

厨芥を対象とした水熱反応・メタン発酵システムの処理特性

大阪工業大学大学院

学生会員 ○宮西 弘樹, 岩本 雅至

大阪工業大学

正会員 石川 宗孝, 笠原 伸介

環境エンジニアリング(株)

木村 彰宏

1.はじめに...本研究は、厨芥や汚泥などの高負荷処理を可能とする水熱反応を併用した高速メタン発酵システムの開発を想定し、水熱反応・メタン発酵システムの処理特性の把握を目的とした。実験は、厨芥を処理対象物とし、水熱処理条件（反応温度、処理時間）が厨芥の可溶化、ガス化、溶存成分の増加に及ぼす影響と水熱処理がメタン発酵処理の固形物の分解およびガス生成に及ぼす影響について検討し、処理特性の把握を行った。

2. 厨芥の水熱反応処理特性の把握

2.1 実験方法...表-1に、模擬厨芥の性状を示す。処理対象物は、模擬厨芥¹⁾を粉碎（10000 rpm, 40 sec）後、TS12 %に調整したものをを用い、オートクレーブ（耐圧硝子工業社（株）社製TEM-V1000N型）により各処理条件に従って処理した。表-2に、水熱処理の実験条件を示す。処理時間は、処理温度を維持した時間とし、昇温・冷却に要する時間は含まない。固形物の可溶化、ガス化、溶存成分の増加は、式（1）～（3）より算出した可溶化率、ガス化率、溶解化率により評価した。

2.2 結果および考察...図-1に、各処理時間での可溶化率、ガス化率、溶解化率を示す。可溶化率に注目すると、各処理温度において処理時間が長いほど、可溶化率が高くなり、処理時間が60 minで可溶化率がほぼ限界となる傾向が確認された。各処理温度の処理時間60 minに注目すると、120, 160, 200 において、可溶化率が、それぞれ27, 45, 57 %程度となり、処理温度が高いほど可溶化する傾向が確認された。ガス化率に注目すると、可溶化率と同様に処理時間が長く、処理温度が高いほどガス化する傾向が確認され、処理時間60 minに注目すると、120, 160, 200 において、ガス化率が、それぞれ2, 8, 31 %程度となった。溶解化率に注目すると、各反応温度の溶解化率は、ある処理時間まで増加し、その後、減少する傾向が確認された。溶解化率が最大となる処理時間は、120, 160, 200 において、それぞれ30, 60, 60 minであり、溶解化率は15, 23, 16 %であった。これは、可溶化による溶存成分の増加とガス化による溶存成分の減少が同時に進行するためと考えられた。また、本研究では、溶存成分濃度が高いほどメタン発酵に適した基質と考え、溶解

表-1 模擬厨芥の性状

TS (g/L)	SS (g/L)	TOC (g-C/L)	POC (g-C/L)	T-N (g-N/L)	T-P (g-P/L)	pH
120.3	79.2	54.8	35.4	3.50	0.46	6.3

表-2 水熱処理の実験条件

処理温度 ()	処理時間 (min)
120, 160, 200	0, 30, 60, 90, 120

可溶化率、ガス化率、溶解化率の算出式

$$\text{可溶化率} = (1 - \text{POC}/\text{POC}_0) \times 100 \dots (1)$$

$$\text{ガス化率} = (1 - \text{TOC}/\text{TOC}_0) \times 100 \dots (2)$$

$$\text{溶解化率} = (\text{DOC} - \text{DOC}_0) / \text{TOC} \times 100 \dots (3)$$

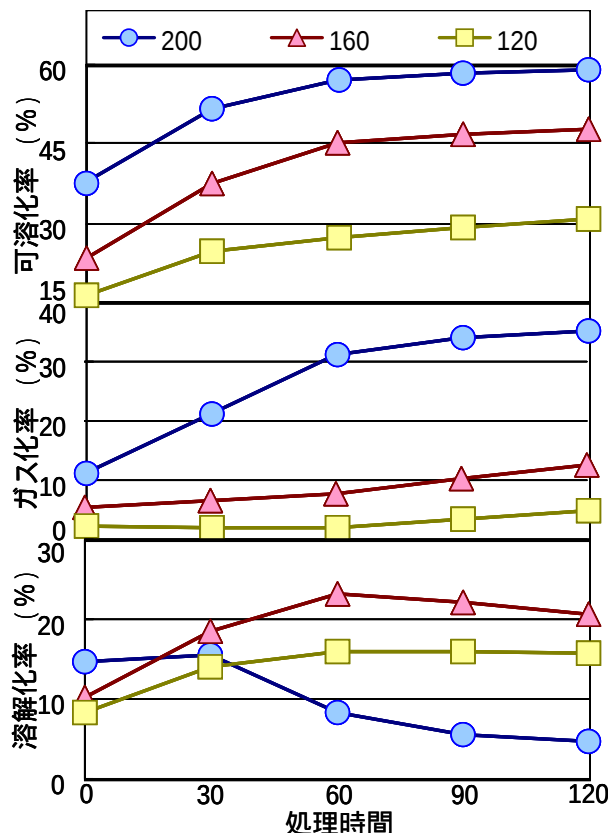


図-1 各処理時間での可溶化率、ガス化率、溶解化率

キーワード メタン発酵, 水熱反応, 厨芥, 可溶化, 生分解性

連絡先 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮5丁目16番1号 大阪工業大学衛生工学研究室 TEL 06-6954-4165

化率が最大となった 160℃, 60min の条件で処理した厨芥を中心にメタン発酵処理実験を行った。

3. 水熱処理厨芥のメタン発酵処理特性の把握

3.1 実験方法...表 - 3 に、基質の性状を示す。基質は、水熱処理実験と同様の厨芥と処理温度 160℃, 処理時間 0~60 min の条件で水熱処理した厨芥を用い、微量栄養塩として、FeCl₂, Ni Cl₂, CoCl₂ を基質に対してそれぞれ 100, 10, 10 mg/L 添加した。装置は、半連続装置（有効容積 2 L, 槽内温度 38℃, 攪拌 300 rpm）を用い、基質の投入を一日 3 回として、投入の 24 時間後に処理水を引き抜きした。表 - 4 に、メタン発酵処理の実験条件を示す。実験は、HRT を 20~5 日とし、各 HRT の VFA が一定となった際に定常状態として、投入 POC の分解率と投入 TOC のガス転換率を算出した。

3.2 結果および考察...図 - 2 に、各 HRT での POC 分解率、ガス転換率を示す。POC 分解率に注目すると、対照系は、HRT20 日から 10 日に短縮すると、10 % 程度低下し、水熱系 1~3 は、HRT20 日から 5 日に短縮すると、それぞれ 18, 23, 19 % 程度低下したことから、HRT の短縮に従って POC 分解率が低下する傾向が確認された。HRT5 日の条件に注目し、水熱反応処理条件により比較した結果、水熱系 1~3 は、それぞれ 49, 43, 36 % 程度となり、水熱処理時間が長い基質ほど POC 分解率が低下することが確認された。これより、水熱処理後に残存する固形物は、可溶化率の高い水熱処理条件ほどメタン発酵での分解が困難な物質となることが示唆された。ガス転換率に注目すると、対照系は、HRT20 日から 10 日に短縮すると、11 % 程度低下したが、水熱系 1~3 は HRT20 日とほぼ同様となった。なお、HRT10 日の際、水熱系 1~3 の VFA 濃度が 1000 mg-C/L 程度であったのに対し、対照系は 5000 mg-C/L 程度と高濃度に蓄積していたことから、VFA の蓄積により、ガス生成が阻害されたと考えられた。また、HRT10 日以下に短縮した際、VFA がさらに蓄積したことから、対照系は HRT5 日の運転を行わなかった。水熱系 1~3 は、HRT10 日から 5 日に短縮すると、それぞれ 62, 64, 59 % となりやや低下したが、60 % 程度のガス転換率は維持でき、水熱処理によりガス生成が向上することが確認できた。しかし、水熱系はほぼ同様の値を示しており、水熱処理条件による明確な違いは確認されなかった。

4.まとめ...以上の結果、水熱処理による可溶化、ガス化の最大値は処理温度によりほぼ決定し、処理時間が 60

min 付近でほぼ限界となることが確認された。厨芥は、水熱処理により可溶化するほど、残存する固形物のメタン発酵での生分解性が低下することが確認された。水熱処理によりガス生成が向上することは確認されたが、水熱処理条件がガス生成に及ぼす影響は把握できなかったことから、再度検討する必要があると考えられた。

参考文献

・山海敏弘他：ディスポーザ排水の標準組成と負荷設定、水環境学会誌, Vol.22, No.1, pp67-73, 1999

表 - 3 基質の性状

実験系	対照系	水熱系 1	水熱系 2	水熱系 3	単位
処理温度	-	160			
処理時間	-	0	30	60	min
pH	6.7	6.4	6.1	5.6	-
TS	120.3	113.6	110.7	108.6	g/L
SS	79.2	58.8	53.3	47.9	
TOC	54.8	51.8	51.2	50.6	g-C/L
POC	35.4	27.1	22.2	19.4	

表 - 4 メタン発酵処理の実験条件

項目	HRT (日)	20	10	5
TOC	対照系	2.74	5.48	-
	水熱系 1	2.59	5.18	10.36
	水熱系 2	2.56	5.12	10.24
	水熱系 3	2.53	5.06	10.12
POC	対照系	1.77	3.54	-
	水熱系 1	1.35	2.71	5.41
	水熱系 2	1.11	2.22	4.44
	水熱系 3	0.97	1.94	3.87

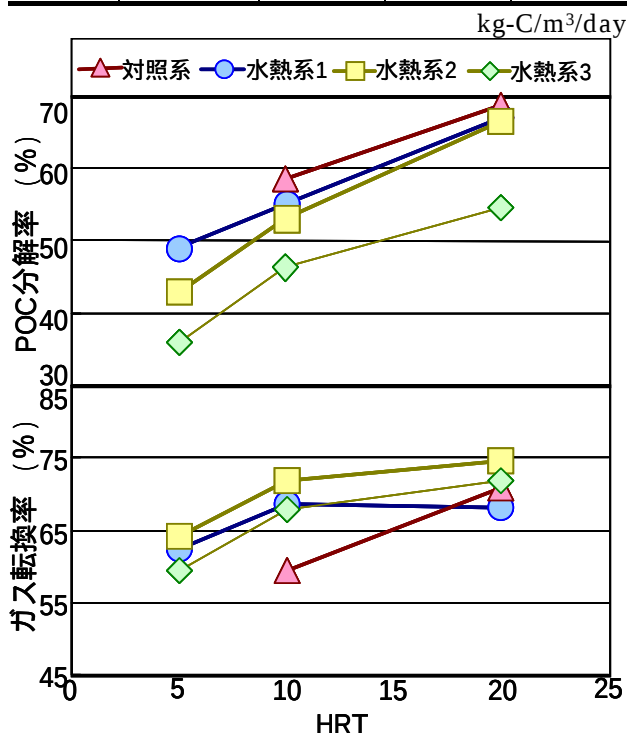


図 - 2 各 HRT での POC 分解率, ガス転換率