

簡易フレームを用いたスギ (*Cryptomeria japonica*) 人工交配の種子生産効率及び作業工程

大 谷 賢 二⁽¹⁾

Kenji OHYA : A Procedure and Seed production Efficiency of Artificial Pollination Using Potted Seedlings of Sugi (*Cryptomeria japonica*) in Plastic Frames

要 旨：野外での人工交配に比べてより効率的に行える交配技術を開発するため、ビニールハウスの中で、簡易な小型ビニールフレームを用いた交配を試みた。

その結果、施設交配によるスギ種子の生産量は、1 受粉母樹当り0.1~8.2 g, 平均で2.1 g, 1 組合せ当りでは0.3~24.6 g, 平均で6.3 gであった。発芽率は、家系別で3.6~35.2%, 平均で9.4%であった。

施設交配による1 g 当りの種子生産に要する労力は、野外での袋掛け交配の17.2%で、総経費では18.3%となった。

この施設交配は、一連の交配作業を適期に実施できる。また、受粉は花粉樹と受粉母樹を同室のフレームに入れて無袋のまま行えるので、花粉採集、袋掛け及び除袋作業が省略できる。しかも、交配組合せの受粉が容易に行える。

また、外部花粉による汚染度は、1 フレームに入れる花粉樹を2 鉢, 4 鉢, 6 鉢としたとき, 29.1%, 25.4%, 8.7%となった。したがって、鉢数をふやすことによって汚染度を軽減できる見通しを得た。

I はじめに

関東林木育種場では、従来一般的に行われているスギの野外の植栽木を用いた人工交配作業では、冬期間における雌・雄花の寒害²⁾, 風雨による交配枝の折損, 交配袋の破損等の被害のほか、天候の影響で作業適期を逸することもまれではない。また、交配が高所作業となり能率低下もみられる。このような不都合を解消し、さらに一度に多数の交配家系の得られる技術を開発するため、ビニールハウスの中に簡易な小型ビニールフレームを作り、その中でいくつかの交配実験を行ってきた。

この交配における種子の生産量⁸⁾⁹⁾と生産費⁷⁾, 外部からの花粉による汚染¹⁰⁾等について部分的に報告してきた。ここでは、それらを包括して報告する。

II 材料と方法

1 交配試験の概要

小型ビニールフレームを用いた交配試験の実施状況は表1のとおりで、1980年から1988年までの間に4回にわたり、施設交配における種子の生産、作業工程、外部からの花粉汚染の解消技術等について検討してきた。

(1) 関東林木育種場

表1 施設を用いた交配の各年度の交配実験実施状況

さし木	床替え	鉢植え	G A 処理	除雄	受粉	球果 採取	脱種 精選	貯	蔵	まき つけ	発芽 調査	備	考
1978.4	'79.4	'80.4	'80.7・8	'81.2	'81.3	'81.10	'81.11	'81.11~'82.3	'82.4	'82.6		種子生産量及び工程 関育年報15号	
1979.4	'80.4	'81.4	'81.7・8	'82.2	'82.3	'82.10	'82.11	'82.11~'83.3	'83.4	'83.6		外部からの花粉汚染の 調査95日林論, 1984	
1980.4	'81.4	'83.4	'83.7・8	'84.2	'84.3	'84.10	'84.11	'84.11~'85.3	'85.4	'85.6		種子生産量及び工程 林木の育種特別号	
1984.4	'85.4	'86.4	'86.7・8	'87.2	'87.3	'87.10	'87.11	'87.11~'88.3	'88.4	'88.6		種子生産量及び工程 関育年報21号	

2 施設交配による種子生産効率及び作業工程に関する試験

1) 材 料

交配に用いた苗木：スギ精英樹のなかで成長⁴⁾及び発根性¹¹⁾のよいものをさし木で養苗した1回床替2年生または3年生のクローン（苗長50~60cm）で、1983年4月上旬に素焼の菊鉢（直径27cm）に1鉢3本ずつ移植したものである。

簡易小型ビニールフレーム：構造と組立て方は図1のとおりで、直径1.9cm、長さ5.4mの亜鉛メッキパイプを(A)のように曲げて2個作り、それに1.74mに切ったパイプを(B)の継ぎ具を用いてつなぎ、1.8×1.8m四方の骨組み(C)を作った。これに厚さ0.1mm、幅1.85mのビニールを覆って、その上を(D)のプロテクター

2) 方 法

供試苗木に花芽を分化させるため、移植当年の7月と8月の2回にわたってジベレリンの50ppm水溶液を葉面散布した。同年11月上旬には寒害防止と花芽の成長を促進するため、ビニールハウス内に搬入した。翌年2月上旬に、図2によって、ハウス内の1つの小型ビニールフレームの中に花粉樹6鉢（単一クローン）と除雄した受粉母樹をランダムに11クローン（19鉢）、合計25鉢を入れた。同様の要領で花粉樹を替えて12個の

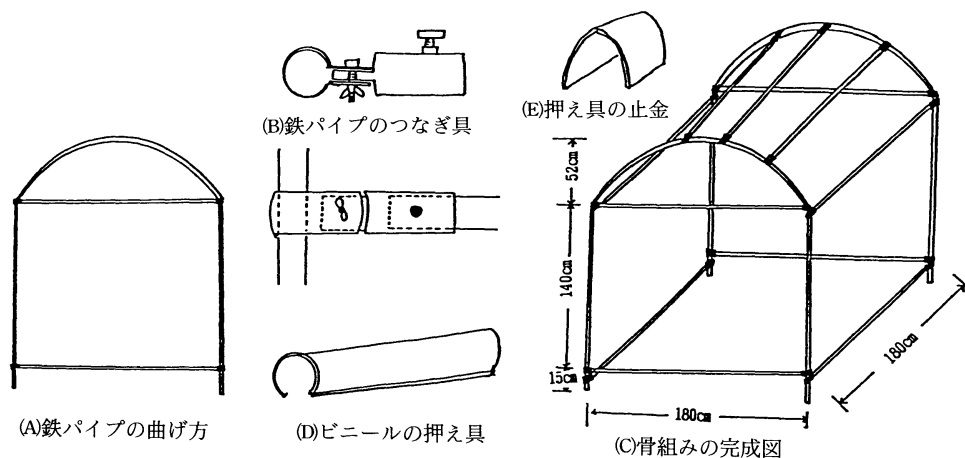
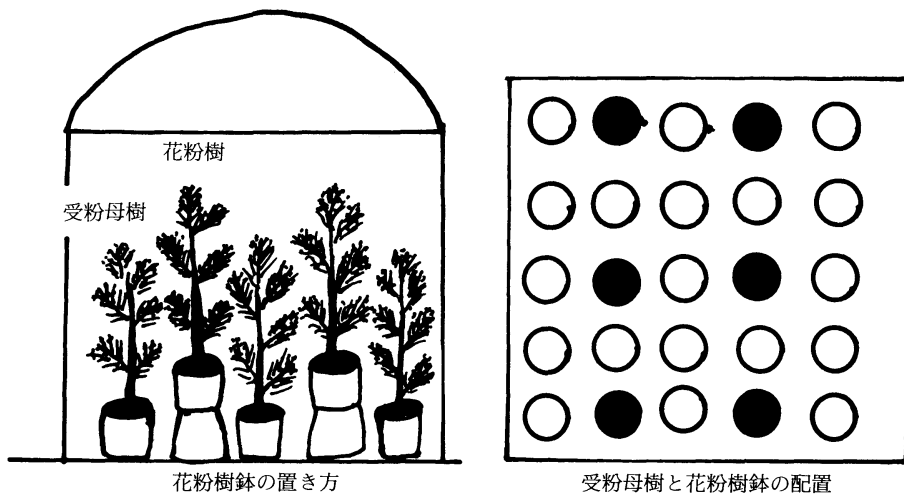


図1 小型ビニールフレームの構造と組立て方

フレーム内に受粉母樹をセットした。雌・雄花の開花の始まる2月中旬には、フレームをビニールで完全に密閉し、外部からの花粉が入らないようにした。雌・雄花の開花が最盛期となった時、フレームのビニールを手首が入る程度に予め作っておいた開閉口を開き、隔日に、フレーム内の雄花を竹の棒で振りながら花粉を飛散させた。花粉がすべて飛散し、雌花の鱗片(苞鱗と種鱗を総称して鱗片と略す)が完全に閉じた3月上旬にフレームのビニールを開放し、4月上旬には鉢を野外に搬出した。鉢植え時から球果採取までの間、随時、灌水、除草及び薬剤散布を行った。10月上旬に個体毎に球果を採取し、個数を調べた後、箱に入れて天日乾燥させた。11月上旬に脱種、種子精選を行って種子重を測り、翌年1984年4月上旬に苗畑にまきつけて、6月上旬に発芽本数を調査した。



(注) 花粉樹は受粉母樹より1鉢分高い位置
● 花粉樹(単一クローン)
○ 受粉母樹(11クローン)

3 黄金スギ等による受粉母樹の花粉汚染度に関する試験

1) 材 料

標識花粉樹として用いた苗木: 黄金スギ³⁾とヨレスギ⁵⁾のさし木苗で1回床替え3年生(苗長60~70cm)で、1981年4月上旬に素焼の菊鉢(直径27cm)に1鉢1本ずつ移植したものである。

簡易小型ビニールフレーム: 前述のものと同一規格のものである。

2) 方 法

各フレームには、除雄した受粉母樹と花粉樹の黄金スギをそれぞれ6本、4本、2本搬入(この場合の受粉母樹はそれぞれ19本、21本、23本)して、それぞれ2フレームずつ計6フレームつくった。また、ヨレスギを花粉樹にした試験でも黄金スギと同様の花粉樹の本数配置とし、それぞれ1フレーム計3フレームつくった。

交配で得た種子をプラントベットに5回繰り返してまきつけ、その発芽苗の呈色または形態の調査資料を基にし、外部花粉による汚染の状態について推定した。

III 結果及び考察

1 種子生産量

各母樹1本当たりの球果数、種子生産量及び種子1g当たり、苗床発芽本数の頻度分布を図3に示した。受粉母樹1本からの球果数は1~123個で、平均では36個であった。種子生産量は1受粉母樹当たり0.1~8.2gでその平均が2.1g、1組合せ当たりでは0.3~24.6gで平均が6.3gであった。また、種子1g当たりの発芽本数をみると2~190本で平均で50.6本が発芽した。これらの発芽率は3.6~35.2%でその平均が9.4%であった。

前者3項目について、それぞれ分散分析した結果を表2に示した。球果数及び発芽数のフレーム(花粉樹)間には有意な差はなかったが、クローン間には5~0.1%水準で有意な差がみられた。特に種子生産量にはクローン(受粉母樹)間に高い水準で有意な差があった。

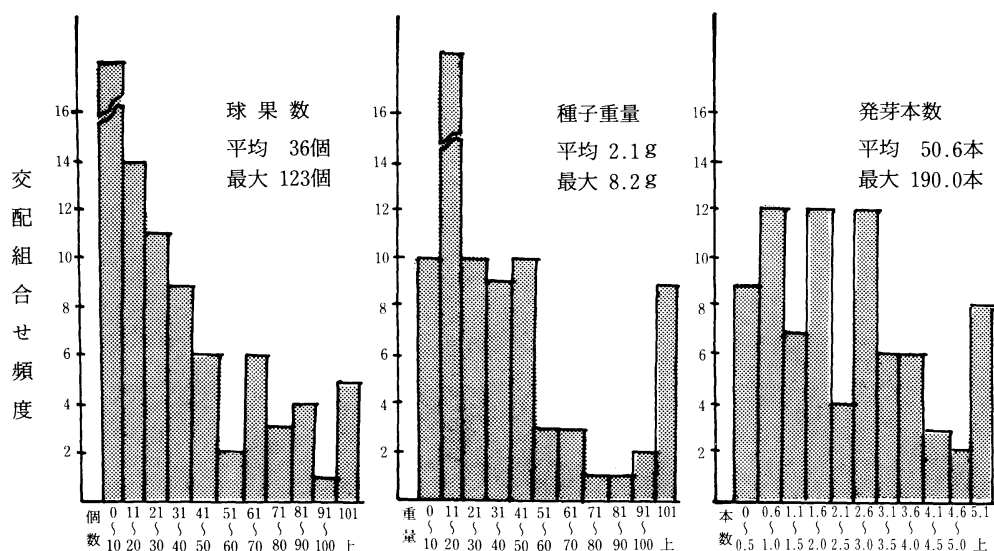


図3 受粉母樹1本当たりの球果数、種子重量及び1g当り発芽本数

表2 施設交配における受粉樹1本当たり球果数、種子生産量及び1g当り発芽数の分散分析

要因	自由度	平均平方		
		球果数	種子生産	発芽数
フレーム間	6	21.27	5.5667	1,144.52
クローン間	10	5,850.23*	13.1800***	2,935.84*
誤差	59	2,324.34	2.2017	1,199.65
全体	75			

注) *は5%, ***0.1%は水準で有意

大庭⁹⁾は、スギ精英樹クローンを鉢植えしガラス室内で交配した結果、母樹1本から4~6gの種子生産している。あわせて、クローンによって大きな差がでたことも報告している。本試験の施設交配でも同じ傾向で

あった。本試験では、採取された球果数がクローンにより大きな差があり、この差が種子生産に影響したものと考えられる。また、大庭⁹⁾に比べて本試験の種子生産量は3分の1から2分の1程度であった。この原因として前述のとおり、用いたクローンや施設が違うことがあげられるが、特に小型のハウスをビニールで完全に密閉したため、室内が高温多湿になり、しかも無風状態のため花粉の飛散が悪くなったことなどの影響によるものと考えられる。

次に、発芽率に関して本報と半田が野外・袋掛け交配をしたときの調査報告¹⁾と対応する受粉母樹の11クローンについて平均値で比較してみた。前者の場合は前述のように9.4%で後者の場合には8.4%であった。両者の交配デザインには相違はあるが交配種子の発芽率の差異はないと考えられる。

2 種子の生産費

小型ビニールフレームを用いた交配の資材費は表3-1に示したように、総額で56万円、フレーム1個分の材料は表3-2のとおり1万5千円の経費を要した。このフレームの大きさは、市販されているビニールの幅、パイプの長さの関係からこの大きさにした。この中には直径27cmの素焼の菊鉢25個入れることができる。この交配では主にビニールハウス、小型ビニールフレーム、菊鉢、灌水用具等に表3-1のように多額の経費を要する。しかし、これら資材費の償却年数を考慮すれば、表5に示したように、単年度の資材費は

表3-1 施設を用いた交配の資材と資材費

品 名	規 格	数 量	単 価	価 格	備 考
ビニールハウス	5.4×16.2m	1棟	150,000	150,000	10年使用
小型ビニールフレーム	1.8×1.8m	12棟	15,000	180,000	10年使用
素焼菊鉢	直径27cm	300個	450	135,000	5年使用
ダイモテープ	12mm幅15m巻	3個	1,200	3,600	
ビニタイ	500m巻	1巻	2,500	2,500	
用土	畑土	4m ²	2,500	10,000	
ジベレリン		2g	7,800	7,800	
ビニールホース	50m巻	1巻	7,500	7,500	3年使用
ホース巻		1個	3,500	3,500	3年使用
灌水ノズル		1個	1,000	1,000	
ガムテープ		2個	400	800	
肥料	化成肥料	1袋	3,000	3,000	
ハウス修理		1棟	45,000	45,000	2年に1回
フレーム修理		12棟	750	18,000	2年に1回
計				567,700	

表3-2 小型ビニールフレーム1個分の資材と経費

品 名	規 格	数 量	単 価	金 額
直管亜鉛パイプ	直径1.9cm長さ540cm	2本	550円	1,100円
直管亜鉛パイプ	直径1.9cm長さ174cm	11本	184	2,024
つぎ具	直径2.4cm長さ9.5cm	22個	55	1,210
プロテクター	直径2.4cm長さ 30cm	40個	30	1,200
止め具		40個	30	1,200
ビニール	厚さ0.1cm幅185cm	10m	150	1,500
加工組立賃		1	4,000	4,000
ビニール張り賃		1	2,000	2,000
計				15,000

1 受粉母樹当り133円、種子1g当り66円となる。しかも、施設交配の資材費は野外・袋掛け交配に要する資材費の約1/2の資材費で足りる。

労力は、花粉樹と受粉母樹のさし木増殖期間中の作業を除いて表4に施設交配と野外・袋掛け交配の作業工程及び種子1kg当りの所要労力数を示した。延べ28.0人工、一方野外・袋掛け交配の場合には163.0人工を要した。前者は後者の17.2%である。これを表5でみると、施設交配は1受粉母樹当り0.059人、種子1g当り0.028人で、それぞれ野外・袋掛け交配の41.3%、17.2%の労力でよい結果となる。労力費に換算すれば平地作業に比べ野外・袋掛け交配は高所作業となり労賃が高くつくので、それぞれ40.4%、16.8%の労賃で足りることになる(表5)。

表4 施設交配と野外交配の作業工程比較(労力(人)/種子1kg)

作 業 名	主な作業	時 期	労 力 数	
			施設交配	野外・袋掛け交配
ラベル作り	テープのパンチ	3月上旬	2.12人	4.68人
鉢植え		4月上旬	4.23	
ジベレリン処理	浸水葉面散布	7月上旬	0.53	5.85
ジベレリン処理	葉面散布	8月上旬	0.53	5.85
ハウス修理	ビニールの張替	11月上旬	2.12	
鉢搬入		11月上旬	1.06	
花芽調査		12月上旬	0.22	1.17
除雄		1月上旬	6.34	
除雄袋掛け		1月～2月		28.07
鉢移動		2月上旬	1.06	
花粉採集		2月～3月		35.86
花粉人為飛散		2月下旬	0.11	
花粉注入		3月～4月		15.59
鉢搬出		4月上旬	1.06	
除袋・調査		6月上旬		11.70
球果採取		10月中旬	2.12	16.76
測定		10月下旬		8.19
種子精選		11月上旬	6.34	29.24
その他	除草等		0.20	
計			28.04	162.96

注) ① 施設交配は大谷の報告⁹⁾から引用し12クローン900本(300鉢)を用いて1,890gの種子を生産した場合の換算値

② 野外交配袋掛け交配は半田の報告¹⁾から引用し、他家受粉2,240袋、自家受粉600袋、花粉採集802袋を用いて2,565gの種子生産した場合の換算値

また、表5から種子1g当りの生産費は、施設交配で192円、野外・袋掛け交配では1.051円となり、前者は後者の18.3%となり大幅に節減することができる。

以上のように種子生産までの効率は、施設交配が野外・袋掛け交配に比べて、当初投入額が高額になるが、その償却年数を考慮すれば前者は後者よりも有利と考えられる。労力についてもかなり節減できる。また、種子の発芽率についても施設交配で得た種子は、野外・袋掛け交配と比べて劣ることはなかった。

次に、工程の面から検討してみる。野外・袋掛け交配は、雌・雄花の寒害²⁾、袋の破れ等の被害を受けるのに対し、施設交配はその心配がない。

表5 施設交配と野外袋掛け交配の種子生産費の比較

		施設交配	野外袋掛け交配
一本(袋当り)		(1本当り) 2.1 g	(1袋当り) 0.88 g
	資 材 費	132.6円	265.6円
	労 力 費	0.059人	0.143人
	人 件 費	265.5円	657.8円
	資材+人件費	398.1円	923.4円
種子生産フレーム費			
	資 材 費	66円	302.0円
	労 力 数	0.028人	0.163人
	人 件 費	126.0円	749.8円
	資材+人件費	192.0円	1,051.8円

注) 表3及び表4から算出。

また、野外・袋掛け交配は、交配袋掛け、花粉採集、受粉作業等が天候に左右され作業適期を失う恐れ並びに高所作業に伴う危険性があるのに対し、施設交配はその弊害がない。更に、受粉母樹の除雄を丹念に行えば熟練した労力を要しなくても交配作業ができるという利点が上げられる。

このように、施設交配の作業上の工程は簡便に、しかも、能率的に行われるとの結論を得た。

3 黄金スギ等による花粉の汚染

1) 黄金スギを花粉樹に用いた場合

フレームに入れた花粉樹の本数を変えて得た種子の発芽状況について、黄金型苗の平均出現率を大庭の報告³⁾から修正して図4に示した。花粉樹を6本入れたフレームの平均出現率は83.0%であった。また、4本入れたフレームの平均は78.1%であり、2本入れたフレームの平均は71.2%と花粉樹の本数を多くするほど黄金型苗の出現率は高くなる結果となった。

2) ヨレスギを花粉樹に用いた場合

花粉樹に用いたヨレスギはヘテロ接合体⁵⁾であるため、交配の花粉がかかった種子の子供集団は50%のヨレスギ型苗の出現が期待できる。そのため図4には、ヨレスギの出現率を修正して示した。ヨレスギの花粉樹を6本入れたフレームのヨレスギ型苗の出現率は99.6%であった。しかし、4本入れたフレームは71.7%、

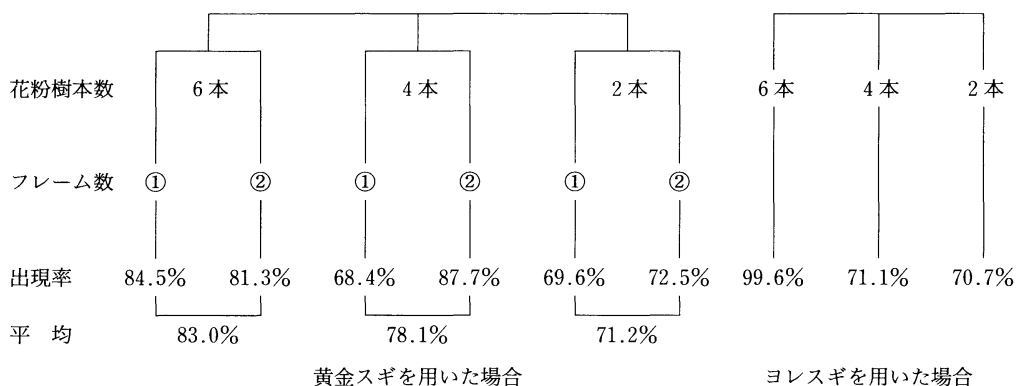


図4 花粉の汚染

2本入れたフレームは70.7%となり、黄金スギ同様花粉樹の本数が少なくなるにしたがって出現率が低くなる傾向がみられた。

このようにヨレスギを花粉樹に用いた場合も黄金スギ同様に花粉の量を多くすれば外部からの花粉汚染は少なくなった。しかし、花粉樹の本数が少ないフレームでは外部からの汚染が多少あった。この原因としては、地際付近の隙間やビニールの接着が不十分なところから侵入したり、灌水などの操作時に異花粉が侵入したのであろう。これら施設の不備な点もあったと考えられるが、花粉樹の花粉濃度を高めることによって異花粉による汚染種子をより減少させることは可能といえる。

IV ま と め

簡易な小型フレームを用いた交配の得失をまとめると次のようになる。

- (1) 種子の生産費は野外・袋掛け交配に比べて低廉である。しかし、基本施設としてビニールハウス及びビニールフレームが必要である。
- (2) 室内作業となるため、安全かつ能率的で、雌・雄花への寒害もなく、計画した交配組合せから種子を確実に生産することができる。
- (3) 外部から花粉による汚染は、フレームに入れる花粉樹の本数を多くするほど少なくなり、1フレームに6鉢以上入れると外部からの花粉汚染はかなり軽減できる見通しを得た。

引 用 文 献

- 1) 半田孝俊：関東林木育種場年報 **16**, 179~194, 1984
- 2) 半田孝俊・古越隆信：関東林木育種場年報 **11**, 131~139, 1975
- 3) KIHATIRO OHBA et al.: S ilvae Genetica **20** (4), 101~107, 1971
- 4) 北沢矩良・川原井善博：関東林木育種場年報 **12**, 95~116, 1976
- 5) 大庭喜八郎・前田武彦・福原植勝：日林誌 **56**, 276~281, 1974
- 6) 大庭喜八郎：日林九州支論 **29**, 65~66, 1976
- 7) 大谷賢二：林木の育種特別号 **4**~**7**, 1986
- 8) 大谷賢二：関東林木育種場年報 **21**, 31~35, 1989
- 9) 大谷賢二・大庭喜八郎：関東林木育種場年報 **15**, 174~179, 1983
- 10) 大谷賢二・大庭喜八郎：日林論 **95**, 289~290, 1984
- 11) 佐藤克男：関東林木育種場年報 **10**, 42~139, 1974