

脱水汚泥の嫌気性消化に及ぼす含水率の影響

東北大学 学生員○藤島繁樹

東北大学 正 員 宮原高志

東北大学 正 員 野池達也

1. はじめに

従来の研究から固形廃棄物の中温嫌気性消化に関しては、含水率が 70%以上あれば阻害を受けずに進行することが知られている。しかし、基質に加熱等の前処理を行わない汚泥を用いた場合の限界含水率は、94-95%とされ、その原因としては、粘性が高いため汚泥が均一に行き渡らないことやアンモニアの蓄積による阻害があげられている。そこで、本研究では、完全混合反応槽を用い、固形物濃度(TS)を3%、5.5%、7%、9%、11%の5段階に変化させ脱水汚泥を基質とした場合の、物質分解におよぼす含水率の影響、投入限界負荷及びそのときのメタンの生成量、アンモニアによる阻害濃度等を明らかにする実験を行った。

2. 実験装置および方法

2.1 実験装置

本実験の実験装置概略図を図-1に示す。本実験では、反応槽には機械攪拌により槽内を混合する完全混合型反応槽を用い、汚泥の投入はタイムコントロールシステムにより半連続的に行った。反応槽はアクリル樹脂製の二重構造で、槽内を中温 35℃に保つため、常時、温水を循環させている。容量は 4.5L、有効容積は 2.8Lである。実験条件は、汚泥滞留時間(SRT)を 14 日に設定し、投入する脱水汚泥濃度(TS)を 3.0%、5.5%、7.0%、9.0%、11.0%の5段階に変化させた。

2.2 投入基質

本実験に用いた脱水汚泥は、K市の汚泥処理センターより、約2ヶ月に1度、送付していただいたものを用いた。送付されてきた汚泥は、目的の固形物濃度濃度となるように水道水を加え、ミキサーを用いて破碎、混合した後、4mm メッシュの金網でこし、髪の毛、紙、小石等を取り除いてから、基質として用いた。表-1に本実験で用いた脱水汚泥の性状(基質濃度 5.5%場合)を示した。これらの測定結果は、4mm メッシュの金網でこした後の汚泥についてのものである。

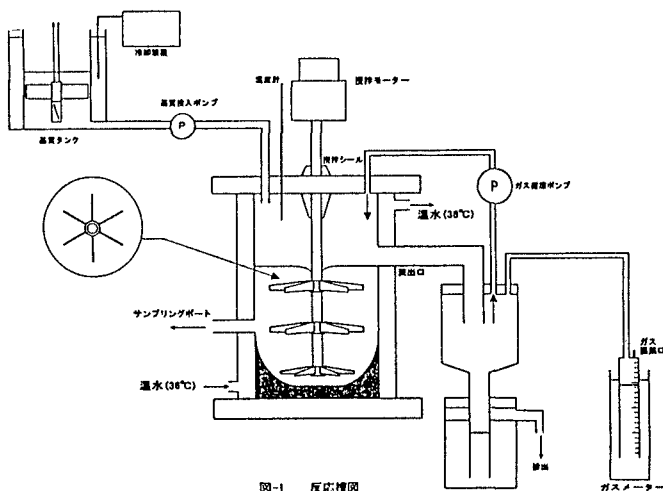


表-1 実験に用いた汚泥の性状(5.5%)

分析項目	平均値
pH	5.7
TS (%)	5.35
VS (%)	4.10
SS (g/L)	51.7
VSS (g/L)	39.4
全COD (g/L)	67.0
溶解性COD (g/L)	8.42
全炭水化合物 (g/L)	14.6
溶解性炭水化合物 (g/L)	0.52
全タンパク質 (g/L)	16.1
溶解性タンパク質 (g/L)	1.28
全脂質 (g/L)	8.08
NH ₄ ⁺ (mg/L)	450

3. 実験結果と考察

図-2～7に、本実験の結果を示した。これらの図は、投入汚泥の含水率の減少、即ち、汚泥濃度の増加が嫌気性消化の処理性能に及ぼす影響を表している。また、結果は、培養期間が45日以上過ぎ、ガス生成速度及びCOD濃度の変化が小さくなった状態(15%以内)で3-5回行い、その平均を取ったものである。

図-2はガス生成量およびメタン生成量に及ぼす投入汚泥濃度の影響を示したものである。これより、投入汚泥濃度が9%までは、ガス生成量が400-500(mL/g-投入VSS)、メタン生成量が300(mL/g-投入VSS)前後で安定していたが、汚泥濃度を11%にあげた場合、ガス生成量が140(mL/g-投入VSS)、メタン生成量が90(mL/g-投入VSS)と大きく減少していることがわかる。これらの値は、測定期間中の平均の値であり、実際にはガスの生成が見られない日もあった。

図-3、4はCODの除去率および各有機物成分の分解率に及ぼす投入汚泥濃度の影響を示したものである。CODの除去率は汚泥濃度が3-9%の場合で40-44%、11%の場合では31%となった。炭水化物の除去率は9%以降、大幅な低下が見られ、汚泥濃度11%の条件では、16%の除去率しか得られなかった。また、タンパク質の除去は汚泥濃度3%で除去率16%、それ以外の条件では30%前後の除去率であり、脂質については全ての条件で50-60%の除去率を得た。

図-5にはTSおよびVSの除去率に及ぼす投入汚泥濃度の影響を示した。TSおよびVSの除去率は汚泥濃度の上昇による影響はあまり受けておらず、汚泥濃度5.5%の条件以降はTSで20-30%、VSで30-40%と安定していた。

図-6は NH_4^+ 濃度に及ぼす投入汚泥濃度の影響を示したものである。この図から、投入汚泥濃度の上昇に従い NH_4^+ の蓄積量も増えていることがわかる。特に、11%の条件では、4000(mg/L)の NH_4^+ が蓄積しており、これは嫌気性消化が阻害を受ける濃度(3000mg/L)を大きく上回っている。

図-7はVFA濃度に及ぼす投入汚泥濃度の影響を示したものである。これによると、酢酸は投入汚泥濃度3%の条件以外で100-250(mg/L)の蓄積が見られた。プロピオン酸は、汚泥濃度の上昇に伴い増えていき、TS9%の条件で260(mg/L)、11%の条件では最大1000(mg/L)までの蓄積が見られた。また、酢酸、プロピオン酸以外のVFAは、全ての投入汚泥濃度条件において50mg/L以下となっており、蓄積はほとんど見られなかった。

4. まとめ

- 1) 脱水汚泥の中温嫌気性消化における限界投入汚泥濃度は、TS11%(含水率89%)であった。
- 2) 脱水汚泥の嫌気性消化において、 NH_4^+ の蓄積がメタン発酵に阻害を及ぼす濃度は4000(mg/L)であった。

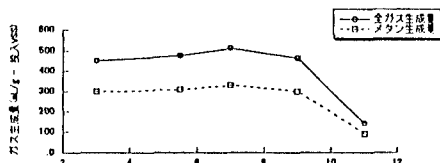


図-2 ガス生成量に及ぼす投入汚泥濃度の影響

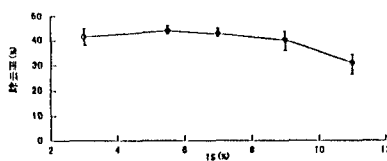


図-3 COD除去率に及ぼす投入汚泥濃度の影響

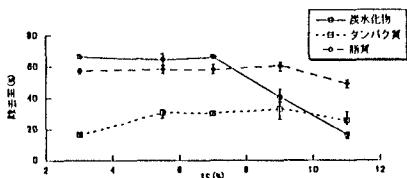


図-4 各有機物成分の分解率に及ぼす投入汚泥濃度の影響

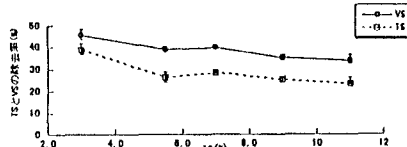


図-5 TS、VSの除去率に及ぼす投入汚泥濃度の影響

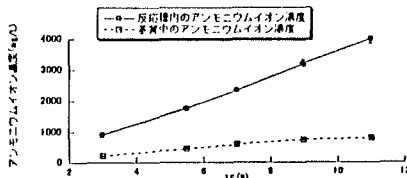


図-6 NH_4^+ 濃度に及ぼす投入汚泥濃度の影響

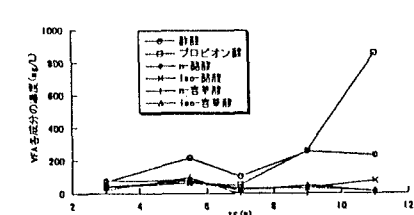


図-7 VFA濃度に及ぼす投入汚泥濃度の影響