

Topics

新たなコツで汚水浄化の 水質向上と電気代節約

一般財団法人畜産環境整備機構 畜産環境技術研究所
田中 康男

1. 新たなコツは何で必要？

汚水浄化槽については、長年のご経験で独自のコツを掴み管理されていることと思います。しかし最近では、水質汚濁防止法の規制項目である「硝酸性窒素等」の基準値が段階的に引き下げられ、これまでのコツだけでは対応できない状況も生まれています。

このため、新たなコツの獲得も重要になっています。このコツを呑み込んで管理すると、経費の節約にもつながる可能性もあります（図1）。本稿ではこのコツを簡単に解説します。ご参考になれば幸いです。

2. 硝酸性窒素等とは

本題に入る前に、「硝酸性窒素等」についてご説明します。「硝酸性窒素等」は水質汚濁防止法の「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物」という規制項目の略称です。正式名が非常に長いため、この略称がよく使われます。図2に示したように、「等」が付くか付かないかで別の意味になりますのでご注意ください。

硝酸性窒素等の濃度は、“アンモニウム性窒素×0.4 + 亜硝酸性窒素 + 硝酸性窒素”の式で算出します。化学式で示すと“ $\text{NH}_4\text{-N} \times 0.4 + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ ”となります。

図3に示すように、2024年8月現在の硝酸性窒素等の基準値は養豚では400 mg/Lです。ただし、これは処理

能力の現状が配慮された暫定基準で、将来は能力を向上させて一般基準の100mg/Lをクリアすることが求められています。このため、硝酸性窒素等のことを考えに入れた運転調整の重要性が年々増しているわけです。

3. 硝酸性窒素等を下げるコツ

(1) アンモニアをいったん硝酸にして窒素ガスとして除去では、コツの解説に入ります。図4に示したように、

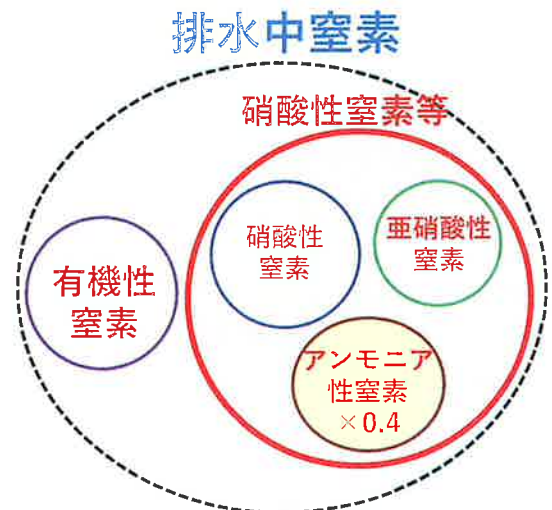


図2 硝酸性窒素等とは？



図1 新たなコツで水質向上と節電の一石二鳥になる場合もあります



図3 豚における硝酸性窒素等暫定基準値
(令和4年7月からは畜種によって異なる基準値が設定されています。牛は300 mg/L、馬は100 mg/Lです。)

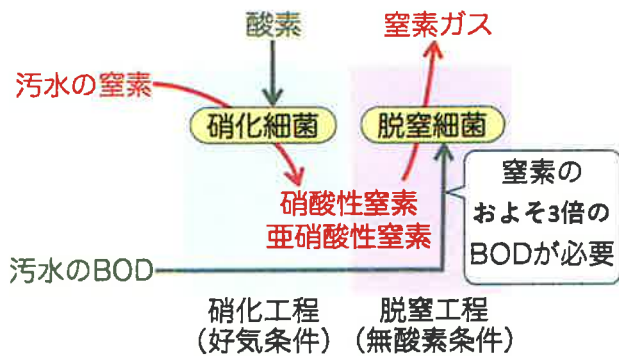


図4 窒素除去のプロセス

硝酸性窒素等を下げるためには、酸素を十分供給して汚水中のアンモニアを硝酸にする「硝化工程」と、酸素の無い条件（無酸素条件と言います）で硝酸を窒素ガスに変えて除去する「脱窒工程」をバランスよく組み合わせることがコツです。

このため、時々曝気を止めたり（間欠曝気法と言います）、曝気を行う場所と曝気の無い場所を別に設けたり（循環式硝化脱窒法など）といった工夫が必要です。また、スムーズな脱窒のためには窒素のおよそ3倍量の分解されやすい有機物（污水浄化の分野ではBODと呼びます）が必要になります。

(2) pHは7.5～8.0がベスト！

硝化と脱窒がバランスよく進んでいるかを判断するコツは、処理水のpHを測ることです。pH7.5～8.0が最適です（図5）。pH測定の注意事項としては、ポリ鉄等の無機凝集剤を添加している場合、薬剤の影響でpHが大きすぎてしまうので、添加前の処理水で測定することです。

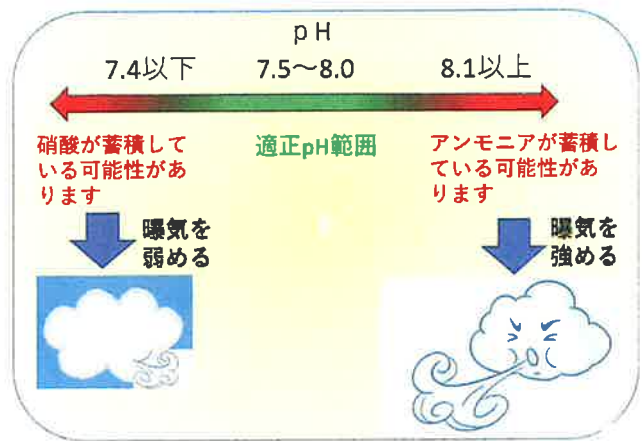


図5 適正pH範囲

pHの測定法は色々あります。電極法、指示薬を用いたダイヤル式比色法、0.2刻みで測定可能なpH試験紙法、パケットテスト法などです。電極法は高精度ですが、校正操作を怠ったり間違ったりすると測定値がずれてしまうこともあるので注意が必要です。その他の方法は、精度は高くありませんが、校正操作が不要なので、大きな間違いを犯すことが無いという長所があります。

pHが8.1を超え始めたら、硝化が不十分でアンモニアが残留傾向ですから曝気量を増やしてください。処理水のpHが7.4より下がり始めたら、曝気過剰（過曝気と呼びます）で硝酸が残留傾向ですから曝気量を減らしてください。曝気量の調整については後で詳しく述べます。

(3) 硝化菌のために水温もチェック

水温が10℃未満または40℃以上の場合、アンモニアを硝酸に変える硝化菌がダメージを受けるので（図6）、曝気量を高めても硝化が促進できません。そのような場合は、水温がおよそ15～37℃の範囲になるように工夫してください。低温の場合曝気槽に蓋をする、高温の場合曝気槽を遮光する、曝気槽の覆蓋に散水する、なども選択肢になります。

施設を新設する場合には、低温や高温にならないよう配慮した設計を行うことが硝酸性窒素等の対応に非常に重要です。

(4) 活性汚泥濃度を適正に

曝気槽に住み着いている浄化微生物の量を示す活性汚泥（MLSS）濃度が高すぎる場合には、微生物がすぐに酸素を使い果たしてしまうので曝気量上昇の効果が得られません。余剰汚泥の引抜量を調整し、施設の適正MLSS濃度に近づけてください。適正濃度は施設を設置したメーカーに尋ねてください。



図6 暑さ寒さに弱い硝化菌



図7 MLSS濃度自動調節装置の濃度測定部（外観と内部構造）

MLSS濃度を安定させるのは意外に難しいことから、簡易な自動調節装置を畜産環境技術研究所が開発しています。図7はその装置の中心となる汚泥濃度測定部です。

(5) 曝気量の調整

曝気量を増やす場合も、減らす場合も、いっきに変化させずにpHの変化を確認しながら微調整します（図8）。調整は、送風機にタイマーがついているなら時間設定で、またインバーターがついていればインバーターの設定で調整できます。実際の調整の際には、施設メーカーやメンテナンス会社などに相談してください。

曝気量を下げるケースでは当然電気代の節約になるので、水質改善との一石二鳥ということになります。

ブロウ型の送風機の場合、タイマーやインバーターが

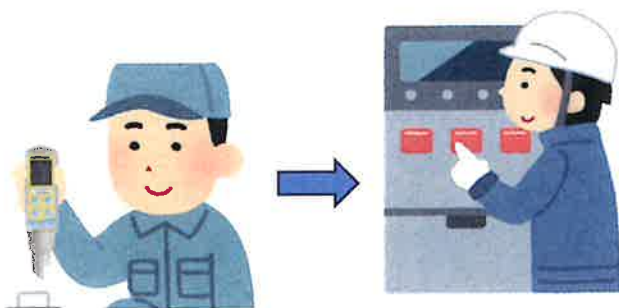


図8 pH測定値に応じて曝気を調整

設置されていなくても、送気管の途中に枝管を設けて曝気空気をバルブ調整しながら放出して減らすことは可能です。ただし、この方法は節電にはならないので、できればタイマーかインバーターを設置すべきでしょう。

(6) pHとECの値から硝酸性窒素等濃度を推定

以上のように、処理水のpHは適正管理のおおよその目安になりますが、硝酸性窒素等の濃度がわかればよりきめ細かな管理が可能になります。硝酸性窒素等の正確な測定は分析会社でないとできませんが、おおよその推定なら図9の方法で簡単にできます。

まずpHと電気伝導率（EC）を測定します。pH測定法は既述のとおりです。EC測定にはポケット型の測定器を利用してください。pHとECを1台で測定できるポケット型測定器も通販サイトで購入できます。畜産環境技術研究所が公開しているスマホアプリに測定値を入力すると、pHによる評価に加えて、硝酸性窒素等の濃度とそれに基づく運転調整のアドバイスが表示されます。このアプリは図9中のQRコードで無料利用できますのでご活用ください。



ポケット型測定器でpHとECを測定

QRコードでスマホアプリを開く

処理水のpH、電気伝導率(EC)、溶
気種の濃度を測定して入力することができます。

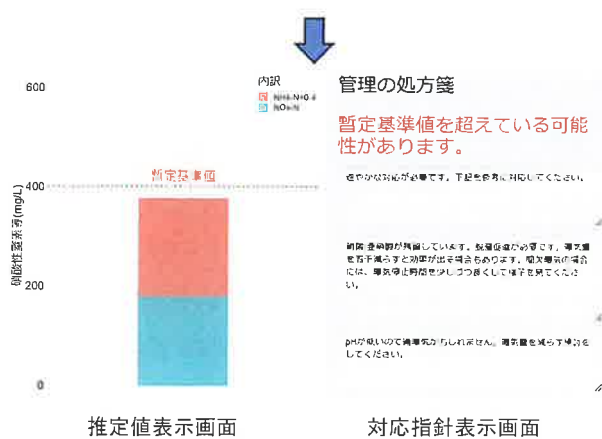
pH (通常は7.0~9.5の範囲です)

7.1

EC (単位: $\mu\text{mS/cm}$ 、通常は11~250の
範囲です)

5.1

アプリに測定値を入力



推定値表示画面

対応指針表示画面

図9 pH、ECの測定値から硝酸性窒素等濃度を推定する手法

4. 終わりに

繰り返しになりますが、過曝気傾向の浄化施設では、曝気量を適度に下げることによって水質改善に加えて節電も可能です。汚水浄化に一定の経費がかかることは避けがたいですが、管理のコツを覚えれば無駄な支出を省くことができるわけです。

また、時間帯別電気料金制度とマッチングした運転管理ができればさらに経費節減ができるかもしれません。この点は今後の検討課題です。

本稿は、日本中央競馬会畜産振興事業の助成を受けて実施した事業成果を参考にしたものであることを記し、謝意を表します。