

## 葉の中のデンプンを調べるための材料・方法の検討

Revision of plant materials and methods  
for detection of starch in leaves

自然系（理科）コース Ali Bashir Gulia  
自然系（理科）コース 堅田 勇人  
自然系（理科）コース 中島 淑美

### はじめに

「光合成」については、「光合成」という言葉は使われないが、小学校において学習することになっている。すなわち、緑葉に日光が当たるとデンプンが合成されることを学習する。中学校においてはこれらの既習事項をベースとして、「光合成」は葉の緑色の部分、すなわち葉緑体において行われること、また「光合成」には二酸化炭素が必要なことなどを学習する。

「光合成」が葉緑体で行われていることは、オオカナダモの葉緑体を顕微鏡で観察することによって確認するほか、いわゆる「ふ入り葉」を用いて、緑色以外の部分では「光合成」が行われないことを確認する実験も教科書に取りあげられている。この「ふ入り葉」の材料として、多くの教科書ではアサガオが用いられているが、この実験を行う時期（5月中旬～6月下旬）にアサガオの入手は困難である。また緑葉中のデンプンを検出する方法としてエタノールによる脱色後、ヨウ素液で染色する方法や、いわゆる「たたき染め」によってデンプンをろ紙に移し漂白剤で脱色した後、ヨウ素液でデンプンを検出する方法などが教科書に例示されているが、いずれの方法も確実性に欠け、「不満」の残る実験となる場合が多い。

そこで、「葉の中のデンプンを調べる実験」を行うための実験材料と実験方法について、次の点にポイントを置いてこの研究を進めることにした。

- \* 入手しやすいこと
- \* 操作が簡単
- \* 結果がわかりやすい
- \* 再現性に優れる

### 実験材料の検討

5月下旬～6月上旬に入手できること、ふ入り葉であること、また、比較的柔らかい葉であることを条件に、園芸店などで植物を探した結果、シソ科コリウス、フウロソウ科ゼラニウム、シソ科パイナップルミント、クワ科プミラ（図1-4）の4種類の植物を見つけることができたので、これらを用いて実験を行った。



図1.コリウス



図2.ゼラニウム



図3.パイナップルミント



図4.プミラ

## 実験方法の検討と結果

光合成をして、葉の中にデンプンが作られたかどうかをヨウ素反応で調べる。そのヨウ素反応を見やすくするために、アルコール脱色法とたたき染め・漂白法の2種類の方法を試み、どちらが見やすいかを比べた。

### 1 アルコール脱色法

#### (1) 実験器具

エタノール、ヨウ素液、ビーカー大・小、駒込ピペット、ペトリ皿、ストップウォッチ、ピンセット

#### (2) 実験方法

採取した葉を熱湯に30秒から1分ぐらいつける。(図6)

(この操作をしなければ、エタノールでの脱色が難しい。また、アントシアニンの色素も水に溶け出さない。アントシアニンの色素を取り除いておかないと「ふ」の様子が見づらい。)

熱湯で湯煎した65以上のエタノールで葉緑素をぬく。(図7)

(熱湯は電気ポットを利用して準備する。100mlビーカーにエタノールを50ml入れ、葉を入れる。300mlビーカーに熱湯を入れ、100mlビーカーを浮かべる。)

ぱりぱりになった葉を水ですすぐ。(図8)

ペトリ皿に葉を取り出し、薄めたヨウ素液をたらし、ヨウ素反応を観察する。



図6.熱湯につけているようす



図7.脱色のようす



図8.脱色された葉

### (3) 結果

4種類の植物の結果は図9～11に示すとおりである。

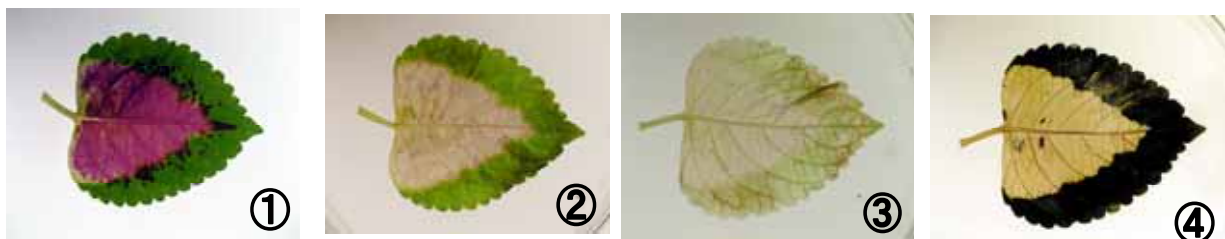


図9.赤色コリウスの実験結果

採取したすぐの葉                      熱湯につけた結果、柔らかくなった葉  
エタノールで処理し、脱色されたところ                      ヨウ素反応をさせた葉

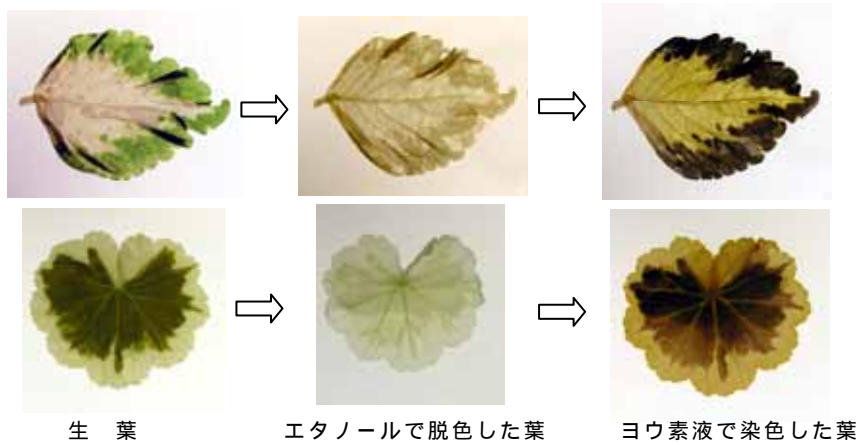


図 10. 白色コリウス（上段）とゼラニウム（下段）の実験結果

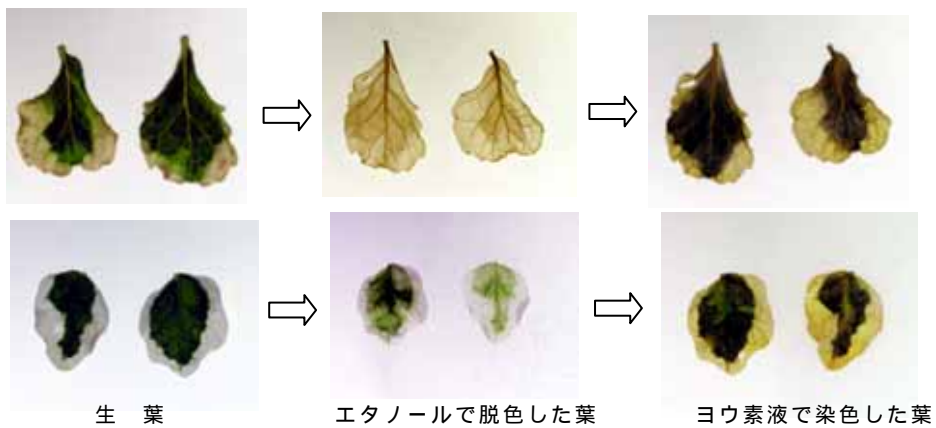


図 11. パイナップルミント（上段）とブミラ（下段）の実験結果

市販されているコリウスには様々な模様の葉がある。いろいろな模様の葉を用いて実験を行ったところ、「ふ」の入り方によって、ヨウ素反応の結果に見やすい場合と見にくい場合があることがわかった。図 12 のようなまだら状の「ふ」は見にくく図 13 のような円形のふになっている植物は見やすいことが分かった。



図 12. まだら状の「ふ」が入っている葉  
（コリウス）



図 13. 円形の「ふ」が入っている葉  
（左：コリウス，右：ゼラニウム）

#### (4) 植物の種類とエタノールでの脱色時間

##### 実験方法

ア, 300ml のビーカーに熱湯を入れ, もう一方の 100ml のビーカーにエタノールを 50ml 入れ, 熱湯にビーカーを浮かべる。

イ, エタノールの温度が 70 になったところで, 葉を入れる。

ウ, 脱色されるまでの時間を測定する。

##### 結果

表 1 は 4 種類の植物と, 教科書に例示されているアサガオの計 5 種類の植物の脱色に必要な時間を測定したものである。各植物につき, 3 枚の葉について脱色に必要な時間を調べ, 平均値で示した。この結果, 手触りが柔らかくて, うすい葉ほど早く脱色されることが分かった。

表 1 . 材料植物と脱色にかかる時間

植物	脱色時間(分)
コリウス	2
パイナップルミント	2
アサガオ	6
ゼラニウム	8
プミラ	15

## 2 たたき染め・漂白法

### (1) 実験器具

ろ紙, 木づち, ビニル板 2 枚, 漂白剤(ブライト, キッチンハイターなど), ビーカー, ペトリ皿, ピンセット

### (2) 実験方法

採取した葉を半分に折ったろ紙の間にはさむ。

のろ紙をビニル板にはさみ, 木づちで強くたたく。

うすく葉脈だけになった葉をろ紙から取り除く。

データをろ紙に記入して, ろ紙を 2 等分する。一方は保存し, 残りの半分は漂白する。

10 倍にうすめた漂白剤に浸し, 脱色する。

脱色したろ紙を 1 分 ~ 2 分熱湯につけ, その後水洗いをする。

ペトリ皿にろ紙を広げ, ヨウ素液をかけてヨウ素反応を観察する。

### (3) 結果

図 14 は, コリウスの葉を用いたときの結果である。左側はたたき染めによって葉緑体などがろ紙に移されたものであり, 右側は漂白を行った後にヨウ素反応させたものである。「ふ」の部分はヨウ素液で染色されていないことは確認できるが, 葉の輪郭が不明確であった。



図 14. コリウスの葉を用いたたたき染め法の結果

3 アルコール脱色法とたたき染め・漂白法との比較  
2つの実験方法の長所と短所をまとめると表2のようになる。

表2. アルコール脱色法とたたき染め・漂白法の長所と短所

方 法	長 所	短 所
アルコール脱色法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヨウ素反応がはっきり現れる。</li> <li>・ヨウ素反応が現れた葉は保存できる。</li> <li>・脱色されやすい葉とされにくい葉がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・熱湯を用意し，温度管理をする必要がある。</li> </ul>
たたき染め・漂白法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・葉の試料を2枚とることができ，ヨウ素反応の結果ともとの試料とを比較することができる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木づちでたたくときにコツがいるため，結果に個人差がでる。</li> <li>・反応が観察しづらい。</li> <li>・ヨウ素反応がでた結果（青紫の部分）はしばらくすると消えていくため，保存には適さない。</li> </ul>

このことから，中学校における実験方法としてはたたき染め・漂白法よりはアルコール脱色法が適していると考ええる。

**教科書に記載されたオオカナダモの実験方法の検討と結果**

オオカナダモを用いて，光合成が葉緑体で行われていることを確認する実験において，その実験方法が適しているかどうか検討を行った。

1 教科書に記載されている方法は次の通りである。

- (1) オオカナダモの葉をスライドガラスの上ののせて生きた細胞の中の葉緑体を顕微鏡を使って観察する。(図15)
- (2) 葉を熱湯の中に入れて取り出し，スライドガラスの上ののせて，ヨウ素液を落とし，顕微鏡を使って観察する。脱色はしない。(図16)

この方法で観察を行った結果は図15および図16に示す通りであり，葉緑体が染色されていることは確認できるが明瞭ではない。

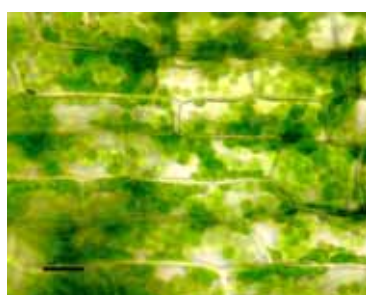


図15. 生きた細胞の中の葉緑体

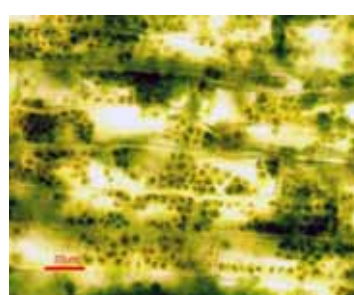


図16. ヨウ素液を滴下した後の葉緑体

2 アルコールで脱色を行い，ヨウ素反応をさせる方法

この方法は次のように行った。

- (1) オオカナダモの葉の細胞を顕微鏡を使って観察する。
- (2) 葉を熱湯の中に入れて取り出し，その後65℃以上のエタノールの中で，約5分間脱色する。
- (3) 水洗後，ヨウ素液を落とし，顕微鏡を使って観察する。

その結果，図 17 に示すように葉緑体があざやかな青紫色に染色され，葉緑体中にデンプンが存在することが明瞭に示された。

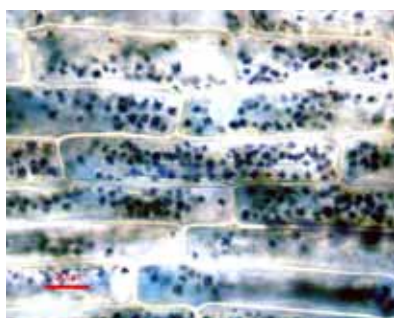


図 17. 脱色後ヨウ素液を滴下した後の葉緑体

以上の結果，エタノールによる脱色操作を行うことで，ヨウ素反応による呈色がより見やすくなることがわかった。しかし，オオカナダモを使った実験は再現性が乏しかった。すなわち，よく晴れた日，雨の日など日照条件が異なる日の 16:30 頃から実験を行ったが，天候が良いからうまくいくとは限らなかった。また天候によって，ヨウ素反応が全く現れないときもあり，再現性のある結果を得るためには，さらに実験方法の改良が必要である。

### まとめ

「入手しやすい。操作が簡単。結果がわかりやすい。再現性に優れる。」という点にポイントを置いて，実験材料と実験方法を検討した結果，中学校の生徒実験として，次の事項に留意して実験を行えばよいと思われる。

材料としては，ヨウ素反応がはっきりでるコリウスが優れている。

コリウス以外では，葉がうすく，表皮もうすい柔らかい葉の植物がよい。

葉の「ふ」の入り方は，円形に「ふ」が入るものがよい。

実験方法は，たたき染めよりエタノールで脱色した方がよい結果が得られる。

葉緑体で光合成をしていることを確かめる実験（オオカナダモ）では，エタノールで葉緑素を脱色して観察した方がよい。

また，この検討をしている中で，いくつかの注意事項が出てきたので次にあげることにする。

コリウスを実験材料とする場合，5月下旬～6月上旬の実験に間に合わせるために，4月の早い時期から，コリウスの苗を購入しておく必要がある。

オオカナダモの実験は天候に左右されるので，必ず予備実験をしておく。

ヨウ素液はうすめると保存がきかないので，少し濃い目（0.1M 程度）の保存液を調整し，使用の都度うすめるようにする。

## この探究で得られた実験材料と方法を用いた授業展開例（アルコール脱色法）

	学 習 活 動	活 動 の 支 援
導 入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小学校で学習した光合成の内容を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 光がなぜ必要なのかを思い出させる。</li> </ul>
展 開	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     デンプンは葉のどの部分でつくられているか？                 </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 観察・実験方法を知る。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     観察・実験を行う                 </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熱湯の扱いに気を付ける。</li> <li>・ グループで協力しながら行う。</li> <li>・ 「ふ」のようすに注意して、実験前後の色の变化を正確に記録する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「ふ」入り葉を見せ、どこでデンプンがつくられているか予想を立てさせる。</li> <li>・ 「ふ」の意味を理解させる</li> <li>・ 材料、方法、観察の仕方を説明する。</li> <li>・ 換気・火気に気を付ける。</li> <li>・ 温度管理に注意させる。</li> <li>・ 電気ポットの湯等を利用し、常に90 以上の湯を用いるようにさせる。</li> <li>・ 脱色後の葉の取り扱いに注意させる</li> </ul> <p>各班の実験前後の葉のようすをデジタルカメラで記録しておく。</p>
ま と め	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     結果を発表しあう                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">                     デンプンは葉の緑色の部分でつくられている。                 </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 必要に応じて視聴覚教材も利用する。</li> <li>・ 光合成が葉の葉緑体で行われることにつなげる。</li> </ul>

なお、本課題研究を行うにあたり、米澤 義彦教授に助言をいただいたので、記して感謝する。

### 参考資料

< コリウスについて >

\* 和名 : キンランジソまたはニシキジソ。

\* 分布地 : アジアの熱帯・亜熱帯, オーストラリア, 南太平洋の島々。

\* 種類 : 約 150 種 葉の様子は様々。

\* 発芽には, 20 以上が必要。観賞できる大きさにまで育つには約 3 ヶ月必要で, 日射や風当たりの強い場所はさける。高温乾燥期の夏には, 土が乾けば, 1 日に 2 回ぐらい水をやる必要がある。

## 文献

- 高木 誠, 1984. コリウス. 塚本洋太郎編: 朝日園芸百科 01. 朝日新聞社. pp. 58 - 60.
- 竹内敬人, 2001. 指導書 第二部 詳説 理科 2 分野上. 新興出版社啓林館. pp. 3 - 141.
- 文部省, 1999. 中学校学習指導要領(平成 10 年 12 月). 大日本図書株式会社. pp. 52 - 63.