

# 光合成でつくられる気体の性質

—つくられた気体の性質を視覚でとらえてみよう—

川島 政吉

緑色植物の光合成については、いろいろな実験が小学校の頃から行われているが、間接的に必要な物質や生成物を確かめる実験が多く、また薬品の扱いや実験器具の操作になれるのに時間がかかる実験が多く、小学生や中学生には理解しにくい分野になっている。そこで、ペットボトルを利用し、水草であるオオカナダモの光合成によって放出される気体の主要成分が、酸素であることを視覚で簡単に確かめる実験方法について検討した。

**【キーワード】 小・中学校理科 光合成 オオカナダモ ペットボトル 酸素 線香**

## はじめに

緑色植物の光合成では、光のエネルギーによって水と二酸化炭素をもとに、炭水化物の生成とともに、酸素を発生し、空气中に供給している。

酸素が発生している確かめる方法としては、オオカナダモからの気体（泡）の発生の確認やインジコカーミンを用いた酸素の検出、ガス検知管による酸素濃度の変化を測定することが一般的である。

今回は、酸素の性質の中で小・中学校の理科でも取り上げられている助燃性によって、発生した気体のほとんどが酸素であることを確かめる簡単な実験方法について検討する。

## 1 光合成によって発生する気体を集める

### 準備

オオカナダモ、注射筒、二酸化炭素の気体、ふた付きペットボトル（2.0L用）、ポリ管、メスシリンダー、水槽、照度計、温度計、汲み置きの水

### 方法

(1) ペットボトルにオオカナダモを約65g入れ、汲み置きの水で満たし、30分ほど暗いところ

に置いておく（暗処理）。

(2) 図1のように二酸化炭素の気体を、必要とする分だけ水上置換でメスシリンダーに集めておく。

(3) 次に注射筒を利用して二酸化炭素を図2のようにペットボトル内に移し、ふたで密閉する。



図1 気体の捕集

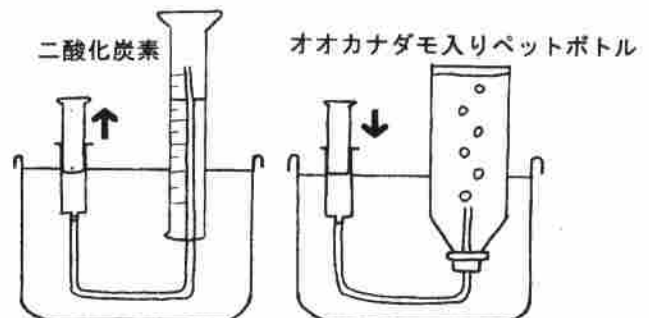


図2 気体の移動

- (3) 密閉したペットボトルを上下に振り、二酸化炭素をできるだけ水に溶解させる。  
 (4) ペットボトル内の温度が上がりすぎないように水槽の中に入れ、2時間ほど直射日光に当てる。

**結果**

- (1) 二酸化炭素が水に溶けるとペットボトルはへこむが、実験後光合成によって発生する気体によって、逆に膨らんだ。  
 (2) 発生した気体は、最初に入れた二酸化炭素の気体の量によって異なった。

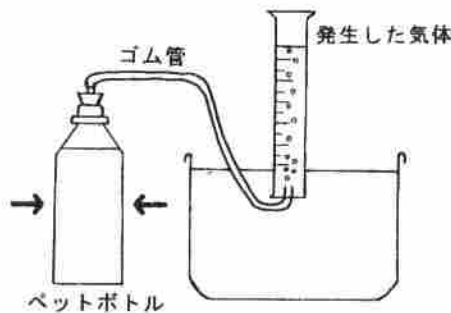
**2 発生した気体の性質を確かめる**

**準備**

オオカナダモ入りペットボトル (2.0L用)、ゴム管付きゴム栓、メスシリンダー、ポリ管つき注射筒、試験管、水槽、石灰水、ビペット、マッチ、水槽、線香

**方法**

- (1) 発生した気体が逃げないように、ペットボトルを逆さまにして、ふたを水中で取り、ゴム管付きゴム栓をしっかりとつける。次に、図3のように、ペットボトルの側面をつまんで光合成によって発生した気体を、メスシリンダーに集める。



**図3 発生した気体の捕集**

- (2) メスシリンダーから発生した気体の一部を、注射筒で吸い取り (約10cm<sup>3</sup>)、試験管内の石灰水と反応させてみる。

- (3) メスシリンダーから発生した気体の一部を、注射筒で吸い取り (約40cm<sup>3</sup>)、水上置換法で試験管内に集め、火のついた線香を試験管内に入れてみる。

**結果**

- (1) 発生した気体の量は、表1のような結果になった。

**表1 注入した二酸化炭素量と発生した気体の量**

二酸化炭素の量	発生した気体の量	
0 cm <sup>3</sup>	1回目 12cm <sup>3</sup> 2回目 13cm <sup>3</sup> 3回目 15cm <sup>3</sup> 4回目 10cm <sup>3</sup>	平均 12.5cm <sup>3</sup>
50 cm <sup>3</sup>	1回目 60cm <sup>3</sup> 2回目 44cm <sup>3</sup> 3回目 41cm <sup>3</sup> 4回目 49cm <sup>3</sup>	平均 48.5cm <sup>3</sup>
100 cm <sup>3</sup>	1回目 90cm <sup>3</sup> 2回目 82cm <sup>3</sup> 3回目 84cm <sup>3</sup> 4回目 90cm <sup>3</sup>	平均 86.5cm <sup>3</sup>
150 cm <sup>3</sup>	1回目 116cm <sup>3</sup> 2回目 104cm <sup>3</sup> 3回目 110cm <sup>3</sup> 4回目 108cm <sup>3</sup>	平均 109.5cm <sup>3</sup>
200 cm <sup>3</sup>	1回目 100cm <sup>3</sup> 2回目 112cm <sup>3</sup> 3回目 114cm <sup>3</sup> 4回目 118cm <sup>3</sup>	平均 111cm <sup>3</sup>

直射日光45,000LX~60,000LX

室温22~28℃ 水温28℃~30℃

- (2) 発生した気体を石灰水と火のついた線香の反応で調べると、表2のようになった。

表2 発生した気体の性質

注入した二酸化炭素の量	石灰水の反応	線香反応
0 cm <sup>3</sup>	反応無し	×
50 cm <sup>3</sup>	反応無し	×
100 cm <sup>3</sup>	反応無し	△
150 cm <sup>3</sup>	反応無し	○
200 cm <sup>3</sup>	反応無し※ <sub>1</sub>	○

○は全て炎を上げて燃えた。

△は3回炎を上げて燃えたが、1回は明るくなっただけ。

×は1回も反応がなかった。ただし線香に多少明るくなる反応が見られた。

表2の※<sub>1</sub>：二酸化炭素200cm<sup>3</sup>のとき、発生した30cm<sup>3</sup>以上の気体と石灰水を反応させると、かすかに白く濁り、微量の二酸化炭素が残っていることがわかる。

### 3 考察

(1) ペットボトル内に入れる二酸化炭素の量は150 cm<sup>3</sup>以上加えても、光合成によって発生する気体の量に大きな違いが出なかった。

(2) 発生した気体は全て石灰水と反応しなかったことから、最初に加えた二酸化炭素はほとんど水に溶けていて、反応後捕集された気体の中には、石灰水と反応するだけの量が存在していないことがわかる。

(3) 火のついた線香が、炎を上げて燃えることから、発生した気体には、酸素が含まれていることがわかる。

ただし、発生した気体の量等によって、炎の上げ方や火のついた線香が明るくなるだけのものもあることから、発生した気体は全て酸素とは限らないことがわかる。

(4) 二酸化炭素の気体は、注入後すぐふたをしてよく振ると溶けてペットボトルがへこむ。そして、酸素が発生すると共にそのへこみが元に戻り、逆に膨らんでくる。

(5) オオカナダモの量の違いや光のエネルギーの違い、脱気した水を使用した場合など、光合成によって発生する気体の量や酸素の濃度にどのような違いが生じるか、今後の検討課題となる。

(6) 消費された二酸化炭素の量を正確に比較するために実験終了後のpHの変化を測定し、定量的に比較することも今後の検討課題となる。

ペットボトルはこの気体の体積の増加を克服できる利点をもっている。

### 5 留意点

(1) 途中で気泡がたくさんできて光を遮ることや二酸化炭素が溶けきれずに残っていることがあるので、時々ペットボトルを振った方がよい。

(2) 加える二酸化炭素を一定量以上加えると、捕集した気体の中に、石灰水を多少白く濁す二酸化炭素が残り、実験には適さないのに注意する。

### 6 参考

(1) 光合成に必要な二酸化炭素を、二酸化炭素の気体でなく、スーパーなどで売られている炭酸水によっても代用できる。

このとき注意しなければならないのが、ペットボトル内で、気体が発生することを考慮してペットボトルを少しへこまして栓をし密閉することです。

(2) 光合成をしているオオカナダモの葉から発生する気体の組成は、表3の通りです。

表3 気体の組成 (オオカナダモの分析結果)

光合成をしているオオカナダモ	葉から発生した気体の組成 酸素約80%窒素約20%
----------------	------------------------------

※陸上の植物の葉から発生する酸素の割合

オオカナダモ 47~67%、セイヨウアサダ 54~62%



大阪府科学教育センターの野外観察ガイドブックの生物編から（1990年発行）

- (3) 光合成をしているオオカナダモの葉から発生したり吸収される気体の溶解度は、表4の通りです。

**表4 気体の溶解度**

気体名	温度 水 1 cm <sup>3</sup> に溶解する気体の量cm <sup>3</sup>	
酸素	20℃で 0.031	40℃で 0.023
窒素	20℃で 0.016	40℃で 0.012
二酸化炭素	20℃で 0.88	40℃で 0.53

表4の溶解度は理科年表より

- (4) 発生する気体の組成は、オオカナダモが入っている水に溶けている気体の組成に依存するといわれている。

つまり、窒素ガスは葉の周りにたくさんあるので、それが植物の細胞を出たり入ったりすると考えられる。

- (5) 実験に使用した札幌の水道水のpHは7.1前後、1日汲み置きの水のpHは7.3前後で、ほとんど変わらない。

※pHの値は、簡易pHメータで測定したものである。

#### 参考文献

- 1) 松田仁志 (1990) 野外観察ガイドブック  
—生物編—第6章 大阪府科学教育センター  
研修第一部
- 2) 下末伸正 (1997) 理科教室 10月号No.509  
P 80 新生出版刊

(かわしま まさよし 生物研究室研究員)