

夏季のガラス温室における室内気温低下への細霧冷房の効果

誌名	京大農場報告 = Bulletin of the Experimental Farm, Kyoto University
ISSN	09150838
著者名	片岡,圭子 小西,剛 西川,浩次 札埜,高志 森田,隆史
発行元	京都大学農学部附属農場
巻/号	10号
巻号補足	
掲載ページ	p. 7-12
発行年月	2001年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



夏季のガラス温室における室内気温低下への細霧冷房の効果

片岡 圭子・小西 剛・西川 浩次・札埜 高志・森田 隆史

(京都大学大学院農学研究科附属農場)

Effect of the Fog Cooling System on the Air Temperature of Glasshouse in Summer

Keiko KATAOKA, Tsuyoshi KONISHI, Kouji NISHIKAWA, Takashi FUDANO
and Takashi MORITA

(Experimental Farm, Graduate School of Agriculture, Kyoto University)

Summary

It was tried to evaluate the effect of the fog cooling system on the air temperature of glasshouse (the floor area was about 93.8 m²) in mid summer, located in kosobe-cho, Takatsuki-shi, Osaka pref. Japan, in which potted cyclamens were cultured. There were double layer shading in the glasshouse. The fog cooling system contained 29 nozzles was working on 1 min. at 3 or 5 min. interval from 9:00 to 17:00. Temperature of outside and inside were measured at every 30 sec. from 10:00 to 16:00 during Aug.5 to Aug.17. In clear weather, the average of the air temperature inside with fog cooling at 5 min. interval was about 2°C lower than outside, and that with 3 min. interval was about 3°C lower. Without fog cooling, inside temperature was not different from outside.

With comparing the average of temperature from July 14 to Aug.31, between 2000 (with fog cooling system) and 1999 (without that), the effect of cooling system was estimated at 0.8°C, approximately. The potted cyclamens grow better and flowered earlier than before installing the fog cooling system. Any pests were not increased.

緒 言

日本の温室花卉生産において、夏季の高温多湿は大きな障害であり、特に主要鉢物のひとつであるシクラメンでは夏季の高温による生育障害をどの程度回避できるかが最終的な製品の良否を左右する。そのため暖地でのシクラメン栽培は夏季強い遮光下で栽培されることが多いが、秋の気温低下が遅れた年などでは、高温による生育遅延が影響して、出荷時期が遅くなり、生産を不安定にする要因となっている。そこで、より積極的に気温を低下させるための手段として冷房の導入が考えられるが、鉢物価格の低迷傾向の続く今日、設備費用やランニングコストの小さい設備が望ましい。

細霧冷房は、温室に複数個設置したノズルを使用

して、約20~50 μmの水滴(細霧)を噴霧し、その気化熱を利用して室内気温を低下させる冷房方式である。装置は動力噴霧機、細霧ノズルおよび制御盤からなる比較的単純な構成であり、運転に要する電気消費量および水量ともに大きくないと考えられる。しかし、水の気化熱を利用した冷房方式は多湿条件では十分な効果が得られないことが危惧される。そこで、大阪府高槻市に位置する京都大学大学院農学研究科附属農場のシクラメン栽培ガラス温室を用いて、室内気温に対する細霧冷房の効果を明らかにするために実験を行った。

材料および方法

実験1. 室内気温測定は、大阪府高槻市古曽部町に

設置したガラス温室（南北棟，間口6.75m×奥行き13.9m×軒高5m）で，2000年8月5日から8月17日に行なった。遮光のために温室内に2層の遮光材を張った。上層は内張りカーテン装置にLSスクリーン（UV15，遮光率50%，誠和製）を，高さ2.2mの下層にはアルシャドー（遮光率50%，日軽アルミ製）を水平に張った。側窓は開放とし，天窗の開閉は25℃に設定して自動的に制御した。細霧冷房装置は，上層遮光カーテン下（高さ約3m）にS型ミクロンノズル（15kg/cm²圧力で噴霧量100ml/min.）29個を3列に配置し，動力噴霧機（SR-16）により加圧噴霧するものである（Fig.1）。供試温室内では，約500鉢のシクラメンをとい給水法で栽培した。

細霧冷房装置の制御はタイマーと温度センサーを併用し，装置の作動時間を9:00から17:00までとし，作動温度は27℃に設定した。温度はステンレスカバー付きの付属センサーを装着した小型温度記録計（TR-10，タバイエスベック製）で測定し，センサーは発泡スチロール製の遮光ケース内に置いて太陽光の直射による影響を減じた。温室内気温は南西隅高さ2mの位置で，外気温は温室南側高さ1.2mの位置で30秒毎または1分毎に測定，記録した。予備試験の結果から，1回の噴霧時間をシクラメンの葉がわずかに濡れる程度の1分間とし，間隔を3分間および5分間に設定した。

実験2．細霧冷房装置の効果を平均室内気温で評価するため，実験1の供試温室において，7月14日から8月31日まで温度測定を行い，その平均室内気温を，

前年度（細霧冷房導入以前）のそれと比較した。年次による差異を考慮するための対照区として，隣接するほぼ同規模のガラス温室（以下，対照温室）の室内気温データを利用した。室内気温は高さ1mに設置した小型温度記録計（実験1と同じ）を用い，30分ごとに測定した。

結果および考察

10:00から16:00までの気温の各測定日ごとの平均をTable.1に示した。細霧冷房なしでは外気温と室内気温の差は小さかった。天候が曇りの日では，細霧冷房の効果がほとんどなく，外気温と室内気温の差もほとんど認められなかった。快晴の日では細霧冷房によって，3分間おき1分間噴霧処理では約3℃，5分間おき1分間噴霧処理では約2℃の温度低下が認められた。

10:00から16:00までの気温変化の1例として，3分間おき1分間噴霧処理区では8月6日（Fig.2），5分間おき1分間噴霧処理区では8月16日（Fig.3），および無処理区では8月5日（Fig.4）の気温変化をそれぞれ示した。いずれの日も快晴で外気温の平均は36～37℃であった。午前中の温度低下効果が大きく，14:00以降の低下程度が小さくなる傾向が認められた。

噴霧による温度低下について検討するために，5分間おき1分間噴霧とした8月16日における13:00から14:00の間の気温変化を拡大してFig.5に，3分間おき1分間噴霧とした8月6日における12:30から13:30

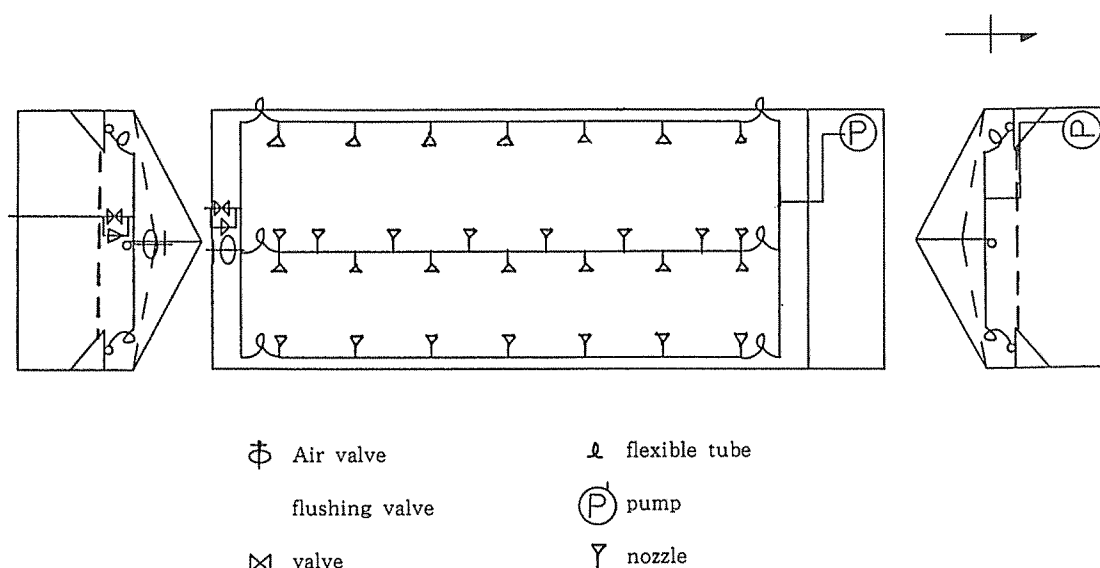
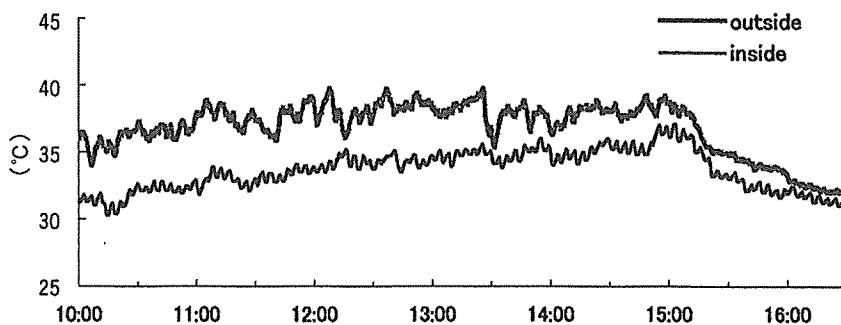


Fig. 1. Outlines of the fog cooling system.

夏季のガラス温室における室内気温低下への細霧冷房の効果

Table 1. Average air temperature in the glasshouse from 10:00 to 16:00 with/ without fog cooling system, from Aug.5 to Aug. 16, 2000.

	date	weather	outside (°C)	inside (°C)	difference
with fog cooling	Aug. 6	clear	37.2	33.8	3.4
(1 min.interval 3 min.)	Aug.10	clear	35.4	32.4	3.0
	Aug.13	cloudy	32.6	32.0	0.7
average			35.1	32.7	2.3
with fog cooling	Aug.14	cloudy	32.2	31.7	0.5
(1 min.interval 5 min.)	Aug.15	clear	35.0	32.9	2.1
	Aug.16	clear	36.3	34.1	2.2
average			34.5	32.9	1.6
without fog cooling	Aug. 5	clear	37.7	36.6	1.1
	Aug. 9	cloudy	31.7	32.4	-0.7
	Aug.11	clear	35.6	35.2	0.4
average			35.0	34.7	0.3

**Fig. 2.** Change of the air temperature with 1 min. fog cooling at an interval of 3 min., Aug.6 (in clear weather), 2000.

の間の気温変化を拡大してFig.6に示した。5分間おきの噴霧では室内気温はほぼ6分間の周期で上下を繰り返しており、3分間おきの噴霧ではほぼ4分間の周期で気温が上下した。1回の噴霧の気温低下はいずれの場合でも約1℃であった。

細霧冷房は1gの水が蒸発(気化)するときにおよそ2,400Jの熱を奪うことを利用する方法である(蔵田, 1992)。そこで噴霧された細霧がすべて気化した

として試算してみると、ノズル1個当たりの1分間の噴霧量が100ml、ノズル個数が29個とすると、 $2,400 \times 100 \times 29 = 6,960,000 \text{ J/min.}$ の熱量が気化熱として消費されることになる。矢吹ら(1964)は、夏季大阪でのガラス室における正味放射について、日中最高時 $0.8 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min} (= 8 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{min})$ としている。本実験での供試温室の床面積は約 93.8 m^2 であるから、正味放射による熱量は $93.8 \times 8 = 750.4 \text{ kcal/min.} =$

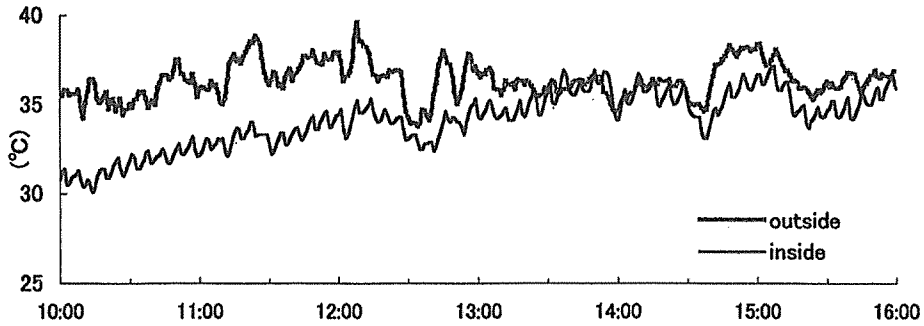


Fig. 3. Change of the air temperature with 1 min. fog cooling at an interval of 5 min., in Aug.16 (in clear weather), 2000.

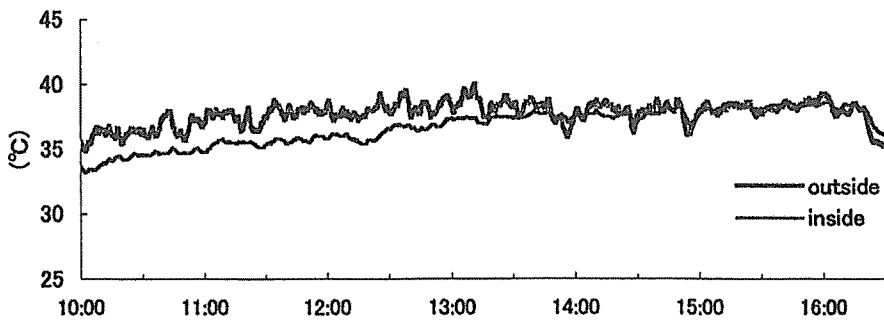


Fig. 4. Change of the air temperature without fog cooling, Aug.5 (in clear weather), 2000.

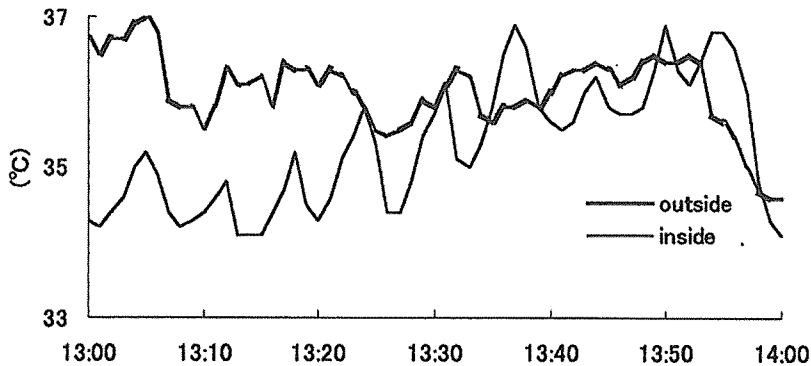


Fig. 5. Change of the air temperature measured every 1 min. with 1 min. fog cooling at an interval of 5 min., from 13:00 to 14:00 on Aug.16 (in clear weather), 2000.

3,141,174.4 J/min.となる。噴霧された細霧がすべて温室内で気化したとしたときの消費熱量との差は3,818,826 Jとなり、供試温室の容量を639 m³、空気 の定圧比熱を1,004 J/Kg・K、空気 の密度を1.2 Kg/m³とすると、 $3,818,826 / (639 \times 1.2 \times 1,004) = 5^{\circ}\text{C}$ の温度低下が期待できる。本実験では、1 分間の噴霧で約1℃の温度低下となった。これは、換気のために温室外

へ流出する細霧が多いことによると考えられた。

噴霧時間を1分間よりも長くすると、葉面の濡れが増加したことから、これ以上の温度低下効果を期待する場合は噴霧間隔をさらに縮める必要があると思われた。三原ら(1973)は、床面積280 m²のガラス温室において23個のノズルからなる細霧冷房装置を設置し、連続作動させたところ、室内気温が終日外気温以下に保

夏季のガラス温室における室内気温低下への細霧冷房の効果

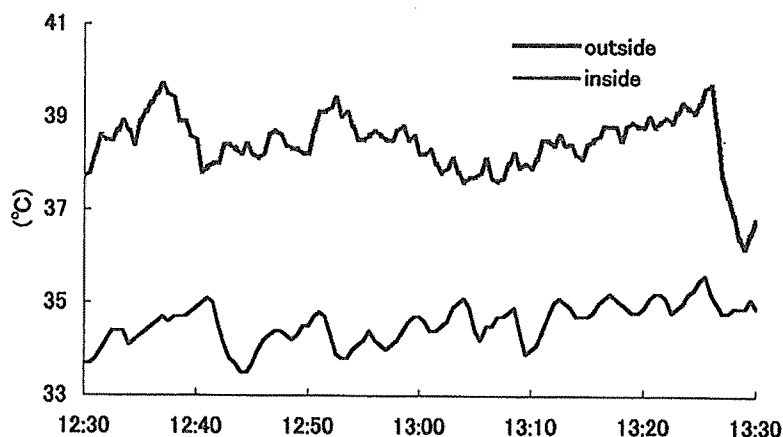


Fig. 6. Change of the air temperature measured every 1 min. with 1 min. fog cooling at an interval of 3 min., from 12:30 to 13:30 on Aug. 6 (in clear weather), 2000.

持されたことを報告している。このときの対照温室の室内気温は外気温よりも2℃から6℃、高くなっており、細霧冷房の効果が高いことを示した。本実験で供試した細霧冷房装置は、単位床面積あたりのノズル数が三原らの装置の約4倍であることから、3分間おき1分間噴霧の場合に噴霧量が同等となったと思われる。

細霧冷房導入以前の1999年7月14日から8月31日までの平均気温は、供試温室で28.8℃、対照温室で28.1℃であった。これに対して細霧冷房を導入した2000年7月14日から8月31日までの平均気温は供試温室で29.0℃、対照温室で29.1℃となりほとんど差がなかった。対照温室の平均気温の結果より、1999年夏よりも2000年夏の方が約1℃高かったが、細霧冷房を導入した供試温室では0.2℃高かった。このことから約0.8℃の細霧冷房による温度低下効果があったと考えられた。細霧冷房は、原理的には湿球温度まで空気を冷却できる(蔵田, 1992)。大阪府での7, 8月平均の日中湿球温度は24~5℃という報告があり(安井, 1990)、冷房方式として十分利用できる可能性があると考えられた。

0.8℃の温度低下が冷房として十分であるかは定かではないが、シクラメンの生育については、前年までに比べて秋の生育再開が早まったことが観察され(データなし)、出荷開始日が2週間早くなった。また、ハダニの発生が少ない印象を受けた。濡れによる病害発生はなかった。細霧冷房の影響には、気温の低下だけでなく、空気湿度の上昇も含まれていると推測され、シクラメンの生育および病虫害の発生に対して複合的に影響したものと考えられた。

本実験の結果から、暖地でのシクラメン栽培におい

て細霧冷房は利用可能であると推測された。

摘 要

大阪府高槻市古曽部町のシクラメンを栽培中のガラス温室(約93.8㎡)に細霧冷房装置を導入し、夏季の冷房効果について検討した。温室には二重遮光を行い、ノズル数は29個、5分間おき1分間噴霧、3分間おき1分間噴霧および無噴霧の処理を設けた。2000年8月5日から8月17日の期間において、外気温および室内気温を30秒間隔で測定し、午前10時から午後4時までの間の平均気温を比較したところ、外気温よりも、5分間おき1分間噴霧で約2℃、3分間おき1分間噴霧で約3℃の室内気温の低下が認められた。無噴霧では外気温との差はほとんど認められなかった。7月14日から8月31日の期間について、細霧冷房を導入した2000年と細霧冷房未導入であった前年(1999年)との平均気温を比較したところ、約0.8℃の冷房効果が認められた。シクラメンの生育は前年までよりも良好で、出荷期の前進が認められた。病虫害の増加は認められなかった。

引用文献

- 蔵田憲次. 1992. 温度. 古在豊樹, 狩野敦, 蔵田憲次, 北宅善昭, 池田英男, 大川清, 今西英雄, 松井弘之, 松尾昌樹, 三位正洋共著. 新施設園芸学. 朝倉書店. 東京.
- 三原義秋・古牧弘. 1973. 温室の細霧冷房 (Fog

& Fan) 法の実施例について, 農業気象, 28:19-24.

房設計, 生物環境調節, 2:14-20.

3. 矢吹万寿. 1964. 噴霧冷却方式によるガラス室冷

4. 安井秀夫. 1990. 施設栽培学, 川島書店, 東京.