

## 食品廃棄物の無加水中温メタン発酵における処理特性

長岡技術科学大学 (学) ○片平智仁、谷川大輔、(正) 山口隆司  
 広島大学 (正) 大橋晶良 東北大学 (正) 原田秀樹  
 大成建設 (株) (正) 帆秋利洋

## 1. はじめに

循環型社会を目指し様々な取り組みが行われている中、現在、食品廃棄物は年間約 2200 万トン発生しているといわれている。食品リサイクル法の施行を受け、食品廃棄物からエネルギー回収を目的としたメタン発酵等の技術開発が精力的に行われている。従来のメタン発酵法は原料に対して 3～4 倍量の希釈水の添加により、生ゴミの流動性を高めた湿式法が主流となっている。しかしながら、湿式法では、処理後に大量の発酵液が発生するため、それらの処理が必要となる。これに対し、希釈水を添加しない無加水処理法では、処理後に発生する発酵液の減量化及び、装置全体の大きさを湿式法と比較してコンパクト化することが可能となり、コスト面で大きなメリットを有している。しかし、希釈水等を用いない分、アンモニア等のメタン発酵に阻害を及ぼす物質が発酵槽内に蓄積する。この課題を解決しなければ無加水メタン発酵技術は成立しない。現在、欧州では、食品廃棄物を中心とした都市廃棄物を対象に多くの実プラントが稼働している。これらは、可溶化槽を設け 2 段式のシステムや、木質系バイオマスを混合させ投入原料の C/N 比を調節してアンモニア阻害を回避している。しかし、いずれの方法も技術的に確立されているとは云い難いのが実状である。そこで、本研究では、メタン発酵単一槽にアンモニア吸収塔を付属させ、アンモニア阻害を回避した条件での食品廃棄物の無加水中温メタン特性について検討した。

## 2. 実験方法

## (1) リアクター運転概要

図 1 に本研究で使用するリアクターのフローシートを示す。リアクター全容積 15L(内、発酵容積 10L)、供給基質は、学生食堂より排出される調理残渣と残飯を粉碎混合し用いた。表 1 に基質性状を示す。作製は 2 回行い始めに作製した基質を 1st とし、1st を全て使用し再度作り直した基質を 2nd とした。植種汚泥として消化汚泥を用いた。基質供給は一日一回リアクター上部より投入し、同時に下部から発酵残渣の引き抜きを行った。発生ガスは、ガスバックに貯留し一日に一回ポンプにより排出した。その際、ガスマーターを通過させガス量の測定とガスサンプルの採取を行った。

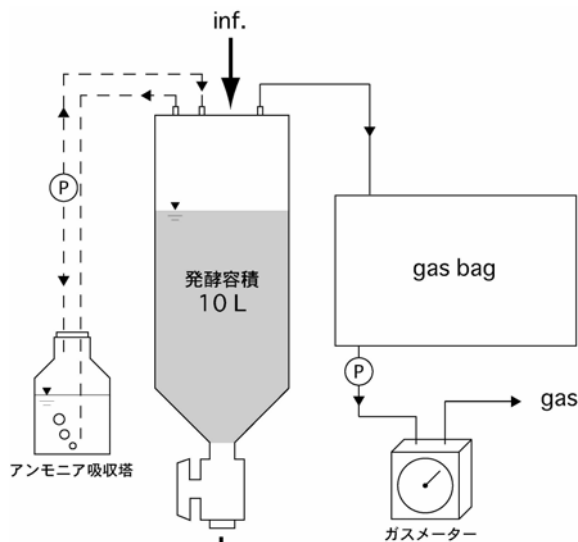


図 1 リアクターフローシート

表 1 基質性状

基質種類	1st	2nd
pH	4.38	-
TS (%)	24.4	18.8
VS (%)	23.3	17.6
T-CODcr (g/kg-w.w.)	333	236
S-CODcr (g/kg-w.w.)	108.0	90.2
TKN (mg/kg-w.w.)	7300	6050
COD内訳		
蛋白質 (%)	20.3	21.5
脂質 (%)	44.4	34.3
炭水化物 (糖) (%)	39.3	44.2

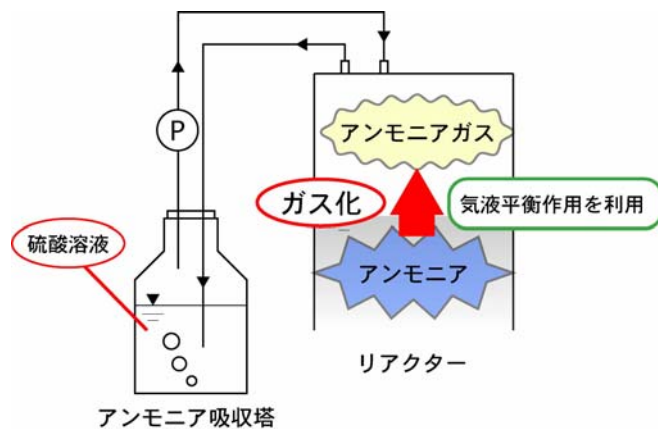


図 2 アンモニア吸収塔概略図

キーワード 食品廃棄物, 無加水中温メタン発酵, アンモニア, 攪拌

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 水圏土壤環境制御研究室 TEL 0258-46-6000 (ext.

(2) アンモニア吸収塔

図2にアンモニア吸収塔の概略図を示す。気相部にある発生ガスをポンプにより循環させることで硫酸溶液にリアクター気相部のアンモニアガスを吸収させ、気液平衡作用により液相部のアンモニアをガス化させ、液相部に蓄積したアンモニアを減少させるシステムである。

(3) 攪拌方式

攪拌の有無によるアンモニア除去特性とそれに伴う処理性能比較を行うために本リアクターをベースとした攪拌方式の異なる2台のシステムを用意した。攪拌方式は攪拌を一切行わない静置方式と完全混合方式を用いた。

3. 実験結果

(1) 連続処理実験

実験開始16日目からCOD容積負荷  $4 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$  の一定負荷で実験を行った。各リアクター共にSRTは約60日でリアクター内pHは8.2程度であった。表2に処理良好時の結果を示す。図3に実験結果を示す。徐々にTK-NとNH<sub>4</sub>-Nが増加してきており、実験開始80日目までに各リアクター共にNH<sub>4</sub>-N濃度が約  $4000 \text{ mgNH}_4\text{-N} \cdot \text{kg-w. w.}^{-1}$  まで蓄積した。なお、NH<sub>4</sub>-Nの蓄積は、静置方式で顕著であり、プロピオン酸の蓄積と発生ガス量の低下も顕著であった。完全混合方式はプロピオン酸の蓄積や発生ガス量の低下は見られなかった。この原因として、完全混合方式はNH<sub>4</sub>-N濃度が  $4000 \text{ mgNH}_4\text{-N} \cdot \text{kg-w. w.}^{-1}$  以下を維持していたのに対し、静置方式ではNH<sub>4</sub>-N濃度が  $4000 \text{ mgNH}_4\text{-N} \cdot \text{kg-w. w.}^{-1}$  以上に蓄積していることからアンモニア阻害の影響を受けたものと考えられる。

(2) 攪拌方式の及ぼす影響

図4に各リアクターの液相部と気相部の境界部の写真を示す。静置方式には液相部表面にスカム状の油膜層の発生が観察された。基質には、比較的多くの脂質成分が含まれているが、これらが完全混合方式では菌体と良好に接触することで効率的に分解されたためと考えられる。

(3) アンモニア吸収塔の評価

図5にNH<sub>4</sub>-N濃度が約  $4000 \text{ mgNH}_4\text{-N} \cdot \text{kg-w. w.}^{-1}$  となった実験開始80日目以降の窒素収支を示す。静置方式よりも完全混合方式のアンモニア吸収塔の方が、約2倍のNH<sub>4</sub>-Nを吸収している。これは、循環ガスと液相部表面との接触効率の差や油膜の影響によるものだと考えられる。

4. おわりに

COD容積負荷  $4 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$  程度の一定負荷で実験を行った結果、徐々にアンモニアが蓄積していき静置方式においてはVFAの蓄積が目立つようになり、破綻への傾向が見られた。一方、完全混合方式では、アンモニア吸収塔が高効率に働き良好な処理能力が見られた。以上より、液相部表面に攪拌があることによりアンモニア吸収塔の効果が期待でき良好な処理が得られることがわかった。

表2 処理良好時結果

COD容積負荷	$4 \text{ kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$	メタン濃度	60 %
SRT	約60日	COD除去率	83 %
pH	8.20	VS除去率	85 %
ガス発生量	25 L/day		

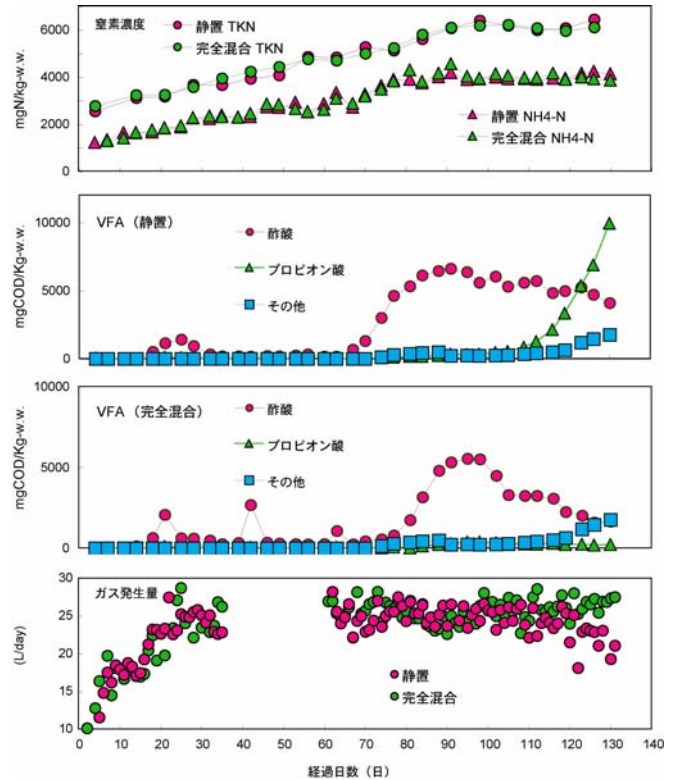


図3 連続実験結果

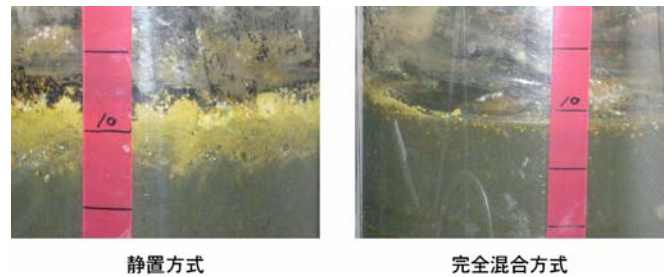


図4 液相部と気相部の境界写真

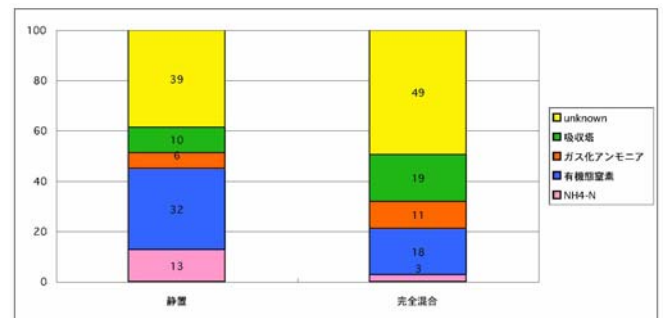


図5 窒素収支 (実験開始80日～)