

長岡技術科学大学 学生会員 菊池香枝、正会員 原田秀樹、大橋晶良、珠坪一晃

1. はじめに

回転円板処理装置では、排水が流入端から流出端に流下すると共に有機物等が除去される。したがって、円板に付着する微生物相はこれに対応して変化していく。排水の流入部分では他栄養細菌が優占種となり、有機物の分解が活発に行われ、流出槽では有機物がほとんど分解されてしまっているため自栄養細菌が優占種となり、硝化が期待できる。本研究では、流入部分に相当する第1槽回転円板生物膜および流出部分に相当する第4槽回転円板生物膜を対象として、微小電極を用いて酸素と基質の濃度分布を測定し、都市下水処理回転円板生物膜の基質除去特性を調べた。

2. 実験方法

生物膜は、新潟県能生町のN浄化センター(回転円板4槽4系列、処理人口7100人)の第1槽および第4槽回転円板に付着している生物膜を使用した。生物膜の固定方法は、第1槽回転円板からは、付着生物膜をへらで削り取り、シャーレに入れて実験室へ持ち帰り、基質が生物膜の下層部から浸透しないよう、穴の空いた板ともう一枚のアクリル板を使って固定した。第4槽回転円板の付着生物膜は非常に薄く、上述のような固定方法が困難であるため、遠沈管に型枠(内径7mm、深さ1mm)を固定し、削り取った生物膜を投入し、遠心分離(3000rpm、3分)により締め固めて使用した。これらをフローセル内にセットし、常に基質を流入させた状態で3時間馴致後、生物膜内の基質濃度測定を行った。測定微小電極は、pH、アンモニア、硝酸、グルコース、DO (Fig.1) センサーの5種類である。バルク液のpHは7.0、DOは8mg/L、温度は25度に制御した。また、測定中は液膜の影響を考慮し、フローセル内を攪拌した。

基質組成は、Table. 1 に示した3条件であり、他に25mMリン酸Buffer、 NaHCO_3 、無機塩類を添加した。S1はグルコース、アンモニア添加系で、排水の流入端を仮定した条件である。S2は、アンモニアのみの添加系であり、排水の流出端において、排水中の炭素源が全て消費されていると仮定した条件である。S3は硝化作用が起こり、硝酸塩が溶存した排水を流出端から流入端に返送したと仮定した条件である。

3. 実験結果

Fig.2~Fig.3に第1槽生物膜の基質S1、S3の濃度プロファイルを示す。第1槽では基質S1、S3の条件ともに、膜厚300 μm でDOが0となり、膜厚300 μm より深部では嫌気層となっている。グルコースもすみやかに消費され、膜厚500 μm 付近で0となっている。基質S3では、膜表層部から $\text{NO}_3\text{-N}$ が消費され始め、膜厚約500 μm で約0.5mgN/Lとなった。膜の深部で $\text{NH}_4\text{-N}$ の蓄積が認められたが、これは微生物の嫌氣的自己分解が起こり、膜内に $\text{NH}_4\text{-N}$ が溶出したためであると考えられる。この現象を明らかにするため、嫌気状態、基質なしで行った第1槽

キーワード：生物膜、回転円板、都市下水、微小電極、硝化・脱窒

〒940-21 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 水圏環境工学研究室 Tel 0258-46-6000 (内)6313

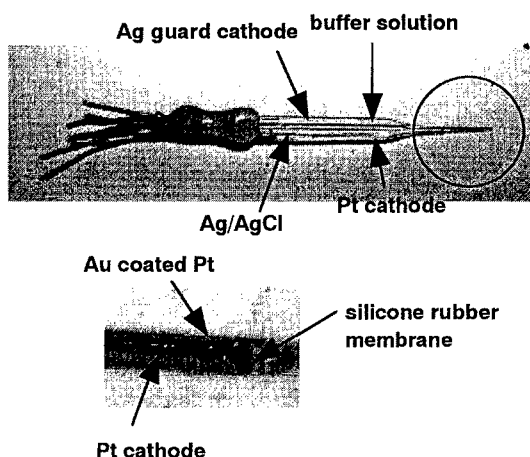


Fig. 1 Schematic of DO microelectrode used for measurement of the profile in biofilm.

Table 1 Substrate conditions for measurement of the profiles within RBC biofilm.

Substrate	S1	S2	S3
Glucose (mg/L)	100	5	100
Ammonium Nitrogen (mgN/L)	5	0	5
Nitrate Nitrogen (mgN/L)	0	0	5

生物膜分散汚泥の $\text{NH}_4\text{-N}$ の溶出実験結果をFig.5に示す。この結果から、嫌気状態で基質がない条件では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が溶出することが確認できた。

Fig.4に第4槽生物膜の基質S1の濃度プロファイルを示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ が減少し、好気層で $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加していることから硝化作用が確認できた。また、グルコース添加系（S1,S3）においては、グルコースが膜厚 $1000\mu\text{m}$ で約 20mg/L まで消費されていることがわかった。基質S3では、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が膜厚 $1000\mu\text{m}$ で約 3.5mgN/L となった。

また、第1槽、第4槽ともに全ての基質条件で嫌気層となった膜の深部で $\text{NO}_3\text{-N}$ が生成されるとい現象が起きた。この現象については、硝酸微小電極が他の共存イオンを感知している可能性がある。そこで、膜内で溶出されると思われる炭酸イオンについて検討を行ったが、影響は認められなかった。

4. まとめ

第1槽回転円板生物膜では、グルコースの消費、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の減少による脱窒効果が確認された。 $\text{NH}_4\text{-N}$ については、自己硝化による $\text{NH}_4\text{-N}$ の増加が卓越しており、硝化による $\text{NH}_4\text{-N}$ の消費は確認できなかった。また、DOは膜厚 $300\sim 550\mu\text{m}$ で0となり、好気層は非常に薄いことがわかった。第4槽においては基質S1において硝化が確認された。グルコースと $\text{NH}_4\text{-N}$ が添加されている系では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ のみの添加系に比べ $\text{NO}_3\text{-N}$ の増加がほとんど見られなかったが、これは、他栄養細菌と硝化菌の酸素の競合が生じたか、あるいは生成した $\text{NO}_3\text{-N}$ がすみやかに脱窒したためであると考えられる。基質S3では $\text{NO}_3\text{-N}$ が減少していることから、第4槽においても脱窒効果が確認された。膜の深部で $\text{NO}_3\text{-N}$ が生成されるという現象については、今後、他のイオンの影響などを検討する予定である。

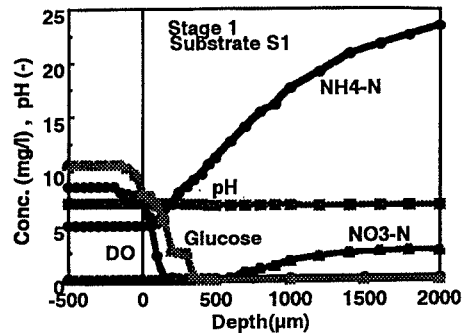


Fig. 2 Substrate profiles in RBC biofilm at stage 1 under S1 condition. (Glucose conc. : $\times 10$)

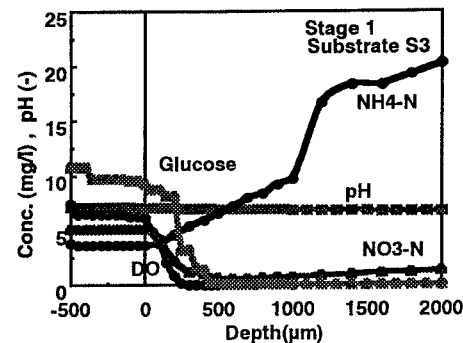


Fig. 3 Substrate profiles in RBC biofilm at stage 1 under S3 condition. (Glucose conc. : $\times 10$)

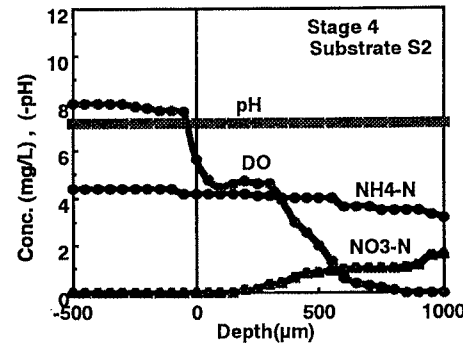


Fig. 4 Substrate profiles in RBC biofilm at stage 4 under S2 condition. (Glucose conc. : $\times 10$)

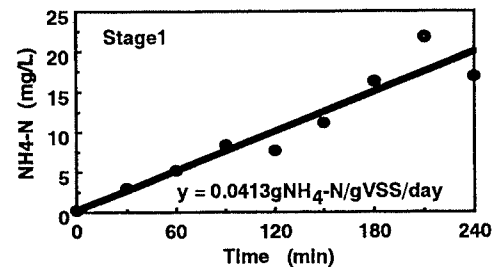


Fig. 5 $\text{NH}_4\text{-N}$ production of dispersed RBC biofilm at stage 1 under no substrate and anaerobic condition.