

1. はじめに

わが国では下水汚泥の処理として嫌気性消化法が一般的に使用されているが、汚泥の減量安定化を主目的としたものであり、消化ガスの積極的な利用は行なわれていない。元来わが国の処理場発生汚泥は、有機物含有量が少なくガス発生量も低いものと言われてきたが、最近では冬期においても加温に間に合う発生ガス量を示す処理場が多く見られるようになってきている。土木研究所では以上の背景を受けて、消化ガスの有効利用を計るべく昭和50年度より調査を開始しているが、今回発表する実験もその一環として行なったものであり、下水汚泥の含有有機物成分とガス発生量の関係を明らかにすることを目的としたものである。

2. 実験方法

図-1に示す装置を用い、消化温度30℃、消化日数30日の条件で8週間の実験を行なった。実験形態は1日1回汚泥の投入引抜きを行なう半連続投入方式であり、1週間分の投入汚泥量の5分の1量を月曜日から金曜日の5日間に分割投入した。実験槽内の汚泥量は8ℓである。

実験に供した汚泥は6種類であり、3箇所の処理場から各々最初沈殿池汚泥、余剰汚泥を採取した。但し、No3の処理場は初沈汚泥の代わりに濃縮槽からの混合汚泥を採取した。汚泥は実験中2回に分けて採取したが、その成分の分析値を2回目の採取汚泥について表-1に示す。

実験の開始に当たって、6器の実験槽に同一の消化汚泥を種汚泥として7ℓ封入し、2週間の期間をかけて各々1ℓの供試汚泥を投入添加した。以上の操作により、種汚泥の馴致を行なうと共に槽内の汚泥量を8ℓとした。

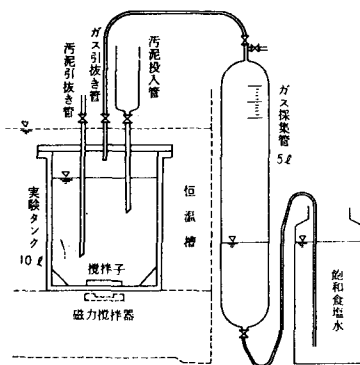


図-1 消化実験装置

3. 実験結果

1). ガス発生量の概略

8週の実験期間に対する、週間総ガス発生量およびメタンガス発生量を投入汚泥の有機物量当りで表した値(ℓ/gvs)を図-2、3にグラフとして示す。ガス発生量は第1週から8週まで大体同レベルを示しているが、余剰汚泥では多少の変動が認められる。余剰汚泥を対象とした実験槽では1~5cm程のスカムの生成が観察され、スカムの生成、破壊がガス発生の変動の原因となったものと考えられる。

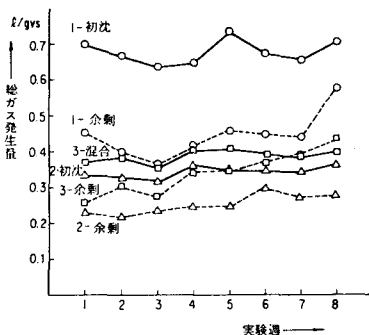


図-2 投入VS当りガス発生量

表-2は、6種類の汚泥のガス発生量を後半の4週の平均値をとり、

表-1 供試汚泥成分表 (後半4週平均)

実験対象汚泥	TS g/ℓ	VS g/ℓ	T-C g/ℓ	T-N g/ℓ	T-P g/ℓ	C/N	発熱量 Cal/g	汚泥採取処理場概要
1-初沈	40.100	(846)	(421)	(42)	(08)	10.0	4.310	分選 標準活性汚泥法 汚泥処理施設なし
1-余剰	37.100	(850)	(482)	(88)	(14)	4.9	4.900	分選-混合 標準活性汚泥法 蒸餾脱水方式
2-初沈	38.400	(618)	(340)	(52)	(11)	6.5	3.580	分選-混合 標準活性汚泥法 蒸餾脱水方式
2-余剰	42.600	(692)	(334)	(67)	(11)	5.0	3.660	分選-混合 標準活性汚泥法 蒸餾脱水方式
3-混合	37.900	(676)	(368)	(47)	(12)	7.9	3.730	分選-混合 標準活性汚泥法 蒸餾脱水方式
3-余剰	41.000	(779)	(417)	(86)	(15)	4.9	4.370	分選-混合 標準活性汚泥法 蒸餾脱水方式

()内はTSに対する%

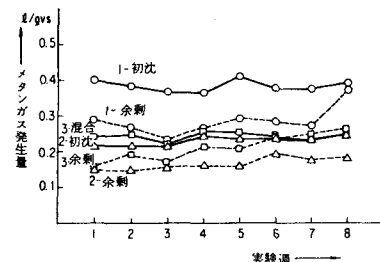


図-3 投入VS当りメタンガス発生量

比較したものであるが、まず各処理場の汚泥間にかなりのガス発生量の差が現れている。ガス発生量の高い順に処理場を並べるとNo.1、No.3、No.2となるが、各処理場発生汚泥の有機物含有率(VS/TS)もそれぞれ80%台、70%台、60%台となっており、有機物含有率の高い汚泥ほど単位有機物量当りのガス発生量が高くなる関係が認められる。

一方、初沈汚泥と余剰汚泥間のガス発生量の差異に注目すると、投入有機物当りのガス発生量は初沈汚泥の方が高い。余剰汚泥の有機物含有率は初沈汚泥と同程度か或いは高くなっているの、上述の関係からはずれるものとなる。

2). 含有有機物成分とガス発生量

ガス発生量と汚泥中に含まれる有機物の関係を更に詳しく調べるため、表-3に示す方法により、汚泥中の炭水化物、脂肪、蛋白質の定量を行なった。投入汚泥および消化汚泥に関する分析結果を表-4、5に示す。この3成分によって、汚泥中の有機物の内容が7~8割程度記述されているが、消化汚泥では若干その割合が低く出ている。投入汚泥についてみると、炭水化物は初沈汚泥で高く、脂肪は余剰汚泥で高いという傾向にある。又、蛋白質はNo.1の初沈汚泥で低い他は一定の値となっている。投入汚泥の値を対応する消化汚泥の値と比較すると、炭水化物では投入汚泥の含有率の大小にかかわらず、消化汚泥で大体一定の値に減少しているが、脂肪では消化汚泥中の残留量は投入汚泥の脂肪含有率と多少の相関が出ている。又、蛋白質の減少率は炭水化物、脂肪に比べ低く出ている。

以上の結果から、投入汚泥中の有機物成分のうち炭水化物および脂肪の含有率が一定の値(数%)よりも大幅に高くなっている場合に、これが通常の消化期間中の分解対象物となり顕著なガス発生を示すものと考えられる。特にこの傾向は脂肪よりも炭水化物で強く認められるが、この差異は脂肪の分解速度が低いか、或いは難分解性のものの割合が高いという理由によっているものと考えられる。

以上の考察から、余剰汚泥がその有機物含有率は初沈汚泥より高いもののガス発生量は低いという理由が、脂肪、蛋白質が余剰汚泥の有機物の主成分となっているという事項から理解できるものと考えられる。

4. まとめ

各処理場の発生汚泥に対する消化ガス発生量にはかなりの相異が認められるが、これらの差異はまず有機物含有率の大小で説明される。しかしより詳細には、有機物を構成する成分の把握が必要であり、特に炭水化物、続いて脂肪の含有率がガス発生量に大きく影響する。余剰汚泥では、脂肪、蛋白質が有機物の主成分であり炭水化物の含有率が一般的に低いため、通常の消化日数の期間内では最初沈殿池汚泥よりも低いガス発生量となる。

1). 小山他; “湖水と海水の分析”, 講談社 1972

表-2 供試汚泥のガス発生量

	投入VS当り ガス発生量 m^3/g	投入VS当り メタンガス発生量 m^3/g	メタン成分比 %
1-初沈	0.688	0.389	56.5
1-余剰	0.478	0.306	64.0
2-初沈	0.349	0.238	68.2
2-余剰	0.274	0.179	65.3
3-混合	0.393	0.243	61.8
3-余剰	0.385	0.238	61.8

表-3 有機物成分分析法¹⁾

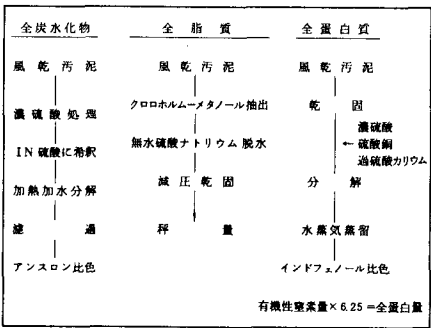


表-4 投入汚泥有機物成分分析表

実験供試汚泥	TS mg/g	VS %	全炭水化物 %	全脂質 %	全蛋白質 %
1-初沈	40.100	84.6	49.2	7.0	11.9
1-余剰	37.100	85.0	13.2	26.9	27.5
2-初沈	38.400	61.8	6.9	12.2	26.3
2-余剰	42.600	69.2	6.0	12.1	26.3
3-混合	37.900	67.6	19.5	8.1	26.3
3-余剰	41.000	77.9	9.0	20.3	27.5

表-5 消化汚泥有機物成分分析表

実験供試汚泥	TS mg/g	VS %	全炭水化物 %	全脂質 %	全蛋白質 %
1-初沈	19.100	59.1	7.6 (3.6)	9.8 (4.7)	20.0 (9.5)
1-余剰	22.000	68.8	6.8 (4.0)	14.4 (8.5)	31.9 (18.9)
2-初沈	32.500	51.3	7.0 (5.9)	8.3 (7.0)	21.3 (18.0)
2-余剰	23.200	54.7	7.5 (4.1)	7.3 (4.0)	24.4 (13.3)
3-混合	27.700	53.7	7.9 (5.8)	8.3 (6.1)	20.0 (14.6)
3-余剰	27.000	64.7	6.9 (4.5)	12.4 (8.2)	28.1 (18.5)

()内投入汚泥TS換算