

宮崎大学工学部 正員 石黒政儀
 宮崎大学工学部 正員 渡辺義公
 宮崎大学工学部 正員 ○増田純雄

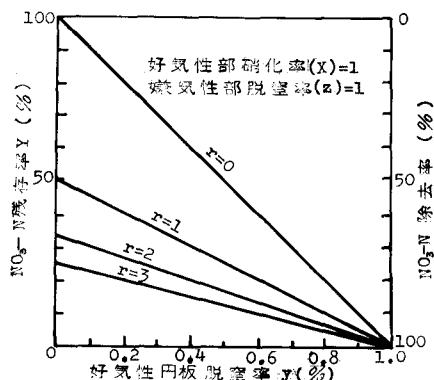
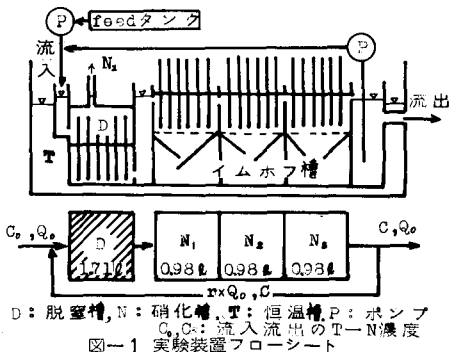
1. はじめに 近年、回転円板法による硝化-脱窒システムの研究および各種廃水処理への適用が進められており、特に都市下水の硝化は既に米国で約20処理場で稼働中である。しかし、硝化脱窒プロセスとしてのブリングマン方式では次の2点が不経済である。①好気性硝化部で有機物を除去し、嫌気性脱窒部へ脱窒菌の有機炭素源として有機物を再び添加する。②嫌気性脱窒槽流出水中のDO濃度増加および有機物過剰添加時の残存BOD除去のために再曝気槽が必要である。本研究は円板装置を嫌気-好気性槽の順に配置し、嫌気部で下水中の有機物を有機炭素源として利用し、脱窒を行い、後段の硝化部流出水の一部を嫌気性脱窒槽に循環させて有機物と窒素化合物を同時に除去するシステムについての報告である。

2. 実験装置と実験条件 実験装置とフローシートを図-1に示す。嫌気性槽(D)の次に3段の好気性硝化槽(N₁, N₂, N₃)を設置し、その流出水を嫌気性槽へポンプ返送した。好気性槽円板は直径15cm, 厚さ2.5cm, 材質耐水ペーシ, 間隔10mm, 各段の枚数6枚とし、有効円板表面積0.663m², 接触槽容積2.67ℓ, A/V 2.5 1/m, 円板回転数8rpm(周辺速度3.8m/分)である。嫌気性槽は水封密閉型で円板径, 材質, 枚数, 間隔, 厚さは好気性槽と同じであり, 全円板表面積0.221m², 接触槽容積1.71ℓ, A/V 1.3 1/m, 円板回転数4rpm(周辺速度1.9m/分)である。水温は外槽に設けたサーモスタットにより約20℃に保持した。原水は都市下水の活性汚泥二次処理水に実験条件に合わせてNH₄Cl, NaHCO₃, CH₃OHを添加したものとし生水だけの両者を用いた。実験条件は嫌気部流入原水量4, 5, 7.5, 10, 15cc/分, 返送比1, 2, 3, 原水NH₃-N濃度38~173mg/ℓとした。滞留時間は硝化部で3.0, 1.5, 0.75時間, 脱窒部で2.0, 1.0, 0.5時間である。原水のIC(無機炭素), OC(有機炭素)濃度はそれぞれ150~300, 60~260mg/ℓ, pH 7.0~8.0, DO濃度0~2mg/ℓである。

3-1 システムの機能評価 本システムは生下水中の有機物を脱窒菌の有機炭素源として利用し、返送水中のNO₃-Nを嫌気部で脱窒し、返送水で希釈されたNH₃-Nを好気部で硝化する方法である。フローシートより物質収支式を求めると、NO₃-N残存率Yは次式のようになる。

$$Y = \frac{\frac{x}{1+r}}{\left[\frac{1}{1-y} - \frac{r(1-z)}{1+r} \right]} \cong \frac{x(1-y)}{1+r}$$

ここで、x: 好気性円板での硝化率, y: 好気性円板での脱窒率
 r: 返送比, z: 嫌気性部の脱窒率, 図-2に、x=1, z=1すなわち、システムが理想的に作動した場合の脱窒率と返送比、好気部の脱窒率の関係を示した。表-1に嫌気部流入原水量, 返送比, 硝化率, 脱窒率, システム全体のT-N(Or-N+NH₃-N+NO₃-N)除去率, OC除去率を示す。表のNO.1~6は活性汚泥二次処理水にCH₃OH, NaHCO₃, NH₄Clを添加したものであり、硝化脱窒とも90~100%が達成され、システム全体のT-N除去率は返送比によって60~78%となり、OC除去率は85~90%である。NO.7~12は



生下水のみであり、硝化脱窒はメタノール添加とほぼ同じであるが、OC除去率は若干減少している。システム全体のT-N除去は平均56%である。この結果は図-2とほぼ一致しており、システムの有効性が確認された。図-3に流入原水T-N、流出水NO₃-N、NH₃-N、DO濃度を示す。図より流入原水T-N濃度の変化にもかかわらず、処理水のNH₃-N濃度は0.3~3.3mg/L、DO濃度は4~8.8mg/Lとなった。

3-2 硝化脱窒に対する影響因子 硝化脱窒に関する影響因子として、IC、OC濃度、滞留時間(DT)、NH₃-N、NO₃-N濃度(負荷)、C/N比、pH、水温などが考えられるが本実験ではDT、NH₃-N、NO₃-N濃度を重視し、他の条件は十分満足できる状態に保った。図-4に、DT:1.0、0.5時間における硝化部流入水NH₃-N濃度と残存NH₃-N濃度との関係を示す。DT:1時間で硝化部流入水NH₃-N濃度40mg/L(4g/m³d)、DT:0.5時間で約20mg/L(4g/m³d)から流出NH₃-N濃度が急激に増加し、NH₃-N負荷28g/m³dで硝化率90~95%という実験報告とほぼ一致している。脱窒部では流入NO₃-N濃度10~40mg/Lがすべて3mg/L以下となり脱窒率90%以上が得られ、DTによる差は少ない。

4. 生下水を利用した硝化脱窒 流入原水量5.0~15cc/分、返送比1の実験データを表-1、NO.7~12に示す。流入水量5.0~12.5cc/分まではメタノール添加と同様に96%以上の硝化率を示すが15cc/分になると硝化率が極端に低下している。図-5に水量負荷と脱窒率の関係を示す。生下水では水量負荷130L/m³d以上になると脱窒率が急激に減少し、メタノール添加では水量負荷130L/m³dから漸次低下するが、両者とも130L/m³d以下では100%近い脱窒率である。

5. おわりに 本システムの実験により次のような結果が得られた。生下水利用でも嫌気性部で脱窒が50~100%行われ、流出水DO濃度も4~8.8mg/Lとなり、脱窒部に有機炭素源としてメタノール添加および再曝気槽が不要であり、嫌気部で脱窒とBOD除去を同時に行う事ができる。処理水中の窒素化合物はほとんどがNO₃-Nとなり、放流水域に与える影響は少ない。システム全体での脱窒率は返送比の関係となり、返送比1および3では51~78%が得られた。今後、尿及脱離液や他の高濃度汚水を用いて実験を行う予定である。最後に、本研究に御協力頂いた塩出忠和(現農畜産技研KK)、福本哲也(現パシフィックエンジニアリング)の両氏に心から謝意を表する。

参考文献 1)石黒政儀:回転円板法による下水産業廃水の二次処理

三次処理,環境技術4巻7号,1975年7月

2)石黒,渡辺,増田,福本,塩出:回転円板法による硝化-脱窒に関する研究,土木学会西部支部研究発表会論文集,pp/57~58, 1977.2

表-1 実験データ 注:T-N(Or_g-N+NH₃-N+NO₃-N)

項目	NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
返送比	2	2	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
原水流入量(L/min)	5	5	10	15	7.5	4.0	5	7.5	10	12.5	15	7.5	7.5
全滞留時間(hr)	4.9	4.9	2.4	2.4	4.9	4.9	7.3	4.9	3.7	2.9	2.4	4.9	4.9
原水NH ₃ -N(mg/L)	81.8	91.3	81.8	99.3	172.7	163	49.6	51.5	41.9	48.3	37.9	41.7	41.7
硝化率(%)	98	98	97	93	99	99	96	96	97	96	78	97	97
脱窒率(%)	100	100	93	92	97	80	100	100	98	83	45	98	98
T-N除去率(%)	74	72	78	67	62	76	55	55	51	64	53	65	65
原水OC(mg/L)	143	143	154	161	—	254	133	104	61	—	—	—	—
流出OC(mg/L)	15	15	17	24	—	30	22	16	18	—	—	—	—
OC除去率(%)	90	90	89	85	—	88	83	85	70	—	—	—	—

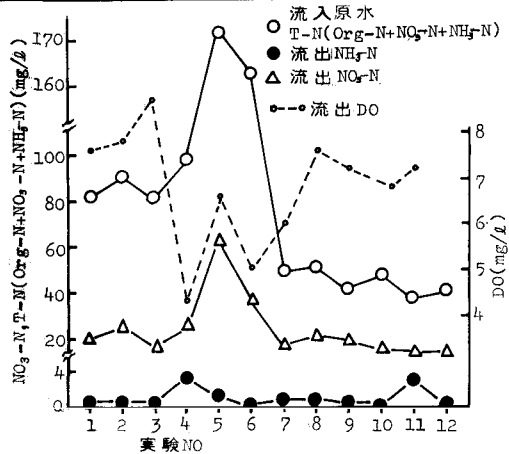


図-3 流入流出の水質変化

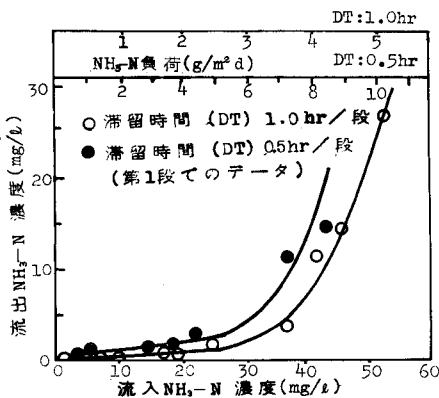


図-4 流入流出NH₃-N濃度と負荷量の関係

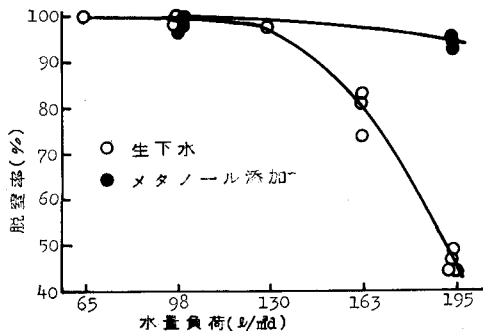


図-5 水量負荷と脱窒率の関係