

BOD 監視システムを利用した効率的な養豚排水処理

試験研究計画名：BOD バイオセンサーを利用した豚舎排水の窒素除去システムの開発

地域戦略名：地下水資源および観光業と共存できる環境と調和した養豚経営

研究代表機関名：(研) 農研機構畜産研究部門

地域の競争力強化に向けた技術開発のねらい：

水質汚濁防止法で定められる窒素（硝酸性窒素等）の排水基準は、畜産業に対しては暫定基準が適用されていますが、その暫定基準は3年毎に見直されており厳格化される傾向にあり、令和元年7月には600mg/Lから500mg/Lに強化されました。将来的には一般基準(100mg/L)が適用される可能性があります。この窒素規制は全ての養豚農家に適用されるので、今後、養豚業を継続して行うためには窒素規制への対応が必須です。しかし、排水中の窒素は複雑な微生物反応により除去されるため、その制御は難しいことから、確実に窒素を除去できるシステムの開発が望まれています。窒素の除去には有機物が必要で、排水中の水汚れの指標で有機物濃度を表すBOD(生物化学的酸素要求量)と窒素(N)濃度の比(BOD/N比)を適切に制御する必要があります。しかし、これまでの方法ではBODの測定に5日間もの長い測定時間が必要です。これに対し、我々は発電細菌を利用してBODを6時間で測定できるBODバイオセンサーを考案して特許を取得しています。そこで、本研究ではそのバイオセンサーを利用し排水処理施設の浄化槽の曝気(空気を吹き込むこと)を制御することで窒素を確実に除去するBOD監視システムを開発しました。

開発技術の特性と効果：

開発したBOD監視システムは、排水処理施設の曝気運転をBODの値に応じて制御することを初めて可能としたもので、浄化性能の向上と省エネを同時に可能にする新しい排水処理技術です。BOD監視システムは、BODバイオセンサーに自動サンプリング機能、測定、データのwebへの送信、排水処理施設の曝気を制御する外部出力機能を備えており、水質データをスマートフォンで閲覧して排水処理施設の運転管理を省力化するIoT機能も付随しています(図1)。

沖縄県の養豚排水処理施設における実証試験では、図2に示すように、曝気制御していない処理水中の硝酸性窒素等の値は $112 \pm 15\text{mg/L}$ と一般基準(100mg/L)を超過していましたが、BOD監視システムによる曝気制御を行うと窒素除去が促進され、硝酸性窒素等の値をから一般基準以下の $27 \pm 16\text{mg/L}$ まで76%削減することに成功しました。

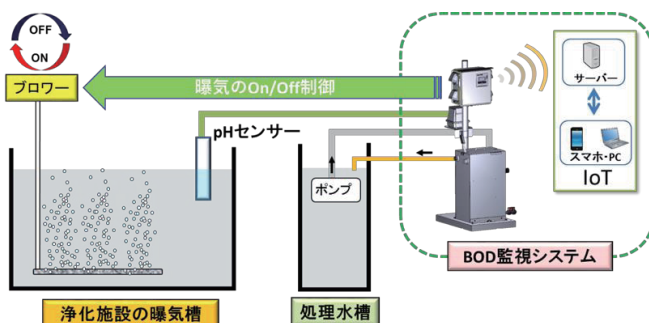


図1 BOD監視システムと排水処理施設の曝気制御による窒素除去システム

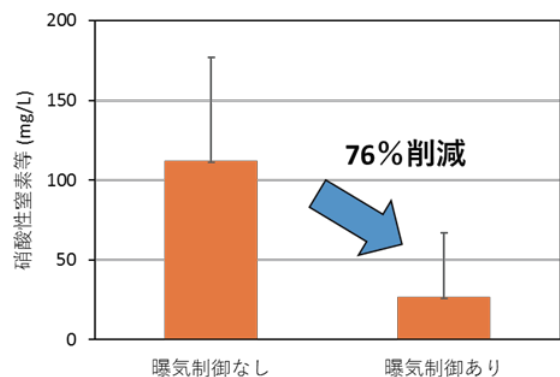


図2 BOD監視システムの曝気制御による窒素除去の促進効果

開発技術の経済性：

排水処理施設の曝気には多くの電力が消費されており、排水処理に要するランニングコストの半分以上を占めます。BOD 監視システムは窒素除去と同時に無駄な曝気を抑制して電気代を削減できます。4か所の養豚排水処理施設での実証試験では、曝気時間は平均で19時間から14時間へと28%削減され、電気代が母豚100頭あたり月1.3万円削減できました(図3)。さらに、IoTにより排水処理施設の見回りなどの運転管理が省力化され(図4)、排水処理に要する人件費の削減が期待されます。BOD 監視システムは令和2年10月から販売予定で、販売価格は設置費込みで100万円~を予定しています。消耗品としては、pH電極及び参照電極は年に1度、カウンター電極は3年に1度交換が必要で、pH電極及び参照電極は1.2万円、カウンター電極は3万円程度ですので、年3.4万円かかります。したがって年12.2万円が節約されます。また、曝気によらない従来法(メタノール脱窒法)では脱窒槽の増設(600万円)が必要で、試薬の添加コスト(4万円/月)がかかることから、約25%の削減と試算されます(表1)。

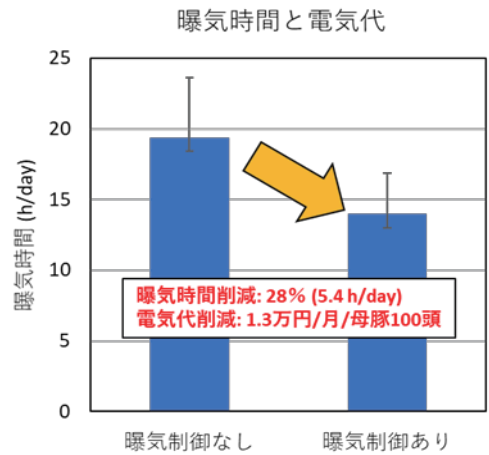


図3 BOD 監視システムの曝気制御による曝気時間と消費電力の削減効果



図4 IoTのスマートフォン画面

表1. 排水処理の月あたりランニングコストの比較

	従来法	本技術	備考
	万円	万円	
導入費用	5	1	償却期間10年
消耗品代	4	0.3	試薬、電極
電気代	25	23	
凝集剤代	6	6	
合計	40	30.3	25%削減

母豚100頭規模

こんな経営、こんな地域におすすめ：

全国の排水処理施設を持つ養豚経営。連続式活性汚泥法、曝気式ラグーン法(複合ラグーン法)、オキシデーショナルディッチ法など活性汚泥法に基づく好気処理方式の排水処理施設が対象です。

技術導入にあたっての留意点：

BOD 監視システムの導入には、排水処理施設が適正に運転されている必要があります。BOD 容積負荷は0.3kg/m³/day以下で、原水のBOD/窒素(N)比は3.0以上です。また、処理水槽ではバルキングが発生していない必要があります。

研究担当機関名：(研)農研機構畜産研究部門、山形東亜DKK(株)、(株)リセルバー、丸山(株)、山形県農業総合研究センター、千葉県畜産総合研究センター、熊本県農業研究センター、宮崎県畜産試験場、沖縄県畜産研究センター、(国)金沢大学、(国)鹿児島大学

お問い合わせは：(研)農研機構畜産研究部門 広報プランナー

電話 029-838-8292 E-mail koho-nilgs@naro.affrc.go.jp

執筆分担 ((研)農研機構畜産研究部門、横山浩)