

植物と菌類を用いた水中における硝酸態窒素除去手法に関する研究

前橋工科大学大学院 学生員 中込 潤
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

多肥料農業の肥料や、養鶏場や養豚場などから排出される高濃度の排水は環境に大きな影響を及ぼしている。ここで問題となってくるものの1つとして、硝酸態窒素の蓄積が挙げられる。硝酸態窒素の蓄積は閉鎖型の湖沼や地下水などで、現在深刻な問題となっている。有害な窒素化合物は微生物反応によって硝酸態窒素となり安定化し、水中に蓄積していく。著者らは、水中の窒素除去手法として、微生物による脱窒現象に着目し、いくつかの具体的な装置を開発している。この研究開発の中で、硫黄造粒物を濾材とし、硫黄酸化細菌によって脱窒する手法を検討してきたが、植物のネギには硫黄が含まれることから、ネギが脱窒反応の濾材となりうるのではないかと考えた。高濃度の硝酸塩水の中に青ネギを浸したところ、硝酸塩は高速に減少するという結果が得られたが、この実験では気泡がさほど発生せず、脱窒反応とは異なる様相であり、細胞内への吸収反応のようである。著者らはこの現象に着目し、様々な植物や菌類を用いて水中の硝酸態窒素の除去を検討した結果、どんな植物でも硝酸態窒素は減少し、植物だけでなくキノコなどの菌類を用いても同様に硝酸態窒素は減少するという知見を得た。本論では、この現象の持続性や硝酸態窒素濃度を变化した場合の現象に関して検討を行うものである。

2. 効果の持続性

2-1 実験目的

一度限界まで硝酸態窒素を吸収させた植物や菌類を、また新しい水溶液に投与した場合、まだ硝酸態窒素を吸収するかを調べ、本手法が常に硝酸態窒素濃度の高い水の中でも持続させて用可能かを検討する。

2-2 実験方法

白ネギ、ニラ、キャベツ、ピーマン、シイタケ、えのきを用いるものとする。直径8cmの円柱容器に硝酸態窒素濃度60mg/L前後の水溶液1Lと細かく切った植物、菌類を200g入れ、一日おきに硝酸態窒素濃度を測定する。そして、硝酸態窒素濃度がこれ以上減少しないと判断したときは、植物や菌類はそのまま使用し、水溶液を新し

く入れるというイニシャライズを行い、まだ硝酸態窒素が減少するかを調べる。原水は硝酸原液を水道水で希釈したものを使用する。

2-3 実験結果と考察

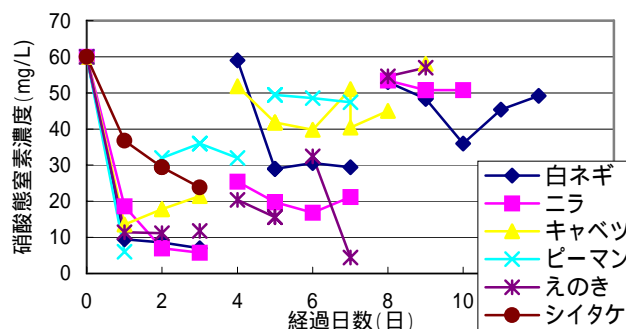


図1 硝酸態窒素濃度の変化

表1 硝酸態窒素の吸収量

種類	硝酸態窒素の吸収量 (mg)
白ネギ	108.2
ニラ	48.4
キャベツ	59.2
ピーマン	95.2
えのき	155.0
シイタケ	36.2

シイタケに関しては他のものほど硝酸態窒素濃度の減少が見られなかった為、イニシャライズは行わず、3日後実験を終了した。

どの場合でも、一日後に硝酸態窒素濃度は著しく低下した。このことから、この手法は即効性に優れていることがわかる。しかし、日の経過に伴い水への着色や臭気の発生が生じた。また、白ネギ、ニラ、ピーマンは2回目のイニシャライズの3日目後に硝酸態窒素濃度が上昇している。これは吸収していた硝酸態窒素を吐き出してしまっていると思われる。

白ネギ、ニラ、キャベツ、ピーマンは2回イニシャライズをしても硝酸態窒素濃度は減少した。えのきは他のものとは違い、3回イニシャライズをしても効果があり、1回目のイニシャライズに関しては、イニシャライズ前とほぼ同じ硝酸態窒素濃度まで減少させることができた。

また、どの場合でもイニシャライズを繰り返す度に、水への着色や臭気は薄れていった。

図1のように、どの場合でも6日経過したあたりから吸収量が減少している。このことから本手法は、5日程度まで持続して使用可能だと考えられる。また、硝酸態窒素の吸収量は表1の様に、使用するものによってかなりのばらつきが見られた。

3. 高濃度硝酸塩水

3-1 実験目的

著者らがこれまで実施してきた実験では、硝酸態窒素濃度 60mg/L 程度の水溶液を使用してきた。しかし、実際にこの手法を実用化するときには、硝酸態窒素濃度が 60mg/L よりも濃い水を処理しなければならない場合もある。そこで、極端に硝酸態窒素濃度の高い水溶液でもこの手法が適用できるかを検討する。

3-2 実験方法

白ネギ、えのき、三つ葉、猫じゃらしを用いるものとする。直径 8 cm の円柱容器に硝酸態窒素濃度 400mg/L ~ 700mg/L の水溶液 2 L と細かく切った植物、菌類を 200g 入れ、一日おきに硝酸態窒素濃度を計測する。白ネギは硝酸態窒素濃度 685mg/L、えのきは 618mg/L、三つ葉は 480mg/L、猫じゃらしは 400mg/L である。濃度にばらつきがあるのは個々に溶液を製作した為である。また、実験終了時には亜硝酸態窒素濃度、アンモニア態窒素濃度を計測する。

3-3 実験結果と考察

着色、臭気などは、他の実験と同様に発生した。また、猫じゃらしと三つ葉は、水溶液の pH が 1.77 と低すぎた為か、1日後に葉の色が薄れ、溶けてしまっているようだった。この為か猫じゃらしと三つ葉は、他の2つと比べ硝酸態窒素濃度の変化が少ない。白ネギとえのきは、硝酸態窒素をよく吸収した。このことから、本手法は高濃度の硝酸塩水にも効果があると言えるが、pH が低すぎると植物が溶けてしまい、効果があまり期待できない場合があるという知見を得た。

えのきの吸収量は、778mg とかなり吸収した。しかし、えのきは他のものではあまり検出されなかった亜硝酸態窒素(図3)が出てきてしまっている。

アンモニア態窒素(図4)は、どの場合も日の経過とともに検出されている。特にえのきは亜硝酸態窒素と同

様によく出現している。以上のことから、えのきは硝酸態窒素を良く吸収するが亜硝酸態窒素やアンモニア態窒素が出やすいといえる。

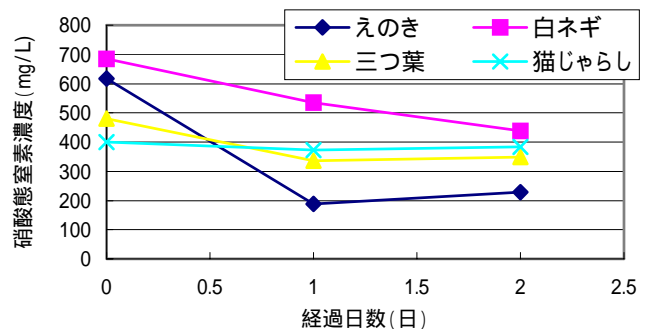


図2 硝酸態窒素濃度変化

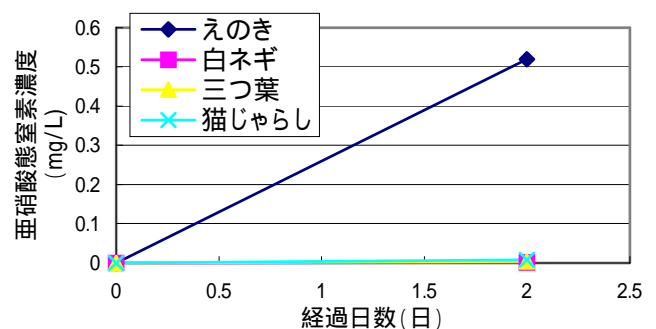


図3 亜硝酸態窒素濃度の変化

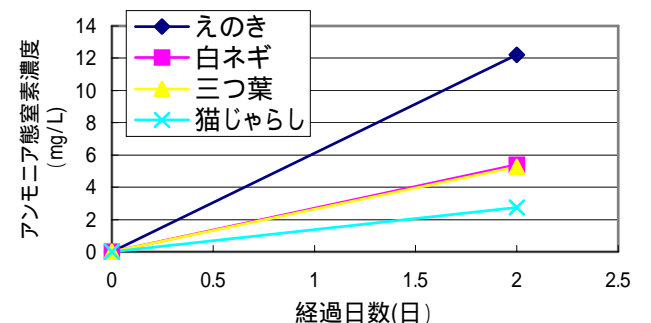


図4 アンモニア態窒素濃度の変化

4. おわりに

本手法は日が経つと硝酸態窒素を吐き出してしまい、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素も排出する。また、著しく pH の低い水では溶けてしまい、効果が期待できない場合がある。色や臭いが水に移ってしまうなどという問題がある。しかし、植物や菌類が硝酸態窒素を吸収するこの現象は、硝酸態窒素の除去として即効性があり、5日程度持続して使用可能である。また、高濃度でも、ものによっては良く硝酸態窒素を吸収するという知見を得た。今後は、水への着色がない植物の模索、具体的な利用方法について検討する所存である。

参考文献

- 1) 中込潤・梅津剛：第 31 回関東支部技術研究発表会講演概要集、植物と菌類による硝酸態窒素除去手法の検討