

VII-34

高温—中温二相循環プロセスによる初沈汚泥の嫌気性消化

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○海鋒 充

東北大学大学院工学研究科

北條 俊昌

東北大学大学院工学研究科

正会員 李 玉友

1. はじめに

日本はエネルギー資源に乏しい国であるため、バイオマスエネルギーの積極的な活用が求められている。現在多くの下水処理場で行われている嫌気性消化は、汚泥の減容化をしつつ、バイオガスとしてメタンを回収し下水汚泥をエネルギー資源化することが可能な技術である。しかし従来の単槽による汚泥の嫌気性消化では滞留時間を長くしても、分解率が低いという問題点がある¹⁾。そこで本研究では、汚泥の嫌気性消化の効率化を図るために二相循環プロセスに着目した。本プロセスは、近年嫌気性消化を効率化する技術として注目されている²⁾。

基質として初沈汚泥を選び二相循環プロセスでの消化特性を把握するために、バイオガス生成率、COD分解率、揮発性脂肪酸、アンモニア性窒素について検討した。

2. 実験方法、分析方法

2.1 実験方法

実験装置の概略図を図-1に示す。高温酸発酵槽と中温メタン発酵槽の二槽を用い、メタン発酵廃液の一部を酸発酵槽へ返送し再分解させる。基質にはS浄化センターから採取した初沈汚泥を用いた。その性状は表-1に示す通りである。プロセス全体のHRTを30日とし、酸発酵槽は有効容積2.5Lで、HRT3日、温度55℃、メタン発酵槽は有効容積10Lで、HRT12日、温度35℃の条件で実験を行った。種汚泥については、高温酸発酵槽には生ごみ高温メタン発酵槽から採取した消化汚泥を、中温メタン発酵槽にはS浄化センターの中温メタン発酵槽から採取した消化汚泥を用いた。

2.2 分析方法

pH、TS、VS、アルカリ度は下水試験法に準拠して測定した。COD_{Cr}はStandard Methodに準拠して測定した。炭水化物はフェノール硫酸法、タンパク質はローリー法で測定した。揮発性脂肪酸(VFA)についてはガスクロマトグラフ(Agilent 6890GC)、アンモニア性窒素はキャピラリー電気泳動器(Photal, CAPI-3200)を用いて測定した。

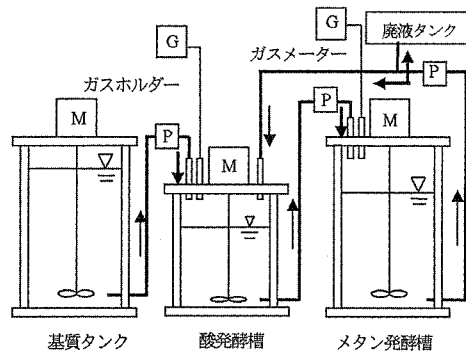


図-1 実験装置の概略図

表-1 本研究に用いた初沈汚泥の性状

pH	5.13	COD _{Cr} (mg/L)	total	47900
			soluble	12900
TS(%)	3.86	炭水化物	total	12600
VS(%)	3.36	(mg/L)	soluble	411
SS(mg/L)	36.2	タンパク質	total	8190
VSS(mg/L)	30.2	(mg/L)	soluble	2320
アルカリ度 (mg/L)	60500	脂質 (mg/L)	total	5.82
			soluble	1.26

3. 実験結果と考察

3.1 バイオガス生成

酸発酵槽とメタン発酵槽でのそれぞれのガス生成速度を図-2に示す。馴養期間後のバイオガス生成速度の平均値は酸発酵槽で0.562L/L/day、メタン発酵槽で0.856L/L/dayであった。また、酸発酵槽とメタン発酵槽からの生成バイオガス中のメタンの割合はそれぞれ、約55%、約60%であった。

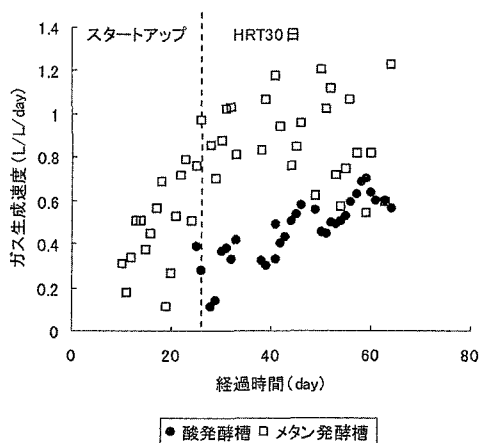


図-2 酸発酵槽、メタン発酵槽のガス生成速度

3.2 分解率

表-2 には SS, VSS, 炭水化物, タンパク質, 脂質それぞれ分解率について, 本研究におけるプロセス全体の分解率と李ら¹⁾の結果の比較を示す。本研究と同様に初沈汚泥を単槽で嫌気性消化した李らの報告と比較すると, SS, VSS, 脂質の分解率において向上がみられた。炭水化物の分解率は同等であり, タンパク質の分解率は 10% 程度の低下であった。タンパク質の分解率が低い原因として, 菌体として存在するタンパク質の濃度が高かったためであると考えられる。

表-2 SS, VSS, 炭水化物, タンパク質, 脂質の分解率の比較(%)

	本研究(プロセス全体)	李ら ¹⁾
SS	62.2	59.6
VSS	70.3	68.6
炭水化物	88.5	84.9
タンパク質	39.2	53.5
脂質	73.9	63.0

3.3 VFA 濃度

表-3 に各槽の VFA 濃度の平均値を示す。酸発酵槽における主要代謝産物は酢酸, 酪酸, プロピオン酸であった。メタン発酵槽での VFA 濃度は低濃度であり, メタン発酵が良好に行われていることが確認された。

表-3 各槽での pH と VFA・アンモニア性窒素濃度(mg/L)

	基質	酸発酵槽	メタン発酵槽
pH	5.13	7.17	7.40
酢酸	1240	782	24.7
プロピオン酸	723	755	14.0
イソ酪酸	40.0	181	12.3
酪酸	469	449	20.3
イソ吉草酸	56.0	345	14.0
吉草酸	136	91.7	15.3
アンモニア性窒素	144	1310	1290

3.4 アンモニア性窒素濃度

表-3 に各槽のアンモニア性窒素濃度の平均値を示す。酸発酵槽でのアンモニア性窒素濃度は基質やメタン発酵槽よりも大きくなった。これは酸発酵槽においてタンパク質が分解されたことに加え, メタン発酵廃液を循環していることが原因であると考えられる。

また, 一般にアンモニア性窒素によるメタン発酵阻害は, 高温発酵では約 2000mg/L 以上, 中温発酵では約 4000mg/L 以上で生じるとされている。本研究でのアンモニア性窒素濃度はこれらの値よりも低濃度であり, パイオガス生成への阻害影響は見られなかった。

4. まとめ

本研究から得られた知見を以下に示す。

- 1) 初沈汚泥からのバイオガス生成速度は酸発酵槽で 0.562L/L/day, メタン発酵槽で 0.856L/L/day であった。メタン発酵槽からの生成バイオガス中のメタン含有率は約 60% であった。
- 2) 二相循環プロセスの分解率は, 従来の単槽式と同等であった。

参考文献

- 1) 李玉友, 沈振環, 野池達也: 初沈汚泥の嫌気性消化における物質分解の挙動, 第 27 回下水道研究発表会講演集, pp. 477-479, 1990.
- 2) 李玉友, 水野修, 船石圭介, 山下耕司: 二相循環方式高濃度メタン発酵プロセスを用いた生ごみの高速メタン化処理, 環境工学研究論文集, vol.40, pp.321-331, 2003.