

森林遺伝育種学会 第2回大会  
講演要旨集

平成25年（2013年）11月8日（金）

東京大学農学部キャンパス

弥生講堂アネックス・セイホクギャラリー

- 1) テリハボクの枝性の家系間変異  
加藤一隆（森林総合研究所林木育種センター）
- 2) 花粉の少ないヒノキ精英樹の挿し木技術の改良と苗の育成 —発根促進剤の処理、スギ炭の施用、移植後の成長—  
袴田哲司（静岡県森林・林業研究センター）ほか
- 3) Haplotype distribution of Myanmar teak revealed by newly-developed cpSNP markers  
Thwe Thwe Win (The Uni. of Tokyo)ほか
- 4) 薬用機能性樹木の組織培養  
石井克明（森林総研・森林バイオ研究センター）ほか
- 5) ヒノキ不稔個体の探索  
齋藤央嗣（神奈川県自環保セ）
- 6) ヒノキ葉緑体ゲノム解読に向けた効率的手法の開発  
柳原尚貴（九大・農）ほか
- 7) アカマツ広域産地試験における関西育種場で播種した実生の発芽特性  
岩泉正和（森林総研林育セ関西）ほか
- 8) 関西育種基本区選抜ヒノキ精英樹のさし木苗形態特性の調査  
磯田圭哉（森総研林育セ関西）ほか
- 9) 不織布製人工交配袋はカメムシ防除袋を兼ねるか？  
山野邊太郎（森林総合研究所林木育種センター—東北育種場）
- 10) スギにおけるミクロフィブリル傾角の樹幹内変動と応力波手伝達速度・動的ヤング率との関係  
井城泰一（森林総研林木育種センター）ほか
- 11) タケバイオリソース、マダケ属とデンドロカラムス属カルスの組織化学的特徴  
荻田信二郎（富山県立大生物工学研究センター）

- 12) EST-SSR マーカーを用いたクロマツ・アカマツの雑種識別  
平尾 知士（森林総研・森林バイオ）ほか
- 13) ヒノキのさし木の発根率・発根量に与えるさし床の環境の影響  
小澤 創（福島県林業研究センター）ほか
- 14) DNA マーカーを用いて芽生えの段階で無花粉スギの家系内選抜を簡単に行う手法の開発  
森口喜成（新潟大自然科学）ほか
- 15) 少花粉スギミニチュア採種園における SMP (Supplemental Mass Pollination) の効果  
市村よし子（茨城林技セ）ほか
- 16) スギコアコレクションの遺伝的組成-天然林との比較からの評価-  
内山憲太郎（森林総研）ほか
- 17) ヒメバラモミ遺伝資源林におけるクローン・産地別の活着率・成長について  
勝木俊雄（森林総研）ほか
- 18) 最終氷期のスギにおける隠蔽逃避地の可能性  
木村恵（森林総研）ほか
- 19) 集団サイズの減少がケショウヤナギ集団の性比と遺伝的多様性に及ぼす影響  
戸丸信弘（名大院生命農）ほか
- 20) スギ器官別 EST のデータ解析—DNA マーカーとしての活用の可能性  
田村美帆（九大院・農）ほか
- 21) 遺伝子組換え技術による無花粉スギの作出と形質評価  
小長谷賢一（森林総研・森林バイオ）ほか
- 22) スギ次代検定林の解析結果から見た育種区および種苗配布区域の妥当性  
花岡 創（林木育種センター）ほか

- 23) 少花粉スギミニチュア採種園の交配実態の把握と適正な種苗生産に向けたマニュアルの作成  
坪村美代子（森林総研林育セ）ほか
- 24) 関東育種基本区におけるスギ精英樹の次世代化への展望  
平岡裕一郎（森林総合研究所林木育種センター）ほか
- 25) 平成 15 年度開発したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種の開発時評価とその実生後代に対する接種検定結果の比較  
倉本哲嗣（九州育種場）ほか
- 26) 小笠原諸島母島での希少樹種等の保存  
生方正俊（森林総研林育セ）ほか
- 27) 日本産樹木 DNA バーコードによるニレ科、クワ科の種同定  
吉村研介（森林総研）ほか
- 28) 高密度で育苗したスギ培地付き苗の形態と初期成長  
近藤晃（静岡県農技研森林研セ）ほか
- 29) 岐阜県産少花粉ヒノキ品種の密閉ざしにおける光量の影響  
茂木靖和（岐阜県森林研）
- 30) カリトリスのトランスクリプトーム解析  
上野真義（森林総研）ほか
- 31) 既存次代検定林の解析による、育種区・スギ種苗配布区域の妥当性の検証  
三浦真弘（東北育種場）ほか
- 32) 採種園設計プログラム Mixed の改良  
高橋 誠（林木育種センター）
- 33) スギ若齢木の樹高成長フェノロジーの遺伝性  
武津英太郎（林育セ九州）ほか
- 34) 三倍体ニワウルシの発見  
黒河内寛之（東京大学アジアセンター）ほか

- 35) 佐賀県産スギ精英樹 F 1 クローンの 20 年生次前後の成長  
宮崎潤二（佐賀県林業試験場）ほか
- 36) 九州地域で追加選抜したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種の実生抵抗性及び種子生産性の評価  
松永孝治（林育セ九州）ほか
- 37) 小笠原諸島のテリハボクの攪乱された遺伝構造  
鈴木節子（森林総研）ほか
- 38) 分布の北限地におけるニッパヤシの遺伝的変異の実態  
須貝杏子（琉大・熱生研・西表）ほか
- 39) 花粉形成の制御に関わる低分子 RNA の探索  
伊原 徳子（森林総合研究所）ほか
- 40) サクラの栽培品種の遺伝的起源の推定  
加藤珠理（首都大）ほか

## テリハボクの枝性の家系間変異

加藤一隆（森林総合研究所林木育種センター）

テリハボク (*Calophyllum inophyllum*) は、わが国では先島諸島等に分布し耐風性に優れた樹種として知られている。林木育種センターでは、地球温暖化に伴う台風の大型化に対処するため耐風性に優れたテリハボクの選抜育種を進めているが、選抜を効率的に行うため耐風性に及ぼす要因も明らかにする必要がある。一つの要因として樹高に伴う枝数の増加割合等の枝性の相違が考えられることから、候補木として選抜された 47 家系を用いて樹高と枝数との関係を調査した。供試本数は 729 本（枯死木を除く）で、家系あたり 4~23 本の範囲で、2010 年 11 月に西表熱帯林育種技術園内の試験地に 3 反復のプロットで植栽した。2012 年 11 月に、すべての個体の樹高を測定するとともに枝数をカウントした。その結果、各プロットの樹高 (x) と枝数 (y) との回帰直線は有意な結果を示したが、プロット間で有意な相違はみられなかった。一方、回帰直線は 39 家系において有意な結果を示し、傾きは 0.037~0.203（樹高 1 m ごとに枝数が 3.7~20.3 の範囲で形成される）の範囲で、家系間でおおよそ 5.5 倍の差があり、x 切片は 13.8~75.8 (cm)（地際からの最初の枝が伸長する高さ）の範囲を示した。これらの結果、枝性は家系間差があり、今後耐風性との相関性を調査することで選抜の指標となる可能性があると考えられた。

## 花粉の少ないヒノキ精英樹の挿し木技術の改良と苗の育成

### — 発根促進剤の処理、スギ炭の施用、移植後の成長—

袴田哲司・山本茂弘（静岡県森林・林業研究センター）

花粉の少ない品種（クローン）に選定されているヒノキ精英樹の挿し木発根性において、発根促進剤の処理方法、スギ炭施用の影響を検討した。また、挿し木発根苗を苗畑に床替えした後の成長を調査した。挿し床に赤玉土を用いた場合、発根促進剤インドール酪酸に対する感受性はクローンによって異なり、富士 6 号では 100ppm24 時間処理が最も良かったが、大井 6 号では 500ppm3 時間処理が最も効果的であった。赤玉土に 500℃で焼成したスギ炭を混入すると発根率と発根量が有意に高まった。挿し木発根苗を苗畑に植栽し、4 段階の発根量指数別に成長を比較したところ、発根量が多いほど生存率、苗高、根元径が大きくなる傾向にあり、挿し木の評価は発根率だけでなく、発根量も重要であることが明らかになった。

### Haplotype distribution of Myanmar teak revealed by newly-developed cpSNP markers

Thwe Thwe Win (The Uni. of Tokyo), Tomonori Hirao (FTBC), Atsushi Watanabe (Kyushu Uni.), Susumu Goto (The Uni. of Tokyo)

Chloroplast markers are applicable to investigating on phylogeographic study of tree species, but no cpSNP markers for teak has not developed yet. In this study, for the development of cpSNP markers, a total of 43,734 bp were sequenced to find the mutations. Based on finding SNPs, we developed three cpSNP markers (*psbK-psbI*, *rpl16* and *trnK-rps16*) for teak and applied to investigating on phylogeographic study of teak. Leaves from 480 individuals representing twenty natural teak populations were collected from five regions in Myanmar, which is one of teak native countries, and hosts the largest teak forests and the best quality teak. Average gene diversity was 0.173 ranging from 0.000 to 0.565. Of 20 populations, halves were monotypic while the remaining halves were polymorphic. Genetic differentiation ( $F_{ST} = 0.005$ ) was quite low for maternally inherited cpSNP markers. The observed four haplotypes was connected with one step mutation at star-shaped haplotype network. Phylogeographic pattern of Myanmar teak was unclearly detected at cpSNP markers with random distribution of haplotypes. However, rare haplotype was somewhat specific geographically distributed.

### 薬用機能性樹木の組織培養

石井克明、高田直樹、谷口亨（森林総研・森林バイオ研究センター）

森林資源の中には多くの薬用材料があり、医薬品の原料として用いられている物がある。そこで、成分育種により効率的にそれらの資源を活用する目的で、薬用機能性樹木の組織培養手法を検索した。これまで比較的注目されてこなかった薬用機能性樹木について、その組織培養による増殖(マイクロプロパゲーション)技術を開発した。ワダツミノキは奄美大島原産の絶滅危惧種で、2004年に新種として登録され、カンプトテシン等の抗癌成分を含有する。茎頂培養を行い個体再生し、各器官より組織培養での増殖技術を開発した。高含有個体の選抜を進め、その再生を行っているが、安定した発根手法の最適化が必要である。カギカズラは漢方薬として用いられ高血圧や認知症軽減の作用があり、主成分はリンコフィリン等である。現在原料は天然からの採取により供給されているので、その栽培化を目指し、鉤部を含む茎節を組織培養することで、大量増殖手法を開発した。モレトングリは豪州原産で、主成分カスタノスペルミンは抗エイズ薬の研究が進行中であるで、この樹木についても組織培養に取り組んだ。外植片よりカルスの形成が認められたので、今後最適再生条件の検索を進める。

## ヒノキ不稔個体の探索

○齋藤央嗣（神奈川県自環保セ）

ヒノキは、スギと共通抗原性を持ち、スギ同様の花粉症対策が求められる。これまでにスギでは雄性不稔個体が約 20 個体あまりが選抜され、出現率が 1/5000 程度と推定されることから、近縁のヒノキでも同様に存在する可能性がある。そこで、ヒノキ林からの雄性不稔個体の選抜を行った。調査は林道沿いなどのヒノキ林で、高枝ばさみ（3～4 m）で雄花の着花している枝をたたき、花粉が飛散すれば可稔個体と判断し、飛散しない場合は、雄花を落として雄花内部の花粉の有無を調べた。調査は、神奈川県内のヒノキ林を対象に 2011 年春に西湘・足柄上方面で約 3000 本、2012 年春に湘南方面で約 2000 本実施した。この結果、2012 年春に秦野市内のヒノキ林から、花粉を飛散させない個体を選抜した。当該個体の雄花は、袋かけによっても花粉が飛散しなかった。葯内の花粉を観察したところ、大小のサイズの大きく異なる花粉粒が観察され、減数分裂時の不等分裂の可能性が考察された。こうした形態は、川名ら（2006）の報告したスギの両性不稔品種である新大 2 号に酷似しており、秋に種子を採取したところ、球果から種子が分離せず、スギ新大 2 号同様に両性不稔品種である可能性が高いと思われた。

## ヒノキ葉緑体ゲノム解読に向けた効率的手法の開発

○柳原尚貴（九大・農）、後藤栄治、田村美帆、渡辺敦史（九大院・農）

重要な森林資源であるスギ、ヒノキおよびクロマツは、個体の遺伝情報を基に管理を進める新たな育種の時代を迎えつつある。このうち、針葉樹の葉緑体ゲノムは、父性遺伝するため、親子鑑定において貴重な情報基盤となる。しかし、針葉樹の葉緑体ゲノムは種間で逆位等構造に差異があることから、ゲノムを完全に決定するには無傷葉緑体の単離および塩基の解読と整列化に多大な労力が必要であった。そこで本研究では、無傷葉緑体の単離に代わり、容易に抽出できる細胞膜を利用し、得られたゲノム DNA を基に次世代シーケンサー（NGS）を活用した新たな解析手法を用いることで、ヒノキ葉緑体ゲノムの解読を行った。この結果、NGS から得られたほとんどのリードは葉緑体ゲノム由来であり、一度の NGS でゲノム全体の 85%以上をカバーしたことから、本手法は分類単位によって構造が異なる針葉樹葉緑体ゲノムの効率的な決定手法であると考えられる。実際、他の針葉樹と比較してヒノキ葉緑体ゲノム特異的な構造が示唆されている。本報告では、新たな葉緑体ゲノム決定法を紹介すると共に、針葉樹葉緑体ゲノムを決定する際の問題点について議論する。



アカマツ広域産地試験における関西育種場で播種した実生の発芽特性  
 岩泉正和、磯田圭哉、河合慶恵、村上文典、篠崎夕子（森林総研林育セ関西）、  
 大谷雅人、宮本尚子、那須仁弥（森林総研林育セ）

アカマツ (*Pinus densiflora*) は本州・四国・九州に分布する日本の主要針葉樹の一つであるが、近年マツ材線虫病被害の拡大により天然資源が減少し、遺伝的多様性の喪失が危惧されている。本種の生息域外での成体保存を検討する上では、保存先の環境への適応性の変異等を把握し、種の地域性について理解することが不可欠である。しかしながら、これまで日本の樹木については、国内分布域を網羅した体系的な環境適応性の評価はほとんど行われていない。こうしたことから、林木育種センターではアカマツを対象とした全国規模での広域産地試験に着手し、そのうち関西育種場（岡山県勝央町）では、平成 25 年に、青森県東北町から宮崎県えびの市にわたる全国 10 箇所のアカマツ天然林内の母樹から採取した種子を播種し、その実生後代家系の発芽特性を調査した。本発表では、それら実生家系の発芽率や発芽期間等における産地間での変異を解析し、産地と試験地での生育環境の違い等が実生家系のパフォーマンスに与える影響について考察する。

関西育種基本区選抜ヒノキ精英樹のさし木苗形態特性の調査

磯田圭哉・岡村政則・笹島芳信・河合貴之・祐延邦資（森総研林育セ関西）

近畿・中国・四国地方では、従来ヒノキの造林は実生苗を用いることが主流であったが、近年、さし木品種の神光 2 号を中心として、さし木苗での造林が注目され、多様なさし木品種を求める声が大きくなってきた。そのような中、森林総合研究所林木育種センター関西育種場ではヒノキ精英樹の中からさし木品種に適したクローンを選抜するため、関西育種基本区選抜のヒノキ精英樹についてさし木発根性の調査を行ってきた。その結果、高い発根性を示すヒノキ精英樹が多数あることが明らかとなった。しかし、ヒノキのさし木品種開発にあたっては、発根性だけでなく、植栽後の枝性の有無等も検証する必要がある。そのため、発根したさし木苗を苗畑へ床替えし、苗の形態を調査し、クローン特性を評価する方法の検討を行った。

平成 24 年春にさし付けたヒノキ精英樹 114 クローンについて、発根調査の後、平成 25 年春に苗畑に床替えした。同年 9 月初旬と 10 月下旬に苗木の形状について、目視による評価を行うとともに、より客観的な指標を得るため、苗長、最高地上高、先端部高等を測定し、苗形状の指標の検討を行った。その結果、先端部高と苗長の比が目視による評価と比較的一致することが示唆された。

## 不織布製人工交配袋はカメムシ防除袋を兼ねるか？

山野邊太郎（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）

スギおよびヒノキの種子では、カメムシの吸汁により発芽率が極端に低下すること、および、受粉後の雌花にカメムシ防虫用の網袋（以下、防除袋）をかけることでこの発芽率の低下が防げることが報告されている。一方、人工交配は精英樹の各種形質における遺伝性や育種価を調べる上で重要な林木育種技術である。風媒により受粉するスギやヒノキでは、目的外花粉を遮断するために交配袋で開花期以前に雌花を覆い、開花後受粉適期に、花粉銃をもちいて目的となる花粉のみを受粉させる。発芽率の良い人工交配種子を得るために、従前では、新規の開花が終息する時期に交配袋を除去し、防虫用網袋に取り替えてきた。ただ、近年では、通気性が良く摩擦に強い目の細かい不織布製の交配袋が入手できる。発表者は、この交配袋であれば人工授粉のあと秋の採種時期まで放置しても袋が維持され、カメムシ防除袋を兼ねると考えた。本大会では、①開花終息期に交配袋を取り付けた球果由来の種子と無処理の球果由来の種子との発芽率の比較、②実際に人工交配してそのまま交配袋を採種時期まで放置した場合の発芽率について報告する。

ポスター番号 10

## スギにおけるマイクロフィブリル傾角の樹幹内変動と応力波伝播速度・動的ヤング率との関係

井城泰一、三嶋賢太郎、平岡裕一郎、栗田学（森林総研林木育種センター）  
渡辺敦史（九州大学）

長期間の育成が必要となる林木育種を効率的に進めるためには、目標とする育種形質のできる限り早い段階での評価が重要となる。育種的改良が求められている形質の一つであるヤング率は材の強度を評価する指標であり、「針葉樹の構造用材の日本農林規格」では、ヤング率による等級付けが「機械的等級区分」として取り入れられている。しかし、スギはヤング率が他の針葉樹と比べて低く、またバラツキも大きい。一方、最近の研究から遺伝率が高いことが明らかにされており、育種による改良がもっとも期待されている。ヤング率は、樹幹内において変動することが知られており、この変動は晩材仮道管  $S_2$  層のマイクロフィブリル傾角（MFA）の樹幹内変動が鯨飲と考えられる。本研究では、20年生の精英樹クローンをを用いてクローン毎のMFAの半径方向の変動を明らかにし、応力波伝播速度および動的ヤング率を比較することで、MFAを指標としたヤング率の早期評価に関する可能性を検討した。

## タケバイオリソース、マダケ属とデンドロカラムス属カルスの組織化学的特徴

○荻田信二郎、MD. Ziaul Karim、野村泰治、加藤康夫  
 (富山県立大・生物工学研究センター)

我々は、未利用バイオ資源であるタケの肥大や成熟機構を解明する目的で、各種タケの細胞・組織培養に取り組んでいる。本発表では、これまでに樹立し、(独)理化学研究所実験植物開発室に寄託・提供を開始したハチクPn(rpc00047)およびマダケPb(rpc00048)培養細胞株と、新たに樹立したデンドロカラムス属カルスDb(*Dendrocalamus brandisii*)、Dg(*D. giganteus*)の増殖特性および組織化学的特徴について考察した。今回用いた細胞株は、すべて筍組織を起源としており、ピクロラムを含む改変MS 培地で旺盛な増殖性を示した。これらをPn 細胞株の木化促進条件であるベンジルアデニン添加培地で培養し、デンプンおよびリグニンの蓄積傾向をルゴールおよびウイスナー試薬で経時的に染色・解析したところ、デンドロカラムス属のカルスには、リグニン蓄積能に加えてデンプンを高度に蓄積する能力があることを見出した。なお本研究の一部は以下の研究助成を受けて行った。

新技術開発財団 第22 回植物研究助成  
 科学研究費 基盤研究 C25150519

## EST-SSR マーカーを用いたクロマツ・アカマツの雑種識別

平尾 知士 (森林総研・森林バイオ)、渡辺 敦史 (九大院・農)

我々は、ゲノム情報を利用したマツノザイセンチュウ抵抗性育種の実現に向けて、DNA マーカーの開発を進めてきた。本発表では、EST-SSR マーカーの開発とそれを利用したクロマツ・アカマツの雑種識別について報告する。EST-SSR マーカーは、ゲノミック SSR と比較して多型情報が少ないものの、近縁種にも適用できることが多く、またヌルアリの頻度も少ない。そこで、マツノザイセンチュウ抵抗性品種であるクロマツ波方 37 号の葉と幹から cDNA ライブラリーを作成し、ランダムに 7,872 クローンのシーケンスを行った。そのうち 2-4 回繰り返しのマイクロサテライト領域を含む 756 クローンについてはプライマーを設計した。クロマツ 8 個体およびアカマツ 8 個体を用いて、スクリーニングを行った結果、25%のマーカーは増幅せず、43%は単型、28%が多型を示し、4%がマルチローカスの多型を示した。多型性を示したマーカーについては、マツノザイセンチュウ抵抗性品種を含むクロマツ 24 個体およびアカマツ 24 個体を使って、マーカーの多型性と遺伝子型頻度、さらに一部の遺伝子についてはシーケンスベースの解析を行った。その結果、クロマツとアカマツの F1 雑種、雑種形成後に戻し交雑を行った個体が明らかとなった。

### ヒノキのさし木の発根率・発根量に与えるさし床の環境の影響

○小澤 創（福島県林業研究センター）、坪村 美代子（森林総研林木育種センター）、渡辺 敦史（九州大学）、齋藤 央嗣（神奈川県自然環境保全センター）

花粉症に対する林木育種的な対策として、花粉症対策スギ・ヒノキが開発されてきた。このうち、スギの供給はミニチュア採種園からの実生苗が主流になっている。一方、ヒノキに関しては種苗の供給体制が決まっていなので、苗木を生産する側は実生苗、さし木苗のどちらでも対応できるような体制を準備する必要がある。過去の研究で、ヒノキは難発根性ではないことが明らかにされているが、スギと同程度のさし木技術は確立されてない。本報告では、ヒノキのさし木技術を確立するために、床土の種類と光条件がさし穂の発根率や発根量に与える影響を明らかにしたい。そこで、少花粉ヒノキ4品種を対象として、スギのさし木施設において、①3種類の床土条件（鹿沼土、バーミキュライト、パーライト）、②4種類の光条件のもとでさし穂の発根率と根の乾燥重量を測定した。その結果、床土では鹿沼土が発根率、根乾量が最も高いこと、さし床の光条件と根乾量とは有意な相関関係にあることが明らかになった。しかしながら、全品種で同じ傾向を示さず、品種による差が大きかった。これらの結果から、ヒノキをさし木苗で供給する場合、発根しやすい品種を選ぶ必要があることが示唆された。

### DNA マーカーを用いて芽生えの段階で無花粉スギの家系内選抜を簡単に行う手法の開発

森口喜成（新潟大自然科学）・上野真義（森林総研）・齋藤真己（富山森林研）・樋口有未（元新潟森林研）・宮嶋大介（新潟森林研）・伊藤信治（元新潟森林研）・津村義彦（森林総研）

スギ花粉症対策として無花粉スギの利用が期待されている。無花粉スギは一对の核内劣性遺伝子に支配され、現在までに4種類の雄性不稔遺伝子(*ms-1*、*ms-2*、*ms-3*、*ms-4*)が発見されている(Taira et al. 1999、吉井・平 2007、宮嶋ら 2010)。当グループでは、DNA解析によって無花粉スギを識別する手法の開発を目的とし、スギ高密度基盤連鎖地図の情報を利用して雄性不稔遺伝子座近傍のDNAマーカーの開発を進めてきた。これまでの研究の結果、*ms-1*は第9連鎖群に、*ms-2*は第5連鎖群に位置することを明らかにし、雄性不稔遺伝子近傍の部分連鎖地図を構築した(Moriguchi et al. 2012, 2013)。本研究では、*ms-1*近傍の部分連鎖地図の情報を用い、優良無花粉スギ「立山森の輝き」を識別する簡易PCRマーカーを開発した。本研究で構築した雄性不稔遺伝子近傍マーカーの特定とその簡易マーカー化の技術を芽生えから的高速DNA抽出法と組み合わせることにより、どのような無花粉スギ品種においても芽生え段階での家系内選抜を簡単に行うことができると考えられた。

少花粉スギミニチュア採種園におけるSMP(Supplemental Mass Pollination) の効果

市村 よし子 (茨城林技セ), 小澤 創 (福島林研), 坪村 美代子 (森総研林育セ),  
渡辺 敦史 (九州大学), 齋藤 央嗣 (神奈川自環保セ)

近年、花粉症対策として、関東地方を中心に少花粉スギを用いたミニチュア採種園からの種苗生産が行われるようになってきた。一方で、園外から飛来する花粉が採種園内の交配に及ぼす影響は大きいことが明らかになってきた。したがって、雄花の着花量が少ない品種を用い、従来よりも小規模な採種園形式を採用している現在の少花粉スギの生産体制において、園外花粉の影響評価やその抑制策を開発することは重要である。

園外花粉を抑制する方法の一つとして、果樹園では袋かけによらない人工交配 (supplemental mass pollination, SMP) を行うことが知られている。林木の採種園でも試みられているものの、少花粉スギのミニチュア採種園ではその効果が検証されたことはない。そこで、本研究ではSMP の適切な花粉散布時期と散布回数を把握することを目的として、スギの雄花の開花過程や散布回数と散布した花粉の貢献度の関係について調査した。その結果、少花粉スギのミニチュア採種園において、SMP は効果があることが明らかになった。

スギコアコレクションの遺伝的組成—天然林との比較からの評価—

内山憲太郎<sup>1</sup>・宮本尚子<sup>2</sup>・高橋誠<sup>2</sup>・渡辺敦史<sup>2,3</sup>・津村義彦<sup>1</sup>  
(1.森林総研, 2.森林総研林育セ, 3.九大農学研究院)

育種材料内の遺伝的多様性の高さは育種を進める上での利点であるが、一方で材料の遺伝的不均一性は、形質との関連解析などの際の障害になることがある。そこで、全国から選抜されたスギのコアコレクションの遺伝的多様性および遺伝構造について天然林との比較から評価した。コアコレクション 510 個体および天然林 173 個体について、発現遺伝子由来の 4,896 SNPs の遺伝子型を決定し、各種多様性の指標を算出した。また、ゲノム上で連鎖平衡にあると考えられる 696 SNPs を選抜し、STRUCTURE 解析により遺伝構造を評価した。結果、コアコレクションには天然林と同程度かより高い遺伝的変異が含まれていた。また近交係数も天然林よりも低かった。一方で、種苗配布区ごとに見ると、東北にあたる第一区の多様性が他の地域よりも低かった。STRUCTURE 解析の結果、コアコレクションのクラスターの空間分布はおおむね天然林と同様の傾向を示し、コアコレクションにはスギ自然集団の遺伝構造の影響が強く残されていることが明らかとなった。一方で中国地方の遺伝構造は天然林とは異なっており、過去の太平洋側からの種苗移動の影響と思われる傾向も認められた。

ヒメバラモミ 遺伝資源林におけるクローン・産地別の活着率・成長について

○勝木俊雄（森林総研）・市川隆史（中部森林管理局）・田中智（山梨植物研究会）  
・石井正氣（元林木育種協会）

マツ科トウヒ属のヒメバラモミは本州中部山岳地に分布し、個体数が2,000以下と少ないことから、絶滅危惧植物に指定されている。そこで中部森林管理局では、分布域全域から得た143本のヒメバラモミの接木苗を増殖し、2010年にヒメバラモミ遺伝資源林を造成した。2013年現在、植栽した744本の苗木は626本に減少した一方、平均樹高は58cmから83cmになり、おおむね順調に生育していると考えられた。また、2013年の苗木のクローン数は植栽時の134から124に減少したが、消失した産地はなかった。台木に用いたドイツトウヒとアカエゾマツの苗木を比較したところ、生存率・伸長量ともにドイツトウヒが高かった。産地別の苗木の生存率を比較すると、一部に生存率が低い産地が見られた。ただし、穂木母樹ごとのばらつきが大きく、生存率が低い産地の中でもすべて活着した穂木母樹も見られた。このため、苗木の活着には採取した穂木の質や接木苗の選択などが影響していることが示唆された。なお将来は、およそ半数の間伐予定が計画されているが、残存予定木の14%がすでに失われており、間伐個体の選定などの計画について見直しが必要であると考えられた。

最終氷期のスギにおける隠蔽逃避地の可能性

○木村恵（森林総研）、内山憲太郎（森林総研）、中尾勝洋（森林総研）、森口喜成（新潟大）、Lerma San Jose-Maldia（森林総研）、津村義彦（森林総研）

気候変動に伴う分布域の変化は樹木の遺伝構造を決定する重要な要因のひとつである。本研究ではスギ（*Cryptomeria japonica*）を対象として、マイクロサテライトによる遺伝構造解析と生育地の環境要因を用いた分布予測の結果から、最終氷期における逃避地の可能性について考察した。マイクロサテライトマーカー20遺伝子座を用いてスギ天然林37集団のSTRUCTURE解析を行った結果、天然スギは北日本、日本海側、太平洋側、屋久島の4つの遺伝グループに分かれた。さらに遺伝子型のデータから、4つの遺伝グループがいつ、どのように分岐したのかをDIYABCによって推定したところ、およそ500世代前、仮に1世代を100~200年と仮定すると最終氷期以前に一度に分岐したと考えられた。そこで、現在残存する天然林の環境要因と最終氷期の環境要因から、当時のスギの分布域を予測した。その結果、これまで化石花粉のデータから逃避地が存在していたと考えられる、隠岐、伊豆、屋久島だけでなく、酒田周辺にも逃避地が存在すると予測され、北日本の遺伝グループは、このような隠蔽逃避地に由来する可能性が示唆された。

## 集団サイズの減少がケショウヤナギ集団の性比と遺伝的多様性に及ぼす影響

戸丸信弘・長田光司・林耕太（名大院生命農）

・永光義輝・鈴木節子（森林総研）・松下通也（秋田県立大生物資源）

集団サイズが減少すると性比の偏りなどの人口学的変動や遺伝的浮動による遺伝的多様性の低下、近交弱勢の発現などによって集団の存続可能性が低下する。集団の保全を考える際には、このような影響を考慮する必要がある。ケショウヤナギの局所集団が連続的に分布する上高地集団と小集団化して局所集団が断片的に分布する松本盆地集団を対象として、(1) 性比の偏り、(2) 遺伝的多様性の低下と遺伝的構造化、(3) 当年生実生から成木までの近交弱勢を調べた。局所集団の性比は上高地と比べて、松本盆地でばらつきが大きくなり、全体の性比が雄に偏った。遺伝的多様性は上高地に比べて松本盆地で低下していた。局所集団間の遺伝的分化は松本盆地の方が高く、遺伝的構造化も松本盆地で強かった。個体の近交係数は、実生でも成木でも上高地よりも松本盆地で高かったが、松本盆地では実生と成木間に差がないのに対して、上高地では実生よりも成木で低く、近交弱勢が生じていることが示唆された。松本盆地では小集団化にともない、性比の偏り、遺伝的多様性の減少と遺伝的構造化、有害遺伝子の固定によって集団の存続可能性が低下している可能性がある。

## スギ器官別 EST のデータ解析—DNA マーカーとしての活用の可能性

○田村美帆（九大院・農）、手島康一（九大院・理）、三嶋賢太郎、井城泰一、能勢美峰、坪村美代子、栗田学（森林総合研究所林木育種センター）、渡辺敦史（九大院・農、森林総合研究所林木育種センター）

多くの栽培作物では GWAS や GS といった新たな理論に基づいて分子育種が強力に推進されており、林木育種にもその波は押し寄せている。既に、スギを対象として森林総研では EST の収集や高密度マップを開始した。森林総研林木育種センター及び九州大学では、一般的な分子育種で行われる育種形質との関連性だけでなく、環境適応性評価や次世代化に伴う遺伝資源評価および系統管理手法の開発に資するため、スギを対象として頂端・針葉・木部・花・根系といった様々な器官から年間を通じて組織を採取し、これらの組織から遺伝子を収集してきた。既に、これらの遺伝子はマイクロアレイを始めとする大規模遺伝子発現解析に利用されているほか、順次 DNA マーカー化を図り、連鎖解析を始めとして上記に示した様々な状況で活用する予定である。本報告では、これまで収集した遺伝子に認められた SNP および SSR の概要を報告すると共に、特に、SNP マーカーについては、候補マーカーのスクリーニングに関するパイプラインと実際の結果を示した上で、今後の活用について議論する。

## 遺伝子組換え技術による無花粉スギの作出と形質評価

小長谷賢一<sup>1</sup>、栗田学<sup>1, 2</sup>、坪村美代子<sup>2</sup>、平尾知士<sup>1, 2</sup>、渡辺敦史<sup>3</sup>、石井克明<sup>1</sup>、谷口亨<sup>1, 2</sup>  
 (1 森林総研・森林バイオ、2 森林総研・林木育種センター、3 九大院・農)

遺伝子組換え林木を産業利用する際に必要となる遺伝子拡散防止と、花粉症問題の緩和を目的として雄性不稔組換えスギの作製を試みた。雄花で花粉形成初期に特異的に発現する遺伝子プロモーター（転写制御領域）4種に致死誘導遺伝子である*Barnase*をそれぞれ連結し、さらに恒常的プロモーターに*Barstar*を連結したカセットを挿入したコンストラクトを作製した。本コンストラクトをスギへアグロバクテリウム法により遺伝子導入したところ、CjMS1 およびCjMALE1 プロモーターを利用したコンストラクトにおいて効率的に組換え体の作出に成功した。約1年生の組換えスギは7月上旬にジベレリンの噴霧処理による着花誘導を行い、花粉稔性を調査した。その結果、得られた組換えスギのほぼ全ての系統において雄性不稔性が確認された。経時的な組織学的観察を行ったところ、花粉母細胞期までは野生型と組換え体間に差異は認められなかったが、プロモーターがCjMS1の組換えスギでは減数分裂が不完全で、花粉成熟期に四分子様の異常な細胞が観察された。一方、プロモーターがCjMALE1の組換えスギではタペート層が分化初期に空胞化し、花粉母細胞は減数分裂に移行せず、花粉成熟期には花粉嚢内部の細胞が完全に崩壊した。さらに、本組換えスギは2年生現在までの成長において野生型と同等の成長速度を示した。

22

## スギ次代検定林の解析結果から見た育種区および種苗配布区域の妥当性

花岡 創（林木育種センター）、三浦真弘（東北育種場）、平岡裕一郎（林木育種センター）、武津英太郎（九州育種場）、磯田圭哉（関西育種場）、千吉良治（九州育種場）、井城泰一（林木育種センター）、高橋誠（林木育種センター）、織部雄一朗（東北育種場）、久保田正弘（関西育種場）、倉本哲嗣（九州育種場）、渡辺敦史（九州大学）

スギの種苗配布区域は、日本全国の気候や天然分布の情報を基に1934年に制定された。これは1951年および1971年にわずかな改訂がなされたものの、初期案をほぼ踏襲する形で継続している。しかし、同一県内を分断する形で種苗配布区域が設定されていることや、育種区と種苗配布区域に不一致があることから円滑な種苗の流通に問題があることが指摘されていることに加え、環境変動が懸念される昨今において、現行の種苗配布区と気候区分との対応性は新たな問題となる可能性がある。本研究では、(1)近年の気候データによる日本全国の気候区分と現行の種苗配布区域の対応、(2)日本全国に設定された次代検定林の生存・成長データと気候との関連性、(3)選抜地と異なる環境区分に植栽された精英樹の適応性等これまで蓄積してきた成長データを加味した上で、行政区界との関係性も含めた種苗配布区域に関する修正案について議論する。



## 少花粉スギミニチュア採種園の交配実態の把握と適正な種苗生産に向けたマニュアルの作成

坪村美代子（森林総研林育セ）・中村博一（群馬県林試）・市村よし子（茨城県林技セ）・伊藤美和子・原口雅人（埼玉県農総研）・西川浩己（山梨県森林総研）・小澤 創（福島県林研セ）・齋藤央嗣（神奈川県自環保セ）・渡辺敦史（九大院農）

花粉症対策スギ品種である少花粉スギについては関東育種基本区を皮切りに、これまでに全国で135品種開発されてきた。少花粉スギは基本的にミニチュア採種園を造成し、種苗生産を行っている。一方、採種園についてはこれまでも外部花粉の影響が指摘されており、雄花着花性の遺伝率が高いことや少花粉スギで採種園が構成されることを考慮すれば、既存採種園以上に外部花粉の影響を大きく受けることによる生産種苗の品質に疑問が示されてきた。そこで、林木育種センターと関東育種基本区内各県は共同してミニチュア採種園における交配実態を明らかにし、外部花粉の影響を評価すると共に生産種苗の品質について調査してきた。この結果、ミニチュア採種園でも既存採種園とほぼ同様の外部花粉率であることや生産種苗の雄花着花性が既存採種園産よりも低いことが明らかとなっている。さらに、外部花粉低減と生産種苗の品質向上を目指し、簡易被覆による外部花粉抑制効果やSMP、人工交配および室内交配等様々な取り組みを行い、その効果や利点および欠点をマニュアルとして公開する予定としており、現段階までの進捗状況について報告する。

## 関東育種基本区におけるスギ精英樹の次世代化への展望

平岡裕一郎、井城泰一（森林総合研究所林木育種センター）  
三浦真弘（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）  
渡辺敦史（九州大学大学院農学研究院）

関東育種基本区では、2002年度からスギ第二世代精英樹候補木の選抜が開始された。当初は、形質の遺伝性を明らかにするために設定された人工交配による実生を主体とした検定林である「遺伝試験林」から選抜を行ってきた。2010年度以降は、人工交配による実生によって構成され、成長や材質といった育種目標を明確化した検定林である「育種集団林」が選抜の中心となっている。選抜方法についてもまた、篤林家による選抜から指数選抜、さらに育種価に基づく選抜へと変遷を経てきた。このような経緯の下、選抜された個体数は、現在までに339に上る。本報告では、これら選抜された個体の成長等重要形質について、育種価の評価に統一した上で第一世代精英樹と比較し、改良効果について明らかにする。さらに、次世代化を進める上で減少が懸念される遺伝的多様性の変化を、Status Numberを用いて比較する。これらの結果から、第二世代育種の現状を明示しつつ、現行の選抜基準の妥当性や今後の運用法について議論する。さらに、第三世代以降の個体の創出に向けた育種集団や交配手法について、具体的な事例に基づいて紹介する。

## 平成15年度開発したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種の開発時評価とその実生後代に対する接種検定結果の比較

倉本哲嗣（九州育種場）、松永孝治（九州育種場）、大平峰子（林木育種センター）、  
岡村政則（関西育種場）、藤沢義武（林木育種センター）

現在マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種が進められているが、品種の開発に約10年、開発後の抵抗性の評価に必要な実生苗が得られるまで約10年と、品種の開発開始から採種園の改良までかなりの年数を要してしまうので、より高い抵抗性能力を有する苗の生産する採種園の設計・改良が迅速に行えないのが現状である。しかし、品種開発時の成績で概ねの評価が可能であれば、効率的な採種園の設計に貢献すると考えられる。そこで平成15年に開発されたマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種開発時の評価とその自然交配家系並びに人工交配家系に対する接種検定の結果を比較・検討した。その結果、平成15年度に開発されたマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ及び候補木合計11個体の品種開発時の評価値とそれらを母樹とした人工交配家系に対する接種検定結果の間に統計的に有意な相関性が認められた（相関係数0.7）。

## 小笠原諸島母島での希少樹種等の保存

生方正俊・加藤智子・平井郁明・栗田祐子・大谷雅人・板鼻直栄（森林総研林育セ）

小笠原諸島は、本土から1,000km以上離れた太平洋上の広大な海域に散在する多くの島々で構成され、島の誕生以来一度も大陸と陸続きになったことがなく、動植物が隔離した環境で独自の進化をとげたため、他の地域ではみられない固有種が数多く生育している。小笠原固有の植物は、全体の約5割といわれており、近年、外来種の侵入や長期的な乾燥化等によりこれらの種の個体数が減少し、絶滅が危ぶまれているものも少なくない。森林総合研究所林木育種センターでは、2002年から関東森林管理局と連携して、母島の桑ノ木山国有林内に「小笠原母島希少樹種等遺伝資源保存林」を設定し、希少樹種の保存とそれに関わる技術開発を行っている。この保存林は約2haであり、母島の島内のみから採取された種子や穂木由来のオガサワラグワ、セキモンノキ、オオヤマイチジク、ハハジマノボタン等の固有種や絶滅危惧種を中心とした13樹種が植栽されている。保存林内への苗木の定植は終了し、現在は定期的に成長量、成育状況、着花（果）状況等を調査している。2012年11月現在、13樹種全ての平均樹高が2.2m、平均生存率が67%であり、ほとんどの樹種は順調に生育していることがわかった。

## 日本産樹木 DNA バーコードによるニレ科、クワ科の種同定

吉村研介、鈴木節子（森林総研）、勝木俊雄、  
吉丸博志（森林総研多摩森林科学園）

日本産樹木 DNA バーコードは、日本産樹木の約 900 種の rbcL 部分、matK 部分、psbA-trnH 遺伝子間領域の 3 領域の塩基配列で構成されており、76%程度の種識別が可能である。具体的にどの程度の同定が可能か日本産樹木 DNA バーコードからニレ科、クワ科を調べてみた。ニレ科は 5 属 10 種、クワ科は 4 属 26 種が調べられている。属レベルの同定には、rbcL 部分塩基配列で全て同定できた。ニレ科、クワ科共に種同定出来ない種が存在した。ニレ科では、5 属、7 グループ、クワ科では 4 属、8 グループに分類された。特にクワ科のイチジク属は、17 種調べたが、イヌビワ、アコウ、インドゴムノキ、ハマイヌビワの 4 種は種同定可能であったが、他の 13 種は一つのグループになり種識別できなかった。葉緑体 DNA を用いた DNA バーコードの利用に当たっては、種分化があまり進んでいない分類群や、浸透交雑が進んでいる分類群に関しては、分類群ごとの DNA バーコードの種分解能を踏まえて利用する必要がある。

## 高密度で育苗したスギ培地付き苗の形態と初期成長

近藤晃・伊藤愛・山本茂弘・望月靖郎（静岡県農技研森林研セ）

再造林コストを削減するために、通年植栽が可能で初期成長に優れると期待される培地付き大苗の育苗技術が求められている。普通苗（裸苗）は下枝が張り、根元径が太いガッシリとした形態が望ましい。一方、灌水施設下において高密度で育苗されたポット大苗では、下枝葉に枯上りが生じ、枝張りが小さく根元径の細い苗木形態を示す。本研究は、苗高 100cm 程度の大苗を高密度で育苗し、下枝葉の有無とポット大苗の形態と初期成長を明らかにする目的で行った。試験には、スギ 2 年生山出し苗を生分解性不織布ポットに移植し、育苗密度 44 本/m<sup>2</sup>（苗間 15cm）で 1 年間育成したポット大苗を用いた。下枝葉の枯上った個体と下枝葉の着生している個体を定植し、1 年間苗木の苗高及び直径等を計測した。その結果、下枝葉の枯上った個体は主幹が曲がり支柱なしでは自立できなかった。下枝葉のある個体は下枝葉のない個体より、苗高、直径及び最大枝の各成長量、同化器官重等が有意に勝っていた。以上から、初期成長に優れるポット大苗を育成するには、下枝葉の枯上りが発生しない密度で、下枝の充実した苗を育成することが重要と考えられた。

## 岐阜県産少花粉ヒノキ品種の密閉ざしにおける光量の影響

○茂木靖和（岐阜県森林研）

密閉ざしには、露地ざしに比べて活着率が高く安定している、灌水などの管理面で省力的であるなど、多くの利点が指摘されている。しかし、ヒノキ密閉ざしの検討事例は多くなく、この手法をヒノキさし木苗生産に利用できるか否かは不明である。本試験では、ヒノキの密閉ざしの実態と、さし穂の発根に関係するといわれる光量の影響を把握するため、2条件の光量（照度 6000、1800Lux）の恒温室（約 25℃）で、岐阜県産精英樹の少花粉ヒノキ品種（益田 5 号、小坂 1 号）の 10cm さし穂による密閉ざし（密閉環境：細粒の鹿沼土入りの育苗箱をプラスチックコンテナの中に入れ、その上面を透明のポリエチレンシートで覆って密閉した）を 4 ヶ月半行った。その結果、両品種の発根率は、照度 6000Lux では 83 または 71% で高く、1800Lux では 46 または 25% で低かった。また、両品種とも 6000Lux ではほとんどみられなかったさし穂基部の褐変枯死が、1800Lux では多くみられた。両品種の 1800Lux におけるさし穂基部の褐変枯死した個体の発根率は、生存した個体より低かったことから、1800Lux で発根率が低かった要因としてさし穂基部の褐変枯死の影響が推測された。

## カリトリスのトランスクリプトーム解析

上野真義（森林総研）、阪口翔太（東大）・Mike Crisp（オーストラリア国立大学）・Lynda Prior（タスマニア大学）・David Bowman（タスマニア大学）・津村義彦（森林総研）・井鷲裕司（京大）

カリトリス (*Callitris*) 属はヒノキ科に属する針葉樹でオーストラリアとニューカレドニアに分布し、約 20 種に種分化を遂げている。一方、*C. columellaris* 種群はオーストラリアのほぼ全土に広域分布し、大陸中南部の乾燥地域から北部の湿潤な地域まで幅広い環境に生育している。本研究では *Callitris* 属を対象に種分化と環境適応に関連した遺伝的変異を明らかにすることを目的とし、*C. columellaris* 種群を含む 5 種（7 個体）から発現遺伝子の配列（トランスクリプトーム）を高速シーケンサー（HiSeq2000）により収集し一塩基変異（Single Nucleotide Variant: SNV）に着目して解析を行った。主に葉組織から個体あたり 5 千万本の塩基配列を収集し、類似した配列をまとめて再構築したところ、約 13 万本の「コンティグ配列」（平均 581 bp）にまとめることができた。コンティグ配列のうち 32,737 本（24.9%）の配列はタンパク質データベースの中に類似した配列が見いだされ、機能やアミノ酸配列を推定することができた。さらに推定されたアミノ酸配列と SNV を利用して種分化と環境適応に関連する遺伝子の探索を行った。本発表では SNV によりアミノ酸配列が変わる非同義置換とアミノ酸配列が変わらない同義置換の数を調べ、それらの比を遺伝子ごとに検討した結果を紹介する。

既存次代検定林の解析による、育種区・スギ種苗配布区域の妥当性の検証

三浦真弘（東北育種場）、花岡 創（林木育種センター）、平岡裕一郎（林木育種センター）、武津英太郎（九州育種場）、磯田圭哉（関西育種場）、千吉良治（九州育種場）、井城泰一（林木育種センター）、高橋誠（林木育種センター）、織部雄一朗（東北育種場）、久保田正裕（関西育種場）、倉本哲嗣（九州育種場）、渡辺敦史（九州大学）

スギの種苗配布区域は、日本全国的环境条件や天然分布の情報を基に 1934 年に制定された。一方、1957 年から始まった精英樹選抜育種事業では、全国を 5 育種基本区に分け、さらに各基本区を複数の育種区に分割して育種を進めてきた。種苗配布区域が気候条件を基に区分されてきたのに対し、育種基本区は行政単位として区分されていることから、一部県の種苗生産事業では、県内に複数の種苗配布区域に存在し、その結果、採種園の設定や管理コストの増大が生じ、林木育種事業においてもまた、育種区内に複数の種苗配布区域があることによって育種集団の設定や交配および検定コストの増大が生じている。これまで設定した多数の次代検定林の中には、育種基本区や県など特定地域内で、共通する系統を植栽した試験地(地域差検定林など)が存在し、これら試験地を活用して生育適応性を評価できれば、遺伝子と環境の交互作用や種苗移動の妥当性について検証することができる。

本研究では、次代検定林データを利用して現行の種苗配布区域および種苗配布区域に規定される種苗の移動が許可される方向についての妥当性について議論する。

採種園設計プログラム「Mixed」の改良

高橋誠（林木育種センター）

採種園は種苗生産の場として重要である。その設計にあたっては交配機会の均等化を図るため、植栽系統の配置がランダムになるように系統配置の工夫が図られる。植栽系統数と設計型（9 型、25 型など）のバランスによってランダム配置の難易は変化する。2002 年に採種園設計における系統のランダム配置を支援する目的のために、Visual Basic プログラム、Mixed を開発し、公開した。このプログラムは Windows OS 上で動作し、Excel と連携しながら植栽系統のランダム配置を実行する。スギのミニチュア採種園の設計などのために Mixed は使用されてきたが、Windows OS と Excel の度重なるバージョンアップのため、現在の最新 OS 上では動作しない。そこで、現行の Windows OS 上で動作するよう Mixed を改良した。改良版は、Excel のマクロを利用して機能を実装した。機会間伐による 2 回間伐を許容することや植栽しない座標を許容することにより、不定形のブロック設計にも対応できる機能も持たせた。

## スギ若齢木の樹高成長フェノロジーの遺伝性

武津英太郎・松永孝治・倉原雄二・千吉良治・倉本哲嗣（林育セ九州）・高橋誠（林育セ）

樹高成長は、林木育種の主要な育種目標の一つである優れた材積成長を決定づける形質の一つである。樹高成長の遺伝性について多くの報告があり、樹高成長は植栽環境の影響を受けやすく、遺伝と環境の交互作用も大きいという点が指摘されている。異なる環境における各系統の成長の予測には、樹高成長をより細かい視点で評価する必要がある。樹高成長フェノロジー（成長の開始・停止や成長速度の季節変化）は樹高成長を季節性の視点からより詳細にみたものである。これまで樹高成長フェノロジーを苗畑レベルでの遺伝的に比較した報告はあるが、植栽後数年の個体について比較した例は少ない。本報告では、苗木植栽後0成長期～3成長期を経過した複数の挿し木クローン・個体について、5日～11日（平均8.2日）間隔での1年間の樹高成長の測定結果に基づき、樹高成長フェノロジーの遺伝性について検討を行った。

## 3 4

## 三倍体ニワウルシの発見

黒河内寛之（東京大学アジアセンター）、内山寛（日本大学生物資源科学部）、長谷川幹夫（富山県農林水産総合技術センター）、齊藤陽子、井出雄二（東京大学生圏システム学専攻）

中国原産のニガキ科落葉高木ニワウルシ (*Ailanthus altissima*) は成長が良く大気汚染にも強いいため、街路樹などとして最近でも植栽される。一方、ニワウルシが過去に導入された国の多くでは、本種が野生化し、急速に分布域を拡大している。発表者らは核 SSR マーカーを用いて、ニワウルシが日本でどのように広がったのかを解析した。その解析過程で、二倍体ではない可能性を持つ雄のニワウルシ個体を発見した。そこで、このニワウルシ個体について、光学顕微鏡を用いた花粉の形態観察およびフローサイトメトリーを用いた倍数性検定を行った。その結果、このニワウルシ個体の花粉から、非還元性と考えられる巨大花粉が確認された。また、この個体中の核 DNA 相対量は通常のニワウルシの 1.5 倍あり、三倍体であると推測された。一般的に、奇数倍数体の個体は減数分裂が正常には起こりにくいため、種子による繁殖力が低いことが知られている。今回発見した三倍体のニワウルシ個体は、将来的にニワウルシの植栽が必要になった場合に、植栽地からの逸出の問題を危惧せずに利用できる可能性がある。

佐賀県産スギ精英樹 F<sub>1</sub> クローンの 20 年生次前後の成長

○宮崎潤二・挽地あい子・小部弥太郎（佐賀県林業試験場）、宮里学（鹿児島県森林技術総合センター・古澤英生（宮崎県林業施術センター）・佐藤嘉彦（大分県農林水産指導センター林業研究部・倉本哲嗣・武津英太郎・千吉良治（森林総合研究所林木育種センター九州育種場・藤澤義武・高橋誠（森林総合研究所林木育種センター）・渡辺敦史（九州大学）

本研究では、従来種苗に比べて格段に成長が早く、かつ、従来品種と同等の材質を有する次世代のスギ品種の選抜手法を開発するため、選抜による成長や材質の改良に対する環境要因の影響等について検討を行うことを目的に、佐賀県内に設定されている 2 試験林（佐賀市富士町・伊万里市）において樹幹解析を行い、成長パターンと材質を調査した。

調査対象は 2 試験林に共通に植栽されているスギ精英樹 F<sub>1</sub> の 2 クローンと佐賀県の代表的な精英樹（藤津 14 号）である。スギ精英樹 F<sub>1</sub> は、昭和 40 年代にスギ精英樹間の交配により得られた実生後代の中から選抜された個体をクローン増殖したもので、調査時には 20 年生及び 24 年生であった。樹幹解析には、3 クローン 14 個体を供試した。Gompertz の成長式により、樹幹解析で得られた樹高曲線から成長パラメータを推定し、異なる生育環境の成長パラメータへの影響などについて考察する。

## 九州地域で追加選抜したマツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ品種の実生抵抗性及び種子生産性の評価

松永孝治（林育セ九州）・千吉良治・武津英太郎・倉原雄二・倉本哲嗣（林育セ九州）・大平峰子（林育セ）

クロマツは日本の海岸林を構成する重要な樹種である。しかしながら、マツ材線虫病により全国で深刻な被害を受け続けている。林木育種センターは材線虫病への対策として関係機関と共同で、抵抗性クロマツ品種を開発しており、それらの品種は各県の採種園等に利用されている。九州地域では毎年、採種園から得られた種子から抵抗性クロマツ十数万本が生産されている。

これまでに造成された抵抗性クロマツ採種園の多くは、昭和 60 年までに開発された抵抗性品種によって構成されている。九州地域では、抵抗性クロマツ品種の遺伝的多様性を拡充して採種園を改良するため、また次世代化に向けた育種母材料を確保するため、抵抗性クロマツの追加選抜を実施してきた。ここでは、平成 15 年に開発された追加選抜品種の実生抵抗性および種子生産性について示し、追加選抜品種を用いた採種園改良の可能性について示す。

## 小笠原諸島のテリハボクの攪乱された遺伝構造

鈴木節子・永光輝義（森林総研）、須貝杏子（琉球大）、  
加藤英寿（首都大）、吉丸博志（森林総研・多摩）

テリハボク (*Calophyllum inophyllum* L.) は、熱帯・亜熱帯の海岸域に広く分布し、日本では琉球列島と小笠原諸島に分布する。花粉は虫あるいは鳥によって媒介され、種子は海流によって散布される。強風に耐え、耐塩性も強いいため、特に海岸林の植生回復への活用が期待されている。小笠原諸島においては海岸の日陰樹や国有林と民地の境界を示す目的で過去にかなりの植栽が行われた。このような歴史と生態をもつ小笠原諸島のテリハボクでは現在どのような遺伝的多様性と遺伝構造を示すのか、小笠原諸島全域のテリハボク 17 集団 411 個体とグアム島の 1 集団 18 個体を対象にマイクロサテライト解析を行うことによって検証した。その結果、小笠原諸島集団の遺伝的多様性 ( $H_e$ : 0.16–0.36,  $AR$ : 1.34–1.85) はグアム島の集団 ( $H_e$ : 0.44,  $AR$ : 2.03) と比較して低いことが示された。また、小笠原諸島の集団とグアムの集団の間では明瞭な遺伝的分化が生じていたが、小笠原諸島内では 3 つの遺伝的クラスターの存在が示されるものの、いずれの集団でも複数のクラスターが混合し、過去の植栽によって遺伝構造が著しく攪乱されていることが明らかとなった。

## 分布の北限地におけるニッパヤシの遺伝的変異の実態

須貝杏子・井村信弥・石垣圭一（琉大・熱生研・西表）・九石太樹・陶山佳久  
（東北大院・農）・横田昌嗣（琉大・理）・渡辺信（琉大・熱生研・西表）

ニッパヤシはマングローブ植物の 1 つで、東南アジアを中心に生育し、日本では琉球列島の西表島にのみ分布する。本研究では、この国内稀少種であるニッパヤシに関して、種の分布の北限地にあたる西表島に生育する全ての株を対象として遺伝的変異の実態を明らかにすることを目的とした。西表島船浦湾と西表島属島の内離島に生育する全 135 株とフィリピンの 24 株を採集し、11 遺伝子座の SSR マーカーを用いて遺伝子型を決定した。さらに、内離島の群落近傍と西表島大原川でみつかった実生個体各 1 個体も解析に加えた。その結果、フィリピンの集団には多型がみられたのに対し、船浦湾と内離島の各群落内の株の遺伝子型は全て同一で、各群落はそれぞれが異なる 1 つのクローンから形成されていることが明らかになった。実生個体については、内離島のものは群落内での自殖により成立した個体であると考えられた。また、大原川のものは西表島の他の個体もたない対立遺伝子を保有し、別の系統であることが明らかになった。以上のことから、ニッパヤシは分布の中心部から周辺部へ稀に種子を散布しており、定着した場合には主に栄養繁殖によって群落を形成していくと考えられた。



## 花粉形成の制御に関わる低分子 RNA の探索

伊原 徳子、二村 典宏、上野 真義 (森林総合研究所)

低分子 RNA (sRNA: small RNA) は標的とする遺伝子に結合してその発現を抑制する。植物では器官の発達や環境ストレスへの応答等多くの林業上重要な性質の制御に関わることが知られ、育種への応用も進められている。sRNA の花粉形成や雄性不稔への関与が被子植物で明らかにされているが、スギを含む針葉樹ではまだ研究が進んでいない。

本研究では、花粉症対策の観点から重要なスギの花粉形成に関わる sRNA や、その標的遺伝子を明らかにすることを目的として行っている。材料には富山不稔 1 号の交配家系後代の不稔及び可稔各 2 個体を用い、減数分裂前から小孢子期に発現する sRNA を段階を追って抽出し、次世代シーケンサーを利用して網羅的な解析を行った。得られた 18~30 塩基の 17,757,738 配列について、コウヨウザンやドイツトウヒを含む他の植物の sRNA との配列比較、また発育段階及び稔性の違いによる発現パターンの比較解析を行った。その結果、花粉形成に関与する可能性の高い sRNA を検出することができた。この中には、他の植物でも保存されている配列と、針葉樹やスギに特異的な配列が含まれていた。

40

## サクラの栽培品種の遺伝的起源の推定

加藤珠理<sup>1</sup>・松本麻子<sup>2</sup>・吉村研介<sup>2</sup>・勝木俊雄<sup>3</sup>・岩本宏二郎<sup>3</sup>・河原孝行<sup>4</sup>・向井譲<sup>5</sup>・津田吉晃<sup>6</sup>・石尾将吾<sup>7</sup>・中村健太郎<sup>7</sup>・森脇和郎<sup>8</sup>・城石俊彦<sup>9</sup>・五條堀孝<sup>9</sup>・吉丸博志<sup>3</sup> (1 首都大, 2 森林総研, 3 森林総研多摩, 4 森林総研四国, 5 岐阜大, 6 イタリア CNR 植物遺伝研, 7 住友林業, 8 遺伝学普及会, 9 遺伝研)

サクラは日本人にとって馴染み深い花木の一つで、数多くの栽培品種が存在する。その起源には複数の野生種が関与していると考えられ、外部形態に基づいた様々な考察が行われている。本研究では、核 SSR マーカー (26 座) を用いて得られる遺伝子型情報に基づいて、サクラの栽培品種 (215 品種) と野生種 (13 分類群: ヤマザクラ、オオシマザクラ、カスミザクラ、オオヤマザクラ、マメザクラ、キンキマメザクラ、チョウジザクラ、オクチョウジザクラ、タカネザクラ、エドヒガン、ミヤマザクラ、カンヒザクラ、シナミザクラ、各群 13~37 個体、計 311 個体) の比較解析を行い、栽培品種の成立に関わった親種の推定を試みた。具体的には、野生種の遺伝子型情報を参照データとすることで STRUCTURE 解析を行い、栽培品種の遺伝的要素を推定した。その結果、多くの栽培品種について、その成立過程に複数の野生種が関与してきたことを確認できた。また、推定された遺伝的要素は、各栽培品種の外部形態の特徴をおおよそ反映するものであった。今後、用いる DNA マーカーを増やすなど、推定精度を高めることで、栽培品種の成立過程を更に詳細に解明することが可能になると考えられる。