

紫外線発光ダイオード(UV-LED)照射による *Microcystis* 属の増殖抑制効果

九州大学工学部 学生会員 ○二宮裕亮
 九州大学大学院 学生会員 坂上若菜
 九州大学大学院 学生会員 糸瀬亮太
 温州大学 非会員 郝愛民

九州大学大学院 正会員 久場隆広
 九州大学大学院 学生会員 渡邊俊介
 温州大学 正会員 井芹寧

1. 序論

近年、湖沼流域での水質汚濁による湖沼の富栄養化が深刻となり、それに伴ったアオコの異常増殖や被害などが報告されている。増殖したアオコの抑制は困難であり、初期発生の段階で抑制する必要がある。

アオコは一般的に底泥中に種場 (*Microcystis* 細胞の集積地)を形成し越冬し、発育条件が整った春～初夏に種場から水中に浮上し増殖する。底泥からの浮上の条件として温度上昇が重要な要素であると報告されている。¹⁾

アオコの初期発生を抑制する手法としては浚渫や凝集剤散布、水位低下による底泥の干し上げ等現場でも実施されているが、実際には環境への悪影響などさまざまな問題を含んでおり、いまだにその手法は十分に確立されていない。また、アオコの主な優占種である *Microcystis* 属に対して紫外線を照射することで増殖を抑制する効果があることが報告されている²⁾が、初期発生の種場の *Microcystis* 属に対しての研究例は少ない。本研究では、2018 年にアオコが発生した、ため池、ダム貯水池のアオコおよび底泥を対象に紫外線発光ダイオード(UV-LED)照射による *Microcystis* 属の増殖効果を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 試料採取

2018 年 10 月下旬、福岡県中部のため池 1 か所からアオコおよび底泥、2018 年の 7 月上旬に佐賀県北部のダムから底泥および湖水・底泥直上水を採取した。湖水・底泥直上水は粒子保持能 $1.0\mu\text{m}$ のろ紙(Whatman, GF/C)でろ過したものを使用した。便宜上、採取地点をそれぞれ A ため池、B ダムとした。アオコおよび底泥試料は室温 7°C および無光条件で保管した。

2.2 アオコへの UV-LED 照射

2.2.1 アオコへの UV-LED 照射条件

本実験では、近年開発されたばかりであり既存の研究が少ない UV-LED(CCS 株式会社、HLV-40UV265-TL2RB 265nm 高出力スポット)を A ため池から採取したアオコに照射することにより増殖抑制効果を確認することを目的とした。アオコを湖水により希釈した試料 10mL を加え、UV-LED を照射した。照射強度として紫外線量率を $0.9\text{mW}/\text{cm}^2$ とした。照射時間を 55、83、111 秒と設定して照射を行った。この時
 (紫外線量) = (紫外線量率) × (照射時間) なので
 紫外線量は 50、75、100mJ/cm² とした。条件ごとに 4 つの試料を用意した。

2.2.2 アオコ中の *Microcystis* 属の培養

紫外線照射後の試料を 12h 明(2000lux)/12h 暗で、室温を 25°C に設定した恒温室で 10 日間培養を行った。

2.2.3 アオコ中の *Microcystis* 細胞数の計測

紫外線照射前および培養 1、3、6、10 日目に顕微鏡とプランクトン計数板(MPC-200、松波硝子工業株式会社、L10 mm、W10 mm、H1 mm、検鏡部容量 0.1 mL、境界線ピッチ $500\mu\text{m}$)を用いて *Microcystis* 細胞数の計測を行い 1mL あたりの細胞数を計算した。計測の前に試料をよく攪拌し超音波分散をかけ群体を分散させた。

2.3 底泥への UV-LED 照射

2.3.1 試料の調整

保管した底泥を十分に攪拌して 100mL フラスコに分取し、馴致するために設定温度 15°C および無光条件のインキュベータ内で 7 日間静置した。馴致した底泥を十分に攪拌した後、 $5\pm 0.2\text{g}$ を分取し、スピッツグラスに入れた。その後、ろ過した底泥直上水 2mL を加え十分に攪拌して、設定温度 15°C の無光条件のインキュベータ内で 2 日間静置し、浮遊懸濁物を沈降させた。

2.3.2 底泥への UV-LED 照射条件

直上水 2mL を残したまま A ため池、B ダム底泥への紫外線照射は紫外線量率を $0.9\text{mW}/\text{cm}^2$ とし、紫外線量は 30、60、180 mJ/cm^2 とした。条件ごとに 4 つの試料を用意した。

2.3.3 照射後の *Microcystis* の培養

採取する試料を確保するため紫外線照射後の各試料に攪拌しないように更にろ過した底泥直上水 3mL をそれぞれ加え合計 5mL とした。12h 明(1000lux)/12h 暗で、温度を 25°C に設定した恒温槽で 10 日間 *Microcystis* の培養を行った。

2.3.4 *Microcystis* 細胞数の計測

計測の際、試料の直上水すべてを別の容器に移しよく攪拌し、分取後希釈し超音波分散をかけ計測を行った。計測日は培養 2、4、6、8、10 日目とし *Microcystis* 細胞数を計測した。

3. 結果

3.1 *Microcystis* の増殖抑制

A ため池から採取したアオコへの UV-LED 照射後 *Microcystis* 細胞数の計測結果を図 1 に示した。培養 10 日目における増殖抑制率は 50、75 mJ/cm^2 で 28% 程度、100 mJ/cm^2 で 55% となった。

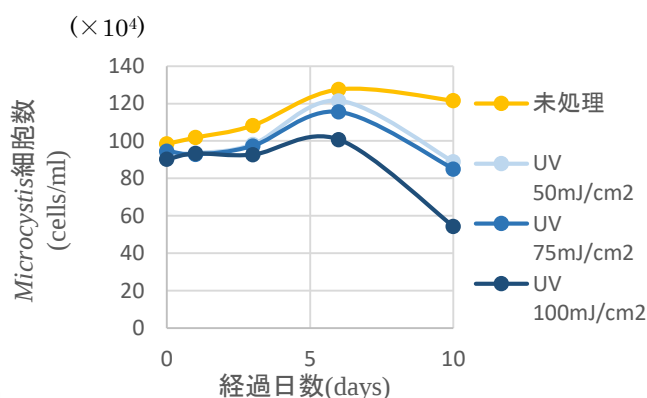


図 1 アオコに対しての UV-LED 照射後 *Microcystis* 細胞数

3.2 底泥からの *Microcystis* の発生数

培養 8 日目の紫外線未処理試料において B 試料では *Microcystis* の細胞発生数が $3.5 \times 10^3 (\text{cells}/\text{g-w})$ であった。しかし、A ため池の底泥からは細胞の発生は確認されなかった。

UV-LED を照射した B 試料の *Microcystis* 細胞発生数の計測結果を図 2 に示した。グラフの横軸は直上水 3mL を加え、蛍光灯による培養開始後の日数である。8 日目での発生抑制率は 30、60 mJ/cm^2 で 15% 程度、180 mJ/cm^2 で 30% 程度という結果になった。

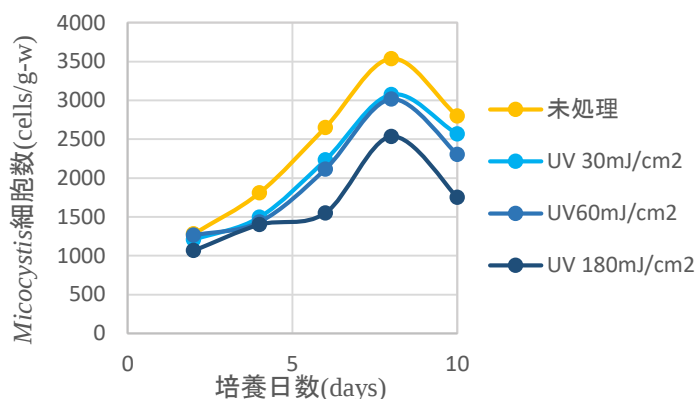


図 2 底泥に対しての UV-LED 照射後の *Microcystis* 細胞数

4. 考察

今回行った UV-LED 照射によりアオコの増殖を抑制することができた。アオコの不活化に大きな効果を得るためには 100 mJ/cm^2 以上の紫外線量が必要であることがわかった。

今回の底泥中の *Microcystis* の培養実験においては、B ダムの底泥からは *Microcystis* の浮上を確認することはできなかった。A および B 底泥直上水の DTP(mg/L)を計測すると大きな差はなかったことから、底泥中の *Microcystis* の存在量が浮上する細胞数に影響を与えられと考えられる。また、A ため池は 1ha 程度の大きさであり池全体にアオコが発生していたが、B ダムは 21ha と比較的広くアオコの発生は一部に限られていた。そのため、アオコの種場が一部の底泥にのみ偏って存在しており、B ダムで採取した底泥中には種場が含まれなかったことが原因であると考えられる。

5. 結論

アオコに対しての UV-LED を照射すると未処理のものと比較して *Microcystis* の増殖が抑制された。また、大きな効果を得るための不活化には 100 mJ/cm^2 以上の紫外線量が必要であるとわかった。

さらに、UV-LED を照射した底泥は、未処理のものと比較して浮上した細胞数は同程度であったため浮上は抑制できなかったが、増殖抑制は見られ、その効果は紫外線量が 30、60 mJ/cm^2 と少なくとも確認することができた。

参考文献

- 1) 牛島健、嶋国吉、山崎幸司、柴田敏明、大嶋光男、矢沢賢一 (2008) : 「ダム湖における越冬 *Microcystis* sp. の再浮上支配要因の検討」 環境工学研究論文集, 第 45 巻
- 2) 酒井宏治, 小熊久美子, 蔵重直樹ら : 低圧・中圧紫外線ランプ照射によるダム湖水中の藻類の増殖抑制, 水環境学会誌, Vol. 29, No. 3, pp. 163 - 168, 2006.