

消化液のオゾン処理に関する基礎的研究

宮崎大学工学部 (学) 柴田晴広 (正) 増田純雄
日本ヒューム株式会社 (正) 安井 賢太郎
鹿児島高専 (正) 山内正仁

1. はじめに

近年、環境問題に対する意識が高まり、平成 14 年 12 月に『バイオマス・ニッポン総合戦略』が閣議決定²⁾され、限りある資源の有効利用・活用の面から循環型社会を目指す動きが活発になってきている。

従来、バイオマス資源(主に家畜排せつ物)は肥料化、飼料化として利用されていたが、現在では、メタン発酵によりエネルギー回収が行われ、有効利用されている。しかし、メタン発酵処理後の消化液は高濃度の SS、NH₄-N を含有するため消化液の処理は非常に困難であり、農地散布として利用しているのが現状である。

著者らは、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除去、分解性を明らかにし、オゾン処理に生物処理を加えたシステムを検討している。

本研究では、消化液のオゾン処理を目的とし、オゾン処理による脱色、易分解化とオゾン処理水の生物処理の検討を行った。

2. 実験方法

2.1 オゾン処理による回分式実験方法

表-1 に本実験で用いた消化液の成分を示す。表-1 から分かるように、消化液には、高濃度の SS、NH₄-N、TOC が多く含まれており、粘性の高い性状を示した。このことから、消化液の原水を曝気した場合に多量の泡沫が発生するため、20 倍希釈してオゾン処理実験を行った。

表-1 消化液主要成分

SS (mg/L)	色度 (度)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)
43000	8529	7700	4360	4280

図-1 に回分式実験装置を示す。オゾン処理槽は容積が 80L (27cm^W×27cm^L×110cm^H) であり、この槽に上述した消化液 60L を入れ、60 分間オゾン曝気した。オゾン曝気は、空気自給式エアレータにより、吸引、曝気され、排オゾンは活性炭で吸着処理される。また、オゾン注入濃度は約 8.0g/m³ として実験を行った。

2.2 生物処理による連続式実験方法

図-2 に連続式生物処理実験装置を示す。実験装置は内径 10.7cm、高さ 22.5cm のアクリル円筒内にある 8 枚の回転翼から構成されている。回転翼は縦 15.3cm、横 4.5cm で、網目の大きさは 5mm×5mm である。この槽を 3 槽直列に配置し、貯留槽タンク内のオゾン処理された消化液をポンプアップし、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 1 時間、回転速度を 60rpm、曝気量を 1.0L/min、及び室温を約 20℃ と設定した。なお、水質分析項目は TOC (TOC-5000)、DOC、E₂₆₀ (U-1800 形レシオビーム分光光時計) 色度である。

3. 結果と考察

図-3 に TOC、DOC 濃度、色度の経時変化を示す。図から明らかなように、TOC は時間経過とともに除去され、曝気 0 分の濃度は 385mg/L であり、最終的に 60 分では 281mg/L まで低下し、除去率 27%であった。これは、消化液に含まれている SS 濃度が 60 分間で約 50%除去されたことによる。また、TOC 濃度は最終

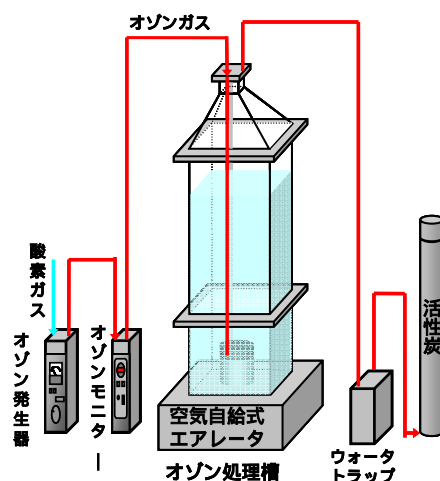


図-1 回分式オゾン処理実験

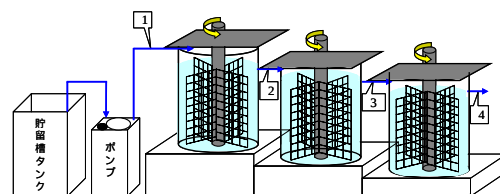


図-2 連続式生物処理実験

的に曝気時間 45 分辺りで一定となった。一方、DOC 濃度はほとんど変動が無く一定で、全体的に約 200mg/L 残存している。これは、60 分間の曝気で溶解性有機物まで酸化、分解できなかったことに起因する。色度は曝気 60 分間で効果的に除去され、426 度から 165 度と 61%の脱色率を得た。色度は 60 分間で収束することはなかったが、著者らが報告¹⁾した養豚排水と同じようにある値で収束することが推測される。また、難分解性有機物を表す指標である E_{260} も同様に 2.92 から 1.98 となり、 E_{260} 発現性有機物が減少している。このことから、オゾンは難分解性有機物である色度成分を優先的に酸化、分解すると考えられる。

写真-1 に経時変化による色度変化を示す。写真より、視覚的にも明らかに色度が除去され、初期の曝気時間 15 分での除去が顕著である。これはオゾン曝気による微細気泡により SS が除去されたためである。

図-4 に DOC/E_{260} の経時変化を示す。図から明らかなように、 DOC/E_{260} が時間経過に伴い増加している。このことは、先に報告¹⁾した活性汚泥処理後の生物処理水にオゾン処理した場合と同様の結果を得ており、難分解性有機物が易分解性有機物に変化し、生物分解性が向上したことを示す。

図-5 に連続式生物処理実験の SS、 NH_4-N 、 NO_3-N 、TOC 濃度変化を示す。図から明らかなように、SS 濃度は 1 槽目で若干増加しているが、3 槽の流出では流入時の値に比べ 69%除去され、15mg/L 程度となった。SS 濃度の増加要因は、回転翼に付着していた生物膜が剥離したと考えられる。 NH_4-N 濃度は、198mg/L から 42mg/L まで減少し、1 槽目で 38%、2 槽目で 66%、3 槽目で 79%と効果的な除去率を得た。逆に NO_3-N は増加し、硝化反応が進行していることを示す。pH は流入時の 8.4 から 7.1 まで低下した。TOC 濃度は 128mg/L から 66mg/L と 62mg/L の低下が見られ、除去率は 48%であった。

以上のように、消化液のオゾン処理では、TOC 濃度、色度除去および難分解性有機物が易分解化され、オゾン処理後の消化液は生物処理できることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、オゾン処理による消化液の脱色、易分解化とオゾン処理水による生物処理の検討を行った結果、以下の知見を得た。オゾン処理では、1) 処理時間 60 分で、61%の脱色率を得た。2) SS、TOC 濃度、色度は初期の曝気時間 15 分で最も除去される。生物処理では、1) NH_4-N は 79%が除去され、硝化反応が進行する。2) TOC の除去率は 48%であるが、反応槽の酸素供給法と改善することで高除去率が得られる。 NO_3-N 濃度については、今後 3 槽後に脱窒装置を設けることで改善を図る。

参考文献

- 1) 小牧 義知 他: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 土木学会西部支部研究発表会講演概要集 pp989-990 (2005.3)
- 2) 農林水産省資料 バイオマス・ニッポン総合戦略

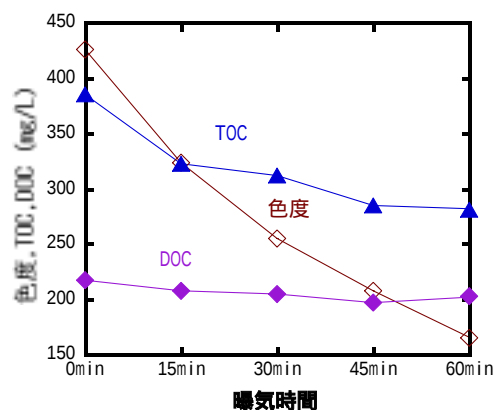


図-3 TOC,DOC,色度の経時変化

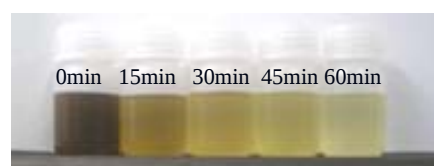


写真-1 経時変化による色度変化

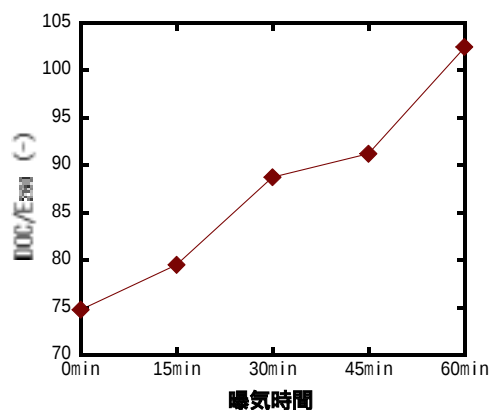


図-4 DOC/E_{260} の経時変化

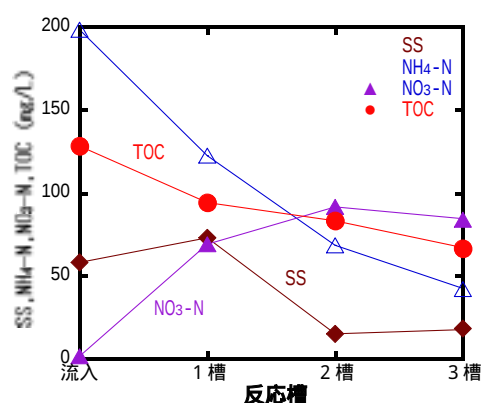


図-5 SS、 NH_4-N 、 NO_3-N 、TOC 濃度変化