

合成廃水を用いた超高温アンモニア発酵の特性解析

指導教員 張 振亜

守屋 和美 (200710771)

1. 背景

近年、下水汚泥などの有機系廃棄物の処分場所の確保が年々困難になっている状況にある。一方、日本はバイオマスを有効活用するために、それより得られるエネルギー利用を推進している。そのような中で、廃棄物系バイオマスを発酵分解してバイオガスを生成するメタン発酵法が注目されてきた。

しかし、メタン発酵に投入する原料の炭素窒素比が低い場合、発酵中にアンモニアが発生し、バイオガス生成の阻害を起こす。そこでアンモニアが蓄積する以前に、それを分離することで、阻害を引き起こすことなくメタン発酵を行うことができ、同時に新たなエネルギー利用の可能性があるアンモニアを回収できる。アンモニアは温度が高くなるにつれて揮発性が高まるため、高温域で生成する方が有利である。しかし、高温域でも 55°C 以上におけるアンモニア発酵の特性解析はあまり行われていない。

2. 目的

そこで本研究では合成廃水を用いて以下の実験・解析を行った。

- 1) 高温域 (50°C) のアンモニア発酵系を超高温域 (80°C) までに遷移させ、その間のプロセスパラメータ変化を観察する。
- 2) 超高温下で HRT (Hydraulic Retention Time : 水理学的滞留時間) の変化がアンモニア発酵のプロセスパラメータに与える影響を明らかにする。

3. 実験方法

有効容積 2.5 L のリアクタから成るアンモニア発酵装置を用い、高温消化汚泥 (森ヶ崎水再生センター、東京都) を種汚泥とし、水溶性タンパク質 (ORIHRO 社) を基質とする合成廃水を原料として、1日1回の発酵液の引き抜きと、原料の供給を行った。

- 1) まず始めに HRT を 5 日に設定し、種汚泥の馴養を行った。馴養開始から 28 日後にアンモニア濃度が一定となったため、定常に達したと判断し、1日 1°C の温度上昇を開始した。
- 2) 発酵系が超高温域に到達した後に、HRT を 5, 6, 7, 8 日と変化させ、それぞれの定常状態を得た。

プロセスパラメータとして、pH (ガラス電極法)、アンモニア濃度 (ガラス電極法)、TS (固形分; 炉乾法)、VS (有機物分; 灰化法)、VA (有機酸濃度; 直接滴定法)、菌体指標として ATP 濃度 (生物化学発光法)、T-N (全窒素; ケルダール法) を測定した。

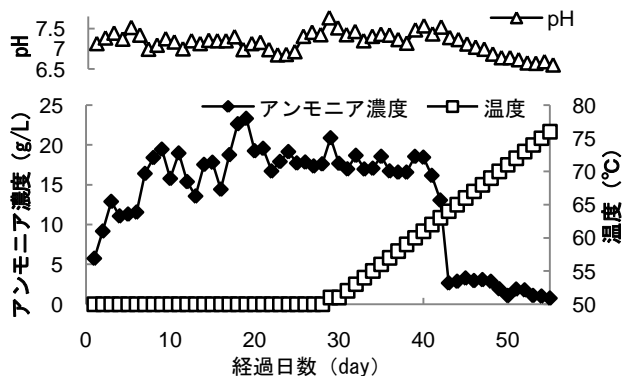


図1 温度上昇におけるアンモニア濃度および pH 変化

4. 結果と考察

- 1) 温度上昇によるアンモニア発酵のプロセスパラメータ変化

発酵系のアンモニア濃度、温度および pH の経日変化を図 1 に示す。馴養開始からアンモニア濃度は増加し、25-28 日後に 18 g/L の比較的安定した値に達したため、温度上昇を開始した。しかし、約 64°C に達したあたりで急激にアンモニア濃度および pH が低下した。

これより種汚泥中にあるアンモニア生成菌は、64°C を超えるとその活性が大きく低下することが推察された。

- 2) 超高温域アンモニア発酵に HRT 変化が与える影響

HRT と発酵系のアンモニア濃度および pH の関係を図 2 に示す。HRT が長くなるにつれて、アンモニア濃度、pH ともに増加傾向にあった。これより HRT を長くすると、超高温下でアンモニア生成菌が活性化すると考えられた。

次に各 HRT におけるプロセスパラメータの定常値を表 1 に示す。TS は約 2.4%、VS は約 2.2% と HRT を変化させても大きく変化しなかった。一方、VA および ATP 濃度とともに HRT 6-8 日間で増加した。これより HRT を長くすることで、菌の死滅が抑えられると同時にその増殖活性が増加したと考えられた。特に、ATP 濃度が HRT 5-6 日間で急激に増加したことからも、超高温域において HRT を長くすることで、低下していた菌の活性を再び上昇させることが示された。また、T-N は HRT が長くなるにつれて減少したことから、HRT を長くすることでアンモニア生成菌が働き、窒素がアンモニアへと分解されたと考えられた。

以上より、HRT を長くすることで超高温下でのアンモニア発酵は活性化されることが推察された。

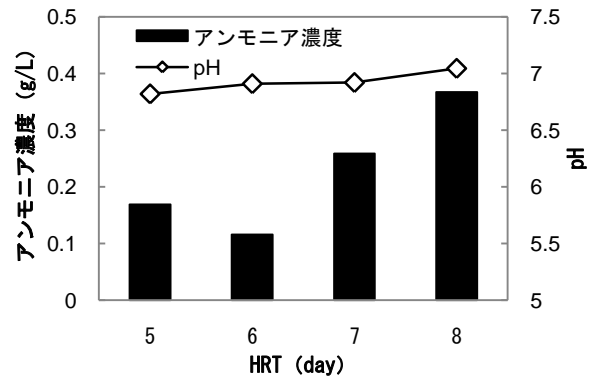


図2 HRT 変化によるアンモニア濃度および pH の関係

表1 各 HRT におけるプロセスパラメータ

HRT (day)	5	6	7	8
TS (%)	2.40	2.24	2.46	2.40
VS (%)	2.20	2.21	2.35	2.30
VA (g/L)	0.631	0.621	0.650	0.841
ATP 濃度 (n mol/L)	0.0960	3.37	3.56	3.74
T-N (%)	15.38	13.20	13.64	13.64