

長時間曝気法による養豚排水処理水のオゾン処理に関する研究

宮崎大学工学部 ○上山幸雄 (正) 増田純雄 斎藤泰男
鹿児島工業高等専門学校 (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

従来、家畜排せつ物は野積み・素掘りといった不適切な処理により地下水の硝酸性窒素汚染など環境問題を引き起こしてきた。これらを解消すべく、平成16年11月に「家畜排せつ物法」が完全施行され、家畜排せつ物の適切な処理が求められるようになったが、畜産業に起因する苦情発生件数¹⁾は平成21年に708件発生している。その原因の一つとして、畜産排水を河川放流による水質汚濁が挙げられる。畜産排水は活性汚泥法などの生物処理後、河川放流を行っているが、生物処理では色度成分、COD成分を十分除去できないため水質汚濁が発生している。

著者らは、小規模養豚場の排水について、生物処理とオゾン処理を組み合わせた処理システムを検討しており、オゾン濃度 13 g/m^3 、滞留時間 (HRT) $10 \sim 60 \text{ min}$ の条件で連続実験を行い、修景用水基準の色度 40 度以下を満たすには HRT40min 以上必要であり、HRT が長くなるにつれ生物分解性が向上することを報告²⁾している。この条件では $2.2 \text{ m}^3/\text{d}$ の排水を処理が可能だが、実験装置は飼育頭数約 800 頭で排水量 $5 \text{ m}^3/\text{d}$ 程度の小規模養豚場に設置しており、排出される排水をすべて処理することができない。そこで本研究では高濃度オゾン ($15, 20 \text{ g/m}^3$) を用いた連続実験を行い、HRT の短縮を検討した結果について報告する。

2.処理施設の概要

木崎養豚場では飼育頭数は約 800 頭であり、排せつ物処理方法は糞尿分離し、固形物は堆肥化し、分離液のみ処理している。排水量は約 $5 \text{ m}^3/\text{d}$ である。生物処理槽は全 7 槽からなっており、1～5 槽は曝気槽、6 槽は沈殿槽、7 槽は貯留槽であり、滞留時間は約 30 日である。また、処理水は豚舎の清掃など循環利用を行っている。

3.実験方法

図-1 に連続式オゾン実験装置を示す。実験装置は前処理槽(80L)とオゾン処理槽(80L)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排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。原水は 7 槽の処理水を用いた。実験には、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、20min とし、オゾン濃度 15、 20 g/m^3 で連続流実験を行った。水質分析項目は色度、 E_{260} 、DOC である。

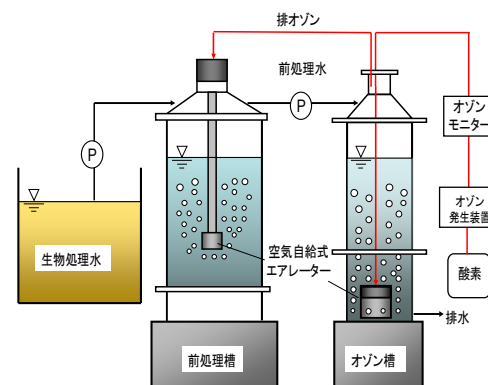


図-1 実験装置概略図

表-1 各槽の水質

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
SS(mg/L)	3280	2540	2280	1140	400	110	50
DOC(mg/L)	371	175	166	149	131	124	108
色度(度)	656	520	490	430	437	422	350
$E_{260}(\text{ABS})$	6.10	2.96	2.84	2.68	2.65	2.62	2.56
$\text{NH}_4\text{-N}(\text{mg/L})$	1105	198	32.22	15.65	3.50	3.31	2.67
$\text{NO}_2\text{-N}(\text{mg/L})$	0.01	60.45	14.12	0.06	0.05	1.02	0.27
$\text{NO}_3\text{-N}(\text{mg/L})$	46.24	73.98	110.97	120.21	83.23	64.73	36.99

4.実験結果

表-1 に生物処理槽の水質を示す。1 槽から 7 槽の順に SS、DOC などの有機物、 $\text{NH}_4\text{-N}$ などの窒素は減少している。しかし、 E_{260} は 4 槽以降ほぼ一定である。これは生物分解できない有機物が残っているためだと考えられる。また、DOC を COD に換算すると 154 mg/L と排水基準を満たしていない。

図-2 にオゾン処理槽の色度の経時変化を示す。白抜き記号がオゾン濃度 15 g/m^3 、黒塗り記号がオゾン濃度 20 g/m^3 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 15 g/m^3 で HRT20min とオゾン濃度 20 g/m^3 で HRT10min である。

キーワード：オゾン、オゾン処理、養豚排水、色度、滞留時間、生物処理

連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1 丁目 1 番地 宮崎大学工学部 土木環境工学科 Tel:0985-58-7342

したがって、修景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、10min であることがわかった。また、それぞれの色度除去率は 57%、91%、88%、86%であり、高い色度除去率が得られた。

図-3 にオゾン処理槽の DOC/E₂₆₀ の経時変化を示す。DOC/E₂₆₀ は生物分解性を表す指標であり、実験開始から 30～60 分までは緩やかに増加し、オゾン濃度 15 g/m³ では 60 分以降ほぼ一定となった。オゾン濃度 20 g/m³ 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 E₂₆₀ が減少したためだと考えられる。また、DOC/E₂₆₀ は初期値 40 前後から、それぞれ 67、88、127、135 と増加し、オゾン濃度 20g/m³ で生物分解性の向上が顕著であった。

図-4 に前処理槽の色度の経時変化を示す。前処理槽では、オゾン濃度 15g/m³ ではほぼ一定である。これは排オゾン濃度が 0.3、0.8 g/m³ と低かったため、除去効果を得られなかったと考えられる。オゾン濃度 20g/m³ では減少傾向が見られた。オゾン濃度 20 g/m³ の条件の際、排オゾン濃度 3g/m³ 以上であったため、除去効果が得られたと考えられる。したがって、オゾン濃度 20g/m³ 以上では、排オゾンガスは前処理に有効であることがわかった。また、それぞれの色度除去率は 5%、19%、56%、53%である。

図-5 に前処理槽の DOC/E₂₆₀ の経時変化を示す。オゾン濃度 15g/m³ では、DOC/E₂₆₀ は初期値からほぼ一定であり、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/m³ では緩やかに増加し、生物分解性が向上していることが確認できた。また、DOC/E₂₆₀ は初期値 40 前後から、それぞれ 49、56、52、57 と増加し、排オゾンガスは前処理に有効であることがわかった。

5.おわりに

本研究では、養豚排水処理水のオゾンによる連続流実験を行い、以下の知見が得られた。

- 1) 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 g/m³ で HRT20min、20g/m³ で HRT10min が必要である。
- 2) DOC/E₂₆₀ は初期値 40 前後から、それぞれ 67、88、127、135 と増加し、オゾン濃度 20g/m³ での生物分解性の向上が顕著であった。
- 3) 前処理槽での色度除去率は 5～53%、DOC/E₂₆₀ は 49～57 といずれも増加しており、生物分解性が向上していることを示し、前処理槽での排オゾンガスの有効性が明らかとなった。

以上のことから、プロトタイプの実験装置により、オゾン濃度 20 g/m³、HRT10 分の条件で 8.6 m³/d の排水を処理が可能であり、排水をすべて処理することができる。

今後は、養豚排水中に含まれる環境ホルモンの分解について検討を行う予定である。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。

参考文献 1) 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)

- 2) 渡辺完彦 山口大吾 斉藤泰雄 増田純雄 山内正仁 山田真義 安井賢太郎 養豚排水処理水のオゾンによる連続実験に関する一考察 土木学会西部支部第Ⅶ部門 (2009 年)

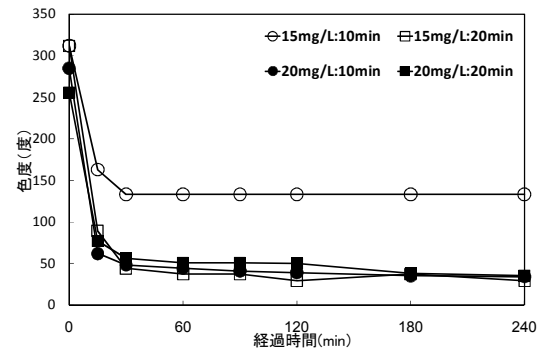


図-2 色度の経時変化(オゾン処理槽)

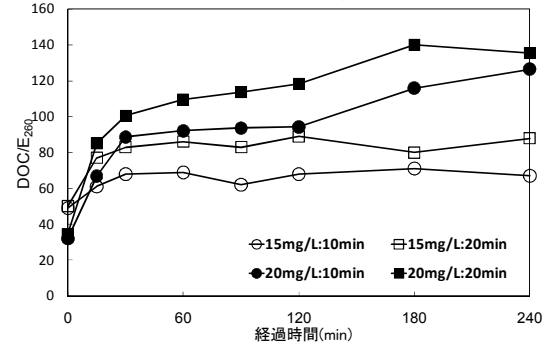


図-3 DOC/E₂₆₀ の経時変化(オゾン処理槽)

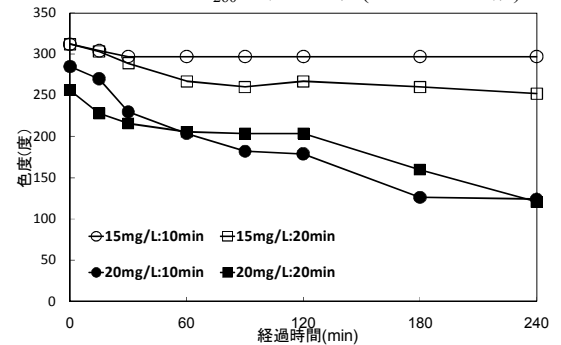


図-4 色度の経時変化(前処理槽)

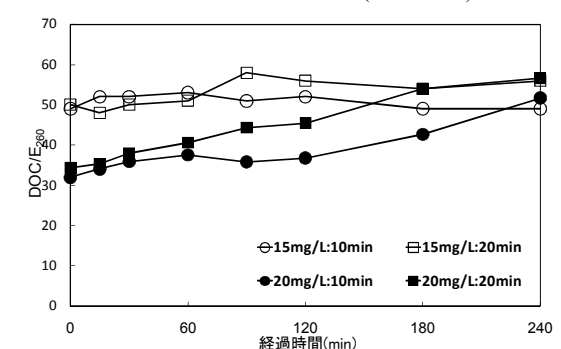


図-5 DOC/E₂₆₀ の経時変化(前処理槽)