

畜産排水の硝酸性窒素等濃度削減にむけた取り組みと展望

財団法人畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所
主任研究員 長峰 孝文

1. はじめに

平成13年に水質汚濁防止法の健康項目に「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物」（以降「硝酸性窒素等」と略します）が追加されて9年が経過しました。畜産に関しては、即時に規制に対応することは困難とされ、その準備期間として暫定基準が認められています。しかし、長期にわたる暫定措置に対して、一律基準100mg/Lを見据えた改善の道筋と進捗を示すことが強く求められています。今回の暫定基準の見直しでは、900mg/lの据え置きとなりましたが、今後は、改善の進捗を示すことができなければ、暫定基準の強化の方向に舵が切られる可能性が高いと考えなくてはなりません。

環境に影響のある成分として規制されているBODや全窒素等は、一定の排水量以上であったり、特定の水域に排水していただけないと規制の対象になりません。しかし、硝酸性窒素等は、ヒトの健康に害がある物質として規制されており、そのような制限がありません。平成13年以前まで、排水の水質に規制がかかっていなかった多くの畜産事業所が、何らかの対応をしなければならなくなったのです。また、畜舎排水に含まれる高濃度の窒素成分を、一律排水基準にまで浄化することは容易ではありません。このようなことから、硝酸性窒素等は、畜産にとって大きな問題となっています。

畜産環境技術研究所では、前回の暫定基準見直し（平成19年）にて求められた、①畜産事業所排水の実態把握、②改善に向けた具体的な取り組みの強化の2点に対応するための事業を、平成20年度から展開しています。ここでは、この事業の概要を紹介し、この問題に対する展望を述べたいと思います。

2. 畜産排水処理水の水質実態調査

畜産事業所の污水浄化処理施設から出る処理水の硝酸性窒素等濃度については、一部の自治体で調査されている例はありましたが、全国的な調査はありませんでした。このため、硝酸性窒素等の暫定基準値は、一般的な畜産事業所の污水浄化処理を想定した計算値をもとに設定されています。しかし、暫定基準の見直しが繰り返される中で、実態が把握できないことが問題点として指摘されるようになりました。

一方、畜産排水処理施設は、畜種や畜舎構造等の違いもあって、非常に多様な構造が見られますが、どのような施設が設置されているのかについての実態も把握されていません。したがって、どのような処理が硝酸性窒素等濃度の低減に適しているのかについても、実態をふまえた情報は少ないのが現状です。

このような状況をふまえ、全国の自治体の協力を仰ぎながら畜産事業所の浄化処理施設100件（養豚89件、酪農11件）について、施設構造や処理水質の調査を行いました。調査は、同一の100施設について、平成21年の冬（1月27日～3月31日）、春（5月12日～6月18日）、夏（8月4日～9月16日）の3回行いました。なお、事情により調査を継続できなくなった施設3件については同様の施設に変更、2件の施設については改修により構造が途中で変更になっています。

污水浄化処理は、図1に示すように①一次処理（畜舎内のふん尿分離から二次処理に入る前まで）、②二次処理（ばっ気槽等の生物処理）、③三次処理（二次処理後の高度浄化処理等）、④消毒処理と最終希釈処理、⑤汚泥処理の5つの部分に分けられます。今回の調査では、全ての部分について情報を収集しましたが、紙面の関係から、ここでは一次処理と二次処理の部分にしぼって、結果を紹介します。

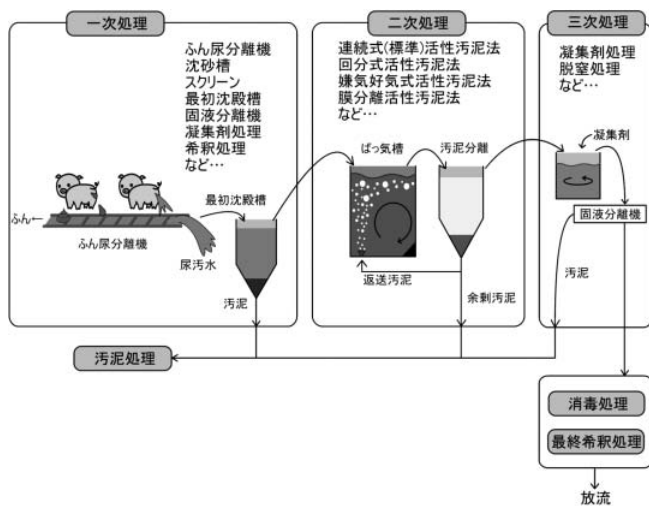


図1 汚水浄化処理施設の区分

まず、浄化処理している汚水について見ると、養豚と酪農のいずれも、7割の施設が、畜舎内でふん尿分離した汚水でした(表1)。ふん尿混合汚水、ふん尿混合とふん尿分離が混ざっている汚水、並びに酪農のパーラー排水のみの汚水を処理する施設は、少数でした。酪農のふん尿分離汚水の中の1件については、廃棄乳も流入しており、十分な浄化が難しい施設となっている可能性が考えられました。

畜種・汚水のタイプ		件数
養豚	ふん尿混合汚水	6
	ふん尿混合汚水とふん尿分離汚水が混ざっている汚水	13
	ふん尿分離汚水	70
酪農	ふん尿混合汚水	1
	ふん尿分離汚水(一部の施設でパーラー排水や廃棄乳が混入)	7
	パーラー排水のみ	3

表1 調査した施設の畜種と汚水タイプ別の施設の件数

ばっ気槽に入る前の汚水の希釈(ばっ気槽に希釈水を投入しているものも含めます)について見ると、6割近い施設が希釈なしでした。多くの施設が、高濃度の汚水のままで二次処理を行っている実態を示していると思われます。畜舎を出てから二次処理に入る前までの固液分離処理としては、6割の施設がスクリーンによる粗大ゴミの除去のみで、最初沈殿や凝集分離等

の処理を行っているのは3割余りでした。4件の施設については、スクリーン処理もなしで、汚水がそのままばっ気槽に入っており、問題があると考えられました。

二次処理では、表2に示す様々な構造が見られました。大きく分類すると、連続式活性汚泥法と回分式活性汚泥法がそれぞれ4割を占め、1割が膜分離式活性汚泥法でした。少数ですが、窒素の除去率を高めた構造の嫌気好気法の施設が見られました。1件の施設では、ばっ気槽がなく、遮水した上で土壌に散水・かく拌して浄化する土壌浄化を行っていました。5件の施設については、ばっ気槽が連続式でありながら、その後の沈殿槽が不適切な構造となっており、問題ある施設と考えられました。

二次処理の構造	間欠ばっ気	件数	
連続式活性汚泥法	なし	30	連続式
	あり	5	
二段ばっ気式活性汚泥法	なし	8	43
膜分離式活性汚泥法	なし	6	膜分離
	あり	5	
嫌気好気法	なし	4	4
回分式活性汚泥法	なし	10	回分式
	あり	3	
神奈川式活性汚泥法	なし	5	36
	あり	2	
オキシデーションディッチ(回分運転)	なし	4	5
複合ラグーン	なし	12	
連続式だが不適切な沈殿槽で汚泥管理が困難と思われるもの	なし	4	
	あり	1	
土壌浄化	-	1	1

表2 二次処理の構造別の件数

施設構造と処理水の硝酸性窒素等濃度を整理したところ、次の傾向が見られました。

○硝酸性窒素等濃度を下げる要因

- ・養豚において、ふん尿混合汚水を処理する施設は、良好な施設が多い。
- ・酪農のパーラー排水のみを処理する施設は、全て100mg/L以下である。
- ・ばっ気槽が回分式の施設は、良好な施設が多い。

○硝酸性窒素等濃度を上げる要因

- ・ばっ気槽前の汚水の希釈が少ない、もしくは無希釈の施設は、濃度が高い施設が多い。

- ・連続式活性汚泥法でありながら流量調整機能のない施設は、濃度が高い施設が多い。
- ・ばっ気槽が膜分離式の施設は、濃度の高い施設が多い。

施設の管理状況と処理水の硝酸性窒素等濃の関係について見るため、調査した施設を3つのグループに分けました。(C)の管理委託内容は、専門の管理者が常駐している施設から、年に2回しか施設を訪れない施設まで、幅広いものが含まれています。

- (A) 不適切な構造（家畜の頭数に対して施設規模が小さい、返送汚泥設備がない等）の施設である（全体の2割）
- (B) 施設は適切な構造で、農家のみで管理している（全体の5割）
- (C) 施設は適切な構造で、専門の管理者がいる（全体の3割）

この3つのグループの処理水質を比較した結果、BODとSSについては、 $C > B > A$ の順に、良好な施設の数が多い傾向が見られました。一方、硝酸性窒素等濃度については、 $C = B > A$ となり、施設が不適切だと硝酸性窒素等濃度が高いけれども、専門の管理者の有無では差が見られない傾向が見られました。これは、処理水の色や濁りからBODやSSの濃度を推測できるのに対して、硝酸性窒素等濃度については推測できないために、硝酸性窒素等濃度を意識した管理が難しいことを示していると思います。この問題を解決するため、硝酸性窒素等濃度を安価に測定できる方法の開発が必要だと考えます。

この実態調査については、さらにデータ解析を進め、今後の硝酸性窒素等濃度を低減するための具体的な方針の策定に役立てたいと考えています。

3. 管理向上による硝酸性窒素等濃度の低減

污水浄化処理施設は、たとえ施設が適切な構造であったとしても、管理が不適切だと処理水の水質が悪くなります。前項目にて紹介した実態調査の結果からは、処理水の硝酸性窒素等濃度が特に高い施設の半分程度が、管理の改善により濃度低減が可能だと考えられました。一律基準の100mg/lは困難であるにしても、施

設の管理を改善することにより、暫定基準の強化に耐えうる施設にできると思われます。

畜産環境技術研究所では、污水浄化処理施設の専門家の協力により「畜産農家のための污水処理施設管理マニュアル」(写真1)を作成し、全国各地の畜産農家や自治体の出先機関等への配布や、このマニュアルを用いた研修会を進めています。この管理マニュアルは、畜産農家を対象としており、要点に絞ることで文字を少なくし、イラストや写真を多く使用して分かりやすくしてあります(写真2)。また、後半は、具体的な管理作業を始めるための準備について解説しており、ページをコピーして自分専用の管理マニュアルを作るためのページも掲載されています。管理マニュアルにはDVD版もあり、冊子版で説明を省いた部分を補完する内容となっています。污水浄化処理施設のあ



写真1 「畜産農家のための污水処理施設管理マニュアル」

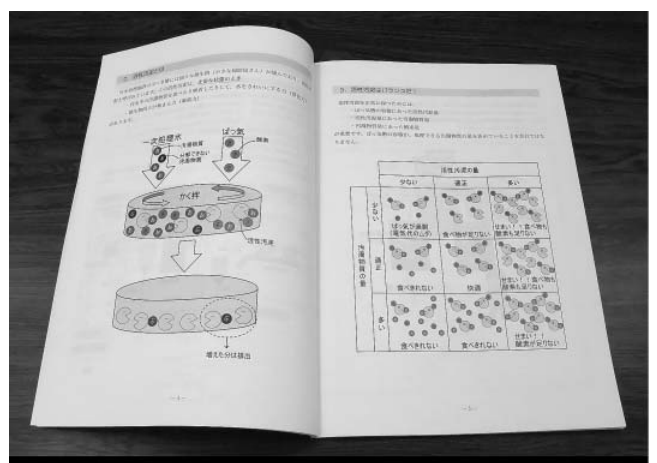


写真2 「畜産農家のための污水処理施設管理マニュアル」の内容の例

る全ての畜産事業所に、1度はDVDを視聴し、マニュアルを利用してもらいたいと思います。

管理マニュアルの冊子版とDVD版は、インターネットを通じて閲覧できるようになっています。畜産環境技術研究所のホームページ (<http://www.chikusan-kankyo.jp/>) を開き、トピックスの欄から「畜産農家のための污水处理施設管理マニュアル」を選択すれば、ご利用いただけます。

4. 簡易改修による硝酸性窒素等濃度低減の実証

管理の改善により、ある程度の硝酸性窒素等濃度の低減が望める施設もありますが、不適切な構造となっているために、管理の改善だけでは効果が得にくい施設もあります。また、硝酸性窒素等の規制は、最終的には暫定措置がなくなり、一律基準になることから、近い将来、多くの施設がこれに対応しなくてはなりません。施設そのものを硝酸性窒素等に対応できるものに更新できれば良いのですが、多くの畜産事業所が、そのような余裕のある経営状態にないと思います。そこで、既存の浄化処理施設の簡易改修により、硝酸性窒素等濃度を低減する技術の普及が重要であると考えます。現在使える技術の中で、処理効率、安定性、コスト、維持管理などを考慮し、以下の5つのパターンを考えました。

- (a) 連続式活性汚泥法の施設を、硝化液循環活性汚泥法に改造する
- (b) 同 間欠ばっ気連続式活性汚泥法に改造する
- (c) 同 間欠ばっ気回分式活性汚泥法に改造する
- (d) 同 間欠ばっ気回分式活性汚泥法に改造する
- (e) 一次処理に固液分離設備を導入する

これらのパターンの中から、(a)、(b)、(c)、(e)の4つについて、畜産農家の施設を改修して実証試験を進めています(写真3)。今年度中には、この成果をパンフレットにまとめ、普及する計画です。

5. おわりに

先に述べたように、硝酸性窒素等の規制は、最終的には一律基準の100mg/lとなることから、これに向けた対策を進めなくてはなりません。家畜の尿が主体と



写真3 施設改修により脱窒機能を付加した施設のばっ気槽
(ばっ気停止・かく拌で脱窒による泡が発生しているところ)

なる窒素が高度の汚水の浄化処理は、処理水の硝酸性窒素等濃度を年間通じて一律基準以下に維持するには、施設管理に高度な技術と多くの手間が要求されます。したがって、多くの施設において、専門の技術者に管理委託することになると考えられます。畜産排水浄化処理施設の特異性と管理委託費用を考慮すると、下水や産業排水処理施設の管理技術者OB等を活用した畜産排水浄化処理施設管理技術者の育成や組織化等により、比較的低コストで安心して管理委託できる体制が求められることになるだろうと考えています。

一方、畜産事業所で稼働している施設の多くが、一律基準以下を達成できる構造ではないため、施設整備も進めなくてはなりません。先に紹介した簡易改修にて対応可能な施設は、比較的少ない費用で済ませることができます。しかし、対応困難な施設については、施設の大幅な改修や更新を見据えた経営が求められることとなります。今後、汚水浄化処理施設を新設する場合は、当面は暫定基準が認められているとしても、一律基準以下を達成できる構造のもの以外を設置すべきではありません。改修、更新いずれにしても、窒素の除去には高度な技術が要求されますから、実績のあるメーカーに依頼してください。価格だけで安易に飛びつくと、お金だけ要して効果が得られないことになり、場合によっては全くの無駄金になってしまうことがあるので、注意が必要です。

現時点の技術では、簡易に低コストで窒素を除去することはできません。管理技術や施設改善を推し進め

る一方で、アナモックスや硫黄酸化脱窒等の有望な窒素除去技術の開発をよりいっそう推進し、この問題を容易に解決できるようにすることも重要です。また、家畜ふん尿は、可能な限り有機質肥料として活用すべきであり、そのための技術の開発と普及、耕畜連携

の促進も、重要な解決策の1つとして、推進しなくてはなりません。このような様々な技術と工夫を動員して排水の硝酸性窒素等濃度の低減を目指し、消費者への宣伝の1つになることを期待しています。

