

(VII-18) 炭素繊維濾材を用いた高濃度アンモニアと硝酸態窒素の除去装置の開発

前橋工科大学 学生員 ○渡辺 一也
前橋工科大学 正会員 梅津 剛

1. はじめに

河川、湖沼、海浜などの水環境では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ などの窒素化合物は魚類や水生生物に有害な影響をもたらし、環境悪化の原因となる。特に、小規模池などの閉鎖性水域では、これらの問題が生じやすい。窒素化合物は、硝化、脱窒という過程を経て微生物群がその除去を行うことはよく知られている。本論では、海水における窒素循環に着目し生物親和性の高い炭素繊維を用いて、微生物群による窒素化合物除去装置の開発を行うものである。窒素除去を行う菌群の濃縮と抽出方法について検討し、特に窒素化合物の影響を大きくうけると言われている海水に対して実験を行い、実際への適用を考察する。

2. 実験方法

反応槽 8L に、人工海水で作成した海水 3.6L をいれ、炭素繊維マットを反応槽に挟み込み、エアリフトポンプを用いて図 1 のように水を循環させ、炭素繊維マットに微生物群を付着させる。そして、高濃度のアンモニア溶液を加えていき、実験装置の硝化能力を $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度によって評価する。また、硝化は好気処理で進行し、脱窒は嫌気処理によって進行することから、これらを別々に行い、それぞれの処理に適した微生物群を作成する方法を用いる。図 2 に示すように $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去は、硫黄還元菌を用いて $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の処理とは別のバッチ方式を用いて除去を行う。

実験装置で用いた炭素繊維は反応槽に占める体積で 40%である。

炭素繊維を用いず、曝気のみ場合には、実際に濃度変化が起こるのかという比較実験として、微生物群の存在しない人工海水に高濃度アンモニアを入れたときのそれぞれの濃度変化を調べる。

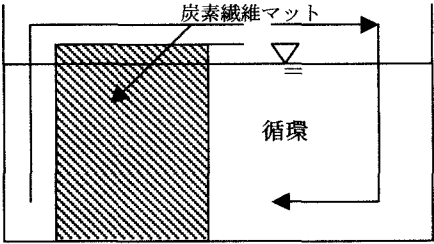


図 1 実験装置側面図

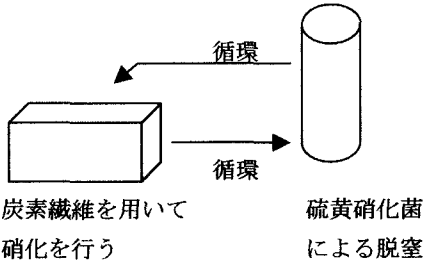


図 2 硝化・脱窒の様子

3. 結果・考察

硝化菌の微生物群をより高濃度に集め、効率よく処理を行わせるために高濃度アンモニアを与え、その処理能力を調べた。アンモニアの除去が効率的に行われていると図 3 より判断したときには、更に濃度の高いアンモニアを与え、より処理能力の高い微生物群の培養を行った。

表 1 $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率

実験名	負 荷 (mg/l) (A)	除去率 (%) (B)	時間 (h) (C)	効果指標 (A)× (B)/(C)
実験 1	28.2	58.2	24.0	68.4
実験 2	45.6	61.8	26.5	106.4
実験 3	48.8	68.0	19.0	174.7
実験 4	61.2	98.0	31.5	190.5

キーワード：硝化、脱窒、水環境の保全、水質の浄化

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 建設工学科 梅津研究室 Tel(027-265-7309)

アンモニアを加えるまでを1回の実験とし、合計4回の実験を行った。各実験から除去率を求め表1に示した。表1から、実験を重ねていくうちに除去率が高くなっていき、硝化能力が高くなってきている事が読み取れる。

$\text{NO}_2\text{-N}$ は $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理の後に発生してくるので時間的には $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理よりも遅れて出てくる。この物質は不安定であり、魚や水生生物に悪影響を与えるものである。そのため、 $\text{NO}_2\text{-N}$ から次の物質に早く変化させてやる必要がある。図3より、実験の初期の段階では $\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度は高くなってきてしまっているが、実験の後半ではほとんど値が出なくなり処理が行われていることが読み取れる。

$\text{NO}_3\text{-N}$ は $\text{NH}_4\text{-N}$ や $\text{NO}_2\text{-N}$ と違って好気処理ではなく、嫌気処理によって進行する。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の処理は硫黄還元菌を用いて行った。表2に硫黄還元菌による $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去率を示した。実験を始めて初期の段階の実験 A では、時間が長いにもかかわらず除去率が低い。その後の実験 B、C、D では除去率が高くなっている。これは、初期の段階において $\text{NO}_3\text{-N}$ を処理する微生物が少なかったためと考えられる。

図4は炭素繊維を用いず、曝気の場合に $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の濃度がどのように変化していくのかを実験した結果である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度には、ほとんど変化がない。 $\text{NO}_2\text{-N}$ をみても、時間が経過しても $\text{NH}_4\text{-N}$ から濃度変化してきている様子がないことが図4より読みとれる。 $\text{NO}_3\text{-N}$ についても、 $\text{NO}_2\text{-N}$ と同様に、濃度変化している様子がないことが図4より分かる。

炭素繊維を用いず、曝気の場合では、硝化はほとんど行われず、次の物質に変化することはないということがいえる。

4. まとめ

実験によって作成された微生物群は $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の除去能力が時間経過と共に向上している。 $\text{NO}_3\text{-N}$ についても、硫黄還元菌による脱窒によって処理が行われるということが確認できた。

高濃度に集めた微生物群を取り出す方法としても、装置内に敷き詰めた炭素繊維を取り出すだけで良く、効率的な菌群の抽出が可能である。

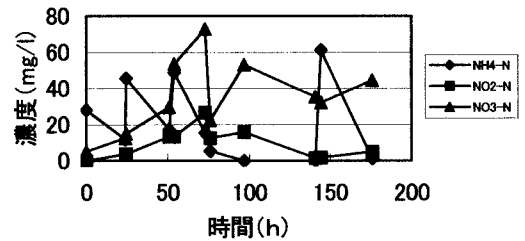


図3 実験装置の濃度推移

表2 硫黄脱窒による $\text{NO}_3\text{-N}$ の除去率

実験名	負荷 (mg/L) (A)	除去率 (%) (B)	時間 (h) (C)	効果指標 (A) × (B) / (C)
実験 A	14.5	31.7	50.5	9.1
実験 B	19.2	52.6	44.0	23.0
実験 C	20.7	47.1	40.0	23.8
実験 D	23.6	72.9	43.0	40.0

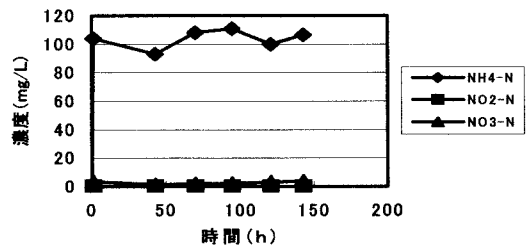


図4 曝気のための濃度推移

実際への適用として、この微生物群は養魚の時や魚介類の運搬などの水質の浄化に応用できると考えられる。特に海水魚の飼育や運搬の際には、初期の段階において $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度が上昇する。これらの濃度を早急に抑えることによって、水質の悪化を防ぐ方法も考察される。

今後は、この微生物群がどれくらいの処理時間と負荷で、効果指標が最大値になるのかを調べる必要がある。時間と除去率、負荷で効果指標が最大値になるものを求めることによって、小規模池の水質浄化などの実際への適用が可能になると考えられる。

参考文献

「炭素・水環境プロジェクト」第3年度成果報告書 P174-182
(財)群馬県地方発明センター