

活性汚泥モデルと新規窒素除去反応アナモックスの利用による 畜産廃水処理技術の高度化

28008A

分野 畜産-畜産環境 **適応地域** 全国

〔研究グループ〕
農研機構畜産研究部門、茨城県畜産センター、
静岡県畜産技術研究所中小家畜研究センター
〔研究総括者〕
農研機構畜産研究部門 和木美代子

〔研究タイプ〕
一般型 Aタイプ
〔研究期間〕
平成28年～30年(3年間)

キーワード 豚、畜産廃水、活性汚泥処理、窒素、アナモックス

1 研究の目的・終了時の達成目標

畜産廃水処理において、水質汚濁防止法の「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物および硝酸化合物」における暫定基準値の強化への対応は急務である。本課題では、中小規模の養豚農家で稼働している活性汚泥処理施設を対象に窒素除去能を最大限に発揮させ、省コスト化を実現できる最適な運転条件を明らかにする。さらに窒素除去が不十分な場合には、活性汚泥処理後の高度処理として、アナモックス菌のアナモックス反応による窒素除去能に優れた処理装置を開発する。

注)アナモックス(anaerobic ammonium oxidation : 嫌気性アンモニア酸化)

2 研究の主要な成果

- ① 連続曝気の活性汚泥処理において、曝気槽の溶存酸素濃度を0.03～0.07mg/Lの低い状態に保持すると、85～96%の効率の良い窒素除去ができることを明らかにした。
- ② 活性汚泥処理だけでは窒素除去が不十分な場合の後処理として、陽イオン交換能をもつゼオライトを微生物(アナモックス菌体)付着担体に使用したアナモックスリアクター(100mL)を考案した。
- ③ アナモックス菌が自生する養豚廃水処理施設の曝気槽内の溶存酸素濃度、pH、無機態窒素濃度等を明らかにした。溶存酸素濃度を0.3 mg/L程度に保持することが、アナモックス菌自生のために最重要であることを見出した。

公表した主な特許・論文

- ① Suto R. *et al.* Anammox biofilm in activated-sludge swine wastewater treatment plants. *Chemosphere*. 8(167), 300-307 (2017)
- ② Waki M. *et al.* Treatment of swine wastewater in continuous activated sludge systems under different dissolved oxygen conditions: reactor operation and evaluation using modelling. *Bioresource Technology*, 250, 574-582 (2018)
- ③ Waki M. *et al.* Tolerance of anammox reactor packed with zeolite to partial supply of nitrite or ammonium using purified livestock wastewater *Environmental Technology*. in press

3 今後の展開方向

- ① 実規模活性汚泥処理施設の曝気槽で溶存酸素濃度を制御して窒素除去運転を行い、その効果を検証する。
- ② 活性汚泥処理だけでは窒素除去が不十分な中小規模の養豚農家に適した装置仕様を定めるため、ゼオライトを用いたアナモックスリアクターを設計・製作し、さらに容量のスケールアップを図る。

【今後の開発目標】

- ① 2年後(2020年度)は、実規模活性汚泥処理槽(約50m³)の、溶存酸素濃度制御効果の検証を行う。また、その処理水を対象としたアナモックスリアクターのプロトタイプを作製する。
- ② 5年後(2023年度)は、複数の中小規模養豚農家での処理水中の窒素除去技術の実証試験を行う。
- ③ 最終的には、養豚農家の活性汚泥施設の処理への実用化・普及を図る。

4 開発した技術シーズ・知見の実用化により見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

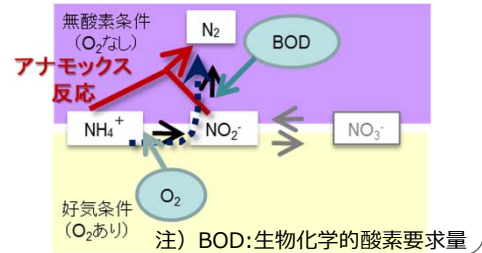
- ① 畜産廃水処理の窒素除去技術開発により、養豚農家の環境規制強化への対応が可能となる。
- ② 活性汚泥曝気槽の過剰曝気の防止により、養豚農家の汚水処理の省力・低コスト化が期待される。
- ③ 畜産排せつ物処理の負担軽減による養豚経営の強化により、国産畜産物の安定供給へ貢献する。
- ④ 畜産経営からの環境への窒素流出の削減により、水環境の窒素汚染の低減化へ貢献する。

(28008A) 活性汚泥モデルと新規窒素除去反応アナモックスの利用による畜産廃水処理技術の高度化

研究終了時の達成目標

養豚廃水の既存活性汚泥処理において、窒素除去能力を最大限に発揮させ、省力・低コスト化を実現できる最適な運転条件を明らかにする。さらに活性汚泥処理後の高度処理として、アナモックス反応（無酸素条件で NH_4^+ と NO_2^- のカップリングで N_2 を排出）を活用した窒素除去能力に優れたパイロットプラントを製作する。

亜硝酸経由（ $\cdots \rightarrow$ ）およびアナモックス反応（ \rightarrow ）による活性汚泥槽の窒素除去の流れ



研究の主要な成果

1. 連続曝気式活性汚泥処理において、曝気槽の溶存酸素濃度を低い状態（0.03~0.07mg/L）に保持すると、85~96%の効率の良い窒素除去ができることを明らかにした。

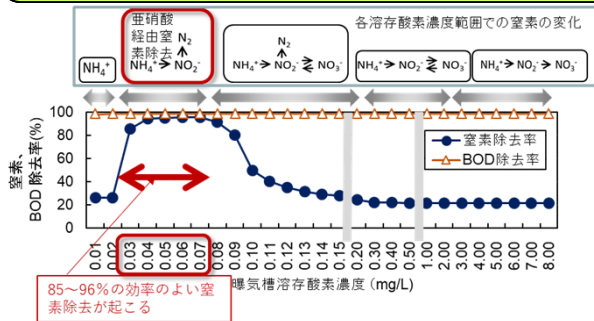


図1 汚水処理モデルでのシミュレーションの例 連続曝気（24hr曝気）。溶存酸素濃度を変化させて解析。

2. 活性汚泥処理の高度な後処理として、ゼオライトを用いた、基質緩衝能を持つアナモックスリアクターを考案した。

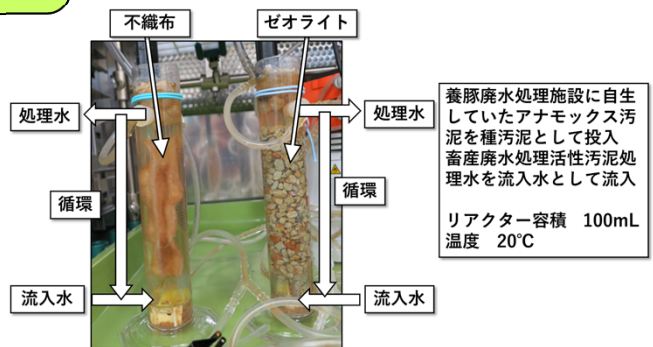


図2 ラボスケールのアナモックスリアクター

3. アナモックス菌が自生する養豚廃水処理施設の曝気槽内のpH、溶存酸素、無機態窒素濃度等の集積条件を明らかにした。この施設的环境を模したリアクターで良好な窒素除去と菌体増加の再現が観察できた。

表1 アナモックス菌が自生する曝気槽内の水質の特徴とアナモックス菌の生育に至適な水環境条件の類似性

項目	測定結果	アナモックス菌に適した条件
pH	6.9~7.9	6.7~8.5
溶存酸素濃度	0.31mg/L	0.5mg/L以下（一槽型の場合）
無機態窒素	アンモニアと亜硝酸又は硝酸が存在	アンモニアと亜硝酸があること（アナモックス反応の基質）

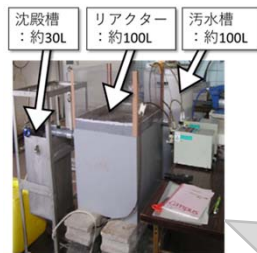
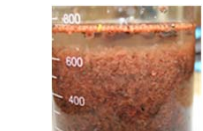


図3 自生施設的环境条件を再現したリアクター



養豚廃水処理施設から得られたアナモックス菌（赤色の粒）



7ヶ月運転後・赤色バイオフィームが出現した

今後の展開方向

- ① 実規模活性汚泥処理施設を対象に、溶存酸素濃度制御効果を検証する。
- ② 中小規模の養豚農家の活性汚泥処理施設に適したゼオライトを用いたアナモックスリアクターを作製する。



検証実験予定の活性汚泥処理施設の曝気槽（約50m³）

見込まれる波及効果及び国民生活への貢献

- ① 畜産廃水処理の高度な窒素除去技術開発による養豚農家の環境規制強化への対応
- ② 豚舎廃水の活性汚泥処理の曝気条件最適化による省力・低コスト化による養豚経営改善
- ③ 水環境の窒素汚染の低減化による国民生活への貢献