

工場診断からみた煮繭技術の改善策

蚕糸科学研究所 研究員 勝 野 盛 夫

1. は じ め に

製糸技術は、工程管理、品質管理等の技術開発により、生産性および形態的品質面において著しい進歩を示した。しかし近年原料繭の不足、繭荷口の小口化、繭質の低下あるいは異質繭の合併等により、生糸の生産性および品質面に新たな問題が生じている。このような情勢下においても、工場においては能率の確保、糸歩増収および品質の安定は義務づけられているのが現状である。総体的にみてその対策は主として煮繭にシワ寄せられているが、これらは煮繭のみで解決できるものではなく、乾燥、煮繭、繰糸管理あるいは機械設備等の総合的管理により決定されるものである。しかし乾燥条件、機械設備に問題があったとしても現時点では与えられた条件の一つと考えなければならない。したがって直ちに改善を必要とする場合の対策は煮繭、繰糸以外にない。なかでも工務成績を左右する煮繭の位置は重要である。工場診断の資料から煮繭を各角度から検討分析し、今後の煮繭に対する考え方について述べてみたい。本報告中の数値は試験研究の場合と異なり診断資料からまとめたため、絶対値でなく大筋の傾向としてみていただきたい。

2. 煮 繭 熟 度

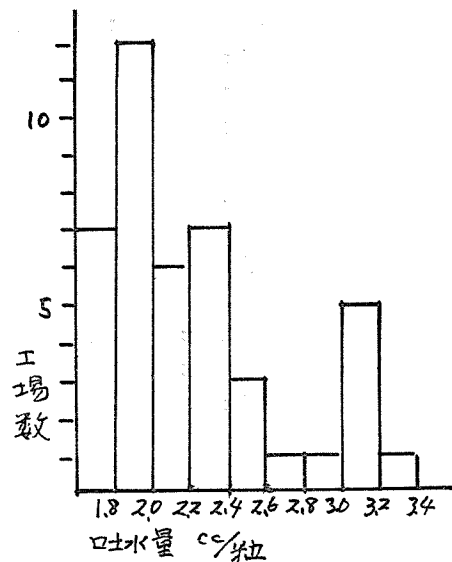
煮繭熟度は繰糸の結果、品位がよく歩留りも高く能率的に問題がなければ、その時点で適煮と判断される。しかしこのようにすべての条件を満足させるための適正な煮繭条件を設定することはむずかしい。多くの研究者により煮熟繭を計量的に表わし、理論的あるいは経験的に適煮標準範囲を定めている。

計量的には繭吸水倍率、繭層吸水倍率、膨潤度、解じょ張力、手触り的には繭の硬軟、粗滑、煮繭緒糸、肉眼的には色相等である。

小野四郎氏は適煮標準として膨潤度1.7~2.0倍、繭層吸水倍率5~6倍、繭吸水倍率10~11倍、解じょ抵抗0.15~0.25g/dと報告している。

工務担当者は手触りとか肉眼的判定はもちろんであるが、計量的には繭層吸水倍率、繭吸水率等をとるのが一般的である。これらは煮繭各部の相互作用の総合結果として表われるものであるが、蒸煮前処理における吸水量が大きな影響を及ぼす。煮繭機というブラック・ボックスの中で蒸煮前処理吸水量を知るためには、理論的吸水量を算出して推定するか、蒸煮部での吐水量を測定する以外にない。煮繭管理のなかでも吐水量は重要な意味を持つ。

工場診断の資料から吐水量、繭および繭層吸水倍



第1図 工場の吐水量分布

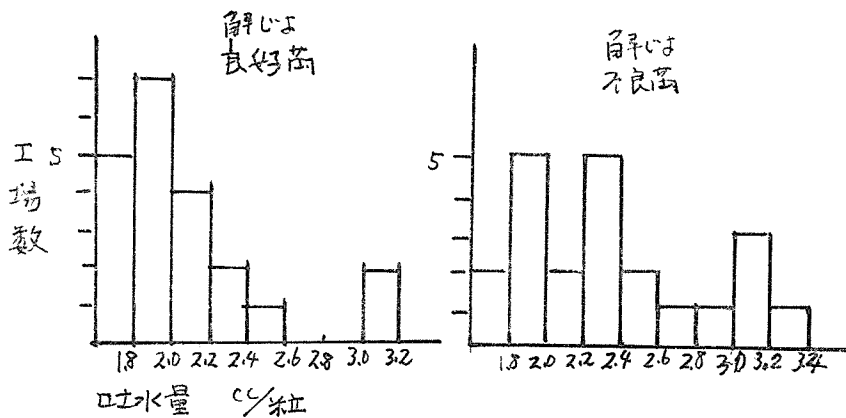
率と工務成績との関係について述べる。

2-1 吐水量と繰糸成績

2-1-1 各工場の吐水量分布

工場における吐水量を調べた結果は第1図のようである。吐水量は煮沸前処理における繭吸水量の多少により決まるもので特に繭腔内吸水量が主体を占める。したがって触蒸渗透温度差によりほぼ決定される。1.8~2.0cc/粒に山がみられるが、多くは1.6~2.4cc/粒の範囲で吐水されている。

原料繭の解じょ率別に吐水量をみると第2図のようで、解じょ率により吐水量の分布に差がみられる。



第2図 解じょ率別吐水量

2-1-2 吐水量と繭および繭層吸水倍率

吐水量が増加することは繭層および繭腔内吸水量の増加を意味する。したがって繭層は膨化の方向に進むことは容易に推定できる。

吐水量と繭吸水倍率および繭層吸水倍率の関係を第3図に示す。

各工場の煮繭機構が異なり、また原料繭も違うためバラツキはあるが総体的にみて相関が大きい。特に繭層吸水倍率との相関は高い。

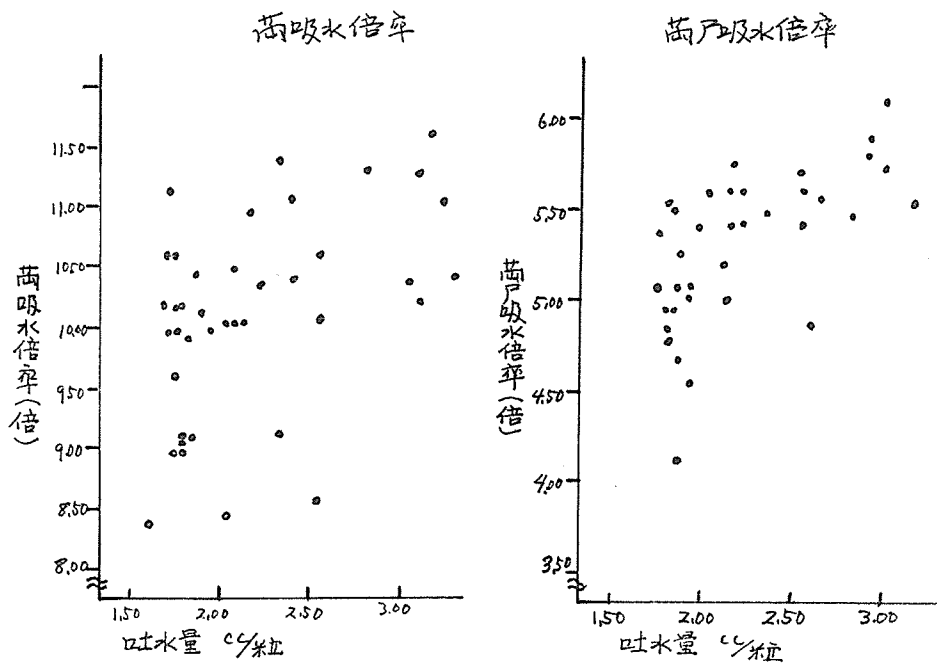
2-1-3 吐水量と繰糸成績

工場における吐水量と繰糸成績の関係をみると第4図のようである。図に示されるように吐水量と繰糸成績に相関がみられる。

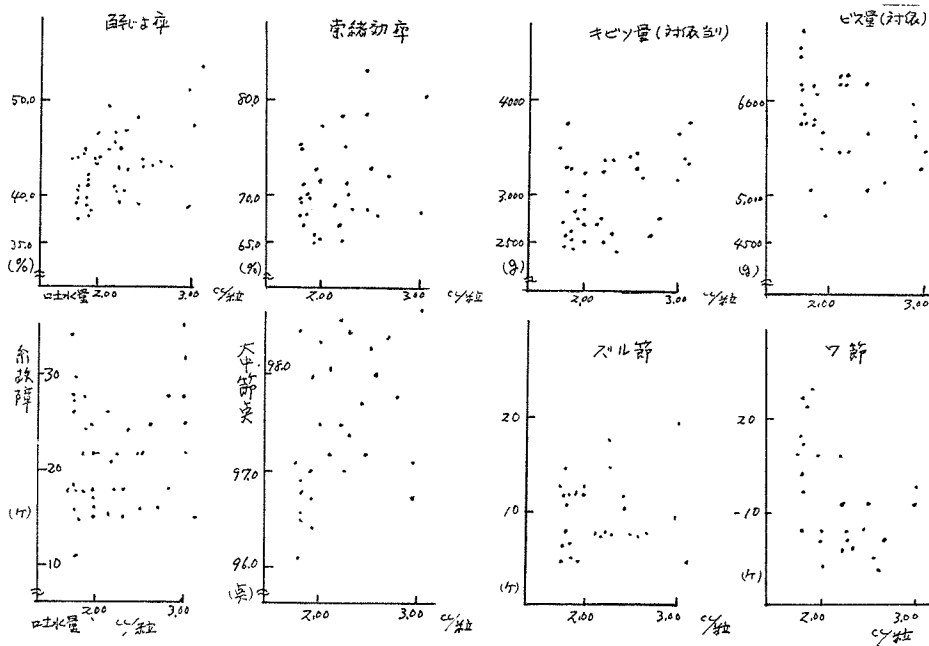
解じょ率、索緒効率等は吐水量が増加するに従い向上している。またビス量、わ節等は吐水量増加とともに減少している。キビス量と糸故障は吐水量が極端に少ない場合と多い場合に増加の傾向がみられる。このように吐水量の測定は繰糸との関連において重要である。

2-2 繭吸水倍率および繭層吸水倍率と繰糸成績

繭吸水倍率および繭層吸水倍率は工場で行う一般的な煮熟判定である。煮熟方法により煮熟繭は重目(重量)であっても繭層はあまり膨化されていない場合もあり、また煮上り繭が軽目であっても充分膨化されている場合がある。必ずしも繭吸水倍率と繭層吸水倍率は比例しないが、一般的に両者はほぼ同じ傾向を示す。診断資料に基づき繭および繭層吸水倍率と繰糸成績の関係を第5図と第1表に示す。

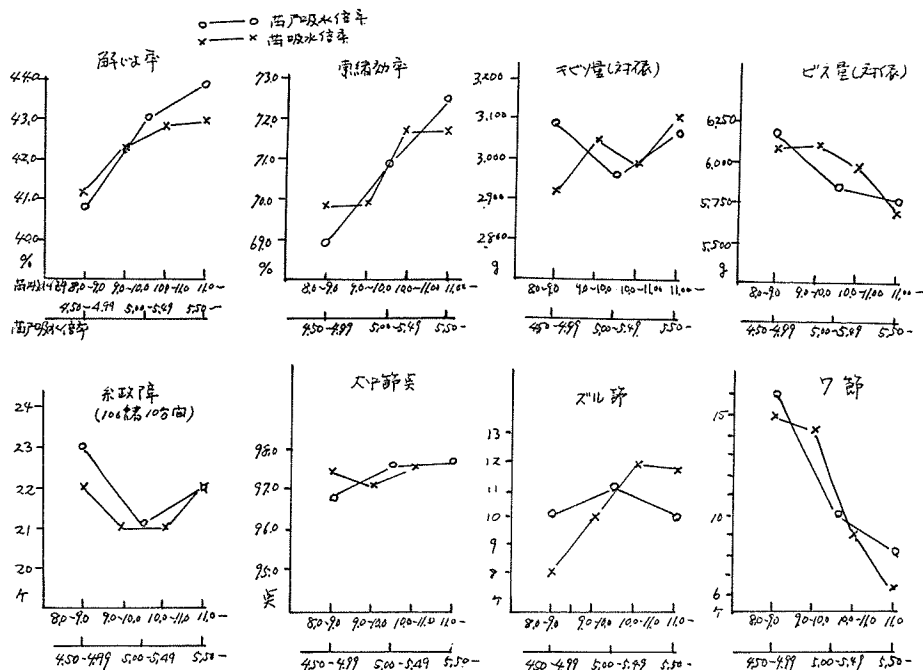


第3図 吐水量と苗、苗層吸水倍率



第4図 吐水量と繰糸成績

第5図、第1表で明らかなように各項目間に高い相関がある。繭および繭層吸水倍率が大きくなると解じょ率、索緒効率等は直線的に向上する。ビス量は反対に減少傾向を示す。キピン量は



第 5 図 繭および繭層吸水倍率と繰糸成績

第 1 表 繭および繭層吸水倍率と繰糸成績の分散分析結果

	解じ比率		索緒効率率		キビソ量		ビス量		糸故障		大中節		ズル節		ワ節	
	Fo値	判定	Fo値	判定	Fo値	判定	Fo値	判定	Fo値	判定	Fo値	判定	Fo値	判定	Fo値	判定
繭吸水倍率	0.69		1.03		0.92		1.32		0.38		1.02		3.81	※	3.24	※
繭層吸水倍率	3.65	※	5.38	※	0.74		3.28	※	0.89		4.36	※	1.41		4.54	※

※印は 5 % の危険率で有意差

倍率が高まるに従いや、増加の傾向はみられるが、倍率が少ない区と多い区の両端に増加の傾向がみられる。同様な傾向は糸故障にもみられる。大中節も倍率が高くなると向上するが内容的にはワ節の減少に起因している。第 1 表の分散分析にみられるように繭吸水倍率よりも繭層吸水倍率の方が繰糸成績との関係をよく表わしている。

3. 煮繭各部処理と繰糸成績

3-1 滲透量と繰糸成績

煮繭工程は繭層へ水分を付与させる前処理工程と、排気、吐水、繭層セリシン膨化の蒸煮処理と、沈み調整、繭層セリシン凝集安定の調整工程に分けられる。なかでも前処理工程での繭層水分付与の調整はむずかしく、量のみでなく均一化を図らなければならないので、浸漬温度、触蒸滲透温度差に苦慮するところである。診断資料より前処理工程を分析して、

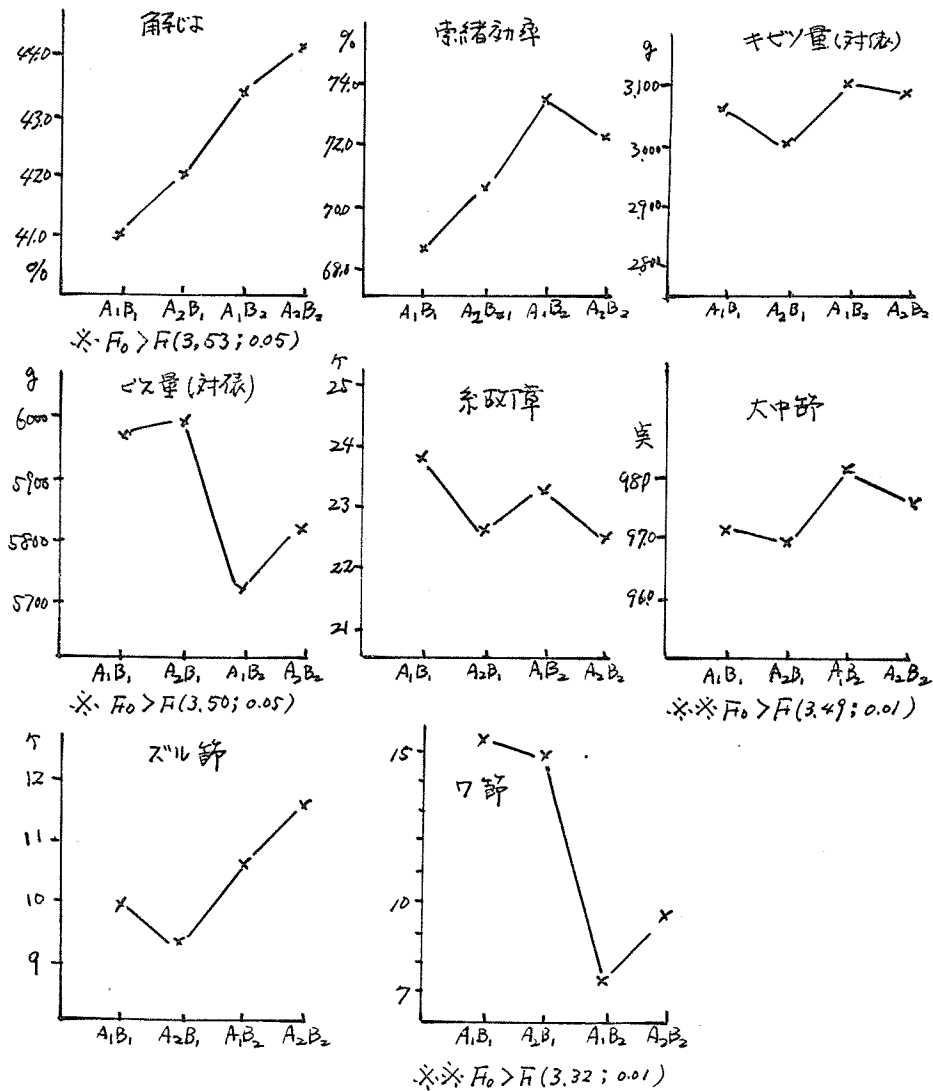
浸漬温度……高温区 (70~80°C) , 低温区 (60°C以下)

触蒸透過……軽透過（触蒸温度 90～91°C 以下，温度差 10°C）

中透過（触蒸温度 93°C 以上，温度差 15～20°C 以上）

に分類し，繰糸との関係をみると第 6 図のようである。

A_1 …浸漬低温 A_2 …浸漬高温 B_1 …軽透過 B_2 …中透過



第 6 図 透過量と繰糸結果

浸漬温度，触蒸透過量ともに繰糸結果に影響を持っているが，透過量は多項目に極めて大きい影響力を持っていることがわかる。解じょ，ビス量，大中節，わ節等に有意差がみられ，特に節において高度な有意差がみられる。すなわち透過量を多くすることにより，わ節系の節が減少し

総体的に大中節点を向上させている。糸故障は予想したより傾向は表われていないが滲透量を多くした方がやゝ減少している。極端な硬目若目煮繭により剥離系の節づまりと解じょを低下させ、繭の新陳代謝を悪くしたための糸故障が発生しており、この状態の工場が以外と多い。キビソ量は滲透量に比例してやゝ増加の傾向がみられる。

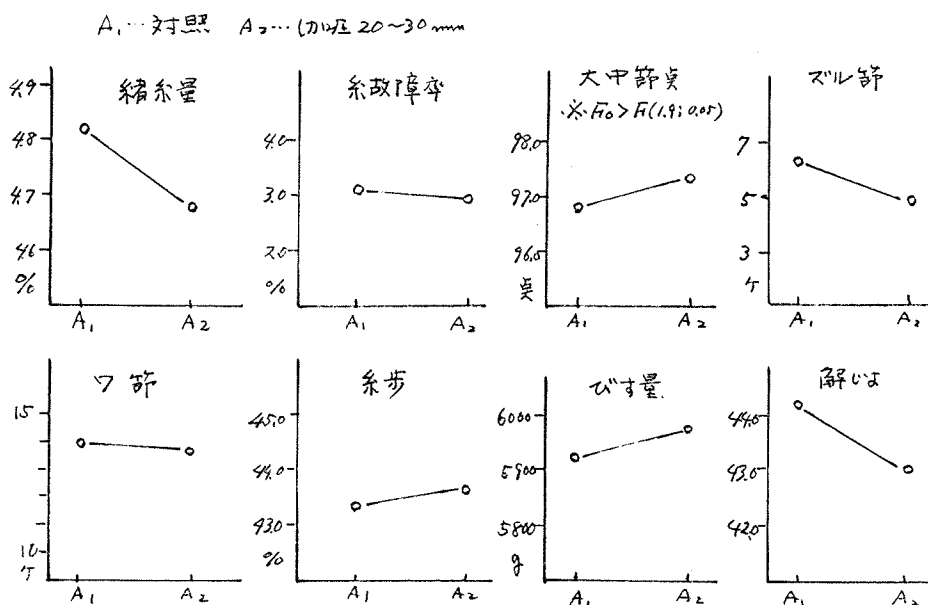
3-2 加圧処理と繰糸成績

加圧処理は前処理工程における吸水量あるいは原料繭性状等により加圧するかしないか、また加圧度を調節するもので、単に各工場の加圧度と繰糸結果を比較しても意味がない。

加圧処理は蒸煮部での温度安定、温度勾配、蒸気量の減少、空気混入等当然煮熟度に影響してくる。したがって加圧処理は煮繭管理のなかでも重要な位置を占める。

3-2-1 加圧と繰糸成績

同一原料繭、同一煮繭条件で加圧大量繰糸試験を松岡協同製糸株式会社で試験していただいた結果は次のようである。



第7図 加圧処理と繰糸結果

加圧処理のみでは繰糸結果に大きな影響度はない。ただ大中節点に有意差が認められた。内容的にはズル節系の節が減少したためである。

有意差はないが、傾向的にみると解じょはやゝ低下、キビソ量は減少、ビス量は増加等がみられる。

3-2-2 原料繭別加圧試験

解じょ良好繭と不良繭について加圧試験をグンサン株式会社の協力により大量繰糸試験を行った結果は第2表のようである。

- 原料繭 (1) 晩秋繭、解じょ率 78.6 %
(2) 初秋繭、解じょ率 58.6 %

煮 繭 条 件

煮繭条件	浸 漬 1	浸 漬 2	触 蒸	滲 透	蒸 煮	調 整	逆 滲	時 間
A	40—50℃ pH6.2	60—70 pH6.2	90—93	75—80 pH6.5	88—92—99.5 水頭圧 mm 0	97—92—68 pH5.2	55 pH6.2	16'30"
B	"	"	"	"	" 10	"	"	"
C	"	"	"	"	" 25	"	"	"
D	"	"	"	"	" 40	"	"	"

第 2 表 原 料 繭 別 加 圧 試 験

原料	煮繭条件	生糸量歩合	解 じ ゃ 率	糸故障率 100緒10分	緒 糸 量 30分生緒糸	200 粒 蛹 飼 量	大 中 節 100パネル換算
(1)	A	43.18 %	48.3 %	38 回	372 g	4.60 g	97.2 点
	B	44.26	48.0	22	344	5.20	98.4
	C	44.10	46.6	23	351	5.10	98.0
	D	43.82	44.3	24	346	4.90	97.7
(2)	A	43.36	37.4	42	418	5.80	96.2
	B	42.63	33.3	32	440	6.10	96.8
	C	42.58	33.8	30	428	5.70	97.4
	D	42.52	32.4	32	440	6.00	97.3

第2表によると原料繭の違いにより、その効果も異なって表われている。生糸量歩合は解じょ良好繭でやゝ増加の傾向に反し、不良繭ではやゝ減少傾向になっている。同様な結果がキビソ量にも表われている。糸故障が加圧により最も顕著に減少傾向を示した。大中節点が向上傾向を示したが、これはズル節系の節が減少したためである。この結果でも明らかなように10mm～40mmの加圧範囲では、その加圧度変化より加圧するかしないかの方がより重要と思われる。

3—3 調整部温度勾配と繰糸成績

調整部では繭層セリシンの凝集安定を図る工程であるから高温は必要ない。また沈みに必要な温度勾配であればよい。しかし解じょ向上、索緒効率向上あるいは極端な低 pH の場合などは調整部で高温を必要とする場合がある。

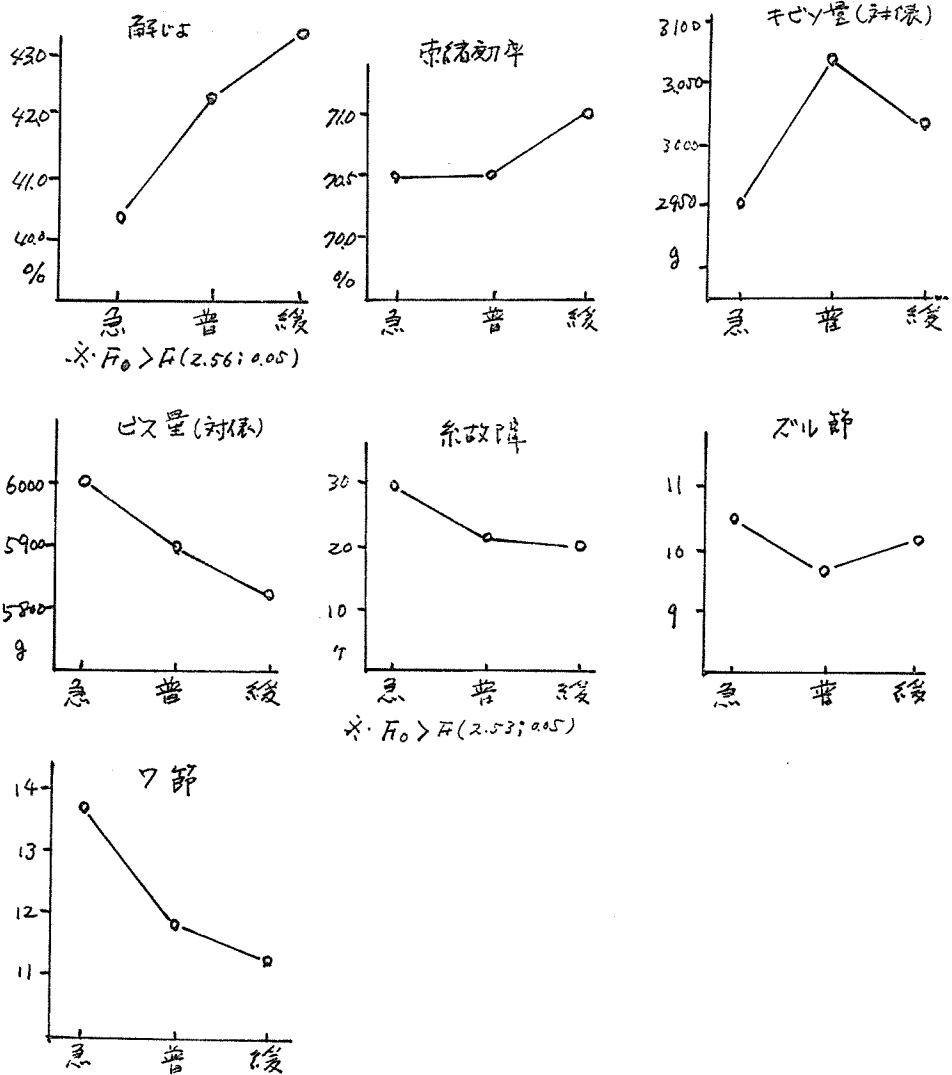
調整飛込み温度における沸騰時の熱伝達係数が極めて大きいため、ここでは潰れ繭、浮繭が生じない最低温度に管理する。したがってそれ以後の温度勾配が煮熟度調整に重要な影響を及ぼす。

3—3—1 調整部温度勾配と繰糸結果

各工場における調整部温度勾配を、急勾配、普通、緩勾配に分け繰糸成績との関係を第8図に示す。

調整部温度勾配を緩やかに煮熟を図る場合キビソ量増加、ズル節発生がみられ、煮上り繭は軟化の傾向になりがちである。そこで低 pH の調整水を使用してそれらを防止してきた。

調整部温度勾配と調整部用水との関係は極めて大きい。



第8図 調整部温度勾配と繰糸成績

第8図で明らかのように全般的にみると温度勾配を緩やかにすることは煮熟度を進めた時の現象である。解じょと糸故障に有意差が認められたが、糸故障は温度勾配を緩やかにすることにより、解じょが良好となり繭の新陳代謝が良くなったためと、糸故障のなかには繭層剝離による故障が以外と多いことを示している。同様なことはズル節にもいえる。すなわち急勾配にし熟度不足による剝離系のズル節と緩勾配の過熱によるズル節の両方に増加がみられる。

3—3—2 温度勾配と調整部 pH

解じょ向上、節対策等で調整部においてある程度の煮熟を図る場合、結果として緒糸が増加したり、セリシンの流亡あるいは煮上り繭が軟らかになる。その防止対策として低 pH の調整水を使用するわけで、したがって調整部に低 pH 水を使用する場合は調整部温度は高目を使用しなけ

ればならないし、調整部温度が高い場合は低 pH 水を使用するのは当然である。調整部温度勾配と pH とその繰糸結果との関係について、診断資料から分析すると第3表のようである。

第3表 調整部温度勾配と pH の繰糸結果

調整部 温度勾配	調整部 pH	解 じ ょ %	キビソ量 (対俵) g	ビ ス 量 (対俵) g	糸 故 障 (100緒10分) ヶ	大中節点 点	ズ ル 節 ヶ	ワ 節 ヶ
急 勾 配	7.0以上	41.5	3220	6040	25.5	97.0	14.0	10.2
	6.0 台	41.9	2798	6366	29.5	97.3	9.4	18.0
	6.0以下	40.0	2925	6322	20.2	97.0	11.1	16.6
普通勾配	7.0以上	44.5	3386	5960	25.1	97.8	14.4	6.6
	6.0 台	42.8	3222	6080	19.0	97.4	11.0	14.5
	6.0以下	42.0	3025	6086	21.4	97.5	8.3	14.5
緩 勾 配	7.0以上	45.7	3400	5720	24.8	97.2	14.3	5.0
	6.0 台	43.0	3010	5850	18.8	98.1	8.6	10.0
	6.0以下	43.0	2830	5921	22.6	97.8	9.6	8.8

データに多少のバラツキはあるが、大筋の傾向としてみると温度勾配と pH の調整により効果が期待できる。特に解じょ、ビス量、わ節等はその傾向が大きい。繭層が厚くなった最近の原料繭や、数種の混合繰糸による原料繭の個体差、極めて高い節点を要求される現在では、この調整部における調整技術が一段とむずかしくまた重要になってきている。

4. 煮繭用水と煮繭各部処理

4—1 調整H軟水の部分的使用と繰糸成績

糸歩増収のためにH軟水や強酸添加を行い、成果をあげている。特に自動繰糸用煮繭として要求される繭の硬さにも効果をあげている。一般的にH軟水や酸添加は糸歩、糸故障などには効果はあるが解じょは低下傾向にある。H軟水によるマイナス要因を少なくするため、原水との混合による pH 調整、温度を高目にし熱エネルギーによる補助、H軟水の部分的使用などの方法がとられている。

H軟水の部分的使用と繰糸成績については群馬県製糸センターの詳しい報告があるが、当所で行った実験を第4表に示す。

煮 繭 条 件

	浸 漬 部	触 蒸 部	滲 透 部	蒸 煮 部	調 整 部	逆 滲 部	時 間
A	60～65℃	90℃	85℃	93—100℃	98—80℃	50℃	13分
B	"	95	75	"	"	"	"
C	"	96	65	"	"	"	"

水頭圧 10 mm

- 1 ……全煮繭用水 蚕研井水 pH7.4 dH 5.2 MA 72
 2 …… " H 軟 水 pH3.4 dH 0 MA 0
 3 ……浸漬のみH水
 4 ……渗透のみH水
 5 ……調整のみH水

第 4 表 H 軟水の部分的使用と繰糸成績

条件	解 じ ょ %			生 糸 量 歩 合 %		
	A	B	C	A	B	C
1	65.2	68.3	71.4	44.03	43.78	43.06
2	59.8	63.3	63.5	43.20	43.18	43.72
3	64.3	68.3	70.3	43.88	43.80	43.83
4	62.8	65.9	65.5	43.00	43.64	43.50
5	63.3	67.0	67.8	43.52	44.10	43.78

条件	A				B				C			
	大ズル	小ズル	ワ.サケ	大中節点	大ズル	小ズル	ワ.サケ	大中節点	大ズル	小ズル	ワ.サケ	大中節点
1	1	8	16	97.2	1	10	12	97.4	2	12	6	97.4
2	1	14	18	96.4	1	8	22	96.6	1	9	18	96.9
3	0	5	20	97.5	0	8	16	97.6	1	13	8	97.5
4	1	13	18	96.5	1	6	18	97.2	1	7	15	97.4
5	0	7	16	97.3	1	6	11	97.9	1	10	7	97.9

H軟水の部分的使用により繰糸結果に差がみられる。工場においてもよく経験されることであるが、渗透部へのH軟水使用は繰糸状態に極めて影響が大きく、この実験においてもその傾向が表われている。したがって渗透部用水は、煮繭方法、繰糸の目的、原料繭の性状等を考慮し、H軟水の原水かまたは混合水にするかその選択は慎重に行わなければならない。

4-2 渗透量と加圧および渗透用水

渗透部用水の pH が繰糸結果に及ぼす影響が大きいことは前項で述べた。また渗透量および加圧処理の繰糸効果については3-1、3-2で述べた。工場ではすべてこれらを組合せて煮繭を行っているわけで、その繰糸効果を診断資料より分析すると第5表のようである。

加圧は0区と、10mm 以上加圧している工場を加圧区とした。渗透用水は原水区と pH 6.2 以下を低 pH 区とした。

渗透部用水にH軟水と原水の混合水を使用する工場が多い。これは触蒸渗透における繭渗透量を多目にし、繭層浸潤を十分に図り、渗透量を多目にして生じるマイナス要因を水質と加圧でカバーする考え方である。渗透部 pH は最低 3.3 ～最高 7.8 と巾広く使用しているが、pH 5.8～6.8 程度が多い。

第5表に示されたとおり中渗透した場合のマイナス要因は加圧および低 pH 渗透水を使用する

第 5 表 滲透量と加圧及び滲透用水との繰糸成績

滲透別	圧力	滲透用水	解 じ ょ %	キビソ量 (対俵) g	ビス量 (対俵) g	大 中 節 点	小 ズ ル ケ	ワ 節 ケ	糸 故 障 (100緒10分)
軽滲透	庄 0	原水	42.9	3080	5816	97.2	8.4	18	22.5 ^固
		低 pH	41.7	2946	6110	96.9	9.2	18	27.0
	加 圧	原水	42.7	3170	5900	97.0	9.0	14.8	21.3
		低 pH	41.2	2932	6050	96.5	8.8	16.2	22.4
中滲透	庄 0	原水	46.4	3300	5600	97.6	11.7	9	25.5
		低 pH	43.0	2923	5870	97.2	11.0	8	21.6
	加 圧	原水	44.9	2945	5680	98.2	9.8	6.6	18.2
		低 pH	43.3	2904	5844	97.8	10.6	7.8	21.6

ことにより、それらの特性との相殺作用により比較的安定した成績が期待できる。

5. 今後の煮繭に対する考え方

多条繰糸機時代はよく煮熟された繭を熟練された繰糸工により、少量づゝ取扱い屑物を少なく、また人為的品質管理により良質生糸が生産されてきた。自動繰糸機時代となりすべて機械化され、繰糸での個人技術の介入する余地がなくなると糸歩増収は煮繭技術に向けられてきた。無滲透および軽滲透煮繭、赤外線、H軟水利用などの煮繭技術により、糸歩増収の目的はほぼ達せられた感がある。しかしそれらの糸歩増収煮繭技術の基本的考え方は、煮繭の熟度を抑制して硬目若目煮繭にし、キビソ量を減少することにより糸歩増収を図ってきた。見返りとして内層落繭が多くなり、ビス量を増加する傾向となった。また硬目煮繭により繭層剝離系の節の増加現象が現われた。

現在大中節点が 98 点から 99 点を要求されるようになり、生糸品質が優先する今日、煮繭技術も再度検討する時期にきているのではないだろうか。

第 30 回製糸夏期大学で嶋崎昭典氏は今後の煮繭技術のあり方について次のように提言している。すなわち現在よりキビソ量を多くすることなく、内層熟度を図りビス量を減少させる煮繭技術の確立である。

製糸工場においては糸歩増収は必須条件であり、そのなかで節をどのように減少させるか、特に大中節減少煮繭技術が当面の急務である。

(1) 2—1, 2—2 で吐水量、繭および繭層吸水倍率を増加させることにより、ビス量とわ節系の節が減少し、解じょの向上することが再確認された。3—1 で滲透量の増加がビス量、節等に極めて有効であることが確認された。すなわち今迄よりも多目の滲透量にする。それにより内層まで十分に滲潤されることである。4—2 で、滲透される水質との関係も重要であるが、それよりも量そのものがいかに影響力が大きいかが理解されたことと思う。したがって今後の煮繭を考える場合、中滲透煮繭が最も重要な対策の一つである。

(2) 中滲透煮繭のように水分を多く含ませれば当然上緒糸およびキビソ量の増加傾向となる。3—2—1, 2 の加圧処理で述べたように、加圧することにより緒糸量減少、ズル節系の節減少

傾向がみられた。すなわち蒸煮部の圧力状態により吹込み蒸気量減少，温度勾配の制御，蒸煮部に非凝縮性気体の空気混入により伝熱係数の低下利用等上緒糸の防止および過熱防止を期待した処理で，それなりに効果が表われている。

(3) 3—3—1で調整部温度勾配がビス量，わ節に効果的であることが認められた。しかしキビソ量増加がみられる。そこで調整部水質との関連においてその弊害を少なくすることを3—3—2で述べた。今後混合繭煮繭が多くなるとすれば前処理工程で繭個体間，個体内の滲透むらを均一にすることは困難である。調整部温度勾配と水質の組合せにより，それらのむらを是正する意味を含め，この管理も今後重視する必要がある。

最後にこの研究に対し，御協力いただいた松岡協同製糸株式会社，グンサン株式会社および資料を提供いただいた各工場各位に深謝する。