

大阪大学 正員 橋本 奨
正員 ○古川 憲治
尾崎 保夫

1. はじめに

下・廃水からの窒素除去法として、生物学的硝化、脱窒反応を利用した汚泥循環方式が、ここ数年来最も有力視されるようになってきた。我々は、流入廃水中の有機物を脱窒反応の H-donor として用いる“嫌気-好気式高濃度活性汚泥法”を開発し、長年にわたるベンチスケール、パイロットスケールの処理試験によりその有用性を明らかにしてきた。⁽¹⁾⁽²⁾ 種々の変動要因を制御したベンチスケールの実験では、安定した高い窒素除去率(80%以上)が得られたが、分流水都市下水処理場の灰砂池流出水を供試下水としたパイロットプラントテストでは、流入水質、処理水温等の変動により窒素除去率が低下することが認められた。⁽³⁾ そこで、この種の変動に対し多大なる緩衝能を有する“修正嫌気-好気式高濃度活性汚泥法”を考案し、その処理特性につき検討した。

2. 実験装置と方法

第1図に、本法のフローチャートを示した。本法は、嫌気-好気式高濃度活性汚泥法の嫌気槽の後に、第2好気槽を設けたものである。第2好気槽汚泥混合液は、第2好気槽に装着されたフィルタ・セパレータにより固液分離され、清澄な処理水が得られる。好気槽は空気曝気で槽内 O₂ を 3 mg/l 以上に維持し、嫌気槽の混合液は攪拌機(100 rpm)によった。第1表には、供試合成下水の組成を示した。供試汚泥には、この合成下水に長期間 fill and draw 方式にて馴致させたものを使用した。

3. 反応槽容量の算出

本法の嫌気槽容量(V_1)、第1好気槽(V_2)、第2好気槽(V_3)は、嫌気-好気式高濃度活性汚泥法の場合と同様の手法⁽³⁾で、嫌気槽での Total-N の物質収支式、好気槽での TKN、NO₃-N の物質収支式から次式にて算出される。

$$V_1 = \frac{1}{R_{T1}} \frac{Q_s(N_{TS} - N_{T3})}{S_1} \quad \text{---- (1)}$$

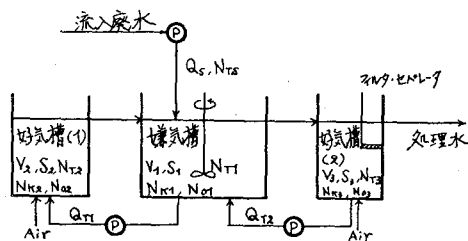
$$V_3 = \frac{(Q_s + Q_{r2})(N_{K1} - N_{K3})}{R_K N_{K3} S_3} \quad \text{---- (2)}$$

$$V_2 = V_1 \frac{R_{T1}}{R_K N_{K2}} - \frac{r}{1+r} V_3 \frac{N_{K3}}{N_{K2}} \quad \text{---- (3)}$$

脱窒速度恒数(R_{T1})、硝化速度恒数(R_K)は、パイロット試験で得られた値 $R_{T1} = 0.020$ (mg/mg・日)、 $R_K = 0.011$ (1/ppm・日)を用い、第2表に示す設計条件にて、各槽の容量を $V_1 = 10.1$ l, $V_3 = 5.24$ l, $V_2 = 5.69$ l と決定した。

4. 実験結果並びに考察

本法による処理成績を第3表に示した。高率の有機物除去と同時に、嫌気-好気式高濃度活性汚泥法では、達



第1図 修正嫌気-好気式高濃度活性汚泥法模式図

成分	g/l
Peptone	35
Meat Extract	23
Urea	5.9
NaCl	6.0
KCl	2.8
CaCl ₂	2.8
MgSO ₄	2.0
K ₂ HPO ₄	80
KH ₂ PO ₄	10

COD_{Cr} = 55,000 mg/l
Total-N = 8,400 mg/l

* 上記組成の合成下水を適宜水道水で希釈して使用
第2表 設計条件

$Q_s = 16$ l/day
$Q_{r1} = 64$ l/day ($r_1 = 4.0$)
$Q_{r2} = 32$ l/day ($r_2 = 2.0$)
$N_{TS} = 70$ mg/l
$N_{T3} = 7$ mg/l
$N_{K1} = 14$ mg/l
$N_{K2} = 2$ mg/l
$N_{K3} = 2$ mg/l

成不可能な 90.7 % という高い窒素除去率が得られた。又、処理水中の主な窒素形態は $\text{NO}_3\text{-N}$ となり、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が主体となる嫌気-好気式高濃度活性汚泥法に比して、酸素要求物の除去の点ですぐれているといえる。

次に、本法が種々の変動に対し如何に対応するか検討した。第2図に、本法の COD_{cr} -SS 負荷を変動させた場合の本法の COD_{cr} 、Total-N 除去率の対応を示した。図示したように、 COD_{cr} -SS 負荷 < 0.20 g/g・日の試験範囲で、平均 97 % の COD_{cr} 除去率、90 % の Total-N 除去率が得られ、本法が負荷変動に対して大きな緩衝能を有することが明らかとなった。

第3図には、流入下水中の C/N 比を変動させた場合の本法の COD_{cr} 、Total-N 除去率の対応を示した。流入下水中の (COD_{cr} /Total-N) 比が 5.0 以上であれば、 COD_{cr} 、Total-N 除去率は流入下水中の C/N 比の影響を受けず、それぞれ、約 95 %、90 % の除去率が得られた。流入下水中の (COD_{cr} /Total-N) 比が 5.0 以下では、処理水中に未脱窒の ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$)-N が高濃度検出されるようになり、Total-N 除去率が大幅に低下する。そのため、流入水の (COD_{cr} /Total-N) 比が 5.0 以下に低下する場合、高率の窒素除去率達成には、メタ-ル等の安価な炭素源の嫌気槽への補填が必要となる。

Barnard, J. L.⁽⁴⁾ が、嫌気槽-槽、好気槽-槽からなる Bardenpho プロセスのパイロットテストで、90 % 以上の磷除去が可能であることを報告して以来、汚泥処理方式による脱磷法が注目されるようになってきた。修正嫌気-好気式高濃度活性汚泥法でも、同様の磷除去が予想されることから、本法による磷除去についても検討したので、併せて報告する。

5. おわりに

嫌気-好気式高濃度活性汚泥法に第2好気槽を設けた“修正嫌気-好気式高濃度活性汚泥法”は、広範囲の負荷変動、流入水 C/N 比の変動に対し、すぐれた緩衝能を有し、高率の窒素除去が可能である。又、磷除去能も高く、今後の下・廃水の高度処理法として、すぐれた方法であるといえる。

—使用記号—

Q_s : 流入廃水量 (ℓ/day) , Q_{r1} , Q_{r2} : 循環汚泥流量 (ℓ/day)
 S : 汚泥濃度 (mg/ℓ) , N_{T5} : 流入全窒素濃度 (mg/ℓ) , N_{T3} : 処理水全窒素濃度 (mg/ℓ) , N_{T2} : 第1好気槽 TKN 濃度 (mg/ℓ) , N_{T3} : 処理水 TKN 濃度 (mg/ℓ) , N_{T1} : 嫌気槽 TKN 濃度 (mg/ℓ) , $Y = Q_{r2}/Q_s$

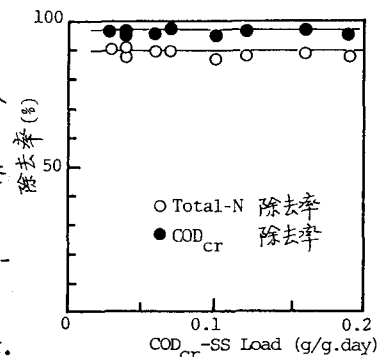
—参考文献—

- (1) 橋本, 古川, 下水道協会誌, Vol. 14, No. 152, 1 (1977)
- (2) 橋本, 古川, 衛生工学討論会論文集, 62 (1979)
- (3) Hashimoto, Furukawa, Ozaki, Technology Report of Osaka Univ. Vol. 31, 169 (1980)
- (4) Barnard, J. L., Water and Waste Eng., 33 (1974)

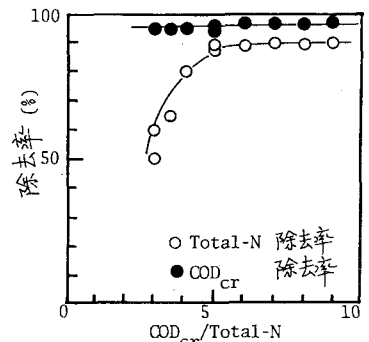
第3表 修正嫌気-好気式高濃度活性汚泥法の処理成績

	流入水	処理水	除去率
pH	7.4	7.0	
アルカリ度 (mg/l)	180	100	
COD_{cr} (mg/l)	550	35	93.6 %
BOD_5 (mg/l)	180	5	97.2 %
$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/l)	2.0	0.1	
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/l)	0	trace	
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)	0	4.0	
TKN (mg/l)	70	2.5	
Org. N (mg/l)	68	2.4	
Total-N (mg/l)	70	6.5	90.7 %

運転条件: $Q_s = 16$ l/day, $Q_{r1} = 64$ l/day
 $Q_{r2} = 32$ l/day, MLSS = 5,000 mg/l
 Temp. 25 °C



第2図 COD_{cr} -SS 負荷と Total-N、 COD_{cr} 除去率の関係



第3図 流入水 (COD_{cr} /Total-N) 比と除去率の関係