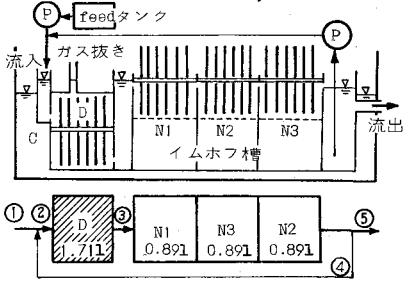


宮崎大学工学部 正 石黒政儀 正 渡辺義公 正 増田純雄
 宮崎大学工学部 学○福本哲也 学 塩出忠和

1. はじめに. 従来の回転円板法による硝化-脱窒システムは好気性円板硝化部の次に嫌気性円板脱窒部を設置するブリングマン方式で、次の2点において不合理である。(1)前段の硝化部で有機物を除去し、その次に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はほとんどゼロであり、メタノール過剰添加時の残存有機物除去のため再曝気が必要である。上記の不合理点を解決するために本研究では前段に嫌気性脱窒槽を設け下水中の有機物を有機炭素源として利用し脱窒を行ない、次に硝化部を置き循環させるシステムを採用した。本文では、本システムの評価とシステム効率にかかわる2, 3の問題点について報告する。



D: 脱窒槽 N: 硝化槽 C: 恒温槽 P: ポンプ

図-1 実験装置とフローシート

2. 実験装置と実験条件. 図-1に実験装置とフローシートを示す。1段の嫌気性槽(D)と次に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にポンプで送った。硝化部は各段とも円板直径15cm・厚さ25mm・材質耐水ペニア・間隔10mm・各段の枚数6枚とし、全円板微生物生育表面積0.663m²・浸漬率50%・持槽容積2.67ℓ・A/V 25 1/4m³円板回転数8rpm(周速速度38%/分)である。脱窒部は木封閉型で円板枚数6枚・全円板表面積0.221m²・浸漬率100%・持槽容積1.71ℓ・A/V 13 1/4m³円板回転数4rpm(周速速度1.9%/分)である。流向は軸方向、水温は外槽に設けた温度調節器により18~22℃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を添加したものと生下水のみの両者を用いた。実験条件は嫌気部流入量(図-1の②)15, 30, 50%。返送比r; 1, 2, 3・原水NH₃-N濃度20~160%で連続流とした。滞留時間(DT)は硝化部で30, 15, 1.0時間, 脱窒部で20, 10, 0.5時間である。原水のIC(無機炭素)・OC(有機炭素)濃度は各々150~300, 50~250%とし、pH7~8・DO:0~2mg/ℓ・水温3~22℃であった。

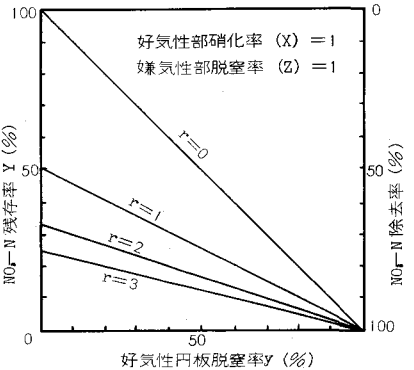


図-2 除去効率

3-1. システムの機能評価. 本法は生下水中の有機物を脱窒菌の炭素源として利用し、返送水中のNO₃-Nを嫌気槽で脱窒し、返送水で希釈されたNH₃-Nを好気部で硝化する方式であり、本システムのNO₃-N残存率Yは次式で表わせる。

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

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=好気性部の脱窒率。図-2にX=1, z=1, すなわち理想的にシステムが作動した場合のシステ

表-1 水質表 注: 20, 21 生下水使用

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
原水流入量 (mg/分)	75	75	5	5	4	4	75	5	4	4	15
原水NH ₃ -N濃度 (mg/ℓ)	81	80	81	72	72	75	163	156	153	153	97
返送比	1	1	2	2	3	3	1	2	3	3	1
硝化率 (%)	96	97	98	98	97	97	99	98	89	97	94
脱窒率 (%)	95	97	100	100	98	93	96	96	93	93	94
好気性脱窒率 (%)	13	14	1	7	12	6	28	2	0	4	33
TN除去率 (%)	50	48	68	71	75	75	60	66	60	75	65
No	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21
原水流入量 (mg/分)	15	10	10	25	25	15	5	5		5	25
原水NH ₃ -N濃度 (mg/ℓ)	89	72	67	77	77	160	23	29		41	42
返送比	1	2	2	3	3	1	2	2		1	1
硝化率 (%)	93	95	97	98	95	96	91	94		97	96
脱窒率 (%)	92	89	96	89	93	100	100	100		100	100
好気性脱窒率 (%)	39	12	18	0	14	78	78	87		0	0
TN除去率 (%)	67	70	70	67	74	70	91	94		41	48

ム全体の脱窒率と返送比、好気部の脱窒率の関係を示した。本実験では図-2とほとんど同じ結果を得た。表-1に①の流入量・返送比・好気部の $\text{NH}_3\text{-N}$ 除去率・嫌気部の $\text{NO}_2\text{-N}$ 除去率・好気部の $\text{NO}_2\text{-N}$ 除去率・システム全体のTN除去率を示し、図-3に本実験での①の $\text{NH}_3\text{-N}$ ・③の $\text{NH}_3\text{-N}$ ・⑤の $\text{NH}_3\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度を示す。表-1・図-3より本システムの有効性が確認され、この結果より本システムは特に有機性廃水処理の分野で有効であると推定される。図-1のシステムを用いた実験結果からさらに、初沈 S_1 の次に嫌気部D・硝化部N終沈 S_2 を設置し S_1 と S_2 からの余剰汚泥を汚泥処理し、その脱離液を有機炭素源としてDに返送する図-4のシステムおよびその多段式も考えられる。

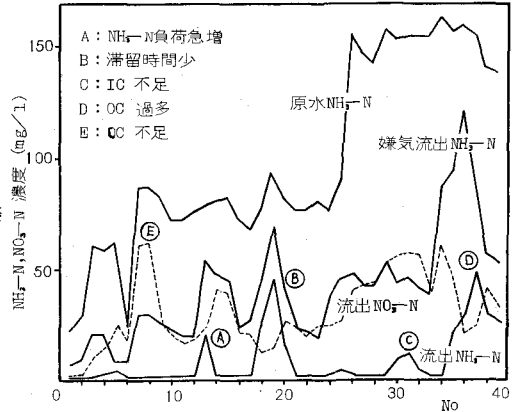
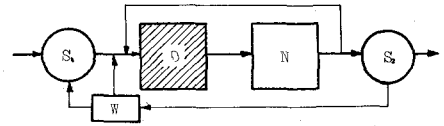


図-3 水質変化



D: 脱窒部 N: 硝化部 S₁: 初沈 S₂: 終沈 W: 汚泥処理装置
図-4 システム図

3-2. 硝化に対する影響因子. 硝化に関する影響因子としてはIC濃度(負荷)・OC濃度(負荷)・滞留時間(DT)・ $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度(負荷)・C/N・pH・温度などが考えられるが、本実験ではDTと $\text{NH}_3\text{-N}$ 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-5にDT:1.0時間における③の $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度と残存 $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度との関係を示す。DT:1.0時間で③の $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度約40% $(4\text{g}/\text{m}^3)$ ・DT:0.5時間で約20% $(4\text{g}/\text{m}^3)$ から残存 $\text{NH}_3\text{-N}$ が急増し、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 負荷 $2\text{g}/\text{m}^3$ で90~95%硝化率が得られたという実験報告にほぼ一致している¹⁾。

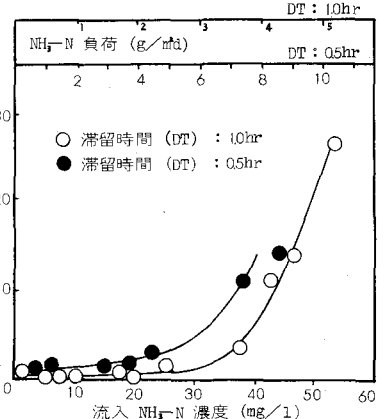


図-5 流入、流出 $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度

3-3. 好気性と嫌気性部での脱窒. 本システムでは好気性部での脱窒がTN除去率を左右するのでその影響因子の解明が必要であり、それには水温・気温・OC濃度・浸漬率・円板回転速度などの因子が考えられる。本実験での好気性部の脱窒率は表-1に示す通りである。嫌気性部での脱窒率を図-6に示す。これより $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度10~40%で嫌気流出濃度がすべて3%以下、脱窒率90%以上となることが判明する。この値はDT:1.0・2.0時間でも大差なかった。

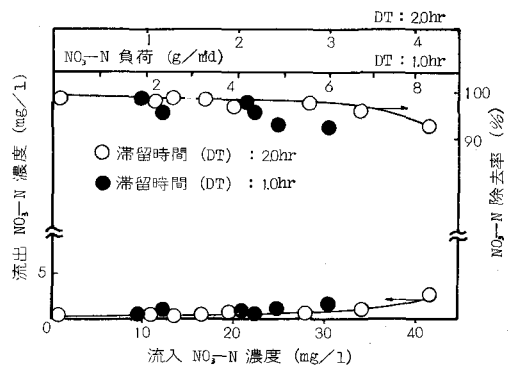


図-6 流入、流出 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度

3-4. 生下水を用いた硝化-脱窒. 表-1に生下水を用いた実験データを示す。①の流量75%・返送比1・DT:好気部30時間・嫌気部20時間で硝化率96%・脱窒率100%・システム全体TN除去率48%となった。活性汚泥法で有機炭素源として生下水を利用した場合の脱窒率はメタノールを使った時の約1/2になるといわれている²⁾、本システムではメタノールを用いた場合と同様の高い脱窒率が得られた。

4. おわりに. 本文で提示したシステムでは極めて安定した脱窒が進行し、有機炭素源として生下水の使用も可能なため前段の嫌気部で脱窒とBOD除去が同時に行われる。また、生下水利用とメタノール利用では脱窒速度がほぼ等しいことが確認された。今後の研究課題としては生下水利用時の原水水質の変動、返送比の問題などが残されている。

参考文献 1) 石原政博: 回転円板法による下水・産業廃水の二次処理および三次処理, 工環環境技術4巻 7号: 75年7月
2) Process design manual for NITROGEN CONTROL, U.S.EPA, 1976