

節成績向上のための煮繭技術

蚕糸科学研究所 主任研究員 勝 野 盛 夫

はじめに

生糸の節は蚕品種に起因する先天的要因と、繭の生産過程の諸条件によって生ずる繭の諸形質およびこれ等の繭を処理する製糸工程の諸条件に起因する後天的要因とにより、多様なしかも多元的素因が重複して発生する現象である。そしてこれ等の節はその形態や大きさや硬さなどの外、発生状況（集中性）により、生糸、絹製品の生産過程および品質に悪影響を与える生糸のもつ宿命的欠点である。近年需要者からの節に対する要望は極めて厳しい。特にアパレル産業からの生糸に対する要望の中で、一部には節は皆無が要求されている。天然繊維である生糸糸条に節の皆無は無理としても、製糸技術でそれに近い生糸で需要者の要望に応えるべく、大中節を中心とした節に対する技術対策が大きな課題である。

1. 節形成の理論的原因

- (1) 繭糸交差点の剝離抵抗に差のあること。
- (2) 実際の繭解じょには解じょ抵抗の慣性が介入すること。

すなわち製糸における技術対策特に節対策は、上記の二つの原因の影響を小さくする方法に集約される。膨化不足の状態では小節等が多くなるのは、解じょ強力よりも大きい剝離抵抗を持つ交差点が残るためであり、膨化過度の場合ズル節の発生が多くなるのは剝離抵抗の異状に小さい交差点が生じ、平均的解じょ強力より小さい力で解じょするためである。剝離抵抗と解じょ強力が確実に均衡を保つならば、セリシンの膨化の大小にかかわらず節の生成は有り得ない。この均衡を乱す最大の要因は剝離抵抗にむらがあること、慣性の関与する状態で繰解が進行することである。

2. 節の管理について

製糸工程の中で生繭の取扱いから始まり、揚返し仕上に到るまでの作業管理が正常であれば、節の発生は原料繭に依存することが大きい。しかし現在の原料繭（蚕品種）は本質的にこのような性状のものは稀であって、したがって現在の節発生原因の大部分は、(1) 選繭の不十分、(2) 煮繭の不適煮、(3) 繭の新陳代謝不良、(4) その他機械的および作業上の欠陥等に起因すると考えられる。

3. 選除繭と節

選除繭が混入すれば節成績が低下することは衆知の通りであり、このことに関しては多くの研究報告がある。

小野⁽¹⁾は、節の発生は綿繭、死籠繭（化蛹せず繭層の汚れがないもの）、薄皮繭等が続き、特大特小繭は比較的少ない。内部汚染繭と尿浸汚染では後者に大中節が多い。

大島^②は、正常繭を 100 とすれば、簇着、畸形は 150、内部汚染 200、外部汚染 300、破風抜 400、薄皮 500、浮ちぐらゐの順と報告されている。

今井^③は、節づまりの糸故障は精繭に比べ、どの不良繭も多く発生し、特に浮しわ繭、内部汚染繭が多い。小ずる節は薄皮繭に多いが、他の不良繭は精繭に比べ必ずしも多くない。大わ節は浮しわ繭に最も多く、内部汚染、薄皮繭の順で他の選除繭も精繭よりは多く発生すると報告している。

他に同様な報告が多く発表されているが、それらを総合すると浮しわ繭、薄皮繭はいかなる対策を行っても節が多発する。外部汚染繭はその程度の差はあるが危険性が多い。煮繭および繰糸における節対策前に選除繭の問題は大きく、その効果は顕著である。

4. 煮 繭 と 節

煮繭工程は繭解じょ、生糸量歩合、節成績等の繰糸成績に強い影響を与える要因と密接な関係を保っているため、各工場ではそれぞれ独自の技術体系を設定し、成績向上に努力している。しかし煮繭工程内の処理効果は互に関連し合うので、特定要因を独立に変動させてもその効果は的確に現われない場合が多い。工場技術者は、常に変化する原料繭性状に迅速的確に対応して、それぞれの原料繭特性に適した中で繰糸目標の煮繭条件を決定しなければならない。これらの設定は工場技術者が経験を中心に、試行錯誤的に漸次最適条件へ接近する方法がとられている。

工場実態調査にもとずき、煮繭処理要因と繰糸成績間の関連を分析し、各部煮繭要因が関連し合いながら繰糸成績におよぼす影響度を数量化し、容易に目的の繰糸成績に近づく煮繭管理の方法についてのべてみたい。

4-1 煮繭条件と処理効果

表1 因子記号と因子間の対応表

重回帰	単相関	因 子	重回帰	単相関	因 子
y_1	1	原料繭解じょ率	x_{17}	18	調 整 (pH)
x_1	2	浸 漬 1 入 口 (低温)	x_{18}	19	逆 浸 (温度)
x_2	3	浸 漬 1 出 口 (高温)	x_{19}	20	逆 浸 (pH)
x_3	4	浸 漬 1 (pH)	x_{20}	21	時 間
x_4	5	浸 漬 2 入 口 (低温)	y_2	22	吐 水 量
x_5	6	浸 漬 2 出 口 (高温)	y_3	23	繭吸水倍率
x_6	7	触 蒸 入 口 (低温)	y_4	24	繭層吸水倍率
x_7	8	触 蒸 出 口 (高温)	y_5	25	落繭解じょ率
x_8	9	浸 透 入 口 (低温)	y_6	26	索 緒 効 率
x_9	10	浸 透 出 口 (高温)	y_7	27	生糸 60kg 当緒糸量
x_{10}	11	浸 透 (pH)	y_8	28	生糸 60kg 当ビス量
x_{11}	12	蒸 煮 入 口 (低温)	y_9	29	糸故障 100 緒 10 分
x_{12}	13	蒸 煮 出 口 (高温)	y_{10}	30	節 内 容 (大ずる)
x_{13}	14	蒸 煮 (水頭圧)	y_{11}	31	節 内 容 (小ずる)
x_{14}	15	調 整 入 口 (高温)	y_{12}	32	節 内 容 (わ、さけ節)
x_{15}	16	調 整 中 間 (中温)	y_{13}	33	大 中 節 点
x_{16}	17	調 整 出 口 (低温)			

注 1. 重回帰分析における目的変数は記号 y 、また説明変数は記号 x で示した。

表2 管理対象因子と煮菌条件の重回帰係数

・2-1 ずる節 Y₁₁

記号	煮菌因子	寄与率	回帰係数										
			b ₀	b ₀₂	b ₀₇	b ₀₈	b ₁₀	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₅	b ₁₇	b ₂₀
X ₀₇	触蒸高温部温度	0.1390 ※	-47.222		0.6181								
X ₁₅	調整中間部温度	0.2225 ※	- 7.667		0.6244								
X ₁₂	蒸蒸高温部温度	0.2958※※	415.520		0.7605								
X ₁₄	調整高温部温度	0.3598※※	623.058		0.8465								
X ₀₉	浸透低温部温度	0.4022※※	709.619		0.8351	0.1738							
X ₂₀	煮菌時間	0.4443※※	852.720		0.9822	0.2100							
X ₁₀	浸透部 pH	0.4650※※	913.652		1.1208	0.2056		-0.7492					-0.3429
X ₀₂	浸漬出口 (1)	0.5020※※	913.906	0.070	1.1390	0.1847		-1.1358					-0.3237
X ₁₃	蒸蒸部水頭圧	0.5285※※	890.886	0.081	1.0234	0.2015		-1.3195					-0.4369
X ₁₇	調整部 pH	0.5479※※	913.733	0.071	0.9622	0.2179		-1.6112					-0.3931
												0.6785	-0.4082

・2-2 わ、さげ節 Y₁₂

記号	煮菌因子	寄与率	回帰係数									
			b ₀	b ₀₇	b ₀₈	b ₁₀	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₇	b ₁₈	b ₁₉	b ₂₀
X ₁₇	調整部 pH	0.2840 ※※	27.9134						-2.9339			
X ₀₉	浸透低温部温度	0.5044 ※※	-17.5031		0.5703				-2.6734			
X ₀₇	触蒸高温部温度	0.5954 ※※	47.9493	-0.8210	0.6376				-1.6634			
X ₁₈	逆浸部温度	0.6738 ※※	76.2075	-0.8670	0.5368				-1.6947	-0.3275		
X ₁₈	蒸蒸部水頭圧	0.7487 ※※	69.6338	-0.7705	0.5398		-0.065		-1.1706	-0.4142		
X ₁₉	浸透部 pH	0.7712 ※※	53.6323	-0.5247	0.5394	-1.5295	-0.0681		-0.5623	-0.4345		
X ₂₀	煮菌時間	0.7860 ※※	49.6912	-0.4928	0.5292	-1.8873	-0.0708		-0.6889	-0.4614		0.3353
X ₁₄	調整高温部温度	0.7957 ※※	109.3566	-0.4988	0.5863	-1.6570	0.077	-0.6818	-0.5924	-0.4313		0.3006

• 2-3 落菌解じ率 Y_6

記号	煮菌因子	寄与率	回帰係数						
			b_0	b_1	b_7	b_{12}	b_{15}	b_{17}	b_{20}
X_{17}	調整部 pH	0.1629※※	33.0846					1.6469	
X_{07}	触蒸高温部温度	0.2459※※	-16.7113		0.5516			1.4020	
X_{12}	蒸蒸高温部温度	0.3231※※	385.2838		0.6167	-4.077		1.2972	
X_{15}	調整中間部温度	0.3567※※	337.2218		0.6186	-3.8659	0.3031	1.1648	
X_{20}	煮菌時間	0.3714※※	307.676		0.5635	-3.5425	0.2950	1.1147	0.1930
X_{01}	浸漬1入口低温	0.3809※※	319.168	-0.038	0.5642	-3.6348	0.2732	1.2733	0.2360

• 2-4 糸故障 Y_9

記号	煮藏因子	寄与率	回帰係数												
			b ₀	b ₀₁	b ₀₈	b ₁₀	d ₁₃	b ₁₅	b ₁₆	b ₁₉	b ₂₀				
X ₁₅	調整中間部温度	0.1722※※	153.7367												
X ₁₀	浸透部 pH	0.2122※※	135.2362				-1.8688								
X ₀₈	浸透低温部温度	0.2604※※	108.7582			0.3609	-2.2020								
X ₁₀	逆浸部 pH	0.2921※※	79.8901			0.4286	-2.4478								
X ₁₆	調整低温部温度	0.3342※※	88.4431			0.4587	-2.3086							2.9512	
X ₀₁	浸漬1入口低温	0.3561※※	88.9169	-0.1042	0.4934		-1.8663							3.4608	
X ₁₃	蒸煮部水頭圧	0.3673※※	93.6813	-0.0905	0.5117		-2.1532	-0.0937						3.7897	
X ₂₀	煮藏時間	0.3776※※	100.0062	-0.0670	0.5134		-2.0871	-0.0999						3.2483	
														2.9582	-0.3040

・2-5 キビン量（対生糸 60 kg） Y

記号	煮 繭 因 子	寄 与 率	回 帰 係 数					
			b ₀	b ₀₇	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₆	b ₁₈
X ₀₇	触蒸高温部温度	0.0584 ※	-1237.3318	46.1739				
X ₁₃	蒸 煮 部 水 頭 圧	0.1343※※	-2507.3325	60.7693	-5.533			
X ₁₆	調整低温部温度	0.1595※※	-1694.8725	59.4306	-7.5153		- 9.6812	
X ₁₄	調整高温部温度	0.1776※※	-7245.7299	60.4902	-7.5563	57.4106	-11.4674	
X ₁₈	逆 浸 部 温 度	0.1872※※	-7020.1711	63.4582	-7.4503	54.1905	- 9.3746	-6.8625

製糸工場実態調査による煮繭条件と繰糸成績、生糸品質（節）間の関係について重回帰分析を行った⁴⁾。したがって、各部の影響度や係数は、実験室的なレベルでなく、工場の大量の場合における結果である。

煮繭条件として表1に示す20因子（X₁～X₂₀）をとりあげ、処理効果を示す因子としては、13因子（Y₁～Y₁₃）を選定した。それによる分析の結果、関係する主なる煮繭因子をのせて表2に示し関連性を現わした。特に節（ワ節、ズル節）は解じょ状態、糸故障、あるいは糸歩との関連があり、それらを抜きにして節対策はできないので、落繭解じょ率、糸故障、キビン量、ズル節、ワ節の分析結果を示した。

4-2 節および繰糸状態に対する関与因子

(1) ズル 節

ズル節の発生には表2-1の因子が主に関与することが算出された。ズル節減少には、まず触蒸温度を低目にする。次に調整中間部を高目にする。すなわち温度勾配を緩かにする。また調整部 pH は低目にする。浸透低温部は低目にするが、pH は高目がよい等が算出された。すなわち低温軽浸透で、湯で煮る方向が効果的である。

(2) ワ 節

ワ節は表2-2の煮繭因子が関与する。調整部の pH が大きな影響力をもち極端な低 pH はさけること。浸透低温部は低目に触蒸温度は高くして充分繭層に水を付与させる。この温度差の調整でワ節発生数の約20%程度の減少が計算される。調整飛込温度はやゝ高目を必要とする。逆浸部温度はワ節減少に影響し高目がよい。浸透部 pH は酸性側よりアルカリ側で管理する。

(3) 落繭解じょ率

繭解じょは繰糸管理の基本であり、繭の新陳代謝に関係し、解じょが悪くて他の繰糸成績は良くならない。小野⁶⁾は繭の新陳代謝の良否により生糸の大中節点の1～2点の変動があると報告している。

この落繭解じょ率は、落繭部で採取した粒数を次式に計算したものである。

$$\text{落繭解じょ率}\% = \frac{\text{繰 了 繭 数}}{\text{落 繭 数} + \text{繰 了 繭 数}} \times 100$$

普通工場では45%前後であろう。落繭解じょ率は調整部の pH が最も影響力を持ち、向上させるには pH を高目に管理する。触蒸部温度を高くして繭および繭層に吸水を計る。蒸煮部ではやゝ低目にして吐水をおくらせる。単に蒸煮部温度を下げるのではなく、触蒸温度を高めて充分水を含ませることが前提条件である。また調整部中間温度を高目にし、温度勾配を緩かにして膨化

を計ることの必要が表 2—3 で示される。

(4) 糸故障 (100緒/10分)

原料繭特性あるいは乾燥不備による極端な薄皮飛付については、この分析結果はあてはまらない。一般的に発生する節づまり、あるいはズル系その他の糸故障は、調整部温度勾配、浸透部 pH、浸透温度……の順に関与する。調整部中間部、あるいは末端部の温度をやゝ高目にして繭層膨化を計る。浸透部 pH は極端な低 pH はさける。触蒸浸透では浸透低温部を下げ、繭層吸水を計ることが効果的であることを示している。

表 2—4 で示されるように糸故障に関与する煮繭因子は湯の部分の影響が大きい。これらのことから糸故障の大半が繭層膨化不足か、あるいは浸透むら等による繭層剝離系が多いことを意味している。

(5) キビソ量 (対俵当り)

キビソ量を減少させようとするればワ節が増加し、ワ節や解じょ向上煮繭はキビソ量が増加の傾向となる。他の項目間でも同様に煮繭処理と繰糸結果では往々にして見られる現象である。節および解じょ等の関連成績を考慮したキビソ量には表 2—5 の因子が主に関与し、触蒸温度、蒸煮部水頭圧、調整部温度の順に関与する。触蒸温度を下げ、蒸煮部では水頭圧をかける。調整飛込温度は潰れ繭の発生しない最低温度にする。しかし中間温度および末端温度は高目にする処置が有効であることを示している。

5. 集緒器と節

集緒器と大中節および糸故障の関係の大きいことは衆知のとおりである。集緒器 (ボタン) とスリット方式との間にも節および糸故障の発生に差があり、形状のちがいが、間隙および口径の大小等に起因するもので、節では特にズル系にその差が大きい。

最近の工場診断の中から集緒器と節、糸故障の実態について表 3 に示す。

全体的にスリット式から集緒器 (ボタン) にかわっている。27d 生糸の場合は 31d の集緒器を使用している工場が多い。31d 生糸では 35d~38d 用集緒器が使用され、全体的にみてスリットよりボタン式の方が節成績が向上する。H 工場のようにスリット方式でも常に 98.0~98.5 点の節点の工場もあるが、それは繰枠回転とか選除繭除去率等の背景があつてのことであろう。I 工場のように 27d で 27d 用の集緒器を使用して節対策をしている工場もある。ただ集緒器 (ボタン) の細目を使用すれば糸故障の問題があり、管理上難しい。節対策では集緒器の問題は大きく、極めて顕著に現われる。

お わ り に

これらの結果を総合すると煮熟前処理での浸透量が繰糸に極めて大きい影響力をもち、触蒸温度、浸透温度がすべての処理特性値に関与している。特に繭解じょ、ワ節の増減に顕著に現われる。しかしその反面キビソ量、ズル節の発生が増加の傾向となる。キビソ量を増加させ、糸歩を低下する煮繭技術は生糸品質をいかに向上させても、実用技術の対象とはならない。したがって工場では軽浸透処理や、煮繭用水の pH は低目の方向に調整する煮熟度抑制型の煮繭がとられ、その結果繭層剝離、ワ節の発生を多くしている。表 2—4 糸故障に示されるように、糸故障減少には浸透 pH (X_{10}) を高目に、また調整中間温度 (X_{15}) を高く温度勾配を緩かにして熟度を計ればよいことは、糸故障発生原因の中に繭層膨化不足による繭層剝離が多いことを示している。

表3 集緒器と節点(工場診断より)

工場名	生糸織度	集緒器		糸条故障	大中節点
		ボタン	スリット		
A	27 d 31	31 38		20回 15回 100緒/10分	98.0 ~ 98.5点 97.5 ~ 97.8
B	27	35		2~3ヶ/1人/分	97.5 ~ 97.7
C	27		28用	0.6%/分/釜	97.5 ~ 98.0
D	27	35~42		12~20ヶ 100緒/10分	~98.0~
E	27 31	31 42		15~20ヶ 100緒/10分	~98.5~ 97.5 ~ 98.0
F	27 31	31 35		20回以上 100緒/10分	98.0 ~ 98.2 98.0 ~ 98.5
G	31	35		12~15回 100緒/10分	98.2 ~ 98.8
H	21 27 31		27用 " "	3%前後	98.0 ~ 98.5
I	27	27		28~30回 100緒/10分	98.8 ~ 99.0
J	21 27		27用 "	4%~5% (スナップ)	97.8 ~ 98.0

表2-1ズル節でも浸透(X_{10}), 蒸煮部温度(X_{12})の高目が効果的であることも同様な原因である。

原料繭の性状が多様化する現在, 均一煮繭を行うためには煮熟前処理で高水準の吸水量を計ることが多項目に効果的であることが分析値により明らかになった。中浸透処理におきやすい過熟現象は, 蒸煮部に外部から積極的に空気を送り込み加圧度を高める処置がとられている水頭圧や, 調整部温度勾配は緩勾配にして, 調整部 pH をやゝ酸性側で管理することが, キビソ量, 糸故障, ズル節等の過熟抑制に効果的であることが示唆された。

需要者の要望に応える高い節点の生糸は, 煮繭管理だけでは繰製できない。煮繭前の選除繭, 煮繭後の集緒器等この前後の管理が重要で, むしろ煮繭処理よりこれらの管理の方が顕著に効果が現われることがある。

管理対象因子が節とどの程度関与するかを理解し, 目標値に近づける適正管理を行えば高格節点生糸の生産が可能と思われる。

参 考 文 献

- | | | | |
|-------------|-----------|------|------|
| (1) 小 野 四 郎 | 西ヶ原同窓会報 | 1(7) | 1937 |
| (2) 大 島 義 光 | 繭 検 定 研 誌 | 18号 | 1956 |
| (3) 今 井 清 純 | 製 糸 絹 研 集 | 23集 | 1973 |
| (4) 勝 野 盛 夫 | 蚕 研 彙 報 | 33号 | 1985 |
| (5) 小 野 四 郎 | 製糸技術指導要領 | | 1974 |