

循環式硝化脱窒変法における脱窒素・脱リン汚泥の挙動

日本大学工学部 ○学生員 藤坂基幸
 学生員 吉沢誠司
 正会員 西村 孝

1. はじめに

循環式硝化脱窒変法は、窒素・リン共に生物学的作用を利用して除去する方法である。これまでの調査結果を見る限り、窒素・リン両方をバランスよく除去することの困難さを指摘する報告もある。

そこで本研究では、人工下水を原水として 第2脱窒素槽に添加する炭素源や汚泥リン含有率などが、脱窒素脱リンにおよぼす影響について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ール製で、嫌気性槽、脱窒素槽、硝化槽及び再曝気槽とも有効水容積2.5ℓ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 全体としての混合型式は押出し流れに近い。嫌気性槽及び脱窒素槽はスターにより攪拌した。

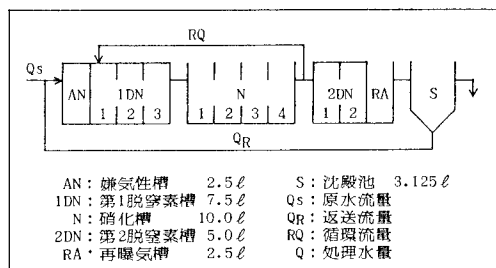


図-1 実験フロー

沈殿池は円筒形で汚泥かき寄せ機を有し、有効水容積は3.125ℓである。

運転条件は表-1に示す。MLSSは3500(3000~4000)mg/ℓに設定して運転した。汚泥返送率は100~300%, 循環量は常時400%とした。また余剰汚泥の引抜きは再曝気槽より行った。本実験は水温20.0~25.0℃で行われた。

原水は有機物として酢酸ソーダ、ヤブトン及び酵母エキスをを使用した人工下水を用い、COD_{cr}で380mg/ℓ前後に調整した。無機塩としてNaHCO₃、CaCl₂、MgSO₄、NaCl、KH₂PO₄及び(NH₄)₂SO₄を添加した。平均水質を表-2に示す。

3. 実験結果と考察

図-2の窒素収支より、連続実験における第1脱窒素槽及び第2脱窒素槽の脱窒素速度係数をMLSS 4000mg/ℓ、0次反応に従うとして求めると、 $KN_1(20^\circ\text{C})=1.43\text{mg}_{\text{ss}}/\text{Hr}$ 、 $KN_2(20^\circ\text{C})=1.70\text{mg}_{\text{ss}}/\text{Hr}$ となる。

一方、回分実験により炭素源として酢酸ソーダを用いて求めた脱窒素速度係数は、 $KN(20^\circ\text{C})=5.65\text{mg}_{\text{ss}}/\text{Hr}$ 内性呼吸による脱窒素速度係数は、 $KN(20^\circ\text{C})=0.51\text{mg}_{\text{ss}}/\text{Hr}$ であった(図-3)。

本実験で得られた脱窒素速度係数は、通常、都市下水を対象として求められるものに比べて大きい値である。これは人工下水であるため汚泥中の有機成分(TSS)が高く、系内に脱窒素菌が多数存在していたものと推定される。また、連続実験における第1脱窒素槽の脱窒素速度係数と、回分実験から得られたそれとに非常に大きな差がある。これは本実験施設が冬期の水温に設定してあるため、連続実験での値が特に小さくなっているものと思われる。このため図-2に示されるオルトリン収支をみると、第1脱窒素槽の前半でNO_x-Nがなくなり、リン吐き出し現象が生じている。

表-1 運転条件

Qs	QR	RQ	D.T (Hr)					
(ℓ/d)	(ℓ/d)	(ℓ/d)	AN	1DN	N	2DN	RA	S
50	50~150	200	1.2	3.6	4.8	2.4	1.2	1.5

表-2 平均水質 (mg/ℓ)

	原水	硝化槽	処理水
温度 (℃)	20.0~25.0		
pH	8.0	7.8	7.8
アルカリ度	161.8	90.3	100.3
BOD	268.4	—	6.3
COD _{cr}	325.6	8.4	9.0
COD _{mn}	66.1	—	7.0
SS	—	—	11.0
T-N	52.3	7.1	3.6
NH ₃ -N	26.2	0.0	0.0
Org-N	26.1	0.8	1.9
NO _x -N	—	6.3	1.7
T-P	9.1	—	1.5
O-P	6.3	2.3	1.0

図-4に示す脱窒素速度係数は、汚泥中のリン含有率が3%のときのものである。図-3に示すそれは、汚泥中のリン含有率が6%に上昇したときのものである。両者を比較すると、汚泥中のリン含有率が上昇すると、酢酸ソーダを添加した場合も、内注呼吸による場合でも脱窒素速度が低下することが理解される。特に、酢酸ソーダ添加時よりも内注呼吸による脱窒素速度の方が大きく低下する。例えば、水温20℃で汚泥中のリン含有率が3%から6%に上昇すると、脱窒素速度は約1/3になることを示している。

生物学的作用を利用して脱窒素・脱リンを行う場合、炭素源を添加して脱窒素させる方が、脱窒素速度及び汚泥生成の点から安定した運転が期待できるものと思われる。また、硝化速度と汚泥中のリン含有率の関係については現在検討中である。

現在、第2脱窒素槽に添加する炭素源として、メタノールが一般的に使用されている。本実験はイソプロピルアルコール(IPA)を添加して行われた。その添加量は硝化槽末端に貯まる1日あたりの NO_x-N 量の3倍とした。添加開始後1週間で処理水 NO_x-N 濃度は1~2 mg/l まで低下した。また、脱リン菌に対する資化性を回分実験により検討してみたが、メタノール同様汚泥中からリン吐出現象は生じなかった(図-5)。

図-6に本実験中の汚泥の沈降性を示す。図中に示すプロットは10日間の平均を一点として表示した。IPA添加後、約3ヶ月経過した5月頃から沈降性が安定してきた。その後、ほぼSVIは100以下に保つことができ、良好な沈降性を示した。また、沈降性が安定して2ヶ月経過する7月から汚泥中のリン含有率も5%を越えるようになった。

汚泥のリン含有率が6%に到達し、比較的安定して運転された10月のSRTを図-7に示す。この値は、硝化槽及び再曝気槽に対するものであり、平均10日であった。

4. おわりに

生物学的脱窒素と脱リンは負荷的に相反する至適条件をもつが、リン含有率が脱窒素速度に影響を与える

ことが明らかになった。さらに、第2脱窒素槽に添加する炭素源についても脱リンという観点から検討する必要がある。

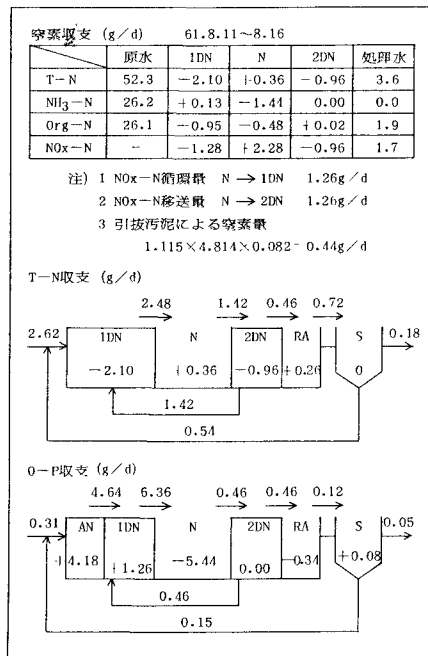


図-2 窒素・リン収支

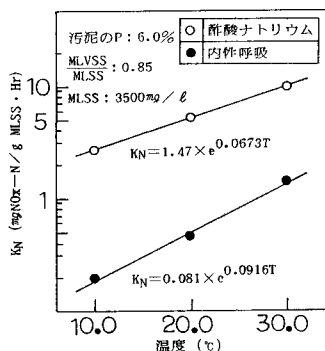


図-3 脱窒素速度係数 (1)

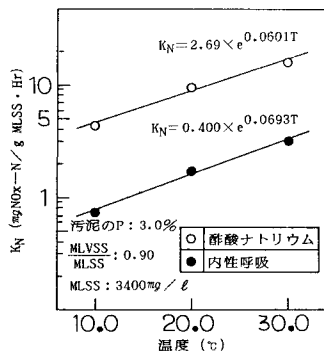


図-4 脱窒素速度係数 (2)

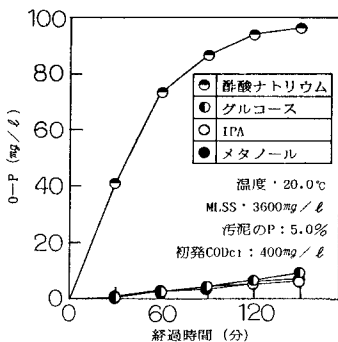


図-5 リンの吐出し実験

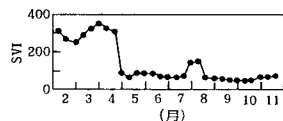


図-6 IPA添加時のSVI

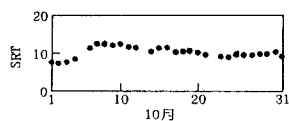


図-7 IPA添加時のSRT