

スギの着花特性およびその遺伝に関する研究

斎藤 武史⁽¹⁾・河崎 久男⁽²⁾Takeshi SAITO and Hisao KAWASAKI : Studies on Flowering Characteristics
and Their Heredity in *Cryptomeria japonica* D. DON

要 旨：ジベレリン処理を行ったスギ精英樹クローンの着花量および着花部位を調べた。雌雄両花の着花量、着花部位はクローン間で差が認められた。着花量は雌雄両花ともジベレリンの7月処理で多く、6月処理では雄花が着きやすい傾向があった。一次枝の先端を基点とし二次枝分岐点までの距離を尺度とした着花部位では、雌花は枝先端、雄花は枝基部に多く、ジベレリン処理時期の違いによる位置の変動が比較的少なかった。稚樹の例では、樹高が高いほど、また当年伸長量が大いほど、着花部位が相対的に下がる相関関係があった。しかし、この相関が高い生長形質の組合せや、その相関の大きさの程度はクローンによって違っていた。

雄親が共通の4組の F_1 家系とそれらの親クローンとを用いて、着花量および花性の遺伝について調べたところ、雄花に関しては、着花量に關する遺伝子数は比較的少ないものと推測された。雌親クローン間の雌花数、雄花数およびその性比を、また同じく F_1 家系間の上記形質を検定したところ、雌親クローン間に有意差が認められた場合には、それらの F_1 家系間においても6交配組合せの内4組(67%)で有意差があり、着花量に關する形質の遺伝性は強いものと考えられた。なお、正逆交雑家系の調査の結果細胞質遺伝の關与はないものと見られた。

I ま え が き

林木において、交雑育種や採種園経営を行っていく上で、雌雄両花が着生することはきわめて重要である。そして、その着花特性に關する情報は重要な意味を持っている。

林木は他の作物と比べて寿命が長く、自然着花をするまでには長い年数を要する。そのためスギの場合は、通常、採種園でジベレリンによる着花促進処理が行われている。

ジベレリン処理による着花促進効果については、はじめ1年生植物¹⁾や2年生植物²⁾等において明らかにされ、林木では1958年に加藤らによってスギでその効果が確認された³⁾。以来、数多くの研究がなされ、その結果、スギにおいて着花促進効果が顕著⁴⁾なことで、着花量にクローン間差が大い⁵⁾こと、処理濃度や時期⁶⁾によって、あるいは日長や施肥などの生育条件の違い⁷⁾によって着花量が影響を受けることなどが明らかにされている。

しかし、これら現在までの研究には、雌花や雄花がどれだけ着生したかという量的側面を調べたものが多く、どこにどのように着生したかという形態的側面を調べたものは比較的少ない。

形態的側面を調べた報告としては、樹体を上、中、下の3層に分けて雌雄花の着生量を数えた例⁸⁾、単木的に花芽位置を測定し、傾向を論じた例⁹⁾、観察から雌雄両花の着花習性を論じた例⁶⁾、などがある。しかし、雌雄花の着生した枝の部位や枝階をクローン別に計測した例は少なく、さらに、着花部位のクローン間差や、雌花着生部位と雄花着生部位との差について、統計的に明らかにした例は見られない。

採種園で、自然交配による種子を得ようとする場合には、採種木の仕立て方、配置等に配慮することが

重要であるが、その基礎資料として、このような着花の形態的側面を明確にしておくことは重要なことと考えられる。

本研究では、着花数と共に着花部位に関しても計測を行い、その結果を分散分析していくつかの知見を得た。

また、現在採種園では、個々の採種木が任意交配を行うものとしてクローンの配置が決められており、着花量のクローン間差が受粉に偏りをもたらす原因として問題視されている¹⁰⁾。

着花量のクローン間差については、その多少が調査年次間で比較的一定であることなどから、遺伝的支配が強いものと考えられており⁹⁾、その遺伝様式を明らかにすることが重要である。

着花形質の遺伝に関しては、園芸作物では、例えばキュウリ¹¹⁾のようにその遺伝様式がかなり明らかにされているものもある。しかし、林木においては、

- ① 成熟に達するまでの年数が長いので、交配に着手するまでに年数がかかる。
- ② 遺伝的に純系の材料が得にくい。
- ③ 親子で均質な生育ステージにある材料が得にくいので、親子の比較が難しい。
- ④ 収穫目的が種子や果実ではないために、着花が他の作物ほどは重視されない。

など多くの問題があり、現在までほとんど調べられていない。

本研究では、親クローンとその交配 F_1 家系について着花量を調査し、着花量の遺伝に関するいくつかの知見を得た。

なお、本研究を行うにあたり、多くのご指導、ご助言を賜った筑波大学農林学系の陣内巖教授、赤羽武教授、堀田雄次助教授、中村 徹助手および同大学農学研究科（現在北海道立林業試験場）の黒丸 亮氏には深く感謝いたします。また、本研究の材料を提供していただき、さらに終始懇切なご指導を賜った関東林木育種場育種課長の古越隆信博士、同課育種第二研究室の田淵和夫技官、林業試験場造林部遺伝育種第一研究室長の大庭喜八郎博士には、心から謝意を表します。

II 着花特性

本報告で述べる着花特性には、着花の量的側面（着花量等）と形態的側面（着花部位等）の両方が含まれる。量的側面に関しては、雌雄花の着花量、性比（雌花率）、成熟球果数および結果率について調査し、クローン間差を検定した。形態的側面に関しては、雌雄花芽の着生部位について調査し、クローン間差および雌花着花部位と雄花着花部位との差を検定した。さらに、着花部位および着花量とジベレリン処理時期との関係について調べ、考察した。なお、材料には採種台木の枝、さしき苗、みしょう苗の3種類を用いた。

1. 採種台木の枝における着花特性

(1) 材 料

材料は、関東林木育種場（茨城県水戸市笠原町）構内に1962～1966年に設定された採種園のスギ10クローンである。これらのクローンは、関東林木育種場における過去の調査結果⁹⁾を参考に、雌雄花の着花量に特徴があるものを選んだ。なお、いずれの個体も、樹高は2～3mであり、断幹、整枝を行っているために樹形はよく似ている。また、いずれのクローンにおいても、ジベレリン処理を行わない場合は雌雄花ともほとんど着花しない。

(2) 方 法

1981年7月29～30日に、各クローンにつき10枝、胸高付近の一次枝に対して100 ppm ジベレリン ($G A_3$) による浸漬処理を1回行った。処理枝は1982年9月29～10月5日に剪定し、球果採取と同時に、着花数の計測、着花部位の測定を行った。なお、球果は1982年3月に処理クローン相互間の人工交配を行って得られたものである。

着花数の計測については、雌花および球果（成熟球果）は1個ずつ数え、雄花は房単位で数えた。また、雌花数に対する成熟球果数の百分率を算定し、結果率を求めた。雌花率については、橋詰の方法⁶⁾と同様に、

$$\text{雌花率}(\%) = \frac{\text{雌花数}}{\text{雌花数} + \text{雄花房数}} \times 100$$

で表した。

着花部位の計測については、Fig. 1に示すように、当年生枝の部分を除いた前年時における一次枝先端を基点とし、そこから花芽の着生した二次枝の一次枝上における分岐点までの距離を測定した。すなわち、この一次枝上での距離を尺度として着花部位を表しているため、この数値の小さいものほど花芽は枝

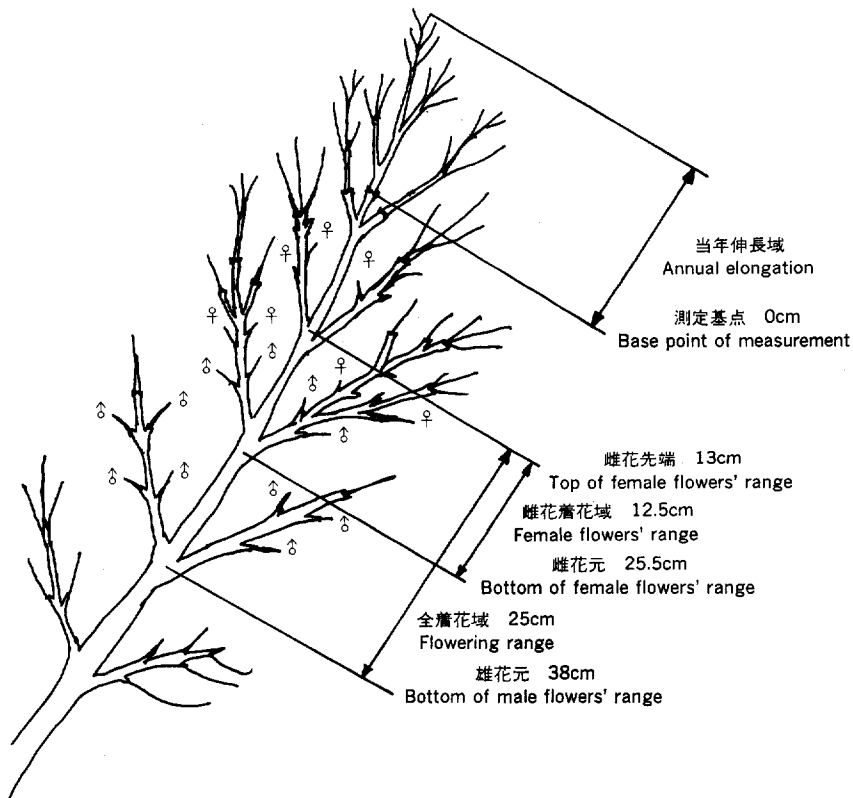


Fig. 1. スギの枝における着花部位の測定例
Flowering position in a branch of *Cryptomeria*.

注：♀は雌花，♂は雄花を示す。

Note : ♀ : Female flower bud, ♂ : Male flower bud

Table 1. 採穂台木の枝における着花量・結果率・雌花率
Flower and cone quantity in plus tree ramets' branches.

クローン名 Clone	調査枝数 Sample No.	雌花数 Female flower No.	球果数 Cone No.	雄花数 Male flower No. (cluster)	結果率 Cone set (%)	雌花率 Female flower ratio (%)
喜 多 方 1 Kitakata 1	6	76.00	23.17	99.50	22.26	46.80
大 田 原 2 Otawara 2	10	60.90	7.50	206.90	7.75	21.56
沼 田 4 Numata 4	8	225.50	66.00	125.63	28.25	66.43
児 玉 5 Kodama 5	9	29.44	7.44	134.56	17.28	22.14
山 口 1 Yamaguchi 1	6	121.67	16.33	15.33	12.92	87.91
CR* 諏訪署 5 CR* Suwasyo	9	34.78	10.78	62.44	25.71	31.36
CR* 下 呂 5 CR* Gero 5	9	183.33	26.78	25.67	10.68	86.34
足 柄 下 8 Ashigarashimo 8	10	98.70	22.40	181.90	22.12	35.02
秩 父 署 4 Chichibusyo 4	9	176.44	14.00	201.11	6.16	48.04
長 水 6 Chosui 6	5	233.20	130.00	32.00	56.55	86.49

注：結果率＝成熟球果数／雌花数×100

雌花率＝雌花数／(雌花数＋雄花房数)×100

*耐寒性候補木

Note: Cone set=(Mature cone No./Female flower No.)×100

Female flower ratio=(Female Flower No./Male and Female flower No.)×100

*Cold Resistant candidate

Table 2. 採穂台木の枝における着花量・結果率・雄花率のクローン間差
Clonal differences in flower and cone quantity among
plus tree ramets' branches.

特 性 Character	要 因 Factor	d. f.	m. s.	F
雌 花 数 Female flower No.	クローン Clone	9	45318.6	11.261***
	枝 Branch	71	4024.3	
球 果 数 Cone No.	クローン Clone	9	8587.6	8.403***
	枝 Branch	71	1022.0	
雄 花 数 Male flower No.	クローン Clone	9	43527.3	6.932***
	枝 Branch	71	6279.2	
結 果 率 Cone set	クローン Clone	9	751.7	3.292**
	枝 Branch	71	228.3	
雌 花 率 Female flower ratio	クローン Clone	9	2353.3	36.340***
	枝 Branch	71	64.8	

注：**および***は1%, 0.1%水準で有意

Note: Significant level at 1%** and at 0.1%***.

Table 3. 採穂台木の枝における着花部位
Flowering position in plus tree ramets' branches.

クローン名 Clone	調査枝数 Sample No. (本)	雌花先端 Top of female flowers' range (cm)	雌花元 Bottom of female flowers' range (cm)	雌花着花域 Female flowers' range (cm)	雄花元 Bottom of male flowers' range (cm)	全着花域 Flowering range (cm)
喜 多 方 1 Kitakata 1	6	7.58	35.50	27.92	42.25	34.67
大 田 原 2 Otawara 2	10	7.35	40.30	32.95	61.50	54.15
沼 田 4 Numata 4	8	5.67	27.88	22.19	28.88	23.19
児 玉 5 Kodama 5	9	10.56	24.39	13.87	30.39	19.83
山 口 1 Yamaguchi 1	6	12.17	45.25	33.08	48.50	36.33
CR 諏 訪 署 5 CR Suwasyo 5	9	9.06	26.50	17.44	35.00	25.94
CR 下 呂 5 CR Gero 5	9	25.44	49.28	23.83	49.83	24.39
足 柄 下 8 Ashigarashimo 8	10	11.15	30.90	19.75	47.70	36.55
秩 父 署 4 Chichibusyo 4	9	8.28	34.72	26.44	37.78	29.50
長 水 6 Chosui 6	5	9.90	45.20	35.30	46.30	36.40

先の方に着生している。なお、雄花着生範囲の先端の位置は、春期に人工交配のための除雄を行った際に記録しなかったため、データに含まれていない。ただし、いずれのクローンも雌花の着花部位の先に雄花がついた例はなく逆に雄花より下に雌花がついたものもなかったので、雌雄花を含めた全着花域は、

$$\text{全着花域(cm)} = \text{雄花元(cm)} - \text{雌花先端(cm)}$$

として求めた。

以上の計測は、折損等による測定不能枝を除く 81 枝について行った。

(3) 結 果

各クローンの着花数、球果（成熟球果）数、結果率、雌花率の平均値を、Table 1 に示した。秩父署 4 号は雌雄両花とも多数着生したが、児玉 5 号、CR 諏訪署 5 号は雌花が少なく、山口 1 号、CR 下呂 5 号、長水 6 号では雄花が少なく、クローンによって着花数に特徴が見られた。また、球果数は長水 6 号では多かったが、秩父署 4 号で少なく、クローンによって雌花着生数とは異なる特徴が見られた。

Table 1 の各項目について、一元配列の分散分析によりクローン間差を検定したところ、Table 2 に示す通り、全項目で高度の有意水準で差が認められた。なお、結果率および雌花率については、正弦変換 ($Z = \sin^{-1}\sqrt{x}$) してから分散分析を行った。

次に、着花部位に関する測定結果（平均値）を Table 3 に示した。着花部位にもクローンによる特徴が見られ、沼田 4 号のように枝先に集中的に着花するもの、大田原 2 号のように広範囲にわたって着花するもの、CR 下呂 5 号のように枝の付け根寄りに着花するものなどがあつた。

Table 3 の各項目について、一元配列の分散分析によりクローン間差を検定したところ、Table 4 に示す通り、全項目で高度の有意水準の差が認められた。すなわち、着花量と同様に、着花部位にもクローンにより違いがあることが明らかになった。

Table 4. 採穂台木の枝における着花部位のクローン間差
Clonal differences in flowering position among plus tree
rametes' branches.

特 性 Character	要 因 Factor	d. f.	m. s.	F
雌花先端 Top of female flowers' range	クローン Clone	9	269.1	4,340***
	枝 Branch	71	62.0	
雌花元 Bottom of female flowers' range	クローン Clone	9	611.0	3,604**
	枝 Branch	71	169.5	
雌花着花域 Female flowers' range	クローン Clone	9	398.6	3,046**
	枝 Branch	71	130.9	
雄花元 Bottom of male flowers' range	クローン Clone	9	905.7	5,924***
	枝 Branch	71	152.9	
全着花域 Flowering range	クローン Clone	9	914.0	7,678***
	枝 Branch	71	119.0	

注: **および***は1%, 0.1%水準で有意

Note: Significant level at 1%** and at 0.1%***.

Table 5. 九州産スギさしきクロンの着花量
Flowering quantity of *Cryptomeria* clones originated in Kyushu.

クローン名 Clone	自然着花 (成木) Natural flowering		ジベレリン処理—花 Gibberellin treatment	
	雌 花 Female flower	雄 花 Male flower	雌 花 Female flower	雄 花 Male flower
浮羽7 (ヤブクグリ)* Ukiha 7 (Yabukuguri)*	な し non	な し non	多 い abundant	少 ない less
福岡署2 (アヤスギ)* Fukuokasyo 2 (Aya-sugi)*	な し non	な し non	やや多い slightly abundant	少 ない less
佐賀3 (イワオスギ)* Saga 3 (Iwao-sugi)*	多 い abundant	多 い abundant	多 い abundant	多 い abundant
東臼杵6 (ハアラ)* Higashiusuki 6 (Haara)*	少 ない less	少 ない less	やや多い slightly abundant	少 ない less
キジン* Kijin*	少 ない less	少 ない less	多 い abundant	多 い abundant

注: *在来品種名

Note: *Local cultivar

2. さしき苗における着花特性

(1) 材 料

材料には、着花量についてよく知られている九州産の精英樹4クローンと、在来さしき品種(キジン)1クローンを用いた。これらクローンの着花量について、従来の知見を整理して、Table 5 に示した。なお、Table 5 は造林部遺伝育種第1研究室の大庭喜八郎室長による。

苗木は、1980年5月に林業試験場本場のファイロンハウス内でさしつけを行い、1981年4月に苗畑に

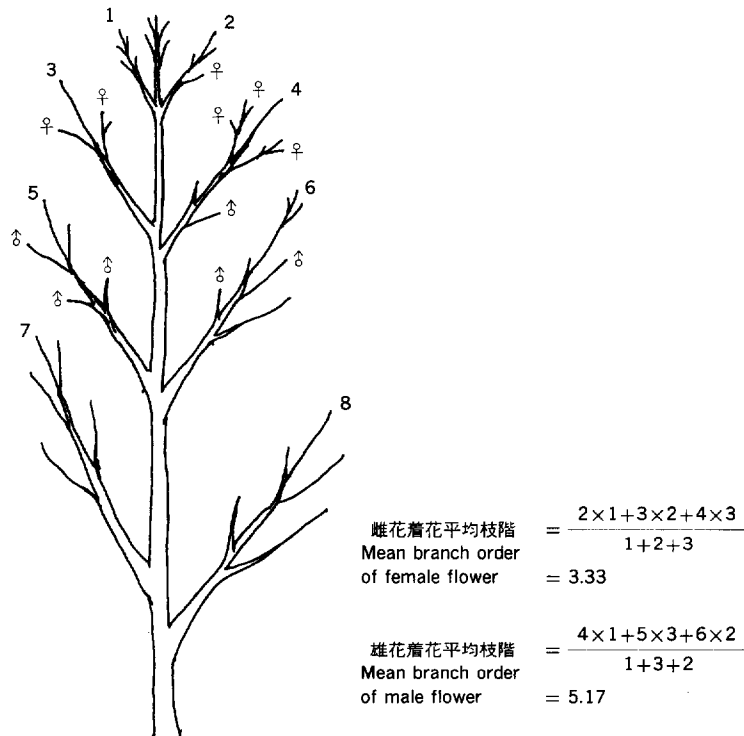


Fig. 2. スギ苗の雌雄花着花平均枝階の計測例

Flowering branch order in a *Cryptomeria* cutting.

注：♀は雌花，♂は雄花を示す。枝先の番号は梢端から数えた枝階を示す。
梢端部の枝は長さ 10 cm に達したものから数える。

Note: Female flower bud

: Male flower bud

Branch order is counted from the tree top, and twigs longer
than 10 cm is counted.

床替えした後，1982 年 4 月に直径 30 cm の素焼鉢に移植した。

供試個体数は各クローン 6 本で，浮羽 7 号のみ 12 本である。調査時の苗高はいずれも約 1 m である。

(2) 方 法

1982 年 7 月 23～24 日と 8 月 4 日の 2 回，100 ppm GA₃ 水溶液の葉面散布を行った。

調査は，1982 年 11～12 月に行い，1 個体ずつ着花数を計測した。また，佐賀 3 号とキジンでは着花部位に関する測定も行った。着花数の計測方法は前掲の採穂台木の枝の場合と同じである。

着花部位については，主幹に対する着花一次枝の分岐位置（梢端からの距離）を測定し，前掲の採穂台木の枝と同様の方法で表現したほか，さらに，Fig. 2 に示すような方法で着花平均枝階を求め，雌雄両花の平均的な着花部位を表した。着花平均枝階は，一次枝単位で雌雄両花の着生数を計測し，それを梢端から数えた枝階に乗じて重み付けをして算定した。

(3) 結 果

各クローンの平均着花数，雌花率を Table 6 に示した。

雌花については，佐賀 3 号と浮羽 7 号に多く着生し，他の 3 クローンにはあまり差がなかった。雄花に

Table 6. さしき苗における着花量・雌花率
Flowering quantity in cutting clones.

クローン名 Clone	調査本数 Sample No.	雌花数 Female flower No.	雄花数 Male flower No. (cluster)	雌花率 Female flower ratio (%)
浮羽 7 Ukiha 7	12	221.17	27.42	90.41
福岡署 2 Fukuokasyo 2	6	138.17	122.00	54.86
佐賀 3 Saga 3	6	309.00	233.67	55.56
東白杵 6 Higashiusuki 6	6	129.00	1.33	98.64
キジン Kijin	6	118.50	423.83	22.52

Table 7. さしき苗における着花量・雌花率のクローン間差
Differences in flowering quantity among cutting clones.

特性 Character	要因 Factor	d. f.	m. s.	F
雌花数 Female flower No.	クローン Clone	4	41434.0	6.499***
	個体 Individual	31	6375.9	
雄花数 Male flower No.	クローン Clone	4	201351.0	42.177***
	個体 Individual	31	4780.7	
雌花率 Female flower ratio	クローン Clone	4	3473.4	95.248***
	個体 Individual	31	36.5	

注：***は0.1%水準で有意

Note: ***Significant at 0.1% level.

ついては、キジン、佐賀3号、福岡署2号、浮羽7号の順に多く、東白杵6号はほとんど着生しなかった。

これら各項目について、一元配列の分散分析でクローン間差を検定したところ、Table 7 に示すように、全項目で高い有意水準の差が認められた。

次に、佐賀3号とキジンに関する着花部位の測定結果（平均値）およびクローン間差を分散分析した結果（F値のみ表示）を Table 8 に示す。この2クローンに関しては、雌花先端、雌雄花の着花域には差が認められなかった。しかし、その他の着花部位に関する項目では有意な差が認められ、着花部位のクローン特性、すなわち、キジンは佐賀3号よりも梢端寄りに花芽が着生することが明らかになった。また、雌雄花の着花平均枝階には有意差がなかったが、これは一次枝分岐数の相違が原因と考えられ、一次枝数に対する平均枝階の相対値（%で表示）には明瞭な差が認められた。

さらに、雌花と雄花の着花部位の差についても検定を行った。この検定はクローン別に行い、分散を雌雄間と個体間とに分割して分散分析した。結果は Table 9 に示す通り、両クローンとも全項目で有意差が認められた。すなわち、雌花が雄花よりも先に着生していることが示された。

Table 8. さしき苗における着花部位
Flowering position in cutting clones.

着 花 部 位 Flowering position		平 均 値 Mean		クローン間差 Clonal difference	
		佐 賀 3 Saga 3	キ ジ ン Kijin	F	有意水準 Significant level
雌 花 Female flower	先端 Top (cm)	19.50	13.06	1,740	N. S.
	元 Bottom (cm)	72.17	53.08	5,137	*
	着花域 Range (cm)	52.67	40.00	1,998	N. S.
	着花平均枝階 Mean branch order (No)	10.44	10.31	0,012	N. S.
	着花平均枝階/一次枝数 Mean branch order/Branch number (%)	33.12	21.68	12,637	**
雄 花 Male flower	先端 Top (cm)	44.67	22.33	26,267	***
	元 Bottom (cm)	96.75	67.17	28,748	***
	着花域 Range (cm)	52.08	44.83	1,162	N. S.
	着花平均枝階 Mean branch order (No)	14.41	15.71	1,017	N. S.
	着花平均枝階/一次枝数 Mean branch order/Branch number (%)	45.45	33.04	13,689	**
一次枝数 Branch number (本)		32.00	47.67	42,971	***

注：分散分析によるクローン間の差異

N. S. は有意でない。*, **および***は 5%, 1%, 0.1%水準で有意

Note: Clonal differences are tested by analysis of variance.

No significance: N.S. Significant level at 5%*, 1%** and 0.1%***.

3. みしょう苗における着花特性

(1) 材 料

材料には、前述のさしき苗のクローンを親とした F₁ 家系みしょう苗を用いた。交配組み合わせおよび苗木の本数は、雄親を佐賀 3 号、雌親を他の 4 クローン (浮羽 7 号、福岡署 2 号、東臼杵 6 号、キジン) とした 4 家系計 70 本と、雌親を佐賀 3 号、雄親をキジンとした 1 家系 26 本である。

いずれも、林業試験場本場で 1980 年 4 月に播種し、1981 年 4 月に苗畑に床替えした後、1982 年 4 月に直径 30 cm の素焼鉢に移植した。調査時の苗高はいずれも約 1 m である。

(2) 方 法

ジベレリン処理と着花調査についての時期および方法は、前述のさしき苗と同様である。なお、着花部位に関する測定は、キジン×佐賀 3 号と佐賀 3 号×キジンの 2 家系計 45 本 (着花数 0 の 4 本については除外) について行った。

(3) 結 果

各交配家系における着花数、雌花率の平均値を Table 10 に示した。

Table 10 の各項目について、雄親が共通で雌親を異にする 4 家系間の差を一元配列の分散分析によって検定し、Table 11 に示した。雄花数には有意差が認められなかったが、雌花数と雌花率については高い有意水準の差があった。

Table 9. さしき苗における雌花と雄花の着花部位の差
Differences between male and female flower position in cutting clones.

クローン Clone	特 性 Character	要 因 Factor	d. f.	m. s.	F
佐 賀 3 Saga 3	先 端 Top	花 性 Flower sex	1	1900.1	105.947***
		個 体 Individual	5	120.7	6.732*
		残 差 Error	5	17.9	
	元 Bottom	花 性 Flower sex	1	1813.0	13.822*
		個 体 Individual	5	294.7	2.246
		残 差 Error	5	131.2	
	着花平均枝階 Mean branch order	花 性 Flower sex	1	47.44	19.976**
		個 体 Individual	5	1.87	0.788
		残 差 Error	5	2.37	
キ ジ ン Kijin	先 端 Top	花 性 Flower sex	1	256.7	13.483*
		個 体 Individual	5	98.2	5.157*
		残 差 Error	5	19.0	
	元 Bottom	花 性 Flower sex	1	595.0	13.641*
		個 体 Individual	5	138.5	3.175
		残 差 Error	5	43.6	
	着花平均枝階 Mean branch order	花 性 Flower sex	1	87.57	149.105***
		個 体 Individual	5	12.69	21.622**
		残 差 Error	5	0.59	

注：*, ** および *** は 5%, 1%, 0.1%水準で有意
Note : Significant level at 5%*, 1%** and 0.1%***.

Table 10. F_1 家系みしょう苗における着花量・雌花率
Flowering quantity in F_1 seedlings.

家 系 Family	調査本数 Sample No.	雌 花 数 Female flower No.	雄 花 数 Male flower No.(cluster)	雌 花 率 Female flower ratio (%)
浮 羽 7 × 佐 賀 3 Ukiha 7 Saga 3	8	196.63	181.38	59.34
福 岡 署 2 × 佐 賀 3 Fukuokasyo 2 Saga 3	9	18.89	133.78	11.54
東 日 杵 6 × 佐 賀 3 Higashiusuki 6 Saga 3	30	65.57	90.33	55.81
キ ジ ン × 佐 賀 3 Kijin Saga 3	23	86.61	255.17	27.93
佐 賀 3 × キ ジ ン Saga 3 Kijin	26	93.08	254.23	29.07

Table 11. F_1 家系みしょう苗における着花量・雌花率の家系間差
Differences in flowering quantity among F_1 families.

特 性 Charactor	要 因 Factor	<i>d. f.</i>	<i>m. s.</i>	<i>F</i>
雌 花 数 Female flower No.	家 系 Family	3	49842.9	5.680**
	個 体 Individual	66	8774.6	
雄 花 数 Male flower No.	家 系 Family	3	121255.0	2.686
	個 体 Individual	66	45137.0	
雌 花 率 Female flower ratio	家 系 Family	3	3963.7	7.675***
	個 体 Individual	66	516.4	

注: ** および *** は 1%, 0.1% 水準で有意

Note: Significant level at 1%** and 0.1%***.

Table 12. みしょう苗における着花部位
Flowering position in F_1 seedlings.

花 性 Flower sex	先 端 Top (cm)	元 Bottom (cm)	着 花 域 Range (cm)	着花平均枝階 Mean branch order (No)
雌 花 Female flower	32.87	85.74	52.97	15.43
雄 花 Male flower	51.27	95.34	44.07	21.50

注: データは佐賀 3 × キジンとキジン × 佐賀 3 の計 45 本

Note: 45 seedlings (SAGA 3 × KIJIN and KIJIN × SAGA 3) were surveyed.

Table 13. みしょう苗における雌花と雄花の着花部位の差
Differences between male and female flower position in seedlings.

特 性 Charactor	要 因 Factor	<i>d. f.</i>	<i>m. s.</i>	<i>F</i>
先 端 Top	花 性 Flower sex	1	7173.4	50.312***
	個 体 Individual	44	395.4	2.773***
	残 差 Error	44	142.6	
元 Bottom	花 性 Flower sex	1	2239.8	44.263***
	個 体 Individual	44	357.8	7.070***
	残 差 Error	44	50.6	
平 均 枝 階 Mean branch order	花 性 Flower sex	1	795.4	173.709***
	個 体 Individual	44	34.5	7.531***
	残 差 Error	44	4.6	

注: *** は 0.1% 水準で有意

Note: Significant level at 0.1%***.

次に、佐賀 3 号とキジンの交配 F_1 における着花部位の測定結果を Table 12 に示す。正逆交雑による家系間差は見られなかった(後述)ので、Table 12 には正逆交雑両家系を含めた 45 本の平均値を示した。これらの苗木に関して、雌花と雄花の着花部位の差を分散分析で検定した。その結果、Table 13 に示す通り全項目で高い有意水準の差が認められ、雌花が雄花よりも先端部に着生していることが示された。

4. ジベレリン処理の時期と着花特性

(1) 材 料

材料は、関東林木育種場構内の採穂園に植栽されたスギ精英樹西川 7 号である。このラメートは 1970 年に定植され、その後 1980 年まで剪定、整枝が行われ、それ以後放置されている。そのため、徒長枝が上長生長し、現在、樹高は約 6 m に達している。関東林木育種場の過去の着花調査⁹⁾では、西川 7 号のジベレリン処理着花量は雌雄花とも中庸である。また、ジベレリン処理を行わない場合はほとんど着花が見られない。なお、本実験に使用したラメートは 5 本で、すべて日当たりの良好な林縁部に位置している。

(2) 方 法

50 ppm GA_3 水溶液による浸漬処理を、枝単位にそれぞれ 1 回行った。処理時期は 1981 年 6 月 16 日、6 月 29 日、7 月 15 日、7 月 29 日、8 月 15 日の 5 回で、毎回同じラメート内の別の枝を処理した。樹体が大きいので、各ラメートとも高さ 2 m の断幹部を境に、上と下とから 1 枝ずつを選び、毎回合計 10 枝を処理した。

着花調査は 1982 年 8 月に行った。調査方法は、前述の採穂台木の枝における着花特性の調査と同様である。ただし、西川 7 号では雄花着花域の先端部位の測定を行った。

Table 14. 採穂台木の枝におけるジベレリン処理時期と着花特性の関係
Flowering characteristics in plus tree ramets' branches
treated with gibberellin at varied times in a year.

ジベレリン処理日 Date of treatment		1981年 6月16日 Jun 16 th	6月29日 Jun 29 th	7月15日 Jul. 15 th	7月29日 Jul. 29 th	8月15日 Aug. 15 th
雌 花 Female flower	着花数 Number	7.00	11.60	16.71	4.50	4.50
	先端 Top position (cm)	4.33	0.00	2.14	0.00	2.75
	元 Bottom position (cm)	16.67	17.30	19.43	10.50	15.38
	着花域 Range (cm)	12.33	17.30	17.29	10.50	12.63
	数/域 Number/Range	0.611	0.621	0.986	0.583	0.358
	調査枝数 Sample branch No.	6	5	7	4	4
雄 花 Male flower	着花数 Number	33.89	27.38	36.70	21.00	10.71
	先端 Top position (cm)	13.11	6.56	11.00	11.29	10.07
	元 Bottom position (cm)	31.00	24.69	27.00	21.86	24.64
	着花域 Range (cm)	17.89	18.13	16.00	10.57	14.57
	数/域 Number/Range	2.139	1.640	2.506	3.188	0.798
	調査枝数 Sample branch No.	9	8	10	7	7

Table 15. 採穂台木の枝における着花特性のジベレリン処理時間差
Differences in flowering characteristics among gibberellin treatment times in plus tree ramets' branches.

特 性 Character		要 因 Factor	<i>d. f.</i>	<i>m. s.</i>	<i>F</i>
雌 花 Female flower	着花数 Number	時 期 Time	4	155.6	3,860 *
		残 差 Error	21	40.3	
	先 端 Top position	時 期 Time	4	17.8	0.846 N. S.
		残 差 Error	21	21.0	
	元 Bottom position	時 期 Time	4	53.0	0.744 N. S.
		残 差 Error	21	71.2	
	着花域 Range	時 期 Time	4	49.9	0.923 N. S.
		残 差 Error	21	54.0	
	数/域 Number/Range	時 期 Time	4	0.288	4.947 **
		残 差 Error	21	0.058	
雄 花 Male flower	着花数 Number	時 期 Time	4	869.2	3,669 *
		残 差 Error	36	236.9	
	先 端 Top position	時 期 Time	4	48.4	1.088 N. S.
		残 差 Error	36	44.5	
	元 Bottom position	時 期 Time	4	95.2	2.157 N. S.
		残 差 Error	36	44.2	
	着花域 Range	時 期 Time	4	71.0	1.079 N. S.
		残 差 Error	36	65.8	
	数/域 Number/Range	時 期 Time	4	5.876	1.407 N. S.
		残 差 Error	36	4.176	

注: N. S. は有意でない。*および**は 5%, 1%水準で有意

Note: No significance: N. S. Significant level at 5%* and 1%**.

(3) 結 果

ジベレリン処理を行った枝のうち、着花数 2 個以下の枝は着花部位を判定する材料として不適当と考え、これを除外してデータを集計した。その結果、調査枝数は雌花、雄花それぞれ 26 本、41 本であった。

各処理時期における着花数および着花部位の平均値を、Table 14 に示した。着花数については、雌雄花ともに 7 月 15 日処理のものが最も多かった。しかし、雄花は 6 月 16 日処理でも多数着花し、早期の処理では雄花が多い傾向⁶⁾が見られた。一方、着花部位では処理時期による明瞭な変化が見られなかった。

Table 14 の各項目について、ジベレリン処理時期による差を、雌雄花別に、一元配列の分散分析により検定し、Table 15 に示した。着花数には有意差が認められたが、着花部位には有意差は認められず、着花部位はジベレリン処理時期の違いによる影響を比較的受けにくい形質であることが示された。また、

Table 16. 生長形質と着花特性との相関
Correlation between growth characters and flowering position.

着花部位の項目 Flowering position		佐賀3 (さしき) SAGA 3(cutting)		キジン (さしき) KIJIN (cutting)		交配 F_1 (みしょう) F_1 (seedling)	
		生長形質 Growth character	相関係数 Coefficient of correlation	生長形質 Growth character	相関係数 Coefficient of correlation	生長形質 Growth character	相関係数 Coefficient of correlation
雌花 Female flower	先端 (cm) Top	Hn	0.8637*	H	0.5799	Hn	0.5527***
	元 (cm) Bottom	H	0.6674	H	0.9390**	H	0.7093***
	着花域 (cm) Range	D ² H	0.8649*	Hn	0.6870	D	0.4421**
	着花平均枝階 (No) Mean branch order	Hn	0.9108*	H	0.9823***	H	0.5158***
	着花平均枝階 / 1次枝数 (%) Mean branch order/Branch number	BN	-0.8507*	H	0.9549**	Hn	0.4413**
雄花 Male flower	先端 (cm) Top	Hn	0.9920***	H	0.7674	Hn	0.6842***
	元 (cm) Bottom	H	0.4710	D	0.9595**	H	0.8334***
	着花域 (cm) Range	D ² H	0.6835	BN	-0.7360	D	0.4862***
	着花平均枝階 (No) Mean branch order	D ² H	0.7830	Hn	0.8799*	BN	0.5116***
	着花平均枝階 / 1次枝数 (%) Mean branch order/Branch number	BN	-0.6137	H	0.8354*	BN	-0.2958*
調査本数 (本)		6		6		45	

注：測定生長形質：D 根元直径 mm：H 樹高 cm：Hn 当年伸長量 cm：BN 1次枝数 本：D²H cm²：

i) 着花部位の各項目についても最相関係数の高い生長形質を表に示す。*、** および *** は5%、1%、0.1%水準で有意

Note: Measured growth characters are tree bottom diameter(D), tree height(H), annual elongation(Hn), and D²H, and only the most correlated character is shown for each flowering position in the table.

Significant level at 5%*, 1%** and 0.1%***.

雌花については、着花数／着花域で表した着花の密度が処理時期によって有意に変動していた。

5. 生長形質と着花部位

着花部位を決定する要因のひとつとして、生長形質(苗高等)が考えられる。本研究では着花部位の測定と同時に、いくつかの生長形質も測定し、その相関を調べた。

(1) 材 料

材料は、さしき苗の佐賀3号とキジンおよびその正逆交雑 F_1 家系みしょう苗で、合計57本である。

(2) 方 法

生長形質として、根元直径(D mm)、苗高(H cm)、苗高のうちの当年伸長量(Hn cm)、一次枝数(BN 本)、 D^2H (cm³)を測定し、Table 8 および Table 12 に示した着花部位に関する各項目との間で相関係数を求めた。

(3) 結 果

着花部位に関する各項目について、最も相関係数の高い生長形質を Table 16 に示す。

生長形質の各項目の中では、H や Hn 等長さに関する形質と着花部位との相関が高く、樹高が高いほど、また当年伸長量が大きいほど、着花部位が相対的に下がる傾向が見られた。これは栄養生長傾向が強いと思われる梢端部の新条に、着花が少なかったことを示すものと考えられる。

しかし、相関の高い形質の組み合わせやその相関係数の大小などは、家系、クローンによってさまざまであり、特定の生長形質のみが着花部位のクローン特性に関与しているとはできなかった。

6. 考 察

(1) 着花数と性比に関するクローン間差および F_1 家系間差

ジベレリン処理を行なったスギにおける着花数、結果率、性比のクローン間差については、既に多くの報告⁶⁾¹²⁾¹³⁾がある。本研究でも、採穂台木の枝(Table 2)、さしき苗(Table 7)など材料の状態にかかわらず、雌雄花の着花数および性比(雌花率)にはクローン間差が大きいことを確認した。また、採穂台木の枝における計測では、成熟球果数、結果率のクローン間差も大きいことを確認した。

さらに、雄親が共通で雌親の着花数が異なる F_1 家系間の着花数の差についても検定してみたところ、家系間に有意差が認められた(Table 11)。これは、着花数に対して遺伝的支配が強いことを示すものと考えられる。

ところで、 F_1 家系間差の有意性検定において、雄花数には有意差が認められなかった。 F_1 家系の雄花数のデータについては、フィッシャーの累積率(k -統計量)による歪度(g_1)、尖度(g_2)を用いて、分布の正規性検定¹⁴⁾を行ったところ、Table 17 に示すように、大部分のデータが有意に正規分布から外れていた。しかも、多くは $g_1 > 0$ 、 $g_2 > 0$ であり、左傾、鋭峯の分布であった。そこで、データを平方根変換($Z = \sqrt{X+1}$)して再度分布を検定すると、十分ではないが、正規分布に近づいた。この変換したデータによって再度 F_1 家系間差を検定したところ、Table 18 に示すように、有意差が認められた。すなわち、Table 11 の結果は、データの分布が著しく正規分布から偏っていたために、検定の精度が悪かったことによると考えられる。

(2) 着花部位の雌花と雄花の差およびクローン間差

雌雄花の着花部位について、雌花が先端に雄花が元に着生することは、観察により⁹⁾、あるいは樹体を3層に分けた計測⁹⁾により既に報告されている。本研究では、苗木における主幹先端から着花一次枝分岐

Table 17. F_1 家系みしょう苗の雄花数に関するデータの正規性検定Distribution test in male flower number of F_1 seedlings.

家 系 Family	調査本数 Sample No.	生データの検定 Raw data		平方根変換して検定 transform into root	
		歪度 (g_1) 尖度 (g_2)	Skewness Kurtosis	歪度 (g_1) 尖度 (g_2)	Skewness Kurtosis
東臼杵 6 × 佐賀 3 Higashiusuki 6 Saga 3	30	2,1936*** 4,4110***		1,2630** 0,7043N. S.	
浮羽 7 × 佐賀 3 Ukiha 7 Saga 3	8	0,3240N. S. -2,0784N. S.		-0,1351N. S. -1,7554N. S.	
福岡署 2 × 佐賀 3 Fukuokasyo 2 Saga 3	9	2,9532*** 8,7885***		2,8150*** 8,1647***	
キジン × 佐賀 3 Kijin Saga 3	23	2,5934*** 8,0750***		1,2432** 2,2486*	

注: Fisher の累積率による方法で検定

N. S. 有意差なし *, ** および *** は 5%, 1%, 0.1% 水準で有意

Note: Tested by Fisher's cumulant.

No significant (distribution can be considered as normal): N. S.

Significant level at 5%*, 1%** and 0.1%***.

Table 18. F_1 家系みしょう苗の雄花数に関する家系間差

(データを平方根変換して分散分析)

Difference in male flower number among F_1 families.

(Data is transformed into root)

特 性 Character	要 因 Factor	d. f.	m. s.	F
雄 花 数 Male flower No.	家 系 Family	3	251.7	5.159**
	個 体 Individual	66	48.8	

注: **は 1% 水準で有意

Note: Significant level at 1%**.

位置までの距離, および雌雄花着生平均枝階の計測によって, この現象を統計的に確認した (Table 9, 13)。

さらに, 同様の方法で, 採穂台木の枝において着花部位のクローン間差を検定したところ, 着花部位に関しても着花量同様に明瞭なクローン間差があった (Table 14)。着花部位のクローン間差については, 従来研究例がきわめて少なく, 明確な測定, 解析例はない。しかし, 同一着花量でも着花部位が異なれば, 花粉の飛散, 雌花の受粉, 自殖率等に差が生じる可能性があり, その結果, 採種園の種子の品質に影響があることも考えられるので, 採種園経営を行っていく上では無視できない問題である。

(3) 着花特性とジベレリン処理との関係

本研究で, ジベレリン処理時期による着花特性の変化を調べた結果によれば, 着花数の多少にかかわらず, 着花部位は比較的一定であることが明らかになった (Table 14, 15)。この結果から, 着花部位はジベレリン処理以前に既にある程度決定しているものと考えられる。そして, その着花部位が, それぞれの時期のジベレリン感受性に応じて着花する結果, 着花量に差が生じるものと考えられる。

以上の点から、着花量のクローン特性の発現に関しては、まず着花部位の決定に関与する遺伝形質に大きな変異があり、それによって着花可能な範囲に変異が生じ、その着花可能部分がそれぞれのクローンのジベレリン感受性に応じて着花する結果、着花量に大きなクローン間差が現れるものと考えられる。

III F_1 における着花特性の遺伝

着花量に遺伝の影響が大きいと考えられることについては既に報告⁹⁾がある。しかし、現在まで交配実験によって着花量の遺伝を検討した例は見られない。

本研究では、親クローン（さしき苗）とその F_1 家系（みしょう苗）の着花数および性比（雌花率）を比較することにより、その傾向の類似性からこれら形質の遺伝性を検討した。さらに、正逆交雑の結果得られた両 F_1 家系の着花数および着花部位について比較を行い、これらの遺伝に核外遺伝子の影響は見られないことを示した。

1. 材料および方法

材料およびその測定等に関する方法は、前述のさしき苗およびみしょう苗における着花特性の調査を用いたものと共通である。

2. 結果および考察

(1) 着花数および性比の遺伝

① 平均値と標準偏差による親子の比較

親クローン（さしき苗）および F_1 家系（みしょう苗）の着花数平均値は、それぞれ Table 6 および Table 10 に掲げた。

雌花数と雌花率については、 F_1 の値が両親の値の中間に入らなかった。これは、みしょう苗がさしき苗よりも発育的に未熟な段階にあるために雌花の着きが悪い^{9),10)} ことによるものと考えられる。したがって、これらの親子の値は、直接比較することはできない。

雄花数については、すべての組み合わせで、 F_1 の値が両親の値の中間に入った。これは、雌花と比べて雄花の分化は年齢との関係が低く、幼齡木でも多数着花する⁹⁾ ことによるものと考えられる。これらの平均値と標準偏差を Fig. 3 に示す。これによると、 F_1 における標準偏差が大きく、両親の値の範囲をほぼカバーしている。

今回ほとんど着花しなかった東臼杵 6 号のように、極端な形質を有する親を用いてこのような結果の得られる場合には、一般に少数の主働遺伝子による影響が大きいといわれている¹⁶⁾。すなわち、多数の遺伝子が形質の発現を決定している場合には、 F_1 で分離が起こっても、両親と同様に極端な値をとる F_1 は確率的にきわめてまれにしか生じず、大部分の F_1 の値は両親の中間付近に集中すると考えられる。したがって、雄花の着花量に関しては、比較的少数の主働遺伝子による影響が大きいものと推察された。

② 親子それぞれにおける相互間差の検定

今回の材料のように親子で生育ステージ上の相違（さしきとみしょう）が見られる場合、遺伝性を検討するには、親子を直接比較するよりも、親同士、子供同士を比較し、その傾向の一致、すなわち着花の多い親の子の着花が多いかどうか、を調べた方が良いと考えられる。そこで、本研究では、雄親を共通にする 4 家系の F_1 について、相互の着花数および性比（雌花率）の差を検定し、その結果と雌親相互間の差の検定結果とを比較した。

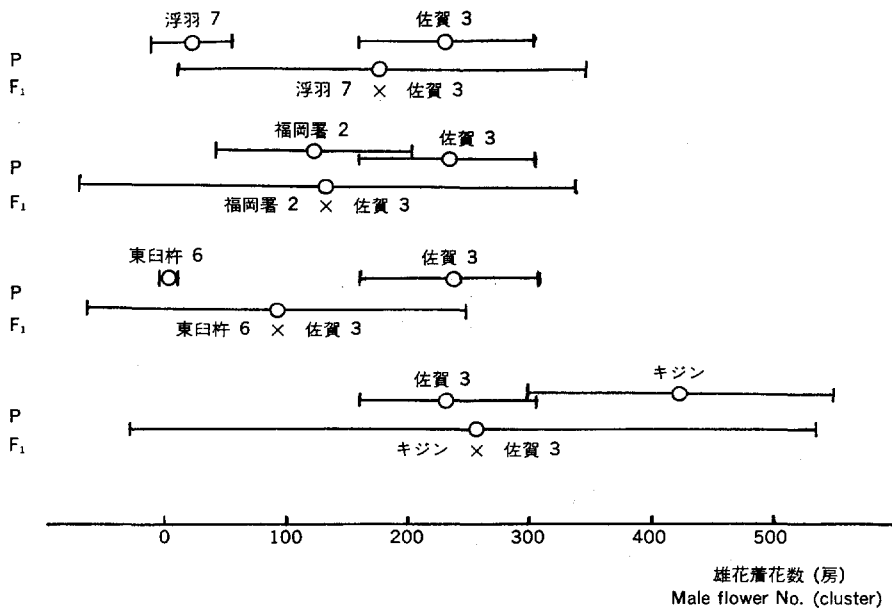


Fig. 3. 親クローンおよび F_1 家系における雄花数の平均値と標準偏差
Mean and standard deviation of male flower number in
parent clones and F_1 families.

これらの検定結果を、雌花、雄花、雌花率のそれぞれについて、Table 19, 20, 21 に示した。

なお、前述 (Table 17) のように、 F_1 家系の雄花数におけるデータの分布は、変数変換を行っても正規分布とは見なせず、通常の検定方法では精度の高い検定が行えないため、ここでは、分布の正規性を必要としない Rank-Sum 検定を用いた。また、結果を同一基準で比較して見られるように、着花数の検定については、ここでは、雌雄花ともに Rank-Sum 検定によって行った。ただし、雌花率の検定 (Table 21) に関しては、雌雄花の着生数とは次元の異なる量であり、しかもデータを逆正弦変換するときわめて正規分布との適合が良かったので、一元配列の分散分析を用いた。

検定結果について、親子共に有意差があったのは、雌花 (Table 19) では浮羽 7 号 > 東臼杵 6 号、浮羽 7 号 > 福岡署 2 号の 2 組、雄花 (Table 20) では浮羽 7 号 > 東臼杵 6 号、福岡署 2 号 > 東臼杵 6 号、キジン > 東臼杵 6 号、キジン > 福岡署 2 号の 4 組であった。また、大小関係はこれらすべての組み合わせで、親子共に一致していた。組み合わせの数は、それぞれ全部で 6 組なので、雄花ではその 67% に有意な遺伝的影響が見られたものと考えることができる。雌花についても、親クローンの着花数に有意差があったのが 3 組なので、やはりその 67% の子供に有意な遺伝的影響が見られる。すなわち、この結果に関する限り、雌親として着花量に有意差のあるクローンを用いれば、着花量に有意差のある F_1 家系が得られる可能性が 6 ~ 7 割程度あり、その遺伝性はかなり強いと考えられる。

Table 21 の性比の検定結果について見ると、ここでも 6 組中 4 組の親子で共通の有意差が認められた。キジンと福岡署 2 号の比較では親子で逆の傾向が出ているが、 F_1 での有意水準は低い。全体として見ると、性比についても遺伝的影響は強いものと考えられる。

Table 19. 親クローンおよびその F_1 家系における雌花数の相互間差 (RANK-SUM 検定)
Differences in female flower number between each parent clone and each F_1 families. (Rank-Sum test)

家 系 Family	平均雌花数 Female flower No.	調査本数 Sample No.	RANK-SUM 値 (←X ↑Y)	検定結果 (大小関係・有意水準) Result of the test
親クローン Parent clone			東臼杵 6 浮 羽 7 福岡署 2 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2	東臼杵 6 浮 羽 7 福岡署 2 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2
東臼杵 6 Higashiusuki 6	129.00	6	140	> **
浮 羽 7 Ukiha 7	221.17	12	39 31 34	N. S. ∇ *
福岡署 2 Fukuokasyo 2	138.17	6	35 39 137 38	N. S. ∇ *** N. S.
キジン Kijin	118.50	6	43 23 148 40	
F_1			東臼杵 6 × 浮 羽 7 × 福岡署 2 × 佐賀 3 佐賀 3 佐賀 3 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2 × Saga 3 × Saga 3 × Saga 3	東臼杵 6 × 浮 羽 7 × 福岡署 2 × 佐賀 3 佐賀 3 佐賀 3 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2 × Saga 3 × Saga 3 × Saga 3
東臼杵 6 × 佐賀 3 Higashiusuki 6 Saga 3	65.57	30	210	> *
浮 羽 7 × 佐賀 3 Ukiha 7 Saga 3	196.63	8	121 531 54	∇ * ∇ **
福岡署 2 × 佐賀 3 Fukuokasyo 2 Saga 3	18.89	9	678 659 99 440	N. S. N. S. > **
キジン × 佐賀 3 Kijin Saga 3	86.61	23	753 161 335 88	

注：順位による平均値の大小関係 (>左欄の群が大 ∇上欄の群が大)
 N. S. 有意差なし * , ** および *** は 5%, 1%, 0.1% 水準で有意
 Note: > or ∇ indicates which family (left one or upper one) flowers more.
 No significance: N.S. Significant level at 5%*, 1%** and 0.1%***.

スギの着花特性およびその遺伝に関する研究 (斎藤・河崎)

Table 20. 親クローンおよびその F_1 家系における雄花数の相互間差 (RANK-SUM 検定)
Differences in male flower number between each parent clone and each F_1 families. (Rank-Sum test)

家 系 Family	平均雄花数 Male flower No.	調査本数 Sample No.	RANK-SUM 値 (←X ↑Y)	検定結果 (大小関係・有意水準) Result of the test
親クローン Parent clone	東臼杵 6 Higashiusuki 6 浮 羽 7 Ukiha 7 福岡署 2 Fukuokasyo 2 キジン Kijin	1, 33 27, 42 122, 00 423, 83	6 12 6 6	東臼杵 6 浮 羽 7 福岡署 2 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2 147 24 88 83 57 21 57 21 93 57 21 57 21 78 21
F_1	東臼杵 6 × 佐 賀 3 Higashiusuki 6 Saga 3 浮 羽 7 × 佐 賀 3 Ukiha 7 Saga 3 福岡署 2 × 佐 賀 3 Fukuokasyo 2 Saga 3 キジン × 佐 賀 3 Kijin Saga 3	90, 33 181, 38 133, 78 255, 17	30 8 9 23	東臼杵 6 × 浮 羽 7 × 福岡署 2 × 佐 賀 3 佐 賀 3 佐 賀 3 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2 × Saga 3 × Saga 3 × Saga 3 207 534 78 75 424 104 233 547 384 112 828 603

注：順位による平均値の大小関係 (>左欄の群が大 V上欄の群が大)

N. S. 有意差なし *, **および***は5%, 1%, 0.1%水準で有意

Note: > or V indicates which family (left one or upper one) flowers more.

No significance: N.S. Significant level at 5%*, 1%** and 0.1%***.

Table 21. 親クローンおよびその F_1 家系における雌花率の相互間差 (1元配列分散分析)
Differences in female flower ratio between each parent clones and each F_1 families. (Analysis of variance)

家 系 Family	平均雌花率 Female flower No.	調査本数 Sample No.	F 値 F value	検定結果 (大小関係・有意水準) Result of the test
親クローン Parent clone	東臼杵 6 Higashiusuki 6 浮羽 7 Ukiha 7 福岡署 2 Fukuokasyo 2 キジン Kijin	6 12 6 6	東臼杵 6 浮羽 7 福岡署 2 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2 11,620 171,033 54,261 400,750 170,755 64,868	東臼杵 6 浮羽 7 福岡署 2 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2 ▽ ** ▽ *** ▽ *** ▽ *** ▽ *** ▽ ***
F_1	東臼杵 6 × 佐賀 3 Higashiusuki 6 Saga 3 浮羽 7 × 佐賀 3 Ukiha 7 Saga 3 福岡署 2 × 佐賀 3 Fukuokasyo 2 Saga 3 キジン × 佐賀 3 Kijin Saga 3	30 8 9 23	東臼杵 6 × 浮羽 7 × 福岡署 2 × 佐賀 3 佐賀 3 佐賀 3 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2 × Saga 3 × Saga 3 × Saga 3 0,057 11,557 19,793 9,029 11,502 5,789	東臼杵 6 × 浮羽 7 × 福岡署 2 × 佐賀 3 佐賀 3 佐賀 3 Higashiusuki 6 Ukiha 7 Fukuokasyo 2 × Saga 3 × Saga 3 × Saga 3 N. S. ▽ ** ▽ *** ▽ ** ▽ ** > *

注：データを逆正弦変換：>は左欄の群が大▽は上欄の群が大

N. S. 有意差なし *, ** および *** は 5%, 1%, 0.1%水準で有意

Note: > or ▽ indicates which family (left one or upper one) has more feminality.

No significance: N.S. Significant level at 5%*, 1%** and 0.1%***.

スギの着花特性およびその遺伝に関する研究 (斎藤・河崎)

Table 22. 正逆交雑による F_1 家系みしょう苗における着花量・雌花率の家系間差
Differences in flowering quantity between F_1 families obtained
from reciprocal crossing.

特 性 Character	要 因 Factor	<i>d. f.</i>	<i>m. s.</i>	<i>F</i>
雌 花 数 Female flower No.	家 系 Family 個 体 Individual	1 47	510.9 6420.2	0.080 N. S.
雄 花 数 Male flower No.	家 系 Family 個 体 Individual	1 47	7.0 59248.1	0.000 N. S.
雌 花 率 Female flower ratio	家 系 Family 個 体 Individual	1 47	3.60 245.83	0.015 N. S.

注：N. S. 有意差なし

Note: No significance: N.S.

Table 23. 正逆交雑による F_1 家系みしょう苗における着花部位
Flowering position in F_1 seedlings obtained from reciprocal crossing.

		平 均 値 Mean		家系間差 Difference between families
		キジン×佐賀3 Kijin Saga 3	佐賀3×キジン Saga 3 Kijin	<i>F</i>
雌 花 Female flower	先端 (cm) Top	37.55	28.73	4.207 N. S.
	元 (cm) Bottom	89.74	82.21	2.751 N. S.
	着花域 (cm) Range	52.19	53.48	0.060 N. S.
	着花平均枝階 (No) Mean branch order	16.22	14.73	1.129 N. S.
	着花平均枝階/1次枝数 (%) Mean branch order/Branch number	42.17	41.27	0.119 N. S.
雄 花 Male flower	先端 (cm) Top	54.41	47.46	1.793 N. S.
	元 (cm) Bottom	97.24	94.35	0.549 N. S.
	着花域 (cm) Range	42.83	46.90	0.570 N. S.
	着花平均枝階 (No) Mean branch order	21.84	20.96	0.502 N. S.
	着花平均枝階/1次枝数 (%) Mean branch order/Branch number	56.74	59.51	0.996 N. S.
一次枝数 Branch number		39.05	35.21	4.950 *

注：分散分析による家系間差

N. S. 有意差なし *は5%水準で有意

Note: Differences between families are tested by analysis of variance.

No significance: N.S. Significant level at 5%*.

(2) 正逆交雑による両 F_1 家系の着花特性

細胞質遺伝等の有無を知ることを目的に、正逆交雑による両 F_1 家系の比較を行った。

材料には、着花特性に有意差の認められる佐賀 3 号とキジンとを親クローンとした正逆交雑 F_1 家系を用いた。

両 F_1 家系の着花数平均値を、Table 10 に示した。両平均値はきわめて近い値であり、この差を一元配列の分散分析により検定すると、Table 22 に示すとおり、全く有意差は認められなかった。

着花部位に関する正逆交雑両家系の平均値およびその差を分散分析した結果は、Table 23 のとおりである。着花部位に関しても、全く有意差は認められなかった。

以上の結果から、着花数および着花部位の遺伝に関しては、細胞質遺伝など核外遺伝子の作用はないものと考えられる。

IV あ と が き

本研究では、まず着花量と着花部位に関する計測結果について、クローン間差、 F_1 家系間差、雌雄花の着花部位の差等を検定した。その結果、着花量のクローン間差などに関して従来の知見を確認するとともに、着花部位にもクローン間差が大きいことを明らかにした。

着花部位のクローン間差は、採種園における受粉動態に影響を与えている可能性がある。しかし、着花部位の相違が花粉の飛散、雌花の受粉、自殖率等にどの程度関与しているのかについて、現在のところ知見がない。今後は、これら受粉動態と着花部位との関係について研究を進める必要があると思われる。

さらに、本研究の結果によれば、着花部位はジベレリン感受性とは別の形質であると考えられ、その表現型には、生長形質等他の形質による間接的影響も強いようであった。この結果から、着花量の多少に関してはジベレリン感受性の強弱と着花域の大小との両方が、別々に関与している可能性が高いと考えられる。したがって、着花量のコントロールを行うためには、ジベレリン感受性に関する研究とともに、着花部位の決定に関与する遺伝的、あるいは生理的仕組みについて、今後さらに研究する必要がある。

次に、本研究では、親クローンとその F_1 家系における着花量の比較を中心に、 F_1 での着花特性の遺伝について調べた。

その結果、着花量に関する遺伝性はかなり強く、しかも雄花では比較的少数の主働遺伝子に支配されている可能性が高いようであった。また、着花量および着花部位に関する形質の遺伝には、核外遺伝子の影響は見られなかった。今後は、 F_2 や戻し交雑等の結果も含めて、着花特性の遺伝様式を明らかにする必要がある。

引 用 文 献

- 1) Bünsow, R. *et al.*: Blütenbildung von *Lapsana* durch Gibberellin. *Naturwiss.*, 43, 527, (1956)
- 2) Lang, A.: Induction of flower formation in biennial *hyoscyamus* by treatment with gibberellin. *Naturwiss.*, 43, 284~285, (1956)
- 3) 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)
- 4) 加藤善忠・福原植勝・小林玲爾: ジベレリンによる針葉樹の花芽分化の促進 (第 I 報)。日林誌,

- 41, 309~311, (1959)
- 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。鳥取大演習林報，7， 1~139, (1973)
- 6) 長坂寿俊・田淵和夫：スギ精英樹の着花形質 に関する クローン 間差。関東林木育種場年報，11, 189~213, (1975)
- 7) 右田一雄：生育条件とジベレリンによるスギ苗の着花（第 3 報）日長および施肥との組み合わせ処理。日林誌，45, 393~396, (1963)
- 8) 右田一雄：生育条件とジベレリンによるスギ苗の着花（第 4 報）植えつけ密度と施肥との組み合わせ処理。日林誌，46, 47~51, (1964)
- 9) 加藤善忠：ジベレリンによるスギの花芽分化の促進（第 2 報）。日林誌，41, 138~141, (1959)
- 10) 古越隆信：スギ採種園の花粉管理に関する基礎的研究。林試研報，300, 41~120, (1978)
- 11) 西 貞夫・栗山尚志：そ菜量的形質の遺伝・育種に関する研究。園芸試験場報告，A 2, 145~188, (1963)
- 12) 田淵和夫：スギ精英樹の二面交配による結果率と種子稔性。林木の育種，「特別号」，20~25, (1982)
- 13) 佐藤敬二・須崎民雄・新谷安則：ジベレリン施用試験報告。ジベレリン研究発表会記録， 5, 40~43, (1961)
- 14) 石川栄助：“実務家のための新統計学”，棋書店，426 pp, (1980)
- 15) J. F. クロー：“遺伝学概説”，培風館，304 pp, (1978)

**Studies on Flowering Characteristics and Their Heredity
in *Cryptomeria japonica* D. DON**

Takeshi SAITO⁽¹⁾ and Hisao KAWASAKI⁽²⁾

Summary

In this report we investigated the quantitative and positional characteristics of flower bud formation, in the plus tree clone of *Cryptomeria*, treated with gibberellin. As a result, meaningful differences among clones were shown both in the number and position of the male and female flower buds. The July treatment induced a lot of male and female flowers and the June treatment induced many male flowers. Flowering position was relatively constant in June, July and August treatments. Female flowers were induced on the upper parts of the branch, and male flowers were induced on the lower parts. In infant trees, growth characters such as tree height and annual elongation were correlated with flowering position measured from the tree top but the correlated factors or significant levels were conflicting among the clones. Next, we investigated the heredity of male and female flower bud quantity and sexual ratio in four F_1 families and their parent clones in which the male parent was identical and the female parent was different. With regard to male flowers, which sufficiently flowered even in infant F_1 families, as compared with the distribution of the flower bud number among F_1 families and their parents, the genes operating flower bud formation were estimated to be relatively a few. Then we surveyed the differences in male and female bud quantity and sexual ratio, between each parent clone and each F_1 family respectively, and compared the results of the parents with those of F_1 families. It was shown that when the parents differed significantly, 67% of F_1 families differed similarly, so that the heritability of the quantitative characteristics of flower bud formation was supposed to be high. In addition, as a result of reciprocal crossing test, no cytoplasmic inheritance was found.

Received August 22, 1983

(1) Hokkaido Branch Station

(2) Silviculture Division