

バシラス属細菌活性化剤を利用した植物油の効率的な生物分解処理

信州大学工学部 学生会員 ○小林 栄基
 豊川市 斉藤 健志
 信州大学工学部／アクア・イノベーション
 拠点 (COI) 正会員 松本 明人
 信州大学農学部 上野 豊

1. はじめに

食品工場排水や食堂排水に含まれる油による水質汚濁は東南アジアをはじめ、わが国でも問題になっている。本研究では、微生物による含油排水処理の効率化に向け、油脂や炭化水素をはじめとする様々な有機物に対して、優れた分解能力を有することで知られているバシラス属細菌に着目した。そしてバシラス属細菌の培養に効果があるとされているバシラス属細菌活性化剤の添加が、油分分解率および細菌相に及ぼす影響を調べた。実験では大豆油を添加した模擬排水を用い、下水処理場から採取した活性汚泥もしくはバシラス属細菌を含有するし尿処理場由来の乾燥汚泥を種汚泥として、活性化剤添加の影響を回分実験で評価した。

2. 実験装置および方法

実験用模擬排水は蒸留水に市販の大豆油を油分濃度 100mg/L になるよう添加し、更に超音波発振器および投入型振動子(チヨダエレクトリック GP-621D および SPN-620 : 600W 26kHz) によって油を分散させ、作製した。一方、種汚泥には長野県内し尿処理場の乾燥汚泥(バシラス属細菌を含有することが知られている)もしくは県内下水処理場(ステップ流入式二段硝化脱窒法)の第二好気槽から採取した活性汚泥を用いた。バシラス属細菌活性化剤にはケイ酸・カルシウムを主成分とする市販の水処理微生物培養資剤(バシラス属細菌を含有するとされている)を、栄養塩にはリン酸水素二アンモニウム((NH₄)₂HPO₄)を用いた。反応槽には500mLの振盪フラスコを用い、振盪条件は振幅4.0cm、振盪回数100往復/分に設定した。測定項目は油分濃度(堀場製作所 OCMA-505 : 溶媒抽出-非分散赤外線吸収分析法)、pH(ガラス電極法)および溶存酸素(蛍光発光時間測定法)である。また総細菌数(コピー数)およびバシラス属細菌数(コピー数)はQIAmp DNA Stoolキットにより genomic DNA を抽出後、選択的プライマーセットを用いた定量PCR法で定量した。

実験はバシラス属細菌活性化剤、二種類の種汚泥、栄養塩を組み合わせる模擬廃水に添加し、運転温度30℃で回分培養し、油分分解率、総細菌数およびバシラス属細菌数の変化を調べた。なおそれぞれの添加量は模擬廃水300mLに対して、活性化剤は0.6g、活性汚泥は100mL、乾燥汚泥は0.6g、栄養塩は0.06gとした。実験条件を表1に示す。

3. 実験結果

実験で得られた油分分解率を表1に示す。表中灰地のRUNは活性化剤を添加したものである。RUN1の結果より活性化剤自体が油分分解能を有することがわかったが、RUN2~5の結果では、活性化剤添加による油分分解率の大きな改善は見られなかった。また種汚泥として活性汚泥を用いた場合、最も分解率が高く、次いで乾燥汚泥、そして最も分解率が低かったのは活性化剤のみ添加の場合であった。

総細菌数およびバシラス属細菌数の定量結果を表2に示す。なお表中 " $< 1.0 \times 10^5$ copies/g-汚泥湿潤重量" は検出限界以下であることを表す。また活性汚泥を種汚泥としたRUN4およびRUN5のバシラス属細菌数は現在、測定中である。さらに表には示さないが、乾燥汚泥の総細菌数は 4.5×10^9 copies/g-乾燥汚泥であり、バシラス属細菌数は 4.7×10^7 copies/g-乾燥汚泥であった。一方、活性化剤の総細菌数は 5.2×10^9 copies/g-活性化剤

表 1 実験条件および油分分解率

	実験条件			油分分解率 (%)		
	種汚泥	活性化剤	栄養塩	運転日数1日	運転日数2日	運転日数5日
RUN1	無添加	添加	添加	44.7	83.7	84.9
RUN2	乾燥汚泥	無添加	添加	72.9	76.3	
RUN3	乾燥汚泥	添加	添加	71.4	74.0	
RUN4	活性汚泥	無添加	添加	87.8	92.8	
RUN5	活性汚泥	添加	添加	91.5	94.1	

であり、バシラス属細菌数は $<1.0 \times 10^6$ copies/g-活性化剤であった。そして種汚泥採取日ではないが、種汚泥を採取する第二好気槽における活性汚泥の総細菌数は 1.0×10^{10} copies/g-活性汚泥であった。

RUN2 および RUN3 の結果より、活性化剤添加により総細菌数およびバシラス属細菌数は増加すること、そして運転経過とともに総細菌数は増加するが、バシラス属細菌数は減少しており、このことから油分分解におけるバシラス属細菌の役割は小さいことが示唆された。一方、活性汚泥を種汚泥とした RUN4 および RUN5 では元々の細菌数が多いためか、活性化剤添加の効果や総細菌数の経日変化に明確な傾向が見られなかった。

表 2 総細菌数およびバシラス属細菌数の定量結果

	総細菌数 (copies/g-汚泥湿潤重量)	バシラス菌数 (copies/g-汚泥湿潤重量)	総細菌数 (copies/g-汚泥湿潤重量)	バシラス菌数 (copies/g-汚泥湿潤重量)	総細菌数 (copies/g-汚泥湿潤重量)	バシラス菌数 (copies/g-汚泥湿潤重量)
	運転日数0日		運転日数1日		運転日数2日	
RUN2	2.3×10^8	7.8×10^5	7.4×10^8	$<1.0 \times 10^5$	1.6×10^9	$<1.0 \times 10^5$
RUN3	3.0×10^8	1.7×10^6	2.5×10^9	3.5×10^5	3.8×10^9	$<1.0 \times 10^5$
RUN4			8.1×10^9	$<1.0 \times 10^5$	6.2×10^9	測定中
RUN5			4.2×10^9	測定中	1.3×10^{10}	測定中

4. 結論

実験の結果、以下の知見が得られた。

- 1) バシラス属細菌活性化剤自体が油分分解能を有するが、添加による油分分解率の明確な改善は見られなかった。
- 2) バシラス属細菌活性化剤の添加は運転開始時の総細菌数およびバシラス属細菌数を高める効果があったものの、運転経過に伴う総細菌数とバシラス属細菌数の変化から、油分分解におけるバシラス属細菌の役割は小さいと考えられた。
- 3) 種汚泥として最も油分分解能が高かったのは、活性汚泥であった。

謝辞 実験に際し、有益な助言および実験材料を提供いただいた群馬高専特命教授 青井 透 先生に謝意を表す。本研究は国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム」の支援によって行われた。