

オオカナダモを用いた光合成の実験に関する問題

植物は光のエネルギーを利用して、二酸化炭素（ CO_2 ）と水（ H_2O ）から炭水化物（ブドウ糖 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ）を生成し、その過程の中で酸素（ O_2 ）を発生する。化学反応式では、 $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{光エネルギー} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$ で示される。オオカナダモに光を当てると気泡を生じることが知られている。これはオオカナダモが光合成を行って酸素（ O_2 ）を発生したためと考えられている。そこで、植物の光合成について調べるため、以下の手順で実験を行った。

手順 1. 2本の試験管に水道水（アルカリ性）を入れ、BTB 溶液*を約 40 滴入れた。水の色は青色だった。次に、水の色が緑色になるまでストローで息を吹き込んだ。呼気には二酸化炭素（ CO_2 ）が含まれており、二酸化炭素（ CO_2 ）は水に溶けると酸性を示す。

手順 2. 片方の試験管にオオカナダモを入れ、両方の試験管に約 1,000 lux の光を当てた。数分ほどでオオカナダモの茎から気泡が生じた。

手順 3. 1 時間後、BTB 溶液の色を確認したところ、オオカナダモの入っていない方の試験管は緑色で変化が無かったが、オオカナダモの入っている方は青色に変わっていた。

手順 4. 同様の実験を約 3,000 lux の光で行ったところ、生じる気泡の数が約 1,000 lux の光を当てた時の倍近く多かった。

*BTB 溶液（ブロムチモールブルー溶液）：溶液中の pH によって色が変化する試薬。
BTB 溶液色と pH の関係の目安…酸性：黄色，中性：緑色，アルカリ性：青色。

問 1. この実験から推定される「光と植物との関係」として正しいものを全て選びなさい。

- ①. 植物は光を当てるとブドウ糖を作る。
- ②. 植物は光を当てると水を分解する。
- ③. 植物は光を当てると酸素（ O_2 ）を発生する。
- ④. 植物は光を当てると二酸化炭素（ CO_2 ）を発生する。
- ⑤. 植物は光を当てると二酸化炭素（ CO_2 ）を消費する。
- ⑥. 光が弱い方が活発に光合成を行う。
- ⑦. 光が強い方が活発に光合成を行う。

問 2. この実験からは、オオカナダモが二酸化炭素 (CO₂) を消費しているかどうか、正確なところは分からない。そこで、植物が二酸化炭素 (CO₂) を消費しているかどうかを確かめるために有用な実験はどれか。

- ①. 実験後、pH メーターを使い、pH を正確に求めたところ、オオカナダモの入っていた試験管は pH 8.5 (アルカリ性)、入っていなかった試験管は pH 7.0 (中性) だった。
- ②. 手順 1 において、水道水に息を吹き込まずに実験したところ、試験管の色は 2 本とも青色だった。
- ③. 手順 1 において、水道水の代わりに純水 (中性) を用い、ストローで息を吹き込まずに実験を行ったところ、試験管の色は 2 本とも緑色だった。
- ④. 水道水を入れた試験管 2 本を用意し、片方の試験管にオオカナダモを入れた後、2 本の試験管を暗所に置き、一晩静地したところ、オオカナダモの入っている試験管は黄色、入っていない試験管は青色だった。

問 3. この実験からは、オオカナダモが酸素 (O₂) を発生しているかどうか、正確なところは分からない。そこで、植物が酸素 (O₂) を発生しているかどうかを確かめるために最も適切な実験はどれか。

- ①. 実験後、オオカナダモの入っていた試験管の蓋を開け、火の付いた線香を近づけたところ、線香の燃え方が激しくなった。
- ②. 試験管にメダカの稚魚を入れて実験を行ったところ、実験後、オオカナダモの入っていない試験管では稚魚が死んでいたが、オオカナダモの入っている試験管では生きていた。
- ③. 手順 1 において、水道水の代わりに純水 (中性) を用い、ストローで息を吹き込まずに実験を行ったところ、試験管の色は 2 本とも緑色だった。
- ④. 水道水を入れた試験管 2 本を用意し、片方の試験管にオオカナダモを入れた後、2 本の試験管を暗所に置き、一晩静地したところ、オオカナダモの入っている試験管は黄色、入っていない試験管は青色だった。

解答

問1. ⑤, ⑦

この実験では、光を当てる前と当てた後とで、オオカナダモの入っていた試験管の水が緑色から青色、すなわち中性からアルカリ性に変化したことから、水に溶けていた酸性の二酸化炭素が消費されたと予想される。ブドウ糖を生じる、水を分解する、酸素を発生するという反応をこの実験で確かめることは出来ない。また、光が強くなると気泡の量が多くなったことから、強い光を当てると光合成が活発になると予想される。

問2. ③

水に二酸化炭素が含まれていない状態で実験し、水の色が変化しないことが確かめられれば、オオカナダモが光合成によって二酸化炭素を消費していることを示す大きな証拠となる。②も水に二酸化炭素が含まれていない条件は同じだが、水道水はアルカリ性なので、仮に実験によってアルカリ性に変化していた場合、検出する事が出来ない。ここでは溶液が中性の状態で行う必要がある。従って③のみが正解。①は、pHを正確に測っているが、それが二酸化炭素によるものかどうかを確定することは出来ない。④は呼吸に関する実験なのでここでは関係ない。

問3. ①

酸素があると火が激しく燃える性質を利用して、酸素が発生したことを確かめている。②は、メダカの稚魚が酸素欠乏によって死んだことから、オオカナダモが酸素を発生していると推定出来るが、動物愛護や生命尊重の観点からすると、解剖などの必要不可欠な実験を除き、実験生物の死亡が伴う実験は可能な限り避けるべきである。③は二酸化炭素を消費したことは確かめられるが、酸素を発生したかどうかは分からない。④は呼吸に関する実験なのでここでは関係ない。よって、最も適当な実験は①である。