

II-89

流動床による窒素の除去に関する研究

岩手大学工学部 学 ○遠藤拓央 洩向昭博
正 海田輝之 大村達夫 相沢治郎

1. はじめに

下水中の窒素除去は水域の富栄養化を防止する上で必要不可欠である。窒素の除去法としては、コスト的に生物学的な硝化・脱窒素法が有利であるとされ、従来から多くの研究がなされてきた。本研究は微生物を担体に固定化して菌のwash outを防いで高濃度の菌を反応器内に保持し、三相流動床を用いて窒素の除去について検討したものである。特に、本実験では流出水の返送を行わず、一つの反応器においてどの程度まで流入水中のNH₄-NがN₂ガスとして除去できるか、また、脱窒菌が担体のどの部分に存在するかについて実験的検討を加えた。

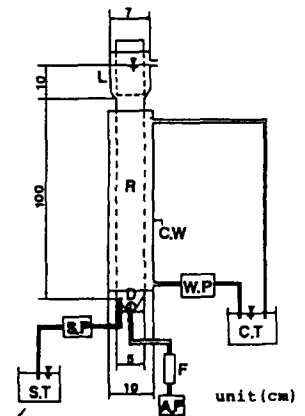
2. 実験装置および方法

図-1に本実験で用いた三相流動床の概略を示す。実験開始時には担体に充分硝化菌を付着させるため内筒に、アンバーライト (IRA-938) 500ml (みかけ体積)、表-1に示す培地、そして活性汚泥を植種として入れ1週間程度回分培養を行なった。その後連続実験を開始した。流入NH₄-N濃度は二次処理水を対象として約30mg/lとし、pHの低下を防ぐためにリン酸緩衝液を基質流量の約2%の割合で注入し、基質のpHを約7.4とした。反応槽内の水温は20±2℃とした。水理的滞留時間は2時間とした。その後、基質中にメタノールを、さらにグルコース10mg/lを添加し、脱窒特性を検討した。

また、担体内における脱窒菌の付着状況を調べるため、200ml ビーカーに20mlの蒸留水とカラムから取り出した担体20mlを入れ、スターラーにより担体を徐々に壊し、遠心分離後、上澄水中の脱窒菌濃度をMPN法で測定するという操作を3回繰返した。ただし、この操作によって、担体は担体間の摩擦によって少しずつ表面から削られる方が担体中央部などから壊れるものより絶対的に多いことを実体顕微鏡によって予め確認した。

3. 実験結果および考察

図-2に流出各態窒素濃度等の経日変化を示す。流出NH₄-N濃度は実験開始後すみやかに低下し、20日以降では1mg/l以下を維持した。流出NO₂-Nは、実験開始後20日までは蓄積し13mg/l程度になり、亜硝酸酸化菌の増殖がアンモニア酸化菌よりも遅れたことを示しているが、1ヶ月程度経過すれば流出NO₃-Nは0.05mg/l以下であり、硝化率は95%以上を維持できた。流出NO₂-N濃度も実験開始から25日間で徐々に増加し、その後40日まではほぼ22mg/l程度で定常となった。この定常時の窒素収支をとると、硝化菌の収率を0.17mgcell/mgNH₄-N⁻¹とし菌の実験式をC₅H₇N_{0.2}としても菌合成に用いられるNH₄-Nは0.6mg/l程度であり、これと流出各態窒素濃度を合せても流入NH₄-N濃度より低くなった。こ



- A.P: air pump
- C.T: constant water tank
- C.W: constant water column
- D: diffuser
- F: flow meter
- L: solid-liquid separator
- S.T: substrate tank
- S.P: substrate pump
- W.P: water pump

図-1 流動床

表-1 基質組成

(NH ₄) ₂ SO ₄	0.1415g
	(30mg as N)
NaCl	0.085g
K ₂ HPO ₄	0.283g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.085g
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0.0085g
Tap Water	1.0l

の期間には有機炭素を加えていないので、脱窒量も少ないと考えられ、また、本実験で用いた担体が陰イオン交換樹脂であることを考慮すると、担体に $\text{NO}_2\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ が吸着されたと考えられる。同一のカラムで硝化に加え、脱窒も同時に生じさせ、廃水中の窒素の除去を検討するため、図-2中のMで示した時点でメタノールをTOCで32mg/lとなるように基質中に加えた。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度はメタノールを添加した直後は直前より40%低下したが、徐々に添加前の濃度にもどり、流出 $\text{NO}_3\text{-N}$ は19mg/l程度でこれ以上脱窒は進まなかった。メタノール濃度をさらに増加し流入TOCで50mg/lとし、さらにカラム内に活性汚泥を植種(図中のI)しても流出 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は添加又は植種直後は $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は減少するが、その後徐々にもどるといった同様の傾向が観察された。流出メタノール濃度はTOCで10mg/l以下であるにもかかわらず、窒素除去率は40%程度であった。これはカラム内のDOが6mg/l程度存在するため担体内で嫌氣的部分が少ないためと考えられる。そこで上記の実験に続けて基質にグルコースを12mg/l添加した(図中のG)。カラム内DOは4mg/l程度まで低下し、それにつれて $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は有機物添加直前の50%まで徐々に減少し、脱窒率は55%となった。今後さらに継続実験が必要であるが、以上より単一のカラムで水理学的滞留時間2時間で硝化はほぼ100%、窒素除去率も55%、有機物も90%除去できることが明らかになった。

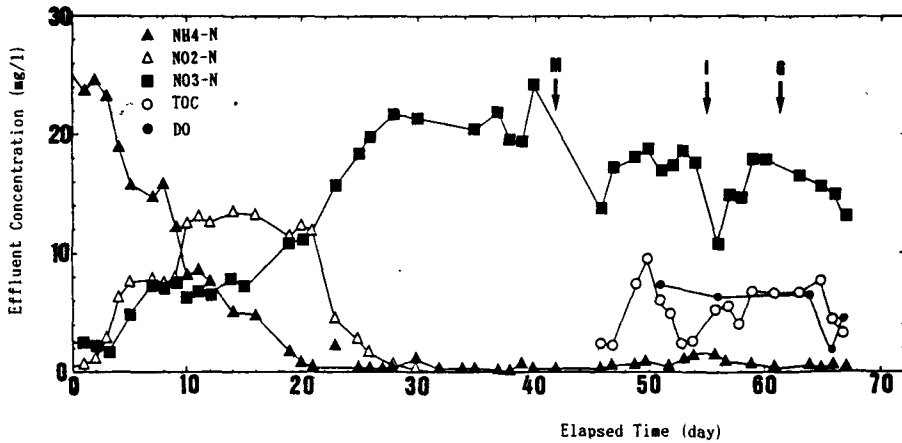


図-2 流出濃度の経時変化

次に、表-2にカラムから担体を取り出し、徐々に表面から担体を壊して求めた脱窒菌の濃度分布を占めず。5分、10分後では脱窒菌数はさほど変わらないが20分後ではほぼ1桁多くなっている。これより脱窒菌は担体表面近くにも付着していることが分り、何等かの方法でさらにDO濃度を低下されれば脱窒率は向上すると考えられる。

4. おわりに

流出水の返送を行わない単一のカラムで環境条件を整えれば硝化はほぼ100%、脱窒も50%以上達成できることが分った。今後は実二次処理水を用いてさらに検討したい。

参考文献

1) U.S.EPA., Process design manual for nitrogen control, 1975

表-2 脱窒菌濃度の分布

経過時間(分)	菌濃度 (cell/ml)
5	3.8×10^4
10	2.6×10^4
20	2.7×10^5