

超音波処理を併用したメタン発酵システムによる厨芥の処理特性

大阪工業大学大学院
大阪工業大学
環境エンジニアリング（株）

学生会員 岩本 雅至，宮西 弘樹
正会員 石川 宗孝，笠原 伸介
木村 彰宏

1.はじめに...本研究では，汚泥や厨芥などを処理対象物とした際の高速メタン発酵処理を想定し，超音波照射・メタン発酵システムの処理特性の把握を目的とした。実験では，厨芥を処理対象物とし，超音波処理条件（照射出力，処理時間）が固形物の可溶化および細分化，溶存成分の増加に及ぼす影響と，超音波処理がメタン発酵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.厨芥の超音波処理特性の把握

実験方法...表-1に，模擬厨芥¹⁾の性状を示す。実験には，粉碎（10,000 rpm，40 sec）後，TS12%に調整した模擬厨芥を用いた。装置には，CS-150T（日本精機製作所（株）社製，振動子 7，最大出力 150 W，20kHz）を用い，模擬厨芥 100 ml をトルビーカー（100 ml）に投入し，各条件に従って処理した。表-2に，超音波処理条件を示す。固形物の可溶化，溶存成分の増加は，式（1）～（2）より算出した可溶化率，溶解化率により評価した。固形物の細分化は，伊澤らの方法²⁾を参考に粒径分布（4000，2000，1000，500，250，125，1.2 μm）を測定し，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，溶解化率を，図-2に，各処理時間での粒径分布（出力 150 W）を示す。可溶化率に注目すると，各出力において処理時間が長いほど，可溶化率が高くなる傾向が確認され，処理時間 60 min に注目すると，50，100，150 W において，それぞれ 10，7，5%程度となり，出力が高いほど可溶化する傾向が確認されたが，固形物の可溶化は若干であった。溶解化率に注目すると，可溶化率と同様に処理時間が長く，出力が高いほど溶存成分が増加する傾向が確認されたが，溶存成分の増加は若干であった。このように，超音波処理が固形物の可溶化，溶存成分の増加に対する効果が，低い結果となった。粒径分布に注目すると，出力 150 W では，未処理では 250 μm 以上が 50%以上を占めていた固形物が，

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 超音波処理の実験条件

照射出力 (W)	処理時間 (min)
50, 100, 150	5, 10, 20, 60

可溶化率，溶解化率の算出式

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

$$\text{溶解化率} = (\text{DOC} - \text{DOC}_0) / \text{TOC} \times 100 \dots (2)$$

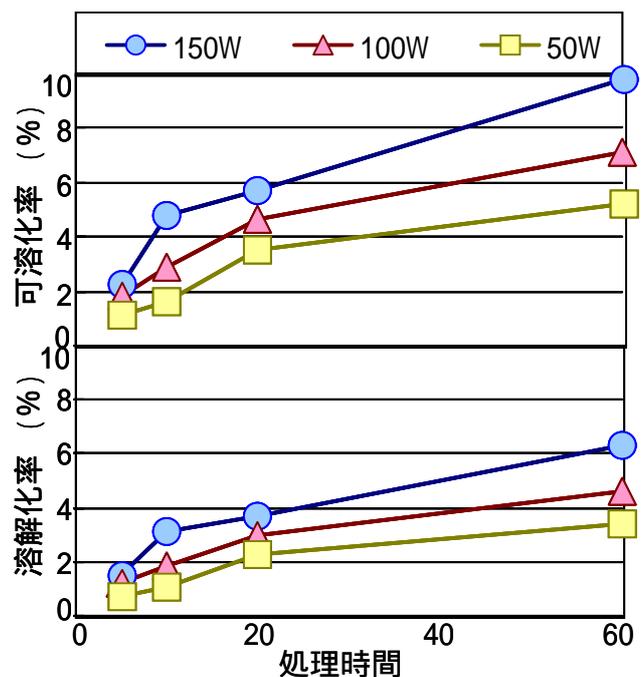


図-1 各処理時間での可溶化率，溶解化率

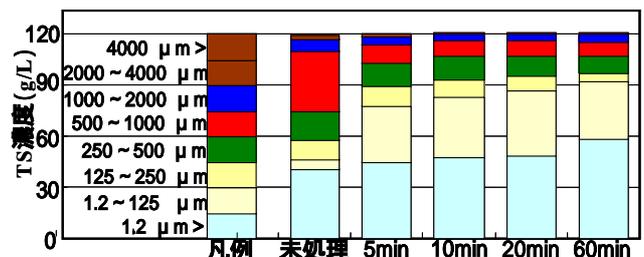


図-2 各処理時間での粒径分布（出力 150 W）

キーワード メタン発酵，超音波照射，厨芥，細分化，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

超音波処理により処理時間が長いほど細分化され、大半が 125 μm 以下の粒径となった。本研究では、固形物の粒径が小さいほどメタン発酵に適した基質と考え、150 W, 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、超音波処理実験と同様の厨芥と出力 150 W, 処理時間 20, 60 min の条件で超音波処理した厨芥を用い、微量栄養塩を、 FeCl_2 , NiCl_2 , CoCl_2 を基質に対してそれぞれ 100, 10, 10 mg/L 添加した。実験には半連続実験装置（有効容積 2.0 L, 槽内温度 38 $^{\circ}\text{C}$, 攪拌 300 rpm）を用い、基質投入は 1 日 3 回とし、最初の投入の 24 時間後に処理水の引き抜きを行った。表 - 4 に、メタン発酵処理の実験条件を示す。実験は対照系と超音波系 1 ~ 2 とし、HRT20 ~ 5 日と短縮して行った。各 HRT の VFA が一定となった際に定常状態として、POC 分解率とガス転換率を算出した。

3.2 結果および考察...図 - 3 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、HRT20 日では、対照系および超音波系 2 とともに、70 % 前後の分解率となり、超音波処理による明確な効果は、確認されなかった。HRT10 日に短縮すると、対照系および超音波系 1 ~ 2 の分解率は、それぞれ 58, 63, 68 % 程度となり、超音波処理時間が長い実験系ほど高い分解率となることが確認された。また、HRT5 日に短縮すると、超音波系 1 ~ 2 の分解率は、それぞれ 57, 65 % となった。これより、超音波処理により固形物が細分化するほど固形物の分解が容易となることが確認された。ガス転換率に注目すると、HRT20 日では、対照系および超音波系 2 とともに、70 % 以上の転換率となり、超音波処理による明確な効果は確認されなかった。HRT10 日に短縮すると、対照系が 59 % 程度まで低下したのに対して、超音波系 1 ~ 2 の転換率は、70 % 以上となった。なお、対照系では、HRT10 日以下とした場合、VFA が高濃度に蓄積し、運転が困難な状態となったことから、HRT5 日の運転を行わなかった。HRT5 日では、超音波系 1 ~ 2 の転換率は、それぞれ 64, 69 % 程度となり、超音波系 2 の分解率がやや低下した。これより、超音波処理により細分化されるほどガス生成についても向上することが確認された。

4.まとめ...以上の結果、超音波による可溶化、溶存成分

の増加は、若干であるが、固形物の細分化については、効果的であり、出力および処理時間が大きいほど細分化されることが確認された。また、固形物は、細分化されるほどメタン発酵処理での分解率が向上し、ガス生成も向上することが確認された。

参考文献

- 1) 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
- 2) 伊澤周平他：粉碎による生ごみの可溶化, 細分化に関する研究, 環境衛生工学研究, Vol.15, No.3 pp54-58, 2001

表 - 3 基質の性状

実験系	対照系	超音波系 1	超音波系 2	単位
出力	-	150		W
処理時間	-	20	60	min
pH	6.7	6.6	6.7	-
TS	120.3			g/L
SS	79.2	76.0	67.2	
TOC	54.8			g-C/L
POC	35.4	33.3	31.9	

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	10.96
	超音波系 1			
	超音波系 2			
POC	対照系	1.77	3.54	-
	超音波系 1	-	3.33	6.66
	超音波系 2	1.60	3.19	6.38

kg-C/m³/day

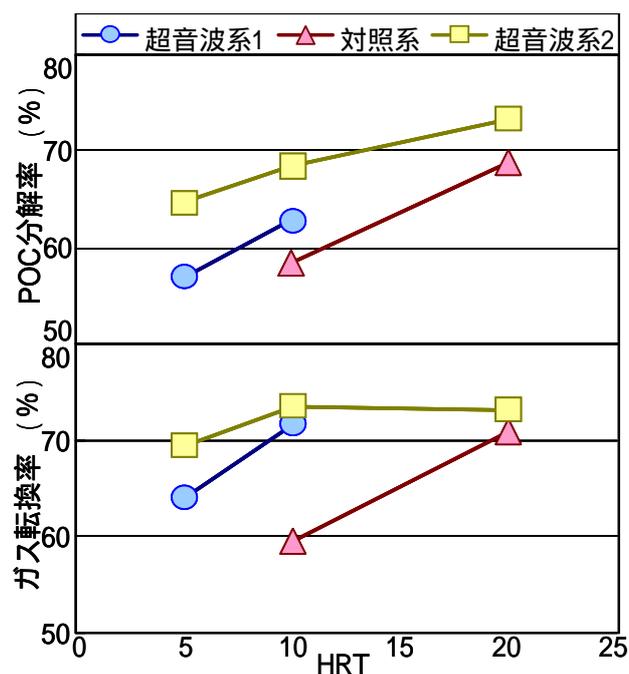


図 - 3 各 HRT での POC 分解率, ガス転換率