

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

宮崎大学工学部 学○丸山裕次郎 正 増田純雄

宮崎大学工学部 正 渡辺義公 正 石黒政儀

1. はじめに

回転円板付着生物膜内には各種の細菌が混在し、生物膜内の環境条件に応じた生物反応が生じる。筆者らは単一回転円板(RBC)装置で硝化・脱窒同時反応が生じ、硝化・脱窒同時反応がC/N比と槽内の気相酸素分圧に影響されることを報告¹⁾した。更に、装置槽内の気相酸素分圧(0.21~0.13 atm)を制御することにより、安定した硝化・脱窒同時反応が得られることを明²⁾らかにした。

本文では、RBC装置槽内の気相酸素分圧を0.1 atm以下に制御し、流入有機物の炭素濃度とNH₄-N濃度の比(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について考察を加えて報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置は図-1に示すような完全混合密閉型のRBC装置(実水容量2.65 L, 空中部容量2.8 L, 板直径16 cm, 円板厚0.5 cm, 円板有効表面積0.41 m²)である。装置槽内の気相酸素分圧を制御するために、気体注入及び気体放出孔が設けられている。原水は所定のC/N比になるように塩化アンモニウム、酢酸ナトリウムおよび微量元素を添加したものをを用いた。実験は水温: 25

℃, 流入NH₄-N濃度: 25 mg/L, 平均滞留時間: 5.5 時間, NH₄-N負荷: 0.7 g/m²dに固定し、有機物濃度と装置槽内の気相酸素分圧を変化させて行った。装置槽内の気相酸素分圧はフローメーターを用いて、窒素ガスと空気を一定量注入し、所定の気相酸素分圧になるように制御した。なお、気相酸素分圧はDOメーターにより測定し、水質分析(NH₄-N, NO₃-N, CH₃COOH, NO₂-N)はイオンクロマトグラフ法, GR試薬法により行った。

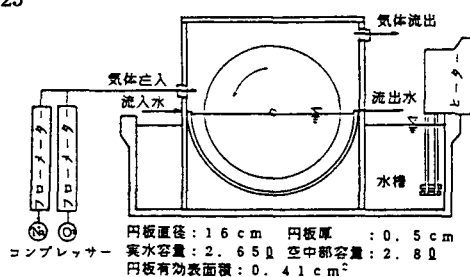


図-1 回転円板実験装置

3. 実験結果と考察

図-2に装置槽内の気相酸素分圧を0.10 atmに制御し、C/N比を変化させた場合の硝化、脱窒率と経過日数の関係を示す。いずれのC/N比の場合にも気相酸素分圧制御直後は硝化率が低下するが、経過時間と共に徐々に回復し、10日目前後には90~95%まで回復する。気相酸素分圧制御直後硝化率が低下する原因は他栄養性細菌が硝化菌の表面を覆い酸素が硝化細菌まで十分に供給できないためである。又徐々に硝化率が回復する原因としては他栄養性細菌の増殖がある程度達成されると酸素消費量が抑えられ、NH₄-Nを酸化するのに必要な酸素が供給されることと他栄養性細菌の回りに新たに硝化菌が増殖するためと考えられる。脱窒率はC/N比4.0, 6.0では経過時間と共に増加し、最大脱窒率はそれぞれ75, 90%である。C/N2.5での脱窒率は10~20%で一定となった。この程度の気相酸素分圧低下では有機物が完全に酸化

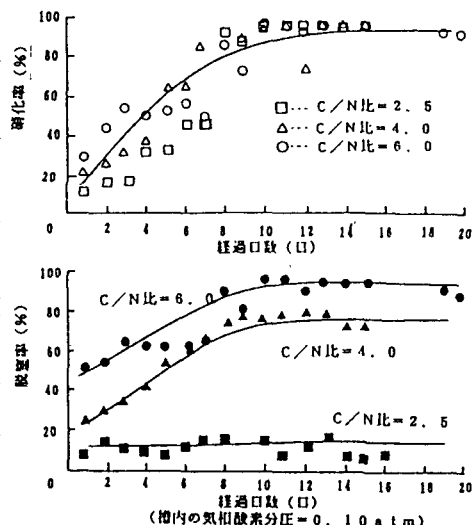


図-2 硝化、脱窒率と経過日数の関係

され、流出水中に酢酸は検出されなかった。図-3に装置槽内の気相酸素分圧を 0.07 atm に制御し、C/N比を変化させた場合の硝化、脱窒率と経過日数の関係を示す。C/N比 2.5での硝化率は経過時間と共に増加し、10日目以後は85%でほぼ一定になる。同様にC/N比 4.0でも10日目以後の硝化率は90%となる。経過7日目から10日目にかけ硝化率が低下している原因は原水中の有機物濃度（酢酸濃度234から294mg/ℓに増加）が高かったためである。C/N比2.5の脱窒率は経過6日目までは50%であったが、経過7日目以降は30%に低下している。これは流入水中の溶存酸素濃度が5.1mg/ℓから8.3mg/ℓに変化したことにより、装置槽内の溶存酸素濃度が上昇（0.5から1.6mg/ℓ）したためである。流入水中の溶存酸素濃度が低く保持できれば、脱窒率は50%前後で一定になると考えられる。このように、C/N比が低い場合（円板付着生物膜が薄く、生物膜内に微好気性状態が形成されにくい）には装置槽内の僅かな溶存酸素濃度の変化が脱窒率に影響を与えたと考えられる。C/N比 4.0での脱窒率は経過7日目までは70%で一定であるが、7日目から10日目にかけて低下している。これは原水中の有機物濃度が高くなり、硝化律速となったためである。その後、硝化の回復と共に脱窒率が増加し、80%で一定となる。図-4にC/N比6.0の場合の硝化、脱窒率と経過日数の関係を示す。この場合、有機物濃度が高いために硝化率は70%となっている。気相酸素分圧制御直後から4日まで低下している原因は、流出水中のSS濃度が80~100mg/ℓ、酢酸濃度が100mg/ℓ程度検出されたことから生物膜の剝離によるものと考えられる。脱窒率は硝化律速で70%となる。図-5に硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係を示す。硝化率は気相酸素分圧0.10atm以上では余り影響されないが、それ以下ではC/N比が高いほど硝化反応が抑制される。脱窒率は気相酸素分圧の低下により増加し、C/N比6.0では気相酸素分圧が0.10atm、C/N比2.5, 4.0では気相酸素分圧が0.07atm前後に最大脱窒率が現れる。

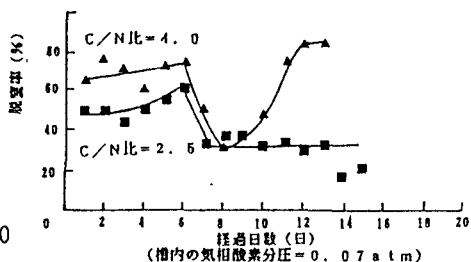
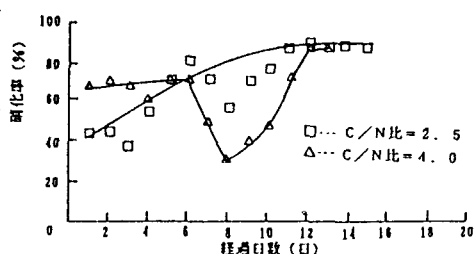


図-3 硝化、脱窒率と経過日数の関係

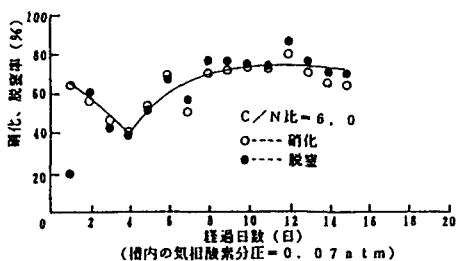


図-4 硝化、脱窒率と経過日数の関係

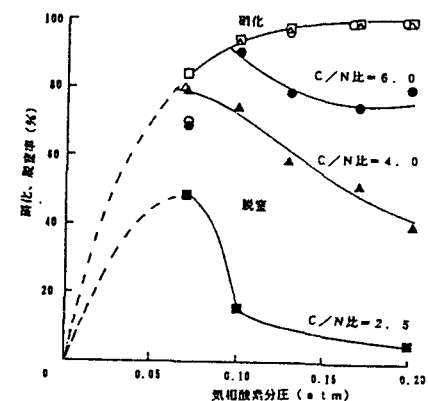


図-5 気相酸素分圧と硝化、脱窒率の関係

4. おわりに

RBC装置槽内の気相酸素分圧を制御する実験を行い、次のような結果を得た。1) C/N比が2.5では脱窒が槽内の溶存酸素濃度に影響される。2) C/N比6.0では気相酸素分圧が0.10 atm、C/N比4.0, 2.5では0.07atmの時に硝化、脱窒同時反応が最適である。今後、都市下水を利用した実験を行う予定である。

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(2), 下水道協会誌, Vol. 19, No. 215, 1982
- 2) 美川, 増田, 渡辺, 石黒: 回転円板法による硝化・脱窒同時反応に関する研究, 土木学会年講, 1991