

機関番号：13601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20300284

研究課題名（和文） 工学的アプローチによる近代製糸技術の変遷とその科学技術的評価

研究課題名（英文） Evaluation of Modern Silk reeling techniques by using

研究代表者

森川 英明（MORIKAWA HIDEAKI）

信州大学・繊維学部・教授

研究者番号：10230103

研究成果の概要(和文): 自動繰糸機以前に日本の近代生糸製糸業を支えた座繰繰糸技術に注目し、繰糸工程における糸道機構の解析を進めた。特に輸出生糸を通して日本の近代化に大きく貢献したといわれる諏訪式繰糸器械の「イナズマ式より掛け機能」について、比較実験による解析を行った。その結果、欧州から導入されたケンネル式より掛け技術に日本固有の方法を融合させることにより、諏訪式繰糸技術が品質より歩留まり・生産効率を優先した技術として確立され、このことが日本の近代生糸製糸業の隆盛を築く一因となったことが明らかになった。

研究成果の概要(英文): Sericultural industry include silk reeling had been contributing to build the foundation of Japanese modernization. This study analyzed an effort of Kennel twisting techniques in raw silk reeling process by using a tension measurement and geometrical analysis of the route of reeling thread in process, etc. Especially, we compared with Japanese original techniques and European typical technique for a route of reeling threads in the process. As the result, we could get several differences between these methods by data analysis and theoretical method. Then it was cleared that a reeling technique of Suwa - Okaya region had advance for production efficiency and stability of the reeling process.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	4,000,000	1,200,000	5,200,000

研究分野： 繊維工学，蚕糸学，システム工学

科研費の分科・細目： 科学社会学・科学技術史

キーワード： 技術史，座繰り繰糸，近代，シルク，産業遺産，諏訪岡谷，富岡

1. 研究開始当初の背景

19世紀後半の開国(横浜開港)をきっかけに、日本は急速な近代化の道を歩み始めたといえる。特に日本政府の進めた富国強兵、殖産興業等の政策により、生糸生産を中心とした蚕糸振興策がとられ、日本の蚕糸絹業は外貨獲得の有力候補として推し進められた。当初、前橋藩等で行われていた製糸は、1872

年にはフランスの技術を導入した官営富岡製糸場(群馬県富岡町)が建設されることによって生産力が大幅に向上し、さらに岡谷・諏訪地域においては組合製糸の形態をとって、日本における一大産業圏が発達することとなる。この過程で、製糸における「機械技術」「工場管理技術」「品質管理技術」等の高度化が、日本独自の技術開発のなかで図られ

ていったと考えられる。

しかし現在、既に日本の製糸業は壊滅状態にあり、国内には機械製糸が2工場、旧来の繰糸法をとる小工場は2工場程度、繰糸技術を持つ者も60~70歳代となっていて。一方、群馬にある官営富岡製糸場は、平成19年1月に「富岡製糸場と絹産業遺産群」として文部科学省・文化審議会文化財分科会「世界遺産暫定リスト」に加えられた。これを契機に、日本における蚕糸絹業の歴史的位置づけや見直しが進められている。

生糸繰糸のプロセスは、原料繭から繭糸を取り出し、集束して連続した一本の糸にするという一見単純な工程に見えるが、生物が産する様々な状態の繭を安定的に取り扱い、工業製品としての定められた品質規格を満たすために、数多くの技術開発や基礎研究が行われてきている。この繰糸工程で繭糸どうしを密着して一本の生糸に加工するケンネルより掛け工程は、いずれの繰糸方法の中でも一回は組み込まれる基本的な操作である。それにもかかわらず、その工学的解析は十分に行われて来なかった。

2. 研究の目的

本研究では、座繰繰糸工程における「糸道経路」(集束器~より掛け(ケンネル)~巻き取り)に注目し、この部分の設定が繰糸工程における生産効率や生糸品質に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。特に諏訪式繰糸機が明治13年頃の中山式イナズマケンネルより掛けを開発し、明治16~17年頃に諏訪の共同出荷組合(結社)を通して諏訪式繰糸機として開発され、輸出生糸の大量生産体制を整えた。なぜ諏訪式と呼ばれるイナズマケンネルより掛け法が日本生糸の生産主体を形成するに至ったかの理論的解析に対する実証的検討を行った。これによって日本の近代化に貢献した海外からの技術、日本で改良された技術、特に諏訪・岡谷地域の座繰り繰糸技術の位置づけを明確化することを目的とした。

3. 研究の方法

実験では、座繰繰糸工程において設定の異なる糸道経路で繰糸した場合の繰糸張力の経時変化を計測し、解析した。また繰糸中の糸道の幾何学的状態(より掛け分岐点の分離角やより掛け位置等)についてもビデオカメラによる撮影・および画像によって検証を行った。実験条件としては糸道経路の他に、繰糸速度やケンネルより数についても変化させた。具体的な対象として、イタリアから導入されたケンネル式糸道、日本で改良された安東式糸道、およびイナズマ式糸道の3種類の技術について、各糸道経路を再現し熟練し

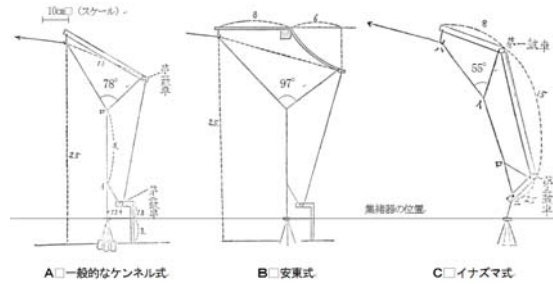


図1 より掛け機構の配置

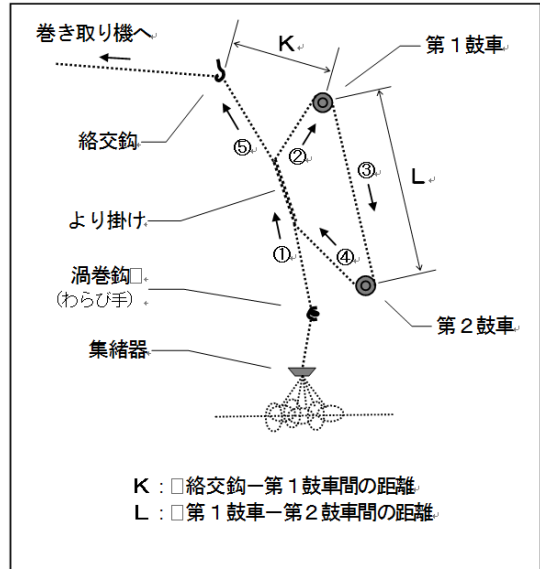


図2 糸道経路

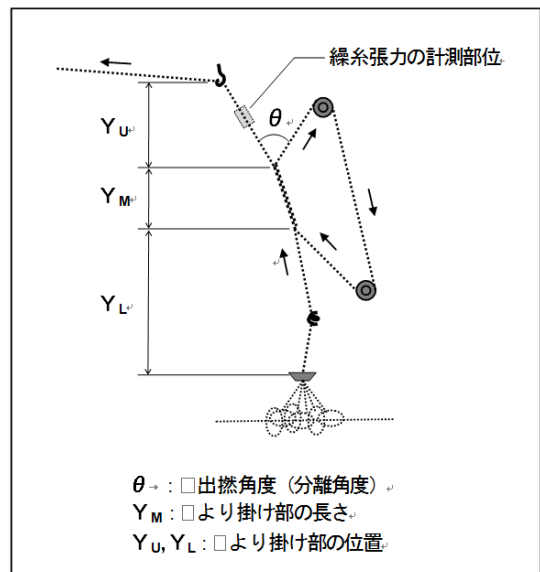


図3 計測部位

た繰糸者による実繰糸実験とそのプロセスで比較検討を行った。

(1) 座繰繰糸実験装置の開発

繰糸実験を行うために装置を製作した。この装置は、繰糸装置と巻き取り装置からなり、繰糸装置については繰糸湯(繰解槽)から集束器、ケンネル枠、絡交鉤までの糸道経路において、集束器、渦巻鉤、第一鼓車、第二鼓



実験 A 1 (K=20cm, L=42cm, 渦巻鈎あり)



実験 B 1 (K=30cm, L=42cm, 渦巻鈎あり)



実験 C 1 (K=20cm, L=50cm, 渦巻鈎あり)

図 4 走行中の生糸経路

車, 絡交鈎の位置や間隔を自由に調整できるように設計した。特にイナズマ式, 安東式を念頭に設計を行った。

(2) 計測方法

本実験では, 糸道経路や繰糸条件による繰糸張力の変化を検証するため, 繰糸生糸がより掛け部から絡交鈎に移行する区間において, 生糸繰糸張力の連続計測を行った。繰糸中の生糸張力のサンプリング間隔は, 0.1sec とした(繰糸速度 200m/min で 333cm 間隔, 100m/min で 167cm 間隔のサンプリングとなる)。また張力計測と同時に, 繰糸中の糸道経路の状態を連続的に記録した。また繰糸状況を捉えるため, ビデオカメラによる高解

表 1 繰糸実験結果

実験番号	A1	B1	C1	A2	B2
(想定している様式)	ケンネル	安東	イナズマ	ケンネル	安東
距離 K [cm]	20	30	20	20	30
距離 L [cm]	42	42	50	42	42
渦巻鈎の有無	有	有	有	有	有
繰糸速度 [m/min]	200	200	200	100	100
仮より回数 [回]	50	50	50	50	50
出燃角度 [°]	66.2	72.3	51.8	66.2	72.3
Y ₀ (絡交鈎一出燃点)	115	179	178	115	179
Y _H : より掛け糸長	85	60	81	85	60
平均繰糸張力 [gf]	5.30	5.20	4.75	5.30	5.20
抱合性試験結果 [回]	52	162	88	52	162

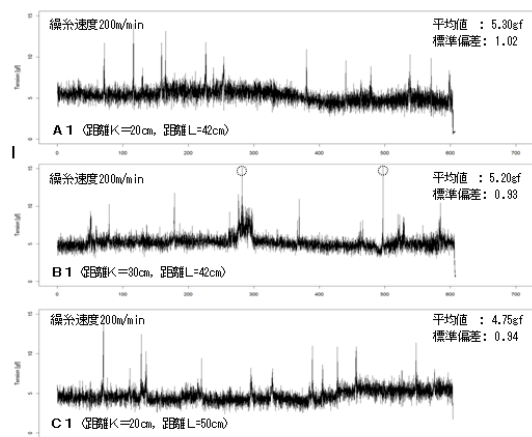


図 5 繰糸張力の経時変化

像度で連続撮影を行った。得られたビデオ画像を画像処理し, 繰糸生糸の走行経路, および出燃角, より掛け部分の位置変化を抽出し, 解析を行った。

(3) 実験条件と水準

イナズマ式, 安東式, 一般的ケンネル式を想定した糸道経路による繰糸プロセスの解析を中心に行った。特に糸道の特徴的な差異である「絡交鈎 - 第 1 鼓車間の距離」「第 1 鼓車 - 第 2 鼓車間の距離」と「渦巻鈎(毛寄り)の有無」の 3 点に着目して実験を設定した。これら経路を変化させ, さらにそれぞれの条件でより数, 繰糸速度を 2 水準に設定し繰糸実験を行った。

(4) 抱合試験

繰糸された生糸の抱合性を確かめるため, 蚕糸科学研究所にて抱合性試験(試験糸を黒い厚紙に巻きとり 120 回/min の往復摩擦を与えた際の, 糸条の分裂に要する摩擦回数での評価)を行った。

4. 研究成果

本研究結果から, 出燃角度を小さくすることにより, 定常的な張力変動値はやや増大し,

また突発的変動の発生回数も多くなるなど若干不安定になるが、一方で突発的変動によって瞬間的に上昇する最大張力値(極値)は一定のレベルにおさまっており、糸故障の発生は結果的には抑制されることがわかった。この出燃角度は、上州座繰りから引き継がれた毛寄りの技術(本装置では渦巻鉤に相当)を取り入れることにより、より掛け位置を相対的に下げる効果をもたらし、幾何学的にみた場合、出燃角度をさらに小さく保つ作用を担っていることが明らかになった。

また第1鼓車-第2鼓車間の距離(距離K)を長くする安東式の特徴の根拠も明らかになった。安東式はイナズマ式の対局にあり、大型化して行った理由もその中にある。今回の実験・解析結果からも、角度を広角にしながら、その安定化を図っていることが検証された。当時、安東式は羽二重用の生糸生産をねらっており、このためにともよりで分岐角度を90°とし、発水性を高めて抱合を意識した繰糸工程に設定していることがわかる。しかし一方で糸切れは多く発生したと考えられる。このことから安東式は、発水性・抱合と糸切れのバランスをとるべく、糸道経路の大型化に進んだと考えられる。

一方、イナズマ式ケンネルは、走行生糸の切断を如何に少なくするかを目的として考案されたと推測できる。角度を90°以下にして限りなく小角とし、より上がり、より下がり安定させることで、突発的変動時の張力極大化をさけることに注力されている。その理由として、集緒器からよりに入る手前で、上州式に近い糸道経路のコントロールがなされている。またケンネルの長さについては、第1鼓車-第2鼓車間の距離(距離L)を工夫していることが上げられる。この第1鼓車-第2鼓車間の距離は、繰糸者の頭の前方に配置したミュラーの15cm(ケンネル式)に対し、安東式では約3倍の45cmと大型化している。一方、安東式の50cm以上や一般ケンネル式の45cm以上に対して、イナズマは40~45cmと短いので、イナズマ式ケンネルは小型とされている(三谷)。しかし、ミュラーのイタリア式ケンネル15cmを40cm以上大きくしたのは、糸故障を少なくする目的で明治13年に中山式ケンネルを設定した武居代次郎によるものである。日本式大型ケンネルの改良は、まさにこの武居代次郎によるというべきである。また上州座繰りの毛寄せによる下方への引張張力の導入についても、今回の一連の研究で検証できた。絡交鉤-第1鼓車間の距離短縮、および毛寄り(渦巻鉤)の設置によって出燃角が小さく設計されたイナズマ式ケンネル方式は、繰糸能率(生産性)を重視した繰糸技術であることが推測でき、ここに諏訪式イナズマケンネルの全国普及の起因が示されたと考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

岡島正章, 森川英明, 清水重人, 三浦幹彦, 繭糸交絡攪拌繰糸法の繰糸条件が生糸特性に及ぼす影響, 日本シルク学会誌, 査読有, 19号, 2011(2011.5.20掲載確定).

森川英明, 白倫, 座繰りにおける糸道経路の機能 ~ 諏訪式繰糸の工学的検証 ~, 岡谷蚕糸博物館紀要, 査読無, 14号, 2010, pp.78-88.

白倫, 森川英明, 諏訪式繰糸の稲妻式ケンネルを巡るより掛け特性の解析, 岡谷蚕糸博物館紀要, 査読無, 14号, 2010, pp.56-67.

鮎澤諭志, 森川英明, 諏訪式繰糸機の特性 - イナズマ式ケンネル -, 岡谷蚕糸博物館紀要, 査読無, 14号, 2010, pp.54-55.

〔学会発表〕(計2件)

森川英明, 白倫, 鮎澤諭志, 座繰りにおける糸道経路の影響 ~ 諏訪式繰糸の工学的検証 ~, 日本蚕糸学会第80回大会, 2010.4, 日本蚕糸学会第80回講演要旨集.

柳澤紀江, 森川英明, 三浦幹彦, 岩佐昌征, 高橋耕一, 鮎澤諭志, 諏訪式座繰り糸の特性解析, 日本蚕糸学会中部支部研究発表会, 2008.11, 信州大学繊維学部.

〔図書〕

嶋崎昭典, みやび企画, 糸の街 岡谷, 2011.3, p154.

6. 研究組織

(1)研究代表者

森川 英明 (MORIKAWA HIDEAKI)
信州大学・繊維学部・教授
研究者番号: 10230103

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

白 倫 (BAI LUN)
信州大学・繊維学部・教授
研究者番号: 40566238

嶋崎 昭典 (SHIMAZAKI AKINORI)
岡谷蚕糸博物館・名誉館長
研究者番号: 50021168

(4)研究協力者

鮎澤 諭志 (AYUZAWA HISASHI)
岡谷蚕糸博物館・学芸員
研究者番号: なし