

# 鉢植シクラメン栽培における水分管理に 関する研究 (第1報)

夏季(7~9月)における日射量, 気温ならびに鉢内の土  
壤水分が, 蒸散量, 葉内水分ならびに葉温に及ぼす影響

三 浦 泰 昌

---

Yasumasa MIURA

Studies on the efficient management of water  
for potted Cyclamen. I.

Influences of solar radiation, temperature and  
soil moisture tension on transpiration, leaf water  
content and leaf temperature of the plants in  
summer season.

---

## I 緒 言

高温と土壤水分低下の条件下では, 著しく生育の劣るシクラメン(の)を, 培地量の限られた鉢内で健全に生育させるには, 温度と水分管理に細心の注意を払う必要があり, 中でも夏季の管理技術がきわめて重要と考えられる。

1971年に, 県下のシクラメン生産者の水分管理の実態を調査した結果<sup>(8)</sup>では, 優れた生産者ほど夏期のかん水を重視し, いずれも pF 2.0 以下の低い土壤水分張力下に保持していた。これに対して作柄のよくない生産者は, 水分張力の変動が激しく, pF 2.5 を越える場合がたびたび認められた。さらにシクラメンに対するかん水試験<sup>(9,13)</sup>でも, 夏期は pF 2.0 以下の低水分張力で栽培した時, 最も旺盛に生育することが明らかにされている。

しかしシクラメン栽培においては, 単に鉢内土壤の水分状態のみを指標にして水分管理を行っているのではなく, 葉のしおれ程度や葉温など, 水分変化に対する植物の反応も, 重要な指標となっている。したがってシクラメンのかん水技術をより合理化するためには, かん水点の試験のみでなく, 日射量や温度あるいは土壤水分張力などの環境条件と, 蒸散や葉内水分含量など水分生理との関係を明らかにする必要がある。

本試験は, シクラメンの水分生理的特性を基礎とした, 合理的なかん水技術の確立を目的に, まず'70年から'72年の3か年の夏季の気象条件と, 蒸散量, 葉内水分含量および葉温との関係について測定した。その結果, 実際栽培上有用と思われるいくつかの知見が得られたので, ここに取まとめて報告する。

本試験における蒸散量の測定法ならびに, 本報告の取

まとめに当り種々御指導いただいた、果樹試験場気象研究室 嶋田福也室長に深く感謝の意を表する。

## II 材料および方法

### 1. 測定場所及び供試個体の生育状況

本試験ではすべてVuur Baak種を用いたが、'70年7月から10月までは当場温室内で栽培したものを、園芸試験場(平塚市)に運び、露地条件下で測定した。'71年と'72年については、7月から9月まで当場温室内(75㎡、南北棟)の黒寒冷しや610番による遮光条件下で測定した。なお栽培は3か年とも慣行法に準じ、4月上旬に3.5号、6月中旬に4.5号、9月下旬に6号の素焼き鉢に移植した。また7月初めから9月末日まで、晴天日は朝8時30分から17時まで、上記の遮光を行った。蒸散量の測定は、平均的な生育状態の個体を選び供試した。供試個体の生育状態は第1表に示した。

### 2. 植物体の蒸散量の測定

Chamber法<sup>(2)</sup>によった。まず平均的な生育状態の個体を選び、塊茎部にビニルフィルムを張りつけて、茎葉部のみをアクリル製Chamber(円筒部の内径50cm×高さ30cm、円すい部の高さ36cm、容積82l)に入れて密封した。蒸散量はChamberの通気出入口の乾、湿球示度を自記させて、絶対湿度を算出し、出入口の絶対湿度差に通気量を乗じて求めた。絶対湿度の算出及び蒸散量を求める式は(1)及び(2)式によった。

$$x = \frac{e}{760} \cdot \frac{1.293 \times 0.622}{1 + 0.00367 t} \dots\dots\dots 1$$

第1表 供試個体の生育状況(品種:Vuur Baak)

測定年月日	測定項目	葉面積 cm <sup>2</sup>	葉数	葉生体重 g	塊茎生体重 g	根生体重 g
'70. 8. 22	蒸散量	841	29	69.3	5.4	12.1
'70. 10. 6	〃	1582	51	106.8	7.3	30.0
'71. 7. 21~ 8. 4	〃	1575	48	115.5	18.0	25.1
〃. 8. 21~ 9. 23	〃	2475	51	195.7	14.1	60.0
'72. 8. 1~ 8. 8	〃	2207	60	226.7	13.7	43.5
〃. 9. 21~10. 3	〃	4253	74	457.8	28.2	80.9
'69. 8. 22	葉内水分不足度	575	21	74.1	13.5	15.1
'82. 10. 1~11. 15	葉内水分不足度	5131	85	576.0	43.0	66.4

ここでxは絶対湿度(g m<sup>-3</sup>)、e水蒸気張力(mm Hg)、1.293は760mmHgの0°Cにおける乾燥空気の比重量(kg m<sup>-3</sup>)、0.622は水蒸気の空気に対する比重、0.00367は温度1°Cに対する空気の膨張率、tは空気の温度(°C)を示す。なお水蒸気張力eはAngotの式による。

$$T = \sum (X_o - X_i) Q \dots\dots\dots (2)$$

ここでTは蒸散量(H<sub>2</sub>O、g/株・時間)、X<sub>o</sub>、X<sub>r</sub>は通気出口、入口の絶対湿度(g m<sup>-3</sup>)、Qは通気量(m<sup>3</sup>/時間)を示す。なお蒸散速度(g H<sub>2</sub>O dm<sup>-2</sup> hr<sup>-1</sup>)は(2)式で求めた蒸散量を葉面積(dm<sup>2</sup>)で除し、30分当りの値として表示した。

### 3. 気象ならびに土壤水分の測定

蒸散量と気象条件の関係を明らかにするために、以下の測定を行った。

日射量:ロビッチ日射計を用い、屋外日射量を測定した。

気温、地温、葉温:熱電対温度計を電子式記録計に接続して測定した。

蒸発量:小型蒸発計(直径20cm)を用い、ひょう量法で測定した。

鉢内土壌の水分張力:供試個体の素焼き鉢中央部に穴をあけ、テンシオメーターのポーラスカップを挿入し、水銀柱の高さから求めた。

### 4. 葉内水分不足度(WSD)の測定

蒸散速度ならびに土壤水分張力変化が、植物体内水分に及ぼす影響を明らかにするために、次の調査を行った。

まず遮光栽培条件下にある植物体が強い光を受けた場合の、葉温と葉内水分含量の変化を調査した。'69年8月21日に十分にかん水した植物体を、22日に屋外に搬出して、葉上50cmに黒寒冷しや610番2枚、同1枚および、白寒冷しや200番1枚を張り、日射量と葉温ならびに葉内水分不足度(WSD)を調査した。なおWSDは午前6時から1時間ごとに成葉を取り、測定した。

次に土壤水分変化とWSDの関係を明らかにするために、'82年11月1日より、蒸散量の少ない曇天日を選び、テンシオメーターにより土壤水分を測定すると同時に、3株より成葉1枚ずつを取り、WSDを測定した。測定は次の方法によった<sup>(11)</sup>。

$$WSD = \frac{W_s - W_e}{W_s - D} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

ただしW<sub>s</sub> = 飽水時の葉重、W<sub>e</sub> = 採集時の葉重、D = 乾葉重

III 成績

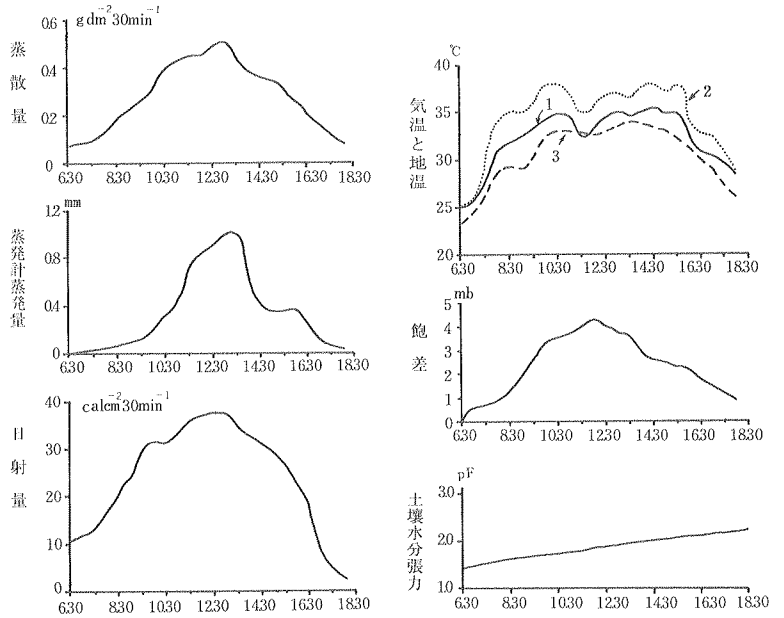
1. 気象条件および  
土壌水分張力と蒸散量  
の関係

1970年7月から10月にかけて園芸試験場の露地条件で測定した中から、代表的な結果を第1, 2図に示した。

まず8月22日の測定では、蒸散速度は午前6時30分頃からゆるやかに上昇し、午後1時頃最大に達したのち、直線的に低下して、18時30分にはほぼ0となった。この日の土壌水分張力は pF 1.4 からゆるやかに上昇して、18時には pF 2.2 に達した。

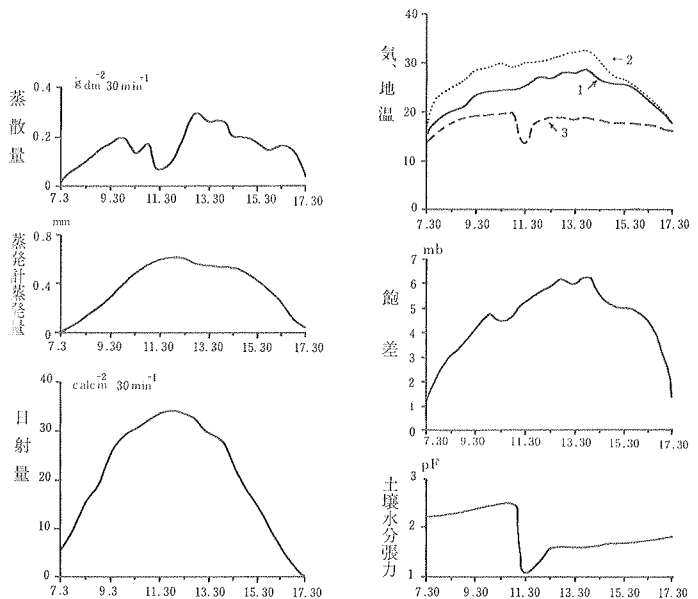
日中の30分ごとの蒸散量と気象因子との相関は第2表のように、Chamber内気温を除き、いずれも相関係数が大きかったが、中でも飽差と日射量に対しては、それぞれ、 $r = 0.971$ , 960と大きく、いずれも1%水準の有意性があった。

一方10月6日の測定結果では、午前7時30分から10時頃まで蒸散速度は直線的に上昇したが、これ以後急激に低下した。日射量の最大値はほぼ11時30分前後であり、30分間で約  $33\text{cal cm}^{-2}$  と大きかったのに対して、蒸散速



第1図 '70年8月22日における蒸散量、蒸発計蒸発量、日射量、気温、地温、飽差ならびに土壌水分張力の時刻別変化

1 : Chamber入口気温 2 : Chamber出口気温 3 : 鉢内地温



第2図 '70年10月6日における蒸散量、蒸発計蒸発量、日射量、気温、地温、飽差ならびに土壌水分張力の時刻別変化

1 : Chamber入口気温 2 : Chamber出口気温 3 : 鉢内地温

度は $0.06 \text{ g dm}^{-2}$ で、単位日射量当りの蒸散速度は $0.02 \text{ g dm}^{-2} \text{ cal}^{-1}$ と きわめて小さかった。この時点での土壤水分張力は pF 2.5 に上昇しており、鉢底面からの給水によって pF 1.0 に低下すると、蒸散速度は再び上昇したが、その値は低かった。

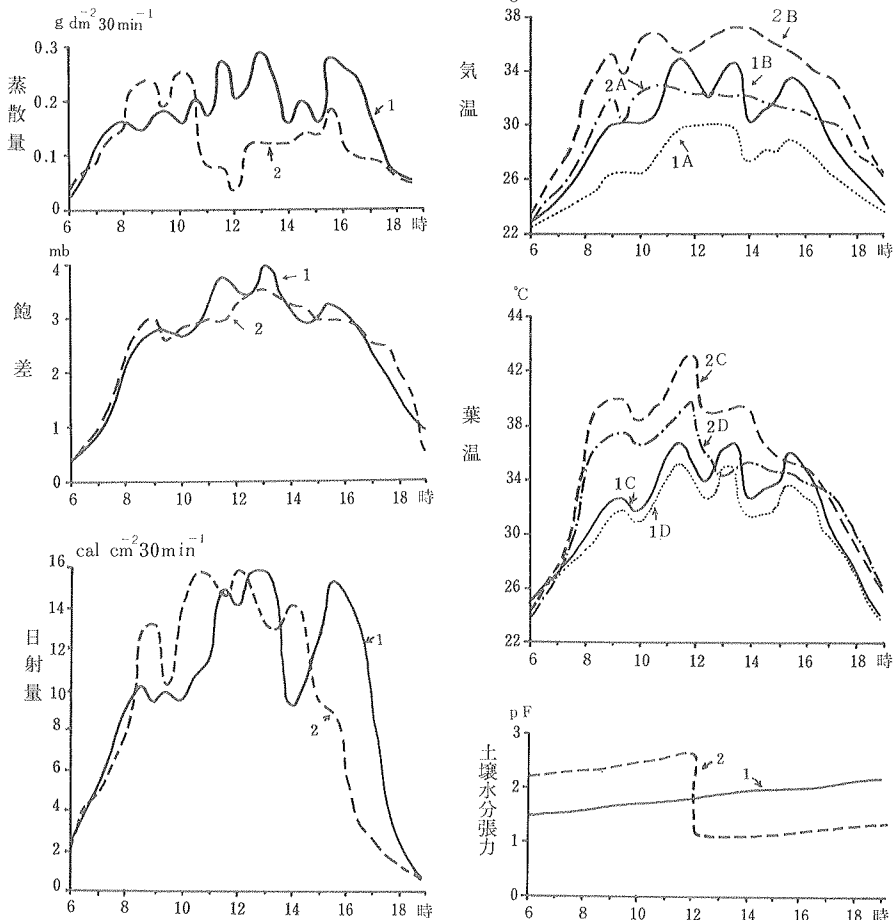
気象因子と蒸散量の相関係数は、日射量との間が  $r = 0.470^*$ で、8月22日の値に比べて明らかに小さかった。また他の因子との間の相関係数もすべて低下し、有意性は5%水準でしか認められなかった。

次に実際の遮光栽培条件下での気象条件および土壤水分と蒸散の関係を '71年7月21日～8月4日、8月21日～9月23日、および '72年8月1日～8日、9月21日～10月3日までの4回にわたって測定した。この中から '71年7月21日と31日の測定結果を第3図に示した。

本図で明らかなように、遮光条件下でも、日射量と土

壤水分張力が蒸散速度に及ぼす影響はきわめて大きく、土壤水分張力が pF 1.5 から 2.2 の間にあった7月21日の場合は、蒸散速度は主として日射量に追随して変化した。また葉温は最高で $36^{\circ}\text{C}$ 程度であった。一方31日の測定では、日射量の変化に追随せず、土壤水分張力が pF 2.4 に達した午前10時以後急激に低下して、pF 2.6 に達した12時の段階での蒸散速度は $0.002 \text{ g dm}^{-2}$ に低下した。また蒸散速度の低下に伴って、株の外側の葉(陽葉)の温度が上昇し、12時には $43^{\circ}\text{C}$ に達した。かん水によって土壤水分張力が pF 1.0 前後に低下したのちも、ほぼ4時間にわたって蒸散速度は十分に回復しなかった。

日射量と蒸散量および葉温との関係を第4図に示した。7月21日の場合、日射量当りの蒸散量はほぼ $0.013 \text{ g dm}^{-2} \text{ cal}^{-1}$ で安定していたのに対して、31日では10時以



第3図 温室内の遮光栽培条件下における蒸散量、日射量、飽差、気温、葉温ならびに土壤水分張力の日変化  
 1: 7月21日, 2: 7月3日測定,  
 A: Chamber入口気温, B: Chamber出口気温, C: 陽葉, D: 陰葉

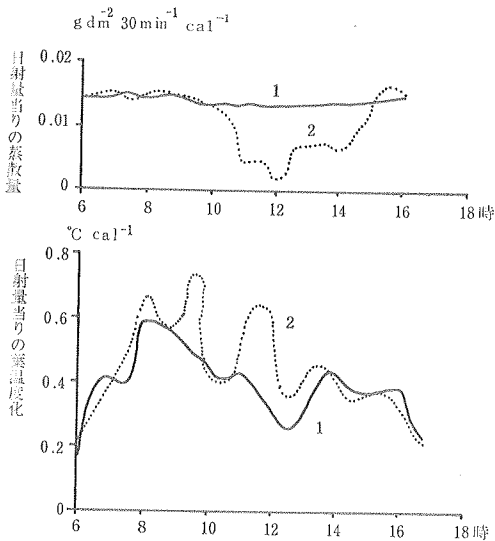
第2表 蒸散量，気象因子ならびに鉢内地温間の相関係数（右上は8月22日，左下は10月6日）

10月6日	蒸散量	蒸発計 蒸発量	日射量	Chamber 入口気温	Chamber 出口気温	鉢内地温	飽 差	8月22日
蒸 散 量		0.913**	0.960**	0.815**	0.766**	0.911**	0.971**	蒸 散 量
蒸発計蒸発量	0.589**		0.793**	0.579**	0.501*	0.758**	0.827**	蒸発計蒸発量
日 射 量	0.470*	0.878**		0.840**	0.812**	0.893**	0.919**	日 射 量
Chamber 入 口 気 温	0.768**	0.914**	0.716**		0.990**	0.938**	0.778**	Chamber 入 口 気 温
Chamber 出 口 気 温	0.681**	0.911**	0.931**	0.722**		0.909**	0.750**	Chamber 出 口 気 温
鉢 内 地 温	0.637**	0.448*	0.514*	0.058**	0.575**		0.892**	鉢 内 地 温
飽 差	0.759**	0.923**	0.757*	0.985**	0.904**	0.495*		飽 差

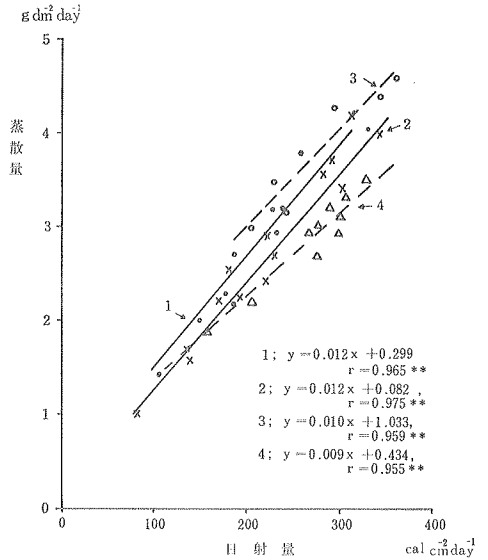
第3表 遮光条件下における蒸散量と日射量，気温，葉温および飽差の相関々係

測 定 日	日射量	Chamber 入口気温	Chamber 出口気温	葉温(1)	葉温(2)	飽 差
'71.7.21	0.941**	0.906**	0.909**	0.931**	0.902**	0.898**
// 7.31	0.325	0.345	0.487	0.423	0.694**	0.439

(1) 陽葉, (2) 陰葉



第4図 '71年7月21日と31日における日射量当りの蒸散量及び葉温変化  
上：日射量当りの蒸散量 (gdm<sup>-2</sup>30min<sup>-1</sup>/cal cm<sup>-2</sup>30min<sup>-1</sup>)  
下：日射量当りの葉温上昇率(葉温-気温)/(cal cm<sup>-2</sup>30min<sup>-1</sup>)  
1：7月21日，2：7月31日



第5図 1日当りの日射量と蒸散量の関係  
1：'71年7月21日～8月4日測定  
2： // 8月21日～9月23日 //  
3：'72年8月1日～8月8日 //  
4： // 9月21日～10月3日 //

後急激に低下して、12時の段階では $0.002 \text{ g dm}^{-2} \text{ cal}^{-1}$ となった。

次に葉温から外気温を引いた値を日射量で割り、日射量当りの葉温上昇率を求めたところ（第4図B）、7月21日の場合は、午前8時以後上昇率はゆるやかに低下して、12時30分には0.24となったのに対して、31日の場合は午前10時以後急激に上昇して、12時には0.64となった。

蒸散量と気象因子の相関係数を第3表に示したが、7月21日の場合は各因子とも相関係数が大きく、いずれも1%水準の有意性があったが、31日の場合は、陰葉の温度を除き明らかな有意性は認められなかった。

以上の結果、土壌水分張力の低い条件下では、蒸散速

度は日射量によって規制されるが、土壌水分張力が  $\text{pF } 2.4$ 以上では、日射量よりも土壌水分張力によって規制されると推定された。このような傾向は遮光の有無にかかわらず認められた。

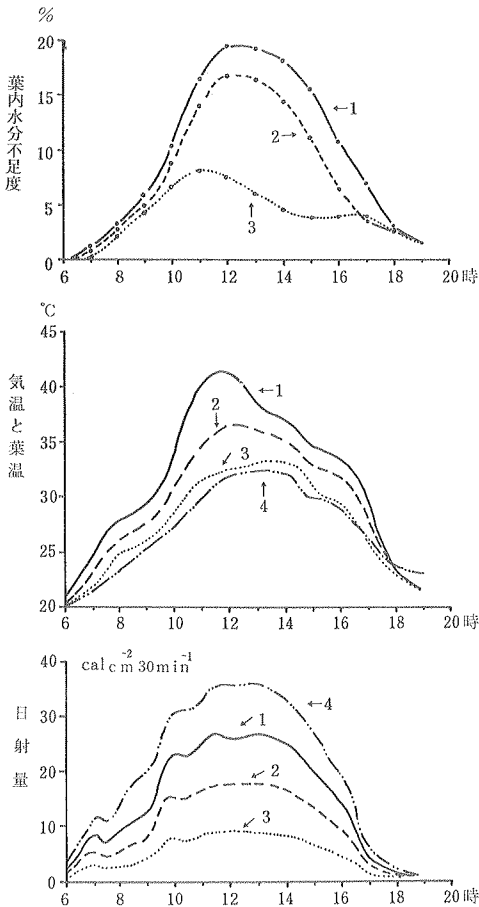
2. 生育に伴う日射量当りの蒸散速度の変化

前述の4期にわたる測定結果を基に、蒸散量と日射量の関係を求めた。ただし土壌水分張力が  $\text{pF } 2.4$ 以上に達した日の値は除いた。

結果は第5図に示すようにどの時期についても日射量との間の相関係数が大きく、1%水準の有意性があった。また日射量当りの蒸散量はほぼ  $0.012 \text{ g dm}^{-2} \text{ cal}^{-1}$ であったが、葉面積が増大するにつれて低下する傾向にあった。

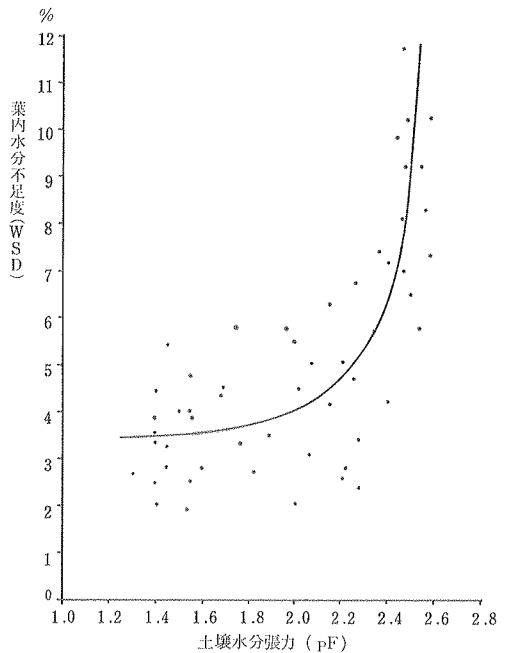
3. 一時的な遮光率の変化が葉温と葉内水分含量に及ぼす影響

黒寒冷しや（610番）の遮光条件下で栽培した植物体を、遮光率の異なる3段階の光条件下においた時の、WSDの日変化を第6図に示した。遮光率の最も高い黒寒



第6図 遮光率の違いが葉内水分不足度と葉温に及ぼす影響（'69.8.22）

- 1：白寒冷しや200番1枚      2：黒寒冷しや600番1枚
- 3：黒寒冷しや600番2枚      4：屋外



第7図 土壌水分張力と葉内水分不足度の関係

（82.10.1~11.15）

冷しや2枚区では、葉温は外気温に近く、午後1時ではほぼ33°Cに達したが、WSDは低く、最大でほぼ8%であった。一方白寒冷しや黒寒冷しや1枚では、12時の段階で日射量はそれぞれ、 $35.26 \text{ cal cm}^{-2} 30 \text{ min}^{-1}$ となり、この段階で葉温は、41.5、36.5°Cに達し、WSDは20%、17.5%に上昇した。

#### 4. 土壌水分張力変化と葉内水分不足度の関係

曇天日における土壌水分張力とWSDの関係は第7図のように、土壌水分張力がpF 2.0前後までは、ほぼ2~5%の不足度であったが、pF 2.2以上で急激に上昇して、ほぼ10%に達した。

## VI 考 察

一連の測定結果から、土壌水分張力が低く、根からの水分供給量が多い状態では、蒸散量は主として日射量によって規制されると考えられる。シクラメンは高温下で著しく生育が劣るために(7)、温室内の気温低下策として、黒寒冷しや600~610番を用いた遮光が行なわれている。これは同時に蒸散に対しても大きな影響を持つと考えられる。室温上昇とのかね合いから、夏季の照度は30 klx程度に抑えることが必要と考えられるが(8)、この程度に照度を抑えることは、水分消費の面からも有効と考えられる。

一方土壌水分張力の増大は、蒸散量の低下と葉温の上昇をもたらした。太陽の光エネルギーの一部は光合成に利用されるが、大部分は蒸散に利用されると考えられる(5)。したがって日射量の多い条件下で蒸散が抑制されれば、葉に照射された光のエネルギーは熱エネルギーに転換され、葉温の上昇をまねく。'70年8月22日と'72年7月31日の測定では、葉温が40°Cを越えたが、シクラメンの光合成速度は15~20°Cで最大となり、40°Cでは、その1/2程度に低下することが明らかにされている(9)。また光合成速度と蒸散速度の間には密接な関係のあることが、多くの植物で明らかにされている(1, 3, 9)。これらのことからみて、日中の蒸散量が低下した条件下では、光合成もまた低下したと考えられる。

かん水によって外観的にしおれが回復しても、蒸散速度の回復は遅れ、完全に回復するには4時間程度を要した。一方光合成の回復はさらに遅れるとの報告もあり、光合成の暗反応系でのRuDPカルボキシラーゼの活性が、高温で著しく低下する(11)ことや、葉の水分欠乏そのものが、各種酵素の活性を低下させることも明らかにされており(4)、蒸散速度の低下は葉の生理作用に対して

も大きく影響するために、その回復には長時間を要するものと考えられる。

蒸散を制限する土壌水分張力は、ほぼpF 2.4附近にあると考えられ、鴨田らが各種作物で行った結果(1)と比較すると、トマト、ナス、キュウリなどの果菜類に概略一致する。

土壌水分張力が低く、適湿の状態にあっても、植物体を一時的に強光下におくと、WSDは20%に達し、葉温も著しく上昇した。これは平常の栽培条件よりも著しく強い光の下で、蒸散速度が急激に増大したため、根からの吸水速度との間に差が生じて、葉に大きな水分ストレスが生じたことを示している。第6図の葉内水分不足度や葉温の上昇からみて、日中の日射量の最大値が白寒冷しや区の $0.8 \text{ cal min}^{-1}$ では大きすぎ、適値は黒寒冷しやの $0.6 \text{ cal min}^{-1}$ と同2枚遮光区の $0.3 \text{ cal min}^{-1}$ の中間的な値、ほぼ $0.4 \text{ cal min}^{-1}$ 程度と考えられる。これを照度に換算すると、ほぼ30klxになる。

'71年12月の調査では日射量が小さく、土壌水分張力の低下も比較的ゆるやかであったために、pF 2.7の高水分張力下でも、WSDは11%にとどまった。したがって一時的な強光条件は、土壌水分張力のゆるやかな上昇よりも大きな影響を持つと考えられる。このことは第7図においても明らかであり、葉内水分不足度の変動に対しては、主として蒸散速度の影響が大きく、蒸散速度の小さい条件下では、土壌水分張力の影響はpF 2.0以上で現れると考えられる。

しかし晴天日に土壌水分張力が増大することは、葉内水分不足度を一層上昇させることになるので、このような条件下ではpF 2.0以下の多水分状態に維持する必要がある。

'71、'72年の蒸散量の測定から、生育が進み葉枚数が増加するにつれて、日射量当りの蒸散速度がやや低下する傾向が認められた。これは葉数の増加に伴って、葉の相互遮へいが大きくなり、株の内部の葉の受光量が低下したためと考えられる(9)。ただしこの点については、今後さらに全生育期間にわたって調査する必要がある。

以上の結果から、夏期におけるシクラメンの水分ならびに光線管理の要点を取まとめれば、次のようになる。

まず水分管理では、蒸散の盛んな日中は極力pF 2.3以下の低水分張力を保ち、順調な水分供給のためには、pF 2.0以下に維持する必要がある。

晴天日の水分欠乏による蒸散速度の低下は、葉温の上昇をまねき、葉の生理活性の低下を引きおこすと考えら

れるので、すみやかな給水と同時に、葉温低下のために葉面散水も有効と考えられる。

次に光線管理では、現行の遮光栽培条件下にある植物体を一時的に強光下におくと、著しい水分ストレスの増大をまねくので、遮光装置の閉閉には細心の注意が必要である。遮光の効果は蒸散や葉温の面のみから論じることではできないが、光合成特性からみても(9)、照度を25~30klxに調節するのが、最も効果的と考えられる。また雲により、日中の日射量が激しく変化する条件下では、常に遮光下に置く方が安全と考えられる。

本試験では葉内水分の変化をWSDで求め、さらに土壤水分を毛管力に相当するpF水分張力で求めたために、植物体と土壤水分との関係を統一的には握ることができなかった。今後は土壤と植物体各器官の水ポテンシャルを測定する必要があり、さらにKRAMER(6)が述べているように、気象因子と、植物体および土壤の水ポテンシャルならびに気孔開度などを連続的に測定し、それら相互の関係を明確にする必要があろう。

## V 摘 要

夏季におけるシクラメンの水分管理の合理化を目的に、日射量、気温などの気象因子ならびに鉢内土壤の水分張力が、蒸散量、葉内水分含量ならびに葉温に及ぼす影響を調査した。

1. 土壤水分張力がpF 2.2以下の低い条件下では、日中の蒸散量の増減は日射量に追従した。蒸散は午前6時に始まり、午後1時に最大となり、以後低下して午後6時には停止した。1日の日射量当りの蒸散量は、全期間を通じてほぼ $0.013\text{gdm}^{-2}\text{cal}^{-1}\text{day}^{-1}$ であった。

2. 土壤水分張力がpF 2.4以上に上昇すると、蒸散量は急激に低下すると同時に、葉温は $40^{\circ}\text{C}$ 以上に上昇した。またかん水によってpF水分張力が1.0前後に低下したのち4時間程度は、蒸散量は十分に回復しなかった。

3. 通常の遮光条件下で栽培している植物体を強光下におくと、急激に萎ちようすると同時に、葉内水分不足度は上昇して20%に達した。また同時に葉温も上昇して、 $42^{\circ}\text{C}$ に達した。これは急激な日射量の増加により蒸散量が増大したのに対して、根からの水分供給量が不足したためと考えられた。

4. 以上の結果から、夏季の土壤水分張力はpF 2.0以下に保持すると同時に、遮光栽培されている植物体を急激に強い日射条件下に置くことは、植物体内の水分ストレスを急速に高める結果となるので、光線管理には細心の注意を払う必要がある。

## 引用文献

1. 鴨田福也・伴義之・志村 清(1974)・野菜の光合成及び蒸散に関する研究, I. 光合成, 蒸散の作物間差異及び土壤水分との関係, 野菜試研報A1:109~139.

2. KATO, I., and F. KAMOTA (1969). measurement of evapotranspiration by chamber method and its application. JARQ. 4; 27~32.

3. KOZLOWSKI, T.T. (1969). Water Deficits and Plant Growth. III. 177~210. Accademic Press, New York.

4. \_\_\_\_\_(1976). \_\_\_\_\_ IV: 153~190. \_\_\_\_\_.

5. KRAMER, P. J. (1969). Plant and Soil Water Relationships. A Modern Synthesis: 296~345. McGRAW-Hill, New York.

6. \_\_\_\_\_(1974). Fifty years of Progress in Water Relation Research. Plant Physiol. 54: 463~471.

7. LARSON, R. A. (1980). Introduction to Floriculture 375~393. Accademic Press, New York.

8. 三浦泰昌(1978). 鉢植シクラメン培養土の理化学性と施肥法に関する研究, 神奈川県園試特別報告: 90~93.

9. \_\_\_\_\_(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, 神奈川県園試特別報告: 1~57.

10. 坂 齊(1978). 光合成能力とRuDPカルボキシルラーゼ特性, 農業技術, 33(9): 401~407.

11. 鈴木鉄男(1971). 温州ミカンの水分管理に関する研究, 土壤および樹体の水分低下度と給水の関係, 静岡大学農学部研報, 4: 1~80.

12. 鶴島久男・寺門和也(1971). 鉢物かん水自動化に関する研究, 東京都農試研報, 5: 37~78.



### Summary

Cyclamen plants were grown in a greenhouse in which light intensity was controlled to 40% of natural day light by the shade from July to September and the transpiration was measured in the greenhouse by the chamber method<sup>(2)</sup>.

1. When soil moisture tension in the pots was in the range of pF 1.0 to 2.2, daily change in transpiration rate had high correlation with intensity of solar radiation. In a clear day, transpiration began at 6 AM, increased in midday and then decreased to 6 PM.

Correlation coefficients between transpiration and solar radiation, air temperature and saturation deficit were 0.941\*\*, 0.906\*\* and 0.898\*\*.

The ratio of transpiration rate ( $\text{g H}_2\text{O}/\text{leaf area dm}^{-2}\text{day}^{-1}$ ) to solar radiation ( $\text{cal cm}^{-2}\text{day}^{-1}$ ) was 0.013 in July and decreased to 0.009 in September with increasing leaf area of the plants.

2. When the soil moisture tension was higher than pF 2.4, transpiration rate decreased significantly and at the same time leaf temperature rose up to

42°C. The transpiration rate showed little recovery for about 3 hours after watering.

3. When cyclamen which had been grown in the greenhouse and under the shade was temporarily exposed to about 75% of sunlight intensity through white cheese cloth, the leaves wilted in a few hours and water saturation deficit (WSD) in the leaves increased to 20%, and leaf temperature rose up to 42°C.

These changes in the leaves suggest that, though the transpiration rate increased significantly with increasing solar radiation, water absorption rate in the root did not so increase as the transpiration rate.

4. Some points for the efficient water management in summer were clarified by the experiments. Chief points are as follows; (1) Soil moisture tension in day time should be maintained in the range of pF 1.0 to 2.0, (2) Solar radiation of high intensity is harmful to the plants, and the intensity should be controlled to about  $0.4 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  at the maximum by the shade.