

# 指導資料

 鹿児島県総合教育センター

## 理科 第269号

—中, 高等学校, 特別支援学校対象—

平成20年10月発行

### 光合成と呼吸に関する実験・観察のポイントと指導の工夫

呼吸は、生物が有機物を分解しエネルギーを取り出す過程であるが、それは、光エネルギーで二酸化炭素を固定する光合成と対をなす生命活動といえる。生物の呼吸による二酸化炭素の放出と生物の光合成による酸素の発生を調べることは、生態系における生産者と消費者の関係や代謝（呼吸・光合成）について深く理解することになる。そこで、これらの実験方法の工夫や、実験・観察をする際の留意点について述べる。

#### 1 実験・観察の問題点

オオカナダモを水の入ったペットボトルに入れ、明るい場所に放置し、オオカナダモから出る気泡を観察する実験は、非常に手軽にできる実験であるが、気泡が観察されない場合がある。また、発生した気泡が酸素であることを確かめるには、発生した気泡を試験管に集め、火のついた線香をその中に入れる方法で確認することが多い。しかし、上記の方法では、呼吸によって二酸化炭素が放出されていることが確認できないため、植物が呼吸していることを実感しにくい。

#### 2 実験・観察の改善のポイント

呼吸や光合成によって生じる現象を安全で簡単に確認できる方法について2つ紹介する。

##### 実験1

##### (1) 実験材料

市販の500ml ペットボトル（炭酸飲料のものが観察しやすい）8本、オオカナダモやマツモなどの水草、メダカ4匹、BTB溶液、カルキ抜きした水4000ml

##### (2) 方法

##### ① 次の試料を準備する。

ア ペットボトルにカルキ抜きした水(以下「水」という)500ml と水草(オオカナダモなど)、メダカ1匹を入れたものを2組

イ ペットボトルに水500ml とメダカ1匹を入れたものを2組

ウ ペットボトルに水500ml と水草を入れたものを2組

エ ペットボトルに水500ml を入れたものを2組

##### ② ア～エのペットボトルを明るい場

所と暗い場所にそれぞれ1本ずつ置き、数時間放置する。

- ③ 放置後のメダカの呼吸数(エラの動き)を観察する。



- ④ 同様に①～③の実験をB T B溶液を入れて行った。

写真 呼吸の観察

## 実験2

- (1) 実験材料

ケメット簡易DO計((株)共立理化学研究所), pH試薬(pH assay kit - pH測定試薬キット), (メルク pHスティック MERCK), KH試薬(KH assay kit - 炭酸塩硬度測定試薬キット), 駒込ピペット, 試験管

- (2) 方法

- ① 実験1のそれぞれのペットボトルの水の溶存酸素をケメット簡易DO計で測定する。

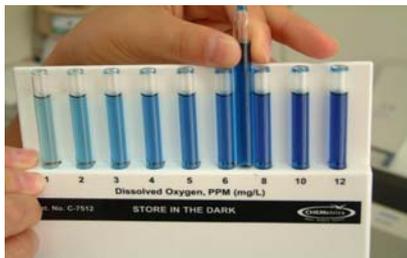


写真1 DO測定

- ② それぞれのペットボトルの水を駒込ピペットで試験管に5mlとり、pHを測定する。(写真2)
- ③ それぞれのペットボトルの水を駒込ピペットで試験管に5mlとり、KHを測定する。KHとは炭酸水素

イオン量を示す。

- ④ ②, ③の結果からCO<sub>2</sub>濃度\*を算出する。

\*CO<sub>2</sub>濃度の算出法

$$\text{CO}_2(\text{mg/L}) = \text{KH} \times 10^{(-\text{pH})} \times 3.72 \times 10^7$$



写真2 pH測定

## 3 実験の結果と考察

- (1) 実験1の考察

暗い場所に置いたボトルのうち、水草とメダカを入れたボトル内のメダカは、放置すると死ぬので注意する。

表 メダカの1分間の呼吸数

条件	ペットボトル	時間	呼吸数
明るい場所	水草とメダカ	30分	100
		60分	101
		120分	100
	メダカ	30分	101
		60分	110
		120分	145
暗い場所	水草とメダカ	30分	101
		60分	110
		120分	160
	メダカ	30分	99
		60分	110
		120分	145

また、メダカだけを入れたボトル内のメダカはエラを激しく動かして呼吸をしていたことから、暗所に置いたペットボ



写真 実験の様子

ル内の水は酸素が減少していたと考えられる。

明るい場所に置いたボトルのうち、水草とメダカを入れたボトル内のメダカの呼吸は穏やかだったのに対し、メダカだけを入れたボトル内のメダカの呼吸は激しく、光合成によって、水草が酸素を放出していたと推測できる。

B T B 溶液は生物に対する毒性がほとんどないため、生物の入った水の pH の変化を調べるのに適しており、間接的に二酸化炭素の出入りを知ることができる。

**表 BTB 溶液の色の变化**

条件	明るい場所		暗い場所	
	水草 メダカ	メダカ	水草 メダカ	メダカ
色の 変化	緑色 →青色	緑色 →黄色	緑色 →黄色	緑色 →黄色

青(アルカリ性), 緑色(中性), 黄色(酸性)を示す

明るい場所に置いた水草とメダカの入ったペットボトルが緑色から青色に変わったのは、メダカの呼吸によって排出される二酸化炭素より水草の呼吸によって吸収される二酸化炭素の量が多く、アルカリ性になるためである。酸素の増減については調べることができないので、光合成によって酸素ができたことは、

インジコカーミン液を使って確認するとよい。

(2) 実験 2 の結果と考察

実験 1 の結果を基に、30 分、1 時間、2 時間後の変化の様子を測定した。

暗い場所に置いたボトルの pH と KH の測定結果から算出した二酸化炭素濃度を見てみると、呼吸によって二酸化炭素が放出されていることが確認できた。また、明所に置いた水草入りのボトルの測定結果から、光が当たることによって二酸化炭素が水草に吸収されることも確認できた。

なお pH の測定結果だけでも、二酸化炭素の吸収、放出状況が推定できる。実験 1 の結果と比較して、大きな違いはなかった。2 時間ほど明るい場所に置いた、水草とメダカを入れたボトル

**表 実験 2 の結果**

条件	ボトルの中	時間	呼吸状況 回/分	DO	pH	KH	CO <sub>2</sub> 濃度
				ppm	—	dH	mg/l
明るい場所	水草とメダカ	30 分	100	10	7.6	3.5	3.27
		60 分	101	11	7.8	3	1.77
		120 分	100	11	7.8	3	1.77
	メダカ	30 分	101	6	7.0	3	11.16
		60 分	110	5	7.0	3.5	13.02
		120 分	145	5	6.8	3	17.69
	水草	30 分	—	10	7.6	3	2.80
		60 分	—	11	7.8	3	1.77
		120 分	—	12	7.8	3	1.77
暗い場所	水草とメダカ	30 分	101	6	7.0	3	11.16
		60 分	110	6	7.0	3.5	13.02
		120 分	160	5	6.8	3	17.69
	メダカ	30 分	99	6	7.0	3	11.16
		60 分	110	6	7.0	3.5	13.02
		120 分	145	5	6.8	3	17.69
	水草	30 分	—	6	7.0	3	11.16
		60 分	—	6	7.0	3	11.16
		120 分	—	4	6.8	3	17.69
実験に使用した水				8	7.0	3	11.16

とメダカだけを入れたボトルのメダカの呼吸を観察したり，2時間ほど明るい場所と暗い場所にそれぞれ放置したメダカと水草入りのボトル内のメダカの呼吸を観察したりすることで，呼吸による酸素の消費や光合成による酸素の放出の様子を観察することができた。また，DOの測定では30分でも明るい場所と暗い場所で違いがでることがわかった。

結果から，呼吸によって酸素が減少し，二酸化炭素が増加していく現象と，植物の光合成により酸素が増加し，二酸化炭素が減少していく現象を確認することができ，CO<sub>2</sub>の増減によるpHの変化も確認することができた。

授業ではDOの測定を行うことによって，呼吸による酸素の消費，光合成による酸素の放出を十分確認することがわかった。しかし，光合成による二酸化炭素の吸収，呼吸による二酸化炭素の放出を確認するためには，2時間程度，時間を要する。

### 3 指導のポイント

- (1) 簡単に入手できるメダカや水草は繁殖，栽培が容易であるため，飼育環境を整えれば，さまざまな実験に長期的に用いることができる。
- (2) pHやDO，KH等，水質検査の方法を知ることができ，環境教育にも活用できる。
- (3) 2時間以上観察すれば，pHやDO，KHを測定しなくても，メダ

カの呼吸の様子（エラの動き）を観察することで溶存酸素の量を定量的ではないが知ることができ，光合成による酸素の放出，呼吸による酸素の吸収を知ることができるので小・中・高で活用できる。

- (4) 光合成の実験として行われている「水草から放出される気泡を観察する実験」では，気泡が観察されない場合がある。水中の二酸化炭素を補うために，炭酸水素カリウムを水に加えることで，改善できる。
- (5) pHとKHの測定から，光合成による二酸化炭素の吸収，呼吸による放出を知ることができ，また，pHの測定のみでも二酸化炭素の増減が推定できる。

以上5つのポイントに留意し，指導することで，児童・生徒は植物の呼吸による二酸化炭素の放出を実感し，呼吸と光合成による気体の出入りや植物と動物の関係について理解を深めることができる。

生物の生命活動の基本となる呼吸や光合成のしくみを理解することは，自然界における生物どうしのつながりやそれを取り巻く自然環境のかかわりについても，理解を深めることにつながる。

大気や水の環境が，水草やメダカの呼吸や光合成にどのような影響を与えるかを考えることで，生命を尊重し，自然環境の保全の重要性を認識させ，自然と人間のかかわり方について考えを深めさせることが可能である。

(教科教育研修課)