

II-117 低濃度で馴致された生物膜の硝化活性

福島高専 ○原田正光
 榊小島製作所 斎藤幸孝

1. はじめに

河川及び湖沼水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は数 mg/l 程度以下である場合が多く、これらの水中で固体表面に付着している硝化細菌やこれらの原水の浄化を行う目的で設置された処理槽内の硝化細菌は、低濃度で馴致を受けていることになる。最近では、要求される水質レベルも次第に高くなってきており、この低濃度域をカバーする生物学的硝化についてもその情報を蓄積しておくことが必要である。本研究では、低濃度域における硝化細菌の活性について、室内において低濃度で馴致された硝化細菌を用いて、回分実験によりその活性を求めてみた。

2. 実験方法

2-1. 処理実験

内径73mmの円筒型カラムに粒径2mmの多孔質セラミックスを汭層厚200mmに充填した処理槽内に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度1 mg/l に調整した人工原水を1.2 l/hr の流量で通水して処理実験を行った。そして、定期的に原水及び処理水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度及び汭層内濃度分布を測定した。

2-2. 付着SS量、VSS量及び細菌数の測定

処理性能が安定していた時期に、汭層の0～2.5、2.5～5、5～10、10～15、15～20cm部分の汭材を汭材間の抑留物ごと採取して、ビーカー内で強く攪拌し、超音波処理することによって生物膜を汭材から剝離させ、各汭層ごとのSS量及びVSS量を求めた。更に、表層(0～2.5cm)部分の生物膜について、従属栄養細菌数、亜硝酸菌数及び硝酸菌数の測定を行った。尚、VSSの測定では強熱温度600℃、2時間強熱とした。従属栄養細菌数は、PGY培地を用いて培養温度20℃、培養日数7日間で平板法により求めた。また、亜硝酸菌及び硝酸菌は専用培地を用いて、培養温度27℃、培養日数それぞれ30日、40日でMPN法により求めた。

2-3. 硝化活性の測定

(1) 比除去速度及び飽和定数

6個のビーカーに表層部分の懸濁液を500 ml 採取し、これに $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が4 mg/l まで6段階になるように NH_4Cl 標準液を添加して、マグネチックスターラーで緩やかに攪拌しながら、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の経時濃度を測定した。また、 $\text{NO}_2\text{-N}$ については、 NaNO_2 標準液を添加して、別系統で行った。

(2) 汭層深さ方向の硝化活性

5個のビーカーに各層から採取した懸濁液を500 ml 採取し、初期濃度1 mg/l になるように NH_4Cl 標準液を添加し、マグネチックスターラーで攪拌しながら経時濃度の測定を行った。また、 $\text{NO}_2\text{-N}$ については、初期濃度0.5 mg/l になるように NaNO_2 標準液を添加して行った。

3. 結果及び考察

3-1. 処理状況

回分実験の前1週間の処理状況は、原水及び処理水の平均 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度はそれぞれ1.076、0.015 mg/l であった(測定回数8回)。図-1は、回分実験直前の汭層内無機性窒素濃度の分布を示す。汭層内の平均流速は1.4 cm/分 であり、表層から深さ5 cm 部分を通過するのに3.5分ほど要する。

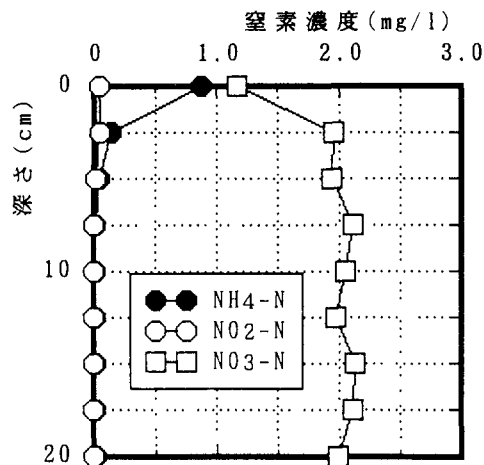


図-1 汭層内の無機性窒素濃度分布

この間に、95%の $\text{NH}_4\text{-N}$ が除去されていたことになる。

3-2. 付着VSS量及び細菌数

図-2は、各汙層ごとのVSS量を示す。VSSの中味は、従属栄養細菌や硝化細菌をはじめとする細菌類及び原生動物、そしてこれらの生物の代謝産物から成るものと考えられる。表層部分は中層及び下層部分のおよそ2倍のVSSを抑制していた。特に表層の最上部は茶黄色の硝化細菌群と思われる生物膜で覆われていた。表層部分の従属栄養細菌は 8.2×10^9 MPN/gVSS、亜硝酸菌及び硝酸菌はそれぞれ 7.7×10^{10} 、 1.6×10^{11} MPN/gVSSであった。処理実験で用いた合成基質は有機炭素源を含まないことから、この従属栄養細菌は、主に硝化細菌によって合成された有機炭素を栄養源として増殖したものと考えられる。

3-3. 比除去速度と飽和定数

図-3は $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$ について、回分実験の結果から比除去速度を求めて、初期濃度との関係をプロットしたものである。比除去速度は濃度に対してMonod型の式で表すことができ、この時の最大比除去速度と飽和定数を図中に示す。文献などで報告されている*Nitrosomonas* sp.の菌体収率 $Y=0.03 \sim 0.13$ (gVSS/gN) 及び最大比増殖速度 $\mu_{\max}=0.46 \sim 2.2$ (1/day) から求めた最大比 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去速度は $q_{\max}=150 \sim 3100$ mgN/gVSS/hrとなり、これに比べて今回求めた値がかなり小さいものであることがわかった。

3-4. 汙層深さ方向の硝化活性

図-4は、汙層深さ方向の比除去速度を示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$ いずれにおいても表層から深さ5cm部分を境にして、比除去速度が大きく異なっており、この傾向は汙層内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の分布と良く対応していた。そして、汙層内部のように $\text{NH}_4\text{-N}$ または $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が低い領域においては、比除去速度が小さくなることが示された。

4. 結論

- ① 汙層の表層部分は、中層及び下層部分のおよそ2倍のVSSを抑制していた。また、表層部分の従属栄養細菌は 8.2×10^9 MPN/gVSS、亜硝酸菌及び硝酸菌はそれぞれ 7.7×10^{10} 、 1.6×10^{11} MPN/gVSSであった。
- ② $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{NO}_2\text{-N}$ についての最大比除去速度は、それぞれ7.2、4.6 mgN/gVSS/hrであり、報告されている値よりかなり小さかった。
- ③ 汙層の深さ方向の比除去速度は汙層内 $\text{NH}_4\text{-N}$ または $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の減少と良く対応して、これらの濃度が低い領域ではその値は小さくなることが示された。

おわりに、実験等でお手伝い戴いた福島高専学生の橋本泰寿君に、記して謝意を表す。

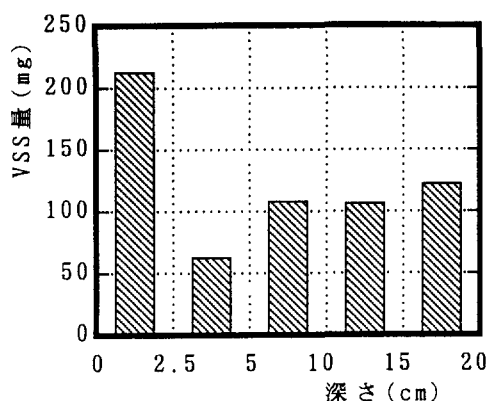


図-2 汙層内のVSS量

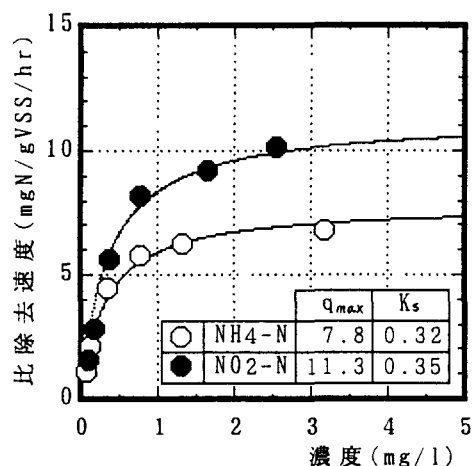


図-3 濃度と比基質除去速度との関係

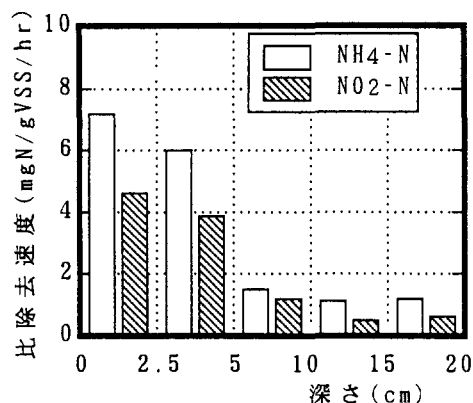


図-4 汙層内の比除去速度の分布