

オゾンと生物処理による消化液の処理に関する研究

宮崎大学院（学）寺坂晃子 宮崎大学 若松なぎさ 増田純雄
鹿児島高専 （正）山内正仁 山田真義 日本ヒューム（株）後藤洋規

1. はじめに

現在、地球温暖化の防止や循環型社会の形成を目的とした取り組みが積極的に行われ、それに伴い、バイオマスを有効的に利用する必要性¹⁾が高まっている。バイオマスの利用法の1つとしてメタン発酵技術があり、これはバイオマスから燃料として利用可能なメタン等のバイオガスと、有機肥料として利用可能な固液分（消化液）を取り出すことができる。この方法により、環境に負荷の少ない循環型システムを構築できる。消化液は液肥として利用されるか放流されるが、高濃度のアンモニア性窒素、懸濁物質、難分解性有機物を多量に含んでいるため、液肥として利用するには難しい。²⁾ゆえに放流するのが一般的であるが、それには適切な処理が必要である。

本研究では放流可能な水質まで除去することを目的とし、オゾンと生物処理による家畜排泄物と下水汚泥の消化液の処理実験を行った結果、生物分解性が向上し、アンモニア性窒素、難分解性有機物の除去効果が得られたので報告する。

2. 実験装置と方法

家畜排泄物の消化液の実験に用いた原水は、原液を10倍希釈したもの（以下、消化液）、原液を10倍希釈しオゾン処理したもの（以下、オゾン処理水A）の2種類を用いて生物処理を行った。一方、下水汚泥の消化液の実験に用いた原水は、原液を10倍希釈したもの（以下、消化汚泥）、原液を10倍希釈しオゾン処理したもの（以下、オゾン処理水B）の2種類を用いて生物処理を行った。図-1に連続式網目構造回転翼実験装置を示す。実験装置は内径10.7cm、高さ22.5cm、容積1700ccの亚克力円筒と、縦15.3cm、横4.5cm、網目の大きさ5×5mmの網目構造回転翼8枚を組み合わせた反応槽からなり、それを4槽直列に配置した。実験は、貯留タンク内の消化液または消化汚泥をポンプで一定量供給して行った。更に曝気効率を高めるため、0.2mmの穴を4ヶ所空けたアルミ管を反応槽内に取り付け、気泡を細かくして曝気を行った。実験条件は、回転翼の回転速度を60rpm、室温を約25度に設定した。消化液は滞留時間60分とし、曝気量0.4L/min、0.6L/minの2条件で実験を行った。一方、消化汚泥は滞留時間120分とし、曝気量1.0L/min、

1.2L/minの2条件で実験を行った。消化液は宮崎大学の実験用小型バイオガスプラントから採取し、消化汚泥は宮崎処理場の消化槽から採取した。

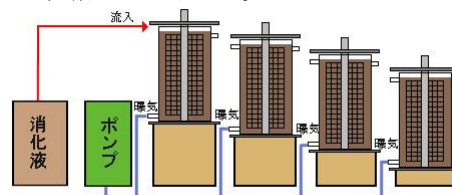


図-1 連続式網目構造回転翼実験装置

3. 結果と考察

3.1 消化液の実験結果: 消化液とオゾン処理水Aを流入原水とした生物処理の実験結果を以下に記す。

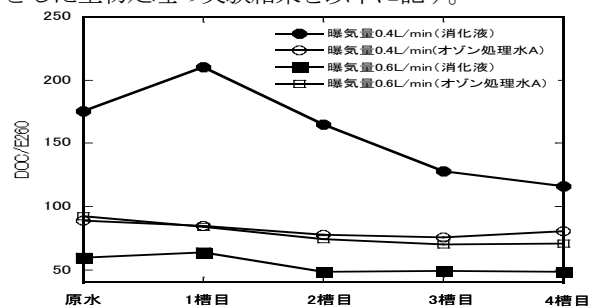


図-2 各反応槽におけるDOC/E₂₆₀の変化

図-2に各反応槽におけるDOC/E₂₆₀の変化を示す。曝気量0.4L/minの消化液の場合、DOC/E₂₆₀は原水で175であり、1槽目で210と増加した後減少し、4槽目で111となりDOC/E₂₆₀が減少した。原水のDOC/E₂₆₀が高かったのは、原水のDOCが137mg/Lであったためである。また、原水から1槽目にかけて増加した後減少したのは、生物処理では難分解性有機物が除去できなかったためである。曝気量0.4L/minのオゾン処理水Aの場合、原水でDOC/E₂₆₀は89であった。オゾンによって消化液の場合よりもDOCが増加し、易分解化が進行すると思っていたが、原液の成分が異なっていたため進行しなかった。また、曝気量0.4L/minのオゾン処理水AのDOC/E₂₆₀は1槽目から3槽目にかけて若干減少し、3槽目から4槽目で増加した。これは生物分解できるほど、難分解性有機物が低分子化しなかったためだと考えられる。一方、曝気量0.6L/minの消化液の場合、DOC/E₂₆₀は原水で60であり1槽目までは一定であったが、その後に生物分解性は減少した。これはE₂₆₀が高く、生物処理では難分解性有機物が除去できなかったためである。曝気量0.6L/minのオゾン処理水Aの場合、DOC/E₂₆₀は原水で93であり、1槽

目から4槽目まで生物分解性は若干減少した。曝気量0.4 L/minと0.6 L/minのオゾン処理水AではDOC/E₂₆₀は同程度であったが、4槽目のE₂₆₀は曝気量0.4 L/minが0.21、0.6 L/minが0.33であった。これは曝気量0.6 L/minの方が曝気が強くと、生物膜が剥離したためだと考えられる。よってオゾン処理を行い曝気量0.4 L/minの条件で、生物処理を行うと良い。

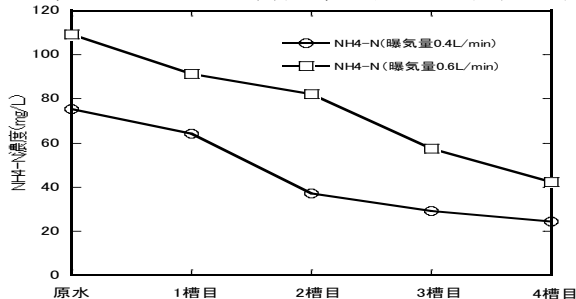


図-3 各反応槽におけるオゾン処理水AのNH₄-Nの変化

図-3に各反応槽におけるオゾン処理水AのNH₄-Nの変化を示す。曝気量0.4 L/minのNH₄-Nは原水で75.4 mg/L、4槽目で24.2 mg/Lであり、除去率は67.9%であった。一方、曝気量0.6 L/minのNH₄-Nは原水で109.3 mg/L、4槽目で42.4 mg/Lであり、除去率は61.2%であった。曝気量0.6 L/minの除去率が低かったのは、0.4 L/minと比較して原水のNH₄-Nが高く、十分なNH₄-N除去率を得るためには、オゾン処理水Aに含まれるアルカリ度が足りなかったためだと考えられる。よって、以上の結果から曝気量0.4 L/min、HRT60分の条件で、十分なNH₄-N除去ができることが明らかとなった。

3.2 消化汚泥の実験結果: 消化汚泥とオゾン処理水Bを流入原水とした生物処理の実験結果を以下に記す。

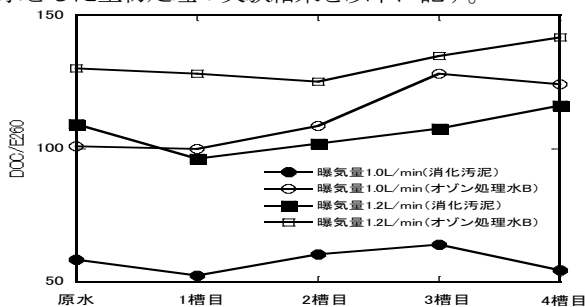


図-4 各反応槽におけるDOC/E₂₆₀の変化

図-4に各反応槽におけるDOC/E₂₆₀の変化について示す。曝気量1.2 L/minの消化汚泥の場合、原水のDOC/E₂₆₀は110であり、4槽目で116であった。1槽目から4槽目にかけて増加したのは、DOCが除去されず増加したためである。曝気量1.2 L/minのオゾン処理水Bでは、DOC/E₂₆₀は原水で130であり、消化汚泥より生物分解性が高かった。これはオゾンによりDOCが増加し、難分解性有機物が低分子化したためである。2槽目から4槽目にかけて生物分解性が増加したが、これは生物処理により低分子化された難分解性有機物が除去されたためである。一方、曝気量1.0 L/minの消化汚

泥の場合、DOC/E₂₆₀は原水で58であり生物分解性は低かった。曝気量1.0 L/minのオゾン処理水Bの場合、DOC/E₂₆₀は原水で101であり、2槽目から3槽目にかけて生物分解性が増加した。これはE₂₆₀が生物処理により除去されたためである。曝気量1.0 L/minと1.2 L/minのオゾン処理水Bを比較すると、生物分解性は曝気量1.2 L/minの方が高く、4槽目のE₂₆₀も低かった。よってオゾン処理を行い曝気量1.2 L/minの条件で、生物分解性が増加することが明らかとなった。

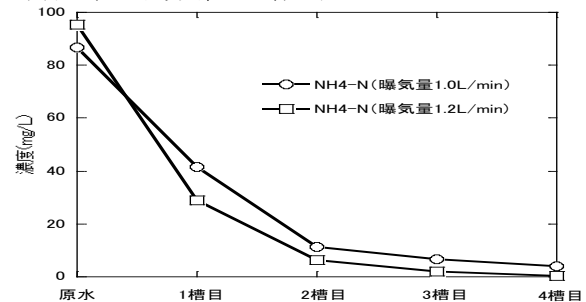


図-6 各反応槽におけるオゾン処理水BのNH₄-Nの変化

図-6に曝気量1.0 L/minと1.2 L/minの場合の各反応槽におけるオゾン処理水BのNH₄-Nの変化を示す。NH₄-Nの除去率は曝気量1.0 L/minの場合が95.3%、1.2 L/minの場合が100%であった。また、いずれの場合も1槽目から硝化反応が進行した。よって原水のNH₄-Nがほぼ同じの場合、曝気量1.2 L/minでは100%の除去率が得られた。以上の結果から、曝気量1.2 L/min、HRT120分の条件で、約100%のNH₄-N除去ができることが明らかになった。

4. おわりに

本研究では、オゾンと生物処理による消化液、消化汚泥の実験を行った結果、以下のような知見が得られた。

- (1) 消化液の実験では曝気量0.4 L/minのオゾン処理水Aの場合、DOC/E₂₆₀は原水で89であり、4槽目のE₂₆₀は0.21であった。
- (2) 曝気量0.4 L/minのオゾン処理水AではNH₄-N除去率が67.9%であり、4槽目のNH₄-Nは24.2 mg/Lであった。
- (3) 消化汚泥の実験では、曝気量1.2 L/minのオゾン処理水Aの場合、易分解化し、2槽目から4槽目まで生物分解性が増加した。
- (4) 曝気量1.2 L/minのオゾン処理水Bでは、NH₄-N除去率が100%であった。

以上の結果より、消化液は曝気量0.4 L/min、HRT60分、消化汚泥は曝気量1.2 L/min、HRT120分の条件で、生物分解性が高く、かつ十分NH₄-N除去ができることが明らかになった。

<参考文献>

- 1) 農林水産省「バイオマス活用推進基本法」(2010)
- 2) 中村真人「メタン発酵消化液の液肥利用とその環境影響に関する研究」独立行政法人農村工学研究報告第50号(2011)