

養豚排水の連続式長期間曝気処理に関する研究

宮崎大学 (学) 鷲巣健司, (正) 増田純雄、高階卓哉,
宮崎大学農学部 佐伯雄一
鹿児島高専 (正) 山内正仁

1. はじめに

現在、養豚排水は生物処理の1つである活性汚泥法による処理が一般的に行われているが、中小規模養豚農家にとって維持管理、ランニングコスト等の問題を抱えているのが現状である。そのため、維持管理が容易で高効率の処理技術の開発が必要である。往來の研究では、6種類の混合微生物群(乳酸菌群、光合成細菌、酵母、グラム陽性放線菌、発酵系糸状菌、その他)をM2菌(Mixed-Microorganisms)と称し、M2菌を用いた養豚排水処理の回分式、連続式実験を行い、M2菌の添加量及び曝気量とT-N、NH₄-N、TOC濃度との関係を調べ、さらに各実験での菌種の同定を行った。結果、M2菌の中でも有効な働きをしているものは一部であり、また添加率は処理効率に大きく影響しない事を明らかにした。

本研究では、養豚排水にM2菌を添加した連続式長期間曝気処理の実験を行い、その曝気量と槽内の水質変化の関係、及び菌の同定による優占種について報告する。

2. 実験装置

実験装置を図-1に示す。装置は7槽で連結された曝気槽(内径9.2cm、高さ21cmのアクリル円筒)と、曝気により養豚排水から飛散するアンモニアガスの捕集槽から構成されている。曝気は、エアープンプにより曝気槽へ空気を供給し、曝気槽内のガラスボールフィルター(球径15mm、気泡粒径40~50 μ m)で行った。また、曝気により飛散するアンモニアガスは捕集槽(ほう酸溶液5g/L)で捕集した。曝気により発生する泡沫は捕集槽との間でトラップし、曝気槽へ返送した。

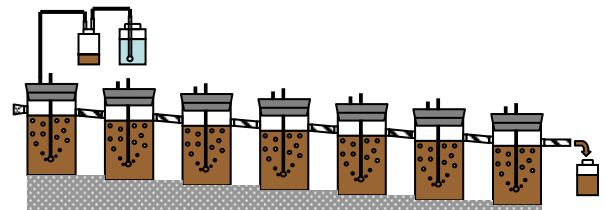


図-1 連続式長期間曝気装置

3. 実験条件と分析方法

実験では、馴致培養したM2菌(水:養豚排水:M2菌=940:30:30で10日間馴致)を初期条件となる養豚排水250ml中に加え、曝気量0.6、1.0L/minとした。反応槽へは養豚排水を毎日250ml第1槽のみに加えた。1槽あたりの容量は1Lであり、7槽目から流出するまでの期間を約1ヶ月とした。水質分析項目はpH、SS、T-NおよびNH₄-N、NO₃-N、TOCである。槽内の菌種の同定は、馴養液からDNAを抽出し、16S rDNAのユニバーサルプライマーを用いて、16S rDNAをPCR反応で増幅して一次増幅産物を得た。それらを変性剤濃度勾配ゲル電気泳動(DGGE)法により菌種ごとに分離し、得られたバンドから単一菌種のPCR産物を抽出・精製した。次に、これをテンプレートとしてnested PCRを行い、得られたPCR産物を1%アガロースゲル電気泳動後にゲルの切り出しによって精製した。こうして得られた単一菌種のPCR産物の精製物を用いてダイレクトシーケンスを行い、DNAシーケンサーを用いて、塩基配列を解析し菌種の同定を行った。

4. 実験結果と考察

図-2に各槽におけるNH₄-Nの変化を示す。図中の曝気条件(1)、(3)ではNH₄-Nは各槽ごとに減少し4槽目では県公害防止条例の排水基準200mg/L以下となっている。その後5槽目以降で測定値はほぼ0となった。また、条件(2)では5槽目で177mg/Lとなり、排水基準以下である。いずれの条件下においても除去率90%以上となっている。このことから、NH₄-Nの除去においては曝気量による処理能力の違いはほぼ無いものと考えられる。処理能力が同等の場合、曝気量は少ない方がコストを下げられるため、曝気量0.6L/minの条件が有利であるといえる。

図-3に各槽におけるT-Nの変化を示す。曝気条件(1)、(3)においては5槽目で約90mg/L、条件(2)では6

槽目で 108mg/L まで減少し、宮崎県北部の尾末湾流域における排水基準 120mg/L 以下となった。しかし、6 槽目以降では上昇し、基準値を超える結果となった。これは、若干量の未処理の原水が後方の槽へと送られてしまったためと考えられる。曝気条件(2)(3)での除去率に大違いがないことから、曝気量を抑えた曝気条件(3)の方が安定して除去できることが分かった。

図 - 4 に T-N の収支を示す。図中の菱形印と丸印の IN は実験装置へ流入した T-N を、三角印と四角印の OUT は槽内の NH₄-N、NO₃-N 及び捕集槽で捕集した NH₄-N の合計を表している。いずれの条件においても最終的な収支割合は 60~65%程度にとどまった。これは、飛散するアンモニアガスを捕集槽で完全に捕集できなかったことと、曝気槽内で脱窒反応が起こっていることが考えられる。

写真 - 1 に、曝気量 0.6L/min の実験条件における養豚排水、M2 菌、および最終槽からの流出後に各曝気槽から採取した馴養液中に含まれる細菌の DNA を抽出し、PCR 反応によって 16S rDNA 領域を増幅し、DGGE 法によって菌種ごとに分離したものを示す。泳動条件は変性剤濃度 30% ~ 50% で 130V、6 時間である。

得られたバンドの塩基配列解析の結果、*Acidovorax* 属、*Parvibaculum* 属、*Rodanobacter* 属、*Leadbetterella* 属等が含まれることがわかった。しかし、これらの菌種すべてが長期間曝気処理に有効に作用しているというわけではない。例えば、処理液の状態にかかわらず存在している *Leadbetterella* 属細菌のような菌種は、ほとんどこの条件では養豚排水処理に寄与していないといえる。また、貧栄養状態になってから優占している菌種も同様であり、この場合 *Parvibaculum* 属細菌が当てはまる。逆に、1 ~ 4 槽で優占している *Acidovorax* 属や *Rodanobacter* 属細菌は有効に作用しているといえる。

5. おわりに

本研究では連続式の長期間曝気法による実験を行い、以下のような結果が得られた。1) 各水質測定項目より、曝気量は 1.0L/min よりも 0.6L/min が有効であるべきといえる。2) 優占種の同定の結果得られた菌種の中で、長期間曝気処理で有効に作用しているのは、*Acidovorax* 属や *Rodanobacter* 属細菌であると考えられる。今後はさらに曝気量を変えて実験を行い、最適な曝気量・曝気期間の検討を行う予定である。また実験装置の安定化や、長期間曝気法では処理できない色度除去への対応等が必要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 養豚排水の長期間曝気処理に関する研究 金子, 高階, 佐伯, 増田, 山内 H17 年度 土木学会西部支部講演概要集
- 2) 微生物利用の大展開 今中忠行 エヌ・ティー・エヌ発行 2002

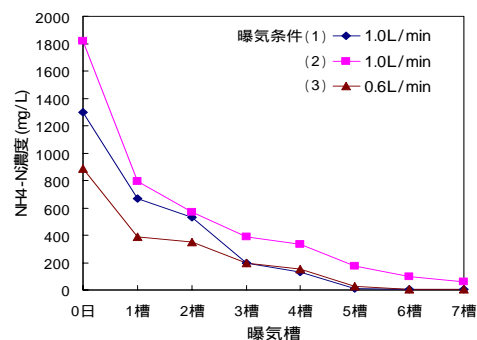


図 - 2 各槽の NH₄-N 変化

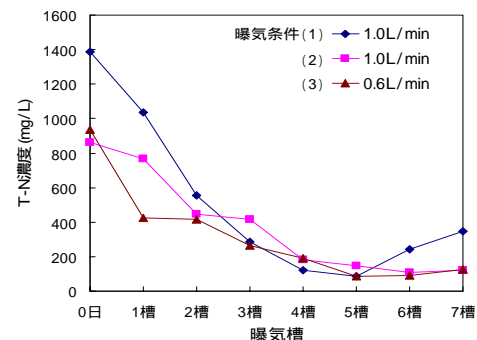


図 - 3 各槽の T-N 変化

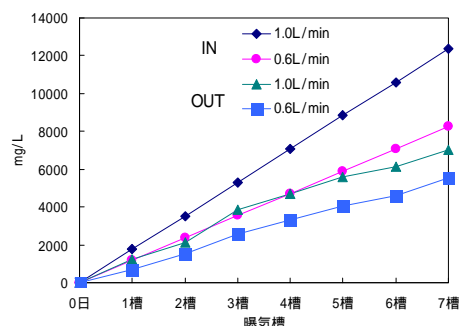


図 - 4 T-N 収支

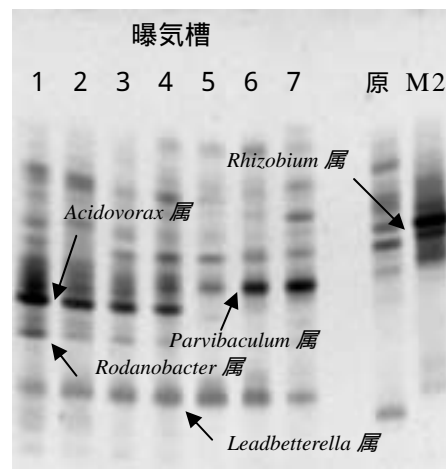


写真 - 1 DGGE バンドパターン