

II-402 生物汚過による生物学的硝化における汚材付着バクテリアの分布

福島工業高専 正会員 ○原田正光
小島製作所 斉藤幸孝

1. はじめに

アンモニア態窒素濃度が1mg/l程度の人工原水を用いて、多孔質セラミックを充填した生物接触汚過槽による生物学的硝化の室内実験を行い、汚層内のアンモニア態窒素濃度分布や付着バクテリア数分布、汚層洗浄後の硝化特性などについて検討を行ってきた。今回は、一連の実験において、低濃度で馴致されている付着バクテリアの汚材表面及び内部の分布状況について、幾つかの知見を得たので報告する。

2. 実験方法

図-1に実験装置の概要を示す。実験では粒径が2mm（処理槽Ⅰ）または5mm（処理槽Ⅱ）の多孔質セラミックを20cmの層厚に充填した、実容量1ℓの円筒型カラムを処理槽として用いて、これに表-1に示す合成基質をアンモニア態窒素濃度が約1mg/lになるように調整した人工原水を、汚過速度約30cm/hrで通水して処理実験を行っている。今回の実験では先ず、処理性能が安定している時期に、汚層の表層（0-2.5cm）、中層（7.5-10cm）、下層（15-17.5cm）部分の汚材を逆洗により採取して、汚材と抑留SSを分離した。次に、汚材を蒸留水の入ったビーカー内でマグネチックスターラーを用いて強攪拌を行い、汚材表面に付着しているバクテリアを懸濁させて、この懸濁水中のアンモニア酸化細菌の計数を行い、これを汚材表面のアンモニア酸化細菌数とした。計数は、MPN法を用いて培養日数30日、培養温度27℃で行った。また、SEM（日本電子社製 JSM T-20）を用いて、汚材の表面及び内部に付着したバクテリアの観察を行った。尚、SEM観察の試料は、2%グルタルアルデヒド固定、濃度50%から10%ずつ90%までエタノール脱水、t-ブタノール置換、真空凍結乾燥後、金蒸着した。

3. 結果及び考察

写真-1及び写真-2は、それぞれ処理槽Ⅰの表層部分の汚材表面及び内部のバクテリアの分布状況を示す。処理槽から採取した汚材の表面は部分的に粘質物で覆われ、その内部にバクテリアが埋もれた状態で微生物フロックを形成している。この粘質物は汚材間隙の抑留SSまで延びて、その一部にも成っている。そして、抑留SSは逆洗によって、汚材表面の微生物フロックとともに汚材表面から剝離する。写真-1は逆洗によって汚材表面の粘質物を剝離させた後の汚材表面の状態である。写真-3は、この時剝離した抑留SS中のバクテリアである。汚材表面のSEM写真に比べて、多数のバクテリアが観察されるが、これは抑留SSを遠心分離によって濃縮したためであり、実際には抑留SS中のバクテリアは、同じ汚層体積中で汚材表面のバクテリアよりも 10^2 のオーダー少ないことがわかっている¹⁾。

汚材の表面には、桿菌、ラセン菌、球菌及び糸状性微生物が粘質物を伴い、あまり密集的でない状態で付着していた。これらのバクテリアのうちいずれが硝化細菌であるかについ

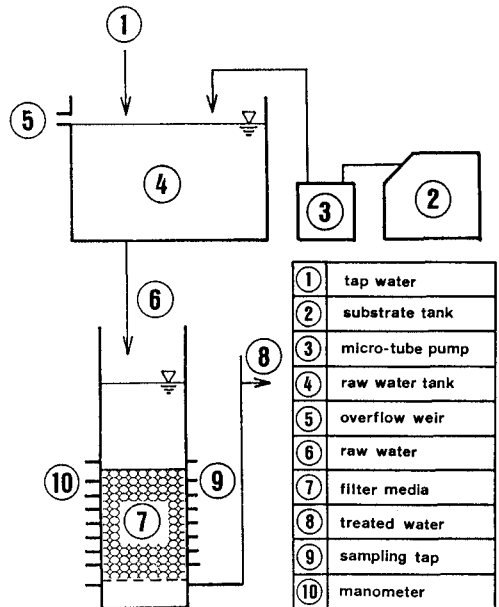


図-1 実験装置の概要

表-1 合成基質

NH ₄ Cl	1528 mg/l
KH ₂ PO ₄	438 mg/l
K ₂ HPO ₄	140 mg/l
MgSO ₄ ・7H ₂ O	634 mg/l
CaCl ₂ ・2H ₂ O	345 mg/l
NaHCO ₃	1825 mg/l

ては同定を行っていない。また、これらの中には一般細菌も含まれており、例えば処理槽Ⅰの抑留SS中の一般細菌数は表層部分でアンモニア酸化細菌数の1/10程度であった¹⁾。写真-2から、バクテリアの付着が確認できるのは表面から150 μm 程度のところまでであるが、圧倒的にその数が多いのは汙材表面、あるいは表面からむき出しになっている数10 μm 程度の凹部であった。これは処理槽Ⅱの汉材でも殆ど同様であった。処理槽Ⅰ、Ⅱの汉材の平均粒径はそれぞれ1.93mm、4.46mmであるので、バクテリアが多数付着している汉材表面近傍部分は、汉材体積のそれぞれ10%、4%程度を占めているに過ぎない。今回この部分に付着しているバクテリアを、強力な攪拌を行うことによって剝離させ、その中のアンモニア酸化細菌数を測定した。そして、汉材表面を球形と仮定して、汉材表面の付着密度を概算してみた。表-2は汉材表面のアンモニア酸化細菌の付着密度を示す。処理槽Ⅰにおいて、汉材のアンモニア酸化細菌の付着密度は汉層深さによって大きく異なり、表層に比べて中層及び下層は著しく付着密度は低かった。これは、アンモニア態窒素が汉層の中層以深では殆ど残存していなかったこと²⁾に良く対応している。一方、全層にアンモニア態窒素が存在していた処理槽Ⅱでは、汉層の深さ方向に大きな違いは見られなかった。また、最も付着密度が高い処理槽Ⅰの表層部分の汉材の付着密度は、 $3\text{cells}/(5\mu\text{m})^2$ と換算できる。SEM写真に写っているバクテリアの分布は必ずしも均一ではないので、SEM写真の結果からバクテリアの付着密度を求める場合にはかなりの誤差を伴うと思われるが、培養によるカウントから計算した付着密度よりは、実際にSEM写真から観察される汉材表面のバクテリア数は幾分多いようである。これらのバクテリアの中には一般細菌やその他のバクテリアも当然含まれており、アンモニア酸化細菌はSEM写真で観察されるバクテリアの一部である。従って、今回求めたアンモニア酸化細菌の付着密度は、オーダー的には妥当な数値であると考えられる。

4. まとめ

低濃度アンモニア原水を用いて馴致した生物接触汉過槽における汉材表面及び内部のアンモニア酸化細菌の分布状況を調べ、バクテリアの付着が圧倒的に多いのは汉材の表面及び表面から数10 μm 程度までの凹部であること、培養によるカウントから求めた付着密度は、SEM観察の結果とオーダー的には概ね一致していること、等が示された。おわりに、実験等でお手伝い戴いた福島高専学生山名成彦君に記して謝意を表する。

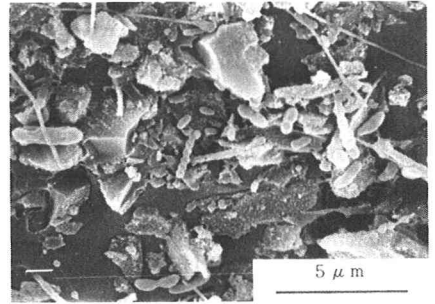


写真-1 汉材表面のSEM写真

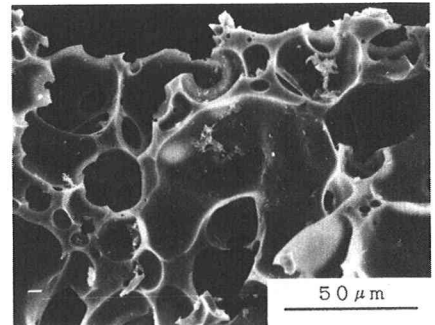


写真-2 汉材内部のSEM写真

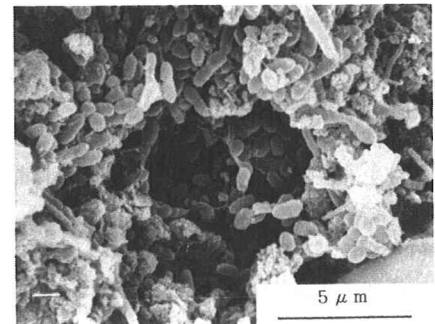


写真-3 抑留SSのSEM写真

表-2 アンモニア酸化細菌の付着密度

	処理槽Ⅰ（汉材粒径2mm）		処理槽Ⅱ（汉材粒径5mm）	
	付着数 cells/medium	付着密度 cells/mm ²	付着数 cells/medium	付着密度 cells/mm ²
表層	1.4×10^6	1.2×10^5	2.4×10^5	3.8×10^3
中層	2.8×10^3	2.4×10^2	4.3×10^4	6.9×10^2
下層	2.9×10^2	2.5×10^1	7.9×10^4	1.3×10^3

（参考文献） 1) 原田、斉藤(1992);土木学会支部講、pp.302-303

2) 原田(1991);土木学会支部講、pp.240-241