

日本製糸業における発展要因の再考

——比較技術史の視点から——

清 川 雪 彦

明治初期から昭和の初めにかけて、日本の養蚕製糸業は、国際的にも類例を見ない程の急速な成長を展開したが、本稿はその達成要因を当該産業の技術革新ないし技術改良に求めようとしたものである。とりわけ早くから蚕糸業の発達していた中国やインドの技術および技術改良との陰伏の比較により、日本の技術の特異性を把握しようとしたものである。

その結果、我々は2つの国際的にも珍しい技術的特徴ならびにそれを形づくった強い技術的改良への意欲を見出した。まずその1つは、独特な小枠再繰式を採用したことである。しかもそれが効果的に機能すべく、製糸教婦体制の拡充を図る一方、品質志向の出来高給賃金制度を導入し、個人別生糸検査の厳格化を通じて、生糸品質の漸次的改良が実現しえたのも、すべてこの再繰式技術と直結していたのである。

また2つには、2化性蚕の掛け合わせを通じ、その品種改良を図り、夏秋期の産繭量の安定化と著しい増産が達成されたのである。その実現に向け、風穴の利用や究理法の開発など、様々な改良努力が払われたのであった。それは更に1交代雑法や人工孵化法の開発へとつながり、結果的には世界的にも珍しい2化蚕中心の養蚕製糸業が成立することとなったのである。

はじめに

明治期来の急速な工業化の過程において、繊維産業の果たした絶大なる役割については、ほとんど異論のないところと思われる。もとより繊維産業自体の成長やその産業技術の高度化、あるいは生産組織の効率化等々の意義はいうまでもないが、大正12年まで本格的な関税自主権を有し得なかった当時在って、典型的な輸出産業としての急成長は¹⁾、資本財輸入のための外貨を獲得するという意味でもまた、とりわけ重要な意義を擁していたことは、疑問の余地のないところであろう。

なおこうした重要性を帯びていたがゆえ、日本の繊維産業(ここでの対象は製糸業)に関する経済史的研究は著しく盛んにして、且つその分析もまたきわめて高い水準にあることは、周知の事実である。とりわけ工場レベルの統計データが豊富なため、その詳細なミクロ分析は、国際的にも注目されているが、たゞやゝ残念なことに、例えばそれでは一体なぜ、日本の製糸業(あるいは綿紡績業)は圧倒的な国際競争力を誇りえたのかといったマクロ的側面の分析が、必ずしも十分ではないように思われることである。

この問題に関しては、これまで圧倒的に低賃金主因説、すなわち製糸工女の極度な低賃金と買い叩きによる低繭価(つまり養蚕自家労働の低評価)こそが、

国際競争力の主たる源泉とする考え方が支配的であったといつてよい²⁾。確かに当時の労働条件は、今日から見れば著しく過酷であったことは否めないが、それでは果たして糸価に反映されている名目賃金が、中国やインドのそれよりも更に低かったか否かについては、多くの疑義が残るであろう。

まず仮に日本の製糸工女の平均賃金が適確に措置されたとして、それと比較すべきは、上海の製糸工女の平均賃金なのであろうか、それともそれよりもかなり低い広東のそれなのであろうか。もし前者なら、細糸の生産が中心であったがゆえ、日本の場合と同じ太糸換算へ、両糸価の比率でデフレートする必要があるかもしれない。また後者の場合には、同じ北米市場での競合糸ではあったが、果たして糸質の大きく異なる多化蚕糸と、日本の1化(ないし2化)蚕糸の場合とを直接比較するのが、適切か否かについては大きな疑問が残ろう。

同様にインドとの比較にあっても、完全なる藩営工場のカシミールの平均賃金(工男)と比較すべきなのか、それともやはり多化蚕(一部には1化蚕も)地帯のベンガルとのそれと比べるべきなのかは、大いに迷うところである。このように日本製糸業の国際競争力は、その低賃金に求められるといつても、実際のところどの競合糸と比較すべきなのか、あるいはまた労働費用以外の費用構成の比較調整は、どうす

べきなのかといった数々の難しい問題をも含んでいるといえよう。

そのうえ、確かにフランスやイタリアの賃金水準に比べれば低かったものの、中国やインド、その他の生糸輸出国の製糸賃金と比較するならば、種々の状況証拠から必ずしも日本のそれがより低かったとは言い難い側面が、数々指摘されうるのである。さらに加えて、生糸の価格は一般に不安定にして、且つその変動幅も大きかったがゆえ、糸価変動の転嫁を、比較的固定的な生産要素たる労働面に求めることは難しく、したがって労働費用の切り詰めも、長期的な観点から行われねばならず、それゆえ競争力の主因を低賃金政策のみに見出すのは、賢明とは考えられないのである³⁾。

かくして本稿では、その源泉を広義の技術革新、すなわち導入技術の改良や適応化をも含めた様々な技術発展の長期的な側面から検討したいと考える。また他国との陰伏の比較の視点を導入することにより、日本の製糸業における技術発展の特質、とりわけ自然条件に大きく規定される側面と、市場条件や社会的条件との相互作用を通じて生成される特質が、それぞれ析出されることが期待されている。

より具体的には、第1～2節では近代的な西欧製糸技術が、導入後どのように改変され定着を遂げていったのか、またその際の大きな特徴は何であったのかを検討される。なお第3節では、製糸業の急速な成長を背後から可能ならしめた、養蚕業における日本独自の技術的改良もまた併せて確認されよう。そして第4節以降では、導入技術定着後の画期的な技術革新たる一代交雑種の開発・普及を踏まえ、多条繰糸機と自働繰糸機の実用化の問題が論じられるであろう。

1. 西欧製糸技術の導入：2つの型

(1) 日本の場合、第1のいわゆる簡易並設型技術、すなわちミュラー(C. Müller)の推奨する農村工業型家庭製糸技術と、第2の大規模工場型技術、言い換えればブリュナ(P. Brunat)の採択した最新動力設備を備えた大規模製糸工場技術の双方が⁴⁾、全く同時期に相互にそう遠く離れていない地域内で、海外より導入されたという点で、インドや中国とは異なる1つの特色が存在したといえよう。

つまりその当時、糸質の改善さえ実現するならば、海外には膨大な潜在需要が存在したがゆえ、新技術による生糸生産を開始したいという中小の企業家が、各地にひしめいていたからに他ならない。したがって彼らにとっては、如何なる動力源を利用するか、

またどのような糸道(集緒や抱合、絡交など)技術を採用するか、はたまた製糸場の規模はどの程度にするかといった具体的な技術選択に際し、互いに大きく異なる実例を実際に見聞きすることが出来たことは、選択肢の幅を拡げ、より柔軟に対応しうる機会が提供されていたことを意味していた。

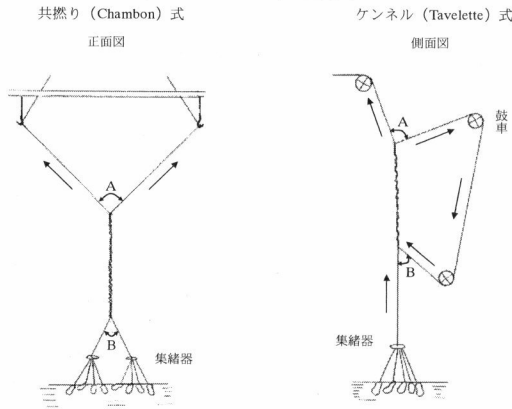
その点で、第1の簡易並設型技術しか存在しなかったベンガルや、第2の大規模工場型技術のみが存在した上海の場合とは、多少状況を異にしていたといつてよい。もっとも技術情報の伝播が遅い当時であっても、もとより決定的に重要なことは、単なる模倣を越えた技術適応力のある企業家精神が存在するか否かであることはいうまでもない。こうした観点においても、結果的にみれば当時の企業家の多くは、十分な市場への適応力ならびに技術的改良・工夫の精神を擁していたと判断してよいであろう。

以下、明治初期に導入された簡易並設型製糸技術の特質を、簡潔に確認しておきたいが、その際留意すべき点は、1つにこの農村工業型簡易技術と第2の大規模工場型技術の間では、労働生産性(工女当たり繰糸量)に関してそれ程大きな差異はないということである。また2つには、こうしたヨーロッパからの導入技術と既存の座繰り製糸技術との間には、かなりの生産性格差(といっても高々3～4倍程度)が存在したものの、それ以上に品質(特に織度や類節)面での彼我の差が大きかったことこそが、念頭におかれなければならないのである。

まず明治3年に、前橋藩により6人繰り(すぐ後に16人繰りへ)の製糸場が、また同4年に東京・築地に、小野組の60人繰りが、さらに6年には東京・赤坂葵町に工部省勸工寮の48人繰り(すぐ2倍に拡張)の製糸工場が、イタリアで製糸技師の経験を持つスイス人ミュラーの指導によって建設されている。

そしていずれの工場もケンネル(Tavelette)^{より}掛け(抱合; Croisure)装置(図1参照)を備えた煮繰分業方式で、大枠へ直接繰糸する方法が採用された⁵⁾。なおその動力源としては、前橋および築地の製糸場では人力に(前者は1年後に水車へ)、また勸工寮製糸場では水力による大枠の回転が図られた。他方、煮繭等の熱源としては、いずれの工場でも竈の直火を用い、繰糸鍋2つ毎に1つの煮繭鍋がその対面に組み合わせられた各煮繰セットの3台ないし4台毎に⁶⁾、煙道および煙突がそれぞれ設けられ、加熱されるシステムとなっていた。また膳台や枠台など器械の大部分は木製で、日本国内で製造されていた点にも留意しておく必要があろう。

図1. 繅掛け(抱合)装置



- 注 1) あい織り数は、一般に共燃り式で200~300回、ケンネル式で250~300回、後者の走行速度の方が大。
2) Aの角度は、通常80~90°にして必ずBの角度よりも大。

このように繰糸鍋6~8個分を1つの竈で繋ぎ、水車ないし人力で繰り枠を回転させるユニットを連結してゆく農村工業型製糸工場は、確かにその当時、北イタリアにはまだかなり広く存在していた。しかし同時に富岡製糸場のごとく、蒸気力を動力源とし、鉄製機械を装備した大規模工場もまた数多く存在していたがゆえ、こうした工場形態の選択は、明らかにミューラー自身がコスト面の実行可能性をも考慮した末の判断であったと考えられる。

事実インドの製糸工場の改善策を求められたミューラーは、やはり同様な農村工業型製糸工場を助言していることから知られるように⁷⁾、これは彼の1つの思想でもあったと思われる。確かにその後明治10年代の前半に、日本各地で簇生した製糸工場のほとんどが、こうした農村工業型の小規模製糸場であったように、このミューラー型製糸技術の導入は、見かけ以上に本邦の製糸業に大きな意義を有していたといつてよいのである。

(2)他方、第2の大規模工場型技術の例としては、周知のごとく明治5年にブリュナの手により、上野の富岡に富岡製糸場が設立されている。これは当時のフランスの製糸工場と比較しても、全く遜色のない最先端の機械設備を装備した近代的大規模製糸工場であった(表1参照)。すなわち蒸気機関を動力源とし、煮繭鍋や繰糸鍋への給湯・加熱も蒸気ボイラーによって行われる300人繰りの大工場にして、繰糸機は共燃(Chambon: 2緒)式の繅掛け装置を備えた内摺型の小枠再繰方式であった⁸⁾。

こうした大規模な工場は、当時一部の造船所等を除けば、本邦初の本格的な工場形態といつてよく、その間接的影響は計り知れない程大きかったと思われる。例えば見学者は、単に製糸業者だけにとどまらず、後に大阪紡績が開設された際にも、富岡製糸場の寄宿舎や工場内配置などが、参考にされたことが知られている。だがあまりにも近代的で大規模に

過ぎたため、当業者が新規工場を模倣設立するのには、直接それ程参考にはならなかったものの、後年出現した大規模製糸工場の多くが、事前に富岡へ職人や大工を派遣していたことが確認されるゆえ⁹⁾、本来のモデル工場としての機能は、十分果たしていたと判断されよう。

同様に、工女達は初めて器械製糸なる技術を学ぶことにより、やがて国許の工場へ戻り、「富岡帰り」の製糸教婦・経験工として大いに活躍したがゆえ、日本の製糸業が外来の斬新な繰糸法を習得・普及してゆくうえで大なる貢献をしていたといつてよい。なおブリュナの雇用打切り案等に際し、再三富岡製糸場の不採算性が批判されたが、当初より政府はそもそも本心で収支償うことを、もくろんでいたのかどうかは疑わしい。むしろこうした伝習・普及効果

表1. 製糸工場の機械設備と生産管理形態の比較

	(1) 官営富岡製糸場	(2) イタリア・フランスの器械製糸工場 ¹⁾	(3) 日本の標準的器械製糸工場 ²⁾
1 工場規模	300 釜	50-150 釜	50-150 釜
2 工場建築	大規模・レンガ	レンガ	簡易・木造
3 原動力	蒸気	概ね蒸気	水力
4 機械の素材	鉄製	鉄製	木製
5 繅掛け装置	共燃式	概ねケンネル式	ケンネル式
6 緒数と煮繰法	2 緒・兼業 ³⁾	4~5 緒・概ね分業	2~3 緒・兼業
7 枠揚げ	再繰式	直繰式	再繰式
8 主要製品の織度	12D	10-12D	14-17D
9 主な市場	輸出用	国内消費	輸出用
10 年間稼働日数	280-290 日	240-260 日	230-280 日
11 休日制	日曜・週休	日曜・週休	月2回
12 寄宿舎制度	完備	通勤工多し	概ね寄宿工
13 雇用期間	原則として3年	年契約・ゆるい	1年更新5年
14 工女の年齢	15-20 歳	15-20 歳	15-20 歳
15 労働時間	8-9 時間	11-12 時間	13-14 時間
16 夜業	なし	繁忙期にあり	概ねなし
17 監督制度	ヨーロッパ流	指導細心	厳格
18 賃金体系	等級別時間給	概ね時間給	出来高給
19 賞罰制度	概ねなし	概ねなし	厳格

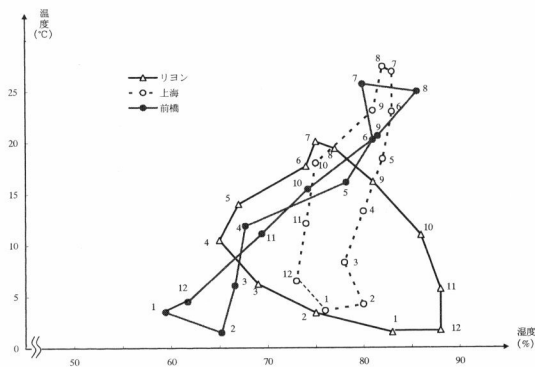
注 1) 19世紀後半の状況を主に想定。

2) 明治30年代の状況を主に想定。

3) 煮繰分業の可能性あり。

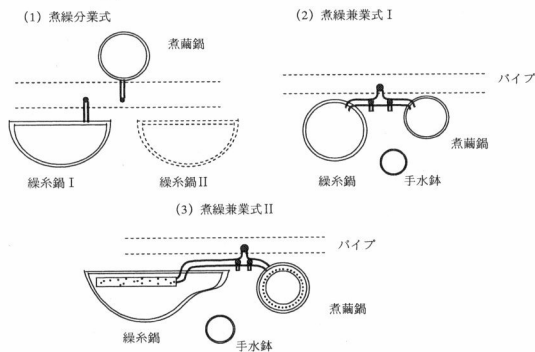
資料出所) 清川雪彦(1986)237頁。

図2. リヨン・上海・前橋の温湿度



資料出所 1) リヨンと上海は、東京天文台(編)『理科年表 大正16年』(1927).
2) 前橋は中央气象台(編)『中央气象台年報 大正9年』(1920).

図3. 煮繭鍋および繰糸鍋の形状と配置



注 1) 分業式は築地・勸工場の製糸場で使用されたと伝えられるもの。
2) 兼業式(I)は、富岡製糸場で使用されたもの。
3) 兼業式(II)は、陶器製で広く普及したもの。繰糸鍋右端の索緒部のない半円形のものも多い。

やデモンストレーション効果をこそ企図していたと考えられ、ほぼ20年後の明治26年に三井へ払下げられるに到ったが、これは上記のような本来の目的が達成されたことを含意していたと思われる。

なお民間の手に委ねられて程なく、繰掛け装置は量産化により適したケンネル式(3~4緒)に変更され(29年)、また31年からは労働時間の延長だけでなく、より厳格な出来高給制度が導入された。さらに34年以降は、需要の大きな変動に容易に対応し得るよう座繰り器による外部への賃繰り(釜掛け)も併せて行い、過大な資本-労働比率を引き下げる努力もなされている¹⁰⁾。つまりこうした動向はいずれも、その後の日本の製糸業における技術選択の方向性と軌を一にするものであり、その意味で富岡製糸のごとき、大規模工場型技術より簡易並設型技術

の方が、より身近に模倣・応用をなし得たことが示唆されているといつてよいのである。

(3)最後に富岡製糸の技術に関して、ヨーロッパのそれとは大きく異なる2つの特徴について言及しておく必要があろう。まず第1は、いま表1にも示されているごとく、大枠への直線式ではなく、座繰りの場合などと同じ小枠へまず繰りあげ、その後再び大枠へ揚返す再繰方式が採用されていたことである。ヨーロッパには、こうしたシステムは全く存在せず、中国(上海)やインドでも1930年代(広東では20年代)になり初めてその有効性が認識されるようになったもの、器械製糸技術としては、国際的にもきわめて特異な形態であったといつてよい。その結果、小枠から大枠へ再度揚返す必要はあったが、逆にその際糸の水分を十分に取り枠角の固着を防止し、極度の細斑^{はそむら}や大類^{おしふし}を除去して糸質の均質化を図りえたことなどは、著しい粗製濫造が横行していた明治初期の器械製糸業に在って非常に重要なことであったと思われる。

たゞブリューナが、「見込書」の段階では大枠・直線式を採用していたにも拘らず、何故いつの時点で再繰式に変更したのかに関しては、依然多くの疑問が残されているといえよう。通説では、「湿潤な日本の気候を勘案し、開業までに」となっているが¹¹⁾、それならば何故、高温多湿な繰糸場内に揚返し機が設置されたのであろうか？

また後(明治12年)にブリューナは、上海でイタリア製機械を装備した宝昌糸廠を経営することになるが、では何故富岡以上に多湿な上海(図2参照)においては、大枠・直線式が採用されたのであろうか？必ずしも多湿説の根拠は、十分とは思われない。

ヨーロッパの場合、消費市場(織布工場)が近かったがゆえ、製糸工場は場内に巨大な撚糸部門(Throwing Mill)を併設していることが標準的であったのに比し、日本の場合は生糸を直ちに輸出せざるをえなかったから、紐を整え輸出に相応しい梱包や括造りをするには、繰り枠から再度揚返す方が適切と判断したことは、十分にありうると思われる¹²⁾。いずれにせよ、この再繰方式が程なく日本的な労務管理と結合し、日本の製糸業を代表する1つの技術的特性となったことだけは確かである。

また第2には、富岡製糸場の場合、各繰糸工の膳台には繰糸鍋と煮繭鍋のそれぞれが設置されたかなり特殊な形態であったことである。なぜならばヨーロッパでは、煮繰兼業という繰糸形態も全く存在しなかったわけではないが、大部分は繰糸鍋と煮繭鍋が2対1ないし3対1で対面に設置された煮繰分業

方式(図3参照)であったからである。

膳台がこのような各個炊(焚)きになっていたことから、通常富岡製糸は煮繰兼業方式であったと理解されている。しかし「見込書」の段階から300人繰りに対し、24人の煮繭工が想定されていたこと、また煮繭時間の煮繭温度等は、添緒作業と並んで繰糸工程のなかで最も難しく且つ微妙な判断を要したにも拘らず、『富岡日記』などでは全く言及されていないことなどを勘案するとき、煮繭工が各膳台を廻って煮繭して歩く分業方式であった可能性は捨て切れないといえよう¹³⁾。

その当時、糸質の改善こそが緊要の課題であったから、より丁寧な煮繰分業方式の採用は、十分理解可能なものであったといえよう。だがそれをなぜ各個炊きの形で行ったのかは、より慎重な検討を要するが、当時のフランスでは、一般に3人持ちの煮繭工でも遊休時間が生じたようであるから、受け持ち釜数の増大とその弾力化を図ったとも考えられるのである¹⁴⁾。

いずれにせよ、こうした小枠・再繰方式や煮繭鍋の各個炊きの形態は、先の簡易並設型技術とも自由に組み合わせられ、その後の日本特有の製糸技術体系を形成してゆく、1つの大きな契機となっていたことだけは確かである。

2. 折衷技術の開発と糸質の改良

(1)こうしたヨーロッパの製糸技術が導入されつゝあった明治初期、日本で最も進んだ製糸法といえは、まだ稚拙な座繰りの段階にあったのである。しかも当時の蚕書(上垣守国の『養蚕秘録』など)によれば、19世紀の初頭までは更に原始的な「手挽き」や「胴取り」と呼ばれた手繰り技術の段階に在ったことが知られている¹⁵⁾。

その後福島や群馬で、歯車を利用した「奥州座繰り」や「上州座繰り」が発達し、左手で綾振り機構のついた小枠を廻し、粗略な集緒器(毛坊主など)を経た糸条に、右手で抱合を与えるいわゆる「左手座繰り」が普及し始めるのは、1830年頃以降のことといわれる。

事実こうした発展により、従来は1日繭2升程度の作業量であったのに対し、3~4升まで挽くことが出来るようになったことは確かである。しかし依然として「束付け」などによる大類・小類が著しく多く、輸出市場ではしばしば物議を醸していたのである。

まさにこのような状況下で、糸質の改善を図るべく、西欧製糸技術が導入されたのであった。それは

分業システムを徹底化させることにより、繰り枠の回転を他の動力源に委ねることで、両手とも使って索緒や添緒に専念出来たがゆえ、より丁寧な繰糸が可能であったのである。更に加えて集緒器や綴掛け(抱合)装置をも備えていたから、座繰り糸等に比べはるかに質の高い生糸の生産が、より容易に可能であったといつてよい。

しかし富岡製糸場のごとき大規模且つ豪勢な機械設備を、民間企業が容易に設置するわけにはゆかなかったがゆえ、それに範を取ろうとしても、いきおい簡易並設型の技術に近づくざるをえなかった。たゞ先にも指摘したように、現実のヨーロッパでは工場の規模や各種の糸道技術は自在に組み合わせられ、様々な形態のものが存在していたから、両系統の技術の折衷化には何ら支障はなかったといえよう。

だがそれと同時に、いずれの技術もがともかくも海外からの移転技術に他ならなかったから、当時の日本在来の技術との融合や混用が、併せて考えらるべき課題でもあった。そしてそのような折衷化が可能でありえたのは、基本的に導入技術と当時の在来技術の「技術格差」が、相対的にはそれ程大きくはなかったという事実に基づいていたといつてよい¹⁶⁾。

すなわち仮に労働生産性で測るならば、西欧製糸技術は座繰り製糸の3~4倍(平均3~5緒として)程度にして、糸質の差をも勘案してもなお6~7倍を越えることはなかったと思われる。しかも煮繭から索緒・抱合・繰り枠への紹揚げという繭糸の解舒・統合の過程は、原理的に同一の技術体系に属していたと考えられるがゆえ、両者の折衷化は、比較的容易であったと判断されよう。加えてその最も核心的部分は、いずれの技術にあっても人間の瞬間的判断力や経験・技能に大きく依存せざるをえなかった点も共通であった。

それゆえ初の西欧製糸技術の導入からわずか10年をも経ないうちに、夥しい数の製糸場が全国各地で設立され得たという背景には、こうした事情もあったといつてよい。例えば明治12年には、すでに長野や岐阜・山梨を中心に計666工場が稼働を開始しており、その後愛知や群馬・山形・埼玉等々へも広く普及し、17年には早くも全国で1,000工場を越えるに到っている。

なおそれら初期の工場の一部に関しては、かなり詳しい技術情報が得られるため、そうした工場はしばしばイタリア系技術の工場とか、フランス系のそれとかに分類されることが多いが、その分類基準があいまいであったり¹⁷⁾、現実には混淆形態であったから相互排反的分类が行いにくいなど、必ずしも有用

な論点整理とはいえない場合も多い。

たゞ総じて言えることは、当時の製糸場はほとんどが、人力もしくは水車を動力源とした10~30釜程度のごく小規模な工場、すなわち簡易並設型工場であったということである。したがって3人一組で煮繰を分担し、竈直火による加熱方式の工場も数多く存在したが、それらが必ずしも前橋・築地型の大枠・直繰式を採用していたわけでもない。

他方、煮繰兼業方式や小枠・再繰式を採用しているからといって、富岡流の共燃式繳掛け装置が採用されていたともいえない。このように初期の製糸場にあつては、海外から移転された技術の系統等にこだわることなく、むしろその難易性や実行可能性あるいは低廉性などの観点から、自由に各糸道技術を選択していたという方が、実態に近かったと思われる。たゞその場合、技術情報の入手ルートないし人的な繋がり・接触がきわめて重要であったことは¹⁸⁾、多くの論を俟つまでもないであろう。

なおこうした明治初期の製糸場に関して確認すべき問題の1つは、工場規模の問題であろう。もとより富岡製糸場のように、蒸気力を動力源とし300人繰りの本格的工場を建設することはほとんど不可能であったが、それでも100釜前後の相当大規模な工場も存在しなかったわけではない。例えば小野組の系列では、96人取りの諏訪郡の深山田製糸や上高井郡の雁田製糸、あるいは福島県の二本松製糸などがよく知られている。

他にも石川県立の金沢製糸や様々な簡易技術の開発で知られる諏訪郡の中山社、あるいは『富岡日記』の六工社や下高井郡・中野町の共立製糸などは、いずれも100釜の製糸工場であった。更には甲府の勸業製糸場や諏訪郡の両角製糸、上伊那郡の荻原製糸なども言及すべきかもしれない¹⁹⁾。

しかしながら、こうした初期の比較的大規模な製糸工場の多くは、それぞれ事由は異なるものの、結果

的にはその大半が破綻を来たしたことが、強調されなければならないのである。つまり技術的には、一応かなり大規模な工場もなんとか建設は可能であったものの、「工場」という新しい生産組織の形態を効率的に機能・定着させるには、今しばらく時間を要したのである(図4参照)。

すなわち賃金体系や作業管理などの労務管理一般、あるいは技術的な工程管理等に関する研究・模索、さらには在庫管理や販売ルートの確立のほか、それら専任スタッフの養成等は、一朝一夕には解決し難かったといえよう²⁰⁾。事実時間を経るに従い、次第に大規模工場の数が増えてくるのである。例えば明治26年の長野県には、37の100釜を越える工場が存在している(448工場の8%、明治末には32%に達する)²¹⁾。

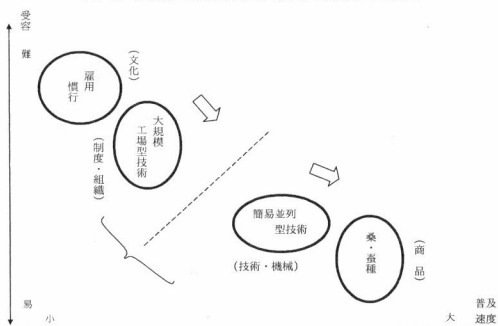
(2)次に確認すべきことは、西欧製糸技術の受容・普及に際し在来技術との積極的融合が図られたことである。当然のことながら、鉄製の輸入繰糸機は高価に過ぎたから、木鉄混製のものが採用され、工場設備はもとより木造にして、歯車より多少効率は劣るものの、摺車が多用された。また動力源に蒸気汽罐を採用することはほとんど不可能であったから、伝統的な上掛け水車が動力源として、人力に代り普遍的になっていった(大正期後半より次第に電動モーターに)。その他繰糸鍋や煮繭鍋あるいは集緒器などには、廉価な陶器製のものが工夫採用された²²⁾。

なお繰糸技術の関連では、煮繰に関して分業方式が導入されたのは、深山田製糸や二本松製糸、あるいは共立製糸や中山社をはじめ、その関連工場においてであったが、明治の中頃には糸量主義の抬頭とともに、兼業方式が一担広く普及するに到っている。たゞ繰糸鍋等の加熱方法は、簡便なこともあり、直火式がかなり根強く残存したものの、それも鍋湯温度の均一性を確保する必要上、次第に蒸気加熱方式が一般的となっていった。

また大枠・直繰方式に関しても、その合理性の信奉者が少なからず存在し、上記の分業方式以上に長く残存したところもあるが、明治30年代の初めまでには、ほとんどが小枠・再繰式に改装されている。同様に繳掛け装置に関しても、富岡製糸の影響で共燃式を採用した工場も少なくなかった。例えば六工社や金沢製糸、三重の室山製糸や兵庫県立の拡産社などを嚆矢とし、とりわけ三重県や愛知県、愛媛県などでは盛んに使用された。

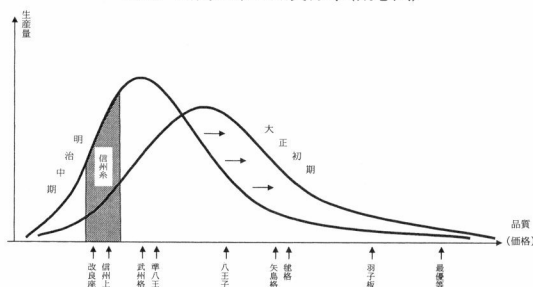
確かに共燃式は、ケネル式に比べると緩速度なため繰糸量が少なく、偶数倍の緒数しか選択出来ないことや、一本が切斷するとき他の糸条への影響も

図4. 広義の技術情報導入の難易と普及



注) より一般的には清川雪彦(1995)10, 212頁を参照。

図5. 輸出生糸の品質分布(概念図)



- 注 1) 糸格の品質(価格)評価は、農商務省(1924)第2表の糸斑を参考にした。
 2) 座繰り一番は、信州上一番よりも高く評価されることも多かった。

大きいことなどの難点も少なくないが、生成される生糸の質が高かったため、明治期末頃まではかなり(総釜数7~8%)残存していたものの、大正期にはほとんどがケンネル式に置き換えられている。

このように在来技術との折衷化により簡便な繰糸器械が生み出された一方、糸道技術の体系も明治30年代末頃までには、当時の糸量第1主義を反映して、ケンネル式繳掛け装置を主に、煮繰兼業方式による小枠・再繰式の日本独自の製糸技術体系が完成していたといえるのである。

(3)しかしそれでは、品質の問題が日本の製糸業ではほとんど顧みられなかったのかというと、決してそうではなかった点に、まさに日本的特色があったのである。まず幕末来の蚕種・生糸の輸出急増に伴い、目に余る粗製濫造が跋扈し国際信用をも危うくしたがため、蚕卵紙・生糸改所が設置(明治元年)され、直ちに検査が開始されたことは、よく知られるところである。

その後中央の検査体制はより整備されるが、こうした市場の取引ルール(品質の斉一性や品質評価の透明性など)の遵守には、地方の主蚕地自体もまた積極的に取り組もうとしていたことは、注目に値しよう。例えば群馬の産物改会所や長野の生糸改所が持つ啓蒙的意義は²³⁾、予想以上に大きかったと思われる。なぜならば、まさにそこを出発点として、生産者自身の自主検査や品質改善の努力に、繋がっていたからに他ならない。

すなわち群馬では、在来の座繰り糸を共同で揚返し、共通の商標で出荷することにより、いわゆる「改良座繰り糸」として輸出向け荷口(ロット)の大型化や均質化の要求に応えようとしたのであった²⁴⁾。なお先に再繰式の利点として、指定の長さや重量の繻にすべく小枠から揚返す際、顕著な細斑や束付け

部分を除去し糸質の均斉化を図り得たことを指摘した。

しかし実はそれだけにとどまらず、その際同時に工女個人毎の生糸検査をも行った点に、まさに再繰法と結合した日本的な労務管理の特質があったといえるのである。その検査内容は、時代や地域、工場の方針等によって力点は多少異なるものの、通常繰糸量(繰目)と糸歩(糸目：繻からの生糸化率)ならびに品位(品質)の3者から構成されていた。

もっとも品位といっても、明治の末頃までは切断数と大類、織度(デニール)の確認程度で、専ら前2者の検査に重点が置かれていたといえよう。とりわけ糸質より糸量を重視した長野では、厳格な繰糸量と糸歩に基づく出来高賃金制度(しばしば等級賃金制とも呼ばれる)が施行され、相対評価による工女相互間の競争が奨励されたことは、よく知られ先行研究も多い。

その後大正期に入り、絹織物の薄地化に伴い糸質の向上が強く求められたため、類節や抱合、さらにはセリブレンによる糸條斑(大正末期より)等の検査が導入され、専ら「信州上一番」の裾物(下等品)を挽いていた長野も、片倉製糸など大規模工場を中心に、かなり上質な糸(矢島格や八王子格など)を生産するように変化した(図5参照)。

たゞし西日本地域(三重や愛媛・鳥取・熊本ほか)や山形・愛知などの諸県では²⁵⁾、すでに明治の中頃から糸質優先の生産が行われ、個人検査に基づく出来高給制も導入されてはいたものの、それ程凄惨な生産競争の場であったという印象は受けにくい。

いずれにせよこうした輸出業者の主観的肉眼検査による銘柄表示の「格付け」取引は、大正期には実態にそぐわなくなり、2度の改訂を経て、器械検査による総合点評価法の第三者格付け(輸出糸は強制)へと、変貌を遂げることになるのである。したがって製糸工場の自主検査による個人検査の内容もまた、品位とりわけ糸條斑重視の方向へと、歩を一にしていた。

たゞそうした明治期末以降の品質改善への取り組みは、従来の労働強化的労務管理から、より合理的できめ細かな労務管理への転換のなかで実現されていたことに、特に留意しておきたい。それは典型的には、伝統的検査制度から専門教育を受けた製糸教婦による現場管理システムへの移行に、象徴的に現れていたといえる²⁶⁾。

つまり毎朝、まず教婦の「1粒繰り」により解舒の良否を確認したのち、煮繻時間や繰糸湯の温度あるいは小枠の回転速度等の指示を工女達に与え、始業

後は巡回しながら個別に助言や指導を行うなど、繭や生糸の理化学性に立脚した経営管理を目標としたのである。その過程で工女達の品質意識をも育成し、より合理的で丁寧な繰糸を促進したのであった。

またこうした労務管理上の合理化に加え、技術面での糸質改善への努力もなかったわけではない。その代表例は、煮繰技術の改良と思われる。かつて海外より2つの異なる方式の煮繰法が導入されたものの、明治の中頃にはほぼ煮繰兼業方式が大勢を占めるに到ったことは、先にも指摘した。なおその場合、いずれの方式にあっても比較的高温(93~99℃)で煮繭し繰糸される浮繰法(繰糸湯に繭が浮かぶ形態)が採られていたことは、もとよりいうまでもない。

たゞ当時すでに、例外的に山形地方だけでは、別の場所で煮繭し、その後個別に配繭する煮繰分業方式が導入されていた。しかも煮繭途中で冷水を加え、繭に吸水させて沈下させる温度差浸湯法が研究開発され、いわゆる「煮繰分業沈繰法」が早くも採用されていたのである。その結果、類節が少なく繰糸量も増え、優等格以上の上質糸を比較的容易に生産し得る繰糸体系が、完成されつゝあったといつてよい。

こうした沈繰法の利点は次第に認識されることとなり、明治の末頃から急速に沈繰法の普及(まず西日本で)が開始された。それは同時に、在来山形式の瀬戸製煮繭鍋の一升煮方式から、中原式をはじめとする近代的煮繭機の開発・普及とも軌を一にしていたといえよう。その後また大正期末には、糸條斑により有効な半沈繰法が開発され、急速に採用されてゆくことになるのである²⁷⁾。

このように、海外より移転された製糸技術の定着は、明治30年代中頃にはほぼ完了する一方、その後様々な技術的改良や工夫が展開され、競争力の増強が図られたことにも、我々は十分留意しておく必要があろう。

3. 夏秋蚕の発達と1代交雑種の開発

(1)近代的西欧製糸技術の採用と共に、日本の製糸業は驚異的な発展を開始し、例えば正確な統計資料が利用可能となる明治の中頃(明治26年)からそのわずか40年後(昭和8年)には、生糸の生産量は16倍にも増大していることが知られる。したがって当然、そうした急速な生糸生産の拡大は、その背後で産繭量の拡大を伴っていなければならず、それゆえそれは同時に、養蚕業の急速な発展をも意味していたといつてよいのである。そこで以下では、日

本の養蚕業を最も大きく特徴づけていた夏秋蚕の発達と1代交雑種開発の問題に焦点を絞って検討しよう。

そのためには、まず我々は夏秋蚕の飼育に用いられる2化性蚕の特性を確認しておく必要があろう。周知のごとく、化性とは蚕を自然状態に置いた場合の年間世代交代数を意味するがゆえ、2化蚕とは年に2度孵化する蚕を指している。

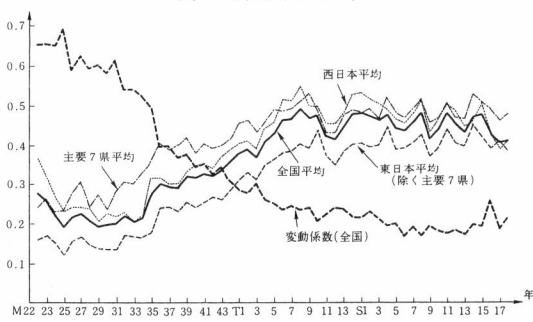
この2化蚕は、1化性の蚕に比べると、糸質・繭質の点でやや劣るものの、飼育日数が多少短く、高温多湿に対する耐性も高いため、夏季の飼育に適するという大きな特徴を有する。加えて2化蚕の場合、温度や光線など環境条件の影響を鋭敏に受け、化性が容易に変化するという際立った特徴をもまた併せ持つ。この後者の特性は、後に人工孵化法という非常に実用性の高い技術が開発されるに及んで、プラスに活用されるものの、催青技術がまだ未熟な段階にあった明治期前半には、孵化が実現したりしなかったり、きわめて不安定な蚕作状況を頻繁に呈したことは、よく知られた事実である。

なおこのような2化性の品種が広く存在(品種数の2割前後)したのは、日本だけであり、中国やヨーロッパでは、ほとんど1化蚕のみが飼育されていた²⁸⁾。中国の場合には、2化蚕も存在はしていたが、その品種数は少なく、蚕作が不安定なため、社会的にその飼育は禁忌と見なされていた。それゆえ2化蚕の飼育が広く普及するのは、交雑法が発達し、夏秋蚕の蚕作が安定化する1930年代以降のことであったといつてよい。

他方ヨーロッパの場合も、乾燥地帯のシルクロード経由で蚕種が伝播したこともあり、基本的にはやはり1化蚕のみが飼育されていた。だが夏秋蚕飼育の必要性や有利性が判明してから後も、なお飼育されることがなかったのは、(1)気候の関係もあり、桑が立木(高幹無拳式)仕立てのため、夏秋期の収穫にはやや不向きであったこと、ならびに(2)夏秋期の労働は、小麦やぶどうの収穫労働とも競合するため、敬遠されたことなどが挙げられよう²⁹⁾。

これらに反し日本の場合には、早くから「掛け合わせ」の伝統があり、2化蚕の不安定性は十分承知のうえ、なおその改良に努力が傾けられるとともに、夏秋期の飼育も積極的に試みられていた。例えば夏蚕の飼育は、江戸時代の中頃(1710年代：正徳年間)からはかなり熱心に試みられており、また天保期(1837年頃)には秋蚕すら開発されている。他方、弘化2(1845)年には、2化の雌と1化の雄を交配した「塩尻の掛け合わせ」が好評を博し、ある程度普及し

図6. 夏秋蚕の普及率



注) 年間の全産繭量(春蚕+夏秋蚕)に占める夏秋蚕繭の比率で表示。

資料出所) 清川雪彦(1995)62頁、原資料は農林省農林統計局(編)『養蚕果統計表』(農林統計協会、昭和36年)。

たことが知られている³⁰⁾。

(2)夏秋蚕とは、夏秋期すなわち7月頃(夏蚕)から8月(秋蚕)・9月頃(晩秋蚕)にかけて飼育される蚕を意味している。人工孵化法の進んだ今日では、化性とは関わりなく年間の多回飼育が可能であるが、夏秋蚕の特性がまだ十分に解明されていなかった明治期においては、夏秋蚕といえ、それは2化性の蚕とほぼ同義であったといつてよい。

つまり第1化を春期の5月頃に飼育し、その(初度夏蚕という)産卵・孵化を経て、第2化を7月頃もしくは蚕卵を冷所に保持し孵化をやゝ遅らせ、8月頃(秋蚕)に掃立てるのを通例とした。そしてこのようにして飼育される蚕種を不越冬種、通称生種と称する。言い換えれば、蚕作不安定と言われた2化蚕の場合、初度夏蚕の蚕卵が孵化せず、そのまゝ越冬してしまうもの(返り種という)が、しばしば混在したのである。

この後者の蚕卵を、2化蚕の越冬種・黒種^{くろだね}という。黒種は発生が抑制されているため、生種に比べるとその強健度や繭質においてやゝ劣るものの、冷蔵期間と温度を工夫することにより、かなり自由な時期に掃立てが可能であったから、明治期後半になると生種以上に、夏秋蚕用の蚕種として広く利用されるようになった。

それには2つの理由があったといえよう。まず1つには、2化性の越冬種にしばしば返り種、すなわち1化性への変性が生じた現象は、催青時の温度を厳密に低温(16℃前後)に維持することで避けられ得ることが、明治8年頃経験的に発見されたことであつた³¹⁾。この発見により蚕作は安定し、とりわけ農作業との関連で好都合な秋蚕および晩秋蚕の飼育を拡大することが出来るようになったといえる。

また2つには、それと並行して蚕種の冷蔵保存に

は、風穴^{ふうけつ}が好適であることが判明し、全国各地で百数十箇所にも及ぶ風穴が探し出され、大量に所謂「風穴種」が製造保存されたことである。高山や寒風の吹き出す岩稜の洞穴にして、温度が低く常時5℃以下の気温を保持出来ればよく、長野や山梨・長崎をはじめとする諸県に、製種業者が所有していた。

その結果、比較的繭質が良好で蚕児も強健な2化—1化の掛け合わせ種や2化性越冬種の秋蚕が、明治の中頃より積極的に飼育されるようになった³²⁾。こうした夏秋蚕の飼育は、長野をはじめとする大養蚕県や西日本が先導的役割を果たし、大正の初期にはほぼ春蚕の掃立て量に匹敵するまでに増大したことが知られる(図6参照)。

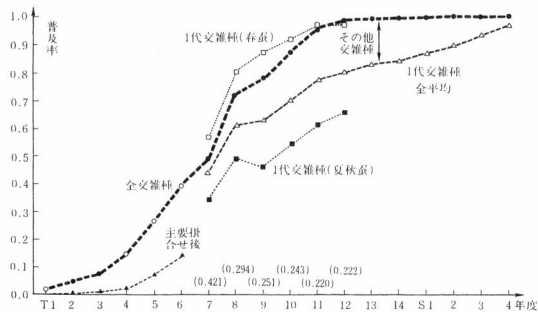
なお付言しておくならば、この頃から越冬卵(黒種)を人工的に孵化させる様々な催青法が工夫され始めている。すなわち不越冬卵(生種)の場合には、その時期の気候や市況に関係なく、そのまゝ時間の経過とともに掃立てに入らなければならないが、もし越冬卵を自由に孵化させることが出来るならば、その時の必要性に応じて決定し、需要がなければそのまゝ翌年に越冬させることが出来るからに他ならない。

こうした人工孵化法の技術は、大正の末期に完成され、専ら夏秋蚕用の2化性越冬種に適用された。つまり温度や光に過敏な2化蚕の場合、まず産卵後程なく、24℃前後の保温と光線照射で2化性を1化に変性(1化の利点も導入すべく)したうえで、直ちに塩酸処理を施す方法が、最も広く採られるに到つた³³⁾。その結果昭和初期には、最早夏秋蚕を不越冬種の風穴種から掃立てることはほとんどなく、直接2化の越冬種を製造し、それを人為的に孵化させる方法が最も普遍的となったのである。

(3)以上のような夏秋蚕の普及だけでなく、春蚕をも含めた明治・大正期の養蚕業の拡大には、著しいものがあつたことは確かである。蚕の飼育は、周知のように桑の摘葉に始まり、給桑や除沙・分箔等々の時間管理を適切かつ正確に行う必要があるだけでなく、蚕座の温湿度も厳格に管理されなければならないなど、非常に繊細さと厳密性がともに要求される作業であるといつてよい。

通常それは、各蚕繭の第何日目(何時)には、どの程度の桑葉量(蠶量1匁当たり)を供餌すべきかという非常に細かい「標準表」が作られており(蚕業試験場ほかによる)³⁴⁾、それに従って飼育することが多かった。もとより地域やその年の気候などによって、多少の手直しの必要があつたが、それらは農会の巡

図7. 交雑種の普及率の推移



注 1) 全交雑種の大正1, 4, 5, 6年度の値は、正規確率紙による推定値。

2) 大正7～12年度の()内の数値は、1交代雑種の各府県への普及率に関する変動係数。

3) 主要掛合せ種の普及率は、各府県における10大品種に占める掛合せ種の比率。

資料出所) 清川雪彦(1980)35頁、なお原資料は『蚕業取締成績』(大正1～6年度)および『蚕業取締事務成績』(大正7～昭和4年度)、『蚕糸業二関スル参考資料』(第3次)。

回養蚕教師の助言で行われることも多かった。

他方同時に、各地でその地域の蚕種により相応しい飼育方法を求めて、温暖育や清涼育あるいは折衷育などが模索検討され、また労働時間や廃桑率などを勘案し、普通育(刈桑育)だけでなく様々な粗放育(條桑育など)も案出されたことは、よく知られている。こうした非常にきめ細かい飼育方法や数々の飼育改良法が、全国各地で次々に実現していった背景には、日本の高い初等教育の普及率や、早くからの農業補習教育の充実などが在ったことが、決して忘れられてはならないであろう。

夏秋蚕の急速な普及に際しても、こうした飼育水準の高さと繊細さが、数々の問題点を克服し、かつては不安定性の象徴といわれた夏秋蚕を、春蚕とほぼ同様な生産量にまで増産し得た事由であったことは疑いない。例えば夏秋蚕の場合、(1)気温が高く給餌の桑葉が乾燥し易いため、給桑回数を増やし且つ夜間にも供餌する必要があること、ならびに(2)桑葉自体も、春切りをした新梢であっても、春季のものに比べると硬いことなどを勘案した飼育法が考え出される必要があった。

その結果、まず桑の品種としては、大葉で葉肉厚く萎凋しにくい魯桑や改良鼠返が選好され、急速に普及を重ねるに到った。他方飼育法としても、稚蚕期には刈桑育がある程度避けられないものの、壮桑期は完全な全葉育が一般的であった。なお後者の摘葉に際しては、翌春の發育をも考えなるべく桑樹を傷めないよう、葉柄を残す葉摘み法が採られたのである。

またその場合でも、多くの桑園ないし桑畑は春・夏・秋蚕3期(または春・秋蚕2期)の兼用であったから、摘葉に当たっては梢頭からどのような順序で春蚕用と夏秋蚕用の桑葉を摘み分けるかということまで、非常に細かく段取りされていたのである。これは一般に、新梢の軟らかい部位の葉を与える程、糸量は増えるものの、軟化病にも罹り易く(特に夏秋蚕は)なるのを避ける配慮でもあった。かくして寒冷地を除いては、経済的な兼用桑園を中心にきめ細かな飼育技術を以って、夏秋蚕に固有な蚕作の不安定性を克服し、多回育を実現・普及させたのである。

(4)最後に、養蚕技術の改良とも併せ、繭の増産ならびに繭質の改善に大きく貢献した品種改良にも、一言言及さるべきと思われる。それは1交代雑法の採用と原蚕種の統一管理であった。

周知のように、1900年にメンデル(J. G. Mendel)の雑種強勢に関する遺伝法則が再発見されると、直ちに日本でも外山亀太郎らによって蚕への応用が試みられた³⁵⁾。すなわち異なった純系原種の間で交雑を行うと、一般にその親よりも秀れた形質が、第1代(のみ)で均一に発現することが確認されたものの、その雑種強勢の現われ方は、組み合わせ如何によってかなり大きく異なるため、最適な組み合わせが、いわゆる三元雑種や四元雑種の方法をも含め、その後長らく模索されることとなる。

しかし今図7にも示されているように、大正3年前後に1交代雑種の優越性が蚕業試験場によって最終確認されると同時に、各地の原蚕種製造所や講習所は直ちに交雑用原蚕種の無償配布を開始し、その普及促進に乗り出したことが知られよう。他方、民間の大製糸会社もまた、片倉や郡是を筆頭に独自の蚕種製造体制を整えたのである。

すなわち1交代雑種は、明らかに従来の固定種に比較して、減蚕歩合や同功繭歩合が低く、飼育日数も短かっただけでなく、強健にして孵化や眠起が齊一なうえ、産卵数も原種に比べはるかに多かった。しかもその繭はより大きく、繭層歩合も増大した結果、生糸量歩合(対生繭)は従来の7～8%から10～12%へと飛躍的に増大したのであった。

確かに交雑種の製造には、雌雄の発蛾期を一致させる必要性や正確な雌雄の鑑別など、繁雑な手間と技術を要したものの、その圧倒的に優れた性質により、直ちに急速な普及を開始している。当初夏秋蚕の1交代雑種には、やゝ違作が多かったこともあり、春蚕に比べるとその浸透は多少時間を要したが、大正の末頃には、ほぼ1交代雑種一色となっている。

このように早い時点で、またきわめて速い速度で、従来の固定種ないし伝統的掛け合わせ種から1代交雑種への切り換えが成功したことは、世界的にもほとんど類例を見ないような事例であるといつてよい。これは日本の蚕糸研究の水準の高さ、ならびに非常にシステマティックな原蚕種の管理体制や法整備、さらには活発な啓蒙普及活動とそれに直ちに呼応した養蚕農家の積極性が、見事に結実開花した事例であったといつても、決して過言ではないであろう³⁶⁾。

4. 多條繰糸機の完成から自動化の時代へ

(1)先に我々は、大正期の中頃に生糸輸出市場の需要構造が変化し、薄地織物用(含む靴下)糸志向となったため、糸條斑が最も忌み嫌われるところとなり、その検出を中核に捉えた新たな生糸の検査方式に転換せざるを得なかったことを指摘した。しかしこうしたレーヨン糸の出現に起因する需要構造の変化は、単に製品の品質検査の強化のみでは対応出来るものではなく、生産される生糸そのものの品質改善をも推し進める必要があった。

それを繰糸機の面から実現しようとしたものが、多條繰糸機さそうの開発であったといつてよい。すなわち従来の座繰機(普通機とも言う)に比べ、(1)繰糸湯の温度を十分に低く(25~55℃)し、セリシンの過度な溶出を防ぎ、また(2)小枠の回転数をきわめて遅く(座繰機の5~6分の1程度)して、糸の疲労を少なくするとともに、落緒繭数を減少させることによって、糸條斑の発現頻度を抑制しようとする点に、その究極的なねらいがあった³⁷⁾。

つまり発想を変え、低温・緩速度の繰糸というこれまでの繰糸法と大差ない方法により、高格糸(2A格や3A格の)を生産することこそが、その基本的理念であったといつても過言ではない。それというのも従来の座繰機では、最早新しい検査基準の下では高々B格かA格程度の輸出用糸しか挽くことが出来なかったからに他ならない。

なおこうした低温・緩速度の繰糸法採用の結果、(3)各繰糸工は、立ち作業(立繰式)で1人20緒まで受け持つことが出来るようになり、また煮繰法は、糸質重視の観点から当然、分業型の沈繰法が採用されたことは言うまでもない。加えて緩速度の巻き取りゆえ、従来のような「投げ付け」等による添緒(接統)は不可能であったから、簡便な接緒器の導入だけは不可欠であった。

このような斬新なアイデアに基づく新時代の多條繰糸機さそうの大半は、鉄製の堅牢な台枠から出来ていたものの、原理的には座繰機の糸道構造とあまり異な

るところはなかったから、新たに特許化される部分も、接緒器のほか自動繰り枠停止装置や自動索緒器などにごく限られていたといつてよい。しかも1人当たりの受け持ち緒数は大幅に増えたものの、小枠の回転速度が座繰機の5分の1程度の低速であったから、両者の1人当たり繰糸量には大差なく、専らその差異は品質の差に求められたのである。

(2)以上のような特徴を備えた多條繰糸機は、きわめて独創的とは言えないまでも、小さな技術革新・改良を重ね合わせ、日本独特な1つの実用性高い技術にまで造りあげられていたといえよう。それは早くから御法川直三郎みのりがわにより構想されていたが、大正期の市況の変化とともにようやく陽の目を見るに到り、14年に完全に実用化され、まず片倉製糸で生産を開始する。

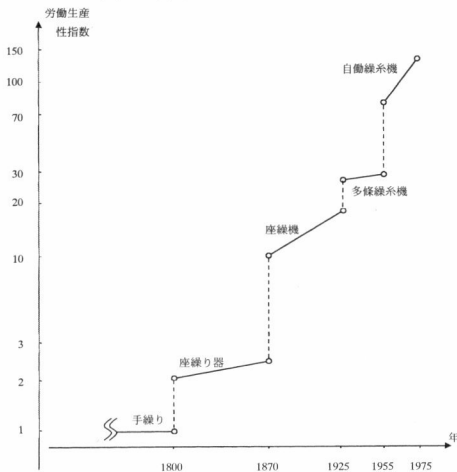
これを1つの契機に、他の大製糸会社でも多條機化の機運が高まり、直ちに類似技術の開発に向けた努力が開始された。その結果、接緒器を中心に、繰り枠停止装置や索緒器、乾糸装置などに、それぞれ独自の工夫が施された各種の多條繰糸機が、昭和初期には完成するに到り、各地の製糸工場に納入されている。

このように簇生した各種多條繰糸機さそうの大半は、それぞれの地域の地元工場へ納入するだけの中小製作所によるもので、全国的な機種は御法川式のほか、郡是式や鐘紡式、あるいは半田式や増沢式、SO式など十指にも満たなかった。しかしそれら中小メーカーのものも併せると40余種にも昇ったから、結果的には初の実用化以来10年を経ずして、全生産設備(釜数)の2割以上が、座繰機から多條繰糸機に転換されたのであった。

こうした急速な普及は、当初大規模な製糸工場から始まったものの、上記のような中小メーカーの機種は、各地の比較的規模の小さいいわゆる(産業)組合製糸の工場にも広く普及した点に、この期の技術革新の1つの特徴があったといえよう³⁸⁾。他方、それは背後においてセリブレーン検査が本格化し、それに伴い製糸教婦等による工程管理や労務管理の合理化・厳格化が急速に進展しつつあった時代とも、並行していたことが看過されてはならないのである。

同時に多條繰糸機化は、一方で煮繭機や乾繭機の発達とも歩を一にしており、この昭和の初め頃には、それまできわめて労働集約的であった製糸業が、一步省力化へ踏み出し機械化が進展した時期とも重なっていたことにも留意しておきたい。更にそれは戦後の復興後、無人化へ向けた自動繰糸機の開発の基礎ともなっていたのである。

図8. 繰糸機械の進歩(概念図)



注) 生産性には、糸質も加味されている。

(3)繰糸機自動化の理念や試みは、決して新しいものではない。例えばフランスやイタリアでは、19世紀の末から20世紀の前半にかけて、何度か本気で開発が試みられており、また日本でも、明治31年の圓中文助の特許は問題外としても、1930年代以降原合名や片倉製糸等により、核心部分の自動化が実用化レベルで検討されてきた。しかしその実現・実施にはまだほど遠く、本格的展開は戦後まで俟たねばならなかったのである。

戦後の養蚕・製糸業の復興は、きわめて急速であった。しかし日本経済全体も急速に工業化する中で、繭価の高騰と繰糸工賃金の急上昇は避けられず、製糸業にとって省力化、すなわち自動化こそが焦眉の急務であったのである。こうした強い需要を背景に、自動繰糸機の開発は、片倉や郡是、恵南などの製糸会社をはじめ、日産(前プリンス)自動車などの機械メーカーの十指に余る企業によって開始された。

だが競争淘汰の結果、最終的には恵南と日産、郡是の3社のみが実用化・量産化にこぎつけ、昭和20年代の末から定粒式の自動繰糸機を市販しうるに到っている³⁹⁾。その「恵南型」や「たま10型」の繰糸機は、直ちに国内の大手製糸工場で採用が開始されただけでなく、韓国や中国へも新市場を求め、輸出されたのであった。しかしこの定粒式の段階では、まだ織度感知装置や給繭接緒装置の精度が低く、十分に織度偏差をコントロール出来なかったがゆえ、多條繰糸機の糸質より劣るともいわれていた。

すなわち自動化するに当たっては、1つに、走行生糸の織度を常に一定に保つための高精度の織度感知器を開発すること、また2つには抄緒(索緒のの

ち正緒をひき出すこと)後の繭を、如何に効率的に補充・接緒するのかという給繭接緒機構改善の2つが、鍵を握っていた。

まず前者は、蚕糸試験場特許(昭和30年)のスリット式(ゲージ式)定織度感知器の実用化が、32~38年頃に完成し、ミクロン・レベルの織度偏差まで感知し得るようになった結果、自動繰糸機はすべて定織度方式となった。また後者についても、移動式と固定式の2系統の給繭接緒装置があったが、ともに大きな改善が図られたものの、次第に移動式の有利性が明らかとなってきた。

加えてこの間、自動抄緒装置の改良も進み、省力化が大きく進展したこともあって、昭和30年代の後半には、各製糸工場が積極的に導入・買い換えを図り、40年頃にはほぼ100%が自動繰糸機によって稼動されるようになった。

同時にその間、韓国や中国だけでなくインドネシアやイラン、トルコ、ブラジルをはじめ、イタリアやルーマニア等々のヨーロッパ諸国へも幅広く輸出されたのであった⁴⁰⁾。すなわちほぼ100年前に、ヨーロッパより近代的製糸技術として「里帰り」した繰糸技術は、はるかに生産性を高め、再び東アジアから世界各国へ輸出される第Ⅱステージを迎えたといってもよいのである。

顧みれば、いま図8にも示されているごとく、この自動繰糸機の出現・完成は、世界の製糸技術史のなかでも画期的なものであったといっても決して過言ではないのである。もとよりそこには、狭義の製糸技術だけでなく、幅広く日本の工業技術全体の成果もまた、反映されていたことはいうまでもない。たゞこれまで当初の自動繰糸機出現来、数多くの改良が積み重ねられ、大きくその生産性を向上させてきたものの、今日その国内市場がほとんど消失し、これからはあまり大きな改善は望みえないことこそが、非常に残念に思われるのである。

むすびに

日本の製糸業は、明治初期から昭和の初めにかけて加速度的な急成長を遂げ、その生糸輸出もまた高い競争力により、急速な拡大を続けたことは、周知の事実である。このように長期にわたり急激な成長を持続し得たことを、通説のごとく低賃金仮説をもって説明しようとするには無理があると考えられ、我々はその技術革新・技術改良の側面に注目することとした。とりわけ競争国のインドや中国などの技術体系・水準を念頭におき、それらとの陰伏の比較により、日本の競争力を大きく左右した独自の

技術革新ないし改良を、相対的に把握しようとした。

その結果、以下のような2つの結論が得られた。まず第1に、他国で一般的な大枠・直繰方式ではなく、小枠・再繰式を選択したことは、単に高温多湿な日本の風土に合致していたのみならず、煮繰兼業方式の採用とも併せ、個人レベルの生糸自主検査を可能にした。しかもその賃金体系は、糸質面をも含めた徹底した出来高給制であったから、市場の動向に応じ、糸質向上の方向にも踏み出すことが出来た。またそうした賃金インセンティブだけでは不十分な場合、事実そうであったように、製糸教婦制度の拡充や多條繰糸機の導入などによっても、技術環境を市場条件に適合させたことが知られる。

第2には、2化性の蚕を夏秋期に飼育することにより、供給量の倍増と養蚕経営の安定化が、図られたが、その背後には実に様々な民間レベルでの技術改良の努力が隠されていたのである。日本に2化性蚕品種が豊富に存在したことは、自然条件や地理的条件の僥倖といえるものの、それを活かすべく種々の改良工夫が積み重ねられた点にこそ瞠目すべきであろう。例えばそれは風穴の利用であり、また窮理法の探求や各種掛け合わせ種の開発でもあった。

たゞこうした改良意欲は、同時に飼育標準表などに基づく非常にきめ細かい蚕児管理や、計画性の高い桑の摘葉法や仕立方などとも、表裏一体の関係にあったことが看過されてはならないのである。さらにそれは、2化蚕の交雑、容易にして孵化し易い特性を利用した1代交雑法による改良や、人工孵化法の実用化ともつながっていたのである。

こうした2つの大きな一連の技術革新は、いずれも市場動向を強く反映した簡便にして実用性の高い技術改良の形態であったといっていよい。その意味では、日本の多くの技術導入もまた、その実用化や普及などの応用面において(パストゥールの袋取法や人工孵化法のように)、大きな実効性を有していたのである。

(一橋大学経済研究所)

注

1) 例えば蚕糸業の場合、初期の急速な発展はかなりの程度、スミス=ミント(H. Mynt(1963))の余剰資源活用型発展モデル(A Vent-for-Surplus Theory)によっても説明可能かもしれないが、ここでは広義の技術革新とその背後で質的な向上を遂げる人的資源の存在に着目している。なお藤野正三郎ほか(1979)の第II部第2~3章(小野旭執筆)は、我々同様技術革新の重要性を強調している。

2) 例えば荒木幹雄(1996:第3章など)などのほか、

多くの啓蒙書でも当然のごとく主張されている。しかし生産性も勘案する逆転する可能性があることは、『日本蚕糸業史』(第2巻549頁)などにも示されている。

3) 実際にはこのようになり複雑な問題を抱えていたにも拘らず、通説としてしばしば主張される背後には、広く「女工哀史」史観が存在していることに依るのかもしれない。もとより細井和喜蔵の『女工哀史』は、紡績工場(含むモスリン)に関する話であるから、より正確には佐倉啄二『製糸女工虐待史』や山本茂実『あゝ野麦峠』などが挙げられるべきかもしれない。なお後者では、その当時雇用機会があるということの意義もまた、多少語られている。1980年代に我々自身が山梨県で行った聞き取り調査でも、(1)体が頑健であり(小卒後2~3年家事や子守などの後)、(2)尋常小学校の成績もある程度以上の場合にのみ、就業可能(つまり村には職を得られない子女もいた)であったことが知られる。悲惨な結果は体が虚弱であったり、「糸取り」に適性を欠いていた場合に生じ易かったが、すべての製糸工場の労働条件が、当時の生活環境の中で最も劣悪だったとは認められなかった。他に『富岡製糸場誌』(第9章)や『岡谷蚕糸博物館紀要』(年報:「聞き取り」連載中)なども参照のこと。

4) これら2つの技術は、既存研究ではしばしばイタリア式とフランス式という呼称で分類されることが多いが、実際の両国における製糸技術は相互に渾然一体化しており、こうした呼称はむしろ誤解を招く虞れの方が強いので、ここではその内容に即した呼称とした。清川雪彦(1986)も参照のこと。

5) いずれも3緒繰りのケンネル装置と想定されるが、前橋に関しては確たる情報はない。また勸工寮製糸場は2緒との見解もある。加藤宗一(1976)102頁。

6) こうした煮繰分業方式の場合、「何人繰り」ではなく「何人取り」として規模が表示されることも多いが、その時は煮繭工の数も含まれていることに留意。

7) Liotard (1883) pp. 28-29.

8) 当初の繰糸機の大摺車の位置が、外摺りではなく内摺りであったという見解は、鈴木三郎(1971)による。同様に織掛け装置も、2重共撚式であった可能性が指摘されている。小口雄勇(2000)。この当時、フランス本国でもすでにケンネル式が主流を占めつつあったにも拘らず共撚式が選択されたのは、糸量より糸質を重視するというブリュナ自身の考え方に拠っていたと思われる。高橋信定(1900)17頁、今西直次郎(1902)79頁なども参照のこと。

9) 詳しくは清川雪彦(1986)を参照のこと。なお富岡製糸場に関する基礎的資料や文献は、同論文の引用文献を参照されたい。

10) 新経営方針とその含意については、『富岡製糸場誌』および前掲の清川雪彦(1986)を参照のこと。

11) 明治40年に大日本蚕糸会が、ブリュナの功績を顕彰した際に、その理由を「湿気多き日本に適合した小枠・再繰式を採用した卓見」に求めて以来、多湿説が全く疑われることなく受け入れられている。またブリュナが建設地の選定に初めて富岡を訪れた際、4人の座繰り工女の実演を見学したことも知られている。『富岡製糸場誌』(上)116頁や上條宏之(1986)を参照のこと。

12) もとより上海器械糸もまた輸出向けであったから、直繰式は当然束装・検査面での困難を抱えざるをえ

なかった。それゆえ上海の場合、代りに屑糸を大量に出すことで、この問題に対処していたといっている。

13) こうした見解は、例外的に加藤宗一(1976: 89, 96頁)などに見られる。『富岡製糸場誌』(上)115, 149, 381-382頁も参照のこと。ブリュナンの『製糸法伝書』では、比較的低温で長時間煮る伊仏型が示されている。ただし『富岡日記』76-80頁でも、後の六工社時代には煮繰兼業になっていたことが知られる。なお揚返し機は、後の時代には一般に繰糸場とは別棟に設けられるようになった。

14) 例えば山本竹蔵(1909)69頁などを参照のこと。

15) 詳しくは鈴木三郎(1971)や加藤宗一(1976)などを参照のこと。なお座繰りの「座(坐)」とは「座る」意味ではなく、「菊座」に由来する菌車を意味するといわれる。

16) こうした技術格差と適応化の関係を含む「技術格差仮説」に関しては、清川雪彦(1975)を参照されたい。

17) こうした分類法の起源は、戦前にまで遡ることが出来、『平野村誌』(下: 136-137, 154頁)などにまず見られ、すぐに『信濃蚕糸業史』(下: 217頁)や岡村源一(1932: 7頁)などでも踏襲されている。なお前者での定義は、鍋の形と煮繰りの方式によるもので、繅掛け装置や揚返し方式には言及されていないことに留意。

18) 例えば武田安弘(1986)では、共進会資料に基づき明治初期の長野製糸場の技術系統が詳しく分類されているが、そこで肝要なのはむしろ人のネットワークの系統性であるように思われる。

19) ここでは明治13~14年までの状況を想定。したがって年度によって、規模にも多少変動がある。須坂町の東行社などは、寄り合い工場か否か不明。『信濃蚕糸業史』(下)や鈴木三郎(1971)などを参照のこと。

20) 例えば深山田製糸の破綻でも、こうした問題点が最も深刻であったと思われる。詳しくは、中村秀子(1967)を参照のこと。

21) 『信濃蚕糸業史』(下)715-740頁の工場表により算出。

22) こうした簡便化された器械(諏訪式とも呼ばれる)の値段等に関しては、瀬田秀保(1997)を参照。

23) 群馬の物産改会所および品質改良については、差波亜紀子(1996)が詳しい。また長野の生糸改所については、『信濃蚕糸業史』(下)378-391, 551-557頁などを参照のこと。

24) より詳しくは、眉橋十五織史(1900)や高橋清七(1909)のほか、清川雪彦(1994)およびその脚注文献も参照のこと。なお技術的には、ケンネル式繅掛け装置の導入にも言及するべきかもしれない。これらの結果、ほぼ信州上一番格と同格として評価されるようになった。

25) 早くからこうした糸質の相違に着目した研究としては、石井寛治(1972)がある。また山形や西日本の状況については、森芳三(1998)や井川克彦(1998)などを参照のこと。なおその意味では、長野の製糸業は1つの典型たりえても、日本の典型とはいえないことに留意。

26) 詳しくは清川雪彦(1988)を、またその後のセラブレン点と出来高給制の関係については、清川雪彦(1989)を参照されたい。

27) 沈繰法・半沈繰法の意義と普及に関しては、大道幸一郎(1913)や肥後俊彦(1929)『日本蚕糸業史』第2巻, 326-346頁などを参照のこと。

28) 蚕種の伝播に関する吉武仮説については、清川

雪彦(2004)およびその参考文献を参照されたい。なおイタリヤなどにも、2化蚕が存在はしていたことが、Rondot(1885)やQuajat(1896)などの繭質試験の頃などから窺われる。

29) ビサ大学C. Zanier教授との私信往来では、他にも繰糸工組合の品質低下への抵抗や養蚕農民の過重労働への反対、黄繭糸(1化蚕: 2化は主に白繭糸)への根強い需要などの要因も挙げられるようである。なお中国やヨーロッパでは、一般に桑樹所有者と養蚕者は別の主体(階層)であったから、夏秋蚕飼育の意欲も容易には実現しにくい面があったといえよう。

30) もとより米沢藩のように、夏蚕の飼育を禁止(1816年)した地域もあった。なおこの上田の土屋文吉による(安曇地方との説もあり)秋蚕はまだ不安定で、慶応年間(1860年代中頃)に風穴が利用されるようになり認知される。塩尻の藤本善右衛門による掛け合わせの他、「大草」や「青白」などの掛け合わせ種も、よく知られていた。

31) この方法は、南安曇郡の藤岡喜代蔵(甚三郎)により案出され、蚕種の物理特性に沿ったという意味で「窮理法」と呼ばれた。当時の具体的処理方法は、例えば広瀬次郎(1916)338-351頁などを参照のこと。卵面を仔細に観察することにより、胚子の反転期(変性期)を判断出来たようである。

32) 秋蚕の普及には、初代富岡製糸場長尾高淳忠の秋蚕有用説による擁護論が、大きな役割を果たしたといわれる。しかし蚕種取締規則が施行されていた明治初期には、例えばその原紙をめぐるいわゆる秋蚕事件などが起きている。井上善次郎(1977)183-199頁や『日本蚕糸業史 第3巻』養蚕史16-21頁などを参照のこと。

33) 62℃前後に加温した稀釈塩酸(15%)に数分浸す加温浸酸法が最も一般的であった。石森直人(1935)30-43頁。こうした人工孵化法は、早くからヨーロッパでも、摩擦法や浸湯法、通電法など種々試みられて来たが、実用化は大正期の日本で実現するに到った。

34) 明治22年の同試験場の標準表を嚆矢として、その後東京蚕業講習所や府県の蚕業試験場、あるいは片倉や郡是、三龍社などの製糸会社から蚕糸同業組合や一部の蚕種製造業者に到るまで、特に大正期の1代交雑種の普及以後、各地の各品種に即応した標準表が、作製配布されたのである。

35) 詳しくは清川雪彦(1980)およびその脚注文献を参照されたい。

36) 詳しくは、清川雪彦(1980)を参照のこと。なおその後は主に多糸量糸品種の開発に精力が傾けられ、織度は多少太くなったもの、繭層歩合が増大し、織度偏差や小繭の改善、同功繭歩合の低下など、更に一段の改良が図られている。

37) 座繰機の繰糸湯は、一般に70~80℃にして、繰糸速度は1分間に200~250m(多條機では40~60m)と考えてよい。詳しくは『日本蚕糸業史(1935)第2巻』(本多岩次郎編), 392-403頁や、清川雪彦(1977)およびその脚注文献等を参照されたい。

38) 普及の分析は清川雪彦(1977)を、また増沢式や郡是式の動向に関しては、星野伸男(1997)や榎一江(2005)などを参照のこと。

39) この恵南産機と日産自動車繊維機械事業部の各

開発内容に関しては、その前身をも含め、和田定男(2000)と小林安・瀬木秀保(2001)を参照のこと。なお当初は片倉工業も製造していたが、後に日産との技術提携関係に入った。

40) 恵南の42%、日産の17%の計750セット弱が、1980年頃までに輸出されている。

参考文献

- 荒木幹雄(1996)『日本蚕糸業発達とその基盤—養蚕農家経営—』ミネルヴァ書房。
- 大道幸一郎(1913)『煮繰分業沈繰論』丸山舎。
- 江口善次・日高八十七(編)(1937)『信濃蚕糸業史(下)製糸篇』大日本蚕糸会信濃支会。
- 榎一江(2005)「日本製糸業の多糸機導入に関する一考察」『社会経済史学』第71巻第2号(7月), pp. 129-150。
- 藤本実也(1928)『最新生糸検査法詳説』明文堂。
- 藤野正三郎・藤野志朗・小野旭(1979)『繊維工業(長期経済統計 第11巻)』東洋経済新報社。
- 肥後俊彦(1929)『糸條斑とセリブレン検査講話』大日本蚕糸会。
- 広瀬次郎(1916)『実験最新蚕業全書』大日本農業奨励会。
- 本多岩次郎(編)(1935)『日本蚕糸業史 第2巻製糸史』大日本蚕糸会。
- 星野伸男(1997)「岡谷で生まれた製糸機械—増沢式多糸繰糸機—」『岡谷蚕糸博物館紀要』第2号, pp. 31-43。
- 細井和喜蔵(1925)『女工哀史』改造社(文庫版:岩波書店, 1954年)。
- 井川克彦(1998)『近代日本製糸業と繭生産』東京経済情報出版。
- 今西直次郎(1902)『欧米蚕糸業視察復命書』農商務省生糸検査所。
- 井上善次郎(1977)『まゆの国』埼玉新聞社。
- 石井寛治(1972)『日本蚕糸業史分析』東京大学出版会。
- 石森直人(1935)『蚕』岩波書店。
- 上條宏之(1986)「ボール・ブリュナー器械製糸技術の独創的移植者—」永原慶二ほか(編)『講座日本技術の社会史, 別巻2 人物篇近代』日本評論社。
- 加藤宗一(1976)『日本製糸技術史』製糸技術史研究会。
- 清川雪彦(1975)「技術格差と導入技術の定着過程」大川一司・南亮進(編)『近代日本の経済発展』東洋経済新報社。
- 清川雪彦(1977)「製糸技術の普及伝播について—多糸繰糸機の場合—」『経済研究』第28巻第4号(10月), pp. 337-354。
- 清川雪彦(1980)「蚕品種の改良と普及伝播—1代交雑種の場合—」(上)(下)『経済研究』第31巻第1号(1月), 27-39頁; 第2号(4月), pp. 135-146。
- 清川雪彦(1986)「西欧製糸技術の導入と工場制度の普及・定着—官営富岡製糸場の意義再考—」『経済研究』第37巻第3号(7月), pp. 234-247。
- 清川雪彦(1988)「技術知識を有する監督者層の形成と市場への適応化—日本製糸業において学校出教婦の果たした役割—」『社会経済史学』第54巻第3号(9月), pp. 309-341。
- 清川雪彦(1989)「製糸業における広義の熟練労働力育成と労務管理の意義」『経済研究』第40巻第4号(10月), pp. 299-312。
- 清川雪彦(1994)「村の経済構造からみた組合製糸の意義—大正期の群馬県の事例を中心に—」『社会経済史学』第59巻第5号(2月), pp. 601-631。
- 清川雪彦(2004)『多様な世界の蚕糸業—多化蚕から野蚕まで—』一橋大学経済研究所ディスカッションペーパーシリーズA-457, 2004年10月。
- 小林安・瀬木秀保(2001)「ニッサン自動繰糸機の開発と普及」『岡谷蚕糸博物館紀要』第6号, pp. 27-44。
- 眉橋十五織史(1900)『座繰製糸法』丸山舎。
- 森芳三(1998)『羽前エキストラ格製糸業の生成』御茶の水書房。
- 中村秀子(1967)「小野組深山田製糸場の経営—外国機械移植の一側面—」『経営史学』第2巻第2号(11月), pp. 38-68。
- 農商務省生糸検査所(1924)『生糸改良に関する注意』農商務省。
- 小口雄勇(2000)「フランス式繰糸機の復元—糸みちの構造について—」『岡谷蚕糸博物館紀要』第5号, pp. 83-93。
- 岡村源一(1932)『製糸原料論』明文堂。
- 岡谷蚕糸博物館紀要編集委員会『岡谷蚕糸博物館紀要』岡谷市教育委員会。
- 佐倉啄二(1927)『製糸女工虐待史』解放社(復刻版:信濃毎日新聞社, 1981年)。
- 瀬木秀保(1997)「価値工学からみた「諏訪式繰糸器械」に関する一考察」『岡谷蚕糸博物館紀要』第2号, pp. 21-30。
- 瀬木秀保(1999)「イタリア式繰糸機の技術発達略史(後編)」『岡谷蚕糸博物館紀要』第4号, pp. 14-25。
- 差波亜紀子(1996)「初期輸出向け生糸の品質管理問題—群馬県における座繰製糸改良と器械製糸—」『史学雑誌』105編10号(10月), pp. 40-61。
- 鈴木三郎(1971)『絵で見る製糸法の展開』日産自動車株式会社。
- 高橋清七(1909)『群馬の座繰製糸指針』有隣堂。
- 高橋信貞(1900)『欧米蚕業一斑』原合名会社。
- 武田安弘(1986)「諏訪製糸技術の形成者」永原慶二ほか(編)『講座日本技術の社会史, 別巻2 人物篇近代』日本評論社。
- 富岡製糸場誌編さん委員会(1977)『富岡製糸場誌(上)(下)』富岡市教育委員会。
- 山本茂実(1968)『あゝ野麦峠—ある製糸女工哀史—』朝日新聞社。
- 山本竹蔵(1909)『日本製糸法』明文堂。
- 和田定男(2000)「ケイナン式自動繰糸機の開発」『岡谷蚕糸博物館紀要』第5号, pp. 43-52。
- Liotard, L. (1883) *Memorandum on Silk in India*, Part I. Calcutta: Government of India.
- Mynt, Hla (1963) *The Economics of the Developing Countries*. London: Hutchinson.
- Quajat, V. E. (1896) *Il filugállo e l'arte sericola*. Padova: Fratelli Drucker.
- Rondot, Natalis (1885) *Les Soies: l'art de la soie*. 2me édi. Paris: Imprimerie Nationale.