種子の発芽及び林木の花芽形成に及ぼすジベレリンの影響

佐藤, 敬二
九州大学農学部

須崎, 民雄
九州大学農学部

新谷, 安則
九州大学農学部

https://doi.org/10.15017/15853

出版情報：演習林集報. 16, pp.137-144, 1962-01-30. 九州大学農学部附属演習林
バージョン：
権利関係：

種子の発芽及び林木の花芽形成に及ぼすジベレリンの影響

佐藤敬二・須崎民雄・新谷安則

Keiji SATO, Tamio SUZAKI and Yasunori SHINGAI :
On the Effects of Gibberellin upon the Seed-gernination and Flower Formation of Some Forest Trees.

目　　次

I　はじめに

イネバカナエ病菌 Gibberella fujikuroi の培養液より分離され，植物の徒長をおこす物質として見出されたジベレリン(GB)については，筆者の一人，佐藤は1957年より，まず林木の成長促進剤としての試験をはじめたがそれについては，顕著な効果を収めることができず，花芽形成の促進剤として効果の大きいことを見出した。GBによる花芽形成の促進については，その後多くの研究が行なわれ，近年，交雑育種を容易にし，採種林の運営を円滑にするためにGBの使用が注目されてきた。このうちスギに対するGBの花芽形成促進に関する報告は多くなされており[1)2)3)4)5)6)7)]，これらの報告および筆者等の1958年からの研究によれば，GBによりスギの花芽分化は容易に誘導され，またGB処理によって得られた種子はその発芽率では正常のものと変わらないことが明らかになった[1)4)]。また播種して育成された苗木の生育については，1960年3月に，本学構内苗畑に播種育成したものは，同時に播種された他の実生のスギと現在までのところ生育に差はみられない。これらのことよりGBは，少なくとも育種上応用可能な段階に一歩近づいたということがいえよう。

従来のスギについてのGB施用試験の材料は，おもに実生の幼令苗木が使用されてきたが，交雑による新品種育成の点からみれば，無性繁殖によって育成された既成のさし木品種は一般に花芽を着生することが少なく，殊に幼令な間は少ないので，これら品種について，GBによる花芽形成促進効果を明らかにする必要がある。そのため筆者らは，主として福岡県八女地方および大分県日田地方産の在来のスギさし木品種12クローンを用いて，

これらに対するGBの花芽形成促進に関する実験を行なった。

さらにこれら幼令木に対する実験のほかに，林木種子が年によって豊凶を異にしており，限られた母樹林から毎年一定量を確保することが困難であるということから，母樹林の花芽形成を促進して，種子の豊凶差を少なくするために現在までに球果を着けなかった2,3のさしスギ品種の壮令林に対してGB処理試験を行なった。

一方，GBの開花ホルモン的な働きは種子，地下茎，塊根などの休眠打破の作用にまで及ぶことから[8)9)10)11)12)]，種子及び花粉の発芽に対して何らかの影響を与えるのではないかと考えられるので，二，三の林木種子および花粉を用いてGB処理による発芽試験を行なったので，上記2試験と併せて報告する。なお，本試験は日本ジベレリン研究会の援助によるところが大きく，また九州大学大学院斉藤明君には終始御協力を頂いた。ここに併せて謝意を表する。

II　実験材料と方法

1　林木種子及び花粉の発芽促進

アカマツ，スギ，ヒノキの種子を用いて，GB，0,5,10,50,100,200 p.p.m. 溶液を含ませた発芽床を1960年6月11日に23°Cの定温器内に設定した。さらに7月14日より濃度を低くしてGB，0,2,5,10 p.p.m. 溶液にて同様の試験を行なった。供試した種子は，スギ，ヒノキは九州大学粕屋演習林の40年生の母樹から採取したもので，アカマツは和歌山県産の老令母樹からとられたものである。1発芽床に100粒とし，5回反復で，前処理は施していない。

また4月15日，25日に10年生の母樹より採取したクロマツ，アカマツ花粉を用いて，蔗糖寒天培養基（蔗糖10%，寒天2%）中に，2,5,10 p.p.m. GB液25%を混入した発芽床を，湿器中に設定して常温で花粉の発芽と花粉管の伸長を検した。発芽率は4日目および10日目にとり出して，培養基上に均等に散布してある花粉を100倍に拡大して，無作為に5視野を選び，1視野中にあらわれた発芽花粉の5視野の平均を1培養基の発芽率として検し，5回反復した。

GBは協和醱酵工業のジベレリン結晶を95%のアルコールに溶解して，のち水で所定の濃度として用いた。

2　スギさし木品種の花芽形成促進

A　幼令木

i)　GB単用の効果

1960年3月，九大粕屋演習林苗畑に植栽されたさしスギ苗木，アヤスギ，クモトオシ，ヒノデスギ，ニンジンバ，モトエスギ，ヤマグチ，ヤブクグリ，シチゾウ，ヤイチ，アオスギ，ナガエダおよびキウラの12クローンを用いた。GBは"ジベレリン協和"の粉末剤で，200p.p.m. の単一濃度で1960年7月7日～8月1日の間におよそ1週間おきに5回にわたって葉面噴霧処理を行なった。1回の苗木1本当り処理量は4ccとした。また各クローンの処理および対照の供試本数は各々5本とした。

花芽の着生量の調査方法は雄花芽は側枝ごとの概数を出してその合計を1本の着生量とし，雌花芽についてはその量が少なかったので精査した。

ii)　GBおよびナフタレン酢酸(NAA)の併用効果

1960年3月，九州大学粕屋演習林苗畑に植栽されたアヤスギ1年生苗木を用いてGBおよびNAAの各々，0, 200, 400, 600 p.p.m. 水溶液の組み合わせにより同年7月16日～8月12日の間におよそ1週間おきに5回にわたって葉面噴霧処理を行なった。1処理区を6本とし，2本ずつ3回に繰返えした。1回の苗木1本当り噴霧量は5ccとした。GBは"ジベレリン協和"粉末であり，花芽着生量の調査方法もi)と同様に行なった。

B 壮令木

九州大学粕屋演習林内に植栽された樹令23年生のアヤスギ，アカバにGB 300 p.p.m.＋NAA 100 p.p.m. 混合液を1本当り500cc, 同じく23年生のアオスギ，ヤブクグリにはGB 500 p.p.m. を1本当り500 cc, ともに1960年7月5日に手動噴霧器（圧力150ポンド）で樹冠内外部より枝条の全面にほぼ均等になるように噴霧した。

花芽着生量の調査方法は，着花の認められる樹冠幅の南側中位より枝1本をとり，これに着花した花芽数を推定着花枝数に乗じて供試木の着花数を推定した。

対照区は処理区と6～7mの中間帯を隔てて設け，同様の方法で着花数を推定した。

供試木については第1表に示す。

Table 1. Treated trees and Treatment

Plot	Clone	Tree number	Tree height	Tree diametre	Treatment	Spray
			m	cm		
Treated Plots	Ayasugi	13	9.8	13.7	GB 300 p.p.m. NAA 100 p.p.m. } 500cc	once
	Akaba	6	11.0	18.0	〃	〃
	Aosugi	1	8.0	14.0	GB 500 p.p.m. – 500cc	〃
	Yabukuguri	4	8.5	8.5		〃
Intermediate Zone	Ayasugi and Akaba	17	9.4	11.3		
No-treated Plot	Ayasugi and Akaba	32	6.8	10.0		

III 実 験 結 果

1 林木種子及び花粉の発芽促進

アカマツ，スギ種子は置床日より28日目，ヒノキ種子は21日目で発芽調査を締切った。その結果，一般に高濃度は効果がみられず，スギ，ヒノキは各々5, 10 p.p.m. で若干の効果をみたが (Table 2), 他の処理ではアカマツの50 p.p.m. を除き，無処理との間に有意の差はみられなかった。

Table 2. Seed germination rate (%)

Concentration / Species	0	2 p.p.m.	5 p.p.m.	10 p.p.m.
Pinus densiflora	72.4	60.0	62.4	70.6
Cryptomeria japonica	3.6	2.0	3.4	8.4
Chamaecyparis obtusa	17.6	19.2	21.6	15.4

花粉の発芽率については，培養基に花粉を散布設定後，4日目および10日目に検鏡したが，両者に大差はなく，10日目の調査結果はTable 3のようであった。

Table 3. Pollen germination rate

Species \ Concentration	0	2 p.p.m.	5 p.p.m.	10 p.p.m.
Pinus densiflora	40.2	34.1	74.7	74.3
Pinus Thunbergii	82.4	87.5	80.3	77.6

培養基は5回反復であり，処理別の分散を分析した結果では，アカマツの5,10 p.p.m. に有意の差が認められた。すなわち，GBはアカマツに対しては，5,10 p.p.m. でよく花粉の発芽を促進するように思われた。

2　スギさし木品種の花芽形成促進

A　幼令木

i) GB単用の効果

供試木は1960年10月14日に調査を行なった。その結果花芽の着生は，無処理では全くみられない品種と，個体により雌花芽のみ，雄花芽のみ，あるいは雌雄両花芽を着生する品種があるが，それらは一般に少なく，一方処理されたものはアオスギ，ヒノデスギを除いてすべての品種に雌雄両花芽を着生し，その量も多かった。アオスギは処理木に無着花の個体がみられ，ヒノデスギは雄花芽のみを着生し雌花芽を形成しない個体がみられた。

花芽の着生量は Table 4. のとおりである。対照区で花芽の着生をみた品種では，その殆んどが処理により着花量を著しく増加した。各品種の花芽着生量の差は，雌雄両花芽ともに品種間に高度の有意性を示した。また品種間における雌花芽量と雄花芽量の関係は，一般に雄花芽の量を多く着生する品種ほど雌花芽量の全花芽量に対する割合は少なくなるようである。

Table 4. Number of flower-buds in treated plantlets.
( ) Number of f.b. in no-treated plantlets

clone	Aosugi	Yabukuguri	Ninjinba	Yamaguchi	Motoesugi	Ayasugi	Nagaeda	Kiura	Yaichi	Shichizo	Hinodesugi	Kumotooshi
male f.b.	25	140	220	380	405	455	675	695	890	1240	1435(66)	2880
female f.b.	8	25	95	88	65(13)	44	95(2)	39	24	44(6)	2(0.2)	63(9)
※Rate of female	22.86	15.42	30.11	18.76	13.93	8.80	12.34	5.32	2.61	3.39	0.01	2.31

※ female f.b./ total f.b. × 100

ii) GBの濃度別効果とNAAの併用効果

1960年10月29日の調査によれば，GBを加えた場合はすべての苗木に雌雄両花芽を着生したが，これを加えなければ，すなわちNAA単用では，花芽はほとんどみることができなかった。

雄花芽はGBの濃度が高くなれば着生量を減じ，また併用したNAAの濃度が高くなる

につれて着生量は抑制された。雌花芽の方は，GB の 200～400 p.p.m. では着生量はほとんど変わらず，600 p.p.m. では著しく抑制されて，1/7 程度となった。

併用した NAA についていえば，これが低濃度 (200 p.p.m.) の場合は GB 単用との間に差はないが，高濃度 (400 p.p.m. 以上) では抑制された (Table 5.)。

Table 5. Number of flower-buds in Ayasugi plantlets treated with GB and NAA

	GB＼NAA	0	200	400	600	Total
male f. b.	0	0	0	0	0	0
	200	268	133	172	78	651
	400	200	150	83	36	469
	600	88	50	25	22	185
	Total	556	333	280	136	1,305
female f. b.	0	0	0.5	1.0	0	1.5
	200	38.8	26.5	16.0	7.7	89.0
	400	39.0	36.0	19.2	3.2	97.4
	600	6.5	22.5	6.0	4.2	39.2
	Total	84.3	85.5	42.2	15.1	227.1

B 壮令木

1960年10月17日に前記の方法で調査したところ，無処理区には花芽の着生は皆無であり，中間帯も，処理木に樹冠を接する木でしかも処理区側の樹冠半分に花芽を着生しているもの2本を除いて，全然花芽の着生をみなかった。一方処理木は，すべて多数の雌雄両花芽を形成した。(Table 6.) 樹冠における花芽の着生部位は，上部より 2/3 もしくは 3/4 程度であって，樹冠の下方，殊に隣接木と樹冠を接する点，いわゆる力枝より下部はほとんど着生をみなかった。

Table 6. Number of flower-buds in 23-year-old Sugi-Stand.

GB	clone	Number of treated trees	male f. b.	female f. b.
300p.p.m.+NAA 100p.p.m.	Ayasugi	13	32,550	11,100
	Akaba	6	167,990	38,150
500p.p.m.	Aosugi	1	88,870	6,720
	Yabukuguri	4	19,400	13,090
control	Ayasugi Akaba	32	0	0

IV 考　　察

GB によるアカマツ，スギ，ヒノキ種子の発芽促進は，低濃度で若干の効果があらわれた程度で，今回の実験では非常にすぐれているとはいえなかった。しかしながら本実験においては，GB の種子体内への吸収量は不明であって，吸収量の如何があるいは影響する

かとも考えられる。このことは花粉についても同様であって，GBによる種子および花粉の発芽促進については，GBの吸収に関して検討の必要があるものと考えられる。

スギ2年生さし木12クローンに対するGBの花芽形成促進は，ほとんどすべての品種に雌雄両花芽の着生をみ，自然状態で少量ながら花芽を着生する品種でも量的に著しく促進された。スギさし木品種は，そのほとんどが相当高令にならなければ花芽を着生せず，このことは交雑による新品種の育成を目的とする交雑育種の発達を妨げる一つの原因ともなってきたが，今回の実験によって，着花量に多少の相違はあってもほとんどの品種で容易に花芽を着生せしめうることを確かめえたことは，受精後の問題が残されてはいるが，この障害をある程度まで取り除くとともに，交雑および検定の期間を短縮させうることの一つの足がかりともなろう。

花芽の着生量が品種によって差のあることは築地[2]も推定しているが，これは各品種の生理的特性にもよると考えられる。例えば，アヤスギは肥料，亜硫酸ガスなど，化学的な処理に鋭敏に反応することが知られている。このほかクローン自体の成立の新旧にも関係があるのではないかと推察される。もしそういうことがいえるならば，各品種固有の，花芽形成に対するGBの最適濃度があることが考えられるが，本実験では濃度を単一にしているため不明である。

アヤスギ2年生苗木に対するGBの花芽形成促進におけるNAAの併用効果については，佐藤・宮島[6]はスギ実生についてNAA併用により雄花芽は減少するけれども，雌花芽は増加することを報告しているが，本実験のアヤスギについては雄花芽はGB単用にくらべて減少しており，雌花芽はNAA 200 p.p.m. 区では変わらず，それ以上の濃度では減少している。雌花芽がNAA 200 p.p.m. で単用と変わらないことから考えると，それ以下の濃度では，あるいは増加するとも考えられるが，少なくともNAA 200 p.p.m. 以上の濃度では雌花芽の形成促進に対する効果はないものといえる。なお，NAA単用区で少量の雌花芽の着生をみているが，これは圃場で実験中，場合によってはごくわずかのGB噴霧液が飛散したのではないかと思われ，今後検討する必要がある。

従来，壮令林に対するGBの花芽分化促進に関する実験は，散布が困難なため，多く行なわれなかったが，今回の実験では，GB 1回処理で容易に多数の花芽を着生させることができた。ただ，本実験では，処理が1回であって，品種別，濃度別および散布の時期別と回数による差，GB, GB−NAAの単併用別の着花量の差は不明であるが，GB300～500 p.p.m. の1回処理で壮令木に多くの花芽着生を誘発せしめうることは，今後に結実の問題が残されているとはいえ，母樹林，採種林に対する応用の一階梯を推しすすめたものといえよう。

参　考　文　献

1) 四手井・市　河・小　平：日林誌 42(10), 363～368, 1960.
2) 築　地：第69回日林会講集 311～313, 1959.
3) 橋　詰：日林誌 41(10), 375～381, 1959.
4) 加　藤・福　原・小　林：日林誌 42(8), 323～325, 1960.
5) 斉　藤・橋　詰：第69回日林会講集 306～308, 1959.
6) 佐　藤・宮　島：第3回ジベレリン研発表会抄録 137, 1960.
7) 橋　詰：日林誌 42, 176～180, 1960.
8) 市　原：農及園 33, 1551, 1958.
9) 中　村：同　上 34, 1277, 1959.
10) 塚本他：同　上 32, 1645, 1957.
11) 山　崎：第1回ジベレリン研発表会抄録 38, 1958.
12) 山　田：同　上 42, 1958.

Résumé

The results of the experiments are summarized as follows:

1. The effect on germination of seeds of Akamatsu (*Pinus densiflora S.* et *Z.*), Sugi (*Cryptomeria japonica D. Don*) and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa S.* et *Z.*)

When the seeds of Akamatsu, Sugi and Hinoki were treated with the solutions of Gibberellin (GB) of concentrations of 0, 2, 5, 10, 50, 100 and 200 p.p.m., higher germination rates than the control were seem only in the cases of treatment with 5 and 10 p.p.m. solutions. (Table 1)

There was no significant difference between the treatment with the other concentrations and non-treatment.

2. The effect on promotion of flower formation

A. On Sugi plantlets grown from cuttings

Almost all the clones of Sugi do not generally form flowers when they are young; however, it was found in this experiment that one-year-old plantlets of many clones such as Ayasugi, Kumotooshi, Hinodesugi, Ninjimba, Motoesugi, Yamaguchi, Yabukuguri, Shichizo, Yaichi, Aosugi, Nagaeda and Kiura could be induced to form floweres by foliar spraying of 200 p.p.m. GB solution five times in summer. It was noticeable that there were very significant differences among the clones regarding flower formation.

When Ayasugi plantlets were treated with variously combined solutions of GB of 0, 200, 400 and 600 p.p.m. and of Naphtalene acetic acid (NAA) of 0,200, 400 and 600 p.p.m., the plantlets treated with GB formed male and female

flower buds without exception, while without GB, —with NAA only—, few female flower-buds were seen on the plantlets.

The higher the concentration of GB and NAA, the less male flower-buds were formed.

The number of female flower-buds formed was almost the same when 200 p.p.m. and 400 p.p.m. of GB were applied. The application of 600 p.p.m. GB solution suppressed it remarkably, and the application of NAA solutions of 400 p.p.m. and 600 p.p.m. also suppressed it. (Table 2 and 3)

B. On old Sugi forest trees

In the seed-orchards and seed-forests it is necessary that about equal quantity of seeds are produced year by year. For this purpose the authors tried to promote flower-bud formation by the use of GB in a 23-year-old Sugi forest. The forest had a mixture of four clones: Ayasugi, Akaba, Aosugi and Yabukuguri.

For Ayasugi and Akaba, 500 cc of mixed solution of 300 p.p.m. GB and 100 p.p.m. NAA per tree, and for Aosugi and Yabukuguri 500 cc of solution of 500 p.p.m. GB were sprayed respectively once in July. A large number of flower-buds, both male and female, were seen on every treated tree, although no flower on untreated trees.

So far, it is not clear how much differences are among the clones, concentrations of GB, mono-use of GB and joint use of NAA, etc. (Table 4)