

マツ科樹種の着花促進に対するジベレリンの効果

橋詰隼人*

昭和59年7月31日受付

Effect of Gibberellins on the Promotion of Flowering in *Pinaceae* Species

Hayato HASHIZUME*

The effect of exogenous gibberellins on strobilus production was examined, using grats of *Pinus densiflora* and seedling trees of *P. densiflora*, *P. thunbergii*, *P. taeda* and *Larix leptolepis*, shown in Table 1. At the rate of 10 to 50 mg per branch, gibberellins were applied into main branches by a method of injection with 80% acetone solution or a method of embedding with CMC (sodium carboxymethyl cellulose) paste, during the period from late May to early September.

In *P. densiflora*, the application of GA_3 , GA_4 and $GA_{4/7}$ promoted male strobilus production, and that of GA_4 and $GA_{4/7}$, female strobilus production. In *P. thunbergii*, the application of GA_4 promoted male strobilus production, and that of GA_3 and GA_4 , femal strobilus production. In *P. taeda*, the production of both male and femal strobili was promoted by the application of GA_4 and $GA_{4/7}$. In *L. leptolepis*, when combined with girdling treatment, it seemed that the application of $GA_{4/7}$ promoted femal strobilus production. The effect of gibberellin differed with clones and individuals.

It seemed that the most effective time of gibberellin treatment was from July to August in *P. densiflora* and *P. thunbergii*, and from June to July in *P. taeda*.

緒 言

ジベレリンはスギ科、ヒノキ科の樹種の花芽分化を顕著に促進するが、マツ科の樹種には一般に効果がないとされていた。ところが1975年にカナダの Pharis⁽⁴⁾を中心とするグループが $GA_{4/7}$, GA_5 , GA_9 など非極性のジベレリンがダグラスファーなどマツ科の着花促進に有効であることを発表し、これを契機にカナダやヨーロッパにおいてジベレリンによるマツ科の着花促進の研究が盛んに行われるようになった^{1-9,12-24)}。わが国においては、ジベ

レリンによるマツ科の着花促進に成功した事例は少ないが、最近 Katsuta⁽¹¹⁾らがウラジロモシなどで、また Kanekawa⁽¹⁰⁾らがクロマツ、アカマツで研究し、 $GA_{4/7}$ 及び GA_3 の枝基部包埋処理が着花を促進することを報告している。

マツ科の樹種はさし木ができないので、採種園を設定して種子を生産しなければならないが、開花・結実が悪く、種子の生産は予定どおり進んでいない。マツ科の着花促進法の開発は今日重要な課題である。筆者はジベレリンによるマツ科の着花促進について研究を行ってきた

* 鳥取大学農学部造林学研究室

Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Tottori University

が、二、三の成果がえられたので報告する。

材 料 と 方 法

1. 供試材料

鳥取大学農学部構内の樹木園に植栽されている11~15年のアカマツ精英樹クローン、10年生アカマツ、7年生クロマツ、7年生テーダマツ及び鳥取大学蒜山演習林に植栽されている22年生カラマツを用いて実験を行った。供試材料の詳細は Table 1 の通りである。アカマツ精英樹クローンは1967年につぎ木したもので、比較的着花の

悪い平田101号、珠州102号及び美濃102号を用いた。カラマツは造林木であるが、林間苗畑に接した林縁木を用いた。これらの供試木はいずれも幼年期から成年期への移行期にあり、最近開花・結実をはじめたものである。しかし、カラマツは20年生前後では雄花は着花しても雌花が着生しにくいので、ジベレリン処理前の6月4日に胸高位置に剥皮幅3cmで2段環状剥皮処理を行い、更に粒状森林肥料(N:P:K=13:17:12,%)を1本当たり3kg施した。

Table 1 Sample trees and the method of gibberellin treatment

Species	Tree age (year)	No of trees used	D.B.H (cm)	Tree height (m)	Branch diameter at the base (cm)	Branch length (m)	No of new shoots per branch	Kind of GAs used	Amount of GA treated per branch (mg)	Method* of GA treatment	Time of GA treatment	No of branches applied per treatment
<i>P. densiflora</i> (Grafts of plus trees)	11	4 (2 clones)	8~13	4~6	2.5~3.5	1.5~2.0	38~88	A ₄ , A ₄₇	25, 50	Injection	Sep. 4	4
	15	6 (3 clones)	13~18	7~9	3~4	1.7~2.5	107~453	A ₃ , A ₄ , A ₄₇	20	{ Injection Embedding	Jul. 13 Jul. 13	6 6
<i>P. densiflora</i> (Seedling trees)	10	4	5~7	3~5	2~3	1.3~1.5	50~214	A ₄₇	20	Embedding	Jun. 15~ Aug. 20	5
<i>P. thunbergii</i> (Seedling trees)	7	10	3~4	2~3.5	2~2.5	0.6~0.8	20~50	A ₃ , A ₄	10	Embedding	May 27~ Aug. 20	5
<i>P. taeda</i> (Seedling trees)	7	3	7~8	3.5~4	2~3	1.2~1.8	24~103	{ A ₄ A ₃ , A ₄ , A ₄₇	20	Injection	May 27~	3
									20	Embedding	Aug. 4 Jun. 15	3
<i>L. leptolepis</i> (Seedling trees)	22	10	14~18	11~14	2~4	1.8~3.1	—	A ₃ , A ₄₇	20, 40	{ Injection Embedding	Jun. 24 Jun. 24	5 5

* Method of injection : Crystals of gibberellin were dissolved in 2ml of 80% acetone, and injected into the branch using a plastic spuit, set on the branch base (Photo.1).

Method of embedding : Powdered gibberellins were dissolved in CMC (sodium carboxy-methyl cellulose) paste, and embedded into the cambial region of the branch base by parking.

ジベレリン処理はこれらの供試木の樹冠中央部の主枝(第1次枝)に行った。1本の木からほぼ同じ大きさの枝を処理区の数に合わせて選出し、1処理区につき3~6枝を試験に供した。処理枝の大きさ、芽の数(新条数)などは Table 1 の通りで、基部直径は2~4cm、長さは0.6~3.1mで、樹種、樹齢によって枝の大きさが違う。

2. ジベレリン処理法

ジベレリンは協和醗酵工業 KK 製の GA₃, GA₄ 及び GA₄₇ (A₄と A₇の割合は6:4)を用いた。施用量は枝の大きさによって多少変えた。小さい枝に対しては1枝当たり10mg、中程度の枝に対しては20mg、大きい枝に対しては40~50mg処理した。

ジベレリンの処理方法は、注入法と剥皮埋め込み法を採用した。注入法は、小さなスポイト式注入器を使用し、枝の基部の上側に直径4mmの孔をドリルで深さ1cm程度

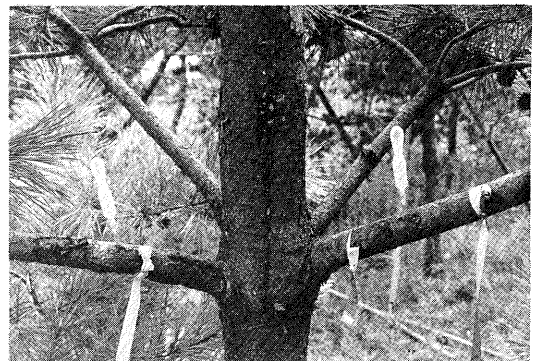


Photo. 1 Method of gibberellin injection at the branch base.

にあけ、注入器の先端部を樹脂の逆流を防ぐために脱脂綿で覆って、孔に挿し込んだ(Photo 1)。次に所定量の

ジベレリンの結晶を80%アセトン2mlに溶かし、注入器の上端部に孔をあけてスポイトで中に入れた。ジベレリンの溶液は1日以内に枝に吸収された。剥皮埋め込み法は、所定量のジベレリン顆粒を小さな瓶に入れ、山陽国策パルプKK製のCMC(繊維素グリコール酸ナトリウム、商品名サンローズF-100MC)を少量加え、更に水を加えてのり状の団子をつくり、枝の基部の上側に幅2~3cmの切り目を入れて樹皮を剥ぎ起こし、形成層の部分にペーストを埋め込み、樹皮を元に戻して、その上をビニールテープで縛った。

ジベレリンの処理時期は、5月27日から9月4日まで、色々な時期に行った。

着花調査は処理の翌年の開花期に行った。調査方法は、マツについては処理枝の全新条数、雄花を着生した新条数及び雌花数を数え、雄花着生率(雄花を着生した新条数/全新条数×100)及び雌花着生率(雌花数/全新条数×100)を求めた。カラマツについては、処理枝の雄花数と雌花数を数えた。

結 果

1. アカマツの着花に対する効果

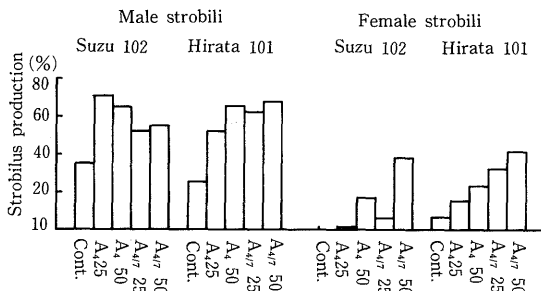


Fig. 1 The effect of injection of GA₄ and GA₄₇ on strobilus production in 11-year-old grafts of two *Pinus densiflora* clones. GAs were injected into the main branch on September 4 in 1978.

1978年に行った実験を Fig. 1に、1982年の実験をTable 2に示す。1978年には11年生のアカマツ2クローンを使用し、A₄とA₄₇を各々1枝当たり25mg及び50mg注入処理した。雄花の着生は2クローンともA₄、A₄₇いずれの処理区でも促進され、対照区に比べて着花率が約2倍に増加した。処理濃度については、25mg区と50mg区との間に着花率に関し大きな差はなかった。他方雌花の着生はA₄

よりもA₄₇の処理区で促進された。着花率は25mg区よりも50mg区で高く、A₄₇50mg区の着花率は対照区の10倍以上に増加した。ジベレリンに対する反応はクローンによって差があり、珠州102号の対照区は雌花が全く着生しなかったが、A₄₇50mg区では着花率が38%に増加した。

1982年の実験は15年アカマツ3クローンを使用し、A₃、A₄及びA₄₇を各々1枝当たり20mg処理した。ジベレリンの効果はクローンによって差があり、雄花の着生は平田101号と美濃102号ではA₃、A₄、A₄₇のいずれの処理区でも促進され、着花率は対照区に比べて6~10倍増加した。しかし、珠州102号では対照区の着花率が高く、ジベレリン処理の効果が見られなかった。他方雌花の着生は、3クローンともA₄とA₄₇の処理区で促進され、対照区に比べて着花率が2~6倍増加した。A₃の処理区では、雌花の着花率は増加しなかった。t検定の結果、雄花の着花率は珠州102号を除外すると、A₃、A₄、A₄₇の処理区はいずれも対照区との間に危険率5%以下で有意差が認められた。雌花の着花率については、A₄とA₄₇の処理区と対照区との間に危険率5%以下で有意差が認められた。

処理方法については、80%アセトン注入区とCMCペースト埋め込み区との間に着花率について大きな差はなく、後者の方法は処理が簡便で、実用的であると思われる。

次に10年生のアカマツ実生木を用いて時期別にジベレリンを処理し、処理の適期を検討した。ジベレリン処理はA₄₇を用い、6月15日から8月20日の期間に処理した。1枝当たり20mgを1回に枝の基部にCMCに混ぜて埋め込んだが、2回に分けて6月15日と8月4日に半量ずつ埋め込む区も設けた。実験の結果をFig. 2に示す。雄花は供試木全部に着花し、着花率は7月19日から8月20日

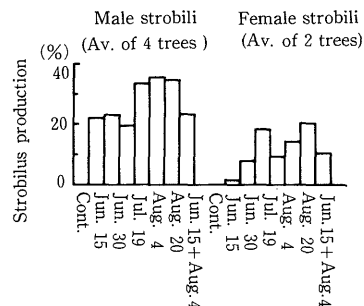


Fig. 2 The relation between the time of treatment of GA₄₇ and strobilus production in 10-year-old trees of *Pinus densiflora*. GA₄₇ of 20 mg per branch was embedded with CMC paste.

の処理区で増加した。しかし、雌花は4本中2本にしか着花せず、GA_{4/7}の効果のみられない木があった。着花した2本についてみると、着花率は6月30日から8月20日の処理区で増加した。ジベレリン処理の適期は幅が広く、7～8月のようである。

2. クロマツの着花に対する効果

7年生クロマツ実生木を用いて、A₃とA₄を1枝当たり10mg(枝が少し小さいので10mg使用した)、CMCペーストに混ぜて枝の基部に埋め込んだ。処理時期は5月27日～8月20日で、10mgを1回に埋め込んだ。

Table 2 The effect of injection and embedding of gibberellins on strobilus production in 15-year-old grafts of *Pinus densiflora* plus tree clones. GAs were treated on July 13 in 1982

Treatments	Number of strobili per branch								Percentage of strobilus production*								
	Male				Female				Male				Female				
	clones				clones				clones				clones				
	Hirata 101	Mino 102	Suzu 102	Average	Hirata 101	Mino 102	Suzu 102	Average	Hirata 101	Mino 102	Suzu 102	Average	Hirata 101	Mino 102	Suzu 102	Average	
Cont.	Injection	16.0	16.5	197.0	76.5	4.5	0	17.5	7.3	7.4	7.0	75.6	30.0	2.1	0	5.8	2.6
	Embedding	2.0	7.5	109.5	39.7	7.0	0	25.0	10.7	0.9	4.2	52.1	19.1	4.4	0	12.3	5.6
A ₃	Injection	95.0	60.0	185.5	113.5	2.5	0	11.0	4.5	38.6	29.8	72.6	47.0	1.1	0	4.3	1.8
	Embedding	59.0	86.0	236.0	127.0	19.0	1.5	26.0	15.5	24.0	37.9	72.0	44.6	8.9	0.7	7.9	5.8
A ₄	Injection	141.5	106.5	297.0	181.7	22.0	11.5	91.5	41.7	48.7	50.7	73.1	57.5	7.1	5.3	21.5	11.3
	Embedding	45.0	75.0	195.5	105.2	40.5	8.0	18.5	22.3	34.8	41.4	80.0	52.1	31.7	3.7	7.6	14.3
A _{4/7}	Injection	57.0	100.0	216.0	124.3	60.0	11.5	88.5	53.3	20.7	35.2	63.3	39.7	22.7	3.8	25.9	17.5
	Embedding	48.0	162.0	179.0	129.7	29.0	19.5	56.5	35.0	31.2	42.4	70.3	48.0	19.5	4.2	22.2	15.3

* The percentage of strobilus production is expressed as the ratio of the number of male (as cluster) or female strobili to the total number of new shoots on branches.

処理木5本の平均値をFig. 3に示す。A₃処理区では、雄花の着花率は対照区が高く、処理区との間に有意な差がみられなかった。しかし、処理区では8月処理区で着

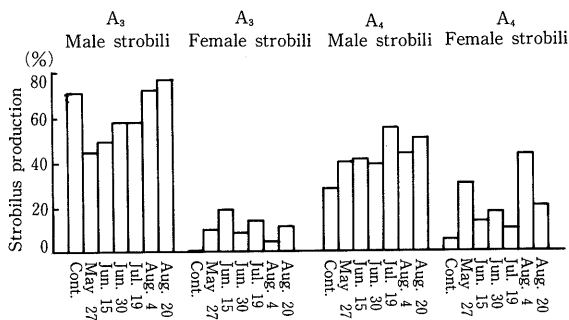


Fig. 3 The relation between the time of treatment of GA₃ and GA₄ and strobilus production in 7-year-old trees of *Pinus thunbergii*. GA₃ or GA₄ of 10 mg per branch was embedded with CMC paste. Histograms showed an average of five trees.

花率が最も高かった。他方、雌花の着花率は対照区よりも処理区で高く、6月15日区と7月19日区の着花率については対照区との間に統計的に有意な差がみられた。

A₄処理区では、雄花の着花率はGA₄処理区で増加したが、特に7～8月処理区で高かった。雌花の着花率もGA₄処理区で増加したが、バラツキが大きく、処理の適期を特定することが困難であった。クロマツに対するジベレリンの効果については、A₃よりもA₄が有効のようである。処理時期については、アカマツと同様に7～8月が適期と思われる。

3. テーダマツの着花に対する効果

7年生実生木を用いて、3種類のジベレリンの効力比較試験と時期別処理試験を行った。ジベレリンは1枝当たり20mg使用し、アセント注入法及びCMC埋め込み法により枝の基部に処理した。効力比較試験は6月15日に、時期別処理試験は5月27日～8月4日の期間に処理を行った。

実験の結果をTable 3, Fig. 4に示す。処理木3本中1本は全く着花しなかった。また2号木は雌花が着生しなかった。雄花の着生についてみると、1号木ではA₄とA_{4/7}処理区で着花数、着花率が増加した。2号木は対照区

Table 3 The effect of embedding of gibberellins on strobilus production in 7-year-old trees of *Pinus taeda*. GAs were treated on June 15 in 1982

Treatment	No. of strobili per branch				% of strobilus production*			
	Male**		Female		Male		Female	
	Tree No. 1	Tree No. 2	Tree No. 1	Tree No. 2	Tree No. 1	Tree No. 2	Tree No. 1	Tree No. 2
Control	3	0	2	0	3.1	0	4.1	0
A ₃	1	3	10	0	3.0	10.7	30.3	0
A ₄	10	4	8	0	15.4	16.0	12.3	0
A _{4/7}	11	13	13	0	20.4	54.2	24.1	0

* See the footnote in Table 2.

** The number of male strobili is the number of clusters.

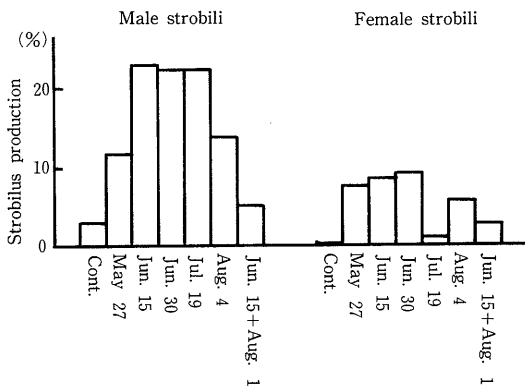


Fig. 4 The relation between the time of treatment of GA₄ and strobilus production in 7-year-old trees of *Pinus taeda*. GA₄ of 20 mg per branch was injected with 80 % acetone solution. Histograms showed an average of two trees.

が無着花であったが、A_{4/7}区で特に着花率が増加した。雌花の着生については、1号木ではA₃とA_{4/7}区で着花率が高かったが、着花数はA_{4/7}区で増加した。2号木は雌花が全く着生せず、ジベレリンの効果は個体によって著しく異なるようであった。実験数が少ないので、どのジベレリンが良いか判定することは困難である。

次にA₄の時期別処理試験についてみると、雄花の着花率は6月15日～7月19日の処理区で、雌花の着花率は5月27日～6月30日の処理区で高かった。ジベレリン処理の適期は、雄花に対しては6～7月、雌花に対しては6月のようで、アカマツ、クロマツよりも少し早いように思われる。

4. カラマツの着花に対する効果

22年生カラマツに対し、6月4日に幹に環状剥皮処理を行い、更に粒状肥料を施肥した。次いで6月24日にジベレリン処理を行った。ジベレリンはA₃とA_{4/7}を使用し、1枝当たり20mgと40mgの処理区を設け、注入法及び埋め込み法により枝の基部に処理した。

Table 4 The effect of GA_{4/7} on strobilus production in 22-year-old trees of *Larix leptolepis*. GA was treated on June 24 in 1982

Treatments	No. of male strobili per branch					Average	No. of female strobili per branch		
	Tree No. 1	Tree No. 2	Tree No. 3	Tree No. 4	Tree No. 5		Tree No. 1	Tree No. 3	Average
Control	1,476	125	1,214	1,337	28	836.0	11	3	7.0
A _{4/7} 20mg, injected	1,995	168	1,185	853	119	864.0	72	23	47.5
A _{4/7} 40mg, injected	1,957	400	1,066	776	29	845.6	12	1	6.5
A _{4/7} 20mg, embedded	2,205	313	1,100	639	38	859.0	37	7	22.0
A _{4/7} 40mg, embedded	2,069	328	1,175	610	34	843.2	48	10	29.0

Remarks : Girdling to the stem and manuring were done on June 4.

The injury of chemicals was seen when GA_{4/7} of 40mg was injected.

実験の結果を Table 4 に示す。A₃処理区では雄花は供試木全部に着生したが、ジベレリン処理によって着花数は増加しなかった。他方雌花は全く着生しなかった。A_{4/7}処理区では、雄花は供試木全部に着生したが、ジベレリン処理によって着花数は増加しなかった。雌花は供試木 5 本中 2 本に着生した。雌花の着生数は、1 号木、3 号木ともに A_{4/7}20mg 注入区で最も多く、次いで A_{4/7}40mg 埋め込み区が多かった。A_{4/7}40mg 注入区は雌花数が増加しなかったが、これは葉害があり、ジベレリン処理後葉が枯死して落葉する現象がみられ、その影響によるものと思われる。ジベレリンの効果は個体によって著しく異なり、着花の促進された個体と促進されない個体とがあった。雌花の着生が促進された個体はこれまでに雄花が着生した形跡があり、成熟期に達したカラマツに対しては GA_{4/7}は雌花の着生を促進するのではないと思われる。しかし、この実験では幹に環状剥皮処理を行っており、雌花の着花促進がジベレリンの単独効果か、ジベレリンと環状剥皮の相助効果かはっきりしない。おそらく後者によるものと思われる。

考 察

ジベレリンによるマツ科樹種の着花促進については、Pharis らの一連の研究^{14-16,18,24})以来この10年間に多くの研究がなされた。わが国においては Katsuta¹¹)らがカラマツ、ウラジロモミで、Kanekawa¹⁰)らがアカマツ、クロマツで研究した。

ジベレリンによる林木の着花調節の研究はわが国で開始され、スギやヒノキではすでに実用的にこの技術が応用されている。しかし、マツに対してはジベレリンは効果がないとされていた。この理由は二つ考えられる。一つはジベレリンの種類によって効果が異なること、第二はジベレリンの処理方法に問題があったということである。そこでこの二点について検討してみたい。

ジベレリンは現在50数種類発見されているが、それぞれ生理作用が異なる。従来わが国においては、スギ、ヒノキの着花調節には GA₃が用いられていた。Paris^{14-16,18,24})らの研究によると、マツ科の着花促進には GA_{4/7}が最も有効で、GA₃は効果が劣るといふ。しかし、Kanekawa¹⁰)らの研究によると、アカマツ、クロマツの着花は GA_{4/7}、GA₃のいずれでも促進され、その効果に差がなかったという。本研究によると、アカマツ、クロマツ及びテグマツの着花に対して GA₄と GA_{4/7}はいずれも促進する傾向がみられたが、GA₃は促進する場合と効果のない場合とがあった。マツ科に対しては、GA₃よりも

GA₄または GA_{4/7}が有効のように思われる。GA₄と GA_{4/7}の効力の比較については、実験データが少ないので何とも言えないが、アカマツでは両者の効力に差のない場合と、GA₄よりも GA_{4/7}の方が効果が大きい場合とがあった。テグマツでは、GA₄よりも GA_{4/7}で着花が促進された。外国では、マツ科の着花促進には GA_{4/7}が使用されている¹²⁾。

カラマツの着花促進については、Katsuta¹¹)らの研究によると GA₃、GA₄、GA_{4/7}はいずれも効果がなかった。しかし、Bonnet-Mashimbert¹⁾の最近の研究によると、GA_{4/7}が有効で、5年生と7年生の日本カラマツと欧州カラマツで試験し、ジベレリン処理によって雄花の着生は2倍に、雌花の着生は8倍に増加したという。本研究では、GA_{4/7}の処理によってカラマツ造林木の雄花の着花数は増加しなかった。しかし、雌花の着花数は増加する傾向がみられた。カラマツの造林木は普通20年生前後では着花しないので、本実験では幹に環状剥皮処理を行った。したがって、GA_{4/7}の処理による雌花数の増加はジベレリンのみの効果によるのではなく、環状剥皮とジベレリンの相助効果によるものと思われる。

ジベレリンの着花促進効果の判定は大変むずかしい。供試材料の選び方によって効果が変わってくる。ジベレリンの効果は同一樹種でも品種、個体、樹齢などによって異なり、着花性の極度に良いものやまた極度に悪いものでは効果がみられないことがある。本実験に用いた15年生アカマツつぎ木クローンの珠州2号は雄花の自然着花率が高く、潜在能力いっぱいに着花していると思われ、ジベレリンを処理しても着花量が増加しなかった。また7年生テグマツではジベレリン処理しても雄花も雌花も全く着花しない個体があり、7年生クロマツ及び22年生カラマツでは雌花の全く着花しない個体があった。ジベレリンの効果は個体によって著しく異なる。スギの場合は、極端な未熟木、例えば発芽後数ヶ月の当年生苗木でもジベレリンを処理すれば着花するが、マツの場合は未熟木にはジベレリンは効果がないように思われる。諸外国におけるマツ科の着花促進の例をみると、バンクスマツを除き若い実生苗で実験した例は少ない³⁾。5、6年生以上の実生木またはつぎ木クローンで行っている。ジベレリンはマツ科の着花促進に効果があるとしても、スギの場合のような卓越した効果はないように思われる。

次にジベレリンの処理方法について検討する。ジベレリンの処理方法には葉面散布法と樹幹処理法とがあるが、マツ科の樹種、特にマツ類は一般に気孔が少なく、

葉面散布によるジベレリンの吸収効率が悪いようである。また幹に傷をつけると樹脂が分泌し、水溶液の吸収が困難になる。外国では、ジベレリンをアルコールに溶かして樹体に注入する方法を採用して、成果をあげている^{1,14-16,18,24)}。Kanekawa¹⁰⁾らはCMC(纖維素グリコール酸ナトリウム)にジベレリンを溶かしてのり状にし、剥皮して形成層部にぬり込む方法を採用して、効果をあげている。本研究においては、ジベレリンを80%アセトンに溶かして注入する方法とCMCに溶かして埋め込む方法を採用して比較試験したが、両者の間に優劣はなく、後者の方法が処理が簡便で実用的である。しかし、最近外国ではジベレリン水溶液に陽性の表面活性剤Aromox C/12Wを少量加えて葉面散布し、効果をあげている^{4,9)}。ジベレリンの処理方法については、更に研究する必要がある。

総 括

11~15年生アカマツ精莖樹クロウン, 10年生アカマツ, 7年生クロマツ, 7年生テダマツ及び22年生カラマツを用いて, GA₃, GA₄及びGA_{4/7}の着花促進効果を試験した。ジベレリンは1枝当たり10~50mg使用し, 5月下旬~9月上旬の期間に主枝の基部に処理した。処理方法は, 80%アセトンに溶かして注入する方法とCMCペーストに溶かして剥皮して埋め込む方法を採用した。本研究の結果は次のごとくである。

1. アカマツのつぎ木クロウンにおいては, 雄花の着生はGA₃, GA₄及びGA_{4/7}の処理で, 雌花の着生はGA₄及びGA_{4/7}の処理で促進された。クロマツでは, GA₄の処理で雄花の着生が, GA₃とGA₄の処理で雌花の着生が促進された。テダマツでは, GA₄とGA_{4/7}の処理で雌花, 雄花とも着花率が増加したが, GA_{4/7}の方が効果が大きいようであった。カラマツでは, 環状剥皮と併用処理したとき, GA_{4/7}の処理で雌花の着生が促進される傾向がみられた。ジベレリンの効果はクロウン及び個体によって著しく差があり, 効果の全くみられないものがあった。

2. ジベレリン処理の方法については, アセトン注入法とCMCペースト埋め込み法との間に優劣はなく, 後者の方法が簡便で実用的であると思われる。ジベレリンの処理時期については, アカマツ, クロマツに対しては7~8月が, テダマツに対しては6~7月が適期であると思われる。

謝 辞

本研究に際し, たえず貴重なジベレリンを提供して下

さった協和醸酵工業株式会社バイオ開発部の方々に対し深く感謝の意を表する。

文 献

- 1) Bonnet-Mashimbert, M.: *Can. J. For. Res.*, **12** 270-279 (1982)
- 2) Brix, H. and Portlock, F. T. *Can. J. For. Res.*, **12** 76-82 (1982)
- 3) Cecich, R. A.: *Can. J. For. Res.*, **11** 580-585 (1981)
- 4) Cecich, R. A.: *Can. J. For. Res.*, **13** 1056-1062 (1983)
- 5) Chalupka, W.: *Silvae Genet.*, **27** 62-65 (1978)
- 6) Chalupka, W.: *Silvae Genet.*, **29** 118-121 (1980)
- 7) Dunberg, A.: *Silvae Genet.*, **29** 51-53 (1980)
- 8) Greenwood, M. S.: *Amer. J. Bot.*, **68** 1184-1190 (1981)
- 9) Hare, R. C.: *Can. J. For. Res.*, **14** 128-131 (1984)
- 10) Kanekawa, T. and Katsuta, M.: *J. Jap. For. Soc.*, **64** 101-106 (1982)
- 11) Katsuta, M., Saito, M., Yamamoto, C. and Kaneko, T.: *Bull. For. & For. Prod. Res. Inst.*, **313** 37-45 (1981)
- 12) Nickell, L. D.: *Plant Growth Regulating Chemicals*. Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida (1983) pp. 54-57
- 13) Olaviluukkanen and Johansson, S.: *Physiol. Plant.*, **50** 365-370 (1980)
- 14) Pharis, R. P.: *For. Chr.*, **51** 1-5 (1975)
- 15) Pharis, R. P., Ross, S. D., Wample, R. L. and Owens, J. N.: *Acta Hort.*, **56** 155-162 (1976)
- 16) Pharis, R. P., Ross, S. D. and McMullan, E.: *Physiol. Plant.*, **50** 119-126 (1980)
- 17) Philipson J. J.: *J. Expt. Bot.*, **34** 291-302 (1983)
- 18) Ross, S. D. and Pharis, R. P.: *Physiol. Plant.*, **36** 182-186 (1976)
- 19) Ross, S. D. and Greenwood, M. S.: *Physiol. Plant.*, **45** 207-210 (1979)
- 20) Ross, S. D.: *Can. J. For. Res.*, **11** 90-98 (1981)
- 21) Ross, S. D.: *Can. J. For. Res.*, **13** 986-994 (1983)
- 22) Tompsett, P. B.: *Ann. Bot.*, **41** 1171-1178 (1977)
- 23) Tompsett, P. B. and Flotcher, A. M.: *Physiol.*

Plant., **45** 112-116 (1979)

Physiol. Plant., **50** 340-346 (1980)

24) Weeler, N. C., Wample, R. L. and Pharis, R. P. :