

マリモの光合成活性における光量と水温の相互作用に関するシミュレーション

湖陵高等学校2年1組 青木璃音 池内丹心 遠藤美音 黒滝彩音 古谷栞実

1. 研究動機・研究目的

特別天然記念物であるマリモは、地球温暖化などの影響で、近年減少傾向にある。マリモの保護をする策を考える判断材料や、自然災害などで環境が変化した際、マリモの光合成にどれだけ影響が起きたかの指標、阿寒湖の環境がマリモにとって改善しているか悪化しているかの基準を作り、間接的に保護に繋げる。その判断材料や指標、基準を作るために、私達は光阻害に注目した。マリモに適した環境と光阻害を受ける環境を、光合成活性をもとに、水温と光度の数値を明らかにする。

2. 仮説

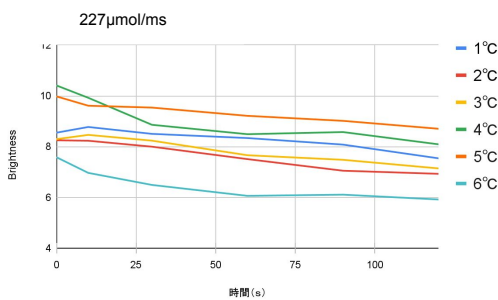
温度ごとに適した光量があり、温度が低くなるほど適した光量もともに下がっていく。光阻害を受け始める光量は温度が低くなるほど下がる。

3. 実験方法

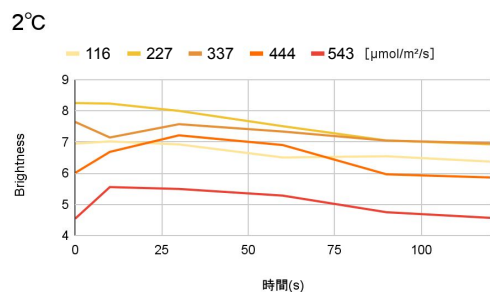
本実験はkono et al(2025)の実験方法を参考にし、一部条件を変更して行った。

- ①シャーレにマリモ0.5gと蒸留水5gを入れ、マリモを直径2.5センチの円に広げ、実験する温度（1°C~6°Cを1°C区切りで）20分間暗順応させる。
- ②白色LEDを正方形上に配列したものをういて、10分曝露する。（PPFDをういて $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の光量で行った。）
- ③青色LEDを当てて赤色フィルタ越しに暗闇でスマートフォンで撮影する。
- ④fijiという画像解析ソフトをういて、HSB色空間のBrightnessを測定する。
- ⑤照度を変えて①~④を繰り返す。
- ⑥データをもとにマリモが光阻害を受け始める光度と適した光度を見つける。

4. 実験結果



227 $\mu\text{mol}/\text{ms}$ における水温ごとのクロロフィル蛍光の変化



2°Cにおける光量ごとのクロロフィル蛍光の変化

5. 考察

①227 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 下で温度を変化させた場合

227 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の光量下では6度が1番値が小さく、4度、5度で値が大きくなっていることから、6度が光合成に適した温度であり、5度、4度が光合成活性が小さいことが分かった。このことから2つのことが考えられる。

I.測定に誤差が生じていた

4度、5度の光合成活性が小さいことに対して、6度の値が突出して大きいと測定に不備があったのではないかと推察する。

II.6度付近が光合成に適している

それ以上の温度が適している可能性があるため7度や8度の実験を行い考察する。

②温度を2度に設定し、光量を変化させた場合

543 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 下での光合成活性が最も大きいことが分かった。この結果から、1番光量の大きい543 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ が光合成に適していることになる。しかし、マリモは低温下で強光を受けると光阻害を受けることが明らかになっているため、この結果は事実と反している。よって実験方法に、問題が生じていた可能性があるため、多くの実験を行い、データを増やすことで考察していきたい。

6. 今後の展望

今回の実験では複数の光度、水温での実験を行えなかったものがあるため、データが増えた場合どのようにクロロフィル蛍光が変化するか実験したい。

今回の研究では、スマートフォンと画像解析ソフトをういてクロロフィル蛍光を測定したが、測定密度に限界があるので、今後はLightroomというRAWデータに近いデータをとれるアプリをういてクロロフィル蛍光をより精密に定量化し、温度と光度の関係をより正確に明らかにしたい。

7. 参考文献

1.Kono Masahiro et al. (2025) Photoinhibition risk in marimo (*Aegagropila brownii*) during ice transition periods based on field observations and laboratory assessments
Phycological Research Volume 73, Issue 4 pp. 320-331

2.Akina Obara et al. (2023) Low Water Temperature on Photoinhibition and Repair of Photosystems in Marimo (*Aegagropila linnaei*) in Lake Akan, Japan
Photosynthesis in Plants and Algae: Physiological, Biochemical, and Molecular Perspectives

3.Keisuke Nakayama et al. (2023) Ideal water temperature environment for giant Marimo (*Aegagropila linnaei*) in Lake Akan, Japan
Scientific Reports 13, Article number: 16834