

好気性消化槽における窒素の挙動(その3)

山口大学工学部 正 員 中西 弘
 山口大学工学部 正 員 石川 孝孝
 ◎中国電力(株) 正 員 末国 光彦

1.はじめに

窒素 リン除去率の低い従来の嫌気性消化槽を、既存の施設を充分活用する合理的な方法としての活性汚泥法を用いる好気性消化槽に転換する場合において、窒素除去形態を大きく分けて、 NH_3 -Stripping、 N_2 ガス飛散、槽内蓄積に分けることができる。理想としては2次公害のない N_2 ガスとして飛散させることが望ましい。そこで好気性消化槽の小規模実験装置を用いて種々の制約条件を変化させることにより窒素除去の形態と窒素の挙動について、好気性消化槽の窒素収支をとることにより、これらの検討・考察を行おうとするものである。

2.実験装置および方法

実験装置 図1に示すように窒素収支をとるため排気口以外は完全密封とし、ストリッピンクした $\text{NH}_4\text{-N}$ を回収するための排気ガスを5%飽和ホウ酸中を通過する様セットした。曝気量は浮遊式微小流量計を用いて調整した。槽内カク拌は2000 $\text{ml air}/\text{分}$ については曝気だけで十分カク拌しているの機械カク拌は行わずに1000 $\text{ml air}/\text{分}$ ・500 $\text{ml air}/\text{分}$ については曝気だけでは不十分なのでマクネテックスターラーなどで緩速カク拌した。

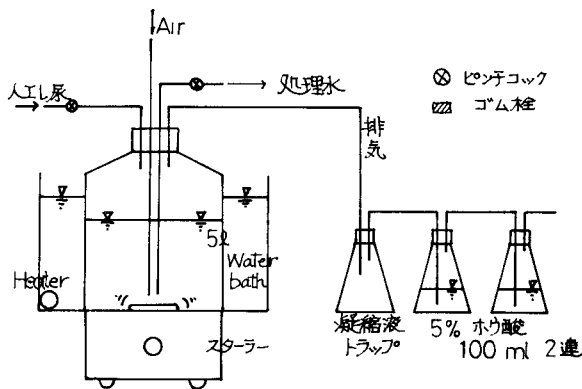


図1 実験装置 概略図

実験方法

実験に供した汚泥は下水処理場の返送汚泥を種汚泥とし、曝気量を毎分500 ml ・1000 ml ・2000 ml 、滞留時間を15日・20日・30日、温度を20℃・30℃・40℃の制約条件を与え全部で27通りの組み合わせについて実験を行なった。実験槽は5 L で実験初期段階でMLSSを5500 ppmとなる様セットし、表1に示すような成分・性状の人工尿を用い1日1回投入の半連続式で十分馴致した。又、付加実験として好気性消化槽を間欠曝気方式に変え、上記の27通りの実験結果より、硝化反応の起った30℃・30日滞留・曝気量1000 $\text{ml air}/\text{分}$ で運転し、し尿投入後5時間曝気をとめ強制的嫌気条件を与えた。又、硝化反応の起きた30℃・30日滞留および間欠曝気方式について、人工し尿投入後のDO経時変化を調べた。測定項目は、流入水については、TK-N・ $\text{NO}_2\text{-N}$ ・ $\text{NO}_3\text{-N}$ ・BOD・COD・ α^- ・アルカリ度・pH、流出水については、これをNo. 5 C口紙でろ過したもののTK-N・ $\text{NO}_2\text{-N}$ ・ $\text{NO}_3\text{-N}$ ・pH、槽内混合液のMLSS・TK-Nである。

表1 人工し尿

成分	mg/L	測定項目	mg/L
Peptone	5300	BOD ₅	9700
Meat Ex	5400	COD	3200
Urea	1000	TK-N	4169
NH_4Cl	2200	アルカリ度	7673
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	5600	pH	7.9
NaCl	500	Cl^-	4173
K_2HPO_4	1400	SS	2400
KH_2PO_4	1100		
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1000		
KCl	3200		
H_3BO_3	2600		
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1000		
$(2\text{N}-\text{H}_2\text{SO}_4)$	5 cc		

3.実験結果および考察

30℃の条件における実験結果を表2に示す。①～⑤は窒素収支を示している。これらの結果を分析・考察すると、好気性消化槽の窒素除去において大

きく分けて硝化・脱窒の方向へ進むかアンモニア飛散に進むか2通りに分れる。これは流入基質中の

$\text{NH}_4\text{-N}$ による硝化菌活性阻害作用が考えられ窒素汚泥負荷 0.025 kg-N/kg-ss 日窒素容積負荷 0.140 kg-N/m^3 日付近が上限と思われ硝化作用を進行させるには、この値以下で運転しなければならぬ。この値以上だと硝化進行が Kj-N 成分 ($\text{Alb-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) により阻害され、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が混合液中に蓄積するようになる。それに付随して pH が上昇し $20^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ の高温域の実験であるため、流入水中 $\text{NH}_4\text{-N}$ が高温になる程、free NH_3 を生成し、その free NH_3 を飛散させてしまう結果となる。

硝化の起きに実験について考察するとまず不明量について考えなければならぬ。実験誤差・計算誤差を考慮したとしても、不明量が大きい値となる。これは N_2 が又飛散によるものとしてしか考えられず、実際好気性消化槽であっても、し尿投入後 DO 経時変化 (図2) を見ると、曝気量 500 ml-air/分 、 1000 ml-air/分 では 0.5 ppm となっており見かけながら嫌气的状態を示している。又 2000 ml-air/分 でも 1.0 ppm 付近とは、2いる。これは、し尿投入後 BOD 酸化および硝化作用が進行するために DO を急速に消費し DO が 0 ppm 付近まで下るものと考えられる。その状態である種の嫌气的条件下が生じ、そこで BOD 酸化に働かない脱窒菌の一部が硝酸呼吸・亜硝酸呼吸を行ない脱窒素していると考えられる。この DO 経時変化は、付加実験の間欠曝気方式の DO 変化形態 (図2) と類似したものとされている。しかしここで考え合せておかねばならないことに、間欠曝気方式はある時間、全くの嫌气的状態を与えているのであり連続曝気は前述のような過程で槽内にある種の嫌气的状態がつくられるこの嫌气的状態の違いがある。このように不明量が N_2 ガスの発生によるものの可能性は充分あると言え、実際 N_2 ガスを確認するものがないため可能性としていられる。間欠曝気方式の場合 N_2 ガスである気泡の発生が確認でき不明量も収支より N_2 ガスと判明したのでこの可能性は下なるものである。このように考えていくと、不明量の多かた30日滞留・30℃では T-N 除去率に関与しているもののうち槽内蓄積平均4%であり残りのほとんどが N_2 ガスとして飛散していると結論づけられる。

参考文献 中西・石川・吉原; 好気性消化槽における窒素の挙動 (その1) 第29回土木学会中国支部講演会
中西・石川; 好気性消化槽における窒素の挙動 (その2) 第32回土木学会年次学術講演会

表2 実験結果

滞留時間 曝気量	pH	流入-N MLSS	流出-N ①	流出-N ②	NH ₃ - stripping ③	槽内蓄積 ④	不明量 ⑤	Re	Rf	全硝 化率
日, ml/分	ppm	mg/日	mg/日	mg/日	mg/日	mg/日	mg/日	%	%	%
20, 500	8.76 5465	1014.4	712.4	179.8	129.2	-13.9	29.8	17.8	0	
20, 1000	8.67 6145	1014.4	606.8	226.9	204.2	-23.4	40.2	22.4	0	
20, 2000	8.53 5973	1014.4	468.6	486.0	114.5	-54.6	53.8	48.1	0	
30, 500	6.23 5263	688.2	303.6	0.3	48.6	335.8	55.9	0.0	20.6	
30, 1000	6.19 5512	688.2	360.8	0.4	8.9	318.2	47.6	0.0	25.6	
30, 2000	6.30 6032	688.2	343.4	0.4	25.4	319.2	50.1	0.0	24.2	
15, 500	8.81 6690	1403.6	963.6	274.2	150.9	14.9	31.3	19.5	0	
15, 1000	8.89 6910	1403.6	789.1	594.9	18.6	1.0	43.8	42.4	0	
15, 2000	8.67 6563	1403.6	731.6	606.9	61.2	3.2	47.9	43.2	0	
* 30, 500	6.25 6020	734.1	240.4	0.9	27.1	465.7	67.3	0.1	8.6	
間欠曝気 30, 1000	6.22 5357	712.8	138.3	0.2	-7.1	581.4	80.6	0.0	19.4	

③ STRIPPING Re: T-N 除去率 : pH, し尿投入前測定
Rf: アンモニア飛散率 * 再実験

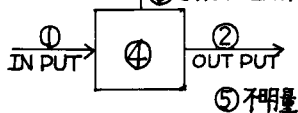


図-2 DO 経時変化

