繊維工場廃水の現状と対策

水 野 孝 一

1. ま え が き

産業の急速な発展と都市化の進展にともなう、各種工場事業場からの廃水、都市下水の河川海域への流入がふえて、汚染も甚しくなり、この頃では水質悪化の傾向が著しい。

公共水の水質汚濁の原因は¹⁾ 都市下水とともに産業廃水（工場廃水）であるといわれている。最近水質汚濁防止法の施行とともに、各地における有害物質の排出許容限度の監視は²⁾ 以前にも増して厳重になっている。この限度を越えた場合の取り扱いもきびしくなって、各工場は廃水に関して必ずなんらかの処理をし、排出許容以下にしなければならぬこととなったことは、すでにご承知のとおりである。当地区では名古屋港水域に流入する庄内川、日光川、新川その他の公共用水域の指定と水質基準が設定され、この頃では法律規制もしっかりしてきて、各地域における廃水処理の問題がさわがしくなり、工業廃水による水質汚濁は、重要な社会問題として、最近とみに注目されクローズアップされてきた。廃水を放流するときには「国民の健康と生活環境にかかわる環境基準」や「水質汚濁防止法」などによって、その放流水質はきびしく規制される。

工場廃水を公共水や都市下水に放流する場合、事前にどういふことを知って、処理、措置すべきか。過誤のないようにしなければならないが、適切な手法とはどのようなことか、廃水の複雑性、汚濁様相、汚染物質などの予備知識とともに繊維工業者の立場で廃水処理をしてゆく場合知識として必要なこと、基礎的なことなどを取りまとめてみたのでご参考にご供してみることにする。

2. 廃水処理の複雑性と汚濁様相、汚染物質

2.1 繊維工業における廃水処理の複雑性

Recent Problem of Textile Industry Waste Water
KŌICHI MIZUNO

尾西地方特別都市下水路事業管理組合、金城学院大学
講師

繊維工業は工業用水を多量に使用する産業である。この産業は、各地で完全処理の非常に困難な廃水を排出している。このため廃水処理も複雑な問題となってきた。

近代的な繊維工場では、他産業によって製造された多くの化合物を使用する。そのなかには化学工業製品である合成繊維、合成染料、繊維加工剤、食品加工産業物である糊着剤などがある³⁾。この種の化合物の、あるものは原料繊維に加えられ、加工後、その一部あるいは全部が洗い出されて汚染物質となる。

化合物には有機物、無機物があり、いずれも汚染問題の原因となる。無機物には水中の溶解性塩類濃度を高めたり、不溶性の塩類が川底に沈殿し、水中生物をカバーし流水の疎通を妨げる。有機化合物は⁴⁾ 化学的、生物学的な変化を徐々に受けて水中の酸素を消費し、嫌気性状態となり臭気・ガスが発生し、固形物質は浮上り著しく美観を損うこととなる。金属塩類は動物、魚貝類など、水棲生物に対して有毒となることがある。こうしたケースの水質汚染はそれぞれ特有の廃水処理の問題となる。水質汚濁の主要原因の一つである染色を中心とした繊維工業からの影響も、特殊事情を含めた廃水処理技術が必要で、そのむづかしさは企業規模、経営の問題を別として次のような多くの問題をもっている。

- a 繊維工業の排水の種類は多種多様で、水質・量の決定がむづかしい。毎日、毎月ごと季節別の加工原料のちがいが、染料、助剤、仕上剤、加工法の相異など実に複雑多岐で廃水の汚染物質も成分はいろいろである。これがため処理方法の決定には必要な基本数値の変動のとり方、処理設計に各種の困難性が伴う。
- b 工場廃水に一貫性がない。とくに染色整理工場にその傾向が強い。それは多くの工場が冬季に夏もの、夏季に冬ものを染色加工し、夏と冬では製品にかなりの差があって染色整理の工程もおのずから変わってくる。

中小の染工場ではとくに注文がこまかく、多品種にわたる製品の加工が行なわれるので染料、助剤、仕上剤なども変化し、各工程からでる廃水も外見に

は見られない水質の差を生じている。

- c 染色工場廃水の場合、単に着色した水が pH, SS, COD, BOD などの点からあまり問題がない場合でも、一般には高い汚濁源として印象づけられている。脱色処理は脱色しやすさの点で容易なものから困難なものまで、種々であるので廃水処理のむづかしさがうかがい知れる。

2.2 繊維工業廃水の汚濁様相²⁾

繊維工業廃水の汚濁様相はさまざまで、各部門の間でかなり大きく異なる。廃水の型によって独得の処理問題をもっている。繊維工業廃水に含まれる染料、でんぷ、洗剤などの有機物は、放流河川の溶存酸素を消費する化学的・生物学的な変化をして、魚を斃死させる。有機物が腐敗し悪臭を放つとか、放流河川の水質が水道水、工業用水、農業用水、生活用水として不適当となる事態を防ぐため、これらの有機物は除去しなければならない。

溶解性の無機塩類が高濃度であると²⁾、放流河川の水は工業用都市下水道用としても使えなくなる。クロムや亜鉛のような金属は水棲生物に対しても有毒であるので、放流前に除去しなければならない。染料による着色はいろいろ変化するが有毒でないとしても問題が残る。

綿織物工場の混合廃水には²⁾ でんぷん、デキストリン、アラビヤゴム、ワックス、ペクチン、脂肪酸、酢酸、石鹼類、洗剤、水酸化ナトリウム、炭酸塩、硫化物、硫酸塩、塩化物、染料、顔料、カルボキシメチル繊維素、ゼラチン、染料キャリアー（フェノール、安息香酸）過酸化物と漂白用の塩素化合物などが含まれる。pH は 4~5, 5~12 の間で変化し、その項目では、全蒸発残留物は、1,000~1,600 mg/l, BOD 2,000~1,800 mg/l, 総アルカリ度は 300~900 mg/l 浮遊物質量は 30~300 mg/l, クロムは 0~25 mg/l の範囲にあるということである。

2.2.1 工程区分より見た廃水の主要成分³⁾

1) 糊拔工程

製織工程を容易にする目的で経糸に糊付が行なわれる。この場合の経糊はコロイド質の膠着性を利用するので、でんぷん類「ニカワ」など天然物、CMC, PVA などの合成有機化合物が用いられる。天然物の場合は酵素、酸などによって加水分解し水溶性とし、合成有機化合物の場合も水溶性のため水洗により除かれる。この工程による廃水の汚濁度は、非常に大きい量が比較的小さい。

2) 精練工程

繊維類は不純物として、蠟、油脂、ペクチン質その他の含窒素化合物を含む。紡績、製織時に油質、糊材を加工するためにつけられるが、これらの工程で除去されな

第1表 羊毛の染色廃水の例 (MC. Carthy による)⁵⁾

	赤	茶	黒	青	混合	茶	混合
pH	5.2	5.3	5.6	6.3	5.4	4.3	4.4
色度	1,000	740	900	650	780	290	240
アルカリ度	1,640	920	970	900	980	610	1,680
総窒素	22	13	7	21	14	10	12
蒸発残留物	2,855	1,404	1,703	1,770	1,780	2,207	1,782
熱灼残留物	1,989	950	1,126	1,044	1,095	1,198	1,206
熱灼減量	866	454	577	726	685	1,004	576
溶解性物質	2,670	1,300	1,590	1,620	1,640	2,200	1,776
浮遊物質	185	104	113	150	140	7	12
油脂	590	120	78	100	160	60	50
酸素吸収量	270	140	230	100	160	210	240
BOD	3,700	1,650	1,290	1,020	1,230	4,300	2,100

第2表 木綿の染色廃水の例 [(Souther と Alsbaugh による)⁵⁾

	アニリン ブラック	塩基性 染料	直接染料	インジゴ 染料	ナフトール 染料	硫化染料	建築染料
pH	—	6.3	7.5	11.3	9.5	10.5	9.6
色相	黒	種々	種々	青	赤	青/黒	種々
アルカリ度	38	65	81	2,200	1,310	4,200	714
塩素要求量	—	—	—	1,500	—	3,815	—
蒸発残留物	831	628	9,400	1,132	8,475	36,980	1,770
熱灼残留物	413	276	780	412	725	4,320	398
熱灼減量	417	352	8,620	720	7,750	32,660	1,372
溶解性物質	635	622	9,131	1,016	—	33,640	1,752
浮遊物質	196	6	269	116	—	3,340	18
BOD	840	167	337	928	108	3,000	129

註 BOD (生物化学的酸素要求量 Bio-chemical oxygen demand) とは水中の還元酸化可能性物質、すなわち、汚染源となる物質が酸化されて、主として無機性の酸化物とガス体になるために消費する酸素量を ppm (百万分率) で表わしたものである。したがって、BOD の数値が大きければその水中には腐敗物質が多いことを意味する。フェノール・シアン化物・ピリジン・タールを含むと酸化菌 (測定のため添加) の発育を阻害するから、廃水中の毒物になれた菌を使用する必要がある。

い夾雑物を除き、漂白、染色工程を容易にするため精練工程に移す。精練剤には綿の場合では苛性ソーダ、羊毛の場合に石鹼類、炭酸ソーダ、中性洗剤、絹、人絹、合成繊維などには石鹼、ケイ酸ソーダ、中性洗剤を使う。廃水は強アルカリ性が弱アルカリ性で、成分は天然動植物油脂、ワックス、ペクチン、苛性ソーダ、ソーダ灰、ケイ酸塩などがかなり多く排水として含まれて出てくるので汚濁度も大きい。

3) 漂白工程

繊維中の天然有色物質を除去し分離することを目的とした漂白工程では塩素、次亜塩素酸、過酸化化物による漂白が広く行なわれる。この工程で排出される工業廃水は酸性、アルカリ性で漂白剤と繊維から除去された不純物とを多く含んでいる。

4) 染色工程

廃水の大部分はこの染色工程から生ずる。染料、各種染色助剤を含む。一般に量も多く濃色で、毒性物質も数多く含む。主要成分は無機化合物に食塩、炭酸ソーダ、苛性ソーダ、芒硝、塩酸、硫酸、シアン化合物などが含まれ、有機化合物にタンニン酸、酢酸、石鹼類、油類、アルコール、各種染料などが含まれる。このほか綿の場合はシルケット化、染色機械などの洗浄廃水、仕上げ工程などの操作加工の際に生ずる廃水もある。繊維工業はこうした各工程より排出される廃水洗浄液が混合され、一般にいういわゆる工業廃水となる。したがって、その性質も実に複雑である。

2.2.2 羊毛工業から出る廃水と汚染物質

羊毛工場から排出される廃水は洗浄、炭化、漂白、染色および仕上げの各工程からでてくる廃水である。繊維以外の物質は²⁾ 石鹼やアルカリを使用して温水で洗浄して除去する。この工程では石鹼の存在量だけ廃水中の BOD が増える。近ごろは石鹼の代わりに BOD の極度に低い合成洗剤が使われるので、その面ではかなり問題が少なくなったといわれるむきもある。原毛の洗浄は（エマルジョン洗毛法、シュインウオッシング法、等電点洗毛法、中性または弱アルカリ洗毛法、マルク洗毛法などがあり）通常 5 槽洗浄による。各槽の通過時間は大体 1~4 分程度で、第 1 槽と第 5 槽の通過時間が最も長い。洗剤含有水は循環後の槽のオーバーフロー液が、前の槽に循環され連続して洗浄されてゆく。原毛中に含有する諸物質は羊毛脂 7.70~34.19%，スイント（羊汗）10.65~21.48%，塵芥 2.93~23.64%，カルシューム石鹼 1.39~6.21%，羊毛繊維 20.64~43.10% などの事例^{4,5)} があり、原毛中の羊毛繊維は 20~43%，大半は不必要な羊毛脂、塵芥、水分などから成り立っている。この廃水は非常に汚染物質を多量に含むがその量の割合で

はすくない。放流廃水量は洗浄羊毛 1000 ポンド当り 2,300~9,000 l 位、廃水の BOD は 2,000~6,000 mg/l 以上にもなる。羊脂含量は 2.5% 程度、この場合屑毛も多く含まれて洗毛廃水となるので、都市下水処理場では邪魔になり支障ともなっている。

一宮・尾西・木曽川地区は木曽川の扇状地に位置するため伏流水が、他地区に比べ豊富に得られている。水使用量は、他の地域における同様の産業と比べて非常に多い。とくに洗浄には多量の用水を使用している。羊毛の染色はバッチ式で、染色釜から染色液を排出するとき、また羊毛製品の整理仕上げ工程では、水洗によって染料のある部分が脱落し、それにも毛羽、短い毛類が水に含まれて廃水としてでてくる。このため BOD 濃度は高い。染料、染色助剤、原毛、原綿加工からの廃棄物なども含まれて、色相が非常に悪い廃水が多量に排出される。現在は糊着剤も天然物を使用せず、CMC などの界面活性剤を多く使用するので BOD は減少傾向にあり、洗剤は石油化学からつくられる ABS 系のものが多い。

またこの頃、溶媒を使用して羊毛を洗う方法が開発されつつある。これは羊脂を回収し河川の汚濁負荷を減少するのが目的で、本格工業生産に採用されようとしている。この方法は技術的には成功したといわれるが、経済的かどうかはまだはっきりしない。洗浄を終った羊毛は、トップスライバーの状態で染色するか、糸染とするか、紡織してから後染されるかどちらかである。いずれも染色工場、仕上げ工場からの廃水は加工薬液を含む排水で、漂白、染色その他の仕上げ工程中の洗浄水も廃水としてでる。

2.2.3 綿製品工業から出る廃水と汚染物質

綿繊維から最終の織物になるまでの工程は、多くは乾式方法が採用されている。したがって、この工業では液体廃棄物のでるところがすくない。織物準備工程の Slasher の前後から廃水がでるが BOD 負荷は小さい。アルカリ煮沸洗浄工程は植物性油脂、有機物など除去のため苛性ソーダ溶液を入れて煮沸し、さらにそれを洗浄する工程があり、綿製品工業の総工程中でも量が多く汚染度が高い。漂白工程は⁵⁾ 塩素ガス次亜塩素酸 (NaClO) 過酸化水素化合物を用いて漂白する。この工程の廃水は洗浄水が多い。マーセライズは 20% 苛性ソーダ溶液中に布を通して行なわれる。この工程から BOD は無視される程度の排出がある。しかし高度のアルカリ度はここからでる。染色は多種多様な方法によって行なわれるが、新しい染料、媒染剤（タンニン媒染剤、クロム媒染剤）が使用され工程が複雑で、この工程から出る汚濁負荷は 20~40% 位、水量は多い。ナフトール染色は硫化染料を硫化ナトリウムで還元して布につけてからクロム酸塩

第3表 綿製品工業廃水の水質例⁶⁾

	Slasher から直接 でる廃水	同左総 合廃水	アルカリ 煮沸釜廃 水(圧力 釜)	同左洗浄 廃水	過酸化 水素漂白 廃水	マーセル 加工廃水	同左す すぎ廃 水
pH	9.2	7.2	13.1	11.8	9.6	12.1	9.6
色 相	青/ グレー	青/ グレー	褐色	褐色	濁色	濁色	濁色
総アルカリ度	1,040	34	20,240	265	1,265	9,282	125
塩素要求量	132	20	66	—	—	—	—
蒸発残留物	76,976	4,078	26,740	366	9,040	10,398	641
熱灼残留物	2,232	134	22,596	124	—	8,777	411
熱灼減量	74,744	3,944	4,144	242	—	1,621	230
溶解性物質	31,176	1,788	26,596	354	—	10,378	633
浮遊物質	45,800	2,290	144	12	—	20	8
BOD	37,700	1,800	1,840	63	1,200	15	52

で酸化する。この染色廃水は、生物学的方法で処理することはやや困難で、その理由は硫化染料分子と酸化するには多量の空気を必要とすること、クロム酸塩に毒性があるからである。塩基性染料は一般に酢酸、タンニン酸、吐酒石 (Tertar Emetic) 直接染料は水溶液の形で浸透剤も使用される。ピグメント染料は、キュアリングをして樹脂で布に結合させる。こうしたとき樹脂のために少量の BOD が廃水中にでてくる。

綿紡廃水は、原綿から排出される成分の BOD、使用薬品、使用洗剤の使用量とその BOD との関係など、綿紡廃水の水質例の1例を第3表に示しておく。

2.2.4 染色(洗毛、整理、仕上を含めて)工場から出る廃水と汚染物質

染色廃水は自然環境の汚染に関連が深い。これは色素をもっていることに起因する。色素は見た目が悪いうえに色素の分解により、水に含まれている溶存酸素を消費する。太陽光線の吸収によって、河川底の藻類の繁殖を抑制し、嫌気性細菌の繁殖を助長することはわかっている。染料、その他の有機物質の分解、腐敗が行なわれて悪臭発生の原因を誘起する。

染色工場廃水の発生箇所は差異があり、毛織物生産過程では各種の廃水を、系統的にひとつにまとめて、集中排出しているところと、各工程ごとに放流しているところなどまちまちで、全般的にみて排水経路にあまり注意が払われていないところもあるように見うける。

織物の仕上工程から出る廃水と汚染物質の関係において、仕上げ工程は所要の腰、感触、外観、柔かさ、曲げこわさ、なめらかさ、光沢といった、着心地のよさを布に与えることを目的とした作業が行なわれる。織物の仕上をするために使用する薬品、資材にはいろいろある。たとえば糊、デキストリン、ワックス、合成樹脂、塩化

アンモニウム、塩化亜鉛、軟化剤、浸透剤その他ウォッシュアンドウェア加工、難燃加工、防水加工、ラミネート加工、SR 加工などの加工薬剤が使われる。

ここででる(排出する)廃水量も問題で、薬品の使用量の多過、希釈などとの関連関係もある。

BOD はでんぶん、アラビヤのり、ワックス、樹脂によって生ずる。

3. 廃水処理技術を繊維工業にとり入れるに必要な手法

工場廃水は、薬品による毒物をもつ恐ろしいものという考え方からで

た一般思想がある。このような廃水进行处理するには、どのような処理方法を、選ぶべきかということはむづかしい問題である。しかし、廃水から害のある汚染物質をどのようにして皆無にし、どのような成分をとって放流できるかを、当初、しっかりと把握しておくことは、繊維工業者として大切なことである。このような廃水中の染料、助剤の量が使用量に対し特に多い場合は、操業上なんらかの欠陥があるものと考えられる。これは廃水処理の前に、製造過程の操業方法に対しても十分な検討を加えなければならないことを意味する。

染料による染色廃水の汚染感は相当高いもので、濃度はそれほどでもない場合もある。廃水中には微生物の生育を妨害する青酸フェノール、アゾ基、重金属イオンが含まれることもあり、染色廃水には可溶性染料中のアゾ基を含む各種の毒性基、媒染剤における重金属イオンの存在など問題となるものがある。

繊維工業廃水に含まれる汚染物質は、前述したようにかなり複雑で、処理対象となる主要物質には、無機性浮遊物質、無機性化学成分(クロム、塩素、アンモニア、硫化物、亜硫酸塩、無機染料、酸およびアルカリ、合成洗剤)有機性浮遊物質、溶解性物質があり、これらの物質を減少させる処理法を大別すると……中和、沈殿(単純または薬剤)酸化単純(薬剤または生物)単体までの分解(嫌氣的または好氣的)の一般ルート処理法が応用される。

3.1 廃水処理方針の決め方^{6,7)}

処理方法の選択にはおおむね次のような事項を考慮する。

- 放流水面の水質基準と放流水の水質基準をはっきり知っておく。
- 放流水面の現在の水質および水量ならびに利用状

第4表 放流水の基準⁷⁾

区 分	項 目	pH 値	BOD (ppm)	SS (ppm)	大腸菌群数 (個/cc)
活性汚泥法、標準散水汙床法、その他これらと同程度に下水を処理することができる方法により下水を処理する場合		5.8 以上 8.6 以下	20 以下	70 以下	3,000 以下
高速散水汙床法、モディファイド、エアレーション法、その他これらと同程度に下水を処理することができる方法により下水を処理する場合		5.8 以上 8.6 以下	60 以下	120 以下	3,000 以下
沈殿法により下水を処理する場合		5.8 以上 8.6 以下	120 以下	150 以下	3,000 以下
その他の場合		5.8 以上 8.6 以下	150 以下	200 以下	3,000 以下

況はどうか

c 生下水の水質および水量

d 処理場の立地条件、建設費および維持費、管理の難易

放流水面の水質基準または放流水の水質基準が定められている場合は、その基準に適合する処理方法によらなければならない。基準がないところでは放流水面の利用状況から、利用者の迷惑のかからない程度に処理する必要がある。この場合の目安としては次のようにする。

i 晴天時の放流水が、平時において 150～300 倍に希釈され、その影響範囲内に上水道の水源、水浴場（プール）のない場合は簡易処理

ii 晴天時の放流水が、平時において 100 倍以上に希釈され、その範囲内に上水道の水源、処理場のない場合は中級処理

iii そのほかの場合は高級処理

（放流水の基準、水質基準）

公共下水道から河川その他の公共の水域、または海域に放流される水の水質は、下水道法施行令第6条に定める技術上の基準に適合するものであること。施行令第6条の技術上の基準は第4表のとおりである。

公共水域の水質保全に関する法律（1958 法律181号）によって水域が指定され、その水域について水質基準が定められたときは、その水域に放流する公共下水道および都市下水路の放流水は、そのいずれかのきびしい水質に従わなければならない。これは当地区では昭和 46. 4. 19 経済企画庁告示第 14 号で定められた指定水域、水質基準の設定をみたしておりである。

3.2 廃水の共同処理を考える場合に必要なこと

工場廃水は都市下水と異なり、産業の業種別生産工程の違いにより多種多様。共同処理をする場合にも多くの複雑な問題をもつ。現段階では高級処理をしても処理水質は完全とはいえない場合もある⁸⁾。ということは活性

汚泥法はかなり普及されているが塩化物、無機塩類はほとんど除去されない。BOD も 10～20 ppm 位は残る。処理すべきもののうち、色の除去の問題、これも困難である。わが国の水問題の大半は色の除去の要求である。ところが色素をとる方法は開発されているが廃水によっては（低費でできない）今日のところ不可能に近い。

3.2.1 水質汚濁防止法関連法規、県条例などの適用の有無確認、対策

① 法令の適用と規制程度

公共水の汚濁防止を念頭におき、水質保全 2 法および各都道府県条例などの適用の有無、廃水がどのような性質をもち水質をどの程度までに処理すればよいかを判断し処理法を決定する。

② 廃水の組み合わせ、微生物

廃水の組み合わせ、配管区分などより処理すべき廃水の量を減らすことを考える。有機性の工業廃水を処理する場合でも、適量の微生物、無機栄養物質（一般塩類を加えて鉄分、リン酸など）の不足や、毒物（シアン化物、フェノール類、多量の重金属類、農薬類など）が存在する場合には、生物学的処理（散水汙床法、活性汚泥法）は適用できない。しかし状況によっては都市下水とあわせて希釈し、種つけ（Seeding）を行ない、また無機栄養質を補給することにより、案外成功した例もある。

③ 生物学的処理の可否、負荷限界、簡易判定法

a 廃水の変化から処理法の向き不向きの判定：廃水を 3～4 種類に希釈して 1～2l 容量の広口ビンにとり、栓をしないうで窓ぎわに置く。10～30 日経過後、各ビンの試料変化の有無を調べる。変化せず浄化されていなければ、生物学的処理は不向きである。

b a と同様各段かきの試料ビンにエアーポンプに連結し中程度の曝気をする。1 日 1 回上澄水と供試液を置きかえながら、2～3 日間隔で 10～15 日間、試料の変化を透視度の上昇、汚泥量の増量によって生物学的処理

の可否の判定をする。

c 汚泥中の微生物の観察と処理法の限界：曝気ビンに活性汚泥その他の汚泥（廃水の放流先水域の泥や付着物がよい）を入れて、曝気テストをしてみる。3～6時間間隔、数日間に汚泥中の微生物を顕微鏡でみて、活動の状況、増殖の有無を調べる。これと同時に汚泥すなわちスラッジの量の増減、上澄液の透視度などをみて生物処理が可能かどうか判断資料とする。生物が速やかに死滅したり、上澄液が混濁してよくならないようであれば、このままでは生物学的処理はできない。生物学的処理の限界は廃水原液の希釈濃度系列から判断できる。

d 薬品沈殿

主として濁りの原因となる微細浮遊物の除去に適用するものであるが、含水炭素、有機酸などを含む有機廃水には無効である。

e 自然浄化法の検討

土地の余裕が排水量にマッチしてある場合は自然浄化法、魚池法、灌漑法などで処理できる場合もある。

f 操業フローダイヤグラム

工場、事業場の廃水処理に際し、処理計画を自から作成する場合でも、事業場の関連作業系統の操業フローダイヤグラム（量、大きさ、使用動力、熱、薬品などの種類、数量）および排水配管系統図を作り、各工程毎に水量負荷（ $\text{m}^3/\text{時}$ または $\text{m}^3/\text{日}$ ）、処理負荷（ $\text{kg}/\text{時}$ または $\text{kg}/\text{日}$ ）で計算された資料があると便利である⁶⁾。

g 廃水処理を実験でやって見る

h 永続性のある処理法を考える

多額の費用をかけて処理設備をしても、人手不足、技

術の不馴れ、処理材料の入手難、経常費の点で満足して利用されない場合がある。目先の派手な処理よりも着実に永続性のある処理法を考えるとよい。

i 生物処理法について

微生物の力をかりて処理する方法は、大都市の下水処理に適した方法である。単一工場の処理には、建設費と管理費の点でよい方法とはいえない。工業廃水と一般下水との混ったものを下水処理場に集めて処理することは極めて有効である。標準的な活性汚泥法²⁾では廃水は最初沈殿池で行なったあとに、約6時間位の滞留時間をもったタンクへ流し込む。写真1は最初沈殿池（円形放射流式、直径34m×有効水深3.5m）活性汚泥中の

写真1 最初沈殿池

写真2 (a) エアレーションタンクの内部構造

写真2 (b) エアレーション稼動状況

写真 3 最終沈殿池内部構造

微生物は廃水の中でゼラチン状の凝塊となって浮遊しており、この凝塊はフロックを形成し、すみやかに沈殿する。汚泥と廃水の混合液は圧縮空気を吹込むか。機械的に攪拌することで汚泥を懸濁状態に保つ。空気吹込み、あるいは機械攪拌のいずれによっても生物学的作用に必要な酸素を供給する。写真 2 a は曝気によるエアレーションタンクの内部構造（ステップエアレーション方式 $9.0\text{ m} \times 4.5\text{ m} \times 34\text{ m}$ ），写真 2 b は他地区エアレーション稼動状況，写真 3 手前は最終沈殿池内部構造（横流式 $10\text{ m} \times 37\text{ m} \times 3.3\text{ m}$ ）

曝気された廃水は連続的に引出され、沈殿分離させて生物学的に活性な汚泥を流入水へ返送される。この処理法は非常に効率が高いので広く利用され BOD の 95% を除去し、廃水から清澄な安定した放流水を得られることができる。

4. む す び

今日、繊維工業における廃水処理技術の問題で当面していることは、経済的でいかに効果的な下水、工場廃水処理方法を確立させ開発していくことができるかということである。工業生産における排水量のバランス、工程改善、高度の処理技術の開発と排水相互関係の問題など、生産する側の方々にも排水問題をもっと考えられるような対応策が必要となってきた。

文 献

- 1) C. F. ガーンハム；水質汚染防止と産業廃液処理、技報堂（昭和 46）
- 2) C. F. ガーンハム；産業廃水の制御、産業図書（昭和 44）
- 3) 鈴木、吉田；染色工業、9 月号（1959）
- 4) 柏谷；工場群からの排水と家庭下水との共同処理に関する研究（1）、土木研究所報告 133 号の 2（昭和 42）
- 5) 綿・羊毛加工・染色などの工場群からの廃水の活性汚泥処理に関する研究；建設省土木研究所（昭和 38）
- 6) 豊田；PPM Vol. 2, No. 10, 93（1971）
- 7) 水利科学研究所編；水利科学大系第 7 巻 120, 地人書館
- 8) 金子；関谷、下水道協会誌, Vol. 7, No. 69（1970）
- 9) 今井；PPM Vol. 2, No. 10, 24（1971）
- 10) 愛知県尾張繊維技術センター編；愛知県繊維物研究会誌, 第 23 巻（1971）

（昭和 46 年 12 月 6 日受理）