

マツ属のさし木の発根能力とその増進法

大 山 浪 雄⁽¹⁾
豊 島 昭 和⁽²⁾

I ま え が き

マツ属は一般にさし木による増殖が困難で、これが育種上の一つの大きな障害となっており、その容易化が望まれていることはいうまでもない。

このため、マツ属のさし木については、すでに多くの研究がなされている。その1950年ごろまでの文献については戸田¹⁾(1953)の総合抄録があり、さらに1960年ごろまでの研究概要については小笠原¹²⁾(1963)がアカマツのさし木を中心にまとめている。しかし、まだマツ属のさし木は実用化の域に達しておらず、さらに一段と飛躍的な研究が必要とされている。

筆者らは、1957年以来、特にアカマツのさし木の容易化を目指して研究を続けてきたが、研究の進め方としては、マツ属のさし木の発根の特性をみきわめるとともに、その発根能力を高める方法の追究に重点をおいた。この1961年までの研究については、すでに「さし木困難樹種の発根能力増進に関する研究」の一部として報告⁹⁾したが、今回の報告は、そのごの研究をとりまとめたもので、マツ属の樹種および品種による発根能力の差異と、発根能力の増進法の問題を主体に述べた。

この報告のうち、1960～1962年度に実施した諸試験は「発根困難な主要針葉樹類のさし木に関する研究」として行ない、農林水産技術振興費によりまかなわれた。

この研究にあたっては当造林研究室長森下義郎博士に終始ご懇切なご指導をいただき、また、試験を進めるにあたっては本場造林部生理研究室石川広隆技官のご配慮とご助言をいただいた。なお、研究には林業試験場長農学博士坂口勝美、前支場長西村太郎、現支場長徳本孝彦の各氏のご支援をいただき、試験の調査にあたっては元造林研究室員竹田泰子氏のご協力をいただいた。また、脱稿に際しては本場造林部長加藤善忠氏のご助言をいただいた。以上の各位に厚くお礼申し上げる。

II 樹種および品種による発根能力の差異

樹木類のさし木では、採穂親木の年齢が増加するにしたがって発根力の低下することが知られている。この発根しにくくなる程度は発根困難な樹種ほど早く急激にあらわれる傾向が強く、マツ属では、1年生実生苗からとった穂木ならば容易に発根するのに、2年生、3年生では著しく発根率が低くなる例²⁾¹³⁾が多い。

しかし、マツ属のさし木においても、その発根能力は樹種によるだけでなく、品種や系統によってかなり大きな差異のあること¹³⁾が知られている。それも単に発根率や発根量だけでなく、生存力の強弱やホルモン処理の効果の現われ方にも差異のあることが認められている。

(1) 関西支場造林研究室・農学博士 (2) 関西支場造林研究室兼調査室

この発根能力は、本来の遺伝的なものと、それを取りまく環境条件とによって影響¹³⁾されるが、さし木の容易化の研究においては、まず、どちらの影響度合がより大きいかを見極める必要がある。そして、それがもっぱら遺伝性に支配されているのならば、育種的操作による発根能力の改善が必要であり、また、環境条件に強く影響されているのならば、発根力を十分に発揮させるための環境調節が大切である。さらに樹種によってそれらの影響度合に差があるならば、それぞれの樹種の発根性に応じたさし木法が考えられなければならない。

ここでは、以上の観点から、マツ属の樹種や品種による発根能力の差異とその特性をみきわめるために、外国産マツ 7 樹種および日本産有名マツ 10 品種を用い、さし木の発根能力について検討した。なお、この調査では、親木の年齢やさし床環境の影響も検討する必要があるため、連年 5 回にわたり、しかも適宜さし床条件を変えて試験を行なった。その前半の第 3 回目試験までのものについては前回に報告⁹⁾したが、今回は全試験にわたる総合考察を加えたい。

1. 外国産マツ属の発根成績

1) 材料と方法

試験に用いた樹種は Table 1 に示す 7 樹種である。これらの採穂親木は、第 1 回目試験のさしつけ当時に *P. strobus* 等 6 樹種は実生後 7 年 5 か月、他の *P. massoniana* だけは 3 年 5 か月にあたるもので、これ以後 5 か年つづけて用いた。

親木はいずれも当支場樹木園に樹種ごとに団状に集植されている (Phot. 3) もので、このうちから各 5 個体を選定し、それぞれ樹冠上半部の四方から、さし穂を 1 個体あたり 25 本ずつ採取した。試験はいずれも秋さしで、さし穂には当年生枝を用いたが、第 1 回目試験は 9 月 9 日さしなので、特にさし穂の充実度をそろえる必要があると考え、さし穂の基部切口を前年生枝部分から 3 cm 上部としたため、さし穂の長さは 15~25 cm となり、樹種間でかなりの差が生じた。その点、第 2 回目試験からは新梢がほぼ充実しそろった 9 月下旬~10 月中旬さしなので、さし穂の長さは 10~15 cm にそろえた。これらさし穂の大きさは Table 1 に示した。

Table 1. 外国産マツ属の供試樹種とさし穂の大きさ
Materials of the experiments.

樹 種 Species	親 木 の 実生年月 Seedling date of parent tree	第 1 回目試験 1st experiment		第 2 回目試験 2nd experiment		第 3 回目試験 3rd experiment		第 4 回目試験 4th experiment		第 5 回目試験 5th experiment	
		1958.9.9~ 1959.10.1		1959.9.22~ 1960.10.27		1960.9.19~ 1961.10.13		1961.10.17~ 1962.9.27		1962.10.1~ 1963.10.8	
		直径 Dia. of cut- tings (mm)	長 さ Leng. of cut- tings (cm)	直径 Dia. of cut- tings (mm)	長 さ Leng. of cut- tings (cm)	直径 Dia. of cut- tings (mm)	長 さ Leng. of cut- tings (cm)	直径 Dia. of cut- tings (mm)	長 さ Leng. of cut- tings (cm)	直径 Dia. of cut- tings (mm)	長 さ Leng. of cut- tings (cm)
<i>P. strobus</i>	1951.4	4~6	15~20	4~6	15	4~6	12	4~6	10	4~6	10
<i>P. echinata</i>	"	4~6	"	4~6	"	4~6	"	4~6	"	4~6	"
<i>P. taeda</i>	"	6~8	"	6~8	"	6~8	"	6~8	"	6~8	"
<i>P. elliotii</i>	"	6~8	"	6~8	"	6~8	"	6~8	"	6~8	"
<i>P. rigida</i>	"	6~8	20~25	6~8	"	6~8	"	6~8	"	6~8	"
<i>P. pungens</i>	"	4~6	"	4~6	"	4~6	"	4~6	"	4~6	"
<i>P. massoniana</i>	1955.4	4~6	15~20	4~6	"	6~8	"	6~8	"	6~8	"

Table 2. さし床の各種条件
Conditions of the cutting bed for the experiments.

試験時期 さし床条件 Period Condition	第1回目試験 1st experiment	第2回目試験 2nd experiment	第3回目試験 3rd experiment	第4回目試験 4th experiment	第5回目試験 5th experiment
温度 Temperature	露地 Usual bed	露地 Usual bed	露地 Usual bed	電熱床 Heated bed	電熱床 Heated bed
用土 Soils	赤土 Red soil	赤土 Red soil	黒色火山灰土 Ando soil, black	黒色火山灰土 Ando soil, black	黒色火山灰土 Ando soil, black
日おい Shades	よしず Marsh-reed screen	よしず Marsh-reed screen	寒冷紗 Cheese cloth of vinilon	寒冷紗 Cheese cloth of vinilon	寒冷紗 Cheese cloth of vinilon

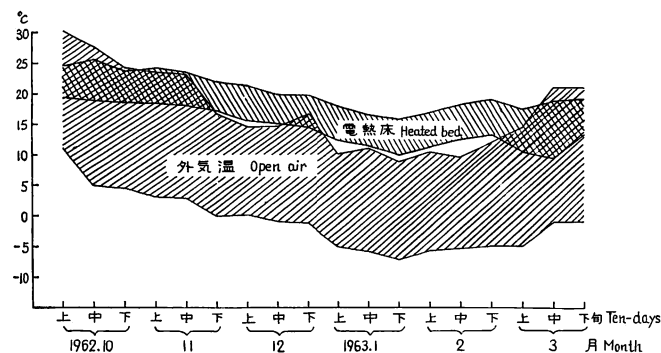


Fig. 1 電熱床の地下10cmの地温の変化状況
Transition of soil temperature at 10 cm depth in electrical heated bed.

さし床の条件は Table 2 のとおりで、第3回目試験までは露地床 (Phot. 1), 第4回目試験からは電熱床 (Phot. 2)をつかった。ただし、この電熱床は冬期間の最低地温が10°C以下に低下しない程度に加温したもので、したがって、加温のための通電期間は10月

Table 3. さし床用土の性状
Medium soils for the experiments.

土壌の種類 Kind of soil	土性 Soil class	pH	最大容水量(%) Max. water capacity		産地 Locality
			容積 Volume	重量 Weight	
赤土 Red soil	埴壤土 Clay loam	5.2	40	37	関西支場 Kyôto city
黒色火山灰土 Ando soil, black	〃	5.4	53	82	滋賀県湖北苗畑 Shiga prefecture

初日から翌春3月までとし、この期間中は保温のためビニール布をトンネル状にかぶせた。この第4回目試験時における電熱床の地温状況 (地下10 cm) を Fig. 1 に示した。

さし床はいずれも幅1 m×長さ2~10 mの木枠を苗畑に埋めて設定した。さし床用土は、第2回目試験までは赤土、第3回目試験からは黒色火山灰土を用いたが、両土壌の物理性は Table 3 のとおりである。さし床の日おいには、第2回目試験まではよしずを用いたが、その後、別の試験⁹⁾で、よしずはマツ属のさし木の日おいとしては暗すぎて発根のよくないことがわかったので、第3回目試験からは光線透過率80%のクレモナ寒冷紗を用いた。なお、これら日おいはさしつけ後直ちに施したが、第1回目および第2回目試験に用いたよしずは、10月末日に一たんとりはずし、その後、霜柱がひどくなった12月25日

から 2 月末日と、乾燥期にはいった 7 月 20 日以降試験をしめきるまでの 2 期間にふたたびよしずをかけた。また、第 3 回目試験からは、ビニールをかけた期間以外は寒冷紗を引きつづきかけた。

さし穂は穂長と同じ深さにさしつけることを原則とし、頂部の芽と針葉だけを露出させたが、第 1 回目試験だけは、樹種により穂長が 15 cm 以上のものもあったので、これらは最高 15 cm の深さにとどめた。さしつけ後は十分にかん水したうえ、前述のとおりにおおいを施した。その後は、露地ざしの第 1～3 回目試験ではほとんど水をやらなかったが、電熱床使用の第 4～5 回目試験ではテンションメーターを備えつけ、地下 10 cm 部の pF 値が 2.0 より上昇するごとに十分かん水を行なった。試験はいずれも約 1 年後の 9～10 月にしめきり、調査を行なった。

2) 結果と考察

外国産マツ 7 樹種の親木の個体別さし木の発根率は Table 4 に示すとおりである (Phot. 4 参照)。

このうち前半の第 3 回目試験までは露地ざし、後半の第 4 回目試験からは電熱床における発根成績であ

Table 4. 外国産マツ属の親木別さし木発根率 (%)
Rooting percentage of *Pinus* cuttings.

樹種 Species	親木 Parent tree	第 1 回目試験 1st experiment	第 2 回目試験 2nd experiment	第 3 回目試験 3rd experiment	第 4 回目試験 4th experiment	第 5 回目試験 5th experiment
<i>P. strobus</i>	No. 1	16	0	0	8	4
	2	24	0	0	60	8
	3	32	0	0	8	8
	4	0	4	0	20	4
	5	0	4	0	36	4
<i>P. echinata</i>	No. 1	20	8	12	48	32
	2	0	0	0	12	4
	3	32	4	8	48	4
	4	4	4	0	16	0
	5	64	(親木枯損)	(親木枯損)	(親木枯損)	(親木枯損)
<i>P. taeda</i>	No. 1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	44	0
	3	32	24	28	(親木衰弱)	(親木衰弱)
	4	0	0	0	0	0
	5	4	0	0	24	0
<i>P. elliotii</i>	No. 1	0	0	0	28	—
	2	0	0	0	0	—
	3	0	0	0	0	—
	4	8	0	0	0	—
	5	0	0	0	0	—
<i>P. rigida</i>	No. 1	8	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0
<i>P. pungens</i>	No. 1	4	0	8	0	16
	2	0	0	0	20	12
	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	5	4	0	0	0	0
<i>P. massoniana</i>	No. 11	—	0	0	4	0
	12	—	0	4	20	0
	13	—	0	4	8	0
	14	—	16	12	36	24
	15	—	0	24	28	0

るが、これらの供試親木はあとの試験ほど年齢が高まり、穂木の発根力は低下が予想されるにもかかわらず、前半の試験より後半の電熱床を使用した試験の方が全般に高い発根率が得られており、このことは明らかに電熱床の有効なことを示すものである。

しかし、これら連年5回にわたる全試験の発根成績を総合してみると、さし木の発根能力はやはり樹種および親木の個体によって差異のあることが認められる。まず、樹種による差異についてみると、これら供試親木は、*P. massoniana* だけが他の樹種より4年若いことを除き、*P. strobus* 等6樹種はすべて第1回目試験のさしつけ当時7年5か月にあたる同一樹齢で、しかも生育環境に大きな違いはないのに、樹種間の発根率には著しい差がみられる。すなわち、最初の第1回目試験においても、*P. strobus* と *P. echinata* では親木5個体のうち3~4個体のものが4~64%の発根率を示したのに、他樹種の *P. elliotii*, *P. rigida*, *P. pungens* 等では5個体のうち1~2個体のものがわずか4~8%の発根率を示したにすぎず、これら3樹種は、この樹齢ですでに発根がかなり困難なことを示した。したがって、これら発根困難な樹種はその後の試験においても発根率が低く、結局、全5回の試験で、*P. strobus*, *P. echinata*, *P. massoniana* 等では供試親木5個体全部のものに発根がみられたのに対し、*P. taeda* と *P. pungens* では3個体、*P. rigida* と *P. elliotii* では1~2個体のものにしか発根がみられなかった。

また、親木の個体による差異についてみると、親木5個体の平均発根率が低い樹種のなかで、親木によっては非常に高い発根率を示しているものがあるが、このような親木は全5回の試験を通じて全般的に高い発根率が得られている。すなわち、発根率のよいことが目立つ親木には、*P. strobus* では No. 2, *P. echinata* では No. 1, *P. taeda* では No. 3, *P. massoniana* では No. 4 等があげられる。この反対に発根率の悪いことが目立つ親木には、*P. strobus* では No. 4, *P. echinata* では No. 2, *P. taeda* では No. 1 と No. 4, *P. pungens* では No. 3 と No. 4, *P. massoniana* では No. 1 等があげられる。

なお、以上述べたことのほかに、第3回目試験における発根率は前年の第2回目におけるよりも向上している傾向がみられ、特に *P. massoniana* ではこれが著しいが、これはその年の気象条件の影響というよりも、前回までの試験に使用していた床土の赤土を黒色火山灰土に、また、さし床日おいの「よしず」を寒冷紗に改善したことなどが、よい結果をもたらした原因になっているのではないかと考えられる。

2. 日本産有名マツの発根成績

1) 材料と方法

試験は前項の外国産マツ属の試験に準じて行なった。したがって、穂木材料の条件は次に述べるが、他のさしつけ時期やさし床条件などは前述のとおりである。

試験に用いた有名マツは Table 5 に示す 10 品種である。これらの採穂親木は当支場苗畑で種子のまきつけから均一な取扱いによって養成したもので、いずれも親木年齢は第1回目試験のさしつけ当時に実生後2年5か月にあたり、これ以後5か年続けて用いた。

採穂親木数は、各品種とも、第2回目試験までは25個体を用いて1個体から1本ずつ採穂し、第3回目試験からは13個体を用いて1個体から2本ずつ採穂し、各品種25本あてさしつけた。これらさし穂の大きさは Table 6 に示した。

2) 結果と考察

有名マツ 10 品種のさし木の発根率は Table 7 に示すとおりである (Phot. 4 参照)。

このうち、最初の第1回目試験は親木の年齢が2年5か月当時にさし木したものであるが、この時点で

Table 5. 日本産有名マツの供試品種と種子の採取地
Local races and seed source of *P. densiflora* or *P. thunbergii* for the experiments.

品 種 Local races	種 子 の 採 取 地 Seed source	採 種 林 の 年 齢 Ages of seed stand	採 種 林 の 生 立 Condition of seed stand
甲 地 マ ツ Katsuchi	青森県上北郡甲地村・夫雑原国有林 Aomori prefecture	53	天 然 林 Natural stands
津 島 マ ツ Tsushima	岩手県双葉郡津島村・字天王山国有林 Iwate prefecture	45	"
東 山 マ ツ Tôzan	岩手県東磐井郡大東町・和田戸高揚国有林 Iwate prefecture	50	"
矢 び つ マ ツ Yabitsu	岩手県岩手郡雫石町・矢びつ国有林 Iwate prefecture	65	"
御 堂 マ ツ Midô	岩手県岩手郡御堂村・子抱国有林 Iwate prefecture	87	"
仙 台 マ ツ Sendai	宮城県宮城郡宮城村・岩元山国有林 Miyagi prefecture	48	人 工 林 Artificial stands
信 州 マ ツ Shinshû	長野県西筑摩郡三岳村・三岳経営区 Nagano prefecture	55	天 然 林 Natural stands
霧 上 マ ツ Kirïue	長野県北佐久郡軽井沢町・長倉山国有林 Nagano prefecture	62	"
霧 島 マ ツ Kirishima	鹿児島県始良郡霧島村・霧島国有林 Kagoshima prefecture	60	"
茂 道 マ ツ Modô	熊本県水俣市西の浦・西の浦国有林 Kumamoto prefecture	50	"

Table 6. 日本産有名マツの供試品種とさし穂の大きさ
Materials of the experiments.

品 種 Rocal races	親 木 の 実生年月 Seedling date of parent tree	第 1 回目試験 1st experiment		第 2 回目試験 2nd experiment		第 3 回目試験 3rd experiment		第 4 回目試験 4th experiment		第 5 回目試験 5th experiment	
		1958.9.9 ~1959.10.1		1959.2.22~ 1960.10.27		1960.9.19~ 1961.10.13		1961.10.17~ 1962.9.27		1962.10.1~ 1963.10.8	
		直径 Dia. of cut- tings (mm)	長さ Leng. of cut- tings (cm)	直径 Dia. of cut- tings (mm)	長さ Leng. of cut- tings (cm)	直径 Dia. of cut- tings (mm)	長さ Leng. of cut- tings (cm)	直径 Dia. of cut- tings (mm)	長さ Leng. of cut- tings (cm)	直径 Dia. of cut- tings (mm)	長さ Leng. of cut- tings (cm)
津 島 マ ツ Tsushima	1956.4	4~6	10~15	4~6	15	6~8	12	6~8	10	6~8	10
仙 台 マ ツ Sendai	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
東 山 マ ツ Tôzan	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
霧 島 マ ツ Kirishima	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
信 州 マ ツ Shinshû	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
矢 び つ マ ツ Yabitsu	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
御 堂 マ ツ Midô	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
霧 上 マ ツ Kirïue	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
甲 地 マ ツ Katsuchi	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
茂 道 マ ツ Modô	"	"	6~10	"	"	"	"	"	"	"	"

は、用いた 10 品種全部のものが 8~72% の発根率を示し、親木がこのくらい幼齢であればかなり発根することが認められた。しかし、その翌年の第 2 回目試験および翌々年の第 3 回目試験では、10 品種のうち 3 品種のものが 4~40% の発根率を示したにすぎず、親木の年齢が 3~5 年になると急激に発根しにくくなることが明らかになった。しかし、その翌年以後に電熱床を使用した第 4 回目と第 5 回目の試験では 10

Table 7. 日本産有名マツのさし木発根率 (%)
Rooting percentage of cuttings of *P. densiflora* or *P. thunbergii*.

品 種 Rocal races	第 1 回目試験 1st experiment	第 2 回目試験 2nd experiment	第 3 回目試験 3rd experiment	第 4 回目試験 4th experiment	第 5 回目試験 5th experiment
津 島 マ ツ Tsushima	72	0	0	12	20
仙 台 マ ツ Sendai	56	4	0	8	20
東 山 マ ツ Tôzan	44	20	8	20	16
霧 島 マ ツ Kirishima	40	0	0	20	0
信 州 マ ツ Shinshû	28	0	0	0	8
矢 び つ マ ツ Yabitsu	24	0	0	4	0
御 堂 マ ツ Midô	20	0	0	8	0
霧 上 マ ツ Kiriue	16	0	0	8	0
甲 地 マ ツ Katsuchi	8	0	0	0	8
茂 道 マ ツ Modô	24	24	40	28	24

品種のうち 6～8 品種のものが 4～28% の発根率を示し、前年度よりも発根率が向上している。これらはやはり電熱床の効果によるものと認められる。

しかし、これら連年 5 回にわたる全試験の発根成績を総合してみると、日本産有名マツにおいても品種によって発根力に差のあることがみられる。すなわち、親木年齢がわずかに 2 年 5 か月であった第 1 回目試験においてさえ、すでに品種によって発根率に最高 72% から最低 8% の著しい差がみられるが、この時に 10 品種のなかで第 1 位から第 4 位までの発根率を示した津島マツ、仙台マツ、東山マツ、霧島マツ等は、その後の試験においてもほぼ上位の発根率を示し、他の品種に比べて発根力の高いことが認められる。

なお、茂道マツは第 1 回目から第 5 回目の試験でいずれも 24～40% の発根率を示し、親木の年齢が増加しているにもかかわらず発根率の低下はみられなかった。ただ、その第 1 回目試験における発根率が 24% の低率にとどまっていることについては、このときの茂道マツだけが穂長 6～10cm の短い穂しか得られなかったため、さしつけたさし穂が厳寒期に霜柱で著しく持ちあげられて活着力が低下したのではないかと思考される。いずれにしても茂道マツは第 2 回目試験からは引きつづき 10 品種のなかで最も高い発根率を示しているのであるから、上記の津島マツなど 4 品種よりも一段と高い発根能力をもった品種とみなされる。

3. 総合的考察

以上の試験によって、マツ属のさし木の発根力も、単に樹種によるだけでなく、品種や親木の個体によって大きな差異のあることが実証されたが、これらの発根性はやはり親木のもつ遺伝的特性⁵⁾¹³⁾によるものといえよう。

もちろん、これらの試験に用いた親木が、遺伝的にみて、それぞれの樹種や日本産有名マツの各品種を必ずしも正確に代表しているとはいえないが、さらに広く他の多くの材料のなかから発根性の優秀な個体を探しだせば、交雑によって発根能力を改良することに期待がもてるものといえよう。

他方、さし木環境の問題として、特に秋さしにおいては冬季間の温度低下を一つの大きな問題としてとりあげねばならないが、これについては電熱さし床を使用することによって全般に発根率の向上したことが認められた。この効果は露地床の試験で発根がよかった樹種ほど著しかったほか、親木によっては、露地床の試験では全く発根せずに、電熱床の試験で初めて発根したものも認められるなど、電熱さし床の効

果においても樹種や親木の個体によって差異のあることが示された。しかし、いずれにしても貧弱な発根能力を完全に発揮¹⁴⁾させて発根率を向上させるには、親木材料の発根性に応じたさし床環境の充足をはかることも重要であることを物語っている。

Ⅲ 発根能力の増進法

さし木の発根成績の向上をはかるためには、発根力の強いさし穂を発根しやすい環境条件下にさしつけることが大切であるが、遺伝的にさし木の発根力が弱いとされているような樹種や品種では、一般にさし穂自体の発根能力を高めてやらない限り、満足な発根成績は望めない。

ところで、そのようなマツ属のさし木において発根能力を高めるにはいかなる方法がよいか重要な研究課題となってくるが、これには育種の操作と生理的調節という基本的考え方が生れてくる。

育種の操作とは、いうまでもなく遺伝的に発根能力の優秀な系統を選びだすとともに、この性質を交雑育種によってとり入れ、発根能力を改良することである。この育種の可能性についてはすでに戸田¹⁵⁾ (1953) によっても論及されているが、特に前述の試験結果でも明らかにされたように、さし木の発根能力の強弱は親木の遺伝的特性による差、すなわち、樹種によるだけでなく、品種や親木の個体によっても大きな差異が認められることから、その育種効果にはかなりの期待がもてるものと考えられる。

他方、生理的な調節による穂木の発根能力の増進については、まず重要視しなければならないのは親木材料の年齢増加にともなう発根力の低下をいかにして抑制するかということであるが、このためには親木自体の発根能力の若返り処理と、さし穂自体の発根促進処理を考えることが望ましい。特にマツ属のさし木では、親木の年齢増加にともなう発根力の低下が急激であること、また、それが一たん発根能力の低いさし穂となったものは、普通の簡単な発根促進処理では発根率を高める余地が非常に少ないということからみて、これらの処理効果に大きな期待をかけねばならない。

この発根能力増進法の基本的な考え方と実用性については前報⁹⁾である程度まで論及したので、ここでは、そのご重点的にとりくんだ親木および穂木の生理的調節による発根能力増進法について述べる。おもに検討したのは、さし穂の発根促進処理法としての植物ホルモン処理、親木の若返り処理法としての第2次さし木と萌芽枝のさし木などの諸効果である。

1. 植物ホルモン処理の効果

マツ属のさし穂の発根促進処理方法¹³⁾としては、発根促進物質を補給する意味から植物ホルモン、しょ糖、ビタミン類、尿素その他の無機養分などによる処理が、また、切口に固まりつくマツヤニを除く意味からは水や湯に浸す処理が試みられてきたが、これらのうちで比較的多くのマツ属で効果がみられているものとして、まず第1に植物ホルモン処理³⁾¹¹⁾¹⁸⁾があげられる。

植物ホルモンは発根促進物質の一つとして最も重要視¹⁹⁾されるもので、発根困難樹種のさし木では一応これによる処理を試みる価値がある。ただ、このようなホルモン処理も、必要な条件がととのっているときには非常にすぐれた効果がみられている反面、親木の個体、その年齢、採穂時期、さし床条件等によっては効果が現われにくいという結果も知られるなど、ホルモン処理の効果はさし穂の内的条件や環境条件によって左右されている例⁷⁾⁸⁾¹³⁾が多い。なお、ホルモン剤の種類¹⁸⁾や処理の強さ³⁾によっても効果が異なってくる。

このようなことから、マツ属のさし木に対するホルモン処理の効果についてはさらに検討する必要がある

と考え、電熱さし床において、いろいろの樹種と、いろんな親木材料についてホルモン処理の効果を調べることにした。ただし、ここでは樹種および親木の個体によるホルモン処理の効果の現われ方について述べ、第2次さし木や萌芽枝のさし木におけるホルモン処理の効果についてはあとの項で順次述べる。

1) 材料と方法

この試験は前節の「樹種および品種による発根能力の差異」についての第5回目試験のときにあわせて行なったもので、試験の材料や方法はそこで述べたとおりであるが、要点は次のとおりである。

供試樹種はTable 1に準じた外国産マツ6樹種と、Table 6に準じた日本産有名マツ9品種である。外国産マツは各樹種とも親木5個体あて用いたが、これら親木の年齢はいずれも1962年10月1日さしつけのとき11年5か月にあたり、さし穂は樹冠上半部の四方から親木ごとに50本あてとった。他の日本産有名マツは各品種とも親木13個体を混せて用いたが、親木の年齢は6年5か月にあたり、さし穂は親木1個体より4本ずつ、各品種とも50本あてとった。これら各50本あてのさし穂は、25本ずつホルモン処理したものと処理しないものにわけてさしつけた。さし穂には当年生枝を用いたが、さし穂の大きさは前述のTable 1およびTable 6に示した第5回目試験のとおりで、この長さは10cmにそろえた。

植物ホルモン処理は、マツ属のさし木に多く使われているインドール酪酸³⁾⁸⁾¹¹⁾¹⁸⁾を用い、この1gをタルク粉100gの割合に混合し、さし穂の切口にまぶし、さしつけた。

さし床はTable 2に示した第5回目試験の電熱床を使用し、さし床用土には黒色火山灰土、日おいにはクレモナ寒冷紗を用いた。さしつけ後の水分管理としては、備えつけたテンションメーターのpF値が2.0より上昇するごとに十分かん水を行なった。試験は約1年後の10月8日にしめきり、調査を行なった。

2) 結果と考察

外国産マツ属のさし木におけるホルモン処理の効果はTable 8、日本産有名マツのさし木におけるホルモン処理の効果はTable 9に示すとおりである。

まず、外国産マツ属についてみると、その発根率がホルモン処理によって確実に向上されているのは *P. echinata* の No. 1 と No. 6 および *P. pungens* の No. 2 など、無処理区でも比較的高い発根率12~32%が得られたものに限られ、無処理区で全く発根しなかったものとか、また8%以下の低発根率しか得られなかったような樹種や親木では、ホルモン処理の効果が認められなかった。なお、これら発根したものの平均根数は、無処理区ではわずか1本というものが多いのに対して、ホルモン処理区では2~5本の平均根数を示したものが多く、根数増加の効果が認められる。また、発根したものの地上部の伸長量は全般にホルモン処理区がまさっている。

次に日本産有名マツについてみると、その発根率がホルモン処理によって確実に向上されているのは茂道マツと霧島マツぐらいで、他の7品種ではホルモン処理の効果があるとはいいいかねる。他面、発根したものの平均根数は全般にホルモン処理によって増加されており、その効果が認められる。なお、発根したものの地上部の伸長量には顕著な差は認められない。

以上、外国産マツ属と日本産有名マツについての結果を総合すると、ホルモン処理はさし木の発根率を向上するとともに特に根数の増加に対して著しい効果があるといえる。ただし、発根率を高める効果は樹種や親木の個体によって差異があり、その一般的傾向としては、ホルモン処理しなくてもある程度の発根率を示すもの、いいかえれば、発根性の悪くない穂木では効果が顕著であるが、きわめて発根しにくい穂木では効果が現われにくいものといえよう。このことは後述の各種試験結果においても認められる。

Table 8. 外国産マツ属のさし木におけるホルモン処理の効果
Effects of hormone treatment on rooting behavior of *Pinus* spp. cuttings.

樹 種 Species	親 木 Parent tree	発 根 率 (%) Rooted cuttings		平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings		地上部の平均伸長量 (cm) Growth of tops per rooted cuttings	
		Cont.	IBA	Cont.	IBA	Cont.	IBA
<i>P. strobus</i>	No. 1	4	0	1.0	—	2.0	—
	2	8	4	1.5	1.0	3.0	3.0
	3	8	0	1.0	—	3.0	—
	4	4	4	1.0	2.0	1.0	3.0
	5	4	8	1.0	1.0	1.0	5.0
<i>P. echinata</i>	No. 1	32	52	1.5	3.5	22.3	24.4
	2	4	0	1.0	—	5.0	—
	3	4	4	1.0	1.0	8.0	13.0
	4	0	4	—	1.0	—	15.0
	6	16	60	1.0	2.3	9.5	18.5
<i>P. pungens</i>	No. 1	16	12	1.5	4.3	2.8	10.7
	2	12	32	1.0	3.1	4.7	11.1
	3	0	0	—	—	—	—
	4	0	0	—	—	—	—
	5	0	4	—	5.0	—	10.0
<i>P. taeda</i>	No. 1	0	0	—	—	—	—
	2	0	0	—	—	—	—
	4	0	0	—	—	—	—
	5	0	0	—	—	—	—
	6	0	0	—	—	—	—
<i>P. silvestris</i>	No. 1	0	0	—	—	—	—
	2	0	0	—	—	—	—
	3	0	0	—	—	—	—
	4	0	0	—	—	—	—
	5	0	0	—	—	—	—
<i>P. rigida</i>	No. 1	0	0	—	—	—	—
	2	0	0	—	—	—	—
	3	0	0	—	—	—	—
	4	0	0	—	—	—	—

Table 9. 日本産有名マツのさし木におけるホルモン処理の効果
Effects of hormone treatment on cuttings of *P. densiflora* or *P. thunbergii*.

品 種 Rocal races	発 根 率 (%) Rooted cuttings		平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings		地上部の平均伸長量 (cm) Growth of tops per rooted cuttings	
	Cont.	IBA	Cont.	IBA	Cont.	IBA
茂道マツ Modô	24	56	1.5	4.9	4.2	4.7
津島マツ Tsushima	20	8	1.2	5.0	5.6	6.0
仙台マツ Sendai	20	8	1.7	2.0	6.5	5.5
東山マツ Tôzan	16	20	3.3	4.0	4.5	7.8
信州マツ Shinshû	8	8	1.5	2.0	5.0	3.5
甲地マツ Katsuchi	8	4	1.5	1.0	3.0	2.0
霧島マツ Kirishima	0	12	—	4.7	—	10.6
霧上マツ Kiriue	0	0	—	—	—	—
御堂マツ Midô	0	0	—	—	—	—

なお、ホルモン処理は発根したものの地上部の伸長量を増加させる効果が、外国産マツ属のさし木において認められたが、これはホルモン処理により、早く発根することと根数が増えることによって地上部の成長が促進されるためと考えられる。ただ、日本産有名マツのさし木ではこのような効果は顕著でなかったが、これは外国産マツの *P. echinata* や *P. pungens* 等は新梢の伸長が9月末でもまだとまっていなかったのに対し、日本産有名マツは8月末に伸長が完全にとまっていたことからわかるように、樹種の成長特性の差によるものと考えられる。

2. 第2次さし木・つぎ木応用の効果

発根が困難な樹種ほど親木の年齢増加にともなう発根力の低下が著しいので、マツ属のさし木においても、絶えず年齢の若い親木を確保して用いることが発根力を維持させる手段として合理的といえよう。

親木の年齢増加を回避する手段としては、絶えず、さし木やつぎ木によって樹齢を若返らすことが考えられる。スギ¹⁴⁾やヒノキ⁵⁾のさし木では、これらの方法が適用され、効果のあることが認められるようになったが、マツ属のさし木ではまだ十分な検討がなされていない。

このようなことから、前節の「樹種および品種による発根能力の差異」についての第1回目試験で得られた外国産マツおよび日本産有名マツの第1次さし木苗を親木に用い、第2次さし木の発根能力について検討した。また、つぎ木の効果については交雑育種母材料として育成中の外国産マツ4樹種を用いて検討した。

なお、前報⁹⁾でも指摘したように、これらの手段が有効であったとしても、一段とその発根率が向上することを期待するからには、やはりホルモン処理の採用が必要と考えられるので、これら試験を行なうにあたっては、ホルモン処理の効果についてもあわせて検討した。

1) 材料と方法

a. 秋さしによる第2次さし木の効果

この試験は、前節の「樹種および品種による発根能力の差異」についての第5回目試験のときにあわせて行なったもので、試験方法はそれと同様であるが、要点は次のとおりである。

供試樹種は外国産マツ5樹種と日本産有名マツ7品種で、いずれも、もとの親木と第1次さし木苗より育成した親木のさし穂について比較した。これら樹種と親木やさし穂の条件は Table 10 に示した。このうち、もとの親木は当支場の樹木園 (Phot. 3) に、また第1次さし木苗より育成した親木は当支場の苗畑 (Phot. 6) に集植されているもので、なお、第1次さし木苗より育成した親木は1~5個体を混ぜて用いた。

さし穂には1962年10月1日に樹冠上半部の四方から当年生枝をとって用いたが、これらさし穂はホルモン処理したものと処理しないものに分けてさしつけた。ホルモン処理は、前項の試験と同様にインドール酪酸1%が含まれるタルク粉を切口にまぶす方法によった。さし穂の供試本数は1区あたり25本を原則としたが、第1次さし木苗より育成した親木は1区あたり10本しか用いられないものがあつた。

さし床は電熱床を使用した。このさし床条件は、Table 2 に示した第5回目試験のとおり、さし床用土には黒色火山灰土、日においてはクレモナ寒冷紗を用いた。さしつけ後の水分管理は、テンションメーターを備えつけ、pF 値が2.0より上昇するごとに十分かん水を行なった。試験は10月1日にさしつけ、およそ1年後の10月8日にしめきり、調査を行なった。

b. 春さしによる第2次さし木の効果

Table 10. 供試樹種と穂木材料の条件
Materials of the experiment.

樹種および系統 Species		親木の種類 Kind of parent tree	親木の年齢 Ages of parent tree	親木の成長量 Parent trees		さし穂の大きさ Cuttings	
				樹高 Height (m)	胸高直径 Diameter at breast (cm)	直径 Diameter (mm)	長さ Length (cm)
<i>P. strobus</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	3.0	10.5	4~6	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	0.7	1.4*	3~4	10
	2	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	2.8	4.5	4~6	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	0.4	1.3*	3~4	10
	3	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	2.8	4.7	4~6	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	0.4	0.8*	3~4	10
<i>P. echinata</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	7.0	14.5	4~6	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	1.2	1.8*	4~6	10
	3	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	5.4	9.5	4~6	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	1.0	1.6*	4~6	10
<i>P. pungens</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	5.2	10.0	4~6	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	1.0	1.0*	3~4	10
<i>P. taeda</i>	No. 5	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	6.8	16.6	6~8	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	1.7	1.3	4~6	10
<i>P. massoniana</i>	No. 11	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	6.0	11.0	6~8	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	1.7	1.6	4~6	10
	14	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	4.8	11.0	6~8	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	1.8	1.8	4~6	10
日本産有名マツ7品種 <i>P. densiflora</i> or <i>P. thunbergii</i>		もとの親木 Original tree	6 years 5 months	2.0~2.5	3.0~4.5	6~8	10
		第1次さし木樹 First-cutting tree	5 years	1.4~1.8	1.0~2.5	6~8	10

* 地上 10 cm 部の直径 Diameter at 10 cm height.

この試験は、日本産有名マツ 8 品種を用い、上記試験と同じ年の春さしにより行なった。したがって、供試親木は上記試験のものと同一個体であるが、親木の年齢や成長量は上記試験よりも 6 か月だけ若い。また、さし穂の大きさやホルモン処理の方法も上記試験に準じたが、ホルモン処理は 2 品種のさし穂にとどめた。

さし床も同様に電熱床を使用した。実際に通電し、加温されていたのはさしつけ後約 20 日間の 3 月末日までであった。さし床用土には Table 3 に示したような赤土を用い、日おいにはクレモナ寒冷紗をかけつづけた。さしつけ方法、さしつけ後の水分管理などは、上記試験に準じた。試験は 1962 年 3 月 9 日にさしつけ、同年 9 月 27 日にしめきり、調査を行なった。

c. つぎ木応用の効果

この試験は、前記の「秋さしによる第 2 次さし木の効果」の試験のときにあわせて行なった。したがって、供試樹種と親木やさし穂の条件は Table 11 に示すが、これ以外の試験時期、さしつけ、ホルモン処理、さし床の各種条件などは、上記試験と全く同様に取り扱った。なお、採穂親木のつぎ木樹は各 10 個体あてを用いたが、いずれも 1959 年 2 月にクロマツ 2 年生実生苗につぎ木されたもので、樹齢はつぎ木後の年齢で示した。

Table 11. 供試樹種と穂木材料の条件
Materials of the experiment.

樹種および系統 Species		親木の種類 Kind of parent tree	親木の年齢 Ages of parent tree	親木の成長量 Parent trees		さし穂の大きさ Cuttings	
				樹高 Height (m)	胸高直径 Diameter at breast (cm)	直径 Diameter (mm)	長さ Length (cm)
<i>P. strobus</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	3.0	10.5	4~6	10
		つぎ木樹 Grafted tree	3 years 5 months	0.7	1.6*	4~6	10
	4	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	2.4	4.0	4~6	10
		つぎ木樹 Grafted tree	3 years 5 months	0.7	1.6*	4~6	10
<i>P. pungens</i>	No. 4	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	4.6	11.0	4~6	10
		つぎ木樹 Grafted tree	3 years 5 months	1.2	1.2*	4~6	10
	5	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	4.8	10.5	4~6	10
		つぎ木樹 Grafted tree	3 years 5 months	1.2	1.2*	4~6	10
<i>P. taeda</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	11 years 5 months	8.5	20.0	6~8	10
		つぎ木樹 Grafted tree	3 years 5 months	2.0	1.8	4~6	10
<i>P. massoniana</i>	No. 11	もとの親木 Original tree	7 years 5 months	6.0	11.0	6~8	10
		つぎ木樹 Grafted tree	3 years 5 months	2.3	2.2	4~6	10

* 地上 10cm 部の直径 Diameter at 10 cm height.

Table 12. 外国産マツ属の第2次さし木とホルモン処理の効果(秋ざし)
Effects of parent trees and hormone treatment on *Pinus* spp. cuttings (Oct. planting).

樹種および系統 Species		親木の種類 Kind of parent tree	さしつけ 本数 Number of cuttings	発根率 Rooted cuttings (%)		平均根数 Number of roots per rooted cuttings		地上部の平均伸長量 Growth of tops per rooted cuttings (cm)	
				Cont.	IBA	Cont.	IBA	Cont.	IBA
<i>P. strobus</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	25	4	0	1.0	—	2.0	—
		第1次さし木樹 First-cutting tree	10	0	30	—	1.3	—	3.7
	2	もとの親木 Original tree	25	8	4	1.5	1.0	3.0	3.0
		第1次さし木樹 First-cutting tree	10	0	20	—	4.0	—	7.5
	3	もとの親木 Original tree	25	8	0	1.0	—	3.0	—
		第1次さし木樹 First-cutting tree	25	12	24	2.6	2.0	3.0	4.0
<i>P. echinata</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	25	32	52	1.5	3.5	22.3	24.4
		第1次さし木樹 First-cutting tree	20	65	65	1.5	2.5	25.5	27.8
	3	もとの親木 Original tree	25	4	4	1.0	1.0	8.0	13.0
		第1次さし木樹 First-cutting tree	25	8	20	1.5	1.8	22.5	17.8
<i>P. pungens</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	25	16	12	1.5	4.3	2.6	10.7
		第1次さし木樹 First-cutting tree	20	10	30	1.0	3.7	9.0	9.8
<i>P. taeda</i>	No. 5	もとの親木 Original tree	25	0	0	—	—	—	—
		第1次さし木樹 First-cutting tree	25	0	0	—	—	—	—
<i>P. massoniana</i>	No. 1	もとの親木 Original tree	25	0	0	—	—	—	—
		第1次さし木樹 First-cutting tree	25	4	4	1.0	1.0	3.0	5.0
	4	もとの親木 Original tree	25	24	4	1.3	1.0	4.5	8.0
		第1次さし木樹 First-cutting tree	20	5	30	1.0	3.2	4.0	13.0

2) 結 果

a. 秋ざしによる第2次さし木の効果

外国産マツ5樹種についての発根成績は Table 12, 日本産有名マツ7品種についての発根成績は Table 13 に示すとおりである。

まず、外国産マツ属のものについてみると、第2次さし木の発根率向上の効果はホルモン処理の有無に

Table 13. 日本産有名マツの第2次さし木とホルモン処理の効果 (秋さし)
Effects of parent trees and hormone treatment on cuttings of
P. densiflora or *P. thunbergii* (Oct. planting).

品 種 Local races	親木の種類 Kind of parent tree	さしつけ 本 数 Number of cuttings	発 根 率 Rooted cuttings (%)		平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings		地上部の平均伸長量 Growth of tops per rooted cuttings (cm)	
			Cont.	IBA	Cont.	IBA	Cont.	IBA
茂 道 マ ツ Modô	もとの親木 Original tree	25	24	56	1.5	4.9	4.2	4.7
	第1次さし木樹 First-cutting tree	25	76	84	1.9	6.0	5.4	9.3
津 島 マ ツ Tsushima	もとの親木 Original tree	25	20	8	1.2	5.0	5.6	6.0
	第1次さし木樹 First-cutting tree	25	8	24	2.0	4.5	15.5	14.2
仙 台 マ ツ Sendai	もとの親木 Original tree	25	20	8	1.7	2.0	6.5	5.5
	第1次さし木樹 First-cutting tree	25	36	0	2.2	—	9.2	—
東 山 マ ツ Tôzan	もとの親木 Original tree	25	16	20	3.3	4.0	4.5	7.8
	第1次さし木樹 First-cutting tree	25	12	0	1.7	—	4.0	—
信 州 マ ツ Shinshû	もとの親木 Original tree	25	8	8	1.5	2.0	5.0	3.5
	第1次さし木樹 First-cutting tree	25	8	0	2.0	—	4.0	—
霧 島 マ ツ Kirishima	もとの親木 Original tree	25	0	12	—	4.7	—	10.7
	第1次さし木樹 First-cutting tree	25	12	16	2.0	6.5	6.0	18.8
御 堂 マ ツ Midô	もとの親木 Original tree	25	0	0	—	—	—	—
	第1次さし木樹 First-cutting tree	25	0	0	—	—	—	—

よって異なっている。すなわち、ホルモン処理しない場合は、もとの親木のさし穂に比べ、第1次さし木樹からとったさし穂の発根率が確実に向上しているのは *P. echinata* の No. 1 (Phot. 7) ぐらいであるが、ホルモン処理すると、さらに他の *P. strobus* の No. 1, No. 3, *P. echinata* の No. 3 等でも発根率が向上し、もとの親木のさし穂より発根率の高いことが認められる。しかし、これ以外の4樹種5系統では、ホルモン処理の有無にかかわらず、第1次さし木樹からとったさし穂の効果は十分に認められない。なお、発根したものの平均根数や地上部の伸長量については、第2次さし木の効果は顕著でない。

次に日本産有名マツのものについてみると、茂道マツでは、ホルモン処理の有無にかかわらず、第1次さし木樹からとったさし穂は発根率の高いことが認められる (Phot. 8) が、他の6品種の有名マツでは、発根率に一定の傾向がみられず、また全般に発根率が低いので、第1次さし木樹からとったさし穂の発根率がよいとはいいきれない。なお、発根したものの平均根数や地上部の伸長量については、外国産マツ属

の場合と同様に、第 2 次さし木の効果は顕著でない。

ところで、これらの試験におけるホルモン処理の効果についてみると、根数の増加に対しては全般的に有効なことが認められるが、発根率の向上に対しては親木材料によって一定でない。すなわち、ホルモン処理が発根率の向上に対して有効であると認められるのは、*P. strobus* の No. 1, No. 3, *P. massoniana* の No. 4, 津島マツ等の各第 1 次さし木樹のもの、*P. echinata* の No. 1, 茂道マツ等の各もとの親木のものなどであって、他の親木材料のものでは有効だとは認められない。仙台マツ第 1 次さし木樹や *P. massoniana* No. 4 のもとの親木のように、ホルモン処理によってかえって発根率の低下がみられる場合があるので、ホルモン処理がこの程度の濃度で害作用をあらわすものかどうかについて今後の検討を必要とする。

Table 14. 日本産有名マツの第 2 次さし木とホルモン処理の効果 (春ざし)

Effects of parent trees and hormone treatment on cuttings of

P. densiflora or *P. thunbergii* (Oct. planting).

品 種 Local races	親 木 の 種 類 Kind of parent tree	さしつけ 本 数 Number of cuttings	発 根 率 (%) Rooted cuttings		平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings	
			Cont.	IBA	Cont.	IBA
茂 道 マ ツ Modô	もとの親木 Original tree	25	0	—	—	—
	第 1 次さし木樹 First-cutting tree	25	40	—	5.3	—
東 山 マ ツ Tôzan	もとの親木 Original tree	25	0	—	—	—
	第 1 次さし木樹 First-cutting tree	25	16	—	3.4	—
仙 台 マ ツ Sendai	もとの親木 Original tree	25	0	—	—	—
	第 1 次さし木樹 First-cutting tree	25	8	—	3.0	—
信 州 マ ツ Shinshû	もとの親木 Original tree	25	16	—	3.0	—
	第 1 次さし木樹 First-cutting tree	25	0	—	—	—
御 堂 マ ツ Midô	もとの親木 Original tree	25	0	—	—	—
	第 1 次さし木樹 First-cutting tree	25	0	—	—	—
甲 地 マ ツ Katsuchi	もとの親木 Original tree	25	0	—	—	—
	第 1 次さし木樹 First-cutting tree	25	0	—	—	—
霧 島 マ ツ Kirishima	もとの親木 Original tree	25	0	4	—	4.0
	第 1 次さし木樹 First-cutting tree	25	0	12	—	12.7
津 島 マ ツ Tsushima	もとの親木 Original tree	25	0	12	—	19.7
	第 1 次さし木樹 First-cutting tree	25	0	8	—	11.0

Table 15. 外国産マツ属のつぎ木樹よりの採穂とホルモン処理の効果
Effects of parent trees and hormone treatment on *Pinus* cuttings.

樹種および系統 Species		親 木 の 種 類 Kind of parent tree	さしつけ 本 数 Number of cuttings	発根率 Rooted cuttings (%)		平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings		地上部の平均 伸長量 Growth of tops per rooted cuttings (cm)	
				Cont.	IBA	Cont.	IBA	Cont.	IBA
P. strobus	No. 1	もとの親木 Original tree	25	4	0	1.0	—	2.0	—
		つぎ木樹 Grafted tree	10	0	10	—	1.0	—	6.0
	4	もとの親木 Original tree	25	4	4	1.0	2.0	1.0	3.0
		つぎ木樹 Grafted tree	25	0	24	—	2.3	—	5.3
P. pungens	No. 4	もとの親木 Original tree	25	0	0	—	—	—	—
		つぎ木樹 Grafted tree	20	0	0	—	—	—	—
	5	もとの親木 Original tree	25	0	4	—	5.0	—	10.0
		つぎ木樹 Grafted tree	20	0	5	—	1.0	—	5.0
P. taeda	No. 1	もとの親木 Original tree	25	0	0	—	—	—	—
		つぎ木樹 Grafted tree	25	0	0	—	—	—	—
P. massoniana	No. 11	もとの親木 Original tree	25	0	0	—	—	—	—
		つぎ木樹 Grafted tree	25	20	32	1.2	1.9	6.2	9.1

b. 春さしにおける第2次さし木の効果

日本産有名マツ8品種についての発根成績は Table 14 に示すとおりで、茂道マツ、東山マツ、仙台マツ等の3品種では、第1次さし木樹からとったさし穂は発根率の高いことが認められるが、他の5品種ではそれが認められない。

なお、ホルモン処理の効果は霧島マツと津島マツだけについて調べたのであるが、もとの親木および第1次さし木樹のさし穂ともホルモン処理の効果が認められる。

c. つぎ木応用の効果

外国産マツ4樹種についての発根成績は Table 15 に示すとおりで、つぎ木樹のさし穂の発根率もとの親木のさし穂より向上しているのは、ホルモン処理の有無に関係なく *P. massoniana* の No. 11 と、ホルモン処理した場合に限る *P. strobus* の No. 4 だけで、他の3樹種の4系統ではつぎ木樹のさし穂の発根がよいとは認められない。

なお、ホルモン処理が発根率の向上に役だっているのは上記2樹種のつぎ木樹のものだけで、他系統の、特にもとの親木のさし穂に対しては皆無といってよいほど効果が現われていない。ただ、発根したもの平均根数や地上部の伸長量の増加に対しては、全般的に有効なことが認められる。

3) 考 察

以上の3試験結果を総合してみると、第1次さし木樹からのさし木、すなわち、第2次さし木はもとの親木の年齢増加にともなう発根力の低下を回避する手段として有効であるといえよう。ただし、その効果の有無・程度などは樹種や品種や系統などによって差異のあることが認められる。

すなわち、これらの試験に用いたもとの親木は、*P. massoniana*を除く外国産マツ4樹種は11年5か月、日本産有名マツは6年5か月の年齢のもので、それらさし穂の発根力はすでにかなり低下しているものとみられるにもかかわらず、そのうちの*P. echinata*のNo. 1と茂道マツはそれぞれ発根率32%と24%を示し、必ずしも発根が悪くなかったが、このような発根力のまさる両系統では、第1次さし木樹からとった穂木を用いることによって、それぞれ65%と76%の発根率が得られているほか、さらに茂道マツではホルモン処理の併用によって発根率が84%にまで向上されるなど、第2次さし木の効果には一応実用性の認められるものがあった。

しかし、他の発根性の劣る多くの系統では、第2次さし木の効果は十分なものでなかった。ただ、これらは全般的に発根率が低い部類に属するので、第2次さし木といっても、その親木が5年生では、すでに穂木の発根力はかなり低下し、もとの親木からとった穂木との間に大差がなくなっていたのではないかと考えられる。このようなことから、その第1次さし木樹がごく幼齢のうちに第2次さし木を行なうことの必要性について、さらに検討してみる必要がある。

また、つぎ木による発根率の向上効果は十分に認められず、1回だけの当試験では検討の余地があるとしても、第2次さし木の効果にはとうてい及ばないものと思われる。

なお、あわせて検討したホルモン処理の効果は、ここでの試験においても、ある程度の発根力を持っている系統とか、発根性が向上されているような第2次さし木では顕著な効果がみられたが、他の発根性が悪い部類のさし穂では、効果が小さいだけでなく、親木材料の性質によっては発根率の低下をきたすという逆効果が示されたものもあった。これらの傾向は前項におけるホルモン処理の効果についての試験結果と一致するもので、ホルモン処理の効果の現われ方として注目しておく必要があろう。

なお、ホルモン処理は発根したものの平均根数の増加に対して著しい効果があったが、このような効果は他の薬剤処理¹³⁾¹⁶⁾では期待できないものと考えられる。

3. 萌芽枝の効果

マツ属のさし木においても、萌芽枝のさし穂はかなり発根しやすいこと⁷⁾⁹⁾が知られている。このことについては前報⁹⁾でも論及したが、萌芽枝は一般に生理的にも幼形を示し、実際に発根しやすいのであるから、発根力の強い萌芽枝を育てて用いることは、親木の年齢増加にともなう発根力の低下を回復させる手段として有効なものといえよう。

前報⁹⁾ではアカマツと*P. massoniana*について萌芽枝のさし穂は発根率がよいことを明らかにしたが、今回は主として茂道マツについて検討したことを述べる。

1) 材料と方法

a. 試験—1.

この試験には茂道マツと霧島マツを用い、親木は前述のTable 6に示したものと同一実生集団のものでした。すなわち、支場苗畑に集植されている実生後6年生の親木各4個体を選び、葉（短枝）より萌芽枝を発生させるため、1962年2月3日に樹冠の上半部にある1年生主枝を5本ずつ、枝の頂部1cmを切り

つめた。この場合、対照区として普通の枝も必要なため、それと同じ主枝の1年生枝を相対的に残した。

その後、葉からの萌芽は6月下旬ごろにみえ始め成長した(Phot. 10 参照)が、その本数は、秋末に茂道マツでは1枝あたり4~8本も萌芽していたのに、霧島マツでは1枝あたり2~5本ほどで少なかった。また、萌芽枝の長さも萌芽数が多いものほど短い傾向はあるが、茂道マツでは6~12 cmなのに、霧島マツでは4~8 cmであった。

これらの萌芽枝と普通枝は同年12月13日に切りとって長さ6 cmに穂作りし、ホルモン処理区としてインドール酪酸1%を含むタルク粉、その対照区としてインドール酪酸を含まないタルク粉を、それぞれ切口にまぶして、 $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ のさし木用ポットム・ヒーター内の鹿沼土にさしつけた。さしつけ本数は1区あたり20本で、萌芽枝のさし穂は1本の主枝からでたものごとにホルモン処理区と無処理区に均一に分配し、また普通の枝もそのように配慮し、材料の均一化をはかった。さしつけ後は十分かん水し、その後も地表面が乾かない程度にかん水したが、1週間に1回ほどしか水をやる必要がなかった。さしつけ後約6か月目の6月20日に掘りとり調査した。

b. 試験-2.

この試験には7年生の茂道マツを用い、親木の個体別に検討を加えた。試験1と同一実生集団のなかから5個体を選び、1963年3月4日に、試験1と同様な方法で1年生主枝を切りつめ、葉(短枝)より萌芽させた。

この成長した萌芽枝は同年12月2日に切りとって長さ10 cmに穂作りし、インドール酪酸1%を含むタルク粉を切口にまぶして、電熱さし床の赤土にさしつけた。ただし、この電熱さし床は、Fig. 1に示したと同様に冬季間の地温が 10°C 以下に低下しない程度に加温したもので、さしつけたさし穂がただちに活動を始めるような温度条件ではなかった。

なお、この試験は特に実用化試験として進めたため、親木の個体別の比較を重点におき、対照区として考えられる普通枝のさし穂とホルモン無処理区は、発根が期待できないものとして省略した。

さしつけ本数はTable 17に示すように親木の個体によって10~50本とし、深さ10 cmにさしつけた。さしつけ後は十分に水をやり、その後も備えつけたテンション・メーターのpF値が2.0より上昇するとに十分なかん水を行なった。さし床の日おいは、保温用として2月末日までビニール布を、さらに3月からはクレモナ寒冷紗をかけつづけた。さしつけ後約9か月目の9月13日に掘りとり調査した。

Table 16. 日本産有名マツの萌芽枝のさし木の発根率
Rooting percentage of cuttings from adventitious shoot of
Modô (in *P. thunbergii*) and Kirishima (in *P. densiflora*).

品 種 Rocal races	さし穂の種類 Kind of cuttings	ホルモン処理 Hormone treatment	発根率(%) Rooted cuttings
茂 道 マ ツ Modô	普 通 枝 Ordinary shoot	Cont. IBA	0 0
	萌 芽 枝 Adventitious shoot	Cont. IBA	0 60
霧 島 マ ツ Kirishima	普 通 枝 Ordinary shoot	Cont. IBA	0 0
	萌 芽 枝 Adventitious shoot	Cont. IBA	0 40

2) 結 果

a. 試験—1

萌芽枝と普通枝のさし穂の発根成績は Table 16 に示すとおりで、茂道マツおよび霧島マツとも、普通枝のさし穂はホルモン処理しても全く発根していないが、萌芽枝のさし穂はホルモン処理を行なうことによって発根率 60～40% が得られており、明らかに発根性のよいことが認められる。

ただ、発根性がよいといってもホルモン処理しなければ全く発根していないので、ここでは萌芽枝のさし穂は発根力が強いというよりも、むしろホルモン処理の効果が現われやすいさし穂であったといえよう。

b. 試験—2

親木の個別別萌芽枝のさし木の発根成績は Table 17 および Phot. 11 に示すとおりで、これらは発根率 22.5～60% を示し、いずれの親木のものにも発根したものがみられた。

Table 17. 茂道マツの親木個別別による萌芽枝のさし木の発根成績 (IBA 処理)
Rooting results of cuttings from adventitious shoot of
Modô race in *P. thunbergii* (IBA treatment).

親 木 Parent tree	さしつけ 本 数 Number of cuttings	発 根 率 (%) Rooted cuttings	平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings
No. 1	40	22.5	2.0
2	50	44.0	1.0
3	20	30.0	1.8
4	15	46.6	3.4
5	10	60.0	2.8

3) 考 察

両試験結果によると、萌芽枝のさし穂はホルモン処理を行なうことによって 22.5～60% の発根率を示したが、これらの親木は 6～7 年生のもので、Table 16 に示した試験 1 の結果のとおり、普通枝のさし穂ではホルモン処理をしても全く発根していないことからみると、これら萌芽枝の育成の効果は非常に大きなものといえよう。

ただ、萌芽枝のさし穂でもホルモン処理しないものは全く発根しなかったことから、その萌芽枝の育成だけで発根力が十分に高まっているとはいえず、さらにホルモン状物質の不足が発根制限因子⁷⁾¹⁶⁾となっているのではないかと考えられる。

なお、ホルモン処理の場合、普通枝のさし穂ではホルモン処理の効果が全く認められなかったのに対し、萌芽枝のさし穂ではホルモン処理の効果が大きく現われているが、このことは前報⁹⁾の試験結果においても同様に認められたことで、萌芽枝ではホルモン処理の効果が現われやすい体内条件を備えているものとみなされる。

4. 総合的考察

以上、さし穂自体の発根能力を高める方法として、ホルモン処理、第 2 次さし木とつぎ木応用、萌芽枝の育成などの効果について検討してきたが、これら効果の大きさや現われ方は、樹種や品種による差異のほか、親木や穂木の生理的条件によって、かなり左右されていることが認められた。したがって、どの方法が最も効果が大きく、しかも実用性があるかということになると、これらの併用処理によって増大される効果をねらうことが必要と考えられる。そして、この場合、第 2 次さし木や萌芽枝の育成などは発根力

の若返り処理として、また、他のホルモン処理は発根力の促進処理として役立つものと考えられる。

これら相互の合理的な併用処理によれば、従来のような単なるホルモン処理だけの場合と違って、一段と安定した発根率の向上をはかることが期待できよう。このことは以上の各種試験結果を通じて認められたが、特にこれら各種試験で絶えず検討を加えてきた茂道マツについてみて、それがきわめて顕著に認められた。すなわち、茂道マツの第2次さし木とホルモン処理の併用効果を示した Table 13 では、もとの7年生の親木のさし穂の発根率24%の場合、その第2次さし木でホルモン処理したものは発根率84%に向上し、平均根数も6本に増加されるなど、ほぼ実用性が認められるほどの発根成績が得られた。また、さらに6年生の茂道マツで萌芽枝とホルモン処理の併用効果を示した Table 16 でも、普通枝のさし穂はホルモン処理しても全く発根しないのに、萌芽枝のさし穂はホルモン処理することによって発根率60%が得られている。要するに、これらは発根力の若返り処理と発根促進処理との併用効果の大きさを物語るもので、今後はさらに十分な効果があげられるよう、第2次さし木を進める場合でも、萌芽枝を育成し、そしてホルモン処理は必ず適用するというように、相互の有効な処理を合理的に併用していくことが望ましい。

なお、今回の各実験では秋ざしと電熱さし床を採用したものが多く、これらのさし木技術はこれまでの一連の諸実験において有効なことが明らかにされたから採用したものである。特に秋ざしについては、前報⁹⁾でも明らかにされたように9~10月の秋ざしのものは1~4月の春ざしのものより長く生き続け、それだけよい発根率が期待できたわけである。すなわち、開芽間近の3~4月ざしでは、発根能力の有無にかかわらず、温度の上昇につれて芽の伸長が旺盛となり、そのうち発根能力の低いものは養分消費の過程をたどって枯れるものがふえたが、9~11月の秋ざしでは芽の伸長がきわめてゆるやかで、春の4~5月になっても発根しないものは芽の伸長が行なわれず、これが結局は発根に好影響を与えていたように考えられる。実際に日本産有名マツのさし木についてみても、秋ざしである Table 13 に示した発根成績は、春ざしである Table 14 に示した発根成績よりはるかにすぐれ、秋ざしの効果が認められる。もちろん、この場合のさし床用土は、秋ざしの場合は黒色火山灰土、春ざしの場合は赤土なので、黒色火山灰土がより好適な条件を備えていたということも考えられるが、しかし、秋ざしの効果を軽視できるものではない。

また、電熱さし床使用の効果⁹⁾も Table 4 および Table 7 によって著しいものが認められたわけであるが、筆者らが電熱さし床を使用した第1のねらいは秋ざしの合理性を最大限に発揮させることにあった。すなわち、秋ざしはさし穂自体の発根能力が高い時期であるにしても、京都地方における秋ざしは冬季間に寒さや霜柱によってさし穂の枯損が目だつので、これの合理的対策として電熱さし床の使用を試みたのである。したがって、さし床の温度も、Fig. 1 に示したように10°C以下に低下させない程度に加温したもので、いわゆる電熱温床とされる常時20°C以上のような発根適温までは加温しなかった。すなわち、さしつけ後すぐ発根活動が促進されるほどの温度ではないので、電熱さし床の効果といっても、本報告におけるものは温度条件に特異性があることを軽視してはならない。

IV さし木苗と実生苗の成長比較

マツ属のさし木は一般に困難であっただけに、得られたさし木苗がどんな生育をするか、造林用苗木として障害はないかというような不安と心配がもたれていた。しかし、戸田¹³⁾ (1953) のマツ属のさし木の

総合抄録によれば、さし木苗の成長速度は樹種やさし穂材料によって特性はあるが、普通の枝ざしで、根系も悪くない程度に得られたさし木苗であれば、実生苗に比べて生育が劣るという極端な心配はいらないようである。

筆者らが、1959年に得られた *P. strobus* 等 5 樹種や日本産有名マツ 7 品種のさし木苗について成長量を調べた結果は前述の Table 10 に示したとおりで、*P. strobus* は 5 年生で樹高が 0.4~0.7 m なので生育が遅れているかもしれないが、他の樹種は樹高が 1.0~1.8 m なので成長が悪いとはいえない。

ただ、これらの成長量が果たして実生苗に比べて劣らないものであるかどうかということについては不明なので、さらにアカマツとクロマツのさし木苗を実生苗とともに集植し、さし木苗の生育上の特性について検討を加えている。まだ、定植後 4 年間の成長量ではあるが、その経過について述べる。

1) 材料と方法

このさし木苗は、日本産有名マツの津島マツ、松江マツ、茂道マツの 3 品種で、いずれも 1958 年 4 月まきつけの 2 年生実生苗の当年生主軸を、1959 年 10 月 20 日に苗畑の赤土にさしつけ、翌年の 10 月に得られたものである。

このさし木苗の発根状況は Table 18 のとおりで、茂道マツはかなり根張りがよかったが、他の津島マツと松江マツは貧弱なものであった。また、比較に用いた実生苗は、採穂材料と同一実生集団のものを、さし木のときに仮植しておいたものである。

これらの苗木は、1960 年 10 月 23 日、当支場構内の平坦なシラカシ伐採跡地に、無肥料のまま、列間 2 m・株間 1.5 m に集植した。苗木の供試本数は茂道マツは各 30 本、津島マツと松江マツは各 20 本で、試験区の配置は列を単位とし、1 例に 10 本ずつ、有名マツの種類ごとにさし木苗と実生苗の列を交互に隣接させて定植した。その後の手入れとしては、除草のほかは特別に行なわなかった。これらの成長調査は、毎年 1~3 月に、樹高と地上 10 cm 部の幹の直径について行なった。

Table 18. 試験用さし木苗の発根状況
Rooting state of saplings from cuttings for the experiment.

品 種 Local races	さしつけ本数 Number of cuttings	発 根 率 (%) Rooted cuttings	平 均 根 数 Number of roots per rooted cuttings	平 均 根 長 (cm) Length of roots per rooted cuttings
茂 道 マ ツ Modô	80	56	3.4	13.8
津 島 マ ツ Tsushima	80	30	2.1	8.3
松 江 マ ツ Matsue	120	25	3.1	10.2

2) 結果と考察

定植後 4 年間の成長量を比較した結果は Fig. 2 に示すとおりで、樹高成長についてみると、茂道マツでは苗木時代からさし木苗のものの成長がまさり、また、松江マツでも 3 年目からはさし木苗のものの成長がよくなっている。その点、他の津島マツだけはまだ実生苗のものの成長におよばない。なお、直径成長については、茂道マツと松江マツでは実生苗のものと大差がないが、津島マツは樹高と同様に実生苗のものにおよばない。

このように、定植後 4 年間の成長量においては、茂道マツと松江マツではさし木苗の成長が劣るとはみ

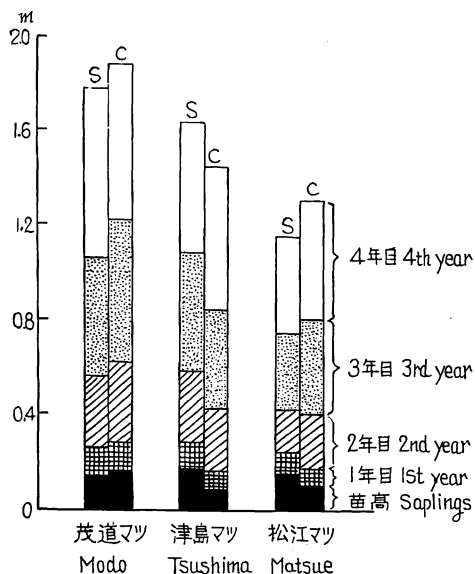


Fig. 2-1 日本産有名マツのさし木苗と実生苗の成長比較図 (樹高)

S = 実生苗 C = さし木苗

The growth of saplings from cutting and seedling plants of *P. densiflora* or *P. thunbergii* (Height).

S = Seedlings. C = Saplings from cutting.

要するに、この試験結果からいえることは、苗木の遺伝的素質に差異がない限り、さし木苗の成長の良否は苗木の根系に支配されるものと考えられる。すなわち、実生苗に劣らないだけの根量をもったさし木苗であれば、実生苗に比べて生育が遅れるようなことはないものといえるし、むしろ、これら最初から側根性を示していたさし木苗の今後の成長に期待できるものがある。

V む す び

マツ属のさし木の発根能力は、単に樹種によるだけでなく、品種や親木の個体によって著しい差異のあることが実証された。そして、これらは電熱さし床やホルモン処理の効果の現われ方においても認められた。

また、さし木増殖の実用化の見とおしについて検討を加えたが、マツ属は全般に発根能力が貧弱であって、しかも特に発根困難な樹種や品種では、親木の年齢増加にともなう発根力低下の影響を強く受けているので、これの対策を施さない限り、確実な発根率の向上は期待できなかった。

この発根力の低下を回避または抑制するための実用的手段としては、さし木のくり返しによってたえず若い採穂親木を確保するとともに、一段と発根性のまさる萌芽枝を育て、これをさし穂に用いていくことが、さし木増殖の合理的な進め方であると認められた。そして、さらに発根促進のためホルモン処理を併用すると、このようなさし穂に対してはホルモン効果が顕著で、一段と発根率が向上されやすいとともに、根数も確実に増加されることがわかった。そして、少なくとも発根性がまさる系統の茂道マツや *P.*

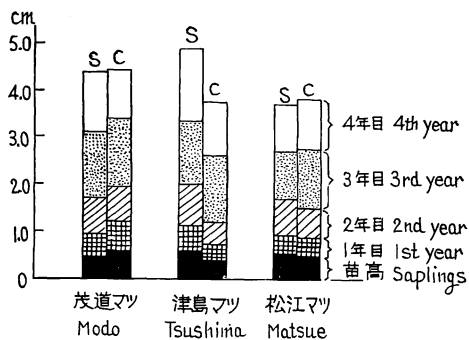


Fig. 2-2 日本産有名マツのさし木苗と実生苗の成長比較図 (地上 10 cm 直径)

S = 実生苗 C = さし木苗

The growth of saplings from cutting and seedling of *P. densiflora* or *P. thunbergii* (Diameter at 10 cm height). S = Seedlings. C = Saplings from cutting.

られず、むしろ良好な生育を示している (Phot. 12) ほどで、今後の成長に期待できるものがある。ただ、津島マツではさし木苗の成長がよくないが、この場合のさし木苗は特に根系が貧弱であったことに影響されているように考えられる。

echinata では、さし木増殖の実用化も期待できるほどの発根成績を得ることができた。

なお、特に発根能力の貧弱な樹種や品種のさし木では、今後さらに確実な発根力の若返り手段を追究するとともに、発根能力を十分に発揮させることができる環境条件についても研究を進める必要がある。

VI 摘 要

マツ属のさし木の発根困難な特性と、さし木実用化の可能性を見きわめることを目的として、マツ属の樹種および品種などによる発根能力の差異を調査するとともに、合理的な発根能力増進の方法について検討し、なお、さし木苗の生育状況についても述べた。それらを要約すると次のとおりである。

1. 樹種および品種による発根能力の差異

1) 外国産マツ 7 樹種の親木各 5 個体別と日本産有名マツ 10 品種の各さし穂について、連続 5 年に行なう毎年さし木試験を行なった結果、発根の難易は単に樹種によるだけでなく、品種や親木の個体により著しい差異のあることが実証された (Table 1~7)。

2) これらは露地床と電熱床における秋さしによって調べたものであるが、電熱床を使用することによって、全般に発根率の向上が認められた。なお、この効果は露地床で発根率がよかった樹種ほど著しかったほか、親木によっては、露地床の試験では全く発根せずに、電熱床の試験で初めて発根したものも認められるなど、電熱さし床の効果においても樹種や品種によって差異があった (Table 4, 7)。

2. 発根能力の増進法

1) マツ属のさし木では、さし穂自体の発根能力を高めることが要件となるが、この基本的な対策としては、育種的操作によって発根能力を改良することと、親木および穂木の生理的調節によって、親木の年齢増加にともなう発根力の低下を回避または抑制することである。ここでは後者に重点をおいて検討を行なった。

2) 外国産マツ 6 樹種の親木各 5 個体別と日本産有名マツ 9 品種の各さし穂について、インドール酪酸 1% が含まれるタルク粉によるホルモン処理の効果について試験した結果、さし木の発根率を向上させるとともに、特に根数の増加に対して著しい効果のあることが認められた。ただし、発根率を高める効果は樹種や品種によって差異があり、発根能力がきわめて貧弱な穂木では効果が全く認められないか、認められても非常に小さかった (Table 8, 9)。

3) 外国産マツ 5 樹種と日本産有名マツ 7 品種について、もとの親木と第 1 次さし木樹から採穂したものの発根力を調べた結果、後者のいわゆる第 2 次さし木は、もとの親木のさし穂よりも発根のよいことが認められた。ただし、その効果の大きさは樹種や品種の発根性によって差異があった (Table 12~14)。

4) 外国産マツ 4 樹種について、もとの親木とつぎ木樹から採穂したものの発根力を調べた結果、つぎ木による発根力の向上効果はある程度認められた。ただし、第 2 次さし木の効果にはおよばないものと考えられた (Table 15)。

5) 日本産有名マツの茂道マツと霧島マツについて、普通枝と萌芽枝のさし穂の発根力を調べた結果、普通枝のさし穂は全く発根しないのに、萌芽枝のさし穂はホルモン処理を採用することによって発根率 40~60% を示し、発根力の向上されていることが再確認された (Table 16, 17)。

6) 以上の発根能力増進法のうち、2 つ以上の併用処理を行なうことによって一段と効果の増大されることが認められた。すなわち、茂道マツのさし木では、もとの 7 年生の親木のさし穂の発根率 24% の場

合、第2次さし木でも、ホルモン処理しなければ発根率76%どまりであるが、ホルモン処理すれば発根率84%に向上されるなど、ほぼ実用性のある発根率が得られた (Table 13)。

7) したがって、第2次さし木をすすめる場合でも、萌芽枝を育てるとともにホルモン処理も採用するというように、発根力の若返り処理と発根促進処理とを合理的に併用すべきである。

3. さし木苗と実生苗の成長比較

1) 外国産マツ5樹種と日本産有名マツ7品種について、5年生さし木樹の成長量を調べた結果、一般にその生育の悪くないことがみられた (Table 10)。

2) 日本産有名マツの茂道マツ、松江マツ、津島マツについて、さし木苗と実生苗の成長量を定植後4年まで調べた結果、苗木が貧弱であった津島マツでは実生苗の成長量におよばないが、茂道マツは最初から、松江マツは3年目から、各さし木苗のものの成長量がまさっており、今後の成長に期待できるものがある (Fig. 2)。

文 献

- 1) BROEKHUIZEN, J. T. M. : Rooting cuttings of some tree species under mist spray. Ned. Bosb. Tijdschr., 33, 11, pp. 313~325, (1961)
- 2) GARDNER, F. E. : The relationship between tree age and the rooting of cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 26, pp. 101~104, (1929)
- 3) 石川広隆・大橋弘毅：マツ類のさし木に関する研究 (第2報) 大山マツのエダザシについて、林試研究報告, 119, pp. 59~65, (1960)
- 4) 道下数一：電熱利用による林木さし木育苗法の研究 (第3報) アカマツのさし木温度について、中国電力株式会社総合研究所時報, No. 24, pp. 1~14, (1962)
- 5) 宮島 寛：ヒノキ栄養系の育成に関する基礎研究, 九大演習林報告, 34, pp. 1~164, (1962)
- 6) 小笠原隆三：クロマツのさし木に関する基礎的研究 (第1報) 発根が困難である原因について、日本林学会誌, 44, 10, pp. 276~281, (1962)
- 7) 小笠原健二・四手井綱英：林木のさし木に関する研究, とくに植物ホルモンのバランスと発根との関係, 京大演習林報告, 35, pp. 19~38, (1964)
- 8) 沖村義人：マツ類のさし木に関する研究 (第6報), 日本林学会誌, 43, 11, pp. 272~276, (1961)
- 9) 大山浪雄：さし木困難樹種の発根能力増進に関する研究, 林試研究報告, 145, pp. 84~99, (1962)
- 10) PETTON, R. F. and RIKER, A. J. : Rooting cuttings of white pine. For. Sci., 4, pp. 116~127, (1958)
- 11) SNOW, A. G. and MAY, C. : Rooting of virginia pine cuttings. J. For., 60, 4, pp. 257~258, (1962)
- 12) 四手井綱英編：アカマツ林の造成——基礎と実際——, アカマツの育苗, 地球出版, pp. 204~208, (1963)
- 13) 戸田良吉：マツ類のサシキについて——総合抄録——, 林試研究報告, 65, pp. 61~85, (1953)
- 14) 戸田良吉・明石孝輝：ミシヨウスキ成木と、そのサシキあるいはツギキ苗からのサシキ活着率との関係, 日本林学会誌, 45, 11, pp. 385~487, (1963)
- 15) 渡辺政俊・中井勇・橋本英二：マツ類のさし木の発根に関する研究, 第1報, 発根におよぼす2, 3の環境因子について, 京大演習林報告, 35, pp. 1~18, (1964)
- 16) WENT, F. W. and THIMANN, K. V. : Phytohormones (川田信一郎・八巻敏雄供訳：植物ホルモン, 養賢堂) (1931)

- 17) 山路木曾男・大橋弘毅：外国樹種のサシキに関する研究（1）ストロームマツのサシキに関する研究，日本林学会誌，42，1，pp. 1～3，(1960)
- 18) YIM, K. B. : Physiological studies on rooting of pitch pine (*Pinus rigida*) cuttings. Inst. For. Genet., Res. Rep. No. 2, pp. 22～56, (1962)

Rooting Ability of Pine Cuttings and Its Promotion.

Namio Ooyama and Akikazu Toyoshima

(Résumé)

In order to find out the rooting nature of pine cuttings and possibilities of practical application, this paper concerns a study on the rooting variation of various pine species and races, with a stimulation of the rooting. Growth of trees originated from these cuttings is also described.

1. Rooting variation of various species and races

1) Experiment on the cuttings of five parent trees of seven exotic pine species and ten *P. densiflora* & *P. thunbergii* local races, were yearly repeated for five years. It shows that the rooting depends not only on species but on races or parent trees (Table 1～7).

2) These experiments were done on autumn cuttings at a usual normal bed and an electric heating bed. The rooting rate is raised on the whole when an electric bed is used. This effect is particularly remarkable on the races which showed better rooting at a usual bed. Besides, cuttings of some parent trees which never root at a usual bed, were sometimes successful in rooting at the electric heating bed. Species or races are also the causes of difference on the effect of an electric heating bed (Table 4, 7).

2. Promotion of rooting

1) As for pine cuttings, it is important to raise rooting strength of cuttings themselves. The essential measures are as follows: The first is improving rooting strength by breeding operation; the second is avoiding or stopping its decline, which is caused by increase of age of the parent trees by physiological control of them. Here, the stress is laid on the latter.

2) The examination of the effect of hormone treatment with talc powder which includes one per cent indolebutyric acid shows that it raises the rate of rooting, and then it has a remarkable effect on the increase of the number of roots. In the examination, cuttings of five parent trees of six exotic pines and nine *P. densiflora* & *P. thunbergii* local races were used as materials. This effect also depends on species and races. The cuttings of poor rooting strength have little or no effect (Table 8～9).

3) The comparison of rooting strength of the cuttings from original trees and those from first cutting trees shows that the latter is superior to the former in rooting. In the examination, five exotic pine species and seven *P. densiflora* & *P. thunbergii* local races were used as materials. But, the effect varies with species or races (Table 12～14).

4) The examination of rooting strength of cutting from original trees and grafted trees conducted on four exotic pine species shows the effect of raising rooting strength by grafted trees is recognized to some extent, but not more than that of the second cutting (Table 15).

5) The examination of rooting strength of cuttings of ordinal shoots and adventitious shoots was tried on two famous Japanese pine races; Kirishima (*P. densiflora*) and Modô (*P. thunbergii*). In the examination hormone treatment gives the cuttings of adventitious shoots forty

to sixty per cent at the rate of rooting. These facts verify the rise of rooting strength (Table 16~17).

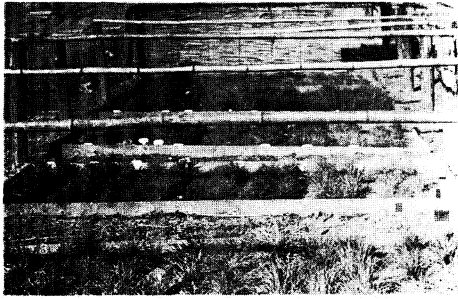
6) It is proved that more than two among the above methods have much more effect when they are treated at the same time. When the Modô cuttings of seven-year-old parent trees mark twenty-four per cent at the rate of rooting, the second cuttings mark eighty-four per cent at the rate of rooting as hormone treatment is used, otherwise it stops at seventy-six per cent. These results seem satisfactory from the viewpoint of practical application (Table 13).

7) Therefore, when we adopt the second cutting, both rejuvenating treatment of rooting strength such as the use of adventitious shoots and stimulation such as a hormone treatment should be used at the same time.

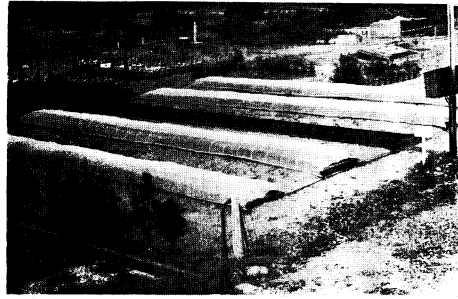
3. Comparison of growth between the saplings from cutting and seedling

1) The examination of five-year-old saplings gave a satisfactory growth, when five exotic pine species and seven famous Japanese pine races were used as materials (Table 10).

2) The examination of four-year growth after planting shows that the saplings from cutting of both Modô race (*P. thunbergii*) and Matsue race (*P. densiflora*) showed better growth than those from seedling from the first year and the third year, respectively. Four years examination of Tsushima race (*P. densiflora*) showed the contrary results, possibly because of poor saplings from cutting. Therefore, the growth of those saplings from cutting is generally promising (Fig. 2).



Phot. 1 マツ属のさしつけ状況
Cuttings state of pine.



Phot. 2 電熱さし木床
Electric heating bed for the experiments.



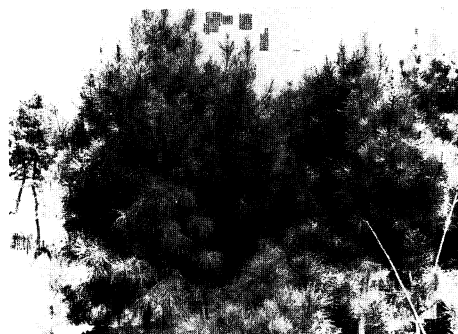
A. *P. strobus*

Phot. 3 発根能力の調査に関する試験
に用いた採穂親木 (1960年6
月当時, Table 1 参照)

Parent trees of *Pinus* spp. for the
experiments shown in Table 1~4
(June 1960).



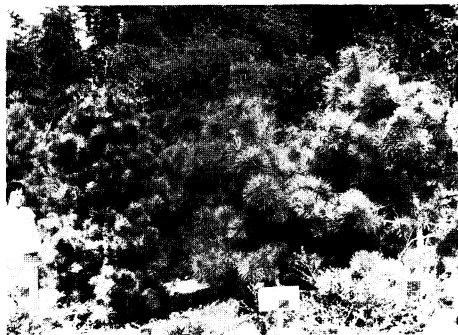
B. *P. echinata*



C. *P. taeda*



D. *P. elliotii*



E. *P. rigida*

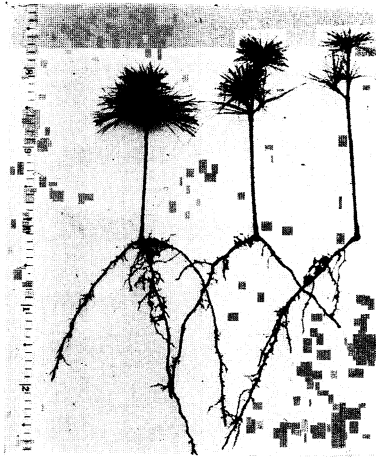


F. *P. pungens*



G. *P. massoniana*

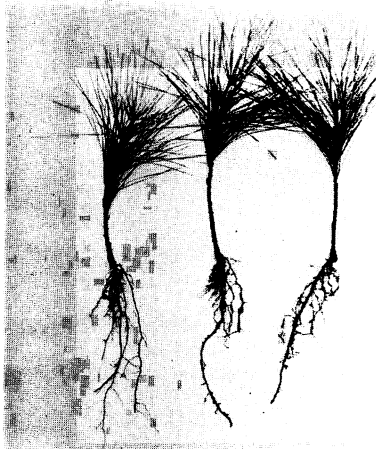
Phot. 4 マツ属のさし木の発根状況 (Table 1~7 の第 1 回目試験参照)
Rooting type of *Pinus* cuttings (cf. the first experiment shown in Table 1~7).



A. *P. strobus* No. 3



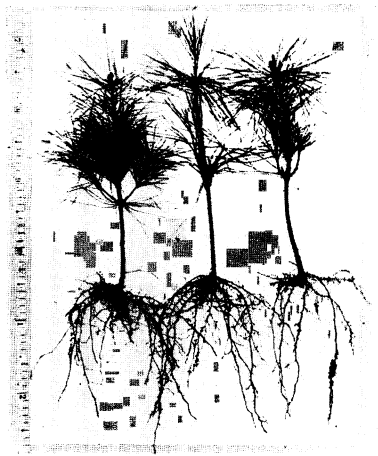
B. *P. echinata* No. 5



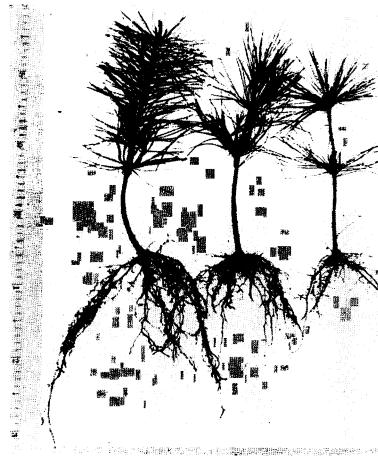
C. *P. taeda* No. 3



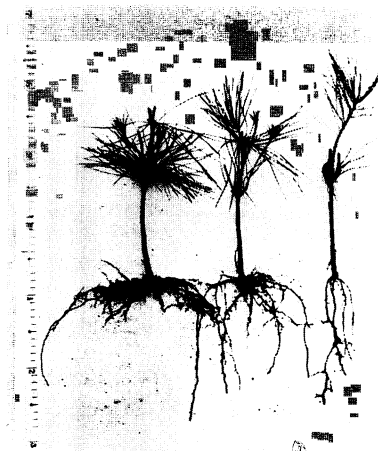
D. *P. massoniana* No. 15



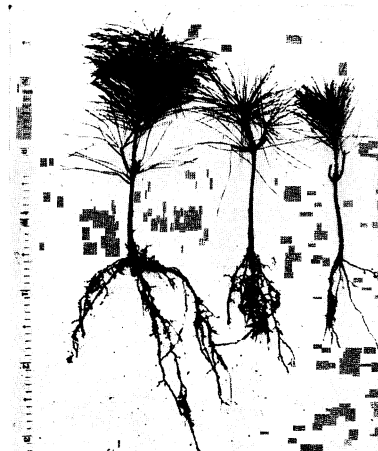
E. 津島マツ Tsushima



F. 仙台マツ Sendai



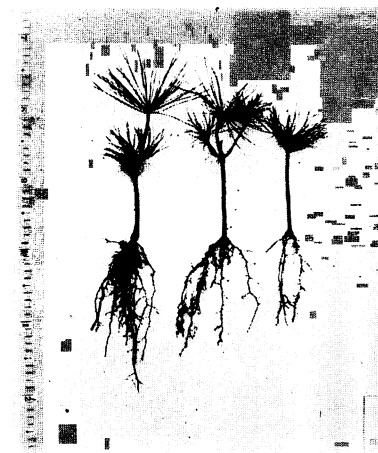
G. 東山マツ Tôzan



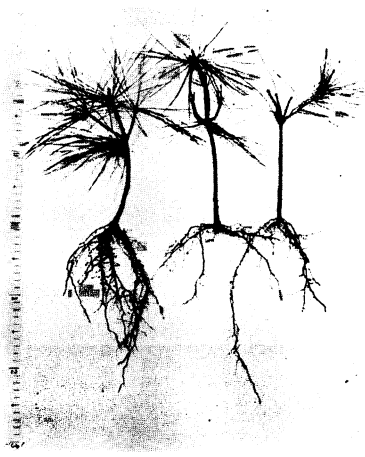
H. 霧島マツ Kirishima



I. 信州マツ Shinshû



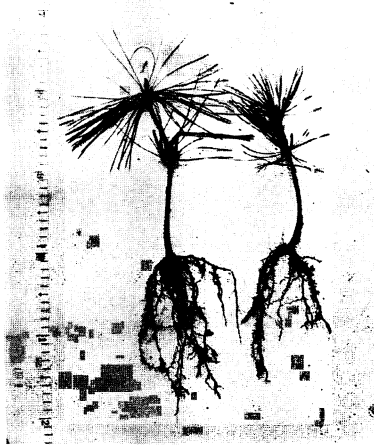
J. 矢びつマツ Yabitsu



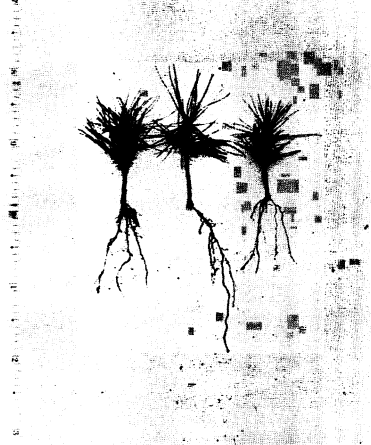
K. 御堂マツ Midô



L. 霧上マツ Kiriue



M. 甲地マツ Katsuchi

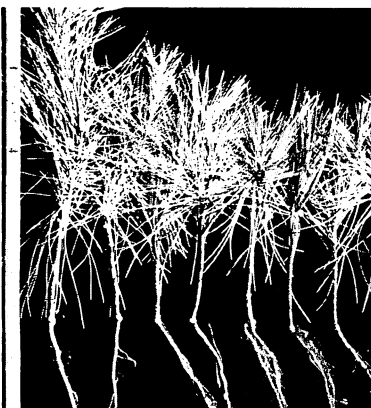


N. 茂道マツ Modô

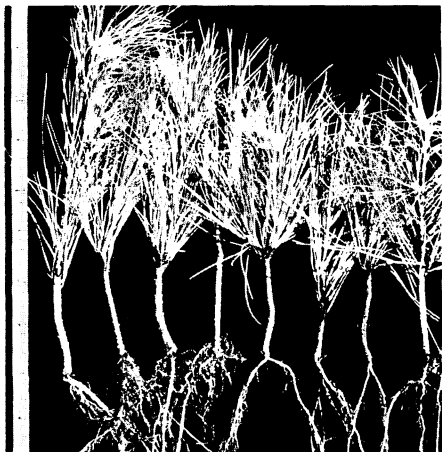
Phot. 5 電熱さし床におけるマツ属のさし木の発根状況 (Table 1~7 の第 4 回目試験参照)
Rooting type of *Pinus* spp. cuttings at electrical heated bed
(cf. the fourth experiment shwn in Table 1~7).



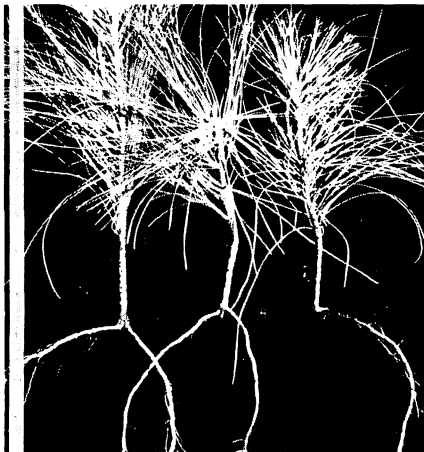
A. *P. strobus* No. 2



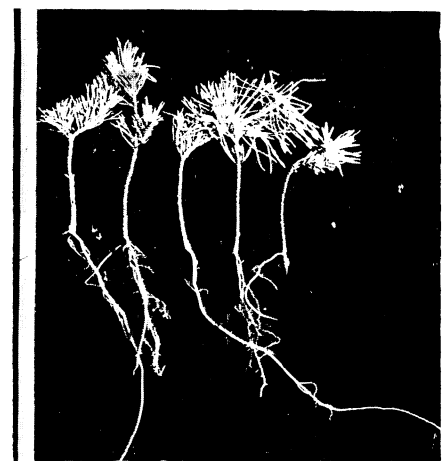
B. *P. echinata* No. 2



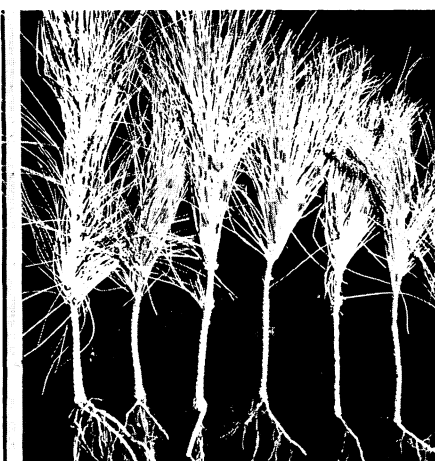
C. *P. taeda* No. 2



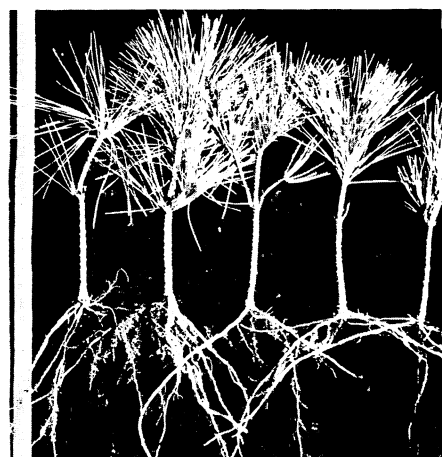
D. *P. eliottii* No. 1



E. *P. pungens* No. 2



F. *P. massoniana* No. 14



G. 東山マツ Tôzan



H. 茂道マツ Modô



A. *P. taeda* and *P. echinata*



B. *P. densiflora* and *P. massoniana*

Phot. 6 第1次さし木樹の生育状況 (1962年10月当時・4年生)

The growth of first-cutting trees (Oct. 1962, 4 years old).



A. もとの親木から
とったさし穂
The cuttings of
original parent
tree.

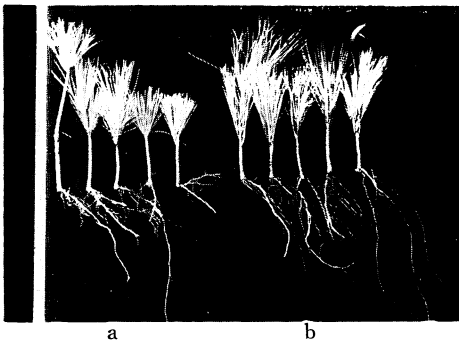


B. 第1次さし木樹
からとったさし穂
The cuttings of
first-cutting
parent tree.

Phot. 7 *P. echinata* No. 1 のもとの親木と第1次さし木樹からとった

各さし穂の発根状況 (Table 12 参照)

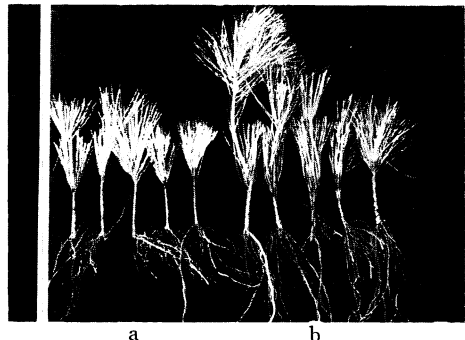
Rooting type of cuttings from various parent trees of *P. echinata* No. 1 (cf. Table 12).



A. ホルモン無処理区 Non treatment (no hormone).

a : もとの親木からとったさし穂 The cuttings of original parent tree.

b : 第1次さし木樹からとったさし穂 The cuttings of first-cutting parent tree.



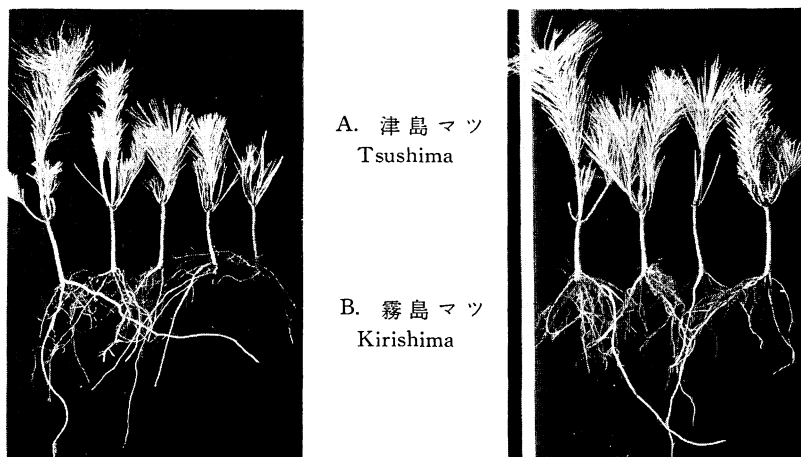
B. ホルモンIBA処理区 IBA treatment.

a : もとの親木からとったさし穂 The cuttings of original parent tree.

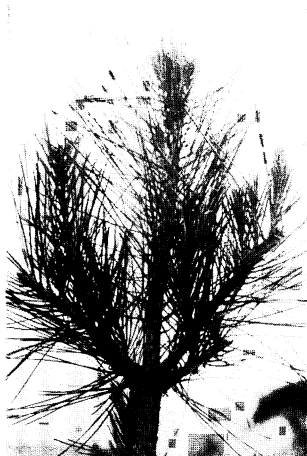
b : 第1次さし木樹からとったさし穂 The cuttings of first-cutting parent tree.

Phot. 8 茂道マツのもとの親木と第1次さし木樹からとった各さし穂の発根状況 (Table 13 参照)

Rooting type of cuttings from various parent trees of Modô race in *P. thunbergii* (cf. Table 13).



Phot. 9 アカマツの第1次さし木樹よりとったさし穂の発根状況 (IBA 処理区, Table 13 参照)
Rooting type of cuttings from first-cutting tree of *P. densiflora* (IBA treatment, cf. Table 13).

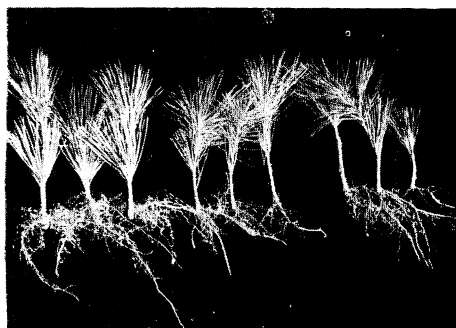


A. *P. densiflora*



B. *P. taeda*

Phot. 10 萌芽枝の発生状況
The growth of adventitious shoots



No. 1 No. 2 No. 3
Phot. 11 茂道マツの萌芽枝のさし穂の発根状況 (ホルモン IBA 処理, Table 17 参照)
Rooting type of cuttings from adventitious shoots of Modô race in *P. thunbergii*.
(IBA treatment, cf. Table 17).



Phot. 12 日本産有名マツのさし木苗と実生苗の成長比較状況 (Fig. 2 参照)
The growth of saplings from cutting and seedling of *P. densiflora* and *P. thunbergii* (cf. Fig. 2).