

# 低温処理による花木類の開花促進に関する研究

## II コデマリの促成

五井 正憲, 長谷川 晴, 国本 厚

### I 緒 論

われわれは、花木類の開花生理を明らかにし、促成体系を確立するために一連の実験を進めており、切枝花木については、前報<sup>(1)</sup>においてユキヤナギの促成方法を明らかにした。

ここにとりあげたコデマリは、従来、ユキヤナギと同じような開花特性を持つとされていた。これは、どちらも自然環境では秋の初めごろに花芽分化し、冬の低温に遭遇したのちに開花するからであろう。ところが、ユキヤナギの花芽は、分化後急速に発達して秋末までにほぼ完成し、12月下旬から1月上旬ごろになれば、切枝を促成すると容易に開花する<sup>(1,4,7)</sup>。これに対して、コデマリは花芽を形成しはじめる時期はユキヤナギとほぼ同じころであるが、11月中旬ごろが片形成期に達すると、2月中下旬まで発達を中止する<sup>(8)</sup>。もし、その時期一とくに年末までの比較的早い時期一に促成しようとしても、よい結果が得られない<sup>(3,4,7)</sup>。これは、おそらく、コデマリの花芽がその発達のごく初期において、その後の発達のために長時間の低温要求をもつからであろう。

この報告は、上に述べたコデマリの開花特性、とくに低温に対する花芽の反応を明らかにし、早期の促成が可能かどうかを明らかにするために行った実験の結果をまとめたものである。なお、この実験を進めるにあたり、現岡山大学小西教授に御指導を頂き、論文のとりまとめにあたっては庵原教授の御校閲を頂いた。あわせて感謝の意を表する。

### II 実験材料および方法

香川大学農学部花卉研究室圃場に栽植している“ミズホコデマリ”を1968年に挿木し、畑で養成して実験材料とした。実験は1969年秋～1972年春と1970秋～1971年春の2回くり返した。

はじめに自然条件下での花芽形成過程を知るために、1969年10月6日から12月15日までと、1970年10月6日から1971年春の開花まで、それぞれ2週毎に、充実した枝から10芽ずつ採芽し小杉<sup>(3)</sup>に準じて解剖顕微鏡下で観察した。

つぎに、花芽発達および開花に対する低温の作用を調べるため、畑で養成中の苗をそれぞれの処理の2週間前に鉢上げし、処理開始日に摘葉して灌水した後、ポリエチレンの袋に入れて以下の処理をおこなった。なお、1区あたり3株とした。

1回目の実験では10月6日から12月15日まで2週毎に、0°Cおよび5°Cでそれぞれ0、2、4、6週間の低温処理を行った。2回目の実験においても低温処理の方法は同様にしたが、さらに自然環境において促成可能となる時期を検討するため、12月29日以後4月6日まで2週毎に、畑の材料を直接入室した。それぞれの処理終了後は、直ちに温室内に設置したビニール・フレーム内に移し、最低夜温を15°～20°Cに保って促成した。

促成開始後、1区あたり均等に10枝を選んで各枝の上部15節（1回目）または20節（2回目）について開花調査をおこなった。

### III 実験結果

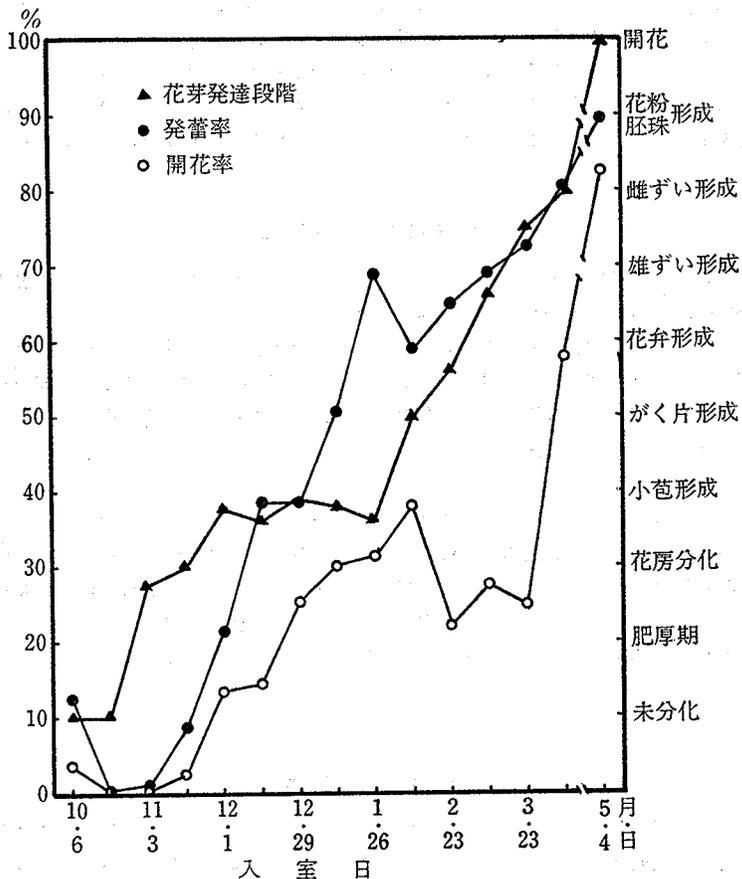
2回の実験結果はほとんど同じであったので、重複をさけてここでは2回目の結果を中心に報告する。

自然環境における花芽形成過程は第1表に示したとおりであった。生長点が栄養生長から生殖生長へ移るのは11月上旬で、12月上旬には小苞が形成されはじめた。しかし花芽はその後ほとんど発達せず、本実験の範囲では2月9日まで同じ状態であった。2月23日ごろ再び発達しはじめて、その後約2カ月で花粉・胚珠を形成して開花した。このような花芽の発達段階にしたがって入室、促成すると、第1図のような結果が得られた。すなわち、花芽が花房分化

第1表 自然条件における花芽形成過程 (1970-1971年)

調査日 (月) (日)	未分化	生肥 長厚 点期	花分化 房期	小形 成 苞期	がく 片 形成期	花形 成 弁期	雄 性 形 成 期	雌 性 形 成 期	花 胚 形 成 ・ 珠 期	開 花
10. 6	10									
10. 20	10									
11. 3		3	7							
11. 17			10							
12. 1			3	7						
12. 15			4	6						
12. 29			1	9						
1. 12			2	8						
1. 26			4	6						
2. 9				10						
2. 23					4	6				
3. 9						4	6			
3. 23							5	5		
4. 6								10		
(4. 20)										
5. 4										10

調査芽数10芽



第1図 促成開始時期がコデマリの開花におよぼす影響 (1970-1971)

発蕾率：10本の枝それぞれの上部20節に対する発蕾節数の割合。

開花率：10本の枝それぞれの上部20節に対する開花節数の割合。

期以前の段階で入室すると発蕾も開花もしないが、小苞形成期以後であれば入室が遅いほど発蕾も開花も増加する傾向があった。

低温が花芽発達に直接影響するかどうかを調べるために、低温処理の前後に花芽を調査したのが第2表および第3表である。その結果、少なくとも11月以後（すなわち花芽が花房分化期に達した後）には、5°Cまたは0°Cの低温は、コデマリの花芽発達に何の直接的効果も与えなかった。ただ、花芽始発に対しては、多少の効果が認められた。

上述のように、低温はコデマリの花芽の発達に対し直接的効果を示さなかったが、促成したばあいの開花にはかなり著しい効果を示した。このばあい、5°Cと0°Cの処理温度による差はほとんど無く、処理時期および処理期間による差が明りょうであった（第2図、第3図）。すなわち、10月6日に処理を始めたばあい、低温は発蕾も開花も促進しなかったが、10月20日処理区では6週間、11月3日処理区では4および6週間の低温が、それぞれ発蕾率を高めた。しかしどちらのばあいにも、開花率はほとんど高くならなかった。低温無処理区でも多少開花する11月17日には、2週間の低温でも開花を促進する様であった。それ以後は、処理時期が遅いほど、処理期間が長いほど、発蕾率および開花率が高くなる傾向があったが、発蕾率に比べ、低温が、開花率を高める割合はそう高くならなかった。実際の開花率が20%以上（自然では82.5%）に達するのは、12月以後に2週間以上の低温処理をおこなった時だけであった。

入室後開花までの日数（到花日数）は、11月以後2月下旬までの入室であれば、入室の時期、低温処理の有無にかかわらずほとんど一定であり、30~40日の範囲であった。到花日数が減少するのは、3月上旬以後に入室したばあいであった（第4、5表）。

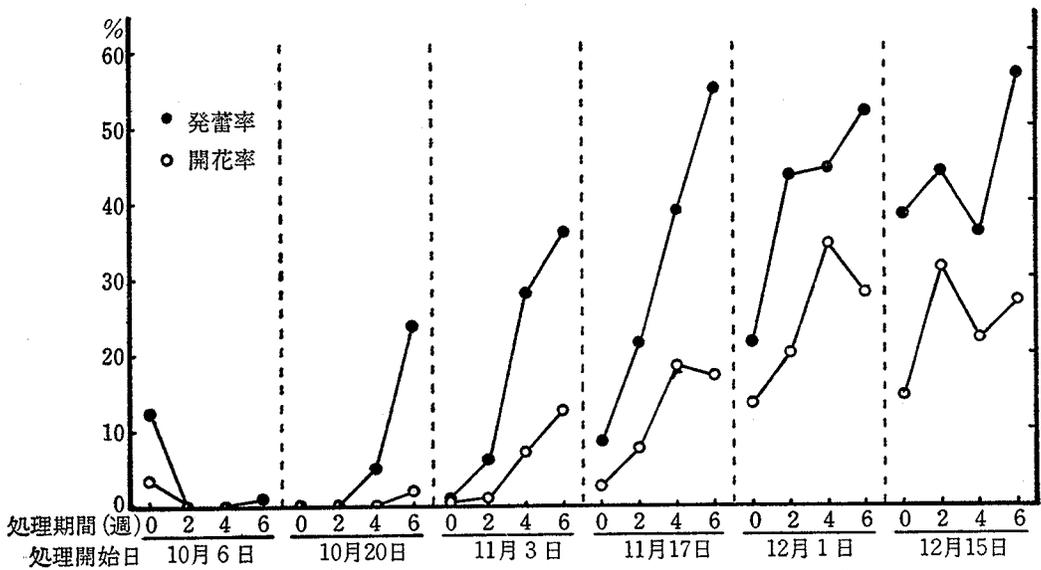
開花1花房あたりの小花数は、処理や入室時期などによらず一定の傾向は認められず、ほぼ12~25花の範囲であった。

第2表 低温処理終了時における花芽の発達段階(1970, 5°C)

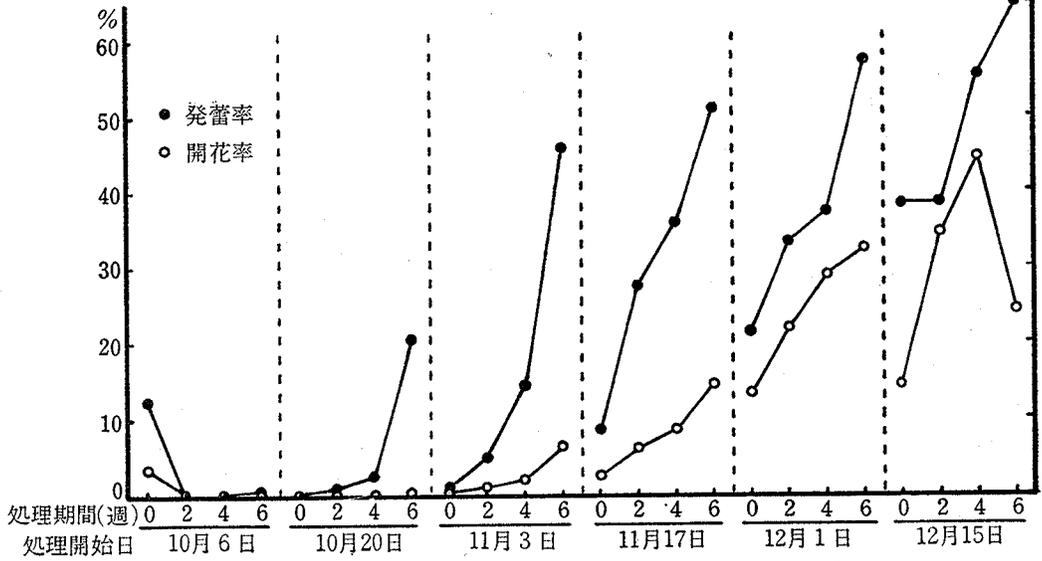
処開始 日	処期 理間	未 分 化	生肥 長厚 点期	花分 化 房期	小形 成 苞期	が形 く成 片期	花形 成 成 期
10. 6	0	10					
	2	10					
	4	10					
	6	10					
10.20	0	10	2				
	2		10				
	4	1	9				
	6	4	6				
11. 3	0		3	7			
	2		4	6			
	4		6	4			
	6		2	8			
11.17	0			10			
	2		3	7			
	4			8	2		
	6		3	7			
12. 1	0			3	7		
	2			4	6		
	4			5	5		
	6		3	5	2		
12.15	0			4	6		
	2				10		
	4			3	7		
	6				10		

第3表 低温処理終了時における花芽の発達段階(1970, 0°C)

処開始 理日	処期 理間	未 分 化	生肥 長厚 点期	花分 化 房期	小形 成 苞期	が形 く成 片期	花形 成 弁期
10. 6	0	10					
	2	10					
	4	10					
	6	10					
10. 20	0	10					
	2	3	7				
	4	6	4				
	6	9	1				
11. 3	0		3	7			
	2		3	7			
	4		2	8			
	6		4	6			
11. 17	0			10			
	2			10			
	4			9	1		
	6		4	6			
12. 1	0			3	7		
	2			6	4		
	4			1	9		
	6			6	4		
12. 15	0			4	6		
	2			4	6		
	4		1	5	4		
	6				10		



第2図 低温処理がコデマリの開花におよぼす影響 (1970-1971, 5°C)



第3図 低温処理がコデマリの開花におよぼす影響 (1970-1971, 0°C)

第4表 低温処理が開花におよぼす影響 (1970-1971, 5°C)

第5表 低温処理が開花におよぼす影響 (1970-1971, 0°C)

処 理 日	処理期間 (週)	到花日数 a	小花数 b
10月6日	0	43	12.8
	2	—	—
	4	—	—
	6	—	—
10月20日	0	—	—
	2	—	—
	4	—	—
	6	34	18.0
11月3日	0	39	12.0
	2	34	29.0
	4	34	13.5
	6	36	18.0
11月17日	0	34	12.6
	2	34	23.6
	4	36	16.6
	6	40	15.4
12月1日	0	34	23.3
	2	36	18.9
	4	35	21.1
	6	32	23.1
12月15日	0	36	17.2
	2	35	21.8
	4	31	20.0
	6	31	23.1
1月12日	0	35	21.2
2月9日	0	30	16.0
3月9日	0	24	13.5
4月6日	0	15	22.6

処 理 日	処理期間 (週)	到花日数 a	小花数 b
10月6日	0	43	12.8
	2	—	—
	4	—	—
	6	—	—
10月20日	0	—	—
	2	50	11.0
	4	—	—
	6	—	—
11月3日	0	39	12.0
	2	34	13.5
	4	38	12.0
	6	34	14.4
11月17日	0	34	12.6
	2	34	21.1
	4	36	11.8
	6	40	16.8
12月1日	0	34	23.3
	2	36	17.8
	4	35	19.5
	6	31	16.3
12月15日	0	36	17.2
	2	35	20.7
	4	31	26.0
	6	37	12.5
1月12日	0	35	21.3
2月9日	0	30	16.0
3月9日	0	24	13.5
4月6日	0	15	22.6

a : 入室後第1花が開くまでの日数

b : 開花した1花房あたりの小花数

## IV 考 察

これまでコデマリの花芽形成を調べたものに小杉<sup>(8)</sup>の報告がある。それによると、10月上・中旬には花房分化期、11月中旬にはがく片形成期に達し、その後は停止状態となり、春になって再び発達し始め2月下旬から3月中旬にかけて花卉を形成し、それ以後は急速に開花に向うとされている。ところが、われわれの観察結果では、花芽は11月上中旬に花房を分化し、12月上旬小苞形成期に達するとほとんど停止状態となり、2月中旬までそのままであった。3月以後は小杉の報告と同じ経過をたどって開花した(第1表)。花芽形成開始期のずれはあるにしても、花芽が長期間にわたり発達を停止するステージが2つの実験でどうして異なったかについては、今後明らかにする必要がある。

いま、この実験結果の範囲で考えると

- 1) 実験材料のちがいによるばあい
- 2) 小杉は小苞形成について述べていないが、われわれの実験では、がく片形成の前に明らかに小苞形成期があり、これらの認識の差によるばあい。
- 3) われわれの実験では、花芽は花房分化期に達するのがかなり遅い時期であり、その結果冬の低温期までがく片形成期に達することができなかった。

などが原因として考えられる。しかし1971年以後継続している実験から得られた結果では、花芽始発適温と考えられる $10^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ に連続して置いたばあいにも、花芽始発だけはスムーズにおこるが小苞形成期に達するころから花芽は発達を停止し、その後70日経過後もそのままであり、また $10^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ で小苞形成後 $0^{\circ}\text{C}$ の低温に置いても、低温中における花芽の発達は観察されていない。したがって、前述の3)についての疑問はほとんど考えられない。おそらく、1)または2)が主な原因であろう。

花木の促成のうちで、コデマリの促成はかなり難かしいものとされている<sup>(4)</sup>がその原因については他の多くの花木<sup>(7)</sup>と異って、花芽の発達が遅いことがあげられよう<sup>(8)</sup>。われわれは、この点を明らかにしようとした。一般的に言えば、花芽が花房分化期に達した後は、入室期が遅いほど(すなわち花芽が発達しているほど)発蕾も開花も多くなった。そのばあい、とくに注目すべきことは、花芽が小苞形成期でほとんど完全に発達を停止している時期においても、明らかに入室期が遅いほど発蕾あるいは開花率が高まるということである。このことは、低温中の花芽発達が認められない(第2, 3表)ことを併せ考えると、コデマリの花芽は小苞形成期において、特定の低温要求をもっており、それが満たされてからはじめてがく片形成期へと進むことを示している。したがって実用的な開花が得られるのは、12月下旬以後、すなわち花芽が小苞形成期に達して4~6週間後より入室したばあいである。この結果は従来の促成技術と一致している<sup>(4, 7)</sup>。なお、2月23日~3月23日入室区で開花率の低下が認められた(第1図)が、その原因がどこにあるのかは明らかでない。

前述のように、低温がコデマリの花芽形成、開花に対して特定の効果を示すとすれば、人為的に与えた低温が開花を促進することは十分考えられる。ふつう花木類において、低温が花芽の完成に間接的に作用するばあい、有効な温度範囲はほぼ $10^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ <sup>(6)</sup>と考えられているが、この実験において $5^{\circ}\text{C}$ と $0^{\circ}\text{C}$ とはコデマリの花芽形成および開花に対して同じ効果を示した。全体的にみれば、10月20日以後12月15日の間においては、処理時期が遅いほど、また低温期間が長いほど、発蕾率と開花率が高くなった。処理時期が遅いということは、それだけ自然の低温を多く受けたことになり、その分だけ低温要求が多く満たされたと考えられる。

開花に対する低温の効果が、処理時の花芽の状態と関連していることは、ユキヤナギ<sup>(1)</sup>やモモ<sup>(2)</sup>などで認められている。そのばあい、低温が花芽始発、成熟(完成)、花卉の伸長または展開などのどの場面に働くかは、種類によって異なっている。コデマリでは、自然環境でまだ花芽形成が始まっていない10月6日に処理しても、低温は全然効果を示さなかった。同じ状態の10月20日には、4~6週間の低温が発蕾を促進したが、開花にはほとんど影響しなかった。この場合、低温中で花芽形成が始まる傾向が認められたことから、花芽始発は低温の直接影響下で起こると考えられる。このことは、自然環境下における花芽始発を考えると容易に推定できる。この点においてコデマリは、ユキヤナギ<sup>(1)</sup>やハイドランジア<sup>(5)</sup>などと同じである。

花芽が花房分化期にある11月3日に4~6週間、11月17日には2週間以上の低温が発蕾を一そう促進したが、開花にはあまり効果がなかった。花芽が小苞形成期に達すると、低温処理は発蕾率をさらに高めたが、そのばあい、処理そのものの効果は次第に減少した。これに対し、この時期の開花率は低温によってかなり高められ、発蕾率との差は

小さくなる傾向があった。以上の結果と第1図に示した結果とから、コデマリの花芽は小苞形成期において相当長期間の低温要求をもってあり、それが満たされた後、より高い温度に置かれたばあい、急速に完成して開花に到るものと考えられる。このように花芽形成の特定の時期に花芽成熟に対する後作用としての低温要求をもつ点では、アメンドウ<sup>(2)</sup>に似ている。

低温が開花を促進する他の花木類では、入室時期あるいは低温処理時期が遅いほど、あるいは低温期間が長いほど到花日数は減少し、また小花数が増加することが多い。ところがコデマリでは、そのような傾向がほとんどなかった。わずかに自然開花期の直前に入室した時に到花日数が減少しただけである。到花日数がほぼ一定であるということは、入室時の花芽が低温処理と無関係に発達のごく初期にとどまっておき、加温後その段階から発達しはじめて完成した後に開花に到ること、あるいは発達の遅い花芽は多くはブラインドになるため、結局発達が早く正常に咲いたものだけしか調査できなかったことなどによるものと思われる。また小花数は、開花した花房についてのみ調査したことあるいは、小花数の決定は花芽形成の初期であることなどによるものであろう。

以上の結果から、コデマリの花芽は小苞形成期において低温要求をもち、それが満たされた後に15°C~20°Cに置かれたとき、はじめてそれ以後の発達が可能となり、完成、開花に到ると考えられる。ただ、これらの点についてはまだ明確でないことも多く、現在実験を継続中である。

実際に促成するばあい、花芽が小苞形成期に達した11月下旬~12月上旬から株つきで0°C~5°Cで4~6週間、または12月中旬より同じく2~4週間処理して15°C~20°Cで促成すれば、約35日後には実用的な開花が得られる。しかし、いずれにせよ花芽形成を早めなければ、早期の促成は難しい。

## V 摘 要

コデマリの開花特性と促成開花に対する低温の効果を調べるため、1969年から1971年にかけて実験を行なった。その結果は、つぎのようであった。

(1) 露地では、花芽は11月上旬に形成されはじめ、12月上旬になって小苞形成期に達すると発達を停止し、2月中旬までそのままであった。2月下旬以後は急速に発達し、5月上旬に開花した。

(2) 2週間間隔で入室、促成すると、花芽が小苞形成期に達した12月上旬以後は、入室期が遅いほど開花率が高くなる傾向があった。しかし、実際に開花率が20%以上になるのは、12月下旬以後に入室したばあいであった。

(3) 花房分化後の5°Cおよび0°C処理は同じように開花を促進した。そのばあい、一般的に言えば、低温処理時期が遅いほど、また低温期間が長いほど、開花率は高くなった。また低温の効果が大きくなるのは、花芽が小苞形成期に達してから後であった。

(4) 小苞形成期の初め(11月下旬~12月上旬)から5°C~0°Cで4~6週間、または12月中旬から同じく2~4週間処理後、15°C~20°Cで促成すれば、約35日で実用的な開花が得られる。

(5) これらの結果は以下のことを示している。

- i) 自然条件下では、花芽始発および初期の発達は、秋の涼温の直接的な作用の下で促進される。
- ii) 小苞形成期において、花芽はその成熟(完成)のために長期の低温(0°C~5°C)を要求する。
- iii) この低温要求を満たすのに十分な低温を受けたのち、比較的高い温度(15°C~20°C)に置かれると、花芽は再び発達しはじめ開花に到る。すなわち、低温は間接的效果を示す。

## 参 考 文 献

- (1) 五井正憲, 佐藤義機, 狩野邦雄: 低温処理による花木類の開花促進に関する研究 I ユキヤナギの切枝における開花促進, 香川大学農学部学術報告, **21**, 217-224 (1970).
- (2) ———, 国本 厚, 小西国義: 花木鉢物の促成に関する研究(第1報)矮性ハナモモ“アメンドウ”について, 園学雑(投稿中).
- (3) 小杉 潜, 三好幸生: 花木類の花芽分化に関する研究(第4報)ユキヤナギ, コデマリの花芽分化期並びに発育過程について, 園学雑, **23**, 172-176 (1954).
- (4) ———: 枝物・庭木, 126-130, 東京, 地球出版(1969).
- (5) STRUCKMEYER, B. E.: Blossom bud induction and differentiation in *Hydrangea*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **56**, 410-414 (1950).

- (6) WEINBERGER, J. H.: Chilling requirement of peach varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 56, 122-128 (1950).
- (7) 安田 勲: 花木枝物の促成, 177-184, 336-337, 東京, 誠文堂新光社 (1968).

## STUDIES ON THE ACCELERATION OF FLOWERING IN WOODY ORNAMENTALS BY LOW TEMPERATURE TREATMENTS

### II. Forcing of *Spiraea cantoniensis* LOUR.

Masanori GOI, Atsushi HASEGAWA and Atsushi KUNIMOTO

#### Summary

Flowering behaviors and the effects of low temperature treatments on the flowering of *Spiraea cantoniensis* LOUR. were studied from 1969 to 1971. The results obtained were as follows:

1. Under the natural conditions, flower initiation occurred in early November. After arriving at the stage of bractlet formation in early December, however, flower buds ceased to develop and remained in the same stage till the middle of February. After late February they developed rapidly and bloomed in early May.

2. When *Spiraea cantoniensis*, which grown in outdoors, were forced at 15° to 20°C every 2 weeks, the later they were forced the higher the rate of flowering of cluster. However, it was in late December or later that 20% or more of clusters flowered normally.

3. Treatments at 5° and 0°C at the stage of cluster formation or later gave the same effects on the acceleration of flowering. In general, the later the season and the longer the periods of low temperature, the higher the rate of flowering. It seemed to be the bractlet forming stage or later that the low temperature affected to increase flowering remarkably.

4. *Spiraea cantoniensis* could be forced practically after low temperature treatments. The period of low temperature required was 4 to 6 weeks from early December, and 2 to 4 weeks from the middle of December.

5. The results described above indicated that:

- 1) Flower initiation and flower formation in the early stages may be stimulated directly by the cool temperature in fall.
- 2) Arriving at the stage of bractlet formation, flower buds may require a long period of low temperature (0° to 5°C) for further development and maturity.
- 3) Receiving the low temperature enough to fill the requirement, they could develop again and flower under the warm condition.

(1973年5月31日 受理)