

林木育種情報

No.13
2013.7

林木遺伝資源の利用促進に向けたコアコレクションの選定

林木育種センター遺伝資源部長 藤澤 義武

18世紀の蒸気機関の出現に始まる第一次産業革命、19世紀から20世紀に継続する原子力などの科学的発見・発明を起爆剤とした第二次産業革命を経て大規模工業生産が定着し、いわゆる「開発」が世界各地で急速かつ継続的に進展しました。ところが、20世紀後半になるとそれまでの労働の機械による代替から知的活動の情報技術への移行である第三次産業革命が始まり、これに呼応するように、生物保全、有用な遺伝資源の収集・保存と利用が社会の重要な関心事となりました。また、経済のグローバル化によって小さな社会での動きが否応なしに世界的規模の競争につながる「大競争時代」となり、これによって遺伝資源のナショナリズムが台頭したことも遺伝資源への注目を強めることにつながりました。

こうした動きに対応し、1985年には我が国でも有用遺伝資源の収集・保存を進める農林水産ジーンバンク事業が始まり、林木についてもその一部門として森林総合研究所林木育種センター（当時関東林木育種場）が中心となって推進しました。現在は独立行政法人森林総合研究所の事業として進めています。

遺伝資源は活用を目的として収集・保存されているので、事業の伸展に伴い、特性が明らかにされ、数量も十分あるものは利用に供することとして「遺伝資源の配布」を1995年に開始し、大学、

研究機関ほかで利用されております。

これまでの30年間で収集・保存した林木の遺伝資源は、平成25年3月31日時点で、成体が24,046点、種子が7,983点、花粉が3,226点、計35,255点に達したほか、平成24年度からはDNAの収集・保存が始まっており、これについても144点保存されています。これらを積極的に利用していただくべく、今年度からは試験・研究への利用の便を目的とした遺伝資源のコアコレクションの選定を進め、まずはスギから着手することとなりました。

コアコレクションとは、対象樹種を効果的かつ効率的に代表できるように収集・保存された遺伝資源から選定した品種や系統のセットを言い、その樹種の特長や遺伝的多様性を最小限の数量で代表できるものです。農作物のジーンバンクでは世界のイネ、日本の在来イネ、日本の在来トウモロコシなど7種のコアコレクションがすでに配布に供されており、試験・研究に利用されています。

21世紀は生物資源、生物科学の時代と言われます。コアコレクションがこれまでに収集・保存した膨大な林木の遺伝資源の利用を促進し、生物科学の進展に寄与する起爆剤となることを期待するものです。

【紙面紹介】

遺伝子組換え技術によるスギの無花粉化……………	2	日中協力林木育種プロジェクトフォローアップ	
阿武隈高地のモミ林木遺伝資源のモニタリング ……	3	セミナーへの参加 ………………	6
あなたの研究に「遺伝資源」を使ってみませんか…	4	ゲノム解析室の紹介……………	7
林木育種技術講習会の紹介 ………………	5	お知らせ / 小笠原の植物紹介 ………………	8



遺伝子組換え技術によるスギの無花粉化

1. はじめに

遺伝子組換え技術は、目的とする品種に特定の形質のみを導入することが可能な技術です。従って、これまでの育種で開発されてきた優良品種や、森林所有者等に受け入れられてきた地域になじんだ品種に無花粉化する遺伝子を導入すれば、これらの品種を短期間で無花粉化することができますと期待できます。そこで、遺伝子組換えの研究を進め、無花粉スギを作出する技術の開発に成功しましたので紹介します。

2. 無花粉化の仕組み

花粉は、雄花のタペート層と呼ばれる花粉を取り囲む細胞層から養分や物質を受け、発達します。タペート層が破壊されると、花粉が発達できなくなります。農作物の研究分野では、バルナーゼ (RNA 分解酵素) と呼ばれる細胞の機能を抑制する遺伝子をタペート層で働かせることで無花粉化に成功した研究例があり、スギへの応用を試みました。

3. 遺伝子組換えによる無花粉スギの作出

バルナーゼ遺伝子をスギのタペート層でも働かせるためにはどのようにしたら良いでしょうか？それには遺伝子がいつどこで働くかを制御しているプロモーターと呼ばれるスイッチを利用します。我々は、スギの雄花だけで働いている遺伝子からタペート層や将来花粉となる減数分裂細胞で働くプロモーターを単離しました。このプロモーターにバルナーゼ遺伝子を連結し、スギの培養細胞に遺伝子導入しました。次にこの培養細胞から組換えスギを作出しました。20cm 程度に成長した苗木に、着花を促進する植物ホルモンであるジベレリンを噴霧したところ、野生型スギと同様に雄花が着花しました (写真)。しかし、雄花断面を観察すると遺伝子組換えスギは花粉が検出されず、雄花

を潰しても花粉は全く出てきませんでした (写真)。

4. 今後の展望

本成果により、遺伝子組換え技術による無花粉スギの開発は、将来的には花粉症対策の選択肢の一つとなる可能性が見えてきました。また、スギに意図した形質を期待通りに付与できたことは、花粉症対策だけでなく、新たなスギの品種開発の可能性も示しています。しかし、スギの遺伝子組換え技術はまだ実験段階であり、十分な時間をかけてその効果と安全性の検証を行う必要があると考えています。

(森林バイオ研究センター 小長谷賢一)

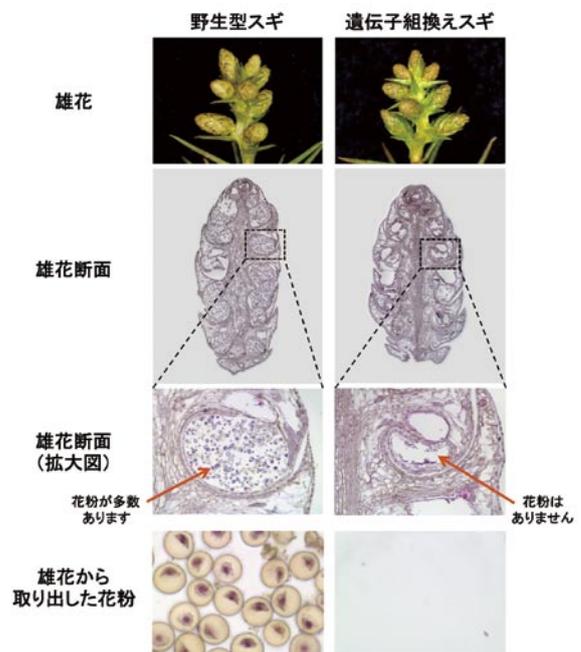


写真 遺伝子組換えスギの雄花と花粉

詳しくは林木育種センター HP のプレスリリース (2013年3月21日付) をご覧ください。

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/research/20130321.html>

阿武隈高地のモミ林木遺伝資源のモニタリング：

(2) 豊凶が種子の遺伝的特性におよぼす影響

1. はじめに

わが国の林木遺伝資源は、人間活動に伴う天然林の衰退などにより、量的・質的に減少する傾向にあります。このことを踏まえ、林木育種センターでは、利用価値の高い育種素材、絶滅危惧種、巨樹・銘木などの収集・保存を進めています。

種子はコンパクトで保存性が高いため、林木遺伝資源の収集・保存に適した形態のひとつですが、林分あたりの生産量がしばしば年ごとに極端に変動すること(豊凶)に注意する必要があります。豊作年には大量の種子を収集できるものの、隣花受粉による自殖や近くの近縁個体間の交配の増加に伴い、種子の質が低下する可能性も考えられます。健全な種子を効率的に収集するためには、豊凶が種子の遺伝的特性におよぼす影響を把握することが重要です。

モミは中間温帯を代表する針葉樹ですが、分断・孤立化が著しい残存集団の保全が急務とされています。ここでは、阿武隈高地の天然林において、豊凶の異なる繁殖イベント間で種子の遺伝的特性を比較した結果についてご紹介いたします。

2. モミの種子の遺伝分析

平成13年に、阿武隈高地森林生物遺伝資源保存林(福島県いわき市)内の天然林に調査地を設置しました。モミの胸高断面積比は約8割に達し、モミが優占する針葉樹林への遷移過程の最終段階に相当する林分であると推測されます。シードトラップを用いた調査では、林床への落下種子の量が年ごとに大きく異なることが分かりました(図-1)。そこで、最も落下種子量の多かった平成22年を豊作、中程度の量であった平成14、17年を並作と位置付け、これら3ヶ年に採取された種子と調査地内のモミ立木をゲノミックSSRマーカーを用いて分析しました。

3. 豊凶とモミの種子の遺伝的特性

解析した種子の自殖率はいずれの年もゼロないし1%以下であり、豊凶に関係なく、落下種子のほぼすべてが他殖に由来することが分かりました。

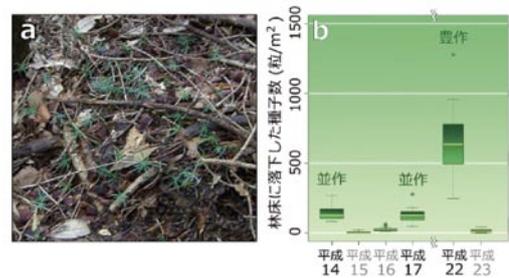


図-1 a) 平成17年に生産されたモミの種子と、それらに由来する実生。b) モミ種子の落下量の変遷。

調査地の外からの花粉や種子の移入率に関して、豊凶による大きな違いは認められず、解析した種子の父親の50%強と母親の12~15%が調査地外に存在すると推測されました。

種子の親個体を性と生育地点に着目してグルーピングしたところ、どの年においても、調査地外の父親が他のグループよりも高い遺伝的変異を種子に供給していました。また、調査地外の父親、調査地外の母親、調査地内の父親/母親は互いに遺伝的に異質でしたが、グループ内での年による違いはわずかでした(図-2)。

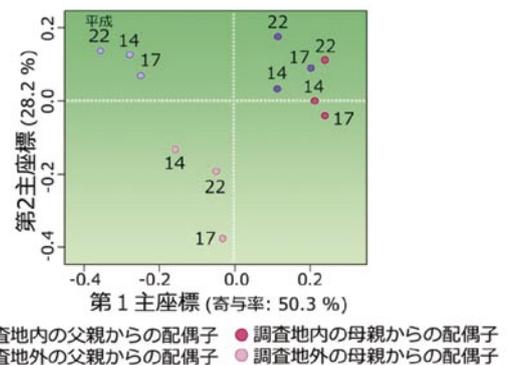


図-2 種子の親個体由来の配偶子グループ間の遺伝的異質性。近くにプロットされているグループほど遺伝的に似通っている。

以上の結果から、調査林分においては、豊凶がモミ種子の遺伝的特性におよぼす影響はわずかであり、林分内の遺伝的変異の維持に遠距離からの花粉や種子の移入が役立っていることが分かりました。今後は、遷移の初期段階に相当する若いモミ林においても、同様の分析を行う予定です。

(遺伝資源部 保存評価課 大谷雅人)

あなたの研究に「遺伝資源」を使ってみませんか

— 遺伝資源の配布 I —

1. たくさんの遺伝資源を保存しています

林木のジーンバンク事業は、林木の新品種の開発に不可欠な育種素材として利用価値の高い遺伝資源の確保や絶滅の危機に瀕している樹種等の貴重な遺伝資源などの保全を図るために、それらの収集・保存を進めています。1985年の発足以来約30年の間に、平成24年度末現在約35,000点(種類)の遺伝資源を保存しています。保存の形態も、成体、種子、花粉及びDNAと多岐にわたっています。

2. 遺伝資源の配布とは

林木のジーンバンク事業では、収集・保存している遺伝資源を「試験研究用」として希望者に有償で提供する制度(配布)があります。配布の対象には、特性が明らかで数量が確保可能な、林木育種事業で選抜された精英樹、開発品種や在来品種、地域品種等があり、研究の目的に応じて、穂木、苗木、種子、花粉といった様々な形態での配布が可能です。人工交配の材料としての精英樹などの花粉が欲しい、DNAや含有成分などを分析するための系統の明らかな材料が欲しい、新品種の性能を比較できる来歴の確かな苗木が欲しいなど、実験材料の確保がままならないことでお悩みの方に最適な制度です。

3. 配布のしくみ

遺伝資源の配布の概要については、林木育種センター遺伝資源部のホームページ(<http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/iden/index.html>)に掲載してあります。ここでは、申請書の様式をダウンロードできるほか、詳細な配布に関する要領等も見ることができます。配布可能な遺伝資源の種類や配布時期等については、林木育種センター遺伝資源部にメール(identsigen@ffpri.affrc.go.jp)や電話(0294-39-7048)で相談していただければ迅速に対応いたします。

遺伝資源の配布は、基本的に有料となっております。配布形態ごとの価格は表-1に示すとおりです。樹種ごとの種子の配布単位量等、詳しくは、これもホームページをご覧ください。

表-1 遺伝資源の配布価格

配布形態	1配布単位量	1配布単位当たりの価格
種子	0.1～10g、 30～100粒 (樹種により異なる)	1,600円
花粉	0.5ml	1,600円
穂木	5本	2,400円
苗木	3本	4,000円

(遺伝資源部探索収集課 生方正俊)



図-1 遺伝資源の配布の流れ

林木育種技術講習会の紹介

はじめに

林木育種センターでは、各育種基本区ごとに優良種苗の生産技術の向上を図るため、ニーズを把握し、年に4～5回の講習会や現地指導等を行っています。

講習会の内容

これまでの主なテーマは、林木育種の概要から、苗木の生産に関するもの、種子や花粉に関するもの、さし木・つぎ木など無性繁殖に関するもの、採種園や採穂園の造成や管理に関するもの、マツノザイセンチュウの接種に関するものなどについて、主に都道府県の研究機関の職員を対象に実施しています。

最近では、採種木を小型にすることで、小面積でありながら、比較的早期に大量の種子が生産できる、スギミニチュア採種園を造成する機関が増え、採種木が4m以上もある従来の採種園とは異なる整枝剪定等管理技術の手法などについての講習会の開催も行っています。

改正間伐特措法の施行

さて、本年5月31日、森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法の一部を改正する法律(以下「改正間伐特措法」という。)が施行されました。これにより、これまで主として都道府県が採種園、採穂園の経営を行ってききましたが、これに加えて民間事業者の参入が促進されることとなりました。

都道府県では、民間事業者からの「特定増殖事業計画」を認定したり、採種園・採穂園造成の技術支援が期待されています。

今年度の講習会

改正間伐特措法では林木育種センター・育種場に対しても、特定増殖事業計画を認定された民間事業者に原種を提供するほか、必要な支援

が求められているところですが、このことについては都道府県と連携した取組が必要と考えています。

このため、林木育種センター指導課では、今後の手続きや技術支援に必要と思われる情報や技術を整理し、8月頃を目処に関東育種基本区内都県の職員を対象に講習会の実施を予定しています。

講習会を通じて、改正間伐特措法に係る技術支援の進め方等についての情報を共有し、スムーズな実施を図りたいと考えています。

(育種部 指導課 久保田権)

表 講習会の実施状況(関東育種基本区)

平成24年度

- ・スギミニチュア採種園管理等(栃木、千葉、東京)
- ・マツノザイセンチュウ接種方法(センター)
- ・スギ採穂園の仕立方法(センター)

平成25年度

- ・花粉の取扱い(センター)
- ・改正間伐特措法の手続きに必要な情報、技術等(センター)



写真 花粉の取扱いについての講習会

日中協力林木育種プロジェクトフォローアップ セミナーへの参加

1. はじめに

日中協力林木育種プロジェクトは1996年から2008年にかけて湖北省武漢市を拠点に実施されたJICAのプロジェクトで、2001年からは安徽省でのマツノザイセンチュウ抵抗性育種も合わせて行なわれました。今回のセミナーは、そのプラットフォームを活用し、中国の植樹祭(3月11日)に合わせたイベントとして企画され、JICAと湖北省林業庁の共同開催で実施されました。

2. セミナーの内容

会場には、日本側はJICA職員や中国派遣中の専門家を含む10名、中国側は国家林業局や林業科学研究所、大学、湖北省林業局に加え南方各省から102名が集まり、ほぼ満席のにぎわいでした。発表は、日本側と中国側が交互に行いました。国家林業局の馬氏からは、現在の重要課題である国土緑化のため、林木育種により改良した優良種苗の普及に多くの力を注いでいるとの発表があり、中国政府の林木育種にける期待が非常に大きいことがうかがえました。

日本側の発表は「日本の林木育種戦略」「日中協力林木育種プロジェクトの成果」「スギの育種」「マツノザイセンチュウ抵抗性育種」について行われ、受講者からは活発な質問が飛び交いました。意外だったのは、花粉症対策についての質問が多かったことです。中国ではポプラやヤナギのアレル



写真-1 満席のセミナー会場

マツノザイセンチュウ抵抗性育種に関する質問をする受講者



写真-2 湖北省林木種苗場への現地視察

2003年にプロジェクトで造成したコウヨウザンの検定林。6×6のダイアレル交配設計。

ギー(これらは花粉ではなく綿毛ですが)が問題になっており、無花粉スギの仕組みや選抜方法などについて高い関心があるようでした。南方各省ではマツ材線虫病被害が出てきているため、抵抗性育種の発表も熱心に聞いていただきました。抵抗性マツと防除との使い分けなどの現場的な面、忌避物質や遺伝子組換えについての研究的な面など多くの質問がありました(写真-1)。

3. 現地視察

翌日は、湖北省林木種苗場を視察しました(写真-2)。国家林業局と湖北省林業庁が共同で設立した種苗生産基地で、林木育種プロジェクトで選抜された育種材料や遺伝資源が集積されています。前述の優良種苗の普及に重要な役割を果たします。

4. おわりに

今回、初めての武漢で長江の雄大な流れに感動し、街中を疾走するスクーターが全て電動だったことに驚きました。そして、日中協力林木育種プロジェクトは、成果だけでなく育種事業を支える多くの人材を残したのだということを実感しました。今後のさらなる林木育種の発展を期待します。

(関西育種場 磯田圭哉)

ゲノム解析室の紹介

1. はじめに

2013年3月、林木育種センター(日立市)にゲノム解析室が完成しました。ゲノム解析室には、スギをはじめとした樹木の様々な器官(葉、花、幹、根など)や組織(頂端分裂組織、形成層など)でどのような遺伝子が発現しているかを調べ、成長や材質に優れた品種を選抜するためのDNAマーカーの開発に必要な実験設備が整備されました。

今回は、この実験室に設置されたレーザーマイクロダイセクション(LMD)システム(写真1)と育成環境調整室(写真2)について紹介します。

2. LMD システム

LMDシステムはレーザー照射装置を有した顕微鏡と制御用パソコンで構成されています。LMDを使うことによって、切片を観察しながら対象とする組織または細胞をレーザーで切り出して回収することができます。例えば伸長成長をおこなう頂端分裂組織や、肥大成長をおこなう形成層など、特定の細胞群のみを回収することが可能となり、目的の組織でどのような遺伝子がはたらいしているのかという情報をより正確に知ることができるようになります。



写真1 LMDシステム

3. 育成環境調整室

育成環境調整室では、温度、湿度、光の強さ、CO₂濃度などの環境条件を自由に設定し運転することが可能で、これら環境要因を様々に変化させた条件下で樹木を育成し、環境要因にตอบสนองして活性化する遺伝子を調査するための材料(植物体)の育成をおこないます。ゲノム解析室には3室の育成環境調整室が設置されており、同時に3種類の異なる条件下で比較実験が可能となります。



写真2 育成環境調整室の外観(左)と室内の様子(右)

4. おわりに

ゲノム解析室で得られたデータをもとに、DNAマーカーを用いた成長や材質に優れた品種の早期選抜技術の開発、さらには植栽地域の環境条件を考慮した優良品種を遺伝子情報に裏付けされた形で開発できるように、研究を進めていきたいと考えています。

(育種部 育種第一課 栗田 学)

(お知らせ) HPが新しくなりました

3月に林木育種センターと育種場のHPをリニューアルしました。

組織や業務、研究成果を紹介しておりますので、ぜひご覧下さい。

森林総合研究所の本所や支所と同じ構成・デザインになりましたので、そちらと併せてご利用になる方にも見やすくなったのではないかと思います。

今後、より利用しやすいものにしていきたいと思っておりますので、こういう情報を掲載してほしいというご要望や、これが見つけにくかったというご意見等がありましたら、HPに掲載されているお問い合わせメールまでお知らせ下さい。

林木育種センター HP

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/index.html>



小笠原の植物紹介

林木育種センターで研究・保存している植物をご紹介します。

(文責・イラスト：遺伝資源部 保存評価課 大谷雅人)

■ テリハボク

学名：*Calophyllum inophyllum* / 別名：ヤラボ、タマナ



アジアの熱帯地域で海岸防風林に使われる樹種としては、最もポピュラーな種類のひとつといえるでしょう。その名の通り、シックな光沢がある大変美しい葉をつけるため、あちこちで植栽されています。小笠原諸島や南西諸島の集落でも、人家の周りでもよく見かけます。

こうした高い需要を見込んで、当センターでも、耐風性・耐潮性に優れた品種開発に向けての研究プロジェクトが開始されました。

■ オオヤマイチジク

学名：*Ficus iidaiana*



小笠原諸島に分布しているイチジクの仲間では最も珍しい種類で、幅の広い卵形の葉が特徴です。母島の山奥の深い林の中に少数の個体が残っているだけなので、事前情報なしで観察できたらなかなかの幸運だといえるでしょう。

母島の桑の木山の試験地には、当センターと関東森林管理局によって現地の個体から育成された実生苗が定植されています。



※紙ヘリサイクル可

林木育種情報 No.13

平成 25年 7月 12日 発行

独立行政法人 森林総合研究所 林木育種センター
〒319-1301 茨城県日立市十王町伊勢 3809-1

TEL : 0294-39-7000(代)

FAX : 0294-39-7306

ホームページ : <http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/index.html>