

# 珪藻類 *Nitzschia palea* を用いた応用生態工学的な 湖沼管理手法の開発に向けた基礎的研究

渡邊, 俊介

<https://hdl.handle.net/2324/4784591>

---

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名 : 渡邊 俊介

論 文 名 : 珪藻類 *Nitzschia palea* を用いた応用生態工学的な湖沼管理手法の  
開発に向けた基礎的研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

閉鎖性水域における富栄養化は世界的に深刻な環境問題の1つであり、アオコの発生に関与している。アオコは利水障害を引き起こすことや生態系へ悪影響を与えるため、様々な対策が施されている。既往の物理化学的アオコ対策法としての浚渫や超音波処理、殺藻剤の散布は生態系に悪影響を与える可能性がある。生態系を保全することは、国際的な枠組みである生物多様性条約や、国連サミットで採択されたSDGs (Sustainable Development Goals) の目標15に取りあげられるほどの重大な課題である。すなわち、生態系に配慮したアオコ対策法を開発することが必須である。

生物多様性保全の観点から、自然の働きにより持続的かつ環境負荷を抑えた解決策である NbS (Nature-based Solutions) によるアオコ対策が注目されている。著者は、アオコが発生している湖沼から表層水を採取して顕微鏡で観察すると、アオコを構成していたシアノバクテリア (*Microcystis* spp.) だけでなく、珪藻類 *Nitzschia* sp. が共存していることを確認した。一般的に、珪藻は生態系を支える重要な一次生産者であるため、珪藻を増やすことは生態系にとって有益である。*Nitzschia* sp. のようなアオコと共存できる珪藻を優占化させることで、シアノバクテリアと珪藻類の調和がとれた健全な湖沼を再現できる。そのためには、*Nitzschia* sp. が優占する環境条件を特定することが必要である。

本研究では、*Nitzschia* sp. を利用した湖沼管理手法の開発に向けて基礎的な知見を得ることを目的とし、*Nitzschia* sp. の増殖生理特性の解明を行った。また、シアノバクテリアとの競争関係について検討するとともに、*Nitzschia* sp. が競争的優位になり得る環境を創出するために水質、照射光、付着基質に着目した。

第1章では、アオコによる諸問題や対策法について取りまとめた。近年では、生物多様性保全の観点から、生物学的・応用生態工学的アオコ対策に期待が寄せられていること及びアオコと共存する珪藻について述べた。また、本研究の目的及び本論文の構成を示した。

第2章では、*Nitzschia* sp. の増殖や種間競争に与える環境要因を検討するために、特にシアノバクテリアと珪藻の増殖特性及び競争関係について既往の研究をまとめた。

第3章では、*Nitzschia palea* の種名の同定及び増殖生理特性について栄養塩(窒素, リン, 珪素), 水温, pH に着目して検討した。また、得られた増殖パラメータから増殖のシミュレーションを行った。アオコと共存していた珪藻は平板培養法で単離でき、*N. palea* であることが判明した。*N. palea* の増殖特性を検討した結果、*N. palea* の増殖において珪素が特に重要であることが示された。また、アオコが発生しやすいとされる高水温 (30 °C) 及び弱アルカリ性 (pH 9.0) においても *N. palea* の増殖が確認されたため、アオコの競争相手になり得ることが示唆された。

第4章では、アオコの代表種である *Microcystis aeruginosa* (NIES-102) と *Nitzschia palea* の競争に与

える水温や pH の影響について検討した。また、ため池から採取したアオコに対する *N. palea* の競争能力についても検討した。アオコが発生しやすいとされる高水温及び弱アルカリ性において *N. palea* と *M. aeruginosa* の競争培養を行った結果、*M. aeruginosa* が優占した。競争培養における *M. aeruginosa* の増殖について、単藻培養から得られた比増殖速度及び最大細胞収量よりも低かったことから、*N. palea* は *M. aeruginosa* に対して一定の増殖抑制効果を示した。ため池から採取したアオコに対して *N. palea* を接種した結果、アオコが照射光を優占的に確保したこと、あるいは、藻類の増殖に悪影響を与えることが知られている代謝産物のミクロシスチンなどといったアオコの高い競争力によって *N. palea* の細胞密度は減少した。

第 5 章では、蛍光灯及び白色、青色、緑色、黄色、赤色 LED を光源とし、*M. aeruginosa* と *N. palea* の増殖及び種間競争における照射光の波長の影響について検討した。*M. aeruginosa* は蛍光灯照射下において最も増殖した一方で、青色 LED 照射下では増殖しなかった（比増殖速度はそれぞれ  $0.27 \text{ day}^{-1}$ ,  $0.00 \text{ day}^{-1}$ ）。*N. palea* は青色 LED 照射下において最も増殖が見られた（蛍光灯における比増殖速度は  $0.21 \text{ day}^{-1}$  であり、青色 LED については  $0.23 \text{ day}^{-1}$ ）。*M. aeruginosa* との競争培養に青色光を照射すると、*N. palea* の優占度が高くなった。

第 6 章では、*N. palea* の増殖を促進する付着基質の形状や材質について検討した。付着基質として、ガラスビーズ、牡蠣殻、活性炭を使用した。*N. palea* の増殖を促進させるためには、一定量の付着基質が必要であることが判明した。基質と培地の体積比が 5 : 100 になるようにガラスビーズ及び牡蠣殻を添加することで *N. palea* の比増殖速度がそれぞれ  $0.62$ ,  $0.56 \text{ day}^{-1}$  となり、基質を添加していないコントロール系 ( $0.47 \text{ day}^{-1}$ ) よりも有意に増加した一方で、活性炭 ( $0.24 \text{ day}^{-1}$ ) は有意に低かった。最大細胞収量は、ガラスビーズ及び活性炭によって増加した一方で、牡蠣殻は *N. palea* の増殖を促進させなかった。ガラスビーズは *N. palea* の増殖を最も促進し、最大細胞収量がコントロール系よりも約 7 倍高かった。また、走査型電子顕微鏡による観察結果から、*N. palea* がガラスビーズと活性炭の表面に付着している様子を多数確認した。すなわち、ガラスビーズと活性炭は *N. palea* の増殖及び付着に適した材質であることが明らかになった。

第 7 章では、*N. palea* を利用した湖沼管理手法の構想について検討した。湖沼における *N. palea* の増殖及びアオコとの競争関係に与える環境要因として、栄養塩、水温、pH、照射光、付着基質に着目して第 3 章から第 6 章までで得られた結果を基に、効果的に実現できるアオコ抑制手法について考察した。*N. palea* を用いた応用生態工学的的手法に加えて、青色 LED の照射や付着基質の設置による物理的手法を組み合わせ、これまでにない湖沼管理手法を提案した。

第 8 章では各章で得られた結論を要約するとともに、今後の課題や展望についてまとめた。