

オキシデーションディッチ法による窒素除去に関する研究

佐賀大学理工学部 学○小田原一浩 学 大手彰

佐賀大学理工学部 正 荒木宏之 正 古賀憲一 正 井前勝人

九州大学工学部 正 楠田哲也 正 栗谷陽一

1. はじめに 下水道整備は、大都市から中小地方都市へと移行しつつあり、小規模下水道への関心が高まっている。ところが、人口密度、財政規模、技術力、社会的・地理的環境の違いなど地域特性があり、従来の大都市型の処理システムを踏襲するには種々の困難があると思われる。これら地方都市では、様々な水利用形態が存在するために大都市以上に、高度で安定した処理水質が望まれよう。このような背景から、近年、オキシデーションディッチ法が注目を集め、研究、開発が盛んに行なわれている一方、国内でも急速に採用されてきている。

ところが、その処理特性、特に運転操作条件と窒素除去特性の関係については不明な点が多く、窒素除去のための運転法の確立が強く望まれている。そこで本研究では、実規模プラントを用い、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、サイクル時間(好気時間+嫌気時間)を変化させた場合の窒素除去特性と除去効率に及ぼす影響について、実験的な検討を行なった。

2. 実験装置および方法 図-1に実際に用いたプラントを示す。容量18 m^3 で、池の1ヶ所でブラシによる曝気を行なうものであるが、DOの流れ方向の分布がないことから、DOに関しても完全混合型と見なしてよい。タイマーにより、エアレーターを断続的に運転し、ディッチ内を交互に、好気・嫌気状態として、硝化・脱窒反応を起こす。エアレーターがOFFの時は、ディッチ内に沈めた2台の水中ポンプで流速を与え、汚泥の沈殿を防止している。流入下水は学内廃水で、実験条件は表-1に示すとおりである。流入下水の水質は時間的変動が大きいため処理水は1, 2時間おきに採水し、連続24時間における水質の変動をとらえることによって処理特性を調べた。また同時にコンポジットサンプリングを行なった。なお、DOレベルは最大値で1~1.3 mg/l とした。

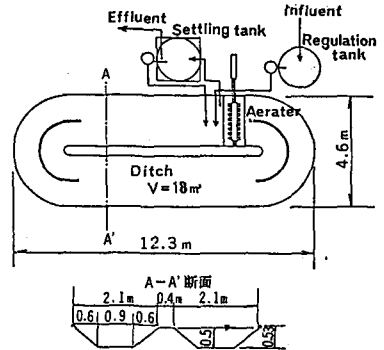


図-1 実験プラント

表-1 実験条件

	20 min. cycle	45 min. cycle	60 min. cycle
MLSS	3 430 mg/l	2 950 mg/l	2 900 mg/l
S V	99 %	99 %	99 %
S V I	289	336	341
Q, Influent	9.8 l/min	9.8 l/min	9.2 l/min
Q, Return	12.0 l/min	13.0 l/min	12.0 l/min
HRT	3.0 hr.	3.0 hr.	3.2 hr.
Temp.	11.8~12.8 $^{\circ}\text{C}$	10.0~11.1 $^{\circ}\text{C}$	9.8~10.4 $^{\circ}\text{C}$
DO	1 mg/l	1.0~1.2 mg/l	1.0~1.3 mg/l
好気: 嫌気時間	1 : 1.8	1 : 1.4	1 : 1.9

表-2 各サイクルの処理成績

	20 min. cycle			45 min. cycle			60 min. cycle		
	In mg/l	Out mg/l	Removal %	In mg/l	Out mg/l	Removal %	In mg/l	Out mg/l	Removal %
COD	160	15	91	201	11	95	170	9	95
T-N	25.2 (24.0)	7.3 (7.6)	71 (68)	17.8 (13.7)	3.4 (3.2)	81 (77)	33.3	15.7	53
$\text{NH}_4\text{-N}$	18.1	6.3	65	10.8	3.0	72	25.7	15.0	42
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.05	0.01		0.05	0.01		0.01	0.01	
$\text{NO}_2\text{-N}$	0.2	0.08		0.2	0.4		0.1	0.2	
Alkalinity	136	102		130	96		161	130	

()と60分サイクルはコンポジットサンプリング

3. 実験結果および考察 サイクル時間についてはプラント実験等から3分~3時間の値が報告されており、施設や各種条件の違いにより大きく異なっている。一方、理論的に窒素除去特性から見た最適な好気時間、嫌気時間を求めた例は少なく、実証的検討までなされた例は著者の知る限りない。脱窒菌の好気・嫌気繰り返しに対する応答を調べた実験で好気時間:嫌気時間の比が1:2程度において最大の脱窒速度が得られると報告されている。また、脱窒速度は前好気時間の影響を受けるとも言われている^{2),3)}。以上の基礎的研究を基に、本研究で行なうプラント実験では、好気、嫌気の時間比を1:2とし、DOレベルを確保するための操作上の制限等により、1サイクルの時間を20

分に設定した。表-2に処理成績を示す。図-3は、20分サイクルにおける水質の変化を示したものである。学内廃水のため時間的な流入負荷変動が大きく、COD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、T-Nとも最小値は最大値の1/3~1/4程度となる。処理水質は負荷変動に伴い6時間程の遅れで変動しているが、その変化は小さく安定している。流入CODが小さくなると、処理水の $\text{NO}_3\text{-N}$ が増加する傾向にあり、これは有機炭素源の不足による脱窒速度の低下と考えられる。流入及び処理水の時間変動より求めた平均の $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率が65%であることから、全体の窒素除去効率に対して、硝化プロセスが律速となっていることが判る。このことは $\text{NO}_3\text{-N}$ が流入CODが小さくなる場合を除いて、ほとんど蓄積していないことからもうかがえる。以上のように、好気、嫌気の時間比1:2とすると好気不足のため、硝化が進行しないこと、また、サイクル時間20分では短い好気時間内にDO $\geq 1\text{mg/L}$ 以上とする必要からエアレーターの回転数(Kla)を上げているが、このために汚泥の沈降性が悪くなるという問題も生じた。これらの結果より、サイクル時間を長くする必要性があると考えられた。さらに、シミュレーション結果より45分サイクルで運転した場合の方が除去率が向上することが予測された。一方、好気、嫌気の時間比はシミュレーション結果より推定された最適な時間比⁴⁾、1~1.5の範囲に設定し、実験を行なった。図-3にその結果を示す。このときの好気、嫌気の時間比は1:1.4である。好気時間の割合を増加させることにより、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率は72%と向上し、T-N除去率でも81%という十分実用的な値が得られた。このようにエアレーターの適切なON、OFF運転を行なえば、メタノール、アルカリ剤等を添加することなしに高い除去率が得られることは、本法の有効性を示すと共に、小規模下水処理法として本法を使用することの妥当性をも示している。また、好気、嫌気の時間比を1:1.9とし、サイクル時間を60分とした場合には、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率42%、T-N除去率53%であった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ が高いことから明らかに、単にサイクル時間を長くすればよいと言うことではなく、硝化速度と脱窒速度の関係を考慮し、最適なサイクル時間を決定しなければならないことが判る。

4. まとめ 間欠曝気による窒素除去運転を行なう場合でも負荷変動に対して安定した処理が行なえることが明らかになった。サイクル時間45分、好気、嫌気の時間比1:1.4で運転することにより、窒素除去率81%の成績が得られた。今後は、更に生下水の流入負荷特性、硝化速度、脱窒速度などを考慮して最適なサイクル時間、好気、嫌気の時間比を求める必要があろう。また、本実験は冬期に行なったため、水温等による影響も十分考えられることから、四季を通じた実験も行なっていきたい。

なお、本研究は科学研究費(奨励研究A)及び日本生命財団の補助を受けて行なったものである。

<参考文献> 1) いえば 福永 栄、茂木 浩一：オキシジェンデイツチにおける窒素除去/下水道協会誌 1984.3 Vol.21 2) T.Waki, K.Murata, Y.Kawato and K.Ichikawa: Transient Characteristic of *Paracoccus denitrificans* with Change between Aerobic and Anaerobic Conditions / J. Ferment. Tec. Vol.58-3, p.243-249, 1980 3) T.Waki, Y.Kawato, Y.Shimadani and K.Ichikawa: Dynamic Characteristic of *Paracoccus denitrificans* in Alternate Aerobic-anaerobic Continuous Cultivations / J. Ferment. Tec. Vol.58-3, p.251-257, 1980 4) 中西新二：動力学的モデルによるオキシジェンデイツチのシミュレーション/西部支部研究発表会 1985

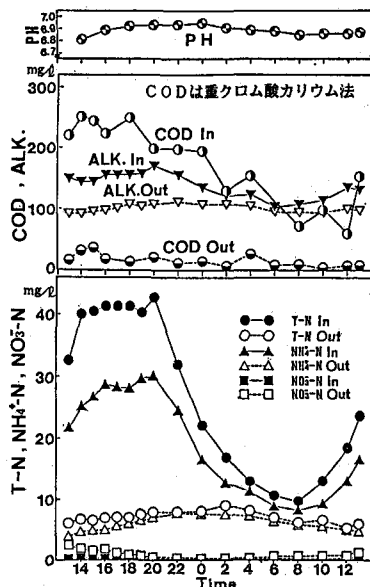


図-2 20分サイクルにおける水質変化

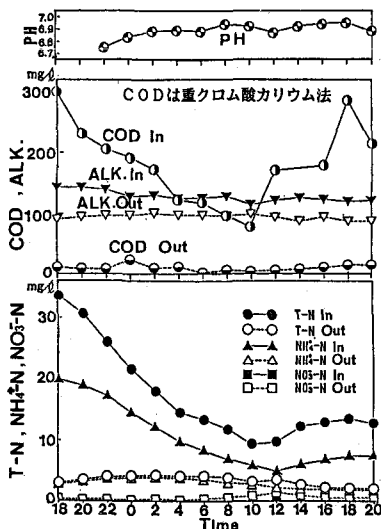


図-3 45分サイクルにおける水質変化