

クロマツとアカマツの自家受精

文部教官 勝 田 柁

Masaki KATSUTA

Self-fertilization in *Pinus thunbergii* and *P. densiflora*

クロマツとアカマツで 自家受精をしたときの 球果やタネのできかたと できたタネの発芽力や苗木の生長をしらべた。そして タネのできかたや苗木の生長をもとにして、自家和合性の母樹によるちがいについて考えてみた。

母樹と受粉の方法

実験につかつた母樹は 東京大学演習林附属田無試験地にある クロマツ(千葉県産 15年生)と アカマツ(岩手県産 10年生)である。ここでまとめた結果は 1956年から1961年までに 受精したものである。

袋かけ、花粉の採集、受精のしかたは つぎのとおりである。クロマツ、アカマツともに まだ花粉がとんでいない4月中旬に 白色袋(白色パーチメント紙とセロファン紙の2重袋, 15×35 cm)をつかつて 袋かけした。田無で クロマツは4月下旬, アカマツは5月上旬に メバナがひらくが, 年によつて また 母樹によつて メバナのひらきかたは ひどくちがつていた。そして 花粉がとばなくなつた5月下旬に 袋をとつてそのまま放置した。1袋にはいつたメバナは平均して クロマツで4.0コ, アカマツで4.2コであった。

花粉は オバナがひらくまえに オバナがついている枝をとつて(一度水洗する) 室内につくつた花粉室(セロファンの窓をつけた クラフト紙でおおつた箱 50×50×100 cm)であつめた。1956, 1958年は 母樹の数がすくなかつたので, 花粉室をつくらずに はなれたヘヤをつかつて花粉をあつめた。受精のときには ガラス管とふとい注射針で 花粉銃をつくり これに2連球のスプレーをつないで 袋内に花粉をとばした。メバナがよく受精するのは ひらきはじめてから 2, 3 日あとといわれているが, 天気の良いときもあり また 母樹によつて ひらきかたもちがうので, 受精の時期を 2回にわけて どの母樹でも できるだけ満開のときに 受精するようにした。

なお この報告の表—1と表—5にしめした 他家受精 および クロマツとアカマツの種間受精には 数本の母樹からとつた混合花粉をつかつたときもふくめた。また 種間受精につかつたアカマツの花粉は 1年間4°C(冷蔵庫内)でデシケーター中に保存した花粉である。

結 果 と 考 察

実験 I 球果のできかたとできた球果の形

自家受粉をしたときの 球果のできかた クロマツ、アカマツで自家、他家、種間の受粉と受粉しなかったときの 球果のできかた (cone yield) をまとめたのが表—1である。この表によると、クロマツでも アカマツでも 自家受粉をしたときの球果のできかたは クロマツとアカマツの種間受粉 (interspecific-pollination) をしたときと ほぼ おなじである。また 自家受粉をしたときの球果のできかたは おなじ種内で 他家受粉 (intraspecific-pollination) をしたときよりも クロマツで約12%, アカマツで約37%ひくくなる。

表—1によると、無受粉 (non-pollination) のときにも 球果はかなりできるようだ。そしてとくにアカマツで 球果がよくできる母樹がおおい。しかし 表—1の無受粉のときのアカマツの球果のできかたは すこし過大で、球果のできやすい母樹がおおかったのだろう。いずれにしても 1930 年ごろからよくしられている 裸子植物の単為結果 (parthenocarpy, ここでは球果の形成だけをとりあげる) はクロマツでも アカマツでも 簡単におこるようだ。

母樹による球果のできかたのちがい 表—1によると、自家受粉をしたときの球果のできかたは 母樹によって クロマツで 0~80%, アカマツで 9~72%で、母樹によるちがいが大きい。そこで 母樹をきめて 自家受粉をしたときの球果のできかたをしらべたのが 表—2a, bである。なお この表に クロマツの1956年の結果と アカマツの1958年の結果の一部を 比較してみるために加えた。

表—1 いろいろの受粉をしたときの 球果のできかた
Table-1 Cone yield by different type of pollination.

受 粉 の 型 Type of pollination	母 樹 Mother trees	受粉したメバナ Flowers pollinated	で き た 球 果 Cones matured	球 果 の で き か た Cone yield (as % of flowers pollinated)
	Number	Number	Number	Percent
ク ロ マ ツ (<i>Pinus thunbergii</i>)				
Self-	17	935	498	53.3 (0~80)*
Intraspecific-	3	182	110	60.4 (57~78)
Interspecific.**	8	412	219	53.2 (28~93)
Non-	11	436	110	25.2 (0~55)
ア カ マ ツ (<i>Pinus densiflora</i>)				
Self-	16	766	240	31.3 (9~72)
Intraspecific-	3	112	56	50.0 (28~80)
Interspecific.***	20	760	215	28.3 (0~79)
Non-	9	237	149	62.9 (0~77)

*; Numbers in parentheses indicate the difference of cone yield by mother trees.

; × *Pinus densiflora* (year-old pollen). *; × *Pinus thunbergii*.

表—2a 自家受粉をしたときの 母樹による 球果のできかたのちがい——クロマツ
Table-2a Cone yield by self-pollination in different mother trees—*Pinus thunbergii*.

受粉した年と母樹 Pollination year & Mother tree	受粉したメバナ Flowers pollinated	で き た 球 果 Cones matured	球 果 の で き か た Cone yield (as % of flowers pollinated)
	Number	Number	Percent
1956—No. 1	81	65	80
1956—No. 7	80	37	46
1956—No. 13	119	74	62
1959—No. 2	9	5	56
1960—No. 2	20	11	55
1961—No. 2	31	16	52
1959—No. 9	98	48	49
1960—No. 9	59	35	51
1961—No. 9	59	35	59
Average of 17 trees	935	498	53.3 (0~80)

表—2b 自家受粉をしたときの 母樹による 球果のできかたのちがい——アカマツ
Table-2b Cone yield by self-pollination in different mother trees—*Pinus densiflora*.

受粉した年と母樹 Pollination year & Mother tree	受粉したメバナ Flowers pollinated	で き た 球 果 Cones matured	球 果 の で き か た Cone yield (as % of flowers pollinated)
	Number	Number	Percent
1958—No. 7	26	9	35
1958—No. 10	62	16	26
1958—No. 22	44	6	14
1958—No. 27	44	4	9
1959—No. 27	44	4	9
1958—No. 32	52	18	35
1959—No. 32	39	15	39
1960—No. 32	25	18	72
1961—No. 32	27	13	48
Average of 16 trees	766	240	31.3 (9~72)

表—2a, bをみると、自家受粉をしたときの球果のできかたは 母樹で ほぼきまっているように思われる。しかし 表—2bのアカマツ 32号のように 球果のできかたが 年によって かなり変る母樹もある。このような母樹では、球果のできかたが 年による 母樹の生理的な状態のよしあしに左右されたのではないかと思われる。

また 表—2bをみると、自家受粉をしたときに 球果ができやすい母樹 (32号) と できにくい母樹 (27号)がある。このようなちがいが 自家受粉をしたために おこつたものか あるいは 球果ができやすい できにくいという母樹の性質によるものかをしるためには、おなじ母樹で

表—3 1本の母樹で 無受粉と自家受粉をしたときの 球果のできかた*
 Table-3 Cone yield by non- and self-pollination in different mother tree.*

母 樹 Mother tree	受 粉 の 型 Type of pollination	受粉したメバナ Flowers pollinated	で き た 球 果 Cones matured	球 果 の で き か た Cone yield (as % of flowers pollinated)
		Number	Number	Percent
ク ロ マ ツ (<i>Pinus thunbergii</i>)				
No. 2	Self-	31	16	52
	Non-	20	0	0
No. 9	Self-	59	35	59
	Non-	23	10	44
ア カ マ ツ (<i>Pinus densiflora</i>)				
No. 22	Self-	53	32	60
	Non-	15	8	53
No. 32	Self-	27	13	48
	Non-	7	1	14

*; 1961 年に受粉 (pollination in 1961)

他の受粉をしたときの球果のできかたと くらべてみなければならない。

表—3 は 1961年に 無受粉のときの球果のできかたとくらべた一例である。この表によると、単為結果しにくい木ほど 自家受粉で 球果がいくらかできにくくなる傾向があるが、単為結果のおこる度合は そのまま 自家受粉の球果のできかたと むすびつくものでない。また現在しらべているところだが、無受粉のときとおなじように 種内の他家受粉をしたときとくらべても きまった傾向は みとめられない。したがって 球果がしやすい できにくいという母樹の性質は 自家受粉をしたときの球果のできかたと きりはなして考えてよいだろう。そこで 自家受粉をしたときに 球果が とくにしやすい できにくいというときは ある程度自家和合性の高低をしめしているのではないかと考えられる。

自家受粉をしたときの球果の形 自家受粉をしてできた球果の形状比を 自然受粉 (open-pollination) をしたときとくらべてみたのが 表—4a, b である。自家受粉をしてできた球果の平均の大きさは 自然受粉のときにくらべて、長さも直径も 小さいことがおおい。しかし 球果の平均の大きさは 母樹間のちがいが大きく、また 母樹をきめても 年によって ちがっている。おなじことは 球果の長さや直径の分布する範囲 (自家受粉をしてできた球果のほうひろくなる) についてもいえる。つまり 球果の平均の大きさや分布する範囲では きまった傾向をつかみにくい。

そこで 形状比をつかってくらべてみると (表—4a, b), 自家受粉をしてできた球果は 自然受粉の球果より 形状比が大きくなる。球果の形状比は 母樹間で あるいは 母樹をきめても 年によって ちがっているが、自家受粉の球果で 形状比が大きくなる傾向は 母樹や年の影響

表—4a 自家受粉と自然受粉をしてできた 球果の形状比——クロマツ
Table-4a Cone length per cone diameter in self- and open-pollinated cones—*Pinus thunbergii*.

受粉した年と母樹 Pollination year & Mother tree	受 粉 の 型 Type of pollination	形 状 比 Cone length per cone diameter		
		平均値と信頼限界 (.05)	変 動 係 数 Coefficient of variation	自 由 度 Degree of freedom
		Mean value $\bar{x} \pm t_{.05} s_{\bar{x}}$	$c = s/\bar{x} (\%)$	
1956—No. 1	Self-	1.92±0.07	8.3	64
	Open-	1.78±0.05	5.6	50
1956—No. 7	Self-	1.77±0.05	6.2	36
	Open-	1.61±0.05	6.2	28
1956—No. 13	Self-	1.73±0.05	5.8	73
	Open-	1.66±0.04	5.4	93
1959—No. 9	Self-	1.84±0.04	7.6	47
	Open-	1.77±0.03	6.2	56
1960—No. 9	Self-	1.70±0.04	6.5	29
	Open-	1.63±0.03	3.7	13
1961—No. 9	Self-	1.67±0.04	6.6	34
	Open-	1.59±0.04	6.3	24

表—4b 自家受粉と自然受粉をしてできた 球果の形状比——アカマツ
Table-4b Cone length per cone diameter in self- and open-pollinated cones—*Pinus densiflora*.

受粉した年と母樹 Pollination year & Mother tree	受 粉 の 型 Type of pollination	形 状 比 Cone length per cone diameter		
		平均値と信頼限界 (.05)	変 動 係 数 Coefficient of variation	自 由 度 Degree of freedom
		Mean value $\bar{x} \pm t_{.05} s_{\bar{x}}$	$c = s/\bar{x} (\%)$	
1959—No. 15	Self-I	2.02 ± 0.05	7.0	39
	Self-II*	1.77 ± 0.06	5.9	13
	Open-	1.93 ± 0.04	5.6	37
1959—No. 32	Self-I	2.01 ± 0.05	3.7	10
	Self-II*	1.77	—	3
	Open-	1.83 ± 0.03	4.4	28
1960—No. 32	Self-	1.82 ± 0.03	1.2	17
	Open-	1.62(± 0.23)	—	6
1961—No. 32	Self-	1.71 ± 0.06	5.8	12
	Open-	1.57(± 0.07)	—	7

*; no sound and empty seeds.

をうけないようだ。

なお 球果が長いほど 形状比は大きくなるといわれている⁷⁾。表—4a, b の結果は 球果の平均の長さがほぼ等しく(自家受粉の球果のほうが むしろ小さくなる傾向がある), 長さの分布の範囲がにかよった(自家受粉の球果のほうが ひろくなる傾向がある)集団の比較であるから,

形状比の平均値をつかってよいと思う。しかし 表—4b の Self-II の集団は 種間受粉のときによくできる タネのない球果の集団で 球果が極端に小さくなるから、別の集団として きりはなしてとりあつかうほうがよいと思う。

Nを分析してしらべたところ、球果の鱗片は タネの保護をするとともに 養分の一時的な貯蔵組織としてのはたらきをもっている。そこで 自家受粉や種間受粉をしたときのように 受精しにくいとか 受精しても 胚が発育しにくいときには 球果のはたらきがよわくなって それが球果の形や大きさにあらわれるようだ。

実験II タネのできかた

自家受粉をしたときの タネのできかた クロマツ、アカマツで 自家、他家、種間の受粉と受粉しなかったときの タネ (実粒とシイナをあわせて タネとする) のできかた (seed yield) をまとめたのが 表—5である。この表によると、自家受粉をしたときの 1球果あたりの実粒数は おなじ種内で 他家受粉をしたときよりも、クロマツで 約41%, アカマツで 約23%ひくくなる。そこで 自家受粉をしたときの 実粒のできる可能性 (self-ability, 他家受粉のときと比較した) を、表—1 (球果のできかた) と 表—5 (1球果あたりの実粒数) で推定してみると、クロマツで約52%, アカマツで約49%になり、実粒のできる可能性は かなりたかい。クロマツ、アカマツで自家受粉をすると タネができにくいという報告があるが⁸⁾、つかったメバナがすくなくったためと考えられ、むしろタネはできやすいと考えたほうがよい。

なお 種間受粉をすると、クロマツでも アカマツでも 1球果あたりの実粒数が 自家受粉

表—5 いろいろの受粉をしたときの タネのできかた
Table-5 Seed yield by different type of pollination.

受 粉 の 型 Type of pollination	母 樹 Mother trees	できた球果 Cones matured	できた実粒 Sound seeds	1球果あたりの実粒数 Sound seeds per cone	1球果あたりのシイナ数 Empty seeds per cone	実粒の割合 Seed soundness
	Number	Number	Number	Number	Number	Percent
ク ロ マ ツ (<i>Pinus thunbergii</i>)						
Self-	17	498	6900	13.9	7.4	65.2 (39~89)*
Intraspecific-	3	110	2608	23.7	2.3	91.0 (85~94)
Interspecific.**	8	219	1053	4.8	8.6	35.9 (0~49)
Non-	11	110	25****	0.2	0.4	(35.2)
ア カ マ ツ (<i>Pinus densiflora</i>)						
Self-	16	240	1165	4.9	10.9	30.9 (0~66)
Intraspecific-	3	56	361	6.4	2.2	74.9 (62~88)
Interspecific.***	20	215	34	0.2	0.7	17.5 (0~46)
Non-	9	149	0	0	0	—

*; Numbers in parentheses indicate the difference of seed soundness by mother trees.

; × *Pinus densiflora* (year-old pollen). *; × *Pinus thunbergii*.

****; No germination test.

のときより さらにひくくなる。とくに アカマツでは シイナもできにくい。クロマツでも アカマツでも、種間受粉をすると タネのない 小さな球果がおおいので、受精前の配偶体の崩壊が とくにひどくおこると考えられる。

また 表—5によると、無受粉のときに クロマツで タネができた。タネのできた母樹は クロマツ 9, 11 号で、いずれも 無受粉のときに 球果がよくできる母樹である。裸子植物の単為生殖 (parthenogenesis, ここでは 胚の形式をとりあげる) は きわめてまれな現象だから、この結果だけで 単為生殖がおこると 即断することはできない。(いずれあらためて くわしい報告をする)。

母樹による タネのできかたのちがい 表—5によると、自家受粉をしたときの 実粒の割合

表—6a 自家受粉をしたときの 母樹による タネのできかたのちがい——クロマツ
Table-6a Seed yield by self-pollination in different mother trees—*Pinus thunbergii*.

受粉した年 と 母 樹 Pollination year & Mother tree	できた実粒 Sound seeds	1 球果あたりの タネ の 数** Total seeds per cone		1 球果あたりの 実 粒 数 Sound seeds per cone		1 球果あたりの シ イ ナ 数 Empty seeds per cone		実粒の割合 Seed soundness
	Number	Number	Percent*	Number	Percent*	Number	Percent*	Percent
1956—No. 1	1212	18.7	87	11.0	64	7.7	179	59
1956—No. 7	723	19.6	46	10.2	29	9.4	122	52
1956—No. 13	1310	17.7	86	7.8	41	9.9	619	44
1959—No. 9	1242	29.1	69	25.9	65	3.2	146	89
1960—No. 9	401	17.5	49	13.4	42	4.1	114	76
1961—No. 9	731	26.2	90	20.9	83	5.3	136	80
Average of 17 trees	6900	21.4	74	13.9	59	7.4	145	65 (39~89)

*; as percent of seed yield of open-pollination.

**; sound seeds plus empty seeds.

表—6b 自家受粉をしたときの 母樹による タネのできかたのちがい——アカマツ
Table-6b Seed yield by self-pollination in different mother tree—*Pinus densiflora*.

受粉した年 と 母 樹 Pollination year & Mother tree	できた実粒 Sound seeds	1 球果あたりの タネ の 数** Total seeds per cone		1 球果あたりの 実 粒 数 Sound seeds per cone		1 球果あたりの シ イ ナ 数 Empty seeds per cone		実粒の割合 Seed soundness
	Number	Number	Percent*	Number	Percent*	Number	Percent*	Percent
1959—No. 15	214	6.0	22	4.8	19	2.0	34	66
1959—No. 27	7	5.6	21	1.8	10	3.8	42	32
1959—No. 32	47	18.4	40	3.1	9	15.3	120	17
1960—No. 32	122	38.9	168	6.8	47	32.1	369	18
1961—No. 32	123	44.7	142	9.5	51	35.2	275	21
Average of 16 trees	1165	15.8	86	4.9	37	10.9	214	31 (0~66)

*; as percent of seed yield of open-pollination.

**; sound seeds plus empty seeds.

は 母樹によって クロマツで39~89%, アカマツで0~66%で、母樹によるちがいが大きい。そこで 母樹をきめて 自家受粉をしたときのタネのできかたをしらべた一例が 表—6a, bである。なお この表に クロマツの1956年の結果と アカマツの1959年の結果 (1958年は 自然受粉のタネがすくなかったので 1959年の結果にした) を比較してみるために加えた。また 他家受粉につかった母樹がすくなくすぎるので、自家受粉につかった母樹の 自然受粉のときのタネのできかたをしらべて 自家受粉をしたときとくらべた。

表—6a, b をみると、クロマツでも アカマツでも 自家受粉をしたときは 自然受粉のときにくらべて、実粒がすくなく シイナがおおいという一般的な傾向がある。ところが表—6a のクロマツ 9号, 表—6b のアカマツ32号の結果によると、自家受粉をしたときの1球果あたりの実粒数は母樹をきめても 受粉した年によって ちがっていた。自家受粉をしたときの1球果あたりの実粒数は 内容の充実したタネが どれだけとれるかをしめしているの、自家和合性をする簡便な手段として しばしばつかわれる¹⁾。しかし 母樹をきめても 年によるちがいがおおいから、自家和合性の母樹によるちがいを しめすものでないと考えられる。1球果あたりの実粒数は 自家和合性の極端にひくい木とか 和合性のひくくなるような交配のときでなければ、和合性の度合をしめす尺度として つかうことはできない。

このように 自家受粉をしたときの 1球果あたりの実粒数やシナイ数は 母樹をきめても年によって ひどくちがうが、表—6a, b をみると 実粒の割合 (seed soundness, タネ全粒にたいする 実粒の割合) は 母樹をきめると 年によるちがいがすくない。自然受粉のタネがすくなくなかったので 表示しなかったが、1958年から1960までの結果によると 自家受粉をしたときの 実粒の割合が クロマツ 2号で65~70%, クロマツ12号で38~39%, アカマツ27号で32~33%と母樹によって ほぼきまってくる傾向がある。実粒の割合は 胚発達が なんらかの理由でおさえられて 内容の充実したタネができにくいときに 胚発達の抑制の程度をする 適当な尺度である。したがって 自家受粉をしたときの 実粒の割合が 自家和合性の母樹によるちがいをきめる有効な手段になるとすれば、それは 胚発達の抑制をしるという意味からである。

ところが 表—6a, b をみると、1球果あたりのタネの数が 自家受粉のときにすくなくなることがおおい。つまり シイナほど種皮が発達しない タネの痕跡のようなものが たくさんできる。これは 受精前に 配偶体が崩壊していたためで その程度は さまざまである。受精前の配偶体の崩壊は 種間の受粉で よくおこるようだが⁵⁾, *Pseudotsuga* で指摘されたように⁹⁾ 自家受粉でもおこるようだ。表—6b のアカマツ 15, 27号なども その一例である。クロマツやアカマツをはじめ すでにしらべられた *Pinus silvestris*²⁾, *Pinus monticola*^{2) 11)}, *Picea omorika* など⁴⁾ は自家不和合の程度が がいして微弱であるために、胚発達の抑制 あるいは シイナの形成だけが 目につきやすく問題にされがちである。しかし ひろい意味で 自家和合性を考えるならば、受精前の配偶体の崩壊をみおとすのは 大きなまちがいである。そこで アカマツ

15, 27号のような例では、自家和合性の程度をあらわすのに 実粒の割合を つかうことは適当でない。

このように考えてくると、クロマツやアカマツのタネのできかたで 自家和合性の程度 あるいは 母樹によるちがいをしる 適当な方法はみあたらない。しかし 1球果あたりの実粒数 (タネの数でもよい)と 実粒の割合を あわせて考えれば、自家和合性の程度と 母樹によるちがいを推定することができると思われる。

実験Ⅲ タネの発芽力と苗木の成長

タネの発芽力 クロマツとアカマツで 自家受粉をしてできた実粒の平均の重さと 発芽率をしらべたのが 表—7a, b である。

この表によると、クロマツでも アカマツでも 自家受粉でできた実粒は 自然受粉でできた実粒にくらべて 平均の重さが大きい。

表—7a 自家受粉をしてできた クロマツのタネの発芽
Table-7a Germination of self-pollinated seeds of *Pinus thunbergii*.

受粉した年と 母 樹 Pollination year & Mother tree	実 粒 数 Sound seeds Number	タネの平均の重さ Mean seed weight		発 芽 率*** Percent germinated		
		Miligram	Percent*	within 15 days	within 30 days	Percent**
1956—No. 1	715	17.9	119	16	88	88
1956—No. 7	376	18.9	112	21	64	85
1956—No. 13	576	11.7	103	14	60	85
1959—No. 9	1242	17.9	105	—	43	71
1960—No. 9	401	18.4	118	—	50	86
1961—No. 9	731	16.0	101	—	23	49

*; as percent of seed weight of open-pollination.

**; as percent of germinated seeds within 30 days of open-pollination.

***; As the germinating bed Petri dish was used, on the bottom of which was placed gauze and filter paper. Dishes were kept in a thermostat, the temperature of which was kept at 23°C.

表—7b 自家受粉をしてできた アカマツのタネの発芽
Table-7b Germination of self-pollinated seeds of *Pinus densiflora*.

受粉した年と 母 樹 Pollination year & Mother tree	実 粒 数 Sound seeds Number	タネの平均の重さ Mean seed weight		発 芽 率*** Percent germinated	
		Miligram	Percent*	Percent	Percent**
1959—No. 15	214	9.8	100	37	88
1959—No. 32	47	8.0	104	4	20
1960—No. 32	122	10.3	114	46	84
1961—No. 32	123	9.2	110	48	117

*; as percent of seed weight of open-pollination.

**; as percent of germinated seeds of open-pollination.

***; percent germinated within 90 days in nursery bed.

表—4a, bによると, 自家受粉をしたときに球果がほそながい形になり(形状比が大きくなる), アカマツで 小さな球果ができることもあるが, 自家受粉をしたときの球果の発達はいいて良好で, 自然受粉のときにくらべて球果のはたらきがおちるとは考えられない。また 表—6a, bによると, 自家受粉をしたときは 自然受粉のときにくらべて 実粒がすくなくなる傾向がある。一般に 実粒の重さ(大きさといってもさしつかえない)は 球果の大きさと 球果にはいつている実粒の数によって きますといわれている³⁾。したがって クロマツ, アカマツで自家受粉をしたときに 実粒の重さがますのは おもに 実粒がすくなくなるために, 実粒への養分の分配がふえるためだと 説明することができるだろう。

表—7a, bによると, クロマツ, アカマツの自家受粉でできた実粒の発芽率は 自然受粉でできた実粒の発芽率より いくらかひくいようだ。この結果は *Pinus* や *Picea* で いままでにえられた結果^{1) 2) 4) 11)}とほぼおなじ傾向である。なお 表—7a のクロマツ 9号, 表—7b のアカマツ 32号をみると, 発芽率は 年によって かなりちがうので 母樹によるちがいが どの程度あるのかわからない。

また タネの発芽勢と 苗木の生長率とのあいだには なんの関係もみいだせないといわれているので¹⁰⁾, タネの発芽力を 苗木の初期の生長にむすびつけて考えることはできない。したがって クロマツやアカマツで 自家受粉をしたときに 実粒の発芽率がひくくすることと 苗木の初期の生長の衰退や 生存率の低下とは きりはなして考えるべきだろう。

苗木の生長 クロマツで 1956年に 自家受粉をしてできた 4年生の苗木の高さをしらべて 表—8にしめた。1958年以降に自家受粉をしてできた苗木は まだ小さくて 生長をしらべるのに適当な材料でないで、ここでは 表—8の結果だけで 考えてみることにした。

自家受粉の苗木で, 1 生長期後の上胚軸の長さ (epicotyl length) を 苗木の生長をくらべる

表—8 クロマツで 自家受粉をしてできた 4年生の苗木*の高さ
Table-8 Growth of progenies (4 years old*) obtained by self-pollination of *Pinus thunbergii* (pollination in 1956)

母 樹 Mother tree	受 粉 の 型 Type of pollination	苗 木 の 高 さ Seedling height		
		平均値と信頼限界 _(.05) Mean height $\bar{x} \pm t_{.05} s \bar{x}$	変 動 係 数 Coefficient of variation $c = s/\bar{x}$	自 由 度 Degree of freedom
		Centimeter	Percent	
No. 1	Self-	49±1.3	21.6	272
	Open-	59±2.2	19.2	100
No. 7	Self-	68±2.3	18.2	116
	Open-	69±2.8	20.1	95
No. 13	Self-	33±1.3	27.0	174
	Open-	52±1.9	18.7	104

*; transplanted in year old and 2 years old seedlings.

ためにつかい¹¹⁾, 1 生長期後の生存率 (survival) を 自家和合性の尺度につかうことがある¹⁾。そこで 表一8 の各母樹をつかって 1 生長期後の上胚軸の長さをしらべてみると, 13号の自家受粉の苗木が 自然受粉の苗木より 平均値で 14%ほど小さく 有意の差がでる。しかし クロマツやアカマツでは 上胚軸が短かく 長さの差がきわめて小さい (13号の例で 0.4 mm ぐらいの差)。また 上胚軸の長さをはかるときに 測定の誤差が大きいから, 生長をくらべるために 上胚軸の長さをつかうのは適当でない。さらに 生存率を 表一8 の各母樹でしらべてみると, 4年生の苗木になるまで 自家受粉と自然受粉の苗木のあいだに ほとんどちがいが無い。1 生長期後の生存率は 自家和合性のとくにひくい材料でなければ, 自家和合性をしる尺度につかうことができないと思う。

また 自家受粉をすると 葉緑素欠亡がときどきあらわれ ひどいときには シレコ (albino) ができるようだ¹⁾。しかし 実験につかった クロマツやアカマツで 葉緑素欠亡は ほとんどみとめられなかった。ただ 1961年に受粉したアカマツ22号で 子葉の黄色の幼植物が 24%ほどあらわれた。その大部分は 光を充分にあたえと 緑色の子葉になったが 回復が困難な幼植物もあった。このことから推察すると, クロマツやアカマツで自家受粉したときに 葉緑素欠亡があらわれるのは 比較的まれな現象で, たとえ葉緑素欠亡がおこっても その程度は きわめてかるいものだろう。

さて 表一8 をみると, クロマツ7号の自家受粉の苗木の高さは 自然受粉の苗木とくらべてほとんどおなじだが, 13号の自家受粉の苗木の高さは 自然受粉の苗木より 40%ぐらいひくくなる。自家受粉をすると 苗木の生長が わるくなるといわれているが^{2) 3) 6) 12)}, クロマツではその程度が かなり微弱なものであることがわかる。また アカマツでも クロマツとおなじ傾向がみとめられる。しかし LANGNER⁴⁾ が指摘したように, この苗木の生長の衰退は 母樹によるちがいが大きい。

クロマツやアカマツで 自家受粉の苗木をしらべると, そのなかに 小枝がたくさんでて 針葉のみじかい 自殖弱勢のはっきりあらわれた苗木がある。このような苗木の出現率を 表一8 の各母樹でしらべてみると, 1号で16%, 7号で9%, 13号で72%になる。したがって 自家受粉の苗木にみとめられる生長の衰退は 全ての苗木に 均等にあらわれるものでない。また 自家受粉をしても かなりの数の苗木は 外見上 自然受粉でできた苗木と かわりがない。そして 一見してわかる 生長のわるい 自殖弱勢のあらわれた苗木の 出現する度合が 母樹によってちがっているようだ。

そこで 現実の採種園で 受粉を意のままにコントロールすることができないと, 生産された次代の苗木のなかに 自家受粉でできた苗木 とくに 苗畑で除去しにくい 一見して 自殖弱勢のわからない苗木が つかった母樹によって かなりの割合で ふくまれることになる。このような自家受粉の苗木の生長を考えてみると, 微弱なマイナスの効果が 長い年月のあいだにつ

みかさなっている結果がでる可能性があり、また 立地条件によって 生長のおとろえが 強くあらわれる可能性もある。したがって 採種園で タネの生産をするときには、まず 受粉の適確なコントロールの方法を 考えておく必要があるだろう。

摘 要

自家受粉をしたときの球果のできかたは 平均して クロマツで53.3%, アカマツで31.3%であった。そして おなじ種内で他家受粉をしたときよりひくく、クロマツとアカマツの種間受粉をしたときと おなじぐらいだ。

自家受粉をしたときの球果のできかたは 母樹でほぼきまっているが、クロマツで0~80%, アカマツで9~72%と 母樹間のちがいがおおきい。

できた球果をしらべてみると、自家受粉をしたときには 球果の形状比がおおきくなる。

自家受粉をしたときのタネのできかたをしらべてみると、平均して 1球果あたりの実粒数はクロマツで13.9, アカマツで4.9であり、1球果あたりのシイナ数は クロマツで7.4, アカマツで10.9であった。そして クロマツでも アカマツでも、自家受粉をしたときは 自然受粉のときにくらべて 実粒がすくなく シイナがおおかった。また 自家受粉をしたときの1球果あたりの実粒数は おなじ種内で他家受粉をしたときよりひくいが、クロマツとアカマツの種間受粉をしたときより はるかによくできる。

自家受粉をしたときの 実粒の割合は 母樹でほぼきまっているが、クロマツで 39~89%, アカマツで 0~66%と 母樹間のちがいが大きい。また 実粒の割合と 1球果あたりの実粒数で 自家和合性の程度と 母樹によるちがいを 推定することができると考えた。

自家受粉でできた実粒は 自然受粉の実粒にくらべて 平均の重さが大きく、発芽率がいくらかひくくなる傾向があった。また 自家受粉をすると 生長のわるい 自殖弱勢のはっきりあらわれた苗木ができるが、このような苗木の出現の度合は 母樹によるちがいが大きい。

この実験にあたって お導きくださった大政、佐藤両先生、つねに 批判と助言をしてくださった 樹芸研究所 郷助教授、林試 岩川技官にお礼を申しあげる。また 手伝ってくださった 八木氏はじめ演習林附属田無試験地と 造林学教室のみなさんにお礼を申しあげる。

引 用 文 献

- 1) BARNES, B. V., BINGHAM, R. T. and SQUILLACE, A. E.: *Silvae Genet.* 11: 103-111, 1962.
- 2) BINGHAM, R. T. and SQUILLACE, A. E.: *Forest Sci.* 1: 121-129, 1955.
- 3) EHRENBURG, C., GUSTAFSSON, Á., PLYM FORSHELL, C. and SIMAK, M.: *Hereditas* 41: 291-366, 1955.
- 4) LANGNER, W.: *Silvae Genet.* 8: 84-93, 1959.
- 5) McWILLIAM, J. R.: *Amer. J. Bot.* 46: 425-433, 1959.
- 6) MERGEN, F.: U.S. Forest Serv., Southeast. Forest Exp. Sta. Res. Notes 67, 1954.

- 7) 中村賢太郎: 演習林 6: 6-11, 1944.
- 8) 野原勇太, 陣野好之, 伊藤徳彦: 日林誌 33: 87-92, 1951.
- 9) ORR-EWING, A. L.: Silvae Genet. 6: 179-185, 1957.
- 10) SCHELL, G.: Silvae Genet. 9: 48-53, 1960.
- 11) SQUILLACE, A. E. and BINGHAM, R. T.: Silvae Genet. 7: 188-196, 1958.
- 12) WRIGHT, J. W. and GABRIEL, W. J.: Silvae Genet. 7: 109-115, 1958.

Summary

Reviewing the cone and seed yields, germination of seeds and growth of progenies, which occur by self-pollination of *Pinus thunbergii* and *P. densiflora*, the following can be said:

Cone yields (as percent of flowers pollinated) in self-pollination were 53.3% in *P. thunbergii* and 31.3% in *P. densiflora* on an average. These cone yields were smaller than that of intraspecific-pollination and nearly equal to that of interspecific-pollination. (Table 1)

Cone yields in self-pollination had a tendency to have a certain value in same mother tree, but had a large difference, 0~80% in *P. thunbergii* and 9~72% in *P. densiflora*, among mother trees. (Table 2a, b) This difference of cone yields by mother trees was discussed comparing with the cone yields in other type of pollination in same mother tree. (cf. Table 3)

Cone length per cone diameter of self-pollinated cones was larger than that of open-pollinated cones in every mother tree. (Table 4a, b) This change of cone shape in self-pollination seemed to have close relation to the deficiency of sound seed yield in self-pollination.

Numbers of sound seeds per cone in self-pollination were 13.9 in *P. thunbergii* and 4.9 in *P. densiflora* on an average. Numbers of empty seeds per cone in self-pollination were 7.4 in *P. thunbergii* and 10.9 in *P. densiflora* on an average. Compared with corresponding numbers in open-pollination, sound seeds decreased and empty seeds increased in self-pollination. Numbers of sound seeds in self-pollination were smaller than that of intraspecific-pollination, but larger than that of interspecific-pollination. (Table 5)

Numbers of sound and empty seeds in self-pollination differed from year to year in same mother tree, while seed soundness (sound seeds per total seeds) was certain to be nearly constant in mother tree. (Table 6a, b) The degree of self-compatibility in each mother tree was considered sufficiently to be determined by both seed soundness and sound seeds per cone.

Mean seed weight increased, but germination percent decreased in self-pollination comparing with corresponding numbers of open-pollination. (Table 7a, b) Seedling height decreased slightly in self-pollination, but this decrease of seedling height had a large difference among mother trees. (Table 8)