森林遺伝育種学会

第 12 回大会講演要旨集

令和五年（2023年）11月10日（金）

東京大学農学部キャンパス 弥生講堂 アネックス

大会プログラム

- 開催日 2023年11月10日(金)午後
- 開催場所 東京大学農学部キャンパス 弥生講堂 アネックス
 - ・キャンパスへのアクセス：https://www.a.u-tokyo.ac.jp/access/access_map.html
 - ・キャンパス内地図：<https://www.a.u-tokyo.ac.jp/campus/overview.html>

- 大会スケジュール

13:00～	受付
13:00～13:30	ポスター掲示
13:30～13:35	開会 会長挨拶
13:35～13:40	学会賞および学会奨励賞の表彰
13:40～14:00	受賞講演1 (学会賞受賞者)
14:00～14:20	受賞講演2 (学会賞受賞者)
14:20～14:35	第1グループ発表内容の紹介 (各人 35 秒)
14:35～15:20	第1グループコアタイム
15:20～15:35	第2グループ発表内容の紹介 (各人 35 秒)
15:35～16:20	第2グループコアタイム
16:20～17:20	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

令和五年度 森林遺伝育種学会賞

袴田 哲司 （静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター）

地域ニーズに対応した林木育種の推進

平岡 裕一郎 （静岡県立農林環境専門職大学生産環境経営学部）

林木育種事業の成果とゲノム情報、新たな表現型取得技術の統合による

スギの高速育種手法の実用化に向けた研究

受賞講演要旨

地域ニーズに対応した林木育種の推進

袴田 哲司 （静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター）

林木育種、育苗、造林に関わる試験研究によって得られる科学的な知見は、健全な人工林を育成するために重要である。優れた系統どうしの交配によりスギの育種集団林を造成し、若齢期の評価を行ってきた。交配系統は優れた成長性を示しており、「育種価」を活用した評価により、現時点でエリートツリーや特定母樹等の有望な候補木が得られている。花粉症に関する関係閣僚会議で「花粉症対策の全体像」が示され、林業的側面からの対策の加速化が予想される。無花粉スギについて、各種研究事業やクラウドファンディングによる支援を受け、他機関の協力を得てこれまでに8品種を開発した。造林用苗木としてコンテナ苗が定着してきた中で、その育苗方法の改善を図り、林地植栽後の初期成長を明らかにした。施肥方法により植栽後の成長に違いが表れ、出荷規格と初期成長の関係を明らかにした。東日本大震災以降、海岸防災林の整備が重要視されているが、植栽するマツ材線虫病抵抗性クロマツの種苗生産において、実生苗への接種検定の効率化、挿し木苗の育成方法の改良を図った。以上のような試験研究成果は、静岡県や国で展開される様々な事業に貢献できると考えている。

受賞講演要旨

林木育種事業の成果とゲノム情報、新たな表現型取得技術の統合による

スギの高速育種手法の実用化に向けた研究

平岡 裕一郎 （静岡県立農林環境専門職大学生産環境経営学部）

森林生産力の向上を目的として我が国の林木育種事業が開始されてから 60 年以上が経過した。近年は、森林生産量の増大とともに、我が国の温室効果ガスの吸収量のおよそ 9 割を担う森林吸収源の機能強化を早期に実現するため、育種の高速化が求められている。このため、我が国の造林面積の多くを占め、成長性に優れるスギについて、育種の高速化を目指した研究を行ってきた。

従来の育種事業のスキームにおける高速化のため、これまで蓄積されてきた全国の次代検定林の膨大な調査データを取りまとめ、成長関連形質の遺伝パラメータ、遺伝獲得量および最適選抜齢を推定し、効果的な早期選抜時期を明らかにした。新たな技術に基づく高速化として、ゲノム情報を用いた育種手法（ゲノムワイド関連解析およびゲノミック選抜）を第 1 世代精英樹において試行し、実用上の適用方法を明らかにした。さらに、ゲノム情報に基づく育種に適合した、多形質にわたる表現型情報の高速かつ網羅的な取得の実現のため、地上レーザ計測による表現型取得手法を導入した。これにより、これまでの手動による取得では困難な樹幹形質の遺伝性を定量化した。これら一連の研究成果は、今後の森林生産性の向上および林業収益性の増大とともに、炭素貯留効果を一層増加させることにつながるものと期待される。

ポスター発表タイトル・筆頭著者一覧 (*：発表賞審査対象の発表)

No	講演タイトル	筆頭著者
P01*	エゾユズリハとユズリハの交雑集団における遺伝的構造と形態的変異の関係	遠藤向起
P02	共通圃場研究で明らかになった海岸環境に適した形質に関連する遺伝子のカシワからミズナラへの浸透(Common-garden study of introgression at loci associated with traits adaptive to coastal habitats from <i>Quercus dentata</i> into <i>Q. mongolica</i> var. <i>crispula</i>)	永光輝義
P03	関東育種基本区内におけるヒノキの局所適応およびそれに影響する気候因子	高橋優介
P04*	小笠原諸島の絶滅危惧種コバトベラ <i>Pittosporum parvifolium</i> における生息域内・域外保全株の遺伝学的状況	川喜多遥菜
P05*	生息地の断片化は絶滅が危惧される菌根菌の集団遺伝構造に強く影響する：トガサワラに特異的に共生するトガサワラショウコの事例から	阿部寛史
P06	北海道のヤマナラシ天然林の遺伝的構造	生方正俊
P07*	“九州本土の天然杉”とされる大崩山系鬼ノ目山のスギ集団の遺伝解析	弓削直樹
P08	小笠原諸島母島列島で新たに識別されたムラサキシキブ属の新種および新雑種	鈴木節子
P09*	インドネシア有用樹種・ <i>Tectona grandis</i> の遺伝構造の解明と環境適応的遺伝子の探索	小沼佑之介
P10	多雪植物群集の遺伝的分化を探る：25種を対象とした比較系統地理解析	阪口翔太
P11	樹形の遺伝的変異と光競争：クリを使った密度操作実験	小野田雄介
P12*	Among-family variations of wood-color parameters, total phenol content, and total flavanol content of the third-generation <i>Acacia mangium</i> in Indonesia	Masendra
P13*	Geographic variation of arabinogalactan and extract contents in the heartwood of <i>Larix sibirica</i> naturally grown in Mongolia	Tumenbayar Ganbaatar
P14*	Among-family variations of growth and wood traits in the first-generation <i>Anthocephalus macrophyllus</i> in Indonesia	Umi Latifah Dyah Dharmawati

P15*	インドネシアの第3世代 <i>Acacia mangium</i> における細胞長の半径方向変動に関する家系間変異	横山ひかり
P16*	栃木県益子町における3年生キリ植林木の成長形質と応力波伝播速度の関係	根津郁実
P17*	林齢12年の少花粉スギ品種由来の半兄弟家系における未成熟材の材質	松本奈月
P18*	エゾマツにおける家系の違いおよび肥大成長が晩材仮道管長の半径方向変動に及ぼす影響	和地恭宏
P19*	薬剤抵抗性マツノザイセンチュウ作出と抵抗性獲得に関与する要因の検証	松藤紗香
P20*	EMS処理によるマツノザイセンチュウの温度耐性変化	廣野 成夢
P21*	栃木県産スギクローン3品種の木材性質の半径方向変動におけるクローン間差	高崎美月
P22*	スギ精英樹における成長速度の系統間差を決定する樹冠特性について	日下真桜
P23*	スギ不定根形成誘導新規シグナル候補と不定根の人為誘導の可能性	村田淳之介
P24	秋田県の希少樹種における種子の乾燥耐性	宇佐美笑瑠
P25	関西育種基本区において選抜したセンダン優良木の系統間における初期成長の比較	宮下久哉
P26	ゲノミックセレクションによる事業用クローンの開発	新屋 智崇
P27		
P28	アカエゾマツの容積密度のクローン間差異に寄与する産地の環境要因の影響	加治屋杏奈
P29	アカエゾマツの冠雪害リスクと抵抗性に関する改良の可能性	花岡創
P30	カラマツ第一世代精英樹の立木材質評価	井城泰一
P31	カラマツ精英樹における材質形質及び材質試験データのゲノムワイド関連解析とゲノミック予測精度	三嶋賢太郎
P32	カラマツ採種園における母樹の成長と樹勢に対する環状剥皮、剪定時期および間伐の効果	松下通也
P33	クロマツのコンテナ苗に対するマツノザイセンチュウの接種検定	宮下智弘
P34	画像認識によるクロマツ雌花の開花ステージ判定の試み	宮本尚子
P35	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	平尾知士

P36	スギ雄性不稔個体作出を目的としたガラス温室内での交配時の外来花粉の排除	西原寿明
P37	スギにおける大断面切片画像を用いた木材組織学的解析のための新規 ImageJ プラグイン開発	高島有哉
P38	四国地区の2検定林におけるスギ第二世代精英樹候補木後代の5年次樹高	山野邊太郎
P39	鳥取県における少花粉スギミニチュア採種園の雌花開花フェノロジーについて	赤井広野
P40	8年生スギエリートツリーと従来種苗との応力波伝播速度の比較	田口 裕人
P41	機能性展着剤を添加したジベレリン処理によるスギの着花促進効果	田中功二
P42	次代検定林 Data を用いた単形質 BLUP および多形質 BLUP による系統評価の比較	那須仁弥
P43	大規模 SNP 情報から得たスギにおける九州の在来品種の遺伝的位置づけ	武津英太郎
P44	東北育種基本区内におけるスギ第2世代精英樹の選抜および次世代化への取組	矢野慶介
P45	関西育種基本区選抜ヒノキ精英樹のさし木植栽試験	磯田圭哉
P46	九州育種基本区におけるヒノキ次世代育種の検討	岩泉正和
P47	ヒノキにおける採取適期の検証と球果成長におよぼす積算温度の影響	木村恵
P48	ヒノキ採種園における色と材質を考慮した効率的なカメムシ防除方法の検討	齋藤央嗣

P01*

エゾユズリハとユズリハの交雑集団における遺伝的構造と形態的変異の関係

○遠藤向赴（千葉大学大学院園芸学研究科）、渡辺洋一（千葉大学大学院園芸学研究科）

日本海側の多雪環境に分布の中心をもつ植物（日本海要素）の一つであるエゾユズリハは低木・匍匐性、小さく薄い葉を有しており、太平洋側の温暖な地域に生育し、亜高木性、大きく厚い葉を有する変種ユズリハから進化したとされる。これら2変種間の遺伝的分化の程度は低く、特に富士写ヶ岳(石川県)と菅山寺(滋賀県)のエゾユズリハ集団では形態的特徴にばらつきがあることや、近接するユズリハ集団との遺伝子流動のため遺伝的分化の程度が顕著に小さいことから交雑の影響を受けていることが疑われる。本研究ではこの2集団における交雑の実態を形態的変異と遺伝的変異の両面から解明を試みる。形態的変異は樹形・葉の大きさ・厚さに関連する複数項目の測定、遺伝的変異はMIG-seq法によるSNPsの検出を行い、それぞれ解析を行った。形態解析の結果では一部形態は交雑の影響のない2変種の間形態であったことや、エゾユズリハの特徴である「低い樹高」とユズリハの特徴である「大きな葉」を合わせもつ個体など、交雑の可能性を示唆する形態の個体の存在が確認された。また、SNPsの主成分分析結果から集団内の個体における形態的なばらつきは遺伝的に区別されなかった。以上の結果から、対象集団では2変種の交雑が起きている可能性が示唆された。

P02

共通圃場研究で明らかになった海岸環境に適した形質に関連する遺伝子のカシワからミズナラへの浸透 (Common-garden study of introgression at loci associated with traits adaptive to coastal habitats from *Quercus dentata* into *Q. mongolica* var. *crispula*)

○永光輝義（森林総合研究所）

In northern Japan, *Q. mongolica* var. *crispula* (Qc) is common in inland habitats, and *Q. dentata* (Qd) occurs in coastal habitats. At the northern distributional limit of Qd, *Q. × angustilepidota* (Qa), a hybrid taxon between Qc and Qd, occurs in coastal habitats. These taxa were transplanted to inland and coastal common gardens (sites). Genotypes at 27495 loci, phenotypes of eight traits of leaves and shoots, and 30-year-old tree size were measured for 224 individuals in both sites. Genotypic variation revealed a hybrid zone between Qc and Qd, including both northern-edge Qd admixed with Qc and coastal Qa backcrossed to Qc. Phenotypes of Qa trees were intermediate between those of Qc and Qd trees. Size of Qa and Qd trees was smaller than that of Qc trees in the inland site but was larger in the coastal site, suggesting adaptation of Qa and Qd to coastal environment. Local ancestry was estimated from phased genotypes of admixed trees using 47 Qc and 25 Qd reference trees, indicating heterogeneous ancestry along chromosomes. Association mapping of genotypes and admixture mapping of ancestry suggested that some loci potentially associated with four traits were related to stress response and were located at introgressed genomic regions. DOI: 10.22541/au.169243027.71709390/v1

P03

関東育種基本区内におけるヒノキの局所適応およびそれに影響する気候因子

○高橋優介、松下通也、田村 明、坪村美代子、高橋 誠（森林総合研究所林木育種センター）
石栗 太（宇都宮大学農学部）

樹木を含め多くの植物は、生育環境が異なると、同一種内であっても集団ごとに表現型が変動する。集団がそれぞれの環境に適応するような遺伝的応答を局所適応と呼び、遺伝子型と環境の交互作用として検出される。林木育種において、遺伝子型と環境の交互作用が検出された場合、遺伝的な改良効果が減少する可能性があるため、局所適応性の有無とその程度を調査する必要がある。ヒノキは、我が国の主要な造林樹種の一つであり、林木育種の対象樹種となっている。本研究では、森林総合研究所林木育種センター（茨城県日立市）内および長野県木曽郡の国有林に造成されている検定林に共通に植栽された、関東育種基本区選抜のヒノキ精英樹由来の36家系を対象とし、15年次および23年次の胸高直径、樹高、および容積密度を測定した。各形質の遺伝分散および交互作用分散を推定した。その結果、胸高直径および樹高における交互作用分散は、それぞれ、全分散の約20%および約15%を占め、遺伝分散よりも高い割合であった。このため、ヒノキの成長量における遺伝的改良効果を最大化するためには、各系統の局所適応性をより詳しく調査する必要があると考えられた。加えて、局所適応性と各系統の選抜地と植栽地の気温および降水量の差異の関係について報告する。

P04*

小笠原諸島の絶滅危惧種コバトベラ *Pittosporum parvifolium* における 生息域内・域外保全株の遺伝学的状況

○川喜多遥菜（京都大学）、阪口翔太（京都大学）
加藤朗子、加藤英寿（東京都立大学）、瀬戸口浩彰（京都大学）

コバトベラ（トベラ科）は小笠原諸島・父島列島の固有樹種であり、環境省絶滅危惧IA類および国内希少野生植物種に指定されている。現存する自生株は4個体で、域外保全株が小石川植物園にて育成されている。また域内で自生種子由来の稚樹が生息域内保全株として育成されている。これらについて次世代の遺伝的多様性や父性貢献度など、保全上重要な情報は未解明である。本研究では、コバトベラ保全株の遺伝的多様性を調査し、本種の遺伝的保全に貢献する情報を得ることを目的とした。まず小石川植物園で育成されている域外保全株についてSSRマーカーによって親子解析を行った。その結果、域外保全株のうち19個体で現在自生している株には見られないアレルを有することが明らかになった。また自生株由来の種子から育成した実生37個体について同様の解析を行ったところ、全て自殖で生じた個体であることが判明した。以上より、域外保全株の一部は、野外で既に枯死した個体か、未発見の個体から独自の遺伝的多型を受け継いでおり、種内の遺伝的多様性の維持に特に貢献しうることが示された。今後、近親交配の影響を避けて次世代を育成するためには、人工交配で他殖由来の実生を生産する取り組みが望ましい。

P05*

生息地の断片化は絶滅が危惧される菌根菌の集団遺伝構造に強く影響する ：トガサワラに特異的に共生するトガサワラショウロの事例から

○阿部寛史（東京大学新領域創成科学研究科）、甘璐（東京大学新領域創成科学研究科）
村田正穂（秋田県農林水産部）、奈良一秀（東京大学新領域創成科学研究科）

生息地の断片化は、絶滅危惧種の遺伝的分化と遺伝的多様性の減少を促進する主要因である。しかし、森林生態系で重要な役割を果たす菌根菌ではその影響は、ほとんど研究されていない。本研究では、絶滅危惧種トガサワラに特異的に共生する菌根菌トガサワラショウロの集団遺伝構造を調査した。生息地全域を網羅する5集団から236個体のトガサワラショウロを収集、20のSSRマーカーで解析を行った。その結果、集団間で強い遺伝的分化がみられた（ $F_{ST} = 0.075 \sim 0.200$ ）、集団間での遺伝子流動の制限を示唆した。さらに、2集団ではトランセクトを設置し、近距離遺伝構造を調査した。その結果、近接する個体間の遺伝的距離が近く、孢子分散は近距離に集中することが示唆された。近似ベイズ計算（ABC）で解析した結果、集団間の遺伝子流動の制限は長期間続いていることが分かった。これは、様々な指標で宿主よりもトガサワラショウロで遺伝的多様性が減少している結果と一致する。強い遺伝子流動の制限が起きた要因としては、宿主（風散布）とトガサワラショウロ（動物散布）の分散方法が考えられる。本研究は、これまで見過ごされてきた共生微生物の保全の必要性を強調する結果となった。

P06

北海道のヤマナラシ天然林の遺伝的構造

○生方正俊、中田了五

（国立研究開発法人森林研究、整備機構森林総合研究所林木育種センター北海道育種場）

ヤマナラシは、雌雄異株の落葉広葉樹であり、成長が早く幹が通直で材が柔軟であることから、パルプ材、マッチの軸木等として利用されてきた。北海道内にはこの樹種の遺伝資源を生息域内で保存する保護林が2カ所設定されているものの、種子の取り扱いやさし木等の増殖技術が未解明であったことから、生息域外保存はほとんどなされてこなかった。近年のプロジェクトによりヤマナラシの増殖技術が確立され、北海道育種場ではこの技術を用いて生息域外保存を進めているところである。生息域外保存を効率的かつ効果的に行うには、保存対象天然林の遺伝的構造を把握しておく必要がある。ヤマナラシ属の樹種には、大規模なクローン構造を持つものも報告されており、北海道に分布するヤマナラシ天然林の遺伝的構造を解明するため、2カ所の保護林（美瑛町、北見市）および一般国有林（滝上町）の計3カ所の天然林を対象に、RAPD分析を行った。北見市および滝上町天然林は、パッチ状の小面積のクローン構造が検出されたが、美瑛町天然林では、2ha程度の広がりを持った大規模のクローンが検出された。これらのクローン構造の違いは、林分の更新状況が異なることが原因と推察された。

P07*

“九州本土の天然杉”とされる大崩山系鬼ノ目山のスギ集団の遺伝解析

○弓削直樹（九州大学大学院生物資源環境科学府）、田村美帆、渡辺敦史（九州大学大学院農学研究院）

1984年、祖母・傾国定公園に位置する鬼ノ目山（1,491m）の南西斜面にスギ個体群が発見された。発見当時、中尾ら（1986）は自生地周辺の生態的調査や花粉分析等を実施し、このスギ個体群は天然性の可能性が高いと結論づけている。九州地方では屋久島を除き、最終氷期以降にスギは一度消失し、現在残されている個体については全て人為の植栽によるものだと考えられてきた（塚田、1980）。この鬼ノ目山スギ個体群が九州本土に遺存する天然杉集団だとすれば、九州本土唯一の天然スギ集団として貴重な遺伝資源と言える。また、九州では古くから挿し木によるスギの造林が盛んに行われており各地にスギ在来品種が成立している（宮島、1989）ことが知られているが、鬼ノ目山スギ個体群とその在来品種との関係解明は鬼ノ目山スギ個体群に対する人為の影響を間接的に理解する手がかりとなる。本研究では、鬼ノ目山スギ個体群で実地調査を行い、確認できた全ての個体に対して DBH、GPS データの測定およびサンプリングを行った。収集サンプルから SSR 分析による遺伝解析を実施し、この個体群の遺伝的多様性を評価するとともに、屋久スギや西日本天然スギおよび九州在来品種との関係性からその特異性を検証した。

P08

小笠原諸島母島列島で新たに識別されたムラサキシキブ属の新種および新雑種

○鈴木節子（森林総合研究所）、須貝杏子（島根大学）
葉山佳代（小笠原環境計画研究所）、加藤英寿（東京都立大学）

小笠原諸島固有のムラサキシキブ属は適応放散によって種分化したとされ、ウラジロコムラサキ（以下ウラジロ）、シمامラサキ（以下シマ）、オオバシمامラサキ（以下オオバ）の3種が認識されてきた。しかし、オオバは種内で複数のエコタイプに分かれていることが明らかになっている。これまでに報告されている表現型と遺伝解析の結果から、分類学的な再検討を行った。ウラジロとシマは系統樹から単系統性が示され、表現型からも識別可能であり、独立種として扱うことが支持された。一方、オオバは父島列島で1エコタイプ、母島列島で4つのエコタイプに分化していた。母島列島の4つのエコタイプのうち1つは父島のエコタイプと表現型に大きな違いは見られず、同一種であると考えられた。母島列島の2つのエコタイプは従来のオオバと表現型や分化パターンに違いがある隠蔽種と考えられ、新種とすることを提唱する（オガサワラムラサキ、ハハジمامラサキ）。残りの1つのエコタイプは従来のオオバと新種の1つのオガサワラムラサキとの交雑に由来する自然交雑種であることが遺伝解析から明らかとなった（チブサシمامラサキ）。よって、小笠原諸島のムラサキシキブ属は5種+1雑種とすることを提案する。

P09*

インドネシア有用樹種・*Tectona grandis*の遺伝構造の解明と環境適応的遺伝子の探索

○小沼 佑之介（筑波大学大学院生命地球科学研究群）、Eko Prasetyo（Vocational College, Universitas Gadjah Mada）
Widiyatn、Sapto Indrioko、Mohammad Na'iem（Faculty of Forestry, Universitas Gadjah Mada）
谷 尚樹（国際農研林業領域）、津村 義彦（筑波大学生命環境系）

チーク（*Tectona grandis*）は最も価値の高い熱帯広葉樹の1つとして知られ、ジャワ島を中心にインドネシアにおいて頻繁に植林・木材生産がなされている。なお、インドネシアは本種の天然分布域外であり、現在植林されている個体が天然分布の内のどの地域に由来しているのかは不明瞭であり、遺伝子資源確保の観点から遺伝的な由来の解明が課題となっている。加えて、気候変動に対抗した持続的な生育・生産のために気候変動に対する将来の植林地域選定や強靱性獲得も必要である。そこで、集団遺伝学的解析を通じて遺伝的由来を含めた遺伝構造の解明と環境適応的遺伝子の探索を行った。天然生8集団、ジャワ島9集団の合計17集団を対象にdd-RAD seqによるDNAライブラリー作成、NGSによる塩基配列読取りを行った。244個体、3133SNPを対象に遺伝構造の解明を、122個体、8948SNPを対象にBioclimの公開環境データを使用して環境適応的遺伝子の探索を行った。遺伝構造解析の結果、インドの集団がその他の集団と比べ大きく遺伝的に分化し、ジャワ島集団はラオス・ミャンマー・インドの一部の集団と遺伝的な由来を共有していることが分かった。また、インドの一部の集団とタイの集団では特異な遺伝構造を有していたことからこれらは遺伝子資源として重要であることが示唆された。環境適応的遺伝子の探索の結果、合計535SNPが検出され遺伝子頻度と気候データにおける勾配変化を解析したところ、インドの集団で環境適応性が高い可能性が考えられる結果となった。

P10

多雪植物群集の遺伝的分化を探る：25種を対象とした比較系統地理解析

○阪口翔太、長澤耕樹、増田和俊（京都大学）、渡辺洋一（千葉大学）、廣田峻（大阪公立大学）
陶山佳久（東北大学）、高橋大樹（東北大学）、沢和浩（フロラ山形）、堀江健二（旭川市北邦野草園）
坂田ゆず（秋田県立大学）、坪井勇人（白馬五竜高山植物園）、柳田宏光（小千谷市）
白井伸和（白山高山植物研究会）、石原正恵（京都大学）、福本繁（芦生生物相保全プロ）
藤木大介（兵庫県立大学）、阿部晴恵（新潟大学）、瀬戸口浩彰（京都大学）

複数種の遺伝構造を分析する比較系統地理学では、種間で共通する分化パターンを検出することが一つの到達点と見なされてきた。一方で、同じ群集に属する種間で遺伝構造が一致しない事例も多く、遺伝構造のばらつきが生まれる背景を理解することも重要な研究課題である。第四紀中盤以降に成立した日本海側の多雪地帯には、冷涼湿潤な多雪環境に同じように依存しながらも多様な種特性をもつ植物群が分布する。本研究ではこの多雪植物群の比較系統地理解析を行うことで、種内分化を生み出した地理気候要因と生物学的特性の影響を明らかにすることを目的とした。25種の維管束植物を対象に集団遺伝データを取得し、遺伝構造の類似性、遺伝的分化度に関連する要因、系統分化の時間スケールについて検討を行った。遺伝構造に関する高次相関解析の結果、分布標高と相関する異なる3型の遺伝構造が認められ、過去の気候変動で起きた分布変遷が標高帯ごとに異なっていた可能性が示された。遺伝的分化度に関するメタ解析では、地理的隔離に加えて種特性としての分布標高・生活型・種子散布様式・分布密度の効果が検出された。デモグラフィ解析より、大半の種で50万年前以降に地域集団が急速に分化したことが判明し、低温寡雪の氷期が繰り返し訪れたことを背景として分布の分断化が種を問わず進んだことが示唆された。

P11

樹形の遺伝的変異と光競争：クリを使った密度操作実験

○小野田雄介（京都大学農学研究科）、三浦真弘（林木育種センター、西表熱帯林育種技術園）
岩泉正和（林木育種センター、九州育種場）、山田浩雄（林木育種センター）

樹形は種によっても、また同種内でも遺伝的な多様性がある。樹冠幅が広い遺伝型は、光獲得能力が高く、初期成長は優れるが、集団（森林）の生産性には寄与しない可能性がある（コモنزの悲劇）。本研究の目的は、広葉樹クリの複数の遺伝型を用いて、競争力と個体・集団生産力の間にはどのような関係があるのかを検証するものである。林木育種センター関西育種場が収集・育成した15年生のクリ8系統には、樹形の大きな遺伝的な変異があり、また接木で増殖した苗においても親木と同様の樹形の違いを認めている。本研究では、これら8系統の2年目の接木苗を18Lポットに植え、ポットの配置を変えることにより、各系統ごとに低密度と高密度区を設定し、樹形の遺伝的変異と成長の密度依存性の関係を検証した。低密度区と高密度区では、樹形に大きな違いが生じ、高密度区のほうが樹高が高く、横枝数は減った。密度が異なっても、主軸の優勢度合いや横枝本数においては、系統間のランクは保たれる傾向があるが、高さ成長や茎直径成長は系統間のランクが変わり、系統によって密度応答に差があることが示唆された。

P12*

Among-family variations of wood-color parameters, total phenol content, and total flavanol content of the third-generation *Acacia mangium* in Indonesia

○Masendra, Ikumi Nezu (Tokyo University of Agriculture and Technology, Utsunomiya University)
Yusuke Takahashi (Tokyo University of Agriculture and Technology, Utsunomiya University, Forest Tree Breeding Center, Japan), Futoshi Ishiguri, Jyunichi Ohshima, Shinso Yokota (Utsunomiya University)
Fanny Hidayati, (Universitas Gadjah Mada), Arif Nirsatmanto, Sri Sunarti (National Research and Innovation Agency, Indonesia)

Acacia mangium Willd. is an important fast-growing tree species because it has been extensively planted in Southeast Asia. In the present study, wood-color parameters, and amounts of methanol extracts, and total phenol and total flavanol were measured for the inner and outer heartwood of 10-year-old *A. mangium*. These *A. mangium* were the third generation in the tree breeding program in Indonesia. We used 100 individuals from 20 half-sib families originating from four sub-lines from two provenances. The mean values of five families in each sub-line ranged from 21.90 to 27.02 for Y (lightness), 0.37 to 0.39 for x (red to green color) and y (yellow to blue color), 4.0 to 7.3% for methanol extract contents, 0.100 to 0.227 $\mu\text{mol}/\text{mg}$ for total phenol contents, and 0.010 to 0.039 $\mu\text{mol}/\text{mg}$ for total flavanol contents, respectively. The broad-sense heritability (H^2) values showed relatively high in wood-color parameters ($H^2 = 0.000 - 0.282$), but total phenol and total flavanol contents showed relatively low ($H^2 = 0.000 - 0.106$). It suggests that among-family variations on contents of total phenol and flavanol were smaller than those of wood-color parameters.

P13*

Geographic variation of arabinogalactan and extracts contents in the heartwood of *Larix sibirica* naturally grown in Mongolia

○Tumenbayar Ganbaatar, Masendra, Ikumi Nezu (Tokyo University of Agriculture and Technology, Utsunomiya University), Futoshi Ishiguri, Jyunichi Ohshima, Shinso Yokota (Utsunomiya University), Bayasaa Tumenjargal, Bayartsetseg Baasan, Ganbaatar Chultem (Mongolian University of Science and Technology)

The most dominant tree species in Mongolian forests is the Siberian larch (*Larix sibirica*), which naturally grows in the center and northern parts of the country. We collected the larch wood samples from five representing provenances (Khentii, Arkhangai, Zavkhan, Khuvsgul, and Selenge) to evaluate geographic variations of the arabinogalactan (AG) and extracts contents (hot-water extracts [HWE] and 1% NaOH extracts [AE]). Five trees with stem diameters 20 to 30 cm at 1.3 m above ground were harvested from each provenance. An intercept-only linear mixed-effects model with random effects of provenances was developed for estimating the variance components to evaluate the geographic variation. The results exhibited that the variance components of individual trees for AG, HWE, and AE were 99.2%, 93.1%, and 77.4%, respectively. On the other hand, the variance components of provenance were 0.00% for AG, 5.08% for HWE, and 21.05% for AE, respectively. These results suggested that the effect of individual trees on all measured traits in this study was larger than provenance effect.

P14*

Among-family variations of growth and wood traits in the first-generation *Anthocephalus macrophyllus* in Indonesia

○Umi Latifah Dyah Dharmawati (Utsunomiya University), Ikumi Nezu (Tokyo University of Agriculture and Technology, Utsunomiya University), Yusuke Takahashi (Tokyo University of Agriculture and Technology, Utsunomiya University, Forest Tree Breeding Center, Japan), Hikari Yokoyama, Futoshi Ishiguri, Jyunichi Ohshima, Shinso Yokota, (Utsunomiya University), Fanny Hidayati, Agus Ngadianto (Universitas Gadjah Mada), Yus Andhini Bhakti Pertiwi (Universitas Sebelas Maret), Arif Nirsatmanto, Sri Sunarti (National Research and Innovation Agency, Indonesia)

The breeding program of *Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil (jabon merah in Indonesian) has been carried out in Indonesia due to the high wood demand for supplying raw materials for pulp and paper, plywood, and construction. In this study, the growth (stem diameter and tree height) and wood (stress-wave velocity) traits were measured for 11-year-old first-generation *A. macrophyllus*. Total 65 trees from 18 half-sib families, which were selected in Indonesia, were used. The mean values of 18 families ranged from 15.2 to 26.9 cm for stem diameter, 17.5 to 22.4 m for tree height, and 3.58 to 3.95 km/s for stress-wave velocity, respectively. The broad-sense heritability of stem diameter, tree height, and stress-wave velocity were 0.232, 0.303, and 0.121, respectively. These results suggested that families with high volume and Young's modulus of wood can be selected for effective wood utilization in this species.

P15*

インドネシアの第3世代 *Acacia mangium* における細胞長の半径方向変動に関する家系間変異

○横山ひかり、石栗 太、大島潤一、横田信三（宇都宮大学）、根津郁実、Masendra（東京農工大学大学院、宇都宮大学）、Fanny Hidayati、Agus Ngadianto（Universitas Gadjah Mada）
Arif Nirsatmanto、Sri Sunarti（National Research and Innovation Agency, Indonesia）

インドネシアでは、早生樹である *Acacia mangium* の育種が第3世代まで行われている。これまでに、立木状態での成長形質や非破壊的な方法を用いた木材性質が明らかにされてきている。しかしながら、詳細な木材性質は評価されていない。本研究では、インドネシアの中部ジャワ・ウォノギリに植栽された10年生の第3世代 *A. mangium* 全100個体（4サブライン×5家系×5個体）を用いて、細胞長（木部繊維および道管要素）の半径方向変動における家系間変異を評価した。実験で得られたデータを用いて、サブラインごとに家系を变量効果とした半径方向変動モデル式（直線式および対数式）の選択を行なった。その結果、1サブラインにおける道管要素長を除いて、ほぼ全ての細胞長において、対数式に基づいたモデルが採択された。また、採択されたモデルにおける家系の分散成分比は、いくつかの例外があるものの、概ね低い値を示した。このことから、細胞長の半径方向変動に及ぼす家系の影響は小さいことが示唆された。

P16*

栃木県益子町における3年生キリ植林木の成長形質と応力波伝播速度の関係

○根津郁実（東京農工大学大学院、宇都宮大学農学部）石栗 太、大島潤一、横田信三（宇都宮大学農学部）、仁平昌志、漆島芳滝、加藤 茂（環境公害分析センター）

近年、国内における早生樹の植林が注目を集めている。本研究では、早生樹の造林樹種としてのキリの利用可能性を検討するため、栃木県益子町で生育した3年生キリ156個体を対象に、成長形質と応力波伝播速度の関係を明らかにした。全個体の胸高直径、樹高および応力波伝播速度の平均値±標準偏差は、 11.0 ± 1.7 cm、 4.54 ± 0.61 m および 2.27 ± 0.13 km/s であった。得られた結果をもとに、各性質の相関係数を算出した結果、樹高と応力波伝播速度との間に有意な相関関係は認められなかったが、胸高直径と応力波伝播速度との間に有意な負の相関関係が認められた。従って、肥大成長が早い個体は、応力波伝播速度が遅いと考えられる。しかしながら、各性質の平均値および標準偏差から変動係数を算出した結果、応力波伝播速度で最も小さい値（5.7%）を示し、次いで、樹高（13.4%）、胸高直径（15.5%）の順であった。以上の結果から、キリにおいて、肥大成長が早い個体は樹幹のヤング率が低い傾向にあるものの、樹幹のヤング率の個体間変動は成長形質よりも小さいことが示唆された。従って、成長形質を指標とした個体選抜が樹幹のヤング率に及ぼす影響は小さいと考えられる。

P17*

林齢 12 年の少花粉スギ品種由来の半兄弟家系における未成熟材の材質

○松本奈月（宇都宮大学農学部）、高崎美月（宇都宮大学農学部）、根津郁実（宇都宮大学農学部）
横山ひかり（宇都宮大学農学部）、石栗太（宇都宮大学農学部）、大島潤一（宇都宮大学農学部）
飯塚和也（宇都宮大学農学部）

本研究の目的は、宇都宮大学農学部演習林内に植栽された林齢 12 年の少花粉スギ品種由来の半兄弟家系における未成熟材の材質を明らかにすることである。本研究では、全 40 個体（8 家系×各家系 5 個体）を調査対象とした。伐採後、各個体において、髓から 6 年輪目までの内部および 6～10 年輪目から樹皮までの外部の 2 部位から試験片を採取した。その後、曲げ試験を行い、MOE および MOR を算出した。試験後、試験片端から小試験片を採取し、気乾密度を測定した。得られた値をもとに、家系および部位（未成熟材の内部・外部）を要因とした 2 元配置の分散分析を行った。その結果、全性質において、家系間および部位間に有意差が認められたが、家系と部位の交互作用は認められなかった。また、各性質には、内部と外部との間に高い正の相関関係（相関係数 0.8 以上）が認められた。これらの結果から、少花粉スギ品種由来の半兄弟家系において、成長初期から約 10 年目までの間、密度や強度は家系間で異なり、家系の順位は変動しないことが示唆された。

P18*

エゾマツにおける家系の違いおよび肥大成長が晩材仮道管長の半径方向変動に及ぼす影響

○和地恭宏、根津郁実、石栗太、大島潤一、横田信三（宇都宮大学農学部）
田邊純（千葉大学教育学部）、田村明（森林総合研究所林木育種センター）

本研究では、トウヒ属樹木における、家系間および家系内の肥大成長の違いが、晩材仮道管長に及ぼす影響を明らかにするため、43 年生エゾマツ精英樹半家系（6 家系×家系内で肥大成長速度が遅い～中庸～良好な個体を 2 個体ずつ、計 6 個体＝36 個体）の晩材仮道管長を髓から 1 年輪目、3 年輪目からは 3 年輪ごとに 30 年輪目まで測定した。測定した仮道管長の結果を用いて、対数式に基づく半径方向変動モデルを作成した。その結果、切片に家系の変量効果を持つモデルが採択された。従って、エゾマツの晩材仮道管長は、髓から 1 年輪目において家系レベルでの固有値が存在し、形成層齢の増加に伴い、その順位は前後しないことが示唆された。しかしながら、モデルから推定される全分散に占める家系分散の割合は 0.03 と非常に小さく、晩材仮道管長の半径方向変動は、家系間の違いが非常に小さいことが明らかとなった。また、推定されたモデルと、それに年輪幅を応答変数として追加したモデルを比較したところ、二乗平均平方根誤差は年輪幅を含まないモデルの方が小さい値を示した。このことから、晩材仮道管長は、当年の肥大成長量とは関係なく、形成層齢に伴って変化することが明らかとなった。

P19*

薬剤抵抗性マツノザイセンチュウ作出と抵抗性獲得に関与する要因の検証

○松藤紗香（九州大学生物資源環境科学府）、田村美帆（九州大学農学研究院）
渡辺敦史（九州大学農学研究院）

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*: 以下 PWN) は北米原産の外来種であり、在来種のマツノマダラカミキリを媒介者としてマツ材線虫病を引き起こす原因病害虫である。マツ材線虫病の予防対策には、殺線虫剤である樹幹注入剤が防除対策の一つとして選択されている。農薬や薬剤を利用した際に薬剤抵抗性個体の出現が問題点の一つとして挙げられているが、日本における PWN の樹幹注入剤に対する薬剤抵抗性個体の出現は検討されていなかった。

樹幹注入剤として利用される殺虫剤に継続的に暴露して培養した PWN は数世代のうちに生存可能な薬剤濃度は上昇した。従って、継続的な樹幹注入剤の使用によって薬剤抵抗性 PWN が比較的短期間に出現する可能性が示唆された。*C. elegans* の薬剤抵抗性に関与する要因に基づいて、PWN のアセチルコリン受容体遺伝子発現量を検証した結果、薬剤非存在下で培養した PWN と比較して抵抗性個体の発現量は大きく減少していた。殺虫剤は一般に突然変異誘起性を持たないとされていることから、ごく少数の個体が薬剤に対して遺伝的に抵抗性を有しており、薬剤投入後にはこれらの PWN 同士が交配することで集団中に抵抗性遺伝子が拡散し、相対的に薬剤に強い PWN 集団が形成されると考えられる。

P20*

EMS 処理によるマツノザイセンチュウの温度耐性変化

○廣野成夢（九州大学大学院生物資源環境科学府）、渡辺敦史（九州大学大学院農学研究院）

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus*) は外温性動物であり、培養温度に対して増殖率が変化することが知られている。特に、気候変動による気温上昇はマツノザイセンチュウの増殖率に対して影響すると考えられることから、マツ材線虫病拡大にもなんらかの変化を引き起こす可能性が考えられる。そこで、マツノザイセンチュウ野生型個体群 (以下 OP) の培養温度を変化させた結果、35°C以上の温度での培養温度に対し増殖力が低下する傾向を示した。本研究では、遺伝物質にランダムな突然変異を誘発する化学物質であり、突然変異育種で頻繁に用いられてきた EMS (Ethyl methanesulfonate; メタンスルホン酸エチル) を利用することでマツノザイセンチュウ変異体 (以下 EMS_P) 作成を試み、マツノザイセンチュウの高温耐性の変化について検証した。その結果、EMS_P は OP とは異なり、高温での増殖特性の変化が認められ、一般的な外温性動物が示す温度と増殖率の関係とは異なるパターンを示した。しかし、EMS_P は 38°Cでは増殖率は OP とほぼ同じであり、培養温度 37°Cがマツノザイセンチュウにおける増殖を可能とする一つの閾値になると推測される。

P21*

栃木県産スギクローン 3 品種の木材性質の半径方向変動におけるクローン間差

○高崎美月、根津郁実、石栗 太、大島潤一、横田信三（宇都宮大学農学部）
高島有哉（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、大谷直希（栃木県林業センター）

前回の森林遺伝育種学会において、栃木県林業センターに植栽されたスギ 4 クローン全 17 個体を対象に、年輪幅および容積密度を調査し、容積密度の半径方向変動と肥大成長の関係について発表した。今回は同じ供試材を使用し、個体数を 3 クローン全 9 個体に変更した上で、曲げヤング率、曲げ強さ、曲げ仕事量、縦圧縮強さ、およびマイクロフィブリル傾角を調査した結果を加えて報告する。得られた結果から、各木材性質について、対数式、二次式、ロジスティック曲線、ミカエリス・メンテン式に基づく半径方向モデルを作成し、AIC によりモデルを選択したところ、木材性質によってそれぞれ異なるモデルが選択された。変量効果を含む位置の違いを見ると、容積密度、曲げ強さ、曲げ仕事量では切片に変量効果を含む式が採択され、半径方向変動パターンは同様だが、クローンによって固有値があることが示唆された。一方で、縦圧縮強さでは傾きに変量効果を含む式が採択され、成長初期の変化率が異なることが示唆された。また、曲げヤング率およびマイクロフィブリル傾角では漸近値に変量効果を含む式が採択され、初期値は同様だが、クローンによって固有値に収束することが示唆された。このことから、クローンが木材性質の半径方向変動パターンに及ぼす遺伝的影響は、木材性質によって異なることが明らかになった。

P22*

スギ精英樹における成長速度の系統間差を決定する樹冠特性について

○日下真桜（京都大学農学部）、松下通也、武津英太郎（森林総合研究所林木育種センター）
亀井啓明、RAHMAN Md Farhadur、小野田雄介（京都大学農学研究科）

スギは日本各地に分布して高い遺伝的多様性をもち、成長が速く通直性が高いため木材として古くから利用されてきた。こうした材木の育種において、効率的な育種を進めるために生産性の高い樹木をなるべく早く選抜することが必要とされている。そのため成木での生産性を決定する形質を特定し、その形質の良し悪しを可能な限り早期に評価・選抜するフレームワークが必要であると考えられる。本研究では、茨城県日立市の大久保育種素材保存園に植栽されている 25 年生のスギ精英樹を対象に、光量子センサーを用いて樹冠内での光吸収率や光減衰などの光獲得様式を測定した。また LiDAR ドローンを用いて取得した点群情報を高さごとに解析することにより、スギの樹冠形状・葉群密度を調べ、これらの情報を用いて成長との関係を調べた。スギのバイオマス成長速度や、樹冠面積あたりの成長速度には樹冠サイズだけでなく、樹冠内での葉群密度や樹冠の形状といった樹冠特性が関係していることが明らかになった。特に樹冠内の葉群密度が小さく樹形が扁平でないものでは、光減衰が緩やかになりバイオマス成長が増大する傾向が見られた。

P23*

スギ不定根形成誘導新規シグナル候補と不定根の人為誘導の可能性

○村田淳之介（九州大学大学院生物資源環境科学府）、福田有樹（森林総合研究所林木育種センター九州育種場）、田村美帆（九州大学大学院農学研究院）、渡辺敦史（九州大学大学院農学研究院）

近年スギ挿し木苗生産において、適切な湿度管理を行う事により用土を用いずに不定根を誘導する空中挿し木法（通称エア挿し）が報告された。従来、スギ挿し木において不定根は切断部または用土に挿しつける部位付近から発生すると考えられていた。しかし、空中挿し木法では、切断部以外の穂上部からの発根も確認される。従って、空中挿し木法を契機として不定根誘導の外的要因について再考の必要性が示唆されている。モデル植物において、側根の発根部位に対して土壌中で接触する水が誘導シグナルになることが報告されている。そのため、スギでも不定根形成を誘導する外的要因の候補として穂に付着する水に着目した。穂に付着する水を制御するため、保水処理やワセリン塗布した空中挿し木試験から発根誘導部位に対する影響を明らかにした。その結果、水はスギにおける不定根誘導の新規シグナルである可能性が示唆される結果が得られている。この結果は、意図的に穂に付着する水を制御することで、不定根誘導部位を人為的に企図できる可能性を示しており、今後は人為的に不定根誘導部位を制御する根のデザイン化への応用とデザイン化が今後の苗木生産に果たす役割について考察する。

P24

秋田県の希少樹種における種子の乾燥耐性

○宇佐美笑瑠（秋田県立大学）、木村恵（秋田県立大学）

近年温暖化などの急速な環境の変化に伴い、生育地での存続が危ぶまれる希少種において人の管理下で栽培・管理する生息域外保全が注目されている。その中でも種子を収集し、乾燥、低温化で保存する方法はシードバンクと呼ばれている。種子は、条件次第で自立的に個体が再生できる利点があるため、シードバンクは費用対効果の高い保存方法であるが、野生植物では種子の可否に関わる種子の乾燥耐の情報は限られている。本研究では、秋田県のレッドリストに掲載されている維管束植物の中から樹木 51 種を対象に、種子保存が可能かどうかの判断材料として種子の乾燥耐性を調べた。まず、データベースの近縁種の情報から種子の乾燥耐性を推測した結果、37 種は長期保存が可能なオーソドックス種子と考えられた。残り 14 種には、近縁種の乾燥耐性の結果がばらついて推定できなかった種と乾燥耐性の情報がない種が含まれた。このうち、夏以降に種子が散布され、種子採取が可能と考えられた 5 種については、種子の形態もしくは乾燥耐性実験から乾燥耐性を明らかにする予定である。例えばチョウセンゴミシは種子乾燥重量に対する種子の割合から乾燥耐性が高いと考えられた。

P25

関西育種基本区において選抜したセンダン優良木の系統間における初期成長の比較

○宮下久哉（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、高島有哉（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、河合貴之（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、堀口和真（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）

森林総合研究所林木育種センター関西育種場は、2019年に近畿中国森林管理局および福井県総合グリーンセンターと連携してセンダン優良木を12本選抜した。これら12本のうち9本から核果を採取し、2021年4月に山陰増殖保存園（鳥取県智頭町）に試験地を設定した。2021年（1成長期経過後）、2022年（2成長期経過後）および2023年（3成長期経過後）の成長休止後の秋季に樹高、地際径および胸高直径を測定した。1成長期経過後の樹高の中央値は1.1m、地際径の中央値は15mmであり、2成長期経過後の樹高の中央値は2.7m、地際径の中央値は30mm、胸高直径の中央値は20mm、3成長期経過後の樹高の中央値は4.6m、地際径の中央値は50mm、胸高直径の中央値は35mmとなった。今回は、これら測定データを用いて、3成長期経過後の系統間における初期成長を比較したので報告する。

P26

ゲノミックセレクションによる事業用クローンの開発

○新屋智崇（日本製紙(株)研究開発本部）、陶山健一郎（Amapa Florestal e Celulose S.A. (AMCEL), Forest Research Division, Brazil）、岩田英治（日本製紙(株)研究開発本部）、宮内謙史郎（日本製紙(株)研究開発本部）、Diego（Amapa Florestal e Celulose S.A. (AMCEL), Forest Research Division, Brazil）
Antonio C. Rosa（Amapa Florestal e Celulose S.A. (AMCEL), Forest Research Division, Brazil）
根岸直希（日本製紙(株)研究開発本部）

ユーカリは、高成長かつパルプ化適性に優れるため、パルプ生産を目的として、世界中の様々な地域で植栽されている重要な樹種である。ブラジルでのユーカリの一般的な育種プログラムでは、複数回の選抜試験を実施し、12年以上の期間をかけて、事業用に利用するユーカリクローンを選抜している。当社は、この開発期間を短縮させるために、ゲノム情報を利用したゲノミックセレクションに2014年より取り組んできた。

2017年に開始した実証試験では、実生苗1000個体の中からゲノム予測値の優れる20個体を選抜し、播種からわずか4年9か月で主力事業用クローンよりも森林蓄積量に優れるクローン（森林蓄積量≒CO₂吸収・固定能力で11%向上：試験データ）を開発した。開発したクローンは、10万本以上の苗生産を行い、今年100ha程度の商業植栽を開始している。本技術を利用したユーカリの産業植林での実用化は世界初（当社調べ）。今回、予測モデルの作成から、選抜まで取り組んだ内容について報告する。

P27

P28

アカエゾマツの容積密度のクローン間差異に寄与する産地の環境要因の影響

加治屋杏奈, ○田邊 純 (千葉大学教育学部)、花岡 創 (静岡大学天龍フィールド)
福田陽子 (林木育種センター北海道育種場)

アカエゾマツ (*Picea glehnii* (F.Schmidt) Mast.) の建築用構造材としての利用価値向上を目指した育種を行う上で、木材性質の遺伝的変異およびその発生メカニズムを明らかにすることは重要である。本樹種には開葉時期や容積密度などの形質に産地間変異があることが既に示されており、由来する産地の環境条件の違いが遺伝的変異に影響を与えてきたと解釈できる。本研究では、アカエゾマツの木材性質におけるクローン間差と選抜地の気象因子との関連性を明らかにすることを目的とした。供試木には、森林総合研究所林木育種センター北海道育種場に植栽されている 40~50 年生アカエゾマツ精英樹 62 クローンをを用いた。本研究では、気象条件によるクラスター分析により分けられた 5 つの気候区分を使用し、クローンを 4 つのグループに分けて分析を行った。供試木より $\phi 5.15\text{mm}$ のコア試料を採取し、容積密度を 5 年輪ごとに測定した。容積密度の個体平均値について、クラスターおよびクローンをランダム効果とした線形混合モデルを解析した。分散成分比を見ると、クラスターよりもクローンの方が大きい値をとったことから、容積密度の差異においては気象要因よりもクローンの影響が大きいことが考えられる。

P29

アカエゾマツの冠雪害リスクと抵抗性に関する改良の可能性

○花岡創（静岡大学農学部）

上田雄介、岩井大岳、福田陽子（森林総合研究所林木育種センター北海道育種場）

冠雪荷重で幹折れや枝折れ被害が生じる冠雪害は、冬季の気温が低く湿雪の少ない北海道ではリスクが低いと考えられる。しかし、2022年12月22日から26日にかけて、スギ等で冠雪害が生じやすいと言われる気象条件（最低気温 -3°C 以上で最高気温が 3°C 以下かつ、積雪深増加が20cm以上）が北海道紋別郡遠軽町で記録された。2022年1月末に、同町丸瀬布にある32年生アカエゾマツ検定林を訪れたところ、ごく最近に生じたと思われる冠雪害が多数の個体で生じていることを確認した。そこで、2023年6月に、この検定林に植栽された35家系、合計3544個体（30年次調査で生存していた全個体）を対象に、幹折れ被害の有無を確認した。その結果から、(1) 幹折れ被害の発生に対する家系の遺伝的効果の有無を検証するとともに、(2) 30年次の成長量調査の結果を基に家系毎の形態的特徴を検討し、幹折れ被害との関連性を検証した。解析の結果、被害の発生に対して、有意な正または負の効果を示した家系が確認され、また、樹高と形状比の両方の値が高かった家系で被害が生じやすい傾向にあったと考えられた。

P30

カラマツ第一世代精英樹の立木材質評価

○井城泰一、三嶋賢太郎（森林総研林育セ東北）

福田陽子（森林総研林育セ北海道）、田村明（森林総研林育セ）

カラマツは、国内の他の針葉樹に比べて優れた材質特性を有しており、また特に寒冷地において優れた成長を示すことから、主要な造林樹種の一つとなっている。そのため育種対象樹種となっており、北海道育種基本区で276クローン、東北育種基本区で28クローン、関東育種基本区で232クローンの第一世代精英樹がそれぞれ選抜されており、北海道育種場（北海道江別市）、東北育種場（岩手県滝沢市）および長野増殖保存園（長野県佐久市）に保存されている。カラマツの材質育種を進めるにあたり、これら第一世代精英樹の材質特性を把握することは重要である。しかしながら、これまで各育種基本区において間伐木を対象にした一部の精英樹についての調査結果はあるが、統一した手法で育種基本区横断的により多くの精英樹について調査した結果はない。そこで本研究では、各育種場・保存園に植栽されているより多くのカラマツ精英樹を対象に、立木状態で測定できる応力波伝播速度、ピロディン陥入量を測定したので報告する。

P31

カラマツ精英樹における材質形質及び材質試験データの ゲノムワイド関連解析とゲノミック予測精度

○三嶋賢太郎（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）、平岡裕一郎（静岡県立農林環境専門職大学）
井城泰一（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）、平尾知士（森林総合研究所林木育種センター）
高島有哉（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、永野聡一郎（森林総合研究所林木育種センター）
宮本尚子（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）、福田有樹（森林総合研究所林木育種センター九州育種場）
福田陽子（森林総合研究所林木育種センター北海道育種場）、平川英樹（かずさ DNA 研究所）
田村明（森林総合研究所林木育種センター）、高橋誠（森林総合研究所林木育種センター）

材質の改良は針葉樹の育種を進めていく上で最も重要な育種目標の一つである。そのため、森林総合研究所林木育種センターにおいては、育種樹種の精英樹の形質を評価するために検定林に植栽された材料について、材質の諸形質を評価し、また、ゲノム情報を利用した選抜手法や形質の予測についても研究に取り組んでいる。カラマツは主要造林樹種であり、成長に優れ、材の強度も優れていることから、近年では、木材加工技術の進展による集材材としての利用の高まりを受けて、造林面積が増加している。本発表では、カラマツの材質データおよび曲げ・引張り・圧縮等の試験データを用いて、精英樹等の遺伝子型データと合わせて形質と有意に相関を持つ遺伝子座を探索するゲノムワイドアソシエーション解析および、交差検証により実形質と予測値との相関関係を検証するゲノミック予測を行ったので、その結果を報告する。

P32

カラマツ採種園における母樹の成長と樹勢に対する環状剥皮、剪定時期および間伐の効果

○松下通也（森林総合研究所林木育種センター）
西川浩紀（山梨県森林総合研究所）、田村明（森林総合研究所林木育種センター）

持続可能な林業用種苗を確保するには、採種園の効率的な管理手順を確立することが重要である。本研究では、カラマツ採種園において、採種木の成長と樹冠の樹勢に及ぼす間伐・剪定時期・環状剥皮の影響を評価した。間伐は、採種木の樹冠発達に伴う相対光量子束密度の低下を遅らせる効果があったものの、採種木の樹高成長や直径成長に対する影響は有意には検出されなかった。未剪定と、冬季に剪定を実施した採種木との間で樹勢に有意な差は観察されなかったが、初夏に剪定を実施した採種木では樹勢が著しく低下した。環状剥皮から5年後、低強度および中程度の剥皮強度は無傷の木と同様に高い樹冠活力を維持したが、厳しい強度の剥皮強度を施した採種木では、樹勢は著しく低下した。本研究の知見は、カラマツ採種園における採種木の樹勢と着花促進のバランスをとる施業を検討する際の有益な情報となる。

P33

クロマツのコンテナ苗に対するマツノザイセンチュウの接種検定

○宮下智弘、村川直美子、渡部公一（山形県森林研究研修センター）

山形県ではマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の一次検定として、クロマツ実生苗に対する複数年の接種により生存個体を選抜する取り組みを進めてきた。実生苗へ接種を行って生存個体を選抜する場合、より多くの実生苗に接種することは重要と考えられる。しかしながら、接種対象となる苗木数が増えると、事業にかかる育苗や接種などの一連の作業に必要な作業員の確保も難しくなる。そこで山形県では、JFA300によるマルチキャビティコンテナで育成したクロマツ実生苗を接種対象とすることによって、苗木育成や管理、接種作業が効率的に行え、少ない人員でも多数の苗木に接種できると考えた。本報告では、これまで山形県が行ってきたビニルポットで育成した苗に対する接種検定と、近年取り組んでいるコンテナ苗に対する接種検定について、接種作業にかかる効率性等について報告する。また、ポット苗およびコンテナ苗の接種条件は同じであり、両者ともハウス内でマツノザイセンチュウを1万頭接種している。このため、根鉢の小さいコンテナ苗は生存率や健全率が低い傾向が観察されたが、その詳細についても報告する予定である。

P34

画像認識によるクロマツ雌花の開花ステージ判定の試み

○宮本尚子（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）、武津英太郎（森林総合研究所林木育種センター）、井城泰一（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）、岩泉正和（森林総合研究所林木育種センター九州育種場）、松永孝治（森林総合研究所林木育種センター九州育種場）
山野邊太郎（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）

開花は連続的に移り変わる事象であるが、いくつかのステージに分けて認識することで、育種対象樹種の人工交配において重要な雌花の受粉適期を判断することが容易になる。従来は開花ステージを目視判定するのが一般的であるが、習熟が必要であり、判定に個人差があるなどの課題が存在する。今回、クロマツ雌花について、調査者の経験に依存しない簡易な開花ステージ判定手法を構築するため、深層学習を用いた分類モデルの作成を検討した。習熟した複数の調査者が、様々なクロマツ雌花の画像を、斎藤ら（1979）の報告にしたがって3つの開花ステージI、IIおよびIIIに分類した。全員の判定が一致した3,074枚の画像を使用して、MobileNetV2（Sandler et al. 2018）の転移学習によってモデルを作成した。雌花が画面全体に対して小さい画像や、雌花と関係のない物体が写りこんでいる画像など、モデルの予測が正しくない画像があったが、正解率は0.974と非常に高かった。また、このモデルを組み込んだWebアプリケーションを開発した。今回正解率の高いモデルが作成できたことで、今後、同様の育種関連の形質評価にも応用できると考えられる。

P35

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

○平尾知士（森林総合研究所林木育種センター）、白澤健太（かずさ DNA 研究所）、高島有哉（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、平川英樹（かずさ DNA 研究所）、三嶋賢太郎（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）、三浦真弘（森林総合研究所林木育種センター西表技術園）、磯田圭哉（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、山田浩雄（森林総合研究所林木育種センター）

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。本発表では神戸市立森林植物園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。

P36

スギ雄性不稔個体作出を目的としたガラス温室内での交配時の外来花粉の排除

○西原寿明（愛媛県林業研究センター）、田口裕人（愛媛県林業研究センター）

スギやヒノキなど林業用樹種の新品種開発や種子生産に際して、外界から飛来する木庭外の花粉（外来花粉）を排除するため、ビニールハウスやガラス温室を利用した閉鎖系採種園の導入が多くの機関で検討されている。しかし、開花期の施設内の高温・多湿により、交配が阻害され、発芽率や種子量が低下する現象が見られる。そのため、開花期の晴天時などはやむなく天窓や側窓を開ける必要が生じ、閉鎖系採種園のメリットである外来花粉の排除が妨げられると考えられる。そのため本研究では、ガラス温室の開口部に簡易な農業用被覆資材を設置し、自然交配した爽春家系 F_2 種子を発芽させ、スギ雄性不稔 *ms1* の遺伝子型及び核 *S S R* 遺伝子型を用いて親子鑑定を行い、外来花粉の混入率を算出し、被覆資材による外来花粉排除の効果を検証した。被覆資材有の場合、*ms1* の分離比は、 $AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1$ となったが、無しの場合では、 $1.3 : 2.1 : 0.6$ ($\chi^2 = 53.82$, $p < 0.001$) となった。また、雄性不稔個体数及び単純排斥法による親子鑑定から推定した外来花粉由来個体数から、外来花粉混入率は、被覆資材有の場合は 0.8%、無しの場合は 34.3% と算出され、安価な被覆資材で有意 ($\chi^2 = 43.23$, $p < 0.001$) に外来花粉を排除できたと考えられた。

P37

スギにおける大断面切片画像を用いた木材組織学的解析のための 新規 ImageJ プラグイン開発

○高島有哉（森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、安田悠子（鹿児島大学農学部）

木材を質的または量的に評価する上で、それらの基礎となる壁厚や細胞内腔面積などの木材組織学的な知見を得ることは、古今において重要である。樹木の横断面切片の顕微鏡画像を解析するためのソフトウェアやプラグインは、既にいくつか入手可能であるが、壁厚が早材と晩材で大きく異なるスギ等の樹種については、1年輪を超える大断面切片画像の解析結果が良好でないことが多い。これは、解析ソフトウェアのパラメータを晩材に合わせて調節すると早材細胞壁の白飛びが生じ、逆に早材に合わせて晩材内腔の黒つぶれが生じてしまうことが主な原因である。我々は、この問題点を解消するには、多くの場合、画像の前処理としてコントラスト制限付適応ヒストグラム平坦化（Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization: CLAHE）を行うことが効果的であることを明らかにし、CLAHEの機能を内包した木材組織解析ソフトウェアを、画像解析ソフトウェア ImageJ 用のプラグインとして新たに開発した。本発表では、開発したプラグインの特徴や機能と、実行結果などについて紹介する。

P38

四国地区の2検定林におけるスギ第二世代精英樹候補木後代の5年次樹高

○山野邊太郎（林木育種センター関西育種場）、篠崎夕子（林木育種センター関西育種場）
岩泉正和（林木育種センター九州育種場）、久保田正裕（林木育種センター九州育種場）
山田浩雄（林木育種センター）、磯田圭哉（林木育種センター関西育種場）

林木育種センター関西育種場では平成18年度から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、四国地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最初に造成した西四国局12号検定林および西四国局13号検定林における5年次樹高の調査結果を抜粋して報告する。比較対照は高知県苗組から購入したスギ一般流通苗である。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、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より良好な成長を示した。

P39

鳥取県における少花粉スギミニチュア採種園の雌花開花フェノロジーについて

○赤井広野（鳥取県林業試験場）

鳥取県では、平成30年度から少花粉スギミニチュア採種園を造成している。今後も安定的に種子を生産する必要があるが、そのためには人工交配の時期の見極めが喫緊の課題である。当該課題を解決するため、採種園内に植栽されている採種木の雌花開花フェノロジーについて調査した。調査対象である採種木15クローン（合計76個体）に対し、令和4年7月1日、8日及び28日にジベレリン水溶液を散布した。その後、1個体につき1雌花ずつ選抜し、雌花開花日及び珠孔液分泌日を調査した。調査は、令和5年2月1日から開始し、全ての雌花で珠孔液分泌が確認された3月20日で終了した。また、雌花開花日等の積算気温を調べるため、1月1日から3月21日までの間、採種園内に設置している百葉箱において、1時間毎に気温を測定した。結果として、雌花開花日は個体によってばらつきが大きいが、珠孔液分泌日はクローン毎でほぼ同時期であった。また、珠孔液分泌日は、最も早い個体では3月2日（積算気温243.4度）であり、来年度以降の人工交配時期の見極めの一つの指標を得ることができた。今後は、より正確な人工交配の時期の見極めのために、複数年調査を行うことで精度を高めていく予定である。

P40

8年生スギエリートツリーと従来種苗との応力波伝播速度の比較

○田口 裕人（愛媛県林業研究センター）、西原 寿明（愛媛県林業研究センター）

樹高成長が早い第2世代精英樹「エリートツリー」により、人工林皆伐後の再造林コスト低減が期待されており、全国各地でもエリートツリーによるミニチュア採種園が造成され、愛媛県においても、2018年度から種子が生産されている。2021年5月には、『みどりの食料システム戦略』で2050年までに林業用苗木の9割をエリートツリー等にする」とされ、その普及には、エリートツリー種苗の成長特性や、材質特性など、従来の種苗に対する優位性を実証する必要がある。愛媛県では、2015年3月から県有林皆伐跡地に、エリートツリーを用いた低コスト再造林試験地を設け、成長量調査を行ってきた。8成長期末時点での平均樹高は、エリートツリー区で有意に高い結果が得られ($p<0.01$)、初期成長の面でエリートツリー実生の優位性を示すことができた。本研究では、エリートツリーの材質特性面での優位性を実証するため、ファコップを用いて応力波伝播速度を比較したところ、エリートツリーが有意($p<0.01$)に高く、遺伝的に動的ヤング率が高いと考えられた。

P41

機能性展着剤を添加したジベレリン処理によるスギの着花促進効果

○田中功二（地方独立行政法人青森県産業技術センター林業研究所）

花粉症対策品種や二酸化炭素吸収能が高いスギ種苗の増産が急がれている。しかし採種園の拡大には経費・時間を要することから、採種園の採種木 1 本当たりの種子生産量の増加方法を検討した。着花促進剤として使用しているジベレリン（以下 GA3 とする）水溶液に機能性展着剤 3 種類を添加し、8 月上旬に葉面散布処理した。翌年 4 月中旬に雄花量を指数評価（4 段階：4 が最大）し、9 月下旬に球果数を計数した。その結果、濃度 100ppm GA3 水溶液のみの対照区の雄花の平均着花指数を「1（平均着花指数値：1.4）」とすると、100ppm GA3 水溶液に機能性展着剤 A 剤を添加した処理区では 1.4 倍（2.0）、B 剤処理区では 1.3 倍（1.8）、C 剤処理区では 1.1 倍（1.6）であった。球果の平均着生数は、対照区を「1（平均着花数：14.0 個）」とすると、A 剤処理区 3.5 倍（49.4 個）、B 剤処理区 7.5 倍（104.8 個）、C 剤処理区 3.1 倍（43.4 個）であった。また同エリアで平成 29、30 年に実施した GA3 複数回処理試験の結果は、1 回処理での着花量を「1」とすると、雄花は 2 回処理では 1.5 倍、3 回処理では 1.0 倍、雌花は 2 回処理では 1.9 倍、3 回処理では 2.4 倍であり、機能性展着剤の高い有効性が示唆された。

P42

次代検定林 Data を用いた単形質 BLUP および多形質 BLUP による系統評価の比較

○那須仁弥（国立研究開発法人森林研究、整備機構森林総合研究所林木育種センター東北育種場）

次代検定は、精英樹の特性評価に不可欠であり、その正確さを向上させるために、精度の向上が重要である。最近では、林内の環境要因の影響を除去するために空間自己相関が活用され、このアプローチによって検定の精度が向上した報告がある（Costa e Silva *et al.* 2001, Fukastu *et al.* 2014）。一方、林木育種において使用されている BLUP 法には、形質の評価を単一で行う単形質 BLUP と、複数の形質を組み合わせる多形質 BLUP があり、多形質 BLUP は単形質 BLUP に比べ、評価の正確度で優れているとされている（佐々木 2007）。この報告では、東北育種基本区のカラマツ次代検定林の記録を用いて、空間補正を行わない単形質 BLUP と多形質 BLUP、および空間補正を行った単形質 BLUP と多形質 BLUP の組み合わせによる系統評価を実施し、上位選抜時の遺伝的獲得量や正確度などを比較した。その結果、空間補正を行った多形質 BLUP が正確度において優れていた。

P43

大規模 SNP 情報から得たスギにおける九州の在来品種の遺伝的位置づけ

○武津 英太郎、松永孝治、平尾 知士、三浦真弘、栗田学、井城泰一（森林総合研究所林木育種センター）
宮原文彦（元 福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター森林林業部）、佐藤太一郎（元 大分県農林水産
研究指導センター林業研究部）、江島淳（佐賀県林業試験場）、横尾 謙一郎（元 熊本県林業研究、研修セン
ター）、上杉基（元 宮崎県林業技術センター）、三樹陽一郎（宮崎県林業技術センター）
永吉健作（元 鹿児島県森林技術総合センター）、久保田正裕（森林総合研究所林木育種センター）
渡辺敦史（九州大学大学院生物資源環境科学府）

九州ではさし木造林が繰り返される中で特徴的なスギ在来品種群が成立している。これらは精英樹とともに九州の造林・林木育種の基礎となる遺伝的リソースであり、スギの林木育種や遺伝資源保存を進める上でその遺伝的位置づけを明らかにすることは必要である。発表者らは、SSR マーカーを用いて福岡県・佐賀県・大分県・熊本県・宮崎県・鹿児島県の林業研究機関および九州育種場に保存されている在来品種の個体の大部分を SSR マーカーを用いて、遺伝子型を整理した（武津ら 2020 森林学会大会）。本報告では、整理された在来品種、九州の精英樹、九州内の地域グループ（行者スギ、鬼の目スギ、屋久杉）、天然林から選抜された本州・四国の精英樹、さらに中国の柳杉（リュウサン）を対象として、ランダムプライマーを用いたアンプリコンシーケンスから得られた SNP 情報により、個体間距離に基づいたクラスタリングを行った。その結果、九州の在来品種は大きく 2 つのグループに分かれ、本州のグループとは異なるグループであることが明らかとなり、林木育種や遺伝資源保存を進める上で重要な集団であることが示された。

P44

東北育種基本区内におけるスギ第 2 世代精英樹の選抜および次世代化への取組

○矢野慶介、井城泰一、三嶋賢太郎、那須仁弥、宮本尚子、笹島芳信、黒沼幸樹
（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）

東北育種場では、平成 22 年度からスギ精英樹およびスギ雪害抵抗性品種の実生検定林より、第 2 世代精英樹候補木の選抜・保存を本格的に開始した。候補木選抜は、1. 特性表で評価が上位であった家系を選抜し（家系選抜）、2. 対象となった家系の中から成長・通直性・材質の優れた個体を候補木として選抜する、2 段階での選抜を行った。東北育種基本区内は東部と西部に分けられているが、これまでに選抜した個体数は、精英樹から東部育種区内（青森、岩手、宮城）から 212 個体、西部育種区内（秋田、山形、新潟）から 141 個体を選抜した。また西部育種基本区内では、雪害抵抗性品種より 156 個体の第 2 世代候補木を選抜した。家系を絞り込んだ選抜は、遺伝的改良の効果が大きいと考えられるが、次世代育種集団の遺伝的多様性の低下が懸念される。今後、これまでに選抜してない家系からの選抜を行い、育種集団に組み込むことにより、遺伝的多様性の確保を進める予定である。また、これらの候補木からエリートツリーの選抜や人工交配を行い、更なる次世代化への取り組みを進めている。

P45

関西育種基本区選抜ヒノキ精英樹のさし木植栽試験

○磯田圭哉（森総研林育セ関西）、三浦真弘（森総研林育セ西表）

関西育種場では、多様なヒノキさし木品種のニーズに対応するべく、ヒノキ精英樹のさし木試験に取り組んできた。ヒノキは発根性については技術的な改良により向上させることができる。しかし、さし付け後に立ち上がらず枝性が残る場合が多くみられ、さし木造林が困難と考えられてきた。一方で、ナンゴウヒや神光 2 号といったさし木品種では、枝性が見られず、造林に適した苗木を育成することが容易である。我々は、ヒノキ精英樹のさし木試験と発根後の立ち上がりについての調査を進め、これらについて、遺伝的な特性があることを明らかにした。今回、これらさし木増殖したヒノキの植栽試験を行い、10 年次の評価を行った。その結果、樹高成長では神光 2 号を超えるものは見られなかったが、胸高直径では超えるものが見られた。単木材積では、3 系統の精英樹が神光 2 号よりも大きな値を示した。これらの系統は、新たなさし木品種として期待がもてる。

P46

九州育種基本区におけるヒノキ次世代育種の検討

○岩泉正和、久保田正裕、福田有樹、倉原雄二、松永孝治（森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター九州育種場）、武津英太郎（森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター）

九州はスギの植栽面積が大きい地域であるが（人工林面積：約 82 万 ha；林野庁 2022）、ヒノキも多く植栽されており（約 50 万 ha）、ヒノキの次世代品種の開発や更なる遺伝的改良に対するニーズが高い。ヒノキの次世代育種を進める上では、既にスギで確立されているような育種集団の体系化（分集団の構築）や遺伝的多様性の確保、血縁制御や、育種スケジュール等について検討する必要がある。本研究では、九州育種基本区におけるヒノキの育種戦略について検討し、第一世代の交配家系（育種集団林等）から選抜（一部選抜予定）された 16 の第二世代精英樹候補木グループを、9 つの次世代育種分集団に編成した。分集団の編成にあたっては特に、①各分集団に寄与する第一世代精英樹数の確保（寄与親数の少ない候補木グループを統合）、②分集団間の血縁関係の最小化（親系統の複数分集団への寄与を可能な限り避ける）、③育種スケジュール（選抜・場内保存（第三世代化の可能な）時期の近い候補木グループを統合）、等といった観点を考慮した。編成した分集団の遺伝的多様性を解析したところ、候補木数の少ない一部の分集団で低い値が見られたことから、第三世代化にあたり、第一世代親の補充等といった配慮が必要と考えられた。

P47

ヒノキにおける採取適期の検証と球果成長におよぼす積算温度の影響

○木村恵（秋田県立大学）、圓谷花衣（秋田県立大学）、吉原溪太（秋田県立大学）、坪村美代子（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター）、田村明（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター）、奈良雅代（東京都農林総合研究センター）、中村健一（東京都農林総合研究センター）、西川浩己（山梨県森林総合研究所）、袴田哲司（静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター）、山中豪（三重県林業研究所）、山野邊太郎（国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター関西育種場）、新原一海（岡山県農林水産総合センター森林研究所）、西原寿明（愛媛県農林水産研究所林業研究センター）、田口裕人（愛媛県農林水産研究所林業研究センター）

日本の全森林面積の約1割はヒノキ人工林であり、ヒノキは日本の重要な林業樹種の一つである。各地で人口造林が行われ、採種園が果たす役割は大きくなっている。種苗生産に用いる種子の採種は林業種苗法によって9月20日以降と決まっているが、1970年の林業種苗法の公布以来、現在の気候は温暖化に伴い変化しており、定められた採取時期が現在も適切かどうかについては検証する必要がある。また、コンテナによる苗木生産の普及により、より早い時期の種子採取が望まれる地域も存在する。本研究では、種子の品質に影響を及ぼす要因として球果の成熟過程に着目し、全国8か所に生育するヒノキについて、採取時期が種子の百粒重と種子数に及ぼす影響について調べた。また、植物の生育にとって積算温度などの気象条件は非常に重要な要素の一つであり、農作物などでは、積算温度を用いて生育予測が行われている。そこで本研究では球果の成長に及ぼす環境要因として積算温度に着目し、秋田、茨城、岡山で生育するヒノキの球果サイズの成長と種子の百粒重に及ぼす積算温度の影響について調べた。

P48

ヒノキ採種園における色と材質を考慮した効率的なカメムシ防除方法の検討

○齋藤央嗣、山田翼、山崎浩太、久保典子、大津喜代美、河野明子（神奈川県自然環境保全セ）

ヒノキ採種園ではチャバネアオカメムシ等のカメムシによる球果の吸汁により種子の発芽率が低下する。これまで球果の着果した枝に袋掛けを行って防除がなされてきた。今回、材質（寒冷紗、サンサンネット、防虫ネット）や色（白、黒、赤、銀）の異なる袋の設置により防除試験を実施した。その結果、メッシュ目が1mmとやや大きい防虫ネット区でカメムシの侵入率が6割となった。他の処理区のカメムシの侵入はわずかで、いずれも1割未満でありその中でも赤サンサン区は全く侵入が認められなかった。得られた種子の発芽率は、対照の無処理区は発芽率が1桁であったのに対し、他の袋設置区は供試した2系統とも発芽率が60%を超える高率であった。発芽数をデータとした品種及び袋処理区間のGLMによる逸脱度分析により、品種間および袋処理区間の逸脱度はいずれも有意な差があり（ $r < 0.01$ ）、交互作用は有意ではなかった。この中でもカメムシの侵入のなかった赤サンサンネット区の発芽率ももっとも高く、赤がカメムシの忌避効果を持つ可能性を示唆した。