

# 徳山試験地におけるクロマツ×タイワン アカマツ F<sub>1</sub> 雑種の形質と生育状況

中井 勇・吉村健次郎・吉田義和・落合幹男・野村安子

On the characters and growth of F<sub>1</sub> hybrid stand by *Pinus thunbergii* Parl. × *P. massoniana* Lamb. in Tokuyama Experimental Forest Station, Kyoto University.

Isamu NAKAI・Kenjiro YOSHIMURA・Yoshikazu YOSHIDA  
Mikio OCHIAI・Yasuko NOMURA

## 要 旨

本報告はクロマツ×タイワンアカマツの F<sub>1</sub> 雑種における形質発現と生育状態を調べ、とりまとめたものである。

調査は京都大学演習林徳山試験地で育成中の F<sub>1</sub> 雑種とその両親それぞれの自然交雑種の12年生林分を対象として、1980年に行なわれた。

調査の結果は次のとおりであった。

- 1 F<sub>1</sub> 雑種の樹脂道の発現数や発現位置は両親の自然交雑種が示す値の中間的な関係にあった。
- 2 F<sub>1</sub> 雑種における樹脂道の発現位置は、主樹脂道では雌性親型に、副樹脂道では雄性親型に多く発現し、主、副樹脂道の遺伝様式の異なりは明らかであった。
- 3 針葉長と重さの量的形質では F<sub>1</sub> 雑種は両親の自然交雑種の示す中間的な関係を示した。
- 4 樹脂道率 (R. D. I.) の質的形質と針葉の形態 (W/L) の量的形質間における相関は明かな傾向を示さなかった。
- 5 雄性親のタイワンアカマツでは幹、枝が曲がり、二叉木となる習性をもっていて、自然交雑種林分でもかなりの個体に遺伝されている。しかし、F<sub>1</sub> 雑種林分ではほとんど認められなかった。
- 6 F<sub>1</sub> 雑種の樹高、直径生長は両親の自然交雑種の示す値の中間的な値を示した。
- 7 F<sub>1</sub> 雑種林分から選んだ供試木の各器官の相対生長関係は次のとおりであった。

$$V_s = 0.109 (D^2 \cdot H)^{0.856}$$

$$W_s = 0.290 V_s$$

$$W_b = 0.318 W_s^{1.388}$$

$$W_l = 0.395 W_s^{1.216} \quad (W: \text{乾重量})$$

- 8 F<sub>1</sub> 雑種林分の現存量 (乾重) は、幹で 22.62 ton/ha、枝で 17.77 ton/ha、葉では 13.51 ton/ha であった。

## まえがき

わが国の各地で蔓延しているマツの集団枯損は林業関係者のみならず一般の人々にも大きな関心を引き起こしている。マツの集団枯損はマツクイムシと総称される穿孔性甲虫類によるものと考えられていたが、1969年マツノザイセンチュウが発見され<sup>1)</sup>、枯損を誘発させることが明らかにされると同時に線虫の運び屋としてマツノマダラカミキリの存在も明らかにされ、これらの害虫の動態に関する研究や被害を受けるマツ属の中で耐性を示す種類が調べられてきている<sup>2-4)</sup>。二井ら<sup>4)</sup>はマツノザイセンチュウの接種実験から耐性を示す種類のいくつかを検出している。これらの種類の中にクロマツ×タイワンアカマツの F<sub>1</sub> 雑種があり、抵抗性育種への可能性が示唆された。

交雑育種では種のもつ性質をより効果的に組合せ交雑することによって、育種目標に応じた新しい種を造り出すことにあるが、林木の場合、その生産過程に永年の才月を要することから、その効果は早急に導き出されない側面をもっている。例えば、マツノザイセンチュウに対して耐性を示すクロマツ×タイワンアカマツの F<sub>1</sub> 雑種にあっても、その造林的性質を明かにすることにより有用種となり得るかどうかの判断が必要であろう。

こうしたことから、今回の調査は12年生のクロマツ×タイワンアカマツの F<sub>1</sub> 雑種の発現形質と生育状況についての中間的な情報を得るために行なわれた。

本論に先だち、F<sub>1</sub> 雑種林分の造成、管理等に尽力された関係各位、ならびに本調査に協力された檜部ナミコ氏に感謝いたします。

## 調査林分

クロマツ×タイワンアカマツ (*Pinus thunbergii* Parl. × *P. massoniana* Lamb.) の F<sub>1</sub> 雑種は京都大学演習林上賀茂試験地において1966年交雑、1968年播種、1969年検定されたものであり、この F<sub>1</sub> 雑種と両親の自然交雑種（それぞれの親ごとの自然交配による子供、以下自然交雑種とする）は1970年徳山試験地に植栽された。植栽地は2林班の東斜面のおよそ20度の傾斜地で、斜面下部は比較的肥沃地であるが尾根に近い部分は瘠悪地となっている。植栽はヘクタールあたり4,000本の密度で行なわれ、保育管理は植栽後7年間通常の手入れが行なわれたが、それ以後の管理はつる切り程度であった。現林分は閉鎖間近く、下層植生は比較的少ない。徳山試験地の気象環境は年平均温度 15.2度C、年降水量 2,000mm 前後であり、暖かさの指数 124度C・月、年最多積雪は 5~20cm 程度である。

## I F<sub>1</sub> 雑種の発現形質

クロマツ×タイワンアカマツ F<sub>1</sub> 雑種の幼令期における発現形質については中井<sup>5)</sup> によって針葉の外、内部形態が調べられ、質、量的形質とも F<sub>1</sub> 雑種は両親の自然交雑種が発現する形質の中間的な形質発現となることを明らかにした。中でも雑種検定の段階でもっとも有効な指標となる形質は樹脂道の発現位置と下表皮細胞の層数であることを指摘した。しかし、樹脂道の形成は樹令の経過にともなって増加することから、樹脂道の形成の少ないごく若い苗木の段階では十分な指標となり得ないことも同時に指摘した。そのため、本調査では12年生時での樹脂道の発現数および位置について調べ、主樹脂道と副樹脂道の遺伝様式について解析し、さらに針葉の長さと同量の量的関係について両親の自然交雑種と比較検討した。

## 材料と方法

供試個体は  $F_1$  雑種林分から任意に50個体と両親の自然交雑種からそれぞれ10個体を選木し、針葉のサンプリングは枝軸の中央部附近から前年葉を1個体30葉束づつとした。樹脂道の調査ではサンプリングした葉束の内、1針葉をこれにあて、針葉の中央部の横断切片から、樹脂道数と位置(3つのタイプに分類、図-1)を検鏡した。葉長と葉重の調査では樹脂道の調査で用いた葉束の他の針葉について計測し、葉重は乾重値で求めた。

## 結果と考察

マツ属の針葉横断面内に発現する樹脂道は一般に樹令がたかまるに従って増加し、ほぼ15~20年生で安定することが知られている。この樹脂道の増加は副樹脂道が増えるものであって、主樹脂道は増えない。樹脂道の発現位置は種類ごとに固有のパターンをもっていて、このパターンは種類を分類する上で重要な意味をもっている。本調査での場合、表-1[A], 図-1に示すように、クロマツでは主、副樹脂道とも葉肉組織内に位置し、これを中位型(A)と呼び、タイワンアカマツでは主、副樹脂道とも下表皮細胞に接して位置し、これを外位型(C)と呼んでいる。このように対立関係を示す形質は種類を支配する遺伝子によって表現されているものと考えられるから、両種間での交雑種の検定にはもっとも有効な指標となっている。

本調査における主樹脂道数は両親の自然交雑種、 $F_1$  雑種間での差はみられないが、副樹脂道数では雌性親の自然交雑種で平均2.2個、雄性親の自然交雑種で6.5個、 $F_1$  雑種では4.6個を示し  $F_1$  雑種は中間的な発現を示した。この平均発現数はそれぞれ間で1%レベルで有意であり、量的な表現型は不完全優勢とみなされる。

樹脂道の発現位置は図-1に示すように、 $F_1$  雑種では4つのパターンが現われた。A, C型については先にふれたが、B型は  $F_1$  特有の発現形態である。すなわち、下表皮細胞と樹脂道の保護細胞を1つの細胞で連がるパターンと他の1つは多くの細胞で連がるパターンである。柴田<sup>6)</sup>がクロマツ×アカマツ雑種で調べた結果でもこのB型の発現がみられ、これを  $F_1$  雑種特有の発現であると述べていて、本調査でも同様の傾向が認められた。

$F_1$  雑種の個体に現われる樹脂道はA, B, C型の組合せによって表現されている。主樹脂道についてみると、調査した50個体の内A型16個体、A型+B型15個体、A型+B型+C型19個体に分けられ、A型はすべての個体に発現した。これに対し副樹脂道ではC型、A型+C型、B型+C型、A型+B型+C型の組合せで現われ、それぞれ7, 4, 4, 35個体で、C型はすべての個体に発現している。この結果を発現頻度で示すと表-1[B]のとおりである。両親の自然交雑種での主、副樹脂道は、それぞれA, C型に100%の発現がみられる。これに対して  $F_1$  雑種では主樹脂道でA, A+B, A+B+C型がそれぞれ30%以上の値を示し、副樹脂道ではA+B+C型が70%, C型が14%, A+C, B+C

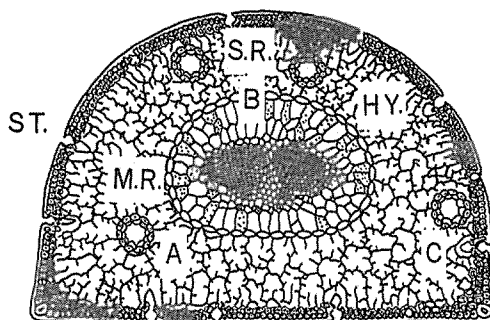


Fig. 1. Anatomical characteristics in cross section of the needle.

Symbols; M. R. : Main resin duct, S. R. : Sub resin duct, HY. : Hypodermal cell, ST. : Stomata, A : Resin duct type A, B : Resin duct type B, C : Resin duct type C.

Table 1. Number of resin duct [A] and the frequency distribution of resin duct types [B] in the needle on F<sub>1</sub> hybrid and progeny of their parents.

[A] Number of resin duct per a needle

	<i>P. thunb.</i> (F. P.)	<i>P. thunb.</i> × <i>P. masso.</i> (F <sub>1</sub> )	<i>P. masso.</i> (M. P.)
Main resin duct	2.0±0	2.0±0	2.0±0
Sub resin duct	2.2±1.2	4.6±1.8	6.4±0.5

[B] Frequency distribution of resin duct types

	Resin duct	Types	<i>P. thunb.</i> (F. P.)	<i>P. thunb.</i> × <i>P. masso.</i> (F <sub>1</sub> )	<i>P. masso.</i> (M. P.)
Individual tree	Main	A	(%) 100.0	(%) 32.0	(%) 0
		A+B	0	30.0	0
		A+B+C	0	38.0	0
		C	0	0	100.0
	Sub	A	100.0	0	0
		A+B+C	0	70.0	0
		A+C	0	8.0	0
		B+C	0	8.0	0
		C	0	14.0	100.0
	Total needles	Main	A	100.0	91.2
B			0	5.8	0
C			0	3.0	100.0
Sub		A	100.0	4.0	0
		B	0	10.9	0
		C	0	85.1	100.0

Resin duct types;

A: Medial; Being situated within the mesophyll.

B: Pseudo-external; Not directly touch the hypodermis, but put in one or more thick-walled cells like sandwich between the hypodermis and the resin duct.

C: External; Touching only the hypodermis.

F. P. : Progeny of female parent, *Pinus thunbergii* Parl. by open pollination.

F<sub>1</sub> : F<sub>1</sub> hybrid, *P. thunbergii* × *P. massoniana* by artificial pollination.

M. P. : Progeny of male parent, *P. massoniana* Lamb. by open pollination.

型は共に 8% を示している。F<sub>1</sub> 雑種の樹脂道のパターンごとの発現頻度は主、副樹脂道で異っているが、個体として考えると、主、副樹脂道を合わせた表現となることから、その表現タイプは両親の自然交雑種の中間的な形質発現と見てよい。しかしながら、現実には主、副樹脂道の発現パターンの異っていることから雌、雄性親の形質が異ったかたちで遺伝されている。そのため F<sub>1</sub> 雑種の全個体の全調査針葉での樹脂道の発現パターンごとの頻度（主、副樹脂道別に、パターンごとの総樹脂道数 ÷ 総樹脂道数 × 100）を求めると、主樹脂道では A 型が 91%、副樹脂道では C 型が 85% 発現している（表-1[B]）。すなわち、F<sub>1</sub> 雑種での主樹脂道は雌性親の A 型、副樹脂道では雄性親の C が高い遺伝性を示し、両樹脂道の遺伝に関与する遺伝子の働き方のちが

いが認められた。このことに関して柴田<sup>6)</sup>はクロマツ×アカマツの F<sub>1</sub> 雑種で主、副樹脂道の発現について遺伝様式が明かに異なることを認め、主樹脂道の発現は母本効果のあることを指摘している。

副樹脂道の形成は樹令の経過にともなって増えるが、その発現位置がどのように変化するかは興味深い問題である。中井<sup>5)</sup>が調べたクロマツ×タイワンアカマツ F<sub>1</sub> 雑種の2年生時での1針葉あたりの副樹脂道の発現数は  $0.23 \pm 0.42$  で、今回の調査での発現数は  $4.6 \pm 1.8$  を示し、10年の間に4個以上の増加がみられた。また、その発現位置を主、副樹脂道を含めた個体平均の外位率 [(外位に発現する樹脂道数 ÷ 総樹脂道数) × 100] で表わすと、2年生時での48%に対して12年生時には60%にたかまっている。すなわち、増加した樹脂道の多くは外位に発現していることを示している。

副樹脂道の増加にともなって外位に発現する個体の増え方は図-2に示されている。この関係では多少のバラツキをとまうが  $r=0.87$  で比較的たかい相関のみられることから、樹令がたかくなるに従って副樹脂道を外位に発現させる個体の増えることが推測される。

マツ属の針葉の長さは種類ごとに比較的安定した形質を示し、分類上の一基準となっている。こうした針葉の形態上の特性を北半球を単位とした分布域から見ると、北に分布する種類では針葉が短かくて太く、南に分布する種類では細長であるという傾向があり、それぞれの種類がその生育環境に対応した形態を示している<sup>7)</sup>。

一般にクロマツの針葉は硬く、タイワンアカマツは軟かく、やや下垂する性質がある。針葉の下垂現象に関して、針葉の構造上から考えると(針葉の組織に関しては明らかでないが)、針葉が正常に展開生長し、一定の角度を維持しながら生長すると、針葉の長くなるもの程針葉断面、もしくは基部にかかる力が大きく、針葉断面を基部に向けて徐々に大きくしなない限り支持出来なくなることによる現象と考えられよう。こうしたことから、針葉の長さとの関係から両種の特性が導き出される。しかし、針葉断面の計測は方法的にむづかしい点が多いため、古野<sup>8)</sup>が行なった針葉長と重さとの関係からでも種類の性質が調べられる。

両親の自然交雑種と F<sub>1</sub> 雑種についての針葉長と重さの相対生長関係は図-3に示されている。

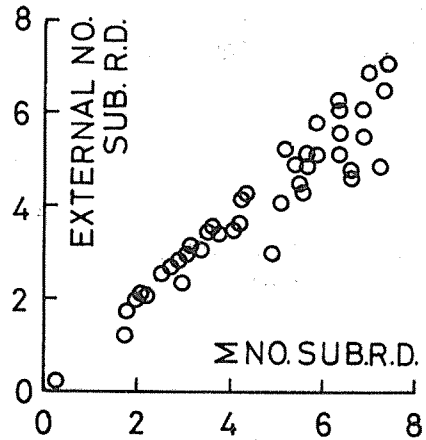


Fig. 2. Relationship between total numbers and external numbers on the sub resin ducts of 12 year-old F<sub>1</sub> hybrids. Each mark shows the mean value of 30 needles collected from different individual tree.

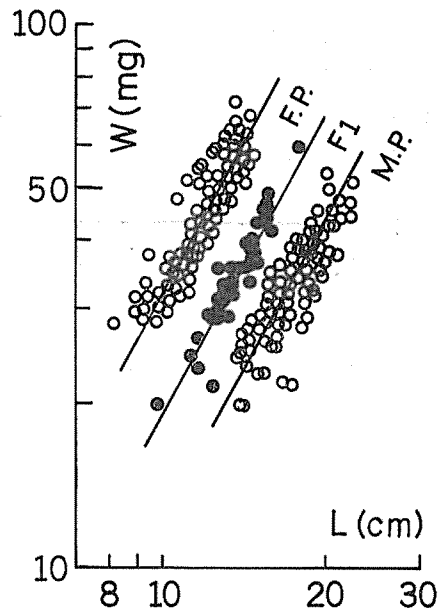


Fig. 3. Allometric correlations between length (L) and dry weight (W) of a needle. Symbols are same as shown in Table 1.

それでも明らかなように種類ごとに分離しているが、プロットされた点は3種とも勾配 1.95 で平行しており、種類ごとに切片の異なる次式が導き出された。

$$\text{F.P. } W_L = 0.339L_L^{1.95}$$

$$\text{F}_1 \quad W_L = 0.198L_L^{1.95}$$

$$\text{M.P. } W_L = 0.123L_L^{1.95}$$

( $W_L$ =針葉乾重,  $L_L$ =針葉長)

いかえれば、単位長あたりの重さはクロマツではタイワンアカマツの約3倍、 $F_1$  雑種では約2倍の値を示していることになる。また、それぞれの種類とも針葉が長くなる程重量の増加がみられ、重さを断面におきかえると針葉の長いもの程広くなる性質がみられる。

針葉の長さや重さなどの量的形質は常に連続的な変異をとともうが、 $F_1$  雑種は両親の自然交雑種の示す形質の中間的な形質を示している。

針葉の重さや長さのような量的形質と樹脂道の発現位置のような質的形質との間にどのような相関が現われるかをみることは興味深い問題である。

そこで従来からマツ属の雑種の判別法としてよく用いられている R. D. I. [樹脂道指数, 中位率:(中位に現われる主樹脂道数÷2+中位に現われる副樹脂道数÷総副樹脂道数)÷2, 百分率として換算した(1)]がある<sup>9)</sup>。もう一つの考え方として、中位に現われる樹脂道総数を全樹脂道数で除した場合(百分率として表わす(2))がある。この2つの方法はいずれもごく若い樹令では、主樹脂道のみが発現であることから、クロマツを雌性親とした場合にはより中位型を表わす結果となるが、副樹脂道が増え、安定する樹令では判定の一手法として有効であると考えられる。

図-4は上記の R. D. I. (1)と(2)で求めた結果を示しているが、(1)と(2)ではやや異った表現となっていて、(2)は(1)より全体的に低い値をとるが、そのバラツキは大きい。このバラツキは樹脂道の発現数の多少によって生じた結果とみなされるため、ここではバラツキの少ない(1)を質的形質を表わす要因として考えた。

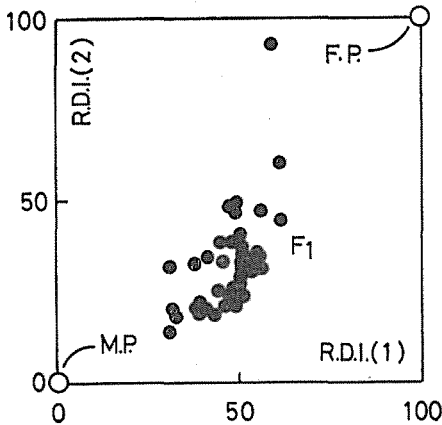


Fig. 4. Relationship between R. D. I. (1) [(Medial position of main resin duct/2+Medial position of sub resin duct/total sub resin duct)/2×100] and R. D. I. (2) [(Total medial position of resin duct/total resin duct)×100]. Symbols are same as shown in Table 1.

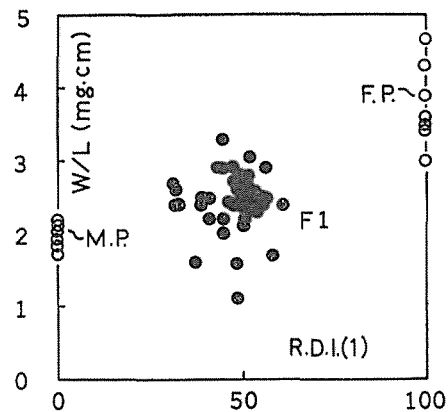


Fig. 5. Relationship between R. D. I. (1) and dry weight per a unit length (W/L) of a needle. Symbols are same as shown in Table 1.

この質的形質と針葉長、重さ、あるいは単位長あたりの重さの量的形質間における関係はそれぞれかなりのバラツキがみられ、両者間で明らかな傾向は示されなかった（図-5はW/Lの関係を示す）。しかしながら、樹脂道が増え安定する時点での他の量的形質など種々な情報を与えることにより質、量的形質間での相関がたかめられるものと考えられる。

## II F<sub>1</sub> 雑種の生育状況

クロマツ×タイワンアカマツの F<sub>1</sub> 雑種がマツノザイセンチュウに対して耐性を示したことから、F<sub>1</sub> 雑種の生育に関する情報がまたれている。この F<sub>1</sub> 雑種林分は京都大学演習林上賀茂試験地で育成中の20年生近い林分がもつとも古いのが、現時点での生長解析は行なわれていない。そのため、今回の調査では12年生の F<sub>1</sub> 雑種と両親の自然交雑種の生長を比較し、F<sub>1</sub> 雑種林分についてのみ現存量が調べられた。

### 材料と方法

F<sub>1</sub> 雑種と両親の自然交雑種の12年生林分を調査対象とし、1980年12月の生長休止期に諸量が調べられた。調査地は各林分内で斜面中腹の土壌条件の似かよった林縁の影響の少ない場所を選び、ほぼ10×15mのプロットを設けて、D（胸高直径）、H（樹高）と幹、枝の形質（曲り木、二又木）などを調べた。また、F<sub>1</sub> 雑種林分においては各器官を測定するため調査プロット内に出現するDを包含するように任意に6本の供試木を選定し、層厚1mとして層別刈取り調査を行なった。各器官の調査では各器官ごとの生重量を測定したのち個体ごとに層別のサンプルを乾量として絶乾率から諸量を求めた。

### 結果と考察

#### 1) 林分密度と形質

F<sub>1</sub> 雑種および両親の自然交雑種林分とも植栽密度はヘクタールあたり4,000本として行なわれたが、現林分ではタイワンアカマツ林分2,225本/ha（枯損率44%）、F<sub>1</sub> 雑種林分2,935本/ha（27%）、クロマツ林分3,895本/ha（3%）に低下している。これらの本数減少は伐採によるものでなく自然枯損によるものであるが、枯損原因と考えられる要因の内管理面での影響については3林分とも同じ条件であったと考えてよい。もう一つの要因としてマツクイムシによる被害が考えられる。しかし、この被害はクロマツ林分で現われた以外他の2林分ではほとんど現われていない。3林分の中で枯損率のたかかったタイワンアカマツ林分では、大畠ら<sup>10)</sup>、大迫ら<sup>11)</sup>が調べているように幹枝が下垂する性質がある。このことについて徳重ら<sup>12)</sup>はマツノモグリカイガラの加害によって曲り病を起すものであると述べている。また、中井ら<sup>13)</sup>の調査ではタイワンアカマツは他のマツ属にくらべて着枝、着葉量が多く、しかも二又性のたかいことを観察している<sup>14)</sup>。こうしたことがクローネ巾を大きくし、林分内での個体間に競争を起こさせることになり、その結果として被圧木が枯損したものと推察される。そこで、現林分での幹枝の曲り木と二又木を調べた結果、タイワンアカマツ林分では41.4%、F<sub>1</sub> 雑種林分では7.1%で、クロマツ林分ではまったく認められなかった。このことからでも上述した枯損原因が傍証され得る。現時点における F<sub>1</sub> 雑種への幹枝の曲り、二又性についての形質遺伝の発現は低い。

#### 2) 樹高、直径生長

Table 2. Properties in the progeny stands of each parents by open pollination and F<sub>1</sub> hybrid stand.

	<i>P. thunb.</i> (F. P.)	<i>P. thunb.</i> × <i>P. massa.</i> (F <sub>1</sub> )	<i>P. massa.</i> (M. P.)
Age	12	12	12
Number of trees (no./ha)	3895	2935	2225
Mean diameter at breast height (D, cm)	8.32	9.87	10.90
Mean tree height (H, m)	5.57	6.44	7.19
Basal area at breast height (m <sup>2</sup> /ha)	23.26	23.73	22.59

各林分の毎木調査による結果は表-2, 図-6に示されている。林分密度は各林分で異なっているが, 閉鎖間近い状態であって密度の影響は比較的少ないものと考えてもさしつかえないものと思われる。

樹高 (H), 直径 (D) 生長における両親の自然交雑種, F<sub>1</sub> 雑種ともそれぞれ正規分布に近いモードを示し, 3 種間で 1% レベルでの有意差が認められ, F<sub>1</sub> 雑種は両親の自然交雑種の中間的な生長関係が認められた。個体の平均生長ではクロマツ (雌性親の自然交雑種) は他の 2 種より劣り, タイワンアカマツ (雄性親の自然交雑種) はクロマツの大きさの 2 割程度優れ, F<sub>1</sub> 雑種はその中間値を示した。

### 3) F<sub>1</sub> 雑種の林分現存量

クロマツ×タイワンアカマツの F<sub>1</sub> 雑種の生長に関する報告 (各器官) は中井<sup>15)</sup>によって調べられたものが唯一の情報である。それ以後における F<sub>1</sub> 雑種の生育上の情報はマツノザイセンチュウに対して耐性を示したことや幹枝の曲り病の発現の低いことなどであって, 生長に関する情報は皆無といってよい。そのため今回の調査では F<sub>1</sub> 雑種林分についての各器官の量的関係から現存量を求めた。したがって両親の自然交雑種の林分の現存量は明らかでなく, 比較検討出来ないため, 今回は F<sub>1</sub> 雑種林分の現存量についての記述にとどめ, 次回の機会ですく検討したい。

F<sub>1</sub> 雑種林分から選ばれた供試木の 2 つの器官の大きさ (y と x) の間に成立する相対生長  $y = Ax^h$  (A, h = 定数) を調べ, 幹の材積 (V<sub>s</sub>), 胸高直径の自乗×樹高 (D<sup>2</sup>·H), 幹の乾重量 (W<sub>s</sub>) 枝の乾重量 (W<sub>B</sub>) および針葉の乾重量 (W<sub>L</sub>) の相互間に認められる関係を両対数グラフから求めた結果次式が得られた。

$$V_s = 0.109 (D^2 \cdot H)^{0.856}$$

$$W_s = 0.290 V_s$$

$$W_B = 0.318 W_s^{1.388}$$

$$W_L = 0.395 W_s^{1.216}$$

V<sub>s</sub> ~ D<sup>2</sup>·H の関係は図-7に示されているように, 点のバラツキは小さく, 幹形は個体の大小にかかわらず大略等しいとみてよい。上中ら<sup>16)</sup>が調べた14年生のクロマツでの関係は

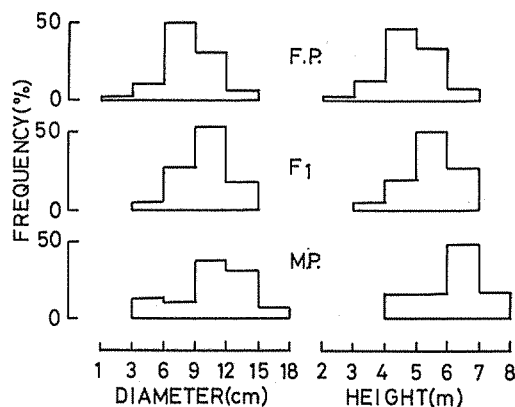


Fig. 6. Frequency distributions of diameter at breast height (D) and height (H) in three stands (F. P., F<sub>1</sub> and M. P.).



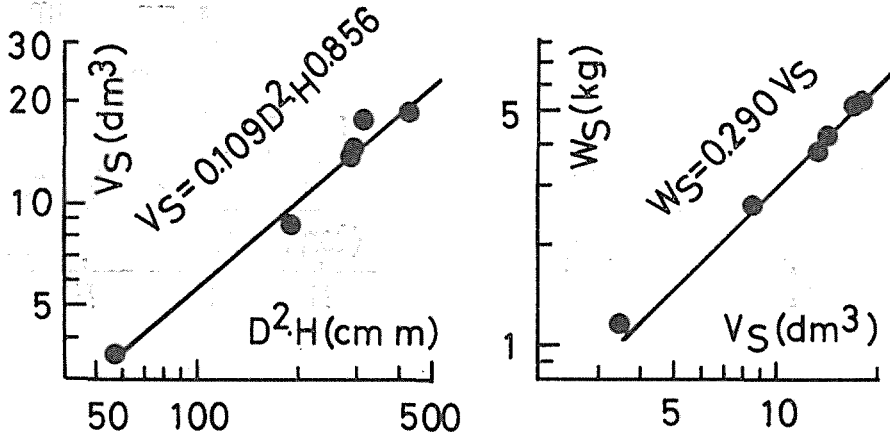


Fig. 7. Allometric correlations between  $D^2 \cdot H$  and stem volume ( $V_s$ ) and between  $V_s$  and dry weight of stem ( $W_s$ ) in 6 samples of 12 year-old  $F_1$  hybrid trees.

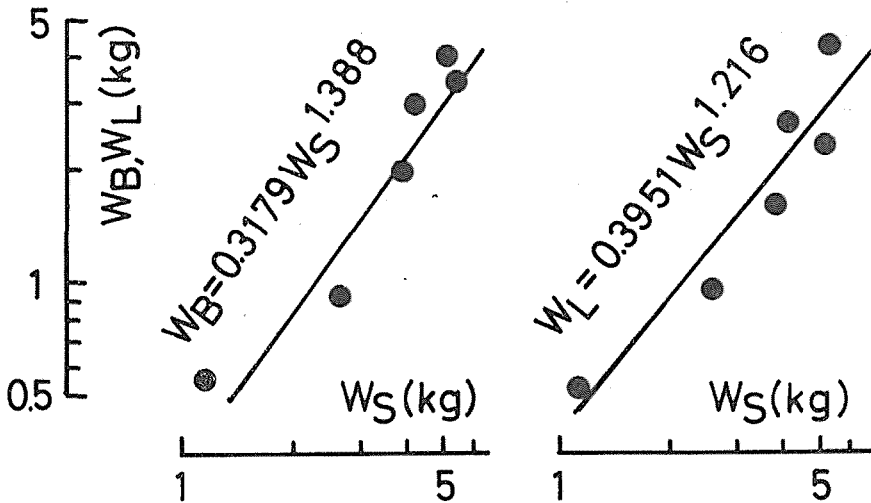


Fig. 8. Allometric correlations between  $W_s$  and  $W_b$  (dry weight of branch),  $W_s$  and  $W_l$  (dry weight of leaf; needle) in sample trees.

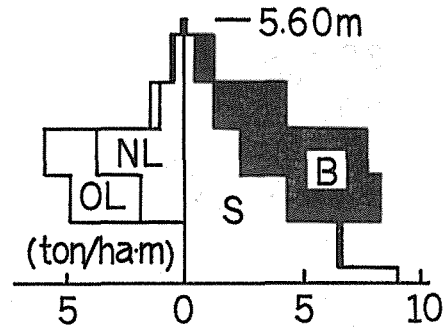
$V_s = 0.2767 (D^2 \cdot H)^{0.9179}$  が求められている。この値と単純に比較出来ないが、 $F_1$  雑種で求められた値とくらべるとやや異なっていて、幹形がいく分異なっているものと推測される。

$W_b \sim W_s$ ,  $W_l \sim W_s$  の関係 (図-8) はほぼ似た傾向が認められ、前者での  $h$  は 1.388、後者では 1.216 で回帰され、共に比例定数  $h$  は 1 より大きい。この関係からは幹乾重あるいは幹材積が大きくなる程、いいかえれば大径木となる程枝、葉量の多くなることを示している。

これらの関係式から求められた  $F_1$  雑種林分のヘクタールあたりの現存量は表-3 に示したとおりであるが、先にもふれたとおり  $F_1$  雑種林分 (12年生) での現存量の表示にとどめ、今後さらに詳しく解析を行なう予定である。また、図-9 は林分の  $D$  の分布をもとにして作成されている。図でもわかるように、生枝層はかなり下層から分布していて、この林分が完全な閉鎖状態にいたっていないことを示している。さらに葉層にあっても下層まで着葉し、イネ型といわれる特徴を示し一般針葉樹と類似している。

Table 3. Biomass of 12 year-old  $F_1$  hybrid stand.

Organ	Biomass (d. wt.) (ton/ha)
Stem ( $Y_s$ )	22.62
Branch ( $Y_B$ )	17.77
Leaf ( $Y_L$ )	13.51
Total	53.90

Fig. 9. Productive structure diagram of 12 year-old  $F_1$  hybrid stand.  
(S: Stem, B: Branch, NL: New leaf and OL: Old leaf)

## あ と が き

近年マツクイムシによる被害地域が拡大している中で、その対策の一つとしてマツ属の抵抗性育種に関する研究が進められているが現状では種々な問題が山積している。こうした時、種間交雑、しかもわが国のクロマツとの間で造り出された  $F_1$  雑種がマツノザイセンチュウに対して耐性を有している事実は明るい情報といえる。

今回の調査ではクロマツ×タイワンアカマツの  $F_1$  雑種について、とくに  $F_1$  雑種が発現する形質の中から雑種検定の指標として有効である樹脂道の発現、生長関係を両親の自然交雑種と比較検討した。しかしながら現存量に関しては詳しく検討するだけの資料がととのわなかったことから中間報告にとどめ、今後の調査による種々な情報を加えて検討する積りである。

本調査結果からは  $F_1$  雑種林分の生育状態がクロマツ林分より優れ、タイワンアカマツ林分より樹形の良い点など広義では雑種強勢を示しているものと考えられる。したがって、今後の生育状態を調べることによりマツクイムシ対策に朗報を提供するものと考えられる。

## 文 献

- 1) 徳重陽山・清原友也：マツ枯死木中に生息する線虫，日林誌，**51**，193～195（1969）
- 2) 大山浪雄・川述公弘・齊藤明：マツノザイセンチュウ加害に対するアカマツ，クロマツ，テーダマツ，スラッシュマツの抵抗性，日林九支研論，**27**，77～78（1974）
- 3) 古野東洲・上中幸治：外国産マツ属の虫害に関する研究 第6報，マツノマダラカミキリ成虫の後食について，京大演報，**51**，12～22（1979）
- 4) 二井一禎・古野東洲：マツノザイセンチュウに対するマツ属の抵抗性，京大演報，**51**，23～36（1979）
- 5) 中井勇：マツ類の交雑育種に関する研究，クロマツ×アカマツおよびクロマツ×タイワンアカマツ雑種苗木の早期検定の指標について，京大演集報，**10**，20～34（1972）
- 6) 柴田勝：アカマツ，クロマツおよびその種間交雑種に関する遺伝，育種学的研究，王子製紙株式会社，林木育種研究所，研究報告，**4**，1～92（1977）
- 7) 大島誠一・中井勇・赤井龍男：マツ属の針葉の伸長について，京大演集報，**11**，58～68（1976）
- 8) 古野東洲：京大上賀茂試験地に生育しているマツ属針葉の形態について，日林関西支講，**25**，133～135（1974）
- 9) 平吉功・林石根：三河東南部におけるアイグロマツ集団の分布，日林講，**71**，220～221（1961）
- 10) 大島誠一・中井勇・古村弘美・赤井龍男：タイワンアカマツの樹形異常木の生長について，京大演集報，**11**，31～37（1976）
- 11) 大迫靖雄・加藤弘之・野淵正：樹木の生長にともなう自然なわん曲現象を示す木材の特性に関する研究，(1) 上賀茂試験地産タイワンアカマツについて，京大演報，**45**，238～251（1973）

- 12) 徳重陽山・森本桂：マツの曲がり病，日林九支論，**23**，180～184（1969）
- 13) 中井勇・大島誠一：マツ属の幼令期における生育について，京大演集報，**13**，33～52（1978）
- 14) 中井勇（未発表）
- 15) 中井勇：クロマツ×アカマツおよびクロマツ×タイワンアカマツ雑種苗木の生長について，林木の育種，**74**，18～20（1972）
- 16) 上中幸治・羽谷啓造・那須孝治・赤井龍男：植付け密度の異なるクロマツ幼令林分の生産量について，京大演集報，**10**，43～59（1972）

### Résumé

In this paper the characteristics of morphology and growth of 12-year-old  $F_1$  hybrid artificially cross pollinated between *Pinus thunbergii* Parl. as female parent and *P. massoniana* Lamb. as male parent were investigated for comparing with the progeny trees of open pollinated parents of each species. The plantations were established in Tokuyama Experimental Forest Station, Kyoto University located at Yamaguchi Prefecture in 1970, and the investigation was carried out in 1980.

The results are summarized as follows;

- 1) The number and position of main and sub resin ducts in the needles of  $F_1$  hybrids showed medial characters between the progenies of female and male parent.
- 2) The position of resin ducts is the genetical characteristic of the species. The main resin ducts in the needles of  $F_1$  hybrids mostly situated within the mesophyll, that were the same as female parent progenies (medial). However, the sub resin ducts in  $F_1$  hybrids mostly developed the position same as the male parent progenies (external).
- 3) On the quantitative character of the length and the dry weight per a needle,  $F_1$  hybrids showed the medial character between the progenies of parents.
- 4) The correlations between the position of resin ducts (R. D. I.) and quantitative characters could be found clearly in  $F_1$  hybrids and progenies of parents.
- 5) The progenies of male parent has inherited a sweeping or forking habit. However, such habit has been scarcely observed in  $F_1$  hybrids.
- 6) The height (H) and diameter (D) of  $F_1$  hybrid trees showed nearly medial in those of the progenies of parents.
- 7) Allometric correlations among each organ of  $F_1$  hybrid trees are as follows;

$$V_s = 0.109 (D^2 \cdot H)^{0.856}$$

$$W_s = 0.290 V_s$$

$$W_B = 0.318 W_s^{1.388}$$

$$W_L = 0.395 W_s^{1.216}$$

(W : dry weight)

- 8) The biomass of  $F_1$  hybrid stand 53.9 ton/ha, 22.62 ton/ha, 17.77 ton/ha and 13.51 ton/ha for total organs, stem, branch and leaf respectively.