



Title	マツ科11種の雄花の発育と花粉の発芽率
Author(s)	工藤, 弘
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 37(1), 143-164
Issue Date	1980-01
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21024
Type	bulletin (article)
File Information	37(1)_P143-164.pdf



[Instructions for use](#)

マツ科 11 種の雄花の発育と 花粉の発芽率*

工 藤 弘**

Development of Male Flower and Germination of
Pollen in Eleven Species of *Pinaceae*

By

Hiromu KUDO

目 次

I. はじめに	143
II. 材料及び方法	144
III. 結果と考察	147
1. 雄花の大きさ	147
2. 花粉の発育	152
3. 花粉の発芽率	154
IV. 摘 要	158
参 考 文 献	158
Summary	159

I. はじめに

育種の研究をすすめていくには大きくわけて導入・選抜・交配の3つの方法がある。もちろん互に線をひいて区別されるものでなく、3つの方法が入り交って研究は進められるだろう。

こうしたなかで、人工交配により我々が目的とする形質を持った新しい品種を作ったり、天然に存在する優良な形質を持った樹種・個体を積極的に増殖させる場合もある。このように交配による方法は育種をすすめていくうえで、重要な手法の一つである。

林木育種がはじめられて20年をこえ、各地の採種園で一部に種子が生産されるようになった。採種園では精英樹間の自然交配により種子を生産するとともに、一方では精英樹の人工交配により良い両親の組合せを決める仕事が計画されている。また導入された異郷土樹種も開花結実するような大きさになり、異種間の交配も出来るようになってきた。

* 1979年7月31日受理

** 北海道大学農学部附属演習林

** Experiment Forests, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

林木についての人工交配は比較的近年になってから始められたため、個々の樹種の生殖に関する研究は少なく、不明な点が多い。もちろん交配は袋かけ、花粉散布といった単純な技術的問題の解明と同時に、その樹木の生殖生理についての基礎的な問題の探求も要求され、開花結実に関する研究の促進が強く叫ばれている^{22),23)}。

人工交配をおこなうには、雌花の開花以前に交配に用いる花粉をあらかじめ用意しておかねばならない。林木の開花時期は樹種や地方によって異なり、同一樹種、同一地方でもその生育場所、その年の気候・個体により差異が見られる。針葉樹では雌花と雄花はほぼ同じ時期に開花する場合が多く¹⁷⁾、人工交配のため雌花に袋かけを行えば、袋内の温度が上昇し開花は早くなる。従って人工交配に用いる花粉は雌花の自然開花時期よりも早い時期に用意しておかねばならない。一般的には雄花の着生した小枝を採取し、屋外より暖かい室内、温室等に入れて水さしし、雄花の開花を促進する方法(切枝法)がとられる。しかし採取された花粉が人工交配に使用出来るだけ十分高い発芽率を持っていなければならない。

針葉樹の雄花の発育と花粉の形成に関しては MERGEN ら¹⁸⁾が *Abies* 4種について、橋詰らがヒノキ¹⁾、ヒノキアスナロ²⁾、スギ³⁾、クロマツ、アカマツ⁴⁾について報告している。本研究はモミ属1種、トウヒ属4種、マツ属6種について雄花の発育、花粉の形成時期と発芽率を調べ、人工交配に用いる花粉の採取適期を見出すことを目的としてなされたものである。

この研究をとりまとめるにあたり北海道大学造林教室武藤憲由教授のご指導とご助言に深く感謝致します。こころよく試料を採取させていただいた北海道有林名寄林務署、名寄市吉田豊秀氏、名寄市立恵陵高等学校、国立名寄療養所、名寄市役所、名寄市清満寺、光名寺、北海道大学中川地方演習林、同大学雨竜地方演習林の各位に衷心より感謝の意を表します。また北海道大学演習林研究部森林経営部門主任氏家雅男助教授、同大学名寄育種試験場二階堂利夫技官のご協力に対し深く感謝致します。

II. 材料及び方法

試験木の樹種及び採取地は次のとおりである。モミ属トドマツ *Abies sachalinensis* MAST. は名寄林務署 41 林班い小班(名寄市智恵文峠)より採取、トウヒ属ヨーロッパトウヒ *Picea abies* KARST. は名寄市旭東区より採取、エゾマツ *Picea jezoensis* CARR. は北大中川地方演習林 186 林班(上音威子府)より採取、アカエゾマツ *Picea glehnii* MAST. は北大雨竜地方演習林 424 林班(母子里)より採取、グラウカトウヒ *Picea glauca* Voss. は北大名寄育種試験場構内より採取、マツ属ヨーロッパクロマツ *Pinus nigra* ARNOLD は名寄市内清満寺、光名寺、名寄市役所より採取、バンクスマツ *Pinus banksiana* LAMB. コントルタマツ *Pinus contorta* DOUGL. リギダマツ *Pinus rigida* MILL. は北大名寄育種試験場構内より採取、ヨーロッパアカマツ *Pinus sylvestris* L. は名寄市立恵陵高等学校、国立名寄療養所より採取、モンタナマツ *Pinus montana* MILL. は札幌市北海道大学構内より採取した。

表—1 試験木の樹種, 採取地, 樹高, 胸高直径, 樹齡
 Table 1. Species, place, tree height, breast height diameter, ages of sample tree

	樹種 Species	試験木の採取地 Place of sample trees	個体 Indi- vidual	樹高 Tree height (m)	胸高直径 Breast height diameter (cm)	樹齡 Ages (Years)	備考 Note
モミ 属	トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	名寄市 Nayoro	A	14.5	27	54	Planted
			B	14.0	32	54	"
			C	12.0	29	54	"
ト ウ	ヨーロッパトウヒ <i>Picea abies</i>	名寄市 Nayoro	A	14.5	35	53	Presumption "
			B	15.0	30	53	" "
			C	13.0	36	53	" "
ヒ 属	エゾマツ <i>P. jezoensis</i>	上音威子府 Kamiotoineppu	A	25.5	57	150	" Natural
			B	22.0	44	100	" "
			A	23.0	40	180	" "
ヒ 属	アカエゾマツ <i>P. glehnii</i>	母子里 Moshiri	B	28.0	48	200	" "
			C	24.0	64	250	" "
			A	3.9	6	11	Planted
マ ツ 属	ヨーロッパクロマツ <i>Pinus nigra</i>	名寄市 Nayoro	A	15.0	53	50	Presumption "
			B	6.5	32	30	" "
			C	11.0	39	35	" "
マ ツ 属	バンクスマツ <i>P. banksiana</i>	名寄市 Nayoro	A	4.5	9	11	" "
			B	5.0	9	11	" "
			C	5.3	9	11	" "
マ ツ 属	コントルタマツ <i>P. contorta</i>	名寄市 Nayoro	A	4.0	12	11	" "
			B	4.0	12	11	" "
			C	3.5	10	11	" "
マ ツ 属	ヨーロッパアカマツ <i>P. sylvestris</i>	名寄市 Nayoro	A	13.5	33	30	Presumption "
			B	6.3	27	25	" "
			C	6.2	19	20	" "
マ ツ 属	モンタナマツ <i>P. montana</i>	札幌市 Sapporo	A	2.5	6	40	" "
			B	3.5	6	40	" "
			C	1.5	13*	30	" "
マ ツ 属	リギダマツ <i>P. rigida</i>	名寄市 Nayoro	A	3.2	7	11	" "
			B	3.4	6	11	" "

* Diameter means basal diameter.

表—2 雄花の採取日と発育経過

Table 2. Date of collection and development of male flower

樹種 Species	採 取 年 月 日 Date of collection			花 粉 粒 形 成 日 Date of pollen formation	花 粉 自 然 飛 散 日 Date of natural pollen dispersion	花 粉 粒 形 成 から 飛 散 までの 所 要 日 数 Period required from pollen formation to pollen dispersion (Days)	
	4 月 April	5 月 May	6 月 June				
<i>Abies sachalinensis</i>	1969	13 21 26	1 8 13 19 24 29	May 1	May 24	23	
<i>Picea abies</i>	1970		4 9 16 22	May 4	May 25	21	
<i>P. jezoensis</i>	1971		8 15 20 26	May 15	May 29	14	
<i>P. glehnii</i>	1974		8 14 20 25 30	6 11	May 25	June 13	19
<i>P. glauca</i>	1976		14 18 24	May 14	May 25	11	
<i>Pinus nigra</i>	1974		19 26 31	7 11 17	May 31	June 17	17
<i>P. banksiana</i>	1975		14 18 23 28	2	May 18	June 3	16
<i>P. contorta</i>	1975		18 23 28	2 8	May 28	June 8	11
<i>P. sylvestris</i>	1975		18 23 28	2 8	May 28	June 7	10
<i>P. montana</i>	1976		23 30	4	May 30	June 6	7
<i>P. rigida</i>	1976		30	5 10 15	June 5	June 15	10

試験木は天然木と植栽木であり1樹種3本を原則としたが、エゾマツとリギダマツは開花した試験木が2本しか得られなかった。採取した試験木の樹種別・個体別の樹高・胸高直径・樹齢については表-1のとうりである。試料の採取年月日は表-2に示す。各年とも4~7日間隔で採取した。試料の採取位置は試験木3本を各個体別に雄花の着生する範囲を高さによって上・中・下の3段に分け、各段より任意に雄花のついた小枝を取った。雄花の長さとの直径の測定はそのつど前記の上・中・下の各段につきそれぞれ10個、合計30個についておこなった。但しトドマツは上・中・下の各段につきそれぞれ30個、合計90個の雄花について長さとの直径を測定した。

花粉の大きさについては採取した雄花を直ちにスライドグラスの上でつぶし、1個体上・中・下の各段からそれぞれ30個、合計90個の花粉について図-1の長径と短径の長さを顕微鏡下で測定した。コントロールマツとモンタナマツは1個体上・中・下の各段から10個、合計30個の花粉について長径と短径を測定した。

花粉の発芽率は次のようにして調べた。即ち雄花の採取日

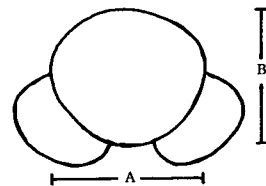


図-1 花粉の大きさ

Fig. 1. Size of pollen grain.

A: 長径 Long diameter.

B: 短径 Short diameter.

ごとに雄花のついた小枝をセロファン袋で包み、小枝の切口を三角フラスコに水さしした²⁰⁾。2~3 日おきに水をとりにかえ、そのつど浸出した樹脂が小枝の切口に付着して吸水を妨げないように、切口を新しく切りながら、室温 20°C の実験室に置いた。その雄花が自然に開花し、落下した花粉を人工発芽床 (寒天 2%, 蔗糖 10% を蒸留水に溶かしたもの) の上にまきつけた。エゾマツ, ヨーロッパトウヒの場合は蔗糖濃度 15% のものを人工発芽床とした。

トドマツは 21°C, その他の樹種は 25°C で 72 時間暗黒恒温器に入れ、1 個体につき 200 個 × 3 回反覆, 合計 600 個の花粉について発芽の有無を調べ、その個体の発芽率とした。但しトドマツは 400 個 × 3 回合計 1,200 個, エゾマツ, ヨーロッパトウヒ, モンタナマツは 600 個 × 3 回合計 1,800 個について発芽率を調べた。発芽床の pH は特に調節しなかったが, pH 5.4 であった。

各時期の雄花と花粉の発達状況はヨーロッパクロマツを例として写真-2~12 に示す。この写真には採取した雄花をカルノア液で 24 時間固定し、70% エタノール溶液中に貯蔵したものをを用いた。同様の方法で貯蔵した試料の葯内細胞を鉄酢酸カーミンで染色し、顕微鏡で花粉の形態変化を調べた。

花粉粒形成日は採取した試料をそのつど顕微鏡で検鏡して決め、花粉の自然飛散日は試験木の観察により決めた。いずれも試験木の平均の月日である。

III. 結果と考察

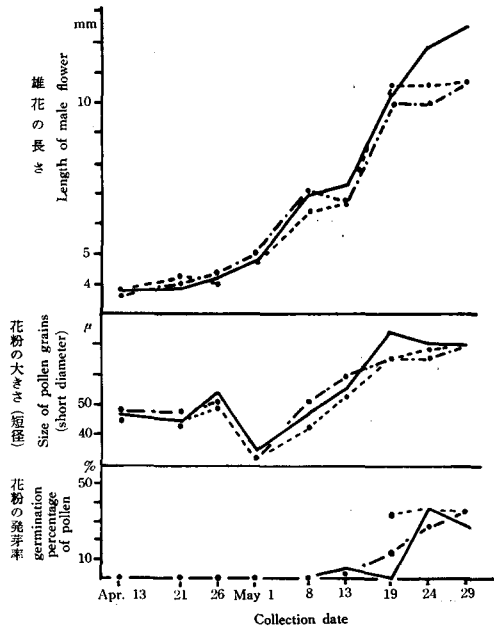
1. 雄花の大きさ

試験木の樹種別・個体別の雄花の長さの発育経過は図-2~12 に示す。この発育経過は樹種によって様々である。

花粉粒形成期と花粉の自然飛散日について、各樹種試験木 3 個体 (エゾマツ, リギダマツ は 2 個体) の平均の雄花の長さや直径を表-3 に示す。

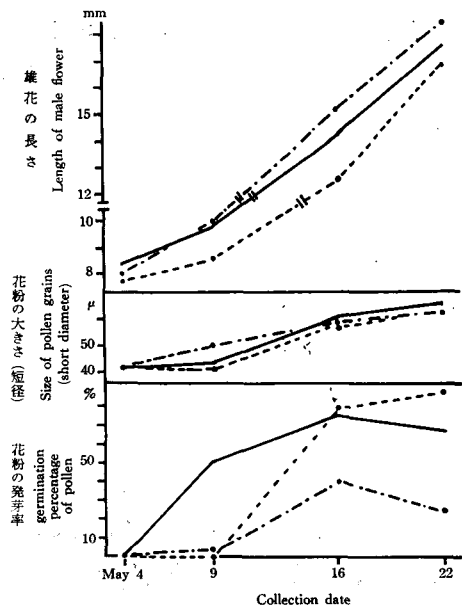
花粉粒形成期の雄花の長さについてみると、トウヒ属 4 種ではアカエゾマツの 7.0 mm からエゾマツの 8.8 mm の範囲にある。トドマツの雄花の長さは 4.8 mm, マツ属 6 種ではリギダマツ 3.4 mm からコントルタマツ 8.5 mm の範囲にある。同様に雄花の直径についてみると、トウヒ属 4 種ではアカエゾマツ 4.8 mm からグラウカトウヒ 6.1 mm の範囲にある。トドマツの雄花の直径は 3.7 mm, マツ属 6 種ではリギダマツ 2.9 mm からコントルタマツ 5.3 mm の範囲にある。

花粉の自然飛散日の雄花の長さはトウヒ属 4 種ではアカエゾマツ 13.8 mm からエゾマツ 17.8 mm の範囲にある。トドマツの雄花の長さは 10.8 mm, マツ属 6 種ではリギダマツの 4.7 mm からヨーロッパクロマツ 22.2 mm の範囲にある。雄花の直径についてはトウヒ属 4 種ではアカエゾマツ 7.7 mm からエゾマツ 9.0 mm の範囲にある。トドマツの雄花の直径は 6.2 mm, マツ属 6 種ではリギダマツ 2.8 mm からヨーロッパクロマツ 6.8 mm の範囲にある。



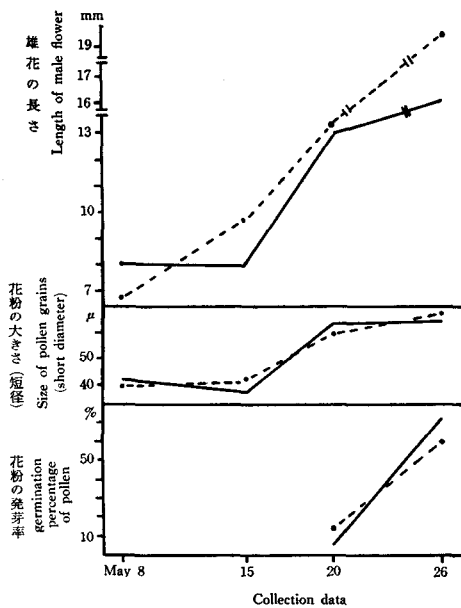
図—2 トドマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 2. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Abies sachalinensis*.
— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.



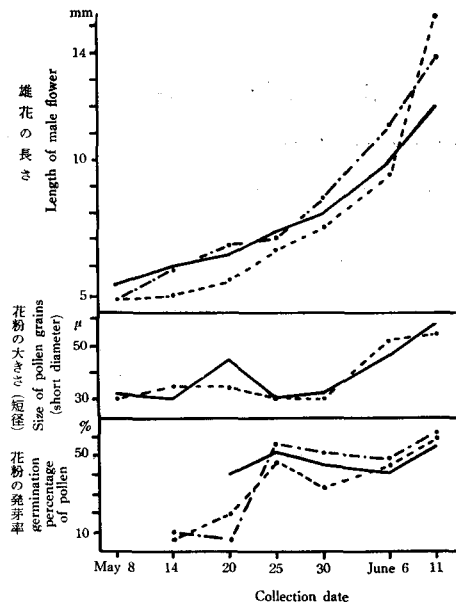
図—3 ヨーロッパトウヒの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 3. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Picea abies*.
— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.



図—4 エゾマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 4. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Picea jezoensis*.
— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.



図—5 アカエゾマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 5. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Picea glehnii*.
— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.

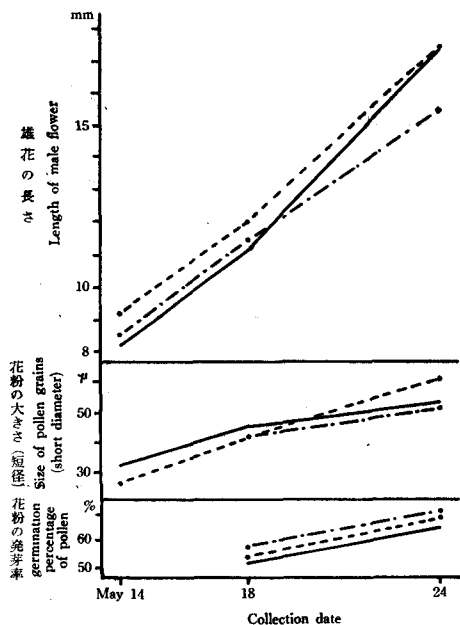


図-6 グラウカトウヒの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 6. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Picea glauca*.

— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.

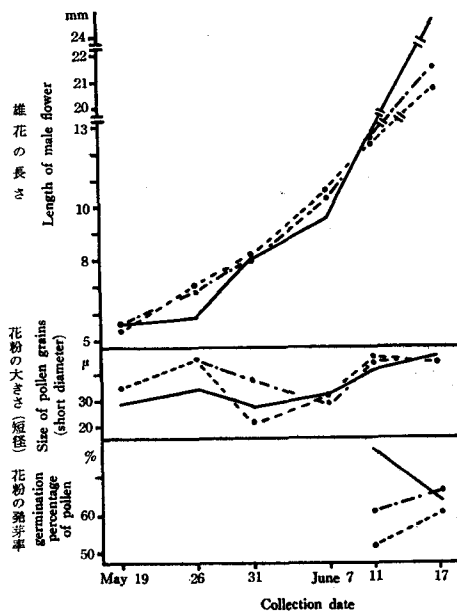


図-7 ヨーロッパクロマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 7. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Pinus nigra*.

— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.

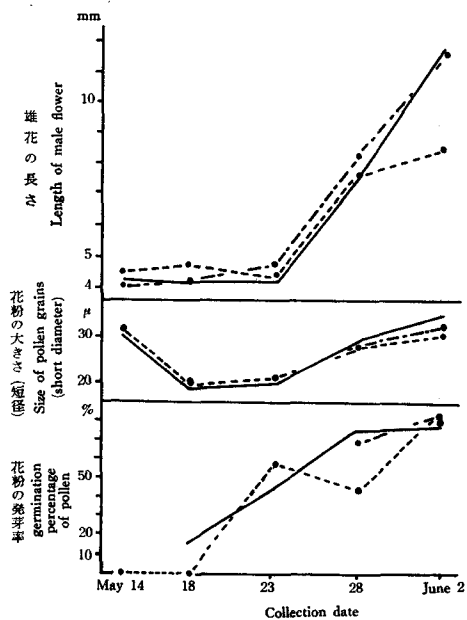


図-8 バンクスマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 8. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Pinus banksiana*.

— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.

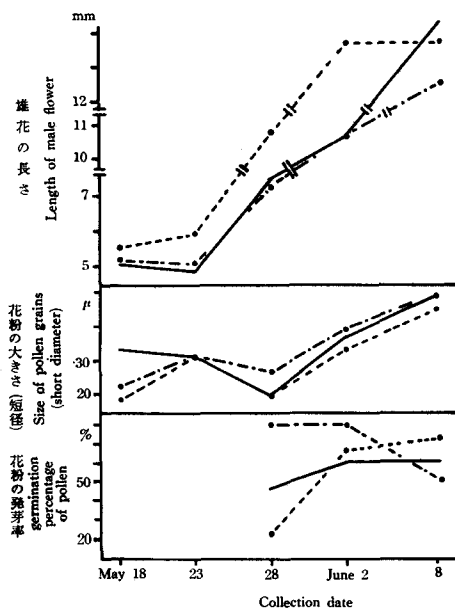


図-9 コントルトマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 9. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Pinus contorta*.

— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.

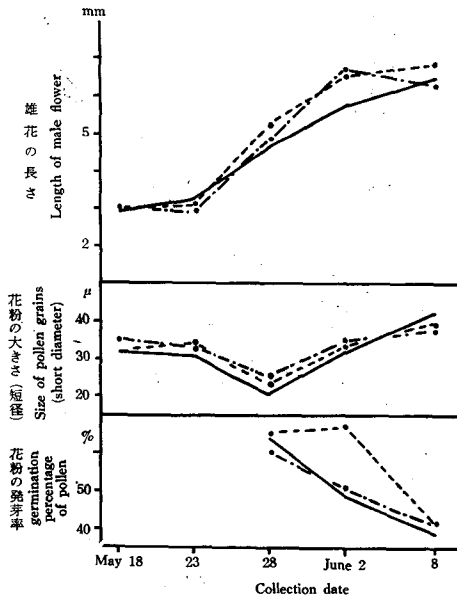


図-10 ヨーロッパアカマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 10. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Pinus sylvestris*.

— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.

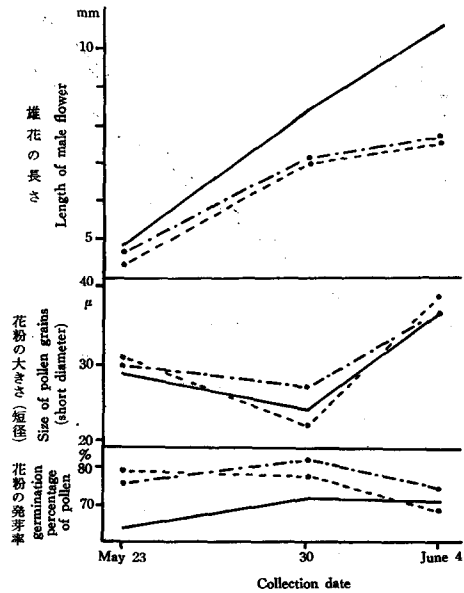


図-11 モンタナマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 11. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Pinus montana*.

— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.

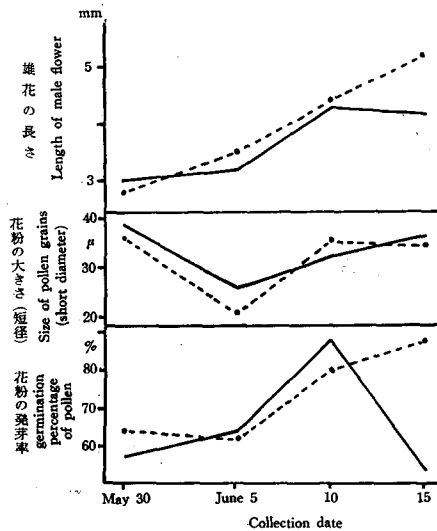


図-12 リギダマツの雄花の長さ、花粉の大きさ(短径)および花粉の発芽率

Fig. 12. Length of male flower, size of pollen grains (short diameter) and germination percentage of pollen in *Pinus rigida*.

— Individual A, --- Ind. B, -.- Ind. C.

表—3 花粉粒形成期と花粉自然飛散日における雄花の大きさ、花粉の大きさ

Table 3. Sizes of pollen grains, male flowers at pollen formation and natural pollen dispersion

樹種 Species	花粉粒形成期の雄花の大きさ Size of male flower at pollen formation (A)		花粉飛散日の雄花の大きさ Size of male flower at natural pollen dispersion (B)		B/A		花粉粒形成期の花粉の大きさ Size of pollen grain at pollen formation (C)		花粉飛散日の花粉の大きさ Size of pollen grain at pollen dispersion (D)		D/C	
	長さ Length (mm)	直径 Diameter (mm)	長さ Length (mm)	直径 Diameter (mm)	長さ Length	直径 Diameter	長さ Length (μ)	直径 Diameter (μ)	長さ Length (μ)	直径 Diameter (μ)	長さ Length	直径 Diameter
<i>Abies sachalinensis</i>	4.8	3.7	10.8	6.2	2.3	1.7	35	33	83	69	2.4	2.1
<i>Picea abies</i>	8.0	5.6	17.6	7.8	2.2	1.4	50	42	83	64	1.7	1.5
<i>P. jezoensis</i>	8.8	5.9	17.8	9.0	2.0	1.5	55	39	83	67	1.5	1.7
<i>P. glehnii</i>	7.0	4.8	13.8	7.7	2.0	1.6	36	30	73	57	2.0	1.9
<i>P. glauca</i>	8.6	6.1	16.7	8.4	1.9	1.4	37	28	67	56	1.8	2.0
<i>Pinus nigra</i>	8.0	5.2	22.2	6.8	2.8	1.3	33	26	56	45	1.7	1.7
<i>P. banksiana</i>	4.4	3.6	10.7	5.3	2.4	1.5	25	19	42	33	1.7	1.7
<i>P. contorta</i>	8.5	5.3	13.6	5.6	1.6	1.1	30	22	56	48	1.9	2.2
<i>P. sylvestris</i>	4.9	3.8	6.5	3.7	1.3	1.0	31	23	47	39	1.5	1.7
<i>P. montana</i>	7.5	5.1	8.6	5.4	1.1	1.1	35	24	47	38	1.3	1.6
<i>P. rigida</i>	3.4	2.9	4.7	2.8	1.4	1.0	31	24	46	37	1.5	1.5

Figure shows the mean value of 2 or 3 sample trees.

花粉の自然飛散日におけるトウヒ属4種の雄花の長さはヨーロッパクロマツを除く、マツ属5種とトドマツの雄花の長さよりも大きい。同じく直径についてトウヒ属は他の属の樹種のいずれよりも大きい。

この試験で用いた樹種についてみると、トウヒ属の雄花は1箇所に1ないし数個着生するが、マツ属とモミ属は1箇所に小さな雄花が多数集って群状に着生している。トウヒ属の雄花の大きさがモミ属やマツ属と違うのはこの形態的差異によるのかもしれない。花粉の自然飛散日におけるヨーロッパアカマツとリギダマツの雄花の長さや直径は、この試験で用いた他の樹種にくらべて非常に小さい。

開花する前年の秋、この2種を除いたマツ属4種は冬芽の基部に(例写真-2)、トドマツは枝の裏面に雄花芽を形成し、雄花芽の存在を直接肉眼で確かめることが出来る。しかしリギダマツとヨーロッパアカマツの雄花芽(写真-1)は葉芽の厚い芽鱗におおわれて、開花する前年の秋には雄花芽の存在を直接肉眼で確かめることは出来ない。春になり冬芽が伸長し、芽鱗が破れてはじめて雄花芽を見ることが出来る。花粉の自然飛散日におけるヨーロッパアカマツとリギダマツの雄花の長さや直径が他のマツ属4種とトドマツにくらべて非常に小さいのはこの形態的な違いによるものであろう。

花粉形成期と花粉自然飛散日の雄花の長さや直径のそれぞれの比を表-3に示す。長さの比についてみるとトドマツは2.3、トウヒ属はグラウカトウヒの1.9からヨーロッパトウヒの2.2までの範囲にあり、マツ属はモンタナマツの1.1からヨーロッパクロマツの2.8までの範囲である。直径の比についてみると、トドマツは1.7、トウヒ属はグラウカトウヒ、ヨーロッパトウヒの1.4からアカエゾマツの1.6の範囲にある。マツ属はヨーロッパアカマツ、リギダマツの1.0からバンクスマツの1.5の範囲にある。長さの比ではヨーロッパクロマツが一番大きく、直径の比ではトドマツが一番大きい。

2. 花粉の発育

樹種別個体別の花粉の短径の発育経過を図-2~12に示す。標準的な雄花と花粉の発育の1例としてヨーロッパクロマツについて述べると(写真-2~13)、花粉母細胞(写真-8)は減数分裂して4分子を形成する(写真-9)。4分子は薄い花粉母細胞の膜に包まれているが、短期間に隔膜が発達し4つの細胞に分離・花粉母細胞の膜を破って脱出し、花粉粒となる(写真-10)。花粉粒はまもなく気のうを発生し(写真-11)、急速に発育、内容を充実して成熟した花粉(写真-13)となり飛散する。この過程のなかで花粉4分子と花粉粒形成期は特徴的で、これが



写真-1 ヨーロッパアカマツの未熟な雄花(5月23日)

Photo 1. Immature male flower of *Pinus sylvestris* on May 23.

生ずる月日は樹種によって違い、年度や個体によっても多少差がある。ここで用いた試験木について花粉粒形成日と花粉の自然飛散日を表-2に示し、この2つの日の花粉の大きさを表-3に示す。

花粉粒形成期の花粉の長径についてみると、トウヒ属4種ではアカエゾマツ 36 μ からエゾマツ 55 μ の範囲にある。トドマツは 35 μ 、マツ属6種はバンクスマツ 25 μ からモンタナマツ 35 μ の範囲にある。

花粉の短径についてみると、トウヒ属4種はグラウカトウヒ 28 μ からヨーロッパトウヒ 42 μ の範囲にある。トドマツは 33 μ 、マツ属6種はバンクスマツ 19 μ からヨーロッパクロマツ 26 μ の範囲にある。

自然飛散日の花粉の長径についてみると、トウヒ属4種ではグラウカトウヒ 67 μ からエゾマツ・ヨーロッパトウヒ 83 μ の範囲である。トドマツは 83 μ 、マツ属6種はバンクスマツ 42 μ からヨーロッパクロマツ・コントルタマツ 56 μ の範囲である。

花粉の短径についてみると、トウヒ属4種ではグラウカトウヒ 56 μ からエゾマツ 67 μ の範囲にある。トドマツは 69 μ 、マツ属6種はバンクスマツ 33 μ からコントルタマツ 48 μ の範囲にある。

花粉の自然飛散日のトウヒ属4種の花粉の長径・短径ともマツ属6種よりも大きい。

花粉粒形成期と花粉自然飛散日の花粉の大きさの比を表-3に示す。長径についてみると、トドマツは2.4でトウヒ属4種の1.5~2.0、マツ属6種の1.3~1.9にくらべて明らかに大きい。また花粉の短径についてみると、トウヒ属4種の1.5~2.0、マツ属6種の1.5~2.2に対して、トドマツは2.1であり、トウヒ属4種より大きく、マツ属6種のなかで一番大きいコントルタマツより小さいが、他の5種よりも大きい。

花粉粒形成から花粉自然飛散日までの所要日数(花粉の生長期間)を表-2に示す。トウヒ属4種の中ではヨーロッパトウヒが21日で一番長く、グラウカトウヒが11日で一番短い。マツ属6種の中ではヨーロッパクロマツが17日で一番長く、モンタナマツが7日で一番短い。トドマツはこれら試験木の中で一番長く23日である。この生長期間の長いことが、トドマツの花粉粒形成期と花粉自然飛散日の花粉の大きさの比が大きいことと関係あるかもしれない。

しかし生長期間が長くてもこの比が特別大きくない樹種(ヨーロッパトウヒ)、生長期間が短かくてもこの比が大きい樹種(コントルタマツ)もある。生長期間についてトウヒ属4種とマツ属6種の間に規則的な関係は見られなかった。

生長期間はその年の気温に左右されると思われるので、開花に関係ある年月の気温を表-4に示す^{5,6,19,21}。

表-4 1969年~1976年
Table 4. Temperature in

Month			April								
Period			1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	1~30		
Year	Place	Species	Temperature (°C)								
1969	Nayoro	<i>Abies sachalinensis</i>	Mean	-3.9	0.5	3.6	2.0	7.0	6.4	2.6	
			Maximum	1.5	5.7	7.4	8.5	12.4	12.6	8.0	
1970	Nayoro	<i>Picea abies</i>	Mean	-4.1	2.0	0.2	4.7	3.8	7.5	2.3	
			Maximum	3.3	5.7	4.8	9.3	11.0	15.5	8.3	
1971	Kamioto-ineppu	<i>P. jezoensis</i>	Mean	1.4	0.4	3.5	3.8	6.6	3.1	3.1	
			Maximum	6.0	4.3	7.8	9.0	12.4	8.6	8.0	
1974	Moshiiri	<i>P. glehnii</i>	Mean								
			Maximum								
1974	Nayoro	<i>Pinus nigra.</i>	Mean								
			Maximum								
1975	Nayoro	<i>P. banksiana</i> <i>P. contorta</i> <i>P. sylvestris</i>	Mean								
			Maximum								
1976	Nayoro	<i>Picea glauca</i> <i>Pinus rigida</i>	Mean								
			Maximum								
1976	Sapporo	<i>P. montana.</i>	Mean								
			Maximum								

3. 花粉の発芽率

樹種別・個体別の雄花の採取日と花粉の発芽率の変化は図-2~12に示す。

水さした日から、着生している雄花の開花率が80%以上になる日までの日数と、採取した花粉の発芽率とを樹種別、個体別に表-5に示す。

雄花が未熟な場合、雄花の着生した小枝を水さししても開花しない場合が多い。開花しても花粉が採取出来なかったり、また採取された花粉の発芽率がいちぢるしく低い場合がある。しかし各樹種ともある時期を過ぎると、水さして採取された花粉は発芽率に個体差が少なくなり、高い発芽率を有するようになる。

いつごろ雄花の着生した小枝を取ってきたら良いかはその年の天候と気温により異なる。表-5の水さし後採取された花粉の発芽率と表-2の花粉の自然飛散日とをくらべてみて、トドマツでは花粉の自然飛散日の5日前^{7,8)}、エゾマツでは3日前¹⁰⁾、グラウカトウヒでは7日前¹⁵⁾、ヨーロッパトウヒでは9日前⁹⁾、アカエゾマツでは19日前¹²⁾、ヨーロッパクロマツでは6日前¹¹⁾、ヨーロッパアカマツでは10日前¹³⁾、バンクスマツでは11日前¹⁴⁾、コントロールマツで

4月~6月の気温

April~June (1969~1976)

May							June						
1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	1~30	31~4	5~9	10~14	15~19	20~24	25~29	31~29
Temperature (°C)							Temperature (°C)						
11.9	9.1	9.0	11.6	7.9	6.1	9.3							
17.9	13.4	15.1	16.0	13.1	10.3	14.3							
11.4	14.3	8.1	13.3	11.6	14.7	12.4							
20.5	21.6	12.6	22.7	17.4	20.8	19.5							
2.6	3.5	11.6	12.6	10.9	15.4	9.4							
6.5	8.2	19.1	20.1	18.0	19.5	15.4							
2.5	3.2	7.5	10.3	9.8	9.8	7.3	10.2	13.1	15.0	15.8	15.3	14.8	14.1
5.5	7.6	15.3	18.9	16.8	15.5	13.5	15.4	22.0	21.5	23.0	21.5	19.7	20.3
4.3	6.7	11.9	12.9	10.7	11.8	9.8	10.8	15.9	16.4	18.7	15.7	16.7	15.7
8.2	11.5	20.0	21.2	17.8	17.1	16.0	15.5	23.2	22.8	24.8	22.2	20.7	21.5
6.4	7.4	12.9	9.5	11.4	14.5	10.5	16.5	17.1	17.7	16.7	20.0	12.3	16.7
10.8	13.4	21.0	12.8	19.4	21.0	16.7	23.3	21.4	25.8	21.6	26.9	16.1	22.3
6.0	9.2	13.6	12.7	15.0	14.2	11.9	14.5	16.6	14.3	16.7	18.8	14.4	15.9
12.5	17.3	19.8	19.2	22.5	21.8	18.9	21.3	22.8	19.1	23.5	24.9	20.2	22.0
7.0	10.5	14.3	13.9	13.9	15.8	12.9	13.7	16.6	14.1	15.2	17.2	15.8	15.4
10.8	16.8	20.5	19.2	19.3	22.4	18.3	18.9	21.7	17.4	19.6	22.3	20.4	19.9

は11日前, モンタナマツでは12日前, リギダマツでは16日前¹⁶⁾から雄花の着生した小枝を水さしすると, 発芽率の高い花粉が得られる。

ここで述べた日数について, 試験木の各属の間に規則的な傾向は見られない。この時期の雄花は外観上トドマツでは写真-14 (5月19日), トウヒ属ヨーロッパトウヒでは写真-15 (5月16日), グラウカトウヒでは写真-16 (5月18日), アカエゾマツでは写真-17 (5月25日), エゾマツでは写真-18 (5月26日)の状態である。

マツ属バンクスマツでは写真-19 (5月23日), モンタナマツでは写真-20 (5月23日), コントルタマツでは写真-21 (5月28日), ヨーロッパアカマツでは写真-22 (5月28日), リギダマツでは写真-23 (5月30日), ヨーロッパクロマツでは写真-6 (6月11日)の状態である。

この時期はモミ属, トウヒ属では雄花をおおっていた鱗片が破れ, 雄花が突出して, 葯の一部を直接肉眼で見ることが出来るようになった時である。

マツ属のヨーロッパクロマツ, バンクスマツ, コントルタマツ, モンタナマツはモミ属・トウヒ属と異なり, 外観上特定な状態が見られないが, 雄花をおおっていた鱗片から雄花が十

表-5 水さし後開花率80%以上になるまでの日数と花粉の発芽率

Table 5. Period required to attain more than 80% of flowering after water culture and germination percentage of pollen

		Germination percentage Period	Germination percentage Period	Germination percentage Period	Germination percentage Period	Germination percentage Period	Germination percentage Period	Germination percentage Period
Collection date		May 1, 1969	May 8	May 13	May 19	May 24	May 29	
<i>Abies sachalinensis</i>	A	14 days 0%	7 days 0%	8 days 6%	4 days 0%	2 days 39%	2 days 29%	days %
	B	14 0	10 0	— —	6 35	2 38	2 37	
	C	15 0	13 0	8 3	6 14	2 29	2 36	
Collection date		May 4, 1970	May 9	May 16	May 22			
<i>Picea abies</i>	A	9 0	11 51	1 75	1 67			
	B	9 0	8 0	1 78	1 87			
	C	11 0	7 4	1 40	1 25			
Collection date		May 8, 1971	May 15	May 20	May 26			
<i>P. jezoensis</i>	A	— —	— —	7 7	1 72			
	B	— —	— —	5 14	1 60			
Collection date		May 8, 1974	May 14	May 20	May 25	May 30	June 6	June 11
<i>P. glehnii</i>	A	— —	16 —	12 40	11 52	12 45	8 41	3 55
	B	— —	17 6	12 19	13 47	11 33	8 45	3 60
	C	— —	16 9	14 6	12 56	9 51	8 48	3 61
Collection date		May 14, 1976	May 18	May 24				
<i>P. glauca</i>	A	— —	6 52	1 66				
	B	— —	4 53	1 69				
	C	— —	6 57	1 65				

Collection date		May 19, 1974	May 26	May 31	June 7	June 11	June 17	
<i>Pinus nigra</i>	A	— —	— —	— —	6 —	3 77	1 64	
	B	— —	— —	— —	5 —	3 51	1 60	
	C	— —	— —	— —	6 —	3 60	1 66	
Collection date		May 14, 1975	May 18	May 23	May 28	June 2		
<i>P. banksiana</i>	A	— —	17 15	11 45	4 75	0 79		
	B	13 —	18 0	11 57	4 44	2 84		
	C	24 —	17 —	11 —	4 69	1 83		
Collection date		May 18, 1975	May 23	May 28	June 2	June 8		
<i>P. contorta</i>	A	19 —	12 —	9 46	4 61	0 61		
	B	19 —	17 —	10 22	5 67	0 73		
	C	19 —	12 —	11 80	4 80	0 52		
Collection date		May 18, 1975	May 23	May 28	June 2	June 8		
<i>P. sylvestris</i>	A	— —	15 —	9 64	5 49	0 38		
	B	— —	— —	9 65	3 67	0 41		
	C	— —	— —	8 60	1 50	0 41		
Collection date		May 23, 1976	May 30	June 4				
<i>P. montana</i>	A	13 64	11 72	2 71				
	B	13 79	7 78	3 69				
	C	13 76	6 82	4 75				
Collection date		May 30, 1976	June 5	June 10	June 15			
<i>P. rigida</i>	A	9 57	4 64	0 88	0 54			
	B	12 64	6 62	2 80	0 88			

—: Did not flower, or did not collect pollen.

分突出し、黄色が濃くなり葯の間がゆるんでくる時期である。

またマツ属のヨーロッパアカマツとリギダマツはトドマツおよびトウヒ属の樹種と異なり、外観上あまり目だった特徴は見当らない。かつマツ属の他の樹種とも多少異なり、雄花は芽鱗を持っておらず、雄花の発育の初期には葉芽の芽鱗におおわれて外見上雄花の存在はわからない。

この芽鱗の一部が破れて、雄花が大きく姿を見せる時である。

IV. 摘 要

1. この研究はモミ属1種、トウヒ属4種、マツ属6種について、雄花と花粉の発育にともなう形態変化と人工交配に用いる花粉の採取適期を見出すことを目的としてなされたものである。

2. 花粉粒形成日から花粉自然飛散日までの所要日数(花粉の生長期間)はトドマツで23日、グラウカトウヒで11日、エゾマツで14日、アカエゾマツで19日、ヨーロッパトウヒで21日、モンタナマツで7日、ヨーロッパアカマツで10日、リギダマツで10日、コントルタマツで11日、バンクスマツで16日、ヨーロッパクロマツで17日である。

3. 花粉自然飛散日前に雄花の着生した小枝を採取し、水さしして十分高い発芽率をもった花粉が得られるのはトドマツでは5日前、エゾマツでは3日前、グラウカトウヒでは7日前、ヨーロッパトウヒでは9日前、アカエゾマツでは19日前、ヨーロッパクロマツでは6日前、ヨーロッパアカマツでは10日前、バンクスマツでは11日前、コントルタマツでは11日前、モンタナマツでは12日前、リギダマツでは16日前である。

参 考 文 献

- 1) 橋詰隼人・岡田泰久：林木の交配に関する基礎的研究(I)。ヒノキの花粉の形成、発育ならびに採取適期。日林誌, 50(10), 304-309, 1968.
- 2) 橋詰隼人：林木の交配に関する基礎的研究(II)。ヒノキアスナロの花粉の形成、発育ならびに採取適期。日林誌, 50(12), 365-372, 1968.
- 3) 橋詰隼人・岡田泰久：林木の交配に関する基礎的研究(III)。スギの花粉の発育と発芽。日林誌, 52(4), 112-119, 1970.
- 4) 橋詰隼人：林木の交配に関する基礎的研究(IV)。クロマツおよびアカマツの花粉の発育と発芽。鳥取大演習林報告, 5, 17-28, 1971.
- 5) 北海道大学中川地方演習林資料.
- 6) 北海道大学雨竜地方演習林資料.
- 7) 工藤 弘：トドマツ花粉の採取時期と発芽率について。日林北支講, 18, 109-111, 1969.
- 8) 工藤 弘：トドマツ雌花の発達と花粉の形態変化。第81回日林講, 157-159, 1970.
- 9) 工藤 弘：ヨーロッパトウヒ花粉の採取時期と発芽率。日林北支講, 19, 95-98, 1970.
- 10) 工藤 弘：エゾマツ花粉の採取時期と発芽率。日林北支講, 20, 125-128, 1971.
- 11) 工藤 弘：ヨーロッパクロマツの採取時期と発芽率。日林北支講, 23, 54-57, 1974.
- 12) 工藤 弘：アカエゾマツ花粉の採取時期と発芽率。日林北支講, 24, 101-104, 1975.
- 13) 工藤 弘：ヨーロッパアカマツ花粉の採取時期と発芽率。日林北支講, 24, 105-107, 1975.

- 14) 工藤 弘: パンクスマツ花粉の採取時期と発芽率. 日林北支講, **24**, 108-110, 1975.
- 15) 工藤 弘: グラウカトウヒ花粉の採取時期と発芽率. 日林北支講, **25**, 13-15, 1976.
- 16) 工藤 弘: リギダマツ花粉の採取時期と発芽率. 日林北支講, **25**, 9-12, 1976.
- 17) 功力六郎: 開花調査について. 北海道の林木育種, **2**(1), 20, 1959.
- 18) MERGEN, F. & LESSTER, D. T.: *Silvae Genet.* **10**, 146-156, 1961.
- 19) 名寄気象通報所資料.
- 20) 斎藤幹夫・小野 豊: セロファン袋によるマツ・スギの花粉採集法. 日林誌, **50**(12), 388-389, 1968.
- 21) 札幌管区气象台資料.
- 22) 戸田良吉: 病虫害抵抗性育種. 林木の育種, **81**, 1, 1973.
- 23) 横山八郎: 採種圃管理上の諸問題. 北海道の林木育種, **9**(1), 2, 1966.

Summary

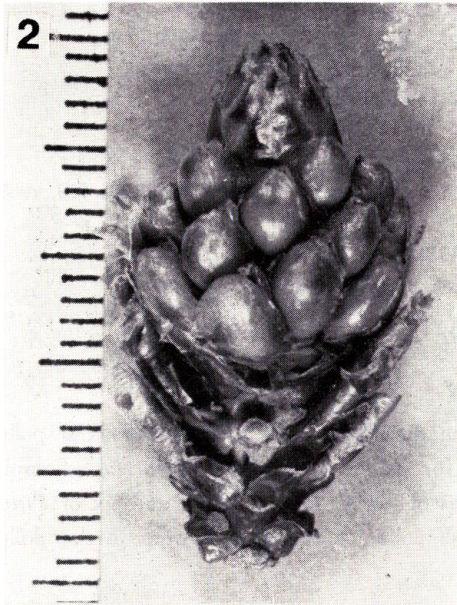
The studies were carried out to investigate the development of male flowers and pollen grains and to determine the most favorable date for pollen collection in *Pinaceae*. Samples used in this experiment were as follows: one species of *Abies*, four of *Picea* and six of *Pinus*.

1. The periods required from the formation of pollen in the male flowers to the pollen dispersion were as follows:

<i>Abies sachalinensis</i> MAST.	23 days
<i>Picea glauca</i> VOSS.	11
<i>P. jezoensis</i> CARR.	14
<i>P. glehnii</i> MAST.	19
<i>P. abies</i> KARST.	21
<i>Pinus montana</i> MILL.	7
<i>P. rigida</i> MILL.	10
<i>P. sylvestris</i> L.	10
<i>P. contorta</i> DOUGL.	11
<i>P. banksiana</i> LAMB.	16
<i>P. nigra</i> ARNOLD	17

2. High germination percentage of the pollen was obtained by water culture of the detached twig with male flowers within the following days before natural dispersion:

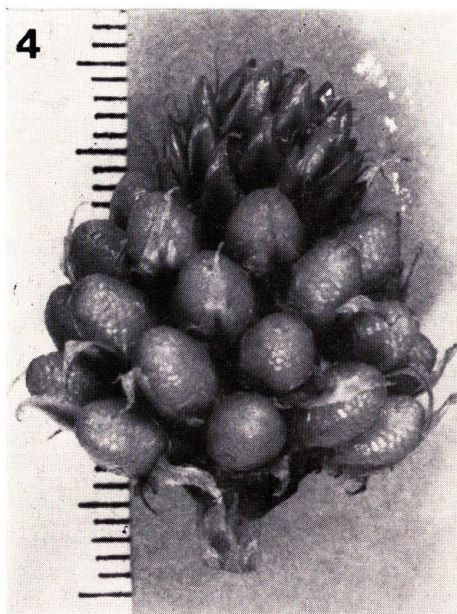
<i>Abies sachalinensis</i> MAST.	5 days
<i>Picea jezoensis</i> CARR.	3
<i>P. glauca</i> VOSS.	7
<i>P. abies</i> KARST.	9
<i>P. glehnii</i> MAST.	19
<i>Pinus nigra</i> ARNOLD	6
<i>P. sylvestris</i> L.	10
<i>P. banksiana</i> LAMB.	11
<i>P. contorta</i> DOUGL.	11
<i>P. montana</i> MILL.	12
<i>P. rigida</i> MILL.	16



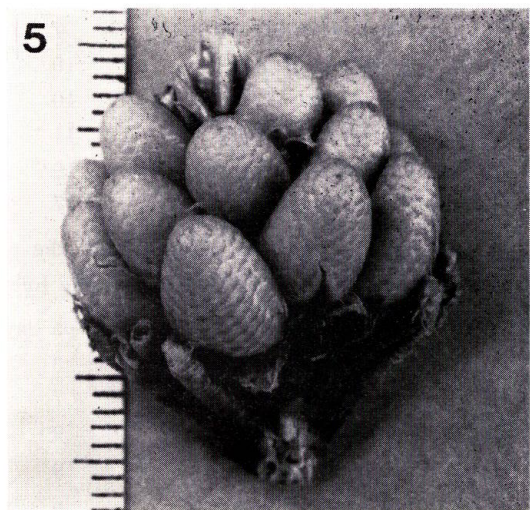
写真—2 未熟な雄花, 5月19日
Photo 2. Immature male flower
on May 19.



写真—3 未熟な雄花, 5月26日
Photo 3. Immature male flower
on May 26.



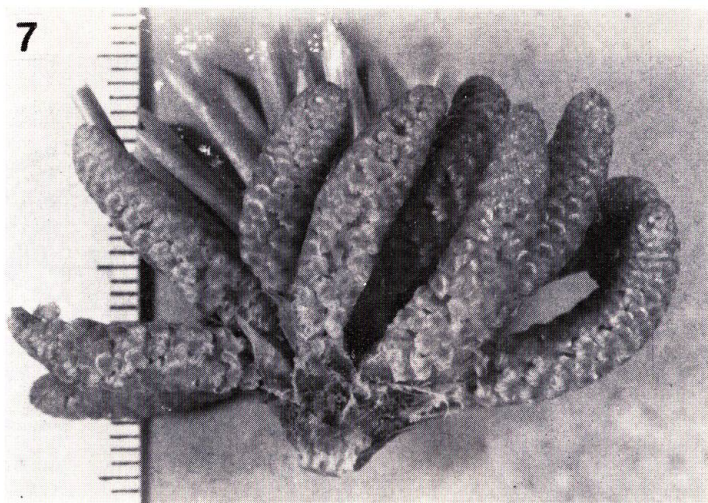
写真—4 未熟な雄花, 5月31日
Photo 4. Immature male flower
on May 31.



写真—5 未熟な雄花, 6月7日
Photo 5. Immature male flower
on June 7.

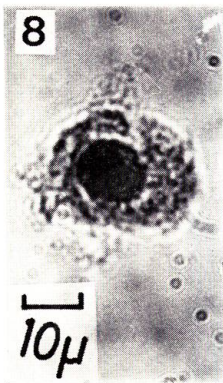


写真—6 未熟な雄花, 6月11日
Photo 6. Immature male flower on June 11.



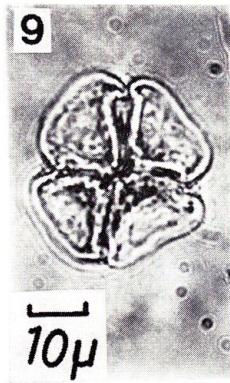
写真—7 花粉自然飛散日の成熟した雄花 (6月17日)
Photo 7. Mature male flower on natural pollen dispersion day (June 17).

写真—2~7はヨーロッパクロマツ雌花の発育経過を示す。(Photos 2-7 show the development of male flower in *Pinus nigra*.)



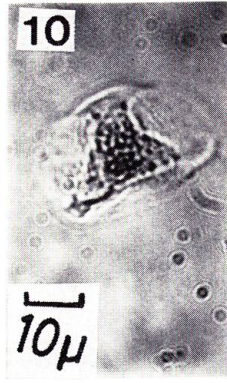
写真—8 未熟な花粉,
5月19日

Photo 8. Immature
pollen on May 19.



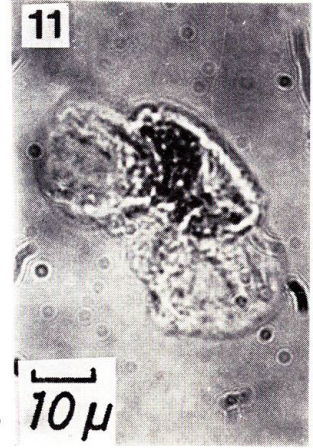
写真—9 花粉四分子, 5月26日

Photo 9. Pollen tetrad on
May 26.



写真—10 未熟な花粉 (気のう
発生), 5月31日

Photo 10. Immature pollen (origination
of air sacs) on May 31.



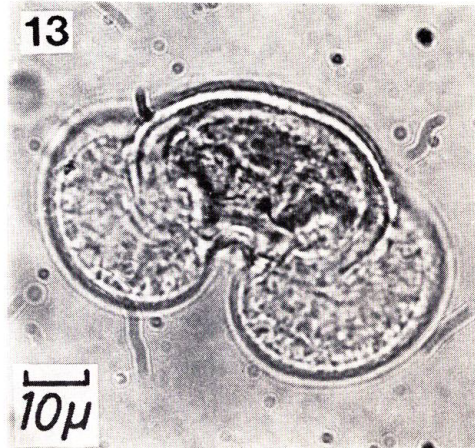
写真—11 未熟な花粉, 6月7日

Photo 11. Immature pollen
on June 7.



写真—12 未熟な花粉, 6月11日

Photo 12. Immature pollen
on June 11.



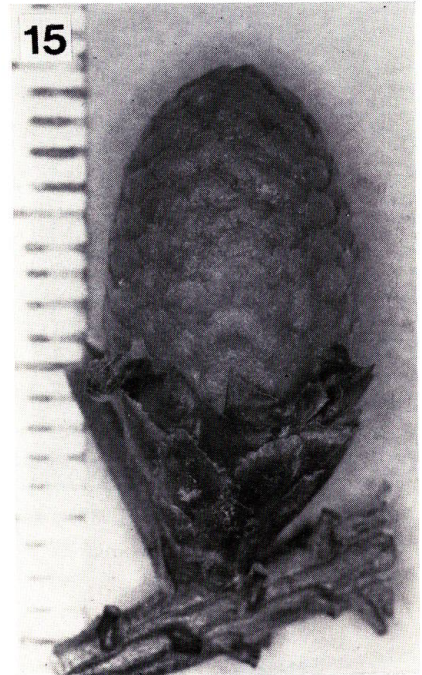
写真—13 花粉自然飛散日の成熟した花粉, 6月17日

Photo 13. Mature pollen on natural pollen
dispersion day (June 17).

写真—8~13はヨーロッパクロマツ花粉の発育経過を示す。(Photos 8-13 show the development of pollen in *Pinus nigra*.)



写真—14 トドマツ,
5月19日
Photo 14. *Abies
sachalinensis*
on May 19.



写真—15 ヨーロッパトウヒ, 5月16日
Photo 15. *Picea abies* on May 16.



写真—16 グラウカトウヒ,
5月18日
Photo 16. *Picea glauca* on
May 18.



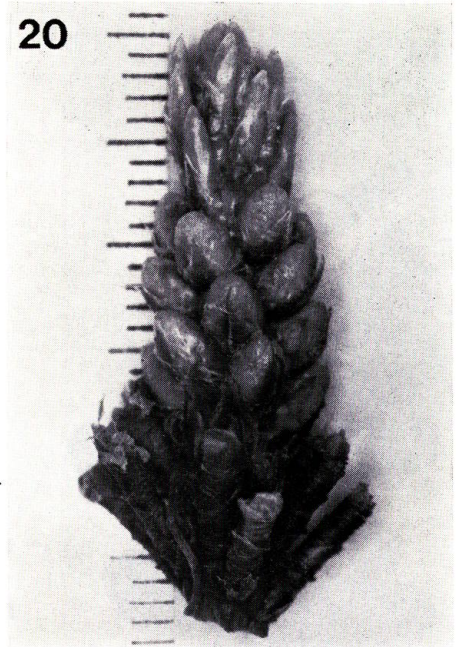
写真—17 アカエゾマツ,
5月25日
Photo 17. *Picea glehnii*
on May 25.



写真—18 エゾマツ, 5月26日
Photo 18. *Picea jezoensis* on May 26.



写真—19 パンクスマツ, 5月23日
 Photo 19. *Pinus banksiana* on May 23.



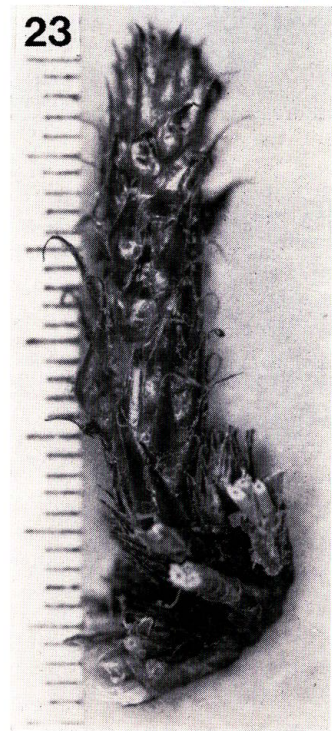
写真—20 モンタナ ⇨ マツ, 5月23日
 Photo 20. *Pinus montana* on May 23.



写真—21 コントルトマツ, 5月28日
 Photo 21. *Pinus contorta* on May 28.



写真—22 ヨーロッパアカマツ, 5月28日
 Photo 22. *Pinus sylvestris* on May 28.



写真—23 リギダマツ, 5月30日
 Photo 23. *Pinus rigida* on May 30.

写真—14~23は水さしして高い発芽率の花粉が得られる状態の雄花を示す。(Photos 14-23 show the state of male flower attained to high germination percentage after water culture.)