

## 樹葉の光合成能率について

九州大学農学部 幸 田 秀 穂  
山 下 魏  
南 里 治 兵 衛  
富 田 義 一

昨年の九州支部大会において報告したようにトウグワ、ユリノキなどはカルビンサイクルのみで光合成を行っており、キリ、アメリカキササゲ、シンジュ、ヤダケなどはカルビンサイクルと合わせてジカルボン酸サイクルによっても光合成を行なっている可能性が考えられる。今回はこの点について主にキリとトウグワを用いて次のような実験を行なった。(I) O<sub>2</sub>電極とpH電極を使ってO<sub>2</sub>発生量とCO<sub>2</sub>吸収量を測定し、さらに同じ葉を用いて赤外分光分析によってCO<sub>2</sub>吸収量を測定しpH電極によるものと比較した。(II) O<sub>2</sub>電極とpH電極を用いO<sub>2</sub>発生量、CO<sub>2</sub>吸収量を測定すると同時に、同じ葉に<sup>14</sup>C (NaHCO<sub>3</sub>) を与えて光合成産物を分析した。

光合成のCO<sub>2</sub>固定の様式にはカルビンサイクル型とジカルボン酸サイクル型とがあるが、カルビンサイクル型では1分子のCO<sub>2</sub>と1分子のH<sub>2</sub>Oとが1/6分子の炭水化物と1分子のO<sub>2</sub>になる。この実験ではCO<sub>2</sub>を水溶液中にNaHCO<sub>3</sub>の形で与えるため1分子のNaHCO<sub>3</sub>と1分子のH<sub>2</sub>Oが1/6分子の炭水化物と1分子のO<sub>2</sub>、1分子のNaOHになる。ここでCO<sub>2</sub>とNaOHは1対1に対応しているからCO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>=NaOH/O<sub>2</sub>=1となる。同様にジカルボン酸サイクル型では1分子のNaHCO<sub>3</sub>と1分子のピルビン酸、1分子のH<sub>2</sub>Oが1分子のリンゴ酸、1/2分子のO<sub>2</sub>、1分子のNaOHとなる。よってジカルボン酸サイクルではCO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>=NaOH/O<sub>2</sub>=2となる。

したがってO<sub>2</sub>の発生量とCO<sub>2</sub>の同化吸収量をO<sub>2</sub>電極とpH電極で測定することによりCO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>が得られ、ジカルボン酸サイクルが存在するか否かの見当がつくわけである(表1)。

図1はキリのO<sub>2</sub>発生とCO<sub>2</sub>同化吸収の同時測定のデータである。縦軸には同じScaleでO<sub>2</sub>の発生量とCO<sub>2</sub>の同化吸収量が示してある。これによってもNaOH/O<sub>2</sub>すなわちCO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>が1よりも大きな値をとっていることがわかる。なお測定に用いた葉は最初に光を照射して光合成能が飽和するまで活性化してい

る。この図は4万Luxの光を10分間照射したときの状態を示している。

各樹種のCO<sub>2</sub>同化吸収量をO<sub>2</sub>電極、pH電極、赤外分光分析によって測定すると表2のようになる。ただし実際にO<sub>2</sub>電極を用いて得られる値はO<sub>2</sub>発生量であるがここでは比較に便利なようカルビンサイクルに基づくCO<sub>2</sub>吸収量に換算して示してある。この表から赤外分光分析によるCO<sub>2</sub>吸収量の値とpH電極による値とがかなり一致していることがわかる。つまりCO<sub>2</sub>の吸収を空気中で行なう場合と同様に、水に溶かしたNaHCO<sub>3</sub>からCO<sub>2</sub>を吸収させることも可能であり、これはpH電極でCO<sub>2</sub>吸収量を測定できるということである。またキリのCO<sub>2</sub>同化吸収量はO<sub>2</sub>発生量を上回るように思われる。一方トウグワではCO<sub>2</sub>同化吸収量がO<sub>2</sub>発生量より小さい。これらの結果からトウグワはカルビンサイクルでのみ光合成を行っており、キリはカルビンサイクルにジカルボン酸サイクルが加わって光合成を行なっている可能性が考えられる。

表3は<sup>14</sup>CでラベルしたNaHCO<sub>3</sub>の水溶液中でキリの葉に光を照射して光合成をさせ、その光合成産物を分析したものである。同時にO<sub>2</sub>電極、pH電極によって測定したCO<sub>2</sub>同化吸収量をも示してある。これによるとpH電極によって測定したCO<sub>2</sub>同化吸収量の値と分析抽出した糖類、有機酸、高分子物質の合計値とはよく一致している。これによってもCO<sub>2</sub>をNaHCO<sub>3</sub>の形で水溶液中で吸収させ、pH電極でCO<sub>2</sub>の吸収量を測定することが可能であることが明らかである。

ジカルボン酸サイクルでの光合成初期産物中の有機酸としてはリンゴ酸、アスパラギン酸が検出される。一方カルビンサイクルは3-phosphoglyceric acid (PGA)、アラニンが検出される。したがって今後はジカルボン酸サイクルが本当に樹葉でも行なわれているかどうかをさらに有機酸の分析を行なって確かめようと計画している。

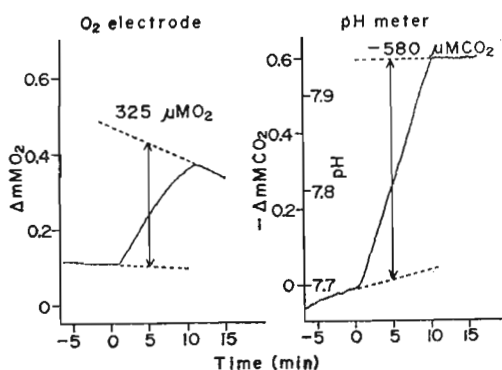
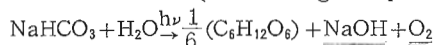


Fig. 1. O<sub>2</sub> EVOLUTION AND CO<sub>2</sub> ASSIMILATION BY *Paulownia tomentosa*

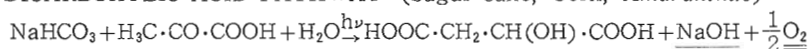
Table 1. TWO PATH WAYS FOR PHOTOSYNTHETIC CO<sub>2</sub> FIXATION

A. CALVIN CYCLE (all of the green plant)



$$\therefore \text{NaOH}:\text{O}_2:\text{CO}_2:\text{O}_2=1:1$$

B. DICARBOXYLIC ACID PATHWAY (Sugar cane, Corn, *Amaranthus*)



$$\therefore \text{NaOH}:\text{O}_2:\text{CO}_2:\text{O}_2=2:1$$

Table 2. THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITIES OBTAINED BY OXYGEN ELECTRODE AND pH METER MEASUREMENTS, AND IR ANALYSIS

Plant	mg CO <sub>2</sub> fixed 100cm <sup>2</sup> · hour			Temp. (°C)	Date of measurement
	O <sub>2</sub> electrode	pH meter	IR analysis		
<i>Paulownia tomentosa</i> (キリ)	24.2 27.5	43.2 41.7	35.5 34.1	33 33	July 25 1973 " 26 "
<i>Catalpa bignonioides</i> (アメリカキササゲ)	21.2 28.4	21.9 26.0	18.4 29.0	33 29	July 26 1973 " 30 "
<i>Morus alba</i> (トウグワ)	36.5	29.8	31.1	32	Aug. 29 1973
<i>Populus nigra</i> (イタリアポプラ)	23.8	(17.4)	26.5	32	Aug. 29 1973
<i>Ailanthus altissima</i> (シソジュ)	10.0	(6.3)	17.8	32	Aug. 29 1973

Table 3. PHOTOSYNTHETIC ACTIVITIES OF *Paulownia tomentosa*

Methods of measurement	mg CO <sub>2</sub> fixed 100cm <sup>2</sup> · hour
O <sub>2</sub> electrode	20.1
pH meter	27.2
Isotope ( <sup>14</sup> C)	
sugar	10.6
organic acid	5.7
polymer	9.5
Total	25.8