

亜臨界処理における模擬生ごみの分解特性

○日大生産工（院） 小野 隆幸 日大生産工 大木 宜章
日大生産工 木科 大介 日鉄環境エンジニアリング（株） 鈴木 紗織

1. 序文

近年、化石燃料によるエネルギーの大量消費により資源の枯渇化、焼却による多量の CO_2 発生により地球温暖化が進んでいる。また我が国における廃棄物の発生量は年間 5 億トン以上に及んでおり、このほとんどが焼却処理の後、埋立処分という形が取られている。

この廃棄物処理の処理と処理効率の向上、さらには廃棄物の積極的な資源利用が世界各国で求められている。その中で、バイオエネルギーが注目されている。方法としてメタン発酵が挙げられ、この分解のさらなる効率化、時間の短縮化を図るため亜臨界処理(物理的処理)の導入を試みた。

亜臨界処理は、高温高压下で保持するため、加水分解性に優れており、有機物は可溶化される。したがって、亜臨界処理は近年の有機性廃棄物の処理と、処理廃液の資源利用が可能であるといえる。

本研究は、有機性廃棄物の効率的処理と資源化への利用を目的とし、工程の短縮化を図るべく亜臨界による液化のための最適処理条件についての検討とさらにガス化への適応を試みる。

実験は模擬生ごみを試料とし亜臨界処理条件による固形分減少率および溶液中の TOC、有機酸の挙動、吸光度計による透過率について検討を行った。

さらに、連続バッチ実験により亜臨界処理温度の違いによる試料のメタン発酵でのガス化効率について、ガス発生量から比較し、検討を行った。

2. 実験概要

2.1 亜臨界実験装置および処理方法

亜臨界反応装置図を写真-1 に示す。亜臨

界反応装置は亜臨界反応槽(左側)および温度制御コントローラー(右側)より構成されている。反応槽の材質は特に耐食性の良いオーステナイト系ステンレス(SUS316)を用い、反応槽の容量は最大 500ml(内径 6.0cm、深さ 19.8cm)のものを使用した。

試料は、一般家庭から廃棄される生ごみを想定した模擬生ごみを用いた。作成後の模擬生ごみを写真-2 に示す。模擬生ごみは破砕機によりスラリー状にしたキャベツに



写真-1 亜臨界反応装置



写真-2 模擬生ごみ

Decomposition Characteristics of a
Simulated Raw Garbage by Subcritical Treatment

Takayuki ONO, Takaaki OHKI, Daisuke KISINA, Saori SUZUKI

有機分として試薬を添加し調整したものを使用した。

表-1 に模擬生ごみの成分を示す。なお、亜臨界での投入量は 200 g とした。

この試料を反応容器に投入した後、密封した。その後、反応容器にヒーターおよび温度計を取り付け、温度制御コントローラーにより設定を行った。実験条件として亜臨界処理温度は 100℃ から 20℃ 間隔で 280℃ までを行った。なお、反応時間は設定した温度に到達してから 10 分間とした。処理温度に対する圧力は表-2 に示すとおりである。

反応後は自然冷却した後、ろ過を行い固形分減少率を測定し、溶出した有機物濃度は TOC により測定した。さらに、液化した有機物の性状を把握するため、pH および有機酸、分光光度計による透過率の測定を行った。亜臨界処理後の処理液を写真-3 に示す。左から 100℃、150℃、200℃、250℃ の処理液となっている。処理温度の上昇に伴い溶液は黒色に変化しているのがわかる。

2.2 ガス化バッチ実験方法および条件

写真-4 にバッチ実験装置図を示す。亜臨界で液化させた試料を 20ml、種汚泥として 500ml 消化汚泥に投入し定期的にガス発生量の測定と 48 時間後に溶液のサンプリングを行った。この手順を繰り返し 48 時間ごとの連続バッチ実験を行った。

実験条件として亜臨界処理温度は、100℃、150℃、200℃、250℃ の 4 つの亜臨界試料と亜臨界処理をしていない模擬生ごみを投入試料と選定し、処理温度によるガス発生量の比較検討を行った。

3. 結果および検討

3.1 処理温度に対する固形分減少率

図-1 に処理温度に対する固形分減少率の変化を示す。結果より、固形分減少率は処理温度の上昇に伴い増加し、280℃ で固形分減少率は約 66.1% を示した。

また、固形分減少率は水の超臨界温度である 374℃ まで増加するものと考えられる。

3.2 処理温度に対する溶液中の有機物濃度

図-2 に処理温度に対する溶液中の TOC 濃度の変化を示す。結果より、溶液中の

表-1 模擬生ごみ試料成分表

	使用試薬	キャベツの成分(g/L)	生ごみの成分(g/L)
炭水化物	でん粉	49.0	55.4
	セルロースパウダー	6.0	6.9
タンパク質	ポリペプトン	14.0	26.7
脂質	脂肪酸グリセリンエステル	1.0	7.9

表-2 処理温度に対する圧力

処理温度(℃)	圧力(MPa)
100	0.8
120	0.8
140	0.9
160	1.2
180	1.6
200	2.0
220	2.8
240	3.9
260	5.1
280	7.0



写真-3 亜臨界処理後の処理液



写真-4 バッチ実験装置

TOC 濃度は 120℃ が 33.9g/l と最も高く、温度上昇に伴い低下し、280℃ では 16.6g/l となった。

この TOC は固形物の減少すなわち液化と関連し、上昇すると思われた。しかし、亜臨界処理温度が上昇するとともに、有機物が無機化することと、さらに有機物の臨界領域に近づき、ガス化し気相中に残留したものと推測される。

3.3 溶液中の有機酸濃度および pH

図-3 に処理温度による溶液中の有機酸濃度および pH の変化を示す。結果より、有機酸濃度は処理温度 200℃ 付近で 28.8g/l と最も高く、これ以上では低下傾向を示した。pH は有機酸濃度の増加に伴い低下し、処理温度 200℃ で最も低い pH4.1 の値を示し、200℃ 以上では上昇傾向を示した。

この有機酸濃度と pH は相関性を有するが、先の固形分の減少が全て有機酸とはならない結果を示した。

3.4 亜臨界処理試料の透過率

図-4 に処理液の透過率の変化を示す。結果より、透過率は処理温度 200℃ が 65% と最も低く、処理温度 200℃ 以上では上昇傾向を示した。

この透過率は固形物の減少すなわち液化と関連し、低下すると思われた。しかし 200℃ 以上では上昇する傾向を示した。

3.5 連続バッチ実験によるガス発生量の変化と継続性

図-5 に処理温度の違いによるガス発生量の変化 0～2 日目(バッチ 1 回目)を、20～22 日目(バッチ 11 回目)の変化を図-6 に示す。結果より、0～2 日目は 100℃、150℃、未処理は多少のばらつきがあるものの平均して 400ml 以上のガス発生が見られた。一方 200℃、250℃ では、ほとんどガスが発生していない。

また、20～22 日目のガス発生量は、1 回目に対しガス発生量は少ないが、1 回目と同様な傾向を示した。200℃、250℃ に関しては、装置内に投入した亜臨界試料が分解されず、酸が装置内に蓄積したため pH が下がっていき結果として、ガスが発生しなかったと推測される。

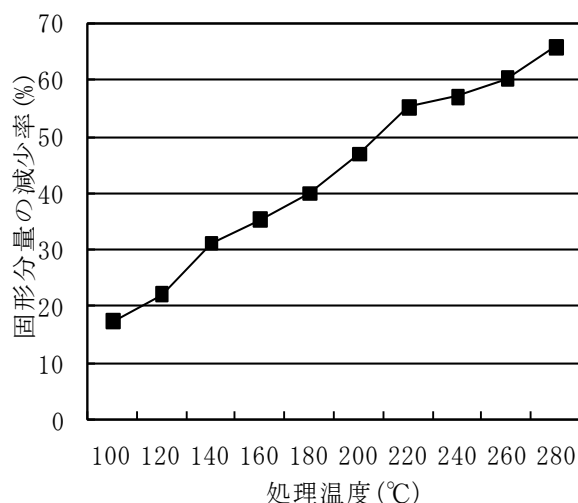


図-1 処理温度に対する固形分減少率

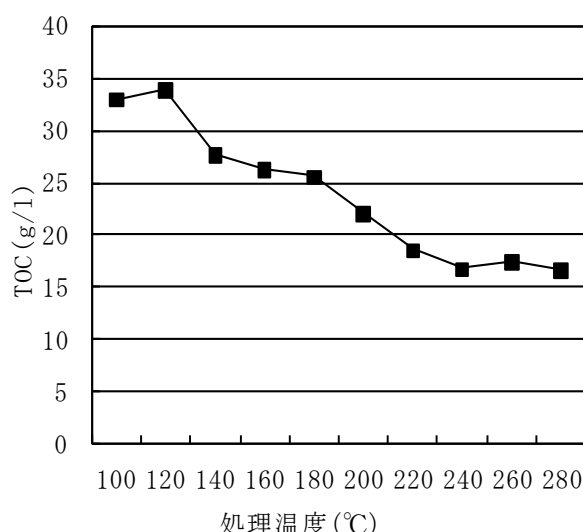


図-2 処理温度に対する溶液中の有機物濃度(TOC)

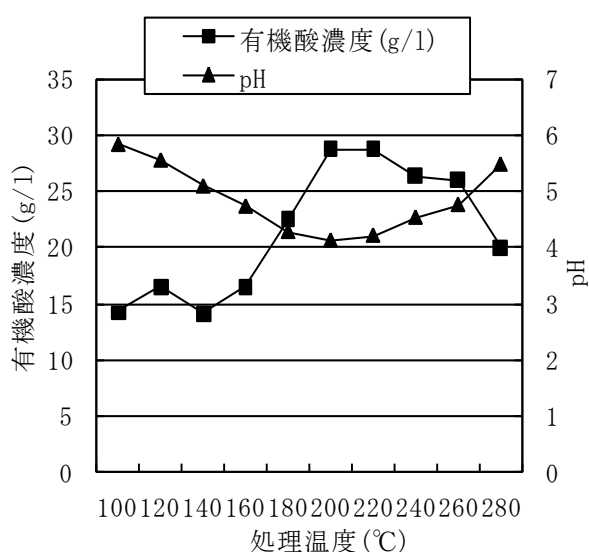


図-3 処理温度に対する溶液中の有機酸濃度および pH

4. まとめ

本研究は、亜臨界処理による有機物質の液化とガス化への適応を試みた。得られた知見を以下に示す。

1) 圧力および固形分減少率は処理温度の上昇に伴い増加し、処理温度 280℃の時の圧力は 7.0MPa、固形分減少率は約 66.1%であった。

2) 溶液中の TOC 濃度は 120℃が 33.9g/l と最も高く、処理温度を上げるに伴い低下傾向を示した。また、固形分減少率は処理温度の上昇に伴い増加している。すなわち処理温度の上昇により含有する有機物が溶液中に溶出するため TOC 濃度が上昇傾向するものと思われていた。これについては今後検討していく。

3) 試料中の有機酸濃度は処理温度 200℃が 28.8g/l と最も高く、200℃以上では低下傾向を示した。また、pH は有機酸濃度の変化と関連する。

4) 透過率は処理温度 200℃が 65%と最も低く、処理温度 200℃以上では上昇傾向を示した。

5) 処理温度の違いによるガス発生量は 0～2 日目(バッチ 1 回目)、20～22 日目(バッチ 11 回目)ともに同様な傾向を示し、100℃、150℃、未処理は 400ml 以上のガス量が得られた。200℃、250℃では、ほとんどガスが発生していなかった。これは、装置内に投入した亜臨界試料が分解されず、有機酸が蓄積したため pH の低下を招き、ガスが発生しなかったと推測される。

以上今回の結果から、今後処理液を利用したエネルギー化の検討を行っていき前処理の最適処理条件を見つけ出す思案である。

謝辞

本研究は文部科学省学術フロンティア推進事業による私学助成を得て行われた。

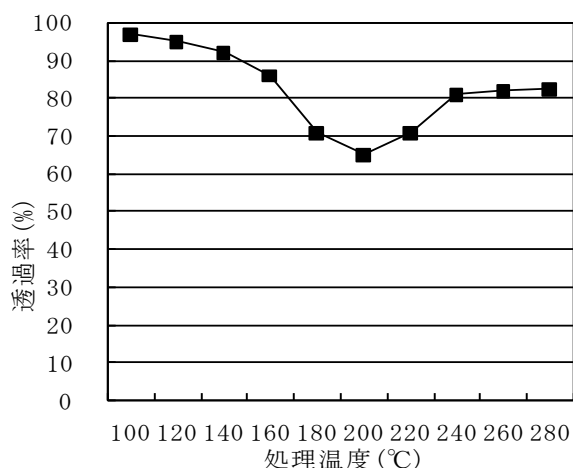


図-4 処理液の透過率

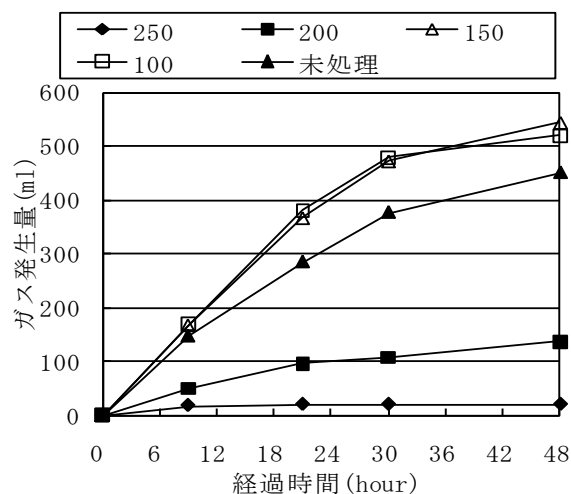


図-5 処理温度の違いによる
ガス発生量 0～2 日目(1 回目)

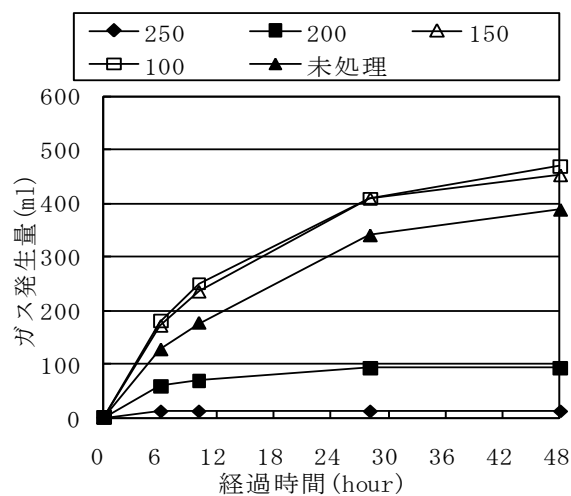


図-6 処理温度の違いによる
ガス発生量 20～22 日目(11 回目)