

消化液の生物処理に関する基礎的研究

宮崎大学工学部 (学) ○押川雅史 増田純雄

鹿児島高専 (正) 山内 正仁

日本ヒューム株式会社 (正) 安井 賢太郎

1. はじめに

近年、地球温暖化防止のための京都議定書、バイオマス・ニッポン総合戦略などにより、化石燃料を使わずに廃棄物系有機物をエネルギーに変換できるメタン発酵技術が注目されている。メタン発酵により生成されるバイオガスは、エネルギー資源として回収利用することができる。宮崎県においても、廉価で多様な畜産規模・形態に適用可能な暖地仕様バイオガспラントの導入が望まれている。しかし、メタン発酵処理後の消化液は高濃度の SS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、色度を含有するため、処理は非常に困難で加熱処理後に農地散布しているのが現状である。

著者らは、高濃度の SS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、難分解性有機物を含む消化液の処理として、オゾン処理と生物処理を組み合わせた処理システム(オゾン処理+生物処理+オゾン処理)を構築して、畜産排水(生物処理後)の有機物除去、易分解性を目的としたオゾン処理による研究¹⁾を行い、畜産排水の効果的な色度除去、易分解性を明らかにしている。

本研究では、消化液のオゾン処理水を原水として、網目構造回転翼による生物処理の実験を行い、SS、色度、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去について若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験装置と方法

消化液は宮崎大学の実験用小型バイオガспラントシステム(養豚の糞尿のみ)から排出されたものである。表-1に加熱処理、非加熱処理の消化液の成分を示す。表から分かるように、消化液には高濃度の SS、色度、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が含まれている。しかし、昨年報告²⁾した消化液と比較すると、SS で 1/6 程度、色度などは半分程度である。従って流入原水は加熱処理、非加熱処理の消化液を 10 倍希釈して、生物処理実験を行った。

図-1に連続式生物処理実験装置を示す。実験装置は内径 10.7 cm、高さ 22.5 cm のアクリル円筒内にある 8 枚の網目構造回転翼から構成されている。回転翼は縦 15.3 cm、横 4.5 cm で、網目の大きさは 5 mm×5 mm である。この槽を 4 槽直列に配置した。貯留槽タンク内に、10 倍希釈した消化液とオゾン処理水を貯留し、反応槽へポンプで一定量供給し、生物処理実験を行った。また、実験条件は 1 槽当たりの滞留時間を約 170 分、回転速度を 60 rpm、曝気量を 0.8 L/min、及び室温を約 25℃と設定した。なお、水質分析項目は pH、SS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、T-N、色度、DOC、 E_{260} である。

表-1 消化液の主要成分

	pH	色度 (度)	SS (mg/L)	DOC (mg/L)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (mg/L)
加熱消化液	8.7	4230	7000	940	2100
消化液	8.4	1910	3900	984	1450

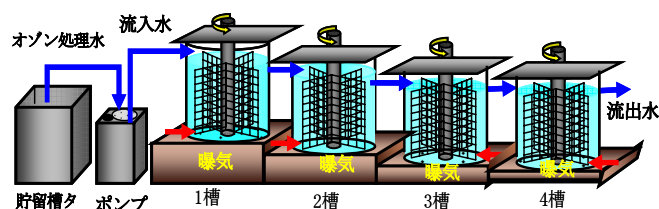


図-1 連続式生物処理実験装置

3. 結果と考察

加熱処理と非加熱消化液を流入原水とした、生物処理の実験結果を以下に記す。図-2に各反応槽における色度、SS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、DOC 濃度の変化を示す。図からも明らかなように、非加熱消化液の SS は各反応槽で生物膜に付着し、反応槽 4 の流出水では 80 mg/L となり、除去率は 79% である。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率は 93.1% と高除去率が得られているが、DOC、色度はほとんど除去されない。また、加熱消化液の SS 濃度は 700 mg/L と高いが、反応槽 1, 2, 3 で生物膜に付着し、反応槽 4 の流出水では 120 mg/L となり、除去率は 83% である。一方、DOC は非加熱消化液と同様に除去されない。これは生物分解できない有機物を含んでいるためと考え

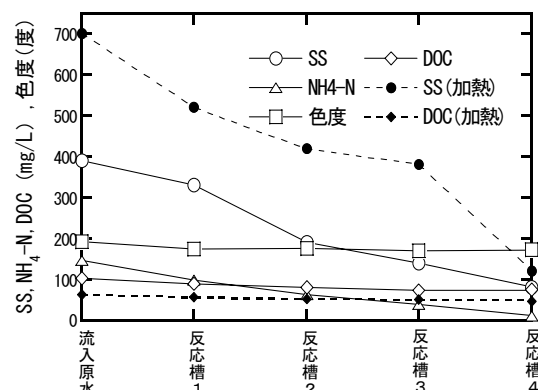


図-2 消化液による各反応槽のSS、色度変化

られる。以上のように、消化液を生物処理した場合、SS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率は 80~93%達成できるが、色度、DOC は全く除去できないことがわかった。

次に、加熱消化液と非加熱消化液をオゾン処理した消化液を流入原水とした、生物処理の実験結果を以下に記す。

図-3 は各反応槽における色度と SS 濃度の変化である。オゾン処理後の SS、色度はそれぞれ、25~32mg/L、40~50 度であり、さらに生物処理することにより、SS 濃度は 10mg/L 前後、色度は 50~55 度と若干上昇する。色度の上昇は付着生物膜からの色度成分の溶出あるいは老廃物であると考えられる。SS は反応槽 1, 2 での除去率が高く、そのほとんどは生物膜への吸着である。以上のように、生物処理することにより、SS は 15mg/L 以下となり、提案の処理システムでは再度オゾン処理を行うので、色度はさらに低下し、殺菌も行え、安心、安全な処理水が得られる。

図-4 に各反応槽における $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、T-N の変化を示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は反応槽 1, 2 で硝化反応が急激に進行し、反応槽 2 での除去率は加熱、非加熱それぞれ 81%、89%である。また、硝化反応に伴って、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が増加するが、反応槽 3, 4 では一定となっている。次に、T-N は原水で 210mg/L であり、反応槽 3, 4 では 190mg/L となっている。この減少分は菌体合成あるいは反応槽内の曝気により $\text{NH}_4\text{-N}$ が飛散したものと考えられる。T-N から無機体窒素を差し引いた値が有機体窒素であり、本実験の場合には有機体窒素は 56mg/L 程度である。以上のことから、硝化反応は反応槽 3 で完全に終了しているため、4 槽目は脱窒反応槽として利用できる。

図-5 に各反応槽における DOC、DOC/E₂₆₀ の変化を示す。非加熱消化液の DOC は反応槽 3 まで減少し、その後一定になっている。一方、加熱消化液の DOC は各反応槽でほぼ一定となっている。また DOC/E₂₆₀ では非加熱、加熱ともに減少しており、生物分解が進行していることを示す。以上のように、消化液のオゾン処理水は生物処理できることが判明した。しかし、加熱消化液では、DOC がほとんど一定であるのに対して、DOC/E₂₆₀ の値が減少している。

4. おわりに

本研究では、オゾン処理と生物処理を組み合わせた処理システムの中で、生物処理を取り上げ、生物処理による消化液の実験を行い、以下のような知見を得られた。1) 消化液を生物処理した結果、SS、 $\text{NH}_4\text{-N}$ については高除去率が得られたが、DOC や色度の除去はほとんどできなかった。2) オゾン処理後の消化液を生物処理した結果、生物処理によって、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は 80~90%除去された。3) 硝化反応は消化液とオゾン処理消化液ともに良好に進行するが、3 槽目の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度が 80mg/L となるため、4 槽目は脱窒装置として利用できる。4) 本研究により、提案しているオゾン処理と生物処理を組み合わせた処理システムにより、畜産排水の効果的な色度除去、易分解性を明らかにすることができた。また、生物処理後に再度オゾン処理を行うシステムのため、殺菌も行え、安心、安全な処理水が得られる。

〈参考文献〉

- 1) 柴田 晴広：消化液のオゾン処理に関する研究、宮崎大学卒業論文
- 2) 小牧 義知：オゾンを用いた畜産排水の循環利用に関する基礎的研究、宮崎大学修士論文

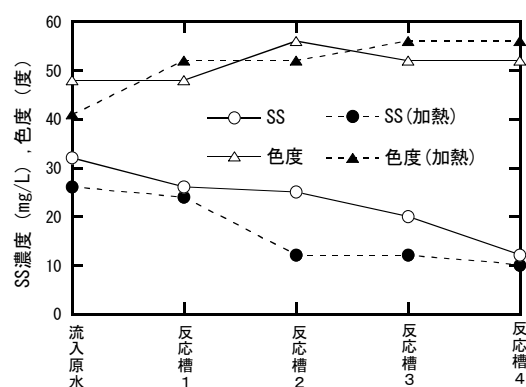


図-3 各反応槽におけるSS、色度の変化

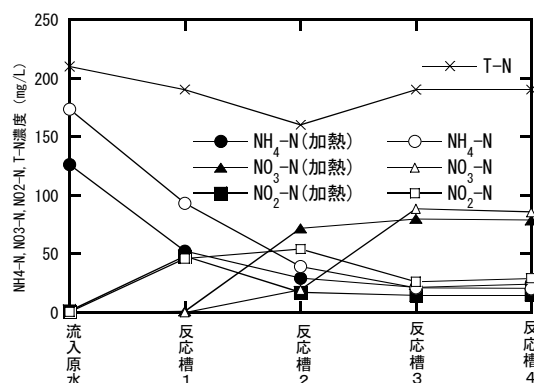


図-4 各反応槽における窒素の変化

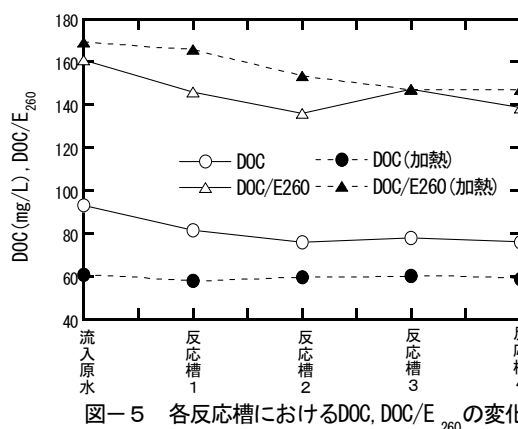


図-5 各反応槽におけるDOC、DOC/E₂₆₀の変化