

紙シュレッター資材による養豚排水脱窒試験

誌名	宮崎県畜産試験場試験研究報告 = Bulletin of the Miyazaki Livestock Experiment Station
ISSN	09187278
著者名	柴田,翔平 森,弘 諏佐,尚哉
発行元	宮崎県畜産試験場
巻/号	31号
掲載ページ	p. 57-60
発行年月	2020年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



紙シュレッダー資材による養豚排水脱窒試験

柴田翔平・森弘・¹⁾諏佐尚哉

¹⁾畜産振興課

Denitrification test of pig farm wastewater with shredder dust

Shohei SHIBATA, Hiromu MORI, Naoya SUSU

〈要約〉畜産排水における硝酸性窒素等濃度の排水基準が厳しくなっている現状を踏まえて、ノッチタンク式脱窒槽で低コストな脱窒資材として紙シュレッダー資材を用いた脱窒試験を行ったところ、紙シュレッダーによる脱窒は、処理水の水温が大きく影響し、20℃以上では50%以上の脱窒率を確保できるが、10℃以下では大きく低下した。また、紙シュレッダーを用いて間欠曝気と組み合わせた脱窒試験を行い、脱窒能を検証したところ、曝気をしなかった場合が最も脱窒率が高い結果となった。しかし、間欠曝気条件下でもある程度の脱窒は確認されたことから、アンモニア態窒素が多く残った養豚排水においては嫌気条件と好気条件を組み合わせることによって硝化と脱窒をバランス良く促進し、窒素除去が有利になる可能性が示唆された。ノッチタンク式脱窒槽のイニシャルコスト及びランニングコストについて、母豚100頭一貫経営の農家を想定した場合、イニシャルコストは約115万円となった。ランニングコストは硫黄資材を用いる場合は電気代と硫黄資材費あわせて57,238円/月、紙シュレッダー資材を用いる場合は電気代のみ238円/月となった。

結 言

畜産排水における硝酸性窒素等濃度の排水基準は年々厳しくなっており、令和元年7月の改正により暫定排水基準は500mg/Lに引き下げられた。また、将来は一般排水基準である100mg/Lまで引き下げられる可能性があり、農家にとって手軽で低コストな窒素除去技術が求められている。畜産分野以外の産業排水の窒素除去では、メタノール添加脱窒法が適用されている例もあるが、メタノールは引火性があり、取扱いに注意が必要であることや、硝酸性窒素濃度によってメタノールの添加量を制御する必要があることなど、畜産分野での利用は課題が多く、資材コストもかかる。畜産分野で利用可能な簡易脱窒法として、硫黄脱窒法についての研究が進められている(田中ら2013、長谷川ら2014)が、どうしても資材コストはかかってしまう。そこで本試験では、低コストな脱窒資材としての利用が検討されて

いる紙シュレッダー資材(田中2019)と、土木工事等で利用されるノッチタンクを用いた脱窒試験を行い、畜産排水処理に応用できる脱窒システム構築を検討した。また、間欠曝気と組み合わせた脱窒試験を行い、間欠曝気条件下での紙シュレッダーの脱窒能を検証した。

試 験 方 法

1 供試サンプル

場内養豚処理水に硝酸ナトリウムを加えて硝酸性窒素濃度を約300mg/Lに調整した供試汚水を用いた。シュレッダー資材は川南支場の事務所で発生したものをを用いた。

2 試験区分

試験Iでは紙シュレッダーを脱窒資材としたノッチタンク式脱窒槽に供試汚水を投入し、1回の試験を31日間とし、季節による変動を確認するため夏期、

秋期、冬期と3回試験を実施した。試験の実施条件は表1に示した。

試験Ⅱではネットで包んだ紙シュレッダーを入れたタンクを3つ用意し、排水穴を開けて容量が40Lとなるように調整し、供試汚水を投入した。試験Ⅱでは、曝気しないものを試験区①、6時間中1時間曝気するものを試験区②、3時間中5分間曝気するものを試験区③とした(表2)。

3 分析項目

試験Ⅰ・Ⅱとも脱窒槽を通過して排出された処理水を分析した。分析項目はpH、電気伝導度(EC)、溶存酸素量(DO)、酸化還元電位(ORP)、着色度、濁度、アンモニア性窒素(NH₄-N)、硝酸性窒素(NO_x-N)とした。

試験結果

1 試験Ⅰ

試験期間中の水温は夏期23から27.5℃、秋期18.6から22.4℃、冬期9から12℃であった。夏期試験の最大脱窒率は87.5%でNO_x-N濃度は37.2mg/L、秋期試験の最大脱窒率は49.8%でNO_x-N濃度は147.0mg/L、冬期試験の最大脱窒率は21.4%でNO_x-N濃度は225.3mg/Lであった(表3、図1)。

また、窒素成分以外の分析項目については、顕著な変動は認められなかった(表3)。

表1 試験Ⅰの実施条件

	資材投入量(L)	通水量(L/日)	水有効容積(L)	水滞留時間(日)	水温
夏期	24	24	48	2	23~27.5℃
秋期					18.6~22.4℃
冬期					9~12℃

表2 試験Ⅱの実施条件

	資材投入量(L)	通水量(L/日)	槽容量(L)	水滞留時間(日)	曝気時間
試験区①	20	10	40	4	曝気なし
試験区②					6時間中1時間曝気
試験区③					3時間中5分間曝気

2 試験Ⅱ

試験期間中の水温は20.1から23.2℃であった。試験区①では最大脱窒率は27日目で100%であり、NO_x-Nは完全に除去された。試験区②では最大脱窒率は27日目で66.6%、NO_x-N濃度は99.4mg/Lであった。試験区③では最大脱窒率は23日目で67.1%、NO_x-N濃度は98mg/Lであった(表4、図2)。

また、窒素成分以外の分析項目については、濁度が試験区①で他の試験区よりも高い値となった(表4、図3)。

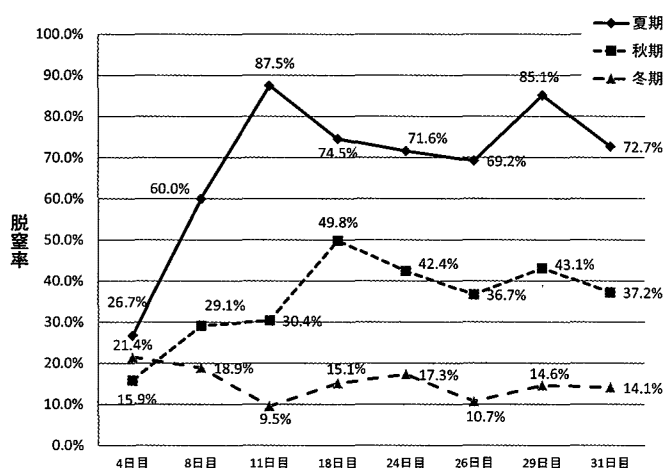


図1 試験Ⅰにおける脱窒率の推移

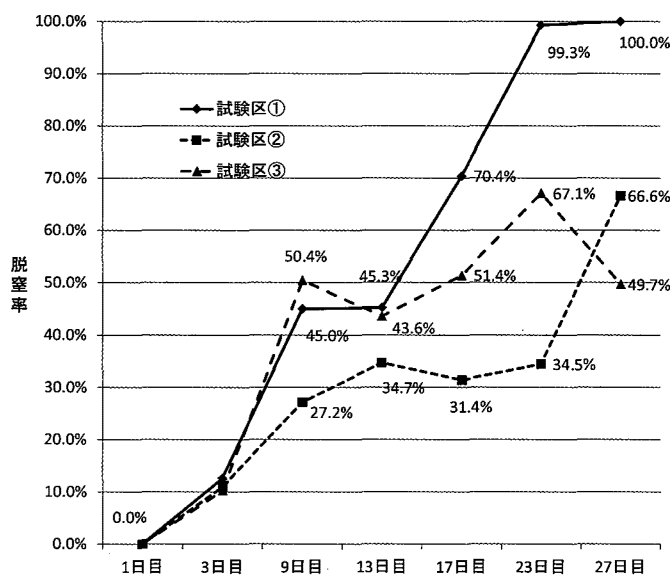


図2 試験Ⅱにおける脱窒率の推移

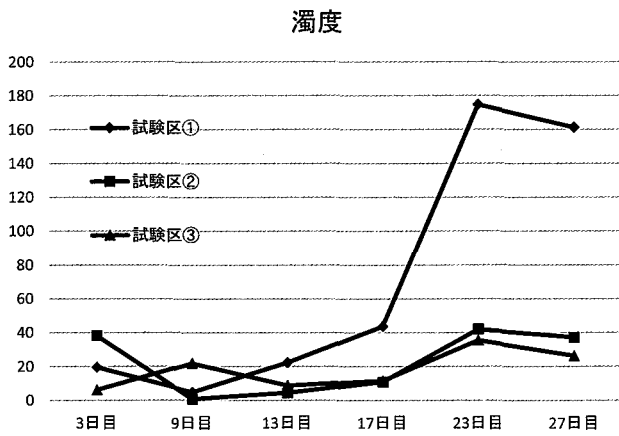


図3 試験Ⅱにおける濁度の推移

3 イニシャルコスト及びランニングコスト

イニシャルコスト及びランニングコストを(表5)に示した。母豚100頭一貫経営の農家を想定し、汚水の目標処理量を10 m³/日として試算した。導入コストは、脱窒槽は6 m³のノッチタンクを2基とし、ポンプ等をあわせて約115万円となった。ランニングコストは、硫黄資材を用いる場合は電気代約238円/月、硫黄資材約57,000円/月のあわせて57,238円/月となった。また、紙シュレッター資材を用いる場合、ランニングコストは電気代のみの238円/月となった。

表3 試験Ⅰの分析結果

区分	pH	EC	DO	ORP	着色度	濁度	NH ₄ -N (mg/L)	脱窒率最大時のNO _x -N (mg/L)
夏期	8.0 ± 0.2	2.6 ± 0.4	6.0 ± 1.6	216.0 ± 19.6	218.6 ± 36.4	25.5 ± 8.8	1.4 ± 1.7	37.2
秋期	8.1 ± 0.3	2.9 ± 0.1	8.2 ± 1.5	197.1 ± 21.8	180.0 ± 47.9	14.9 ± 18.3	0.2 ± 0.6	147.0
冬期	7.6 ± 0.1	3.1 ± 0.2	7.4 ± 1.0	243.0 ± 26.6	224.6 ± 18.5	8.7 ± 6.6	1.3 ± 1.3	225.3

表4 試験Ⅱの分析結果

区分	pH	EC	DO	ORP	着色度	濁度	NH ₄ -N (mg/L)	脱窒率最大時のNO _x -N (mg/L)
試験区①	7.6 ± 0.3	3.2 ± 0.1	4.1 ± 2.8	52.7 ± 193.4	497.0 ± 329.5	71.0 ± 69.6	1.5 ± 2.4	0.0
試験区②	7.9 ± 0.4	3.3 ± 0.1	7.5 ± 0.7	148.8 ± 68.4	253.3 ± 32.9	22.2 ± 17.2	1.0 ± 1.8	99.4
試験区③	7.8 ± 0.4	3.3 ± 0.1	6.9 ± 0.7	173.0 ± 65.0	250.8 ± 36.9	18.3 ± 10.4	2.2 ± 3.5	98.0

表5 ノッチタンク式脱窒槽のコスト試算(母豚100頭一貫経営・処理量10 m³/日)

【イニシャルコスト】			【ランニングコスト】		
名称	仕様	価格(税別)	名称	内容	価格(月額)
脱窒槽	6m ³ ノッチタンク2基	¥900,000	電気代	7.93円/日*	¥238
原水ポンプ	フロートスイッチ付き水中ポンプ	¥30,000	資材費	紙シュレッター資材	¥-
流量調整槽	汚水計量槽(3m ³ 程度)	¥200,000		硫黄資材	¥57,000
流量計	1.5~25L/min	¥20,000			
	計	¥1,150,000			

※ポンプの消費電力:0.305kW
 九電産業用電気代参照:12円/時間
 1日のポンプ稼働時間:130分

考 察

試験Ⅰから、水温 20℃以上では 50%以上の脱窒率を確保できるが、10℃以下では効果が大きく低下する結果となった。これは低温下で脱窒細菌の活性が落ちたことによるものと考えられた。安定した脱窒 (50%以上) を得るには水温を 20℃以上に保つ必要があると推察された。

試験Ⅱでは、試験区①で濁度の値が大きくなっているが、これは紙シュレッター資材が加水分解によって処理水中へ溶け出したためであると考えられた。紙シュレッターの流出は処理水中の BOD 濃度の上昇が考えられるため、今後は BOD 濃度の値も追っていく必要がある。

試験Ⅱでは、常時嫌気状態であった試験区①が最も脱窒率が高く、その他の区では間欠曝気による好気状態が脱窒率の低下につながったと推察された。しかし間欠曝気条件下でも一定の脱窒は確認されており、アンモニア態窒素が多く残った排水の処理においては、硝化と脱窒をバランス良く促進できる可能性が示唆された。また、曝気によって脱窒槽内が攪拌され、通水時に効率よく汚水と紙シュレッターの接触が起こることから、水質によってはノッチタンク式脱窒槽での間欠曝気の適用も考えられた。

参 考 文 献

- 田中康男、長谷川輝明、杉本清美、山下恭広. 2013. 硫黄酸化脱窒細菌による畜舎排水窒素除去への微粉末硫黄の利用可能性.
- 長谷川輝明、田中康男. 2014. 汎用粉末硫黄を用いた硫黄酸化脱窒細菌による畜舎排水の窒素低減技術. 田中康男. 2019. シュレッター古紙による畜舎排水中硝酸性窒素の脱窒処理.