

## (研究資料)

## キリ若齢木の着花促進

飯塚 三 男<sup>(1)</sup>Mitsuo Iizuka: Induction of Flower Bud  
Formation in Young Tree of Paulownia

**要 旨:** キリの育種期間の短縮をはかるためには、着花樹齢を下げる必要がある。本報では、生長が早く着花樹齢が比較的高いウスバギリ、コノエギリについて行った、着花促進処理の結果を報告する。ウスバギリでは2年生と6年生樹を材料に剥皮、まきじめなどの処理を行った。2年生樹ではいずれの処理も効果がなかったが、6年生樹では幹の剥皮処理で花序が形成され、その程度は剥皮部のゆ合の悪いものがよかった。コノエギリでは、4年生の2個体の1年枝に2段、4段剥皮、およびそれらと当年枝の2段剥皮、捻枝の組み合わせ処理を行った。1年枝剥皮、当年枝剥皮を組み合わせた場合は、すべての処理枝で花序が形成されたが、捻枝との組み合わせでは、1個体で1年枝4段剥皮の場合の効果が低かった。1年枝のみの処理では、4段剥皮が2段剥皮より多少効果がすぐれていた。以上の結果はいずれも8月上旬処理の場合で、7月上旬処理はいずれも効果がみられなかった。花序形成枝で蕾を形成した割合は、1年枝の単独処理では4段剥皮がすぐれていたが、当年枝処理と組み合わせたものでは、1年枝4段剥皮の方がむしろ悪かった。花序当たりの平均着蕾数は、1年枝の単独処理は比較的良かったが、当年枝と組み合わせたものは、捻枝ではよかったが、剥皮したものは劣っていた。

## I は し が き

キリは種類によって、それぞれ特徴があり、=ホンギリ (*Paulownia tomentosa*) や チョウセンギリ (*P. coreana*) などは、材質は優れているが生長は余り良くなく、病気などにもかかりやすい欠点を持っている<sup>3)6)</sup>。一方、ウスバギリ (*P. taiwaniana*) はすばらしい生長をするが、寒さに弱く材質もあまり良いとはいえない<sup>6)11)</sup>。コノエギリ (*P. fortunei*) は生長が良く、テングス病に比較的強い<sup>3)</sup> などの優れた特徴を持っているが、寒さに弱く、材に目割れがでるなどの欠点がある。

このようにそれぞれが、一方では優れた特徴を持っている反面、欠点も持ち合わせているので、それらの特徴をうまく組み合わせ、材質が優れ、しかも生長が良く、病気などに強い、栽培の容易な種間雑種を育成することに成功すれば、その利益は大きい。そこでこのような交配を行うために必要な、着花促進法について調査を行った。

コノエギリやウスバギリのように、幼時の生長がおう盛なもの、植えつけ後相当の年数を経ないと着花しないものである。

着花をはじめも初期の段階では、花芽の分布は、樹幹の上層部にのみ集中して、中下層部の枝には着花しないことが多い。このようなものを交配材料として使おうとすると、足場の悪い高所作業となるので、作業は困難で危険が伴い、能率が悪いなど多くの問題がある。そこで、交配操作のやりやすい樹幹の

下部に花芽を分化させ、作業能率の向上と、育種年限の短縮を図る目的で、ウスバギリとココノエギリの幼齢木を用いた。

本研究の実施ならびにとりまとめにあたり、林業試験場浅川実験林加藤亮助林長、樹芸研究室林敬太室長、林業試験場造林部蜂屋欣二郎、遺伝育種科長石川広隆博士、海外林業調査科長内村悦三博士の各氏、そのほか多くの方々のご指導とご援助をいただいたことに対して、深く感謝する。

## II 実験材料と方法

### 1. ウスバギリを使った実験

1958年と、59年に2年生と、6年生の若木を使い、1処理5本あて次のような方法で処理を行った。

#### 1) 2年生木での実験

分根苗を2.6m間隔の正三角形植えにし、幹から出た側枝はそのまま伸長させ、形成された枝の最下段の直下に、着花促進の処理を行った。

a 剥皮：幹に幅が15mm前後で深さが木質部に達する切れ込みを一周させ、上下が連絡しないようにきれいに剥皮した（図1A参照）。処理は6月上旬と7月上旬の2回に分けて行った。なお、6月上旬に剥皮したものの一部に、7月中旬から10月にかけて、10～15日間隔で6回、100ppmのジベレリン（GA<sub>3</sub>）溶液を散布し、キリの花芽分化におよぼす影響を調べた。

b まきじめ：厚さ2mmほどのゴム板を幅5cmに切り、樹幹を一周させて、その上をビニル被覆の鉄線で、5～6周巻き締めた（図1B参照）。処理は6月上旬に行った。

供試木の平均的な大きさは表1のとおりである。

#### 2) 6年生木での実験

5m間隔の正方形植えにした6年生木を対象に、剥皮とまきじめ処理を最下枝の直下に行った。

a 剥皮：剥皮は2年生木の場合と同様の方法で同じ時期に行ったが、剥皮幅は1.5～3.5cmに変え、剥皮幅の広狭が花芽の分化および切口のゆ合に及ぼす影響を調べた。

b まきじめ：2年生木の場合とまったく同じ方法で同じ時期に行った。

これらウスバギリを使った実験の処理組み合わせは表2のとおりである。

### 2. ココノエギリを使った実験

まきつけ後4年を経た樹高6～7m、胸高直径20cm前後のA、B2樹（いずれも4年生）を使い、1年枝と当年枝を対象に、表3に示すようなものを使い1980年に処理を行った。

表1. 2年生ウスバギリ処理木の大きさ（5本の平均）

処理区分	枝下高 (cm)	処理部の 幹周(cm)	着枝数	枝の長さ (cm)
6月剥皮	59	24.1	8.0	111
7月剥皮	42	24.3	4.0	105
まきじめ(6月)	44	24.7	6.3	89
6月剥皮+ GA処理	51	24.4	7.1	100

表2. ウスバギリを使った着花促進の方法と結果

供試木の樹齢	処 理 区 分			試 験 の 結 果	
	方 法	時 期	GA <sub>3</sub> 処理	花 序 形 成	そ の 他
2 年 生	剥 皮	6 月	あ り	な し	徒長的伸長をする
			な し	な し	
		7 月	な し	な し	
	まきじめ	6 月	な し	な し	まきじめ部で折損
6 年 生	剥 皮	6 月	な し	1部初期段階の花序形成	
			な し	1部で花序と蕾形成	
		7 月	な し	な し	
	まきじめ	6 月	な し	な し	まきじめ部で折損

注 1. 供試本数は各区5本  
 2. 周囲に同じ条件で植えてあるものは全く花序を形成しなかった。

表3. 4年生ココノエギリの処理方法別供試枝の大きさ

処理時期	処理区分 母樹		無 処 理		単 処 理 区				2 重 処 理 区					
					当 年 枝		1 年 枝		2 段 剥 皮			4 段 剥 皮		
			当 年 枝	1 年 枝	剥 皮 捻 枝	2 段 剥 皮	4 段 剥 皮	当 年 枝	1 年 枝	当 年 枝		1 年 枝		
			剥 皮 捻 枝	剥 皮 捻 枝	剥 皮 捻 枝	剥 皮 捻 枝	剥 皮 捻 枝	剥 皮 捻 枝		剥 皮 捻 枝	剥 皮 捻 枝			
7 月 上旬	A 樹	枝長 (cm)	41	147	44	57	106	168	47	38	173	45	39	175
		直径 (cm)	0.8	2.1	0.7	1.1	2.0	2.1	0.9	0.7	2.4	0.8	0.9	2.3
8 月 上旬	B 樹	枝長 (cm)	42	146	54	48	146	128	60	45	155	45	51	158
		直径 (cm)	0.7	2.0	0.7	0.8	1.7	1.7	1.0	0.9	2.6	0.9	1.0	2.5
7 月 上旬	A 樹	枝長 (cm)	47	135	53	64	123	147	54	47	145	68	76	146
		直径 (cm)	0.8	2.0	0.9	1.0	2.6	1.9	0.9	0.7	1.9	1.1	0.9	2.4
8 月 上旬	B 樹	枝長 (cm)	62	143	56	60	130	145	104	84	140	84	88	170
		直径 (cm)	1.0	2.3	1.0	1.0	2.1	2.5	1.3	1.0	2.5	1.1	1.1	2.9

(注) 無処理、二重処理区は各5本、単処理区は各10本の平均

1) 1年枝の処理

分枝部の直径が2~3cm、長さ150cm前後で、1枝当たり当年枝が10~15本、ほぼ均等についているようなものを選び、その基部に剥皮を行った。

1段目の剥皮は、分枝部から10cm離して行い、その後は以下に述べる方法で、順次先端に向けて行った(図1C参照)。

a 2段剥皮: 剥皮は幅10~15mmで、枝を半周するだけ木質部まで切り込みを入れ、剥皮後部部の組織が残らないようにした。

剥皮の1段目と2段目の間隔は、処理枝の直径とおなじ長さとした。2段目の剥皮は1段目とは反対の

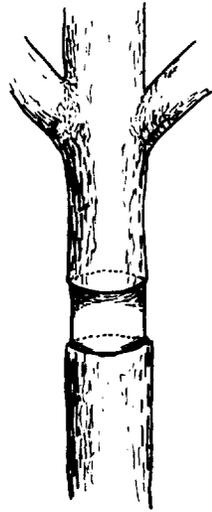


図 1 A. 樹幹の全周  
剥皮方法

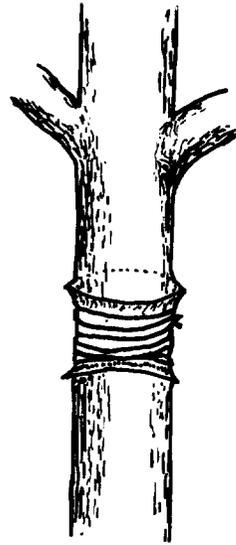


図 1 B. 樹幹のま  
きじめ方法

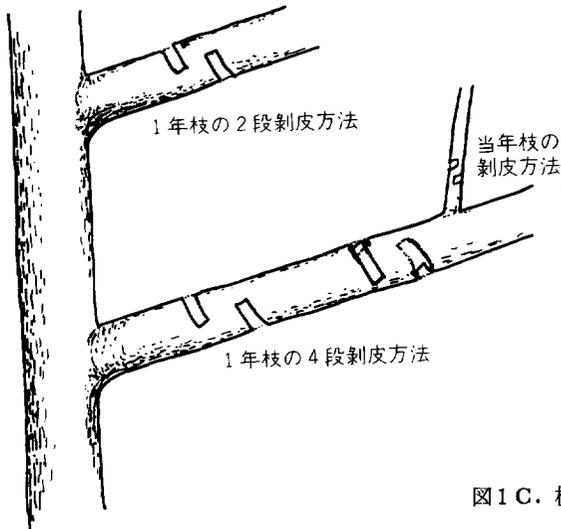


図 1 C. 枝の剥皮処理の方法

面に行う、交互剥皮とした。

b 4 段剥皮：2 段剥皮を 2 回繰り返す形で行った。すなわち、枝の分枝部から 10cm 離して 1 段目の剥皮を行い、それから処理枝の直径だけ離れた先端側の反対側に 2 段目の剥皮を、それぞれ枝を半周するだけ行い、2 段目の剥皮からさらに 10cm 離して先端側に、おなじことを繰り返し行った。

#### 2) 当年枝の処理

当年枝には剥皮と捻枝処理を行った。これらは図 1 C, 1 D のように行った。

a 剥皮：剥皮は 1 年枝の 2 段剥皮と同様、枝径とおなじ間隔をおいて、半周ずつ交互に 2 段行った。

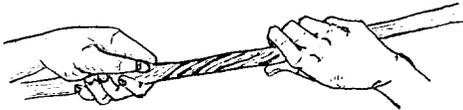


図 1 D. 捻枝処理の要領

処理部の両端を強く握り、左右を逆に約90度回転させる



図 1 E. 捻枝処理後の処理部の状況

黒い部分：樹皮が破壊されたところ

剥皮幅は5～10mmとし、1段目の剥皮は分枝部から5cm離れた。

b 捻枝：処理対象枝の中央よりやや下側の部分に、10～15cmの間隔をおいて、両手で強く握り、両端から手拭いを絞る要領で左右を逆に約90度回転させた（図1D、1E）。

### 3) 処理方法、時期の組み合わせ

A, B両樹について、1年枝と当年枝のそれぞれにだけ処理する単処理と、1年枝と当年枝の双方に処理する2重処理を7月上旬と8月上旬の2回に分けて実施した。

### 3. 花序形成の認定

花序の調査は5段階法で行い<sup>3)</sup>、このうち花序形成開始期と、蕾の形成期に重点を置いて調べた。

1) 花序形成開始期：梢端の伸長が鈍化して節間がつまり、葉が著しく小形、細長化し、葉色も次第に黄緑色となり、各葉腋には側花軸となる腋芽の形成が認められるようになったもの。

2) 蕾の形成期：花軸および側花軸に、黄褐色をした蕾の形成が認められるもの。

## Ⅲ 試験の結果と考察

### 1. ウスバギリの実験結果

#### 1) 2年生木の場合

2年生の幼木を使った実験では、表2に示したように、剥皮などの着花促進の処理を行っても、目的とした花序の形成が認められたものはなかった。

ジベレリンは、スギでは当年生や1年生の稚苗でも、花芽を分化させることができるほど、著しい着花促進効果が認められているが<sup>4)5)</sup>、ここで用いた2年生のウスバギリでは着花促進の効果はみられず、徒長的に伸長させる効果ばかりが顕著であった。これは生長促進の目的でジベレリンを使用した安藤ら<sup>1)</sup>の結果と同様で、キリでは花芽の着生を促進させるような効果は期待できそうもない。

剥皮した傷口のゆ合の状態を8月上旬に調べたところ、図2のように6月に剥皮したものは、ほぼ全面的にゆ合組織が発達し、約半分程度はカルスが形成されていた。7月剥皮区はゆ合組織の発達が20%前後

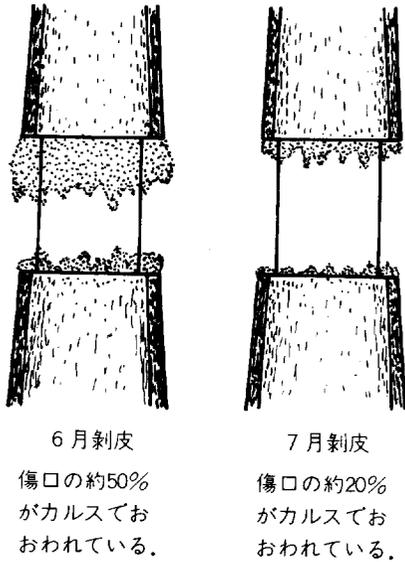


図 2. 剥皮時期とゆ合組織発達具合  
(8月上旬)の模式図

と悪かった。処理が樹体におよぼす影響をみると、剥皮区は全周剥皮という最も強い処理を行ったので、供試木に大きな影響を与え、着葉の大部分は盛夏の候に黄変し、落葉するものが多く、一部は枯死した。

剥皮部のゆ合が完了していないものは、切口の下側から多くの不定芽が発生していた。部分的に上下のゆ合組織が連絡したものは、落葉後にあらたに萌芽したものが伸び展葉した。

処理時期別にみると、6月剥皮区は盛夏の候に枯死木が出たが、その後は増加しなかった。7月処理区は盛夏の候に枯れたものはなかったが、秋以降に枯れるものが増えた。

まきじめ区では、まきじめ部の上下の肥大のために大きなクビレができ、ここから台風で折られたものがある。このような被害は、まきじめ部のクビレの深さと関係し、クビレの深さが10mm以上のものに集中するような傾向がみられた。

なお、まきじめによる着花促進処理では、次年度以降になってから効果の現れることも予想されたので、継続して観察を続けたところ、翌年に典型的なテングス症状をあらわし、すべてが枯死した。

## 2) 6年生木の場合

着花促進処理を行ったものの、その後の状況を8月上旬に調べたところ、剥皮処理区では、2年生木の場合と同様落葉するものが多く、残存した葉も変色したものが多かった。変色の度合は剥皮部のゆ合の良否と関係し、比較的ゆ合の度合が進んだものは、葉色がよく緑色を保っていたが、ゆ合が遅れたものでは、黄緑色を呈するなどの症状がみられた。剥皮した下側からは多くの萌芽が発生していた。

まきじめ処理は剥皮区のような落葉現象はみられず、全般に処理前よりも葉色は濃くなり、濃緑色をして外見上肉厚とみられる葉が多かった。

調査時のまきじめによる食い込みは、平均7~8mmであったが、まきじめ幅の狭かったものは食い込みの程度が強く、そのため台風で折損された。

8月上旬の剥皮部のゆ合の良否と、花序形成との関係を見ると、図3のようにゆ合がほぼ完了したものと、それに近い状態にあったものとは、花序の形成が認められなかったか、認められても極く少ない状態であった。一方、切口のゆ合が悪く、剥皮部が上下に分断された状態におかれていたものは、比較的よく花序の形成が行われた。

6月剥皮区では、一部に花序形成の初期段階のものが認められたが、発育を停止して、蕾を形成するには到らなかった。7月剥皮区ではゆ合の悪かったものが花序を形成し、蕾を形成した。しかし、花序の形成は通常よりもかなり遅れた。

6年生供試木も2年生木の場合と同様、処理木の大部分にテングス病が発生した。これらテングス病の

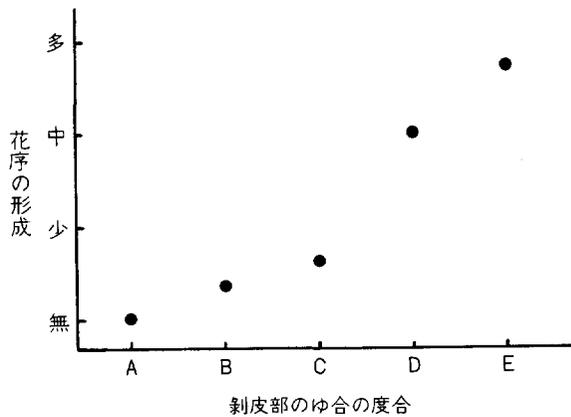


図3. 剥皮処理部のゆ合組織の発達具合と花序形成の関係  
(6年生ウスバギリ)

- A: ゆ合がほぼ完了したもの
- B: ほぼ半分くらいゆ合したもの
- C: 1部がゆ合したもの
- D: カルスの発達はよいがゆ合していないもの
- E: カルスの発達も悪いもの

発生したものは、いずれも、花序形成の徴候が明らかになったものに限られるという特徴がみられた。

キリの花序はテングス病とおなじように、腋芽がつぎつぎと分枝し、比較的狭い範囲のところに多数の枝を発生させるもので、現象的にはテングス病も、花序の形成もともに側枝を多発させて、叢生状を呈するという症状に変わりはない。このような花序部分でテングス症状を起こしやすいことは、多くの研究者が報告している<sup>7)~10)</sup>。

## 2. ココノエギリの実験結果

着花し始めたばかりの7年生のココノエギリの、樹幹の構成および花序分布の状態を、階層別に分けてみると図4のようである。当年枝は、およそ65%が樹幹下部に集中し、中間部で30%、上層部分では10%にも満たない。ところが、花序を形成した枝の分布状態をみると、当年枝の分布が最も少ない樹幹上層部に約80%のものが集中し、残り20%弱が中間部分に分布し、最も当年枝が多い下層部には、花序の形成枝は全くみられなかった。このような逆ピラミッド状の花序分布が、着花し始めたばかりの木における花序分布の実態であり、若齢木では樹幹の上層部以外では、いかに着花しにくいものであるかの例証である。

着花促進処理の結果は表4のように、7月上旬に処理したものは、いずれも花序の形成が認められなかったが、8月上旬に処理したものは、処理の方法によっては著しい効果がみられた。

1年枝の基部に剥皮処理をすればかなりの効果が得られるが、当年枝と組み合わせた2重処理の方がより有効であった。

なお、2重処理をした場合、処理をして間もない時期に台風に襲われたが、そのときの被害の発生状況を見ると、当年枝を剥皮したものは、剥皮部からの折損被害が大きかったが、捻枝区では比較的軽微であった。1年枝では被害がみられなかった。

2重処理を行う場合、当年枝に行う処理は剥皮、捻枝のいずれでも、花序の形成にはそれほど大きな違いはみられない。しかし、処理のやり易さ、処理後の傷口の回復、被害の発生状況などからみると、捻枝

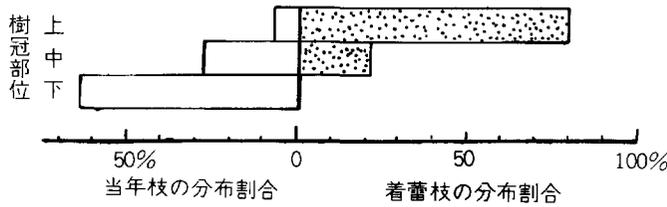


図 4. 樹冠の部位別当年枝と着蕾枝の分布割合  
(7年生コノエギリ)

表 4. 4年生コノエギリを8月上旬に処理した場合の花序形成率

処理区分	対照区	単 処 理 区				2 重 処 理 区			
1 年 枝	無処理	無処理		2 段 剥 皮	4 段 剥 皮	2 段 剥 皮		4 段 剥 皮	
当 年 枝		剥 皮	捻 枝	無処理	無処理	剥 皮	捻 枝	剥 皮	捻 枝
A 樹	0	0	0	37	92	100	100	100	50
B 樹	0	0	0	71	80	100	100	100	100

(注) 7月上旬処理区は全ての処理で花序形成が認められなかったので省略。

処理が有利と考えられる。

当年枝だけの単処理と、無処理区ではどちらも花序の形成は認められなかった。したがって、若齢木に花芽をつけさせるためには、1年枝に2～4段の剥皮を行い、さらに当年枝にも剥皮、捻枝などの処理を加えるのが有利である。

一般にキリ若齢木の着花は、自然状態では図4にみられるように、樹幹の上層部に集中し、中下層部には着花しにくいのが常態であるから、本試験のように樹幹下部の下枝を対象とすれば、花芽の着生が最も困難な場所を選んだことになる。それにもかかわらず8月上旬に、1年枝と当年枝の双方に適切な処理を行えば、ほぼ100%花序を形成させることができることが明らかとなった。この時期の処理が有効なことは、わが国での南方型キリ(ウスバギリ、タイワンギリなど)の花序形成期が、短日期となる8月中下旬であるとの報告とも一致する。

剥皮などの人工的な着花促進処理によって、花序の形成を始めても、それらがすべて蕾を形成し花序を完成するとは限らない。本実験でも花序形成の初期段階に達したものが、その後発育を停止してしまい、初期段階のまま終わってしまうものもみられた。この関係を明らかにするため、着花促進処理をした枝のうち、花序を形成した枝の割合(花序形成枝率)と、花序形成が確認された枝のうち、蕾をつけた枝の割合(着蕾枝率)とをくらべると図5のようになった。

A樹で90%以上の蕾を形成したものは、1年枝に4段剥皮を単独処理したものと、1年枝に2段剥皮を行い、その当年枝に捻枝を組み合わせた2重処理区だけである。これについてよかったのは、1年枝にたいする2段剥皮の単独処理である。その他の処理は、花序の形成には有効であったが、蕾の形成はみられなかった。

B樹で着蕾枝率の高かったものは、1年枝に2段または4段の剥皮を単独処理したものと、1年枝の2

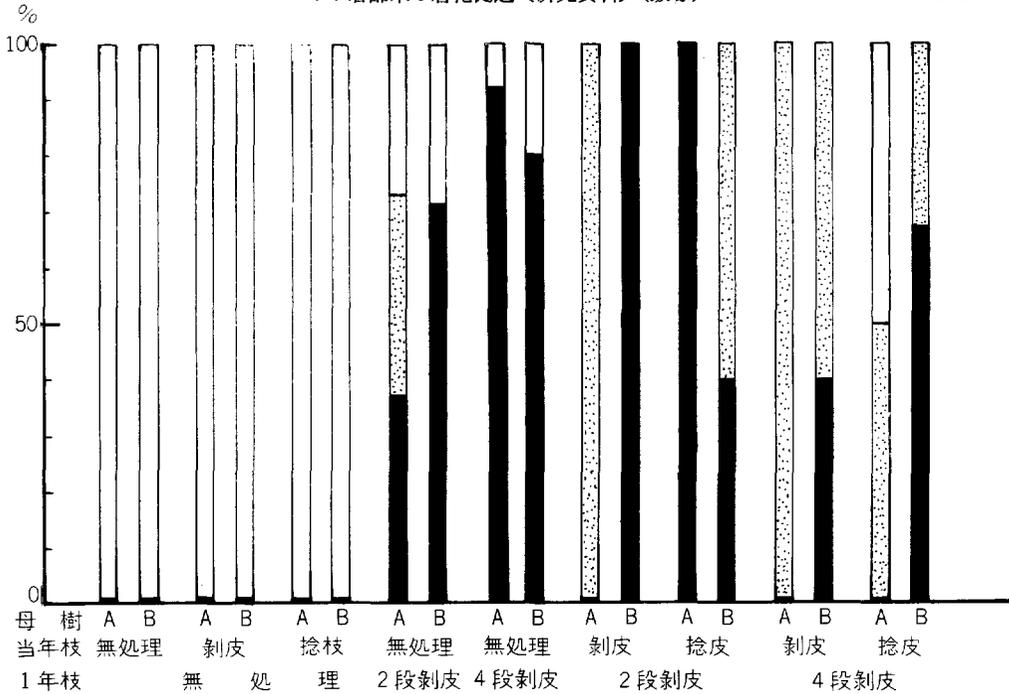


図5. 4年生コノエギリの処理方法別、花序形成枝率（黒塗り部分+黒点部分）、着蕾枝率（黒塗り部分）の比較  
たて軸は、処理枝にたいする本数比率(%), いずれも8月処理

段剥皮と当年枝の剥皮を組み合わせたもので、すべて花序を形成したものに蕾を形成した。その他の処理方法は、花序形成枝率と着蕾枝率の間には大きな差がみられる。

2重処理区では、1年枝の処理の強さによって、当年枝の処理がおなじであっても、蕾のつき方に大きな差がみられた。たとえば、1年枝に2段、4段の剥皮処理をした枝の当年枝に剥皮処理を組み合わせた場合、1年枝の処理が4段の場合は、蕾の形成がみられなかったが、2段の場合は全てに蕾が形成された。また、当年枝に捻枝処理をした場合は、1年枝の処理が4段の場合は蕾が多くつき、2段の処理では少ないなど、1年枝の処理の違いによって、当年枝の処理が同じであっても結果に大きな違いがみられた。

A, B両樹でおなじ処理を施した場合の着蕾率をくらべると、一部の処理を除いては、全般にB樹の方が蕾の形成率が高く、A樹にくらべて、B樹の方が蕾を形成しやすい性質を持った個体と考えられる。

着花促進処理の効果を、1花序当たりの蕾の着生数でくらべたものが図6である。

A樹は花序の形成率がやや低いものがあったが、1花序当たりの着蕾数も比較的少なかった。この傾向は2重処理をしたものに多く、大部分の処理区が無着蕾に終わった。比較的よく蕾をつけたものは、1年枝に4段剥皮の単独処理と、2段剥皮に捻枝を組み合わせた2重処理区で、これらは5個前後の着蕾がみられた。これらについて2~3個着生したものが、1年枝に2段剥皮の単独処理区である。これらを同じ処理のB樹の着蕾数とくらべると、いずれも半分程度の着生数にすぎない。

B樹で着蕾数の多かったものは、1年枝に2段、4段の剥皮を行い、当年枝に捻枝を組み合わせたもの

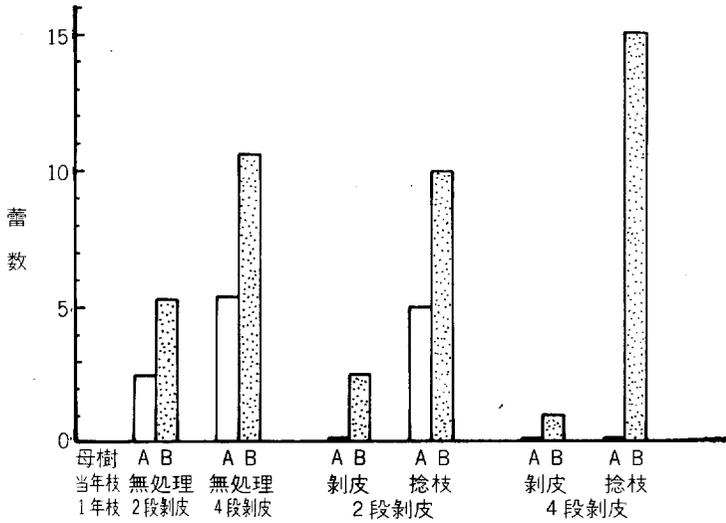


図 6. 4 年生コノエギリの処理方法別の 1 花序当たり平均着蕾数

と、1 年枝に 4 段剥皮の単独処理をしたもので、これらはいずれも 10 個以上の蕾をつけた。この着蕾数は図 4 で示した例の着蕾数に匹敵するものである。また、1 年枝に 2 段剥皮を単独処理したのも、5 個以上の蕾をつけ、前者につく成績がみられた。しかし、2 重処理で当年枝に剥皮をしたものは、いずれも着蕾数が 1、2 個と少なかった。

このように、2 重処理では当年枝に剥皮をしたものは、A、B 両樹とも着蕾数が少なく、実用上は問題である。

これらの結果を交配などに使う場合は、キリは種類によって、花芽の形成時期が異なり、北方型のニホンギリなどは夏至前後の長日条件下で行われるが、南方型のウスバギリやコノエギリなどは、短日期となる立秋前後となることを考慮して、施術の時期を選ぶ必要がある<sup>2)</sup>。着花促進の施術は、花序形成率、蕾形成率、1 花序当たりの着蕾数などが高い、1 年枝の基部にたいする 4 段剥皮の単独処理か、1 年枝に 2 段剥皮、当年枝に捻枝の組み合わせ処理を行うのがよい。

#### Ⅳ お わ り に

ウスバギリとコノエギリの若木を使い、着花促進の処理を行ったところ、通常はほとんど着花することのない、樹冠下部の枝でも、比較的容易に花序を形成させることができるようになった。このようにして一旦着花させた樹は、その後特別な処理を行わないでも、継続的に着花するような傾向がみられる。こうして得られた花を使って、現在各種の交配実験を進めている。

## 文 献

- 1) 安藤愛次, 大津邦博: ジベレリンによるキリの生長促進, 69回日林講, 314~317, (1959)
- 2) 飯塚三男: キリの花序形成期について, 89回日林論, 205~206, (1978)
- 3) ———: キリテングス病の種間差異について, 34回日林関東支論, 57~58, (1982)
- 4) 加藤善忠, 三宅勇, 石川広隆: ジベレリンによるスギ花芽分化の促進, 日林誌, 40, 35~36 (1958)
- 5) 加藤善忠, 福原橋勝, 小林玲爾: ジベレリンによる針葉樹の花芽分化の促進 (I), 日林誌, 41, 309~311, (1959)
- 6) 三宅勇: 台湾桐の植栽を奨む(下), 農林埼玉 1 (9), 34~36, (1951)
- 7) 中村克哉: 花序に生じたキリ天狗巣病, 森林防疫, 12, 127, (1963)
- 8) 佐藤邦彦: 東北地方におけるキリのでんぐ巣病の発生, 森林防疫, 13, 11, (1964)
- 9) 高村尚武, 作山健: 岩手県に発生したキリのでんぐ巣病樹からのマイコプラズマ様微生物の検出, 森林防疫, 322, 7~9, (1979)
- 10) 八重樫良暉: キリのでんぐ巣病, 岩手の林業, 206, 2~4, (1974)
- 11) ———: 岩手県に生育する桐の種類, 岩手県林試成果報告, 13, 29~36, (1980)