

放線菌 12 を用いた連続実験高濃度排水処理の検討

日大生産工(院) ○薄葉 涼 日大生産工 大木 宜章
 日大生産工(非常勤) 関根 宏 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500mg/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小などが図られる。

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。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菌の選定を行った。その後、選定した菌を包括固定化し、無希釈高濃度排水に適用すべく処理方法を検討した。ここでは効率的な包括方法として、耐久性・処理性・補強性を持つ新しい包括方法を図った。本報告では、以下の特性測定結果について報告する。

2 実験方法および測定方法

2. 1 放線菌株の分離培養および選定

本研究は高濃度有機性排水を無希釈で行うべく、高有機物濃度に適応可能な放線菌を用いることとした。放線菌は代表的な土壌細菌であり、好気性で土壌中に多く広く存在する。そこで、処理に使用する放線菌の分離を目的として、主に日本大学生産工学部キャンパスの土壌を採取した。さらに、平均気温が高く微生物活動が盛んであると推察される沖縄県宜野湾および千葉県勝浦で採取した。

表-1 に分離寒天A 培地およびM 培地の組成を示す。培養方法として、採取した土壌約0.1g を蒸留水5ml で溶かし、この上澄み液を表-1 に示した各寒天培地に撒き、30℃で4 日間培養した。培養後、形成したコロニーから任意に菌を選択し、これを寒天スラント培地に継代し、

表-1 分離寒天培地 A・M 組成

A培地		M培地	
成分	分量	成分	分量
グルコース	0.50g	豆乳	5.00g
K2HP04	0.25g		
MgSO4・7H2O	0.10g	グルコース	5.00g
寒天	10g		
蒸留水	500ml	NaCl	2.50g
エッグアルブミン	0.13g		
0.1M - NaOH	2ml	寒天	10.00g
1%Fe2(SO4)3	0.50g	蒸留水	500ml

備考 pH=7に調整

表-2 前・本培養液体培地組成

成分	分量
グルコース	10g/ 1
ポリペプトン	3g/ 1
NaCl	5g/ 1
肉エキス	3g/ 1

備考 pH=7に調整

表-3 包括固定化に用いた試薬成分

成分	分量
アクリルアミド	0.900g
NN' メチレンビスアクリルアミド	0.050g
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	0.013g

30℃で15 日間分離培養した。

表 - 2に前培養・本培養液体培地の組成を示す。培養した菌体は前培養液体培地により、27℃で4 日間培養を行った。なお、ここでは、往復振盪機を用いて浸透培養を行った。培養後、各液体培地の菌の生育状況およびCOD 除去率から、本実験に用いる優良放線菌株を選出した。

Examination of consecutive experiment high density drainage processing using actinomycetes 12t

Sayaka USUBA, Takaaki OHKI, Hiroshi SEKINE, Iwahito TAKAHASHI and Daisuke KISHINA

2. 2 選定した放線菌株の包括固定化

選定した放線菌株は、本培養液体培地により大量培養を行った。本培養後、遠心分離により菌株を分離し、集菌を行った。

表-3に包括固定化に用いた組成を示す。本研究での包括固定化方法は、過去の研究からアルギン酸ナトリウム・アクリルアミド法を用いた。包括固定化方法として、集菌1g に対し、0.9%NaCl : 4ml を加え懸濁した後に表 - 3に示す試薬を加えた。次に、試薬を混合した放線菌株をトレイに流し込み、冷却固化後の試料を切断した。なお、過去の研究から酸素の浸透距離は包括担体の表面から1.5mm 以内とされるので、固定化菌体の幅は3mm とした。また、担体の強度を上げるため、担体表面をアクリルアミドでコーティングし写真-1のようになった。本実験では包括固定化菌体の平均処理値をとるため、菌体の本培養を同条件下で、培養時が異なる菌体を包括したものをcase1, case2とした。

2. 3 高濃度排水処理時に出る副産物

また、本実験では処理時に「ぬめり」を発生させる。この「ぬめり」がCOD低下にも連なると推測するので、これを使って処理の可能性を見出す実験を行った。

包括方法は、放線菌同様にアルギン酸ナトリウム法で行った。15gの「ぬめり」と1%アルギン酸ナトリウム溶液150mlを懸濁した後に、2%塩化カルシウム溶液1000mlに滴下し写真-2のように直径3～4mmの球状に包括し1週間処理・検討した。以後、この包括固定化したものをcase3と示す。

その後、case3を繊維状で表面凹凸がある横幅10mmの担持単体を用いて2段包括化をし、再度、同様の濃度のアルギン酸ナトリウムおよび塩化カルシウムでコーティングし処理・検討を行った。以後、この包括固定化した「ぬめり担持単体」と言う。

2. 4 高濃度処理実験方法

2. 4. 1 case1およびcase2の馴致方法

本研究では、実験に用いる菌体の馴致として、低濃度から段階的に高濃度へ移行させる方法

(case1 : 500mg/lで5日間馴致後、1000mg/lで5日間馴致)と、高濃度から低濃度へ移行させる方法 (case2 : 2000mg/lで10日間馴致) の2方法に分けて比較した。



写真 - 1 アルギン酸ナトリウム・アクリルアミド法



写真 - 2 アルギン酸ナトリウム法

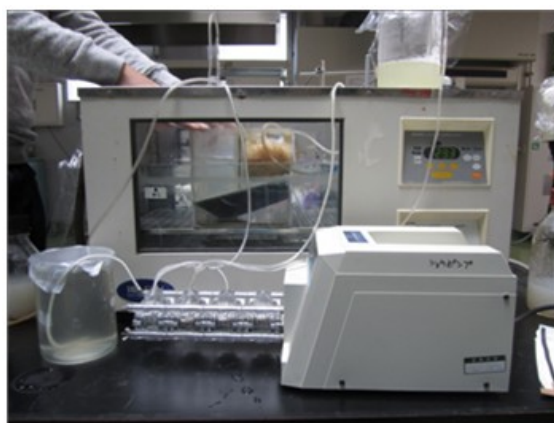


写真 - 3 連続実験装置

2. 4. 2 case1およびcase2のバッチ実験方法

実験方法は、容量360ml の人工基質

(1500mg/l) に馴致した担体140gを投入し、24時間のバッチ式により処理を行った。なお、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30℃に設定した。測定項目は、pH およびCODとした。

2. 4. 3 case1およびcase2の連続実験方法

連続実験は、バッチ実験で用いたcase2の担体を用いて行った。実験方法は、連続的に人工基質（1500mg/l）を1200mlの処理槽に流入量2.5ml/minで流入させ、滞留時間8hで行い、連続実験装置は写真-3である。なお、実験条件および測定項目は、バッチ実験と同様とした。

2. 4. 4 case3およびぬめり担持単体のバッチ実験

case3およびぬめり担持単体はバッチ実験で処理・検討を行った。実験条件は、case1およびcase2のバッチ実験方法と同様で、まずcase3を10日間、その後case3をぬめり担持単体にし10日間測定した。測定項目は、pHおよびTOCとした。

3 実験結果および検討

3. 1 バッチ実験結果

図-1 にバッチ実験時におけるpHの経日変化を、図-2 にCODの経日変化を示す。まず、図-1の結果より、pHの値は多少変動するものの、両caseともほぼ7.7～8.7あたりで安定した値を示した。

一方、CODの結果は投入時の人工基質濃度1500mg/lに対し、両caseとも高い除去率が得られた。特に、実験開始2週間目までは、100～250mg/l付近で変動していたが、3週間以降は50～100mg/lで安定した値を示した。これは、馴致した菌体が、バッチ実験を通して、さらに投入する人工基質濃度に馴致されたといえ、約1ヶ月後には両caseとも50mg/lの処理値となった。そこでバッチ実験により、充分馴致され、安定した菌体を連続実験に用いた。なお、pH、CODともに周期的な上下変動が見られるが、これらは菌体の包括が崩壊し、処理能力が低下し起きたものと思われる。このことから、このような処理能力の低下がみられた場合には、CaCl₂溶液を20g/Lに投入し、包括の補強を行った。

3. 2 連続実験結果

図-3にcase2の連続実験時におけるpHの経日変化を、図-4にCODの経日変化を示す。なお、case1は引き続きバッチ実験を行い、連続実験と比較検討した。

図-3の結果より、case2のpHの値は8.5付近で安定した値を示した。一方、CODの結果は図-4から、投入した人工基質濃度1500mg/lに対して、50mg/l程度と初期段階より安定した

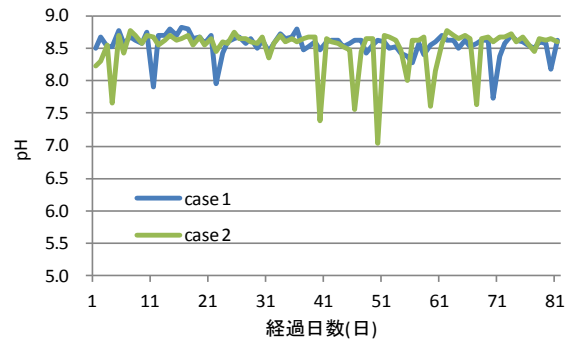


図-1 バッチ実験時における pH の経日変化

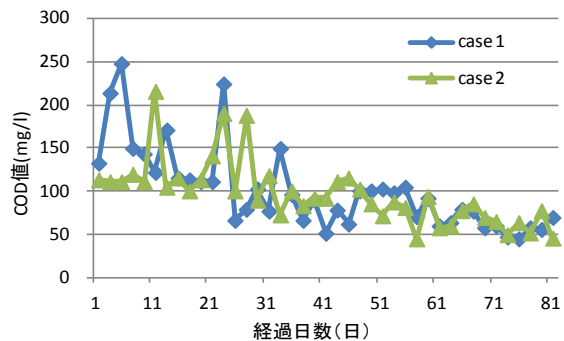


図-2 バッチ実験時における COD の経日変化

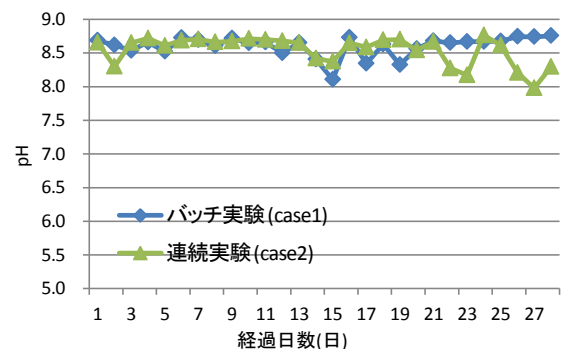


図-3 バッチおよび連続実験における pH の経日変化

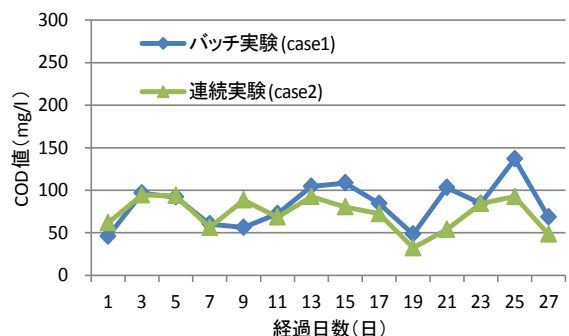


図-4 バッチおよび連続実験における COD の経日変化

処理を示した。case1の結果と比較すると、両caseの処理値はほぼ変わらない値を示したことから、バッチ実験と同様の処理能力であることが分かった。また、11日目には両caseとも菌体の包括の崩壊による処理能力の低下がみられたが、CaCl₂による補強により、15日目に

は安定した処理値となった。このことから、本包括固定化法は、高濃度廃水処理に適した処理方法といえ、定期的に CaCl_2 で補強することにより長期的に処理が可能な方法であるといえる。

3. 3 めめり担持単体実験結果

図-5にcase3およびめめり担持単体のバッチ実験時におけるpHの経日変化を、図-6にCODの経日変化を示す。

図-5の結果より、アルギン酸ナトリウム固定化法だけの球状固定化をしたcase3は、初期段階は順調に8.5前後の数値を示していたが、9日から11日にかけて急激に菌体崩壊が起こりpHも不安定になった。11日に包括補強を行ってpH値はもとの数値に戻ったが、翌日には包括菌体の崩壊が起こっていた。

また、めめり担持単体のpHはcase1およびcase2同様8.5前後で安定しており目立った包括菌体崩壊も起こっていなかった。

図-6の結果より、case3およびめめり担持単体は4日から安定した値を示し始めた。しかしながら、case3はめめり担持単体と比較すると、TOC値が大きく上下する結果となった。よって、アルギン酸ナトリウムの固定化方法だけでは長期的な処理は見込めないと考えられる。

5 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、バッチ実験および連続実験により放線菌包括固定化担体による処理能力の検討。また、処理時に発生した「めめり」をアルギン酸ナトリウム球状固定化と、めめり担持単体にしたのち、バッチ実験で処理能力の検討を行った。以下に、得られた知見を示す。

1) バッチ実験の結果より、pHの値は多少変動するものの、両caseともほぼ7.7~8.7あたりで安定した値を示した。また、CODの結果は投入時の人工基質濃度1500mg/lに対し、両caseとも高い除去率がられた。

2) 連続実験の結果より、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 で補強することにより再包括され、処理効率の増加がみられた。

4) 高濃度排水処理時に発生する「めめり」を固定化したcase3およびめめり担持単体のバッチ実験結果から、短期的ながらも処理値はcase1、case2と同様のものが得られた。このことから、固定化方法の違いから処理値は大きく左右されると考えられる。よって、固定化方法

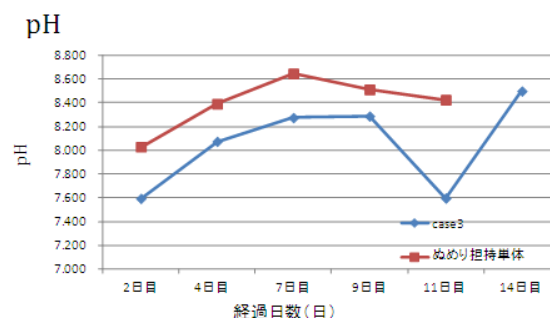


図-5 case3・めめり担持単体のバッチ実験におけるpHの経日変化

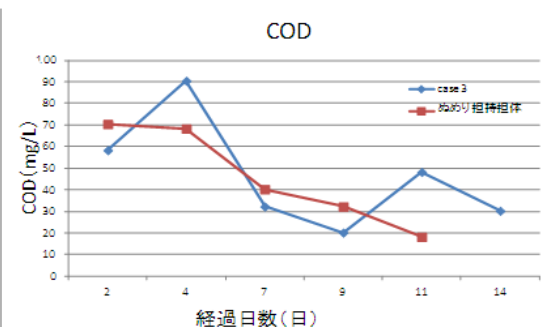


図-6 case3・めめり担持単体のバッチ実験におけるCODの経日変化

をアルギン酸ナトリウム・アクリルアミド法を用いれば再度処理に用いられると考えられる。

以上のことから、本研究で新たに行った包括固定化法は高濃度排水の処理に適した処理方法であることが示唆された。