

1. 緒論

し尿消化槽は下水道が整備され終末処理場が建設された段階で、漸次汚泥消化槽に切替えられることになっていいるが、中小都市においては下水道の普及が十分でなく、し尿消化槽の増設あるいは過負荷の状態が余儀なくされている場合が多い。これらの問題に対して、消化の高率化が種々提起され、検討されてきている。最近、取りあげられている高率消化は消化槽内の汚泥濃度を高め、連続的または、断続的に、完全に混和して、汚泥が分離しない所謂混合液状態を維持することや重要な基礎となっている。この状態を維持するための攪拌に、ガス循環法と機械攪拌法とがある。前者の代表的な例として、シカゴポンプ社のCPR法があり、また後者のものにドルオリバー法がある。

しかしながら、し尿消化槽は汚泥消化槽に比べスラムが発生しやすく、6~8%という高濃度に槽内を維持することは極めて困難である。この様にし尿消化槽では、高率化を計ろうとすれば、増々スラムが発生しやすくなる。スラムの抑制には、適当な攪拌能力のある攪拌装置で充分攪拌すること、更に混合液濃度をなるべく小さくするなど^{1) 2)}が考えられるが、これらの方法は種々にして、消化作用を阻害する原因ともなる。

BOD負荷と蒸発残留物平均増加量を図-1に示した。蒸発残留物平均増加量はBOD負荷が1.2 kg/蒸発残留物・100 kg/日以上になると直線的に増加する。またBOD負荷が2.5 kg以上になると曲線は急折して飽和的傾向を示す。2.5 kg以上の負荷では、汚泥の増殖が抑制されることから、消化作用はいつじるしく阻害される、いわゆる過負荷領域と考えられる。

BOD負荷1.2~2.5 kg/混合液蒸発残留物・100 kg/日の範囲は汚泥の対数増殖期に相当する。したがって、実際のし尿消化槽のように2段階消化の場合は、1次槽のBOD負荷は1.2~2.5 kgの範囲であることが必要である。

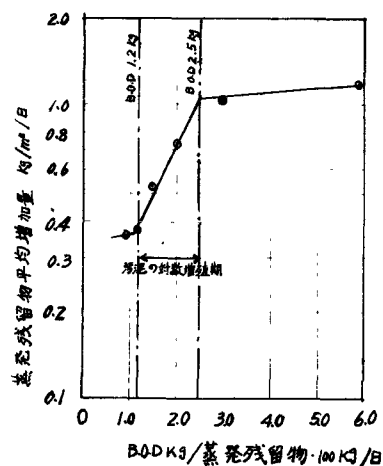


図-1 BOD負荷と蒸発残留物平均増加量

混合液の蒸発残留物濃度とBOD負荷とを図-2に示した。

破線内が汚泥の対数増殖期である。上限2.5 kgは、1次槽の限界BOD負荷である。下限1.2 kgは汚泥処理あるいは処分も考慮して、し尿消化処理全体の立場から、脱り液のBODがいつじるしく低くかつ十分消化を受けた消化汚泥を得ることのできるし尿消化槽の限界負荷である。したがって2次槽のBOD負荷は少なくとも1.2 kg以下であることが必要である。

以上のようなし尿の嫌気性消化の特性から、次のことが考えられる。すなわち、

1) 消化槽の消化日数を充分大きくし、混合液濃度を高め、BOD負荷を1.2 kg/混合液蒸発残留物・100 kg/日より著しく小さくすると、槽内の消化汚泥は、外からの有機物(たとえばBOD)の供給

が不足がちとなり、
それ自体消化を受け
て減少する。その減
少形式は、一次反応
あるいは、Retardent
reactionにしたが
うといわれる。汚泥
が消化を受ける、換
言すれば、汚泥が自
己消化が始るには、
少なくとも分解しや
すい有機物を多くふ
くむ脱り液において
は、その細菌相は死
滅増加期にあること
が認められて¹⁾いる。
この様な状態の下で
は、消化汚泥の堆積
は、著しく少なくす
むものと考えられ
る。

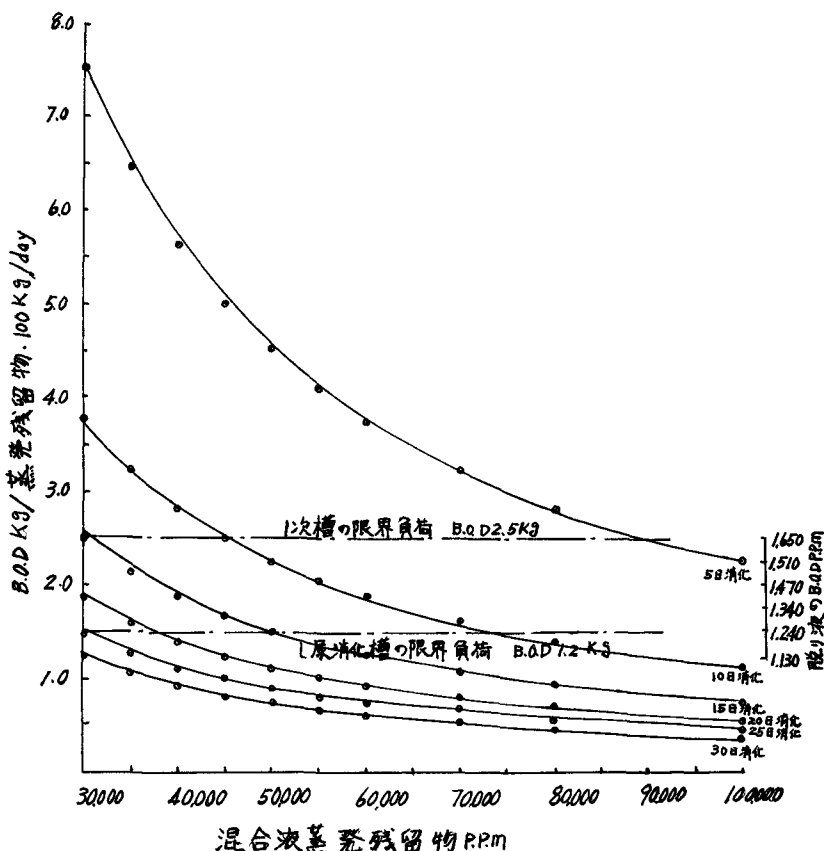


図-2 各消化日数における混合液蒸発残留物濃度とBOD負荷

2) スカムの効果的抑制には、撹拌を充分行なうことが必要であるが、混合液濃度も出来得る限り小さい方がよい。一方槽内汚泥濃度を小さくすれば、汚泥に対するBOD負荷は増大し、図-1に見られるように汚泥の平均増加量が著しく増加することになる。したがって、スカムの抑制に混合液濃度を小さくすると、一方では、汚泥の生産が盛んになるという相反関係に遭遇することになる。

今、消化日数を20日とし、BOD負荷を2.5 kgとすると、槽内混合液汚泥濃度は、25,000 ppmとなる。すなわち、槽内汚泥濃度が25,000 ppmあれば汚泥な消化状態を維持することができる。しかもこの濃度は、生し尿の蒸発残留物濃度とほぼ同じであり、槽内汚泥管理が簡単であると共に、スカムの抑制が極めてしやすいことになる。一方、消化汚泥は、BODの高い汚泥となり、その性状はかなり粘着性あるものとなる。消化槽全体はBODの高い状態が維持され、BODの低い脱り液を得ることは困難となる。しかしながら、この粘着性の高い汚泥を撹拌により微細なフロック化し、脱り液と一緒に引き出せば、少なくとも消化汚泥の堆積は著しく少なくすむものと考えられる。

このような考え方にもとずいて、消化日数を20日、BOD負荷を2.5 kgとすると、混合液濃度はほぼ25,000 ppmとなる(生し尿のBOD 12,000 ppmとす)。この状態は汚泥の対数発育期の最大値に相当する。

実際のし尿消化槽からの脱り液の蒸発残留物は12,000 ppm ~ 18,000 ppm、特に14,000 ppm ~ 16,000

PPMの範囲のものが多い。したがって、上記の条件の消化槽から16000 PPM前後の脱り液を引き出すことによって、消化の高率化を計るとともに、消化汚泥の処理処分の負担をも軽減しようとするものである。

2. 実験方法

実験装置を図-3に示した。試料は汲み取りし尿を用いた。消化温度33~34°C、消化日数は20日消化とした。消化槽の全容積は26L、生し尿の投入は180CC/日BOD負荷を2.5 kg/蒸発残留物・100 kg/日とするため、混合液濃度を28,000 PPMとした。攪拌は全体が均一になる程度に1日1回手で振盪した。

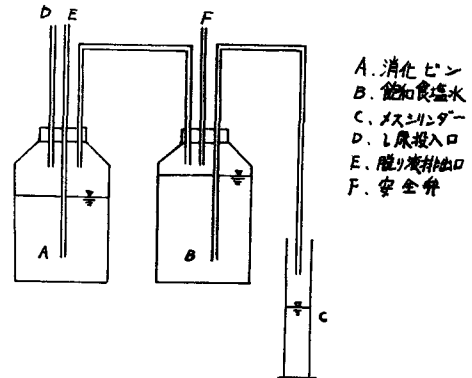


図-3 実験装置

3. 実験結果と考察

消化槽を20日消化とし、良好な消化状態を維持するためには、図-1より少なくともBOD負荷は2.5 kg/攪拌混合液蒸発残留物・100 kg/日以下である必要がある。本実験で用いた生し尿のBODは14432 PPMであり、混合液蒸発残留物濃度は39000 PPM以上となる。図-4は混合液蒸発残留物濃度29000~49000 PPMの範囲で行なった実験結果である。39000 PPM以上になれば脱り液のBODは1450 PPM程度のものが得られる。また、ガス発生量も投入生し尿の1.3倍となった。図-5は各濃度における有機酸の変化を示した。これらの性状から見ると、20日消化で、混合液の蒸発残留物濃度が39000 PPM以上あれば良好な消化状態を維持できると考えられる。

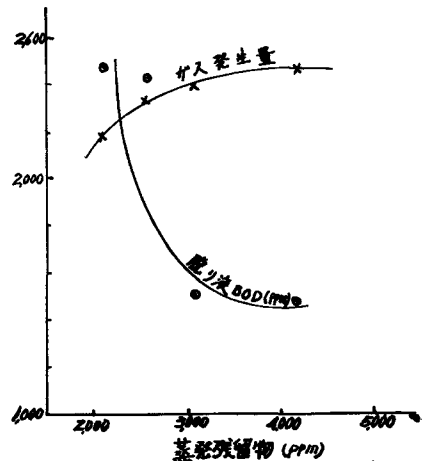


図-4 混合液の蒸発残留物と脱り液のBOD

図-6は脱り液の引き抜き方と混合液の蒸発残留物濃度の変化を示したものである。消化槽の運転開始時の

の混合液蒸発残留物濃度は生し尿とほぼ同じ、28000 PPMであった。この消化槽について毎日脱り液だけを引き抜くと、混合液蒸発残留物は増加し、毎日攪拌混合液を引くと、混合液蒸発残留物は減少する。毎日脱り液を引く場合について考えて見る。汚泥の平均増加量は蒸発残留物0.387 kg/m³/日であった。物質収支から計算で求めた増加量は0.636 kg/m³/日である。したがって、増加率は計算で求めた場合の62.8%となる。このことは39.2%が消化したことになる。11か月の消化率はほぼ40%と見ることができた。これらのことから、し尿消化槽を20日消化とし、消化汚泥の堆積量が消化量に等しくなるように考えれば、消化汚泥を著しく減少させることができよう。すなわちBOD負荷2.5 kg/攪拌混合液蒸発残留物・100 kg/日の付近とし(生し尿のBOD19000~14,000 PPMの範囲なら20日消化の混合液蒸発残留物濃度は22,000~28,000 PPM)消化率を40%とすると、消化汚泥が堆積せずにすむには、11か月の濃度の生し尿を投入し、11か月の濃度の脱り液を引き出すものと11か

となる。生し尿の蒸発残留物は、22,000 ppm ~ 26,000 ppm の範囲のものが多い。この場合は脱り液として16,000 ~ 18,000 ppm のものを引き抜けばほとんど消化汚泥が堆積しないことになる。

以上の集定にもとづいて、消化日数を20日、混合液蒸発残留物濃度を25,000 ppm として、消化実験を行なった。生し尿の蒸発残留物濃度はほぼ25,000 ppm であった。このような条件で、消化槽を53日間運転した場合のガス、および引き出した脱り液の蒸発残留物濃度を図-7に示した。ガス発生量は投入量の7~8倍、発熱減量1g 当り 600~650 cc 位となった。また、脱り液の蒸発残留物は、ほぼ16,000 ppm である。53日の消化実験における物質収支を表-1に、脱り液の性質を表-2にそれぞれを示した。汚泥の平均増加量は1日当り 217 g / L / 日

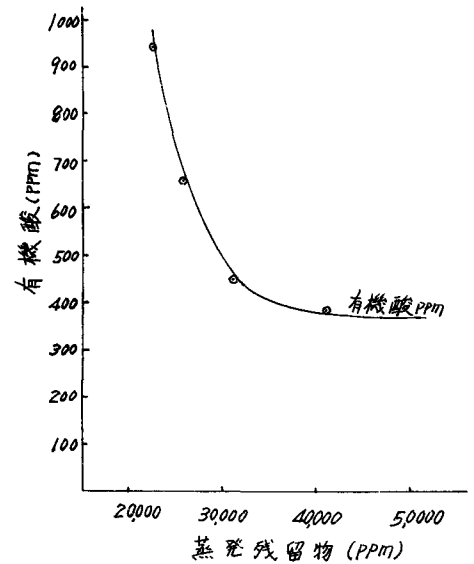


図-5 混合液の蒸発残留物と有機酸

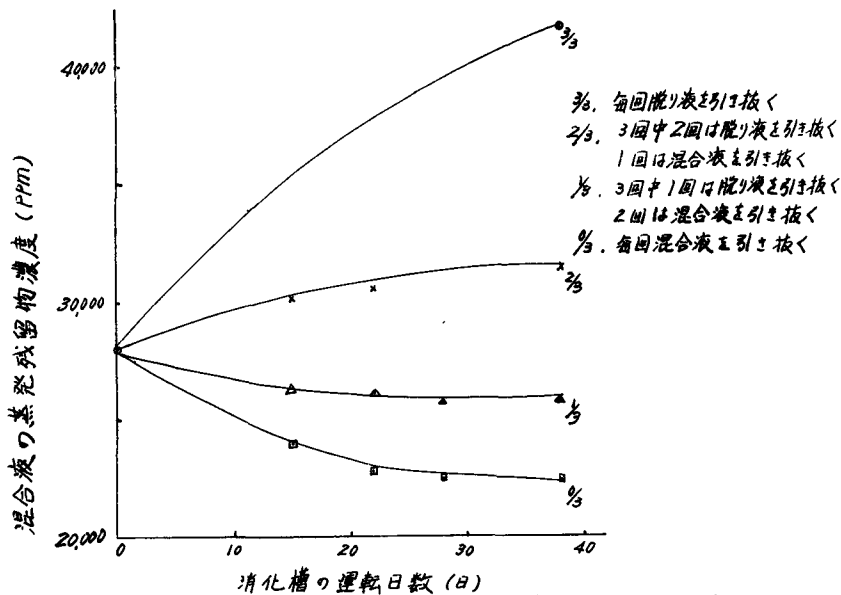


図-6 脱り液の引き抜き方と混合液の蒸発残留物濃度の変化

となり、汚泥の堆積量は30日消化の場合の1/2、20日消化の場合の1/3以下となり、著しく減少してゐることが確かめられた。また、表-1によれば消化率は48%である。このように消化率は40~50%と見る事ができる。したがって、投入生し尿に対して、表-2のような脱り液を引き出せば消化汚泥の堆積は著しく少なくなるものと考えられる。

4. 結論

し尿消化槽を単槽 20 日消化とし、混合液蒸発残留物濃度 24,000 ~ 26,000 ppm 程度として（良好な消化状態が維持でき、スカムの抑制が容易である。しかも生し尿の濃度とはほとんど同じである）、14,000 ~ 16,000 ppm の脱り液を引き出せば消化汚泥の引き出しは著しく減らせることのできる。

また 2 段 30 日消化の各槽を、15 日消化から単槽 20 日消化に切り換え、上述の負荷で、それぞれ 14,000 ~ 16,000 ppm 程度の脱り液を引き出せば、投入量は 2 段 30 日消化の場合の 1.5 倍となるほか、消化汚泥の処理、処分の問題も著しく緩和できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 遠藤郁夫, “し尿の嫌気性消化に関する基礎的研究”, 土木学会論文集, 第 118 号, 17 ~ 47 頁 (昭 40. 6)
- 2) 遠藤郁夫, “し尿消化における攪拌の影響”, 水道協会雑誌, 第 342 号, 71 ~ 78 頁 (昭 38. 3)

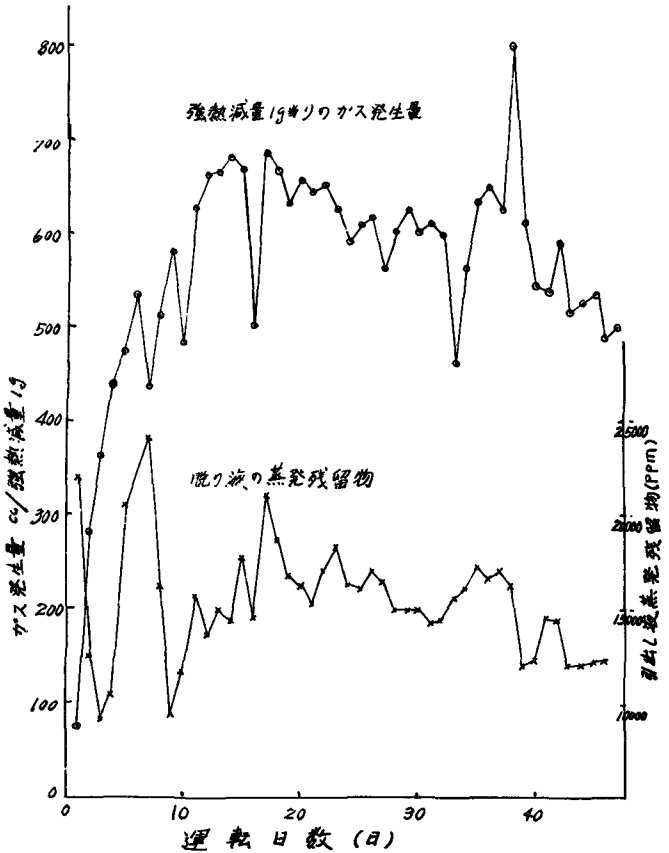


図-7 運転状況

表-1 物質収支

	BOD (g/l)		蒸発残留物 (g/l)		強熱減量 (g/l)	
53日間に投入された水量 (A)	27.75	27.75	56.08	56.08	33.68	33.68
63日間に排出された水量 (B)	4.75	4.64	37.23	37.52	18.35	18.67
53日間に残留した水の質量 (C=A-B)	23.00	23.11	18.85	18.56	15.33	15.01
53日間に槽内に残留した水量 (D)	1.67	2.15	9.07	8.93	6.41	5.87
53日間に消化された水量 (E=C-D)	21.33	20.96	9.78	9.63	8.92	9.14
$\frac{B}{A}$ (%)	17.1	16.7	66.4	66.9	54.5	55.4
$\frac{D}{A}$ (%)	6.0	7.7	16.2	15.9	19.0	17.4
$\frac{E}{A}$ (%)	7.3	7.3	45.1	48.1	41.8	39.1

表-2 投入生し尿の蒸発残留物濃度と引き抜き脱り液蒸発残留物濃度

脱り液蒸発残留物濃度 (ppm)	生し尿の蒸発残留物 (ppm)
10,000 ~ 12,000	20,000
12,500 ~ 15,000	25,000
15,000 ~ 18,000	30,000
17,500 ~ 21,000	35,000

表-3 脱り液の性質

蒸発残留物 (ppm)	強熱減量 (ppm)	PH	7%カリ度 (ppm)	BOD (ppm)	COD (清) (ppm)	COD (吸) (ppm)	有機酸 (ppm)
15,994	7,537	7.98	9,581	1,869	3,802	3,721	437