

Ophiopogon chekiangensis の葉の部分と葉齢による光合成速度の違い¹⁾

田中俊弘, 水野瑞夫

岐阜薬科大学²⁾Effect of Age and Part of the Leaf on Photosynthetic Rate of
*Ophiopogon chekiangensis*¹⁾

TOSHIHIRO TANAKA and MIZUO MIZUNO

Gifu College of Pharmacy²⁾

(Received November 4, 1980)

To find more favorable conditions for the cultivation of *Ophiopogon chekiangensis*, an original plant of Mai-Men-Dong, the photosynthetic rate attained in various parts of leaf and various ages of this plant were measured according to volumetric method. The results were as follows: the optimum temperature of photosynthesis was 35°. Light saturation was observed at 3 klux of light illumination. The photosynthetic rate in the cusp part of this-year's-leaf was higher than that in other parts thereof in July, but was lower than that in the central part of it in March. The photosynthetic rate of this-year's-leaf was always higher than that of two or three years old leaf. Thus, this-year's-leaf was shown to play major role in the photosynthesis in this plant.

麦門冬基原植物の本草文献学的考察の結果、現在中国杭州市附近で栽培されている *Ophiopogon chekiangensis* がその基原植物であると同定された³⁾。そして、この植物を基原植物とする麦門冬が各地の市場にも多数見出された⁴⁾。一方、日本でも *O. japonicus* ジャノヒゲを基原植物とする麦門冬の生産が行なわれている。そしてその市場品の例も多数見出されている⁴⁾。*O. chekiangensis* は日本で生育可能であったので、両者を同一条件下で栽培した。*O. chekiangensis* は外来の種であるので在来種のジャノヒゲの栽培方法に従ったけれども、*O. chekiangensis* には在来種のジャノヒゲに比較して同程度の麦門冬収穫量が認められた⁵⁾。今後、その生態学的性質を吟味すれば *O. chekiangensis* が麦門冬生産のための好適な種となるものと考えられる。そこでこの植物の光合成の特性を検討することにした。

O. chekiangensis は常緑多年生草本植物であり、葉が数年以上も生存している。このような植物の光合成測定の場合は少ない。葉齢と葉の部分による光合成速度の違いを知り、この植物の栽培法を確立する目的で本研究に着手した。そこで簡便に光合成速度を比較する方法として高沖⁶⁾による検容法を応用することにした。本法は CO₂ 濃度、湿度、水分条件等のコントロールが難しい。けれども得られた測定値から相対的な状態を把握することは可能であると考え本法を採用した。

実 験 方 法

1. 光合成速度の測定

高沖⁶⁾の方法にしたがい次のような装置を作製した。

ガラスキャピラリー (外径 7 mmφ, 内径 0.65 mmφ, 長さ 165 mm) とガラス管 (外径 7mmφ, 内径 4.5 mmφ,

1) 日本生薬学会第27年会 (名古屋, 1980年9月) で発表。

2) Location: 6-1, Mitahora-higashi 5 chome, Gifu 502.

3) 田中俊弘, 水野瑞夫, 野呂征男, 木村康一, 生薬, **33**, 77(1979).

4) 田中俊弘, 水野瑞夫, 野呂征男, 木村康一, 生薬, **32**, 136(1978).

5) 田中俊弘, 水野瑞夫, 野呂征男, 生薬, **33**, 130(1979).

6) T. Takaoki, Bot. Mag. Tokyo, **82**, 244 (1969).

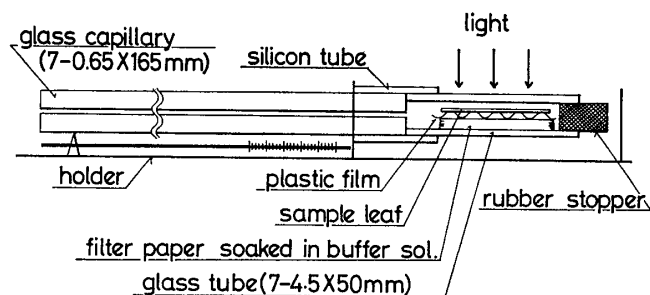


Fig. 1. Apparatus for Measurement of Photosynthesis

These glass tubes and holder were sunk in constant temperature water bath. Buffer solution, 0.1 M K_2CO_3 - $KHCO_3$ (1:9).

長さ 50 mm) とを用意し、両者をシリコンチューブを用いて接続した。ガラス管内には緩衝液をしませたる紙片 (Toyo No. 2, 3×30 mm) 5 枚と検体の葉切片とをさしこんだ。ろ紙片と検体とを波状のプラスチック片で隔てておく。ガラス管の一端にはゴム栓をつける。この測定管を黒色のホルダーにセットする。このホルダーのキャピラリー部分に相当する場所に目盛をつけておく。この装置全体を恒温水槽 (温度精度 $\pm 0.2^\circ$) 中に沈める (水深 1.5 cm)。次にガラス管の一端につけたゴム栓を操作することによって水槽の水をキャピラリー中に導く。そして、検体に光を照射して光合成の結果発生する O_2 量をこの水柱の移動の形で測定する。葉の周囲の CO_2 濃度を一定に保つ目的で Smith に従って 0.1 M K_2CO_3 - $KHCO_3$ (1:9) の緩衝液をろ紙片にしませておいた⁷⁾。葉切片のかわりに同色同大のプラスチック片を入れた測定管を用意し、ブランクとした (Fig. 1)。この水柱の動きを 2 分ごとに読みとった。この移動距離と時間との間に直線関係が成立することを確認し、そのうちの 10 分間について O_2 発生量を算出した。この量を CO_2 mg/100 cm²·h に換算して表示した。なお測定用葉切片は直前まで水にひたしておき、測定時には上面と下面の水滴をふきとり、切断面にはできるだけ水滴を残した。光源には写真用のランプを使用した (東芝フォトリフレクタランプ 100 V, 300 W, フラッド: 1 灯)。照度の調節は光源を上下することによって行なった。照度の測定には東芝光電池照度計 SPI-5 を使用した。

2. *O. chekiangensis*

前報⁵⁾ で使用した株をそのまま圃場に残してあったものを随時採取して使用した。また、時には 1975 年に播種した同種の株や 1978 年に分株した株をも使用した。

3. 葉面積の測定

この植物の葉が線形であるという特徴を生かして面積の測定を行なった。葉の基部から 3 cm ごとに目印を着けて、そこでの葉の幅を測定した。そして目印と目印との間を台形に近似させて葉の全面積を積算した。また光合成速度の測定の際には葉切片の長さと同端の葉幅とを測定して、葉切片の形を台形と見なして面積を算出した。

実験結果

1. 光合成速度の最適温度

恒温水槽の水温を $20 \sim 40^\circ$ にして、光合成速度を多数の葉切片について測定したところ、 35° のとき最高値を示した。したがって以下の実験はこの温度で行なった (Fig. 2)。

2. 光飽和と光補償点

光量の増大とともに光合成速度の上昇を認め、3 klux あたりからは上昇が見られなくなった。したがって、このあたりで光飽和状態に達したものと考えられる。なお、葉切片での測定例では光補償点は 0.2~0.3 klux であった (Fig. 3)。

3. 当年葉の光合成速度

当年葉の展開途中の 7 月 22 日に測定した例によると、光合成速度は葉の先端の部分ほど高い。しかし、十分に展開を終った 3 月 1 日の例では先端の部分の光合成速度が逆に低下していた (Fig. 4)。

4. 2 年葉以上の光合成速度

7 月 22 日に当年葉の光合成速度を測定した同一分枝について、2 年葉と 3 年葉の光合成速度を測定した。2 年葉と

7) 赤堀四郎編, 酵素研究法, 第 3 巻, 朝倉書店, 東京, 1957, p. 396.

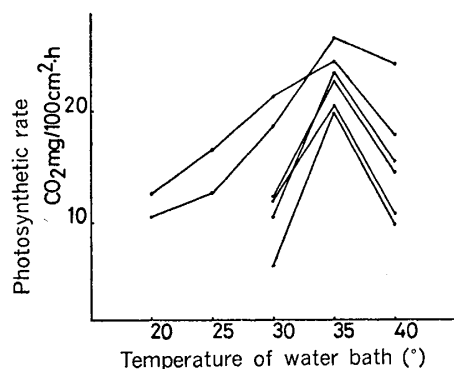


Fig. 2.

Fig. 2. Optimum Temperature of Photosynthetic Rate

These measurements were carried out at 3 klux. Temperature was measured in the water bath.

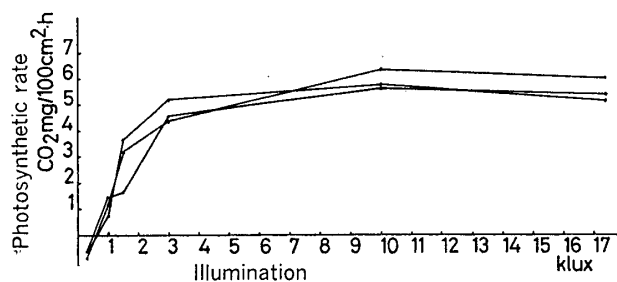


Fig. 3.

Fig. 3. Relation between Photosynthetic Rate and Illumination

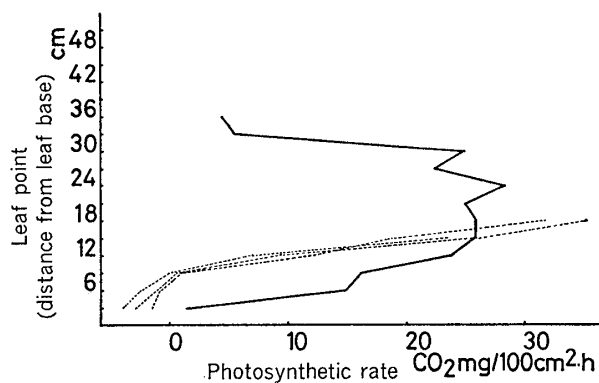


Fig. 4.

Fig. 4. Relation between Photosynthetic Rate and Position of This-Year's-Leaf.

These measurements were carried out on March 1st (solid line) and on July 22 th (dotted line), 1980.

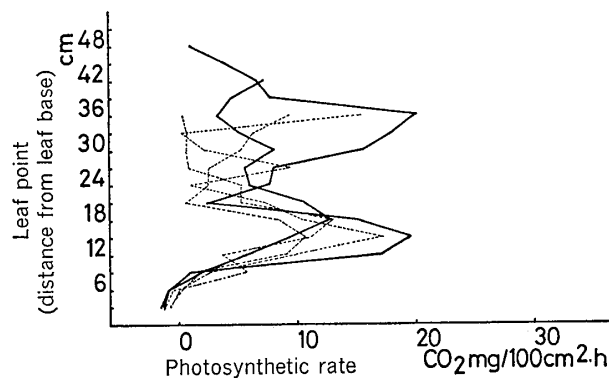


Fig. 5.

Fig. 5. Relation between Photosynthetic Rate and Leaf Position of Old Leaf.

These measurements were carried out on July 22 th, 1980. Solid lines show the leaf of two years old and dotted lines show the leaf of three years old.

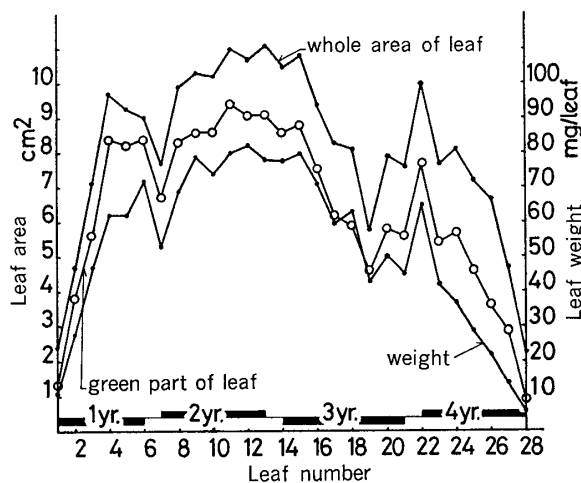


Fig. 6. An Example of the Relation between Leaf Age and Leaf Area

These leaves were measured on July 23 th, 1980. Leaves were from younger to older leaf.

3年葉とでは当年葉に比較して、光合成速度が低下している傾向が認められた。今回測定した例では葉の基部から約1/3の部分に共通して光合成速度のピークが認められた (Fig. 5)。

5. 葉齢と葉面積の測定例

1975年春に播種した株から得た1分枝に着いた葉について、葉の展開途中の7月23日に葉面積を測定した。この植物は1年度ごとにやや小型の葉を着けるので、この葉を指標にして葉齢を知ることができる。そこでそれぞれの葉の面積と葉の緑色の部分の面積、葉重量とを測定した。当年葉の葉面積の合計は36.6 cm²、緑色の部分は22.1 cm²、2～4年葉の面積の合計は180.6 cm²、緑色の部分は152.9 cm²であった。葉の重量の合計は1.50 gであった (Fig. 6)。

考 察

1枚の葉の中での部分による光合成速度の違いについては基部よりも先端部分で高いということがタバコとインドゴムノキの例で知られている⁸⁾。今回の植物では展開途中の葉について、基部よりも先端部分の方が著しく高い光合成速度を記録した。また展開を停止した時期では葉の中央部分で高い値を示し、葉の基部と先端部分ではやや低い値を示した。この植物の葉の基部は白色を帯び葉緑素も十分含まれていないと思われ、光合成速度が低いと考えられる。一方、新葉の展開は6～7月にはじまり、3月に測定した葉は越冬したものである。したがって先端の方から光合成速度の低下がはじまっているのではないかと考えられる。過去の測定例では葉の展開期の1時期の例が報告されているようである。植物の種が違っているので一概には言えないが、異なった時期に測定すれば、今回のような結果になるのではないかと考えられる。

葉齢による光合成速度の違いについて、ナス⁹⁾、*Larrea tridentata*⁹⁾、トウモロコシ¹⁰⁾等の植物では成熟後は葉齢とともに光合成速度が低下する。また若い葉に比較して老齢葉ではribulose-1,5-diphosphate carboxylase活性の低下していることが知られている¹⁰⁾。また数種の針葉樹について2年葉以上では光合成速度が低下することがすでに知られている⁶⁾。今回、常緑多年生草本植物の例を挙げることができた。*O. chekiangensis*の場合も葉齢の増加とともに光合成速度の低下が認められた。

今回の実験は長さ約3cmの葉切片を用いて、光飽和の状態での光合成速度を測定した。得られた数値は相対的な値であるけれどもこの植物全体の光合成の状態を推察することはできる。Fig. 6に示した葉の例では葉の緑色部分のうち当年葉は22.1 cm² (13%)で2年葉以上のものは152.9 cm² (87%)である。この測定を行なった7月は当年葉の展開途中であるので、新葉の占める割合は少ないけれども将来はもっと多くなるものと考えられる。葉面積を加重した光合成速度の平均値を算出すると、当年葉では20.5 CO₂ mg/100 cm²・h (3月)と14.5 (7月)、2年葉と3年葉では低く8.8 (7月)と5.3 (7月)とである。Fig. 6に示したように最上部に当年葉が位置し、その下には4年葉以上の老齢な葉まで残している。したがって、当年葉には十分な光が照射されるが、老齢な葉には十分な光が照射されない。光合成に寄与する当年葉の役割はさらに拡大されることになる。そこで本植物を栽培する際には当年葉の能力を充分利用することを考えることが肝要である。

謝 辞：本研究の実施にあたり、日頃実験に御配慮いただいている本学薬草園長 松浦信教授に深謝致します。

8) W. Clauussen, *Angew. Bot.*, **51**, 129(1977) [C.A., **88**, 71697 K (1979)].

9) J. P. Syvertsen and G. L. Cunningham, *Photosynthetica*, **11**, 161 (1977).

10) L. E. Williams and R. A. Kennedy, *Planta*, **142**, 269 (1978).