

# 光の強弱と水草からの気泡発生を観察



## < 観察の概要 >

水草（クロモ）を入れた水槽を窓ぎわに置き、ブラインドの上げ下げにより、光が弱い条件と光が強い条件を作った。

そして、水草（クロモ）からの気泡の発生の様子を観察、記録（動画撮影）した。

## < 観察方法 >



- ①水草（クロモ）を入れた水槽を、南側の窓の近くに置いた。
- ②ブラインドを下げ、クロモに弱い光が当たる条件（弱光；●）と  
ブラインドを上げ、クロモに強い光が当たる条件（強光；○）を、以下のように交互に繰り返した。  
●30秒→○4分→●1分→○1分→●1分→○1分→●1分  
（ブラインドは、観察の前日から下げておいた）
- ③水草（クロモ）からの気泡の発生の様子を観察、動画撮影した。

< 観察、動画撮影の日時 > 2024年8月21日午後1時～1時30分ころ

< 天気 > 晴れ

< 場所 > 秋田県南秋田郡大潟村南2-2 秋田県立大学大潟キャンパス実験室

## < 観察結果 >



観察の結果を、動画（9分40秒）で示す。

●30秒→○4分→●1分→○1分→●1分→○1分→●1分

（弱光；●） （強光；○）

<https://youtu.be/T7EgswFRDZQ>

## < 本観察に関連する学校での学習内容；小学校 >

### ○小学校5年（理科）

#### 単元「植物の発芽と成長」

- ・植物は光にあたるとよく成長する

### ○小学校6年（理科）

#### 単元「生き物のくらしと環境」

- ・植物は光にあたると二酸化炭素をとり入れて酸素を出す

## < 本観察に関連する学校での学習内容；中学校 >

### ○中学校（理科・第2分野）

#### 単元「植物のからだのつくりとはたらき」

- ・ 植物が光にあたりデンプンなどの養分をつくるはたらきを『光合成』という
- ・ 光合成では、二酸化炭素が使われ、酸素が発生する
- ・ 植物は光があたっているときに光合成を行い、呼吸は常に行っている

## < 本観察に関連する学校での学習内容；高校（生物基礎） >

### ○高校<生物基礎>

#### 単元「生物の多様性と共通性」

- ・葉緑体で光合成を行う

#### 単元「生物と細胞エネルギー」

- ・光合成では、光エネルギーを化学エネルギーに変換し、その化学エネルギーを利用して無機物から有機物を合成している

#### 単元「植生と遷移」

- ・「ある光の強さのもとでは、光合成による二酸化炭素の吸収量と呼吸による二酸化炭素の放出量が同量となり、見かけ上、二酸化炭素の出入りはみられない状態になる（この単元では、『光補償点』、『光飽和点』、『最大光合成速度』などの用語を学ぶ）

## < 本観察に関連する学校での学習内容；高校（生物） >

### ○高校<生物>

#### 単元「代謝とエネルギー」

- ・光合成は、光が関係するチラコイドでの反応、およびストロマでの反応の二つの反応から成る
- ・チラコイドでは、電子が伝達される過程で、ATP（アデノシン三リン酸）、NADPH（還元型ニコチンアデニンジヌクレオチドリン酸）、および酸素が生ずる
- ・ストロマでは、チラコイドでの反応で作られたATPとNADPHを用い、二酸化炭素から炭水化物をつくる炭素同化が行われる

## < 本観察の特徴 >

- 植物（水草；クロモ）が気泡（気体）を発生させることを、観て（視覚的に）理解できる。
- 光の強弱と植物（クロモ）からの気体の発生との関係について、楽しく観察できる。
- 水草（クロモ、オオカナダモなど）と水槽があれば観察できるので、比較的容易な観察である。

## <本観察を通じ期待される探求内容（例）>

観察したなかから「不思議」を感じ、「なぜ」を思い・考え・調べること。

例えば、

- ①光の強弱に応じて、クロモから発生する気体の多少（有無）が変化するの不思議だ！
- ②植物（クロモ）の体のなかで、光の強弱に応じて、どのようなこと（反応）が起こっているのだろうか？
- ③発生する気体は何なのか？

## <本観察のコツ・留意点>

- 水草（クロモなど）からの気体（酸素）発生は、水の溶存酸素量が飽和となってから観察できる。そこで、明け方からしばらく時間をおき、水草の光合成がある程度行われ、溶存酸素量が飽和近くになった後に、気体発生の観察を行う。
- 水草（クロモなど）を育てる水を水道水とする場合、消毒のために入っている塩素を抜く必要がある。塩素を抜くためには、汲み置いた水を、野外であれば1日置く、室内であれば数日置く。あるいは、アクアリウム用品として販売されている塩素中和剤（カルキ抜き）を用いる。
- クロモは、常に強光が当たるような「明るすぎる」場所は好まない。  
例えば、琵琶湖でクロモは、水深2~4mの範囲に最も多く分布し、水深7mにも分布する（今本ら、1998）。  
今本博臣・加藤正典・堀家健司・原稔明（1998）、琵琶湖の湖岸環境に関する研究 Ⅰ. 沈水植物の種組成と分布、応用生態工学1（1）7-20。  
そこで、クロモを育てる際には、水槽を置く場所の光条件（光の強弱）に留意する必要がある。
- クロモは、冬期を「越冬芽（えっとうが）」で過ごす。そこで、本観察のような観察は、冬期は適さない。

## <本観察で用いたクロモについて>

- ・クロモを含むトチカガミ科の植物（水草）は、陸上植物から水中に戻った植物である。そこで、今回観察した「光が当たると気体を発生させる」という現象は、陸上植物においても行われていることが推察できる。

## < 光合成・炭素同化に関する説明（補足説明） >

### 1. 光合成という用語の覚え方

「光エネルギーで炭水化物を合成すること」と覚えるとよい。

### 2. 光合成の行われる場

- ・光合成は、葉緑体で行われる。
- ・光合成の反応は、チラコイドでの反応とストロマでの反応の二つから成る。
- ・チラコイドは袋状の膜構造をしており、袋の内側をチラコイド内腔（ないこう）という。

## < 光合成・炭素同化に関する説明（補足説明） >

### 3. 光合成・炭素同化

#### 1) チラコイドでの反応

##### ① 光合成色素（クロロフィル）による光エネルギーの吸収

- ・ 光エネルギーの吸収により光合成色素から電子（ $e^-$ ）が放出される。

##### ② 水（ $H_2O$ ）の分解と酸素（ $O_2$ ）の生成

- ・  $H_2O$ の分解により、 $O_2$ 、水素イオン（ $H^+$ ）、電子（ $e^-$ ）が生じる。
- ・ その  $e^-$  は、 $e^-$  を放出し失った光合成色素に供給される。

##### ③ ATPとNADPHの生成

- ・  $e^-$  はチラコイド膜を伝達し、最終的にNADP<sup>+</sup>に渡されNADPH（還元型ニコチンアデニンジヌクレオチドリジン酸）が作られる。
- ・ この反応系を、電子伝達系という。
- ・ チラコイド内腔の  $H^+$  の濃度が高まり、膜の内外で  $H^+$  の濃度に勾配が生ずる。
- ・ その濃度勾配を利用してATP（アデノシン三リン酸）が作られる。

## < 光合成・炭素同化に関する説明（補足説明） >

### 3. 光合成・炭素同化

#### 2) ストロマでの反応

- ・チラコイドでの反応で作られたATPとNADPHを用い、CO<sub>2</sub>は固定され、ホスホグリセリン酸（炭水化物の一つ）となり、その後、三炭糖リン酸（炭水化物の一つ）が作られる。
- ・この物質生産は回路となっており、カルビン・ベンソン回路という。
- ・三炭糖リン酸は、葉緑体から細胞質に移動し、スクロースやデンプンなどになる。
- ・無機化合物のCO<sub>2</sub>から有機化合物の炭水化物がつくられることを、炭素同化という。

## < 光合成・炭素同化に関する説明（補足説明） >

### 4. 光合成・炭素同化とヒトとの関係

私たちヒトは、植物が行う光合成・炭素同化によって作られる炭水化物を、直接あるいは間接的に食べることで、エネルギーを得ている。

例① ジャガイモは、葉で光合成し、炭水化物を作る。その炭水化物は、塊茎（芋）に移動し、デンプン（炭水化物の一つ）として蓄えられる。ヒトは、そのデンプンを食べることで、エネルギーを得ている。

例② 世界には少雨や低温などにより十分な量の作物を栽培できない地域がある。そのような地域では、光合成により成長した牧草を家畜に食べさせる場合が多い。ヒトは、その家畜を食べることで、エネルギーを得ている。

植物の光合成・炭素同化により、私たちヒトの食・生命は支えられている。