

ボルボックスの個体群密度とライフサイクルについて

兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年

実験生物としてよく知られているボルボックス（学名：volvox carteri）について、様々な密度で培養し、50 個体/mLが最も増殖効率が良いことを発見した。またボルボックスのライフサイクルの各段階に要する時間を明確にすることができたため、植物の細胞分裂組織を用いた細胞周期の実験と同様に観察を行えることが分かった。

1. はじめに

1.1. ボルボックスとは

ボルボックスは単細胞生物と多細胞生物の間に位置する緑藻類で細胞群体を形成する。その直径は平均で約0.8 mmで、1個のボルボックスの内部に次世代のボルボックスが複数見られる。（図1参照）



図1 ボルボックス

本研究では図2のように全体をボルボックス、親のボルボックスを親ボル、第2世代のボルボックスを子ボル、第3世代のボルボックスを孫ボルとし、子ボルと孫ボルを合わせてゴニディア、と呼ぶことにする。

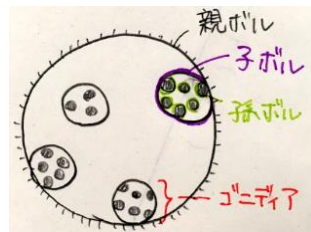


図2 ボルボックスの
入れ子状態

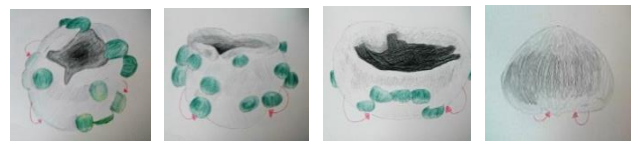
これらは入れ子状態になっており子ボルは親ボルを突き破って、孵化する。

1.2. ボルボックスの生殖方法

生息に不利な環境下では有性生殖を行うこともあるが、普段は無性生殖を行う。

無性生殖では、ライフサイクルにおいて重要な段階であるインバージョンが見られる。

図3のように、最初子ボルの外側にあった孫ボルは、十字に開いた穴を中心に裏返り、孫ボルが子ボルの内側に入る。これでインバージョンは完了する。



段階1

段階2

段階3

段階4

図3 インバージョンの過程

（引用文献[2]を参考にした）

ライフサイクルは、孵化をスタートとして、次の4段階に分けることができる。

1. 成長期：親ボルと子ボルから成り立つ
2. インバージョン期：インバージョン途中
3. 孵化準備期：インバージョン完了から孵化まで
4. 孵化期：孵化途中

これらの4段階は16時間の明期、8時間の暗期を2回繰り返して48時間で生殖する。（引用文献 [1]）

1.3. 培養方法

1. 試験管に川砂を入れる。（神戸市の都賀川）

2. 1の試験管に0.03%ハイポネックスと微量の炭酸カルシウムを加えて試験管をオートクレーブで滅菌する。

3. 人工気象器（図4）の温度を25度に設定して、午前6時から午後6時まで蛍光灯をつけ明期とし、午後6時から翌日の午前6時までは蛍光灯をつけずに暗期として培養する。



図4 人工気象器

2. 研究の目的

2.1. 個体群密度と増殖の関係

実験生物は安定して培養、増殖ができなければならない。効率よくボルボックスを増殖させることのできる密度を求めることで、安定した培養が維持できることを目指した。

2.2. ライフサイクル

ボルボックスのライフサイクルにおける各段階の所要時間を求めることで、植物の根端分裂組織を用いた細胞周期の実験と同様な観察実験ができるのではないかと考えた。

3. 方法

3.1. 個体群密度と増殖の関係

- 1. ボルボックスを個体内のゴニディアの数で分けて、1 個体ずつウェルで培養する。
2. 個体数と各個体内のゴニディアの数を数える。
3. これを 17 日間毎日観察し記録する。

3.2. ライフサイクル

- 1. 顕微鏡下で倍率を 20 倍にして、20 秒間動画を撮る。
2. 各段階を判定するため個体の直径、運動の種類と有無、個体の色、インバージョンをしたかどうか、ゴニディアの色を観察し、各状態の個体数を数える。ボルボックスの運動には回転運動と直進運動の 2 つの要素がある。

4. 結果

4.1. 個体群密度と増殖の関係

表 1 培養開始時のゴニディア数：5 個

Table with columns for Plaque No., 5-A1 to 5-C4, and rows for Day 1-17, including counts for individuals, vegetative cells, and generative cells.

表 2 培養開始時のゴニディア数：6 個

Table with columns for Plaque No., 6-A1 to 6-C4, and rows for Day 1-17, including counts for individuals, vegetative cells, and generative cells.

表 3 培養開始時のゴニディア数：7 個

Table with columns for Plaque No., 7-A1 to 7-C4, and rows for Day 1-17, including counts for individuals, vegetative cells, and generative cells.

表 4 培養開始時のゴニディア数：8 個

Table with columns for Plaque No., 8-A1 to 8-C4, and rows for Day 1-17, including counts for individuals, vegetative cells, and generative cells.

4.2. ライフサイクル

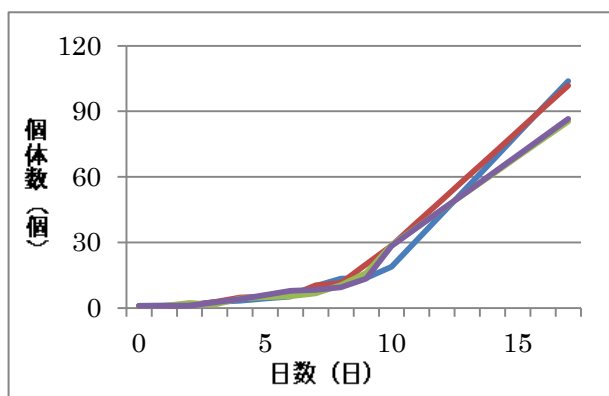
表5 ボルボックスの種類と個体数

	成 長 期	イン バ ー ジ ョ ン 期	孵 化 準 備 期	孵 化 期	合 計
個体数	1735	84	95	6	1920
割合(%)	90.4	4.38	4.95	0.313	
時間	130.2 時間	6.3時間	7.12時間	27.0分	144時間

表5よりインベーション期と孵化期の所要時間はほぼ等しく、また、インベーションはライフサイクルの終盤に起こるといことが分かる

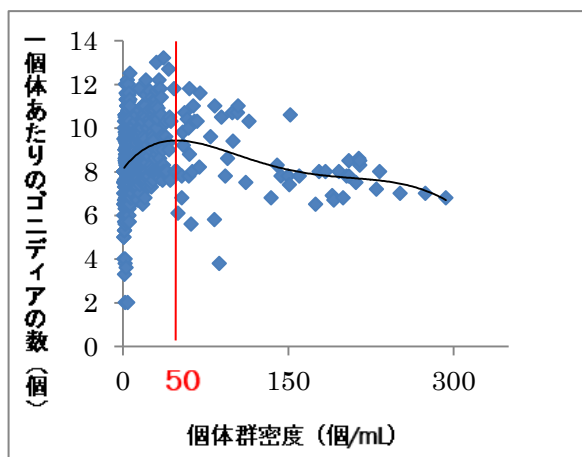
5. 考察

5.1. 個体群密度と増殖の関係



グラフ1 経過日数と個体数の関係

培養開始時のゴニディア数
 赤: 6個
 青: 5個
 黄緑: 7個
 紫: 8個



グラフ2 個体群密度と一個体内のゴニディアの数

グラフ1から読み取れるように、増殖速度は子ボル

の数によらず一定となっている。

グラフ2について、始めは個体数が増えるため傾きは正となるが、50 個体/mL を超えると栄養状態の悪化など、密度が高すぎることによって起こる効果で傾きは負になり個体数は減少すると考えられる。

1 個体内のゴニディアの数は個体群密度によって変化し、ボルボックスの培養条件として最適な密度は、約 50 個体/mL であることが分かった。

5.2. ライフサイクル

細胞周期の実験と同様にボルボックスのライフサイクル全体にかかる時間を前述の密度の実験から 144 時間と仮定すると、表1の結果から図5(4 ページ目参照)のようなライフサイクルが判明した。

成長期 130.2 時間、インベーション期 6.3 時間、孵化準備期 7.12 時間、孵化期 27.0 分となる。

このように「成長期→インベーション期→孵化準備期→孵化期」を1つのライフサイクルとし、各段階の所要時間を求めることができる。

6. おわりに

ボルボックスの1 個体あたりのゴニディア数と個体群密度のグラフからボルボックスの効率の良い増やし方を見つけることができた。

また、ライフサイクルにおいて細胞周期の実験と同様の実験ができることが分かり、実験生物としてのボルボックスの新しい利用法を提案する。

7. 謝辞

培養実験に用いたボルボックスを提供していただいた奈良女子大学の西井一郎教授、研究について様々な助言をくださった神戸大学大学院理学研究科の洲崎敏伸准教授、ボルボックスの培養方法をご教授していただいた三重県立松阪商業高等学校の川口実先生、さらに研究方針について指導、助言をいただいた兵庫県立神戸高等学校の福岡正朗先生、繁戸克彦先生、矢頭卓児先生などに深く御礼申し上げます。

8. 引用文献

- [1] Isolation of protein synthesis initiation factors using *Volvox Carteri*: a clue to the translational control of cytodifferentiation

<https://digitalcommons.colby.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1109&context=honorsthesis>

- [2] Research — 研究を通して — : ボルボックスで見る多細胞生物の形づくり

http://www.brh.co.jp/seimeishi/jourjou/039/research_11.html

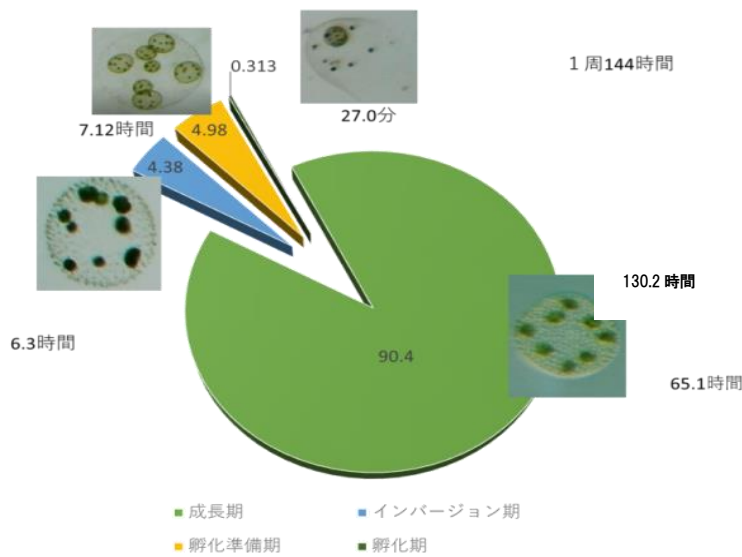


図5 ボルボックスのライフサイクル