

人工ゼオライトを用いたアンモニウムイオンの除去に関する研究

福岡大学工学部 学生員 ○仲尾 功太郎 福岡大学工学部 正会員 山崎 惟義
 福岡大学工学部 正会員 渡辺 亮一 (有) 伸東産業 非会員 蓮山 伸子

1. はじめに

都市にある湖沼や貯水池の役割は単に治水や利水だけでなく、都市の人々に水辺空間を提供している大事な「癒しの空間」であり、生物にとっては大切な生殖場所になっている。しかし、実際に湖沼や貯水池を見てみると草が生い茂り、水は汚いといった状態になっており「癒しの空間」とは言えない状態の池が多い。また、生物もある特定種しか生息できない環境になっている池も多く見られる。そのため、近年身近にある水辺空間のあり方が見直され、我々の研究室では嬉野町にある三坂池で、超低速ろ過法という手法を用いて水質の浄化を数年前から取り組んでいる。超低速ろ過法を適用したことによって、三坂池の水質は改善されたが、長期的水質浄化実験を進めていくうちにいくつかの問題点が明らかになってきた。その問題点の一つとして、超低速ろ過法では物理的ろ過による浄化を目的としているため溶解性の物質を除去できない、このため、これらの物質が直接湖沼内に流入し、改善する必要があると考えられた。また、ろ層表面に生物膜が厚く形成されると(主に夏期)、ろ床のろ過抵抗が大きくなりろ床底面で溶存酸素濃度が低下し、ろ床内からアンモニア性窒素が溶出してしまうことが確認されている。本研究では人工ゼオライトの陽イオン交換能、吸着能を利用することによって、生物にとって有毒なアンモニア性窒素を除去することが可能かどうかを考察している。

2. 研究の目的

水中でアンモニアは分子の状態(NH₃)とイオンの状態(NH₄⁺)で存在している。この存在割合はpHが大きく関わっており、pHが高ければ分子の状態が存在する割合が高くなることが分かっている。アンモニアが魚類に与える影響としては、直接アンモニアにさらされた器官(エラ、腸、皮膚)の機能低下として最も顕著に表れる。また、淡水域における水産用水基準では硝酸性窒素としては10(mg/l)、亜硝酸性窒素としては0.03(mg/l)、アンモニア分子としては0.006(mg/l)以下となるように定められている。本研究では、生物にとって極めて毒性の高いアンモニア性窒素を人工ゼオライトを用いてどの程度除去することが可能であるかを確かめることを目的としている。

3. 実験方法

表1は今回行った実験の条件を示している。この表中で、各Runの目的は以下のようになっている。

Run:1 アンモニアストリッピングの確認
 Run:2 人工ゼオライトを造粒整形したもの(以下、固形状ゼオライト)によるアンモニア性窒素の除去量を確認

Run:3 人工ゼオライトによるアンモニア性窒素の除去量を確認

各Runで使用した試料水はすべて0.000714mol/Lの酢酸アンモニウム水溶液を使用し、ピーカー中の水溶液(1L)はスターラーを用いてよく攪拌した。

アンモニア性窒素の測定はインドフェノール青法で測定し、pHの測定にはHORIBAのpH電極メーターを使用した。

表-1 実験条件

Run No.	ゼオライト	pH	pH調整に使用した薬品
1		pH12~8、何もしないと段階的に変化	NaOH ※何もしないは何も薬品を入れてない
2	固形状	pH8以下	HCl (塩化水素含有量36%)
3	人工ゼオライト	pH8以下	HCl (塩化水素含有量36%)

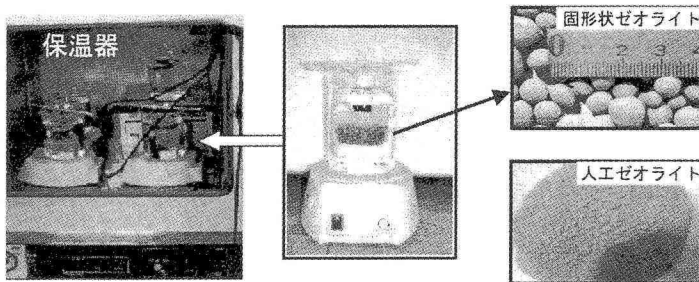


写真1 実験風景およびゼオライトの形状

4. 実験結果および考察

(1) 図1は、経過時間ごとのアンモニアストリッピングによるアンモニア性窒素の減少量を示している。この図から、pHが7と8においては、アンモニア性窒素の減少はおこらないが、pHが9~12の場合、アンモニア性窒素の濃度が減少していることから、アンモニアストリッピングが発生していることがわかる。

(2) 図2と3は、人工ゼオライトの陽イオン交換能によるアンモニア性窒素の減少量を明らかにするためにpHが8以上になると塩酸を投入した実験結果を表している。この図から、人工ゼオライト（粉末状）は固形状ゼオライトに比べアンモニア性窒素の除去速度が非常に早いのがわかる。これは人工ゼオライトの水との接触面積が固形状ゼオライトに比べ非常に大きいため、陽イオン交換能および吸着能に優れているためだと考えられる。

図3中で実験開始後30分においてアンモニア性窒素濃度が上昇しているのは、人工ゼオライトの陽イオン交換能によりゼオライト骨格構造中の交換性カチオンに最初から吸着していた陽イオンを再度吸着し、吸着していた NH_4^+ を水溶液中に脱着したためだと考える。（図4参照）。

人工ゼオライトは、水溶液中のpHが高く NH_3 で存在する割合が高くなると陽イオン交換による除去は行わず吸着によってアンモニア分子を除去する。しかし、水溶液中の水分子（ H_2O ）と NH_3 の存在割合より、水溶液中には水分子

の方が多く存在するために、結果としてゼオライトに水分子を多く吸着していることになり NH_3 はほとんど除去されないと考えられる。

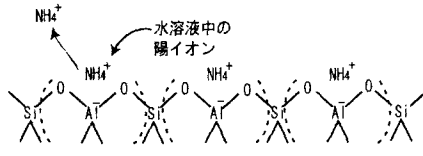


図4 ゼオライト骨格構造

5. 結論

人工ゼオライトの水環境におけるアンモニア性窒素の除去は陽イオン交換によるものが大きく吸着による除去は無視できる範囲であることが分かった。従って、人工ゼオライトの機能を用いて水質を改善しようと考えた場合、適用しようとする池のpHが年間を通して8以下でアンモニア性窒素が NH_4^+ 状態で水環境に多く存在しているほうが望ましいということが分かった。

参考文献

- 1) 平尾一之 田中勝久 中平敦著：無機化学 その現代的アプローチ、東京化学同人、pp408~419、2002.
- 2) 清水博監修：吸着技術ハンドブック、pp48~52、1993.
- 3) 山下仁大 片山恵一 大倉利典 橋本和明共著：工学のための無機化学、サイエンス社、pp124~169、2000.
- 4) 松下秀鶴 井村伸正訳 環境汚染物質の生体への影響アンモニア、pp222~226、p228、東京化学同人、1989.
- 5) 社団法人 日本水産資源保護協会：水産用水基準（2000年版）、pp49~61、2000.
- 6) ゼオライトとその利用編集委員会編：ゼオライトとその利用、技報堂、pp141~161、1967.

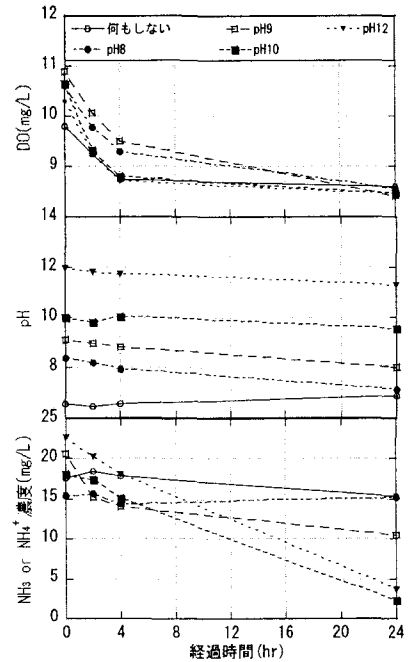


図1 アンモニアストリッピングの確認実験

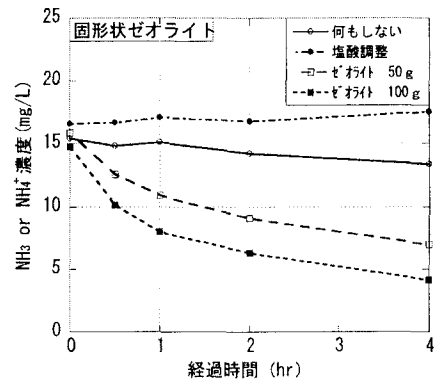


図2 経過時間ごとのアンモニア減少量

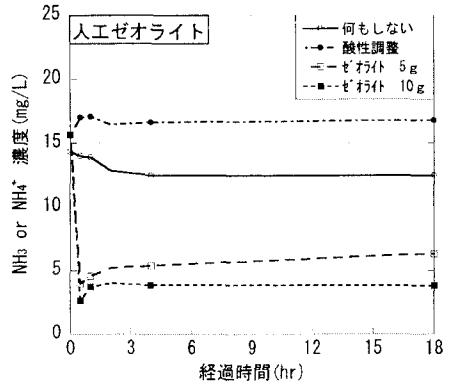


図3 経過時間ごとのアンモニア減少量