

外液の濃度が繊毛除去後のゾウリムシの行動に及ぼす影響

How paramecia whose cilia has been removed are affected
by the concentration of the water around them

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年
山中 颯真

はじめに

ゾウリムシの体表面は、繊毛と呼ばれる器官に覆われており、この器官を運動させることによって、ゾウリムシは遊泳行動を行う。先行研究により、ゾウリムシを 7%エタノールに 10 秒間浸すことによって繊毛が除去され、またエタノールのない環境に戻すことによって繊毛が再生することがわかっている。しかしこの先行研究では、繊毛を除去した後ゾウリムシの行動がどのように変化するのかが示されていなかった。そのため私は、繊毛を除去した後にゾウリムシが行動の変化を示すのか、示すのであればどのように行動を変化させるのかに興味を持ち、これに着目した研究を行うことにした。

目的

エタノールによって繊毛を除去された後、ゾウリムシの繊毛が再生するのにかかる時間や、再生中のゾウリムシの行動が外液の濃度によってどのように変化するのか調べることを目的とした。

方法

上の目的を達成するため、以下 2 つの予備実験を行なった。

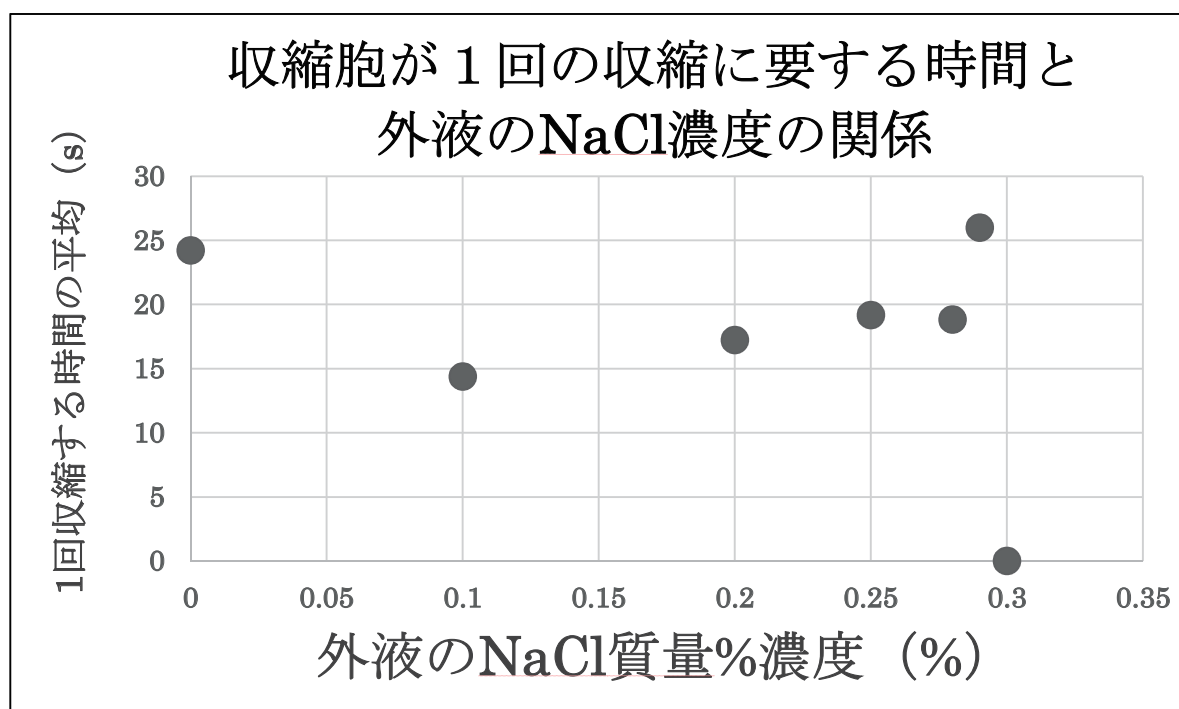
1. ゾウリムシの体液と等張な濃度を調べる

ゾウリムシの外液の塩分濃度を变化させた際、ゾウリムシの行動にどのような変化が起きるのかを観察するために、ゾウリムシの体内と体外における塩分濃度が等しくなる濃度を知る必要があった。ゾウリムシの体内における塩分濃度が体外よりも高い場合、体内と体外の塩分濃度に差があることで生じる浸透圧により、体外の水が体内へ浸透する。ゾウリムシは体内の塩分濃度を一定に保つため、体外から浸透してきた水を、収縮胞を用いて体外へ出す。収縮胞が収縮する間隔は、体内と体外における塩分濃度の差が大きければ大きいほど狭い。しかしその差が小さくなるにつれて、ゾウリムシが収縮胞を収縮させる時間の間隔は広くなっていき、体内と体外の塩分濃度が等しくなったときに収縮は止まる。その後、体内の塩分濃度が体外よりも高くなっても収縮胞は収縮せず、体外の塩分濃度が極端に高くなると、ゾウリムシは死滅する。

そのため、ゾウリムシの収縮胞がどれくらいの時間間隔で収縮するかを計測することで、ゾウリムシの体外と体内における塩分濃度が等しくなる濃度を知ることができる。

濃度の異なる塩化ナトリウム水溶液（0.10%～0.30%）の中にゾウリムシを入れ、光学顕微鏡で収縮胞の動きを観察した。

培養液中のゾウリムシを遠心分離機にかけ、培養液 1.00mL 中に集めた。これを脱イオン水で 100 倍に希釈し、再び遠心分離機にかけてゾウリムシを液 9.00mL 中に集めた。ゾウリムシの繊毛の動きを止め、観察できるようにするため、これに塩化ニッケル水溶液（質量パーセント濃度 0.01%）を 1.00mL 加え、攪拌し、その中から液 0.01mL を取り出し、光学顕微鏡を用いてゾウリムシの収縮胞を観察した。ゾウリムシの収縮胞をスマートフォンのカメラを用いて動画撮影した（1つの濃度につき 5 個体、1 個体につき 2 分間）。



NaCl 濃度が高くなるにつれて、収縮胞が 1 回の収縮に要する時間が長くなり、NaCl 濃度 0.30% の水溶液で、ゾウリムシの収縮胞が収縮しなくなった。

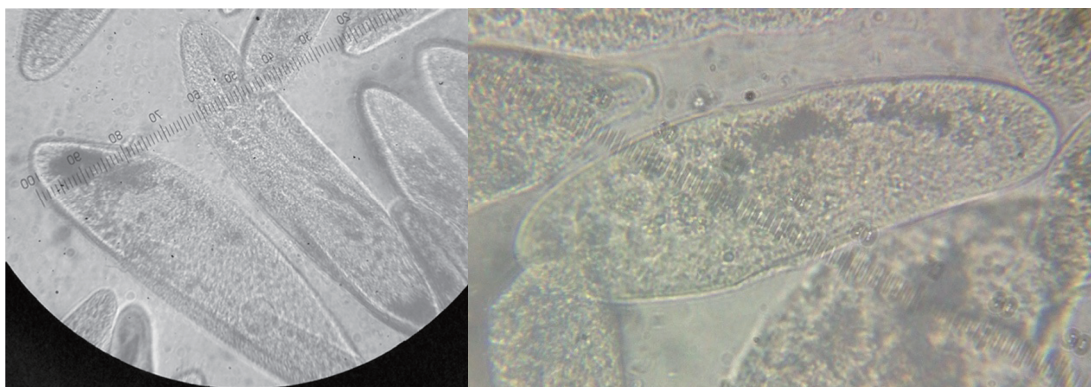
2. 光学顕微鏡を用いたゾウリムシの繊毛の観察

方法

ゾウリムシを含む培養液を 100 倍希釈したものを試料 A、そこにエタノールを加えたものを試料 B とした。両試料中からゾウリムシを取り出し、A, B 中のゾウリムシが遊泳行動を停止するかどうかを確認した。その結果、試料 A 中のゾウリムシは遊泳行動を続けたが、試料 B 中のゾウリムシは 5 分後に遊泳行動を停止した。また、これらのゾウリムシに同量の塩化ニッケル（繊毛の動きを止める物質）を加え、遊泳を停止させて観察した結果、試料 A 中のゾウリムシには体表に繊毛が観察できたが、試料 B 中のゾウリムシの体表には繊毛が観察できなかった。

結果

実験の結果撮影された写真は以下の通り。



↑ 試料 A 中のゾウリムシ（左）、試料 B 中のゾウリムシ（右）

考察

予備実験 1 から、ゾウリムシの体内と体外における塩分濃度が等しくなる濃度は 0.30% 付近であると考えられる。

予備実験 2 において、エタノールに浸したゾウリムシでは繊毛が観察されず、浸さなかったゾウリムシでは繊毛が観察されたので、この結果から、先行研究の方法に従ってゾウリムシにエタノールを加えることで、ゾウリムシの繊毛を除去できることが確認できた。

結論

予備実験の結果からゾウリムシの体内と体外における塩分濃度が等しくなる濃度は 0.30% 付近であること、先行研究の方法に従ってゾウリムシにエタノールを加えることで、ゾウリムシの繊毛を除去できることが確認できた。しかし、「エタノールによって繊毛を除去された後、ゾウリムシの繊毛が再生するのにかかる時間や、再生中のゾウリムシの行動が外液の濃度によってどのように変化するか調べる」という目的に即した研究を行うことはできなかった。そのためこの目的に対する結論を得ることはできなかった。

反省

今回の課題研究では、テーマを設定する時期が遅れ、研究対象への予備知識を整理する時間を確保することがうまくできず、計画もうまく立てることができなかったため、予備実験の段階で研究の時間がなくなってしまった。その原因としては部活動などと研究活動を両立させることがうまくできなかったこともあるが、最大の原因は、当初考えていた研究テーマをすぐに放棄してしまったことにある。当初私は葉緑体に関する研究を行おうと考え、生物科の先生方と相談しながら研究の構想を練っていたが、「できるわけがない」と人から笑われただけで、私はこの計画を破棄してしまった。これが今回の研究における最大の失敗である。すぐに自分の計画を撤回するのではなく、自分の計画に足りないものは何か、どうすれば良い研究ができるかを考えることが必要であった。

参考文献

- ・樋渡宏一著「ゾウリムシの遺伝学」東北大学出版会
- ・鈴木菖平「ゾウリムシの繊毛再生とそれに伴う遊泳行動の変化」筑波大学生物学類