

嫌気-好気法による安定したりん除去に関する研究

荏原インフィルコ(株) 田中 俊博

1. はじめに

嫌気-好気法はりん除去、パルキング抑制の点で下水処理施設には数多く適用されている。しかし、し尿処理や産業排水のように有機物濃度やりん、窒素濃度の高い排水に適用した場合には、りん除去が不安定となる場合が多い。筆者は嫌気-好気法を上記高濃度排水に適用する場合で、安定したりん除去が可能となる条件を検討することを目的として、合成排水を用いて連続実験を行った。

2. 実験方法

図1に連続実験の処理フロー(Modified

Bardenpho Process)を示す。原水は

Sodium Acetate とPeptoneを主成分とする

合成排水を用いた。流入10ℓ/d、返送

15ℓ/d、循環31ℓ/dとし水温は20℃とした。

MLSSはRUN 1.1で4040 mg/l、RUN

1.2~1.4 では8800 mg/l とした。RUN

1.3, 1.4 ではNaClとKClを添加して原水

のNa⁺とK⁺濃度を各々1000 mg/l, 500 mg/l

(RUN 1.3)、2000 mg/l, 1000 mg/l(RUN 1.4)

とした。本報ではCOD_{cr}をCODと表示する。

3. 実験結果と考察

3. 1. 連続実験結果

結果を表1に示す。MLSSを

4040 mg/l としたRUN1.1では

除去率54.3%であった。RUN

1.2 ではMLSSを8800 mg/l と

したことで除去率は97.5%に

上昇した。Na⁺を1000 mg/l

K⁺を、500 mg/lとしたRUN1.3

の除去率は99%であったが、

Na⁺を2000 mg/l、K⁺の濃度を

1000 mg/lとしたRUN1.4では、

処理水の PO4-P 濃度は48.0

mg/l(除去率12.6%)となり、

Na⁺の影響が顕著に認められた。

Anaerobic 槽の上澄液のCODはRUN 1.1 で171 mg/l、RUN 1.2 以降は49.9 mg/l~75.0 mg/lであり RUN1.1 のCOD濃度が他のRUN に比べて高かった。Anoxic 槽の上澄液のおよび処理水のCODは各RUNで大きな差はみられなかった。また、全てのRUNにおいて Anoxic 槽ではNO_x-Nは完全に脱窒されており、NH₃-N、T-Nの除去は上記Na⁺

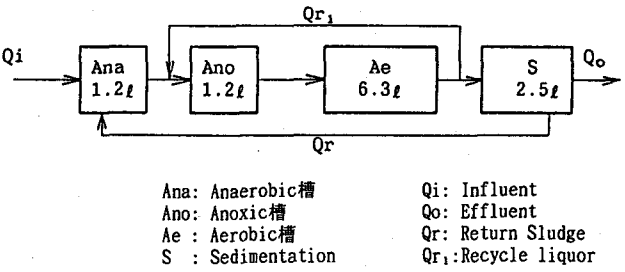


図1 処理フロー

表1 連続実験結果

	RUN 1.1		RUN 1.2		RUN 1.3		RUN 1.4	
	Inf.	Eff.	Inf.	Eff.	Inf.	Eff.	Inf.	Eff.
pH (-)	6.8	7.7	6.8	7.9	6.8	8.2	6.8	8.0
COD (mg/l)	1200	29.7	1240	24.7	1270	19.9	1220	29.0
PO ₄ -P (mg/l)	41.6	19.0	58.6	1.5	57.7	0.6	55.4	48.0
NH ₃ -N (mg/l)	101	0.6	95.8	0.4	94.1	0.6	92.4	0.1
NO _x -N (mg/l)	-----	21.6	-----	22.0	-----	26.2	-----	28.5
T-N (mg/l)	171	24.0	173	24.3	167	27.4	175	30.7

Anaero. stage sol. COD (mg/l)	171		49.9		62.0		75.0	
sol. PO ₄ -P (mg/l)	123		135		218		193	

Anoxic stage sol. COD (mg/l)		34.9		28.3		33.4		45.1
sol. PO ₄ -P (mg/l)		71.9		56.1		88.2		117
Px (wt% to VSS)		11.2		13.1		16.2		7.7
Nx (wt% to VSS)		10.4		10.4		10.0		-----

濃度範囲では影響は認められなかった。

3. 2. 各槽における各水質項目の収支

連続実験について各槽における各水質の収支を求めた。Anaerobic 槽に於ける汚泥のCOD摂取量及び PO_4 -Pの放出量についてはこの槽を通過する汚泥のflux量(汚泥濃度×流量)で整理した。表2に各水質項目の収支を示す。

表2に示すように、RUN1.2と1.3においては、Anoxic 槽で 0.7-0.8g/dの NO_3 -N が脱窒され、これに要するCOD量は2.0~2.3 g/d となる。しかし、Anoxic槽で除去されたCOD量は0.3~0.5g/dであり、脱窒量を満足できない。このことから、これらの RUN においては、Anaerobic槽で除去されたCODが脱窒に利用されたと考えられる。この結果は、りん蓄積微生物に脱窒能力があることを示している。

Anoxic槽での PO_4 -Pの放出は、Anaerobic槽でCODの残留濃度が高く、残留率が高い時に認められた。

Anaerobic 槽 において汚泥のflux に対する PO_4 -Pの放出量は15.8-33.0 mg/gVSS であった。この値は汚泥中のりん量に対して14.1~20.5%であり、ポリりん量に対して約20%となっていた。

3. 3. 嫌気状態下におけるCOD摂取量

連続実験で得られたりん含有率の異なる汚泥を用いて、嫌気状態下におけるCOD摂取量を回分実験により求めた。結果を図2に示す。単位汚泥量あたりのCOD摂取量は、Pxが大きくなるにつれて多くなり、Px11~16%で1時間のCOD摂取量は 80-105 mg/g である。嫌気 0~0.5 時間のCOD摂取量は、0.5~1.0 時間より大きい。このことから、Anaerobic 槽での汚泥のCOD摂取量を多くするには、嫌気時間を長くするより汚泥のflux量を増加させることが効果的であることが判明した。

表2 各槽におけるCOD、 NO_3 -N、 PO_4 -Pの収支

RUN	1.1	1.2	1.3
< CODの収支 >			
Sludge flux at anaero. stage (g/d)	76.5	147.6	153.3
Actual retention times at anaero. stage (hrs)	1.1	1.1	1.1
COD (g/d)			
Influent	11.9	12.4	12.7
Removed in anaerob. stage	8.0	11.4	11.4
Removed in anoxic stage	3.4	0.5	0.3
Utilized for denitrification at anoxic stage	2.0	2.0	2.3
NO_3 -N (g/d)			
Removed in anoxic stage	0.7	0.7	0.8
COD amount inflowd vs. sludge flux (mg/g) [1]	155	84.0	82.8
Taken in COD amount at anaero. stage vs. sludge flux (mg/g) [2]	105	77.2	74.4
[2]/[1] (%)	67.7	91.9	89.8
< りんの収支 >			
PO_4 -P (g/d)			
Influent	0.41	0.59	0.58
Released at anaero. stage	1.21	2.89	5.07
Released at anoxic stage *	1.63	-0.35	-0.63
Accumulated in aerobic stage	3.06	3.11	5.0
Effluent	0.19	0.02	0.02
PO_4 -P amount at anaero. stage released to sludge flux (mg/gVSS)[1]	15.8	19.5	33.0
Px: P content in sludge (mg/gVSS)[2]	112	131	161
[1]/[2] (%)	14.1	14.8	20.5
Removal (%)	54.3	97.0	99.0

*) - : indicates PO_4 -P was accumulated at anoxic stage.

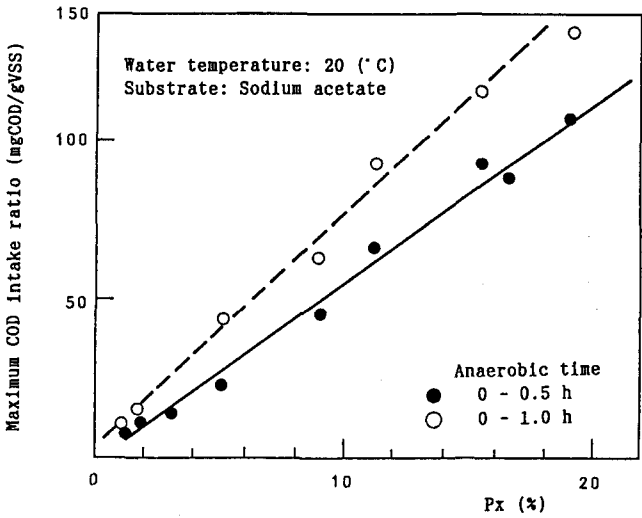


図2 汚泥のりん含有率と嫌気状態下でのCODの最大摂取量

3. 4. Aerobic 槽 におけるりん摂取に及ぼすCOD残留の影響

上記事項を検討するために、連続実験の汚泥を用いて回分実験を行った。結果を図3に示す。初期 COD 280 mg/l, 500 mg/l, 720 mg/l とした場合、嫌気1時間後の濃度は 35 mg/l, 240 mg/l, 470 mg/l と初期COD濃度に対応して残留濃度が高くなった。これに対し、 $PO_4\text{-P}$ は 85 mg/l と初期COD濃度に関係なく一定であった。残留COD濃度が 35 mg/l と低い場合は曝気を開始直後から $PO_4\text{-P}$ の摂取は開始されるのに対し、残留濃度が高い場合は、COD 50 mg/l となってから $PO_4\text{-P}$ の摂取は開始された。この結果より、残留COD濃度が高い場合は、 $PO_4\text{-P}$ が摂取に遅れがあることが判明した。また、前述したように安定したりん除去にはAnaerobic 槽での汚泥のflux量を多くし、流入COD濃度の大半を汚泥に摂取させ、残留COD濃度を低下させることが必要であることも確認できた。

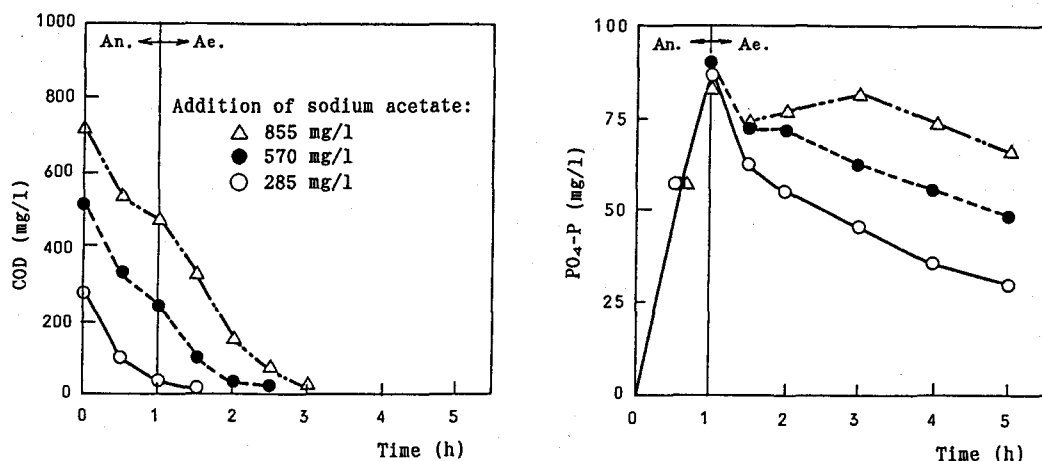


図3 $PO_4\text{-P}$ 摂取における残留CODの影響
(MLSS 2380 mg/l, Px 11.5%対VSS)

3. 5. ナトリウムイオン (Na^+) の影響

RUN 1.4で Na^+ 、 K^+ の濃度を高めたときにりん除去率は低下した。ポリリンの合成に K^+ は利用されていること⁽¹⁾、 K^+ の濃度は Na^+ の濃度より低かったことから、このりん除去の低下の原因は Na^+ 2000 mg/l以上になるとポリリンの合成への影響が大きいと判断される。

4. 結論

合成排水を用いて、生物学的なりん・窒素除去プロセスを適用性を検討したところ下記の結論が得られた。

- (1) 高濃度排水の処理においても、Anaerobic 槽において、汚泥のflux量を多くし、流入CODの大部分(約80%)を汚泥に摂取させることで、高率で安定したりん、窒素除去を維持することができた。
- (2) Na^+ 2000mg/l以上になるとりん除去率は低下したがCOD、窒素の除去率には影響は見られなかった。
- (3) りん蓄積性微生物には、脱窒素能力があることが推測された。

参考文献

- (1) 宮 晶子、北川 政美、田中 俊博；生物脱リンにおけるマグネシウムの挙動、荏原インフィルコ時報 P14-P19、No. 98、1988