

# スギの花芽および花性分化と生長物質の消長

橋 詰 隼 人 (鳥取大学農学部造林学研究室)

## Changes in Endogenous Growth Substances during Flower Initiation and Sex Differentiation in *Cryptomeria japonica*

Hayato HASHIZUME

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

1960年1月15日受理

### I 緒 言

林木の品種改良および採種圃の造成上、開花・結実の人工的調節はきわめて重要な問題である。また林木の開花・結実は生長と密接な関係があり、開花生理の研究は結実の人工的調節の面からばかりでなく、林木の生長現象の生理学的解明の上からも重要な課題と考えられる。

林木の開花生理に関する研究はきわめて少なく、花芽および花性分化の生理学的機構は明らかでない。筆者はさきにジベレリンがスギの花芽分化を誘導することを報告したが<sup>(2)</sup>、今回、スギの花芽および花性分化と生長物質との関係について研究し、2・3の成果がえられたので、ここに報告する。

本稿を草するにあたり、御指導と御校閲を賜わった齋藤雄一教授に深く感謝する。

### II 材料および方法

**供試材料** 鳥取大学農学部苗畑に植栽されている15年生沖山杉のうち、例年よく着花せる1個体から供試材料を採取した。すなわち、その個体の下方の枝の新条を雄花着生部、雌花着生部および先端の無着花部の3部に分け、各々の部分から新条の先端1~1.5cm(ただし、着花枝は着花部附近)をつみとり、生長物質抽出のための試料とした。ただし、8月下旬以降は雄花・雌花および先端の無着花部の3部から材料をとり、着花部の新条を含めないことにした。

**生長物質の抽出** 生長物質の抽出は主として八巻等<sup>(12)</sup>、塚本等<sup>(10)</sup>の方法に準じて行なつた。すなわち、供試材料3.5g(生重)に中性磷酸緩衝液を加え、凍結後すりつぶし、過酸化物を含まないエーテル100mlを数回に

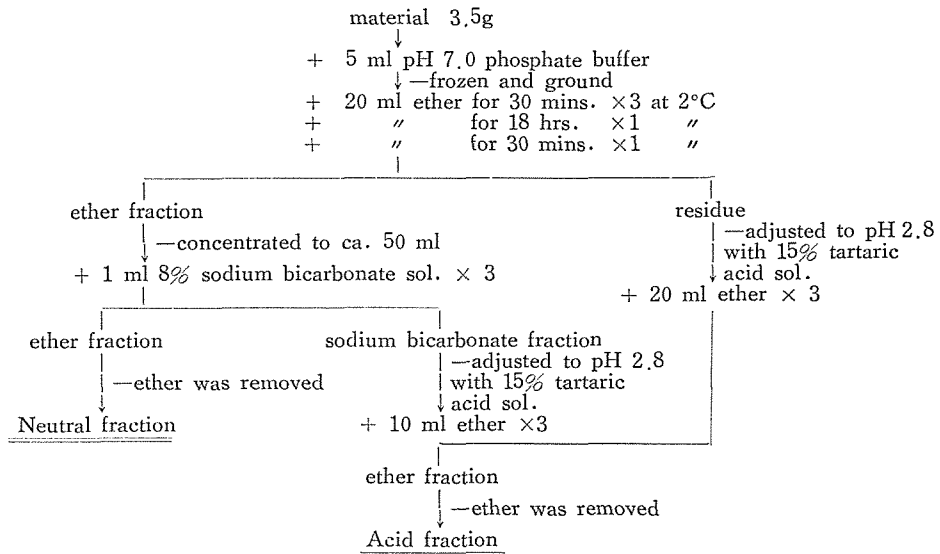


Table 1. Method of extracting growth substances from the strobiles and shoots of *Cryptomeria japonica*.

わけて、2°C で20時間抽出した。エーテル抽出液は50°C 湯煎上で約50mlに濃縮し、8%重曹溶液を少量加えて混入する酸性物質を除去した後、さらに濃縮してペーパー・クロマトグラフィー用の中性区分とする。

一方エーテル抽出後の残渣は15%酒石酸溶液を加えてpH2.8とし、エーテルで再抽出する。またさきの酸性物質を溶解した重曹溶液層も15%酒石酸溶液を加えて、pH2.8まで酸性化した後、エーテルで酸性物質を抽出する。この両方のエーテルを合して濃縮し、ペーパー・クロマトグラフィー用の酸性区分とした。

ペーパー・クロマトグラフィー 吸着剤として東洋

口紙No.50(2×40cm)を用い、上記各試料を1mlの再蒸溜水にとかし、その内より0.025mlを毛細管ピペットにとり、口紙の一端にしみこませた。展開溶媒として、イソプロパノール-28%アンモニア-水、10:1:1(v/v)の混合液と70%エタノールを用い、上昇法により高さ20cmまで展開した。展開はできるだけ光のあたらないようにして室温下で行なつた。展開の終つたクロマトグラムは風乾してアベナ伸長試験に用いた。一方対照として合成インドール酢酸(IAA)2γを口紙の試料中に加えて同時に展開し、風乾後Gordon & Weber氏試薬(0.05M FeCl<sub>3</sub>-5% HClO<sub>4</sub>, 1:50 v/v)をふきつけ60°C前後に加熱して、淡紅色の発色によりIAAのRfを確かめた。

アベナ伸長試験 展開後風乾した口紙は原点から先端までを10等分しRf 0.1に相当する切片として、小型管瓶にいれ、2%蔗糖液2mlを加えて、2°Cで20時間抽出した。口紙片を取去つた後、これに2.5~3.0cmに伸びたアベナ子葉鞘(ヴィクトリー1号)の先端3mmを除いた次の2.3mmの切片を10個ずつ入れ、25°Cで24時間たもち、その伸長を低倍率の顕微鏡で測定した。別に試料をつけない口紙を同時に展開し、同じ方法でアベナの伸長を測定して対照区とした。

III 実験結果

前記展開液のうち70%エタノールによる場合はIAAのRf値が高く、生長物質の分離が不充分であつた。しかしイソプロパノール-アンモニア-水混液ではIAAのRfを比較的低値におくため、生長物質はかなりよく分離した。したがつて、以下の報告においては後者の溶媒により展開した結果について述べる。

エーテル抽出物の酸性区分における生長物質の消長は第1図に示すごとくである。

無着花新条の先端部生長点における酸性生長物質はRf下位~中位(0.2~0.6)および高位(0.8~1.0)の生長

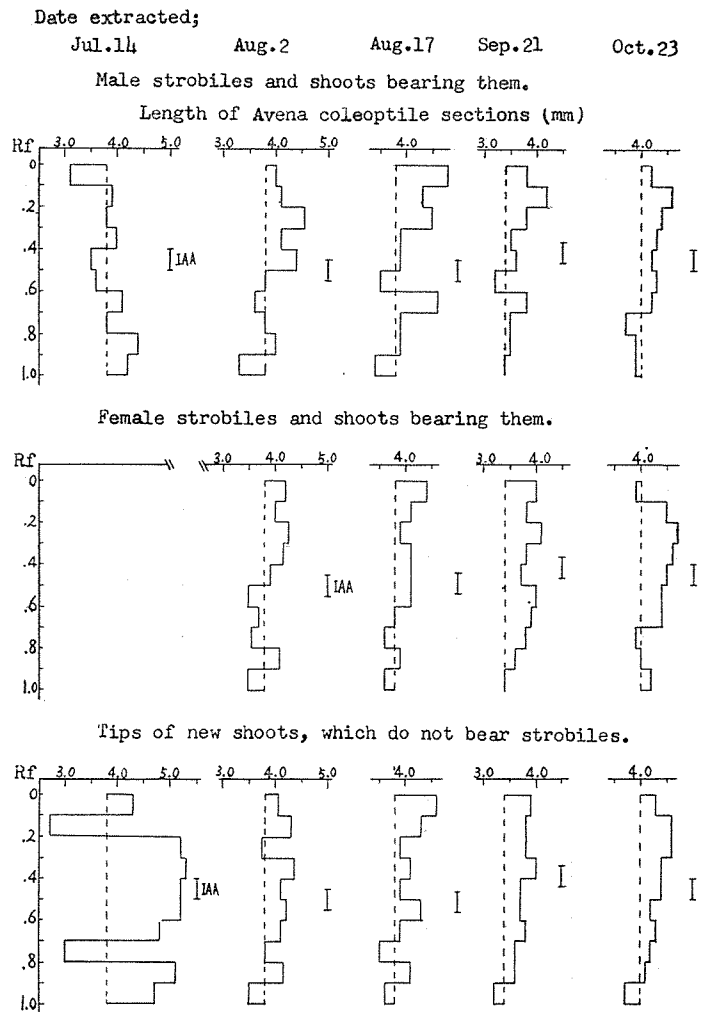


Fig. 1 Histograms showing endogenous growth substances separated from the acid fraction of ether extracts by chromatography during flower initiation and development in *Cryptomeria japonica*. The vertical broken lines represent the elongation of controls.

促進物質と Rf 低位 (0.1~0.2) および高位 (0.7~0.8) の抑制物質とが認められるが, Rf 中位の IAA と推定される物質が主要生長促進物質である。

無着花新条の生長点における Rf 中位の促進物質は生長最盛期すなわち7月が最大であつて, 8月上旬頃から急減し, 9月にやや増量する。Rf 高位の促進物質は8月上旬から急激に減少する。抑制物質の消長については明確な結果がえられなかつたが, 8月の生長一時減退期には Rf 高位の抑制物質が現われるようである。

花芽分化と新条の生長物質との関係についてみると, 花芽分化期(雄花は7月中旬, 雌花は8月上旬)には, 雌雄両花とも着花部では無着花生長点に較べて, IAA位置の促進物質が極度に減少している。着花後は, 雌雄両

花とも花の發育にともなつてIAA位置の促進物質はやや増量する。

雌花の種鱗および胚珠形成期は8月上旬~中旬であるが, この時期に雌花と雄花の着生部における生長物質を比較すると, 明瞭な差は認められない。しかし, 雌花は雄花に較べて IAA 位置の促進物質のレベルがやや高い部分で形成される傾向が認められる。

エーテル抽出物の中性区分における生長物質の消長は第2図に示すごとくである。

中性区分における生長物質は酸性区分におけるそれと大体同様であつて, Rf中位の IAA と推定される物質が主要生長促進物質である。

生長物質の季節的消長も酸性区分の生長物質と大体同様であつて, Rf 中位の促進物質は7月の生長期に最も多く, 8月以降は減少している。また8月には Rf 高位の抑制物質が現われる。

花芽分化との関係をみると酸性区分と同様, IAA位置の促進物質は花芽分化期には着花部でやや減少している。ただし, 酸性区分の促進物質ほど顕著な変化はなく, 7月の雄花分化期では無着花生長点とほとんど差がなかつた。着花後はこの促進物質は花の發育にともなつてやや増量し, 9月に最大となつた。

花性分化期(8月中旬)に, 雌花と雄花の着生部における中性区分の生長物質を比較すると, 明瞭な差は認められない。しかし, 雌花は雄花に較べて IAA 位置の促進物質の濃度がやや高い部分で形成される傾向が認められる。

#### IV 考 察

スギの生長物質については, 上田・齋藤<sup>(11)</sup>が当年生葉のアルコール抽出物から Rf 0.35 および 0.8 の生長促進物質と Rf 0.7 の抑制物質とを分離している。また齋藤等<sup>(9)</sup>はメタセコイアで Rf 0.1~0.3, 0.5~0.6, 0.9 の3種類の生長促進物質を認めている。本実験においても, 大体同様の結果をえたが, Rf 中位の生長

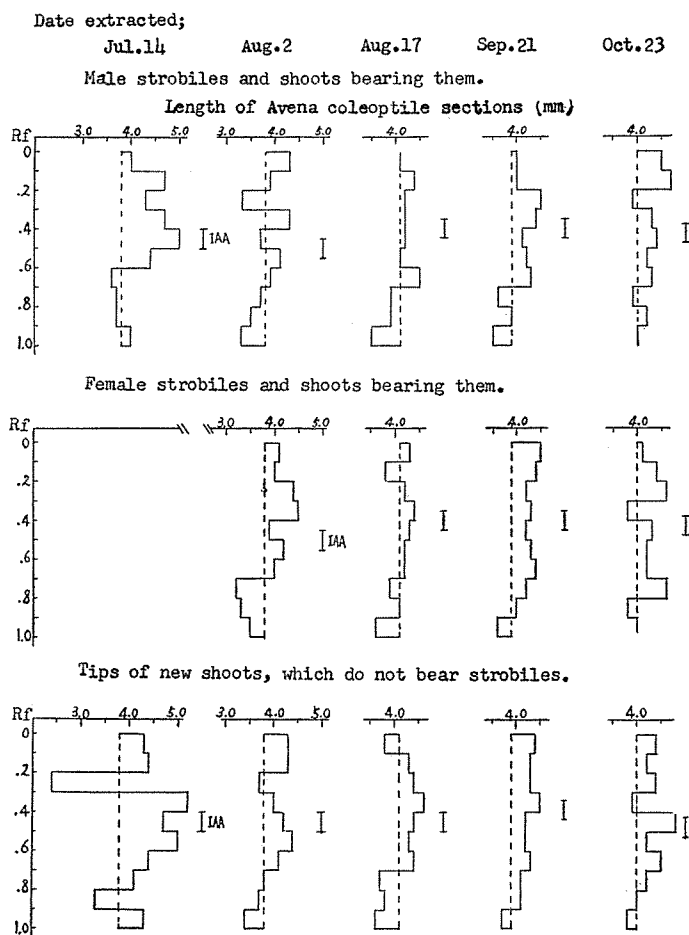


Fig. 2 Histograms showing endogenous growth substances separated from the neutral fraction of ether extracts by chromatography during flower initiation and development in *Cryptomeria japonica*. The vertical broken lines represent the elongation of controls.

促進物質の一つは対照として同時に展開した合成 IAA の Rf 値及び既往の研究結果と比較して IAA であることが推定される。また Rf 高位の促進物質は BENNET-CLARK<sup>(1)</sup>, JONES<sup>(2)</sup>, 齋藤等<sup>(3)</sup> の結果と比較してインドールアセトニトリル (IAN) ではないかと思われる。Rf 低位および高位の抑制物質は如何なるものであるかは不明である。スギの生長物質の全貌は、現在までの結果では判然としない。しかしながら、IAA は多くの植物の native auxin であることがすでに明らかにされており、本実験の結果からも、スギの主要な native auxin は IAA であると思われる。

植物の花芽形成と生長物質との関係については、多くの人々により研究がなされてきた。CLARK および WITTWER<sup>(4)</sup> は花芽形成までの時期を誘葉期、花芽分化期、花芽分化後に分けると、誘葉期には生長点にホルモン量多く、分化寸前には少なく、分化時にふたたび多くなるという。また HESS<sup>(5)</sup> によるとストレプトカーパスでは花成因子の生成初期には生理的濃度の生長促進物質が抑制的に作用し、催花処理中期の生長促進物質の低下ともなつて花成因子が生成されるとしている。スギの場合も大体同じような傾向がみられ、花芽分化前にはオーキシン量多く、分化寸前にオーキシンのレベルは低下している。しかし、花芽分化期でも8月のように一時的生長減退期には、着花しない新条の生長点でもオーキシンのレベルは低下するから、オーキシンの作用の減退がただちに花成を誘起するというとはいえないようである。しかしながら、オーキシンのレベルが低いときに、しかも低い部分で花芽分化が誘起されることは間違いない。オーキシンのレベルの低下と花成因子の生成とがどのような関係にあるかは、今後の研究にまたなければわからない。

植物の花性の発現と生長物質との関係についての研究は比較的近年になつてからはじめられ、もつばらウリ科植物で研究されている。LAIBACH および KRIBBEN<sup>(7)</sup> は花の形成は葉の中にあつて、しかもその植物の生長点や芽につねに刺戟をあたえている或一定濃度の結合型生長素が関係しているという考えのもとに実験を行なつた結果キウリの花の性別の咲き分けはその植物の局部的生長素の濃度に依存する。すなわち、雌花は雄花よりも生長素の濃度が局部において高いときに形成されると述べている。スギの花性分化期における雌花着生部と雄花着生部との生長物質を比較すると、大きな差は認められないが、雌花は雄花よりも生長促進物質のレベルがやや高い

部分で形成される傾向がみられる。スギの雌花は雄花よりも上方の強勢枝に着生するが、このように着花位置によつて性の発現が支配されることはオーキシンとの関係を暗示している。

## Y 要 約

スギの花芽および花性分化期における生長物質をペーパー・クロマトグラフィーとアベナ伸長試験によつて分離・定量し、花芽および花性分化と生長物質との関係を研究した。

スギの主要生長促進物質の一つはインドール酢酸と推定され、生長期に多く、生長休止期には減少する。

花芽分化期には、着花部における生長促進物質のレベルは低下する。とくにこの傾向は酸性区分において顕著であつた。着花後は、花の発育にともなつて、花の中の促進物質は増量する。

花性の分化との関係は明確でないが、花性分化期における生長促進物質のレベルは雄花着生部よりも雌花着生部でやや高い傾向がみられた。

以上の結果から、スギの花芽分化はオーキシンのレベルが低いときに、低い部分で誘起され、雌花は雄花よりもオーキシンのレベルが高い部分で形成される。しかし、オーキシンの作用の減退がただちに花芽分化を誘起するというとはいえない。

## VI 文 献

- (1) BENNET-CLARK, T.A. and KEFFORD, N. P. : Nature. **171** : 645~647. 1953.
- (2) 橋詰隼人 : 日林誌. **41** : 375~381. 1959.
- (3) 橋詰隼人 : 日林誌. **41** : 458~463. 1959.
- (4) HESS, D. : Planta. **50** : 504~525. 1958.
- (5) JONES, E. R. H. et al. : Nature. **169** : 485~487. 1952.
- (6) 加藤幸雄 : 農園. **32** : 1297~1300. 1957.
- (7) LAIBACH, F. und KRIBBEN, F.J. : Beitr. Biol. Pflanzen. **23** : 131~144. 1951.
- (8) LUCKWILL, L.C. : Nature. **169** : 375. 1952.
- (9) 齋藤, 吉川 : 64回日林大会講集. 200~201. 1955.
- (10) 塚本, 浅平 : 園芸雑. **25** : 133~140. 1956.
- (11) 上田, 齋藤 : 日林関西支部大会講集. **3** : 13~14. 1953.
- (12) YAMAKI, T. and NAKAMURA, K. : Sci. Papers, Coll. Gen. Edu. Univ. Tokyo **2** : 81~98. 1952.

### Summary

Changes in endogenous growth substances during flower initiation and sex differentiation in *Cryptomeria japonica* were determined by the paper chromatography and the Avena straight growth method, and the relation between flower initiation or sex differentiation and endogenous growth substances in the plant was discussed.

Several growth substances are found in the acid and neutral fractions of ether extracts obtained from the new shoots and flowers of the plant. Among the substances, the growth substance showing the promoting zone of Rf 0.3~0.5 may be equivalent to indoleacetic acid as compared with the position of synthesized IAA in the guide chromatogram. The growth promoting substance which is presumed to be IAA increases during growth period, and decreases during resting period.

The level of the growth promoting substance in the portion bearing flowers reduces at the time of flower initiation, especially this tendency is remarkable in acid fraction. After flower formation, however, the substance in flowers increases with flower development.

Although a definite relation could not be found between the apparent amounts of growth substances and the sex expression of flowers, the level of the growth promoting substance at the time of sex differentiation seems a little higher in the portion bearing female flowers than in that of male ones.

From these results, it may be suggested that the flower-bud formation in *Cryptomeria japonica* is induced in association with reduced levels of effective auxin in the growing point of the plant, and that the female flowers are formed at the portion of new shoots having a higher level of auxin as compared with that of male ones.