

## 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 :

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。

遺伝形質の発現に対する環境の影響という問題は、環境諸条件の相違によっても変化がみられるわけで、その遺伝現象の把握はなかなかむずかしい。環境条件としては温度、湿度、光線、気流、気圧、海拔高、雨量その他さまざまなものが考えられ、しかもそれらの要素はきわめてダイナミックな変化を続けるということで、複雑きわまりないものがある。

環境の相違や変化ということが、どのような仕組みによって遺伝形質の発現を変えてゆくのか。直接、染色体中の遺伝子の作用に影響を与えるのか、あるいは細胞質の性質を変えるということを通して遺伝子の働きに間接的に影響するのか。それとも単に細胞質的な条件を変えることによってひきおこすのか。その解明はなかなかむずかしいものがある。

植物は、なんらかの様式で環境条件と矛盾しないような体制、機能および習性を有する。このような状態を環境に対する適応というが、植物が特定の環境に適応する能力は遺伝するものと考えられている<sup>8) 14)</sup>。

林木において、その生育環境とことなつた環境に生育するようになると、もとの成育地では不利だった性質がかえって有利にはたらきだしたり、またその逆の現象もよくみられるところである。

環境として種々あるなかで、ことに海拔高または緯度の高低をとりあげ、各種蛋白質成分との関係のみ、林木の環境による影響がなにに由来するものであるのかを明らかにすることは、林木育種学的に実に重要である。

さらに、生殖器官の方が、栄養器官よりは遺伝的素質によることが多いとされていることから、実験材料としては種子がすぐれているものと考えられる。

## 2. アカマツ、アイマツ、クロマツについて

### (1) 材料と形態的特徴

マツの外部形態による類別は、佐藤 (1961) による分類法<sup>139)</sup>によつた。すなわち樹皮、冬芽、針葉、下表皮、主樹脂道、副樹脂道の6項目について次のように採点する。

#### I. 外部分類 (20本の平均)

樹皮、冬芽、針葉の3項目について

完全にクロマツの特徴のもの	4点
ややクロマツの傾向を有するもの	3 //
アカマツ、クロマツの中間のもの	2 //
ややアカマツの傾向を示すもの	1 //
完全にアカマツの特徴のもの	0 //

#### II. 解剖学的特性の分類 (10対の和)

下表皮について

2 (2~3)層	1~2層 2層が多い	1~2層	1~2層 1層が多い	1層
(角3層)	(角2層)	(角2層)	(角2層)	(角2層)
4	3	2	1	0

主樹脂道について

中位 (I型) 主樹脂道数の全主樹脂道数に対する割合 (%)

100~81	80~61	60~40	39~20	19~0
4	3	2	1	0

副樹脂道について

中位 (I型) 副樹脂道数の全副樹脂道数に対する割合 (%)

100~81	80~61	60~40	39~20	19~0
4	3	2	1	0

以上6項目の採点総和が

0~2	3~8	9~15	16~21	22~24
アカマツ	アイアカマツ	アイマツ	アイグロマツ	クロマツ

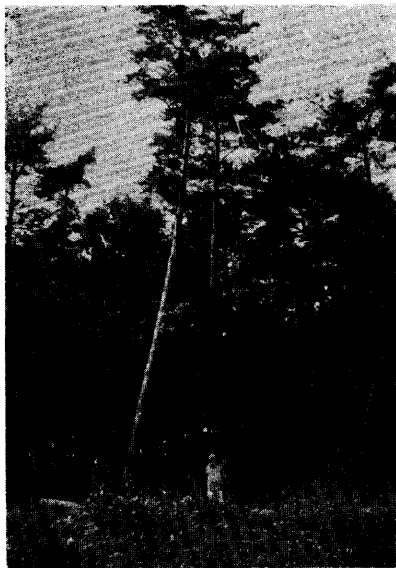
と判定する。

供試マツ種子は、1963年の秋に、島原半島（長崎県）一帯で採集した。それらの母樹ごとに、形態学的な判定をおこなってみたところ、第9表のようになった。すなわち、このうちアカマツは、番号 1, 2, 3, 4, 7, 10, 12, アイアカマツは 5, 8, 11, 13, 14, アイマツは 9, アイグロマツは 6, クロマツは 15, 16, 17, 18, 19, 20 である。

第9表. 外部形態における類別  
Table 9. Classified list in external form

tree number	主樹脂道 main resin canal	副樹脂道 sub-resin canal	下表皮 hypodermis	冬芽 terminal bud	針葉 needle	樹皮 bark	合計 total
1	0	0	0	1	1	0	2
2	1	0	0	0(1)	1	0	2(3)
3	0	0	0	1	1	0	2
4	1	0	0	0	1	0	2
5	2	2	1	0(2)	0	0	5(7)
6	4	4	4	3(2)	3	3	21(23)
7	0	1	0	0	0	0	1
8	2	0	0	1	1	0	4
9	2	4	2	0	1	2	11
10	0	0	0	0	0	0	0
11	2	0	0	1	1	1	5
12	2	0	0	0	0	0	2
13	2	3	0	0	1	1	7
14	0	0	0	0	2	2	4
15	3	4	4	4	4	4	23
16	4	4	4	3	4	4	23
17	4	4	4	4	4	4	24
18	4	4	3	4	4	4	23
19	4	4	4	4	4	4	24
20	4	4	4	3	4	4	23

このように、アカマツからクロマツまでそれぞれの種子を採集できたのであるが、個樹ごとに採集したので、その量に制限があり、これらのうち量的に供試可能であったのは、わずかにアカマツに相当する4番、アイアカマツに相当する5番、クロマツに相当する19番の3本であった。4番のアカマツと5番のアイアカマツは同一林分に生育していたものであり、その林相は第21図に示してあるとおりのものであった。19番のクロマツの樹相は



第21図. 母樹 No. 4 と No. 5 の外観  
Fig. 21 Appearance of seed-tree,  
No. 4 and No. 5



第22図. 母樹 No. 19 の外観  
Fig. 22 Appearance of seed-tree,  
No. 19, *P. Thunbergii*



第23図. 母樹 No. 9 の外観  
Fig. 23 Appearance of seed-tree, No. 9, *P. densi-Thunbergii*

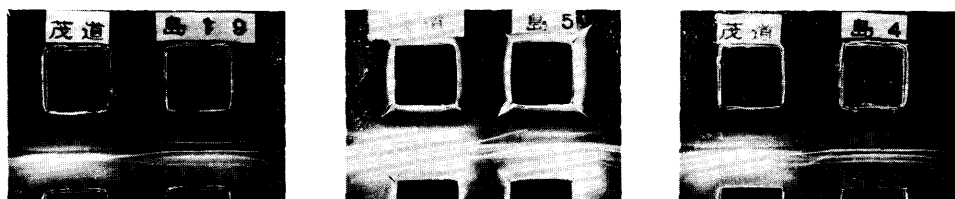
第22図に示すようなものであった。なお、9番のアイマツは、その生育すこぶる優良であって、第23図に示すようにりっぱな樹形をなすものであった。おそらくは近隣にクロマツとアカマツの存在があることから、雑種第1代ではないかと思われる。結実量が少なく供試できなかった。

## (2) 血清学的実験

抗原液の作成は、前述の実験におけるものと同じ操作によっておこなわれた。抗血清は、ここであらたに作ることなく、前実験において得た茂道松と侍浜松の両抗血清を使用した。

マツ種子の場合、抗血清作成に際しては少なくとも 500 g は必要であるが、上記母樹からは、それが壮齡樹であっても、1 本からはこれだけの種子量をあつめることができないので、本実験ではクロマツとしての茂道松、アイアカマツとされる侍浜松の 2 種類の抗血清に対する各種抗原抗体反応をおこなった。

各種抗原抗体反応のパターンは、第24、25、26、27図に示してある。



1. 母樹 No. 19 の抗原  
seed-tree No. 19 antigen

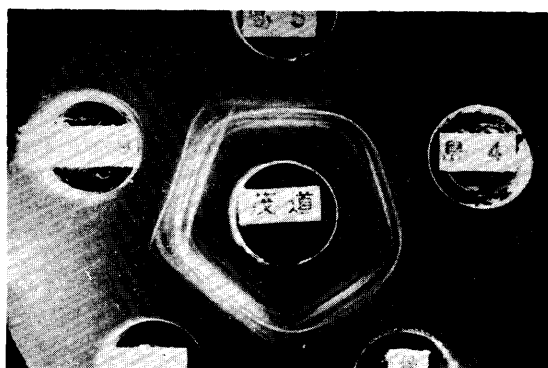
2. 母樹 No. 5 の抗原  
seed-tree No. 5 antigen

3. 母樹 No. 4 の抗原  
seed-tree No. 4 antigen

## 第 24 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、右上のクボミにさまざまな抗原を、そして、下の 2 個のクボミには茂道松の抗血清を入れてある。

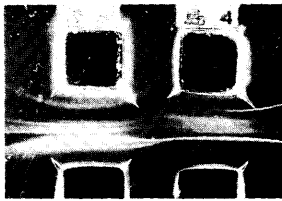
Fig. 24 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with Modomatsu antigen to the left side upper basin, various antigens to the right side upper basin, anti-“Modomatsu” serum to the lower two basins.



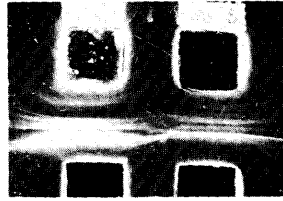
## 第 25 図. 5 種の異なる抗原間の反応図

中央のクボミに茂道松の抗血清、左下のクボミに茂道松の抗原を入れ、この茂道松の抗原から右まわりの順に、No. 19, No. 5, No. 4, そして滑松の抗原を入れた場合の反応図

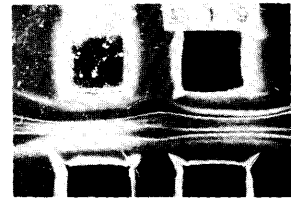
Fig. 25 Reaction pattern among five different antigens: Plate charged with anti-“Modomatsu” serum to the center basin, Modomatsu antigen to the left side lower basin, and the seed-tree No. 19, No. 5, No. 4 and Nameramatsu antigens revolving from the Modomatsu antigen to the right side.



1. 母樹 No. 4 の抗原  
seed-tree No. 4 antigen



2. 母樹 No. 5 の抗原  
seed-tree No. 5 antigen

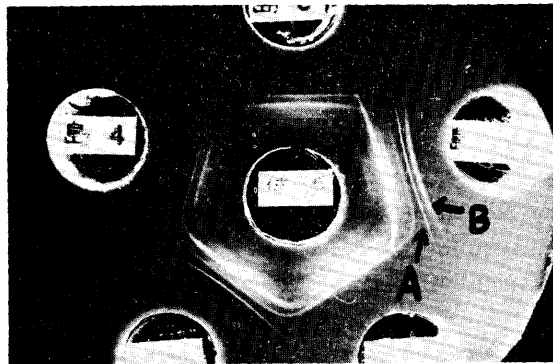


3. 母樹 No. 19 の抗原  
seed-tree No. 19 antigen

第 26 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, 右上のクボミにさまざまな抗原を, 下の 2 個のクボミには, 侍浜松の抗血清を入れてある。

Fig. 26 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with Samuraihamamatsu antigen to the left side upper basin, various antigens to the right side upper basin, anti-“Samuraihamamatsu” serum to the lower two basins.



第 27 図. 5 種の異なる抗原間の反応図

中央のクボミに侍浜松の抗血清, 左下のクボミに侍浜松の抗原を入れ, この侍浜松の抗原から右まわりに順に No. 4, No. 5, No. 19, そして茂道松の抗原を入れた場合の反応図

Fig. 27 Reaction pattern among five different antigens: Plate charged with Samuraihamamatsu anti-serum to the center basin, Samuraihamamatsu antigen to the left side lower basin, and the seed-tree No. 4, No. 5, No. 19 and Modomatsu antigens revolving from the Samuraihamamatsu antigen to the right side.

第 24 図と第 26 図は, すべて上の 2 つのクボミが抗原であり, 下の 2 つのクボミは抗血清を入れたものである。下のクボミの抗血清の種類は 2 つとも同じであって, 上の抗原の左のものに対する抗血清である。第 24 図の 1 ~ 3 図は, 茂道松の抗血清に対する反応のパターンであり, 第 26 図の 1 ~ 3 図は, 侍浜松の抗血清に対するものである。第 25 図は, 中央のクボミに茂道松の抗血清を入れ, 周囲に各種抗原液を入れた場合のものであり, 第 27 図は, 中央に侍浜松の抗血清を入れ, 周囲に各種抗原液を入れた場合の反応図である。

まず, 第 24 図の 1 図は, 茂道松とクロマツ No. 19 の比較をしたパターンであるが, あきらかに一部の major line を共有し, わずかに共有のみとめられないものがあり, また量的に差異のみとめられる line がある。理論的にはお互いにクロマツ相互のパターンであるから, 相同反応を示すはずであるが, 実際にはこのようになった。第 24 図の 2 図は,

アイアカマツ No. 5 に対するパターンであるが、1 図とほぼ近似の line を描いているが、わずかに 1 本の major line に相当するものにおいて、その共有していない様子が、1 図のそれと比べて強く現われている。3 図は、アカマツ No. 4 に対するパターンであるが、major line のうち 2 本の質的差異をきたすに至っている。このことは、第25図において、より一層明瞭となっている。

以上の結果から、FREUND のアジュバントによる抗体産生方式による本実験においては、major line 多数あるなかで、このうち 2 本の line の共有をみとめないときには類縁関係が遠く、「種」を異にする場合であるとし、1 本の line の共有のみられなかったものに対しては、その類縁関係は割合に近い場合で、「種」内分化の段階であると定義する。

第 26 図の 1 図は、侍浜松抗血清に対するアカマツ No. 4 のパターンであり、2 図はアイアカマツ No. 5 のパターンであるが、両者ともに似たパターンを示し、major line を共有し、しかも相同反応に相当するはずであるが、minor line において量的な差異がみとめられている。3 図は、major line, minor line とともに共有しており、また質的量的差異はまったくみとめられていない。理論上からは、1, 2 図において相同反応に近いパターンが現われ、3 図においては major line を欠くものが出てくるはずであるが、それがむしろ逆の様子を呈している。これは、第27図からもはっきりとわかる。

### (3) 考察

#### a. 茂道松に対するパターンについて

第24図からもわかるように、形態学的な類別と血清学的な類縁関係との間には、きわめて高い相関のあることがわかった。このことは、前述した予備実験においても、高い相関のみられていることと一致をみている。クロマツに対して、アイアカマツは 1 本の spur を生じ、アカマツに対しては 2 本の spur を生じるようである。すなわち「種」を異にするときには 2 本の spur を生じる。したがって、クロマツの代表としての茂道松に対して、各種のマツを比較するならば、これらマツ類の種属特異性による血清学的類縁関係を知ることができ、しかも形態学的判別と相関がみとめられる。

#### b. 侍浜松抗血清に対するパターンについて

これは、第27図において、クロマツの No. 19 に対して理論とは逆にもっとも沈降線の数が多く、No. 5, No. 4 となるにつれて少なくなっていて、ことに No. 19 のところで、矢印 A, B の沈降線が強く現われていることによって、侍浜松の抗血清に対して各種抗原とを反応させた場合には、マツ類一般の血清学的類縁関係をこれによって追究することはできないようである。むしろ、逆の相関を呈しているからである。

このことは、次のように解釈できそうである。すなわち抗体の産生がアジュバント法によった関係で抗体価がいちじるしくあがったことに帰因するものと考えられる。

### 3. 種と環境の差について

#### (1) 材料と形態的特性

ミヤマアカマツと称するものは、村井 (1965)、佐々木、村井、高橋 (1965) 等によって報告<sup>93) 94) 134)</sup> されているものであって、その生育地は十和田湖畔中山半島、青森県むつ川内管林署恐山参道、すなわち北上山系の早坂峠における 800~900 m の地帯から十和田湖畔の 400m を経て下北半島の 0~100m 地帯に生育するものである。



このマツは、平地のアカマツと比べて、球果の大きさ、臍部の形、タネのハネの色などがことになっており、北日本のアカマツと西南日本のアカマツとも若干ことなる形質のあることを村井らはみとめている。ここで言う北日本のアカマツとは、侍浜松、御堂松、東山松等の有名松のことである。ことに晩秋の初生葉の着色程度においてことなることを報告している。

要するに、村井は高緯度の地帯では、比較的海拔高の低い所に見いだされるが、低緯度では高海拔の個所に見いだされる一連のアカマツをミヤマアカマツと称し、他の有名松類と比べて、高緯度、高海拔の個所に見いだされるものをいうようである。

青森県下北郡むつ市字矢立山、むつ川内営林署管内矢立山国有林、35 か林分（海拔高180m）より、ミヤマアカマツと称するもののうち

むつ 30 号	樹高 17m	胸高直径 56cm
〃 28 号	〃 15m	〃 48 〃
〃 22 号	〃 17m	〃 46 〃
〃 21 号	〃 19m	〃 52 〃

の4本の母樹より、1965年10月に採種したものと、他は比較のために茂道松と侍浜松を用意した。

佐藤らによる針葉その他の形態的判定によると採点結果は、むつ30号（1点）、むつ21号（2点）、むつ28号（2点）、むつ22号（2点）、侍浜松（5点）、茂道松（23点）となり、ミヤマアカマツは4個体とも、アカマツということで、4個体の種子をひっくりめて供試した。

## （2）血清学的実験

抗原液の作成は、前述の操作により作成され、抗血清はすでに前実験でえられた茂道松と侍浜松の両抗血清を用いた。材料の関係から、ミヤマアカマツの抗血清を産生することができなかった。

寒天ゲル内拡散による抗原抗体反応のパターンは、第28図に示したとおりである。すべ



第28図. 異種抗原間の反応図

第1プレートは、左上のクボミに茂道松の抗原、右上のクボミにミヤマアカマツの抗原、下の2個のクボミに茂道松の抗血清を入れた場合で、第2プレートは、左上のクボミに侍浜松の抗原、右上のクボミにミヤマアカマツの抗原、下の2個のクボミに侍浜松の抗血清を入れた場合の反応図

Fig. 28 Reaction patterns between two different antigens: Plate 1 charged with Modomatsu antigen to the left side upper basin, Miyamaakamatsu antigen to the right side upper basin, anti-“Modomatsu” serum to the lower two basins; Plate 2 charged with Samuraihamamatsu antigen to the left side upper basin, Miyamaakamatsu antigen to the right side upper basin, anti-“Samuraihamamatsu” serum to the lower two basins.

て抗原液は、さきの実験と同様、各クボミに蛋白量 15 mg/ml の蛋白液 0.2 ml を入れ、抗血清はそれぞれ 0.2ml の原液をそのまま入れてある。1 図は、茂道松とミヤマアカマツとの比較をしたパターンであるが、major line を共有するが、なかには多少の量的な差異がみとめられ、minor line にあっては量的質的差異がみとめられる。2 図は、侍浜松とミヤマアカマツとの比較であるが、major line, minor line ともに、比較的相同の形をとっているが、一部共有のみられないものもある。これらのパターンを次ぎの実験における邦産 2 葉松類の類縁関係に関する研究の項での各種寒天ゲル内抗原抗体反応のパターンと比較してみると、比較的に日向松、東山松と近似のパターンをとっているといえるようである。

### (3) 考察

以上の結果からは、環境差ことに海拔高と緯度による生育地の差による蛋白質の質的量的差異については、結論を出しかねるようである。すなわち材料の点で、生育地の環境の問題なども不完全なデータしかなく、また材料とした種子の量が少なかったことでミヤマアカマツの抗血清を得ることができないうで、ミヤマアカマツを基準としての各種日本産マツ類との類縁関係をみるることができないうでであったことである。

しかしながら、ミヤマアカマツと茂道松、侍浜松との比較をした寒天ゲル内抗原抗体反応のパターンによって、少なくともミヤマアカマツの蛋白質のレベルにおいては、それほど特異的な存在のものではないということが言えそうである。すなわち日向松とか東山松などに近い様相を呈しているのので、これら低緯度、低海拔高地帯のマツ類とは大差がないといえるようである。このことから純粋アカマツとは区別さるべきことはたしかである。

### 4. 総合的考察

アカマツ、アイマツ、クロマツといった一連のマツ類の形態的類別は、蛋白質の種属特異性による血清学的類縁関係と高い相関があることがわかった。これは、前実験における種間差異に関する研究における結果と一致するものである。ただし、抗血清にクロマツとしての茂道松を使用した場合に顕著であった。

一方、環境の差による蛋白質の質的量的差異については、はっきりとはこの手法によって結論を出しかねるようである。ただ、蛋白質のレベルにおいては、それほど特異的な存在のものではないということだけはいえそうである。材料としたミヤマアカマツは、たしかに形態的には非常に他と比べて特異な存在でありながら、蛋白質的には何らその特異性がみとめられず、日向松とか東山松などの低山地帯のマツ類と近似のものである。このように蛋白質の環境による差異がいちじるしくないということは、他方においては、マツ類の類縁関係の究明に際しては好都合であるといえよう。ただし、ミヤマアカマツは、日向松、東山松などと類似のものであることから、血清学的に純粋のアカマツとは区別さるべきものである。

## 第 5 部 邦産 2 葉松の品種間差異に関する研究

### 1. 育林学的意義

生物の形質は、外観は同じでも、その遺伝子の型にはそれぞれちがいがあがる。林木においては、ある特定の形質以外は遺伝子型をしらべることは非常にむずかしい。なぜなら、