

# 林木の交配に関する基礎的研究 (V)

## スギの開花と受粉

橋 詰 隼 人

(鳥取大学農学部造林学研究室)

### Fundamental Studies on Mating in Forest Trees (V)

#### Flowering and Pollination in *Cryptomeria japonica*

Hayato HASHIZUME

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

The process of flowering in *C. japonica* was divided into seven stages as shown in Table 1. The female flowers started to flower during the period from late January to mid February. The period of flowering of female flowers was 54~57 days. The beginning of flowering of male flowers was about 25 days later than that of female flowers. The time and process of flowering varied according to the year, individual trees, bagging and pollination. The period of flowering of female flowers was prolonged to 10 days by the bagging. It was known that the flowering of *C. japonica* is closely connected with the change of air temperature. The flowering of female flowers seemed to start when the accumulated temperature of maximum air temperature after January 1 reached to 300°C.

The secretion of pollination drops under natural conditions began 5 days after the exposure of ovules, and it continued for 31~36 days. In general, the secretion was abundant on the day of higher air temperature. Regarding diurnal changes, it reached a maximum at 8~9 a. m. and decreased in the afternoon. As a result of bagging, the amount of secretion increased and the period of secretion became longer. It was known that a pollination drop serves for catching pollen grains and transferring them to the pollen chamber.

Although the micropyle had opened before flowering, it began to close rapidly after pollination. The period of the opening of micropyle in the bagging was about 47 days. It was presumed that the receptive period of female flowers is about 35 days. The ratio of ovules pollinated and the number of pollen grains in the pollen chamber were increased by controlled pollination. The pollen grains transferred to the pollen chamber cast off the pollen exine at once, germinated at the time of flower shutting, and began to penetrate into the nucellus. At this time, the cells of the nucellus-top degenerated and seemed to develop into the conducting tissue.

#### まえがき

精英樹のクローンが花をつけるようになり人工交配が行なわれているが、人工交配に際しては、その基礎とな

る林木の生殖に関するさまざまな現象を十分理解していなければならない。林木育種は比較的近年になってから始められたため、個々の樹種の生殖に関する研究はきわ

めて少なく、不明な点が多い。本研究はスギの開花と受粉の現象を明らかにして交配技術の改善に役立たせようとするものである。

## 材 料 と 方 法

鳥取大学農学部苗畑に植栽されている5～12年生スギを用いて、1969～1972年の間に野外と室内で実験を行った。野外調査では、各個体から雌花を5個ずつ選び出し、毎日開花状況を観察記録した。野外調査は主として午前9時から10時の間に行なった。受粉液の分泌量は次の方法によって測定した。すなわち、ガラス管でマイクロピペットをつくり、これを雌花にあてて受粉液を吸い取った。吸い取った受粉液は東洋ろ紙 No.50に円形に吸収させ、その輪郭を描いた。既知量の2%蔗糖液を同様にろ紙に吸収させて、円の大きさをもとにして検量曲線をつくり、これと対比して分泌量を算出した。

室内実験では、時期別に雌花を採取して実体顕微鏡で開花と受粉の状況を調査するとともに、試料を固定して縦断切片をつくり、受粉後の花粉の行動、胚珠内部の組織の変化などを顕微鏡でくわしく調べた。

## 結 果

### 1. 開花の様式と経過

野外観察の結果から、雌花の開花過程を次の7期に分けることができた。

- (1) 開花開始期……りん片が開き始める時期。
- (2) 胚珠露出期……胚珠が外部から見えるようになる時期。
- (3) 受粉液分泌開始期……受粉液の分泌が始まる時期。
- (4) 満開期……胚珠をつけたりん片が全部開き、胚珠が外部からよく見える時期。
- (5) 受粉液分泌停止期……受粉液の分泌がとまる時期。
- (6) 閉花開始期……花の中心部が盛り上り、りん片が胚珠をおおい始める時期。
- (7) 閉花完了期……胚珠がりん片で完全におおわれ、外部から見えなくなる時期。

野外観察の結果は表一1の如くである。また開花の状況を写真一1～2に示す。

自然状態における開花の経過についてみると、雌花は1969年と1970年には2月中旬に、1972年には1月下旬に開花を開始した。まがりん片がふくらみ、花の中心部が開口する。りん片は一層開き、5～10日後には胚珠が外

部から見えるようになる。さらに5日ぐらいで珠孔から液滴(受粉液)が分泌する。開花は花の上、中部のりん片から下部のりん片へ進み、開花開始後24～28日で満開となる。満開期は、1969年は3月上旬、1970年は3月中旬、1972年は2月下旬であった。満開の状態は15日以上続く。このころ盛んに受粉が行なわれる。受粉後珠孔が閉じ始め、やがて液滴の分泌もとまる。間もなく苞りんが肥厚して内側に曲り、あるいは種りんが伸長して胚珠を覆い始める(袋掛の場合は後者の様式が多い)。閉花は花の上、中部のりん片が下部のものよりも多少早いようであるが、著しい差はない。りん片が胚珠を完全に覆い、閉花は完了する。閉花完了期は、1969年が4月上旬、1970年は4月中旬、1972年は3月下旬であった。

雄花の開花開始は雌花のそれよりも一般におくれる。花粉の飛散開始期は、1970年の調査では3月11日、1972年は2月21日で、雌花の開花開始期よりも平均25日おくれた。花粉の飛散は雌花の満開の数日前に始まり、雌花が閉花を始めるころに終わる。しかし、飛散の盛期は雌花の満開の初期である。雄花の開花の様式は写真一2の如くである。雄花は花粉飛散の前に花軸が急激に伸長して、りん片間にすき間ができ、葯が外部から見えるようになる。葯の裂開は葯壁細胞の乾燥によって起こる。葯の下側基部の葯壁細胞が裂開して花粉が飛散する。

主要過程の所要日数についてみると、自然状態の場合、雌花は開花開始から満開まで24～28日、満開から閉花完了まで約30日を要した。したがって、開花期間は54～57日であった。花粉の飛散期間は約25日で雌花の開花期間よりも短い。

### 2. 開花期および開花経過の変化

開花期および開花の経過は年度、個体、袋掛、受粉の状況などによってかなり変化した。

年変化についてみると、雌花の開花開始期は1969年が平均2月11日、1970年が2月15日、1972年が1月26日で、4～20日の差異がみられる。満開期、閉花完了期についても最大約20日のちがいがある。しかし、開花の経過については著しい年変化がみられない。開花開始から閉花完了までの所要日数は54～57日である。花粉の飛散時期は、年によって10～18日のちがいがある。しかし、飛散期間は23～25日で、著しい年変化がみられない。

個体変異は図一1に示す通りで、雌花の開花期および開花期間に約10日の差異がみられる。花粉の飛散時期および飛散期間の個体差は一層著しく、飛散開始期に約10日、飛散期間に26日の差異がみられた。したがって、林

表-1. スギの開花状況\*  
Table 1. Circumstances of flowering in *C. japonica*.\*

| 開花の経過と所要日数<br>Process of flowering and days required                         |                                      | 1969年   |         | 1970年                      |         | 1972年        |         |                            |         |
|--|--------------------------------------|---|---------|----------------------------|---------|--------------|---------|----------------------------|---------|
|  |                                      | 自<br>Natural<br>conditions                                | 然       | 自<br>Natural<br>conditions | 然       | 袋<br>Bagging | 掛       | 自<br>Natural<br>conditions | 然       |
| 経<br>過<br>Process  | 雌<br>花<br>(♀)                        | 1. 開花開始<br>Beginning of flower opening                    | Feb. 11 |                            | Feb. 15 |              | Feb. 15 |                            | Jan. 26 |
|  |                                      | 2. 胚珠露出<br>Exposure of ovules                             | Feb. 16 |                            | Feb. 24 |              | Feb. 24 |                            | Feb. 5  |
|  |                                      | 3. 受粉液分泌開始<br>Beginning of secretion of pollination drops | Feb. 21 |                            | Mar. 1  |              | Feb. 28 |                            | Feb. 10 |
|  |                                      | 4. 満開<br>Full bloom                                       | Mar. 7  |                            | Mar. 15 |              | Mar. 12 |                            | Feb. 23 |
|  |                                      | 5. 受粉液分泌停止<br>End of secretion of pollination drops       | Mar. 29 |                            | Apr. 1  |              | Apr. 15 |                            | Feb. ** |
|  |                                      | 6. 閉花開始<br>Beginning of flower shutting                   | Mar. 26 |                            | Apr. 3  |              | Apr. 7  |                            | Mar. 13 |
|  |                                      | 7. 閉花完了<br>End of flower shutting                         | Apr. 6  |                            | Apr. 13 |              | Apr. 23 |                            | Mar. 23 |
|  | 雄<br>花<br>(♂)                        | 1. 花粉飛散開始<br>Beginning of pollen dispersion               | —       |                            | Mar. 11 |              | —       |                            | Feb. 21 |
|  |                                      | 2. 花粉飛散停止<br>End of pollen dispersion                     | —       |                            | Apr. 5  |              | —       |                            | Mar. 15 |
|  | 所<br>要<br>日<br>数<br>Days<br>required | 開花開始から満開まで From beginning of flower opening to full bloom |         | 24                         |         | 28           |         | 25                         |         |
| 胚珠露出から満開まで From exposure of ovules to full bloom                             |                                      | 19  |         | 19                         |         | 16           |         | 18                         |         |
| 受粉液分泌開始から満開まで From beginning of secretion of pollination drops to full bloom |                                      | 14  |         | 14                         |         | 12           |         | 13                         |         |
| 満開から受粉液分泌停止まで From full bloom to end of secretion of pollination drops       |                                      | 22  |         | 17                         |         | 34           |         | 4**                        |         |
| 満開から閉花開始まで From full bloom to beginning of flower shutting                   |                                      | 19  |         | 19                         |         | 26           |         | 19                         |         |
| 満開から閉花完了まで From full bloom to end of flower shutting                         |                                      | 30  |         | 29                         |         | 42           |         | 29                         |         |
| 受粉液分泌期間<br>Period of secretion of pollination drops                          |                                      | 36  |         | 31                         |         | 46           |         | 17                         |         |
| 胚珠露出期間<br>Period of exposure of ovules                                       |                                      | 49  |         | 48                         |         | 58           |         | 47                         |         |
| 開花期間<br>Period of flowering  |                                      | 54  |         | 57                         |         | 67           |         | 57                         |         |
| 花粉飛散期間<br>Period of pollen dispersion  |                                      | —   |         | 25                         |         | —            |         | 23                         |         |

\* 10個体の平均。Average of 10 trees.

\*\* 満開の直後 (1972年2月26日) に人工受粉した。Artificial pollination was done immediately after full bloom, on February 26, 1972.

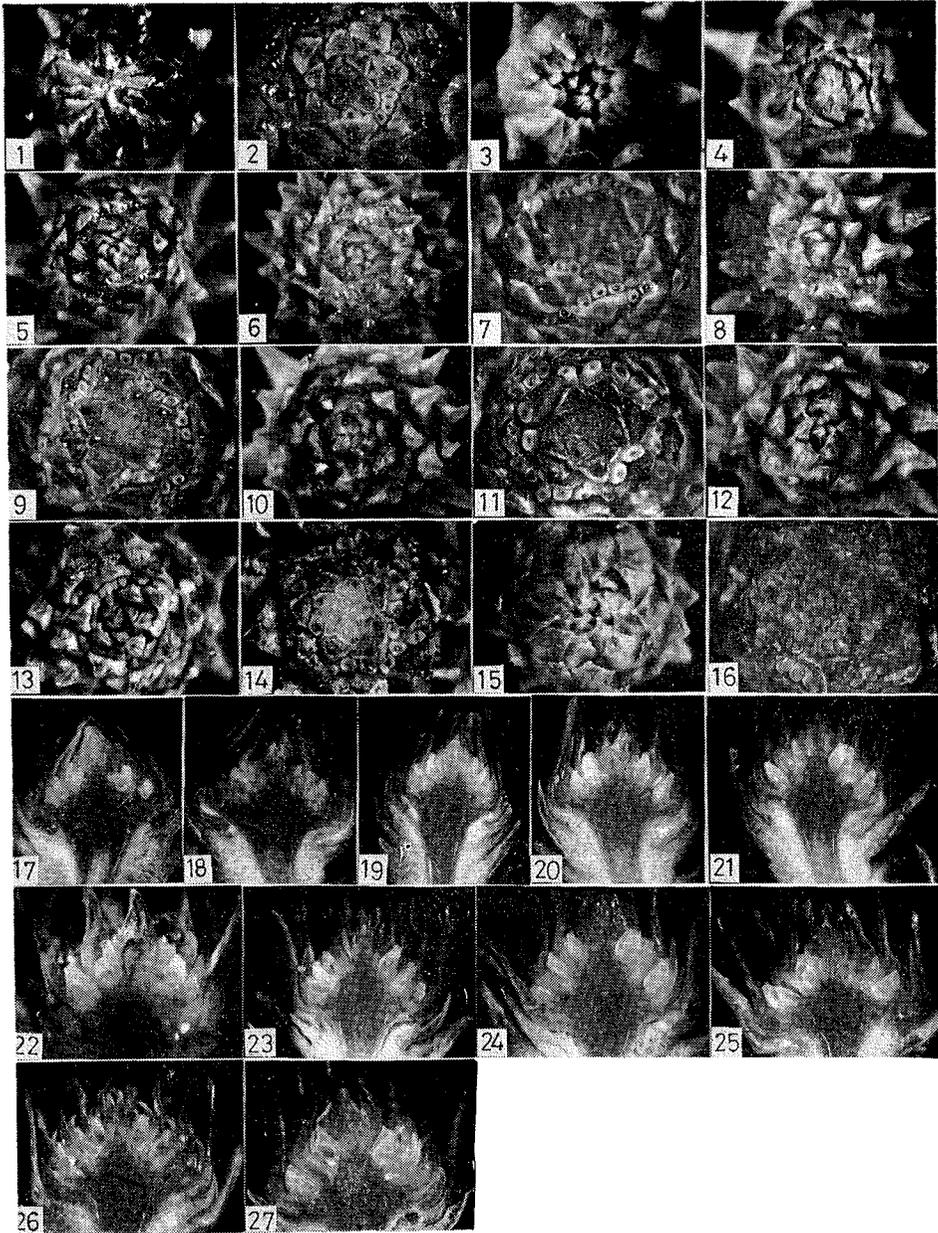
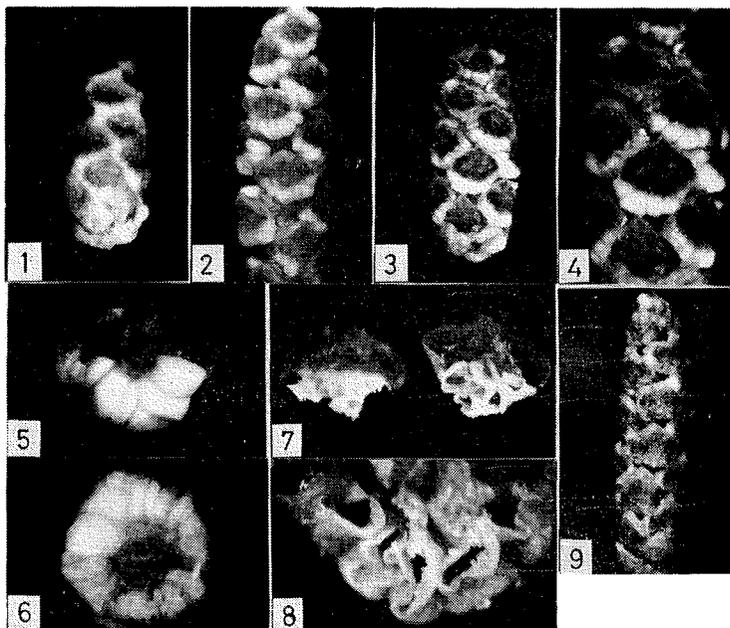


写真-1. スギの雌花の開花状況

Photo. 1. Flowering process of female flowers in *C. japonica*.

1, 2, 17: 開花直前の花と珠孔の状態。珠孔は開花の前にすでに開いている。3, 18: 開花開始期。4, 19: 胚珠露出期。5, 20: 受粉液分泌開始期。6, 7, 21, 22: 満開期。受粉液は液滴となって認められる。8, 9, 23: 満開後期(受粉後)。受粉液の分泌はとまる。10, 11, 24: 閉花開始期。珠孔が閉じ始める。12, 13, 14, 25, 26: 閉花中期。珠孔はほとんど閉じる。15, 16, 27: 閉花完了期。

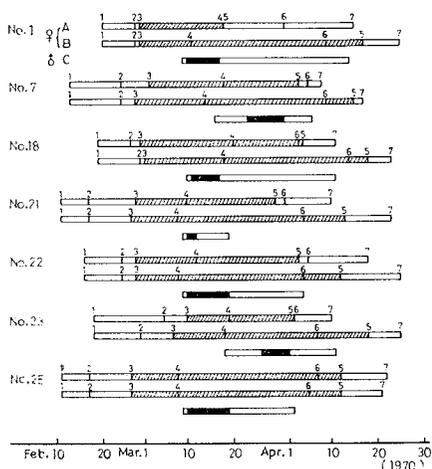
1, 2, 17: Female flowers and the state of micropyle immediately before flowering. The micropyle has opened before flower opening. 3, 18: Stage of starting of flower opening. 4, 19: Stage of exposure of ovules. 5, 20: Stage of starting of pollination-drop secretion. 6, 7, 21, 22: Stage of full bloom. Pollination drops are observed on the micropyle. 8, 9, 23: Late stage of full bloom; after pollination. The secretion of pollination drops stops. 10, 11, 24: Stage of starting of flower shutting. The closure of micropyle occurs. 12, 13, 14, 25, 26: Mid stage of flower shutting. The micropyle closes almost. 15, 16, 27: Stage of ending of flower shutting.



写真—2. スギの雄花の開花状況

Photo. 2. Flowering process of male flowers in *C. japonica*.

1 : 開花前。2 : 開花直前。3~4 : 開花期。5~6 開花期の葯と花粉放出の状況。7~8 : 葯の裂開の状況 (7 : 左 外側, 右 内側)。9 : 開花完了後。  
 1 : Male flower before flowering. 2 : Male flower immediately before flowering. 3~4 : Male flowers at flowering stage. 5~6 : Anthers at flowering stage, and the release of pollen grains. 7~8 : Dehiscence of anthers. The left of No. 7 shows the outside of scale, and the right, the inside. 9 : Male flower after flowering.



図—1. 個体および袋掛による開花期のちがい  
 Fig. 1. Differences of flowering time according to individual trees and bagging.

- A 自然状態における雌花の開花経過 Flowering course of female flowers under natural conditions.
- B 袋掛の場合の雌花の開花経過 Flowering course of female flowers covered with pollination bags.  
 数字は開花の過程を示す (第 1 表参照)。斜線の部分は受粉液分泌期を示す。  
 The numbers show the process of flowering (see Table 1). The part of oblique lines shows the time of secretion of pollination drops.
- C 花粉飛散期 Time of pollen dispersion.  
 黒くぬりつぶした部分は飛散盛期を示す。  
 The black-painted part shows the active period of pollen dispersion.

分全体の開花期間は個々の木の開花期間よりもさらに10日以上長くなる。この林分の雌花の開花期間は約70日、花粉の飛散期間は約35日であった。

袋掛は雌花の開花に著しい影響をおよぼした(表-1, 図-1)。袋掛によって満開に達するまでの期間が多少短くなり、満開から閉花までは逆に著しく長くなった。したがって、開花期間は自然の場合よりも約10日延長された。また袋掛によって受粉液の分泌期間が長くなった。1970年の調査では、袋掛によって分泌期間は約15日延長された。

雌花の開花の経過は受粉の状況によって変化する。受粉によって受粉液の分泌が停止する。また珠孔の閉鎖が促進され、閉花が早く進行する。したがって、雄花の着生の程度、天候、風向などによる受粉状況のちがいでによって受粉液分泌停止期や閉花の状況がちがってくる。雄

花の着生が多く、天候もよく、また風下で受粉のチャンスが多い場合には受粉液の分泌が早くとまり、閉花が早く進行する。しかし、受粉の不十分な場合には受粉液の分泌がなかなか停止せず、閉花がおくれる。袋掛で受粉を妨げた場合には、受粉液分泌停止期(開花過程5)と閉花開始期(開花過程6)とが自然の場合と逆になることがある(図-1)。

### 3. 開花期と気候との関係

前述のようにスギの開花期は年度によって著しく異なる。これは気候の状態が年によって異なるためであると思われる。付近の鳥取地方気象台の観測資料に基づいて1969~1972年の1~4月の気温、日照時間および降水量を比較すると表-2, 図-2の如くである。

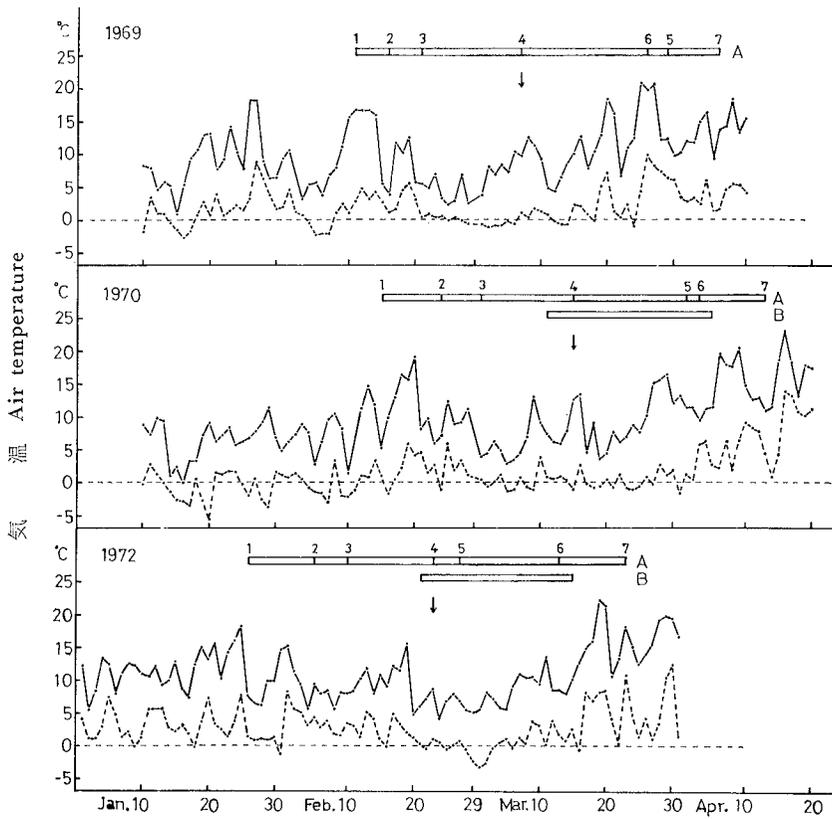
開花開始期は1972年が最も早く1月下旬、1969年と

表-2. 開花期の気温、日照時間および降水量  
Table 2. Air temperature, duration of sunshine and amount of rainfall at flowering time.

| 月<br>Month  | 気候要素<br>Climatic<br>element<br>年度<br>Year | 平均気温(°C)<br>Mean air temp. |      |      | 最高気温(°C)<br>Maximum air temp. |      |      | 最低気温(°C)<br>Minimum air temp. |      |      | 日照時間(h)<br>Duration of sunshine |       |       | 降水量(mm)<br>Amount of rainfall |       |       |
|-------------|---|----------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|-------------------------------|------|------|---------------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|
|             |   | 1969                       | 1970 | 1972 | 1969                          | 1970 | 1972 | 1969                          | 1970 | 1972 | 1969                            | 1970  | 1972  | 1969                          | 1970  | 1972  |
|             |   | 1969                       | 1970 | 1972 | 1969                          | 1970 | 1972 | 1969                          | 1970 | 1972 | 1969                            | 1970  | 1972  | 1969                          | 1970  | 1972  |
| 1 月<br>Jan. | 上旬<br>1st 10 days                         | 0.9                        | 3.4  | 6.0  | 3.4                           | 6.7  | 10.5 | -1.7                          | 0.1  | 2.5  | 14.9                            | 16.3  | 25.2  | 84.5                          | 65.5  | 55.0  |
|             | 中旬<br>2nd 10 days                         | 3.2                        | 1.5  | 7.3  | 7.4                           | 5.0  | 10.9 | 0.1                           | -1.6 | 4.0  | 37.9                            | 28.9  | 22.9  | 69.5                          | 117.0 | 92.0  |
|             | 下旬<br>last 10 days                        | 6.4                        | 2.9  | 6.6  | 10.4                          | 7.1  | 11.5 | 3.0                           | -0.1 | 2.0  | 14.7                            | 37.6  | 26.4  | 76.0                          | 98.0  | 95.0  |
|             | 平均, 合計<br>Mean or total                   | 3.6                        | 2.6  | 6.6  | 7.2                           | 6.3  | 11.0 | 0.6                           | -0.5 | 2.8  | 67.5                            | 82.8  | 74.5  | 230.0                         | 280.5 | 242.0 |
| 2 月<br>Feb. | 上旬<br>1st 10 days                         | 3.5                        | 2.6  | 6.1  | 7.5                           | 6.7  | 8.8  | 0.3                           | -0.7 | 3.9  | 23.6                            | 31.0  | 10.1  | 39.0                          | 32.5  | 38.5  |
|             | 中旬<br>2nd 10 days                         | 6.9                        | 6.6  | 6.1  | 11.4                          | 12.2 | 10.0 | 3.2                           | 1.3  | 2.5  | 28.7                            | 65.7  | 29.6  | 68.0                          | 23.5  | 38.0  |
|             | 下旬<br>last 10 days                        | 2.0                        | 5.3  | 2.3  | 4.3                           | 8.9  | 6.3  | 0.1                           | 2.3  | -0.2 | 7.5                             | 16.8  | 27.5  | 47.5                          | 54.0  | 113.5 |
|             | 平均, 合計<br>Mean or total                   | 4.3                        | 4.8  | 4.9  | 8.0                           | 9.3  | 8.4  | 1.3                           | 0.9  | 2.1  | 59.8                            | 113.5 | 67.2  | 154.5                         | 110.0 | 190.0 |
| 3 月<br>Mar. | 上旬<br>1st 10 days                         | 3.8                        | 2.8  | 3.9  | 8.7                           | 5.8  | 8.1  | -0.1                          | 0.0  | 0.3  | 34.4                            | 22.6  | 42.0  | 22.0                          | 59.5  | 36.0  |
|             | 中旬<br>2nd 10 days                         | 5.5                        | 3.4  | 8.7  | 9.5                           | 7.4  | 13.4 | 1.6                           | 0.2  | 3.9  | 26.9                            | 26.8  | 40.0  | 47.0                          | 40.5  | 47.5  |
|             | 下旬<br>last 10 days                        | 8.8                        | 5.4  | 10.6 | 13.6                          | 10.7 | 15.7 | 4.3                           | 0.9  | 4.8  | 58.0                            | 76.5  | 51.1  | 37.0                          | 16.5  | 30.0  |
|             | 平均, 合計<br>Mean or total                   | 6.1                        | 3.9  | 7.8  | 10.7                          | 8.1  | 12.5 | 2.0                           | 0.1  | 3.1  | 119.3                           | 125.9 | 133.1 | 106.0                         | 116.5 | 113.5 |
| 4 月<br>Apr. | 上旬<br>1st 10 days                         | 8.7                        | 9.4  | 9.3  | 13.7                          | 14.4 | 12.9 | 3.6                           | 4.1  | 5.4  | 45.1                            | 59.1  | 38.4  | 13.0                          | 11.5  | 46.0  |
|             | 中旬<br>2nd 10 days                         | 13.1                       | 11.7 | 14.6 | 18.7                          | 15.5 | 20.4 | 7.3                           | 8.4  | 8.6  | 74.3                            | 50.1  | 75.2  | 48.5                          | 103.0 | 23.5  |
|             | 下旬<br>last 10 days                        | 15.2                       | 12.1 | 14.1 | 20.0                          | 15.7 | 19.4 | 10.0                          | 8.4  | 8.8  | 56.3                            | 50.5  | 75.3  | 36.5                          | 5.5   | 23.5  |
|             | 平均, 合計<br>Mean or total                   | 12.3                       | 11.1 | 12.7 | 17.5                          | 15.2 | 17.6 | 7.0                           | 6.9  | 7.6  | 175.7                           | 159.7 | 188.9 | 98.0                          | 120.0 | 93.0  |

備考: 太字は開花期間の気温、日照時間および降水量を示す。

Remarks: Thick characters show air temperature, the duration of sunshine and the amount of rainfall during flowering period, respectively.



図—2. 開花期における気温の変化

Fig. 2. Changes of air temperature at flowering time.

- 最高気温 Maximum air temperature
- ..... 最低気温 Minimum air temperature

A 雌花の開花経過 (数字は開花の過程を示す。第1表参照)

Flowering course of female flowers under natural conditions.  
The numbers show the process of flowering (see Table 1).

B 花粉飛散期 Time of pollen dispersion.

矢印は満開日を示す。Arrows indicate the time of full bloom.

1970年はややおくれて2月中旬である。気温と開花開始期との関係についてみると、1972年は1月の気温が異常に高く、月平均気温は6.6°Cで、平均気温が4月上旬に等しい日が6日もあった。また鳥取地方気象台開設以来の無積雪を記録している。1969年は1月下旬が比較的暖かく旬間平均気温が6.4°Cで、平年よりも3°C高い。2月上旬の気温は平年並みであるが、中旬は平年よりも高温である。1970年は1月が比較的寒く、気温は平年より1~1.5°C低い。2月上旬は平年並みであるが、中旬は暖かく2月20日には異常高温を記録している。すなわち、スギの開花は1月以降の気温の変化と密接に関連しており、旬間平均気温が6°C以上のとき開花が始まるよ

うである。

次に日照時間と開花開始期との関係についてみると、1972年は開花開始期が早いにもかかわらず1月の日照時間は開花開始期の最もおそい1970年よりも少ない。日照時間と開花開始期の間には明らかな関係が認められない。降水量についても同様に開花開始期とくに関係がないようである。

次に開花過程別に1月1日以降の積算温度、総日照時間および総降水量を計算すると表—3および図—3の如くである。

開花時期と積算温度との関係についてみると、平均気温と最低気温の積算温度は年度間のバラツキが大きい

表—3. 開花時期と積算温度, 総日照時間および総降水量との関係

Table 3. Relation between flowering time and accumulated temperature, total duration of sunshine or total rainfall.

|  | 年 度<br>Year                  | 雌 花 の 開 花<br>Flowering of female flowers  |                      |                                      | 花 粉 の 飛 散<br>Pollen dispersion |            |       |
|--|------------------------------|---|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------|-------|
|  |                              | 開花開始<br>Beginning<br>of flower<br>opening | 満 開<br>Full<br>bloom | 閉花完了<br>End of<br>flower<br>shutting | 開 始<br>Beginning               | 完 了<br>End |       |
| 開<br>花<br>時<br>期<br>Time of<br>flowering                         | 1969                         | Feb. 11                                   | Mar. 7               | Apr. 6                               | —                              | —          |       |
|  | 1970                         | Feb. 15                                   | Mar. 15              | Apr. 13                              | Mar. 11                        | Apr. 5     |       |
|  | 1972                         | Jan. 26                                   | Feb. 23              | Mar. 23                              | Feb. 21                        | Mar. 15    |       |
|  | 平 均<br>Mean                  | Feb. 7                                    | Mar. 6               | Apr. 4                               | Mar. 2                         | Mar. 26    |       |
| 積<br>算<br>温<br>度<br>Accumulated temperature<br>(°C)              | 平 均 気 温<br>Mean air temp.    | 1969                                      | 156.5                | 255.0                                | 469.8                          | —          | —     |
|  |                              | 1970                                      | 132.5                | 263.0                                | 457.2                          | 247.2      | 371.9 |
|  |                              | 1972                                      | 180.6                | 335.8                                | 504.9                          | 329.9      | 415.7 |
|  |                              | 平 均<br>Mean                               | 156.5                | 284.6                                | 477.3                          | 289.6      | 393.8 |
|  | 最 高 気 温<br>Maximum air temp. | 1969                                      | 297.7                | 490.7                                | 839.3                          | —          | —     |
|  |                              | 1970                                      | 310.5                | 552.0                                | 884.7                          | 520.1      | 758.8 |
|  |                              | 1972                                      | 294.8                | 549.5                                | 842.7                          | 534.0      | 714.7 |
|  |                              | 平 均<br>Mean                               | 301.0                | 530.7                                | 855.6                          | 527.1      | 736.8 |
|  | 最 低 気 温<br>Minimum air temp. | 1969                                      | 23.4                 | 50.6                                 | 127.8                          | —          | —     |
|  |                              | 1970                                      | — 19.4               | 10.1                                 | 73.4                           | 9.9        | 27.5  |
|  |                              | 1972                                      | 83.8                 | 150.9                                | 205.2                          | 150.5      | 159.9 |
|  |                              | 平 均<br>Mean                               | 28.9                 | 70.5                                 | 135.5                          | 80.2       | 93.7  |
| 総<br>日<br>照<br>時<br>間<br>(h) Total<br>duration<br>of<br>sunshine | 1969                         | 96.2                                      | 147.7                | 267.3                                | —                              | —          |       |
|  | 1970                         | 142.5                                     | 234.8                | 397.8                                | 221.1                          | 354.4      |       |
|  | 1972                         | 64.8                                      | 126.4                | 235.1                                | 115.6                          | 202.1      |       |
|  | 平 均<br>Mean                  | 101.2                                     | 169.6                | 300.1                                | 168.4                          | 278.3      |       |
| 総<br>降<br>水<br>量<br>(mm) Total<br>rainfall                       | 1969                         | 269.0                                     | 399.0                | 403.5                                | —                              | —          |       |
|  | 1970                         | 326.0                                     | 471.0                | 541.5                                | 452.0                          | 516.5      |       |
|  | 1972                         | 209.0                                     | 340.0                | 519.0                                | 322.5                          | 485.5      |       |
|  | 平 均<br>Mean                  | 268.0                                     | 403.3                | 488.0                                | 387.3                          | 501.0      |       |

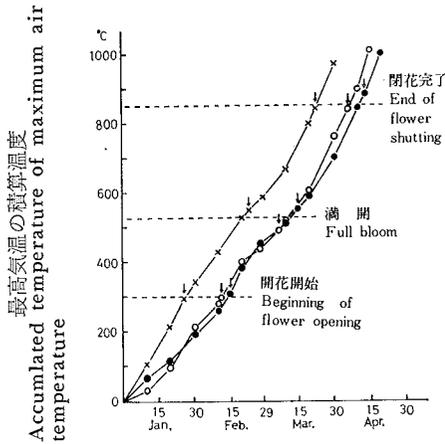
が、最高気温の積算温度は年変化が最も少ない。すなわち、スギの開花時期は1月1日以降の最高気温の積算温度と密接に関連している。雌花の開花は最高気温の積算温度が約300°Cに達したときに始まる。満開期の積算温度は平均530°C、閉花完了期のそれは約550°Cである。花粉の飛散は最高気温の積算温度が約530°Cのときに始まる。総日照時間および総降水量と開花時期との間には

一定の関係が認められない。

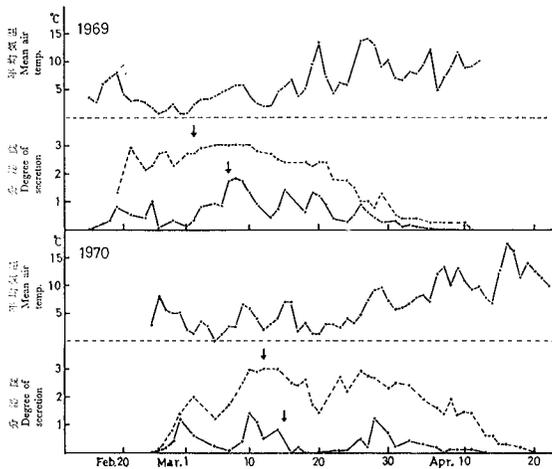
#### 4. 受粉の機構

##### (1) 受粉液の分泌状況

受粉液分泌の時期的変化は図—4の如くである。自然状態では、受粉液の分泌は胚珠露出後約5日で始まり、31~36日間続いた。しかし、分泌の最も盛んな時期は満



図—3. 開花時期と最高気温の積算温度との関係  
 Fig.3. Relation between flowering time and accumulated temperature of maximum air temperature.  
 ○—○ 1969年 矢印は開花開始期, 満開期および開花完了期を示す。  
 ●—● 1970年  
 ×—× 1972年 Arrows indicate the times of beginning of flower opening, full bloom and end of flower shutting, respectively.



図—4. 受粉液分泌の時期的変化  
 Fig.4. Seasonal courses of secretion of pollination drops.

分泌度 Degree of secretion.

0 分泌なし

No secretion.

1 分泌少ない (受粉液が雌花の二, 三の鱗片に認められる)  
 Little secretion: Pollination drops are observed in some scales of one female flower.

2 分泌中程度 (受粉液が雌花の約半分の鱗片に認められる)  
 Mediate secretion: Pollination drops are observed in about a half scale of one female flower.

3 分泌多い (受粉液が雌花のほぼ全部の鱗片に認められる)  
 Copious secretion: Pollination drops are observed in almost all scales of one female flower.

●—● 自然状態における分泌 Secretion under natural conditions.

●—● 袋掛の場合の分泌 Secretion in bagging.

矢印は満開日を示す。Arrows indicate the time of full bloom.

受粉液は午前9時に測定した。Pollination drops were measured at 9 a.m.

開の数日前から満開後15日ぐらいまでの約20日間である。受粉液の分泌は袋掛によって著しく促進された。また袋掛によって分泌期間および分泌盛期の期間が長くなった。1970年の調査では、袋掛によって分泌期間は約15日延長された。受粉液の分泌は受粉によって停止あるいは減少する。また気象条件の影響をうける。したがって、雄花の着生の程度やその年の気候によって分泌の状況がちがってくる。一般に分泌は気温の高い日に盛んである。また袋掛によって分泌量が増加することから湿度も分泌に関係があることがわかる。

1日の変化についてみると(図—5)、自然状態では分泌量は午前とくに8時から9時ころ多く、午後減少する。夜間も多少分泌がみられる。袋掛の場合は、やはり午前8時ころ分泌量が最大でその後漸次減少するが、午後も分泌量は自然状態に較べてはるかに多い。分泌の経過は日によって多少異なる。その日の天候の状況が影響するようである。

受粉液の分泌時期, 分泌期間, 分泌量などは個体によって多少差がある。分泌量の多い木, 少ない木がある。色々な条件の下で分泌量を測定した結果は表—4の通りである。満開期の雌花1個当たりのみかけの分泌量(珠孔上に露出している量)は、野外の自然条件の下では平均 0.19 $\mu$ l であるが、袋掛したものでは 1.01 $\mu$ l で約5倍増加している。切枝の水挿し, あるいは雌花を切りとりシャーレのしめったる紙上におくと分泌量は増加する。とくに後者の場合が著しい。これらのことから、受粉液の分泌は吸水が盛んに行なわれて蒸散

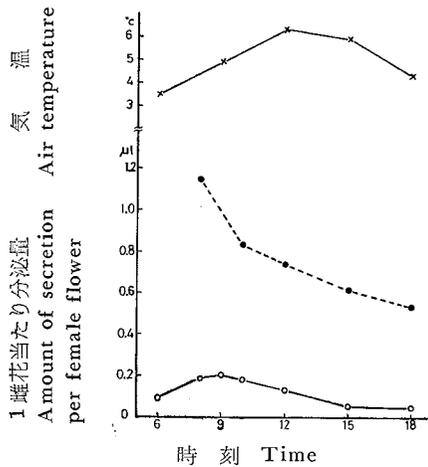


図-5. 受粉液分泌の日中変化  
 Fig.5. Diurnal courses of secretion of pollination drops.  
 ○—○ 自然 Natural conditions  
 ●-----● 袋掛 Bagging  
 1970年3月11~14日に測定, 3個体の平均。  
 Measured during March 11~14, 1970. Average of 3 trees.

作用が抑制されたときに起こるもので、一種の排水現象と考えられる。

(2) 受粉液の受粉に対する役割

人工受粉の状況は写真-3に示す通りである。液滴に大量の花粉をかけると、液滴はつぶれ、花粉は胚珠の頂部に塊状に付着する。液滴がつぶれないように少量の花粉をかけると、花粉は液滴の中にとけ込み珠孔内に吸い込まれるようである。人工受粉後一定時間ごとに雌花をとり、花粉室へ移動した花粉粒の数を調査した結果(図-6)、花粉室内の花粉粒の数は日中とくに午後増加する。そして受粉後3日ぐらいで最大になる。花粉室内の花粉粒の数が日中の午後増加することは、前に述べた受粉液の分泌が日中の午後減少することと関係があるように思われる。開花期の雌花は下向あるいは横向についているから、液滴にとらえられた花粉粒は自ら沈下するのではなく、液の引き込みにつれられて珠孔の中へ運ばれるものと思われる。すなわち、受粉液は花粉をとらえ、それを花粉室へ運搬する役目をしているものと考えられる。

以上の結果から、スギの受粉の機構は次の如く要約で

表-4. 受粉液の分泌量\*

Table 4. Amounts of secretion of pollination drops under different conditions.\*

| 個体<br>Individual | 野外, 自然状態の花<br>In field, female flowers under natural conditions | 野外, 袋掛の花<br>In field, female flowers covered with pollination bags | 室内, 水挿の花<br>In laboratory, female flowers on twigs put in water in beaker | 室内, シャーレ内の花<br>In laboratory, female flowers laid on moist filter-paper in Petri dish |
|------------------|---|--|---|---|
| 1                | 0.26  | 1.77   | 0.59  | 3.70  |
| 2                | 0.24  | 1.48   | 0.48  | 3.70  |
| 3                | 0.16  | 0.63   | 0.41  | 2.73  |
| 4                | 0.09  | 0.66   | 0.47  | 3.61  |
| 5                | 0.20  | 0.92   | 0.37  | 2.97  |
| 6                | 0.16  | 0.59   | —   | —   |
| 平均<br>Mean       | 0.19  | 1.01   | 0.46  | 3.34  |

\* 1雌花当たり分泌量。Amount of secretion per female flower.  
 午前9時測定。Measured at 9 a. m.

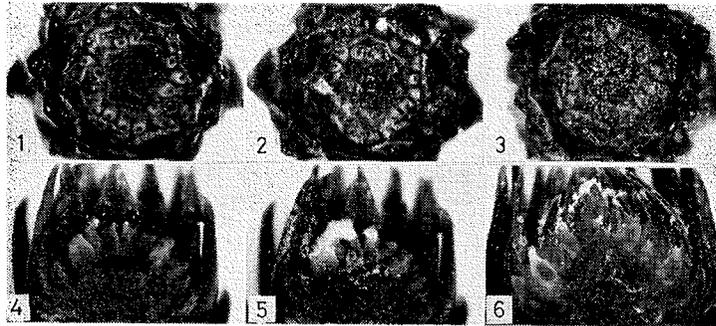


写真-3. 人工受粉の状況

Photo. 3. Controlled pollination in *C. japonica*.

1, 4: 満開期の胚珠, 受粉前。2, 3, 5: 人工受粉後。液滴は花粉をとらえ、珠孔入口に花粉が塊状に付着する。6: 液滴がつぶれないように少量の花粉を受粉し、3日後に写す。液滴は内部に吸収され、以後受粉液の分泌がとまる。  
1, 4: Ovules of full bloom stage. Before pollination. 2, 3, 5: After controlled pollination. Pollen grains adhere to the entrance of micropyle in a group. 6: A photograph taken 3 days after pollination to drops. The drops were absorbed in the micropyle and thereafter the secretion of micropylar fluid stopped.

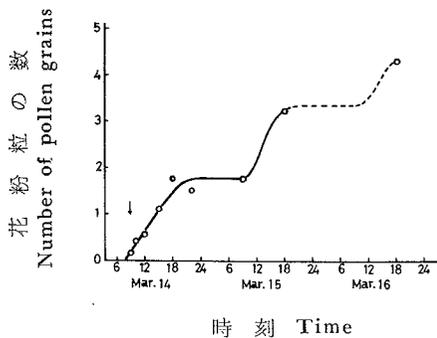


図-6. 人工受粉後花粉室内で見出される花粉粒数の変化

Fig. 6. Change in number of pollen grains found in pollen chamber after controlled pollination.

矢印は人工受粉の時期を示す (3月14日午前9時に受粉)。

The arrow indicates the time of controlled pollination (pollinated at 9 a.m., on March 14).

きる。花粉粒は受粉液に捕えられて胚珠の頂部に付着する。そして液の引き込みにつれられて珠孔内へ運搬され、花粉室に達して発芽する。

5. 珠孔の開口および閉鎖

珠孔の開口および閉鎖の状況は図-7, 表-5の通り

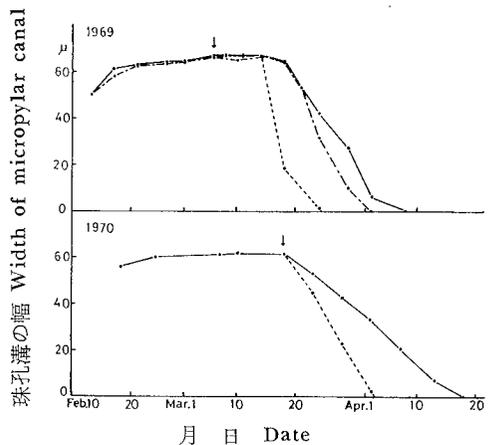


図-7. 珠孔の閉鎖状況  
Fig. 7. Circumstances of closure of micropyle.

- 無受粉 Non-pollination
- - -● 人工受粉 Controlled pollination
- · - · 自然受粉 Open pollination

矢印は満開日を示す。Arrows indicate the time of full bloom.

表-5. 珠孔の開口の状況  
Table 5. The state of opening of micropyle.

| 個 体<br>Individual | 胚珠露出から満開までの日数<br>Days from exposure of ovules to full bloom | 満開から珠孔の閉鎖完了までの日数<br>Days from bloom to closure of micropyle |                                | 満開後花粉の珠孔溝通過可能期間<br>Period at which pollen grains are able to pass micropylar canal after full bloom |                                | 珠孔開口期間<br>Period of opening of micropyle |                                | 花粉の珠孔溝通過可能期間<br>Period at which pollen grains are able to pass micropylar canal |                                |
|-------------------|---|---|--------------------------------|---|--------------------------------|--|--------------------------------|---|--------------------------------|
|                   |   | 無受粉<br>Non-pollination                                      | 人工受粉<br>Controlled pollination | 無受粉<br>Non-pollination  | 人工受粉<br>Controlled pollination | 無受粉<br>Non-pollination                   | 人工受粉<br>Controlled pollination | 無受粉<br>Non-pollination  | 人工受粉<br>Controlled pollination |
|                   |   | 日   | 日                              | 日   | 日                              | 日  | 日                              | 日   | 日                              |
| 1                 | 19  | 33  | 18                             | 22  | 11                             | 52                                       | 37                             | 41  | 30                             |
| 2                 | 18  | 32  | 18                             | 20  | 8                              | 50                                       | 36                             | 38  | 26                             |
| 3                 | 18  | 24  | 18                             | 13  | 10                             | 42                                       | 36                             | 31  | 28                             |
| 4                 | 13  | 36  | 18                             | 15  | 8                              | 49                                       | 31                             | 28  | 21                             |
| 5                 | 13  | 31  | 14                             | 25  | 8                              | 44                                       | 27                             | 38  | 21                             |
| 平均<br>Mean        | 16.2  | 31.2  | 17.2                           | 19.0  | 9.0                            | 47.4                                     | 33.4                           | 35.2  | 25.2                           |

である。珠孔は開花の前から開いている。珠孔溝の大きさは開花の進行にともなって多少増大するが、満開まではあまり変わらない。直径が60 $\mu$ 前後である。珠孔は受粉後急速に閉じ始める。珠孔の閉鎖は珠孔溝の内壁の細胞が横に伸びることによって起こる(図-9)。無受粉でも珠孔溝の閉鎖が起こるから、この現象は自動的なものである。しかし、珠孔の閉鎖は受粉によって著しく促進される。満開から閉鎖完了まで無受粉では平均31日、人工受粉では17日を要した。スギの花粉の直径は30 $\mu$ 前後であるから、満開後花粉粒が珠孔溝を通過できる期間(珠孔溝の幅が30 $\mu$ より大きい期間)は無受粉では約19日、人工受粉では約9日である。スギの胚珠露出期間は自然状態では47~49日、袋掛では約58日である。珠孔開口期間は無受粉では平均47日、人工受粉では33日であるが、花粉の珠孔溝通過可能期間は無受粉では約35日、人工受粉では25日である。したがって、袋掛の場合の受粉可能期間は35日ぐらいと推定される。

6. 花粉室内の花粉粒の数、受粉後の花粉の行動および胚珠内組織の変化

花粉室内に存在する花粉粒の数は図-8および表-6の通りである。自然受粉では1胚珠当たり0~15個、平均1.4個、人工受粉では0~14個、平均3.9個の花粉粒が認められた。花粉粒の存在しない胚珠は、自然受粉では33%、人工受粉では8%ぐらいあった。すなわち、人工受粉によって胚珠の受粉率および珠孔内の花粉粒の数が増加する。花粉室内の花粉粒の数は、個体によってかな

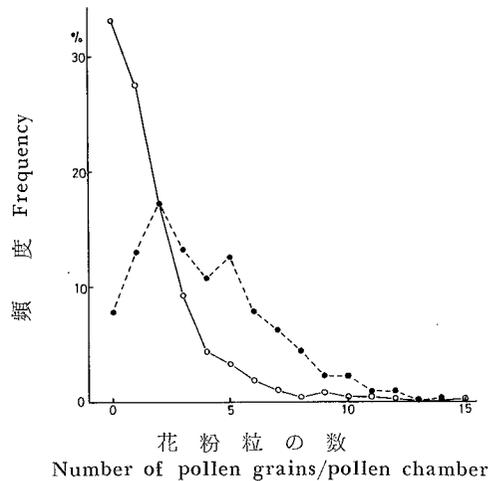


図-8. 花粉室内に存在する花粉粒の数  
Fig. 8. Number of pollen grains present in pollen chamber.

○—○ 自然受粉 Open pollination  
●- - -● 人工受粉 Controlled pollination

り差があった。

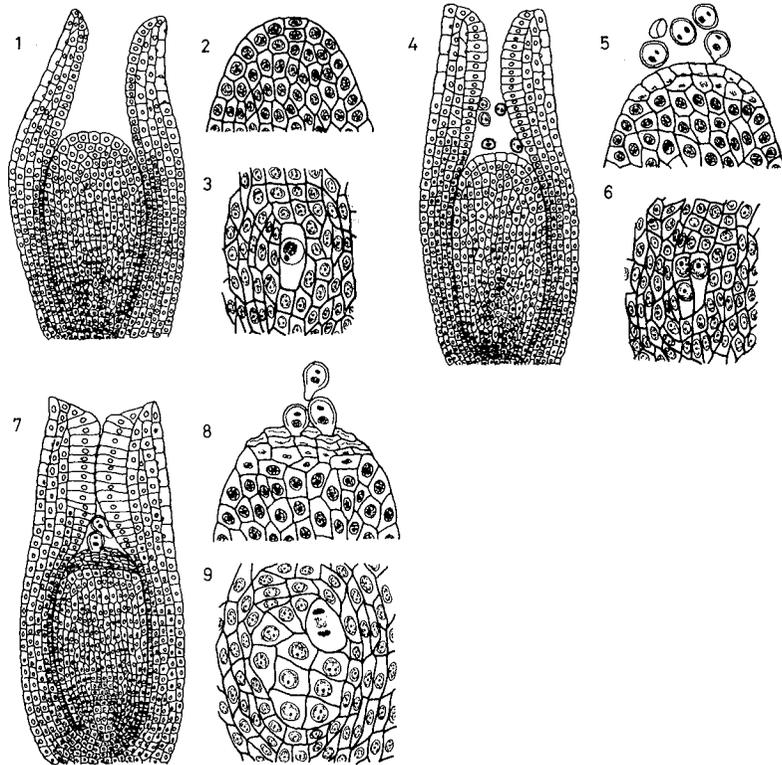
受粉後の花粉の行動と胚珠組織の変化を図-9に示す。花粉室内に入った花粉粒は短期間のうちに外膜を脱皮し、珠孔閉鎖組織の形成によって内部に押し込まれ、一部は珠心頂部に着生する。脱皮した花粉粒は吸水によって原形質がやや膨脹する。そして珠孔が閉鎖するころに花粉室内あるいは珠心の頂部で発芽を始める。花粉の発芽は3月の終わりから4月上旬に認められた。し

表—6. 花粉室内の花粉粒の数  
Table 6. Number of pollen grains found in pollen chamber.

| 個 体<br>Individual | 自然受粉<br>Open pollination |              | 人工受粉<br>Controlled pollination |              |
|-------------------|--------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
|                   | 平 均<br>Mean              | 範 囲<br>Range | 平 均<br>Mean                    | 範 囲<br>Range |
| 1                 | 2.9                      | 0~15         | 5.7                            | 1~14         |
| 2                 | 0.5                      | 0~ 5         | 3.3                            | 0~12         |
| 3                 | 0.9                      | 0~ 3         | 4.3                            | 0~12         |
| 4                 | 2.1                      | 0~ 9         | 4.1                            | 0~11         |
| 5                 | 0.7                      | 0~ 5         | 2.3                            | 0~10         |
| 平 均<br>Mean       | 1.4                      | 0~7.4        | 3.9                            | 0.2~11.8     |

かし、花粉管の伸長は緩慢で、閉花完了後球果が急速に生長を始めるころに花粉管は伸びはじめ珠心に侵入する。人工受粉の場合は、普通花粉室内に数個の花粉粒が存在しているが、これらはほぼ同時に発芽して珠心に侵入するようである。

受粉後の胚珠組織の変化のうち珠孔の閉鎖についてはすでに述べたが、もう一つ注目すべき変化は珠心頂部の細胞の退化である。満開期の珠心頂部の細胞には原形質が充満しているが、珠孔が閉鎖を始めるころになると原形質が死滅して空胞化する。閉花完了期、すなわち花粉管が伸び始めるころには原形質は殆ど認められず、細胞は押しつぶされて扁平になる。頂部細胞の退化時期は個体によって多少差が



図—9. 受粉後の花粉の行動と胚珠組織の変化  
Fig. 9. The behavior of pollen grains and the change of ovular tissue after pollination.

1~3 : 満開期。胚のう母細胞は細胞分裂を開始しようとしている (3月10日)。4~6 : 閉花初期。珠孔の閉鎖と珠心頂部の細胞の退化が起こる (3月28日~4月2日)。7~9 : 閉花完了期。花粉管の珠心への侵入と胚のう母細胞の減数分裂がみられる (4月8日)。  
1~3 : Full bloom stage. The embryo sac mother cell is starting the somatic cell division (March 10). 4~6 : Early stage of flower shutting. The closure of micropyle and the degeneration of cells at the top of nucellus occur (March 28~April 2). 7~9 : Stage of ending of flower shutting. The penetration of pollen tubes into the nucellus and the meiosis of embryo sac mother cells are observed (April 8).

ある。この頂部細胞の退化は無受粉でも起こるから、自動的なもので受粉の直接の結果ではない。しかし、この現象は花粉管の珠心への侵入と関係があるように思われる。受粉直後の雌花を寒天培養基（1%寒天，5%蔗糖）に植えつけ、25℃で5日培養して調べた結果、花粉室内における花粉の発芽は非常に悪く10%程度であった。花粉管は120 $\mu$ ぐらいに伸びていたが、珠心頂部の細胞が未退化の胚珠では珠心に侵入せず横に伸びていた。しかし、頂部細胞が退化した胚珠では珠心に侵入しているのがみられた。これらのことから、珠心頂部の細胞が活性を保っている間は、花粉は発芽しても珠心へ侵入することができないように思われる。

開花初期の雌花の珠心の基部には周囲の細胞よりも大形で、縦に長く、顆粒に富んだ胚のう母細胞が1個認められる。胚のう母細胞は雌花の満開期のころ（3月中旬）に分裂して、閉花期には3~4個の母細胞ができる。そして閉花完了期のころ（4月10日前後）に減数分裂を行ない胚のう細胞に発達する。すなわち、開花期にはまだ胚のうは形成されていない。

#### 7. 人工交配への応用

珠孔の開口の状況から、雌花の受粉可能な期間はかなり長く、袋掛の場合は35日以上ある。受粉液の分泌は満開の数日前から満開後15日ぐらいまでの約20日間が最も盛んである。したがって、人工受粉はこの期間に行なえばよい。人工受粉の適期については後述する。人工受粉の時刻については、袋掛の場合は受粉液の分泌が午後も多いから、それほど問題にならない。しかし、分泌量は午後よりも午前の方が多いため、人工受粉はなるべく午前中に行なう方が望ましいと思われる。袋掛は、花粉の飛散が雌花の開花開始よりもおそいから、あまり急ぐ必要はない。除袋は珠孔の閉鎖が認められれば行なえばよい。

#### 考 察

針葉樹の開花および受粉の現象については、McWilliam<sup>10)</sup> が二、三のマツで、Ehrenberg<sup>4)</sup> が *Pinus silvestris* で、Pattinson<sup>13)</sup> が *Pinus kesiya* で、Barner と Christiansen<sup>2-3)</sup> が *Larix* と *Pseudotsuga* で、Allen<sup>1)</sup> が Douglas fir で研究している。我が国では、中井<sup>11)</sup> および渡辺<sup>15)</sup> が人工受粉技術ならびに種間交雑と関連してマツの開花現象を調べている。また萩行<sup>5)</sup> は交配実行者の立場からスギの開花現象を調査した。これらの研究を通覧すると、外国産の *Pinus*, *Larix*, *Pseudotsuga* では、開花や受粉の現象がかなりく

わしく調査されているが、邦産の樹種では調査例が少なく不明な点が多い。とくに育種学的観点から開花や受粉の機構をくわしく調べた研究は少ない。スギの開花期は針葉樹の中では最も早い部類にはいり、年によっては1月下旬に開花を開始する。これは生殖器官（胚珠と花粉）がすでに前年の秋に形成されているためである。<sup>6)</sup> 花部器官の発達経過と開花期とは密接に関連している。

スギの開花期間は割合長く、個体の平均でみると雌花の開花期間は54~57日、雄花のそれは約25日である。林分全体の開花期間はさらに10日以上長くなる。ヒノキの雌花の開花期間は約30日<sup>7)</sup>、アカマツのそれは15日ぐらいである<sup>8)</sup>。スギの開花期間が長いのは、比較的低温の時期に開花が始まり進行するためであると思われる。また雌花と雄花の開花期に差があり、スギの雌花の開花開始期は雄花のそれよりも平均25日早い。雌花の開花開始期が雄花のそれよりも早いことは、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、カラマツ、モミなどで報告されている。

Larsen<sup>9)</sup> はこの現象を *metandry* と称し、林木の開花の一般的な特色であるといっている。スギの開花期はもちろん個体によって差があるが、年度によってかなり変化した。これは気候の状態が年によって異なるためである。開花時期と気象因子との関係はマツで調べられている。Scamoni<sup>14)</sup> や中井<sup>11)</sup> らの研究によると、気象因子中温度がマツ類の開花に最も影響するようである。本研究においても、スギの開花と温度とは密接に関連しており、暖冬の年は開花開始期が早かった。温度要因中、最高気温の積算温度が開花時期と密接な関係があり、雌花の開花は1月1日以降の最高気温の積算温度が約300℃に達したとき始まるようである。このことは袋掛や人工受粉の時期を決定する上に一つの目安になるのではないと思われる。

葯からでた花粉が雌しべの柱頭につく現象を受粉という。針葉樹では、一般に花粉は胚珠の珠孔頂部に最初着生するが、被子植物と花の構造が異なり、花粉は珠孔の内部に運搬されなければ受精にあずかることができない。したがって、針葉樹では花粉が珠孔内部あるいは花粉室に移送されて到達することを受粉といえる。Göbel<sup>12)</sup> は針葉樹の珠孔を管状、鉢状、柱頭状の3型に分類している。受粉の機構は樹種によって多少異なる。大部分の針葉樹の胚珠は受粉時に珠心から受粉液を分泌して花粉を捕えるが、受粉液の分泌がみられない樹種もある。スギは管状珠孔で受粉液は液滴となって珠孔上に露出しており、花粉粒は液滴に捕えられて珠孔頂部に付着し、液の引き込みにつれられて珠孔内へ運ばれ

花粉室に達して発芽する。マツの胚珠では、珠皮の先端部が腕状に伸びて2本の突起物が下垂している(缺状珠孔)。受粉液は2本の腕状突起の間に分泌される。花粉粒は腕状突起に付着し、液の引き込みにつれられて胚珠内に誘導され花粉室に達して発芽する。<sup>8)</sup>しかし、カラマツやトガサワラの受粉の機構はスギやマツと異なる。<sup>1-3)</sup>カラマツ、トガサワラでは珠皮の花軸側の先端部が特別に発達して柱頭状小片体 *Stigmatic flap* を形成している(柱頭状珠孔)。この小片体には絨毛突起(カラマツ)あるいは毛(トガサワラ)があって花粉はこれに付着する。Barner<sup>2)</sup>らの研究によると、カラマツでは受粉時に分泌液が出ず、柱頭状小片体に付着した花粉粒は小片体の崩壊収縮によって内側に巻き込まれた珠孔溝内に持ち来たされる。花粉は柱頭状小片体に付着したまま前発芽の状態で5~7週間休眠する。その間に造卵器ができ、ついで珠心から分泌された液によって花粉は珠心頂部に運ばれ、ここで花粉管が伸びて珠心に侵入する。トガサワラの受粉の機構はカラマツとほぼ同様である。

受粉液の分泌と受粉に対する役割は McWilliam<sup>10)</sup> がマツで研究している。マツでは受粉液の分泌は夜中に始まり、早朝空中湿度の高いときに盛んである。スギの場合は午前8時から9時頃分泌量が最も多い。また袋掛によって分泌量が増加する。これらのことから、受粉液の分泌は吸水が盛んに行なわれて蒸散作用が抑制されたときに起こるもので、McWilliam<sup>10)</sup> が述べている通り一種の排水現象 *guttation* と考えられる。日中温度の上昇とともに葉あるいは雌花のりん片からの蒸散作用が盛んになり、それによって珠孔内部に負の圧力を生じ液滴は内部に吸収される。このときに液滴にとけ込んだ花粉粒と一緒に珠孔内部に引き込まれるものと思われる。このことは人工受粉後花粉室内の花粉粒の数が日中とくに午後増加することからも想像される。受粉液の役割は、(1)花粉を捕捉すること、(2)それを珠孔の内部へ運搬すること、(3)花粉の発芽に必要な水分を花粉に保持させることの三つに要約できる。

受粉後珠孔の閉鎖、珠心頂部の細胞の崩壊など胚珠組織の変化が起こる。針葉樹の珠孔は開花の前から開いているが、受粉後急速に閉じ始める。珠孔閉鎖の機構は樹種によって多少ちがう。スギやマツでは、珠孔溝の内壁の細胞が横に伸長して、いわゆる閉鎖組織を形成して珠孔が閉じる。しかし、Allen<sup>1)</sup>らによるとトガサワラでは柱頭状小片体の先端が内側に曲り珠孔を閉じる。珠心頂部の細胞の退化崩壊はスギ、ヒノキ、マツなどでみら

れる。これらの現象はいずれも無受粉でも起こるから、自動的なもので受粉の直接の結果ではない。しかし、受粉と無関係ではない。スギでは、珠孔の閉鎖は受粉によって著しく促進される。珠心頂部の細胞の退化崩壊は一種の誘導組織の形成と考えられ、花粉の発芽および花粉管の珠心への侵入と関係があるように思われる。珠孔の開口および閉鎖の状況、とくに開口期間を知ることは人工受粉を実行する上に重要である。

受粉後の花粉の行動は樹種によって異なる。花粉の発芽や花粉管の珠心への侵入の状況は受粉現象とは別に取り扱った方が便利であるので省略する。

### 摘 要

1. 野外調査の結果、スギの雌花の開花過程を7期に分けることができた。雌花は1月下旬~2月中旬に開花を開始し、2月下旬~3月中旬に満開となり、3月下旬~4月中旬に閉花した。個体の平均開花期間は54~57日であった。雄花の開花開始期は雌花のそれよりも約25日おくれた。花粉の飛散期間は平均25日であった。

2. 開花期および開花の経過は年度、個体、袋掛、受粉の状況などによって変化した。年変化は最大約20日、個体変異は約10日認められた。雌花の開花期間は袋掛によって約10日延長された。

3. スギの開花は気温の変化と密接に関連しており、暖冬の年は開花開始期が早かった。雌花の開花は、1月1日以降の最高気温の積算温度が約300°Cに達したときに始まるようであった。

4. 自然状態における受粉液の分泌は、胚珠露出後約5日で始まり、31~36日間続いた。受粉液の分泌は、受粉によって停止し、また気象条件の影響を受けた。一般に分泌は気温の高い日に盛んで、1日の変化は午前8時から9時に多く、午後減少した。袋掛によって受粉液の分泌は増加し、分泌期間が長くなった。満開期の雌花1個当たりの分泌量は、自然状態では平均0.19 $\mu$ l、袋掛では1.01 $\mu$ lであった。受粉液は花粉を捕え、それを珠孔の内部へ運搬する役目をしていることがわかった。

5. スギの受粉の機構は次のようであった。花粉は受粉液に捕えられて珠孔頂部に付着し、液の引き込みにつれられて珠孔内へ運ばれ花粉室に達して発芽する。

6. 珠孔は開花の前から開いているが、受粉後急速に閉じ始めた。袋掛(無受粉)の場合の珠孔開口期間は平均47日で、受粉可能期間は35日ぐらいと推定された。

7. 人工受粉によって胚珠の受粉率および花粉室内の花粉粒の数が増加した。人工受粉では1胚珠当たり3.9

個の花粉粒が認められた。花粉室内の花粉粒は短期間のうち外膜を脱皮し、閉花期に発芽して珠心に侵入を始めた。珠心頂部の細胞は受粉後閉花期に退化して、誘導組織に発達するようであった。

文 献

- 1) Allen, G.S. and Owens, J. N. : *The Life History of Douglas Fir*, 83~102, Canadian Forestry Service (1972)
- 2) Barner, H. and Christiansen, H. : *Silvae Gen.*, 9, 1~11 (1960)
- 3) Barner, H. and Christiansen, H.: *Silvae Gen.*, 11, 89~102 (1962)
- 4) Ehrenberg, C. E. and Simak, M.: *Medd. Stat. Skogsforskningsinst.*, 46 (12), 1~27 (1956)
- 5) 萩行治義ら：関東林木育種場年報, 7, 89~98 (1971)
- 6) 橋詰隼人：日林誌, 44, 312~319 (1962)
- 7) 橋詰隼人・岡田泰久：日林関西支部講集, 18, 120~122 (1968)
- 8) 橋詰隼人：未発表
- 9) Larsen, C. S. : *Genetics in Silviculture*, 52~53 (1956)
- 10) McWilliam, J. R. : *Bot. Gaz.*, 120, 109~117 (1958)
- 11) 中井 勇ら：京大演報, 39, 125~143 (1967)
- 12) 中野治房：クーゲレル花生態学, 14, 広川書店 (1966)
- 13) Pattinson, J.V. et al. : *Silvae Gen.*, 18, 108~111 (1969)
- 14) Scamoni, A. : *Zeitsch. f. Forst-u Jagdw.*, 70, 289~315 (1938)
- 15) 渡辺 操・岩川盈夫：林試研報, 224, 125~146 (1969)