

ジベレリンによるヒノキ (*Chamaecyparis obtusa.*) の着花促進

—採種園における着花促進技術—

河 村 嘉 一 郎⁽¹⁾

Kaichiro KAWAMURA: Promoting Flower-Bud Formation in
Chamaecyparis obtusa. with Gibberellin

Methods of Promoting Flower-Bud Formation
for Seed Production

要 旨：ヒノキの着花促進を目的にジベレリン (GA₃, GA₄₊₇) の樹幹注入、はく皮うめ込み、葉面散布及び浸漬処理の効果について実験した。GA₃ 500 ppm 溶液を用いた樹幹注入処理は、雄花促進に対して効果があったが、雌花については、効果が認められなかった。はく皮うめ込み処理(GA₃)の処理適期は雌花の着花を促進するには7月中旬～8月中旬、雄花は6月下旬～8月中旬、雌、雄花合せて考えた場合は8月上旬が良かった。施用量は採種木直径が5cm前後のものは10～20mg(成分量、以下同じ)、10cm前後のものは20～30mgが適量であった。樹幹の水平方向にGA₃を2～3か所に分けて、施用するとクローネ全体に着花させることができた。はく皮部のゆ合を早めるには、はく皮部はたて長形、処理時期は8月中旬まで、施用量は1か所当り10mg以下とする方法が良かった。しかし、この処理方法では処理木の材部に変色障害が生じた。枝葉の浸漬処理ではGA₃の濃度は300ppm～500ppm、浸漬時期は7、8月、7、8、9月の連用処理が最も有効であった。葉面散布と枝葉の浸漬の各処理間に着花量の大きな差異は認められなかった。展着剤アトロックを添加した場合はジベレリンの単用処理区よりも雌花数は3～16倍、雄花数は1.7～3倍に増加した。使用したジベレリン以外のUracil, Adenin, B-995等の薬剤では着花促進効果は認められなかった。

目 次

I	はじめに.....	3
II	樹幹注入処理法.....	3
1.	樹幹注入処理による着花促進.....	3
III	はく皮うめ込み処理法.....	4
1.	はく皮うめ込み処理と樹幹注入処理の効果比較.....	4
2.	処理時期及び連年処理による着花促進効果.....	5
3.	施用量の違いと着花量.....	10
4.	はく皮うめ込み処理位置と着花枝の位置.....	11
5.	はく皮部のゆ合促進.....	13
IV	葉面散布処理法.....	17
1.	GA ₃ ほか4種の生長調節物質による葉面散布処理法.....	17
V	葉の浸漬処理法.....	20
1.	GA ₃ の浸漬処理法と葉面散布法との比較.....	20

2. GA ₄₊₇ と GA ₃ の浸漬法による着花量の比較	25
3. 展着剤アトックスB I添加による葉の浸漬処理	25
Ⅵ 考 察	28
引用文献	31
Summary	32

I はじめに

ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) はスギ (*Cryptomeria japonica*) とともに我が国の代表的な造林樹であり、その木材利用も建築用材をはじめ多方面にわたっている。また、ヒノキは材質が優れていること、立地への適応性が広いといわれていることなどから、近年はマツノザイセンチュウ被害跡地への代替樹種にもなってきており、我が国の総人工造林面積が減少するなかにも、その種苗の需要量は増加の傾向にある。

しかし、ヒノキの結実は、年による豊凶の差が著しく、豊作は3年ないし7年に1回といわれている¹⁰⁾。また、経済的に採種可能な樹齢に達するには、20～25年を要する¹²⁾といわれている。このように、ヒノキは、事業規模での継続採種が困難な樹種とされている。

関西林木育種場保有のヒノキ精英樹クローンの自然着花は8～10年生頃から始まるがクローンによって、継続して着花がみられるもの、年により着花量に極端に差のあるもの、ラメートごとの着花状況に差のあるものなどがある。また、雌花の多いもの、少ないものなどクローンあるいは個体により着花習性に大きな相違がみられる。関西育種基本区には、ヒノキ精英樹の採種園が国有林と民有林を合わせて152.90ha造成され(1986年3月現在)、これらから生産された種子による苗木が造林用に供給されている。これらの採種園から生産される種子は、遺伝的に優れており、これらの種子を毎年多量に能率よく生産しなければならぬが、前述のような着花習性があるため、人工的に着花結実を促進する必要がある。

着花促進の方法としては環状はく皮、根切り、まきじめ、施肥などがあるが、いずれも、ある程度の効果はみられるものの著しい促進効果はない。しかし、近年、板垣³⁾、橋詰⁴⁾が、ヒノキを対象に機械的促進処理を併用した着花促進試験を行い、着花量の増大と結実の若齢化の可能性を示唆した。

筆者は1969年以来、ヒノキ採種園の種子生産の向上を図るため、関西林木育種場に定植されたヒノキ精英樹クローンをを用いてジベレリン処理を中心とした着花促進試験を実施してきた。そのなかでジベレリン(GA₃～協和醗酵, ジベレリン協和粉末, 成分は1.6g中ジベレリン50mg(3.1%), その他湿展剤, 増量剤など(96.9%)、GA₄₊₇～協和醗酵製結晶)を主体とした樹幹注入処理、はく皮うめ込み処理等の濃度、時期、連年処理効果、また採種木の傷害部のゆ合促進法などの検討を行った。さらに、ジベレリン水溶液に展着剤アトロックスを添加して、枝葉の浸漬又は葉面散布を行うことにより、採種木に機械的傷害を与えることなく着花促進が可能であることを見出した。そこで、ヒノキ採種園の施業方法の基礎資料を得るため、これら一連の実験結果をとりまとめた。

本報告をとりまとめるに当たって終始御指導と御助言をいただいた関西林木育種場、育種課長岡田滋氏、同研究室長佐々木研氏、同研究員丹藤修氏、育種課片山重俊氏および林業試験場造林部研究員千葉幸弘氏に心から感謝の意を表する。

II 樹幹注入処理法

1. 樹幹注入処理による着花促進

溶液樹幹注入法により、ジベレリンの着花促進効果について検討を行った。ジベレリン単用処理のほかに、NAA(三共、ナフサク錠)との併用及びB-995(三共、Bナイン)の単用注入処理の効果についても併せて検討した。

1) 材料と方法

9年生のヒノキ精英樹信楽1号と福山1号を用いた。処理方法はジベレリン（以下 GA₃ と記す）300 ppm と NAA 10ppm の混合区、GA₃ 500ppm 単用区、B-995の50倍液区および100倍液区、対照区として水道水を用い、各処理区とも注入量を50cc及び100ccとし計10処理区を設けた。処理時期は、1969年7月14日と8月11日である。処理区の供試本数は各クローンとも2個体とした。樹幹注入の方法は三角フラスコを用い、定量の溶液（50cc 及び 100cc）を入れて、先端にガラス管をつけたゴム管を三角フラスコに接続し、幹にキリで穴をあけ、注入装置のガラス管をさしこみ溶液を吸収させた。この際、液の外部への流出を防ぐため接木ロウを塗布した。薬液の注入は3～7日で終了した。着花調査は'70年4月に行い、雌花については着生しているもの全部を数え、雄花は着花した緑枝数を数えて着花数とみなした。

2) 結 果

クローン別に雌雄花の処理効果を Table-1 に示す。この10処理区のうち、著しい効果の認められた処理区はいずれも GA₃ 施用区であり、これらのうち、雌、雄花ともに着花促進効果のあった処理区は GA₃ 500ppm の 100cc 注入区であった。なお、着花数を $\sqrt{x+1}$ 変換し、分散分析を行った結果、処理間は雌、雄花それぞれ5%と1%で有意であり、また、クローン間には雌花では1%、雄花では5%で有意差が認められたが、処理時期には有意差は認められなかった。なお、7月中旬及び8月中旬の処理で GA₃ の効果が著しく高かったことから、この時期が処理の適期であると考えた。

Table 1. 薬剤の樹幹注入処理による着花促進効果
Trunk-injection effects of some chemicals on promoting flower-bud formation

処 理 区 Treatment	注入量 (cc) Volume	7月14日処理 Jul. 14				8月11日処理 Aug. 11			
		信楽 1 Shigaraki		福山 1 Fukuyama		信楽 1 Shigaraki		福山 1 Fukuyama	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
GA ₃ 300ppm+NAA 10ppm	50	82	76	97	0	40	1142	39	74
〃	100	1	515	35	75	46	1032	42	0
GA ₃ 500ppm	50	0	276	495	645	0	1192	169	344
〃	100	8	1842	442	1020	187	1225	804	956
B-995 50倍液 50 times water solution	50	0	0	0	0	0	0	26	0
〃	100	0	0	20	0	0	0	15	0
B-995 100倍液 100 times water solution	50	0	0	109	0	0	0	133	0
〃	100	0	0	87	0	0	0	81	0
対照 (水) Control (water)	50	1	0	7	0	0	0	84	0
〃	100	0	0	38	0	18	0	147	0

III はく皮うめ込み処理方法

1. はく皮うめ込み処理と樹幹注入処理の効果比較

はく皮うめ込み処理と前述の樹幹注入処理の効果の違いについて検討した。

1) 材料と方法

供試木はヒノキ精英樹西条1号つぎ木10年生4個体を用いた。平均樹高は4.5m, 平均胸高直径は4.9cm, 平均クローネ幅1.7mである。はく皮処理は、つぎ木用ナイフを用い、幅1cm, 長さ2cmの大ききで胸高部を形成層部分まで□型に切り、底辺を残してはく皮し、これにGA₃顆粒を入れて、樹皮をもとに戻してビニールテープで固定した。GA₃量は1個体当たり25mg, 12.5mg, 6.25mgとし、対照区にはタルクを用いた。一方、注入処理は、三角フラスコにGA₃液50ccを入れ、ゴム管を用いて樹幹胸高部に注入した。GA₃濃度は500ppm, 250ppm, 100ppm, 50ppmとし、対照区には水道水を用いた。これらの処理はすべて1970年8月13日に行い、'71年4月に着花状況を調査した。

2) 結 果

実験結果をTable 2, 3に示す。はく皮うめ込み処理は樹幹注入処理の場合よりも着花促進の効果が著しく、雌、雄両花ともに着生数が増加した。まず、はく皮うめ込み処理のGA₃量別では12.5mg処理が雌、雄花とも着生数が最も多く、次いで25.0mg, 6.25mgであった。一方、注入処理では雌花の着生数には各処理区間で明らかな差はないが、雄花は500ppm区で着花数の増加が認められ、100ppm及び50ppmでは全く着花がなかった。GA₃成分量が類似する注入処理の500ppmとはく皮うめ込み処理の25mg処理の着花数を比較するとはく皮うめ込み処理の着生数が雌、雄花とも高かった。

Table 2. はく皮うめ込み処理によるジベレリン施用量別の着花状況
Number of flower buds caused by different volumes of gibberellin
applied peel and apply method

ジベレリン施用量 Applied volume of gibberellin (mg)	個 体 別 着 花 数 Number of flower buds formed									
	Individual No.1		Individual No.2		Individual No.3		Individual No.4		計 Total	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
25.00	38	600	7	167	21	886	4	219	70	1872
12.50	58	657	6	564	77	578	26	619	162	2418
6.25	8	120	17	49	4	43	0	0	29	212
対 照 Control	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0

Table 3. 樹幹注入処理によるジベレリン濃度別処理効果
Concentration effects of gibberellin applied by trunk injection on
promoting flower-bud formation

ジベレリン濃度 Concentration of applied gibberellin	個 体 別 着 花 数 Number of formed flower buds on each treated tree									
	Individual No.1		Individual No.2		Individual No.3		Individual No.4		計 Total	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
500ppm	0	67	0	219	27	220	1	95	28	602
250ppm	0	38	0	72	0	0	4	25	4	135
100ppm	0	0	12	0	0	0	21	0	33	0
50ppm	0	0	5	0	0	0	5	0	10	0
対 照 Control	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0

2. 処理時期及び連年処理による着花促進効果

2か年にわたり時期別にGA₃のはく皮うめ込み処理を行い、処理時期を検討した。またGA₃のはく皮うめ込み処理を3か年連続して行い、雌、雄花の着生状況、処理木の生長状況、はく皮部のゆ合状況を合せて調査した。

1) 材料と方法

処理時期別の着花促進効果については、供試材料はヒノキ精英樹阿武4号、比婆1号、賀茂1号、佐波2号（1972年実施）氷上1号及び山辺2号（1973年実施）で、いずれもつぎ木クローン10～11年生である。実験は2か年行い、1972年は6～9月の各月単用区、6、7月と7、8月及び8、9月の各2か月連用区、対照区の計8処理区を設けた。GA₃処理は'73年の6月29日、7月25日、8月17日、9月9日に行った。GA₃処理量は個体当たり各月10mgで、1処理区の供試本数は各クローンとも5個体とした。1973年の処理時期は前年とほぼ同時期であるが各月単用区では、新たに処理量20mgを設け、2水準とし、2か月連用区でも新たに5mgを設け2水準とした。はく皮のみの対照区を入れて15処理区を設けた。処理区当たりの供試本数は各クローンとも3個体である。はく皮うめ込み処理はいずれの年も前述の方法で行い、着花状況の調査は処理翌年の4月に行った。

連年処理の着花促進効果については、関西林木育種場の樹木園に植栽されている14年生の実生苗6系統（高野1号、沖の山5号、大悲山天然林、伊勢神宮林、一の宮の場天然林、川上村天然林）を供試木とした。供試木の大きさは平均樹高7.7m、平均胸高直径11.2cmであった。処理方法は胸高部幹周を水平方向に等間隔で3か所（つぎ木用ナイフで幅2cm、長さ2cmの大きさに）はく皮し、これにGA₃を入れ、樹皮をもとに戻してビニールテープを巻き固定した。処理は'71年8月10日、'72年7月24日及び'73年7月29日に行った。GA₃の施用量は25mg、12.5mg、6.25mg及びはく皮のみの対照区とし、1処理当たり5個体を用いた。また、着花数と生長は処理年の翌春4月に、はく皮うめ込み部分のゆ合状況を'74年7月に調査した。

2) 結 果

Table 4, 5 に年次別の着花状況を示す。雌花の着生状況をみると、'72年に実施の連用処理では8、9月処理区（各月10mgで計20mg施用）が平均1,069個で最も着花数が多く、次いで7、8月の851個、6、7月の339個の順となった。連用区の着花数が多くなった理由として、施用量が単用区の2倍量となったこと、更に、8月処理の効果が著しいという単用区の結果を考え合せると8月処理を含んだことの効果が加わったものと推定される。'73年に実施した結果でも着花数の多い処理時期は連用区の7、8月と8、9

Table 4. ジベレリンはく皮うめ込み処理時期別の着花状況（1972年実験）
Number of flower buds caused by gibberellin applied at different times by peel and apply method (Tested in 1972)

クローン名 Clone	処 理 時 期 Time of treatment								対 照 Control
	6月 Jun. ♀ ♂	7月 Jul. ♀ ♂	8月 Aug. ♀ ♂	9月 Sept. ♀ ♂	6. 7月 Jun.·Jul. ♀ ♂	7. 8月 Jul.·Aug. ♀ ♂	8. 9月 Aug.·Sept. ♀ ♂		
阿 武 4 Abu	0 1957	13 4227	479 4411	28 590	825 7744	3026 14260	2290 8768	0 0	
比 婆 1 Hiba	435 4265	803 10362	2129 5196	535 4499	2718 3980	6650 8058	5866 6359	0 0	
賀 茂 1 Kamo	21 1302	27 2578	58 3301	379 2163	964 1880	1719 7154	5249 7119	0 0	
佐 波 2 Sanami	34 1521	101 3099	882 3196	36 0	2268 6714	5624 8932	7975 8329	0 18	
計	490 9045	944 20266	3548 16104	978 7252	6775 20318	17019 38404	21380 30575	0 18	
Total 1本当り平均 Mean per tree	25 452	47 1013	177 805	49 363	339 1016	851 1920	1069 1529	0 1	

Table 5. ジベレリンはく皮うめ込み処理時期別の着花状況 (1973年実験)
Number of flower buds caused by gibberellin applied at different times by peel and apply method (Tested in 1973)

クローン名 Clone	処理量 (mg) Applied volume of gibberellin	処 理 時 期 Time of treatment													
		6 月 Jun.		7 月 Jul.		8 月 Aug.		9 月 Sept.		6. 7月 Jun.·Jul.		7. 8月 Jul.·Aug.		8. 9月 Aug.·Sept.	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
氷上 1 Hikami	10	6	83	38	86	9	90	1	26	81	143	62	155	69	93
山辺 2 Yamaba	10	158	84	149	84	179	100	30	83	144	185	214	200	220	100
平均 Mean		82	84	94	85	94	95	16	55	113	164	138	178	145	97
氷上 1 Hikami	20	49	95	80	168	203	142	50	79	124	235	209	264	200	214
山辺 2 Yamabe	20	153	182	289	199	232	137	29	24	313	268	300	229	235	155
平均 Mean		101	139	185	184	218	140	40	52	219	252	255	247	218	185
氷上 1 Hikami	対 照	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
山辺 2 Yamabe	〃 Control	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0
平均 Mean		0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0

月であり、一方、6月、9月単用区の着花数は約50~70%も下回る結果となり、前年と同様の傾向がみられた。これらの着花数を $\sqrt{x+1}$ 変換し、分散分析を行ったところ、両年とも処理時期に1%水準で有意差が認められた。これらの結果から、雌花の着花促進処理は7月中旬~8月上旬までの時期が最も効果的といえる。

雌花の着生状況をみると'72年実施では雌花と同様に連用区の着花数が多く、7, 8月>8, 9月>6, 7月≒7月>8月>6月>9月>対照区の順となった。'73年実施の着花状況は連用区は7, 8月≒6, 7月≒8, 9月, 単用区は7月≒6月≒8月>9月の順となり、処理時期により着花数に大きな差異がみられた。これら2か年の調査結果から雄花の促進処理の適期は6月下旬~7月下旬まで、遅くとも8月中旬までが効果的と考えられる。雌花と同様に分散分析を行った結果、両年ともそれぞれ1%, 5%水準で処理時期間に有意差が認められた。なお、処理を1回で終える場合には、20mg 前後の量で8月上旬に行うのが、雌、雄花の量のバランスをとる上で適当と判断される。

つぎに連年処理についてみると、雌花の着花本数率は処理区3年平均92%, 対照区のそれは57%であった。また、雄花のそれは処理区99%, 対照区38%であり、雌、雄花ともに着生率は処理区の方が対照区に比べ極めて高かった。年次別にみると1年目は雌花は処理区86%, 対照区33%, 雄花のそれは97%, 17%, 2年目では雌花は処理区90%, 対照区50%, 雄花のそれは99%, 27%, そして3年目になると雌花は処理区100%, 対照区89%, 雄花は処理区100%, 対照区70%と雌、雄花ともに着生率は年々高くなった。対照区の着花本数率が3年目は雌、雄花ともに極端に高くなっているが、GA₃のうめ込みが行われなくとも毎年のようにはく皮を実行したことにより、この効果が影響するものと考えられる。

施用量と着花量との関係を系統ごとにみると、施用量の多少にほとんど関係なく着花する系統、施用量の増加にしたがって着花数も多くなる系統及び処理量の間で多くなる傾向を示す系統の三つの着花型がみられた (Table 6)。しかし、全体的な傾向としては雌、雄花ともに 25mg>12.5mg>6.25mg>0mg

Table 6. はく皮うめ込み処理によるジベレリン (GA₃) の施用量と系統別の1個体当たり平均着花数
Mean number of flower buds formed on trees of tested strains caused by gibberellin (GA₃) applied in different amounts by peel and apply method

系 統 名 Strain	施 用 量 (mg) Applied volume								平 均 Mean	
	0		6.25		12.50		25.00			
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
高 野 Kooya	159	163	384	878	545	1077	1007	1787	524	977
大 悲 山 Daihizan	41	2	679	718	814	2013	717	1615	563	1087
伊 勢 Ise	42	236	945	1141	643	1390	1112	1995	686	1191
沖 の 山 Okinoyama	71	46	656	962	722	1513	1268	2040	679	1140
一 の 宮 Ichinomiya	424	539	630	2316	822	1972	1224	2619	775	1862
川 上 Kawakami	358	434	1076	2081	783	1795	1042	2235	815	1636
平 均 Mean	183	237	728	1349	722	1627	1062	2049		

Table 7. はく皮うめ込み連年処理によるジベレリンの施用量と年度別の1個体当たり平均着花数
Annual volume of gibberellin applied by peel and apply method and number of flower buds per tree caused by the gibberellin

施 用 量 (mg) Ammually applied volume	着 花 状 況 Number of flower buds							
	1 年 目 1st year		2 年 目 2nd year		3 年 目 3rd year		平 均 Mean	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
0	23	0	57	58	469	653	183	237
6.25	511	1565	411	954	1262	1529	728	1344
12.50	770	2179	341	1209	1053	1492	721	1627
25.00	989	2853	620	1365	1577	1927	1062	2048

Table 8. はく皮うめ込み連年処理によるジベレリンの系統と年度別の1個体当たり平均着花数
Annual mean number of flower buds per tree of tested strains caused by gibberellin applied by peel and apply method

年 Year	高 野 Kooya		大 悲 山 Daihizan		伊 勢 Ise		沖 の 山 Okinoyama		一 の 宮 Ichinomiya		川 上 Kawakami		平 均 Mean	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
1 年目 1st year	427	1159	427	1184	733	1336	609	1718	616	2641	628	1859	573	1650
2 " 2nd year	259	738	200	984	409	885	425	667	305	767	546	1375	357	897
3 " 3rd year	886	1034	1062	1130	914	1351	1003	1036	1405	2177	1271	1675	1090	1401

(対照区) の関係がみられた。

年度別の処理区の雌花着生数は雌、雄花ともに3年連続して、対照区を大きく上回った (Table 7)。また、ほとんどの系統は雌、雄花とも年度によって着生量に大きな違いがみられた。連年処理した場合も年度によって着花量に変化の大きい系統と変化の比較的小さい系統がある。

主幹の上長生長には処理区と対照区の間には各年度ともあまり差は認められず、GA₃処理による影響はない (Fig. 1)。また、幹の肥大生長にも上長生長と同様、GA₃の連年施用による影響はみられなかった。しかし、着花数の多かった1年目と3年目の肥大生長はほぼ同じで、2年目はこれらの年度よりもかなり

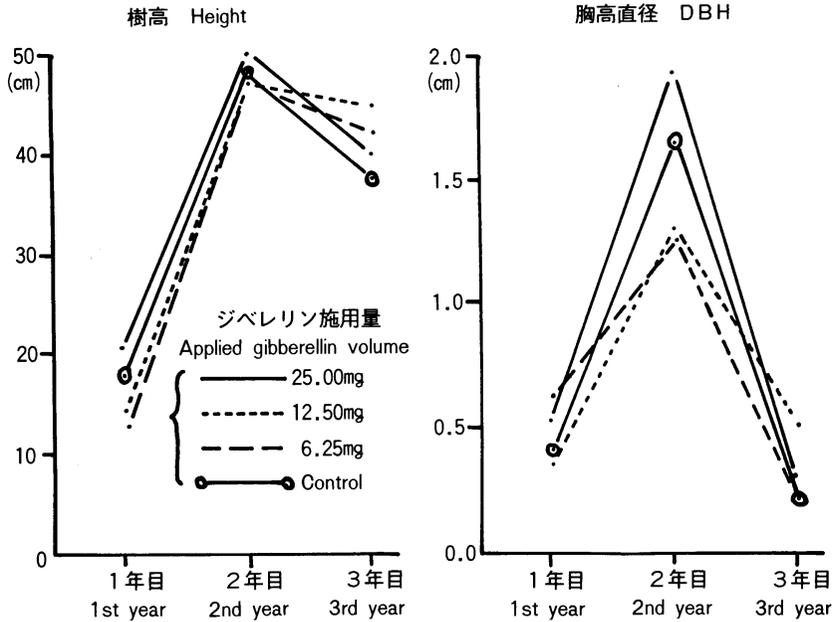


Fig. 1. ジベレリンはく皮うめ込みの連年処理を行った供試木の各生長期ごとの平均生長量

Mean height and diameter growth each year of trees treated annually with gibberellin by peel and apply method

Table 9. ジベレリンはく皮うめ込み処理後のはく皮部位の癒合状況
Progress of the agglutination of wounds after gibberellins treatment

癒合状況 Classification of agglutination	処 理 年								
	1 年 目 1st year			2 年 目 2nd year			3 年 目 3rd year		
	施 用 量 Applied volume(mg)			施 用 量 Applied volume(mg)			施 用 量 Applied volume(mg)		
	25.00	12.50	6.25	25.00	12.50	6.25	25.00	12.50	6.25
A: はく皮部位のカルスは盛り上がり木部はみえない A: Swelling callus, but xylem not found	71%	100%	100%	22%	62%	29%	0%	0%	0%
B: はく皮部位にカルスができ、木部の露出が少なく、癒合が進んでいる B: Forming callus, but little xylem found	29	0	0	62	38	53	0	38	29
C: 傷害部位にカルスが若干できるが木部が露出している C: Hardly forming a calus, but almost no xylem found	0	0	0	16	0	18	100	62	71

大きかった。このことから着花量の多かった年の肥大生長は劣るといえる。

はく皮処理を行った際、幹への障害が問題となるが、3か年連続した場合は一層著しいため、これら処理木のゆ合状態について観察した。はく皮うめ込み処理部位のゆ合状態を①: はく皮部位のカルスが盛り

あがって、木部が見えずゆ合しているもの、㊸：はく皮部位にカルスができ、木部の露出が少なくゆ合が進んでいるもの、㊹：傷害部位にカルスが若干発達しているが木部が露出しているもの、の三つに分け、高野1号、大悲山、伊勢の3系統について調査した。'71年にはく皮処理したものはゆ合完了しほとんど㊸に入ったが、'72年に処理したものは施用量とは関係なく、㊸、㊹の状態のものが多かった。'73年処理のものは25mgでは全部が㊹に入り、12.5mg、6.25mgでは㊹と㊸に入り、施用量の多少によっても左右されるが、ゆ合には3年を要する。さらに、3か年連続処理すると㊸の状態のものはまったくなく、㊹の状態のものが62~100%、平均して78%も残っている (Table 9)。なお、㊸の状態に到達しないものは後述するように材の変色を起こすものと考えられる。

3. 施用量の違いと着花量

樹体の大きさと GA₃ の処理量との関係を検討した。

1) 材料と方法

ヒノキ精英樹一志9号、北牟婁9号、17号、氷上1号、8号および9号の6クローンをを用い、はく皮うめ込みを行った。樹高の高い個体と低い個体に区分し、双方に GA₃ 5mg ずつうめ込んだ処理区と、樹高の高いものと低いものに対して施用量を10mgと5mgとに変えた処理区を設けた。したがって、いずれの処理区ともクローンごとに大、小各1個体計6本の供試木を割りつけて、処理は1972年8月に、また、着花状況調査は'73年3月に行った。

2) 結 果

実験結果を Table 10, 11 に示す。GA₃ 施用量を同じにした場合、クローネ表面積 ($\pi r\sqrt{r^2+n^2}$, r = クローネ半径, h = クローネの長さ) 1m² 当たり換算値でみると GA₃ に対する反応にクローンによる違いがみられるが、いずれのクローンでも、また、雌花、雄花とも着生量は樹高の高いものが少なく、低いものが多い結果となった。また、樹高によって施用量を変えた処理区ではクローンにより着花量に違いはみられるものの、3クローン中2クローンで雌花においては樹高の高いものと低いものとの着花量の差は小さくなり、他の1クローンはほとんど、その差がみられなかった。雄花については樹体が大きいても施用量を多くするとむしろ着花量が多くなる傾向があった。以上のことから処理木の樹高の違いに応じて GA₃ の施用量を変えて処理する必要がある。

Table 10. ジベレリンのはく皮うめ込み処理対象木の大きさと着花数
General features of trees treated with gibberellin by peel and apply method and the number of flower buds formed

クローン名 Clone	施用量 (mg) Applied volume	供試木の大きさ Size of treated trees			着花数 No. of flower buds		樹冠表面積 (m ²) Surface area of crown	樹冠表面積 1m ² 当 り着花量 No. of flowers on surface area of crown per 1 m ²	
		樹高 (m) Height	根元直径 (cm) Diameter at the base	クローネ 幅 (m) Crown width	♀	♂			
一志 9 Ishi	5	2.40	3.44	1.39	434	398	1.52	287	264
		3.40	5.01	2.05	312	149			
北牟婁 9 Kitamuro	5	2.23	3.25	1.56	530	491	0.35	1514	1403
		3.56	6.02	2.27	523	819			
氷上 8 Hikami	5	2.19	2.98	1.48	1173	864	0.65	1805	1329
		3.45	5.69	2.15	2164	1177			

注) 樹冠表面積 = $\pi r\sqrt{r^2+h^2}$ (r: クローネ半径 h: クローネの長さ)

Note: Surface area of crown = $\pi r\sqrt{r^2+h^2}$ (r: radius of crown, h: length of crown)

Table 11. 供試木の大きさとはく皮うめ込み処理のジベレリン量の違いによる着花数
Number of formed flower buds caused by gibberellin of different
volumes applied by peel and apply method

クローン名 Clone	施用量 (mg) Applied volume	供試木の大きさ Size of treated trees			着花数 No. of flower buds		樹冠表面 積 (m ²) Surface area of crown	樹冠表面積 1m ² 当 り着花量 No. of flowers on surface area of crown per 1m ²	
		樹 (m) 高 Height	根元直径 (cm) Diameter at the base	クローネ 幅 (m) Crown width	♀	♂		♀	♂
氷上 1 Hikami	5	2.31	3.18	1.37	208	538	1.35	154	399
	10	3.29	4.96	2.01	230	1213	2.02	114	600
氷上 9 Hikami	5	2.21	3.39	1.41	530	265	0.69	768	384
	10	3.15	5.01	1.77	1024	443	1.35	759	328
北牟婁 17 Kitamuro	5	3.27	3.59	1.47	924	685	1.12	825	612
	10	3.44	5.86	2.35	881	1801	1.60	507	1126

注：樹冠表面積は Table 10 と同じ

4. はく皮うめ込み処理位置と着花枝の位置

ジベレリンのはく皮うめ込み処理をする場合、雌、雄花の分布が特定の位置に片寄ることがあっては、隣接採種木との交配チャンスが不均等になる恐れがあり、採種園の受粉管理上問題となる。そこではく皮うめ込み処理における着花枝の位置を検討した。

1) 材料と方法

関西林木育種場の樹木園に定植されている16年生の滑1号の実生家系10個体を用いた。この供試木の平均樹高は6.9m、平均胸高直径は11.2cm、平均クローネ幅は2.4mであった。処理方法は Table 12 に示すように10種類とし、GA₃を用いて行った。はく皮うめ込み処理は1975年7月にクローネ最下枝と地際の中に1~3か所、幹周の水平方向に横並びに行った。また、花芽の調査は'78年3月にシルバーコンパスを用いて、ジベレリン処理位置と樹心を中心にして樹冠内のすべての枝の岐出方向を測定し、GA₃処理位置を中心にして、90°範囲内の枝（樹心と処理位置とを結ぶ直線に対して、水平方向の両側45°内にある

Table 12. ジベレリンはく皮うめ込み処理位置試験の処理方法
Number and size of peeling points and applying volume
of gibberellin by peel and apply method

はく皮か所数 No. of peeling point	はく皮の大きさ (cm) Size of peeling Width × Length	単木当りの施用量 (mg) Applied volume per tree
1	幅5 × 長さ2	10
1	〃	15
1	〃	30
2	幅3 × 長さ1	10
2	〃	15
2	〃	30
3	幅2 × 長さ2	10
3	〃	15
3	〃	30
2	幅3 × 長さ1	0

枝)及びそれ以外の枝に区分し、それぞれの枝の雌、雄花数を計測した。

2) 結 果

Table 13 に処理別着花状況を、Table 14 に90°範囲内と範囲外の着花枝の相対的な関係を、また、Fig. 2 にクローネ内における着花枝の分布を示した。まず、クローネ全体の着花枝数と雌、雄花数について Table 13 でみると、対照区に比較して処理区では顕著な効果があらわれているが、施用量の違いには明確な傾向はない。しかし、Table 14 に示した処理位置を中心とした90°範囲内の着花枝率と90°範囲外のそれについてその相対的な処理効果を調べた。90°範囲内の場合はどの施用水準においても優れていた。その効果は処理か所数が多いものほど高まる傾向を示した。さらに、処理位置を中心とした90°範囲内におけるクローネの階層を上、中、下の3層に区分して、施用量別、処理か所数別に着花枝の出現率をみると、いずれの処理量においても着花枝の50%以上はクローネの上部に分布した。2、3か所処理した場合

Table 13. ジベレリンはく皮うめ込み処理によるはく皮か所数および施用量と着花状況
Proportion of branches with flower buds and number of flower buds per tree by number of peeled points and volume of gibberellin applied by peel and apply method

はく皮か所数 No. of peeled points	施 用 量 (mg) Applied volumes	樹冠全体の枝数(本) No. of branches in the entire crown	着花枝数(本) No. of branches with flower buds				着花率(%) Proportion of branches with flower buds	着花数 No. of flower buds	
			♀	♂	♀♂	計 Total		♀	♂
1	10	186	8	59	8	75	40	44	5822
1	15	131	7	17	19	43	33	2375	2699
1	30	155	11	7	11	29	19	302	1095
2	10	126	1	29	14	44	35	909	3443
2	15	102	0	32	11	43	42	1360	3988
2	30	127	6	23	36	65	50	8192	5415
3	10	101	0	8	2	10	10	4	391
3	15	112	1	26	5	32	29	28	2794
3	30	144	4	33	39	76	52	3036	11454
対 照 Control		130	0	0	0	0	0	0	0

Table 14. ジベレリンはく皮うめ込み処理位置と着花した枝の範囲
Position treated with gibberellin by peel and apply method and limits of effect from treated points on flower-bud formation

処 理 位 置 角 度 Position of treatment	施 用 量 (mg) Applied volume	処 理 か 所 数 Relative frequency			
		1	2	3	平均 Mean
90°範囲内 (処理位置両側45°範囲) Within 45° limits of both sides from treated point	10	60%	74%	84%	73%
	15	64	87	78	76
	30	45	62	87	65
	平 均 Mean	56	74	83	71
90°範囲外 Beyond 45° limits of both sides from treated point	10	40	26	16	27
	15	36	13	22	24
	30	55	38	13	35
	平 均 Mean	44	26	17	29

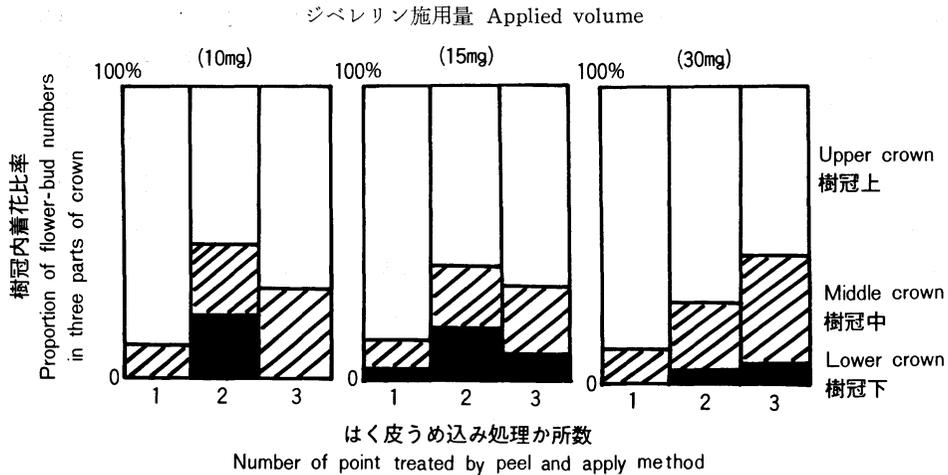


Fig. 2. はく皮うめ込み処理か所数, 施用量ごとの処理位置90°範囲内における着花枝の樹冠内分布
Distribution of formed flower-buds in different parts of crowns by number of treated points and volume of gibberellin applied by peel and apply method

は中, 下層にまで着花範囲が広がる傾向があった。

5. はく皮部位のゆ合促進

GA₃のはく皮うめ込み処理は樹幹注入処理や機械的処理に比べて著しい着花促進効果のあることが認められた。しかし, 形成層部位に GA₃を挿入するため, 処理部位のゆ合に年月を要し, 採種木の樹勢維持の面からみると適切な処理法とはいえない。そのため, はく皮処理が授種木に与える影響と, はく皮うめ込み処理部位のゆ合促進について検討を行った。

1) 材料と方法

はく皮うめ込み処理による幹部ゆ合の変化を調べた。材料は関西林木育種場樹木園に植栽されているヒノキ17年生の大悲山, 伊勢神宮林の2系統(平均樹高7.7m, 平均胸高直径11.2cm)を用いた。はく皮処理は1971, '72及び'73年の7月に胸高部幹周の3か所を等間隔につき木用ナイフで, 幅2cm, 長さ2cmの大きさにはく皮し, 供試木1個体当たり25mg, 12.5mg, 6.25mg, 0mg(対照区, タルクを施用し, '71年のみ実施)のGA₃を挿入した。これらの処理木について, 処理区ごとに各系統とも1個体ずつ計8個体を'77年3月に伐採して木部の変色状況等を調査した。

また, 当該樹木園に定植されている樹齢15~18年の精英樹27クローン, 樹高7.4~8.0m, 胸高直径7.6~11.2cmを用いて各種処理とゆ合の速さについて観察した。供試本数は1処理区当たり2~6本とし, '75年の6月上旬から9月下旬, 前述のはく皮うめ込み処理法により実施した。施用時期(6~9月), 処理量(5~15mg)及び施用か所数(Table 15)について検討した。また, 施用位置についても検討し, クローネ内力枝付近, クローネ最下枝付近, クローネ最下枝と地際の間及び地際の4部位に分けて施用した。ゆ合状況は処理後1年目と2年目に調査した。

2) 結果

はく皮処理部の状態: 傷口にはゆ合組織が形成され, 傷口60か所(GA₃施用木: 1個体当たり3か所×3年×3処理×2系統で54か所, 無施用木: 1個体当たり3か所, 2系統で6か所, 計60か所)のうち, 51か所でゆ合が完了していた。しかし, ゆ合完了期間は早いもので1年, 遅いものでは5年, 大部分は3

年を要した。はく皮部分の横断面をみると、GA₃処理区で処理位置の内側（髓方向）が3～5年輪まで変色し、外側（樹皮方向）では樹皮の一部を巻き込み入皮の状態となっていた。年輪は著しく不整ではあるが処理部はゆ合していた。また、対照区は1年でゆ合が完了していたがはく皮部分はうすい灰色に変色していた。GA₃処理木のはく皮部分の縦断面は、はく皮位置より内側では紡錘状の変色または褐変現象がみられ、その範囲は横断面の場合の年輪と一致した。幹の垂直方向に3か年連続して処理した場合、各年度の処理間隔が狭いものは、それぞれの変色組織がつながり、変色部分が拡大する傾向がみられた。また、外側では入皮、やにぶくろの状態となっているものが多く観察された (Fig. 3)。

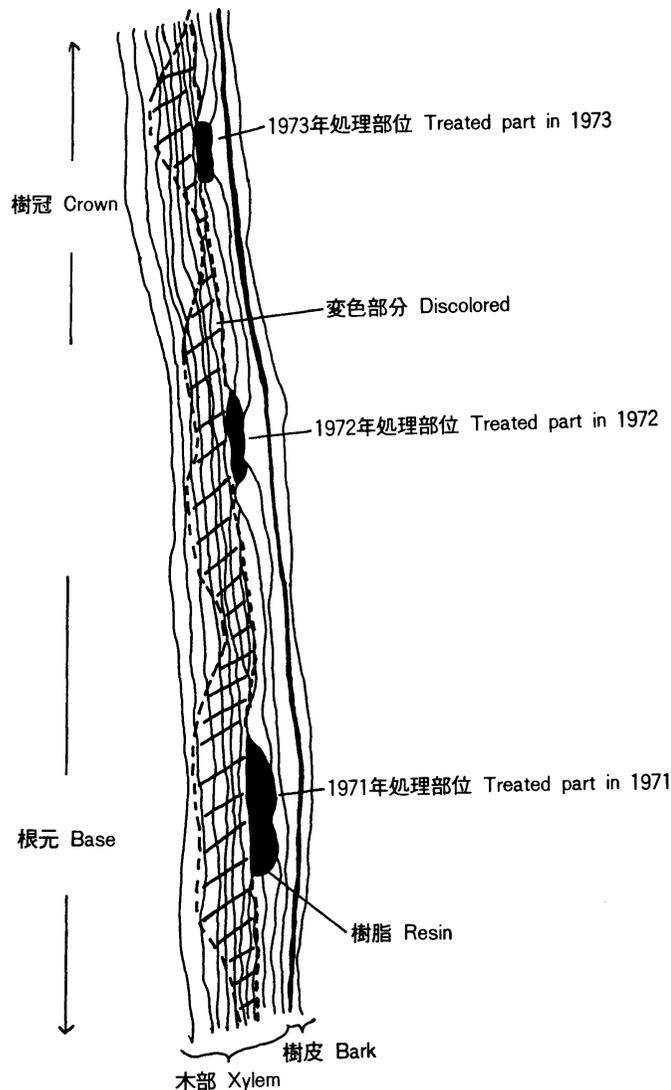


Fig. 3. はく皮うめ込み処理による材部の変色
Discoloration of wood caused by peel and apply method

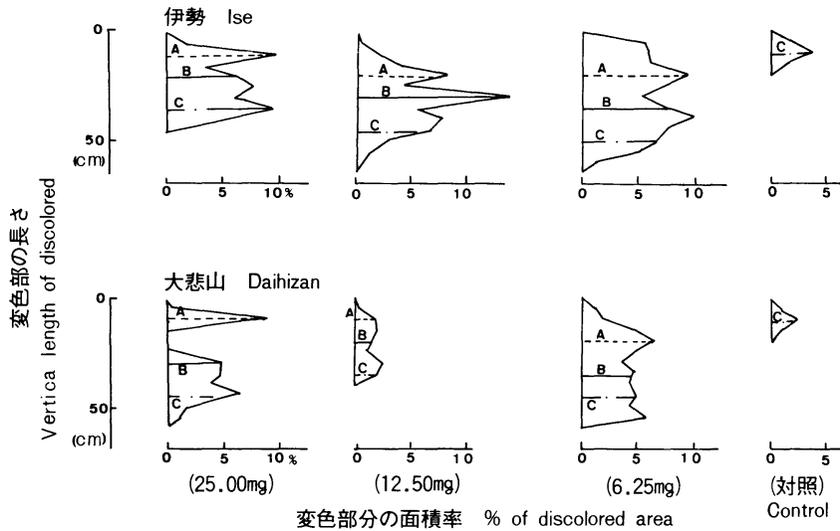


Fig. 4. 木口面（横断面）に現われた変色部分の大きさ
Relationships between discolored areas or cross-sections and vertical lengths of the discolorations

- 注) (1) A : 1973年処理 Treated in 1973
Notes: B : 1972年処理 Treated in 1972
C : 1971年処理 Treated in 1971
(2) 変色部分の面積率 : 木口における変色部分の面積 / 木口面積
Proportion of discolored area : discolored area on cross-section / cross-section area

変色部分の大きさ : 木口面（横断面）について、はく皮位置の中心を基準に約5cm間隔で幹を切断し、その面に現われた変色部分の大きさを測定し、木口面積に対する変色部分の面積比を求めた。変色部分の面積率は0～15%で平均すると4.5%となり、GA₃の施用量及び年別処理の違い等には明らかな差はなかったが、GA₃を挿入したものと、挿入しないものを比較すると前者の変色部分が大きかった(Fig. 4)。半径面（縦断面）では3か年連続して幹の同一垂直面に処理したためか、変色部分は長く連続しており、その面積は約50cm²であった。また、25mg施用した供試木について壊死部分の大きさを求めると処理部位120～160cmの地上高における大きさは、平均直径7.5cm、長さ40cm、体積1.765cm³であるが、これに対し変色部分の大きさは1か所当たり長さ38cmで体積に換算すると約90cm³であり、1本の供試木に3か所処理しているため、約270cm³の大きさとなり、体積比では15%に当たる部分が壊死している(Fig. 3)。

時期の違いとゆ合速度との関係は総じて6月がゆ合が早く、次いで7月、8月、9月の順となった。また、処理量の少ないほどゆ合が早く完了する傾向がみられた(Fig. 5)。

実験結果のうち7月処理の場合について、施用か所数とゆ合をみると処理か所数よりもうめ込み時に、はく皮する面積が問題となり、GA₃を採種木の1か所に全量うめ込みするよりも2～3か所に分けてうめ込む方がはく皮時の傷口も小さく、したがってゆ合も早くなる結果となった(Table 15)。クローネ最下枝付近に施用したものは他の位置に施用したものに比べ、いく分ゆ合が早い傾向がみられた(Fig. 6)。処理時点のはく皮部分の形状との関係を見ると縦方向に長い方が、横方向の幅の広いものよりもゆ合が著しく早かった(Fig. 6)。

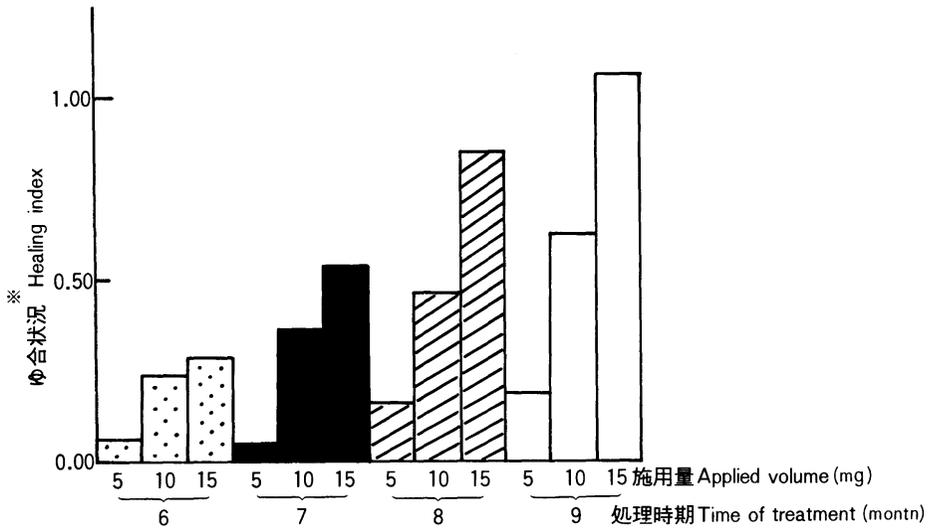


Fig. 5. はく皮うめ込み処理の癒合状況 (2年後)

Healing development of wounded parts caused by peel and apply method (after 2 years)

* 癒合状況：2年後の傷口の大きさ/処理時の傷口の大きさ により傷口の癒合状況を示した
 * Healing index: (Wounded area 2 years after treatment time)/(peeling area at treatment time)

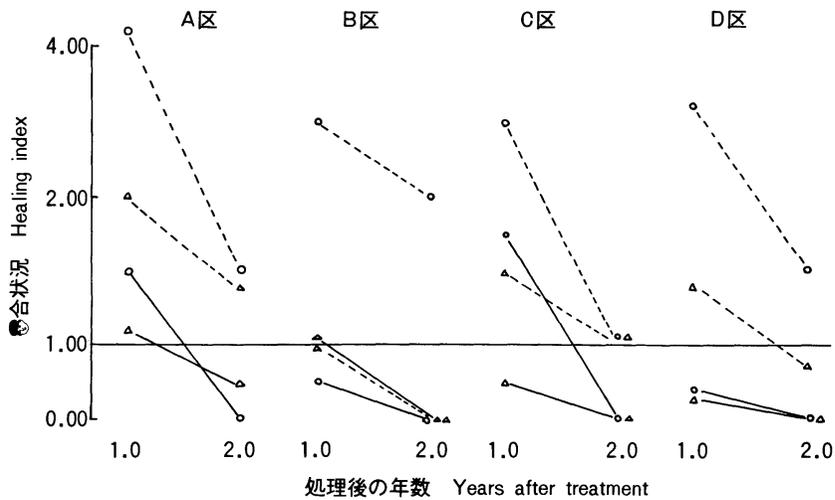


Fig. 6. はく皮の形およびはく皮位置の違いと癒合状況

Differences of healing indexes with time by two sizes of peeling for four different treating positions on trunks

注) (1) A区 クローネ内力枝付近 Joint part of the largest spreading branch of crown
 Notes: B区 クローネ最下枝付近 Joint part of the lowest branch of crown
 C区 クローネ最下枝と地際の間 Intermediate part between joint of the lowest branch of crown and basal part

D区 地際 Basal part

(2)たて1cm×よこ3cm Length Width ———たて3cm×よこ1cm Length Width

○.....坂田2号 Sakata △.....大杉谷 Osugidani

(3) * Fig. 5. 癒合状況と同じ

Table 15. シベレリンはく皮うめ込み処理か所数およびはく皮の大きさと癒合状況
Influence of peeling size and number of peeled places per tree on the agglutination
of wound caused by the treatment with gibberellin by the peel and apply method

処 理 方 法 (1975.7 処理) Treatment (Treated in July, 1975)			癒 合 状 況 (1977.7 調査) View of healing (Investigated in July, 1977)	
はく皮か所数 No. of peeled places	供 試 本 数 No. of treated trees	はく皮の大き き Peeling size Length×Width (cm)	傷口の癒合状況 (か所数) * No. of places and classification of healing	はく皮部分の大きさ (cm ²) Size of wounded part
1	9	縦2×横5	B = 6 C = 3	14.8
2	9	縦1×横3	B = 18	4.7
3	9	縦2×横2	B = 16 A = 11	1.2

* A : はく皮部位のカルスは盛りあがり、木部はみえない * A : Swelling callus, but xylem not found
B : はく皮部位にカルスができ、木部の露出が少なく癒合が進んでいる B : Forming callus, but little xylem found
C : 傷害部位にカルスが若干できるが、木部が露出している C : Hardly forming a callus, but almost no xylem found

IV 葉面散布処理法

1. GA₃ほか4種の生長調節物質による葉面散布処理法

GA₃について処理時期と濃度の違いが着花量に及ぼす影響について検討した。また、他の生長調節物質、すなわちウラシル、アデニン、B-995及びIBAを用い、着花促進効果を調べた。

1) 材料と方法

材料はヒノキ精英樹都濃3号、柳井2号及び佐波1号のつぎ木4年生(平均樹高85cm, 平均根元直径8mm)を用いてGA₃の濃度を400ppm, 200ppm及び0ppm(対照区)の3水準とし、1964年6月18日, 7月5日, 7月20日, 8月5日, 8月23日及び9月13日の6時期に分けて、それぞれ1時期1回の葉面散布をした。これらの着花状況の調査は同年11月18日に行った。また、GA₃以外の他生長調節物質による着花効果の実験には関西林木育種場内に'62年春に定植した樹齢10年生のヒノキ精英樹の阿武1号, 比婆2号, 賀茂2号, 高粱1号及び氷上6号の5クローンを用いた。16処理区を設け(Table 16), 処理ごとに各クローンとも1個体ずつ割りつけた。各個体4本の枝を選び4回のくり返しとし

Table 16. 数種の生長調節物質を用いた処理の方法
Prescriptions of several growth regulators

処 理 区 Prescription	
Uracil	200ppm+GA ₃ 300ppm
〃	500ppm+ 〃
Adenin	100ppm+ 〃
B-995	200倍 + 〃 1/200 dilution
〃	100〃 + 〃 1/100 dilution
IBA	100ppm+ 〃
〃	500ppm+ 〃
Uracil	200ppm
〃	500ppm
Adenin	100ppm
B-995	200倍 1/200 dilution
〃	100〃 1/100 dilution
IBA	100ppm
GA ₃	300ppm
〃	500ppm
対照	Control

Table 17. ジベレリン (GA₃) 葉面散布処理時期別の着花状況
Differences of flower-bud formation caused by application timing and concentrations of gibberellin (GA₃) applied to foliage by the spraying method

クローン名 Clone	ジベレリン濃度(ppm) Concentration of gibberellin	葉面散布時期 Timing of treatment to foliage											
		6月中旬 Mid-June.		7月上旬 Early-July.		7月下旬 Late-July.		8月上旬 Early-Aug.		8月下旬 Late-Aug.		9月中旬 Mid-Sep.	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
都濃3 Tsunno	0	0	0	9	0	10	0	0	0	10	0	0	0
	200	9	0	0	0	11	46	5	0	1	0	0	0
	400	1	0	2	0	1	54	19	383	0	0	0	0
柳井2 Yanai	0	0	0	0	0	3	0	0	0	7	0	7	0
	200	0	0	0	0	0	30	1	107	1	0	2	0
	400	0	0	0	0	5	39	1	167	0	0	2	0
佐波1 Sanami	0	7	0	0	0	13	0	3	0	0	0	2	0
	200	0	0	0	0	0	0	34	0	1	0	0	0
	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 18. ジベレリン (GA₃) ほかに数種の生長調節物質の葉面散布処理による雌花の着花
Number of female flower-buds caused by gibberellin (GA₃) and one of several growth regulators sprayed on foliage

処 理 区 Treatment	供 試 ク ロ ー ン 名 Clone											
	阿 武 1 Abu		比 婆 2 Hiba		賀 茂 2 Kamo		高 梁 1 Takahashi		水 上 6 Hikami		計 Total	
	処 理 年 Year											
	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970
Uracil 200ppm+GA ₃ 300ppm	0	0	0	0	1	1	172	178	43	35	216	214
“ 500ppm+ “	0	0	0	0	1	0	146	176	57	23	204	199
Adenin 100ppm+ “	0	0	1	0	1	0	157	118	11	26	170	144
B-995 200倍 + “	0	0	0	0	0	0	128	219	32	19	160	238
“ 100 “ + “	0	0	0	1	0	0	128	166	24	29	152	196
“ 1/200 dilution “												
IBA 100ppm+ “	0	0	0	0	0	0	137	63	30	19	162	82
“ 500ppm+ “	0	0	0	0	0	0	159	101	38	14	197	115
Uracil 200ppm	6	0	0	0	0	0	36	1	0	0	42	1
“ 500ppm	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10
Adenin 100ppm	0	6	0	0	0	0	7	0	0	0	7	6
B-995 200倍	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
“ 1/200 dilution												
“ 100 “	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	3
“ 1/100 dilution											4	83
IBA 100ppm	0	0	0	0	0	0	4	53	0	30		
GA ₃ 300ppm	0	0	0	0	6	1	203	220	67	163	276	384
“ 500ppm	0	0	1	0	0	1	120	156	38	63	159	220
対 照 Control	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0

Table 19. ジベレリン (GA₃) ほかに数種の生長調節物質の葉面散布処理による雄花の着花
Numbers of male flower-buds caused by gibberellin (GA₃)
and one of several growth regulators sprayed on foliage

処 理 区 Treatment	供 試 ク ロ ー ン 名 Clone											
	阿 武 1 Abu		比 婆 2 Hiba		賀 茂 2 Kamo		高 梁 1 Takahashi		氷 上 6 Hikami		計 Total	
	処 理 年 Year											
	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970	1969	1970
Uracil 200ppm+GA ₃ 300ppm	0	0	6	1	91	9	185	77	208	75	490	162
" 500ppm+ "	1	0	11	0	27	0	230	41	264	34	533	75
Adenin 100ppm+ "	5	0	16	0	11	0	285	23	144	24	461	47
B-995 200倍 + 1/200 dilution "	0	0	59	5	3	0	184	79	206	43	452	127
" 100〃 + 1/100 dilution "	1	0	7	3	1	0	175	53	145	22	329	78
IBA 100ppm+ "	0	0	1	0	17	0	272	75	224	16	514	91
" 500ppm+ "	1	0	8	0	4	0	256	31	180	44	449	75
Uracil 200ppm	0	0	1	0	0	0	96	1	1	1	98	2
" 500ppm	0	0	0	0	6	0	1	5	4	0	11	5
Adenin 100ppm	0	0	0	0	0	0	7	2	0	2	7	4
B-995 200倍 1/200 dilution	0	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	7
" 100〃 1/100 dilution	0	0	2	0	0	0	0	3	0	2	2	5
IBA 100ppm	0	0	0	0	0	0	6	37	8	28	14	65
GA ₃ 300ppm	0	3	6	0	50	0	189	38	354	41	599	82
" 500ppm	0	0	11	1	3	0	116	49	159	39	289	89
対 照 Control	0	0	0	0	0	0	7	0	1	1	8	1

た。これらの一次枝の平均長は 93cm, 着生基部の平均直径は 8.6mm であった。また、処理は'69年と'70年の2か年連続して、1年目は7月3日から23日まで7日間隔で4回、2年目は7月10日から23日まで5日間隔で4回とし、各くり返し枝のいずれかの枝に1回だけ散布した。着花状況調査は'70年と'71年の4月に行った。

2) 結 果

GA₃による時期別、濃度別、クローン別の着花量を Table 17 に示す。雌花の着花効果はほとんど認められず、雄花については7月20日と8月5日に処理した場合に着花数が多かった。また、その効果は、クローンによって違いがあらわれ、処理濃度別では200ppmよりも400ppmの方がよい傾向を示した。

GA₃と他の生長調節物質の処理結果は Table 18, 19 に示すように GA₃と他の生長調節物質の併用区ではその効果が認められ、GA₃単用区でも着花が促進された。しかし、IBA 100ppm処理区で雌、雄花ともわずかに着生した事例を除き、生長調節物質の単用処理区では着花促進の効果はなかった。以上のことから、GA₃以外の生長調節物質の葉面散布による着花促進効果は期待できないと判断した。また、クローン別に雌花の着生状況をみると処理効果の顕著なクローンとそうでないクローンがあり、高粱1号、氷上6号は着花しやすく、阿武1号、比婆2号、賀茂2号は着花しにくいクローンといえる。雄花の着生についても雌花と同様の傾向が認められた。次に年による着花状況の違いについてみると雌花については着生状況の違いは認められなかったが、雄花については、'69年処理の方が、'70年処理の方よりも着花数が多かった。

V 葉の浸漬処理法

1. GA₃の浸漬処理法と葉面散布法との比較

濃度別、時期別に GA₃ を用いて浸漬処理（針葉を GA₃ 溶液に浸す方法）し、雌、雄花の着生の差異、また、浸漬処理と葉面散布法の間に着花状況に差異が生ずるか否かを検討した。

1) 材料と方法

浸漬処理の材料は耐やせ地性候補木⁹⁾ 南山4号、用倉3号、安瀬平1号の3クロンで、いずれもつぎ木10年生のものを用いた。処理方法は7～9月の各月に500ppm、300ppm、100ppmのGA₃を施用した単用区と7、8月、8、9月、7、8、9月のそれぞれ2か月、3か月連続して500ppm、300ppm、100ppmのGA₃を施用した連用区及び対照区の19処理区である。GA₃処理は1981年7月24日、8月7日及び9月16日に葉の浸漬処理を行った。1処理区当たりの供試枝数は、いずれのクロンとも4本とした。調査は'82年4月に行った。浸漬処理と葉面散布法の比較試験には安瀬平2号と同3号のつぎ木10年生を用いた。処理方法はGA₃の濃度を500ppm、300ppm、100ppmとして、散布及び浸漬により施用したものと対照区の7処理区を設けた。各1個体当たり7本の枝処理を行い、各クロン4個体を用いて、4回くり返しとした。処理は1981年8月上旬、中旬に実施し、着花状況を'82年4月に調査した。

2) 結 果

浸漬処理の結果を Table 20-1, 20-2 に示す。雌、雄花ともに、クロン、処理時期及び濃度により着花数は大きく異なった。雌花について着生数の多かった南山4号の結果を中心に処理区間の着花状況をみると7、8、9月連用区で500ppm濃度と300ppm濃度の処理区、7、8月連用で300ppm濃度の処理区で着花量が多く、9月単用で100ppm処理区では着花はみられなかった。雄花の着生状況は雌花と同様に7、8、9月連用の300ppm濃度処理区、7、8月連用で300ppmの処理区などで着花量が多く、9月単用の100ppmでは着花量は少なかった。これらの結果から、処理時期は雌花では8月中心の、また、雄花では7月中心の処理区でそれぞれ着生量が多くなる傾向にあるといえる。また、濃度に関しては500ppm=300ppm>100ppm>0ppm（対照区）となる傾向がみられた。

浸漬処理と葉面散布の処理別、クロン別の着花状況を Table 21 に示す。雌花の着生状況を GA₃ に対して着花反応のよかった安瀬平3号についてみると着花状況は浸漬500ppm>散布300ppm=散布500ppm>浸漬300ppm=散布100ppm>浸漬100ppm>対照区の順であった。雄花についてはいずれのクロンも対照区を除いて着花が認められた。安瀬平3号では、処理区によって着花量に差はみられなかったが、安瀬平2号では最も着花量の多い300ppm散布区は最も少ない100ppm浸漬区の着花量の約3倍の結果となった。雌、雄花の着生数の分散分析の結果は雌花ではクロン間に1%水準で有意差が認められたのに対してGA₃濃度と処理方法を異にした処理間の有意差は認められず、雄花ではクロン間、GA₃濃度と処理方法を異にした処理間いずれも1%水準で有意差が認められた。以上の結果から、雌、雄花着生の多い処理区は葉浸漬500ppm区と葉面散布300ppm区であり、逆に着花量の少ない処理区は葉浸漬100ppm区であった。また、雄花が着生しやすいクロン（安瀬平3号）では、処理濃度によって着花数に大きな差異はみられず、着花しにくいクロン（安瀬平2号）ではGA₃水溶液に浸漬あるいは散布する方法両者とも、処理濃度によって差異がみられた。雌花では500ppm=300ppm>100ppm>0ppm（対照区）の結果となり、また、浸漬法と散布法では散布法がやや着花しやすい傾向がみられた。これらの結果から、散布と浸

Table 20-1. ジベレリン (GA₃) 処理の濃度別, 時期別雌花の着花状況
 Number of female flower-buds caused by gibberellin (GA₃) applied by
 different spraying treatments in different concentrations and timings

濃 度 Concentration	時 期 Timing	供 試 ク ロ ー ン 名 Name of clone																	
		南山 4 くり返し Nanzan Repetition						用倉 3 くり返し Yokura Repetition						安瀬平 1 くり返し Azehira Repetition					
		1	2	3	4	計 Total	flower buds No. of	1	2	3	4	計 Total	flower buds No. of	1	2	3	4	計 Total	flower buds No. of
500ppm	7月単用区 Single spray	19	47	0	2	68	17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
"	8月 "	12	0	3	3	18	5	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
"	9月 "	11	22	0	0	33	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	1
"	7, 8月連用区 Succesive	87	101	10	10	208	52	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	6	2
"	8, 9月 " sprays	2	35	5	24	66	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"	7, 8, 9月 "	190	198	284	40	712	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300ppm	7月単用区 Single spray	1	7	5	2	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
"	8月 "	73	17	25	77	192	48	0	0	0	0	0	0	0	20	0	21	41	10
"	9月 "	21	0	0	0	21	5	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13	3
"	7, 8月連用区 Succesive	147	29	6	64	246	62	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
"	8, 9月 " sprays	55	9	5	57	126	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"	7, 8, 9月 "	143	50	53	4	250	63	0	0	0	0	0	0	11	0	75	4	90	23
100ppm	7月単用区 Single spray	24	0	11	0	35	9	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	35	9
"	8月 "	9	0	0	2	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"	9月 "	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
"	7, 8月連用区 Succesive	16	0	0	0	16	4	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13	3
"	8, 9月 " sprays	0	16	2	7	25	6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1
"	7, 8, 9月 "	83	27	16	17	143	36	3	0	0	0	3	1	2	6	0		8	3
	対 照 Control	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注) (1) 表中の空欄は欠損区
 (2) 個体内の枝をくり返とした

Notes: (1) Blank is no data
 (2) Repetition: Four branches per tree were treated

シメンリッパによるヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) の着花促進

Table 20-2. ジベレリン (GA₃) 処理の濃度別, 時期別雄花の着花状況
Number of male flower-buds caused by gibberellin (GA₃) applied by different spraying treatments in different concentrations and timings

濃 度 Concentration	時 期 Timing	供 試 ク ロ ー ン 名 Name of clone																																												
		南山4 くり返し					Nanzan Repetition					一枝当り 着花数 No. of flower buds					用倉3 くり返し					Yokura Repetition					一枝当り 着花数 No. of flower buds					安瀬平1 くり返し					Azehira Repetition					一枝当り 着花数 No. of flower buds				
		1	2	3	4	計	1	2	3	4	計	1	2	3	4	計	1	2	3	4	計	1	2	3	4	計	1	2	3	4	計	1	2	3	4	計										
500ppm	7月単用区	Single spray	414	165	126	161	866	217	0	0	0	0	0	0	126	95	54	88	363	91	0	0	0	0	0	0	0	5	19	14	38	10	0	0	0	0	0	0								
"	8月	"	87	324	37	65	513	128	10	0	0	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	9月	"	46	4	0	3	53	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	7, 8月連用区	Successive	153	147	73	212	585	146	37	0	0	12	49	12	150	93	204	177	624	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	8, 9月	sprays	108	179	190	97	574	144	6	0	0	0	6	2	8	2	42	0	52	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	7, 8, 9月	"	317	113	127	134	691	173	165	81	59		305	102	112	232	76	247	667	167																										
300ppm	7月単用区	Single spray	130	157	117	150	554	139	0	0	0	14	14	4	41	9	138	139	327	82	0	0	0	0	0	0	0	2	3	8	12	3	0	0	1	10	11	3								
"	8月	"	141	106	67	102	416	104	0	0	0		0	0	0	0	1	10	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	9月	"	0	0	0	7	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	7, 8月連用区	Successive	138	154	367	154	813	203	68	133	0	7	208	52	62	117	71	184	434	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	8, 9月	sprays	71	93	89	114	367	92	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	7, 8, 9月	"	340	229	102	243	914	229	11	0	25	20	56	14	208	36	580	185	1009	252																										
100ppm	7月単用区	Single spray	131	53	114	22	320	80	13	0	0	2	15	4	85	1	1	19	106	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	8月	"	41	5	12	37	65	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	9月	"	0	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	7, 8月連用区	Successive	83	264	100	313	760	190	0	42	2	0	44	11	30	13	1	78	122	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	8, 9月	sprays	84	82	60	18	244	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
"	7, 8, 9月	"	270	171	78	241	760	190	4	2	0	0	6	2	7	48	0		55	18																										
	対 照	Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														

注) (1) 表中の空欄は欠損区
(2) 個体内の枝をくり返しとした

Notes: (1) Blank is no data
(2) Repetition: Four branches Per tree were treated

Table 21. ジベレリンの葉面浸漬法と葉面散布法による着花状況の差異

Number of flower buds formed by applying gibberellin in different concentration by soaking and spraying foliage

処 理 方 法 Treatment	安瀬平 2 Azehiru くり返し Repetition										安瀬平 3 Azehiru くり返し Repetition																	
	1		2		3		4		計 Total		1		2		3		4		計 Total		一枝当り 着花数 No. of flower buds per branch							
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂						
葉面浸漬法 Soaking foliage	GA ₃ 500ppm		0 286	0 211	0 53	0 92	0 642	0 161	447 372	79 438	170 288	87 227	783 1325	196 331	GA ₃ 300ppm		0 283	0 85	0 77	0 90	0 535	0 134	9 287	76 426	38 209	33 202	156 1124	39 281
〃	GA ₃ 100ppm		0 0	7 85	1 59	0 97	8 241	2 60	4 230	34 284	19 379	13 184	70 1077	18 269	GA ₃ 500ppm		0 167	0 97	0 111	5 69	5 444	1 111	179 209	129 395	37 254	160 234	505 1092	126 273
葉面散布法 Spraying foliage	GA ₃ 300ppm		0 264	0 176	0 191	0 106	0 737	0 184	172 313	41 480	78 360	218 235	509 1388	127 347	GA ₃ 100ppm		0 147	0 92	0 43	0 81	0 363	0 91	14 152	119 704	16 300	0 118	149 1274	37 319
対 照 Control			0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0	0 0	0 0	1 0	0 0			0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

注) 個体内の枝をくり返しとした Note: Repetition: Four branches per tree were treated

シベリリンによるヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) の着花促進

Table 22. GA₃ と GA₄₊₇ を用いての浸漬処理によるクローン別着花状況
Number of flower-buds formed by applying GA₃ or GA₄₊₇ by soaking foliage

処理方法 Treatment	新見1 Niimi くり返し Repetition								新見2 Niimi くり返し Repetition								甲賀1 Kooga くり返し Repetition									
	1		2		3		計 Total		1		2		3		計 Total		1		2		3		計 Total			
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
GA ₃ 300ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA ₄₊₇ 300ppm	0	93	9	234	27	193	36	520	0	108	8	271	1	43	9	422	0	20	0	0	0	52	0	72	0	72
対照 Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
処理方法 Treatment	氷上5 Hikami くり返し Repetition								飾磨2 Shikama くり返し Repetition								真庭4 Maniwa くり返し Repetition									
	1		2		3		計 Total		1		2		3		計 Total		1		2		3		計 Total			
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
GA ₃ 300ppm	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA ₄₊₇ 300ppm	0	0	0	52	0	46	0	98	0	0	15	31	0	5	15	36	0	27	0	0	29	51	29	78	29	78
対照 Control	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
処理方法 Treatment	飾磨1 Shikama くり返し Repetition								新見6 Niimi くり返し Repetition								山辺4 Yamabe くり返し Repetition									
	1		2		3		計 Total		1		2		3		計 Total		1		2		3		計 Total			
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
GA ₃ 300ppm	10	103	1	31	0	51	11	185	19	256	0	176	6	332	25	764	27	167	0	21	29	290	56	478		
GA ₄₊₇ 300ppm	228	100	89	41	20	74	337	215	0	110	0	196	0	263	0	564	7	146	0	38	0	127	7	331		
対照 Control	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
処理方法 Treatment	宇陀3 Uda くり返し Repetition								玖珂1 Kuka くり返し Repetition								尾鷲17 Owase くり返し Repetition									
	1		2		3		計 Total		1		2		3		計 Total		1		2		3		計 Total			
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
GA ₃ 300ppm	0	0	3	5	30	188	33	193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GA ₄₊₇ 300ppm	27	99	0	201	6	146	33	446	0	84	6	97	0	43	6	224	0	60	0	222	55	64	55	346		
対照 Control	1	0	0	20	0	0	1	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注) 個体内の枝をくり返しとした Note: Repetition: Four branches per tree were treated

漬の処理方法によって、着花数に大きな差異はなく、むしろクローン及び処理濃度によって着花数が大きく異なると云えよう。

2. GA₄₊₇ と GA₃ の浸漬法による着花量の比較

GA₃で着花効果のみられないクローンがあるため、さらに有効な促進剤の開発が望まれる。ここではGA₄₊₇による着花促進効果を調べた。

1) 材料と方法

関西林木育種場のクローン集植所に定植されているつぎ木18年生のヒノキ精英樹12クローンを用いた。処理はGA₃ 300ppm, GA₄₊₇ 300ppm及び対照区(水)の3処理区を設けた。供試本数は1クローン当り3個体で、1個体当り3本の主枝を選び、各処理を行い、それぞれ3回くり返しとした。浸漬処理は1982年7月28日と8月4日の2回実施し、着花調査は'82年12月に行った。

2) 結 果

処理別の着花状況はTable 22に示す。処理別にみるとGA₄₊₇処理はGA₃処理、対照区に比べて、雌、雄花ともに着生数が多かった。雌花の着生状況をクローン別にみるとGA₃で着花のみられなかったクローンは8クローン、GA₄₊₇では3クローンであった。また、GA₃、GA₄₊₇処理区で着花のみられたクローンは3クローンで、その着花状況はそれぞれGA₃>GA₄₊₇、GA₃=GA₄₊₇およびGA₃<GA₄₊₇の傾向にあるものが、それぞれ1クローンずつあった。これらの結果からGA₃よりもGA₄₊₇によって着花が促進されるクローンが多い傾向となった。雄花の着生状況をクローン別にみるとGA₃で着花のみられなかったクローンは6クローンであり、GA₄₊₇では着花量の多少はあるがすべてのクローンに着花した。GA₃、GA₄₊₇で着花のみられたクローンは6クローンで、そのうちGA₃>GA₄₊₇が2クローン、GA₃<GA₄₊₇が4クローンあり、雌花と同様にGA₄₊₇により着花効果のあらわれるクローンが多い結果となった。

3. 展着剤アトロックス BI 添加による葉の浸漬処理

GA₃顆粒を用いたはく皮うめ込み処理は着花促進効果が期待できるため事業的に行われつつある。しかし、この方法は連続的に行うとはく皮部位の損傷が年々累積され、養、水分の通導障害を生じ、さらにその部分からの腐朽菌の侵入等が加わって採種木を衰弱させるなど、健全な生育を妨げる結果となる。したがって、はく皮うめ込み処理位置のゆ合を早める努力はもちろんであるが、傷をつけない方法としてGA₃を葉面から効率よく吸収させ、その着花促進効果を高める工夫が必要である。そこでGA₃の処理液にリンゴの摘果処理に使用される展着剤を添加し、葉の浸漬処理を試みた。

1) 材料と方法

実験1、材料は関西林木育種場の採種園に定植されている樹齢17年生のつぎ木クローン岩国1号、福山2号及び玖珂3号(平均樹高4.4mただし、断幹高3.5m、平均胸高直径10.6cm)である。浸漬処理はGA₃の濃度250ppmと500ppm、アトロックスBI(主成分組成はポリオキシエチレンヘキサン脂肪酸、50%)の濃度0.2、0.5、1.0%の5つの単用区、GA₃濃度250ppmと500ppmの溶液にアトロックスを0.2、0.5、1.0%濃度になるように調合した6つの併用区及び対照区(水道水)の合計12処理区である。浸漬処理は個体の主枝を用い、クローンごとに2個体ずつ、各個体につき24本の主枝を選んだ。すなわち、1処理、1クローン当りの主枝数は4本である。処理は1977年7月22日と8月3日の2回とし、着花調査は'78年4月に行った。

実験2、関西林木育種場のクローン集植所に定植されているつぎ木15年生のヒノキ精英樹50クローン

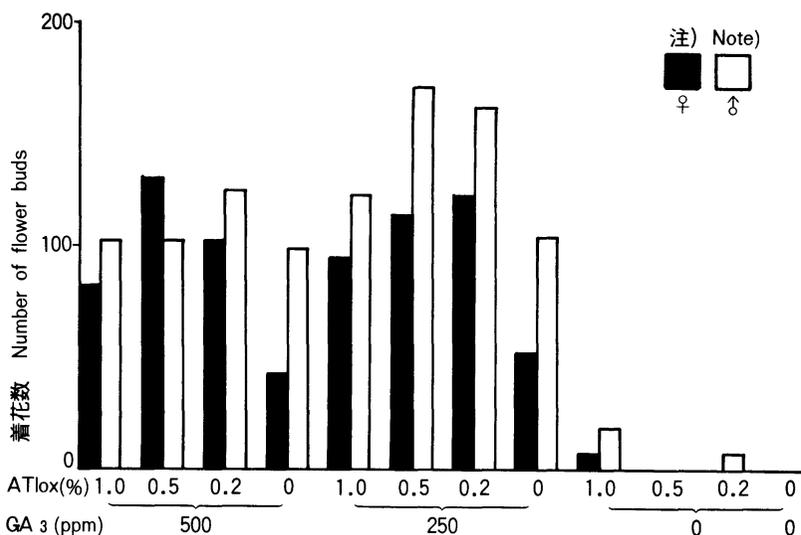


Fig. 7. ジベレリン (GA₃) と展着剤 (アトロックス B I) 添加による葉の浸漬処理における着花状況

Number of flower buds caused by method of soaking foliage in gibberellin solution with added spreader (Atlox BI) and in gibberellin solution without spreader, by Concentrations of gibberellin and Sereader

Table 23 展着剤 (アトロックス B I) 混合液による着花の状況の分散分析表
Analysis of variance of number of flower-buds formed by gibberellin solution with added spreader (Atlox BI)

(雌花) (Female)

要因	Source	d. f.	S. S.	M. S.	F
主試験区	Main plot				
クローン	Clone	2	1981.42	990.71	142.14**
ブロック	Block	3	23.98	7.99	1.15
主試験区誤差	Error of main plot	6	41.84	6.97	
副試験区	Sub-plots				
処理	Treatment	11	1331.11	120.01	2.26*
クローン×処理	Clone × treatment	22	1176.81	53.49	12.24**
副試験区誤差	Error of sub-plots	99	432.77	4.37	
全体	Total	143	4922.11		

(雄花) (Male)

要因	Source	d. f.	S. S.	M. S.	F
主試験区	Main plot				
クローン	Clone	2	2064.19	1032.10	32.96**
ブロック	Block	3	44.05	14.68	0.47
主試験区誤差	Error of main plot	6	187.88	31.31	
副試験区	Sub-plots				
処理	Treatment	11	1831.68	166.52	3.66**
クローン×処理	Clone × treatment	22	1002.14	45.55	7.37*
副試験区誤差	Error of sub-plots	99	611.81		
全体	Total	143	5741.75		

注) (1) **: 1%水準で有意差あり * : 5%水準で有意差あり (2) 数値は平方根($\sqrt{x+1}$)変換した数値を用いた
Notes: (1) **: Significant at 1% level * : Significant at 5% level
(2) Using the numerical values transformed as $\sqrt{x+1}$

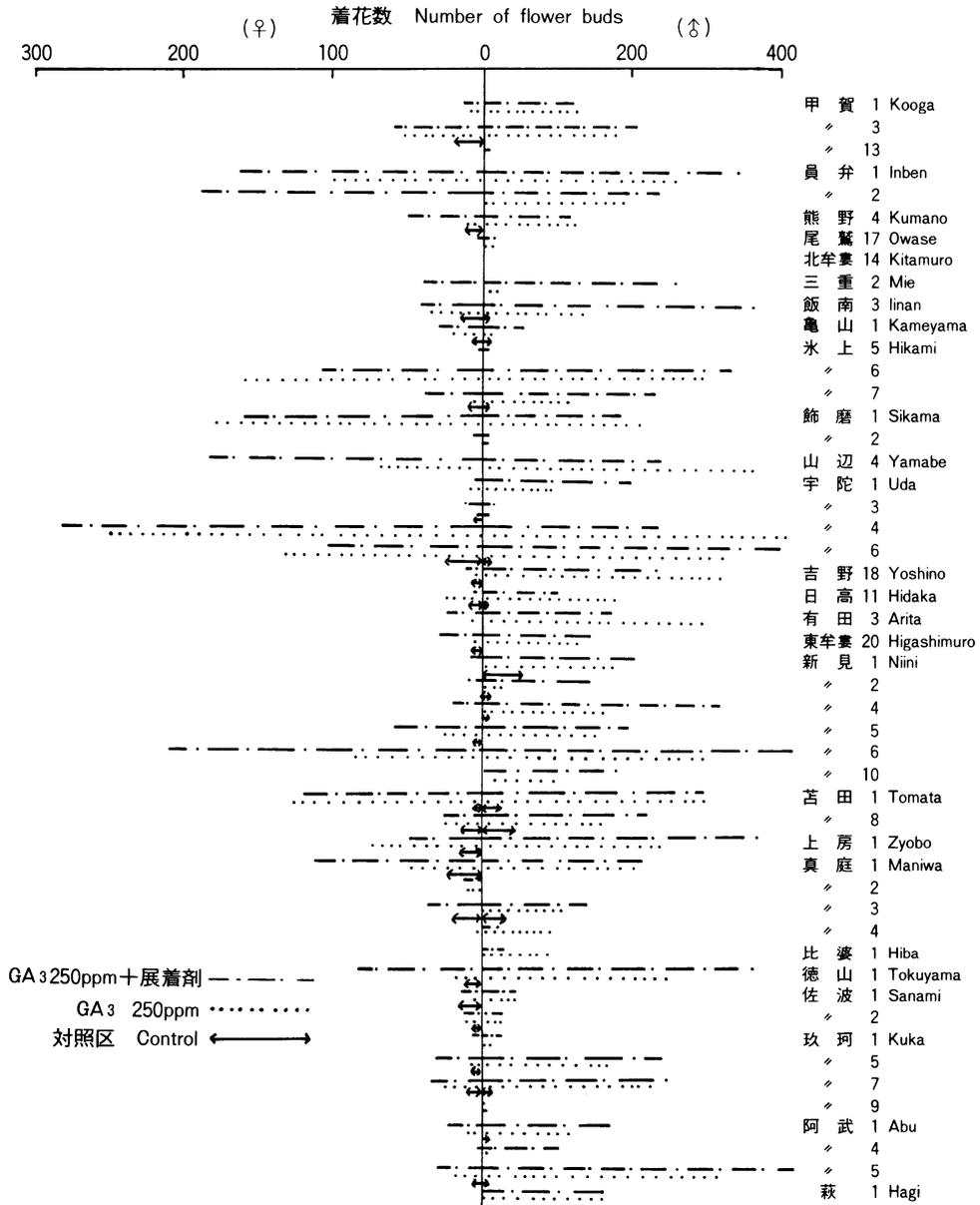


Fig. 8. 展着剤添加によるクローン別の着花状況

Number of flower buds by clones caused by method of soaking foliage in gibberellin solution with added spreader (AtloxBI) or without spreader

(平均樹高 4.6m, 平均胸高直径 7.0cm) を用いた。処理は実験 1 の結果をもとにし, GA₃ 250ppm + フトロックス 0.5% 区, GA 250ppm 区, 対照区 (水道水) の 3 処理区を設けた。処理は'78年 7月 28日 と 8月 7日 の 2 回にわたって, 各クローン 3 個体, それぞれの個体の主枝 3 本選り浸漬処理をした。また, 着花調査は'79年 4月 に行った。

2) 結 果

実験1について、処理別の着花状況を Fig. 7 に、またクローン間、処理間の分散分析結果を Table 23 に示す。この結果処理による着花効果の差異が認められたが、とくに、クローンによって著しい差異が示された。まず、3クローンの処理区ごとの平均値をみると、GA₃の単用処理区は無処理区に対して、雌、雄花ともに顕著な効果がみられた。また、GA₃単用区に対してアトロック併用区は雌花についてはいずれの区も着花量が増加したが、雄花については GA₃ 250ppm 水準の場合はアトロック0.2%と0.5%のときに、GA₃ 500ppm 水準の場合はアトロック0.2%のときに顕著な着花量の増加が認められた。

クローンごとの着花効果の認められる順位は雌、雄花とも玖珂3号>福山2号>岩国1号で岩国1号は極端に着花性が低かった。特に玖珂3号、福山2号のGA₃にアトロックを添加して処理した場合はGA₃単用に比べ雌花では3~16倍の着花量となった。一方、雄花では1.7~3.0倍の着花量となり、雌花の場合ほどの効果は認められなかった。しかし、着花性の低かった岩国1号でも GA₃ とアトロックの併用により雌、雄花ともに、わずかではあるが効果がみられた。

このようにクローン間に差異はあるものの GA₃ にアトロックを添加した浸漬処理は GA₃ 単用の場合よりも着花促進効果が大きかった。

実験2では、主枝1本当りの着花数を Fig. 8 に示す。クローンによるバラツキが大きかった。全体の着花量をみると GA₃+展着剤(アトロックBI)区と GA₃ 区は対照区に比べ、雌花では6~10倍、雄花では30~40倍着花数が増加した。また、雌、雄花とも全く着花の認められなかったクローンは50クローン中、17クローンだけであった。また、GA₃+展着剤区と GA₃ 区との処理効果の差異をみるとGA₃+展着剤区の値が高かったクローンとして雌花の場合は50クローン中20クローンが、雄花の場合は30クローンがあげられ、GA₃に展着剤を添加する効果が確認された。

(注、アトロックBIは現在アプローチBIの商品名で丸和バイオケミカルより発売されている)

VI 考 察

採種園のクローン配置は自家受粉のチャンスを少なくし、かつ次第に寄与する遺伝子頻度を均等に保ちながら有効な遺伝子の相加的効果をも高めるものでなければならない。そのためにクローン配置型が考案され、さらに、交配チャンスをより均等化するため、修正無作為配置法がとり入れられている²⁾。ただし、このクローン配置に当たっては前提条件がある。すなわち、すべてのラメートに、一定の雌、雄花が着生し、各クローン間の交配チャン스가均等である必要がある。しかしながら、これまでの着花習性の調査から、雌、雄花の自然着花はクローン間に大きな差異があることが明らかとなった。すなわち、ほとんど着花しないもの、着花するもの、雌、雄花のいずれかが着生しやすいものなどクローン差があり、各クローンの次代に寄与する遺伝子の割合が同じになるとは考えられない状況にあるため、このような現象を改善し、上述の前提条件に近づけるための試みの一つとして着花促進技術の開発試験を行ったものである。

事業ベースでの着花促進法は天候に左右されず、作業は簡単で、水利の不便なところでも処理でき、樹幹のいずれの枝にも着花を促進させ、なおかつ、採種木に傷害を与えない方法が望まれる。この方法として、まず、樹幹注入処理がある。しかし、この処理法は三角フラスコ、ピンチコック、ゴム管等用具類が必要となる。また、樹木に変色、腐巧を起し、その上、着花効率が劣る欠点がある。そのほかはく皮うめ込み処理があるがこれは、カッターナイフ、ビニールテープで作業が可能な利点がある反面、クローネ

内での着花させる枝を定めても、確実にその枝に着花させることはやや困難であり、着花させる枝を選べない不利な面もある。また、採種木が損傷を受けて枯死するなどの欠点がみられる。また、葉面散布及び葉の浸漬法は天候に左右されやすく、大径木への処理が困難である。また、GA₃等のジベレリンの無駄が多く経費がかかる。利点としては雌、雄花は着生させたい枝に処理すれば着花の可能性が高く、着花させる枝を選べるのが可能で、しかも、採種木に損傷を与えない点があげられる。

このように、いずれの方法も一長一短があるが、作業能率、ジベレリンの使用効率などの面からみると事業的にははく皮うめ込み処理と葉面（散布、浸漬）処理法が事業的には適すると考えられる。これらの処理法について考察する。

1. はく皮うめ込み処理法

1) **処理時期** 橋詰¹⁾は雌花は7月処理よりも8月処理が着花量が多く、雄花は7月処理と8月処理の間に着生量に大きな差はないと報告し、榎谷⁶⁾も6月中旬から9月上旬にかけて処理を行い、雌花は7月中旬～8月中旬の処理の効果が著しく、雄花については7月中旬～下旬の処理区が最も着花量が多い結果を報告した。筆者の実験結果もクローンにより処理適期に違いはあるものの、総じて、雌花は7月中旬～8月上旬、雄花は6月下旬～8月中旬が適期であり、上記の報告と同様であった。すなわち、処理はこれら雌、雄花の適期に2か月連続、例えば7月中旬に1回、8月上旬に1回実施することが8月上旬に1回実施するよりもそれぞれの着花量が多い。しかし、採種木の保護の面および労務の効率化からみればこの方法は最善の方法とはいいがたく、処理は1回で終わることが望ましい。したがって、処理を1時期とすれば、8月上旬に行うのが雌、雄花の量、採種木の樹勢維持等を考慮して、適当と判断した。

2) **施用量** 自然仕立て、しかも樹齢の等しい同一クローンで樹高とGA₃処理による着花量の関係を検討した(Ⅲ3)。この結果、樹高の高いもの(クローネ表面積の広いもの)は、低いもの(同面積の狭いもの)に比べて、GA₃処理量を増さなければ着花量は多くならなかった。したがって、自然仕立における樹高と相関の高いクローネ表面積に応じた施用量が問題となってくる。施用適量をみるため実験結果(Ⅲ1, 2, 3)を検討してみたが、樹高と施用適量の関係は明らかでなかった。また、胸高直径においても同様であった。板垣⁴⁾は平均胸高直径5.8cm(平均樹高4.4mクローネ幅2.5m)のものであれば、花芽分化効果とGA₃の葉害の生じない接点をみて、40mg(成分量、以下同じ)前後が適量であるとしている。しかし、雌、雄花とも着生数は30mgまでの処理では増加しているが40mg以上処理すると、これらの着花数は減少の傾向にあったことも報告されており、施用量を増加させても着花数はそれに依って増加するとはかぎらないといえよう。これらを考慮に入れて、ha当たり種子生産量を40kgとして、豊凶を勘案して1か年で2年分の種子を生産すると仮定すれば、ha当たり、採種木1,600本の場合は採種木1個体当りの必要な雌花数は約1,000個、800本の場合は約2,000個と試算される。また、胸高直径が5cm前後の場合はクローネのひろがりから想定して、1,600本植えの採種木は間伐期に達しておらず、10cm前後の場合はすでに1回目の間伐が終了したところと想定される。そこで、上述の試験結果を整理してみると、20mg前後の処理で、1個体当たり、1,500個までの着花が期待でき、また、30mg処理では2,000個まで着花が可能と思われる。例えば、ha当たり採種木800本の場合、雌花数の半数が成熟し、種子生産を行うとすれば、1ha当り80万個の球果ができ、種子数を1球果当たり50粒とすると、4,000万粒の種子となり、約80kgの種子がとれることになる。しかし、樹体の大きさからして、多量に着花させて樹勢を弱らせることが考えられるので、長期的な採種計画をたてて、クローン特性と樹勢をみながら、その直径から5cm前後

のものに10~20mg, 10cm前後のものは20~30mg処理するのが安全でかつ適当と考える。

3) **GA₃の連続処理** 3か年連続して、同一木にはく皮うめ込み処理を実施した結果、処理木の着花個体率は雌、雄花ともに年々高くなったが、着花量は2年目は1年目、3年目に比べ、少ない傾向がみられた。ヒノキ花芽の着生位置を見ると一般に雌花は1年生の枝の先端から10節以内の小枝の裏側に、雄花は2年生枝以上の枝から分岐した1年生側枝に着花する¹¹⁾。したがって、処理した1年目に着花数が多いと、この着花部分はその翌年までに着花可能な状態に回復できず、そのことが2年目の着花数の減少の原因となっているものと考えられる。これらの解消法としては、肥培管理等採種園の管理技術を積極的にを行い、採種木の健全性を高めることが大切と思われる。

4) **はく皮部位のゆ合促進** 処理位置のゆ合は処理後3年目になると完了しているものが大部分であった。はく皮うめ込み処理は GA₃ を形成層部まで挿入するため、その処理部は変色、壊死状態にある。ゆ合が早期に完了しない場合はこれらの部分が増大し、採種木の損傷を増大させると考えられるため、はく皮部位の早期のゆ合促進が重要となる。ゆ合(促進)に関連する要因の1つに傷口の形があり、傷口のカルス形成は一般に左右の両側が早く、つづいて上縁部分で、最もおそいのは下縁部分であるとされている¹²⁾。本調査の結果でも縦方向に長い矩形のはく皮は、横方向に幅のある矩形よりも、極端にゆ合が早い結果となった。これらのことから、ゆ合を早めるためには縦方向に長い矩形のはく皮処理がよい。

2. 葉面散布, 浸漬処理

葉面(散布, 浸漬)処理で GA₃ を用いた処理時期について伊藤⁵⁾はクローン間の効果の差が極めて大きいものの、処理濃度250~500ppm, 散布回数は2~3回, 処理時間は7月下旬~8月下旬とするのが適当であろうと報告している。本調査の結果では7, 8, 9月連用及び7, 8月連用の処理で、濃度は500ppm及び300ppmとする方法が最も着花量は多い。これらのことから考えると、ha当たり40kgの種子生産をする場合は着花しやすいクローンであれば7月と8月の2回処理で、濃度は300ppm, やや着花しにくいクローンであれば7月, 8月, 9月の3か月連続して処理し、濃度は300ppmの処理方法がよい。また、GA₃とGA₄₊₇との着花状況の比較はこれまで岡崎¹³⁾, 金川⁷⁾が行っており、岡崎は雄花ではGA₄₊₇>GA₃の傾向があるが、雌花では両者の間にあまり差がないことを、また、金川は着花量においては大差はないが、葉害の点でGA₄₊₇の方が低いようだ、と報告している。また、田渕¹⁴⁾はGA₃またはGA₄₊₇を単用するよりも、両者を混用した方が着花を促進するとしている。本調査の結果はGA₄₊₇はGA₃に比べて着花量が多く、10クローン中6クローンがGA₃では着花効果はないものが、GA₄₊₇で効果がみられた。このようにGA₃にまさる効果がみられたため、GA₃で効果の認められないクローンに対しては、経済効果の検討は残るがGA₄₊₇を着花促進剤として用いることも1つの方法である。

3. GA₃と展着剤の併用処理

ジベレリンを葉面から効率よく吸収させ、その着花促進効果を高めるため、展着剤(アトロックスBI)をGA₃に添加し、処理を試みた。その結果、雌、雄花ともに着生数を増大する効果がみられた。植木¹⁶⁾の報告でも同様の傾向がみられ、また、西村⁹⁾は雄花についてのみその効果を認めている。展着剤を用いての事業ベースでの施用方法はGA₃250ppmと展着剤(アトロックスBI)0.5%の水溶液を7月下旬~8月上旬に2回処理する方法で雌花では40%、雄花では60%のクローンでそれぞれ、GA₃単用したもののより着花量が増加した。アトロックスBI以外の展着剤の有効性についても検討してみる必要がある。

引用文献

- 1) 橋詰隼人他：環状はく皮とジベレリン処理によるヒノキ精英樹クローンの着花促進，日林誌，**52**，191～197，(1970)
- 2) 岩川盈夫他：採種園の造成法，林野共済会，14～24，(1959)
- 3) 板垣富泰他：ジベレリンはく皮処理によるヒノキの着花促進，林木の育種，**66**，20～21，(1971)
- 4) 板垣富泰他：ヒノキのジベレリン薬量別はく皮処理，46年度林木育種研講集，林木育種協会，44～47，(1971)
- 5) 伊藤憲吾：ジベレリン処理によるヒノキ精英樹クローンの着花促進試験，静岡県林試研報，**6**，36～40，(1974)
- 6) 榎谷金治他：ヒノキのジベレリン時期別はく皮処理について，日林関西支講，**23**回，117～119，(1972)
- 7) 金川 侃：採種園におけるジベレリンの着花促進効果，茨城県林試研報，**14**，16～20，(1984)
- 8) 小林玲爾他：耐やせ地性個体の選抜と育成，関西林育年報，**14**，72～76，(1978)
- 9) 西村慶二：ジベレリン₄₊₇によるヒノキ精英樹クローンの着花促進，九州林育年報，**11**，80～82，(1984)
- 10) 小沢準二郎：針葉樹のタネ，地球出版，東京，163～164，(1962)
- 11) ———：針葉樹のタネ，地球出版，東京，165～168，(1962)
- 12) ———：林木のタネとその取扱い，日本林業技術協会，東京，12，(1958)
- 13) 岡崎 且他：林木の結実促進 (GA₄+GA₇のヒノキ着花促進効果—2)，奈良県林試研報，**9**，15～17，(1980)
- 14) 田渕和夫他：GA₄₊₇によるヒノキ精英樹クローンの着花促進，**90**回，日林論，223～224，(1979)
- 15) 高原末基：育林学新説，朝倉書店，東京，142～163，(1955)
- 16) 植木忠二他：ヒノキ精英樹クローンの着花特性(1)—採種園萌芽枝のジベレリンによる着花効果—，日林関西支講，**34**回，141～144，(1983)

Promoting Flower-Bud Formation in *Chamaecyparis obtusa* with Gibberellin
Methods of Promoting Flower-Bud Formation for Seed Production

Kaichiro KAWAMURA⁽¹⁾

Summary

This research was conducted to clarify the effects of gibberellin (GA_3 and GA_{4+7}) treatments on promoting flower-bud formation in *Chamaecyparis obtusa* S. etz. Four treatment methods were used: namely, injection into trunks, application to bark-peeled area (powder gibberellin applied to exposed cambium), spraying gibberellin solution on foliage, and soaking foliage in gibberellin solution. The injection of 500 ppm of gibberellin (GA_3) solution promoted male flower-bud formation; however, it did not promote female flower-bud formation. Mid-July to mid-August application was best for promoting female flower-bud formation with the peel and apply method. For promoting male flower-bud formation by this method late-June to mid-August application was best, and for promoting female and male flower-bud formation immediately, early August was most suitable. Five to ten milligrams of powder gibberellin applied to a seed tree of about 5 cm in DBH was suitable for promoting flower-bud formation. For a seed tree of about 10 cm in DBH, 20 to 30 milligrams also was suitable. For these suitably applied volumes, the treatments with GA_3 applied to two or three areas peeled in a horizontal direction on the trunk promoted formation of flower buds on approximately the entire crown of the treated tree. Combinations of treatments of long vertically peeled areas with 10 milligrams and less of "applied volume", made up to mid-August, accelerated agglutination of the wounds caused by the peeling. However, this treatment caused discoloration of the wood in the treated tree. For the soaking method, the series of two (July and August) or three applications (July, August, and September) with 300 to 500 ppm of gibberellin (GA_3) solution were most effective. No large differences were observed between the spraying and soaking methods, in the number of flower buds formed. It was observed that gibberellin solution with a spreader (Atlox) increased the number of flower buds formed, the female flower-buds by three to sixteen times and the male flower-buds by 1.7 times compared with the results of treatment with gibberellin solution without a spreader. Other growth regulators, such as uracil, adenin, B-995, and so on, had no effect on promoting flower-bud formation.