

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300316

研究課題名(和文) 中世から近代にわたるアジア地域の生糸製糸技術に関する工学的・社会学的研究

研究課題名(英文) Study of modern Asian silk reeling techniques by engineered approach

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は日本の近代化を支えた製糸業を対象とし、製糸技術の変遷と技術の工学的意味について検証することを目的とした。具体的には、日本の輸出生糸の主産地であった諏訪岡谷地方でイタリア式繰糸技術をベースに改良・量産された諏訪式繰糸機に注目し、繰糸鍋、糸道機構の特徴を工学的な見地から解析および機能の検証を行った。その結果、稲妻式撚り掛け技術は生糸の品質を維持しつつ糸切れ発生を低減し、生産効率を優先した技術思想により開発されたこと、また繰糸鍋については、当時の製糸技術を元に給排水や緒数の変化に対応した種々の繰糸鍋が開発されていることが、クラスター分析による特徴別分類から技術的意味づけを行った。

研究成果の概要(英文)：Silk industry has played an important role for the modernization of Japan, Sericulture and silk reeling technologies have originated from the Yellow River basin of China. Then these technologies have spread to central Asia and European countries. In Japan, The prosperity of Japanese silk industry started from the end of Edo era to early Showa era. Modern spinning technology was introduced in Maebashi in 1970 as the Italian reeling methodology first, then French reeling techniques was introduced in Tomioka governmental reeling factory in 1972. In Suwa-Okaya region (Nagano prefecture) which is the main producing area of raw silk in Japan, the silk reeling technologies was improved and newly developed by the wisdom and ingenuity of the Japanese based on the technology of the West. In this study, it was intended to clear up intents and effects behind the technology by verifying engineered the reeling technology in Suwa-Okaya region.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学社会学・科学技術史

キーワード：産業考古学 近代製糸業 シルク 繰糸 煮繭 絹

1. 研究開始当初の背景

生糸の製糸工程は、繭を煮ることによってセリシンを溶解させ、ほぐれた繭糸を複数本束ねて一本の糸(生糸)に巻き取って行くというシンプルな工程である。しかし、原料となる繭が生物由来のものであるため力イコの品種差や個体差等を考慮した工程管理が必要になると共に、この単純な工程も繰糸機構や作業者の手続きの違いによって細かい品質上の差異が発現し、結果的に、糸むら、繭糸の抱合性、生糸の力学的物性などの生糸品質(格付け)への影響、および生産速度、作業人員の配置、歩留まりなどの生産効率・コストの問題に大きな差異をもたらす。中国起源の養蚕・製糸技術はさまざまな繰糸法に発展し、中央アジアや欧州に伝播して異なる手法が開発されてきた。日本の製糸業は、前橋藩(1970年)や小野組築地製糸場(1971年)が導入したイタリア式(図1)、さらに官富岡製糸場(1972年)で導入されたフランス式の繰糸技術をベースに発展したが、その後、時代が要求する生糸品質や歩留向上を目指し日本人独自の工夫と改良によって対応してきた。

特に、日本における輸出生糸の中心的産地であった諏訪・岡谷地方では、イタリア・フランスの技術をベースに日本人独自の改良・改造が積極的に行われた。この地方で開発された「諏訪式座繰り繰糸器械」は、繰糸技術や工場管理法を独自に工夫することで、品質を安定させ、歩留まりや生産効率を向上し、結果として低価格・良品質な生糸を安定供給し続けることができた。近代史において重要な意味を持ち、生糸の生産量や貿易額など産業統計に見られる日本の蚕糸業・製糸業の推移を、技術面から検証することは、日本の近代化を支えた産業の全貌を明らかにし、科学技術的価値を与えるために重要であると考えられる。



図1 小野組築地製糸場の様子(岡谷蚕糸博物館蔵)

2. 研究の目的

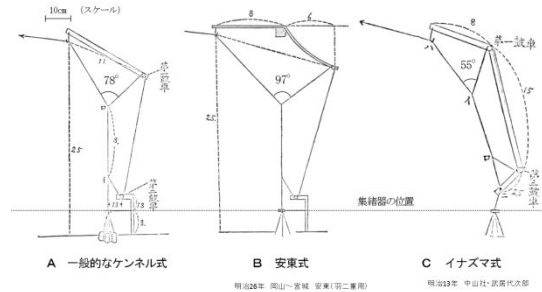
本研究では、日本の近代製糸の中心的役割を果たした諏訪・岡谷における繰糸技術、および諏訪式座繰り繰糸器械を対象として、当時工夫され改良されてきた繰糸技術の工学的意味やその経緯について検討を行った。繰糸工程(煮繭 解舒 接緒・集緒 脱水・抱

合 巻取に至るプロセス)の中で、特に「集緒 脱水・抱合 巻取」における糸道経路の設定、および「煮繭 解舒 集緒・接緒」に係わる繰糸鍋の形状について検討を行った。

前者については、イタリア式のケンネルより掛けや他の日本式より掛けとの差異について、検討を行い、現存する資料から得られる情報を元に再現実験を行うことで検証を行った。後者については、現存する繰糸鍋の形状を分析し、形状別に分類すると共に、形状が意味する機能について検討を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

(1)糸道機構: イタリア由来のケンネル式より掛け機構をベースとした日本の繰糸器械は、複数の技術者や地域によって独自の設定が検討・開発されてきた。特に安東式と稲妻式が代表的なものであり、イタリアから導入されたケンネル式の原形とは、出撚角度などにおいて大きく設定が異なっている(図2)。



	結交鉤-第1鼓車間	第1鼓車-第2鼓車間	渦巻鉤-集緒線間	出撚角度
一般的なケンネル式	約33cm	約46cm	(約なし)	78°
安東式	約47cm	約50cm	(約なし)	97°
イナズマ式	約20cm	約43cm	約7cm	55°

図2 ケンネルより掛け機構の比較

本実験では、異なる糸道経路が設定できる繰糸機構を用意し、繰糸速度や繭供給など当時の条件設定で座繰り繰糸を行い、その際の生糸張力の変動を張力計で連続的に計測を行った。繰糸張力は図3の位置で計測し、同時に糸道経路の幾何学的配置について測定した(図3)。

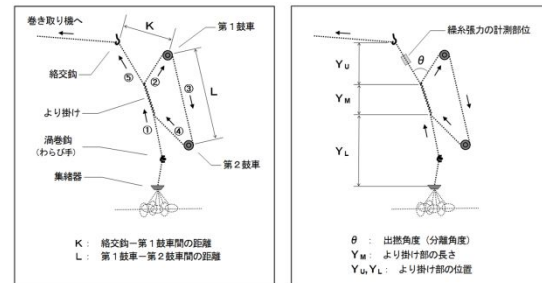


図3 糸道経路と張力・角度の計測部位

繰糸工程における糸道は、一つは、イナズマ式や安東式などケンネルから工夫・改良した繰糸機糸道の幾何学的配置状態を解析し、実験装置を用いた繰糸実験により工程の状態を実証することによって、これらの方式が製品特性(歩留まりか、品質か)に合わせ

たより掛け手法を選択していることが、明らかにすることができた。

(2) 繰糸鍋の形態分析: 繰糸器械に使われている繰糸鍋は、繭の煮繭や解舒と共に、繰糸中の正緒繭の状態・位置を適正に保ち、定粒繰糸における粒付数の管理や繰糸中のトラブル(糸故障)などを低減する機能が求められる。繰糸鍋の形状は、時代や地域・製作所によって異なり、いくつものパターンが存在する。本研究では、近代製糸業の中心地であった諏訪・岡谷地域から集められた101個の繰糸鍋を個別に調査し、これら繰糸鍋の形状、特徴等を3D形状解析すると共に、得られたデータを多変量解析(クラスター分析)を利用して分析を行った。具体的には、繰糸鍋の上方から撮影された写真をもとに、画像解析等により形態的特長(蒸気口や煮繭部、繰糸部などの位置・形状)を抽出し、クラスター分析等により分類した。本研究で用いた繰糸鍋の例を図4に示す。



図4 繰糸鍋の形状例(岡谷蚕糸博物館蔵)

4. 研究成果

(1) 糸道機構: 糸道経路の異なる3種類の方式(イタリア式, 安東式(日本), 稲妻式(日本))について繰糸実験を行い、糸道経路の幾何学的な配置状態、および張力変動の時系列データを得た。得られた結果から、ケンネルより掛け上部での角度(出燃角度)は、安東式が97°、稲妻式が55°になっており、イタリア式の設定である78°から両極端に異なる状況になることがわかった。また繰糸張力については安東式が稲妻式に比べて相対的に高く、また突発的に生じるパルスの張力変動については、安東式が稲妻式よりも発生回数が少なく抑制されていることがわかった。しかし、安東式は一旦パルスの張力変動が生じた際には、非常に大きな張力値に達することもわかり、稲妻式に比べて糸切れ(糸故障)の確率が高くなることが推察された。稲妻式は出燃角度を小さくし、定常的な繰糸張力を低めにおさえることで、突発的に発生するパルスの張力変動があっても糸故障には到達しない繰糸を目的としていたと考えられる。繰糸された生糸の品質は、高張力で繰糸している安東式が織物の経糸向けの品質を標榜しているのに対して、低張力で繰糸している稲妻式は、経糸使いの高級糸ではなく、通常糸(緯糸)向きであるが、

歩留まりの向上と、生産性重視により製造コストを低減させ、輸出生糸としての競争力を高めたものと推測することができる。実際に、諏訪岡谷で作られた生糸は、「信州上一番」として横浜港からの貿易統計でも継続して優位なポジションを占めており、技術と事業が最適に設定された事例として特筆すべきと考える。

(2) 繰糸鍋の形態解析: 繰糸鍋は、時代の要請に応える形で改良・開発された繰糸器械の技術的変遷に依存している。本研究では101種類の繰糸鍋の材質、給排水の方法、熱源、作業者との対応関係などについて調査し、考察を行った。さらに繰糸鍋の縦幅・高さ・横幅・内側・緒の長さの5変数をそれぞれ測定し、得られた505データを元に繰糸鍋を形状から分類するため、クラスター分析を行った。その結果、繰糸鍋の特徴は、5変数によるユークリッド距離dにおいて、d=80で3分類、d=30で8分類されることがわかった(図5)。

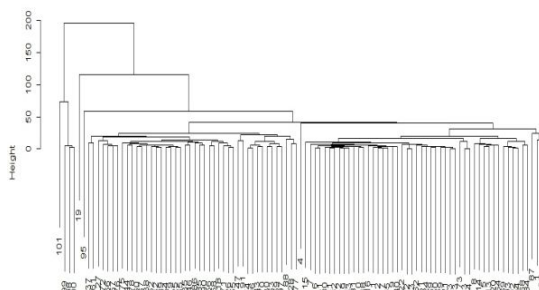


図5 繰糸鍋形状のクラスター分析結果

この結果から、時代の変遷と共に繰糸緒数の増加や給排水システムの高度化・合理化の様子が確認できた。また生糸品質と関連する繭の薄厚による混繰繰糸を精密に行うための鍋底の色彩についても工夫が見られた。

2014年に「官営富岡製糸場」がユネスコ・世界遺産への登録が予定されている。日本の近代化を支えた蚕糸業・製糸業への関心が高まる中で、近代日本の製糸業がなぜ国際的に優位な産業として発展できたのか、その背景や技術的要因・経営的要因について種々の統計データや工学的データに基づく検証が必要と考える。本研究は、日本の輸出生糸の代表として安定的に支持されていた諏訪・岡谷地方の製糸技術に注目し、西洋から導入された技術との差異や日本人独自の改良・開発に関する取組について工学的立場から検証を進めたものである。現在、蚕糸業・製糸業は中国・ブラジル・インドなどへ移動し、さらに南アジア、アフリカ、中米などへ移りつつある。今後も蚕糸業・製糸業は地球上のどこかで重要な産業として維持され、技術的發展が続くと思われる。これら歴史と地域に基づく(時間・空間上の)技術変遷を明らかにすることは、人間のものづくりや産業・技術との関わりを様々な面で捉えるために、今後も重要と考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

(現在, 2報を執筆中, 2014年中に投稿予定)

〔学会発表〕(計4件)

Hideaki Morikawa, Japanese Research concerning Silk Science and Technology - History of Silk Technologies in Japan -, 1st International Symposium on Sericulture in Tropical-Subtropical Area (ISSTSA), 南寧(中華人民共和国), 2013.(国際会議, 招待講演)

青木健史, 小澤雄也, 岡島正章, 森川英明(信州大学), 繭剥離張力の解析, 日本蚕糸学会中部支部東海支部合同発表会, 松本市(長野県), 2013

小澤雄也・青木健史・森川英明(信州大学)・岡島正章(蚕糸科学研究所), 繭繰糸張力の解析, 日本蚕糸学会・東北中部東海関西九州支部合同研究発表会, 信州大学(長野県), 20121110

鮎澤諭志(岡谷市役所)・白倫(蘇州大学)・森川英明(信州大学), 諏訪式繰糸機の技術的な特性に関する考察, 日本シルク学会第59会研究発表会, 20120602, 明星大学(東京都)

〔図書〕(計4件)

森川英明, 製糸技術検討会編, 大日本蚕糸会刊行, 「セリシンと製糸・精練技術」, 2014.

森川英明, 製糸技術検討会編, 大日本蚕糸会刊行, 「繰糸の技術」, 2013.

森川英明, 製糸技術検討会編, 大日本蚕糸会刊行, 「煮繭の技術」, 2012.

森川英明, 高橋慎一, 「群馬 絹産業近代化遺産の旅」, 織研新聞社, 2012(取材記事).

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

白 倫 (BAI, Lun)
研究者番号: 40566238
(平成23年度のみ研究分担者として参画)

(3) 連携研究者