

第6章 野外での光合成の実験

1. 光合成によるガスの発生と検出

植物をプラスチック容器に入れ、水を満たして密閉した後、光をあてる。光合成によって発生するガスを集め、このガスの中では、ものがよく燃えることを確かめる。

ねらい

- 1) 草や木が光合成をしてガスを発生することを観察し、そのガスには酸素が多く含まれることを知る。
- 2) 光のあたり方によって、ガスの発生量に違いがあることを観察する。

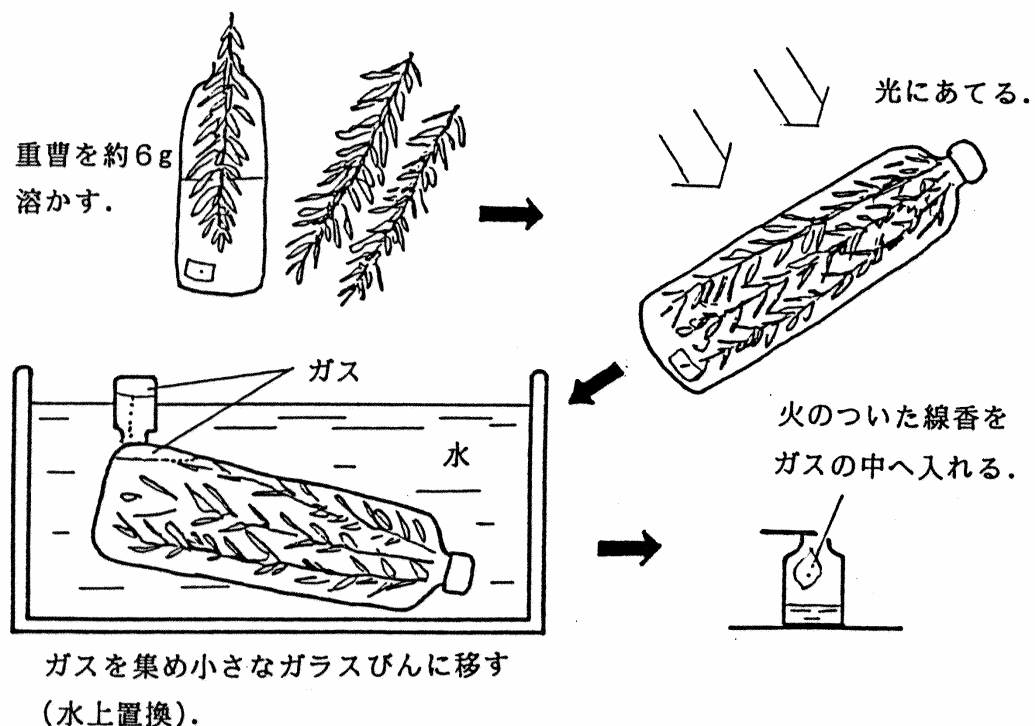
準備

透明なプラスチック容器（1,500ml、ふた付き：容器の下方の側面に針で穴を開け、透明なビニールテープでその穴をふさいでおく）、草や枝を切る道具（せん定バサミなど）、小さなガラスびんとガラスのふた、重曹（炭酸水素ナトリウム： NaHCO_3 ）、線香、マッチ。

方法（図参照）

- 1) 1,500ml のプラスチック容器に、約 6 g の重曹を入れ、容器の半分まで水を加え溶かす（対照実験：重曹を入れないものをつくって比較する）。
- 2) 上の容器にオオカナダモ、クロモなどの約 30cm のものを 10 本ほど入れる。水草のない場合は、ヨモギ、セイタカアワダチソウ、シダレヤナギなど葉を茎ごと 3～4 本（約 60～70 g）入れる。
- 3) 水を追加して容器に満たし、軽くたたいて気泡をできるだけ取り除く。

- 4) ふたをした後、残っている気泡をプラスチック容器の下に開けた針穴から追い出しビニールテープで穴をふさぐ。
- 5) 直射日光のあたるところにおく（対照実験：日陰のものを用意する）。
- 6) 〔観察〕陸上の草や木の葉を用いた場合、5 分ほどで葉の表面にガスの泡ができているのが観察できる。葉の表と裏とを比較して観察する。
- 7) 1～2 時間後、発生したガスを容器を軽くたたいて一カ所に集める。
- 8) プラスチック容器全体を池や水槽に沈め、次の図のように、別に水を満たしておいたガラスびんの中へ、針穴からガスを押し出して集める。
- 9) 〔観察〕ガラスびんにガラスのふたをして水の上に取り出し、ふたの隙間から火の付いた線香を入れ、炎を上げて燃えるのを確認する。



まとめ

- 1) 葉に光があたると光合成によってガスが発生する。
- 2) 光合成によって発生するガスは、物をよく燃やす性質があることから、酸素が多いこと

がわかる。

- 3) 二酸化炭素や炭酸水が周りにないと光合成によるガス発生が少ない。
- 4) 水中の水草も陸上の植物も同じように光合成をしていることがわかる。

学習の発展

- 1) 植物の種類によって発生するガスの量に違いがあるだろうか比べてみる。
- 2) 光の明るさと光合成によるガスの発生量を測定し、その関係を考える。
- 3) 水に加える重曹の量によって、ガスの発生量に違いがあることを調べる。
- 4) 容器の中に入れた植物の重さとガスの発生量との関係を調べる。

2. 葉にできたデンプンの検出

ろ紙に葉をはさみ、その上から木づちなどでたたき、ろ紙に葉の形をプリントする。それを、塩素系漂白剤で漂白してから、ヨウ素液に浸しデンプンを検出する。

ねらい

- 1) 光合成によって葉にデンプンができることを知る。
- 2) 葉への光のあたり方によってデンプンのできる量に違いがあることを観察する。
- 3) いろんな植物の葉でデンプンが出来ることを調べる。

準 備

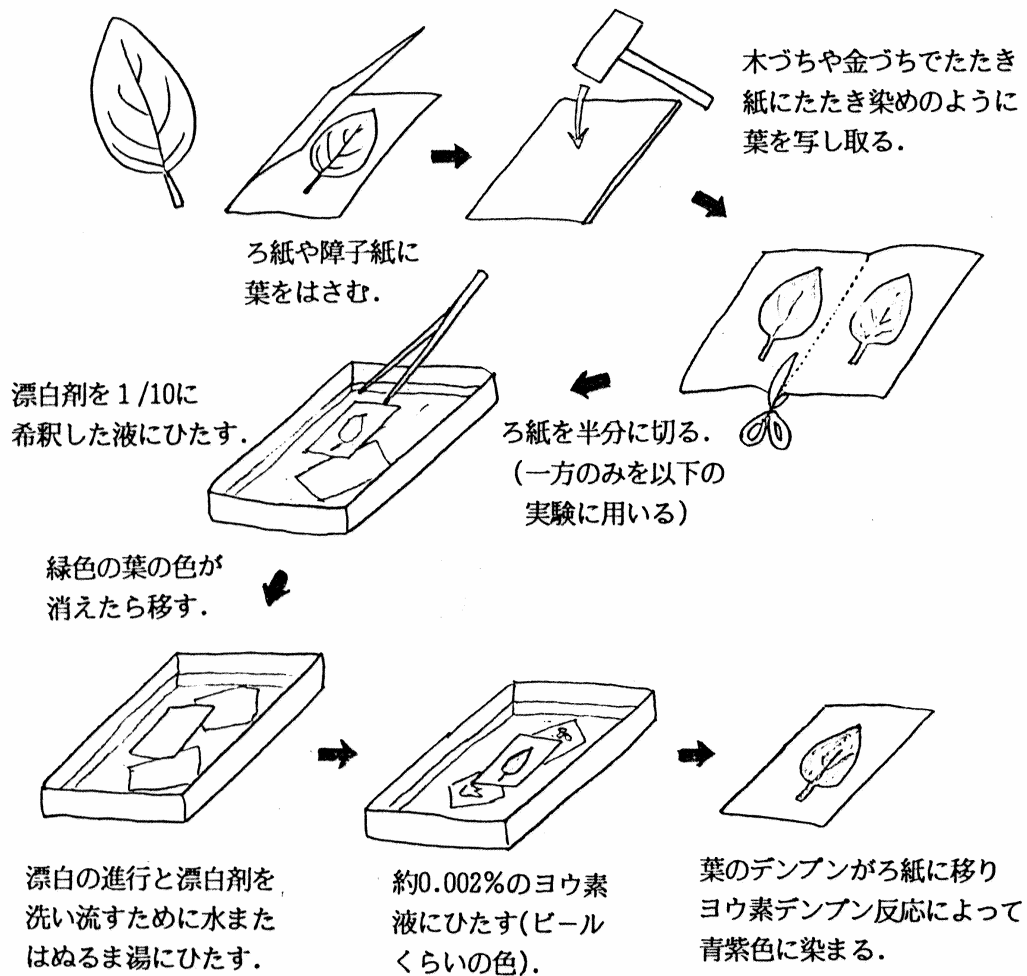
ろ紙または障子紙（ヨウ素液で反応しない紙）、木づちまたは金づち、ハサミ、ピンセットまたは割箸、漂白剤（塩素系漂白剤）、ヨウ素液、漂白液やヨウ素液を入れるバット。

方 法 （図参照）

- 1) ろ紙や障子紙に葉をはさみ、木づちや金づちでたたいて、紙にたたき染めのように葉を写し取る。
- 2) 葉の両面を写し取ったろ紙を半分に切り、そのひとつを 1/10 に希釈した漂白剤の液に浸す。
- 3) 緑色の葉の色が消えたら、漂白剤を洗い流すために水に浸す。漂白はさらに進む。
- 4) 次に、薄いヨウ素液へ浸す。ろ紙に移った葉のデンプンがヨウ素デンプン反応によって青紫色になるのを観察する。

まとめ

1) 葉に光があたると光合成によってデンプンができる。



2) 光の明るいところの葉ほど、多くのデンプンができる。

3) いろんな植物の葉でデンプンがつくられていることがわかる。

4) ヨウ素デンプン反応の色は、青紫色である。

学習の発展

1) ろ紙に写し取ったデンプンはいつまでも残っていて、日が経ってからでもヨウ素液に浸すとヨウ素デンプン反応が現れる。これを発展させ、雨の日と晴れた日では、葉にできるデンプンの量に違いがあることを調べる。

- 2) 一日のうちでいつごろ、葉にデンプンが多いかを調べる。
- 3) 前の日から葉の一部か、複葉の一枚をアルミ箔で包んでおき、光をさえぎるとデンプンができないことを調べる。

指導上の留意点

- 1) 野外での光合成の実験（１）、（２）は、光合成を身近にある草や木、またその環境に対応させながら理解させるようにする。
- 2) 実験に用いる植物の採取は必要最小限にするよう心がける。特に、実験（１）の場合、水中植物は何回も用いることができるが、草や木を用いる場合はせん定をするつもりで生育に影響しないよう採取する。
- 3) 実験（２）で漂白剤を使うが、手で直接液に触れないようにする。

参 考

水中で葉の表面からガスが出るのを観察するには、シダレヤナギやキョウチクトウのようになや葉の広い植物を選ぶとよくわかる。１時間に発生するガスの量は条件にもよるが次のようである。

用いた植物	葉の重さ（茎をふくむ） (g)	発生したガスの量 (ml/ 1 時間)	実験月日
ヨモギ	8 3 g	3 2 ml	7 月 26 日
セイタカアワダチソウ	6 5 g	1 6 ml	7 月 26 日
ヒメジヨオン	7 0 g	1 4 ml	7 月 26 日
オオカナダモ	6 8 g	4 2 ml	7 月 26 日

シダレヤナギ	6 0 g	2 4 ml	11 月 26 日
クロマツ	9 7 g	1 6 ml	11 月 26 日
キョウチクトウ	1 1 5 g	1 2 ml	11 月 26 日

光合成によるガス発生を捕らえる実験で、びんに集めた気体の組成を調べると、たとえばオオカナダモを用いたとき発生したガスの酸素と窒素の体積比は 4 : 1 で、空気の 1 : 4 に比較して酸素が多くなっていた。しかし、酸素が 100%ではなかった。発生するガスの組成は水草が入っている水に溶けている気体の組成に依存すると言われている。暗いところにあったオオカナダモを用いた場合、はじめに発生したガスの酸素は約 45%であったが、しだいに酸素の割合が増加した。湯ざましの水を用いたり、脱気した水の中へオオカナダモを入れて実験すると酸素は 90%以上になった（ガス発生は少ない）。発生するガスの全体の量は光の明るさにほぼ比例した。10ml のガスがあれば線香の火は炎を上げて燃え、酸素の割合が多いと線香花火のように燃えた。

このガスの分析でわかったことは、陸上の植物も水草と同じように、光合成をしている葉では酸素を多く含むガスを出していること、ただし 100%酸素ではないことがわかった。たとえば、酸素の割合はヨモギでは 47~67%、セイタカアワダチソウでは 54~62%、ヒメジョオンでは 47~58%であった。

結果から窒素ガスは葉の周りにたくさんあるので出たり入ったりしていると考え、酸素ガスの増加は光合成によると結論づけられる。

重曹 (NaHCO_3 : 炭酸水素ナトリウム) を水に加えるのは 2 つの理由による。1 つは、二酸化炭素 (CO_2) の供給のためである。もう 1 つは、水の pH を 8.0-8.5 にするためで、この弱アルカリ性では CO_2 はよく水に溶け、大部分が HCO_3^- のイオンとなっている。1,500ml の水に 6 g の重曹を溶かすと pH は約 8.1 となり $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^-$

$+H_2CO_3$, ($H_2CO_3 \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$) となって HCO_3^- または CO_2 の形で植物に取り込まれ、光合成に使われると考えられる。

また、実験に用いた植物は呼吸もしているので CO_2 を出すはずである。しかし、それも水に溶けてしまうので気体としては出にくいことになる。このほうが発生したガスについて考えるとき都合がよいことになる。実際には、この実験で発生したガスは、約 0.5~5% の CO_2 を含んでいる。

光合成によって葉にできたデンプンを捕らえる実験には、多肉の葉や葉の表面がクチュラでおおわれているものは、うまくできないので避けたほうがよいと思う。一年中いつでも、元気そうな葉を用いるとうまくできる。

参考文献

実験（１）については、松田仁志：大阪と科学教育 4（1990）p43－46。

実験（２）については、森英信：第13回東レ理科教育賞受賞作品集（1983）p38－42。