

間欠曝気方式による有機物、窒素、リンの除去に関する基礎的研究

佐賀大学理工学部 ○学 豎山順二 正 荒木宏之
 正 古賀憲一 正 井前勝人

1. はじめに

著者は、これまで間欠曝気式オキシデーションディッチ法による有機物、窒素除去について種々の検討を加えてきた。その際、間欠曝気方式においても高いリン除去率が得られる場合があることを示し、間欠曝気運転による有機物、窒素、リンの同時除去の可能性を指摘した。¹⁾ オキシデーションディッチのような単一曝気槽で間欠曝気運転を行なうことにより、有機物、窒素、リンの除去を可能とする処理方式は、施設が簡単に運転操作が容易であることから、小規模下水処理法として有効な処理方式と考えられる。そこで本研究では、都市下水を用いたプラント実験を行ない、単一曝気槽での間欠曝気運転による有機物、窒素、リンの同時除去について基礎的な検討を加えた。

2. 実験装置と実験方法

実験プラントは生下水受水槽、曝気槽、沈殿槽で構成されている。曝気槽は高さ2.0m×幅1.0m×奥行1.0m（容量1.5m³）の鋼製の矩形タンクである。沈殿槽は直径0.7m、高さ1.4m（容量0.5m³）の上向流式円形沈殿池である。曝気は、攪拌（インペラーによる機械攪拌）と酸素供給（ブローヤーによる供給）を独立して行なえるものを用いて行なった。流入下水には佐賀市公共下水道の汚水を用いた。水質分析用の試料として、流入下水については曝気槽流入口で、処理水については沈殿槽出口で、1時間に1回サンプリングをした24時間分のコンポジットサンプルを使用した。分析項目はCOD_{cr}、T-P、T-N、NO₃⁻-N、NH₄⁺-Nである。表-1に実験条件を示す。曝気槽の水理学的滞留時間は24時間とした。

表-1 実験条件

実験	サイクル時間 (min)	好気時間比	流量 (l/min)	COD-SS負荷 (kg/ss.kg.day)	汚泥返送率 (%)	水温 (℃)	MLSS (mg/l)
1	40.0	0.3~0.5	1.04	0.06	100	22~14	3500
2	40.0	0.6~0.8	1.04	0.06	100	15~11	3500
3	40.0	0.2~0.3	1.04	0.06	100	11~9	3500

3. 実験結果

(1) 有機物除去 図-1 に好気時間比とCOD除去率の関係を示す。好気時間比が0.3以下になると好気時間が不足するために除去率が低下する傾向が見られるが、0.3以上では80%以上の高い除去率となっている。処理水COD濃度としては25mg/l以下の値が得られた。このように間欠曝気を行なっても有機物除去にはほとんど影響を及ぼさないことが分かる。これは本実験の有機物負荷が小さいため有機物酸化に余裕があることと、後述するように、高い窒素除去率が得られる0.3~0.6の好気時間比の範囲では、脱窒に必要な有機炭素源として下水中の有機物が利用されるためである。

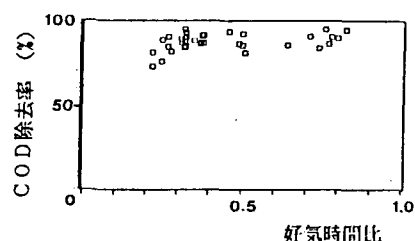


図-1 好気時間比とCOD除去率の関係

(2)窒素除去 図-2に好気時間比と全窒素除去率の関係を示す。全窒素除去率は好気時間比の影響を受け、好気時間比が0.3以下と0.6以上で低下している。0.3以下では、好気時間不足により硝化が進行せず処理水中の $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ が高くなるために、逆に0.6以上では無酸素時間不足により処理水中の $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ が高くなるために全窒素除去率が低下する。好気時間比が0.3から0.6の間では硝化と脱窒が共に進行するため全窒素除去率は高い。しかしながら、水温が15℃以下となったものについては、硝化速度の低下のために処理水 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$

濃度が10mg/lと高くなり、全窒素除去率は70%程度にとどまっている。このことは、低水温の場合には硝化反応を促進させるために、酸素供給速度（曝気量）を大きくする必要があることを示している。以上のことから、窒素除去に関しては、好気時間比が0.3～0.6になるように曝気装置を運転すれば高い窒素除去率が得られることが分かる。

(3) リン除去 図-3に好気時間比と全リン除去率との関係を示す。好気時間比が0.3以上では比較的高い除去が得られ、その中でも好気時間比が0.3～0.6の間では高く安定したリン除去が行われている。好気時間比が0.6以上であっても除去率が50～70%程度にとどまっているものがある。これらは水温が10～12℃の場合のデータであり、低水温で汚泥増殖量が減少したためとも考えられるが、水温がリン除去機構に及ぼす影響については不明である。好気時間比が0.3以下になると、流入下水のリン濃度より処理水のリン濃度の方が高くなり除去率が負になっている。これは、好気時間を短くしたため、嫌氣的条件下での自己分解により汚泥内リンが処理水中に放出されたことによるものである。実験期間が短かったため、小さい好気時間比における定常的なリン除去率を評価するまでには至らなかったが、有機物除去、窒素除去に最適な好気時間比の範囲を考慮すると0.3以上の好気時間比で運転すればよいことが分かる。図-4は、汚泥引抜き量と汚泥内リン含有率から求めたリン除去量と、流入下水と処理水の水質分析結果から求めたリン除去量を比較したものである。両者がほぼ一致していることから分かるように、本方式では最終的に余剰汚泥としてリンが下水中から除去されていることから、リン除去は有機物負荷を大きくすればさらに向上するものと考えられる。しかしながら、窒素除去は負荷の影響を大きく受けるため、²⁾その上限については、さらに検討が必要である。

4. まとめ

単一曝気槽における間欠曝気方式により有機物、窒素、リンを同時に除去するための最適好気時間比は、40分サイクルの場合、0.3～0.6であることが明らかとなった。この条件において、80%以上のCOD除去率、80%以上の窒素除去率、80%以上のリン除去率が得られた。有機物、窒素、リン除去のための最適サイクル時間、負荷の限界、水温の影響などの詳細な点については今後の課題であるが、単一曝気槽で間欠曝気を行なうことによりリンまで含めた高度処理が可能ことが確認できた。

なお、本実験で使用した実験プラントと曝気装置は㈱阪神動力の提供によるものであることを記して感謝致します。また、本研究は文部省科学研究費一般(C)の補助を受けて行ったものである。

参考文献 1) 時重治、荒木宏之、古賀憲一、井前勝人：間欠曝気式オキシデーションディッチ法

による下水処理に関する実証的研究、土木学会第44回年次学術講演会

2) 荒木、古賀、井前ら：Intermittent Aeration for Nitrogen Removal in Small Oxidation Ditches, Proc. Small Wastewater Treatment Plants, 1989. 6

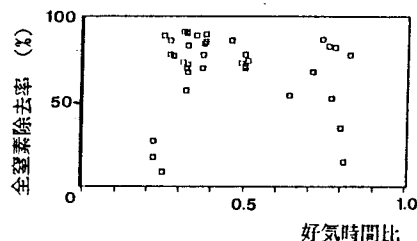


図-2 好気時間比と全窒素除去率の関係

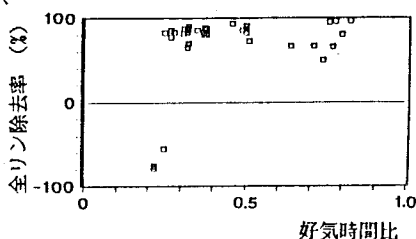


図-3 好気時間比と全リン除去率の関係

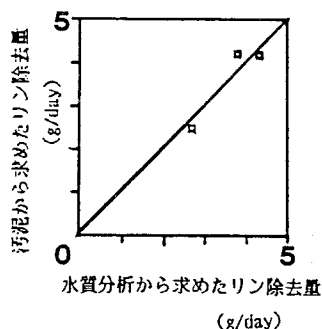


図-4 汚泥から求めたリン除去量と水質分析から求めたリン除去量の比較