

## 우리나라 製絲用水의 實態 調査

成載千 · 李 鍍 · 李道洙 · 高春燮 · 崔金植 · 曹元煥

國立生絲檢査所

### Survey of Raw Silk Reeling Water in Korea

J.C. Sung, D. Lee, D.S. Lee, C.S. Kho, K.S. Choi and W.H. Jou  
National Silk Inspection Office

#### Summary

This investigation was carried out to obtain the reeling water conditions in Korea. The analyzed items of water were pH, colority, turbidity, acidity, alkalinity, solids electric conductivity hardness and heavy metal ions.

About 40% of the reeling water were found to be agreeable, 30% were acceptable provided with some quality control and the others were out of acceptable range mainly based on the M-alkalinity, acidity, pH and total hardness. It was found that there was a following relationship between total hardness and electric conductivity with the relative correlation coefficient  $r=0.9145$ .

$$y=15.967+0.22774x$$

Where  $x, y$  are electric conductivity and total hardness respectively.

#### 緒 論

大量生産과 大量消費를 誘導하는 近代社會에서는 水資源의 大量供給과 廢水의 大量排出이 不可避하며, 이로 因하여 水質汚染이 擴散되어 水資源과 밀접한 關係가 있는 製絲工業의 被害가 늘고 있다.

水資源이 汚染되면 pH는 낮아지고 Acidity, M-alkalinity, Metal性分은 높아진다. 이들 成分과 Sericin 溶解에 미치는 影響을 元·金(1968~1970) 등이 究明한 바 있고, 金은(1976) 製絲工程別 作業湯의 適定水質設定에 關한 구체적인 연구를 실시하였으며, 그 후 金·全(1979)과 蔡 등(1979)은 製絲工程別 水質과 製絲成績比較研究로 製絲用水가 生絲의 品位와 絲量에 미치는 影響을 밝힌 바 있었다.

이를 契機로 當所에서는 適正製絲用水의 確保方案과 改質資料를 얻고자 全國製絲用水에 對한 分析을 實施하여 用水의 汚染程度와 水質形態를 把握하였으며, 水質에 따른 製絲技術과 汚染物質에 對한 製絲技術의 改善資料도 얻게 되었다.

水質의 汚染問題는 앞으로 점점 더 甚해질 것으로 展望되는데, 이에 對處하기 위하여는 製絲用水의 水質에 따른 製絲技術의 確立과 製絲用水의 改質方法이 요구된다.

本 調査에 協調하여주신 業體에 감사드리는 同時에 本稿가 製絲用水의 水質問題 解決에 多少라도 도움이 되길 바란다.

#### I. 試料 및 試驗方法

##### 1. 試料

全國各地에 散在해 있는 27個 稼動製絲業體에서 使用하고 있는 製絲用水를 '85년 6월부터 12월까지 總 42회에 걸쳐 10l씩 採取하여 供試하였으며 水質이 變하기 쉬운 pH, Tubidity, Total Carbonate는 운반 즉시 分析하였고 Colority, Acidity, Alkalinity, Sulfateion은 4°C에 보관한후 24시간내 分析하였으며 Fe, Mn, Cu, Al,  $NH_4^+$ 은 H-Cl 또는  $HNO_3$ 로 처리하였고 기타 항목은 실온에 보관후 3일내에 分析하였다.

##### 2. 試驗方法

**Table 1.** The analysis methods for silk reeling water

Item	Methods of analysis	Standard	Item	Methods of analysis	Standard
pH	Glass electrode method	KS	Iron(Fe)	Light absorption method	JIS
Colority	Platinum cobalt method	KS	Manganese(Mn)	Light absorption method	JIS
Turbidity	Sight turbidity method	KS	Copper(Cu)	Light absorption method	KS
Total acidity	Neutralization method	KS	Aluminum(Al)	Light absorption method	KS
M alkalinity	Neutralization method	KS	Silicate(SiO <sub>2</sub> )	Molybdenum yellow method	JIS
Electric conductivity	Electrode analysis method	KS	Ammonium ion (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Light absorption method	KS
COD <sub>Mn</sub>	Acid oxidation method	KS	Chloric ion(Cl <sup>-</sup> )	Light absorption method	KS
Total solids	Weight analysis method	KS	Total carbonate (H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ·CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	Strontium chloride-Hydrochloric acid titration method	KS
Hardnes	Chelatometry method	KS	Sulphur ion(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Barium chromete-Diphenyl Carbazid method	JIS

※ KS: Korean Industrial Standard. Testing method for Industrial Water M0100-82.

JIS: Japanese Industrial Standard. Testing method for Industrial Water K0101-1979.

試驗方法是 KS 工業用水의 試驗方法(M0100-82)과 JIS 工業用水試驗方法(JIS K0100-1979)에 의거 分析하였는나 구체적인 내용은 Table 1과 같다.

## II. 結果 및 考察

### 1. 全國製絲業體의 水質現況

전국 제사공장의 수질분석결과를 整理하여 보면 다음과 같다(Table 2). 即 대부분의 제사공장용수에는 Total carbonate가 많이 溶解되어 있었고 total hardness, electric conductivity, chloric ion이 많은 用水는 家庭下水 및 廢棄物處理場, 畜舍 등에 의한 污水에 影響을 받은 것으로 추정되며 그 정도가 심하여 製絲工程에 지장이 우려되는 用水를 使用하는 業體가 7개 업체였다.

外部의 污水로 인한 影響은 우려되지 않지만 岩石이나 土壤 등 地質적 原因으로 인한 物質供給, 水中에 存在하는 化學的 變化로 因하여 溶存無機物質이 많아져서 製絲工程에 影響이 우려되는 用水가 3개 업체였으며 用水가 너무 純粹하여 Acidity, M-alkalinity, Total hardness 등이 낮아 製絲用水의 基準水質含量에 未達되는 업체가 3개 업체였다.

### 2. 水原別 水質現況

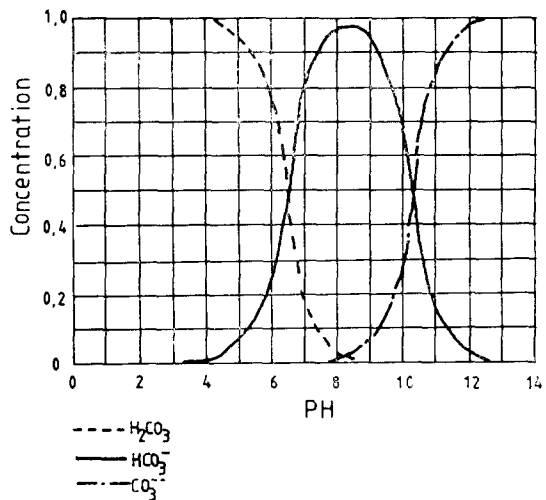
Table 3에서와 같이 地下水가 河川水보다 Hardness를 비롯한 無機物質과 Total Carbonate가 높게 나왔다. 地下水의 높은 Total carbonate는 大氣에 放置되었을 때 CO<sub>2</sub>가 放出되면서 pH, Acidity, Alkalinity의 變化를 가져와 이들과 影響이 커 製絲工業의 피해가 예

상되므로 地下水는 曝氣의 필요성이 있다 하겠다.

### 3. pH

都市近郊와 養畜團地周圍에 位置한 業體에는 대부분 pH가 낮은 것으로 나타났으며, pH가 낮은 用水는 Hardness를 비롯한 無機物質과 Chloric ion의 농도가 높았다.

pH와 Total carbonate와의 관계를 보면 Fig. 1에서와 같다. Acidity 主成分인 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>는 pH 4.5까지 最大로 되었다가 pH가 上昇함에 따라 갑자기 떨어져서 pH 8.5에서는 0에 가깝게 되며, M-alkalinity主成分인 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>는 pH 4.5부터 上昇하기 시작하여 pH 8.5에서 最大가 되었다. 이와 같이 pH는 M-alkalinity와 Acidity



**Fig. 1.** Relationship between pH and total carbonate

Table 2. Water analysis of all filatures in Korea.

Item	Filatures												D. S		
	H. S		K. K		D. B		J. S		C. B		E. S		11/18	11/19	11/18
	10/26	11/15	8/30	11/21	7/25	12/5	8/3	7/1	11/25	11/29	11/13	R	W	U	
Original water	Date														
Unit	Unit														
pH	6.40	6.95	6.30	6.25	6.65	6.40	6.90	6.60	6.50	7.10	6.80	6.60	6.60	6.60	6.95
Total carbonate	58.74	20.15	28.96	15.87	29.76	39.92	26.14	27.35	30.21	34.42	38.07	21.37	21.37	31.14	14.04
Carbonic acid	39.58	5.35	17.27	11.93	7.90	26.90	8.67	16.31	18.01	7.97	15.14	11.33	11.33	16.61	3.73
Hydrogen carbonate ion	42.46	22.66	24.15	10.26	33.47	28.48	27.69	21.86	24.15	37.85	37.97	18.47	18.47	36.91	15.79
Carbonate ion	0.00	0.01	0.04	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Colority	1	10	2	2	1	1	4	2	1	1	7	1	1	1	1
Turbidity	1	5	3	2	3	1	2	2	1	1	3	1	1	1	1
Total acidity	33.19	11.35	9.42	7.86	9.42	20.96	7.54	10.36	17.47	6.99	21.84	15.72	15.72	25.33	14.85
M alkalinity	84.52	43.87	24.16	18.13	29.41	26.75	32.56	45.17	42.29	44.94	35.31	18.13	18.13	26.18	28.20
Electric conductivity	319	378	90	96	259	270	114	308	240	267	132	162	162	174	99
COD <sub>Mn</sub>	1.37	3.28	2.72	2.10	1.68	1.64	3.56	1.26	0.27	1.82	0.46	0.82	0.82	1.52	1.09
Total solias	227	272	68	128	178	100	122	331	250	260	479	90	90	88	124
Total hardness	116	124	32	34	68	100	46	98	106	106	42	46	46	56	42
Noncarbonate hardness	31.48	80.13	7.84	15.87	38.59	73.25	13.74	52.83	63.71	61.06	6.69	27.87	27.87	29.82	13.80
Carbonate hardness	84.52	43.87	24.16	18.13	29.41	26.75	32.56	45.17	42.29	44.94	35.31	18.13	18.13	26.18	28.20
Calcium hardness	74	92	24	24	52	54	34	70	74	74	32	30	30	40	28
Magnesium hardness	42	32	8	10	16	46	12	28	32	32	10	16	16	16	14
Iron(Fe)	0.15	0.25	0.08	0.40	0.08	0.08	0.10	0.90	0.02	0.08	0.80	0.08	0.08	0.08	0.20
Manganese(Mn)	0.65	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00
Copper(Cu)	0.08	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aluminum(Al)	0.20	0.27	0.68	0.01	0.42	0.07	1.02	0.96	0.02	0.02	0.18	0.36	0.36	0.12	0.06
Silicate(SiO <sub>2</sub> )	8.60	7.25	1.50	6.00	12.70	10.90	4.80	23.50	16.00	15.70	7.25	6.60	6.60	8.20	13.8
Calcium(Ca)	29.6	36.8	9.6	9.6	20.8	21.6	13.0	28.0	29.6	29.6	12.8	12.0	12.0	16.0	11.2
Magnesium(Mg)	10.21	7.78	1.96	2.43	3.89	11.18	2.92	68.00	7.78	7.78	2.43	3.89	3.89	3.89	3.40
Ammonium ion(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0.50	0.10	0.01	0.10	—	0.10	0.01	—	0.01	0.10	0.30	0.20	0.20	0.70	0.10
Sulphur ion(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	8.0	14.8	7.5	0.7	—	8.5	7.9	—	2.4	1.7	4.1	2.1	2.1	1.8	1.8
Chloric ion(Cl <sup>-</sup> )	38.5	13.8	12.0	10.0	42.9	16.5	7.5	13.8	21.3	28.8	6.3	10.0	10.0	12.0	9.0

Item	Filtatures												T. S				
	D. J		D. A		J. B		H. N		S. Y		L. J			S. J		S. S	
	7/25	7/25	8/30	11/13	11/27	11/27	10/2	10/2	11/1	11/1	10/28	11/29		11/29	11/21	11/21	11/21
	Original water																
	Unit																
pH	6.80	7.00	6.50	6.85	6.70	6.65	6.90	6.60	6.40	6.90	6.90	6.55	6.40	6.95	6.70		
Total carbonate	61.94	67.17	67.97	103.87	2.29	29.83	30.54	28.19	104.94	36.18	59.65	94.06	71.43	49.45			
Carbonic acid	36.93	15.55	40.53	41.32	1.06	13.84	10.13	14.95	81.38	12.00	31.62	63.39	18.95	22.94			
Hydrogen carbonate ion	49.51	77.76	54.33	103.29	2.13	27.72	32.33	24.37	87.30	38.33	51.56	67.10	80.32	45.95			
Carbonate ion	0.01	0.06	0.01	0.04	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.02			
Colority	2	3	4	2	2	2	1	3	1	1	4	1	1	1			
Turbidity	3	2	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1			
Total acidity	38.62	7.54	32.97	30.57	4.37	11.35	6.11	4.37	43.67	2.62	23.56	62.88	9.61	45.42			
M alkalinity	52.52	73.53	136.55	101.64	9.57	30.21	47.08	40.66	106.99	77.03	46.11	94.15	80.56	116.81			
Electric conductivity	273	263	639	611	44	174	224	134	302	437	14	290	240	444			
COD <sub>Mn</sub>	3.77	1.89	3.77	3.77	1.26	0.55	1.00	1.28	1.64	147.00	1.32	1.53	1.64	0.27			
Total solias	116	110	421	500	63	82	190	157	201	212	158	196	239	353			
Total hardness	84	96	130	158	18	68	66	42	104	132	68	130	128	188			
Noncarbonate hardness	31.48	22.47	0.00	56.36	8.43	37.79	18.92	1.34	0.00	54.97	21.99	35.85	47.44	71.79			
Carbonate hardness	52.52	73.53	130.00	101.64	8.00	30.21	47.08	40.66	104.00	77.03	46.01	94.15	80.56	116.81			
Calcium hardness	56	6	90	110	43	43	50	32	94	96	48	90	90	128			
Magnesium hardness	29	20	40	48	8	25	16	10	10	36	20	40	38	60			
Iron(Fe)	0.05	0.08	0.20	0.20	0.13	0.08	0.08	0.10	0.20	0.08	0.13	0.08	0.70	0.00			
Manganese(Mn)	0.00	0.00	0.27	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Copper(Cu)	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00			
Aluminum(Al)	0.37	0.34	0.64	0.13	0.22	0.25	0.03	0.12	0.06	0.03	0.12	0.15	0.01	0.01			
Silicate(SiO <sub>2</sub> )	7.50	2.60	4.21	12.25	3.60	3.90	17.00	3.50	6.00	16.20	5.50	5.10	4.50	8.30			
Calcium (Ca)	22.4	30.4	36.0	44.0	3.2	17.2	20.0	12.8	37.6	38.4	19.2	36.0	36.0	51.2			
Magnesium (Mg)	6.80	4.86	9.72	11.67	2.43	6.08	3.89	2.43	2.43	8.75	4.86	9.72	9.23	14.58			
Ammonium ion (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	—	—	0.01	0.00	0.10	0.10	0.10	0.05	0.30	0.05	0.07	0.27	0.10	0.10			
Sulphur ion (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	—	—	14.6	15.8	4.3	4.3	7.9	4.0	7.9	18.0	1.3	2.8	7.6	8.7			
Chloric ion (Cl <sup>-</sup> )	67.3	7.8	230.0	55.0	4.2	6.3	23.0	8.0	12.5	40.2	18.5	17.5	15.0	20.0			

Filtatures		J. E		T. A		H. N		Y. J		S. J		Y. C		J. A		H. Y		S. C		Y. N		H. S		Average
		11/21	U	11/21	U	8/19	U	9/5	U(I)	9/5	U(II)	10/28	U	10/28	R	10/28	R	10/26	R	11/21	R	11/21	R	
Item	Unit	Original water																						
pH		6.75	6.30	6.60	6.60	6.60	6.50	6.70	7.00	6.90	6.70	6.80	7.00	6.20	6.45	7.10	6.68							
Total carbonate	mg CO <sub>2</sub> /l	41.52	36.63	85.27	—	—	—	31.48	6.11	31.01	38.53	12.69	20.19	32.36	20.15	14.65	39.86							
Carbonic acid	mg H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /l	16.52	27.53	28.27	—	—	—	11.52	1.62	10.28	17.87	5.05	5.36	26.84	12.02	3.39	19.44							
Hydrogen carbonate ion	mg HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l	41.29	23.68	90.34	—	—	—	31.46	6.87	32.85	35.81	12.61	22.70	18.57	16.11	16.96	36.59							
Carbonate ion	mg CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> /l	0.02	0.00	0.02	—	—	—	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02							
Colority	Degree	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	8	1	3	3	2.14							
Turbidity	Degree(Kaolin)	1	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1.64							
Total acidity	mg CaCO <sub>3</sub> /l	10.48	18.34	22.61	33.19	25.33	7.86	7.86	2.62	6.11	23.58	3.49	5.24	22.71	5.24	4.37	17.31							
M alkalinity	mg CaCO <sub>3</sub> /l	45.31	30.21	73.53	77.03	74.89	36.38	36.38	22.47	43.87	26.75	18.18	33.17	26.18	16.11	18.13	48.93							
Electric conductivity	µs/cm	192	684	239	220	250	125	125	86	205	194	66	106	96	50	66	219.06							
COD <sub>Mn</sub>	mg O/l	1.69	0.01	1.27	1.25	1.50	0.46	0.46	0.18	0.46	1.37	0.55	1.41	1.09	0.73	1.64	1.49							
Total solias	mg/l	66	383	172	125	193	142	120	203	137	125	95	159	86	162	187.29								
Total hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /l	80	228	86	84	90	48	48	28	62	62	20	46	36	24	40	80.05							
Noncarbonate hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /l	34.69	197.79	12.47	6.97	15.16	11.62	11.62	5.53	18.70	35.25	1.81	12.83	9.82	7.89	21.87	31.36							
Carbonate hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /l	45.31	30.21	73.53	77.03	74.84	36.38	36.38	22.47	43.83	26.75	18.19	33.17	26.18	16.11	18.13	48.67							
Calcium hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /l	50	162	60	58	66	32	32	20	42	48	14	30	24	18	22	56.21							
Magnesium hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /l	30	66	26	26	24	16	16	8	20	14	6	16	12	6	18	23.17							
Iron(Fe)	mg Fe/l	0.08	0.30	0.80	0.05	0.09	0.04	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.25	0.23	0.25	0.09	0.19							
Manganese(Mn)	mg Mn/l	0.00	0.00	0.00	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06							
Copper(Cu)	mg Cu/l	0.00	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01							
Aluminium(Al)	mg Al/l	0.01	0.01	0.31	0.34	0.12	0.04	0.04	0.04	0.20	0.05	0.20	0.07	0.00	0.06	0.01	0.20							
Silicate(SiO <sub>2</sub> )	mg SiO <sub>2</sub> /l	8.60	14.70	25.00	22.00	21.00	8.50	8.50	62.00	8.70	8.50	8.70	7.20	13.50	7.20	8.30	9.79							
Calcium(Ca)	mg Ca/l	20.0	64.8	24.0	23.2	26.4	12.8	12.8	8.0	16.8	19.2	5.6	12.0	9.6	7.2	8.8	22.45							
Magnesium(Mg)	mg Mg/l	7.29	16.04	6.32	6.32	5.83	3.89	3.89	1.94	4.86	3.40	1.46	3.89	2.92	1.46	4.37	5.81							
Ammonium ion(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l	0.10	0.20	0.02	0.02	0.00	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.13	0.15	0.10	0.10	0.13							
Sulphur ion(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l	8.7	7.8	16.0	16.5	15.6	6.0	6.0	4.4	7.5	7.1	1.8	1.5	1.8	3.2	2.3	6.70							
Chloric ion(Cl <sup>-</sup> )	mg Cl <sup>-</sup> /l	16.5	65.0	19.0	76.0	71.0	21.0	21.0	10.4	23.0	19.0	9.5	5.8	4.6	4.5	4.0	26.59							

※ R: River water, U: Underground water, W: Well water, M: Mingling water

**Table 3.** The relationship between water properties and its source

Items	Division		River Water		Under ground water		Mingling Water	
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$
pH	42	6.68	22	6.70	18	6.65	2	6.68
Total carbonate	40	39.89	22	31.53	16	45.55	2	85.92
Carbonate acid	40	19.44	22	13.92	16	24.34	2	40.93
Hydrogen carbonate	40	36.59	22	30.16	16	42.33	2	78.81
Carbonate ion	40	0.02	22	0.15	16	0.013	2	0.025
Colority	42	2.14	22	2.5	18	1.61	2	3.00
Turbidity	42	1.64	22	1.73	18	1.50	2	2.00
Total acidity	42	17.31	22	13.01	18	20.96	2	31.77
M alkalinity	42	48.93	22	38.62	18	53.75	2	119.10
Electronic conductivity	42	219.06	22	117.21	18	252.89	2	375.00
COD <sub>Mn</sub>	42	1.49	22	1.46	18	1.26	2	3.77
Total solid	42	187.29	22	152.91	18	198.94	2	460.50
Total hardness	42	80.05	22	65.64	18	90.56	2	144.00
Noncarbonate hardness	42	31.36	22	27.06	18	36.98	2	28.18
Carbonate hardness	42	48.67	22	38.54	18	53.58	2	115.82
Calcium hardness	42	56.21	22	45.55	18	64.39	2	100.00
Magnesium hardness	42	23.17	22	18.79	18	26.22	2	44.00
Iron (Fe)	42	0.19	22	0.16	18	0.23	2	0.12
Manganese (Mn)	42	0.06	22	0.04	18	0.07	2	0.24
Copper (Cu)	42	0.01	22	0.01	18	0.01	2	0.01
Aluminium (Al)	42	0.20	22	2.21	18	0.18	2	0.39
Silicate (SiO <sub>2</sub> )	42	9.79	22	6.79	18	13.63	2	8.23
Calcium (Ca)	42	22.45	22	18.16	18	25.76	2	40.00
Magnesium (Mg)	42	5.81	22	4.91	18	9.36	2	10.70
Ammonium ion (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	38	0.13	20	0.14	16	0.12	2	0.005
Sulphur ion (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	38	6.70	20	5.04	16	7.70	2	15.20
Chloric ion (Cl <sup>-</sup> )	42	26.59	22	15.64	18	28.83	2	142.50

와의 相互作用 관계로 결정된다(崔·趙, 1976).

**4. Total carbonate (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>)**

Total carbonate가 높을수록 Hardness성분을 비롯한 鑛物質이 많이 함유되어 있었다. 이는 CO<sub>2</sub>에 의한 無機物質의 溶解가 促進되었다고 생각되며 chloride ion도 많이 檢出되었다. 지금까지 國內 및 日本에서 研究된 結果를 보면 製絲用水中에는 약 35mg CO<sub>2</sub>/l정도 함유된 用水가 製絲成績이 좋은 것으로 나타났다(金, 1973).

깊은 山間地域의 用水를 使用하는 業體는 35mg CO<sub>2</sub>/l 이하인 경우도 있어 Total carbonate가 높은 用水와의 混合해야할 必要性이 있는 用水도 있었다.

**5. Colority, Turbidity**

3個業體는 상당히 높은 Colority를 나타냈으며 原因別로 보면 Red tide와 lignin 및 Ferric humate 등 다른 原因이었다.

Turbidity는 白土土壤에 의한 原因이 1個業體였으며 2個業體는 森林地帶에 가까운 河川水의 原因으로 추정된다.

**6. Total acidity, M-alkalinity**

pH, Acidity, M-alkalinity는 相互作用과 混合無機性분에 따라 加熱變化는 다양하게 나타났다. Table 5와 같이 3個業體用水를 常溫, 綠絲溫度(30°C), 索緒溫度(50°C), 煮繭溫度(70°C, 100°C) 등 各溫度에서 20分間 放置後, 分析한 結果 그 變化程度는 Total hardness와 關係가 있었다. 즉 純度가 높은 用水일수록 pH, Acidity, M-alkalinity의 變化가 컸다. 그 原因은 Carbonic acid 및 Hydrogencarbonate ion과 Hardness性分과의 結合에 基因된 것으로 생각되며 이러한 사실로 볼때 原水의 分析값으로 製絲用水質型을 判定하는 것은 다소 不合理한 것으로 생각된다.

製絲用水를 加熱하므로써 分子運動이 커져서 Sericin

**Table 5.** Water properties heated with various temperature

Filatures	Item	Unit	Room temperature	30°C	50°C	70°C	100°C
C. B	pH		6.95	7.08	7.31	7.51	8.69
	Total acidity	mg CaCO <sub>3</sub> /l	9.06	9.06	9.96	7.25	0
	M-alkalinity	mg CaCO <sub>3</sub> /l	43.60	45.14	46.17	46.17	61.55
	Total hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /l	88	88	88	88	88
H. S	pH		6.29	7.46	6.45	7.03	7.71
	Total acidity	mg CaCO <sub>3</sub> /l	23.55	21.74	21.74	15.40	4.53
	M-alkalinity	mg CaCO <sub>3</sub> /l	35.91	40.01	40.01	40.01	42.06
	Total hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /l	68	68	68	68	68
E. S	pH		6.40	7.2	8.9	7.5	9.3
	Total acidity	mg CaCO <sub>3</sub> /l	2.72	3.62	1.81	3.62	0
	M-alkalinity	mg CaCO <sub>3</sub> /l	16.41	1.03	3.08	0.51	0.51
	Total hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /l	20	20	20	20	20

※ Analysis after 20 minutes' evaporation at each temperature

의 溶解가 促進되는 事實은 인정되지만, Sericin溶解와 직접 關係가 있는 Acidity 및 M-alkalinity는 加熱하므로써 M-alkalinity와 pH는 높아지고 Acidity는 낮아지므로 Sericin溶解가 促進되는 事實도 排除할 수 없다.

**7. Electric conductivity**

用水의 Electric conductivity는 Total hardness와 높은 相關性(r=0.91)이 있었는데 이로 미루어 볼때 製絲用水에서 Electric conductivity를 이끄는 것은 Magnesium carbonate와 calcium으로 推測되며 適定限度는 105μs/cm로 추정되었다.

**8. Total solids**

Total solids는 Total hardness와 상관계수 r=0.66의 相關性이 있었다. 이 事實로 볼때 製絲用水의 Total solids主成分은 Hardness性分과 비슷하며 製絲用水의 適定 Total Solids는 70mg/l로 類推되고 Total solids가 높으면 sericin溶解를 抑制시키는 것으로 생각된다.

**9. Total hardness**

製絲用水適定 Total hardness는 45mg CaCO<sub>3</sub>/l로서 相當한 軟水를 要하고 있으나 42件的 供試製絲用水를

分析한 結果 約 80%는 製絲用水에 不適當한 것으로 나타났으며 이중 60%는 높은 硬水였고 60%中 約 35%는 100 以上の 高硬水로서 軟化處理를 要하는 水源이었다. Hardness性分은 Acidity, Alkalinity에 비하여 Sericin溶解作用이 크지 않다고 報告되었으며(金 등, 1968~1970), 몇몇 製絲業體의 全 製絲工程別 用水를 分析한 結果 各 作業湯水의 sericin溶解는 Alkalinity와 作業湯溫度에 影響이 큼을 알수 있었다. 또한 Table 4, 에서와 같이 加溫에 依한 Carbonate hardness의 煮沸沈澱分離는 製絲過程에서는 어려울 것으로 생각된다. 沈澱分離가 될 때까지는 加溫時間과 溫度 및 Hardness, pH, 그리고 압력 등이 必要하며 適定 Hardness 45mg CaCO<sub>3</sub>/l는 Alkalinity性分인 Hydrogen carbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)를 묶어두는 役割에 影響하고 있을 것으로 생각된다.

**10. Iron, Manganese, Copper, Aluminum**

지금까지 研究된 바로는 Fe, Mn, Cu, Al은 Sericin 溶解와 關係되는 것 보다는 生絲에 色澤을 나타내고 繭層透水性을 不良하게 하여 解舒를 나쁘게 하고 製絲

**Table 6.** Heavy metal contents in silk reeling processes

Item	Filatures	Original water	Cooking water bath	Picking water bath	Reeling water bath	Cocoon layer	Raw silk filament
Iron(ppm)	C. B	0.90	0.38	0.66	0.23	28.40	24.41
	E. S	0.11	0.91	1.05	0.22	31.12	32.27
Manganese(ppm)	C. B	0.20	1.62	2.83	0.56	9.47	3.89
	E. S	0.00	0.14	2.12	0.13	5.95	6.07
Copper(ppm)	C. B	0.03	0.19	0.09	0.03	1.30	3.08
	E. S	0.003	0.157	0.149	0.014	2.30	4.31

機를 腐蝕시키는 原因으로 報告되어 있다(金, 1973).

現場製絲技術者中에는 pH, Acidity, Alkalinity, Hardness보다 生絲의 品質과 繰絲能率面에서 Fe, Mn, Cu, Al項目에 더 비중을 두는 例도 있다.

Table 6과 같이 2個工場의 製絲過程 및 原料繭과 生絲의 重金屬含量을 分析한 結果 工場間에 製絲過程에서는 물론이고 原料繭과 生絲의 중금속함유량에도 크게 차이가 있었다. 이는 工場間에 用水의 水質 이외에도 原料繭의 種類, 製絲器機의 種類 및 製絲方法 등이 製絲成績에 크게 영향을 주는 것으로 생각된다.

### 11. Sulphur ion(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Sulphurion은 우리나라에서 製絲工程에 沮害要因으로 報告된바는 없었으나, 工業의 發達로 因한 sulfurous acid gas로 水質의 濃度도 높아질 可能性이 있다(吳·申, 1982).

Sulphurion은 Hofmeister의 ion系列에 따르는 것으로 알려졌다(山田, 1973) 繭絲의 sericin을 凝固시켜 解舒를 防害하고 生絲의 抱合, 強力 및 伸度를 나쁘게 할 수 있다.

### 12. Chloric ion(Cl<sup>-</sup>)

Chloric ion은 지금까지 研究結果에 의하면 뚜렷한 影響은 없으나(金, 1973) 製絲用水의 汚染 追跡物質(海水와 家庭 및 産業廢水 혼입 여부)로 利用되었다(吳申, 1982).

Chloric ion은 自然水에서 廣範圍하게 다른 濃度로 나타나며 普通 礦物質이 增加함에 따라 증가되는 傾向이 있으며 製絲用水分析과 其他 資料를 參考하여 判斷할때, 地下水, 河川水 모두 20mg Cl<sup>-</sup>/l 以上이던 汚染物質混入을 의심할 濃度로 判斷된다.

### 13. 製絲用水의 水質判定

同一한 水質일지라도 原料繭, 製絲器機 및 製絲工程의 處理條件(溫度, 壓力, 速度)에 따라 sericin의 膨潤, 溶解, 收斂, 凝集狀態가 다른 樣相으로 나타날 수 있기 때문에, 지금까지 製絲用水에 많은 研究가 있었으나 아직 理想的인 製絲用水質의 標準에 對하여 明白한 設定이 없고 大體的인 傾向만이 設定되어 있을 뿐이어서 水質型名稱에만 짐작할 必要가 없는 것으로 생각된다.

水質判定을 設定한 小川, 中條, 山田, 金 等도 同一實驗條件에서 行한 實驗結果 이므로 現場에서 다소 다르게 나타날 수도 있다.

本 判定에서는 pH의 加熱變化, 無機成分도 補助判定으로 引用하였으며 中間領域에 屬하여 判定이 곤란할 때는 그 中間領域을 擇하였다.

分析件數 42件을 水質型別로 分類하면 收斂型이 6

件, 中庸型이 6件, 粗硬型이 11件, 溶解型이 6件, 溶解型과 粗硬型의 中間水質이 2件, 收斂型과 粗硬型의 中間水質이 1件, 中庸型과 溶解型 中間水質이 6件, 收斂型과 中庸型 中間水質이 4件 等이다.

## 摘 要

全國 各 製絲工場에서 사용하고 있는 製絲用水의 水源別 水質을 分析하여 製絲用水로서의 適合與否를 判定하는 同時에 水質의 改善方案을 講究코자 試驗한 結果는 다음과 같다.

1. 27個業體의 製絲用水源은 河川水 14個業體, 地下水 9個業體, 混合水 4個業體이며, 混合水의 混合水源은 河川水와 地下水의 混合이 3個業體, 河川水와 우물물混合이 1個業體였다.

2. 分析件數 42件을 水質型別로 分類하면 收斂型水質이 6件, 中庸型水質이 6件, 粗硬型水質이 11件, 溶解型水質이 6件, 기타 2個水質의 中間에 該當되는 水質型이 13件이었다.

3. 製絲用水로서 適合한 水質은 40%程度이고, 製絲工程의 調整으로 改善possible한 用水는 30%이며 30%정도는 用水교체 또는 改質을 要하는 用水였다.

4. Total carbonate, Electric conductivity, Chloric ion이 많은 用水는 家庭下水, 廢棄物處理場, 畜舍 등에 의한 汚水에 影響을 받은 것으로 추정되며 그 程度가 심하여 製絲工程에 지장이 우려되는 用水를 使用하는 業體가 7個業體였다.

5. 全般的인 水質內容은 pH가 낮아졌고, ('70年 對比) Total hardness는 높아졌으며 Carbonic acid(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), Hydrogen carbonate(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)가 높아져 Total acidity, M-alkalinity가 높아졌으며, 溶存無機質成分이 많이 檢出되었다.

6. pH가는 Acidity性分인 Carbonic acid(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)와 Alkalinity性分인 Hydrogen carbonate(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) 向有比에 따라 결정되므로 sericin의 溶解를 促進 또는 抑制하기 위하여, 改質코자 할 때에는 반드시 Total carbonate를 파악한 후 水質에 따라서 적합한 pH 값으로 調整하여야 한다.

7. Total hardness와 Electric conductivity의 相關係는  $r=0.9145$ ,  $y=15.967+0.2774x$ 로서 高度의 相關性이 있었으며, Electric conductivity를 일으키는 物質은 製絲用水에서 calcium과 Magnesium이었다.

8. 設問調査結果 製絲業體에서 問題가 되는 水質項目은 Total carbonate, pH, M-alkalinity, Ion, Acidity, Turbidity, Colority순이었다.



## 引用文獻

- 金炳豪, 元盛喜, 洪基玉, 全賢洙, 민경희 (1968~1970), 製絲用水의 水質이 繭層 sericin溶解에 미치는 影響, 生絲研究報告書, '68(3-16), '69(48-54), '70(105-115).
- 金炳豪, 金洛天(1970) 製絲用水의 季節變化에 關한 研究, 生絲研究報告書, 139-150.
- 金炳豪, 全熙煥, 金範述(1970) 製絲工程別 作業湯水의 適正水質設定에 關한 研究, 生絲研究報告書 2號, 159-216.
- 蔡大錫, 金範述(1979) 製絲用水의 水質과 큰바디成績과의 相關性, 生絲研究報告書 3號, 27-38.
- 金炳豪, 全熙煥, 金範述(1979) 生絲工程別水質과 製絲成績比較研究, 生絲研究報告書 3號, 105-184.
- 金炳豪(1973) 製絲工業用水論, 韓國生絲輸出組合, 11-302.
- 山田篤(1970) 製絲工業用水, 製絲技術經營指導協會, 2-118.
- 金華山, 金炳豪, 元盛喜, 金洛天, 민경희(1970) 製絲用水 水質改善에 關한 研究, 國立生絲檢查所, 15-71.
- 崔義昭, 趙光明(1976) 環境工學, 淸文閣, 3-307.
- 吳英敏, 申錫奉(1982) 水質管理, 產業公害研究所, 1-153.
- 韓國工業標準協會(1982) KS工業用水의 試驗法 M0100, 1-171.
- 日本規格協會(1979) JIS工業用水試驗方法 JIS K0101, 116-193.