

ノビル系デンドロビユウムの光合成特性に関する研究

市橋 正一* 柴山 浩子*¹ 太田 弘一**

*理科教育講座 (園芸学)

**技術教育講座 (栽培)

Investigation on Photosynthetic Characteristics of Nobile-type *Dendrobium* Orchid

Syoichi ICHIHASHI*, Hiroko SHIBAYAMA*¹ and Koichi OTA**

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

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

Summary

To clarify optimal culture conditions of nobile-type *Dendrobium*, CO₂ uptake and stomata conductance under different environmental conditions were investigated and it was confirmed that *Dendrobium* Snow Flake 'Red Star' is a C₃ type photo synthetic plant.

1. CO₂ uptake rate was the highest at 20°C under light. Stomata conductance was the highest at 25°C.
2. Light compensation point was 20~30 μmol · m⁻² · s⁻¹ and that of saturation point was around 800 μmol · m⁻² · s⁻¹. Stomata conductance was the highest at 600 μmol · m⁻² · s⁻¹.
3. No CO₂ uptake was observed under dark. The release of CO₂ was the lowest at 20°C and increase at higher temperatures. Stomata conductance was the highest at 20°C but the value was lower than under light.
4. CO₂ uptake rate was higher at higher CO₂ concentrations.

緒 言

ラン科植物は花き鉢物として人気は高いが¹, 苗から出荷までの栽培期間が長く, それが生産コストを高める要因となっている。ラン鉢物の生産コスト削減の方策の一つは, 好適な環境で栽培し, 生育を早めて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, 短期間での出荷が可能になり, 生産コストの削減が可能となる。

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, まず光合成が促進されなければならない。したがって, 光合成に適した環境条件を明らかにすれば, 栽培期間を短縮し生産コストを低減することが可能になると考えられる (三浦, 1981; 市橋ら, 2007; Ichihashi et al., 2007)。

ノビル系デンドロビユウムは C₃型光合成植物 (三浦, 1981; Ando, 1982) で, 昼間に CO₂吸収し固定する。ノビル系デンドロビユウムの光合成管理の実際的で有効な考え方は, 昼間の CO₂吸収を促進し, 夜間の

CO₂放出量を減らし, CO₂吸収量を確保することにある。本実験では, これらの温度条件と光条件を調べた。

材料および方法

供試材料とその準備: *Dendrobium* Snow Flake 'Red Star' の止め葉が発生した栄養成長期のリードで葉数 5~6 枚, 最大葉長 8 cm の株を測定に用いた。愛知教育大学自然観察実習園の温室で管理した株を, 測定の一週間前にコイトロン KG-50HLA 型 (小糸工業株式会社) 内に移動した。コイトロン内は, 気温は連続 23°C, 湿度は 70%, 明期 (6:00~18:00) は 3 波長域発光型蛍光灯 (ツイン I 蛍光灯 96W FPR96EX-N/A パルック, 松下電器) 点灯により約 200 μmol · m⁻² · s⁻¹ (18000lx) に照明し, 暗期 (18:00~6:00) は無照明とした。

測定方法: CO₂の吸収は, コイトロン内の環境と同様にした人工気象器 (Biotron LPH-200-RDSCT, 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, 英国) を用いて測定した。

¹ 現在 愛知県農業総合試験場 戸田浩子

結果および考察

異なった温度条件下でのCO₂吸収：コイトロン内の一定条件（温度23℃，湿度70%，12時間明期，光強度200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ）で順化させ，前日に灌水した株を用いた。

CIRASをCO₂濃度400ppm，湿度70%，光強度400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ に設定し，完全展開した最も若い葉のほぼ中心をキュベットではさみ，温度を20分毎に15，20，25，30，35℃に変化させ，明期における温度とCO₂吸収速度との関係を求めた。

CO₂吸収速度は，20℃で最も高い値を示した。高温ではCO₂吸収速度は低下し，25℃では20℃の時の76%，30℃では23%となり，35℃では1%以下となりCO₂の吸収はほとんど認められなかった。15℃では20℃の時の90%であった（第1図）。

気孔コンダクタンスは25℃で最も高い値を示し，高温ではCO₂吸収速度と同様に著しく低下し，30℃では25℃の時の42%，35℃では14%であった。低温側でも低下したが，20℃では94%，15℃で56%であった（第1図）。

温度が変化した時の気孔コンダクタンスの変化は，低温側での低下は急であったが，CO₂吸収に似た変化を示した。これはCO₂吸収が，基本的には気孔の開閉によって制御されているためと考えられた。

今回測定に用いた *Dendrobium* Snow Flake 'Red Star' のCO₂吸収から見た生育適温は，15～25℃の範囲と考えられた。ほぼ同様の結果が三浦（1981）によって報告されている。ノビル系デンドロビウム類の生育適温は以外に低く，しかも適温域が狭いことを示しており，適切な栽培管理には，細やかな温度管理が必要であると考えられた。

異なった光強度下でのCO₂吸収：前述と同様に準備

した株を用い，CO₂濃度400ppm，湿度70%，温度23℃に設定し，光強度を0，50，100，200，300，400，600，800，1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ に20分毎に変化させ，光強度とCO₂吸収速度の関係を求めた。実際の光強度は多少変動したため，結果は測定時の平均光強度値で表示した。

CO₂吸収は20～30 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ の光強度から見られ，光強度の増加とともにCO₂吸収速度も増加し，600～800 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ で吸収速度の増加は停止し，1000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ で低下の傾向が見られた。気孔コンダクタンスはCO₂吸収と同様な傾向を示したが，600 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上では急激な低下が見られた。

三浦（1981）は，デンドロビウムでは明らかな光飽和点のみとめられなかったとしているが，この場合の測定範囲の最高値がおおよそ700 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ と低かったためと考えられる。本実験の結果では，光補償点は20～30 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ，光飽和点は800 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 程度であると考えられた。

暗期におけるCO₂放出速度と温度の関係：前述と同様の株を用い，CO₂濃度400ppm，湿度70%，光強度0 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ に設定し，温度を15℃～35℃の間で，20分毎5℃きざみに変化させ，暗条件での温度とCO₂放出速度との関係を求めた。

暗条件ではCO₂の吸収は見られず，20℃でCO₂放出速度は最低であった。高温ではCO₂放出速度の上昇が著しく，15℃では20℃の6倍，25℃では14倍，30℃では20倍，35℃では33倍程度の放出速度であった。しかし，その絶対量は同温度のCO₂吸収速度に比べそれほど多くは無いが，30℃以上では明期の吸収速度に匹敵するかそれ以上であった（第3図）。

気孔コンダクタンスは明期に比べると低い値で，20℃で最も高い値を示し，20℃以上，20℃以下になると，気孔コンダクタンスは低下した。気孔の開閉とCO₂

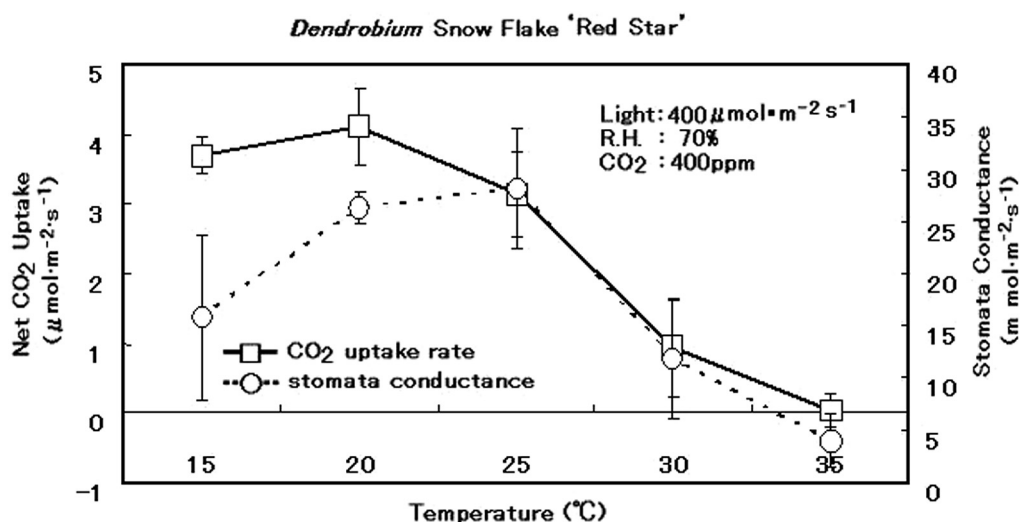


Fig. 1. Effects of temperature on CO₂ uptake and stomata conductance in *Dendrobium* Snowflake 'Red Star'. Vertical bars denote standard errors.

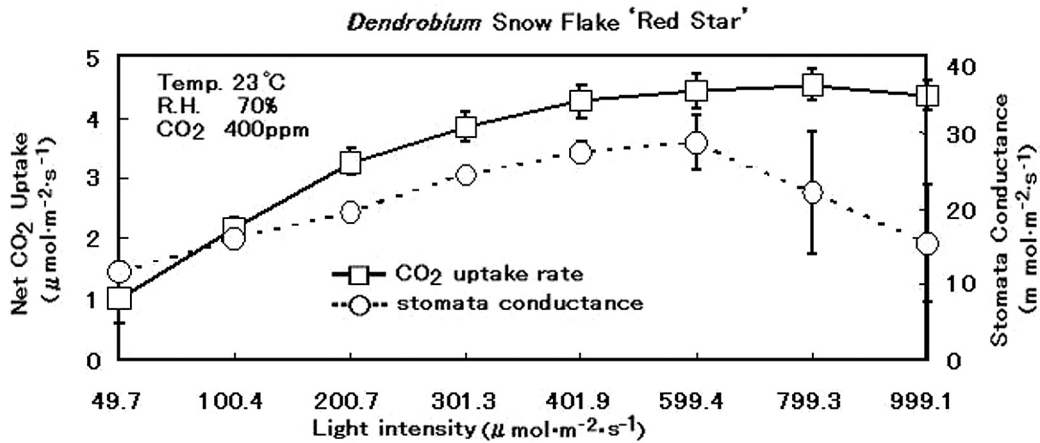


Fig. 2. Effects of light intensity on CO₂ uptake and stomata conductance in *Dendrobium* Snowflake 'Red Star'. Vertical bars denote standard errors.

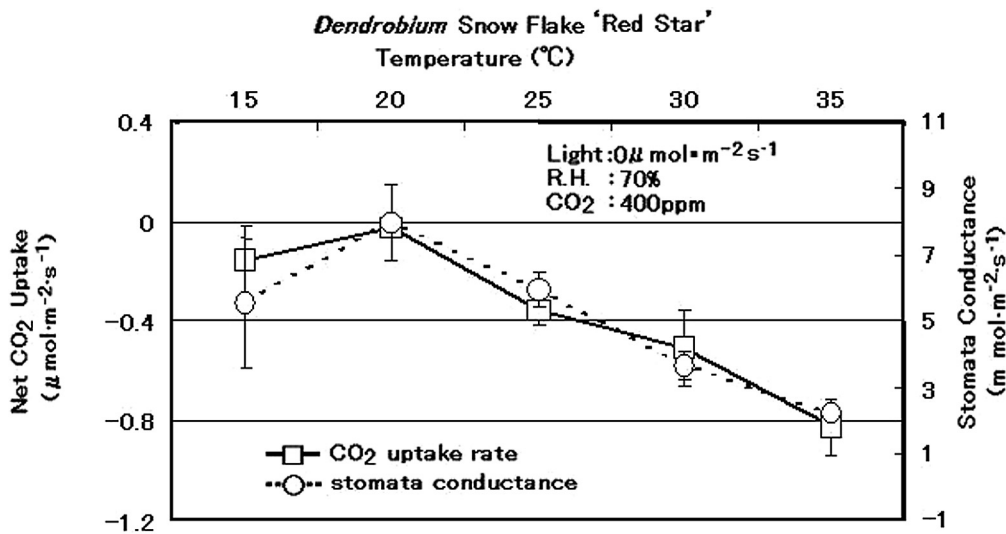


Fig. 3. CO₂ release and stomata conductance at different temperature under dark condition in *Dendrobium* Snowflake 'Red Star'. Vertical bars denote standard errors.

放出速度は必ずしも一致しなかった (第3図)。

20°CでCO₂放出速度が最小になり、暗期温度の上昇に伴ってCO₂放出速度はかなり上昇した。このことから、生育を促進するためには昼間の温度とともに、夜温を20°C程度の適温に保つことの重要性が示唆された。

気孔の開閉と環境条件の関係はある程度明らかにされており、光強度、水ストレス、CO₂濃度などが関与する (矢吹, 1990)。本実験では、暗期のCO₂放出速度と気孔コンダクタンスは明期に似たカーブを示し、暗期においても気孔の開閉は温度によっても制御されている可能性が示唆された。

CO₂濃度の影響: CO₂濃度が200ppm以下ではCO₂の放出が見られ、それ以上にCO₂濃度が増加するにつれCO₂吸収速度は上昇した (データ未掲載)。

デンドロビユウムの生産現場ではCO₂施用は行われていないが、CO₂施用の効果はあると考えられた。CO₂

施用は密閉された環境で行うのが効果的であり、ノビル系デンドロビユウムの栽培環境は、密閉された環境で栽培される期間は限定されるため、CO₂施用の効果は限定的かもしれないが、その効果は期待できる。実際的には、外気の導入、攪拌扇による葉面境界層の破壊などによるCO₂供給の確保が有効で取り組みやすい方策と考えられる。

摘 要

ノビルタイプデンドロビユウムの好適栽培条件を知るため、*Dendrobium* Snow Flake 'Redstar'の栄養成長期の株を用い、様々な環境条件でのCO₂吸収と気孔伝導度を調べ、本種はC₃型光合成を行うことが確認された。

1. 明期間のCO₂吸収速度は、20°C前後で最高になった。気孔伝導度は25°Cで最高になった。
2. 光補償点は20~30 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ で、光強度の

増加とともにCO₂吸収速度は増加し、800 μmol・m⁻²・s⁻¹付近で飽和した。気孔伝導度は600 μmol・m⁻²・s⁻¹付近で最高になった。

3. 暗期のCO₂吸収は見られず、放出は20℃で最低であった。温度の上昇とともに放出が増大した。気孔伝導度は昼間と同様に20℃で最大になったが、その値は昼間に比べ低かった。
4. CO₂濃度の増加とともにCO₂吸収速度は増加した。

引用文献

Ando, T. 1982. Occurrence of two different modes of photosynthesis in *Dendrobium* cultivars. *Scientia Horticulturae* 17: 169-175.

市橋正一・山内大輔・太田弘一. 2007. シンビジウムの光合成特性に関する研究. 愛知教育大学研究報告56: 29-32.

Ichihashi, S., T. Higuchi, H. Shibayama, Y. Tesima, Y. Nishiwaki, and K. Ota. 2007. Aspects of CO₂ Uptake in the Crassulacean Acid Metabolism Orchid *Phalaenopsis*. *Acta Horticulturae* 766: 245-256.

三浦泰昌. 1981. 光合成特性を基礎にしたラン栽培方法の確立に関する研究(第1報)数種のランの光合成におよぼす気温, 光の強さ, 空気湿度の影響. 神奈川園試研報. 28: 64-72.

矢吹万寿. 1990. 風と光合成—葉面境界層と植物の環境対応. 農山漁村文化協会

(2010年9月13日受理)