ダリアの促成および抑制栽培に関する研究 (第5報)

夜温および受光量が開花に及ぼす影響

小 西 国 義*・稲葉久仁雄

(茨城県園芸試験場)

K. KONISHI and K. INABA : Studies on flowering control of dahlia. V.
Effects of night temperature and amount of light on flowering

Summary

In the experiments reported here, the effects of night temperature and amount of the natural light upon the shoot growth and flowering of dahlia were examined. In the first experiment plants propagated from cuttings were grown at minimum night temperatures of 5, 10 and 15°C after decapitation. In the second experiment the natural light was reduced in intensity and duration to about 60 per cent comparing with those of the normal daylight.

1. High night temperatures accelerated the growth of shoot. Under low night temperatures plants grew slowly, but produced cut-flowers of high quality.

2. When the plants were exposed to 13-hour days, the minimum night temperature of 10°C was most favourable for flowering of dahlia. Under high night temperature the flowering time was spread over a long period. The plants grown under

low night temperature flowered more simultaneously than those grown at the high night temperature of 15°C, but their flowering times were delayed.

3. Changing the night temperature did not alter the optimum photoperiod for flowering, but varied the lower critical day-length. When plants were grown at the minimum night temperature of 10°C, they required longer photoperiod for normal flowering than those grown at higher or lower night temperature. The numbers of both ray and disk florets increased with decreasing the night temperature.

4. By decreasing the intensity or the duration of the natural light given to the plants, the lower critical day-length for flowering was prolonged. Flowering of the shoots exposed to the optimum day-length of 13 hours was retarded in the reduced light, but the flowering per cent was not affected.

I. 緒 言

植物はその生長、発育のために、それぞれの適温を持っているが、ダリアのこれらの温度についてはほとんど調べられていない。わが国では、6月あるいは10月ごろによく生長し開花することから、この時期の温度が適温であろうと考えられている。ふつうの露地栽培であれば、この程度の知識でもじゅうぶんであろうが、促成あるいは抑制栽培では、生育適温を知ると同時に、花芽の分化およびその発達のための最低限界温度も知る必要がある。

温度が植物の日長感応性に影響することは古くから知られており、それについては多くの報告がある^(1,3,9,14)。普通短日植物とされている種類でも、低温下では長日条件下で開花することがある⁽¹⁶⁾。逆に、ある植物は低温あるいは中温では長日植物として反応するが、高温では短日のもとでもよく開花したという報告もある⁽¹⁵⁾。ダリアは相対的短日植物であり、その最適日長は13~14時間であることはすでにみたところである。この日長反応

が生育温度によつてどう変わるかは、実際栽培上重要であり、同時に興味ある問題である。

ところで、施設を使つての冬季の花栽培では、太陽光線は相当弱い。それだけでなく、保温のためにこもかけをして、朝夕の受光時間が制限されることが多い。このような条件が、ダリアの開花にどう作用するかも興味あるところである。

ここに報告する第1の実験では、ダリアの生長、開花のための適夜温を調べ、とくに夜温と最低限界日長との関係を調べた。第2の実験では、太陽光の強さと受光時間を変えて、それが開花に及ぼす影響を検討した。

なお、夜温に関する実験は、1963年と1964年の2回にわたつて行なつたが、その目的、方法および結果は、基本的には同じであつたので、ここには1964年の実験についてのみ報告する。

この研究を行なうにあつて終始御助力を受け、本稿の御校閲をいただいた京都大学教授塚本洋太郎先生に、心から感謝の意を表する。また、香川大学狩野邦雄教授にも御校閲をしていただいた。あわせて深謝する。

茨城県園芸試験場業績

* 現香川大学農学部 1965年11月13日受理

II. 材料および方法

1. 夜温

品種は「あかね」を供試し、さし芽苗を用いて箱植えとしたが、さし穂の採取やさし芽の方法、栽植密度などは従来の実験と同じであつた。9月15日にさし芽し、10月7日に植えつけ、20日に摘心して側枝を伸長させた。その後外温がじゅうぶん低くなるまで14時間日長のもとで、最低気温8℃で育て、12月8日に第2回の摘心を行なつた。

第2回摘心と同時に、温度および日長処理を開始した。温度は、昼間はいずれも22～25℃とし、夜間の温度を低、中、高温の3段階に分けた。その詳細については結果の項で説明する。これらの各温度におかれたものをさらに3分して、それぞれ11, 12, 13時間の日長処理を行なつた。すなわち、午前7時より午後4時半まで自然光にあて、その後は黒ビニルで被覆し、白熱灯で補光して上記の日長とした。

供試株数は1区20株とし、2茎仕立てで40茎を使用した。

2. 受光量

1964年2月2日に「あかね」の抑制切り下株の側枝をさし芽し、3月2日に箱に植えた。16日に摘心して全体を3つのグループに分け、太陽光の受光時間および強さを(1)午前7時から午後6時までの自然光11時間；

(2) 黒色ビニルかんれいしやで遮光して11時間受光；
(3) 午前8時30分より午後3時30分までの自然光7時間とした。これらの太陽光の受光時間以外は黒ビニルで被覆し、白熱灯で補光して11, 12, または13時間日長とした。なお、摘心前の日長は14時間であつた。

かんれいしや遮光区の照度は、種々の条件のもとで測定した結果では、自然光62,800ルクスに対して、38,300ルクスであつて、約60%に減少していた。

III. 結果

1. 夜温

夜温は最低が5, 10, 15℃になることを目標にしたが、実験期間中の最低気温の平均はそれぞれ5.1, 10.9, 15.9℃であつた。すなわち、低温区はほぼ所期の温度を得ることができたが、中温および高温区は目標よりやや高目であつた。

夜温は一定ではなく変化したが、その状態を各時刻ごとに示すと第1図のとおりであつた。各区とも、夕刻黒ビニルでおおつてのちしばらくは温度が上昇し、その後下降しはじめた。高温区は変化が比較的になく、低温区は徐々に低下して、黒ビニルを除去した午前7時ごろに最低となつた。

摘心後このような温度条件で栽培した場合の側枝の生長状態は、第1表に示したとおりであつた。表中に実験終了時とあるのは、摘心後110日目である。そのときま

Fig. 1. Variation of night temperatures.

Table 1. Effect of night temperature and day-length on the growth rate of dahlia shoots.

Temperature and day-length		Stem length on the following dates after cutting back				At the end of experiment*		
		10th	20th	30th	40th	Stem length	Shoot weight	No. of nodes
	hrs	cm	cm	cm	cm	cm	g	
H	11	1.4	5.8	8.8	10.0	11.2	7.7	5.8
	12	2.0	9.7	20.1	29.3	39.9	21.4	6.2
	13	2.7	12.6	24.2	49.1	78.8	60.4	6.8
M	11	0.6	4.0	6.2	7.2	7.4	5.7	4.0
	12	0.9	6.4	11.3	13.5	13.5	8.0	4.4
	13	0.7	8.0	16.6	32.2	70.6	48.2	5.2
L	11	0.1	1.6	3.9	5.0	9.0	8.8	5.1
	12	0.1	1.9	4.8	7.4	22.3	19.4	6.2
	13	0.1	2.1	5.2	8.9	45.1	48.1	6.3

* The experiment was terminated on the 110th day after cutting back. The shoots that flowered before that time were measured for their length, weight and the number of nodes at the flowering time, and non-flowered ones were measured at the end of the experiment.

でに開花したものは開花時に、開花しなかったものは実験終了日に、下部1節を残して切りとり、茎長、重さ、節数を調査した。

夜温が高いほど茎の伸長は促進された。低温区では伸長が遅れ、摘心後40日たつても、13時間日長区でわずかに8.9cmにすぎず、実験終了時の茎長もとくに短かった。中温区も伸長は遅れたが、比較的によく伸長し、実験終了時には、13時間日長では高温区と大きな差はみられなかった。日長は短いほど茎の伸長が悪く、とくに11時間日長では、いずれの温度区もほとんど同じような茎長を示した。すなわち、茎の伸長に対する短日の抑制作用が除去されるような日長は見いだせなかった。なお、実験終了時に、12時間日長で中温区がとくに短い茎長を示したが、これは開花率と関係がある。

実験終了時の茎葉重は、茎長の場合とほぼ同じ傾向であつた。ただし、低温区が茎長の割合いには重かつたのが特徴的であつた。とくに13時間日長の場合には、中温区と低温区との茎長の差は22.5cmであつたが、重さでは差がみられなかった。

節数は、いずれの日長でも中温区がとくに少なかった。低温区と高温区とでは、高温区のほうがわずかに多い傾向がみられた。

発蕾始めは高温区が早かつたが、中温区のほうが比較的によくそろつて発蕾した。とくに高温区の13時間日長ではそろいが悪く、中温・13時間日長区では、摘心後55日で100%が発蕾したが、高温・13時間日長区は全個体が発蕾するのに摘心後80日を要した。低温区はこ

れらより遅れて発蕾し始めたが、比較的によくそろつた（第4図）。

このように、同一日長でも温度によつて発蕾に遅速はあつたが、実験終了時までの発蕾率は、第2図に示したように、日長による差はあつたが、温度による差はみられなかった。

第3図は実験終了時までの開花率を示したものである。

いずれの温度区も、13時間日長ではよく開花した。12時間日長では、低温区および高温区は半数以上が開花したが、中温区ではきわめて低い開花率にとどまつた。11時間日長では温度が低いほど開花率は高かつた。1963年の実験でも、12時間日長の中温区の開花率がとくに低く、この実験結果と一致したが、11時間日長ではいずれの温度でもほとんど開花しなかった。

実験終了時の開花率は以上のとおりであつたが、開花期についてみると、開花始めは高温区ほど早かつた。たとえば、12時間日長では、高温区

Fig. 2. Effect of night temperature on budding of dahlia plants.

The plants were grown under the photoperiods of 11 (A), 12 (B), or 13 (C) hours after cutting back. Records were taken on the 110th day after cutting back.

Fig. 3. Effect of night temperature on flowering of dahlia plants.

The plants were grown under the photoperiods of 11 (A), 12 (B), or 13 (C) hours after cutting back. Records were taken on the 110th day after cutting back.

がその最終的な開花率 50.0% に達したときに中温区の開花が始まり、中温区が開花し終つてはじめて低温区が咲き始めた。第4図には、よく開花した13時間日長のみについて、発蕾率および開花率の累積曲線を示した。

この場合も、開花始めは高夜温ほど早かつた。しかし、高温区は開花が不ぞろいで、摘心後110日経つても全個体が開花するには至らなかった。中温区と低温区の開花始めは、高温区よりそれぞれ10日、45日遅れたが、これらの区ではよくそろつて開花した。とくに中温区は、高温区よりむしろ早く開花し終つた。

開花したものについて、その茎長、重さ、節数を調べさらに小花数を調査した。13時間日長で得られた切り花の長さおよび重さは第5図のとおりであつた。

茎長は夜温が高いほど大きかつたが、低温区でも44.0 cmで、切り花としてじゅうぶんな長さであつた。切り花重も高温区が最大を示した。低温区は中温区とほぼ同じ重さであり、長さの割合いには重く、茎葉がよく充実していたことを示している。

第6図は、1集合花あたりの小花数を、舌状花、管状花別に示したものである。小花数は日長によつて変わり、短日で総小花数および舌状花数は減少した。しかし、この結果で大切なのは、小花数が夜温によつても変化したことである。

総小花数は、一般に同一日長では温度が低いほど増加する傾向があつた。舌状花も同じように、低夜温で増加

Fig. 4. Effects of night temperature upon budding and flowering of dahlia plants grown under 13-hour days.

Fig. 5. Effects of night temperature on the stem length and weight of the flowered dahlia shoots grown under 13-hour days.

Fig. 6. Effect of night temperature on the number of florets per flower head in dahlia.

A: No. of ray florets,
B: No. of disk florets.

した、また管状花も、高温・12時間日長区に例外はあったが、一般に低温で多い傾向があり、したがって、同一日長での舌状花率には、温度による差はほとんど認められなかった。これらのことは、開花率の高かった13時間日長において、とくに明らかであった。前年の実験でも、これとほとんど同じ結果が得られた。

2. 受光量

茎の伸長は7時間受光区(7-h)がわずかにすぐれていた。これは、夕方早くから朝おそくまで黒ビニールでおおって、高温になつたためと思われる。

発蕾は自然光11時間区(control)がよく、7-h区が最も悪かった。この傾向は日長が短いほど著しかった。

実験終了時(摘心後70日)の開花率は第7図のとおりであった。11時間および13時間日長では、各処理区間に差はほとんど認められなかったが、12時間日長では対照区が最もよく開花し、遮光11時間区(60%)と7-h区にはブラインドになつたものも多く、開花率はそれぞれ

Fig. 7. Effects of day-length and amount of light on the flowering per cent of dahlia.

Cont.: The plants were exposed to the natural light for 11 hours (7.00 am.....6.00 pm).

60%: The natural light was reduced to 60 per cent in intensity.

7-h: The natural light was limited to 7 hours in duration (8.30 am.....3.30 pm).

Fig. 8. Effects of day-length and amount of light on the cumulative curves of flowering per cent in dahlia.

Cont.: The plants were exposed to the natural light for 11 hours (7.00 am.....6.00 pm).

60%: The natural light was reduced to 60 per cent in intensity.

7-h: The natural light was limited to 7 hours in duration (8.30 am.....3.30 pm).

れ 15.0%, 25.0% にすぎなかつた。

13時間日長では、受光量による開花率の差は認められなかつたが、開花に遅速があり、対照区が最も早く開花した(第8図)。太陽光を制限した場合には、同一開花率に達するのに、いずれもこれより約1週間遅れた。

実験終了時までの茎葉の生長量は第2表に示したとおりであつた。これは、実験終了日までに開花したものは開花時に、未開花のものは終了時に、下部1節を残して切り取つて調査した結果を示したものである。

茎長は開花率の場合と似て、11時間および13時間日長では、温度による差はほとんどみられなかつた。12時間日長では7-h区が最も大きく、60%区が最も小さかつた。

茎葉重には、11時間日長ではほとんど差がなかつた。12時間日長では対照区が最大であつたが、13時間日長ではこの区が最も小さかつた。

節数は13時間日長では各區間に大きな差はみられなかつたが、その他の日長では7-h区がとくに大きかつ

Table 2. Effects of day-length and amount of light on stem length, weight and node number of dahlia shoots.

Treatment	Light	Day-length	Stem length	Shoot weight	No. of nodes
Cont.		11 hrs	11.3 cm	8.7 g	5.6
		12	44.6	21.0	5.8
		13	87.4	32.9	6.9
60%		11	10.5	5.9	5.6
		12	33.5	13.9	6.4
		13	85.9	37.2	6.8
70-h		11	14.0	7.0	7.4
		12	51.3	19.6	8.2
		13	90.0	41.6	7.1

Cont.: The plants were exposed to the natural light for 11 hours (7.00 am.....6.00 pm).

60%: The natural light was reduced to 60 per cent in intensity.

7-h: The natural light was limited to 7 hours in duration (8.30 am.....3.30 pm).

Table 3. Effect of the amount of light on the number of florets per flower head in dahlia.

Treatment	Light	Day-length	Total No. of florets	No. of ray florets	No. of disk florets
Cont.		12 hrs	129.0	64.5	64.5
		13	134.6	84.1	50.5
60%		12	120.7	60.4	60.3
		13	123.8	74.2	49.6
7-h		12	137.3	71.1	66.2
		13	133.9	88.6	45.3

Cont.: The plants were exposed to the natural light for 11 hours (7.00 am.....6.00 pm).

60%: The natural light was reduced to 60 per cent in intensity.

7-h: The natural light was limited to 7 hours in duration (8.30 am.....3.30 pm).

た。

各区の小花数を第3表に示したが、太陽光の受光量と小花数との間には、一定の関係は認められなかつた。

IV. 考 察

高夜温で育てられたダリアは、低夜温のものに比べて生長が早く、最終的な茎長や茎葉重も大きかつた。それは着花節位が上つたことによるのではなく、大部分が節間伸長の増大によるものであつた。そういう意味では、地上部の生長には、最低夜温 15°C までは高いほうが好適であつたといえよう。また、最低夜温 5°C では、生長は非常に遅れたが、適正日長の13時間では一応よく伸長し、販売できる切り花が得られたことからみて、ダリアの生長のための最低限界温度はもつと低いと考えられる。

開花のための適温は、生長のためのそれとはいくらか異なっていた。13時間日長の場合、高温区は発蕾や開花の始まりは早かったが、そろいが悪く、むしろ中温区で好結果が得られた。すなわち、適正日長での適夜温は、最低が10°C程度であろうと思われる。

このように、適正日長のもとでは、開花の遅速やそろいは夜温によつて変わつたが、最終的な開花率には差異はほとんど認められなかつた。したがつて、夜温は生長速度を通じて開花に影響したのであつて、適正日長下での日長反応に作用したのではないと考えられる。

ところが、最低限界日長は、夜温によつていくらか変化した。12時間日長で栽培されたものは、適正日長での適温である中温区で最も低い開花率を示し、低温区や高温区では比較的良好に開花した。このことは、最低夜温10°C程度では、最低限界日長が長くなることを示すものと考えられる。

前述したように、植物の開花について、温度と日長との相互関係をみた報告は多い。とくに生育温度によつて限界日長が変化することは、いろいろな植物で認められている。たとえば短日植物である *Xanthium* の場合、温度が上昇するにしたがつて限界日長は長くなる⁽⁸⁾。CATHEY⁽¹⁾ は、キクの花芽分化のための限界日長は低温で短くなるが、発達のためのそれは逆に高温で短くなつたと報告している。しかし、DOORENBOS⁽²⁾ も指摘しているように、温度と日長感性との関係は植物の種類によつて異なるのであつて、ポインセチアでは限界日長は低温で長くなり、開花に必要な短日期間も低温では短くて済む⁽⁹⁾。RÜNGER⁽¹⁶⁾ によれば、*Zygocactus* は25°Cでは12時間に限界を持つ絶対的短日植物であり、20°Cでは相対的短日性を示し、15°Cでは日長に中性となる。

ところが、これらの報告で問題にされているのは、短日植物の最高限界日長であつて、温度と最低限界日長との関係をみた報告はきわめて少ない。ここで問題にしているのは、ダリアでの、花芽分化開始後の分化完成や花芽の発達における最低限界日長である。これと似た事例には KOSUGI⁽⁷⁾ のグラジオラスにおける研究がある。氏はグラジオラスが正常に開花するための最低限界日長は、低温条件で短くなつたと報告している。ダリアの場合は低夜温では短かつたが、中夜温で長くなり、高夜温では再び短くなつた。

ところで、実験終了時の節数をみると、低温および高温区で多く、中温区で少なくなつてゐる。つまり、中温では低節位で花芽を分化したわけである。これは両年とも共通した傾向であつた。このことから、花芽分化が促進されるような温度条件では、花芽の発達のための最低

限界日長は長くなるといえよう。このような温度条件では、花芽分化後の短日の抑制作用は強くなるものと思われる。ただし、太陽光の受光量との関係でもみられるように、短日の抑制効果が強かつた条件で、必ずしも節位の低下がみられたわけではない。したがつて、花芽分化を促進する条件が常に発達を抑制するとはいえない。

岡田ら⁽¹²⁾は、ダリアの舌状花は低温で減少すると報告しているが、この実験では、舌状花数も管状花数とともに低夜温で増加し、切り花品質はすぐれていた。この違いが何によるのかは明らかでない。

次に太陽光の受光量と開花との関係について考察しよう。日光の強さや照射時間を60%程度に制限した場合には、開花率は11時間および13時間日長では対照区と変わらなかつたが、12時間日長では低かつた。塚本ら⁽¹⁸⁾はキクについて、発蕾前から低照度とした場合に開花が遅れることをみており、HARRIS ら⁽⁴⁾はカーネーションの花芽分化が低照度で抑制されると報告している。また、KOSUGI⁽⁷⁾ は、グラジオラスのブラインド発生率は低照度で高くなつたと報告しており、ダリアでのこの実験結果と似ている。しかし、これらの報告は照度と日長感性との関係については触れていない。ここで問題にしたいのは、受光量と開花のための最低限界日長との関係である。

植物の日長反応の過程では、暗期の前に一定時間の強い光が必要であるとされ、これは第1強光過程と呼ばれている⁽¹⁰⁾。この強光過程は普通光合成と関係しており、LIVERMAN ら⁽¹¹⁾はこの過程に炭酸ガスが必要であること、また、この過程は1%の蔗糖液で置き換へることを報告している。志佐ら⁽¹⁷⁾は、花器の発達には夏の日光の少なくとも10%が必要であり、これは光合成と関係があるとしている。

ダリアの場合も、この強光過程の照度や時間を制限することにより、開花はある程度抑制された。たとえば12時間日長では、開花率は著しく低下した。しかし、適正日長では高い開花率を示したのであるから、その原因が単に光合成の量によるものであると結論することは不適當であろう。むしろ、太陽光の受光量を制限することにより、短日の抑制効果が強められたと考えるべきであろう。

いずれにしても、13時間日長であれば、日照量を抑制してもよく開花し、切り花品質も低下しない。冬の弱光のもとでも、適正日長で栽培すればほとんど問題はないと思われる。ただし、若干の開花遅延はみられるであろう。

なお、第1報で、12時間日長における開花率が、夏の

実験の場合に冬に行なつたものより著しく高かつたと報告したが、その原因は温度と日照量にあつたものと思われる。夏の実験では、高夜温で太陽光の受光量も多かつたが、冬の実験では、弱光のもとで最低夜温 8°C の中温に管理していたのである。

V. 要 約

摘心後の夜温を最低 5, 10, 15°C とし、種々の日長のもとで栽培して、生長および開花のための適温を調べた。また、日光の強さまたは照射時間を約 60% に制限し、太陽光の受光量が開花に及ぼす影響を検討した。

1. 生長は夜温が高いほど促進された。低夜温では生長が遅れたが、良質の切り花が得られた。

2. 開花のための適温は、最低夜温が 10°C 程度と思われる。15°C 以上の夜温では開花が不ぞろいとなり、低温では遅れたがよくそろつて開花した。

3. 最低限界日長は、中温区で長く、低温区および高温区で短かつた。しかし、適正日長で管理すれば、夜温の高低は開花率に影響しなかつた。

4. 舌状花数および管状花数は低夜温で増加した。

5. 太陽光の受光量が制限されると、12 時間日長での開花率は低下したが、13 時間（適正）日長での開花率には影響しなかつた。適正日長でも、受光量が少ないと、開花期は遅れた。

6. 太陽光の受光量は切り花品質には影響しなかつた。

引 用 文 献

1. CATHEY, H. M. 1957. Chrysanthemum temperature study. F. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69 : 485~491.
2. DOORENBOS, J. and S. H. WELLENSIEK. 1959. Photoperiodic control of floral induction. Ann. Rev. Plant Physiol. 10 : 147~184.
3. HAMNER, K. C. and J. BONNER. 1938. Photoperiodism in relation to hormones as factors in floral initiation and development. Bot. Gaz. 100 : 388~431.
4. HARRIS, G. P. and J. E. HARRIS. 1962. Effects of environment on flower initiation in carnation. J. Hort. Sci. 37 : 219~234.
5. 小西国義・稲葉久仁雄. 1964. ダリアの促成および抑制栽培に関する研究（第1報）. 園学雑. 33

(2) : 79~88.

6. ————. 1966. ダリアの促成および抑制栽培に関する研究（第3報）. 園学雑. 35 (1) : 73~79.
7. KOSUGI, K. 1963. Studies on production and flowering in gladiolus. Memoirs Fac. Agri. Kagawa Univ. 11 : 1~69.
8. LANG, E. M. 1939. Photoperiodic induction as influenced by environmental factors. Bot. Gaz. 101 : 168~188.
9. LANGHANS, R. W. and R. O. MILLER. 1960. Influence of daylength, temperature and number of short days on the flowering of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75 : 753~760.
10. LIVERMAN, J. L. 1955. Physiology of flowering. Ann. Rev. Plant Physiol. 6 : 177~211.
11. ————. J. BONNER. 1953. Biochemistry of the photoperiodic response: the high-intensity-light reaction. Bot. Gaz. 115 : 121~128.
12. 岡田正順・原田 宏. 1955. ダリアの舌状花及び管状花比に対する日照時間及び温度の影響について. 園学雑. 23 (4) : 259~263.
13. PIRINGER, A. A. and H. M. CATHEY. 1960. Effect of photoperiod and temperature on the growth and flowering of petunia plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76 : 649~660.
14. ROBERT, R. H. and B. E. STRUCKMEYER. 1938. The effect of temperature and other environmental factors upon the photoperiodic responses of some of the higher plants. Jour. Agri. Res. 56 : 633~677.
15. ————. 1939. Further studies of the effects of temperature and other environmental factors upon the photoperiodic responses of plants. Jour. Agri. Res. 59 : 699~709.
16. RÜNGER, W. 1961. Über den Einfluss der Temperature und der Tageslänge auf die Blütenbildung von *Zigocactus*, Weihnachtsfreude'. Gartenbauwiss. 26 : 529~536.
17. 志佐 誠・加藤幸雄. 1962. 植物生殖生理学. p. 84. 誠文堂新光社.
18. 塚本洋太郎・田中豊秀. 1964. 生長素散布によるキクの開花抑制に関する研究（第5報）. 園学雑. 33 (3) : 251~258.