

## 夜間加湿および CO<sub>2</sub> 施用がファレノプシスの開花・品質に及ぼす影響

服部裕美<sup>1)</sup>・二村幹雄<sup>2)</sup>

**摘要:**夜間加湿がファレノプシスの開花・品質に及ぼす影響を調査した。夜間加湿(飽差 2 g・m<sup>-3</sup>)条件でファレノプシスを開花処理すると開花が促進され、加湿を行わない場合と比較して第5花開花までの所要日数が9日短くなった。CO<sub>2</sub>施用時(800 ppm)に夜間加湿を行わない管理(飽差 5 g・m<sup>-3</sup>)では、CO<sub>2</sub>無施用区との間に差が認められなかったが、夜間加湿とCO<sub>2</sub>施用を併用(飽差 1 g・m<sup>-3</sup>)すると、花蕾数が0.9個増加し、第5花開花までの所要日数は4日短くなった。

ファレノプシス栽培において夜間加湿は開花促進効果があり、CO<sub>2</sub>施用の効果は飽差を低く管理することにより顕著となるため、CO<sub>2</sub>施用時には夜間加湿を併用することが重要である。

**キーワード:**ファレノプシス、飽差、夜間加湿、CO<sub>2</sub> 施用

## Effects of Night Humidification and CO<sub>2</sub> Enrichment on Flowering and Quality of *Phalaenopsis*

HATTORI Hiromi and NIMURA Mikio

**Abstract:** We investigated the effects of night humidification on flowering and quality of *Phalaenopsis*. Night humidification (Humidity Deficit 2 g・m<sup>-3</sup>) reduced the number of days required for flowering of fifth buds by 9 days compared to that with no humidification. CO<sub>2</sub> enrichment concentration at 800 ppm without night humidification (Humidity Deficit 5 g・m<sup>-3</sup>) was not significantly different in terms of the number of flower buds compared to the controls without CO<sub>2</sub>. However, when the same CO<sub>2</sub> was applied with night humidification (Humidity Deficit 1 g・m<sup>-3</sup>) the number of flower buds increased by 0.9, and the number of days for flowering of fifth buds decreased by 4 days.

In *Phalaenopsis* cultivation, night humidification with CO<sub>2</sub> enrichment accelerated flowering and the effect of CO<sub>2</sub> enrichment occurred when the Humidity Deficit was controlled at 1~2 g m<sup>-3</sup>.

**Key Words:** *Phalaenopsis*, Humidity Deficit, night humidification, CO<sub>2</sub> enrichment

## 緒言

ファレノプシスは栽培温度の制御により開花調節が可能な品目であり、台湾で育苗された株を輸入し、温度調節による開花処理を行うリレー栽培が確立されている<sup>1)</sup>。輸入株は高額であるため、リレー栽培を継続するためには花数が多く高品質な商品を生産する必要がある。そのため、温度制御だけでなく光、CO<sub>2</sub>施用、飽差管理など複数の環境要素の制御技術の確立が求められている。

ファレノプシスは夜間に気孔を開きCO<sub>2</sub>を取り込むCAM植物であり、温度、相対湿度、光強度及び明期暗期の長さがCO<sub>2</sub>吸収速度に及ぼす影響について研究成果が報告されている<sup>2-5)</sup>。

しかし本県生産者におけるファレノプシスのCO<sub>2</sub>施用については、液化CO<sub>2</sub>による施用事例があるものの、ランニングコストが高く、施用効果も明確でないことから普及が進んでいない。筆者らも、ファレノプシス主力品種Sogo Yukidian「V3」を用い、チャンパー内で18～6時にCO<sub>2</sub>濃度800 ppm、1600 ppmの2水準で施用し開花させたが、開花までの所要日数、花蕾数、花の大きさなどに無施用と差がないことを確認している。

一方で、市橋らはファレノプシスのCO<sub>2</sub>吸収は鉢のかん水条件以上に夜間の低湿度条件により阻害されるとしている<sup>6)</sup>。しかしながら生産施設は、台車による運搬を行うため通路がコンクリート張りであり湿度の確保が難しい上に、開花時の病気の発生を懸念し夜間の湿度を低めに管理する場合が多い。

そこで本研究では、ファレノプシス栽培における夜間の湿度管理に着目し、加湿の効果及びCO<sub>2</sub>施用時の加湿の効果について調査した。その結果、夜間加湿は開花を促進すること、CO<sub>2</sub>施用時の加湿は開花の促進と花蕾数を増加させるが、CO<sub>2</sub>施用時に加湿をしないとCO<sub>2</sub>施用効果がほとんど得られないことを明らかにしたので報告する。

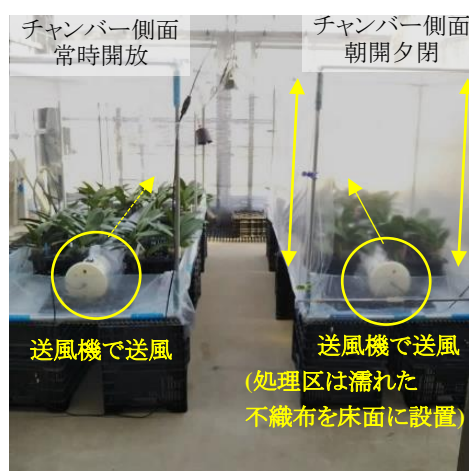


図1 試験1の試験区  
左:対照区、右:処理区

## 材料及び方法

### 1 夜間加湿がファレノプシスの開花・品質に及ぼす影響

#### (1)栽培概要

供試品種は、ファレノプシス白色大輪系Sogo Yukidian「V3」の台湾産船便苗、3.5号鉢を用いた。試験は輸入苗の到着翌日の2020年6月27日から開始し、1区16株(開始時の平均葉数6.3枚)とした。冷房処理は6～18時を25°C、18～6時を18°C設定としヒートポンプエアコンで管理した。栽培温室には内部遮光(ダイオミラー810MS、遮光率30~35%、株イノベック、東京)を常時展張し、外部遮光(ダイオミラー50HB-6、株イノベック、東京)は晴天時10～15時に展張した。明期(7～17時)の湿度管理は、噴霧水量50 mL・min<sup>-1</sup>・個<sup>-1</sup>の「ドライミスト®」ノズル(なごミスト設計(有)、名古屋)を2 mの高さに6個設置し、水道水を6 MP(1 MP=10.197 kgf・cm)で圧送(ミスト粒径14～17 μm)する超微粒ミスト噴霧で行い、湿度調整用制御盤(しつど当盤、トヨタネ(株)、豊橋)により温度25°C以上かつ相対湿度65%以下で噴霧1分間、休止1分間の間欠噴霧をさせた。かん水は当場の慣行に従い、鉢底のミズゴケの乾燥を確認後、水とN濃度100 ppm希釈の液肥(OK-F-1(N:P:K=15:8:17))を交互に与えた。

#### (2)試験区の設定

小型ガラス温室(間口4.1 m×奥行5.9 m、面積24 m<sup>2</sup>)が東西方向に9室連なった施設の中央付近の温室を用いて試験を行った。高さ65 cmのベンチ上にビニルチャンパー(93×115×280 cm、約3.00 m<sup>3</sup>)を2個設置し、処理区、対照区とした(図1)。処理区は17時～7時30分までチャンパーを閉め、チャンパー内の不織布に水を含ませ送風機(SF-1008A、総和工業(株)、さいたま)で送風した。対照区はチャンパーのサイドを常時開放とした。

#### (3)調査項目

各生育ステージに達した日(花茎発生日、発蕾日、第1花と第5花の開花日)並びに、第5花開花時の花茎長(花茎基部から第1花までの長さ)、花序の長さ(第1花から花序先端までの長さ)、花蕾数及び第1花の大きさ(横径、縦径)を調査した(図2)。試験区の温湿度は、チャンパー内の株元付近に温湿度測定機(おんどりJr、RTR503B、ティアンドディ、松本)を設置し10分間隔で計測した。

### 2 CO<sub>2</sub>施用時の夜間加湿がファレノプシスの開花・品質に及ぼす影響

#### (1)栽培概要

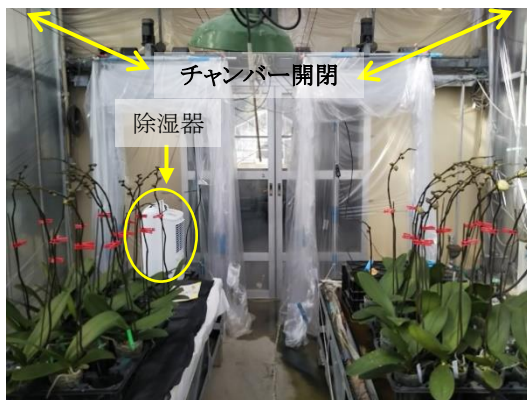
供試品種、冷房処理、内部遮光、外部遮光、かん水は試験1と同様としたが、明期の湿度管理(超微粒ミストの噴霧)は行わなかった。試験は輸入苗の到着翌日の2021年6月15日から開始し1区14株(開始時の平均葉数7.4枚)とした。加湿区はミズゴケの乾きが遅くかん水間隔が長くなったことから、栽培後半は液肥のみを与え試験期間中の施肥量を対照区に合わせた。

#### (2)試験区の設定

試験区は、CO<sub>2</sub>+加湿区(CO<sub>2</sub>施用と夜間加湿を併用)、CO<sub>2</sub>区(CO<sub>2</sub>施用のみ)、対照区(CO<sub>2</sub>施用無+加湿無)の3区と



図2 ファレノプシス開花までのステージと調査項目(花の大きさ)

CO<sub>2</sub>区

写真左:ベンチを覆うようにチャンパーが開閉する。  
CO<sub>2</sub>+加湿区ベンチ上は常にベンチが湿っている。

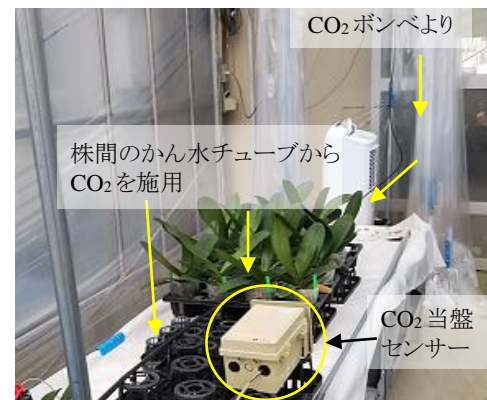
写真右:CO<sub>2</sub>当盤のセンサーとCO<sub>2</sub>施用のテープ

図3 試験2のチャンパー

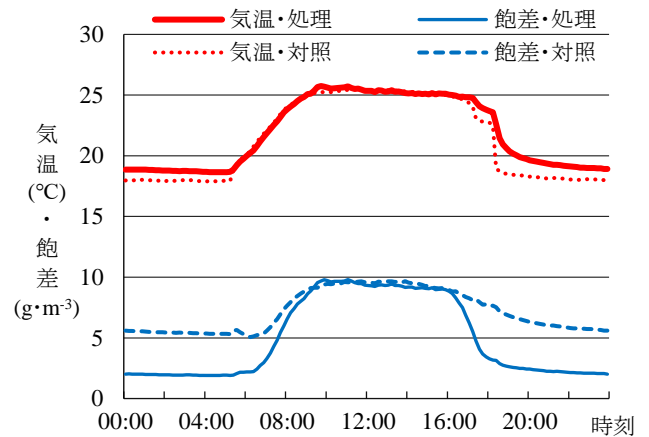
した。試験1と同じ規格の小型ガラス温室2つを用い、一方は対照区、他方はCO<sub>2</sub>施用区とした。両温室内にベンチ(90×300×65 cm)を2つ設置し、対照区はベンチ上に設置した。CO<sub>2</sub>施用区はベンチを床まで覆うようにビニルチャンパー(90×490×220 cm)を設置した(図3左)。17時~7時はチャンパーを閉め、他は解放した。CO<sub>2</sub>+加湿区はベンチ上の不織布全体に水をかけ常に濡れた状態とした。CO<sub>2</sub>区はチャンパー内に除湿器(MJ-P180PX-W、三菱電機ホーム機器㈱、深谷)を設置し、65%設定で稼働させた。CO<sub>2</sub>施用には液化CO<sub>2</sub>を使用し、CO<sub>2</sub>制御盤(CO<sub>2</sub>当盤、トヨタネ㈱、豊橋)を用いてチャンパーが閉じた17時10分~2時まで濃度800 ppm設定で施用した。CO<sub>2</sub>は株元に設置した灌水チューブ(STREAMLINE 16080、NETAFIMジャパン、東京)から、自然に拡散させた(図3)。

### (3)調査項目

生育調査及び温湿度測定は試験1と同様とした。CO<sub>2</sub>濃度はチャンパー内のファレノプシス最上位葉付近にCO<sub>2</sub>測定機(おんどとり RTR576、ティアンドデイ、松本)を設置し測定した。

## 試験結果

### 1 夜間加湿がファレノプシスの開花・品質に及ぼす影響

図4 夜間加湿の有無と気温及び飽差の関係  
(2020年6月26日~11月18日の時刻ごとの平均)

試験期間中の気温及び飽差は図4に示した。夜間の飽差は処理区2 g·m<sup>-3</sup>、対照区が5 g·m<sup>-3</sup>であり、昼間の飽差はどちらも10 g·m<sup>-3</sup>であった。気温はおおむね設定どおり推移し、昼間25°C、夜間18°Cであったが、夕方にチャンパーを閉める処理区がわずかに高く推移した。

各ステージまでの所要日数は、花茎発生以降、対照区に対して処理区が有意に少なく、試験開始から第5花開花まで

の所要日数では、9.4日少なかった。花茎長、花序長、花蕾数、第1花の大きさについては有意差が認められなかった(表1)。

## 2 CO<sub>2</sub>施用時の夜間加湿がファレノプシスの開花・品質に及ぼす影響

7月1日～4日のCO<sub>2</sub>濃度の推移を図5に示した。CO<sub>2</sub>濃度は施用開始直後に800 ppm以上となったが、17時10分～2時まで800 ppm前後、その後緩やかに低下しチャンパーが開放されるまで400 ppmを下回することはなかった。試験期間中の夜間の飽差は、CO<sub>2</sub>+加湿区が1 g・m<sup>-3</sup>、CO<sub>2</sub>区と対照区が5 g・m<sup>-3</sup>であった。昼間の飽差はいずれの区も12～13 g・m<sup>-3</sup>であった(図6)。

各ステージまでの所要日数は花茎発生以降、CO<sub>2</sub>+加湿区が少なく、開始から第5花開花までの所要日数は対照区

及びCO<sub>2</sub>区と比較して4日少なかった。花蕾数についてはCO<sub>2</sub>+加湿区が対照区と比較して0.9個増加したが、CO<sub>2</sub>区は対照区との間で有意差が認められなかった。第1花の横径はCO<sub>2</sub>+加湿区が対照区より3 mm大きかった(表2)。

## 考察

近年、施設栽培において植物の光合成能力を最大限に発揮させるための複合環境制御に関する研究が進んでおり、CO<sub>2</sub>濃度は制御すべき環境要因の1つである。愛知県では、バラ、トマト等で、主に冬期に収量や品質を向上させるCO<sub>2</sub>施用技術がマニュアル化<sup>6,7)</sup>され、さらに主要な品目ではCO<sub>2</sub>施用に対応した飽差(湿度)管理、温度管理、養液管理等の研究が進められている。トマト、イチゴ、ナスでは研究成

表1 夜間加湿がファレノプシスの生育、開花及び品質に及ぼす影響

試験区	所要日数(日)				品質				
	開始～ 花茎発生	花茎発生 ～発蕾	発蕾～ 第1花開花	開始～ 第5花開花	花茎長 (cm)	花序の 長さ (cm)	花蕾数 (個)	第1花の大きさ (cm)	
								横径	縦径
処理	26.9	46.1	34.3	123.3	62.8	36.6	9.6	12.8	11.5
対照	28.7	50.5	36.8	132.7	64.3	36.0	9.4	12.9	11.6
有意差	ns	*	**	**	ns	ns	ns	ns	ns

t検定により\*\*はP<0.01、\*はP<0.05、nsは有意差なし。

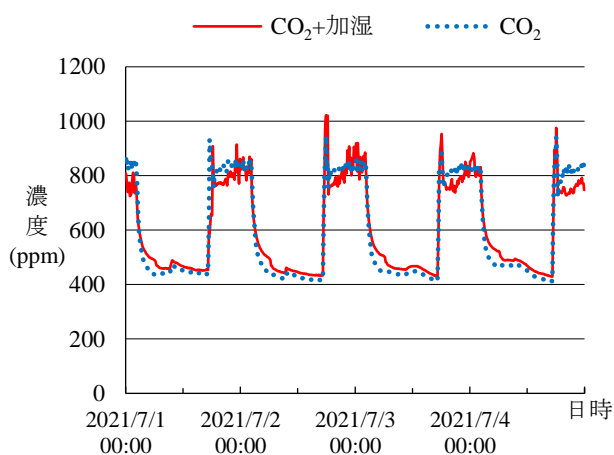


図5 夜間加湿の有無とCO<sub>2</sub>濃度の推移 (2021年7月1日～4日)

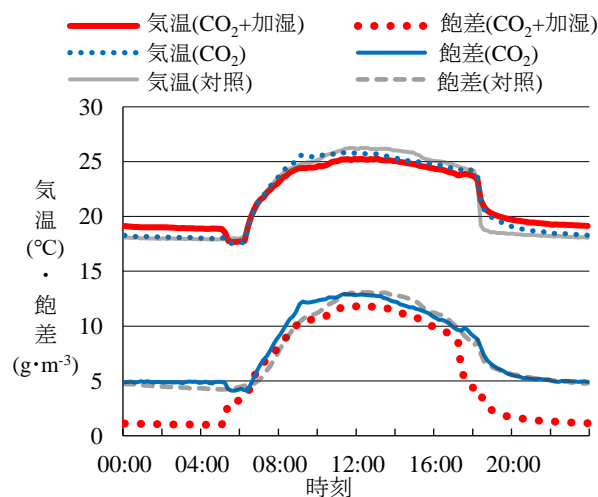


図6 夜間加湿の有無と気温及び飽差の関係 (2021年6月15日～11月5日の時刻ごとの平均)

表2 CO<sub>2</sub>施用時の夜間加湿がファレノプシスの生育、開花及び品質に及ぼす影響

試験区	所要日数(日)				品質					
	開始～ 花茎発生	花茎発生 ～発蕾	発蕾～ 第1花開花	開始～ 第5花開花	花茎長 (cm)	花序の 長さ (cm)	花蕾数 (個)	第1花の大きさ (cm)		
								横径	縦径	
CO <sub>2</sub> +加湿	27.4	50.3 B	35.6 b	128.6 B	63.6	37.5 a	10.0 a	13.2 A	11.8	
CO <sub>2</sub>	27.5	52.9 A	36.4 a	132.4 A	65.3	35.1 ab	9.4 b	13.1 AB	11.7	
対照	28.1	51.7 A	35.4 b	132.6 A	62.7	33.7 b	9.1 b	12.9 B	11.5	

注)同列の異符号間には、Tukeyの多重検定で有意差あり(大文字P<0.01、小文字P<0.05)

果を元に「植物工場環境制御ガイドライン」<sup>8)</sup>が作成され、生産現場での導入が進められている。環境制御要因の中でも飽差管理は、気孔開度を高め効率的にCO<sub>2</sub>を吸収させることができるため、様々な品目において重要となっている。日中の飽差管理は超微粒ミスト噴霧によって行われることが多く、加湿に加え降温効果もあり、換気が抑制されることで長時間連続したCO<sub>2</sub>施用が可能となる。トマトではミスト噴霧による日中の飽差管理の目安を5~8 g・m<sup>-3</sup>(気温25℃以上、相対湿度75%以下で噴霧)としている<sup>8)</sup>。バラではCO<sub>2</sub>施用に日中の相対湿度60~80%を目安に超微粒ミスト噴霧による加湿を併用することで、品種間差はあるものの収量が増加すると報告されている<sup>9)</sup>。

当場のファレノプシス栽培はヒートポンプ及び温湯暖房により夜間18℃設定、湿度は成り行きとしていたため、夜間の相対湿度はおおよそ60~80%であった。この環境下で施設内に設置したチャンバーを用いてCO<sub>2</sub>施用(18時~6時、800 ppm)を行ったところ、開花・品質について無施用とは差が認められなかったことから、施用されたCO<sub>2</sub>は十分には吸収されなかったものと考えられた。ファレノプシス属はパプアニューギニア、台湾、フィリピン、マレー半島など東南アジアを中心とした赤道付近の熱帯から亜熱帯に分布し、昼夜の気温差が大きく、高温多湿な森林内の樹木の高い位置にある枝や幹に根を張る着生ランである。したがって、ファレノプシスのCO<sub>2</sub>施用時の相対湿度はバラやトマトなど他の品目よりもさらに高湿度が必要であると推測された。

そこで、慣行栽培(CO<sub>2</sub>無施用)時に、昼間の超微粒ミストに加えて、夜間の高湿度管理が開花・品質に及ぼす影響を調査した。加湿により夜間の飽差は2 g・m<sup>-3</sup>(相対湿度85~88%)となり、開花までの所要日数は9.4日短くなったが、品質に差はなかった。筆者らは、ファレノプシス栽培における夏季の省エネ高温対策として、試験1と同様の温度管理で7時~17時に超微粒ミストを噴霧(気温25℃以上、相対湿度65%以下で稼働)することで、開花までの所要日数は変わらず、花蕾数が増加することを報告している<sup>10)</sup>。この試験の昼間の飽差はミスト有8~10 g・m<sup>-3</sup>、ミスト無10~18 g・m<sup>-3</sup>であったが、夜間の飽差はともに6~7 g・m<sup>-3</sup>でありミストの有無による差がなかった。一方で、2台の人工気象器を用いて明期25℃、暗期20℃とし、相対湿度を80%(飽差:明期4.6 g・m<sup>-3</sup>、暗期3.5 g・m<sup>-3</sup>)と50%(飽差:明期11.5 g・m<sup>-3</sup>、暗期8.7 g・m<sup>-3</sup>)で管理すると、発蕾までの所要日数は80%区が50%区より7.6日短くなることを確認している<sup>10)</sup>。これらのことから、ファレノプシス栽培において夜間の飽差は開花所要日数に影響し、慣行管理では5~6 g・m<sup>-3</sup>以上となる飽差を加湿により2~3 g・m<sup>-3</sup>で管理することで、気孔開度が大きく維持され夜間のCO<sub>2</sub>吸収量が増加し、その結果開花が促進されたものと考えられた。花蕾数が増加しなかった理由としては、大気中のCO<sub>2</sub>濃度ではファレノプシスの花蕾数を増加させるには至らなかったと推測された。冷房の電力消費量が多い夏季において、開花処理のための冷房管理に夜間の加湿を組み合わせることで、開花促進により栽培期間の短縮が可能となると考えられた。

次に、CO<sub>2</sub>施用時における夜間加湿の有無が開花・品質に及ぼす影響について調査した。CO<sub>2</sub>+加湿区(夜間の相対湿度90~93%、飽差1 g・m<sup>-3</sup>)は、慣行栽培である対照区と

比較して、試験1と同様に開花所要日数は少なくなり、さらに花蕾数が増加した。17時から飽差を低く管理したことによりファレノプシスの気孔が開き、高濃度のCO<sub>2</sub>を効率的に吸収し、光合成産物が増加した結果、花蕾数の増加に至ったと考えられた。一方、CO<sub>2</sub>区(夜間の相対湿度65~68%、飽差5 g・m<sup>-3</sup>)はCO<sub>2</sub>を施用しても対照区と開花所要日数に差がなく花蕾数も増加しなかった。

ファレノプシス鉢物生産における株のステージ別CO<sub>2</sub>施用については、栄養成長後期と花成誘導期(開花処理時)の両期への施用では花蕾数を増加させるが、花成誘導期のみのCO<sub>2</sub>施用は花蕾数や所要日数に差がない<sup>11,12)</sup>と報告されている。図6にあるように、CO<sub>2</sub>区と対照区は夜間の飽差が同程度で推移したことから、両区の夜間の気孔開度は同程度と考えられ、夜間の加湿を行わないとCO<sub>2</sub>施用しても開花促進、花蕾数の増加は得られないことが予想された。

以上のことから、リレー栽培により輸入株を花成誘導期(開花処理時)から栽培する生産方式では、CO<sub>2</sub>施用により花蕾数を増加させるためには夜間加湿が必要と考えられた。

ところで高湿度管理による花卉の結露は、花卉の灰色かび病発生に結び付き商品価値が失われると考えられ、ファレノプシス栽培において高湿度管理はこれまで避けられてきた。本研究では、チャンバー内で結露が起こるほどに夜間加湿を行ったが、花卉に灰色かび病の発生は見られなかった。夜間のチャンバー内の飽差は1~2 g・m<sup>-3</sup>と高湿であるが、朝方のチャンバー開放時に温室内の空気と混合され、飽差が上昇するために灰色かび病は発生しなかったと考えられた。実際に、夜間加湿を行う場合には、温室全体の加湿方法として超微粒ミストを昼夜で利用するのが実用的と考えられる。試験2では昼間に超微粒ミスト噴霧を行っていないが、CO<sub>2</sub>施用と昼夜の超微粒ミスト噴霧の併用によりさらに花蕾数の増加が期待できる。今後は、これを実証しながら加湿しても灰色かび病を発生させない管理方法について検証する必要がある。

CO<sub>2</sub>施用については、本研究では17時から9時間の施用としたが、日照時間の長い夏季の晴天日など試験2の実施時刻より早くから加湿とCO<sub>2</sub>施用を行うことで、さらなる開花促進、花蕾数増加が期待される。今後、季節ごとの施用開始時刻や施用時間、CO<sub>2</sub>濃度及び費用対効果についても検討できるとよいだろう。

## 引用文献

1. 市橋正一, 三位正洋. 実践花き園芸技術 ファレノプシス栽培と生産. 誠文堂新光社. p179-228(2006)
2. 川満芳信, 名嘉みつき, 中山博之, 関塚史朗. 高CO<sub>2</sub>濃度がファレノプシスのCrassulacean Acid Metabolismに及ぼす影響. 琉球大学農学部学術報告. 42, 23-32(1995)
3. 窪田聡, 米田和夫. ファレノプシスの花成誘導前の光強度が花成誘導時の温度感応性に及ぼす影響. 園学雑. 62(3), 595-600(1993)
4. 狩野敦, 内藤雅拓. 明暗期の気温がコチョウランのCO<sub>2</sub>吸収に及ぼす影響. 植物工場会誌(Journal of Society of

- High Technology in Agriculture). 13(2), 137-142(2001)
5. 市橋正一, 樋口妙美, 柴山浩子, 手嶋祐子, 西脇芳果, 太田弘一. CAM植物であるファレノプシスのCO<sub>2</sub>吸収の様相. Proceedings of NIOC2010, Nagoya Dome, JAPAN. p31-37 (2010)
  6. 愛知県農業総合試験場. 環境制御によるバラ栽培のCO<sub>2</sub>施用技術. 農業の新技术 No.107 (2015)
  7. 愛知県農業総合試験場. 愛知型植物工場マニュアル(トマト編)(2016年)
  8. 愛知県農業総合試験場. あいち型植物工場環境制御ガイドライン. 技術情報(2022)
  9. 津田千織, 奥村義秀, 平野哲司, 堀田真紀子, 岩崎泰永, 山口徳之. バラ栽培における超微粒ミスト噴霧がCO<sub>2</sub>施用に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 47, 69-75(2015)
  10. 服部裕美, 熊崎忠, 大月裕介, 南明希, 吉田龍博, 新井和俊, 二村幹雄. 夏期における超微粒ミスト噴霧を伴う間欠冷房がファレノプシスの開花品質、電力消費量に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 52, 63-71(2020)
  11. 國武利浩, 谷川孝弘, 黒柳直彦. ファレノプシスの鉢物生産における生育ステージごとの炭酸ガス施用効果. 福岡県農業総合試験場研究報告. 24, 56-62(2005)
  12. 住友克彦, 片岡圭子, 札埜高志, 小西剛, 奈良伸, 川瀬晃四郎. ファレノプシスにおける低温促成期間中のCO<sub>2</sub>施肥が葉中スクロース含量および花成に及ぼす影響. 園学雑. 71 別 1, 92(2002)