

# 製 糸 用 水

郡是製糸株式会社 研究所 小 川 幸 男

## 第Ⅰ章 緒 言

## 第Ⅱ章 水質一般論

1. 水の中に溶けているもの
2. 天然水の分類とその関連
3. 天然水中の主要溶存成分
4. 主要成分の量
5. 主要イオンの分類
6. 水質の変化性

## 第Ⅲ章 製糸用水論

1. 加熱による性状変化
2. セリシン及び繭層に対する理化学的作用
3. 製糸用水としての特性による水の分類
4. 製糸用水の基準
5. 全国製糸工場の実態

## 第Ⅳ章 用水の改良法

1. 撰 択
2. 気 曝
3. 浄 化
4. 補 力
5. 減 力
6. PH 価の調整

## 第Ⅴ章 用水の管理

1. 本質の把握
2. 変化性の究明

付 録

後 記

## 第Ⅰ章 緒 言

## 第Ⅱ章 水質一般論

1. 水の中に溶けているもの

全く無色透明なキレイな水の中にも何かか何程かづゝ溶けている。これを大別すると

- a) 気 体……………加温すると出ていく…………… $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  等
- b) 無機物 } …………… { 石灰質, 塩分, 鉄気等
- c) 有機物 } —→ 水を蒸発乾涸すると, 固形物として残る —→ { 腐蝕質等
- d) その他 —→ { 夾雑物として……………ホコリ, ゴミ, 粘土質等
- { 水中生物として……………細菌, 微生物等

の如くである。

さて, これらの量を知るには, a) 項のものは直ぐ変化し易いので, 現場又は採水直後に遊離炭酸, 酸度, 溶存酸素, PH 価 (遊離塩素, 重炭酸イオンなども) 等の試験項目でもって検出される。

b), c) の項は水の一定量を白金皿又は蒸発皿にとり、水浴上で蒸発乾固し、これを乾燥器中で 105°C に 2~3 時間乾燥したのちデシケーター中に放冷して秤量して求める。こゝに得た量 (勿論白金皿又は蒸発皿の重さを差し引いた量) を蒸発残留物という。

なお、c) は別に過マンガン酸カリ液消費量などとして求める方法もあるが、蒸発残留物を灼熱すると有機物主体のものが減量してあとに無機物主体の所謂灰分が残る。即ち

$$\text{蒸発残留物} - \text{強熱残分(灰分)} = \text{強熱減量(有機物主体のもの)}$$

として、大略を知ることが出来る。

また、検水を予めガラス濾過器 1 G 3~4 で濾過して得た蒸発残留物を溶解固形物といい、蒸発残留物と溶解固形物との差を懸濁固形物ともいう。(この量が d) の量に当る)。即ち

$$\text{蒸発残留物} - \text{溶解固形物} = \text{懸濁固形物}$$

而して、これらの量は総べてその水 1 l 中の mg 量、即ち百万分中の幾何 (part per million. 略して ppm) という単位で表わされる。

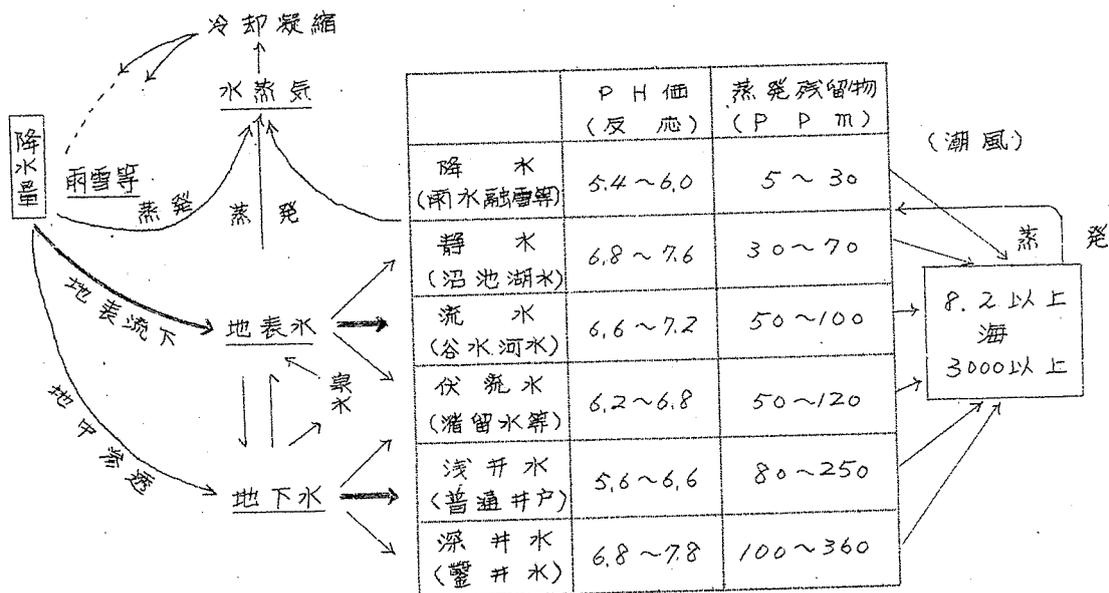
## 2. 天然水の分類とその関連

吾々の工場用水源となっている川水や井水を天然水 (又は自然水) というが、これらは第 1 表に示す如く分類される。

而してそのお互いの関連は図示した如くである。こゝで注目して頂きたいことは

- ① 総べての水の給源は降水であること——而して降水は天然の蒸溜水であるから、溶かしているものが少く、而も CO<sub>2</sub> 等を充分に (飽和状態に) 溶存しており、これが為め石灰質、鉄質等を始め、ものを溶かし易い——こゝに水質の基が起り、
- ② また、降水 (雨や融雪など) が地表を流下、或は地中を浸透する間に接触、通過して来た土性の性状環境などによって溶かしもつものに差が出来る——こゝに水質の拠って来るところが始まるのである。その一例を PH 値、蒸発残留物に就て示めすと表の数値の如くである。

第 1 表



### 3. 天然水中の主要溶存成分

一般にこれら天然水は地球上にある総ての元素を含有しているとも言われる訳であるが、そのうち普通検出される成分を掲げると第2表の如くである。

第2表

		ガ ス	
酸 ↓ 鹼	性	$CO_2$	炭酸ガス
		$N_2$	窒素
	性	$O_2$	酸素
		$(CH_4)^*$	メタン
		$(H_2S)^*$	硫化水素
		塩類 その他	
		$(H_2SO_4)^*$	硫酸
		$NH_4Cl$	塩化アンモニア
		$NaCl$	塩化ナトリウム(食塩)
		$NaHCO_3$	重炭酸ナトリウム(重曹)
		$Na_2CO_3$	炭酸ナトリウム(曹達)
		$Na_2SO_4$	硫酸ナトリウム(芒硝)
		$CaCl_2$	塩化カルシウム
		$MgCl_2$	塩化マグネシウム
		$Ca(NO_3)_2$	硝酸カルシウム
		$Mg(NO_3)_2$	硝酸マグネシウム
		$Ca(HCO_3)_2$	重炭酸カルシウム
		$CaCO_3$	炭酸カルシウム(白亜)
		$Mg(HCO_3)_2$	重炭酸マグネシウム
		$MgCO_3$	炭酸マグネシウム(苦土)
		$CaSO_4$	硫酸カルシウム(石膏)
		$MgSO_4$	硫酸マグネシウム(舎利塩)
		$Fe(HCO_3)_2$	重炭酸鉄
		$Fe_2O_3$	酸化鉄(鉄錆)
		$Mn_2O_3$	酸化マンガン
		$Al_2O_3$	酸化アルミニウム
		$SiO_2$	珪酸

\*印のものは存在の稀なものを示す

#### 4. 主要成分の量

前記の如く天然水中には種々の成分が溶存しているのであるが、いまこゝに我が国の主な河川71に就て調べられた分析結果の集計によれば、PH価は6.67 硬度は2.78度 (CaCO<sub>3</sub>として49.62ppm)で、蒸発残留物(溶存塩類総量)は88.17ppmとなっている。

この内カチオン(陽電荷)の主たるものは

カチオン	ppm	%
Na <sup>+</sup> (ナトリウム)	5.72	6.49
K <sup>+</sup> (カリウム)	1.22	1.38
Ca <sup>2+</sup> (カルシウム)	10.35	11.85
Mg <sup>2+</sup> (マグネシウム)	3.18	3.61
Fe <sup>2+・3+</sup> (鉄)	0.17	0.20

であり、アニオン(負電荷)の主たるものは

アニオン	ppm	%
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (重炭酸)	22.48	25.50
Cl <sup>-</sup> (塩素)	7.84	8.89
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (硫酸)	13.11	14.87
(SiO <sub>2</sub> ?) 珪酸	19.61	22.27

とされている。

一方地下水の溶存成分量は地下水の種別により、採集の時期により区々であり、変動も多く上記の如き信頼すべき数値は見当らないが、極く概念的にはやはり上記の如き各イオンが主成分であり、その%は似通ったものではないかと思われる。

尤も、PH価の低い(5.8~6.2程度)浅井水のHCO<sub>3</sub>イオンは相当高値であり、深井水の如きに於てはSiO<sub>2</sub>が30~60%にも及ぶものもある。(斯様な場合にはSiO<sub>2</sub>はコロイドとして存在し、イオンであるものは少い)

#### 5. 主要イオンの分類

そこでこれらの主成分をイオン価によって分別すると第3表Aの如くなる。

而して現行の分析に於てはこれらのイオンを別個に検出することによって大体事が足りている。

また、第2表に掲示した諸種の塩類は第3表Bに図示した如き結合線をもって予測し得るものではあるが、未だこれらの塩の組成を適格に決定する分析法は無い。(この事は水の性状を究める上に遺憾の点が多い)

第3表

(A)			(B)		
カチオン	(イオン価)	アニオン	カチオン	結合線	アニオン
H <sup>+</sup>	—	OH <sup>-</sup>	H <sup>+</sup>	—	OH <sup>-</sup>
Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup>	価	Cl <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup> K <sup>+</sup>	—	Cl <sup>-</sup> HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup>	= 価	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup>	—	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
Fe <sup>2+</sup>	多価	SiO <sub>2</sub> <sup>?</sup>	Fe <sup>2+</sup>	—	SiO <sub>2</sub> <sup>?</sup>

## 6. 水質の變化性

一個の水に就ての變化性の素因について見るに

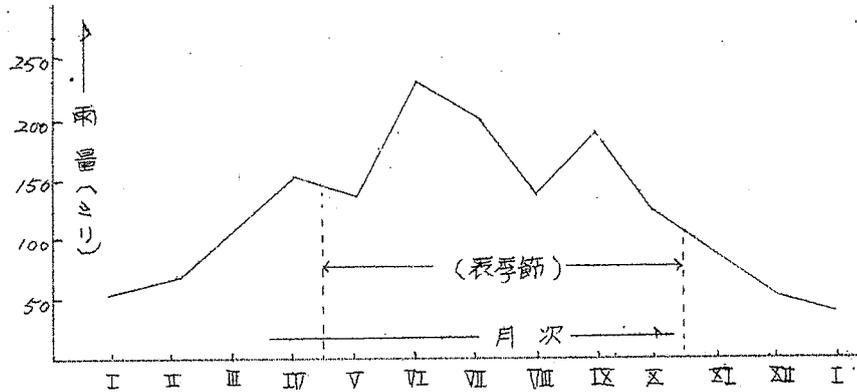
- ① 降水量の多寡……………総ての水の給源が降水である。
- ② 溶解条件……………気温、水温、地温、微生物、細菌類の消長、光の作用等による
- ③ その他……………施肥関係、工場廃水など人為的な問題等

があげられるが、基本的には何としても降水量と温度（主として溶解性）に至大の関連がある。

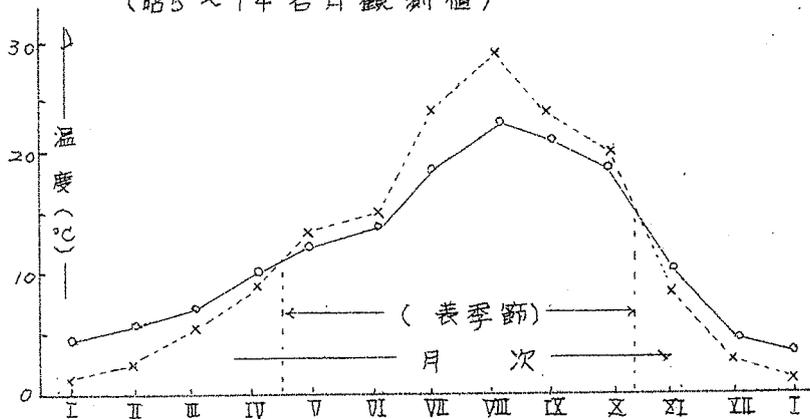
今こゝに綾部地方に於ける月別降水量の累年の平均値を示めすと第1図の如く、春雨の頃、梅雨期、次いで秋時雨の季節に山があり、概して高温季（4月中旬から10月半ばの表季節と書いている間）に多いことが知られる。

一方、綾部地方に於ける気温と表流水（由良川水）の水温、全じく地下水（当研究室井水）の水温について月別に調べた累年の結果を夫々図示すると第2図、第3図の如くであった。

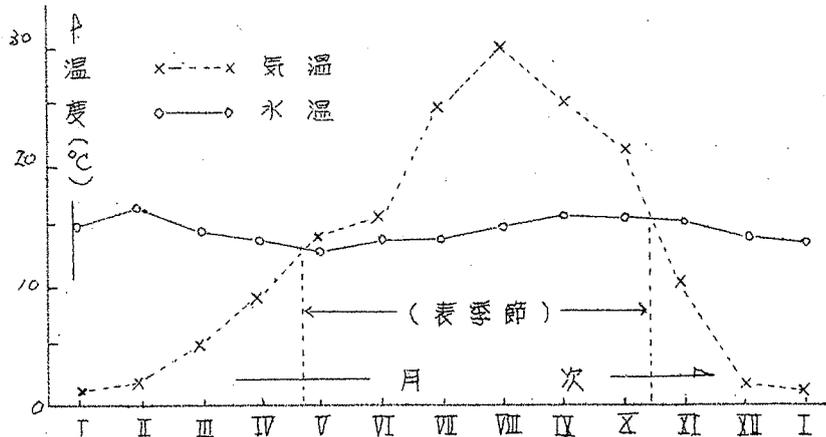
第1図 綾部における降水量  
(明治14～昭和12累計平均値)



第2図 由良川の水温と気温の變化  
(昭5～14各月観測値)



第3図 気温と地下水温  
(綾部8m深度井水に就ての昭5～14各月観測値)



さて、第2図に於ける温度の高低は河川水など表流水の溶解性の主動力を為すものであり、第1図の降水量の多寡と結び合せると地表水の水質内容の増減（変化性）の基本線が出て来る。即ち

河川水に於ては

- ① 温度が低く、降水量の少くない春季は溶存物が少い。

殊に雪解け期などは甚だしい。

② これに反し夏期は溶存物は最大に達する。（しかし、梅雨期など低温多雨となれば、それだけ淡くなる）一方、地下水即ち井水などではこれらの涵養源である地表水が影響する時間的ズレの大小によって、その水質内容も変化性も趣を異にする。即ち河川水に近接した伏流水の如きでは河川水の変化に類する変動を為すが、夏は冷たく冬は暖いとして喜ばれる。（第3図に見る如き水温カーブを描く）

地下水に於ては

- ① 冬期に於ても水温は低下せず、溶存物を減少しない。

殊に水位低下し水枯れを見るものに於ては塩類量の最大期となる。

- ② 夏期は給源水の涵養多く寧ろ溶存塩類量が多くない。

而して、極く深いもの地下30米以下で得られる深井水の如きに於ては、地表水の影響がズット遅れ、緩和され且つ相殺されて

- ③ 年間その水質に（水位にも、水温にも）殆んど変りないものもある。

然し、上記の如く溶存塩類総量に増減がある場合、その溶存する基本的な成分が一様に増減する場合は少く、これらはその地質、環境に応じ、それぞれ特有の個性をもつものである。

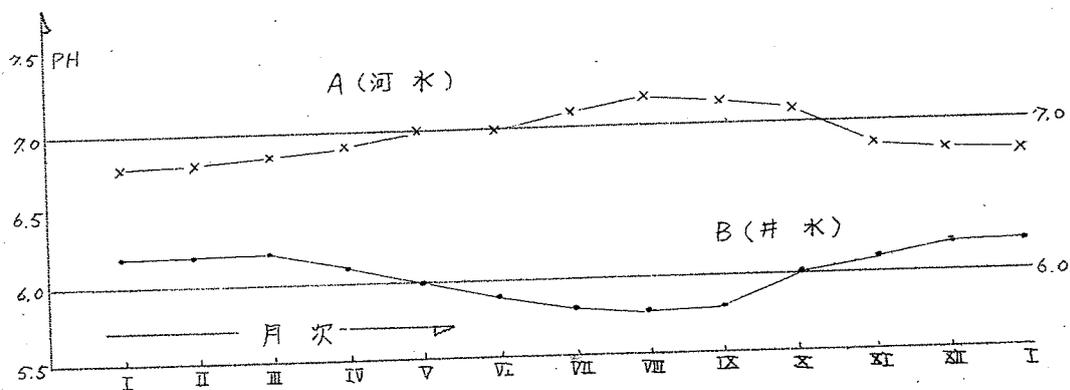
次に吾々の用水として最も関連の深いPH値、硬度の変化について少しく解説すると

イ) 気温と地表水々温との関係図表（第2図）に見らるゝ如く、夏を中心とした、詳しくは4月中旬から10月中旬頃迄の所謂表季節は水温より気温が高いので地表水は絶えず暖められていると見てよい。

ロ) 反対に裏廻りの所謂裏季節に於ては逆に水の方が絶えず冷やされていると考えてよい。

この事は表季節では水がガス（主としてCO<sup>2</sup>が関係が深い）を放出し易く、裏季節では逆に吸収溶存することとなる。また、微生物、藻などの繁殖の消長と直接のつながりも出来てき、その結果は表季節ではPH値はアルカリ側に上る傾向にあり、裏季節では酸性側になり易い傾きがある。これが適例を綾部に於ける由良川河水に就ての月別観測平均値について示すと第4図Aの如くである。

第4図 PH値の月次変化



また、この様な変化は季節的でなく一日のうちでも、気温の低い朝と、水温より遙に高くなった日中の気温下に於て屢々指摘される現象である。

一方地下水に於ては第4図Bに見らるゝ如く、

イ) 夏期など地温の高い時は地中の有機物の分解、微生物の呼吸作用等により多量生産されるCO<sub>2</sub>が水に溶存され易く、PH値は酸性に向い

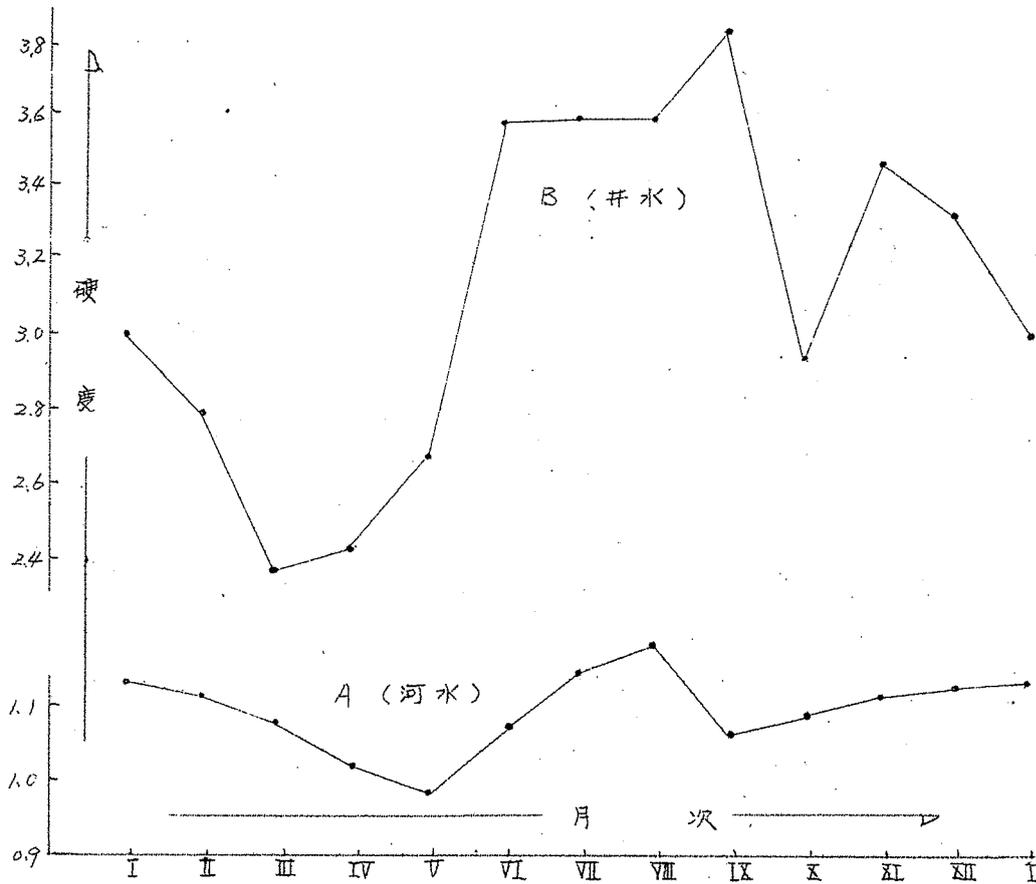
ロ) 反対に、裏季節では地温も上らずCO<sub>2</sub>の生産も少く、溶入も少いので、表季節より酸性度の弱まるのが通例である。

ハ) 従って、これらCO<sub>2</sub>の關係の少い深井戸に於ては勿論年間PH値の変動はない。

而して、吾々の用水では地下水は殆んど貯水池などで気曝して使用しているのであるから、斯様な場合はPH値の変移に関しては前記の地表水的な考慮が払われなければならない。

次に硬度に就て一言するに硬度成分の主体を為す石灰質(Ca, Mg, 塩)はCO<sub>2</sub>の溶存する水には極めてよく溶解(約100倍)する。従ってCO<sub>2</sub>を多く含んでいる水、CO<sub>2</sub>を多く溶存している季節には硬度成分が増嵩することとなる。即ち

第5図 硬度の月次変化



地表水に於ては、第5図Aに示めした綾部に於ける由良川水の累年変化図に見らるゝ如く

イ) 高温時は総べての溶存塩類の増嵩する時期であるから高い値を示すことは勿論であるが

ロ) 裏季節も決して低値ではない。

而も裏季節は溶存塩類量を減少している時期であるから、硬度成分は相当な高値であると云える。

一方地下水に於ては（第5図B参照）

- イ) 溶存塩類総量の少ない冬季のことゆえ、低値ではないが
- ロ) 表季節の高温期は確然と高値を示している。

しかしこれらは飽くまで基本的なものであり、比較的变化度の少ない地表水のなかにあっても石灰岩地帯の河川水などでは降雨の都度特有の変化を齎すものであり、地下水に於ては夫々個性があるものである。

### 第Ⅲ章 製糸用水論

製糸用水は多少にかゝらず加熱して加温状態に於て使用されるものであるから冷水時（原水）の分析検討のみに留めず、加温してどのように変化するかを究めねばならない。

また、相手の繭層上のセリシンが所謂富蛋蛋白であるから用水中の前記各成分の支障するところが極めてデリケートである。

或はまた、煮繭工程ではセリシンの膨潤軟和を求め、繰糸では（集緒器を通ったあとは）反対にセリシンの収斂を望むなど一見相反するが如き働きを求めている。

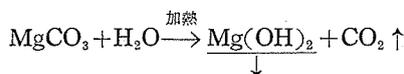
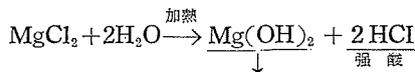
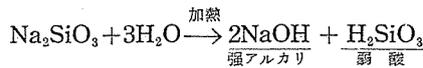
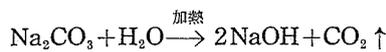
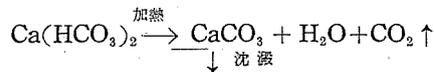
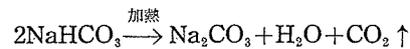
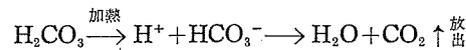
斯様なところに製糸用水には独自の研究領域があるとの信条のもとに研究を継続し、一方作業の実態もうかがいつゝ今日に至っているものであるが未だ明確には為し得ない。併し、凡そ実用上には適用し得るかと思われる概念を得ているのでその一端を以下に記述する。

#### 1. 加熱による性状変化

一般に水は加温に伴いガスを放出し酸性を失い（主として  $\text{CO}_2$  の逃散）、更に加熱すれば加水分解を起してアルカリ性となるのが通例である。

また、その間に析出、沈澱するものなどが出来て来る。

その主たる変化を化学反応式で示めすと



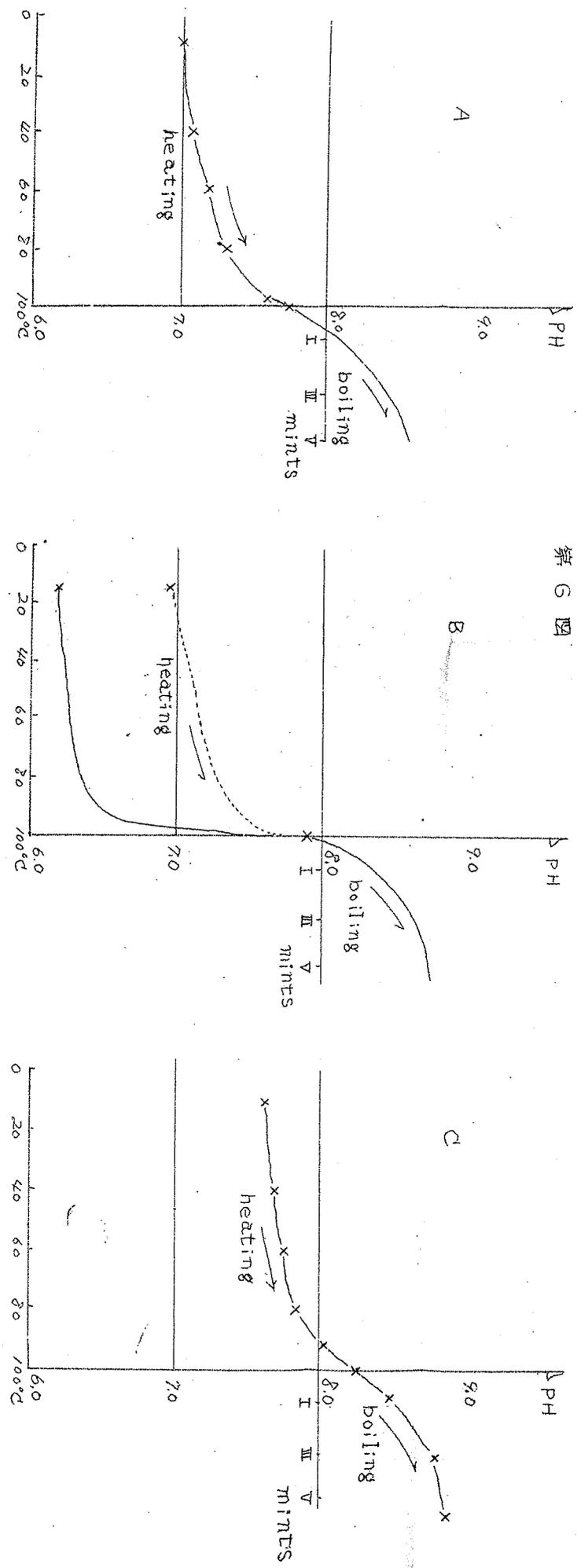
などの如くである。

この間に於ける PH 値の変化のみについて見ても水により加温に伴う PH 値の上昇に、また放冷液後の経過にも相当差違がある。次に川水、井水、鑿井水についての一例を示めすと第6図の如くである。

夏季節では地温も上らずCO<sub>2</sub>の生産も少く、溶入も少いで、表季節より酸性度の弱まるのが通例である。

ハ) 従って、これらCO<sub>2</sub>の関係の少い深井戸に於ては勿論年間PH価の変動はない。而して、吾々の用水では地下水は殆んど貯水池などで気曝して使用しているのであるから、斯様な場合はPH

次の硬度に就て一言するに硬度成分の主体を為す石灰質(Ca, Mg, 塩)はCO<sub>2</sub>の溶存する水に於ては溶解(約100倍)する。従ってCO<sub>2</sub>を多く含む水に於ては、PHは



本図に於てAは河川水の代表的な一例である。即ち PH 値 7.0 (15°C) が沸騰点で 7.7, 5分間沸騰を継続して8.6となっている。

Bは PH 6.2 の浅井水の例であるが, 100度近くで急騰し, 100°C で 7.9, 5分間の沸騰継続で8.8に到っている。

Cは原水の PH が既に相当高い (7.6) 鑿井水に就ての例題であるが, 沸騰点で 8.2, 終点で8.9と云う高値を出している。

(高温時に於ける PH 値の学問的数値を得るには未だ確信を得てないが, 上記の如く現段階に於ては各試水間の比較検討は為し得ており, 加熱による性状を端的に知り得る一指標として活用中である)。

## 2. セリシン及び黴層に対する理化学的作用

用水中の $\oplus\ominus$ 両イオンのセリシン及び黴層に対する理化学的作用はそれらの濃度とホーフマイスターの系列によるとされているが,

イ) 膨潤, 拡散又は透過性を純水より促進又は増大させる力は



ロ) 反対に, 膨化, 通過性の阻止は



ハ) 凝固, 沈澱, 吸着力の大なるものは



と云われて来た。

事実, K, Na,  $\text{NH}_4$  などはセリシンを膨化, 軟弱にし易く, カチオンの Ca, Mg, アニオンの  $\text{SO}_4$  などは収斂性があり, Fe, Ma, Cu 等の重金属イオンは凝固, 吸着性など微量でも支障するところが強い。

而してこれらのイオンの作用は勿論その濃度にもよるが, その時の PH 値によってその作動する度合が大いに異なって来るものゝようである。

次に, 水質と黴層の溶解度に就て少しく論述するに, 荻原清治博士は昨年の本講座において, アニオンの溶解性は  $\text{SO}_4^{2-} < \text{Cl}^- < \text{NO}_3^-$  の如くであるが, カチオンでは同一アニオンを有するときは, 大体原子価の高くなる程溶解度が大きくなることを指摘され (即ち  $\text{Na}^+, \text{K}^+ < \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$ ), 実際の用水に於ては全固形物, 灰分, 硬度等に至大の関係があることを例示して記述されている。

いまこゝに, 異なる水即ち蒸溜水, 谷水, 河水, 伏流水及浅井水につき, 黴層セリシンの溶解度を 98°C, 100°C に於て各 10 分宛処理した際の成績を示めすと第 4 表の如くである。

第 4 表

A 表	電導度 $\mu\text{V}/\text{cm}$	蒸発残留物 PPm	強熱残分 PPm	硬 度 dH	塩 素 PPm	P H 値		溶 解 度 %
						冷水時	98°C	
蒸 溜 水	2.0	/	/	0.0	(-)	6.0	6.5	3.61
河 水	57.3	63.6	53.2	0.63	11.0	6.9	8.2	4.12
伏 流 水	126.81	124.0	110.0	2.20	16.5	6.6	8.6	3.59
浅 井 水	163.71	148.4	118.0	3.20	21.0	6.2	8.4	3.34

B 表	電 導 度 $\mu\text{V}/\text{cm}$	蒸発残留物 PPm	強熱残分 PPm	硬 度 dH	塩 素 PPm	P H 値		溶 解 度 %
						冷水時	100°C	
蒸 溜 水	2.2	/	/	0.0	(-)	6.0	6.5	5.14
谷 水	42.8	60.2	37.0	0.45	10.0	6.8	8.3	6.28
河 水	45.5	44.2	36.2	0.71	10.0	6.9	8.3	6.68
伏 流 水	126.81	124.0	110.0	2.20	16.5	6.6	8.6	7.40
浅 井 水	163.7	148.4	118.0	3.20	21.0	6.2	8.6	7.57

即ち、B表に於ては溶存塩類量に応じ溶解度も増しているが、A表に於ては異なる成績を得ている。この事は溶存塩類の総量に一概に比例するものでなくて溶存塩の内容にもよることであり、PH 価に関係するものであることも物語っている。

(またA表に於ける溶解度は所謂繭層の初期溶解であり、繭層の初期の溶解機構に就ては今後猶研究すべき事項の多くを包蔵しているものと考えられる)。

### 3. 製糸用水としての特性による水の分類

用水に対する要求を製糸の主体作業である煮繭と繰糸のみに就て概念的に而も簡略に表明すると。

イ) 煮繭に於ては、高温度も使い得て平等且つ軽度の繭層セリシンの水和膨潤化を求めているのであり

ロ) 繰糸に於ては上記のゾル化したセリシンの適当な収斂(ゲル化してシマる)を望んでいる。

と云った如きものである。

そこで製糸用水の必要な性格を端的に申せば、少くとも温度のかけ方で、この二つの相反するが如き要望に適応し得る水でなければならない。

上記の如き用水の観方、考え方からこの二つの主動的な要求を今仮に **煮(夕)ける力と締る力** の二つの表現をもって吾々の使用水を分類すると次の如くに為し得る。

用水の種別	用水の特性	
a) 収斂型	タキ難くて	あとでシマる水
b) 中庸型	適当にタキ得て	程よくシマる水
c) 溶解型	よくタケて	シマらない水
d) 粗硬型	よくタケるが	あとでシマる水

なお、これらに該当する水質の一例を示すと第5表の如くである。

第 5 表

用水種別	a) 収斂型		b) 中庸型		c) 溶解型		d) 粗硬型		
	河水	井水	河水	浅井水	伏流水	深井水	河水	井水	
PH	冷水時	6.8	6.6	7.0	6.9	6.8	7.4	7.4	6.2
	煮沸時	8.2	8.2	8.5	8.6	8.8	9.2	8.8	8.9
電導度	40	170	50	80	65	150	75	260	
蒸発残留物	40	150	48	65	60	160	55	210	
アルカリ度	16	18	18	28	30	77	35	70	
硬度	1.1	2.2	1.1	1.8	1.0	3.3	2.0	4.8	
Na <sup>+</sup>	3	18	4	8	8	10	3	22	
Ca <sup>2+</sup>	6	9	4	9	5	10	11	23	
Mg <sup>2+</sup>	1	4	1.5	2.5	1.5	4	2	7	
Fe <sup>2+</sup>	0.2	0.1 <sup>+</sup>	0.2	0.1	0.1 <sup>-</sup>	0.1 <sup>-</sup>	0.1 <sup>-</sup>	0.2 <sup>+</sup>	
Cl <sup>-</sup>	3	30	8	9	12	8	5	38	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	4.5	11	4	8	6	3	4	15	
SiO <sub>2</sub>	11	14	9	13	19	50	11	26	

即ち、a)の水は蒸発残留物(溶存塩類総量)が多い少いにかかわらず、アルカリ度が低く、煮沸時のPH価が低いから焚けないのであり、石灰質(Ca, Mg等硬度成分)並にFe, SO<sub>4</sub>なども比較的多いので収斂性が強いこととなる

b) の水は河水、浅井水ともよくバランスのとれた水で、どんな煮繭法、どんな繰糸法にも適応し得る所謂標準的な水と云える。

c) の水の内、深井水は原水の PH 値も、煮沸時の PH 値も共に高く特殊な水であるが、伏流水の如きは標準水に近いような水であり乍ら (b) の浅井水に対比しても判るように) アルカリ度が高く、煮沸時の PH 値も高く、而も石灰質及び  $SO_4$  などが少いことが収斂を起さない素因であろう。

d) の水がよくタケる原因は河水、井水とも原水の PH 値の如何にかゝらず煮沸時の PH 値が高いからであり、あとでシマる主因は石灰質が過量であるからと考えられる。

却説、これらの特異な水に対しては用水の改良を図ると作業は一段と楽になることは勿論であるが、この程度の水であれば未だ煮繭、繰糸の方式の研究によって対処し得るところのものである。

#### 4. 製糸用水の基準

上述の如き見地に於て私は昭和6年5月以降数次に亘り製糸用水基準数値表(第6表)の如きものを公表して来た。その間幾度かづゝ変遷を見ているが、これは主として分析技術の進歩による含有成分量の認知度合、また多少でも進展する水に対する考え方、及びその時代の実際作業の実績などから勘考して求めて来た。

而して現状の煮繭、繰糸法に於ては凡そこの程度以上は良くないと思われる数値を限界値として掲げて見た。

第 6 表

	標準値	限界値
PH { 原水時	7.0	6.6 — 7.6
煮沸時	8.6	8.4 — 9.2
酸度 8.4 Ax	1	0 — 10
アルカリ度 4.3 Bx	27	15 — 80
硬度 Ha	1.1	0.5 — 5.0
電導度 $\mu$ mho	70	35 — 350
(註) 以下の数値は mg/l (PPm)		
蒸発残留物 T-Re	70	35 — 300
KMnO <sub>4</sub> 消費量	2	0 — 10
Na <sup>+</sup> ナトリウム	5	2 — 25
Ca <sup>2+</sup> カルシウム	5.5	3 — 25
Mg <sup>2+</sup> マグネシウム	1.5	0 — 5.5
Fe <sup>2+</sup> 鉄	0.1	0 — 0.3
Mn <sup>2+</sup> マンガン	0	0 — 0.1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 重炭酸	17	10 — 50
Cl <sup>-</sup> 塩素	7	3 — 50
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 硫酸	6	3 — 30

(昭 33. 8 改訂)

併し、前節に記述の通り、製糸用水は成分のバランスが大切であるから一二の分析項目において、限外値のものがあったとしてもさしたることもない場合がある。が然し現行の製糸作業用水としては、

- 1) 冷水時の PH 値は 7.0 内外であること。
- 2) 煮沸時の PH 値は 8.6 内外であること。
- 3) アルカリ度は低くても余り高くてもいけない。

- 4) 溶存塩類の総量も多くないことが望ましい。  
 5) 硬度成分は余り低くても高くてもいけない。  
 6) 鉄、マンガン、銅等重金属イオンは少いことがよい。  
 即ち、第7表の如く集約して考究され得る。

第 7 表

	基準値	限界値
PH 原水時	7.0	6.6 — 7.6
煮沸時	8.6	8.4 — 9.2
アルカリ度	27	15 — 80
電導度	70	35 — 350
硬度	1.1	0.5 — 5.0
鉄 Fe <sup>2+</sup>	0.1	0 — 0.3

従って、製糸用水の検討は少くともこれ位は取り上げて為されなければならないと考える。

5. 全国製糸工場用水の実態

全国製糸工場用水の実状はどうかと伺うに農林省蚕糸局刊行の製糸工場、工務実態調査報告書（昭 31. 12～昭 32. 2 の間の調査）によれば、その用水源種別の割合は第8表の如くであり、

第 8 表

製糸用水源種別		工場数	割合
降水	雨水	1	0.7
	雪水	1	
地表水	池水	12	4.4
	河水	80	29.5
	水道水	27	10.0
伏流水	湧水	1	1.1
	泉水	1	
	伏流水	1	
地下水	井水	144	53.1
その他		3	1.1
合計		271	99.9

河水がやはり多く 29.5%であり、地表水的なもの、合計が 45%となるが、意外にも井水が 53.1%の大半を占めている。而も改良装置の有無及び方法に就ての数値によれば地下水が多いにかゝらず曝露後使用されているものは 32.5%である。

また、PH 値と硬度に就ての調査結果は第9表の如くであった。

即ち、

イ) PH 値は標準値に近いものは 30.3%のみであるが、制限値内のもは 86%に及び流石にまとまって来たが(前年度の調査では 69.1%であった)未だ甚しく不当なものも散見される。

ロ) 硬度に於ては標準値に近いものは 11.8%に過ぎないが、制限値内のも即ち 0.5~5.0 の間にあるものは 88.7%となっているが。

ハ) 両者を組み合わせて考えるときは 20%内外の水を佳良と断じ得るに過ぎない。

荻原博士が先年全国菌検定所及び有力製糸工場(96ヶ所につきアンケートを求められたが、その集まった数は 60%に過ぎず、而も内容から

- 1) 用水調査の行われていないところが多数ある
- 2) 調査項目が製糸用水の目的に添っていないもの
- 3) 調査項目が余りに少ないもの
- 4) 調査項目はよいが、分析方法や分析結果に疑問がある

等指摘されている。

又、前掲報告書の中に見る濾過装置、濾過剤等に関する報告内容を見ても濾過処理を行っているもの 13%に過ぎず、而もその内 43.6%が東洋フィルター式で製糸に直結した考慮が払われているのみで、その他は洵に不十分の感が深い。

これらの事から見ても製糸用水の問題は未だ拓かれていないと申されても致し方ない現況のようである。

少くとも第7表に掲げた如き数値によって第3節にあげた分類のどの種別に属する水であるかは知って頂いて合理的に進展して頂きたいものである。

#### 第IV章 用水の改良法

##### 1. 撰 択

前記の如く全国には不良の水も未だ多いと想われるが、果して現在使用中のもの以外に、少しでも良い水はな

いものか、今後改良を図る上により好都合の水は無いかな等検討を要する場合も残されていよう。

新しく工場を撰定するような場合には、その地域に於ける最大の水源を対照として考えるべきであり、彼我対比の場合等は水量の多いものは概して水質も安定であり、良好であることを銘記されたい。

以下既設の水源に対しての改良法を略説するが、自然に（その水生れ乍らの姿で）良質であると云うものに優るものは無い。撰択こそは何にも優る改良法として第一に掲げた所以はこゝにある。

## 2. 気 曝

水が酸性である主因は  $\text{CO}_2$  の溶存によるものが多い。即ち



$\text{CO}_2$  の溶入は PH 価を低くしていると云うだけでなく、前章第 6 図の B に示めした如く、加温に伴い PH 価の激変を来すので煮蕪がやり難く、繰糸では収斂性を増し、金属材質の腐蝕を来すなど吾々の作業に於ては随所に支障する。

気曝の主目的は先づ  $\text{CO}_2$  の放出にある。

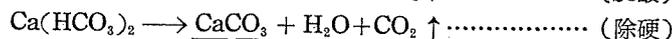
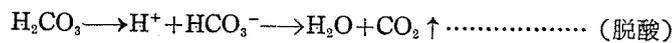
さて、 $\text{CO}_2$  は次の表に見らるゝ通り、他の空気中の気体即ち  $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$  等より次表に見らるゝ通り吸収係数が高い。

瓦 斯	$\text{N}_2$	$\text{O}_2$	$\text{CO}_2$
分 圧 $a$ ( $^\circ$ , 760 mm Hg)	0.7804	0.2099	0.0003
吸 収 係 数 $P$	0.0238	0.0489	1.713
水中の含有量 = $apcc$ ( $^\circ$ , 760 mm Hg)	18.56	10.23	0.51

即ち 1 の水に対し  $\text{N}_2$  であれば 0.0238、 $\text{O}_2$  は 0.0489 溶け得るのに対し  $\text{CO}_2$  は 1.713 も溶存する（72~35倍）のである。然し、空気中には  $\text{N}_2$  は 78.04%、 $\text{O}_2$  は 20.99% あるのに対し、 $\text{CO}_2$  は僅か 0.03% しかないので（分圧が低い）空気中には  $\text{CO}_2$  は逸散し易く、気曝すると  $\text{CO}_2$  を減少することが出来る。併し気曝には水の粒子を細かくして放出の機構を万遍なく与えること、また刺戟のようなもの（内外の圧力差等）が必要であるが、要するところ気曝操作直後の PH 価が 6.9 以上でない場合は未だ操作に改良を要する。

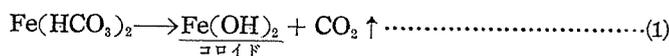
なお、 $\text{CO}_2$  を放出減少させることは、今まで重碳酸塩の形として溶存していた石灰質、鉄質などを析出させることゝなり（これらの減少となり）かたがた用水改良の大きな目標にも添うことゝなる。

即ち、これらの機構を反応式で示すと

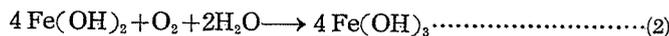


↓  
Ppt

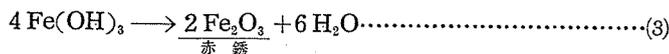
脱鉄に就ては



コロイド



↓  
Ppt



赤 錆

即ち、重碳酸塩の形で溶解していた Fe が (1) 式の如くコロイド性の水酸化第一鉄となり、次いで (2) の如く水酸化第二鉄となって赤くなり析出する。而してこれらは遂には赤錆 ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  酸化鉄) となって沈降除去出来るのである。

因に、無色透明な水を汲みおいて臙て白く濁ったり、遂には赤くなって鉄の多いことが一見して判るようになるのは上記の現象に基く結果である。併し工業用水中の脱鉄は放置したり、気曝した後に、濾過すれば減少し得ると云った簡単なものでは無い場合が多い。

### 3. 浄 化

製糸用水としては少し濁った水（所謂さゝ濁り程度）でも支障がないことは永年の間に多くの人が認めている事実である。僅かの水質の変化が洵に微妙に感得される吾々の作業に於て（例えば、Fe, Ma, Cu 等の増減は0.1PPm で明瞭にその支障するところが表われる）洵に矛盾した如く聞えるが、相手方のセリシシが吾々日常の作業環境に於ては $\ominus$ の電荷であるのに対し、濁りの粒子は $\ominus$ の電荷であり相反撥して支障しないのに対し、鉄気等は強い $\oplus$ の電荷をもっているために既述の如く、吸着、凝固などの悪影響を齎らすのである。

従って少々の濁りは看過されて来ているが、濁りの中には鉄気によるものもあり（前節Feの酸化反応式の(1)に於けるが如く、また、濁りが或る限度を越した時は何としても支障するので貯水池で澄ますとか、濾過機で浄化されなければならない。

貯水池では流速を落して浮遊物を沈降せしめることにそのねらいがあるが、吾々の作業用水としては、浅く広く曝露池に失したり、またわ環流中に不良化せしめないよう心掛けなければならない。

次に濾過では都市の上水道などに見る緩速濾過（濾過速度5m内外/日）の如く完璧を期する必要はない。然し、濾過浄化効果の挙るよう濾材の大きさ、速度等に就て考究すべきことは勿論であり、濾過材を洗滌復元又は更新するなどの際容易であるようにしたいものである。

また、製糸工場では古くから木炭を貯水池の終端に詰めて浄化が図られて来ているが、河水などでは木炭と木炭の間隙が大きいところも出来るので濾過の効率は低く（不平等）、木炭自体の多孔で吸着性の高い性質を利用するかの如く、有機物の減少云々を唱えられて来たが、木炭の表面に所謂水垢が着いて仕舞えばそれまで、あろう。また、井水を曝露したものなどでは藻の流入を防ぐために濾過が為される場合もあるが、藻の抑制には光線を遮断すれば良いので、暗い処を池の終端に設ければ濾過の必要はない。但し一見清澄な井水に於ても鉄、殊にマンガンの支障のある水に於ては池の終端に礫層を設けて酸化吸着によるこれらの減少を図らなければならないものもある。

少しの濁り程度では支障しないと云う吾々の作業用水でも浄化したことに越したことは無いが、前述した如く経験的実績から浄化問題は遅れ、また折角の装置も看点のはづれているものも少なくないようである。水道法の設けられた近來の衛生防疫態勢下に於ては——誤って飲んででも心配の無い水——であって欲しいものであり、定織度方式の自動機の普及した今日では浄化の問題は大いに考究されなければならない問題である。

なお、浄化と云う字句には溶存塩類を減少し、又は蒸溜水を造ると云うような意義もある。併し、これらのことは後節で少しく記述するが、処理水の単価が高く採択され難いものであるから省略する。

### 4. 補 力

岡山大学、大原農研、小林純教授は“宮水”の精密分析結果から水道水に不足している含有成分を混入し、灘の生一本が各地で醸成出来ることを実証されつゝあるが、私も数年前から製糸用水の補力的改良として塩類の添加をはかり些か実益に供しつゝ今日に到っている。即ち先の分類に於て収斂型とした所謂タキ難い、而もあとで煮蕪された蕪が硬化し易い所謂シマる型の水などに於ては、膨化性の塩類を補給することにより標準的な中庸型の水に改良し得るのである。

収斂型の水は概してPH 値が低く、溶存塩類量の少い水に多い傾向があり、又中庸型の水でもこれが河川水などである場合は、冬期又は春先の雪融け期等は収斂型の水により易いものである。斯様な場合など補力改良を行うには好適の場合である。

### 5. 減 力

粗硬型として分類した、よくタケるがあとで蕪が硬化を来し易い水の如きは概して石灰質が多い（硬度が高い）ので、石灰質をイオン封鎖剤によって封鎖するか、イオン交換樹脂によって石灰質を除去し、原水との適切な混合により焚く力とシマる力のバランスを図ることが出来る。

なお、イオン交換樹脂の進歩改良に伴い石灰質の除去のみに留まらず、脱塩（蒸溜水を造る又は塩の減少をはかる等）も容易となった。今仮りに蒸溜水を容易に得て、必要な塩類を適量混じ得るとすれば、如何なる良質水も作製し得ることとなる。

また、塩類過多で補力による（既に何も加え得ない）改良を為し得ない水に於ても、蒸溜水の適量を混用して生れ代った如き水にも為し得る訳である。

## 6. PH 価の調整

上記の改良法の何れの場合と雖も製糸用水としては PH 価の調整を行わなければならない。PH 価（勿論、冷水時と高温時に亘って）の調整こそは製糸用水改良のポイントを為すので敢へてここに一項設け多少例示して御参考に供したい。

PH 価の調整の必要を痛感するの余り、自動調整に訴えて見たく要望したところ 26 年度に農林省の研究助成を仰ぎ得たので、工業技術院東京電気試験所、筒井清二技官らの指導協力を得て、電解式二室法による調整を行った。

更に、29 年度には製糸の計測管理研究の一端として同じく補助金を得て、製糸工場に於ける用水その他の PH 価自動調整方法の実施研究を弊社、埼玉県鴻巣市、鴻巣工場に於て行った。

これらの成果は夫々詳細発表したところであるが、その一端を記載すると、

- イ) PH 価は設定点 7.0 に対し ± 0.1 の成績であった。
- ロ) 処理した水は蒸繭機一台分 12.6~14.4t/9 時間であり、電力量は 0.5kwh/t であった。
- ハ) 水質改良の概要は次表の如くであった。（第 10 表参照）

第 10 表

試験年月日	26. 12. 20		30. 2. 8	
	原 水	調 整 水	原 水	調 整 水
PH 冷水時	7.4	6.8	7.4	7.0
PH 煮沸時	9.1	8.8	9.0	8.8
アルカリ度	147.5	120.0	117.30	89.76
電 導 度	432.5	407.7	248.11	247.19
蒸発残留物	317.6	304.0	200.4	215.6
硬 度	4.38	3.56	4.78	3.99
Fe <sup>3+</sup>	0.297	0.070	0.46	0.26
Mn <sup>2+</sup>	(+)	(-)	(+)	(±)
Cl <sup>-</sup>	70.17	73.65	23.92	25.68
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	5.59	6.42	2.47	25.34

即ち、電解二室法であるから PH 価の引下げと共に石灰、鉄などのカチオンが減少し、Cl, SO<sub>4</sub> などのアニオンが増加しているが、このことはかたがた吾々が指向する水質の良化となった。

- ニ) 繰糸成績は大要次の如くであった。（第 11 表参照）

第 11 表

26年度 成 績	解舒率 %	糸歩率 %	生 糸 品 位			副産量 匁
			E	N	C	
対照区	79.3	100.0	88.6	94.5	96.2	309
試験区	76.3	104.1	92.3	94.1	97.2	381

29年度 成 績	能率差 匁	糸歩率 %	糸 歩 貫	品 位	
				N	C
対照区	380	100.0	4.163	92.4	95.3
試験区	370	101.2	4.212	93.0	96.0

即ち、PH 値の低下に伴い、能率) 解舒率なども) は少しく低下したが、製品々位の向上となり糸歩の増収を見た。

## 第Ⅶ章 用水の管理

### 1. 本質の把握

先づ分析試験に訴えて水質試験結果を得なければならない。而して回数 of 少い分析試験 (一年に一回程度) がより有力であるためには

イ) 分析試料 (試験水) がその水の代表的なものであること

ロ) 分析方法, 試験項目が当を得ていること

など (申すまでもないこと乍ら) 大切なことである。

河川水などでは水田などから農業, 施肥などの影響の無い 10 月から 11 月にかけての秋晴れの続いた時が大体年間の代表的 (平均値にも近い) 数値を保持している時と見ているが斯様な時に採水検査されることが望ましい。

又地下水に於ては可成り汲み出し水温が一定した時, 静かに採取するなど, 試験水のサンプリングに就ては十分且つ適切な注意が必要である。

また, 分析方法であるが一般的な工業用水の分析法は JIS 制定法によればよいのであるが, 製糸用水としては既述の通り独自の見界があるので, この立場に立って見るべきであり, 少くとも第Ⅲ章, 第 4 節に掲げた次の数成分程度に就ては篤と検討されたい。

即ち

1) PH 値——その水の本質を究明する為めには原水そのもの、PH 値を, 作業用水の検討には使用直前の値を正確に知りたい。而してその測定方法は未だ比色法で十分である。

2) アルカリ度——煮沸時の PH 値の測定値が正確に容易に, 知り得ない今日に於ては, 又  $\text{HCO}_3^-$  イオンの直接的定量が普及していない現状に於ては, PH 4.3 を終点とするアルカリ度を測定して, 極く大まかに  $\text{HCO}_3^-$  イオンの量を推定し煮沸後アルカリ性となる度合の大小を推察する ( $\text{CaCO}_3 : \text{HCO}_3^- = 100 : 61$  アルカリ度  $\times 0.61 = \text{HCO}_3^-$ )

3) 硬度——E. D. T. A 法で測定する

因に, TIS 制定の硬度は  $\text{CaCO}_3$  の PPM で表わされ

即ち, 在来硬度数  $\times 1.785 \times 10$  となる。

$[\text{CaOmg}/100 \text{ c.c.}] (\text{CaCO}_3/\text{cao}) [\text{CaCO}_3\text{mg}/\text{l}]$

4) 鉄——分析試験に俟つまでも無く, 少しでも多いものは, 既に支障があつてやかましく申されて何等か改良が為されているであろうが糸が赤味掛った黒味のもの Fe, 黝味のもの Mn の支障であることが多い。

なお, 鉄分の検出はオルト, フェナンスロリン試薬による方法がよい。

5) 電導度——溶存塩類総量 (蒸発残留物量) を知ることは本稿冒頭に記述の通り容易でないが, 電導度は数分の内に測り得る。而して  $\mu\text{mho}$  の単位で電導度を出せばその水の溶存塩類量の PPM に近い数値を迅速に知ることが出来る。用水の電導度測定に就ては昭和 4 年来研究し (昭和 6 年発表) 今日に至っているが, それぞれの水に於ては特有の数値をもつものであり, その水の変化を知るなどには極めて好都合である。

また, 次に本質の把握上分析試験にも劣らず大事なことは, 地質, 水理, 水系などの現場調査である。現場の踏査によって分析数値上目を惹かなかつた, 又は検出されなかつた成分 (例えばマンガ鉄など) の消長のあること等を発見するが如きは現場踏査の賜であり, 只一回の分析結果でも生きた数値となるものである。

而して得られた試験結果はよく咀嚼し例えば, この水は男性的な水か, 女性的な水か (PH 値に就てのこと) また, 体重の重い (溶けているもの、多い) 大人か, 軽い子供に類する水であるか, 体重の割に骨が細い (石灰質が少い) 或は太いなど考え合せ, 相手方である繭層セリシンに対して手強いか優しいか, 低温時と高温時に気性に激変はないか等, 前記特性による分類の何れの部に属する用水であるか, よく諒知しておいて頂きたいもの

である。

## 2) 変化性の究明

先づ本質を究明し得たらば、次いで変化性とその度合等を知らねばならない。

河川水と普通の井水に就ての変化性は極く一般的なものを記述した通りであるが（主として季節的なものに就て）大きくは地質年代的（経年的）なもの、小さくは日々の天候現象（降雨など）による変移など（この際の大小は水質の変化度合でなくて自然界の動向を意味する。実際問題としては後者の方の変化が甚だしく而も急激であり、使用者としてはより注意を要する場合が多い）それぞれの水により特色をもつものである。

殊に注意しなければならないものに伏流水がある。伏流水は河に近いからと云って河から涵養されているものゝみではなく、時には地下水が河に流れ出る場処もあり、これが季節的に又揚水量の多寡により変化を来す場合もある。

又井水でも地表水的な変化を為すもの、地下水的変化を為すものがあり、海岸近くの井戸では揚水量により海水の混入して来る場合すらある。

なお、自然界のこう云った変化だけでなく、二つの水を混合使用されているような場合、いつも所定量の混合率であるか疑わしい場合もあり得る。（これらは機構的に確立されておらねばならない）要は少くとも PH 値と電導度測定（本測定器は水質計と通称されている）を為し、PH 値はその水の顔色として、電導度値は体重測定値として見て頂けば、その水の健康管理は先づ合格であり、変化性も凡そ見当がつき、その測定結果に基づいて、異常の時充分な分析検討を行ってゆけば用水の管理、本質の把握は十分である。

この体制が整った後であれば日々この PH 値と電導値の検知によって、始めて直ちに工務的対処が為され安心のゆく合理的作業が為し得ると云うものである。

終りに、天然現象と水質の変化と工務成績の適切な一例を図示して御参考に供する。

上図に於ける工場用水は都市の上水道水で平時 PH 7.0, 硬度 0.7 程度の水であるが, 降雨時には河水を水源とせず, 伏流水を導入する為めその PH 値は 6.4, 硬度 1.5 内外となり斯様な成績となっている。殊に本成績は折柄糸歩増強期間中 (9月に這入ってから) の出来事であり, 降雨後にその支障が少しズレて工場の実績に表われている様が明瞭にうかがえる。

併し, その後は日々の PH 値の測定で, 又電導度の測定により (上記の如き場合は電導度で 60 から 120  $\mu\text{mho}$ まで開く) 明確に為し得て対処し事無きを得ている。

## 付 録

### 1. PH 値の測定に就て

水の PH 値の測定はガラス電極式 PH メーターの発達普及した今日であるが未だ比色法が一番良いと思う。尚標準色管 (アンプル) は二年位して更新することが望ましい。これが発売元は

東京都千代田区神田鍛冶町1丁目2 三陽商会  
(K. K. K 式) 〒 (25) 3534, 3981

### 2. 電導度に就て

コールラウシュ, グリッチなど抵抗を測って算出する方式のものもあるが, 工場計器としては直読式の方がよい。これが製造発売元は

東京都大田区入新井6丁目12 共同産業研究所  
(K S K 式) 〒 (76) 4368

### 3. 封鎖剤に就て

鉄, マンガン等の重金属イオン及び石灰, 苦土などを封鎖し, 用水を良好化して呉れる封鎖は PH 値を高めるものと逆に下げるものがある。この辺を考慮して使用すると面白い。薬品販売業者はいくらもあるが, 製糸に詳しいところは少く経験のあるところは広瀬工業であろう。

東京都渋谷区恵比寿通2丁目9 〒 (44) 7346  
大阪市北区竜田町73 〒 (35) 1259

### 4. 軟化装置その他に就て

イオン交換樹脂による脱塩水, 軟化水の採取, 及びその他の脱鉄, 濾過浄化などのメーカーはこれ又多数あるが, 製糸に詳しいところは, 東洋フィルター (東京板橋) のみのようである。一般水処理の専門メーカーは,

#### 栗田工業

大阪市大淀区豊崎西通2丁目24 (37) 9081~8  
東京都渋谷区山下町2 (45) 7504, 8397, 9300

#### 浄水工業所

尼崎市浜12 〒大阪 (48) 7125~7, 7145  
東京都千代田区神田駿河台3の6 (25) 3857

等を推奨します。

## 後 記

急な御用命で取り急ぎ旬日を掛けずしてとりまとめたもので極めて杜撰なものでありますが, 近くも少しまとまったものを刊行いたしたく筆を運びつゝありますので何卒御諒恕に預りたいと存じます。