

佐賀大学理工学部 ○ 学 松尾保成 正 荒木宏之
正 古賀憲一 正 井前勝人
九州大学工学部 正 粟谷陽一 正 楠田哲也

1. はじめに 近年、中小都市においても下水道整備が進められつつある。ところが、人口密度、財政力、地理的条件などにより、従来の大都市型の処理システムを用いるには困難な点も多いことから、小規模下水処理施設への関心が高まっている。その一つとして、オキシデーションディッチ法（OD法）が見直され、各方面で研究、開発も行われている。OD法は低負荷で運転されるため、標準活性汚泥法等に比べ汚泥発生量が少なく、また、比較的簡単な運転操作で高い窒素除去が可能とされている。OD法による窒素除去は大別して、ディッチ内に形成される好気ゾーン、嫌気ゾーンを利用する方法と、ディッチ内を間欠的に好気状態、嫌気状態にする方法とがある。しかし、これらの方法の運転操作法や処理特性に関しては未だ不明な点が多く、最適な運転操作法の確立には解決すべき問題も多いようである。本研究では学内に設置したODプラントによる実規模スケールの実験を行い間欠曝気方式による窒素除去の可能性を明らかにすると共に、間欠曝気条件（好気時間と嫌気時間の配分）が窒素除去特性に及ぼす影響について検討を加えたものである。

2. 実験装置 実験に用いたプラントを図-1に示す。ディッチの容量は17m³で、横軸式のエアレーターを有している。DOの流れ方向の分布が無いことから、DOに関しても完全混合型といえる。タイマー制御によるエアレーターのON-OFF運転でディッチ内を交互に好気、嫌気状態とし、硝化・脱窒を起こす。エアレーターがOFFのときは、汚泥の沈降を防ぐために水中ポンプで、流速20cm/sec程度を与えている。流入下水は学内廃水で実験条件を表-1に示す。ここで、サイクル時間を〔好気時間+嫌気時間〕、好気時間比を〔好気時間/サイクル時間〕と定義した。

3. 実験結果と考察 最適好気時間比を実証的、理論的に求めた例は少ないが、純粋培養による脱窒菌の好気-嫌気繰返しに対する応答を調べた結果、好気時間比0.33で最大の脱窒速度を得るという報告¹⁾もある。本研究では、これらの基礎的研究をもとに好気時間比0.33とした場合とシミュレーション結果、及び、過去の知見より推定された最適な好気時間比0.4~0.5²⁾とした場合について実験を行った。サイクル時間は20分、45分、60分とし、DOの最大値は1~1.5mg/lに設定した。各

実験の処理状況を表-2に示す
図-2にRUN 1における流入下水と処理水の
水質変化を示す。

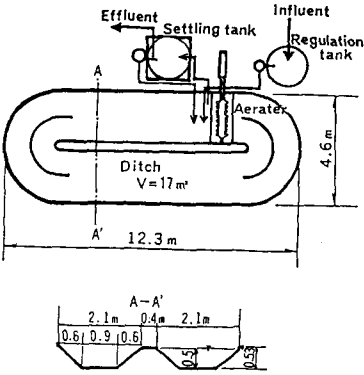


図-1 実験プラント

表-1 実験条件

RUN	1	2	3	4
サイクル時間	20	45	60	60
好気時間比	0.36	0.42	0.34	0.50
MLSS mg/l	3430	2950	2900	2950
SV %	90	99	99	97
SVI	289	336	341	329
Q _{in} l/min	9.8	9.8	9.2	9.2
Q _{ret} l/min	12.0	13.6	12.0	12.0
HRT hr	30.6	30.6	32.6	32.6
Temp °C	12.4	10.5	10.3	10.7
DO _{max} mg/l	1.0	1.2	1.3	1.5

表-2 処理成績

RUN	1			2			3			4		
	IN	OUT	REM%	IN	OUT	REM%	IN	OUT	REM%	IN	OUT	REM%
COD mg/l	160	15	91	201	11	95	170	9	95	235	25	89
T-N mg/l	25.2	7.3	71	17.8	3.4	81	33.3	15.7	53	28.8	10.1	65
NH ₄ -N mg/l	18.1	6.3	65	10.8	3.0	72	25.7	15.0	42	20.7	8.1	61
NO ₂ -N mg/l	0.05	0.01		0.05	0.01		0.01	0.01		0.06	0.03	
NO ₃ -N mg/l	0.2	0.08		0.2	0.4		0.1	0.2		0.45	1.0	
ALK. mg/l	136	102		130	96		161	130		132	100	

好気時間比は0.36である。学内廃水のため負荷変動が大きく、1日の間でも最小値と最大値の差が大きい。それに伴って、処理水は若干の変動を示しているが、比較的安定しているといえる。この図においては、処理水の $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ は高く、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ が低いことから、好気時間が不足したため硝化が十分進行していないことがわかる。本例の場合、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 除去率は65%、 $\text{T} - \text{N}$ 除去率71%であった。 $\text{T} - \text{N}$ 除去において硝化過程が律速となるため、好気時間比を大きくするか、 DO 濃度を上げる必要がある。ところが、所定の DO を短サイクル内で得るためにはエアレーターの回転数を上げて曝気しなければならない。一般的には、 OD 法における汚泥の沈降性は悪いことが知られており、曝気装置の回転数を上げることは沈降性の悪化を助長しやすい。本実験においてもその問題が生じたため、ここでは好気時間比を大きくすることとし以下に述べる方法で好気時間比を決定した。好気時間比0.36ではサイクル時間に対する好気時間の割合が小さいこと、シミュレーションにより得られた最適な好気時間比が0.4 ~ 0.5 であること、及び、過去の知見を勘案して好気時間比をこの範囲となるよう設定した。サイクル時間の決定に際しては、20分のサイクル時間では操作等に種々の困難が生じるため便宜的に45分とした。図-3に45分サイクルにおける水質変化を示す。好気時間比は0.42である。処理水の $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ は、RUN 1の場合と比べ減少しており、好気時間比を大きくすることにより、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 除去率も72%と向上し、 $\text{T} - \text{N}$ 除去率も81%という十分実用可能な値が得られた。このように、適切な好気時間比で間欠曝気運転を行うことにより、安定で良好な窒素の除去を行うことができる。表-2に示すように、RUN 3では、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 除去率42%、 $\text{T} - \text{N}$ 除去率53%であり、RUN 1の場合と同様、サイクル時間に対する好気時間の割合が小さい。同じ60分サイクルで、好気時間比を0.5としたRUN 4の結果を図-4に示す。 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 除去率は61%と改善されたものの、 $\text{T} - \text{N}$ 除去率は65%と低い値に留まっている。以上のごとく、間欠曝気式 OD により窒素除去を行う場合、単に好気時間、嫌気時間を長くすれば良いということではなく、硝化速度、脱窒速度の相対的なバランスを考慮し、最適な好気時間、嫌気時間を設定する必要がある。

4. あとがき OD 法において窒素除去を目的とした間欠曝気運転を行った場合でも、比較的負荷変動に強く、処理水は十分安定している。また有機炭素源、アルカリ剤など添加することなしに、サイクル時間45分、好気時間比0.42で冬期においても、 $\text{T} - \text{N}$ 除去率81%、 COD 除去率95%の成績が得られ、小規模下水処理法として十分適用可能なものと考えられる。今後、更に、サイクル時間、好気時間比を広範に変えた実験を行う予定である。

本研究は「文部省科学研究費 奨励研究(A)」および、「(財)日本生命財団」の補助を受けて行ったものである。

参考文献 1) Waki et.al J.Ferm. Tech., Vol.58 2) 中西, 荒木, 古賀, 井前, 土木学会西部支部 昭

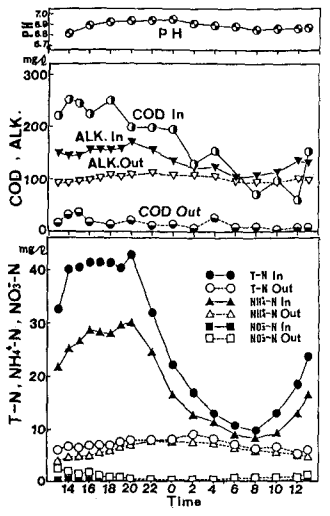


図-2 RUN 1

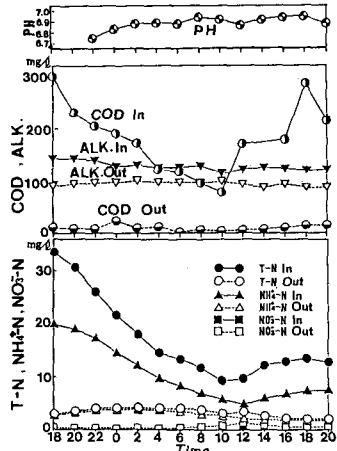


図-3 RUN 2

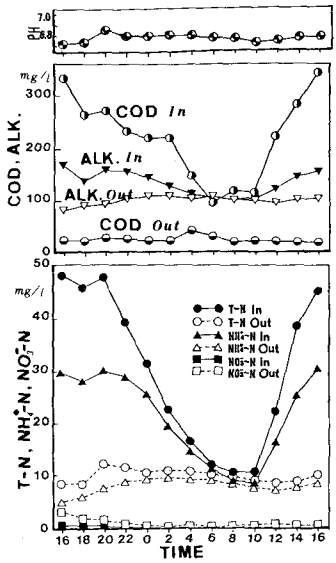


図-4 RUN 4