簡便で効果的な教材の工夫と指導法
―小学校における葉のデンプンの検出を事例として―

Teaching Method of Simple and Effective

河　合　信　之
KAWAI, Nobuyuki
神戸市立塩屋中学校
Kobe Municipal Shioya Junior High School

［要約］　光合成によって葉でつくられたデンプンの検出方法について小学校理科の教科書では、(1)葉を煮てヨウ素液をつける方法、(2)葉をろ紙で挟んで木槌でたたき出し、ろ紙にヨウ素液をかける方法が紹介されている。これらの方法の問題点として、(1)の方法では、緑色の葉に直接ヨウ素液をつけるため、ヨウ素反応が青紫ではなく黒ずむことが多い。(2)の方法では、葉がろ紙に残ったり、木槌で叩いてろ紙が破れたりする。またろ紙にヨウ素液を直接かけることから反応がきれいに出ないという問題が挙げられる。そこで著者はたたき出す道具を工夫し、葉だけでなく、茎や根に含まれるデンプンをヨウ素液で青紫色に美しく出る検出方法を考案した。さらに、この方法により時刻別の葉を採取しヨウ素反応による色の濃度差から、夜間にデンプンが葉から運ばれることを学習する指導法を考案した。

［キーワード］　指導法，光合成，デンプンの検出，たたき出し

Ⅰ．　はじめに

小学校理科の教科書では，光合成によってできた葉のデンプンはヨウ素溶液を使って検出している。葉をアルコールで脱色する方法や、ろ紙に挟んでたたく方法が教科書に掲載されており、授業でよく知られた実験である。しかし、一見簡単そうにみえるこの実験は、ヨウ素反応が明瞭に出なかったり，真っ黒になったりする等，授業者の思い通りの結果が出ず、児童生徒が感動したり理解を深めたりするまでに至らない場合が多い。本研究では、これらの方法における問題点を挙げ、より安全で確実な実験方法の工夫と、発展的な指導法を提案する。

Ⅱ．各実験方法の問題点

1. アルコール脱色方法

アルコールを高温に維持する必要があるため、熱湯を用意し冷めたら交換する。生徒が扱う場合、やけどの危険を伴う。また熱湯の中にアルコールと葉を入れたビーカーを浮かせると揺れて扱いにくく、生徒がアルコールの入ったビーカーを湯の中に沈めてしまったり，熱湯が混入して十分脱色されなかったりすることがある。また，アルコールの入ったビーカーに入る葉の大きさや形が限られ、脱色しやすい葉を選ぶ必要がある。脱色に時間がかかるため不十分になることがある。脱色した葉に直接ヨウ素溶液を落とす場合、結果が分かりやすいという意見がある一方，ヨウ素溶液の濃度や葉のデンプン含量に寄っては、色が濃く出て黒っぽくなり、生徒は青紫（青）色とは認識できない場合がある。

2. たたき染め方法（「未来へ広がるサイエンス1指導書　観察・実験編P19別法より）

木槌を使用すると，木槌は軽く，叩く面積が広いため、力の弱い生徒では葉によってろ紙に十分たたき出せないことがあり，たたき出しやすい葉を吟味必要がある。ろ紙1枚に葉1枚なので、複数の葉でおこなう場合は時間がかかる。漂白後に高温のお湯（70～90℃）を使っているが、生徒がやけどする危険がある。

1および2の方法の他に，葉をすりつぶしてヨウ素デンプン反応を見る方法など提案されている。ヨウ素デンプン反応で結果を出すことは必要だが，葉のどこでデンプンができたかはわからず，子どもは葉でデンプンができた実感を得にくい。

Ⅲ　安全・確実・感動・発展を目指して

前章の問題点を考慮して、安全で確実に結果が出て、生徒が葉の光合成に対する興味を高められる教材の工夫、さらに発展的な学習によって光合成に関する理解を深める指導法を提案する。この指導法は教育課程に照らして小学校、中学校のどちらでも取り組むことが可能である。

指導法の特徴

木づちではなく金槌を使うことによってたたき出しによるデンプンの検出が困難な葉（松葉

等）や茎、
さらに根に含まれるデンプンも検出できる。アクリル板とビニール板に挟むとしっかりたたいても葉がちぎれることなくきれいにはがせる。ビニール板の上からたたくため、葉の液がどの程度ろ紙に出ているか確認しながら進められる。約１０倍に薄めた塩素系漂白剤（キッチンハイター）を使用するため比較的安全である。（安全メガネ、ゴム手袋は使う）ろ紙を浸す容器はビーカーを使わずに、大きな紙皿（26cm）を使う。ろ紙が折れずにそのまま浸すことができるため、ろ紙を漂白剤、水、お湯、ヨウ素溶液の各液に浸したときに色の変化がよく確認できる。薄めたヨウ素溶液に浸けるので黒くならず青紫色に反応する。大きなろ紙を使用するため複数の葉を同時に実験でき、時刻別のデンプン量を比べたり、複数種の葉のデンプン量を比較することが容易である。たたき染めの後、漂白しておくと、長期間（1～2年）経過していてもヨウ素デンプン反応を確認できるのであらかじめ準備ができる。そのため授業とは異なる時期の葉を調べることが可能である。

Ⅳ．たたき染めによるでんぷんの検出

1. 準備物

たたき台（アクリル板とビニール板を重ねたもの）、かなづち、ろ紙（18.5cm）（人数分×２）、紙皿（５枚）、
塩素系漂白剤（キッチンハイター）を10倍程度に薄めた液、お湯（50℃ぐらい）、水、うすめたヨウ素溶液、
割りばし、ゴム手袋、安全メガネ、ぞうきん

2. 実験の手順

a. デンプンの検出方法

① 数種類の葉をろ紙の上に並べ、葉が重なったり折れないように配置した状態（図1）で上からろ紙をのせる。

図1

② アクリル板とビニール板の間に葉を入れたろ紙をはさむ。

③ 片方の手で押さえながら、金槌で斜めから叩かないようにしながら小刻みにやさしく叩く。（柄を短く持い）（図2）色が出には強くたたく。葉のいに浮き出たら終了のとき途中でろ紙をはがして確かめると綺麗に出ない。



図2

④ ろ紙をはがし、ろ紙についた葉をつまんで持ち上げるとき



つと良くい場合形がきれする。

れいにはがれる。（図3）（ろ紙に葉が少し残ってもかまわない）

⑤ 一方（漂白用ろ紙）には通し番号を書き、もう片方（保存用ろ紙）には通し番号と植物名を書き入れる。（２枚の通し番号は植物で合わせること）

⑥ 水(1と2)、お湯、漂白剤、ヨウ素溶液を皿に入れて用意する。（割りばし、ぞうきん、ゴム手袋、安全メガネも用意しておく）各液はろ紙が十分浸るぐらいの量を入れる（図４）



⑦ ゴム手袋、安全メガネを着用してから漂白用のろ紙の端を持ち、すべらすように漂白剤に入れる。ろ紙が浮いてくるようなら、ゴム手袋をした手の平でろ紙の上からそっと押して沈める。箸で突くとろ紙が破れる。

⑧ 色が抜けて様子を観察する。（２～３分程度）（図5）
概ね脱色したら割りばしでろ紙をそっとはさみ、手を添えて取り出し、水１に入れる。

⑨ 次に、お湯に入れるとさらに漂白が進み、ほぼ白くなる。このとき、色が少し残っていてもよい。（図6）ただし、お湯が冷めたら温かい湯と交換する

⑩ ヨウ素溶液に入れて、変化するようすを観察する。(図7)

⑪ 水２にろ紙を浸してヨウ素溶液を洗い流す。（図8）

⑫ ぞうきんの上に置いてろ紙を乾燥させる。（図9）





図9



b. ふ入りの葉によるデンプンの検出

本実験では，斑入りの葉はコリウスを使用した。中央に斑が入り，縁が緑色である(図10A)。赤色が上からかかっているが、葉を裏から観察すると、斑と緑に分かれていることが確認できる（図10B)。たたき出したろ紙(図10C)でヨウ素デンプン反応を調べると緑色の部分のみ青紫色になることから葉の緑色の部分で光合成が行われデンプンがつくられたことが確認できる(図10D)。

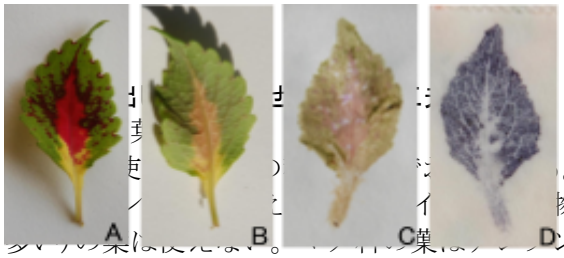


図10　斑入りの葉(コリウス)

検出が行いやすい。日光がよく当たった葉を使うため、授業は午後におこなう。ただし、天気に影響されるので授業進度よりも良い条件の時を優先して実験をおこなう。そのため４月ごろからいつでもできるように準備しておく必要がある。

[斑入りの葉]

薄くてやわらかい葉が適当で，コリウス（キンランジソ）は，１００種類ぐらいの品種があり、葉の模様がそれぞれ異なる。縁が緑で中央が白のゴールドクィーンやピーターグリーン（図11）が使いやすい。本実験で使用したスターシャイン（図12）は赤色が入っているので、緑、白、赤、紫のどこでよく光合成がおこなわれているか生徒に予想させる授業展開も考えられる。斑入りの葉は白い部分が散らばっていたり、縁にあったりするよりも、コリウスのように周りが緑で中央が白い葉の方が結果が分かりやすい。



[たたき台]

ろ紙の下の台は固くて割れにくいアクリル板が適当である。　上に載せるシートはゴムシートやぞうきんでも可能であるが、叩いている時にどの程度たたき出せているか確認できない事や，どちらもろ紙から葉が少しはがれにくい。また、ぞうきんの場合はろ紙にしわがついてしまう。本実験で使用したビニール板は２㎜だが３～５㎜厚程の方がろ紙を痛めない。学校の理科室にアクリル板やビニール板は無いので自作する必要がある。

[たたく場所]



机上でたたいて音や振動などが気になるときは床（固い所）でおこなう。

[ヨウ素溶液]

ヨウ素溶液は使用時に水でうすめる。水道水中の残留塩素(次亜塩素酸)によってヨウ素溶液の漂白効果が弱まるのでくみおきの水を使うなど配慮が必要である。

[漂白剤]

酸素系は漂白力が弱いので、塩素系漂白剤（キッチンハイター）を使う。

Ⅴ．発展的な学習として

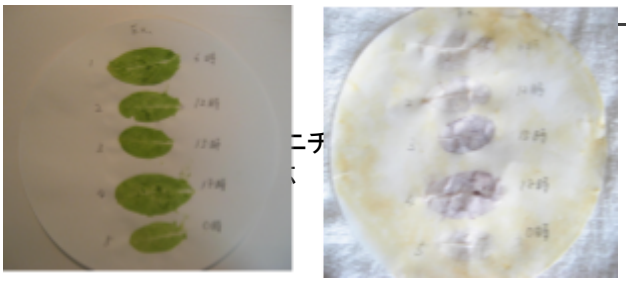
小学校では発展的な学習として葉でつくられたデンプンが糖となって体の各部に運ばれることやイモにデンプンがあることを簡単に取り上げている。また葉からの栄養分が師管を通って根や茎に運ばれることを説明している。これらを踏まえ、ニチニチソウの葉を時刻別に採取して，ろ紙に並べてたたき出し、ヨウ素デンプン反応の色の濃淡を観ることで，葉の中のデンプン量が時刻によって変化していることが確認できる（図11）。この結果から、昼間に葉でつくられたデンプンが夜間に他の部分に運ばれたことが推測できる。　また，ジャガイモやサツマイモの葉、茎、根，果実についてデンプンの検出をおこなうことで、葉のデンプンが，茎のジャガイモや根のサツマイモ、種子の大豆に運ばれたことをより実感できると考えられる（図12）。

図11

図12

たたき染めした葉

ヨウ素デンプン反応



ニチ

図12 デンプンのゆくえ

参考文献

・指導書,『未来にひろがるサイエンス１指導書 観察・実験編』, p19, 2012, 啓林館
・教科書,『わくわく理科６年教科書』, pp. 21-30, 2013, 啓林館,
・指導書, 教科書『わくわく理科６年指導書』, 啓林館
・「葉のでんぷんの検出～たたき染め法～」第13回東レ科学振興会理科教育賞受賞作, 1981
・園池公毅,「光合成の森」, 2014, http://www.photosynthesis.jp/
・園池公毅,『とことんやさしい光合成の本』, 2012, 日刊工業新聞社、2012
・「私の実践、私の工夫　光合成の実験法の開発」, 2013, 啓林館

http://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/tea/sho/jissen/rika/201303/index.html
・「コリウスを使った光合成の教材化」, 2014, 信州理科教育研究会

http://www.shinshu-riken.jp/05toukou/index.htm