Ⅱ－115　生物沪過を用いた低濃度アンモニアの硝化における付着バクテリアの沪層内分布

福島工業高専　正会員　○原田正光
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沪過槽による生物学的硝化の室内実験を行い、沪層内のアンモニア態窒素濃度分布や沪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沪層内の付着バクテリアの分布状況について調べ、幾つかの知見を得たので報告する。

２．実験方法

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 の処理槽を用いて、これに合成基質を水道水でアンモニア態窒素濃度が約1mg/lになるように希釈した人工原水を、沪過速度約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、処理槽内の沪層の表層（0-2.5cm）、中層（7.5-10cm）、下層（15-17.5cm）部分の沪材を蒸留水の入ったビーカーに採取して、抑留ＳＳをビーカー内で静かに懸濁させることによって沪材と分離した。一方、沪材は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撹拌を行い、沪材表面に付着しているバクテリアを懸濁させた。このようにして得られた２種類の懸濁水を用いて、それぞれ抑留ＳＳ中及び沪材表面の付着バクテリアの計数を行った。バクテリアの計数は、一般細菌及びアンモニア酸化細菌について、前者は平板法を用いて培養日数3日、後者はＭＰＮ法を用いて培養日数30日、ともに培養温度27℃で行った。また、抑留ＳＳについては、グラスファイバー沪紙を用いてＳＳ量の測定も行った。

３．結果及び考察

表-1は、抑留ＳＳ中の一般細菌及びアンモニア酸化細菌数を示す。抑留ＳＳ中のアンモニア酸化細菌数は、沪層深さ方向に減少し、下層は表層よりも10^1のオーダー程度少なかった。また、処理槽Ⅱの方が抑留ＳＳ中のアンモニア酸化細菌は沪層の各層で処理槽Ⅰよりも多かった。沪層内のバクテリアの中には一般細菌も含まれており、処理槽Ⅰの抑留ＳＳ中の一般細菌は、各層でアンモニア酸化細菌より少ないという結果が得られた。基質には有機炭素源は含まれていないことから、硝化細菌の代謝産物中の有機炭素源を利用した形で、これら一般細菌の増殖が起きていたものと考えられる。

今回実験に供した抑留ＳＳは前に沪層の洗浄を行ってから、処理槽Ⅰ、Ⅱでそれぞれ275日、232日経過する間に沪材間に抑留されたものである。この時点でいずれの処理槽においても損失水頭の変化はあまりなく、沪層の閉塞は起きていなかった。運転日数の違いは40日程度であったが、抑留ＳＳ量は処理槽Ⅰの方が表層では処理槽Ⅱのおよそ2倍であり、下層ではあまり違いはなかった。処理槽Ⅰにおける表層、中層及び下層について、抑留ＳＳ中のＶＳＳからＶＳＳ／ＳＳを求めてみると、それぞれ0.55、0.40、0.27となり、沪層内の抑留ＳＳ中の有機物量にも深さ方向に大きな違いがあることがわかった。表-2は、単位抑留ＳＳ量あたりのアンモニア酸化細菌数を示す。抑留ＳＳ中のアンモニア酸化細菌は、処理槽Ⅱの方が処理槽Ⅰよりも、密に付着していることがわかった。

表-1　抑留ＳＳ中の一般細菌及びアンモニア酸化細菌数
（いずれも沪層1ml中の菌数）

	処理槽Ⅰ		処理槽Ⅱ
	一般細菌	ｱﾝﾓﾆｱ酸化細菌	ｱﾝﾓﾆｱ酸化細菌
表層	2.1×10^5	3.7×10^6	1.5×10^7
中層	1.7×10^5	2.5×10^5	-
下層	6.5×10^4	1.8×10^5	1.6×10^6

これには、沪材間隙率や抑留ＳＳ量の違い、またはこれによる基質の流れの違いなどアンモニア酸化細菌を取り巻く微妙な環境の違いが影響していたものと考えられる。

表-3は、沪材表面のアンモニア酸化細菌数を示す。沪材表面のアンモニア酸化細菌数は、処理槽Ⅰでは表層から中層、下層へと激減するのに対して、処理槽Ⅱでは深さ方向にあまり大きな減少はなかった。そして、表層では処理槽Ⅰの方が圧倒的にその数は多かったが、中層及び下層では逆に処理槽Ⅱの方が多くなる傾向を示した。

表-2　抑留ＳＳ量当りのアンモニア酸化細菌数

	処理槽Ⅰ (cells/mgSS)	処理槽Ⅱ (cells/mgSS)
表層	5.6×10^5	4.1×10^6
中層	1.6×10^5	-
下層	2.8×10^5	1.9×10^6

表-3　沪材表面のアンモニア酸化細菌数

(沪層1ml中の菌数)

	処理槽Ⅰ	処理槽Ⅱ
表層	2.5×10^8	3.2×10^6
中層	5.0×10^5	5.8×10^5
下層	5.2×10^4	1.1×10^6

沪材表面と抑留ＳＳ中のアンモニア酸化細菌数を比較すると、処理槽Ⅰでは、表層で沪材表面の方が抑留ＳＳ中より10^2のオーダーで多かったが、下層で逆に少なかった。一方、処理槽Ⅱでは、各層で沪材表面よりも抑留ＳＳ中の方が多かった。このように、処理槽Ⅱの全層あるいは処理槽Ⅰの下層部分では、沪材表面にはまだ付着できる部分が充分にあるにもかかわらず、沪材表面よりも抑留ＳＳ中のアンモニア酸化細菌数が多かったのは、この部分では沪材間隙の方がアンモニア酸化細菌にとって増殖しやすい環境であったということになるが、それがどのような環境であるかという点についてはまだ検討を行っていない。

今回の実験から、アンモニア酸化細菌は沪材表面だけでなく、抑留ＳＳにも相当数付着していることが示された。この抑留ＳＳは沪層の洗浄によって処理槽外に排出されることから、洗浄後に処理性能の低下が起こることは容易に推察されるが、洗浄後の処理性能に関する実験から、処理槽としての一時的な性能の低下を起こすが、沪材に付着したアンモニア酸化細菌によってその後の処理性能の回復が著しい速さで行われることが確かめられている[1)]。また、沪層内のアンモニア態窒素濃度分布の測定から、アンモニア態窒素は処理槽Ⅰでは7.5cm以深の沪層には殆ど残存しないのに対して、処理槽Ⅱでは下層まで残存することがわかっている[2)]。アンモニア酸化細菌数の分布は、沪層内のアンモニア態窒素濃度の分布に影響を及ぼしていたが、アンモニア態窒素が殆ど残存しない沪層においても、10^5のオーダーでアンモニア酸化細菌が存在することが確かめられた。

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沪過槽内のアンモニア酸化細菌は、充填沪材の粒径の違いにより、沪材及び抑留ＳＳへの付着という観点からの沪層内分布が異なることがわかった。その中で、アンモニア酸化細菌が沪材表面だけでなく抑留ＳＳにも相当数付着していること、アンモニア態窒素が検出されない沪層においてもアンモニア酸化細菌の付着があること、等が確かめられた。

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。

(参考文献)　1)原田他(1991);土木学会年講(Ⅱ)、pp.398-399
2)原田(1991);土木学会支部講、pp.240-241