

57. 酸素電極による樹葉の酸素発生能の測定

九州大学農学部 山 下 魏
 南 里 治 兵 衛
 石 川 真 理 子
 ○富 田 義 一

1. はじめに

高等植物の光合成速度を研究する方法としては、1. 赤外線分光光度計による気中 CO_2 の減少速度の測定、2. 放射性同位元素 ^{14}C を含む $^{14}\text{CO}_2$ が植物組織に吸収固定される速度の測定、3. 気中の CO_2 を KOH に吸収させて pH または電気伝導度の変化を測定して、どれだけの CO_2 が植物に吸収されたかをしらべる方法、4. 検圧計による光合成酸素発生速度の測定、5. 酸素電極を利用して光合成による水中溶存酸素増加速度を測定する方法などがある。

これらの方法の中で最後に述べた酸素電極による方法は (1) 自作すれば装置の価格が安く (約20万円)、(2) 操作が簡単で、(3) しかも精度がかなり良いので、クロレラなどの藻類や、植物の葉から取り出された葉緑体の光合成による酸素発生速度の測定には最も良く利用されている。

この方法では測定しようとする植物組織や顆粒を水中に浸漬しなくてはならない制約があるので、気相中で光合成を行なっている高等植物の単葉の光合成速度の研究には従来応用されていなかったが、酸素電極による方法には上に述べたようにいくつかの長所があるので、それらの長所を生かして高等植物の単葉の光合成速度を測定する方法を考案した。

2. 測定装置

測定装置は図1に示されるように、1. 酸素電極、2. 測定室、3. マグネチックスターラー、4. 光源、5. 1% CuSO_4 フィルター溶液、6. 直流電源回路、7. 電圧記録計から成立っている。

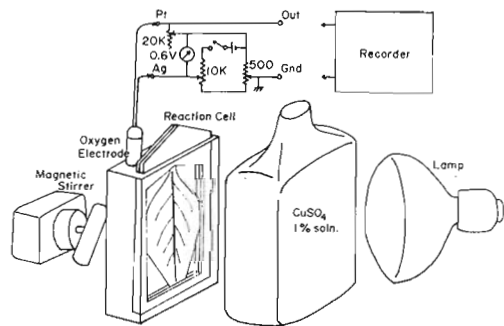


図1 酸素電極による樹葉の酸素発生能測定装置

酸素電極は Pt (陰極) と Ag-AgCl (陽極) で構成され、その先端は薄いテフロン膜におおわれて外液と接触している。テフロン膜は O_2 酸素分子を通すが、酸素電極内の KCl 液や外液の反応液をほとんど通さない。

酸素電極に 0.6V の電圧を図1のような直流電源回路から与えた時に酸素電極に流れる電流は水中溶存酸素の濃度に比例するので、その電流変化を図のような電気抵抗回路で電圧変化に変えて電圧記録計で水中溶存酸素の量を読み取る。電圧記録計は感度 20mV 、内部抵抗 $1\text{M}\Omega$ もあれば十分である。

測定室は透明アクリル樹脂をはりあわせて作り、上部に溝をつけてそこから二枚のアクリル樹脂のわくにはさんだ葉片を挿入できるように工夫した。測定室にはリン酸カリウム緩衝液 (30mM) と炭酸水素ナトリウムの水溶液 ($0\sim 40\text{mM}$) を入れてマグネチックスターラーでたえず攪拌した。

用いた単葉は 1. アメリカキササゲ, 2. イタリアポプラ, 3. ロソウ (白芽魯桑), 4. カンザンチク, 5. ササ (種名不明) の 5 種類の植物から得たもので, これ等の単葉の光合成の基本的な測定を行なった。

3. 測定結果

(1) 光の強さについて (図2)

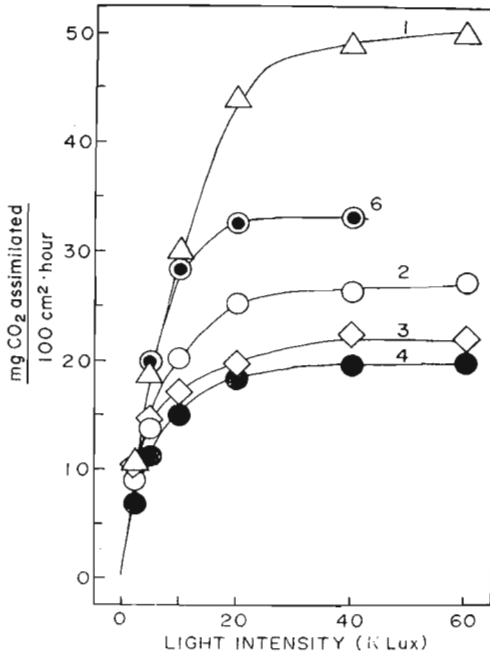


図2 酸素発生能と光強度の関係

植物の光合成速度を支配する要素のひとつである光の強さについてしらべた。ほとんどの植物の葉の光合成速度は約 2 万ルックスで飽和した。それで、以後の実験はそれより少し過剰の 4 万ルックスの光を与えて行なう事とした。

1. アメリカキササゲ (9月7日, 反応液24 °C), 2. イタリアポプラ (9月2日, 反応液25°C), 3. ロソウ (白芽魯桑) (9月13日, 反応液25°C), 4. カンザンチク (9月6日, 反応液25°C), 5. ササ (8月20日, 反応液室温)。

(2) 反応液の pH について (図3)

それぞれの樹葉の光合成速度は反応液の pH によって異なり, 最も適した pH はイタリアポプラで pH 6.6~6.8, またアメリカキササゲは pH 7.8 で樹種により変化している事がわかったので, それぞれの実験

は樹種により最も適した pH を見つけて実験を行なった。

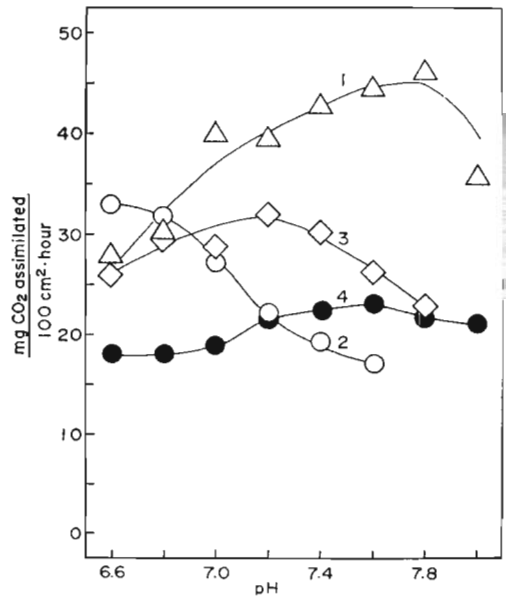


図3 酸素発生能と pH の関係

(3) 反応液中の NaHCO₃ の濃度について

NaHCO₃ は分解して CO₂ を放出し, 植物の葉の光合成を行なわせる役割を持つ。この物質の反応液中の

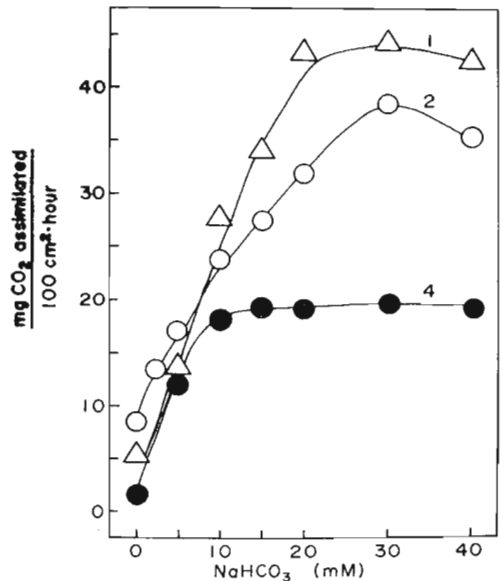


図4 酸素発生能と NaHCO₃ 濃度の関係

濃度をいろいろと変化させてみたところ、約 20~30 mM の濃度で光合成速度は一定となる事がわかった。それでほとんど大部分の実験は NaHCO_3 の濃度を 20 mM に固定して行なった。カンザンチク の光合成速度は他の植物より低い NaHCO_3 濃度で飽和するようと思われる。

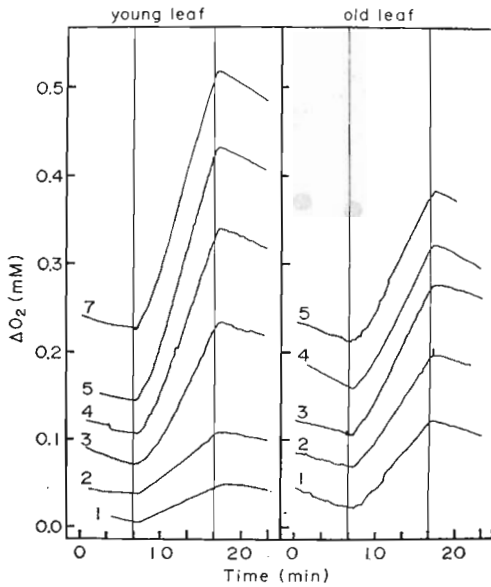


図5 光合成のくりかえしと酸素発生能の変化

(4) 光合成のくりかえしと光合成速度の変化 (図 5)

朝 (10時頃)、切り取って来たばかりの葉を測定すると、始めのうちはほとんどの植物の光合成速度が低くなっているが、実験をくりかえして何度も光を与えるうちにだんだんと光合成速度が大きくなっていく事がわかった。したがって図5以外の実験は光合成速度が定常になってから測定した。

図5はカンザンチクの若い葉と成熟した葉の光を与える毎に増加していく光合成速度の様子を示している。図中の1~7の数字は同じ葉にくりかえし光を与えていく順序を示すものである。

4. 考 察

酸素電極を使うと単葉の酸素発生能が簡単に測定できることがわかった。この酸素発生能の大きさについては樹種により、また光強度、pH、 NaHCO_3 濃度などの外的要因により差異が認められたが、その原因については今後の問題として研究を進める。

文 献

- 1) 萩原, (1965) 蛋白質核酸酵素10巻1689頁。
- 2) 河合, (1968) 蛋白質核酸酵素13巻559頁。