

オゾンによる養豚排水処理に関する研究

宮崎大学工学部 ○上山幸雄 (正) 増田純雄 斎藤泰男
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

近年、我が国の一戸当たりの家畜飼養頭数は増加しているが、戸数は減少している。平成15年から平成21年にかけて、一戸当たりの家畜飼養頭数は1031頭から1437頭に増加、戸数は9400戸から6900戸に減少¹⁾している。その一方で、環境汚染問題の発生件数²⁾は平成21年では708件である。その内訳は悪臭と水質汚濁で6割程度を占め、周辺環境への悪影響を及ぼす事例が増えており、これらの問題を解決する方法が必要とされている。

養豚排水は生物処理した後、河川放流を行っているが、色度、CODを十分に除去できず、地域住民に不快感を与える問題がある³⁾。生物処理した後にオゾン処理を行うことで色度、COD成分を除去し、循環利用できることが既往の研究⁴⁾で明らかにされている。本研究ではオゾン濃度、滞留時間(HRT)を変化させた連続流実験を行い色度、DOC/E₂₆₀とHRTの関係、また、回分実験を行い色度などの阻害要因下での糞便性大腸菌群の不活性効果について報告する。

2. 実験概要と方法

図-1に連続式実験装置を示す。実験装置は前処理槽とオゾン処理槽から成り、オゾン発生装置によって発生させたオゾン濃度をオゾンモニターで測定後、オゾン処理槽に注入する。オゾン処理槽から発生する廃オゾンガスは前処理槽に注入し、再利用する。生物処理水は処理施設から一旦貯水槽にくみ上げ、前処理槽、オゾン処理槽の順に流し、オゾンの流れとは逆にする。実験装置は木崎養豚場に設置し、長時間曝気処理水を原水とした。実験は、オゾン処理槽、前処理槽内にあらかじめ原水を60L注入し、HRT10、20分とし、オゾン濃度15、20g/m³で連続流実験を行った。水質分析項目は色度、E₂₆₀、DOC濃度である。

図-2に回分式実験装置を示す。実験装置はオゾン反応槽とウォーターラップから成り、オゾン発生装置によって発生させたオゾン濃度をオゾンモニターで測定後、オゾンガス流量を流量計で調整し、オゾン反応槽に注入する。原水は養豚廃水を希釈したもの(SS:約400mg/L、色度:約600度)を用いた。実験は希釈原水をオゾン反応槽に2.5L注入し、オゾンガス流量0.5L/min、オゾン濃度17、25g/m³で回分実験を行った。水質分析項目は糞便性大腸菌群である。

3. 実験結果と考察

図-3はオゾン処理槽での色度の経時変化を示す。黒塗り記号がオゾン濃度20g/m³、白抜き記号がオゾン濃度15g/m³である。色度の初期値は300度前後であり、いずれの実験条件でも実験開始から60分後まで急激に減少し、60分後以降の数値はほぼ一定である。景観の維持を目的とした修景用水としての水質基準は色度40度以下であり、この水質基準に対応できる条件はオゾン濃度15g/m³でHRT20分とオゾン濃度20g/m³でHRT10分であった。したがって、景観用水として利用するための条件はオゾン濃度15、20g/m³でHRTがそれぞれ20、10分であることが判った。また、それぞれの色度除去率は57%、91%、88%、86%である。

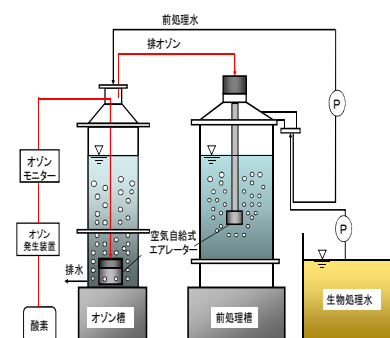


図-1 実験装置概略図(連続)

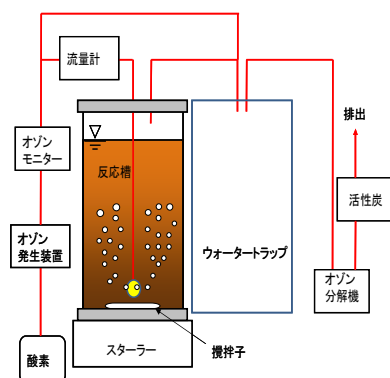


図-2 実験装置概略図(回分)

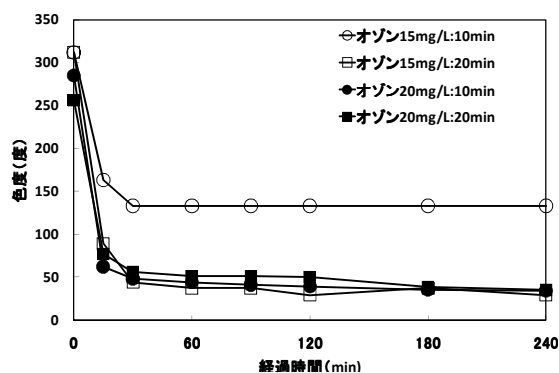


図-3 色度と経過時間の関係(オゾン)

図-4 は前処理槽での色度の経時変化を示す。前処理槽では、オゾン濃度 15g/m^3 ではほぼ一定であるが、オゾン濃度 20g/m^3 では減少傾向が見られた。それぞれの色度除去率は 5、19、56、53% であり、オゾン濃度 20g/m^3 以上では、廃オゾンガスは前処理に有効であることが判った。

図-5 はオゾン処理槽での DOC/E_{260} の経時変化を示す。 DOC/E_{260} は実験開始から 30～60 分までは緩やかに増加し、オゾン濃度 15g/m^3 では 60 分以降ほぼ一定となった。オゾン濃度 20g/m^3 では 60 分以降も増加し続けた。これは前処理槽で排オゾンが利用され、オゾン処理槽に流入する原水の DOC/E_{260} が増加したためだと考えられる。

図-6 には前処理槽での DOC/E_{260} の変化を示す。オゾン濃度 15g/m^3 は、初期値からほぼ横ばいの状態であり、易分解化には、大きな効果は得られなかった。オゾン濃度 20g/m^3 では緩やかに増加し、易分解化が進んでいることが確認できた。

図-7 には糞便性大腸菌群の生存率と時間経過の関係を示す。糞便性大腸菌群はオゾン濃度 $17、25\text{g/m}^3$ 実験開始 10 分まで急激に減少し、その後は徐々に減少し実験開始 30 分後にそれぞれ 87、99% となり、不活性効果が得られた。このことより、阻害要因下 (SS: 約 400mg/L 、色度: 約 600 度) でも糞便性大腸菌群不活性化にオゾン是有効である。

4. 終わりに

本研究では、養豚廃水のオゾン処理実験を行い、以下の知見が得られた。1) 生物処理水のオゾン処理による連続流実験結果から、修景用水の水質基準以下の水質を得るためには、オゾン濃度 $15、20\text{g/m}^3$ で HRT はそれぞれ 20、10 分必要である。2) DOC/E_{260} は初期値 30 前後から、それぞれ 67、88、127、135 と増加し、オゾン濃度 20g/m^3 で難分解物質の易分解化が顕著であった。3) 前処理槽での、色度除去率は 5～53% で、 DOC/E_{260} は 49、56、52、57 といずれも若干増加しており、易分解化が生じていることを示している。このことより、前処理槽での廃オゾンガスの有効性が明らかとなった。4) 養豚廃水のオゾンによる回分実験により、糞便性大腸菌群の生存率はオゾン濃度 $17、25\text{g/m}^3$ でそれぞれ 87%、99% となり、阻害要因下 (SS、色度) においてもオゾンによる糞便性大腸菌群の不活性化は有効であることが明らかとなった。今後は、オゾン濃度を 30g/m^3 で連続流実験を行い、HRT、糞便性大腸菌群の不活性効果を検討する予定である。

なお、本研究を行うにあたり、実験場所の提供を頂いた木崎養豚場に謝意を表する。

参考文献 1) 農林水産省生産局畜産部畜産企画課 畜産の動向 (2009 年 12 月)

2) 農林水産省生産局畜産部畜産企画課 畜産経営に起因する苦情発生状況 (2009 年 12 月)

3) 小牧 義知 オゾンを用いた養豚排水処理水の循環利用に関する研究 宮崎大学修士論文 (2007 年)

4) 特定非営利法人 日本オゾン協会 オゾンハンドブック発行編集委員会 オゾンハンドブック (2004 年)

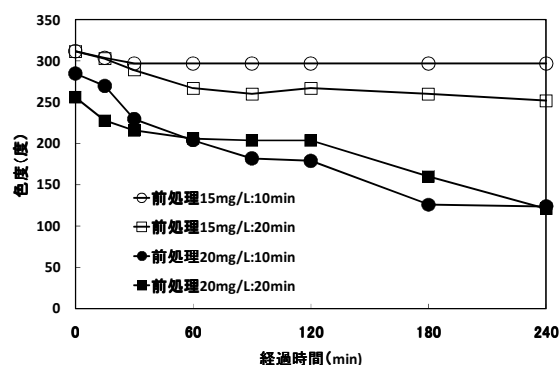


図-4 色度と経過時間の関係(前処理)

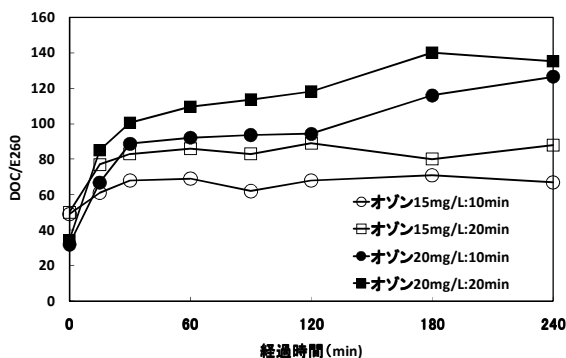


図-5 DOC/E_{260} と経過時間の関係(オゾン)

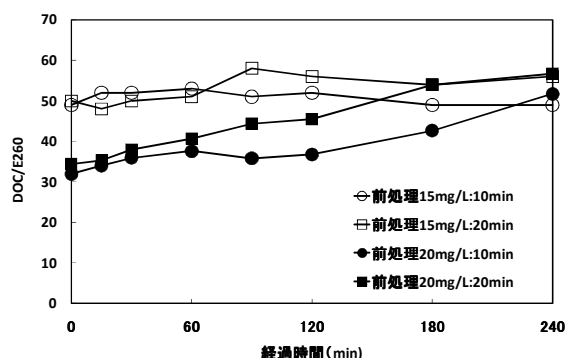


図-6 DOC/E_{260} と経過時間の関係(前処理)

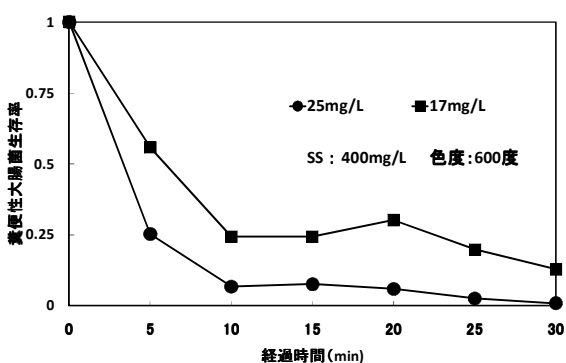


図-7 糞便性大腸菌群生存率の関係