

製糸工務の科学的分析と品質管理

農林省蚕糸試験場 嶋 崎 昭 典

1. はじめに
2. 製糸工務の特殊性とその課題
3. 具体的問題の提示
4. 問題解決の方向
5. 繰糸成績の変化を示す目印しの選択
6. 統計のはなし
7. 繰糸中にあらわれる落緒の性質
 - 7.1 一定時間中に生じる落緒数が調査時間の変化に伴って変化する性質
 - 7.2 原料繭の性質と繰糸中にあらわれる落緒の性質との関係（落緒管理のベース）
 - 7.3 解舒糸長分布について
8. 落緒—接緒管理方式
9. 生糸織度の性質
 - 9.1 容易に管理できる性質と犠牲を払わないと管理できない性質
 - 9.2 生糸織度の基本的性質（織度管理のベース）
 - 9.3 生糸の織度特性と他の品質特性との関係
10. 段取りと糸斑の巾
 - 10.1 粒付調整間隔の分布
 - 10.2 落緒—接緒によって生じる斑巾と粒付調整間隔との関係（糸条斑管理のベース）
 - 10.3 斑巾をある値に押えるための1. 2の具体的問題
11. 統計的管理
 - 11.1 W. A. Shewhart の考え
 - 11.2 製糸の立場からみた従来の統計的管理への批判
 - 11.3 ここにおける統計的管理の考え方

1. はじめに

多条繰糸機を充分使いこなしていますか？と質問されたときイエスと答えられる人はどれ位いるであろうか。このように簡単な機械でさえ使いこなすということはなかなか難しいものである。ましてやそれ以上複雑な自動繰糸機をうまく使おうと思うとこれはなかなか大変なことである。（勿論繰糸機械をつくる人達は、製糸工務でこれが容易に使える形にもっていく努力を払うのは勿論である。しかし、こゝでは機械の問題にはふれない）。

機械を運転するのなら、少し機械の知識があれば誰れにでもできる。しかし製糸において機械を使いこなすためには、機械の知識をもつと共に原料繭が加工処理されて生糸がつくられていく「しくみ」を品質、能率、歩留りの3者の側からながめてこれをはっきりつかみ、これに精通していなければできないわざである。こゝに製糸工務の一番のむづかしさがある。しかもその知識が議論用の知識として頭の中にしまわれておくような姿でなく、すぐに「どうしたらよいか」「こうしたらよい」といえる形でもっていなくてはならない。だから製糸においては高度に発達した繰糸機械よりは単純な繰糸機を使いこなすことの方に製糸工務としての前述のこととはちがった意味のむづかしさがある。多条繰糸機を中心にした製糸技術が確立されれば、製糸の特殊性に立脚した製糸技術の多くの問題が解決されるので、こゝではこの問題を中心に論じたい。定織度方式の自動繰糸の問題についても以下のべることに対応した法則が理論的に導かれるが、これはさらに実際に応用した結果をみてから述べたい。

2. 製糸工務の特殊性とその課題

製糸工務の特性は、生産過程の単純性と原料荷口の小さいことの2点にみることができる。

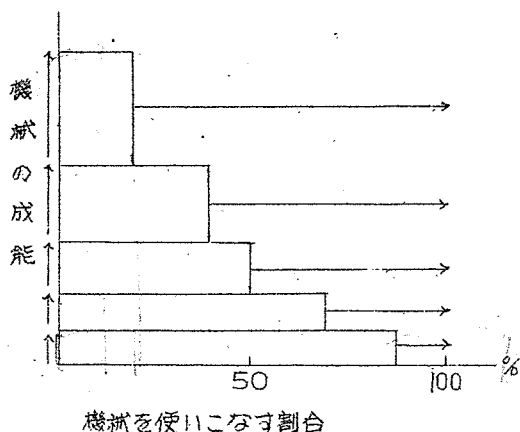
前節で、製糸のむづかしさは、生糸がつくられるしくみを能率、歩留り、品質の3つの面でつかみこれに精通していなくてはならない点にあるとした。これはどういう意味であろうか。

近代企業発展の1つの断面は製品の新規開発に伴う企業の飛躍的發展とテイラー〜フォードシステムの企業導入にみられるような作業の合理化ならびにその機械化と、これらの効果を大量生産によって拡大した点にみることができる。かゝる分野においては生産技術が企業の中において主体的な役割を演じ、またそれが演じることのできるような場が与えられていた。

絹は長い歴史をもっている。製糸技術はこの歴史と共に歩んできた。しかしこの間生糸の生産方式は一貫して「蚕のつくった繭殻から繭糸を繰り戻しつゝ、目的の太さにより数本をあわせ一定の太さと長さを有する、織物、編物用の原料糸—生糸—をつくる」ことであった。このような生産方法は必然的に製品生糸の価格に占める原料繭代の割合を大きくし、生糸の品質特性の多くは原料繭の性状に支配され、能率が単位時間当りの接緒回数で規定される結果へ導いた。これらのことは製品の新規開発に本質的な限界を与え、生産技術が導入され、それが活動する余地を与えず、さらに企業を不安定なものにするという意味で製糸業が近代企業として発展することをさまたげることになった。

こゝにおいては生産技術は専ら原料繭が保有する量的なもの、質的なものをいかに損傷せずに生糸へ移行させるかという方向にむかってすゝめられた。かゝる消極的な立場における生産技術は経験だけで充分対処できるものであり、新進気鋭な方法の必要性は認められなかった。すなわち、製糸においては他の企業にみられるような意味での生産技術は必要とされず、またそれが積極的に働くことのできるような場は与えられていなかったのである。他方このように誰れにでもできるような気易さを与える程原料繭の性状に依存した企業でありながら、原料繭の荷口は繭特性の生産環境に支配される特殊性質とその生産基盤とからして工業製品の原料としては余りにも小さい荷口に制約される。またそのように層別しなくては均一生糸の生産ができないという点にもあった。このような生産の特殊性の中にも製糸業は発展してきた。しかしこれは、主として製糸機械、なかんずく繰糸機械の発達に負うところが大きであった。

第1図 機械の発達と工務の役割



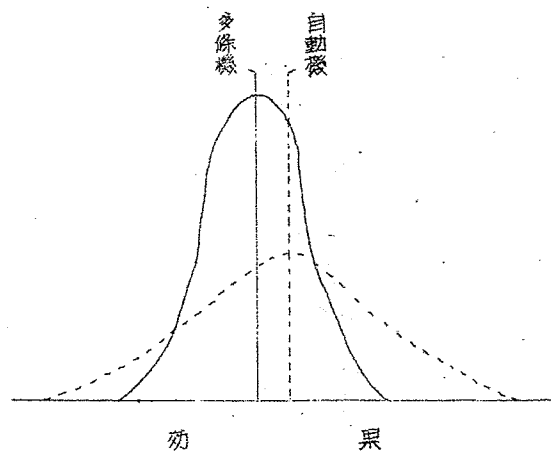
発展を飛躍させるものは機械の発達である。

しかし、機械だけ発達してもこれを使いこなさなく

ては意味がない。製糸工務には機械の成能を100%

発揮させる任務がある。

第2図 繰糸機械と製糸技術



カ布の巾が製糸技術の効果を示す。平均値のちがいは機械の優劣を示す。

- ① 多條機では非常に成績がわるくなることがないかわりに、ぐっとよくなることの期待も少い。
- ② 自動機は平均的に見れば多條機より効果はあるが、使い方によっては多條機よりずっと悪くなることもある。多條機では足もとにも及ばない位よくなる。
- ③ 多條機を使って、これの最大の効果をあげようと思えば、非常に高度の製糸技術が必要。
- ④ よい自動機ができれば、管理方式を確立さえすれば、自動機の最大効果を発揮させるのはそんなに困難なわけ

製糸工務の特殊性を他の側面からみると、生産業においては、工務の地位が主体的であるべきなのに上述の生産の特性のために製糸工務の地位は製糸経営の中において、決して高いものではなかった。すなわち、原料の購入、製品の販売、資金の調達などの方が先行し、工業というよりは商業的色彩の強い性質のものであった。しかし、糸価格の安定労働その他の条件の推移に伴い経営の中心課題は生産過程の合理化へと向けられてきた。この1つのあらわれは機械設備投資の増大にみることができよう。

こゝにおいて製糸工務に要望されるものは過去においてそうであったような経験を中心にした消極的な水準における生産技術から脱却して、与えられた原料、与えられた機械設備、作業力等を100%活用して目的品位の生糸をいかに経済的に生産するか、その技術を確立し実行するかということである。

3. 具体的問題の提示

結論的にいって、前述のことを具体的に解決するということは、繰糸工程中にあらわれるいくつかの現象の中から1, 2の現象に着目し、その現象の変化をみることにによりまわつていく生糸の品質は合格、能率は、歩留りはどうかということをも正しく判断して、それではここをなおさなくてはならないか能率をもっと上げなくてはならないというようなことが適切にいい、またできる技術を身につけることである。

私達の日常なすことが前述のようなことであり、またそういうことに努力が払われてきていたとしたならば、私達はどんな問題に取組まなくてはならなかったろうか。

製糸における多くの問題は互に関係しあっているもので、1つのことを思うとおりにやろうと思えば、「いもづる」的にいろいろのことが皆んなあがってきて、それらを解決しないかぎり何んにもできないというようなことになるので、具体的な問題を最終的な管理の段階から眺めてみることにしよう。

i. 一般の品質管理の方式はできあがった製品の品質を検査して、不良品または欠陥がみ出されたときは直ちに製造工程に連絡して修正処置をとる。しかし、繰糸された後の生糸の検査から飛び織度がみつかったとき、それから現場で適切な処置をとるようにすることは原因の検出がむづかしくなかなかにできないのが実情である。また、仮りに容易にみつけれ出されるとしても1日も2日も後でわかったのではその間にわるいものがどんどんできているのであるから有効な方法とはいえない。そこで、もし生産条件に乱れが生じたときは、それが繰糸中すぐみつかり、適切な修正処置のとれることが望ましい。

ii. 製糸では品質だけを管理したからそれでよいというものではない。常に能率、歩留り、品質の3者をにらみあわせ、最適条件が保持されているか否かを知ることが必要である。

iii. 原料荷口は小さいのであるから20日も30日もの間生産した後に管理基準が設定されるような一般の方式によったのでは、管理方式がきまったときにはその荷口がすでに終りに近いというようなことになってしまう。それゆえ、日々の生産工程の情報によらずに、生産に入るまえに管理基準が与えられることが望ましい。

iv. 能率、歩留り、品質に関係するものを全部とりあげて、管理図をつくることができればそれにこしたことはない。しかし、そのためには非常に多くの人員とそれから必要な情報を抽出する大きな計算能力が必要となり、そのため、実際には管理図に追われて動きがとれなくなってしまう。重点的に1つか2つの現象に着目し、その動きをみていけば、必要な情報のほとんどすべてが得られ工場全体の運行状態が押えられるようなものでなくてはならない。このために、着目した現象の変化が直接、品質、能率、歩留りにつながっているようなものでありさらにこのつながりの機構をしっかりと理解していることが必要である。

v. その現象が管理されているということと所期の目的が達成されているということとは全く同等なものではなくてはならない。

4. 問題解決の方向

1. 能率、品質、歩留りの3つの側から、生糸がつくられる過程のしくみに関する法則をみつけ出し、目的によって自由自在に生産方法のしくみがえられるようにする。

2. ひとたび生産方式が指示されたら、それが完全にまもられるような管理方式を確立する。

以上のことはおゝざっぱにいうと、製糸工務のなすべきことは原料や機械やその他の設備、作業力等が与えられたときこれを有効に利用して、最も経済的な条件を保持しつつ生産を行うことにあるといえよう。

原料の形や性質をかえて目指す製品をつくる一連の物の流れに関する技術を生産技術、製品をつくるいくつかのやり方の中から最も経済的な生産方式を選択する技術を生産の場における経営技術という名で呼ぶことにしよう、このように決めると生産技術の研究は (i) 生産を行うとき常に関心の的となる糸目 (能率)、糸歩 (歩留り)、品質がどのようなしくみによって形づくられていくかをそれぞれの生産方法別に明らかにし、周囲の情勢を判断して最適方法を決定するのに必要な情報をすべて提示し、(ii) 一たん生産方式が決定されれば、今度はそれをそのとおりに遂行できる技術のうちたてを中心にしたものでなくてはならない。従って製糸工務の中心問題はこのような意味での生産技術を早く確立し活用することにあるといえる。そのためには (i) 項に示した「生産過程のしくみ」を明らかにする、すなわち生産過程を科学的に分析して生産の流れの中にひそんでいる法則を見つけだすことを第1にしなければならない。他方私達はしようと思ったことをそのとおりにしたいと思うが、しかしそれを実行に移したとき偶然やわけのわからない多くの原因に左右されて、厳密には思ったとおりにことが運ばれないのが常である。最も経済的な生産のしかたがわかりその指令をうけても現実に機械や作業員をつかってそれを行わせると、そのとおりにならないことは誰れでもが経験している。しかし私達はいわれた通りにしなければならない。そこで第2はこのような現実と理想をできるだけ近づけそれを保持する技術を身につけなくてはならない。すなわち (ii) 項に示した管理の問題を解決しなくてはならない。

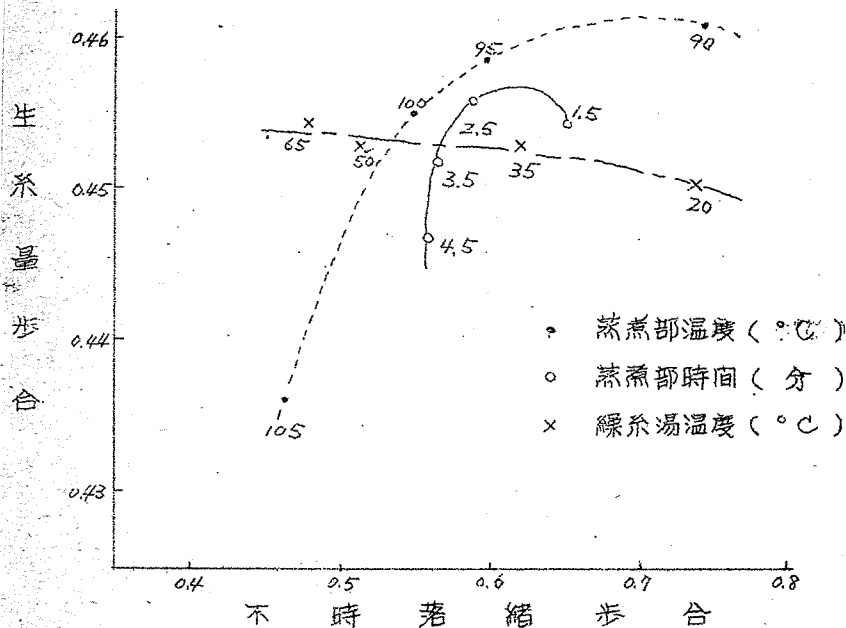
5. 繰糸成績の変化を示す目印しの選択

目印しには、繰糸中に生じる落緒 (自然落緒 + 不時落緒) と段取りに注目し、副次要因として原料繭の織度特性をとる。

繰糸成績は糸目、糸歩、品質の変化であらわされる。いま、で考えられてきた条件からいえば、(i) 工場の繰糸成績をいいあてるような第1の目印しは上述の3項目の情報を最も多く含んでいるような現象であること。(ii) 繰糸工程中容易に見出されること (iii) それから得られた情報にもとづいて直ちに処置がとれることの3つの条件を満足するような目印しでなくてはならない。まず能率は一定時間当りの接緒回数によってきめられる。この接緒は定粒繰糸では落緒が指示する。従って能率の情報は落緒現象が最も大きく含んでいる。生糸品質の多くは原料繭に支配される。工程中操作等により大きく影響されるのは糸斑である。事実糸斑が品位決定に一番大きい影響力をもっている。この糸斑のうち糸条斑に作用する大きい要因は落緒現象と粒付調整を行う接緒との時間々隔である。生糸の織度特性は生糸構成繭糸の組合せ関係であり、つけかえ接緒等によってこれを行うことはやはり結果的にみて解舒糸長を短くさせ落緒が生じたと同様の意味にとれる。糸歩は第3図に1例を示したように解舒と密接な関係があり多くの場合落緒をよくしようとすれば糸歩を低下させる。このように考えると

第3図 蒸繭処理 (蒸繭部温度・時間) ならびに繰糸湯温度の変化と生糸量歩合

ならびに不時落緒歩合との関係 (4水準の3元配置法による)



能率、糸目、糸歩、品質に最も大きく影響している。逆にいえばこれら3要素の情報を最も多く含んでいるのは落緒—接緒現象である。従って落緒の出現性（不時落緒＋自然落緒）の変化が提示しているところの情報を解読して、工程全体の運行状態を押えることが第1である。第2は繰糸中に繰られている生糸の品質をより正確に知ることである。これには織度偏差と糸条斑がどんな過程を経て形成されていくかを明らかにして、これを繰糸工程中で押えられるようにすることである。

これらの目印しによって

1. 落緒（不時＋自然）現象から工程の運行状態がわかるようにする。
2. 落緒現象と段取り状態から繰糸中に繰られている生糸の糸条斑成績を容易に知り、目的の成績になるよう処置する。
3. 生糸の織度特性（平均織度、織度偏差、織度の連続性）が原料特性、繰糸技術によって形成される過程を明らかにする。

6. 統計のはなし

私達がこうして勉強したり研究するのは、1つの手がかりをもとにして、いまできつゝある製品の品質や能率、歩留りをまたは将来おこりうるであろういろいろのできごとを正しく判断することであるといえよう。そして、その判断をもとにして適切に目指している生産の目標に向い推しすすむことである。

この判断のよりどころは長い間の経験によることもあれば調査や実験の結果によることもある。しかし、周囲の条件さえ許されるならば、それらの間に伝わっている法則をみつけ出し、それに従って目的を達成するのが一番よい。しかし、たとえこの法則を知ったとしても私達は目指すものをそのままずばり言いあてることができない。それは常にその法則に具体性を与えるデータが多くのわからない、または偶然の原因に支配されて実験のたびごとにくいちがってしまうからである。このような判断の基礎を与えるべきデータのフラツキを何とか処置して、できるだけ間違いの少ない判断のよりどころを得たいと思う。その要求を満足させるものとして登場してきたのが統計学である。

6.1 統計学の対象

現実現象は常に変化している。そしてこの現象を変化させる原因は未知であり、偶然的であって我々はそれについては何ら手のほどしようがない。だが、この現象がくりかえしくりかえしおきているのを観測しているうちにその現象の性質の変化にはある「確らしさ」があるようなことをよくみかける。たとえば、「50円硬貨10個をいくどもいくどもくりかえし投げて、その表と裏の出方を観測したところ表と裏の出る数は5枚、5枚位のときが多く出るらしいが全部表とか裏になることはあまりないようだ」というようなことである。私達はこのような1回だけの変化をみたのでは手の下しようのないことでもそれがいくどもいくどもおきる現象であり、その集まりの中には1つの集団的法則があるようなものだけを対象にすることにする。そして、現象を観測して得られた知識を積み重ねることによってその変化の中にひそんでいる法則をみつけ出す（この1つは経験という名で呼ばれる）。従って、以下私達はこうゆう現象がおきる場（確率の場）が与えられその中でくりかえしおきている現象だけを考える。

6.2 くりかえし測定できる、あるいはおきる現象の基本的性質

(i) 平均値と標準偏差

いま1荷口の繭が山のようにあけられてあったとしよう。そこで、この荷口の繭の大きさはどれ位か知りたと思った。そこで、40個の繭を荷口全体からデタラメにとり出してそれを水銀の中に押し沈め、1個1個の容積を測定してみた結果、

- (i) 繭の大きさは最初に測定した1個の値をとって 9.0Cm^3 だといってよい。
- (ii) 最大と最小の値 $9.5, 6.2\text{Cm}^3$ をとって $9.5\sim 6.2\text{Cm}^3$ の範囲にあるといってもよい。
- (iii) 真中位の値 7.0Cm^3 を目で選んで 7.0Cm^3 位だといってもよい。

しかし、こうゆう情報を一番わかりやすくするのは繭の大きさ別の図表をつくってみることである。いま級の巾を 0.3cm^3 にとってつくった柱状図表と呼ばれるものの1例を第4図に示した。これを見るとこの荷口の繭の大きさの全体の容相をうかがうことができる。しかし、このような図では人に話すのたび毎にいちいち図に

書いてみせなくてはならない不便さがある。
そこで、この図の性質を簡単な数個の数値で
いいあらわすことができれば便利である。そ
こで、この図からいいたい事柄を集約してみ
ると

(i) この荷口の繭の大きさは「いくつ」
だと1口でいえるような値が欲しい。

(ii) この荷口の繭は小さくともいくつ、
大きくともいくつというようなちらばっている
範囲をいいたい。

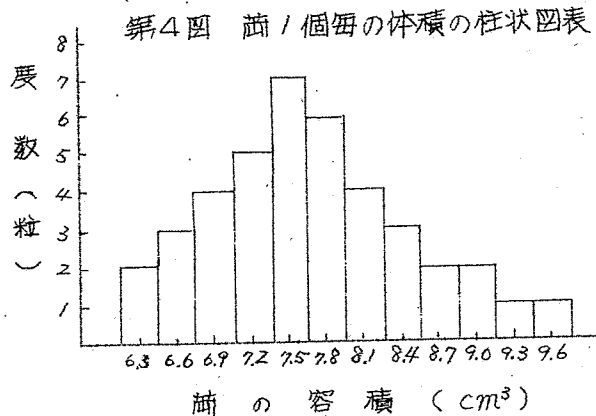
実際には(i)は(算術)平均値といわれ
る値で(ii)は標準偏差といわれる値でそれ
ぞれ示される。

こゝでは平均値 = 7.67 cm^3 ,

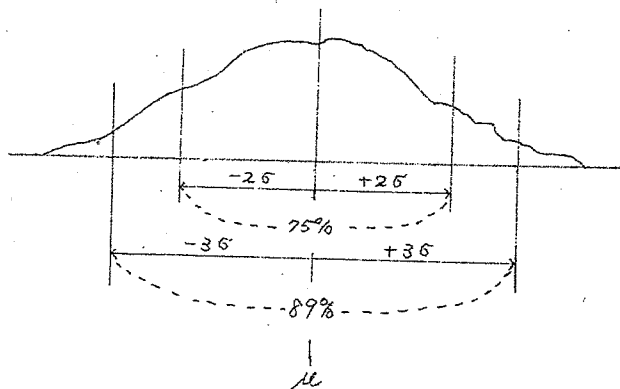
標準偏差 = 0.8 cm^3

しかし、この40個の繭もっている情報を

100%かくとくしたとしてもそれはあくまでも40個についていえることであって、荷口全体をいうものでないといふ壁に突当る。しかし、第5図に示したように平均値のまわりに標準偏差の2倍の巾をつけると少なくとも荷口全体の75%がこの巾の中に含まれ、標準偏差の3倍をつけると約90%が各巾の中に含まれる。だから、将来おこり得るであろういろいろのできごとに対しては決して間違いのない判断をすることはできないが、しかし、標



第5図 個々の繭の出現範囲と標準偏差
(分析型に關係なし)



どんな分布でも平均値の前後に標準偏差の2倍の
幅をつけると、その中に全体の75%以上、3倍
にすれば約90%以上が含まれる。

標準偏差の2倍あるいは3倍の巾をつけて、100回のうち25回間違ってもよいというならば、この荷口の繭の大きさは6.07から9.27の間にある。もし100回のうち10回以上ちがってはいけないというなら5.27から10.07位の間にある。そして、現在のところ最も確からしい値は7.67であるというような手段によって未知なことに判断を下すことはできる。

(ii) 平均値の誤差について

普通私達が一番知りたいのは荷口の代表値すなわち平均値の値であって、標準偏差は平均値を保証するという意味で副次的な場合が多い。

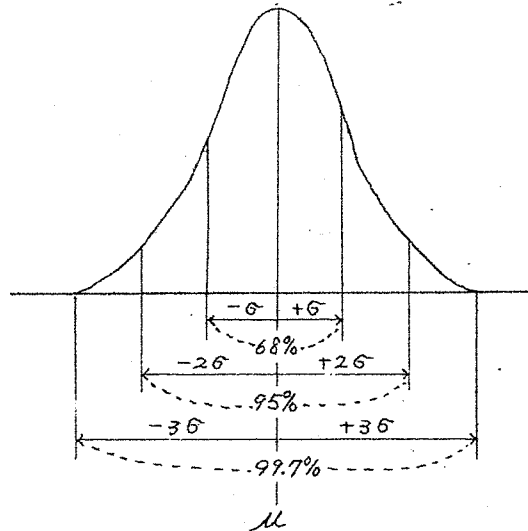
最近までに1個、1個測定した値の分布がどんな型の分布でも、平均値さえあるようなものならそれらのいくつかをデタラメにもってきて求めた平均値の分布は、正規分布といわれる釣鐘型をした分布に近ずきその平均値の標準偏差は

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (1)$$

但し n は平均値を求めるとき用いた測定値の数、 σ_n は n 個の値を用いて算出した平均値の標準偏差。

という関係で小さくなることが知られている。だから、100 個の平均値の標準偏差はもとの標準偏差の $\frac{1}{10}$ になり、10000 では $\frac{1}{100}$ になる。また、その平均値の散らばり状態が正規分布に従うということは、第6図に示したように、平均値の値の前後に標準偏差の巾をつけるとその中に全体の約68%、2倍の標準偏差にすると95%、3倍にすれば99.7%が含まれるということになる。

第6図 平均値の信頼性と標準偏差(正規分布)



従って次の準則に到達する。

(i) 我々が将来おこり得るであろうできごとを最も正しくいゝあてようとすれば、平均値を求め、それに標準偏差の3倍の巾の信頼限界をつけてやれば、ほとんどその範囲に将来得られるであろう値は入る。

(ii) したがってもし、この腕の外に出るような値が得られたならば、それは今対象としているものでない異物であるか、または今迄とちがった著しく大きい作用力をもつ原因が混入してきて製造状態を攪乱しているかのいずれかにちがいない。

(iii) もし、できるだけ精密に予測を行いたいならば、平均値の標準偏差を小さくする。その1つの方法は測定値数 n を充分大きくすることであり、他の1つは個々の測定値の標準偏差 σ_1 を小さくすることである。

以上のことで、私達は実験値がフラツイで判断に困るという問題を解決する1つの方法をみつけることができた。

(v) 管理図について

アメリカのベル電話会社の W. A. Shewhart という人は 1924 年に、工業製品の製造過程には、我々の力ではどうすることもできない原因を見つけ出してそれを除くことのできる原因とが混在している。そして突発的に不良品をつくり出す原因は、この見つけ出すことのできる原因によるものである。しかもこのような異常に不良

品を出す原因を除いたあとの、どうにもならない原因による製品のバラツキは統計的な分布を示す筈であると考えた。そこで方眼紙の上に平均値を示す線を引き、その上下に標準偏差の3倍の巾をもたした一对の限界線を引き、そこに品質をあらわす値を順次打点する図をつくった。そしてこの限界線より飛び出すものがあると、工程に異常な原因が作用しているからそれを除き、製品がいつもある一定の巾の中に入るようにするという管理方法を考えた。

これが管理図 (Control chart) といわれるものである。

7. 繰糸中にあらわれる落緒 (不時落緒 + 自然落緒) の性質

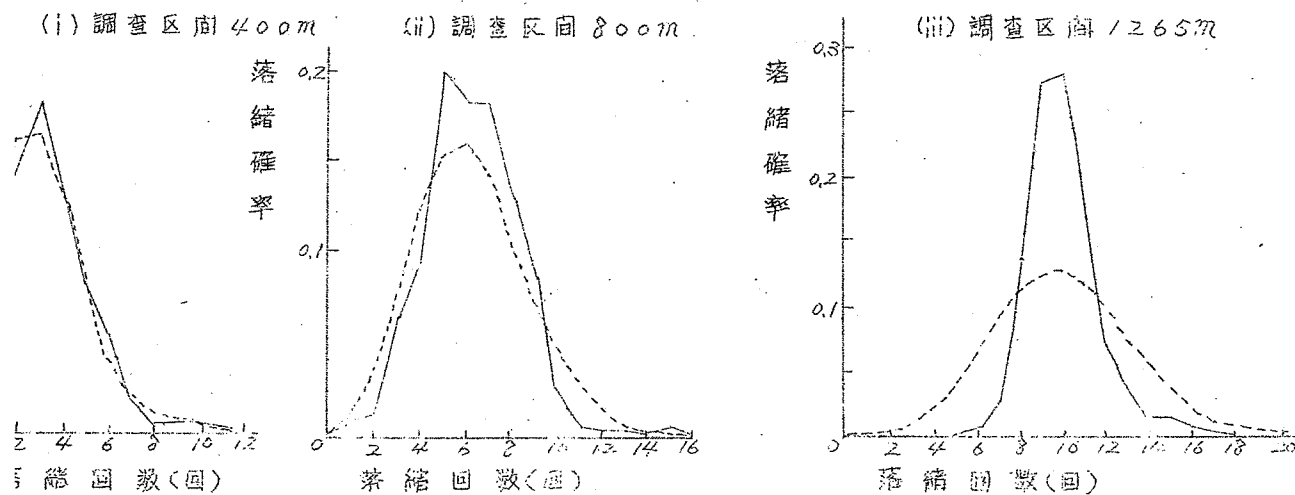
落緒は繭糸長程度の長さ (実際には少しこれより長目) の周期をもって波動的に出現している。このため、工程の運行中に落緒数を効率よく推定しようと思えば、繭糸長が繰られる間の時間中に生じた落緒数を求めればよい。この落緒の複雑な性質も 1000 粒位の繭について解舒糸長分布を求めさえすればすべて求まり、これから大量生産に入る前に最も精度のよい妥当な落緒の管理方式をつくることのできる。

繰糸中にあらわれる落緒数の変化から、工場全体の 配繭—新繭補給—持繭部整理—接緒 などの繭の流れ状態を検出したり、煮繭、索緒などの操作が選正に行われているか、また個人別にはどうかなどを容易に知って、適正でなかったらすぐその場でわるい点を指示できるような方法をつくりたい。それには、繰糸中に生じている落緒の性質を明らかにし、これが原料繭の特性、煮繭、索緒の処理、繭の流れなどの影響をどう反映しているかを知らなくてはならない。

7.1 一定時間中に生じる落緒数が調査時間の変化に伴って変動する性質

1 分間の落緒数、5 分間におちた数……というようにある一定の時間中の落緒の数をいくどもいくども求め、これを調査時間別にグラフにしてみると第 7 図に示したような変化がみられる。もしこのとき落緒が繰糸中いつ

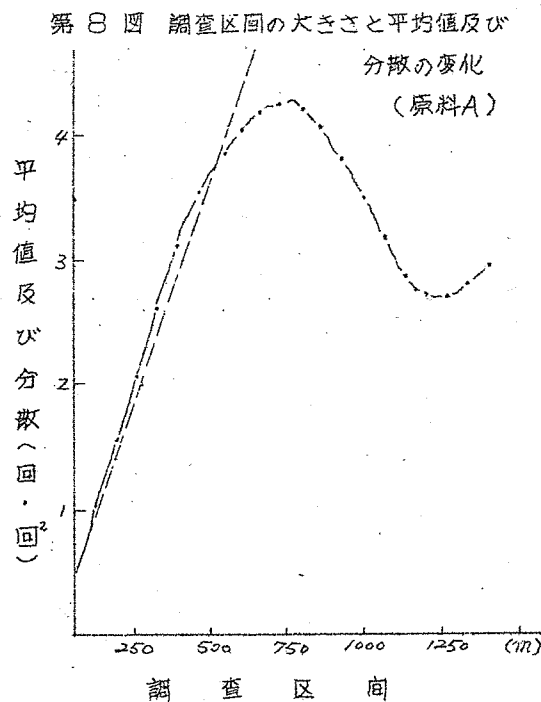
第 7 図 調査区間の大きさと落緒回数分布の変化。原料 A。



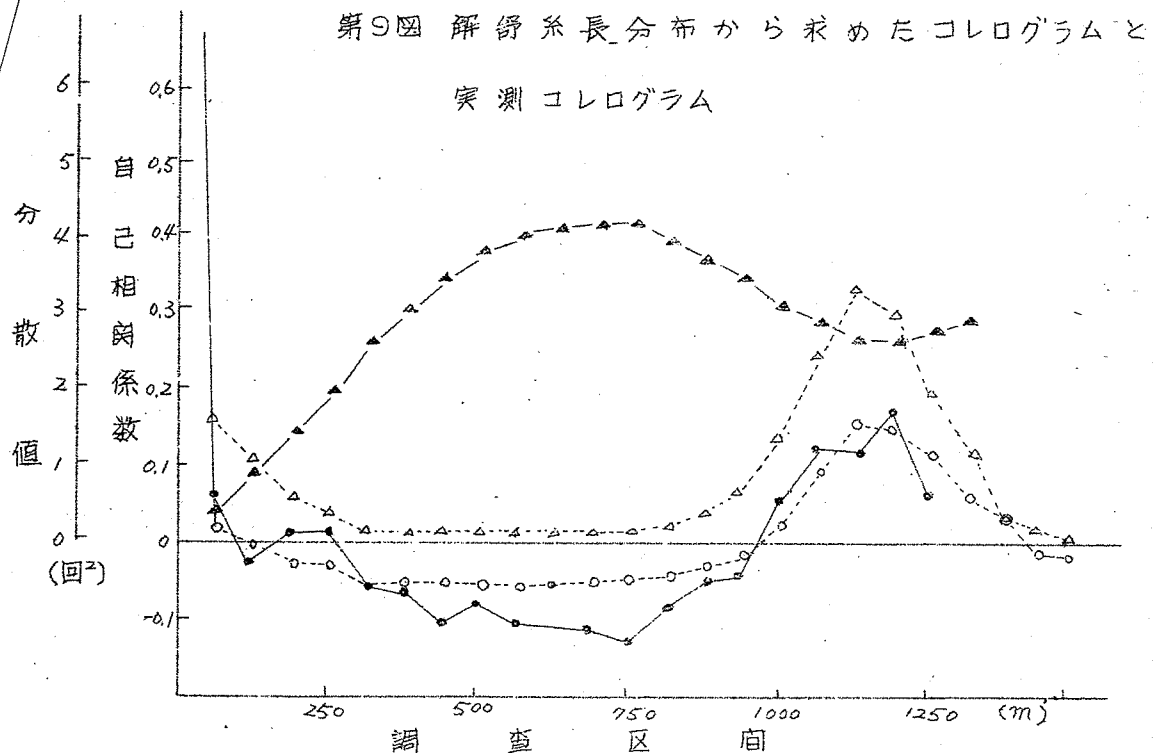
但し 8 粒付の 1 緒を単位にして調査した例

でもデタラメに落ちているなら、このグラフはポアソン分布という分布の法則に従うことが理論的に知られている。そこで落緒がいつもデタラメにおきていると仮定して、理論値を求めたのが図の中に示した点線のグラフである。これから短い時間間隔に生じる落緒数はデタラメにおきているように感じられるが、繭糸長 (約 1200 m) が繰糸される位の時間間隔中に生じる落緒数はデタラメにおきている場合に期待されるものより、平均値のまわりに密集してくる。すなわち、分散がデタラメにおきているときは、この位あるだろうという値より不当に小さいことがわかった。統計的管理の規準は、平均値と標準偏差の 2 つが与えるのでグラフの変化を平均値と分

散（標準偏差の2乗値）で数量化し調査時間を生糸が巻きとられる糸長であらわして横軸にとり、縦軸に各時間中に生じる落緒の平均値と分散をとったグラフをつくると第8図のようになる。これら、調査区間の大きさに



比例して落緒数は増大する。また落緒が時間的にデタラメにおきているならば、平均値と分散は一致することが理論的に求められる。しかるにこゝで実際に得られた各区間の平均値と分散は単純な比例関係を示さない。すなわち、測定ごとに得られるデータのバラツキは繭糸長の半分位まで繰繰される区間では、区間の大きさに伴い増加するが、それ以上繰繰される時間におきる落緒数の分散は逆に小さくなり繭糸長附近の長さが繰繰られる間にお



管理に必要な落緒特性はそのコレログラム（黒丸）に集約されているが、理論的考察の結果落緒のコレログラムは解舒糸長分布（白三角）から求められることがわかった。

解舒糸長分布から求めたコレログラム（白丸）は実測値を代表している。

きた落緒数の分散が極小になる。このことは、落緒が時間的にデタラメにおきていない。そこにある種の規則的作用力が潜在していることを示している。そこで、どんな規則性があるかをコレログラムという方法で検出してみると、第9図に示したように落緒は繭糸長位を1つの周期にした波動的性質をもっていることがわかった。例えば、落緒が1時に多くおきて忙がしくなると、しばらくは落緒が少くなりのおびりするが、そのうちにまた忙がしくなるといように作業に緩急の斑があらわれる。そしてこの波型が第8図の分散—時間曲線に極大、極小を有する性質を与えていたことが、コレログラムの各値 ρ_i (自己相関係数といわれる) から次式で分散が理論的に求められることによって知られた。

$$V(X_h) = \sigma_1^2 \{h+2 \sum_{i=1}^{h-1} (h-i) \rho_i\} \dots \dots \dots (2)$$

但し $V(X_h)$ は区間の大きさ h のときの落緒数 X_h の分散である。

7.2 原料繭の性質と繰糸中にあらわれる落緒の性質との関係 (落緒管理のベース)

繰糸中における落緒を管理するには生産に入る前に (i) 項で解析した落緒の性質がわかり、管理図の基本が与えられていなくてはならなかった。そのためには繰糸中にあらわれる落緒の性質を知ったというだけでは役に立たない。そこで、配繭—新繭補給—持繭部整理—接緒の繭の流れは規定された段取りに従って常に行われている。もしこの流れに乱れがあったとしても偶然による乱れであって、配繭者がほんやりしていたとか、繰糸者の不注意とか機械の故障とかいった特別の事情によるものではない。また煮繭も索緒にも異常な変化はない。すなわち工程は定常的にとどこおりなく運行しているという仮定をまずおこう。そのおすれば繰糸工程中に生じる落緒の性質を特別に支配するものは原料繭の性状によるものである。この性質を支配する原料繭の性状は1回の接緒でどれ位の繭糸が繰られるかという性質を与える。そこで、1回の接緒によって繰られる繭糸の長さを解舒糸長と呼ぶことにすれば、この解舒糸長が繰糸中における落緒の出現性を支配していることになる。解舒糸長の性質はすでに考察してきたようにそのグラフ (分布) をつくることによって知ることができる。横軸に解舒糸長の長さ、縦軸にその回数をとってつくった解舒糸長のグラフの1例を第9図に示した。この解舒糸長の性質と繰糸中に生じる落緒数の性質を結びつける研究をしたところ、次式によって解舒糸長の分布から繰糸中に生じる落緒のコレログラムが一義的に求まることが知られた。1例を図に示した。このことから解舒糸長分布がわかりさえすれば、処理条件がきめられたとおりに運行しているとき任意の時間区間に生じる1緒、1台または工程全体の落緒回数とその信頼区間が決定されるようになった。

$$\rho_i = (U_{s-p}) / (1-P) \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{但し, } f_0 \equiv 1 \quad U_0 \equiv 1 \quad U_s = \sum_{i=1}^s f_i U_{s-i}$$

$$\lim_{s \rightarrow \infty} U_s = P = 1 \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot f_i = \frac{1}{\text{平均解舒糸長}}$$

但し f_i は i 番目の級の解舒糸長の出現割合

以上のことから、1000粒位の繭を用いて、決められた条件で煮繭繰糸されたときの解舒糸長を求めれば、これから大量生産に入るまえに落緒はこうでなくてはならないという規準を全部決めることができる。しかも、落緒の特異性から繭糸長程度の生糸が巻きとられる間を調査区間にとれば、最も効率よく落緒の異常性を検出することができる。

7.3 解舒糸長分布について

解舒糸長分布をみると非常に短い解舒糸長が多く、また長い解舒糸長が非常に多い、これは例えば一荷口の繭の不時落緒歩合が1である、すなわち平均して1粒の繭が1回落緒するときでもその中の少くも40%以上は無落緒繭であるという性質 (1粒の繭の不時落緒はポアソン分布に近いポリヤエツゲンベルガー分布という分布法則に従う性質がある) によっているため、無落緒繭の解舒糸長が長い解舒糸長部分を形成する。このとき無落緒のみの解舒糸長をあつめて分布をつくると (繭糸長の分布) これは正規分布に従う性質がある。次に不時落緒した繭の落緒した位置の分布をつくってみると、大部分は最外層と内層の位置で落緒している。落緒部位を百分率で求めて分布をつくると U・L・J 字型の3種になる。そのため短い部分の解舒糸長が多いと共に他の部分は長い解舒糸長となる。そのためかなり解舒のわるい繭についてみても、この解舒糸長は繭糸長附近に1つの富士山のような山をもつ、この山が落緒の周期性をおこす原因をなしている。

8. 落緒—接緒管理方式

解舒糸長分布から求まる落緒の平均値と分散をベースにし、実際は接緒数を測定し、その差の程度で工場の運行状態を検出し適正な処置をとる方法である。

落緒は多くの工程の変動性に対する情報を含んでいた。だが、これだけでは生糸の品質や、繰糸の、段取りに対する適切な情報を与えるとはいえない。落緒によって接緒が指示されたとき、これが適正に行われたか否かが問題なのである。もし、落緒と同時に接緒が行われるならば、落緒の性質と接緒の性質とは表裏の関係で一致するはずである。だから、これら両者の差をみることによって、段取りや品質の乱れ程度をみることができる。そこで、繰糸前に規準条件下の落緒の性質を求め、これで規準値を与え、他方繭検定機にとりつけられた接緒計数器を用いて、15分間（繭糸長が繰糸される時間）の接緒数と不能接緒数を求め、これの差によって工程の変化を見出すことを行った。その1例を示すと、繰糸前に与えられた落緒の平均値を μ 、分散を σ^2 、実測した接緒数の平均値を $\bar{x}$ 、分散を S^2 とおくと

(i) $(\mu - \bar{x})$ 、 $(S^2 - \sigma^2)$ が 0 からかけ離れて大きいときは落緒が不当に多く繰糸者は作業に追われて、段取りは乱れ糸条斑成績が低下している。このときは煮繭工程特に煮繭部、調整部の状態に注意すること。

(ii) $(\mu - \bar{x})$ は 0 附近であるが、 $(S^2 - \sigma^2)$ の大きいときは配繭に斑があるため、持繭部の定常性が乱れている糸繰機があるため工場全体の作業に斑がある。

(iii) $(\mu - \bar{x})$ が負の値になり、 $(S^2 - \sigma^2)$ の大きいときは熟煮になっていて糸目を切り糸条故障が多く能率を低下させている。このときは繭の煮え方と繰糸停止数をチェックして煮繭を押える。

(iv) $(S^2 - \sigma^2)$ の平均値はその工場の技術水準を表わすもので、これが大きい工場では高格生糸は出来ずよい工務成績は収められない。それゆえ、これが 0 になることを目標に努力を行う必要がある。しかし、これらの使い方は各工場の実態に沿って行うべきでそこに運営の妙がある。これは単にその1例を示したにすぎない。

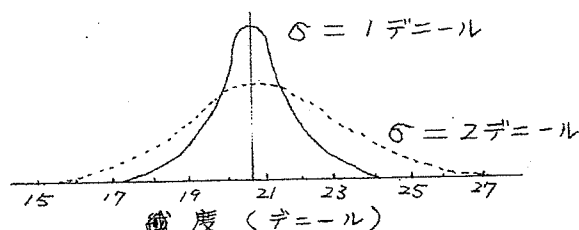
9. 生糸織度の性質

生糸の織度特性は平均織度、織度偏差、連続的性質を示すコレログラムの3つであらわすことができる。これらが原料特性から製糸技術を経て形成されるしくみの理論式はすべて求められた。従つて、原料特性を知れば製糸技術をどうしなくてはならないかが大量生産に入るまえにもとまる。そしてこれをベースにして実際の織度成績をみれば製糸工務の目のつけどころがわかる。

9.1 容易に管理できる性質と犠牲を払わないと管理できない性質

平均織度は共に 20.8 デニールであったがAは織度偏差が2、Bは1であった。そこで、AをBに近づけるにはどうしたらよいかという問題を考えることにしよう。第一に集団の性質を見わけけるには分布をつくってみればよい、そこでAとBのグラフを画いてみると第10図のようになった。これらを見くらべるとすぐ織度偏差が2というようにわるいA区は、Bに比較して両袖がひろがっていることに気づく、そこでこの両袖の広がりを小

第10図 標準偏差1と2の織度分布



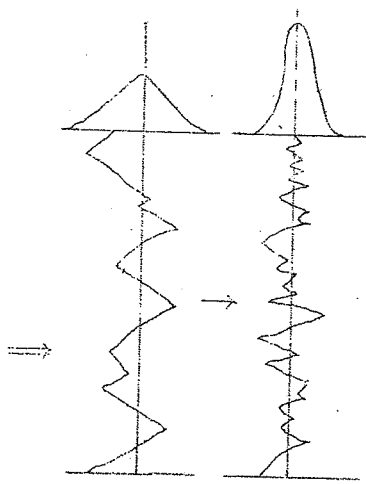
さくさせたいと思う。しかし、分布をみてもどうしたらよいかという手は考え出せない。そこで、繰糸の順にこの生糸織度をならびかえていわゆる時系列論的立場からみると、織度の波型の変化より手がかりを容易にうることができる。すなわち、第1表に示したように分布の巾を広げているものには3つの基本的型がある。1つはどこが特に太いあるいは細いというのではないが、全般に織度の上下波動が大きいために分布の巾が広がっているものである。2は全体の波型は決して大きいのではないが時たま飛び出す太細織度によって分布の巾が広がっている場合、3は大きなうねりをもつためにあらわれるものである。第1の型は多く原料繭の特性によるものであり、第2の型は作業者の不注意か、作業の無理がたたっている場合であり、第3は原料繭の合併の適否とか緒

450m の
くする

れ

繭 部 の

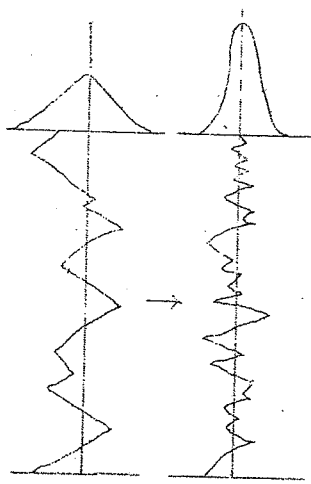
A. 變動特性



B. '主'なる責任の所在



齒科原



C. 処



筋系繊維度曲線の改良

農改種品

技術(集定繰糸)

原 料 菌 — 菌 糸 相 互 の 滋 養 基

一、曲系相互干涉性

部位別混線

(つ) け 分 之 按 題 鮮)

五 阿

法

解舒系長を短くし生糸450mの
中にある苗の種類(中心極限定理)

研究資料の整理

——基本技術の向上——

業
正

縣理のなない前の氣不

原

如 進 〇 標 知

臨
吉
吉

鐵
 水
 十
 斷

基粒定元

陽

新——新——新

年 年 年

間の差などにみられるものである。これらに対する処置のとり方の1例を第1表の右側に一括してのせた。これからいえることは、第1に生糸織度に大きなうねりを生じさせないことである。これは専ら製糸工務を担当するものの責任範囲に属するものであり、これが織度偏差に一番大きい作用力をもっている。突発的におきる細太斑は主に段取りの乱れによることが多い、これら2つの原因は適切な処置をとることによって能率、品質、歩留りのいずれに対してもほとんど犠牲を払わなくてよいという特徴がある。第3の様にあらわれる波の大きいことに対しては、何れかの犠牲なしには行うことができない。もし犠牲なしに行う方法をとるとするならば、原料品種の改良、特に繭糸織度曲線の均一化か、織度の感知機構を有した繰糸機によって行うより他に道はない。しかし、現在一般に飼育されている品種においては前2者を管理することによって大体の目的は達成できる。

9.2 生糸織度の基本的性質（織度管理のベース）

落緒—接緒管理のときと同じように、これは原料繭に依存した特性だ。これは繰糸技術によるものだというように生糸織度の性質を分離することができれば工務の管理基準がしっかりして便利である。

定常状態において繰製された定粒生糸の織度特性は平均織度、織度偏差と生糸の波型の特性をあらわすコレログラムの3者で全部表現したことになる（理論的といえる）。そこで、原料繭のもっている織度特性が繰糸工程を経て生糸をつくる過程の影響度が加わって、生糸の織度特性がつくられるとしてこれら各特性がつくられる問題を考察してみる。

(i) 生糸の平均織度の性質

$$D_k = K \times d \dots \dots \dots (4)$$

正確には

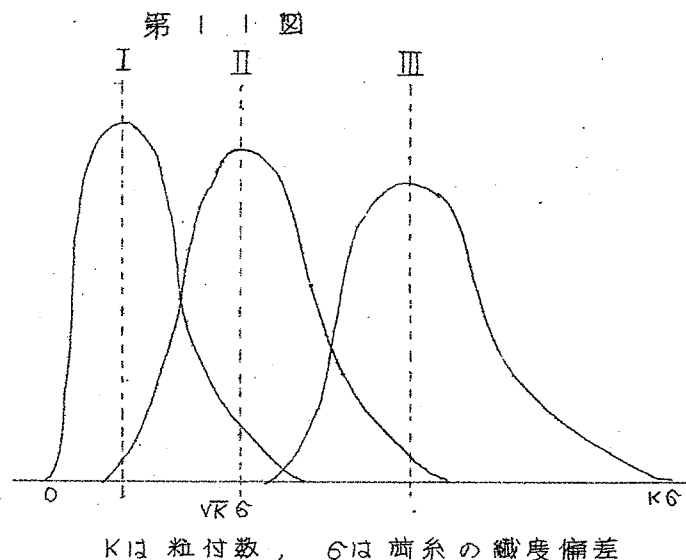
$$D_k = K \left(1 - \frac{\zeta}{L + \zeta} \right) d \dots \dots \dots (5)$$

D_k : K 粒付生糸織度 , K : 繰糸粒付数 , ζ : (8) 式より求まる値

d : 繭糸織度 , L : 繭糸長

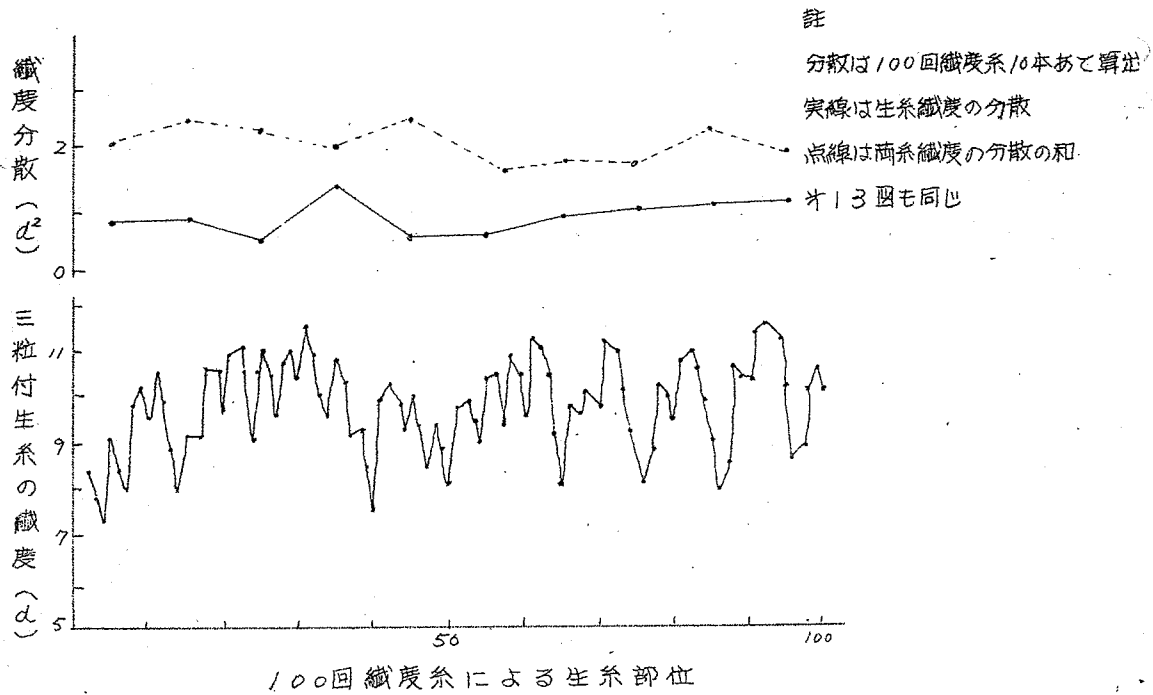
(ii) 生糸の織度偏差の性質

織度偏差は定粒が保たれてさえいれば、全然偏差のないものから大きくとも繭糸の織度偏差に粒付数を掛けた値の中におさまる、この範囲から飛び出すことがないという性質がある。そして、接緒繭がいつもデタラメに選ばれてさえいれば、平均値は第11図のⅡの型でそれは繭糸の織度偏差に粒付数の平方根をかけた値を中心に变化

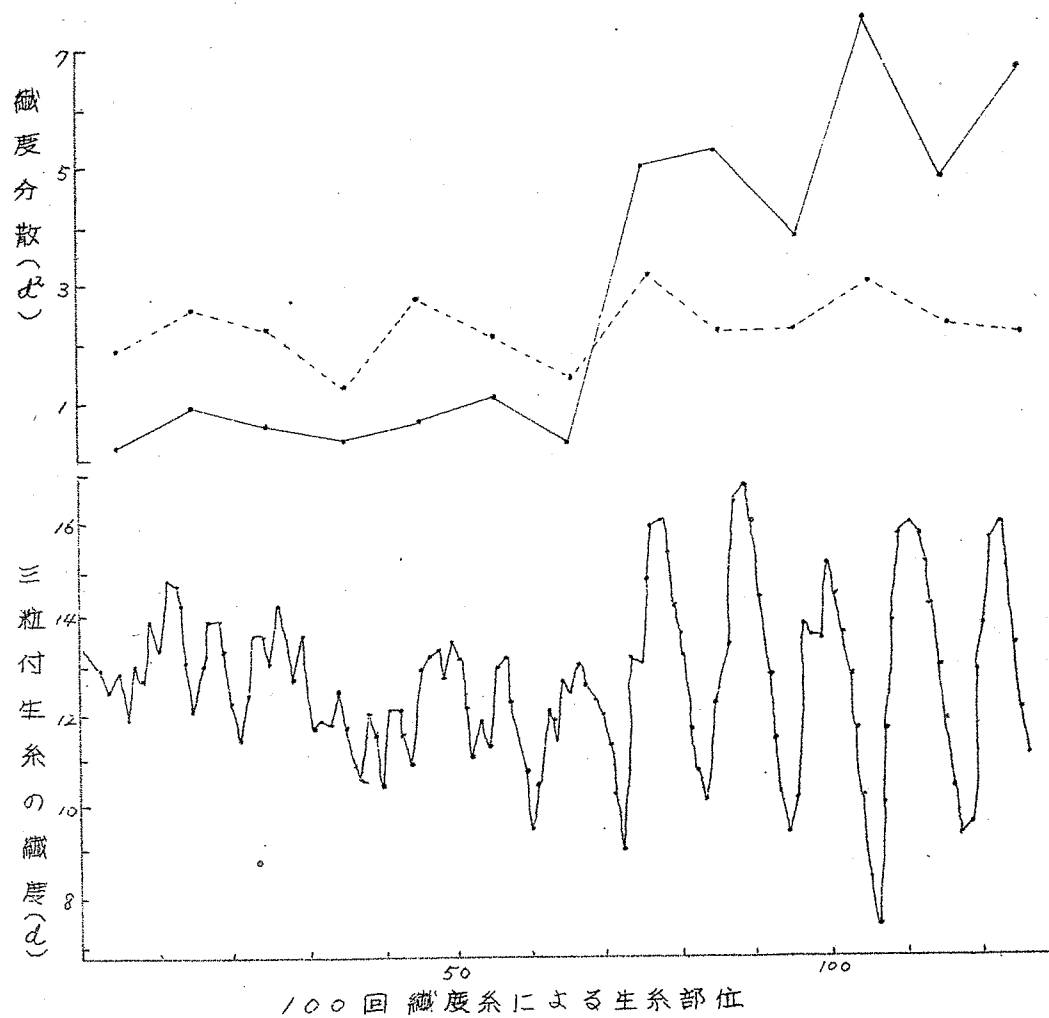


する。もし、つけかえ接緒などが適正に行われていれば、第11図のⅠ型を示し、この変化は第12図のようになる。うねりがあるときは第Ⅲ型を示し、その系列変化は第13図に掲げた。

第12図 部位別混線を行った場合の定粒生糸織度の系列変化



第13図 生糸織度にうねりのある場合の系列変化



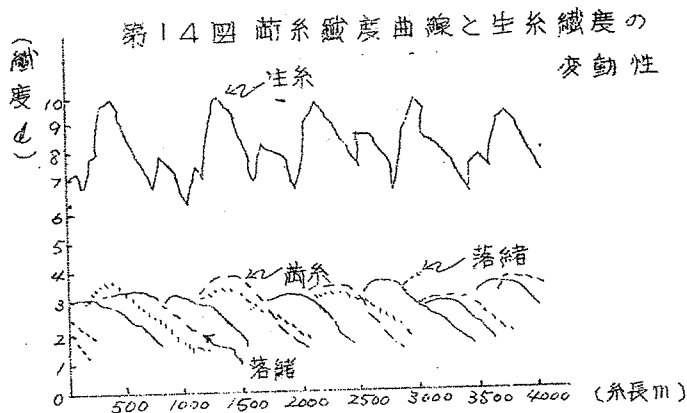
これらの関係を一般的に示すと、

$$0 \leq K\sigma^2 + 2 \sum \rho_{ij}\sigma^2 \leq (K\sigma)^2 \dots \dots \dots (6)$$

あるいは $0 \leq K + 2 \sum \rho_{ij} \leq K^2 \dots \dots \dots (6')$: (原料繭特性を考慮せず繰糸技術だけを考えたとき) となる。 K は粒付数, σ は繭糸の織度偏差, ρ_{ij} は生糸を構成している繭糸織度相互の相関係数である。つけかえ接緒を行って、太い繭糸のときは細い繭糸をつけるなどのことをやれば、 ρ_{ij} が負の値になり、生糸の織度偏差は $1/\sqrt{K}$ より小さくなり、うねりがでるような繰糸法を行うと ρ が正となって最大の $K\sigma$ に近くなる。ここに繭糸の織度偏差 σ は原料の性質、 $\sum \rho_{ij}$ は製糸工務の技術を示す。

(iii) 生糸織度にみられる波型の性質

生糸織度に波型の変化がみられるのは、繭糸織度曲線があるためである。簡単なために3粒付繰糸を行ったときのようにして生糸の織度波ができるかのモデルを第14図に示した。理論的に解析した結果は、繰糸条件を

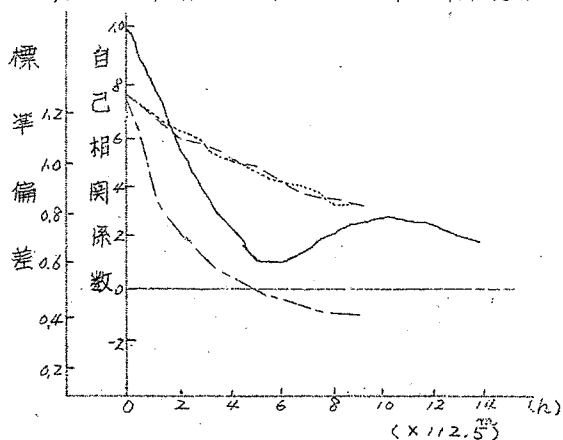


同様にして繰糸した1粒繰糸の1組と同じ位の繭糸条から採取した織度糸を用いてつくったコレログラムと、 K 粒付生糸のコレログラムとは1~2周期間では一致することが知られる。

(iv) 検査糸長の長短に伴う生糸織度偏差成績の変化

これは単位検査糸長の標準偏差とコレログラムがわかりさえすれば、これらから直接算出することができる。しかるに検査糸長を一定にしたときには第6式によって、 $\text{原料繭の織度偏差} + \text{繰糸技術} = \text{生糸織度偏差}$ なる関係がすでに与えられている。従って、繰糸技術を指定すれば、繭糸の織度を任意の糸長で検査しても、その検査糸長の整数倍にしたときの生糸織度の検査糸長に伴う織度偏差の成績は第15図にみられるように直ちに求まる。この理論式は、

第15図 検査糸長の長さに伴う織度偏差の変化



———はコレログラム、-----は実測織度偏差、-----はコレログラムの性質から導かれた検査糸長の長さに伴う織度偏差、-----は生糸織度から連続的に変化する性質がないとして求めた織度偏差。

図から、検査糸長に伴う織度偏差の値の変化は、生糸織度の波型の連続性によって変化するものの模倣がわかる。

$$\frac{\text{生糸 } l \text{ 回織度糸の織度偏差}}{\text{生糸 } hl \text{ 回織度糸の織度偏差}} = \frac{\text{繭糸 } l \text{ 回織度の織度偏差}}{\text{繭糸 } hl \text{ 回織度の織度偏差}} = \frac{1}{h} \left\{ h + 2 \sum_{i=1}^{h-1} (h-i) \rho_i \right\}^{1/2} \dots \dots \dots (7)$$

但し、 ρ_i は間隔が ih だけはなれたときの自己相関係数（この ρ_i の i に対するグラフがコレログラム）

たとへば、200 回織度糸と 400 回織度糸のときの乗率を知りたいときは、上式は $\frac{1}{2} (2 + 2 \rho_{\frac{1}{2}})^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{1 + \rho_{\frac{1}{2}}}{2}}$ となり、連続している 200 回織度糸相互の相関係数 ρ_i の変化に伴い第 2 表のように変化する。実際にこの値を求めると 0.4 附近の値が多く得られる。従って乗率は 0.84

第 2 表 200 回織度糸の織度偏差から 400 回織度糸の織度偏差を推定する係数表

r	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	-0.1	-0.2
乗率	1.0	0.9747	0.9487	0.9220	0.8944	0.8660	0.8367	0.8062	0.7746	0.7416	0.7071	0.6708	0.6325

	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0
	0.5916	0.5477	0.5000	0.4472	0.3873	0.3162	0.2236	0.0

r は隣り合わせた 200 回織度糸相互の相関係数。

9.3 生糸の織度特性と他の品質特性との関係

生糸の織度を管理する 1 つの大きい理由は、生糸の他の品質特性が織度特性に従属して変化しているということである。これを求めてみると、生糸織度は生糸強力に対し約 80 % 以上の影響力をもち、生糸の伸度に対しては少ないものでも 10 % 以上関与している。また練減率、練糸織度、練糸強力、練糸伸度に対しても同様大きな影響力をもっている。従って部位別混練などを行って均一な織度の生糸をつくることは、他の性質をも均一にしていることは重要である。（こゝではこの問題の立入った考察は省略する）。

10. 段取りと糸斑の巾

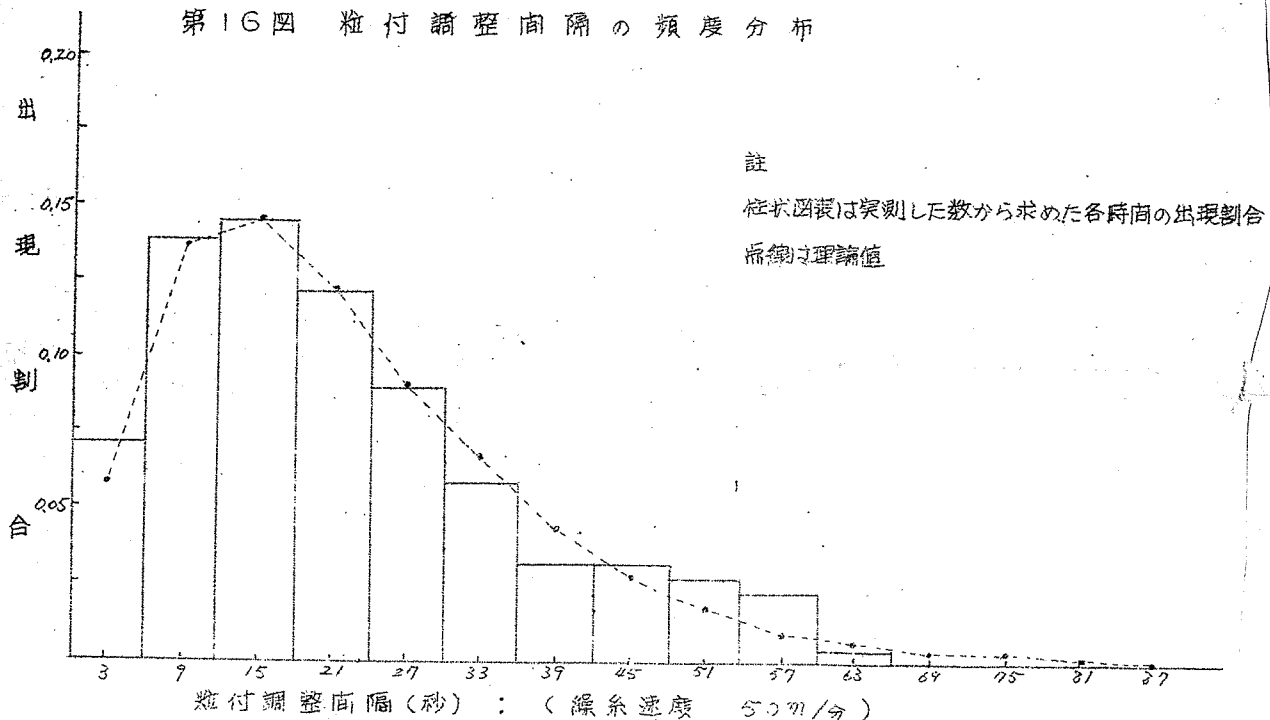
粒付調整間隔の性質から落緒による糸斑が求められる。これより、工場の現状から糸斑の巾を短くするのに繰糸速度をおそくしたり、段取りを根本的にかえることをしなくてはできないのか。あるいはこのような犠牲は何ら払わなくとも一寸した注意でできるのかなど工務の目のつけどころが与えられる。

生糸の品位を大きく支配するものは何んといっても糸条斑である。この糸条斑は主に落緒と段取りさらに厳密にいえば落緒と粒付の監視間隔によってきまる。糸条斑を構成している 3 要因のうち斑数はすでに多くの人々がのべているように解舒糸長によって求まる。斑の深さは斑の数で定まると確率論的に容易に算出できる。そこで、一番問題になるのが斑巾である。著者らは、段取りの性質から斑巾を理論的に決定することを試みてきたところ最近になって、粒付監視の分布から斑巾が一義的に決定されることがわかった。（詳細は近く報告の予定）

10.1 粒付の調整間隔の分布

わかりやすくするために 2 台持ち繰糸の場合を考えてみよう。いま作業者が左の釜にいとすれば、右の釜で落緒したものはそのまま放置されて糸斑がえられる。そこで、問題になるのは片方の釜をどれ位あけていたか

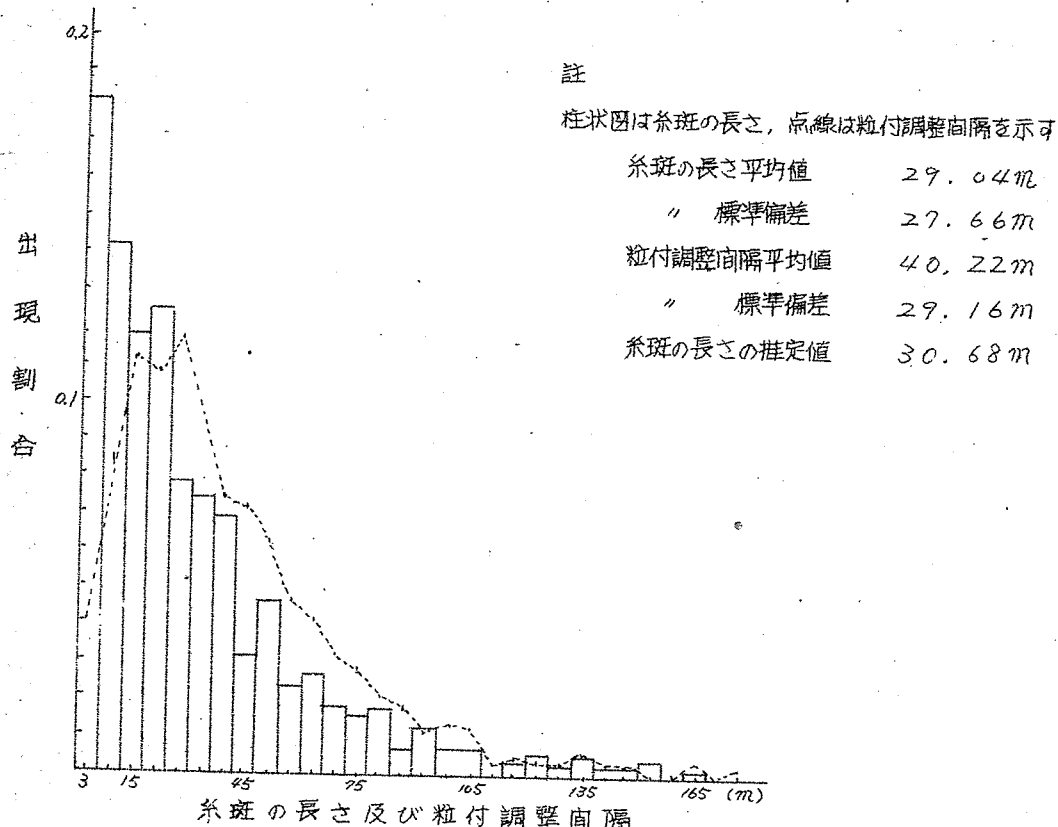
第 16 図 粒付調整間隔の頻度分布



ということである。この間隔を一定にするようにといっても現実にはかなりの範囲にふらついている。そこで実際に測定した粒付調整間隔の1例を第16図に示した。この結果この間隔の変異はガンマー分布と呼ばれる分布法則に従うことが知られた。図中の点線はこの理論分布をあらわしている。

10.2 落緒一接緒によって生じる斑巾と粒付調整間隔との関係（糸条斑管理のベース）

第17図 粒付調整間隔と糸斑の長さの分布



斑巾と粒付調整間隔との関係を理論的に考察した結果、次の関係のあることが知られた。

$$\zeta = -\frac{1}{2} \left(\frac{\sigma^2}{\mu^2} + 1 \right) \mu^2 v \dots \dots \dots (8)$$

こゝに ζ は斑巾の平均値、 σ 、 μ は粒付調整間隔の標準偏差と平均値、 v は巻取速度、調整間隔と斑巾の分布を第17図に示した。

10.3 斑巾をある値に押えるための1, 2の具体的問題

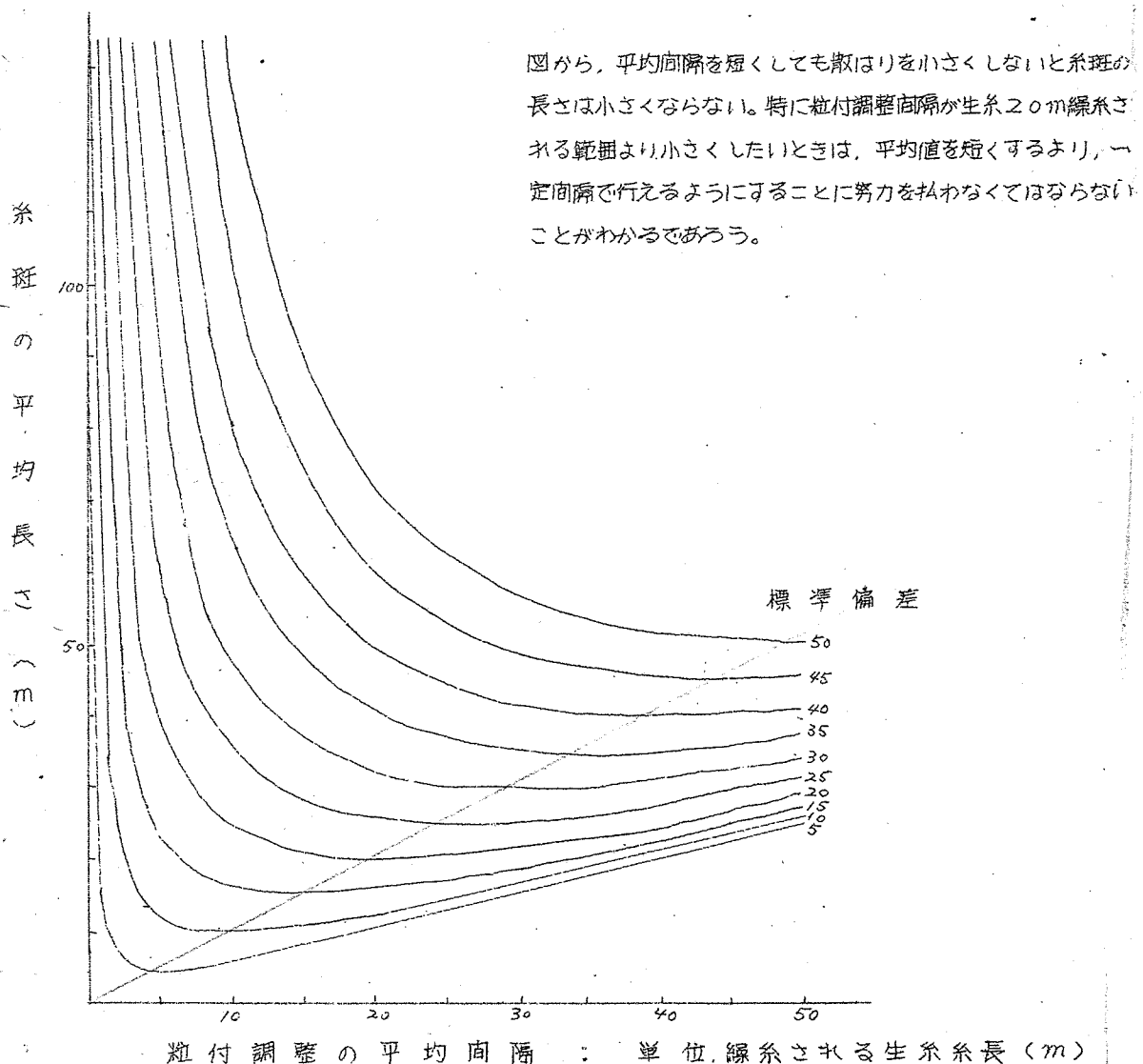
斑巾を小さくするには粒付の調整間隔をせばめ調整回数を頻繁に行うとか、巻取速度を低下させることを考えやすい。しかし実際に段取り間隔をせばめることは困難な問題であり、巻取速度をおそくして能率を低下させるというように犠牲を払わなくてはならないことは製糸技術者としては不本意なことである。上式は、現在の作業方法では巻取り速度をおそくしなくては目的格の生糸ができないのか、あるいは作業方法を根本的にかえなくてはならないのか、どうかというときに製糸工務の打つべき手を明瞭に示している。

問題 1. あるときは5A格あるときはA格と荷口成績がどうも不安定でいけない。これをどうかしたいという問題があった。そこで個人別に調査してみるとどうしても糸条斑成績がわるい群の人がいるために、横浜におけ

る工場の成績がよくならないよだということがわかった。そこで、そのような群(A)と成績のよい群(B)の人の粒付調整間隔の分布を求めたところ、A群の人達は粒付の調整間隔は決してわるくない。かえってB群の人達の中の方に間隔の長い人がある。しかしA群の人に共通にいえることは、粒付調整を短時間にする頻度がB群の人より多く忙がしように働く反面、長い間調整しないこともまた多いことに気がついた。そこで、この長くかゝる人の動作を一寸注意してみると、個々の動作は決しておそくないのに1度にいく度もの操作を一括してやってしまう群と、糸条故障などの整理に長くかゝる群にわかれた。前者には1度にする操作を分割させ、後者には糸条故障などを早くなおすようにしたところ、荷口成績は向上し、また目的格は安定した。この理由は第8式が示している。

問題 2. 作業が安定してきたので、第2の段階にすゝみたい。そこで、さらに作業中の安定に努力を払うのがよいか。段取り方式をかえるのに努力を払うべきかという問題が生じた。そこで、これを解決する1つの方法

第18回 粒付調整の平均間隔、標準偏差と糸班の平均長さとの関係



として、作業の緩急の程度（時間間隔の標準偏差）と平均間隔との関係を求めたところ第18図のような結果が得られた。それゆえ実際にはこれを用いて工場の実情に応じて、平均間隔をせまめる方向に努力した方がやりよいが、一定間隔で作業させるのに努力した方がよいかを使いわければよい。

11. 統計的管理

製糸における統計的管理は、与えられた現状を守っていくものでなく生産のしくみをしつかりつかんで、いろいろの条件に反応しながら積極的に生糸荷口の集団性質をつくりかえていくようなものでなくてはならない。すなわち、製糸の工務は管理機構を自動制御と同一の機構と作用をもつて時々刻々活動するような形で身につけることである。そこではすでに管理図は必しも必要でない。

11.1 W. A. Shewhart の考え

しようと思ったその通りに物事をいつもなしげるとは通俗的な意味の管理である。私達はいつもそのようにしたいと思うがそれはできない。しかしある限界を与えて、大部分の品物の品質はこの範囲にあるという保証はできそうである。この保証ができるということは、その品物にはそういう統計的性質（個々のものはそれぞれ変化しているが、その中には集団的規則性がある）をもっているということである。統計的管理とは、このように「この品物は全部同じものだとはいえませんが、よくても、わるくてもこの範囲には入っております」というようにある限界を与えてそれを保証する管理の方法である。従って、ある目印に着目したときそれが統計的性質（スタカステックと呼ばれる）をもたないようなものについては効力をもたない。

前にものべたようにこの方法の創始者シェーハートは、製造工程は一般にそれを異状に変動させている原因を除けば、統計的性質を示すものであると直感し、さらにどんな分布でも大体4個以上の平均値をとれば、この平均値は正規分布に近似したあらわれ方をするということを実験的に確めて、製造工程から求めたデータから平均値の上下に標準偏差の3倍の巾をつけた図表を作成した。そしてこの範囲から飛び出したものがあれば、それは異常な要素が混入しているとしてこれを検出し除去する。これをくりかえすことによって、目的品質の製品が安定した状態で得られ、実際に統計的管理状態を保持することができるとした。この根本思想は今日までそのまゝ引継がれてきた。

11.2 製糸の立場からみた従来の統計的管理への批判

シェーハートがこれを創設したところの機械化された大量生産の場と製糸業の現状とはおのずからちがう。このことについては今迄各所でのべてきたので重複は避けるが、

(i) 平均値、標準偏差というような管理の規準を算出する基礎データには異常原因により不当に変化している値が含まれているかもしれない。そうゆう値をもとにして算出した管理規準は、あくまで現状を維持することを前提として、それより異常なものがあつたときにそれを見つけ出す操作ともみなされる。こゝに検出力低下の1因がある。

(ii) 異常原因を含まないデータから管理規準が設定され、前述の意味での管理方式が求まり、その結果すべての工程に異常性がないとなったら、それで工場の生産目標は達成されたといえるのか。

などの疑問がすぐに頭に浮ぶであろう。しかし、機械化された大量生産の場では現実には、これで充分その使命を果すことができたのである

11.3 こゝにおける統計的管理の考え方

現象が与えられ（母集団が与えられ）それを管理するというのではなく、生産のしくみの法則を見出しいろいろの条件に反応しながら積極的に母集団を操縦して、目的の達成へ工程の運行を推しすすめるという立場をとる。そのためにはしっかりしたバックボーンを確立し、管理機構はあくまでも自動制御と同一の機構と作用をもつて時々刻々生きて働いているようなものでなくてはならない。

(iv) 管理図

初期の段階では管理図はつくった方がよい。また管理の限界は標準偏差を単位にとるのがよい。しかし、それを実際にいくらにするかは各自できめるべきである。あまり巾をせまくとすると管理図にふりまわされるし、広くとると無用の長物になってしまう。製糸のように工程の異常性の検出にそう費用が必要でないときは、広目にと

るよりせまくとった方がよい。そのとき求めるデータは、できるだけ全員について短時間にとれる方法を考える。(例えば接緒器起動レバーで記録をとるように)そして求まったデータからは計算図表で平均値、分散が求まるようにする。こうして求めた値は標準偏差の1.5倍の大きさに検出すればよいように考えられる。この適否はこれによってどの程度検出されたか。また検出されない異常なものはどれ位あったかを記録して検討すればよい。

(iii) 項が完全にできるようになれば、管理図は敢てつくらなくてもよい。