

アザレアの周年栽培に関する研究 (第2報)

花芽の休眠打破に及ぼす低温処理の影響

横井 邦彦・卜部 昇治

A Study of Year-round Flowering of Azalea. 2.

The influence of low-temperature treatment on flower bud development and breaking of dormancy

KUNIHICO YOKOI and Shoji URABE

緒 言

アザレアの開花生態は、夏期に花芽分化しその後活動を停止して休眠状態に入り、さらに冬期の低温により花芽の休眠が破られて翌春に開花する。このようにアザレアの開花は、花芽形成後に低温を与えなければ良好な開花は期待できない。実際栽培では、このような開花生態に応じて、花芽をもつた株を自然低温に遭遇させた後、入室加温時期を変えることにより開花調節を行なっている。開花促進のためには、なるべく早く低温に遭遇させる必要があるが早すぎるとかえって開花遅延や、不開花、開花の不揃いなどの現象がみられる。花芽がどの程度まで発達すれば、低温に効果的に反応するかを、明確にすることは、アザレアの早期促成や周年開花を考える場合重要な問題である。

アザレアの花芽の休眠打破に及ぼす低温の影響については、多くの報告があり、特に処理温度と処理期間について詳細に報告されている。低温の影響は品種間差があり、Post⁸⁾はクルメ型のアザレア“Coral Bells”(麒麟)で4.5°C 4週間、インディカ型のアザレア“Triumph”は6週間の低温処理で休眠打破されたと報告している。この“麒麟”については、Kiplinger⁹⁾は10月に45°Fの低温遭遇で、Struckmeyerら¹⁰⁾は11月～12月に50°F 5～6週間の低温、Shanksら⁹⁾は48～55°Fで4～5週間の低温、また船越³⁾は10月上旬に4～5°C 4週間の低温遭遇で、いずれも花芽の休眠が打破され、その後の高温で良好な開花を得たと報告している。またBallentyne¹⁾は“Van der Cruyssen”(艶姿)を用いて、2°C 45日間、“Red Wing”を用いて3°C 6週間で良好な開花を得ている。さらにJorgensen⁴⁾は13品種のアザレアについて、花芽の休眠打破に対する低温感応を調べ、6週間低温処理では3°C darkより10°C lightの方が開花が

早まつたと報告している。このように花芽の休眠打破に及ぼす低温の効果は、品種により温度・期間にかなりの幅がみられている。さらに低温の影響は、処理時期によっても大きく影響し、なるべく遅く低温に遭遇することが開花に良い結果をもたらす^{3,5,10)}とされているが花芽発達段階と低温感応についての報告は少ない。

アザレアの開花調節には、すみやかな花芽分化とその発達のための条件設定、その後の休眠打破処理の条件設定が望まれる。花芽分化とその発達については、前報¹⁾で温度と日長の相関が大きく、高温時には短日処理が促進的に働らくことを報告した。今回は、低温処理前の日長および花芽の発達程度と低温処理による開花促進について1969年より1971年にわたり実験を行ない、アザレアの開花生態について二、三の知見を得たので報告する。

実験材料および方法

実験1. 低温処理前の日長と低温処理期間が開花に及ぼす影響。

“Skylark” “Dorothy Gish” “Red Wing” “艶姿”の4品種を用い1969年6月にさし木し、自然日長で育苗したものを、1970年5月1日にすべての枝の先端を摘心し、ただちに日長処理を行なつた。処理は8時間日長(PM 5:00～AM 9:00 黒布被覆)の短日区、自然日長区および自然日長に4時間の光中絶(PM 10:00～AM 2:00)の長日区の3水準とし、8月2日まで行なつた。日長処理後ただちに低温処理を行なつた。低温処理は10°Cの冷蔵庫で処理期間を0, 3, 6週間の3水準とした。低温処理中は落葉防止のため白熱灯で150 lux程度毎日10時間照射した。また乾燥防止のため週1回程度灌水した。低温処理後はガラス室に入れ自然日長のもとで開花させた。実験期間中、昼温が30°C以下になるよう換気に留意し、夜温は最低10°Cに保つた。供試株数は、各

品種各区とも4株づつとした。

実験2. 短日処理期間と低温処理が開花に及ぼす影響
 “十二一重” “Whitewater” “Skylark” “Red Wing”
 “Kingfisher” の5品種を用いて、1970年2月にガラス
 室内でさし木し、育苗した。育苗中の日長は、自然日長
 に4時間の光中絶を行なつた長日とした。1971年4月1
 日に摘心し、実験1の結果にもとずき、花芽分化発達を
 促すため8時間日長の短日処理を行なつた。短日処理日
 数は40日、60日、80日、100日、120日とし、それぞれ短
 日処理後10℃3週間の低温処理を行なつた。低温処理中
 の管理および処理後開花までの日長・温度は実験1に準
 じた。また無低温処理もあわせてもうけ、短日処理後た
 だちに自然日長のガラス室へ移した。供試株数は各品種
 各区7株づつとした。

実験結果

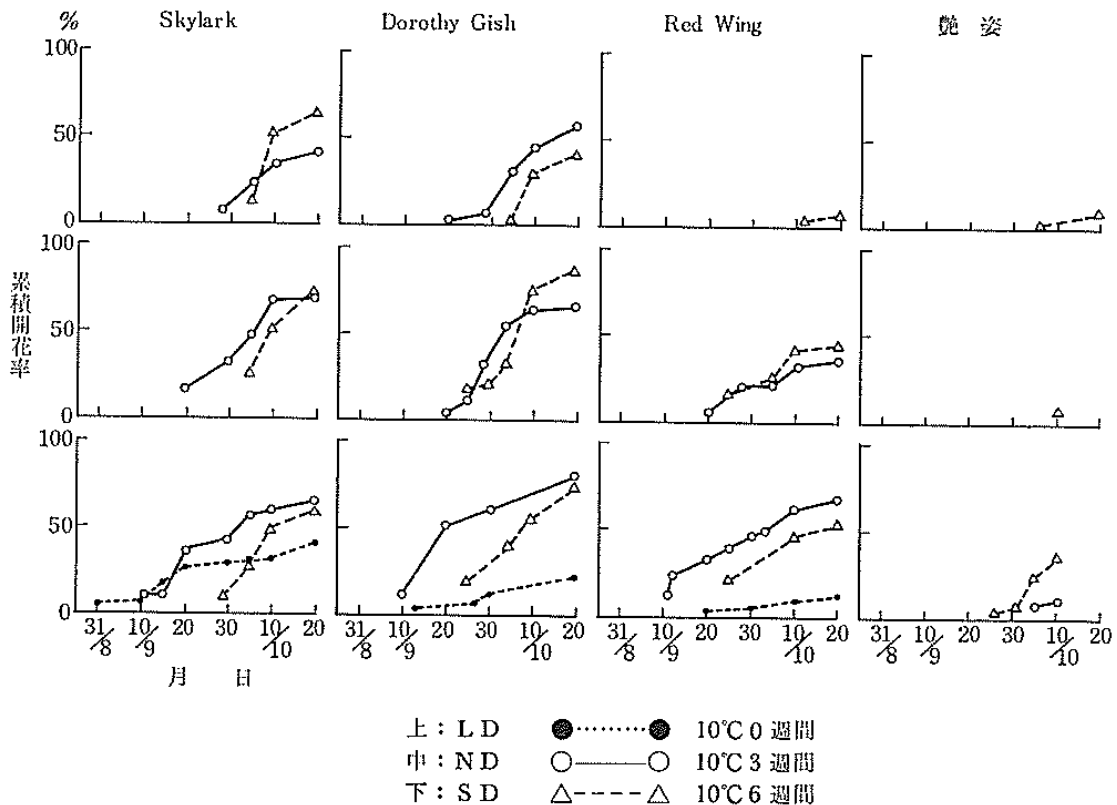
各実験とも花芽分化発達の表示は、前報¹⁾の分類に従
 い未分化I, 生長点肥大II, 小花形成III, りん片形成
 IV, がく片形成V, 花卉形成VI, 雄ずい形成VII, 雌ずい
 形成VIII, XI, 胚珠形成Xの10段階に分類した。

実験1. 第1表に低温処理開始時の花芽発達状況を、
 各日長処理別に示した。第1表に見られるように、日長

の差による花芽発達状況は、品種間に差が見られた。
 “Skylark” では、日長による差はなく発達し、低温処理
 開始時には、いずれも花芽の形態は雌ずい形成期に達し
 ていた。他の品種では、日長処理により花芽発達状況に
 差がみられ、短日で早まり日長が長くなるにつれ遅れ
 る傾向がみられた。特に“Red Wing”でその傾向が大

第1表 日長処理終了時の花芽発達段階

品 種	日長	花 芽 発 達 段 階							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Skylark	SD								5
	ND								5
	LD								5
Dorothy Gish	SD								5
	ND								5
	LD						1	1	3
Red Wing	SD								5
	ND		1	1					3
	LD	2	2					1	
艶 姿	SD		1						4
	ND		1	1				1	2
	LD		1	1					3



第1図 日長と低温処理が開花に及ぼす影響

きかつた。

開花に及ぼす低温処理前の日長と低温処理の効果は、摘心後に発生した総新梢あたりの開花枝率で表わし、累積の開花率を第1図に示した。低温処理の効果は、品種間に差がみられ、“Skylark” “Dorothy Gish” “Red Wing” の3品種は高い開花率を示したが、“艶姿”ではほとんど開花は見られず、また開花しても開花率は低かつた。

“Skylark”では、各日長間の開花率の差は少なく、またSD, ND, 両区では3週間と6週間の低温処理間に開花率の差はみられなかつた。LD区では3週間より6週間の低温処理で開花率は高かつた。開花ぞろいについては、各日長区とも6週間の低温処理で、3週間処理より良くなつた。またSD区では無低温でも開花が見られた。さらに低温処理の開花開始日も、SD区が最も早かつた。

“Dorothy Gish”では、SD, ND区が開花率が高く、LD区はやや低かつた。またSD区の3週間処理で最も早くから開花が見られ、さらにSD区では無低温で開花が見られた。

“Red Wing”では、SD区が最も開花率が高く、次いでND区となつた。LD区では6週間の低温処理のみで若干の開花がみられた。低温処理期間と開花率の関係も、SD区では3週間処理で開花率が高かつたが、ND, LD両区は6週間処理で高かつた。またSD区では無低温でも開花が見られた。

“艶姿”はSD区の6週間で開花がみられた他は、ほとんど開花せず、特に3週間処理ではSD区にわずかの開花がみられたにとどまつた。

実験2. 花芽分化発達状況の推移は第2表に示すように、 “十二一重” “Red Wing” が最も早く発達し、摘心後短日80日で雌ずい形成期以上に達し、次いで “Whitewater”, “Skylark” は摘心後短日100日で雌ずい形成の完了が観察された、“King fisher” はこれらの品種と比較すると花芽発達にバラツキが多くみられ、発達も遅れた。

各品種の低温処理時期別の開花に及ぼす効果を第3表に示した。低温処理の効果は、いずれの品種とも低温処理時期により異なり低温処理時期を、遅らせるほど、すなわち摘心後の短日処理期間が長くなるほど高まつた。

いずれの品種とも摘心後短日40日の低温処理では、開花はみられず、摘心後短日60日の処理で開花が見られ始め、その後さらに短日を経過させて低温処理を行なうと開花率はいちじるしく高まり、到花日数も短縮した。

品種別の低温処理効果は、“Whitewater” が最も早く高い開花率を示し、摘心後短日80日の低温処理で開花率

第2表 花芽分化発達過程

品種*	日数**	花芽分化発達段階										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
F	40	8				2						
	60		1				2	4	2	1		
	80								1	1	8	
	100										10	
	120										10	
W	40	10										
	60	1	3		2		2	1	1			
	80			1		2					7	
	100									2	8	
	120										10	
S	40	8			1	1						
	60	2			3	3	1		1			
	80		1				2	1	2	4		
	100							1	1	3	5	
	120									1	9	
R	40	10										
	60	1	1	1	1	1		1		4		
	80									1	2	6
	100										1	9
	120											10
K	40	10										
	60	10										
	80	7		2					1			
	100	5		1		1	1	1	1	1		
	120				3	2	1	2	2			

* F: 十二一重 (Frederic Sander)
 W: Whitewater S: Skylark
 R: Red Wing K: Kingfisher

** 摘心後の短日処理日数

は70%以上となり8月4日に開花した。さらに低温処理時期を遅らせても開花率には、差はなく、到花日数が短日80日の処理区より短縮し、開花ぞろいは良くなつた。次いで早期に開花率が高まつたのは、“十二一重” “Kingfisher”, “Red Wing” となつた。“十二一重”では摘心後短日100日の処理で、開花率は70%に達し、さらに低温処理を遅らせても開花率に差はみられず、到花日数も差はなかつた。“Red Wing” および “Kingfisher” も摘心後短日100日の処理で “十二一重” と同様の低温感応がみられ、開花期も8月22~25日の間となつた。“Skylark” は、やや遅れて摘心短日120日の処理で最も開花率が高まり到花日数も短かつた。しかしそれより前の

第3表 低温処理時期が開花に及ぼす影響

十二一重					Skylark					Kingfisher				
S D	低温処理	開花率 %	開花日 月日	到花日数	S D	低温処理	開花率 %	開花日 月日	到花日数	S D	低温処理	開花率 %	開花日 月日	到花日数
40	0	—	—	—	40	0	—	—	—	40	0	—	—	—
	3	—	—	—		3	—	—	—		3	—	—	—
60	0	—	—	—	60	0	18.9	8.12	74	60	0	6.3	9.23	116
	3	34.5	8.3	44		3	23.2	8.2	43		3	9.3	8.21	62
80	0	4.8	8.6	48	80	0	52.4	8.5	47	80	0	15.4	10.2	105
	3	58.9	8.5	26		3	58.2	8.10	31		3	43.6	8.28	49
100	0	25.9	8.8	30	100	0	53.6	8.6	28	100	0	17.2	9.23	76
	3	70.2	8.22	23		3	65.0	8.24	25		3	70.3	8.23	24
120	0	31.9	8.16	38	120	0	60.7	8.20	22	120	0	48.0	9.25	58
	3	67.5	9.14	26		3	74.2	9.10	22		3	68.3	9.23	35

Whitewater					Red Wing				
S D	低温処理	開花率 %	開花日 月日	到花日数	S D	低温処理	開花率 %	開花日 月日	到花日数
40	0	—	—	—	40	0	—	—	—
	3	—	—	—		3	—	—	—
60	0	—	—	—	60	0	—	—	—
	3	21.8	7.30	40		3	50.6	8.6	47
80	0	26.4	8.16	58	80	0	15.2	8.3	45
	3	77.4	8.4	25		3	68.5	8.10	31
100	0	63.5	8.23	45	100	0	20.0	8.6	28
	3	77.4	8.20	21		3	75.0	8.25	26
120	0	60.9	8.27	29	120	0	23.5	8.24	26
	3	72.9	9.7	19		3	70.0	9.14	26

S D : 8 時間日長処理日数
 低温処理 : 10℃処理週数
 到花日数 : 処理後開花日までの日数

摘心後短日 100 日の処理との差は、あまり大きくはなかつた。

いつぼう摘心後短日処理を長く経過させると、いずれの品種とも無低温でも開花が見られ、開花率の高まりがみられた。特に“Skylark”、“Whitewater”、“Kingfisher”で開花率が高くなつた。“Skylark”では摘心後短日 100 日以上で、到花日数はほとんど差がられず、開花率も大差なかつた。

考 察

実験 I の結果から、第 1 図にみられるように“Skylark”や“Dorothy Gish”の SD, ND 区および“Red Wing”の SD 区で開花率が高まり低温処理効果があきらかに見られたものは、第 1 表に示すように、いずれも花芽の発達状況は、雌ずい形成期まで達していた。これに反して、開花率の低かつた“Dorothy Gish”の LD 区や“Red Wing”の ND, LD 区では、花芽発達が遅れていたこと、また低温処理期間も花芽発達が進んでい

る区では、短期間の処理でも高い開花率を示し、“Red Wing”の ND, LD 区のように花芽発達が遅れている場合は長期間の低温処理が開花率を高めたことから、開花に及ぼす低温処理の効果は、花芽の発達が進むにつれて高まり、また花芽がよく発達しておれば、少ない低温週数でも効果が期待できるものと考えられる。さらに花芽の発達段階と低温感応については、少なくとも雌ずい形成期まで花芽が発達していないと、開花には効果的に働かないと考えられる。いつぼう“艶姿”では、花芽の発達は“Red Wing”とよく似た過程を示したにもかかわらず、10℃6 週間の処理でも開花率が低かつた。このような品種は、さらに花芽の発達を促さないと低温に感応しないものと考えられる。したがって花芽の発達状況と低温感応との関連は、品種によつて異なるものと考えられる。花芽の発達段階と低温感応については、船越³⁾がクルメツツジのキリンを用いて、花器の形態が完成すれば低温によく感応すると報告している。本実験での“Skylark”や“Dorothy Gish”などは、同様な開花生

態と考えられるが“艶姿”などの品種にはあてはまらずさらに検討の余地がある。

つぎに“Skylark”では、低温処理時に同程度の花芽発達段階であつても低温処理前の日長が短日の場合に、開花が早まつたり、開花率も高まつたことや、また他品種でも短日区では無低温でも開花がみられたことから、短日処理が、花芽の休眠打破に有効に働いたものと推察される。

実験2の結果から、花芽発達状況と低温処理後の開花をみると、花芽の発達段階が雌ずい形成期にまで達していない時(いずれの品種とも摘心後短日60日以前)の、開花は、開花率があきらかに低かつた。そして花芽が雌ずい形成期以上にまで発達すると低温によく感応し高い開花率を示した。これらのことから、実験1と同様、花芽発達段階と低温感応の関係は、花芽が雌ずい形成期以上に発達することが必要と考えられる。

品種ごとの花芽発達状況と低温感応時期をみると、“十二一重”や“Red Wing”は摘心後短日80で、すでに花芽は雌ずい形成期以上にまで発達したにもかかわらずさらに20日後の摘心後短日100日で最も良く低温に感応した。いつぼう“Whitewater”は摘心後短日80日の花芽はやや遅れて雌ずい形成期であつたが、低温感応は摘心後短日80日で高まつた。このことは“十二一重”や“Red Wing”は花芽の発達が早くても、低温に感応するまでにある程度の期間を要するが、“Whitewater”ではその期間が短かく、低温感応と花芽発達段階は品種により異なるということで、したがつて開花に要する低温の遭遇量は“Whitewater”では少なく、これに比較して“十二一重”や“Red Wing”は多いものと考えられる。また“Whitewater”では短日に長期間置いて花芽の発達が進めば、低温に遭遇しなくても開花率が高まつたが、“十二一重”や“Red Wing”では、無低温では開花率が低かつたことから、開花に要する低温の遭遇度が品種によつて異なるという考察を強める。“Skylark”花芽も形態が雌ずい形成期まで発達すれば、低温によく感応し、さらに無低温でも開花率が高まることから“Whitewater”と同様の開花生態を示す品種と考えられる。このような開花に対する低温要求度から Jorgensen⁶⁾ や Petterson ら⁷⁾ は数種のアザレアについて早生種、中生種、晩生種の3段階に分類しているが、本実験結果もこれらの報告と一致した。

なお実際栽培において、開花期の前進をはかるときには、花芽発達段階と低温感応および低温要求度に応じた品種の選択と適切な低温処理が望まれる。特に早期の促成開花には、“Whitewater”や“Skylark”など低温要求

度の低い品種は、花芽発達を齊一に促進させることにより、少ない低温で良好な開花が得られるので、好適品種となろう。

なお、以上2つの実験から、低温処理前に短日に置いたものは、花芽発達を早め、その後の低温処理効果を高めたことから、アザレアの開花促進に対しては、摘心後短日処理と低温処理の組み合わせが有効と考えられる。

摘 要

1. アザレアの周年開花を行なうため、花芽の休眠打破に及ぼす日長と低温処理の影響を調べた。

2. “Skylark”, “Dorothy Gish,” “Red Wing,” “艶姿”を用いて、1970年5月1日に摘心し、異つた日長(LD, ND, SD)におき8月3日から10°C 0, 3, 6週間の低温処理を行なつた。いずれの品種ともSD後低温処理によつて良好な開花をみた。“Skylark”, “Dorothy Gish”では3週間の低温処理で良好な開花を示し、“Red Wing”はSD区の3週間処理、“艶姿”はSD区の6週間処理で開花は良かった。

3. “十二一重” “Whitewater”, “Skylark”, “Red Wing”, “Kingfisher”を用いて、1971年4月1日に摘心し、8時間日長のSDに置いた。低温処理(10°C 3週間)を摘心後40日から20日おきに5回に分けて行なつた。“Whitewater”は摘心後短日80日、“十二一重”他3品種は摘心後短日100日経過後に低温処理を行なうと良好な開花が得られた。また“Whitewater” “Skylark”は摘心後短日100日以上経過すると、無低温でも開花率が高まつた。

4. アザレアの開花に対する低温処理の効果は、処理時期による影響が大きく、花芽の発達が進んでいると効果が高い。花芽発達段階と低温感応との関係は、品種により異なる。“Whitewater”と“Skylark”では、花芽が雌ずい形成期まで発達すれば、低温感応が高まり、“十二一重” “Red Wing”では、雌ずい形成期以上にまで発達すれば低温感応が高まつた。

5. アザレアの開花促進には、短日処理により花芽発達が促進され低温感応が高まるので、短日処理と低温処理を組み合わせるのが有効である。

引用文献

1. BALLENTYNE, D.J. 1963 Respiration of azalea flower bud treated with low-temperature storage or gibberellin acid. Can. J. Botany. 41: 1547-1551.
2. _____ 1965 The influence of low temperature and gibberellin on development and respiration

- of flower buds of the Red Wing Azalea (*Rhododendron* CV.) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88 : 595-599.
3. 船越桂市 : 1967. キリシマツツジの促成に関する研究. 山上げと株冷蔵による春出しについて. 静岡農試研報 12 : 138-146.
 4. JORGENSEN, S. 1969 The effect of storage temperatures, short day treatment, and B-Nine on the flowering of thirteen cultivars of greenhouse azaleas. Acta Hort. 14 : 17-26.
 5. KIPLINGER, D.C. 1944 The effects of cooling and shading the azaleas Coral Bells on early forcing for Christmas flowering. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 44 : 542-544.
 6. LARSON, R.A. and T.D. SYDNOR 1971 Azalea flower bud development and dormancy as influenced by temperature and gibberellic acid. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 (6) : 786-788.
 7. PETTERSEN, H. and T. KRISTPFERSEN 1969 The effect of daylength and temperature on flowering in azalea cultivars "Red Wing" and "Reinhold Ambrosius". Acta Hort. 14 : 27-38.
 8. POST, K. 1943 Low temperature flower bud development of azaleas. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43 : 307-310.
 9. SHANKS, J.B. and C.B. LINK 1967 Pre-forcing treatments and flowering of greenhouse azaleas. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90 : 353-360.
 10. STRUCKMEYER, B.E. and R.H. ROBERTS 1949 The initiation of natural breaks in azalea. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53 : 431-436.
 11. 横井邦彦・ト部昇治 : 1973. アザレアの周年栽培に関する研究 (第1報) 花芽分化発達に及ぼす短日の影響. 奈良農試研報5 : 18-26.

Summary

1. This series of experiment were performed for the flowering of azalea all the year round by low-temperature storage for flower bud development and breaking of dormancy.

2. In Exp. I, azalea cultivars used were "Skylark", "Dorothy Gish", "Red Wing" and "Mme. Van der Cryssen." All the plants were pinched on May 1. 1970 and exposed to different daylength (LD, ND and SD).

On August 3, the first group of the plants was moved without low temperature treatment. The second was given 10°C treatment for 3 weeks; the third was for 6 weeks. The result shows that the plants cold-storage at 10°C after 8-hour photoperiod (SD) showed high flowering rate and early flowering. With "Skylark" and "Dorothy Gish", 3 weeks' cold-storage brought about high flowering rate and uniformity at every daylength, while with "Red Wing" good results were obtained only under SD. On the other hand, with "Mme. Van der Cryssen" only 6 weeks' storage was effective.

3. In Exp. II, azalea cultivars used were "Frederic Sander", "Whitewater", "Skylark", "Red Wing" and "Kingfisher". All the plants were pinched April 1. 1971 and exposed to 8-hour photoperiod (SD). Low temperature treatment (10°C for 3 weeks) was begun on the 40th day after pinch, and was given 5 times every 20 days.

Flowering rate and uniformity increased by cooling at the time when over 80 days had gone by since pinch concerning "Whitewater" and it was the case with "Frederic Sander" and three other cultivars when over 100 days passed.

With "Whitewater" and "Skylark", flowering rate and uniformity increased without cooling when SD periods after pinch was made longer than 100 days.

4. Azalea flowering under low temperature treatment was influenced by the period

of treatment and brought about good results when the stage of flower bud development was advanced.

Each cultivar indicated its own speciality on the relation between the stage of flower bud development and sensibility to low temperature. In the case of "Whitewater" and "Skylark", the sensibility to low temperature apparently increased when the bud development reached the pistil formation, and with "Red Wing" and "Frederic Sander", the same result was gained when it goes further.

5. Duplicated treatment of SD and cooling turned out better for azalea forcing because SD promoted the flower bud development and the sensibility to low temperature.