

水中 LED を用いた有機汚化水域の水質改善技術に関する基礎的研究 A Basic Study on Water Quality Improvement Technique using an Underwater LED in an Organic Polluted Reservoir

○原田 昌佳*・待鳥 かえで**・平松 和昭*

Masayoshi Harada*, Kaede Matsutori** and Kazuaki Hiramatsu*

1. はじめに

有機汚濁が進む水域の水環境保全を考える上で、貧酸素化・無酸素化への対策が重要な課題である。本研究では、水域の寡少な水中光環境が無酸素化の原因であることから、水中 LED を光源とする植物プランクトンの光合成の活性化を利用した水質改善技術を提案し、その礎的知見を得るための室内実験を行った。Chl.a 色素が主に赤色波長と青色波長の光を吸収することを踏まえ、LED の赤・青の光源色、照射開始までの無酸素継続期間、光の周期的・連続的照射が DO や水質の改善効果に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

Fig. 1 のように、実水域でサンプリングした底質と貯留水で満たした円筒水槽を 20℃ の恒温暗所室に静置した。水中ヒーターで水槽上部を約 30℃ に加熱することで水槽内を二成層化し、水槽下部を無酸素状態にした上で、フルカラー LED 水中灯（直径 90mm、高さ 510mm）を用いて約 1 ヶ月間の照射実験を行った。実験期間中、DO の連続測定および Chl.a、栄養塩、硫化物などの定期測定を行った。実験条件は、①光源色に関する光条件として、赤色光と青色光、②照射開始までの無酸素継続期間に関する遮光期間条件として、2 週間と 2.5 ヶ月間、③照射の時間・間隔に関する照射条件として、点灯・消灯を各

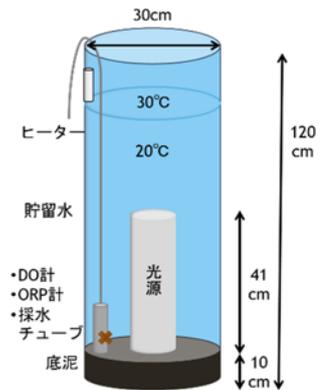


Fig. 1 Schematic of experimental tank

12 時間とする 24 時間サイクルの周期照射および消灯期間なしの連続照射、以上の組合せから計 6 つを設定した。各条件ともに、水中光量子量は 40 ~ 60 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ とした。

3. DO 環境の改善効果

Fig. 2 の DO と Chl.a の測定結果、および付着藻類の発生などの観察結果から DO 環境の改善効果について考察した。まず、

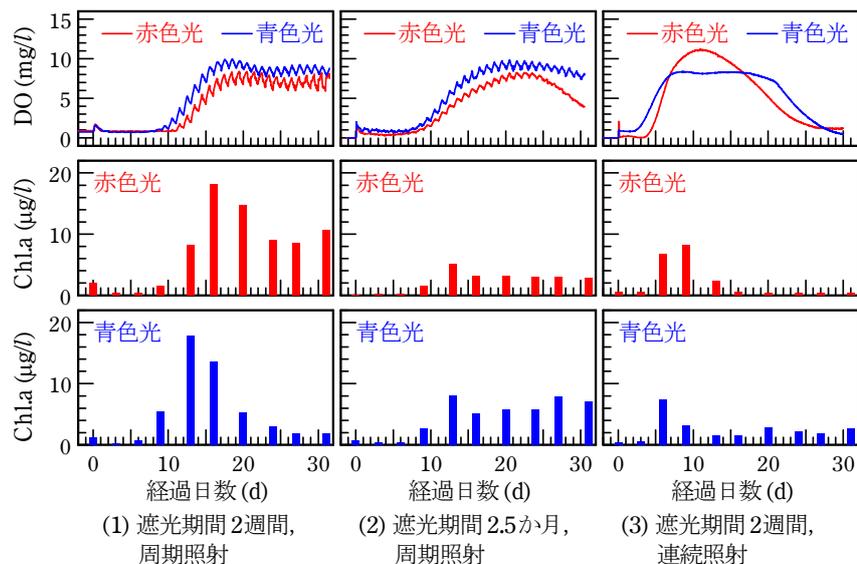


Fig. 2 Observed results of DO and Chl.a

*九州大学大学院農学研究院 / Faculty of Agriculture, Kyushu University **福岡県土地改良事業団体連合会 / Fukuoka Prefectural Federation of Land Improvement Association

キーワード：無酸素化、溶存酸素、植物プランクトン、光合成、閉鎖性水域

Fig. 2 (1), (2)より, 遮光期間条件が DO に及ぼす影響を以下の通りまとめた.

- 1) 照射開始直後に生産された DO は速やかに物質の酸化に利用され, かつ植物プランクトンの増殖も皆無であったため, 無酸素状態が数日間継続した. なお, 青色光の無酸素期間が赤色光のそれと比べて短い点に, 光条件による効果の違いを見出せる.
- 2) 各条件に共通して, 照射開始から数日経過後に DO が増加し始め, 8mg/l を超える最大値まで上昇した. また, 青色光では植物プランクトンの増殖開始がより早く, 増加率も高いため, 無酸素化・貧酸素化の解消に要する期間が短い. ただし, 遮光期間 2.5 ヶ月の場合では Chl.a の最大値が約 8 μ g/l と小さいために DO の生産率が低く, 貧酸素化の解消および DO の最大値までの到達に要する期間が長い.
- 3) 最大値に達した以降の DO は, 光条件, 遮光期間条件によって異なる変化を示した. 遮光期間 2 週間の場合では, 光条件に関係なく光源への付着藻類や水草の生長により DO 環境が維持された. 一方, 遮光期間 2.5 ヶ月の場合では, 水草は確認されず, 特に赤色光において付着藻類の枯死の影響を受けて DO は減少した. なお, 遮光期間条件に関係なく, 付着藻類は青色光源により多く付着する傾向であった.

次に, Fig. 2(1), (3)の比較より, 照射条件による DO 環境の改善効果の違いを考察した. その結果, 連続照射では, 周期照射と比較して植物プランクトンが早期に増殖し始めるため, 貧酸素解消に要する期間が短い点で, 改善効果を確認できた. しかし DO の最大値以降の低下量が非常に大きく, 2mg/l 未満まで減少した点で, 周期照射よりも改善効果の持続性は劣った. この要因として, 植物プランクトンや付着藻類の著しい減少が考えられる.

4. 水質改善効果について

Fig. 3 に, 赤色光, 遮光期間 2 週間, 周期照射の実験条件における窒素, リン, 硫化物, 硫酸イオンの測定結果を示す. 同図より, TN, TP, 硫化物の削減効果を確認できる. まず, TN については, 照射開始直後に生産された DO とその後すぐの嫌気化が影響したと推察され, $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化で生じた $\text{NO}_3\text{-N}$ が嫌気的条件下での脱窒によって消失したことによる. また, TP に関しては, Fe^{2+} の酸化によって生じた Fe^{3+} が $\text{PO}_4\text{-P}$ と吸着・沈降した結果, 水中からリンが排除されたことによると考察される. さらに, 硫化物については, DO 環境の改善に伴い硫酸イオンへの酸化反応が促進され, 濃度が減少したと考えられる.

5. おわりに

効率的な酸素生産により無酸素状態を解消し, 良好な DO 環境の維持が可能な水中 LED の照射条件を検討した. その結果, 青色 LED を用いた周期照射が効果的であり, 照射開始までの無酸素期間が短いことで高い効果が期待できることを示した. 今後の課題として, 水草・付着藻類の発生の影響評価や青・赤色の混合照射に対する改善効果の検討が挙げられる.

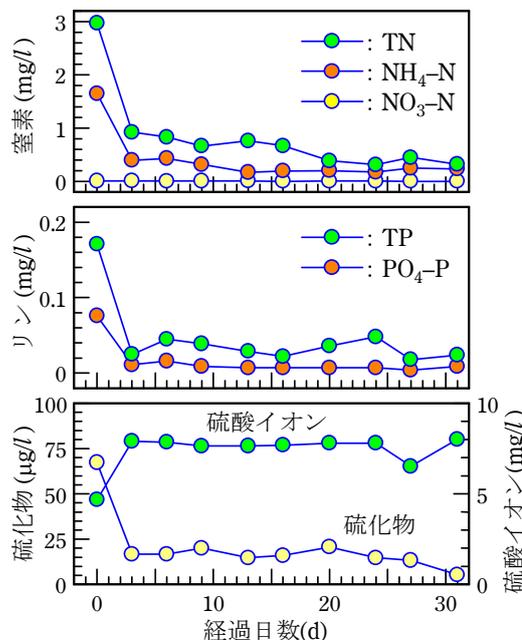


Fig. 3 Observed results of nitrogen, phosphorus, sulfide and sulphate under the condition of blue light, cyclic irradiation and shading period of 2 weeks