

## マツ属の開花に関する研究（Ⅱ）

### 外国産マツ属の開花期

中井 勇・大島 誠一・藤本 博次  
加藤 景生

#### はじめに

マツ属の交雑育種を進める上で重要な問題点のひとつは、それぞれの種の開花時期を的確に知り、予測可能にする事である。この予測は組合せ交雑の実施計画を容易にするばかりでなく、マツ属の開花特性を知る上で有益な情報となる。また、それぞれの種の開花特性は、マツ属の分布と種分化の経緯を知る手がかりとなるかもしれず、重要な問題を含んでいる。

植物は一般に、生育するそれぞれの環境条件に適応した生活リズムを獲得している。例えば、樹木の花芽は夏から初秋にかけて分化形成され休眠期に入る。その後、冬の寒さによって休眠が破られ、暖くなる春に開花する種が多い<sup>1)</sup>。しかし、同じ種でも生育環境を異にする場合、これらのリズムは時期的なズレを生じ、高山帯等に分布する種は夏になって一斉に開花するなど、生活リズムの獲得様式が種によって異なっている。こうした獲得様式のちがいは、種ごとの遺伝的特性の他、温度、日長などの環境要因によって影響を受けている。

北半球の高緯度地方に起源し、時代の経過と共に種分化を伴いつつ低緯度地域に分布を広げてきたマツ属でも、花芽は夏から初秋に分化形成され<sup>2)</sup>、休眠芽（冬芽）をつくり、冬を過ごしたのち暖くなる春に開花する。

筆者ら<sup>3)</sup>は、先にわが国の主要樹木であるクロマツ、アカマツの開花時期を知るため、開花時期の年変動、地域差、標高差などについて、気温との関係から検討した。その結果、開花時期は同一の種でも、生育する地域の垂直的、水平的広がりにおいて、暖かい地域から寒い地域への傾斜（遅れ現象）がみられ、寒い地域では、暖かい地域より低い日積算温度で開花する現象を明らかにした。また、世界各地に分布生育するマツ属数種の開花時期について調べ、開花時期のちがいを温度要因から検討した<sup>4)</sup>。この結果によれば、寒い地域に分布する種は、暖かい地域に分布する種に比べて開花期までに、より大きな積算温度を必要としているらしい。この結果は、アカマツ、クロマツの種内で認められた現象<sup>3)</sup>とは異なる傾向を示すもので、マツ属の種分化に関連して、興味ある性質である。

本報告はマツ属の開花に関する研究の続報として、上賀茂試験地で育成している外国産マツ属の開花調査結果に基づき、開花時期およびその時期までの温度要因に関して分析し、種分化に関連してとりまとめたものである。本研究は京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地におけるマツ属の生育に関する一連の調査結果であり、試験地職員との協力のもとに育てられた材料を調査したものである。報告をまとめるに際して、職員諸氏に謝意を表す。なお、この調査の一部は日本林学会関西支部大会<sup>5)</sup>で公表した。

## 調査方法

調査した種はすべて、京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地（北緯35°04'東経135°45'，標高140m付近）で育成している硬松類（*Diploxylon*）22種と軟松類（*Haploxylon*）7種を対象とした。開花期の決定は種ごとに数本の調査木を選んで、ほぼ一定方向の樹冠中央付近の雄花の花粉飛散最盛期と雄花の熟度の両面から行い、平均的な値として求めた。

調査は、1976年から1984年（1977年を除く）の8年間である。マツ属の開花期と花木類の生物季節学的な関係を知るため、1982年から1984年にソメイヨシノなど28種の花木類の開花期を調べた。調査した年の気温は、当試験地の観測資料に基づいているが、平均気温は定時観測値でなく、日最高、最低気温を平均化した値を採用した。開花期と気温の検討は前報<sup>3)</sup>と同様の方法で行った。なお、この報告で使用した日積算温度は、日平均気温から5℃を差し引いて積算した、いわゆる温量指数（℃・日）の一種である。マツ属の原産地の暖かさの指数（℃・月）は各種の分布地域内および、その付近の気象観測資料と分布高度から、温度定減率-0.55℃/100mを仮定して求めた。

## 結果と検討

### 1) マツ属の雌雄花の着生部位と開花

マツ属の花芽は、ソメイヨシノやユメなどのように花芽を前年度に伸長した枝に直接的に着生し、花芽と葉芽の区別が容易に判定できるなどの特性をもたない。マツ属は、1生育シーズンに1枝階をつくる単節型と数枝階をつくる多節型に生長する伸長型に関係なく、暖かくなる初春に冬芽が伸長を始め、その冬芽内で花芽を発達させる。このため、雌雄花の露出時期は、主、枝軸の伸長生長と関係深く、開花期は一般の花木類に比べると遅い傾向がある。主軸の伸長型によって異なるが、雌花はおおまかにみて、伸長生長が完了時の生長量に対して30~50%にあらわれ始め、50~80%時点で成熟する。雄花がロゼット状に着生する種では外見的に早い時期に見分けられるが、円筒状に着生する種では、主、枝軸の伸長にともなうことから早期には見分けにくい。形態形成した雌花は、枝の発生する部位に、雄花は葉の展開する部位に形成する。さらに、詳しく主軸伸長型<sup>7)</sup>と雄花の着生部位をみると、単節型の種（*Pinus thunbergii*, *P. densiflora*, *P. strobus* など）では、主、枝軸の先端に着生し（頂生）、多節型の種のテーダマツ型（*P. taeda*, *P. elliottii*）では1枝階目に着生し（側生）、バンクスマツ型（*P. banksiana*, *P. contorta*）では多くの節に着生していて、伸長型のちがいによる雌花の着生部位は明らかに異なっている。一方、雄花は主、枝軸の基部（当年軸）にロゼット状につく *P. taeda*, *P. rigida*, *P. pungens* の他や主、枝軸の基部だけでなく、軸にそって細長く円筒状につく *P. densiflora*, *P. massoniana* など、種によるちがいがみられる<sup>8)</sup>。バンクスマツ型のように、花芽が数段の節に着生する種でも、下節と上節での開花期のちがいは時期的に大差なく、せいぜい1週間程度である。この伸長型の種は、多節の主軸を形成するものの、その伸長は単節型と同様のリズムを示すためである。テーダマツ型では、長い期間、次々と主軸を伸ばすものの、花芽は第1節目につくだけで、遅れて伸びる軸には着生しない。このため、開花期と主軸伸長型との関係は無視してもよいように思われる。

樹体における雌花の着生部位は、樹冠の中、上層部に、雄花は中、下層部に多くみられ、雄花は雌花に先だって開花し、花粉の飛散最盛期は雌花の成熟期（受粉適期）に相当していて、風媒花特有の機構がみられる。種ごとの開花期は、同じ種であっても生育している場所によって早晚が認められ、個体間、内のバラツキを考えあわせると、週、旬単位としてとらえるのが妥当であろうと思われた。

表一. マツ属各種の原産地域における暖かさの指数および上賀茂試験地での平均開花期日と日平均気温, 日積算温度

種名	暖かさの指数	平均開花期日	開花日平均気温(℃)	開花日積算温度(℃・日)
<b>硬松類</b>				
<i>P. banksiana</i> L <sup>AMB.</sup>	37.9	Apr. 30	15.3	297.5
<i>P. clausa</i> V <sup>ANEY</sup>	195.1	〃 20	13.3	201.7
<i>P. contorta</i> DOUGL.	29.9	May 8	16.8	386.2
<i>P. densiflora</i> S.&Z.	86.4	〃 10	17.0	414.6
<i>P. echinata</i> MILL.	127.7	〃 11	17.2	411.5
<i>P. elliotii</i> ENGELM.	165.3	Apr. 20	13.7	205.7
<i>P. halepensis</i> MILL.	135.2	May 3	16.1	343.6
<i>P. massoniana</i> L <sup>AMB.</sup>	113.9	Apr. 29	15.0	276.5
<i>P. muricata</i> D. DON	83.1	May 8	16.7	375.0
<i>P. palustris</i> MILL. *	156.4	Apr. 28	15.1	280.0
<i>P. patula</i> S.&C.	100.7	May 6	16.6	374.3
<i>P. pinaster</i> AIT.	111.9	〃 2	15.7	326.9
<i>P. pinea</i> LINN. *	120.1	Jun. 1	21.0	350.0
<i>P. pungens</i> L <sup>AMB.</sup>	99.0	Apr. 29	15.1	282.6
<i>P. radiata</i> D. DON.	92.3	〃 18	13.2	190.3
<i>P. rigida</i> MILL.	89.7	May 9	16.8	393.6
<i>P. sylvestris</i> LINN.	33.8	〃 18	18.7	494.3
<i>P. tabulaeformis</i> CARR.	66.8	〃 5	16.2	356.9
<i>P. taeda</i> MILL.	146.9	〃 2	15.5	308.3
<i>P. taiwanensis</i> HAYATA	104.7	Apr. 29	15.1	282.3
<i>P. thunbergii</i> PARL.	100.9	May 1	15.5	305.6
<i>P. virginiana</i> M.&S.	111.3	〃 5	16.2	352.6
<b>軟松類</b>				
<i>P. armandi</i> FRANCHET	96.3	May 27	20.4	579.5
<i>P. ayacahuite</i> var. <i>brachyptera</i> EHRANBERG	94.7	〃 25	20.4	654.3
<i>P. excelsa</i> WALL.	71.0	〃 27	20.4	624.8
<i>P. koraiensis</i> S.&Z.	42.8	〃 23	20.3	623.6
<i>P. peuce</i> RISEBACH	50.6	〃 25	20.2	614.0
<i>P. pentaphylla</i> MAYR *	54.5	〃 20	19.4	519.0
<i>P. strobus</i> LINN.	62.2	〃 28	20.6	646.4

\* 印は調査年が少ない。

## 2) マツ属の開花と気温

尾中<sup>9)</sup>、M<sup>10)</sup>によれば、マツ属の開花期は、日長条件に関係なく、温度要因が強く影響しているとされている。前報<sup>3)</sup>で調べたように、開花に関与する温度要因は、平均気温、最高、最低気温の変化量、積算温度あるいは開花間近い頃の寒さ、暖かさの持続日数などが相加的に影響しているものと思われた。ここでは、前報<sup>3)</sup>で解析したように、種ごとの開花が平均気温や積算温度とどのような関係を示すかについて検討した。

表一は *Diploxylon* 22種と *Haploxylon* 7種について、それぞれの原産地域の暖かさの指数と上賀茂試験地での平均開花期日、開花日平均気温と平均日積算温度が示され、図一では開花の早い

種名	April	May
<i>P. radiata</i>	—○—	
<i>P. clausa</i>	—○—	
<i>P. elliotii</i>	—○—	
<i>P. palustris</i>		○
<i>P. massoniana</i>		○
<i>P. pungens</i>		○
<i>P. taiwanensis</i>		○
<i>P. banksiana</i>		○
<i>P. thunbergii</i>		○
<i>P. pinaster</i>		○
<i>P. taeda</i>		○
<i>P. halepensis</i>		○
<i>P. tabulaeformis</i>		○
<i>P. virginiana</i>		○
<i>P. patula</i>		○
<i>P. contorta</i>		○
<i>P. muricata</i>		○
<i>P. rigida</i>		○
<i>P. densiflora</i>		○
<i>P. echinata</i>		○
<i>P. sylvestris</i>		○
<i>P. pinea</i>		○
<i>P. pentaphylla</i>		○
<i>P. koraiensis</i>		○
<i>P. aycahuite v. brachyptella</i>		○
<i>P. peuce</i>		○
<i>P. armandii</i>		○
<i>P. excelsa</i>		○
<i>P. strobus</i>		○

—○— 平均開花期日と年変動を示す。

図-1 上賀茂試験地におけるマツ属各種の開花期

では、*P. pinea* が最も遅く6月の初旬に開花した。

一方、*Haploxyton* に属するマツは、5月中、下旬に開花し、両亜属の種の開花期は明らかに異なっていた。このちがいは、球果の発達過程<sup>11)</sup>や受精機構<sup>12)</sup>においても認められていて、種の分化過程のちがいによって獲得した特性のあらわれとしてとらえられよう。

種ごとの開花期の年変動は、早期に開花する種で大きく、晚期に開花する種では小さい傾向を示した。このことは、春先の気温が年によって不安定であることに起因しているものと考えられる。

図-2は、種ごとの開花日とそれに対応する日平均気温、日積算温度が示されている。種全体では、両者の関係に定数の異なる比例関係が見いだされ、そのバラツキは比較的少なく、いくつかのグループに分けられる。早く開花する種グループの*P. radiata*、*P. clausa*、*P. elliotii*では、日積算温度200℃・日、日平均気温13℃、比較的大きな種グループには、*P. palustris*、*P. massoniana*、*P. pungens*、*P. taiwanensis*、*P. banksiana*、*P. thunbergii*、*P. pinaster*、*P. taeda*、*P. halepensis*、*P. tabulaeformis*、*P. patula*、*P. contorta*、*P. muricata*、*P. virginiana*、*P. densiflora*、*P. rigida*があり、300~450℃・日、15~17.5℃の範囲にあった。これらよりやや遅れて開花する種は*P. sylvestris*であり、500℃・日、19℃を示した。さらに遅れて開花する種は、*Haploxyton* に属する種であり、650℃・日、21℃を示し、種ごとに開花に対する温度域が異なることを示唆している。早く開花する種と遅れて開花する種での温度差は、日平均気温で7℃、日積算温度では350℃・日程度を示した。

種から順に開花期が並びかえて示されている。

調べた種の中で、例年4月中旬までに開花する種は、北アメリカ西部に分布する*P. radiata*、北アメリカ東南部に分布する*P. elliotii*、*P. clausa*であり、これらの種が最も早く開花する。これらの種は、今回調べたマツ属のうちでは緯度の低い地方を原産とする種である。ついで、4月下旬から5月上旬までに開花する種は、北アメリカ東部に分布する*P. pungens*、東南アジアに分布する*P. massoniana*、メキシコに分布する*P. patula*など*Diploxyton*の多種がこの時期に開花する。興味あることには、アメリカ大陸の高緯度地方を原産とする*P. banksiana*、*P. contorta*もこの時期の早い季節に開花している。5月上旬から中旬までに開花する種は、わが国に分布する*P. densiflora*、ユーラシア大陸に広く分布している*P. sylvestris*など6種で、*Diploxyton*に属するマツはこの時期までにすべて開花した。この種グループのうち

このように、開花は一定の気温、積算温度に達したときに始まるが、調査年のうち早い時期に開花した年と遅い時期に開花した年の温度の変化についてみると、早く開花する種は、図上でタテ方向に、遅く開花する種はヨコ方向への動きがみられる(図-3)。すなわち、早く開花する種は積算温度に支配され、遅れて開花する種ほど、次第に平均気温に支配されるように思われる。早く開花する種は、開花に必要な生理活動が比較的低温域あるいは少ない温度量で十分であるのに対して、遅れて開花する種では、開花の準備期間が長く、多くの温度量を必要とし、開花の引金となる要因が平均気温であろうと推測される。

植物の生長は、気温の上昇のちがいでによって、光合成、呼吸など、生理的活動に大きく影響される。図-4には、年ごとの日平均気温が5℃(基準温度とする)に達してから開花までに要した日数と開花期間の日平均気温の平均上昇速度が開花の早晚種をいくつかのグループに分けて

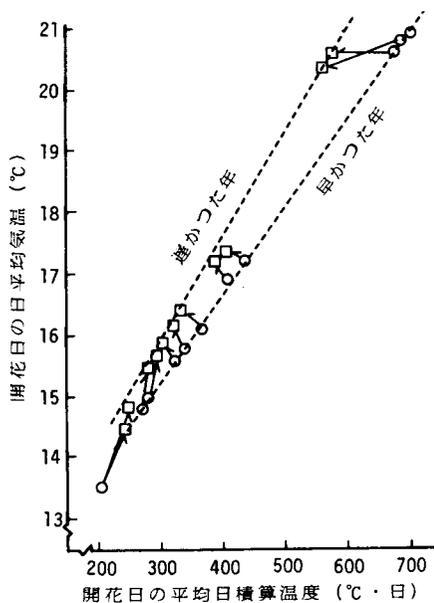


図-3 上賀茂試験地におけるマツ属各種の開花期の早かった年と遅かった年の上賀茂試験地の日平均気温と日積算温度の関係

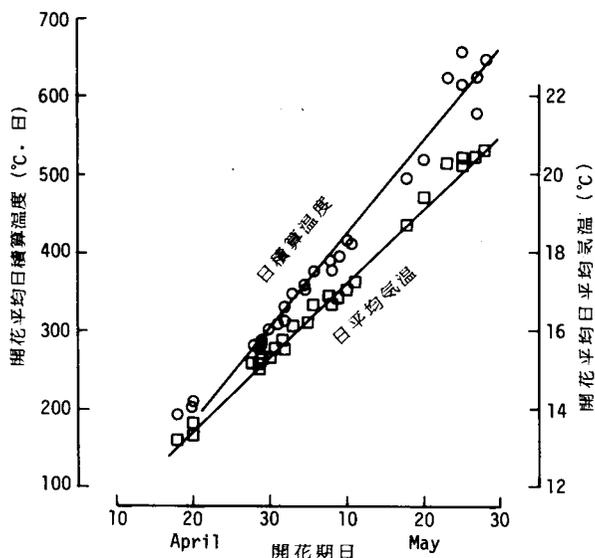


図-2 上賀茂試験地におけるマツ属各種の開花期と日平均気温、平均日積算温度の関係

示している。これによると、もっとも早く開花する種は、気温の上昇速度と無関係に基準温度に達してから一定期間後に開花している。一方、他のグループでは、日平均気温の上昇速度のゆるやかな年には開花までに長日数を要し、急速に上昇する年ほど短日数で開花する傾向がみられる。この関係はいずれの種でも平行的な動きとしてみられる。しかし、春先低温が続き、その後急速に気温が上昇した年には、この関係が破られ、開花期が平行線で推定される期間より遅れる傾向を示した。このことは、ある種は、花芽の組織の発達が急激な温度変化に同調できなかったことを示している。この結果として、開花期が推定された期日より遅れたのであろう。

### 3) マツ属の分布域からみた開花期

マツ属は100余种が北半球に広く分布し、それぞれの種は異なる歴史的経過を通して、現在の様々な気象環境下に生育している。長い歴史を通じて獲得した性質は、導入育成により、人為的に生育環境の異なる場所で育てた場合でも、各種のもつ遺伝的性質に従って季節変動に対応するものと

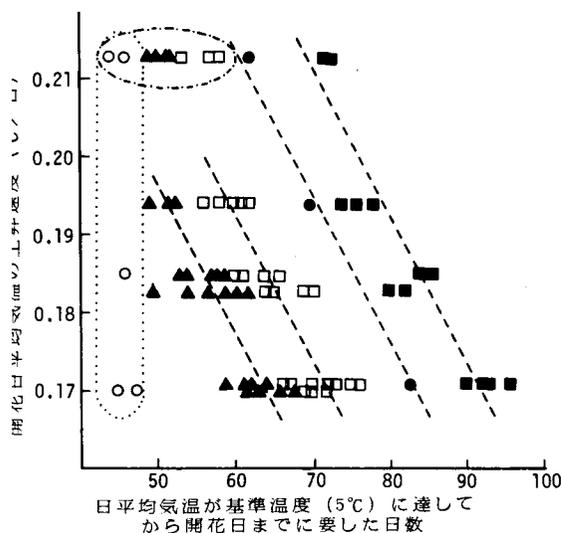


図-4 上賀茂試験地における日平均気温が基準温度（5℃）に達してから開花日までの日平均気温の上昇速度と日数の関係

[白丸： *P. clausa*, *P. elliotii*, *P. radiata*  
 黒三角： *P. banksiana*, *P. halepensis*, *P. massoniana*, *P. palustris*, *P. pinaster*, *P. pungens*, *P. taeda*, *P. taiwanensis*, *P. thunbergii*  
 白四角： *P. contorta*, *P. densiflora*, *P. echinata*, *P. muricata*, *P. patula*, *P. rigida*, *P. tabulaeformis*, *P. virginiana*. 黒丸： *P. sylvestris*,  
 黒四角： *Haploxyton* species.] (点線、鎖線で囲んだ部分は平行関係からはずれる。)

のちがいはあっても開花期の種ごとの順位は、両地点で同じに保たれている。早く開花する *P. radiata* は、上賀茂試験地では4月中旬、Eddy Arboretumでは3月中旬に開花していて、その差は1ヶ月余りある。遅れて開花する *P. excelsa* を例にとると、両地点でそれぞれ5月の下旬、5月中旬とになっており、その差は短くなっている。両種の開花期と気温の関係をみると、Eddy Arboretumでは、春先の気温が高いために生理的活動が早い時期から始まっているものと推定される。両地点での関係を単純に結論づけることはむづかしいが、マツ属の開花に関しては、開花期までの日積算温度と日平均気温とが開花期の決定に大きく寄与していることは事実のようである。

すでに調べたように、上賀茂試験地でのそれぞれの種の開花期およびそれまでの日平均気温、日積算温度を調べてみると、*Haploxyton* に属する種は分布域のちがいに関係なく、ほぼ、日平均気温や積算温度がそれぞれ一定値に達すると開花していた。この種グループでは、原産地の温度条件に大差がないので、このような結果になったものと思われる。各種の開花時点での日平均気温と原産地の温度条件との関係を種グループ（亜節）<sup>15)</sup>に分けて示すと図-6 Aとなる。*Diploxyton* に属する、*Syvestres*, *Australes* 亜節に含まれる種は、暖かい地域に分布する種ほど開花期が早く

いえる。例えば、高山帯に分布域をもつ *Haploxyton* に属する種は、*Diploxyton* に属する種に比べて開花から結実までの期間が短い。これらの種を温度条件の異なる低山帯で育てた場合でも、同様に短期間で結実する。外国産マツ属を京都に導入して育てた場合、それらの主軸伸長型が原産地とほぼ似た様式に従い、伸長開始期が、上賀茂試験地の温度条件に従いほぼ一斉になっていた事実<sup>6)</sup>も、この性質の現れである。ただし、開花期に関しても、原産地との対応を調べておく必要がある。

マツ属の開花期について、生育環境が変わってもそれぞれの遺伝的性質に従って対応しているかどうかを調べるために、まず、異なる地域間での比較を行った。アメリカのカリフォルニア州にある Eddy Arboretum でしらべられた開花期調査<sup>11)</sup>と当試験地での調査結果を比較することによりこの性質が明らかにされる。図-5は両地点での平均開花日と月平均気温を示している。開花期の月平均気温は Eddy Arboretum の最寄りの気象観測点から標高差を勘案し、 $-0.55^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  の定減率によって推定し、上賀茂試験地では過去30年間の月平均気温を用いた。その結果によれば Eddy Arboretum での平均気温は、2月上旬に基準温度の5℃に達しているのに対し、上賀茂試験地では2月の下旬になっている。6月までの平均気温の変化は、それぞれ、ほぼ直線で近似でき、その上昇速度は Eddy Arboretum では上賀茂試験地よりゆるやかな傾向にある。こうした温度条件

訪れた。この結果は、上賀茂試験地のほぼ同一の温度条件下で育てているマツ属でも、寒い地域に分布する種ほど開花期が遅れる傾向を示し、開花期までの必要温度量にちがいを示している。ただし、Contortae 亜節に含まれる種間の差異に小さな傾向がみられた(図-6A)。

永田<sup>16)</sup>は、春先の花芽が低温により凍結した場合、休眠が一時的に深まり、サクラの開花期が遅れる性質を見出ししている。この現象が、気象に対する性質の獲得として種内に保存されるとすれば、高緯度地方の種ほど、開花期が遅れ、日平均気温がより暖かな季節になってから開花することになる。マツ属の種内の性質の対応は、図-6Aに示されているように、*Sylvestres*, *Australes* グループに明らかに認められる。これらの種グループの示す傾向から推測するかぎりでは、マツ属の開花期は、北方低温域に分布する種ほど、開花期が遅れる方向へ適応してきたとみなされるであろう。

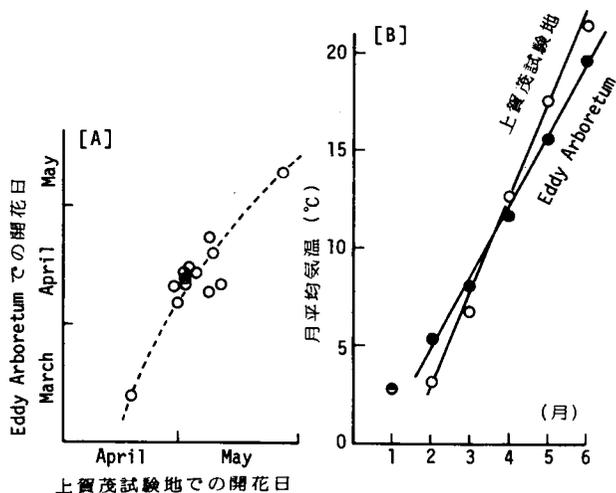


図-5 マツ属各種の上賀茂試験地と Eddy Arboretum における開花期と月平均気温の関係

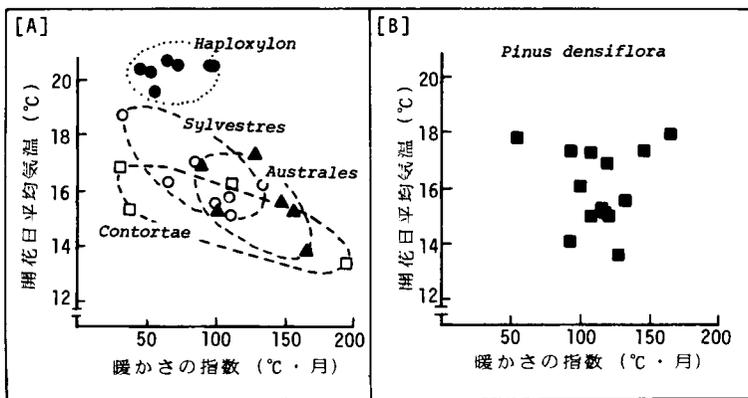


図-6A 上賀茂試験地におけるマツ属各種の開花期の日平均気温と原産地域における暖かさの指数関係

図-6B 我が国の各地におけるアカマツの開花期の日平均気温と生育地域の暖かさの指数

種内と種間の性質のちがいを、より明らかにするために、前報<sup>3)</sup>で調べたアカマツの結果と比較すると図-6Bとなる。北海道から九州まで、日本各地で得られたアカマツの開花期の日平均気温は、地域的にバラツキは大きいですが、14~18℃程度の温度域で開花していた。前報<sup>3)</sup>において、

北方地域を除いた一部の地域で、開花期の日平均気温と調査地の雨量指数との関係に傾きをもつ直線で近似した結果には無理が残る。おおまかにみると、アカマツの開花期は日平均気温が16℃前後になった時点で開花するとした方がよい。より暖かい地域では、春先の気温上昇が遅いので、開花期までの日積算温度は高いであろう。この場合、開花期までの日積算温度に関しては前報<sup>3)</sup>の結果が支持される。アカマツ種内に認められた以上の性質は、クロマツの場合でも同様とみなしてよい。種はほぼ同じ性質を有する個体群であるから、性質がよく似ており、アカマツ、クロマツの結果のように、日平均気温がある高さに達した季節に開花することは当然であろう。しかし、この問題を、種間関係から調べた場合、事情は異なる。いいかえると、図-6 A に示した種グループ間のちがいは、それぞれのグループの種分化と無関係ではないと思われる。Sylvestres, Australes 亜節のマツ属では開花期の日平均気温と原産地の温度条件との関係に、密接な対応関係が認められていた。それぞれの種が、原産地の気象条件に適応しつつ種分化を伴うものとするれば、両亜節の種は、すでに十分に適応の進んだ種群であると判断される。一方、Contortae 亜節4種類では、亜熱帯から極めて高緯度地方まで分布しているものの、開花期の温度条件から見ると、その差は比較的少ない。この結果は、この種群だけが特異的に性質の獲得が遅いか、または、種分化後の時間的経過が短いか、どちらか一方の性質を示しているであろう。適応のスピードが種群によって異なるかどうか、調べる方法はないが Syvestres, Australes 亜節に比べると、Contortae 亜節の種分化が比較的新しいと考えると、図-6 A に認められた種群間の差異に合理的な解釈が可能となる。Haploxylon に属するマツ属の特異的な性質は、Diploxylon のマツ属とは、類縁関係が遠いことを示唆している。今回の調査は、マツ属の開花現象に関する領域から種分化の問題を検討するには、調査した種数が少ない。ただし、それぞれのマツ属の開花現象だけを調べても、マツ属の長い歴史的経過の一端を伺うことができそうである。この問題を更に進めるためには、多数種での調査結果が必要である。

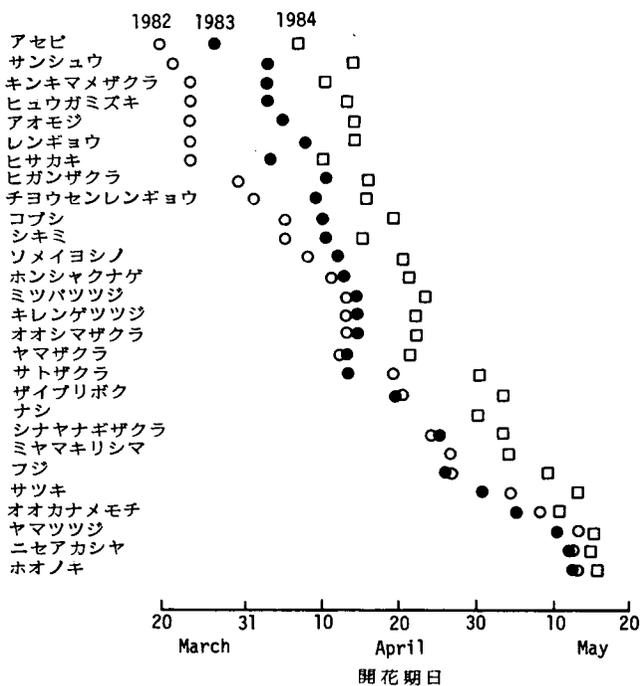


図-7 上賀茂試験地における各種花木類の3年間の開花(満開)期日

4) マツ属の開花予測

マツ属の交雑育種では、それぞれの種の開花期の予測は交雑を行なう上で重要である。そのため解析例として、種ごとに開花期の日平均気温、基準温度に達してからの日平均気温の上昇速度、開花期までの日数との関係などについて調べてきた。しかし、実用面では、温度解析からの予測は手間がかかり、より簡便な開花予測の方法が望まれる。

ソメイヨシノの開花は開花前線図で、イロハモミジの紅葉は紅葉前線図によって予測されるなど、生物季節の解析は多くの植物や動物によって行われ、従来から農事気象との関係が深い。マツ属においては標高、緯度<sup>17,18)</sup>などのちがいに基づいた開花期が調べられているが、開花前線図を導くためには、より多くの生物季節的資料による検討を必要とする。

古くから用いられてきた生物季節は気温との関係が深く、この生物季節を利用し、しかも日常目につきやすい花木類の開花期とマツ属の開花期との関係を検討することによって、種ごとの開花期を予測することが可能である。図-7はアセビ、ホオノキなど28種について1982年から1984年までの3年間の開花期(満開)を調べ、春先の暖かった1982年と1984年、その中間的な暖かさの1983年の結果から、開花の早い種順に並べた。この結果は、十分とはいえないが、寒、暖年の含まれていることから信頼度は高いと考える。温度の変化は、年によって春先に大きく異なるが時間の経過とともに安定し、5月下旬には調査した3年とも近似値を示した。1982年の場合、花木類の開花は、春先に開花する種は他の年より早く開花し、それ以後は、1983年の開花期と同調している。春先に低温であった1984年には、全般的に開花期が遅れ、その中でも、もっとも早く開花したアセビは、早く開花した年との差が20日余りもみられた。

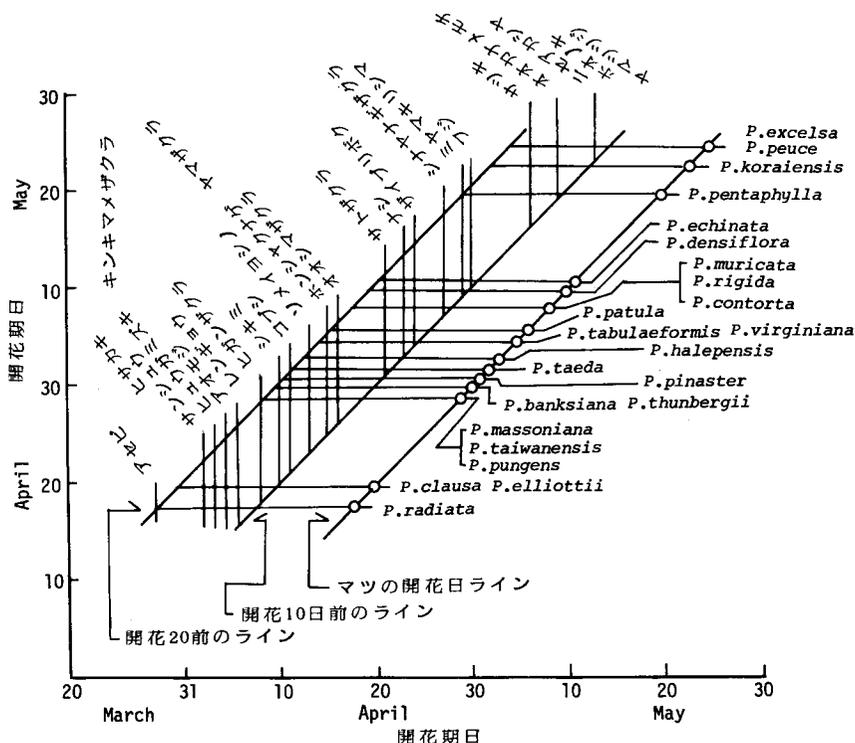


図-8 上賀茂試験地におけるマツ属の開花期日と花木類の開花期日によるマツ属各種の開花期の予測図

これらの花木類の開花期を基準として、マツ属の開花期を予測するには、マツ属の開花する前に開花する花木類の開花期を知り、その開花期にそって交雑作業の準備が始まる。交雑の袋かけなどの作業はマツの開花最盛期の10～15日であることから、図-8に示したマツ属の平均の開花期の回帰線から10日と20日前まで平行移動させ、花木類の平均の満開期との交点となる種を見出すことにより準備期を知ることが可能である。例えば、マツ属の中で4月上旬に開花する種の10日前にはヒガンザクラ、20日前にはアセビが開花している。また、5月上旬に開花する種の10日前にはザイフリボク、20日前にはホンシャクナゲ、ヤマザクラが咲いている。さらに、5月下旬頃に開花するマツの10日前にはホオノキ、ニセアカシヤ、20日前にはフジが咲いている。一般に、よく知られているソメイヨシノの満開日を基準としてみると、そのほぼ7日後には *P. radiata*, *P. clausa* 15日後には *P. thunbergii*, *P. massoniana*, *P. pinaster*, *P. banksiana* が、20日後には *P. taeda* などの開花最盛期が予測される。

本調査で明らかにされたように、マツ属の種ごとの開花に必要な温度や花木類の満開期との関係からマツ属各種の開花期を予想してきたが、これらの資料は一応の目安であって決定的なものではない。したがって、多少の変動を考慮するならば、交雑を行う上で有効な指標となるであろう。

## 引用文献

- 1) 瀧本淳：花ごよみ花時計. 19pp 中央公論社 東京 1979
- 2) 橋詰隼人：針葉樹の花芽分化、花性分化とその調節に関する研究. 鳥大演報7. 14～18, 1973
- 3) 中井勇・大島誠一・真鍋逸平・藤本博次・加藤景生・赤井龍男：マツ属の開花に関する研究（I）クロマツとアカマツの開花期について、京大演集報16. 66～76, 1983
- 4) 中井勇：マツ属の開花期について、林木の育種141. 12～15, 1986
- 5) 中井勇：マツ属の交雑育種に関する研究—29種の開花予想について—。日林関西支講36. 49～52, 1985
- 6) 田中弘之・大島誠一・赤井龍男：外国産マツ属の新梢の伸長と形態。京大演集報11. 38～49, 1976
- 7) 古野東洲：マツと人生（四手井綱英・佐野宗一編）。34～42, 明玄書房 東京1973
- 8) 中井勇・赤井龍男：マツ属数種の採集花粉量の推定、日林関西支講34. 148～151, 1983
- 9) 尾中文彦 訳：（SCAMONI, A. : Uber Fintritt und verlauf der mannlichen Kiefernblute. Zeitscher. f. For-estu. Jagdw., LXX. Jg., Heft 6, s. 289～315, 1938）日林誌21. 30～31, 1939
- 10) MIROV, N. T. : The genus *Pinus*. 602 pp., Ronald Press Company, New Yprk 1967
- 11) 中井勇・大島誠一・藤本博次：マツ属の球果の発達。京大演報50. 32～43, 1978
- 12) 中井勇・藤本博次・稲森幸雄：マツ属の交雑育種に関する研究（II）クロマツ×アカマツ他数種類の種間交雑における受精過程について。京大演報48. 31～45, 1976
- 13) 佐藤庚 訳：植物と温度. 82 pp., 朝倉書店, 東京 1981
- 14) DUFFIELD, J. W. : Dates and places of pollen collection by the Institute of Forest Genetics. U. S. Dept. of Agr. For. Serv. No. 57. 1～15, 1947
- 15) LITTLE, E. L. Jr. and CRITCHFIELD, W. B. : Subdivisions of the genus *Pinus*. 51 pp., U. S. Dept. of Agr. Washington DC, 1969
- 16) 永田洋：樹木の生物季節学的研究（II）サクラの開花。三重大学農学部学術報告64. 11～20, 1982
- 17) DORMAN K. W. and BARBER J. C. : Time of flowering and seed ripening in Southeastern pines. U. S. Dept. of Agr. For. Serv. Sta. paper No. 72. 1～15, 1956
- 18) WRIGHT, J. : Notes of flowering and fruiting of Northeastern trees. U. S. For. Serv. Northeastern Forest Expt. Sta. paper 60. 38, 1953