

酪農パーラー排水浄化槽の省エネルギー化に関する研究

佐藤 禎 稔 [国立大学法人帯広畜産大学／教授]
内海 洋 [株式会社アクト／代表取締役]
関村 徹 [株式会社アクト／研究員]
逸見 恵 二 [株式会社アクト／研究員]
長田 洋 [国立大学法人岩手大学／教授]
石橋 政 三 [株式会社チノー／制御技術開発室長]

背景・目的

これまでに帯広畜産大学と株式会社アクトの研究チームでは、高脂肪・高蛋白の酪農排水の浄化に着眼して、浄化槽の開発を進めてきた。排水中の脂肪の均一化や新規担持体の開発、高脂肪分解細菌の発見などにより、浄化処理能力が高く法令をクリアできるシステムの開発に成功している。そこで本研究ではこの浄化槽の優位性を持続したまま、ザゼンソウの発熱機構制御アルゴリズム(Z制御)を用い、厳寒期のヒータとエアレーションの消費電力量の削減を目指し、電気料を削減する省エネルギー型のシステムを開発することを目的とした。

内容・方法

帯広畜産大学畜産フィールド科学センター内の酪農排水浄化槽を用いて以下の実験を実施した。

①ヒータコントロールの変更による消費電力の削減

通常のリレーから SSR(ソリッドステートリレー)に変更し、無駄な電力の削減を検証した。

②ザゼンソウ制御を用いた溶存酸素量(DO)の制御

排水を浄化するためには微生物活性の溶存酸素量が重要である。これまで従来各槽の溶存酸素量を測定しバルブの開閉による空気量の制御を行ってきた。本研究では、Z制御によりインバータの周波数を可変し、空気量を調節する方法により溶存酸素量の変化を検証した。

③風量をパラメータに加えた制御系の設計と設置

曝気する空気量の変化に対し溶存酸素量の変化は緩やかであり時間差が生じる。曝気風量の測定値をパラメータに加え、ザゼンソウ制御システムの設計・設置を行い、オーバーシュートの無い安定した制御により消費電力削減の省エネルギー化を検証した。

結果・成果

消費電力削減を目指すために、これまでのリレー回路からソリッドステートリレー回路に変更したうえで、ザゼンソウ制御を導入し実験を行った。

①予備試験：空気量と DO 変化 排水が流入しない日中と流入した後の朝、および夕方において、浄化槽の第2槽で曝気流量と溶存酸素量(DO)を測定した。その結果、これまで空気最大流量である約700cm³/sで曝気していたが、その約半分の流量でDOは飽和状態になること

が明らかとなり、今まで余分な電力を使用していたことが判明した。

②ザゼンソウ制御(Z制御)を用いた溶存酸素濃度(DO)の制御 浄化槽内の溶存酸素濃度を経時的に測定し、Z制御装置を通してインバータをコントロールしながら曝気を行った。空気量の変化に対し、溶存酸素量の変化は緩やかで、制御に時間差が生じたことから、DOの設定値に対して空気量を減少させてもDO値は上昇し続け、オーバーシュートして余剰電力が生じた(図1)。

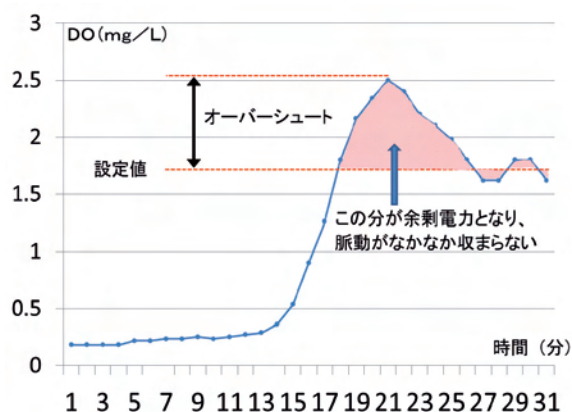


図1 DO 設定値と2槽のDO変化

③風量をパラメータに加えた制御系による溶存酸素濃度の制御 Z制御に加え送風量を計測し、Z制御を通してインバータをコントロールしながら曝気できるように制御系の改造を行った。図2は経過時間とDOの推移を示すが、DOだけの制御に比べて余分な曝気が少なくなり、設定値近くでDOをコントロールでき、オーバーシュートを抑えることができた。

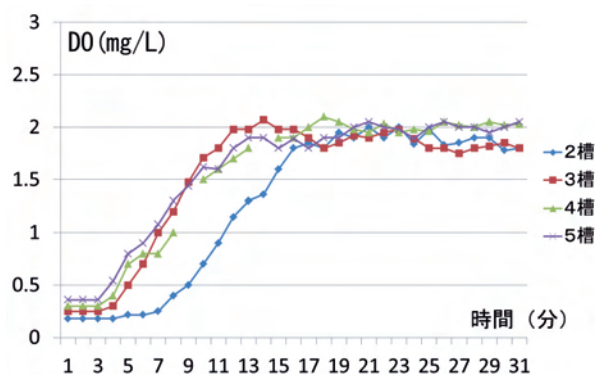


図2 曝気開始後のDO変化

④電力量の変化 浄化開始時における従来型の曝気システムによる電力量と今回導入した溶存酸素濃度および風量の2つをパラメータにしたZ制御装置によるインバータ制御を行った場合の電力量との比較を図3に示した。新システムにおける消費電力は、時間が経過するにつれて次第に低下し、30分後には、従来型に比べ約半分まで低下した。

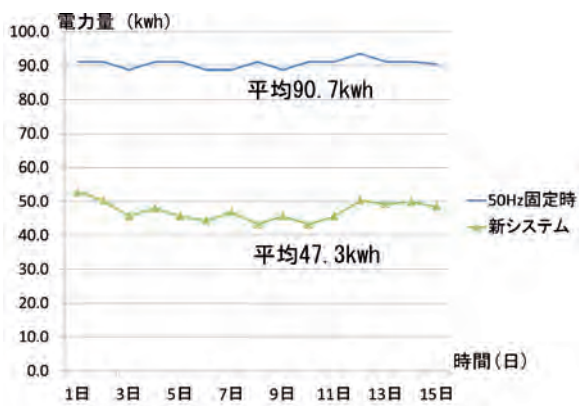


図3 経過日数と電力量変化

⑤新システム導入時における浄化槽からの放流水の水質と水温の変化 省エネ型曝気システム導入前後の水質の変化について調査した。平成24年2月20日より新システムを導入した後、水質が若干悪くなり COD は13 mg/L となった。この一時的な水質の変化は、システム変更時に浄化機能を一時停止したことに起因すると思われる。しかし、放流水の水質は、水質基準(COD)120 mg/L よりはるかに低く、本システムにより十分な浄化ができることを確認した。

本研究開発により、浄化槽内の溶存酸素濃度のコントロールを行う際に、浄化槽内の溶存酸素濃度と曝気時に流入する空気の流速をパラメータとすることで、効率的に溶存酸素濃度の目標値に近づけられることが判明した。結論として曝気に伴う消費電力の半減に向けて、今回検討したシステムは有効であると判断できる。

今後の展望

本研究は、酪農業での排水処理の省エネルギー化を目的に Z 制御などを利用した新たな浄化システムについて検討したものであり、開発した制御システムの妥当性がある程度検証できた。今後、本システムでどの程度の電力削減効果が期待できるか長期的な実験を行うとともに、規模が大きくなるほどランニングコストの削減が見込めることから、次のステップでは大規模施設を対象に本システムの有効性を検証する。また、別途研究・販売を推進する太陽光発電などの自然エネルギーとの融合により、さらに省エネ型の浄化槽の開発に発展させる。