

# 新指導要領にそった実験観察の位置付け

## —— 光合成に関する実験について ——

金 岡 直 美

### I はじめに

本校では昨年までワークシート学習について研究を重ねてきたが、ワークシートは固定的探求を組み立てていくには非常に好適な方法と考えられる。したがって物理教材にとってはまことに有効な学習法であるが、生徒の自主的活動が主体となるため、実験キットの種類や数、その上時間の制約もあり、おのずからその利用単元は規制されてくる。一方生物教材はワークシート学習には不便な点が多いように思われる。しかし探求的学習が不可能であるということではない。教材を精選してじっくり実験観察を行ない、十分に考察させることが必要だと思われる。また視聴覚教材の有効な利用の仕方開発されなければならないと考える。

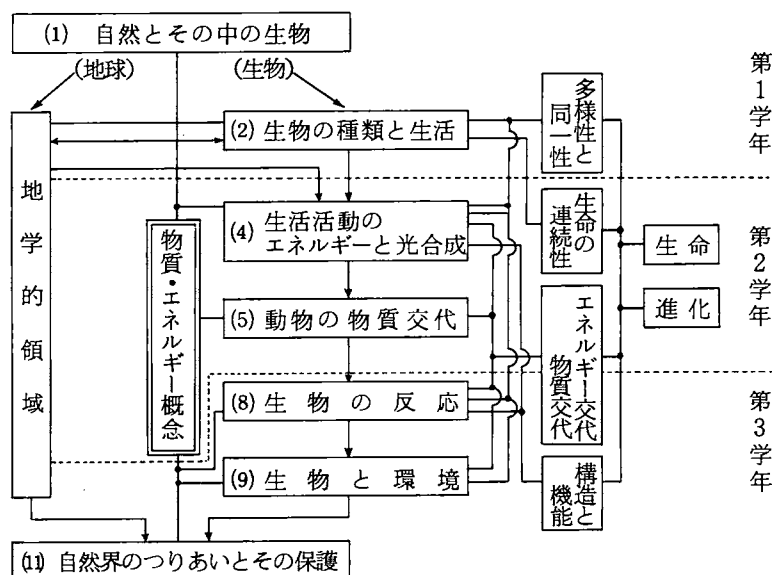
さて新しい指導要領が発表され、試行期に入っているが、少ない時間内でいかに効果的に実験観察をとり入れ実施するかが一つの大きな課題になると考えられる。従来本校では生徒の直接経験を大切にする意味で生徒実験に重点をおき学習を進めてきたが、必ずしも学習効果が上がっていたとはいえない。そこで今一度、実験観察を吟味し、テレビ実験もふくめて再検討し、新指導要領にそった位置付けを行なっていきたいと思っている。

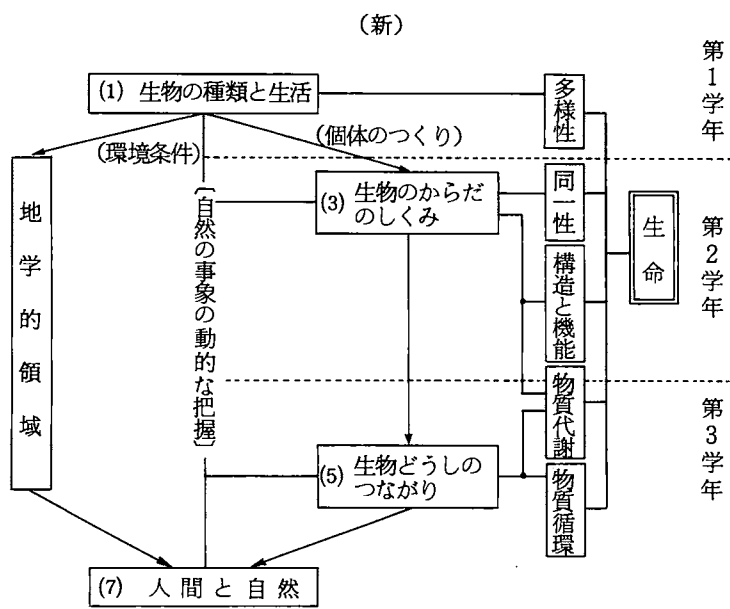
今回はその手はじめとして光合成について私の試みた実験指導から考えてみたいと思う。

### II 新指導要領から

生物学的領域の構成

(旧)





新指導要領では第1学年で「生物の種類と生活」。ここでは、植物・動物についてその種類とつくりが扱われる。個々の生物個体に親しませるといことであり、生物は多様であるが環境との関連を考えると合目的構造をもつことなどを扱う。第2学年の「生物の体の仕組み」は生物体の機能と構造の関係を考察することが中心で生物の共通性がとりあげられる。具体的には、細胞、生活活動のエネルギーと光合成、動物の物質交代を集約して構成してある。しかし集約するだけでは内容が多くなるため、光合成に関する内容を第3学年の「生物どうしのつながり」に移してある。第3学年の「生物どうしのつながり」で初めて生物個体ないし、生態系における物質の移動・変化、エネルギー変換が取り上げられる。従来の生態系にかかわる内容の大部分を削除したが「自然界における生産と消費、分解の意義」を重視するために、生産者としての植物の行う営み、光合成をここでとりあげ、食物連鎖を通じて消費者としての動物を扱い、更に分解者としての微生物のはたらきへと発展させる構成になっている。この「生物どうしのつながり」は従来とは違った全く新しい構成内容をもつところで改訂の中で最大の特徴の一つであるといわれている。いままで2学年で植物のからだのしくみとして扱っていた光合成が第3学年に移って生産者として行なう営みとして扱われることになった。

### Ⅲ 学習指導計画表

生物どうしのつながり (25 時間)

事項	内 容	時間	内容の取扱いと留意点	観 察 ・ 実 験
ア 生物界に おける 消費 (11時間と 生産と)	(ア) 光合成の仕組み	7	○ 光合成の仕組みと条件を理解し、緑色植物の生物界における生産者としての意義を認識させる。温度条件は扱わない。	○ ふ入り葉のヨード反応実験 ○ 葉緑体のヨード反応の顕微鏡観察 ○ CO <sub>2</sub> の消費実験 ○ O <sub>2</sub> の発生実験 ○ 光条件の実験
	(イ) 光合成産物のゆくえ	4	○ 同化デンプンが植物体内で他の物質にかえられたり貯	○ 同化デンプンの移動の実験 ○ 貯蔵デンプンの観察

事項	内 容	時間	内容の取扱いと留意点	観 察 ・ 実 験
			えられたりして、植物の成長に使われるほか、動物の食物となって、動物の生存を支えていることを理解させる。	
イ 生物界における分解者 (8時間)	(ア) 土 中 の 生 物	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 土壌中には様々な生物が生活していて、それが栄養摂取の上でつながりを持ちながら、土壌中に有機物をとり込んでいることを理解させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 土中生物の捕集と観察</li> <li>◦ 土中生物の呼吸実験</li> <li>◦ 土中生物の食性や排出物の観察</li> <li>◦ 土壌中の有機物の検出</li> </ul>
	(イ) 微生物のはたらき	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 土壌中には多数の微小な動物や葉緑体を持たない植物が生活していて、有機物を分解し、自然界における物質循環、エネルギー循環の上で重要な役割を担っていることを理解させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 落ち葉の腐蝕の様子の観察</li> <li>◦ カビのでんぶん分解実験</li> </ul>
ウ 生物界のつり合い (6時間)	(ア) 食物のつながり	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 植物・動物・微生物を生産者、消費者、分解者としてとらえさせ、食物連鎖の認識を深める。</li> </ul>	◦ 食物連鎖模式図の作成
	(イ) 生物界のつり合い	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ これまでの学習をもとに限定された容器の中での動植物の飼育の方法を工夫させながら、生物界のつり合いに気づかせる。</li> </ul>	◦ 水槽やフラスコ内での動植物の飼育

#### Ⅳ 実践例

##### ◦ 指導目標

- (1) 光合成には、葉緑体のほかに光と二酸化炭素、水が必要であることを指摘できる。
- (2) 光合成によってデンプンがつくられ、酸素が発生することを実験や観察をとおして推論できる。
- (3) 光合成でつくられた栄養分は、植物の成長や生活のために消費されること、また動物の食物となって動物の生存を支えていることを理解させる。

##### ◦ 予備調査

- (1) 光合成について知っていることを書きなさい。
- (2) 光合成についてどんな実験をしたことがありますか。実験装置を図示しなさい。

上のような2つの問題を提示して解答を求めた結果は次のようであった。

光合成のしくみについては、下のような割合で理解していることがわかった。

光 — 98 %	葉緑体 — 86 %	デンプン — 82 %
二酸化炭素 — 53 %	水 — 46 %	酸素 — 33 %

すなわち、大半のものは「光合成とは光をうけて葉緑体の中でデンプンをつくるはたらき」と説明しているわけである。二酸化炭素や水の必要性、酸素の発生などについては理解が不十分である。

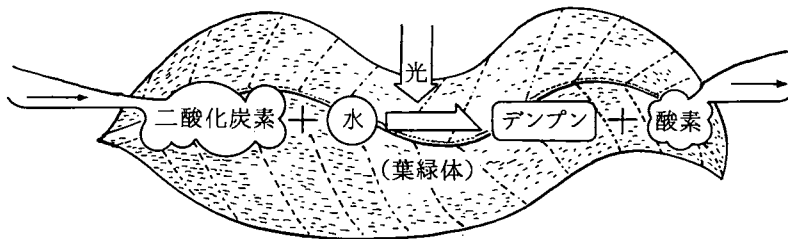
また光合成に関する実験では葉にアルミホイルをまいて光のあたった部分のヨード反応によるデンプンの生成を確認する実験を95%以上の生徒が体験し、記憶していた。

したがって光合成については相当の予備知識をもっていること、デンプン検出反応が応用できることがわかった。

○ 指導計画 (7 時間)	配 時
1. 光合成物語と光合成のしくみ	1 時間
2. 生徒実験	5 時間
(1) 実験計画 計画書はグループに1枚作成、提出	(1 時)
(2) 実験実施	(1 時)
(3) レポート作成 各自1枚作成	(1 時)
(4) テレビ視聴 (デンプンをつくる)	(1 時)
実験の反省、改良点、感想などレポートに記入、提出	
(5) 結果の発表 実験テーマごとに1つ	(1 時)
3. まとめ	
テレビ視聴 (植物の働き)	1 時間

○ 展 開

- 1 時間目は導入として20世紀以前の光合成の研究について話し、光合成のしくみについて説明した。
- ファンヘルモントの実験
  - プリーストリーの実験……………酸素の発生
  - インゲンハウス……………光の必要性
  - ソシュール……………二酸化炭素と水の必要性
  - ザックス……………光合成産物 (デンプン) の確認と葉緑体の存在
- 光合成のしくみのまとめ



2 時間目はグループごとに実験計画をたてた。

計画書はグループごとに1枚作成、提出させた。形式は実験目的、実験装置図示、実験器具、材料、薬品名を記入させた。これによって次時の実験の際に必要な実験器具、薬品等を準備しなければならないからである。生徒は教科書、理科便覧、等参照しながら活発に話しあい計画をたてた。

提出した実験計画の種類      グループ数      (2 学年4 クラスの集計)

- |                        |   |
|------------------------|---|
| ○ a  でんぷんの生成を調べる……………1 | ○ 印の実験は採用教科書 (東京書籍) にでているものである。しかし生徒の方法は必ずしも教科書と同一方法とは限らない。 |
| b  葉緑体は必要か……………3       |   |
| c  温度との関係……………3        |   |

- d 光の色との関係…………… 6
- e 光の強さとの関係…………… 9
- f 酸素が発生するか……………10
- g 二酸化炭素が必要か……………12

3時間目は各グループごとに実験計画書に従って実験をした。グループによって必要に応じて先の時間に準備してあるもの、屋上にあがるグループもあり、一人一人よく活動していた。

4時間目はレポート作成にあてた。各自1枚作成することにした。この時間は前時失敗したグループにとっては再実験の時間でもある。

レポートの形式は、実験目的、実験方法、実験結果、考察、感想反省の項目を設けることを指示した。

5時間目はテレビを視聴した。題名は（デンプンをつくる）であった。内容は東京農工大学波丘地試験地を訪ね、トウモロコシの葉の一部をアルミホイルでおおって、おおっていない部分にできるデンプンの量をはかってみる。実験の前と後の葉の重さのちがいから、つくられたデンプンの量がわかるというものである。規模が大きく今まで経験したことのない方法なので興味深かった。また上野不忍池の水をとって水槽に移し緑藻を育て、ミジンコ、メダカを入れてその食物連鎖をみせてくれた。このあと、レポートに感想や反省、実験の改良点などについて記入、提出させた。

6時間目はレポートを点検した結果、実験テーマごとに1つのグループをえらび、その方法や結果について発表させた。

7時間目はまとめとして緑色植物が光を利用して二酸化炭素と水から有機化合物を合成し、それがあらゆる生物の生活活動源として使われたり、体構成に用いられたりすることを説明した。また光合成と呼吸との関係についても説明した。

1年後NHKの番組で（植物の働き）という題名の放送があったが、これは光合成のまとめの時間に利用できるいい番組だと思った。最近の光合成の研究の進歩にふれ、光合成は植物の細胞中の他のいろいろなものとの共同作業でなく葉緑体だけでできるものであることの実験を見る事ができ非常に参考になった。それで指導計画のまとめのところにテレビ視聴を書いておいた。

## V 生徒の実験例

参考までに東京書籍発行の教科書に採用されている実験を示すと次のようである。

### 実験5

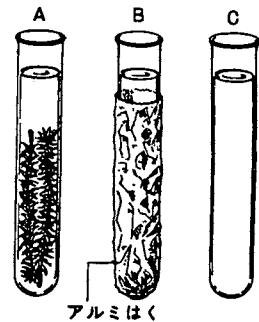
光合成によって、二酸化炭素が使われるかどうか調べよう。

〔準備〕カナダモ、大形試験管(4)、アルミはく、アルコールランプ、BTB溶液、ガラス管、三角フラスコ

①試験管4本分のBTB溶液に、ガラス管で呼気をふきこんで、②溶液を黄緑色にする。1本の試験管に、この溶液をとり、アルコールランプで熱して、とけこんだ二酸化炭素をおい出し、溶液の色の変化をみる。

②①でつくった黄緑色のBTB溶液を3本の試験管A、B、Cにとり、A、Bにカナダモを入れる。さらに、Bには光がはいらないように試験管をアルミはくたいしよつでおおう。対照実験として、Cには水草を入れない。

③A、B、Cにしばらく横から光をあてておく。



- BTB 溶液の色は、どうなったか。
- 光をあてたカナダモからあわが出てこないか。光をあてないものはどうか。

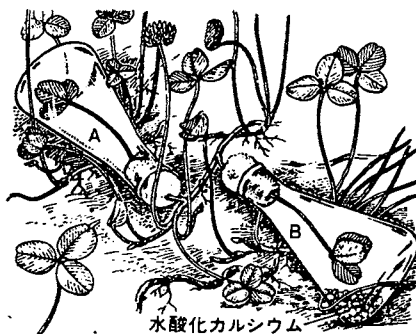
#### 考 察

上の実験の結果から光合成では、二酸化炭素が使われるとあってよいだろうか。

もし、光合成に二酸化炭素が必要ならば、二酸化炭素が少ないところでは、デンプンのできかたも少ないはずである。

この予想が正しいかどうかを確かめるため、つぎのような実験を試みよう。

- ①シロツメクサと、A、B 2 つの三角フラスコを用意し、  
B には水酸化カルシウムを入れる。
- ②右の図のように、A、B にシロツメクサの葉を 1 枚ずつ入れ、日中、よく日光にあてておく。
- ③夕方になったらこの葉をとって、ヨウ素溶液を使って、デンプンの量を比較してみる。



これまでの実験から、光合成の原料として、二酸化炭素が必要であることがわかるが、二酸化炭素のほかに原料として、水も必要であることが確かめられている。

#### 光合成と酸素

実験 5 で、光合成をしている水草だけからあわがたくさん出てきた。このあわを図のようにして集め、ピロガロール溶液や BTB 溶液などで調べてみると、酸素を多くふくんだ気体であることがわかる。このように、光合成によって酸素を出すことは、陸上の植物でも確かめられており、光合成による酸素が、地球上のすべての生物の呼吸に使われている。

#### 観 察

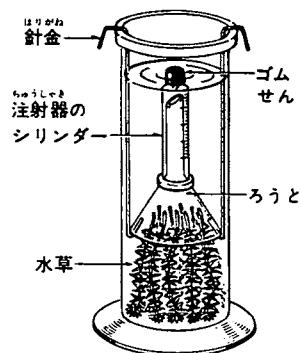
葉の細胞のどこにデンプンができているか調べよう。

準備 カナダモ、うすい塩酸、うすいヨウ素溶液、ビーカー、加熱器具、温度計、顕微鏡観察用具

- ①カナダモの葉をスライドガラスにとり、顕微鏡（200 倍）で観察する。
  - 1 個の細胞の中に、いくつぐらいの葉緑体があるか。
- ②観察したカナダモの葉を、約 60℃ のうすい塩酸の中に、5 分間ぐらい入れておく。
- ③②の葉を水洗し、スライドガラスの上のせ、カバーガラスをかける。このカバーガラスの横に、うすいヨウ素溶液を 1～2 滴加え、顕微鏡で観察する。
  - うすいヨウ素溶液にそまるのは、細胞のどこか。

#### 考 察

- 上の観察から、デンプンは、どこでつくられるといえるだろうか。



3 図 発生した気体を集める

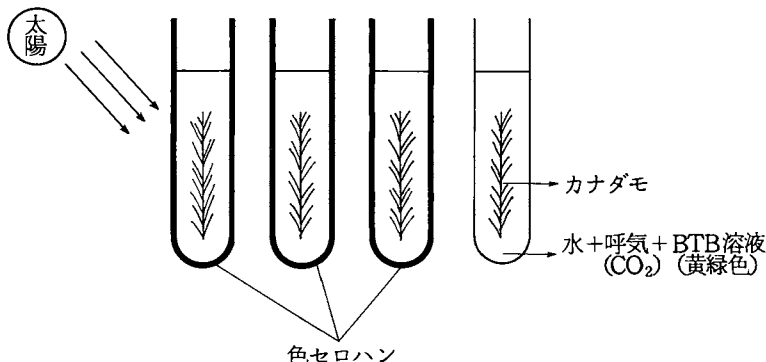
### 生徒自身の考案による実験例

#### Aグループ

実験目的：光合成と光の色との関係調べる。

実験装置

3本の試験管のまわりに色セロハン(黄、赤、緑)をつけて中に黄緑色のBTB溶液と水とカナダモを入れておき、時間ごとに色の変化をみる。  
(黄緑色→青色)

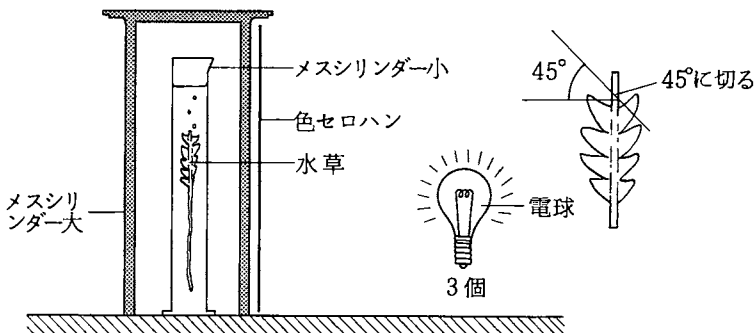


#### Bグループ

実験目的：光合成における光の色の影響を調べる。

実験計画

水草をカッターで45°に切る。メスシリンダーを入れ、大きいメスシリンダーをかぶせる。なぜなら、電球が3個もあると、観察している中にも水温は上昇し、条件が違ってしまふ。ゆえに、少しでも差を少なくする為、もう一重ガラスの壁をつくるためである。

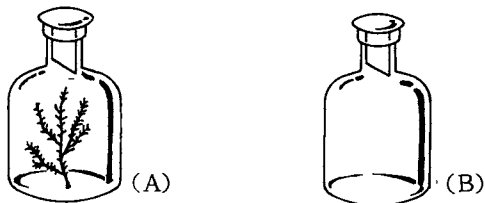


そして、大きいメスシリンダーの回りに色セロハン(赤・青・黄・緑)をまきつけて、水草の切り口より出てくる気泡の数をストップウォッチで2分間はかる。

#### Cグループ

実験目的：光合成に影響するものは何か。  
光合成をすると酸素を排出しているか。

準備 酸素ビン、水酸化ナトリウム水溶液(4%)、塩化マンガン水溶液(1%)、水草、二酸化炭素、せんこう、マッチ



実験1 水をいっぱい入れふたをする { 一つは水草を入れる(A)  
30分日光にあてて放置 一つは何も入れない(B)

塩化マンガンと水酸化ナトリウムの水溶液を4cm<sup>3</sup>ずつ加える、よくふる。

実験2 水をいっぱい入れ二酸化炭素を多量溶かし、実験1と同じように放置して線香を近づける。

実験3 実験1と同じ作業をして日光をあてず机の中で30分くらい放置する。

塩化マンガンと水酸化ナトリウムの水溶液を加え、よくふる。

## Dグループ

目的：草の光合成は温度によって違うのだろうか。

準備：大ビーカー3、小三角フラスコ3、温度計とゴムせん3、試験管3、三脚、ガスバーナー、石綿かなあみ、ドライアイス、BTB溶液、水草（カナダモ）

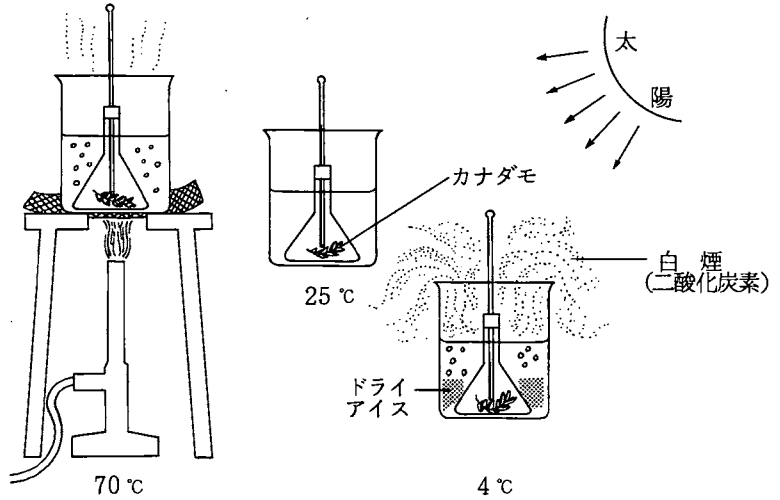
方法 ① 大ビーカー（500cc）に水300ccをいれその中に同量の水とカナダモを入れた三角フラスコを入れる。

② 三角フラスコには温度計をつけておく。

③ 1つはガスバーナーで熱し70℃位に保っておく。………A  
1つはそのまま放置しておく。25℃…B  
1つはビーカーの中にドライアイスを入れ4℃位にする。…C

④ 約半日、日光にあてておき（温度を保ちながら）それから試験管にA、B、Cの三角フラスコ内の水を入れる。

⑤ BTB液で色の変化をみる。



## Eグループ

### 実験目的

光合成によって二酸化炭素が使われるかどうかを調べると同時に光の強さによって、二酸化炭素の消費がどうかを調べる。

### 実験装置

(1) A～Dの4本の試験管にBTB溶液を入れる。

(2) ガラス管でその試験管に呼気をふきこみ、黄緑色にする。

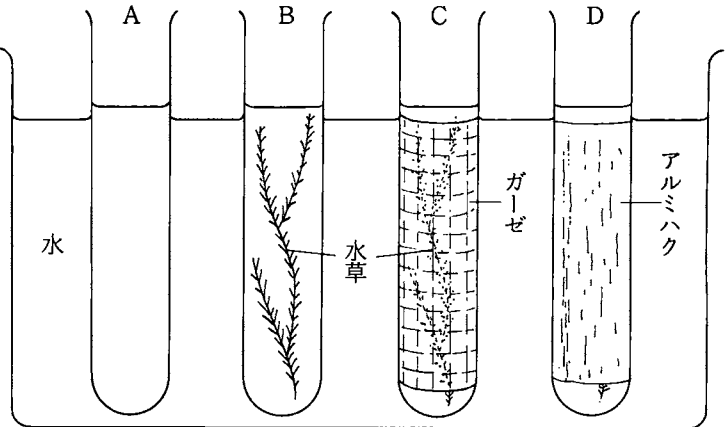
(3) 右図のようにセットする。

A：コントロール（対照実験）

B：水草を入れるだけ

C：水草を入れガーゼをまく。

D：水草を入れアルミハクをまく。



A～Dの試験管を水に入れておき、温度の関係で結果が変わらないよう温度変化を防ぐためである。



## Aグループの報告書

結果

時間	実験開始
11:10	実験開始
11:20	変化無し
12:25	対照実験、赤、黄、緑（色の濃い順番） やや青変
1:00	黄 赤 対 緑 12:25よりは青の度合が強くなる。
2:00	黄 赤 対 緑 増々青が濃くなって呼気をふきこむ前と変わらなくなる（呼気をふきこむ前よりも濃いかもしい。）
3:10	黄 赤 対 緑 青の度合はさほど変化がないようだった。

※ 実験日 10/3 くもり 午後からときおり小雨がばらついた。

考察、反省

（私は、黄対赤緑の順で色が濃くなるのではないかと予想していた）

赤や黄の方が対照実験よりもよく光合成をした（カナダモの場合）ということは、カナダモは太陽光線の中から赤、黄やその他光合成をしやすい色を選んでその色を多く吸収しているのだろうか。もし、この推測が成りたつとしたら葉緑体は緑をあまり吸収しないことになる。このことは葉緑体が緑だということと何か関係があるのだろうか —— (1)

ところで12:25の時の結果は、他の（1:00以降の）結果とはかなりちがっているが、これは始めてから時間があまりたっていないので変化の割合が少なくて読みまちがえたのかもしれない。それともなにかほかに理由があるのか？とにかく、資料が少ないのでなにも言えない。

反省として……本当なら12色環の色を全部使ってどんな系統の色だと最もよく光合成をするのかみればよいのだが……。

又、(1)の疑問をとくためにも材料をカナダモに限らず、例えば、金時草など緑以外の色をした葉で実験をしてみるのもおもしろそうだ。

後から気づいたことだが……黄色のセロファンが少しはがれていたようだ。

もっと色の種類を多くしたら、又おもしろい結果がでてきただろう。

## Bグループの報告書

実験経過

初めは、どの色のセロハンの場合も電球から水草までの距離を同じにした。ところが、同じ強さの光でも色セロハンを通すと波長の長さによって強さが変わってしまう。

だから、ルクス計で距離との関係をはかった。それを表に示すと、

		水草からの距離
赤	二重	12cm
青	〃	36cm
黄	〃	34cm
緑	一重	35cm

結果

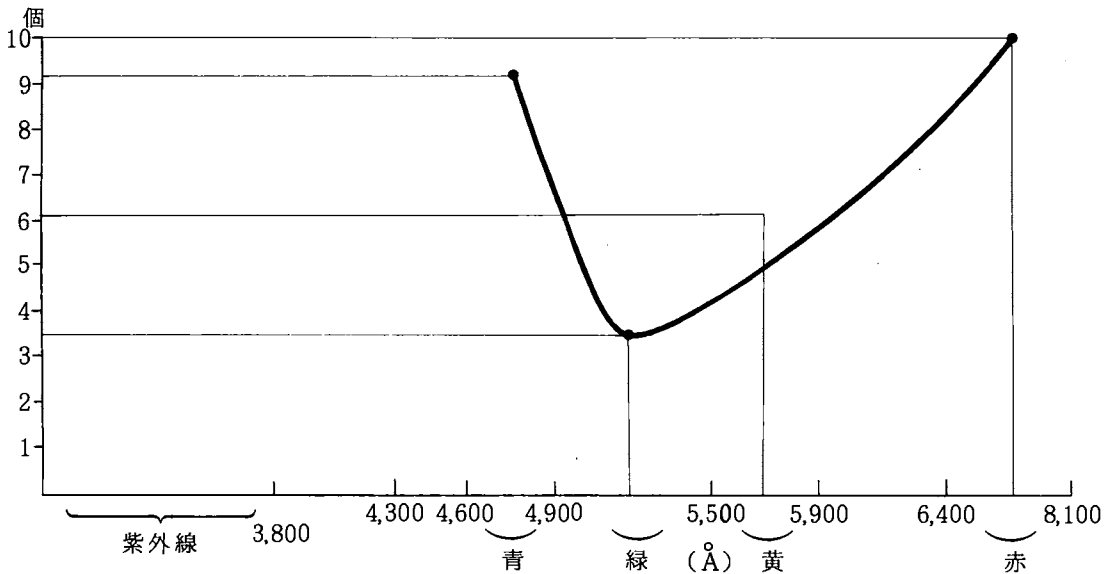
実験を3回やって気ほうの大きさをわけた。

1. 気泡が大きい (直径 1.0 ミリ前後)
2. " 中位 (直径 0.5 ミリ前後)
3. " 小さい (直径 0.2 ミリ前後)

気ほうの数

色 ゼロハン	気泡の 大きさ		
	大	中	小
赤	15	14	59
青	14	9	52
黄	13	8	39
緑	10	5	19

	1 分間に出る量			赤10に対する割合			平均
	大	中	小	大	中	小	
赤	3.0	7.0	29.5	10.0	10.0	10.0	10.00
青	2.8	4.5	26.0	9.3	6.4	8.8	9.05
黄	2.6	4.0	19.5	8.7	5.7	6.6	6.15
緑	2.0	2.5	9.5	6.7	3.6	3.2	3.4

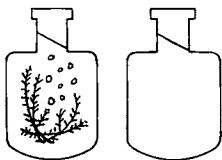


考察 4つの色の中では、赤が1番効力がある(光合成に対して)参考文献から調べた所でも、やはり赤が1番光合成に対して効力を発揮する。

赤色および青色が光合成にもっとも有効らしいことがわかった。なぜ赤と青が効力が強いかというと葉緑素が緑だからだろう。

Cグループの報告書

実験1



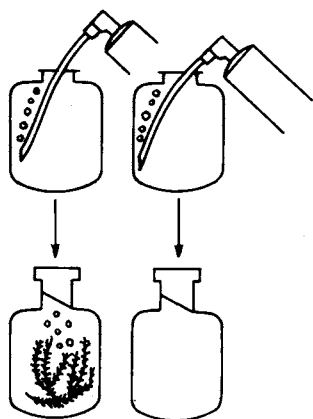
酸素びん 2.1%塩化マンガン、4%水酸化ナトリウム、水草、スポイド  
方法

酸素びんに水をいっぱい入れ、一方に水草を入れて空気が入らぬようにふたをして日光にあてて30分間放置する。これに塩化マンガン 5 cm<sup>3</sup>、水酸化ナトリウム 5 cm<sup>3</sup> を入れ、ふって静かにおく。

## 結 果

水草を入れた方は赤褐色の沈でん、入れない方は黄白色の沈でんができた。

## 実験 2



酸素びん 2、せんこう、マッチ、水草、二酸化炭素

## 方 法

酸素びんに水をいっぱい入れ、二酸化炭素を 5 秒間吹きこむ。一方に水草を入れて空気が入らぬようにふたをして日光にあてて 1 日間放置する。せん香に火をつけ酸素びんのふたをとったらすぐに酸素びんの水面近くまでもっていく。

## 結 果

水草を入れた方はややはげしく火が燃えた。水草を入れない方は変化なし。

実験 3 実験 1 の対照実験。方法は同じ。机の下に放置する。

## 結 果

水草を入れた方も黄白色の沈でん。

光合成をするときは光が必要である。光合成をすると、水の中の二酸化炭素の量によらず酸素ができることがわかった。しかし酸素の生成量は二酸化炭素の量に関係するかもしれないが調べられなかった。

## Dグループの報告書

実験目的：カナダモによる温度の違いによる光合成のし方の違い。

## 実験方法

- ① 500cc ビーカー 3 つにそれぞれ水 300cc を入れる。(小) 三角フラスコ 3 つにそれぞれ同量のカナダモと池の水を入れる。この三角フラスコをビーカーの中に 1 つずつ入れる。
- ② 1 つにはビーカーの中の水にドライアイス (1 時間おき) に入れる—— A  
1 つはビーカーをガスバーナーでたえず熱する。—— B  
1 つはそのままにする。—— C  
これらの 3 つを日当りのいい場所で A は約 5℃、B は約 70℃、C は約 25℃ をほぼ一定に保ちながら 4 時間放置する。
- ③ 4 時間後、それぞれの液を試験管にとり BTB 液を入れて反応をみる。

## 実験結果

種類	温度	BTB 滴下後の色	何性か
A	約 5℃	うす黄色	弱酸性
B	約 70℃	黄緑色	中性
C	約 25℃	うす青色	弱アルカリ性

## 実験考察

A 弱酸性、B 中性、C 弱アルカリ性と結果がそれぞれ分かれたが、この結果から光合成をさかんにした順にすると C、B、A となる。

つまり、水の中に二酸化炭素が少量溶けていて水が中性である。ところが光合成により、二酸化



したがって、光合成のできないDは、二酸化炭素を放出するだけだからだと思った。それに他のB、Cの場合も呼吸しているが、光合成が活発なときは、呼吸で出されるCO<sub>2</sub>よりも光合成で取り入れるCO<sub>2</sub>の方が多いためにCO<sub>2</sub>が消費されるのだらうと思った。

#### 反省・感想

- 実験した日はくもっていたが、わりときれいに色がわかった。それに、ガーゼと何もつけないものとは、そんなに違うものだろうか。じっさい心配であった。
- もっと時間があれば晴れた日とくもった日でのちがい（光合成の活発さ、すなわち、二酸化炭素の消費の速さのちがいなど）なども調べたかった。

#### テレビ視聴（デンプンをつくる）後の感想

A子 テレビでもとうもろこしの葉の面積を正確に測定していたから私達の実験でもカナダモの量を全て同じになるように工夫して、全部が同じ条件にあるようにしなければならないと思った。

B夫 テレビの実験を見ていると前日からアルミホイルをつけるというくらい徹底していた。やはりここまでやらないといけないのかと思った。

これからやりたい実験は重さをはかる実験をやりたい。

C夫 光合成の実験の改良点

葉に光を当てないために三角フラスコに紙を巻いたが、葉にじかにアルミホイルなどをまいた方がよかったのでは…………。

やりたい実験

20日間からひと月くらいかかる長期的な実験など時間に制約されないでっかい実験をやりたい。また1つのものについての実験だけでなく、2つのものの関係を調べるようなことをしたい。たとえば、動物と植物、背の高い大きな木と小さな雑草との生育の関係みたいなこと。

D子 VTRを見て

- デンプンができる実験にトウモロコシ（単子葉植物）を使ったところが疑問。
- 光のよくあたった葉と、あまり光のあたらなかった葉のデンプンのできかたがよくわかった。
- できたデンプンが葉脈を通して他の場所（実など）に運ばれることがわかった。

E子 テレビでは前日、またはずっと前から日にちをかけて実験をしているので結果がはっきりしている。私たちは重さをはかることができないのでテレビの実験を見て光のあたる前と後の重さのちがいを知ることができてよかったと思う。照度が低くなると二酸化炭素の吸収量も少なくなるということがわかった。

F子＜今度やってみたい実験＞

- 温度によって光合成を行なう量がちがうかどうか。
- どの時間帯にいちばん多く光合成をするかを調べたい。
- 水分の量によって光合成をする量がちがうかどうか（乾燥させたりして調べる）。
- 葉の裏と表でどっちがたくさん光合成をするか。

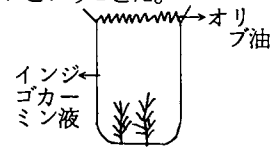
＜実験の改良＞

TVの実験は直接日に当てていた。だから沢山光合成が出来たんじゃあないか？

G夫（前の実験の改良点）

- 今日テレビを見ると午前10時ごろが1番光合成をしていた。だから実験を僕らの班のように昼休みからするのではなく、朝からするともっとよかった。

- 前の実験ではこまかい水草を用いたために空気がもとの間にはさまってしまい、かきまぜなければ空気が出なかった。だから、クロモのような水草を用いればもっと効率がよくなったかもしれない。しかし、もを用いて良かった点は量に対して場所をとらないということだ。
- 酸素の検出にインジゴカーミン溶液を用い水面にオリブ油を使うと良い。こうするとろうとや試験管を使う手間がはぶける。



H夫 TVの最後でもやったように水草などの光合成で自分の養分を自給している植物をプールのような大きい水そうに入れ何日間か放っておく。そして、水そうの水が植物で緑色になってきたらミジンコなどの植物を食べて増える微生物を放し植物の減少とミジンコの増加の割合を調べてみる。そして、ミジンコが増えてきたらめだかのような小魚を放し順々に大きい魚にかえていってどういう現象がおこるかしらべてみたい。

#### I夫 TVより

水そうの中にいろいろな生物を入れて、その中におこる関係内に植物の光合成はどんな位置にあるか。その全体のバランス、又、光の強さ（日光）、気温など外部からの環境の変化、あるいは生物の種類の変化などで、その内部の様子はどう変わるかを調べたら面白いと思う。長期的〔月単位〕に観察して、地球全体にあてはめていろいろ考えてみる。できれば水中ではなく、地上の生物界の関係、バランスもモデル的に実験したいが、ちょっと無理なので理論的に考えるのもいいと思う。植物の光合成は、複雑でむつかしいが、これ自体をもっと研究できると思う。教科書の実験は、結果が単じゅんでおもしろくなかった。

#### VI おわりに

新指導要領にそって実験観察を位置付ける意味で、私が実践してきた光合成の実験例を紹介したわけであるが、この授業を通してみられたことは、どの生徒も学習に積極的に参加し、グループ内での討論も活発であり、またグループ内の協力やまとまりが得られたことである。そして教科書を土台にして、自分達で実験を考案してみようという意欲や、実験を成功させるための努力がみられたことである。しかし、実験方法の未熟さや条件統一のあいまいさに問題がないわけではない。また教師一人で全グループの指導が可能かという点にも問題はある。けれども今後新指導要領にそって授業を進めると、光合成は自然界における生産者のはたらきとして三年生で学習することになるから、もっと綿密な計画をたて、条件統一を考慮して実験を実施できるのではないかと思う。また成功率の低い実験は計画の段階で指導していけば、さらに学習効果をあげうるのではないかと考える。

またテレビ視聴については、教室では得にくい貴重な資料や新鮮な情報を提供してくれる、大規模な実験、精密な実験を見せてくれる等の利点と共に実験企画の上でも大いに参考になる点があった。さらに生徒の実験意欲を喚起するためにも非常に役立つと思った。今後も大いに利用すべきであるがその位置付けについては、生徒実験の前後どちらで行なうのが効果的か、内容との関連で再考を要するものがあると考ええる。

理科教育では、生徒自身にできるだけ実験観察を手がけさせ、それを通して自然を認識させることが大切である。第2分野の生物教材における探究学習のまとめの場としてこの光合成の自主的計画による実験を是非実施したいと思っている。諸先生方の御指導御叱責をお待ちしている。

最後に本校酒井、川口両教諭の御協力を感謝する。