

VII-52

生物膜内硝化活性に及ぼす基質影響の微小電極による評価

長岡技術科学大学 ○学 風間 哲也 学 Oliver Alvear
正 原田 秀樹 正 大橋 晶良 正 桃井 清至

1. はじめに

生物膜水処理プロセスにおいて、生物膜内では硝化細菌群と他栄養細菌群が混在した密なアグリゲート増殖体を形成しており、複雑な微生物生態学的相互作用の場となっている。すなわち、集塊増殖体内では酸素の拡散速度が硝化細菌群と他栄養細菌群との競合状態に大きく影響し、浮遊増殖形態とは異なる特異的な生物学的諸特性を獲得していると考えられる。従って、生物膜法による生物学的窒素除去プロセスの効率的な稼動には、生物膜内の基質濃度の測定が非常に重要な課題となっている。著者らはすでに、生物膜内での pH、アンモニウム、及び硝酸イオン濃度測定のための微小電極を開発¹⁾しており、本研究では DO 微小電極を新たに開発し、生物膜内硝化活性への基質の影響を評価した。

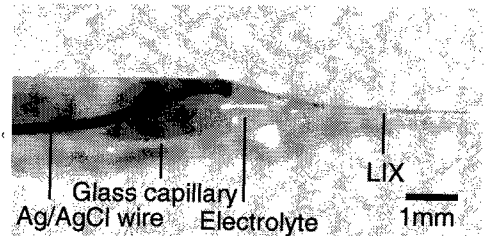


Fig.1-1 Magnified view of Ion-selective microelectrode

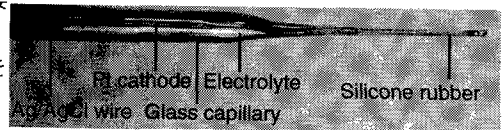


Fig.1-2 Magnified view of DO microsensor

2. 実験方法

2. 1 微小電極

本研究で開発した微小電極の写真を Fig.1-1、1-2 に示す。Fig.1-1 はイオン選択性微小電極であり、ガラス管を図に示したような微小電極の形に引き、胴体部に電解液及び Ag/AgCl 線、先端にはイオン交換液膜 (LIX) を充填した。先端径はおよそ 20 μ m である。Fig.1-2 の Clark type の DO 微小電極は白金電極、電解液および Ag/AgCl 線を、先端にシリコン膜を形成させたガラス管内に挿入した複合電極になっており、pH 及び溶液の攪拌の影響を低減できる特徴を持っている。先端径はおよそ 200 μ m である。

2. 2 生物膜の作成方法

基質濃度プロファイルの測定に用いた生物膜は、自然に形成された生物膜を用いずに、ジャーファーマンターで NH₄Cl 基質培養（反応槽容積 2L、容積負荷 325mg-N/L·day、培養温度 30℃）した活性汚泥を用いて作成した。浮遊の活性汚泥を用いて生物膜を作成することによって、膜厚、菌層等を自由に変わることができ、目的の生物膜が容易に作成できる利点を持つ。作成方法は、型枠（直径 7mm、厚さ 2mm）を固定した遠沈管内に活性汚泥を投入し、遠心分離（3000rpm、約 1000g、1min.）による締め固めにより型枠内に生物膜を形成させた。この方法によって、生物膜厚 2mm、乾燥密度 40~50g/L の生物膜ができる。

2. 3 実験装置及び測定方法

生物膜内基質濃度プロファイル測定装置を Fig.2 に示す。2. 2 によって作成した生物膜を型枠ごとセル中に固定し、

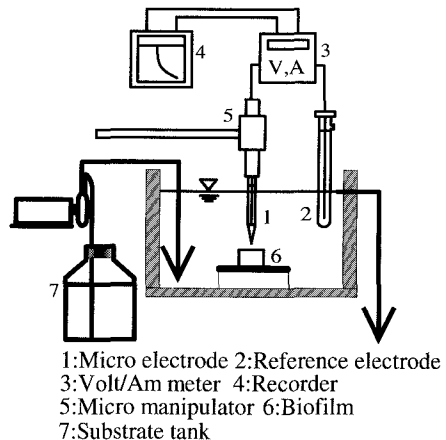


Fig.2 Experimental set-up

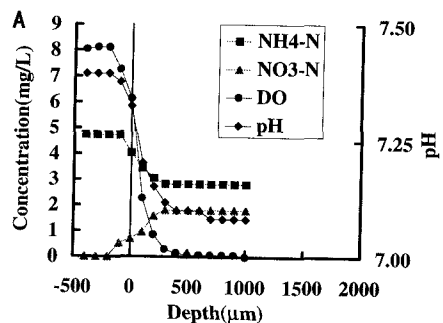


Fig.3-1 Profile of substrates concentration within nitrifying biofilm. NH₄-N=5mg/L DO=8mg/L

基質溶液を連続的に供給した。6時間の馴致後、濃度プロファイル測定した。測定は、微小電極を100 μ mピッチで生物膜内に貫入させ、各貫入深さでの電圧値（イオン電極）あるいは電流値（DOセンサー）を測定し、あらかじめ作成しておいた検量線から各基質濃度を計算した。なお、バルク液の温度は25℃に制御した。硝化への基質の影響を見るために表1に示す5つの基質条件で濃度プロファイル測定した。条件AとBはアンモニア性窒素濃度の影響を調べる系として、条件C,Dは酸素濃度の違いによる影響を調べるため酸素ばっきによりDOを16mg/Lに上昇させた系、硝化細菌と他栄養細菌との酸素消費の競合による硝化への影響を調査するためにグルコース（100mg/L）を添加した条件Eを設定した。

Table 1 Medium for microprofiles

	A	B	C	D	E
NH ₄ -N (mg/L)	5	10	5	10	5
DO (mg/L)	8	8	16	16	8
Glucose (mg/L)	0	0	0	0	100

3. 実験結果及び考察

生物膜内濃度プロファイル測定結果をFig. 3-1～5に示す。条件A(Fig. 3-1)では、アンモニア性窒素が5mg/Lから深さ300 μ mで3mg/Lに減少し、そのアンモニア性窒素減少量だけ硝酸性窒素が生成した。従って、pHは硝化に伴って、7.4から7.1に減少している。バルク液8mg/Lの溶存酸素濃度は深さ300 μ mではほぼ0となっており、硝化反応が停止した深さと一致している。このことから生物膜内では著しい酸素欠乏状態であることが分かる。アンモニア性窒素を10mg/Lに上昇させたBの系(Fig. 3-2)においても、アンモニア性窒素の消費量はAの系とほぼ同じであり、生物膜内では酸素拡散律速であるといえる。一方、酸素ばっきによりDOを16mg/Lに上昇させたC,Dの系(Fig. 3-3,4)では、アンモニア性窒素消費量及び硝酸性窒素生成量が3mg/Lに増加している。また、硝化の停止した深さが500 μ mへと深くなっている。この結果から、生物膜での硝化は溶存酸素濃度に大きく影響されるといえる。グルコースを添加したE系(Fig. 3-5)では、アンモニア性窒素減少量が1mg/Lにとどまり、硝酸性窒素の生成は認められなかった。すなわち、他栄養細菌との酸素消費の競合で硝化活性が容易に低下することが推察される。本結果より、生物膜内は溶存酸素が欠乏状態の酸素拡散律速であり、溶存酸素濃度が生物膜内の硝化反応を大きく支配し、他栄養細菌の活性が硝化反応に大きく影響を及ぼすと考えられる。

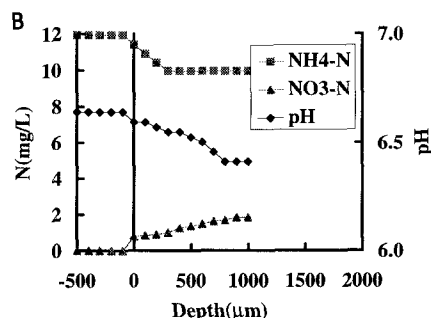


Fig.3-2 Profile of substrates concentration within nitrifying biofilm. NH₄-N=10mg/L DO=8mg/L

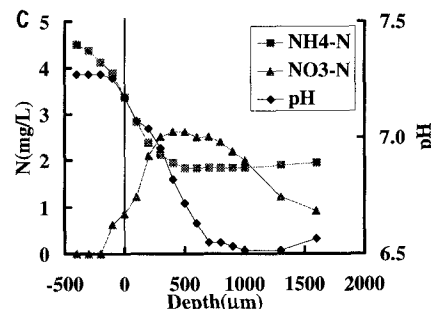


Fig.3-3 Profile of substrates concentration within nitrifying biofilm. NH₄-N=5mg/L DO=16mg/L

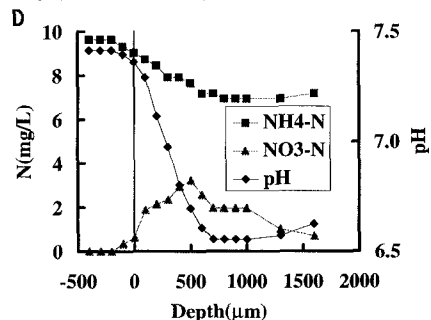


Fig.3-4 Profile of substrates concentration within nitrifying biofilm. NH₄-N=10mg/L DO=8mg/L

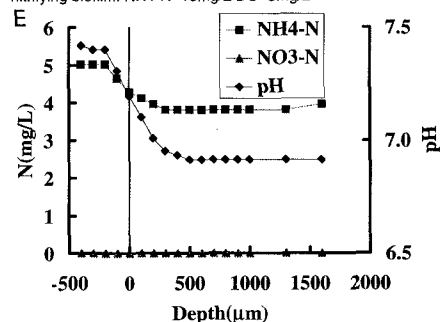


Fig.3-5 Profile of substrates concentration within nitrifying biofilm. NH₄-N=5mg/L DO=8mg/L Glu=100mg/L

参考文献 1) 風間ほか：イオン選択性微小電極による生物膜内の硝化活性プロファイルの評価、第30回水環境学会年會講演集、p392