

【解 説】

講座：林木育種の現場の ABC (5)

人工交配技術 -スギ-

倉本 哲嗣^{*1}・藤澤 義武²

スギと人工交配

スギはわが国の重要な造林樹種の一つであり、森林面積の18%、人工林面積の43%を占める。これは、屋久島から下北半島に至る広い天然分布に示される高い適応性があること、材は軽軟で加工が容易なために生活用品から建築用材に至るまで古くから利用されてきたこと、さらには実生でもさし木でも増殖が容易であったことなどによる。

ところで、昭和29年に始まる「精英樹選抜育種事業」によってスギも3400余個体の精英樹が選抜されている。これらは採種(穂)園を造成して実用に供するとともに、並行して各種の検定林を造成し、成長や適応性、材質などの評価、それらの遺伝様式の解明などを進めてきた。その結果、成長などの特性に優れた精英樹の相互間で人工交配を行えば両親の優位性を受け継ぎ、飛躍的に特性が優れている個体を創出できることが明らかになった。その成果に基づき、第2世代、さらには第3世代の精英樹の開発が森林総合研究所林木育種センター等で進められており、これらはエリートツリーと呼ばれ、第2世代精英樹はすでに実用段階に入っている。このようなこともあり、今回はスギの人工交配技術を紹介する。

スギにおける人工交配の実際

着花促進：スギでは、開花前年の夏期の気温や降水量が雄花着花量に影響することが知られている。また、着花量は年によっても変動する(千田・近藤1998)。一方、自然着花ではほとんど着花しないものも存在す

ること(戸田ら1996)が報告されている。このように、着花量は環境要因や遺伝的要因によって変動するため、安定して人工交配を行うためには確実に着花させるための処理が必要となる。幸い、スギは植物ホルモンであるジベレリンで処理することにより、容易に着花を促進できることがわかっており(加藤ら1958)、現在ではスギの実生増殖における常法となっている。このジベレリンによるスギの着花促進法を次に示す。

ジベレリンによる着花促進法として最も簡便なのはジベレリン水溶液を散布する方法である。この方法は、噴霧器によりジベレリン水溶液を葉面が十分濡れるまで散布するだけである(写真-1)。このとき使用するジベレリン水溶液は、一般に市販されているジベレリン粉末(協和発酵：水溶剤3.1%、錠剤4.55%)を使用説明書に従って水に溶かし、100ppmの濃度に調製したものである。散布後、葉面が乾燥すれば薬効を発揮する。溶液の調製にあたってはジベレリンに付属している「適用と使用上の注意」を熟読すること。また、展着剤を使用するとより安定した効果を得ることができる。ジベレリンはアルカリ剤でない限り混用できるので、展着剤の多くは表面活性剤なので大半は問題が無いはずだが、手間でも使用説明書で使用の可否を確認しておく方が良いだろう。ジベレリンを散布する時期は地域や年ごとの気象条件によって多少前後するが、九州では7月上旬、関東では7月中旬から処理を開始する。処理は7月に2~3回散布すると効果的である。協和発酵のジベレリンに付属する「適用と使用上の注意」には、6月頃処理すれば雄花が、8月頃処理すれば雌花が多くなる傾向にあると書かれており、雌花を多くしたい場合には8月にもジベレリン処理をすると良い。

* E-mail: norikura@affrc.go.jp

¹ くらもとのりつぐ 森林総合研究所林木育種センター九州育種場

² ふじさわ よしたけ 森林総合研究所林木育種センター



写真-1 ジベレリン水溶液の散布

ジベレリンによる着花促進には、水溶液を散布する方法以外にも、ジベレリンの粉末を直接幹に埋設する方法や、CMC（カルボキシメチルセルロースナトリウム塩）を用いて団子状にしたものを埋設する方法がある。この他ペースト状になった「ジベレリンペースト」も販売されているが、農薬として使用が登録されているのはヒノキとヒバのみなので、スギ及びヒノキ科の他の樹種には使用することができない。前述の粉剤を水溶液として散布する、あるいは粉体もしくは増量剤との混用する場合はスギとヒノキ科に利用できることになっている。

この他の着果促進法として、環状剥皮、まきじめ、根切りなどの物理的処理法がある。しかしこれらの方法は樹体を痛めることが多いので、現在ではあまり用いられていない。しかしながら、環状剥皮はカラマツ属やトウヒ属などで効果的とされる。

交配袋の取り付け：人工交配では雌花に交配組み合わせ以外の花粉が受粉しないよう交配袋によって遮断する（写真-2）。交配袋の枝への装着は、九州では1月中旬頃、関東では2月上旬頃に雌花の周りの雄花を取り除く「除雄」を行い、雌花だけを残した枝に交配袋をかぶせる。交配袋の材質は前回示したクロマツの交配袋同様に、降雨によって濡れても破れない性質の紙、もしくは不織布製が適当である。交配袋を雌花が着生した軸にかぶせ、袋の入り口を脱脂していない綿でふさぎ、ビニタイ（産業用、園芸用などに広く使用されている結束用具：ビニールでコーティングした針金）で縛って袋を閉じる。アカ・クロマツと異なって雄花は非常に小さいので、除雄は慎重に行う。

なお、開花前に交配袋を取り付ける必要があるが、時期は年やクローンによって異なるので、注意が必要である。特に暖冬の時には開花が早くなるので注意する。



写真-2 窓付きの交配袋

袋内部の雌花の様子が確認できる。

花粉の準備と保存：スギの場合は、通常九州では1月下旬頃、関東では2月中旬頃から雄花が開いて花粉が飛び始めるのが一般的なので、それまでに雄花が着生した枝を切り取り、クローン別にグラシン紙の袋をかけ、温室内で水ざしして開花を促進させる（写真-3,4）。写真のような用具が無くても、市販の食器水切りかごを使用するなど工夫すれば良い。水切りかごを使用する場合は、水切り用のスリットに枝を挿すとよい。

水挿し後 2~3 週間ほど経過すると雄花が十分に開花するので、袋を逆さまにして軽くたたき、袋の内部に付着した花粉を落とすとともに、雄花からもたたき出し、袋の底にたまった花粉を袋の隅を切って管瓶などに集める。このとき、市販の花粉採集器（花粉用の細かいメッシュのふるい、無いときは使い古したナイロン製のストッキングなどでも可）で雄花殻などのゴミを取り除いて精選する。

なお、異なったクローンの花粉が混じらないように袋には事前にマジックでクローン名を記載しておくとともに、花粉採集器はクローン毎に替えて使用するのには当然である。採集した花粉は、容器にクローン名を明記し、乾燥剤を入れた密封容器に入れて冷蔵庫（5℃）で交配に使用するまで保存する。

なお、同一の花粉を大量に使用する場合や、雄花の豊凶、気象害によって十分に花粉を得ることが出来な

い場合に備え、交配を行う年よりも前に花粉を収集・保存しておくが良い。山田ら(1998)は、スギ花粉を室温、5°C、-20°C及び-196°C(液体窒素)で保存した場合の花粉の発芽率及びそれら花粉で交配して得た種子の発芽率を検討している。その結果、-196°Cの条件下では、保存5年を経過しても十分な花粉発芽能力を有していたが、-20°Cで保存したばあいは2年で、室温及び5°Cで保存した場合は1年で花粉は発芽能力を失っていた。これによると液体窒素による保存設備がない場合でも、成功率は低下するものの-20°Cの冷凍庫で保存すれば前年に採取した花粉で人工交配が可能である。



写真-3 花粉採取用切り枝の水差しする用具



写真-4 雄花採集用切り枝の水挿し

交配：花粉の受け入れ態勢が整ったスギの雌花は珠孔から珠孔液を分泌するので、飛来した花粉がこれに付着し、液とともに珠孔の内部に取り込まれることで受粉が完了する。雌花が珠孔液を分泌している状況を写真-5に示す。写真-2のように、交配袋が窓付きの場合は袋内の雌花の開花状況を窓から雌花の状態を確認できるので効果的である。窓付きの交配袋が利用できない場合には交配袋の周囲の雌花の状態を確認する。このような雌花の観察によって雌花が受粉可能な状態であることを見計らい、花粉銃で花粉を交配袋に注入する(写真-6)。暖冬や厳冬など気候条件によって毎年開花時期は変動するが、スギでは2月初旬から中旬にかけて、関東では3月中旬から下旬にかけて、晴れた日の午前中に3日ほど間隔をあけて3~4回程度花粉を注入する。花粉注入後、受粉の機会を増すために交配袋を軽く振って花粉が袋の中で舞うようにすると良い。

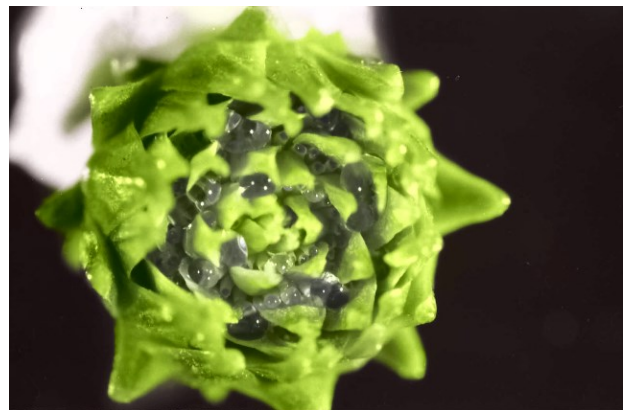


写真-5 雌花からの珠孔液の分泌
水滴のように見えるものが珠孔液。



写真-6 花粉銃による受粉作業

交配の際には組み合わせの間違い等を防ぐため、花粉銃には色と番号の双方で花粉親名を示すビニールテープを貼っておく。また、花粉銃で開けた交配袋の穴にも花粉親同じ色と番号のビニールテープを貼ると、2回目以降の花粉を注入するとき、どの袋にどの花粉を入れるのかがわかりやすい(写真-7)。



写真-7 花粉銃の準備

ガラス瓶には花粉親を示す色と番号を記述したビニールテープ。

除袋と虫害防除処理：スギの雄花の開花が終わり、花粉の飛散終了したのを見計らい、交配袋をはずす。雌花は球形に膨らんでいるが、そのままにしておくとかメムシ類に吸汁され、結果した種子の発芽率が低下してしまうので防虫網をかけておく。かけないと種子の発芽率は数分の1以下に極端に低下する。カメムシはヒノキを特に好むので、ヒノキでは防虫網は必須である。

球果の採取：スギの球果の採取は林業種苗法では9月20日からとなっているが、地域により球果の成熟時期が異なるので注意が必要である。九州では9月下旬頃から、関東では10月中旬頃に球果を採取する。紙箱などを利用して交配組合せ毎に球果をまとめ、球果の乾燥、種子の叩きだし及び種子精選を行う。種子精選は発芽率に影響するので後の作業効率に大きく影響する。精選が不十分で夾雑物の多い種子では見かけの発芽率が低いため、より多くの播種床を必要とするなど苗に仕立て上げるまでの作業効率を低下させる。

交配に向けた環境の整備について：人工交配を行う時

期に、凍害、寒風害等の気象害によって開花障害が生じることがある。雄花が特に被害を受けやすく、落花する場合や、落花せずとも開花しない場合、さらには開花しても花粉が飛散しない場合がある。このような被害が生じた場合には人工交配に必要な花粉が得られない。また、雄花が気象害を受けるような場合は雌花も被害を受けていることが多い。そのような状況下では、人工交配が困難となり、十分な種子が得られないので、気象害が発生するような場所では交配しない。例えば鉢植えにして温室内で交配する、あるいは防風帯を整備して気象害を防ぐなどの配慮が必要である。

また、スギの雌花は新しい枝の先端に発生するため、整枝・剪定を行う必要がある。その際、萌芽枝の発生や十分な枝の発達のために、施肥を実施することも重要である。交配母樹に関するこれらの取り扱い法は採種園の管理とも共通するので、それらに関する資料についても参考にすると良い。

参考文献

- 加藤善忠 (1958) ジベレリンによるスギ花芽分化の促進. 日本林学会誌 40: 35-36
- 戸田忠雄・竹内寛興・田村明 (1996) 8年間雄花着生が見られなかったクローンへのジベレリン処理の着花. 九州育種場年報 24: 83-85
- 千田雅一・近藤禎二 (1998) 関東育種基本区のスギ精英樹のクローン集植所における雄花着花性. 林木育種センター研究報告 15: 1-30
- 山田浩雄・小林玲爾・中田了五・宮浦富保 (1998) 液体窒素 (-196°C) で長期保存したスギ花粉の種子形成能力. 日本林学会誌 80: 201-204