

光合成細菌による濃厚有機廃水の実証処理装置の開発^{※1}

(化学室) 照屋輝一 平良栄康^{※2}

与座肇^{※2} 森田大^{※3}

1. 緒言

食料品製造業などの工場廃水では、一般に一部の工程でBOD値で数千～数万ppmを示す高濃度の有機廃水の排出源があり、結果として全廃水の汚濁負荷が高くなり、従来広く行なわれてきている活性汚泥法などでは希釈処理を必要とする場合が多く、そのために処理槽の高容量化や運転動力の増大などが重要な課題となっている。

一方、近年、BOD値数千～数万ppmの高濃度の有機廃水の無希釈処理が可能で、かつ副生菌体の高度利用の可能性などの多くの興味ある特徴を有するものとして、光合成細菌による有機性廃水処理が注目されてきている。¹⁻¹⁰⁾

本研究は、この光合成細菌による高濃度有機廃水の無希釈処理特性に着目し、可能なかぎりの処理装置の小規模化による建設費や運転動力の低減が図れ、効率的で維持管理が容易で、かつ副生菌体の有効利用による廃水の再資源化につながる処理システムの開発を目的とする諸検討を行い、その成果の地域への技術移転を図ろうとするものである。

前報¹¹⁾では、光合成細菌による高濃度有機廃水処理の基本的考え方を示すとともに、泡盛醸造工場の洗米工程廃水をモデルとする処理量10l/day規模の連続処理試験の結果、光合成細菌処理槽でEckenfelder¹²⁾の生物酸化反応式による取扱いが成立することを示し、洗米廃水処理における光合成細菌槽の設計諸元等について報告した。

本報では、光合成細菌槽に前置される第一沈殿槽での沈降性の検討、維持管理のための諸因子(BOD負荷と汚泥生成率、処理水濃度、休止期間の運転管理)の検討、これらの結果と前報での結果にもとづく処理量1.5m³/day規模の実証処理装置の試作および運転実験の結果について報告する。

2. 沈降性および維持管理因子の検討

2.1 実験方法

(1) 沈降性の検討

泡盛醸造工程からの洗米廃水は多量の有機質の固形分を含んでおり、光合成菌処理での負荷の低減のために、前置される第1沈殿槽は、固形分を除去するに最適な設計諸元を求める必要がある。

そこで、Eckenfelder¹²⁾の設計理論にもとづく沈殿槽の設計諸元を求める実験を行なった。図1に示す高さ450mm、直径150mmの沈降カラムの下端より100mm間隔で試料を種々の時間間隔で採取し、試料中の固形物濃度(SS)を測定した。

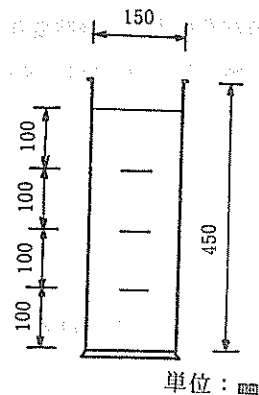


図1 実験用沈降カラム

※1 光合成細菌による濃厚有機廃水の処理と菌体の多目的高度利用に関する研究(第2報)

※2 株式会社 南星

※3 琉球大学工学部

(2) 維持管理因子の検討

1) BOD負荷と汚泥生成率

廃水の処理を効率よく維持するためには、曝気槽の汚泥濃度 (MLSS) を一定に保つことが重要である。BOD負荷と汚泥の生成率の関係を求め、汚泥の返送率・余剰汚泥の引き抜き量を把握するため、以下の振とう法による半連続処理実験を行った。

500ml の三角フラスコに洗米廃水で培養した光合成細菌汚泥と洗米廃水の混合液 300ml をとって室温 (27~29°C) で振とう曝気 (振幅70mm、回転数160rpm)、所定時間ごとに振とうを中断、100ml 以下の上澄水を等量の廃水で交換し再び振とう曝気する。1日の液の交換数・液量は設定したBOD負荷によって定め4日間継続した。4日後の上澄水のBODと、混合液のSV₃₀およびMLSSを測定し、BOD負荷と汚泥生成率との関係を求めた。

2) 処理廃水濃度

処理廃水濃度と除去率、沈降性、処理水質との関係について、以下の振とう法により検討した。

500ml の三角フラスコに、洗米廃水で培養した光合成細菌汚泥と合成廃水を入れ、室温 (25~27°C) で振とう曝気 (振幅70mm、回転数160rpm) を行なった。合成廃水はグルコースとポリペプトンそれぞれ7.5g/lの等量混合液 (BOD 11,300mg/l) を調製し、これを1、2、5、10倍に希釈し、BOD容積負荷が1.5kg/m³・dayと一定となるよう水量を調整した。

3) 休止期間の運転

製造業において想定される操業休止期間の処理システムの維持管理の目安を得るため、

- ① 嫌氣的静置 (曝気を中止し放置)
- ② 飢餓曝気 (廃水無添加状態で曝気を継続)
- ③ 間欠曝気 (5日ごとに2時間の曝気)

の3条件で汚泥の活性の経時変化を以下のように検討した。

光合成細菌汚泥混合液 300ml 入りの500ml 三角フラスコを多数用意し、20°Cで上記3条件下で所定日数毎に1本ずつ取り出し酸素吸収量 (mg/l・hr) を測定した。酸素吸収量は、0.2%食塩水で遠心分離法で3回洗浄後、M/15-りん酸緩衝液 (pH7) に懸濁、図2に示すようにDOメーターにより溶存酸素量の経時変化を測定し、その減少曲線より算出し、その後汚泥濃度を測定し内生呼吸量 (mg-O₂/g-MLSS・hr) とした。なお、曝気は振とう法 (振幅70mm、回転数150rpm) による。

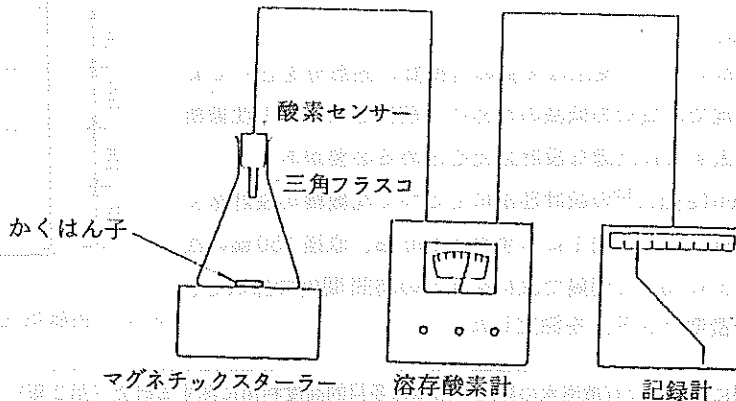


図2 酸素吸収量測定装置

なお、本研究では、水質分析はすべてJIS K 0102 (1982) に準じて行なった。また、汚泥濃度 (MLSS、 mg/l)、汚泥沈殿率 (SV_{30} 、%)、汚泥容量指標 ($\text{SVI}=10,000 \times \text{SV}_{30} / \text{MLSS}$) は、下水試験方法 (1976) に準じて求めた。また、試験廃水および光合成細菌(種汚泥)の調製等は前報¹¹⁾と同様である。

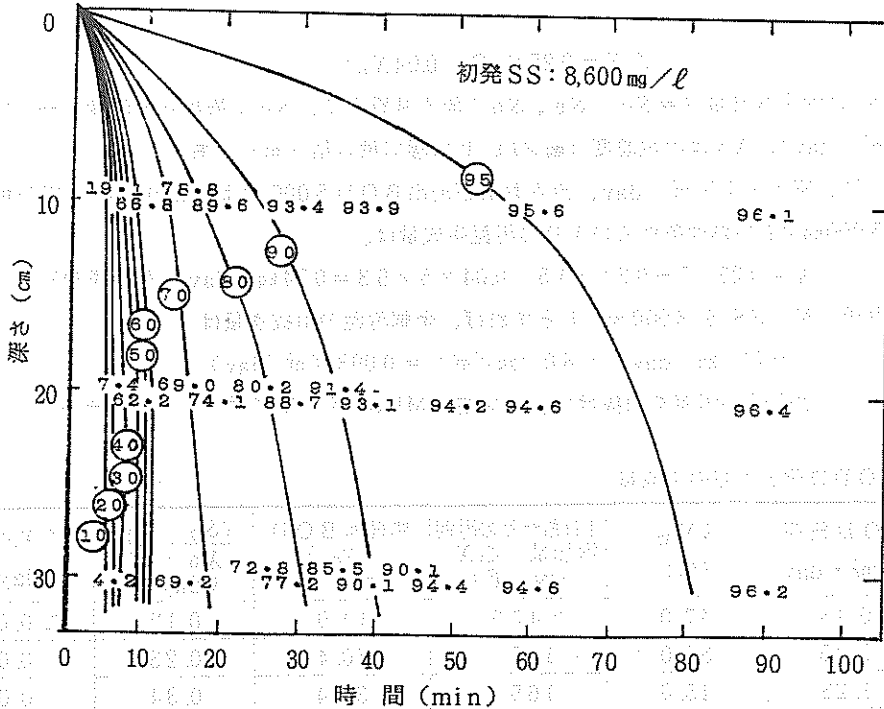
2.2 結果と考察

(1) 第1沈殿槽の設計諸元

光合成細菌処理での負荷を低減し、処理効率の向上を図るために、光合成細菌槽の前に置かれる第1沈殿槽での固形分の除去が重要である。泡盛醸造工程からの洗米廃水は多量の有機質の固形分を含み、その沈降性の検討から以下のように沈殿槽の設計諸元を求めた。

沈降カラムの各サンプリング部位から種々の時間間隔で採水した試料中の固形物濃度の分析結果から、沈降カラムの深さと沈降経過時間の関数として浮遊物除去率を得て作成した沈降図を図3に示す。この結果から、Eckenfelderの設計理論にしたがって、図4および図5に示す浮遊物(SS)除去率と越流速、および滞留時間との関係曲線が得られた。これより、沈殿槽の設計諸元として、要求される除去率に対して沈殿槽の必要な表面積は図4より、容量は図5より求められる。

例えば、水量 $1.5 \text{ m}^3/\text{day}$ の SS $8,000 \text{ mg/l}$ の廃水を沈降分離で SS 400 mg/l まで落とす場合、要求される除去率は95% ($=((8,000 - 400) / 8,000) \times 100$) であるので図4より越流速は $8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ が得られる。これより、実装置で1/1.5でスケールアップするとして沈殿槽の必要表面積は、 $1.5 \times 1.5 / 8 = 0.29 (\text{m}^2)$ となる。また、図5より滞留時間は50分が得られるので、実装置を1.75でスケールアップすると、沈殿槽の必要容量は $1.5 \times 90 / 60 / 24 = 0.094 (\text{m}^3)$ となる。



図中数値：各沈降深さ、時間でのSS除去率(%) —○—：沈降速度～沈殿時間曲線

図3 沈降図

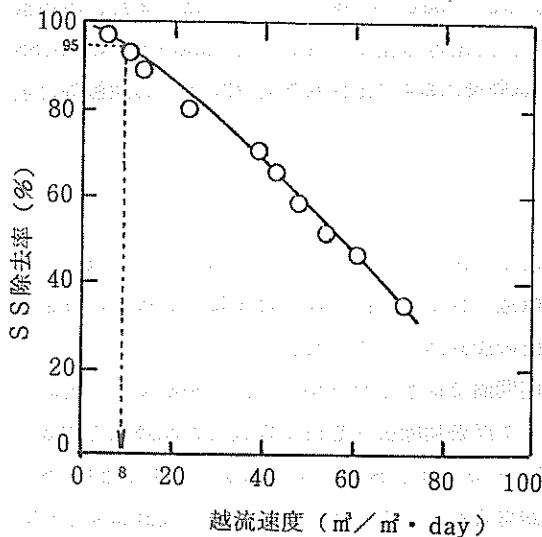


図4 SS除去と越流速の関係

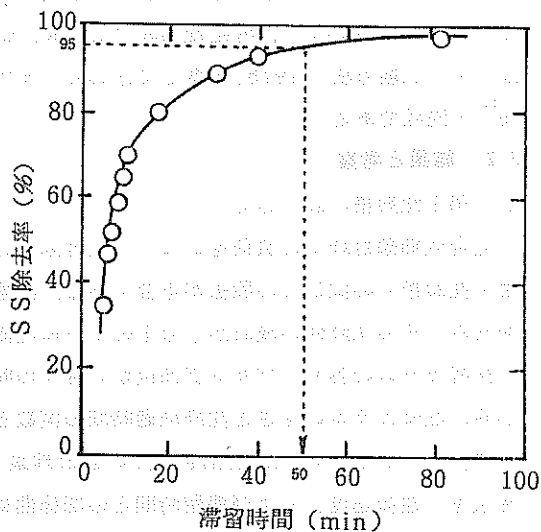


図5 SS除去と滞留時間の関係

(2) 維持管理因子

1) BOD負荷と汚泥生成率

BOD負荷と汚泥の生成率との関係について検討した振とう法による半連続処理実験の結果を表1に示す。その結果は図6に示すように整理でき、汚泥の生成量 ΔX について次の関係式が成立する。

$$\Delta X = 0.25 S_r Q - 0.04 X_a V$$

ここで、 S_r は除去基質量 (= $S_o - S_e$ 、 S_o : 流入基質濃度、 S_e : 流出基質濃度、 mg/l)、 Q は廃水量 (m^3/day)、 X_a は汚泥濃度 (mg/l)、 V は曝気槽容積 (m^3) である。

したがって、廃水量 $1.5 \text{ m}^3/\text{day}$ 、流入および流出BOD $5,000$ および 200 mg/l 、曝気槽 5.3 m^3 、汚泥濃度 $5,000 \text{ mg/l}$ の処理条件での1日の汚泥生成量は、

$$\Delta X = 0.25 (5 - 0.2) \times 1.5 - 0.04 \times 5 \times 5.3 = 0.74 \text{ kg/day (乾燥重量)}$$

となる。返送汚泥のSSを $8,000 \text{ mg/l}$ とすれば、余剰汚泥の引抜き量は

$$0.74 (\text{kg/day}) / 8.0 (\text{kg/m}^3) = 0.093 (\text{m}^3/\text{day})$$

で、1日当たり 0.093 m^3 の汚泥を引抜けば、曝気槽のMLSSを一定に保つことができる。

表1 BOD負荷と汚泥の生成量

	BOD負荷 ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{day}$)	$S V_{30}$ (%)	1日あたりの汚泥 増加量 ΔX (mg/l)	処理水BOD (S_e) (mg/l)	$\frac{(S_o - S_e)}{X_a \cdot t}$ (day^{-1})	$\Delta X / X_a$ (day^{-1})
①	0.43	47.0	$\Delta 47.5$	14.0	0.12	$\Delta 0.013$
②	0.85	55.0	105	30.4	0.23	0.029
③	1.28	45.0	165	37.4	0.34	0.045
④	1.71	84.5	245	50.5	0.46	0.067
⑤	2.13	84.0	373	68.8	0.58	0.103

なお、図6に示す結果は、汚泥の管理指標として除去BODの汚泥転換率が約 $1/4$ であることを示すとともに、この値が従来法に比べかなり低いところから、汚泥貯留槽やホッパーなどの設備がかなり縮小できることを示している。

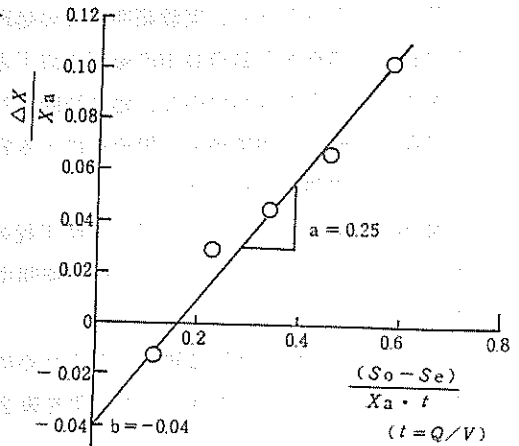


図6 汚泥生成量関係図

2) 処理廃水濃度の検討

光合成細菌による廃水処理の最大の特徴は、高濃度有機廃水の高BOD容積負荷での処理にある。高い負荷をかけるには、処理時間当りの水量を一定にして濃度をあげるか、濃度を一定にして処理時間当りの水量を増やすかの2方法がある。前者は、調整槽を大きくする必要がなく省スペース的ではあるが、実際に工場から排出される廃水濃度は変動が大きくその条件を満たさない場合が多く、また、滞留時間の増大にともなう汚泥令の増大によって処理水の悪化がおこることもある。そのために、処理装置を良好に維持、運転管理するための指針を得ることが重要であり、容積負荷を一定にして処理廃水濃度および処理時間当りの水量を変化させた場合の影響を検討し、その結果を図7に示す。

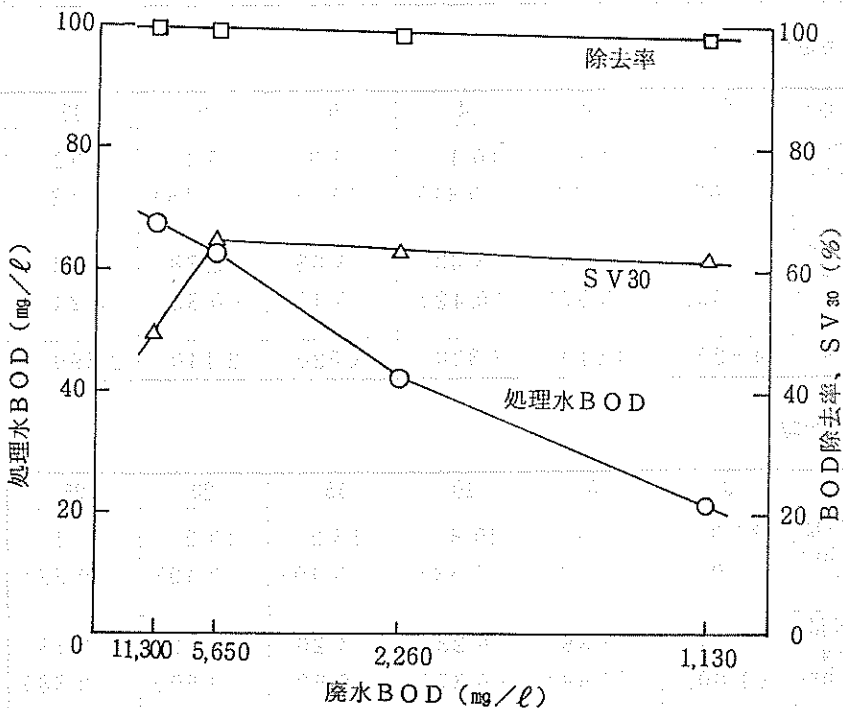


図7 処理廃水濃度と処理能

除去率をみるかぎり、実験範囲内での処理廃水濃度を上げることによる悪影響は見られず、沈降性は良く、処理水もBOD 100 mg/l以下と良好である。したがって、廃水のBODが11,300mg/l前後までの処理能は高いので、処理時間当りの水量を一定とし、廃水濃度を上げることによる高負荷処理が可能で、調整槽の小規模化による省スペース運転が可能と結論される。

3) 休止期間の運転条件

製造業においては、盆・正月、生産工程の補修期間等、数日から1ヶ月近くの操業休止期間のあるのが普通である。したがって、休止期間中の汚泥の管理など処理システムの運転管理は極めて重要な課題である。

その適切な運転管理法の知見を得るために、①嫌氣的静置、②飢餓曝気および③間欠曝気の3条件での汚泥の経日変化を検討した結果を表2および図8に示す。

表2 曝気条件と汚泥の酸素吸収量および内生呼吸量

①嫌気静置

時間 (day)	0	2	4	7	10	15
酸素呼吸量 (mg/l·hr) (比)	45.6 (1.00)	48.0 (1.05)	34.7 (0.76)	36.0 (0.79)	38.3 (0.83)	28.5 (0.62)
内生呼吸量 (mg-O ₂ /g- MLSS·hr) (比)	9.79 (1.00)	10.96 (1.12)	8.26 (0.85)	8.39 (0.86)	9.01 (0.92)	7.02 (0.72)
MLSS	4,660	4,380	4,200	4,290	4,250	4,060

②飢餓曝気

時間 (day)	0	2	4	6	9	12	19
酸素呼吸量 (mg/l·hr) (比)	33.0 (1.00)	14.2 (0.43)	10.1 (0.31)	9.3 (0.28)	5.1 (0.15)	3.92 (0.12)	4.83 (0.15)
内生呼吸量 (mg-O ₂ /g- MLSS·hr) (比)	7.14 (1.00)	4.05 (0.57)	3.03 (0.42)	3.08 (0.43)	2.38 (0.33)	1.68 (0.24)	2.53 (0.35)
MLSS	4,620	3,510	3,330	3,020	2,140	2,390	1,910

③間欠曝気

時間 (day)	0	5	10	15	20	25
酸素呼吸量 (mg/l·hr) (比)	33.0 (1.00)	20.3 (0.63)	20.8 (0.63)	13.2 (0.40)	13.2 (0.40)	7.2 (0.22)
内生呼吸量 (mg-O ₂ /g- MLSS·hr) (比)	7.14 (1.00)	6.38 (0.89)	6.23 (0.87)	4.26 (0.60)	4.31 (0.60)	2.73 (0.38)
MLSS	4,620	3,180	3,340	3,100	3,060	2,640

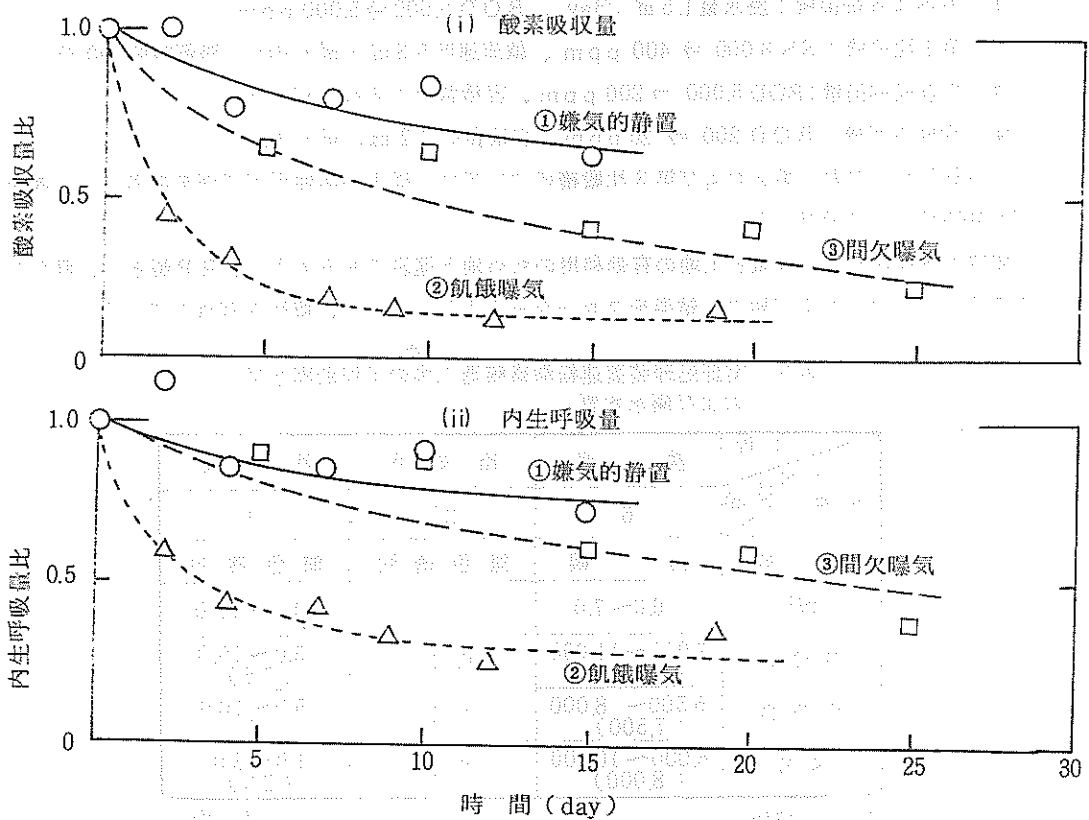


図8 曝気条件と汚泥の酸素吸収量および内生呼吸量

嫌気静置では、15日後に酸素吸収量比で汚泥の活性の低下は約40%とゆるやかであるが、飢餓曝気では廃水添加の停止後2日後にすでに酸素吸収量比で50%以下と汚泥は急激な活性の低下を示している。間欠曝気では飢餓曝気ほどではないが嫌気静置よりも汚泥の活性の低下は顕著であることを示している。

これらの活性の変化は、腐敗現象や自己消化などによりそれぞれのパターンがあると考えられるが、光合成細菌汚泥の場合は、嫌気状態におかれても失活の程度は小さいものでもあることがわかる。すなわち、この実験結果は、操業休止期間中の汚泥の管理には嫌気静置の方法を採用するのが汚泥の活性の維持に最も適切であり、したがって休止期間中は装置を停めて放置してよく、維持管理を要さないということで特筆される。

3. 実証処理装置の試作および運転

以上の結果および前報¹¹⁾での結果をもとに、処理量 $1.5\text{m}^3/\text{day}$ の実証処理装置を試作、運転実験を行なった。その概要を以下に示す。

3.1 装置の設計・組立

実証処理装置は、表3に示す廃水量および廃水特性を有する泡盛醸造工場に設置し、 $1.5\text{m}^3/\text{day}$

の洗米廃水を分取し処理することとし、各処理槽における目標処理水質および設計諸元を

- ① 有機栄養細菌槽：廃水量 $1.5 \text{ m}^3 / \text{day}$ 、BOD $9,000 \Rightarrow 5,000 \text{ ppm}$
- ② 第1沈殿槽：SS $8,000 \Rightarrow 400 \text{ ppm}$ 、越流速度 $5.3 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{day}$ 、滞留時間 90分
- ③ 光合成細菌槽：BOD $5,000 \Rightarrow 200 \text{ ppm}$ 、容積負荷 $1.2 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot \text{day}$
- ④ 活性汚泥槽：BOD $200 \Rightarrow 20 \text{ ppm}$ 、容積負荷 $0.2 \text{ kg} / \text{m}^3 \cdot \text{day}$

とし設計した。なお、第2および第3沈殿槽については、従来の活性汚泥処理を参考とし、滞留時間を10時間として設計した。

装置本体は建設費の低減と土地の有効利用のため地下埋設できるようにFRP製とし、既存の型枠を用いた。設計および組立の結果をフローシートとして図9に、概観を写真1に示す。

表3 実証処理装置運転泡盛醸造工場の工程別廃水量および廃水水質

工程 水質	洗 米	冷 却 水	洗 び ん
水量 (m ³)	6	27	9
外 観	白 観	無色透明	無色透明
pH	6.0~7.0	-	10.0~11.0
B O D	7,000~11,000 (9,000)	< 1	5.0~10.0 (7.5)
C O D	6,500~ 8,000 (7,500)	< 1	5.0~10.0 (7.5)
S S	6,000~10,000 (8,000)	< 1	10~30 (20)

※ 工場規模

原料米使用量：3,000 kg/日
稼 動 日 数：23~24日/月
生 産 高：1,200 kℓ/年

() は平均

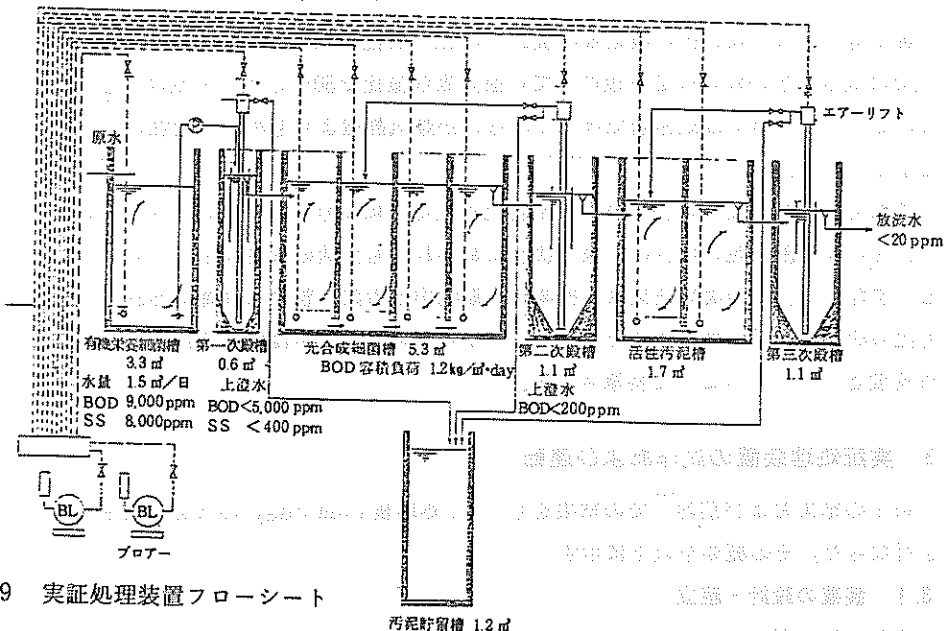


図9 実証処理装置フローシート

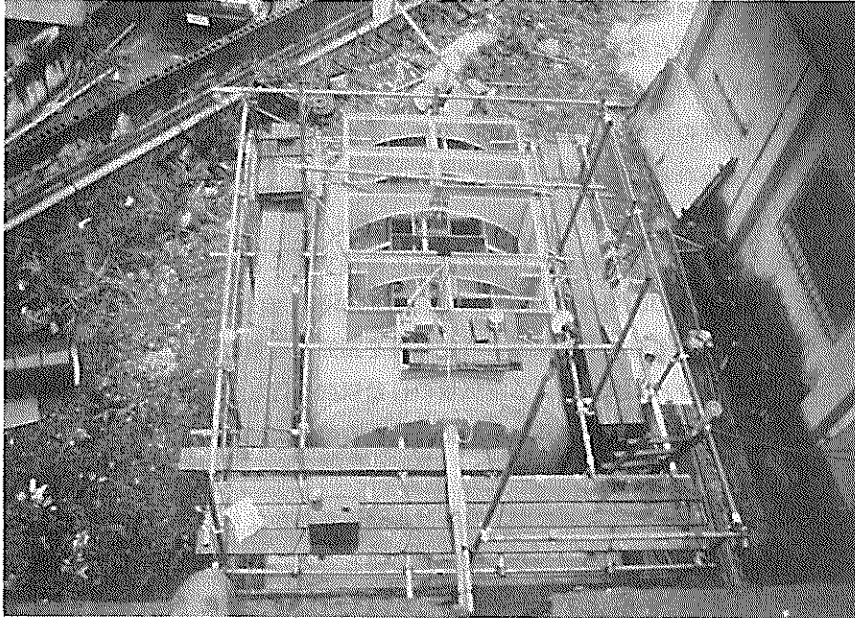


写真 実証処理装置

3.2 装置の運転・管理

(1) 汚泥の増殖 — 初期運転 —

光合成細菌槽の汚泥濃度 (MLSS) は、これまでの検討から 3,000 ~ 5,000 mg/l が適当と考えられる。汚泥負荷を上げるためには高濃度が有利であるが、汚泥の沈降性は低濃度で良好であり、実証運転では MLSS は 3,500 mg/l 前後に設定することとした。実装置の導入・運用では、MLSS の所定値への増殖法が初期運転上重要である。

汚泥の増殖は、まず曝気槽の約 $\frac{1}{2}$ までは光合成細菌を培養薬品で純粋培養して増殖した。次に、1 日数時間、汚泥負荷で 0.24kg/kg・day を目安に廃水を曝気槽に加え、返送汚泥ポンプを全開にして曝気槽と沈殿槽の間で混合液を循環させ、MLSS の増加に合わせて廃水の給水量を上げて所定の MLSS 値まで汚泥の増殖を行なった。

その結果、汚泥の増殖には、純粋培養に約 20 日、廃水による増殖で MLSS が約 3,500 mg/l となるまで約 50 日の合計約 70 日を要することから、処理装置を設置し、所期の目標での運転に入るに余裕をみて約 3 ヶ月を確保すれば十分であることがわかった。

(2) 各槽の管理

1) 有機栄養細菌槽 (可溶化槽)

試料廃水は、既設の下水道への放流管に分岐バルブを取り付け、必要量だけ分取できるようにした。廃水の有機栄養細菌槽への給水は、定量ポンプ (ダイヤフラム式) で行なったが、廃水の SS 濃度が多いため目詰りをおこしやすく、装置へ廃水を入れる前にきょう雑物を除くためのスクリーンを設けた。

かくはんは、曝気のみでは能力が弱く、槽底に汚泥がたまりやすい。洗米廃水の場合、可溶化の速度は曝気量によらないことがわかっているので、¹¹⁾ 場合によっては水中ポンプによるかくはん曝気

がより有効と考えられる。ただし、廃水の pH が 4 前後とかなり低いので、ポンプ等機器類の腐食対策に十分な注意が必要と考えられる。

2) 第 1 沈殿槽

1～2 日に 1 回程度の汚泥の引き抜きが必要である。放置すると、3 日目ごろから腐敗によるガス発生が原因と考えられる汚泥の浮上がおこることがある。

3) 光合成細菌槽

溶存酸素濃度 (DO) は、各室ごとに最適濃度に維持することが望ましいが、その操作管理は煩雑であるので各室に等量の曝気を行なった。その際、DO が第 1 室および第 2 室で 0 mg/l 、第 3 室で $1 \sim 3 \text{ mg/l}$ 、第 4 室で $2 \sim 4 \text{ mg/l}$ となるよう空気量を調節し等量曝気することで良好な処理が得られた。したがって、DO メーターによる空気量の自動制御を行なう場合、センサーは第 4 室にセットし、DO を $3 \sim 4 \text{ mg/l}$ に維持するよう等量曝気するのがよいと考えられる。

4) 第 2 沈殿槽

汚泥の返送はエアークリフトによったが、本装置の返送量がかなり少ないため微量の調節は困難で、パイプ径、空気量の調節に手間がかかり、改善が必要と考えられる。また、汚泥の腐敗が原因と考えられるスカム (汚泥塊) が浮上することがあった。そのため、月に 1 回程度の割合で廃水の流入を止め、沈殿槽の曝気かくはんを行うことが必要と考えられる。

5) 活性汚泥槽

光合成細菌槽での処理効率が高く、活性汚泥槽への流入廃水の BOD が低く、活性汚泥槽の BOD 負荷が低くなりすぎる傾向がある¹¹⁾。そこで、実証処理装置ではその点に配慮して設計したが、なおかなりの低負荷運転 ($0.1 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{day}$ 前後) となり、除去率はそれほど良好でなく、顕微鏡による汚泥の観察でもフロックはやせていて分散ぎみであった。

2 次処理については、他の処理法への転換も含めて、なお検討を重ねる必要があると考えられる。

6) 第 3 沈殿槽

沈降性はかなりよいが、活性汚泥槽の低負荷が原因と考えられる上澄水への微細な汚泥の混入がみられた。

3.3 処理運転結果

処理運転結果の 1 例を表 4 に示す。ここで、BOD、COD、SS、pH および透視度は、各槽での処理水についての測定結果を、負荷および曝気量、MLSS、SV₃₀ は各曝気槽での状態を示す。なお、MLSS および SV₃₀ は光合成細菌槽の第 4 室、活性汚泥槽の第 2 室での測定値である。

前報¹¹⁾で、光合成細菌処理で Eckenfelder¹²⁾ の次の生物酸化反応式による取扱いが成立することを報告した。

$$(S_o - S_e) / X_a \cdot t = k \cdot S_e$$

ここで、 S_o および S_e は流入および流出基質濃度 (mg/l)、 X_a は汚泥濃度 (mg/l)、 t は滞留時間 (hr)、 k は基質除去速度定数 (hr^{-1}) である。前報で求めた $k = 4.8 \times 10^{-5}$ を用い、処理水の BOD 値 (S_e) を未知数として上式で求められる値は、表 5 の①および②の両者で約 170 mg/l となる。表 4 に示す結果は、この数値をかなり下回り、実装置では光合成細菌槽でより浄化が進んでいることを示している。

一方、活性汚泥処理では、光合成細菌処理で BOD 負荷が $0.7 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{day}$ とまだ低く、かつ前

表4 実証処理装置における連続処理実験結果

項目	BOD (mg/ℓ)	COD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	pH	透視度 (cm)	給液量 (ℓ/day)	容積負荷	曝気量	MLSS (mg/ℓ)	SV ₃₀ (%)	
							(kg/m ³ ·day) (汚泥負荷) (kg/kg-MLSS·day)	(m ³ /day)			
①	原水	4,600	2,940	3,750	3.81	—	/	/	/	/	
	可溶化	2,700	933	312	3.99	2.2	1,000	/	/	/	
	光合成	147	79.2	58.8	7.52	7.5	/	0.51 (0.20)	245	2,540	23.5
	活性汚泥	22.0	50.9	36.8	7.61	15.0	/	0.13 (0.09)	29	1,550	13.0
②	原水	3,260	2,060	2,450	3.82	—	/	/	/	/	
	可溶化	2,700	1,060	790	3.80	1.0	1,400	/	/	/	
	光合成	103	161	177	7.30	1.5	/	0.71 (0.20)	288	3,490	61.0
	活性汚泥	30.8	113	121	7.62	7.0	/	0.13 (0.08)	22	1,630	16.0

① 昭和61年2月4日および6日の測定結果の平均値

② 昭和61年2月12日、14日および16日の測定結果の平均値

述のように光合成細菌処理での浄化が予想以上に進んでいるための低負荷運転が原因と考えられる処理水におけるSSの増大、過曝気となるための硝化作用(NO₂の生成)によるCODの増加など好ましくない状況がみられる。生物連続処理の場合、二次処理は一次処理の影響はさけられないので、光合成細菌処理における二次処理には、生物膜法などの負荷の変動および低負荷に強い処理法の検討も必要と考えられる。

また、表1、図2および表4の結果に示されているように、光合成細菌処理のみで廃水のBOD値を100 mg/l以下まで浄化できる可能性が高いので、二次処理の代わりに、他の希薄廃水との混合放流槽を設置するなどの構造的検討も有効と考えられる。

なお、光合成細菌槽における曝気量は、表4の①および②の運転で、

$$\text{① } 245 / 2.7 / 1.0 = 90.8 \div 91 \text{ (m}^3/\text{kg-BOD)}$$

$$\text{② } 288 / 2.7 / 1.4 = 76.2 \div 77 \text{ (m}^3/\text{kg-BOD)}$$

となっており、両者ともに良好な結果を与えているので、設計値としては77 m³/kg-BOD(水深2.0 m)を採用できる。

4. 結 言

泡盛醸造工場から排出される洗米廃水をモデルに、光合成細菌による高濃度有機廃水の効果的な無希釈処理技術の確立を目的として、先に、処理量10 ℓ/day規模の室内での連続処理試験を行ない、光合成細菌処理でEckenfelderの生物酸化反応式による取扱いが成立することを示し、先米廃水処理における光合成細菌槽の設計諸元等について報告した¹¹⁾

引き続き本報では、光合成細菌槽に前置される第1沈殿槽での沈降性や維持管理のための諸因子(BOD負荷と汚泥性成率、処理廃水濃度、休止期間の運転管理条件)の検討、および前報とこれ

らの結果にもとづく処理量 1.5 m³/day 規模の実証処理装置の試作および野外での運転結果について報告した。それらの結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 第1沈殿槽における沈降性の検討より、洗米廃水の浮遊物質(SS)は、初発濃度8,000ppmより400ppmまでの95%の除去の場合、越流速度は8 m³/m²・dayで、滞留時間は50分を要する。
- (2) 振とう法による半連続処理実験によるBOD負荷と汚泥生成率の検討から、除去BODの汚泥転換率は約1/4との汚泥の管理指標が得られ、またその転換率が従来法に比べてかなり低いところから、汚泥貯留槽やホッパーなどの設備をかなり縮小できることがわかった。
- (3) 合成廃水を用いた廃水濃度と処理能との関係の検討から、BOD 11,300 ~ 1,130ppm (BOD負荷1.51kg/m³・day一定) で良好な運転が可能で、処理時間当りの水量を一定とし、高廃水濃度での高負荷運転が可能で、調整槽の小規模化が可能であることがわかった。
- (4) 休止期間の運転条件による汚泥の活性の検討から、嫌氣的静置が最も効果的であることが明らかになった。これは、休止期間中は装置を止め放置してよく、維持管理を要さないということで特筆される。
- (5) 実証処理装置の処理運転で、光合成細菌槽における処理効率はきわめて良好であり、むしろ処理水のBOD値は、前報で決定した生物酸化反応式による計算値よりもかなり低く、実装置では光合成細菌槽でより浄化が進むことがわかった。

一方、活性汚泥槽での二次処理では、低負荷が原因と考えられる処理水の浮遊物濃度(SS)の増大などの好ましくない状況が、前報¹⁾での室内実験の場合と同様にみられ、二次処理には生物膜法などの負荷の変動および低負荷に強い処理法の導入や、光合成細菌処理のみでBODを100ppm以下まで浄化できる可能性が高いところから、二次処理の代わりに、他の希薄廃水との混合放流槽を設置して解決するなどの構造的検討の必要性が示唆された。

謝 辞

本研究の一部は、(株)南星を実施主体とする沖縄県中小企業製品開発補助事業として行なわれたものである。その補助事業の実施にあたり、終始御指導を賜った沖縄県商工労働部商工課祝嶺係長並びに金城主事に、また実証装置の実験運転の場を御提供いただき、かついろいろと御協力いただいた(株)瑞穂酒造並びに従業員の皆様に、ここに深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 小林達治・小林正泰・中西弘・高橋英一：日本土壤肥料科学雑誌、41、129 (1970)
- 2) 小林達治：日本土壤肥料科学雑誌、43、123 (1972)
- 3) 小林達治：日本土壤肥料科学雑誌、46、101 (1975)
- 4) 小林達治：日本土壤肥料科学雑誌、46、148 (1975)
- 5) 小林達治：エネルギー・資源、3、552 (1982)
- 6) 小林達治・吉田忠幸：東南アジアにおけるバイオマス利用に関する国際シンポジウム予稿集、244 (1983・沖縄)
- 7) 田知本正夫・近藤始彦・小林達治：東南アジアにおけるバイオマス利用に関する国際シンポジウム予稿集、269 (1983・沖縄)

- 8) 富金原孝：発酵と工業、36、941 (1978)
- 9) 北村博・黒沢慶二・小林正泰：光合成細菌（北村博・森田茂廣・山下仁平編）、112～121、学会出版センター（1984）
- 10) 森田大・平良栄康・照屋輝一：琉球大学工学部建設工学科平良栄康卒業研究（1983）
- 11) 照屋輝一・平良栄康・森田大：沖工試業務報告、12、23 (1984)
- 12) W. W. エッケンフェルダール・D. J. オコンナー著、岩井重久訳：廃水の生物学的処理、47～60、105～115、コロナ社（1975）

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。