

第 部門

細分化，可溶化による厨芥のメタン発酵処理の高速化

～超音波処理および水熱処理を前処理としたメタン発酵の処理特性～

大阪工業大学工学部

学生員 ○山中 良介 荒木 雄一

大阪工業大学大学院工学研究科

学生員 宮西 弘樹 岩本 雅至

大阪工業大学工学部

正会員 石川 宗孝 笠原 伸介

1.概要...メタン発酵処理は，厨芥の有効な再資源化技術であるが，HRT10 日以下で処理した場合，固形物分解能およびガス生成能が低下することが指摘されている¹⁾。著者らは，超音波処理および水熱処理により厨芥を細分化，可溶化することにより，HRT10 日以下の高負荷処理が可能なメタン発酵処理システムの開発を行っており，本研究では，厨芥を細分化・可溶化することによるメタン発酵のガス生成能および固形物分解能の向上効果の検討を目的とした。

2.実験方法...表 1 に，基質の性状を示す。対照系は，模擬厨芥²⁾を粉碎（Retsch社製 GM200 型，回転数 10000 rpm，処理時間 40 sec）し，TS 12 %に調整したものをを用いた。超音波系は，模擬厨芥を超音波処理装置（日本精機製作所(株)社製CS - 150T型，振動子 7 mm φ，出力 150 W 20kHz）により，照射出力 150 W，処理時間 60 minで処理したものをを用いた。水熱系は，模擬厨芥をオートクレーブ（耐圧硝子工業(株)社製 TEM-V1000N型，最高温度 200℃，最高圧力 2.0 MPa，有効容積 1 L）により，処理温度 160℃，処理時間 60 minで水熱処理したものをを用いた。また，微量栄養塩類の不足を補うため，Fe，Ni，Coが基質に対してそれぞれ 100，10，10 mg/Lとなるように塩化物を添加した。表 2 に，実験条件を示す。装置は，半連続装置（有効容積 2 L，槽内温度 38℃，攪拌 50 rpm）を用い，各HRTにおいてVFAがほぼ一定となった際に定常状態として 21 日間分析を行い，測定値とした。基質の投入は，一日 2～4 回行い，HRTに関係なく SRT は 40 日とした。槽内pHが 7.0 以下となった場合，水酸化ナトリウム溶液より，7.0 以上を維持した。

3.結果および考察...表 3 に，各HRTにおけるpH，ガス生成量，NH₄-N，T-VFAの平均値を示す。pHに注目すると，すべての系においてHRTが短いほど低下し，対照系，超音波系，水熱系においてそれぞれHRT が 10，5，10 日でpH調整が必要となった。ガス生成量に注目すると，対照系は，HRT5 日で大きく低下したのに対し，超音波系および水熱系は，HRTが短くなるほど増加し，HRT5 日において対照系のそれぞれ

表 1 基質の性状

項目	対照系	超音波系	水熱系
TS (g/L)	120.3	120.4	114.6
SS (g/L)	79.2	72.3	46.8
TOC (g-C/L)	54.8	55.0	51.8
POC (g-C/L)	35.4	33.6	21.0
T-N (g/L)	6.4	6.3	6.1
pH (-)	6.7	6.6	5.6

表 2 実験条件

HRT (day)	容積負荷 (kg-C/m ³ /day)					
	TOC			POC		
	対照系	超音波系	水熱系	対照系	超音波系	水熱系
20	2.7	2.7	2.6	1.8	1.7	1.1
10	5.5	5.5	5.2	3.5	3.4	2.1
5	11.0	11.0	10.4	7.1	6.7	4.2

表 3 各 HRT における槽内 pH，ガス生成量，NH₄-N，VFAの平均値

項目		HRT (day)		
		20	10	5
pH	対照系	7.8	7.1	7.0
	超音波系	7.8	7.4	7.1
	水熱系	7.6	7.2	7.3
ガス生成量 (NL/L)	対照系	3.9	6.6	3.7
	超音波系	3.7	7.0	12.1
	水熱系	3.9	7.9	14.8
NH ₄ -N (g/L)	対照系	1.3	2.2	2.4
	超音波系	1.6	2.6	3.0
	水熱系	0.9	1.4	1.8
T-VFA (g-C/L)	対照系	0.2	1.8	9.4
	超音波系	0.3	2.7	2.4
	水熱系	0.2	0.8	1.0

運転終了時点での測定値

Ryousuke YAMANAKA, Yuiti ARAKI, Hiroki MIYANISHI, Masashi IWAMOTO, Munetaka ISHIKAWA and Shinsuke KASAHARA

3, 4 倍程度となった。 $\text{NH}_4\text{-N}$ に注目すると, すべての系においてHRTが短いほど高くなるが, 阻害濃度 $4.0 \text{ g/L}^{(3)}$ 以下であった。T-VFAに注目すると, すべての系においてHRTが短いほど高くなり, 対照系のHRT5日は定常とならず, 運転を中止した。運転終了時のプロピオン酸濃度は, 5.6 g-C/L であり, ガス生成量の低下はプロピオン酸の阻害と考えられる。

図1に, 各HRTにおける発酵槽回りのTOC収支を示す。これらTOC収支より, ガス転換率およびPOC分解率を算出し, ガス生成能および固形物分解能を評価した。

図2に, 各HRTにおけるガス転換率を示す。ここでは, 槽内でのガス化をガス転換率(CH_4), ガス転換率(CO_2), 前処理でのガス化をガス転換率(前処理)とし, これらの和をガス転換率とした。ガス転換率に注目すると, HRT20日のすべての系においてガス転換率が70%以上となり, 前処理を行う必要がないことが確認された。しかし, HRTを短くした場合, 対照系は, HRT10日で58%まで低下し, HRT5日では酸敗により処理できなかった。一方, 超音波系および水熱系では, HRT10~5日においてそれぞれ73~58, 77~72%となり, 超音波処理および水熱処理を前処理とすることにより, HRT5日の高負荷条件でも処理が可能となり, 水熱系ではHRT20日と同程度のガス転換率を維持できることが明らかとなった。

図3に, 各HRTにおけるPOC分解率を示す。ここでは, 槽内での分解をPOC分解率(槽内), 前処理での分解をPOC分解率(前処理)とし, その和をPOC分解率とした。POC分解率に注目すると, 対照系のHRT20~10日において69~56%, 超音波および水熱系は, HRT20~5日においてそれぞれ73~67, 65~61%となり, HRTが短くなるほど対照系が低下したのに対して, 超音波系および水熱系はHRT5日においてもHRT20日とほぼ同程度の固形物分解能を維持できることが明らかとなった。

4. おわりに...以上より, 超音波処理および水熱反応処理を前処理とすることにより, 対照系では処理が困難であったHRT5日の高負荷条件でも処理ができることが確認され, 水熱処理を用いた場合, HRT20日とほぼ同程度のガス転換率, POC分解率を維持できることが明らかとなった。

最後に, 実験データの採取に, 本学学部生の肝付吉

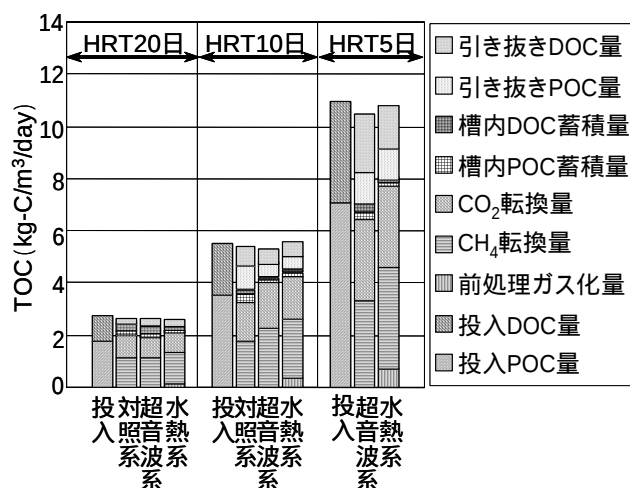


図1 各HRTにおける発酵槽回りのTOC収支

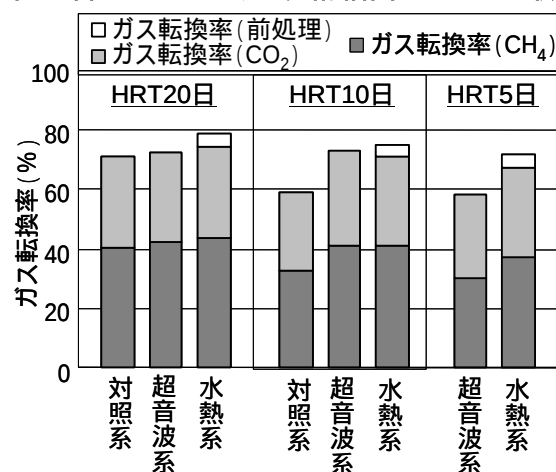


図2 各HRTにおけるガス転換率

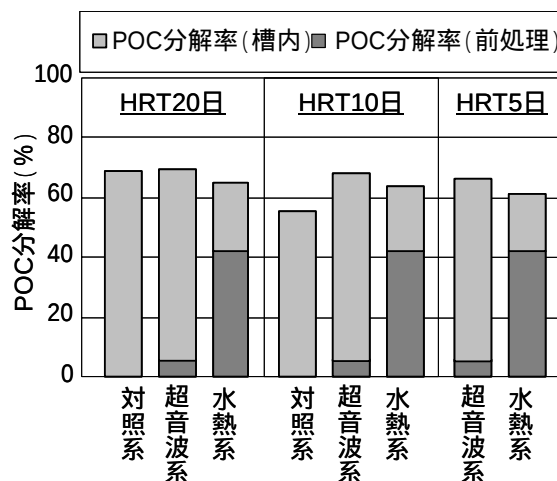


図3 各HRTにおけるPOC転換率

隆君, 石谷佳誠君の協力を得たことを付記し, 感謝致します。

参考文献 1) 李 玉友・他: 生ゴミの高濃度消化における中温と高温処理の比較, 環境工学研究論文集, 第36巻, pp.413-421 (1999) 2) 竹崎義則他: 厨芥由来固形物の生物学的可溶化に関する性能評価, 日本水処理生物学会誌, 第37巻, 第4号, pp.173-181 (2001) 3) 岡直明・他: 生ごみの中温及び高温メタン発酵における生ごみ組成の影響と動力学的解析, 用水を廃水, 第43巻, 第3号, pp.12-19 (2001)