

私のシルクロード70年

東京農工大学 名誉教授 小野 四郎

まえがき

小学校1年生の遠足で、諏訪峠の上から岡谷の街を見て驚いたことは、林のような煙突と青い大きな湖であった。先生もまた変わった先生で、海はこの100倍もあるんだといっぴ一同をさらに驚かしたものである。

2年生の時は峠を下って川岸から天竜川に沿って岡谷に入り、大きな製糸工場（片倉田工場）に案内された。各工場には岡谷駅からレールが引かれてあり、石炭や繭などが運ばれていた。先ほどの林も大きな汽罐の煙突の集まりであることが分かって、またびっくりした。多勢の人たちが一生懸命働いている様子を見て、自分の家もこのような工場を持ち、そこの偉い人になりたいと思った。これがそもそも岡谷との出会いである。

その後5年を経て中学生のとき、松本駅前の旅館に、年末沢山の女性の旅姿を毎年見いていたが、当時はなんの団体かよく分からなかった。後日山本茂実氏の「あゝ野麦峠」に登場する女工さんたちであることを知り、業界の礎になっていたことを思うと真に感無量である。

中学を卒業して家業の製糸に携わったのが私のシルクロードの第1歩である。父の信条によると製糸の基本は「水と火から始まり、繭から1本の強い糸をつくる」ということである。この言葉に従って、井上靖氏の「一座建立」の精神で従業員70名が一体となって生糸の生産に当たったことは、青春時代の良き思い出となり、その頃の人達と今も時どき語り合っている。

当時小野社（共同揚返出荷の会社）の巡回技師で東京高工機械科（現東京工大）出身の渡辺という人が、日本経済振興には輸出の大宗である生糸の生産が最重要であることを強調し、その最高学府である東京高蚕への進学を奨められた。当時県庁から西ヶ原出の役人、教婦さん等が見えるということになると、その準備は大変なものであった。そのような学校へ是非入学したいと思ひ母校（松本中学現松本深志高校）から推薦してもらふことにした。幸ひ入学が許され、昭和4年4月（1929）から製糸に関する基礎勉強をすることになった。

勉強の目標がはっきりしていたので、先生方の講義はもちろん実験実習などすべてが楽しく勉強できた。校外実習では2年生の時片倉の仙台工場へ、また3年生のときは郡是の綾部本社工場へ行って実地に体験もした。特に郡是製糸では角筒式熱風乾燥機の実

験に携わり、これを卒業論文にまとめたが、この研究は繭の熱処理法として今も参考にしている。

卒業（昭和7年3月）後は、当時生繭冷蔵で名をなしていた松本市の普及社へ就職し、4工場の指導と研究に専念し、最高級糸の生産に当たったが、生繭の製糸では少なからず苦勞した。

3年半にして母校での教育と研究に当たることになったが、普及社時代の実績が大いに役立ち、感謝している。当時は多条繰糸機、熟成煮繭機の研究最盛期で、実地体験がよく利用できたものと思っている。次いで戦後は自動繰糸機の時代となったが多条繰糸機の研究が基調となり、指導的立場で業学会に参加することができた。生糸並びに絹繊維についての物性的研究は私のモットーとするところであるから、生糸品質向上のため、関係者に対し常によく指導してきたつもりである。

以上のあゆみをまとめてみると次のようになる。

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1. 実地研修期（家業小野社時代） | 昭 2・ 4～ 4・ 3（1927～1929） |
| 2. 基礎研修期（東京高蚕勉学時代） | 昭 4・ 4～ 7・ 3（1929～1932） |
| 3. 指導研究期（組合製糸普及社時代） | 昭 7・ 4～10・10（1932～1935） |
| 4. 教育研究期（東京高蚕教官時代） | 昭10・11～25・ 3（1935～1950） |
| 5. 教研実践期（農工大繊維・工学部時代） | 昭25・ 4～48・ 3（1950～1973） |
| 6. 物性指導期（絹繊維物性研時代） | 昭48・ 4～平9…（1973～1997） |

本文では各章に亘り主な調査研究事項を順次記すことにした。なお発表年次は研究時より若干遅れる場合もあることを付記する。

1. 実地研修期（家業小野社時代） 昭 2・4～4・3（1927～1929）

生糸生産に最善を尽くし、製糸技術の基本を体験した。

① 繭粒付の厚皮・薄皮混繰の重要性について

- 繭の外層、中層、内層の組み合わせによる繰り方の重要性。

② 煮熟繭の新陳代謝の重要性について

- 煮熟繭は釜入れ順に整緒して、接緒繰上げすること。（釜加減の必要性）

③ 煮熟繭の保全について

- 煮熟繭を放置すると膨潤緩和を生じ、繭解じょ並びに生糸品質を低下することを知って煮熟繭を速やかに処理するとともに、またその保全に努めた。

④ 切歩・歩掛とその水引について

⑤ 繭の合併と荷口調整

- 生糸の荷口品位安定対策

2. 基礎研修期（東京高蚕勉学時代）

昭 4・4 ～ 7・3 (1929 ～ 1932)

製糸技術に関する科学的研修により幾多の知見を得た。

① 繰糸の巻取速度と不時落緒について

- 緩速多台持ちの実地見学（御法川式多条繰糸機）

② 熱湯煮繭と蒸気煮繭について

- 繭層膨潤に基づく繭解じよと生糸の品位（糸肌）の関係について研修

③ 繭糸の織度変異に関する理論的考察

- 繭糸の織度曲線を理解し、混繰の必要性を知った。またこれが繭糸物性の究明と二段繰糸推進の基となった

④ 生糸の弾性的性質に関する研修

- 繭層別生糸並びに織度別生糸の物性究明（将来の研究課題へ）

⑤ 角筒式強制熱風乾燥機の研修（卒業論文）

- 郡是製糸本社工場で繭多重強制熱風による乾燥を研修し、帰校後これをまとめて卒業論文とした。

3. 指導研究期（組合製糸普及社時代）

昭 7・4 ～ 10・10 (1932 ～ 1935)

座繰 1 工場、多条繰糸 3 工場の実地指導に当たるとともに理論と実際につき検討した。その後、業学会で自信を持って当ることが出来たのは、この成果によるものと思っている。

① 生糸の額節成績に及ぼす不良繭

西ヶ原同窓会報 1 (7) 昭 12・11 (1937)

- 尿浸・死身付汚染繭、死籠繭、綿繭、薄皮繭、簇着繭等は節点を 10 ～ 20 点も低下する。

② 繭の解じよ指数について

(1) 繭の解じよ指数と落緒繭歩合との関係

蚕糸学報 16(10) 昭 9・10 (1934)

- 繭層のビューレット反応による指数と不時落緒との関係は $r=+0.8$ 内外になった。

(2) 繭の解じよ指数と製糸成績

蚕糸学報 512 昭 9・10 (1934)

- 蚕期別、品種別の繭解じよ指数差 10 毎の試験区につき、生糸量、繭層歩掛、定量繰糸時間等を調べたところ差異を認めたので、粒数繭層法を併用して、

18,000 荷口の各繭評価（等級区分）に適用した。

③ 繭の処理方法並びに保管期間と製糸成績

蚕糸学報特 1 昭 12・12 (1937)

- 生繭に対しては、熱処理が必要であり、その要諦は乾燥の温度、湿度、程度、均一、繭付け、風速、時間等である。繭は処理後 3 カ月くらいで安定する。

④ 繭の瓦斯処理と製糸成績

普及社研究報告 昭 9・4 (1934)

⑤ 加圧高温煮繭における適煮時間と生糸の額節成績

蚕糸学報特 2 昭 13・12 (1938)

蚕糸学雑誌 10(1) 昭 14・2 (1939)

- 密閉型 K S 式煮繭器において蒸気滲透蒸気煮繭の下で、常圧から加圧 300mm Hg X、温度 100 ~ 110 °C に対応する煮繭時間 Y (熟成) 480 " ~ 40 " との間における関係は略放物線形を示し、対照区 (蒸気滲透熱湯煮繭 97 °C ~ 540 ") に比し、節点は 3 ~ 5 点内外向上するが、糸歩は 1 ~ 3 % 程度減少する。

⑥ 小岩井式多条繰糸機の活用

- 整緒 (索抄緒) 分業、固定式繭落込み接緒操作の研究 昭 7 ~ 10 (1932 ~ 35)

⑦ 繭及び生糸の繊度変異に関する研究 昭 10 ~ 11 (1935 ~ 36)

(1) 繭糸繊度の分析的研究

蚕糸学報 17(5) 昭 10・5 (1935)

- 範式における各項の数値関係を実験により表示した。

$$\left[\begin{array}{c} \text{粒間} \\ \text{偏差} \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} \text{粒内} \\ \text{偏差} \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} \text{総合} \\ \text{偏差} \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} \text{同次内} \\ \text{偏差} \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} \text{各次} \\ \text{偏差} \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} \text{各繭間} \\ \text{偏差} \end{array} \right] \quad \left[\begin{array}{c} \text{1 繭糸内} \\ \text{偏差平均} \end{array} \right]$$

$$S_1^2 + S_2^2 = S^2 = \overline{\sigma_1^2} + \sigma_1^2 = \sigma_2^2 + \overline{\sigma_2^2}$$

$$\sigma_2 < \overline{\sigma_1} < \sigma_1 < \overline{\sigma_2} < S \quad (\text{総合偏差})$$

第1表 繭糸の織度ならびに糸長の変異 (一粒繰り 50 回調査)

繭種別		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
項目											
繭糸織度	$\bar{y}$ d	1.92	2.02	2.14	2.39	2.39	2.44	2.50	2.56	2.56	2.60
繭糸総合織度変異	S d	0.50	0.43	0.61	0.60	0.85	0.53	0.63	0.66	0.78	0.86
	V %	26	21	28	25	36	22	25	26	30	33
粒間変異	σ_1 d	0.26	0.20	0.30	0.29	0.34	0.26	0.27	0.30	0.38	0.42
	V ₂ %	13	10	14	12	14	11	11	12	15	16
	$\bar{\sigma}_1$ d	0.33	0.28	0.36	0.34	0.50	0.35	0.34	0.41	0.44	0.50
	$\bar{V}_1$ %	18	14	17	14	21	14	14	17	17	20
粒内変異	σ_1 d	0.38	0.33	0.49	0.50	0.69	0.40	0.53	0.52	0.64	0.70
	V ₁ %	20	16	23	21	29	16	21	20	25	27
	$\bar{\sigma}_2$ d	0.41	0.36	0.52	0.53	0.75	0.46	0.55	0.56	0.68	0.74
	$\bar{V}_2$ %	21	18	24	22	32	19	22	22	27	28
変異価	S/ $\sqrt{y}$	0.36	0.30	0.42	0.39	0.55	0.34	0.40	0.41	0.49	0.53
繭糸長	平均長 $\bar{x}$ m	1116	1108	1262	854	752	1307	1138	1109	757	816
	変動係数 %	14	11	14	14	15	11	11	14	18	14

繭種別		K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
項目											
繭糸織度	$\bar{y}$ d	2.62	2.63	2.67	2.68	2.75	2.77	2.97	3.08	3.29	3.31
繭糸総合織度変異	S d	0.80	0.86	0.76	0.76	0.66	0.84	0.81	0.85	0.91	1.09
	V %	31	33	28	28	24	30	27	28	28	33
粒間変異	σ_1 d	0.32	0.40	0.30	0.32	0.33	0.29	0.34	0.40	0.49	0.41
	V ₂ %	12	15	11	12	12	11	11	13	15	12
	$\bar{\sigma}_1$ d	0.43	0.53	0.37	0.39	0.44	0.41	0.42	0.54	0.57	0.55
	$\bar{V}_1$ %	16	20	16	15	16	16	14	17	17	18
粒内変異	σ_1 d	0.67	0.67	0.66	0.65	0.50	0.72	0.69	0.66	0.72	0.94
	V ₁ %	26	26	25	24	18	26	23	22	22	28
	$\bar{\sigma}_2$ d	0.73	0.76	0.70	0.67	0.54	0.77	0.72	0.75	0.75	0.98
	$\bar{V}_2$ %	28	29	26	25	20	28	25	24	23	30
変異価	S/ $\sqrt{y}$	0.49	0.53	0.47	0.46	0.40	0.51	0.47	0.49	0.50	0.60
繭糸長	平均長 $\bar{x}$ m	793	1151	727	1300	1199	903	1188	1055	799	1060
	変動係数 %	14	16	14	10	14	14	11	13	16	14

(2) 内層繭糸の生糸織度変異に及ぼす影響

蚕糸学報 18(1) 昭 11・1 (1936)

- 内層繭糸を除くに従い糸条斑、織度班を改善し、調査糸長による差異を縮小して 1～3 格程度を向上する。

(3) 特太生糸の織度価値研究

蚕糸学報 18(9) 昭 11・9 (1936)

- 生糸の織度とともにその織度変異は増大し、特に 42 中 (15 粒付内外) 以上ではその傾向が著しい。従って粒付による織度偏差範式を補正する必要がある。このことは織度の連続性にも現れている。

⑧ 生糸検査について 昭 8・3 (1933)

- 提言 総不同、差し糸、裏毛 (化)、膠着物、試料採取等。

4. 教育研究期 (東京高蚕教官時代) 昭 10・11 ～ 25・3 (1935 ～ 1950)

① 繭及び生糸の織度変異に関する研究 (続)

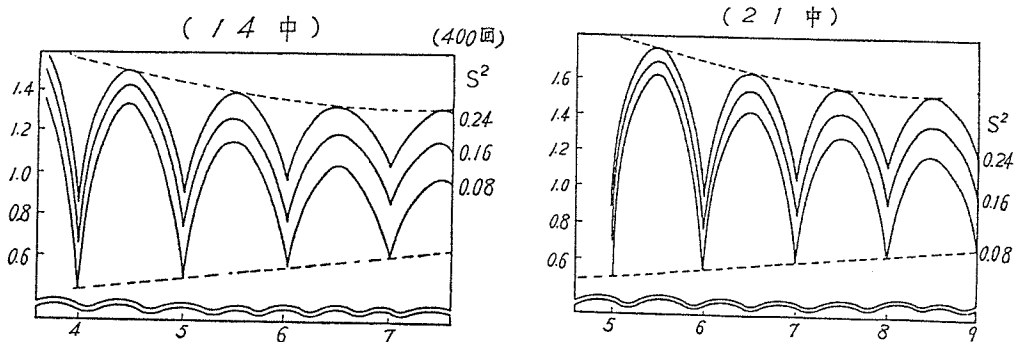
(4) 繭の粒付歩合と生糸の織度偏差

西ヶ原同窓会報 1(1) 昭 12・5 (1937)

- 範式により各粒付歩合に対する生糸の織度偏差を図示し、粒付け管理の指標とした。

$$\text{範式} \quad \sigma^2 = \frac{\lambda k_1 + \mu k_2}{\lambda + \mu} S^2 + \frac{\lambda \delta_1^2 + \mu \delta_2^2}{\lambda + \mu}$$

k_1, k_2 は各粒付で、 λ, μ はそれぞれの割合である。



第 1 図 繭の粒付歩合と生糸の織度偏差 (平均偏差)

(5) 不定粒繭の定粒化工作とその織度変異

西ヶ原同窓会報 1(4) 昭 12・8 (1937)

- 繭の混合または大小粒別により繭の平均織度を調整して定粒化を図るが、集中繰糸によればなお最適である。
- ② 多条繰糸機に関する調査研究
- (1) 振興期 主な多条繰糸機
御法川式、半田式、後藤式、郡是式、増沢式、小岩井式、大宗式、S O 式、CM 式、織田式等。
- (2) 問題点 半沈繰：沈繰、固定接緒：回転接緒、高速単台型：快速多台型
- ③ セリシン、フィブロインの本質的研究

東京高蚕研究報告 3 昭 16・10 (1941)

- 外層生糸は内層生糸に比べ、伸度、衝撃抵抗性に優れるが、ヤング率が小さいのは繭層構造によるものと思量される。またセリシンは強度にも関与し、その包着効果は 20 % 程度である。光学的には屈折異方性を示し、鮮やかな偏光色も発現する。

④ 繭層別生糸の性状比較について

製糸 102 (昭 17・1) 114 (昭 18・1)

- 織度、節点、練減り、比重、強伸度、弾性と衝撃抵抗性等について検討した。
詳細は後述。

⑤ 繭糸の強伸度について

蚕糸界報 617,619,622 (昭 18)、624,626 (昭 19) (1943～44)

- 落下傘用として強力生糸が要望された時で、蚕品種、蚕期、雌雄大小、と繭処理、煮繭法等が検討されたが、繰糸工程では粒付、速度、温度、張力が直接影響することがわかった。

⑥ 集中繰糸法について

(1) 集中繰糸の要諦

新生蚕糸 2(7・8・12)、3(6) 昭 22～23 (1947～48)

切替点は繭糸長、繭糸織度、繰終織度と織度勾配によって求められる。

(2) 集中二段繰糸による生糸の品質改善

日本蚕糸学雑誌 20(1) 要旨 昭 26・2 (1951)

- 高級糸と普通糸を同時に別繰りする二段繰糸は、繭糸の切替点を適正にすれば、薄皮集中率に従い上生糸は 1～3 格程度向上し、その効果がよく現れる。現場では薄皮集中糸の巻取枠調整によって集中率が決められる。

⑦ 強力弾性生糸の製造方法

蚕糸局委託 昭 18 (1943)

繰糸張力を付与して繭糸を引揃え、次いで張力を緩和して捲縮性を与える。

⑧ 生糸性能の特長及び欠点の検討による品質改良研究

蚕糸品質向上理化学研究 1(5) 蚕糸調査会 昭 22・8 (1947)

- 繭層部位による物性の変移と蚕品種別の繰糸張力調整による物性変異を検討した。

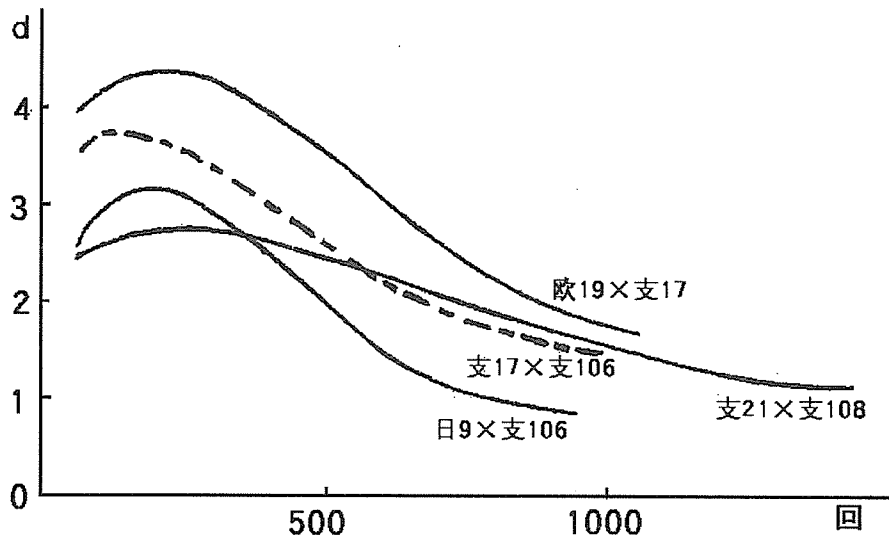
⑨ 繭織度状態の理論的並に実験的研究

蚕糸品質向上理化学研究 1(12) 蚕糸調査会 昭 22・8 (1947)

- 繭糸の織度曲線を検討し、細繭糸で長糸長の繭糸織度変異は小さいことが明らかにされた。雌雄、大小の繭間には一定の傾向が認められなかったが、内層繭糸の影響は著しいことを知った。

第2表 強力弾性生糸の実績

番号	原料繭	区別	平均繊度 (d)	繊度偏差 (d)	強度 (g/d)	伸度 (%)	急断抵抗 (g. cm/d/10cm)	粒付数
1	山梨県 春 支114 × 日114	試験	19.0	0.90	4.15	20.8	8.05	7
		対照	18.8	0.84	3.93	19.9	7.81	
2	長野県 春 日115 × 支108	試験	21.2	0.94	4.02	20.8	7.72	7
		対照	20.1	0.91	3.94	19.5	7.72	
3	山梨県 初秋 日112 × 支108	試験	21.8	0.88	4.05	20.6	7.84	7
		対照	21.6	1.11	3.85	20.4	7.73	
4	山梨県 晩秋 日112 × 支108	試験	21.1	0.85	4.16	21.3	8.21	7
		対照	21.0	0.96	3.90	19.7	7.77	
5	長野県 春 新日115 × 支108	試験	20.9	0.83	4.00	21.0	7.83	7
		対照	19.4	0.99	3.96	20.5	7.79	
6	山梨県 晩秋 日114 × 支114	試験	19.7	1.09	4.18	21.0	8.31	7
		対照	19.8	1.02	3.95	21.4	8.04	
7	山梨県 晩秋 日115 × 支108	試験	20.6	1.09	4.25	21.3	8.39	7
		対照	20.5	1.15	3.94	21.2	8.01	
8	山梨県 晩秋 日115 × 支108	試験	20.7	0.85	4.44	21.0	8.19	7
		大量改試験	21.7	0.98	4.52	20.7	8.87	8
		対照	20.5	0.98	4.17	20.8	7.67	8
9	山梨県 晩秋 日116 × 支115	試験	20.3	0.85	4.34	21.6	7.65	7
		対照	19.2	0.97	4.13	21.2	7.17	
10	春 支21 × 支108(旧)	試験	21.5	0.85	4.50	20.4	7.83	10
		対照	21.1	1.24	4.27	20.0	7.38	



第2図 繭糸の代表繊度曲線 (一粒繰50回調査)

第3表 繭糸長と繭糸の織度変異（一粒繰50回調査）

繭 糸 長 回			500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
春 歐 18 × 支 16	平均織度	m		3.56	3.48	3.41	3.30	3.25	3.23	3.11	2.95		
	総合織度標準偏差	S		0.99	0.93	0.91	0.92	0.89	0.90	0.90	0.69		
	1 繭糸内 織度	標準偏差		0.70	0.76	0.76	0.77	0.75	0.77	0.78	0.62		
		織度開差	R	2.3	2.4	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	2.2		
		初終織度差	γ	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1	2.1	1.7		
		最太部位	%	26	24	23	19	20	21	19	16		
春 支 17 × 支 106	平均織度	m			2.66	2.87	2.85	2.88	2.74	2.75	2.67	2.79	2.58
	総合織度標準偏差	S			0.88	0.86	0.84	0.83	0.86	0.81	0.81	0.80	0.78
	1 繭糸内 織度	標準偏差			0.80	0.75	0.77	0.76	0.81	0.75	0.77	0.75	0.74
		織度開差	R		2.4	2.3	2.4	2.4	2.5	2.3	2.4	2.4	2.3
		初終織度差	γ		1.9	2.0	2.0	2.0	2.2	2.0	2.1	2.0	1.9
		最太部位	%		21	22	22	20	19	19	18	16	15
秋 日 9 × 支 106	平均織度	m	2.31	2.56	2.44	2.38	2.47	2.32	2.34	2.31			
	総合織度標準偏差	S	0.82	0.78	0.83	0.82	0.90	0.85	0.80	0.81			
	1 繭糸内 織度	標準偏差	0.72	0.74	0.74	0.73	0.79	0.79	0.72	0.78			
		織度開差	R	2.1	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.3	2.4		
		初終織度差	γ	1.6	1.5	1.5	1.5	1.6	1.7	1.4	1.7		
		最太部位	%	26	28	30	27	31	27	23	24		

第4表 繭糸長と繭糸の織度変異（一粒繰50回調査）

繭 糸 長 回			900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250
春 支 21 × 支 108	平均織度	m	2.34	2.28	2.25	2.25	2.15	2.13	2.09	2.11
	総合織度標準偏差	S	0.65	0.64	0.63	0.67	0.50	0.57	0.58	0.55
	1 繭糸内 織度	標準偏差	0.56	0.57	0.56	0.51	0.46	0.50	0.50	0.51
		織度開差	R	1.9	1.9	1.9	1.8	1.6	1.7	1.7
		初終織度差	γ	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3
		最太部位	%	24	20	25	30	23	20	22

該表では繭糸の平均織度は、繭糸長の増長するに連れて細織となるが、其等の織度変異には未だ一定の傾向が窺われない。最太部位の率は繭糸長と共に減少していくが、最外層より最太部位迄の位置に大差がない様である。

第5表 繭の大小と繭糸の織度変異（一粒繰50回調査）

繭 別 織 度		春歐18×支16				春支17×支106				秋日9×支106			
		大粒	中粒	小粒	標準	大粒	中粒	小粒	標準	大粒	中粒	小粒	標準
平均織度	m	3.35	3.34	3.16	3.29	2.88	2.77	2.64	2.77	2.56	2.33	2.26	2.39
標準偏差 d	α	0.45	0.46	0.52	0.49	0.26	0.27	0.29	0.29	0.32	0.28	0.34	0.34
	$\overline{\sigma}_1$	0.52	0.51	0.59	0.57	0.36	0.36	0.40	0.41	0.41	0.40	0.40	0.50
	σ_1	0.73	0.75	0.70	0.72	0.71	0.76	0.75	0.72	0.77	0.71	0.70	0.69
	$\overline{\sigma}_2$	0.76	0.75	0.74	0.75	0.74	0.78	0.78	0.77	0.79	0.74	0.71	0.75
	S	0.90	0.91	0.92	0.91	0.80	0.84	0.85	0.84	0.87	0.82	0.81	0.85
変異係数 %	V_2	13	14	16	15	9	10	11	11	12	12	15	14
	$\overline{V}_1$	16	16	19	17	13	14	16	16	16	17	18	21
	V_1	22	22	22	22	25	27	28	26	30	31	31	29
	$\overline{V}_2$	23	23	24	23	26	28	30	28	31	32	32	32
	V	27	27	29	28	28	30	32	30	34	35	36	36
立 顆 数		77	86	102	89	73	82	97	84	90	105	126	107

第6表 繭の大小、雌雄と繭糸の織度変異（一粒繰50回調査）

繭 別 織 度		春支21×支108（旧）						春支17×支106			春歐19×支17		
		大粒	中粒	小粒	標準	雌	雄	雌	雄	標準	雌	雄	標準
平均織度	m	2.31	2.06	2.05	2.14	2.27	2.05	2.82	2.71	2.76	3.35	3.26	3.31
標準偏差 d	α	0.25	0.27	0.27	0.29	0.28	0.26	0.27	0.31	0.30	0.43	0.39	0.41
	$\overline{\sigma}_1$	0.32	0.32	0.36	0.36	0.35	0.33	0.41	0.41	0.41	0.57	0.53	0.55
	σ_1	0.52	0.48	0.48	0.49	0.51	0.48	0.71	0.74	0.72	0.96	0.91	0.94
	$\overline{\sigma}_2$	0.54	0.50	0.50	0.52	0.53	0.50	0.76	0.77	0.76	1.01	0.96	0.98
	S	0.61	0.58	0.60	0.61	0.62	0.58	0.82	0.85	0.83	1.11	1.06	1.09
変異係数 %	V_2	11	13	13	13	12	13	10	12	11	13	12	12
	$\overline{V}_1$	14	16	18	17	16	17	15	16	16	18	18	18
	V_1	22	23	23	23	22	23	25	27	26	29	28	28
	$\overline{V}_2$	23	24	24	24	23	24	26	29	27	31	29	30
	V	26	28	29	28	27	29	29	31	30	33	32	33
立 顆 数		66	76	94	79	—	—	—	—	—	—	—	—

第7表 薄皮集中率と上繭糸の繊度変異（一粒繰50回調査）

繭 別	薄皮糸量 集中率 %	平均繊度 $m \quad d$	最大開差 $R \quad d$	平均偏差 $\epsilon \quad d$	標準偏差 $S \quad d$	変異係数 $S/m \%$	変異価 $S/\sqrt{m}$
春：歐19×支17	0	3.31	6.7	0.92	1.09	33	0.60
	5	3.52	5.2	0.78	0.93	26	0.49
	10	3.71	4.8	0.67	0.80	22	0.41
春：支17×支106	0	2.77	4.3	0.72	0.84	30	0.51
	5	2.92	3.4	0.63	0.73	25	0.43
	10	3.06	3.1	0.55	0.64	21	0.37
春：支15×支105	0	2.62	4.1	0.66	0.80	31	0.49
	5	2.81	3.4	0.53	0.65	23	0.39
	10	2.93	3.1	0.46	0.56	19	0.33
春：歐18×支106	0	2.60	4.8	0.69	0.86	33	0.53
	5	2.76	4.5	0.59	0.75	27	0.45
	10	2.94	4.0	0.48	0.62	21	0.36
秋：平和×安泰	0	2.56	3.9	0.66	0.78	30	0.49
	5	2.75	3.2	0.53	0.66	24	0.40
	10	2.89	2.7	0.45	0.56	19	0.33
秋：日 9×支106	0	2.39	4.4	0.71	0.85	36	0.55
	5	2.59	3.5	0.57	0.70	27	0.43
	10	2.73	3.1	0.48	0.59	22	0.36
春：支21×支108	0	2.14	3.6	0.50	0.61	28	0.42
	5	2.26	3.0	0.43	0.53	23	0.35
	10	2.36	2.7	0.39	0.47	20	0.31
平 均	0	2.63	4.5	0.69	0.83	32	0.51
	5	2.80	3.7	0.58	0.71	25	0.42
	10	2.94	3.4	0.50	0.61	21	0.35

5. 教研実践期（農工大繊維・工学部時代） 昭25・4～48・3（1950～1973）

① 連帯繰糸のための巻取糸長と粒付管理

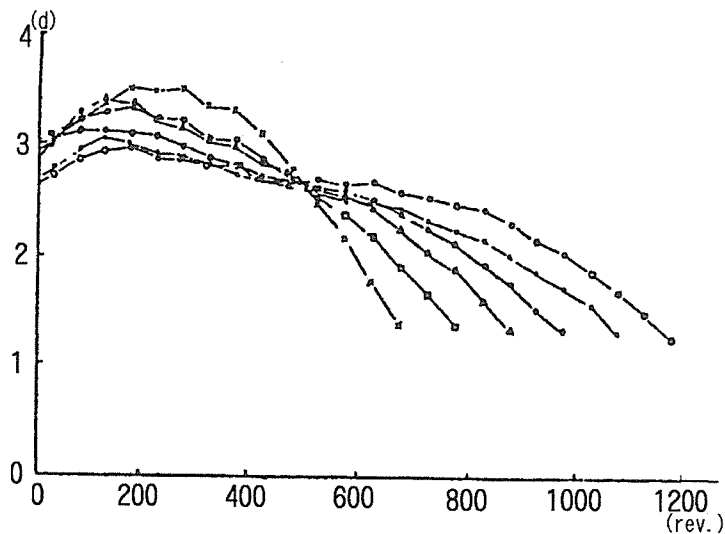
製糸絹講演録 昭25・6（1950）

- 繰糸作業を専門分業化し、多台持緩回転にして巡回協同作業にすれば、接緒能率と解じょ糸長を増加して対人能率を増進する。

② 繭糸の繊度斑並びに糸長斑とその製糸法

製糸絹発表集録1 昭26・6（1951）

- 繭の粒間繊度の変異係数は、12～17%内外で、糸長の変異係数も略同程度であるが、不時落緒（解じょ糸長の変異）もあるから繰糸技術上は特にこれを注意する必要がある。



第3図 繭糸長別繭糸の繊度曲線（H繭）（一粒繰50回調査）

③ 繭糸の性状と生糸の品質改善

日本蚕糸学雑誌 17(3・4) 昭 23・12, 20(2) 昭 26・4 (1951) 要旨参照

生糸 2(3・4・5・6) 昭 28・3・4・5・6 (1953)

繭糸の繊度変異を分析し、その繊度曲線のまとめ方を述べ、さらにこれに伴う物性の変化を究明した。なお不時落緒に対応して粒付管理のあり方を示し、また薄皮集中繰糸によって生糸品質を特に向上することを強調した。

（自動繰糸関係）

④ 繰糸中の生糸の摩擦力に関する一考察

製糸絹研究発表集録 2 昭27・12 (1952)

- 生糸の各繊度の幅、並びに摩擦係数を調べ、摩擦感知器についての巻取張力と摩擦力との関係を考察する。

⑤ 繭糸の性状と自動繰糸機の性能

製糸研究発表会講演録 蚕糸局 昭28・4 (1953)

- 繭は繭層部位によって、その物性を異にするから、自動繰糸機の性能は定粒定繊度（2粒差P粒付抑制）のあり方によってうかがわれる。

⑥ 繊度感知機構と生糸の品質

製糸技術 1 (1) 昭29・12 (1954)

- 定粒目標の落繭感知器から、定繊度目標の張力感知器になり、摩擦感知器にな

って、各理論を検討したが、要は走行糸条の織度変化に対し適正に対応することである。

⑦ 定織度感知器 Indicator について

製糸絹研究発表集録 4 昭29・10 (1954)

- 螺旋型を複線にした感知器で、両線の絞り方により織度を調製。

⑧ 製糸技術の動向

製糸絹研究発表集録 4、5 昭29・10、昭30・11 (1955)

- 生糸の品位安定方法としては、先ず原料繭の調整、適煮の標準、粒付・感知器の管理、繰糸段取、揚返の温湿度調整等を、また糸歩増収と能率増進の方法としては、繭の乾燥保管、煮繭前の処理、索緒抄緒の管理、分離機の調整等を強調した。

⑨ 織度感知器の検定法について

製糸絹研究発表集録 7 昭32・11 (1957)

- 織度感知器に標準糸を通し、張力調整により走行糸の摩擦力を加減して織度感知器の微動を電磁カウンターにとらえる装置を考案した。これにより感知器の適否を判定することができる。(特許 No.232308)

⑩ 粒付管理とその管理図について

製糸絹研究発表集録 7 昭32・11 (1957)

定粒繰並びに定織度繰における各主体粒付と不良粒付 (P) の標準を計算と試験により定め、スナップ調査の値をその都度プロットし、即時調整するとともに荷口の品位を予見する管理法。

⑪ 自動繰糸機の繰糸張力について

製糸絹研究発表集録 8, 9, 10 昭33・11, 34・11, 35・11, (1960)

- 繰糸張力は集緒器下(解舒抵抗)では繭の煮熟度の指標となり、織度感知器ではその性能を左右し、また巻取最終張力は生糸の品質特に強伸度、弾性、抱合等に影響するから、その管理は極めて重要である。そこで、緒内の変動をみると、集緒器下を基準にして集緒器、鼓車、繅、感知器、絡交を通して最終ではその値は略倍加されるが、各部の変動は第8表のようで次式で示される。

分糸部<下降部<合糸部<集緒器下<集緒器上<繅上<3-4鼓車間<絡交前<最終巻取<繅中

また座繰、多条機に対し、自動機の値が大きいのは繰糸の温度と速度の関係である。なお緒間の変動 σ は1.2内外である。

第8表 繰糸方法と繰糸張力の変動 (21中生糸) (張力単位 g)

繰糸法	年次	項目	集緒器下	集緒器上	分糸部	下降部	合糸部	繰中	繰上	第3・4鼓		絡交前	
			t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t'	t ₅	出 t ₆	入 t ₆	出 t ₇	入 t ₇
多条繰糸	34	最大	7.1	7.6	3.6	4.1	5.1	15.7	11.2	9.9	—	11.4	—
		最小	4.9	5.2	2.2	2.7	3.5	9.3	6.2	6.5	—	8.0	—
		平均	5.5	5.9	2.8	3.3	4.0	11.1	7.7	8.1	—	9.3	—
		指数	100	107	51	60	73	202	140	147	—	169	—
	35	最大	6.0	6.4	3.1	3.4	4.3	12.6	7.2	8.4	—	9.9	—
		最小	4.2	4.4	2.0	2.3	2.8	7.9	5.4	5.9	—	7.3	—
		平均	4.7	5.0	2.5	3.0	3.6	10.6	6.3	7.2	—	8.4	—
		指数	100	106	53	64	77	226	134	153	—	179	—
自動繰糸	34	最大	8.9	9.3	4.6	5.1	5.7	16.0	10.9	11.8	14.2	12.0	14.5
		最小	6.3	6.8	3.2	3.6	4.1	11.7	7.3	7.9	9.0	8.2	9.5
		平均	7.6	8.1	4.0	4.5	5.0	13.7	8.7	9.2	10.8	9.8	11.5
		指数	100	107	53	59	66	180	114	121	142	129	151
	35	最大	9.2	9.7	4.4	4.9	5.4	15.8	10.1	11.2	13.1	12.0	13.9
		最小	6.2	6.7	3.0	3.3	3.8	9.7	6.4	6.7	8.4	7.2	9.1
		平均	7.7	8.2	3.9	4.3	4.8	13.4	8.7	9.4	11.1	10.0	11.9
		指数	100	106	51	56	62	174	113	122	144	130	155
織田	34	最大	4.1	4.5	2.4	2.5	3.5	9.2	7.5	8.1	—	—	—
		最小	3.2	3.4	1.6	1.8	2.7	6.9	5.4	5.6	—	—	—
		平均	3.8	4.1	1.9	2.1	3.0	8.0	6.1	6.5	—	—	—
		指数	100	108	50	55	79	211	161	171	—	—	—
座繰	34	最大	4.3	4.8	1.9	2.4	3.2	8.6	6.5	—	—	—	—
		最小	3.5	4.0	1.8	2.0	2.6	7.9	5.9	—	—	—	—
		平均	3.9	4.3	1.9	2.2	2.9	8.2	6.3	—	—	—	—
		指数	100	110	49	56	74	210	162	—	—	—	—

繰糸法	年次	項目	最終巻取		緒間偏差 σ_8	粒付状態				繰長 cm	繰糸湯温度 ℃	繰糸速度 m/min	工場数
			出 t _a	入 t _a		厚皮	中皮	薄皮	計				
多条繰糸	34	最大	12.3	—	1.9	4.3	2.2	1.4	7.9	12.8	40	102	11
		最小	8.0	—	0.8	4.2	2.3	0.7	7.2	2.9	32	66	
		平均	10.1	—	1.4	4.2	2.1	1.3	7.6	5.9	35	82	
		指数	184	—	25	55	28	17	100	—	—	—	
	35	最大	10.8	—	1.5	6.0	1.9	0.6	8.5	11.0	40	107	7
		最小	7.8	—	0.9	4.5	2.1	0.9	7.5	3.0	26	36	
		平均	9.1	—	1.2	4.6	2.3	0.9	7.8	7.4	36	69	
		指数	194	—	26	59	29	12	100	—	—	—	
自動繰糸	34	最大	12.4	15.0	1.7	5.5	1.7	1.3	8.5	15.6	43	145	15
		最小	8.7	10.0	0.8	4.8	1.2	1.2	7.2	3.8	30	100	
		平均	10.2	12.0	1.2	4.5	1.9	1.4	7.8	8.5	35	123	
		指数	134	158	16	58	24	18	100	—	—	—	
	35	最大	12.5	14.5	1.5	3.7	2.5	3.3	9.5	16.0	48	154	18
		最小	7.9	9.9	1.0	3.6	3.1	0.3	7.0	2.0	32	90	
		平均	10.6	12.4	1.2	4.3	2.1	1.7	8.1	8.0	37	121	
		指数	138	161	16	53	26	21	100	—	—	—	
織田	34	最大	12.9	—	1.2	3.4	2.8	1.8	8.0	18.0	80	222	5
		最小	5.9	—	0.9	3.2	2.2	1.8	7.2	6.4	59	72	
		平均	9.1	—	1.1	3.5	2.7	1.6	7.8	13.6	67	141	
		指数	239	—	29	45	35	20	100	—	—	—	
座繰	34	最大	7.6	—	0.8	3.9	2.3	1.5	7.7	15.0	86	260	5
		最小	7.1	—	0.7	5.1	1.8	0.1	7.0	10.0	72	220	
		平均	7.3	—	0.8	4.4	1.6	1.2	7.2	12.8	80	240	
		指数	187	—	21	61	22	17	100	—	—	—	

⑫ 自動繰糸技術のあり方について（討論会）

生産管理の立場から

製糸夏期大学第13回 昭35・7（1960）

⑬ 自動繰糸における繭の代謝機能と製糸成績について

製糸技術 6 昭35・12（1960）

製糸絹研究発表集録41 平5・12（1993）

○ 座繰時代わが家で最優秀工の作業をみると、いつも釜に入れた繭の順に索緒抄緒して接緒され、持繭が適量（接緒能力の5倍位）でよく整理されている状態がうかがわれた。また多条繰糸では持繭が増加するので、この操作がさらに重要視され、釜加減ということで指導されてきた。自動繰糸機は1セットで煮熟繭が約10,000粒も投入されているから、その新陳代謝は極めて重要である。具体的には新陳代謝の良否によって整緒効率（索緒抄緒効率）、給繭接緒効率さらに最終整緒率にそれぞれ5～10%の差を生じ、糸故障はかなりの影響を受けて繰枠回転率と対釜接緒数に10%内外の増減を及ぼすことが認められた。従って繭の新陳代謝を図れば生糸の節を1～2点内外向上することができ、糸歩も1～2%程度増収されることがわかった。

⑭ 生糸収率向上について（シンポジウム）

自動繰糸における繭の代謝機能と生糸収率

製糸絹研究発表集録11 昭36・11（1961）

⑮ 自動繰糸の工程管理

製糸技術講習テキスト 蚕糸局 昭37・11（1962）

最近3ヶ年における165工場、自動繰糸機439セットの診断実績を基調とし、診断各項目の平均値を基準としてその技術を上位、中位、下位の3階級に分けて工務成績を比較検討し、さらに上位の中で管理が適当と思われる各項目の値を参考にして自動繰糸機の現状（昭37）における管理標準を作成した。主な診断項目は次のようである。

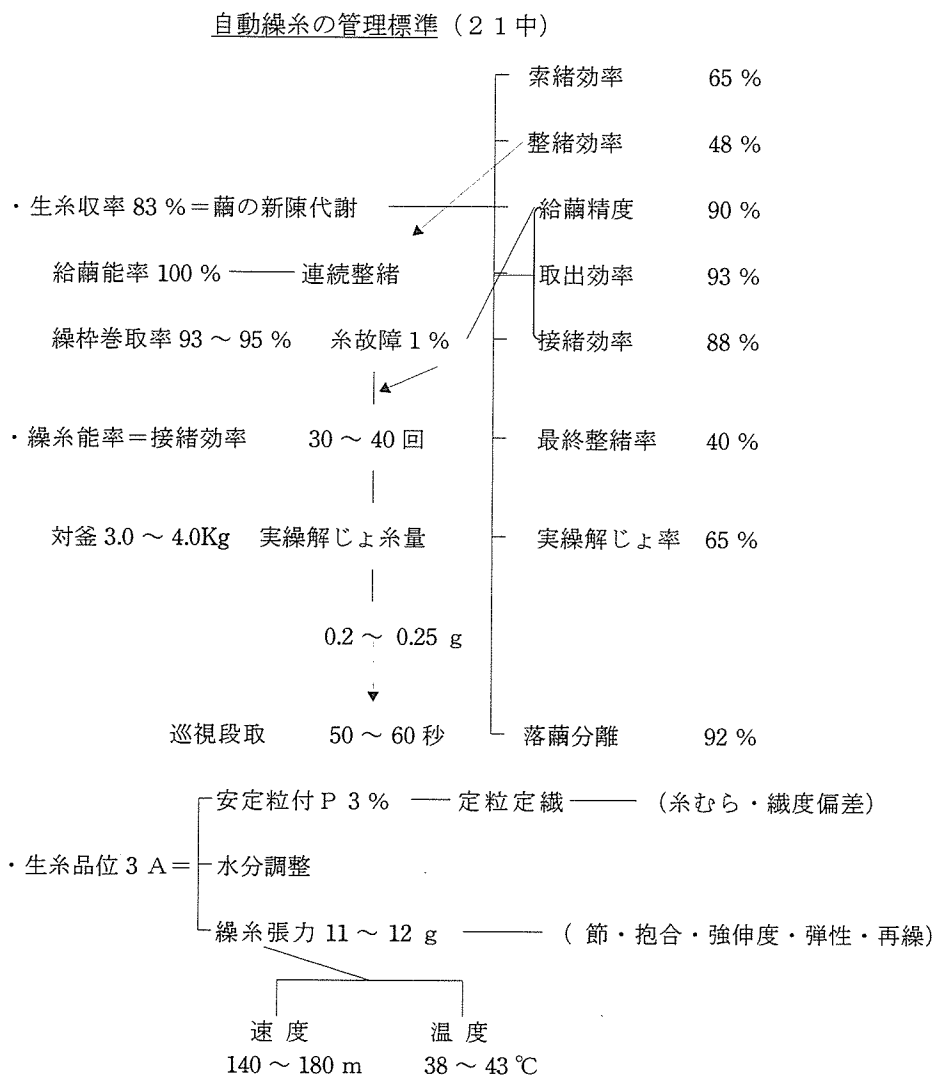
索緒抄緒効率、給繭接緒調査、（給繭器並行調査）、煮熟繭の代謝機能（最終整緒率調査）、実繰解舒糸長、粒付変動、糸故障・P粒付と巡視段取、糸故障成因、織度感知器調整、繰枠巻取率（回転率）、繰糸の速度・温度と張力管理、副蚕調査、人員構成等。

⑯ 自動繰糸の管理標準について

製糸絹研究発表集録12 昭37・11（1962）

⑮参照

以上を総合して自動繰糸の現状における管理標準を作成してみると次のようになる。



⑰ 巻取速度はどのくらいにしたらいいか (研究会)

製糸夏期大学17回 昭39・7 (1964)

- 巻取速度は単純には繭の解じょ糸長と接緒回数、粒付数によって求められるが、自動繰糸の流れ作業では索緒抄緒、給繭接緒の効率等繭の新陳代謝によって実繰解じょ糸長が変動し、また糸故障によって接緒回数も増減し、P粒付も発生するから、計算通りにはいかない。なお繰糸速度に基づく繰糸張力は生糸の品質と密接な関係にあるから弾性限内にあるよう調整すること。

⑱ 好かれる生糸の有利な造り方

製糸技術経営講習テキスト（蚕糸局）昭39・12（1964）

生糸品質向上技術研修テキスト 昭48・2（1973）

- 生糸の高級性能（色沢、風合い）、衛生性能（吸湿、保温性）、実用性能（節点、切断、弾性疲労等の安定）を目標に、生繭の熱処理、選繭と適煮（繭重・繭層の適正倍率）を図り、定粒定繊度混繰により快速繰糸を行って、水分調整をして仕上げる。

⑲ 生糸品質向上について

伸度を中心とする諸問題（シンポジウム）

製糸絹研究発表集録14 昭39・12（1964）

- 生糸の伸度は製糸技術の指標であり、繰糸張力の関数であるから、生繭の処理・選繭、煮繭、繰糸、揚返仕上を通して適正な管理が大切である。生糸の伸度が18%以下に示されるときは上記の工程に無理な技術が施されているものと考えられる。

⑳ 繰糸速度と生糸の品質について

製糸絹研究発表集録16 昭41・11（1966）

- 繰糸張力は繭糸の剥離抵抗と摩擦抵抗によって発生するから、繰糸速度および繰糸湯温度は直接繰糸張力に影響するものと考えられる。

生糸のヤング率は普通850～1,300Kg/mm²内外であるから、対dの張力が0.8g以内、21中生糸で平均16g以内ならば弾性限内で安全と思われるが、張力偏差と乾燥収縮とを考慮して13g以内になるよう管理するのが適当である。

いま表によって考察してみると、繰糸速度ならびに繰糸張力とともに生糸のヤング率は増大し、強度と動的の曲げ硬さは徐々に増加することがわかる。しかしながら伸度は繰糸速度の上昇に従い減少し、特に高速度の場合その影響が甚だしい。従って繰糸速度は、繰糸張力が13g以内で180m/min（280r.p.m.）内外まではほぼよいが、それ以上は生糸品質上危険である。ただし、繰糸湯の温度とpHによって繭の解じょ抵抗を低下すれば、繰糸張力を緩和することができる。

なお生糸の伸度と繰糸の速度ならびに温度との関係（T/V張力調整係数）を調べてみると、その相関は+0.6内外に現れ、かなり高度であることがわかる。また生糸の伸度と定温度における繰糸速度との関係を図示してみるとその傾向は放物線の形で示されるが、繰糸温度の上昇により緩和されていく。これは繭層セリシンの膨潤により剥離抵抗が低下し、繰糸張力が調整されるためである。

第9表 繰糸速度と生糸の品質 (21中生糸)

繰糸速度	m/min	45	120	180	318	645
繰糸張力	g	10.9	12.8	15.9	22.9	34.8
生糸強度	g/d	3.73	3.82	3.85	3.80	4.00
生糸伸度	%	18.7	18.5	18.2	14.8	11.1
ヤング率	kg/mm ²	1,260	1,268	1,316	1,349	1,411
曲げ硬さ EI	dyne·cm ² /d	0.13	0.13	0.14	0.14	0.15

㉑ 自動繰糸の問題点から無人繰糸機 (シンポジウム)

製糸絹研究発表集録16 昭41・11 (1966)

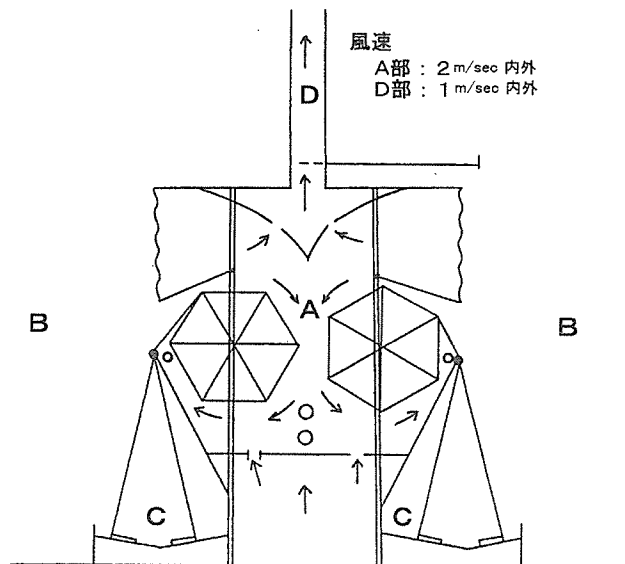
- 繰糸中に糸故障と2粒差P粒付が発生しなければ、繰糸作業は略無人化される。
従って糸故障とP粒付の対策は極めて重要である。

(揚返仕上関係)

㉒ 揚返各位置の温湿度調整

実用新案 No.484605 昭 33・11 (1958)

- 揚返中における温湿度は、揚返切断及び作業能率と密接な関係にあり、さらに生糸の水分、繰加減、再繰切断ならびに品質に少なからぬ影響を与えるから、第4図のような装置を設けて各位置の温湿度を調整した。すなわち繰枠台を囲んでその付近 (C) を92%以上になるようにし、また窓内を覆って保温を計り、上部



第4図 揚返の温湿度調整装置側面図

に適当な排気溝と排気筒 (D) を設けて多湿な空気を排除し、窓内 (A) を 45% 内外になるよう調節すること。

㉓ 揚返作業の工程管理

農林省製糸技術資料 4 昭 38 (1963)

(1) 繰棒糸の前処理方法

- 単繰 (標準 70g) の場合は叩き湿しで 2 ～ 3 回打ちが行われたが、太繰になるとともに分業減圧法がされてきた。このときでも $-200 \sim -300\text{mmHg}$ の 3 ～ 4 回の反復よりも、 $-500 \sim -600\text{mmHg}$ の 2 回程度の方が深層湿しの効果がある。このことは厚棒と薄棒の張力差に現れている。吸水量は 1.2 ～ 1.35 倍程度でよい。

(2) 揚返作業の段取

- 揚返の棒付け、巡視 (糸つなぎ、繰棒整理等) と緒留め、繰整理の棒揚げを受持窓一斉に行う場合は、窓毎の切れ糸処理、待ち時間に差を生じて回転率の低下と、過乾による繰乱れを生じやすいから、平均的管理の段取揚返法を推進する方がよい。この方法は棒付け、巡視と繰整理を各窓毎に順次交互に行う兼業操作である。1 段取時間は繰糸長と巻取速度、持窓数によって求められ、5 ～ 8 分内外である。

(3) 揚返の張力変動

- 揚返は繰糸張力による歪みを緩和する作用を有するから、揚返の張力変動は注意する必要がある。21 中の揚返張力は 1 ～ 2.5g で、平均は 1.8g 内外である。また厚棒糸の平均は 1.6g 内外で、薄棒糸の平均は 2g 内外となり、その差が繰の垂みの成因となっている。この対策は繰棒糸の湿し方 (補助剤、減圧前処理法)、繰棒の並べ方と温湿度調整等である。

㉔ 揚返作業の管理標準について

製糸絹研究発表集録 13 昭 38・11 (1963)

㉕ 揚返論

製糸技術講習会資料 昭 50 (1975)

㉖ 製糸工程と繭層並びに生糸水分の移行

- 製糸工程の各位置における繭層並びに生糸水分のあり方を示すと次のようである。

(単位 %)									
生繭層	乾繭層	前処理繭層	煮熟繭層	集緒器上生糸	繰上生糸	巻取直後	揚返前処理	揚返直後	調整繰
12 ～ 14	7 ～ 8	180 ～ 240	△ 430 ～ 470	110 ～ 130	45 ～ 55	9 ～ 10	△ 125 ～ 135	7 ～ 8	11 ～ 12

(註) △は対原量

②⑦ 製糸工場診断の実際とその活用

製糸経営技術資料 14 昭 41・11 (1966)

- 自動繰糸 250 工場 5 種類 759 セットの診断実績を基調として、作業工程の各項目につき検討し、それぞれを上位、中位、下位に大別した。その中で上の技術をまとめて管理標準とし、各工場でこれを目標に努めるようにした。

②⑧ 製糸技術の問題点

製糸経営技術資料 48 昭 45,46,50,10 (1975)

- 主な問題点は生糸の織度偏差、小節大中節、再繰切断と伸度である。織度偏差は 2 粒差 P 粒付を抑制すること。小節大中節に対しては不良繭をよく選除し、繭乾燥の温度、時間を適正にすること。また煮繭は蒸気浸透熟成煮繭で、適煮（繭層倍率標準）を図ること。繰糸では索緒抄緒と新陳代謝に注意すること等である。再繰切断に対しては、偏繰を防ぎ、水分調整をして総の安定を図ること。伸度については繰糸張力の管理が大切である。

(繭糸・生糸の物性関係)

① 生糸の品質向上に関する繰糸の基礎的研究 昭 41・4 (1966)

- 座繰・多条・自動繰糸を通して、前記各章の研究をまとめ、特に繭糸の織度曲線とその物性を基調として、繰糸中の粒付管理と張力調整を計り、さらに糸故障の成因を究明して巡視段取の標準を定め、繭の新陳代謝を促進して総合的に、また物性的見地から生糸品質を向上する集成論文である。

② 繭糸・生糸の物性 (まとめ)

(1) 繭糸の性状と生糸の品質改善について

生糸 日本製糸協会 昭 28・4 (1953)

(2) 絹糸の物理的特性について

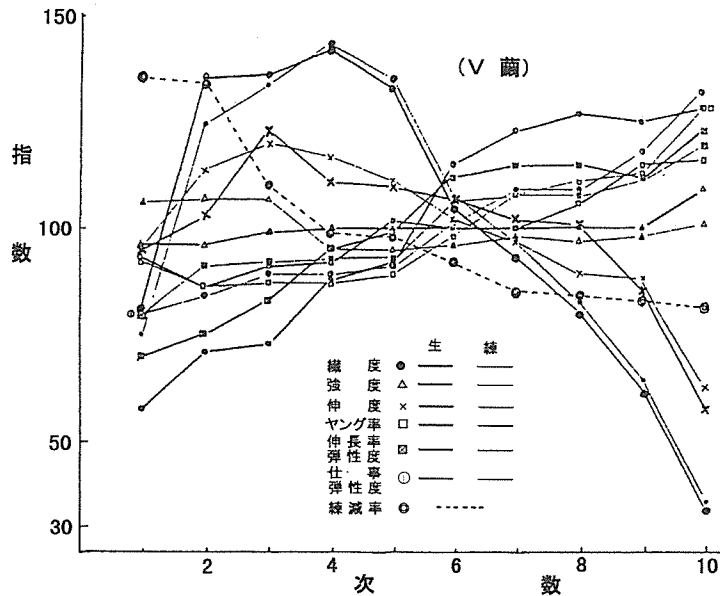
コラーゲンシンポジウムⅧ 昭 45 (1970)

(3) 繭糸の織度曲線とその物性

製糸絹研究発表集録 36 昭 63・12 (1988)

- 繭糸の糸長は織度とともに変化しているから、糸長別にまとめて考えるべきである。これによって織度曲線と物性との関係をみると、放物線の形に類似しているものは、伸度、衝撃抵抗、クリープ、弾性余効等で、最外層が小さく、中内層に移るに従い増加の傾向にあるものはヤング率、弾性度等である。これに反する

ものは練減率で、強度は内外層の変化が少ない。繭層部位の中央は諸物性をよく代表している。以上の現象は吐糸状態、繭層構造、繭糸の形態及び解じょ抵抗等の差異によるものと考えられる。



第5図 繭層部位と物性の変動

③ 生糸の硬軟性に関する研究

日本蚕糸学雑誌要旨 22(3) 昭 28-6 (1953)

- 糸が曲る程度の長さにして傾斜板に糸をのせ、板と糸の離れるときの角度（定糸長曲げ角度）を測ると、硬い糸程角度が小さい。これと反対に角度（45°）を一定にしておき、水平に送り出した糸が 45° の板に接するときの糸の長さを測ると（定角度曲げ糸長）硬い糸ほど曲げ長さが長くなる。このようにして糸の硬軟を計量化することができる。

④ 生糸の摩擦係数に関する研究

日本蚕糸学雑誌要旨 23(3) 昭 29-6、25(3) 昭 31-6 (1956)

- 摩擦感知器の性能を研究するため、この研究を行った。一定の張力を与えた糸に摩擦子 (Screw Ring) を通し、Rider 法で滑り出す糸の傾斜角の $\tan \theta$ により静摩擦係数 (μ_s) を求めた。この値は糸の太さ（接触面積）、表面構造、セリシンの状態、湿潤度、粘性、振動、吸引作用（速度）、室内温湿度等により異なるが、

概ね 0.2 ～ 0.35 内外である。

摩擦力 $F = \mu_s \cdot P$ P : 繰糸張力の分力

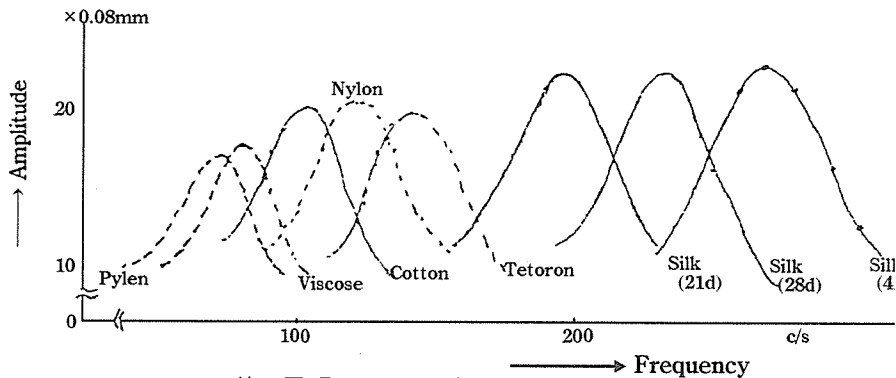
⑤ 絹繊維の周波数依存性に関する研究

日本蚕糸学雑誌要旨 24(3) 昭 30・6 (1955)

- 生糸の動的特性をとらえるため、糸の一端を固定し、他端を自由にして横振動を与え、曲げ硬さ EI を固定—自由横振動の式

$$EI = 4\pi^2 \rho A l^4 \nu^2 / a_0^4 \quad \text{で求めた。}$$

ρA は線密度、 l は試料長、 a_0 は振動定数 1.875 で、 ν は測る共振振動数である。
なおこの振巾周波数曲線の帯巾によって粘性度もうかがわれる。



第 6 図 Frequency-Amplitude Curve

第10表 各種繊維の静的特性

Fiberes	Raw Silk	Wool	Cotton	Flax	Viscose	Nylon	Vinylon	Tetoron
比 重	1.32～1.40	1.30～1.40	1.52～1.60	1.50～1.58	1.52～1.60	1.14～1.17	1.26～1.30	1.35～1.39
強 度								
g/d	3.6～4.8	1.2～1.5	3.2～4.8	4.8～6.0	2.0～2.5	4.5～5.0	3.0～5.0	3.7～4.5
kg/mm ²	44～58	13～18	45～60	60～75	25～35	50～60	35～58	45～55
乾湿強度比	%	%	%	%	%	%	%	%
%	90～95	70～90	100～113	104～106	40～65	88～93	65～85	90～96
伸 度	%	%	%	%	%	%	%	%
%	18～22	30～48	7～11	2～4	17～20	25～30	10～30	16～21
衝撃抵抗	g. cm/d							
	7～10	2～3	1.5～2.5	1.5～2.5	3～5	3.5～6	3.6～5.1	3～5
ヤング率	kg/mm ²							
	800～1300	150～300	1000～1350	2500～3450	550～1000	180～300		900～1350
仕事弾性度	%	%	%	%	%	%		%
%	30～38	25～35	35～40	38～43	20～25	42～48		42～48
伸長弾性度	%	%	%	%	%	%		%
%	65～75	～77	60～72	58～60	35～45	78～90		80～90

第11表 各種繊維の動的特性

繊維		Raw Silk	Cotton	Viscose	Nylon	Tetoron	Pylon
繊維度	d	20.6	190	100	20.2	20.5	50
共振振動数	ν_1 c/s	397	111	175	363	375	213
線密度	$\rho_A \times 10^{-5}$ g/cm	2.33	29.9	12.0	2.79	2.62	8.11
共振振動数	ν_2 c/s	204	118	89	126	140	76
曲げ硬さ	EI dyne·cm ² /d	0.15	0.07	0.03	0.07	0.08	0.03
振動帯巾	$\Delta \nu$ c/s	13	19	19	16	15	13
粘性係数	$\eta \times 10^6$ dyne·sec/cm ²	6.13	1.01	0.61	5.23	7.06	0.49
動的弾性率	$E' \times 10^{10}$ dyne/cm ²	(10) 17.5	7.4	10.9	7.6	18.6	
		(50) 22.9	18.1	13.2	18.4	24.2	

(注) 動的弾性率の(10)は荷重 10 g で、(50) 荷重 50 g のときである。

⑥ 生糸の精練程度とその性能に関する研究

日本蚕糸学雑誌要旨 26(3) 昭 32-6 (1957)

- 生糸の精練により糸の強伸度、ヤング率は減少するが、対デニールの強度は一定しない。抱合度は3分の1程度となり、セリシンの包着効果を現している。

⑦ 繊維の動摩擦係数について

繊維機械学会誌 12(5) 昭34-5 (1959)

- この装置は3個の摩擦体(固定ローラー)に試験糸をかけて走行させ、その初張力 S_1 と最終張力 S_2 を記録して、Lamiの式: $\mu_k = 0.366 \cdot (\log S_2) / S_1$ により動摩擦係数 μ_k を求めるものである。この値は繊維によりやや異なるが、概ね0.15~0.3内外であり、静摩擦係数よりやや小さい。(特許 No.244911)

⑧ 繊維度別並びに繭層部位別生糸の性能特性

製糸夏期大学 16 昭38-7 (1963)

- 生糸ならびに絹糸の物性は原料繭糸および生糸の繊維度特性によって左右されるが、これらについて概要を述べると次のようである。

生糸の平均繊維度 Y_3 、繊維度分散 σ_3^2 ならびに糸条斑点 E_3 は繭糸の繊維度と繭の粒付方式によってそれぞれ次式で求められる。

$$\text{平均繊維度 } Y_3 = \bar{y} (\lambda K_0 + \mu K_1 + \nu K_2)$$

$$\text{繊維度分散 } \sigma_3^2 = \frac{\lambda K_0 + \mu K_1 + \nu K_2}{\lambda + \mu + \nu} S^2 + \frac{\lambda \delta_0^2 + \mu \delta_1^2 + \nu \delta_2^2}{\lambda + \mu + \nu}$$

$$\text{糸条斑点 } E_3 = 100 - \frac{KL}{l'} (\lambda D_0 + \mu D_1 + \nu D_2)$$

ただし K_0 、 K_1 、 K_2 は繭の粒付数で、 δ_0 、 δ_1 、 δ_2 は平均値 Y_3 と各生糸との織度差であり、 D_0 、 D_1 、 D_2 はそれぞれの糸条斑欠点、 λ 、 μ 、 ν はそれらの糸長割合である。また l' は繭の解じょ糸長で、 L は 1 パネルの糸長である。

繭の粒付数ないし生糸の織度がそれらの性能に及ぼす影響を検討してみると、第 12 表、第 13 表、第 14 表のようである。

ただし動的測定における線密度 ρA は固定—緊張横振動方式で、また曲げ硬さ EI および粘性係数 η は固定—自由横振動方式でそれぞれの共振振動数 ν_1 、 ν_2 を測り、次式によって求めた値である。

$$\text{線密度 } \rho A = T / 4 l_1^2 \nu_1^2 \quad (\text{g/cm})$$

$$\text{曲げ硬さ } EI = 4 \pi^2 \rho A l_2^4 \nu_2^2 / a_0^4 \quad (\text{dyne} \cdot \text{cm}^2 / \text{d})$$

$$\text{粘性係数 } \eta = 2 \pi \rho A l_2^4 \cdot \Delta \nu / a_0^4 I \quad (\text{dyne} \cdot \text{sec} / \text{cm}^2)$$

T は張力、 l_1 l_2 はそれぞれの試験長で、 $\Delta \nu$ は振幅周波数曲線において ν_2 を中心とし、その $1/\sqrt{2}$ の振幅に相当する両周波数の差である。なお a_0 は振動型の定数で 1.875、生糸の直径を D とし、 I は $\pi D^4 / 64$ とした。

一般に生糸織度の増加とともに静的ならびに動的性能が徐々に増大していくが、これは絹繊維の不均一性が形態的ならびに質的に改善されるためである。伸長弾性度および粘性係数の低下は、織度増加に伴う生糸の表面硬化によるものと考えられる。また織度増加とともにヤング率、線密度、曲げ硬さの値が増加し、粘性度が低下する傾向がある。繭層部位をみると、伸度は外中層生糸が優れ、ヤング率は内層生糸が大きめで、曲げ硬さもやや大きく、その硬性が認められた。

第12表 織度別生糸の性能特性

生糸目的織度			d	14中	19中	21中	28中	42中	
生糸平均織度			d	13.7	18.7	20.5	27.2	41.5	
静的	強度	g/d	3.84	3.88	3.85	3.88	4.03		
	伸度	%	17.1	18.6	18.2	18.9	19.5		
	伸長弾性度	%	76	71	66	64	60		
共振振動数			ν_1	c/s	478	416	395	352	291
線密度			ρ_A	$\times 10^{-5}$ g/cm	1.61	2.13	2.36	2.97	4.36
共振振動数			ν_2	c/s	171	190	204	246	279
曲げかたさ			EI	dyne $\cdot$ cm ² /d	0.11	0.13	0.15	0.21	0.26
振動帯巾			$\Delta \nu$	c/s	9	12	13	15	18
粘性係数			η	$\times 10^6$ dyne $\cdot$ sec/cm ²	5.0	4.2	3.8	2.1	1.2

第13表 繭の粒付数ならびに結節と生糸の性能

生 糸 性 能		繭 の 粒 付					生 糸		絹 糸	
		4 粒	6 粒	8 粒	10 粒	12 粒	正 常	結 節	正 常	結 節
強 度	g/d	3.63	3.75	3.79	3.85	3.90	3.69	2.96	3.61	3.42
伸 度	%	20.3	21.9	22.5	22.7	23.1	20.7	11.0	17.7	11.7
衝撃抵抗	g.cm/d	6.01	6.16	6.56	6.79	6.86	6.75	0.87	6.71	3.38

第14表 織度別ならびに繭層部位別生糸の性能特性

14中（5～8粒）対d幅 11.2 μ

項 目	繭層部位	外層	中層	内層	平均	混練
生糸織度	(d)	14.1	14.6	14.2	14.3	14.3
強度	(g/d)	3.82	3.97	4.00	3.91	3.94
伸度	(%)	20.4	20.2	16.4	19.3	20.0
ヤング率	(kg/mm ²)	1247	1260	1266	1256	1274
線密度	($\times 10^{-5}$ g/cm)	1.84	1.90	1.86	1.86	1.82
曲げかたさ	(dyne $\cdot$ cm ² /d)	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11
粘性係数	($\times 10^6$ dyne $\cdot$ sec/cm ²)	6.0	5.5	6.3	5.9	5.2

21中（7～11粒）対d幅 11.5 μ

項 目	繭層部位	外層	中層	内層	平均	混練
生糸織度	(d)	20.7	21.0	20.2	20.7	21.0
強度	(g/d)	3.81	4.03	3.91	3.90	3.90
伸度	(%)	22.3	20.1	19.0	20.8	19.8
ヤング率	(kg/mm ²)	1160	1200	1300	1207	1286
線密度	($\times 10^{-5}$ g/cm)	2.28	2.27	2.24	2.27	2.30
曲げかたさ	(dyne $\cdot$ cm ² /d)	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13
粘性係数	($\times 10^6$ dyne $\cdot$ sec/cm ²)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4

28中 (9~15粒) 対 d 幅 13.0 μ

項 目 \ 繭層部位	外 層	中 層	内 層	平 均	混 繰
生糸織度 (d)	27.4	28.9	27.8	28.0	28.1
強 度 (g/d)	3.91	4.02	4.03	3.97	3.96
伸 度 (%)	21.9	19.7	19.4	20.6	20.9
ヤング率 (kg/mm^2)	1320	1360	1430	1360	1320
線密度 ($\times 10^{-5} \text{ g/cm}$)	3.04	3.24	3.06	3.11	2.84
曲げかたさ ($\text{dyne}\cdot\text{cm}^2/\text{d}$)	0.20	0.21	0.23	0.21	0.19
粘性係数 ($\times 10^6 \text{ dyne}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$)	2.7	2.4	2.6	2.6	2.2

31中 (10~16粒) 対 d 幅 14.1 μ

項 目 \ 繭層部位	外 層	中 層	内 層	平 均	混 繰
生糸織度 (d)	30.3	31.0	28.8	30.1	30.6
強 度 (g/d)	3.91	4.01	4.03	3.97	3.96
伸 度 (%)	22.3	18.8	18.8	20.4	20.5
ヤング率 (kg/mm^2)	1210	1370	1370	1298	1318
線密度 ($\times 10^{-5} \text{ g/cm}$)	3.34	3.64	3.22	3.40	3.14
曲げかたさ ($\text{dyne}\cdot\text{cm}^2/\text{d}$)	0.22	0.26	0.24	0.24	0.21
粘性係数 ($\times 10^6 \text{ dyne}\cdot\text{sec}/\text{cm}^2$)	2.0	1.7	2.2	2.0	1.9

⑨ 絹繊維の動的物性について

製糸絹研究発表集録42 平6・12 (1994)

- 固定—自由横振動方式によって繊維を振り動かし、その振巾周波数より曲げ硬さEIと粘性度 η を求めた。

⑩ 絹繊維の粘弾性に関する研究

文部省総合研究報告 昭40~42 (1965~67)

日本蚕糸学雑誌 36(3) 昭42・6 (1967)

- 試験器を改造し、試験長を変更して曲げ硬さを検討したところ、理論式の成立は略認められた。なお加撚とともに曲げ硬さは増大するが、2,000T/m以上になると低下していくようである。

⑪ 絹繊維の摩擦とその物性

製糸絹研究発表集録18 昭43・11 (1968)

- 抱合試験器により生糸を300回摩擦すると、強伸度と衝撃抵抗はかなり低下し、400~500回に及ぶとこの糸は切断する。ナイロンは8,000~9,000回程度までは切断しないようである。

⑫ 生糸の伸度について

製糸絹研究発表集録19 昭44・11 (1969)

// 20 昭45・11 (1970)

- 高速化により生糸品質、特に伸度が問題となり、針金糸と評されたこともあったが、対策は繰糸速度の調整による繰糸張力の緩和であり、張力緩和装置も検討された。また生糸の節と疲労による低下も注意する必要がある。なお張力調整係数（温度／速度×100）が22以下になるときは、生糸の伸度は低下する。

⑬ 吐糸牽引速度と繭糸の物性に関する研究

日本蚕糸学会講演要旨 (40) 昭45 (1970)

- 吐糸巻取を機械的に行うと、高速（20mm/sec）繭糸は低速（5mm/sec）繭糸に比べ、強度は優るが伸度は低下し、動的弾性率は増加する。また外層（前出）繭糸は内層（後出）繭糸より伸度は優るが強度は低下し、動的弾性率も小さい。なおこれらの強度は普通の値より小さいのは吐糸の摩擦、圧縮、捻転等の作用がないためと思われる。

⑭ 製糸技術と絹の物性、特に風合について

製糸夏期大学25 昭47・7 (1972)

- 絹繊維の物性として静的には圧縮弾性、応力歪相関性、硬軟性、嵩高性、摩擦係数等が、動的には動的弾性率、粘弾性、線密度、動摩擦係数、保温性等がある。風合はこれらが相い関連しながら作用している複合特性である。触感をもととすれば圧縮弾性、曲げ硬さ、摩擦係数（滑り具合）が作用する。バルキネスも関係するから比重、線密度、ポロシティ（繊維間隙）を考えることになり、さらに保温性にも及ぶ。製糸技術としては繭層乃至生糸の吸水・膨潤・熱処理の調整、張力緩和、流れ作業の促進等に注意する必要がある。

⑮ 布の風合と物性

製糸絹研究発表集録22 昭47・11 (1972)

- 布の風合いは触感による品質評価で、圧縮性、硬軟性、弾性、粘性、滑らかさ、保温性等の官能的複合特性であり、各物性を究明して総合的判断によるが、リング引抜き抵抗という一方法もある。

⑯ 絹繊維の保温性に関する研究

製糸絹研究発表集録13, 14, 15 昭38・11, 39・11, 40・11 (1965)

製糸夏期大学16 昭38・7, 同25 昭47・7 (1972)

日本蚕糸学雑誌要旨29 (3) 昭35・6 (1960)

- 保温性を測る方法として、一定面積の発熱銅板と吸熱銅板の間に試料を挟み、一定温度差を保つに要する給熱量を測り、熱伝導率を求めた。絹はこの値が $1.8 \sim 2.3 \times 10^{-4} \text{ cal/cm} \cdot \text{sec} \cdot ^\circ\text{C}$ で、他繊維より小さく、保温性に富むことが分った。

6. 物性指導期（絹繊維物性研時代） 昭48・4～平・（1973～）

① 生糸の節と糸故障（まとめ）

1) 生糸の大中節防除と製糸技術

製糸絹研究発表集録18 昭43・11（1968）

2) 生糸の大中節対策について

製糸絹研究発表集録23 昭48・11（1973）

3) 生糸の節と糸故障の対策

蚕糸局 昭49・4（1974）

4) 繰糸中における糸故障とその対策

製糸絹研究発表集録24 昭49・11（1974）

- 生糸の節と糸故障の対策は重要課題であり、製糸技術の全体に亘るものであるが、その要諦をまとめると次のようになる。

- 1) 選繭は汚染繭、死籠繭、繭層不整繭、薄皮繭等をよく選除する。
- 2) 生繭の処理は高温熱風で、その温度配置、繭付、乾燥程度と不同、送風方、仕上時間等に注意する。
- 3) 蒸気浸透加圧熟成煮繭により、解じょ張力、繭重・繭層の倍率を指標にして適煮を図る。
- 4) 繰糸作業では、索緒抄緒（温度・粒数）と給繭接緒の管理につとめ、煮熟繭の新陳代謝を図る。
- 5) 糸故障の成因（未整緒、ズル節、繭層剥離、薄皮飛び付、セリシン節詰り等）を究明し、各項についての対策を検討する。
- 6) 巡視段取を標準化して繰糸作業を平均にする。

② 繭糸の物性と製糸技術

製糸技術研修会2 昭58・1（1983）（日本製糸技術経営指導協会）

- 繭糸の織度曲線に伴う物性を基調として定織度繰糸でも粒付管理により混繰を図るとともに繭の新陳代謝を促進すること。なお集中二段繰糸を応用した落繭分離法を適用すれば生糸品質はさらに向上する。

③ 医者いらずの絹健康法

- 冷え症防止について高木嘉子医博は、「5本指絹くつ下」の着用を強調している
るので、絹の保温特性と吸湿特性について筆者が説明したものである。

新樹社書林 高木嘉子著「冷えと冷え症」参照

④ 健康繊維としての絹の特性とその製糸技術

製糸経営管理研修会 昭58 (1983)

- 絹の保温特性は、繊維の空気間隙によるもので、繰糸張力に注意すること。吸湿性は天然繊維の特長で、肌着として絹は最適である。また紫外線をよく吸収するから絹の粉末を化粧品に混入することは衛生的である。吸音性、吸気性に富むのもその要因は同様である。吸気性は有害ガスを防ぐから防災布にもなる生体順応性を応用したものが外科用縫合糸、結紮糸^{けっさつ}等で、細く、節なく、滑らかで、強く結びが効くこと。また異物感がないこと。耐熱性と難燃性も特長である。グリシン、アラニンを主成分とするから絹は健康食品としても期待できる。

⑤-1 健康繊維シルクと新規用途開発

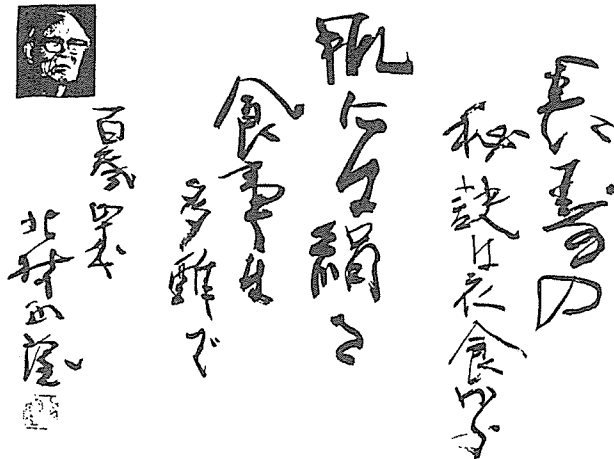
蚕糸科学と技術 昭60・10 (1985)

-2 健康繊維としてのシルク

製糸絹研究発表集録44 平8・12 (1996)

北村西望先生名言 「長寿の秘訣は衣食から

肌には絹を食事は多酢で」



⑥ 製糸絹研究の動向

製糸絹研究発表集録43 平7・12 (1995)

- この50年の研究発表をみると、前半は自動繰糸機に関するものが主で、定織度感知器、抄緒器、給繭器等の完成により後半はこの研究発表が少なくなった。熱風乾燥機の研究は前半で略安定した。煮繭については減圧、赤外線等の発表があったが、蒸気浸透熟成加圧法になり、さらに繭の解じよと生糸の節問題で研究が進められている。生糸・絹の加工、新形質生糸、新素材等の研究は当初からかなり行われてきたが、絹繊維の物性を基調にして今後とも健康繊維としての活用を期待している。

⑦ 蚕糸技術50年の変遷を通して将来を考える

製糸絹研究会特別講演 昭50・11 (1975)

製糸絹研究発表集録26 昭51・11 (1976)

- 明治・大正から昭和に亘る製糸技術の変遷につき、関係各社の協力を得てまとめたものであり、その概要は次のようである。

1) 発展途上期の製糸技術 (明治・大正時代)

煮繰分業、索緒分業の出現、また鍋煮から進行式煮繭になった。繭乾燥機は台車移動型から汽熱式段落移動型に改良された。

2) 最盛期の製糸技術 (昭和初期)

多条繰糸機の出現、固定接緒器から回転接緒器へ、煮繭機は蒸気浸透沸騰煮繭から蒸気浸透蒸気煮繭も採用された。

3) 統制下の製糸技術 (昭16～20年)

強力生糸の生産、絹毛生糸、繭短繊維 (繰繭・開繭) の開発。

4) 復興期の製糸技術 (昭21～25)

多条繰糸の品質管理並びに粒付管理の発展、副蚕処理機の自動化。

5) 自動化の製糸技術 (昭24～50年)

自動繰糸の定粒感知から定織度感知への発展、固定給繭から移動給繭へ、自動抄緒の開発。繭乾燥では強制熱風乾燥機、低温風力乾燥機の出現。

⑧ 製糸絹研究30年の歩みと今後の展望

製糸絹研究会特別講演 昭55・11 (1980)

農業機械の中で自動化の最も難しいといわれていたものが自動繰糸機である。これを実現するためには、試験研究機関・大学と業界が緊密な連絡を図り、協力して研究を進めることが肝要であるということで、昭和25年に製糸絹繊維研究連

絡会が生まれた。その後絹製品のことも考慮して39年に製糸絹研究会と改称した。以来30年の研鑽を経て自動繰糸機とともに強制熱風乾繭機、加圧熟成煮繭機、高速揚返機等が実現し、品質管理、生糸検査を通して、また絹物性等の研究により、製糸技術が近代化し、生糸の品質が今日のように向上したことは私ども関係者の大いに誇りとするところであり、その実績は第15表のようである。

第15表 繰糸機の変遷とその実績概要

機 種	座 繰 機	多 条 機	自 動 機	備 考
繰 糸 法	高温高速	低温緩速	低温高速	
受 持 緒 数	2～6	10～20(1～2)	20(4～12)	()持釜数
繰糸速度 (m/min)	70～250	50～100	70～180	
繰糸温度 (℃)	60～90	25～40	30～40	
糸故障 (%)	15	8	2	スナップ
巻取率 (%)	80	90	95	
繰糸張力 (g)	7～8	8～10	9～13	最終巻取
張力調整係数 (%)	30～40	30～40	22～30	温度／速度×100
生糸強度 (g/d)	(3.6～3.8)	3.8～3.9	3.9～4.1	21d
生糸伸度 (%)	(21～23)	20～22	19～21	21d
目的織度 (d)	14～21	14～21	21～31	
2粒差P粒付 (%)	10～15	3～ 9	2～ 6	スナップ
織度偏差 (d)	1.70～2.00	1.25～1.75	1.00～1.50	σ
生糸品位 (格)	A ～ C	A ～ 4A	2A ～ 5A	
対俵人員	400～150	150～60	20 ～ 7	

(参考文献)

- 生糸の品質向上に関する研究
- 繭糸の物性と製糸技術

- 蚕糸技術50年の変遷
- 製糸技術と絹の物性

なお参考に筆者の語録をまとめてみることにした。

主な述語

項 目	管 理 標 準
(原料繭・煮繭)	
1. 繭糸の総合織度偏差 S	50回 0.8d 400回 0.4d 内外
2. 繭糸の織度曲線	(百分率集計取りまとめ方) 放物線形
3. 繰終織度勾配	0.003d/m $\tan \theta$
4. 初終織度差	1.2~1.3 d
5. 指数煮繭	指数差 10:1'
6. 煮熟吸水倍率	繭重10~10.5倍 繭層5.2~5.7倍 蛹2~2.3倍
(繰 糸)	
7. 集中2段繰糸	4A格以上
8. 集中切替点	糸長集中度・糸量集中度 5~10%
9. 繭の新陳代謝	索緒・抄緒・給繭・接緒の流れ
10. 最終整緒率	40%以上
11. 実繰解じょ糸長	検定・試験との差 100m内外
12. 実繰解じょ率	検定・試験との差 8%
13. 繭の粒付管理	主体粒付保持率 定粒95% 定織80%内外
14. P粒付	2粒差不良粒付 21d 3%、27d 5%内外
15. 索緒管理	粒数, 温度, 速度, 角度, 回数, 箒数, 湯量, 濃度, 水質, 水流
16. 索緒段取	20" - 10" 3台持90~120"
17. 給繭管理	給繭精度90% 給繭比率2.5倍 山積空給繭 5%
18. 巡視段取	右巡視-左巡視100緒 50~60" 整理車200緒50"
19. 繰糸段取	(多条) 索緒 抄緒 接緒 整理 100"
20. 糸故障	Snap reading 1.5%以内
21. 糸故障危険区	4%以上: 15%内外
22. 繭層剝離節	糸故障発生要因
23. 張力調整係数	$T/V \cdot K \times 100 = 23$ 以上 (21d)
(揚返仕上)	
24. 給水倍率	(繰梓糸) 1.2~1.4倍
25. 揚返段取	普通繰 8' 太繰 15'
26. 生糸収率	繭層歩掛 83%以上
27. 風合係数	静的係数 動的係数

む す び

以上私のシルクロードを通して、5つの驚きと10の議論をまとめて本稿のむすびとする。

驚きの第1は岡谷の煙突と湖、(大5:1916)、第2は1列120緒の御法川式多条繰糸機(昭4:1929)、第3は松本普及社の5階建繭10万貫(約350 t)の冷蔵庫(昭7:1932)、次いで自動繰糸機の大展開(昭43:1968)である。また最近確認できたことは、蚕糸に関する公共の試験研究機関の発祥(明17・4:1884)地が麹町区内山下町、現千代田区内幸町1丁目1番地の帝国ホテルの場所であるということである。早速東京都並びに千代田区教育委員会と交渉し、その現地に文化財高札を建てた(平成4年10月:1992)が、これも蚕糸技術史の重要な資料と思っている。

10の議論というのは次の相対する各項目を指している。

(課題)	(対応項目)	(結果)
1. 煮繰分業	半沈煮繭A ₁ : 沈繰煮繭B ₁	B ₁
2. 煮繭法	熱湯浸透沸騰煮繭A ₂ : 蒸気浸透熟成煮繭B ₂ (常圧進行式P ₁ : 加圧密閉型P ₂)	B ₂ P ₃
3. 索緒分業	往復索緒A ₃ : 回転索緒B ₃	B ₃
4. 給繭法	固定給繭A ₄ : 移動給繭B ₄	B ₄
5. 接緒法	固定接緒A ₅ : 回転接緒B ₅	B' ₅
6. 繊度感知	落繭感知A ₆ : 張力感知B ₆ : 摩擦感知C ₆ (定粒方式: 定繊度方式)	C ₆
7. 緒数と速度	中速多台持A ₇ : 高速単台持B ₇ : 快速多台持A' ₇	A' ₇
8. 繰糸法	再繰法A ₈ : 直繰法B ₈	A ₈
9. 繭乾燥法	火力熱風A ₉ : 汽熱輻射B ₉ : 汽熱風力D ₉	D'
10. 繭処理保管	冷蔵C・低温風力L: 高温風力・常温保管H	H

製糸科学技術の要諦 (総まとめ)

1. 繭糸の繊度曲線とその物性の応用 (繭の熱処理、適煮、集中繰糸等)
2. 定繊度繰糸の偏繰防止 (粒付管理と巡視段取)
3. 繰糸中繭の代謝促進 (索緒抄緒—給繭接緒—最終整緒率の向上)
4. 動的物性の利用 (継続的全体挙動としての強靱性、粘弾性等)
5. 保険衛生性能の活用 (保温性、吸湿性、吸音性、紫外線吸収性、生体順応性、健

康食品として等)

業学会の実験と研究によって上記のような成果を収め、総合して斯業の発展に寄与したことは特筆に値するものである。

この間70年、教育と研究に専念でき、また業学会にも参加し、そのリーダー役として初心を全うし得たことを喜んでいる。なお工場では平林 明、西沢幸助両氏等、また大学では出雲美智子、荒井三雄両氏等多数の方がたのご協力をいただいたこと、さらに私事ながら家族一同が健康に恵まれ、このライフワークにつくしてくれたことを併せて心から感謝し、この稿を終わりとする。