

# シンビジュウムの光合成特性に関する研究

市橋正一\*・山内大輔\*・太田弘一\*\*

\*理科教育講座 (園芸学)

\*\*技術教育講座 (栽培)

## Investigation on photosynthetic aspects of *Cymbidium* Orchid

Syoichi ICHIHASHI\*, Daisuke YAMAUCHI\* and Koichi OTA\*\*

\*Department of Science (Biology), Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

\*\* Department of Technology, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

### Summary

To clarify optimal culture conditions of *Cymbidium*, CO<sub>2</sub> uptake and stomata conductance under different relative humidities and temperatures were investigated.

1. CO<sub>2</sub> uptake rates were higher in 70% relative humidity than in 30% at all temperatures (10–40°C) investigated. Stomata conductance showed similar tendencies to CO<sub>2</sub> uptake except at 10 and 15°C.

2. In 70% relative humidity, optimal temperature for stomata conductance and CO<sub>2</sub> uptake were around 20°C, but these temperature changed to around 15°C in 30% relative humidity.

3. It was suggested that the difference of growth speed between *Cymbidium* Sweet Heart ‘Spring Pearl’ and *Cymbidium* Lovely Angel ‘The Two Virgins’ corresponded to CO<sub>2</sub> uptake rates.

### 緒 言

花き鉢物の価格はバブルの崩壊以来継続的な低下を続け、生産者は生産コストの低下のため一層の工夫と努力が求められるようになった。ラン鉢物は、苗から製品までの栽培期間が長く、それが生産コストを高める原因となっている。したがって、ラン鉢物の生産コスト削減の方策の一つは、合理的な栽培技術で、好適な環境で栽培し、栽培期間を短縮することである。

好適な環境条件では植物の生育は促進され、短期間に大きく育つ。植物は、生育に必要なエネルギーを全て光合成に依存しており、生育が促進されるためには、まず光合成量が確保されなければならない。したがって、光合成と環境条件との関連性を明らかにし、光合成量が確保できるような栽培条件を知ることは、合理的なラン栽培によって生産コストを低減するための基礎的要件である。

光合成は、光エネルギーを化学エネルギーに変換する過程であり、光エネルギーは保存可能な形態である炭水化物に変換され、必要に応じて利用される。光合成の過程では、まず光エネルギーを利用して水が分解され、ATP, NADPH, O<sub>2</sub>が形成される(光化学反応)。

また、気孔から吸収されたCO<sub>2</sub>がATPとNADPHを使って還元され、炭水化物が合成される(カルビン・ベンソン回路)。炭水化物の合成速度は、最小の要因によって律速され、光合成は関連するすべての過程が促進される時に高まる。自然条件では、光エネルギーの変動、気孔の開閉などによるCO<sub>2</sub>吸収の変動など、光合成の速度に影響し阻害する要因は多い。

高等植物には3種類のCO<sub>2</sub>吸収形式が知られている。C3型光合成では、気孔から吸収されたCO<sub>2</sub>は、最初にC3化合物である3-ホスホグリセリン酸に固定されるためC3型と呼ばれている。この型はシンビジュウムも含め最も多くの植物が行っている様式であり、古い時代のCO<sub>2</sub>高濃度の気組成に適應している。したがってCO<sub>2</sub>高濃度条件下で栽培することは、C3植物の生育促進の有効な方法である。また、CO<sub>2</sub>吸収を阻害するような要因を出来る限り取り除いて、CO<sub>2</sub>吸収量をできるだけ確保できるような環境条件に保つことも有効な生育促進の方法と考えられる。本実験では、シンビジュウムにとっての好適な栽培環境を知るため、CO<sub>2</sub>吸収が促進される湿度・温度条件を明らかにすることを目的とした。

## 材料と方法

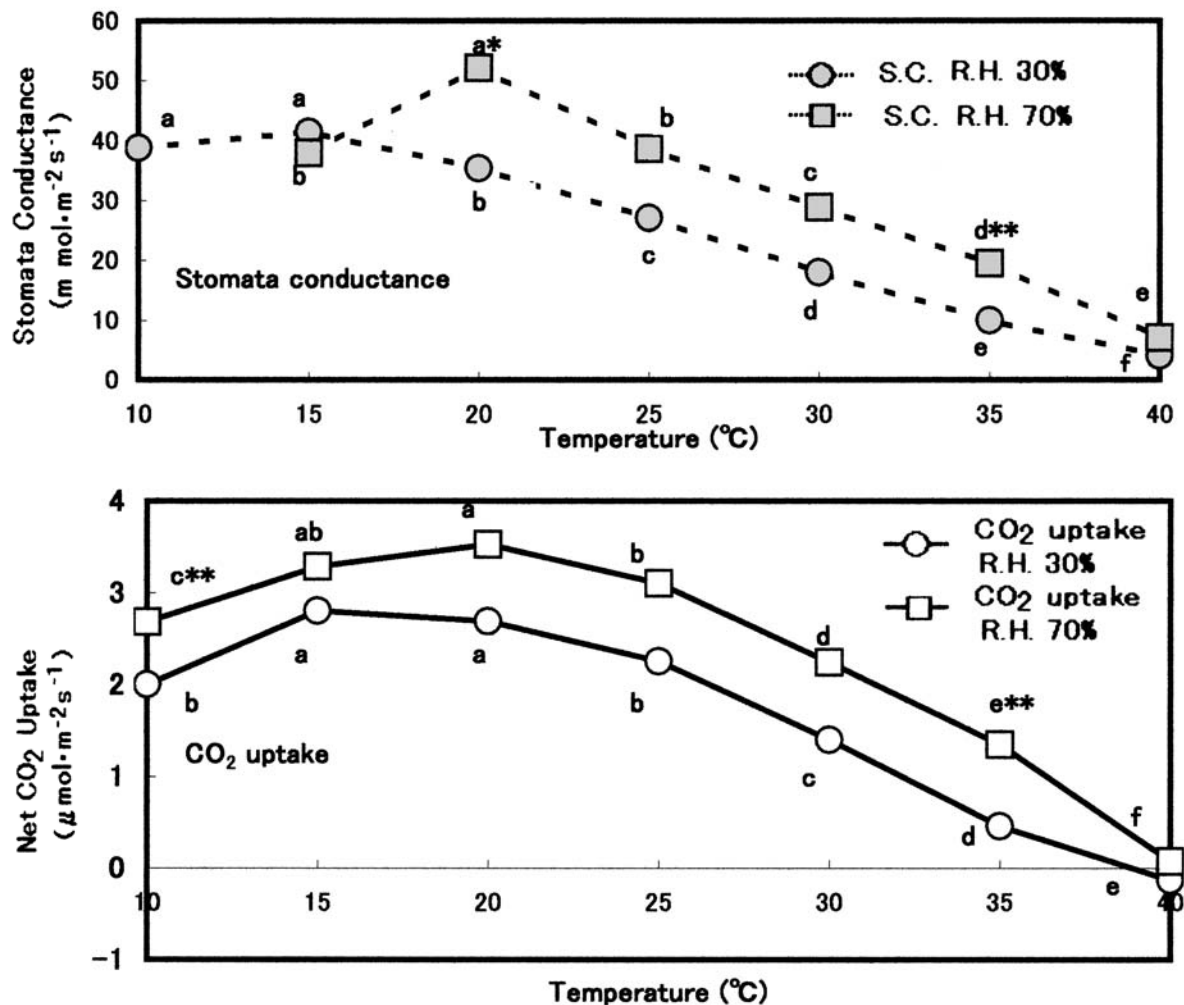
**植物材料** 2005年4月23日に福岡洋蘭園（西加茂郡三好町）より購入した、12cm（4号）黒色軟質プラスチック鉢植えの *Cymbidium Sweet Heart* ‘Spring Pearl’（以下スプリングパールとする）5株（1-2-2仕立て）と、6号硬質プラスチック鉢植え *Cymbidium Lovely Angel* ‘The Two Virgins’（以下ツーバージンスとする）2株（1-2-2仕立て）を用いた。前者の測定に用いた中心バルブの平均葉数は $4.4 \pm 0.9$ 枚（平均値 $\pm 5\%$ 標準誤差、以下同様）、平均葉長は $25.8 \pm 9.8$  cm、平均葉幅は $1.2 \pm 0.3$  cmであった。後者の測定に用いた中心バルブの平均葉数は $10.0 \pm 2.8$ 枚、平均葉長は $37.9 \pm 10.4$  cm、平均葉幅は $1.5 \pm 0.1$  cmであった。これらの株は愛知教育大学自然観察実習園のガラス室で管理し、施肥はロング180日タイプを購入時に各鉢5グラム施用し灌水は毎日行った。測定前日にコイトロン KG-50HLA 型（小糸工業株式会社）内に移し、 $20^\circ\text{C}$ 、湿度70%の暗条件に保った。

**測定方法**  $\text{CO}_2$ 吸収速度と気孔コンダクタンスは人工気象器バオトロン LPH-200-RDSCT（株式会社日本医化機器製作所）内に置いた携帯型光合成システム CIRAS-1（PPSystem社）を用いて測定した。バオトロン内の環境はコイトロン内と同様に $20^\circ\text{C}$ 、湿度70%とした。測定部位は前年生中心バルブの最上位葉の先端から12cmの中央とし、光源ユニット CIRAS-1 C型（キューベット）で挟み、 $\text{CO}_2$ 濃度380ppm、光強度 $400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ に設定し、相対湿度30%と70%で温度を $10\sim 40^\circ\text{C}$ の間で、20分毎 $5^\circ\text{C}$ きざみに変化させて $\text{CO}_2$ 吸収速度と気孔コンダクタンスを測定した。測定は、スプリングパールは8月と11月に、ツーバージンスでは12月に行った。

データの収録はパソコンで行い、収録したデータはエクセルを使って整理シグラフ化した。結果の検定は、ダンカンの多重検定（エクセル統計）により行った。

## 結 果

スプリングパール 測定は2005年8月と11月に行っ



**Fig. 1.** Effects of temperature and relative humidity (R.H.) on stomata conductance (S.C.) and  $\text{CO}_2$  uptake of *Cymbidium Sweet Heart* ‘Spring Pearl’. Different letters in figures indicate significant differences among different temperature by DMRT at 5%. Astarisks indicate significant differences among different relative humidity (30 or 70%) at 1% (\*\*) or 5% (\*) level.

たが、測定時期の違いによる有意な差は認められなかった。Fig. 1は、8月と11月の測定結果をまとめたものである。相対湿度30%と70%において、気孔コンダクタンスの平均値は相対湿度70%で高くなる傾向になり、有意な違いは20℃と35℃で見られた。温度の違いは気孔コンダクタンスに影響し、湿度70%の場合は20℃で最大を示し、高温と低温側で有意に低下した。湿度30%の場合は、15℃で最大で、高温になるにしたがって有意に低下した。

CO<sub>2</sub>吸収速度も相対湿度70%で湿度30%よりも高い傾向を示し、有意な違いは10℃と35℃で見られた。温度の違いはCO<sub>2</sub>吸収速度に影響し、湿度70%の場合は温度20℃、続いて15℃で大きな値を示し、低温側、高温側ではCO<sub>2</sub>吸収速度は有意に低下した。湿度30%の場合は15℃、続いて20℃で大きな値を示し、低温側、高温側ではCO<sub>2</sub>吸収速度は有意に低下した。

ツーバージンズ 測定は2005年12月に行った (Fig. 2)。相対湿度30%と70%において、気孔コンダクタンスの平均値は相対湿度70%で高くなる傾向になったが、有意な違いは20℃でのみ見られた。温度の違いは気孔コンダクタンスに影響し、湿度70%の場合は20℃

で最大を示し、高温側、低温側で有意に低下した。湿度30%の場合は、15℃で最大で、高温、低温で低下する傾向を示したが、有意差は認められなかった。

CO<sub>2</sub>吸収速度も相対湿度70%で30%よりも高い傾向を示したが、有意な違いは10℃と20℃で見られた。温度の違いはCO<sub>2</sub>吸収速度に影響し、湿度70%の場合は温度20℃、続いて10℃、15℃で大きな値を示し、高温側ではCO<sub>2</sub>吸収速度は有意に低下した。湿度30%の場合は15℃、続いて10℃で大きな値を示し、高温側ではCO<sub>2</sub>吸収速度は有意に低下した。

品種間差 Fig. 1, Fig. 2に示されるように、両品種において、気孔コンダクタンス、CO<sub>2</sub>吸収速度は温度と湿度の変化に対して同様な変化を示した。ただし、ツーバージンズは気孔コンダクタンス、CO<sub>2</sub>吸収速度とも、スプリングパールよりも低い値を示した。

### 考 察

栽培管理の観点からシンビジウムの光合成を調査した加古らの報告では、*Cym. Sazanami 'Harunoumi'*の光合成は、温度25℃の時20-30kluxで飽和し、強光度では低下した。光補償点は600lux前後で、照度30klux

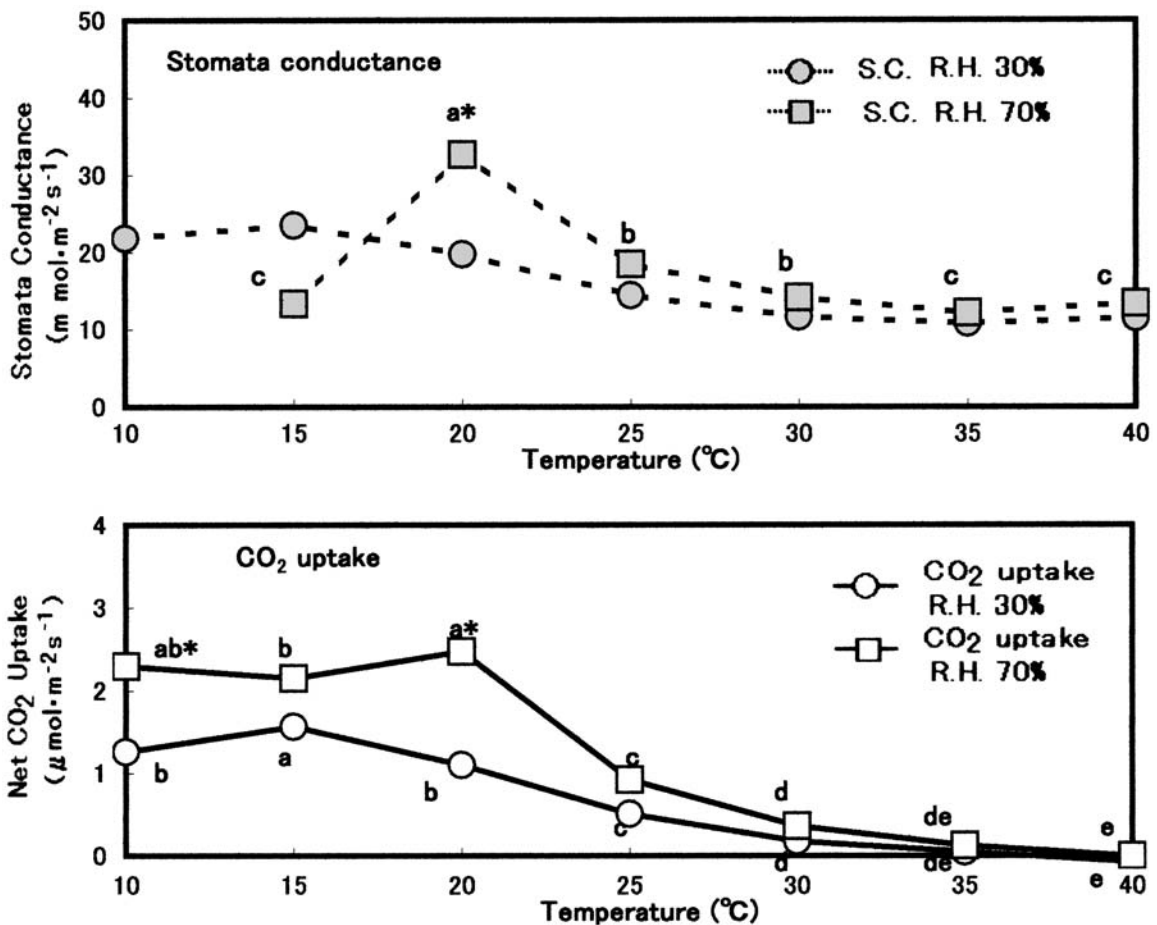


Fig. 2. Effects of temperature and relative humidity (R.H.) on stomata conductance (S.C.) and CO<sub>2</sub> uptake of *Cymbidium Lovely Angel 'The Two Virgins'*. Different letters in figures indicate significant differences among different temperature by DMRT at 5%. Astarisks (\*) indicate significant differences among different relative humidity (30 and 70%) at 5% (\*) level.

の場合、10℃から25℃までは温度の上昇に伴い同化量は増加したが25℃以上では減少した(1979 a)。また高温と強光が続くと光合成能力は著しく低下し回復は遅いことが示された(1979 b)。したがって光合成の最適温度は光強度によっても異なり、強光度は光合成を阻害し、気温によって遮光率も変化させる必要性があることを示している。三浦(1981)の結果では、光飽和点はメリーピンチェスでは10klx、オーイソでは30klxと種類によって大きく異なったが、光の強さにかかわらず20℃の時光合成は最大で、10℃と30℃では著しく低下し、CO<sub>2</sub>吸収速度には温度の影響が大きいとしている。本実験では、光強度は400μmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>で一定値に設定したが、異なった2品種で、CO<sub>2</sub>吸収速度の最大値は湿度70%では20℃前後、湿度30%では15℃前後の値となり、何れの湿度でも高温側では急激に低下した。したがって、シンビジュウムの光合成の最適温度は15~20℃前後と考えられる。

三浦(1981)は湿度の影響については、認められなかったとしている。本実験の結果では、温度ほどは大きな影響ではないが、両品種とも湿度30%では70%に比較しCO<sub>2</sub>吸収速度は何れの温度でも低かった。また、低湿度では適温がより低温にずれた。前述の加古らの報告(1979 a)では、光強度の増加につれてCO<sub>2</sub>吸収の適温が低温側にずれることが示されている。これらのことは、気孔からの水の蒸散のし易さと関連があるのかもしれない。しかし、本実験では湿度70%の時、10℃での気孔コンダクタンスが測定できなかったため、この点は確かめられなかった。これはサイラスの気孔コンダクタンスの測定原理によるものと考えられた。本装置では蒸散速度から気孔コンダクタンスを演算するため、温度が低く湿度が高いと気孔を開いても蒸散量が低いため、正確に気孔開閉が測定できないためと考えられた。

シンビジュウムの栽培において、光合成を促進するためには、従来の報告にあるように温度管理が重要であるほか、本実験からは湿度を高く保つことも重要な栽培管理であることが示された。湿度が高い条件では気孔コンダクタンスは高く、気孔が開きやすいため、

CO<sub>2</sub>吸収速度も高く維持されるものと考えられた。したがって冬季、春先など、昼間に乾燥する時期にあつては、加湿するなどの栽培管理が必要になるものと考えられた。

本実験で供試した2品種間には、光合成特性の違いが見られた。CO<sub>2</sub>吸収速度ならびに気孔コンダクタンスはスプリングパールが大きな値を示した。また、両品種間には生育の違いも認められ、CO<sub>2</sub>吸収速度の高いスプリングパールの生育は速く、光合成能力の違いが生育に反映しているものと考えられた。

## 摘 要

本研究では、シンビジュウムの生育を促進するための環境条件を明らかにするため、CO<sub>2</sub>吸収速度と気孔コンダクタンスに対する相対湿度と温度変化の影響を調べ、以下の点が明らかになった。

1. CO<sub>2</sub>吸収速度は、湿度70%と30%の比較では、調査したすべての温度範囲(10~40℃)で70%の方が高い値を示した。気孔コンダクタンスも、10℃と15℃の場合を除いて70%で高い値を示した。

2. 相対湿度が70%の時の適温は20℃前後であり、相対湿度が30%の時の適温は15℃前後であることが示された。

3. *Cymbidium Sweet Heart 'Spring Pearl'*と*Cymbidium Lovely Angel 'The Two Virgins'*の生育速度の違いはCO<sub>2</sub>吸収速度と関係が有ることが示唆された。

## 引用文献

- 加古舜治・水野直美・杉山晃・榊原孝平. 1979 a. シンビディウムの発育と開花に関する研究(第14報). 温度、光強度並びに発育と光合成との関係について. 園学要旨. 昭54秋: 394-395.
- 加古舜治・杉山晃・水野直美・榊原孝平. 1979 b. シンビディウムの発育と開花に関する研究(第15報). 高温、強光による光合成能力の低下について. 園学要旨. 昭54秋: 396-397.
- 三浦泰昌. 1981. 光合成特性を基礎にしたラン栽培法の確立に関する研究(第1報) 数種のランの光合成に及ぼす気温、光の強さ、空気湿度の影響. 神奈川園試研報. 28: 64-72.

(平成18年9月19日受理)