

II-371 生物ゼオライトによるアンモニア性窒素の硝化に関する基礎的研究(その2)

京都大学工学部 学生員 ○西村 文武
 京都大学工学部 正員 宗宮 功
 京都大学工学部 正員 津野 洋

1. はじめに

近年、下水や廃水の高度処理が求められるようになり窒素除去が必要になってきた。そこで生物学的硝化脱窒法やイオン交換法等が検討されている。イオン交換法では反応速度が速く操作が簡単であるが再生の際に高濃度のアンモニア性窒素が生ずるなど改善の余地もある。本研究ではイオン交換と生物学的硝化の両機構を反応器での硝化特性の検討を試みた。すなわち微生物付着担体としてゼオライトを用い、アンモニア性窒素のゼオライトによる吸着と、ゼオライト上に付着増殖した硝化菌による硝化を同時に行わせ、高濃度のアンモニア性窒素を希釈することなく効率よく除去、硝化し、更に生物学的硝化反応によりゼオライトのアンモニア性窒素吸着能を再生・保持させる生物ゼオライト反応器の実行性の検討を試みた。なお本報告は、昨年度土木学会衛生工学討論会シンポジウムでの報告¹⁾の続報である。

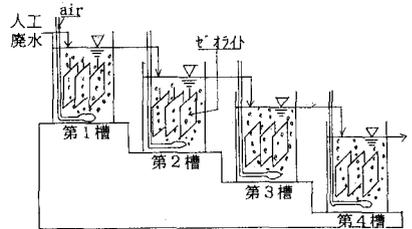


図-1 反応装置図

2. 実験方法および実験装置

反応装置の概略図を、図-1に示す。各槽の容量は2.5Lであり、これを4槽直列に連結させたものをひとつの系列とした。人工廃水は第1槽へマイクロチューブポンプで流入させ、後続の反応槽へは、自然流下方式により流下・流入させた。硝化菌担体のゼオライトは、東ソー社製合成球状ゼオライト(平均粒径8~10mesh 比重1.7)を用い、50gを1担体とし、金網で包括し、釣り下げることにより反応槽内に保持した。実験は、各槽に包括ゼオライト4担体(各槽内のゼオライト量200g)を保持した系列(A系列)と包括ゼオライト8個(同400g)を保持した系列(B系列)の2系列で行った。各槽では溶存酸素濃度を下げないように十分曝気した。また同時に曝気により反応槽内の廃水の攪拌を行い、各系を完全混合槽列反応装置とした。硝化菌の植種に際しては、K市下水処理場の返送汚泥を硝化菌用人工基質中で約100日程度集積培養した菌群を用いた。反応装置は20℃に保たれた恒温室に設置し運転した。なお操作条件は表-1に示す通りである。

表-1 操作条件

	経過日数	流入NH ₄ ⁺ -N濃度	系の滞留時間
RUN 1	0~28日目	100 mgN/L	24 hr
RUN 2	28~82日目	200 mgN/L	24 hr
RUN 3	82~105日目	200 mgN/L	12 hr
RUN 4	105~115日目	200 mgN/L	24 hr

3. 実験結果および考察

B系列・第4槽での各態窒素の経時変化について図-2に示す。RUN1条件下では実験初期の11日間、ゼオライトのイオン交換作用による吸着のために第4槽までではほぼアンモニア性窒素が除去されていることがわかる。実験開始後10日目から酸化態窒素(亜硝酸性窒素)が徐々に増加しはじめた。無機態窒素量の挙動からRUN1条件下でアンモニア性窒素の吸着とイオン交換が同時に行われている。

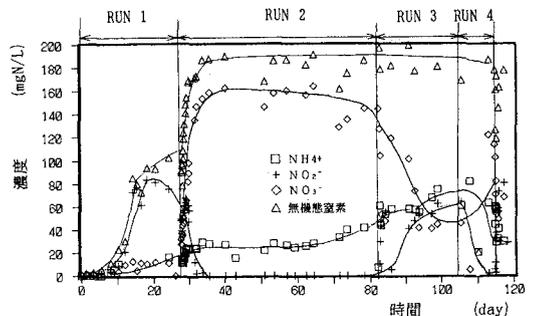


図-2 B系列第4槽での各態窒素の経時変化

ほぼ25日目に定常状態が得られたため、第1槽からの流入アモニア性窒素濃度を200mg/Lに変化させた。無機態窒素濃度が、完全混合槽列の過渡応答的な変化に対応して増加し、またこれに付随するように酸化態窒素が増加していることがわかる。なおこの時の亜硝酸酸化反応はA系列ではほぼ第2槽まで、B系列では第1槽までで終了していた。この時の硝化速度はA系列第1槽で0.166mgN/g \times 時間・hr、(26.6mgN/L \cdot hr) B系列第1槽で0.135mgN/g \times 時間・hr(10.8mgN/L \cdot hr)であった。この値はあらかじめ単一槽での硝化実験で得られた値と同程度のものであり、アモニア酸化細菌が十分存在しており、その硝化活性が廃水中の基質律速になっていたことが確認できる。また各系列とも第1槽では充填率に対する硝化速度が0.25mgN/cm 3 \times 時間・hrであり、 \times 時間が良好な硝化菌の担体になることが確認された。なお開始後30日で第4槽から亜硝酸性窒素の硝酸化が始まった。なお亜硝酸の硝酸化は担体充填率の大きいB系列において顕著であった。82日目で滞留時間を約1/2にし、滞留時間の影響について調査した。(RUN3)。

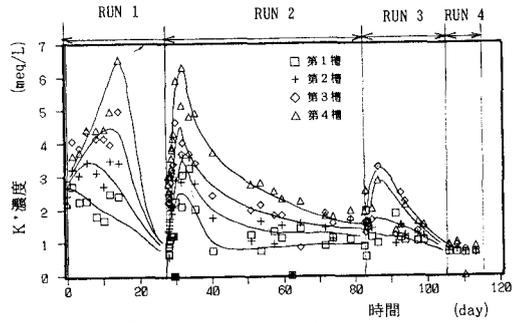


図-3 K⁺濃度の経時変化 (B系列)

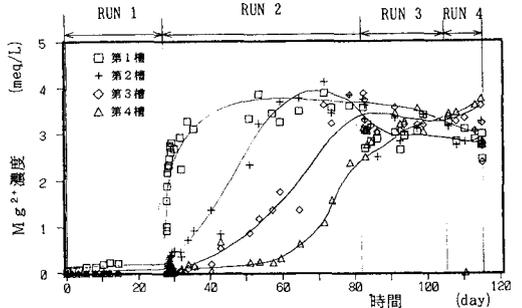


図-4 Mg²⁺濃度の経時変化 (B系列)

この場合B系列の硝化速度は、0.104mgN/g \times 時間・hrとなり、RUN2の時よりはわずかに減少した。また滞留時間が短いため、RUN3においては、硝化するのに第4槽までかかっている。またこの条件下では十分な亜硝酸の酸化を行うことができなかった。亜硝酸酸化細菌は流入の変動を受けやすいものと考えられる。なおRUN4で操作条件をRUN2の状態に戻すと、硝化状況もRUN2のように回復する傾向が見られた。図-3にカウムの経時変化を、図-4にマグネシウムの経時変化を示す。カウムは、本研究で用いた \times 時間においては、他の陽イオンと比較的交換されやすく、廃水中に放出されやすいイオンであり、逆にマグネシウムは、特に交換・吸着されやすいイオンである。カウムはRUN1では流入濃度が0.24meq/L程度であるがイオン交換作用により廃水中に放出され、実験開始直後から第4槽濃度が5meq/Lまで上昇している。この後28日目まで徐々に交換量は低下し、平衡・定常状態になるが、流入人工廃水濃度を2倍にすると(RUN2)、この条件下での平衡になるために、イオン交換作用が働き再びカウムの放出が生じている。この後はRUN1の場合と同様に徐々に交換量は低下した。同様の傾向がRUN3条件に移行する際にも生じており、カウムは人工廃水の流入濃度やHRTなどの条件が変動する際に、容易にイオン交換されることが分かる。これに対してマグネシウム濃度は、初期には \times 時間にイオン交換・吸着されほとんど廃水中に存在しなかった。RUN2条件移行直後に第1槽での濃度は流入のものと同様だが、第2槽以降ではさらに吸着が生じていた。マグネシウムの挙動は、系をイオン交換のカムとみなしたときの破過曲線の挙動ととらえることができる。担体は生物膜に覆われていたが、イオン交換反応に支障は無いことがわかる。

4. 結論

生物 \times 時間を用いて高濃度のアモニア性窒素を含有する廃水の処理を試みた。1槽あたりの滞留時間が6時間のときに硝化速度0.166mgN/g \times 時間・hr、(26.6mgN/L \cdot hr)であり、良好な硝化が得られ \times 時間が硝化菌の担体として優れていることが示された。またイオン交換反応も同時に良好に行われ、生物・イオン交換による反応器の可能性が示された。

* 引用文献

- 1) 津野ら：生物 \times 時間によるアモニア性窒素の硝化に関する基礎的研究：土木学会衛生工学討論会 1992