

余剰汚泥の嫌気性消化における酸生成相について

東北大学工学部 学生員 ○李 玉友
 東北大学工学部 学生員 藤由英樹
 東北大学工学部 正 員 野池達也

1. ま え が き

嫌気性消化法は低コストで有機廃棄物を安定化、減量化できる上に、有用のメタンガスを回収できるという理由から、最も重要な汚泥処理法の一つとなっている。分解反応の速度とメタン収率を捉めるために、嫌気性消化の固形高分子物質の可溶化加水分解、酸生成およびメタン生成という多段階反応の機構を究明し、各段階の反応を最適条件で行うことが必要とする。従って、本研究は余剰汚泥の嫌気性消化における物質転化過程、殊に酸生成相について検討した。

2. 実験装置および材料

回分実験装置はFig.1に示すバイアル瓶で、半連続実験装置はFig.2に示すように発生ガスの循環によって反応槽内を攪拌混合するものであり、汚泥の投入は1日1回の半連続式とした。基質とする余剰汚泥は仙台市E下水処理場の返送活性汚泥を用い、種汚泥はM下水処理場汚泥消化槽より得られた消化汚泥に余剰汚泥を加えて、35℃の条件で3ヵ月以上馴致したものである。

3. 実験結果および考察

(1) 回分実験：種汚泥と基質の投入容積比を1:2(Run.1)、1:1(Run.2)、2:1(Run.3)と設定し、実験期間を1ヵ月とし、混合液のVFA、発生ガス量及びガス組成を測った。表1に供試余剰汚泥と消化した汚泥の性状を示す。負荷条件が違っても、30日消化した結果、ほぼ同じ性状の消化汚泥が得られた。このことから30日消化した後分解できる有機物が大部除去されたと考えられる。また、嫌気性消化における固形物分解過程を式のように考えて、COD換算値を用いた物質転化収支をFig.3に示す。これより見掛のVFA生成量が小さいこと

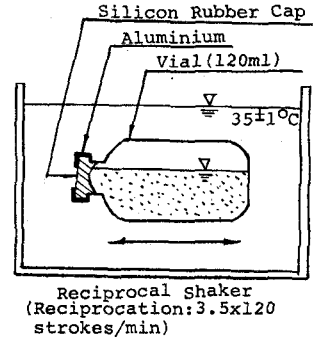


Fig.1. Experimental apparatus for batch test

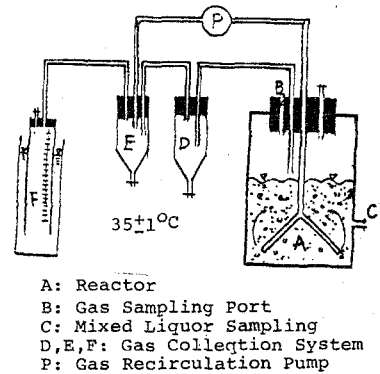


Fig.2. Experimental apparatus for semi-continuous operation

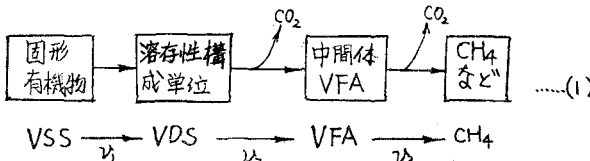


表1. 供試基質と消化汚泥の性状

	SS	VSS	T-COD	D-COD	Protein	Lipid
Substrat	7772	6238	9217	313	3250	541
Run.1	5464	3986	6436	345	1920	292
Run.2	5580	4045	6462	379	1940	321
Run.3	5555	4041	6551	362	2030	345

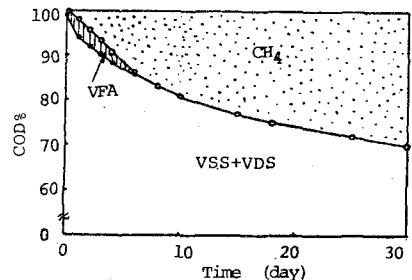


Fig.3. Run.1における物質転化過程



写真1. 基質のフロク状態 (150倍)

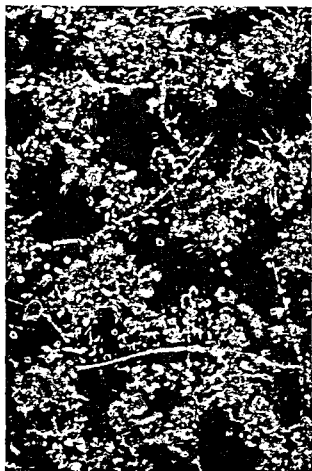


写真2. HRT10日のフロク状態 (150倍)



写真3. HRT1日反応槽内の嫌気性菌 (600倍)

が見られる。

(2)半連続実験: 表2に各HRTにおける

SS, VSS及び固形物のCOD_{cr}, 蛋白質,

炭水化物, 脂肪の定常値を示す。HRT10日

の条件ではそれぞれの除去率はVSS26%,

COD_{cr}30.2%, 蛋白質27.2%, 炭水化物

30.1%, 脂肪44.4%である。またHRT10日の消化汚泥フ

ロク(写真2)は基質(写真1)に比べると圧密性なくなる

が、残った有機物はまた細菌体であることが明る。この

ことから細菌体はなかなか分解しにくいと推定される。

写真3はHRT1日の反応槽内の関与する嫌気性菌であり、

造酸なウゼン菌、桿菌および少数の球菌が見られる。表

3に(2)式を用いて取った物質収支を示し、VDS部分の蓄

積が見られなく。これより、加水分解された有機物は速々

かにVFAへ酸化した。即ち、B₂とされる。

(3)動力学考察: 固形物加水分解速度は残存する分解可能

固形物濃度に関して一次反応と仮定すると、(2)式になる。

$$R_h = -\frac{dS}{dt} = K_h(S - S_n) \quad \dots\dots (2)$$

ここで、 R_h は加水分解速度、 K_h は一次加水分解速度定数、 S は固形有機物濃度、 S_n は本条件での難分解固形有機物濃度である。(2)を用いて、VSS、COD_{cr}、蛋白質、炭水化物及び脂肪のデータを解析すると、それぞれ良好な相関関係が見られ、整理した結果は表4に示す。

4. ま と め

(1)菌体が分解しにくいので、余剰汚泥の分解率は低い。(2)加水分解段階は余剰汚泥嫌気性消化における酸生相の律速段階になる。また加水分解速度は一次反応に従う。(3)蛋白質の分解率は低い分解速度は早い、脂肪はその逆である。

<参考文献> 1) J.A.Eastman, J.J.Ferguson: J.WPCF, 53, 352-344 (1981)

表2. 各HRTにおける固形物濃度の定常値 (mg/l)

HRT (day)	Substrate	1	2	3	5	10
SS	6917	6122	5868	5737	5588	5404
VSS	5404	4723	4489	4371	4161	3996
COD _{cr}	7963	7192	6595	6390	6170	5558
Protein	2787	2352	2172	2104	2184	2028
Carbohydrate	505	451	428	405	372	353
Lipid	423	361	301	280	256	235

表3. 半連続実験における物質収支 (COD%)

HRT (day)	VSS	VDS	VFA	CH ₄	Total
Substrat	96.5	2.3	1.2	0	100.0
1	87.2	3.6	6.0	3.6	100.4
2	79.9	4.0	4.3	7.6	95.8
3	77.5	5.3	2.2	11.7	96.7
5	74.8	3.9	0.4	18.6	97.7
10	67.4	3.7	0.3	20.6	92.0

表4. 動力学パラメータ

	K_h (day ⁻¹)	S_0 (mg/l)	S_n (mg/l)	S_n/S_0 (%)
VSS	0.725	5404	4901	70.9
COD _{cr}	0.354	7963	4901	62.0
Protein	1.003	2787	1936	69.4
Carbohydrate	0.351	505	305	60.4
Lipid	0.340	423	155	36.6