

ヒノキ採種園の種子生産実態と着花促進試験

丹 原 哲 夫

Seed Production Actual State in a Hinoki
(*Chamaecyparis obtusa*) Seed Orchard and
Studies on Flower Bud Formation Promote.
Tetsuo TANBARA

1963~1969年に岡山県北部の同一地域に造成した5カ所のヒノキ採種園で、'80~'85年の6年間にわたり結実量を調査した。その結果、結実量は主に花芽分化期の気象条件や豊凶の周期変動性が原因して採種年によって大きく異なった。また、採種園の密度管理や剪定等の施業条件および前年の結実状況によって異なるとともに、採種園構成クロンの結実特性によっても大きく異なった。当該採種園では少数クロンでの結実量の割合が高く、その傾向は凶作年ほど著しい。また当該地域の採種園では、開花期の頃に花芽が気象害を受けて結実量が減少する年がある。

次に着花促進試験として、'83~'85年にジベレリンA₃(以下GA₃)、ジベレリンA₄₊₇(以下GA₄₊₇)の化学的処理、巻締め、根切りによる機械的処理を実施した。その処理効果およびその確実性、次代生産に対する採種園構成クロンの寄与率の状況、球果、種子の形質等について検討した結果、GA₃またはGA₄₊₇の包埋処理が最も有効であった。この処理を行なう場合ジベレリンをCMCで前処理して枝基部に施用するのが有効であり、20年生前後の採種木では枝あたり10mg程度の適用が適当であった。

キーワード

ヒノキ 採種園 結実量 着花促進

1. はじめに

1956年に林木育種事業指針¹⁾が制定され、精英樹選抜育種事業が開始された。岡山県においては'63年から事業用種子の生産を目的としてヒノキ採種園の造成²⁾に着手した。そして現在、採種園の園齡が20年に達しようとしており、その種苗は漸次一般造林用に供給されている。しかし、採種園での種子生産量は採種年によって大きな変動があり、また基準生産量²⁾(40 $\frac{kg}{ha}$)に達しない年が多い³⁾。このことは種子の需給において、さらに育種種苗の普及において大きな障害になっている。

一方、着花促進の方法として根切り⁴⁾、巻締め⁵⁾、環境剥皮⁶⁾等の機械的処理、GA₃等の生長調節物質⁷⁾、⁸⁾、⁹⁾等による化学的処理について多くの報告がある。特にGA₃処理は一部の採種園で着花促進施業として実施されている⁸⁾。しかし、その効果はスギほど顕著でなく全国的に定着した技術となっていない。そこで採種園の種子生産実態を明らかにするとともに、実用的な着花促進技術について検討してその改善を図ることは、上述の障害を解消し育種事業を推進していく上で重要である。

本報では、岡山県のヒノキ採種園での'80~'85年の6年間における結実量の調査結果、および'83~'85年に国補メニュー課題試験「ヒノキ採種園における種子生産技術の確立」として実施した着花促進試

験の結果についてとりまとめ報告する。

メニュー試験の設計および推進にあたって、桑原前造林研究企画官（林野庁研究普及課）、勝田征遺伝育種科長（農林水産省林業試験場）、古越隆信育種課長（関東林木育種場）にご指導を賜わった。また、この報告をとりまとめるにあたって、佐々木研研究室長（関西林木育種場）、河村嘉一郎研究員（同育種場）に懇切なるご校閲とご助言を賜わった。ここにこれらの方々に対してお礼申し上げる。また、調査ならびにとりまとめにご助言、ご協力をいただいた岡山県林業試験場の関係各位に謝意を表する。

2. ヒノキ採種園の種子生産実態

2.1 材料と方法

岡山県林業試験場に造成しているヒノキ採種園で、'80～'85年の6年間にわたり結実量を調査した。調査対象の採種園は、'63～'69年に造成した5カ所の採種園で、共通の25クローンで構成している。採種園の概況を表1に示す。

表1 調査採種園の概況

採種園名	造成年 (年)	面積 (ha)	プロット	最近の剪定、間伐歴 (年)	立地環境					
					T.	P.	A.	E.	SL.	SO.
					(°C)	(mm)	(m)	(°)	(%)	
58-3	'63	2.50	I, II	剪定:'79, '81, '83 間伐:'84	13	1350	140	E	20	BLD
58-6	'66	1.28	III	剪定:'79, '82, '85 間伐:'81	13	1350	135	N, E	10	BLD
58-8	'67	1.27	IV	剪定:'78, '82, '85 間伐:'81	13	1350	150	SW	15	BLD
58-9	'68	0.81	V	剪定:'78, '81, '83 間伐:'84	13	1350	135	SW	15	BLD
58-10	'69	0.64	VI	剪定:'81, '84	13	1350	145	N	10	BLD
所在地				岡山県勝田郡勝央町植月中 N. 35° 04', E. 134° 07'						

T. : 年平均温度, P. : 年降水量, A. : 標高

E. : 方位, SL. : 傾斜度, SO. : 土壌型

採種木は樹高約5mの変則主幹型（円錐型）仕立である。12年生の頃に樹高約4mに断幹を実施するとともに、主枝数20～30本に間引き剪定を実施した。その後約3年周期で切り返しを主体とした整枝剪定を実施している。58-10採種園は、設定時から400本/haの仕立本数であるが、その他の採種園は調査期間中に1600本/haから400本/haに本数調整を実施した。また施肥は化成肥料（13-17-12）を毎年320～520kg/ha施用した。なお、剪定および本数調整伐は球果採取後の生長休止期に実施し、施肥は3

～4月に実施した。

調査は採種園ごとに1プロット(但し、58-3採種園は2プロット)を設定し、毎年10月に採種木ごとに球果を採取して採果生重量を測定した。これらのプロットは各クローン1個体で構成し、正常に生育しているとみられる採種木を選定した。

2.2 結果と考察

分散分析の結果を表2に示し、分散の寄与率を図1に示す。なお解析には $\log(X+1)$ 変換値⁹⁾を使用した。

表2 結実量の分散分析結果

要因	D.F	M.S	V.R
調査年 (A)	5	116.992	254.72 **
クローン (B)	24	7.923	17.25 **
プロット (C)	5	27.671	60.25 **
(A) × (B)	120	0.892	1.94 **
(B) × (C)	120	1.285	2.80 **
(A) × (C)	25	8.682	18.90 **
誤差	600	0.459	
全体	899		

D.F : 自由度, M.S : 平均平方, V.R : 分散比

** : 有意水準 1%

調査年間、プロット(採種園)間、クローン間に有意差(1%水準)が認められるとともに、調査年とプロット、調査年とクローン、プロットとクローンの交互作用(1%水準)が認められた。そこで次に調査年、プロット、クローンおよびそれらの交互作用による結実量の変動について検討する。

2.2.1 調査年による結実量の変動

調査年別の平均結実量(採種木あたり、6プロット平均)を図2に示す。

年次変動の状況によって作柄を、凶作: '80, '81年、並作: '82, '83, '85年、豊作: '84年に区分した。なお'86年には結実量の調査を実施していないが、着花量の観察結果によって並作と判断した。

長尾¹⁰⁾は長日光で強光、高温の条件で花芽の分化が促進されることを確認している。花芽の分化期である結実前年の7～9月⁹⁾の気象を表3に示す。

調査期間中の花芽分化期の気象条件は異常気象¹¹⁾の年が多い。'80年は低温、多雨、少日照であった

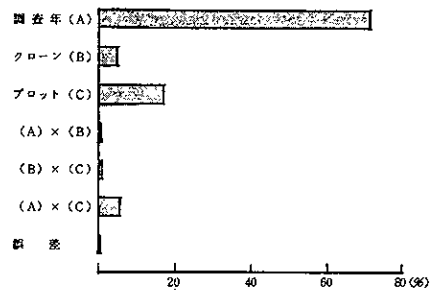


図.1 変動要因の分散の寄与率

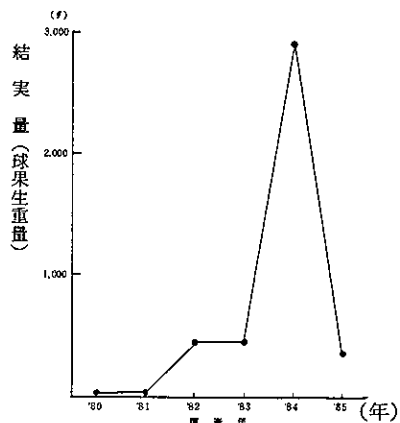


図.2 調査年別平均結実量(採種木あたり、6プロット平均)

表3 花芽分化期の気象

結実量 調査年	作柄	気象 観測年	平均気温 (°C)			月降水量 (mm)			月日照時間 (hr)		
			7月	8月	9月	7月	8月	9月	7月	8月	9月
'80(年)	凶	'79(年)	24.5	26.6	22.1	51.8	68.3	156.9	134.7	165.4	98.4
'81	凶	'80	23.9*	23.9*	20.3	403.7*	411.1*	125.8	81.8*	59.2*	108.5
'82	並	'81	26.7	25.4	20.3	237.2	98.8	78.0	123.9	178.2	130.6
'83	並	'82	23.3*	25.6	20.1	292.3	171.6	211.4	121.3	155.4	119.5
'84	豊	'83	24.9	28.3*	22.5	37.91	7.4*	317.4	144.8	201.6	98.3
'85	並	'84	26.2	27.8	20.9	164.3	7.23	102.7	157.6	233.1	124.8
'86	並	'85	26.0	28.1*	23.2*	263.0	28.0*	167.0	140.0	253.0	143.0
-	-	'76~ '85	25.1	26.3	21.4	218.0	122.4	223.5	137.1	166.8	123.6

気象資料は関西林木育種場資料による

* : 異常気象 (参照文献 11)

のに対し、'83、'85年は特に8月が高温、少雨、多照の気象条件であった。そして作柄は'81年は凶作を示し、'84年は豊作を示したことから、作柄と気象条件との関係が示唆され、高温、少雨、多照のとき豊作を示しやすく、低温、多雨、少日照のとき凶作を示しやすということが分かった。しかし、'85年の気象条件も'83年と同様に高温、少雨および多照であったが'86年の作柄は並作であった。また、'79年の気象条件はほぼ平年値であったが'80年の作柄は凶作であった。森田¹²⁾は母樹林での28年間の作柄結果の時系列解析の結果から、主に作柄の周期変動性をとり上げて作柄の予測を試みた。ここで'86年の作柄が豊作を示さなかったのは'84年の豊作が影響し、また'80年に凶作を示したのは'79年以前の結実暦(種子採取事業結果、'78年:豊作)との関係によると推察した。したがって毎年肥培管理を実施している採種園であっても、結実量の年次変動の原因として豊凶の周期変動性も考慮しなければならないことが示唆できた。

すなわち、当該採種園での近年の結実量の大きな年次変動は、主に開花期の頃の異常気象および豊凶の周期変動性が原因であろう。さらに当該地域では、開花期の頃に花芽が凍害を受けて結実量が減少する年があることが明らかになった(4.2.1項参照)。

2.2.2 採種園間の結実量の違い

調査年別の各プロットの平均結実量(採種木あたり)を図3に示す。

豊作年である'84年についてみると、Ⅲ、Ⅳ、Ⅵプロットの設定された採種園(以下タイプ1採種園)での結実量が約4kg以上であるのに対し、Ⅰ、Ⅱ、Ⅴプロットの設定された採種園(以下タイプ2採種園)では2kg未満である。タイプ別の平均ではタイプ1採種園はタイプ2採種園の約4倍の結実量であった。タイプ1採種園は、'81年に1600本/haから400本/haに本数調整を実施した採種園および造成時から400本/haの生立密度の採種園である。一方、タイプ2採種園は'84年まで本数調整を実施していない採種園である。そしてタイプ1採種園は'81年または'82年に剪定を実施したのに対し、タイプ2採種園は'83年に剪定を実施した。すなわち、豊作年である'84年に採種園によって採種木あたりの結実量が大きく異なった原因は採種園の密度管理と剪定暦の影響であろう。なおここで単位面積あたりの結実量に換算すれば、両タイプとも同程度の結実量であり、本数調整(1600本/ha→400本/ha)を実施したとき実

施後3年経過すれば採種木あたりの結実量が増大し、単位面積あたりの結実量でも密植仕立とはほぼ同等の結実量を示すといえる。

次に、'85年の結実量は前年に比べて全プロットで結実量が減少した。またプロットⅣでは'83年に前年に比べて減少し、プロットⅤでは豊作年である'84年に結実量の増大が認められなかった。これらに共通することは、前年の採種木あたりの結実量が約1kg以上であったことである。したがって、前年の結実量が多い場合翌年の結実量が減少する傾向にあり、これは多量の結実が樹体の栄養生理的

な面に大きな影響を与えることが考えられるとともに、勝田¹³⁾はヒノキの花芽が当年伸長枝の葉端に着生する着花習性から、種の特性として隔年結果を生じやすいことを指摘している。

2.2.3 クロウンの結実特性

クロン別、年次別の結実量（採種木あたり、6プロット平均）を表4に示す。

凶作年である'80、'81年には多くのクロンで結実が見られなかったのに対し、豊作年である'84年には全てのクロンで結実量が最大値を示した。また、いずれの調査年でも比較的上位の結実性を示すクロン（クロンNo.12、13）や、いずれの調査年でも下位の結実性を示すクロン（クロンNo.15、18、23）がみられた。一方、クロンによっては結実量の順位に年次変動がみられた。そこで次に、多くのクロンで結実がみられた'82～'85年の調査結果に主成分分析を適用した結果を表5に示し、25クロンの主成分スコアの分布を図4に示す。

第1主成分は全調査年での平均的な結実性を示し、第2主成分は'82、'84年と'83、'85年での結実性、すなわち結実当年とその翌年での変動性（隔年結果性）を示している。

クロンNo.12、13は全調査年で平均的に上位の結実性を示し、クロンNo.15、18、19、23は下位の結実性を示す。また、平均的に上位の結実性を示すクロンほど結実当年とその翌年で結実量の変動が大きく（Z₂の絶対値が大きく）、下位の結実性を示すクロンではその年次変動が小さいことが明らかになった。これは前項で指摘したように、採種木あたりの結実量が多い場合翌年の結実量が減少して隔年結果の傾向を示すと考えた。

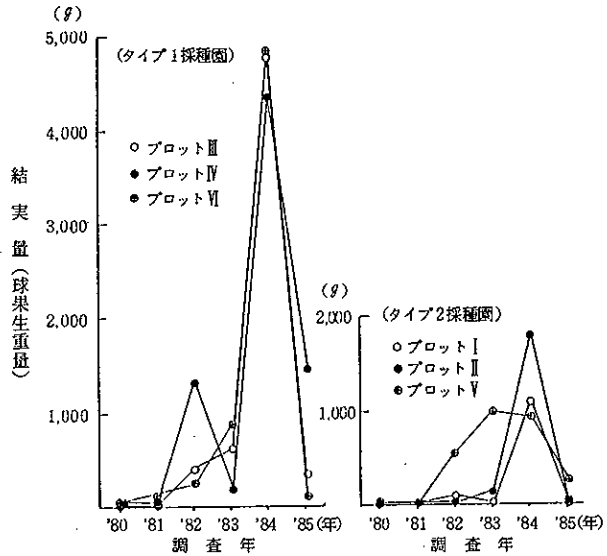


図.3 調査年別の各プロットの平均結実量（採種木あたり）

表4 クローン別, 調査年別平均結実量

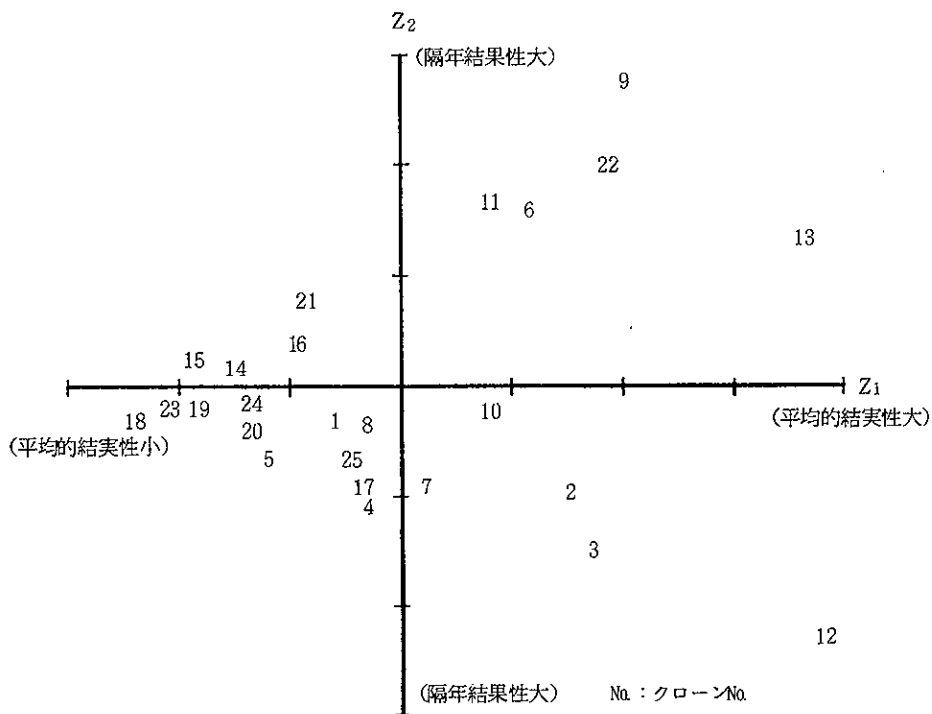
(採種木平均球果生重量, g)

クローン No	クローン 名	'80年	'81年	'82年	'83年	'84年	'85年
1	高染1	0 (20)	0 (16)	184 (15)	401 (12)	3220 (10)	164 (19)
2	新見1	87 (2)	106 (3)	933 (4)	635 (6)	6254 (3)	258 (12)
3	真庭1	45 (6)	13 (9)	1152 (3)	296 (13)	7141 (2)	321 (8)
4	真庭2	12 (12)	12 (10)	404 (12)	150 (19)	4217 (7)	181 (17)
5	真庭3	1 (19)	0 (16)	107 (19)	94 (22)	2351 (12)	195 (15)
6	真庭5	0 (20)	4 (13)	501 (8)	1304 (2)	1897 (16)	312 (9)
7	真庭7	47 (5)	0 (16)	585 (5)	448 (10)	4330 (6)	63 (23)
8	真庭9	8 (14)	2 (15)	548 (6)	195 (15)	2371 (11)	411 (5)
9	苔田1	28 (8)	39 (6)	466 (9)	975 (3)	2116 (14)	1457 (2)
10	苔田2	42 (7)	65 (5)	423 (11)	404 (11)	5367 (4)	647 (4)
11	苔田3	0 (20)	4 (13)	303 (13)	814 (4)	2087 (15)	869 (3)
12	苔田7	109 (1)	153 (1)	2066 (1)	585 (7)	9531 (1)	407 (6)
13	苔田8	73 (3)	106 (3)	1324 (2)	785 (5)	5095 (5)	1523 (1)
14	英田1	12 (12)	0 (16)	20 (23)	151 (18)	1015 (20)	232 (13)
15	英田2	0 (20)	0 (16)	13 (24)	189 (16)	246 (24)	97 (21)
16	局津山1	0 (20)	0 (16)	178 (17)	513 (8)	1121 (19)	75 (22)
17	局津山2	8 (14)	0 (16)	453 (10)	172 (17)	3965 (9)	181 (17)
18	福山2	0 (20)	0 (16)	0 (25)	5 (25)	27 (25)	22 (25)
19	局三次3	4 (16)	139 (2)	61 (21)	99 (21)	361 (22)	55 (24)
20	局三次4	4 (16)	0 (16)	149 (18)	94 (22)	1608 (17)	204 (14)
21	局三次5	17 (9)	12 (10)	88 (20)	513 (8)	1276 (18)	303 (10)
22	永上9	14 (10)	39 (6)	548 (6)	1576 (1)	2279 (13)	357 (7)
23	世羅1	4 (16)	7 (12)	26 (22)	33 (24)	279 (23)	112 (20)
24	加茂1	55 (4)	0 (16)	180 (16)	110 (20)	902 (21)	287 (11)
25	玖珂2	13 (11)	15 (8)	256 (14)	267 (14)	3968 (8)	190 (16)
平均		23	29	439	432	2921	357

() : 順位

表5 クローン別、年次別結実量への主成分分析の適用

調査年	因子負荷量	
	Z ₁	Z ₂
'82(年)	0.917	-0.326
'83	0.604	0.624
'84	0.820	-0.534
'85	0.645	0.557
固有値	2.294	1.091
寄与率(%)	57.4	27.3



2.2.4 採種園構成クロウンの結実量の割合

年次別の6プロットの総結実量に対する採種園構成クロウンの結実量の割合を図5に示す。

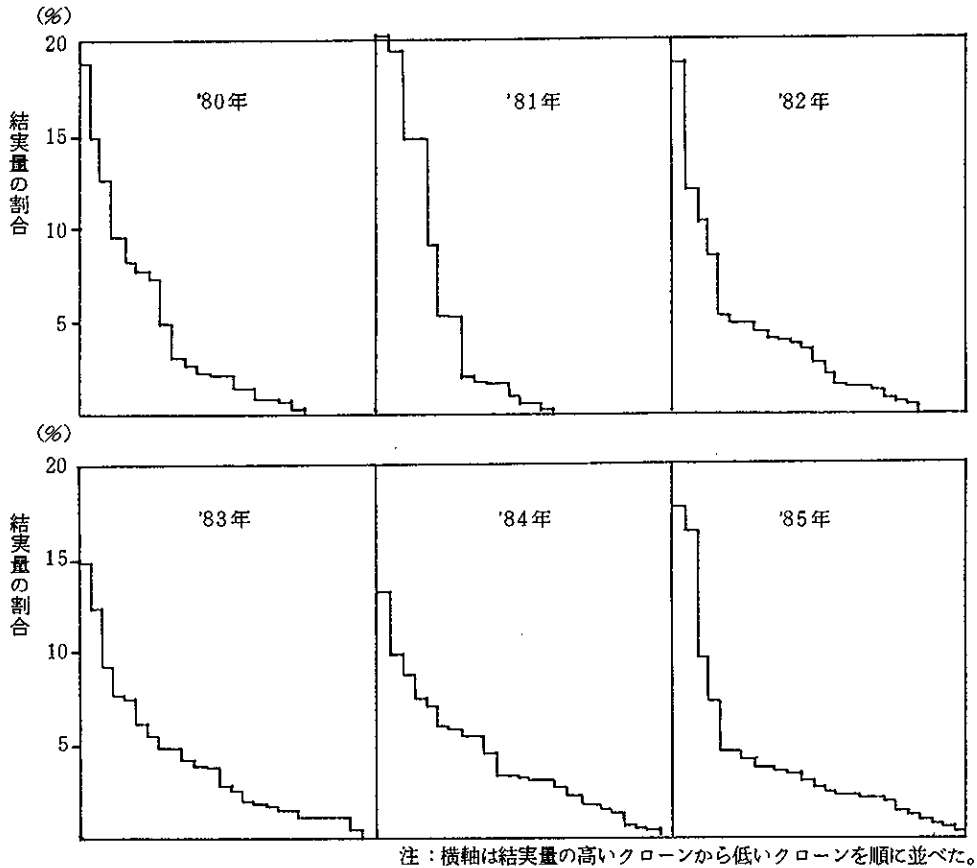


図.5 調査年別の総結実量に対する25クロウンの結実量の割合

当該採種園ではいずれの調査年でも少数クロンでの結実量の割合が高く、その傾向は凶作年ほど顕著に認められる。いま、各調査年において結実量の多い上位5クロン（採種園構成クロン数の20%）の結実量の割合（累積割合）をみたとき、'80, '81年：72（64～80）%、'82, '83, '85年：54（50～60）%、'84年：46%であった。このことは特に凶作年には造林用種苗の多くが少数の結実しやすい母樹の家系で構成されていることになる。古越⁴⁾は採種園構成クロンの繁殖力の差が著しいとき、集団選抜理論から推定される育種効果を低下させ、次代集団における近交係数を高める点で育種上極めて望ましくないとしている。

3. 着花促進試験

3.1 枝処理試験

3.1.1 材料と方法

'83～'85年に採種木の枝（主に一次枝）を使用して、GA₃の処理方法について、またGA₄₊₇の包埋処理および巻締め処理による着花促進試験を実施した。試験に供した採種園の概況を表6に示し、試験の実施概要を表7に示す。

表6 試験に供した採種園の概要

処理年	採種園名	造成年	面積 (ha)	採種木 間隔 (m)	最近の剪定 間伐暦	立地環境					
						T.	P.	A.	E.	SL.	SO.
'83(年)	58-8	'68	1.27	5×5	剪定:'78,'82 間伐:'81	(°C)	(mm)	(m)		(°)	
'84						13	1350	150	SW	15	BLD
'85	58-5	'71	0.50	5×5	剪定:'81	13	1350	145	N	10	BLD
所在地					岡山県勝田郡勝央町植月中 N. 35° 04', E. 134° 07'						

T.: 年平均気温, P.: 年降水量, A.: 標高

E.: 方位, SL.: 傾斜度, SO.: 土壌型

表7 着花促進試験（枝処理試験）の実施概要

処理区分		処理年			
		'83年	'84年	'85年	
GA ₃	浸漬 (ppm)	100	○	○	
		300	○	○	○
		500	○		
	包埋 (mg)	5	○	○	
		10	○	○	○
		15	○	○	○
	20			○	
	25			○	
巻締め			○		
巻締め, GA ₃ 10mg包埋			○		
GA ₄₊₇ 10mg包埋				○	
処理 月 日	浸漬処理	7.11~7.14	7.23~7.26	7.22~7.24	
		8.2~8.3	8.6~8.7	8.13	
	包埋処理	7.11~7.14	7.23~7.26	7.22~7.24	
	巻締め処理		5.23		

○: 実施年

試験は25クローンを供試し、ラメート4～6木の採種木を使用して4反復で実施した。供試木と処理枝の大きさを表8に示す。

表8 供試木と処理枝の大きさ

処理年	供 試 木			処 理 枝	
	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)		長 さ (m)	枝基部直径 (cm)
'83年	4.5 (0.4)	13.5 (2.5)		1.6 (0.1)	1.9 (0.1)
'84	4.9 (0.3)	15.1 (2.4)		1.7 (0.1)	2.0 (0.1)
'85	5.2 (0.5)	14.7 (2.7)		1.7 (0.1)	2.0 (0.1)

() : クローン平均値の標準偏差

GA₃の浸漬処理は、所定濃度の水溶液に7月中～下旬と8月初旬の2回供試枝全体を浸漬した。GA₃およびGA₄₊₇の包埋処理は、7月中～下旬に所定量のジベレリンを水でのり状にしたCMC(山陽国策パルプK.K.、纖維素グリコール酸ナトリウム)に混入し、それを供試枝の基部3～5カ所にナイフで約4cmの長さに木部が見える程度に剥皮して埋め込み、紙テープによって被覆した¹⁵⁾。なお、GA₃は顆粒状、GA₄₊₇は結晶状薬剤を使用した。

巻締め処理は、5月23日に供試枝の基部を針金で三重に強く巻締めた。また、各処理年とも処理時に無処理枝を設定して対照とした。

処理年の翌春に雌花と雄花の着花量を調査した。雌花は全数を調査した。雄花は雄花の着生した約6cmの小葉数を調査し、処理枝ごとにそのうち40枚の小葉を無作為に抽出して小葉あたりの雄花数を算出し、それを小葉数に乗じて処理枝あたりの雄花数とした。また、ジベレリンの処理枝の中には枝の一部または全部に落葉現象がみられた。それをジベレリンによる葉害として発生率を調査した。なお、葉害発生枝での着花量は枝葉の枯損により減少したが、それは処理による効果としてとらえ解析の対象に含めた。

3.1.2 結果と考察

実施年ごとに分散分析した結果を表9に示す。なお解析には雌花は $\log(X+1)$ 、雄花は $\sqrt{(X+1)}$ 変換値⁹⁾を使用した。

表9 着花量の分散分析結果

要因	雌 花									雄 花								
	'83年			'84年			'85年			'83年			'84年			'85年		
	D.F.	M.S.	V.R.	D.F.	M.S.	V.R.	D.F.	M.S.	V.R.	D.F.	M.S.	V.R.	D.F.	M.S.	V.R.	D.F.	M.S.	V.R.
処 理 (A)	6	18.123	45.43	7	45.393	98.02	6	31.044	76.35	6	7363.66	69.51	7	781.604	65.36	6	862.603	100.00
クローン (B)	24	103.88	26.04	24	4.657	100.6	24	2.578	6.34	24	2205.84	208.2	24	1324.55	11.08	24	3.685.9	4.27
(A) × (B)	144	0.399	1.43	168	0.463	N.S.	144	0.406	2.00	144	105.94	1.34	168	11.958	1.42	144	86.26	1.41
誤 差	525	0.279		600	0.406		525	0.203		525	78.97		600	84.27		525	61.07	
全 体	699			799			699			699			799			699		

D.F.: 自由度, M.S.: 平均平方, V.R.: 分散比

** : 有意水準1%, N.S. : 有意水準5%以上

いずれの処理年でも雌雄花ともに処理間、クローン間に有意差（1%水準）が認められるとともに、'84年処理での雌花を除いて処理とクローンの交互作用（1%水準）が認められた。そこで次に、各処理の効果およびクローンによる処理効果の違いについて検討する。

3.1.2.1 着花促進効果の検討

処理間の検定（L.S.D法）を表10に示し、処理別の各処理の平均着花量を図6に示す。

表10 処理間の差の検定（L.S.D法）

'83年処理	GA315	GA310	GA35	GA3100	GA3300	対照	GA3500
GA315	—	*	**	**	**	**	**
GA310	N.S	—	**	**	**	**	**
GA35	**	**	—	**	**	**	**
GA3100	**	**	N.S	—	**	**	N.S
GA3300	**	**	**	**	—	**	**
対照	**	**	**	**	N.S	—	**
GA3500	**	**	**	**	**	**	—

'84年処理	GA315	卷締め GA310	GA310	GA35	GA3300	GA3100	卷締め	対照
GA315	—	N.S	*	**	**	**	**	**
卷締め, GA310	N.S	—	N.S	*	**	**	**	**
GA310	N.S	N.S	—	*	**	**	**	**
GA35	**	*	*	—	N.S	**	**	**
GA3300	**	**	**	**	—	**	**	**
GA3100	**	**	**	**	*	—	**	**
卷締め	**	**	**	**	**	N.S	—	**
対照	**	**	**	**	**	**	**	—

'85年処理	GA325	GA320	GA4+710	GA310	GA315	GA3300	対照
GA325	—	N.S	N.S	N.S	N.S	**	**
GA320	N.S	—	N.S	N.S	N.S	**	**
GA4+710	N.S	N.S	—	N.S	N.S	**	**
GA310	N.S	N.S	N.S	—	N.S	**	**
GA315	N.S	N.S	N.S	N.S	—	**	**
GA3300	**	**	**	**	**	—	**
対照	**	**	**	**	**	**	—

処理区分：表7参照

対角軸左側：雌花，対角軸右側：雄花

*：有意水準5%，**：有意水準1%，N.S：非有意水準5%以上

(1) GA₃ 処理

処理効果は処理年によって異なるとともに花性によって異なった。しかし、処理方法が異なっても着花量の年次変動の状況は同様の傾向を示した。すなわち、'84年処理では雌雄花ともに'83年処理に比べて減少し、'85年処理では雌花は'83年処理と同等以上の処理効果が認められ、雄花は'84年処理とほぼ同等であった。なお、対照では'83、'84年はGA₃処理と同様の変動のし方であったが、'85年では雌花は'84年に比べてやや増加し、雄花はさらに減少した。前章において採種木の結実量の年次変動の原因

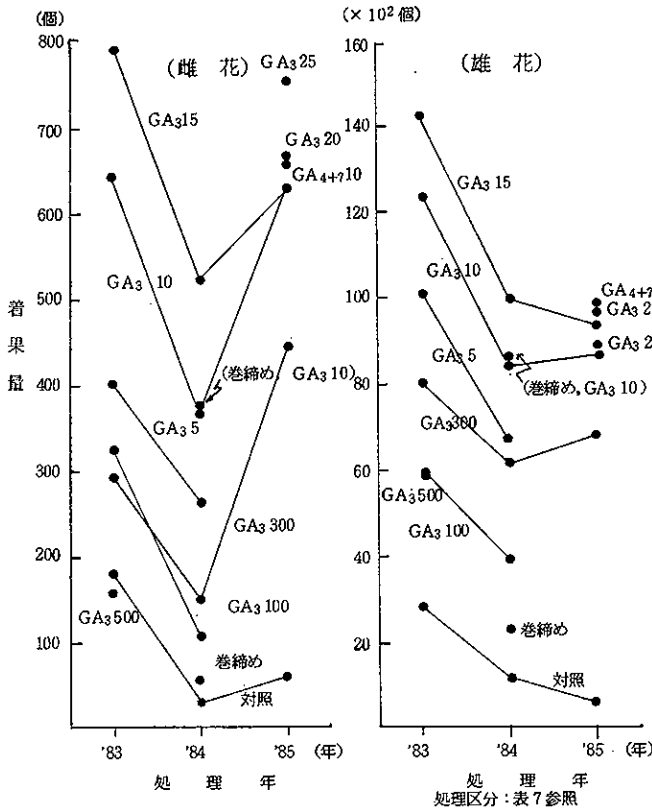


図. 6 処理年別の各処理の平均着花量

因として、花芽分化期の気象条件や豊凶の周期変動性および前年の結実量との関係を指摘した。したがって、対照での着花量はこれらの要因によって変動するであろう。なおここで自然着花においても、花性によって着花量の変動のし方が異なる場合があることが分かった。処理時期の気象条件は、'83、'85年では高温少雨であった(2.2.1項参照)。長尾¹⁰⁾はファイトトロンでの実験によって高温条件下で処理効果が大きいことを確認し¹⁴⁾、また着花に対する光条件が花性によって異なることを確認した¹⁰⁾。また筆者¹⁶⁾は、スギ苗木を使用してGA₃、断水、巻締め、根切りの要因実験を行なった結果、GA₃と断水の併用処理での効果が高いことを確認している。したがって、処理効果が処理年や花性によって異なったのは、主に処理時期の気温、降水量、光条件等の気象条件が原因であると推察した。それとともに、'84年処理で処理効果が減少したのは、'83処理年の作柄が豊作であったことから前年の結実量の関与も考えられる。

次に処理方法について検討する。いずれの処理年でも雌雄花ともに包埋処理が浸漬処理に比べて処理効果大きい。10ppm包埋処理での3カ年平均の着花量は、雌花は548個、雄花は98 × 10²個で、対照と比較すればそれぞれ6、7倍であったのに対し、300ppm浸漬処理での着花量は、雌花は298

個、雄花は 70×10^2 個で、対照と比較すればそれぞれ3, 5倍であった。次に包埋処理での処理量と処理効果の関係は、枝あたり5~15mgの試験では処理量が多いほど処理効果が大きい傾向にあった。しかし'85年に実施した10~25mgの試験で、15mg以上の場合10mgと同程度の処理効果であった。一方浸漬処理での処理濃度と処理効果の関係は、'84年の実施結果は $300 > 100$ ppmであったが、'83年の実施結果は雌花では $100 > 300 > 500$ ppm, 雄花では $300 > 100 \approx 500$ ppm であり、特に500 ppmでの雌花は対照に比べて着花量が減少した。ここで各処理の薬害率を図7に示す。

薬害は処理量の多い包埋処理ほど、また高濃度の浸漬処理ほど発生率が高い傾向にあるとともに、同一処理方法であっても発生率は処理年によって異なった。さきに包埋処理の試験で処理量を増大しても処理効果が変わらなかったり、浸漬処理の試験で特に雌花では低濃度ほど処理効果が大きく、高濃度処理の場合対照に比べて着花量が減少することもあったのは薬害の影響と考えられ、枝あたり15mg

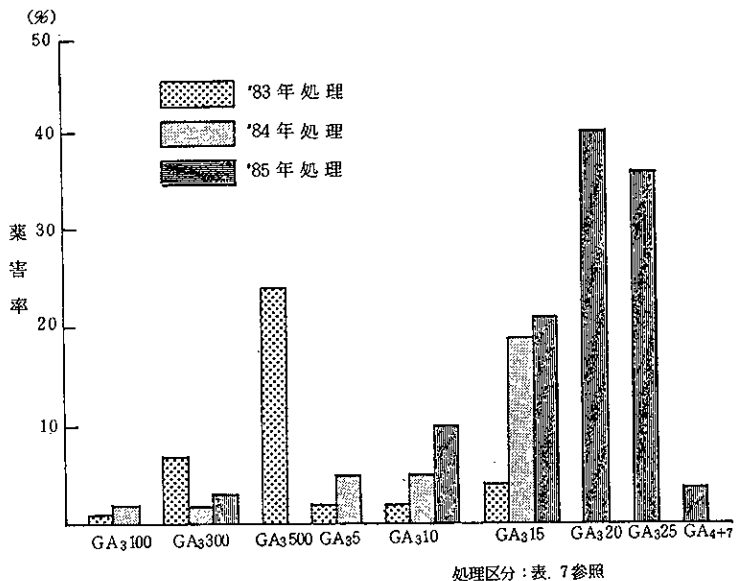


図.7 GA₃, GA₄₊₇ 処理での薬害率

以上の包埋処理や500 ppm浸漬処理では20%以上の処理枝に薬害が発生することもあった。伊藤¹⁾河村等¹⁾は250, 500 ppmでの試験で処理効果に大差が認められなかったことを報告している。橋詰⁵⁾は低濃度よりも高濃度で花芽分化が促進するが、50~200 ppmの試験において50~100 ppmよりも200 ppmの方が処理効果が低下する場合もあったと報告している。このように今までの報告も含めて浸漬処理において処理濃度による違いが判然と認められなかったのは、気象等の環境条件や採種木の栄養生理的な条件によって薬害が発生したためであり、さらに浸漬処理の薬害は薬害率(枝葉の枯損率)は小さくても、処理効果に大きな影響を与える場合があることが原因であると推察した。したがって浸漬処理は包埋処理に比べて処理効果が不安定であるといえよう。

すなわち、包埋処理が浸漬処理に比べて処理効果が大きく、また処理量が多い包埋処理ほど、高濃度の浸漬処理ほど処理効果が大きい傾向を示す。しかし、処理量が多いときや高濃度処理では処理年によっては薬害が発生する。そして浸漬処理は薬害との関係で処理効果が不安定である。これらを検

討した結果、枝あたり10mgの包埋処理は処理効果が大きく、またその効果が確実に認められ、葉害の発生も比較的軽微である。なお、包埋処理の処理部の形成層組織に障害が見られたが、処理後2年経過したときの観察では処理部は樹脂で満たされた傷痕が残っていても木口面はほぼ癒合していた。

(2) 巻締め処理

'84年に実施した巻締め処理での平均着花量は、雌花は58個、雄花は 23×10^2 個で、対照と比較すればそれぞれ3、2倍であった。またGA₃処理の効果との比較では、雌花は100ppm浸漬処理と同程度であり、雄花は100ppm浸漬処理>巻締め処理であった。一方、GA₃の10mg包埋と巻締めの併用処理は、雌雄花ともにGA₃の10mg包埋の単独処理と同程度であり、併用による処理効果は認められなかった。

(3) GA₄₊₇処理

'85年に実施したGA₄₊₇の10mg包埋処理での平均着花量は、雌花は663個、雄花は 98×10^2 個で、対照と比較すればそれぞれ11、16倍であった。またGA₃処理の効果との比較では、雌雄花ともに10mg包埋処理と同程度であった。葉害の発生はGA₃に比べて少なかった。なお葉害の発生状況については金川¹⁵⁾が同様の指摘をしている。

3.1.2.2 クローンによる処理効果の違い

(1) 処理間、花性間、処理年次間での25クロンの着花量の相関

GA₃の100、300ppm浸漬処理、5、10mg包埋処理および巻締め処理、GA₄₊₇の10mg包埋処理におけるクロンの着花量の処理間、花性間、年次間の相関行列を表11、12に示す。

GA₃処理によったとき、処理方法が異なっても処理年が異なってもクロンの着花性には高い相関が認められ、GA₃に対するクロンの反応は安定的な特性とみられる。また花性間にも比較的相関が認められ、GA₃は両花性に対して共通的に着花促進する傾向にあり、雌花で処理効果が大きいクロンは雄花でも処理効果が大きいといえる。一方、対照との相関は'83年処理では比較的認められたが、'84、'85年処理ではほとんど認められなかった。2.2.3項の採種木クロンの結実性の検討において、よく結実するクロンほど結実量の年次変動が大きいことを指摘した。したがって対照との相関も処理年によって異なると考えられる。しかし、多くのクロンで着花量が増大する豊作年での処理で相関が認められたことは、自然着花しやすいクロンほどGA₃の処理効果も大きい傾向を示すといえよう。

巻締め処理と対照でのクロンの着花性には相関が認められた。しかし、巻締め処理では花性間には相関が認められなかった。したがって巻締め処理は対照でよく着花したクロンほど処理効果が大きいとともに、同一クロンであっても花性によって処理効果が異なることが示唆された。

GA₄₊₇処理と対照でのクロンの着花性には相関が認められなかった。また、GA₄₊₇処理では花性間にも相関が認められなかった。しかし、GA₄₊₇処理とGA₃処理でのクロンの着花性には、雄花での相関は概して小さいが雌花では相関が認められた。したがって、GA₄₊₇の処理効果は同一クロンであっても花性によって異なるが、雌花に対する処理効果はGA₃処理との相関が認められたことから、GA₃処理と同様に自然着花しやすいクロンほど処理効果が大きいといえる。

表11 クロウンの着花量の処理間、花性間の相関

(n = 25)

処理区分	対 照	GA ₃ 100	GA ₃ 300	GA ₃ 5	GA ₃ 10	GA ₄ +710	巻締め
対 照	0.156	0.635	0.536	0.464	0.521	-	-
	0.203	0.455	0.322	0.356	0.635	-	0.611
	0.659	-	0.029	-	0.070	-0.022	-
GA ₃ 100	0.378	0.378	0.848	0.835	0.861	-	-
	0.004	0.663	0.736	0.748	0.632	-	0.470
	-	-	-	-	-	-	-
GA ₃ 300	0.416	0.813	0.629	0.752	0.828	-	-
	0.116	0.914	0.574	0.678	0.692	-	0.363
	0.082	-	0.652	-	0.609	0.372	-
GA ₃ 5	0.583	0.858	0.917	0.675	0.872	-	-
	0.244	0.743	0.777	0.575	0.456	-	0.479
	-	-	-	-	-	-	-
GA ₃ 10	0.378	0.868	0.908	0.922	0.586	-	-
	0.026	0.740	0.784	0.760	0.475	-	0.697
	0.145	-	0.921	-	0.585	0.486	-
GA ₄ +710	0.360	-	0.637	-	0.733	0.247	-
巻 締 め	0.668	0.115	0.074	0.110	0.088	-	0.148

処理区分：表7参照

上段：'83年処理， 中段：'84年処理， 下段：'85年処理

対角軸左側：雌花の処理間相関， 対角軸右側：雄花の処理間相関

対角軸：花性間相関

5%水準：0.396， 1%水準：0.505， 0.1%水準：0.618

表12 着花量の年次相関

(n = 25)

処 理	雌		花		雄		花	
	'83-'84	'84-'85	'83-'85	'83-'84	'84-'85	'83-'85	'83-'85	
対 照	0.592	0.241	0.414	0.419	0.053	0.065		
GA ₃ 100	0.821	-	-	0.747	-	-		
GA ₃ 300	0.644	0.713	0.710	0.598	0.776	0.531		
GA ₃ 5	0.694	-	-	0.709	-	-		
GA ₃ 10	0.678	0.747	0.855	0.539	0.442	0.711		

処理区分：表7参照

5%水準：0.396， 1%水準：0.505， 0.1%水準：0.618

(2) クローンによる処理効果の違い

GA₃の300ppm浸漬、10%包埋処理による25クローンの処理効果を図8、9に示す。

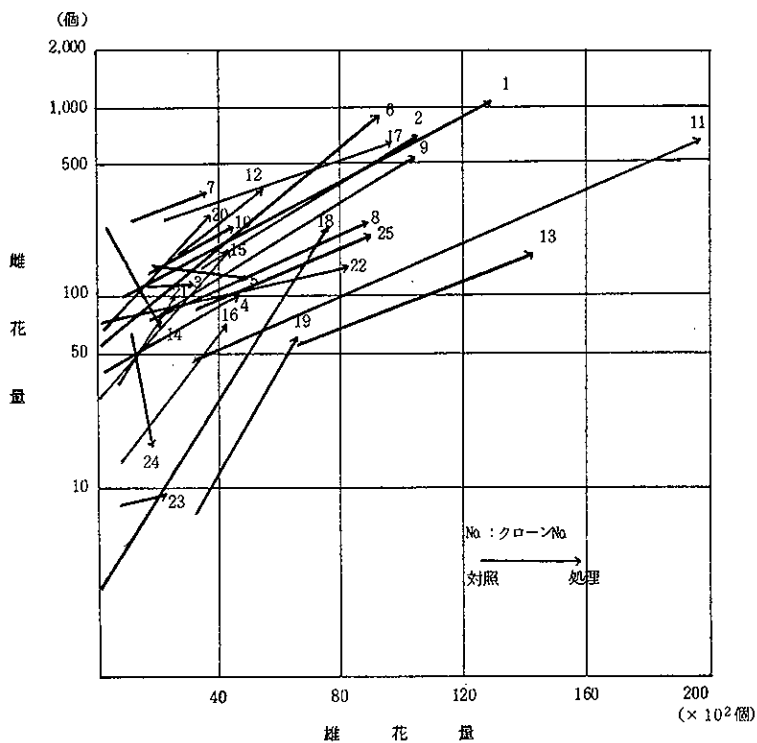


図8 GA₃の300ppm浸漬処理による25クローンの着花促進効果 ('83~'85年処理)

包埋処理では全てのクローンで処理効果が認められ、またその処理効果が浸漬処理に比べて大きい。クローンNo 1, 11, 6, 2, 9, 17はいずれの処理でも顕著な処理効果が認められた。また、クローンNo 18は自然着花はしにくい処理効果は比較的大きい。しかし、クローンNo 23, 24, 14等は浸漬処理では処理効果が認められないか、対照に比べて着花量が減少した。

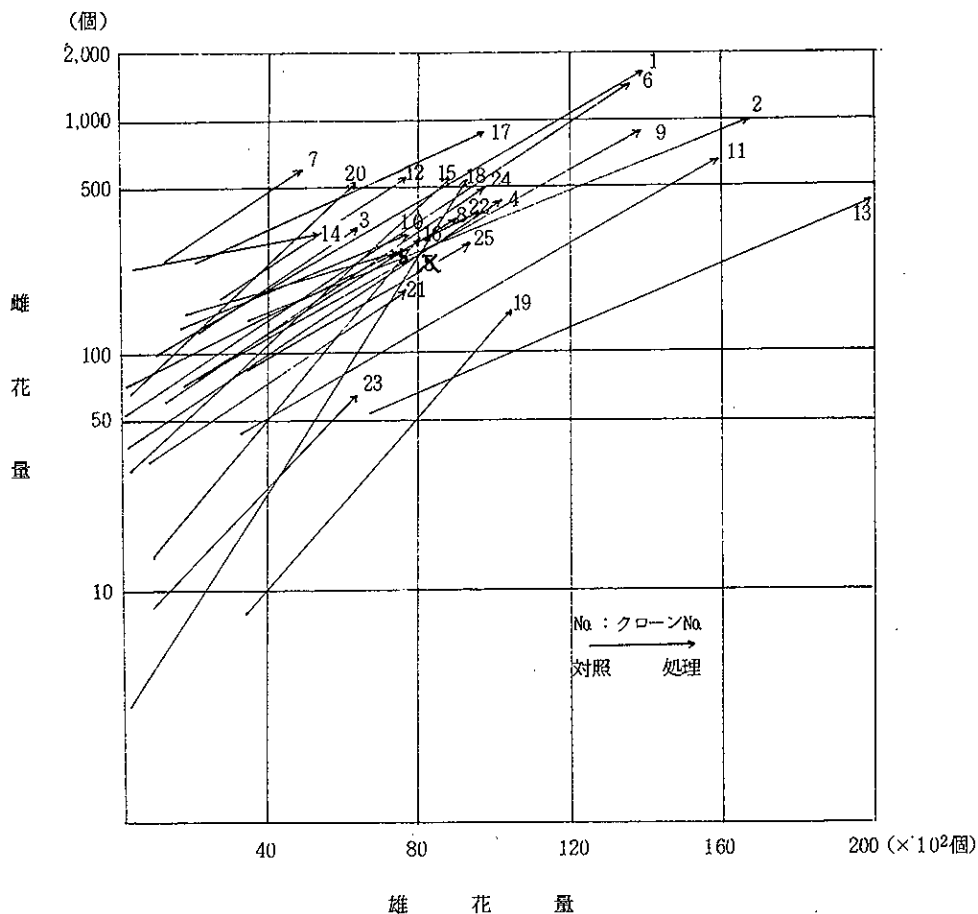


図. 9 GA₃の10^{pp}包埋処理による25クローンの着花促進効果('83~'85年処理)

巻締め処理による25クローンの処理効果を図10に示す。

クローンNo 1, 11, 17等は雌雄花ともに処理効果が認められたが、クローンNo 14, 7, 13は雌花での処理効果が大きく、クローンNo 19, 9は雄花での処理効果が大きい。しかし、クローンNo 6, 12, 22, 23等は処理効果が認められないか、対照に比べて着花量が減少した。

GA₄₊₇とGA₃の10^{pp}包埋処理での25クローンの処理効果の比較を図11に示す。

雌花に対する処理効果は、GA₄₊₇処理とGA₃処理とで同程度のクローンが多いのに対し、雄花に対する処理効果はGA₄₊₇とGA₃とで異なるクローンが多い。クローンNo 21, 12, 22等はGA₄₊₇で雄花に対して処理効果が大きいのに対し、クローンNo 25, 2等はGA₃での処理効果が大きい。しかし、クローンNo 23は雌雄花ともにGA₄₊₇での処理効果が大きく、クローンNo 18は同様にGA₃での処理効果が大きい。

以上の検討から、着花促進処理したとき処理効果がクローンや花性によって異なることが明らかに

なったが、多くのクローンで処理効果が認められたのはGA₃およびGA₄₊₇の包埋処理である。

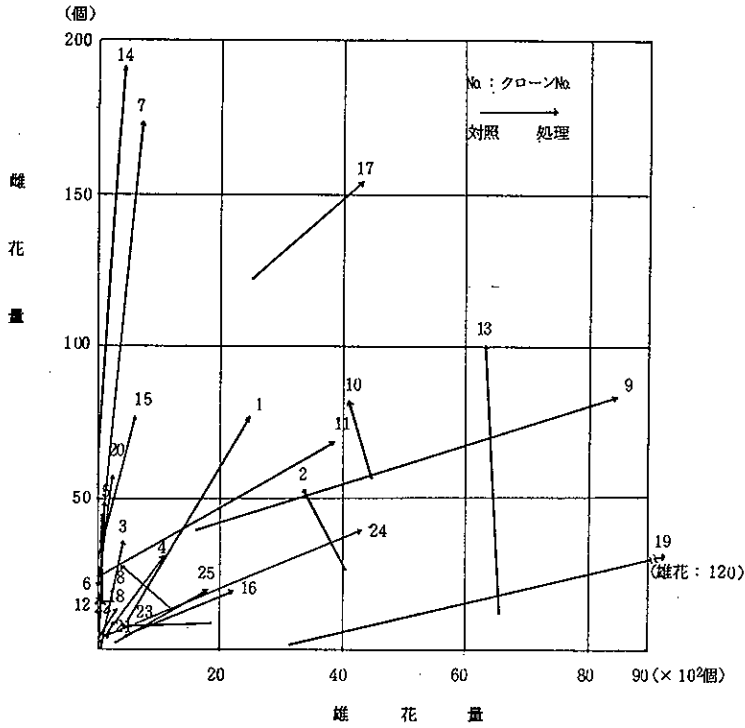


図.10 巻締め処理による25クローンの着花促進効果 ('84年処理)

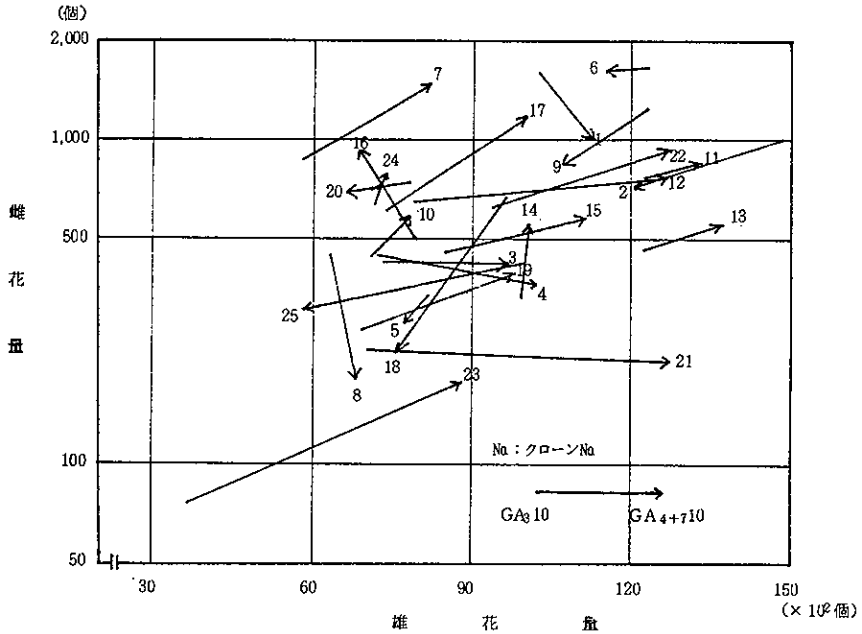


図. 11 GA₃とGA₄₊₇処理(10mg包埋)での25クローンの着花促進効果の比較 ('85年処理)

(3) 次代生産に対するクローンの寄与率

総着花量にに対する各クローンの着花割合を雌花と雄花別に算出し、その平均値をクローンの次代生産に対する寄与率とした。各処理での25クローンの寄与率の分布を図12に示す。

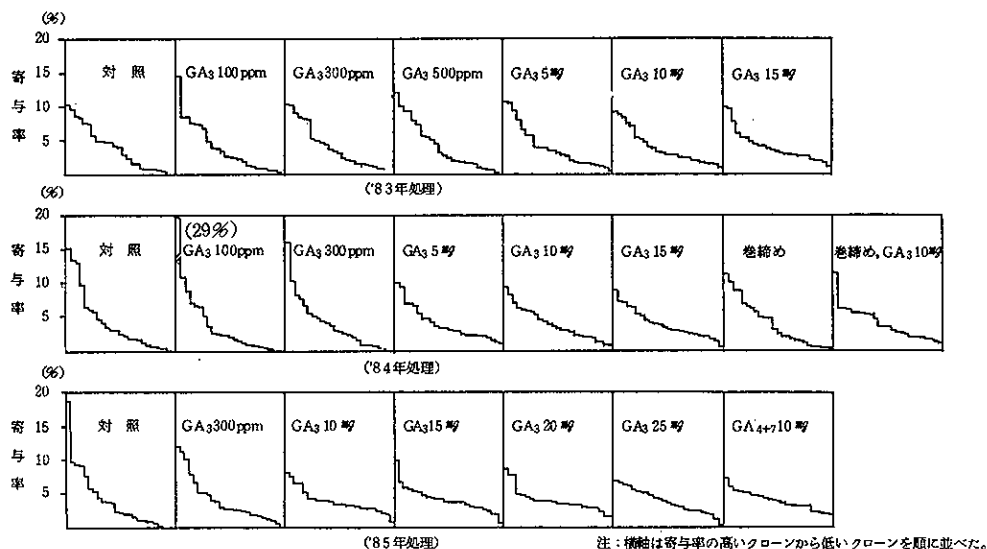


図.12 各処理での25クローンの次代生産に対する寄与率

GA₃の浸漬処理では、GA₃によってよく着花促進する特定のクローンの寄与率が高くなる傾向にあり、特に100 ppm処理ではその傾向が著しい。しかし、包埋処理では各クローンの寄与率は均等化し、そして処理量が多いほどその傾向が認められた。'83～'85 処理年の対照での着花量の多い上位5クローンの累積寄与率は44～58%であったのに対し、GA₃の10mg包埋処理によったときは34～40%となり、処理によって少数クローンでの寄与率が高い傾向は是正された。

次に、GA₄₊₇の10mg包埋処理でも各クローンの寄与率はGA₃処理と同等以上に均等化する傾向が認められた。また、巻締め処理でも各クローンの寄与率はやや均等化する傾向を示した。

3.2 根切り試験

3.2.1 材料と方法

'83～'85年に、表1に示した58-6採種園において根切り試験を実施した。試験は25クローンの採種木を供試し5反復で実施した。根切りは、5月下旬～6月上旬('83年:5月26日～6月6日, '84年:5月30日～6月2日, '85年:6月5日～6月10日)に、樹冠の先端に相当する部分をトレンチャーにより掘溝(幅20cm, 深さ50cm)した。なお、溝は処理後埋め戻した。また、無処理区を設定して対照とした。調査は処理の翌春に樹冠全体での着花状況を次の基準によって5段階に評定した。

5: 樹冠全体に多数の花芽が着生している。4: やや多い, ~~多~~ 3: 中程度, 2: やや少ない, 1: 極めて少ないかあるいは全くない。

3.2.2 結果と考察

調査結果の概況を図13に示し、分散分析(累積法)の結果を表13に示す。

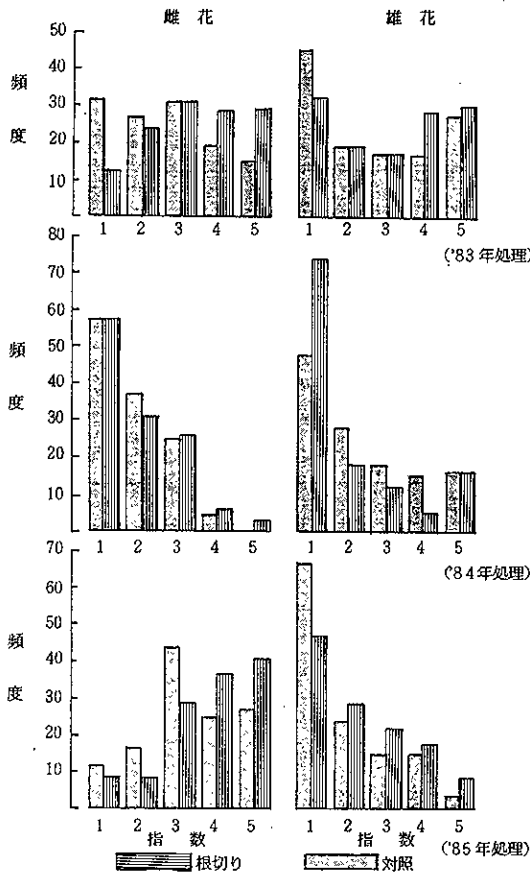


図.13 根切り試験調査結果 (25クローン, 5反復)

'83, '85年処理では雌雄花ともに処理効果が認められた (1%水準)。しかし, '84年処理での雌花では処理効果が認められず, 雄花では処理によって着花量が減少した。また, クローン間にはいずれの処理年でも有意差 (1%水準) が認められたとともに, '83年処理での雌花では処理とクローンの交互作用が認められた。

処理効果の認められた'83, '85年処理における, よく自然結実するクローン (クローンNo 2, 13) と中庸なクローン (クローンNo 8, 17) および結実しにくいクローン (クローンNo 23, 18) (2.2.3項参照) の調査結果を図14に示す。

ラメートによって処理効果は異なるが, よく自然結実するクローンおよび中庸なクローンでは処理効果が認められた。しかし, 結実しにくいクローンではラメート間の変動が小さいとともに, 処理効果がほとんど認められなかった。

さきにジベレリンの処理効果の検討 (3.1.2.1項参照) において, 処理年の気象条件および前年の結実状況と処理効果の関係

を指摘した。根切り処理でも花芽分化期の気象条件が高温, 少雨であった'83, '85年処理で処理効果が認められた。根切りは養水分の吸収を制御して樹体の栄養バランスを調節する処理であり, ジベレリン処理に比較してなお一層気象等の環境条件や樹体の栄養生理的条件の影響を受けるため, 処理効果が処理年によって大きく異なるとともにラメート間の変動も大きいと推察した。

表.13 根切り試験の分散分析結果 (累積法)

要因	D.F	雌 花						雄 花					
		'83年		'84年		'85年		'83年		'84年		'85年	
		M.S	V.R	M.S	V.R	M.S	V.R	M.S	V.R	M.S	V.R	M.S	V.R
処理(A)	4	14.50	**	1.65	N.S	4.61	**	2.45	**	4.47	**	3.27	**
クローン(B)	96	3.96	**	1.58	**	3.54	**	5.32	**	3.82	**	3.32	**
(A) × (B)	96	1.01	**	0.90	N.S	0.09	N.S	0.35	N.S	0.54	N.S	0.54	N.S
誤差	800	0.58		0.94		0.79		0.56		0.71		0.77	
全体	996												

DF: 自由度 M.S: 平均平方, V.R: 分散比

*: 有意水準5%, **: 有意水準1%, NS: 非有意水準5%以上

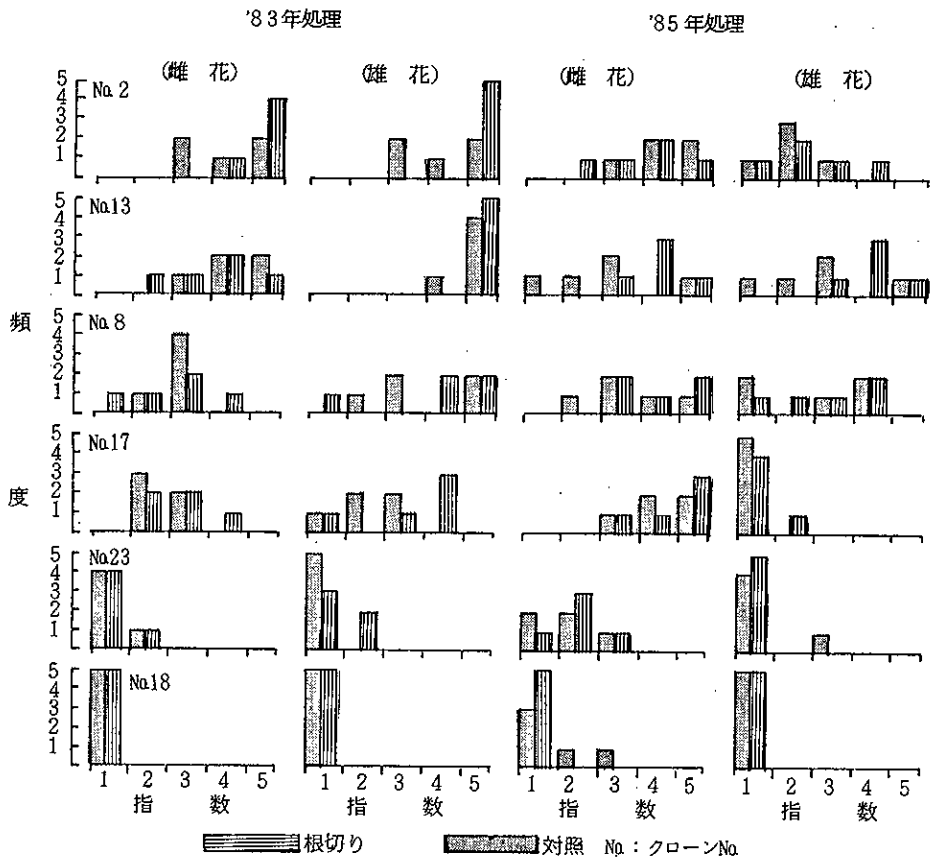


図. 14 6クローンの根切り試験調査結果 (5反復)

4. GA₃ 処理したときの球果、種子の生産性と形質

4.1 材料と方法

3.1項の着花促進試験で'83, '84年に実施したGA₃の10mg包埋処理および対照について、処理の翌年の10月に処理別、クローン別に球果を採取し、球果数、球果生重量、球果容量、種子重量、種子1000粒重、発芽率を調査した。種子の精選は1mmメッシュの篩によった。なお'84年処理での対照は、クローンによっては着花量が少ないため、巻締め処理した球果、種子を供試して対照での球果、種子の形質とした。

4.2 結果と考察

4.2.1 球果、種子の生産性

(1) 結果率

'83処理年での結果率は、GA₃処理では79 (57 ~ 94)%, 対照では71 (48 ~ 100)%であったのに対し、'84処理年での結果率は、GA₃処理では56 (10 ~ 86)%, 対照では45 (16 ~ 84)%であり、'84年処理は'83年処理に比べて結果率が大きく低下した。ここで開花期の頃の最高、最低気温を表14に示す。

表14 開花期の頃の最高、最低気温

月、日	3月											4月							
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	
'84年	最高気温	8.8	4.4	5.4	10.5	7.7	14.8	12.2	15.4	12.6	17.6	18.8	13.6	12.2	9.8	15.6	15.8	14.5	12.0
	最低気温	-3.0	-3.5	-7.5	-2.5	0.0	-0.5	-5.0	2.3	-3.7	-2.3	3.8	5.0	-2.0	-0.5	5.5	10.5	7.5	-2.3
'85年	最高気温	13.8	13.5	15.6	16.2	18.8	16.7	16.2	10.8	19.2	16.0	16.0	8.6	14.2	15.6	15.0	20.8	16.9	17.6
	最低気温	5.9	-0.3	-1.2	-2.8	-0.5	12.0	6.5	3.5	1.2	3.8	-2.3	-4.0	-2.7	1.5	12.0	4.7	-1.5	6.6

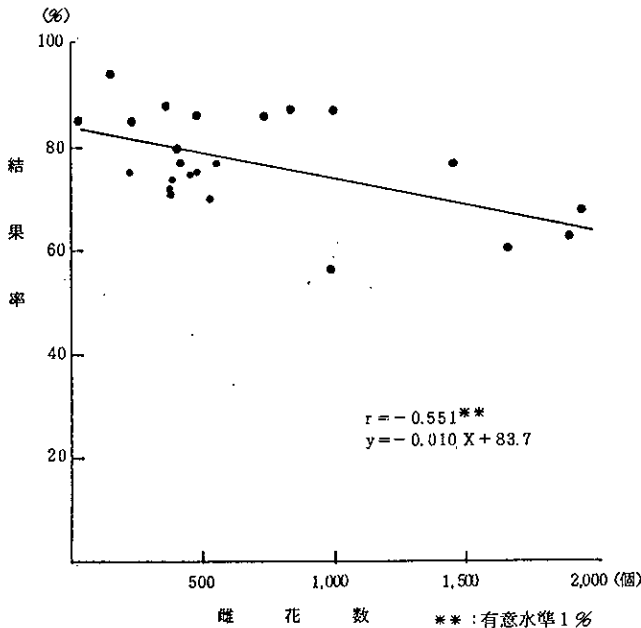
月、日	4月																		
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
'84年	最高気温	14.8	11.6	16.7	13.8	12.8	15.6	19.1	21.0	20.2	14.0	23.2	26.2	16.6	12.8	13.6	13.5	19.2	23.6
	最低気温	-3.3	-3.3	4.5	8.8	0.6	-1.5	-1.1	1.8	11.0	11.0	8.7	11.0	7.2	5.3	6.5	0.0	-1.5	1.8
'85年	最高気温	13.2	23.6	27.6	24.0	14.2	14.2	13.9	18.0	13.4	19.6	22.6	19.7	22.8	20.4	24.5	20.9	26.0	18.9
	最低気温	7.8	2.2	3.7	3.0	3.5	10.3	5.3	12.5	3.0	-1.0	8.0	1.0	9.7	2.6	6.7	14.0	8.9	2.2

気象資料は関西林木育種場資料による。

開花状況：平年における開花は4月1～25日頃で、最盛期は4月7～16日頃である。

'85年は'84年に比べて、3月中は最高、最低気温ともに高温の日が多く開花が促進されたと考える。ところが4月1日に-4.0℃を記録した。その後褐色～黒色に変色する花芽を多く確認しておりこれを凍害と判断した。この凍害が'84年処理での結果率が大きく低下した原因と考える。さらに2.2.1項において採種圃の結実量を検討したが、開花期の頃の花芽の凍害は当該採種圃の結実量に大きな影響を与える地域特性といえよう。

次に、'83年のG A₃ 処理における雌花数と結果率の関係を図15に示す。なお結果率が100%を超える異常値は除去した。



雌花数の増大にもなって結果率は低下し、雌花数が枝あたり約1500個以上のとき結果率は約60%に低下することが明らかになった。

(2) 球果、種子の生産性

G A₃ 処理および対照での枝あたりの球果数、球果重量、種子重量（以下球果種子の生産量）を表15に示し、雌花数および球果種子の生産量の相関行列を表16に示す。

図.15 着花量と結果率の関係 ('83年G A₃ 10mg包埋処理)

表15 GA₃処理 (10mg包埋) と対照での球果, 種子の生産量 (枝あたり)

処理年	処理方法	球果数 (個)	球果重量 (g)	球果容量 (cc)	種子重量 (g)
'83年	GA ₃	476 (371)	242.5 (149.3)	471 (287)	25.4 (15.5)
	対照	154 (156)	92.4 (85.8)	179 (163)	9.4 (9.3)
'84	GA ₃	202 (169)	121.8 (85.0)	241 (164)	17.8 (26.4)
	対照	10 (13)	7.4 (9.5)	15 (19)	0.7 (0.9)

() : クローン平均値の標準偏差

表16 雌花数および球果, 種子の生産量間の相関

(n = 25)

区分	雌花数	球果数	球果重量	球果容量	種子重量
雌花数	-	0.807	0.690	0.687	0.678
	-	0.803	0.787	0.783	0.676
球果数	0.982	-	0.947	0.938	0.927
	0.910	-	0.974	0.975	0.936
球果重量	0.934	0.960	-	0.999	0.984
	0.862	0.984	-	0.997	0.963
球果容量	0.922	0.951	0.997	-	0.982
	0.866	0.982	0.999	-	0.972
種子重量	0.874	0.901	0.961	0.964	-
	0.800	0.955	0.986	0.985	-

上段 : GA₃処理, 下段 : 対照

対角軸左側 : '83年処理, 対角軸右側 : '84年処理

0.1%水準 : 0.618

ここで採種木の主枝数を20本, そのうち10本にGA₃処理 (10mg包埋) すると仮定したとき, 採種園 (400本/ha) の推定種子生産量は '83年処理の結果では 140 kg/ha (処理枝 : 102 kg, 無処理枝 : 38 kg), '84年処理の結果では 75 kg/ha (処理枝 : 71 kg, 無処理枝 : 4 kg) であり, 自然着花での推定種子生産量と比較すればそれぞれ1.8倍, 13.2倍であった。すなわち, 採種園においてGA₃またはGA₄₊₇によって着花促進すれば, 種子生産量は処理期の気象条件や開花期の花芽の気象害等によって異なるが, 基準生産量 (40 kg/ha) の2~3倍の生産が可能であろう。そして採種年による種子生産量の変動は小さくなる。

一方, 結果率が低下した '84年処理では, 雌花数と球果種子の生産量の相関がやや低下したが, 雌

花数と球果種子の生産量には相互に高い相関が認められ、クローンの着花性と球果、種子の生産構造は基本的に変わらないと考えられ、着花性によって種子生産性等を検討する妥当性が示された。

4.2.2 球果、種子の形質

GA₃処理と対照での球果、種子の形質の比較を図16に示し、分散分析の結果を表17に示す。

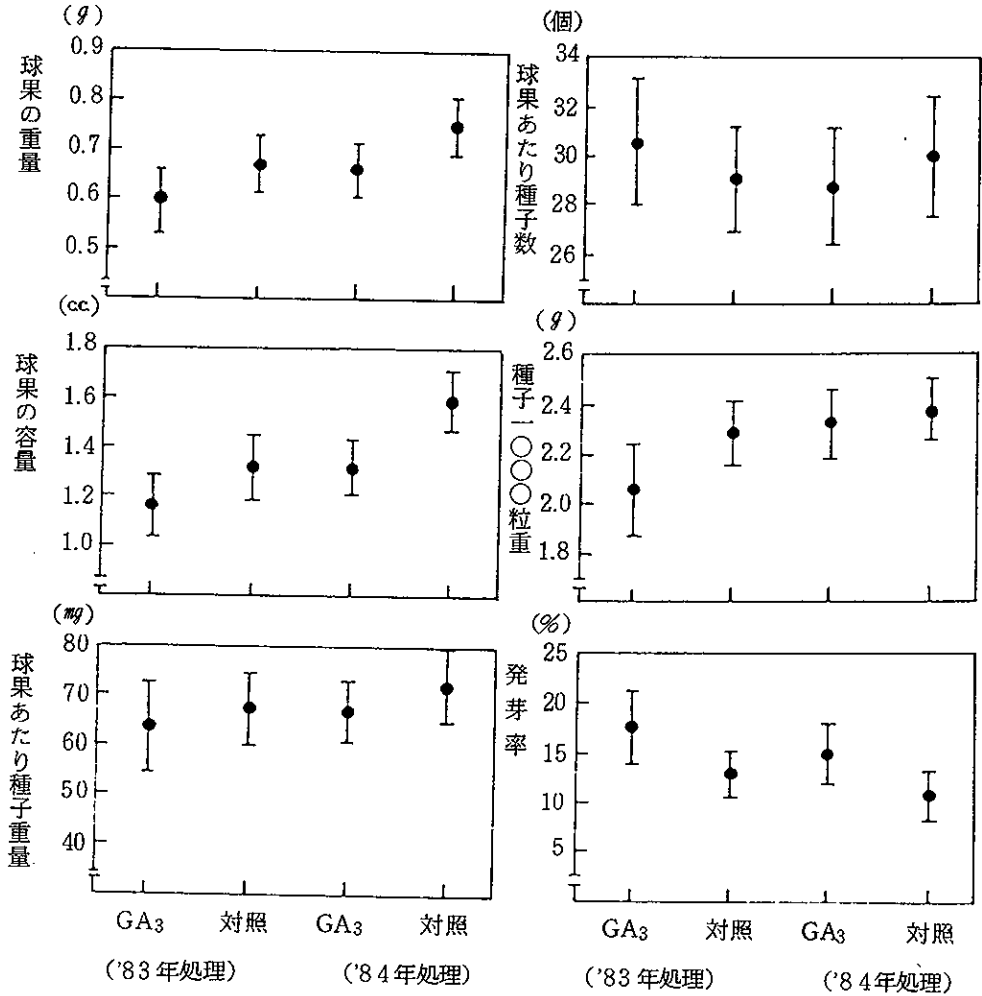


図. 16 GA₃処理と対照での球果、種子の形質 (25クローン平均, 95%信頼限界)

表17 球果、種子の形質の分散分析結果

要因	DF	球果重量		球果容量		球果あたり種子重量		球果あたり種子数		種子1000粒重		発芽率	
		MS	V.R	MS	V.R	MS	V.R	MS	V.R	MS	V.R	MS	V.R
処理年(A)	1	0.119	29.75**	1.032	4.300**	397.375	6.89*	4.822	0.57	0.781	37.19**	102.341	2.49
処理(B)	1	0.143	35.75**	1.006	4.192**	423.284	7.34*	0.147	0.02	0.464	22.10**	414.123	10.07
クローン(C)	21	0.051	12.75**	0.226	9.42**	901.247	15.63**	89.648	10.61**	0.290	13.81**	78.051	1.90
(A) × (B)	1	0.000	0.01	0.067	2.79	7.102	0.12	41.732	4.94*	0.167	7.95**	1.206	0.03
(A) × (C)	21	0.011	2.75*	0.035	1.46	116.446	2.02	9.718	1.15	0.084	4.00	33.219	0.81
(B) × (C)	21	0.006	1.50	0.032	1.33	94.070	1.63	10.081	1.19	0.052	2.48	33.084	0.61
誤差	21	0.004		0.024		57.650		8.453		0.021		41.141	
全体	87												

DF：自由度， MS：平均平方， V.R：分散比
*：有意水準5%， **：有意水準1%， NS：非有意水準5%以上

'84処理年に比べ'83処理年での球果の重量、容量、球果あたりの種子重量および種子1000粒重はいずれも小さく、発芽率が高い。また、GA₃処理での球果、種子も対照に比べて同様の傾向を示した。しかし、球果あたりの種子数は処理年および処理と対照とで一定の傾向は認められなかった。一方、球果の重量、容量、球果あたりの種子重量、種子数および種子1000粒重はクローン間にも差が認められた。

ここで枝あたりの球果数と球果、種子の形質との相関を表18に示す。

表18 枝あたりの球果数と球果、種子の形質の相関

(n = 25)

処理年	処理区分	球果重量	球果容量	球果あたり種子重量	球果あたり種子数	種子1000粒重	発芽率
'83(年)	GA ₃	-0.749	-0.756	-0.682	-0.097	-0.735	0.303
	対照	-0.590	-0.633	-0.498	-0.113	-0.639	0.304
'84	GA ₃	-0.492	-0.538	-0.417	-0.252	-0.359	0.207
	対照	-0.456	-0.630	-0.412	-0.402	-0.237	-0.113
全体		-0.638	-0.666	-0.519	0.019	-0.620	0.337

5%水準：0.396， 1%水準：0.505， 0.1%水準：0.618

球果の重量、容量、球果あたりの種子重量、および種子1000粒重には負の相関が認められた。すなわち、球果、種子の大きさおよび重さは、クローンの遺伝的特性であるとともに、豊作年や着花促進処理によって結実量が増大すれば軽小化する特性である。

次に発芽率は、豊作年およびGA₃処理によったとき向上した。作柄と発芽率の関係は豊作年で発芽率が高くなることが知られている¹⁹⁾。GA₃処理したときの発芽率は、橋詰⁵⁾、網田²⁰⁾の試験では処理によって発芽率が向上し、河村²¹⁾、金川²²⁾らの試験では両者の間に差が認められなかった。これらの試験結果の違いは実験者によって試験対象クローンが異なっており、また、これらの試験では処理木と対照木のラメートが異なることから、ラメートによって立地環境、栄養生理的条件、受粉状況等が異

第1主成分は球果、種子の大きさおよび重さを表わし、第2主成分は主に発芽率を表わしている。

G A₃ 処理したとき多くのクローンで球果、種子は軽小化し発芽率は向上した。特に、クローンNo 1、6、2等のG A₃の着花促進効果が大きいクローンでは発芽率の向上が著しい。このことはG A₃処理したとき、花芽または種子の生育過程でジベレリンが関与して稔性が向上することが考えられる。しかし、当該採種園においてカメシ類の被害種子²³⁾を多く観察しており、今後虫害を除去しての検討が必要であろう。なお、クローンNo 20の発芽率が低いのは染色体が3倍体²⁴⁾のためである。

5. 採種園における実用的着花促進技術の検討

採種園において着花促進施業を実施するとき、採種園を構成しているクローンに対して処理効果が大きく、また確実に処理効果が認められる必要がある。そして、処理によって得られた種子の発芽性等の形質も良好であることが望ましい。さらに、採種木の健全性、施業経費、労務状況、採種園の立地環境等を考慮しなければならない。

G A₃の浸漬、包埋処理およびG A₄₊₇の包埋処理について、また巻締め、根切り処理について、着花促進効果およびその確実性、採種木の健全性、次代生産に対する採種園構成クローンの寄与率の状況、球果、種子の形質等について検討した結果、G A₃またはG A₄₊₇の包埋処理が最も有効であった。さらに、巻締め処理はそのまま放置したとき処理部の先端が枯損し⁵⁾、根切り処理は施業の実施にあたり労務上そして機械で実施するときは採種園の傾斜等の制約があり、G A₃の浸漬または散布処理は包埋処理に比べて多量の薬剤が必要である(試算、300 ppm 2回散布：500 g/ha以上、10mg×10枝/本包埋：40 g/ha)。

次に、従来は果粒剤を直接樹幹に包埋するのが通常で⁸⁾、樹幹処理によったとき処理部方向の限られた枝のみ処理効果が表れやすい傾向にあった。本試験ではジベレリンをCMCで前処理することによって取り扱いが容易となり、枝処理および少量分散処理が可能となった。そして枝処理することによって処理効果が確実に認められ、また少量分散処理することによって処理部の癒合は2～3年で完了する。したがって3年以上の周期で枝または採種園での輪番実施が可能である。枝あたりの施用量は、20年生前後の採種木では10mgを基準とし、ジベレリンに対する反応の程度によって処理枝数を調節することにより、次代生産に対する各クローンの寄与率は一層均等化するであろう。

なお、豊作年や着花促進施業による着花量の増大は、樹体に大きな影響を与え²⁵⁾と考えられるので採種園の肥培管理に留意する必要がある。さらに、種子の形質は一年生苗木の生育に大きく影響することが分かっており²⁶⁾、種子の形質が母樹クローンによって異なるとともに、着果量の増大にともなって軽小化することから、種子のこうした特性を考慮して育苗する必要がある。

6. 結論

採種園では良質の種子を安定的に、また大量に生産する必要がある。そして採種園構成クローンの生産割合はできるだけ均等であることが望ましい。この研究は、20年生前後のヒノキ採種園の種子生産実態を明らかにするとともに、実用的な着花促進技術について検討したものである。

- (1) 採種園の結実量は、採種年によって大きく異なり花芽分化期(結実前年の7～9月)の気象条件が高湿、少雨、多照のとき増大し豊作を示しやすく、低温、多雨、少日照のとき減少して凶作を示しや

すい。それとともに毎年肥培管理を実施している採種園であっても、結実量の年次変動に豊凶の周期変動性も考慮しなければならない。また採種園の密度管理や剪定等の施業条件によって異なるとともに、前年の結実量が多い場合翌年の結実量が減少する傾向がみられた。そして採種園構成クローンの結実特性によっても大きく異なった。なお、当該地域の採種園では開花期の頃に花芽が気象害を受けて結実量が減少する年がある。

- (2) 採種園の本数調整（1600本/ha → 400本/ha）を実施したとき、実施後3年経過すれば採種木あたりの結実量が増大し、単位面積あたりの結実量でも密植仕立とはほぼ同等の結実量を示す。
- (3) よく結実するクローンはいずれの採種年でも平均的に上位の結実性を示すが、隔年結果の傾向が認められ、結実当年とその翌年で結実量の変動が大きい。結実しにくいクローンはいずれの採種年でも下位の結実性を示し、結実量の変動も小さい。
- (4) 当該採種園では少数クローンの結実量の割合が高く、その傾向は凶作年ほど著しい。このことは今後の当該採種園の管理を考える上で重要な問題である。
- (5) 着花促進処理の効果は処理の方法、処理年および花性によって異なるとともに、対象クローンによっても大きく異なる。GA₃またはGA₄₊₇の化学的処理は、根切り、巻締めなどの機械的処理に比べて処理効果が大きく、また多くのクローンで処理効果が認められる。機械的処理は自然着花しにくいクローンでは処理効果が認められない。また、処理効果は主に処理時期の気象条件や前年の結実状況との関係で処理年や花性によって異なり、根切り処理では処理効果が認められない処理年もあった。
- (6) GA₃の処理方法は、包埋処理が浸漬処理に比べて処理効果が大きい。そして処理量が多いほど、また高濃度ほど処理効果が大きい傾向を示すが、枝あたり15mg以上の包埋処理や300ppm以上の高濃度の浸漬処理では、処理年によっては処理枝の一部に薬害が発生し、処理効果の増大が認められなかったり、対照に比べて着花量が減少する場合がある。枝あたり10mgの包埋処理は、処理効果が大きくまたその効果が確実に認められ、薬害も比較的軽微である。10mg包埋処理での3カ年平均の処理効果（25クローン平均、対照比）は、雌花は6倍、雄花は7倍であった。
- (7) GA₃は自然着花しやすいクローンに対して処理効果が大きい傾向にある。しかし、自然着花しにくいクローンでも処理効果が比較的大きいクローンもみられた。また、GA₃は両花性に対して共通的に着花促進し、雌花で処理効果が大きいクローンは雄花でも処理効果が大きい。
- (8) GA₄₊₇の処理効果はGA₃の処理効果と同程度のクローンが多い。しかし、GA₄₊₇、GA₃それぞれに特異的に反応して処理効果が異なるクローンがみられた。特に雄花に対する着花促進において異なるクローンが多い。なおGA₄₊₇処理での薬害はGA₃処理に比べて発生しにくい。
- (9) 着花促進処理を実施したときの次代生産に対する採種園構成クローンの寄与率（雌花と雄花の着花量による）の状況を検討した結果、GA₃またはGA₄₊₇の包埋処理によったとき各クローンの寄与率は最も均等化した。そして処理量が多いほどその傾向が認められた。
- (10) 枝あたりの雌花の着花数が増大すれば結果率は低下し、枝あたり約1500個以上着生すれば結果率は約60%に低下する。また、豊作年やGA₃処理を実施して結実量が増大すれば、球果、種子は軽小化する。しかし発芽率は向上する傾向にある。
- (11) 採種園での実用的な着花促進施業として、処理効果およびその確実性、次代生産に対する採種園構成クローンの寄与率の状況、球果、種子の形質、採種木の健全性、施業経費等について検討した結果、GA₃

参考文献

- 1) 林野庁. 林木育種事業指針. (1956)
- 2) 林野庁. 採種園の施業要領. (1964)
- 3) 関西林木育種場. 採種園の現況と利用状況. 林木育種推進近畿瀬戸内四国地区協議会資料 (1975~'85)
- 4) 古越隆信. ヒノキ着花結実技術開発—技術開発と育種的意義. 林木の育種. No 134, P. 28~31 (1985)
- 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. 鳥取大学演習林報告. No 7, P. 1~139 (1973)
- 6) 得居修. ヒノキ採種林の施業に関する試験. 日本林学会関西支部大会講演集. No 26, P. 170~173 (1975)
- 7) 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). 日本林学会大会講演集. No 41, P. 309~311 (1959)
- 8) 関西林木育種場, 同山陰支場, 同四国支場. 採種園の育成管理指針. (1982)
- 9) 明石孝輝. 次代検定林のデータ処理と交配設計. 林木育種協会. P. 85~88 (1978)
- 10) 長尾精文, 佐々木恵彦. ヒノキの花成分応に及ぼす光処理の効果. 林業試験場研究報告. No 332, P. 39~60 (1985)
- 11) 岡山地方気象台. 岡山県気象年報. 日本気象協会岡山支部. (1979~'85)
- 12) Eiichi M ORITA. Seed Crops of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* S. e Z.) in Recent 3 Decades in Kyushu and the Forecast for the Future. 日本林学会誌. No 61, P. 242~248 (1979)
- 13) 勝田征, 坂下ヒノキ採種園における種子生産実績と今後の技術的対応. 林木の育種. No 124 P. 13~18 (1982)
- 14) 長尾精文. スギの花成におよぼす温度の影響. 日本林学会誌. No 62, P. 280~282 (1980)
- 15) 金川侃, 勝田征, GA₃, GA₄₊₇によるヒノキの着花促進効果. 日本林学会大会講演会集. No 94, P. 299~300 (1983)
- 16) 丹原哲夫. スギ苗木を使用した着花促進要因実験. 未発表
- 17) 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. 静岡県林業試験場研究報告. No 6, P. 36~40 (1974)
- 18) 河村嘉一郎, 植月充孝, 橋詰隼人. ヒノキの着花促進法—ジベレリンとアトロックスの併用処理の効果について. 日本林学会関西支部大会講演集. No 29, P. 88~90 (1978)
- 19) 小沢準二郎. “結実の豊凶とタネの品質”. 針葉樹のタネ—生産と管理—. 東京, 地球出版, (1962) P. 185~187.
- 20) 網田良夫. 環状剥皮及びジベレリン処理によるヒノキ着花促進. 関西林木育種場山陰支場業務記録. No 11, P. 54~59 (1971)
- 21) 河村嘉一郎, 植月充孝, 伊田貞雄. ジベレリン処理により得られたスギ. ヒノキの球果, 種子及

- び苗木の形質調査. 関西林木育種場年報. No.12, P. 151~156 (1975)
- 22) 金川侃, 青木茂. 採種園に関する研究—ジベレリン処理によるヒノキ種子生産. 茨城県林業試験場業務報告. P. 8~9 (1972)
- 23) 奥田清貴, 小林一三. カメムシ類によるスギ・ヒノキ種子の被害. 日本林学会大会講演集. No.96, P. 503~504 (1985)
- 24) 佐々木義則. 有用樹種の細胞遺伝学的研究〔Ⅶ〕—スギおよびヒノキの精英樹にみられる三倍体. 大分県林業試験場研究時報, No.5, P. 5~13 (1982)
- 25) 佐々木研, 河野耕蔵, 川上房子. 自然形に育てたアカマツ採種園の本数密度とタネの生産量. 関東林木育種場年報. No.8, P. 277~286 (1971)
- 26) 丹原哲夫. 育種苗木の生育性. 岡山県林業試験場業務年報. No.21, P. 16~19 (1980)