

硝酸性窒素等を除去するためには？

岡山県農林水産総合センター 畜産研究所 環境研究グループ

平成13年に水質汚濁防止法の健康項目(有害物質)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」(硝酸性窒素等=アンモニア性窒素×0.4+亜硝酸性窒素+硝酸性窒素)が追加されました。

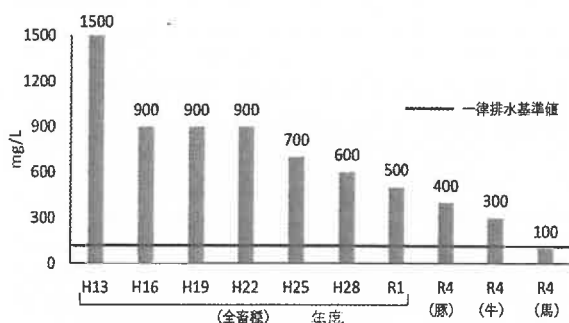


図1 硝酸性窒素等の暫定排水基準値

窒素濃度の高い畜産農業においては暫定基準が設けられ、現在は豚で400mg/L、牛で300mg/L(令和7年6月末まで)となっています(図1)。しかし、3年ごとに見直しがあり、近い将来一律排水基準100mg/Lになると考えられ、その対策が求められています。

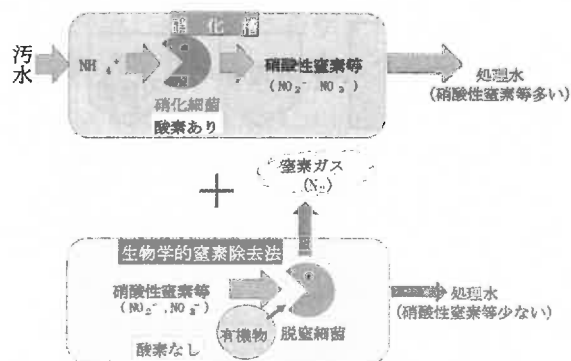


図2 生物学的窒素除去法

浄化処理では硝化細菌によりアンモニア性窒素が硝酸性窒素となりますが、この硝酸性窒素を窒素ガスとして大気中に放出してくれる脱窒菌をうまく使えば窒素が除去

(生物学的窒素除去法)できます(図2)。そこで、既存の浄化処理施設に導入できる対策について、まとめました。

1 間欠曝気法

曝気槽において数時間のサイクルで曝気-停止を繰り返す方法です。曝気時にアンモニア性窒素の硝化が進行し、停止時には曝気槽内の酸素が低下して硝化した硝酸性窒素が窒素ガスとして大気中へ放出されます(図3)。

この方法は、既存の施設に取り入れやすいですが、曝気時間が短くなるため汚濁成分が十分分解されなくなる可能性があります。

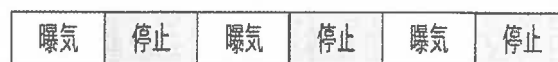
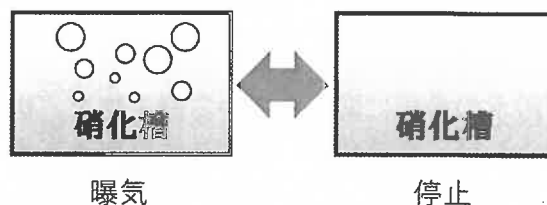


図3 間欠曝気のサイクル

2 循環式硝化脱窒法

曝気を行わない槽(脱窒槽)と曝気を行う硝化槽とに分け、硝化槽の液を前段にある脱窒槽にポンプにより循環させ、脱窒する方法です(図4)。

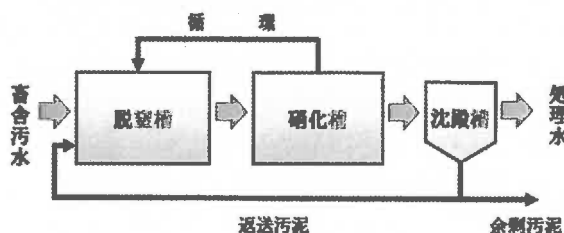


図4 循環式硝化脱窒法

脱窒槽内は有機性汚濁物質が多く酸素がないので、脱窒が起こります。この方法では新たに脱窒槽が必要となります。

3 メタノール添加法

メタノールは汚水中の有機物（BOD）と同様な働きを行うので、脱窒槽に添加して無酸素状態とすることで脱窒を促します。

硝化槽の後段に脱窒槽を設け、メタノールを硝酸性窒素に対し約2.5倍量添加するよう設定します。ただし、この方法では、メタノールが残存し、処理水中のBODが増加してしまう可能性があることから、後段に再曝気槽を設け、残存BODを処理する方法がとられます。

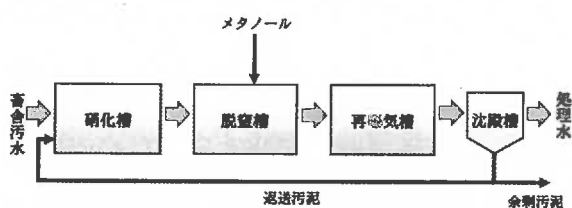


図5 メタノール添加法

4 生物膜法による窒素除去促進法

汚水の浄化に関与している微生物を、担体（ろ材）に膜状に付着させて処理する方法があり、これを生物膜法と呼びます。特徴として生物膜表面で硝化、内部で脱窒を行うので窒素除去効果が高いといわれています。

当研究所では、担体に炭素繊維を利用（炭素繊維リアクター）した窒素除去促進法を農研機構畜産研究部門と開発しました（図6、7）。



図6 開発した炭素繊維リアクター

この炭素繊維を硝化槽内に投入すると窒素の除去効果が高まるとともに、温室効果ガスの削減も図れますが、低コスト化が課題となっています。

炭素繊維リアクターを硝化槽に投入

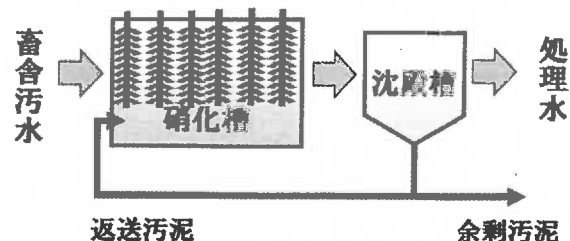


図7 炭素繊維による窒素除去促進法

5 硫黄脱窒法による窒素除去促進法

硫黄含有資材を用いた窒素除去技術です。循環式硝化脱窒法やメタノール添加法では、脱窒のために有機物を利用しますが、本技術では硫黄を用います。有機物を添加しないので水質悪化の懸念がなく、汚水中の窒素濃度の変動にも強いとされています（図8）。

本技術も農研機構畜産研究部門と実証試験を行い、高い窒素除去効果を確認しました。

実証試験では、既設浄化槽の沈殿槽を硫黄脱窒槽に改修し、硫黄含有資材を投入しましたが、新たな硫黄脱窒槽の導入も可能です。



図8 硫黄脱窒法

以上のように、窒素除去技術は以前から行われている方法に加え、新しい技術も開発されてきています。硝酸性窒素等が許容限度以下に下がらない場合、これらの方法を検討してみてもいいかもしれません。

○参考書

一般財団法人畜産環境整備機構2022. 家畜汚水処理施設設計・維持管理マニュアル