

高タンパク質含有食品残渣の無加水メタン発酵における アンモニア阻害回避方法

大成建設(株)技術センター 正会員 ○天石 文 正会員 帆秋 利洋 正会員 藤原 靖
大成サービス(株) 浅海 博基 正会員 中村 明靖
長岡技術科学大学 大矢 明子

1. 目的

メタン発酵において、原料となる有機性廃棄物の分解によって発生したアンモニアは、高濃度で蓄積することによりメタン生成菌の活動を阻害し、メタン発酵を崩壊させる要因となる。このアンモニアは主として、タンパク質が分解されてできたアミノ酸の分解産物であり、特に肉、魚には高濃度のタンパク質が含まれることから、これらを含む食品残渣や食品加工廃棄物等を原料とするメタン発酵では、アンモニア阻害は避けられない問題である。

アンモニア阻害を回避する方法としては、原料を水希釈してアンモニア負荷を低減させる方法(従来の湿式法)、加熱やpH調整によってアンモニアのガス化除去を行う方法(アンモニアストリッピング法)などがある。我々は以前行った各種有機性廃棄物を原料としたメタン発酵特性評価試験において、肉、魚類の加工廃棄物には高濃度の窒素が含まれ、その多くがメタン発酵中にアンモニアへと変換されることを確認している。そこで本研究では、無加水メタン発酵の前処理技術としての位置付けで、アンモニア発酵の基本特性を明らかにし、各種有機性廃棄物からの新規アンモニア除去方法について検討した。

2. アンモニア発酵連続試験

当社技術センターの食堂から排出された生ゴミを粉碎して写真1に示したリアクターに投入し、アンモニア生成の連続試験を行った。リアクターは有効容積約5Lであり、表1に示した条件で連続運転を行った。

生ゴミは毎日リアクター上部より投入し、下部より投入した生

ゴミと等量の残渣を排出し、これら試料のpH、NH₄-N、T-N、有機酸の測定を行った。なお、発酵期間中に発酵槽内のpHが著しく酸性条件になったためCa(OH)₂を添加することで、pHを7以上に適宜調整した。pHの測定は、試料と蒸留水を1:1で混合した後に遠心した上清についてpHメーターを用いて測定した。NH₄-Nは蒸留水で1/100に希釈した試料に10% NaOHを加えてpH11以上にし、アンモニアセンサー(Orion 290A+, Thermo Electron)を用いて測定した。また、有機酸は試料の1/100希釈液を



写真1. アンモニア発酵リアクター

表1. アンモニア発酵リアクター運転条件

培養器:	10 L縦型培養器	内容量 5 L
保温温度:	35°C	
攪拌:	スパイラル型攪拌機 (12.5 rpm、間欠攪拌)	
気相:	嫌気 (培養前に窒素置換)	
COD容積負荷:	13~17日	: 11.6 CODcr-kg/m ³ ・day
	18~35日	: 13.2 CODcr-kg/m ³ ・day

キーワード 無加水メタン発酵, アンモニア生成

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7226

$\phi 0.2 \mu\text{m}$ フィルターろ過した溶液を液体クロマトグラフィー(LC10AD, UV 検出器 210nm, Shimadzu)で分析した. T-N の分析は, 105°C で乾燥させた試料を微粉碎し CHNS-O Analyzer(Flash EA 1112, Thermo Finnigan)によって行った. アンモニア発酵連続運転期間中の微生物相の変化は 16S rDNA を対象としたクローン解析によって行い, Bacteria に特異的な 27f (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') - 1492r (5'-GGCTACCTTGTTACGACTT-3')のプライマーセットで, TOPO TA cloning®(Invitrogen)を用いて行った.

3. 結果

アンモニア発酵連続試験は, スーパーから排出された魚類加工廃棄物を約 2 週間馴養したアンモニア生成菌に, 13 日目より食堂生ゴミを 1 日 1 回投入した. 図 1 に示したように生ゴミのアンモニア発酵日数(滞留日数)を生ゴミ投入開始から 5 日間は 40 日, その後 23 日目まで 35 日間, 以降は 5 日間に変えて行った. 図 2 に T-N, $\text{NH}_4\text{-N}$ 転換率の変化を示した. 生ゴミの投入による希釈の影響を受けて T-N 量は徐々に減少したが, T-N に対する $\text{NH}_4\text{-N}$ 生成量である $\text{NH}_4\text{-N}$ 転換率は 50 日目までおよそ 70 % を維持しており, 生ゴミからのアンモニア生成が良好に進行したことが示唆された. 50 日目以降徐々に $\text{NH}_4\text{-N}$ 転換率が低下し 65 日には 40 % まで悪化した. 同時に酢酸、プロピオン酸の蓄積が顕著であった. 16S rDNA のクローン解析手法を用いて微生物相の変化を調べたところ, 高い $\text{NH}_4\text{-N}$ 転換率を維持していた時点(35 日目)では *Peptostreptococcus* 属の微生物が優占化した. 一方, $\text{NH}_4\text{-N}$ 転換率が低下した 67 日目では *Enterococcus* 属, *Lactobacillus* 属に関係付けられるクローンのみが検出され, 微生物相に大きな変化が生じた. これらの現象は, 高濃度の有機酸の蓄積により図 3 に示したように pH が低下したために酸性条件下で増殖可能な乳酸菌群が優占化し, アンモニア生成に参与する微生物が衰退していった可能性が考えられた.

5. まとめ

メタン発酵の前処理において生ゴミ(有機性廃棄物)をアンモニア発酵させ, それをアンモニアストリッピング等により除去することで, 窒素負荷を低減してメタン発酵槽におけるアンモニア阻害を回避する可能性が示唆された. しかもこの方法では, 中温, 嫌気環境下において無加水メタン発酵原料から約 70 % の $\text{NH}_4\text{-N}$ 転換率の維持が可能である. しかしながら, pH が酸性域ではアンモニア生成菌よりも酸性域での増殖が有利な乳酸菌等の微生物が優占してしまう事が判明した. そこで, アンモニア生成菌の活動を維持し, 高いアンモニア生成効率を得るために pH の維持が重要であることが示唆された.

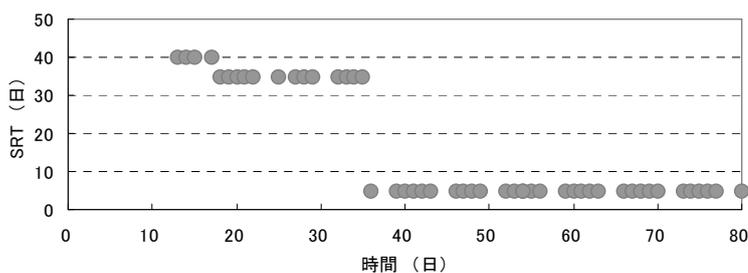


図 1. アンモニア発酵連続試験における生ゴミ滞留時間

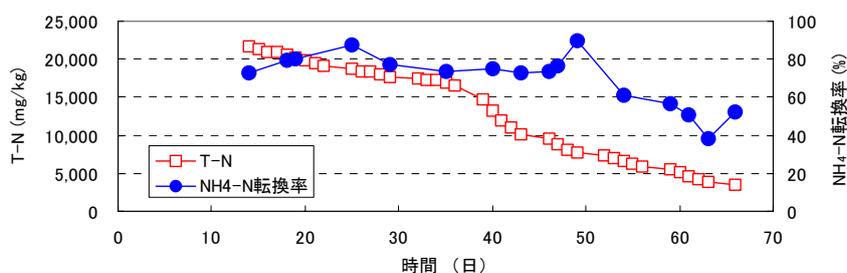


図 2. アンモニア発酵連続試験における T-N と $\text{NH}_4\text{-N}$ 転換率

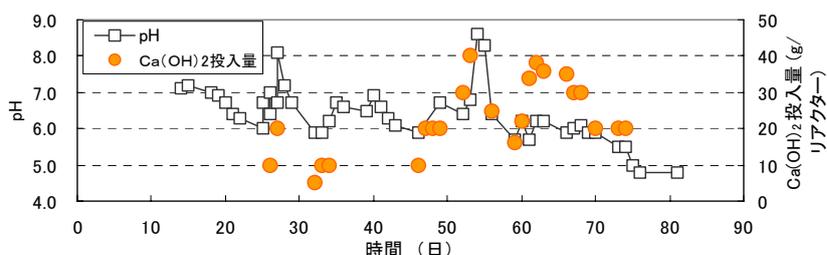


図 3. アンモニア発酵連続試験における pH