

Water Environmental Remediation in Organically Polluted Reservoir via Anoxification Recovery Using Underwater LED Irradiation

ホンリキット, ダオルアン

<https://hdl.handle.net/2324/5068268>

出版情報 : Kyushu University, 2022, 博士 (農学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏名	ホンリキット ダオルアン (Honglikith Daoluang)		
論文名	Water Environmental Remediation in Organically Polluted Reservoir via Anoxification Recovery Using Underwater LED Irradiation (水中 LED 照射による無酸素化の解消を通じた有機汚濁貯水池の水環境修復)		
論文調査委員	主査	九州大学	准教授 原田 昌佳
	副査	九州大学	教授 平松 和昭
	副査	九州大学	教授 凌 祥之

論文審査の結果の要旨

有機汚濁の進行した閉鎖性水域では、高濃度の懸濁態・溶存態有機物による透明度の低下に起因して、貧酸素・無酸素状態の深水層が生じる。特に、水深の深い貯水池では、強固な水温成層の形成に伴って水底近傍の無酸素状態が長期化する。長期的な無酸素化は、水生生物の酸欠死、有機物の腐敗による病原性微生物の発生、底質からの窒素・リンの溶出による富栄養化の加速、毒性を有する硫化水素の発生、硫化鉄や未分解有機物の堆積による底質へのドロ化など、深刻な水環境の劣化を引き起こす。そのため、このような水域の水環境保全に向けて、効果的な無酸素化の解消技術の確立は重要な課題である。本論文は、寡少な水中光環境下にある有機汚濁水域の水環境の保全対策として、水中 LED を用いた光照射による植物プランクトンの光合成の促進を通じた無酸素化の解消効果について、ビーカー・水槽スケールの水質実験により検証したものである。両実験を通じて、強い還元的状態によって無機態窒素・リンや硫化物が高濃度化した無酸素水に 24 時間周期で光を照射し、溶存酸素 (DO) を含む有機汚濁・富栄養化関連項目の水質モニタリングを 2 か月間実施することにより、光スペクトル条件が水環境修復効果に及ぼす影響を定量的に評価している。

まず、赤 (R)・緑 (G)・青 (B) の単色光を用いた水質実験から、無酸素化の解消効果に関する基礎的知見を得ている。光量子量が同じ条件のもと、緑色光では、無酸素化解消後の DO は貧酸素レベルで推移すること、赤色と青色の単色光では、無酸素化の解消に要する時間に差はなく、緑色光に比べて早いタイミングで嫌気の状態から回復し、植物プランクトンが大量に発生することなく、DO が 4 mg/L 以上の健全な好気的環境が維持されることを明らかにしている。さらに、緑色光との相違点として、赤色光と青色光では、実験開始時の高濃度の無機態窒素・リンが概ねゼロまで低下することで、全窒素 (TN) と全リン (TP) が大幅に減少することを示している。すなわち、LED 照射による健全な DO 環境の維持に重要な単色光は赤色光と青色光であることを見出している。

次に、RGB の混合色光の照射による水環境修復効果について評価している。光合成に有効な最適光量子量を強光条件とする LED 照射の場合、RGB 比が 1:1:1 の混合色光は、比が 1:1 の RB 混合色光と比べて、植物プランクトンの光応答性の鈍化を早く回復させ、かつ酸素生産速度を高めるため、無酸素化をより早く解消しうることを示している。加えて、RGB 混合色光では、RB 混合色光よりも早く DO はピーク値に到達し、消灯期間での貧酸素レベルまでの DO 低下が抑制されるため、健全な好気的環境が維持されることを明らかにしている。また、最適光量子量の約 1/10 の弱光条件の場合、照射開始から約 1 か月後に無酸素化・貧酸素化が解消され、強光条件と同程度の水質改善効果、すなわち硫化物の消失や TN・TP の減少を期待できることを示している。また、LED 照射開始

までの無酸素期間によって規定される初期の無酸素水の還元的強度が、酸素生産速度に大きな影響を与えることを見出し、長期的な無酸素化に由来して被酸化性物質が高濃度であっても、底質からの溶出に起因する高栄養塩濃度が酸素生産量を促進し、安定した好氣的環境の維持に繋がることを明らかにしている。さらに、最適光量子量の約 1/20 の弱光条件では、酸素生産量が酸素消費量を超えるまでには至らず、無酸素化は解消されないが、強い還元的状態から酸化的状態への回復によって硫化物は消失し、TN・TP も大きく減少する点で、最小限の水質改善効果が発揮されることを示している。以上から、RGB 混合色の LED 照射による水環境修復効果は、局所的なものではなく、光源から離れた弱光条件下でも見込まれることを明らかにしている。

以上要するに、本論文は、無酸素化が長期的に生じるような有機汚濁水域を対象に、LED 照射による水環境修復効果を定量的に示すとともに、照射光の光スペクトル条件が無酸素化の解消効果に与える影響について明らかにし、有機汚濁問題の解決に寄与する貴重な知見を提示したもので、農業農村地域を対象とした水環境学に貢献する価値ある業績と認める。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。