

## マツ属の系統類縁関係に関する血清学的研究

斎藤, 明

<https://doi.org/10.15017/14781>

---

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 42, pp.235-340, 1968-01-31. 九州大学農学部附属演習林  
バージョン :  
権利関係 :

ないこともないようである。

このような照射量の 18KR までの増加による minor c. における 特異的成分の量的増加は、発芽と密接に関係があるようである。すなわち minor c. における 量的増加をきたすようになると、発芽がしだいに低下するという、いわゆる逆相関の形をとることである。

### 5. 総合的考察

著者は、種子の貯蔵、発芽過程、そして放射線照射といった諸種の問題を血清学的な方法で少しく究明したわけであるが、まだこれだけでは明らかな結論は出せないようで、更に高次の実験を重ねる必要がある。ただし、これら諸種の問題が、すべて蛋白質の量的変化と密接な関連があることだけはたしかなようである。

本実験は次の種間差異、品種間差異の実験をおこなうための前実験としておこなったものでもある。すなわち類縁関係をしらべるための材料はできるだけ新鮮な種子であること、できるだけ乾燥されたものであること、放射線に接したことの無いものであることなどの条件を満足しなければならないことがわかった。

## 第 3 部 マツ属の種間差異に関する研究

### 1. 種間雑種に関する研究

#### (1) 雑種強勢の特性

ある植物を何代も続けて自殖させた場合、すなわち 同系交配 (inbreeding) を続けていくと、その生活力はしだいに弱くなるが、弱くなった自殖系統相互を交配させると、しばしば非常に強い雑種が得られる。 $F_1$  は再び生活力を回復し、往々にして元の系統よりも生長が旺盛となり生産力も高められる。これは遺伝学では古くより知られている現象であって、いわゆる雑種強勢 (hybrid vigor, heterosis) とよばれている<sup>8)</sup>。雑種強勢という現象がどのような機構であられるかは、まだなにもわかっていないが、優勢の遺伝子がいくつか重なってあらわれると考えることができよう。非対立関係にある遺伝子間の働きあい、対立遺伝子間の働きあい、細胞質の影響など、いろいろの総合結果によるものであると推定されている。このような雑種や自殖系の個体が同一環境下に生育すると、雑種は自殖系のものよりもよく生育する。すなわち両者には与えられた環境条件を利用する遺伝的な能力に差異のあることに由来するものであろう。雑種強勢の程度は種によってことなり、また同種でも交配の組合せによってことになっており、形質の種類によってもいろいろである。

生長力のはかに、いろいろな生物の雑種で報告されたヘテロの効果のなかには、耐病性の増加や、高温および低温などの環境に対する抵抗性の増大の例もあるといわれる。これなども雑種強勢に類する現象であると考えることができよう。

強勢を示した  $F_1$  の性質はそのまま  $F_2$  に伝わることができず、 $F_1$  を自殖すると次代で強勢は急激に減退をみる。世代を重ねると強勢はさらに減退をみる。各世代を経るごとにその程度はひくくなるようである。

雑種強勢にはその現われ方に正逆交雑で異なる場合があって、雑種強勢には細胞質が関係しているといわれる。

浦野と荒井 (1956) はトウモロコシの子実重量に関する雑種強勢につき免疫学的な研究をおこなった<sup>159)</sup>。それによると、種々の自殖系統間の交配による  $F_1$  の雑種強勢の程度は沈降反応の程度と  $r = -0.921 \pm 0.1473$  の相関があった。このことは類縁の遠い自殖系統間の交配による雑種強勢の程度が、近い系統間交配による雑種強勢の程度よりも大きいことを示しており、また実際に交配をして雑種強勢の程度をしらべなくても沈降反応によってその程度を推定することができることを示している。

林業にあってはこの種間交雑というのは、古くから試みられ、欧米ではポプラ類について、生長の早い雑種が育成されている。パルプ資源としてのポプラの位置は高く評価され、イタリアではポプラの種間交雑が雑種  $F_1$  強勢を利用して広く実施され、日本でも近年になっておこなわれてきたものである。欧州では日本カラマツ×欧州カラマツは、*Larix lepteuropaea* という種を作り出し、病害に対してきわめて抵抗力強く、その逆交雑(back cross) したものは *Larix eurolepis* という種である。

交雑は、種内(品種間)交雑(intraspecific crossing)と種間あるいは属間交雑(interspecific or intergeneric crossing)にわけることができる。選抜育種においてはどうしても新しいものを作り出せないが、その点、交雑によれば、新しい品種を作り出せるという利点がある。

韓国の玄信圭は、*Pinus rigida*×*Pinus taeda* の  $F_1$  を作り出し、リギダマツの耐寒性とテーダマツの生長旺盛との二つをうまくとり入れた  $F_1$  を造り出すことに成功した<sup>24)</sup>。テーダマツは生長が早くて、パルプ資源としてよい樹種ではあるが、耐寒性が弱くて、東北地方には無理のようであるところから、この  $F_1$  に相当するような雑種を作れば、東北地方といわず、北海道地方にまで生育が可能であると思われる。

玄信圭は、この彼の作り出した  $F_1$  を *Pinus rigitaeda* と名づけ、生長は両親よりも旺盛だと報告している。本来、リギダマツは生長力が旺盛、材質はアカマツより劣り、用材には不向きであるが、その生長力の点で、なおこのリギダマツよりもすぐれているという。彼の報告によると、

|                  | 根元直径  | 樹高   | 幹材積                  |
|------------------|-------|------|----------------------|
| <i>P. rigida</i> | 4.9cm | 1.5m | 0.0014m <sup>3</sup> |
| $F_1$            | 8.6   | 2.3  | 0.0068               |

このような数字を5年生苗に対して与えている。韓国では、その林木育種の方向として、まず交雑育種から開始しているようである。その一環としてこのリギテーダマツが生み出されたわけであるが、リギダマツとテーダマツは、その系統的にみて比較的近縁であるところから、交雑による雑種々はえられやすいといえる。この雑種第1代の生長解析の結果、その生長樹形はリギダマツよりすぐれているという。テーダマツが寒さのために育たない地所でもこの雑種マツは育つという。

ここでテーダマツについて好都合なのは、リギダマツには、自家不和合性の顕著な個体があり、これによってテーダマツとの雑種採種園を作り出せることである。すなわち除雄作業が要らずに雑種々子を作ることができる。

このように種内(品種間)交雑、種間交雑においてはその雑種  $F_1$  が、すこぶる良い生

長をきたす。これが何に帰因するものであるのか。いまだにあきらかとされていないようである。

そこで、福島、松井、江口 (1962) は、分化の様相をあきらかにする一階梯として、 $F_1$  植物における種子の蛋白質組成が両親に比べていかに変化するかを血清学的にしらべた。材料はキュウリの品種山東と落合 1 号とそれらの  $F_1$  であり、 $F_1$  抗原の蛋白質組成は両親の抗原の蛋白質組成と比べて、ある蛋白質成分 (アルブミン) に関してかなりの量的差異を生じていることがわかった。

## (2) 材 料

著者は幸にも、上記した *Pinus rigitaeda* の種子を玄信圭のはからいで入手して、それを供試するに至った。雑種強勢の問題を追求する際のきわめて代表的な材料であると考えられる。その詳細は次のようである。

*P. rigitaeda* 産地：Osan, Kyunggido, Korea

採種：1965, 9, 24

母樹：10年生

*P. taeda* 産地：in South Carolina, U.S.A.

採種：1964

*P. rigida* 産地：Osan, Kyunggido, Korea

採種：1965, 9, 24

母樹：10年生

これら、*P. rigida*, *P. rigitaeda*, *P. taeda* の種子を、1965年3月に播種してみたところ、*P. rigitaeda* の生育がとくにすぐれており、1966年6月現在他のより2倍近い樹高生長をみている。第10図に示すとおりである。



第10図. リギテータマツの2年生苗

Fig. 10 Appearance of *Pinus rigitaeda* ( $F_1$ )

A : リギテータマツ *P. rigitaeda*    B : テータマツ *P. taeda*

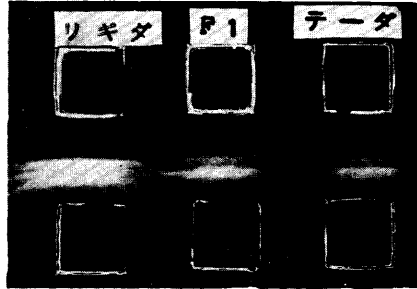
## (3) 血清学的実験

抗原液の作成及び抗血清の作成は前述した方法によった。すなわち FREUND のアジュバント法によっておこなった。*P. rigida*, *P. rigitaeda*, *P. taeda* のうち、供試材料の量の制約から、抗体産生用として用意できたのは、*P. rigida* のみであった。したがって、本実験では *P. rigida* の種子蛋白質を基準としての質的量的差異をみるにとどまる。

著者は、*P. rigitaeda* の抗血清をうることが不可能であったので、この実験に関するか

ぎり,  $F_1$  の *P. rigidaeda* がその両親の抗原の蛋白質組成と比べてみて, その両親には存在しない全く新しい蛋白質成分の有無を検するには至らなかった。しかしながら, *P. rigida* を基準としての量的質的差異は検することができる。

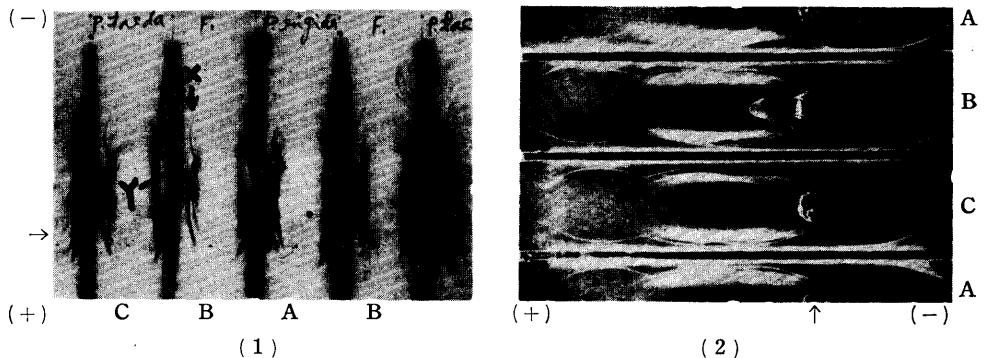
抗原抗体反応のパターンは, 第11図に示すとおりのもとなった。これからわかるよう



第11図. 3種の異なる抗原間の反応図, プレートは上の左のクボミにリギダマツの抗原, 上の中央にリギテーダマツの抗原, 上の右にテーダマツの抗原, 下の3つのクボミに抗リギダマツ血清を入れてある。

Fig. 11 Reaction pattern among 3 different antigens: Plate charged with *Pinus rigida* antigen to the upper left basin, *P. rigidaeda* antigen to the upper center basin, *P. taeda* antigen to the upper right basin, anti-“*P. rigida*” serum to the lower 3 basins.

に, *P. rigida* の抗体価は比較的弱いものであることが知れる。しかし, 抗原抗体反応のパターンは, すこぶる良い結果をえているようである。すなわちこれを解析すると, *P. rigidaeda* においては, その major line は, *P. taeda* とすこぶる類似した様子を呈し, *P. rigida* とは量的に増加を呈していることがわかる。さらに, *P. rigidaeda* には, その両親には少なく  $F_1$  にのみ多いという特異的な成分の存在をきたしていることがわかる。もっとも, 抗血清が, *P. rigida* のものであるだけに, これは質的差を意味するようにもみえるが, 量的差異を意味するものである。このことは, 第12図に示した免疫電気泳動図においてもたしかめられた。この第12図の免疫電気泳動は, 左の図は, V. Veronal Na



第12図. 免疫電気泳動図

Fig. 12 Immuno-electrophoresis patterns

抗血清 antiserum: リギダマツ *P. rigida*

抗原 antigen: リギダマツ *P. rigida* (A), リギテーダマツ *P. rigidaeda* (B)  
テーダマツ *P. taeda* (C)

緩衝液 (pH 8.6,  $\mu$  0.05) を用いて, 支持媒質は Separax (cellulose acetate 膜) で, 泳動は 0.8mA/cm, 60 分間泳動によるパターンである。矢印のところを試料をつけて泳動し, 泳動方向と同じ方向に東洋濾紙 No. 2 を細長く切って, *P. rigida* の抗血清をしませたものをはりつけ, 流動パラフィンに 48 時間つけ, そのち流水でパラフィンを除去, 染色したものである。染色は Nigrosin によった。右の図は, これとちがって, 緩衝液は, やはり V. Veronal Na (pH 8.6,  $\mu = 0.05$ ), 支持媒質は 0.8 % 寒天ゲル (2 % P. V. P. 含有) を使用し, その厚さは 1mm で薄層であった。泳動は 1.5mA/cm, 300 分泳動によるもので, 泳動後, その泳動方向と同じ方向に溝をこしらえ, そこに抗血清を流し込んで 48 時間後に観察したものである。左図と右図とを比べると, そのパターンにちがいがあるが, どちらもそのパターンの鮮明であることにはかわりはなく, 良い結果がえられている。すなわちある種の major line をつくるフラクションが, *P. rigitaeda* と *P. taeda* が類似をみ, *P. rigida* とはことなり, 量的に多くなっている成分の存在は, 第 12 図の左のパターンにある  $\times$  印の line の大小と一致をみ, *P. rigitaeda* において, その両親にはみられない量的増加をきたしている成分の存在は, Y 印の line と一致するものであって, 寒天ゲルの拡散による場合の解析結果とよく一致をみるに至っている。

#### (4) 考 察

*P. rigitaeda* は, その両親である *P. rigida*, *P. taeda* と比較したとき, ある蛋白質成分の量的差異がみとめられる。すなわち, これは福島等 (1963) によりおこなわれた  $F_1$  の解析結果とよく一致をみている。*P. rigitaeda* は, その両親と比べて major component は, *P. taeda* と等しく, *P. rigida* とは量的に多くなっている。また, minor component にあっては, 両親よりもいちじるしく量的に多い component の存在がみられた。

本実験では, 最初にことわったとおり, *P. rigitaeda* 特有の蛋白質成分の存在の有無を検査することができなかったが, 少なくとも, 両親とは, その蛋白質成分において量的に差異があることは, これであきらかである。

以上のことから察するに, *P. rigitaeda* の major line に相当する蛋白質成分が, *P. taeda* と類似をみていることから, この  $F_1$  はその父親である *P. taeda* と蛋白質のレベルで, 相同性の高いものであって, 比較的父親の形質を強く引きついでいることがわかる。

また  $F_1$  にみられる量的に多い成分の存在は, これはヘテロシスの結果を意味するものであると考えてもよいのかもしれない。

## 2. マツ属の種間差異に関する研究

### (1) 育林学的意義

すべてマツ類は, 周知のように第 15 門 (*Gymnospermae*) 裸子植物, 第 5 綱松柏類 (*Coniferae*), マツ科 (*Pinaceae*) のマツ属 (*Pinus*) に属するものであって, 北半球の一带におよそ 80~90 種ほどある。

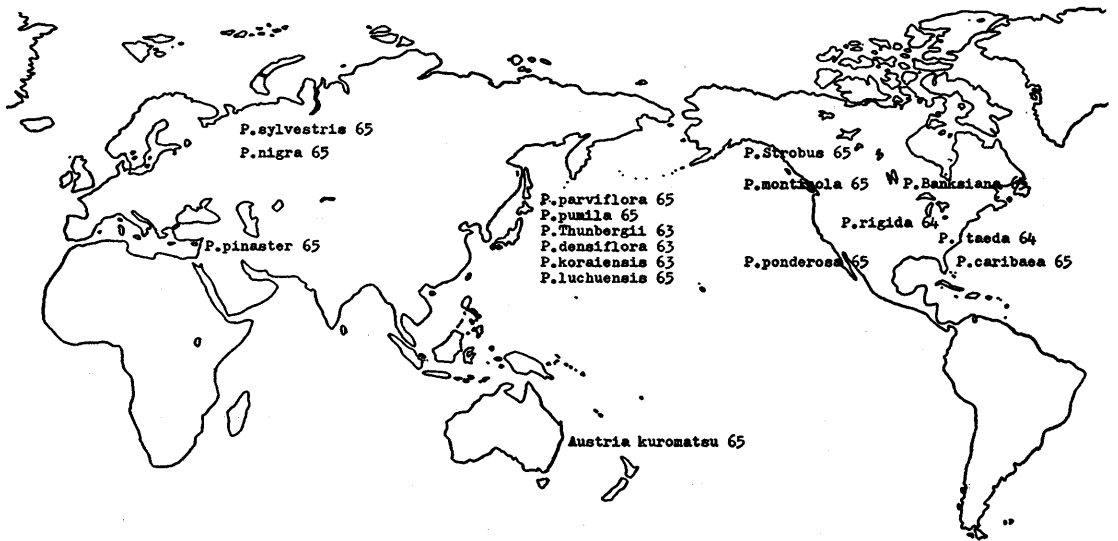
マツ類は, サシキは困難であるが, 接木が比較的容易である。しかし, 接木には同種内では接木容易であるが, 異種間では割合に接木容易なものと同難なものがあったりして, その近縁種相互間ほど, 接木容易であるとされているが, はっきりしたことは実際に接木を試みて, その結果により接木の難易を判定する以外に方法がないようである。接木には, 結実作用の促進その他の利点もあり<sup>170)</sup>, 育種の面で非常に便利である。したがってこれ

ら接木親和力予知の便法がないものだろうか。

また受精は同種内では受精容易であるが、異種間では割合に受精容易なものと同難なもの、交雑されないものなどがあったりして、その近縁種相互間ほど受精容易であるとされ、いわゆる接木親和性と同じような傾向のあることがみとめられている。受精の不親和性は、異質の蛋白質に由来するものであると考えられている<sup>132)</sup>。

本実験において対象としたマツ類は、すべてその「種」を異にするものであって、これらの形態的特性と血清学的類縁性との相関をみるにあり、ここでは「種」間差異を取扱う。

(2) 材料とその形態的特性



第 13 図. 母 樹 の 産 地

Fig. 13 Habitat of Seed-Tree

材料として、第 13 図に示すような種類のマツをえらんだ。5 葉松類（単維管束亜属、*Haploxyton*）、3 葉松類、2 葉松類（複維管束亜属、*Diploxyton*）から合計 18 種である。第 13 図の数字は採種年を意味する。このうち、抗血清の産生をおこなったのは、5 葉松類のなかで *P. monticola*, *P. pumila* の 2 種、3 葉松類のなかで、*P. ponderosa* の 1 種、2 葉松類のなかで、*P. Banksiana*, *P. sylvestris*, *P. densiflora*, *P. Thunbergii* の 4 種、計 7 種である。なお、*P. densiflora* は侍浜松、*P. Thunbergii* は茂道松をあてたものである。これらのうち抗体のすぐれていたのは、*P. monticola* *P. Thunbergii* とであった。

大きく、2 葉松類と 5 葉松類とを比較してみると次のようになる<sup>100)</sup>。

| 5 葉 松 類 |                        | 2 葉 松 類 |         |
|---------|------------------------|---------|---------|
| ①       | 葉の横断面の維管束は 1 個         | ①       | 2 個     |
| ②       | 材の放射断面における髓線仮導管の上下壁は平滑 | ②       | 不規則に鋸歯状 |

|                   |   |   |   |     |
|-------------------|---|---|---|-----|
| ③ 葉の束生する短枝の鱗片は早落性 | ③ | 〃 | 〃 | 寄生性 |
| ④ 種子翅ありとなし        | ④ | 〃 | 〃 | あり  |

次に、この比較から出発して、各学者によって従来提唱されてきた分類方式をおおまかにのべると次のようになる。

まず、BAILEY, L. H. によると、針葉数、球果の性質、枝の皮の鱗片の有無、小枝の色、葉長の順に分類している。<sup>10)</sup>

### I. 2葉のもの

A<sub>1</sub> 球果は成熟後全体として落下

- B<sub>1</sub> 2～4年枝の皮は苞の下向となった鱗片に被われ、各鱗片は剝離 → *P. nigra*  
*P. caribaea*  
*P. Thunbergii*

- B<sub>2</sub> 2～4年枝の皮には剝離した鱗片なし → *P. densiflora*  
*P. sylvestris*

- A<sub>2</sub> 球果は宿存、ときに3年あるいはそれ以上開かず → *P. pinaster*  
*P. Banksiana*

### II. 3葉のもの

A<sub>1</sub> 球果は落下、果鱗は成熟して開く

- B<sub>1</sub> 球果は無柄 → *P. ponderosa*  
*P. taeda*

- B<sub>2</sub> 球果は短柄 → *P. caribaea*

- A<sub>2</sub> 球果は3年以上宿存、果鱗は徐々に開く → *P. rigida*

### III. 5葉のもの

- A<sub>1</sub> 種子に翅なし → *P. koraiensis*

- A<sub>2</sub> 種子に翅あり  
 B<sub>1</sub> 果鱗は先端部厚し → *P. parviflora*  
 B<sub>2</sub> 果鱗は全体に薄し → *P. monticola*  
*P. Strobilus*

杉本順一によると、次のようになっている。<sup>14)</sup>

### I. 2葉のもの (稀に1葉または3葉)

A<sub>1</sub> 毎年、芽は1節ずつ伸長、球果は熟せず落下

- B<sub>1</sub> 種子の翅は長さ8～9mm. → *P. luchuensis*

- B<sub>2</sub> " 12～16mm. → *P. densiflora*

*P. Thunbergii*

*P. densi-Thunb.*

- A<sub>2</sub> 毎年、芽は2節以上ずつ伸長、球果は永く樹上に残留 → *P. pinaster*

*P. Banksiana*

### II. 3葉のもの

A<sub>1</sub> 芽は樹脂性、葉長7～14cm、球果長5～7.5cm、永く樹上に残留、種子翅長15～18mm

→ *P. rigida*

A<sub>2</sub> 芽は非樹脂性、葉長12～25cm、球果長5～12cm、熟後脱落、種子翅長25～28mm

→ *P. taeda*

### III. 5葉のもの



A<sub>1</sub> 球果は無梗またはごく短梗あり，卵形，球果の種鱗は肥厚 —→*P. pumila*  
*P. koraiensis*

A<sub>2</sub> 球果は細長い梗があって下垂し，長円筒形 —→*P. Strobis*

次に，T. DOI, K. MORIKAWA 等によると，次のように樹脂道の位置その他内部形態に主点をおいている。<sup>151)</sup>すなわち，

#### I. 単維管束類

A<sub>1</sub> 樹脂道は green tissue の中央にあり，下表皮は内皮と接しない，内皮は円形，腹面にのみ気孔あり —→*P. koraiensis*

A<sub>2</sub> 樹脂道は外側すなわち下表皮に接近

B<sub>1</sub> 気孔腹面のみにあり，内皮円形

C<sub>1</sub> 外側樹脂道両面にあり，3個 —→*P. Strobis*

*P. monticola*

C<sub>2</sub> 樹脂道背面に1~2個 —→*P. pumila*

*P. Strobis*

*P. monticola*

B<sub>2</sub> 気孔全面にあり，内皮円形 —→(*P. monticola*)

#### II. 複維管束類

A<sub>1</sub> 樹脂道内側（内皮に接近），気孔は両面にあり，下表皮2形あり，樹脂道2~5個 —→*P. caribaea*

A<sub>2</sub> 樹脂道内側と中央部，気孔は両面にあり，

B<sub>1</sub> 内皮3角形，葉横断面3角形 —→*P. caribaea*

*P. taeda*

*P. rigida*

B<sub>2</sub> 内皮楕円形，葉横断面半円形 —→*P. caribaea*

A<sub>3</sub> 樹脂道中央部にあり，気孔は両面にあり

B<sub>1</sub> 内皮3角形

C<sub>1</sub> 下表皮一様 —→*P. ponderosa*

C<sub>2</sub> " 二形 —→*P. taeda*

*P. rigida*

C<sub>3</sub> " 多形 —→*P. ponderosa*

B<sub>2</sub> 内皮楕円形

C<sub>1</sub> 下表皮細胞一様な厚膜 —→*P. ponderosa*

*P. luchuensis*

*P. Thunbergii*

*P. nigra*

C<sub>2</sub> 下表皮多形，葉の中央へと厚くなる —→*P. ponderosa*

*P. pinaster*

B<sub>3</sub> 内皮は stangled-cocoon のよう

—→*P. Banksiana*

A<sub>4</sub> 樹脂道中央と外側，気孔は両面にあり

B<sub>1</sub> 内皮楕円形

C<sub>1</sub> 樹脂道3個 —→*P. luchuensis*

C<sub>2</sub> " 2~12個 —→*P. densi-Thunb.*

B<sub>2</sub> 内皮 stangled-cocoon のよう —→*P. sylvestris*

- A<sub>3</sub> 樹脂道外側にあり, 下表皮に接近, 気孔は両面にあり  
→ *P. densiflora*  
*P. sylvestris*
- W. M. HARLOW によると次のようになっている<sup>185)</sup>。
- I. 単維管束類
- A<sub>1</sub> 樹脂道中央部, 3個(5個) → *P. koraiensis*
- A<sub>2</sub> 樹脂道外側にあり → *P. parviflora*  
*P. Strobis*  
*P. monticola*
- II. 複維管束類
- A<sub>2</sub> 樹脂道外側, 数種では同一針葉に外側と中央部にあり → *P. sylvestris*  
*P. densiflora*
- A<sub>2</sub> 樹脂道内側, 内側と中央部または中央部のみ
- B<sub>1</sub> 樹脂道内側 → *P. caribaea*
- B<sub>2</sub> 樹脂道同一葉に中央部と内側, または中央のみ
- C<sub>1</sub> 維管束は非常に薄い膜の移入組織で分離 → *P. Banksiana*
- C<sub>2</sub> 維管束間の間隙広くなく, 単一維管束の幅より大きくない
- D<sub>1</sub> 内皮細胞の外側膜厚く, 下表皮2形あり → *P. ponderosa*
- D<sub>2</sub> 内皮細胞膜厚さ一様, 下表皮2層またはそれ以上 → *P. pinaster*  
*P. nigra*  
*P. Thunbergii*  
*P. taeda*  
*P. rigida*
- W. DALLIMORE. A. B. JACKSON によると, 次のようである<sup>185)</sup>。
- I. 5葉のもの
- A<sub>1</sub> 冬芽, 先端で開かず(芽鱗) → *P. monticola*  
*P. Strobis*  
*P. parviflora*
- A<sub>2</sub> 冬芽, 先端で開いた芽鱗を有す → *P. koraiensis*  
*P. pumila*
- II. 3葉のもの
- A<sub>1</sub> 葉長 6 inch 以上 → *P. ponderosa*  
*P. taeda*
- A<sub>2</sub> 葉長 6 inch 以下 → *P. rigida*
- III. 2葉のもの
- A<sub>1</sub> 冬芽非樹脂性, 芽鱗の先端開き反り返る → *P. pinaster*
- A<sub>2</sub> 冬芽わずかに樹脂性, 芽鱗先端で開き反り返る → *P. sylvestris*  
*P. densiflora*
- A<sub>3</sub> 冬芽多少樹脂性, 芽鱗先端は圧縮 → *P. Banksiana*  
*P. Thunbergii*
- また, M. SUTHERLAND は顕微鏡的な観察によって次のような区分けを提唱している<sup>92)</sup>。
- I. 葉横断面3角形 → *P. Strobis*
- II. 〃 扇形
- A<sub>1</sub> 樹脂道2個, 中央部にあり, 気孔全面にあり(15:9:9) → *P. taeda*

- A<sub>2</sub> 樹脂道 3 ~ 4 個 → *P. rigida*  
*P. ponderosa*  
*P. caribaea*
- III. 葉横断面半円形
- A<sub>1</sub> 樹脂道 2 ~ 4 個 → *P. luchuensis*  
*P. Banksiana*  
*P. caribaea*  
*P. Thunbergii*
- A<sub>2</sub> 樹脂道 5 個以上 → *P. pinaster*  
*P. densifloraii*  
*P. sylvestris*
- IV. 葉横断面 4 辺形 → *P. monticola*

JAMES W. HARDIN は次のように大きく Hard Pines と Soft Pines に分けている<sup>57)</sup>。Soft Pines は葉が全縁または小鋸歯状、単一維管束、常に背面に気孔無く、針葉 2 ~ 5 本または 1 本、葉鞘脱落性、球果の鱗片薄く弓形またはそうでないものがあり、材はやわらかく、樹脂少なく、年輪の不明瞭なものであるとし、Hard Pines は、葉が小鋸歯状、複維管束で、背面に気孔があり、針葉 2 ~ 3 本 (ときに 5 ~ 8 本)、葉鞘は宿存性 (ときに脱落性)、球果の鱗片は薄く、突起常に彎曲、材硬く、年輪の明瞭なものであるとしている。それぞれに該当するものを記すと次のようになる。

#### I. Soft Pine

A<sub>1</sub> White Pines : 5 本, 2 ~ 6 inch 長, 種子長翅あり

*P. Strobus* (Eastern white pine)

*P. monticola* (Western white pine)

#### II. Hard Pines (分布によるもの)

A<sub>1</sub> Northeastern Yellow Pines (Eastern hard pines)

*P. rigida* (Pitch pine)

*P. Banksiana* (Jack pine)

A<sub>2</sub> Southern Yellow Pines

*P. taeda* (Loblolly pine)

A<sub>3</sub> Western Yellow Pines

*P. ponderosa* (Ponderosa pine)

#### III. 栽培種

*P. sylvestris* (Scots Pine)

*P. nigra* (Austrian Pine)

また W. DALLIMORE, A. BRUCE JACKSON 等によって次のように提唱されている。

#### I. Hard Pine

Grade A

*P. caribaea*

Grade B

*P. sylvestris*

*P. Thunbergii*

*P. densiflora*

Grade C

*P. ponderosa*

## Grade D

*P. pinaster**P. taeda*

## Grade E

*P. Banksiana*

## II, Soft Pine

## Grade A

*P. Strobis**P. monticola**P. koraiensis*

また、FITSCHEN によると、次のような方式を報告している<sup>48)</sup>。

## I. 5葉のもの

A<sub>1</sub> 当年生小枝無毛→*P. Strobis*A<sub>2</sub>     "    有毛B<sub>1</sub> 当年生小枝毛不均一でちみつ、短かく離立し互いに入り交らない。→*P. Strobis*B<sub>2</sub> 当年生小枝毛は互いに入り交るC<sub>1</sub> 葉緑色または灰緑色、わずかに青白色→*P. monticola*C<sub>2</sub> 葉いちじるしく青白色→*P. koraiensis**P. pumila*

## II. 3葉のもの

A<sub>1</sub> 芽樹脂性でないか、またはわずか→*P. taeda*A<sub>2</sub> 芽樹脂性→*P. ponderosa**P. rigida*

## III. 2葉のもの(稀に1, 3~4葉)

A<sub>1</sub> 葉長7cm以上B<sub>1</sub> 芽鱗頂端で反曲→*P. pinaster**P. densiflora*B<sub>2</sub> 芽鱗頂端で反曲せず→*P. Thunbergii**P. nigra*A<sub>2</sub> 葉長7cm以下→*P. sylvestris**P. Banksiana*

以上、各学者によって、これまで提唱されてきた分類方式を簡単に記述してみた。

次に、その他の特性についていろいろな報告が出されている。

稲森、吉川、上田(1961)は、種間交雑における受精の難易について検し、*P. Strobis* (♀, 5葉) × *P. excelsa* (♂, 5葉) は交雑可能、*P. Strobis* (♀, 5葉) × *P. Thunbergii* (♂, 2葉) は種子が不稔性、*P. Strobis* (♀) × *P. Strobis* (♂) は交雑可能であることを報告している<sup>50)</sup>。

ツギ穂と台木との癒着する能力をツギキの親和性(親和力)というが、単に活着しただけでなく、その後の生育が悪く、健全な発育を持続することができなければ、親和性があるとはいえない。このツギキの親和力は、原則として植物分類学上の類縁関係に支配され、近縁なものほど親和力が大きく、遠いほど小さくなる傾向にあるとされているが、ツギキ

の親和力は分類学上の近縁関係と必ずしも平行的でない場合も<sup>132) 70)</sup>ある。林木の場合も異属間のツギキをして活着した例は多いようである<sup>30) 150)</sup>。

一般的には、同種同属間のものほどすぐれ、異種異属となると低下をきたす。しかし、貴田 (1957) によると、クロマツ台木に、ハリモミ属 (*Picea*) ヒマラヤ属 (*Cedrus*) をツギキしたものは、マツ属 (*Pinus*) をツギキしたものに劣らない活着率を示したと報告している<sup>66)</sup>。

貴田 (1961) は、マツ科に属する異種、異属間の活着力と伸長成績 (接木親和性) についてしらべている<sup>69)</sup>。材料は台木として、*P. koraiensis*, *P. sylvestris*, *P. Thunbergii*, 穂木として *P. koraiensis*, *P. pentaphylla*, *P. Strobos*, *P. Banksiana*, *P. densiflora*, *P. sylvestris*, *P. Thunbergii* を用意し、台木は2年生苗、穂木は3年生、2年生、40年生前後の苗を用意し、実験の結果は、活着率は幼令苗からの穂木が壮令木からのそれよりはるかにすぐれ、同属相互間は活着率が大、*P. koraiensis* (台木) と *Picea* 属 (穂木) とは比較的近縁関係、同属内でも、同種あるいは5葉系に属する種間が好成績であり、*P. sylvestris* は比較的異属間に対して、その親和力が幅広い傾向にある。同種同属間であるほど親和力は大で、異属異科になるにつれて、親和力はうすれてくる。などの結果をえている。

貴田 (1960) によると、台木と穂木との遠近関係 (接木親和性) は、その植物学上の分類と必ずしも平行関係にないという<sup>68)</sup>。すなわち、次のような報告をしている。クロマツを台木とした場合の実験で、その活着率が、

|                      |       |                       |      |
|----------------------|-------|-----------------------|------|
| <i>P. Thunbergii</i> | 80(%) | <i>P. sylvestris</i>  | 40   |
| <i>P. densiflora</i> | 60    | <i>P. Banksiana</i>   | 42.9 |
| <i>P. rigida</i>     | 0     | <i>P. pentaphylla</i> | 85.5 |
| <i>P. taeda</i>      | 0     | <i>P. koraiensis</i>  | 100  |
| <i>P. Strobos</i>    | 70    |                       |      |

また、貴田 (1959) は、別の報告においてそのツギキ親和性について次のような報告をしている<sup>67)</sup>。台木は同じく *P. Thunbergii* である。

|                      |       |                       |      |
|----------------------|-------|-----------------------|------|
| <i>P. koraiensis</i> | 90(%) | <i>P. pumila</i>      | 77.8 |
| <i>P. Strobos</i>    | 90    | <i>P. Pentaphylla</i> | 10   |
| <i>P. rigida</i>     | 14.3  | <i>P. Banksiana</i>   | 66.7 |
| <i>P. taeda</i>      | 20    | <i>P. sylvestris</i>  | 100  |
| <i>P. densiflora</i> | 90    | <i>P. nigra</i>       | 70   |
| <i>P. Thunbergii</i> | 77.8  |                       |      |

二葉松に属する種間にもっとも親和性が大で、次いで5葉松、3葉松の順に高いようである。

### (3) 血清学的実験

#### a. 抗原液の作成

前実験と同じ操作によって調整された。

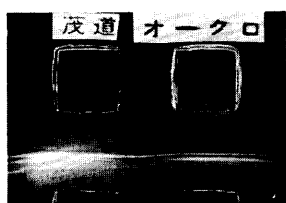
#### b. 抗血清の作成

先きの実験においてえられた *P. Thunbergii* (茂道松), *P. densiflora* (侍浜松), *P.*

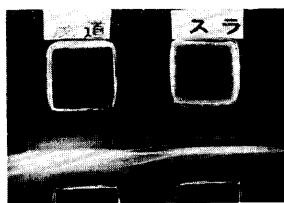
*rigida* の他に, *P. parviflora*, *P. monticola*, *P. Banksiana*, *P. sylvestris*, *P. ponderosa* の計 8 種類の抗血清を用意した。すべて FREUND のアジュバント法によって産生された抗血清である。

c. 抗原抗体反応

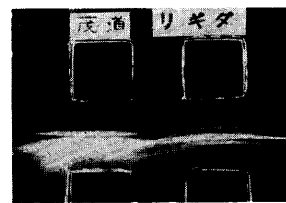
これら各種抗血清と各種抗原とを松井の変法にしたがって寒天プレートにセットして拡散せしめてみると, 第14~20図にみられるような抗原抗体反応のパターンを得るに至った。



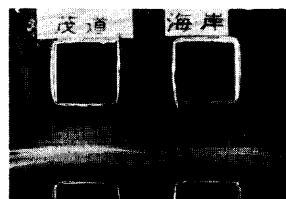
1. オーストリアクロマツ  
*Austria kuromatsu*



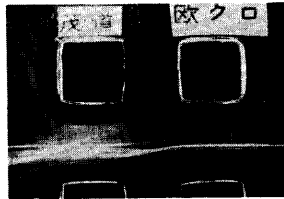
5. スラッシュマツ  
*P. caribae*



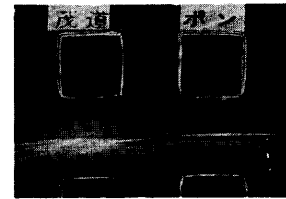
9. リギダマツ  
*P. rigida*



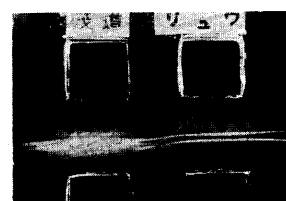
2. カイガンショウ  
*P. pinaster*



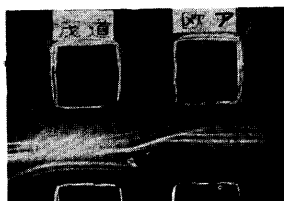
6. ヨーロッパクロマツ  
*P. nigra*



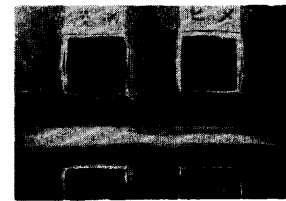
10. ボンデロサマツ  
*P. ponderosa*



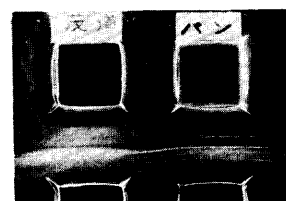
3. リュウキュウマツ  
*P. luchuensis*



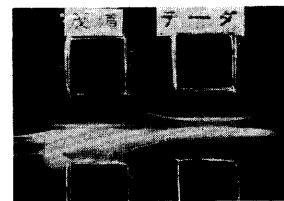
7. ヨーロッパアカマツ  
*P. sylvestris*



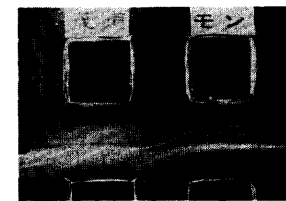
11. ヒメコマツ  
*P. parviflora*



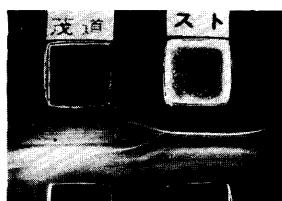
4. バンクスマツ  
*P. Banksiana*



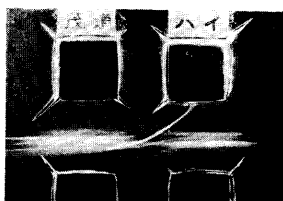
8. テーダマツ  
*P. taeda*



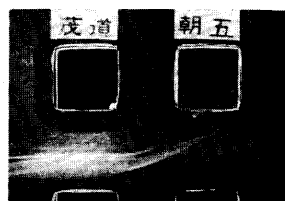
12. モンチコラマツ  
*P. monticola*



13. ストローブマツ  
*P. Strobus*



14. ハイマツ  
*P. pumila*

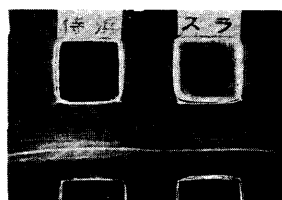


15. チョウセンボヨウシヨウ  
*P. koraiensis*

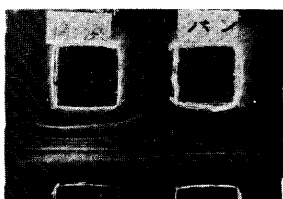
第14図. 異種抗原間の反応図

各プレートは、左上のクボミに茂道松の抗原、右上のクボミに各種の抗原、下の2個のクボミに茂道松の抗血清を入れてある。

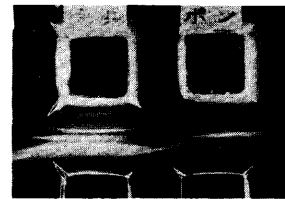
Fig. 14 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with Modomatsu antigen to the upper left basin, various antigens to the upper right basin, anti-“Modomatsu” serum to the lower basins.



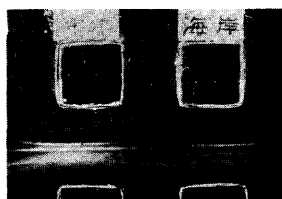
1. スラッシュマツ  
*P. caribaea*



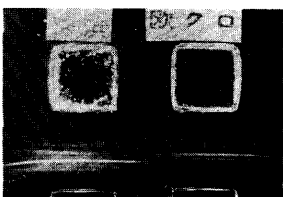
5. バンクスマツ  
*P. Banksiana*



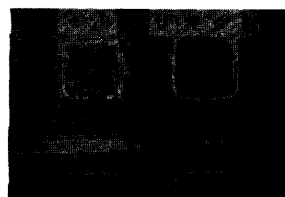
9. ポンデロサマツ  
*P. ponderosa*



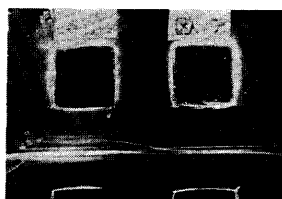
2. カイガンシヨウ  
*P. pinaster*



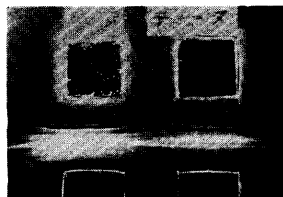
6. ヨーロッパクロマツ  
*P. nigra*



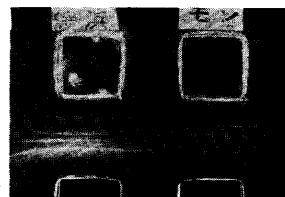
10. リギタマツ  
*P. rigida*



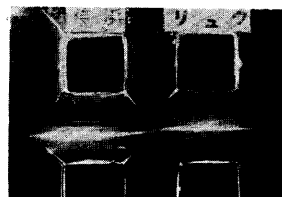
3. ヨーロッパアカマツ  
*P. sylvestris*



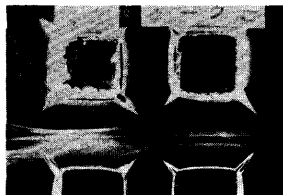
7. テータマツ  
*P. taeda*



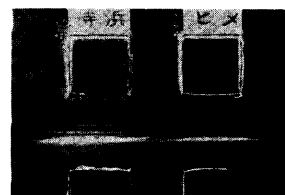
11. モンチコラマツ  
*P. monticola*



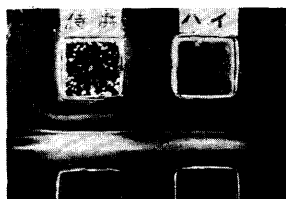
4. リュウキュウマツ  
*P. luchuensis*



8. オーストリアクロマツ  
Austria Koromatsu



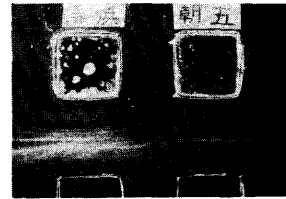
12. ヒメコマツ  
*P. parviflora*



13. ハイマツ  
*P. pumila*



14. ストロブマツ  
*P. Strobus*

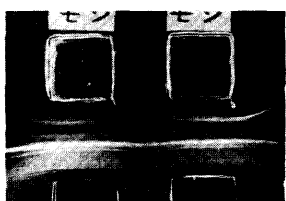


15. チョウセンゴヨウシヨウ  
*P. koraiensis*

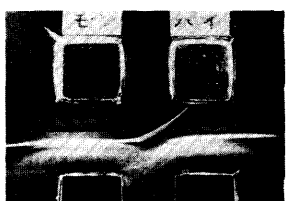
第15図. 異種抗原間の反応図

各プレートは、左上のクボミに侍浜松の抗原、右上のクボミに各種の抗原、下の2個のクボミに侍浜松の抗血清を入れてある。

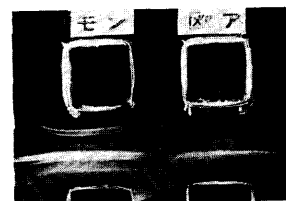
Fig. 15 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with Samurairhamamatsu antigen to the upper left basin, various antigens to the upper right basin, anti-"Samurairhamamatsu" serum to the lower two basins.



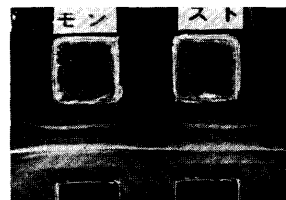
1. モンチコラマツ  
*P. monticola*



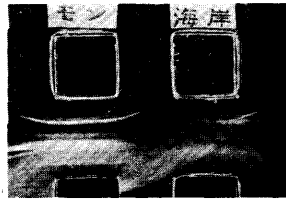
5. ハイマツ  
*P. pumila*



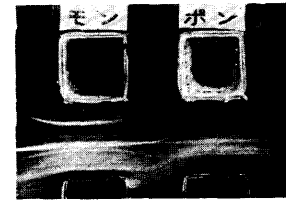
9. ヨーロッパカマツ  
*P. sylvestris*



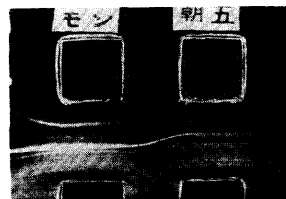
2. ストロブマツ  
*P. Strobus*



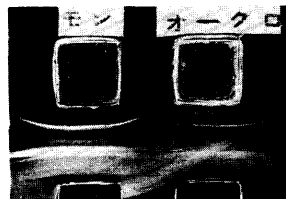
6. カイガンシヨウ  
*P. pinaster*



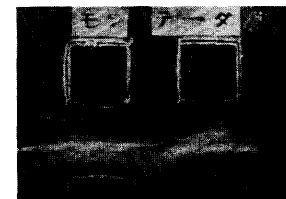
10. ボンデロサマツ  
*P. ponderosa*



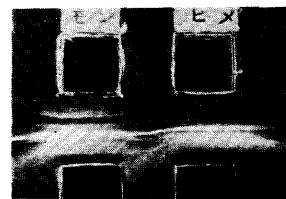
3. チョウセンゴヨウシヨウ  
*P. koraiensis*



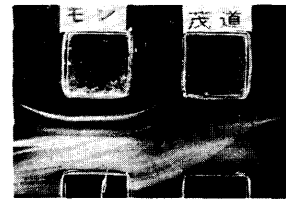
7. オーストリアクロマツ  
*Austria kuromatsu*



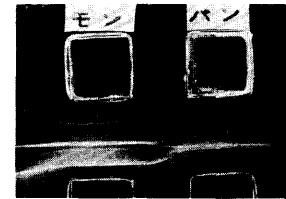
11. テーダマツ  
*P. taeda*



4. ヒメコマツ  
*P. parviflora*

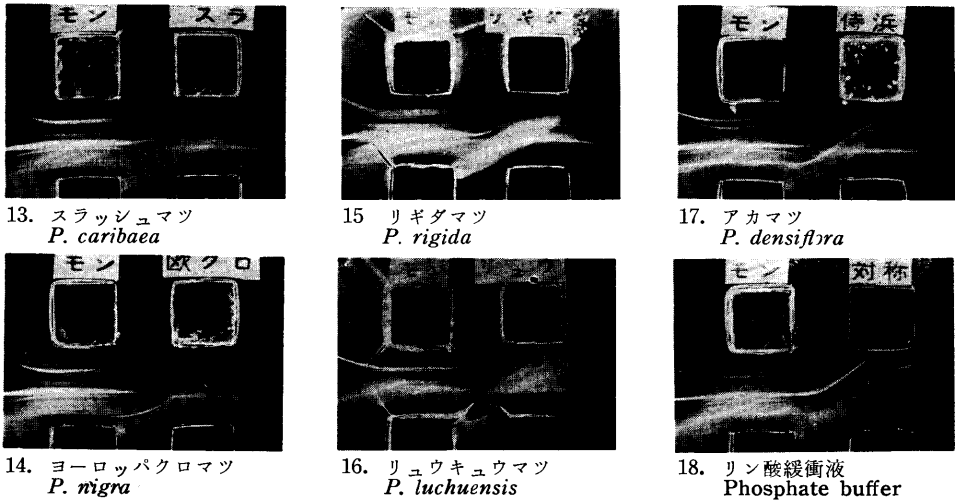


8. クロマツ  
*P. Thunbergii*



12. バンクスマツ  
*P. Banksiana*

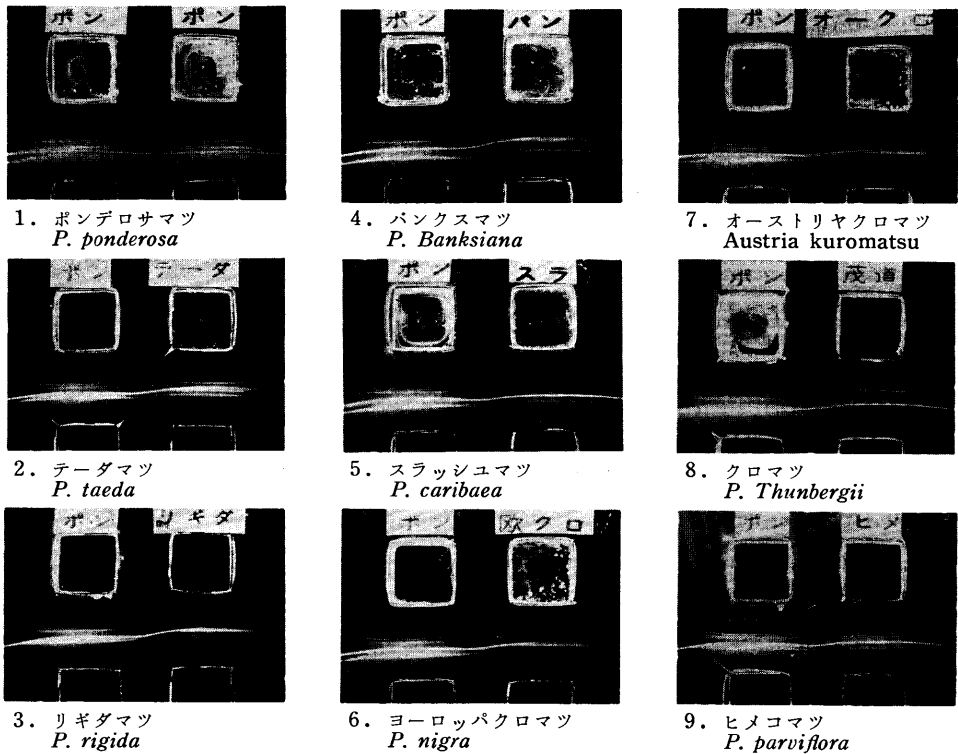


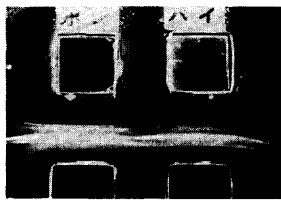


第 16 図. 異種抗原間の反応図

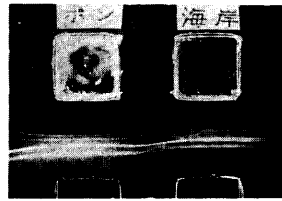
各プレートは、左上のクボミにモンチコラマツの抗原、右上のクボミに各種の抗原、下の 2 個のクボミにモンチコラマツの抗血清を入れてある。

Fig. 16 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with *Pinus monticola* antigen to the upper left basin, various antigens to the upper right basin, anti-*P. monticola* serum to the lower two basins.

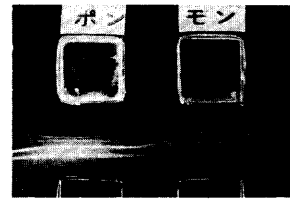




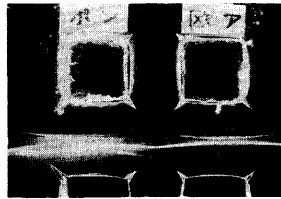
10. ハイマツ  
*P. pumila*



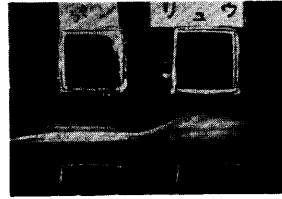
13. カイガンシヨウ  
*P. pinaster*



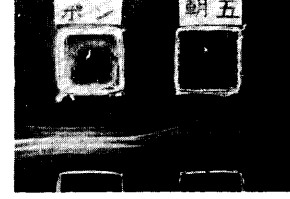
16. モンチコラマツ  
*P. monticola*



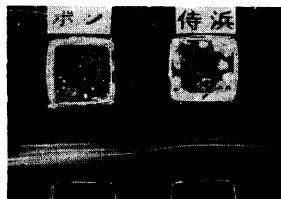
11. ヨーロッパアカマツ  
*P. sylvestris*



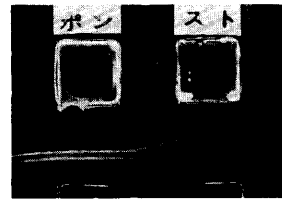
14. リュウキュウマツ  
*P. luchuensis*



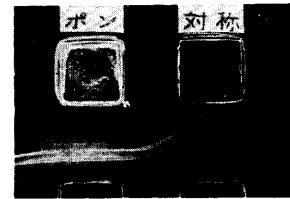
17. チョウセンゴヨウシヨウ  
*P. koraiensis*



12. アカマツ  
*P. densiflora*



15. ストロブマツ  
*P. Strobus*

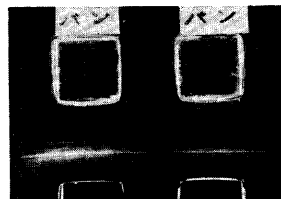


18. リン酸緩衝液  
Phosphate buffer

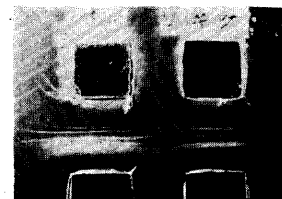
第 17 図. 異種抗原間の反応図

各プレートは、左上のクボミにボンデロサマツの抗原、右上のクボミに各種の抗原、下の2個のクボミにボンデロサマツの抗血清を入れてある。

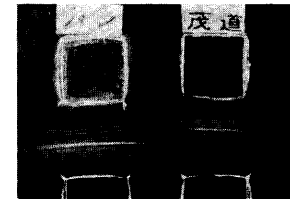
Fig. 17 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with *Pinus ponderosa* antigen to the upper left basin, various antigens to the upper right basin, anti-*P. ponderosa* serum to the lower two basins.



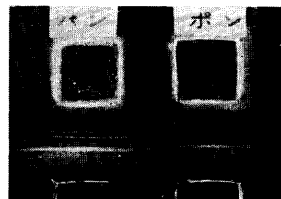
1. バンクスマツ  
*P. Banksiana*



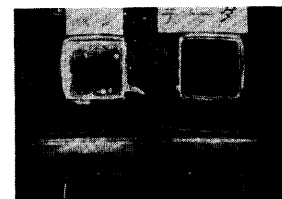
3. リギタマツ  
*P. rigida*



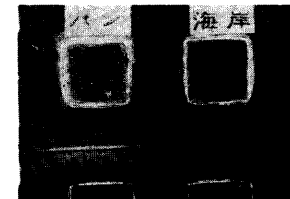
5. クロマツ  
*P. Thunbergii*



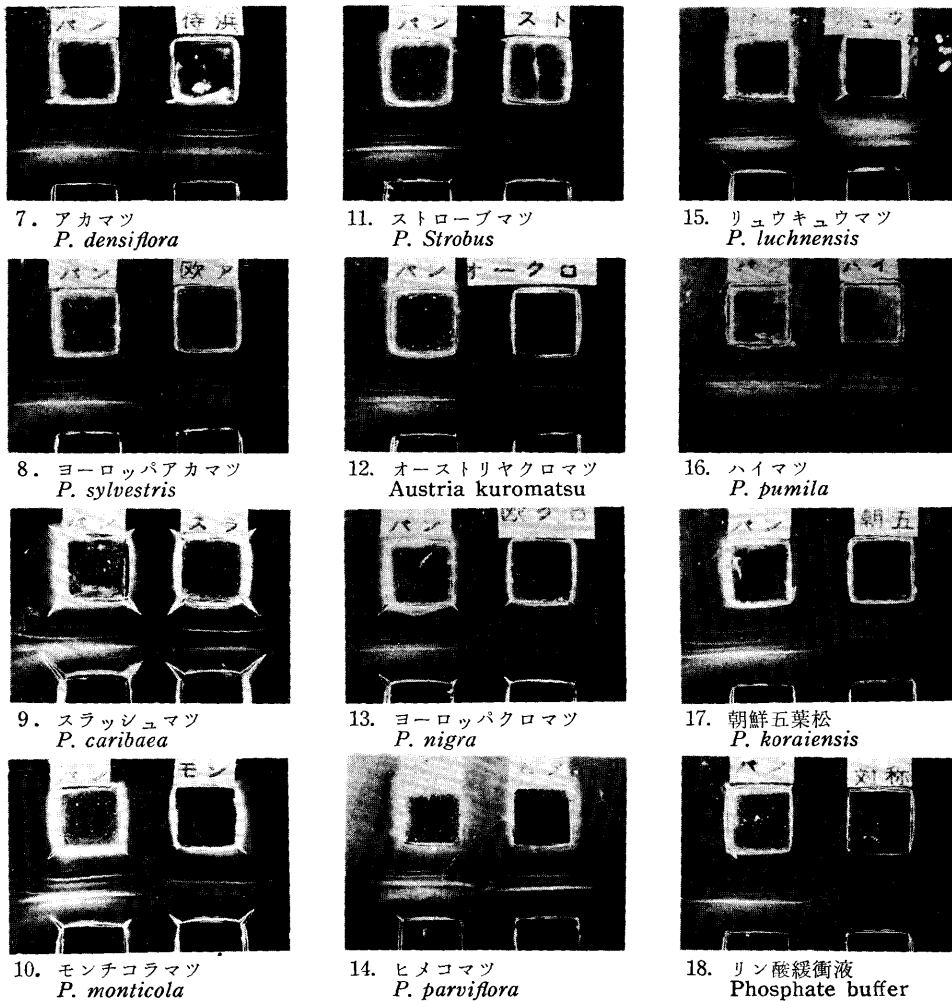
2. ボンデロサマツ  
*P. ponderosa*



4. テーダマツ  
*P. taeda*



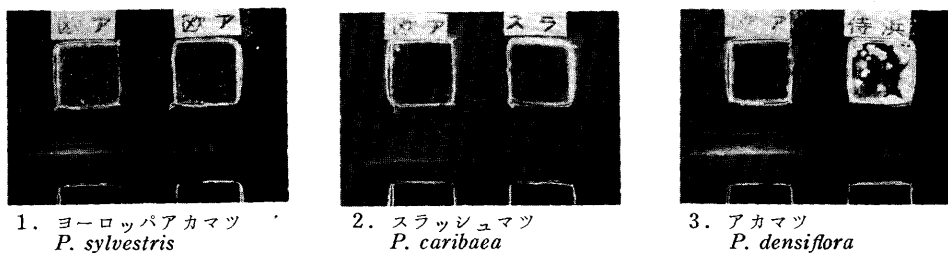
6. カイガンシヨウ  
*P. p.naster*

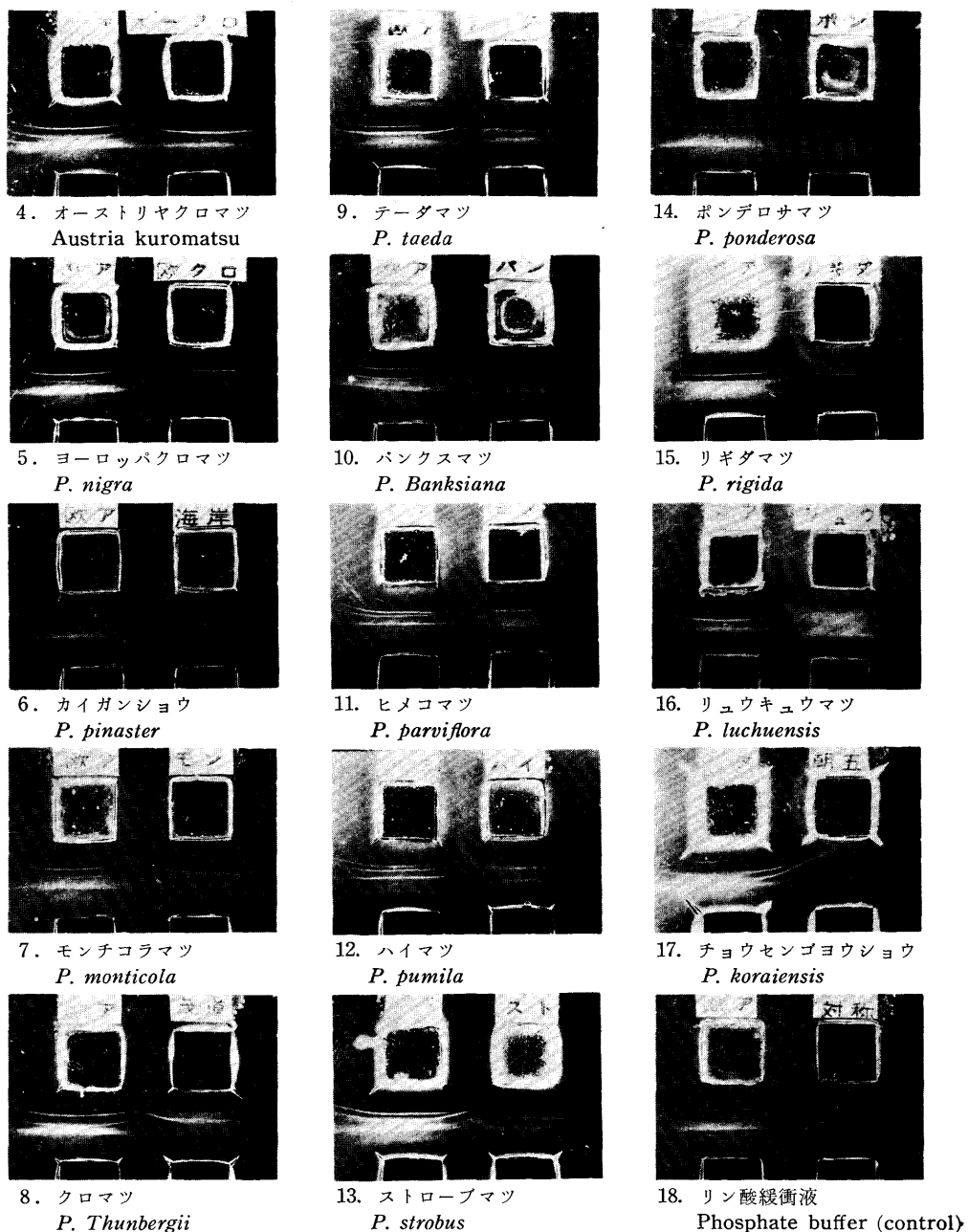


第 18 図. 異種抗原間の反応図

各プレートは、左上のクボミにバンクスマツの抗原、右上のクボミに各種の抗原、下の 2 個のクボミには、バンクスマツの抗血清を入れてある。

Fig. 18 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with *Pinus Banksiana* antigen to the upper left basin, various antigens to the upper right basin, anti-*P. Banksiana* serum to the lower two basins.

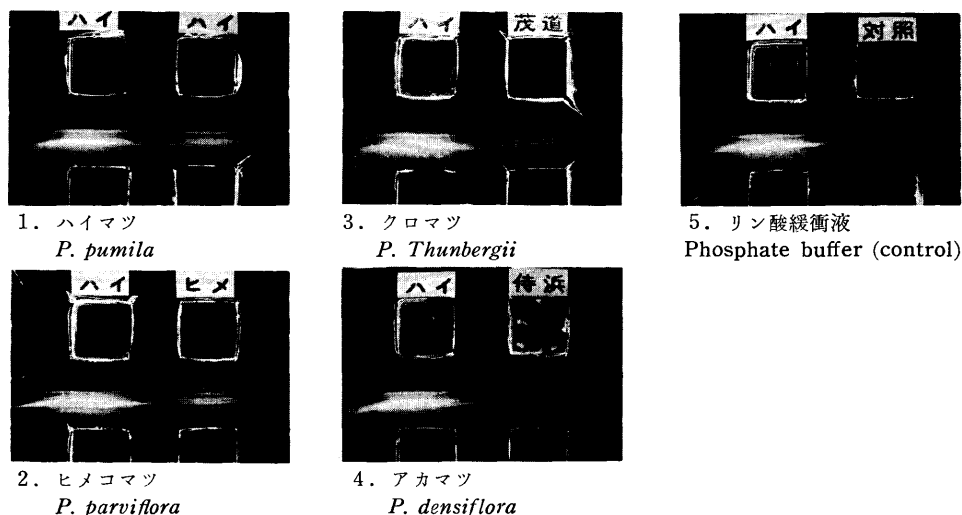




第19図. 異種抗原間の反応図

各プレートは、左上のクボミにヨーロッパアカマツの抗原、右上のクボミに各種の抗原、下の2個のクボミにヨーロッパアカマツの抗血清を入れてある。

Fig. 19 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with *Pinus sylvestris* antigen to the upper left basin, various antigens to the upper right basin, anti-*P. sylvestris* serum to the lower two basins.



第20図, 異種抗原間の反応図, プレートは, 上の左のクボミにハイマツの抗原, 上の右のクボミにさまざまなマツの抗原, 下の2個のクボミには, 抗ハイマツ血清を入れてある。

Fig. 20 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with *Pinus pumila* antigen to the upper left basin, various antigens to the upper right basin, anti-“*P. pumila*” serum to the two basins.

第14図のパターンは, 茂道松の抗血清に対するもの, 第15図は, 侍浜松の抗血清に対する反応のパターンであり第16図はモンチコラマツに対するもの, 第17図はボンデロサマツに対するもの, 第18図はバンクスマツに対するもの, 第19図はヨーロッパアカマツに対するもの, 第20図はハイマツに対するものである。

福島・松井(1959)は, 「種」内分化の段階では major components を共有し, minor c. に量的質的差異があらわれ, 「種」を異にする場合には, major c. を保有せず, minor c. は同一か類似のものが存在することをみとめている。この定義はあくまで家兎の耳静脈注射によっておこなわれた実験に対してみとめられた結果である。本実験においては, 耳静脈注射によって抗血清を作成するかわりに, FREUND のアジュバント法によって作成し, これによる抗原抗体反応のパターンを得ているところから, 第14~20図に示したパターンの判別に際しては, 彼らの判別法, 定義をそのまま適用できない点もある。

各図とも, すべて供試された抗血清の種類のマツに近縁な血清学的関係を示すパターンのもことから順々に並べてある。したがって, 各図とも1図は相同の場合であって, major line, minor line ともに共有して相等しい場合であり, それから順に番号の多い図になるにつれて, major line の一部において質的差異あるいは量的差異が顕著になってくる。これら各種の沈降線の解釈を松井の方法によっておこなうと, これら各種のマツの類縁関係の順序は, 第1表ようになる。第1表において○印をつけてあるのは, 近縁なもの5種類を意味し, ×印をつけてあるのは, いわゆる遠縁のもの5種類であって, 一見してわかるようにしたものである。

また, 各学者によってマツ類の分類方式がいろいろ提唱されていることは, すでにのべたとおりであるが, これらの形態学的な分類方式と第1表に示した血清学的類縁性との相

関について、これをわかりやすく表示したのが第2～8表である。第2～8表において◎印をつけてあるのは、相互に最も近縁な場合を意味し、◎印はより近縁な場合を意味し、○印は近縁な場合を意味する。

第1表. 各種反応図の解析結果

Table 1. Analysis of various reaction patterns

| 抗体<br>抗原<br>antibody<br>antigen           | 茂道松<br><i>P. Thunb.</i> | 侍浜松<br><i>P. densi.</i> | モンチコラ<br>マツ<br><i>P. montic.</i> | ボンデロサ<br>マツ<br><i>P. ponder.</i> | バンクスマ<br>ツ<br><i>P. Banks.</i> | ヨーロッパ<br>アカマツ<br><i>P. sylvest.</i> |
|---|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| 1 リュウキュウマツ<br><i>P. luchuensis</i>        | 10                      | 5 ○                     | 15 ×                             | 13 ×                             | 14 ×                           | 15 ×                                |
| 2 ヨーロッパクロマツ<br><i>P. nigra</i>            | 5 ○                     | 7                       | 13 ×                             | 6                                | 12 ×                           | 4 ○                                 |
| 3 スラッシュユマツ<br><i>P. caribaea</i>          | 4 ○                     | 2 ○                     | 12 ×                             | 5 ○                              | 9                              | 2 ○                                 |
| 4 茂道松<br><i>P. Thunbergii</i>             | 1 ○#                    | 8                       | 7                                | 7                                | 5 ○                            | 7                                   |
| 5 侍浜松<br><i>P. densiflora.</i>            | 7                       | 1 ○#                    | 16 ×                             | 11                               | 7                              | 3 ○                                 |
| 6 ヨーロッパアカマツ<br><i>P. sylvestris</i>       | 6                       | 4 ○                     | 8                                | 10                               | 8                              | 1 ○#                                |
| 7 カイガンシヨウ<br><i>P. pinaster</i>           | 2 ○                     | 3 ○                     | 6                                | 12 ×                             | 6                              | 5 ○                                 |
| 8 バンクスマツ<br><i>P. Banksiana</i>           | 3 ○                     | 6                       | 11                               | 4 ○                              | 1 ○#                           | 9                                   |
| 9 ボンデロサマツ<br><i>P. ponderosa</i>          | 11                      | 10                      | 9                                | 1 ○#                             | 2 ○                            | 13 ×                                |
| 10 テーダマツ<br><i>P. taeda</i>               | 8                       | 9                       | 10                               | 2 ○                              | 4 ○                            | 8                                   |
| 11 リギダマツ<br><i>P. rigida</i>              | 9                       | 11                      | 14 ×                             | 3 ○                              | 3 ○                            | 14 ×                                |
| 12 チョウセンゴヨウマ<br>ツ<br><i>P. koraiensis</i> | 16 ×                    | 16 ×                    | 3 ○                              | 16 ×                             | 16 ×                           | 16 ×                                |
| 13 モンチコラマツ<br><i>P. monticola</i>         | 13 ×                    | 12 ×                    | 1 ○#                             | 15 ×                             | 10                             | 6                                   |
| 14 ストロブマツ<br><i>P. Strobus</i>            | 15 ×                    | 14 ×                    | 2 ○                              | 14 ×                             | 11                             | 12 ×                                |
| 15 ハイマツ<br><i>P. pumila</i>               | 14 ×                    | 13 ×                    | 5 ○                              | 9                                | 15 ×                           | 11                                  |
| 16 ヒメコマツ<br><i>P. parviflora</i>          | 12 ×                    | 15 ×                    | 4 ○                              | 8                                | 13 ×                           | 10                                  |

# 印 marks : 完全相同 perfect identity

○印 marks : 近縁関係 closed relation

×印 marks : 遠縁関係 remote relation

第 2 表. J. FITSCHEN による分類方式と血清学的類縁関係との比較  
 Table 2. The comparison between the classification of J. FITSCHEN and the phyto-serological relationship

| 抗原<br>antigen<br>分類<br>classification  | 抗血清<br>antisera   | 5 葉<br>leaves in<br>fives<br>モンチコラマツ<br><i>P. monti.</i> | 3 葉<br>leaves in<br>threes<br>ボンデロサマツ<br><i>P. pon.</i> | 2 葉<br>leaves in pairs<br>侍浜松 茂道松 ヨーロッパ バンク<br><i>P. den. P. Thun. P. syl. P. Bank.</i> |                       |                       |                       |
|--|---|--|---|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|  | 5 葉 leaves in fives<br>ストローブマツ <i>P. Strobus</i><br>モンチコラマツ<br><i>P. monticola</i><br>チョウセンゴヨウマツ<br><i>P. koraiensis</i><br>ハイマツ <i>P. pumila</i> |  | ◎<br>◎<br>◎<br>◎  | ○   |                       |                       | ◎                     |
| 3 葉 leaves in threes<br>テーダマツ <i>P. taeda</i><br>ボンデロサマツ<br><i>P. ponderosa</i><br>リギタマツ <i>P. rigida</i>  |   | ○  | ◎<br>◎<br>◎   |   | ○                     | ○                     | ◎<br>◎<br>◎           |
| 2 葉 leaves in pairs<br>カイガンショウ <i>P. pinaster</i><br>侍浜松 <i>P. densiflora</i><br>茂道松 <i>P. Thunbergii</i><br>ヨーロッパクロマツ<br><i>P. nigra</i><br>ヨーロッパアカマツ<br><i>P. sylvestris</i><br>バンクスマツ <i>P. Banksiana</i> |   | ◎<br>○<br>○<br>○   | ◎<br>○<br>◎<br>○<br>◎                                   |   | ◎<br>◎<br>◎<br>◎<br>◎ | ◎<br>◎<br>◎<br>◎<br>◎ | ○<br>○<br>◎<br>○<br>◎ |

◎印 marks : 最も近縁な関係 the best closed relation  
 ◎印 marks : より近縁な関係 better closed relation  
 ○印 marks : 近縁な関係 closed relation

第 3 表. T. DOI, K. MORIKAWA 等による分類方式と血清学的類縁関係の比較  
 Table 3. The comparison between the classification of T. DOI, K. MORIKAWA and the phyto-serological relationship

| 抗原<br>antigen<br>分類<br>classification | 抗血清<br>antisera   | 単維管束<br>single-<br>vascular | 複維管束<br>double-vascular bundle<br>モンチコラマツ<br><i>P. monti.</i> ボンデロサマツ<br><i>P. pon.</i> 茂道松<br><i>P. Thunb.</i> バンクス<br>マツ<br><i>P. Ban.</i> ヨーロッパ<br>アカマツ<br><i>P. syl.</i> 侍浜松<br><i>P. densi.</i> |  |   |  |  |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|--|--|---|--|--|
|                                       | 単維管束 single-vascular bundle<br>チョウセンゴヨウショウ<br><i>P. koraiensis</i><br>( ストローブマツ <i>P. Strobus</i><br>モンチコラマツ <i>P. monticola</i><br>ハイマツ <i>P. pumila</i><br>( ストローブマツ <i>P. Strobus</i><br>モンチコラマツ <i>P. monticola</i> |                             | ◎<br>◎<br>◎<br>◎<br>◎  |  | ○ |  |  |

| 複維管束 double-vascular bundle       |                                  |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| スラッシュマツ                           | <i>P. caribaea</i>               |   | ◎ | ◎ |   | ◎ | ◎ |
|                                   | テーダマツ <i>P. taeda</i>            |   | ◎ | ○ | ◎ | ○ |   |
|                                   | リギダマツ <i>P. rigida</i>           |   | ◎ |   | ◎ |   |   |
|                                   | スラッシュマツ <i>P. caribaea</i>       |   | ◎ | ◎ |   | ◎ | ◎ |
|                                   | ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i>      | ○ | ◎ |   | ◎ |   |   |
|                                   | テーダマツ <i>P. taeda</i>            |   | ◎ | ○ | ◎ | ○ |   |
|                                   | リギダマツ <i>P. rigida</i>           |   | ◎ |   | ◎ |   |   |
|                                   | ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i>      | ○ | ◎ |   | ◎ |   |   |
|                                   | ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i>      | ○ | ◎ |   | ◎ |   |   |
|                                   | リュウキュウマツ<br><i>P. luchuensis</i> |   |   |   |   |   | ◎ |
|                                   | 茂道松 <i>P. Thunbergii</i>         | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ○ | ○ |
|                                   | ヨーロッパクロマツ<br><i>P. nigra</i>     |   | ○ | ◎ |   | ◎ | ○ |
|                                   | ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i>      | ○ | ◎ |   | ◎ |   |   |
|                                   | カイガンショウ <i>P. pinaster</i>       | ◎ |   | ◎ | ○ | ◎ | ◎ |
|                                   | バンクスマツ <i>P. Banksiana</i>       |   | ◎ | ◎ | ◎ |   | ○ |
| リュウキュウマツ<br><i>P. luchuensis</i>  |                                  |   |   |   |   | ◎ |   |
| ヨーロッパアカマツ<br><i>P. sylvestris</i> | ○                                |   | ○ | ○ | ◎ | ◎ |   |
| 侍浜松 <i>P. densiflora</i>          |                                  |   | ○ | ○ | ◎ | ◎ |   |
| ヨーロッパアカマツ<br><i>P. sylvestris</i> | ○                                |   | ○ | ○ | ◎ | ◎ |   |

第4表. W. M. HARLOW による分類方式と血清学的類縁関係との比較

Table 4. The comparison between the classification of W. M. HARLOW and the phyto-serological relationship

| 抗原<br>antigen<br>分類<br>classification | 抗血清<br>antisera                    | 単維管束<br>single-               | 複維管束類<br>double-vascular bundle |                       |                              |                               |                        |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|
|                                       |                                    | モンチコラ<br>マツ<br><i>P. mon.</i> | ヨーロッパ<br>アカマツ<br><i>P. syl.</i> | 侍浜松<br><i>P. den.</i> | バンク<br>スマツ<br><i>P. Ban.</i> | ボンデロサ<br>マツ<br><i>P. pon.</i> | 茂道松<br><i>P. Thun.</i> |
| 単維管束類 single-vascular bundle          |                                    |                               |                                 |                       |                              |                               |                        |
|                                       | チョウセンゴヨウマツ<br><i>P. koraiensis</i> | ◎                             |                                 |                       |                              |                               |                        |
|                                       | ヒメコマツ <i>P. parviflora</i>         | ◎                             |                                 |                       |                              | ○                             |                        |
|                                       | ストロブマツ <i>P. Strobis</i>           | ◎                             |                                 |                       |                              |                               |                        |
|                                       | モンチコラマツ <i>P. monticola</i>        | ◎                             | ○                               |                       |                              |                               |                        |



|                                   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 複維管束類 double-vascular bundle      |   |   |   |   |   |   |
| ヨーロッパアカマツ<br><i>P. sylvestris</i> | ○ | ● | ◎ | ○ |   | ○ |
| 侍浜松 <i>P. densiflora</i>          |   | ● | ● | ○ |   | ○ |
| スラッシュユマツ <i>P. caribaea</i>       |   | ● | ● |   | ◎ | ◎ |
| バンクスマツ <i>P. Banksiana</i>        |   |   | ◎ | ● | ◎ | ● |
| ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i>       | ○ |   |   | ● | ● |   |
| カイガンシヨウ <i>P. pinaster</i>        | ◎ | ◎ | ● | ○ |   | ● |
| ヨーロッパクロマツ <i>P. nigra</i>         |   | ◎ | ○ |   | ○ | ◎ |
| 茂道松 <i>P. Thunbergii</i>          | ○ | ○ | ○ | ◎ | ○ | ● |
| テータマツ <i>P. taeda</i>             |   | ○ | ○ | ◎ | ● | ○ |
| リギダマツ <i>P. rigida</i>            |   |   |   | ● | ● |   |

第 5 表. W. DALLIMORE, A. B. JACKSON による分類方式と血清学的類縁関係との比較 (その 1)

Table 5. The comparison between the classification of

W. DALLIMORE, A. B. JACKSON and the phyto-serological relationship

| 抗原<br>antigen<br>分類<br>classification | 抗血清<br>antisera | 硬材<br>hard pine                 |                        |                       |                               |                              | 軟材<br>soft pine<br>モンチコラ<br>マツ<br><i>P. mon.</i> |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|--|
|                                       |                 | ヨーロッパ<br>アカマツ<br><i>P. syl.</i> | 茂道松<br><i>P. Thun.</i> | 侍浜松<br><i>P. den,</i> | ボンデロサ<br>マツ<br><i>P. pon.</i> | バンク<br>スマツ<br><i>P. Ban.</i> |  |
| 硬材 hard pine                          |                 |                                 |                        |                       |                               |                              |  |
| スラッシュユマツ <i>P. caribaea</i>           |                 | ●                               | ◎                      | ●                     | ◎                             | ○                            |  |
| ヨーロッパアカマツ <i>P. sylvestris</i>        |                 | ●                               | ◎                      | ◎                     | ○                             | ○                            | ○  |
| 茂道松 <i>P. Thunbergii</i>              |                 | ○                               | ●                      | ○                     | ◎                             | ◎                            | ◎  |
| 侍浜松 <i>P. densiflora</i>              |                 | ●                               | ○                      | ●                     | ○                             | ○                            |  |
| ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i>           |                 |                                 | ○                      | ○                     | ●                             | ●                            | ○  |
| カイガンシヨウ <i>P. pinaster</i>            |                 | ◎                               | ●                      | ●                     | ○                             | ◎                            | ◎  |
| テータマツ <i>P. taeda</i>                 |                 | ○                               | ○                      | ○                     | ●                             | ●                            | ○  |
| バンクスマツ <i>P. Banksiana</i>            |                 | ○                               | ●                      | ◎                     | ●                             | ●                            |  |
| 軟材 soft pine                          |                 |                                 |                        |                       |                               |                              |  |
| ストローブマツ <i>P. Strobus</i>             |                 |                                 |                        |                       |                               |                              | ●  |
| モンチコラマツ <i>P. monticola</i>           |                 | ◎                               |                        |                       |                               |                              | ●  |
| チョウセンゴヨウマツ <i>P. koraiensis</i>       |                 |                                 |                        |                       |                               |                              | ●  |

第6表. W. DALLIMORE, A. B. JACKSON による分類方式と血清学的類縁関係との比較 (その2)

Table 6. The comparison between the classification of W. DALLIMORE, A. B. JACKSON and the phyto-serological relationship

| 抗原<br>antigen<br>分類<br>classification | 抗血清<br>antisera                    | 5 葉                           | 3 葉                            | 2 葉                             |                       |                              |                         |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|
|                                       |                                    | モンチコラ<br>マツ<br><i>P. mon.</i> | ボンデロサ<br>マツ<br><i>P. pond.</i> | ヨーロッパ<br>アカマツ<br><i>P. syl.</i> | 侍浜松<br><i>P. den.</i> | バンク<br>スマツ<br><i>P. Ban.</i> | 茂道松<br><i>P. Thunb.</i> |
| 5 葉 leaves in fives                   |                                    |                               |                                |                                 |                       |                              |                         |
| (                                     | モンチコラマツ <i>P. monticola</i>        | ◎                             |                                | ◎                               |                       |                              |                         |
|                                       | ストロブマツ <i>P. Strob.</i>            | ◎                             |                                |                                 |                       |                              |                         |
|                                       | ヒメコマツ <i>P. parviflora</i>         | ◎                             | ○                              | ○                               |                       |                              |                         |
|                                       | チョウセンゴヨウマツ<br><i>P. koraiensis</i> | ◎                             |                                |                                 |                       |                              |                         |
|                                       | ハイマツ <i>P. pumila</i>              | ◎                             | ○                              |                                 |                       |                              |                         |
| 3 葉 leaves in threes                  |                                    |                               |                                |                                 |                       |                              |                         |
| (                                     | ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i>        |                               | ◎                              |                                 | ○                     | ◎                            | ○                       |
|                                       | テーダマツ <i>P. taeda</i>              |                               | ◎                              | ○                               | ○                     | ◎                            | ○                       |
|                                       | リギダマツ <i>P. rigida</i>             |                               | ◎                              |                                 | ○                     | ◎                            | ○                       |
| 2 葉 leaves in pairs                   |                                    |                               |                                |                                 |                       |                              |                         |
| (                                     | カイガンショウ <i>P. pinaster</i>         | ○                             |                                | ◎                               | ◎                     | ○                            | ◎                       |
|                                       | ヨーロッパアカマツ <i>P. sylvestris</i>     | ○                             | ○                              | ◎                               | ◎                     | ○                            | ◎                       |
|                                       | 侍浜松 <i>P. densiflora</i>           |                               |                                | ◎                               | ◎                     | ○                            | ◎                       |
|                                       | バンクスマツ <i>P. Banksiana</i>         |                               | ◎                              | ○                               | ◎                     | ◎                            | ◎                       |
|                                       | 茂道松 <i>P. Thunbergii</i>           | ○                             | ◎                              | ◎                               | ◎                     | ◎                            | ◎                       |

第7表. M. SUTHERLAND による分類方式と血清学的類縁関係との比較

Table 7. The comparison between the classification of M. SUTHERLAND and the phyto-serological relationship

| 抗原<br>antigen<br>分類<br>classification | 抗血清<br>antisera             | 扇形                             | 半円形                          |                        |                       |   | 四辺形                                |
|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|---|------------------------------------|
|                                       |                             | ボンデロサ<br>マツ<br><i>P. pond.</i> | バンク<br>スマツ<br><i>P. Ban.</i> | 茂道松<br><i>P. Thun.</i> | 侍浜松<br><i>P. den.</i> | ヨーロ<br>ッパ<br>アカ<br>マツ<br><i>P. syl.</i> | モンチ<br>コラ<br>マツ<br><i>P. mont.</i> |
| 三角形 triangle                          |                             |                                |                              |                        |                       |   |                                    |
|                                       | ストロブマツ <i>P. Strob.</i>     |                                |                              |                        |                       |   | ◎                                  |
| 扇形 fan-shape                          |                             |                                |                              |                        |                       |   |                                    |
| (                                     | テーダマツ <i>P. taeda</i>       | ◎                              | ◎                            | ○                      | ○                     | ○                                       | ○                                  |
|                                       | リギダマツ <i>P. rigida</i>      | ◎                              | ◎                            | ○                      |                       |   |                                    |
|                                       | ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i> | ◎                              | ◎                            |                        |                       |   | ○                                  |
|                                       | スラッシュマツ <i>P. caribaea</i>  | ◎                              |                              | ◎                      | ◎                     | ◎                                       |                                    |

|                                |   |   |   |   |   |  |   |
|--------------------------------|---|---|---|---|---|--|---|
| 半円形 <i>semicircle</i>          |   |   |   |   |   |  |   |
| リュウキュウマツ <i>P. luchuensis</i>  |   |   |   | ◎ |   |  |   |
| バンクスマツ <i>P. Banksiana</i>     | ◎ | ● | ● | ○ | ○ |  | ○ |
| スラッシュマツ <i>P. caribaea</i>     | ◎ |   | ◎ | ● | ● |  |   |
| 茂道松 <i>P. Thunbergii</i>       | ○ | ◎ | ● | ○ | ○ |  | ◎ |
| カイガンショウ <i>P. pinaster</i>     |   | ○ | ● | ● | ◎ |  | ● |
| 侍浜松 <i>P. densiflora</i>       | ○ | ○ | ○ | ● | ● |  |   |
| ヨーロッパアカマツ <i>P. sylvestris</i> | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ● |  | ◎ |
| 四辺形 <i>quadrilateral</i>       |   |   |   |   |   |  |   |
| モンチコラマツ <i>P. monticola</i>    |   |   |   |   | ◎ |  | ● |

第 8 表. BAILEY, L. H. による分類方式と血清学的類縁関係との比較  
 Table 8. The comparison between the classification of BAILEY, L. H.  
 and the phyto-serological relationship

| 抗原<br>分類<br>classification         | 抗血清<br>antisera | 2 葉                     |                       |                                 |                              | 3 葉                           | 5 葉                            |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                                    |                 | 茂道松<br><i>P. Thunb.</i> | 侍浜松<br><i>P. den.</i> | ヨーロッパ<br>アカマツ<br><i>P. syl.</i> | バンクス<br>マツ<br><i>P. Ban.</i> | ボンデロサ<br>マツ<br><i>P. pon.</i> | モンチコラ<br>マツ<br><i>P. mont.</i> |
| 2 葉 leaves in pairs                |                 |                         |                       |                                 |                              |                               |                                |
| ヨーロッパクロマツ <i>P. nigra</i>          |                 | ◎                       | ○                     | ◎                               |                              | ○                             |                                |
| スラッシュマツ <i>P. caribaea</i>         |                 | ◎                       | ●                     | ●                               |                              | ◎                             |                                |
| 茂道松 <i>P. Thunbergii</i>           |                 | ●                       | ○                     | ○                               | ◎                            | ○                             | ○                              |
| 侍浜松 <i>P. densiflora</i>           |                 | ○                       | ●                     | ●                               | ○                            |                               |                                |
| ヨーロッパアカマツ<br><i>P. sylvestris</i>  |                 | ○                       | ◎                     | ●                               | ○                            |                               | ○                              |
| カイガンショウ <i>P. pinaster</i>         |                 | ●                       | ●                     | ◎                               | ○                            |                               | ◎                              |
| バンクスマツ <i>P. Banksiana</i>         |                 | ●                       | ◎                     |                                 | ●                            | ◎                             |                                |
| 3 葉 leaves in threes               |                 |                         |                       |                                 |                              |                               |                                |
| ボンデロサマツ <i>P. ponderosa</i>        |                 |                         |                       |                                 | ●                            | ●                             | ○                              |
| テーダマツ <i>P. taeda</i>              |                 | ○                       | ○                     | ○                               | ◎                            | ●                             |                                |
| (スラッシュマツ) <i>P. caribaea</i>       |                 | ◎                       | ◎                     | ◎                               |                              | ◎                             |                                |
| リギダマツ <i>P. rigida</i>             |                 |                         |                       |                                 | ●                            | ●                             |                                |
| 5 葉 leaves in fives                |                 |                         |                       |                                 |                              |                               |                                |
| チョウセンゴヨウマツ<br><i>P. koraiensis</i> |                 |                         |                       |                                 |                              |                               | ●                              |
| ヒメコマツ <i>P. parviflora</i>         |                 |                         |                       |                                 |                              | ○                             | ◎                              |
| モンチコラマツ <i>P. monticola</i>        |                 |                         |                       | ○                               |                              |                               | ●                              |
| ストロブマツ <i>P. Strobis</i>           |                 |                         |                       |                                 |                              |                               | ●                              |

#### (4) 考 察

##### a. 形態学的差異と血清学的類縁関係との相関について

総合的に判断すると, W. DALLIMORE, A. B. JACKSON らによる分類方式と W. M. HARLOW による分類方式とはほぼ一致をみているようである。このことは, 第 4 表, 第 6 表における分類方式と血清学的類縁関係との間の相関表においてあきらかである。また,

W. DALLIMORE, A. B. JACKSON らによる Soft Pine と Hard Pine の分類とよく一致をみているようである。これは第5表においてあきらかに示されている。

これらのことから、血清学的類縁関係はその材質と高い相関があること、さらに総じて、2針葉類、3針葉類、5針葉類といった針葉の数による類別は、血清学的にもその特異性を有していることがわかった。ただし、例外として *P. Banksiana* は2針葉でありながら、3針葉類に非常に近縁であるという結果を得ている。

さらに血清学的類縁関係は、球果並びにタネの形状とよく一致をみているようである。また、冬芽の性質、針葉長、樹脂道の位置とも高い相関がある。

b. 接木親和性との相関の有無について、

貴田 (1960) は、台木と穂木との接木親和性は、その植物分類学の示す類縁関係と必ずしも一致をみない例もあることを報告しているが、総じて2針葉類相互の接木親和力は大きく、次いで2針葉と5針葉が大で、2針葉と3針葉は非常に劣るようである。したがって第1表から、これら接木親和性と血清学的類縁性とを対比させるとき、そこにおよその相関がみとめられるようである。2針葉類、3針葉類、5針葉類といったグループ間の接木親和性との相関はあまりあきらかではないが、各グループ内においては、グループを異にする場合よりも相関が高いということはあきらかである。

c. 受精の難易との相関性について

針葉数を異にすると、血清学的にも類縁の程度が遠くなることがわかったので、おそらく、受精の難易とは相関はある程度みとめられるものと思われる。

### 3. 総合的考察

本実験においては、種間雑種と種間差異を検討してみたわけであるが、まず種間雑種においては、その  $F_1$  は、種子蛋白質の血清学的種属特異性によって、その親木から区別することができるようである。これは O. MORITZ (1957)、浦野、荒井 (1956) および福島、松井、江口 (1962) らの結果と共通するものであるといえる。

種間差異については、その形態学的差異とすこぶる密接な関係にあること、また、接木親和性との相関もある程度みとめられるようであることなどがわかった。

## 第4部 邦産2葉松の種間差異に関する研究

### 1. 育林学的意義

日本の各地に散在する有名松類の種子蛋白質の種属特異性によって、それらマツ類の類縁関係をあきらかにする前に、アカマツ、アイアカマツ、アイマツ、アイグロマツ、クロマツといった一連のマツ類について、個樹ごとにその親木の外部形態並びに内部形態によるこれらの判別が、蛋白質の種属特異性による血清学的類縁関係とどういふふうに関連関係が見いだされるものかをあきらかにする必要がある。マツは他花受精であり、また1個樹からは多量に採種できないために、おのずとそこに正確を期しがたいのであるが、およその見当をつけることはできるものと考えられる。

アカマツ、アイマツ、クロマツには、それぞれさまざまな特性が見いだされる。その特性、特徴は遺伝子に由来するものと、環境に由来するものがあると考えられるが、あきらかではない。いろいろと複雑な様相を呈しているわけである。