

VII-20

太陽光を利用した光触媒による藻類の増殖抑制に関する研究

岩手大学工学部 学生会員 ○石森俊行, 阿部和幸

岩手大学工学部 正会員 伊藤 歩, 相澤治郎, 海田輝之

1. はじめに

近年、閉鎖性水域における富栄養化が深刻な問題となっている。富栄養化は藻類の異常増殖を引き起こし、ダム湖や貯水池では、上水道でのろ過障害や異臭味などの利水障害、景観の悪化などの要因となる。本研究では、自然エネルギーである太陽光と、人体に無害で化学的・物理的に極めて安定した物質である TiO_2 を用いた光触媒による藻類の増殖抑制法の開発を目的とし、太陽光照射下での *M.aeruginosa* の増殖抑制効果を検討した。

2. 実験方法

本研究では、アオコを形成する藻類の代表種である *M.aeruginosa* (国立環境研究所より入手) を試験種とした。まず、粉末状 TiO_2 (アナターゼ型) の造粒物を溶射した FRP 製のボード (以下、光触媒接触板とする。300×400×5mm) による太陽光照射下での藻類の増殖抑制を検討した。ステンレス製の反応槽 (350×450×100mm) に AAP 培地 ($\text{NO}_3\text{-N}$: 3.8mg/l、 $\text{PO}_4\text{-P}$: 0.2mg/l) を満たし (水深: 5cm 程度)、光触媒接触板を沈設した。その反応槽に前培養した *M.aeruginosa* を植種し、太陽光照射下で静置培養を行った。比較対照として光触媒無しの FRP 板も同様に検討した。実験期間は 6 月 4 日～18 日とした (以下、実験 1 とする)。

次に、光触媒接触板による藻類の増殖抑制に及ぼす水深の影響について検討を行った。表-1 に示す実験条件のもと、反応槽に AAP 培地の各成分の濃度を 0.3 倍に調整したものを満たして (初期 pH は 9)、実験 1 と同様に検討を行った。実験期間は 10 月 5 日から 31 日とした (以下、実験 2 とする)。なお、測定項目は、pH、Chl-a、DOC、濁度、溶解性 N 及び P 濃度、水温、気温、照度及び紫外線強度 (UV-A) とした。DOC、溶解性 N 及び P 濃度の分析は、 TiO_2 を除去するために 0.1 μm のメンブレンフィルターでろ過したろ液を用い、これらの分析は河川水質試験方法 (案)¹⁾ に基づいて行った。

3. 実験結果および考察

図-1 に、実験 1 の Chl-a 濃度の経時変化を示す。Chl-a の初期濃度は約 15 $\mu\text{g/l}$ であった。光触媒無しの FRP 板では、実験開始 4 日目から Chl-a 濃度は増加し、14 日目には 250 $\mu\text{g/l}$ に達した。一方、光触媒接触板では、終始 Chl-a 濃度は 40 $\mu\text{g/l}$ 以下であった。この間の日中の水温は、おおむね 25～30℃ であった。図-2 に実験 1 の DOC 濃度の経時変化を示す。実験開始後 8 日目から光触媒無しの FRP 板では藻類の増加に伴い、DOC 濃度は急激に増加した。これは藻類の代謝物によるものと考えることができる。一方、光触媒接触板では終始 5mg/l 以下に抑えられた。pH は、光触媒無しの FRP 板では開始 4 日目を過ぎると約 10 を示したのに対し、光触媒接触板では、藻類の増殖を抑制できたことにより、常に 7～8 に保つことができた。以上より、太陽光を利用した光触媒によって *M.aeruginosa* の増殖を抑制できることが分かった。

次に、実験 2 について、図-3 に実験期間中の水温と照度の経時変化、図-4 に Chl-a 濃度の経時変化を示す。照度の日中の最高値は、晴天時で 80～90klx、曇・雨天時で 10～40klx 程度であった。日中の最高

表-1 実験条件

水深	反応槽の材質及び 大きさ (mm)	培地 容量 (l)	光触媒 接触板
5cm	ステンレス製 350×450×100	7.8	有り 無し
10cm	ステンレス製 320×520×150	16.6	有り 無し
20cm	プラスチック製 330×500×240	33.0	有り 無し

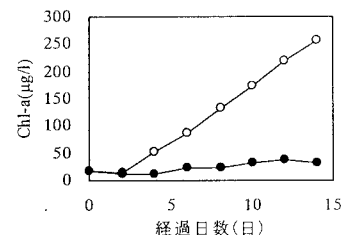


図-1 Chl-a の経時変化

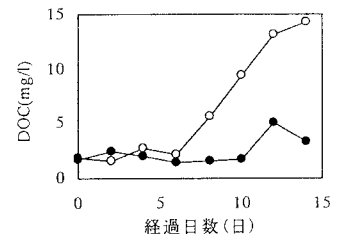
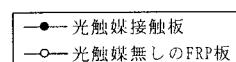


図-2 DOC の経時変化



水温は、14日目までは20~25℃であり、15日目以降15℃程度となり、全日の水温を平均すると、14日目までは15.8℃、15日目以降は9.8℃であった。図-4を見ると、16日目以降 Chl-a 濃度の増加が止まったことが分かる。これは、図-6に示す D-I-N と D-PO₄-P の濃度の経時変化から分かるように、16日目以降でも栄養塩は十分に存在していることから、水温の影響であると考えられる。よって、16日目以降のグラフからは光触媒作用の効果を評価することができなかった。

Chl-a 濃度の初期値はすべての条件で約13μg/lであった。板を設置していない条件では、開始直後から Chl-a 濃度が増加し、14日目には約55μg/lとなった。これに対して、光触媒接触板を設置した条件を見ると、水深5cmの条件では Chl-a 濃度の減少が見られ、14日目には6μg/l以下となった。水深10cmでは、10日目までは Chl-a 濃度の減少が見られ、約9μg/lとなったが、その後は増加に転じ、14日目には約20μg/lとなった。水深20cmでは、Chl-a 濃度は4日目までは板を設置していない条件と同様に増加し、約20μg/lとなったが、6~10日目までは増加が止まり約17μg/lで推移した。しかしながら、その後増加して14日目には約34μg/lとなった。水深10cm、20cmでは後半 Chl-a 濃度は増加したが、板を設置していない条件と比較すると光触媒作用の効果が現れているといえる。

図-5に濁度の経時変化を示すが、それぞれの水深で、板を設置していない条件よりも低い値に抑えることができていたことから、光触媒接触板によって藻類の増殖が抑制できたといえる。ただし、濁度が増加することで、光触媒接触板に届く UV-A が減衰してしまい、光触媒作用の効果が弱まる可能性を検討していたが、今回の実験からは明確にできなかった。

次に、単位面積当りの Chl-a 抑制量を図-7に示す。ここで、Chl-a 抑制量は、反応槽内に存在する全 Chl-a 量を計算し、同じ水深での差を光触媒接触板の面積で除したものである。これを見ると、水深が大きいほど濃度的には効果が小さかったが、量的に見れば効果が大きかったことが分かる。よって、どの水深が効果的かは一概には言えないまでも、太陽光を利用した光触媒接触板による藻類の増殖抑制効果を明確に示すことができた。

4. おわりに

太陽光を利用した光触媒接触板によって、*M.aeruginosa* の増殖を抑制できることが分かった。しかし、水深が光触媒接触板の藻類増殖抑制に与える影響を明確にすることはできなかった。今後は、実験方法を改良して水深の与える影響を再検討し、有機物分解の効果についてもさらに検討する必要がある。

<参考文献>

- 1) 河川水質試験方法(案):建設省河川局監修,技法堂出版,1997

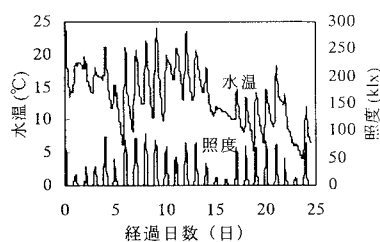


図-3 水温と照度の経時変化

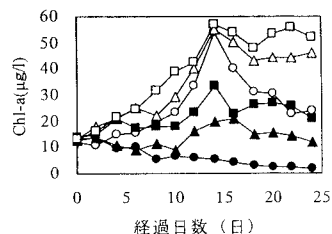


図-4 Chl-a の経時変化

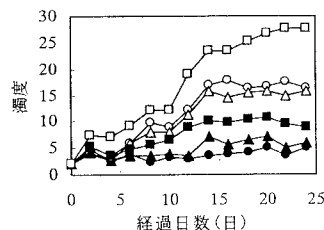


図-5 濁度の経時変化

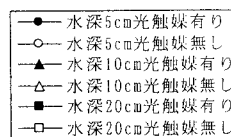


図-6 D-I-N、D-PO₄-P の経時変化

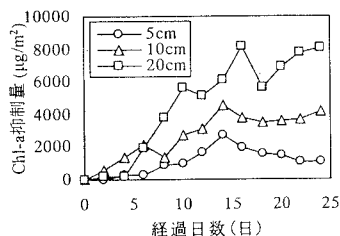


図-7 Chl-a 抑制量の経時変化