



|                  |   |
|------------------|---|
| Title            | 葉緑体の光合成活性測定 : 単離葉緑体を用いた炭酸固定測定   |
| Author(s)        | 真野, 純一  |
| Citation         | 低温科学, 67, 159-160<br>光合成研究法. 北海道大学低温科学研究所, 日本光合成研究会共編                           |
| Issue Date       | 2009-03-31  |
| Doc URL          | <a href="http://hdl.handle.net/2115/39114">http://hdl.handle.net/2115/39114</a> |
| Type             | bulletin (article)  |
| Note             | 2章 個体・環境の測定 5   |
| File Information | 67-025.pdf  |



[Instructions for use](#)

# 5. 葉緑体の光合成活性測定

## —— 単離葉緑体を用いた炭酸固定測定 ——

真野 純<sup>1)</sup>

単離葉緑体での炭酸固定測定によって、カルビン回路成分の機能的統合性に関する生化学的解析ができる。酸素電極を用いた炭酸固定測定法と、光合成部分活性測定法を紹介する。

### CO<sub>2</sub>-fixation in isolated chloroplasts

Jun'ichi Mano

Intact chloroplasts that have high activity of CO<sub>2</sub> fixation are useful for investigating the integrity of the Calvin cycle components and the electron transport chain. Although obtaining highly active chloroplasts is sometimes difficult, the supplementation with glyceraldehyde-3-phosphate will result in a satisfying level of activity, which represents the whole pathway from H<sub>2</sub>O to CO<sub>2</sub>.

#### 5.1 はじめに

炭酸固定活性の高い葉緑体が単離できる高等植物はホウレンソウ、エンドウマメなどに限られており、分子生物学の対象となるシロイヌナズナやタバコ、イネではまだ難しい。カルビン回路の integrity に関する生化学的解析には、単離葉緑体での炭酸固定測定が必要である。ここでは酸素電極を用いた炭酸固定測定法と、光合成部分活性測定法を紹介する。

#### 5.2 炭酸固定活性の高い葉緑体の調製

葉緑体として炭酸固定研究に使える活性レベルは、CO<sub>2</sub> を電子受容体としたときの O<sub>2</sub> 発生が 50 μmol mg Chl<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> 程度以上であり、100 μmol mg Chl<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> が得られれば、かなりよい。葉緑体の単離法の詳細は(3)2 a を参照していただきたいが、筆者の経験では活性の高い葉緑体を得るコツは次の通りである。(1)植物材料の鮮度。ホウレンソウも研究室(圃場)で栽培し、調製日の早朝に収穫する(天気の良い日は、日照にともない葉緑体にデンプン粒が蓄積し、インタクト率の高い葉緑体調製が難しくなる)。(2)葉を破砕する際、できるだけ低い温度で行う。筆者の研究室では調製開始の1時間くらい前に破砕用メディアウムを冷凍庫で冷却し(フレーク状の氷が少しできる程度)、使用している。(3)葉の破砕からパーコール密度勾配遠心分離までをできるだけすばやく行う。このような注意を払っても、CO<sub>2</sub> を与えるだけで活

発に O<sub>2</sub> 発生を行う葉緑体を得るのは難しい。これは、カルビン回路中間体の糖リン酸が葉緑体から失われてしまうことが主な原因と考えられる。筆者らはカルビン回路の全過程を含む光合成活性を測定するために糖リン酸中間体を補っている。

#### 5.3 グリセルアルデヒド-3-リン酸(GAP)補填による CO<sub>2</sub> 固定測定

カルビン回路の中間体となる糖リン酸は葉緑体包膜のトランスポーターを介してストロマに入るため、外部から補填することができる。外部から葉緑体に供給された GAP は、光照射下で ATP を消費し RuBP に変換され、Rubisco 反応が進行すると PGA となる。PGA から GAP への還元には、ATP と電子伝達系から供給される NADPH が消費され、これに伴い O<sub>2</sub> が発生する(図1①)。CO<sub>2</sub> の代わりに PGA のみを電子受容体として葉緑体に与え、PGA 依存性の O<sub>2</sub> 発生を観測することもでき

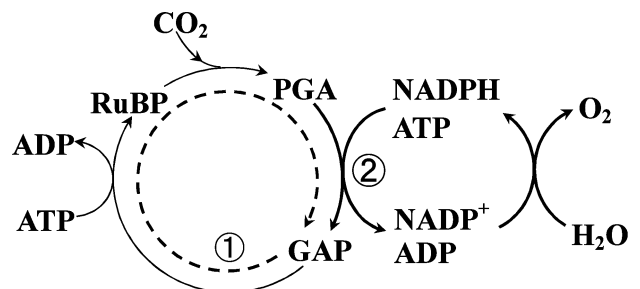


図1: GAP 補填による炭酸固定活性 (①) と PGA 還元活性 (②)。GAP 依存 O<sub>2</sub> 発生 (電子伝達) にはカルビン回路の全過程が関与する。

1) 山口大学総合科学実験センターアイソトープ分析施設

る(②).①の GAP 依存的  $O_2$  発生活性は電子伝達系とカルビン回路の全過程を含んでおり、反応に関わる成分が多いため、葉緑体調製後も活性は失われやすい。②は部分反応であり、PGA を GAP に変換する酵素(ホスホグリセリン酸キナーゼとグリセルアルデヒド-3-リン酸デヒドロゲナーゼ)、電子伝達系からの NADPH 供給、光リン酸化による ATP 供給が揃えば観測される。包膜が破れストロマ成分が拡散してしまうと②の活性も失われてしまうので、部分反応といえども葉緑体の機能的統合性のひとつの指標となる。たとえば学生実験レベルでは、PGA 還元活性が脱共役剤により完全に阻害されることから電子伝達系とストロマ酵素系との共役について考察させることができる。

### [実験方法]

#### 1. 用意する試薬など

##### (1) 葉緑体懸濁メディウム (X2)

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| ソルビトール            | 0.6 M          |
| MgCl <sub>2</sub> | 2 mM           |
| NaCl              | 20 mM          |
| DTPA (※)          | 1 mM           |
| アスコルビン酸 (用時添加)    | 2 mM           |
| ピロリン酸ナトリウム        | 1 mM           |
| Hepes-NaOH        | 100 mM, pH 7.6 |

※ diethylenetriamine *N, N, N', N'', N''*-pentaacetic acid

##### (2) GAP 溶液 50 mM

##### (3) NaHCO<sub>3</sub> 溶液 200 mM

##### (4) PGA 溶液 200 mM

##### (5) ホウレンソウ葉緑体

単離後、パーコール密度勾配遠心分離により精製し、葉緑体懸濁メディウム (X1) に懸濁した (~2 mgChl ml<sup>-1</sup>) 標品。インタクト率 90%以上が望ましい。

#### 2. GAP 依存性 $O_2$ 発生活性測定

##### (1) 酸素電極のセルに下の溶液を加え、蒸留水で全量を 990 $\mu$ l とする。

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| 葉緑体メディウム (X2)             | 500 $\mu$ l |
| NaHCO <sub>3</sub> 200 mM | 50 $\mu$ l  |
| GAP 50 mM                 | 10 $\mu$ l  |

##### (2) 葉緑体を 15 $\mu$ gChl ml<sup>-1</sup> となるよう加え、ふたをして暗所で攪拌しながら酸素濃度変化を 2~3 分間記録する。

##### (3) 光照射し、酸素発生を記録する。光照射時の最大 $O_2$ 発生速度と光照射前の $O_2$ 濃度変化速度の差を活性とする。

#### 3. PGA 光還元活性

##### (1) 酸素電極のセルに下の溶液を加え、蒸留水で全量を 990 $\mu$ l とする。

|               |             |
|---------------|-------------|
| 葉緑体メディウム (X2) | 500 $\mu$ l |
| PGA 200 mM    | 10 $\mu$ l  |

##### (2), (3)は上記 2. と同じ。

### 参考文献

- 1) D. Walker, Use of the Oxygen Electrode, Sheffield, Oxygraphics Ltd., 1987.