

触って実感する消化の実験

ー児童・生徒のスムーズな理解のためにー

筑波大学附属視覚特別支援学校 武井洋子

●はじめに

消化についての内容は、小学校6年生の教科書と中学理科2分野上巻に出てくる。いずれの場合も、だ液を混ぜたときデンプンが麦芽糖に変わる実験を取り扱っている。台所のジャガイモデンプン粉や生徒自身のだ液などごく身近な材料を用いているし、ヨウ素液でみる反応結果も色の違いがはっきりしているので、感光器を使っても結果がよくわかり、盲学校の児童・生徒にも適した実験である。しかし、実験群（デンプン液にだ液を混ぜたもの）と対照群（デンプン液に水を混ぜたもの）の2つの条件のうち、ヨウ素液を加えたときに色が「変化しない」のが実験群で、「変化する」のが対照群であるため、頭の中で情報を整理して考えないと理解できず、混乱を招きやすい。理解に時間のかかる児童・生徒にはそのところが難しい。

（この問題点についての対処法として、「最初からヨウ素液を入れて青紫色にしておいたものに、だ液を加えたら『色が消える』という変化を持たせれば、実験群に変化がみられることになるのでよいのではないか」……という案が昨年のJASEB大会で提案があった。さっそく試してみたが、対照群も色が消えてしまい比較がうまくできなかった。ヨウ素が昇華してしまったのだと思われる。ヨウ素液を濃くするなどの工夫をすればよいのかもしれないが、感光器で変化をとらえるためには濃度を高めることができず、現在まだ思考中。）

ここでは、児童・生徒の理解をスムーズにするために、従来のこの実験の前に、触って実感する単純な実験を1つ入れることを提言する。直接手で触り、味をみるという、視覚以外の感覚に直接訴える方法で、しかも授業の準備が簡便で、曖昧でない明確な実験結果が出せるようなやり方を探してみた。また、本報告の後半には、主に中学で扱っている、従来の色でみる実験に再現性をもたせるため、実験成功の

コツをまとめた。

(今までの問題点)

ヨウ素液の色は
変化しない (実験結果)

実験群が「変化なし」、
対照群が「変化あり」という結果
＝ 混乱のもと

ごはんを噛んでいると
だんだん甘く感じる (経験)

日常の経験を思い出す曖昧さや、
実際にその場で試しても
基準自体が変化してしまうため
結果が曖昧 (本当に甘く変化したのか?)

(触って実感する消化の実験)

デンプンのりの粘性が小さくなり
さらさらに変化する! (実験結果)

実験群が「変化あり」、
対照群は「変化なし」という結果
→ スムーズな理解

デンプンのりにだ液を混ぜると
甘くなる! (実験)

対照群を基準にして
実験群を比較するので
結果が明確

(「甘くない」 v s . 「甘い」)

また、だ液の実験の前に、いろいろなものにヨウ素液をかけてデンプンがあるかどうかを調べるとき、ジャガイモの場合は、生のジャガイモでははっきりした結果が出ないので、加熱したジャガイモを用いることをおすすめする。(実験前に、洗って丸ごとラップしたジャガイモを電子レンジで3～5分加熱しておき、実験時に包丁でスライスして用いるとよい。) また、ヨウ素液は、だ液の実験のときより少し濃くする。ジャガイモの断面に感光器をあててみるときは、塩ビ板でカバーしてから感光器をあてる。

●触って実感する実験の方法

- ① ジャガイモデンプン粉50g、水50mlの割合で混ぜたものをつくっておく。
その半量を別の容器に移し、かき混ぜながら熱湯約100mlを注ぎ入れ、固め

のデンプンのりを作る。残りの半量は失敗したときに使う分としてとっておくとよい。(固めのデンプンのりとは、昔、風邪をひいたりお腹をこわしたときに作ってもらった、葛湯ではないのに「葛湯」と言っていた透明なゲル状のもの。)自分で作ったほうが安上がりですが、時間がないときは、市販の工作のりでもよい。この場合、量をケチると結果がうまくでない。

- ② 大きめの蒸発皿や小鉢のような口の広い容器2つ(アとイ)に、①のデンプンのりを大さじ山盛り1杯ずつ入れる。
- ③ アには後述の方法で採取しただ液全部を、イには同量の水(9~10ml)を加える。
- ④ 5本の指を全部使って、デンプンのりの粒をつぶすように3分ずつよく混ぜる。このとき、イを混ぜてからアを混ぜる。アを混ぜた手でイを扱わない。いちいち大変だが、手をよく水洗いする。
- ⑤ 10分後、30分後、1時間後にア、イそれぞれの内容物を手の指で触って観察する。指に付いた内容物を指と指でこすってみて、その粘つき加減を比較する。
- ⑥ 1時間後には、小さじでとってア、イを味見し、甘さを比較する。市販のデンプンのりには保存料が使用されているので、味をみることはできません。

●従来の色でみる実験を成功させるポイント

だ液の採取方法、デンプン液の濃度、ヨウ素液の濃度によって、実験結果がうまく出ない場合がある。実験を成功させるコツなどを以下にまとめる。

[だ液の採集方法]

準備：湯飲み茶碗、ペットボトルのキャップ

- ① 水道水でよくうがいをする。
- ② 約束をする。
 - (1) 泡立てない!
 - (2) 笑わせない!

- ③ ペットボトルのキャップ 1 杯分の水道水 (約 8 m l) を口に含ませ、5 分待つ。
(水をキャップから口に直接入れられない生徒の場合は、キャップから湯飲み茶碗に入れ替えてから口に入れる。)
- ④ 口にたまっただ液を湯飲み茶碗にそっと、泡立てないように出す。

〔デンプン液の濃度〕

準備：デンプン粉 (片栗粉)、水、2 0 0 m l ビーカー、ガラス棒、電熱器

- ① デンプン粉 0. 5 g、水 1 5 0 m l の割合で混ぜ加熱して、薄いデンプンのりをつくる。
- ② 放置して冷ます。

〔ヨウ素液の濃度〕

準備：ヨウ素ヨウ化カリウム溶液 (またはイソジンうがい薬、イソジンの方が簡便)、
水、目薬びん

- ① イソジンうがい薬を水で約 1 0 0 倍に薄める。
- ② 目薬びんに生徒の人数分を小分けしておく。

※ 使い残りを長らく放置しておくと、成分が目薬びんに吸着されて薄くなるので注意。

〔基本操作の練習〕

- ① 駒込ピペットのにぎり方を指導する。(中指・薬指・小指の 3 本は離さず、親指と人差し指でゴムをつぶしたり緩めたりする。)
- ② ゴムをつぶすと空気が出てくることを確かめさせる。
- ③ 次の i ~ v を繰り返し練習させる。
- i) ゴムをつぶす。
- ii) ピペットの先を試験管内に入れ、試験管の底まで入れ込む。試験管の底にピペットの先がくっついたらゴムをつぶしている指を離す (緩める)。
- iii) ゴムを緩めたまま、ピペットを上を引き上げる。
- iv) 隣の試験管内 (試験管の口から少しだけ入ったところ) にピペットの先を

入れる。(試験管の底のほうに入れ込まない)。

v) ゴムをつぶし、ピペット内の液を出す。

- ④ 右図のように、利き手で試験管を持ち、もう一方の手をCの字の形にして、そのCの字の中で試験管を振る。指に試験管が当たるように激しく振る。(Cの字の手は動かさない。また、試験管は振り子のように横方向に振る。)

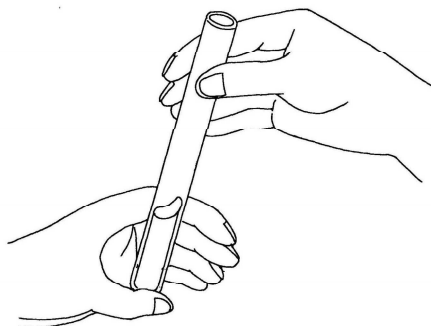


図 by 芹澤晴子

【実験の手順】

準備：試験管立て、試験管4本、駒込ピペット3本、デンプン液、ベネジクト液、熱湯、牛乳パック利用のビーカーホルダー、200ml ビーカー、ヨウ素液、感光器

- ① デンプン液の入った試験管を生徒に配布する。そこから2本の空の試験管ア、イへと、1本目の駒込ピペットでそれぞれ3回（3つまみ、約6ml）分ずつデンプン液を入れる。
 - ② 水の入った試験管を生徒に配布する。試験管イに、2本目の駒込ピペットで1回（1つまみ、約2ml）分の水を加え、よく混ぜる。
 - ③ 試験管アに、1本目の駒込ピペットで1回（1つまみ、約2ml）分のだ液を加え、よく混ぜる。（だ液は湯飲み茶碗から直接、ピペットで吸い取る。）
 - ④ 約5分放置する。（室温でよい。）
 - ⑤ 試験管アの内容物は1本目の駒込ピペットで、試験管イの内容物は2本目の駒込ピペットで、それぞれ2回（2つまみ、約4ml）分を別の空の試験管に分け入れる。
- 試験管アA、アB、イA、イBとする。

※ 最初から4本の試験管にデンプン液を入れておき、1本目と2本目にはだ液を、3本目と4本目には水を入れるより

⑥ アA、イAではデンプンの検出操作、イA、イBでは糖の検出操作をする。

[ベネジクト液を加えた後の温め方]

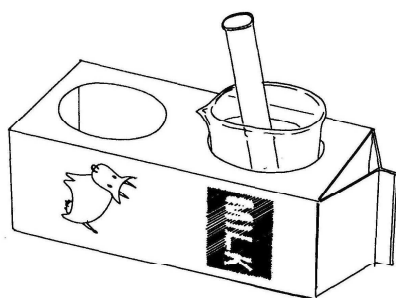


図 by 芹澤晴子

熱湯を200mlビーカーに入れ、左図のように牛乳パック利用のビーカーホルダー（浜田志津子先生考案）で固定する。

試験管イA、イBにベネジクト液を加えてよく混ぜた後、10分間熱湯に浸ける。電熱器で加熱したビーカーの湯の中に試験管を浸けるやり方でもよい。

（墨字の教科書に記載されている、試験管を直接バーナーで加熱するやり方は絶対にしない。）

[ベネジクト液の色の変化の確認]

イAは黄褐色～赤褐色になり、イBはベネジクト液の青色のままである。加えたベネジクト液の量が多いと、感光器で音にすると、イAとイBの音の区別がつかないことがある。その場合は、試験管立てのバックの色を白にしたり黒にしたりして、感光器の高い音と低い音の差をみる。イBのベネジクト液は透明だが、イAには沈殿ができていたので濁っている。そのため、バックを黒にしたときのイBの音の低さに比べて、イAではそれほど低い音にはならない。視覚に障害がない場合、色調にばかり注目するが、盲学校でその他の変化にも気づいた例である。

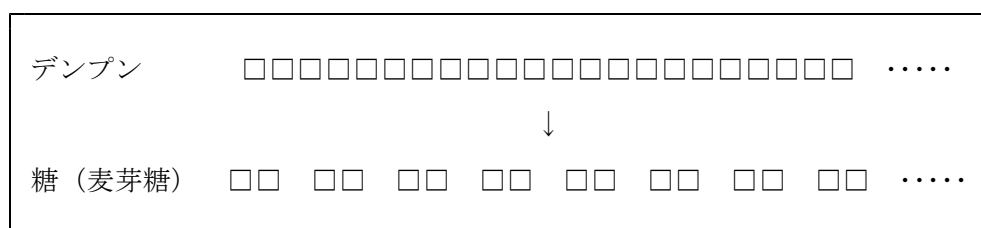
ある生徒がノートに書いた一文

「イAは濁った赤褐色、イBは透明なブルー
（ベネジクト液の色のまま）になった。」

〔理解を促進するための模型の利用〕

実験後、実験結果のまとめと考察をするとき、模型を使って、だ液のはたらきはデンプンを「分解する」ことだと説明すると、より一層理解がすすむ。私は、高校生物の遺伝のところでも使っている“ホック付き積み木”を使っている。洗濯ばさみや、おもちゃのブロックを利用してよいと思う。

図で済ませるのではなく、生徒が手元で自分で操作できる“物（グッズ）”を用いるのがよい。自分の手で物を動かし形を変化させる（この場合は、ホックをはずしてバラバラにする）操作が、理解を助けるイメージとなる。



積み木1つ（□）がブドウ糖1つ分を示し、またデンプンはブドウ糖が多数つながったものであるとだけ知らせ、その他の詳しい説明をせず、生徒に積み木を2つずつ（□□）に切り離させる。すると、生徒から「積み木1つずつではダメなのか？」と疑問の声が必ず上がる。私は「いいことに気がついたね」と受け、「1つずつではダメなのだ」と答え、ここで初めて、消化が段階的に起こることを解説することになっている。図で済ませると出てこない生徒からの疑問なのである。時間がかかっても、ここは図ではなく、“物（グッズ）”を用いるのがよい。

現在の中学の教科書では「麦芽糖」という語句は使っておらず、「だ液の中の消化酵素によってデンプンが糖になる」という表現になっている。説明時は「ブドウ糖2つが結合してできている糖」でもいいし、生徒の様子をみて、よく理解できているようなら麦芽糖という語句を教えてもいいのではないかと考えている。