

植物と菌類による硝酸態窒素除去手法の検討

前橋工科大学 学生員 中込 潤
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

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。有害なアンモニア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。本研究はこの現象に着目し、様々な植物や菌類を用いた硝酸態窒素の除去に関して検討するものである。

2. 青ネギによる硝酸態窒素の除去

2-1 実験概要

細かく切った青ネギ 276.9g と 5ml の活性汚泥を硝酸態窒素濃度 95mg/L の水溶液 2L に入れたもの、青ネギ 194.3g を硝酸態窒素濃度 95mg/L の水溶液 1L に入れたものを用いる。原水は淡水魚の飼育水である。

ネギに含まれる硫黄成分に硫酸還元菌が付き、それにより脱窒反応が生じるのではないかとという予測により、活性汚泥の併用を考えたものである。

2-2 実験結果と考察

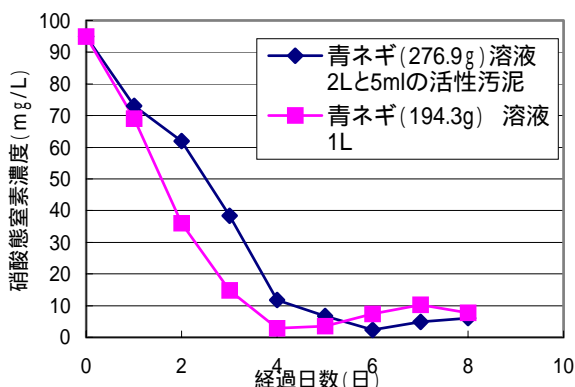


図1 硝酸態窒素濃度の変化

どちらも4日経過で硝酸態窒素濃度は5mg/L程度となり、この時点で、ネギの硫黄に硫黄酸化細菌が着き、それにより脱窒できたと考えた。しかし、硫黄酸化細菌で脱窒するときに出るはずの気泡が見られず、さらにもう早く硝酸態窒素濃度が減少した為、硫黄酸化細菌によって脱窒出来たとは考えにくかった。そこで、他の植物でも硝酸態窒素濃度が減少するのではないかとという考察に至った。

3. 数種類の植物や菌類による硝酸態窒素の除去

3-1 植物の葉や茎による硝酸態窒素の除去

3-1-1 実験概要

青ネギ、白ネギ、玉ネギ、ニラ、キャベツ、もやし、ヨモギ、イヌムギを用いるものとする。硝酸態窒素濃度 113mg/L の水溶液 2L に細かく切った植物 100g ~ 600g を入れ、一日おきに硝酸態窒素濃度を計測する。原水は硝酸原水を水道水で希釈したものを使用する。

3-1-2 実験結果と考察

青ネギ、白ネギ、玉ネギ、ニラ、キャベツを用いた場合には2日目後に硝酸態窒素濃度は10mg/L程度となり、もやし、ヨモギ、イヌムギは20mg/L程度に減少した。

この他にもピーマン、三つ葉、猫じゃらし、シイタケ、えのきなど様々なもので実験したが、どの場合でも硝酸態窒素濃度は減少している。特にえのきは硝酸態窒素濃度をよく減少させた。

また、硝酸態窒素濃度がこれ以上減少しないと判断した後に、植物や菌類はそのまま、溶液を新しく入れるということを行ったが、その場合においても硝酸態窒素濃度は同様に減少した。

以上のことから、ネギではない植物や菌類を用いても硝酸態窒素濃度が減少し、効果の持続性も期待できるのではないかと考えられる。おそらくは細胞壁による浸透圧の違いで硝酸態窒素を吸収しているものと考えられる。

また、硝酸態窒素濃度を変えて実験をしたところ、植物や菌類はその量に比例して吸収する訳ではなく、その量に対する硝酸態窒素の量が大きければ大きいほど吸収するということがわかった。

しかし、日が経つにつれ、水面に白い膜の発生、着色、臭い、アンモニアや亜硝酸の発生など、さまざまな弊害事項も見られている。さらに放置しすぎると植物や菌類が腐食をはじめ、水が著しく濁るなどの問題が生じた。

3 - 2 根菜類による硝酸態窒素の除去

3 - 2 - 1 実験概要

葉や茎の部分だけでなく根の部分でも硝酸態窒素濃度が減少するのではないかという予測により、根菜類を用いる実験を示す。使用したものは、ニンジン、大根、ジャガイモである。硝酸態窒素濃度 60mg/L の水溶液 1L に細かく切ったこれらの根菜類 200g を入れ、一日おきに硝酸態窒素濃度を計測するものである。

3 - 2 - 1 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。ニンジンとジャガイモの場合には硝酸態窒素濃度は一旦減少したが、2日目以降原水の 60mg/L を超える濃度になった。吸収していた硝酸態窒素を吐き出してしまったと思われる。大根の場合にも2日目で硝酸態窒素濃度は増加した。このことから、根菜類は、硝酸態窒素の吸収除去としては効果が薄いと考えられる。

4 . 1 時間ごとの変化

4 - 1 実験概要

隔日計測での実験により、高速に硝酸態窒素濃度の減少が見られたため、1時間ごとの変化を調べることにした。

これまでの実験で顕著にその現象が現れた白ネギとえのきを使用する。硝酸態窒素濃度 60mg/L の水溶液 1L と細かく切った白ネギ、えのきをそれぞれ 200g 入れ、1時間おきに硝酸態窒素濃度を計測するものである。

4 - 2 実験結果と考察

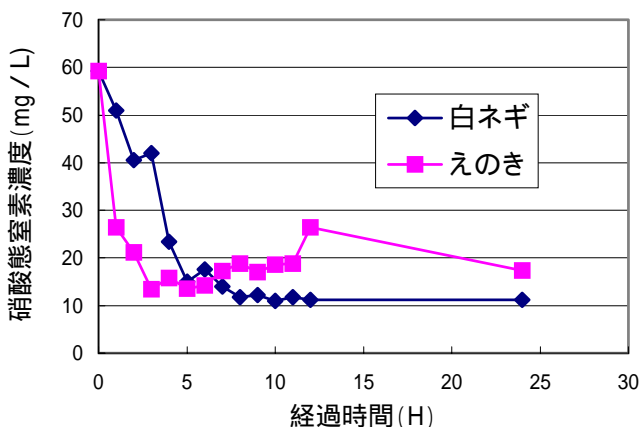


図2 硝酸態窒素濃度の変化

白ネギは 5 時間で、えのきは 3 時間で硝酸態窒素濃度 15mg/L 程度に安定した。このことから即効性に優れてい

ることがわかる。

また、白ネギの亜硝酸態窒素濃度は実験開始前の原水が 0.012mg/L、12 時間後で 0.005mg/L、24 時間後で 0.002mg/L、えのきは 12 時間後で 0.062 mg/L、24 時間後で 0.556 mg/L、白ネギのアンモニア態窒素濃度は原水が 0.04 mg/L、12 時間後で 0.16 mg/L、24 時間後で 0.22 mg/L に、えのきは 12 時間後で 3.92 mg/L、24 時間後で 12.4mg/L に増えていた。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う知見が得られた。

5 . 硝酸態窒素を吸収した植物や菌類の再利用の検討

5 - 1 検討方法

硝酸態窒素を吸収した植物や菌類の最利用法として、植物の肥料になるのではと考える。そこで、成長の早いジニアをプランターで育てる際、硝酸態窒素を吸収させた植物や菌類が肥料として使えるかを検討する。

肥料には硝酸態窒素をよく吸収するえのきを使用する。プランターは縦 12cm、横 24cm、高さ 12cm、土(パーミキュライト)は 10L 入れる。この実験にあたって、硝酸態窒素を吸収させていないただのえのきも肥料になる可能性があるので、200g のえのきに硝酸態窒素を 275mg 吸収させてそれを細かく切ったものと土を混ぜたもの、200g のえのきと土を細かく切って混ぜたもの、土だけ、の 3 タイプに分けて飼育する。

5 - 2 実験結果と考察

硝酸態窒素を吸収させたえのきを肥料としたプランターのジニアは、他の 2 つと比較して、成長速度、開花時期、花の数、共に優れていた。このことから、硝酸態窒素を吸収させた植物や菌類は肥料として再利用が可能だと考えられる。

6 . 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、植物や菌類が腐食し水が濁る、そして水の上面に膜が出来る、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、差があるもののどんな植物でも硝酸態窒素を吸収し、この効果は硝酸態窒素の除去として即効性があり、硝酸態窒素量が多いほど良く硝酸態窒素濃度を吸収する。また、硝酸態窒素を吸収した植物や菌類は、肥料として再利用の可能性がある。今後は、具体的な利用方法について検討する所存である。