

ヒノキの花成反応に及ぼす光処理の効果*

長尾 精文⁽¹⁾・佐々木 恵彦⁽²⁾Akinori NAGAO and Satohiko SASAKI: Effects of Light Treatments
on Floral Initiation of *Chamaecyparis obtusa* Seedlings

要 旨: 実生およびサシキクローン種ノキ 2~3 年生苗木を用い、環境調節施設および自然条件下において、種々の長日処理を行うことによって花芽形成を誘導した。ヒノキの花芽形成には一定時間以上の主明期をもつ長日とある強さ以上の主明期の照度が必要であり、16 時間日長における限界照度は雄花では 12 klux、雌花では 21 klux であった。強光になるほど花芽の形成は早く、着生数も多くなる。照度 42 klux、16 時間日長では、雌花は 3 週間、雄花は 4 週間の日長処理期間を必要とした。短い主明期のあとに弱光で補光をすることによっても花芽形成を誘導することができるが、主明期が 25 klux の場合には、雌花の分化には最低 10 時間、雄花では 14 時間以上の主明期を必要とする。つまり、主明期が 14 時間以上あれば補光によって雌・雄花芽の形成を誘導することができる。補光と同様な長日効果をもつ光中断もヒノキの花芽形成に効果がある。主明期 10~14 時間の場合、その後の暗期の真中で 2 時間 (500 lux) の光中断を行うことによって雌、雄両花の分化が起こり、主明期の時間が長いほど光中断による花芽の形成が増加する。自然条件下では花芽形成の起こりにくいクローンでも、花芽形成に対する光中断、長日処理の効果は大きい。

一方、自然光下では、日長の長い 7 月に補光効果が最も大きい。同様に 7 月には光中断の効果も著しく、真夜中に 2 時間の光中断をすることによって花芽の形成を誘導することができる。このように補光、光中断処理は弱光でもヒノキの花芽形成に効果が著しく、採種園における種子生産への応用が可能である。

は じ め に

ヒノキの結実には年によって豊凶の差が著しく、その要因としては、前年の夏の気温や降水量、日照があげられている¹⁾。

しかし、単純に気温や降水量が影響しているだけでなく、これらの要因と関連する他の条件も関わっている可能性がある。たとえば、降水量が少なく、夏の気温が高いということは、光量も充分にあることを意味しているが、とくに著者らの最近の研究は、ヒノキの花成が光条件によって強く影響されることを示している。

ヒノキの花芽分化と光条件との関係については、これまでにいくつかの報告があり¹²⁾²³⁾、黄色光および赤色光下でジベレリン処理をすると、雌・雄花のいずれも分化が促進される。一方、青色光下では雄花は分化しにくく、雌花は全く分化しないことが知られている²⁴⁾。いずれにせよヒノキは光環境条件の変化によって花芽分化を起こしやすい特性をもつものと思われる。

したがって、花芽分化と環境条件の関係を明確にすることによって、ヒノキの花芽分化を制御できる可能性がある。特に、光量、光質に対するヒノキの生理反応は極めて特異的であり、花芽分化に対して、光条件は重要な意味をもつ。

ここでは、ファイトトン人工光室および自然光下において、ヒノキの花成反応に対する種々の光条件

1984 年 8 月 7 日受理

造林—113 Silviculture—113

(1) (2) 造林部

* 本報告の一部は第 91 回 (1980)、第 94 回 (1983) 日本林学会大会および第 17 回 (1981) IUFRO 世界大会において発表した。

(光の強さ、日長時間、日長処理期間、補光および光中断処理)を調べ、ヒノキの花成反応に対する光の効果を明らかにした。

I 人工光による実験

1. 花芽分化に対する光の強さ、日長時間、処理期間の影響

(1) 長日条件下において光の強さを変えた場合

これまでの予備実験によると、ヒノキの花芽分化がジベレリン処理なしでも、強光長日条件下で促進されることを確認した²¹⁾。したがって、まず、長日条件下において、ヒノキの花成反応に対する光の強さの影響につき検討を行った。

材 料 と 方 法

実験材料には、2年生実生苗木(丹沢8家系)を用いた。この実験材料は、自然条件下において花芽分化をしやすいことが確認されている²¹⁾。1979年3月下旬にバーミキュライトを入れた $\frac{1}{5000}$ アールのワグネルポットに2本ずつ植えつけた。1979年9月中旬まで野外で育成し、その後ファイトロンガラス室(25°C-20°C)に入れた。ガラス室の温度条件は12時間ずつの変温で、日中(午前6時~午後6時)25°C、夜間(午後6時~午前6時)20°Cの温度に設定した。なお、この報告における変温条件の記載法は(25°C-20°C)のようにする。これらの苗木は実験に用いるまで同じ条件で栽培をした。

1979年11月27日に、温度条件25°C±1°C、湿度75%±7%(相対湿度)、強光16時間日長に調節したファイトロン人工光室に移し、アクリルボックス(H:80cm×W:35cm×D:55cmの、換気装置付)をかぶせ光の強さを7段階に調節した。実験期間中の栽培方法はこれまでにを行った実験の場合と同様にした²⁶⁾。

実験開始時の苗木の大きさは平均苗高でおよそ47cmであった。処理を始めてから10週間栽培し、花芽の形成が完成したあとファイトロンガラス室(25°C-20°C)に移し、花芽が十分に発育をしてから雌・雄花の着生数を調べた。雌・雄花の着生数は各処理区とも2ポット(苗木4本)の平均値で示した。

結 果 と 考 察

光を7段階の強さに調節し、16時間の長日条件下で育てたヒノキ苗の花芽着生数をFig. 1に示す。

雄花についてみると、光の強さによって花成反応に違いがみられる。42 klux 区で雄花の着生数が最大値を示している。光の強さが弱くなるにつれて次第に着生数も少なくなる傾向がはっきりと認められる。

12 klux 区で最小値がみられ、42 klux 区のおよそ $\frac{1}{10}$ 程度に少なくなっている。3.7 klux 区では雄花の分化は全く認められなかった。つまり雄花の分化には12 klux 以上の光量が必要であることを示している。

雌花についてみると、雄花の場合とはほぼ同じ傾向がみられ、42 klux 区で最大値を示し、光の強さが弱くなるにつれて着生数も少なくなり、21 klux 区で最小値がみられる。雌花の場合には、21 klux 以下の18 klux、12 klux および 3.7 klux 区では雌花の分化は全く認められなかった。つまり雌花の分化には最小限 21 klux の光量を必要とすることを示している。

このようにヒノキの花芽分化に対する光の強さの効果が認められたが、ヨーロッパアカマツでも光の強さによって花成反応が影響を受け、遮光処理は雌花の分化をしにくくする¹⁰⁾。しかし、マツ類の実用的な

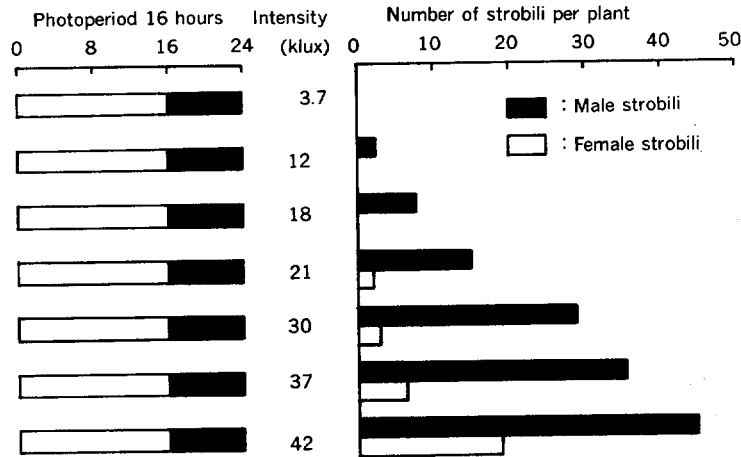


Fig. 1. フォイトロソ人工光室における長日条件下のヒノキの花成反応におよぼす光の強さ

Effect of light intensity on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* under the long-day condition in artificial light rooms. Two-year-old seedlings of TANZAWA-8 family were used for the experiment. The average numbers of male and female strobili were obtained from 6 sample plants in each treatment. The experiment was carried out from November 27, 1979 to February 5, 1980.

種子生産には光の強さはあまり影響しないともいわれている⁶⁾。同様にスギの花芽分化に対する遮光の影響について行われた実験結果によると、遮光の度合を強くすると分化しにくくなり、相対照度を 15% にすると分化しなくなるといわれている¹⁷⁾。また、偏雄性品種の桑を用いて行われた結果によると、遮光処理をすると強い雌性化を示し、自然条件下（自然光下）では雄性化を示すといわれている¹⁸⁾。

ヒノキの1年生苗木の光-光合成曲線を調べた結果によると、光飽和点は 20 klux 位で、光補償点は 2 klux 位であるといわれている²⁴⁾。

本実験の場合、光の強さを弱めていくと花芽着生数が少なくなり、雄花は 12 klux、雌花は 21 klux の光の強さを最小限必要とすることが確認された。さらに花芽の分化時期も強光下で早められ、弱光下で遅くなることも観察された。したがって、これらのことから、ヒノキの花芽形成には光合成を十分に出来る光飽和点以上の光量が必要であると考えられる。つまり強い光は花芽の分化と花芽のその後の発達に対して影響を与えていると考えられる。

一方、苗木の生長に対する影響は、光量によって苗木の生長および形態に違いのあることが観察された。強光下では主軸の徒長現象はみられないが、12 klux 以下の光量では、主軸の伸長生長に著しい徒長現象がみられるとともに、強光下に比べ分枝もかなり少ない。また、雌・雄花の着生位置をみると、雌花はクローネの上部に、雄花は中間から下部に着生しやすかった。これらのことから弱光下では形態的にも花芽分化しにくくなるものと考えられる。

(2) 強光で日長時間を変えた場合

前項の実験で、16 時間日長下において、雄花の分化には最小限 12 klux、雌花の分化には 21 klux の光量が必要であることが確認された。ヒノキが花芽分化を起こすために必要な日長を明らかにすることに

した。したがって、ここでは、自然条件下において花芽分化のしにくい実験材料を加えて、日長時間の影響を検討するために、強光下で 8 時間、16 時間および連続光下における花成反応を調べた。

材 料 と 方 法

実験材料には、2 年生ツギキクロン（恵那 3 号、西多摩 3 号）、自然条件下では花芽分化をしにくい 2 年生サシキクロン（なんごう 1 号）、および分化しやすい 2 年生実生苗木（丹沢 8 家系）を用いた。

1979 年 3 月下旬に、パーミキュライトを入れた $\frac{1}{5000}$ アールのワグネルポットに 2 本ずつ植えつけ、実験に用いるまで野外で育成した。

1979 年 6 月 26 日に、温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $75\% \pm 7\%$ に調節したファイトロン人工光室（光の強さは 40 klux）に移した²⁹⁾。移したあと Fig. 2 に示す日長処理をした。実験開始時の苗木の大きさは平均苗高でおよそ 45 cm であった。

日長処理を始めてから、10 週間後に、自然光下にもどし、自然光下で花芽が十分に発育し、明らかに花性の識別ができるようになってから、花芽着生数を調べた。日長の効果は 10 週間で充分であり、自然光の影響はみられなかった。雌・雄花の着生数は各処理区とも 3 ポット（苗木 6 本）の平均値で示した。

結 果 と 考 察

異なった長さの強光日長下においた場合の各処理区の花芽着生数を Fig. 2 (A, B, C, D) に示す。

雄花についてみると、8 時間日長下ではいずれの実験材料にも分化は全くみられなかったが、16 時間の長日長になると、いずれの実験材料にも分化がみられた。その中でも西多摩 3 号に最も多く着生し、続いて恵那 3 号、丹沢 8 家系、なんごう 1 号の順であった。なんごう 1 号は他の実験材料に較べて着生数が少なく、西多摩 3 号のおよそ $\frac{1}{60}$ 程度に少なかった。このクローンの場合には、自然条件下において極めて花芽分化をしにくいといわれている。しかし、花芽形成の難しいクローンでも雄花の分化には、16 時間の強光長日処理が有効であることを示している。

連続光下では、16 時間日長下と同じくいずれの実験材料にも雄花の分化がみられるが、材料によって花成反応に違いがみられる。西多摩 3 号に最も多く着生しているが、16 時間日長区に較べ少なかった。続いて丹沢 8 家系、恵那 3 号、なんごう 1 号の順であった。なんごう 1 号が最も少なく、西多摩 3 号のおよそ $\frac{1}{6}$ 程度であった。西多摩 3 号を除いて他の実験材料は 16 時間日長区に較べ、連続光区の方が着生数が多かった。つまり雄花の分化には、16 時間日長で充分なクローンとそれ以上の強光長日がより効果的であるクローンもあり、光の要求量がクローンによって異なることを示している。

雌花についてみると、雄花の場合とほぼ同じ花成反応がみられた。8 時間日長下では、いずれの実験材料にも雌花の分化は全くみられなかった。一方、16 時間および連続光下では、いずれの実験材料にも分化がみられ、なかでも西多摩 3 号が最も多かった。なんごう 1 号は雄花の場合と同様に他の実験材料に較べて着生数が少なく、異なる花成反応を示した。つまり雌花の分化にも、16 時間以上の強光長日が有効であることを示している。

花芽の分化時期についてみると、16 時間日長下に較べ 24 時間日長下においた方が、分化が早められることが観察された。苗木の生長は、16 時間日長区で最も良く、続いて連続光区で、8 時間日長区で最も劣った。この場合、16 時間日長下において主軸にいくらか徒長現象がみられた。

これまでの報告によると、ヒノキでは前年の夏期 7 月～8 月の気温が平年よりも高く、降水量が例年よ

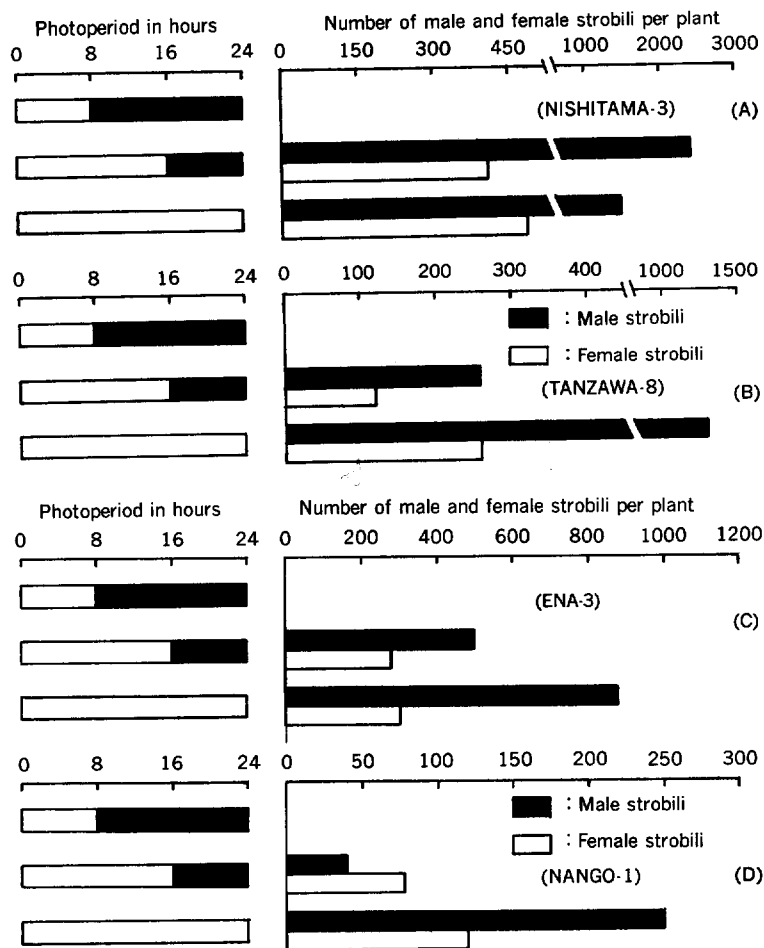


Fig. 2. ファイトトロン人工光室におけるヒノキの花成反応におよぼす日長時間の影響

Effect of daylength on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* under the high intensity light in artificial light rooms. (A) Two-year-old clonal materials of NISHITAMA-3, (B) two-year-old seedling materials of TANZAWA-8 family, (C) two-year-old clonal materials of ENA-3, and (D) two-year-old clonal materials of NANGO-1 were used for the experiment. Light intensity in the main light period was maintained at 42 klux. The average numbers of male and female strobili were counted from 6 sample plants in each treatment. The experiment was carried out from June 26 to September 4, 1979.

りも少なく、日照量が多い場合には次の年は豊作年となる。カラマツの場合には、開花結実後およそ2年経過したあと、前年の6月～7月上旬までの「からつゆ」現象に伴う高温、多照および降水量が少ない場合に豊作をもたらすといわれている¹²⁾³⁷⁾。

モミの場合にも、高温、多照の気象条件が豊作をもたらすといわれている⁷⁾。カバノキの一種 *Betula verrucosa* は一般には5～6年生にならないと花芽をつけないが、長日長または連続光下において栽培すると、10か月位で花芽分化をする。また、コーヒーの一種、*Coffea arabica* は短日条件下で花芽分化をす

る³⁴⁾。一方、桑樹の場合には、短日条件下では雌性化の反応を示し、長日条件下では雄性化の性表現をする¹⁸⁾。

本実験の場合には、8時間の短日条件下ではどの実験材料でも花芽の分化は全くみられなかった。つまり8時間日長下では花芽分化はしないものと思われる。

16 時間および強光連続光下では、ジベレリン処理なしでも、雌・雄花の分化が著しく促進されることわかった。特にこれまでに、自然条件下において花芽分化の極めて困難であった「なんごう1号クローン」でも雌・雄花の分化がかなり促進された。このクローンの場合、他の実験材料と異なり、16 時間日長下において雄花に比べ雌花の方が多いという異なった着花特性を示した。他のクローンについては、雌花の数はクローンによる差は少なく、雄花数の方が日長によって大きくかわる傾向がみられた。またいずれの実験材料についても、16 時間強光日長下よりも連続光下で花芽の分化期が早まることも確認された。

ヒノキの花芽分化には、強光長日条件が重要な要因であると考えられ、強光 16 時間日長下で雌・雄花のいずれも分化しやすくなるものと思われる。ヒノキの花成反応に対する強光長日の作用には、花芽形成を誘導するシグナル的な要因と、その後の花芽形成と発育に対する光の効果の二つを含んでいるものと思われる。

(3) 強光 16 時間日長の処理期間を変えた場合

前項の二つの実験結果から、16 時間の長日では、雄花の分化には最小限 21 klux、雌花の分化には 12 klux の光量が必要であることがわかった。また強光 16 時間および連続光下においては、自然条件下において花芽分化をしにくいクローンでも分化が促進されることがわかった。しかし、ヒノキの花芽分化にはどの程度の日長処理期間を必要とするかどうかまだ明らかにされていない。したがって、ここでは強光で日長処理をし日長処理期間を変え、花成反応に対して必要な長日処理期間を検討した。

材 料 と 方 法

実験材料には、2 年生実生苗木（丹沢 8 家系）を用いた。1979 年 3 月下旬にパーミキュライトを入れた $\frac{1}{5000}$ アールのワグネルポットに 2 本ずつ植えつけ、1979 年 9 月下旬まで野外で育成した。9 月下旬より実験に用いるまでファイトロンガラス室 (25°C—20°C) で栽培した。

1979 年 10 月 17 日に、温度 25°C±1°C、湿度 75%±7%、光の強さ 40 klux に調節したファイトロン人工光室に移した。移したあと Fig. 3 に示すように強光 16 時間長日の処理期間を変え、花芽形成の違いを調べた。実験開始時の苗木の大きさは平均苗高でおよそ 50 cm であった。実験終了後花芽が十分に発育してから雌・雄花の着生数を調べた。花芽着生数は各処理区とも 3 ポット（苗木 6 本）の平均値で示した。

結 果 と 考 察

1 週間から 7 週間まで強光 16 時間日長処理期間を与えた場合の各処理区の花芽着生数を Fig. 3 に示す。

雄花についてみると、16 時間の強光を 1～3 週間与えた場合には、雄花の分化は全くみられなかった。16 時間日長区に 4 週間おくと分化が始まり、処理期間が長くなるにつれてその効果も大きくなる。処理期間が最も長い 7 週間処理区で最大値を示した。つまり雄花の分化には、16 時間強光日長条件が 4 週間以上必要であることを示している。

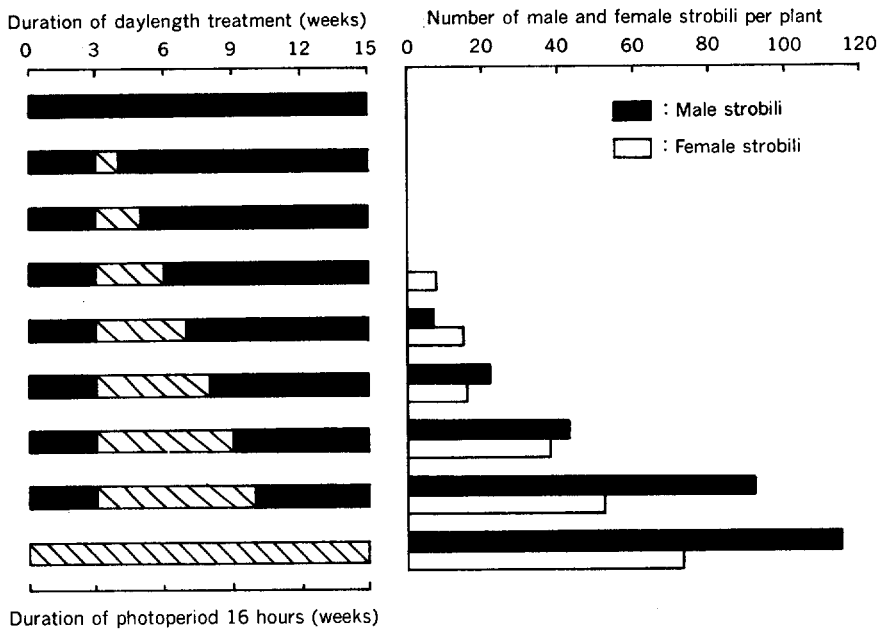


Fig. 3. 人工光下で生育したヒノキの花芽形成誘導に必要な長日処理期間

The duration of long day treatment necessary to induce floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* grown under the artificial high intensity light. Two-year-old seedling materials of TANZAWA-8 family were used for the experiment. Light intensity of main light period hatched was maintained at 42 klux. The average numbers of male and female strobili were counted from 6 sample plants in each treatment. The experiment was carried out from October 17, 1979 to January 30, 1980.

雌花についてみると、雄花の場合とほぼ同じ傾向がみられ、16時間日長区に1～2週間おいても雌花の分化は全くみられなかった。しかし、3週間おくと分化がはじまり、処理期間が長くなるとその効果も大きくなる。処理期間が最も長い7週間処理区で最大値を示した。つまり雌花の分化には、16時間強光日長処理が3週間以上必要であることを示している。

これまでの報告によると、自然条件下でのヒノキの花芽分化期間は、7月上旬から9月下旬とされ、雄花でおよそ80日、雌花では70日位といわれている。また、雌・雄花芽が未分化の状態から大半のものが分化するのに3～4週間かかることが観察されている¹³⁾。

また、自然条件下においてヒノキおよびカラマツが花芽分化をするためには、ヒノキでは高温、多照および少雨の期間が7月～8月にかけて、カラマツでは6月～7月上旬の期間を必要とする^{12) 37)}。これらの結果からも、ヒノキの花芽分化期にはかなりの違いがあると思われる。

林木以外の植物の場合にも、種類によって花芽分化を起こすための処理回数が異なり、短日植物のアサガオ、オナモミでは1回の日長処理で花成反応に効果があるが、サルビアでは17回、秋菊のシェードカルチャーでは30～40回の処理を必要とする。一方、長日植物のオオバコでは25回の処理を必要とする^{32) 33)}。

本実験の場合には、ヒノキの花成反応に16時間強光日長がきくのは、雌花に対しては3週間、雄花に

対しては 4 週間程度の処理が必要であることがわかった。さらに処理期間が長いとその効果もより大きくなることもわかった。つまりヒノキの花芽分化には、強光長日の期間がつよく影響を与えるものと考えられる。

また、ヒノキの花芽分化に対して、強光長日条件下での処理期間が長いと、雌・雄花のいずれも分化が促進される理由の一つとして、ヒノキの場合には、樹体が栄養生長を継続しながら生長している新条の茎端が分化をし、雌・雄花になる特性をもっている。したがって、花芽分化をしやすい条件下に連続しておかれているために、処理期間の効果がより強まるものと思われる。

2. 花芽分化に対する補光の影響

(1) 補光による日長延長と主明期の異なる 16 時間日長処理をした場合

前項の実験結果によって、雌花は強光 16 時間日長下に 3 週間おくと分化が始まり、雄花は 4 週間で分化が始まることわかった。その効果も処理期間が長いとより大きくなることも明らかになった。そこで、8 時間日長を弱光の補光によって延長することによって効果が得られないか、また強光 16 時間日長の一部を弱光でおきかえられないかを検討することにした。もし、弱光補光によって花芽形成を誘導することができれば、種子生産のための実用技術として利用することも可能である。したがって、ここでは、弱光補光によって日長延長をした場合と、主明期の異なる 16 時間日長にした場合の、花成反応に対する影響を調べた。

材 料 と 方 法

8 時間主明期に弱光で補光処理をした場合、実験材料には、2 年生実生苗木（丹沢 8 家系）を用いた。1979 年 3 月下旬にパーミキュライトを入れた $\frac{1}{5000}$ アールのワグネルポットに 2 本ずつ植えつけ、実験に用いるまで野外で育成した。1979 年 6 月 26 日に、温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $75\% \pm 7\%$ 、主明期の照度 25 klux、補光期の照度 500 lux に調節したグロースキャビネット（コイトロン、KG 型）に移した。

実験開始時の苗木の大きさは平均苗高でおよそ 45 cm であった。日長処理を始めてから 10 週間後の同年 9 月 4 日に自然条件に出した。

16 時間日長の主明期をへらして弱光補光をした場合、実験材料には、2 年生実生苗木（丹沢 8 家系）を用いた。1981 年 9 月にパーミキュライトを入れた $\frac{1}{5000}$ アールのワグネルポットに 2 本ずつ植えつけ、1981 年 11 月中旬までファイトロンガラス室（ $25^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ ）で育成した。その後実験に用いるまでファイトロン人工光室（照度 40 klux、温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、12 時間日長）で栽培した。

1981 年 12 月 16 日に、温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $75\% \pm 7\%$ 、主明期の照度 25 klux、補光期の照度 500 lux に調節したグロースキャビネット（コイトロン、KG 型）に移した。実験開始時の苗木の大きさは平均苗高でおよそ 40 cm であった。移したあと Fig. 4 (B) に示す日長処理をした。

日長処理は 6 週間の処理期間を与えたあとで、ファイトロンガラス室（ $25^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$ ）に移した。8 時間主明期に弱光で補光処理をした場合にも、実験終了後花芽が十分に発育してから雌・雄花の着生数を調べた。雌・雄花の着生数はいずれの実験でも、各処理区とも 3 ポット（苗木 6 本）の平均値で示した。

結 果 と 考 察

8 時間主明期に続いて弱光で補光処理をした場合の各処理区の花芽着生数を Fig. 4 (A) に示す。

雄花についてみると、日長条件に対する反応にはっきりとした違いがみられる。主明期が 8 時間の場合には、補光を 4 時間、8 時間行っても、雄花の分化は全くみられなかった。

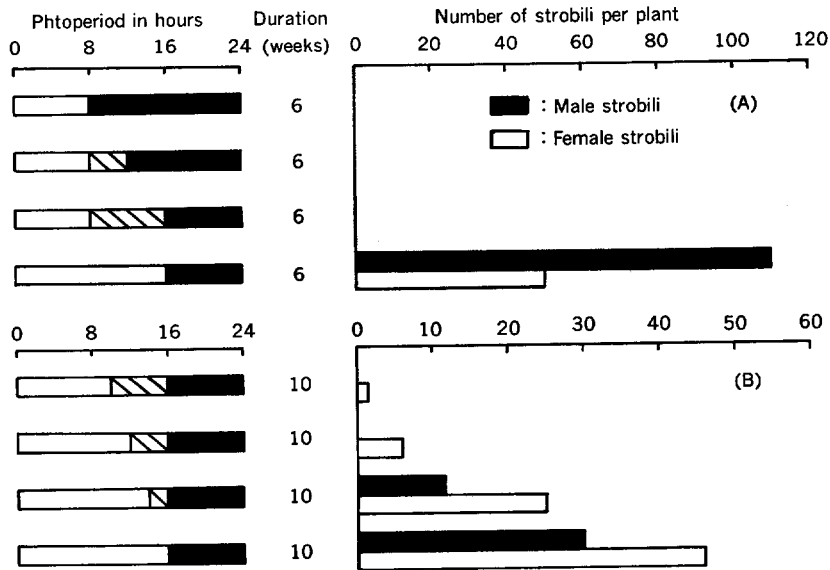


Fig. 4. ヒノキの花成反応におよぼす強光主明期後の補光による長日効果

Effect of supplemental light after main photoperiod with high intensity light on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa*. (A) : Two-year-old seedlings of TANZAWA-8 family were used for the experiment. The light intensity of main light period was maintained at 25 klux. The light intensity of supplemental light period hatched was maintained at 500 lux. The average numbers of male and female strobili were counted from 6 sample plants in each treatment. The experiment was carried out from June 26 to September 4, 1979. (B) : Two-year-old seedlings of TANZAWA-8 family were used for the experiment. The main photoperiods of 10, 12 and 14 hours were supplemented with weak light to make a total photoperiod of 16 hours. Experimental conditions were similar to (A). The experiment was carried out from December 16, 1981 to January 28, 1982.

雌花についても、雄花の場合と同様の傾向がみられ、主明期が8時間の場合には、補光を4、8時間行っても全く分化はみられなかった。一方、16時間主明期区のみで分化がみられた。つまり雌花の分化も主明期が短いと分化しにくいものと思われる。

主明期が8時間では、補光で日長を延長しても効果がないことがわかったが、主明期が16時間の場合には効果があるから、日長を16時間の一定として、主明期を10、12および14時間と変えて、弱光で補光した。これらの光条件下で生育したヒノキの苗木の花芽着生数を Fig. 4 (B) に示す。

雌花についてみると、10時間および12時間の強光の主明期のあとに補光処理をした場合には、分化は全くみられなかったが、主明期を14時間にすると後に補光処理をした場合には分化がみられた。Fig. 4 (A) の実験と同様に16時間主明期区においては、雄花の形成が顕著であった。つまり雄花の分化には14時間以上の主明期を必要とすることを示している。

雌花についてみると、10時間主明期後に補光処理をした場合にも、多少の分化がみられた。主明期時間が長くなるにつれて着生数も多くなる傾向を示し、16時間主明期区で最も多く、10時間主明期区のおよそ20倍であった。

つまり雌花の分化は 10 時間の強光主明期でもみられることから、主明期の長さに対して、雄花に較べて雌花の方が分化しやすことを示している。

花芽分化の時期についてみると、16 時間主明期区で雌・雄花のいずれも分化が早く、他の処理区では、少し遅れて花芽が形成されることが認められた。また、いずれの補光処理区でも主軸の伸長生長に徒長現象がみられ、主明期時間が短いほどその現象が大きい傾向が強かった。

これまでの報告によると、スギ、アメリカネズコ、イトスギおよびコノテガシワでは、ジベレリン処理をした場合には、長日条件下では雄花が、短日条件下では雌花が分化しやすくなるといわれている⁷⁾²²⁾²³⁾²⁸⁾。アメリカネズコとイトスギでは、ジベレリン処理で分化した花芽が十分に発育するためには、短日長—長日長の条件を必要とする。しかし、その要求の度合はアメリカネズコとイトスギでは異なるといわれている²⁷⁾。

林木以外の植物で調べられた結果によると、キュウリの雄花は 8 時間前後の日長で最も分化しやすく、それ以上の長日の場合および短い場合には雌花が分化しやすくなる。一方、8 時間主明期後に 4 時間補光処理をした場合、光質によってその効果が異なり、赤色光で効果が最も大きい¹⁸⁾。

本実験の場合には、主明期の光の強さは 25 klux であった。8 時間主明期、8 時間主明期後に 4 時間の弱光補光および 8 時間補光処理をした場合にも、雌・雄花の分化は全くみられなかった。スギとアカマツを用いて行われた実験結果では、自然日長下では花芽分化をするが、自然光 8 時間日長下および自然光 12 時間後に 4 時間の弱光補光処理区では雌・雄花のいずれも分化しにくいといわれている¹¹⁾¹⁷⁾。つまり本実験の場合と同じように、スギおよびアカマツについても主明期時間が短いと分化しにくいものと思われる。

また、林木の花芽形成と光周性の関係について調べた報告は少なく、カラマツ属について行われた実験結果はあるが、あまりはっきりとした結果は報告されていない²⁴⁾³⁴⁾³⁵⁾。ニホンカラマツを用いて行われた結果によると、12 時間から 16 時間の日長条件下で花芽分化をしやすことから、中間植物であると考えられている³⁸⁾。アメリカネズコの例では、雄花は長日もしくは日長が長くなる条件下で、雌花は短日もしくは日長が短くなる条件下で分化するといわれている⁸⁾²⁹⁾。リンゴでは 16 時間日長下のうちの 8 時間を蛍光灯で補光すると、花芽分化はみられないが、主明期 16 時間を白熱灯にすると花芽を分化する³⁶⁾。

ヒノキでは、主明期が短いと補光をしても雄花は分化しにくく、強光主明期が長くなると分化しやすくなる。一方、雌花は主明期がある程度短くても、弱光補光によっても分化しやすくなることがわかった。一方、主明期が長くなるとさらに分化しやすいことも確認された。つまりヒノキの花芽分化において、雄花は雌花にくらべ長時間の強光を必要とするものと考えられる。

3. 花芽分化に対する光中断の影響

(1) 異なる主明期後に弱光で光中断処理をした場合

これまでに行った一連の実験結果から、ヒノキの花成反応には主明期の長さが重要な役割をしていると思われたので、長日処理によって花芽分化を誘導する場合、主明期後に連続して補光を行わなくとも、暗期の中央で短時間の照明によって、少ないエネルギーで長日効果を得ようと考えた。ここではヒノキの花成反応における光中断処理の影響を検討するために、主明期後に続く暗期中に弱光で光中断処理をし、その効果を調べた。

材 料 と 方 法

実験材料には、2年生実生苗木 (丹沢8家系) を用いた。1981年9月に、パーミキュライトを入れた $\frac{1}{5000}$ アールのワグネルポットに2本ずつ植えつけ、1981年11月上旬までファイトロンガラス室 (25°C–20°C) で育成した。その後実験に用いるまで人工光グロースキャビネット (コイトロン, KG 型, 照度 25 klux, 25°C, 12 時間日長) で栽培した。

1982年1月24日に、温度 25°C±1°C, 湿度 75%±7%, 主明期の照度 25 klux, 暗期の中央に2時間蛍光灯 (500 lux, を点燈するように調節したグロースキャビネット (コイトロン, KG 型) に移した。移したあと Fig. 5 に示すような日長処理を行った。実験開始時の苗木の大きさは平均苗高でおよそ 57 cm であった。

日長処理開始後6週間して、ファイトロンガラス室 (25°C–20°C) に移し、その後花芽が十分に発育したあとで花芽着生数を調べた。雌・雄花の着生数は、各処理区とも2~3ポット (苗木4本~6本) の平均値で示した。

結果と考察

異なる主明期後の暗期中に弱光で光中断処理をした場合の各処理区の花芽着生数を Fig. 5 に示す。

雄花についてみると、10 時間および 12 時間主明期後に光中断処理をした場合には、分化は全くみられなかった。しかし、14 時間主明期後に光中断処理をした場合にはかなりの分化がみられた。しかし、雄花の最大着生数は 16 時間主明期区にみられた。つまり雄花は、光中断処理によっても分化するが、14

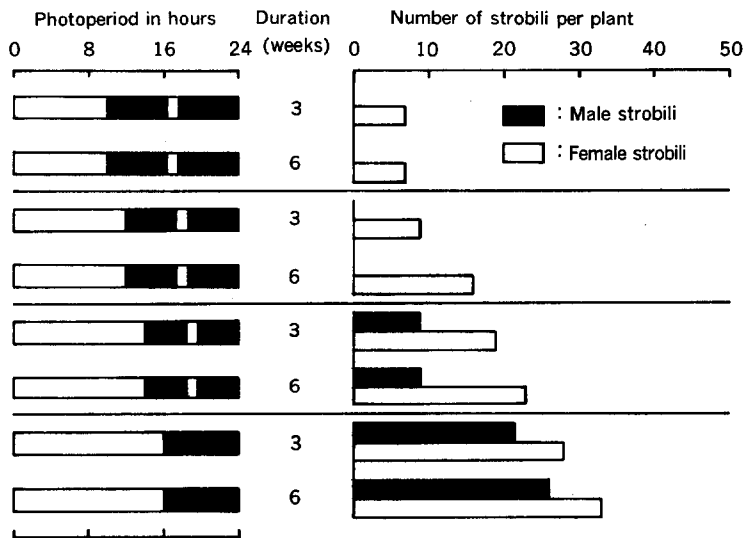


Fig. 5. 人工光で生育したヒノキの花芽分化におよぼす光中断の効果

Effects of light interruption in the middle of dark period by weak light on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* grown under artificial light in the phytotron. Two-year-old seedlings of TANZAWA-8 family were used for the experiment. The light intensity of main light period was maintained at 25 klux. The dark period was interrupted by fluorescent light at 500 lux for 2 hours. The average numbers of male and female strobili were calculated from 6 sample plants in each treatment. The experiment was carried out from January 28 to March 11, 1982.

時間の主明期を必要とすることを示している。雌花についてみると、10 時間主明期後に光中断処理をした場合にも分化がみられた。主明期時間が長くなるにつれて次第に雌花の分化が多くなる傾向がみられる。光中断処理をしない 16 時間主明期区に最大値がみられた。つまり雌花の分化は、光中断処理によって分化をするが、光中断の効果は主明期時間が長いとその効果も大きくなることを示している。

これまでに林木の花成反応に対する光中断の影響について行われた実験結果はほとんどなく、効果も認められていない。自然光 10 時間後の暗期の中間に弱光で 2 時間の光中断処理をしたが、カラマツの花芽形成には影響を与えなかった²⁸⁾。

一方、林木以外の植物についてはいくつかの例があり、長日性キュウリを用いた実験結果によると、赤色光で光中断をすると、赤色光以外のいずれの光質（白色、青色光、黄色光および遠赤色光）よりも雌花の分化に対して効果的であるといわれている¹⁶⁾。

さきに行った弱光による補光処理の実験で、補光処理によって 16 時間日長にした場合、10 時間および 12 時間主明期後に補光処理をすると、雌花は分化をするが、雌花は分化しにくいこと、一方、14 時間主明期後に補光処理をすると、雌・雄花のいずれも分化しやすくなることを明らかにした。

本実験の場合には、10 時間以上の主明期後に光中断処理をすると、いずれの処理区でも雌花は分化をするが、雄花は 14 時間主明期後に光中断処理をすると分化することが確認された。

つまりヒノキの花芽分化では、雌花は主明期が短くても光中断、弱光による補光によって分化しやすいが、雄花は分化しにくい。一方、主明期時間が長くなると雌・雄花のいずれも分化しやすくなる。したがって、雄花の分化には、主明期の長さが一つの重要な要因であると考えられ、12 時間以下の主明期条件下では分化しにくいものと考えられる。

ヒノキの花成反応に対して光中断処理が効果的であることが確認されたので、これからはより効果的な光中断処理の方法をみだすために、光中断処理における光質、時間の長さ、光の強さおよび時間相等についてさらに検討する必要がある。また光中断処理の効果における主明期の光の強さも検討しなければならない問題の一つである。

II 自然光下における花芽形成のための実用化試験

これまで、ヒノキの花成反応に対する光条件の影響について、ファイトロン人工光室において検討してきた。その結果、ヒノキの花芽形成は、ジベレリン処理なしでも、強光 16 時間日長下で 3~4 週間処理をすると、雌・雄花のいずれも分化することがわかった。特に、自然光下で花芽形成が困難なクローンでも強光 16 時間以上の日長下では花芽分化が促進されることもわかった。さらに、12 時間以上の主明期後に補光や光中断処理を行うと、雌・雄花のいずれも分化することがわかった。これらの実験結果をさらに進め、自然光下においてヒノキの花成反応に対する日長、補光および光中断処理の効果を明らかにすることにより、林木育種事業および林木育種研究の場に応用できる可能性がある。

したがって、ここではヒノキの花成反応に対して、自然光下での自然日長後に続いて強光による補光処理、時期をかえて弱光による補光処理および光中断処理を行い、花芽形成の誘導を行った。

1. 花芽分化に対する補光の効果

(1) 自然日長に続いて強光で補光処理をした場合

ファイトロン人工光室における実験の結果、自然光下において花芽分化をしにくいクローンでも、16

時間以上の強光長日処理によって、ジベレリン処理なしでも花芽分化が促進されることが明らかになった。ここでは自然日長に続いて強光で補光処理をし、ヒノキの花成反応に対する影響を調べた。

材 料 と 方 法

実験材料には、2年生実生苗木(丹沢8家系)を用いた。1981年3月下旬に、畑土を入れた深型の $\frac{1}{5000}$ アールのワグネルポットに2本ずつ植えつけ、実験に用いるまで野外で育成した。

1981年7月20日に大型温室(高さ:8m, 広さ:150m², 日中の温度が35°C以上になると犬走りの冷却用散水装置が作動し温度制御ができる)に移し、7月20日より7月27日, 8月3日, 10日, 17日および24日まで処理期間を変えて補光処理を行った。

補光処理は、日没のおよそ15分前より午後9時までに行った。実験に用いた補光用人工光源には、陽光ランプ10灯(400W, D-400, 東芝電機KK製)を用い、光源は床面よりおよそ200cmの所に横一列に90cm間隔で取り付けた。人工光源より植物の頂端部までおよそ80cmであった。植物に当たる補光の明るさは苗木の頂端部でおよそ8000luxであった。

実験に用いた苗木の大きさは平均苗高でおよそ45cmであった。大型温室において所定の期間補光処理を行ったあと、自然条件に戻し、その後花芽が十分に発育してから花芽着生数を調べた。花芽着生数は各処理区とも3ポット(苗木6本)の平均値で示した。

結 果 と 考 察

自然日長に続いて強光で補光処理をし、処理期間を変えた場合の各処理区の花芽着生数をFig. 6に示す。

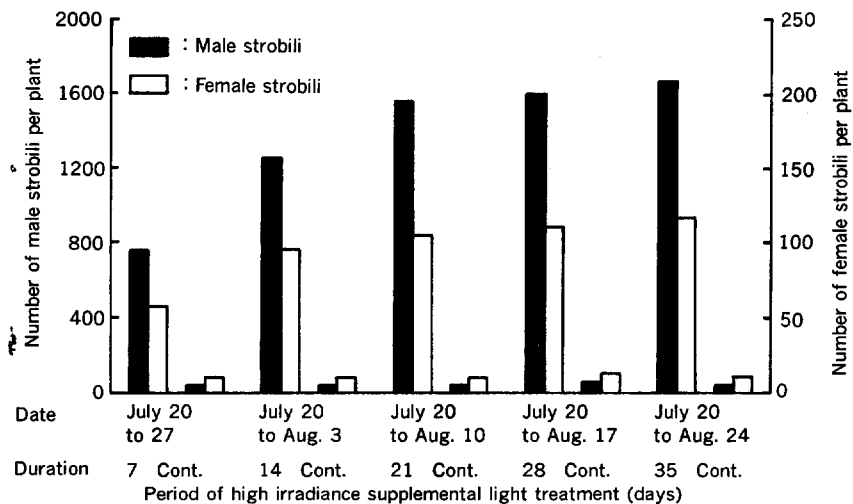


Fig. 6. 自然光下におけるヒノキの花芽形成に及ぼす強光による補光の効果

Effect of high irradiance supplemental light on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* grown under natural light conditions. Two-year-old seedlings of TANZAWA-8 family were used for the experiment. High irradiance supplemental light of 8 klux was switched on 15 minutes before sunset and switched off at 9.00 p.m.. The average numbers of male and female strobili were calculated from 6 sample plants in each treatment. The experiment was carried out from July 20 to August 24, 1982.

雄花についてみると、補光処理によって花成反応に違いがみられ、補光処理後まもなく分化が始まり、1週間後にはおよそ 50% の雄花が分化する。2週間後には 75% が分化し、3週間後にはほぼピークに達する。その後も分化は続くが着生数は多くない。

雌花についてみると、雄花の場合とほぼ同じ傾向がみられ、1週間補光処理区でもかなり多くの雌花の分化がみられる。補光処理の期間を長くするとその効果も大きくなり、7週間処理区で最大値を示すが、2～4週間処理区とあまり違いがみられない。

雌花の分化も、補光処理後まもなく始まり、1週間後には最大数のおよそ 50%、2週間後にはおよそ 80% の分化がみられる。3週間後にはほぼピークに達する。その後も分化は続くが着生数としては多くない。

これまでの報告によると、自然条件下におけるヒノキおよびカラマツの花芽分化は、前年度の夏期の温度が平年よりも高く、降水量が少なく、日照量が多い場合にはその年は豊作であるといわれている¹²⁾⁸⁷⁾。モミについては、気象条件とクロトウヒの頂芽の生長の解剖学的な研究を対比させ、夏期の高温多照は花芽分化に好適であるといわれている⁷⁾。ヨーロッパアカマツでは7月の日照時間が結実と最もつよい関係があるらしい⁸⁾。バンクスマツおよびドイツトウヒの例では、高温条件が花成反応を促進させるといわれている¹⁾²⁾⁴⁾¹⁴⁾。

本実験の場合、さきに行ったファイトロン人工光室での実験結果と比べ、花芽分化期がかなり早められている。このことは、この実験の場合には、実験場所が温室のために、外気温に比べ最高 10°C 位高温になること、またポット植えのために地温も高くなり比較的乾燥しやすい条件下におかれているために、花芽形成の時期がより早まったものと考えられる。

(2) 自然日長に続いて弱光で時期をかえて補光処理をした場合

前項の実験結果で、自然日長に続いて強光で2時間程度の補光処理をすると、雌・雄花のいずれの分化にも効果的であることが明らかになった。

しかし強光で補光処理を行う場合には、施設としても大型のものを必要とするし、またエネルギー消費も多くなる。したがって、省エネルギーの面からも強光補光処理の効果に代わりうる効果的な方法として、弱光による補光の効果について検討するために、自然日長に続いて弱光による補光処理の効果と時期の影響について調べた。

材 料 と 方 法

実験材料には、2年生サシキクロン（尾鷲8号）および3年生実生苗木（丹沢8家系）を用いた。

1982年3月下旬に、畑土を入れた $\frac{1}{5000}$ および $\frac{1}{2000}$ アールのワグネルポットに2本ずつ植えつけ、実験に用いるまで野外で育成した。

1982年7月2日、8月2日、9月2日および10月2日と、時期を変えて林業試験場構内（茨城県稲敷郡茎崎町）の道路照明用街灯（400W 水銀灯）の下においた。いずれの処理時期にも3週間の補光処理を行った。補光処理は日没のおよそ15分前より午後9時まで行った。補光の明るさは実験材料の頂端部でおよそ 500 lux であった。

実験で用いた苗木の大きさは、2年生サシキクロンでは平均苗高でおよそ 35 cm、3年生実生苗木でおよそ 67 cm であった。実験終了後は自然光下に戻し、花芽が十分に発育してから雌・雄花の着生数を調べた。各処理区の花芽着生数は各処理区とも2ポット（苗木4本）の平均値で示した。

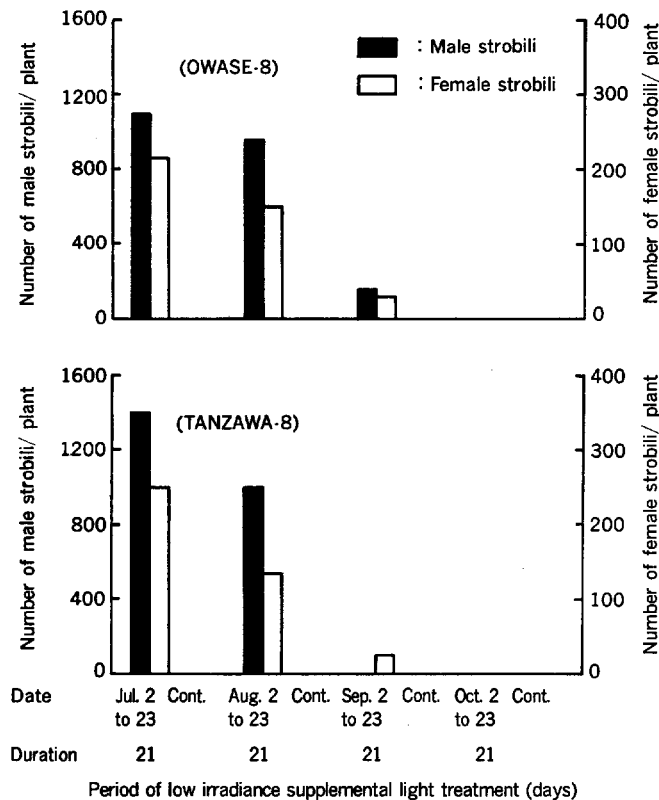


Fig. 7. 自然光下におけるヒノキの花芽形成に対する弱光による補光効果とその季節的変動

Effect of low irradiance supplemental light on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* under natural daylight and its seasonal variations. (A) Two-year-old clonal materials of OWASE-8, and (B) three-year-old seedlings of TANZAWA-8 family were used for the experiment. The low irradiance supplemental light at 500 lux was set from 15 minutes before sunset to 9.00 p.m. The average numbers of male and female strobili were calculated from 6 sample plants in each treatment. The experiment was carried out from July 2 to October 2, 1982.

結果と考察

自然日長に続いて弱光で時期を変えて補光処理をした場合の各処理区の花芽着生数を Fig. 7 に示す。(A) は2年生サンキ苗, (B) は3年生実生苗の場合である。

雄花についてみると, 2年生サンキクローンでは, 7月処理区で雄花の着生数が最大値を示している。8月以後処理時期が遅くなると分化しにくくなり, 9月処理区で最小値を示し, 7月処理区のおよそ $\frac{1}{10}$ 程度に少なくなっている。10月処理区では雄花の分化は全く認められなかった。3年生実生苗木の場合にも, 2年生サンキクローンの場合とほぼ同じ様な傾向がみられ, 7月処理区で最大値がみられ, 8月処理区では7月処理区に較べ少なくなり, 9月以後処理時期が遅くなると雄花の分化は全くみられなかった。とくに雄花の分化には, 補光の時期は早い方が効果的であることを示している。

雌花についてみると、2年生サシキクロンでは、雄花の場合とほぼ同じ傾向がみられ、7月処理区で雌花の着生数は最大値を示し、8月以後処理時期が遅くなると分化しにくくなり、9月処理区では7月処理区のおよそ $\frac{1}{7}$ 程度に少なくなっている。10月処理区では雌花の分化も全くみられなかった。3年生実生苗木の場合にも、2年生サシキクロンとほぼ同じ傾向がみられ、7月処理区で最大値を示し、処理時期が遅くなると分化しにくくなり、10月処理区では全く分化がみられなかった。つまり雌花の分化にも、補光処理の時期は早い方が効果的であることを示している。補光処理をしない区では、いずれの処理時期でも雌・雄花の分化は全く認められなかった。

これまでの報告によると、ヒノキの花成反応は温度条件によって異なり、低温条件（20°C—15°C）に比べ高温条件（30°C—25°C）下で分化しやすくなる²⁴⁾。スギではジベレリン処理をした場合、時期によって花成反応が異なり、自然日長が長い時期には雄花が分化しやすいが、雌花は分化しにくい。一方、自然日長が短くなると雄花は分化しにくく、雌花が分化しやすくなる。これらの花成反応は光条件の季節的な変動によると考えられている²⁵⁾。コーヒーの樹では、8時間の短日条件下で花芽を分化するが、温度条件によって強く影響を受け、20°C—14°C でも分化はするが極めて少ない。一方、30°C—23°C の温度条件下では最大値を示すといわれている²⁶⁾。

ヒノキの花芽分化については、自然日長が最も長い時期に補光処理を行うと、その効果も大きくなり雌・雄花のいずれも分化しやすくなり、さらに高温条件下でその効果もより大きくなるものと考えられる。

一方、自然日長が短くなった時期に補光処理をすると、自然日長時間が短いとともに外気温も低くなり、雌・雄花のいずれも分化しにくくなるものと考えられる。これらのことから、ヒノキの花成反応と温度条件との関係についてはさらに検討を必要とする。

2. 光中断による花芽形成の促進

(1) 自然日長後の暗期中に光の強さを変えて光中断処理をした場合

ファイトロン人工光室において行った実験の結果、異なる主明期後の暗期中に弱光で光中断処理をすると、ヒノキの花芽形成が促進されることがわかった。また、自然日長後に続いて弱光で補光処理を行うと、雌・雄花のいずれも分化が促進されることもわかった。この二つの実験の場合には、比較的少ないエネルギーで花芽分化が促進されている。

ここでは、ヒノキの花芽分化を簡単な施設と少ないエネルギーで促進する一つの試みとして、自然日長後に続く暗期中に弱光による光中断処理の効果について検討することを考えた。自然日長後の暗期中に異なる3種類の光によって光中断処理を行い、ヒノキの花成反応に対する効果を調べた。

材 料 と 方 法

実験材料には、2年生サシキクロン（三重8号）、2年生実生苗木および3年生実生苗木（いずれも丹沢8家系）を用いた。1982年3月下旬に、畑土を入れた $\frac{1}{5000}$ アール（深型）および $\frac{1}{2000}$ アールのワグネルポットに2本ずつ植えつけ、実験に用いるまで野外で育成した。

1982年7月2日に大型温室（前項の自然日長に続いて強光で補光処理をした施設と同じもの）に移し、7月2日より7月23日までの21日間に亘って光中断処理をした。光中断処理の時間は午後11時より午前1時までの2時間行った。

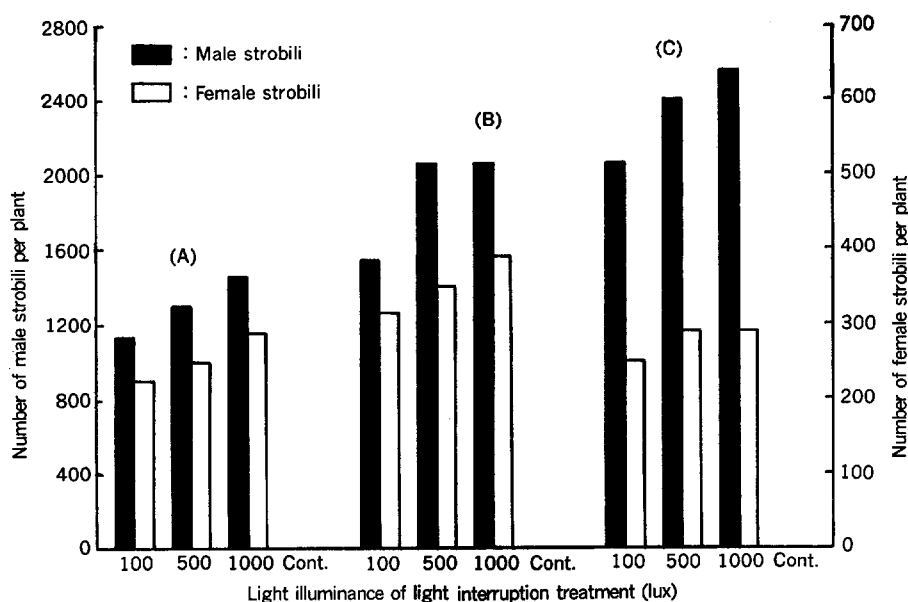


Fig. 8. 自然光下におけるヒノキの花芽形成に及ぼす光中断処理の効果

Effect of light interruption on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* under natural daylight. (A) Two-year-old seedlings of TANZAWA-8 family, (B) three-year-old seedlings of TANZAWA-8 family, and (C) two-year-old clonal materials of OWASE-8 were used for the experiment. The light interruption at 100, 500 and 1000 lux was scheduled for 2 hours from 11.00 p.m. to 1.00 a.m. The average numbers of male and female strobili were calculated from 6 sample plants in each treatment. The experiment was carried out from July 2 to July 23, 1982.

光中断処理に用いた人工光源は、蛍光灯（逆富士型 2 灯用，昼光色 40 W×2）を 5 灯用い，床面よりおよそ 2 m の位置に横に直線状に並べて取り付け付けた。光中断処理で与えた人工光の明るさは，実験材料と光源との距離を変えることによって，100 lux，500 lux および 1000 lux の 3 種類とした。処理期間中は苗木の植えつけてあるワグネルポットを 1 日おきに 180 度回転させることによって，光中断処理時の光条件ができるだけ同じになるようにした。

実験に用いた苗木の大きさは，2 年生サンキクロン（三重 8 号）では平均苗高でおよそ 34 cm，2 年生実生苗木ではおよそ 38 cm，3 年生実生苗木（いずれも丹沢 8 家系）ではおよそ 65 cm であった。所定の光中断処理を与えたあと，野外に出し花芽が十分に発育してから花芽着生数を調べた。雌・雄花の着生数は，2 年生実生苗木では各処理区とも 3 ポット（苗木 6 本），3 年生実生苗木 および 2 年生サンキクロンでは各処理区とも 2 ポット（苗木 4 本）の平均値で示した。

結果と考察

自然日長後の暗期中に異なる強さの光で光中断処理をした場合の各処理区の花芽着生数を Fig. 8 に示す。

雄花についてみると，光中断処理によって雄花の分化が促進される。光中断処理の効果も光中断処理中に与える光の強さによって異なり，光の強さがつよまるにつれて効果も大きくなる傾向がみられる。実験に用いた 2 年生サンキクロン，2 年生および 3 年生実生苗木のいずれもほぼ同じ傾向がみられた。

つまり雄花の分化には、自然日長後に続く暗期を短時間の弱光で中断することが効果的であることを示している。

雌花についてみると、雄花の場合とほぼ同じ傾向がみられ、光中断処理によって雌花の分化が促進される。その効果は光の強さがつよくなるとより効果的である傾向がみられた。これらの傾向はいずれの実験材料についても同様であった。

つまり雌花の分化にも、自然日長後に続く暗期を短時間の弱光でもって中断をすることが効果的であることを示している。

林木以外の植物の例では、キュウリは光中断処理中に与える光量を多くすると効果が大きくなる。また、時間も長い方がその効果も大きくなり、キュウリの花成反応、特に性分化にはフィトクローム系が関与していると考えられている¹⁴⁾。

自然条件下では、自然日長が長い時期に光中断処理をすると効果も大きくなるといえそうである。なお、光中断処理をしない場合には花芽の分化は全くみられなかった。

また、本実験の場合には、さきにファイトロン人工光室において行った実験結果に較べて、光中断処理の効果が大きく現れた。夏期に温室内において実験をしたために、外気温に較べかなり高温条件下になり、また、温室内のために屋外に較べ比較的乾燥状態となる。これらの条件やさらに自然日長が長い時期に光中断処理をしたことなどが一層光中断処理の効果を高めたものと考えられる。

今後は光中断処理の効果について、光中断処理の時間帯、光中断処理の時間の長さ、光質、時期、分断回数および光中断中の温度条件との関係についても検討をしたい。一方、これらの一連の実験結果を実際の林木育種研究や採種園施業に対して利用する一つの試みとして、地植えの実験材料を用いて、いろいろな光処理を与え、その効果についても検討する必要がある。

本研究を遂行するに当たり、種々のご指導をいただいた林業試験場造林部長浅川澄彦博士、横山敏孝種子研究室長に厚くお礼申しあげる。

引用文献

- 1) BRONDBO, P.: Induction of flowering by high temperature treatment in grafts of Norway spruce (*Picea abies* L.). Medd. Norsk Skogforsok-sevensen, 27, 298—311, (1969)
- 2) BRONDBO, P.: The effect of meteorological factors on the flowering intensity and cone crop of *Picea abies* in Southern Norway. Proc. Mtg. IUFRO working group on sexual reproduction of forest trees, Varparanta, Finland: 1/2 (1970)
- 3) CHALUPCA, W.: Relation between cone crops of *Picea abies* (L.) KARST. in Poland and the climatic factors. Arboretum kórnickie, 20, 213—225, (1975)
- 4) CHALUPCA, W. and GIERTYCH, M.: The effect of polyethylene cover on the flowering of Norway spruce (*Picea abies* (L.) KARST.) grafts. Arboretum kórnickie, 22, 186—192, (1977)
- 5) FOBER, H.: Relation between climatic factors and scots pine (*Pinus silvestris* L.) cone crops in Poland. Arboretum kórnickie, 21, 367—374, (1976)
- 6) FOWELLS, H. A. and SCHUBERT, G. H.: Seed crops of forest tree in the pine region of California. U. S. Dep. Agric. Bull., 1150, (1956)
- 7) FRASER, D. A.: The relation of environmental factors of flowering in spruce. In: The

- physiology of forest trees (ed. K. V. THIMANN, W. B. CRITCHFIELD, & M. H. ZIMMERMANN), 629~642, Ronald Press, New York, (1957)
- 8) FRASER, D. A. : Interaction of gibberellic acid and photoperiod in reproductive and vegetative growth of white cedar seedlings (*Thuja occidentalis* L.). Proc. 12th. Manage. Comm. For. Tree Breed. Can. Part 2: 15~20, (1970)
 - 9) GRERTYCH, M. : Analogy of the difference between male and female strobilus in *Pinus* to the differences between long- and short-day plants. Can. J. Bot., 45, 1907~1910, (1967)
 - 10) GIERTYCH, M. and KROLKOWKI, Z. : Importance of bud insolation on female flower induction in pine (*Pinus silvestris* L.). Arboretum kornickie, 23, 161~169, (1978)
 - 11) Goo, M. : Photoperiod and flowering of *Pinus densiflora* seedlings. Misc. Infor. Tokyo Univ. For. 17, 101~104, (1968)
 - 12) 長谷川孝三 : 林木種子の活力に関する実験的研究. 帝林, 東京林試報, 3, 4, pp. 1~355, (1943)
 - 13) 橋詰単人 : 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, No. 7, (1973)
 - 14) LARSON, P. R. : Influence of date of flushing on flowering in *Pinus banksiana*. Nature, 192 (4792), 82~83, (1961)
 - 15) MATSUO, E. and FUKUSHIMA, E. : Studies on the photoperiodic sex differentiation in cucumber, *Cucumis sativus* L., III. Light condition. Jour. Jap. Soc. Hort. Sci., 39, 72~78, (1970)
 - 16) MATSUO, E. and FUKUSHIMA, E. : Studies on the photoperiodic sex differentiation in cucumber, *Cucumis sativus* L., IV. Effect of light-break. Jour. Jap. Soc. Hort. Sci., 39, 144~148, (1970)
 - 17) 右田一男 : 遮光および日長がスギの花芽着生におよぼす影響. 日林誌, 42, 49~51, (1960)
 - 18) 南沢吉三郎 : 桑の部位別分性 (localized sex differentiation) の発現機構に関する研究 (II) 桑樹の生育途中における日長の転換処理による枝の性表言の転換. 日蚕誌, 33, 176~179, (1964)
 - 19) 南沢吉三郎 : 桑の部位別分性 (localized sex differentiation) の発現機構に関する研究. V. 偏雄性品種, 利桑の生育中における遮光処理の変換による枝の部位別分性の発現. 日蚕誌, 43, 1~5, (1974)
 - 20) MIROV, N. T. : Photoperiod and flowering of pines. For. Sci., 2, 328~332, (1956)
 - 21) 長尾精文 : ヒノキの花成反応におよぼす温度と日長の影響. 91 回日林講 (要), p. 90, (1980)
 - 22) NAGAO, A. and SASAKI, S. : Effects of temperature and light on promotion of strobilus of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*. Proc. Symp. on flowering physiol. (XVII) IUFRO World Congress, 103~114, Kyoto, Japan, (1981)
 - 23) 長尾精文 : 光条件の季節的変動がスギの花成反応におよぼす影響. 日林誌, 64, 15~17, (1982)
 - 24) ——— : 異なる温度条件下におけるヒノキの花成反応におよぼす光質の影響. 日林誌, 65, 233~236, (1983)
 - 25) ——— : 種々の変温条件下におけるスギの花芽分化の違い. 日林誌, 65, 335~338, (1983)
 - 26) NEGISI, K. : Photosynthesis, respiration and growth in 1-year-old seedlings of *Pinus densiflora*, *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*. Bull. Tokyo Univ. For., 62, 1~115, (1966)
 - 27) PHARIS, R. P., MORF, W. and OWENS, J. N. : Development of the gibberellin-induced ovulate strobilus of western red cedar: Quantitative requirement for long-day→short-day→long-day. Can. J. Bot., 47, 415~420, (1969)
 - 28) PHARIS, R. P., RUDDAT, M. D., GLENN, J. L. and MORF, W. : A quantitative requirement for long day in the induction of staminate strobili by the gibberellin in the conifer *Cupressus arizonica*. Can. J. Bot., 48, 653~658, (1970)

- 29) PHARIS, R. P. and MORF, W. : Short day and cold as causative factors in the anthesis-like development of strobils of western red cedar (*Thuja plicata*). Can. J. Bot., 50, 2683~2685, (1972)
- 30) PIRINGER, A. A. and DOWNS, R. J. : Responses of apple and peach trees to various photoperiods. Jour. Amer. Hort. Sci., 73, 9~15, (1959)
- 31) 田渕和夫・萩行治義 : 環状剥皮によるヒノキクローンの着花のちがひ (I). 関東林木育年報, 8, 29~36, (1972)
- 32) 田口亮平 : 植物生理学大要—基礎と応用—, 養賢堂, 269~270, (1982)
- 33) 田崎忠良(編) : 環境植物学, 朝倉書店, 41~62, (1978)
- 34) WAREING, P. F. and LONGMANN, K. A. : Physiology of flowering forest trees. Rep. For. Res., 1958, 107~109, (1959)
- 35) WAREING, P. F. and PHILLIPS, I. D. J. : The control of growth and differentiation in plants. Pergamon Press, Oxford, 1~300 pp., (1970)
- 36) WENT, F. W. : Environmental control of plant growth. Chronica Botanica 17, Ronald Press, New York. (1957)
(輪田潔・富田豊雄訳), 植物の生長と環境. 朝倉書店, 1~312, (1959)
- 37) 柳原利夫・棚秋一延・荒井国幸 : カラマツ結実の豊凶と気象の関係について. 日林誌, 42, 347~351, (1960)
- 38) 横山敏孝・浅川澄彦 : カラマツの花芽形成と光周条件. 日林誌, 55, 388~393, (1973)

Effects of light treatments on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* seedlings.Akinori NAGAO⁽¹⁾ and Satohiko SASAKI⁽²⁾

Summary

Experiments were carried out to determine the effects of various light treatments on floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* seedlings. The floral initiation of *Chamaecyparis obtusa* seedlings can be manipulated by light intensity and photoperiod.

Light intensity: The male and female strobili formations can be initiated by high light intensities of artificial light with more than 12 klux for male strobili and over 21 klux for female strobili in a 16-hour photoperiod. With the 16-hour photoperiod, the seedlings treated with high intensity light initiated the flowers much faster than those treated with low intensity light.

Photoperiod: The photoperiod has a close correlation with the light intensity to initiate the flowering of *Chamaecyparis obtusa* seedlings. Generally, a long day with high intensity light favours the initiation of flowering. Even under the natural light condition, the long day treatment supplemented with a high discharge lamp promoted the initiation of flowering. The development of the male strobilus was accelerated by the continuous light much more than by the 16-hour photoperiod. Also, the male strobilus initiation required at least 4 weeks of the treatment. Our observations indicate that the male strobili required the long day as well as strong light conditions. The female strobili were also dependent on the long day, but significantly less than male strobili, as the female strobili were formed within 3 weeks after the initiation of long day treatment.

The long day treatment with the high intensity light can be partially substituted by the weak supplemental light. The male strobili were induced by the weak supplemental light of at least 500 lux for two hours after the 14-hour main photoperiod with the high intensity light. For the female strobili, even with the 10-hour main photoperiod with the high intensity light the weak light supplement at 500 lux for 6 hours could induce flowering. Also, under the natural light conditions, the weak light supplement with 500 lux fluorescent lamp from the time of sunset to 9.00 p.m. was successful to initiate the flowering during the summer months, but gradually the promotive effect of the supplemental light decreased and toward the end of growing season. This is caused probably by declines in temperature and radiation, and also shortening of the daylength.

Light interruption (light break): Instead of giving the long day treatment with the supplemental light, the light interruption during the dark period was effective to initiate both the male and female strobili of *Chamaecyparis obtusa* seedlings. Under the artificial light at 25 klux with the photoperiod of 12 hours, the light interruption with the 500 lux fluorescent lamp for two hours could induce the female strobili alone. However, under the 14-hour photoperiod, the two hour-light interruption induced both the male and female strobili. Also, under the natural light conditions during the month of July, the light interruption with 100, 500, and 1000 lux for two hours at midnight induced both the male and

Received August 27, 1984

(1) (2) Silviculture Division

female strobili abundantly, and even more flowers were formed at higher light intensities of the light interruption. Those results indicate that appropriate manipulations of light are useful means of controlling the flower initiation of *Chamaecyparis obtusa* seedlings. Particularly, light interruption and light supplement can be used for the seed production of *Chamaecyparis obtusa* seed orchards.