

畜産汚水の浄化処理試験

[平成 17～20 年度]

田村哲生・森本直樹^a

(畜産技術科)^a 現小笠原畜産指導所

【要 約】硫黄脱窒材は畜産排水中の硝酸性窒素に対する除去効果が認められる。この効果は微生物による脱窒であり持続的効果が期待できるが、温度（水温）による影響を受け、水温が低下すると除去効果も低下する。

【目 的】

畜産排水に対する無機窒素規制値の暫定基準が 2010 年 6 月に解除される。これまでの調査結果から、本法律が施行された場合、現在河川放流している都内畜産農家の多くが排水不可能な状態になることが予想される。そこで、可能な限り低コストで法規制対応可能な技術を開発する。

【方 法】

- 1) 人工汚水を用いた無機窒素除去試験：検体（①硫黄脱窒材②活性汚泥処理硫黄脱窒材（硫黄脱窒材を活性汚泥浄化槽中に 1 ヶ月静置：以下 AS 脱窒材）③活性炭）をビーカ（容量 250ml）に充填し、人工汚水（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶液、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 溶液、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶液）の投入・排出を繰り返した。試験は 20℃条件で 3 週間連続しておこない、負荷条件は $\text{NH}_4\text{-N}$ は 1g N/kg 資材・day、 $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ は、0.1g N/kg 資材・day に設定し、定期的に水質を分析した。
- 2) 畜舎汚水を用いた無機窒素除去試験：検体（①硫黄脱窒材②AS 脱窒材③ゼオライト④AS ゼオライト⑤活性炭）をビーカーに充填し、畜舎汚水（牛および豚舎排水を活性汚泥浄化処理後の汚水、成分（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 30ppm、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 10ppm、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 50ppm）の投入・排出を繰り返した。試験は 20℃条件で 3 週間連続しておこない、負荷条件として、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は 0.06g N/kg 資材・day、 $\text{NO}_2\text{-N}$ は 0.02g N/kg 資材・day、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は 0.1g N/kg 資材・day に設定し、定期的に水質を分析した。
- 3) 試験プラントの設置
試験プラントは、3 槽（容量各 1000l）並列構造で、第 2 槽に活性汚泥処理脱窒材（硫黄脱窒材を活性汚泥処理浄化槽中に約 3 週間静置したもの：以下 AC 材）を約 500kg 充填した（写真 1、2）。
- 4) 畜舎汚水の浄化試験
 - ①負荷変動の影響：活性汚泥浄化により一次処理した畜産汚水（牛及び豚ふん尿由来）を試験装置に連続投入し、定期的に水質分析を行った。試験期間は 2006 年 4～11 月の約 35 週間、負荷条件は 3 段階（1, 2, 4l/kg 資材・day）で行った。脱窒材表層に付着した汚泥を採取（試験開始直後、10, 20, 30 週後）し、DNA を抽出。脱窒関与遺伝子（*nirK* および *nirS*）の定量を MPN-PCR 法で行った。
 - ②温度（水温）の影響：活性汚泥浄化により一次処理した畜産汚水（牛および豚ふん尿由来）を試験装置に連続投入し、定期的に水質分析（アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）を行った。試験期間は 2007 年 7～9 月（夏季：高温条件）、2007 年 12～2008 年 2 月（冬季：低温条件）、負荷条件は 1l/kg 資材・day とした。

【成果の概要】

1) 人工汚水を用いた無機窒素除去試験

硫黄脱窒材は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去効果があるが、 $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去効果は低かった。しかし、活性汚泥処理により、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の高い除去効果を継続的に示した (図 1 ~ 3)。

2) 畜舎汚水の浄化試験

AS 脱窒材は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去効果があるが、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の除去効果はなかった (図 4)。また、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ に対して継続的な除去効果を示した (図 5)。

3) 畜産汚水を用いた無機窒素除去試験

① 負荷による影響

硝酸性窒素の除去効果

負荷条件 1 l/kg 資材・day および 2 l/kg 資材・day では、平均除去率が約 48%であったが、4 l/kg 資材・day では約 25%に低下した (図 6)。

アンモニア性窒素の除去効果

負荷条件に関わらず除去効果はほとんど認められなかった (図 7)。

亜硝酸性窒素の除去効果

負荷条件に関わらず除去効果はほとんど認められなかった (図 8)。

AC 脱窒材付着汚泥の微生物分析

nirK 遺伝子は 10^4 copies/g、*nirS* 遺伝子は 10^7 copies/g 含まれ、試験期間を通して一定数を維持していた (図 9)。

② 温度影響

硝酸性窒素の除去効果

高温条件 (夏季: 平均流入水水温 26.7°C) では、平均除去率が約 55%、低温条件 (冬季: 平均流入水水温 13.5°C) では、平均除去率が約 26%であった (図 10・11)。

アンモニア性窒素の除去効果

温度条件に関わらず除去効果はほとんど認められなかった (図表省略)。

亜硝酸性窒素の除去効果

温度条件に関わらず除去効果はほとんど認められなかった (図表省略)。

4) まとめ

硫黄脱窒材は、畜産排水中の無機窒素成分のうち硝酸性窒素に対する除去効果が認められる。また、脱窒材表面に付着した汚泥中には脱窒に関与する遺伝子が多数存在したことから、汚泥中に脱窒関与微生物が存在することが推測され、この効果は微生物による脱窒であり持続的効果が期待できる。

さらに、硝酸性窒素の除去効果は温度 (水温) による影響を受け、水温が低下すると除去効果も減少することから、実用化に当たっては、処理水の水温をモニタリングした上、負荷条件を設定する必要がある。

【成果の活用と留意点】

処理水の浮遊物質 (SS) が高い場合、装置内に汚泥が蓄積し、硝酸性窒素の除去効果が大きく低下する。実用化の際には、処理原水の水質を把握しておく必要がある。

【発表資料】

- ・平成 18, 19 年度 研究速報

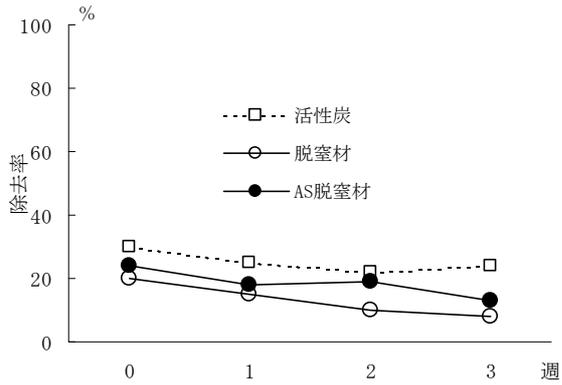


図1 人工汚水 $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去能力

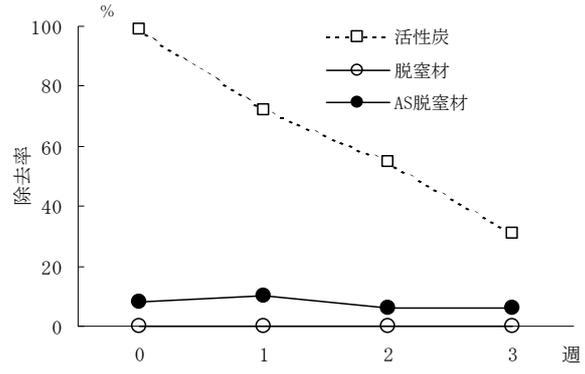


図2 人工汚水 $\text{NH}_2\text{-N}$ の除去能力

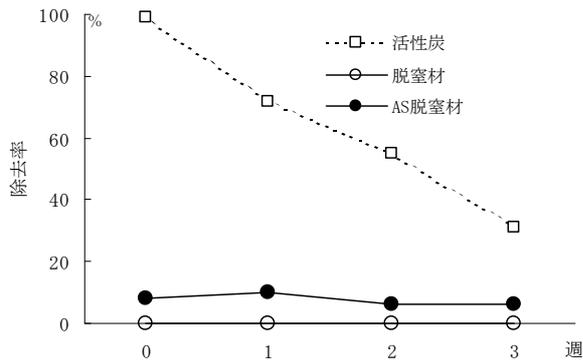


図3 人工汚水 $\text{NH}_3\text{-N}$ の除去能力

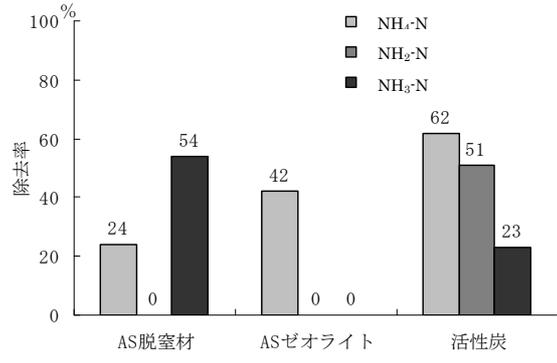


図4 畜舎汚水中硝酸性窒素の除去効果

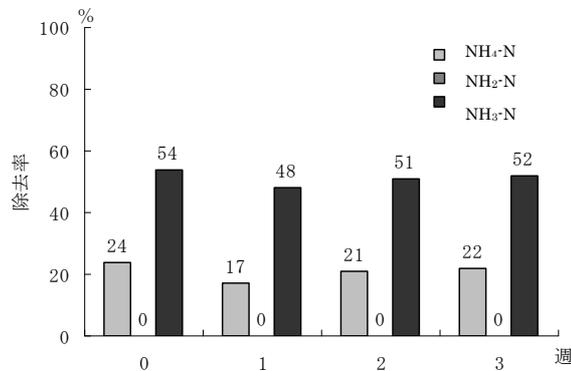


図5 畜舎汚水に対するAS脱窒材の効果



写真1 硫黄脱窒材



写真2 試験装置外観

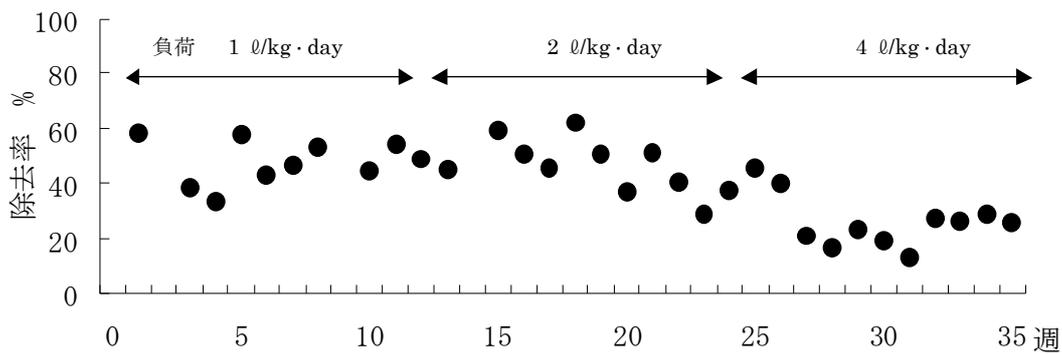


図6 硝酸性窒素除去率の変化

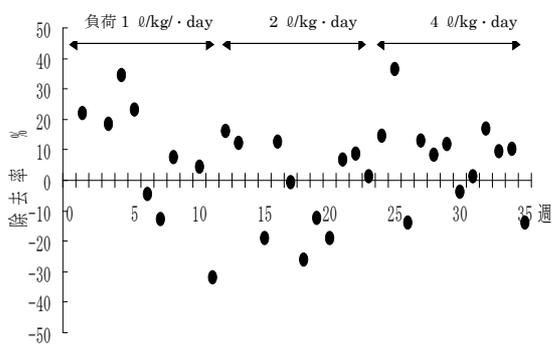


図7 アンモニア性窒素除去率の変動

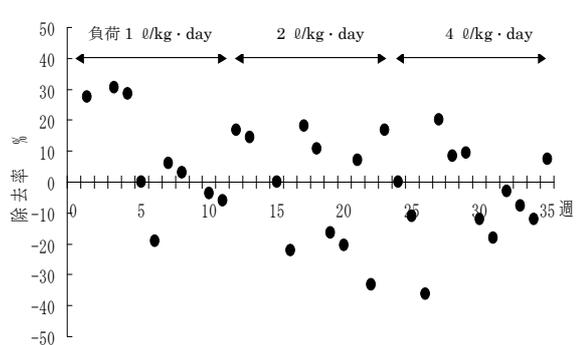


図8 亜硝酸性窒素除去率の変動

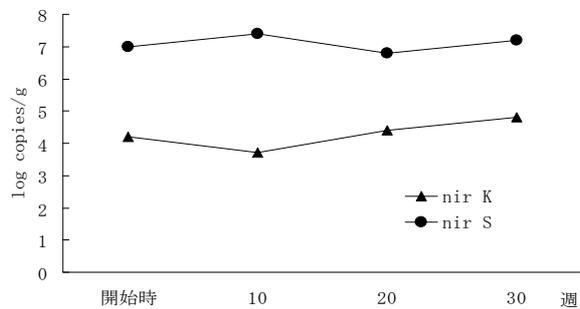


図9 AS材付着汚泥に含まれる脱窒関与遺伝子数の変化

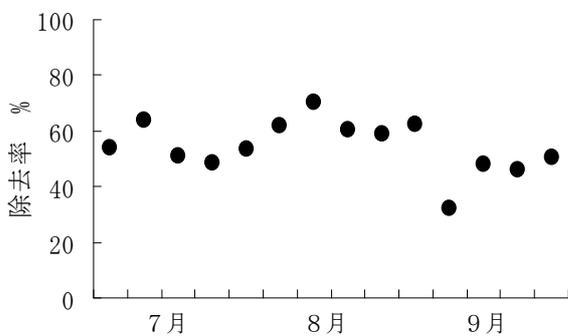


図10 硝酸性窒素除去率の変動 (夏季)

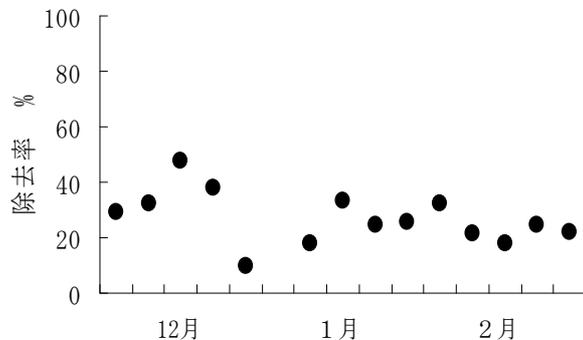


図11 硝酸性窒素除去率の変動 (冬季)