

養豚排水の長期間曝気処理に関する研究

宮崎大学 (学) ○金子賢太、(正) 高階卓哉、増田純雄、佐伯雄一
鹿兒島高専 (正) 山内正仁、(株) 後藤商事社 栗原隆幸

1. はじめに

一般的に養豚排水は、活性汚泥法により処理¹⁾が行われているが、維持管理、コスト等の問題がある。そのため中小規模養豚農家に適用できる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。このため、既往の研究では、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濃度との関係について報告した。その結果、M2菌の添加率は処理効率に無関係であるということが明らかになった。M2菌は数十種類もの菌が混在しているが、実際に養豚排水処理において、有効な働きをしているのはその一部であると考えられる。このため、M2菌に含まれる菌種の中で、実際の養豚排水処理において有効な菌を分離して養豚排水処理に使用することにより、処理効率が向上すると考えられる。本研究では養豚排水にM2菌を添加後、回分式と連続式の長期間曝気処理の実験を行い、その槽内の水質変化と菌の優占種の同定について報告する。

2. 実験装置

図-1、2に実験装置を示す。回分装置は、曝気槽(内径9.2cm、高さ21cmの亚克力円筒)と曝気により養豚排水から飛散したアンモニアガスを捕集する槽から構成されている。実験は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

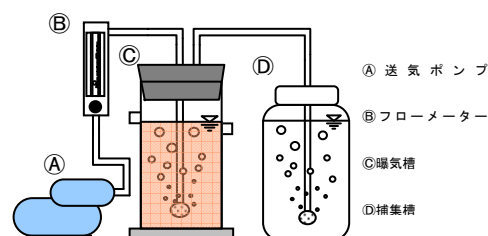


図-1 回分実験装置

15mm、気泡粒径40~50μm)で養豚排水の曝気を行った。また、曝気により飛散するアンモニアガスを捕集槽(ほう酸溶液5g/L)で捕集した。連続式は基本的には同じであり、回分装置を連結したものを連続装置とした。

3. 実験条件と分析方法

実験では、曝気槽内にあらかじめ10日間馴致培養しておいたM2菌を30ml及び15mlの2種類用意し、養豚排水をそれぞれ970ml及び985ml加え計1Lとする。曝気量は0.3、

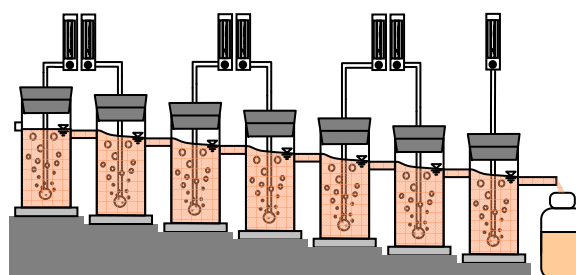


図-2 連続実験装置

1.0L/minで実験を行った。サンプリングは1回当たり50mlを採水し、採水後は蒸発散量の補正のため50~200mlの養豚排水を追加し、曝気槽内を1Lに保った。連続式実験では第1槽目には馴致培養しておいたM2菌15mlを養豚排水985mlに加え、曝気量1.0L/minとし、毎日250mlを第1槽のみに加えた。採水した試料水はpH、SS、T-Nを水の分析に従い、アンモニア性窒素と硝酸性窒素、捕集槽内のほう酸溶液内のアンモニア性窒素は多項目迅速水質分析器(DR/2500 HACH社)で測定した。また、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。そして、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シングを行い、DNAシーケンサーを用いて、塩基配列を解析し属レベルの同定を行った。

4 実験結果と考察

図-3、4に回分実験によるNH₄-N、T-N濃度の経日変化を示す。図-3はNH₄-Nの経日変化を示したも

のであり、曝気量 0.3、1.0L/min では 15、10 日まで直線的に減少している。この時点での $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率はそれぞれ 79.83% となっている。放流水域である大淀川は、県公害防止条例の排水基準によると $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は 200mg/L である。この基準を達成するためには曝気量 0.3、1.0L/min でそれぞれ 15、20 日以上滞留時間を取れば良いことが分かる。

図 - 4 は T-N の経日変化を示したものであり、曝気量 0.3、1.0L/min では 20、15 日まで直線的に減少している。この時点での T-N 除去率はそれぞれ 96.92% となっている。閉鎖された流域に放流する基準として、宮崎県北部の尾末湾流域は T-N の排水基準として 120mg/L がある。この基準の達成には曝気量 0.3L 1.0L/min でそれぞれ 20、15 日以上滞留時間を取れば良いことが分かる。

図 - 5 に連続実験による各槽の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、T-N 濃度の変化を示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ と T-N 値ともに 5 槽目まで直線的に減少している。県の排水基準を達成する $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は 5 槽目からである。5 槽目の滞留時間は 20 日間であり、回分式と比べて連続実験では 5、10 日ほど長くなっている。これは流入原水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高いことと、連続式と回分式の相違によるものと考えられる。 $\text{NH}_4\text{-N}$ と T-N の排水基準を達成するには 30 日間ほどの長期曝気処理が必要であることがわかった。

写真 - 1 に M2 菌の馴養 10 日目の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 領域を増幅したものを、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で 0～50% で 5 時間である。前回の実験との相違点は、固体培地等で菌の単離せずに、馴養液中の PCR 産物を直接分離したことである。このとき、バンドの位置や本数の比較によりサンプル間での菌種の違いを知ることができる。そこで、馴養条件ごとにバンドを比較すると、M2 菌の添加量や曝気量が異なると優占する菌種が変わることが分かった。このため、これらの菌種の差が養豚排水の処理効率に関与している事が示唆された。得られたバンドの塩基配列解析を行った結果、馴養後の液中には *Comamonas* 属、*Legionella* 属、*Rhizobium* 属、*Sphingomonas* 属等が含まれていることが分かった。しかし、前回の実験で多く見られた *Pseudomonas* 属細菌が今回は検出されなかった。これは優占しているとみられるバンドすべてを解析できなかったため、今後さらに再現性があるかどうかも含め検討していく必要がある。

5. おわりに

本研究では、馴養液を用いた回分式と連続式の実験を行った結果、以下のような知見を得た。1) $\text{NH}_4\text{-N}$ は曝気量 0.3、1.0L/min とともに滞留時間 20 日で県の基準が達成できた。2) 連続流の $\text{NH}_4\text{-N}$ は第 5 槽 (約 20 日) で県の基準を達成できる。3) 馴致培養後の同定の結果、*Comamonas* 属、*Legionella* 属、*Rhizobium* 属、*Sphingomonas* 属の 4 種の菌が検出され、この 4 種が養豚排水の処理に有効に働いていると考えられる。今後、長期曝気における COD、BOD の測定や曝気槽内の菌の同定を行う予定である。

【参考文献】1) 亀岡俊則：豚舎汚水の活性汚泥処理システムの特徴，養豚の友，日本畜産振興会，pp.58-60 (2002)，2) 日本分析化学会北海道支部：水の分析 第 4 版，化学同人 (1994)，4) 梅田，安井，高階，佐伯，増田；長期間曝気法による養豚排水処理に関する基礎的研究，16 年度西部支部講演概要集，2005.3、5) 財団法人宮崎県環境科学協会：環境に関する基準一覧表，2005、4

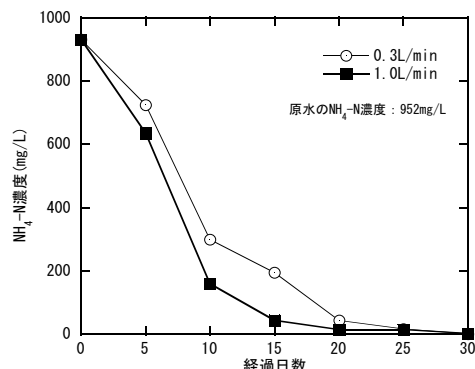


図 - 3 $\text{NH}_4\text{-N}$ の経日変化

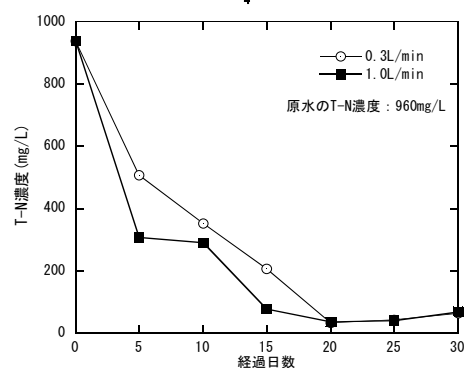


図 - 4 T-N の経日変化

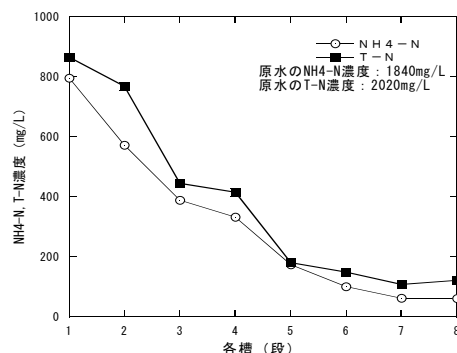


図 - 5 連続式実験結果

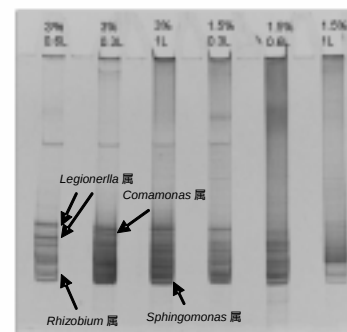


写真 - 1 DGGE のバンドパタ