

# 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

三 浦 泰 昌

Y. MIURA

Studies on establishment of Orchids cultivation on the basis of photosynthetic properties of Orchids. I.

Influence of temperature, light intensity and air humidity on photosynthetic rate of the Orchids.

### I 緒 言

最近のランの需要増加に対応して、本県のラン生産も近年著しい発展を示しているが、都市化が進んだ産地の特色として、種類の多様化や小苗からの育成あるいは大苗の購入仕上げ生産など、栽培形態が一定していない。さらにランの種類による生理生態的特性も十分に解明されないまま試行され、収益性を著しく低下させている場合が多い。

したがって従来の経験的な栽培技術を改め、ランの生理生態的特性を基礎とした合理的な栽培技術の確立が急務と考えられている。中でも我が国ではランは施設を利用しての栽培であるだけに、施設環境の制御技術を合理化することがまず第1に要望される。

そこで栽培改善の基礎として、生育と最も密接な関連性をもつ光合成特性を、数種のランについて調査した。なおランの光合成については加古ら(6, 7)がシンビジウム、須藤ら(16)がファレノプシスについて報告している他は、試験例が極めて少ない。またカトレヤ、ファレノ

プシスのように明らかにCAM型(13)に属するものと、C<sub>3</sub>型に属するものがあり、これらを同一条件で調査することは困難と考えられたので、今回はまずC<sub>3</sub>型のものについて調査した。

### II 材料および方法

供試した種類を第1表に示したが、いずれも当场温室内で慣行的に栽培(冬期の最低室温15℃、夏期は黒寒冷しゃ610番1枚で遮光)したものを、1978年9月から、11月までの間に、順次光合成測定に供試した。

なお供試個体は、花器官の光合成におよぼす影響を除くため(3, 11)、栄養生長期にあるものを用いた。

供試個体数は品種によって異なり、シンビジウム・オイソが5、シンビジウム・メリーピンチェス1、オンシジウム10、デンドロビウム・ノドカ5、デンドロビウム・サギムスメ4、ミルトニヤ4、パフィオペディルム5、セロジネ5個体を用いた。いずれも植物体の地上部を除いて鉢全体をビニル袋で密封し、土壤呼吸による影響を防いだ。

光合成測定後、器官別の生体重と乾物重ならびに葉面積を計測し、その結果を第2表に示した。

光合成測定は供試植物を内容積0.1375 m<sup>3</sup>の透明アクリル製の chamber に入れ、通気量を毎分 30 l として、chamber 出入口の炭酸ガス濃度を赤外線ガス分析計で測定した。

調査はまず気温20°C条件下での光の強さを 0~55klx の間で6段階に変化させ、光-光合成曲線を求めた。次に光の強さ 55klx の条件下で、気温を 5~35°C の間で5°C きざみに変えて、温度-光合成曲線を求めた。なお、ミルトニアについては光-光合成曲線から、30klx 以上の強光下では光合成速度が低下することが明らかになったので、26.6klxの光強度下での温度-光合成曲線を求めた。

次に光合成速度に及ぼす気温と光の強さならびに空気湿度の相互作用を明らかにするために気温10, 20, 30°C

光の強さ、8, 19, 55klx（ただしセロジネでは、5, 10, 36klx、パフィオペディルムでは6, 13, 53klx、ミルトニヤ 7, 14, 55klx、シンビジウム・メリーピンチェスとデンドロビウム・サギムスメでは 11, 19, 55klx、いずれも植物体の最上部において）空気中の関係湿度60, 75, 90%の各3水準をL<sup>27</sup>直交表に割つけた多因子要因実験を行い、光合成におよぼすこれらの因子の影響を統計的に解析した。

### III 成 績

#### 1. 光-光合成特性について

種類別の光-光合成曲線を第1図にとりまとめた。光補償点は種によって異なり、デンドロビウムとセロジネは 1.5klx 以下であったが、ミルトニヤは 2.0klx、パフィオペディルムは 3.0klx、オンジシウムは 3.6klx と比較的高い値を示した。

光飽和点はシンビジウム・メリーピンチェスが 10klx で最も低く、これについてセロジネが 15klx の低い値を示したが、デンドロビウムは 50klx でも飽和しなかった。またオンジシウムやミルトニヤのようにいったん光飽和したのち、さらに光の強さが増すと光合成速度が明らかに低下するものがあった。

第1図からみて、ランの光-光合成曲線を3つのタイプに分けることができる。i. 光合成速度が光強度にほぼ追従し、50klx 程度でも光飽和しないもの（デンドロビウム）、ii. 10~30klx で光飽和し、これ以上に光強度

第1表 供試したランの種および品種名

種名	お よ び 品 種 名
デンドロビウム	Dendrobium c. v. Nodoka Dendrobium c. v. Sagimusume
シンビジウム	Cymbidium c. v. Oiso Cymbidium c. v. Mary Pinches
オンジシウム	Oncidium c. v. Golden Shower
ミルトニヤ	Miltoniya sp.
パフィオペディルム	Paphiopedilum Villosum
セロジネ	Coelogine sp.

第2表 供試植物の器官別生体重ならびに葉面積

供 試 植 物 名	生 体 重			乾 物 重			葉 数	葉 面 積 cm <sup>2</sup>
	葉	茎	根	葉	茎	根		
デンドロビウム・ノドカ	26.5	86.1	34.6	3.6	8.2	5.2	47.0	575.3
〃 ・サギムスメ	19.0	80.4	30.2	3.5	12.5	3.4	17.3	365.0
シンビジウム・オオイソ	21.7	10.5	58.1	4.7	1.6	3.5	12.0	485.0
〃 ・メリーピンチェス	377.1	434.0*	640.3	36.0	51.8*	54.8	27.0	4,083.4
オンジシウム	2.9 (15.4)**	1.7	4.2	0.5 (1.2)**	0.4	0.5	12.8	83.1
ミルトニヤ	44.1	33.0	26.2	5.9	11.5	3.7	35.8	866.8
パフィオペディルム	28.8	—	24.9	4.8	—	4.7	5.5	309.9
セロジネ	14.0 (80.7)**	11.2	10.0	2.5 (5.7)**	3.9	2.7	—	429.6

デンドロビウム・ノドカ5, デンドロビウム・サギムスメ4, シンビジウム・オオイソ5, シンビジウム・メリーピンチェス1, オンジシウム10, ミルトニヤ4, パフィオペディルム5, セロジネ5個体の平均

\*リードバルブ+バックルバルブ, \*\*葉柄重

が増しても光合成速度はほぼ一定した値を示すもの（シンビジウム、セロジネ、パフィオペディルム）、iii. 10~30klx で光飽和し、さらに光強度が増すと光合成速度が低下するもの（オンシジウム、ミルトニヤ）となる。

## 2. 温度、光合成特性について

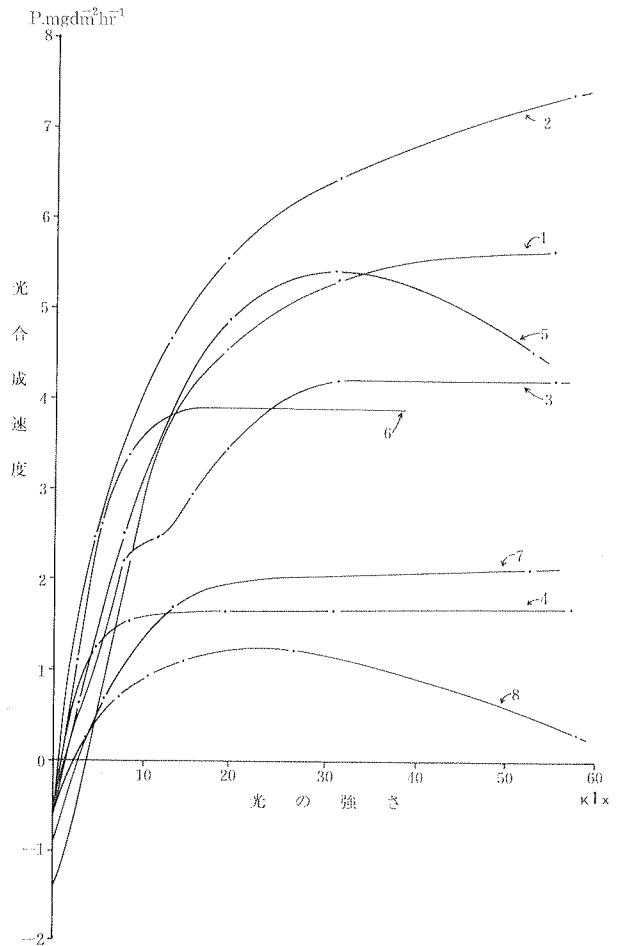
光合成速度の最大値は全種類ともほぼ15~20℃の範囲にあったが、パフィオペディルムは13℃前後の低温域で最大であった。また温度変化に対する反応速度として、最大値が15℃にあるものでは5℃と15℃との較差を求め、最大値が20℃にあるものについては10℃と20℃との較差を求めて $Q_{10}$ とすると、デンドロビウム・ノドカでは6.86、デンドロビウム・サギムスメ1.38、シンビジウム・オオイソ2.20、セロジネ2.09、オンシジウム1.52、シンビジウム・メリーピンチェス1.18、パフィオペディルム3.0、ミルトニヤ1.41であり、デンドロビウム・ノドカ、パフィオペディルム、セロジネの値が大きく、シンビジウム・メリーピンチェス、ミルトニヤが小さかった。

一方高温による光合成速度の低下を、同様に $Q_{10}$ でみると、デンドロビウム・ノドカ0.71、デンドロビウム・サギムスメ0.40、シンビジウム、オオイソ0.40、セロジネ0.41、オンシジウム0.42、シンビジウム・メリーピンチェス0.28、パフィオペディルム0.33、ミルトニヤ0.10と、ミルトニヤの低下が最も激しく、その他のものもほぼ0.3~0.4に低下し、全体的に高温域での低下が著しかった。ただし、この中でデンドロビウム・ノドカは高温での低下が比較的小さかった。

## 3. 気温、光の強さおよび空気湿度の組合せが光合成に及ぼす影響

前述の3因子の組合せが、光合成速度に及ぼす影響について各種類別に測定し、分散分析した結果を第4表に示した。シンビジウム・メリーピンチェスでは温度間のみ1%水準の有意性があり、他の因子には有意性が認められなかったが、その他のものは温度間、光の強さの違いの両方に1%水準の有意性があった。一方空気湿度に対してはデンドロビウム・ノドカで5%水準の有意性があったほかは、いずれも明らかな有意性は認められなかった。

次に各因子の光合成に及ぼす寄与率を見ると、気温と



第1図 ランの種類別の光-光合成曲線

1. *Dendrobium* c. v. *Nodoka*
2. *Dendrobium* c. v. *Sagimusume*
3. *Cymbidium* c. v. *Oiso*
4. *Cymbidium* c. v. *Mary Pinches*
5. *Oncidium* c. v. *Golden Shower*
6. *Coelogyne* sp.
7. *Paphiopedilum* *Villosum*
8. *Miltoniopsis* sp.

光の寄与率が高かったが、光の寄与率が気温の寄与率よりも高かったのはデンドロビウム・サギムスメとオンシジウムで、その他は気温の寄与率の方が高かった。気温と光の寄与率の合計値はシンビジウム・メリーピンチェスとオンシジウムがそれぞれ63%、65.8%で比較的低かったが、その他は75%以上の高い値を示し、特にデンドロビウムの2品種は86~88%の高い値を示した。

以上の結果から、ランの光合成に及ぼす環境因子の影響としては、気温と光が最も大きいと推定された。そこで次に気温と光の強さが光合成速度に及ぼす影響を、ランの種類別にみたのが、第3図である。

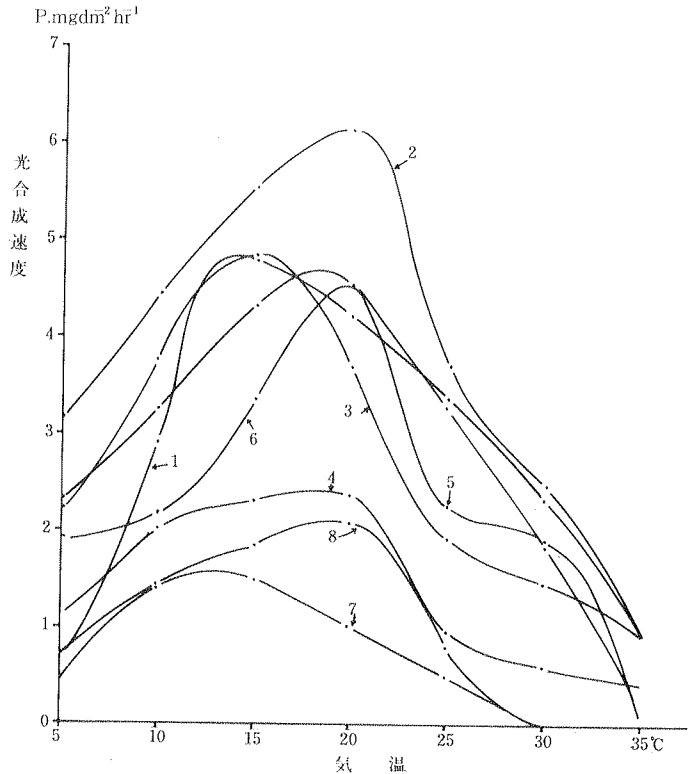
まずデンドロビウムについてみると、両品種とも光の強さにかかわらず、20℃で最大の光合成速度が得られているが、10℃と30℃を比較すると、ノドカでは明らかに10℃での光合成速度が大きかったのに対して、サギムスメでは20klx以上の光条件下では30℃の方が光合成速度が大きく、品種間に大きな相違が認められた。

シンビジウムでは両品種とも光の強さにかかわらず20℃で最大で、10℃と30℃では著しく低下した。また10℃と30℃との間の差は比較的小さかった。シンビジウム・オオイソは20℃、30℃で20klx以下の光条件下での低下が著しかったのに対して、シンビジウム・メリーピンチェスではこのような弱光下での著しい低下は認められなかった。

セロジネも20℃での光合成速度が最も大きかったが、10℃と30℃では明らかに10℃での光合成速度が大きかった。また気温の高低にかかわらず、15klx以下の光条件下では光合成速度が著しく低下した。

オンシジウムでも20℃での光合成速度が最も大きかったが、10℃と30℃の間には明らかな差が認められなかった。またいずれの温度条件下でも20klx以下の弱光下では光合成速度は著しく低下し、20klx附近に明らかな変曲点があった。

パフィオペディルムでは10℃と20℃の間の差は小さく、いずれも20~25klxで最大となった。ただし、13klx以下の弱光下では10℃の方がやや大きく、これ以上に光の強さが増すと、20℃での光合成速度が大きかった。また光の強さが増すと、光合成速度はゆるやかに低下した。一方30℃の高温下では、光の強さにかかわらず光合成速度はゼロに近く、13klx以下の弱光下ではマイナスとなった。



第2図 ランの種類別の温度-光合成曲線

1. *Dendrobium* c. v. Nodoka
2. *Dendrobium* c. v. Sagimusume
3. *Cymbidium* c. v. Oiso
4. *Cymbidium* c. v. Mary Pinches
5. *Oncidium* c. v. Golden Shower
6. *Coelogine* sp.
7. *Paphiopedilum* Villosum
8. *Miltoniya* sp.

ミルトニヤでは20℃での光合成速度が最も大きかったが、光の強さでは25klx附近に最大値があり、これ以上の光条件下では光合成速度が低下した。10℃と30℃を比較すると30℃での低下が著しく、20klx附近で最大となったが、20℃での最大値の約30%、10℃の44%程度にすぎなかった。また光の強さが増すにつれて低下し、55klx附近でゼロになった。

以上の結果、本試験に用いた種類では光合成の適温は光の強さにかかわらず、ほぼ20℃前後にあるが、適温の幅についてみると比較的低温側にあるものが多く、中でもパフィオペディルムとミルトニヤは高温による低下が著しかった。また光の強さについてみると、気温にかかわらず15~20klx以下で、光合成速度が急激に低下

第3表 ランの種類別の要因別分析表

要 因	自由度	Dendrobium c. v. Nodoka		D. c. v. Sagimusume		Cymbidium Oiso		C. Mary Pinches	
		分散比	寄与率	分散比	寄与率	分散比	寄与率	分散比	寄与率
光 (A)	2	59.78**	32.30%	40.95**	49.97%	26.42**	23.15%	1.04NS	—%
温度 (B)	2	103.28*	56.23	29.84**	36.10	59.74**	53.49	16.29**	62.97
湿度 (C)	2	4.76**	2.06	—	—	4.04NS	—	1.02NS	—
A × B	4	1.68NS	—	1.13NS	—	4.88*	7.06	—	—
A × C	4	1.73NS	—	—	—	—	—	—	—
B × C	4	1.64NS	—	—	—	1.21NS	—	—	—
e	8								

要 因	自由度	Oncidium		Miltoniya		Paphiopedilum		Coelogine	
		分散比	寄与率	分散比	寄与率	分散比	寄与率	分散比	寄与率
光 (A)	2	22.33**	42.55%	6.06**	7.12%	16.67**	19.98%	32.22**	33.58%
温度 (B)	2	12.87**	23.55	46.79**	65.06	45.49**	57.93	43.97**	46.47
湿度 (C)	2	2.45NS	—	—	—	—	—	—	—
A × B	4	1.39NS	—	—	—	1.27NS	—	3.23NS	—
A × C	4	1.38NS	—	—	—	2.53NS	—	1.40NS	—
B × C	4	1.11NS	—	2.07NS	—	1.11NS	—	1.20NS	—
e	8								

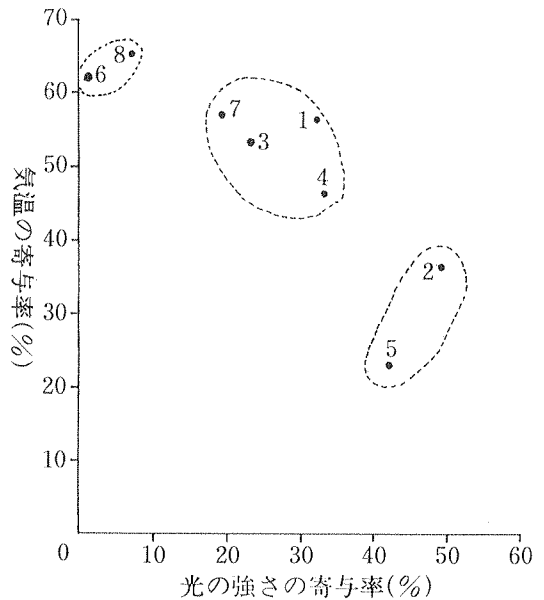
するものが多かった。

分散分析から求めた気温と光の強さの寄与率との関係を取りまとめると第3図のように、本試験の条件下では3つのグループに分類可能と推定された。i. 光の強さよりも気温の寄与率が極めて高いもの(シンビジウム・メリーピンチェス, ミルトニヤ), ii. 気温の寄与率が高いが、光の強さの寄与率も比較的高いもの(デンドロビウム・ノドカ, シンビジウム, オオイソ, セロジネ, パフィオペディルム), iii. 気温よりも光の寄与率の高いもの(デンドロビウム・サギムスメ, オンシジウム)である。

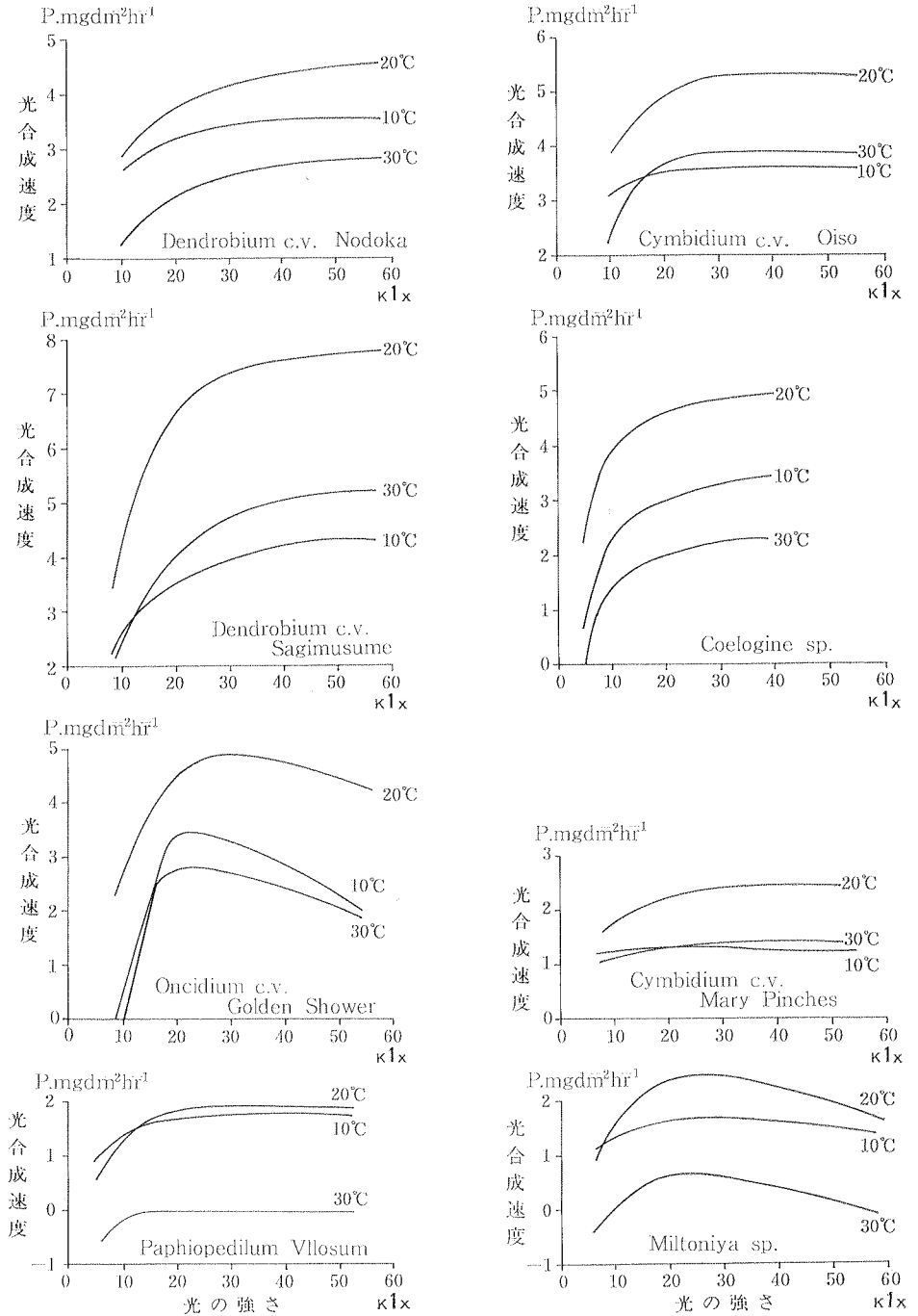
IV 考 察

本試験ではいずれも生育のある時期についてのみ光合成速度を測定したが、植物の光合成特性は生育段階によって異なることは、多くの報告で明らかにされている(9, 11, 15)。したがって本試験の結果だけでは、供試したランの光合成特性が十分に解明されたとは考えられない。しかしランの特徴と考えられるいくつかの事項が明らかになった。

まず光の強さと光合成の関係についてみると、デンド



第3図 光合成におよぼす光の強さと気温の寄与率  
 1. Dendrobium c. v. Nodoka 2. Dendrobium c. v. Sagimusume 3. Cymbidium c. v. Oiso  
 4. Coelogine sp. 5. Oncidium c. v. Golden Shower 6. Cymbidium c. v. Mary Pinches  
 7. Paphiopedilum Villosum 8. Miltoniya sp.



第 4 図 ランの光合成に及ぼす光の強さと温度の影響

ロビウムの2品種では明らかな光飽和点は認められなかったが、これは原産の東南アジアの亜熱帯の比較的強い光条件下である(1)ためであろう。その他のものでは15~30klxで光飽和したが、これは他の植物と比較して低い。個体の光飽和点がこのように低いのはランの生理的特性というよりも、むしろ個体当りの葉枚数が少なく、葉の相互遮へいが小さいためと考えるべきであろう。

一方オンシジウムとミルトニヤでは各々20, 30klx以上の光条件下では明らかに光合成速度が低下した。このような光強下での低下はシダ植物に類似しており(9)陰性植物の特徴を示すものと考えられる。このような低下の原因の1つはWONGら(17)が報告しているように、光呼吸によると考えられるが、本試験の結果のみからは断定できない。いずれにしてもこれら植物では、栽培中に厳密な光線管理が要求され、温度管理とのかねあひもあるが、夏期は80~85%の強い遮光が必要であろう。

次に気温と光合成の関係についてみると、多くの種類が熱帯から亜熱帯の原産であるにかかわらず、15~20°Cの比較的低温側に光合成の最大値があり、しかも適温域が狭く高温下での低下が著しかった。このような結果はランの日中の生育適温が21~24°Cにあり、30°C以上に長期間おくことは危険であるとするSHEEHAM(4)の説に概略一致する。特にパフィオペディルム、ミルトニヤでは高温による光合成の低下が著しいことからみて、本県でこれらのランを健全に生育させるには、夏期の室温低下策が必要になる。

日中の生育のための最低気温については花芽分化など、他の生理特性とのかねあひもあり、本試験の結果のみから判断することはできない。ただしセロジネを除き、いずれも10°Cから5°Cに低下すると光合成速度が著しく低下したことからみて、最低10°C以上で管理する必要があらう。

温度と光の強さの相互作用からみると、デンドロビウムの2品種を除き、いずれも20klx前後まで光の強さが低下しても、光合成速度は低下しなかった。したがって一般的には夏期は80%前後の強い遮光によって、室温の上昇を防ぐ必要があらう。特に高温による光合成速度の低下の著しいパフィオペディルムやミルトニヤでは、夏期は屋外での管理や、さらに高冷地育苗などが有効と考えられる。

本試験では空気湿度の光合成に及ぼす直接的な影響は認められなかったが、ランの気根は空気中の水分をかなり吸収していることが明らかにされており(5)、間接的に

は光合成に対して大きな影響を持つものと考えられる。鉢内培地の乾燥時における空気湿度と光合成の関係については、さらに検討する必要がある。

本試験ではカトレヤやファレノプシスなどのCAM型植物については、光合成特性の調査を行なわなかったが、これらはラン生産にとって重要な地位を占めている。したがって今後これらの種類についても調査し、より合理的な栽培技術を確認する必要がある。

## V 摘 要

ランの光合成特性を基礎に、栽培や温室の環境制御技術を確立することを目的にして、本研究を行った。

8種類のランについて、まず個体の光-光合成曲線と温度-光合成曲線を求め、さらに光合成に及ぼす光の強さ(8, 19, 55klx)、温度(10, 20, 30°C)、空気中の関係湿度(60, 75, 90%)の影響をL<sup>27</sup>直交表利用による多因子要因実験で解析した。

1. 8種類のランの光-光合成曲線は3つの型に分類された。すなわち、i. 個体の光合速度は光の強さが増すとともに増加し、55klxでも飽和しないもの(デンドロビウム)、ii. 光の強さとともに光合成速度が増加し、20~30klxで光飽和するもの(シンビジウム、セロジネ、パフィオペディルム)、iii. 20~30klxで光飽和したのち、光の強さがさらに増すと光合成速度が急激に低下するもの(ミルトニヤ、オンシジウム)。

2. 55klxの光条件下でのデンドロビウム・ノドカ、シンビジウム・オオイソ、パフィオペディルムの個体の光合成速度の最大値は15°Cにあり、20°Cから30°Cの間で急激に低下した。一方デンドロビウム・サギススメ、セロジネ、シンビジウム・メリーピンチェス、ミルトニヤは20°Cで最大となり、25°Cから35°Cの間で急速に低下した。

3. 光合成に及ぼす気温と光の強さの主効果は、それぞれ25~65%、5~50%であった。一方空気湿度間には有意差が認められなかった。

4. これらの結果から、ラン栽培においては夏期の光および温度制御が最も問題であり、この時期は遮光率を80%前後(20klx)に抑えることによって、室温の上昇を防ぐ必要がある。さらにこの時期は屋外での栽培や高冷地育苗について積極的に検討する必要がある。

冬期は室温を最低10°C以上に保持し、日中は20°C前後に保持するのが最適であらう。

## 引用文献

1. 安藤敏夫 (1979), デンドロビウムの分類と類縁, 新花卉, 103 : 30~35.
2. BORG, F. (1965). Some experiments in Growing Cymbidium seedlings. Amer. Orchid Soc. Bull., 34 : 899~902.
3. DUEKER, J., and J. ARDITTI. (1968). Photosynthetic  $^{14}\text{CO}_2$  fixation by Cymbidium (Orchidaceae) flowers. Plant Physiol., 43 : 130-2.
4. 古川仁朗：神奈川県における洋ラン生産の現況, 神奈川県花き園芸技術研究会会報 2 : 1~6.
5. GILES, C. H., and V. G. AGNIHOTRI. (1968). Water vapour adsorption by aerial roots : a new type of high specific surface cellulase. Chem. Ind. Lond., 35 : 1192~4.
6. 加古舜治・水野直美・杉山 晃・榊原孝平(1979). 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, 昭和54年度園芸学会秋季大会要旨, 394~5.
7. \_\_\_\_\_ (1979), \_\_\_\_\_ (第15報), 高温, 強光による光合成能力の低下について, \_\_\_\_\_ 396~7.
8. KNAUFT, R. L., and J. ARDITTI. (1969). Partial identification of dark  $^{14}\text{CO}_2$  fixation products in leaves of Cattleya (Orchidaceae). New Phytol. 68 : 657~61.
9. 玖村敦彦 (1968). 大豆の物質生産に関する研究 (第4報), 葉の発育時期における光条件が, その光合成特性に及ぼす影響, 日作紀, 37 : 583~588.
10. LAWRENCE, D., and J. ARDITTI. (1964). The effect of Gro-lux lamps on the growth of orchids. Amer. Orchid Soc. Bull. 333 : 948.
11. 三浦泰昌 (1980). 鉢植シクラメンの光合成とその栽培管理における意義について, 神奈川園試特別報告 1~57.
12. 村田吉男 (1980).  $\text{C}_3$ ,  $\text{C}_4$ , CAM植物の分類と生産性, 農業技術 35 (1) : 1~7.
13. NEALES, T. F., and C. S. HEW. (1975). Two types of carbon fixation in tropical orchids. Planta 123 (3) 303~306.
14. SHEEHAN, T. J. (1980). Orchids, Introduction to floriculture (edited by Larson, R. A). Academic Press. 135~163.
15. 立道美朗 (1968). タバコの光合成に関する研究 1 個体光合成の測定法と生育期間中の個体光合成, 呼吸の変化, 日作紀, 37 : 129~134.
16. 戸刈義次 (監修) (1972). 作物の光合成と物質生産. 19~20. 養賢堂.
17. WONG, S. C., and C. S. HEW. (1975). Do orchid leaves photorespire ?, Amer. Orchid Soc. Bull. 44 (10) 902~906.



### Summary

Studies have been conducted to establish principles for Orchids cultivation and control of environmental conditions in glasshouse, by elucidating the photosynthetic properties of the Orchids plants.

At first, light-photosynthesis curves and temperature-photosynthesis curves in a whole plant of eight Orchids species were examined. Further, effects of light intensity (9, 19, 55klx), temperature (10, 20, 30°C) and air relative humidity (60, 75, 90%) on the photosynthetic rate were determined by a factorial design which applied the L<sup>27</sup> orthogonal arrays.

1. Light-photosynthesis curves of the eight Orchids were classified into three groups, i. e. (1) the photosynthetic rate of a whole plant increasing light intensity remaining unsaturated at 55klx (Dendrobium cultivar Nodoka and D. cultivar Sagimusume), (2) the photosynthetic rate increased with increasing light intensity reaching saturation in the range of 20-30klx (Cymbidium cultivar Oiso, Coelogine sp. Paphiopedilum Vilosum and Cymbidium cultivar Mary Pinches), (3) after reaching saturation in the range of 20-30klx, the photosynthetic rate rapidly declined with increasing light

intensity (Miltoniya sp. and Oncidium cultivar Golden Shower).

2. In the light intensity of 55klx the photosynthetic rate of a whole plant of Dendrobium cultivar Nodoka, Cymbidium cultivar Oiso and Paphiopedilum Vilosum was maximum at 15°C and remarkably declined from 20 to 30°C. On the other hand, the rate of Dendrobium cultivar Sagimusume, Coelogine sp., Cymbidium cultivar Mary Pinches and Miltoniya sp. was maximum at 20°C and remarkably declined from 25 to 35°C.

3. The main effects of temperature and light intensity on the photosynthetic rate of the Orchids were in the range of 25-65% and 5-50% respectively. The main effect of air humidity was not significant in this experimental range.

For the control of light intensity and temperature in greenhouse during growing period, critical points to be improved were clarified.

4. In summer, light intensity should be kept in the range of 20 to 30klx, when temperature in greenhouse is higher than 20°C. In winter, day temperature should be maintained higher than 10°C, and 20°C is the most recommendable temperature.