

珪藻類 *Nitzschia palea* によるアオコ抑制機構に関する基礎的研究

大成建設株式会社 正会員 ○大隈 一輝 九州大学大学院工学研究院 正会員 久場 隆広
九州大学大学院工学研究院 正会員 藤林 恵 秋田県立大学 正会員 渡邊 俊介
温州大学 正会員 井芹 寧 温州大学 非会員 郝 愛民

1. 研究背景

アオコとは微細藻類の異常増殖によって水面を覆いつくす現象を指し、富栄養化が進んだ閉鎖性水域において発生する。アオコは悪臭の発生、酸欠による魚類の斃死、利水障害などの様々な問題を引き起こす。アオコは主に水温の高い夏季に発生することや、アオコが発生している水域の pH は 9 から 10 である¹⁾ことが多い。一方で、沈水植物であるセキショウモとアオコ(*Microcystis* spp.)との生物間相互作用を検討した際、セキショウモの有無にかかわらずアオコが急減した²⁾。その原因を検討した結果、珪藻類の *Nitzschia* sp. が直接 *Microcystis* の群体に侵入し、アオコの沈降、分解を促す現象が観察された。*Nitzschia* sp. は河川や湖沼、鉱泉など広く分布している在来種である。外来生物導入、遺伝子汚染の問題もクリアしているため、将来的に有望な応用生態工学的アオコ対策法としても期待できる。珪藻類 *Nitzschia palea* はアオコが得意とする 25 °C以上や pH 9 の環境下でも増殖可能であるため、アオコの競合相手になれる可能性がある。しかし、競争培養によって *N. palea* がアオコを形成する代表種である *Microcystis aeruginosa* などと、高水温及び高 pH において競合できることは確認されていない。

本研究では、*N. palea* と *M. aeruginosa* の種間競争に与える温度、pH について検討することで、*N. palea* が *M. aeruginosa* に対して競争的に優位になる条件を解明することを目的とした。

2. 実験方法

本研究では、アオコの群体に侵入する *Nitzschia* sp. は、渡邊らによって単離され *Nitzschia palea* と同定されたものと、国立環境研究所から購入した *M. aeruginosa* (NIES-108) を使用した。これらの単藻培養及び競争培養系に対して水温、pH を段階的に振り、*N. palea* と *M. aeruginosa* の増殖特性及び、優占種の変遷について検討した。300 mL フラスコに WC 培地を 150 mL 注ぎ、培養条件は水温 25 °C、pH 8.0、明暗周期 12L : 12D、照度 2500 Lux、1 日 1 回攪拌とし、緩衝剤で pH が変化しないように調整した。初期細胞密度は 4000 cells/mL とし、n=3 で培養した。*N. palea* は付着性珪藻であるため互いの細胞に付着して群体を形成することがある。したがって培養しているフラスコをオートクレーブしたピペットで攪拌した後に、1 mL 採取し、適当な倍率で希釈した試料に対して超音波分散処理を行った。その後、顕微鏡及びプランクトン計数盤 (MPC-200, 松浪硝子工業, 検鏡部容量 0.1 mL=10×10×0.1 mm) を用いて各細胞数密度を 2, 3 日おきに定常期に達するまで計測した。

3. 実験結果

M. aeruginosa と *N. palea* の各水温における比増殖速度と最大細胞密度をそれぞれ図 1、表 1 に示した。いずれの水温においても競争培養によって *M. aeruginosa* の増殖を抑制した。*M. aeruginosa* の最大細胞密度の増減率を算出すると、全ての水温で約 54 %減少した。

表 1 各水温における *N. palea* の増殖パラメータ

	比増殖速度(/day)	最大細胞密度(10 ⁵ cells/mL)
15°C	0.52	6.3
20°C	0.50	7.7
25°C	0.59	8.0
30°C	0.55	7.9

キーワード アオコ *Microcystis aeruginosa* *Nitzschia palea* 種間競争 水温 pH

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 大成建設株式会社 土木設計部 T E L 03-5381-5296

水温に関わらず *M. aeruginosa* の増殖を抑制できた要因は *N. palea* の比増殖速度がすべての条件で 0.50 (/day) 以上 (表 1) であり、*N. palea* が *M. aeruginosa* より 1 細胞で比較すると大きいことから栄養塩を多く吸収し、*M. aeruginosa* の増殖を抑制できたと予想される。最大細胞密度の増減率が一定であった要因に関しては、明確な理由は明らかになっていない。

M. aeruginosa と *N. palea* の各 pH における比増殖速度と最大細胞密度をそれぞれ図 2、表 2 に示した。

M. aeruginosa の比増殖速度については、pH 7.0 で単藻培養と競争培養で同程度となったが、pH 8.0, 9.0 では競争培養の方が低くなった。最大細胞密度は全ての pH において抑制されていた。また、pH の上昇に伴って抑制率が増加した。これは *N. palea* が pH の上昇に伴って比増殖速度が増加しているためである。*M. aeruginosa* は好アルカリ性種であることから、最も増殖するのは pH 9.0 であると予想していたが、全く逆の結果になった。アオコは高 pH の水域で発生するのではなく、光合成によって二酸化炭素が消費されるためにアルカリ側に傾いているのではないかと考えられる。すなわち、始めから高 pH では増殖しにくいのではないかと考えられる一方で、pH 10 で最も増殖速度が高くなるという報告³⁾もある。また、今培地の組成が異なる影響や、矢木ら⁴⁾の報告のように *M. aeruginosa* の株の違いによって増殖特性が異なることもあるので、これらの影響については今後検討する必要がある。

4. まとめ

水温 15-30℃において *N. palea* は *M. aeruginosa* の増殖能力を低下させ、抑制率は約 54 %であった。pH7.0-9.0 において *N. palea* は *M. aeruginosa* の増殖能力を低下させ、pH が高くなる程抑制率が増加した。

5. 参考文献

1) 山上貴幸、板山朋聡、竹内和久、小林英一：pH 制御による藻類種制御の可能性について、土木学会第 55 回年次学術講演会、Vol.7 (113)、2000

2) 井芹寧、ハオ愛民、原口智和、久場隆広：寄生化藻類を用いたアオコ対策技術の開発（その 1：化学条件制御法）、土木学会、環境水理部会 研究集会、2015

3) Gerloff、G、C、G、P、Fitzgerald、Folke Skoog：The mineral nutrition of *Microcystis aeruginosa*、American Journal of Botany、Vol.39、pp.26-391、1952

4) 矢木修身、萩原富司、高村義親、須藤隆一：霞ヶ浦から分離した *Microcystis* の無菌株と単藻株の増殖特性、水質汚濁研究、Vol17 (8)、pp.496-503、1984

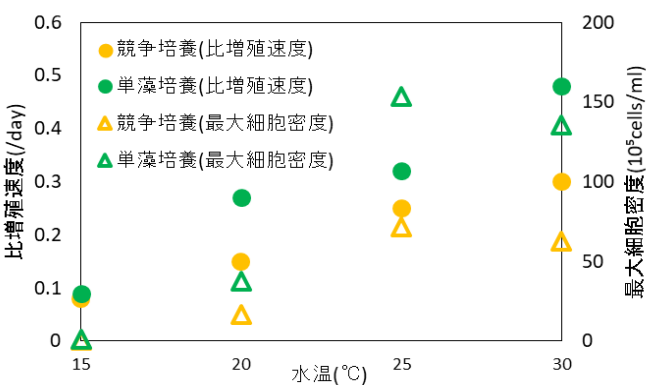


図 1 各水温における *M. aeruginosa* の増殖パラメータ

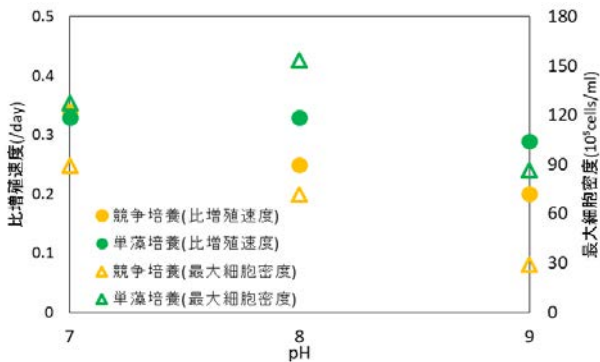


図 2 各水温における *M. aeruginosa* の増殖パラメータ

表 2 各水温における *N. palea* の増殖パラメータ

pH	比増殖速度(/day)	最大細胞密度(10 ⁵ cells/mL)
7.0	0.55	8.3
8.0	0.67	8.0
9.0	0.71	8.4