

## LED 照射光の波長の違いによるアオコ抑制効果について

九州大学 学生会員 ○坂上若菜 九州大学大学院 正会員 久場隆広  
 西日本技術開発(株) 正会員 井芹寧 九州大学大学院 非会員 郝愛民  
 九州大学大学院 学生会員 朝倉加速 九州大学大学院 学生会員 角純平  
 九州大学大学院 学生会員 榎木祐太郎 九州大学大学院 非会員 Naythen Podiapien

## 1. 序論

アオコの異常増殖は長年に渡り世界的な問題となっている。アオコは主に植物性プランクトンで構成され、光条件によって生育状態が異なる。また、高等生物では照射される光の波長の違いが植物の成長に影響を与えることが知られている。本研究では、照射光の波長の違いによるアオコ成長の抑制の可能性を探った。アオコと、アオコを構成する代表的なシアノバクテリアである *Microcystis aeruginosa* の菌株へ波長の異なる LED 光を照射し、それぞれの成長の違いを見ることで、その影響を検討した。

## 2. 実験方法

## 2.1 アオコへの光照射 (群体数での評価)

本実験は、採取してきた湖水のアオコへ異なる波長の光を照射し、アオコの育成への影響を探ることを目的とした。

300ml フラスコに採取してきた湖水を入れ、綿栓をした上でライトを照射した。実験室内での気温は 25℃ に保った。5 色の LED 照射下 (青緑黄赤白) と、蛍光灯照射下、無光条件下で光が混ざらないようにそれぞれ 240 時間置き、開始直後、24 時間後、48 時間後、その後 48 時間毎に計 7 回計測を行った。各条件 2 系列ずつ実験を行い、更に各系列 2 つずつサンプルを採取した。顕微鏡およびプランクトン計数板 (MPC-200、松浪硝子工業、検鏡部容量 0.1ml=10×10×0.1mm) を用いてアオコの群体数を数え、1ml あたりの数を計算した。蛍光灯照射・無光、LED 照射 (青黄赤)、LED 照射 (緑白) の順に実験を行った。LED 光色ごとの波長は青: 450-495nm、緑: 495-570nm、黄: 570-590nm、赤: 620-750nm である。

## 2.2 アオコへの光照射 (細胞数での評価)

実験 2.1 で採用している群体数での評価には群体の大きさや構成細胞数に関わらず同一評価となるという欠点があり、厳密な評価方法であるとは言いがたい。本実験では細胞数による評価を行い、群体数によるものとの比較を行った。

実験は赤色の LED 照射のみ、実験方法や条件は実験 2.1 と同じにし、同一条件下にて 4 系列で行った。そのうち 2 系列では実験 2.1 と同様にアオコの群体数で評価し、残りの 2 系列では細胞数で評価した。後者では、

サンプルを純水で 2 倍希釈後、超音波分散処理を行い、群体を分散させて 1ml あたりの細胞数に換算した。

2.3 *Microcystis aeruginosa* 菌株への光照射

本実験は、アオコを構成する主な藍藻であり、*Microcystis* 属の代表種でもある *M. aeruginosa* 菌株へ LED 光を照射し、波長の違いが菌株の増殖に与える影響を探ることを目的とした。

試料は、国立環境研究所から分譲を受けた *M. aeruginosa* の菌株 (NIES-102) を培養したものを、培地とともに純水で 40 倍に希釈し、乾熱処理した 200ml フラスコに入れ綿栓をした。これを 5 色の LED 光照射下 (青緑黄赤白) と、無光条件下にそれぞれ 240 時間置き、実験 2.1 と同様に計測、換算した。実験室内での気温は 25℃ に保った。分譲を受けた *M. aeruginosa* の菌株は群体を形成しないことから、顕微鏡による計数の際に分散処理を行わなかった。

## 3. 実験結果および考察

## 3.1 アオコへの光照射

## ① 蛍光灯照射下、無光条件下

結果を示さないが、両者には顕著な違いが現れ、無光条件下においてアオコ群体の増殖が抑制されることが確認できた。蛍光灯照射下において急激な増加の後 (100~200 時間) に減少した点については、栄養塩が律速因子になったものと思われる。

## ② LED 光照射下 (青緑黄赤白)

LED 光照射の結果を光色ごとに図 1、2 に示した。それぞれ実験開始の時期と対象のアオコが違うため、グラフを 2 つに分けている。

(青黄赤) 図 1 より、蛍光灯照射下と同様に、増加後減少するという傾向が見られた。青色光照射下では増殖量・減少量ともに小さかった。黄色光照射下では増殖に時間がかかったが、増殖量は他に比べて大きかった。赤色光照射下では早期に増殖が見られ、減少も早く見られた。以上より、他の色に比べて、相対的に波長の短い青色光照射下ではアオコの増殖が抑制される傾向が伺えた。

(緑白) 図 2 より、白色光照射下では減少することなく増殖しており、アオコ抑制には不適である。白色光照射下に比べて緑色光照射下では、相対的にアオコの成長がやや抑制されていた。

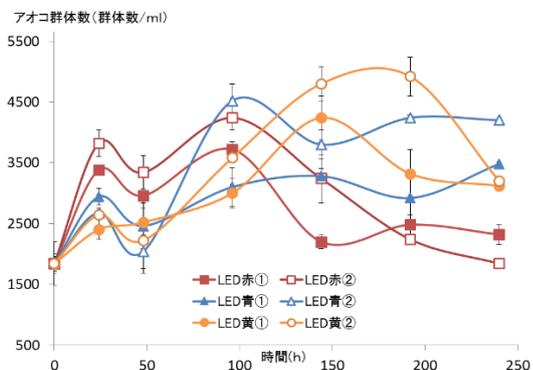


図1 LED (青黄赤) 照射下でのアオコ群体数

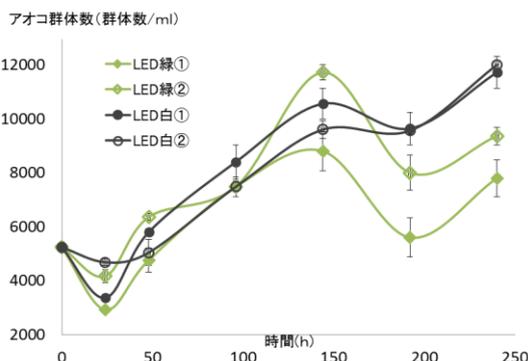


図2 LED (緑白) 照射下でのアオコ群体数

3.2 群体数および細胞数による評価

群体数で評価したものを図3に、超音波分散後の細胞数で評価したものを図4に示した。群体数の増加が停止ないし減少に転じた時点においても、細胞数の増加が緩やかに続いていた。群体数の計数により、アオコ増殖の傾向をおおよそ掴むことはできるものの、超音波分散処理を施した後に細胞数を計数する方法がより正確な傾向の把握につながる。

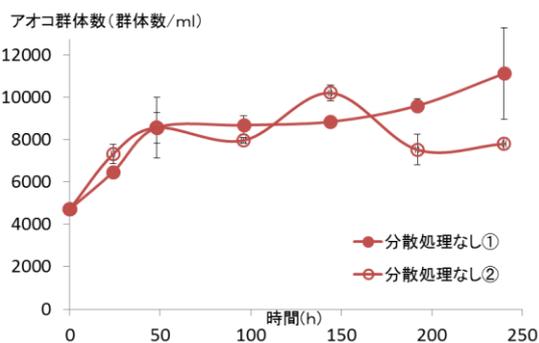


図3 群体数での評価 (LED 赤色光照射)

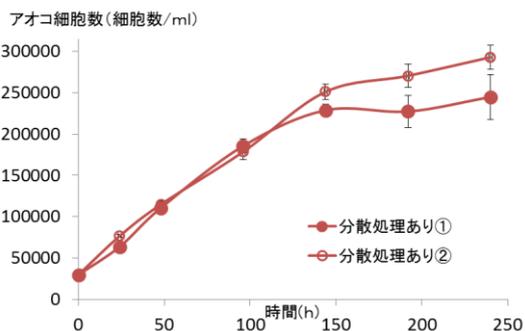


図4 細胞数での評価 (LED 赤色光照射)

3.3 Microcystis aeruginosa への照射の影響

結果を図5に示した。無光、緑、青、白、赤の順で抑制効果が見られた。減少を示した緑色光には強い増殖抑制効果があると言える。また、アオコに対して増殖抑制効果のあった青色光照射下においても増殖は抑えられている。アオコに照射した場合と M. aeruginosa に照射した場合の増加、減少の傾向が非常に似ており、この2つの結果の間には相関性があることもいえる。アオコの増殖においては M. aeruginosa の増殖が強く影響しているといえる。

今回実験に使用した M. aeruginosa は、国立環境研究所から分譲を受けた純粋菌株である。人工培地を用いた単純な室内実験系であり、栄養細胞としての増殖過程で LED 光の照射を行った。実験を現場に移し、さらに底泥上のシストからの発芽と条件を変更した場合は、波長による影響の発現が異なる可能性がある。

以上より、底泥への特定波長の LED 光照射により M. aeruginosa が増殖抑制される一方で、緑藻や珪藻が増殖するならば、アオコの発生を抑制すると同時に、底泥への LED 照射により底泥や直上水を好酸化できる可能性があり、また、栄養塩の溶出を抑制できる可能性がある。あるいは、M. aeruginosa のコロニーを破壊する効果を持つ Nitzschia 属珪藻<sup>1)</sup>の増殖を促進する可能性もある。

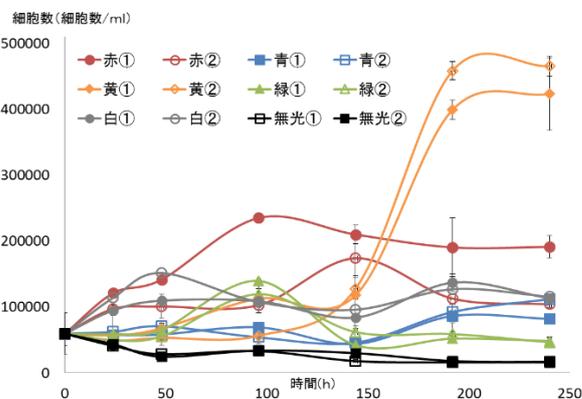


図5 LED (青緑黄赤白) 照射下、無光条件下での Microcystis aeruginosa 細胞数

4. 結論

- (1) アオコ群体に対して、青色光照射下において増殖抑制効果が見られた。緑色光照射下においてもやや増殖効果が見られた。
- (2) Microcystis aeruginosa の菌株に対しても、青色光、緑色光照射下において増殖抑制効果が見られた。

参考文献 1)西村幸明、郝愛民、井芹寧、久場隆広、林田恵夢、原口智和、植物プランクトン間の栄養塩競合によるアオコ防除技術の研究開発~珪藻類活性化のためのシリカ添加~、土木学会西部支部平成26年度技術発表会論文集、pp.13-18、2014