

厨芥を対象としたメタン発酵前処理プロセスの操作条件の検討

大阪工業大学大学院 学生会員 ○ 真鍋 大樹 木村 彰宏 宮西 弘樹
大阪工業大学工学部 正 会 員 笠原 伸介 石川 宗孝

1. はじめに... 厨芥を処理対象物としたメタン発酵を行った場合、固形物や油脂などの高分子化合物を高濃度に含むため、加水分解過程が律速となり効率的な処理が困難となる。そこで、水熱反応処理、超音波照射処理などを前処理法に導入することにより、加水分解過程の律速を解消した効率的なメタン発酵システムの開発が急務となっている。本研究では、各前処理法の操作条件が、それぞれの評価指標、特に固形成分（POC）の減少および溶存成分（DOC）の増加に及ぼす影響について調査を行い、メタン発酵に適した基質を得るための操作条件の決定に必要な知見を得た。

2. 実験条件および評価指標... 表 - 1 に、水熱反応処理の実験条件を示す。実験は、オートクレイブ（耐圧硝子工業（株）製：TEN-V1000N 型）を使用し、模擬厨芥¹⁾を操作条件に応じて調整した後、450 ml を反応容器（有効容積：600 ml）に投入し、水熱反応処理を行った。表 - 2 に、超音波照射処理の実験条件を示す。実験は、超音波発生装置（日本精機製作所（株）製：US-150 型）を使用し、模擬厨芥を操作条件に応じて調整した後、100 ml をトールピーカー（有効容積：100 ml）に投入し、超音波照射処理を行った。表 - 3 に、各評価指標及び算出方法を示す。

3. 実験結果および考察

水熱反応処理条件の検討... 図 - 1 に、DOC 増加率、POC 増加率、TOC 減少率と厨芥 TS 濃度の関係を示す。厨芥 TS 濃度 1～12 % において、DOC 増加率は 76～71 %、POC 減少率は 47～44 %、TOC 減少率は 9～8 % となった。これより、溶存成分の増加および固形成分の減少は、厨芥 TS 濃度に関らずほぼ同様であることが確認され、厨芥 TS 濃度が処理に対して大きく影響しないことが示唆された。図 - 2 に、DOC 減少率、POC 増加率、TOC 減少率と反応温度の関係を示す。反応温度 120～200 °C において、DOC 増加率は 43～1 %、POC 減少率は 27～48 %、TOC 減少率は 2～31 % となった。これより、溶存成分の増加は、160 °C で最大と

表 - 1 水熱反応処理の実験条件

実験	厨芥 TS 濃度 (%)	反応温度 (°C)	反応時間 (min)
	1, 6, 12	160	60
	12	120, 140, 160, 180, 200	60
	12	160	20, 40, 60, 80

表 - 2 超音波照射処理の実験条件

実験	厨芥 TS 濃度 (%)	照射出力 (W)	照射時間 (min)
	1, 6, 12	150	60
	6	50, 100, 150	60
	6	150	20, 40, 60, 80

表 - 3 評価指標および算出方法

指標	算出方法	単位
固形物の減少	$\frac{\text{反応前 POC} - \text{反応後 POC}}{\text{反応前 POC}} \times 100$	%
溶存成分の増加	$\frac{\text{反応後 DOC} - \text{反応前 DOC}}{\text{反応前 DOC}} \times 100$	
ガス化	$\frac{\text{反応前 TOC} - \text{反応後 TOC}}{\text{反応前 TOC}} \times 100$	
油脂の分解	$\frac{\text{反応前 n-Hex} - \text{反応後 n-Hex}}{\text{反応前 n-Hex}} \times 100$	
有機酸	$\frac{\text{反応前 VFA} - \text{反応後 VFA}}{\text{反応前 VFA}} \times 100$	

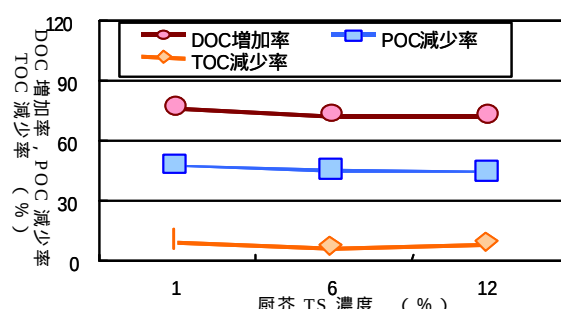


図 - 1 厨芥 TS 濃度の影響

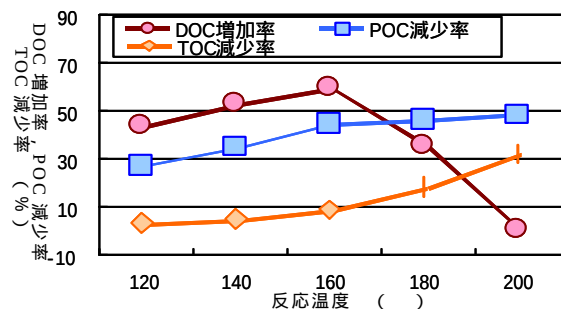


図 - 2 反応温度の影響

キーワード：メタン発酵，前処理，水熱反応処理，超音波照射処理

連絡 先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 TEL06-6954-4171 FAX06-6957-2131

なり,180℃以上ではガス化の増大により溶存成分が減少し,固形成分の減少は,反応温度が高温であるほど増加するが,160℃以上では反応が緩やかとなっていることが確認され,160℃付近で固形成分の減少がほぼ終了していることが示唆された。図-3に,DOC減少率,POC増加率,TOC減少率と反応時間の関係を示す。反応時間20~80minにおいて,DOC増加率は45~55%,POC減少率は27~48%,TOC減少率は5~9%となった。これより,溶存成分の増加は,反応時間60minで最大となり,固形成分の減少およびガス化は反応時間が長いほど増加することが確認され,60min付近で固形成分の減少およびガス化がほぼ終了していることが示唆された。以上より,厨芥TS濃度12%,反応温度160℃,反応時間60minが適した水熱反応条件の一つと考えられた。なお,同条件では,n-Hex減少率は37%,VFA増加率は428%となり,特にメタン発酵に適しているVFAの増加は,メタン発酵の大幅な効率化が期待できると考えられた。

超音波照射処理条件の検討... 図-4に,DOC減少率,POC増加率,TOC減少率と厨芥TS濃度の関係を示す。厨芥TS濃度1~12%において,DOC増加率は34~3%,POC減少率は30~3%となり,溶存成分の増加および固形成分の減少は,厨芥TS濃度が低濃度であるほど増加することが確認された。図-5に,DOC減少率,POC増加率,TOC減少率と照射出力の関係を示す。照射出力50~150Wにおいて,DOC増加率は5~24%,POC減少率は2~13%となり,溶存成分の増加および固形成分の減少は100Wまではそれほど増加しないが,150Wで大きく増加することが確認され,照射出力150Wが効果的であることが示唆された。図-6に,POC減少率,DOC増加率,TOC減少率と照射時間の関係を示す。照射時間20~80minにおいて,DOC増加率は8~26%,POC減少率は5~14%となり,溶存成分の増加および固形成分の減少は照射時間が長いほど増加することが確認され,60min付近で溶存成分の増加,固形成分の減少がほぼ終了していることが示唆された。以上より,厨芥TS濃度6%,照射出力150W,照射時間60minの条件が適した操作条件の一つと考えられた。なお,同条件では,n-Hex減少率は5%,VFA増加率は78%となり,水熱反応処理ほどの油脂の分解やVFAの増加は確認されなかった。

5. おわりに...以上より,固形成分の減少,溶存成分の増加を中心に検討した結果,水熱反応処理では,厨芥TS濃度12%,反応温度160℃,反応時間60minの条件が,超音波照射処理では厨芥TS濃度6%・照射出力150W・照射時間60minが適した操作条件の一つとして考えられた。特に,水熱反応処理はメタン発酵に適していると考えられるVFAや溶存成分を高濃度に含む基質を得ることが可能であった。今後は,各操作条件で処理を行った基質を用いて,メタン発酵を行い,その処理特性について把握する予定である。

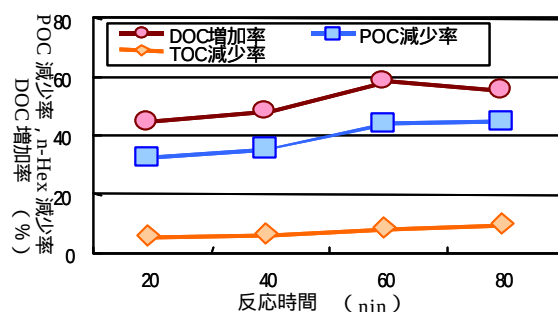


図-3 反応時間の影響

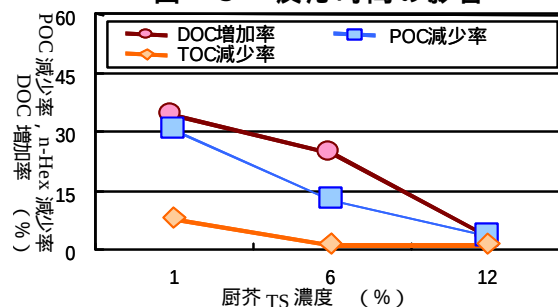


図-4 厨芥 TS 濃度の影響

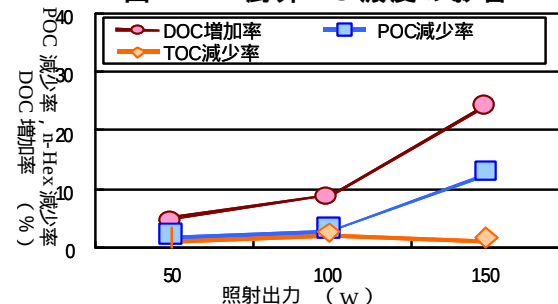


図-5 照射出力の影響

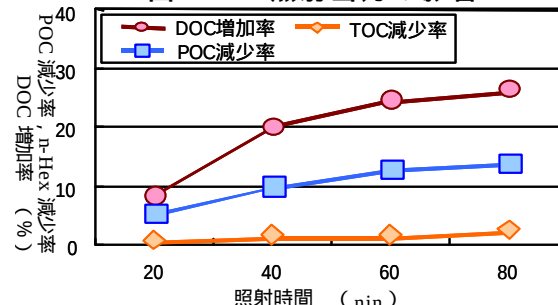


図-6 照射時間の影響