

アカマツ花性分化の人工管理 (第Ⅲ報)

花芽分化期, 球花發育過程ならびに花性転換の機構について

橋 詰 隼 人 (鳥取大学農学部造林学研究室) *

Artificial Control of Sex Differentiation in Japanese Red Pine Strobili (Ⅲ)

Initiation and Development of Flower Primordia and Mechanism of Sex Transition in Strobili

Hayato HASHIZUME

(Laboratory of Silviculture, Faculty of Agriculture, Tottori University)

1961年1月31日受理

I 緒 言

林木の交雑育種を能率的に進めてゆくためには、まず開花・結実の促進をはかり、育種年限を短縮する必要がある。最近、シベリンがスギ科、ヒノキ科の数種林木の開花を促進することが明らかになり、育種年限短縮上注目されている。しかし、マツ科のものでは、シベリンで開花を促進した報告はない。その原因は不明であるが、花芽分化期および球花發育過程が充分明らかにされていないこともその一因かも知れない。我国のアカマツ、クロマツは花芽分化期および花の發育過程がほとんど研究されていない。人工的に花芽分化を調節するためには、まず自然状態における花芽分化状況を充分明らかにしておく必要がある。筆者³⁻⁶⁾等はさきアカマツ、クロマツの雄花を人工的に雌花にかえうることを報告した。マツでは花芽分化の人工管理を容易におこなう方法が見出されないため、花性分化の人工管理もまた林木育種上重要な意味がある。しかし、実用上直ちに適用できる人工処理の方法は見出されていない。花性分化の人工管理をより容易にかつ効果的におこなうためには、その機構を明らかにしておく必要がある。

以上の観点から、筆者は今回アカマツについて、花の原基形成から開花期まで、花の分化および發育状況を観察し、同時に人工的に花の雌性化あるいは雄性化を誘起して、花性転換の機構をしらべたので報告する。本研究ならびに本題目の一連の研究に対して、終始御指導を賜わった北大教授齊藤雄一博士に深く感謝する。

II 材料および方法

供試材料は鳥取大学農学部苗畑に植栽されている5~8年生アカマツである。花芽分化期および花の發育過程調査のために、これらの供試木から冬芽を採取した。冬芽の採取時期は6月上旬から翌年4月下旬までで、約

10日おきにおこない、フアーマー氏液で固定した後、70%アルコール溶液に貯蔵した。試料は随時とりだして、縦断切片をつくり、アセト・カーミンで染色して検鏡し、花の分化状況をしらべた。また花の發育状況調査のために、前記縦断切片について、花の各部の大きさ(長さ)を測定した。造胞細胞および花粉母細胞はアセト・カーミンで染色してから、それらの細胞の長短両径を測定し、その平均をもつて大きさとした。

一方、4月上旬に新条の摘心あるいは袋かけ等の人工処理をして、花の雌性化あるいは雄性化を誘起し、処理後随時試料を採取して、固定、貯蔵し、前記の方法により検鏡して、花性転換の機構をしらべた。

なお本研究にもちいた試料は主として1956年~59年の間に採取したものである。

III 結 果

1. 花芽分化期および球花發育過程

鳥取地方における花芽分化期および球花發育過程はFig. 1~2にしめすごとくである。観察結果にもとづいてそれを表示するとTable 1~2のごとくである。ただし、花芽分化期および球花發育過程は個体あるいは年経過により多少ことなるので、Table 1~2はその时期的範囲をしめしてある。

(1) 雄 花

未分化の冬芽は生長点円錐形にとがっている。(Fig. 1A)。雄花芽は未分化の芽にくらべて生長点がやゝ肥厚し、その頂部が多少まるみをおびてくる。雄花の原基は冬芽の中央部附近の鱗片葉の葉腋に分化する。鳥取地方では7月上~中旬頃より認められた(Fig. 1B)。しかしこの時期には、将来葉を着生する短枝の原基(以下葉の原基と称す)も同時に分化してくるようであるから、雄花の原基と葉の原基とを形態的に識別することは困難

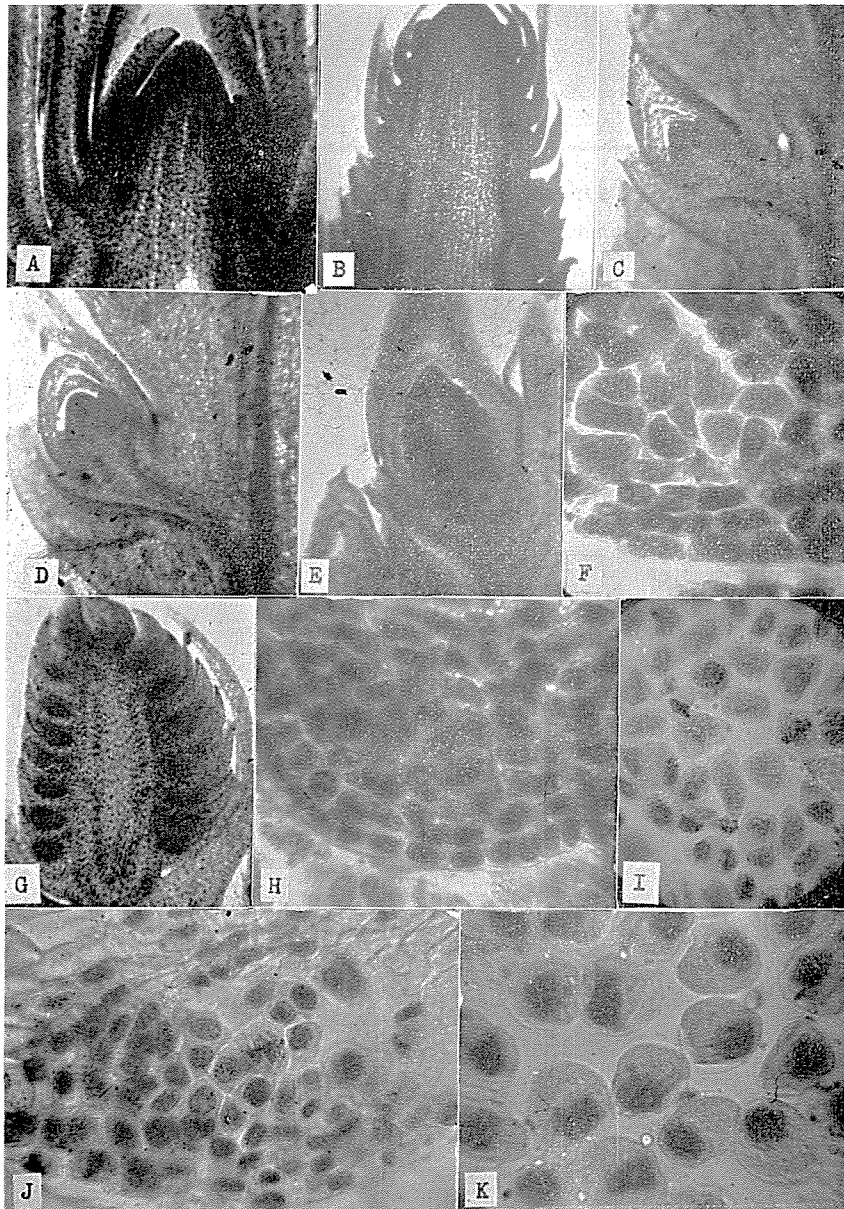


Fig. 1. Initiation and development of staminate strobili. A. Bud of undifferentiation stage ; July 5 ($\times 36$). B. Initiation of male flower primordia in the axil of cataphylls ; July 15 ($\times 18$). C. Dwarf shoot initial enveloped with protective hood scales ; September 10 ($\times 36$). D. Staminate strobilus primordium enveloped with protective hood scales ; September 10 ($\times 36$). E. Initiation of rudimentary microsporophylls ; September 20 ($\times 36$). F. Initiation of sporogenous tissue in the basal part of microsporophyll ; October 15 ($\times 370$). G. Condition of staminate strobilus collected on October 25 ($\times 36$). H. Microsporangium in strobilus collected on October 25. A tapetal layer consisting of two layers of cells is plainly visible ($\times 350$). I. Division of sporogenous cells in fall ; November 15 ($\times 250$). J. Division of sporogenous cells in spring ; March 16 ($\times 350$). K. Pollen mother cells ; April 15 ($\times 350$).

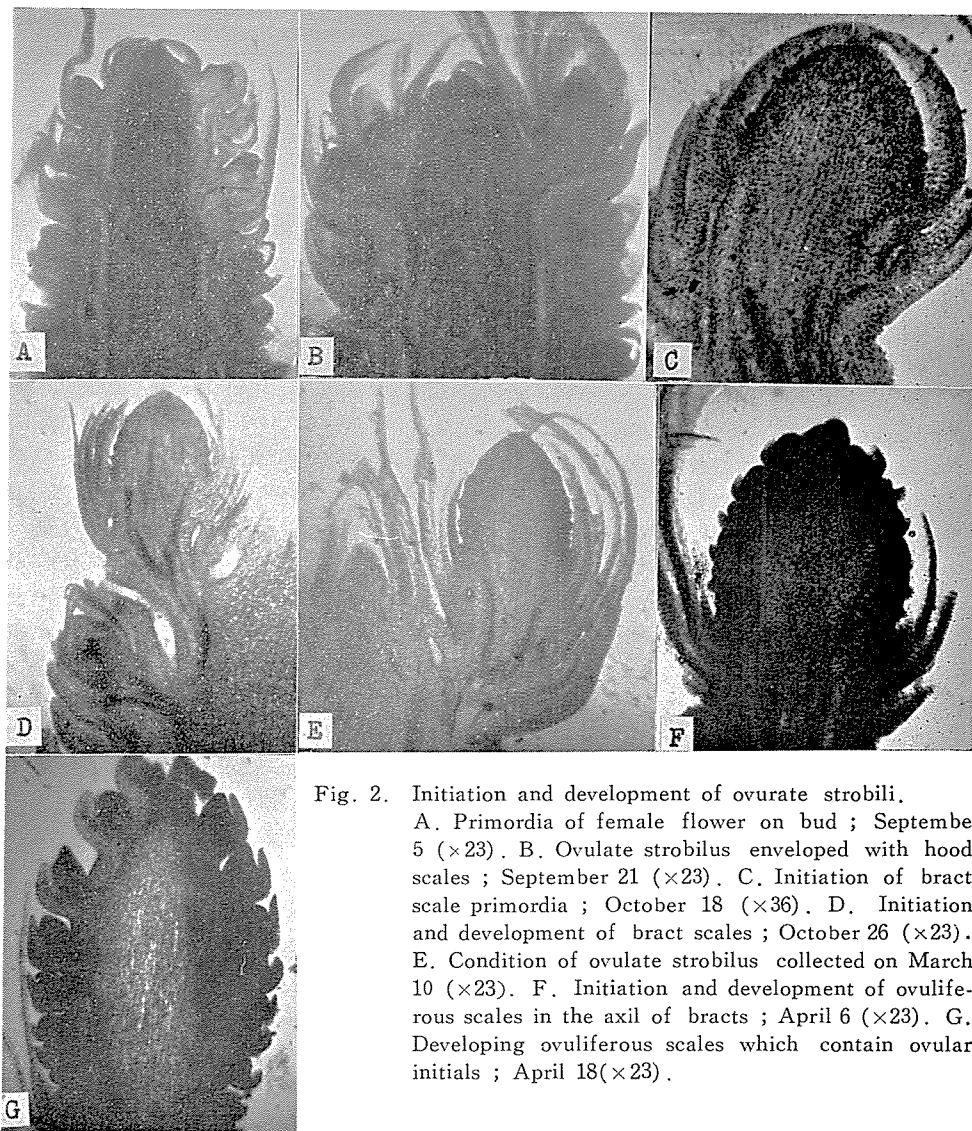


Fig. 2. Initiation and development of ovulate strobili.

A. Primordia of female flower on bud ; September 5 ($\times 23$). B. Ovulate strobilus enveloped with hood scales ; September 21 ($\times 23$). C. Initiation of bract scale primordia ; October 18 ($\times 36$). D. Initiation and development of bract scales ; October 26 ($\times 23$). E. Condition of ovulate strobilus collected on March 10 ($\times 23$). F. Initiation and development of ovuliferous scales in the axil of bracts ; April 6 ($\times 23$). G. Developing ovuliferous scales which contain ovular initials ; April 18 ($\times 23$).

Table 1. Initiation and development of staminate strobili.

Process of flower development	Date
Initiation of flower primordia	Early in July~Middle part of July
Initiation of microsporophylls	Middle part of September~Latter part of September
Initiation of sporogenous tissue	Early in October~Middle part of October
Division of sporogenous cells	{Early in October~Latter part of November {Early in March~Early in April
Formation of pollen mother cells	Middle part of April~Latter part of April
Meiosis of pollen mother cells	Middle part of April~Latter part of April
Time of flowering	Latter part of April~Early in May

Table 2. Initiation and development of ovulate strobili.

Process of flower development	Date
Initiation of flower primordia	Latter part of August~Early in September
Initiation of bract scales	{ Middle part of October
	{ Early in March~Middle part of March
Initiation of ovuliferous scales	Middle part of March~Latter part of March
Formation of macrosporangia	Middle part of April~Latter part of April
Time of flowering	Latter part of April~Early in May

である。しかし8月中旬頃には雄花の原基は葉の原基よりもやゝ大きさが大となるようで、多少識別がつく。9月上旬にはこれらの原基をつつむ保護鱗片が形成される。同時に雄花の原基は急速に生長を開始し、かつ維管束の分化も認められるようになる。しかし、葉の原基は創始後緩漫に生長し、9月上旬以降は大きさに著しい変化が認められないから、9月10日頃には雄花の原基と葉の原基との形態的識別(大きさで)が明瞭にできる(Fig. 1. C and D)。9月中旬頃になると雄花の原基は著しく大となり、花軸の下部に雄しべ(小孢子葉)が分化しはじめる(Fig. 1E)。雄しべの分化は1花の下部から上方へ向頂的に進行し、10月上旬には花の先端部まで形成されている。同時にその頃には、1花の下方の雄しべの下側に造胞組織が分化をはじめ(Fig. 1F)。造胞組織の分化も雄しべと同様に、1花の下方の鱗片から上方の鱗片へ向頂的に進行する。10月下旬には1花の先端部の雄しべまで造胞組織の分化が認められた(Fig. 1G)造胞細胞はこの間さかんに分裂して、次第に葯を形づくる。10月20日頃には造胞細胞と葯壁細胞の形態分化が明瞭に認められ、2~3層の葯壁細胞層でつゞまれた葯が観察された(Fig. 1H)。造胞細胞の分裂像は10月上旬から11月下旬頃まで認められた(Fig. 1I)。その後は分裂を停止するようで、核は安定し、核膜が明瞭に認められ、休止期の状態で越冬するようである。しかし、翌春3月上旬から4月上旬に(個体あるいは年によつては4月中旬まで)ふたたび造胞細胞の分裂像が観察された(Fig. 1J)。その後は造胞細胞の分裂は停止し、核は比較的縮小して休止期にはいる。そして、4月中旬~下旬には形態のさらに分化した花粉母細胞になる(造胞細胞はやゝ三角形~方形を呈し、角ばっているが、花粉母胞は大体円形で、かつ各細胞は分離しやすい)(Fig. 1K)。すなわち、造胞細胞の分裂期は開花の前年の晩秋と翌早春の2期である。花粉母細胞は4月中旬~下旬に減数分裂して、花粉になる。形成された花粉はその後生長して、10~15日後に開葯飛散する。

(2) 雌 花

雌花の原基は冬芽の先端部の鱗片葉の葉腋に形成される。8月中旬頃までは冬芽の先端部生長点は円錐形にやゝとがり、鱗片葉の初生突起が認められるのみで、雌花の原基は認められない。8月下旬頃になると雌花芽の生長点は雄花芽のそれよりもさらに肥大し、頂部が平坦になつてくる(しかし芽の頂端は雄花芽よりもとがつている)。同時にこの時期に芽の先端部の鱗片葉の葉腋に雌花あるいは葉の原基が分化する。しかし、この時期では雌花の原基と葉の原基との形態的区別は明瞭でない。9月上旬になると雌花の原基は葉の原基にくらべてやゝ巾広くなり、形も大きくなるので形態的に識別することができる(Fig. 2A)。9月中旬には雌花の原基は急速に生長し、葉の原基に比して著しく大となる。同時に花の維管束の分化も認められる。また原基をつつむ保護鱗片も形成される(Fig. 2B)。10月中旬になると花軸の下部に苞鱗が分化をはじめ(Fig. 2C)。苞鱗の分化はその後1花の下部から上部へ向頂的に進行し、12月中旬頃には花の基部から上方へ60~70%程度まで形成されている(Fig. 2D)。その後は分化が進行しないようで、3月上旬頃までは12月の状態で停止している(Fig. 2E)。しかし早い場合は翌春3月上旬頃からふたたび花の上部に苞鱗が分化をはじめする。3月下旬には先端部まで形成されている。すなわち、苞鱗の分化期は開花の前年の晩秋と翌早春の2期が認められる。種鱗の分化は、はやいものでは3月中旬1花の下方の苞鱗の葉腋に認められた。種鱗の分化も苞鱗と同様1花では向頂的に進行し、4月上旬には花の先端部まで形成されているのが認められた(Fig. 2F)。種鱗は4月上旬より急速に生長して、4月中~下旬にはその内側基部に胚珠が分化する(Fig. 2G)。胚珠はその後發育して、開花の直前には珠皮と胚珠心の分化が認められた。

雄花および雌花は以上のような發育過程を経過して開花の直前までには生殖器官が完成する。Table 1~2からとくに注目されることは、アカマツでは花粉形成期と胚珠形成期が同一時期(4月中旬~下旬)であるという

ことである。

2. 花の生長

球花分化過程と併行して、花の各部の生長状況を調査した結果は Fig. 3~5 のごとくである。

(1) 雄花

雄花は原基創始後9月上旬頃までは緩漫に生長し、大きさに著しい変化が認められない。しかし、その後急速に生長をし開始、10月上旬造胞組織創始期には長さ1100 μ 位になる。一方葉の原基は創始後多少生長するが、

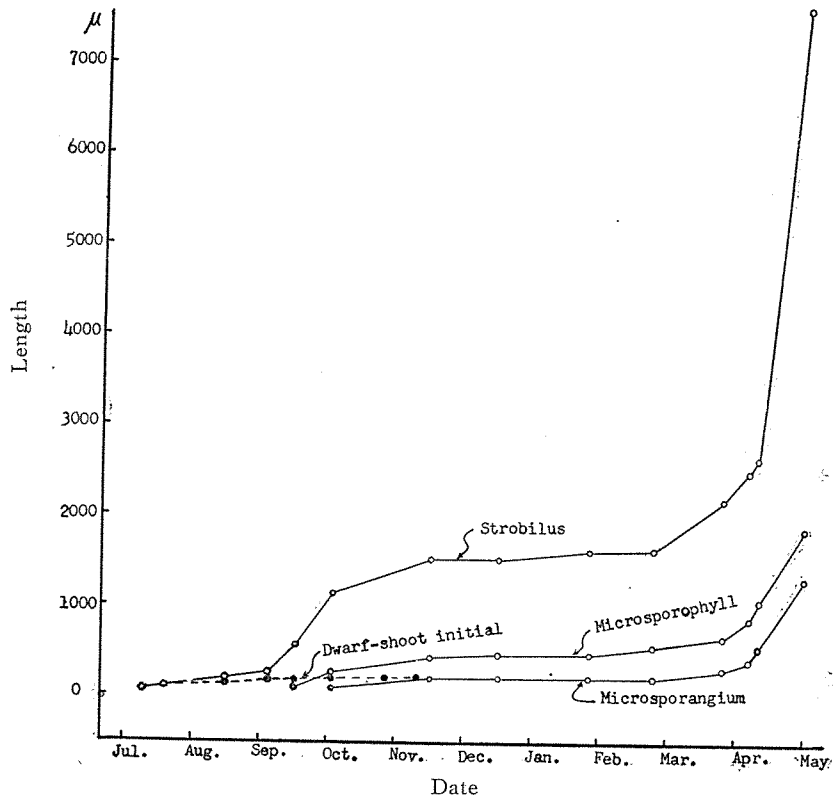


Fig. 3. Growth of staminate strobili.

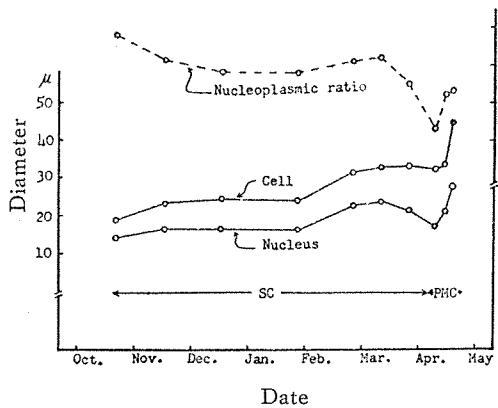


Fig. 4. Size of sporogenous (SC) and pollen-mother (PMC) cells.

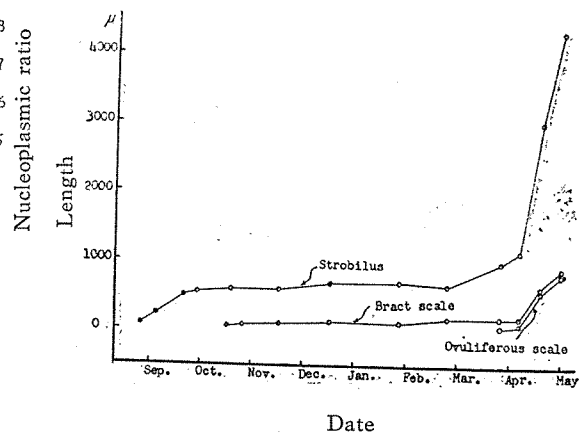


Fig. 5. Growth of ovulate strobili.

9月中旬以降は生長が停止して、長さ 200μ 位で停滞している。したがって、9月中旬には花と葉の原基とをその大きさに識別することができる。雄花はその後11月中旬頃まで比較的緩漫に生長を続け 1500μ 位になる。その後は翌年2月下旬頃まで大きさに変化が認められない。しかし、3月上旬頃よりふたたび生長を開始し、4月中旬花粉母細胞減数分裂が終れば、花粉の生長にともなうて、開葯期まで急速に生長する。雄しべも同様、9月中旬から11月中旬頃まで生長し、その後は停止して、翌春3月上旬頃からふたたび生長をはじめ、4月上旬かかう開葯期まで急速に生長する。葯は10月上旬から11月中旬頃まで、その大きさをまし、その後は停止する。翌春3月上旬頃からふたたび増大して、花粉母細胞減数分裂終了後、花粉の生長にともなうて著しく大となる。

(2) 造胞細胞および花粉母細胞

分化初期の造胞細胞は細胞および核が比較的小さい。しかし、11月中旬のものはやゝ大であつた。その後は2月下旬～3月中旬頃細胞および核が一層大となつた。しかし、3月末から4月10日頃までの細胞は細胞の大きさに比して核が著しく小であつた。4月中旬にはふたたび細胞および核が大となり、減数分裂直前の花粉母細胞は造胞細胞に比して細胞および核が著しく大であつた。核細胞質比についてみると、分化初期の造胞細胞は核細胞質比 0.78 で著しく大である。その後は分化の進行にともなうて、核細胞質比は小となる傾向がみられるが、3月下旬頃までの造胞細胞は 0.65 以上で一般に大である。しかし、4月10日の細胞は著しく小さく 0.53 であつた。その後はやや大となり、減数分裂直前の花粉母細胞は 0.64 位であつた。造胞細胞の分裂像は4月上旬頃まで認められた。したがって、4月10日頃の核細胞質比が小となる時期は造胞細胞から花粉母細胞への移行期でないかと考えられる。一般に造胞細胞は秋と春の分裂盛期に細胞、核および核細胞質比が大である傾向がみられた。また造胞細胞の増殖が停止して、花粉母細胞へ移行期の細胞は核細胞質比が小であつた。成熟した花粉母細胞は造胞細胞に比してその大きさが著しく大であつた。

(3) 雌 花

雌花の原基は9月上旬から10月上旬まで急速に生長して 600μ 位になる。その後は11月下旬頃まで緩漫に生長するようであるが、著しい変化はない。越年して、翌年3月中旬頃からふたたび生長をはじめ、4月上旬から開花期まで急速に生長する。苞鱗は花軸の下半分は前秋に、上方は翌春分化する。前秋分化した苞鱗はその年にはほとんど生長しない。種鱗は翌春3月中～下旬頃より分化す

る。したがって、苞鱗、種鱗の生長は4月上旬から開花期までの時期に急速におこなわれる。

3. 花 性 転 換 の 機 構

(1) 雄花の雌性化

人工処理によつて雌性化した花を解剖検鏡した結果、ほとんど全面的に胚珠を着生して完全な雌花に發育したもの (Fig. 6B) と1花で上方の鱗片には胚珠を、下方の鱗片には葯をつけたいわゆる両性花 (雌雄混生花) (Fig. 6A) とが認められた。雌性化花の初期のものでは、種鱗は形成されているが胚珠はいまだ分化していない。また両性花では、下方の葯は正常に發育して、葯内の細胞は花粉に發達しているが、上方に移行するにしたがい、葯内の細胞はその分化が抑制され、花粉母細胞あるいは造胞細胞の未熟な状態で停滞している。したがって、両性花では1つの花の中で、下方から上方へ花粉、花粉母細胞、造胞細胞、胚珠と分化の段階がみられる。両性花の雄花から雌花への移行部の雄しべ (小孢子葉) には下側に葯を有するほかに、上側に發育不完全な種鱗をそなえている場合がみられる。

両性花の雄花から雌花への移行部を子細に観察すると (Fig. 6C), 葯内の細胞は花粉に發達しているけれども葯壁と花軸とが接着している場合、葯内の細胞は部分的あるいは全面的に花粉母細胞以前の未熟状態で停滞し、花軸あるいは花糸に接する部分の葯壁細胞は本来の機能をうしない、葯と花軸とが接続して、その部分に維管束の分化が認められる場合、さらに本来の葯は完全に花軸に接続してその鱗片からはなれ、一段下の雄しべの維管束に併行して接着部に維管束が分化し、發育不完全な種鱗状を呈している場合等が認められる。以上の観察結果から、雄花の雌性化の機構を推定すると、まず、葯と花軸とが接した部分の細胞が分裂して、葯と花軸とが接続し、その部分に維管束が分化して、本来は花粉になるべき造胞組織が雄しべの花糸から分離して、種鱗に發育する。そして、その一段下の本来の雄しべの花糸の部分が苞鱗にかわり、花糸の先端部は脱落するものと思われる。雌性化の初期の段階のものでは、種鱗は本来の葯とほぼ同大で、いまだ胚珠の形成が認められない。したがって、造胞組織が種鱗にかわつた後、その内側に胚珠が分化してくるものと思われる。

(2) 雌花の雄性化

雌花を着生した冬芽に3月下旬～4月下旬ロウ引ハロン紙の袋をかけた別の実験で、1例頂生の雄花がみられた。5月上旬調査した結果、正常雄花と同様、雄しべの下面に葯を着生し、花粉を形成していた。アカマツの

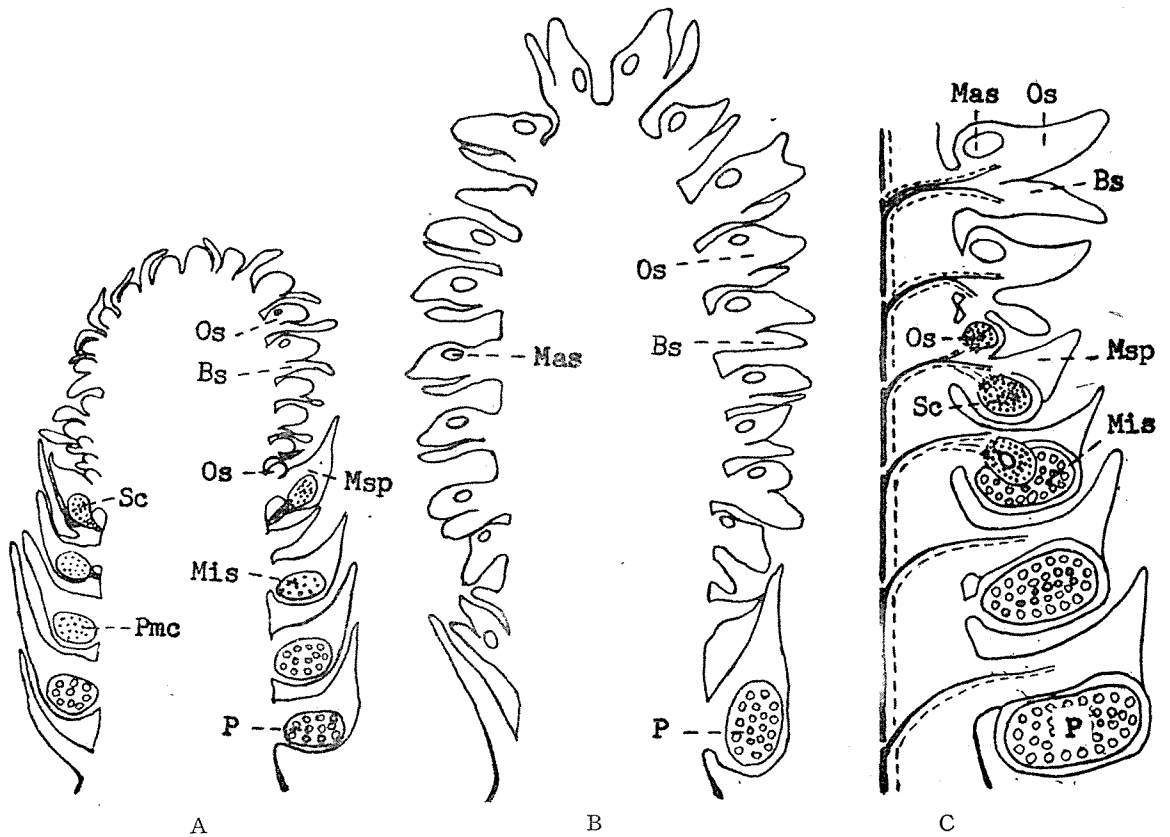


Fig. 6. Pattern of the sex transition from male to female.

A. Androgynous strobilus which partially made sex transition to female.

B. Ovulate strobilus which completely made sex transition to female.

C. Transitional part of sex from male to female in androgynous strobilus. Bs. Bract scale.

Mas. Macrosporangium. Mis. Microsporangium. Msp. Microsporophyll. Os. Ovuliferous

scale. P. Pollen. Pmc. Pollen mother cell. Sc. Sporogenous cell.

— Xylem. - - - Phloem.

雌花は雄花に較べて分化過程が著しく緩慢である。3月下旬頃には苞鱗が花の全面に形成されているが、種鱗は創始期である。したがって、雌花の雄性化は種鱗の形成が抑制されて、本来は苞鱗となるべきものが雄しべにかわり、葯が分化したものと思われる。

Ⅵ 考 察

針葉樹の花芽分化期および球花發育過程に関する研究は比較的少ない。マツではMERGEN²⁾等が *P. elliotii* で、WAREING⁷⁾が *P. sylvestris* で研究している。*P. elliotii* では、雄花は6月下旬頃より分化し、11月上旬には葯が、翌年1月下旬には花粉が形成される。雌花は8月下旬頃分化し、年内に苞鱗、種鱗が形成され、翌年1月上旬より胚珠が分化する。*P. sylvestris* では

雌雄両花とも8月に分化し、ひき続き葯が分化するが、花粉は翌春形成される。アカマツでは、雄花は7月上旬～中旬に原基形成が認められ、10月には葯が分化する。花粉は翌春開花直前に形成される。雌花の原基は8月下旬～9月上旬に認められ、10月中旬には苞鱗が花軸の下部に分化をはじめ。そして、翌春ひき続き苞鱗および種鱗が分化して、開花の直前に胚珠が形成される。クロマツもアカマツと大体同様であるが、翌春の球花發育過程はアカマツよりも7～10日はやい。

邦産アカマツ、クロマツの花芽分化期および球花發育過程をスギ科、ヒノキ科5種(スギ、メタセコイア、コウヨウゼン、ヒノキ、ローソンヒノキ)と比較してみると、スギ科、ヒノキ科では、いずれも花芽分化期は大体7～8月で、マツと著しい差はない。しかし、球花發育

過程は種によつて多少ことなる。スギ科、ヒノキ科では胚珠はいずれも開花の前秋には形成されている。花粉は前秋に形成されるもの(スギ、メタセコイア)と翌年形成されるもの(ヒノキ:1月中旬, コウヨウザン:2月下旬, ローソンヒノキ:3月上旬)とがある。開花期はいずれも翌春である。アカマツ、クロマツでは、花粉、胚珠ともに、翌春の4月に形成される。すなわち、アカマツ、クロマツはスギ科、ヒノキ科5種にくらべて、花芽分化期には著しい差異が認められないけれども、球花発育過程とくに雌花の発育過程が著しく緩慢で胚珠は翌春の開花の直前に急速に形成される。

花芽分化期および花の発育過程は、その植物の生立する位置、環境、年経過および個体によつて差異をしめすことは果樹、蔬菜等園芸植物で明らかにされている。アカマツでも生立する位置、年経過、個体等によつて差異がみられる。筆者が海拔600mの鳥取大学森山演習林で調査した結果では、雄花は9月上旬、すでに雄しべが分化しており、雌花も鳥取地方の9月中旬の状態であった。すなわち、鳥取地方に較べて秋期の花の発育過程が約10日はやかつた。秋期および春期の寒暖も花の発育過程に著しい影響をあたえる。春がおそく、寒さが比較的長く続く年には花粉母細胞減数分裂および開花期がおかれる。早春暖かい年に較べて7~10日の差がみられることがある。また斎藤⁹⁾は晩秋暖かい年にアカマツ雌花の返り咲きを報告している。

アカマツ、クロマツの花の雌性化の機構について、斎藤³⁻⁶⁾等は花粉母細胞減数分裂直前にその分裂を抑制することによつて、花粉母細胞が胚珠の細胞に変化するものと推定した。開花期直前の花を検鏡すると、雄花の葯はすでに前秋形成され、花糸に癒着して雄しべの下面に2個着生している。雌花の種鱗は3月下旬頃から分化し、胚珠は種鱗の内側に2個倒生している。人工処理によつて部分的に雌性化した両性花では、1花の下方の鱗片には下側に葯をつけ、正常雄花の形態を示している。しかし、上方の雌性化部では苞鱗と種鱗が形成され、正常雌花と同様、種鱗に胚珠が倒生している。したがつて、雄花の雌性化は葯の中の造胞細胞あるいは花粉母細胞がそのまま胚珠の細胞に変化してゆくのではないものと思われる。両性花の雄花から雌花への移行部の葯内の細胞は花粉母細胞減数分裂期をすぎても、花粉母細胞以前の未熟な状態で停滞している。したがつて、雄花の雌性化は葯内の造胞細胞の分化、終局的には花粉母細胞の減数分裂を抑制することによつて誘起されることは間違いない。すなわち、その機構はすでに述べたように、人工処理によつて葯内の造胞細胞の分化が抑制され、造胞組織

が花軸に接着し、そこに維管束が分化して、造胞組織が種鱗に発育する。そして胚珠が分化してくるものと考えられる。

アカマツの雌性化花誘起に対する人工処理の有効期間は3月上旬~4月24日頃までである。^{1,3-6)}もつとも、この有効時期は年あるいは個体によつて多少ことなるが、大体花粉母細胞減数分裂の7~10日前までである。雄花の葯はすでに前秋花の全鱗片に形成されている。花粉母細胞減数分裂前7~10日の葯内細胞は体細胞分裂像がほとんどみられなく、核細胞質比はきわめて小さい。すなわち造胞細胞から花粉細胞への移行期であると考えられる。一方雌花は種鱗分化期である。人工処理の有効時期が造胞細胞から花粉母細胞への移行期頃までであり、かつ種鱗分化期と一致することはきわめて重要な意義がある。雄花の雌性化は葯内の造胞細胞の分化が抑制され、造胞組織が種鱗に発育して誘起されるものと考えられる。そのためには、造胞細胞はなお普通の体細胞分裂を継続しうる能力を保持していなければならない。つまり、造胞細胞の分化が進行して、完全な花粉母細胞に発育し、減数分裂を開始するための生理的条件の変化がすでに起つている過程では、その細胞は種鱗の細胞に変化することが出来ず、花粉に発達する。したがつて、造胞細胞の成熟度(分化程度)は花の雌性化と密接な関係があるように思われる。春期寒さがおそくまで続く年には、花の雌性化が起りやすい。これは造胞細胞の分化が暖かい年に較べて緩慢である。換言すれば造胞細胞の分裂期あるいは体細胞分裂能力がおそくまで持続されているためであると思われる。

両性花では1花の上部は雌性化し、下部は雄性として固定されている。花における器官の分化は雌雄両花とも向頂的に進行することは本研究結果から明らかである。また両性花の雄性部を観察すると下方から上方へ花粉、花粉母細胞、造胞細胞の段階がみられる。したがつて、1花では上方の葯ほど造胞細胞の分化程度が低いために雌性化が起りやすいものと思われる。

V 摘 要

1. 雄花の原基は7月上旬~中旬、冬芽の中央部~下部の鱗片葉の葉腋に形成される。9月中旬には急速に生長して、葉の原基と形態的に識別することができる。雄しべは9月中旬から分化し、10月中旬には葯が形成される。造胞組織は10月上旬~11月下旬と3月上旬~4月上旬の2期に分裂増殖して、4月中旬頃花粉母細胞になる。花粉母細胞は4月中旬~下旬に減数分裂して、花粉が形成される。開花期は4月下旬~5月上旬である。

2. 雌花の原基は8月下旬～9月上旬、冬芽の先端部の鱗片葉の葉腋に形成される。9月中旬には急速に生長して、葉の原基と形態的に識別することができる。苞鱗は前秋花軸の下部に、翌春ひき続き上部に分化する。種鱗は3月中旬～下旬より分化し、4月中旬～下旬に胚珠が形成される。したがって、花粉と胚珠の形成期は同一時期である。

3. 1個の花においては、雄しべ、苞鱗、種鱗の分化は向頂的に進行する。

4. 花の生長期は、雌雄両花とも、9月上旬～11月中旬と3月上旬～4月下旬の2期であるが、9月と4月の生長がとくに顕著である。

5. 一般に造胞細胞は花粉母細胞に比して核細胞質比が大である。また造胞細胞から花粉母細胞へ移行期の細胞は核細胞質比が小である。

6. 雄花の雌性化は葯の中の造胞組織が種鱗に發育して胚珠が分化することによつて誘起されるものと思われる。

7. 雌花の雄性化は種鱗の分化が抑制されて、本来は苞鱗になるべきものが雄しべにかわり、葯が分化することによつて起るものと思われる。

参考文献

- 1) 橋詰：未発表
- 2) MERGEN, F. and KOERTING, L. E. : For. Sci. **3** : 145~155, 1957.
- 3) 齋藤, 近藤, 橋詰 : 62回日林講集. 98~100, 1953.
- 4) 齋藤, 近藤, 橋詰 : 63回日林講集. 128~129, 1954.
- 5) 齋藤, 橋詰 : アカマツに関する研究論文集, 91~94, 1954.
- 6) SAITO, Y. : Jour. Fac. Agr. Tottori Univ. **3** : 1~29, 1957.
- 7) WAREING, P. F. : The physiology of forest trees (edited by K. V. THIMANN), 643~654, 1957.

Summary

The initiation and development of flower primordia and the mechanism of sex transition of strobili to female or to male in Japanese red pine (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.) were investigated and studied. The results obtained are summarized as follows :

1. The primordia of male strobili were initiated from early July to the middle part of the month. During the middle part of September, the primordia grew rapidly and started to form microsporophylls, and the formation of rudimentary microsporangia was observed during the middle part of October. Sporogenous cells in the microsporangium repeated the cell division and multiplication in two periods of from early October to the latter part of November and from early March to early April, and during the middle part of April they developed into pollen mother cells. Thereafter, the pollen mother cells did reduction division and developed into pollen grains. The flowering time of male strobili was from the latter part of April to early May.

2. The primordia of female strobili were initiated from the latter part of August to early September, and after that time until early in October they grew rapidly. Bract scales started to form at the basal region of rudimentary female strobili during the middle part of October but at the upper region of those during early in March of the following year. The initiation of ovuliferous scales occurred during the middle part of March to the latter part of the month, and the formation of ovules was observed from the middle part of April to the latter part of the month. The flowering time of female strobili was the same as that of male ones.

3. In one male or female strobilus, the initiation and differentiation of microsporophyll, bract scale and ovuliferous scale progressed acropetally from the base to the apex.

4. In both male and female strobili, the growth period of the strobili was from early in September to the middle part of November and from early in March to the latter part of April, but the growth in September and April was especially remarkable.

5. Generally, the nucleoplasmic ratio of sporogenous cells was larger as compared with that of pollen mother cells. In the cells of a transition period from sporogenous cell to pollen mother cell, however, the nucleoplasmic ratio was especially small.

6. Sex transition of lateral strobili, normally fated to be male, to female seems to be induced by the following mechanism; if the maturation of sporogenous cells in microsporangium is inhibited by artificial treatments, the sporogenous tissue develops into an ovuliferous scale, and ovules are formed in the scale.

7. Sex transition of terminal strobili, normally fated to be female, to male seems to be induced by the following mechanism, if the formation of ovuliferous scales is inhibited by artificial treatments, rudimentary bract scales develop into microsporophylls, and microsporangia are formed in the sporophyll.