

固定化放線菌による連続処理法の検討

日大生産工(院) ○奥山 真司 日大生産工(院) 薄葉 涼
日大生産工 高橋 岩仁 環境文明研究所 木科 大介

1 まえがき

現状の活性汚泥法はCODが600mg/L以上の高濃度有機性排水の処理において、その処理能力から地下水や再生水などで希釈を行い処理しなければならない。これにより、貴重な水資源の浪費と、活性汚泥反応槽を大きくするなどの過剰な施設投資が必要とされる。そのため、効率的な高濃度排水処理方法を確立することができれば排水処理設備の縮小化や処理時間の縮尺などが図られる。

そこで本研究は、活性汚泥で処理する場合に希釈が必要とされるような高濃度有機性排水の新たな処理装置の開発を目指した。特に今回は、土壌から分離した悪喰菌である放線菌で、かつ水処理に適した放線菌の包括固定担体(アルギン酸・アクリルアミド法)による、無希釈高濃度排水の連続処理方法を検討した。

2 実験方法および測定方法

2. 1 放線菌の包括固定化

本培養後、菌体1gに対し0.9%NaCl : 4mlを加え混合した。菌体をアルギン酸カルシウムで一度コーティングした後、表-1 に示す包括固定化の試薬で固定化し、酸素浸透距離から幅3mmの正方形に切断したものを使用した(写真-1)。

なお、本方法は包括が崩壊してきた場合は、CaCl₂により補強することで再使用が可能である。

2. 2 人工基質

本研究で使用した人工基質(12000mg/L)の成分を表-2 に示す。この人工基質を使用する際使用濃度に希釈して用いた。放線菌は好気性菌であるため常にエアレーションを行い、処理水温は放線菌が中温菌であるため菌が最も活性度が高いとされる30℃に設定した。

2. 3 バッチ馴致方法

本研究では、実験に用いる菌体の馴致として、

表-1 包括固定化に用いた試薬成分

成分	分量
アクリルアミド	0.9g
NN'メチレンビスアクリルアミド	0.05g
β-ジメチルアミノプロピオニトリル	0.025ml
過硫酸カリウム	0.0125g

表-2 人工基質成分

成分	蒸留水1000mlに対し
グルコース	15.78g
酢酸アンモニウム	13.44g
ポリペプトン	6.66g
栄養塩類	10ml

COD値 12000mg/L



写真-1 放線菌の包括固定化後



写真-2 バッチ実験装置

Examination on Continuous Processing Method Using Foxed Actinomycetes

Shinji OKUYAMA, Sayaka USUBA, Iwahito TAKAHASHI, Daisuke KISHINA

低濃度から段階的に高濃度へ移行させる方法（500mg/Lで5日間馴致後、1000mg/Lで5日間馴致）を行った。

2. 4 バッチ実験方法

実験方法は、容量360mlの人工基（1500mg/L）に馴致した担体140gを投入し、24時間のバッチ処理を行った。なお、測定項目は、pH およびCODとした。

2. 5 高濃度排水処理連続実験方法

人工基質を送り続け、連続して処理をさせることで、実用化することを目的とした。今回は旧装置で実験後、問題点を改善した新装置を使用した。

2. 5. 1 旧装置による連続実験方法

連続処理実験における処理時間を検討するため、変曲点を求める。そこで、24時間測定を行った。条件は、菌体重量131.16g、人工基質濃度1500mg/Lを200ml使用し、2時間毎にTOC測定を行い、除去率が下がってきた時間を求め、その後1時間毎の正確な時間を測定した。図-1に結果を示す。6時間で変曲点を示し、その後よりほぼ一定の除去率を示した。したがって、滞留時間は余裕をみて8時間とし、滞留時間8時間、処理槽容量500mlから、流入量を求めた。結果、流入量が1.20ml/minとなり、この結果を元に連続実験を行った。

連続実験は、求めた変曲点まで装置内でバッチ処理を行い、その後人口基質（1500mg/L）を流入させた。なお、担体はバッチ実験で用いたものを使用し、実験条件および測定項目も、バッチ実験と同様とした。連続実験装置は 写真-3 である。

2. 5. 2 新装置による連続実験方法

連続処理実験における処理時間を検討するため、変曲点を求める。そこで、24時間測定を行った。条件は、菌体重量86.55g、人工基質濃度1500mg/Lを400ml使用し、2時間毎にTOC測定を行い、除去率が下がってきた時間を求め、その後1時間毎の正確な時間を測定した。図-2より結果を示す。11時間で変曲点を示し、その後はほぼ一定の除去率を示した。したがって、滞留時間は余裕をみて13時間とし、滞留時間13時間、処理槽容量250mlから、流入量を求めた。結果、流入量が0.32ml/minとなり、この結果を元に連続実験を行った。

連続実験は、求めた変曲点まで装置内でバッチ

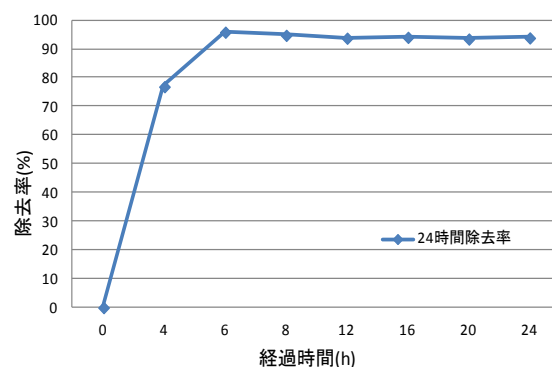


図-1 旧装置用 24 時間処理除去率



写真-3 旧連続処理装置

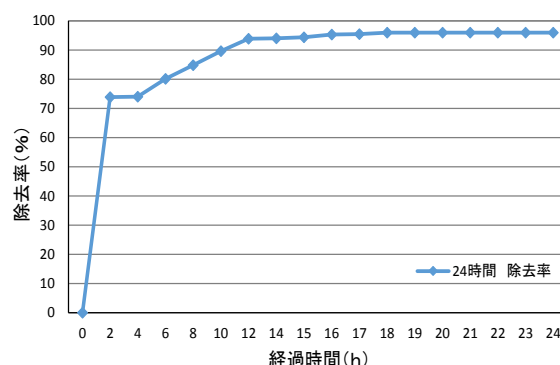


図-2 新装置用 24 時間処理除去率



写真-4 新連続処理装置

チ処理を行い、その後人口基質（1500mg/L）を流入させた。なお、担体はバッチ実験で用いたものを使用し、実験条件および測定項目も、バ

ッチ実験と同様とした。連続実験装置は 写真-4 である。

3 実験結果および検討

3. 1 馴致実験

図-3 より馴致実験の結果を示す。開始日と2日目以降の値に大きな差が見られた。開始日のpHが2日目以降に比べて低い値を示している。また、開始日の除去率が40%と低かった。2日目以降はpHが8.0～8.7と安定し、それぞれの基質濃度に対し、除去率が80%に上昇した。菌体固定化後、通気攪拌の基質濃度は高濃度である3000mg/Lに対し、開始日の基質濃度は500mg/Lと低濃度にしたため、菌体が高濃度から低濃度への順応ができなかったと考えられる。これらのことから2日目以降に馴致が行われたと思われる。

3. 2 バッチ実験

図-4 よりバッチ実験の結果を示す。pHの値は多少の変動は生ずるものの、ほぼ8.4～9.3辺りで安定している。COD測定の結果より、93%以上の除去率を示している。この結果より、800日を経過しても安定して高い処理能力を保っていると考えられる。

3. 3 連続実験結果

3. 3 . 1 旧装置連続実験結果

図-5 より連続実験の結果を示す。pHの値は6.3～9.1辺りを示している。COD測定の除去率では開始直後が30%程度であった。pHが低く崩壊の可能性があるため、CaCl₂により補強をしたところ、6日目以降は50%程度へと上がった。しかし、バッチ実験と比較するとpHは補強後差が少なくなったが、除去率は40%程度低い結果となった。原因は、処理水の滞留距離が短いため、流入水が処理される前に排水槽に流れている、滞留時間が短く処理負担が大きいなどが考えられる。

3. 3 . 2 新装置連続実験結果

図-6 に連続実験の結果を示す。pHの値は7.3～8.2辺りを示している。図のCOD測定の除去率では85%以上と安定して高い数値を示している。バッチ実験と比較するとpHが1.000程度、COD除去率は5～10%程度低いが、以前高い処理能力を保っていると考えられる。

3. 3 . 3 連続装置の比較

旧型の装置は、滞留距離が短く底が深いため流入水が処理される前に排水槽に流れ込む可

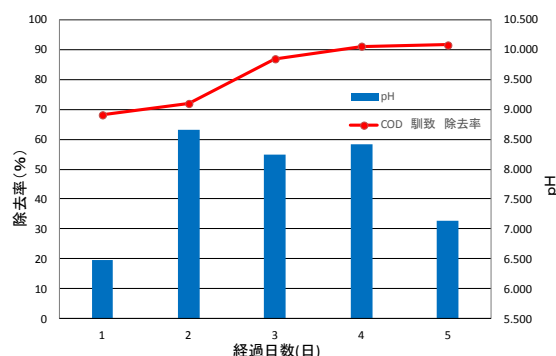


図-3 馴致実験結果

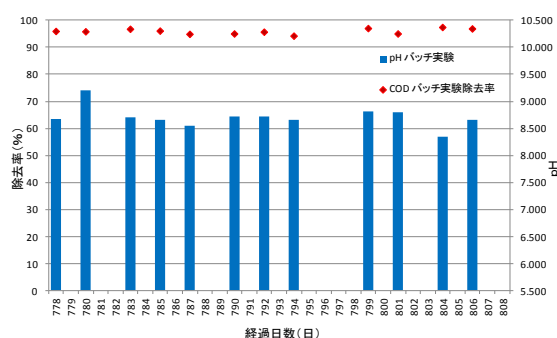


図-4 バッチ実験結果

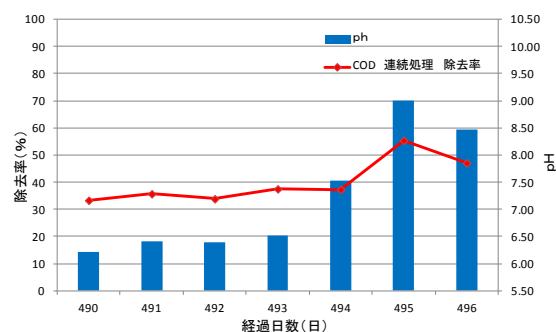


図-5 旧装置連続実験結果

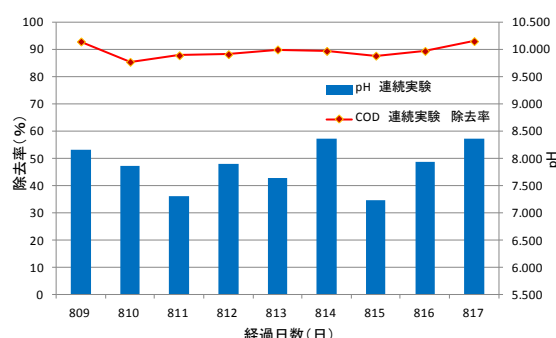


図-6 新装置連続実験結果

能性があった。写真-5 そこで、新型装置では滞留距離を長くし、排水槽流入までに仕切りを設けることで、流入水が直接排水槽に流れるこ

とを防いだ。写真-6 結果、滞留時間が長くなり処理効率が上がったと考えられる。

4 まとめ

本研究は、高濃度有機性排水処理に適した放線菌を包括固定化し、放線菌包括固定化担体による連続実験による処理方法を検討した。以下に、得られた知見を示す。

- 1) バッチ実験の結果より pH の値は多少の変動は生ずるものの、ほぼ 8.4~9.3 辺りで安定している。COD 測定の結果より、投入時の人工基質濃度 1500mg/L に対し 93% 以上の除去率を示している。
- 2) 連続実験の結果より、旧装置では投入時の人工基質濃度 1500mg/L に対し 50% 程度の処理率であった。しかし、新装置による連続処理ではバッチ実験同様に処理効率が認められた。
- 3) 担体の崩壊に伴う処理効率の低下がみられたが、 CaCl_2 溶液に浸し攪拌補強することにより再包括され、処理効率を増加、安定化することができた。

以上のことから、本研究放線菌の包括固定化法による連続処理は、高濃度排水処理に適した処理方法であることが示唆された。

また、処理装置の違いにより処理率の変化が起きたことから、旧装置は滞留距離が短く処理されていない人工基質が排水槽に流入していたことが示唆された。

本研究で用いた排水は人口基質だけであり、下水処理場の活性汚泥反応槽で実際に処理されている排水を用いての処理は行っていないことから、実用化のために、実際に処理されている排水を用いての長期的な実験を行ったうえで検討を行っていくことが今後の課題となってくる。このことから、本研究で用いた手法は排水処理に関する一方法として提案できるものである。

「参考文献」

石崎勝義・楠田哲也 著 (2001) 自然システムを利用した水質浄化, 技報堂出版, 東京, 445pp.
須藤隆一 (1977) 排水処理の生物学, (株)産業用水調査会, 東京, 638pp.
千種薫 (1996) 図解 微生物による水質管理, (株)産業用水調査会, 東京, 118~219
山根一郎 (1988) 農学基礎セミナー 土と微生物と肥料のはたらき, 社団法人 農山漁村文化協会, 東京, 39~40

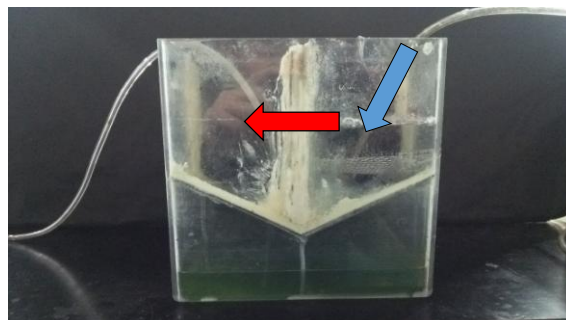


写真-5 旧装置処理水の流れ

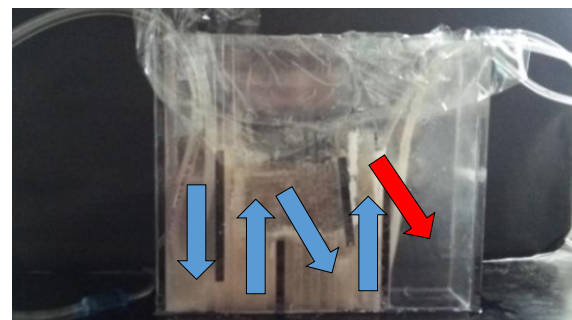


写真-6 新装置処理水の流れ

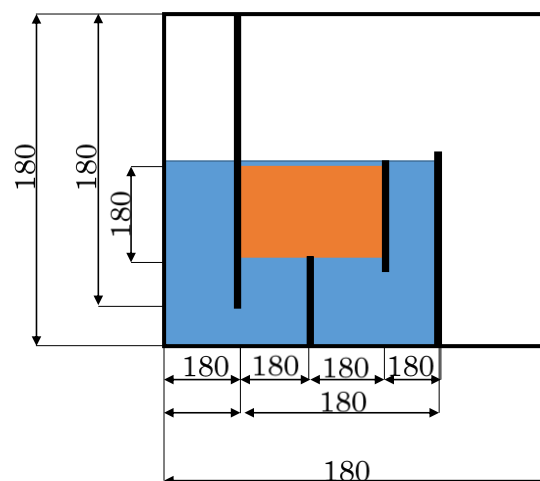


図-7 新連続装置寸法

和田洋六 (2011) ポイント解説 水処理技術, 学校法人 東京電機大学 東京電機大学出版局, 東京, 170~181