

ラフィド藻 *Gonyostomum semen* の日周期鉛直移動に関する実験的研究

長崎大学工学部 学生会員 ○山本 晋也 長崎大学大学院 学生会員 竹本 陽一
 長崎大学工学部 正会員 古本 勝弘

1. はじめに

植物プランクトンの中で、遊泳能力を持つ走光性の種は、日周期鉛直移動を行うことで、他の種に比べ栄養塩摂取や光合成の面で、優位に立てるといえる。本研究対象である川原大池では、2000年に実施した水質調査¹⁾によって、ラフィド藻の *Gonyostomum semen* (*G. semen*) のブルームの発生が確認された。この種は、日周期鉛直移動を行うことが知られており、水質調査¹⁾によって、日中、中層付近にブルームを形成する要因は光量子密度以外に pH が関係している可能性がでてきた。そこで、本研究ではマイクロコスム(小型実験生態系)を用いて室内実験を行い、*G. semen* 日周期鉛直移動をマイクロコスム内で再現し、日中に中層付近にブルームを形成する要因を明らかにした。

2. *G. semen* の特徴

ラフィド藻の *G. semen* の特徴は、遊泳能力を持つ走光性の種であり、2本の鞭毛によって遊泳することが可能であり、日周期鉛直移動を行う。*G. semen* の日周期鉛直移動とは、日中は光合成を行うため最適な光量下まで上昇移動し、夜間は栄養塩を求めて下降移動することである。また、室内実験で pH3.5 以下及び 8.0 以上では死滅し、pH4.0~7.5 で生存することが確認され²⁾、別の実験では光合成の最適光量子密度は 75~90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ であることが分かっている³⁾。

3. 実験方法

G. semen の特徴から、日中、中層に集積する要因は、光量子密度と pH が関係していると予想される。そこで、マイクロコスムを用いて *G. semen* の日周期鉛直移動を再現し、室内実験を行った。マイクロコスム(図-1)は、内径24cm、高さ200cmの透明なアクリル製の円筒水槽である。水槽側面には採水口が10cm間隔に設けてあり、水槽上部にはハロゲンランプ(130W)を設置し、明暗サイクルは12/12hr(明:7:00~19:00、暗:19:00~7:00)とした。実験期間中の水温は約27±1℃であった。実験には、2001/9/15に川原大池最深部(水深約9m)において採取した実験水(水深4m付近の *G. semen* のブルーム水)と底泥を使用した。

実験は光量子密度を一定に保った環境で、pHを調整しない Run1 と、Run1 終了後に、pHをPIPES(ピペラジン-N、N-ピス{2-エタンスルホン酸})を用いて調整して Run2 を行い、*G. semen* の鉛直移動の変化を観察した。図-2の左図は、Run1、2のマイクロコスム内における光量子密度の鉛直分布である。光量子密度の測定は、*G. semen* が底泥表面に移動して水中にはいなくなる夜間に一時的に光源を点灯させて、光量子計(ML-20P:英弘精機(株)製)で測定を行った。図-2の右図は、PIPES添加前後の pH の鉛直分布図である。PIPESによる pHの調整は、*G. semen* のブルームが底泥上に移動後の夜間に行った。PIPESは、光合成によって pHが高まることを考慮して、マイクロコスム全層の pHが7以下になるように添加した。

G. semen の鉛直移動の観察方法は、0:00から1時間間隔で24時間、すべての採水口から少量(約30ml)ずつ採水し、*G. semen* の細胞数を

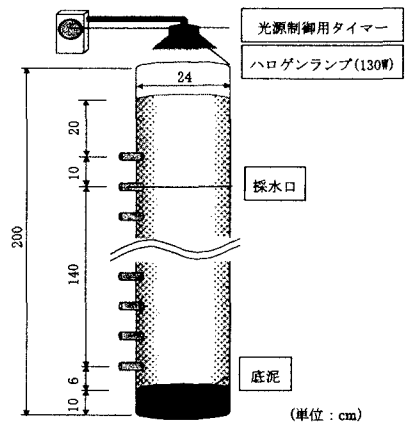


図-1 マイクロコスムの概要

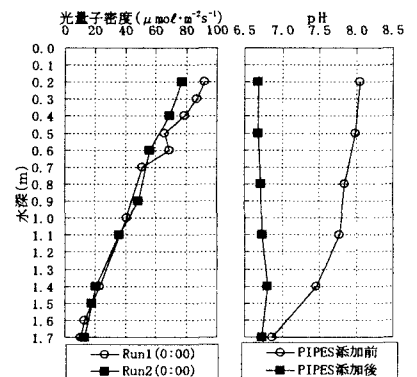


図-2 左図: Run1、2の光量子密度
 右図: PIPES 添加前後の pH 変化

計数して行った。*G. semen* は固定液で死滅しやすいので、採取後、固定せずに生体のままで計数した。まず、採取した容器をよく振り、プランクトンを均一に分布させ、その後、ピペットで0.1mlを採取し、枠付スライドグラス(方眼1.0mm目盛)に載せ、生物顕微鏡(CBMT-15型 ㈱カートン光学)下で、60倍で計数した。また、*G. semen*のブルーム層付近のpHをU-22(㈱堀場製作所製)で測定した。

4. 実験結果及び考察

図-3は、Run1、2の*G. semen*の日周期鉛直移動の経時変化である。ここで、暗条件下では*G. semen*の鉛直移動はみられなかったため、ここでは鉛直移動がみられた7:00~21:00の結果のみを示す。図-3より、Run1、2共に、光源点灯直後から鉛直移動が始まり、13:00~14:00に*G. semen*が最も集積してブルームを形成していることが分かる。その後、分散しながら下層に移動して行き、光源消灯後の夜間には底泥表面上移動した。20:00以降に*G. semen*の細胞数がマイクロコスム内で計数できないのは、*G. semen*が底泥表面上に移動したためである。

図-2より、*G. semen*は最適光量子密度下にブルームを形成すると考えると、その水深は0.2~0.5m付近と予想される。図-3(上図)Run1の結果より、ブルームを形成した水深は0.9~1.2mであり、ブルーム境界層(水深0.8m)の光量子密度は $33 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ であり、最適光量子密度を大きく下回っていることが分かる。図-3(下図)Run2のPIPES添加後では、ブルームは水深0.3~0.5mに移動し、ブルーム境界層(水深0.2m)の光量子密度は $79 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ であり、最適光量子密度下にブルームを形成しているといえる。また、図-4より、Run1、2のブルーム境界層のpHは、ブルームの光合成によってそれぞれ7.81、7.53であり、Run1ではpHが高いために、*G. semen*はその水域を避けるように鉛直移動を行い、その結果、最適光量子密度以下の水深にブルームを形成したといえる。また、図-4のpHは、図-2のPIPES添加直後に比べ高い値を示していることから、ブルームによる光合成が活発であることが分かる。

5. 結論

本実験により、pHが約7.8を超えるような水環境下において、*G. semen*の日周期鉛直移動は、光量子密度よりもpHの影響を受け、pHの高い水域を避けるように鉛直移動を行うことが明らかになった。

参考文献

- 1) 竹本陽一、古本勝弘、多田彰秀|川原大池におけるラフィド藻 *Gonyostomum semen* のブルームと制限因子、水環境学会誌、第24巻、pp.709-714、2001。
- 2) 加藤季夫|淡水産ラフィド藻の日本における分布とその生育に及ぼすpHの影響、藻類、Vol.39、pp.179-183、1991。
- 3) Eloranta, P. and Råike, A. : Light as a factor affecting the vertical distribution of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing (Raphidophyceae) in lakes, *Aqua Fennica*, Vol.25, pp.15-22, 1995。

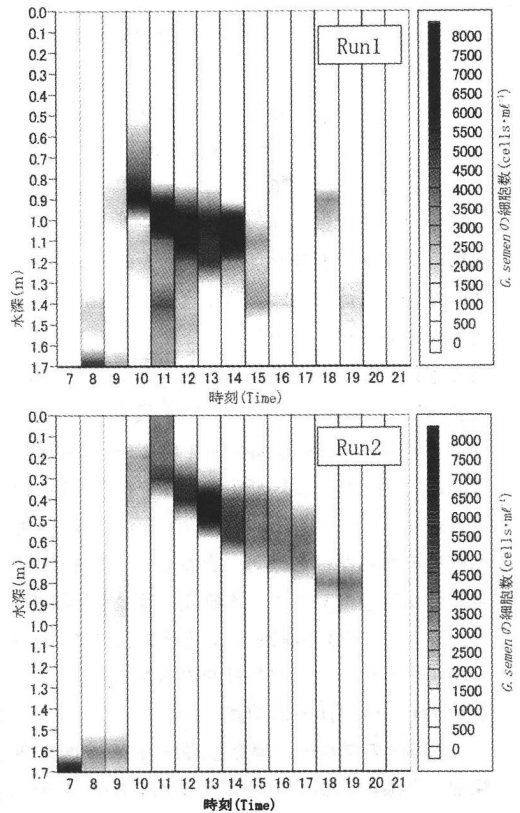


図-3 *G. semen*の日周期鉛直移動の経時変化
(上図: Run1、下図: Run2)

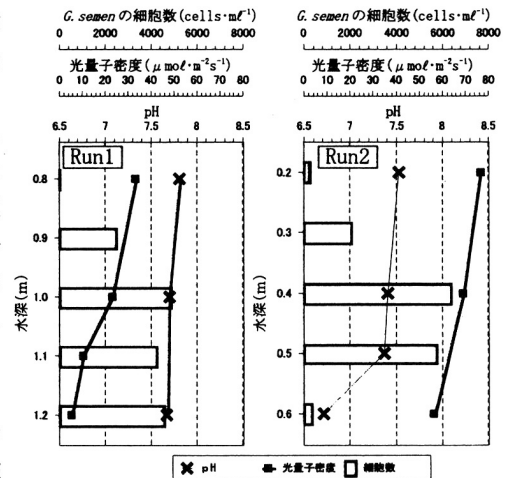


図-4 *G. semen*のブルーム付近におけるpH、光量子密度、細胞数の鉛直変化