

ツシママツの遺伝と育種に関する研究

第1報 母樹間におけるタネの形質と発芽の差異

吉川 勝好・岡田 幸郎*

Studies on the Genetics and Breeding of local variety Tsushima-
matsu in Japanese red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.)

1. The difference between character of seed and germination on each mother trees

Katsuyoshi YOSHIKAWA and Yukio OKADA*

目 次

1. ま え が き.....	77	5. 論 議.....	98
2. 実験材料.....	81	6. 摘 要.....	99
3. 実験方法.....	81	文 献.....	99
4. 実験結果.....	84	Résumé	101

1. ま え が き

これからの林木育種を進めていくためには事業的な問題もあるが、過去における林木の遺伝学および育種学的研究の不足が根本的障害になっている。

林木の遺伝、育種学的な問題には各形質における遺伝子の働き、遺伝子間の働きあい、核型、雑種における染色体の行動などの遺伝子または染色体段階での問題も重要であり、まだ殆んど解明されていないが、1年生作物である米、麦など栽培植物に対して林木には永年性と雑種性の問題が特に重要である。永年性について考慮しなければならないことは世代の寿命が長いこともあるが、種子から発芽した苗木が成長して結実するまでに長年月を要すること、すなわち、世代の繰返しに1年生作物の10倍以上の長期間を要することであり、雑種性についてはいままでに天然更新を続けてきた林分は殆んど自然集団にひとしく、しかも他殖性で風媒花の多い林木では完全混合の状態で交雑がおこなわれ、そのために雑種性が高くなっていることである。

永年性の問題は育種年限の短縮に関する重要問題である。育種年限の短縮をはかるための研究は種々あげられるが、現在主としてとりあげられているものは開花、結実促進と早期検定であり、1年生作物においても多くの研究が発表されている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。果樹、桑、茶などの木本作物においても研究が進められ、桑や茶における早期検定法も発表されているが、林木ではジベレリン⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾処理による開花促進が加藤ら、¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾四手井らなど多くの研究者によって発表され、スギなどで成果を収めている。また、著者の一人である岡田は早期検定の基礎として林木における生長経過の動的解析をおこなっているが、外国においても¹⁶⁾永年作物の早期検定が多くの学者によって発表され、林木では W. Schmidt, A. Th. de Jamblinne,

* 農林省林業試験場 Gevt, Forest Exp. Sta., Meguro, Tokyo

R. Karshon, O. Moritz, C. Muhle Larsen はじめ多くの研究者の報告がある。¹⁷⁾

つぎに雑種性の問題であるが、これは林木育種にとって重要不可欠の基本問題である。育種は一つの集団をよりよい集団に改善していくための操作であるが、集団（個体群）の遺伝子組成は各個体の雑種性と密接不可分の関係にあるからである。

一般に植物における集団の遺伝子組成は繁殖法によって大きく決定されるが、林木の集団でも同じことで栄養集団と実生集団とで異なり、実生集団では前述のように完全混合に近い状態におかれるため雑種性がかなり高いものと思われる。このため林木育種を進めていくためには実生集団¹⁸⁾についてどの程度の変異があり、それが次代にどんなに伝わっていくか、すなわち、Dobzhansky の生物集団の遺伝的変異性の保有を説明する古典仮説 (classical hypothesis) または平衡仮説 (balance hypothesis) に含まれる問題を明らかにする必要がある。

最近遺伝学において J. B. S. Haldane, B. A. Fischer, S. Wright らによって従来の主として個体を単位とした遺伝学に対して集団を単位とした遺伝を取扱う集団遺伝学が台頭し、急速に発展してきた。これはメンデルの遺伝学と統計学的理論によって組立てられたもので、生物進化の機構を究明する面において実験的方法を開き、その進歩に大きく寄与するとともに、動、植物の育種に理論的根拠を与え、実際の育種についてもこれによって優良品種が育成されるようになってきた。

本研究は林木の実生集団について以上のべた問題点を明らかにするためアカマツ林をとりあげてその変異性と遺伝性の解明をはかるものであり、集団遺伝学的方法によって実施する。なお、わが国ではいわゆる有名松として固有名でよばれるマツがあるが、これらは実生集団であるため問題が多い。本研究はアカマツとして有名松の一つであるツシママツをとりあげることににより育種材料として貴重な有名松の育種の解析も併せて行うことにした。本研究はツシママツの代表林分を調査し、ランダムに母樹を選抜して母樹別に採種のうえ養苗して再び造林するもので、研究目的を要約するとつぎのとおりである。

1. 親の形質はどのように子供に伝わるか
 - 1) 各形質の遺伝の解明
 - 2) 各形質の表現型相関、遺伝相関および環境相関の検定
(育種一般の問題とその解明に関する資料の提出)
2. 形質発現に環境がどのように働くか
 - 1) 分散分析による家系間の検定
 - 2) 分散分析による造林地間の検定
 - 3) 遺伝分散、環境分散および遺伝力の推定
(産地問題、遺伝質と環境の相互関係および育種効果の解明に関する資料の提出)
3. 樹齢によって形質発現がどのように変わるか
 - 1) 各形質の親子間の相関
 - 2) 各形質の幼苗期と成木期の相関
(選抜の有効な標識となる形質と早期検定の解明に関する資料の提出)

今回はその第1段階として、母樹別に採取した種子の形質と発芽の調査結果により、母樹間の有意性検定の結果をとりまとめたのでここに発表する。

なお、本研究の実施にあたり京都大学農学部林学科生態学研究室四手井綱英教授、農林生物学科応用植物学研究室今村駿一郎教授、農学科育種学研究室赤藤克己教授、安室喜正助手、演習林本部佐野宗一教授、斎藤達夫助教授から有意義な御指導を頂き、また、林業試験場加藤善忠造林部長、岩川盈夫育種科長より多くの御助言を賜った、厚く御礼申し上げる。また現地調査について前橋営林局ならびに浪江営林署の関係各位より多くの御便宜を頂いた、併せて御礼申し上げる。

第1図 ツシママツ林分の林相

Fig. 1. Stands profile of the Tsushima-matsu (*P. densiflora*)

1. 林分の外観
 上層木ツシママツ
 下層木スギ
 Exterior view of the stands

Overstory: Tsushima-matsu (*P. densiflora*)

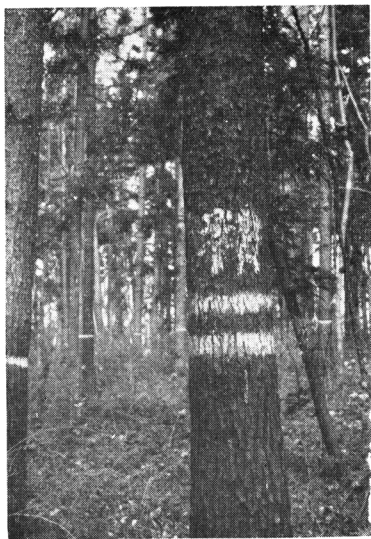
Understory: Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don)



2. 林分内の樹冠の状態
 Composition of crown



3. 試験区域 ○印は母樹を示す
 Experimental stands
 ○: Mother tree



4. 精英樹1号木
Elite No. 1



5. 精英樹2号木
Elite No. 2

2. 実験材料

本試験に供した樹種は前述したようにアカマツで、有名松の一つであるツシママツを用いた。²⁴⁾²⁵⁾ ツシママツは福島県の太平洋岸、双葉郡浪江町浪江営林署管内の柵平国有林を中心として、泉田川の兩岸にまたがって東西約 4 km、南北約 8 km の地域に分布し、樹幹の通直性と材質の優良性で知られ、成長もまた良好である。

本試験の対象林分は分布地域の中心に位置し、代表林分となっている浪江営林署管内柵平国有林 15 林班は小班で、スギの人工造林地に天然下種で発生し、スギ林の上層林を形成した林分である。林齢はタネを採取した 1957 年当時で 50～60 年生と推定される。以上の林分内に約 0.1 ha の試験区域を設定し、区域内に生育している約 80 本について毎木調査をするとともに 18 本の母樹をランダムに選定した。なお、本試験には試験区域外であるが、同じ小班内の近くで選ばれた精英樹 2 本を加えて母樹本数を全部で 20 本とした。(第 1 図および第 2 図参照)

林分調査と母樹調査の詳細な結果は省略するが、採取した当時おこなった母樹の予備調査の結果を示すと第 1 表のようである。

1957 年 11 月に 20 本の母樹から個体毎にタネを採取し、翌春京都市左京区北白川の京都大学演習林苗畑にまきつけて養苗した。採種量は母樹 1 本あたり平均 4.52 g である。

3. 実験方法

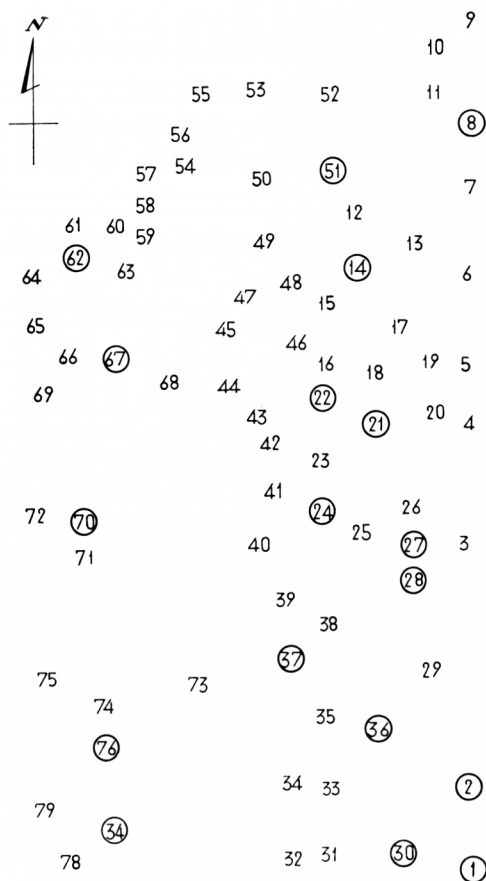
母樹別に採取したタネの形質と発芽についてつぎのような測定を行った。

a. タネの形質の測定

精英樹 2 本を含む全母樹から得られたタネについて各 200 粒ずつをランダムに選び、その長径、短径、厚さおよび風乾重を測定した。前の 3 項はダイヤル付マイクロメーターを用い、風乾重はトーションバランスを用いて行った。なお、実験の都合でタネの形質測定をタネまきの後に行ったため採種量の関係から第 2 表に示したように No. 14 と No. 18 の母樹は播種数も不足しタネの形質は測定できなかったもので、あらためて測定し補足する予定である。なお、No. 8 と No. 17 の母樹の測定粒数もそれぞれ 107 粒と 170 粒になった。

b. 発芽の測定

1957 年の秋に採取した母樹別のタネを 1958 年 4 月 26 日に京都大学演習林苗畑にまいて発芽を測定し



第 2 図 ツシママツ母樹の位置図

○印はランダムに選んだ母樹を示す

Fig. 2 Situation map of Tsushima-matsu (*Pinus densiflora*)

○ Mother tree chosen at random.

第1表 ツシママツ母樹調査 福島県双葉郡浪江町大字赤字木浪江営林署柵平国有林5林班内
Table 1. Investigation on mother trees of Tsushima-matsu (*P. densiflora*)

母樹番号 No. of mother trees	浪江番号 No. of mother tree in Namie	樹 高 Height	枝下高 Clear length	胸高直径 Diameter of breast height	枝 数 Branch number					枝 の 太 さ Diameter of branch			枝の角度 Angle of branch	針葉長 Needle leaf length	樹冠径 Crown diameter	皮目の巻性 Spirality of lenticol
					枝階数 No. of branch stage	下 lower	力枝 Largest spreading branch	上 Upper	計 Total	下 lower	力枝 Largest spreading branch	上 Upper				
1	1	25.0m	16.4m	26cm	20	6 (4)	3本	62 (15)	71本	4.2cm	5.0cm	2.9cm	79.0°	17.5cm	4.5m	左
2	2	24.8	16.8	32	20	12 (4)	4	68 (15)	84	3.3	5.6	2.9	73.6	9.5	3.3	左
3	8	24.6	18.7	29	17	11 (3)	4	50 (13)	65	4.0	4.5	3.0	80.7	14.7	5.0	
4	14	25.2	16.3	34	24	15 (7)	4	63 (16)	82	5.7	5.0	4.2	83.6	7.8	7.1	
5	21	23.7	14.9	28	21	12 (8)	3	41 (12)	56	4.3	5.0	2.7	63.3	11.6	5.1	
6	22	23.9	18.4	28	15	14 (5)	3	32 (9)	49	2.4	4.5	1.8	82.1	11.8	4.4	
7	24	25.7	16.4	40	21	11 (5)	4	51 (15)	66	4.3	6.0	5.3	65.8	14.3	8.6	
8	27	24.0	17.2	30	17	8 (4)	3	51 (12)	62	2.9	5.6	3.5	72.5	10.7	4.8	左
9	28	24.7	15.4	32	22	14 (6)	5	63 (15)	82	4.0	6.0	4.3	76.4	8.8	7.1	左
10	30	26.1	16.4	34	22	12 (5)	4	55 (16)	71	4.1	5.3	3.9	72.0	12.2	5.8	
11	34	23.6	15.6	33	21	12 (6)	4	46 (14)	62	4.1	5.1	3.5	77.1	16.5	7.6	
12	36	23.0	16.6	24	13	10 (3)	3	33 (9)	46	3.0	3.5	2.4	78.6	15.8	3.3	
13	37	23.2	17.1	26	16	7 (3)	4	42 (12)	53	3.4	4.0	3.3	77.9	16.2	4.1	
14	51	24.5	15.9	35	23	15 (8)	3	48 (14)	66	4.1	5.3	3.2	75.7	11.0	6.6	
15	62	25.7	17.5	36	20	10 (3)	5	68 (16)	83	4.3	5.6	4.5	77.1	8.2	5.1	
16	67	23.0	17.0	26	16	11 (6)	3	39 (9)	53	4.0	4.8	3.6	74.3	10.5	2.7	
17	70	25.7	16.1	38	21	10 (4)	4	67 (16)	81	4.4	4.5	4.6	73.6	14.4	5.7	
18	76	23.5	17.0	28	17	15 (4)	4	41 (12)	60	3.5	4.3	3.7	68.6	20.0	6.0	
19	精 1	26.2	17.5	30	19	9 (4)	4	56 (14)	69	3.9	4.6	4.0	81.7	14.5	5.1	
20	精 2	26.4	18.4	33	20	14 (4)	4	50 (15)	68	4.6	5.5	3.8	71.7	14.3	5.4	

註. 枝数の欄 () 内の数字は枝階数を示す。

Note: Number in parenthesis means the number of branch stage.

第2表 母樹別種子の形質
Table 2. Character of seeds by each mother tree

母樹番号 No. of mother trees	測定数 Seed number	長 径 Long diameter			短 径 Short diameter			厚 Thickness			風 乾 重 Dry weight			発芽率 Germination percent
		平均値 Mean	標準偏差 Standard deviation	変異係数 Coefficient of variability	平均値 Mean	標準偏差 Standard deviation	変異係数 Coefficient of variability	平均値 Mean	標準偏差 Standard deviation	変異係数 Coefficient of variability	平均値 Mean	標準偏差 Standard deviation	変異係数 Coefficient of variability	
	粒	mm		%	mm		%	mm		%	mg		%	%
1	200	4.99	0.263	5.27	2.70	0.174	6.44	1.77	0.101	5.71	9.84	1.248	12.68	90.0
2	200	4.99	0.224	4.49	2.44	0.135	5.53	1.77	0.119	6.72	9.24	1.305	14.12	87.6
3	200	5.21	0.345	6.62	2.74	0.190	6.93	1.93	0.133	6.89	10.54	1.672	15.86	94.4
4	200	4.94	0.256	5.27	2.61	0.170	6.51	1.76	0.086	4.87	9.04	1.424	15.70	91.0
5	200	4.88	0.370	7.58	2.69	0.212	7.88	1.91	0.113	5.91	10.83	1.132	10.45	88.6
6	200	4.33	0.380	8.78	2.32	0.252	10.86	1.67	0.126	7.54	6.63	0.790	11.91	85.7
7	200	4.80	0.302	6.29	2.63	0.145	5.51	1.70	0.079	4.65	8.55	0.955	11.17	91.1
8	107	4.89	0.345	7.06	2.66	0.161	6.05	1.78	0.114	6.40	9.62	1.140	11.85	92.0
9	200	4.72	0.249	5.28	2.49	0.142	5.70	1.73	0.130	7.51	7.81	1.070	13.69	90.0
10	200	5.00	0.269	5.38	2.63	0.143	5.44	1.79	0.084	4.66	9.64	1.060	10.99	93.3
11	200	4.95	0.303	6.13	2.66	0.142	5.34	1.72	0.118	6.86	8.59	1.030	11.98	82.2
12	200	5.12	0.271	5.29	2.79	0.132	4.73	1.87	0.109	5.83	10.72	1.139	10.63	87.1
13	200	4.38	0.220	5.02	2.57	0.145	5.64	1.82	0.111	6.07	8.10	0.990	12.22	88.6
14														70.2
15	200	4.99	0.356	7.13	2.42	0.145	6.02	1.64	0.133	8.11	8.10	1.127	13.91	91.7
16	200	4.87	0.391	8.03	2.41	0.216	8.96	1.71	0.115	6.73	8.22	1.391	16.92	83.9
17	170	4.72	0.225	4.77	2.52	0.194	7.70	1.64	0.110	6.71	8.26	1.023	12.38	88.0
18														89.3
19	200	5.29	0.240	4.54	2.48	0.156	6.29	1.70	0.097	5.71	8.92	1.024	11.48	90.9
20	200	4.64	0.307	6.62	2.35	0.172	7.32	1.58	0.104	6.58	6.86	1.224	17.84	90.9

た。苗床は巾 1 m 長さ 10 m で表面に立枯病を防ぐため山からとった赤色土をまいた。10 m の苗床 2 列に 20 plot を設け、20本の母樹番号をランダムに配置し、3回繰返しの Block を設けた。1 plot の播種数は 350 粒 (1 m の列に 35粒ずつ 10列) で、1 母樹あたり 1050 粒 (350 粒×3) になる。ただし、No. 14 と No. 18 の母樹の播種数はそれぞれ 897 粒と 570 粒である。その後 5月14日 (まきつけから19日目)、5月19日 (24日目) 5月27日 (32日目)、6月7日 (43日目) の4回発芽本数と発芽率を算定した。

4. 実 験 結 果

A. 母樹別タネの形質

まず長径の測定結果を示すと第2表と第3図、第4図のようで、各母樹の平均長径は 4.33 mm から 5.29 mm の範囲に分布している。第4図は母樹毎のタネ長径の分布をヒストグラムで現わしたもので、測定粒数の関係もあるが、個体により分布が右または左に偏っているものもある。

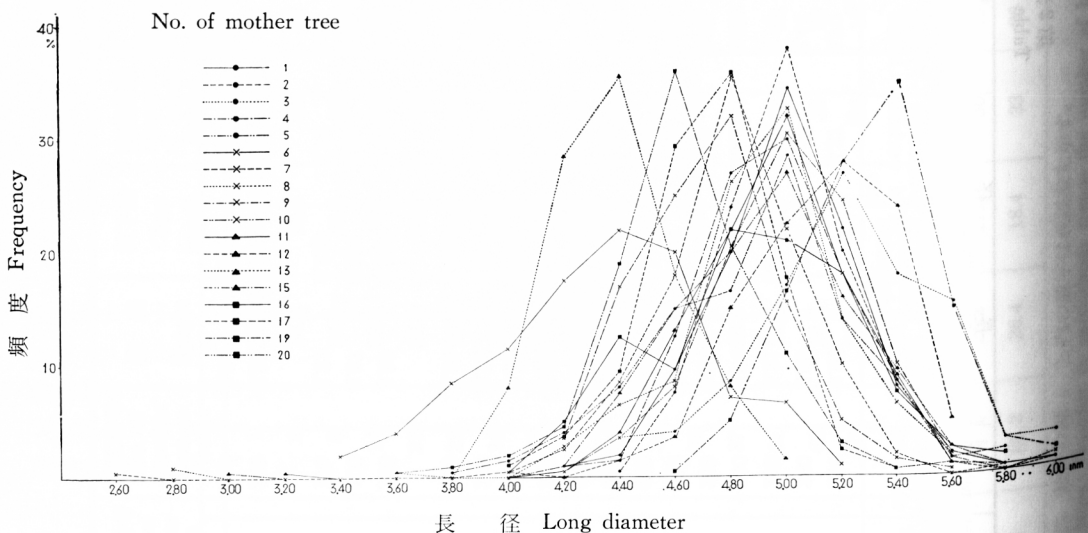
短径の測定結果は第2表と第5図、第6図のとおりで、母樹別平均値は 2.32 mm から 2.79 mm の範囲にあり、ヒストグラムをみると長径と同じような傾向がみられる。

厚さの測定結果は第2表と第7図、第8図のとおりで、母樹別平均値は 1.58 mm から 1.93 mm の範囲にあり、第7図をみると測定単位にもよるが長径、短径よりも母樹のバラツキは小さくなっている。また、第8図でも各母樹における頻度の左右の偏りがないようである。

最後に風乾重であるが、第2表によると母樹の平均値は 6.63 mg から 10.83 mg の範囲に分布し、その頻度曲線は第9図のとおりで、母樹による違いは認められるが、その変異は連続的である。第10図の母樹毎のヒストグラムは厚さに似た傾向を示す。

以上が測定結果であるが、第2表には母樹別に計算した平均値、標準偏差、変異係数を表示した。変異係数をみると、風乾重の値が長径、短径、厚さの値よりも大きくなっていることが認められる。長径、短径、厚さの値はほぼひとしい。

なお、各形質における母樹別の平均値の順位を第2表から求めてみると第3表のようになる。第3



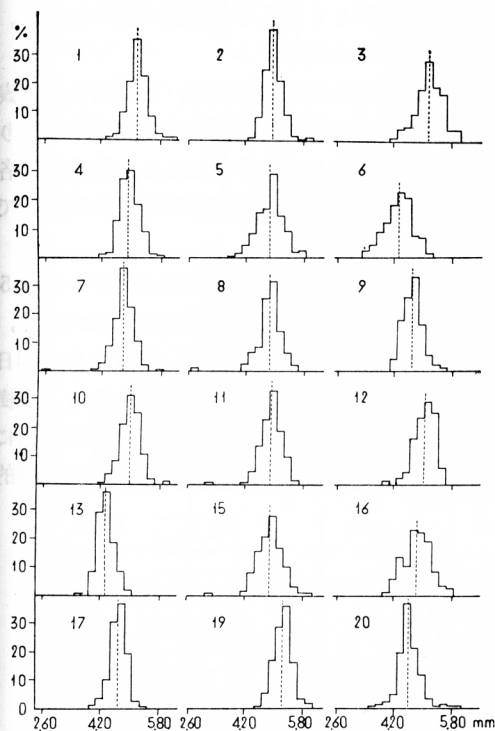
第3図 母樹別種子長径の頻度曲線
Fig. 3. Distribution curve of seed long diameter on each mother tree

表の順位は平均値の小さいものから順に 1, 2, 3, ……とした値で, No. 14 と No. 18 は測定値がないため除外したので最高順位は18になっている。第3表をみると, No. 20 は精英樹2号木であるがこの母樹群ではタネの大きさが相対的に小さいことが分り, No. 3 と No. 12 の母樹のタネが比較的大きい。また, 母樹によって形質ごとの順位にバラツキが認められるが, No. 4 の母樹は安定した順位を示している。また, 第3表をみると各母樹のタネの形状が長いか短い, または重いか軽いかがおよそ推測できる。

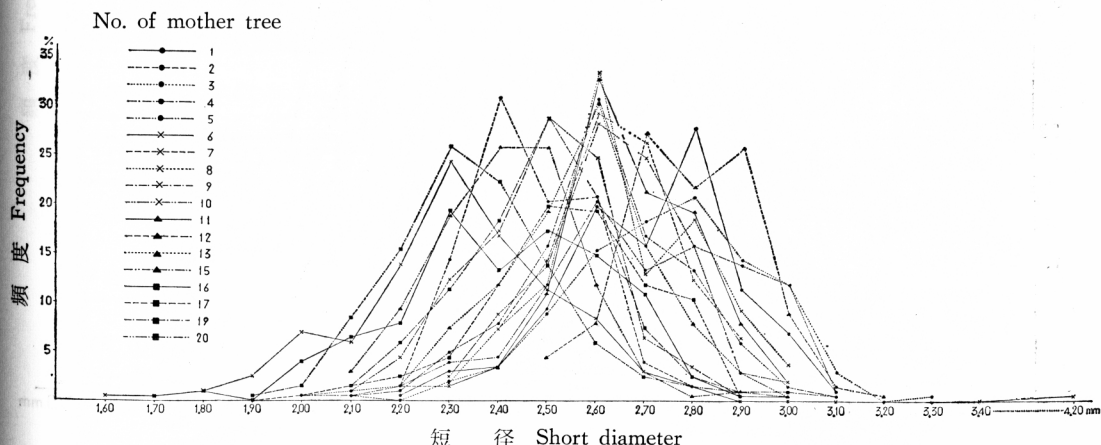
つぎに各形質の測定値を用いて母樹間の有意差を分散分析によるF検定ならびにt検定によって求

第3表 種子の形質における母樹の大きさの順位
Table 3. Rank of mother tree length
duing to seed character

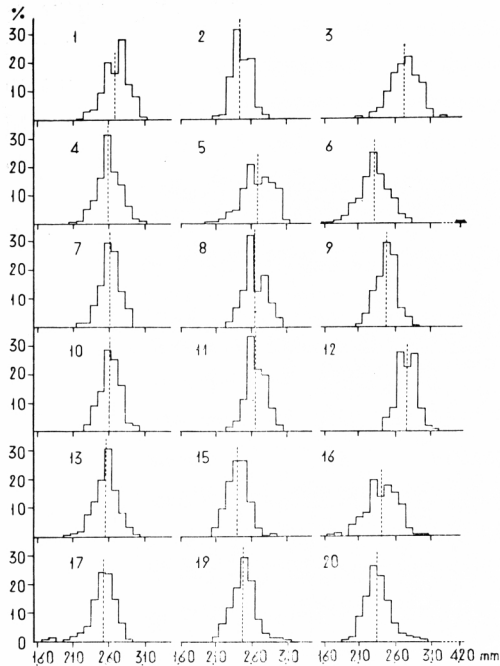
母樹番号 No. of mother trees	種子の形質 Charactor of seeds			
	長 径 Long diameter	短 径 Short diameter	厚 さ Thickness	風乾重 Dry weight
1	12	16	11	15
2	13	5	12	12
3	17	17	18	16
4	10	10	10	11
5	8	15	17	18
6	1	1	4	1
7	6	11	5	8
8	9	13	13	13
9	4	7	9	3
10	15	12	14	14
11	11	14	8	9
12	16	18	16	17
13	2	9	15	4
14	—	—	—	—
15	14	4	2	5
16	7	3	7	6
17	5	8	3	7
18	—	—	—	—
19	18	6	6	10
20	3	2	1	2



第4図 各母樹の種子長径のヒストグラム
Fig. 4. Histogram of seed long diameter
on each mother tree



第5図 母樹別種子短径の頻度曲線
Fig. 5. Distribution curve of seed short diameter on each mother tree



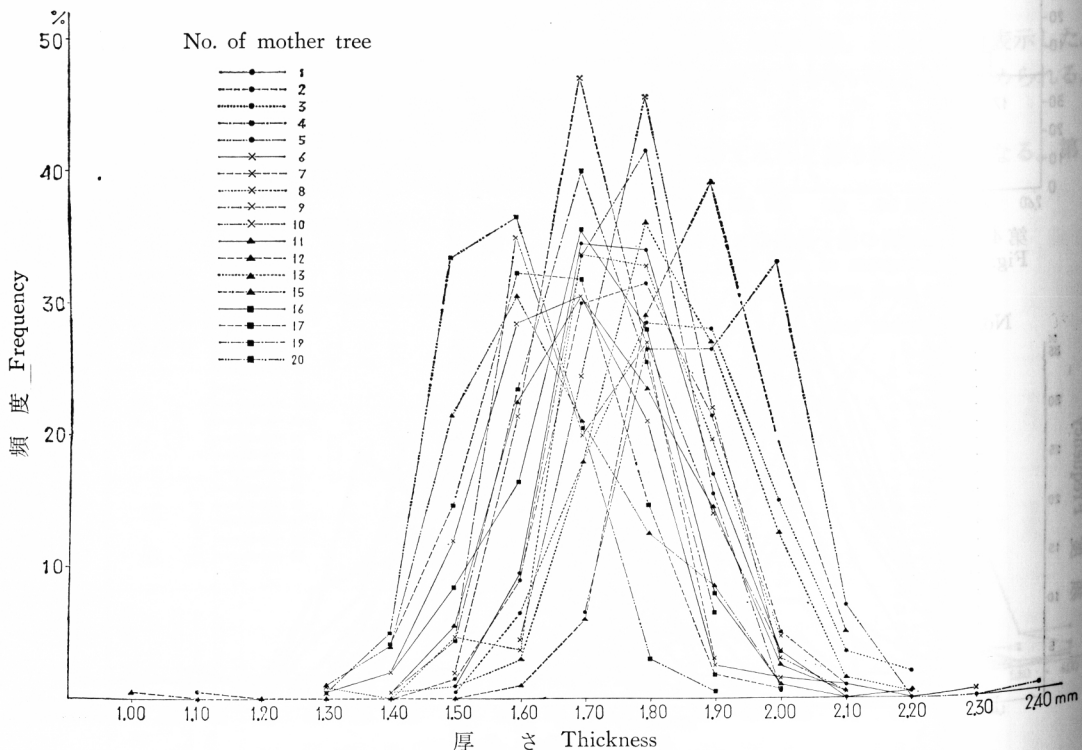
第6図 各母樹の種子短径のヒストグラム
Fig. 6. Histogram of seed short diameter
on each mother tree

めた。分散分析の結果は第4表のとおりで各形質とも母樹間に1%水準で有意差が認められた。また、t検定による母樹相互間の有意差は第5表から第8表に示したとおりである。これらの表の中で No. 14 と No. 18 の母樹については測定値がなく、検定できなかったため空欄になっている。これを見ると、種子の形質は母樹により多少の差はあるが全体を通して各母樹間とも相互に有意差が認められた。

B. 母樹別タネの発芽

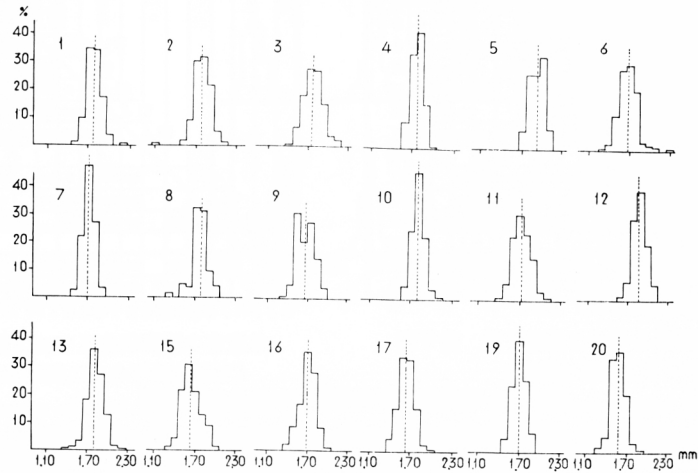
発芽率を算出した結果は第11図、第12図と第9表に示した。第11図は各測定日における発芽率であり、第12図はそれを積算した発芽率であり、第9表は各測定日の発芽率と積算された発芽率を示したものである。

まず、第11図をみると、母樹による発芽の差は5月19日(24日目)と5月27日(32日目)に大きく、次いで5月14日(19日目)である。6月7日(43日目)には各母樹とも1%内外の発芽率となり、母樹間の差が殆んどない。また、第11図によると母樹により発芽率が最高値を示すときが発芽期間の比較的



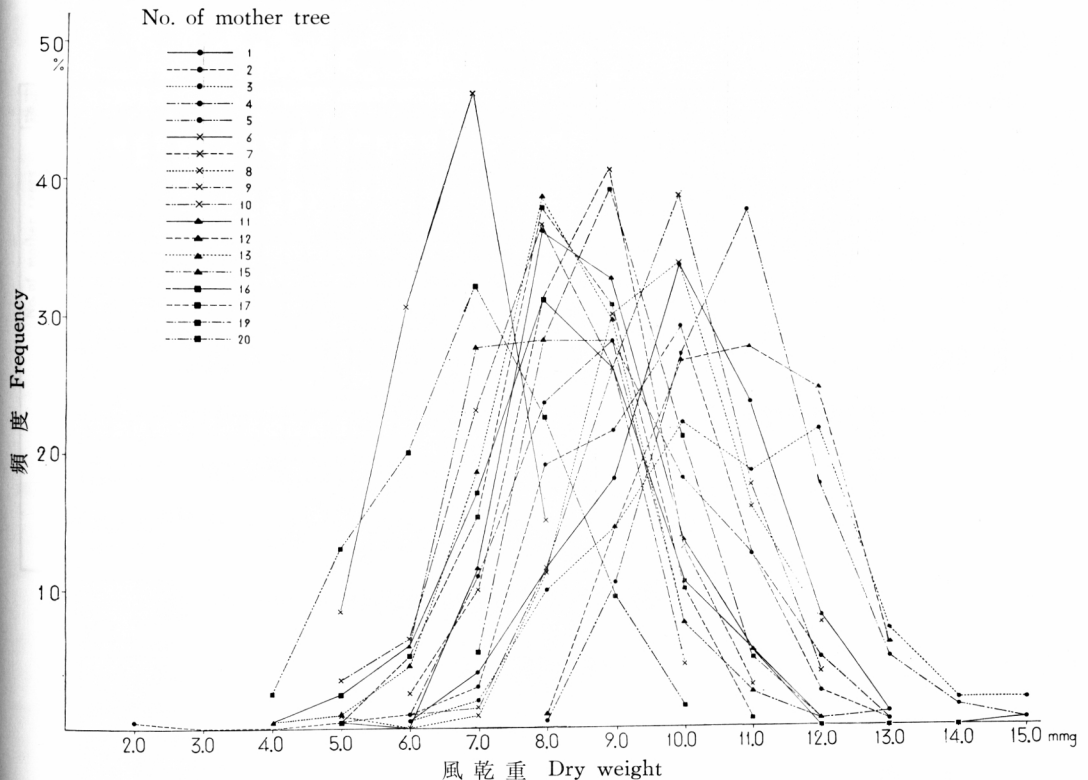
第7図 母樹別種子厚さの頻度曲線
Fig. 7. Distribution curve of seed thickness on each mother tree

前期にあるものと、後期にあるものに分類されることが認められ、No. 1, No. 2, No. 3, No. 7, No. 8, No. 9, No. 10, No. 17, No. 19 の9母樹が前者に属し、No. 4, No. 5, No. 6, No. 11, No. 12, No. 13, No. 14, No. 15, No. 16, No. 18, No. 20 の11母樹が後者に属している。つぎに第12図の積算発芽率をみると、母樹間の差は5月19日が最大で、5月14日がこれにつき、5月27日と6月7日が最小になっている。第12図をみると No. 14 の母樹の発芽率が他の母樹に比べて非常に低い値になっ



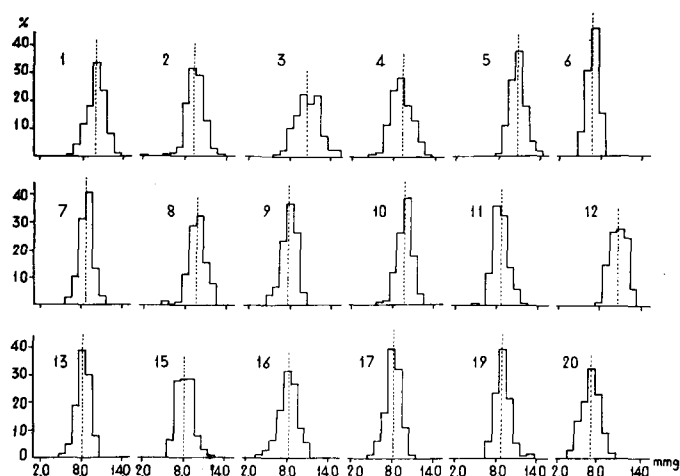
第8図 各母樹の種子厚さのヒストグラム

Fig. 8. Histogram of seed thickness on each mother tree



第9図 母樹別種子風乾重の頻度曲線

Fig. 9. Distribution curve of seed dry weight on each mother tree



第10図 各母樹の種子風乾重
のヒストグラム

Fig. 10. Histogram of seed
dry weight on each
mother tree

第4表 母樹別種子の形質における分散分析

Table 4. Analysis of variance of seed characters of mother tree

形質 Character	長 径 Long diameter			短 径 Short diameter		
要因 Source	全 体 Total	母樹間 Between mother trees	母樹内 Within mother trees	全 体 Total	母樹間 Between mother trees	母樹内 Within mother trees
自 由 度 Degree of freedom	3476	17	3459	3476	17	3459
平 方 和 Sum of squares	525.983	212.109	313.874	807.120	701.824	105.396
平 均 平 方 Mean squares		21.211	0.0907		41.284	0.0304
分 散 比 Variance ratio		233.859 ⁺⁺			1354.906 ⁺⁺	

形質 Character	厚 さ Thickness			風 乾 重 Dry weight		
要因 Source	全 体 Total	母樹間 Between mother trees	母樹内 Within mother trees	全 体 Total	母樹間 Between mother trees	母樹内 Within mother trees
自 由 度 Degree of freedom	3476	17	3459	3476	17	3459
平 方 和 Sum of squares	67.216	24.562	42.654	5332.681	4858.170	474.411
平 均 平 方 Mean squares		1.445	0.0123		285.775	0.1371
分 散 比 Variance ratio		117.463 ⁺⁺			2082.908 ⁺⁺	

⁺⁺ : Significant at 1% level

母樹 番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4.99																			
2	**	4.99																		
3	**	**	5.21																	
4	**	**	**	4.94																
5	**	**	**	**	4.88															
6	**	**	**	**	**	4.33														
7	**	**	**	**	**	**	4.80													
8	**	**	**	**	**	**	**	4.89												
9	**	**	**	**	**	**	**	**	4.72											
10	**	**	**	**	**	**	**	**	**	5.00										
11	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	4.95									
12	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	5.12								
13	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	4.38							
14																				
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4.93						
16	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4.87					
17	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	4.72				
18																				
19	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5.29			
20	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	4.64		

* 5%, ** 1%水準で有意差の認められるもの

第5表 種子長径における各母樹間の有意差
(数値は母樹ごとの平均を示す)Table 5. Significance of seed long diameter
between mother trees
Each numeral in the table indicates
the mean.

* Significant at 5 percent level

** Significant at 1 percent level

母樹 番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2.70																			
2	**	2.44																		
3	*	*	2.74																	
4	**	**	**	2.61																
5	**	**	**	**	2.69															
6	**	**	**	**	**	2.32														
7	**	**	**	**	**	**	2.63													
8	**	**	*	*	*	*	*	2.66												
9	**	**	**	**	**	**	*	*	2.49											
10	**	**	*	*	*	*	*	*	*	2.63										
11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.66									
12	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.79								
13	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.57							
14																				
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.42						
16	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.41					
17	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.52				
18																				
19	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.48			
20	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2.35		

* 5%, ** 1%水準で有意差の認められるもの

第6表 種子短径における各母樹間の有意差
(数値は母樹ごとの平均を示す)Table 6. Significance of seed short diameter
between mother trees
Each numeral in the table indicates
the mean.

* Significant at 5 percent level

** Significant at 1 percent level

母樹 番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1.77																			
2	**	1.77																		
3	**	**	1.93																	
4	**	**	**	1.76																
5	**	**	**	**	1.91															
6	**	**	**	**	**	1.67														
7	**	**	**	**	**	**	1.70													
8	*	*	*	*	*	*	*	1.78												
9	**	**	**	**	**	**	*	*	1.73											
10	**	**	**	**	**	**	*	*	*	1.79										
11	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	1.72									
12	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*	1.87								
13	**	**	**	**	**	**	*	*	*	*	*	*	1.82							
14																				
15	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.64						
16	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.71					
17	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.64				
18																				
19	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.70			
20	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.58		

* 5%, ** 1%水準で有意差の認められるもの

第7表 種子厚さにおける各母樹間の有意差
(数値は母樹ごとの平均を示す)Table 7. Significance of seed thickness
between mother trees
Each numeral in the table indicates
the mean.

* Significant at 5 percent level

** Significant at 1 percent level

母樹 番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	9.84																			
2	**	9.24																		
3	**	**	10.54																	
4	**	**	**	9.04																
5	**	*	*	*	10.8															
6	**	**	*	*	*	6.63														
7	**	**	*	*	*	*	8.55													
8	*	*	*	*	*	*	*	9.62												
9	**	**	*	*	*	*	*	*	7.81											
10	**	**	*	*	*	*	*	*	*	9.64										
11	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	8.59									
12	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10.72								
13	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.10							
14																				
15	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.10						
16	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.22					
17	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.2				
18																				
19	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.92			
20	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.86		

* 5%, ** 1%水準で有意差の認められるもの

第8表 種子風乾重における各母樹間の有意差
(数値は母樹ごとの平均を示す)Table 8. Significance of seed dry weight
between mother trees
Each numeral in the table indicates
the mean.

* Significant at 5 percent level

** Significant at 1 percent level

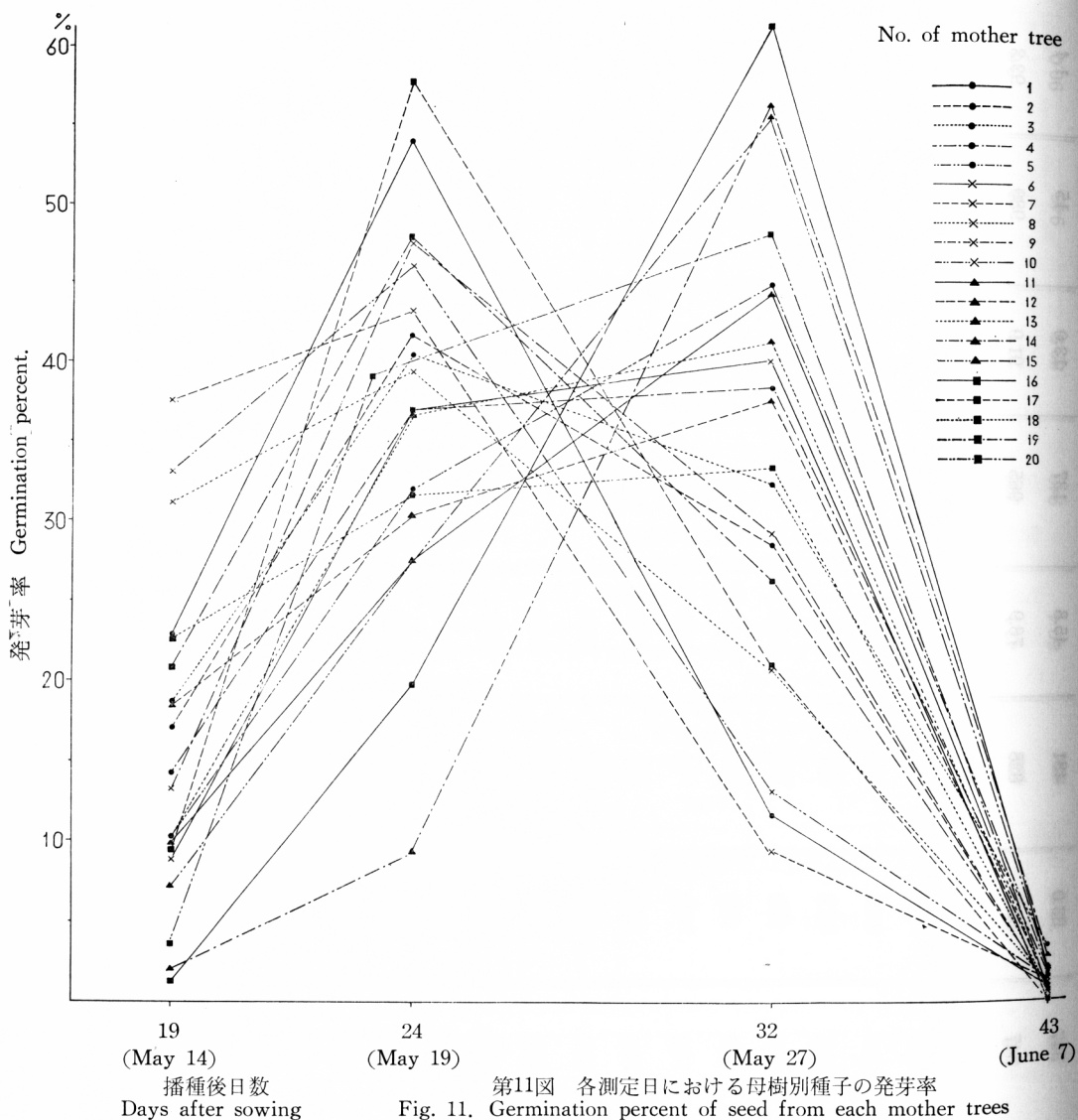
第9表 各母樹の種子発芽率
Table 9. Germination percentage of seeds from each mother tree

母樹番号 No. of mother trees	播種数 No. of Seed	発芽率算定 Count. of germ. seeds	調査期間 Observed term							
			4月26日～5月14日 26 April to 14 May		5月15日～5月19日 15 May to 19 May		5月20日～5月27日 20 May to 27 May		5月28日～6月7日 28 May to 7 June	
			発芽数 No. of germi- nating seeds	発芽率 Germination percent.	発芽数 No. of germi- nating seeds	発芽率 Germination percent.	発芽数 No. of germi- nating seeds	発芽率 Germination percent.	発芽数 No. of germi- nating seeds	発芽率 Germination percent.
1	1050	A	251	23.9%	565	53.8%	121	11.5%	8	0.8%
		B	251	23.9	816	77.7	937	89.2	945	90.0
2	"	A	179	17.0	436	41.5	299	28.5	6	0.6
		B	179	17.0	615	58.5	914	87.0	920	87.6
3	"	A	197	18.7	422	40.2	338	32.2	35	3.3
		B	197	18.7	619	58.9	957	91.1	992	94.4
4	"	A	152	14.4	386	36.8	401	38.2	17	1.6
		B	152	14.4	538	51.2	939	89.4	956	91.0
5	"	A	107	10.2	335	31.9	470	44.8	18	1.7
		B	107	10.2	442	42.1	912	86.9	930	88.6
6	"	A	93	8.9	387	36.9	419	39.9	0	0
		B	93	8.9	480	45.7	899	85.7	899	85.7
7	"	A	393	37.4	452	43.0	98	9.3	14	1.3
		B	393	37.4	845	80.4	943	89.8	957	91.1
8	"	A	327	31.1	413	39.3	216	20.7	10	1.0
		B	327	31.1	740	70.4	956	91.0	966	92.0
9	"	A	139	13.2	495	47.1	306	29.1	6	0.6
		B	139	13.2	634	60.4	940	89.5	946	90.0

10	"	A	347	33.0	481	45.8	137	13.0	15	1.4
		B	347	33.0	828	78.9	965	91.9	980	93.3
11	"	A	104	9.9	308	29.3	444	42.3	8	0.8
		B	104	9.9	412	37.2	856	81.5	864	82.2
12	"	A	195	18.5	316	30.1	394	37.5	10	1.0
		B	195	18.5	511	48.7	906	86.2	915	87.1
13	"	A	107	10.2	384	36.6	433	41.2	6	0.6
		B	107	10.2	491	46.8	924	88.0	930	88.6
14	897	A	18	2.0	83	9.3	504	55.2	25	2.8
		B	18	2.0	101	11.3	605	67.4	630	70.2
15	1050	A	75	7.2	286	27.2	581	55.3	21	2.0
		B	75	7.2	361	34.4	942	89.7	963	91.7
16	"	A	15	1.4	208	19.8	641	61.1	17	1.6
		B	15	1.4	223	21.2	864	82.3	881	83.9
17	"	A	102	9.7	604	57.5	218	20.8	0	0
		B	102	9.7	706	67.2	924	88.0	924	88.0
18	570	A	130	22.8	180	31.6	190	33.3	9	1.6
		B	130	22.8	310	54.4	500	87.7	509	89.3
19	1050	A	219	20.9	449	42.8	274	26.1	12	1.1
		B	219	20.9	668	63.6	942	89.7	954	90.9
20	"	A	38	3.6	408	38.9	503	47.9	5	0.5
		B	38	3.6	446	42.5	949	90.4	954	90.9

A 期間: In each term

B 積算: Cumulative



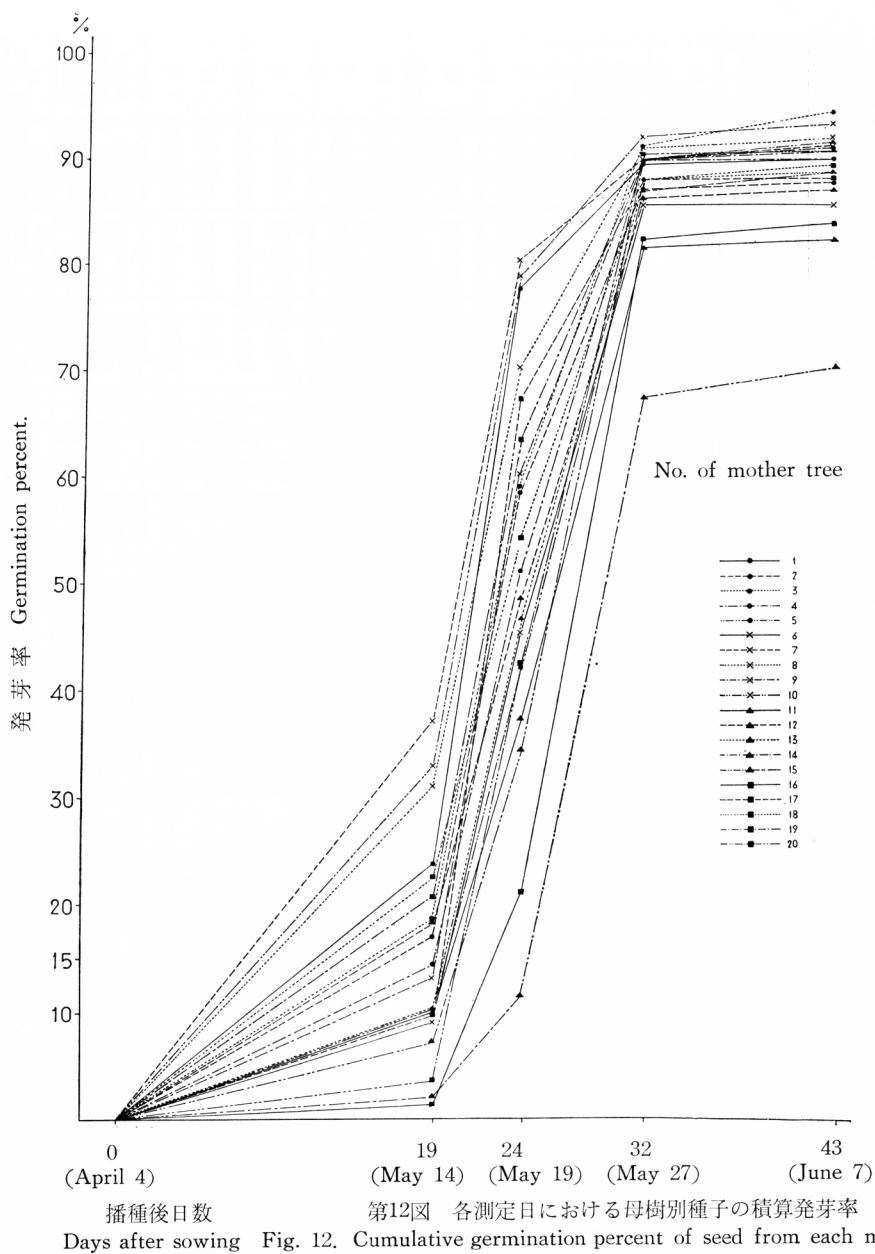
第11図 各測定日における母樹別種子の発芽率
Fig. 11. Germination percent of seed from each mother trees

ているが、各測定日における発芽率の順位を示すと、第10表のようになる。

第10表をみると、各母樹の発芽経過による発芽率の順位がよく変動することが分るが、その変動は発芽率よりも積算発芽率の方が大きい。

つぎに積算発芽率によって母樹間の有意差を分散分析によって求めた。分散分析の方法は第11表に示したように、(1) Nested design により分析した場合、(2) 乱塊法により分析した場合および (3) 乱塊法により数値を逆正弦に変換した場合の3法によって計算した。(3) は有意差をさらに確めるために行ったものであり、分散分析の結果は第12表のとおりである。3法とも分散比において1%水準で有意差が認められ、逆正弦に変換しても特に変らなかった。また、発芽期間をみると、まきつけから24日目の5月19日において分散比がもっとも大きく、19日目の5月14日が最小であった。5月27日(32日目)と6月7日(43日目)は中間で、6月7日が小さい。

ついで各母樹相互間の有意差をみたところ第12表から第15表までの結果となった。通覧してみると第13表の5月19日における発芽率において母樹相互間の有意差がもっとも認められ、母樹では No.



14 が顕著な差を示している。

C. 母樹別タネの形質間および発芽との相関

AおよびBにおいて調査測定した結果から母樹別タネにおける形質，すなわち長径，短径，厚さおよび重さ相互間の関係を見るため相関係数を算定した。その結果は第16表に示すとおりで，長径と厚さ以外の形質相互間にはいずれも有意の相関があった。

つぎにタネの形質と発芽との相関を算定したが，結果は第17表のとおりである。

第1回調査の5月14日の発芽率では，短径との間に有意の相関がみられ，最終調査の6月7日の発芽率では，長径，厚さ，重さとの間に有意の相関があった。なお積算発芽率との間には有意の相関は認められなかった。

第10表 各測定日における母樹別種子の発芽率と積算発芽率の順位

Table 10. Ronking of mother trees based upon germination percentage of seed

母樹番号 No. of mother trees	発 芽 率 Germination percent. in each interval								積 算 発 芽 率 Cumulative germination percent							
	Apr.26 ~May 14		May 15 ~May 19		May 20 ~May 27		May 28 ~Jun. 7		May 14		May 19		May 27		Jun. 7	
	発芽率 Germina- tion percent.	順 位 Rank	発芽率 Germina- tion percent.	順 位 Rank	発芽率 Germina- tion percent.	順 位 Rank	発芽率 Germina- tion percent.	順 位 Rank	発芽率 Germina- tion percent.	順 位 Rank	発芽率 Germina- tion percent.	順 位 Rank	発芽率 Germina- tion percent.	順 位 Rank	発芽率 Germina- tion percent.	順 位 Rank
1	23.9%	17	53.8%	19	11.5%	2	0.8%	7	23.9%	17	77.7%	18	89.2%	11	90.0	11
2	17.0	12	41.5	14	28.5	7	0.6	4	17.0	12	58.5	12	87.0	7	87.6	6
3	18.7	14	40.2	13	32.2	9	3.3	20	18.7	14	58.9	13	91.1	19	94.4	20
4	14.4	11	36.8	9	38.2	12	1.6	15	14.4	11	51.2	10	89.4	12	91.0	15
5	10.2	8	31.9	7	44.8	16	1.7	17	10.2	8	42.1	5	86.9	6	88.6	8
6	8.9	5	36.9	10	39.9	13	0	2	8.9	5	45.7	7	85.7	4	85.7	4
7	37.4	20	43.0	16	9.3	1	1.3	12	37.4	20	80.4	20	89.8	16	91.1	16
8	31.1	18	39.3	12	20.7	4	1.0	9	31.1	18	70.4	17	91.0	18	92.0	18
9	13.2	10	47.1	18	29.1	8	0.6	5	13.2	10	60.4	14	89.5	13	90.0	12
10	33.0	19	45.8	17	13.0	3	1.4	13	33.0	19	78.9	19	91.9	20	93.3	19
11	9.9	7	29.3	4	42.3	15	0.8	8	9.9	7	37.2	4	81.5	2	82.2	2
12	18.5	13	30.1	5	37.5	11	1.0	10	18.5	13	48.7	9	86.2	5	87.1	5
13	10.2	9	36.6	8	41.2	14	0.6	6	10.2	9	46.8	8	88.0	9	88.6	9
14	2.0	2	9.3	1	56.2	19	2.8	19	2.0	2	11.3	1	67.4	1	70.2	1
15	7.2	4	27.2	3	55.3	18	2.0	18	7.1	4	34.4	3	89.7	14	91.7	17
16	1.4	1	19.8	2	61.1	20	1.6	16	1.4	1	21.2	2	82.3	3	83.9	3
17	9.7	6	57.5	20	20.8	5	0	1	9.7	6	67.2	16	88.0	10	88.0	7
18	22.8	16	31.6	6	33.3	10	1.6	14	22.8	16	54.4	11	87.7	8	89.3	10
19	20.9	15	42.8	15	26.1	6	1.1	11	20.9	15	63.6	15	89.7	15	90.9	13
20	3.6	3	38.9	11	47.9	17	0.5	3	3.6	3	42.5	6	90.4	17	90.9	14

第11表 各測定日における母樹別種子の発芽率の分散分析
Table 11. Analysis of variance of germination percentage on each mother tree seed at the days observed

		Nested design により分析した場合 Indicates by analysis of nested design					乱塊法により分析した場合 Indicates by analysis of randomized block design					乱塊法により数値を逆正弦に変換した場合 Indicates the case of some randomized but transformed to arc-sin				
		要 因 Source	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of squares	平均平方 Mean squares	分散比 Variance ratio	要 因 Source	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of squares	平均平方 Mean squares	分散比 Variance ratio	要 因 Source	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of squares	平均平方 Mean squares	分散比 Variance ratio
まおしけ後の経過日数(調査月日) Days of after sowing (Observed date)	19日 19 days (14/V)	全 体 Total	59	9548.284	161.835		全 体 Total	59	9548.2840	161.8353		全 体 Total	59	6772.0770	114.7810	
		系 統 Line	19	5833.824	307.043	3.3064 ⁺⁺	ブロック Block	2	142.5610	71.2805		ブロック Block	2	74.2976	37.1488	
		誤 差 Error	40	3714.460	92.862		系 統 Line	19	5833.8240	307.0434	3.2665 ⁺⁺	系 統 Line	19	4409.5454	232.0813	3.8541 ⁺⁺
							誤 差 Error	38	3571.8990	93.9973		誤 差 Error	38	2288.2340	60.2167	
	24日 24 days (19/V)	全 体 Total	59	24959.9418	423.0498		全 体 Total	59	24959.9418	423.0498		全 体 Total	59	9945.1907	168.5117	
		系 統 Line	19	19350.4951	1044.7629	8.1791 ⁺⁺	ブロック Block	2	431.4763	215.7382		ブロック Block	2	157.0229	78.5115	
		誤 差 Error	40	5109.4467	127.7361		系 統 Line	19	19850.4951	1044.7629	8.4868 ⁺⁺	系 統 Line	19	7933.1702	417.5352	8.5671 ⁺⁺
							誤 差 Error	38	4677.9704	123.1045		誤 差 Error	38	1851.9976	48.7368	
	32日 32 days (27/V)	全 体 Total	59	2378.6298	40.3157		全 体 Total	59	2378.6298	40.3157		全 体 Total	59	485.7613	25.1824	
		系 統 Line	19	1647.1365	86.6914	4.7405 ⁺⁺	ブロック Block	2	138.7123	68.3562		ブロック Block	2	113.6714	56.8357	
		誤 差 Error	40	731.4933	18.2873		系 統 Line	19	1647.1365	86.6914	5.5386 ⁺⁺	系 統 Line	19	950.4899	50.0258	4.509 ⁺⁺
							誤 差 Error	38	594.7810	15.6521		誤 差 Error	38	421.6000	11.0947	
	43日 43 days (7/VI)	全 体 Total	59	2305.7224	39.0800		全 体 Total	59	2305.7224	39.0800		全 体 Total	59	1594.9547	27.0331	
		系 統 Line	19	1549.9347	81.5755	4.3174 ⁺⁺	ブロック Block	2	118.8953	59.4477		ブロック Block	2	116.5269	58.2635	
		誤 差 Error	40	755.7877	18.9847		系 統 Line	19	1549.9347	81.5755	4.8672 ⁺⁺	系 統 Line	19	1015.8273	55.4646	4.3918 ⁺⁺
							誤 差 Error	38	636.8931	16.7603		誤 差 Error	38	462.6005	12.1737	
						F					F					F
						1.84(5%)					1.85(5%)					1.85(5%)
						2.37(1%)					2.40(1%)					2.40(1%)

++ : Significant at 1% level

第12表 5月14日の発芽率における各母樹間の有意差

Table 12. Significance between mother trees in germination percent, on 14th May

母樹番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No. of mother trees	1	23.90																		
2		17.05																		
3			18.76																	
4				14.48																
5					10.19															
6						8.86														
7							37.43													
8								31.14												
9									13.24											
10										33.05										
11											9.91									
12												18.57								
13													10.19							
14														2.01						
15															7.14					
16																0.86				
17																	9.71			
18																		22.81		
19																			20.86	
20																				3.62

数値は母樹ごとの平均を示す

註 + Nested design により分析した場合 5% で有意差の認められるもの

* 乱塊法により分析した場合 5% で有意差の認められるもの

× 乱塊法により数値を $\text{Arc-sin } \sqrt{\text{百分率}}$ に変換した場合有意差の認められるもの
Each numeral in the table indicates the mean.

Note + Indicates that significant level is 5% by analysis of nested design

* Indicates that significant level is 5% by analysis of randomized block design

× Indicates the case of same randomized but transformed to arc-sin

第14表 5月27日の発芽率における各母樹間の有意差

Table 14. Significance between mother trees in germination percent, on 27th May

母樹番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No. of mother trees	1	89.23																		
2		87.07																		
3			91.17																	
4				89.43																
5					86.87															
6						85.63														
7							89.80													
8								91.03												
9									89.53											
10										91.93										
11											81.50									
12												86.20								
13													58.00							
14														67.46						
15															89.70					
16																82.27				
17																	88.33			
18																		87.73		
19																			89.73	
20																				90.40

註 + * × 第12表参照
Note: See table 12

第13表 5月19日の発芽率における各母樹間の有意差

Table 13. Significance between mother trees in germination percent, on 19th May

母樹番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No. of mother trees	1	77.73																		
2		58.57																		
3			58.97																	
4				45.70																
5					42.10															
6						45.70														
7							82.93													
8								71.03												
9									60.37											
10										78.87										
11											39.27									
12												48.67								
13													46.77							
14														11.26						
15															34.37					
16																21.23				
17																	67.23			
18																		54.40		
19																			63.63	
20																				42.47

註 + * × 第12表参照
Note: See table 12

第15表 6月7日の発芽率における各母樹間の有意差

Table 15. Significance between mother trees in germination percent, on 7th June

母樹番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
No. of mother trees	1	71.73																		
2		69.93																		
3			76.46																	
4				72.62																
5					70.32															
6						67.71														
7							72.81													
8								73.83												
9									71.69											
10										75.81										
11											65.25									
12												69.10								
13													70.83							
14														57.11						
15															73.45					
16																66.55				
17																	69.68			
18																		70.94		
19																			72.65	
20																				72.54

註 + * × 第12表参照
Note: See table 12

第16表 タネにおける形質間の相関係数

Table 16. Correlation coefficient in various characters on seed

	長 径 Long diameter	短 径 Short diameter	厚 さ Thickness	重 さ Dry weight
長 径 Long diameter				
短 径 Short diameter	*0.4751			
厚 さ Thickness	0.3498	**0.7645		
重 さ Dry weight	**0.6973	**0.8515	**0.8403	

第17表 タネにおける形質と発芽との相関係数

Table 17. Correlation coefficient between germination and character on seed

1) 形質と発芽率

Character and germination percent

	発 芽 率 Germination percent			
	May 14	May 19	May 27	June 7
長 径 Long diameter	0.4617	-0.0338	-0.1791	**0.5999
短 径 Short diameter	*0.5504	0.1047	-0.4000	0.4085
厚 さ Thickness	0.2874	-0.1069	-0.1184	*0.5238
重 さ Dry weight	0.4530	0.0167	-0.2881	*0.5435

2) 形質と積算発芽率

Character and cumulative germination percent

	積 算 発 芽 率 Cumulative germination percent			
	May 14	May 19	May 27	June 27
長 径 Long diameter	0.3474	0.1907	0.1731	0.2992
短 径 Short diameter	*0.5289	0.3825	0.1282	0.2067
厚 さ Thickness	0.2874	0.1153	0.0559	0.1730
重 さ Dry weight	0.4530	0.2902	0.1506	0.2635

r = * 5 % (0.468), ** 1 % (0.590) 水準で有意差の認められるもの。

r values needed for significance

at

5 percent 0.468 *

1 percent 0.590 **

5. 論 議

いままでマツ類のタネの形状について種々研究され、中村得太郎 (1940)²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾²⁹⁾ はアカマツの 7 地方品種のタネの形状比について調査し、東北地方のものに比べて九州地方のものが形状比の小さいことを報告し、石崎厚美ら (1950) は九州地方のマツ類を調べてクロマツのタネの形状比がアカマツよりも小さいことを報告している。

本試験におけるツシママツの母樹別のタネの調査では形状比は算出していないが長径、短径、厚さおよび風乾重について第 2 表のような結果を示した。形状については第 3 表に示した各形質の母樹別の平均値を順位にしてみた結果から推測すると、母樹により種々の形状があるようである。測定値による分散分析の結果は第 4 表のとおり母樹間に 1% 水準で有意差があり、各母樹間の t 検定による有意差をみても第 5 表から第 8 表までのように各形質とも殆んど母樹間に有意差が認められた。中村賢太郎はアカマツの球果を母樹別に 4 年間測定し、球果の形状比が年によっても異なることを報告している。³⁰⁾ 小沢準二郎もアカマツ、クロマツの球果について同様に年によって形状比の異なることを報告している。³¹⁾ これらは球果についての結果であり、種子についてあらためて検討しなければならないが、第 4 表から第 8 表の結果も年による変化を吟味しなければならない。しかし、今回の結果ではタネの形質における母樹間の差が相当大きいことを示している。アカマツのタネについては大きさだけでなく色や翅のこともあるが、これについては球果の形質も含めて今後さらに検討したい。

母樹別タネにおける形質相互間の関係は第 16 表の相関係数をみると、長径と厚さの相関がもっとも低く、短径と重さをもっとも高くなっている。長径と厚さの相関以外はすべて有意であり、タネの形質間の相関は一般に高いといえるようである。これらの形質と発芽との関係は後でべる。

つぎにタネの発芽をみると第 11 図と第 12 図のとおりである。アカマツのタネの発芽については郷正士、長谷川正男らによって生理的経過が発表されているが、光の影響や低温処理の効果が産地によって異なることを報告している。³²⁾³³⁾³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾³⁷⁾³¹⁾

この試験では母樹別のタネを苗畑に低温処理をしないでまいた時の発芽であるが、母樹別の発芽経過が第 11 図と第 12 図のような差異を示し、実験結果のところでのべたように母樹により発芽率の最高値を示す時が発芽期間の前期または後期にあらわれることが顕著に認められた。そして母樹間の有意差を 3 法の分散分析法で検定したところ 3 法ともどの発芽測定日においても 1% 水準で有意差のあることが認められた。また、各母樹間相互の関係は第 12 表から第 15 表のように認められた。分散分析の方法で逆正弦に変換した場合は発芽期間における前期の 5 月 14 日と 5 月 19 日で分散比がやや大きくなっているが、後期の 5 月 26 日と 6 月 7 日ではかえって小さくなっている、母樹別タネの発芽は以上のような結果であるが、アカマツのタネは光や温度によって影響されることが大きく、長尾精文らは笠間営林署管内産のアカマツの母樹別タネを用いて、低温処理と光処理を行ったが、母樹別によるタネの発芽反応が異なることを報告しているので、これらの点はなお検討しなければならない。

タネの形質と発芽との相関は第 16、17 表に示すように、発芽期間の前期にやや高い関係がみられたが、発芽数の多い中期には全般に低い値であるが、負の相関が多くなる。また発芽数の減少する後期に短径を除いた形質との間に有意の相関がみられるが、積算発芽率との相関が全般に低いことから、タネの形質と発芽との関係は発芽過程において変動し、発芽の前期に高くあらわれるようである。

従来アカマツのタネの発芽においてタネの大きさと発芽の関係が検討され、重い方が発芽のよいことが報告され、また、シラカシでも同様な試験が行われている。⁴⁰⁾ 本試験においては厳密にタネの形質と発芽との関係を検討していないが、前述のように、タネの形質と発芽との相関が発芽過程の前期にやや高くあらわれ、重さとの相関関係も 5% の有意水準に近い値を示している。第 3 表のタネの大きさの順位と第 10 表の発芽の順位とを比較してみるとおよその傾向がわかり、タネの大きさと発芽の

関係は発芽の前期が後期よりも関係があるように思われる。また、No. 20 の精英樹 2 号である母樹はタネが小さい割合に発芽がよいようである。第11図において認められた発芽最高値が発芽期間の前期、後期にあることと発芽率とを比較してみるとより前期にある母樹の方が発芽率が高いような傾向が認められる。

Boysen Jensen はタネの発芽は発芽初期においては乾物量に関して負の生長を示すことからいわれる従属栄養期と独立栄養期に分けているが、角田重三郎は稲の発芽を調査し、独立栄養期の相対生長の大きいものは従属栄養期の負の相対生長が大きく、発芽の早いものほど生長のよいことを報告している。⁴²⁾ これらのことを林木においても今後検討したいと思うが、また、Popoff は小麦、燕麦などの品種間差異を調査し、発芽速度と穀類の蛋白含有量との間に負の相関があると報告し、⁴³⁾ 角田は稲において芽生の生長速度と種子の窒素含有量と負の相関のあることを認めている。⁴²⁾ アカマツのタネのアミノ酸についても報告がだされているが、⁴⁴⁾⁴⁵⁾ 今後の検討にまちたい。

6. 摘 要

1957年秋に福島県双葉郡浪江町浪江営林署管内のツシママツ林分から精英樹 2 本を含む20本の母樹を選定し、それから母樹別にタネをとってその形質（長径、短径、厚さ、風乾重）を測定するとともに1958年春、京都市左京区北白川京都大学演習林苗圃にまいて発芽を調査し、つぎの結果をえた。

1. タネの形質の変異は形質によって異なり、長径、短径、厚さの間の変異係数はほぼひとしいが、風乾重の変異係数が大きい。また、母樹ごとにみると変異係数の大きさは形質によって異なる。
2. 各形質とも母樹間には1%水準の有意差が認められ、各母樹の相互間においても殆んど全個体間に有意差が認められた。
3. タネの発芽は母樹により異なり、発芽率の最高値が発芽期間の前期にあるものと後期にある2群に大別される。
4. 大別した2群と6月7日の積算発芽率を比較すると、発芽率最高値が前期にある母樹群の方が後期にある母樹群よりも発芽がよい傾向が認められた。
5. 母樹間の発芽率には4回の発芽測定日とも分散分析の結果母樹間に有意差が認められた。ただし、各母樹における相互間の有意差は測定日によって異なり、第2測定日の5月19日にもっとも大きい母樹間の有意差が認められた。その他の測定日においては No. 14 の母樹だけが各母樹と有意差が認められ、タネの形質のように全母樹の相互間に有意差は認められなかった。因みに No. 14 の母樹はもっとも悪い発芽率であった。
6. タネの発芽における母樹間の分散分析では特に逆正弦に変換した場合にも差が認められなかった。
7. タネの形質相互間（長径、短径、厚さ、重さ）における相関は長径と厚さ以外は全般に高い。
8. タネの形質と発芽との関係は発芽期間の前期にやや高い相関が認められたが、全発芽期間についてみると各測定日の発芽率によってかなりのバラツキがみられ、積算発芽率との相関が全般に低いことから、タネの形質と発芽との関係は発芽期の前期にみられるようである。
9. 以上のタネの形質または発芽後の成長などの関係は今後検討したい。

文 献

- 1) 和田栄太郎・秋浜浩二：不時栽培による小麦雑種世代の促進、農及園 9 (4) 962~964, (1934).
- 2) 熊谷甲子夫：コムギ雑種集団の面積縮小と世代短縮実験、植物の集団育種研究法（東京）247~256, (1958).

- 3) 桐山 毅：麦類の世代促進法について，育種学最近の進歩 第1集 29～32，(1960).
- 4) 福永 豊：照明及び短日法による水稻育種試験の年数短縮，農及園 9 (1) 152～153，(1934).
- 5) 菊池文雄：水稻の世代促進に関する実験，植物の集団育種研究法 (東京) 233～238，(1958).
- 6) 朝隈純隆：鹿児島県の育種試験地に於ける水稻の世代促進概要，育種学最近の進歩 第1集 33～34，(1960).
- 7) 宮崎公市，西尾敏男，香村敏郎，伊藤俊雄：水稻の世代促進による育種試験，育種学最近の進歩 第1集 35～37，(1960).
- 8) 梶浦 実：果樹の育種年限短縮について，育種学最近の進歩 第1集 8～9，(1960).
- 9) 南沢吉三郎：摘芯分枝法による葉の開花年令短縮について，日本蚕糸学雑誌 20 (1)，(1951).
- 10) 浜田成義：桑の育種年限短縮と育種組織，育種学最近の進歩 第1集 11～14，(1960).
- 11) 原田重雄，渡辺明，三ツ井稔：茶の栄養系品種の育成における早期検定法について，育種学最近の進歩 第1集 20～24，(1960).
- 12) 斎藤 清：花卉における実用形質の早期判定，育種学最近の進歩 第1集 25～28，(1960).
- 13) 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1報 日林誌 41 (8) 309～311，(1959).
- 14) 四手井綱英，赤井竜男，市河三次：ジベレリンによるメタセコイア，スギの開花について (第1報) 日林誌 41 (8) 312～315，(1959).
- 15) 四手井綱英：林業用樹種の開花結実の促進，育種学最近の進歩 第1集 15～19，(1960).
- 16) 岡田幸郎 (未発表)：カラマツ属における生長の変異に関する研究
- 17) 松尾孝嶺，坂口勝美，原敬造監修：永年作物の育種，特に早期検定，東京 (1960).
- 18) Dobzhanskyth : A review of some fundamental concepts and problems of population genetics. Cold Spring Harbor Symp. 20, 1～15, (1955).
- 19) Fisher, R. A.: The Genetical Theory of Natural Selection Oxford (1930).
- 20) Haldane, J. B. S.: The Causes of Evolution. London. (1932).
- 21) Wright, S.: Evolution in Medelian Population. Genet. 16, 97～159, (1931).
- 22) 駒井卓 酒井寛一編：集団遺伝学 東京 (1956).
- 23) 木村資生：集団遺伝学概論 東京 (1960).
- 24) 小林鑑一：津島事業区に於けるアカマツ林に就て，赤松林施業法研究論文集 447～458，(1943).
- 25) 石川健康編：日本の有名松 東京 (1956).
- 26) 佐藤敬二：シラハタマツの植物学的研究特に葉の解剖学的性質について，東大演報 15号 1～167，(1931).
- 27) 中村得太郎：アカマツに於ける種子の形状比及び色の分類の価値，東大演報 29号 1～46，(1940).
- 28) 石崎厚美・高木哲夫：九州における松の品種について，第2報 球果及び種子の形態について，日林九州支研抄 (2) 87～96，(1950).
- 29) 外山三郎：林木育種に関する知見 (林木の育種およびその基礎的研究第24報) 林試研報 66号 1～261，(1954).
- 30) 中村賢太郎：球果形状比の変異，東大 演習林 6号 6～11，(1944).
- 31) 小沢準二郎：針葉樹のタネ，生産と管理，東京 (1962).
- 32) 郷正士，古沢謙次：アカマツ，クロマツのタネの発芽と貯蔵物質の変化一顕微化学の方法による，日林誌 37 (II) 481～484，(1955).
- 33) 郷 正士：吸水曲線にもとづく針葉樹のタネ発芽生理，東大演報 51号 156～239，(1956).
- 34) 長谷川正男，高山妙子，吉田精一：休眠種子に含まれる加水分解酵素について，日林誌 35 (5) 156～157，(1953).
- 35) 長谷川正男，古川忠：林木種子の光発芽 (第I報) クロマツ・アカマツ種子の発芽の相違，日林誌 35 (II) 382～384，(1953).
- 36) 長谷川正男，古川忠：林木種子の光発芽 (第II報) クロマツ・アカマツの発芽に及ぼす光と低温の影響，日林誌 37 (1) 6～7，(1955).
- 37) 谷川茂雄，荒木繁：樹木種子の発芽に及ぼす光の影響 (第2報) 光週的傾向について，日林誌 37 (II) 485～487，(1955).
- 38) 浅川澄彦：アカマツ・クロマツのタネの発芽温度，林試研報 92号 1～18，(1956).
- 39) 長尾精文・浅川澄彦：母樹別のアカマツのタネの発芽のちがい，日林誌 47 (2) 77～79，(1965).
- 40) 狩野鉄次郎：赤松種粒の大小が所産苗木生長に及ぼす影響，日林誌 19 (9) 23，(1937).
- 41) 佐多一至：しらかし種粒ノ大小ト所産苗木，生長トノ関係，林試研報 30号 1～29，(1930).
- 42) 角田重三郎：作物品種の多収性の研究，生育解析の立場から，東京 (1964).
- 43) Popoff, A.: Die Auswuchsneigung beim Getieide im Zusammenhang leim Protein des Kornes. Angew Bot. 25号 150，(1943).
- 44) 浅野二郎：アカマツ種子中のアミノ酸について (予報) 日林関西支講集 5号 (1955).

45) 浅野二郎：アカマツ種子中のアミノ酸について（第1報）日林関西支講集 6号（1956）.

Résumé

1. The objective of the series of this study is to obtain fundamental informations of Japanese red-pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) breeding. In this paper, the data of seed characters are reported.
2. In 1957 Autumn, twenty mother trees including two elite were selected from the population of Tsushima-matsu (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) locating at Pref. Fukushima, Namiecho Futaba. Seeds were collected from each mother tree and twenty half-sib families were established. The data were recorded for the seed characters, long diameter, short diameter, thickness, and dry weight. Seeds were sowed on the nursery of Kyoto University, Experimental Forest Station, in 1968 Spring.
3. The differences of the mean value of seed characters among mother trees, were statistically significant.
4. Coefficient of variability of long diameter, short diameter, and thickness was nearly equal to each other but that of dry weight was comparatively high.
5. The germination percent was counted at four stages namely 19, 24, 32, 43 days after sowing. The differences of the germination rate among half-sib families were significant, especially, at the second stage by analysis of variance transforming arc-sine.
6. The type of germination percent was classified into two groups; (I) the peak of germination appears at the early stage and (II) at the latter stage.
7. The cumulative germination rate of group (I) counted at 7, June (No. of total germinating seeds / No. of seeds tested) was higher than that of group (II).
8. Correlation coefficient between seed characters was relatively high except between diameter and thickness.
9. The correlation between seed characters and germination percent was observed relatively high value at the first counting stage.