

II-375

I P A 添加による
循環式硝化脱窒変法の研究

日本大学大学院 学生員 ○鈴木 重義
日本大学工学部 正会員 西村 孝

日本大学大学院 学生員 住谷 擁
日本大学大学院 竹山 良明

1. はじめに

I P A (イソプロピルアルコール) の炭素源としての実用性を議論するため、メタノール(1系列)とI P A (2系列)を炭素源とする二系列の循環式硝化脱窒変法を並行運転して、汚泥の沈降性、汚泥生成率、脱窒速度等を比較検討したので報告する。

2. 実験装置及び方法

実験フローを図-1に示す。この装置は塩化ビニル製で、嫌気性槽、脱窒素槽、硝化槽及び再曝気槽とも有効水容積2.5 lの円筒形槽を連結したものである。各槽は液部で小孔を通し連通し、全体としての混合形式は押し出し流れに近い。嫌気性槽及び脱窒素槽はスターラーにより攪拌した。

沈殿池は円筒形で汚泥かき寄せ機を有し、有効水容積は6.25 lである。運転条件は表-1に示す。MLSSは4000(3500~4500) mg/lに設定して運転した。また余剰汚泥の引き抜きは再曝気槽より行った。本実験は水温20℃にコントロールされたが、20℃以上になる夏季は気温に影響された。

原料は有機物として酢酸ソーダ、ペプトン、及び酵母エキスを使用了人工下水を用い、COD_{cr}で360 mg/l前後に調整した。無機塩としてNaHCO₃、CaCl₂、MgSO₄、NaCl、K₂HPO₄及び、(NH₂)₂COを添加した。

3. 実験結果及び考察

①汚泥の沈降性 活性汚泥の沈降・濃縮性が悪いと最終沈殿池での汚泥の濃縮限界濃度が小さくなり、系内に一定濃度の活性汚泥を維持するのに大量の返送汚泥が必要となる。特に、脱窒・脱リンにとって良好な汚泥の沈降・濃縮性は高濃度の汚泥を維持するうえで必要な条件である。

1990年(平成2年)5月下旬から1991年(平成3年)12月末までの1年7か月にわたる長期連続並行実験における沈降性指標としてのSVIの変化をみると、I P Aを添加している2系列のSVIが全体的に低く、安定した値を示している(図-2)。

メタノールを添加している1系列汚泥の場合、極端に沈降性が悪化する時期があった。1990年(平成2年)11月下旬から1991年(平成3年)2月まで、また、1991年(平成3年)4月下旬から6月までの沈降性が特に悪い。これらの期間における汚泥の沈降性は初期沈降速度が極めて小さく、6時間汚泥沈殿

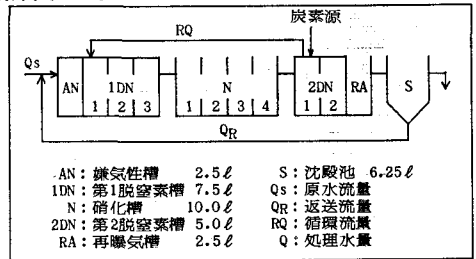


図-1 循環式硝化脱窒変法実験フロー

表-1 循環式硝化脱窒変法運転条件

Q _S (l/d)	Q _R (l/d)	Q _R (l/d)	D.T (Hr)					
			AN	1DN	N	2DN	RA	S
50	100	200	1.2	3.6	4.8	2.4	1.2	3.0

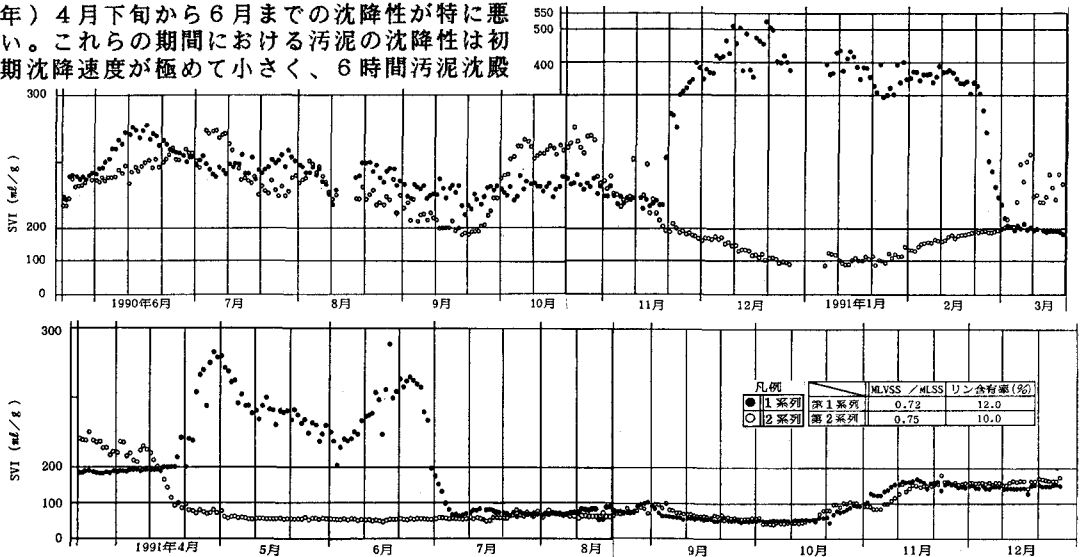


図-2 沈降性の比較

率が約80%、24時間のものが約40%であった。汚泥の沈降は時間に比例して6時間程度まで直線的に進行した。このため通常のものより大きい水面積の沈殿池を用いれば、連続運転は継続して行うことができた。

1991年(平成3年)7月から10月まで、両系列の汚泥とも沈降性が良く、SVIで100を下回るところまで改善した。しかしながら、必ずしも沈降性が良くなってもリン除去は良くなかった。気温が高くなる夏季は沈降性が良好になったが、リン除去は悪化する傾向にあった。

②汚泥生成率 汚泥生成率は次式により示される。

$$G = \Delta X_s / X_s \cdot V \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 ΔX_s : 汚泥生成量(g/日) V : 嫌気性槽+脱窒素槽+硝化槽+再曝気槽(l)

X_s : 汚泥濃度(g/l) G : 汚泥生成率(g/g・日)

汚泥生成量の計算は、引き抜き汚泥量及び処理水SS量の和とした。

一方、 COD_{Cr} -SS負荷 L_s は流入 COD_{Cr} (g/日)と添加炭素源 COD_{Cr} (g/日)を合わせて計算した。

ここに、 CH_3OH 1g = COD_{Cr} 1.5g (比重0.8)

$(CH_3)_2CHOH$ 1g = COD_{Cr} 2.4g (比重0.8)

汚泥処理費が運転経費に占める割合からして、IPAがメタノールに比べ余剰汚泥量が小さければ、IPAの炭素源としての価値は極めて高いと言える。しかしながら、本実験結果のデータから計算した日当りの汚泥生成率 G を COD_{Cr} -SS負荷 L_s で整理した結果(図-3)、両方式のプロットとも、 $G = a \cdot L_s - b \quad \dots\dots\dots (2)$

但し、 $a = 0.53$ 、 $b = 0.05$

の1次式で相関付けられ、汚泥生成率では、両炭素源の間に差異は認められなかった。さらに、厳密な比較は今後データの蓄積をはかり検討する予定である。

③脱窒速度 脱窒素菌は好気性状態でも嫌気性状態でも増殖できる通性嫌気性菌であり、嫌気性状態では、分子状酸素の代わりに、 NO_2^- ないし NO_3^- を水素受容体として呼吸する。メタノールやIPAが供与できる水素の理論量、即ち、脱窒素するために必要な水素供与体としての有機物量はその有機物が加水分解されるものとして計算から求められる。しかし、脱窒素菌は、有機物を単に呼吸基質としてばかりでなく、細胞合成の炭素源としても利用するので計算外の有機物を必要とする。

本実験では、メタノールとIPAの脱窒速度を比較検討するため、次のような仮定のもとに添加量を決定した。

硝化槽末端の NO_x^- 濃度を5mg/lとし、その3倍量(BOD 換算)を必要水素供与体量とした。両系列とも実験操作上3ml/日を添加した。このため、メタノールを添加する1系列では、 COD_{Cr} : 3.456g/日で幾分不足、IPAを添加する2系列では COD_{Cr} : 5.530g/日で幾分過剰の添加となった。

20℃における各系列の脱窒速度を表-2に示す。IPAの脱窒速度は、メタノールのそれに比べ添加炭素源 COD_{Cr} 量以上に大きな値を示している。IPAの添加炭素源 COD_{Cr} 1g当りの脱窒速度は、0.36mg NO_x^- /gSS・Hrであり、メタノールのそれは0.23mg NO_x^- /gSS・Hrである。従って、IPAの脱窒速度はメタノールの脱窒速度より1.5倍程度大きいと言える。同一原水を同量添加供給している1系列と2系列の酢酸による脱窒速度に差が生じている。IPAを資化する脱窒素菌が酢酸を資化することが出来るかどうか、今後の検討課題としたい。

また、いきなり、1系列にIPA、2系列にメタノールを添加して脱窒速度を調べてみたが、メタノールを添加した2

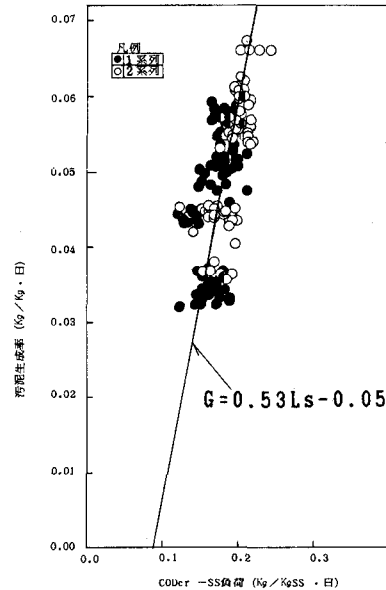


図-3 汚泥生成率

表-2 脱窒速度(20℃)

使用汚泥	添加炭素源	脱窒速度(mg NO_x^- /gSS・Hr)		
		最大値	最小値	平均値
I 系列	メタノール	1.07	0.51	0.78
	メタノール※	0.31	0.15	0.23
	酢酸ソーダ	3.45	2.46	3.01
	IPA	0.38	0.25	0.31
II 系列	IPA	0.38	0.11	0.24
	IPA※	2.28	1.67	1.99
	酢酸ソーダ	0.41	0.30	0.36
	メタノール	5.06	4.22	4.52
	メタノール※	0.34	0.30	0.32

※ 添加炭素源 COD_{Cr} 1g当りの値

系列では阻害作用が現れ、全く脱窒速度を求めることが出来なかった。

一方、IPAを添加した1系列では、内生呼吸脱窒程度の値が得られた。

4. おわりに

沈降性、汚泥生成率及び脱窒速度からメタノール以上にIPAは実用性のある炭素源であることが分かった。