

オゾン処理における亜硝酸性窒素の影響

宮崎大学工学部

(学) ○寺田圭介 斎藤泰男 増田純雄

鹿児島高専

(正) 山内正仁

日本ヒューム株式会社

(正) 安井賢太郎

1. はじめに

畜産業を取り巻く環境悪化や国民の環境保全に対する意識が高まる中、家畜排せつ物を適正に管理し、資源としての有効利用を一層促進することが求められている。養豚排水は生物処理（活性汚泥処理）された後、河川放流が行われている。しかし、生物処理だけでは色度成分を除去することができず、河川放流の際に地域住民に不快感を与えるなどの問題を抱えている。そこで生物処理にオゾン処理を加えた処理システムを構築し、処理水の色度除去を行うことにより、循環利用が可能になる。しかし、既往の研究では、生物処理水に含まれる亜硝酸性窒素がオゾン処理に影響を及ぼすことが報告¹⁾されている。

本研究では、生物処理水中の亜硝酸性窒素がオゾン処理に及ぼす影響を明らかにするために、オゾンによる処理水の回分実験と連続実験を行い、オゾン処理における亜硝酸性窒素の影響と連続実験の結果について報告する。

2. 実験概要と方法

図-1 に回分実験装置を示す。オゾン処理槽は容積が80L (27cm^Ⅱ×27cm^Ⅰ×110cm^Ⅲ) であり、この槽に上述した生物処理水 60L を入れ 120 分間オゾン曝気した。オゾン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する。また、オゾンガス流量は15L/min として実験を行った。オゾンガスはオゾン発生装置により発生させ、オゾンモニターによって測定する。処理槽内で消費された排オゾンはウォータートラップを経由し活性炭吸着させる。

図-2 に連続実験装置を示す。回分実験装置（曝気槽 1）に容積が115 L (45cm^Ⅱ×27cm^Ⅰ×95cm^Ⅲ) の前処理槽（曝気槽 2）を付置し、曝気槽 1 からの排オゾンはウォータートラップを経て曝気槽 2 に送る。生物処理水は曝気槽 2 に一定流量注入し、排オゾンによって前処理した後、曝気槽 1 に送る。排オゾン濃度はオゾンモニターにより測定する。本実験で用いた原水は養豚排水処理施設で活性汚泥処理された処理水である。回分実験では、亜硝酸性窒素を諸定濃度に調整した原水を曝気槽 1 に 60L 注入し、オゾン濃度 9.5 g/m³ で曝気した。連続実験では、曝気槽 1, 2 内にあらかじめ原水を 60L 注入し、滞留時間（HRT）を 40, 60, 90 分とし、注入オゾン濃度を 9.5, 12 g/m³ で曝気した。

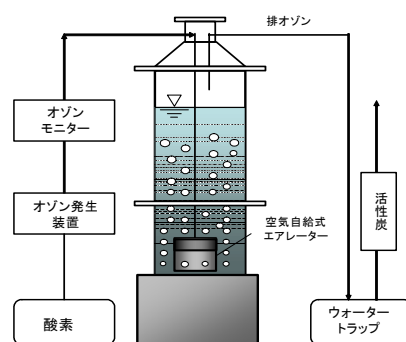


図-1 回分実験装置

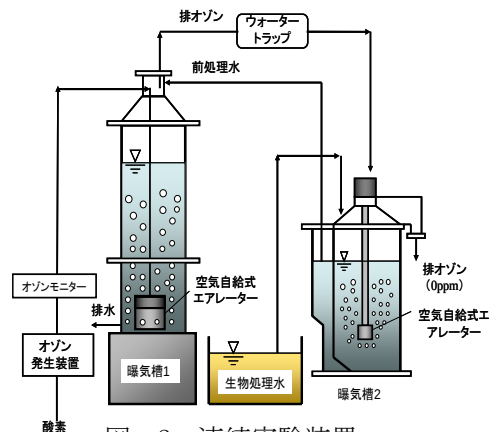


図-2 連続実験装置

3. 実験結果と考察

3.1 回分実験

図-3 に色度と曝気時間の関係を示す。NO₂-N 濃度を 0 から 70mg/L に変化させた場合、原水中の NO₂-N 濃度の増加により色度が低下する。NO₂-N 濃度が 0, 10mg/L の場合、色度は曝気時間 60 分でそれぞれ 19, 17 度まで減少し、修景用水の目標色度とされる 40 度を下回る結果となった。また、NO₂-N 濃度 20mg/L では色度 40 度を下回るまでに曝気時間 90 分、NO₂-N 濃度 40mg/L では曝気時間 120 分を要した。それ以上の NO₂-N 濃度では、120 分間の曝気時間で、40 度を下回ることとはできず、さらに長時間の曝気時間を要する。実プラントでのオゾン処理では、曝気時間 60 分以上になると装置が大きくなり不経済となる。よって、曝気時間は 60 分以内が望ましいと考えられる。このことから、NO₂-N 濃度が 10mg/L 以下であればオゾン処理にはほとんど影響しないことが明らかになった。

3.2 連続実験

図-4に連続実験における色度と曝気時間の関係を示す。実験はHRT40, 60, 90分で行い、注入オゾン濃度は 9.5 g/m^3 である。HRT40分では初期の色度274度から曝気時間120分で59度まで減少し、その後はほぼ一定の値となった。HRT60分では初期の色度333度から曝気時間90分で49度まで減少し、その後はほぼ一定の値となった。排オゾンを利用する曝気槽2ではHRT40, 60分ともに排オゾンによる前処理効果が得られなかった。これは、曝気槽1から排出されるオゾン濃度が $0.1 \sim 0.5 \text{ g/m}^3$ と低濃度であったためである。HRT90分では、排オゾン濃度が 0.7 g/m^3 となり、曝気槽2の色度が17%減少している。そのため、曝気槽1での色度が40度となった。なお、曝気時間150分での色度除去率は89%となった。このことから、排オゾンを利用した曝気槽2の有効性が明らかになった。

図-5にHRT60分の場合の連続実験における色度と曝気時間の関係を示す。注入オゾン濃度は $9.5, 12 \text{ g/m}^3$ の2通りで行った。原水色度は280度で、曝気120分での色度はそれぞれ70度と37度であった。曝気槽2の色度は、注入オゾン濃度 9.5 g/m^3 では曝気槽1から排出されるオゾン濃度が 0.5 g/m^3 と低かったためほとんど変化がなかった。注入オゾン濃度 12 g/m^3 では、排オゾン濃度が 1.0 g/m^3 であり、色度除去率が8%となった。また、図-6に DOC/E_{260} と曝気時間の関係を示す。曝気槽1では、注入オゾン濃度 $9.5, 12 \text{ g/m}^3$ ともに時間経過に伴い DOC/E_{260} の値が増加しており、生物分解性が向上したことを示す。一方、曝気槽2では、注入オゾン濃度 9.5 g/m^3 の場合、流入する排オゾン濃度が低く、生物分解性はあまり進行していない。以上のことから、排オゾン濃度が 1.0 g/m^3 以上あれば曝気槽2での前処理効果が期待できることが分かった。

4. おわりに

本研究では生物処理後の養豚排水にオゾン処理を行い色度除去、生物分解性についての検討を行った結果、以下の知見が得られた。

- ①生物処理水中の $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が 10 mg/L 以下の場合、オゾン処理に影響を与えない。
- ②HRT60分の連続実験では、注入オゾン濃度 $9.5, 12 \text{ g/m}^3$ の時、曝気槽1の色度がそれぞれ70, 37度となる。
- ③オゾン濃度 9.5 g/m^3 の連続実験では、HRT90分で曝気槽1, 2の色度がそれぞれ31, 283度となる。
- ④排オゾン濃度が 1.0 g/m^3 以上あれば曝気槽2での前処理効果が期待できることが分かった。なお、本研究を遂行するに当たり、実験場所の提供を頂いた木崎養豚場に謝意を表するとともに、農林畜産廃棄物利用による資源循環システムの構築（文科省）の助成金の一部を使用したことを記す。

【参考文献】

- 1) 特定非営利活動法人 日本オゾン協会 オゾンハンドブック編集委員会 2004年発行：オゾンハンドブック
- 2) 増田純雄, 安井賢太郎, 後藤洋規, 山内正仁：養豚排水処理水のオゾン処理に関する研究, 第62回年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM)
- 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, 修士論文

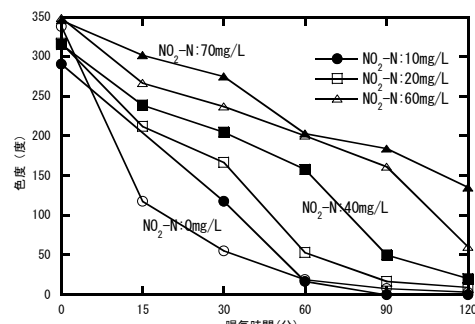


図-3 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度を变化させた場合の色度と曝気時間の関係

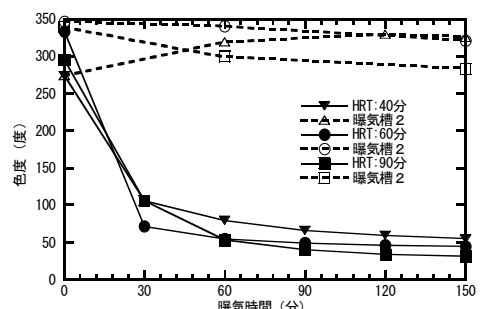


図-4 滞留時間を変化させた場合の色度と曝気時間の関係

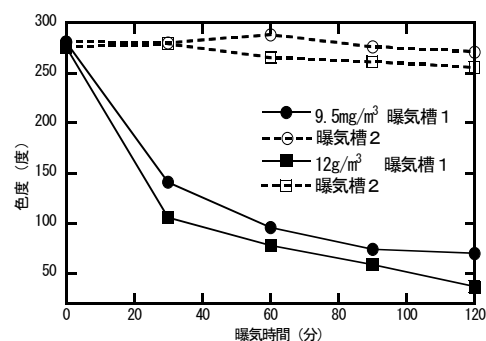


図-5 色度と曝気時間の関係

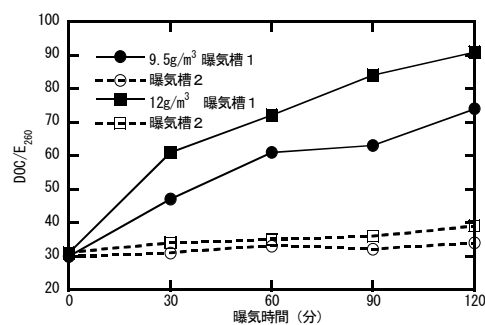


図-6 DOC/E_{260} と曝気時間の関係