

植物での二酸化炭素及び酸素測定の実験化

○竹市稜子・垂愛由美・正元和盛

○Takeichi Ryoko, Tare Ayumi, Masamoto Kazumori

熊本大学教育学部

【キーワード】二酸化炭素, 酸素, 測定, 呼吸, 光合成

1. はじめに

中学校学習指導要領¹⁾では、「植物の体のつくりと働きについて総合的な理解をさせる」(第2章(1)「植物の生活と種類」)とあり、また「各種のセンサを用いた計測を行い、通常では計測にくい量や変化を数値化あるいは視覚化してとらえることや、・・・ことも可能である。」(第3章4「コンピュータなどの活用」)と示されている。動植物共通の呼吸は、「人の体のつくりとはたらき」(小学校第6学年²⁾)で学習し、植物の呼吸や光合成については、「植物のつくりとはたらき」(中学校第1学年)で学習する。その方法³⁾として、気体検知管⁴⁾を使用して定量的に、また石灰水、BTB液で定性的に測定する実験を通して、実感を伴った理解を図っている。

本研究では二酸化炭素濃度測定器を用いて二酸化炭素濃度を連続測定しグラフ化を行ない、光合成や呼吸を視覚化した⁵⁾。その実験機材を小型化し、汎用性の高い気体検知管や、教材用デジタル気体測定器を使って、植物機能の測定方法を検証した。

2. 材料と方法

(1) 材料

植物はカラムシ、アジサイを用い、測定には、酸素検知管(31E, ガステック KK)、二酸化炭素検知管(126KC II, 光明理化学工業 KK)、教材用デジタル気体測定器(酸素・二酸化炭素測定器)(GOCD-1, ガステック KK)、ミスター省エネ(セイコーインスツル KK) CO2 センサノード(SW-3230-1000, 以下 CO2 ノード)、温湿照

度ノード(SW-3210-1004)、ベース(SW-3500-1000)、ノートパソコン、チャック付ポリ袋(ユニパック SL-4, 560×400 mm, 厚さ 0.04 mm, 以下 SL-4)を使用した。

(2) 植物機能による気体濃度変化の測定方法

大学構内に自生しているカラムシを水切りし、300 mL 三角フラスコにさして、フラスコの口はパラフィルムで巻いた。SL-4(内部の体積約 14 L)の中に、カラムシ、CO2 ノード、温湿照度ノード、GOCD-1 の気体吸引部、結露防止の除湿剤、器材安定用にカゴをいれ(図1)、二酸化炭素濃度を 0.3 %未満になるように呼吸を入れて SL-4 の口を閉じ、植物機能の測定を行った。温度上昇を防ぐために、実験器材の下に発泡スチロールに保冷剤を敷いた。これらをコンテナの上にのせた(図1)。測定は 14:20～15:40(平成 25 年 11 月 1 日快晴)に屋外のクスノキの日陰で行なった。約 30 分日光に照射(以下明条件と表記)後、ダンボール箱で日光を遮断し(以下暗条件と表記)、ダンボール

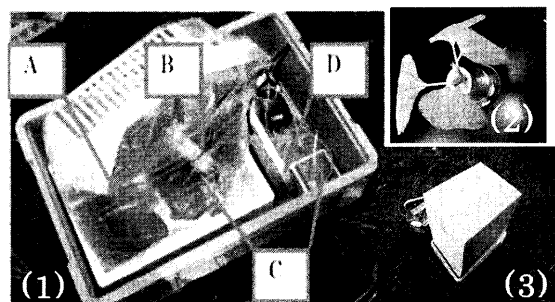


図1. カラムシでの実験セットの様子

実験セット(1)にはカラムシ(A)、CO2 ノード(B)、温湿照度ノード(C)、GOCD-1(D)が入っている。数枚の葉をつけたカラムシ(2)。ダンボール箱をかぶせて暗条件を作った(3)。

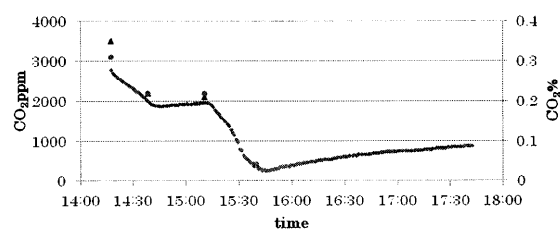


図2. カラムシの明暗条件下での二酸化炭素濃度の変化

点線はCO₂ノード、丸印はGOCD-1、三角印は気体検知管による測定(平成25年11月1日(快晴)). 温湿照度値は省いた.

箱をとって再び日光を照射する操作を行なった(以下明条件2と表記), さらに再びダンボール箱をかぶせ暗条件を作り(以下暗条件2と表記)2時間おいた. 実験開始時, 暗条件直前, 暗条件直後, 明条件にして30分後に酸素と二酸化炭素濃度の変化を気体検知管, GOCD-1で測定した. カラムシの葉面積は280 cm².

アジサイを用いて, 同様に平成25年11月7日(曇り時々雨のち晴れ)と翌日(晴れ時々薄雲)に, 測定した. 使用したアジサイの葉面積は, 約300 cm².

3. 結果と考察

(1) 植物機能による気体濃度変化の測定

二酸化炭素濃度を低濃度にして実験を行った結果, 光合成, わずかな呼吸による二酸化炭素濃度の増減を確認することができた(図2). 低濃度になると二酸化炭素の袋からの漏れの影響が少なくなり, 呼吸による二酸化炭素濃度の変化も測定できたものと考えられる. しかし, 本条件下では低濃度二酸化炭素検知管で測定できる変化量ではなかったため, 呼吸による二酸化炭素濃度変化を30分で取ることは難しい. 暗条件2の結果から約2時間置くと気体検知管で測定できる上昇が見られた. 学校では午前中に機材をセットし, 午後に気体検知管で確認する, もしくは機材をセットして翌日に実験すると, 気体検知管で呼吸の測定が可能であると

考える. 酸素濃度に関しては変化量が小さく, はっきりとした増減が出なかったため, 測定は困難であると考えられる.

(2) アジサイでの測定

光合成による二酸化炭素の減少を確認することができたが, 30分間の呼吸による二酸化炭素の上昇を確認することはできなかった. 見かけの光合成活性を求めると, 明条件1で約20 mgCO₂/100cm²/hであった. 気体検知管での測定は, 暗条件に関しては二酸化炭素の上昇がCO₂ノードでグラフ上認められても, 気体検知管では読む人での誤差の範囲に含まれてしまうため, 困難であると考えられる. 葉数を増やせば呼吸量も上がるかもしれない.

酸素濃度はカラムシと同様, はっきりとした増減は出なかった.

4. まとめ

チャック付ポリ袋を用いることにより実験セットの小型化ができた. また, 二酸化炭素濃度を低濃度からスタートさせることで, 袋からの漏れの影響を少なくし, 暗条件下呼吸による二酸化炭素濃度の上昇を気体検知管でもとらえることができた. 袋内の温度上昇, 気体拡散速度の影響などの改善が今後の課題である. また, 炭素循環の観点から土微生物の呼吸についても教科書の記載を検討していく必要がある.

参考文献

- 1) 文部科学省:「中学校学習指導要領解説 理科編」, p. 14, p. 65, p. 111, 平成20年9月, 大日本図書
- 2) 文部科学省:「小学校学習指導要領解説 理科編」, p. 16, p. 56, p. 57, 平成20年8月, 大日本図書
- 3) 有馬朗人ら: 理科の世界1年 pp. 33-34, p. 46, 平成24年2月, 大日本図書
- 4) 有馬朗人ら: たのしい理科6年-1 p. 18, p. 19, p. 29, p. 30, p. 69, p. 70, 平成22年3月, 大日本図書
- 5) 西條慧, 柿原智明: 未発表データ

謝辞

本研究は科学研究費補助金(基盤研究(C), 課題番号25350257)の助成を得た.