

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 :

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うで、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、

針葉樹は自由に交雑がおこなわれ、他家受精がおこなわれているからである。したがって、林分を構成する個体の遺伝子型が雑多であることが遺伝的変異を複雑なものにしている。

そこにあつて、日本の各地に生育している、いわゆる日本産有名松類は、そのほとんどが優良美林をなし、それぞれちがった特性を有している。しかるに著者は血清学的手法の応用によって、これら有名松類の近縁関係を血清学的な品種間差異、すなわち「種」内差異の段階で追究し、その特性との相関性をしらべてみた。

2. 形態的並びに生理的特性

佐藤 (1961)¹³⁵⁾ は、日本産有名松類の生育環境を第10表のように要約している。一般に多雨地帯に美林が多く、水はけのよい場所が多いとされている。なお低山地帯で温暖なところ、年平均気温 10~16 度 (摂氏) において優良美林が多いこともその特徴としてあげることができる。

第 10 表. 気 候 条 件

Table 10. Meteorological condition (by K. Sato)

系 strain	統	海 拔 高 above the sea level	年間平均降水量 mean precipitation per year	平均気温 (年間) mean temperature per year	年間平均湿度 mean humidity per year
甲地マツ Kattimatsu		100-130m	1147(660)mm	C	# 8.0%
御堂マツ Midomatsu		300-400	1141(650)	9.1	# 8.0
東山マツ Tozanmatsu		100-300	1067(680)	11.0	
白旗マツ Shirahatamatsu		160-400	1500-2000	10.5	
津島マツ Tsushimamatsa		300-650	1500	13.0	85
霧上マツ Kiriuematsu		1000-1300	1396	7.6	82
大山マツ Daisenmatsu		300-500	2025	14.6	
滑マツ Nameramatsu		200-900	2027	15.0	
大道マツ Odomatsu		350-1100	2500	16.5	
日向マツ Hiyugamatsu		200-600	2300-2400	17.0	
穆佐マツ Mukasamatsu		200-450	2500-3000	16.0	
霧島マツ Kirishimamatsu		700-1300	2500-3400	11.6-12.8	
茂道マツ Modomatsu		-500	2000	16.5	

注 Note : () ; April-September

; Mean humidity in April-September

次に、有名松類の特性を総括してみると、第11表のようになるようだ。これらの特性は、遺伝的な素質 (遺伝性)、環境条件および撫育の総合結果として招来されたものであろう。

有名松は概して結実量はゆたかではない。

第 11 表. 日本産有名松類の特性

Table 11. The property of the most useful local pine races in Japan

			Kattinatsu	Midomatsu	Tozomatsu	Shirahatamatsu	Kiriuematsu	Nameramatsu	Odomatsu	Hiyugamatsu	Mukamatsu	Modomatsu	Tsushimamatsu	Kirishimamatsu	Daisematsu
I 幹. main stem	通直	vertical	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	完満	equal diameter in upper, lower sides	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	高枝下	high to lower branch	○		○					○	○	○	○	○	○
	少節, 小節	little, small node	○		○			○		○		○		○	○
	少ないヤニ	little resin	○		○	○	○	○	○	○				○	○
	狭心材	narrow heartwood	○		○										
	広心材	wide heartwood		○	○		○	○						○	
	年輪齊一	annual ring with good order					○	○			○			○	○
	無偏心成長	impartial heartwood					○	○			○			○	
	木理通直	grain of wood, straight	○	○							○			○	○
材軽軟	wood, light, soft, easy work						○	○	○	○					
色沢良し	wood, lucid colour				○		○	○	○				○		
II. 樹皮, bark	下部亀状, 上部貝殻状	lower, tortoise shell: upper, shell					○	○	○	○	○			○	○
	下部センイ型, 上部サザナミ型	lower, fiber type: upper, rippling waves	○	○	○										
	下部暗褐色, 上部赤褐色	lower, dark brown: upper, red brown			○	○		○							○
	下部暗褐色, 上部紅色	lower, dark brown: upper, crimson							○	○					○
III. 枝, branch	少で細,	little, slender	○	○	○	○		○	○	○	○			○	○
	水平枝	level angle (60°)			○	○	○			○					
	鋭角	acute angle	○	○					○						
IV. 葉, leaf	濃緑色	dark green	○								○			○	
	淡緑色	light green		○	○			○	○						
	短, 弱	short, delicate			○	○		○							
	疎生	thin leaf			○	○		○							
V. 結実	fructification														
	少	little	○			○		○		○	○				
	小	small	○			○	○	○	○				○		○
VI. 成長度	growth														
	速い	speedy				○		○				○			
VII. 樹冠	crown														
	円錐形	conical	○	○	○	○					○	○	○		

有名松はそれぞれ、立地品種（気候品種，土地品種）であると考えられる。すなわちその環境に耐えるものだけが，換言すれば，その環境を最適として優占するものだけが，自然淘汰によって勝ちぬいてきたものであろう。すべて美林（天然生美林）である。本来，いちじるしく気候状態をことにした遠隔の土地に生育せる林木は，その性質を異にし，その性質は種子を通じて子孫に遺伝し，そのおもな相異点は生長量，生育期間，気候的障害に対する抵抗力，病菌に対する抵抗力および形態学的差異などあげられ，主としてその生理学的特性を異にすることから，これら有名松もその生育地を異にすることから，その性質を異にすることは当然であろう。林木育種の面からすれば，プラスの面，マイナスの面といろいろのものをかねそなえていることになる。

ときに，マツ類の品種改良の目的は次のように要約されよう。

- 生長のすみやかであること
- 枝張りの小さいこと
- 形質のすぐれていること
- 諸病虫害に抵抗力のあること
- 立地適応性のものであること

したがって，これらの目的を達成するには，上記有名松相互の類縁関係を正確に知り，しかるのちそのおたがいの優良特性をかねそなえるような新しい品種の造成の要がある。

なお，白旗松について佐藤は，針葉の解剖学的その他の性質からみて，*Pinus densiflora* × *Pinus Thunbergii* の性格をもったものと，*P. densiflora* の性格をもつものがあることを報告している¹³⁷⁾。しかし，白旗松を雑種とする説には中村^{97) 98)} は反対をとなえている。なぜなら，彼によるとタネをまいてクロマツの苗木が現われた例がなく，さらにアイノコマツらしい個体もみつからないが，もし普通のアカマツとことなる点があれば，雑種とするよりアカマツの一つのタイプとするのが妥当であるという。

中村（1940）は，いろいろな有名松について，そのタネの形態，色沢その他について検討したところ，それぞれ品種による絶対的な大きさ，樹冠上の着生位置，球果の大小や結実年度などにはほとんど関係がなく，大体一定の形状比をもつことをみとめている¹⁰¹⁾。

すなわち

白旗松，	：	モード	2.0
津島松，霧上松	：	〃	1.9
大道松，日向松	：	〃	1.8
茂道松，	：	〃	1.7

白旗松，津島松といった東北地方産のものが比較的大きく，抗毒性が小さく耐寒性が大で，茂道松などのクロマツ系は比較的小さいという。

針葉の解剖学的性質⁵³⁾と球果やタネの形態⁵⁴⁾などを比較すると，球果の形態は，霧島松は全体的に繊弱で，鱗片下面の露出部（菱形部）の横断面は薄く，その中央の臍状突起は隆起しており，日向松もだいたいこれと同じで，茂道松は全体がいくぶん粗く，クロマツとアカマツの中間的で，穆佐松はクロマツに類似しているようである。

永森，石井，牧坂（1960）は，*P. densiflora* と *P. luchuensis* と *P. insularis* の稚苗の栄養生長に対する光周性の差異について報告している⁹⁵⁾。それによると，*P. densifl-*

ora は長日性であって、*P. luchuensis* は中位、*P. insularis* は短日性であるという。

沢藤 (1960) は、アカマツ稚苗の光周処理試験をおこなっている¹⁴⁰⁾。それによると、北方産のもの、すなわち甲地松、御堂松、津島松は、より16時間日長による影響が大で、20時間、24時間連続光の影響はあまり大きくないのに比べて、南方産の霧島松、大道松は16時間より長い日長がより大きく影響するようであるという。

また、沢藤 (1959) は、アカマツ並びにリュウキュウマツ稚苗の光周処理試験をおこなっている¹⁴¹⁾。それによると、長日/短日の伸長比率をみると、南方産の大道松、霧島松は北方産に比べて大きく、このことは長日処理に対して、南方産がより大きく反応して伸びたものであり、いわゆる長日性であるようだ。リュウキュウマツも割合に長日性である。

永森、石井、牧坂 (1959) は、アカマツ、並びにリュウキュウマツ稚苗の光周性について研究し、次のように報告している⁹⁶⁾。材料は、甲地マツ、大道マツ、霧島マツ、リュウキュウマツその他で、主軸長、苗生重、地下部風乾重、T/R率はともに日長の増加につれて増大し、リュウキュウマツは他のマツより大で、南方産は北方産より大であるという。ここにいう北方産とは甲地松であり、南方産とは霧島松、大道松である。

3. 実験その I

(1) 材料

日本産有名松類のうち、第29図に示すようなものの種子をあつめて実験をおこなった。なお、これらマツ類の母樹の外部形態並びに内部形態的判別を試みてみたところ第12表に示すような結果をえた。実験したのは、1965年の秋であり、第29図の数字は、種子の採集年であり、() 内の数字は母樹齢である。

第 12 表. 形 態 的 分 析
Table 12. Morphological analysis

		樹 齢 tree-age	scoring	
御堂マツ	Midomatsu	54	5	
東山マツ	Tozanmatsu	60	4	
茂道マツ	Modomatsu	20	23	クロマツ <i>P. Thunb.</i>
霧上マツ	Kiriuematsu		6	
津島マツ	Tsushimamatsu	50	3	
滑マツ	Nameramatsu	120	0	アカマツ <i>P. densi.</i>
侍浜マツ	Samuraihamamatsu		5	
大道マツ	Odomatsu		0	アカマツ <i>P. densi.</i>
リュウキュウマツ	<i>P. luchuensis.</i>	20	24	クロマツ <i>P. Thunb.</i>

(2) 血清学的実験

抗原液の作成は、前の実験におけるものと全く同じようにしておこなった。

抗血清は、前実験において得られた茂道松、侍浜松の両抗血清を本実験でもそのまま使用した。

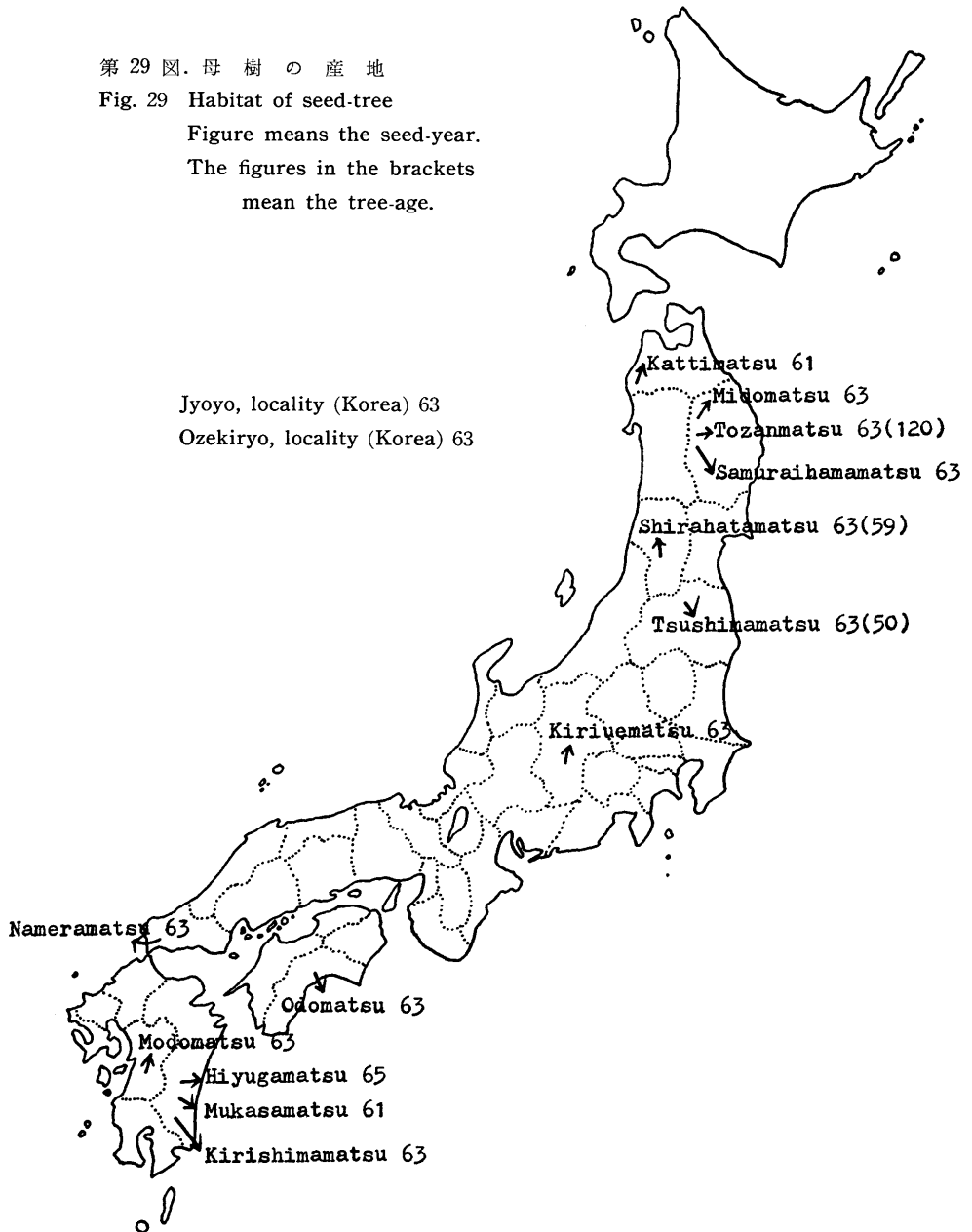
抗原抗体反応は松井の変法によっておこなった。各抗原は、すべてクボミに蛋白質量15 mg/ml の液 0.2ml をあて、下の抗体用のクボミには抗血清 0.2ml を入れた。このよう

第29図. 母樹の産地

Fig. 29 Habitat of seed-tree

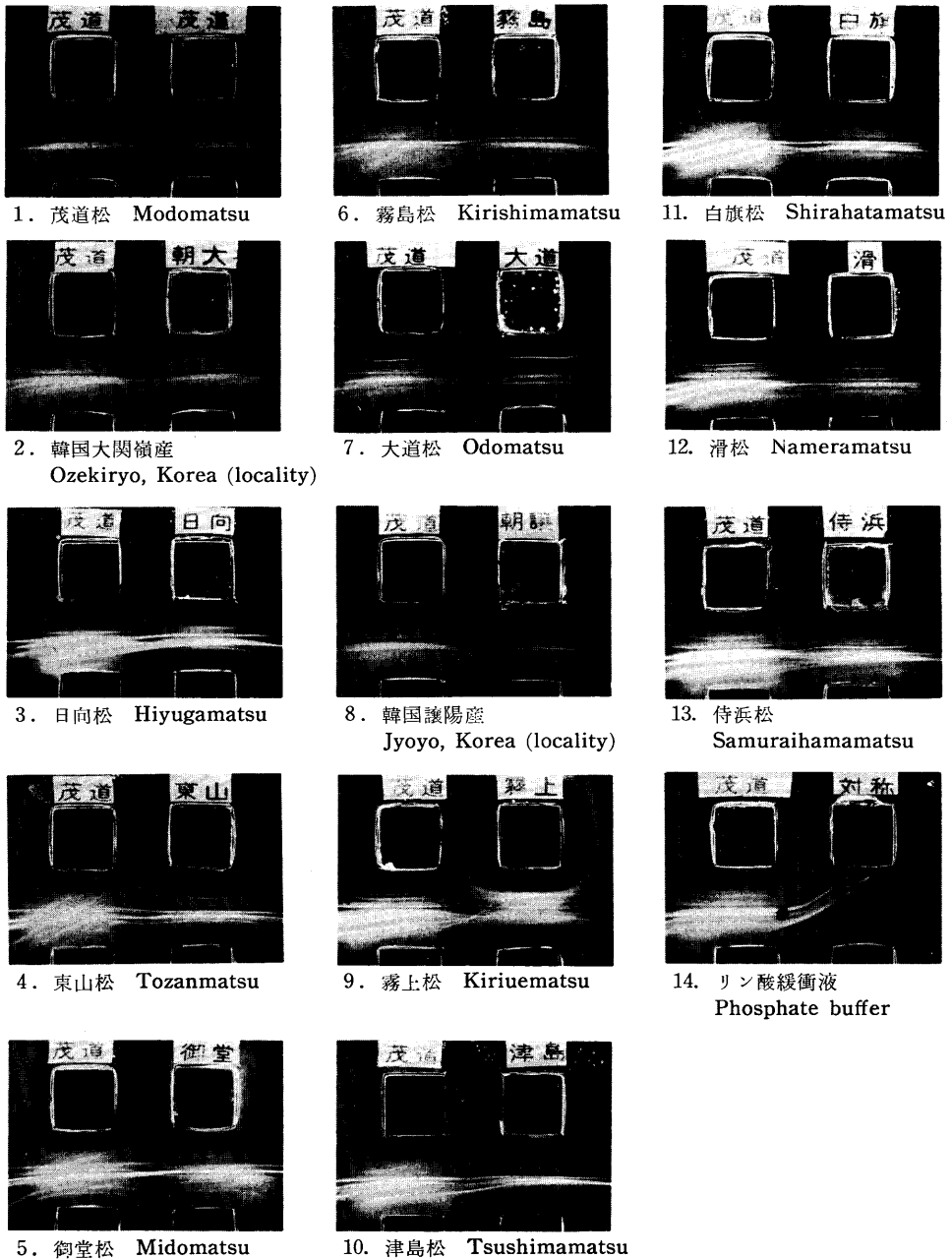
Figure means the seed-year.

The figures in the brackets mean the tree-age.



にしてえられた抗原抗体反応のパターンは、第30図、第31図に示してある。すべてその順序は、近縁なものから順にならべてある。

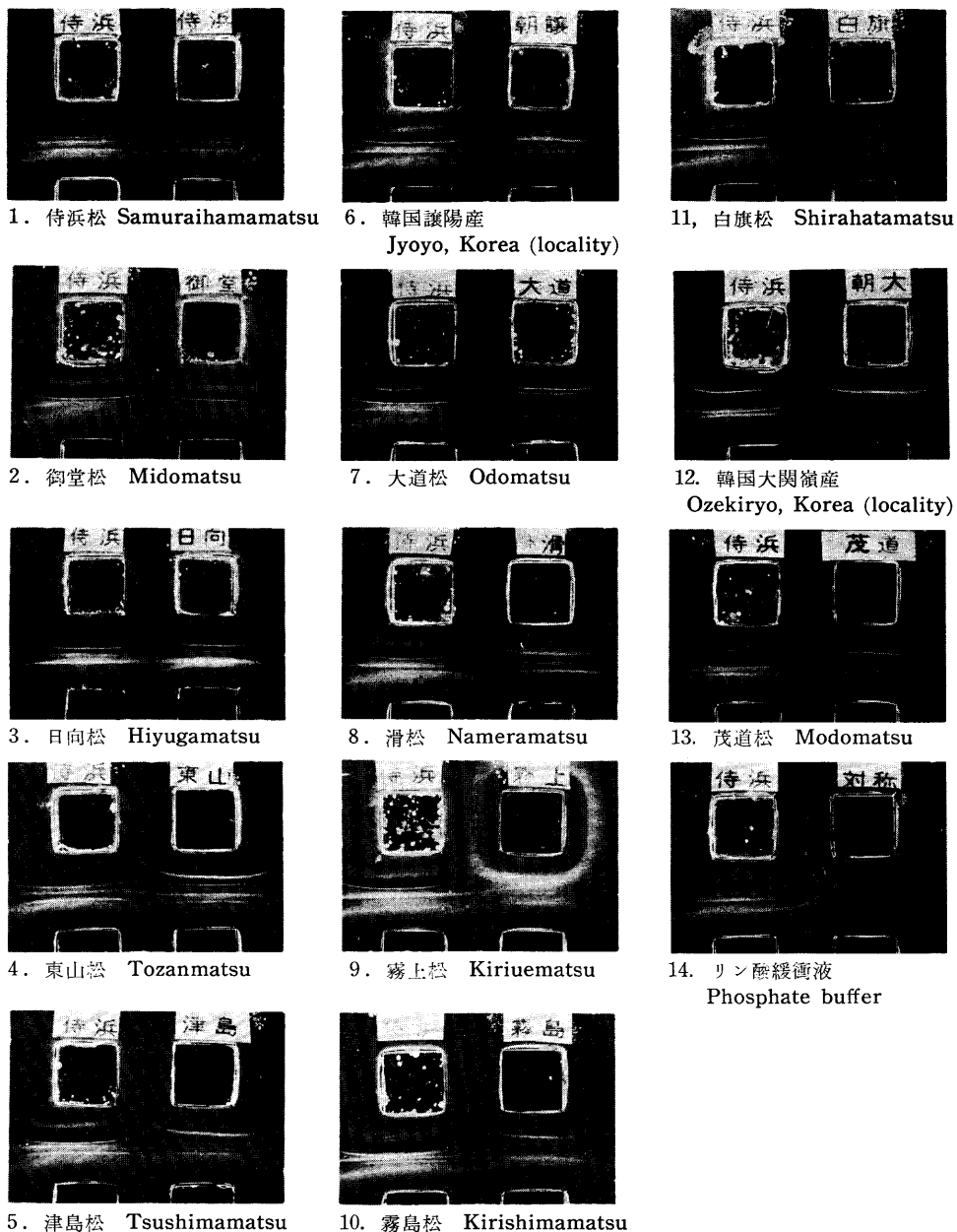
まず第30図の1～3図のパターンは、おたがいに major line を共有し、minor line も共有している。4図と5図になると、major line のうち、一部かすかながら共有のみ見られないものが出てきて、6図となると、あきらかに major line の共有のみ見られないもの



第 30 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. 30. 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 two basins.



第 31 図. 異種抗原間の反応図

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 個のクボミには侍浜松の抗血清を入れた場合の反応図

Fig. 31 Reaction patterns between two different antigens: Plate charged with Samuraimatsu antigen to the left side upper basin, various antigens to the right side upper basin, anti-"Samuraimatsu" serum to the lower two basins,

が出てくる。ただし、13図になっても2本の共有しない line は出てこなかった。したがって、これらはすべて著者のいう「種」内差異の段階であるといえるようである。

第31図の1～3までのパターンは、おたがいに major line を共有し、minor line をも完全に共有している。4図もほぼ近似のパターンといえる。5図になると、major line のうち1本の量的に差異のあるのがみとめられるようになり、これは7図以後になって、一層あきらかとなってくる。13図の茂道松の場合のパターンは、あるいは5図の津島松の次に入れた方がよいともいえるようなパターンをしている。

これら、第30図の茂道松の抗血清に対するパターン、第31図の侍浜松の抗血清に対するパターンをそれぞれ近縁なものから表示すると、第13表のようになる。これによると、茂

第13表. 各種抗原抗体反応の解析

Table 13. Analysis of various antigen-antibody reaction patterns

抗原 antigen	抗血清 antisera	茂道マツ Modomatsu	侍浜マツ Samuraihamamatsu
茂道マツ	Modomatsu	1	11
御堂マツ	Midomatsu	4	2
日向マツ	Hiyugamatsu	2	3
侍浜マツ	Samuraihamamatsu	11	1
津島マツ	Tsushimamatsu	8	5
霧島マツ	Kirishimamatsu	5	9
白旗マツ	Shirahatamatsu	9	10
大道マツ	Odomatsu	6	6
滑マツ	Nameramatsu	10	7
東山マツ	Tozanmatsu	3	4
霧上マツ	Kiriuematsu	7	8

道松に近いものとして日向松、東山松、最も遠いものとして侍浜松、滑松、白旗松となっている。一方、侍浜松に対しては近いものとして御堂松、日向松、遠いものとして茂道松、白旗松、霧島松となっている。しかし、さきの実験において各種マツ類の系統類縁関係をみるためには、茂道松の抗血清に対するものがすぐれており、侍浜松の抗血清に対するパターンは、その類縁反応に疑わしい点のあることを報告しておいたが、本実験においても、侍浜松の抗血清に対するパターンによる判別は、不明瞭をまぬがれなかった。

(3) 考察

a. 外部形態による類縁関係と血清学的類縁関係との相関について

第13表に示した茂道松抗血清に対する各種有名松類の類縁関係の順位は、第12表における形態による採点結果とは必ずしも一致をみないようである。しかしながら、大ざっぱにみるならば、相関がないとはいちがいにいえないようである。第12表においては、供試材料のうち1部しかデータが出されていないので、はっきりしたことはいえないようである。たださきの実験、すなわちアカマツ、アイマツ、クロマツといった一連のマツ類の形態学的判別と血清学的類縁関係との比較において、茂道松の抗血清に対しては、すこぶる高い相関のあることを立証していることから、相関性はあるものと考えられる。

4. 実験そのII

(1) 材料と血清学的実験

著者は、前実験のほかに、次のような実験をおこなってみた。¹³¹⁾。

第14表に示してあるような日本産有名松類その他の種子の蛋白質を材料とし、免疫原用としては酒田産クロマツ（山形県）、福岡産クロマツの両クロマツ、大曲産アカマツ、霧島松の両アカマツをあて、抗体産生用動物は、家兎を用い、各免疫原ごとに5匹ずつあてて、各日本産有名松類の相互類縁関係を検した。

第14表. 供試材料
Table 14. Materials

系 統 strain	産 地 habitat	採 種 年 seed-year
大曲産アカマツ <i>P. densi.</i> (Omagari)	秋田県 Akita prefec.	1960
酒田産クロマツ <i>P. Thunb.</i> (Sakata)	山形県 Yamagata prefec.	1960
霧島マツ <i>Kirishimamatsu</i>	宮崎県 Miyazaki prefec.	1961
福岡産クロマツ <i>P. Thunb.</i> (Fukuoka)	福岡県 Fukuoka prefec.	1960
茂道マツ <i>Modomatsu</i>	熊本県 Kumamoto prefec.	1960
御堂マツ <i>Midomatsu</i>	岩手県 Iwate prefec.	1960
日向マツ <i>Hiyugamatsu</i>	宮崎県 Miyazaki prefec.	1961
東山マツ <i>Tozanmatsu</i>	岩手県 Iwate prefec.	1960
白旗マツ <i>Shirahatamatsu</i>	山形県 Yamagata prefec.	1960
霧上マツ <i>Kiriuematsu</i>	長野県 Nagano prefec.	1960
大道マツ <i>Odomatsu</i>	高知県 Koti prefec.	1959
甲地マツ <i>Kattimatsu</i>	青森県 Aomori prefec.	1961
滑マツ <i>Nameramatsu</i>	山口県 Yamaguti prefec.	1961
穆佐マツ <i>Mukasamatsu</i>	宮崎県 Miyazaki prefec.	1961
津島マツ <i>Tsushimamatsu</i>	福島県 Fukushima prefec.	1961
侍浜マツ <i>Samuraihamamatsu</i>	岩手県 Iwate prefec.	1961
チョウセンゴヨウシヨウ <i>P. luchuensis</i>		1961

各種子を乳鉢で砕粉，粉末になったところで，エチルエーテルでソックスレー装置を用いて脱脂し，1週間後完全に脱脂されたあとエーテルを除去，再度砕粉，その粉末を褐色ビンに保存して，実験のつど取り出して使用した。注射に際しては，免疫原用種子粉末を0.9%生理的食塩水に一夜浸漬，東洋ロシ N0.2 でロカ抽出した。

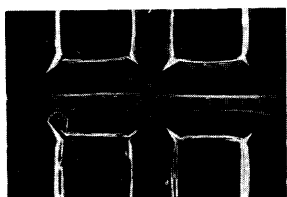
免疫法も上述の実験とはことなり，次のようにしておこなった。その0.9%生理的食塩水抽出蛋白質液を1週2回の割合で，2か月間，体重2kgをこえる家兎の耳静脈に注射して家兎に抗体を産生せしめ，良質抗体の産生をみたものをえらんで全採血し，常法によって血液を処理し，抗血清をうるに至った。

寒天層は methylorange, agar, NaCl, NaN₃, および蒸留水を混合して作った寒天により作成し，クボミの深さは，3mm. 1辺の長さは10mm，クボミ間の距離は9mmと13mmで，そのクボミの1個の容量は0.2mlである。

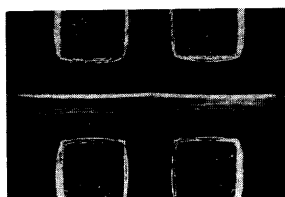
各抗原抽出液は，0.9%の生理的食塩水を外液にして，72時間 Visking tube によって透析したのち，その窒素含量を0.09 mg/0.2ml に統一したものを抗原として用いた。なお，抽出および透析は0～4℃のもとでおこなった。これらの抗原と抗血清を寒天プレ

ートに入れて、37°Cに保ち、20日後に調査し、これを各種抗原抗体反応による各種抗原の類縁関係の判別に供した。

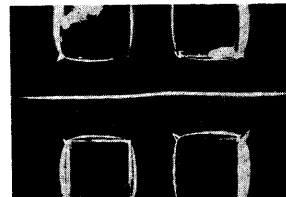
その結果、酒田産クロマツ、福岡産クロマツ、霧島松、大曲産アカマツ4種類の免疫の結果は、その抗血清の質のよいのが得られたのは、酒田産クロマツ、福岡産クロマツの両クロマツであって、ことに酒田産クロマツの抗血清はすぐれていた。しかるに、ここでは、この酒田産クロマツ抗血清と各種抗原との間にもとめられた各種パターンを第32図、第33図に示しておいた。第32図の各プレートは、すべてその4つのクボミのうち下の2つのクボミには酒田産クロマツの抗血清、上の右のクボミには、あまざまな比較のための抗原、上の左のクボミには、酒田産クロマツの抗原をそれぞれセットした場合のパターンである。ただし、19図は上の2つのクボミは酒田産クロマツ抗原、下の左は酒田産クロマツの抗血清、下の右には正常家兔血清を入れてある。第32図の場合は、1図は左の下から順に、酒



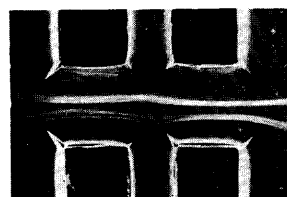
1, 酒田産クロマツ
P. Thunbergii (Sakata, locality)



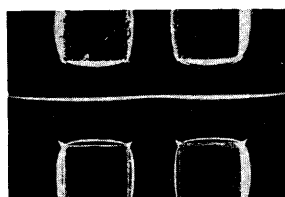
5. 日向松 Hiyugamatsu



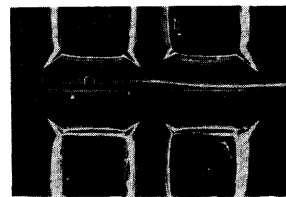
9. 津島松 Tsushimamatsu



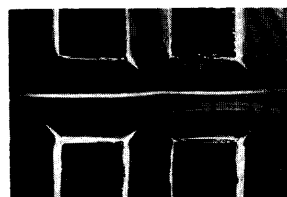
2. 福岡産クロマツ
P. Thunbergii (Fukuoka, locality)



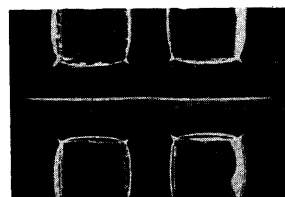
6. 東山松 Tozanmatsu



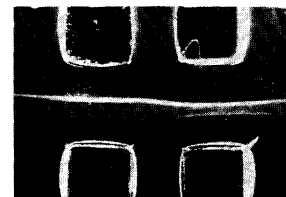
10. 霧島松 Kirishimamatsu



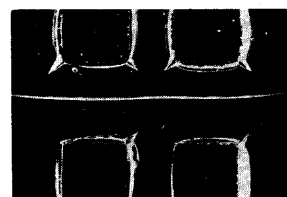
3. 茂道松 Modomatsu



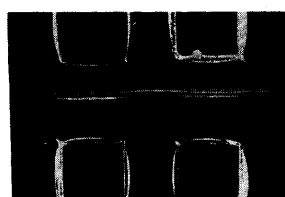
7. 白旗松 Shirahatamatsu



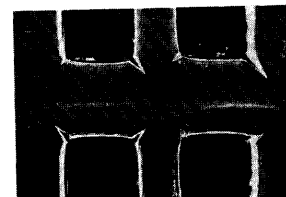
11. 霧上松 Kiriuematsu



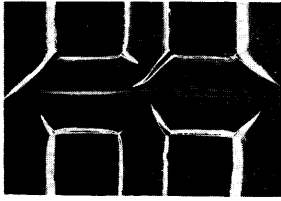
4. 穆佐松 Mukasamatsu



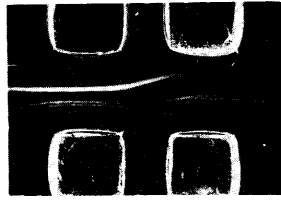
8. 御堂松 Midomatsu



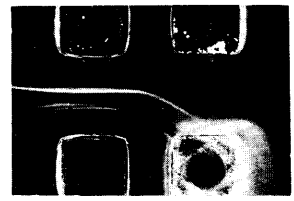
12. 甲地松 Kattimatsu



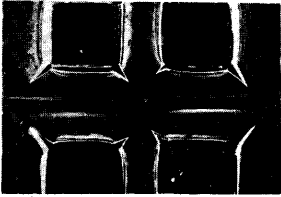
13. 大曲産アカマツ
P. densiflora (Omagari, locality)



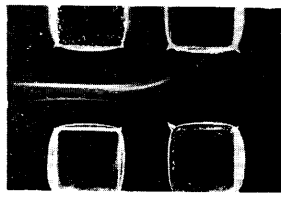
16. 滑松 Nameramatsu



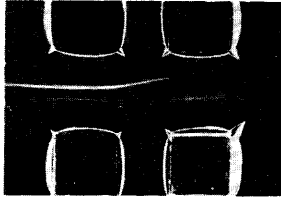
19. 正常家兎血清
Normal serum



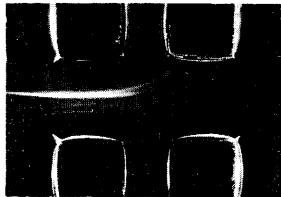
14. 大道松 Odomatsu



17. 朝鮮五葉松 *P. koraiensis*



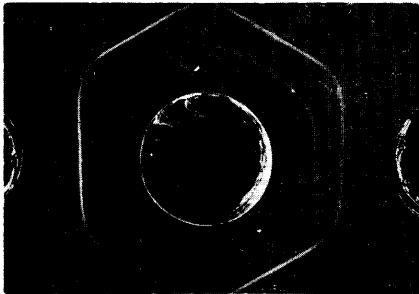
15. 侍浜松 Samuraihamamatsu



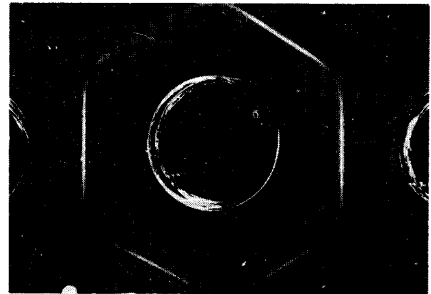
18. 0.9%生理的食塩水
0.9% Physiological saline solution

第32図. 異種抗原間の反応図, 各プレートは, 左上のクボミに酒田産クロマツの抗原, 右上のクボミにさまざまな抗原, 下の2個のクボミには酒田産クロマツの抗血清を入れてある。ただし, 第19プレートは上の2個のクボミに酒田産クロマツの抗原, 下左のクボミにその抗血清, 下右のクボミには正常家兎血清を入れてある。

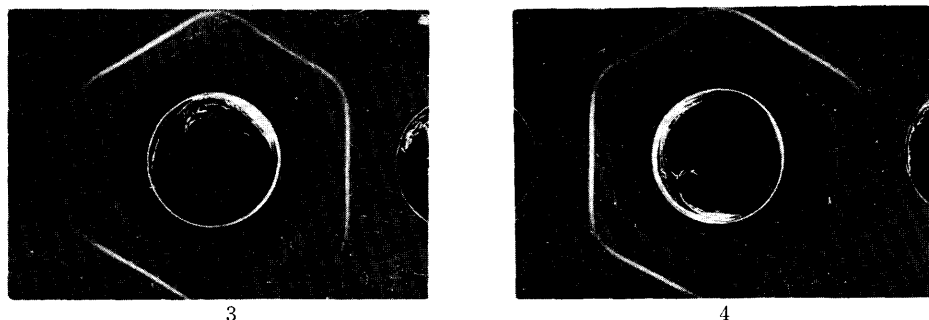
Fig. 32 Reaction patterns between two different antigens: Plates charged with *Pinus Thunbergii* (Sakata, locality) antigen to the left side upper basin, various antigens to the right side upper basin, anti-“*P. Thunbergii* (Sakata, locality)” serum to the lower two basins. But, Plate 19 charged with *P. Thunbergii* antigen to the upper two basins, anti-“*P. Thunbergii*” serum to the left side lower basin, normal serum to the right side lower basin.



1



2



第33図. 6種類の抗原間の反応図, 各プレートは, 中央のクボミに酒田産クロマツの抗血清, 左下のクボミに酒田産クロマツの抗原を入れてある。この酒田産クロマツのクボミから右まわりに, 第1プレートは福岡産クロマツ, 茂道松, 穆佐松, 東山松, 霧島松の抗原を入れ, 第2プレートは, 日向松, 大曲産アカマツ, 甲地松, 霧島松, 津島松の抗原, 第3プレートは, 侍浜松, 白旗松, 大道松, 御堂松, 滑松の抗原, 第4プレートには, 白旗松, 大道松, 御堂松, 滑松, 朝鮮五葉松の各抗原を入れてある。

Fig. 33 Reaction patterns among six antigens: All plates with anti-“*P. Thunbergii* (Sakata, locality)” serum to the center basin, *P. Thunbergii* (Sakata, locality) antigen to the left side lower basin; Revolving from this *P. Thunbergii* antigen to the right side, Plate 1 charged with *P. Thunbergii* (Fukuoka, locality), Modomatsu, Mukasamatsu, Tozanmatsu and Kirishimamatsu antigens, Plate 2 charged with Hiyugamatsu, *P. densiflora* (Omagari, locality), Kattimatsu, Kirishimamatsu and Tsushimamatsu antigens, Plate 3 charged with Samuraimamatsu, Shirahatamatsu, Odomatsu, Midomatsu and Nameramatsu antigens, Plate 4 charged with Shirahatamatsu, Odomatsu, Midomatsu, Nameramatsu and *P. koraiensis* antigens.

田産クロマツ, 福岡産クロマツ, 茂道松, 穆佐松, 東山松, 霧島松と右まわりに重ねてある。2図は, やはり左の下から右まわりに順に, 酒田産クロマツ, 日向松, 大曲産アカマツ, 甲地松, 霧島松, 津島松, 3図は, 左の下から右まわりに, 酒田産クロマツ, 侍浜松, 白旗松, 大道松, 御堂松, 滑松, 4図は, 同じく酒田産クロマツ, 白旗松, 大道松, 御堂松, 滑松, 朝鮮五葉松と順に入れた場合のパターンである。

福島, 松井 (1959)³⁹⁾ は, 「種」内分化の段階, 「種」を異にする場合のそれぞれについて前述したように定義しているが, これによって, この第31図を解析すると, 1図は完全に同様かつ等間隔の precipitate line を共有しているので, 「種」内分化の段階に相当する。もちろん, 両者の抗原がまったく同じ場合でもあり, perfect identity の場合である。6図の東山松あたりまでは, これをすべて perfect identity といってもよいようである。ところが9図の津島松のあたりになると, 両者ともに, major line を共有するが, minor line に質的量的差異が現われてきている。これらもやはり「種」内分化の段階に相当するが, 1図と9図を比べると, 1図, 2図の方が, 酒田クロマツに対してより近縁な関係にあるといえる。16図は, major line を共有せず, minor line は類似のものを共有している。ゆえに「種」を異にする場合に相当する。17図についても同じことがいえるようである。18図, 19図は対照区であって, major line, minor line とともに共有がみられない。反応はまったくマイナスである。第32図においても, 各抗原間の類縁関係において, 第31図でえられた知見をうらづけるような結果がえられている。すなわち, 第32図の3図においては, 滑松, 侍浜松において, その major line を欠き, 4図においては, 滑松, *Pinus koraiensis* のところで, major line を欠いているのがあきらかである。

この判別法すなわち福島、松井らの判別法によって、それぞれのパターンを比較検討した結果の詳細は他の報告にもつてあるが、そのうちからおもなものをあげると、酒田産クロマツに対して、血清学的に「種」内差異に相当するものとして、茂道松、穆佐松、日向松、東山松、白旗松、御堂松、津島松、霧上松および甲地松などをあげることができること、そしてなかでも茂道松、穆佐松、日向松、東山松などは、ことさら酒田産クロマツに対してより近縁なものであって、白旗松、御堂松、津島松、霧上松、甲地松などは、これよりは遠縁の部類に入れることができるようである。また、「種」間差異に相当するものとしては、侍浜松、滑松および朝鮮5葉松をあげることができ、ことに滑松はアカマツの顕著なものとされているが、それが種子蛋白質の種属特異性による血清学的手段によっても証明されている。また朝鮮5葉松は日本産有名松類とはまったく疎縁であることが証明されている。これは *Diploxylon* と *Haploxylon* といった分類学上の知見とも一致するものであるといえる。また、クロマツの最右翼として茂道松があげられることがこの実験でわかった。これら各種の結果を、ひとまとめにして表示したのが、第15表である。

第15表. 抗酒田産黒松血清に対する各種抗原抗体反応図の解析
Table 15. Analysis of various precipitate patterns for anti-*P. Thunbergii* (Sakata, locality) serum

I. 種内差異 Intra-specific differences	酒田産クロマツ <i>P. Thunbergii</i> (Sakata)	クロマツ <i>P. Thunbergii</i>
相同の場合 identity	福岡産クロマツ <i>P. Thunbergii</i> (Fukuoka)	
hold the major and minor components in common	茂道マツ Modomatsu 穆佐マツ Mukasamatsu 日向マツ Hiyugamatsu 東山マツ Tozanmatsu	アイマツ <i>P. densi-Thunbergii</i>
II. 種内差異 Intra-specific differences	白旗マツ Shirahatamatsu 御堂マツ Midomatsu 津島マツ Tsushimamatsu 霧島マツ Kirishimamatsu 霧上マツ Kiriuematsu 甲地マツ Kattimatsu	二葉松 <i>Diploxylon</i> アカマツ <i>P. densiflora</i>
I. 種間差異 Inter-specific differences	大曲産アカマツ <i>P. densiflora</i> (Omagari) 大道マツ Odomatsu 侍浜マツ Samuraihamamatsu 滑マツ Nameramatsu	

II. 種間差異
Inter-specific differences
do not hold the major and
minor components

チョウセンゴヨウシヨウ
P. koraiensis

三葉松
Haploxyton

なお、この実験において、抗原液として生理的食塩水による抽出液をそのまま使用すると、第34図のように寒天層のクボミの周囲に白枠を発生して、反応帯の形成をすこぶる不明瞭にし、抗原抗体反応のパターンの解析をむずかしくするという問題が生じたが、これは原液を透析することによりとりのぞくことができた。しかしながら、3日間にわたる透



第34図. 完全相同の反応図

上の2個のクボミに非透析のクロマツの抗原液 0.2ml ずつを入れ、下の2個のクボミには、それぞれクロマツの抗血清を 0.2ml ずつ入れた場合の反応図。

Fig. 34. Reaction pattern of perfect identity: Plate charged with 0.2ml of anti-*Pinus Thunbergii* (Sakata, locality) serum in the same concentration to the lower two basins, 0.2 ml of *P. Thunbergii* (not dialyzed) antigen in the same concentration to the upper two basins.

析にもかわらず、完全にこれを除去することはできなかった。これはおそらく透析を完全におこなえば、とりのけることができるものと思われる。この白枠を形成する物質は、Visking tube を通り抜けるような低分子物質であるともいえるが、ヨード反応の結果ではその反応はマイナスであったので、澱粉質のものでないことはたしかめられた。この白枠の発生をきたす原因として、通常、pH の高低が考えられるのであるが、これによるものでもないようである。

また、ここでは抗原液の窒素含有量を 0.09mg/0.2ml として抗原抗体反応に供したのであるが、抗原液の窒素の濃度を高めることによって、より明瞭な多数の line を有するパターンが現われることがわかった。その適当な濃度は、窒素量 0.5mg/0.2ml 前後にあると推定した。生理的食塩水によって蛋白質を抽出した場合、その抽出液は濃縮がまったくできないで、抗原液の窒素濃度、すなわち蛋白質濃度を高めることができなかった。これは食塩の存在によるものであった。

(2) ツギキ実験

著者は、これら供試マツ種子のうち、茂道松、大道松、霧島松、白旗松、津島松の5種類の種子を播種育苗して、ツギキ実験をおこなった。台木はすべて茂道松で、ツギキを実施したのは、1964年2月14日であり、穂木、台木はすべて1962年3月16日に播種し育苗したものをを使用した。供試種子は、穂木の方が、血清学的実験に用いられたものとまったく同じものが用いられた。

ツギキの方法は、割接で、しかも移接をおこなった。ツギキの組合せは、茂道松—茂道松、茂道松—大道松、茂道松—霧島松、茂道松—白旗松、茂道松—津島松の5種類とし、

なお反復は 20 であった。

この結果は第16表に示すとおりであり、1964年8月31日現在の記録である。なお、それ以上翌春に至ってもその結果に異常はみとめられていない。第16表からわかるように、ツギキ活着率の良好であったのは、茂道松—茂道松で、最も悪かったのは茂道松—大道松であった。

第 16 表. 接 木 実 験 の 結 果

Table 16. Results in Grafting Test

組 み 合 せ Combination		活 着 Survival	
台 木 Stock	接 穂 Scion	個 数 体 Number	百 分 率 Percentage
Modomatsu	Modomatsu	16	80(%)
Modomatsu	Odomatsu	6	30
Modomatsu	Kirishimamatsu	15	75
Modomatsu	Shirahatamatsu	13	63
Modomatsu	Tsushimamatsu	5	75

このツギキ実験の活着率を前述の種子蛋白質の種属特異性による血清学的実験におけるマツ類の類縁度と比べてみたとき、このツギキの活着率の良否は、少しばかり血清学的類縁性とは一致をみていない点がみとめられる。すなわち、茂道松—茂道松の組合せで一番よい結果をみたのは当然であるし、また茂道松—大道松の組合せで、いちばん悪い活着率をみているのも血清学的実験の際にえられた結果とよく一致をみているわけで興味のあるところであるが、他の霧島松、白旗松、津島松の3者は、血清学的実験においては種内差異の第2グループに入れられているが、それがツギキ活着率において、津島松のみ2者と比べて非常に劣っている。これが本来の姿であるのか、あるいは人為的操作に由来するものであるのか、さらに次の実験に待たねばならない。

(3) 考 察

いちおう、以上の結果によって、マツ類に関するかぎり、マツ類全体の系統類縁関係の追求の手段として、この血清学的手法の利用はきわめて有利な方法であるかもしれないというあかるい期待がもたれるに至った。さらに、この実験は、家兎の耳静脈注射により抗体を産生せしめて実験をおこなったのであるが、その抗原抗体反応の各種パターンの解析において、福島、松井(1959)の定義をそのまま利用しての解析が可能であり、彼らの定義には十分な信頼性のあることがわかった。

なぜならば、彼らの定義による判別が、育林学的知見ともよく一致をみているからである。

5. 総 合 考 察

(1) 耳静脈注射による抗血清を用いた抗原抗体反応とアジュバント法による抗血清を用いた抗原抗体反応の結果との比較

品種間差異、種内差異といったごく近縁なものの相互の類縁関係を検する際には、耳静脈注射によってえられた抗血清を用いて抗原抗体反応をしらべた方が有利である。一方、種

間差異、属間差異といった非常に緑の遠いもの相互間の類縁関係を検するためには、むしろ FREUND のアジュバント法によって作成された抗血清によって実験をおこなった方が有利であると考えられる。種内差異の段階での各種抗原の類縁関係の判別にアジュバント方式による抗血清を用いると、その判別が非常にやっかいである。

耳静脈注射方式によってえられた茂道松の抗血清に対する各種マツ類の類縁関係において、その茂道松に近いものとして、穆佐松、日向松、最も遠いもの、すなわち種を異にするものとして滑松、侍浜松、大道松などをあげることができたわけであるが、アジュバント方式においても、この結果とほぼよく一致をみているとよいようである。ただ例外として、白旗松は類縁性の遠い場合に属するような結果がえられている。

(2) タネの形態、色沢その他と血清学的類縁関係との比較

さきのべたとおり、中村(1940)は、いろいろな有名松類について、そのタネの色沢、形態その他について検討したところ、それぞれ品種による絶対的な大きさ、樹冠上の着生位置などに関係がなく、だいたい一定の形状比をもつことをみているが⁹⁹⁾、それによると茂道松は小さく、白旗松は大きな数字が出ているが、この結果と第15表に示した血清学的類縁関係とはよく一致をみた。したがって、タネの形態と色沢とは高い相関がみとめられるようである。

(3) 生育地上の相関について

第13表に示した類縁関係の順位は、各有名松の生育地の地理的分布と照合するとき、なかには九州の熊本茂道松を対象としてそこからの遠近距離とだいたいにおいて相関のみとめられるものがある。すなわち御堂松、滑松、東山松の3者をのぞけば、ほとんど九州からの距離と、血清学的な類縁度との間に相関がみとめられた。このことは、一方において御堂松、東山松の両アイアカマツの血清学的な特異性を示すものとして興味のあるところである。すなわちアイアカマツでありながら、各アイアカマツとしての有名松の多いなかで、とくに茂道松と比較的に近い関係にあることである。滑松は完全にアカマツであるところから、その生育地とは無関係に遠縁関係にあるのであろう。

さらに高次の実験を重ねる必要があるが、いちおう植物の形態の示す類縁関係と、蛋白質の示す種属特異性による類縁関係との間には、比較的高い相関がみとめられたことから、血清学的識別法は、その種属特異性に関する実験において、すこぶる有利な方法であるといえる。ことに材質の早期検定に応用できそうである。遺伝学においては、細胞質、染色体、その他が関与するが、植物体を蛋白質のレベルでその種属特異性から把握することは、将来、育種学の分野において寄与するところ大なるものがあると考ええる。

植物の類縁関係のほかに、発芽過程における蛋白質の変遷、環境変異による蛋白質の異同、放射線障害による蛋白質の質的量的変化などの問題を究明するのに、この手法はきわめて有利な手段である。なぜなら、ことにマツの場合には、他花受精であるだけに、そのタネが母樹の性質をそのまま受けついでいるわけではないので、これらマツ類の類縁関係をみても、そこにおよその見当しかつけられないが、発芽過程、環境の変異、放射線障害などといった問題に対しては、すべて同じ母樹のタネを材料として供試できることで、そこに出てくる結果に母樹による差異をみることなく信頼するに足るデータをうることができるからである。