

養豚排水のオゾン処理におけるオゾン濃度と滞留時間に関する研究

宮崎大学工学部 春山豊茂 (学) 上山幸雄 (正) 増田純雄
 鹿児島高専 (正) 山内正仁 (正) 山田真義
 日本ヒューム株式会社 後藤洋規

1. はじめに

近年、畜産業は後継者問題や飼育者の高齢化に伴い養豚戸数は減少傾向にあるが、畜産経営の大規模化の進行に伴い、家畜飼養頭数は増加している。一戸当たりの飼養頭数の増加により、養豚排水の肥料への利用が困難となり、野積み・素掘りといった不適切な処理が行われるようになったため 2004 年 11 月に、家畜排せつ物法が完全施行された。しかし、周辺環境への悪臭、水質汚濁などが改善されていないのが現状である。

養豚排水は生物処理後、河川に放流しているが、色度、COD 成分を十分に除去できず、周辺住民に不快感を与えている。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 15g/m^3 、滞留時間（以下 HRT）10,20 分の条件で連続実験を行い、色度 300 度の生物処理水から修景用水基準（色度 40 度以下）を満たすには HRT20 分以上必要であることを報告³⁾した。本研究では色度 200 度程度の生物処理水を用い連続実験を行い、オゾン濃度と HRT の最適条件の検討結果と、回分実験による養豚排水中の大腸菌群の不活性化について報告する。

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、オゾン処理槽からなり、オゾンガスはオゾン発生装置により、オゾンを発生させ、オゾンモニターでオゾン濃度を測定した後、オゾン処理槽中の空気自給式エアレータにより、曝気を行った。排オゾンガスは前処理槽に送り、前処理槽中の空気自給式エアレータにより曝気し、再利用した。実験で用いた原水は養豚排水を長時間曝気した処理水(表-1)である。オゾン処理槽、前処理槽には、あらかじめ原水を 60L 注入した。実験条件は HRT10,20 分、オゾン濃度 $15,20\text{g/m}^3$ である。分析項目は DOC, E_{260} , 色度である。

図-2 に回分式オゾン実験装置概略図を示す。排オゾンはウォータートラップを経て、活性炭により処理し、大気中に放出した。原水は連続実験と同様に 60L 注入した。実験条件は、オゾンガス流量は 12L/min 、オゾン濃度 $5,8,10,20\text{g/m}^3$ である。分析項目は大腸菌群数である。

3. 実験結果と考察

図-3 に連続実験におけるオゾン処理槽の色度の経時変化を示す。黒塗り記号がオゾン濃度 15g/m^3 、白抜き記号がオゾン濃度 20g/m^3 である。色度の初期値は 200 度前後であり、いずれの実験条件でも実験開始 15 分までに急激に減少し、60 分以降ほぼ一定となった。それぞれの色度除去率は 73,90,83% であり、修景用水基準である 40 度を達成できた条件はオゾン濃度 15g/m^3 で HRT20 分、オゾン濃度 20g/m^3 で HRT10 分である。

図-4 にオゾン処理槽の DOC/ E_{260} の経時変化を示す。いずれの条件においても実験開始後 DOC/ E_{260} は増加し、すべての条件で 90 分以降ほぼ一定の値となり定常状態

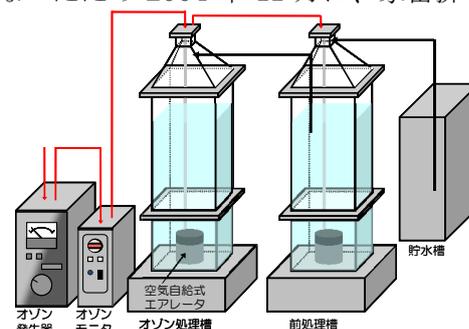


図-1 連続式オゾン実験装置

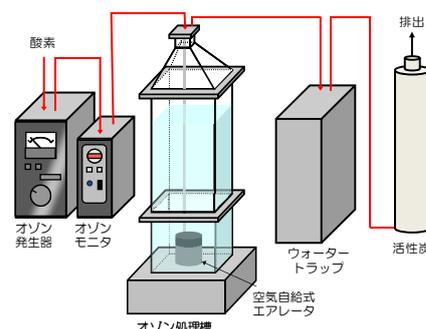


図-2 回分式オゾン実験装置

表-1 養豚排水処理水の成分

| 色度(度) | $E_{260}(\text{ABS})$ | $\text{NH}_4\text{-N}(\text{mg/L})$ | $\text{NO}_2\text{-N}(\text{mg/L})$ | $\text{NO}_3\text{-N}(\text{mg/L})$ | DOC(mg/L) |
|-------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| 230 | 1.37 | 1.7 | 0.1 | 91 | 69.7 |

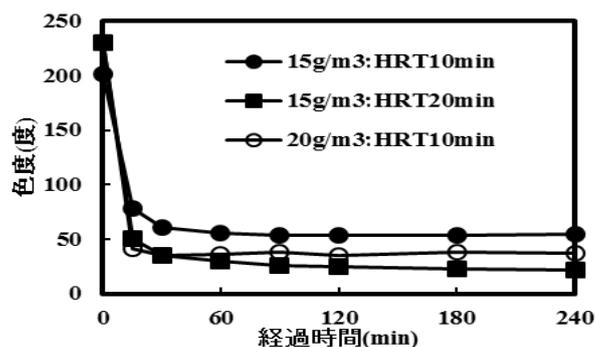


図-3 色度の経時変化(オゾン処理槽)

となった。実験開始 240 分の DOC/E₂₆₀ はそれぞれ 108,217,182 となり、オゾン濃度 15 g/m³、HRT20 分の条件での DOC/E₂₆₀ の値が一番高く、HRT が長いほど生物分解性が高くなることがわかった。

図-5 に前処理槽の色度の経時変化を示す。いずれの条件においても実験開始後、色度は減少し、120 分以降ほぼ安定した。色度除去率はそれぞれ、12,52,17%である。図-6 に前処理槽の DOC/E₂₆₀ の経時変化を示す。オゾン濃度 15g/m³、HRT10 分の条件はほぼ一定で大きな効果は得られなかった。これは排オゾン濃度が 1g/m³ 以下で、難分解性物質の酸化分解が進んでいないためである。オゾン濃度 15,20g/m³、HRT20,10 分の条件では 60 分までに増加し、生物分解性の向上が確認できた。DOC/E₂₆₀ は初期値 50 前後から 57,79,58 と増加した。特に、オゾン濃度 15g/m³、HRT20 分の条件では、DOC/E₂₆₀ が 46 から 79 に増加している。これは実験開始後、排オゾンによって、E₂₆₀ が 1.489 から 1.044 まで減少したためである。図 5,6 から、HRT が長いほど排オゾン濃度が高くなり、排オゾンは前処理槽への再利用に有効であることがわかった。

図-7 に回分実験における大腸菌群数の経時変化を示す。オゾン濃度 5,8,10,20 g/m³、大腸菌群数約 1000 個/100ml の条件では、15 分までに大腸菌群数は急激に減少し、30 分での大腸菌群の生存率は、15,4,4,0%となり、オゾン濃度 20 g/m³は 30 分、オゾン濃度 5,8,10g/m³では 45 分で完全に殺菌を行えた。このことより、下水二次処理水中に大腸菌群数 10³~10⁴ 個/ml で 5~15 分で完全殺菌されることが報告⁴⁾されており、下水二次処理水に対し養豚排水処理水は、長い接触時間が必要であることがわかった。

4. おわりに

本研究では、養豚排水処理水のオゾン処理実験を行い、以下の知見を得た。1) 色度 200 程度程度の養豚排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 15,20g/m³で HRT はそれぞれ 20,10 分必要である。2) DOC/E₂₆₀ は初期値 50 前後から、それぞれ 108,217,182 となり生物分解性は向上し、HRT は長いほど生物分解性が向上する。3) 前処理槽では、オゾン濃度 15 g/m³、HRT20 分で減少が見られ、色度除去率は 52% を示し、DOC/E₂₆₀ は初期値 50 前後から 57、58、79 と生物分解性は向上しており、前処理槽での排オゾン利用の有効性が明らかになった。4) 養豚排水のオゾン処理による回分実験により、養豚排水中の大腸菌群の不活性化に必要な時間はオゾン濃度 5,8,15 g/m³で 45 分、オゾン濃度 20 g/m³で 30 分である。今後は、オゾン濃度 2,3 g/m³で回分実験を行い、大腸菌群の殺菌に必要な注入率を検討する予定である。なお、本研究を行うにあたり、実験場所を提供して頂いた木崎養豚場に敬意を表す。

参考文献

- 1) 農林水産省 大臣官房統計部 畜産統計(2009)
- 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 (2010)
- 3) 上山幸雄ら 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 土木学会平成 22 年度全国大会講演概要集 (2010)
- 4) 海賀信好 オゾンと水処理(追補) 用水と廃水 Vol.48 No.10 (2006)

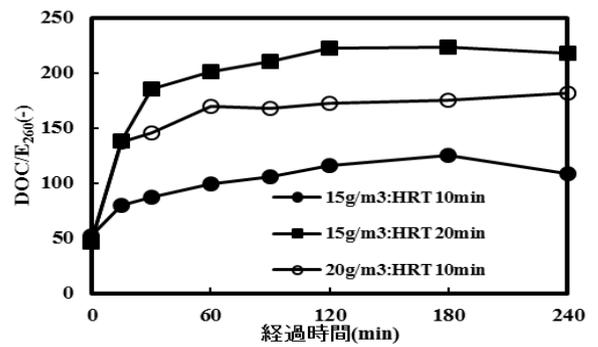


図-4 DOC/E₂₆₀の経時変化(オゾン処理槽)

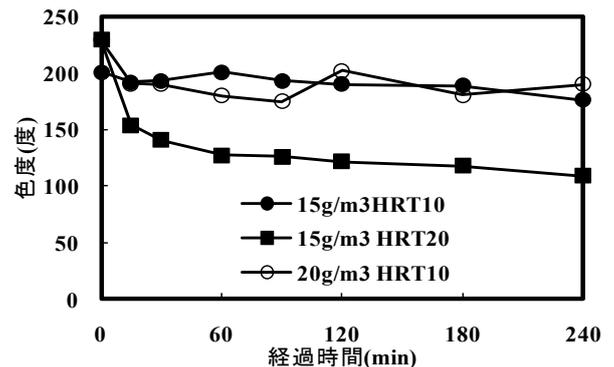


図-5 色度の経時変化(前処理槽)

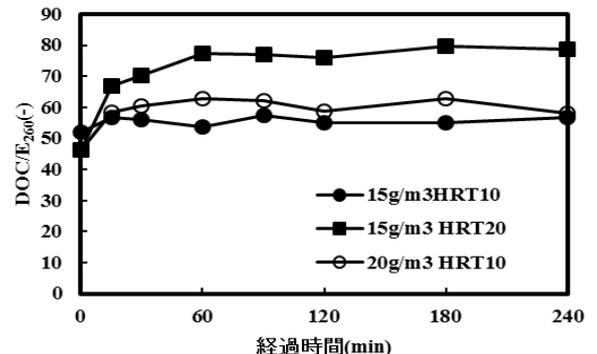


図-6 DOC/E₂₆₀の経時変化(前処理槽)

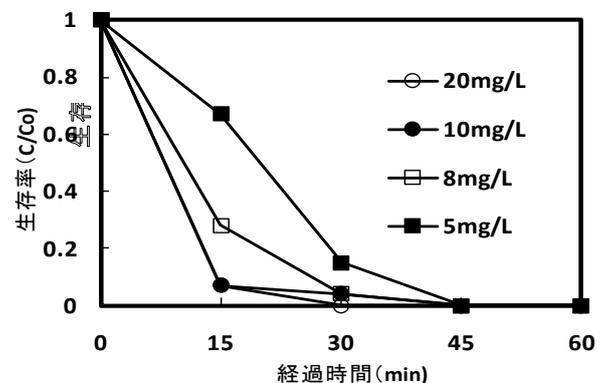


図-7 大腸菌群の経時変化