

1. はじめに 嫌気性消化法は、発生汚泥量が少なく、かつ生物学的にも安定化しており、脱水性もよいので、下水汚泥の処理としても用いられているが、わが国においては、主としてし尿処理、産業廃水処理に用いられている。今日の下・廃水処理が基幹としている低濃度処理システムと大きく異なっている。しかしながら、系の反応速度が小さいので、消化槽容量が大きくなり、脱離液の水質も非常に悪く、活性汚泥法などの高級処理が必要となる。処理システムのなかで、流入有機物の60~80%を除去できるにもかかわらず、消化法は、今日までサブシステムとして機能してきたにすぎない。活性汚泥法などの生物処理法には、絶間ない研究・改善がなされてきたが、消化法はほとんど改善がされて来なかった理由もここにある。また最近、効率化を図るための消化槽を酸化槽に「改造」する好気性消化や脱窒システムが各地に普及し、嫌気性消化法は次第に過去のものになりつつあるが、し尿処理における嫌気性消化法の処理システムのなかで明確な評価のないまま、結論を下すのは疑問である。本報告では、札幌地区の7ヶ所の処理場を対象とし、消化槽の運転状況および脱離液の水質特性について述べる。

2. 調査を行なった処理場の概要 表-1に要約して示す。参考のための、好気性消化し尿処理場を加えた。

表に示した通り、滞留時間および攪拌時間、形式から、(1)K,N,T,(2)R,(3)B,E,(4)Cの4つに分類できる。し尿投入量から分けると(1)月変化のほとんどない処理場(R,T,C)(2)4,5月および12月にピークを持ち、1,2月が少ない処理場(降雨のため)(K,N,B,E)になる。

表-1 調査し尿処理場の概要

処理場	設計処理量 (KL)	滞留時間(日)		攪拌		消化温度(℃)	
		第1槽	第2槽	時間(分)	方式		
K	300	14.7	14.7	7	I	36~41	
N	300	16.5	16.5	7	I	37~40	
R	150	27.0	3.0	16	II	35~37	
T	15	17.1	17.1	2	I,II	36~38	
B	45	24.0	12.0	12	II	36~38	
E	40	25.0	12.5	16	II	37~39	
C	54	16.5	16.5	16	II	37~38	
I	46	好気性消化法					

I: 機械攪拌, II: ガス攪拌, III: 泡攪拌

3. 結果と考察 消化槽では、第1槽で固形物の可溶化、酸発酵およびメタン発酵が主として起り、第2槽では消化汚泥の沈降分離が行なわれる。表-2に消化槽におけるCOD収支計算結果を示す。表は投入し尿の消化槽での分解特性を蘇明に示している。ガス化率はどの処理場でもほとんど同じ値を示しているが、脱離液および消化汚泥のCOD分配率は、かなり異なっている。これらは、(1)K,N,T,(2)B,(3)R,E,Cにグループ分けできる。(1)は脱離液に残存するCOD割合が比較的少なく、消化汚泥COD割合が多くなっている。(3)は(1)と全く逆になっており、(2)はそれらの中間となっている。以上のことは、し尿投入量当りの消化汚泥引抜き率が(1); 15~17%, (2); 10%, (3); 5%となっていることから推察される。しかし脱離液のCOD分配率は(2),(3)と同程度になっている(除去率も同じ)。即ち除去率からはK,N,Tとその他に分類される。これは、表-1の攪拌時間によるグループ分けと全く同一となり、攪拌時間が固・液系

COD分配率に大きな影響を与えていることを示している。攪拌によって混合がよくなり、固形有機物の分散、加水分解、可溶化が進行し、消化汚泥量が減少するが、脱離液中によ

表-2 消化槽における有機物の分配率(as COD)

	脱離液 %	消化汚泥 %	ガス %	除去率 %
K	18.8	12.8	68.5	81.6
N	20.0	12.2	67.3	80.5
R	34.4	3.1	62.5	65.4
T	19.3	13.6	67.1	80.7
B	26.9	6.9	66.2	73.1
E	27.9	1.9	70.2	72.1
C	27.3	3.1	69.6	72.7

表-3

	消化汚泥 VSS/SS %	脱離液 D-COD/S-COD
K	75.9	1.84
N	70.8	1.44
R	63.3	0.71
T	69.3	0.64
B	65.2	1.19
E	65.6	0.66
C	59.1	0.89
I	85.9	0.44

るCOD割合が大きくなっている(表-3)。消化汚泥については、K, N, Tは有機物含量の高い未消化汚泥の傾向を持ち、R, B, E, Cは良好な消化汚泥を得る。結果を表-3に示すが、VSS含有率がこのことを明確に表わしている。なお、I(好気性消化汚泥)はVSS含有率が非常に高い。攪拌時間の影響と更にはつきりと示すために、希釈率(1/d)と消化汚泥-脱離液のCOD分配率の比の関係を図-1に示す。し尿投入量が増加(希釈率大)しても両者の比があまり変化しないグループ(R, E, C)と脱離液中の割合が増加(比が小)のグループ(K, N, T)に分けられる。図-2, 3は、希釈率と単位槽容量当りのガス発生量の関係を示したもので、B(図-2)；(R, E, C) $= -0.16 + 11.8(1/d)$ 、N(図-3) $(R, E, C) = -0.24 + 12.5(1/d)$ が得られる。これらの関係式は他にE, K(相関が低い)で得られたが、他はほとんど相関がなかった。Nについては、 $1/d \geq 0.06$ 以上ではガス発生が低下する傾向が見られたので破線内で求めた。直線の傾きは、N, B, Eともほとんど同じ値(12)となるが、投入量に対するガス発生倍率を表わし、 $1/d$ 軸切片は、糞水混入量を示す。次に第1槽で起っている分解反応について検討を行う。メタン発酵を律速段階とすると、槽内を完全混合として見かけの反応速度および反応次数は次のようにして求められる。 $v = D \cdot (C^* - C) = k \cdot C^m \dots (1)$ ここに $D = 1/d$ 、 C^* : 投入基質濃度、 C : 槽内基質濃度、 k : 見かけの速度常数、 m : 見かけの反応次数、 v はガス発生速度と比例関係にあるから、図-2, 3の関係式より、 $\log C = \frac{1}{m} \log(R, E, C) + \frac{1}{m} (\alpha - \log k) \dots (2)$ が得られる。 α は変換係数、 $\log C$; $\log(R, E, C) = \log(a + b \cdot D)$ プロット

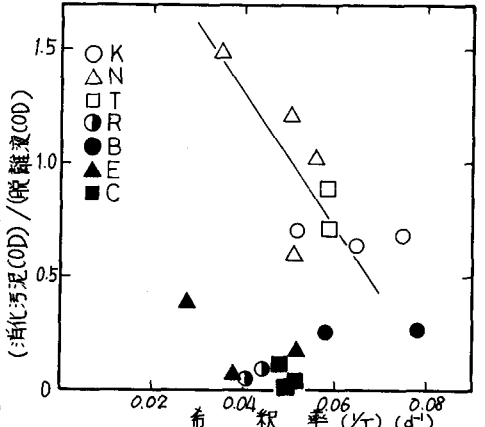


図-1 希釈率と消化汚泥-脱離液のCOD分配率の関係

より、 k 、 m を求めることができ。結果を図-4に示す。これより $\log C = 3.5 \log(1.6 + 11.8 \cdot D) + 3.9 (r=0.96) \dots (3)$ が得られ、式(2)の係数を比較することによって、 $m=0.3$ 、 $k=80$ が得られた。従って速度式 $v = 80 \cdot C^{0.3} \dots (4)$ が得られる。これは、あくまでも見かけの反応次数であるから、実際の反応を表わしているのではないが、ノーバーフェルには、有機酸濃度の0.3乗に比例して反応が進んでいることを表わしている。

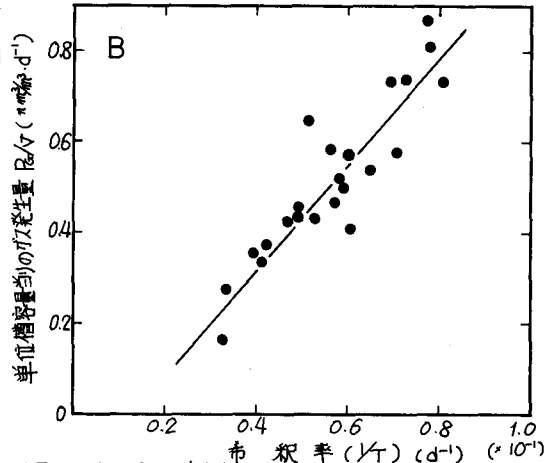


図-2 希釈率と単位槽容量当りのガス発生量の関係

終りに、本研究は山崎専太郎(現北河津町職員)の尽力を得て行われたものである。また当講座教授松尾孝之氏にも御協力を頂きました。誠に謝意を表します。調査に御協力を頂きました処理場の皆様にも感謝の意を表します。

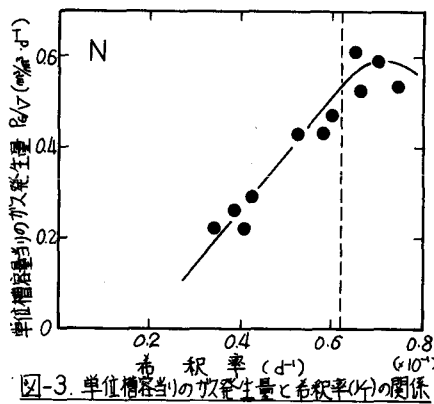


図-3 単位槽容量当りのガス発生量と希釈率(1/d)の関係

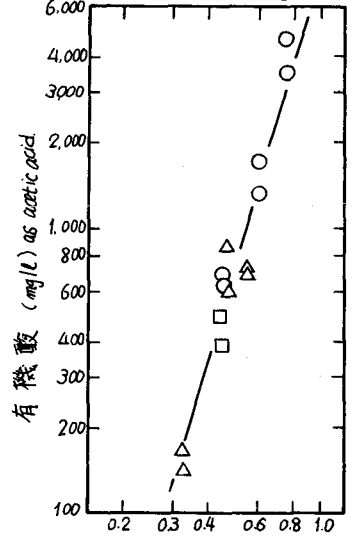


図-4 有機酸と希釈率(1/d)の関係