

針葉樹の花芽分化および生長に対する ジベレリンとエスレルの相互作用

橋 詰 隼 人

Interrelationship of Gibberellin and Ethrel in the Flower Bud Formation and Growth of Conifers

Hayato HASHIZUME

Summary

The effects of a single treatment of ethrel (2-chloro-ethane phosphonic acid) and the combined treatment of ethrel and gibberellin (GA) on flower bud formation and growth were examined, using seedlings or trees of seven coniferous species. In foliar application, ethrel was used at the concentrations from 100 ppm to 2,000 ppm. The results obtained are summarized as follows:

1. Although GA markedly promoted the flower bud formation of some species of the *Taxodiaceae* and *Cupressaceae*, a single treatment of ethrel did not induce the flower bud formation of conifers. However, ethrel was found to enhance GA-induced flower bud formation in one-year-old seedlings of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* at concentrations of 500~1,000 ppm, when applied together with GA.
2. Foliar application of ethrel at the concentrations from 100 ppm to 2,000 ppm had no great influence on the height growth of conifers. However, ethrel was found to inhibit markedly the promoting effect of GA on the main-stem elongation of one-year-old *Cryptomeria japonica* seedlings at concentrations of 500 ppm or above when applied together with GA.
3. Regarding the interaction between GA and ethrel, it seemed that ethrel helps the action of GA on flower bud formation but acts antagonistically to GA on main-stem elongation.
4. The effect of the combined application of GA and ethrel varied with tree age, and it was distinctly recognized in young seedlings.
5. In one-year-old seedlings of *Cryptomeria japonica*, a great number of adventitious buds or shoots were formed by the combined application of GA and ethrel.

I ま え が き

ジベレリンが針葉樹の花芽分化を促進することが1957年に加藤ら⁶⁾によって発見されて以来、多くの人々によってジベレリンの利用の研究がなされ、針葉樹の着花調節に関する研究と技術は著しく進展した。⁴⁻⁵⁾ スギやヒノキでは実用的規模で採種園や採種林の着花促進にジベレリンが利用されている。

ジベレリンは極わめて未熟な稚苗に花を咲かせるので、
 永年作物の世代の短縮に役立ち育種上重要であるが、ジベレリンの効果は樹種、樹齡、樹木の栄養状態、温度、日長など内的、外的条件によって異なり、ジベレリンで着花が促進される樹種でも幼齡木に雌花と雄花の両方を着生させることは容易でない場合が多い。さらに有効な方法の開発が望まれている。

エチレンは果実の成熟ホルモンとして最近にわかに注目されるようになり、その生理作用と農業上への応用が盛んに研究されている。^{3), 7)} エチレンは果実の成熟促進、開花促進、生長抑制など極わめて多様な生理作用をもっているといわれているが、林木に対しどのような作用をおよぼすか殆ど研究されていない。筆者は生体内でエチレンを発生する合成化合物エスレル(2-クロロエタンホスホン酸)を入手し、針葉樹を用いて実験したところ、とくにジベレリンの作用との関連において二、三の興味ある結果がえられたので報告する。

本研究に際し、エスレルを分与して下さった2, 4-D協議会に対し厚くお礼を申し上げる。本研究は昭和48年度文部省科学研究費によって行なわれた。付記して感謝の意を表す。

II 材料と方法

1. エスレルの単用処理

供試材料として、スギ(1年生と6年生)、ヒノキ(15年生)、ヒノキアスナロ(10年生)、クロマツ(5年生)、テーダマツ(10年生つぎ木)およびモミ(10年生)を用いた。エスレルの処理は、水溶液の葉面散布と原液の樹幹処理(原液を幹に直接処理する)の二つの方法で行なった。葉面散布の場合は、濃度を100, 250, 500, 1,000および2,000ppmとし、スギ、ヒノキ、ヒノキアスナロおよびモミに対しては7月15日から8月10日の期間に3回、マツに対しては8月23日から9月13日の間に3回葉面散布した。樹幹処理の場合は、エスレルの原液を形成層部に直接処理した。すなわち、幹または一次枝の基部に横にナイフで材部に達するまできり目を入れて樹皮をはぎおこし、形成層の部分に原液を塗布して樹皮を元どおりにし、その上をテープでしばった。ヒノキアスナロに対しては1個体当り原液を0.1ml(成分量で24mg)と0.2 ml(48mg)、ヒノキに対しては1個体当り0.2 ml(48mg)と0.5ml(120mg)、モミに対しては1個体当り0.2ml(48mg)と0.6ml(144 mg)、テーダマツに対しては1主枝当り0.2ml(48mg)、0.5ml(120mg)および1.0 ml(240mg)処理した。処理時期は、ヒノキアスナロとヒノキでは7月16日と7月24日で、半量ずつ2回に分けて与えた。モミに対しては7月21日に、テーダマツでは8月23日に全量を一度に処理した。幹処理の場合は胸高以下の適当な場所に、枝処理の場合は第一次枝の基部に処

理した。

2. ジベレリンとエスレルの併用処理

スギ(1年生と15年生)、ヒノキ(1年生と15年生)およびヒノキアスナロ(10年生)を用いて実験した。処理はすべて葉面散布法によった。ジベレリンは50, 100, 200および300ppmの濃度で、エスレルは100, 500, および1,000ppmの濃度で用い、7月中、下旬から8月中、下旬の期間に3~4回葉面散布した。併用散布の場合、ジベレリンを先に散布し、数日後にエスレルを散布するようにした。

III 結 果

1. エスレルの単用処理の効果

スギ、ヒノキ、ヒノキアスナロ、クロマツ、テーダマツおよびモミの花芽分化はエスレルの散布(100~2,000ppm)および樹幹処理(0.1~0.6ml/個体および0.2~1.0 ml/枝)のいずれによっても誘起されなかった。また着花数の増加も認められなかった。エスレルの単独処理は針葉樹の花芽分化に効果がないうのである。次に生長その他におよぼす影響についてみると、100~2,000ppmの水溶液の葉面散布は、苗木および成木の枝の伸長生長に著しい影響をおよぼさないようであった。また、落葉現象や形態的变化もみられなかった。しかし、樹幹処理の場合は二、三の変化がみられた。15年生ヒノキでは、1本の木に原液を0.5ml(成分量で120mg)処理したとき、主枝の先端部が枯死し、かなり落葉した。0.2ml(48mg)/個体の処理では葉害がみられなかった。10年生ヒノキアスナロでは、1個体当り0.1ml(24mg)~0.2ml(48ml)の処理で新条の先端部の葉が紫色を帯びる場合があった。10年生テーダマツでは、1本の枝に0.2ml(48mg)~1.0 ml(240mg)処理すると、処理後10日目(9月上旬)ぐらいいから枝の下方の葉から上方の葉に向って針葉の黄化が起こり、かなり多くの葉(主に旧葉)が落葉した。1.0ml処理区では枯死する枝もあった。

2. ジベレリンとエスレルの併用処理の効果

(1) 花芽分化におよぼす影響

実験の結果は第1表~第6表の通りである。ジベレリンがスギやヒノキの苗木および成木の花芽分化を著しく促進することはすでに多くの人々によって報告されているが、本実験においてもジベレリンの顕著な花芽分化促

第 1 表 15年生スギの着花におよぼすジベレリンとエスレルの影響

Table 1. Effect of foliar application of gibberellin and ethrel on flower bud formation in 15-year-old trees of *Cryptomeria japonica*

処理区 Treatment (ppm)	1 枝当り雄花着生数 No. of male flowers per branch *				1 枝当り雌花着生数 No. of female flowers per branch			
	Tree 1	Tree 2	Tree 3	Average	Tree 1	Tree 2	Tree 3	Average
GA100	145	376	452	324	104	5	60	56
GA100+Ethrel 100	113	335	544	331	68	11	70	50
GA100+Ethrel 500	146	275	411	277	94	3	76	58

* Shown by the number of clusters.

Notes 1) In every treatment, two branches per tree were used.

2) Foliar application: GA, July 14~Aug. 13, 3 times; ethrel, July 20~Aug. 14, 3 times.

第 2 表 15年生ヒノキの着花におよぼすジベレリンとエスレルの影響

Table 2. Effect of foliar application of gibberellin and ethrel on flower bud formation in 15-year-old trees of *Chamaecyparis obtusa*

Treatment (ppm)	No. of male flowers per branch				No. of female flowers per branch			
	Tree 9	Tree10	Tree12	Average	Tree 9	Tree10	Tree12	Average
Untreated control	600	1,318	1,577	1,165	7	49	27	28
GA100	942	1,860	2,574	1,792	1	18	22	14
GA100+Ethrel 100	54	2,312	2,642	1,669	0	27	25	17
GA100+Ethrel 500	0	3,022	3,111	2,044	0	16	27	14
	Tree 4	Tree 5	Tree 6	Average	Tree 4	Tree 5	Tree 6	Average
	Untreated control	371	1,868	2,598	1,612	12	50	35
GA300	3,851	2,960	1,577	2,796	171	20	4	65
GA300+Ethrel 100	2,890	1,814	3,359	2,688	149	3	8	53
GA300+Ethrel 500	2,297	2,120	3,410	2,609	52	3	6	20

Notes 1) In every treatment, two branches per tree were used.

2) Foliar application: GA, July 14~Aug. 13, 3 times; ethrel, July 20~Aug. 14, 3 times.

第 3 表 10年生ヒノキアスナロの着花におよぼすジベレリンとエスレルの影響

Table 3. Effect of foliar application of gibberellin and ethrel on flower bud formation in 10-year-old trees of *Thujaopsis dolabrata* var. *hondai*

Treatment (ppm)	No. of male flowers per branch				No. of female flowers per branch			
	Tree 1	Tree 2	Tree 11	Average	Tree 1	Tree 2	Tree 11	Average
Untreated control	71	0	0	24	1	0	0	0.3
GA200	922	1,408	759	1,030	27	63	1	30
GA200+Ethrel 100	876	914	832	874	24	16	2	14
GA200+Ethrel 500	1,068	841	940	950	28	9	0	12

Notes 1) In every treatment, two branches per tree were used.

2) Foliar application: GA, July 14~Aug. 13, 3 times; ethrel, July 20~Aug. 14, 3 times.

第 4 表 1年生スギ苗の着花におよぼすジベレリンとエスレルの影響 (1973年の実験)

Table 4. Effect of foliar application of gibberellin and ethrel on flower bud formation in one-year-old seedlings of *Cryptomeria japonica* (an experiment in 1973)

Treatment (ppm)	No. of seedlings treated	% of seedlings with flowers		No. of flowers per seedling	
		♂	♀	♂ *	♀
GA50	15	80 %	20 %	31.9	1.2
GA50+Ethrel 100	11	82	27	29.5	2.0
GA50+Ethrel 500	10	100	50	62.4	2.8
GA200	15	93	73	75.7	9.3
GA200+Ethrel 100	9	100	33	64.1	5.6
GA200+Ethrel 500	17	94	100	56.5	30.4

* Shown by the number of clusters.

Foliar application: GA, July 14~Aug. 13, 3 times; ethrel, July 20~Aug. 14, 3 times.

第 5 表 1 年生スギ苗の着花と花の発育におよぼすジベレリンとエスレルの影響 (1974年の実験)

Table 5. Effect of foliar application of gibberellin and ethrel on flower bud formation and flower development in one-year-old seedlings of *Cryptomeria japonica* (an experiment in 1974)

処理区 Treatment (ppm)	処 理 本 数 No. of seed- lings treated	着 花 率 % of seedlings with flowers		1 本 当 り 着 花 数 No. of flowers per seedling		ク ラ ス タ ー 当 り 雄 花 数 Male flowers per cluster	花の発育 (本数%) Flower development (% of seedlings)			
		♂	♀	♂*	♀		♂		♀	
							正 常 Normal	抑 制 Inhibited	正 常 Normal	抑 制 Inhibited
Untreated control	12	0%	0%	0	0	0	0%	0%	0%	0%
GA 50	12	100	83	38.3	11.8	5.8	64	36	73	27
GA50+Ethrel 500	12	100	100	48.8	21.5	10.2	100	0	90	10
GA50+Ethrel1,000	13	100	100	61.8	22.8	11.1	90	10	70	30
GA200	12	100	100	54.4	19.7	6.8	0	100	50	50
GA200+Ethrel 500	11	100	100	76.9	29.5	8.4	10	90	80	20
GA200+Ethrel1,000	12	100	100	57.4	27.1	7.4	0	100	75	25

* Shown by the number of clusters.

Foliar application: GA, July 22~Aug.19, 3 times; ethrel, July 29~Aug.29, 4 times.

第 6 表 1 年生ヒノキ苗の着花と生長におよぼすジベレリンとエスレルの影響

Table 6. Effect of foliar application of gibberellin and ethrel on the flower bud formation and growth of one-year-old *Chamaecyparis obtusa* seedlings

Treatment (ppm)	No. of seedlings treated	% of seedlings with flowers		No. of flowers per seedling		Height growth		
		♂	♀	♂	♀	Seedling height at the start- ing-time of treatment	Growth	Growth rate
GA500	15	67%	0%	51.6	0	6.0	12.0	200%
GA500+Ethrel1,000	12	67	25	208.2	2.3	11.5	15.1	131

Foliar application: GA, July 22~Aug.19, 3 times; ethrel, July 29~Aug.29, 4 times.

進効果がみられた。

ジベレリンとエスレルの併用処理の効果についてみると、15年生スギ、ヒノキおよび10年生ヒノキアスナロでは、ジベレリン単用区とエスレル併用区の雌花および雄花の着生数には大きな違いがなく、ジベレリンとエスレルの併用処理の効果は認められないようである。しかし、1年生苗を用いた実験では成木の場合とかなり異なる結果がえられた。第4表は1973年に行なった第1回の実験結果であるが、500ppmのエスレルの併用によってジベレリン単用よりも明らかに着花率が増加し、また着花数とくに雌花の着生数が増加している。樹齢によってジベレリンとエスレルの併用処理の効果が異なることに興味をおぼえ、翌年1年生のスギとヒノキ苗を用いて再実験をした結果は第5～6表および写真-1～2の通りである。スギについてみると、500ppmおよび1,000ppmのエスレルの併用によってジベレリンの単用に比べて雌雄両花芽

とも着花数が明らかに増加した。またクラスター当りの雄花数も併用処理によって増加した。苗木1本当りの着花数はGA50ppmとエスレルの併用区よりもGA200ppmとエスレルの併用区で多い傾向がみられた。エスレルは500～1,000ppmの濃度で併用効果がみられ、100ppmでは効果がみられなかった。

1年生ヒノキでも同様の結果がえられ、GA500ppm区よりもGA500ppm+エスレル1,000ppm区で明らかに着花数が増加した。既往の実験によると、ヒノキの稚苗にジベレリンで雌花をつけさせることは大変難しいとされていたが、エスレルの併用処理によって容易に雌花が着生するようなので、エスレルの利用は林木育種上大いに役立つものと思われる。

1年生スギ苗では、エスレルの併用処理によって不定芽が沢山発生し、これに花芽が分化するようであった(写真-1)。スギの雌花は普通枝の先端に着生するが、

第7表 1年生スギ苗の生長におよぼすジベレリンとエスレルの影響(1974年の実験)

Table 7. Effect of foliar application of gibberellin and ethrel on the growth of one-year-old *Cryptomeria japonica* seedlings (an experiment in 1974)

処理区 Treatment (ppm)	主軸の伸長生長 Height growth			主軸長 Stem length	側枝長 Branch length	主軸長/ 側枝長 Stem length/ Branch length	側枝長/ 主軸長 Branch length/ Stem length	不定芽の発生 Formation of adventitious buds	
	処理開始 時苗高 Seedling height at the starting -time of treatment	伸長量 Growth	伸長率 Growth rate					発生率 % of seedlings with adventitious buds	1本当り 発生数 No. of adventitious buds per seedling
Untreated control	7.9 cm	23.5 cm	297 %	31.4 cm	15.8 cm	1.99	0.50	0 %	0
GA50	9.2	34.9	379	44.1	13.4	3.29	0.31	0	0
GA50+Ethrel 500	9.2	29.6	322	38.8	12.4	3.13	0.32	40	4.5
GA50+Ethrel 1,000	8.2	21.8	266	30.0	12.2	2.46	0.41	60	9.4
GA200	10.5	46.0	438	56.5	11.9	4.75	0.21	0	0
GA200+Ethrel 500	10.6	35.1	331	45.7	13.0	3.52	0.28	20	1.2
GA200+Ethrel 1,000	11.7	22.2	190	33.9	12.9	2.63	0.38	67	12.7

Foliar application: GA, July 22~Aug. 19, 3 times; ethrel, July 29~Aug. 29, 4 times.

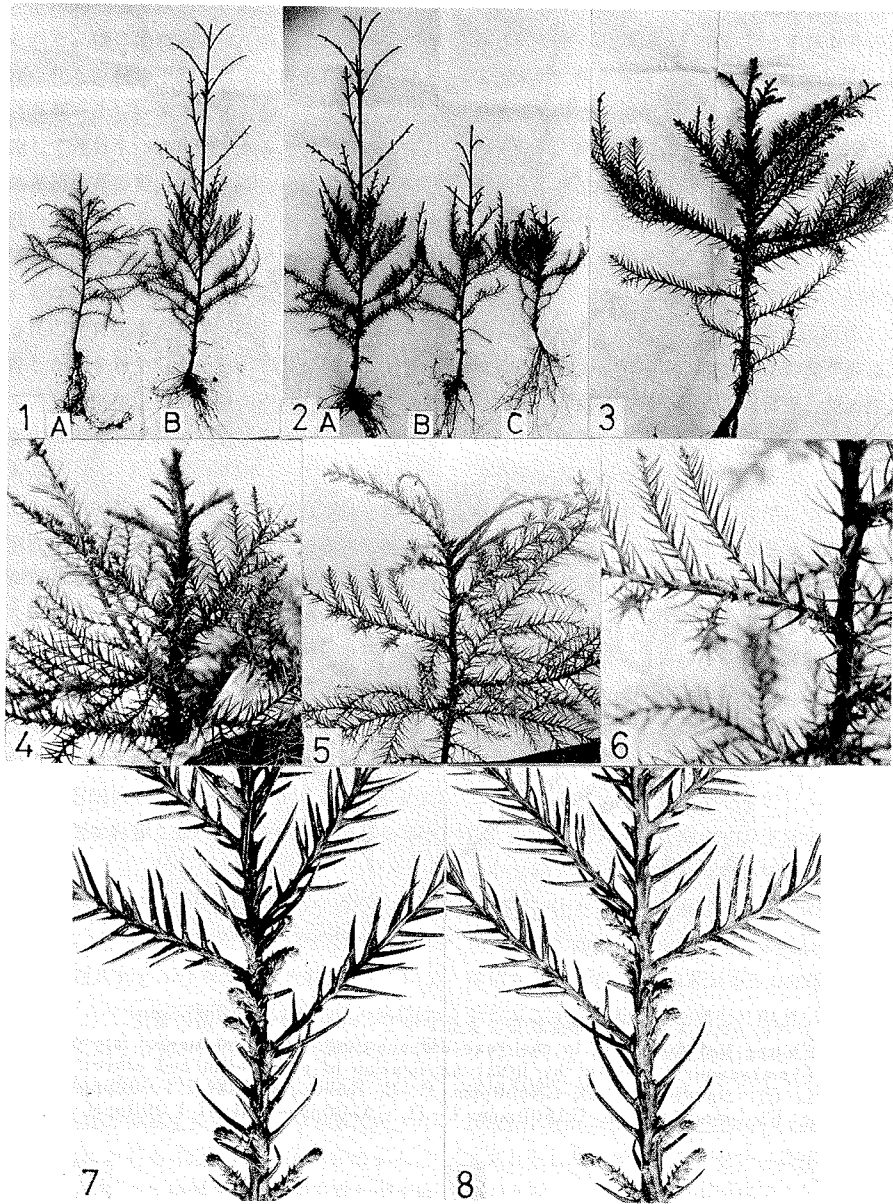


写真-1. ジベレリンとエスレルの葉面散布による1年生スギ苗の生長と着花の状況

Photo. 1. Effects of foliar application of gibberellin and ethrel on growth and flower bud formation in one-year-old seedlings of *Cryptomeria japonica*.

1:A, control; B, GA200ppm. 2:A, GA200ppm; B, GA200ppm+Ethrel 500ppm; C, GA200ppm+Ethrel 1,000ppm. 3:GA200ppm+Ethrel 1,000ppm. 4~5: Formation of adventitious buds or shoots by dual sprays with GA200ppm and Ethrel 1,000ppm. 6~8:Female flowers formed in the axil of leaves with GA200ppm and Ethrel 1,000ppm. 7:Upper side of branch. 8:Lower side of branch.

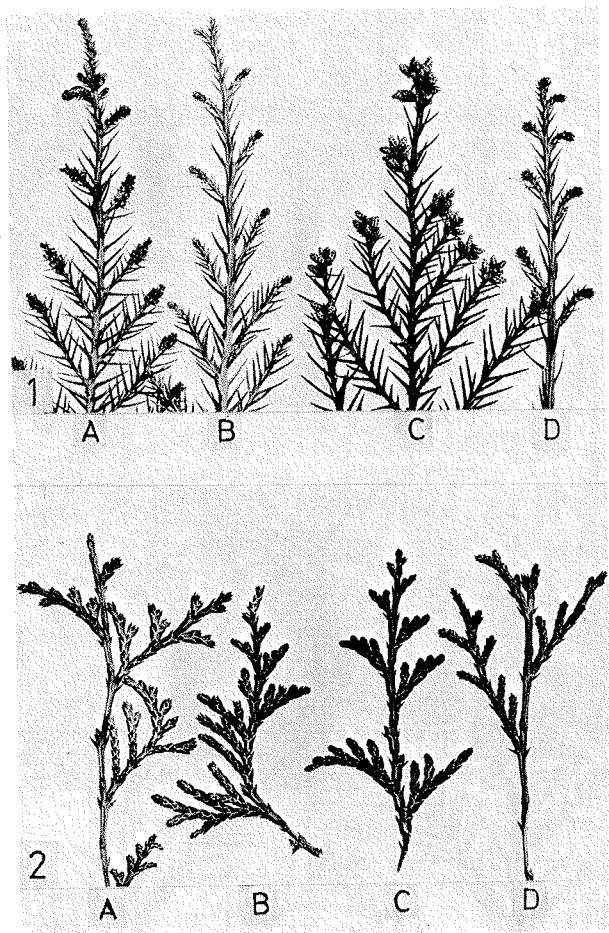


写真-2. ジベレリンとエスレルの葉面散布による1年生スギおよびヒノキ苗の着花
 Photo. 2. Flower bud formation in one-year-old seedlings of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* by foliar application of gibberellin and ethrel.
 1: *Cr. japonica*. A~B, GA200ppm; C~D, GA50ppm+Ethrel 1,000ppm.
 2: *Ch. obtusa*. A~B, GA500ppm; C~D, GA500ppm+Ethrel 1,000ppm.

エスレルの併用処理区では葉腋に雌花が着生する場合がありますが、横に出た枝では、枝の上側と側方の葉腋に雌花が分化し、枝の下側には不定芽も花芽も分化していない(写真-1)。エスレルと他の生長物質の相互作用に関連して注目すべき現象であると思われる。

1年生スギ苗の花の発育はGA50ppm区よりもGA200ppm区で悪い。すなわち、高濃度のジベレリンを処理すると花の生長が抑制されて、小さい花が多数着生する(写真-2)。しかし、エスレルを併用散布すると、ジベレリンによる花の発育阻害が多少緩和されるようである。正常に発育した花を着生した苗木の数はジベレリン単用区よりもエスレル併用区で多い傾向がみられた。エスレルは花の着生のみならず花の発育にもよい影響をおよぼすようである。

GA200ppm区の直径が1mm程度の発育不良な雄花でも花粉は形成されている。しかし、花粉の発達が悪く、無能花粉がかなり多く含まれていた。また直径が2mm程度の小さな雌花も正常な胚珠を形成しているため種子を生産することができるものと思われる。1年生ヒノキ苗に着生した雄花は大部分が正常に開花し、花粉を飛散した。また、雌花では正常な胚珠が形成されていた。

(2) 生長におよぼす影響

1年生スギ苗を用いてジベレリンとエスレルの併用処理が生長におよぼす影響を調べた結果は第7表の如くである。

主軸の伸長生長はジベレリン処理によって著しく促進された。低濃度よりも高濃度のジベレリンの散布が有効で、GA200ppm区の伸長率は無処理区の約1.5倍であった。ジベレリンとエスレルの併用処理区の主軸の伸長はジベレリン単用区よりも劣り、1,000ppmのエスレル併用区の伸長率は無処理区よりも低かった。1年生ヒノキ苗においても、主軸の伸長生長はジベレリン単用区よりもエスレル併用区の方が劣った(第6表)。すなわち、エスレルはジベレリンの主軸伸長促進作用を打ち消す傾向がみられた。主軸の伸長抑制に対するエスレルの効果は500ppmよりも1,000ppmで大であった。

側枝の伸長生長はジベレリン処理によって多少抑制されたが、エスレルの併用処理はジベレリンの作用に大きな影響をおよぼさなかった。主軸長/側枝長の比率はジベレリン処理によって増大し、エスレルの併用処理によって低下した。

次に無処理区とジベレリン単用区では不定芽の発生はみられなかったが、ジベレリンとエスレルの併用処理によって不定芽が多数発生した。不定芽の発生は1,000ppmのエスレルを併用散布したときにとくに多かった。主軸の先端部、側枝の基部、側枝の下方の部分などに不定芽が発生した。ほぼ水平に出た枝では、不定芽は枝の上側の葉腋に分化し、下側にはみられなかった。注目すべき現象であると思われる。

IV 考 察

エチレンおよびエスレルは種子の発芽促進、伸長生長の抑制、頂部優勢の打破、開花促進、花の性の決定、果実の成熟促進、落果、落葉の促進など多様な生理作用を持っていることが報告されているが^{3),7)}、針葉樹に対するエチレンやエスレルの作用についてはあまり研究されていない。森田ら⁸⁾はカラマツの耐凍性を高める目的で2年生苗にエスレルを散布したところ、200ppm水溶液の2~4回の散布によって伸長成長が約5cm、500ppm液の1回散布によって約10cm抑制されたことを報告している。Bonnet-Masimbert¹⁾は苗齢7~12カ月のアリゾナサイプレス(*Cupressus arizonica* GREENE)とローソンヒノキ(*Chamaecyparis lawsoniana* P. ARL.)を用いてジベレリン、ベンジルアデニン、エスレル、CC、NA Aなどが花芽分化におよぼす影響を調べて次のような結果をえている。ジベレリンは50ppm以上の濃度で花芽分化を著しく促進した。その他の物質は単独では花芽分化に効果がなかったが、エスレルはジベレリンと併用処理(GA100ppm+エスレル200ppm)するとジベレリンの開花誘起作用を著しく促進した。また氏のデータによると、苗木の伸長成長はジベレリンとエスレルの併用処理によって抑制されている。本研究においても、Bonnet-Masimbert¹⁾と大体同じ様な結果がえられた。エスレルは単独ではスギやヒノキの花芽分化に効果がなかったが、ジベレリンと併用散布するとジベレリンの開花促進作用を一層助長する傾向がみられた。しかし、主軸の伸長に関してはエスレルはジベレリンの作用を打ち消す傾向がみられた。ジベレリンはスギ苗の主軸の伸長を著しく促進したが、エスレルを併用散布するとジベレリンの伸長促進作用は抑えられた。エスレルは花芽分化に関してはジベレリンに対し助勢的に働き、主軸の伸長生長に関しては拮抗的に働くということが出来る。この

ようなジベレリンとエスレルの相互作用は樹齡と関係があり、針葉樹の未熟な苗木に処理をした場合に顕著にみられ、成木では作用が現われないようである。エスレルの効果は内在生長物質の樹齡変化と密接な関係があるように思われる。

エチレンはキュウリの雌花の形成を促進することが報告されている。⁷⁾ スギやヒノキの稚苗にジベレリンを処理すると、一般に雄花は容易に着生するが雌花は着生にくい。本研究によると、ジベレリンとエスレルの併用処理によって雌花の着生が一層促進されるようなので、エスレルは針葉樹の未熟苗の着花促進に有効であると思われる。エスレルの生理作用や実用上への応用については今後さらによく研究する必要があると思う。なお近着の雑誌によると、Chacko ら²⁾ は苗齡40カ月のマンゴー (*Mangifera indica*) の苗木に1,000mg/lのエスレルを葉面散布して、花芽分化が著しく促進されたことを報告しているので追記しておく。

V 摘 要

1. スギ、ヒノキ、ヒノキアスナロ、クロマツ、テグマツおよびモミの苗木あるいは成木を用いて、エスレルの単用およびエスレルとジベレリンの併用処理が花芽分化および生長におよぼす影響を調べた。エスレルは、葉面散布の場合、100~2,000ppmの濃度で用いた。

2. エスレルは単独では針葉樹の花芽分化を促進しなかった。しかし、1年生スギおよびヒノキ苗に対しジベレリンと併用して散布すると、ジベレリン単用よりも併用によって花芽分化が一層促進された。エスレルは500~1,000ppmの濃度でジベレリンの開花促進作用を助長するようであった。

3. 100~2,000ppmのエスレル水溶液の葉面散布は針葉樹の伸長生長に著しい影響をおよぼさなかった。ジベレリンは1年生スギ苗の主軸の伸長生長を著しく促進したが、エスレルの併用散布によってジベレリン誘起の伸

長生長は抑えられた。エスレルは500ppm以上の濃度でジベレリンの主軸伸長促進作用を阻害した。

4. エスレルは、花芽分化に関してはジベレリンに対し助勢的に働き、主軸の伸長生長に関しては拮抗的に働くようであった。

5. ジベレリンとエスレルの併用処理の効果は樹齡によって異なり、若い実生苗で併用効果が認められた。

6. 1年生スギ苗では、ジベレリンとエスレルの併用処理によって不定芽が多数発生した。

文 献

- 1) BONNET- MASIMBERT, P.M.: Induction florale précoce chez *Cupressus arizonica* et *Chamaecyparis lawsoniana*. Action de l'acide gibbérellique et d'autres substances de croissance. *Silvae Genetica*, **20**: 82~90 (1971)
- 2) CHACKO, E.K. et al.: Effect of (2-chloroethyl) phosphonic acid on flower induction in juvenile mango (*Mangifera indica*) seedlings. *Physiol. Plant.*, **32**: 188~190 (1974)
- 3) 古谷雅樹ら: 植物生理学講座3 生長と運動。78~182, 朝倉書店, 東京 (1971)
- 4) 橋詰隼人: 針葉樹の花芽分化, 花性分化のケミカルレギュレーション。植物の化学調節, **1**: 148~156 (1966)
- 5) 橋詰隼人: 針葉樹の花芽分化, 花性分化とその調節に関する研究。鳥取大演報, **7**: 1~139 (1973)
- 6) 加藤善忠ら: ジベレリンによるスギ花芽分化の促進。日林誌, **40**: 35~36 (1958)
- 7) 増田芳雄ら: 植物ホルモン。1~368, 朝倉書店, 東京 (1971)
- 8) 森田健次郎・水井憲雄: 林木の寒さの害に関する研究 (IV) エスレルによるカラマツ苗木の生長調節。84回日林講, 172~174 (1973)