

動物プランクトンが外来緑藻 *Micrasterias hardyi* の在来種との種間競争に与える影響

九州大学工学部 学生会員 服部光汰 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府 阿部雄大 元琵琶湖環境科学研究センター 一瀬諭
九州大学大学院工学研究院 正会員 久場隆広

1. 序論

大型の緑藻である *Micrasterias hardyi* は東南オーストラリアに生息する固有種であるが、2011年に琵琶湖で侵入が確認されると、2016年冬には琵琶湖の優占種となった (Hodoki et al. 2020)。本種は直径 200 μm と大きいと、動物プランクトンから摂食されにくいと考えられている。また、*M. hardyi* を餌とするとシジミの湿重量や肥満度が低下することが示されており (Fujibayashi et al. 2021)、*M. hardyi* の分布拡大は在来の生態系の食物網を破壊する可能性が高い。*M. hardyi* は渡り鳥に付着して国内に侵入した可能性が指摘されていることから、今後も分布域が拡大し、様々な湖沼に侵入して種間関係に影響を与えることが考えられる。しかしながら、*M. hardyi* が湖沼生態系に与える影響に関する研究は限られている。

そこで本研究では *M. hardyi* と在来藻類との競争関係および在来の動物プランクトンによる本種に対する摂食圧、さらには動物プランクトンの摂食が *M. hardyi* と在来藻類との種間競争に与える影響を明らかにすることを目的として、まず 2016 年以降の琵琶湖の植物プランクトン相の公開データ (滋賀県琵琶湖環境科学研究センターHP) を解析し、*M. hardyi* と競争関係にある在来藻類を選定した。そして、競争関係にあると判定された種と *M. hardyi* との混合培養実験を行った。さらに、動物プランクトンの *M. hardyi* に対する摂食圧と、藻類種間競争に与える影響を培養実験により評価した。

2. 方法

2-1. *M. hardyi* と在来藻類との相関分析について

2016 年以降の琵琶湖の植物プランクトン相の公開データより、確認された全 170 種のうち、出現頻度の高かった 24 種に絞り込み、*M. hardyi* 細胞密度との関係を線形回帰し、線形近似の傾きにより競争の有無や強弱を評価した。ただし、*M. hardyi* が出現する 10 月～2 月のデータのみを解析に用いた。

2-2. 競争実験について

上述の解析によって、*Cyclotella* sp. を競争実験の対象種とした。琵琶湖から単離し、単独培養した *M. hardyi* と *Cyclotella* sp. (NIES-805) を用いた。動物プランクトンは 2022 年 12 月に佐賀県北山ダムでプランクトンネット (NXX13:100 μm メッシュ) によって採取した *Brachionus calyciflorus* を優占種とする動物プランクトン群集を用いた。

培養器具は滅菌した 50 ml の三角フラスコと T 型シリコン栓を、培養液としては 0.22 μm のフィルターでろ過滅菌した北山ダムの湖水を用いた。ただし、湖水中のリン酸および硝酸濃度が著しく低かったため、 KNO_3 と $\beta\text{-Na}_2\text{glycerophosphate}$ を添加し、初期濃度をそれぞれ 0.2 mg-N/L および 0.01 mg-P/L となるように調製した。*M. hardyi* と *Cyclotella* sp. はそれぞれ約 15 cells/ml、150 cells/ml となるように調製し、全量が 20 ml になるように湖水を加えた。動物プランクトンを添加した系では、15 ml になるように湖水を加えたのちに動物プランクトン群集を 5 ml 加え、全量を 20 ml とした。

実験条件は、高量子密度は 80 $\mu\text{mol/s/m}^2$ 、明暗周期は L : D = 12 : 12、温度は 20 $^{\circ}\text{C}$ 、繰り返し数は 3 であり、以下の 7 条件で行った。

- *M. hardyi*
- *Cyclotella* sp.
- *M. hardyi* + *Cyclotella* sp.
- *M. hardyi* + 動物プランクトン
- *Cyclotella* sp. + 動物プランクトン
- *M. hardyi* + *Cyclotella* sp. + 動物プランクトン
- 対照系 (湖水のみ)

実験中は 3～5 日に 1 回の頻度で、各植物プランクトンの細胞密度を計数した。また、実験終了時に残存している栄養塩類濃度をオートアナライザー (BL テック) によって分析した。

3. 実験結果・考察

3-1. *M. hardyi* と在来藻類との相関関係

M. hardyi と琵琶湖の在来藻類細胞密度との間には負の相関が認められた。これより、*M. hardyi* が琵琶湖において在来藻類と競争関係にあることが考えられる。特に、*Uroglena americana*、*Cyclotella sp.*、*Fragilaria crotonensis* において *M. hardyi* との強い負の相関が見られた。この3種の中から全国の湖沼に普遍的に存在する *Cyclotella sp.* を競争培養の相手として選定した。

3-2. *M. hardyi* と *Cyclotella sp.* の競争実験

M. hardyi および *Cyclotella sp.* とともに単独培養において増殖が確認されたが、*M. hardyi* の増殖は緩やかであり、18日目以降は減少に転じた(図1上)。競争培養では培養期間を通して *Cyclotella sp.* の細胞密度が *M. hardyi* を上回っていたが、単独培養と比較すると増殖量が小さく、*M. hardyi* の存在によって *Cyclotella sp.* の増殖が抑制された可能性が考えられた(図1下)。動物プランクトンを添加した系では、*M. hardyi* の増殖が認められた一方で *Cyclotella sp.* の増殖は見られなかった(図2上)。本実験で用いた *Cyclotella sp.* は直径 10 μm 未満であり、動物プランクトンから摂食されやすかったものと推察される。対して、*M. hardyi* は直径が 200 μm 程度と大きく、動物プランクトンからの摂食を受けにくいと考えられる。競争培養においても *Cyclotella sp.* は確認されず、培養期間中 *M. hardyi* が優占した。(図2下) *M. hardyi* の増殖速度は小さいものの、動物プランクトンに摂食されにくいことが、本種の琵琶湖における優先化を引き起こした要因の一つであると考えられた。

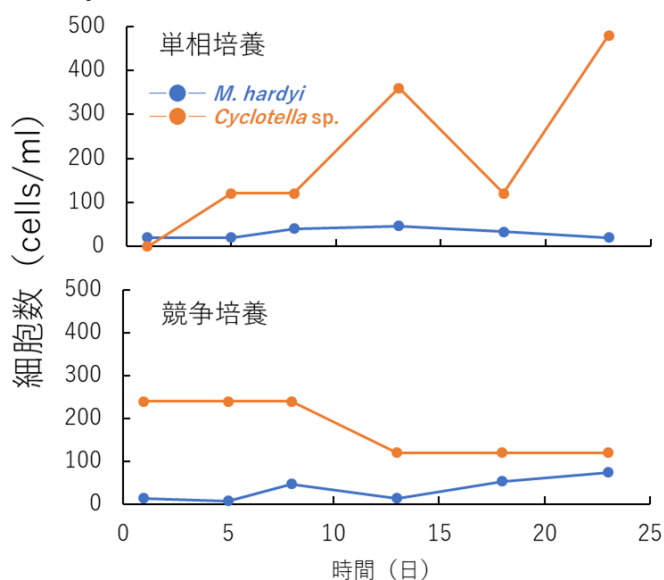


図1 *M. hardyi*、*Cyclotella sp.* の単独および競争培養時細胞密度の経時変化

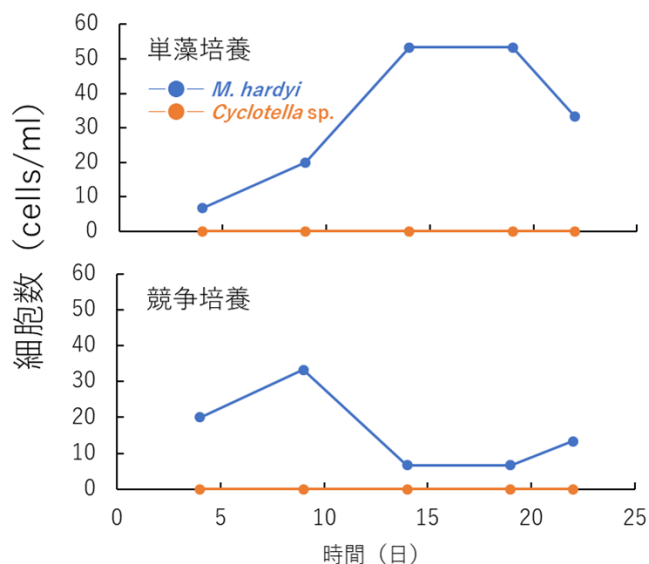


図2 動物プランクトン添加時の *M. hardyi*、*Cyclotella sp.* 細胞密度の経時変化

4 結論

本研究では公開データの解析および培養実験を通して、以下の知見を得た。

- (1) *M. hardyi* と琵琶湖の在来植物プランクトン細胞数との間には負の関係が認められ、競争関係にあると考えられた。
- (2) 動物プランクトンからの摂食を受けにくいことが *M. hardyi* 優占化の要因の一つであると考えられた。

謝辞

本研究はクリタ水・環境科学振興財団の助成を受けて行われた。

参考文献

- Fujibayashi et al.: Dominance of harmful algae, *Microcystis spp.*, and *Micrasterias hardyi*, has negative consequences for bivalves in a freshwater lake, *Harmful Algae* Vol. 101, 101967, 2021.
- Hodoki et al.: Long term variation in abundance of nonnative phytoplankton *Micrasterias hardyi* (*Zygnematophyceae*, *Streptophyta*) in Lake Biwa, Japan, *Limnology*, Vol. 21 pp. 67-72, 2020.
- 滋賀県琵琶湖環境科学研究センターHP: 琵琶湖のプランクトン調査結果、<https://www.lberi.jp/investigate/plankton/status>