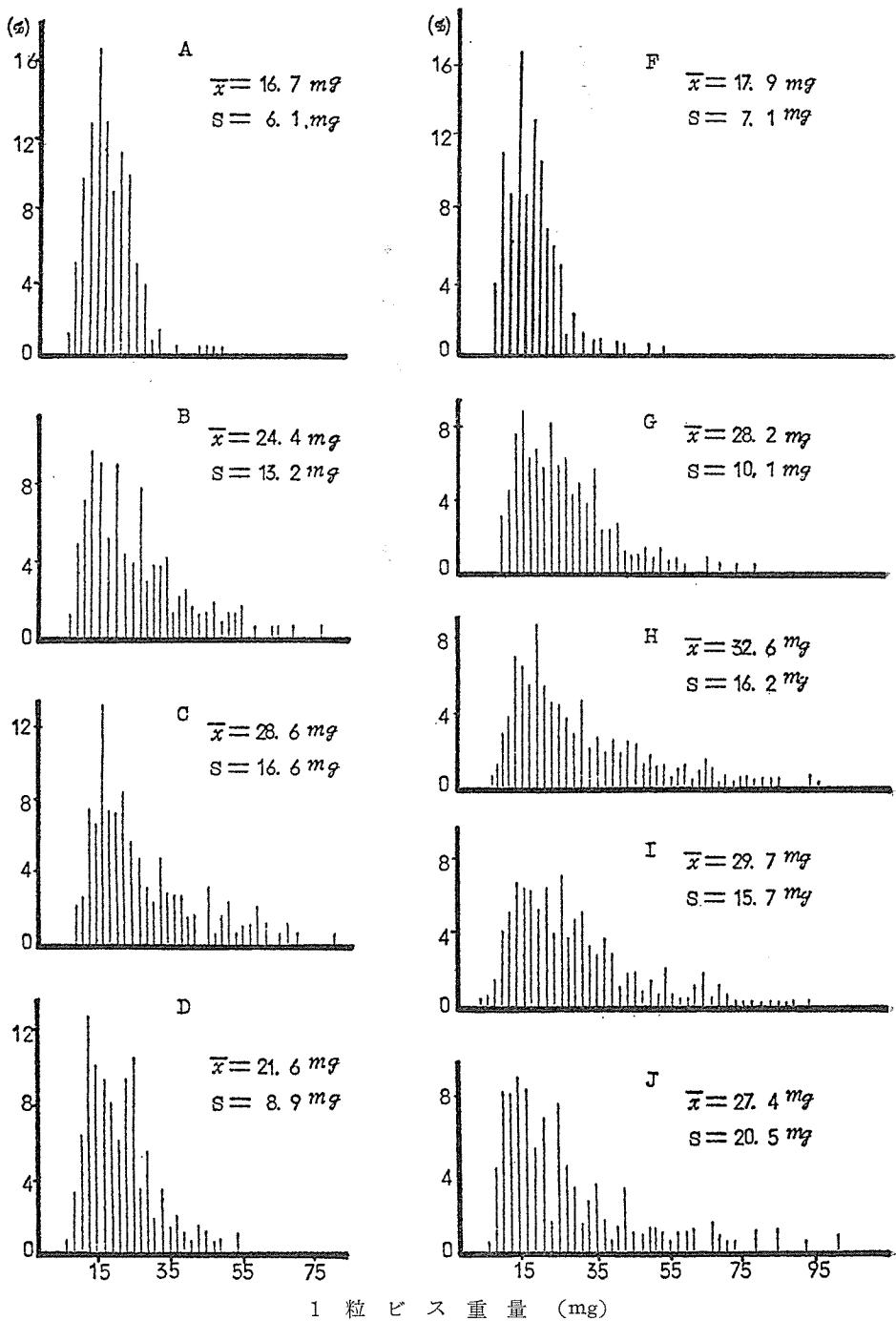
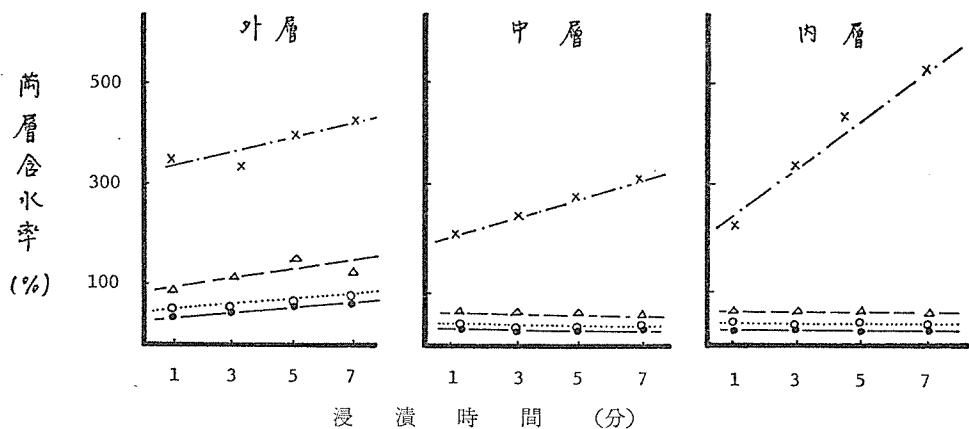


図29 工場別ビス量分布



図中の記号は第10図と同じ

図30 浸漬時間と繭層別含水率曲線

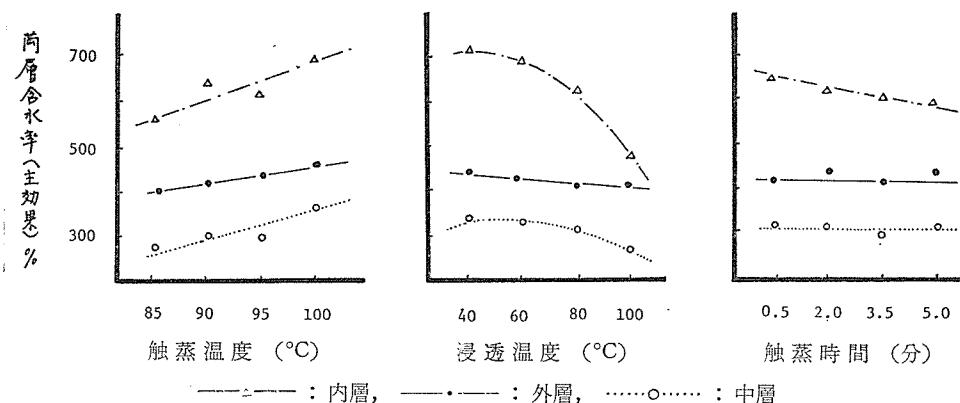


図31 触蒸一浸透処理と繭層別含水率曲線

(iv) 触蒸時間を長くしても、外、中層水分は変化しないのに、内層は時間に比例して水分率は低下する。

(v) 外、中、内層の順に水分率の変動性は拡大する。

また、減圧浸透処理については勝野盛夫氏の詳しい報告があるが、三石竜男氏らによる当研究室で実験した結果の1例を図33~35に示す。これから、

(vi) 減圧度に比例して繭の吸水率は増加する。

(vii) 繭層の含水率は減圧度 130mmHg ($177\text{cmH}_2\text{O}$) 附近から収束はじめる。

(viii) 内層水分の個体差は外、中層に比べ特に大きく、これは減圧度を大きくして吸水量を大にしても減少しない。

(ix) 減圧度の低いとき ($100\text{cmH}_2\text{O}$ 附近) は繭個体差の変動が特に大きくなる。

等のことが知られる。 $170\text{cmH}_2\text{O}$ 以上で繭層水分が収束することは繭腔内水分の多くなることを意味し、煮繭前処理で水分を多くし過ぎると熟度が進みすぎて糸歩は減少する。

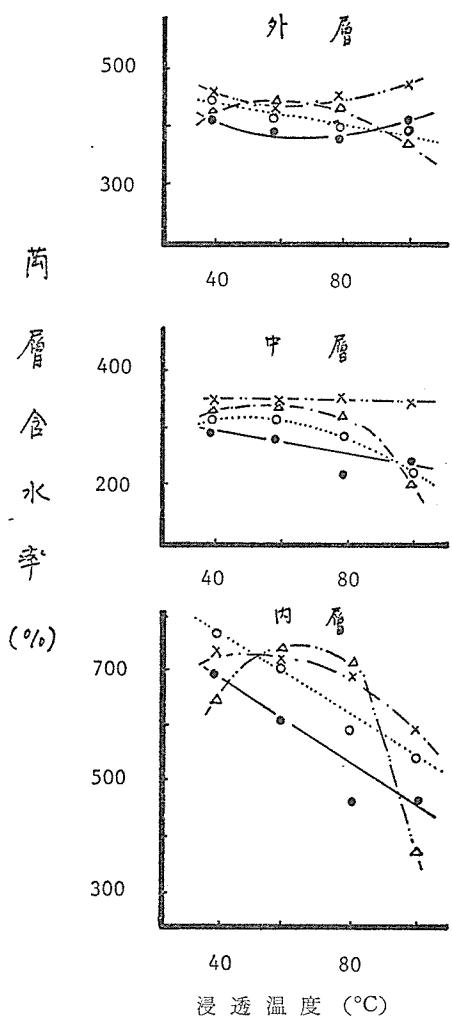


図32 触蒸—浸透温度と菌層含水率
注) 触蒸温度 \bullet 85°C, \circ 90°C, \triangle 95°C, \times 100°C

以上の結果から、菌個々による菌層の厚薄、菌層別の粗密度の差等から、浸漬、触蒸、滲透、あるいは減圧処理等を種々の条件を組合せ処理しても、菌個体差を減少させることは極めてむずかしく、菌層、特に内層水分の変動を一様に制御する技術の困難性を痛感せざるをえない。しかし、いずれの場合においても、吸水量を多くすると変動率は相対的に減少することが知られる。ゆえに、厚皮ビスを形成すると考えられる内層水分の入り難い、菌に水分を与えて、ビス

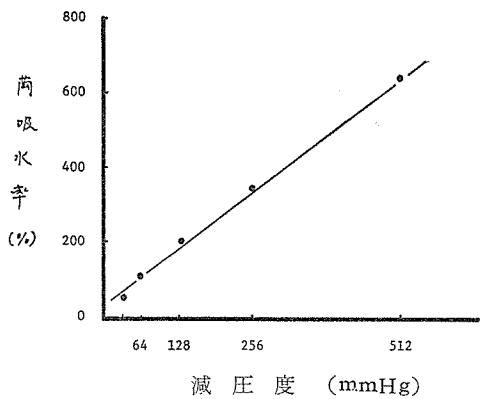


図33 減圧度と菌吸水率

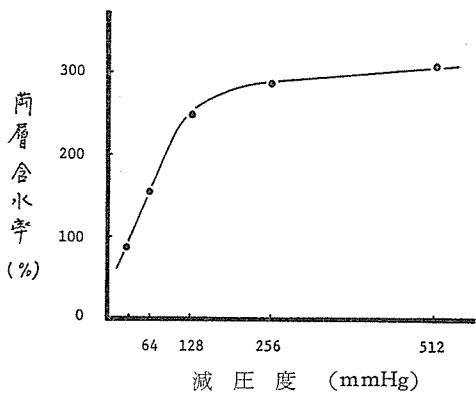


図34 減圧度と菌層含水率

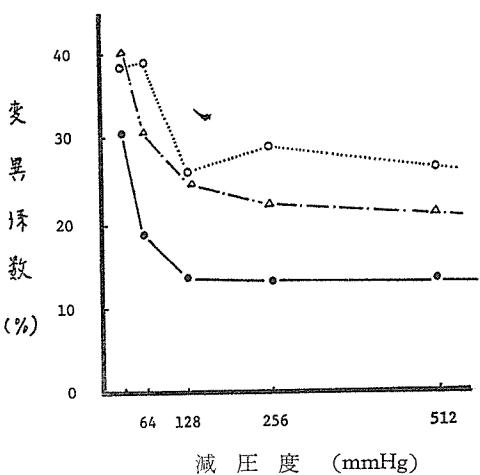


図35 減圧度と菌層別にみた菌吸水率の変異係数

量を少くするには、繭腔内にある程度、高水準の水分を与えるをえないとの結論に達した。

16.6 水質とビス量

奥、荻原、金子氏らの報告にあるように、等電点附近の水はセリシンの溶解性を極度に低下させる。Hサイクルのイオン交換樹脂を通してえられる水のpHは3.0附近でセリシンの等電点に近い。煮繭用水に、このH水を使用する例が多い。H水とビス量との関係に関する大量の工場実験データを五十鈴製糸の清水弥智夫氏から受けたので、研究室で分析した。その1例は図36、37のようである。図から、

山田、尾藤氏らが報告しているように、Mアルカリ度0の水は煮る力が弱いため、

- (i) Mアルカリ度0の水を用いるとビス量は極度に多くなる。
- (ii) Mアルカリ度20位までの間はMアルカリ度の増加に伴いビス量は減少する。
- (iii) このことが関与して、生糸量歩合もMアルカリ度の上昇と共に増加する。

等のことが知られる。このことは糸歩向上技術が高位に移行した現在、単純に繭の煮上りを硬目にすれば良いという考え方につき歯止めをかける情報を与えている。

16.6.7 いろいろな煮繭とビス量

(1) 変形減圧煮繭

解じょの良い原料で、繭糸能率を上げる目的で、減圧処理で繭腔内に一杯の温水を入れ、索緒、抄緒効率を高めるために、調整部だけ通して煮繭した。ビス量を天竜社の清水悦雄氏からいただいた。その分布の1例を図38に示す。これによると糸故障が少なく繭糸能率は200m/min以上上げることができるが、

- (i) 蒸気煮繭のビス量分布にみられたモード（分布頂上の位置）が約7mg重目へ移行し全般にビスは厚目になる。
- (ii) 30mg以上の厚目ビスが過半数を占める。等の結果、普通の煮繭に比べ100粒ビスで約1g重目になる。
- (2) 繭検定標準煮繭を行ない研究室で丁寧に繭した場合

自然落繭の判定をどこに定めるかによってビス量は大きく変化する。検定用煮繭機で標準煮繭を行ない繭糸のできる限り索、抄緒した場合のビス量分布の例が図29の最上段に示されてい

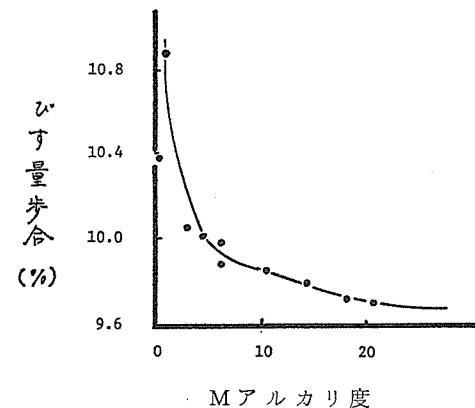


図36 Mアルカリ度とビス量歩合

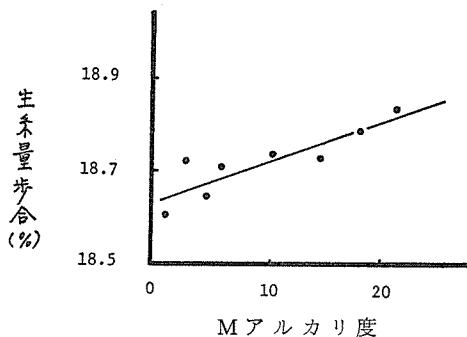


図37 Mアルカリ度と生糸量歩合

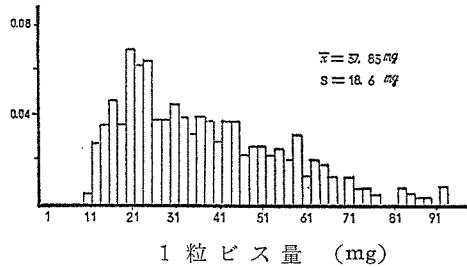


図38 真空煮繭のビス量分布

る。これから、

(iii) ビス量分布のモードは 14mg, 平均ビス量 16.7mg
という結果がえられた。

(3) 加圧煮繭

標準前処理をほどこした後, 105°C の蒸気室で煮繭した結果の図を 39 図に示す。これから

(iv) 加圧処理するとビス量分布のモードは 11mg と低くなり, 30mg をこえるビスの出現がほとんど見られなくなり, 100 粒ビス量は平均工場の約半分近い状態になる。

ことが知られる。

(v) 排気制御煮繭

排気筒を水中に入れ, この筒の水深の調整で熟成部の圧力を調整すると, 熟成部内は繭から放出される空気と熟成蒸気との混合状態になる。この方法による熟成部の圧力と温感部位置の温度との関係は図40 のようになり, 水頭圧によって熟成部の温度勾配曲線を制御することができる。しかも, 調整部寄りに蒸気がこもるので, 繭個体間のむら煮えが防止でき, 温感部温度が低くても浮き繭が生じ難く煮繭を安定させることができる。このときの特徴はビス量は積極的な加圧煮繭にみられるほどは低くならないが,

(i) 熟成部の温度曲線を制御することにより繭の表面の煮熟を抑制し内層を煮ることができます。

(ii) 吐水位置を水頭圧で自由に変えることができる。

(iii) ビス量の個体間変動を縮めることができます。

等の長所をもっている。それゆえ, この方法は繭腔内に水分を入れても繭の煮くずれを抑えながら内層を煮熟する一つの手段を与えている。

1.6.8 糸歩向上の要点

糸歩対策を種々の角度から眺め, 解決の素材を求めてきた。こゝではそれらの総括として, 前節までの結果をまとめると,

(1) 煮熟繭を硬目にしてキビソ量を減少させることは糸歩の向上をはかる上からも, また自動織糸工程の運営面からみても必要なことで, 今後共その基調は守らなくてはならない。

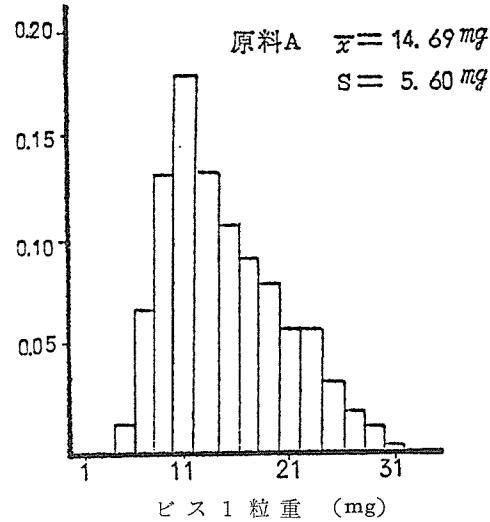


図39 圧力煮繭とビス量分布

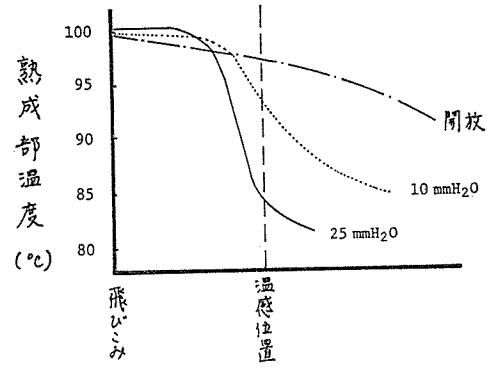


図40 水頭圧と熟成部の温度曲線

- (2) 糸歩向上の次の段階はビス量減少技術の確立である。
- (3) そのための理論的よりどころは繰糸張力恒定の原理で、内層の解じょ張力を $0.13g/d$ に保持することである。

等の事項があげられた。これらに対する具体的提案としては、ビス1粒の重量分布のモードは15mg附近であるのに、平均1粒ビス量はその2倍附近へ移動する。これはビス量の分布中に含まれる厚皮ビスによって決定されることから

- (1) 煮熟前処理で繭の個体間変動の少ないような水分の与え方を見い出す。
- (2) 外層の煮熟を抑制して内層繭糸の膠着力を低下させる技術を見出す。

等二つの問題に集約される。しかし、現在の減圧浸透、浸漬、触蒸一滲透方法のいずれをとっても、繭の個体間の差異や繭層間の粗密の差によって繭個体間、個体内水分の変動を小さくすることは困難であることが知られた。その結果、各繭に必要より若干多目の水分を与えて、その後速やかに吐出させることによって、繭層に水分の入り難い繭にも水を入れる。

(3) 中浸透煮繭法を採用することが一つの今日的解決策であるとの結論に達した。しかし、この方法を採用するには、この中浸透煮繭によっても、この表面の煮熟を抑えた硬目煮繭の状態は保たれていなくてはいけない。そのためには

- (4) 乾燥方法においても乾燥程度50%以降の温度処理に十分注意して内層の解じょ抵抗をつけないよう注意する（宮沢正明氏）
- (5) 熟成部が完全密閉でき、水頭圧により温度曲線の制御ができる機構にする。
- (6) 熟成部に補助熱源として乾熱（赤外線）処理装置をつける。

等の準備が必要となる。さらに、

- (7) 繭層水分も均齊性付与の開発研究が一層大切となる。

なお、繰糸工程で高温繰糸が可能な機械とし、抄緒、繰解部の温度を 60°C 以上できれば 80°C 以上高目に設定できれば、ビス対策は容易に解決できることが知られた。

2. 生糸の品質

一般企業の飛躍的発展の核の多くは新製品の開発にみられる。しかるに製糸は蚕のつくった繰糸を引き揃えて生糸をつくる単純な加工工程を中心に構成されており、これが生糸だ、これが絹だと一口に言える品質は蚕によってつくられたものである。そのため、製糸技術は太さ、むら、ふしといった生糸の形態的な特性に限定され技術の質的分野への介入余地が少ない。

しかるに自動繰糸機の出現により繰糸法が定粒繰糸法から定纖繰糸法へ変更されたことは、変動余地の少なかった生糸品質にとっては革命的変革をもたらせた。こゝではその特質を明確にして、日本生糸がたて糸用原糸となる態勢を整えるための問題点を明らかにしたい。

2.1 定纖繰糸法

中川房吉氏（昭和5年）は図41に示す繰糸中の生糸が細限纖度点に達したら粒付数に関係なく1本の繭糸を接続する細限纖度繰糸法（定纖繰糸法）を示し、生糸の目的纖度が

$$\text{生糸の目的纖度} = \text{接緒点纖度} + \frac{\text{厚皮繭纖度}}{2} \quad (1)$$

で与えられることを示した。この繰糸法はその後理論的に明らかにされ、最近は三浦幹彦氏によ

り更に詳細に解析された。こゝでは、実用的な問題にしぼってその要点だけを示す。

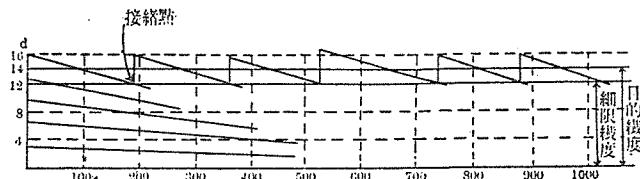


図41 細限織度接緒点の図解（中川）

2.1.1 定粒生糸と定纖生糸の織度曲線

1粒繰りでえられた織糸織度曲線を用いて定粒繩糸と定纖繩糸を電子計算機で実行させてつくった生糸のモデル織度曲線の例を図42に示す。図から

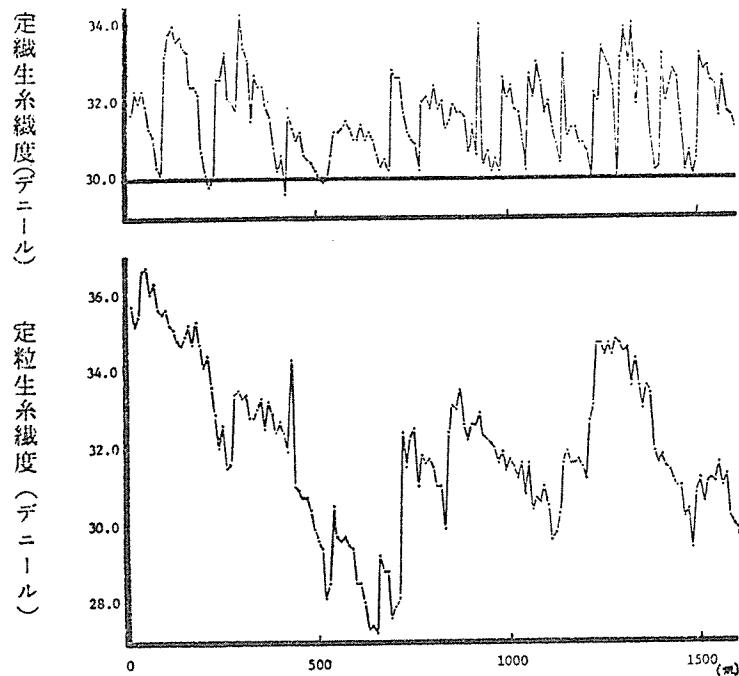


図42 定粒生糸と定纖生糸の太さむら変化のちがい

- (i) 定粒生糸は織糸織度曲線の影響を大きくうけて細太振動の大きい変動を示す。
- (ii) 定纖生糸は接緒時に接緒した織糸織度分だけ飛躍する直角三角形型の変化を示す。ことが知られる。

2.1.2 生糸の織度分布

定纖生糸の織度分布は生糸の織度制御系が理想的に作動すれば、矩形型に近い分布を示すことが想像される。電子計算機で定纖度生糸をつくると図43の生糸織度分布をうる。定纖生糸と同じ織糸織度曲線を用いてつくった定粒生糸の織度分布は図の左側のようである。これらの図から、

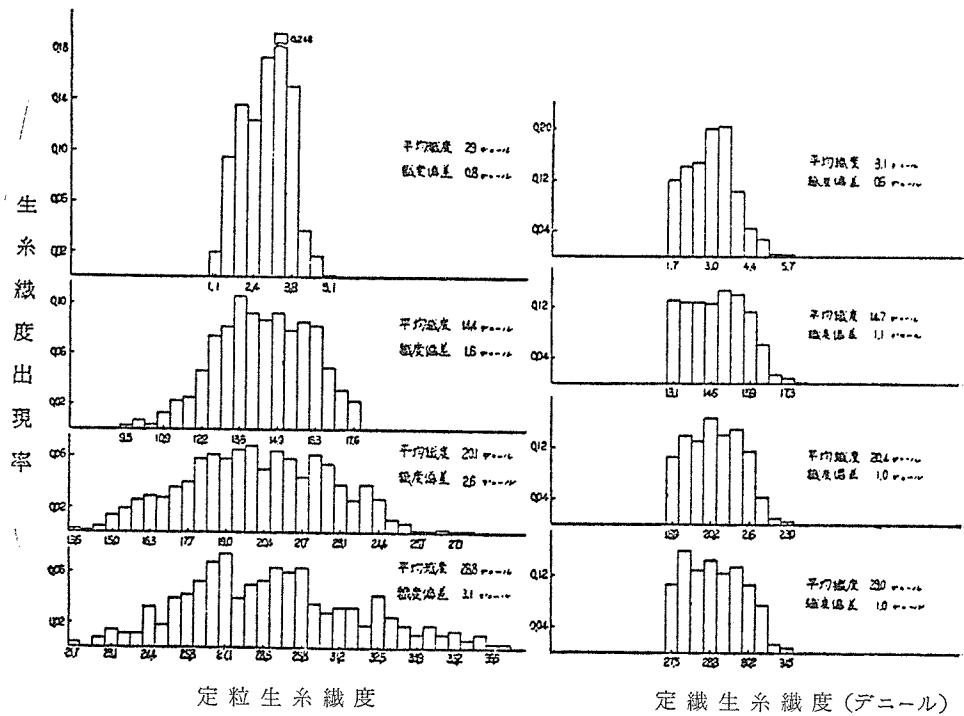


図43 定粒, 定織生糸の織度分布

- (i) 定粒生糸の織度分布は目的織度が太くなると次第に散ばりが大きくなり、扁平になる。
 - (ii) 定織生糸の織度分布は目的織度の細太に関係なく一定の矩形型に近い形を示す。
- ことが知られる。

2.1.3 生糸織度の周期

生糸織度は織糸織度曲線の影響をうけて周期的な細太波を繰返す。この周期を分析した結果,

- (i) 定粒生糸は解じょ糸長分布のモード（分布の山の位置）を周期とする波形を示す。
- (ii) 定織生糸は解じょ糸長分布のモードを平均粒個数で割った値を周期とする弱い波形を示す。

ような互に擬似周期性をもっていることが知られた。

2.1.4 定織生糸の理論特性

定粒・定織生糸に関する理論解析の結果を要約すると表2のようになる。これから

表2 定粒・定織生糸織度理論特性

織度特性	定粒生糸	定織生糸
平均織度	織糸織度×粒付数	細限織度+織糸織度 $(1 + \text{織糸織度変異係数}^2)^{1/2}$
織度偏差	$\sqrt{\text{粒付数} \times \text{織糸織度偏差}^2}$	$\approx ① \text{式}$ $\approx \frac{\text{織糸織度}}{\sqrt{12}} \times 0.2 \sim 0.3$ (21中)
周期	解じょ糸長分布のモード	解じょ糸長分布のモード / 平均粒付数

- (i) 定織生糸は原料特性にもとづき細限織度を調整するだけで自由に目的織度の生糸が生産できる。
- (ii) 生糸の織度偏差は 0.3 デニール以下になる。
- (iii) 生糸の目的織度を太くする結果は定粒生糸では織度偏差の増大に、定織生糸では織度周期の短縮となって現われる。

等のことが知られる。

2.1.5 生糸荷口の織度偏差

前項までは定織繰糸が理想的に実行された場合であった。実際の生糸は種々の要因の影響をうけて変化する。図 441 は横浜生糸検査所長 小島哲雄氏のご厚意によるデータを分析した 1 例である。これから

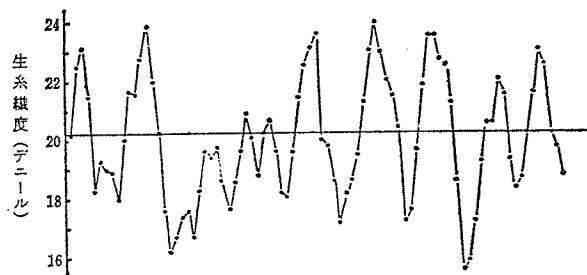


図 441 定粒生糸の織度時系列 (112.5 m 織度糸)

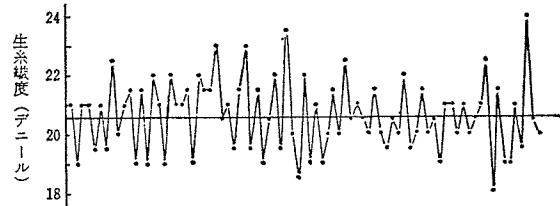


図 442 定織生糸の織度時系列 (112.5 m 織度糸)

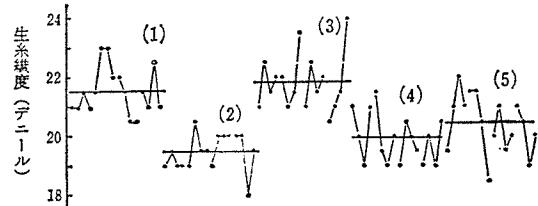


図 44.3 定織生糸の総別、採取順の織度時系列 (112.5 m 織度糸)

(注) 図1.2のデータを総別、採取順に整理したもの。図中の数字は総番号。

図44 定織生糸織度の時系列

- (i) 定織生糸は総間偏差の大きい。

ことが知られる。また生糸検査は 400 回織度によって行なわれる。そのため中心極限定理に従って、生糸の織度分布は図43の矩形型から中央に山の頂上をもつ正規分布型へ移行する。また、接

緒おくれ、感知点織度のぶれ等の影響をうけて下限織度もまた変化する。実際の生糸織度分布を求めた結果を図45に示す。これから、

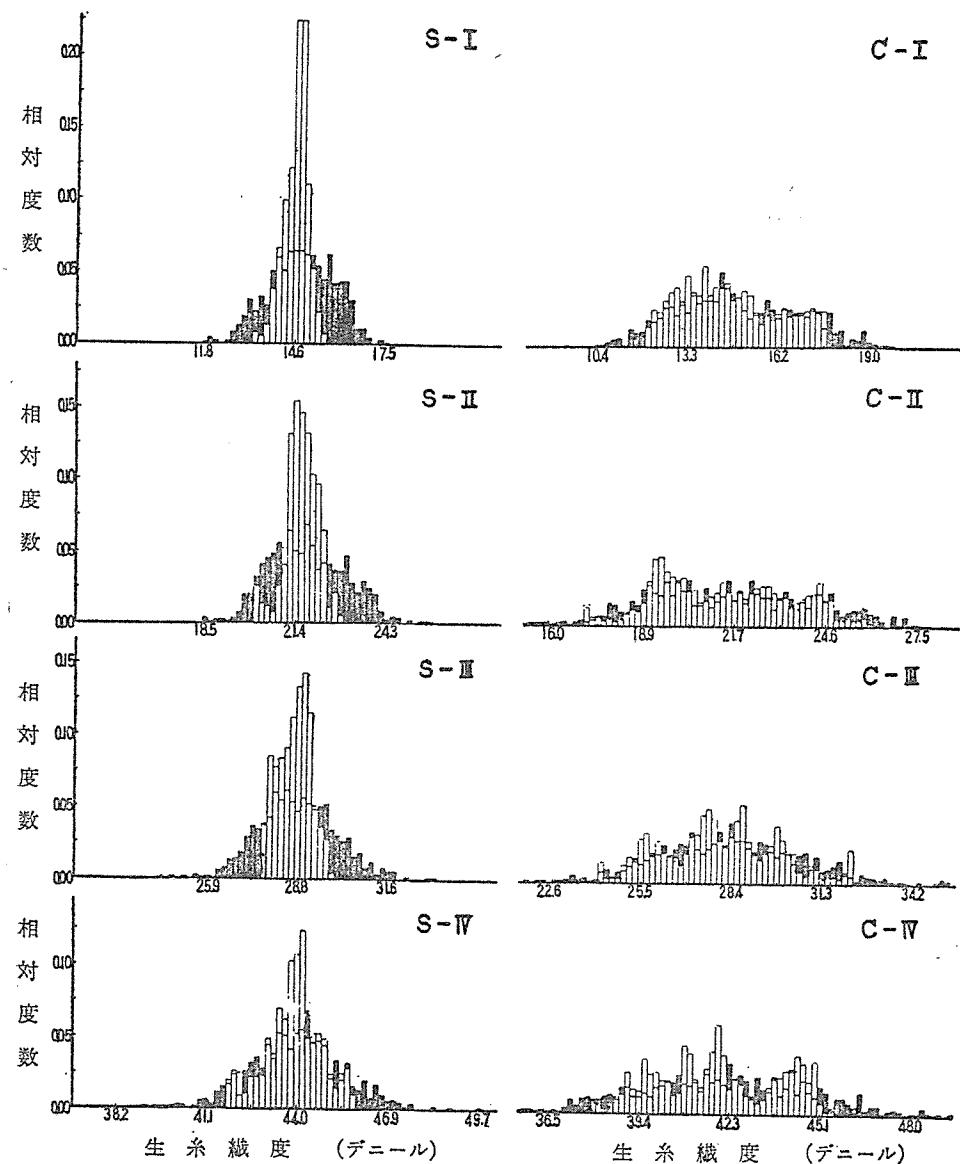


図45 検査糸長に伴う生糸織度分布の変化

黒柱状図表：織度糸糸長 10m 白柱状図表：織度糸糸長 450m

S: 定織生糸 C: 定粒生糸

I, II, III, IV: 目的生糸織度 14, 21, 28, 42 デニール

(ii) 定織生糸の織度分布も正規分布に近い型を示す。

(iii) 検査糸長を長くすると、定織生糸の織度偏差は大幅に小さくなるのに対し、定粒生糸は

大きな減少が生じない。

等のことが知られる。

生糸荷口の織度偏差は原料繭の影響の外に上述のような技術的水準の影響をうける。この関係は $(\text{荷口偏差})^2 = (\text{原料偏差})^2 + (\text{技術偏差})^2 \dots\dots\dots (2)$ の関係で与えられる。生糸荷口の織度偏差が 1.3 デニール、原料繭の偏差（表 2 の成分）が 0.3 デニールであるとすると、荷口偏差の中に占める技術に依存する偏差は

$$(\text{技術偏差})^2 = (1.3)^2 - (0.3)^2 = 1.60$$

となる。ゆえに、技術偏差は $\sqrt{1.60} = 1.26 \approx 1.3$ デニールとなる。すなわち、

(iv) 生糸荷口の織度偏差成分のほとんどが技術偏差成分である。

ということになる。

2.1.6 生糸の品質変動

小野氏が指摘するように、繭糸の物性は繭層部位に従属した変化を示すので、生糸の織度曲線の変化は同時に生糸の織度以外の性質をも変える。その1例を表 3 に示す。これから、

表 3 定粒、定伸、定織生糸の品質特性

項 目	感知方法 統計量		定粒生糸		定伸生糸		定織生糸	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
生糸	織度 d 強力度 g/本 伸度 %	22.27 81.10 19.23	1.76 7.29 1.61	21.51 79.22 18.96	1.32 4.80 1.57	22.04 82.43 19.70	0.82 4.61 1.32	
練糸	織度 d 強力度 g/本 伸度 %	17.32 68.23 19.31	1.31 6.50 2.85	16.58 67.30 18.25	0.93 5.01 1.80	17.00 69.69 19.19	0.77 5.16 2.39	
練減率 %			22.16	1.63	22.18	1.63	22.22	1.28

- (i) 生糸の織度、強力、伸度の変動性は定粒、定伸、定織の順に小さくなる。
(ii) 練糸の強力、伸度の変動性は定伸生糸が最も小さく、次が定織である。
(iii) 練減率は織度と同じく定織生糸が最も安定した値を示す。

等のことが知られる。

以上のことから、定織繰糸法は生糸の紡内変動を著しく小さくする。しかし、現実に生産される生糸は総間変動が大きく、また生糸変動成分のほとんどが製糸技術に依存するものであることが知られる。

2.2 生糸の織度偏差成績

戦後30年間における生糸織度偏差の経時変化を図 46 に示す。たゞし、昭和 30 年までの織度偏差は平均偏差であるので、0.7979 で除し標準偏差に換算した。

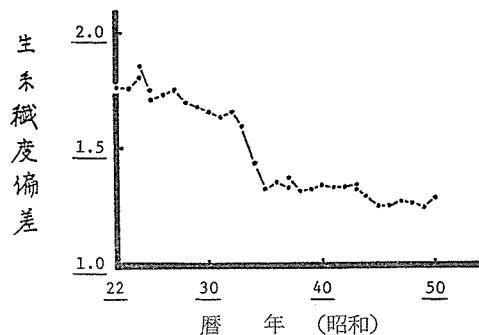


図46 生糸織度偏差の経年変化 (21中生糸)

注) 定織自動機の普及 (昭和 33—34 年)と共に急に偏差は減少

ランダム接緒による定粒織糸が行なわれると、生糸の織度偏差は三戸森氏の式により

$$\text{生糸織度偏差} = \sqrt{\text{粒付数} \times \text{織糸織度偏差}} \dots\dots\dots(3)$$

で与えられる。織糸の織度偏差は小野氏らが示すように0.6デニール前後であり、粒付数を7とすると(3)式から定粒生糸の織度偏差は織糸織度曲線による成分だけでも、1.6デニールになる、これらのことと定織生糸の理論とから、

- (i) 定粒生糸の検査成績は昭和30年頃は1.7デニール前後で経間変動の少ない定粒織糸の良く守られた状態にあった。
 - (ii) 定織自動織糸の普及と共に急激に偏差は小さくなり、昭和35年頃からはほゞ横ばい状態にある。しかし、安定値は理論値0.3デニールより、約4倍の大き目の値である。
- 等のことが知られる。

2.3 生糸の最大偏差成績

定織織糸が理想的に行なわれると、最大偏差は

$$\text{最大偏差} \leq \text{織糸織度}/9P \dots\dots\dots(4)$$

となる、これに対し定粒生糸は

$$\text{最大偏差} \leq 2.75 \times \text{生糸織度偏差} \dots\dots\dots(5)$$

となる。最大偏差の経時変化を図47に示す。

昭和30年は最大偏差4.6デニール 織度偏差
1.66デニールであるから、(4)式の結果にはほゞ一致する。これらのことから、

- (i) 定粒生糸は理論最大偏差と検査成績とが比較的近似した値を示す。
- (ii) 定織生糸は理論値に対し生糸検査成績は約3倍弱という大きな値を示す。

これらのことより、定織生糸は織度分布が両端に長く尾を引く、いわゆる飛び島を生じやすい状態にあることが知られる。

2.4 糸むら（糸条斑）成績

定粒生糸は織糸長の長さを周期とする擬似周期性をもっていた。そのため生糸の織度が細くなったり時は落緒が集中的に発生しやすい状態にある。これに対し定織生糸は表2にみられるように、織糸長1200m、平均粒付8粒であれば $1200/8=150(m)$ 附近に糸むらの周期が現われ、三浦氏によると解じょ糸長/平均粒付が接緒の平均間隔となる。従って、1パネルの長さの中に4回近い接緒むらを含むことになる。それゆえ、100点パネルは出現し難くなるがパネル間の差はなくなり劣等パネルもまた出現し難くなる。糸条斑成績および糸むら成績の経時変化を図48に示す。これから

- (i) 昭和33年頃から糸条斑平均が向上し35年以降はほゞ同じ水準に保たれた。
- (ii) 糸条斑劣等は糸条斑平均と同じ傾向にあるが、昭和33年から35年にかけての成績向上はより著しい。

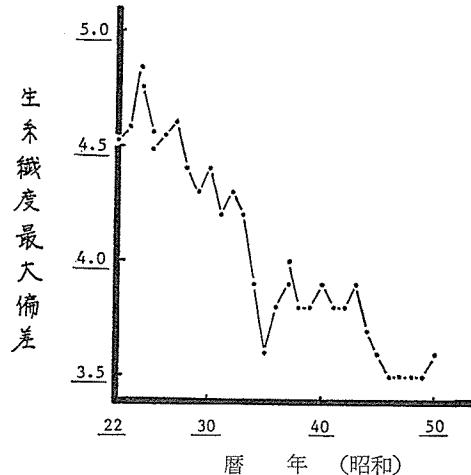


図47 最大偏差の経年変化 (21中生糸)

注) 第1期定織自動機の普及 (昭和33-34) と共に急激に減少。

第2期定織自動機の普及増加(昭和44年以後)により再び最大偏差減少。

ことが知られる。すなわち、糸条斑成績向上の主因は劣等成績の向上にある。検査基準の変更もあったが、その後糸むらは比較的向上しつゝある。

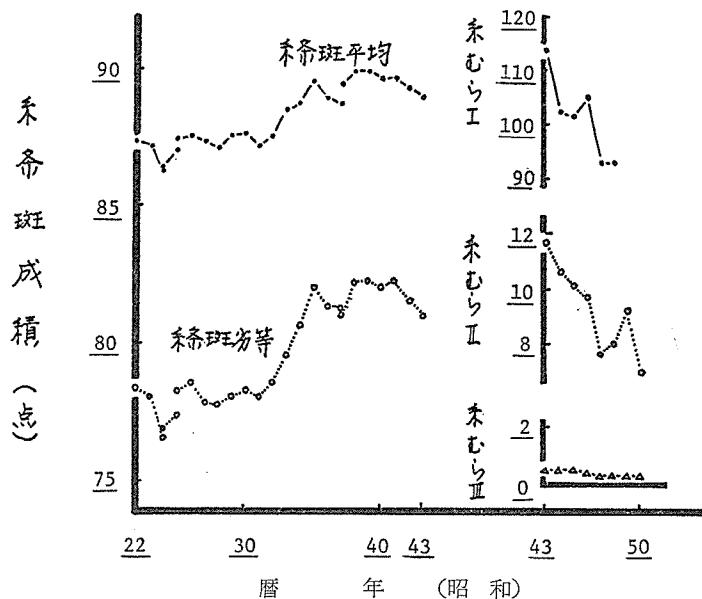


図48 糸むら成績の経年変化 (21中生糸)

注) 第1期定織自動機の普及の増大 (昭和33—34年)と共に糸条斑成績向上。

第2期定織自動機の普及の増大 (昭和44年以降)と共に糸むら数もまた減少。

2.5 ふし成績

図49にみられるように、自動縫糸法に対する糸歩、糸故障を中心に確立されてきた乾燥、煮繭法は特にするぶしを減少させた。その結果大中ぶし点は自動機の普及と共に向上したが、反面煮熟度を硬目にし過ぎて剥離ぶし、大わ・さけぶし等を多くする傾向が生じ、ふし成績は低下した。これらのことから、ふし関係には縫糸張力を目印しに適正処置が必要と考えられる。

2.6 強力・伸度成績

図50にみられるように、縫糸の高速化、硬目煮繭、縫枠糸量の増加等は縫糸張力を増加させる要因となり、縫水分の減少を伴い、生糸の強力を大きくさせ、伸度低下の結果をまねいた。しかし最近は縫生糸の水分調整法や縫放置条件等によって、生糸の内部歪を解消する技術が設

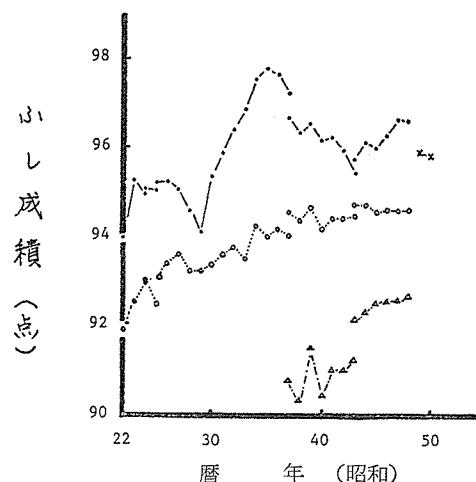


図49 ふし成績の経年変化 (21中生糸)

注) 黒丸実線: 大中ぶし点, 白丸点線: 小ぶし平均点, 三角一点鎖線: 小ぶし劣等点

定され、伸度は向上しつゝある。

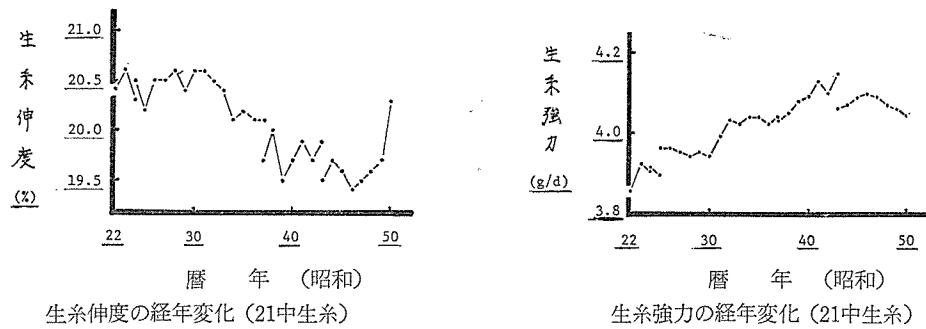


図50 生糸伸度の経年変化

2.7 再繰切断成績

極細むらの減少や小枠巻取方式、浸透法の改良、揚返し薬剤、揚返し方法、束装形態の改良などによって再繰切断は図51にみられるように減少してきたが、最近は再び増加傾向にある。

2.8 生糸品質の問題

定粒生糸に比べ、定纖生糸の品質は纖度偏差の減少に伴い均齊化にした。しかし現行の生糸検査は総間、総内の偏差を総合表示するので、総間変動の増大は総内変動の著しい減少に助けられて表面化せず、検査成績は向上した。しかし、総間変動の増大はたて糸用原糸としては望ましくない。特に飛び纖度総の管理体制は今後の日本生糸の1つの課題であろう。

座繰、多条繰糸に対し自動繰糸の繰糸張力は約2~3倍増加した。この結果は糸かさ高性を減少させ織物の風合低下の1因をなしているといわれている。

最外層繭糸は練減率が30%以上もありしかも糸は脆い。従って、キビソ量減少製糸法は生糸品質低下の1因をなしていると思われる。

内層の繭糸纖度は細いが対デニール強力は強い。練減率は18%前後と少ない。内層落緒減少製糸法は最外層繭糸にみられるほどの糸質低下をきたさない。

これらのことから繰糸張力恒定の原理を基底に無理な繰糸をせず内層の解じょ張力を減少させてビス量を少なくする製糸法が品質からも望まれる。

3. 対 僱 人 員

3.1 繰糸能率

実働繰糸工1人1日当たり繰糸量と運転繰糸機1台1日当たり繰糸量の時系列図は52図のよう

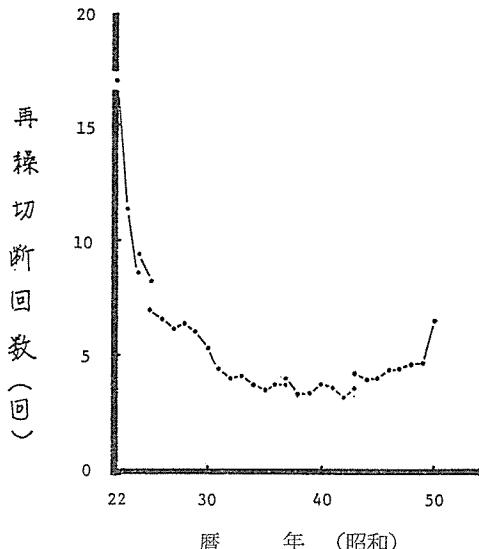


図51 再繰切断回数の経年変化(21中生糸)

ある。これから、

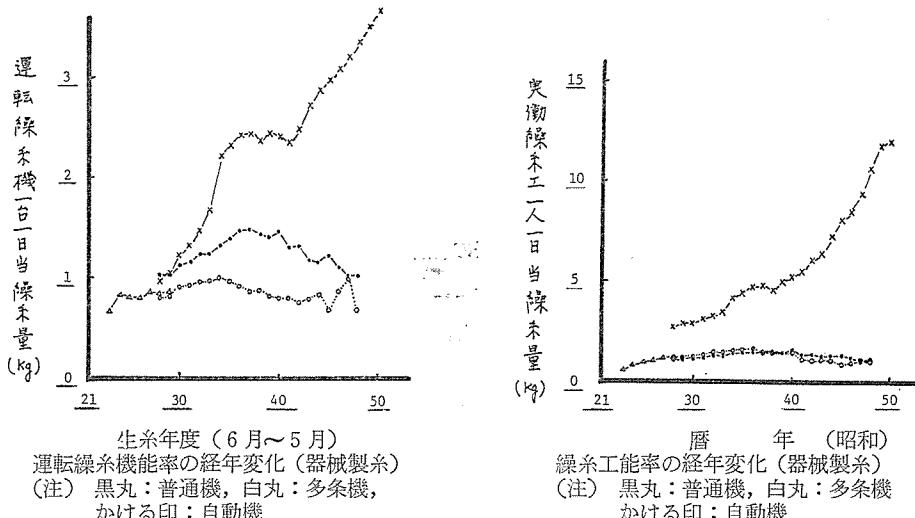


図52 織糸能率の経年変化

- (i) 対人能率は普通織糸も多条織糸も略同じで推移してきた。
- (ii) 自動織糸では索・抄緒、給繭一接緒の機械化、自動化により、対人能率は各年毎に上昇傾向を示している。
- (iii) 織糸機1台当たりの織糸能率は、自動織糸機開発当時は普通機と大差なかったが、定織自動機の普及と共に急激に増加した。これは定粒織糸は落緒一接緒の遅れが直ちに糸条斑、生糸織度偏差の増大に現われ、織糸速度に制限を与えたためである。
- (iv) 自動織糸機普及が1段落した昭和35年から40年にかけて1台当たり織糸能率は一時停滞したが、その後H.R型N.E.B型等の高速織糸機の普及に伴い再び増加した。
- (v) 対人能率は抄緒作業の機械化等の自動機の改良により着実に生産性を高めた。

3.2 生糸目的織度

生糸織度は常に太織度方向への道をたどってきた。この過程を図53に示す。戦後、生産生糸の過半数を占めてきた21中生糸は昭和30年頃から増加しはじめた28中、27中生糸に、遂に昭和49年には追い越されその席を27中生糸へゆづる結果になった。しかるに、昭和50年には、27中生糸もまた31中以上の太織度生糸増の影響をうけ減少する結果をまねいている。

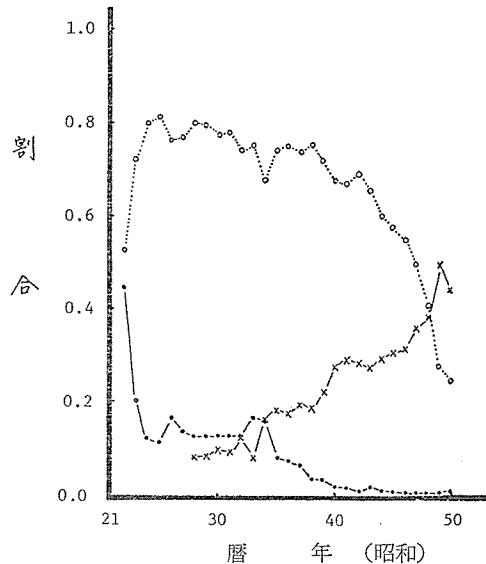


図53 生糸織度割合の経年変化 (器械製糸)
 (注) 黒丸：14中、白丸：21中、かける印：27中
 昭和50年には27中より太織度生糸割合がさらに増加し、生糸織度は太目傾向に進んでいる。

このように太織度生糸への移行は

- (i) 対釜能率の増加
- (ii) 糸故障に関する対人能率の増加
- (iii) 生糸格の安定的保持

等の有利性を背景に今後共増加するものと考えられる。

3.3 糸 故 障

能率は生産過程の最も弱い隘路によって規制される、多条縞糸時代の隘路であった対分の接緒能力は定織自動機の出現によって開放され從来の縞糸に比べ生糸の生産性を著しく増加させた。その結果、能率制限のつぎの要因として、人手を必要とする糸故障の修理問題がクローズアップしてきた。

3.3.1 糸 故 障 の 発 生

1人の縞糸工の受持区内に生じる糸故障の発生数はボアソン分布に従い、発生から発生までの時間間隔は指数分布に近似する。これの1例を図54に示す。このことから、糸故障は引き糸等による誘発発生現象も時には生じるが、一般に受持区内では偶然的に各緒に生じるものとみなしてよいことが知られる。

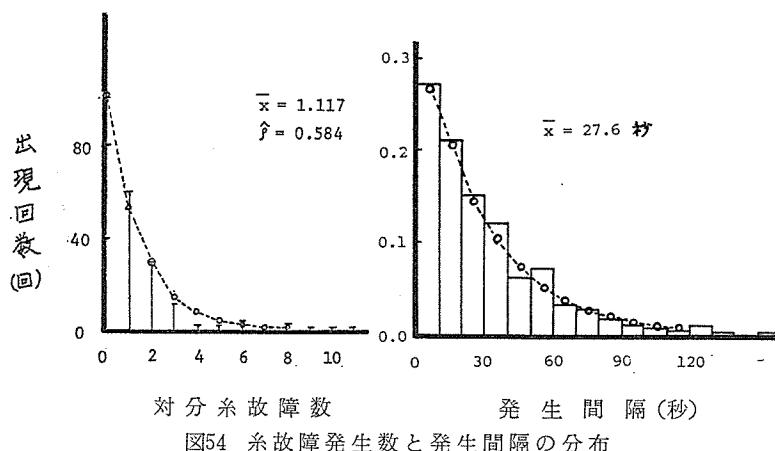


図54 糸故障発生数と発生間隔の分布

3.3.2 糸 故 障 の 修 理

糸故障は修理工が到着するまでの待ち時間と修理着手から完了までの修理時間の二つの操作に分割される。そのため、故障発生から運転再開までの停止時間はパラメータが2のアーラン分布法則に従う。工場調査による縞糸停止時間の1例を図55に示す。

3.3.3 スナップ調査による故障数

1人の受持区にみられる故障数は発生数が多くても、修理が手早やく行なわれれば少ないし、発生少がなくても、修理に長時間かかれれば、瞬間調査の故障数は多くなる。平均故障停止時間と平均発生間隔の比は就業因数といわれる、いまこれを α で表わすと

$$\alpha = \frac{\text{平均縞糸停止時間}}{\text{平均故障発生間隔}} = \frac{T_s}{T_a}$$

スナップ調査で k 緒受持区に故障緒がある割合 $P(k)$ は近似的に

$$P(k) = a^k(1-a) \quad \dots \dots \dots (6)$$

k 緒以上ある割合 $Q(k)$ は

$$Q(k) = a^k \quad \dots \dots \dots (7)$$

平均故障数 m は

$$m = a / (1 - a) \quad \dots \dots \dots (8)$$

で与えられる。

3.3.4 親糸切断と平均故障数

スナップ調査したとき、受持区内の平均故障数は 1.5 ないし 2.0 緒以内が望ましいことが小野氏らによって示されている。この値を変化させる原因の構成表を作成すると表 4 のようになる。

表における各所要時間については坪井恒氏や日産自動車繊維機械部の調査結果がある。いま、例えば糸つなぎを必要とした故障を大故障として工場調査を行なった数値を使い易い値にして $T_e = 25$ 秒, $T_i = 5$ 秒, $T_w = 10$ 秒 $T_a = 30$ 秒とする。こゝで、親糸切断率を 50

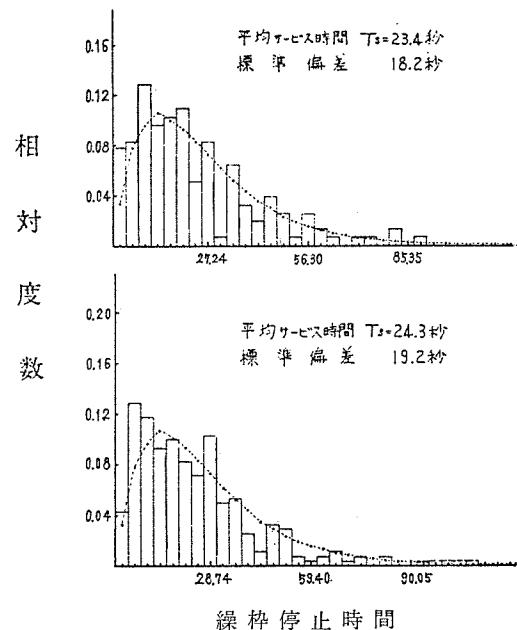
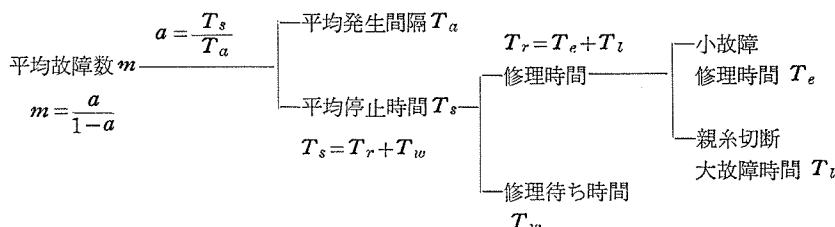


図55 糸故障修理による縄枠停止時間分布

表4 故障平均数 m の構成表



%と 5 %の工場があったとするとそのとき各工場の平均故障数 m はつぎのようになる。

大故障率 50 %

$$T_e = 5 \times 0.5 = 2.5$$

$$T_i = 25 \times 0.5 = 12.5$$

$$T_s = (2.5 + 12.5) + 10 = 25$$

$$a = 25 / 30 = 0.83$$

$$m = 0.83 / (1 - 0.83) = 4.9 \text{ (緒)}$$

大故障率 5 %

$$T_e = 5 \times 0.95 = 4.75$$

$$T_i = 25 \times 0.5 = 1.25$$

$$T_s = (4.75 + 1.25) + 10 = 16$$

$$a = 16 / 30 = 0.53$$

$$m = 0.53 / (1 - 0.53) = 1.1 \text{ (緒)}$$

すなわち、親糸切斷を少なくしただけで、糸故障が多くて繰糸続行が困難な状態が一挙に解決し、修理工の時間が余るほどになる。実際にHR型高速繰糸機の特徴はこの親糸切断防止機構の中にみられる。

3.4 対儀人員

農林省が製糸経営改善に関する種々の方途とその努力目標を示した中で、対儀人員ほど的確にその実をあげているものは他に例をみない。昭和28年以降50年までの23年間の対儀人員の推移を図56に示す。

間接人員の節減、繰糸速度の向上、生糸太纖度への移行、作業の機械化等の技術努力により、生産性は昭和28年の85.4人に対し昭和50年には11.3人と、約20年間に8倍向上した。

3.5 ポスト定織自動繰糸機

座ぐり機、座そう機、多条機、自動機と、それらがそれぞれの時代の代表機種としての責任を果して來た背景には生産性の向上という太い柱と、生糸品質の向上といふこれを支える側面とがあった。

現在の自動繰糸機は、統計資料が示したように、定織繰糸法と生糸纖度の自動制御系を中心と著しい生産性の向上と生糸纖度の均齊性によって、実用化されてから5年足らずの間に多条繰糸機、普通繰糸機と完全にとって代った。

定織自動繰糸機が姿を見せてから、すでに四半世紀が過ぎようとしている。製糸業の厳しい現実の救世主はやはり新らしい自動機の出現であり、それは現行機の最大隘路を乗り越えるものである。

前述までの分析から明らかのように、それは糸故障修理にみられた。この糸故障は繰糸中に発生した特大ぶしを防除する自衛手段であった。

労働生産性を高め、品質向上の条件を備えたポスト定織自動機は、これらのことから、簡便な機構でふしとり、糸つなぎを自動的に行なう、糸つなぎ自動機であろう。製糸研究が集約され一日もはやくこの機能を備えた軽装な自動繰糸機の出現を願うものである。

4. いくつかの新しい糸ぐち

煮蘿についてはキビソ量を多くしないよう配慮しつゝ、ビス量を減少させる膨化煮蘿について詳しくのべたので、こゝでは日本生糸が世界のたて糸原糸となるための新しい製糸法の糸ぐちのいくつかについてのべる。

4.1 原料蘿の混合理論

蘿の減産に関連して外国産蘿と日本産蘿との混合繰糸法や繰製生糸の品質問題が話題を呼ぶよ

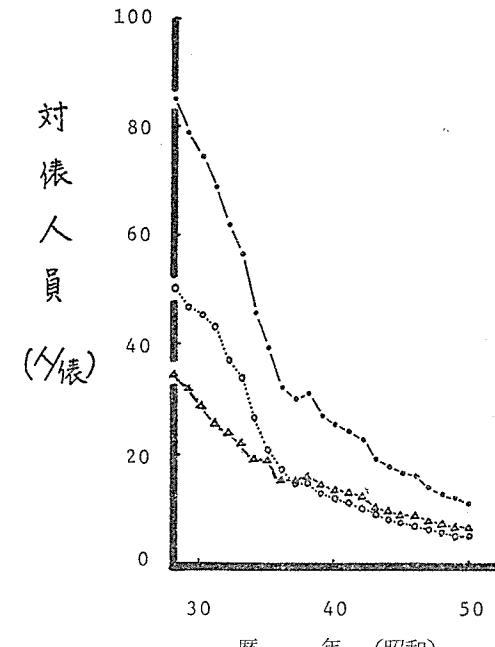


図56 対儀人員の推移

注) 黒丸: 対儀人員、白丸: 繰糸工数、
三角: その他の人数

うになってきた、前者については群馬県の製糸技術センターの実験や堀ノ内虎雄氏、村山誠助氏らの報告等があり、後者については青木昭氏や京都府織物試験場の報告など多くある。生糸品質の均齊性からみると原料繭は同一特性の母集団に限定するのが最も望ましい。しかし、今後の原料繭事情を考慮すると、異質繭の混合繩糸によるたて糸原糸生産技術の検討が必要である。

4.1.1 混合比と混縫分布

染色性の異なる2種の原料繭の混合繩糸を考える。もしも、1本の生糸を構成する繭糸本数の割合が常に原料繭の混合比に等しく保つことができるならばたてじま等の問題はほとんど生じない。混合荷口から無作為にとり出して接緒すると、偶然、どちらかの繭糸のみの生糸が縫製されることがおき、染色性の異なる生糸ができる危険性が生じる。この危険性はそれぞれの原料繭の解じょ糸長の性質と混合比、粒付数によって変化する。その理論的構造は当研究室の北林滋、芳賀信好、鈴木芳志氏らの研究により明らかにされ、つぎのようにまとめられた。

粒付数を k 粒とする。原料繭荷口の記号を例えれば外国繭を A 、日本繭を B で示す。それぞれの解じょ糸長の平均糸長を μ_A 、 μ_B 、解じょ率を η_A 、 η_B とするとき、生糸を構成する k 本の繭糸中外国繭糸が n 本混在している割合 $P(Z=n)$ は

$$P(Z=n) = \binom{k}{n} \left(\frac{\mu_A \eta_B \rho_A}{\mu_B \eta_A \rho_B} \right)^n P_0 \quad \dots \dots \dots (9)$$

$$P_0 = 1 / (1 + \mu_A \eta_B \rho_A / \mu_B \eta_A \rho_B)^k \quad \dots \dots \dots (10)$$

で与えられる。このことを外国産繭について求めた解じょ特性と日本産繭の解じょ特性を用い、電子計算機によって検討した。1例を図57に示す。これから、理論結果と実験結果の良く一致することが知られる。ただし、(9)式における ρ_A / ρ_B は日本繭に対する外国繭の混合比である。また、研究室の検定用自動繩糸機を用いて実際に繩糸試験を行なった結果の1例を図58に示す。

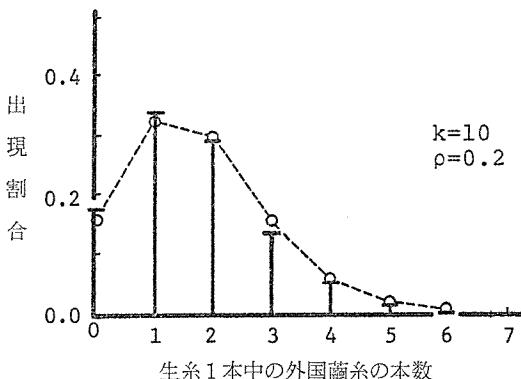


図57 生糸1本中に混在する外国繭糸本数の割合

k : 生糸本数, ρ : 混合比因数

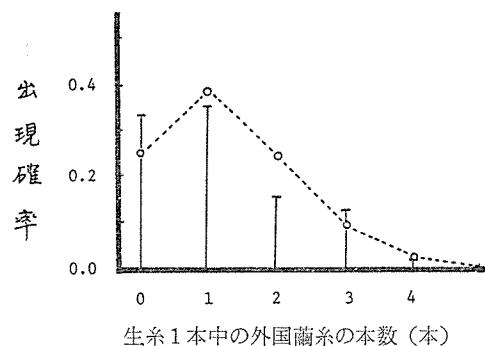


図58 生糸1本中の外国繭糸の混在本数実測分布

$u = 858.3\text{m}$ 外国繭平均解じょ糸長
 $\lambda = 1025.0\text{m}$ 日本繭平均解じょ糸長
 $p = 0.1818$ 混合比
 $\rho = 0.1860$ パラメータ

これらのことから、混合比、解じょ糸長特性が定まると、 k 粒の中に占める外国繭糸の本数の割合は的確に予測できることが知られる。

4.1.2 混合比と生糸の均齊性

外国繭糸の本数割合を決定する因数を ρ とおくと ρ は

$$\begin{aligned}\rho &= \mu_A \eta_B \rho_A / \mu_B \eta_A \rho_B \\ &= \left(\frac{\mu_A \eta_B}{\mu_B \eta_A} \right) \left(\frac{\rho_A}{\rho_B} \right) \dots \dots \dots \text{(II)}\end{aligned}$$

となり解じよ特性を示す ($\mu_A \eta_B / \mu_B \eta_A$) と混合比 (ρ_A / ρ_B) の積によって与えられる。いま、この因数 ρ と外国繊糸の混在状態を求めた 1 例を図 59 に示す。これから、 $k=10$ 本の繊糸のうち過半

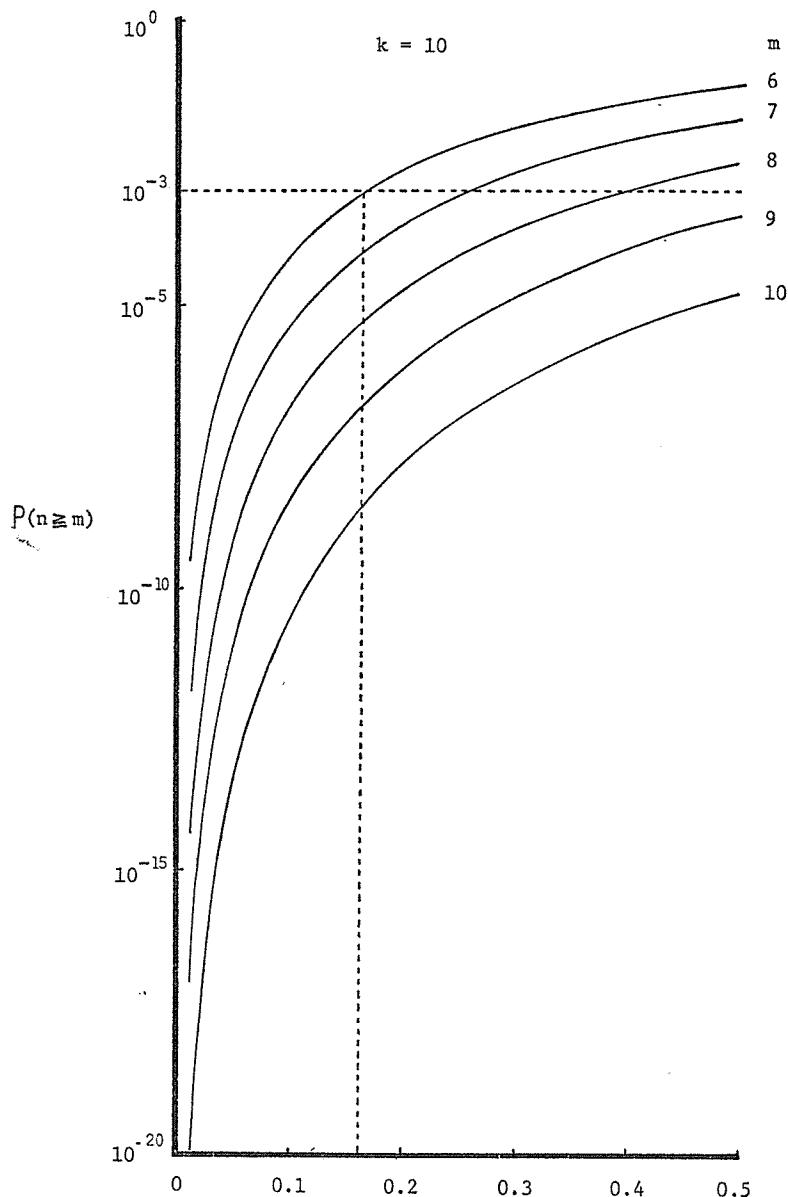


図59 外国繊混合因数と外国繊糸出現割合

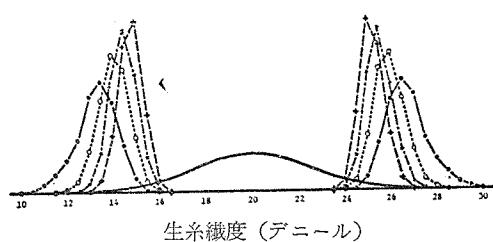
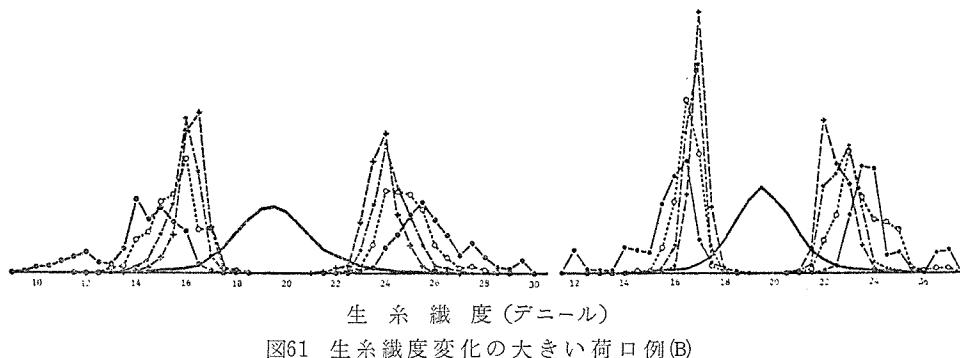
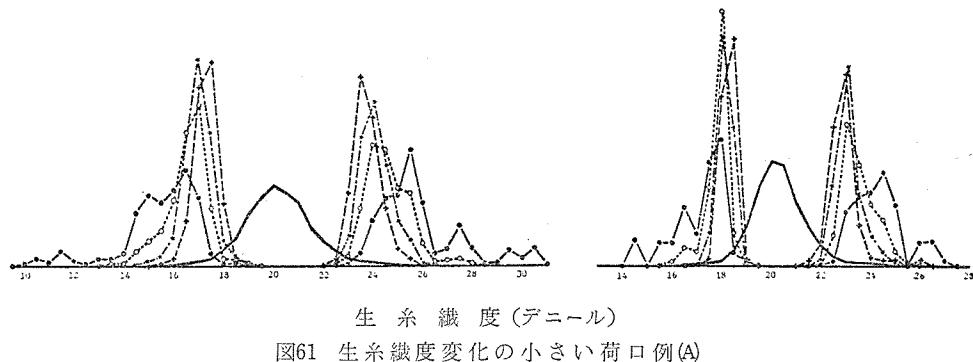
生糸構成繊糸数 $k=10$ 本の場合、 m : 外国繊糸数

太織度縞糸の問題は生糸の太さ以外に精練、あるいは糸の硬軟等の物理的要因も関与するので一面だけで論することはできない。しかし、太糸のたて糸原糸生産技術の確立は今後の大きい課題である。こゝでは、その障害の一つは生糸の飛び織度にあると考え、これらについて研究されてきた西岡孝彦、矢田哲雄、柳沢昭男、大井清文、羽賀秀二郎氏らの研究の一部を紹介する。

4.2.1 飛び織度分布

従来、統計学は平均値を中心に論じられ、分布問題も、データが集中する分布の中央附近に重心が集中してきた。

そのため、分布端に少しの乱れがあつても多くは無視されている。しかし、糸の切斷あるいはたて糸の染むら等の欠点問題の多くは極値現象といわれる稀現象によってひき起される。それゆえ、一見、全く似た分布変動とみられる生糸荷口でも、その極値特性だけに注目すると驚くほどの相違性が現われる。図61は工場A、Bの生糸織度荷口から100回織度糸12,800本採取した



生糸荷口の織度分布と極値織度附近の織度分布との関係
注 実線：荷口織度分布、黒丸：最細あるいは最大織度糸の分布、白丸：第2番目の織度糸の分布、*印：第3番目の織度糸の分布、+印：第4番目の織度糸の分布

ものを母集団分布とみなし、復元抽出法で1回に200本の織度糸をとり出し、その最太、最細織度糸とその近くの飛び織度糸の分布を求めた例である。これから、

(i) 母集団分布は似ていても、分布端の異常性は極値織度に注目すると驚くほど明確に現われる。

ことが知られる。

4.2.2 飛び織度分布の性質

飛び織度分布、第2番の最細最太織度、……というようにその分布附近の織度分布の信頼性を求めた結果は図62のようである。これから、

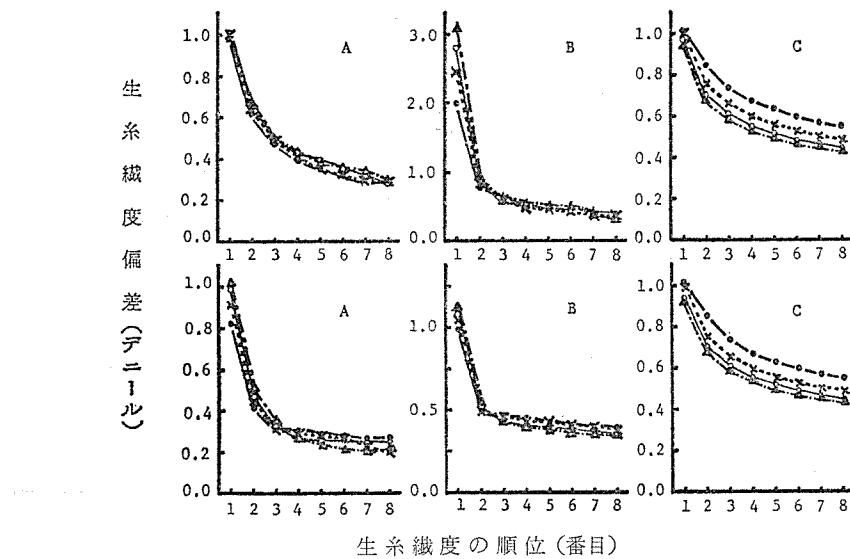


図62 生糸織度糸の大きさの順位と生糸織度偏差との関係

注 図中の記号は61図と同じ

(i) 生糸荷口が飛び織度を含んでいないならば（正規分布）、第1番目に細い織度の信頼性は第2番目以降に比べ若干大きくなる程度で極端な差はない。

(ii) 飛び織度を多く含む生糸荷口分布では最細・最太織度の散ばりが極端に大きい。

(iii) 優良荷口といわれるものでも、飛び織度は含んでおり、それは最細、最太織度の散ばりの大きさに現われている。

等のことが知られる。

4.2.3 最大偏差

一般的の統計的点検システムは、生産工程の主体条件の流れ方向にくるいが生じていないかを見るに主力がおかれており、稀に現われる異常は目をつぶるか、あるいはそれの検出力の極めて劣る検査法がとられている。生糸検査は、他の検査法にみられない最大偏差という検問がある。これは極値の信頼性が劣るのを補うために、分布端データ4個の平均値で求められている、このことについて検討された結果は図63に示すように

(i) 4個の平均値より、4番目のデータたゞ1つに注目した方がデータの信頼性は高まる。

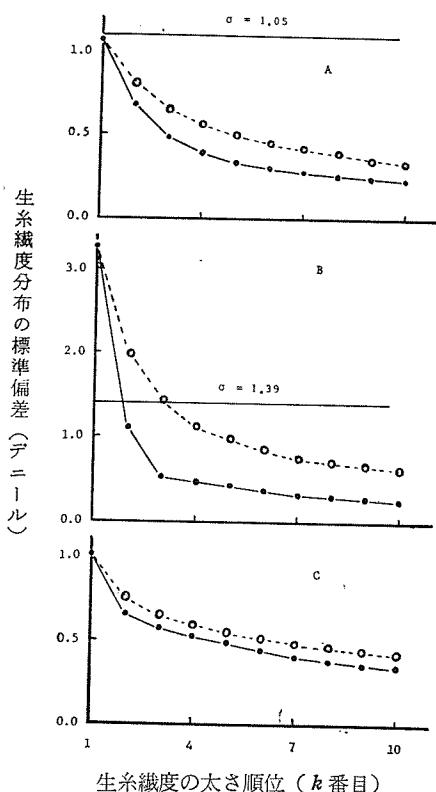


図63 太さ順位と X_k , \bar{X}_k の標準偏差との関係

白丸点線; \bar{X}_k の纖度標準偏差。

黒丸実線; X_k の纖度標準偏差。

A, B; 生糸荷口記号。C; 正規分布型荷
口。 σ ; 生糸荷口纖度偏差

4.2.4 飛び纖度の点検基準

上述までの理論を基に、工場で飛び纖度の状態をすばやく知って、対策を打つための基準値表を作成した、その1部を表5に示す。この表は例えば

- (i) 目的纖度 20.5 デニール、纖度偏差 1.3 デニール目標の生産を行なっている。
- (ii) 無作為に 25 本の纖度糸を採取し纖度を求めたところ、最細纖度が 16.5 デニールであった。
- (iii) 飛び纖度を生産している異常状態にあるといえるか。

という問題に対し、表5を使い

- (i) 間違った決定をする危険率を定める（普通は 5 %）
- (ii) 標本の大きさ（纖度糸本数）25 本と順位 1 のところの危険率（5 %とおく）の位置の係数（2.87）を見つける。
- (iii) 細とびの判定値を $目標纖度 - 係数 \times 纖度偏差 = 判別値$
 $20.5 - 2.87 \times 1.3 = 16.8$

ことがみられる。また、最大偏差の信頼性とサンプルの大きさとの関係を求めるとき図64のようである。これから

- (ii) 工場で最大偏差を求めるならば、1回に 50 本の纖度糸をとるのがよい。
- (iii) 飛びじまが出ないなら、纖度糸の本数は工場の都合で決めればよい。ただし、一度決めたら、その本数は変化してはいけない。

等のことが知られる。

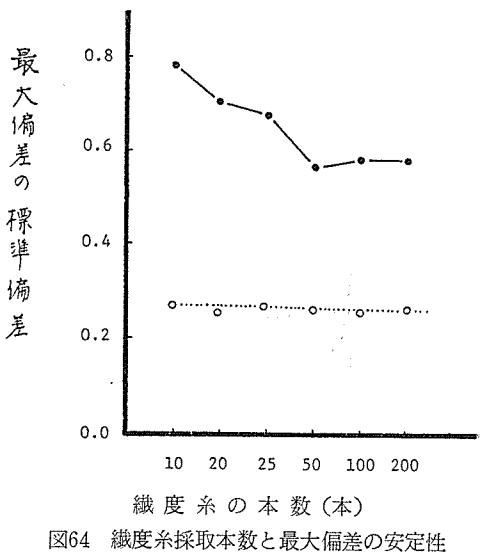


図64 纖度糸採取本数と最大偏差の安定性

——・——：工場分布,: 正規分布

表5 飛び織度管理基準値表

順位 (i)	危険率 (α)	標本の大きさ (n)		10	20	25	40	50	100	200
		0.010	0.025	3.09	3.29	3.35	3.48	3.54	3.72	3.89
1	0.025	2.80	3.02	3.09	3.22	3.29	3.48	3.66		
	0.050	2.57	2.80	2.87	3.02	3.08	3.28	3.47		
	0.100	2.31	2.56	2.64	2.79	2.86	3.07	3.28		
	0.010	2.16	2.43	2.51	2.67	2.75	2.97	3.18		
2	0.025	1.96	2.25	2.33	2.51	2.58	2.82	3.03		
	0.050	1.79	2.10	2.19	2.37	2.45	2.69	2.91		
	0.100	1.60	1.93	2.02	2.22	2.30	2.55	2.79		
	0.010	1.67	2.00	2.10	2.29	2.37	2.62	2.85		
3	0.025	1.50	1.85	1.95	2.15	2.24	2.50	2.74		
	0.050	1.36	1.73	1.83	2.04	2.13	2.40	2.64		
	0.100	1.20	1.59	1.70	1.91	2.01	2.29	2.54		
	0.010	1.32	1.71	1.82	2.03	2.12	2.39	2.64		
4	0.025	1.17	1.58	1.69	1.91	2.01	2.29	2.54		
	0.050	1.04	1.47	1.58	1.81	1.91	2.20	2.46		
	0.100	0.89	1.34	1.46	1.70	1.81	2.11	2.38		

注) i) 正規分布からとられた順序統計量 X_i の管理基準表 ($i = 1 \sim 8$) 正規分布から抽出された n 個のデータにおける (i or $n - i + 1$) 番目の順序
 統計量が t (or u) 以上となる危険率が $\alpha\%$ 以下であるような位置 t の表。
 ii) $n = 200$, $\alpha = 0.05$ なるとき, 母集団標準偏差が σ であるとき, 最大(最小)値が $\mu + 3.47\sigma$ 以上離れていたら, それは $N(\mu, \sigma^2)$ からの Sample とはいえない。(危険率 5%)

(iv) 判別値より実測値 (16.5) の方が小さい。

(v) 細飛び生産状態にあると判断

というような判定を下す。これは工場が適正状態にあるときでも, 16.8 デニールという細織度までは時におきことがあるが 16.5 デニールという織度は細すぎることを示している。

4.3 接緒系の点検

製糸工程での唯一の生産作動は接緒である。それゆえ, 生糸品質, 能率, 糸歩に関する最大情報が接緒の時間的出現特性の中に含まれている。このことについては柳原茂, 西出照雄氏らの実験的検証や三浦氏による理論的解説がある。接緒分布については坪井恒氏らの研究があるが, 当研究室で行われた, 木下晴夫, 高橋修, 上野武男, 川久保八郎, 長島衛氏らがまとめた異常接緒の検出システムについて述べる。

4.3.1 1 緒毎の接緒数の分布

接緒は取り出しの成否と接緒の成否の二つの段階を経て行なわれる。正緒繭の取り出し効率と正緒繭の有効接緒効率との積を接緒効率と呼ぶと, 坪井氏らによるように, 接緒成功までの繰返し数は接緒効率をパラメータとする幾何分布に従う。

4.3.2 有効接緒効率の分布

各緒は固有の有効接緒効率をもっている。この値はそれぞれ異なり, 工場全体としては管理の

良否に依存するが分布的変動を示す、工場調査とその理論的解析から、各緒の有効接緒効率は β -分布法則に従うことが推定された。

4.3.2 工場全体の接緒分布

各緒により、有効接緒効率が異なり、同一の緒でも、その都度接緒成功までの回数は変化する、このとき、特定緒に関係しない工場全体の接緒数の分布は有効接緒効率の分布と各緒の接緒数の分布の結合分布となる。しかし、実験の結果、工場全体の接緒分布もまた幾何分布で近似できることが知られた。

4.3.3 不良緒の探索

飛び織度を生じさせる不良緒は迅速に検出し修正処置をほどこしたい。しかしその判断をデータに基づいて行なうと、誤差によって不良緒が誤って優良緒と判定されたり、その逆が生じたりすることがある。今までの接緒理論を基にして、優良緒を誤って不良緒と判定する危険率は5%以下に、不良緒を優良緒とする危険率を10%以下にする判定規準を設けた。その1部を表6に示す。これによると、例えば合格にすべき有効接緒効率を80%，不合格にすべき値を50%とすると、表から(14, 21)をうる。この値は「14回の有効接緒をうるまでの間に無効接緒を含む接緒総数が21回以下であるならばその緒は合格、21回を超えるものは不合格とすればよい」ことを示している。

表6 不良緒探索規準値表

PA	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65
規準値 PB	r l						
0.30	3 4	3 4	4 6	6 10	5 9	7 14	8 17
0.35	4 5	5 7	6 9	6 10	8 14	10 19	4 28
0.40	4 5	5 7	6 9	8 13	10 17	14 25	18 36
0.45	5 6	6 8	7 11	11 17	14 23	18 31	— —
0.50	6 7	7 10	10 14	14 21	19 30	— —	— —

PA：合格にすべき有効接緒効率、 PB：不合格にすべき有効接緒効率

r：有効接緒回数、 l：r回の有効接緒をうるまでの接緒総回数

摘要

- (1) キビソ量を現在以上多くさせずにビス量だけを少なくする製糸技術として
 - (i) 中滲透、排気量制御による膨潤煮繭技術の導入
 - (ii) 繰糸張力恒定の原理に基づく高温、低速繰糸法（太織度繰糸）の設定
 - (iii) 持ち繭量の少ない自動繰糸機への改良
 - (2) たて糸繰糸技術を設定するための
 - (iv) 接緒、感知器系管理を中心とした総間偏差、飛び織度の制御技術
 - (v) 原料繭の混合理論の形式化
 - (3) 労働生産性と生糸品質向上の面からみたポスト定織度繰糸機の開発目標として
 - (vi) 自動ふしとり、糸つなぎの軽装備繰糸機の具現化
- 等がとりあげられた。これらはいずれも非常に困難な問題を含んでいるが、それらを乗り越え、新しい製糸業の進む分野を樹立したいと思う。