

1. はじめに

下水汚泥を嫌気性消化することによって得られるメタンガスは、有効な熱源となりうることは旧来から知られており、わが国の下水処理場においても実際に消化ガスをボイラーの燃料として使用し、消化タンクの加温を行っている。更に諸外国においては、消化ガスをガスタービンに用い、処理場内使用の電力を補充している例も多い。メタンガスを処理場内が電気エネルギーに替えるという方は、コストの面で大きなメリットを期待できないという評価が一時はこれに時期があったが、現在エネルギー問題が顕在化する中で、再度この方式の有効性が見直されつつあり、若干の報文が見受けられる。¹⁾一方、わが国の下水処理場から発生する汚泥は、欧米のそれに較べ濃度も低く、有機物含有量も一般的に低いと言われているが、生活様式の向上および下水道の分流化などは、発生活泥の有機物含有量を高める方向に働くものと考えられ、汚泥消化による発生ガス量は今後増大するものと思われる。以上の観点より、本研究所は、昭和50年度よりエネルギー回収を目的として、汚泥消化に関する調査をすすめているが、本研究もこれら一連の調査の一環として行なうものである。

現在の一般的な消化タンクの形式は二段消化法であり、一次タンクにおいては加温と攪拌が行われている。このうち攪拌は、1) 投入汚泥の均一な分散、2) 消化ガスの円滑な放出、3) タンク内の温度の均一化、4) スカム発生防止、等々目的として行なわれているが、攪拌頻度に関する統一した見解はなく、実際の消化タンクの攪拌状況も1日1時間から連続攪拌まで多様である。又、この問題に関する研究状況も、過去に佐藤²⁾によって行なわれているが、未だ最適攪拌度についての知見は不十分の様に思われる。

本研究は、以上の主旨により、ガス発生量をできるだけ高くする攪拌条件を求めるために行なうものであるが、若干の知見を得たので、ここに報告するものである。

2. 実験方法

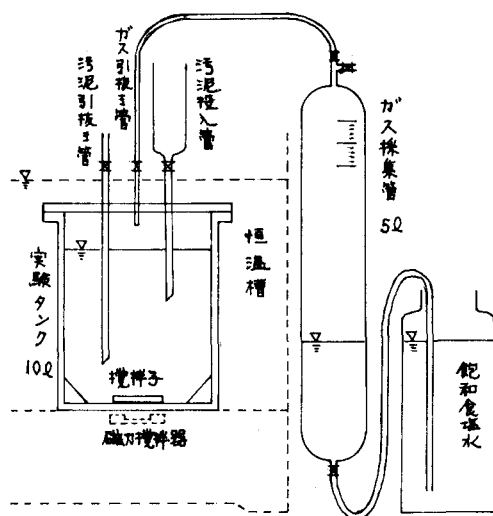
実験に使用した装置を図-1に示すが、汚泥の攪拌は実験タンク下部の磁力攪拌器により行なっている。今回の実験における攪拌強度は、6cmの攪拌子で500rpmであり、この条件における攪拌状態は、汚泥表面が緩く回る程度のものであった。実験方法は、1日1回汚泥の投入引抜きを行なう半連続投入方式で実験を9週間行なり、その期間内に攪拌条件を次の3段階に分け、各条件下のガス発生量を測定するものである。なお、実験はタンクを2基使用し、10日間消化、20日間消化の2つの夏荷条件を平行して行なっており、消化温度は30℃である。

(連続攪拌, 初期安定期間)

- | | |
|-------------------------|-----|
| ① 1日1回攪拌(汚泥投入引抜き時に20分間) | 2週間 |
| ② 1日8時間攪拌 | 2週間 |
| ③ 連続攪拌 | 2週間 |

実験タンク内の汚泥量は8Lであり、実験初期には消化汚泥を封入している。実験に使用した汚泥は、同一処理場から採取した濃縮汚泥と消化汚泥である。

図-1 消化実験装置



3. 実験結果および考察

実験の結果を1週間毎にまとめたものを表-1, 表-2に示す。実験期間中、保存した投入汚泥試料に多少の有機物量の低下が見られたこと、又、均一な汚泥の投入に問題があったことなどを考慮して、発ガス量を投入有機物量当りに計算し直して比較してみた。表および図-2からわかる様に、各攪拌段階におけるガス発生量の差は顕著には現れておらず、連続攪拌条件の方が1日1回攪拌条件よりも若干のガス発生量の増加が認められる様な結果が出ている。

以上の結果は、過度の攪拌は消化に悪影響を及ぼすという意匠の報告とは異なり、ており、興味ある点であるが、投入汚泥の性状、攪拌装置および強度、消化温度など種々の実験条件の差が認められるので、更に検討を要する問題である。一般に消化のメカニズムは、有機物を生成する酸発酵菌と有機物をガス成分にするメタン菌との生化学的分解反応として知られているが、両者の活性の平衡が失われた時に、消化の停止が現れるものと理解される。攪拌は、この双方の菌群の活性に何らかの影響を与えるものと思われ、それぞれの菌群を分けられた形で攪拌の影響を調査することにより、以上の実験結果の相違を統一的に理解できるとはならないかと考えている。

なお、揮発性有機物の挙動は、20日間消化においては、全実験期間を通して、200~400mg/lの範囲にあり、10日間消化においては、初期の連続攪拌期に1,000mg/l程度であったが、その後の期間では300~600mg/lの範囲に下がっている。又、ガス成分に関しては、10日間消化の初期に多少炭酸ガス成分の多い時期が見られた程度で、各攪拌条件に対する有意な差は認められなかった。

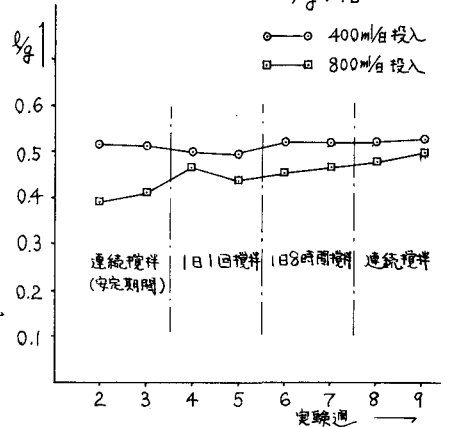
表-1 20日間消化実験週間データ表 - 400ml/g汚泥投入

攪拌段階	実験週	投入汚泥量	ガス発生量	投入汚泥平均値		引抜汚泥平均値		投入有機物量	ガス発生量
				TS	VTS	TS	VTS		
連続 (安定期間)	週目 2	2.4	20.92	23211	16876	16957	9735	40.5	0.517
	3	2.4	21.14	23403	17145	16498	9531	41.1	0.514
1日1回	4	2.4	18.08	20958	15141	15801	9101	36.3	0.498
	5	2.4	20.13	23849	17167	15421	8905	41.2	0.498
1日8時間	6	2.4	21.06	23359	16827	15608	9000	40.4	0.521
	7	2.4	20.11	22415	16107	15375	8881	38.7	0.520
連続	8	2.4	20.08	22406	16071	15376	8907	38.6	0.520
	9	2.4	20.11	22145	15839	15225	8834	38.0	0.529

表-2 10日間消化実験週間データ表 - 800ml/g汚泥投入

攪拌段階	実験週	投入汚泥量	ガス発生量	投入汚泥平均値		引抜汚泥平均値		投入有機物量	ガス発生量
				TS	VTS	TS	VTS		
連続 (安定期間)	週目 2	4.8	31.61	23211	16876	17161	10382	81.0	0.390
	3	4.8	33.77	23403	17145	16914	10361	82.3	0.410
1日1回	4	4.8	34.05	20958	15141	16046	9738	72.7	0.468
	5	4.8	35.99	23849	17167	16030	9642	82.4	0.437
1日8時間	6	4.8	36.74	23359	16827	16590	9946	80.8	0.455
	7	4.8	36.21	22415	16107	16090	9678	77.3	0.468
連続	8	4.8	36.95	22406	16071	15899	9572	77.1	0.479
	9	4.8	37.54	22145	15839	15726	9414	76.0	0.474

図-2 投入有機物当りガス発生量
l/g VTS



図に下がっている。又、ガス成分に関しては、10日間消化の初期に多少炭酸ガス成分の多い時期が見られた程度で、各攪拌条件に対する有意な差は認められなかった。

4. まとめ

本実験において、連続攪拌条件の方が1日1回攪拌条件よりも若干のガス発生量の増加が認められるという結果を得たが、今回の様に経時的に攪拌条件を変えた実験はいくつかの問題点があるものと考えられるので、更に方法を変えた実験により検討を行なう予定である。

又、嫌気性消化のメカニズムには、酸発酵とメタン発酵の両者が関与しているので、各々の生化学的反応に対する攪拌の影響を調査する必要があるものと思われる。

以上の問題に加えて、実際の消化タンクにおける攪拌の効果の問題も今後の検討課題となるものと思われる。

《参考文献》 1). Nicholas, A. Mignone, "Anaerobic Digester Design for Energy Generation" Public Works Oct. 1972.

2). 藤原敏夫, "尿清化における攪拌の影響" 水道協会誌 350号