

II-168

回転円板法による硝化・脱窒同時反応に関する研究
気相酸素分圧制御下におけるC/N比の影響

宮崎大学工学部

正 増田純雄 正 渡辺義公 正 石黒政儀

日立プラント建設(株)

美川一洋

1. はじめに

筆者らは単一回転円板(RBC)装置による硝化・脱窒同時反応が装置槽内の気相酸素分圧に影響される事を明らかにし、装置槽内の気相酸素分圧制御により脱窒率が改善されることを報告^{1,2)}した。C/N比の低い廃水の場合、装置槽内の気相酸素分圧を低く制御することで脱窒率を高める事ができ、気相酸素分圧は硝化・脱窒同時反応の制御因子として十分利用できると考えられる。

本文では、RBC装置槽内の気相酸素分圧を制御し、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)を変化させた場合の硝化・脱窒同時反応の影響について報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置は完全混合密閉型のRBC装置を用いた。装置槽内の気相酸素分圧はコンプレッサーとフローメータを用いて、気体注入孔から常時一定量の空気を注入し所定の気相酸素分圧に制御した。原水は塩化アンモニウムおよび微量元素を含む人工基質を用い、所定のC/N比になるように酢酸ナトリウムを加えた。実験条件は水温:25℃, 流入NH₄-N濃度:25mg/L, 平均滞留時間:5.5時間に固定し、有機物濃度とRBC装置槽内の気相酸素分圧を変化させて行った。なお、気相酸素分圧はDOメーターにより測定し、水質分析はイオンクロマトグラフ法により行った。

3. 実験結果と考察

図-1は流入NH₄-N負荷が0.35 g/m² dの時の硝化、脱窒率と経過日数の関係を示す。気相酸素分圧0.21atmの条件で、C/N比を2.5, 4.0に増加させると脱窒率は20, 38%と増加したが、硝化には殆ど影響を与えなかった。このように、流入原水中に有機物を添加すると脱窒率は増大するが、有機物無添加の場合には流入流出の窒素収支が一致し、脱窒は殆ど生じなかった。図-2に装置槽内の気相酸素分圧を0.17 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の場合には経過9日までは脱窒率は殆ど生じないが、経過10日目から脱窒率が徐々に増加している。その後脱窒率は30%程度で一定になるものと考えられる。経過初期で脱窒が生じない原因は、有機物無添加状態から実験を開始したために、生物膜内に他栄養性細菌、通性嫌気性細菌が十分生育していなかったものと考えられる。C/N比4.0では経過日数と共に脱窒率が増加している。これはC/N比2.5の実験終了後に、有機物無添加で生物膜を一週間培養した後に実験を開始したために、生物膜内に他栄養性細菌、通性嫌気性細菌が十分生育していたためと思われる。経過7~10日の間で脱窒率が低下している原因は流入C/N比が2.0と低下したためであるが、それ以後の脱窒率は50%とほぼ一定である。C/N比6.0では経過日数と共に脱窒率が増加し、C/N比4.0と同様に一週間程度で

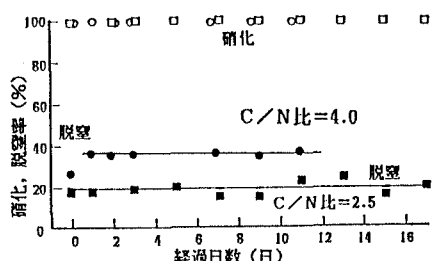


図-1 硝化、脱窒率と経過日数の関係

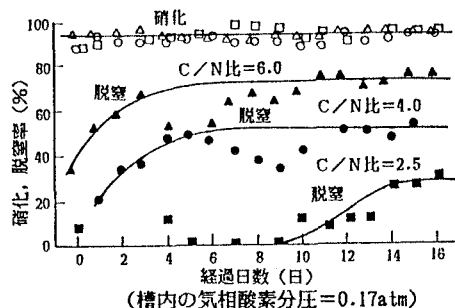


図-2 硝化、脱窒率と経過日数の関係

一定となっている。経過7日以後の脱窒率は70%とほぼ一定した値が得られた。このように気相酸素分圧を0.17 atmに制御することにより、大気圧状態の脱窒率に比べて、C/N比2.5では20%から30%に増加した。C/N比4.0, 6.0ではそれぞれ50%, 70%の脱窒率が得られた。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0.13atm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。経過日数と共に脱窒率は増加し、経過9日以降ではC/N比2.5で脱窒率60%、C/N比4.0で脱窒率75%が得られている。気相酸素分圧が0.13 atmに低下した場合にも硝化はほとんど影響されなかった。このように槽内の気相酸素分圧を制御することにより、低いC/N比（酢酸濃度=150 mg/ℓ, C/N比=2.5）の場合にも60%の高脱窒率を得ることができた。このように装置槽内の気相酸素分圧を0.21 atm, 0.17 atm, 0.13atmの3段階に制御した結果、いずれの場合にも気相酸素分圧を制御することで脱窒率は増大した。この範囲のC/N比、気相酸素分圧制御では硝化率が急に低下するような事はなく、流出水中に酢酸は検出されなかった。従って、短期間に装置槽内の気相酸素分圧を制御する方法は安定した硝化・脱窒同時反応と脱窒効率を高める上で有効であることが判明した。

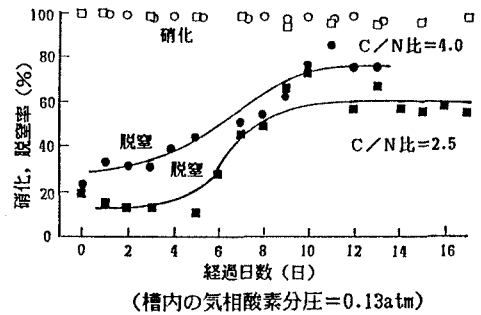


図-3 硝化、脱窒率と経過日数の関係

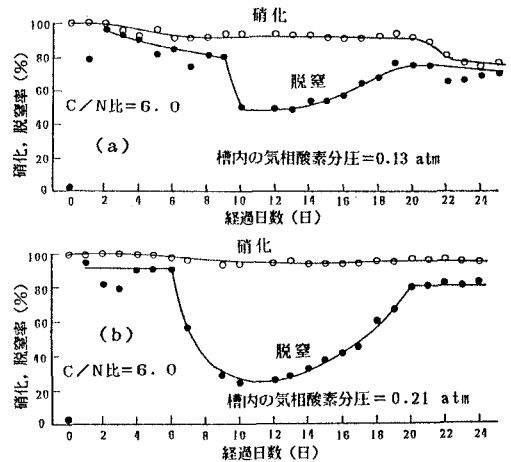


図-4 硝化、脱窒率と経過日数の関係

図-4 (a), (b) は流入C/N比を6.0に固定し、気相酸素分圧を0.21と0.13atmに制御した場合の硝化、脱窒率と経過日数の関係を示す。図から明らかなように、有機物添加1日後から脱窒率は80%前後に増加し、約1週間程度は一定した脱窒率が得られている。図-4 (a) では経過9日目から脱窒率が急激に低下しているが、これは付着生物膜が剝離したためである。それ以降は徐々に脱窒率は回復し、経過19日以降は脱窒率が75%と一定となっている。一方、硝化率は80%に低下している。この場合にも流出中に有機物は含まれなかった。図 (b) では経過6日目から脱窒率が急激に低下している。これは図 (a) と同様に付着生物膜が剝離したためである。それ以降は徐々に脱窒率は回復し、経過20日以降は脱窒率が80%と一定となっている。この場合、硝化率は98%と一定である。以上のように、C/N比が高くなると付着生物膜が厚くなり、生物膜が剝離するようになる。しかし、生物膜は一度に全部剝離するような事は無く、部分的な剝離のため硝化には殆ど影響を与えなかった。また、C/N比が高い場合には装置槽内の気相酸素分圧を制御すると硝化に影響を与えることが判明した。

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)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。2)C/N比が低い場合、槽内の気相酸素分圧が0.21atmでは脱窒率が20%であったが、酸素分圧を0.13atmに制御することで60%に増加した。3)C/N比6.0では気相酸素分圧を0.13 atmに制御した時と大気圧状態での脱窒率がほぼ同じであり、気相酸素分圧制御は硝化に影響を与えることが判明した。

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),下水協誌,Vol.16, No.187, 1979

2)増田,渡辺,石黒:気相酸素分圧の制御下における硝化・脱窒同時反応,土木学会西部支部概要集1991