

II-523

気相酸素分圧の制御下における硝化・脱窒同時反応

宮崎大学工学部 増田純雄 渡辺義公 石黒政儀

1. はじめに

筆者ら^{1,2,3)}は単一回転円板(RBC)装置槽内で硝化・脱窒・有機物酸化反応が同時に起こる現象(硝化・脱窒同時反応)を室内実験により検証し、有機炭素源として各種有機物を用いた人工基質及び実廃水処理においても、この硝化、脱窒同時反応が効率よく進行することを報告した。しかしながら、この実験結果はRBC装置槽内の気相酸素分圧を徐々に低下させた場合(非定常状態)であり、装置槽内の気相酸素分圧を固定した(定常状態)場合については検討されていない。

本文では、流入有機物の炭素濃度とアンモニア性窒素濃度の比(C/N比)を変化させ、RBC装置槽内の気相酸素分圧を固定した場合の硝化・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閉型のRBC装置(実水容量 2.65ℓ, 空中部容量2.8ℓ, 円板直径16cm, 円板厚0.5cm, 円板有効表面積 0.41m²)であり、槽内の気相酸素分圧を調整するために気体注入孔が設けられている。なお、原水は所定のC/N比になるように酢酸ナトリウム、塩化アンモニウムおよび微量元素を添加したものを用いた。気体注入孔から常時一定量(2ℓ/min)の空気を注入し、装置槽内の気相酸素分圧を0.21 atmに固定した。なお、実験時には空気注入孔よりRBC装置槽内に、フローメータを用いて酸素と窒素ガスを所定の比で注入し、気相酸素分圧の制御を行った。気体分析はガスクロマトグラフ法、水質分析(NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N, CH₃COOH)はイオンクロマトグラフ法により行った。

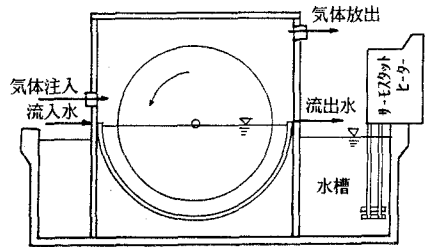


図-1 回転円板実験装置

3. 実験結果と考察

図-2にC/N比を変化させた場合の硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係を示す。C/N比 2.4では有機物濃度が低いために、気相酸素分圧 0.21~0.10 atm の範囲では硝化が100%達成されている。脱窒率は気相酸素分圧 0.21~0.05 atm においてはほとんど生じていないが、気相酸素分圧が 0.03 atm に低下すると脱窒率は図のように増加し30%程度となる。C/N比5.0では気相酸素分圧 0.21 atm の状態での脱窒率が45%となり、それ以後、気相酸素分圧の低下と共に脱窒率が増加し、最大脱窒率60%が得られている。硝化率は気相酸素分圧0.21~0.12atmまではほぼ100%であるが、それ以下の気相酸素分圧では急激に減少し、気相酸素分圧が0.06atm以下になると、硝化と脱窒率が同じ減少パターンを示す。C/N比7.4では気相酸素分圧0.21atmの状態での脱窒率92%、硝化率100%であるが、気相酸素分圧0.18 atm 以下では硝化と脱窒率が同じ減少パターンを示す。このようにRBC装置槽内の気相酸素分圧が非定常状態で、C/N比が低い場合には、槽内の気相酸素分圧の低下にともなって脱窒率は増加し、C/N比が高い場合には硝化率と脱窒率が同じ減少パターンを示す。図-3はRBC装置槽内の気相酸素分圧を1時間毎に変動させた場合の硝化、脱窒率と経過時間の関係を示す。C/N比 3.4の場合には槽内の気相酸素分圧

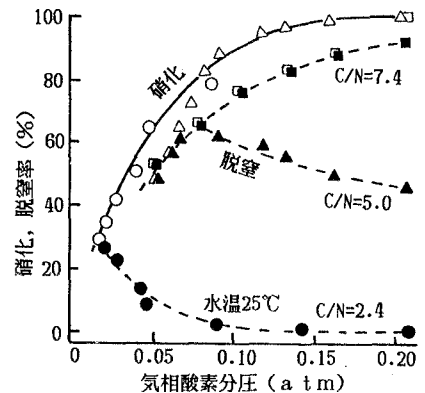


図-2 硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係

図-3はRBC装置槽内の気相酸素分圧を1時間毎に変動させた場合の硝化、脱窒率と経過時間の関係を示す。C/N比 3.4の場合には槽内の気相酸素分圧

を0.12atmと0.085atmに交互に変動させた。硝化率は経過1.5時間後から徐々に気相酸素分圧の影響を受け、経過4時間になると硝化率は87%まで低下し、その後安定している。脱窒率は初期から気相酸素分圧の影響を受け徐々に増加し、経過3時間では78%に増加し、その後一定となっている。C/N比10.0場合、RBC装置槽内の気相酸素分圧を0.21atmと0.19atmに交互に変動させた。図から明らかなように、硝化率は気相酸素分圧の影響をほとんど受けない。脱窒率はC/N比3.4と同様に初期から気相酸素分圧の影響を受け84%から97%へ増加しているが、経過3時間後ではほぼ一定となっている。このことより、気相酸素分圧を制御する時間は5時間程度で良いことが分かる。図-4は任意にRBC装置槽内の気相酸素分圧を平均滞留時間の5時間に渡って制御した場合の硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係を示す。C/N比2.4の場合には、有機物濃度が低いために気相酸素分圧0.10atm以上で気相酸素分圧を制御しても硝化率は100%で、気相酸素分圧に影響されないことが分かる。しかし、気相酸素分圧を0.04atmに制御すると硝化率は急激に低下する。RBC装置槽内の気相酸素分圧が非定常状態で、C/N比が低い場合には気相酸素分圧の低下と共に脱窒率が増加したが、気相酸素分圧を固定した場合には図のように脱窒率は一定であった。図から、脱窒の最適な気相酸素分圧は硝化が低下する0.04atmから0.08atmの範囲に存在することが分かる。C/N比7.4の場合には、槽内の気相酸素分圧を0.21atmに制御すると硝化率100%、脱窒率90%が得られる。気相酸素分圧を0.16atmに制御すると硝化、脱窒率が78%に低下し、それ以下の気相酸素分圧の制御では硝化と脱窒率が急激に低下する。したがって、C/N比が高い場合には槽内の気相酸素分圧を0.21atmから0.18atmの範囲で制御すれば、最適な硝化、脱窒を行うことができる。以上のように、RBC装置槽内の気相酸素分圧をある気相酸素分圧に制御することにより、安定した硝化、脱窒率が維持できることが判明した。

4. おわりに

硝化、脱窒同時反応におけるRBC装置槽内の気相酸素分圧を制御する実験を行い、RBC装置槽内の気相酸素分圧をある値に制御すれば、その値に対して安定した硝化、脱窒率が維持できる結果を得た。今後は実廃水を利用した場合について、実験を行う予定である。本研究の実験に御協力頂いた本学卒業生井上正和氏に感謝します。なお、本研究は財団法人実吉奨学会の助成金により遂行されたことを付記し、関係各位に謝意を表する。

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(1), 下水道協会誌, Vol.16, No.187, 1979
- 2) 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
- 3) 増田純雄, 渡辺義公, 石黒政儀, 楠田哲也: 回転円板法による硝化・脱窒同時反応に関する研究, 下水道協会誌, 投稿中

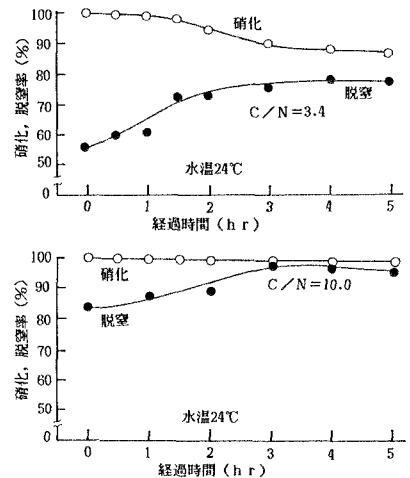


図-3 硝化、脱窒率と気相酸素分圧の関係

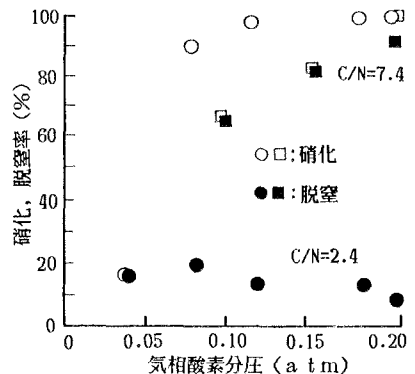


図-4 気相酸素分圧を制御した場合の硝化、脱窒率と経過時間の関係