

スギの施設内交配における種子と苗木の生産性

久保田 正 裕⁽¹⁾・野 口 常 介⁽²⁾
吉 村 研 介⁽³⁾

**Masahiro KUBOTA, Tsunesuke NOGUCHI and Kensuke YOSHIMURA: Productivity
of Seeds and Seedlings in Controlled Pollination of *Cryptmeria japonica*
D. Don Using the Greenhouse.**

要 旨：冬季に寒さの害によるスギ雌花の被害が多い東北地方では、ガラス室等の施設を利用した人工交配が考えられてきた。本研究は交雑育種事業化プロジェクト⁹⁾の一連の研究の一つで、さし木苗を用いたガラス室内交配と採種園を利用した野外交配について両者の球果及び種子の生産量と諸形質を比較し、その得失を検討したものである。ガラス室内交配の結果率は93.3%、精選率は10.7%と野外交配の53.9%、6.9%を上回り、種子生産性は高かった。しかし、生産された種子の1,000粒重は2.0gと野外交配の3.2gよりも小さく、小粒であった。また、播き付け後4年目の苗木の成立本数は1,000粒当たり82本と野外交配の129本より少なく、苗木の生産性は低かった。これは、播き付け当年の露地発芽率には差はなかったが、秋の得苗率が低いためであった。3年目秋の苗高は26.9cmと野外交配の23.7cmに比べ成長はよかった。

I は じ め に

1980年より開始された交雑育種事業化プロジェクトの中で、東北林木育種場ではアカマツ(*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) とスギ (*Cryptmeria japonica* D. DON) を対象として人工交配を行った。スギでは東北地方の太平洋側地域で造林を行う上で、大きな阻害要因となっている寒害と枝枯れ病害の抵抗性遺伝子を精英樹集団に取り込ませた人工交配集団の育成を目的としている。

スギはジベレリン処理によって着花促進は容易であるが、当地方の凍害および寒風害の常習地帯では冬から春先の著しい冷え込みによって雌雄花芽が枯死することが多く、安定した種子生産が阻害されている¹⁸⁾。このような地域でスギの人工交配を効率よく行うためには、施設内交配が考えられる。スギの施設内交配については、これまでにビニールフレームを用いた交配での種子生産量や施設管理上の問題、交雑の精度、及び種子生産費等について報告されている¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。

本報告では、黒点枝枯病(分生子果不完全菌の1種)⁹⁾抵抗性遺伝子のスギ精英樹集団への取り込みを目的とした人工交配をガラス室内と野外で行い、球果、種子の生産性及び諸形質、生産された苗木の成長等について両者を比較し、施設内交配の得失について検討した。

II 材 料 と 方 法

交配材料は母親、花粉親いずれも東北基本区東部育種区のスギ精英樹クローンを使用した。当基本区のスギ精英樹クローンについては、既に黒点枝枯病の抵抗性検定が行われその特性が明らかになっており、これ

(1) (2) 東北林木育種場

(3) 東北林木育種場(現、森林総合研究所)

らのデータをもとに交配組合せを決めた¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。ガラス室内の人工交配には母親として、黒点枝枯病の抵抗性と罹病性クローン及びその中間の16クローン用い、いずれのクローンも4年生さし木苗を用いた。1984年4月これらの材料を鉢に植え野外に置き、7月にジベレリンを葉面散布(100ppm)し花芽を誘発させた。寒害を防止するためこれらの材料を11月にガラス室内に移し、12月下旬からは最低気温が0℃以上に保たれるよう加温した。人工交配は1985年2月下旬から3月上旬に行った。5月中旬、鉢を野外に移し10月上旬に球果を採取した。なお、母親及び花粉親のクローン名は、Table 3 に示す。

一方、野外交配は当場内スギ精英樹採種園において実行した。黒点枝枯病の抵抗性と罹病性のスギ精英樹採種木7クローンをを用い、7月にジベレリンの葉面散布(100ppm)を行った。翌年の4月、交配の直前に交配袋に隣接する枝を用いて雌花の寒害による枯損状況を調査した。1985年4月上旬から中旬にかけて人工交配を行い、10月に球果を採取した。なお、交配に用いた母親、花粉親は、Table 4 に示す。

球果は組合せ別に採取し球果数、重量を測定、風乾により種子を脱粒させ、精選種子の重量、1,000粒重を測定した。種子は1986年4月当場内苗畑に播き付け、6月に発芽本数を、10月には成立本数を調査し、同時に1家系当たり50本(50本未満の場合は全数)抽出して苗高を測定した。1987年4月に1回目の床替を行い、10月に前年と同様に50本抽出して苗高を測定した。1988年は据置き、10月に苗高調査を行った。1989年4月に2回目の床替を行った。播き付け床、床替床の面積、設定の仕方は通常の作業に従って行い、反復区は設けていない。また、養苗については施肥、除草等の一般的な苗畑作業は通常の作業を行った。

なお、交配用花粉はガラス室内、野外とも交配の前年(1984年)に採集し-20℃で1年間貯蔵したものである。

III 結 果

1984年11月から1985年4月までの月平均気温は11月4.1℃、12月-1.0℃、1月-7.3℃、2月-2.4℃、3月0.5℃、4月9.1℃と2月を除きいずれも平年値を下回り、最低気温が-10℃を下回る日はのべ41日であった。

Table 1. 野外交配に供したスギ精英樹クローンの雌花枯死率と球果・種子の生産状況
Mortality rate of female flowers isolated and cone and seed yields in each clone
used in the controlled pollination of *Cryptomeria japonica* D. Don in the field

クローン名 clone	碓ヶ関 6 Ikarigaseki	上 北 3 Kamikita	栗 原 5 Kurihara	宮 城 2 Miyagi	西津軽 2 Nishitsugaru	上閉伊 7 Kamihei	東磐井 1 Higashiawai	名 取 1 Natori
雌花枯死率(%) Mortality rate of female floweres	4.1	76.2	76.5	77.9	43.3	77.5	42.8	100.0
結 果 率(%) Rate of cone yield	73.7	33.3	22.8	56.2	68.3	49.8	69.8	—
種子精選率(%) Rate of seed weight to dry cone weight	11.2	6.5	6.7	2.9	8.1	6.3	6.4	—

注：結果率=生産球果数/♀花数。

種子精選率=種子生産量/球果生産量。

Note: Rate of cone yield=no. of cones yielded/no. of female flowres isolated.

Rate of seed weight to dry cone weight=weight of seeds yielded/weight of dry cones yielded.

Table 2. スギ人工交配実行結果
Cone and seed yields in the controlled pollination of *Cryptomeria japonica* D. Don

	♀親 ♂親 Seed Pollen parent parent (クローン)	組合せ数 Crossing comb- ination	♀花数 No. of female floweres isolated (個)	球果数 No. of cones collected (個)	結果率 Rate of cone yield (%)	精選率 Rate of seed weight to dry cone weight (%)	種子生産量 Weight of seeds (g)	1000粒重 1000seeds weight (g)
ガラス室内交配 Controlled pollination in the greenhouse	16 × 9	83	7396	7085	$\frac{93}{53 \sim 100}$	$\frac{10.5}{3.0 \sim 16.0}$	643	$\frac{2.0}{0.7 \sim 3.9}$
野外交配 Controlled pollination in the field	7 × 6	36	2261	1106	$\frac{54}{2 \sim 95}$	$\frac{6.9}{1.6 \sim 12.3}$	81	$\frac{3.2}{1.4 \sim 5.7}$

Table 1 に野外交配に供した採種木の寒害による雌花の枯死率と交配結果をクローンごとに示した。雌花の平均枯死率は64.8%と高く、なかでも名取1号はすべての雌花が枯死したため、当初予定した交配を中止せざるをえなかった。枯死率はクローンによる違いが見られ、枯死率の高いクローンほど、球果や種子の生産性が低かった。

実行したガラス室内と野外の交配規模と球果及び種子の生産状況をTable 2 に示した。ガラス室内では83組合せの交配を行い、供した雌花は7,396個、生産した球果は7,085個、結果率は93.3±9.8%であった。また、得られた種子は約643gで種子の精選率は10.5±2.5%、種子の1,000粒重は2.0±0.7gであった。一方、野外では36組合せの交配を行い、供した雌花は2,261個、生産した球果は1,106個、結果率は53.9±27.0%であった。また、得られた種子は約81gで種子の精選率は6.9±2.5%、種子の1,000粒重は3.2±0.8gであった。室内交配の方が結果率、精選率ともに高く、球果、種子生産の効率は良好であったが、種子の1,000粒重は野外交配の方が重い傾向が見られた。Table 3、Table 4 には両交配における組合せごとの種子生産量を示した。

Table 3. 組合せごとの種子生産量(野外交配) (g)
Weight of seeds in each cross combination (pollinated in the field)

♀	♂	* 玉造5 Tamatsukuri	* 栗原5 Kurihara	宮城2 Miyagi	本吉4 Motoyoshi	栗原9 Kurihara	西津軽2 Nishitsugaru	合計 Total
* 碓ヶ関6 Ikarigaseki		4.6	11.5	4.8	3.2	2.2	—	26.3
* 上北3 Kamikita		4.3	0.5	0.3	0.0	3.5	—	8.6
* 栗原5 Kurihara		1.5	1.9	0.9	1.6	0.7	—	6.6
宮城2 Miyagi		1.2	0.6	1.4	2.0	0.5	—	5.7
西津軽2 Nishitsugaru		2.2	1.0	3.0	3.0	—	3.6	12.8
上閉伊7 Kamihei		0.8	0.2	0.2	0.5	1.8	—	3.5
東磐井1 Higashiiwai		4.4	3.1	4.4	3.3	1.9	0.8	17.9
合計 Total		19.0	18.8	15.0	13.6	10.6	4.4	81.4

注：* は黒点枝枯病抵抗性クローン、無印は黒点枝枯病罹病性クローンを示す。

また、— の組合せは不実行。

Note: Clones marked with * are resistant ones and the others are susceptible ones.

Cross combinations marked with — are not maked.

Table 4. 組合せごとの種子生産量(ガラス室内交配)〔g〕
Weight of seeds in each cross combination (pollinated in the greenhouse)

♀	♂	* 盛岡11 Morioka	* 横浜 4 Yokohama	* 栗原 5 Kurihara	**十和田1 Towada	西津軽 2 Nishitsugaru	中新田 2 Nakaniida	宮 城 2 Miyagi	名 取 1 Natori	下閉伊 4 Shimohei	合 計 Total
* 今 別 2 Imabetsu		0.5	0.2	0.7	—	—	—	—	3.2	—	4.6
* 中 里 1 Nakasato		0.3	1.7	—	—	—	—	—	—	—	2.0
* 鯉ヶ沢 2 Ajigasawa		10.1	12.6	14.7	—	—	1.8	—	0.8	—	40.0
* 大 鰐 7 Oowani		3.5	3.2	3.3	—	2.7	—	5.8	1.8	—	20.3
* 碓ヶ関 7 Ikari-gaseki		0.4	0.8	—	—	—	2.4	—	0.9	—	4.4
* 黒 石 11 Kuroishi		8.0	12.7	5.4	4.6	13.1	9.8	11.2	—	—	64.8
* 大 間 7 Ooma		6.3	10.4	11.8	7.1	8.5	9.4	2.4	—	—	55.9
* 大 畑 2 Oohata		4.1	6.8	7.1	6.9	5.8	6.2	2.5	—	—	39.4
* 横 浜 2 Yokohama		12.0	—	8.3	9.1	16.5	10.8	14.6	—	—	71.4
* 盛 岡 11 Morioka		6.4	—	—	6.4	8.3	6.5	9.2	—	6.1	42.9
* 栗 原 5 Kurihara		7.8	—	7.3	11.9	3.7	8.5	8.1	—	9.2	56.5
* 上閉伊 12 Kamihei		10.4	—	—	13.8	5.3	7.1	16.2	—	—	52.8
* 古 川 8 Furukawa		8.7	—	—	14.0	—	—	—	—	—	22.7
**遠 田 2 Tooda		—	—	12.8	—	—	—	—	—	19.5	32.3
脇野沢 5 Wakinosawa		9.9	—	4.9	10.5	18.2	15.6	11.2	—	—	70.3
中新田 2 Nakaniida		14.5	—	3.6	10.4	14.4	12.7	2.9	—	4.2	62.7
合 計 Total		102.9	48.4	79.8	94.7	96.6	90.8	84.1	6.7	39.0	643.1

注：*, **はそれぞれ黒点枝枯病抵抗性クローン，黒点枝枯病中度抵抗性クローン，無印は黒点枝枯病罹病性クローンを表す。なお，下閉伊 4 号は未検定。

また，— の組合せは不実行。

Note: Clones marked with *, ** are resistant ones, moderately resistant ones, and the others except shimohei 4 are susceptible ones. Shimohei 4 is not tested yet.

Cross combinations marked with — are not maked.

Table 5. 組合せごとの露地発芽率(ガラス室内交配)〔%〕
Germination percent in nursery in each cross combination (pollinated in the greenhouse)

♀	♂	盛岡11 Morioka	横浜 4 Yokohama	栗原 5 Kurihara	十和田1 Towada	西津軽 2 Nishitsugaru	中新田 2 Nakaniida	宮 城 2 Miyagi	名 取 1 Natori	下閉伊 4 Shimohei	平 均 Mean
今 別 2 Imabetsu	／	／	8.4						22.4		15.4
中 里 1 Nakasato	／	／									／
鯨ヶ沢 2 Ajigasawa	56.5	49.5	8.6			2.2					29.2
大 鰐 7 Oowani	33.5	／	0.7		48.4			18.4	0.0		20.2
碓ヶ関 7 Ikurigaseki	／	／				3.8			／		3.8
黒 石 11 Kuroishi	31.7	37.4	1.1	2.4	43.6	0.4	40.4				22.4
大 間 7 Ooma	50.2	43.3	2.2	1.8	56.3	0.8	49.2				29.1
大 畑 2 Oohata	25.5	31.4	1.8	1.0	40.4	0.3	29.6				18.6
横 浜 2 Yokohama	46.9		1.6	2.7	36.1	1.1	23.0				18.6
盛 岡 11 Morioka	15.6			0.2	15.9	0.5	12.0			26.5	11.8
栗 原 5 Kurihara	43.1		1.0	0.8	30.6	0.3	38.9			46.2	23.0
上閉伊 12 Kamihei	26.2			1.6	23.3	6.3	40.5				19.6
古 川 8 Furukawa	17.8			3.2							10.5
遠 田 2 Tooda			／							／	／
脇野沢 5 Wakinosawa	37.1		2.6	0.6	34.4	1.7	40.1				19.4
中新田 2 Nakaniida	34.4		0.8	2.0	31.8	3.4	24.4			36.8	19.1
平 均 Mean		34.9	40.4	2.9	1.6	36.1	1.9	31.7	11.2	36.5	20.2

注：／ の組合せは播き付け不実行。

Note : Seeds of cross combinations marked with / are not sown.

Table 6. 組合せごとの露地発芽率(野外交配)〔%〕
Germination percent in nursery in each cross combination (pollinated in the field)

♀	♂	玉 造 5 Tamatsukuri	栗 原 5 Kurihara	宮 城 2 Miyagi	本 吉 4 Motoyoshi	栗 原 9 Kurihara	西津軽 2 Nishitsugaru	平 均 Mean
碓ヶ関 6 Ikurigaseki		47.8	46.5	44.0	25.2	12.1		35.1
上 北 3 Kamikita		45.3	／	／	／	6.3		25.8
栗 原 5 Kurihara		36.4	2.9	／	17.5	／		18.9
宮 城 2 Miyagi		／	／	1.5	／	／		1.5
西津軽 2 Nishitsugaru		43.5	／	25.0	17.3		0.1	21.5
上閉伊 7 Kamihei		／	／	／	／	／		／
東磐井 1 Higashiiwai		51.6	38.0	55.3	41.0	／	／	46.5
平 均 Mean		44.9	29.1	31.5	25.3	9.2	0.1	29.3

注：／ の組合せは播き付け不実行。

Note : Seeds of cross combinations marked with / are not sown.

Table 7. 組合せごとの播き付け粒数及び苗木の成立本数の推移(ガラス室内交配)

No. of seeds sown and no. of germination in nursey and the transition of no. of surviving seedlings in each cross combination (pollinated in the greenhouse)

交 配 家 系 Full-sib families		播き付け粒数 No. of seed sown	露地発芽数 No. of germination in nursery	当年得苗数 No. of seedlings in 1st year autumn produced	1 回 目 床替本数 No. of seedlings in 1st transplanting	2 年目得苗数 No. of seedlings in 2nd year autumn produced	2 回 目 床替本数 No. of seedlings in 2nd transplanting
♀	♂						
今 別 2 Imabetsu	名 取 1 Natori	2710	608	213	213	209	120
鯉ヶ沢 2 Ajigasawa	盛 岡 11 Morioka	2632	1486	480	462	427	336
	横 浜 4 Yokohama	6954	3443	656	556	548	385
大 鰐 7 Oowani	盛 岡 11 Morioka	1011	339	172	172	168	151
	西津軽 2 Nishitsugaru	837	405	181	180	172	141
	宮 城 2 Miyagi	3419	629	304	304	294	230
黒 石 11 Kuroishi	盛 岡 11 Morioka	2218	703	355	334	328	234
	横 浜 4 Yokohama	4760	1780	689	568	556	321
	西津軽 2 Nishitsugaru	4535	1977	708	525	521	383
	宮 城 2 Miyagi	3491	1412	572	495	492	422
大 間 7 Ooma	盛 岡 11 Morioka	2115	1061	358	358	345	274
	横 浜 4 Yokohama	4127	1787	515	497	495	298
	西津軽 2 Nishitsugaru	3120	1755	523	510	506	351
	宮 城 2 Miyagi	309	152	105	105	104	80
大 畑 2 Oohata	盛 岡 11 Morioka	2045	521	215	215	205	180
	横 浜 4 Yokohama	3662	1151	352	352	343	176
	西津軽 2 Nishitsugaru	3419	1381	313	310	308	151
	宮 城 2 Miyagi	1091	323	140	140	138	90
横 浜 2 Yokohama	盛 岡 11 Morioka	4725	2215	626	480	480	393
	西津軽 2 Nishitsugaru	9039	3259	737	573	562	221
	宮 城 2 Miyagi	8392	1928	727	499	495	372
盛 岡 11 Morioka	盛 岡 11 Morioka	5042	787	231	219	212	156
	西津軽 2 Nishitsugaru	8333	1325	425	425	419	318
	宮 城 2 Miyagi	5058	607	405	374	373	322
	下閉伊 4 Shimohei	4710	1250	238	235	229	179
栗 原 5 Kurihara	盛 岡 11 Morioka	3349	1445	559	559	541	373
	西津軽 2 Nishitsugaru	1086	332	210	210	199	150
	宮 城 2 Miyagi	3605	1402	611	505	500	378
	下閉伊 4 Shimohei	2996	1386	551	500	488	358
上閉伊 12 Kamihei	盛 岡 11 Morioka	4974	1305	510	507	499	407
	西津軽 2 Nishitsugaru	2292	535	225	225	222	156
	宮 城 2 Miyagi	8524	3456	970	528	514	431
古 川 8 Furukawa	盛 岡 11 Morioka	3506	623	206	206	189	144
脇野沢 5 Wakinosawa	盛 岡 11 Morioka	7328	2718	588	539	537	404
	西津軽 2 Nishitsugaru	11346	3899	778	507	476	223
	宮 城 2 Miyagi	7714	3090	578	569	550	307
中新田 2 Nakanitida	盛 岡 11 Morioka	10143	3486	455	445	443	385
	西津軽 2 Nishitsugaru	10144	3226	716	509	487	391
	宮 城 2 Miyagi	1838	44	223	223	215	168
	下閉伊 4 Shimohei	1259	464	207	206	197	161
合 計 Total		177858	60100	17627	15339	14986	10730

Table 8. 組合せごとの播き付け粒数及び苗木の成立本数の推移(野外交配)

No. of seeds sown and no. of germination in nursey and the transition of no. of surviving seedlings in each cross combination (pollinated in the field)

交 配 家 系 Full-sib families		播き付け粒数 No. of seed sown	露地発芽数 No. of germination in nursery	当年得苗数 No. of seedlings in 1st year autumn produced	1 回 目 床替本数 No. of seedlings in 1st transplanting	2 年目得苗数 No. of seedlings in 2nd year autumn produced	2 回 目 床替本数 No. of seedlings in 2nd transplanting
♀	♂						
碓ヶ関 6 Ikarigaseki	玉 造 5 Tamatsukuri	2127	1017	266	265	244	152
	栗 原 5 Kurihara	4909	2285	670	569	549	396
	宮 城 2 Miyagi	1971	868	160	160	158	148
	本 吉 4 Motoyoshi	1525	384	176	167	165	144
	栗 原 9 Kurihara	893	108	80	80	80	72
上 北 3 Kamikita	玉 造 5 Tamatsukuri	1286	583	233	233	191	66
	栗 原 9 Kurihara	974	61	43	37	35	20
栗 原 5 Kurihara	玉 造 5 Tamatsukuri	209	76	65	58	53	35
	本 吉 4 Motoyoshi	355	62	49	40	38	37
西津軽 2 Nishitsugaru	玉 造 5 Tamatsukuri	248	108	78	78	62	50
	宮 城 2 Miyagi	535	134	119	119	91	71
	本 吉 4 Motoyoshi	613	106	84	84	72	53
東磐井 1 Higashiiwai	玉 造 5 Tamatsukuri	824	425	215	215	208	158
	栗 原 5 Kurihara	550	209	130	130	128	110
	宮 城 2 Miyagi	812	499	262	262	254	227
	本 吉 4 Motoyoshi	454	186	140	140	135	103
合 計 Total		18285	7111	2770	2337	2463	1842

生産された種子が極めて少ないものを除きガラス室内交配72組合せと野外交配19組合せの種子を播き付けた。Table 5, Table 6 に組合せごとに露地発芽率を示した。ガラス室内交配の内、中新田 2 号, 栗原 5 号, 十和田 1 号を花粉親とする組合せは総じて種子の発芽率が著しく低かった。これらの組合せを除いた種子の発芽率は野外交配とほぼ同じであり, 特定の花粉親についてのみ低いことから, 発芽率が低いのは交配に供した花粉の稔性などの影響によるものではないかと考えられた。しかし, 栗原 5 号の花粉を用いた野外交配では生産された種子はほぼ平均的な発芽率を示したことから, その原因は明らかではない。

次に苗木の生産性について検討した。検討するにあたり, ガラス室内交配については種子の発芽率の著しく低かった 3 つの花粉親 (栗原 5 号, 十和田 1 号, 及び中新田 2 号) の組合せ, 31 組合せを除いた。また, ガラス室内交配で 1 組合せ (大鰐 7 号×名取 1 号), 野外交配で 3 組合せ (栗原 5 号×栗原 5 号, 宮城 2 号×宮城 2 号, 及び西津軽 2 号×西津軽 2 号) については苗木が得られなかったため, それぞれ 40 組合せと 16 組

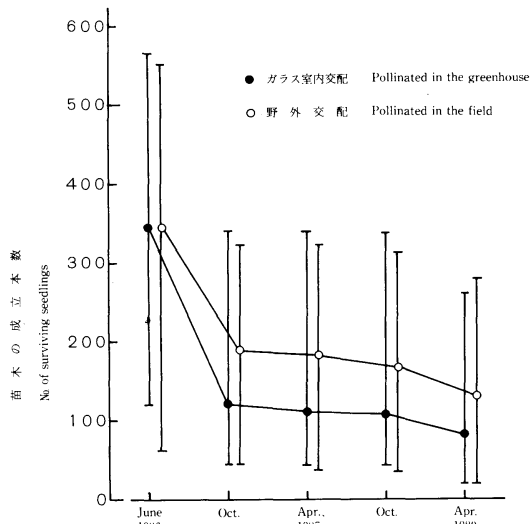


Fig. 1. 播き付けた1000粒当りの苗木成立本数の推移

Transition of no. of surviving seedlings per 1000 seeds sown

ガラス室内交配と野外交配のそれぞれの平均値と範囲を示した

Figure shows mean and range of no. of seedlings in each controlled pollination

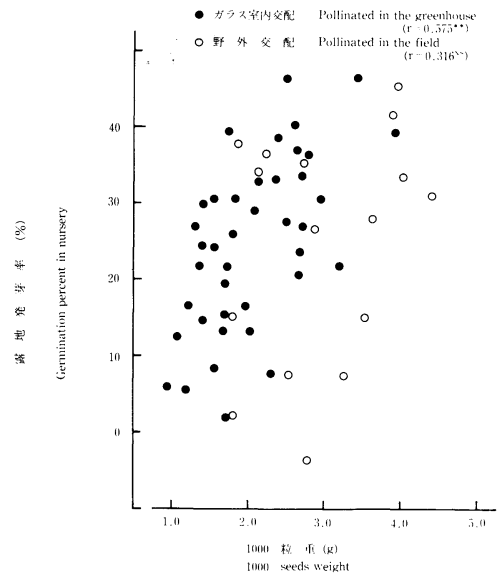


Fig. 2. 1000粒重と苗木発芽率の関係

Relationship between 1000 seeds weight and germination percent in nursery

** 1%水準で有意 Significant at 1% level
~ nonsense

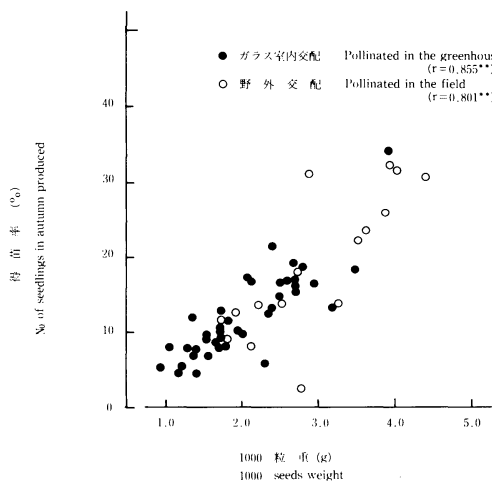


Fig. 3. 1000粒重と播き付け当年の得苗率との関係

Relationship between 1000 seeds weight and no. of seedling in 1st autumn produced

** 1%水準で有意 Significant at 1% level

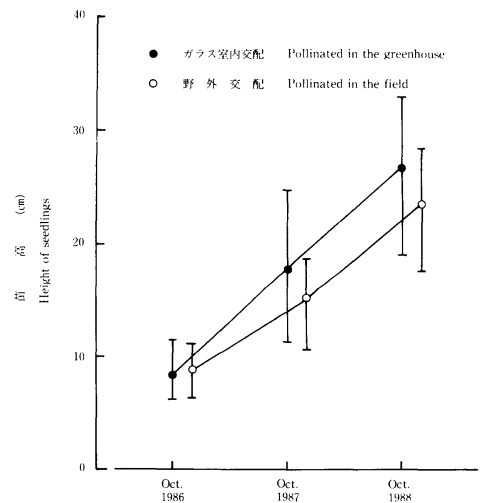


Fig. 4. 生産された苗木の苗高の推移

Transition of height of seedlings produced by controlled pollination

ガラス室内交配と野外交配のそれぞれの平均値と範囲を示した

Figure shows mean and range of no. of seedlings in each controlled pollination

合せについて検討した。Table 7, Table 8 には両交配について組合せごとに、播き付け粒数と苗木の成立本数の推移を示した。Fig. 1 には播き付けた種子1,000粒当りの苗木成立本数の推移を組合せごとの平均値と範囲で示した。播き付け当年 (1986年) の1,000粒あたりの平均露地発芽本数はガラス室内交配347本, 野外交配346本と差は見られなかったが, 同年秋の平均成立本数は野外交配の189本に比べ, ガラス室内交配は123本と本数減少が多かった。2年目春, 秋の成立本数はガラス室内交配114本, 111本, 野外交配183本, 168本とどちらも本数減少は小さかった。播き付け後4年目春の苗木の平均成立本数は, ガラス室内交配82本, 野外交配129本とガラス室内交配は播き付け当年秋の成立本数が低い分だけ生産性が低くなる傾向がみられた。

Fig. 2, Fig. 3, に両交配で苗木の生産性を検討した組合せごとに1,000粒重と露地発芽率及び播き付け当年の得苗率との関係を示した。ガラス室内, 野外ともに1,000粒重と露地発芽率との相関はそれぞれ $r = 0.575^{**}$, $r = 0.316^{NS}$ と低かったが, 1,000粒重と播き付け当年の得苗率との間にはガラス室内交配で $r = 0.855^{**}$, 野外交配で $r = 0.801^{**}$ と高い相関関係が見られた。

生産した苗の苗高成長はFig. 4 のとおりであった。1年目の苗高はガラス室内 8.4 ± 1.1 cm, 野外交配 8.7 ± 1.2 cm と野外交配の方がやや上回ったが, 2年目はガラス室内交配 17.9 ± 2.8 cm, 野外交配 15.3 ± 2.3 cm, 3年目は 26.9 ± 3.5 cm, 23.7 ± 3.0 cm とガラス室内交配による苗木群の成長がよかった。両交配について組合せごとの3年目の苗高をTable 9, Table 10に示した。

Table 9. 組合せごとの3年目の苗高 (ガラス室内交配) (cm)
Height of 3-year-old seedlings in each cross combination (pollinated in the greenhouse)

♀	♂	盛岡11 Morioka	横浜4 Yokohama	西津軽2 Nishitsugaru	宮城2 Miyagi	名取1 Natori	下閉伊4 Shimohei	平均 Mean
今別2 Imabetsu						27.6		27.6
鯉ヶ沢2 Ajigasawa		29.4	27.8		29.4			28.6
大鰐7 Oowani		27.1		24.5				27.0
黒石11 Kuroishi		27.8	29.2	29.4	33.0			29.9
大間7 Ooma		29.0	31.4	31.1	30.7			30.6
大畑2 Oohata		24.0	23.9	25.1	22.8			24.0
横浜2 Yokohama		30.5		26.0	24.0			26.8
盛岡11 Morioka		24.5		23.8	29.0		29.2	26.6
栗原5 Kurihara		31.2		31.8	29.9		22.6	28.9
上閉伊12 Kamihei		27.3		20.0	31.5			26.3
古川8 Furukawa		29.7						29.7
脇野沢5 Wakinosawa		24.0		23.5	19.2			22.2
中新田2 Nakaniida		25.0		22.7	22.2		24.1	23.5
平均 Mean		27.5	28.1	25.8	27.0	27.6	25.3	26.9

Table 10. 組合せごとの3年目の苗高(野外交配)〔cm〕
Height of 3-year-old seedlings in each cross combination (pollinated in the field)

♀	♂	玉 造 5 Tamatsukuri	栗 原 5 Kurihara	宮 城 2 Miyagi	本 吉 4 Motoyoshi	栗 原 9 Kurihara	平 均 Mean
碓ヶ関 6 Ikarigaseki		17.9	22.4	22.7	22.3	28.5	22.8
上 北 3 Kamikita		21.0				19.8	20.6
栗 原 5 Kurihara		20.4			23.8		22.6
西津軽 2 Nishitsugaru		23.2		24.7	24.7		24.1
東磐井 1 Higashiwai		25.9	25.5	27.9	28.1		26.8
平 均 Mean		21.7	23.9	25.1	24.8	26.1	23.9

IV 考 察

当場内のスギ採種園は雌花が寒害を受けるため、1967年から1973年に採種園内で行った交配では、結果率は0.0～47.0%にとどまっていた¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²³⁾。本試験において行った野外交配では、平均53.9%と過去の野外交配の結果に比してかなり高い値となった。しかし、ガラス室内交配では平均93.3%と高く、また、種子の精選率も野外に比べて良かった。施設内で交配を行うことにより寒害を防止でき、効率よく種子を生産することが可能となった。

施設内交配によって種子生産は容易になったが、次に生産される種子の質が問題となる。人工交配種子の質としては、種子の大きさ、重量が取上げられることが多い。

ジベレリン処理を行い多量の雌花を付けた時²⁾、また幼齡の苗木を採種木として用いた場合⁷⁾には種子が小さくなると報告されている。本試験において生産した種子の1,000粒重は、採種木を利用した野外交配の種子が標準的³⁾¹⁴⁾であったのに比べ、さし木苗木を用いたガラス室内交配の種子は野外交配による種子の70%程度にとどまり小粒になった。

野外交配に用いた母樹は25年生、樹高約6m、胸高直径約25cmの採種木で、ガラス室内交配に用いた母樹は4年生、苗高約120cmと母樹の大きさが異なり、この大きさの違いが種子の発育に影響を与えたと考えられる。従って、ガラス室内での交配においては、栄養状態がより充実した苗木を母樹として用いる必要があると思われる。また、ガラス室内に母樹を入れて交配する場合には苗木の大きさが制限されるので、今後、苗木の大きさと雌花の数、袋掛けの数などの関係についての検討も必要である。

スギの種子の大小については、重い種子の方が発芽率が高い傾向にあることが報告されている⁶⁾が、それほど大きな影響はないといわれている。また、前出の幼齡の苗木を用いた例⁷⁾でも生産された種子は小粒であったが従来の種子と同等の発芽率を示していた。本試験で行った交配の結果でも、1,000粒重と露地発芽率の相関は低く、ガラス室内交配種子の平均露地発芽率は、野外交配とほぼ同じであった。しかし、1年生時の平均得苗率は1,000粒重との相関が高く、ガラス室内交配は野外交配に比べ得苗率が低かった。種子の大きさは発芽率よりも播き付け当年の秋までの得苗率との相関関係が高かった。以上のことからガラス室内交配種子は、小粒であるため通常の播き付け当年の育苗方法では得苗率が低く、そのため苗木の生産性が低くなって

いると考えられた。

クロマツ、カラマツ、アカマツ等ではタネの大きさ、重さが苗木の生育に影響を与え、重い種子ほど苗木の生育が良いと報告されている¹⁴⁾⁶⁾。しかし、その影響は1年目が最も強く3年目には影響がなくなり、苗木自身の性質の影響が大きくなるとしている⁴⁾。今回の場合、1年目の平均苗高は1,000粒重の小さいガラス室内交配のほうがやや下回ったが差は小さく、2年目にはやや上回ったことから、小粒なガラス室内交配種子から得られた苗木でも、野外交配種子から得られた苗木に劣らない成長ををすると思われた。

引用文献

- 1) 明石孝輝：クロマツのタネの大きさが苗木の大きさにおよぼす影響，日林誌，**48**，176～179，(1966)
- 2) 浅川澄彦・堀野吉雄・熊田勝久：ジベリレン処理でできたタネからのスギの苗木，林木の育種，**82**，10～11，(1973)
- 3) 浅川澄彦・勝田柁・横山敏孝：日本の樹木種子一針葉樹編，林木育種協会，東京，p92，(1981)
- 4) 栄花 茂：アカマツ・トドマツ・アカエゾマツのタネの形質が苗木の生育におよぼす影響，日林東北支誌，**28**，142～144，(1976)
- 5) 古越隆信：将来世代の林木育種に備えて一交雑育種事業化プロジェクトの現状と展望一，林木の育種，**133**，20～23，(1984)
- 6) 郷 正士：スギおよびクロマツのタネの重さと発芽，日林誌，**38**，114，(1956)
- 7) 伊藤信治：スギ採種園の種子生産技術 (II)，新潟林試研報，**27**，1～13，(1985)
- 8) 金子富吉：カラマツの球果とタネの大きさが稚苗におよぼす影響，林木の育種，**88**，4～6，(1974)
- 9) KUBONO, T., Y., YOKOZAWA and S., KANEKO: ON THE TWIG BLIGHT OF JAPANESE CEDAR AND ITS CAUSAL FUNGUS, 第5回国際植物病理学会講演要旨集, 371, (1988)
- 10) 大谷賢二・大庭喜八郎：ビニールハウスを用いた人工交配，関東林育年報，**15**，174～179，(1983)
- 11) 大谷賢二・大庭喜八郎：簡易なビニールフレームを用いたスギの人工交配，95回日林論，289～290，(1984)
- 12) 大谷賢二：施設を用いたスギの人工交配，関東林育年報，**17**，45～49，(1985)
- 13) 大谷賢二：施設交配による雑種苗の生産費，林木の育種 (特別号)，4～7，(1986)
- 14) 小沢準二郎：針葉樹のタネー生産と管理，地球出版，東京，p100，(1862)
- 15) 佐々木文夫・野口常介・三上 進：スギ精英樹クローンの黒点枝枯病に対する抵抗性検定，日林東北支誌，**31**，54～55，(1979)
- 16) 佐々木文夫・三上 進・野口常介：スギ精英樹クローンの黒点枝枯病に対する抵抗性検定 (第2報) — 選抜地域別クローンの抵抗性一，日林東北支誌，**32**，95～97，(1980)
- 17) 佐々木文夫・三上 進・野口常介：スギ精英樹クローンの黒点枝枯病に対する抵抗性検定 (第3報)，林木の育種 (特別号)，46～50，(1982)
- 18) 寺田貴美雄：ジベリレンの処理時期がスギ花芽の耐凍度に及ぼす影響，林木の育種 (特別号)，45～47，(1979)
- 19) 渡辺 操・野口常介・柳山 徹：スギ耐寒性個体の選抜試験，東北林育年報，**1**，111～114，(1970)
- 20) 渡辺 操・野口常介・柳山 徹ほか：スギ耐寒性個体の選抜試験，東北林育年報，**2**，110～113，(1971)
- 21) 渡辺 操・野口常介・川村忠士：スギ耐性育種に関する試験，東北林育年報，**3**，72～75，(1972)

- 22) 渡辺 操・野口常介・川村忠士：スギ耐寒性育種に関する試験，東北林育年報，4，75～79，(1974)
- 23) 渡辺 操・野口常介・川村忠士：スギ耐寒性育種に関する試験，東北林育年報，5，69～78，(1975)

**Productivity of Seeds and Seedlings in Controlled
Pollination of *Cryptmeria japonica* D. Don
Using the Greenhouse.**

Masahiro KUBOTA⁽¹⁾, Tsunesuke NOGUCHI⁽²⁾
and Kensuke YOSHIMURA⁽³⁾

Summary

In the Tohoku region, female flowers of Sugi (*Cryptmeria japonica* D. Don) are damaged from cold weather in winter, so it is necessary to mate in the greenhouse in order to produce many mating seeds. In this paper, we made controlled pollination of Sugi in the greenhouse and in the field, and compared both mating in the productivity of cones and seeds and in the qualities of them.

The rate of cone yields was 93.3 percent and the rate of seed weight to dry cone weight was 10.7 percent in the greenhouse, and 53.9 percent, 6.9 percent in the field. The weight of 1,000 seeds was 2.0g in the greenhouse, and 3.2g in the field. Owing to keep off the cold, the mating in the greenhouse was superior to one in the field in the productivity of seeds. But seeds produced in the greenhouse was smaller than ones in the field.

In spring of 4th year after sowing, the number of surviving seedlings per 1,000 seeds sown was 82 in the greenhouse's seeds and 129 in the field's seeds. In the productivity of seedlings, the greenhouse's seeds was inferior to the field's seeds. The germination percent in nursery of the greenhouse's seeds was nearly equal to one of the field's seeds, but the number of seedlings in autumn of 1st year produced was less than one of the field's seeds.

The mean height of seedlings of the greenhouse's seeds was 26.9cm, and the height of the field's seeds was 23.7cm in autumn of 3rd year. In the growth of seedlings, the greenhouse's seeds was superior to the field's seeds.

(1) (2) Tohoku Forest Tree Breeding Institute

(3) Tohoku Forest Tree Breeding Institute (present; Forestry and Forest Products Research Institute)