

応用生態工学的なアオコ抑制効果が藻類の多様性へ及ぼす影響の検証

九州大学工学部 学生会員 室原璃子 九州大学大学院工学府 学生会員 松濤直樹
九州大学大学院工学研究院 正会員 藤林恵 九州大学大学院工学研究院 正会員 久場隆広

1. 序論

アオコの異常増殖により、水質や景観の悪化、悪臭、生態系への悪影響などの問題が引き起こされる。現行の対策として、吸引回収、深層曝気、覆砂、凝集剤の散布などが行われているが、多額の費用、労力、環境への影響などの課題も多く存在する。そこで、環境影響が小さく低コストな応用生態工学的対策に注目した。

渡邊ら¹⁾は、藻類の増殖に適した光の波長の違いから、青色 LED がアオコを構成する代表種であるシアノバクテリア *Microcystis aeruginosa* の増殖を抑制し、付着珪藻である *Nitzschia palea* の増殖を促進させることを報告した。また、*N. palea* は *M. aeruginosa* との競争培養下で *M. aeruginosa* の増殖を抑制する効果が確認された。加えて、江崎ら²⁾は付着基盤として牡蠣殻を設置することで *N. palea* の増殖に効果があることを報告した。

本研究ではアオコ抑制効果のある青色 LED 照射と付着基盤設置下の *N. palea* が実際の湖沼で他の植物プランクトンにどのような影響を与えるのかを検証した。

2. 実験方法

2-1 湖水を用いた付着基盤設置下での *N. palea* 添加実験

本実験では *N. palea* と付着基盤である牡蠣殻が実際の湖沼で他の植物プランクトンにどのような影響を与えるかを調べるために、100 mL フラン瓶で湖水を隔離し実際に湖沼に瓶を投入し実験を行った。採水・設置は福岡県糸島市丸田池で 8 月と 9 月の 2 回行った。フラン瓶は水面から約 40 cm の深さに設置した。実験条件としては Control、採水した湖水に *N. palea* を添加、牡蠣殻を添加、*N. palea* と牡蠣殻を添加の 4 条件で行った。*N. palea* は佐賀県藤ノ平ダムから採取して単離・同定したものを継代培養し、対数増殖期のものを使用し、*N. palea* の初期細胞密度は 4000 cells/mL とした。牡蠣殻(未焼却)は破碎して粒径 2.00~2.36 mm のふるいにかけた後、牡蠣殻と瓶内湖水の体積比が 5:100 になるよう添加した。7 日経過後回収し、1 %ホルマリンで固定後、静置沈殿法により 2 回に分けて 10 mL まで濃縮し、顕微鏡および界線入スライドガラス方眼 0.5 mm 目盛(ケニス, 3-321-0743)を用いて 0 日目と 7 日目の植物プランクトンの同定・細胞数計測を行った。濃縮した試料を

よく攪拌しスライドガラス上に 0.05 mL を分取し 18 × 18 mm カバーガラス(松浪硝子, C218181)をかけ、界線に沿って属毎に細胞数、群体数を計数した。また、実験前後の栄養塩濃度(NO₂-N, NO₃-N, PO₄-P, SiO₂-Si, NH₄-N)をオートアナライザー(BLTEC, AA3)で測定した。

2-2 湖水を用いた *N. palea* 添加および青色 LED 照射実験

本実験では *N. palea* 添加下で青色 LED 照射により植物プランクトンにどのような影響を与えるかを調べるために、湖水に *N. palea* を添加し 100 mL フラン瓶で培養を行った。湖水は実験 2-1 と同日同場所で採水したものを使用して、実験室内で培養した。光源は蛍光灯、青色 LED、蛍光灯と青色 LED の 3 条件で比較した。水温 25°C、明暗周期 12L:12D、光条件は蛍光灯及び青色 LED を光量子密度 32 μmol/m²/s で照射し、1 日 1 回攪拌とした。*N. palea* 添加については実験 2-1 と同様にした。0 日目と 7 日目に実験 2-1 と同様に植物プランクトンの同定・細胞数計測を行い、また、栄養塩分析を行った。

2-3 多様度指数の計算方法

生態系の多様性を測るために Shannon-Wiener の多様度指数 (H') として次式を用いた。

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_e P_i$$

S = 種数

$P_i = n_i/N$ i 番目の種類の個体数が総個体数 N に占める割合

3. 実験結果・考察

3-1 *N. palea* 添加の影響

実験 2-1 で現地に投下した *N. palea* を添加した系では、*M. aeruginosa* への抑制効果は確認できなかった。これは初期条件である 0 日目の湖水中に *Microcystis* 属が少なかったため、大きな変化が確認できなかったと考えられる。また、Control 系と *N. palea* を添加した系を比べると 8 月の結果では *N. palea* の添加による影響は確認できなかった(図 1)。9 月の結果では、初期条件より Control 系で藍藻が増加し、*N. palea* を添加した系では僅かに藍藻が減少した(図 2)。これは *N. palea* によるアオコ抑制効果が働いた可能性がある。しか

し、牡蠣殻のみの系でも同様に藍藻の減少が見られることから、藍藻の減少が *N. palea* の影響かは確認できなかった。さらに8月の *Microcystis* 属の構成種は *M. aeruginosa* のみであったのに対して、9月は *M. aeruginosa* に加え *M. wesenbergii* の2種であったことも藍藻の変化に関係していると考えられる。

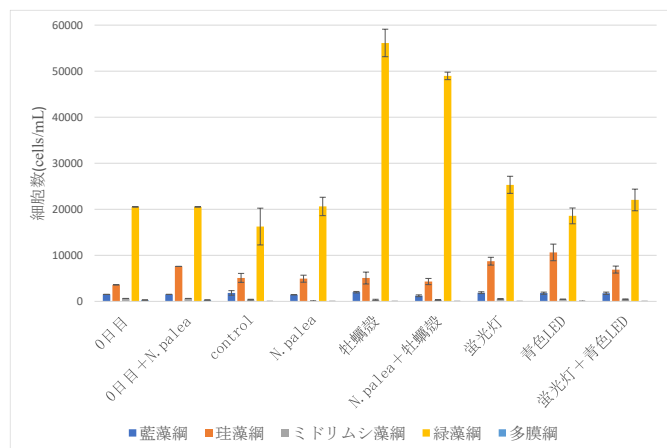


図1 網別の細胞数 (8月)

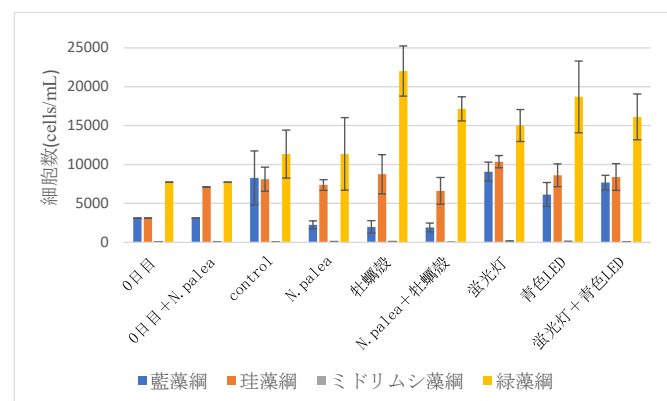


図2 網別の細胞数 (9月)

3-2 付着基盤の及ぼす影響

付着基盤として牡蠣殻を設置した系では、8月・9月共に *Scenedesmus spp.* などの緑藻が大幅に増加した(図2・3) 一方で、珪藻の *Nitzschia spp.* は大きく減少した。初期細胞密度 4000 cells/mL であった *N. palea* は牡蠣殻のない系では7日後 850~3800 cells/mL であったが、牡蠣殻設置下の系では 390 cells/mL 以下と1/2以下に減少した。単藻培養で牡蠣殻は *N. palea* の増殖促進に非常に高い効果を示したが、他の藻類が存在する実際の湖水での培養では *N. palea* の増殖促進よりも緑藻の増殖を助ける働きの方が大きいことが確認された。栄養塩も枯渇していなかったことから *N. palea* が緑藻によって抑制されたと考えられる。また、牡蠣殻を設置した系では7日目の $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度が他の7日目よりも約10倍以上高かった。これは牡蠣殻の洗浄で剥がしきれなかった牡蠣の身が影響したと考えられ

る。*N. palea* は増殖に高い窒素を要求するが、*N. palea* の増殖よりも緑藻の増殖の方がこの環境に適しており、牡蠣殻は本来期待していた *N. palea* の増殖を促進する付着基盤としての役割は実際の湖沼では果たせなかった。

3-3 *N. palea* 添加下での青色 LED 照射の影響

蛍光灯を照射した系と青色 LED を照射した系、蛍光灯と青色 LED どちらも照射した系、3つを比べて明確な変化はなかった。予想された *N. palea* の増殖についても光源の違いによる差は見られなかった。本実験では初期のアオコの濃度の低さより、アオコ抑制効果は確認できなかったが、アオコ対策として青色 LED を設置しても藻類全体の増減に大きな影響を与えないことが明らかになった。

3-4 多様性指数への影響

8月の初期多様性指数は 1.168、*N. palea* を添加で 1.184 となり、9月は 0.946、*N. palea* を添加して 1.102 となった。付着基盤設置下での *N. palea* 添加実験では牡蠣殻を設置した系が8月・9月共に約-0.330 と変化した。これは緑藻が増加したことによる低下と考えられる。光源の差による多様性指数の変化は最大で8月が蛍光灯と青色 LED 照射の-0.185、9月が青色 LED 照射の-0.066 と僅かな差となった。*N. palea* 添加下での光源の違いは本実験では多様性に大きな影響は与えないと考えられる。

4. 結論

- (1) *N. palea* の添加による藻類への影響は小さい。
- (2) 牡蠣殻の設置は *N. palea* の増殖よりも緑藻の増殖を促進する。*N. palea* が緑藻によって増殖を阻害されるためアオコ対策の付着基盤について再選定が必要である。
- (3) 青色 LED 照射による藻類への影響は小さく、実際の湖水では青色 LED 照射での *N. palea* の増殖は見られなかった。多様性指数も大きな差はなかった。

参考文献

- 1) 渡邊俊介ら, 珪藻 *Nitzschia palea* とアオコの競合特性及びLED照射を用いたシアノバクテリア *Microcystis aeruginosa* の増殖抑制効果について, 土木学会論文集 G (環境), Vol.75, No.7, III_97-III_105, 2019
- 2) 江崎直彦ら, 青色 LED 及び珪藻類 *Nitzschia palea* によるアオコ抑制, 土木学会西部支部研究発表会, VII-18, 2022