

光合成細菌による酵母廃液の処理^{*1}

(化学室) 照屋輝一 平良栄康^{*2}
与座肇^{*2} 濱井義則^{*2}
森田大^{*3}

1. 緒言

食料品製造業などの工場廃水では、一部の工程で高濃度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、そのために処理施設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。著者らは先に、光合成細菌による高濃度有機廃水処理のモデルとして泡盛醸造工場廃水の汚濁負荷の主な原因である洗光工程廃水を対象として、10ℓ/日規模の連続処理試験¹⁾を経て、1.5 m³/日規模の実証装置の試作および運転実験²⁾を行い高濃度有機廃水の高負荷処理に関する設計諸元、維持管理のための諸因子について報告した。

本報では、先の洗米工程廃水の結果をふまえ、ビール製造工程より排出されるより高濃度のビール酵母廃液を対象とし、①窒素・リン添加による処理効果の検討、②処理廃水濃度と処理効果の検討および③実証処理装置を用いた連続処理試験を行なったのでその結果を報告する。

2. 維持管理因子の検討

2.1 実験方法

(1) 窒素・リンの添加による処理効果の検討

一般に廃水の生物学的処理法では、浄化に関与する微生物の栄養源として、窒素(N)・リン(P)は重要な成分であり、BOD : N : P = 100 : 5 : 1 が最も適当で、そのバランスがくずれると処理能力の低下、バルキング等種々の問題が発生するとされている。そこで、光合成細菌による廃水処理における窒素・リン添加効果の検討を行った。

500 ml のトールビーカーに光合成細菌汚泥の懸濁液 300 ml を入れ BOD 容積負荷を 2.0 kg / m³ ・日となるように廃液を添加し、室温にて曝気した。実験は 7 日間継続し 7 日後の処理水 (3,000 rpm、5 分間遠心分離) について水質測定を行った。なお添加に際して、本実験に使用した酵母廃液の BOD : N : P の比は 100 : 1 : 0.4 であったが、酵母廃液の場合その栄養源は難分解性のメラノイジン色素のなかに組込まれているため微生物には資化しにくいとの須藤ら³⁾の報告もあり、廃液中の N ・ P は無視することとした。

a) 窒素添加による処理効果の検討

BOD : P = 100 : 1 と固定して、N の比を BOD 100 に対して 0、1.0、2.5、5.0、10.0 となるように添加した。

*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3報)

*2 株式会社 南星

*3 琉球大学工学部

b) 磷添加による処理効果の検討

a)の結果より、より最適なNの比を求め、その値を固定してPの比をBOD100に対して0、0.25、0.5、1.0、2.0となるように添加した。なお、添加薬品はNには尿素、Pにはリン酸一カリウムを使用した。

(2) 処理廃水濃度と処理効果の検討

酵母廃液の処理原水濃度とBOD除去率、沈降性および処理水々質の関係を明らかにするため、曝気槽—沈殿槽（アクリル製；曝気槽 6.87 l、沈殿槽 1.82 l）を用いて検討した。

酵母廃液（BOD72,500 mg/l、COD51,200 mg/l、SS 46,900 mg/l、pH 5.3）をそれぞれ、BOD濃度 1,000 mg/l、5,000 mg/l、10,000 mg/l、20,000 mg/l、60,000 mg/lに希釈しBOD容積負荷 2.0 kg/m³・日となるよう添加量を調整し室温にて曝気した。

本実験では、水質分析はすべてJIS K 0102（1982）に準じて行った。また、汚泥濃度（MLSS）、汚泥沈殿率（SV₃₀）、汚泥容積指標（SVI）は下水試験方法（1976）に準じて求めた。なお、試験廃水および光合成細菌（種汚泥）の調整等は前報¹⁾²⁾と同様である。

2.2 結果と考察

(1) 窒素・磷の添加による処理効果

廃水の生物学的処理法では、前述したように浄化に関与する微生物の栄養源として、窒素(N)、磷(P)は重要な成分であり、BOD : N : P = 100 : 5 : 1が最も適当でそのバランスがくずれると処理能力の低下、パルキング等種々の問題が発生するとされている。

光合成細菌による廃水処理の窒素・磷添加による処理効果の結果を図1、図2に示した。それ

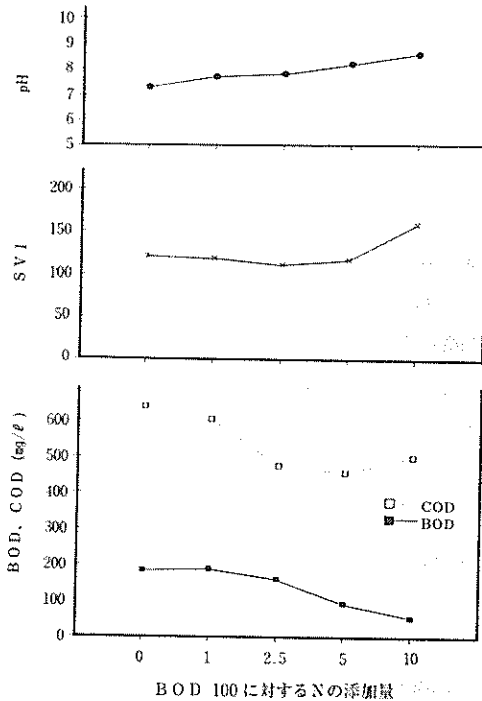


図1 窒素・磷の添加による処理効果
(BOD : P = 100 : 1)

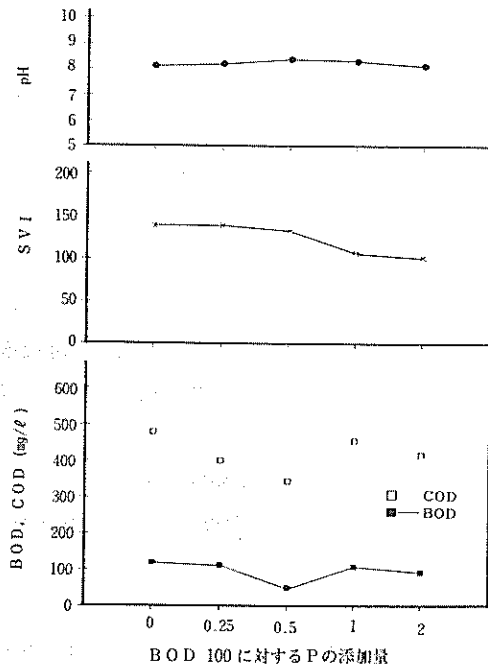


図2 窒素・磷の添加による処理効果
(BOD : N = 100 : 2.5)

らの結果から、全体として著しい処理への効果は認められないが、若干の効果、知見が得られた。すなわち、窒素添加の場合N比の増加とともに、pHおよびBOD、CODの浄化能は若干上昇するようで、沈降性はN比5までほぼ一定であった。一方、燐添加の場合BOD、CODはP比0.5で最も良い浄化能を示している。したがって、光合成細菌によるビール酵母廃処理への窒素・燐の添加比は5:1以下でも十分処理可能であり、経済的、効率的な面、さらに窒素・燐の欠乏に由来するバルキング等を考慮した場合、最も妥当な比は窒素2.5、燐0.5付近であると考えられる。

(2) 処理廃水濃度

前報²⁾では、合成廃水を用いた光合成細菌の処理廃水濃度の検討で、BOD約10,000 mg/lまで高めても、その浄化能には影響が見られなかった。本報では、ビール酵母廃液を用いてさらにBOD 60,000 mg/lまで濃度をあげ、処理水のBOD除去率、沈降性、pHおよびSSについて検討し、その結果を図3に示した。

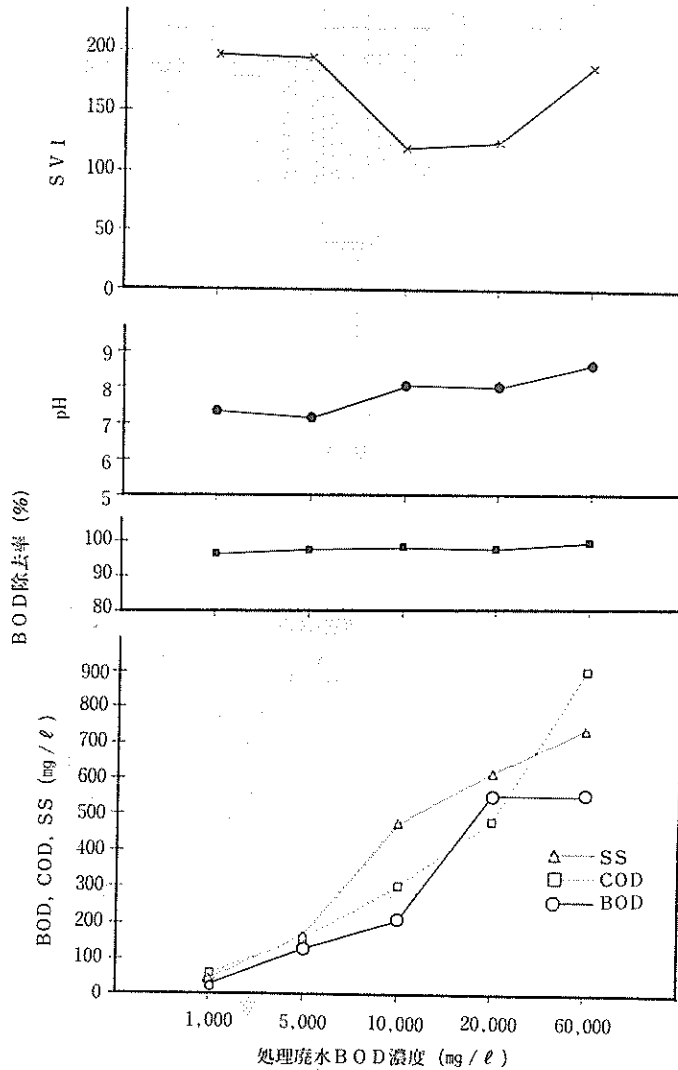


図3 処理廃水濃度と処理効果の検討

処理水質は、図で示すように、処理廃水濃度の増加とともにBOD、COD、SSおよびpHは高くなる傾向が見られるが、BOD除去率を見た場合、ほぼ一定で、高濃度廃水の無希釈処理ができることが実証された。しかし、沈降性を見ると処理廃水濃度 10,000 ~ 20,000 mg/l が最も良好で、廃水処理計画の際には、廃水濃度をその範囲に留意する必要があると考えられる。

3. 本 運 転

以上の結果および前報²⁾での結果をもとに、実証処理装置をAビール製造工場内に設置し運転実験を行った。なお、実証処理装置は、昭和61年度沖縄県中小企業製品開発費補助事業により設計・組立てられたFRP製連続処理装置である。概略図を図4に示す。

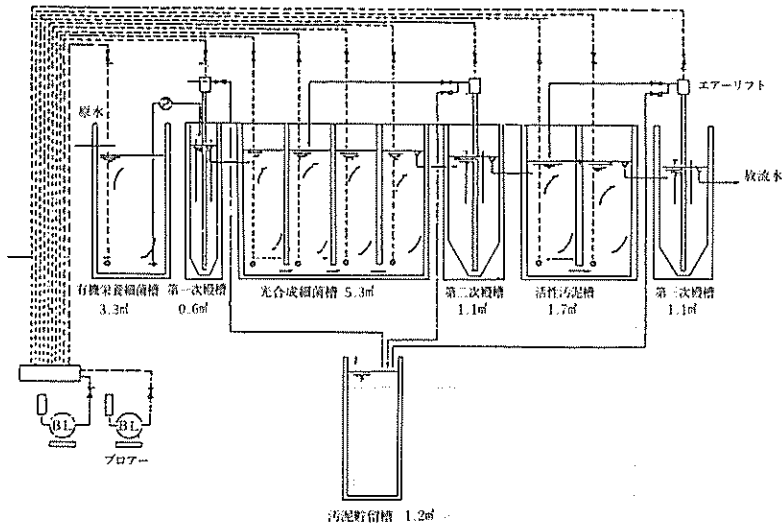


図4 実証処理装置フローシート

3.1 ビール製造工場の廃水特性

ビールは大略図5に示す工程によって製造されている。廃水源は大きく醸造廃水と製品廃水の二つに分けられ、水量は季節的に生産量が変動するのでかなり変化する(400~950 m³/日)。醸造廃水は、酵母廃液・発酵槽の洗浄廃水・ビール各ろ過機の洗浄廃水等の間欠的な廃水である。廃水量は全廃水の約50%で、廃水濃度はBOD 1,000~

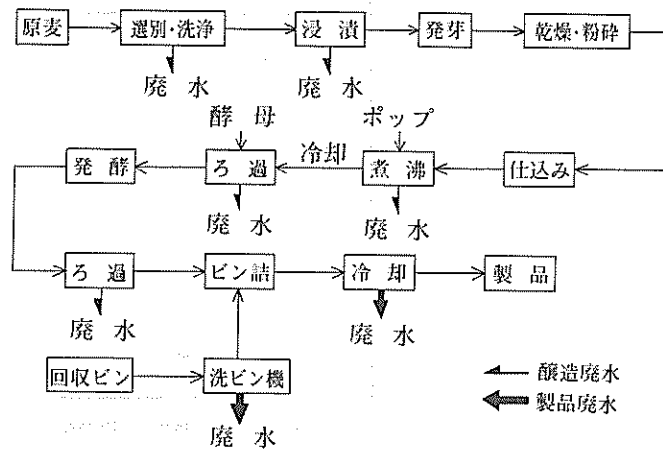


図5 ビール製造工場の工程図

1,500 mg/l 程度であるが、量的割合の非常に少ない酵母廃液 (BOD約60,000 mg/l、廃水量 5 m³/日)

が汚濁の大きな原因となっている。

一方、製品廃水は、洗瓶廃水を主体とする廃水で、濃度的にはあまり問題はないが、アルカリ洗剤を使用しているためpHは9~11と高い。Aビール工場では、醸造廃水は高速散水汙床法により処理を行い、製品廃水は中和処理のみ行って、それぞれ下水道に放流している。

したがって、ビール製造工場の廃水問題はビール酵母廃液の問題であり、光合成細菌による高濃度有機廃水の無希釈処理技術の検討に好個の試験廃水である。

3.2 装置の運転・管理

処理運転を行うまでの汚泥の増殖方法は、前報¹⁾²⁾と同様に行ったが、汚泥の増殖中に糸状菌の発生及び粘着性と思われるバルキングを生じた。そのため、N・P添加によるバルキングの抑制を行い、汚泥の増殖を開始した。酵母廃液は、固形物を含んでいないので第1沈殿槽は使用せず、直接廃液を曝気槽に添加した。また、酵母廃液は、可溶性の炭水化物、有機酸、糖類等とされているので、可溶化処理の検討は特に行わず、有機栄養細菌槽を貯槽として使用した。

酵母廃液は黄かっ色の着色水で、特徴のある臭気をもち発泡性がある。有機栄養細菌槽において、曝気するとかなり泡だちが問題となった。処理廃水濃度は、処理廃水濃度と処理効果の検討(図3)の結果もふまえ、さらに泡だち防止をもかね、処理廃水濃度のBOD値を約20,000mg/lに希釈して使用した。曝気量は、泡だち防止のため攪拌程度に行った。また酵母廃液は、腐敗性が高く曝気量を制限している為、気温の高い日には腐敗臭を生じた。したがって今後の対策として、破泡の為にシャワー等を設置し、臭気防止の為に曝気量を増やす必要があると考えられる。その他各槽の管理は前報²⁾と同様に行った。

3.3 処理運転結果

処理運転は、1週間のならし運転を含む3週間単位で平均BOD容積負荷を0.71、1.68および3.27kg/m³・日に設定して行った。その結果を表1に示す。これらの結果から、次のEckenfelderの生物酸化反応式⁴⁾において、光合成細菌処理槽での基質除去速度係数K(h⁻¹)を求めた。

$$(S_0 - S_e) / X_a \cdot t = K \cdot S_e$$

ここで、S₀及びS_eは、流入及び流出基質濃度(mg/l)、X_aは汚泥濃度(mg/l)、tは滞留時間(hr)である。

Kの値は、平均BOD容積負荷0.71、1.68、3.27kg/m³・日では、それぞれ7.1×10⁻⁵、5.5×10⁻⁵、3.8×10⁻⁵であり、泡盛醸造廃水をモデルとする10ℓ/日規模の室内実験で求めた、K=4.8×10⁻⁵の結果とほぼ一致する。したがって、本実験においても前報¹⁾²⁾での結果と同様に、酵母廃液でも浄化が進むことが明らかとなった。

一方、活性汚泥処理では、BOD容積負荷が0.01、0.04、0.19kg/m³・日と極めて低く光合成細菌槽での浄化が予想以上に進んでいるため、低負荷運転が原因と考えられるSSの増大等、好ましくない状況が認められた。このため二次処理は、生物処理のみでなく他の洗浄廃水等の雑廃水との混合放流の検討も今後必要と考えられる。

表1 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)	S S (mg/l)	pH	添加量 (l/day)	BOD 容積負荷 (kg/m ³ ・day)
①	有機栄養細菌槽	15,100	9,820	11,800	6.04	—	—
	光合成細菌処理水	49.9	179	134	6.38	240	0.71
	活性汚泥処理水	13.2	197	163	5.73	—	0.01
②	有機栄養細菌槽	18,600	13,400	13,400	5.43	—	—
	光合成細菌処理水	157	377	150	7.56	480	1.68
	活性汚泥処理水	16.8	195	107	7.05	—	0.04
③	有機栄養細菌槽	24,100	17,100	15,600	4.79	—	—
	光合成細菌処理水	442	941	373	7.47	720	3.27
	活性汚泥処理水	79.0	251	85.0	7.70	—	0.19

4. 結 言

前報¹⁾²⁾までの、泡盛醸造工場より排出される洗米廃水をモデルとした光合成細菌による高濃度有機廃水の処理技術の諸検討を参考として、ビール酵母廃液の実証装置での処理運転および、維持管理因子の検討を行った。それらの結果を要約すると次のとおりである。

- ① 窒素・燐添加による処理効果の検討より、BOD : N : P = 100 : 2.5 : 0.5でも十分な処理効果のあることが分かった。
- ② 処理廃水濃度と処理効果の検討より、処理廃水濃度BOD 60,000 mg/lでも処理可能で、高濃度廃水の無希釈処理が実証された。
- ③ 実証処理装置の処理運転で、泡盛洗米廃水の場合と同様に光合成細菌による処理効率はきわめて良好であり、BOD容積負荷 3.27 kg/m³・日までの処理が行えた。

文 献

- 1) 照屋輝一・平良栄康・森田大：沖工試業務報告、12、23 (1984)
- 2) 照屋輝一・平良栄康・与座肇・森田大：沖工試業務報告、13、25 (1985)
- 3) 須藤隆一・松本利通：活性汚泥のバルキングとその対策、アイシーピー社 (1978)
- 4) 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。