

光合成を利用した微生物による水質浄化

東洋大学大学院 学生会員 吉田 直人
 東洋大学工学部 正会員 加賀 宗彦
 東洋大学大学院 学生会員 上羽 康友

1. はじめに

水質汚染の現状は、人間活動によって生じる生活排水、産業排水等が原因で湖沼の水質は富栄養化傾向にある。本来、天然湖(沼)においては、周辺の河川等から有機物が流入し、富栄養化へと変化していくが、そこに人間活動にともなう負荷(窒素やリン酸)が加わると、富栄養化への進行速度は急速に高まり問題となっている。そこで、現在行われている浄化法としては湖沼の汚泥を取り除き、砂利などを使って改善する浄化方法がある。しかしこの手法は、初期の設置費用が多額な上、工事費や大型装置の維持費が必要である。そこで、安価でありながら広域を浄化できる方法として、微生物を使った水質浄化方法のバイオレメディエーションがある。この手法は、微生物が土壤中の物質を分解する力を利用して、汚染物質を分解する技術である。この方法は、微生物を増加させるために栄養分を投与する。したがって、投与する物質が人間や生態系に与える影響、安全性が懸念されている。そこで、我々は微生物に栄養を与えるのではなく、なおかつ化学薬品によらない、微生物を利用した水質浄化について研究を行った。

2. 実験試料と実験方法

2.1 実験試料

湖沼における環境基準では、人間が不快を感じる全窒素、全リン酸の値は1 mg/l 以下、0.1mg/l 以下であるが、それらの基準値をこえた埼玉県川越市内の沼の水を、今回の実験試料として使用した。(以下、原水と示す)

表-1 実験試料の水質の初期値

	全窒素 (ml/l)	全リン酸 (ml/l)	溶存酸素 (ml/l)	微生物数 (10 ⁴ 個/l)
原水	5.71	0.65	7.77	43.7

2.1 実験方法

微生物を活性化させるため、溶存酸素の増加が求められる。そこで、光合成効率の良いスペクトル¹⁾と同じ波長のLED青色(450nm)、赤色(644nm)を照射し、藻類の光合成を利用して溶存酸素の増加を図った。さらに、微生物の活性化を促進するために化学薬品でない助剤を使用した。助剤としては、活性炭と酸化チタンを選定した。これらの理由としては、参考文献²⁾によれば、炭素系物質を底面の1 cm² 当り 0.2g 投与した場合において微生物が非常に活性化するという結果が得られたためである。また、酸化チタンについては、酸化還元反応があり浄化の効果があると考えた。助剤の量を底面の1 cm² 当り 0.4g として投与した。LED2種類と投与物質2種類の組み合わせと、比較のため用いた無光状態と無投与状態のものについて水質浄化の効果を検討した。水質浄化の変化を測定するため28日間経時的に全窒素、全リン酸、濁度、電子導電率、pH、溶存酸素、微生物数を測定した。実験装置の容器は、1000ml ビーカーを使用した。その実験模式図を右記の図-2 に示す。

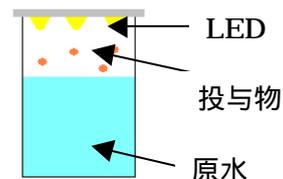


図-2 実験装置

キーワード 微生物、水質浄化、バイオレメディエーション、光合成

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部環境建設学科 TEL 0492-39-1406

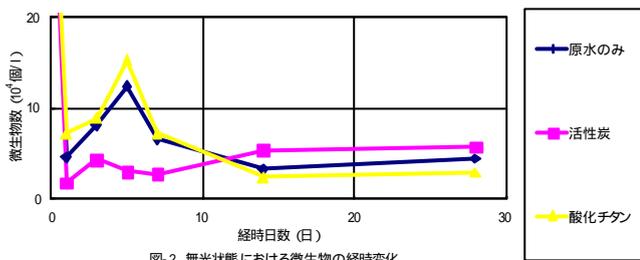


図-2 無光状態における微生物の経時変化

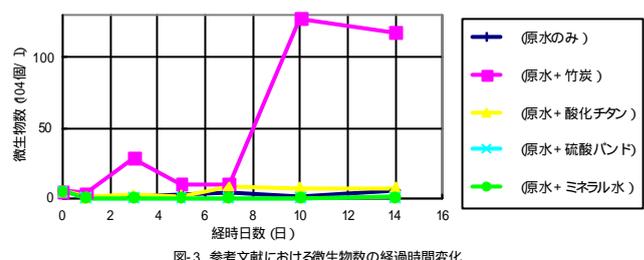


図-3 参考文献における微生物数の経過時間変化

3. 結果と考察

まず初めに、微生物活性化のための助剤を投与した場合について考察する。図-2 に今回の原水における微生物数の経過時間変化を示す。図に示されるように活性炭を投与した場合において、約 30 日前後では、他の投与物質を投与した場合よりも微生物数が高い値がえられた。次に、図-3 において顕著な微生物の増加が見られた参考文献 2) のデータを示す。この図と今回実験を行った図-2 のデータと比較した。これより今回の微生物数の値は、図-3 の原水+炭素計物質の結果に比べ顕著な結果は得られなかった。しかし、微生物の活性化は見られた。このことから微生物の活性化のためには、炭素系物質の投与が有効であると考えられる。次に、LED の照射と活性炭投与による溶存酸素と全窒素の経時変化をしてみる。

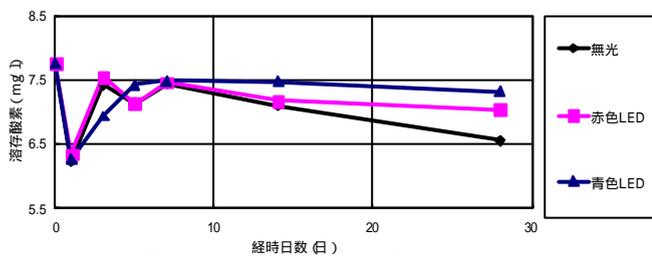


図-4 活性炭投与時における溶存酸素の経時変化

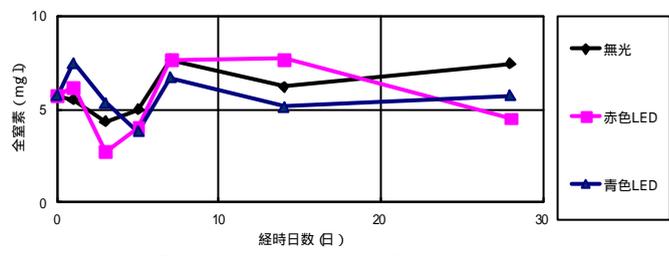


図-5 活性炭投与時における全窒素の経時変化

最初に、光合成の効果を調べるため図-4 に、活性炭投与の溶存酸素の経時変化を示す。全体を通して、わずかながら LED 赤色・青色を照射状態では、溶存酸素が無光状態よりも高い溶存酸素の値が得られた。このことから LED の赤色・青色の 2 種類の波長を照射した場合は、無光状態よりも光合成率が高い事が推定できる。次に、図-5 に活性炭投与時の全窒素の経時変化を示す。約 30 日前後では、LED 赤色・青色を照射した場合、全窒素が無光状態よりも低い値になっている。この事から溶存酸素が増加した結果、微生物数が増加し、栄養塩類である全窒素が消費され減少したと考えられる。図には示していないが、全リン酸においてもほぼ同様な結果が得られた。

4. 結論

終わりに、今回実験試料として使用した原水では、LED 赤色・青色を照射した場合において、試料中の溶存酸素が増加し、結果的に栄養塩類である全窒素、全リン酸の値を無光状態の場合よりも抑える事が出来た。この原因として、藻類の光合成により溶存酸素が増加し、微生物が活性化したといえる。また、助剤として使用した活性炭では、最も顕著な結果がえられ、LED の赤色・青色照射した状態で活性炭を投与した場合の組み合わせが特に水質浄化に有効であるといえる。また、自然放置状態に比べて、LED 赤色・青色を照射した場合は、アオコの発生が抑えられたという興味深い結果が得られた。これについては、今後更なる検討が必要と考えられる課題である。今後の展望として、さらに長期間での検討が必要である。

参考文献

- 1) 水野丈夫ほか 5 名：ビジュアルワイド図説生物 東京書籍株式会社，1997 pp.39
- 2) 吉田直人，加賀宗彦，大坪紘一，柴田陸雄，上羽康友：“微生物の活性化を利用した水質浄化”，土木学会第 59 回年次学術講演会，-297，pp.593-594，2004.9