

II-476

生物学的硝化反応を利用するゼオライトの再生処理法に関する一考察

第一工業大学 正員 ○内田 晴敏

1. はじめに 本研究は、従来の薬品再生法に硝化反応槽を付加し再生液を循環させてゼオライトを再生する方法(以下、循環式生物再生法と記す)について、カラム法による低濃度アンモニア除去実験ならびに硝化菌の活性に悪影響を及ぼさないような低濃度のナトリウムを含んだ再生液による一過式再生実験を行い、設定した破過点に達するまでのアンモニア除去可能時間と完全再生に要する再生時間に関する考察から、その実用化の可能性を検討したものである。

2. 実験方法および実験条件

2-1. カラム法によるアンモニア除去実験

ゼオライトはNa⁺型クリノプチロライト(粒径1.0~1.19mm)を用い、これを直径50mmの透明アクリル製カラムに約1m充填(充填体積; 1944cm³、乾燥重量; 1825g)して実験に供した。塩化アンモニウム(1級)を水道水で希釈調整した原水を上向流でカラムに供給した。実験条件は、原水のアンモニア濃度を2.0±0.1mgN/l、通水速度を空塔速度(Space Velocity)として8.33 1/hr、線速度(Line Velocity)として200m/dayとした。なお、水温は実験期間中ほぼ15±2°Cの範囲内であった。

2-2. 低濃度の再生液を用いた一過式再生実験

上述の実験で得たアンモニア吸着ゼオライト(実測値q_e=3.55mgN/g)をカラム(直径31mm、高さ250mm)に乾燥重量で100g、147mm[110cm³]充填して実験に供した。再生液は塩化ナトリウム(1級)を水道水で設定濃度に希釈したもので、これをマイクロチューブポンプで上向流式によりカラムに供給し、流出水(以後、再生廃液と記す)は全て回収した。硝化菌の活性に対して悪影響を及ぼさないようなナトリウム濃度は、既往研究^{(1),(2)}から0.3規定程度までであった。そこで、本実験では、再生液中のナトリウム濃度を0.05, 0.1, 0.2規定、通水速度を基本的には空塔速度SV=10 1/hrとし、一部SV=5 1/hrで行った。なお、水温は実験期間中15±1°Cとほぼ安定していた。

3. 実験結果および考察

3-1. アンモニア除去実験 カラム流出水中のアンモニア濃度と通水倍量(CV)の関係を図-1に示す。図から、破過点を0.2mgN/lとした場合には、CVは1250程度、通水時間は約150hrであった。なお、破過点に至るゼオライトの平均アンモニア吸着量および飽和吸着量はそれぞれ2.52mgN/g, 3.57mgN/gであった。ところで、破過点までの通水倍量は、空塔速度を小さくすると多少大きくなる傾向があるものの、ほとんど空塔速度の影響を受けない^{(3),(4)}ことが知られている。また、空塔速度(SV)と急速砂ろ過で用いられる線速度(LV)とは、SV=LV/ゼオライト充填層厚(m)の関係にある。そこで、線速度と空塔速度が等しいゼオライト充填層厚1mの場合について、急速砂ろ過で通常設定される通水速度(LV=4.2~6.3m/hr)における破過点までの通水時間を推定してみると約200~300時間程度であった。これは、アンモニア濃度が1~2mgN/l程度の原水をSV=6, 12 1/hrで通水した結果、1~数週間平均80%以上除去可能とした報告⁽⁴⁾とほぼ一致する。ゼオライト充填層厚をさらに大きくできれば、通水時間はさらに長くなると考えられる。

3-2. 再生実験 各実験条件下で得られた再生

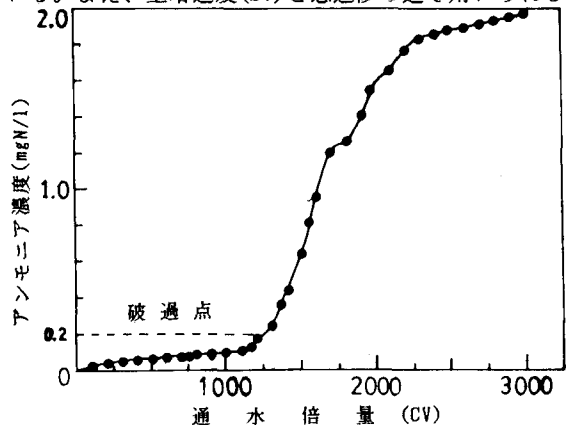


図-1 アンモニア破過曲線

廃液中の溶出アンモニア濃度と通液倍量(CV)との関係を図-2に示す。また、回収した再生廃液のアンモニア濃度により算出した累積アンモニア溶出量を全吸着量 ($q_e \times$ 乾燥ゼオライト重量 = 355 mgN) で割って求めた再生率と通液倍量との関係を図-3に示す。図-2からナトリウム濃度の影響は、通液初期には著しいが通液量が増加するにつれ軽減される傾向にあり、高濃度のナトリウム塩の再生液を用いた既往研究⁽⁴⁾の結果と同じであることが示された。また、ナトリウム濃度による初期のアンモニア溶出量への影響が通液量の増加に伴って再生率に明らかな差を生じさせている(図-3参照)。一方、通液速度の影響は、再生率でみると明らかである。図-3において SV=5 1/hrの場合CV=225程度ではほぼ完全に再生されるのに対して、SV=10 1/hrではCV=300でも90%の再生率を示した程度であった。このことから、既往の研究結果と同様に、通液速度を小さくすれば完全再生に要する通液量を削減できると考えられる。さて、図-3に示したRUN-1,-2の場合、完全再生に要した通液時間はそれぞれで24時間、46時間程度であった。本実験では再生率を正確に把握するためほぼ飽和吸着量に達したゼオライトを用いたが、破過点に達した時点で再生液を通せばさらに短い時間で完全再生されることが考えられる。ところで、循環式生物再生法では生物処理後の再生液中に多少のアンモニアを含むことになるので本実験の結果より長い再生時間が必要になるとも考えられるが、本実験のような条件下で再生処理すれば数日以内には完全再生できると推察されよう。以上のことから、1~数mgN/l程度のアンモニアを含む原水を急速ろ過法と同等の通水速度で処理すれば破過点までのアンモニア除去可能な時間は1~数週間程度であり、一方、循環式生物再生法では数日以内に完全再生可能と推察される。

4. おわりに 以上の結果および推察から、循環式生物再生法は低濃度のアンモニアを除去する場合に適用可能と考えられる。本再生法は硝化反応槽での処理効率によって再生処理全体の効率が決定されるので、今後、硝化反応槽を付加した実験によりその実用化の可能性をさらに検討する予定である。なお、本研究は東北大学工学部、水道工学研究室(当時)にて行ったことを付記し、関係各位に謝意を表す。

<参考文献> (1) Loveless J.E., et.al "The Influence of Metal Ion Concentrations and pH Value on the Growth of a Nitrosomonas Strain Isolated from Activated Sludge." J.gen.Microbiol., Vol.52, 1968 (2) 酒井龍司「付着生物膜の硝化活性に与える海水濃度の影響」東北大学大学院修士学位论文、昭和59年度 (3) McLaren J.R., et.al "Factors Affecting Ammonia Removal by Clinoptilolite" J.ASCE, Vol.99, EE4, 8/1973 (4)建設省土木研究所「窒素の除去に関する調査報告書(2)ーゼオライトによるアンモニア性窒素の除去ー」建設省土木研究所資料 第1490号

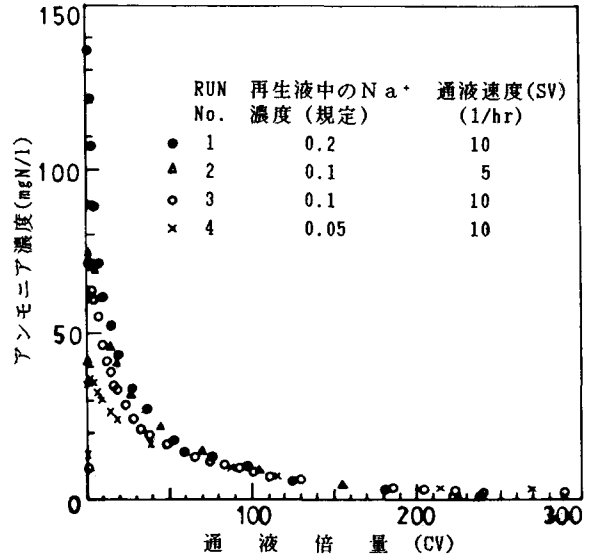


図-2 再生廃液中の溶出アンモニア濃度変化

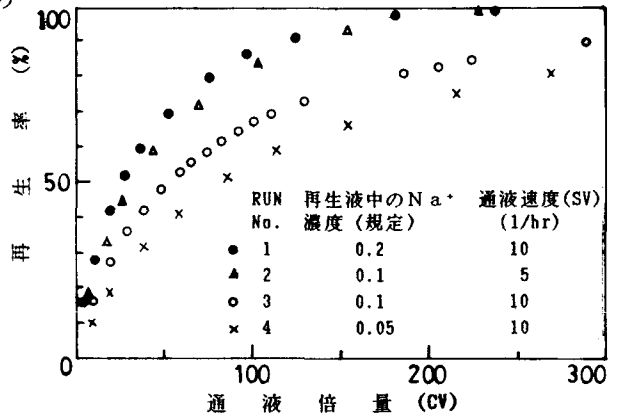


図-3 再生率と通液倍量との関係