

林木育種技術 ニュース

No. 22

2004. 11



独立行政法人林木育種センター

広葉樹の造林と育種

独立行政法人林木育種センター 遺伝資源部長 宮田 増 男

広葉樹は、家具材や内装材などとして珍重され、また、多様な森林造成に有効で、かつ針葉樹林一色よりも人々にやすらぎを与えてくれます。我が国では、大正時代や昭和初期には、各地にケヤキやイチイガシなどの広葉樹が多く植えられたようです。

ところで、我が国における広葉樹の育種は、針葉樹と同時に着手され、昭和30年代から北海道を中心に実施され、精英樹の選抜による優良クローンの保存や様々な調査研究が行われましたが、本格的な育種事業の展開までには至りませんでした。

しかし、近年、広葉樹造林は、針葉樹人工造林一色への反省による森林の多様性確保志向や平成3年の19号台風の針葉樹の風害による広葉樹志向の増大、木材としての広葉樹不足などを背景として、関心が高まり拡大の傾向にあります。最近の広葉樹の新植面積をみると、年間3千ha台と全新植面積に占める割合は、1割を越えており、年々その比率が高まる傾向にあります。

平成7年度からは林木育種センターにおいて、平成10年度からは林野庁の補助事業として都道府県において、技術開発を進めながら、かつ連携しながら、広葉樹育種が本格的に進められています。さらには、近年、当センターの北海道育種場では、天然林のミズナラの択伐利用を図りながら諸形質を改良するため、関係機関とも連携して遺伝的な構造や交配実態の解明などの生態育種技術の開発にも取り組んでいます。

ところで、広葉樹造林は、針葉樹ほど簡単ではないようです。針葉樹に比べ施業技術が十分に確立していないこと、シカやノウサギ等の食害や病虫害対策、針葉樹に比べ土地を選ぶ樹種が多いことなど、問題も多くあります。しかし、百年近くたった人工造林の立派なケヤキなどが各地に存在していることも事実です。同一樹種の大面積造林を避けること、それぞれの樹種特性に応じた適地を選ぶことや樹種に応じた保育が重要と考えられます。

また、現在の広葉樹の造林用の苗木は、ほとんどが育種されたものではありませんし、産地系統が明らかでないものも多いようです。人工下種を含む広葉樹造林の社会的要請に応えていくために、産地系統が明らかで改良された優良種苗の供給は重要な課題です。また、人工造林のほかに、広葉樹は、天然林の中で択伐による木材生産を行いつつ、森林の遺伝的な改良を行っていくことも必要であり、その技術開発も同様に重要な課題です。

本号では、広葉樹育種等の推進に必要な人工交配の技術や交配に関連する様々な知見などについてご紹介します。

ブナの人工交配

1. はじめに

ブナは日本の冷温帯広葉樹林を代表する落葉高木の一樹種で、渡島半島や東北地方、中部日本の多雪地域の山地にブナ林が散在しています。広葉樹育種のための育種母材として、ブナについても、スギやヒノキなどの針葉樹と同様に精英樹選抜育種事業で「精英樹」が選抜されました。選抜された精英樹はつぎ木によりクローン増殖され、育種素材保存園と実験交配園に植栽されています（写真 - 1；育種素材保存園や実験交配園の初期の生育経過については、本誌No. 3 に記されていますので参照して下さい）。そして、広葉樹育種のための技術開発の一つとして、東北育種場では、ブナ精英樹クローンを用いた人工交配を試みてきました。今回はその取り組みについて紹介します。

2. 開花予測

人工交配を効率よく行うためには、事前に開花量を把握することが必要です。着花促進技術が確立されているスギなどではジベレリン処理により強制的に着花を促進することが可能ですが、ブナではそのような着花促進技術は確立されていません。

ブナは、秋までに冬芽を形成します。冬芽には翌年の葉（幼葉）が収まっており、これを葉芽と呼びます。また、幼葉と翌年の花を含んだ冬芽を混芽といいます。混芽は、葉芽よりも「小太り」なので、慣れてくると冬芽の形状から翌春開花するのかどうかを秋の段階で知ることができます。ブナの花は秋の段階でほぼ完成していますので、冬芽の芽鱗を剥いて混芽かどうかを調べることもできます（写真 - 2）。幼葉は緑色ですが、雄花は白銀色の毛に包まれているので容易に判別することができます。北海道では、気象データや冬芽の調査などを組み合わせた開花予測が天然林施業に活用されています¹⁾。



写真 - 1 ブナの実験交配園

当センター東北育種場の場内に設定されている日本で唯一のブナ実験交配園。つぎ木によりクローン増殖されたブナの精英樹で構成されています。



写真 - 2 ブナの花芽を含んだ混芽の芽鱗をむいたところ
周辺に白銀色の毛に包まれているのが雄花（12月下旬に撮影）



写真 - 3 ブナの花

ブナは雌雄異花。a：冬芽が開き雄花の葯が黄色く見えている。雌花は葉の上に小さく写っている。b：下垂しているのが雄花。展開中の針葉の上に緑色の雌花が2つはっきり見える。

3. ブナの花

ブナは、雌雄異花で雄花と雌花があります。通常、一つの混芽にそれぞれ複数個の雄花と雌花が含まれています（写真 - 3）。当场周辺では、ブナの開花



写真 - 4 交配作業

a: 枝の水ざし, b: 袋かけをした個体, c: 交配風景, d: 開花期終了後, 交配枝に防虫網をかけた個体



写真 - 5 6月中旬のブナの殻斗

は4月中旬から下旬です。同一の冬芽では、雄花と雌花では花の時期がずれていて、ブナでは雌性先熟とされています。³⁾

4. 花粉の採取, 交配, その後の管理

ブナの花粉は、スギの場合と同様に混芽のついた枝を水ざしすることで採取することができます(写真 - 4 a)。温室内で水ざしすると開花が促進され、

短期間で花粉を採取することができます。採取した花粉は、冬芽の芽鱗や落下した雄花などと混ざっていますので、精選が必要です(本誌No.21を参照下さい)。精選した花粉は、交配に用いるまで冷蔵保存しておきます。

冬芽の展開が始まる前か、冬芽の展開開始直後(冬芽の段階で混芽が判別できない場合。)に、混芽のある枝に交配袋をかけます(写真 - 4 b)。通常、交配の際、スギなどでは除雄を行います、ブナでは自殖の場合、健全種子がほとんど得られないことが分かっていますので、多くの場合除雄作業を省くことができます²⁾。ブナは風媒花とされていますが、花粉にやや粘性があるため、交配に花粉銃を用いると、花粉銃が詰まってしまうので、交配の時には交配袋をいったん取り外し、綿棒の先端に花粉を軽くまぶし、それを雌花の柱頭につけて交配して、その後、速やかに交配袋をかぶせます(写真 - 4 c)。

ブナの開花は5月初めには終わりますので、5月中旬から下旬には交配袋を除去します。交配種子への虫害予防などのために、交配枝には防虫網をかぶせます(写真 - 4 d)。受粉した雌花は、殻斗として比較的短期間で大きくなります(写真 - 5)。

交配種子の採取は、自然交配の殻斗が自然に裂開する時期(9月下旬頃)を待って行います。採取後の種子の取り扱いについては、本誌No.13で取り上げていますので、そちらを参考にして下さい。

引用文献

- 1) 今 博計, ブナ林の施業—結実の豊凶予測—, 林業技術739, 14-17 (2003)
- 2) 河野耕蔵, 広葉樹の繁殖技術について—ブナの増殖と開花結実—, 林木育種技術ニュース3, 4-5 (1995)
- 3) 田中 肇, 風媒花の送粉, 「植物の世界第4号ナチュラリストリーへの招待」, 河野昭一監修, 教育社, 34-37 (1989)

(林木育種センター本所 育種課 高橋 誠)

ミズナラの人工交配

1. はじめに

ミズナラは、北海道を代表する有用な広葉樹の一つです。材は強く緻密なため高級家具材や床材として広く利用されています。北海道内一円に分布するミズナラは、葉や堅果などの外部形態や材質に大きな変異がみられ、種間雑種がその一因であると考えられてきました。北海道育種場では、1980年代から、コナラ属の種間雑種の形成や形質の変異を明らかにする目的で、人工交配を行ってきました。以下は、当场で行ったミズナラ等の人工交配で得られた知見をもとに取りまとめたものです。

2. 花粉の採取と保存

ミズナラは、当年に伸長したシュートの先端近くに雌花序、基部付近に雄花序をつけ（写真 - 1 ）、花粉は風によって媒介される風媒花植物です。当场がある江別市周辺では、ミズナラは5月下旬から6月上旬にかけて開花します。個体単位でみると、まず雌花が開花し、花粉の受容期は10日から2週間ほど続きます。雌花開花後、数日遅れて花粉が飛散し始めます。花粉飛散期間は2～4日と短く、ほぼ一斉に飛散します。

ミズナラの花粉の収集方法は、二通りあります。一つは、雄花序のついたシュートを切り取って水ざしする方法、もう一つは、開花直前の雄花序をもぎ取る方法です。当场では、後者のもぎ取り法により花粉を収集していますので、この方法について説明します。なお、水ざし法は、スギやヒノキと同様なので、関心のある方は本誌No.21を参照してください。ミズナラの雄花序は、最初は緑色をしています。花粉飛散直前になると黄色味を帯びてきます。花序全体が黄色くなり、水分が抜けて張りがなくなった時が、もぎ取りの適期です。もぎ取った雄花序は、他の個体の花粉が付着している危険性があるので良く水洗いし、キッチンペーパー等で完全に水分を拭き取ります。この時、洗濯機があると便利です。水洗いした雄花序を透水性のある布袋などに詰め、

10分ほど脱水機にかけると、付着した水分を取ることができます。乾いた雄花序は、手早くグラシン袋に詰め、口を折り返しセロハンテープ等で密封し、風通しの良い日陰に吊して乾燥させます。ここで注意が必要なのは、袋内に雄花序を入れすぎないことです。入れすぎると乾燥しにくくなり、最終的な花粉収量も減ってしまいます。雄花序を入れる量の目安は、袋の長さの五分の一以下、できれば十分の一以下が望ましい量です。

ミズナラの花粉の寿命は、針葉樹のアカエゾマツ等に比べ極端に短く、常温だと一週間程度で発芽率が半減してしまいます。そこで、吊して3、4日過ぎたら、花粉収集器等で夾雑物を除去し、+5 程度の冷蔵庫で交配に使用するまで保存します。種間交雑でカシワの花粉を交配に使う場合は、開花がミズナラより遅れるため、交配する前年に上述の要領で採取した花粉を-20 程度の冷凍庫で保存しておきます。



写真 - 1 ミズナラの雌花序と雄花序

3. 袋かけ

当年生のシュートが伸長し始め、先端部分に雌花の着生が確認できる頃から、雌花開花までが袋かけの適期です。目的の花粉以外の花粉が混入する危険性を考えると、できるだけ早く袋かけ作業を行うのが理想的です。雌花序の付いているシュートにス

ギ・ヒノキ用の交配袋をかけます。袋の基部と枝の間に綿を詰め、番号ラベルの付いたビニタイ等でしっかり固定します。この時、今後のシュートの成長を考慮して、シュート先端部が袋上部に着かないようにします。また、当年生シュートは脆いため、ビニタイで固定する部分は前年枝にします。交配袋にマジック等で大きく番号を記入しておく、と、交配作業の際に目的の交配袋を探すのが容易になります。交配に用いる個体が大きい場合は、はしごや昇降機を用います。また、大規模な交配や何年間にもわたって交配を行う場合は、建築現場用の足場を組む場合もあります(写真-2)。



写真-2 ミズナラ人工交配用の足場

4. 花粉の注入

交配袋をかけた周辺のシュートの雌花序を観察し、雌花の柱頭先端が露出し、湿っている状態の時に花粉注入の適期です。一般的に、スギやヒノキで用いられている花粉銃を用いて交配袋内に花粉を注入します。袋内にまんべんなく花粉が行き渡るように、花粉銃の角度を変えて花粉を注入します。注入後は、針を抜き素早くビニールテープで穴をふさぎます。花粉の種類によってビニールテープの色を変えると、作業しやすくなります。花粉注入は一度だけでなく、2～3日後にもう一度行くと確実です。

5. 除 袋

交配袋周辺の雌花の柱頭が乾燥し変色し始めたら除袋しても良いですが、余裕をみて、花粉の注

入後半月～1月後に行います。あまり長く袋をかけていると袋内が蒸れて、雌花序や葉が枯れ落ちる場合があるので、注意が必要です。除袋後も番号ラベルの付いたビニタイ等を同じ位置に着けたままにしておきます。

6. 堅果の採取

当场周辺では、成熟したミズナラ堅果の落下は、9月下旬から10月上旬がピークとなりますので、落下前の堅果を交配袋別にもぎ取ります。



写真-3 ミズナラ(左), カシワ(右)及び人工交配で創出した種間雑種(中央)

7. おわりに

当场で、本格的にミズナラの人工交配に取り組んでから20年近くになろうとしています。この間に、今まで想像の域を出なかった様々なことが明らかになってきました。まず、ミズナラとカシワとコナラの三種間で交雑和合性があり、種間雑種ができることがわかりました。さらに、つくられたミズナラとカシワの種間雑種は、様々な特性が両種の間位置することも明らかになりました(写真-3)。また、ミズナラは、スギやマツ類に比べ強い近交弱勢を持つことも明らかにされています。今後、種間雑種が成長し、材質の調査が可能になれば、種間雑種が、ミズナラの材質に及ぼす影響を明らかにすることができると思います。

(林木育種センター本所 保存評価課 生方正俊)

広葉樹の花粉の取り扱い

1. はじめに

広葉樹の育種を推進していくためには、選抜された優良形質木や特殊形質木を用いて人工交配を行い、有効な遺伝子を集積させていくことが必要です。花粉の取り扱いは、そのための必要不可欠な技術ですが、適切な方法で行わないと、収率や活性の低下、他系統花粉の混入などの危険性があります。広葉樹は、スギやヒノキなどと同じ風媒花樹木だけではなく虫媒花樹木も存在しますので、それぞれの樹種に応じた取り扱いが必要です。

2. 風媒花花粉の採取

風媒花をもつ広葉樹の花粉は、スギやヒノキ、アカマツ、クロマツなどと同じように、水ざし法やもぎ取り法で収集することができます。



写真 - 1 水ざし法によるケヤキ花粉の収集

水ざし法は、花の付いた50cm程度の枝を採取し、グラシン紙製の袋をかぶせた後、水ざしして袋内で開花させ花粉を収集する方法で、花粉飛散直前の花のついた枝を採取する、採取した枝を水ざししやすいように整理する、軽く水洗いをして汚れを落とし、表面の水分を取る、水にさす部分を除き、枝をグラシン紙袋で覆う、グラシン紙袋の口をビニタイなどで綿をはさんでしっかりと閉じる、水を入れた広口瓶などに枝をさし開花させる（写真 - 1）、袋を軽くたたいて花粉を落とし、袋内にたまった花粉を集める、花粉収集器などの篩で夾雑物を除去する、という手順になります。

もぎ取り法は、花をもぎ取り、乾燥させて花を開花させ花粉を収集する方法で、花粉飛散直前の花を枝からもぎ取る、軽く水洗いをして汚れを落とし、表面の水分を取る、バットに新聞紙などを敷いて、花を並べて乾燥させますが、（写真 - 2）少量の場合はグラシン紙袋に入れ、吊して乾燥させる、バットや袋の中にたまった花粉を集める、花粉収集器などの篩で夾雑物を除去する、という手順になります。



写真 - 2 もぎ取り法によるクヌギ花粉の収集

3. 虫媒花花粉の採取

虫媒花をもつ広葉樹の花粉は、開花中の花を有機溶剤（ヘキサンなど）で洗浄して花粉を洗い出し、それを濾過して集めることができます（洗浄法）。有機溶剤を用いる理由としては、速乾性があるので、有機溶剤中に洗い出された花粉を、有機溶剤を乾かすことで集めることができること、有機溶剤中では花粉が発芽しないこと、虫媒花花粉特有の表面の粘性物質を溶かすことなどがあげられます。

手順は、開花直前の花のついた枝を採取する、軽く水洗いをして汚れを落とし、表面の水分をとる、水ざしして開花させる、開花した花をもぎ取り、有機溶剤を入れたピーカーなどの中に花を漬け、花粉を洗い落とす（写真 - 3）、花粉が混じった有機溶剤を、花粉収集器などの篩をとおして夾雑物を除去する（写真 - 4）、濾紙を用いて花粉が混じった有機溶剤を濾過する（写真 - 5）、花

粉が捕集された濾紙を乾燥させ、濾紙に残った花粉を集める (写真 - 6), となります。



写真 - 3 有機溶剤を用いたニセアカシア花粉の収集



写真 - 4 有機溶剤を用いて収集した虫媒花花粉の篩を用いた精選



写真 - 5 濾紙を用いた虫媒花花粉の捕集

どの収集法においても共通していることですが、収集時の取り扱いが、収集した花粉の保存に大きな影響を及ぼします。一般に広葉樹の花粉は寿命が短いことが多く、ケヤキなどの常温下で非常に短命な樹種では、迅速に収集を行わなければ、保存する前にその発芽能力を失ってしまいます。また、収集後に行う花粉の乾燥作業を考慮すれば、花粉を湿らせないように配慮することが肝要です。



写真 - 6 濾紙に残ったスダジイ花粉

4．花粉の乾燥と保存

多くの樹種の花粉は、常温で保存すると短期間でその発芽能力を失ってしまうが、花粉を乾燥させ低温状態で保存することにより、長期保存させることができます。特に、花粉を凍結保存させる場合、花粉の含水率が高いと発芽能力を失ってしまいますので、含水率を10～15%程度にしておく必要があります。これは、花粉内部の水が微氷晶となって凍結傷害を与えるためと考えられています。

花粉の乾燥は、シリカゲルを用いて行うことができます。収集した花粉をシリカゲルとともに密閉容器に入れ、シリカゲルを適宜交換しながら含水率を低下させます (写真 - 7)。含水率が低下するまでの間は、2 程度の冷蔵庫内で花粉を保存します。含水率を低下させた花粉は、冷凍庫に入れて凍結保存することができます。



写真 - 7 シリカゲルを用いたスダジイ花粉の乾燥
シリカゲルは薬包紙に包んである

(林木育種センター本所 探索収集課 山田浩雄)

スポット

人工交配に用いる用具

1．はじめに

人工交配は，新しい品種を作り出すために行われる有効な方法の一つです。林木の育種では，林業用針葉樹について人工交配が行われてきましたが，最近では本誌にも特集されている通り，広葉樹などの樹種にも人工交配が行われています。

そこで，今回は多くの樹種で共通に使う人工交配の道具をいくつか紹介したいと思います。

2．花粉採取器



雄花から採取したばかりの花粉には普通，ゴミなどの不純物が混じっています。これを取り除くために，花粉からゴミを濾

過できる装置を用います。この装置は単純な作りで，上部の皿の部分に目の細かい網があるため，花粉からゴミを取り除けるわけです。このような装置がない場合は，ストッキングなどを網の代用にして手作りする事もできます。

3．花粉銃



花粉銃は，雌花に花粉を受粉させる時に使います。今回は東北育種場で用いている手作り花粉銃を紹介します。用意する物

はゴム球，シリンジ，注射針，シリンジに入るくらいの長さにしたシリコンチューブです。シリンジはプラスチック製で，使い捨てであるため，この手作り花粉銃は安価で簡単に作れます。チューブは，バーナー等による熱を利用して片側を塞ぎ，塞いだ側 2 ～ 3 cm を約 30 度に曲げ，曲がった部分を千枚通しなどにより上側部分だけに，穴を

空けます。これにより，ゴム球で押し出された空気が千枚通しで空けられた穴から出る際，シリンジ内で空気と花粉がうまく具合に混合され，花粉が針から均一に出やすくなります。

4．交配袋



交配袋は，目的とする品種以外の外来花粉が付着しないように，雌花にかぶせるための袋です。野外での交配には一重か二

重の袋を用い，外袋は雨風にも耐える強度を持っています。二重の袋の内袋はグラシン紙でできており，水蒸気が通過できるため蒸れにくく，かつ花粉が通過できない構造となっています。このことから，雌花の袋かけでなく，花粉採取のための雄花の袋かけにも使われます。

5．高所作業車



林木は大きいため，交配作業は高所で行われます。脚立は手軽に利用できますが，位置調整の度に地面に降りて脚立を動かさないといけません。しかし，高所作業車ならば，バケットに乗ったまま自走が可能で，

さらに，垂直と左右方向にバケットが動きます。また，工事などで見かける高所作業車の移動装置はタイヤですが，当場の高所作業車では不整地でも安定性が高いキャタピラ製です。このことから，能率よく安全に作業が行えます。

(東北育種場 育種課 宮下智弘)