

豚舎汚水処理水の水質向上技術の開発

3) ケイ酸カルシウム系資材と硫黄・カルシウム系基材を利用した水質向上技術

福井 弘之・竹縄 徹也・馬木 康隆・横石 和也

要 約

間欠曝気を取り入れた回分式汚水処理水において、硫黄・カルシウム系基材とケイ酸カルシウム系資材の連続処理による硝酸態窒素等とリンの低減効果を、冬期の1月から開始し7月まで調査した。硝酸態窒素等は処理前で一律基準値内の100mg/l以内の値であったが、処理において22~65%除去され、平均水温が15℃以上となる4月以降で除去率が約50%以上となった。リンは処理で一律基準値16mg/lより1月、2月は上回ったが、処理後は10mg/l以下に下がり、試験期間中は55~82%の除去率であった。色度は処理において22~48%低下し、5~7月の低下率が高かった。

目 的

畜産業から排出される排水は、水質汚濁防止法で規制されている。県内畜産農家が所有する畜舎汚水処理施設の中には、立地条件や希釈水不足等の要因により、暫定排水基準が一律排水基準の1リットル当たり窒素含有量120mg以下、リン含有量16mg以下、硝酸態窒素等100mg以下に変遷されると、適合に苦慮する施設があると思われる。

そこで、一律排水基準が畜産業に導入されても対応ができるように、汚水処理水中の硝酸態窒素、リン等を低減する技術開発を行う。

本研究では、平成24年度に白田ら¹⁾がケイ酸カルシウム系ろ材を用いた処理水中のリン除去等について検討を行った。平成25年度に白田ら²⁾が硫黄・カルシウム系基材を利用した硫黄酸化脱窒細菌の働きによる硝酸態窒素等の除去について検討を行った。今回は、硫黄・カルシウム系基材とケイ酸カルシウム系ろ材を連続に用いて、処理水中の硝酸態窒素等とリンの除去について検討を行った。

材料および方法

試験地は徳島県立農林水産総合技術支援センタ

一畜産研究課豚舎汚水処理施設。試験期間は平成27年1月~7月。試験開始前1ヶ月を予備期間とした。試験資材は硫黄・カルシウム系基材デニカル50号(以下:デニカル資材)とケイ酸カルシウム系ろ材TBX8号(以下:TBXろ材)。試験方法は豚舎汚水を間欠曝気を取り入れた回分式汚水処理施設から排出される処理水を、デニカル資材を充填した150Lタンクに投入し(処理水100Lに対しデニカル資材40kg)、15分ごとに循環(15分に250L程度)と静置を22時間繰り返し、23時間後に排出した。冬期は水槽用ヒーターで加温、最低水温を10度以上になるように努めた。その後、TBXろ材を充填した300Lのタンクに投入(処理水100Lに対しTBXろ材175L)し、15分ごとに循環(15分に250L程度)と静置を22時間繰り返し後、排出した。調査項目はpH、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、リン、色度。処理水採取は毎週1回とし、1月、2月、4月、5月は4回/月、3月、6月は5回/月、7月は2回/月採取した。

結果および考察

デニカル資材とTBXろ材の連続処理による汚水処理水の水質向上効果について検討した。

図1に試験期間中の各処理区の日平均水温の推移を示した。微生物や細菌による汚水処理は一般的に水温が低下する冬期に処理能力が低下するといわれており、冬期は水槽用ヒーターで加温し、最低水温を10度以上に確保に努めたが、1月から2月中旬までは平均水温が10℃以下になった時期もあった。4月以降は両処理とも日平均水温が15℃以上となった。

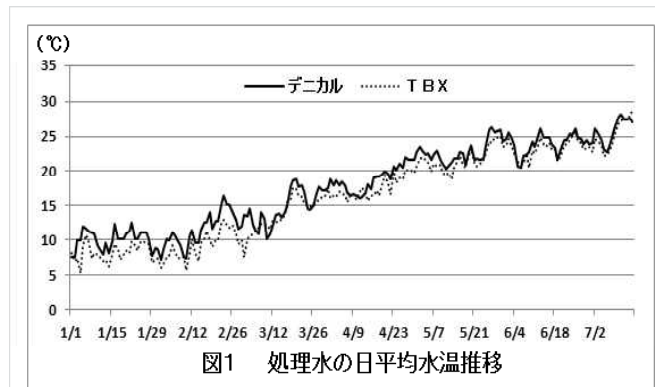


図1 処理水の日平均水温推移

硝酸態窒素等の除去効果を表1に示した。硝酸態窒素等は間欠曝気を取り入れた回分式汚水処理によりデニカル資材処理前の段階で一律基準値内の100mg/l以内の値であった。この処理水をデニカル資材とTBXろ材で処理することにより、22~65%除去され、平均水温が15℃以上となった5月から除去率が約50%以上となった。各処理後の硝酸態窒素等濃度を図2に示した。デニカル資材処理において若干濃度が下がり、TBXろ材処理で1月から3月までは30%前後の除去であったが、4月以降は処理前より、ほぼ半分以下の濃度となった。平成25年度に白田ら²⁾が行った試験では、デニカル資材処理において冬期でも硝酸態窒素等で約30%の除去率がであったが、本試験では平成25年度の試験ほどは脱窒していなかった。原因として、平成25年度の試験においても、試験開始1ヶ月間は除去率が約20%と低かったことから、本試験では予備期も含めて冬期の低水温時に開始したことで、脱窒細菌の増殖が遅れたと推測される。デニカル資材処理後のTBXろ材処理で硝酸態窒素等が減少したのは、TBXろ材の成分であるカルシウム

が溶出することで、pHがアルカリ性にかたむき、TBXろ材も生物化学的脱窒法により脱窒作用すると報告されている³⁾ことから、デニカル資材処理時より硝酸菌が活動しやすい環境となったためと考えられ、図5のpHの値からも、TBXろ材処理によるアルカリ性への傾きが確認された。

表1 硝酸態窒素等濃度の除去効果

	処理前(mg/l)	処理後(mg/l)	除去率(%)
1月	52.5±17.3	40.5±12.4	22.9
2月	55.2±10.3	36.2±10.8	34.5
3月	42.6±12.8	28.7±11.8	32.5
4月	28.7±7.3	14.2±4.8	50.5
5月	9.6±3.6	3.4±1.1	64.6
6月	19.9±4.8	6.8±4.7	65.8
7月	47.1±9.6	24.5±5.9	48.0

硝酸態窒素等=硝酸態窒素+亜硝酸態窒素+アンモニア態窒素×0.4

一律基準値100mg/l以下 豚房移設暫定170mg/l以下(H30.9まで)

表2 リン濃度の除去効果

	処理前(mg/l)	処理後(mg/l)	除去率(%)
1月	20.4±1.0	9.1±5.4	55.3
2月	21.7±1.0	7.3±0.6	66.3
3月	13.5±5.3	4.8±4.9	64.4
4月	8.3±0.8	3.1±0.3	62.7
5月	8.6±0.5	1.5±0.6	82.6
6月	8.1±1.5	2.1±0.3	74.1
7月	8.9±1.7	2.4±0.8	73.0

一律基準値16mg/l以下 豚房移設暫定25mg/l以下(H30.9まで)

リン濃度の除去効果を表1に示した。TBXろ材によるリン除去のメカニズムは、汚水中のりん酸イオンはろ材の表面において、ろ材から溶出したカルシウムイオンとイオン結合し、りん酸カルシウムの結晶が生成し、ろ材表面に付着する。そこからカルシウムヒドロキシアパタイトが晶析成長し、リンは汚水中より除去される⁴⁾。リンは間欠曝気を取り入れた回分式汚水処理により、供試材処理前の段階で一律基準値16mg/lより1月、2月は上回ったが、デニカル資材とTBXろ材で処理することにより、処理後は10mg/l以下となった。各処理後のリン濃度を図3に示した。デニカル資材処理後は濃度の低下が若干見られた時期もあるが、TBXろ材処理後に大きく低下した。平成24年度白田ら¹⁾が行った9月から1月までの試験ではTBX処理で除去率が67~88%と高く、リンの除去については効果がみられたが、気温が下がる冬期になる

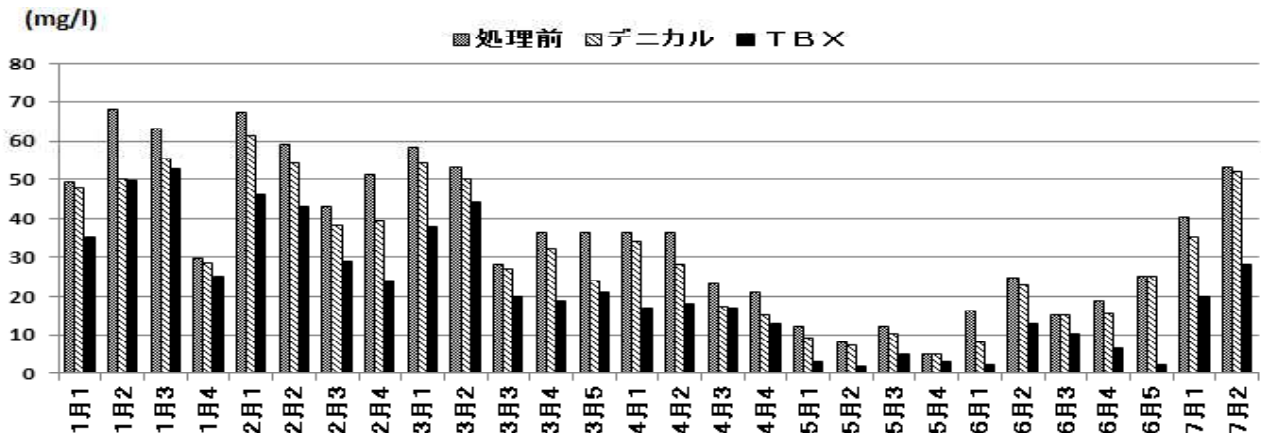


図2 各処理後の硝酸態窒素等濃度

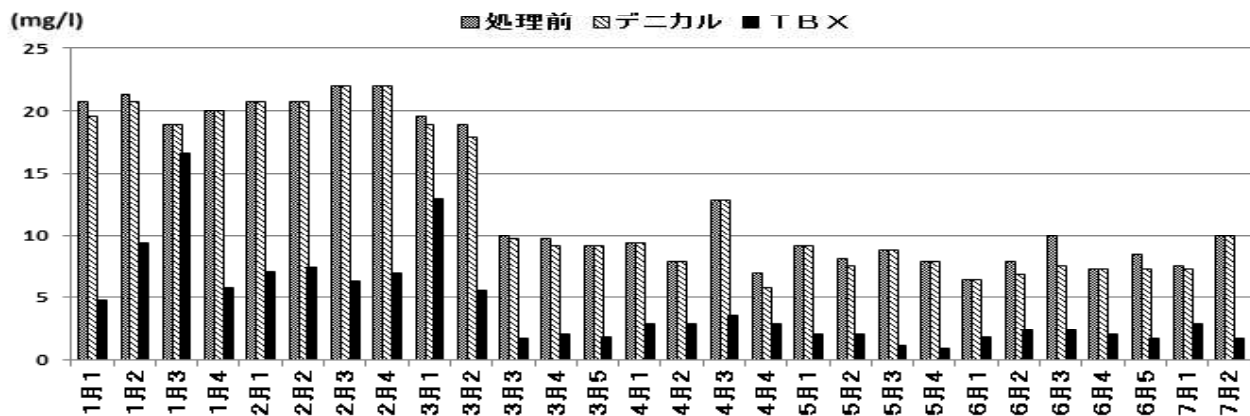


図3 各処理後のリン濃度

につれて除去率は低下していた。今回のデニカル資材とTBXろ材の連続処理では冬期に開始したが、除去率は50%以上で推移した。

色度の低下効果を表3に示した。色度は水の黄色い色の程度を数値で表したもので、デニカル資材とTBXろ材で処理することにより22~48%低下し、5~7月の低下率が高かった。各処理後の色度を図4に示した。デニカル資材処理において若干色度が下がり、TBXろ材処理で5月以降40%以上の低下率となった。長谷川⁴⁾も脱色性能で低減効果を示しており、TBXろ材は多孔質構造を有していることから、着色原因となるフミン質などの生物難分解性物質が吸着除去されたと考えられたと報告している。

表3 色度の低下効果

	処理前(度)	処理後(度)	低下率(%)
1月	214±21	166±37	22.4
2月	243±34	166±9	31.7
3月	354±40	281±81	20.6
4月	290±119	226±55	23.0
5月	251±20	148±22	46.4
6月	276±26	157±24	48.0
7月	302±23	170±31	43.7
simadzu水質測定プログラムバックで測定			

pHの変化を表4に示した。pHはデニカル資材とTBXろ材で処理することにより、一般排水基準値を上回る8.6以上の値となる時期があり、放流時にpH測定を行い、8.6以上の値であれば中和処理が必要である。各処理後のpHの変化を図5に示した。デニカル資材処理においては大きな変化はなかったがTBXろ材処理で1月下旬から8.5

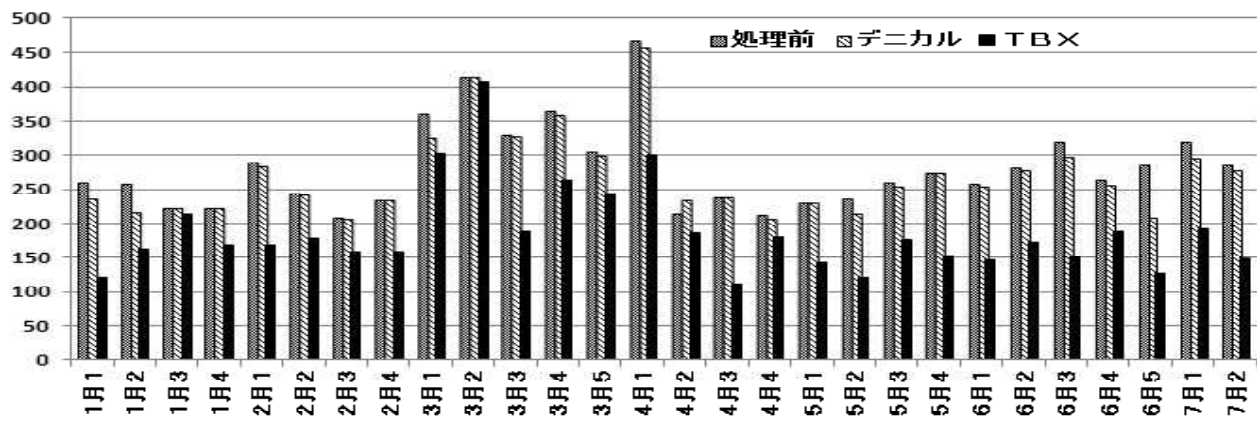


図4 各処理後の色度

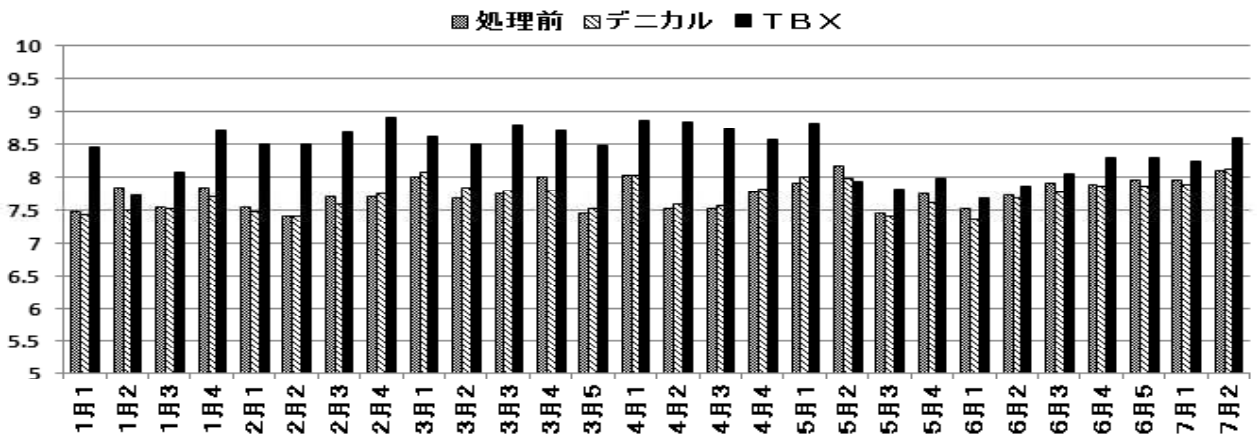


図5 各処理後のpHの変化

以上となった。本来はTBXろ材の成分であるカルシウムが溶出することで、硝化の際に生じるpH低下を緩和して微生物に適正な微アルカリ性の環境が維持されるが、今回は回分式污水处理施設から排出される処理水を用いたため、BODも低かったと予想され、あまり硝化作用が起こらなかったことから、pHの値が高くなったと推測される。

表4 pHの変化

	処理前	処理後	上昇率(%)
1月	7.70±0.2	8.24±0.4	7.0
2月	7.60±0.1	8.65±0.2	13.8
3月	7.79±0.2	8.62±0.1	10.6
4月	7.72±0.2	8.75±0.1	13.3
5月	7.83±0.3	8.14±0.5	4.0
6月	7.81±0.2	8.04±0.3	4.3
7月	8.03±0.1	8.41±0.3	4.7

一般排水準値8.6以下

今回、豚舎污水处理において、間欠曝気を取り入れた回分式污水处理後に、デニカル資材とTBXろ材の連続処理を行うと、硝酸態窒素等とリンの低減、色度の低下が確認され、一律基準値が畜産業に導入されても対応可能な範囲まで低減することが期待される。

文 献

1) 白田英樹・福井弘之・武内徹郎. 徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究課研究報告, 14. 47-48. 2015

2) 白田英樹・福井弘之. 徳島県立農林水産総合技術支援センター畜産研究課研究報告, 14. 49-

50. 2015

3) 高橋朋子・鈴木睦美・福光健二・群馬農業
研究C畜産, 6. 163-178. 1989

4) 長谷川輝明. 平成25年度家畜ふん尿処理利
用研究会, 59-65. 2013