

養豚排水の長期間曝気処理に関する一考察

宮崎大学（正）増田純雄，高階卓哉，小牧義知，佐伯雄一
鹿児島工専（正）山内正仁（株）後藤商事社 栗原隆幸

1. はじめに

現在、国内の養豚農家戸数は10,800戸で、畜産の盛んな鹿児島、宮崎両県の養豚農家戸数はそれぞれ1190、820戸であり、国内1、2位¹⁾を占めている。BSEによるアメリカ産牛肉の輸入禁止措置以降、国内の豚肉消費量が増加したものの、養豚農家戸数は年々減少傾向にある。これは、飼養者の高齢化に伴う労働力不足、さらに家畜排せつ物法の施行（H16.11.1）により、養豚農家（特に、中小規模養豚農家）を取り巻く現状が厳しくなったためである。養豚農家戸数の減少にも関わらず、養豚農家1戸当たりの飼養頭数は増加しており、養豚排水の処理は畜産振興、環境保全の観点から、養豚農家のみならず地域全体でも取り組むべき重要な課題である。一般的に養豚排水は、活性汚泥法により処理³⁾が行われているが、維持管理、コスト等の問題があるため、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。

本研究では、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、若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験方法

2.1 養豚排水実験装置

図-1に養豚排水の実験装置を示す。実験装置は、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。実験は曝気槽へフローメーターで0.3L/minに調節した空気を供給し、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。M2菌の馴致培養では、表-1に示す養豚排水とM2菌および蒸留水を3:3:94の割合で混合し、10日間の曝気（0.3L/min）を行った。

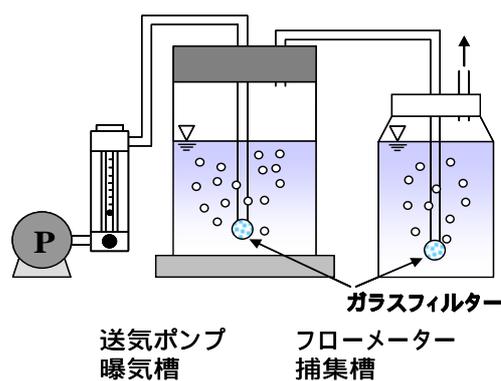


図-1 実験装置

2.2 M2菌の添加率と分析方法

曝気槽内に、10日間馴致培養後のM2菌を養豚排水1Lに対して6%、10%、20%、40%添加し、実験を開始した。サンプリングは、曝気槽から1回当たり50ml採水後、採水量と発散量を補正するため50~200mlの養豚排水を追加し、反応槽内を1Lに保った。採水した養豚排水のpH、SS、TOC、T-Nを水の分析⁴⁾に従い測定し、硝酸態窒素及びアンモニア捕集液中のアンモニア態窒素を多項目迅速水質分析計DR/2500（HACH社）で測定した。なお、10日間馴致培養したM2菌の同定は、馴致培養液から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増幅して一次増幅産物を得た。得られたPCR産物の特異性を高めるため、これをテンプレートとして、nested PCRを行い、得られたPCR産物の精製は1.2%アガロースゲル電気泳動後、ゲルの切り出しによって行った。精製したPCRのダイレクトシーケンスを行い、DNAシーケンサーを用いて、塩基配列を解析し属レベルでの同定を行った。

【キーワード】 養豚排水，長期間曝気法，家畜排せつ物法，馴致培養

【連絡先】 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西1-1 TEL：0985-58-7342 FAX：098558-7344

表-1 養豚排水の水質（mg/L）

pH	SS	TOC	T-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N
7.5	1,220	2,116	1,479	1,250	0

3. 実験結果と考察

図 - 2 に TOC 濃度と経過日数の関係を示す。M2 菌のいずれの添加率の場合にも、TOC 濃度は5日間で急激に減少し、それ以降は見掛け上ほぼ一定となっている。採水後に、採水量と同量以上(50~200mL)の養豚排水を加えているにもかかわらず、TOC 濃度が一定であることから、追加した養豚排水の TOC は除去されていることがわかる。M2 菌添加率 6%、10%、20%、40%に対する全投入 TOC 量はそれぞれ 2,850、2,780、2,980、2,740mg であり、30 日間での TOC 除去率はいずれの場合にも 93%となった。したがって、M2 菌の添加率は TOC 除去にほとんど影響が無いことがわかった。

図 - 3 に $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と経過日数の関係を示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度はいずれの M2 菌添加率の場合にも直線的に減少し、30 日間でそれぞれ 87.5、130、165、335mg/L となった。M2 菌添加率 6%、10%、20%、40%での全投入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量はそれぞれ 1,600、1,560、1,670、1,510mg であり、30 日間での $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率は 95、92、90、78%である。アンモニアガスとアンモニア態窒素の存在割合は pH と水温に依存することから、M2 菌添加率 40%のアンモニア態窒素除去率が低い原因は、5 日目から pH が他の添加率に比べて低下したためと考えられる。

図 - 4 に $\text{NH}_4\text{-N}$ 飛散量と経過日数の関係を示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 飛散量は 30 日間で 510~930mg となり、M2 菌添加率 20%の時最大となった。なお、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 飛散量は 3~5 日目の間で 50mg/day となり、その後は徐々に減少した。M2 菌添加率 6%、10%、20%、40%での全投入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量に対し、30 日間での $\text{NH}_4\text{-N}$ 飛散率はそれぞれ 52、33、56、52%となった。M2 菌添加率 10%での $\text{NH}_4\text{-N}$ 飛散率が 33%と低かったが、これは何らかの原因で曝気槽、捕集槽からアンモニアガスが漏れ、捕集できなかったと考えられる。M2 菌を 10 日間馴致培養した属レベルの同定では、Comamonas 属、Acinetobacter 属、Pseudomonas 属等が優占種となっていることが判明し、これらの細菌が養豚廃水処理に有効に働いていると考えられる。

4. おわりに

本研究では、養豚排水に M2 菌を添加し、TOC、窒素除去の実験を行った結果、以下のような知見が得られた。1) TOC 除去率はいずれの M2 菌添加率においても 93%であり、M2 菌添加率には影響がないことが明らかとなった。2) M2 菌添加率 6%、20%、40%での全投入アンモニア態窒素量に対するアンモニアガス飛散率は、それぞれ 52、56、52%となった。3) 馴致培養後の細菌は Comamonas 属、Acinetobacter 属、Pseudomonas 属等が優占種となっていることが判明した。今後、曝気量を変化させた実験を行い、曝気条件により細菌の優生種がどう変化するかを明らかにする予定である。

【参考文献】 1) 九州農政局宮崎統計情報事務所：宮崎県の畜産統計（2001），2) 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），3) 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

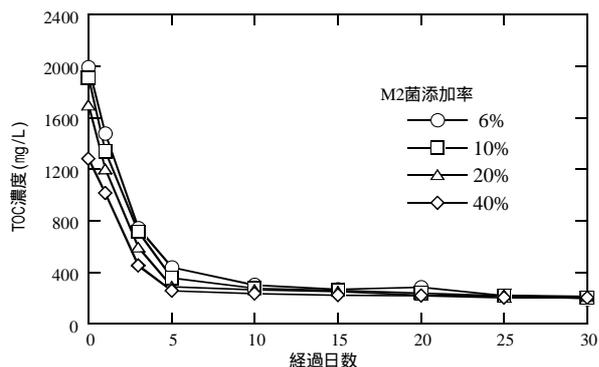


図 - 2 TOC濃度と経過日数の関係

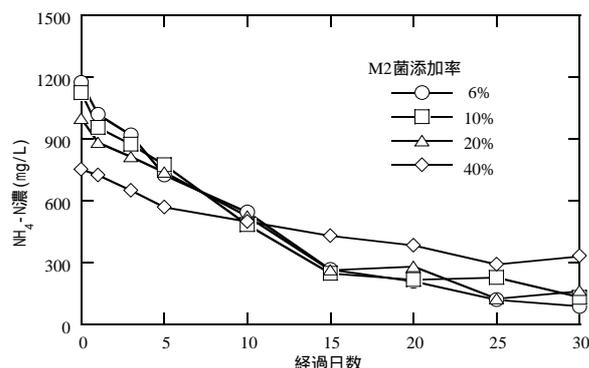


図 - 3 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と経過日数の関係

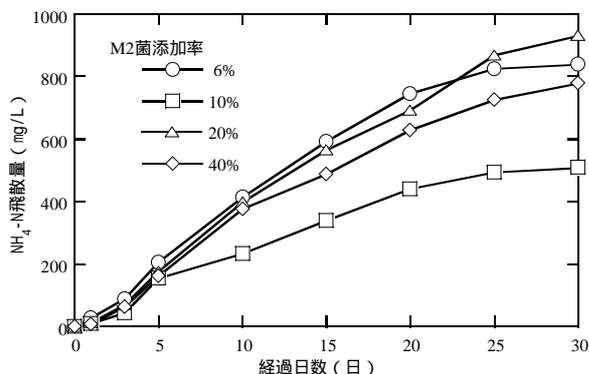


図 - 4 $\text{NH}_4\text{-N}$ 飛散量と経過日数の関係