

刈草混合が下水汚泥の嫌気性消化に及ぼす影響

長岡技術科学大学大学院

学生会員 ○栗田 雄佑, 井上 明大

長岡技術科学大学 環境・建設系

正会員 小松 俊哉, 正会員 姫野 修司

1. はじめに

下水処理場の消化設備を利用し、バイオマスからのエネルギー増産を図る混合嫌気性消化が注目されている¹⁾。本研究グループでは、新潟県で大量に発生する稲わらに注目し、研究を行ってきた²⁾。しかし、稲わらは強固な構造を持っているため保存性が良い反面、前処理を行う必要がある。そこで他の草本系バイオマスとして、河川敷の景観保護などの理由により夏季に大量に排出される刈草に着目した。刈草は含水率が高く、稲わらのように前処理を行わなくても高い分解性を示すことが期待できる。今回は刈草を下水汚泥に混合した場合の発酵特性を把握するために回分実験及び連続実験を行った。

2. 実験方法

2.1 回分実験

刈草のポテンシャルを確認するために、30日間回分実験を行った。また、比較のために稲わらの実験も同時に行った。全量720mlのバイアル瓶に消化汚泥150mlと破砕した刈草または稲わら(平均粒径2~3mm)²⁾を条件量投入し、全量を300mlとなるように蒸留水を加えて試料を作成した。その際のバイオマスの投入量は4g-TS/Lとなるようにした。その後、バイアル瓶を窒素パージした後に密栓し、36℃恒温槽内で保存し、定期的にガス量測定を行った。実験は刈草系が3連、稲わら系は2連で行い、消化汚泥のみの系も設定し、正味のガス発生量を求めた。

2.2 連続実験

刈草を連続的に投入した場合の発酵特性を明らかにするために連続実験を行った。また汚泥の違いによる差も検討するため、A処理場、B処理場の2か所から採取した2種類の下水汚泥(初沈汚泥と余剰汚泥の混合物)を用いた。A処理場の下水汚泥は凝集剤に鉄系の錯体を使用しているため、無機分量が多く、またTSの変動も大きかった。B処理場の下水汚泥は一般的な処理場の汚泥と同程度の性状であった。

連続実験方法を図-1に示す。連続実験は

混合液量2Lで行い、汚泥単独系と刈草を下水汚泥投入量に対して湿潤重量で1%,2%投入する系を作成した。刈草は破砕後、冷蔵保存したものを扱い、TS 33.8%, VS 30.3%であった。運転温度は36℃とし、投入と引き抜きを2日毎に行った。実験開始から20日間は刈草を分解できる菌群を育成する馴致期間とした。馴致終了後は基質の投入量を1.5倍にして実験を行った。滞留日数約26日で、58日間運転を行い、その期間を評価期間とした。各系列の条件を表-1に示す。主な測定項目はガス量、pH、消化汚泥のTS、VS、溶解性COD、アンモニア性窒素、メタン濃度である。ガス量およびpHの測定は基質の投入および引き抜きと同時に行い、その他の項目は6~8日に1回測定した。

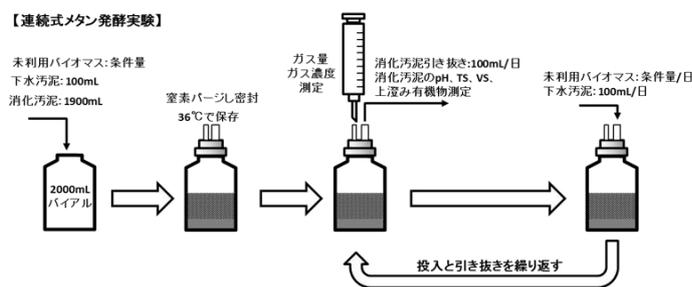


図-1 連続実験フロー

表-1 各系列の連続実験条件

		A処理場汚泥使用			B処理場汚泥使用		
		汚泥単独系	刈草1%	刈草2%	汚泥単独系	刈草1%	刈草2%
投入TS	%	2.86	3.17	3.47	3.74	4.04	4.34
投入VS	%	2.04	2.31	2.59	3.19	3.45	3.73
滞留日数	日	26.7	26.4	26.1	26.7	26.4	26.1
VS負荷	kg-VS / 日・m ³	0.764	0.876	0.989	1.20	1.31	1.42

キーワード 未利用バイオマス, 刈草, 下水汚泥, 混合消化

連絡先 〒940-2188 長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 栗田 雄佑 TEL. 0258-46-6000(6615)

E-mail : kurita@stn.nagaokaut.ac.jp

3. 結果と考察

3. 1 回分実験

投入 VS 当たりの正味の累積ガス発生量の推移(平均値)を図-2に示す. 初期から終了時まで刈草系は稲わら系よりも高いガス量を示した. さらに, 別の実験ではあるが酵素水浸漬により前処理した稲わらを用いた場合でも, 刈草の方がやや高い値を示した. このことから, 刈草は前処理を行った稲わらよりも高い分解性を示し, 破碎のみで高い分解率を示すことが確認できた.

3. 2 連続実験

表-2 に評価期間での連続実験結果の平均値を示す. 全系列において pH の値は 7.0~7.1 の範囲で安定しており, 溶解性 COD やアンモニア性窒素の値にも問題はなかったため, 発酵は安定していたと考えられる.

ガス発生量は B 処理場の汚泥を使用した系が大きくなったが, これは使用している汚泥の VS の差によるものと分解性の差の両方が影響したと考えられる. しかし, いずれも刈草を投入することでガス発生量が大きく増大し, 刈草正味の投入 VS 当たりの発生ガス転化量は 500~670ml/g-VS の範囲であり, B 処理場の方が若干高かったが大きな差はなく, 全て良好な転換が得られた. 一方, 刈草の正味の VS 分解率は 22~46%に留まる結果となったが, 測定方法の影響で過小評価となった可能性がある. 刈草の正味のガス発生倍率は, およそ 150~200 の高い値を示した. また, メタン転換率においても汚泥の違いによる値の影響が見られなかったことから, 汚泥の違いは刈草の分解性には影響がないと考えられた.

基質投入負荷の影響では, 刈草正味の投入 VS 当たりのガス発生量は 2%の系よりも 1%の系の方が高くなった. メタン含有率は刈草を投入することにより若干低下し, 草本系バイオマスを混合した一般的な傾向が確認された.

基質投入負荷の影響では, 刈草正味の投入 VS 当たりのガス発生量は 2%の系よりも 1%の系の方が高くなった. メタン含有率は刈草を投入することにより若干低下し, 草本系バイオマスを混合した一般的な傾向が確認された.

4. 結論

- ・ 刈草は破碎のみの前処理で高い分解率を得られることが確認できた.
- ・ 基質として 2 種類の下汚泥を使用して連続実験を行った結果, 刈草の分解性への影響は見られなかった.
- ・ 今回の実験での全系列において, 安定した発酵と刈草からの高いガス発生を確認することができた.

5. 参考文献

1) 野池達也, 他:「メタン発酵」 技報堂出版, p141-154, (2009)
 2) 高松, 小松, 姫野, 他:「下水汚泥と稲わらの一括バイオマスガス化技術の実用化に向けたパイロットスケール実験」第 46 回日本水環境学会年会講演集, (2012)

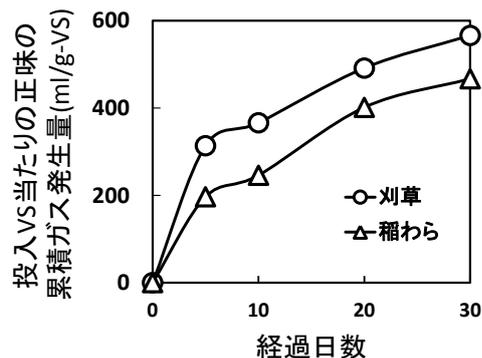


図-2 基質投入 VS 当たりのガス発生量推移

表-2 消化特性の平均値

		A処理場汚泥使用			B処理場汚泥使用			
		汚泥単独系	刈草1%	刈草2%	汚泥単独系	刈草1%	刈草2%	
pH	-	7.10	7.15	7.05	7.14	7.13	7.02	
消化汚泥	TS	%	1.95	2.23	2.46	1.70	1.81	2.08
	VS	%	1.08	1.30	1.44	1.20	1.35	1.57
分解率	TS	%	31.1	29.6	29.9	54.3	55.2	52.5
	VS	%	46.9	44.3	45.3	62.4	61.4	58.6
正味の分解率	TS	%	-	10.5	17.5	-	59.5	36.3
	VS	%	-	22.2	35.3	-	46.4	33.6
溶解性COD	mg-COD/L	369	481	430	783	996	1585	
アンモニア性窒素	mg-NH ₄ -N/L	502	518	460	792	753	740	
ガス発生量	ml/day	687	810	913	1367	1520	1618	
投入VS当たりのガス転化量	ml/g-VS	454	465	462	557	565	554	
投入VS当たりの正味のガス転化	ml/g-VS	-	541	499	-	673	548	
ガス発生倍率	-	9.2	10.7	11.9	18.2	20.1	21.2	
正味のガス発生倍率	-	-	165	151	-	209	154	
メタン含有率	%	64.0	62.2	61.0	60.0	58.4	57.4	
メタン転換率(COD基準)	%	51.4	54.0	55.0	61.3	62.7	62.1	
刈草正味のメタン転換率	%	-	81.1	74.0	-	85.1	68.3	