

ミドリムシの光合成における pH 順化は存在するか

石川県立金沢泉丘高等学校理数科

山口 真由 澤田 卓寛 白井 孝司 中川 北斗 堀中 葵寛

要旨

本校の先行研究によるとミドリムシの光合成における最適 pH は 8.0 付近であった。しかし、自然環境で彼らは弱酸性から中性の水に生息しており、またミドリムシは pH 6.5 付近が生育に適しているという記載も多くある。我々はこの違いに着目し、ミドリムシが環境に応じて光合成の最適 pH を変化させる「順化能力」を持つという仮説をたて実験を行った。

1. 研究背景・目的

本校の先行研究の結果からミドリムシの光合成における生息環境の最適 pH は pH 8.0 付近であるということが判った。しかしながら北岡正三郎 (1989) 「ユーグレナー生理と生化学」によれば、ミドリムシは弱酸性の環境でよい生育を示すという。我々の目的は本校で培養しているミドリムシが光合成最適を pH 8.0 付近に持っていることを説明することである。よって材料として先輩が市販で購入し培養していた *Euglena gracilis* (図 1) を使用した。(以下ミドリムシと呼ぶ)

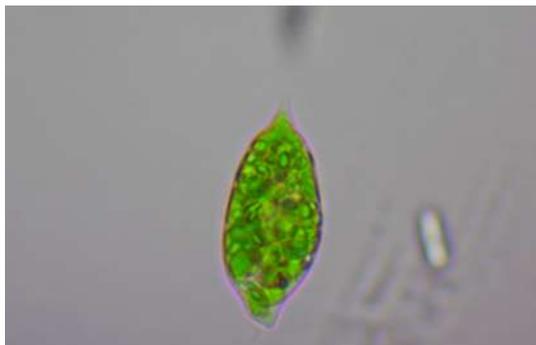


図 1) *Euglena gracilis*

2. 仮説

ミドリムシは光合成における pH 順化の能力を持ち、本校で培養していたミドリムシは光合成における最適 pH を pH 8.0 付近に順化させた。

3. 実験 I

3-1 実験方法

- ① ミドリムシを pH 5, 6, 7, 8 に調節したリン酸緩衝液で 1~2 週間培養した。なお、ここで各培養液中のミドリムシは各 pH に順化したと仮定する。ミドリムシの光合成により CO_2 が消費されることを考慮して、②の実験を行う前に培養液 200 ml あたりに炭酸水素ナトリウムを 0.5 g 溶かす。
- ② 各培養液に 63001x の白熱電球光を照射し (図 2)、培養液中の溶存酸素濃度を測定する (図 3)。



(図 2)

- ③ 図 3 のグラフの傾きを求め、光合成速度を算出する。ここで、①での各培養液に存在するミドリムシの個体数やクロロ

フィルム量に差があることで光合成速度にも差が生じてしまうことを考慮して、以下の操作を行った。

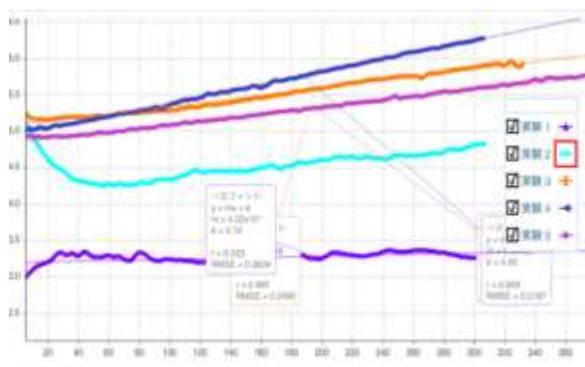
(i) 各培養液の ABS (吸光度) を測定する。

(ii) 算出した ABS で各光合成速度をわり、吸光度当たりの光合成速度を算出する。

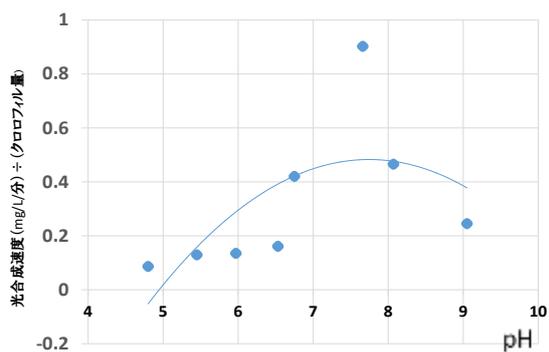
(iii) (ii) で算出した光合成速度をグラフにプロットする。(図 4)

3-2 実験結果

図 1 のように光合成速度は pH 5.0, 6.0 では pH 8.0 と比べて低くなり pH 8.0 で最大となった。



(図 3)



(図 4)

3-3 考察

次の二点が考えられる。

① 順化は存在するが順化には長い時間が必要とされ、今回の実験では pH 別の培養の期間が不十分であったため p

H5, 6, 7 での値が低いままとなり順化は観察できなかった。

② 順化は存在せず、本来ミドリムシの光合成最適 pH は 8 付近であり、そこに利点が存在する。

ここで我々は①の考察に基づきミドリムシを pH 別に長期培養し実験 II を行った。

4. 実験 II

4-1 実験方法

① ミドリムシを pH 6, 7, 8 の培養液中でそれぞれ約 8 ヶ月培養し、その後、②~の実験を行う前に、各ミドリムシを pH 6, 7, 8 の三種の培養液中に植え継ぎを行った。

② 各培養液の吸光度を測定した。

③ ミドリムシが光合成に要する二酸化炭素を十分にするために、各培養液に炭酸水素ナトリウムを 0.5 g ずつ溶かした。

④ 各培養液の pH を測定し、バッファの緩衝能が働いていることを確認した。

⑤ 各培養液を 30 分間暗室条件下に置いた。

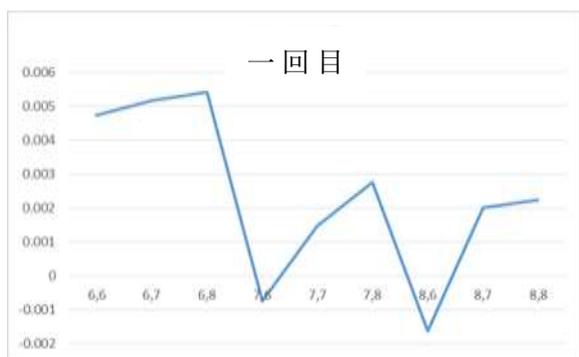
⑥ 各培養液に 63001x の光を 10 分間照射し、培養液中の溶存酸素濃度の変化を Easy センサーを用いて測定した。

⑦ この実験を二回試行した。

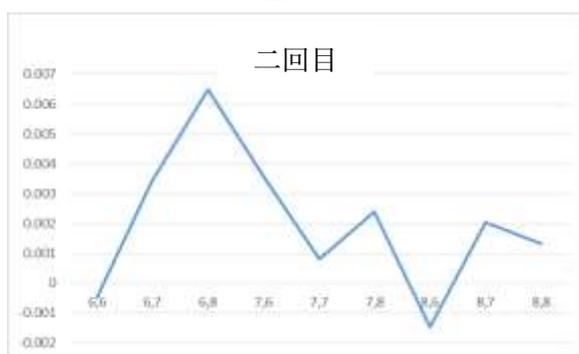
4-2 実験結果

実験結果は次のようになった。

一回目：図 5 二回目：図 6



(図5)



(図6)

実験Ⅰに比べて長期培養を行った実験ⅡではグラフのピークはpH7弱に移動しているが、実験Ⅱの二回の試行のうちどちらでもpH8付近で活性が見られる。

4-3 考察

長期培養を行った実験Ⅱにおいて光合成最適pHのピークが実験Ⅰの状態から移動したことから、ミドリムシにはある程度の光合成最適pHにおける順化能力がある可能性が示唆される。しかしながら実験Ⅱのどちらの試行においてもpH8付近でも活性が見られ、pHによって偏りがあることから以下の二つの考察ができる。

① 実験Ⅰにおいて培養時間は約一週間であるのに対し実験Ⅱでは約8ヶ月である。培養期間を延長することで順化の傾向が見られたことから、ミドリムシは光合成最適pHにおける順化能力を持ち、その順化にはある程度の順化のための各pHでの培養期間を要す。

② 実験Ⅰ、実験Ⅱ両方において順化処理をしたにも拘らずpHによって光合成速度に偏りがあることから、ミドリムシには光合成最適pHにおける順化能力がない。

考察②に関して先行研究のミドリムシは弱酸性の環境でよい生育を示すという事実との整合性を考えると、ミドリムシの光合成における最適pHはpH8付近であり生育に関してはやはり弱酸性が適しているという考察が更にできる。

ミドリムシの異なるpHでの増殖を吸光度によって測定したところ(図7)pH6、pH7、pH8いずれにおいても大きな違いは見られなかった。(図では吸光度測定前のpHの平均を表記した)また、ミドリムシの持つ葉緑体にあるRubisCoの活性最適pHはpH8付近であることが知られている。この事実をふまえるとpH8においては光合成効率が高く生育に有利であるはずのミドリムシの増殖率が他のpHとほぼ等しくなっていることから、pH6が生育に有利であり増殖率は高くなるが光合成にはpH8が最適であることが説明できる。



(図7)

5. 結論

ミドリムシが合成最適pHにおける順化能力を持っている可能性はある。持っていないとすればミドリムシの生育における最適pHはpH6付近であり、光合成における最適pHはpH8付近である。

6. 今後の課題

今回の実験を通してミドリムシが合成最適 pH における順化能力を持っていると完全に断言することはできなかった。よって更に順化処理のための各 pH での培養期間を延ばして実験を行うなど、理論の補強につながる実験を行っていきたい。

7. 謝辞

今回の研究では北陸先端科学技術大学院大学の小田和司先生や本校教師の西岡登先生をはじめとして、多くの先生方の御指示、御協力賜りましたことを一同ここに厚く御礼申し上げます。

8. 参考文献

・海野李, 中山侑香, 川上修吾, 砂山星也, 若林勇太 (2018)

石川県立金沢泉丘高等学校理数科 AI 課題研究Ⅱミドリムシの増殖と光合成

・北岡正三郎 (1989) 「ユーグレナー生理と生化学」 学会出版センター

・内川 典賢, 半井 健一郎 ユーグレナを用いた光合成コンクリートの二酸化炭素固定性状

・中川 恵, 高村 典子, 金 白虎, 辻 ねむ, 五十嵐 聖貴, 若菜 勇

達古武沼における植物プランクトンの季節変化と水平分布