

生物膜内の細菌特性と硝化・脱窒同時反応

宮崎大学工学部 学 ○吉永謙二 正 増田純雄

宮崎大学工学部 正 渡辺義公

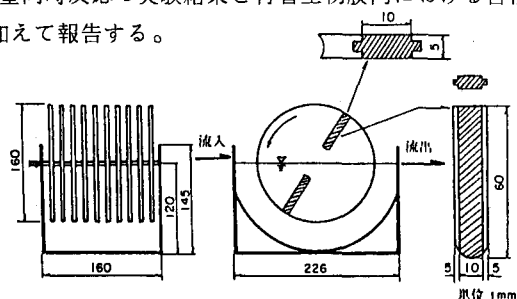
1. はじめに

筆者ら¹⁾は単一回転円板(RBC)装置槽内で硝化・脱窒同時反応が生じ、硝化・脱窒同時反応がC/N比と装置槽内の気相酸素分圧に影響されることを明かにし、更に、RBC装置槽内の気相酸素分圧が硝化・脱窒同時反応の制御因子として利用可能であることを報告した。硝化・脱窒同時反応では気相酸素分圧の低下にも係わらず、硝化が十分進行する。この事は生物膜表層部分に硝化細菌が存在することを示している。一般的には、硝化細菌に比べて他栄養性細菌の増殖速度が大きいため、生物膜表層部分は他栄養性細菌が優占であると考えられる。そこで、流入有機物濃度と $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の比(C/N比)を変化させた場合の付着生物膜内の各種細菌密度分布を測定し、この事を明らかにする必要がある。

本文では、流入C/N比を変化させた場合の硝化・脱窒同時反応の実験結果と付着生物膜内における各種細菌の深さ方向の細菌密度の測定結果について考察を加えて報告する。

2. 実験装置および実験方法

実験装置は図-1に示すような実容量2.65 lの槽と直径16 cmのアクリル製円板から構成されている。流向は中心軸と直角方向、円板回転速度は7rpmとした。円板は図に示すように、付着生物膜採取時に一部分(10×60 mm)ごと抜き取れるように加工してある。生物膜を付着生育させるために、水道水に($\text{NH}_4\text{-N}$, 微量元素を添加)と全量の1/5に相当する都市下水を加え生物膜を培養した。実験時の原水は人工下水(水道水に酢酸, $\text{NH}_4\text{-N}$, 無機炭素, 微量元素を添加)を使用した。円板上に生物膜が十分付着生育した時点で生物膜を支持体の一部分ごと抜き取り、そのままマイクロサイザー(D.S.K Microslicer Model DTK-1000)で表面から深さ方向に20~100 μm の厚さにスライス状に切断(以下、Cuttingと呼ぶ)した膜片を3つのグループに分けて、それぞれのグループをホモジナイザーで均一化した後、その中に生息する他栄養性細菌、通性嫌気性細菌、アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌、脱窒細菌の定量を行った。通性嫌気性細菌の培養はガスパック嫌気システムを用い、槽内の空気を全部窒素ガスで置換後、嫌気性状態をDisposable Anaerobic Indicatorで確認しながら行った。通性嫌気性細菌数は嫌氣的に一週間培養後、嫌気性細菌数のコロニー数を測定し、さらに、好氣的条件下で一週間培養し出現したコロニー数から嫌気性状態で出現したコロニー数を差し引いた値とした²⁾。なお、細菌数はCuttingされた生物膜表面積(20 cm^2)と生物膜厚の積として計算した生物膜体積で実測した細菌数を割って算出した。培地、実験方法は土壤微生物実験法によった³⁾。水質分析($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, CH_3COOH)はイオンクロマトグラフ、GR試薬($\text{NO}_2\text{-N}$)法により行った。



円板枚数: 10枚, 円板間隔: 10mm, 円板直径: 16cm,
円板面積: 0.41 m^2 , 円板厚: 5mm, 水中容積: 2.65 l

図-1 回転円板実験装置

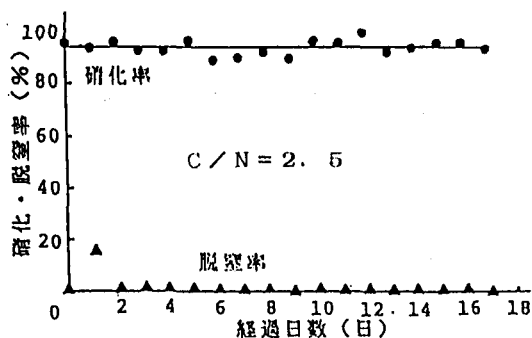


図-2 硝化・脱窒率と経過日数の関係

3・実験結果と考察

図-2, 3, 4にC/Nを2.5, 4.5, 6.0と変化させた場合の硝化・脱窒率と経過日数の関係を示す。図から、いずれのC/N比の場合にも硝化率は90%以上であり、有機物添加による硝化への影響はないことが分かる。脱窒率はC/N比=2.5の場合、ほとんど生じなかった。C/N比4.5, 6.0の場合には、経過時間と共に脱窒率が増加し、8日目以降はそれぞれ40%, 80%付近で一定となった。また、以上の実験結果は先に報告⁴⁾した硝化・脱窒同時反応の実験結果と良く一致しており、再現性があることが判明した。図-5にRBC装置の円板上に生物膜が十分付着生育した時点で生物膜をCuttingした際に得られた細菌密度分布図を示す。Cuttingした際の生物膜厚は157μmで、表層部分: 37μm, 中層部分: 54μm, 底層部分: 66μmであった。この状態で有機物を添加(C/N比: 6.0)し、2週間後の生物膜をCuttingして得られた細菌密度分布図が図-6である。全生物膜厚は687μmとなり、表層部分: 417μm, 中層部分: 117μm, 底層部分: 153μmであった。さらに、同様のRBC装置で培養した全生物膜厚は103μmで、表層部分: 27μm, 中層部分: 31μm, 底層部分: 45μmであった。この時点で有機物(C/N比2.5)を添加した結果、2週間後の全生物膜厚は503μmとなった。なお、生物膜の表層, 中層, 底層部分の厚さはそれぞれ273, 126, 103μmであった。このように、有機物添後2週間目の生物膜厚は687, 503μmとなり、生物膜厚は530, 400μmに増加した。図-5, 6から明らかなように、生物膜内には各種の細菌が混在し、増加した生物膜部分にも各種の細菌が存在することが判明した。以上の結果より、生物膜の増加と共に生物膜内の各種細菌も一様に増殖し、生物膜表層部分にも硝化細菌が存在することが確認され、硝化・脱窒同時反応では硝化率が低下しない原因が判明した。

4. おわりに

RBC装置槽内のC/N比を変化させた場合の硝化・脱窒同時反応の実験および付着生物膜内の各種細菌測定を行い、次のような結果を得た。1) 生物膜の増加と共に生物膜内の各種細菌も一様に増殖し、生物膜表層部分にも硝化細菌が存在することが明らかになった。2) 硝化脱窒同時反応では、硝化、脱窒が効率よく進行した。

参考文献

- 1) 増田, 渡辺, 石黒: 回転円板法による窒素除去に関する研究(1)(2), 下水道協会誌, Vol.16, Vol.19
- 2) 武田潔, 古坂澄石; 水田土壌から嫌氣的分離した細菌について(1), 農芸化学, Vol.44, No.8, 1970
- 3) 土壌微生物実験法, 土壌微生物研究会編, 養賢堂発行, 1975
- 4) 丸山, 増田: 気相酸素分圧制御下における硝化・脱窒同時反応に関する研究, 西部支部研究発表会1992

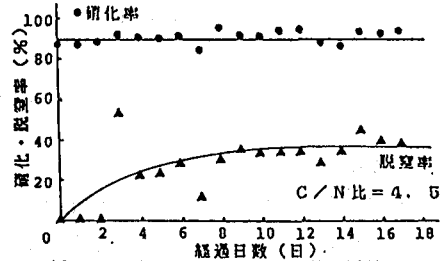


図-3 硝化・脱窒率と経過日数の関係

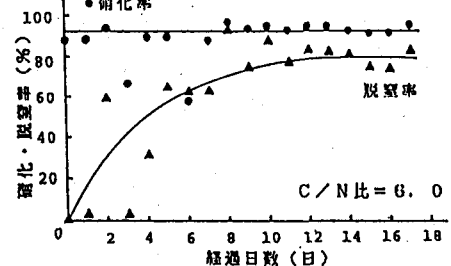


図-4 硝化・脱窒率と経過日数の関係

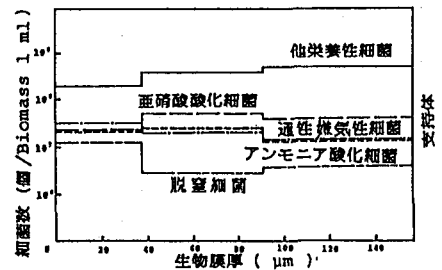


図-5 生物膜内の細菌密度分布
(実廃水+人工下水で1箇月間培養)

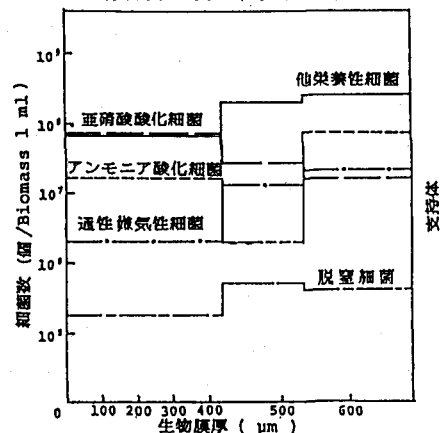


図-6 生物膜内の細菌密度分布
(図-4での2週間目)