

# パイナップル罐詰工場廃水の処理試験

## 第2報 活性スラッジ法による処理試験

化学室 比 嘉 三 利

### 1. はしがき

前に著者らはパイナップル工場廃水の操業時間帯における水質の経時変動調査、並びに単純曝気試験を行い、パイナップル工場廃水の生物学的処理の適応性を見出したが、今回活性スラッジ法による基礎的な処理試験（回分処理、連続処理）を行ったので、その結果を報告する。

### 2. 実験方法

#### 2-1 試料

実験に供した試料は、Aパイナップル工場からS・51年8月18日に採取した製造廃水であるが、廃水中にパンくず、果肉片などの粗大な夾雑物が含まれていて、廃水の分析、処理試験の際のサンプリング、その他に支障をきたすので、あらかじめガーゼ1枚で荒くろ過した。ろ過原廃水は冷蔵庫（2℃）に保存し、処理試験にはこの原廃水を適当な濃度に希釈して使用した。

#### 2-2 活性スラッジ

BOD濃度約1,000PPmの合成廃水（ペプトン0.65g、グルコース0.65g、リン酸一カリウム0.05gを溶解して1ℓとした）で回分法により常時培養しているスラッジを使用した。

#### 2-3 分析方法

- ① pH：ガラス電極法（日立M-7B型）
- ② COD：100℃過マンガン酸カリウム酸性酸化法（JIS K 0102）
- ③ BOD：一般希釈法及び直接希釈法（JIS K 0102）なお、溶存酸素の測定はウインクラージ化ナトリウム変法（JIS K 0102）
- ④ 全窒素：ケルダール法
- ⑤ 全リン酸イオン（ $PO_4^{3-}$ ）：JIS K 0102、(a)法、分光光度計（日立101型）
- ⑥ 全蒸発残留物：JIS K 0102
- ⑦ MLSS（活性スラッジ濃度）  
遠沈管（10ml）に活性スラッジ混合液10mlを取り、3,000rpm、10分間遠心分離後、上澄水を捨て沈降スラッジを110℃で乾燥し、乾物量からmg/ℓで示した。
- ⑧ SV30（活性スラッジ沈降容積）  
活性スラッジ混合液を100ml又は1,000mlメスシリンダーに取り、30分間静置した時の沈降スラッジ量（%）で示した。
- ⑨ SVI（活性スラッジ沈降容積指標）

⑦、⑧の MLSS SV30 の値から次式により算出した。

$$SVI (ml/g) = \frac{30分沈降後のスラッジ容積 (\%) }{混合液のスラッジ濃度 (\%)}$$

⑩ D・O (溶存酸素) : DO・3 型 (セントラル科学)

処理水の水質分析は回分処理試験においては NO、2 ロ紙でろ過したもの、又、連続処理試験の場合は、上澄水、又は、NO、2 ロ紙でろ過したものについてそれぞれ行った。なお、回分処理試験の場合の処理効果の判断は COD 値で行った。

## 2-4 回分処理試験装置及び方法

### 2-4-1 装置

振盪培養機、TB-16 型 (振巾 70 m/m、廻転数 160 ~ 230 R・P・M) : 高崎科学器械

### 2-4-2 試験方法

500 ml の三角フラスコに活性スラッジと廃水の混合液 300 ml を入れ、室温 (27 °C ~ 28 °C) で振盪曝気を行った。1 日に 1 ~ 2 回、約 30 分間静置して、スラッジを沈降させ、上澄水をサイホンで抜き取り、等量の廃水を添加して、再び振盪曝気する。この操作を所定の期間行った。

## 2-5 連続処理試験装置及び方法

### 2-5-1 装置

AS-トレーター、AS-5 型 (活性汚泥連続処理試験装置) : 宮本製作所

曝気槽、沈殿槽は透明な硬質塩化ビニール樹脂で製作され、混合液の攪拌状態、スラッジの性状及び処理水の外観などがよく観察出来るようになってきている。曝気槽と沈殿槽は邪魔板で仕切られ、沈殿槽の底部には傾斜板が設置されており、沈降スラッジが傾斜面に沿って自重で曝気槽に戻るようになってきている。又、曝気槽の液温は温度計で表示し、ステンレス製パイプヒーターと自動温度調節器により一定温度に保つようになっている。

曝気部の内寸法は W 140 mm × D 100 mm × H 425 mm で実容積は 5 l であり、沈殿部は W 100 mm × D 100 mm × H 425 mm で実容積は 2 l である。試験装置の外観は図・1 に示した。

### 2-5-2 試験方法

槽内に一定濃度の活性スラッジを満たし、通気しながら、廃水を定量ポンプで所定の BOD 負荷になるように曝気部へ連続的に添加した。

処理試験中は随時、混合液中の溶存酸素を溶存酸素計によって測定して、常に溶存酸素濃度が 3 ppm 以上検出されるように通気量を調節した。又、処理に伴って生成された余剰スラッジは沈殿部からサイホンによって引き抜き混合液の減量分についてはあらかじめ貯えた処理水を添加した。なお、曝気槽内混合液の温度は 30 °C に保持した。

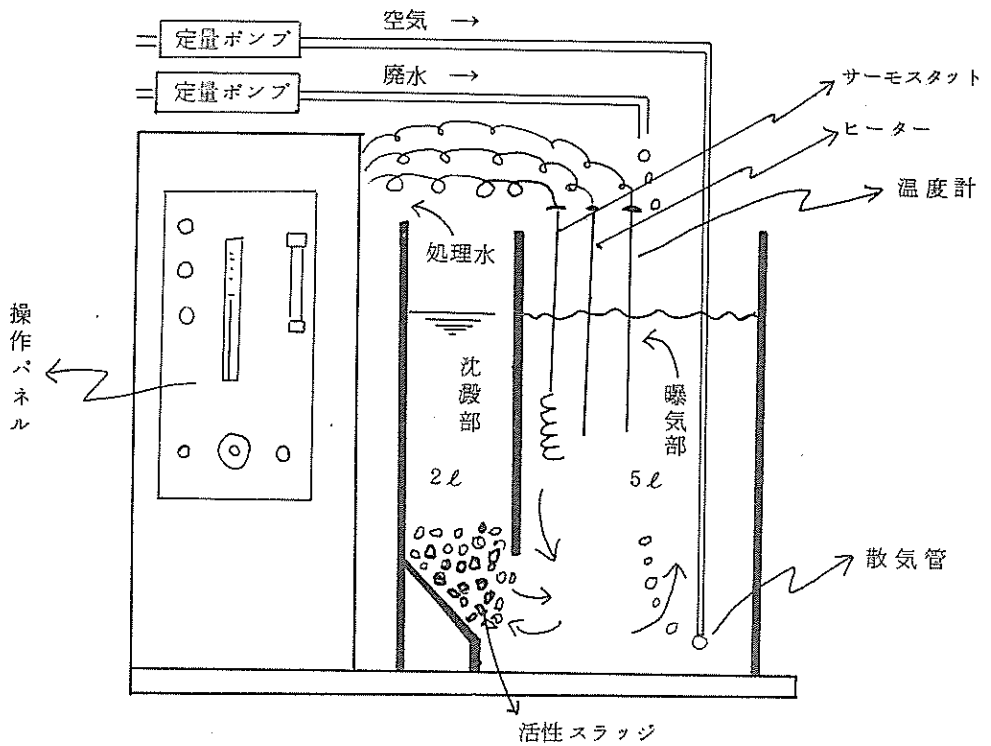


図-1 連続処理試験装置

### 3. 実験結果及び考察

#### 3-1 原廃水の分析結果

分析結果は表・1 に示した。pH は 3.4 を示し、BOD は COD 値の約 1.4 倍の値を示している。又窒素は BOD の 1/104、リンは BOD の 1/1965 量含まれていて、活性スラッジ処理における必要最低栄養バランスとされている BOD : N : P = 1 : 1/20 : 1/100 と比較すると、窒素は約 5 倍量、リンは約 20 倍量不足しているようである。

#### 3-2 振盪法による回分処理試験

##### 3-2-1 栄養源添加の影響

原廃水の分析結果の所で記したように、原廃水の BOD : N : P = 100 : 0.96 : 0.06 で、活性スラッジ処理における必要栄養バランスから見て、窒素、リンとも不足しているようであるので、振盪法による半連続試験を 30 日間行い、栄養源添加の影響を検討した。

実験に使用した栄養源は N 源として硫酸アンモニウム、尿素であり、P 源はリン酸-カリウムである。又、処理試験にはこれらの 10% 溶液を使用した。

原廃水を水道水で稀釈して BOD 1.043 ppm (COD 657.3 ppm) にし、これに各栄養源を N として BOD の  $\frac{1}{20}$  量、P として BOD の  $\frac{1}{100}$  量、栄養バランスよく含まれるように N 源単独、P 源

表・1 パイン廃水処理原液の水質

| 外 観                    | 淡黄色混濁        |
|------------------------|--------------|
| 透 視 度 <i>cm</i>        | 1.5          |
| 臭 気                    | パイン臭         |
| pH                     | 3.4          |
| SS (ppm)               | 386          |
| 全蒸発残渣 (ppm)            | 5,693        |
| COD (ppm)              | 5,941.0      |
| BOD (ppm)              | 8,253.8      |
| 全窒素 TN (ppm)           | 79.0         |
| 全リン酸 $PO_4^{3-}$ (ppm) | 12.5 (P≐4.2) |

単独及びN、P源混合添加を行なった場合と栄養源無添加の場合との各々の効果を見た。操作方法は500ml三角フラスコに活性スラッジ濃度2,730 ppmに調整した混合液300 mlを入れ、静置して上澄液150 mlを引き抜き、これに上記調整廃水を150 ml添加してBOD負荷が一律に $0.52 \text{ kg/m}^3/\text{D}$ になるように行なった。結果は表・2に示した。

表・2 栄養源添加の影響

| 栄養源                      | 処 理 水 |           |         |
|--------------------------|-------|-----------|---------|
|                          | pH    | COD (ppm) | 除去率 (%) |
| 1. 無 添 加                 | 7.04  | 6.2       | 99.1    |
| 2. 硫酸アンモニウム単独            | 6.80  | 7.1       | 98.9    |
| 3. 尿 素 単 独               | 7.02  | 4.1       | 99.4    |
| 4. リン酸-カリウム単独            | 7.18  | 7.1       | 98.9    |
| 5. 硫酸アンモニウム<br>+リン酸-カリウム | 6.49  | 10.8      | 98.3    |
| 6. 尿 素<br>+リン酸-カリウム      | 7.10  | 4.7       | 99.3    |

試験結果より、無添加の場合のpHは7.04を示し、COD除去率99.1%の値が得られ、又、栄養源添加の場合、N源単独及びN、P源混合添加ともpH、COD除去率に大きな差は見られず、pHが6.49~7.18の値を示し、COD除去率は98.3~99.4%の値が得られた。

栄養源無添加と添加のpH及びCOD除去率を比較すると大きな差はなく、栄養源補添の効果は認められなかった。

### 3-2-2 廃水濃度の影響

活性スラッジ処理における、パイナップル工場廃水の適正な廃水濃度検討のため、振盪法による半連続試験を30日間行なった。

500 ml三角フラスコに活性スラッジ濃度2,730 ppmに調整した混合液300 mlを入れ、上澄液150 mlをサインホンで抜き取り、原廃水を水道水で希釈してBOD 1,043 ppm (COD 657.3 ppm)、2,085 ppm (COD 1,314.7 ppm)、3,128 ppm (COD 1,972 ppm) 及び4,080 ppm (COD 2,572.2 ppm)に調整した廃水をBOD負荷 $0.52 \text{ kg/m}^3/\text{D}$ になるように、各々150 ml、75 ml、50 ml及び37.5 ml添加して水道水で300 mlとした。なお、各々の調整廃水には栄養源として、尿素(10%溶液)をNとしてBODの $\frac{1}{20}$ 量、リン酸-カリウム(10%溶液)をPとしてBODの $\frac{1}{100}$ 量になるように添加した。結果は表・3に示した。

表・3 廃水濃度の影響

| 原 廃 水 |                |                | 処 理 水 |                |         |
|-------|----------------|----------------|-------|----------------|---------|
| pH    | C O D<br>(ppm) | B O D<br>(ppm) | pH    | C O D<br>(ppm) | 除 去 率 % |
| 3.85  | 657.3          | 1,043          | 6.50  | 5.0            | 99.2    |
| 3.62  | 1,314.7        | 2,085          | 6.59  | 4.9            | 99.6    |
| 3.54  | 1,972.0        | 3,128          | 6.58  | 5.4            | 99.7    |
| 3.50  | 2,572.2        | 4,080          | 6.70  | 5.2            | 99.8    |

各廃水濃度におけるCOD除去率は99.2～99.8%と高い値が得られ、各濃度間の差は見られなかった。又、pHは原廃水が3.50～3.85を示しているのに対し、処理水は6.5～6.7を示している。従って廃水のBOD濃度が1,000～4,000ppmの範囲においては希釈する必要がなく処理が可能と思われる。

### 3-2-3 BOD負荷の検討

パイナップル工場廃水の活性スラッジ法による適正なBOD負荷の検討を行った。

500ml三角フラスコに活性スラッジ濃度5,900ppmに調整した混合液300mlを入れ、上澄液150mlをサイホンで抜き取り、原廃水を水道水で希釈してpH3.54、BOD3128ppm、COD1,972ppmに調整した廃水をBOD負荷(kg/m<sup>3</sup>/D)、0.52、0.83、1.04及び1.57になるように各々50ml、80ml、100ml及び150ml(75ml×2回)添加して水道水で300mlとした。なお、調整廃水には栄養源として尿素(10%溶液)をNとしてBODの $\frac{1}{20}$ 量、リン酸一カリウム(10%溶液)をPとしてBODの $\frac{1}{100}$ 量添加した。

BOD負荷(kg/m<sup>3</sup>/D)0.52、0.83の場合は26日間、負荷1.04、1.57の場合は22日間それぞれ振盪法による半連続試験を行った。結果は表・4に示した。

表・4 BOD負荷の検討

| 負 荷       | 0.52<br>kg/m <sup>3</sup> /D | 0.83<br>kg/m <sup>3</sup> /D | 1.04<br>kg/m <sup>3</sup> /D | 1.57<br>kg/m <sup>3</sup> /D |
|-----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 項 目       |                              |                              |                              |                              |
| pH        | 7.01                         | 6.75                         | 6.90                         | 6.65                         |
| COD (ppm) | 8.0                          | 8.6                          | 9.3                          | 10.1                         |
| 除 去 率 %   | 99.6                         | 99.6                         | 99.5                         | 99.5                         |

処理結果より、各負荷における処理水の pH は 6.65 ~ 7.01 の値を示し、COD 除去率は 99.5 ~ 99.6 % の値が得られ、pH、COD 除去率とも各負荷間の大きな差は見られなかった。

### 3-3 連続処理試験

パイナップル工場廃水の種々の BOD 負荷における浄化率を連続処理試験によって検討した。原廃水を水道水で稀釈して、pH は未調整で BOD 濃度約 1,000 ppm (COD 約 600 ppm) にして、栄養源として尿素 (10% 溶液) を N として BOD の  $\frac{1}{20}$  量、リン酸-カリウム (10% 溶液) を P として BOD の  $\frac{1}{100}$  量含まれるように添加し、又、活性スラッジは 10 日間上記廃水で馴養した後、本試験に移った。試験中は活性スラッジの引き抜きを適宜行い、曝気槽中の活性スラッジ濃度は平均約 5,000 ppm になるように調整した。

BOD 負荷を  $0.68 \text{ kg/m}^3/\text{D}$ 、及び  $1.30 \text{ kg/m}^3/\text{D}$  として、各々の負荷における pH の変化、BOD、COD 等の除去状態を調べると共に、スラッジの性状及び沈降状態を調べた。

各負荷における処理水の分析結果及びスラッジの性状は表・5 に示し、又、スラッジの沈降曲線は図・2 にそれぞれ示した。

表・5 各 BOD 負荷における処理水の水質およびスラッジの性状

|   |                       |  |  |  |
|---|-----------------------|--|--|--|
| 原<br>廃<br>水                                 | pH                    | 3.80   | 3.80   |  |
|   | COD (ppm)             | 663.1  | 661.5  |  |
|   | BOD (ppm)             | 956.7  | 854.3  |  |
| BOD 負荷 ( $\text{kg/m}^3/\text{day}$ )       |                       | 0.68   | 1.30   |  |
| 水量負荷 ( $\text{m}^3/\text{m}^3/\text{day}$ ) |                       | 0.71   | 1.53   |  |
| 滞留時間 (hr)                                   |                       | 33.9   | 15.7   |  |
| 処<br>理<br>水                                 | 外 観                   | 無色透明   | 無色透明   | ※ NO. 2 ロ紙でろ過<br>したもの<br><br>( ) 除去率%                  |
|   | 臭 気                   | なし   | なし   |  |
|   | 透 視 度                 | 30 cm 以上   | 30 cm 以上   |  |
|   | pH                    | 6.42   | 7.32   |  |
|   | C O D<br>(ppm)        | 7.8 (98.8)<br>※5.8 (99.1)  | 10.1 (98.5)<br>※9.0 (98.6)   |  |
|   | B O D<br>(ppm)        | 1.4 (99.8)<br>※1.6 (99.8)  | 1.5 (99.8)<br>※1.6 (99.8)  |  |
| ス<br>ラ<br>ジ<br>ジ<br>の<br>性<br>状             | 外 観                   | 淡茶色  | 淡茶色  |  |
|   | MLSS (ppm)            | 4450   | 2487   |  |
|   | SV30 (%)              | 55   | 96   |  |
|   | SVI ( $\text{mL/g}$ ) | 122  | 384  |  |
| 生 物 相                                       |                       | ひるがた輪虫<br>++++<br>じむれけむし<br>++<br>つりがね虫+++<br>遊 泳 虫<br>+++<br>糸状性細菌+ | ひるがた輪虫<br>++++<br>つりがね虫+++<br>じむれけむし<br>++++<br>ぞうり虫+<br>遊 泳 虫++++<br>糸状性細菌+ | + 極くわずか<br>++ わずか<br>+++ 中位<br>++++ 多い<br>+++++ すこぶる多い |

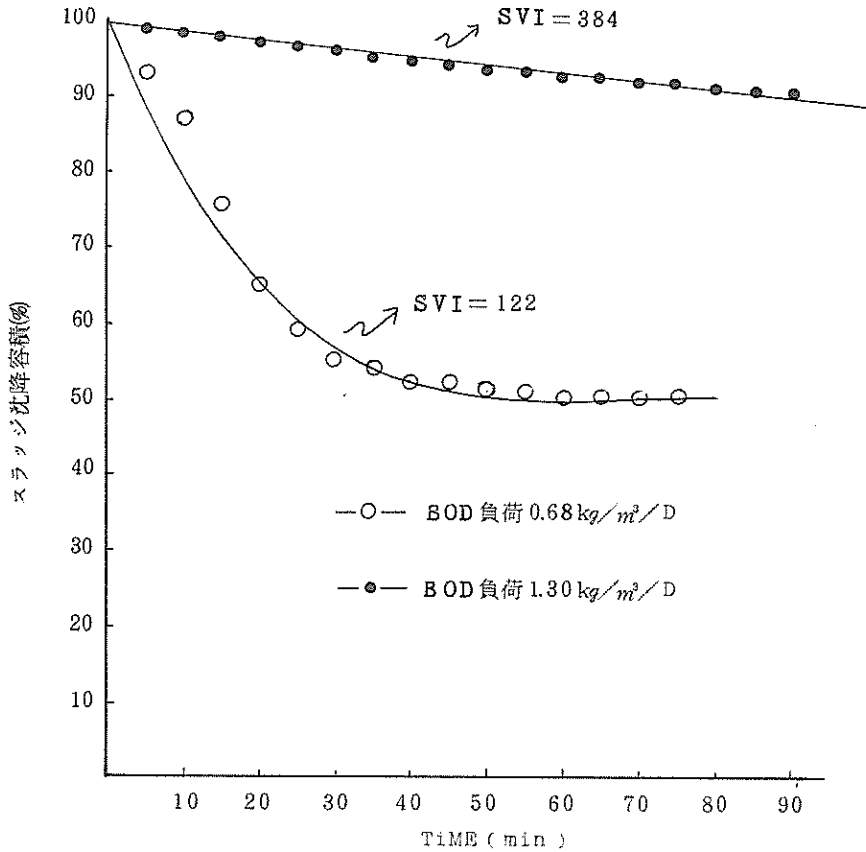


図-2 スラッジ沈降曲線

処理結果より、BOD 負荷  $0.68 \text{ kg/m}^3/\text{D}$  ではCOD 除去率 98.8%、BOD 除去率 99.8% が得られ、又、負荷  $1.30 \text{ kg/m}^3/\text{D}$  ではCOD 除去率 98.5%、BOD 除去率 99.8% といずれの負荷でもCOD、BOD 除去率は高い値が得られた。pH は原廃水で 3.80 であるが、処理水では、負荷  $0.68 \text{ kg/m}^3/\text{D}$  で 6.42 を示し、負荷  $1.30 \text{ kg/m}^3/\text{D}$  の場合は 7.32 を示しており、パイナップル工場廃水は pH を調整しないで処理が可能と思われる。

スラッジの性状は、BOD 負荷  $0.68 \text{ kg/m}^3/\text{D}$  の場合、SV30 (スラッジ沈降容積) は 55%、SVI (スラッジ沈降容積指標) は  $122 \text{ ml/g}$  を示しており、沈降状態はやや良好であった。又、スラッジの生物相はひるがた輪虫が多く、それにつりがね虫、じむれけむし等が観察され、糸状性細菌類は少なかった。BOD 負荷  $1.30 \text{ kg/m}^3/\text{D}$  の場合は SV30 が 96%、SVI が  $384 \text{ ml/g}$  と高い値を示し、スラッジはふわふわした羽毛状となり、処理試験中、処理水に時々混入して流出する場合があります。沈降状態は極めて悪かった。生物相はひるがた輪虫、つりがね虫、じむれけむし、それに遊泳虫等が多数観察されたが、負荷  $0.68 \text{ kg/m}^3/\text{D}$  と同様糸状性細菌類は少なかった。

BOD 負荷 ( $\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$ ) 0.68、1.30 の pH 及び COD、BOD 除去率を比較すると差違は見られず、処理水はほぼ同様な水質である。なお、負荷  $1.30\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  の場合は活性スラッジの沈降状態が悪化した。しかし、スラッジ中の生物相はズーグレア、繊毛虫類が多く存在しており、バルキングの原因とされている糸状性細菌類の増殖は認められず、スラッジの沈降状態が悪化した原因は明らかでない。処理試験は継続中である。

## 4. 要 約

パイナップル工場廃水の活性スラッジ法による基礎的な処理試験を行い、次の知見を得た。

### 4-1 回分処理試験

#### (1) 栄養源添加の影響

原廃水中には窒素 79 ppm、リン 4.2 ppm で BOD に対して窒素が  $\frac{1}{104}$ 、リンが  $\frac{1}{1965}$  量含まれていて、活性スラッジ処理における必要栄養バランス BOD : N : P = 1 :  $\frac{1}{20}$  :  $\frac{1}{100}$  からしてだいぶ不足しており、栄養源添加の影響を調べたが、その効果は認められなかった。

#### (2) 廃水濃度の影響

廃水の BOD 濃度が 1,043 ppm (COD 657.3 ppm)、2,085 ppm (COD 1,314.7 ppm)、3,128 ppm (COD 1,972 ppm) 及び 4,080 ppm (COD 2,572.2 ppm) の場合、COD 除去率は各濃度とも 99% 以上の値が得られ、BOD 1,000 ~ 4,000 ppm (COD 600 ~ 2,600 ppm) の濃度範囲においては希釈する必要がなく処理が可能と思われる。

#### (3) BOD 負荷の検討

BOD 負荷  $0.52\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  ~  $1.57\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  の範囲における COD 除去率は 99% 以上の値が得られ各負荷間の大きな差は見られなかった。

### 4-2 連続処理試験

#### (1) pH

廃水の pH が 3.80 を示しているのに対して、BOD 負荷  $0.68\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$ 、 $1.30\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  の場合の処理水の pH は 6.42 及び 7.32 を示しており、原廃水の pH は調整する必要はないと思われる。

#### (2) COD、BOD の除去率

BOD 負荷  $0.68\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  における COD、BOD 除去率はそれぞれ 98%、99% 以上の高い値が得られ、又、負荷  $1.30\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  の場合も同様な値が得られた。

#### (3) SV30、SVI

BOD 負荷  $0.68\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  の場合、SV30 55%、SVI 122  $\text{mL}/\text{g}$  を示し、スラッジの沈降状態はやや良かったが、負荷  $1.30\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  の場合は SV30 96%、SVI 384 と高い値を示し、スラッジの沈降性状は極めて悪かった。

#### (4) 活性スラッジの生物相

BOD 負荷  $0.68\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$ 、 $1.30\text{kg}/\text{m}^3/\text{D}$  の場合とも、ひるがた輪虫、つりがね虫及びじむれけ虫等の原生動物が多く存在しており、糸状性細菌類は少なかった。



## 参 考 文 献

- (1) 業務報告、(昭和49年度)、沖工試
- (2) 大宰、活性スラッジ法、通産省、微生物工業技術研究所
- (3) 津田：汚水生物学(1976)、北隆館
- (4) 社団法人日本工業用水協会編：水処理実験法(1970)、コロナ社
- (5) W・W・エッケンフェルダー、D・J・オコンナー、岩井訳：廃水の生物学的処理(1961)、  
コロナ社
- (6) W・W・エッケンフェルダー、市川、前田訳：産業廃水の処理(1972)、恒星社厚生閣
- (7) 工場排水試験方法、JIS K 0102(1974)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。