

第Ⅶ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による厨芥の細分化、可溶化効果の検討～

大阪工業大学工学部

学生員 ○荒木 雄一 山中 良介

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、厨芥の再資源化技術として注目されているが、固形物の分解過程が律速するため、HRT10 日以下での処理が困難とされている¹⁾。そこで、著者らは、HRT10 日以下の高負荷条件でも処理が可能な超音波処理および水熱処理を利用した高速メタン発酵システムの開発を行っており、本研究は、超音波処理条件（照射出力、処理時間）および水熱処理条件（処理温度、処理時間）が厨芥の細分化、可溶化効果に及ぼす影響を検討することを目的とした。

表 1 模擬厨芥の組成および性状

項目	湿潤重量比 (%)	項目	濃度
飯米	10	TS (g・L ⁻¹)	120.3
茶かす	4	SS (g・L ⁻¹)	79.2
にんじん	18	VTS (g・L ⁻¹)	104.6
キャベツ	18	VSS (g・L ⁻¹)	68.2
バナナの皮	10	TOC (g・C・L ⁻¹)	54.8
りんご	10	POC (g・C・L ⁻¹)	35.4
グレープフルーツの皮	10	DOC (g・C・L ⁻¹)	19.4
骨付きチキン	8	T-N (g・L ⁻¹)	6.4
干物	10	T-P (g・L ⁻¹)	0.5
卵殻	2	pH (-)	6.7

2.実験方法...表 1 に、模擬厨芥²⁾の組成および性状を示す。模擬厨芥は、粉碎機（Retsch社製 GM200 型）により粉碎（回転数 10000 rpm, 処理時間 40 sec, 充填量 300 g, 呼び水 150 ml）し、TS 12 %に調整して使用した。

表 2 に、超音波処理実験の実験条件を示す。超音波処理装置は、低出力用（日本精機製作所(株)社製CS-150T型、振動子 7mmφ, 出力 150 W, 周波数 20 kHz）と高出力用（(有)カワジリマシナリー社製H3-650 型, 振動子 36 mm φ, 出力 650 W, 周波数 20 kHz）を使用し、トルビーカー内で模擬厨芥 100 ml を処理した。表 3 に、水熱処理実験の実験条件を示す。水熱処理装置は、オートクレーブ（耐圧硝子工業(株)社製TEM-V1000N型、最高温度 200 °C, 最高使用圧力 2.0 MPa, 有効容積 1 L）を使用し、充填率 45 %, 攪拌 500 rpmとした。処理圧力は、飽和蒸気圧のみであり、処理温度 120～200 °Cにおいて 0.2～1.2 Mpaであった。加温時間は、処理温度 120～200 °Cにおいて 14～32 minであり、処理温度を維持した時間を処理時間とし、冷却時間は、条件に関係なく 20 minとした。

表 2 超音波処理実験の実験条件

照射出力 (W)	処理時間 (min)
150, 650	10, 20, 60

表 3 水熱反応処理実験の実験条件

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

3.結果および考察

3.1 厨芥の性状に及ぼす超音波処理の影響...図 1 に、SS 可溶化率と処理時間の関係を示す。これによると、SS可溶化率（(処理前SS－処理後SS) / 処理前SS × 100）は、照射出力が大きく処理時間が長いほど高くなるが、最大値となった 650 W, 60 minにおいても 14 %程度であり、超音波処理により固形物の大半を可溶化することが困難であることが確認された。

図 2 に、各超音波処理条件における粒径加積曲線を示す。これによると、平均粒径D₅₀は、未処理 (0min) が 0.28

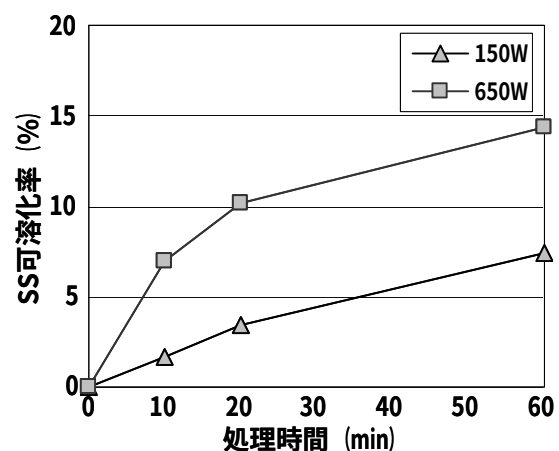


図 1 SS 可溶化率と処理時間の関係

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

mm程度であったのに対し、150 Wおよび 650 Wの処理時間 10～60 minにおいてそれぞれ 0.09～0.07, 0.08～0.04 mmとなり、ほぼSSが可溶化しない条件でも細分化されることが確認され、最も細分化された 650 W, 60 minでは、未処理の平均粒径 D_{50} の 7 分の 1 程度となることが確認された。

3.2 厨芥の性状に及ぼす水熱処理の影響...図 3 に、各処理温度におけるSS可溶化率、TOC収支と処理時間の関係を示す。SS可溶化率に注目すると、高温であるほど短時間で高くなる傾向が確認され、処理時間 60 minの 120～200 °Cにおいて 28～52 %であった。POCに注目すると、SSの減少とほぼ同様の傾向を示し、高温であるほど短時間で減少する傾向が確認された。TOCに注目すると、120～160 °Cにおいては、処理時間を長くしてもほぼ減少しなかったのに対し、200 °Cでは処理時間 0～60 minにおいて 53～44 g-C/Lとなり、160 °Cまではほぼガス化しないが、200 °Cではガス化が顕著となることが示された。DOCに注目すると、120 °Cおよび 160 °Cにおいては、処理時間が長いほど増加したのに対し、200 °Cでは、処理時間 30 minまで増加して最大値となり、その後減少することが確認された。これらより、160 °Cまでの水熱処理は、ほぼ可溶化のみが進行するが、200 °Cでは、ガス化と可溶化が同時に起こることが示唆された。

図 4 に、各処理温度における VFA、pH と処理時間の関係を示す。VFA に注目すると、高温で処理時間が長いほど高くなる傾向が確認され、200 °C, 60 minでは最大値 2.7 g-C/L となった。VFA の組成に注目すると、条件に関係なく酢酸が 60～70 %程度と最も高い割合を占め、次いでプロピオン酸が 10～20 %程度であった。これより、水熱処理により厨芥が VFA まで低分子化されていることが確認された。pH は、VFA が高い条件ほど低下することが確認され、VFA の生成により pH が低下したと考えられる。

4. おわりに...以上より、超音波処理によるSS可溶化率は最大でも 14 %程度であり、可溶化効果は若干であることが確認されたが、SSがほぼ可溶化しない条件でも細分化はされており、未処理と比較して最大で 7 分の 1 程度まで平均粒径 D_{50} を小さくできることが確認された。

水熱処理では、高温で処理時間が長いほど可溶化することが確認され、SS 可溶化率は、処理時間 60 min の 120～200 °Cにおいて 28～52 %であった。高温で処理時間が長いほど VFA が増加し、水熱処理により厨芥が VFA

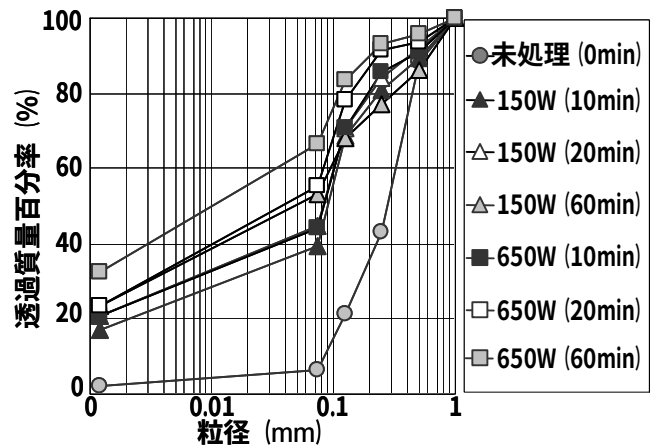


図 2 各超音波処理条件における粒径加積曲線

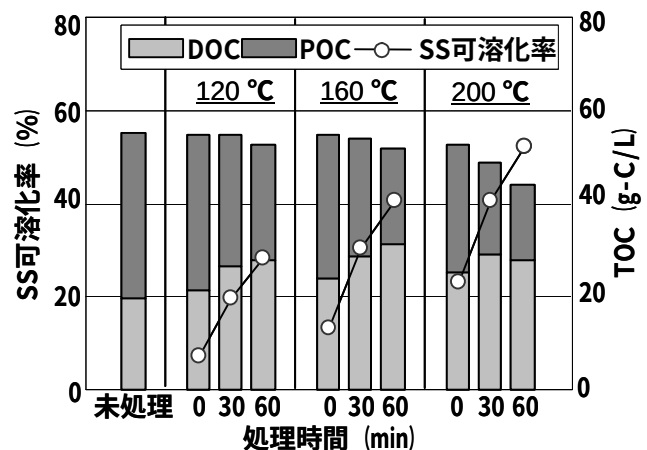


図 3 各処理温度におけるSS可溶化率、TOCと処理時間の関係

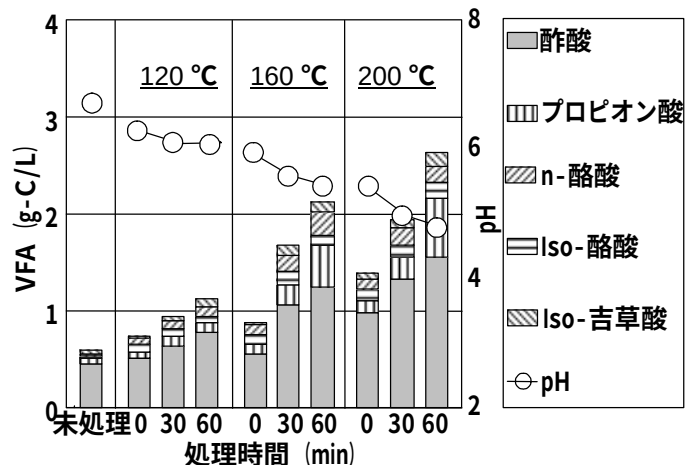


図 4 各処理温度における VFA、pH と処理時間の関係

まで低分子化されることが確認された。

最後に、実験データの採取に、本学学部生の肝付吉隆君、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)