

# 森林遺伝育種学会 第 14 回大会講演要旨集

令和 7 年（2025 年）11 月 7 日（金）  
東京大学農学部キャンパス 弥生講堂 一条ホール

## 森林遺伝育種学会第 14 回大会プログラム

- 開催日 2025 年 11 月 7 日 (金)
- 開催場所 東京大学農学部キャンパス 弥生講堂 一条ホール

- 大会スケジュール

13:00～	受付
13:00～13:20	ポスター掲示
13:20～13:30	開会 会長挨拶
13:30～14:30	学会賞、奨励賞表彰及び受賞講演
14:30～14:45	第 1 グループ (ポスター番号：奇数)
	発表内容の紹介 (各人 45 秒)
14:45～15:30	第 1 グループコアタイム
15:30～15:45	第 2 グループ (ポスター番号：偶数)
	発表内容の紹介 (各人 45 秒)
15:45～16:30	第 2 グループコアタイム
16:30～17:20	フリーディスカッション
17:20～17:30	学生発表賞の発表・賞状授与
17:30	閉会

## 第 13 回森林遺伝育種学会賞

内山 憲太郎 （森林研究・整備機構 森林総合研究所）

ゲノム情報に基づくスギ遺伝資源の評価とその利用に関する研究

三樹 陽一郎 （宮崎県林業技術センター）

M スターコンテナによる優良種苗普及技術の開発研究

## 第 13 回森林遺伝育種学会奨励賞

高橋 優介 （森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター）

ヒノキの諸形質の遺伝的改良と気候変動に適応した林木育種の推進

江島 淳 （佐賀県林業試験場）

スギ交雑育種における育種成果の普及とゲノミック予測の導入に関する研究

## 受賞講演要旨

### ゲノム情報に基づくスギ遺伝資源の評価とその利用に関する研究

内山憲太郎（森林研究・整備機構 森林総合研究所）

青森県の鱒ヶ沢から鹿児島県の屋久島までの広い環境幅に生育するスギ（*Cryptomeria japonica* D. Don）には、多様な遺伝資源が含まれていると考えられる。これらを有効に活用することは、スギの管理と利用を進める上で極めて重要である。2000年代に登場した次世代シーケンサーにより、ゲノム解析コストは飛躍的に低下し、ヒト以外の生物におけるゲノミクス研究が急速に進展した。スギにおいても、ゲノムワイドマーカーを用いた天然林および精英樹の解析が進められ、詳細な遺伝構造や遺伝的多様性の分布、人為的な種苗移動の影響などが明らかにされた。また、材質や雄花着花量を対象としたゲノムワイド関連解析が先駆的に実施され、形質に関与する複数の候補遺伝子が同定された。さらに、全国の天然林集団を用いて環境適応候補遺伝子を探索し、冬季気温や積雪などの気候勾配に応答する遺伝変異の地理的分布が明らかとなった。本発表では、スギのゲノミクスの黎明期から現在までに筆者が関わってきた研究を概観し、ゲノム情報を基盤とした遺伝資源の持続的利用と気候変動への適応的森林管理の可能性を展望する。

## 受賞講演要旨

### Mスターコンテナによる優良種苗普及技術の開発研究

三樹陽一郎（宮崎県林業技術センター）

森林資源の循環利用に向けた再造林を推進するには、初期成長に優れた品種や花粉症対策品種などの優良種苗を効率的に造林地へ導入することが重要である。同時に、限られた労働力で広範囲の造林面積を確保するためには、コンテナ苗の活用が不可欠となっている。このような背景から、高い応用性を持つシート型のMスターコンテナを開発し、これを用いた優良種苗の生産と普及に関する研究を進めてきた。増殖技術では、スギコンテナ苗の主軸から萌芽枝を発生させ、マイクロカッティングによる効率的な増殖法について検討した。育苗技術では、スギコンテナ苗育成中の傾斜処理による徒長抑制効果の検証や、空中さし木法とコンテナへの効率的移植法を連携させた育苗プロセスの最適化を図った。また、マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツの第二世代さし木苗について、実用的な生産技術の確立に取り組んだ。さらに、普及面では、種苗生産現場への技術移転を進めたほか、森林・林業イベントでのMスターコンテナ苗の展示を通じて優良種苗のPRを行うなど、積極的に情報発信を行った。これらの研究成果は、優良種苗の開発や普及促進に貢献できると考えている。

## 受賞講演要旨

### ヒノキの諸形質の遺伝的改良と気候変動に適応した林木育種の推進

高橋優介（森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター）

林木育種は、材積成長や材質特性をはじめとする諸形質の改良を目的として進められてきた。近年では、気候変動の影響を考慮した育種の推進が求められている。本研究では、我が国の主要造林樹種ヒノキを対象に、成長形質と材質特性の遺伝性を調査し、育種的改良の可能性を評価した。また、気候変動に適応した育種推進の基礎的情報を得るため、遺伝と環境の交互作用の影響を試算し、関与する気候因子を探索した。関東育種基本区の複数検定林において、成長形質の遺伝率や選抜効率の年次変動を解析した結果、目標樹齢 30 年に対し、3 分の 1 時点で早期選抜が可能であることが示された。また、開放受粉家系 6 家系の未成熟材と成熟材における木材性質および機械的特性を評価し、成熟材ではミクロフィブリル傾角および気乾密度が機械的特性に影響を及ぼしていることから、それらを用いた材質形質の簡易選抜が可能であることが示唆された。遺伝と環境の交互作用を調査した結果、成長についてホームサイトアドバンテージの存在が見出され、選抜地と植栽地の気温差が成長に影響を与え、特に植栽地の気温が選抜地の気温よりも 2℃高くなると顕著に成長が抑制されることが明らかとなり、将来の気候変動による適応的な種苗選定の重要性が示唆された。本研究により、ヒノキ育種に関する基礎的知見が拡充され、気候変動に対応した次世代育種への展開が期待される。

## 受賞講演要旨

### スギ交雑育種における育種成果の普及とゲノミック予測の導入に関する研究

江島 淳（佐賀県林業試験場）

佐賀県では、1965 年にスギの第 1 世代精英樹を材料に人工交配を開始し、実生試験林からの優良個体の早期選抜、その後のクローン検定を経て、第 2 世代精英樹の中から 4 クローンを普及品種として選抜し、2022 年に種苗法による品種登録、2024 年に特定母樹として認定された。これらのクローンは、2022 年よりサガンスギとして普及が進められており、現在（2025 年度）、県内のスギ苗木流通量の約半数を占めるようになってきた。挿し木林業地域の九州で、生産実績の乏しい第 2 世代精英樹を普及する際に、クローン検定林の材料を用いた材質の詳細評価、採穂台木の樹形誘導技術の開発、挿し木育苗技術の開発、造林試験地での初期成長評価に取り組む必要があった。これらの研究を通して、これまでの普及品種に対して、サガンスギの林業用品種としての優位性を明確にすることで、交雑育種による次世代化の重要性を示した。また、今後の育種を見据え、長年の取り組みにより得られたクローン検定林での形質情報と、近年急速に発達するゲノム解析技術で取得した大規模な DNA 情報を利用し、選抜された 2 世代の集団を対象に、ゲノミック予測の有用性について検証した。検証結果から、精度の高い形質評価値と集団の血縁関係が、予測精度を高めることを明らかにした。これらの研究成果を元に、ゲノミック選抜の社会実装に取り組んでいる近況を報告する。

ポスター発表タイトル・筆頭著者一覧（\*：学生発表賞審査対象の発表）

No	講演タイトル	筆頭著者
P01	二倍体ダケカンバの系統的位置付けとダケカンバの南方由来の可能性	相原隆貴
P02	高次倍数体ヤエガワカンバの遺伝型・表現型変異における日本列島の隔離分布集団と北東アジアの大陸集団の比較	永光輝義
P03*	ヒノキ属における適応的遺伝子浸透の可能性を探る	堀部真生
P04*	ブナにおける適応遺伝変異の検出	頼 承筠
P05	モバイル LiDAR を用いたブナ精英樹の三次元的形態調査の開発－1985 年植栽のブナ接木クローン为例にして－	山田誠太郎
P06*	ケヤキの年輪幅に及ぼす遺伝と植栽密度の影響	田中 耀
P07	ケヤキ遺伝－密度管理試験地における生存率の変化	田邊 純
P08*	日本と台湾に遺存的に分布する第三紀要素樹種ヤマグルマの遺伝的地域性と集団動態	向井智朗
P09	小笠原諸島における絶滅危惧種ウラジロコムラサキの保全に向けた人工交配の可能性	鈴木節子
P10*	只見町指定天然記念物アカミノアブラチャンの果実色と血縁関係	数間るび
P11	Population genetic analysis of the endangered Amazonian tree species <i>Swietenia macrophylla</i> and <i>Cedrela odorata</i> : toward the use of urban forests as <i>ex situ</i> genetic resources	鶴田燃海
P12	コウヨウザンにおける有用遺伝子の探索に向けた遺伝解析 2	平尾知士
P13*	スギ雄性不稔遺伝子座 <i>MSI</i> における新たな雄性不稔対立遺伝子 <i>msI-3</i> の発見	渡部 大寛
P14	簡易抽出 DNA を用いたスギの雄性不稔判別および SSR 解析	寺戸このみ
P15*	佐渡島で発見された無花粉スギ育種素材の花粉崩壊過程の顕微鏡観察	松村奈々
P16	少花粉スギミニチュア採種園の採種実績と改良について	赤井広野
P17	施設型採種園における外部花粉の影響および交配実態調査	坪村美代子
P18	スギミニチュア採種園におけるケブカカスミカメによるスギ雄花枯死発生頻度のスギクローン間差	室 紀行
P19	袋掛けによるスギ雄花枯れの抑制 －高知県と熊本県における事例－	松永孝治
P20	元肥を混入した培地を用いたスギさし木試験	井城泰一



P21	屋外 CO <sub>2</sub> 施肥がスギコンテナ苗の成長に及ぼす影響 – コンテナ密度と品種による応答の違い –	林田尚幸
P22	通年出荷を可能とするスギ小型プラグ苗の育苗方法の検討	柴田晴矢
P23	早生広葉樹チャンチンの苗木生産に向けた増殖試験の取り組み	倉本哲嗣
P24	インドネシアにおけるアカシアマンギウムの材質育種の可能性	Masendra
P25	推奨品種「富士 1 号」実生後代系統の材質特性	袴田哲司
P26	スギ人工林低密度植栽試験地における 11 年次の応力波伝播速度	田口裕人
P27	関東育種基本区で選抜されたヒノキ第一世代精英樹における胸高直径、ピロディン貫入量および応力波伝播速度の評価	高橋優介
P28*	日本に現存するテーダマツとスラッシュマツの材質と肥大成長	笹田勇麻
P29*	アカエゾマツ精英樹の木材性質におけるクローン値と産地の気象要因との関係	加治屋杏奈
P30	全国のクロマツ抵抗性・精英樹集団における球果形質の変異	岩泉正和
P31	アクションカメラを用いたクロマツ個体内全雌花調査によるクローンの開花フェノロジー評価	宮本尚子
P32	分光反射スペクトルを用いたマツノザイセンチュウ接種苗の生存/枯損の早期判別	高島有哉
P33	岩手県のカラマツ採種園における採取時期別の球果の裂開状況および種子の成熟度	丹羽花恵
P34	東北育種基本区におけるカラマツ次代検定林の成長曲線パラメータの年次別遺伝相関解析	那須仁弥
P35	ヒノキ・カラマツ等における採取時期による種子の発芽率の変化	高橋 誠
P36	瀬戸内海育種区に設定した 2 検定林におけるヒノキ第二世代精英樹候補木後代の樹高初期成長	山野邊太郎
P37	九州育種基本区の第二世代クローン検定林におけるスギ成長形質および材質形質の試験地間相関	倉原雄二
P38	UAV-LiDAR 点群から取得した DCHM と検定林植栽配置の自動位置合わせ手法の検討	平岡裕一郎
P39	九州育種基本区における UAV-LiDAR による高齢級までの樹高遺伝的改良効果の推定	武津英太郎

## P01

### 二倍体ダケカンバの系統的位置付けとダケカンバの南方由来の可能性

相原隆貴（筑波大生命環境）、内山憲太郎（森林総研）、James R.P. Worth（森林総研）、Nian Wang（SDAU, China）、津村義彦（筑波大生命環境）

ダケカンバ *Betula ermanii*（カバノキ科カバノキ属）は、カムチャッカ半島・極東ロシア・中国北部・朝鮮半島・日本列島の、主に低温・多雪地域に分布する落葉高木であり、四倍体であることが知られる。その南限地は四国・紀伊半島の 1500m 以上の山地であるが、発表者は本地域には二倍体の個体が分布することを報告した（Aihara et al. 2024）。一方でカバノキ属は、自生環境下でも種間交雑が頻繁に生じており、隠蔽種や隠れた分布地の報告が相次ぐ。ダケカンバの近縁の *Costatae* 節でも中国において近年新種が複数報告されており、二倍体ダケカンバとこれらとの系統関係の検証が待たれる。本報告では、RAD-seq を用いて二倍体ダケカンバの系統的位置付けを推定し、種分布モデルを用いた分布変遷の復元を行った。推定した系統樹によると、二倍体ダケカンバはチョウセンミネバリ *B. costata* の側系統となり、四国・紀伊半島にのみ分布する独立種であることが支持された。また、二倍体ダケカンバは最終氷期最盛期以降、ほとんど分布を変えずに四国・紀伊半島に遺存していることが示唆された。さらに発表時には、二倍体ダケカンバと四国・本州・北海道・大陸のダケカンバの遺伝的な関係性から、ダケカンバの倍数化が日本列島で生じ、その後大陸へ分布を広げた可能性を議論したい。

## P02

### 高次倍数体ヤエガワカンバの遺伝型・表現型変異における 日本列島の隔離分布集団と北東アジアの大陸集団の比較

永光輝義（森林総研）

ヤエガワカンバ *Betula davurica* Pallas は北東アジアに広く分布するが、日本列島では北海道東部と本州中部に隔離分布する。隔離集団は、遺伝的多様性が低下し、遺伝的に分化すると予想される。そこで、核 SNP 遺伝型、葉緑体 DNA 配列、葉形態表現型を北海道 3 集団、本州 4 集団、沿海州 3 集団の間で比較した。核 SNP 4 万座位の八倍体 140 個体の遺伝型を推定したところ、遺伝的多様性は本州 ( $0.158 \leq HE \leq 0.176$ ) が北海道と沿海州 ( $0.145 \leq HE \leq 0.149$ ) より高く、遺伝的分化度は本州と他の地域の間 ( $0.011 \leq FST \leq 0.035$ ) が北海道と沿海州の間 ( $0.002 \leq FST \leq 0.009$ ) より高かった。葉緑体 DNA (tmL–tmF) 配列は、本州が北海道と沿海州と異なっていた。ただし、葉の形と面積の変異はこれらの地域の間で重複していた。これらの結果は、日本列島に隔離分布する集団は、遺伝的多様性が低下しておらず、本州のみで遺伝的に分化していることを示している。

## P03\*

### ヒノキ属における適応的遺伝子浸透の可能性を探る

堀部真生（岐大応生）、片畑伸一郎（岐大応生）、中森さつき（岐阜県森文ア）、永野 惇（名大生物機能セ、慶大先端生命）、青木将也（岐大全学技術セ）、都竹彰則（岐大全学技術セ）、玉木一郎（岐大応生）

サワラおよびヒノキは、いずれもヒノキ科ヒノキ属の常緑針葉樹である。サワラは主に沢沿いに生育する一方、ヒノキは主に斜面上部や尾根部に生育する。岐阜大学位山演習林（岐阜県下呂市）では、両種が側所的に生育しており、沢沿いの湿潤な場所にはサワラが、乾燥傾向の強い尾根部にはヒノキが主に生育している。しかし、まれに尾根部に出現するサワラ（尾根サワラ）や、沢沿いに出現するヒノキ（沢ヒノキ）といった、本来の生育環境とは異なる場所に生育している個体が確認されている。本研究では、このような本来の生育地から逸脱した分布を示す個体において、遺伝子浸透が生じているかを RAD-seq を用いて検証した。全 SNP を用いた通常の構造解析の結果、両種間で明確な混合は認められなかった。一方で、局所祖先推定の結果、通常の生育地に分布する個体では遺伝子浸透は認められなかったが、尾根サワラと沢ヒノキではそれぞれヒノキ由来とサワラ由来のゲノム断片の浸透が認められた。さらに、浸透領域に含まれていた遺伝子は、活性酸素応答に関するタンパク質をコードしており、様々なストレス条件下での耐性獲得に寄与している可能性が示唆された。

## P04\*

### ブナにおける適応遺伝変異の検出

頼 承筠（名大院生命農）、内山憲太郎（森林総研）、鳥丸 猛（三重大院生資）、高橋 誠（森林総研林育セ東北）、小山泰弘（長野林セ）、北村系子（森林総研北海道）、James RP Worth（森林総研）、戸丸信弘（名大院生命農）

ブナにおいては、葉面積や開芽期などの形質において明瞭な地理的変異が見られ、環境勾配に関連した自然選択によって適応遺伝変異が生じている可能性がある。ブナ林は急激な気候変動に伴い大幅に減少することが予測されており、将来のブナ林の保全を進めていくためには、ブナ林の優占種であるブナの適応遺伝変異を解明する必要がある。本研究では、ブナにおける適応遺伝変異を明らかにするため、69 集団合計 541 個体の RAD-seq によって検出された SNP データを用いて解析を行った。まず遺伝的多様性と集団遺伝構造を評価した。先行研究と同様に、日本海側、太平洋側の北東側と南西側の 3 系統が検出され、さらに日本海側の系統も北東側と南西側に分かれ、日本海側の系統内でも遺伝的分化が起こっていることが示唆された。次に、pcadapt と BayeScan を用いて 210 と 1219 のアウトライヤー SNP が検出され、LFMM を用いて 5 つの生物気候変数と強く関連する 1688 の SNP が検出された。ブナの気候変動に対する応答を理解するために、検出された適応遺伝変異に関連する遺伝子の機能と関与している生物学的プロセスを調べる必要がある。

## P05

### モバイル LiDAR を用いたブナ精英樹の三次元的形態調査の開発 －1985 年植栽のブナ接木クローンを例にして－

山田誠太郎（千葉大院園芸）、田邊 純（千葉大教育）、井城泰一（森林総研林育セ東北）、武津英太郎（森林総研林育セ）、加藤 顕（千葉大院園芸）

有用広葉樹は、経済的機能と公益的機能に優れており、近年造林の期待が高まっている。しかしながら、育種をすすめるうえでの研究が針葉樹と比較して少ない。モバイル LiDAR は樹高や胸高直径の計測を簡易に行えるだけでなく、人力の計測に比べてより多くの樹木の空間情報を取得できる。本研究では、1980 年代に設定されたブナ精英樹接木クローン 257 個体にモバイル LiDAR 計測を行い、単木単位で解析を行った。三次元解析では、樹高階ごとの樹冠面積、樹冠面積の高さ方向における拡大の傾向を分析した。また、樹冠中心と胸高直径の中心との差分（樹冠ベクトル）や樹冠の真円度を計測し、樹冠の可塑性を評価した。樹高と樹冠面積について精度検証を行ったところ決定係数がそれぞれ 0.88、0.76 であることが確認できた。樹冠形状について、品種レベルで比較したところ樹冠面積の拡大位置に違いがあることが示された。以上より、三次元解析はブナ育種素材の新たな形質評価法として有用であることが明らかとなった。

## P06\*

### ケヤキの年輪幅に及ぼす遺伝と植栽密度の影響

田中 耀（千葉大教育）、田邊 純（千葉大教育）、遠藤良太（房総ヒメコ研）

広葉樹林は森林の公益的機能の発揮や森林資源の供給において重要な役割を担っている。中でもケヤキは用材としての需要と価値が高いが、収穫までに時間を要することが課題である。ケヤキの生産性の向上および人為的な成育管理の可能性を検討する上で、ケヤキの成長に及ぼす遺伝的要因と植栽密度の影響を明らかにすることが重要である。そこで本研究では、ケヤキの成長に対する植栽密度と遺伝の効果を評価するため、樹幹解析を行った。供試材料として、千葉県木更津市に設定されたケヤキ密度管理試験林から、2019 年に伐採された 9 家系 104 個体を用いた。なお、この試験林は、13 系統のケヤキが 3 つの植栽密度区分で植栽されている。それぞれの個体より、地上高 0.5m、1.2m、3m、5m の位置から円盤を採取し、2 方向から 1 年輪ごとの年輪幅を測定した。得られたデータを線形混合モデルを用いて解析し、遺伝的要因と植栽密度の影響を評価した。その結果、年輪幅について各要因の分散成分は、多くの年次で家系と植栽密度の交互作用で大きく、家系および植栽密度で小さい傾向を示した。以上より、ケヤキの成長は単一の要因よりも、遺伝的特性と植栽条件の組み合わせによって左右される可能性が高いと考えられる。

### ケヤキ遺伝－密度管理試験地における生存率の変化

田邊 純（千葉大教育）、遠藤良太（房総ヒメコ研）

本研究では、ケヤキの生残における遺伝型と植栽密度の影響を解明するために、千葉県木更津市に設定された遺伝－密度管理試験地において、15～31 年次の生存率の変化を解析した。この試験地は、近隣のケヤキ二次林にて選抜した 9 母樹の次代等が異なる植栽間隔（8250, 5500 および 2750 本/ha）で設定されたものである。林齢 15 年次、20 年次、25 年次および 31 年次における成長調査において判定した枯死状況を解析に用いた。林齢 15 年次における生存率は 90%を超えており、植栽密度間で大きな違いは認められなかった。林齢の経過につれて植栽密度ごとの生存率の差は大きくなり、林齢 31 年次の生存率は密植区で 48～55%、疎植区で 63～77%となった。カプラン・マイヤー曲線について、植栽密度を要因として log-rank 検定したところ、有意差が認められた。また、密度区ごとに家系を要因とした分析では、密区と疎区において家系間に有意差が認められた。以上より、ケヤキの生存率における遺伝と植栽密度の影響がみられた。

### 日本と台湾に遺存的に分布する第三紀要素樹種ヤマグルマの遺伝的地域性と集団動態

向井智朗（筑波大院生命地球）、相原隆貴（筑波大生命環境）、上條隆志（筑波大生命環境）、Chieh-Ting Wang（NTU, Taiwan）、Chou-Pin Chen（NTU, Taiwan）、Chin-Hsin Cheng（NTU, Taiwan）、陶山佳久（東北大農）、津村義彦（筑波大）

ヤマグルマは日本、琉球列島、台湾に分布する常緑広葉樹である。本種は道管を持たないなど原始的な形態をとどめ、岩角地等の特殊環境を主たる分布域とする。また、第三紀には北半球の広範囲にわたって分布した典型的な第三紀遺存植物である。このような背景から、第三紀以降、日本から台湾にかけての地域で各集団が孤立的に遺存し、現在の分布を形成してきたと考えられる。本研究ではヤマグルマの分布域全体をカバーする日本および台湾の 35 集団からサンプルを収集し、遺伝的地域性と集団動態の解析を行った。また、現在の分布が形成された要因を検証するため、現在と氷期の環境条件下における種分布モデリングを行った。遺伝的地域性の解析から、ヤマグルマの遺伝構造は明瞭で、台湾集団と日本集団は明確に区別され、琉球列島は両集団の中間的な構造を示した。また遺伝的多様性は日本集団で有意に高かった。これらの結果から、本種の祖先集団は日本列島に存在したと考えられ、琉球列島を経由して台湾に分布を拡大したことが示唆された。集団動態の解析からは、台湾で近年集団サイズの拡大していることや、日本・台湾集団の分化のタイミングが琉球列島の沈降に伴い陸橋が消滅した時期と重なることが示唆された。

## P09

### 小笠原諸島における絶滅危惧種ウラジロコムラサキの保全に向けた人工交配の可能性

鈴木節子（森林総研）、増田和俊（東大院理学）

ウラジロコムラサキは小笠原諸島の父島および兄島に自生する雌雄異株性の常緑低木で、国内希少野生動植物種に指定されている。過去にはノヤギによる食害により個体数が激減したが、兄島ではノヤギ駆除後に 100 株以上に回復し、父島では自生地と植栽地を合わせて 34 株が確認されている。本研究ではマイクロサテライトおよび性判別マーカーを用いて、両島の現存集団の遺伝的多様性・構造・性比・交配パターンを解析した。父島では性比の著しい偏りと花粉親の偏在、さらに近縁種との交雑が確認され、自然繁殖による集団維持の困難さが示唆された。人工交配シミュレーションの結果、雌雄個体数の増加および兄島個体の導入が次世代の遺伝的多様性向上に有効であることが示された。一方、兄島集団も遺伝的多様性が低く、近親交配の兆候が見られた。外来種グリーンアノールの侵入による花粉媒介者の減少も懸念され、将来的には兄島に対しても遺伝的救済が必要となる可能性がある。本研究は、遺伝的情報に基づく保全戦略の構築に資する基盤的知見を提供するものであり、種の長期的存続に向けた取り組みに貢献する。

## P10\*

### 只見町指定天然記念物アカミノアブラチャンの果実色と血縁関係

数間るび（新大院自然）、長谷川陽一（森林総研）、小畑 悠（新大院自然）、斎藤嘉人（新大農）、森口善成（新大農）

福島県南会津郡只見町では、暗赤色の果実をつけるアカミノアブラチャンが町の天然記念物に指定されており、現在、発見された生育地の唱平公園に 4 株、移植された只見駅前に 5 株の計 9 株が保全されている。アカミノアブラチャンはアブラチャンの品種として分類されるが、果実色以外に明確な形質の違いは認められてない（小林 1996）。これまでの研究の結果、保存されている 9 株に雄株と雌株が存在すること、果実色に緑色から暗赤色まで幅広い株間変異があることが明らかになっている。また、一つの株内に遺伝子型の異なる緑色の果実をつける幹が混在している株があることも判明した。そこで、本研究では、まず、株立ちしている幹全ての遺伝子型を決定し、各株を構成するクローンの整理と、それらの血縁度の推定を行った。次に、クローンごとに果実色を評価し、果実色と血縁度との関係を明らかにすることを目的とした。本研究の結果、ほとんどの株が同じ遺伝子型の幹で構成されていたが、唱平公園の 2 株は遺伝子型の異なる複数の幹が混在していることが明らかになった。また、赤色の果実をつける親クローンから緑色の果実をつける子クローンが誕生していることが示唆された。

## P11

### Population genetic analysis of the endangered Amazonian tree species *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata*: toward the use of urban forests as *ex situ* genetic resources

Momi Tsuruta (FFPRI, Japan)、Kentaro Uchiyama (FFPRI, Japan)、Tsuyoshi E. Maruyama (FFPRI, Japan)、Yinghong He (Tohoku Univ.)、Yoshihisa Suyama (Tohoku Univ.)、Telésforo Vásquez Zavaleta (UNAMAD, Peru)

In the Amazon rainforest, *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata*, both highly valuable timber species of the Meliaceae, are threatened with extinction due to deforestation and unsustainable logging. Effective conservation of these species requires not only the protection of their natural habitats but also the large-scale propagation of seedlings for reforestation. However, in heavily deforested regions, even the source trees that provide seeds or cuttings for seedling production are disappearing. To address this issue, we explored the potential use of urban street and park trees as alternative sources of seedlings. We collected samples of *S. macrophylla* and *C. odorata* from both natural and urban forests in Peru and determined their genotypes using MIG-seq. We then assessed the genetic diversity of urban populations and analyzed the genetic structure of natural forests to infer the possible geographic origins of seedlings propagated from these urban trees.

## P12

### コウヨウザンにおける有用遺伝子の探索に向けた遺伝解析2

平尾知士 (森林総研林育セ)、藤澤義武 (森林総研林育セ)、白澤健太 (かずさ DNA 研究所)、平川英樹 (九大院農)、三嶋賢太郎 (森林総研林育セ九州)、磯田圭哉 (森林総研林育セ)、山田浩雄 (森林総研林育セ関西)

コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) は、中国・台湾原産のヒノキ科コウヨウザン属の常緑針葉樹で、中国では重要造林樹種として利用されている。本種は、幹が通直で成長が早く、さし木による増殖が可能であることから、西南日本における新たな造林樹種の一つとして期待されている。現在、日本国内における植栽適地や成長量、製材品の材質についての調査が進められており、造林用種苗を生産するための優良系統の選抜も進んでいる。並行して、日本国内に存在するコウヨウザンの遺伝資源において有用系統の選抜及び有用遺伝子の探索を目的として、国内の代表的な林分を対象として遺伝解析を進めている。本発表では茨城県日立市に植栽されているコウヨウザン林分の結果について報告する。なお本研究は、農林水産省委託研究プロジェクト研究「炭素貯留能力に優れた造林樹種の効率的育種プロジェクト」(JPJ009841) により実施した。

## P13\*

### スギ雄性不稔遺伝子座 *MSI* における新たな雄性不稔対立遺伝子 *msl-3* の発見

渡部大寛（東大院農学生命、元新大院自然）、竹石雄高（新潟森林研、元新大農）、上野真義（森林総研）、長谷川陽一（森林総研）、森口喜成（新大農）

近年、スギ雄性不稔遺伝子 *MSI* の候補遺伝子として CJt020762 が同定された。この遺伝子は3つのコード配列（CDS1～CDS3）を有しており、これまでに CDS1 内の4塩基欠失変異と CDS3 内の30塩基欠失変異が報告されている（それぞれの対立遺伝子は *msl-1*、*msl-2*）。本研究では、CJt020762 の全コード配列を増幅するように設計したプライマーを用い、日本各地の育種素材 1,500 個体を対象に DNA 断片長を調べるマーカー選抜を行い、新たな挿入・欠失変異を持つ個体の探索を行った。その結果、CDS3 内にこれまでに報告のない4塩基欠失変異（*msl-3*）をヘテロ接合型で持つスギ（2個体）を岩手県で発見した。*msl-3* の変異サイト付近のアミノ酸配列を推定した結果、新たな4塩基の欠失に起因するフレームシフトによって、*msl-2* と同様に酵素が機能するために重要である膜貫通ドメインの機能が失われることが示唆された。さらに、これら2個体が確かに *msl* 雄性不稔対立遺伝子をヘテロ接合型で持つことは、新大3号（*msl-1/msl-1*）を用いた後代検定によって確認された。

## P14

### 簡易抽出 DNA を用いたスギの雄性不稔判別および SSR 解析

寺戸このみ（佐賀林試）、中島美咲（佐賀林試）、江島 淳（佐賀林試）、上野真義（森林総研）

本研究では、簡易抽出法（Ueno et al.2024）を参考に精製した DNA を用いて、スギの雄性不稔判別および SSR マーカーにより個体識別して、簡易抽出法の育種現場での実用性について検証した。市販の DNA 抽出法は高純度な DNA を得られる一方で、試薬コストや操作時間の負担が大きい。そこで、台所用洗剤を用いた簡易抽出法により得られる DNA と市販のキットで抽出した DNA を用いて、雄性不稔判別と SSR 解析を実施した。得られた DNA を用いて PCR を実施した結果、雄性不稔遺伝子および SSR マーカーのいずれにおいても明瞭な増幅バンドが確認され、簡易抽出 DNA でも雄性不稔判別および系統管理の解析に十分利用可能であった。また、簡易抽出法による1サンプルあたりの抽出コストは45円であり、キットに比べ約90%のコスト削減となった。さらに、抽出に要する時間は48サンプルあたり市販のキット抽出法で約4時間20分、簡易抽出法で約2時間50分であり、約35%の短縮が可能となった。以上の結果から、簡易抽出法はスギの育種現場において実用性の高い手法であることが確認された。



## P15\*

### 佐渡島で発見された無花粉スギ育種素材の花粉崩壊過程の顕微鏡観察

松村奈々（新大院自然科学）、行田正晃（新大院医歯学総合）、芝田晋介（新大院医歯学総合）、大谷真広（新大農）、伊藤由紀子（新潟森林研）、上野真義（森林総研）、長谷川陽一（森林総研）、森口喜成（新大農）

佐渡天然 102 号、佐渡天然 119 号は、新潟県佐渡島で見つかった無花粉スギの育種素材である。これらは可稔個体であるが、MS3 支配の無花粉スギである新大 5 号 (cc) との交配で無花粉個体が出現することから、MS3 座において雄性不稔遺伝子をヘテロ接合型で持つ個体 (Cc) であると推定されている（平山ら 2021）。しかし、この研究で行った後代検定では、新大 5 号×佐渡天然 102 号の F<sub>1</sub>では可稔：不稔=47:48 と期待分離比に適合したのに対し、新大 5 号×佐渡天然 119 号の F<sub>1</sub>では可稔：不稔=80:49 となり、期待分離比から大きく逸脱した。この原因として、（１）雄性不稔遺伝子と致死遺伝子の連鎖による不稔個体の枯死、（２）新大 5 号と佐渡天然 119 号が MS3 以外の雄性不稔遺伝子座において変異型対立遺伝子とともにヘテロ接合型で持つ可能性、が考えられる。そこで本研究では、新大 5 号×佐渡天然 119 号の F<sub>1</sub>に出現する無花粉スギの花粉崩壊過程を、新大 5 号(cc) および新大 5 号×佐渡天然 102 号の F<sub>1</sub>と顕微鏡観察により違いを検証した。発表では、得られた画像で違いを示し、原因となる雄性不稔遺伝子について考察する。

## P16

### 少花粉スギミニチュア採種園の採種実績と改良について

赤井広野（鳥取林試）

鳥取県内の人工林が本格的な利用期を迎えている中、皆伐再造林の面積が増加傾向にあり、優良な苗木の需要が増加している。また、国民の約 4 割が花粉症に罹患しており、花粉が少ないスギ苗木の植栽により対策していくことが重要で、当該苗木の安定的な生産のための優良な種子をより大量に採取することが必要となる。そこで、少花粉品種 18 クローンで構成されている鳥取県営少花粉スギミニチュア採種園における種子採取実績等を調査し、結果に基づいて採種園改良の方向性を検討したので報告する。令和 3 年から令和 7 年にかけて、毎年 7 月にジベレリンによる雌雄着花促進処理を行った後、翌年 2 月から 3 月に雄花着花性に関する特性調査を行い、10 月に個体毎に種子採取を行って種子の重量を測定し、クローン毎に発芽率を調査した。その結果、種子採取重量は真庭 36 号、苫田 9 号が多く、雄花着花量は八頭 11 号が多く、発芽率は、八頭 8 号が低い傾向にあった。これらのことから、種子採取量を増加させるためには真庭 36 号等を活用することや、受粉環境の改善のためには八頭 11 号を活用すること等の採種園改良の方向性が示唆された。

P17

### 施設型採種園における外部花粉の影響および交配実態調査

坪村美代子（森林総研林育セ）、狩場晴也（愛知森林セ）、星 涼太（愛知森林セ）、大平峰子（森林総研林育セ）

現在、苗木の品質向上のため、外部からの花粉の飛来を防ぐため、温室内に採種木を設置し、交配時期に換気窓等を閉鎖する施設型採種園の造成が進められている。施設型採種園は交配時期に閉鎖しているものの、苗木の管理等を行うために人の出入りが頻繁に行われるほか、温度・湿度の上昇を防ぐために一定の換気を行う場合もあるため、完全に外部環境と遮断されているわけではない。外部花粉の影響を明らかにすることは、採種園産の種苗の品質保証や今後の対策検討において重要であると考えられる。本研究では、外部花粉混入の有無を明らかにするために、SSR マーカーによる親子鑑定を実施した。調査は、愛知県森林・林業技術センター内に造成されたスギ特定母樹の施設型採種園において行った。2022 年および 2023 年秋に採取した種子から発芽した実生苗より DNA を抽出し、林木育種センターで使用されている SSR マーカーを用いて PCR 増幅を行い、その結果に基づいて親子鑑定を行った。その結果、外部花粉との交配が推定される個体は確認されなかった。今後さらに検証は必要であるものの、本研究で対象とした施設型採種園においては、外部花粉の遮断が効果的に行われていることが示唆された。

P18

### スギミニチュア採種園におけるケブカカスミカメによる スギ雄花枯死発生頻度のスギクローン間差

室 紀行（埼玉森林研）

近年、ケブカカスミカメ（カメムシ目：カスミカメムシ科）が晩秋にスギ採種木の未熟な雄花を吸汁加害し、高密度になると雄花を枯死させることが明らかになった。スギ採種園における効率的な種子生産のためには花粉量の確保が必要であり、そのためには本種の防除が必要となる可能性がある。本種によるスギ雄花枯死の被害様態はよく調べられておらず、効果的な防除のためにはこれを明らかにする必要がある。そこで本研究では埼玉県ミニチュア採種園スギ採種木において本種幼虫の密度と雄花枯死率との関係を調査するとともに、スギ2クローン間における幼虫密度と雄花枯死率の差異を評価した。その結果、幼虫密度と雄花枯死率の間には有意な正の相関が認められ、また調査したスギ2クローン間において幼虫密度および雄花枯死率の双方に有意な差が認められた。このことから、スギのクローン間で本種の選好性が異なり、雄花枯死の発生頻度がクローンによって異なる可能性があると考えられた。

## P19

### 袋掛けによるスギ雄花枯れの抑制 ―高知県と熊本県における事例―

松永孝治（森林総研林育セ九州）、河合慶恵（森林総研林育セ関西）、岩泉正和（森林総研林育セ関西）、山口秀太郎（森林総研林育セ関西）、平田慶至（森林総研林育セ北海道）、村田時生（森林総研林育セ）、岡村政則（森林総研林育セ関西）、久保田正裕（森林総研林育セ九州）、倉原雄二（森林総研林育セ九州）、三嶋賢太郎（森林総研林育セ九州）、千吉良治（森林総研林育セ九州）、市原 優（森林総研関西）

スギ雄花枯れは、秋から冬にかけて、スギの雄花が褐色に変色して集団的に枯損する現象である。熊本県にある林木育種センター九州育種場、高知県にある林木育種センター関西育種場四国増殖保存園では以前から雄花枯れが発生しており、計画通りに花粉を収集することができず、次世代集団育成のための人工交配作業等に支障をきたす場合がある。近年、適期に不織布製の袋でスギの雄花を覆うことで雄花枯れを抑制できることが報告された。今回、四国増殖保存園と九州育種場において、袋掛けによってスギ雄花枯れの被害を抑制した事例を報告する。

## P20

### 元肥を混入した培地を用いたスギさし木試験

井城泰一（森林総研林育セ東北）、笹島芳信（森林総研林育セ東北）、福田友之（森林総研林育セ東北）

スギでは、一般的にさし木増殖に用いる培土は無肥料である。北海道のグイマツ雑種F<sub>1</sub>では、元肥を混入させた培地にさし木を行うことで、さし付け当年の成長が促進されることが報告されており、スギにおいても元肥を混入させた培地を用いることでさし付け後の成長促進が期待できる。そこで本報告では、さし木に用いる培地に元肥を混入させ、さし木後の活着率や成長などを明らかにすることを目的として、2023 年と 2024 年にスギ第一世代精英樹および第二世代精英樹を材料として、マルチキャビティコンテナ（300cc、サイドスリット付き、AFP 製）でさし木試験を行ったので、その結果を発表する。

P21

### 屋外 CO<sub>2</sub> 施肥がスギコンテナ苗の成長に及ぼす影響 ー コンテナ密度と品種による応答の違いー

林田尚幸（林田樹苗農園）、勝濱直樹（東大院農学生命）、林田洋子（林田樹苗農園）、高橋大一郎（シーアイマテックス）、蔡 昕傑（東大院農学生命）、矢守 航（東大院農学生命）、後藤 晋（東大院農学生命）

当社は、屋外（ビニール温室）で育成しているスギコンテナ苗に CO<sub>2</sub> 施肥を行い、スギコンテナ苗の成長を促進させる実験を昨年度から行っている。昨年度では、10 月時点の樹高や直径に施肥効果がある品種とない品種が認められた。今年度は昨年と同じ条件で CO<sub>2</sub> 施肥を行い、品種による応答の違いの再現性を検証した。さらに、低密度にコンテナを配置した処理区を新たに設定し、密度がとくに直径に及ぼす影響についても検討した。また、7 月に光合成に関連するパラメータを取得し、CO<sub>2</sub> 施肥が各品種の成長とどのように関連するかについても考究した。

P22

### 通年出荷を可能とするスギ小型プラグ苗の育苗方法の検討

柴田晴矢（佐賀林試）、江島 淳（佐賀林試）

佐賀県で普及しているサガンスギ（特定母樹）は、令和 5 年度から苗木増産を目的に、20cm の小型穂と深型セルトレイを活用した試験を実施している。これまでの試験結果から、小型穂を深型セルトレイで 1 年以上育成した場合、90% 以上の高い発根率を得ること、育成培地に肥料分を含まないヤシ殻を使用するため、発根後も頂芽の伸長がなく挿し付け時の苗高のまま保存できること、床替え時の施肥方法を工夫することで苗木の成長を促進できることが明らかとなっている。佐賀県では、春植えのほかに、9 月の秋植えの苗木の需要が多いことが林業事業者などを対象とした時期別の需要量調査で明らかとなっている。そこで本研究では、深型セルトレイで 1 年以上育成した小型プラグ苗の床替え時期と施肥方法を工夫することで、苗木の出荷時期にあわせた育苗方法を開発するために試験を行った。発表では、床替え時期や施肥の方法別の苗木の成長について報告する。

## P23

### 早生広葉樹チャンチンの苗木生産に向けた増殖試験の取り組み

倉本哲嗣（森林総研林育セ）、弓野 奨（森林総研林育セ）、磯田圭哉（森林総研林育セ）

林木育種センターでは、新需要の創出を目的として早生樹等の選抜等を進めており、その対象樹種の一つであるチャンチン（*Toona sinensis*）は、中国原産のセンダン科落葉高木である。チャンチンは、単幹で直立した樹形で、かつその成長は速く、3年次で樹高4mを超す個体もみられることから、枝打ちや下刈りの省力化が期待できる。さらに、心材は鮮やかな赤褐色で耐久性があることから、家具等に用いられ、今後の国産広葉樹材としても期待できる。そこで今後の普及を見据え、チャンチンの苗木増殖について取り組んだ成果の一部を紹介する。

本報告は森林林業振興助成事業「国産早生広葉樹の優良個体選抜技術の開発事業」等の支援を受けて行った成果の一部である。

## P24

### インドネシアにおけるアカシアマンガウムの材質育種の可能性

Masendra（Vocational Coll., UGM, Indonesia）、横山ひかり（宇大農）、根津郁実（宇大農）、石栗 太（宇大農）、大島潤一（宇大農）、横田信三（宇大農）、Fanny Hidayati（UGM, Indonesia）、Arif Nirsatmanto（NRIA, Indonesia）、Sri Sunarti（NRIA, Indonesia）

アカシアマンガウムは、早生樹の一つであり、東南アジアの熱帯地域で広く産業植林に用いられている。得られる木材の多くは、主に紙パルプの原料として用いられているが、他の利用用途も期待されている。インドネシアにおいては、1990年代初頭から本種の育種が進められてきており、現在、第3世代にまで到達している。第3世代に至るまでの育種の目標は主に成長形質であった。我々は、インドネシアで作出された第3世代アカシアマンガウム20家系、100個体を対象として、木材の組織学的、物理的、機械的および化学的性質を幅広く調査し、育種価を推定し今後の材質育種の可能性を検討するとともに、成長形質も加えて統計的に各家系の特徴づけを試みた。その結果、20家系は3つのグループに分類できることが明らかとなった。本発表では、得られた結果に基づいて、インドネシアにおける製材および紙パルプ生産に適した成長および木材形質を有するアカシアマンガウム次世代作出のための戦略を提案する。

### 推奨品種「富士1号」実生後代系統の材質特性

袴田哲司（静岡森林研セ）、阪本森人（静岡森林研セ）、松下通也（森林総研林育セ）、高橋優介（森林総研林育セ）、武津英太郎（森林総研林育セ）、高島有哉（森林総研林育セ関西）、平岡裕一郎（静岡農環専大）、三浦真弘（森林総研林育セ）、田村 明（森林総研林育セ）

優れた系統どうして、交配、検定、選抜を行い、次世代化を進めることは、林木育種の基本である。その一環として、林木育種センターが開発したエリートツリー、静岡県第一世代精英樹、それらの  $F_1$  等を親としたスギ交配系統のコンテナ苗を、2015 年春に静岡県の浜松市天竜区および富士市に植栽し、10 成長期後の成長と材質を調査した。それぞれの林分で、樹高、胸高直径、材積に比べて、材質の指標となる応力波伝播速度の遺伝率が高かった。これらの林分には材質に優れる「推奨品種」となっている静岡県第一世代精英樹「富士1号」の実生後代系統が含まれており、データ解析を行ったところ、交配親としての富士1号、または祖父母に富士1号が含まれる交配親の育種価（BLUP）は、材積よりも応力波伝播速度で育種価のランキングが上位になる傾向あった。応力波伝播速度実測値の平均は、富士1号後代系統（母親、父親、祖母、祖父のいずれかが富士1号）は非富士1号後代系統よりも有意に大きく、第一世代精英樹自然交配系統と比較しても大きい値を示した。

### スギ人工林低密度植栽試験地における11年次の応力波伝播速度

田口裕人（愛媛県林業研）

愛媛県では、皆伐後の再生林に係る費用が高止まりであることから、主伐の足枷となっている。育林費用の約3～4割を占める下刈り削減の試みが多い中、苗木代など植栽経費の削減も着目されつつある。これまでの施業体系では、高品質材の生産を目指す高密度植・集約施業が主流であったが、目が込んだ材や無節材などの需要が減ってきているため、並材・B材目的ならば、疎植も一つの選択肢となり得る。ただし、低密度植栽では、幼齢期に主林木同士の競争が生じにくく、年輪幅が広がるなど材質が低下するという声を無視できない。そのため、2013年春に挿し木ポット大苗（苗高約100cm）と実生コンテナ苗を用いて低密度植栽試験地を造成し、これまでに幼齢期（11成長期まで）の成長や材質に関する調査を行ってきた。11成長期末時点での応力波伝播速度を測定したところ、応力波伝播速度と植栽密度、樹高、胸高直径の間に相関がみられる形となったが、系統間差によるものと考えられた。そこで、本研究では挿し木大苗区および実生コンテナ区全ての個体について、SSRマーカーを用いたジェノタイピングを行った。その結果を本ポスターにて報告する。

P27

### 関東育種基本区で選抜されたヒノキ第一世代精英樹における 胸高直径、ピロディン貫入量および応力波伝播速度の評価

高橋優介（森林総研林育セ）、松下通也（森林総研林育セ）、永野聡一郎（森林総研林育セ）、平尾知士（森林総研林育セ）、武津英太郎（森林総研林育セ）

本研究では我が国の主要造林樹種であるヒノキを対象に、関東育種基本区で選抜された第一世代精英樹、約 320 クローンについて、成長形質および材質特性の遺伝的変異を評価することを目的として、28 年次における胸高直径および材質特性に関連する選抜指標であるピロディン貫入量および応力波伝播速度を調査した。胸高直径、ピロディン貫入量および応力波伝播速度における変動係数はそれぞれ、22.3%、8.2%および 6.0%であった。線形混合効果モデルにより分散成分を推定した結果、クローンの反復率は 0.30 から 0.47 の範囲で推定され、いずれの形質も遺伝的改良が可能であることが示された。胸高直径とピロディン貫入量の間には正の相関、応力波伝播速度とは負の相関が認められたが、いずれの相関も弱かったことから、成長と材質特性の同時改良の可能性が示唆された。さらに、3 つの形質を変数としたクラスター分析の結果、全クローンは成長量と材質特性の組み合わせに基づき 4 群に分類され、一部のクローン群では高い成長性と高い材質特性を併せ持つことが明らかとなった。

P28\*

### 日本に現存するテーダマツとスラッシュマツの材質と肥大成長

笹田勇麻（東大院農学生命）、石塚 航（道総研）、大崎久司（道総研）、後藤 晋（東大院農学生命）

日本における外国産マツの導入は 1950 年代に盛んに行われた。初期成長の早いテーダマツとスラッシュマツは温暖地域に多く植えられたものの、実際に植えられたものについて、10 年生以上の成長や材質に関するデータは非常に少ない。現在、これらのマツは早生樹としての利用可能性が一部の地域で再検討されている。そこで本研究では、現存するテーダマツ林とスラッシュマツ林を対象に、成長錐を用いて年齢に伴う最近の肥大成長と材質を明らかにすることを目的とした。具体的には、宮崎県内の 2 地域の人工林を対象に、1 地点につきテーダマツとスラッシュマツをそれぞれ 7 個体、対照としてスギ 5 個体を選定した。各個体について地上高 80 cm 程度から成長錐を用いてコアサンプルを採取した。このサンプルに軟 X 線デンシトメトリを適用し、X 線投影像をソフトウェア WinDendro で取り込み、年輪幅、晩材幅率、晩材密度を個体ごとに測定した。樹種間で比較した結果、植栽後 10 年を超えると、テーダマツとスラッシュマツの晩材率はスギに比べて高い値で安定することが示唆された。発表では、肥大成長や他の材質関連形質についても樹種特性を示す。

## アカエゾマツ精英樹の木材性質におけるクローン値と産地の気象要因との関係

加治屋杏奈（千葉大教育）、田邊 純（千葉大教育）、花岡 創（静大農）、福田陽子（森林総研林育セ北海道）

アカエゾマツ [*Picea glehnii* (F.Schmidt) Mast.] は、成長および木材特性の改善を目的として育種を進められている。アカエゾマツの開葉および容積密度（BD）などの形質で産地間変異が報告されているが、トドマツのように産地間変異と産地の気象との関係は明らかになっていない。本研究は、産地が既知のアカエゾマツ精英樹 46 産地 62 クローンについて、産地の気象要因が、年輪幅、BD およびマイクロフィブリル傾角（MFA）の産地間変異に及ぼす影響を調査することを目的とした。各形質について、5 年輪ごとに気候区分とクローンによる分散成分を推定し、各形質におけるクローン値と産地の気象変数の関係を調査した。全ての形質において中程度の反復率が示されたが、形質ごとに半径方向変動パターンは異なっていた。年輪幅は、髄からの年輪数に関わらず育種できる可能性があった。BD と MFA はそれぞれ、成熟材時に育種可能性が高く、若齢時に育種可能性が高くなり、髄からの年輪数に応じて育種可能性の大小に変化が認められた。クローン値と気象変数との関係では、特に産地の降水量と年輪幅および MFA の間に、それぞれ負および正の相関関係が見られた。以上より、アカエゾマツの産地の気象条件が形質のクローン間差に影響を与えている可能性が示唆された。

## 全国のクロマツ抵抗性・精英樹集団における球果形質の変異

岩泉正和（森林総研林育セ関西）、高島有哉（森林総研林育セ関西）、松永孝治（森林総研林育セ九州）、倉原雄二（森林総研林育セ九州）、大平峰子（森林総研林育セ）、玉城 聡（森林総研林育セ）、平尾知士（森林総研林育セ）、井城泰一（森林総研林育セ東北）

マツ材線虫病への対策が最優先されることから、現在のクロマツの主な育種目標はマツノザイセンチュウ抵抗性であり、全国で 300 系統近くの抵抗性クロマツが開発されている。一方で、精英樹選抜育種事業に基づき、スギやヒノキ等と同様、クロマツについても成長形質等に優れた精英樹が約 500 系統選抜されている。更なる抵抗性育種の母材料と、将来的な成長形質等への育種ニーズへの母材料として、抵抗性・精英樹の両集団を地域性に配慮して活用・管理していくことが必須である。しかしこれまで、両集団の全国的な形態変異については知見が少ない。本研究では、全国の抵抗性・精英樹クロマツを対象に、繁殖特性として球果形質の変異を調査するとともに、過去同様に球果形質を評価した全国の野外集団（有名松原等）での地理的傾向等と比較した。その結果、全体的には抵抗性・精英樹集団の球果サイズ（長径、短径、球果重）は系統選抜地の緯度と有意な正の相関が見られ、北の系統ほど球果が大きい傾向が認められた。これは過去の野外集団での報告と同様の地理的傾向であり、現有の両集団は種内の形質変異をおおむね踏襲した系統群を保有している可能性が考えられた。



P31

### アクションカメラを用いたクロマツ個体内全雌花調査による クローンの開花フェノロジー評価

宮本尚子（森林総研林育セ東北）、那須仁弥（森林総研林育セ東北）

開花フェノロジーは植物が季節や環境の変化に合わせて花を成長させることを指す。開花フェノロジーの研究は植物の生態や気候変動を理解することにつながるため、農業や林業、生態学や環境科学に応用されている。一方で開花フェノロジー調査、特に樹木において高所に着生している花のフェノロジーに関する調査は労力がかかり、また目視で行うには限界がある。そこで今回、樹高測定用の測竿に取り付けた小型アクションカメラを用いてフェノロジー調査を試みた。クロマツ3クローン各3ラメートについて、雌花が出現して展開するまでの2週間に中5日あけて3回、全雌花の開花フェノロジーのステージ（4段階）を記録した。その結果、個体内で開花が上部から、もしくは下部から先に起こるといった傾向は見られず、個体内ではある程度同調して開花は進む傾向がみられた。また、系統間で開花フェノロジーに差があることがわかった。今回用いた手法では、目視では難しかった高所のフェノロジー調査が可能であり、他のフェノロジー調査等にも応用ができると考えている。

P32

### 分光反射スペクトルを用いたマツノザイセンチュウ接種苗の生存/枯損の早期判別

高島有哉（森林総研林育セ関西）、岩泉正和（森林総研林育セ関西）、山野邊太郎（森林総研林育セ関西）

マツノザイセンチュウ抵抗性育種における系統評価技術の高度化を目的として、マツノザイセンチュウ感染初期から枯死に至るマツ苗の生理的状态を、より簡便に、より詳細・高精度な評価を可能とする手法の検討を進めている。これまでに、可視・近赤外域（400～1,000nm）における120バンドを撮影可能なハイパースペクトルカメラを用いて、マツノザイセンチュウを接種したマツ苗の針葉を定期的に撮影し、分光反射スペクトルの経時的变化について検討した。その結果、接種から2週間後には、クロロフィル濃度の低下に起因すると考えられる680nm付近のスペクトルに変化が認められた。また、キサントフィルサイクルの動態や光合成活性を反映するPRIや、カロテノイドおよびクロロフィルの比を反映するPSRIなどの分光活性指標が、抵抗性評価に適する可能性を見出した（第135回森林学会大会）。本発表では、接種後3カ月後の生存および枯死を早期に判別可能とする波長の探索等、より詳細な解析結果について報告する。

## P33

### 岩手県のカラマツ採種園における採取時期別の球果の裂開状況および種子の成熟度

丹羽花恵（岩手林技セ）、蓬田英俊（岩手林技セ）

岩手県のカラマツ採種園における採種適期を検討するため、時期別に採取した球果の裂開状況、含水率（気乾基準）、球果内の種子数を調査するとともに種子の発芽試験を実施した。調査地は県南部に位置する2箇所の採種園（江刺・千貫石）で、2024年8月上旬、8月下旬、9月上旬、9月中旬に、各採種園で母樹6個体の計12個体から球果を10個ずつ採取した。球果は、採取時の重量、気乾重量（風乾）を測定し、含水率を算出した。また、球果内の種子を採取し、種子数を調査した。球果の裂開（種子の翼が鱗片から分離した状態）は、8月下旬から観察され、種子数は、江刺では8月下旬、千貫石では9月上旬から減少した。球果の含水率と種子数の関係をみると、含水率が概ね25%を下回ると球果の裂開、種子数の減少が観察された。種子の発芽率および充実率は、採取時期の間に有意差は認められず、球果内の発芽可能種子数（種子数×発芽率）は、江刺・千貫石ともに8月上旬で最大となった。これらのことから、岩手県のカラマツ採種園では、現行の種子採取開始日（9/1）よりも早い時期に採種適期がある可能性が考えられた。なお、本研究は林野庁委託事業で収集したデータを、林野庁の許可のもと使用して実施している。

## P34

### 東北育種基本区におけるカラマツ次代検定林の成長曲線パラメータの年次別遺伝相関解析

那須仁弥（森林総研林育セ東北）

林業分野では、植林から伐採まで数十年に及ぶ長期間が必要となるため、精英樹等の成長特性について長期的な情報の充実が林業経営における選択枝の拡大に寄与すると考えられる。繰り返し収集した調査データと個体毎、家系毎に適用した成長曲線モデルを活用することで、単年度の調査結果に左右されにくく、個体別や家系別の成長特性を時系列で総合的に評価することが可能となる。また、個体別成長曲線のパラメータと各年次の観測値との遺伝相関の分析によって、早期検定の最適時期を推定した報告が見られる。本報告では、東北基本区内のカラマツ次代検定林において、5年次から30年次まで調査結果およびこれらを元に推定した個体別成長曲線パラメータを用い、成長パラメータと各年次観測値の遺伝相関を算出した。これにより、早期検定時期の推定のほか、遺伝率などの年次変動について分析した結果を報告する。

## P35

### ヒノキ・カラマツ等における採取時期による種子の発芽率の変化

高橋 誠（森林総研林育セ東北）、宮田理恵（道総研）、中島 剛（青森産技）、丹羽花恵（岩手林技セ）、更級彰史（宮城林業セ）、相馬航輔（茨城林業セ）、北野皓大（群馬林試）、飯田玲奈（群馬林試）、西川浩己（山梨森林研）、二本松裕太（長野林総セ）、茂木靖和（岐阜森林研）、狩場晴也（愛知森林セ）、小川 享（京都森技セ）、松久保康輔（和歌山林試）、嘉本健吾（島根県）、守下克彦（広島林業セ）、岸ノ上克浩（山口農林セ）、藤本浩平（高知県森技セ）、鎌田政諒（長崎農林セ）、小堀光輝（熊本林業セ）、木村 恵（秋田県大生物資源）、生方正俊（森林総研林育セ北海道）、井城泰一（森林総研林育セ東北）、坪村美代子（森林総研林育セ）、山野邊太郎（森林総研林育セ関西）、岩泉正和（森林総研林育セ関西）、久保田正裕（森林総研林育セ九州）、倉本哲嗣（森林総研林育セ）、田村 明（森林総研林育セ）、栗田 学（森林総研林育セ）

優良種苗の安定供給には良質な種子の安定生産が重要であるが、近年の気候変動に伴い種子の成熟時期が変化している可能性が示唆されている。このため、主要な林業樹種であるヒノキ、カラマツ等を対象に全国で時期別に採取した種子の発芽率を調査した。2024 年度は全国延べ 46 箇所の採種園等を調査地として、調査地ごとに原則として異なる採取時期に 3 回以上球果を採取し、得られた種子を用いて調査地別・採取時期別に発芽試験を行った。発芽率の経時的な変化は、樹種や調査地によって異なる傾向を示した。採取時期が遅いほど発芽率が高い調査地が多かったが、異なる傾向を示す調査地も見られた。なお、本研究は林野庁委託事業で収集したデータを、林野庁の許可のもと使用して実施している。

## P36

### 瀬戸内海育種区に設定した 2 検定林における

### ヒノキ第二世代精英樹候補木後代の樹高初期成長

山野邊太郎（森林総研林育セ関西）、岩泉正和（森林総研林育セ関西）、河合慶恵（森林総研林育セ関西）、高島有哉（森林総研林育セ関西）、上野義人（森林総研林育セ関西）、小森直哉（森林総研林育セ関西）、三浦真弘（森林総研林育セ）、尾崎真也（兵庫県立森林大学校）、磯田圭哉（森林総研林育セ）、栗田 学（森林総研林育セ）、山田浩雄（森林総研林育セ関西）

林木育種センター関西育種場では平成 20 年度からヒノキの第二世代精英樹候補木の選抜を開始し、これらをクローン保存した個体から種子を得て育苗し、検定林の造成を進めている。今回は、瀬戸内海育種区においてエリートツリーを含む第二世代精英樹候補木等の後代を用いて造成した西近中局 7 号検定林の 5 年次樹高および西近中局 8 号検定林の 4 年次樹高の調査結果を抜粋して報告する。比較対照は、ヒノキ精英樹のうち、初期成長の早い系統である。AR 解析で得た各個体の空間誤差を測定値から除いた各個体の評価値を系統間で比較すると、2 検定林を通じて、第二世代精英樹候補木を親とする系統はおおむね比較対照と同等以上の良好な成長を示した。

P37

### 九州育種基本区の第二世代クローン検定林における スギ成長形質および材質形質の試験地間相関

倉原雄二（森林総研林育セ九州）、松永孝治（森林総研林育セ九州）、岩泉正和（森林総研林育セ関西）

九州育種場ではスギ第一世代精英樹の交配により実生集団林を造成し、スギ第二世代精英樹候補木を選抜してきた。選抜した第二世代精英樹候補木をさし木増殖し、クローン検定林を九州各地に造成している。九州地域のスギ造林はさし木で行われていることから、クローン検定の結果をもとに特性を満たすものを特定母樹として普及を進めている。様々な環境の造林地に植栽することを考えるとクローン特性の評価は複数の試験地で行うことが望ましいが、実際には多数のクローンを検定する必要から各クローンの検定個所数は限られる。また、普及に要するまでの期間を短縮するためには若齢で正しく評価が行えていることが望ましいが、若齢での評価とより高い樹齢での評価の関係は分かっていないことも多い。今回、九州育種基本区に設定されている 8 年生から 20 年生の第二世代クローン検定林で成長（樹高と胸高直径およびこれらを元に算出した材積）および材質調査（樹幹の応力波伝播速度とピロディン陥入量）を行い、クローンの育種価の試験地間相関を検討した。

P38

### UAV-LiDAR 点群から取得した DCHM と検定林植栽配置の自動位置合わせ手法の検討

平岡裕一郎（静岡農環専大）、武津英太郎（森林総研林育セ）、松永孝治（森林総研林育セ九州）、倉原雄二（森林総研林育セ九州）

近年普及が進む UAV-LiDAR を検定林調査に利用することで、検定木ごとの高精度な樹冠高の推定が可能となる。このため、この技術の活用により、検定林調査の労力・経費の削減とともに、従来の手動測定と比較して樹高データの高精度化が期待される。当該手法で得た樹冠高情報を個々の検定木に対応させるには、樹冠と個体の位置情報を重ね合わせる必要がある。しかし現状として、個々の樹冠と植栽配置の重ね合わせは、コンピュータの画面を目視しながらの手作業に依るところが大きい。また林分によっては、樹冠の位置が必ずしも植栽時の配置と良く一致するとは限らず、正確な位置合わせには、しばしば長い時間を要することになり、作業者の負担は大きくなりがちとなっている。本研究では、こうした問題の解決に向け、両者の位置合わせを自動で実施するための新たな手法を検討した。本研究では、検定木の植栽配置情報と過去の胸高直径データから擬似的な樹冠高画像を生成し、LiDAR 点群から得た数値樹冠高モデル(DCHM)との画像間相関に基づく DCHM への重ね合わせ位置の探索を試みた。発表では手法の詳細と試行結果を報告する。

### 九州育種基本区における UAV-LiDAR による高齡級までの樹高遺伝的改良効果の推定

武津英太郎（森林総研林育セ）、松永孝治（森林総研林育セ九州）、久保田正裕（森林総研林育セ九州）、倉原雄二（森林総研林育セ九州）、千吉良治（森林総研林育セ九州）、松下通也（森林総研林育セ）、袴田哲司（静岡森林研セ）、平岡裕一郎（静岡農環専大）、鵜川 信（鹿大農）

成長に優れた種苗の植栽による林業採算性や炭素吸収量等の予測には、高齡級までの遺伝的改良効果の把握が重要である。一方で、検定林では高齡級のデータが十分に蓄積されていない状況にある。本研究では、UAV-LiDAR を用いて高齡級の検定林における樹高を推定し、過去の定期調査データと結合することで、高齡級までの遺伝的改良効果推定した。共通の 12 クローンが植栽された 13 箇所の検定林において、UAV-LiDAR により現時点（51～59 年次）での樹高を推定した。過去の定期データ（10～40 年次）と結合し、試験地・年次ごとに線形混合モデルを適用し、遺伝分散を基に平均より 0.5 標準偏差を上回るクローンの選抜した場合の遺伝的改良効果を算出した。さらに、現在作成が進められている森林簿および航空機 LiDAR データに基づく全国スケールのスギ平均樹高推定モデルと連携した任意の場所・年次における成長に優れた種苗の成長の予測を目指し、この連携に向けた遺伝的改良効果と年次・試験地平均樹高との関係について報告する。