

【話 題】

第3回関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

「花粉症対策研究会」だより

伊藤 美和子^{*1}・原口 雅人²

はじめに

平成24年8月9日から10日にかけて、関東・中部林業試験研究機関連絡協議会「花粉症対策研究会」が埼玉県秩父市で開催された。

本研究会は、関東・中部地域の林業試験研究機関を主体とする花粉症対策担当者による会議で、平成22年度に発足。今回の会議には、16機関（東京大学大学院、森林総合研究所、同林木育種センター、福島、茨城、栃木、群馬、千葉、東京、神奈川、富山、山梨、長野、岐阜、静岡、埼玉）合わせて24名が参加した。

内容

話題提供

(1) 農林水産技術会議実用技術開発事業「花粉症対策ヒノキ・スギ品種の普及拡大技術開発と品種開発」（神奈川県 齋藤央嗣主任研究員）

この研究会の参加機関の多くが参画して進めている公募型研究の実施状況について紹介した。研究の3つの柱である、

- ① スギ花粉症対策品種採種園産実生苗の交配実態と効率的採種園経営手法の開発
- ② ヒノキ少花粉品種の早期着花手法およびさし木増殖手法の確立
- ③ 的確な採種園経営に向けた系統管理に資するDNAマーカーの効率的適用手法の開発

について、平成23年度までの主な成果を紹介した。スギ

では、ミニチュア採種園での外部花粉の影響の解明、閉鎖系採種園やSMPの有効性の検証、少花粉品種の材質の早期検定法の確立への検証などを報告した。ヒノキでは、コンテナを用いた移動式採種園の利用、半閉鎖系採種園による雌花開花ピークのずれの確認、マイナスイオンを用いたジベレリンの効率的な施用法などを報告した。系統管理については、DNAマーカーの効率的運用手法の開発、クローンの同定を行い、管理ミスや花粉のコンタミによる混在が示唆されたこと、また、少花粉種苗のトレサビリティシステムについては、ICタグの利点は大きい初期の経費が課題であること、バーコードラベルによる管理体制の開発状況を報告した。

(2) 「スギの有用遺伝子の探索方法」（森林総合研究所 津村義彦領域長）

有用作物のゲノム解析により、主働遺伝子はマッピング、量的遺伝子はQTL (Quantitative Trait Loci: 量的形質遺伝子座) マッピングが進んだ結果、農分野では品種改良が進んでいる。スギの分子育種基盤の整備として、分子マーカーの作成、SNP (Single Nucleotide Polymorphism) タイピング用のオリゴアレイの作成、BAC (Bacterial Artificial Chromosome) ライブラリーの構築を進めている。また、スギゲノムのアソシエーション解析 (特定の家系図を作らずに、形質に関連する遺伝子型のみを特定する方法) を進めている。

これまでに、スギ精英樹の交配家系のひとつ(YI家系)について、針葉樹で最も高密度な連鎖地図を作製。またスギの11の連鎖群について、SSR (Simple Sequence Repeat) マーカーパネルを作成したので「目標遺伝子がどの連鎖群に存在しているか」の特定が容易になった。例えば雄性不稔のTOS家系は、このマーカーを使用して家系内選

*E-mail: ito.miwako@pref.saitama.lg.jp

¹ いたう みわこ 埼玉県農林総合研究センター 森林・緑化担当

² はらぐち まさと 埼玉県農林総合研究センター 森林・緑化担当

抜を行うと正解率96%で選抜可能。雄性不稔遺伝子 *ms-1* はかなり近傍 (0.3cM) まで迫っている。雄性不稔遺伝子 *ms-2* も第5連鎖群に存在するところまで判明している。

次にスギ天然林の遺伝子型データの **Structure** 解析により、スギ天然林は太平洋側・日本海側・屋久島に分かれていることが判明した。一方、精英樹については、遺伝的クラスターは日本海側と太平洋側に分かれるが、近畿中国地方では太平洋側のクラスターが優勢という傾向が見られた。また、太平洋側に分類された精英樹を用いてアソシエーション解析を行ったところ、雄花着生量と応力波伝播速度について有意に相関があった。これらは複数の連鎖群に散らばっているため、新規のQTLの可能性もある。また、過去50年間の気象状況などの環境要因とのアソシエーション解析を行ったところ、36座で何らかの環境値との有意な相関があり、これらは環境適応候補遺伝子である可能性が高い。

遺伝的分化度の高い連鎖地図での領域は、スギの地域適応や遺伝的分化で重要な役割を果たすと考えられる。

試験結果および提案・要望

(1) 花粉症対策関連研究の試験結果について

「高岡市中心部を対象としたスギ花粉発生源対策の重点推進区域の推定」および「無花粉スギ「はるよこい」の普及状況について」(富山県 斎藤主任研究員)

県内で二番目に人口の多い高岡市で多飛散日の風向の関係から発生源対策の重点推進区域の推定を行い、同地域に優先的に無花粉スギを導入することにより花粉飛散量を減少できることを明らかにした。また、無花粉スギ「はるよこい」を都市部の緑化用として配布、造林用の優良無花粉スギ「立山森の輝き」を山間部に5,000~10,000本普及させることを予定している。

「菌類を利用したスギおよびヒノキ花粉飛散防止技術の開発」(静岡県 山本上席研究員)

本研究は農林水産技術会議実用技術開発事業で4機関の共同研究として実施した。黒点病菌は子嚢菌類の一種で、スギ雄花のみを感染枯死させ、花粉を飛散させない。枝葉には影響を与えず、日本各地のスギ林に分布している。人工接種によりヒノキ雄花も感染枯死することを確認した。菌糸大量増殖技術の確立、接種時期等の検討、接種方法の検討、生物農薬化を踏まえた取り組みを行っている。花粉の小孢子に感染して枯死させるメカニズムであること、クローンによっては薬害(処理枝枯死)が発生すること、薬害は展着目的で使用した大豆油による可能性があること、最適な接種時期はスギで確定し実証

試験済、ヒノキは接種時期により薬害発生、等が成果である。今後は、スギは処理液の改善、ヒノキは接種時期による薬害の回避を行い、中〜大規模の花粉飛散防止試験を行って検証する予定。

「材質と小花粉特性に優れた品種の創出技術に関する研究」および「雄性不稔スギの植栽」(静岡県 袴田上席研究員)

静岡県ではスギ花粉に含まれる主要アレルゲン *Cry j1* は抗体の種類によって検出感度が下がるため、抗体の特性が測定値に与える影響を検討している。ポリクローナル抗体とモノクローナル抗体で定量しているが、使用した抗体毎に静岡県精英樹の評価が異なった。

現在、不稔ヘテロスギである静岡県選抜精英樹と神奈川県選抜精英樹を交配し選抜した無花粉スギを育種場等に植栽中。

(2) 情報交換

要望・質問に対して、県の方針や個人的な知見などが述べられ、活発な情報交換となった。

① ミニチュア採種園の3回以上の採種実績について

「4回目の実績はまだないが、可能であれば3回で止めたくない」、「4割程度を補植しているので当面利用の予定」と、3回採種したら採種園を更新する考えはないという意見が多かった。

② 実用化技術開発事業の成果による花粉症対策ヒノキ種子(苗木)の安定供給への事業ベースでの取り組みについて

「5m 間隔の採種園で種子生産を開始、2.5m 間隔も造成予定」、「2.5m 間隔ミニチュア採種園を造成し着花試験等実施中」、「閉鎖系採種園を検討。さし木法やMスターコンテナによる低コスト植栽に期待」等、各機関の実情を踏まえた取り組みが紹介された。

③ 無花粉スギの研究と進捗

「爽春」と成長・材質の良い精英樹を交配し F_2 世代の試験地造成中、不稔個体と精英樹の F_1 同士や不稔ヘテロ精英樹を交配、現在実施中で生産は委託、不稔スギの早期検定を実施等。試験結果および提案・要望の(1)も参照のこと。

④ 少花粉ヒノキ・スギ品種の環境による花粉発生量の違いについて

スギでは花粉症対策品種選抜時に検定林で調査し、クローン間差が大きく環境間差は不明確だった。

⑤ ヒノキの花粉症対策品種の配布事例

「H23年度採種の500gを配布し、現在生育状況を調査している」、「精英樹採種圃の少花粉母樹から採種・配布している」などの紹介があった。

⑥ ヒノキサシ木苗の成長・芯立ちの対策

「枝垂れヒノキでは枝性は問題ではない。採種位置や品種によるため、少花粉の中で芯立ちしやすいものを選べばよい」、「巽らの市販菌根菌剤による実験では感染率30%で成長促進効果が認められていない」など。

⑦ 低コストに向けた品種について

「第一世代で成長に優れた品種を公表予定」、「短伐期材のラミナ利用に向けてエリートツリーのミニチュア採種圃を造成している」との報告があった。

⑧ エリートツリーが花粉症対策を考慮していないについて

林木育種センターから「雄花着花が多いものは外して配布しており、今後も花粉症対策を考慮した取り組みを進めたい」、各都県からは「エリートツリーと少花粉品種の交配を検討。また、ラミナ向けの短伐期品種はエリートツリー、長伐期品種は花粉症対策品種のような棲み分けも検討」、「少花粉品種から成長のよいものの選抜とエリートツリーの少花粉採種圃への混植を考えている」、「県有林でエリートツリーさし木苗の試験植栽を考えている。また、エリートツリーからの花粉症対策品種の選抜を要望する」、「スギは無花粉推進で、ヒノキは少花粉をめざしている。ヒノキならエリートツリーの導入もある」、「スギの花粉症対策実生苗を着花性を確認しながら苗木生産する」、「少花粉+高初期成長の閉鎖系採種圃で1.5世代の精度を高めていきたい」などの発言があった。また「エリートツリーの材質についての懸念があったが、全体の平均を10%程度上回っている。」、「育種集団では品種を絞りすぎるのは問題であり、別の集団を作っていくことを考えている」、「徒長したスギ苗のシカ被害があったが、徒長は問題とならないか？」などの意見交換がおこなわれた。

⑨ コンテナ苗木の取扱状況について

「施肥・播種時期・育苗年数・生産コストおよび用土について試験を実施中。生産は順次拡大予定、価格は検討中で出荷は国有林のみ」、「マルチキャビティコンテナで、少花粉スギ・ヒノキ実生苗を試験中」、「Mスターコンテナで無花粉スギ実生苗生産を開始」、「カラマツ林で植栽試験中、ヒノキ・広葉樹で事業生産中。林業事業体と共同で試験、長短所あり」と取組事例が紹介された。

⑩ Mスターコンテナを用いた苗木生産事例

宮崎県で実施中。

(3) 第4回開催県の決定

本研究会は、5年間で幹事5機関(神奈川、富山、埼玉、千葉、森林総研育種セ)の持ち回りで実施。来年度は千葉県に決定した。

講演

「林木育種の考え方と将来展望」(東京大学大学院 井出雄二教授)

近年、林木育種の目標が多様化している。精英樹選抜育種について、未改良集団から迅速に改良種苗が生産できたことから、第一世代については成功したといつてよいだろう。精英樹選抜による育種はジェネラリストの作出が目標である。特に、様々な環境で安全な成林を目指す上から、多様性を維持しつつ生産性を向上させることが必要である。このため、世代の途中で新規個体の追加(infusion)も必要だろう。また、育種集団と生産集団の仕分けが大事である。生産集団で近親交配を避けるため複数の育種集団を用いたブリーディングライン方式が望ましいが、日本ではその考え方が明示されていないため、育種の限界が早く来る可能性がある。

スペシャリストの作出を目的とした育種として無花粉スギ、マツノザイセンチュウ抵抗性などがある。無花粉スギについては生産性、ザイセンチュウについては生産性よりも成林自体が重要となる。

ゲノム情報の利用として、MAS(分子マーカー)による育種が現実化しつつある。遺伝子の探索方法には、連鎖地図によるQTL解析(家系内での選抜に限定される)とアソシエーション解析がある。QTLは近接のマーカーによる間接選抜、アソシエーション解析は遺伝子そのものを直接選抜する方法である。MASは、様々な形質を同時に実現する優良個体の選抜や成長等遺伝率が低い形質については利用しにくい。材質は遺伝率が高くMAS利用の効果が低い。育種集団の構成個体を選ぶ場合にもMASによる遺伝情報に基づいて行えば、確実な成果が得られる。

育種目標となる形質の遺伝には、無花粉のような主働遺伝子によるもの(質的形質)と、多数の遺伝子により支配される微働遺伝子によるもの(量的形質)がある。QTL解析は、特定の量的形質に関わるたくさんの遺伝子のうち、主働的に働く遺伝子を探す方法であるが、交配家系の解析が必須である。また、同一家系内でのみ有効であるなど制約が大きい。一方、アソシエーション解析は、特定の形質、環境に関連する遺伝子をデータベースから選び、形質または生育環境との関係を解析する方法で、交配家系を必要としない等のメリットがある。林木

では資金を要してもこの解析を行うべきだろう。

MAS の効果として、育種年限の短縮、コストの軽減、選抜強度の引き上げ、遺伝率の低い形質の向上等がある。問題として QTL 検出が大変であること、多くの遺伝子型決定と形質測定が必要なこと等がある。

将来は林木育種においては、アソシエーション解析に基づく遺伝子の特定が一般的になるだろう。用材生産を目指す限り、従来の精英樹選抜方式の林木育種を根幹に、育種サイクルの短縮や、特殊な育種を目的として、ゲノム情報が利用されると考えられる。

現地検討会

10 日に行われた現地検討会では、最初に、秩父市の東大演習林大面積長期生態系観察プロットを見学(写真-1)。1994 年から 5 年毎に測定を行っていて、シカ食害の影響が増大している傾向など、結果が公表されている。

2 か所目は同演習林内のワサビ沢展示室周辺の演習林に登り、井出教授から、ウダイカンバとオノオレカンバの植生状況から見る遺伝的多様性についての解説を伺った。遺伝子の多様性には小集団の分布が重要だが、種子散布距離や分布様式の相違によって小集団の分化が異なることを、実際の小集団を観察し目の当たりにした。

全体を通して、花粉症対策品種、エリートツリー、そして林木育種の将来について、有意義な議論、新しい知見を得られることができた 2 日間だった。

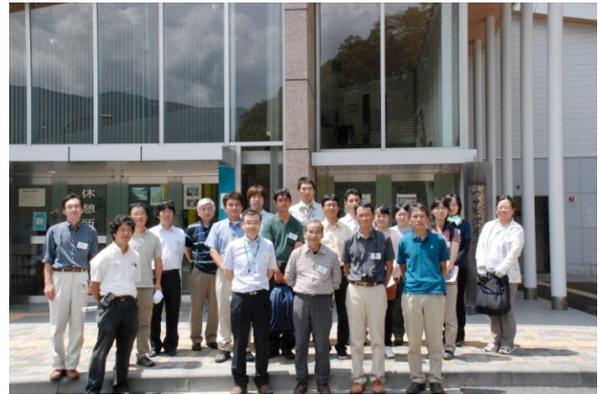


写真-2 ワサビ沢展示室前での集合写真



写真-1 大面積長期生態系観察プロット内を観察