

好気性消化槽における窒素の挙動 (その1)

山口大 工 正員 中西 弘
 〃 〃 〃 石川 泉孝
 井原炭炉工業 〃 〃 吉原 正明

1 はじめに

広島県・双三し尿処理場において 窒素の除去に効果を上げているが、これは各プロセスごとにみても、好気性消化槽(酸化槽)において最も高い除去率が得られている。しかも オ1酸化槽において最も高い除去率という点である。これは従来のし尿処理の常識を打ち破るもので、原因として次のようなことが考えられる。1) 酸化槽内の温度が嫌気性消化槽であったものを利用してゐるため、保温性がよく、冬期においても30℃前後と高温であり、オ1酸化槽においては alb-N が $\text{NH}_4\text{-N}$ にまで酸化分解し、またし尿の平均滞留時間が約12日であり、高度な硝化作用は行わず、pHが7.0~7.8に保たれているというこれらの条件下で環境により、窒素が $\text{NH}_4\text{-N}$ の形態で大気中へ飛散している。2) なんらかの反応により N_2 ガスとして飛散する。3) 汚泥への窒素の収率が嫌気性消化汚泥に比べ高い 等が考えられる。この現象について、現場において分析した結果を図1に示すが リンの収支はある程度(97%)とれているにもかかわらず、窒素の収支は input 量に対して30%しか output 量がわからず マス バランスは把握できなかった。そのため 本論文においては この窒素の収支を完全に把握することを目的として、新しい試みを実験室規模で行ったので その結果を報告する。

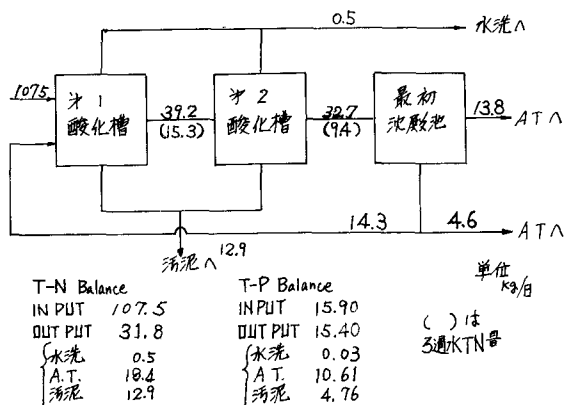


図1 酸化槽 T-N, T-P

2 実験装置および方法

実験装置 図2に示すように窒素の収支をとるために空気抜き以外は完全密封し、ストリップングしたアンモニア性窒素を完全に回収するため5%飽和ホウ酸溶液中を排気ガスが通過するようにセットした。

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て、それぞれ温度(20℃~40℃)のもとで MLSS 濃度 5000ppm, 空気量 2ℓ/分の条件下で表1に示す人工し尿 No.1, No.2を用いて1日1回投入の半連続実験で十分馴致した。また滞留時間は7.5日~15日に設定した。この十分馴致した汚泥を図2に示すようにセットし、各条件における流入、流出

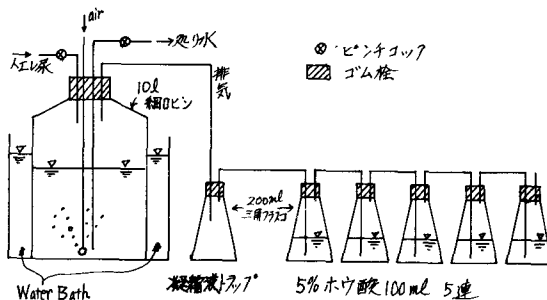


図2 実験装置 概略図

量およびストリップ量を分析した。測定項目は流入水についてはTK-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, COD, BOD, pH で流出水はNo.5C東洋ろ紙でろ過した液のTK-N, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, COD, BOD, pH であり ストリッピング受水は $\text{NH}_4\text{-N}$ について分析した。

3 実験結果および考察

人工尿について 表2に人工尿の分析結果を示す。この人工尿は厚生省し尿処理施設構造指針案の設計数値を参考とし、予備実験で種々の模擬廃水を使用した。No.1は酸化が速く進むことがわかった。No.2は現在も実験中であるが、15日滞留においてもpHが下らず(7.5~8.0)で実際のし尿の状態に近づいたものとする。窒素のマスバランスについて 表3に窒素のマスバランス結果を示す。これは①のinput量については流入総窒素量($\text{alb-N} + \text{NH}_4\text{-N}$)を示し、②のoutputは流出総窒素量($\text{alb-N} + \text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$)を示す。③のstripping量はstripした $\text{NH}_4\text{-N}$ 量の総合計であり、④は前日の内部蓄積量から今日の内部蓄積量から今日の内部蓄積量の差を示す。⑤の不明量は①-(②+③+④)=⑤として求めたものである。表3に示すように人工尿No.1ではほとんどstripしていない。この原因として No.1試料にpH緩衝作用的の成分が含まれていないため、曝気することによりstripする前に硝化作用が進むためと考えられる。現にpHを1点補正した試料においては $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$ が1,000ppm以上も蓄積されてしまい、現実のオ1酸化槽において $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ が検出されずであったにもかかわらず、大きな誤差となった。No.2の人工試料を使った実験については15日滞留後もpH 7.5~8.0付近に維持されており、 $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ の生成は数ppmのオーダーであり、実際の状態に近づいたものとする。この実験結果から一例をとりあげると、40℃ 15日滞留における窒素の全除去率は65%であり、そのうちstrippingによる除去率が30%、内部蓄積が9.8%、不明量が16.5%となった。この不明量は NH_3 ガス以外の N_2 ガスとして発生している量と考えられる。以上の結果より窒素の除去率としてはstrippingによるものが大きく、次いで N_2 ガス、汚泥への蓄積という順になる。以上よりNo.2試料と生し尿が近似していると仮定すれば、双三し尿処理場において、オ1酸化槽では NH_3 -strippingが大きいと考えられ、水光脱臭のため十分窒素が捕集されずに大気中へ分散しているとの結論をえた。

表1 人工尿成分

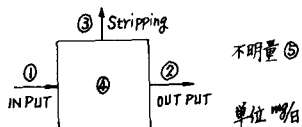
人工尿 No.1	成分	mg/l	人工尿 No.2	成分	mg/l
Peptone	5300		Peptone	5300	
肉エキス	5400		肉エキス	5400	
NH_4Cl	11900		NH_4Cl	3300	
Urea	1300		$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	8800	
NaCl	300		Urea	1300	
K_2HPO_4	1400		NaCl	500	
KH_2PO_4	300		K_2HPO_4	1400	
MgSO_4	70		KH_2PO_4	1100	
CaCl_2	90		$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1600	
KCl	90		KCl	3700	
			H_3BO_3	3100	
			$(1+2)\text{H}_2\text{SO}_4$	4cc	
			$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2000	

表2 人工尿分析値

項目	人工尿	NO.1	NO.2
BOD		9700	9600
COD _{Mn}		3700	3200
Total N		4700	5400
$\text{NH}_4\text{-N}$		3700	—
Total P		570	510
Cl ⁻		6500	5550
アルカリ度		2430	8400
SS		1200	2400
pH		6.2	8.4

表3 実験結果

人工尿	PH	①	②	③	④	⑤	Re (%)	Rf (%)	温度	滞留時間
No.1	A	1711	1059	1	342	308	38.1	0.069	20℃	15 日
	A	1709	1022	1	527	1214	40.2	0.077	30	15
	A	1667	1010	7	32	621	39.4	0.42	40	15
	B	1053	551	28	315	159	47.7	2.6	30	12.5
	B	1316	655	25	-301	936	50.2	1.9	30	10
	B	1753	885	34	-7	841	49.5	1.9	30	7.5
No.2	C	1881	846	850	-362	547	55.0	4.5	30	15
	C	1862	707	790	139	227	62.0	4.2	30	15
	C	1838	670	685	181	303	65.0	3.8	40	15
	C	1845	618	677	389	160	67.0	3.7	40	15



A: 無調整
B: 一点調整
C: 調整の必要なし
Re: 除去率
Rf: 蓄積率