

## 工場廃水を主とする下水の活性汚泥処理に 関する実験的研究

杉 木 昭 典 ※

柏 谷 衛 ※※

中 川 幸 男 ※※※

### は し が き

戦后ことに昭和30年頃より、わが国の高度成長にともなう、人口の都市集中、工業の著しい発展により、とくに大都市周辺における、水質汚濁は、急速に進み、多くの公害を惹起している。建設省においては、これらの問題に対処するため、鋭意下水道の整備を進めているが、下水道が全国に100%普及するには昭和55年、また45%普及に昭和43年度まで現在の計画ではかかる予定である。したがって、大都市周辺の水質汚濁問題を解決するためには、鋭意下水道の建設を進めるのみならず、中小工場が集中している地域に、主として工場廃水を主として処理する処理場を建設する必要がある。建設省では、特別都市下水路事業として、かかる地域に対し、昭和39年度10ヶ所、昭和40年において14ヶ所の建設を予定している。水質汚濁防止の見地から、われわれが当面する問題としては、従来の下水処理場における工場廃水流入の問題が大きいものと予想される。たとえば、隅田川沿岸における、都市下水と工場廃水量を見ると150万t/日と60万t/日であり、そのBOD負荷で見ると5:4位と推定される。また、米国における資料によると、米国大小100の下水処理場において、工場廃水の割合は、流量において25.5%、BOD負荷36.5%、浮游物質32.5%を占めていたことが示されている。ここ二、三年における米国をはじめとする、都市下水処理場における工場廃水処理に関する論調をみると、いずれも、その利点を

\* 建設省土木研究所

\*\*

\*\*\*

述べ、技術的に可能な限り受入れるべきであるとしている。共同処理における利点は

- (1) 建設費および運転費の節減
- (2) 高級技術者の雇傭の可能性、運転の確実
- (3) 土地利用の合理化
- (4) 薬品費の節減、特に養分添加がさけられる。

などが考えられ、また、確実な運転のためには、次に述べる事項についての規制、または配慮が必要である。

- (1) 管路に対する有害物質の規制
- (2) 生物処理における問題
  - (i) 毒性物質の規制
  - (ii) 生物処理の可能性の確認

が必要である。さらに、日本では今後検討実施すべきものに処理費の合理的方式による算定がある。米英では、Q-Q方式( Quality and Quantity method )量と質を考慮して処理費をとる所が増えてきている。

以上共同処理について簡単に述べたが、前述のごとく現在、下水普及率が低いので、特に中小工場の密集地帯に、工場廃水を主とする処理場を計画、一部実施中である。土木研究所下水道研究室では、処理方式の決定、生物処理の可能性について2・3のヶ所の廃水処理の実験を行つたので、ここに御紹介することとする。御批判、御指導を戴ければ幸いである。

## 1 SCP廃水を主とする下水の処理

隅田川上流、浮間地区には大小170の工場が密集し何等処理されず放流されているため、隅田川の汚濁の大きな原因の1つになっている。建設省の調査によると、隅田川に流入する汚濁負荷のうち、約4割がこの地区から排出されている。さらに隅田川は衆知のように感潮河川であるので、上流から

負荷される汚濁の影響は、単に算術的な比例よりも大きい。このことから、建設省ではとりあえず、この地区に対し、工場廃水を主とする中間処理場を設けることとしたわけである。かやうな工場廃水を主とする廃水を処理方式を選定にはでき得る限り充分な調査、実験が望ましいので、当研究室では、38年8月頃より実験を開始した。実験は、薬品凝集による処理実験と、生物処理実験とに分けられる。本報告では、生物処理実験について述べることにする。

本地区は、S O P 製紙、乳業、製薬、火薬、金属工業その他種々の化学工場が密集している。実験は、はじめ東京都庁の調査にもとずき、製紙廃水を含めたものと含めないものについて混合試料を作り実験を行なつた。その後水質が、前記調査時よりかなり変化していることがわかつたので、39年1月再調査を行ない、以後この資料にもとずき試験を実施した。

#### (i) 活性汚泥処理試験（バッチ試験）

混合廃水を単独でエアレーションし、約3ヶ月汚泥の生成を計つた。廃水は石炭による中和と、栄養補給（磷，窒素）をし、48時間エアレーション後、静置し、上澄水75%を交換した。汚泥様物質が認められた後のB O D除去率（表-3）は高いが、C O D除去率は低く、20～50%程度である。

表 - 1

| 混 合 廃 水   |         |          |           |
|-----------|---------|----------|-----------|
| ば っ 気 時 間 | 原 B O D | 残留 B O D | B O D 除去率 |
| 48 hr     | 270     | 80～30    | 70～88     |
|           | 130     | 30～40    | 77～69     |
|           | 240     | 20～15    | 92～94     |
| 24 hr     | 250     | 27       | 87        |
|           |         | 40       | 80        |

### バッチ試験の結果から

このバッチ試験は生物処理の可能性を調べるための試験を計画したため、当初から、長時間エアレーションにより、汚泥の生成、馴致を続けた。この長時間エアレーションを続けた期間中のBOD除去を調べてみると、初めの頃の70%から90%程度に増大している。この高いBOD除去から考えて、何等かの生物酸化作用が、働いたものと推定できたので次の実験ではこの生物作用の確認と、短時間エアレーションの場合について、さらに詳しい調査を進めることとした。

## (ii) 主要排水路の水量水質調査

主要排水路の水量水質調査は昭和38年9月～10月に東京都下水道局により測定された資料のみであった。この時に試料採取を行なった排水路21ヶ所の中で、その後、小流量のために除外した排水路や新たに追加された排水路ができたこと、さらに昨年10月以後の各排水路における水量、水質の変化も考えられることから、主要排水路の水量、水質について調査を行なったものである。

### (1) 水量の変動

総合排水の量変動図は図-1に示す。図-1に示される如く総合排水量の変動は10時、18時、20時とに多少の差が認められるが、全体的には大きな差異はないものと思われる。しかし各排水路ごとの水量には異なる測定結果を得た水路があり混合比率を変えている。(表-2)

### (2) 水質の変動

日本製紙排水を除く混合排水と日本製紙排水については18項目にわたって水質分析を行なった。また、生物処理の障害になると思われるシアン、クローム、フェノールについては、これらが含まれると推定される排水路のみに限った。

図-1 総合排水量の時間的変動

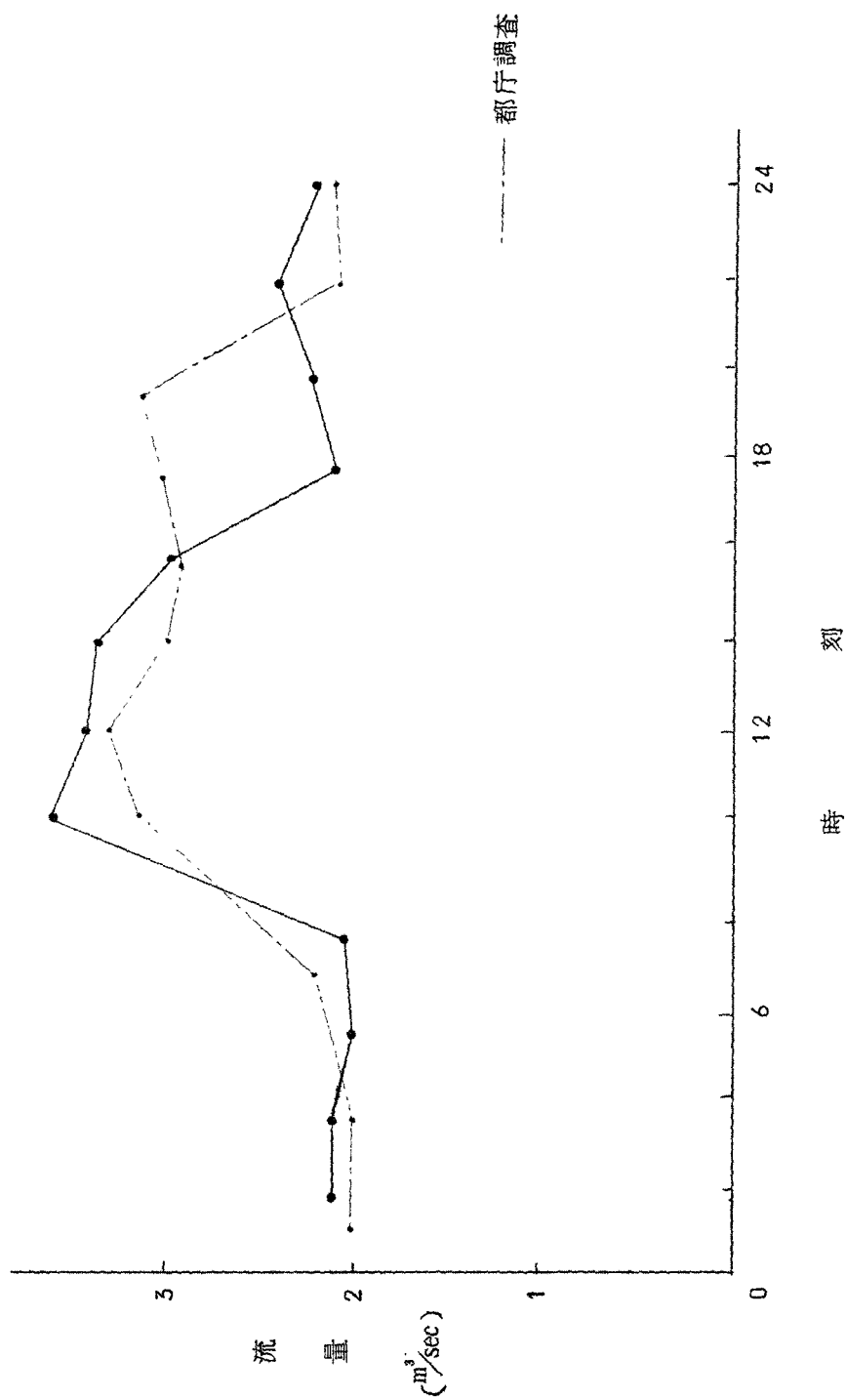


表 - 2 混 合 比 の 比 較

| 排水路 № | (%)     |          |           |
|-------|---------|----------|-----------|
|       | 混 合 比 i | 混 合 比 ii | 混 合 比 iii |
| 1     | 0.7     | 1.2      | 1.0       |
| 3     | 1.2     | 0.8      | 0.9       |
| 4     | 7.0     | 8.4      | 7.9       |
| 5     | 3.1     | 3.0      | 2.9       |
| 6     | 8.1     | 3.3      | 3.0       |
| 8     | } 6.6   | 14.2     | 11.1      |
| 10    |         | 6.6      | 7.6       |
| 11    | 7.0     | 8.0      | 6.1       |
| 12    | —       | 2.3      | 3.9       |
| 14    | 27.1    | 20.8     | 30.0      |
| 15    | 26.4    | 7.8      | 6.5       |
| 16    | 1.2     | 2.8      | 2.5       |
| 18    | 8.5     | 6.4      | 5.5       |
| 19    | 0.4     | 1.7      | 1.6       |
| 20    | 5.0     | 2.6      | 1.7       |
| 21    | 2.7     | 9.3      | 7.8       |

(注) 混合比 i : 東京都下水道局調査による水量比

混合比 ii : 下水道研究室調査による水量比

混合比 iii : 本調査の 10, 12, 14, 16 時の平均

( B O D 負荷の高い時刻と採水時刻に合せて 4 回の  
平均をとつた。処理実験に用いた。 )

水質試験の結果の中に二、三問題点が見出されるので、その点について述べる。

PH：一昨年東京都の調査では昼夜を通して酸性側（PH 3～4）であったが、その後続けられていた処理実験のための採水では、東京都の場合も、当研究室の場合も中性付近であることが多かつた。今回の調査においても8～24時の間はPH 6～7の近辺にあることから、昼間はほぼ中性付近の排水が流出しているものと思われる。しかし午前2～6時における低PH値（1.7～2.2）は問題である。各排水路のPH値の時間変動を図-2に示す。

BOD：混合排水は129～281 ppmの範囲にあり4時，6時，24時を除くと昼夜を通して200 ppm 以上である。

BODの時間変動は早期（4時，6時）を除く時刻ではほぼ200～300 ppmの内に入るものと思われる。N製紙排水は8時と14～18時のピークでは520 ppm 程度であり、ピーク時以外では400～300 ppm 程度と思われる。

COD：混合排水は300～600 ppm の範囲であり、N製紙排水は1500～1800 ppm である。

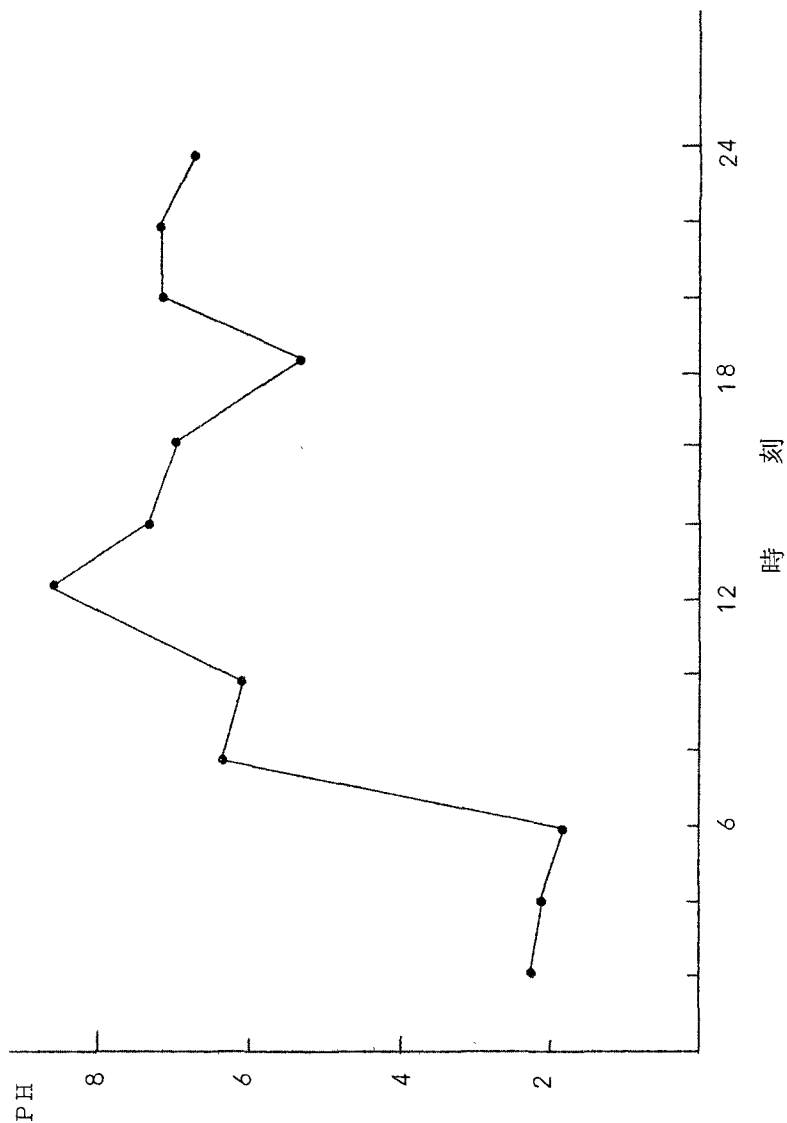
亜硫酸イオン：N製紙排水に含まれる亜硫酸イオンの影響として考えられることは溶存酸素の消費である。下水管へ流入しては管渠内を嫌気性状態として、管渠に大きな障害をおよぼし末処理で河川へ放流される場合の河川水の溶存酸素や生物処理をする場合の処理施設内の溶存酸素に大きい影響をおよぼすものと思われる。

全シアン化合物：排出が認められた排水路は3ヶ所である。3～7 ppm 程度の濃度をもつ排水を各排水路が流出している。

全クロム：3ヶ所の排水路に1.5～3 ppm 程度の排水が流出しているようであるが、間欠的に各々53，30 ppm と高濃度な排水がみら

れる。総合排水として稀釈された場合でも 3～4 ppm となり、生物学的処理の場合には、前処理を備えなければ、影響を与えるものと思われる。

図一 2 PH の変動



### (iii) 第2次生物処理実験

前半における生物処理実験によりその可能性を見出し、確認を得るべく実験を続行した。実験回数の少ない全混合排水について、エアレーション時間とBOD除去経過の関係を確かめ、さらに、連続注入の場合のBOD除去をエアレーション時間、原水PH値、温度などの諸条件を変えて調査した。

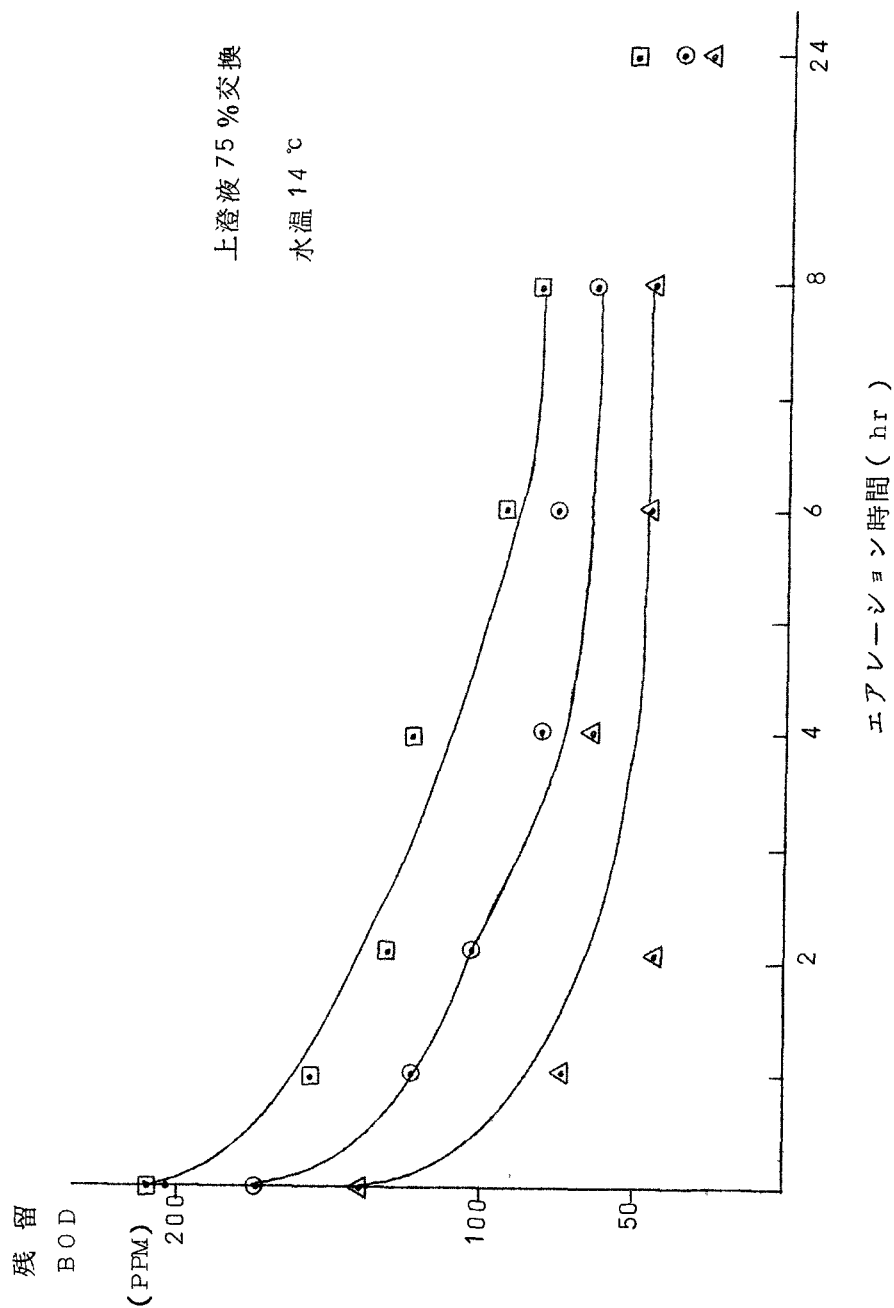
#### (1) バッチ方式による処理

第1次調査で生成した汚泥を継続使用して、エアレーション時間と残留BODの関係(図-3)を調べると共に、除去率に水温がどの程度影響するかを調査した。エアレーション時間6時間で、水温14℃と20℃の場合の除去率を比較(表-3)すると、同程度であり、14～20℃の範囲では、影響がないものと思われる。

表 - 3

| エアレーション時間のBOD除去率 |           |             |       |
|------------------|-----------|-------------|-------|
| 水 温 (℃)          | 原 水 B O D | 処 理 水 D O D | 除 去 率 |
|                  | ppm       | ppm         | %     |
| 14               | 246       | 78          | 65    |
|                  | 195       | 73          | 63    |
|                  | 149       | 43          | 71    |
| 20               | 287       | 105         | 63    |
|                  | 298       | 123         | 59    |
|                  | 210       | 68          | 68    |
|                  | 244       | 82          | 65    |

図-3 全混合排水



## (2) 連続注入装置による処理

連続注入装置を図一 4 に示す。この処理実験に用いた活性汚泥はバッチ試験で用いた汚泥を継続使用したものである。

この装置による除去率の実験条件の変更による影響を測つた。

### (i) エアレーション時間

6 ～ 8 時間の場合：

(条件) 沈澱時間 2 時間

原水は石灰中和後注入

曝気ビン内水温 20℃

処理成績はCOD除去が低率であるが、BODの除去率は高く80～90%である。浮遊物質の除去率は70～80%である。

原水1/5注入時に行つた生物試験の結果を下表に示す。

表 汚 泥 中 の 生 物 種 と 数

| 生 物 種 名            | 個体数(1ml中) |
|--------------------|-----------|
| Monas sp           | 非常に多い     |
| Trachelophyllum sp | 50        |
| Opercularia sp     | 550       |
| Nematoda           | 100       |

3 ～ 4 時間の場合：

条件同じ

エアレーション時間を3～4時間に短縮すると除去率の低下がみられるが、50～60%の除去率がえられるものと思われる。

### (ii) PH値

流入排水を石灰中和した排水の処理は前述の成績の通りであるが、流

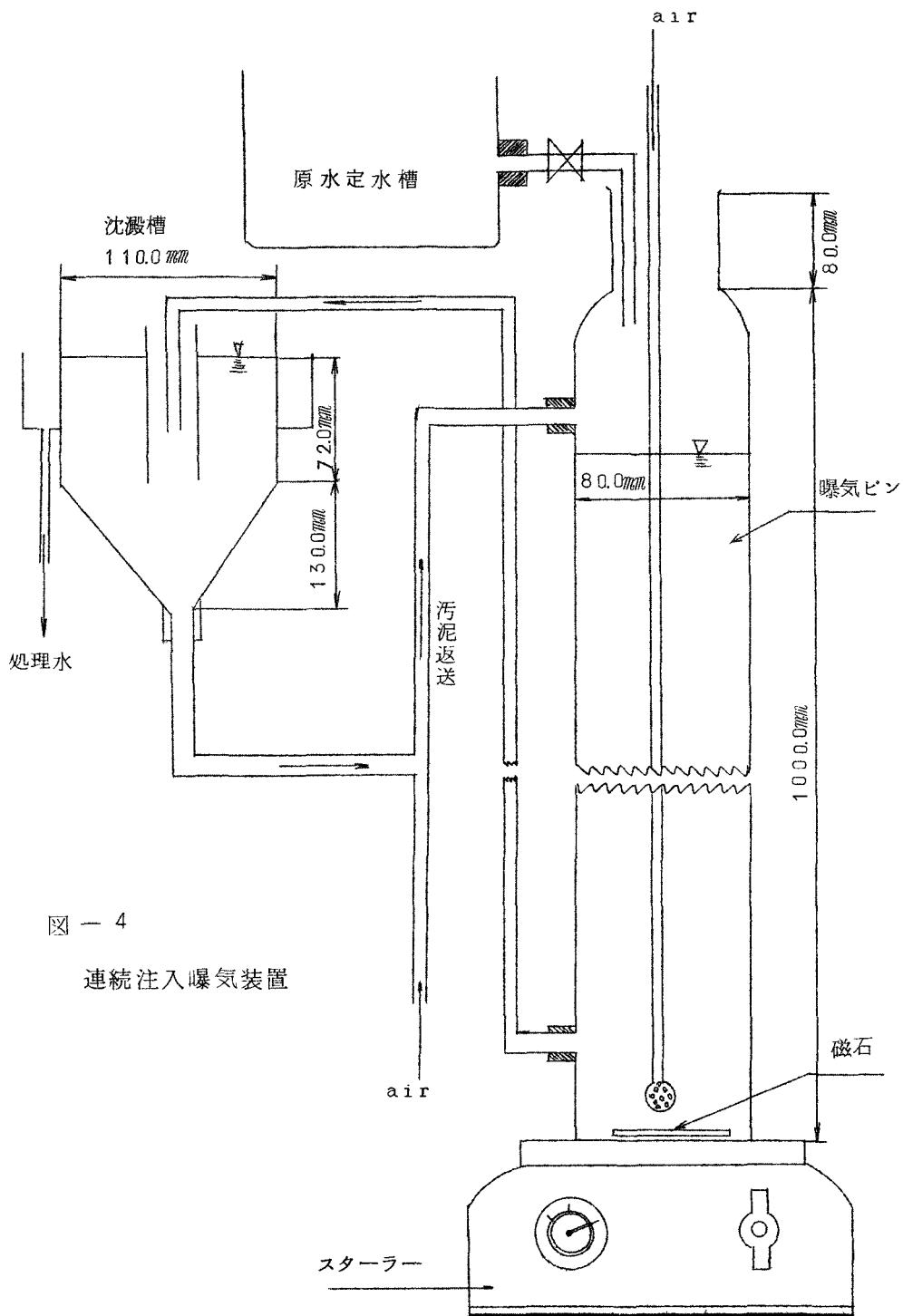


図 - 4

連続注入曝気装置

入する排水のPH値の激しい変動を考慮して中和調整域をPH 6～8に拡大した場合に処理効果におよぼすPHの影響を調べた。

排水のPH値を6および8に調整した排水を使用した。

BOD除去率を表-5に示す。

表-5 BOD除去率におよぼすPH値の影響

| 排水 PH \ | 原水 BOD | * 処理水 BOD | 除去率 % |
|---------|--------|-----------|-------|
| PH 8    | 308    | 71        | 77    |
|         |        | 51        | 83    |
|         |        | 45        | 85    |
| PH 6    | 320    | 48        | 85    |
|         |        | 39        | 88    |
|         |        | 69        | 78    |

エアレーション時間 6～8時間

沈澱時間 2時間

上表にみられるようにPH値が6と8ではBOD除去率におよぼす影響はほとんどないことがわかった。PH7の排水で得られるBOD除去(80～90%)に比較すると、PH値の変化により75～85%とわずかに除去率の減少がみられる。

### (iii) 考察および結論

全混合排水の生物処理に関する実験から得られた資料について考察する。

温度：曝気ビン内水温が14～20℃の範囲ではBOD除去率に変化がないことから、この水温域においては温度の影響を受けないものと思われる。全混合排水の推定水温は厳寒期においても17～18℃であることから、冬期における流入原水の水温による影響も少ないものと予想

される。

BOD除去：連続注入装置による除去率はエアレーション時間6～8時間で80～90%を得た。3～4時間で50～60%を得た。また、原水のPH値の変動(6～8)も除去率にほとんど影響しないようである。これらの諸条件で得られた除去率はほぼ一定した数値を示すことから、安定した除去が期待し得るものと思われる。

生物属：混合液(ML)の汚泥中にみられる原生動物および後生動物は前掲の表の通りであるが、家庭汚水を処理する場合に出現する生物属と比較すると、その種や数はかなりの変化を示している。したがって、浄化に参与する生物は家庭汚水の活性汚泥処理の場合とはいちじるしく異なっていると云える。あくまでも、浄化して参与する主体が細菌類であることは、全混合排水処理に働らく汚泥が工業排水である原水の水質に適應する原生動物や後生動物が考えられ、本汚泥による高い浄化率は実験により可能であることがわかった。さらに、本汚泥の性質——高い浄化能、沈降性大、生物の存在——は広義の活性汚泥と云い得るものである。

以上の考察より、全混合排水は活性汚泥法による処理が可能であり、かつ、有利な処理方法であると思われる。しかしながら、排水に間歇的に起るPH値の激動と妨害物質(シアン・クロム)の流入に対する前処理は生物処理をする場合には不可欠である。

## 2 繊維加工および染色工場群からの廃水の例 ※

愛知県一宮市、尾西市、木曾川町にまたがる約2500ヘクタールの地

※この詳細についてはMamoru Kashiwaya "Activated Sludge Treatment of Textile and Dyeing Mills Waste" Paper of 2nd International Conference on Water Pollution Research を参照されたい。

域には約130のこの種の工場群が存在する。

これらの工場群からの廃水は多くの灌漑用水路と日光川を汚染している。愛知県と関係市町は農業被害および公害を防止するため1957年より管渠埋設工事に着手し、一箇所に集めるよう工事中であるが、集められた廃水をどのように処理して放流するかを決める必要が生じ、このため活性汚泥法を用いて実験を行なったものである。この種の廃水を活性汚泥法にて処理した事例は非常に多く、特に米国のCone Mill Corporationでは1935年頃より研究に着手し、現在まで多くの研究を行ない、現在では一般廃水はコンタクト、スタビリゼーション法、アルカリ釜廃水はプロロングトエアレーション法によつて共に活性汚泥変法で処理している。(1)

これらの工場群から集められた廃水はBODは割合低く40～120 mg/l程度であるが、色相は黒色または濃灰色を主として種々に変ずることが多く、窒素化合物、硫黄化合物を含有し、水温高く、溶存酸素は皆無に近い状態を示している。それゆえこの廃水を活性汚泥法で処理する場合には有機物の除去以外に、芒硝の還元によつてさらに増加すると予想される硫化物の除去、染料による色度の除去をも期待できると考えられた。しかし、実験着手時において、管渠工事は一部しか完成しておらず、工場群からの廃水は直接灌漑用水路や日光川に放流されている状態にあつたので、同種の工場群からの廃水が得られる一宮市東部中継ポンプ場において実験を行なうこととしたものである。しかし、同ポンプ場では全時間を通じて工場廃水のみを得ることは困難であるため、特に濃厚な廃水の得られる時間に揚水し、これを貯留槽に貯水して実験を行なったものである。実験装置の概要は下記の通り。

○貯留槽……5 m × 10 m × 2.2 m 有効容量100 m<sup>3</sup>

○エアレーションタンク……有効容量14.4 m<sup>3</sup> 散気旋回流式

○最後沈殿池……有効容量5.4 m<sup>3</sup> 水面積2.5 m<sup>2</sup>、ドルトムント型

- 混和槽……栄養源として稀釈燐酸液を添加攪拌するため
- 分水槽……原水のエアレーションタンク内への流入位置をかえるため
- 送風機……5馬力ルーツブロワー
- 汚泥返送……エヤリフトにより揚水、三角堰計量

実験は1961年11月より1963年2月までの間、約1年4ヶ月にわたって標準活性汚泥法とコンタクト「スタゼリビーション法」について実施した。このうち1962年6～8月には地下水の下水管への流入量が特に多く、このため稀釈されて、有機物濃度が非常に低くなつたため、処理は正常に行われなかつたが、他の期間は処理は良好に行なわれた。

処理水のBOD、硫化物の除去は前記の一部の期間を除いて75%以上の高率を示した。処理水の透視度は30cm以上となることが多かつたが、浮遊物の越流が多く、特に浮遊物の越流が多い場合には20cm以下となることもあつた。このような最後沈殿池からの越流はすべて微生物であり、このうち*Beggiatoa*が最も多くの量および期間をしめ、また一部の期間は*Sphaerotilus*によつてしめられた。このため浮遊物質として測定した場合には、処理水の量が原水の量に比べて増加した場合が多かつた。

色相は黒色または濃灰色を示すことが多かつたが、このような染料それ自身による色は活性汚泥を構成物によつて充分吸着されて、ほとんど除去されていた。しかし、染色助剤などによる微黄色はあまり良く除去されていない。この色度は上水道用の白金・コバルト比色標準液による比色測定では60度以下を示した。このように染料による色はよく除去されたが、溶解塩類は硫化ソーダおよび芒硝が管渠内で還元されてできた硫化ソーダなどはその硫化物が除去され、ナトリウム塩は他の化合物の形に変化したのみで、溶存塩類としては変わらず、また硫酸イオン量は原水、処理水ともほぼ同量であつた。

年間を通じての生物相としては、上記2種のバクテリア以外は原生動物

纖毛虫類および根足虫類に属する種属が優占種となる生物相を構成していた。Beggiatoa は年間極く一部の期間を除いて、これらの原生動物と共に優占種となっていた。特に Carchesium の量が多い場合には、Beggiatoa は Carchesium と共に菌塊を構成することもあるが、これは極く一部の期間であり、他の多くの期間は単体で浮遊して最後沈殿池から越流することが多かつた。

この Beggiatoa は沈降性に関しては Sphaerotilus と同様の性格を有するものであり、これを除去するには最後沈殿池の水面積負荷率を非常に低く保たしめるか、凝集剤を使用することが必要である。Sphaerotilus は時期的に優占種となり、これは一部の染料中に含有する窒素化合物の使用量、その使用時期と関係があるのではないかと推察された。(2)

本実験では廃水中に磷が不足しており、実験に当つては Helmers などの実験結果(3)に基づいて磷の補給を行なつた。しかし、家庭汚水との混合によつて、磷の補給量は減少させ得るし、場合によつては必要としなくなることもあるであろう。この意味からも廃水のみでなく、家庭汚水との混合処理が望ましい。

本廃水の場合、芒硝硫化ソーダの含有量は時期的に非常に多くなる。従来の研究結果から推定してこれは下水管渠内で還元されて硫化物や硫化水素になり、これは管渠の維持管理上非常に大きな問題となるので、特に硫化水素の発生防止のための対策が必要であらう。(4)

なお図-5, 6 には原水および処理水の BOD、硫化物、表-6 にはエアレーションタンク内の微生物のうち優占種を示す。

#### (参 考 文 献)

- (1) Jones, Alspaugh and Stokes (1962) *Jonr. Water Pollution Control Fed.* Vol 34, No.5, P495
- (2) Liebmann (1962) *Handbuch der Frisihwosser nnd Abwa-*

sser — Biologie Bd.1 R.Oldenbourg München P.256

- (3) Helmers, Frame, Greensberg and Sawyer (1951) Sewage  
Industr. Wastes Vol 23, No.7 P 827; (1952) Ibid  
Vol 24, No 4. P 496
- (4) Pomeroy and Boulus (1946) Sewage Works Jour. Vol 18  
No.4 P.597

| Conventional Activated Sludge Process |            |              |              |            |             |
|---------------------------------------|------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| Dominant<br>order                     | Feb. 28    | Apr. 12      | Mar. 28      | Oct. 28    | Jan. 28     |
| 1                                     | Beggiatoa  | Beggiatoa    | Zooglea      | Beggiatoa  | Amoeba      |
| 2                                     | Carchesium | Zooglea      | Sphaerotilus | Zooglea    | Vorticella  |
| 3                                     | Tokophrya  | Carchesium   | Amoeba       | Carchesium | Opercularia |
| 4                                     | Zooglea    | Sphaerotilus | Lionotus     | Amoeba     | —           |
| 5                                     | —          | —            | Vorticella   | —          | —           |

| Contact Stabilization Process |                       |                 |                       |                 |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| Dominant<br>order             | Jan. 11               |                 | Dec. 20               |                 |
|                               | Stabilization<br>Pond | Contact<br>Pond | Stabilization<br>Pond | Contact<br>Pond |
| 1                             | Beggiatoa             | Beggiatoa       | Amoeba                | Amoeba          |
| 2                             | Zooglea               | Zooglea         | Vorticella            | Vorticella      |
| 3                             | Sphaerotilites        | Sphaerotilites  | Zooglea               | Zooglea         |
| 4                             | Chilodonella          | Colpoda         | Sphaerotilus          | Sphaerotilus    |
| 5                             | Carchesium            | Chilodonella    | Beggiatoa             | Opercularia     |
| 6                             | —                     | Carchesium      | Colpoda               | Colpoda         |

表 — 6 エアレーションタンク内微生物の優占順位

### 3 皮革加工，化学，鉄工，織物，染色などの工場群からの 廃水の処理例

和歌山市和歌川筋には、大中小合せて130の工場群が存在する。この内訳は

皮革加工工場 78， 鉄工業 14， 染色工場 6， 織物工場  
6， 化学工場 25， 製氷工場 1

となつている。これらのうち特に排水量の多いのは化学工場と皮革加工工場である。化学工場には有機合成工場、染料中間体工場、顔料工場、タールピッチ工場、硫化染料工場、無機化学工場など多種類のものが含まれるが、このうち有機合成工場、染料中間体工場、無機化学工場が水質的にも水量的にも大きな影響を与えている。水質は一般にPHが低く、CODおよび色度（黄色）が高く、塩類の含有が多い。また皮革工場はその数が非常に多いが、一般に家内工業的なもので、これは海外から塩づけのまま輸入された生皮を洗滌し、なめし加工および染色を行なっているものであり、水質はPHが高く、BODが高い廃水である。これらは付近の家庭污水と共に芦原中継ポンプ場に集められて処理場に送られる。

それゆえ、これらの工場群からの廃水は、BODおよび色度が高く、PHは皮革工場からの廃水が加わるも、まだ低く、塩類の含有の多いものであり、特にPHはその変動が非常に大きいことが特徴である。

これらの廃水を処理するため、和歌川下流塩屋に処理場を建設中であつたが、その一部、すなわち、沈砂池、スクリーン、ポンプ設備、石灰注入設備、苛性鹼粉注入設備、凝集池、沈殿池1池、シツクナー2池などが完成した。これらの設備の完成によつて、PHは中性に、さらに石灰および少量の苛性鹼粉溶液による、凝集沈殿を行なうことによつてBODの一部色度の半分程度を除去することが可能であるが、これのみにてはまた有機物の含有が非常に多く、和歌川下流の「のり」貝類に被害をおよぼすこと

が考えられるので、本年9月に、上記設備の試運転、処理場に流入する水質の変化を知ることをも兼ねて、活性汚泥処理のための実験を行なつたものである。

この結果、処理場に流入する原水のPHは2.2～8.6と非常に変化が大きい、通常は4.5～6.0の範囲にあることが多く、1日に1～2回、2～4時間程度急激にPHが低下する時間がある。このため中和のための消石灰の注入率としては通常100PPm程度でよいが、この時間のみ300～500PPmの注入を必要とする。また、CODは通常150～400PPmと変動は少ないが、BODについては400～1300PPmと非常に変動が大きい。しかし、消石灰と数PPmの苛性炭酸の注入による凝集沈殿によつて約400～800PPmとなること。塩素イオンは4,000～8,000PPm、硫酸イオンは700～1,400PPm、総窒素は一部の時間を除いて5.4～17.1PPmとなることが解つた。

活性汚泥処理の実験は室内において2ℓメスシリンダー5本を用いて、また屋外においては模型エアロアクセレータ（曝気部容量3.16m<sup>3</sup>、沈殿部容量1.77m<sup>3</sup>）を用いて実験を行なつた。原水には窒素がやや不足していると思われた時もあったが、これは補給を行わず、特に不足している燐を補給するため燐酸溶液を希釈してBOD100PPm当り1PPmの割合で注入した。また実験に用いた活性汚泥は大阪市中浜東処理場から運搬したものを馴致して使用した。

バッチ試験は5本の2ℓメスシリンダーを用いて行なつた。各ビンの一回ごとの取替水量および実験開始および終了時のメスシリンダー内における浮遊物濃度は表-7のとおりであり、また各シリンダー中における処理結果は表-8に示すとおりである。

このシリンダー中のBOD負荷は一部のものを除いて0.5Kg/MLSS(Kg)日程度またはそれ以下であつたが、共に非常に良好なる除去率を示した。

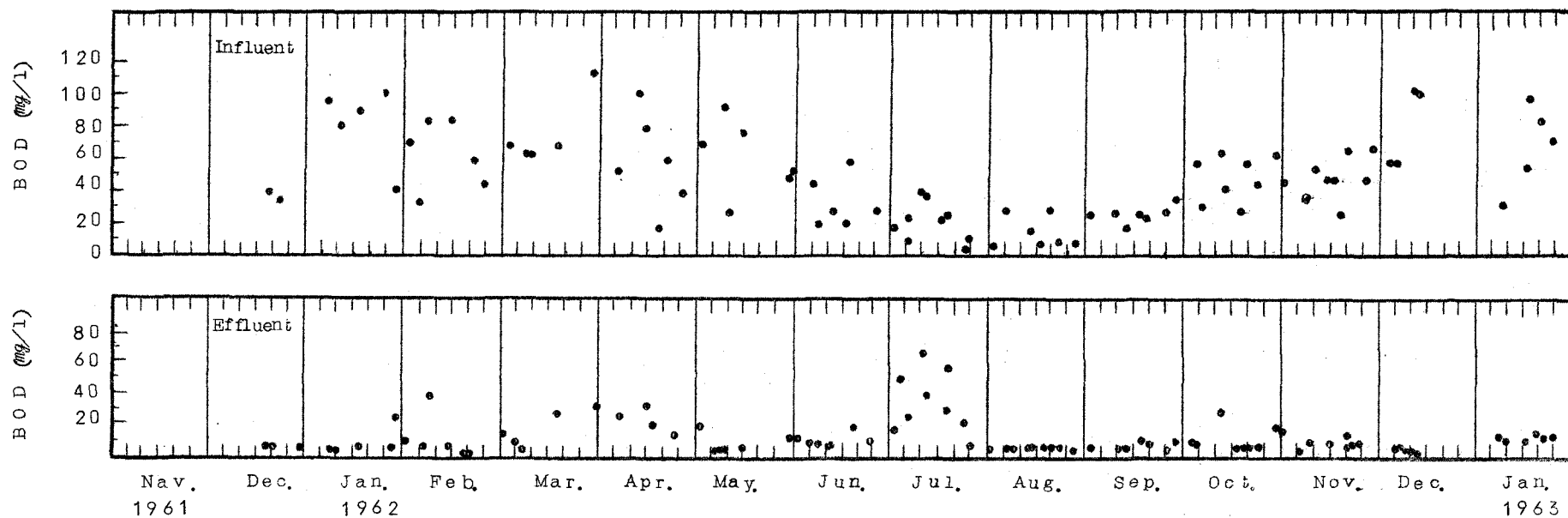


図-5 BODの変化

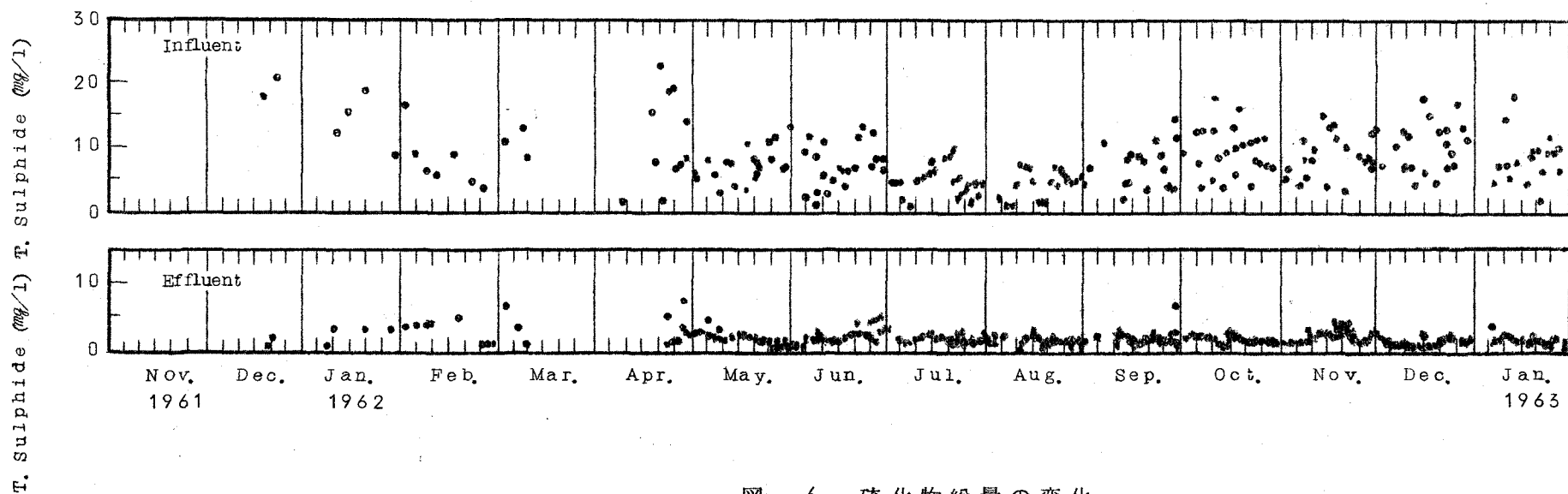


図-6 硫化物総量の変化

表 ー 7 取替水量と各浮遊物濃度結果（バッチ試験）

| メスシリンダーの № | 取替水量  | 瓶 中 の 浮 遊 物 濃 度     |                     |                     |       |
|------------|-------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
|            |       | 実験開始時               | 実験終了時               | 増 加 量               | 増 加 率 |
| 1          | 1.7 ℓ | 4,616 <sup>mg</sup> | 6,421 <sup>mg</sup> | 1,805 <sup>mg</sup> | 39.0% |
| 2          | 1.6   | 6,154               | 8,787               | 2,633               | 42.7  |
| 3          | 1.5   | 7,693               | 10,200              | 2,507               | 32.5  |
| 4          | 1.4   | 9,232               | 11,715              | 2,483               | 27.0  |
| 5          | 1.9   | 2,187               | 2,625               | 448                 | 21.2  |

（註） 実験日数 10日 取替回数 23回  
 エアレーション時間 3～25時間

また、BOD 負荷  $1.2 \text{ Kg/MLSS(Kg)・日}$  の場合には他の場合に比べて除去率の低下は認められるが、それ程大きな差異はないようであつた。またエアレーション時間としては空気量の供給さえ充分であれば3～4時間で充分であり、エアレーション時間が10時間以上長くした場合の効果は認められなかつた。23回の実験において表～2に示したように共にシリンダー中の浮遊物濃度の増加はかなり高い数値を示している。

エアロアクセレータによる試験結果は表～9に示すとおりであり、共にBOD 負荷はシリンダー中における数値とほぼ相似なものである。この原水は沈殿池流出端付近から直接ポンプにて採取し、エアロアクセレータに送水したものである。通水は9月24日にて終了したため、以後は沈殿池に長時間貯留させたものを使用したので、BOD 負荷の変動による影響は余り現れていない。さらに実験期間が短かつたせいもあつて数値的に疑

表-8 原水の水質および処理結果（バッチ試験）

| 原 水        |          |     | 処 理 |             |     |                    |                   | 水                 |                   |                   | BOD負荷<br>BOD(kg)<br>MLSS(kg/日) |  |
|------------|----------|-----|-----|-------------|-----|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--|
| PH         | 透視度      | COD | BOD | メスリン<br>ダ-% | PH  | 透視度                | COD               | BOD               | COD<br>除去率        | BOD<br>除去率        |                                |  |
|            | cm       | ppm | ppm | 1           | 8.5 | 15.0 <sup>cm</sup> | 85 <sup>ppm</sup> | 70 <sup>ppm</sup> | 83.0 <sup>%</sup> | 90.9 <sup>%</sup> | 0.57                           |  |
| 7.8        | 18.2     | 500 | 771 | 2           | 8.7 | 11.0               | 87                | 71                | 82.5              | 90.8              | 0.43                           |  |
|            |          |     |     | 3           | 8.4 | 13.9               | 87                | 58                | 82.5              | 92.4              | 0.34                           |  |
|            |          |     |     | 4           | 8.6 | 9.1                | 80                | 62                | 84.0              | 91.8              | 0.29                           |  |
| エアレーション時間  | 7 時間     |     |     | 5           | 8.0 | 8.6                | 80                | 105               | 84.0              | 86.4              | 1.20                           |  |
|            |          |     |     | 1           | 8.2 | 17.8               | 47                | 40                | 68.9              | 91.2              | 0.59                           |  |
| 7.2        | 18.0     | 151 | 448 | 2           | 8.1 | 16.9               | 47                | —                 | 68.9              | —                 | 0.44                           |  |
|            |          |     |     | 3           | 8.0 | 21.0               | 49                | —                 | 67.5              | —                 | 0.35                           |  |
|            |          |     |     | 4           | 8.1 | 18.0               | 48                | 30                | 68.2              | 93.5              | 0.29                           |  |
| エアレーション 時間 | 4 時間     |     |     | 5           | 7.7 | 14.5               | 58                | —                 | 61.6              | —                 | 1.20                           |  |
|            |          |     |     | 1           | 7.5 | 17.0               | 62                | 32                | 61.3              | 86.4              | 0.29                           |  |
| 7.7        | 8.0      | 160 | 235 | 2           | 7.5 | 18.0               | 64                | 30                | 60.0              | 87.3              | 0.21                           |  |
|            |          |     |     | 3           | 7.9 | 11.8               | 60                | 30                | 62.5              | 87.3              | 0.18                           |  |
|            |          |     |     | 4           | 7.7 | 15.5               | 58                | 22                | 63.8              | 90.5              | 0.16                           |  |
| エアレーション時間  | 3 時間     |     |     | 5           | 7.7 | 16.5               | 72                | 35                | 55.0              | 85.1              | 0.72                           |  |
|            |          |     |     | 1           | 8.1 | 10.0               | 58                | 10                | 63.8              | 95.7              | 0.057                          |  |
| 7.5        | 10.0     | 160 | 235 | 2           | 8.1 | 11.8               | 58                | 11                | 63.8              | 95.3              | 0.042                          |  |
|            |          |     |     | 3           | 8.3 | 7.0                | 58                | 11                | 63.8              | 95.3              | 0.036                          |  |
|            |          |     |     | 4           | 8.1 | 11.4               | 52                | 8                 | 67.5              | 96.5              | 0.031                          |  |
| エアレーション時間  | 1 5.5 時間 |     |     | 5           | 8.4 | 8.0                | 65                | 11                | 59.4              | 95.3              | 0.139                          |  |

表一 9 原水の水質および処理結果（エアロアクセレーターによる）

| 調査日  | 原水<br>流入量<br>( $m^3/hr$ ) | 原 水 |             |              | 処 理 水        |     |             |              | MLSS<br>$mg/l$ | BOD負荷<br>BOD $\%$<br>MLSS $\%日$ |
|------|---------------------------|-----|-------------|--------------|--------------|-----|-------------|--------------|----------------|---------------------------------|
|      |                           | PH  | 透視度<br>$cm$ | COD<br>$ppm$ | BOD<br>$ppm$ | PH  | 透視度<br>$cm$ | COD<br>$ppm$ |                |                                 |
| 9/22 | 0.5                       | 6.6 | 8.3         | 298          | 679          | 6.8 | 7.3         | 70           | 135            | 4,503                           |
| 9/23 | 0.5                       | 7.0 | 30<         | 144          | 448          | 7.4 | 8.3         | 62           | 36             | 5,082                           |
| 9/24 | 0.5                       | 7.0 | 9.0         | 189          | 298          | 7.6 | 11.0        | 58           | 22             | 4,699                           |
| 9/26 | 0.75                      | 7.2 | 9.8         | 197          | 235          | 7.3 | 7.3         | 92           | —              | 4,068                           |
| 9/27 | 0.75                      | "   | "           | "            | "            | 7.1 | 13.8        | 74           | —              | 4,600                           |
| 9/28 | 1.0                       | "   | "           | "            | "            | 7.1 | 14.0        | 61           | —              | —                               |
| 9/29 | 1.2                       | "   | "           | "            | "            | 7.2 | 11.7        | 68           | 16             | 4,502                           |
| 9/30 | 1.5                       | "   | "           | "            | "            | 6.9 | 8.5         | 84           | 18             | 4,942                           |
| 10/1 | 1.5                       | "   | "           | "            | "            | —   | 7.1         | 82           | —              | 4,850                           |

(註) 9月26日以降は沈殿池に貯留した原水を使用した。これについては以後水質試験を行なっていないが、静止沈殿によつてBOD、CODなど9月26日の数値よりかなり良好なものとなつていたことが予想される。それゆゑ原水水質、BOD除去率、BOD負荷などは参考的なものと考へてほしい。

問視される箇所もないではないが、各処理水の数値および除去率などからみて、良好に処理されたと考えて差支えないものと思う。ただ透視度は原水より処理水の方が悪化している場合が多いが、この汚質はBODとは無関係なものである。

以上のように種々の工場群からの廃水が混合された場合についても、その廃水中の有機物は活性汚泥法により充分処理可能であることが解つた。しかし、この場合活性汚泥法が実装置においても良好な処理結果を得ていくためには次の2つの条件を考慮する必要がある。その1つはPH調整の問題であり、他の1つは栄養源のバランスの問題である。PH調整については、このような場合非常に困難なものであり、一般に生物学的処理に対して影響を与えない範囲と云われている6.0～8.5の範囲にとどめることは非常にむずかしい。その廃水量が少ない場合には調整池などで調整可能であるが、水量が多い場合には用地的にまず不可能であり、またたとえこれを設置できるだけ用地が取得されたとしてもまた装置上の問題点が生じてくる。和歌山の例では1日数時間の特別にPHの低下する場合を除いては消石灰の注入量は100PPmでよいが、この数時間はPHの低下が日々異なり、またその時間も一定していない。この間の調整は非常な困難をともなうものと予想されるので、この問題については実装置の運転までに充分検討を加えておくつもりである。

活性汚泥法の場合廃水中の栄養源のバランスの問題は非常に重要な問題であり、これに関する研究は非常に多い。本廃水の場合、芦原ポンプ場から流入されるものは、全量の約 $\frac{1}{4}$ 程度であり、これは皮革加工廃水および家庭污水が主である。この廃水のPHはアルカリ性で、BODは非常に高いが豊富な窒素源を含み、この廃水が活性汚泥処理を行なうための栄養源となつている。しかし、この廃水中には磷は非常に不足しているので、これは添加してやらないとならないことは前に述べた繊維加工および染色工場廃水の場合と同様である。