

林木育種技術

No.19

2004.1



独立行政法人林木育種センター

－わかりやすい育種技術シリーズ－

採種園 2

センター本所 指導課長 加藤 義明

近年、地球環境保全の問題等々を背景に、多種多様な森林を造成しようとする動きが年々増大傾向にあります。その具体的な現れとして、従来の同一樹種による大面積造林は色々な樹種による小面積造林にシフトしており、この流れは今後とも続くものと思われます。この時代の流れに應えるために、林木育種の面からは、林業者が必要とする優良な樹種、品種の種苗を適時適切に供給するための採種園の造成が必要となります。

これまで、林木育種センターは、精英樹採種園に加えマツノザイセンチュウ抵抗性マツ採種園のような特定の目的を持った採種園を造成するための原種を開発し供給してきていますが、今後は、多種多様な森林造成に対応すべくこの動きを加速させ、色々な需要に早期に対応できる特定目的の採種園の造成に向けた品種の開発と原種の供給を推進してまいります。例えば、雄花の少ないスギ品種を早期に普及させるための一方法としてのミニチュア採種園型式での造成とか、カラマツ対鼠性品種普及のためのF₁採種園の造成などです。ケヤキなど有用広葉樹の育種については、まだ始まったばかりですが、この進展に合わせて採種園の整備方法等のマニュアル化も進めてゆく予定です。

本号では、これら特定の目的を持った採種園の現況ならびに開発した優良な品種を早期に普及させるための有効な方法としてミニチュア採種園の造成管理、着花促進技術などについて分かりやすく説明します。なお、このような造林事情の変化に伴って、既存の採種園について現状に即した規模への見直しや新規造成を検討されている関係機関もあると聞き及んでいます。造林面積の予測、種子の豊凶などを十分に検討の上、ある程度余裕を持たせた適正規模での維持管理を留意して頂きたいです。また、このことと関連しますが、最近一部の採種園では整枝剪定等の手入れが不十分なため手遅れ状態になっているところが見受けられます。このような採種園を良好な状態に回復させるには多大の経費が必要になるとともに、安定的な育種種子の供給にも支障を来すこととなりますので、普段から適時適切な維持管理を心がけて頂くようお願いします。



花粉の少ないスギミニチュア採種園
(群馬県：平成15年度造成)

九州地方におけるマツノザイセンチュウ抵抗性採種園の造成と苗木の生産

1. はじめに

マツの材線虫病は、東北地方や高海拔地等、これまでに被害の見られなかった地域にまで拡大しています。「マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業」は1978年から1985年まで当時被害が最も多かった西日本を中心に実施されました。本事業は、マツの材線虫病に抵抗性を持った個体を選抜し、それらで採種園を造成することによって抵抗性の種苗を大量生産し、松枯れ被害跡地の復旧に資することを目的として進められました。本事業では、現在、アカマツ92本、クロマツ16本、計108本の「抵抗性個体」が確定し、抵抗性種苗の生産に活用されています。ここでは、九州地区の採種園の現況と生産された苗木の活用状況について紹介します。



被害の現状（鹿児島県桜島）

2. 抵抗性採種園の現況と課題

抵抗性採種園は、抵抗性個体のつぎ木クローン苗を用いて、アカマツが2県で0.60ha クロマツが7県で4.96ha 造成されています（平成13年度林木育種の実施状況および統計）。九州地区では海岸防災林や景勝地の景観修復等にクロマツの需要が多いことからクロマツ採種園が広く造成されました。

マツ類の採種園における種子生産量は1ha当たり400本仕立て（5m間隔）で30kg（1本当たり75g）を目標としました。九州育種場構内の採種園の例では、10年生時の種子生産は1ha当たりアカマツで約2.3kg、クロマツで約1.0kgでした³⁾。これが16年生

になると1ha当たりアカマツで約20.0kg、クロマツで約19.6kgの生産量となりました。これらの採種園から生産されるマツの抵抗性をさらに向上させるには、抵抗性の劣るクローンの淘汰が必要です。アカマツでは抵抗性個体数が多いのでこの淘汰が可能ですが、クロマツは抵抗性個体数が少ないためにそれを実施できないのが現在の問題です。



抵抗性採種園（九州育種場）

3. 抵抗性苗木の生産

本事業では抵抗性採種園産の種子から育成した苗木は、「マツノザイセンチュウ抵抗性マツ」（以下「抵抗性マツ」という。）として植栽されています。この抵抗性マツ苗は、一般のマツに比べて平均的には高い抵抗性を発揮するものの、抵抗性のレベルは一定ではありません。また、外部からの花粉汚染の可能性も否定できません。そこで、これらの原因によって生ずる抵抗性の低い個体を除去するために、全ての苗木にマツノザイセンチュウ（以下「ザイセンチュウ」という。）を人工接種し、生き残った健全苗を造林に用いる方法をとっています。こうして得た苗木は「接種検定済苗」として区別して取り扱われています。

人工接種作業は、九州地区では梅雨が明け天候が安定し気温が25～30℃となる7月25日頃に行います。接種するザイセンチュウの種類は「島原個体群」を統一して用いています。ザイセンチュウの人工接種による抵抗性の判定に当たっては、接種するザイセ

ンチュウの取り扱いが苗木の生存率に大きく影響するので、その技術レベルを統一しておく必要があります。そのため九州育種場の担当者が講習会等を開催して、森林組合等の苗木生産者の技術の向上に努めています。現在、「接種検定済苗」は森林組合等で事業的に生産されており、平成14年度はアカマツ27,000本、クロマツ104,000本が生産されました（平成15年度林木育種九州地区協議会資料による）。

現在、これらの苗木には、「筑前スーパークロマツ：福岡」、「天草スーパーマツ：熊本」、「スーパーグリーンさつま：鹿児島」等の名称が付けられて販売されています。



ザイセンチュウ接種技術講習会（鹿児島）

4. 抵抗性クロマツの家系別抵抗性

九州各県の抵抗性クロマツの採種園で生産される種子の家系別抵抗性は、九州地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会で共同試験を行って、その正確な把握に努めています¹⁾。この共同試験では、接種に用いるザイセンチュウを「島原個体群」に統一し、接種の場所や時期、接種前後の気象等が異なる条件の下で共通な試験設計による接種試験を実施しています。そして、その結果から抵抗性に及ぼす影響を検討しようとするものです。この試験は、1999年度から九州6県と九州育種場が協力して進めており、近い将来、各家系の正確な抵抗性が把握されて更に抵抗性の強い苗木を生産するための採種園改良に活用されるものと期待されます²⁾。現在、各機関がそれぞれの採種園で採取した種子を家系単位で交換して育苗を行い、同一の試験設計によりザイセンチュウの接種検定を進めています。



家系別の接種試験

6. おわりに

九州育種場では九州森林管理局等と共同で抵抗性マツの次代検定林や現地適応性試験地を設定しています。この被害地に植栽された個体の抵抗性や成長の特性等の調査は、関係機関と共同で多方面から実施しています。また、現在のクロマツ抵抗性個体は16クローンと少ないため、採種園に多くのクローンが使用できるよう、2度の追加選抜を行っており、第1回目に追加選抜した個体から検定に合格したクローンを平成15年度中に新品種として公表すべく作業を進めています。



植栽された抵抗性マツ（鹿児島県吹上浜）

引用文献

- (1) 九州地区林業試験研究機関連絡協議会育種部会
(1999) ヒノキ精英樹・抵抗性マツ特性表, 35～58
- (2) 宮原文彦ほか(2002) 林木の育種「特別号」32～33
- (3) 戸田忠雄(1997) 松くい虫(マツ材線虫病)
ー沿革と最近の研究ー245～255
(九州育種場 育種課 岡村政則)

ミニチュア採種園の導入にむけて

1. 東北のミニチュア採種園

東北育種基本区では、新品種の種子生産を早期に、そして効率的に行うミニチュア採種園の造成を進めています。ミニチュア採種園は、新潟県森林研究所の伊藤信治専門研究員が実用化試験を行った後、1989年以降に新潟県、青森県、宮城県で造成され、現在は、新潟県と青森県で更新を進めています。また、平成15年度からは、「花粉の少ないスギ品種供給緊急対策事業」が一部改正され、ミニチュア採種園で花粉の少ないスギ品種の種子生産が補助事業の対象となりました。



新潟県
長岡ミニチュア採種園

宮城県
ミニチュア採種園

このような情勢からミニチュア採種園の導入にむけて参考となる点を述べてみます。なお、造成管理の詳細は、東北育種基本区ミニチュア採種園技術マニュアルをご覧ください。

2. なぜ、スギはミニチュア採種園化が可能か



青森県林業試験場十和田ほ場
種子着果状況

これまでの林木育種に関する多くの事業・研究成果から次のようなスギの特徴を活かして、ミニチュア採種園が可能となりました。

- ・ さし木が容易で大量のクローン化ができる。
- ・ 萌芽枝が発生しやすく、剪定によって樹体の若返りが可能。
- ・ 着花習性が解明されている。
- ・ ジベレリンによる着花促進が可能。

3. ミニチュア採種園のメリット

ミニチュア採種園の最大のメリットは、林木育種事業で得られた成果を早期に種苗の生産・普及に反映できることにあります。ミニチュア採種園では、最新の育種素材を用いて造成した後、3～4年目で種子生産が可能です。また、小規模な畑地で造成し、更新が簡単なため、ニーズの変化に応じて採種園の切り替えが素早くできます。そのほか通常型の採種園と比べて剪定・着花促進など管理作業が集約化され、種子生産コストの低減化、木登り作業が不要なため安全作業が可能となるメリットがあります。

4. 造成管理のサイクル

ミニチュア採種園の造成から管理、更新のサイクルを以下に示しました。○数字は年次を表し、①から⑩までが1サイクルで⑪以降は2サイクル以降として管理されます。1サイクルで3回採種して11年目には新品種で更新します。

①植付→②育成→③GA→④採種→⑤育成→⑥GA→
⑦採種→⑧育成→⑨GA→⑩採種→⑪更新→⑫育成→

注) GAは、ジベレリン散布を表す。

5. ミニチュア採種園の造成

ミニチュア採種園を事業的に造成するに当たって注意すべき事項が何点かあります。

(1) 重要な予備試験

ミニチュア採種園の実際の造成管理に当たっては通常型の採種園と施業方法や育成内容が異なる場合が多くあり、健全に採種木をコントロールして種子生産ができるよう慎重を期さなければなりません。そのためには、あらかじめ小規模なミニチュア採種園を造成して予備試験を行う必要があります。その地域に適した施業方法（養苗、気象特に越冬、育成、剪定、着花促進、病虫害の保護）また、着花状況も十分に把握して事業的な造成に臨みます。この予備試験を行うことにより、被害の克服や種子の安定収量の確保が可能となります。

(2) ミニチュア採種園は畑地栽培で育成



青森県H15植栽1年目
畑地に造成

青森県H13植栽3年目
着花状況

ミニチュア採種園の造成条件として重要なことは、採種木の育成に良好な土壌条件と効率的な機械作業が可能となる平坦な土地を確保することです。また、隣接地にスギ林がない場所を選んで園内への外部花粉の混入を防ぐ必要があります。

(3) 大きい苗木で造成して種子量の確保



青森県 ミニチュア採種園用
苗木の養苗状況

採種園造成後3～4年で採種するので充実した大きな樹体に着花促進し、初回の種子の収量を確保する必要があります。このため、造成用苗木は根切りを行

いながら組織を充実させ、70cm以上の苗木の規格で、枝張と根系の充実した大きい苗木の養苗を目指します。

6. ミニチュア採種園と通常型採種園との使い分け

ミニチュア採種園は、通常型採種園と比べ新品種で構成し、造成用畑地の確保により集約的な管理ができる場合に有利となりますが、状況によって通常型採種園のほうが有利な場合を以下に述べてみます。

(1) 傾斜地等で立地条件が悪い場合

ミニチュア採種園は、畑地栽培的な育成管理が必要なことから、造成用地に畑地を確保できない場合は、管理に支障が生じ、機械の導入も難しいので種子生産経費が増加します。このため、通常型採種園で造成した方がコスト的に良い場合があります。ただし、長期に採種期間を見込んでいる通常型採種園では高年次になると改良を行っても最新品種によるクローン構成は難しいかもしれません。

(2) 通常型採種園の構成クローンに目的のクローンが多く入っている場合

通常型でも構成クローンに優良品種が多く入っている場合は、造成管理諸経費や種子の必要量等を検討する必要がありますが、採種木を選択することによって優良品種の種子が得られます。

7. 最近のミニチュア採種園技術の取り組み

東北育種基本区では、各機関と連携をとりながらより良いミニチュア採種園の造成に取り組んでいます。最近の取り組み状況をお知らせします。

(1) ミニチュア採種園における花粉動態の解明

(東北育種場)

ミニチュア採種園の中央に黄金スギを植栽し、黄金スギの花粉を受粉した種子は黄白色の苗木が出現する習性を利用して花粉の飛散状況を調査した。また、黄金スギから採種・播種した黄金スギ様苗出現率から自殖率は4.94%と推定した。

(2) 多雪地帯におけるミニチュア採種園（山形県）

山形県では、老朽化したスギ採種園の更新のため、ミニチュア採種園の造成を予定しているが、採種園造成予定地が多雪地帯なので雪害の予防や春期の任意交配を可能にするため採種木の仕立て方や植栽間隔、剪定方法、越冬方法について省力化、効率化を考慮しながら東北育種場と共同試験を行っている。

(3) ヒバミニチュア採種園の造成（青森県）

青森県では、民有林を主体に高まったヒバ造林の気運に応えるため、ヒバ精英樹によるミニチュア採種園を造成した。現在、この採種園は造成管理方法の試験も兼ねて育成している。

おわりに、掲載写真のうち青森県造成のミニチュア採種園に関連した写真は、青森県農林総合研究センター林業試験場の田中功二総括主任研究員からご提供いただきました。ここにお礼を申し上げます。

(東北育種場 育種専門役 欠畑 信)

参考文献

林木育種推進東北地区協議会，林木育種センター
東北育種場：東北育種基本区ミニチュア採種園技術
マニュアル，2001.03

グイマツ雑種F₁種苗のブランド化のための新採種園方式 —単一優良クローン母樹の列状植栽による雑種率の向上—

1. はじめに

グイマツ雑種F₁苗木の需給不足解消と優良品種等の早期普及を図るため、新たな増殖方法の開発に取り組んでいます。このカラマツ属種間雑種の良さの解説は紙面の関係上省きますが、造林上の安全性と生産性においてカラマツを上回することは断言してよいでしょう。

最近、幼苗を用いた実用的なさし木増殖法を開発したため、従来の実生苗生産では事業的に普及できなかったわずかな種子量でも6～7倍に増やすことが可能となりました。

一方、特定の優良家系種子を効率的に生産するため、カラマツ採種園を带状に間伐し、そこに特定の優良グイマツクローンを列状に植込む試みも実施しました。この採種園方式は、母樹となる単一クローン以外、周囲はカラマツ精英樹クローンのみで、他のグイマツがないため、雑種率の向上が期待できます。さらに、これらの優良クローンは、花粉親を特定しなくても、次代の成長は現在普及している雑種よりも平均して優れていることが分かっています。植込んでから10年近くがたった2000年夏、初めて、わずかながら結実がみられるようになりました。思惑通りの雑種率向上が実現したのでしょうか。その結果を紹介します。

2. 雑種率を向上させる試み

植込んだグイマツ優良母樹（接木後3年目）は、グイマツ精英樹の中標津3号、5号の2クローンです。いずれも一般組み合わせ能力の高い優良母樹です。なお、中標津3号は登録品種グリーンムの母樹でもあります。これらを母樹とする雑種家系は成長で上位グループに入り、林齢15年生の林分材積でF₁家系全体の平均値よりも約15%増しの成績を示します。1994,1996年にそれぞれ60,305本を幅24mの带状に間伐した中央に列状に植込みました（写真-1）。全体の数量でみると、5つのブロックで構成される

計約20haのカラマツ採種園採種園の内、带状に7.5haを伐採し、そこに365本のグイマツを植込みました。



写真-1 カラマツ採種園に列状に植込んだグイマツクローン（1998年：植込み後2年目、中標津5号、訓子府採種園3ブロック）

2000年8月に、数本が結実し、103個の球果を採取しました。なお、球果採取時には、グイマツ雄花が開花した形跡はほとんどみられませんでした。

2001年4月下旬に林業試験場苗畑に播種し、2002年春に床替えし、2002年秋にはブロック別に苗長、根元径、芽止まり時期、分枝数および分枝高に関するサンプリング調査（n=250～393本/ブロック）を行いました。

3. 実現した雑種率の向上

雑種の判定結果は、単一クローン母樹採種園産が91%、対照の混植採種園産では62.2%であり、約30ポイントの差がありました（写真-2）。その結果、山出し段階でのグイマツを含めた平均苗長は、単一クローン母樹採種園産、混植採種園産それぞれで、 78.4 ± 14.6 cm、 65.1 ± 14.5 cmでした。図-1には、中標津5号を母樹とするF₁とグイマツの山出し段階での苗長階別頻度分布を、単一クローン母樹採種園産と従来の混植採種園産別に示しました。今後、グイマツ母樹が花粉を着けたときには、雑種率の低下が懸念されますが、配植形態からグイマツのほとんどは自殖苗と予想されます。この点に関し、中標津3号、5号は自家不和合性の高いクローンであり、

仮に自殖苗が出現したとしても、その割合は1%台と低いため、雑種との判別も既存の混植採種園産種苗よりもはるかに容易に行うことができます。



写真-2 採種園の配植方式による山出し苗木のちがい
(左の床：従来方式、右の床：単一クローン方式、母樹は中標津5号で2002年秋の状況)

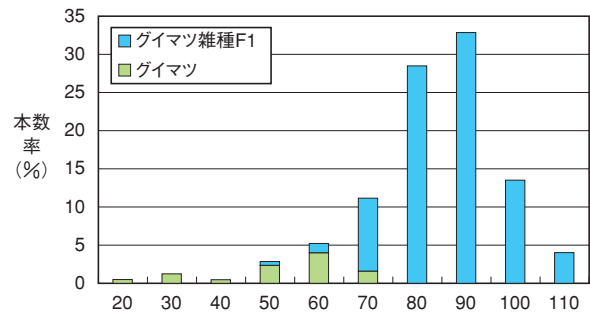
今回の採種では、育苗の結果、わずか103個の球果から3,810粒の種子が得られ、1,622本の山出し苗木を育成でき、そのうちの約90% (1,460本) が優良グイマツクローンを母樹とする雑種苗と判定されました。ただし、この採種園方式による実生苗生産のみで需要量を満たすには、今後さらに10年ほどの年限が必要と予想されます。ところが、幼苗からの挿し木増殖法を導入すれば、供給量を播種後3年間で実生苗の約7倍に増やすことができます。

単一クローン母樹方式の採種園産の精選種子が1kg得られれば、播種後3年間で約33万7千本のブランド苗木が普及できると試算されます。1kgの精選種子を得るまでには、どの程度時間がかかるのでしょうか。本試験と同品質の精選種子1kgを確保するために必要な球果数は約4,300個、例えば、球果100個を着けた個体が43本分です。

2000、2002年の結実本数率はわずか各2%でしたが、2003年では11.6%と上昇しています。今後、数年のうちには、雑種率90%以上のブランド種子がさし木増殖用として生産できる段階に入ると予想されます。

このことから、さし木増殖のための基盤整備（施設、技術普及、価格等の扱い）を進める必要があります。加えて、育種種苗のブランド化に対応した、高品質を保証する系統管理のためのDNAマーカーの開発も急ぐ必要があります。

A:単一クローン母樹列状植栽(新方式)



B:複数クローン母樹混植(従来方式)

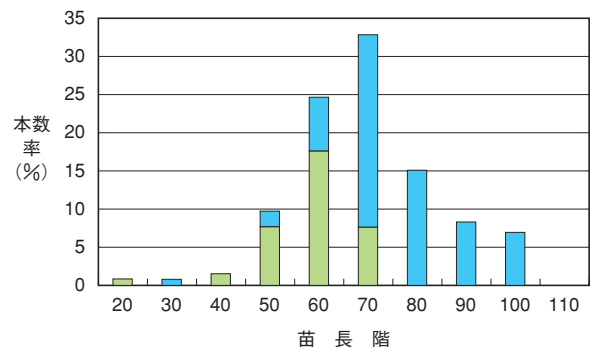


図-1 グイマツ雑種採種園の配植方式別にみた苗木長さ階別の本数率

4. おわりに

優れたブランド苗木であれば、造林の安全性が担保されている分、植栽密度を従来よりも低くすることができるし、結果として効率的な用材生産の体系化が具体的に考えられます。

現在、道では、グイマツ雑種F1の低密度植栽実証林を造成し、その有効性を検証する事業を進めています。植栽密度を、625、1,000、1,333本/haの3段階、材料を実生苗とさし木苗の2種類とし、高性能林業機械の活用も考慮しています。今年度までに2箇所、約9haの造成を終え、来年度は3箇所7.2haの造成を予定しています。今年度造成した試験林では本稿で紹介した雑種率90%の実生苗木が使用されました。来年度造成予定箇所では、登録品種「グリーン」の実生苗とさし木苗も使用する予定で、現在林業試験場構内で育成中です。

北海道の人工林、とりわけ一般民有林におけるカラマツ資源の量的、質的向上に寄与できる日は着実に近づいています。関係各位のご理解、ご協力をお願い致します。

(北海道立林業試験場 林業経営部 黒丸 亮)

着 花 促 進

はなさかじいさんのように灰を撒いて枯れ木に花を咲かせることはできませんが、主要な造林樹種に対しては花をたくさん着けさせる方法いわゆる着花促進の方法がいくつか知られています。それでは、なぜ着花を促進させる必要があるのでしょうか。それは、雌雄花をたくさんつけることがたくさんの種子を得ることにつながるからです。自然の状態では、年によって種子が豊作だったり凶作だったりまちまちです。遺伝的に優れた種子を計画的かつ安定的に供給することが求められる採種園では、着花の促進は欠かすことができません。着花促進の方法は、化学的な方法と物理的な方法の2通りに分けることができます。

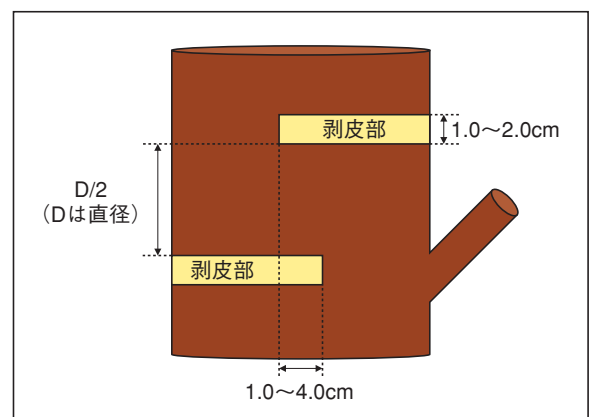
化学的な方法では、主に植物ホルモンを利用します。植物ホルモンの一種であるジベレリンは、スギ・ヒノキの着花促進に特に有効であることが知られています。ジベレリンは、イネの茎葉が急速に成長し実をつけないうちに枯れてしまうイネ馬鹿苗病の研究過程で発見され、タネなしブドウを作るのに利用する等、現在様々な場面で利用されています。具体的な着花促進の方法ですが、一般にスギではジベレリンの水溶液を葉に散布し（写真左）、ヒノキでは団子状にしたジベレリンを枝に埋め込む方法（写真右）が用いられます。詳細は、本誌No.18「スギ、ヒノキ採種園の造成管理」に記載されていますのでご参考下さい。



物理的な方法には、主に環状剥皮、まきじめ、根切りがあります。環状剥皮は、幹又は枝の周囲に沿って樹皮をはぎとる方法です。剥皮部分の直径の1/2程度の間隔で、上下にずらして、半周ずつ向かい合わせて剥皮します（図－1）。剥皮の時期は、花芽

分化期の3～5週間前に行うのが有効であるとされています。まきじめは、幹に直接針金だけを巻くか、あるいはアルミニウムバンドの上から針金を巻く方法です。この方法は、幹の肥大成長によって締め付けの効果が出てくるので、着花促進の効果が現れるまでには少なくとも1成長期は必要となります。根きりは、採種木の大きさに応じた適当な位置に溝を掘って根を切る方法と、根元付近の表土をかきおこして太い根を数本切断する方法があります。これらの方法のうち、環状剥皮が最も効果があり、特にカラマツの着花促進に用いられています。ただし、これらの物理的な方法は、樹木の一部を切除すること等によって、樹体あるいは枝を弱らせ着花を促進させるので実施にあたっては細心の注意が必要です。なお、カラマツ等の亜高山性針葉樹の着花促進については、本誌No.13「亜高山性樹種のタネの取扱い」に記載されていますのでご参考下さい。

また、これらの方法以外にも、樹冠に十分な陽光を当てるために行う疎開伐や施肥によっても着花が促進されます。



図－1 環状剥皮の方法

着花促進技術は、林木育種事業の根幹をなす採種園の管理上極めて重要であると同時に、育種集団林に植栽する苗木を生産するために行う精英樹同士の人工交配に欠かせない技術です。

（センター本所 育種課 野村考宏）