

製糸業と公害問題について

——製糸廃水の処理法ならびに BOD, COD, ppm 等の解釈——

蚕糸試験場製糸用水研究室長 宮 内 潔

はじめに

1. 製糸用水量と廃水量
2. 製糸廃水の水質
3. 製糸廃水の汚濁負荷量
4. 廃水の処理法
 - 4・1 活性汚泥法
 - 4・2 散水ろ床法
5. 製糸廃水の処理実験
 - 5・1 薬品凝聚沈殿法による総合排水、繰糸廃水の処理実験
 - 5・2 活性汚泥法による副蚕廃水の処理実験
 - 5・3 活性汚泥処理に望まれる処理環境
6. 製糸工場における排水処理例
7. 水系の汚濁現象を表示する指標

D.O., B.O.D., C.O.D. について

はじめに

近年、各種産業の急速な発展に伴い、産業排水による河川、湖沼、沿岸海域等公共用水域の汚濁が著しく、このため水道用水、工業用水、農業用水、水産用水など生産活動に必要な水利用に影響を及ぼすほか、環境衛生面でさまざまな公害が発生している。このような急速な環境破壊に対処するため、水質汚濁防止は国の重要施策として取り上げられ、周知のように昨年来、環境基準の設定、水質汚濁防止法の制定など一連の水質規制が強化されてきた。これにより工場排水の規制は今後ますますきびしくなるものと予想される。

一方、製糸工場の排水は比較的低濃度であり、且つ化学工場の排水と異なり有毒物質を含まない排水であるが、その排水量が大量であるため放流先の水域に与える汚濁負荷は大きく、さきに副蚕処理施設が特定施設として指定されるにいたった。

以下、排水処理対策の参考に製糸廃水の実態、廃水の処理法等の概略について述べる。

1. 製糸用水量と廃水量

廃水処理の計画を立てるとき、まず知っておかなければならないことは廃水の量と廃水の濃度である。そこで用水量と廃水量について検討するとつきのとおりである。

製糸用水量について山田氏の調査報告を引用すると表1、表2に示すとおりである。

この結果から

① 製造生糸1トン当りの用水量は、およそ850m³と推定され、この点から製糸業は用水型の産業といえる。

表 1 生糸トンあたりの使用水量 (m³/トン)

用 水	工 程	煮 蘭	繰 糸	揚 返	ボ イ ラ	そ の 他	計
使 用 水 量 (m ³ /日)		7~93	170~780	1.2~100	17~96	91~220	一
生糸トンあたりの水量 (m ³)		58	557	7	76	148	846
%		6.8	65.6	0.8	9.0	17.4	100

表 2 製糸工場の用水規模 (m³/日)

規 模	工 程	生糸製造用水			ボ イ ラ	そ の 他	計
		煮 蘭	繰 糸	揚 返			
規 模		7~95	20~730	2~15	4~80	2~310	30~969
平 均		27	181	5	27	55	300
%		10	60	2	10	18	100

② 1工場当たりの平均的用水量は1日当たり300m³で、最高は1000m³/日程度である。

③ 工程別の用水量は煮蘭10%，繰糸60%，ボイラーレ10%，副蚕その他が20%と推定される。また、大野氏は用水量と廃水量についての実態調査の結果から、用水量に対する排水係数はおよよそ0.85と推定している。従って製造生糸1トン当たりの排水量はおよよそ720m³と推定される。

2. 製糸廃水の水質

製糸工場の総合排水および工程別廃水の水質分析の1例を示すと表3のとおりである。廃水の水質は工程により差異はあるが、いずれも蛋白質を含む廃水であるため、その特徴として腐敗しやすく、また腐敗するとアンモニア、硫化水素などの悪臭を発する。製糸工場の排水が問題となるのは水系の汚濁もさることながら、むしろ臭気の発生による場合が多い。以下、分析の結果を要約するとつぎのとおりである。

① 廃水中の有機物量を、その指標であるBOD(生物化学的酸素要求量)で表わすと、総合排水はおよよそ100~200ppmの範囲に、煮蘭廃水は600~900ppm、繰糸廃水は50~80ppm、副蚕廃水は600~1200ppmの範囲にあると推定される。

② 廃水の水質を生物学的処理の面からみると、浄化微生物の栄養源として必要な窒素化合物、リン酸塩および無機物に富み、且つその組成は適当なバランスを保ち、浄化微生物の培地(食物)としてふさわしい水質である。

3. 製糸廃水の汚濁負荷量

汚濁負荷量とはBODをその指標として表わされる有機物の総量で、排水量に排水濃度(BOD)を乗じたものである。いま、生糸1トンの製造により排出される排水の汚濁負荷量を表1, 2, 3から各工程別に試算すると、つぎのとおりである。

① 総合排水：製造生糸1トン当たりの廃水量を720m³とし、排水のBODを160ppmとするとき、その総汚濁負荷量は115kgとなる。これを生活排水(人間が生活することによって排出する有機物の総量で1人1日平均36gとして計算する)に換算すると、3200人分のBODの負荷量となる。

② 煮繭廃水：煮繭の廃水量を 57m^3 (8%) とし、廃水のBODを 700 ppm とすると、その汚濁負荷量は 40kg となる。

③ 織糸廃水：織糸の廃水量を 432m^3 (60%) とし、廃水のBODを 60 ppm とすると、その汚濁負荷量は 26kg となる。

④ 副蚕廃水：副蚕の廃水量を 57m^3 (8%) とし、廃水のBODを 800 ppm とすると、その汚濁負荷量は 46kg となる。

表 3 製糸工場排水の水質分析

	煮繭廃水	織糸廃水	副蚕廃水*	総合排水
pH	7.0	7.3	6.0~6.3	6.8~7.2
透視度	3.5	5.5	1.5	
BOD (濃度範囲)	700 600~900	60 50~80	800 600~1200	160 100~200
全蒸発残留物	1286	—	1170	315
全強熱残分	308	—	280	—
全窒素	105	13.4	91.3	15.7
アンモニア性窒素	—	4.2	13.9	6.8
アルブミノイド窒素	—	—	—	12
リン酸	15	2.2	26.3	7.3
浮遊物	150	50~80	952	50~120
備考	単位 ppm			

* 副蚕廃水：ビス整理機排水、サナギ脱水分離液、および第1水洗水の混合液

4. 廃水の処理法

廃水の処理法には大きく分けて、物理的、化学的、生物学的な方法があり、それらは表4に示すようにさらにいくつかの方法に分類される。またこれを廃水の種類によって分類すると表5のとおりである。

そこで廃水処理に当ってどの方法を採用するかは廃水の水質、水量、工場の立地条件、放流先水域の水質基準等によっておのずから異なってくる。いずれにしても廃水処理は企業にとってメリットのないものであるから、建設費、維持費を含めて最も経済的な方法をとるべきである。

つぎに有機性廃水の処理法として代表的な活性汚泥法および散水ろ床法の概略について述べる。

4・1 活性汚泥法

活性汚泥法は、わが国では1930年代から下水処理の分野で広く普及してきた排水の処理法であるが、最近では工業廃水処理など多くの分野で採用されている。その浄化能力は他の処理法と比べて特にすぐれ、BODの除去率は90%前後に及ぶため、生物学的高級処理法といわれている。

活性汚泥とは下水などの廃水を長時間エアレーション（曝気）していくと、次第にかつ色を帯びた汚泥状のものが発達してくる。この廃水を沈殿池に導き沈殿させると、汚泥は凝集を起して沈殿し、上澄水はきれいになる。この凝集した汚泥集塊（フロック）を活性汚泥と称するが、の中には、いくつかの種類の好気性バクテリア、原生動物が認められる。これらの生物は、廃水中の汚濁物質（有機物）を吸着し、かつ好気的分解を行なって廃水を浄化する能力をもっている。

表 4 有機性廃水の処理方法

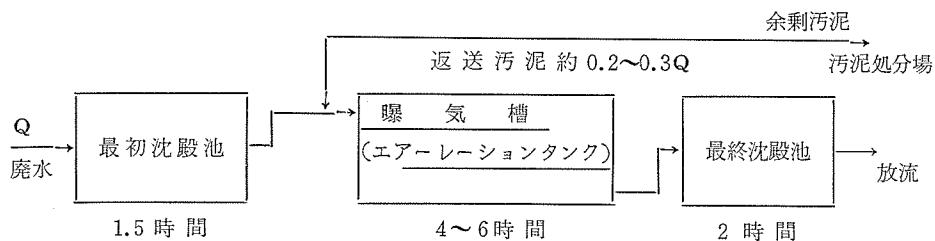
処理方式		対象	原理・効果その他
物理的処理法	ろ過法	粗大な浮遊物・沈殿物	重力を利用して固液分離 溶解性物質には効果なし
	自然沈殿法	粗大な浮遊物	重力を利用して固液分離 溶解性物質・コロイド性浮遊物には効果少ない。生物処理の前処理として利用
	浮上法	洗炭排水・繊維等の浮遊物 油水分離	浮遊物を含んだ廃水中に気泡を導入し、気泡を固形粒子に付着させて、気泡とともに浮上させて分離する
	単純曝気法	脱臭・油水分離	空気による酸化分解、溶解性物質、コロイド性浮遊物質には効果少ない
化学的処理法	pH処理法	コロイド性の浮遊物・溶解性物質・酸およびアルカリの中和	廃水のpHを調節して電解質の荷電を変える…等電点利用
	薬品凝集沈殿法	浮遊物および低濃度の有機性廃水	pHを調節した後、凝集沈殿剤処理 浮遊物質の除去率 70~90% BOD除去率 60%位
	吸着法(活性炭)	有機性廃水・下水・染色排水その他	脱臭・脱色・有機物の吸着 将来の下水処理技術として有望
	オゾン酸化法	臭気成分、副産物処理場	脱臭・殺菌
生物学的処理法	活性汚泥法	下水・食品・食肉加工・蛋白質廃水等有機性廃水全般	各種好気性微生物群の生活作用による浄化 浄化効率 90%以上
	散水ろ床法	"	" 浄化効率 75~90%
	嫌気性消化法	沈殿汚泥・余剰汚泥・し尿処理等、有機物の含量1%以上の高濃度の廃水	各種嫌気性菌群の生活作用による浄化、処理液のBOD・100ppm程度

表 5 汚濁源の種類による処理法の分類

汚濁源		処理法
臭気成分		活性炭吸着法・オゾン酸化法・活性汚泥法 その他 生物酸化法
浮遊物質	粗大	スクリーン・自然沈殿法
	コロイド	薬品凝集沈殿法・浮上法・活性汚泥法その他生物酸化法
溶解性物質		活性汚泥法・散水ろ床法その他生物酸化法・薬品凝集沈殿法
汚泥		嫌気性消化法

活性汚泥法は、図1に示すように最初沈殿池で1～2時間沈殿を行なった後の廃水に、流入廃水量に対し20～30%の最終沈殿池から返送されてきた濃厚な沈殿汚泥（活性汚泥）を混合し、さらにエアレーションタンク（曝気槽）で4～6時間空気を吹込みつつ曝気する。この際必要な空気量は廃水と汚泥の混合液に対し2～5倍である。ついで最終沈殿池で重力分離により活性汚泥と処理水に分離され、処理水は殺菌処理の後、放流される。一方沈殿した活性汚泥の一部は曝気槽に送り返して繰り返し使用するが、余剰汚泥はそのまま汚泥処理施設に送られたり、最初沈殿池に返送して、最初沈殿池の沈殿汚泥と合わせて処理したりする。

図 1 標準活性汚泥のフローチート



以上は活性汚泥法における操作の概略であるが、この間、曝気槽においては廃水中の炭素系、窒素系、およびイオウ系の有機物は、活性汚泥微生物や酸素の作用で直接酸化され、あるいは吸着されたのち徐々に栄養として摂取される。しかし、栄養物がきわめて乏しいか、全くない状態では細胞の自己酸化が行なわれる。こうした生物化学的反応の集積効果として、廃水中の浮遊および溶解性の有機物の大部分が、活性汚泥に転化されたり、炭酸ガス、水、硝酸塩、硫酸塩のような汚染性のない化合物に変えられていく。表6は活性汚泥微生物による有機物の分解の過程を模式的に示したものである。

表 6 活性汚泥微生物による有機物の分解

第一段階分解生成物→第二段階分解生成物→最終分解生成物



活性汚泥法におけるBOD除去率は、BODの汚泥負荷 ($\text{kg} \cdot \text{BOD}/\text{kg} \cdot \text{MLSS}/\text{日}$) 一(食物/生物比) のことで、エアレーションタンク内浮遊物 (MLSS) kg 当り、1日に供給される廃水の $\text{kg} \cdot \text{BOD}$ の割合によって大きく左右されるので、設計にはこの汚泥負荷を指標とすることが多い。標準活性汚泥法では、この値は0.1～0.35が用いられる。

4・2 散水ろ床法

散水ろ床法は図2に示すように、最初沈殿池で、浮遊物を沈殿させた廃水を、花崗岩、安山岩などの碎石をろ材として積み上げた、深さ1.2～1.8mのろ床に、上部から散布して、廃水がろ材の表面に沿って流れる間に、ろ材の表面に膜状に付着生成した微生物により汚濁物を吸着分解する方法である。そしてろ床を通過した液は、さらに最終沈殿池で沈殿分離され、処理水として放流される。

したがって、主な施設はろ床と廃水の散水装置、および最初沈殿池、最終沈殿池である。

ろ材表面の生物膜を構成する生物の種類は、ろ床に散布される廃水の水質、濃度、水量、ろ床内の温度、通気の状態、ろ床の部位等によって異なるが、主な生物はバクテリア、原生動物、真正菌（カビ）類、藻類などである。

散水ろ床法は活性汚泥法と同様ろ床と沈殿池の組合せ、および操作法により、標準散水ろ床法と高速散水ろ床法（ハイレート法）に分けられるが、両者の諸元を比較すると表7のとおりである。

図 2 散 水 ろ 床

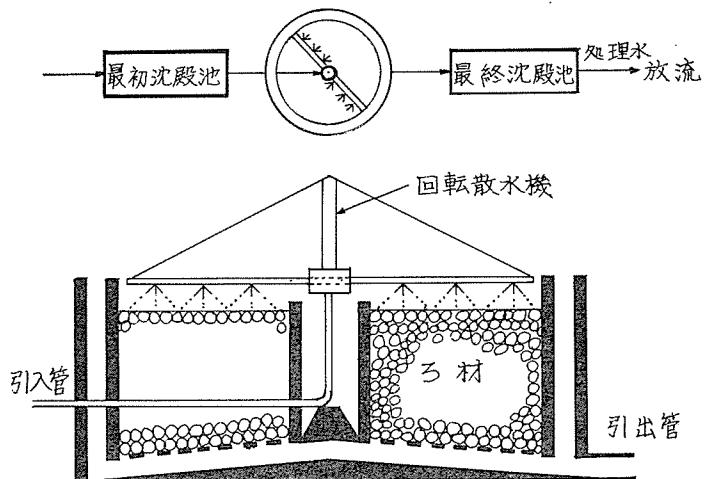


表 7 散 水 ろ 床 の 諸 元

	標準散水ろ床	高速散水ろ床
深さ	施設基準では 1.5~2.5m	0.9~1.8m 1.5~2.0m
ろ材の径	25~50mm	50~60mm
水量負荷	1~3m ³ /m ² /日	生下水のBOD 120 150 200 散水量 25 20 15
BOD負荷	0.3kg/m ³ /日	1.2kg/m ³ /日 以下
返送	なし	2~6
BOD除去率 %	75~85	65~75
浮遊物質除去率 %	70~80	70~80

5. 製糸廃水の処理実験

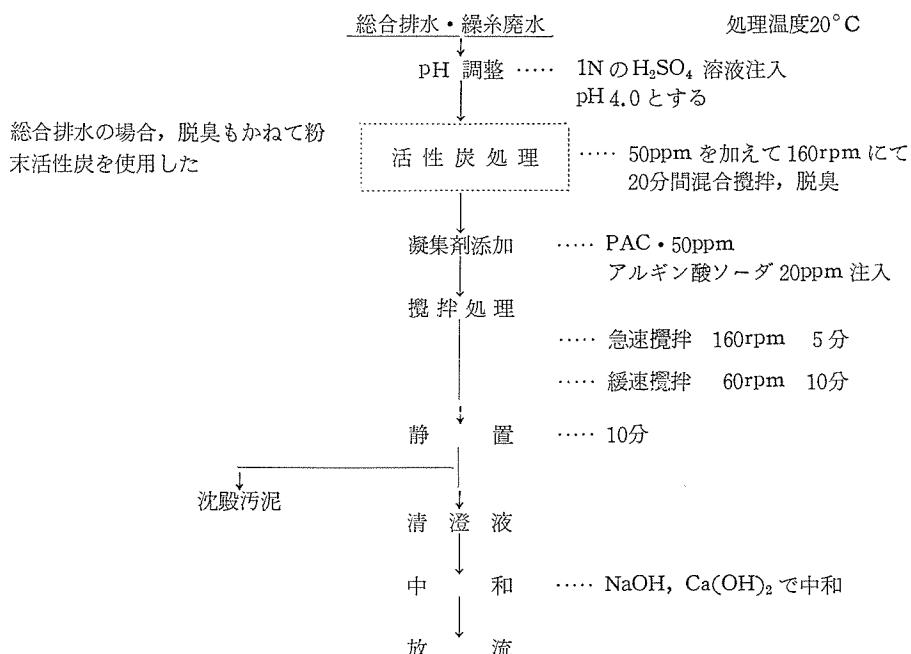
製糸廃水については処理施設による実施例が少ないため、汚濁度の高い副蚕廃水については代表的な活性汚泥法により処理実験を行なった。また繰糸廃水など汚濁度の低い廃水については、現在、製糸業の特定施設の指定には含まれていないので、処理の対象とはならないが、将来予想

される水の高度利用の意味も含めて、薬品凝集沈殿法により処理実験を行ない、結果について検討した。

5・1 薬品凝集沈殿法による総合排水、繰糸廃水の処理実験

処理方法：BOD 120 ppm の総合排水および BOD 54 ppm の繰糸廃水を用い、図 3 に示すように、予め硫酸で pH を 3.5～4.0 に調整した後、ジャーテスターにより凝集剤ポリ塩化アルミニウム (PAC) 50 ppm、凝集補助剤アルギン酸ソーダ 20 ppm を加えて、急速攪拌 (160 rpm) 5 分、ついで緩速攪拌 (60 rpm) 10 分の処理を行なう。静置時間 10 分で固液は完全に分離するので、上澄の処理水は中和の後、放流する。

図 3 薬品凝集沈殿法による総合排水・繰糸廃水の処理実験



以上の結果を要約するとつぎのとおりである。

① 総合排水は、活性炭による吸着と凝集沈殿剤の併用により、排水の臭気および浮遊物は殆んど除去されたが、その BOD 120 ppm は 54.6 ppm に（除去率 54.5%）減少したにとどまり、それ以上の浄化は期待できなかった。しかし、この結果を、現行の工場排水の排出基準と比較して考えると、小規模の排水処理の場合、総合排水として薬品凝集沈殿法により処理することも可能であると思われる。しかし本法は、排水単位容積当たりの処理費が高くつくため、大量の排水処理には不適当である。

② 繰糸廃水は、凝集沈殿剤単一の処理で、処理水は全く澄明となり、また原廃水の BOD 54 ppm は 16 ppm に（除去率 70.4%）減少し、処理により塩類濃度が増加する点を除いては殆んど真水に近い状態にまで浄化される。

繰糸廃水は上述のように廃水処理は必要としない。しかしながら、経済の高度成長にともない、工業用水をはじめ水の需要は年々増加の傾向にあり、地下水を含めた水資源の不足が徐々に進行

している今日、製糸業においても、これまでのような水に恵まれた状態がいつまで続くとは予想できず、いずれは他の産業と同様に廃水の循環再使用も必要になるものと考えられる。上記の処理法は、再生使用の一つの方法を示したものであるが、いまだ処理による水質の変化が製糸にどのような影響を与えるかについては今後の問題として残されている。

5・2 活性汚泥法による副蚕廃水の処理実験

実験方法：容量 5.75 ℥ の小型連続処理装置を用い、繭および繰糸後の蛹にて BOD₄₀₀～1258 ppm の副蚕廃水に相当する人工廃水を調製し、表 8 に示すように活性汚泥の濃度 MLSS を 4700 ～7900 ppm の範囲にとり、両者の組合せにより BOD の汚泥負荷を変動させて連続処理を行ない、汚泥負荷と BOD の除去率との関係、および活性汚泥の凝集性について検討した。

以上の結果を要約すると次のとおりである。

① 副蚕廃水は活性汚泥法による連続処理で高い浄化効率の得られることが明らかにされた。すなわち、BOD の汚泥負荷 0.25～1.20 の広い領域で BOD の除去率はいずれも 98 % 以上となり浮遊物質も殆んど除去される。

② 廃水特有の腐敗臭、繭臭も完全に除かれる。

③ 活性汚泥の凝集性は、汚泥容量指標 (SVI) の値からみて、他の有機性廃水処理のそれと比べてすぐれている。このことは汚泥の沈降、濃縮のしやすさ、分離しやすさを表わすもので、ひいては曝気槽、最終沈殿池の容積を処理容量の割に小さくすることができるなど装置の設計上きわめて有利なことである。

表 8 活性汚泥法による副蚕廃水の処理

BOD の汚泥負荷と BOD の除去率との関係

BOD の 汚泥負荷	活性汚泥の濃度 MLSS (ppm)	汚泥容量指標 SVI (ml/g)	BOD ₅ (ppm)			処理液の性状	
			流入廃水	処理液	除去率(%)	pH	臭 気
0.25	7884	23.8	400	3.6	99.1	8.0	なし
0.34	6815	25.7	467	7.3	98.4	"	"
0.39	6817	27.2	581	3.5	99.4	"	"
0.43	6789	28.0	583	8.3	98.5	"	"
0.78	5343	—	792	16.1	98.0	"	"
*1.20	4712	32.3	1258	10.0	99.2	8.2	"

処理条件

曝気槽容積	5.75 ℥
廃水の流入量	20 ml/min
送気量	5 ℥/min
処理温度	20°C
* 流入量	18.2 ml/min

$$\text{BOD 負荷 : kg} \cdot \text{BOD}/\text{kg} \cdot \text{MLSS/day} = \frac{\text{廃水の BOD} \times \text{流入水量}}{\text{混合液の活性汚泥浮遊物} \times \text{曝気槽容積}}$$

MLSS (活性汚泥浮遊物) : Mixed Liquor Suspended Solid の略で、活性汚泥の濃度を表わし、エアーレーショントンク混合液中の浮遊物を、ppm で表わしたものである。

S V I (汚泥容量指標) : Sludge Volume Index の略で、エアーレーションタンク混合液を30分間静置した場合に、1 gの活性汚泥浮遊物の占める容量を、m³で表わしたものである。

$$\text{汚泥容量指標(S V I)} = \frac{\text{活性汚泥沈殿率(v/v\%)} \times 1000}{\text{活性汚泥浮遊物(ppm)}}$$

5・3 活性汚泥処理に望まれる処理環境

前述のように活性汚泥法は微生物の働きによって廃水中の汚濁物質を浄化する方法であるため、微生物が生棲するのに必要な環境をつくってやらなければならない。特に注意すべき事項は下記のとおりである。

- ①. pH : 活性汚泥処理の至適 pH は 6 ~ 8 である。副蚕廃水の場合 pH が 6 以下になることもあるので、貯留槽で pH を 6 ~ 8 に中和する必要がある。
- ②. 水温 : 活性汚泥処理の場合、水温が 40°C を越えると処理状態が急激に悪化するので温度が 40°C を越えることは絶対にいけない。
- ③. 有害物質 : 防腐剤として使う formalin, 軟化装置の再生に使う塩酸等は浄化微生物を死滅させることもあるので、排水系統を別にするか、中和、希釈するなど注意を要する。
- ④. 水質の変動 : 廃水の BOD の変動が大きいと S V I (汚泥容量指標) が大きくなったり、処理水質が安定しないなど活性汚泥処理に悪影響を及ぼすため、貯留槽等で予め水質の均一化を計る必要がある。
- ⑤. 溶存酸素濃度 : 活性汚泥は好気性の微生物であるため酸素は常に補給してやらなければならない。曝気槽内の溶存酸素濃度は管理上 1 ppm 以上あることが望ましい。

6. 製糸工場における排水処理例

東京都にあるM社は、自動機・日産HR 1 セット (22台), RM 1 セット (24台) の規模で、週休8時間の操業により、生糸1日 2.5 億を生産している。

工場の総排水量は 91m³/日で、このうち副蚕関係の排水 21m³/日について活性汚泥法により処理を行なっている。

副蚕廃水の水量

ビス取り機排水	3.6m ³	計 21m ³ /日
第1水洗排水	4.0m ³	
第2水洗排水	13.4m ³	

表 9 副蚕廃水の水質

	ビス取り機排水	ビス取り機および 第1水洗水混合液	ビス取り機 第1水洗水・第2水洗水} 混合
pH	5.7~6.6	5.9~6.8	
BOD	20,700	1,000~4,000	600~800
SS (浮遊物)	15,000	680~950	

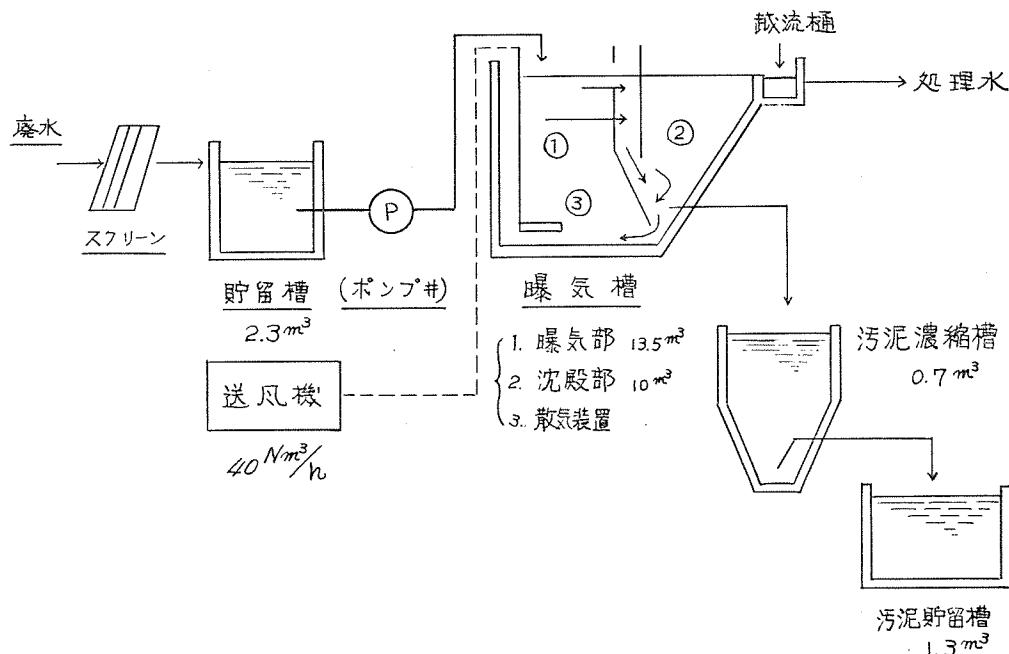
単位 ppm

副蚕廃水の水質 :

副蚕工程各部の水質は表 9 に示すとおりであるが、最終的に処理の対象となる混合排水 (21 m³) の BOD はおよそ 600~800 ppm であり、原廃水の汚濁負荷量は約 15kg/日 である。

処理施設：処理施設の概略は図4に示すとおりである。

図4 廃水処理施設



運転の状況：

- ① 排出された廃水は昼間約4時間にわたり貯留槽より断続的に曝気槽に送られて処理され、沈殿槽で固液分離された後、処理水は逐次越流槽より放流される。
- ② 廃水の排出終了後も、ブロワーは24時間連続して運転され、曝気槽に空気を吹込む。
- ③ 増殖した余剰汚泥は、月に1回程度引抜かれ、汚泥濃縮槽で数時間重力分離により活性汚泥と処理水に分けられて濃縮される。
- ④ 濃縮汚泥は汚泥貯留槽に移され、バキュームカーで搬出処分される。

処理水質：原废水および処理水について行なった水質分析の結果は表10のとおりである。

表10 原废水および処理水の水質分析

	原水	処理水	除去率(%)
pH	6.8	6.7	
C O D	91	7	92
B O D	571	23	96
S S	188	22	88
MLSS (曝気槽) 1,244			

単位 ppm

分析月日 45. 8. 10

分析者 神奈川県立衛生研究所

東京都多摩川への排出基準

pH 5.8~8.6

BOD 最高 25ppm 平均 20ppm 以下

SS 70ppm 以下

維持管理費：施設の維持管理費としては余剰汚泥の汲取料およびプロワー、ポンプ類に要する電気料金が主なものであり、内訳は下記のとおりである。

汲取料	1年間	49,039円	月平均	4,087円
電気料	1年間	77,284円	月平均	6,440円
計		126,323円		10,527円

7. 水系の汚濁現象を表示する指標

D.O. B.O.D. C.O.Dについて

水系における水質汚濁の現象は、物理的、化学的、生物学的作用の複合されたものであるから、1つの表示でその全容を完全に表現することは困難である。従って現象を解明するに当っては、1つ1つの項目ごとに物理的、化学的、生物学的な表示方法をとり、それらを総合して判断する場合が多い。そして原則的には汚濁物質の性質、流水の利用目的によって測定すべき物質や項目が決ってくる。

一般に用いられている水質汚濁を表わす指標としては下記のようなものがあげられる。

- (1) 溶存酸素 (D.O.)
- (2) 生物化学的酸素要求量 (B.O.D.)
- (3) 化学的酸素要求量 (C.O.D.)
- (4) 水素イオン濃度 (pH)
- (5) 浮遊物質量 (SS)
- (6) 大腸菌群
- (7) 特殊有害物質

つぎにD.O.、B.O.D.、C.O.D.のもつ意義について述べる。

溶存酸素 (D.O.) : D.O.とは Dissolved Oxygen の略で、水中に溶解している酸素をいう。溶存酸素は主として空気中の酸素ガスが水面を通して溶解したもので、水温や気圧によって飽和溶存酸素量が決っている。(表11)。普通、清浄な水には8~14 ppmが溶解している。

水中に溶解している酸素は、水中の有機物がバクテリアにより分解される際、あるいは水中の第一鉄塩、硫化物などの還元性物質によって消費されるほか、水中生物の呼吸作用でも消費される。したがって、汚濁された水ほど酸素の消費が多いのでその含量は少なく、水が清浄なほどその温度における飽和量に近く含まれている。

このように溶存酸素の多少は、水質汚濁の程度を表示するとともに、水系の自浄作用に関与する微生物の生育、魚介類の生育とも深い関係をもつものである。

表 11 水中の飽和溶存酸素量

(淡水・1気圧・酸素 20.9%の大気中)

温 度 (°C)	0	5	10	15	20	25	30
溶存酸素量 (ppm)	14.6	12.8	11.3	10.2	9.2	8.4	7.6

ppm (Parts Per Million)

濃度の単位を示す記号の一種で、Parts per million (100万分の1量) の略である。試料中のある物質(被検物質)の量を100万分の1の単位で表わしたもので、液体の場合は1kgの検体の中に被検物が1mgある場合1ppmとなるが、水の場合は比重が1に近いので、1ℓ中に1mgある場合に1ppmとして使われている。また気体の場合は容量比で、例えば空気1m³(100万cm³)中に1cm³の亜硫酸ガスがある場合1ppmとなる。

BOD : BODとはBio-Chemical Oxygen Demandの略で、生物化学的酸素要求量のことである。水中の有機物などの被酸化性物質、すなわち汚濁源となりうる物質が、好気性微生物(遊離酸素の存在なしでは生活のできない細菌類)により生物化学的に酸化分解される際に消費される酸素量をppm(mg/ℓ)で表わしたものである。したがって、BOD値が高いということは、その水中には、それだけ汚濁物質(有機物)が多量に含まれていることを意味している。そしてこのような場合、水中の溶存酸素を異常に消費して魚介類に危害をおよぼす一因となる。

つぎに、微生物により有機物が酸化分解され、酸素消費の起きる過程は次の2つの段階に区別される。すなわち、第1段階のBODは、微生物により比較的容易に分解される炭素化合物の酸化完了までに消費される酸素量のことであり、第2段階のBODは、硝化バクテリアが窒素化合物を亜硝酸または硝酸に酸化したり、分解困難な残留有機物を徐々に酸化するために消費する酸素量のことである。前者の第1段階の酸化完了には、20°Cで10日前後を要し、後者の第2段階の酸化終了までには100日以上を要するといわれている。

汚濁の指標としては、第1段階のBODを採用し、20°Cで5日間に消費する酸素量を標準としている。したがって、このBOD値は生物によって容易に分解される炭素化合物の酸化に要する酸素量の一部を求めていくことになり、普通、5日間に有機物の60~70%が分解されると考えられている。

なお、BODを測定する方法は標準法では希釀法を採用している。

COD : CODとはChemical Oxygen Demandの略で、化学的酸素要求量のことである。水中の被酸化性物質を酸化剤により化学的に酸化した時に消費される酸素量をppmで示したものである。酸化剤としては過マンガン酸カリウムあるいは重クロム酸カリウムが用いられる。過マンガン酸カリウム法および重クロム酸カリウム法の選択は、一般に窒素系の有機物を含まない水、すなわち汚れの少ない場合は、過マンガン酸カリウム法を用い、窒素系の有機物を含有したり、汚れの大きい場合は、重クロム酸カリウム法を用いる。分解の程度は、有機物の種類により、また酸化剤の種類により異なるものが普通である。通常過マンガン酸カリウム法では有機物の60%程度、重クロム酸カリウム法では80%程度が酸化分解されると考えられている。したがって、測定条件は明示しなければならない。

CODが汚濁度を示す指標として水質試験に加えられている理由は、比較的簡単な試験で水中の有機物量をある程度判断できること、および毒物その他の関係で正常なBOD試験の行えない試料に対しても有効な試験法であるためである。ところで、CODはBODと同じく有機物を対象としているため、ある特定の汚濁水についてはCODとBODとの間に相関関係が認められる。しかし、廃水の種類が変れば勿論、同じ廃水でも条件が異なればこの関係は成立しない。製糸廃水について行なった両者の比較の一例を示すと表12のとおりである。

表 12 製糸废水におけるBODとCODとの相関関係

	B O D (ppm)	C O D (ppm)	C O D/B O D
織糸废水	37	59	1.6
煮繭废水	900	1106	1.2
総合排水	193	291	1.5

CODの測定は重クロム酸カリウム法により実施した。

引 用 文 献

- 山下義行 自然災害・公害対策技術シリーズ 公害と防災編集委員会編 水質汚濁 白亜書房
- 石橋多聞} 編 公害・衛生工学大系Ⅱ
西脇仁一} 下水道／工場废水／水系汚濁 日本評論社
- 津田松苗 汚水生物学 北隆館
- 大橋文雄} 衛生工学ハンドブック 朝倉書店
久保赳・他}
- 山田篤 製糸工業用水 製糸技術経営指導協会
矢崎安裕 製糸废水の処理 製糸綱研究発表集録 第19集, 20集
- 大野茂 製糸废水の実態とその処理 製糸綱研究発表集録 第20集 特別講演
- 宮内潔} 活性汚泥法による製糸废水の処理 製糸綱研究発表集録 第20集
石原志津子}