

原料繭と製糸用水

信州大学繊維学部教授 農学博士 荻原清治

1. 緒言
2. 製糸工場における水の消費
3. 原料繭の性質と用水
4. 水質調査の実態
5. 標準水の設定
6. 用水に対する考え方
7. 結言

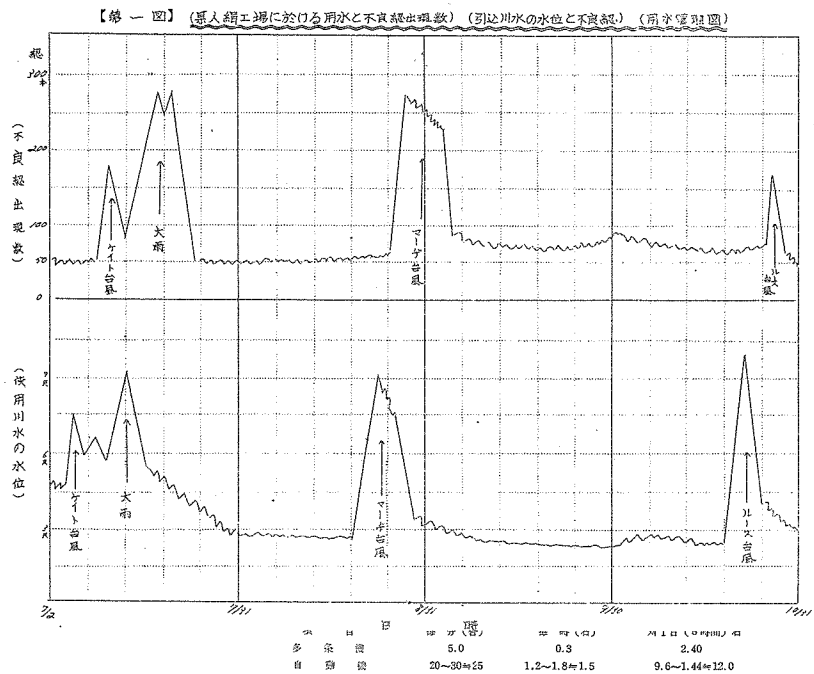
緒言

かつては輸出の大宗として吾国輸出総額の 40~50 % の外貨を獲得していた蚕糸業もいろいろな事情から、その比率は甚だしく減少して来た。吾々は蚕糸業を何とかして昔日の勢とはいかなくとも養蚕家が希望をもって繭の生産に精出すよう、また製糸会社が少しでも有利な仕事が出来ると祈っており、またいろいろな研究も続けているのである。養蚕経営において現在日本の平均反当収繭量は 15~16 貫であるが、これを 50~60 貫に殖やすようにすれば、繭は 9000 掛位でも採算に合う、この数は不可能ではないと思う——現在全国の最高は 75 貫であり、その順位 300 人目位で 50 貫も生産している——また製糸家でも技術経営面で工夫して生産費を下げる事が出来れば、糸価を現在の儘にしても決して不利ではないのである。世間では製糸業のように両面攻撃（繭価、糸価）をうけていて利潤の少ない事業は早晚姿を消すのではないかと云い、また化纖の発達はその更に拍車をかけているのである。

私はこのようには思わない、世界絹業、否日本の蚕糸業の現状は絹そのものを否定しているのではなく、事業の芳しからぬ原因が、業者間の対立とか、政策の不備とか、仕事上の連絡の不備とか、研究方向の不適當とかと云うようなことにあるのではないかと、諸外国の消費の実情や、新興国が盛んに養蚕、製糸を奨励している事実などからしても、絹そのものが駄目だと云う結論は出ないのである。また一般繊維業者も絹が品質的に駄目だと云うのではなく、価格の点や宣伝の不備不徹底によることが大きいと云っているのである。

吾々生糸製造に当るものは、何としても優良生糸を能率的に生産することを研究し、事業経営を有利にして、併せて絹が消費者に歓迎される生糸を造ることに専念することが必要である。製糸方面の研究は戦前から戦後にかけていろいろな学門がとり入れられ、非常に進んで来た。したがって実際の技術も従来のものとは比較にならない程進歩して来ている。すなわち、④原料繭の品質改良問題、⑤乾繭方法の問題、⑥煮繭の問題、⑦繰糸方法の問題、⑧工務管理の問題などが主なものである。特に自動繰糸機の普及化と工務管理の問題とは大書さるべきものと思う。このように技術が進んだ中で只一つとり残された形のものが製糸用水の問題である。年々製糸技術の研究が学界において、また業界において沢山発表されているが、用水に関する発表は非常に少ない。最近における報告は小川氏（1952）三輪、中山氏（1952）吉田、長谷川氏（1955）農林省の製糸薬剤研究班の報告（1953~55）荻原（1956）荒木、柳沢氏（1957）等があるだけで、そのうち、ほんとうに製糸実務に直結しているものは小川氏のものである。

一般的に工業用水が工務の成績に、また製品の品質に大きな影響のあることは御承知の通りである。例えばある人絹工場では、この関係は非常に重要なので、用水の性質管理は非常に厳重にされているのである。その一例を示して見る（某人絹工場における用水の性質と不良糸出現数）



このことは製糸工場においても同じように考えることが出来る。しかるに実際工場へ行ってみると、実務上における考慮とか、関心が余り高くない所がある。

また正しき根拠のもとに処理しているところが案外少ない。私は昨年、横浜の製糸絹研究発表会で、用水研究の重要なことを強調し、再認識を提唱し、特に自動繰糸機を対照として考えると益々重要であることを報告しておいた。製糸業における工業利潤が減少している現今、僅かずつでも工務成績を向上して少しでも多くの利益を求むべきである。この意味からしても用水の研究は今後非常に大切になって来る。

製糸工務における水の消費

製糸工場で一体幾何の水を消費するか、これは工場の様子によって大きな開きがあると思うが、小川氏によって調べられた例を示すと、

第一表の(1) 製糸工場の使用水量

項	目	100 釜当 1 日量 (石)	1 釜当, 1 分間使用量 (合)
直 接 用 水	煮 繭	50	1.04
	繰 糸	200	4.2
	再 繰	10	0.208
	副 蚕 糸	75	1.56
	汽 罐 計	50	1.04
間 接 用 水	炊 事 飲 料	50	1.04
	洗 面, 浴 場, 洗 濯	50	1.04
	そ の 他	15	0.31
	小 計	115	2.39
合 計		500	10.438

第一表の(2) 自動繰糸機と多条繰糸機の用水量

項	目	毎 分 (合)	毎 時 (石)	対 1 日 (8 時間) 石
多 条 機		5.0	0.3	2.40
自 動 機		20~30≒25	1.2~1.8≒1.5	9.6~1.44≒12.0

製糸工場の用水としては間接水も大切だが、直接水が工務成績には影響する。

3. 原料繭の性質

用水使用を考える場合、その基礎となるものは、それぞれの工場で用いる原料繭の性質である。この繭質はいろいろな条件によって変わってくるので、同一工場でも用水をこれに好適な性質にすると云うことはなかなか困難である。今原料繭の性質を日本国内の生産額の多い 14 県について同一品種について比較して見ると次の通りである。(昭和 31 年度)

第二表 同一品種の県別品質表 (生産額 40 万貫以上の県)

	(春 蚕) 太 平 × 長 安					(晩秋蚕) 秋 花 × 銀 嶺				
	生糸量%	繭糸長m	解舒率%	繰度 α	小ぶし点	生糸量%	繭糸長m	解舒率%	繰度 α	小ぶし点
岩 手	16.90	1235	67	2.77	93.69	15.50	1140	82	2.27	92.93
宮 城	16.65	1163	76	2.95	94.36	15.94	1084	88	2.40	93.82
福 島	17.55	1182	72	2.94	95.65	16.29	1136	79	2.42	95.07
山 形	17.93	1261	71	2.85	93.19	16.33	1128	81	2.37	92.0
茨 城	17.77	1124	65	2.79	92.90	16.30	1162	67	2.25	93.32
群 馬	17.36	1115	66	2.89	92.90	16.19	1098	76	2.37	94.32
埼 玉	17.33	1077	64	2.83	93.55	16.27	1135	72	2.38	94.10
山 梨	17.51	1129	71	2.77	92.96	16.29	1120	78	2.42	93.22
長 野	17.50	1244	72	2.86	92.60	16.38	1136	80	2.37	93.39
岐 阜	17.37	1240	54	2.69	93.96	16.01	1140	77	2.28	95.12
愛 知	17.10	1125	53	2.69	93.40	16.26	1075	73	2.26	92.94
島 根	16.94	1139	62	2.87	92.68	16.19	1161	81	2.29	91.72
徳 島	17.23	1179	55	2.75	93.90	15.83	1095	77	2.29	95.41
熊 本	17.10	1139	60	2.85	94.04	15.76	1094	79	2.41	93.99

註 太 字……最多 斜 体……最小

このように同一品種でも県によって性質に大差を示している。これは用水の作用と密接な関係のあるセリシンの溶解度、繭層の厚さ、繭層別諸性質の差異のあることを示すものである。その他品種的にも、生産時期的にも繭質が異って来るのである。小川氏は現用の用水を分類して次のように述べている。

- 煮きにくく、煮繭の結果繭層が収斂して来る水………収斂型用水
- 適当に煮けて、程よくしまる水………中庸型用水
- よく煮けてしまらない水………溶解型用水
- よく煮けてしまる水………粗硬型用水

この分類は原料繭質が同一で、用水の性質のみを考えた場合であるが、この関係は原料についても云えると思う。すなわち用水の水質が、一定でも原料について次のようなことが云える。

- 繭層全体としての繭層溶解度が高い繭
 - 良く煮繭出来て均一に煮えるが、煮繭後全体が硬化する
 - 良く煮繭出来て均一煮繭が出来るが、煮繭後全体が硬化しない
- 繭層全体としての溶解度が低いもの
- 繭層内外層の溶解度の差が大きいもの

今、実際の繭について繭層溶解度を示して見ると次の通りである。

第三表 セリシンの各層別溶解度 (某会社春蘭)

原 料	処理時間	外 層 区	中 層 区	内 層 区	測 定 者
8等区分 { 解 舒 良	10 ^分	8.24 (100)	5.29 (64.3)	3.84 (46.7)	萩原, 吉沢 (1950)
	10	5.64 (100)	3.70 (65.8)	2.64 (46.8)	"
綿状開架 { 解 舒 良	10	13.98 (100)	6.78 (48.5)	3.15 (22.6)	"
	10	12.76 (100)	6.52 (51.4)	3.02 (23.7)	"
生 蘭	10	17.13 (100)	8.87 (51.9)	6.98 (40.7)	松 本 氏 (1950)
本 乾 蘭	10	16.70 (100)	7.47 (44.7)	5.63 (33.7)	松 本 氏 (1950)
中 巢	10	1.93 (100)		0.83 (43.1)	井 上 氏 (1931)
欧 3 × 支 4	10	1.540 (100)	0.725 (47.3)	0.410 (26.6)	田 村 氏 (1932)
日 1 × 支 4	10	1.456 (100)	0.613 (42.1)	0.497 (26.6)	"

備考 測定者が異なるので、用水の水質や処理方法には差がある。

括弧内は外層 100 とした場合の各層の溶解指数

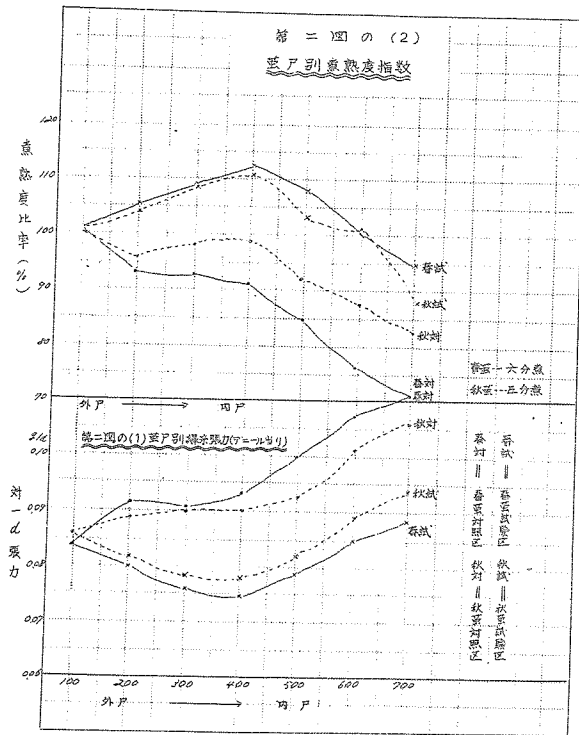
第四表 上蒸温度を異にした蘭の解舒指数

区 別	温 度	湿 度	外 層	内 層	平 均	備 考
65°F	65%	♂	69 (100)	88 (78.5)	78	備 考 (数字の小さいもの 程溶解度は高い)
		♀	75 (100)	89 (84.2)	82	
75 "	75 "	♂	74 (100)	96 (77.2)	85	括弧内は溶解度の 指数を示した。
		♀	66 (100)	84 (78.6)	75	
85 "	80 "	♂	112 (100)	162 (69.5)	137	
		♀	110 (100)	162 (68.0)	136	

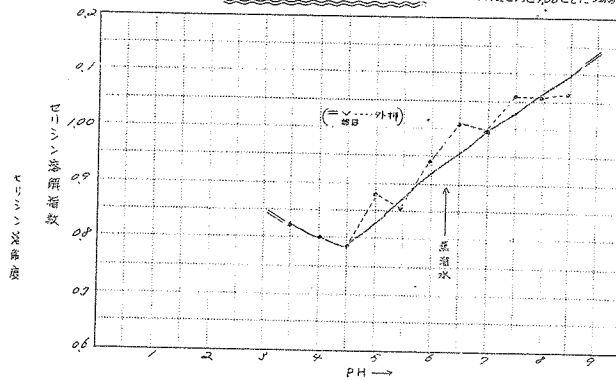
このように、蘭層全体の溶解度は同じであっても、各層区の溶解度が異なっていると、用水による各層の影響は異なって来るのである。用水使用に当って、この原料蘭の性質を考慮して処置すれば、複雑化するが、合理的な処理に近づいて来る。

私はかつて正常自然の蘭を蒸気滲透煮蘭によって、可及的よく煮蘭した場合の蘭層各部の張力と、蘭層表面が常に煮蘭湯に接するようにするために、それぞれ蘭層を適当に剥脱した蘭を煮たものの張力を各層毎に調査して次の結果を得た。

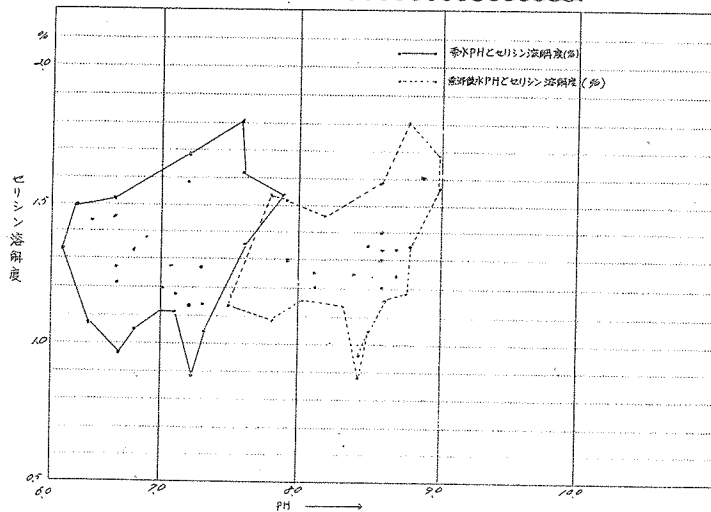
このうち前表の蘭層内部は湯に接していないので、煮蘭作用がおくれ、後表はそれぞれの蘭の表層は常に湯に接しているので、煮蘭作用は正常蘭の外層と全く著しい影響を受けているものである。



【第三図】 亜アセリシンの溶解度とPH (PH=7のとこから100とした場合の溶解度の%)



【第四図】 実産工場における用水PHの変化とセリシン溶解度



吾々は煮繭を行う場合、理想的な結果としては、繭層内外の均一な煮熱度を欲している。この図から理想的な均一煮繭は春秋繭共に(試)の線をとることである。しかるに実際には如何に注意して煮繭しても、普通の方法をとったのでは春秋繭ともに(対)の線をとるのである。この(対)の線を(試)の線に如何にしたら接近させることが出来かと云うことが、煮繭の技術であると思う。それには原料の繭層別の性質を考え、用水の性質を考えて処置を講ずることが必要がある。

4. 水質調査の実態

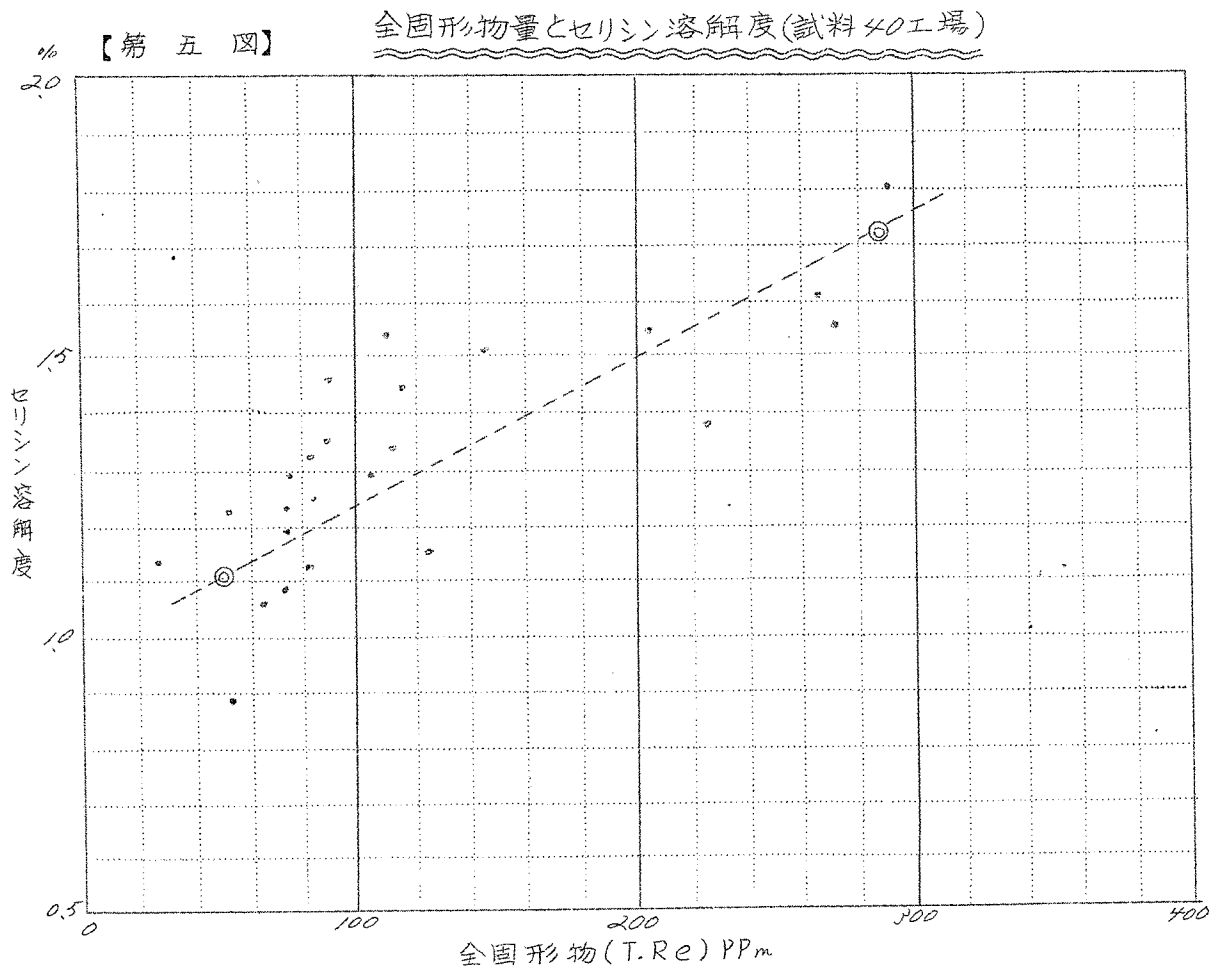
私は昨年全国の繭検定所、全国有数の製糸工場に対して水質調査を依頼し、そのアンケートを求めた。ここに協力下さった各位に厚く御礼します。その調査結果をまとめて見て、用水の性質が非常に区々であったことに驚き、更に適当でない水に対しても、何等の処置をされていないところもある。そのうちの一つの性質の電気伝導度を度数順に摘録して示すと次の通りである。(表示参照)(アンケートを得た数は、繭検定所は50ヶ所中33ヶ所、製糸工場は146ヶ所中81ヶ所であった)

このようなアンケートの結果から次のようなことが推定された。

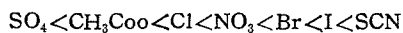
- a) 用水調査の行なわれていない所が多数ある
- b) 調査項目が製糸用水の目的に添っていないもの
- c) 調査項目が少ないもの
- d) 調査項目はよいが、分析方法や分析結果に疑わしいものなどがあつた。

この結果から結論されることは、それぞれの場所で、用水に対する認識が区々であり、また適当な活用が行われていると云えないところがある。前述したように、人絹工場の用水管理の結果、用水の性質が工務成績に至大の関係のある事実を考える時、製糸工務においても当然同じようなことが起るのは必至である。その影響は解舒、糸量、糸質に現われるのである。これは用水中にあるいろいろな成分の作用の総合結果によるものである。従来この作用として用水のPHのみが問題となっていた。例えばここにその一例を示すと、同じ水を同一条件でPHのみを変化した場合(ここでは蒸留水をNaOH, HClでPHを変えた)繭層セリシンの溶解度は次のように変わる。

これは含有成分の同じ水をPHのみ変化したもので、実際の用水は含有成分量や種類が異なる。これ等の成分は、それぞれセリシンに対する作用が異なるので、このような水を考えると、セリシンの溶解度は必ずしもPHと共に規則的な変化は起さない。今、三輪氏等が長野県下 40 ケ所の製糸および織物工場について行った結果を整理して図示すると次のようになる。

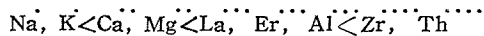


これは含有成分が異なるため、用水の同一PHでもセリシンに対する影響が異なるためである。例えばアニオンのセリシン溶解性は



←凝固度大 溶解度大→

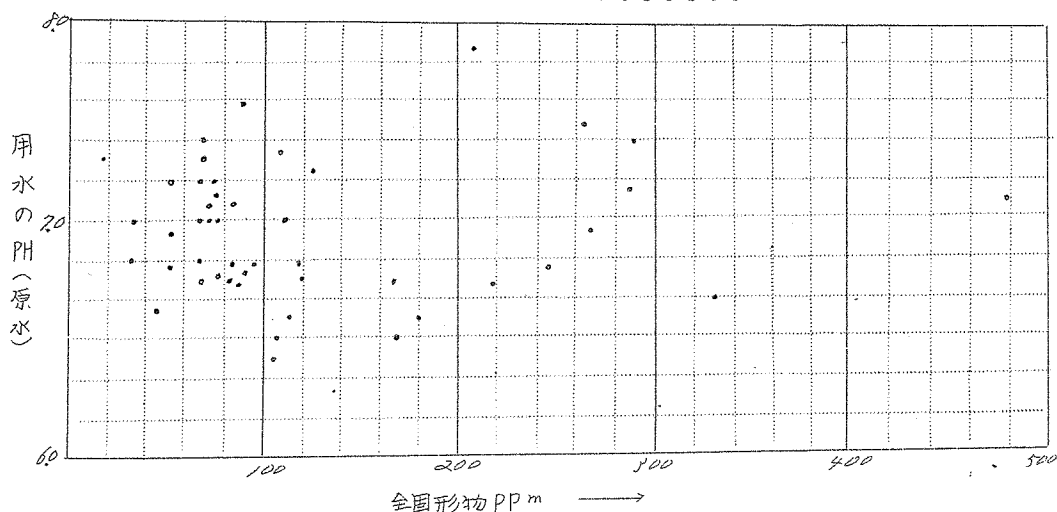
カチオンでは同一アニオンを有する時は、大体原子価の高くなる程溶解度は大きい。例えば



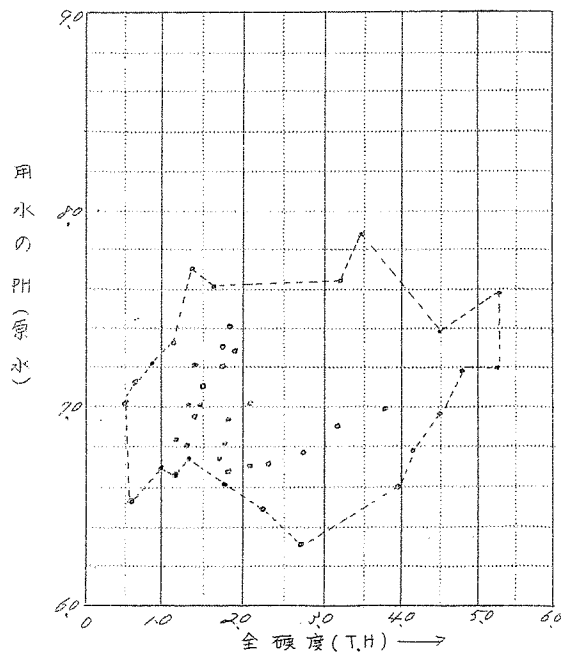
←凝固度大 溶解度大→

それなら、実際の用水中の何がセリシン溶解度に関係があるかを調べたところ、全固形物 (T.Re) 灰分 (A.Sh) 全硬度 (T.H) 等であることがわかった。すなわち次の通りである (全例固形物とセリシン溶解度)

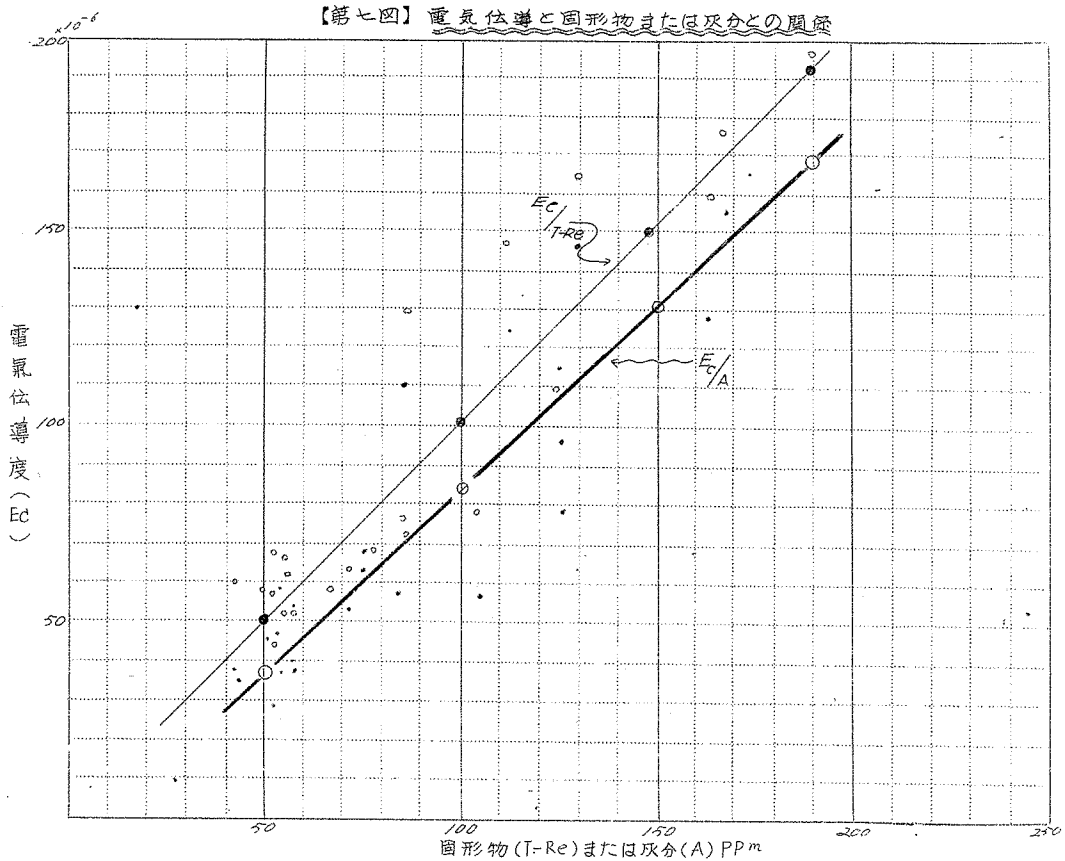
【第六図(1)】全固形物量とPHとの関係 (40工場)



【第六図(2)】全硬度とPHとの関係 (40工場用水)



私も以前は用水の影響についてはPHだけを調査すればよいと考え、報告もして来たが、最近になってこの誤りを発見した。そこで用水については全固形物、灰分または全硬度を調べる必要が起きて来たが、これ等の測定は簡単に行うことが出来ない。小川氏はこの総合結果として、用水の電気伝導度に着目している。この電気伝導度と上述の全固形物、灰分、硬度等の間には極めて密接な関係が見られる。故に、電気伝導度はセリシン溶解度との間にも密接な関係をもっていることが推定出来る。今、一例を示すと第七図のようになる。



また、電気伝導度の測定はPHと殆ど同じように簡単に測定出来る。図からして、この伝導度は灰分よりは固形物量と、より以上に密接な関係が認められるので、用水中の全ての成分が用水の性質に影響していると推定される。

以上によって用水に対する新しい考え方がわかったことと思う。

5. 標準用水の設定

そこで工務を合理的にやっていくには、第一に標準水を考えることが必要である。次いで次々に変わって来る原料繭の性質に対処して、用水の性質を調節していくことである。例えば製糸薬剤の使用は、この具体的な例である。しかしこの使用にも充分な科学的根拠の上にたって慎重に行なうことがよい。小川氏は製糸用水の標準として次の成分含有状態を示していることは御承知の通りである。

第五表 製糸用水標準 (小川幸男氏)

項 目	昭 和 6 年		昭 和 2 7 年		昭 和 3 1 年	
	標 準	限 界	標 準	限 界	標 準	限 界
PH { 原 水	7.0	6.4~7.4	7.0	6.8~7.4		
煮 沸 水			8.6	8.4~9.0		
酸 度			1	(-)~3		
ア ル カ リ 度			25	15~50		
全 硬 度 (Ha)	1~2	3	1	0.5~3.0		
電 気 伝 導 度 (K)	45~55	30~150	65	35~300		
蒸 発 残 渣 (T-Re)			65.0	40~250		
KMnO ₄ の 消 費 量			2.0	(-)~10		
硅 酸 (SiO ₂)	10.0	25.0	10	10~50		
加 里 (K)	10.0	20.0	10	5~35		
曹 達 (Na)						
石 灰 (Ca)	6.0	25.0	10.0	5~50		
マグネシウム (Mg)	3.0	10.00				
鉄 (Fe)	0.02	0.15	0.1	0.3		
マ ン ガ ン (MN)	0	0.02	(-)	(-)~0.1		
アルミニウム礬土 (Al)	1.0	2.0	1.0	(-)~50		
塩 酸 イ オン (Cl ⁻)	8.0	20.0	7	3~40		
硫 酸 イ オン (SO ₄ ⁻)	6.0	15.0	6	3~30		
炭 酸 イ オン (CO ₃ ⁻)			15	10~30		
硝 酸 (NO ₃ ⁻)	10.0	20.0				
ア ン モ ニ ャ (NH ₃)	0	0.05				

注 蒸発残渣以下 PPm で示す。

6. 用水に対する考え方

用水の性質を最高度に発揮して、工務成績を高めて行くには如何に対処したらよいか。

- 用水の水質調査を厳密正確に行なうこと。(原水、煮沸水、改良を行った後の水)
- 原用水の性質不適当の場合は、その改良法を充分に行なうこと。

- c) 用水管理を厳密に行なうこと。
 - i) 外温と水温の変化調査。
 - ii) 月次別（または日次別）PH および電気伝導度の変化の調査。
 - iii) 年次別硬度の変化。
- d) 荷口毎に原料繭の性質を調査して、これに適する用水の使い方を講ずること。

7. 結 言