

森林遺伝育種学会 第 6 回大会講演要旨集

**平成 29 年（2017 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・セイホクギャラリー**

大会プログラム

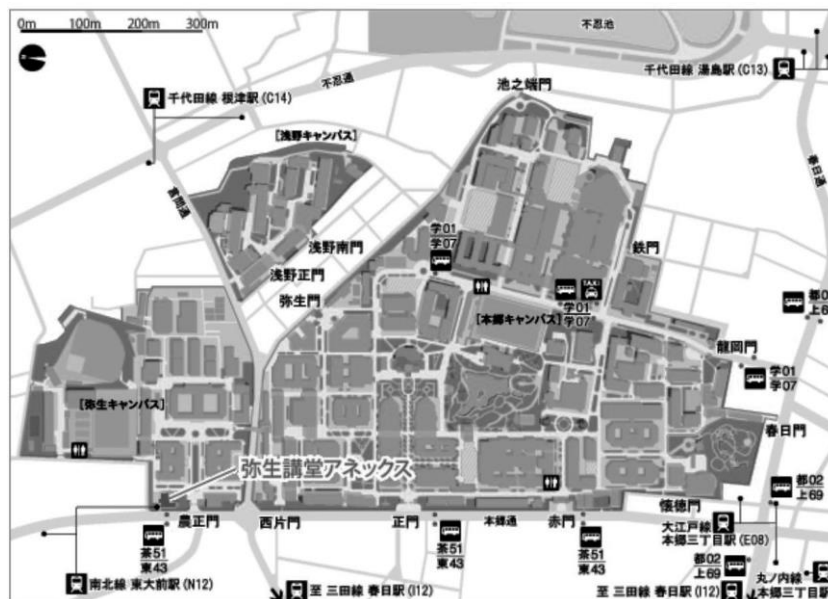
■開催日 平成 29 年 11 月 10 日(金) 午後

■大会スケジュール

- 13:00～ 受付
- 13:00～13:30 ポスター掲示
- 13:30～14:15 開会 会長挨拶
学会賞および学会奨励賞の表彰、受賞講演など
- 14:15～14:30 第1グループ発表内容の紹介（1人1分程度）
- 14:30～15:15 第1グループコアタイム
- 15:15～15:30 第2グループ発表内容の紹介（1人1分程度）
- 15:30～16:15 第2グループコアタイム
- 16:15～17:15 フリーディスカッション兼懇親会（ドリンク・つまみ付）
- 17:30 閉会

■会場 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

案内図



平成 29 年度 森林遺伝育種学会奨励賞

・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）

スギにおける雄花着花性の遺伝性と雄花形態形成に関する研究

・James R. P. Worth（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所）

コウヤマキの遺伝的多様性と保全に関する研究

受賞講演 要旨

スギにおける雄花着花性の遺伝性と雄花形態形成に関する研究

坪村美代子（森林総合研究所林木育種センター）

スギ花粉症は大きな社会的問題となっていることから、スギ精英樹クローンの雄花着花量を評価することにより花粉の少ないスギの選抜等、花粉症対策が進められてきた。スギの雄花着花量にクローン間差があることは従来から知られており、多くの先行研究によりスギの雄花着花に関する知見は蓄積されてきたが、未だ明らかとなっていない部分も多い。本講演では、雄花着花性の実生後代への遺伝性評価、雄花着花量評価手法の検討および関東育種基本区精英樹のジベレリン処理による雄花着花量の再評価を行った結果を紹介する。また、スギ雄花の形態形成をより詳細に理解するために、雄花（葯）が発達する過程を、組織観察および遺伝子発現解析からのステージングと無花粉スギ「爽春」の雄花形成の特徴について紹介する。

コウヤマキの遺伝的多様性と保全に関する研究

James R. P. Worth（森林総合研究所）

This talk will outline the genetic research undertaken by James Worth on the relictual Japanese endemic conifer *Sciadopitys verticillata*. During his time at Kyoto University between 2010-2012 James Worth investigated the phylogeography and genetic diversity of the species across its range in Japan revealing the highest genetic diversity is in the central Honshu mountains versus the low diversity of southwestern Japan, a legacy of in situ glacial survival and possibly also past cutting. In addition, James showed that the species has low outcrossing rates which has implications for the conservation of this highly significant part of the Japanese flora.

ポスター発表タイトル・筆頭講演者一覧

1	エリートツリーの性能評価試験ーコンテナ苗と裸苗における樹高および形状比の家系間の相関性についてー	加藤一隆
2	トドマツの樹冠反射スペクトルを用いた生理学的特性のクローン間変動評価の可能性	花岡 創
3	コブシの集団構造と過去の集団動態の推定	玉木一郎
4	温暖地に移植した北方針葉樹3種の開葉フェノロジーの変化～開芽から冬芽形成まで～	後藤 晋
5	長日処理によるカラマツの着花促進効果	福田陽子
6	固有樹種シコクシラベの石鎚山集団内における7年間の結実動態	岩泉正和
7	野外でのマツノザイセンチュウ接種において接種後の降雨が影響するタイミング	山野邊太郎
8	サンプル集団の違いによるゲノミックセレクションの予測精度	新屋智崇
9	播種時期の異なるスギコンテナ苗の成長推移の比較	大平峰子
10	コンテナ育苗した少花粉ヒノキさし木苗の植栽3年目の成長比較	茂木靖和
11	明るさ等の採種園環境に対するカラマツの着果性のクローン間変異	松下通也
12	石川県産ヒバ（クサアテ）1個体の低温順化過程における遺伝子発現解析	稲永路子
13	Provenance variations in stem productivity of 30-year-old Japanese larch trees planted in northern and central Japan are associated with climatic conditions in the provenances	永光輝義
14	シードバンクにおける野生種保存の現状と課題	木村 恵
15	Functional annotation for Cryptomeria japonica EST libraries.	ウェイ フージン
16	果樹用花粉交配機による無花粉スギ閉鎖系採種園での花粉散布	齋藤央嗣
17	雄性不稔スギによる挿し木コンテナ苗の短期間育成	袴田哲司
18	点群データを用いた樹冠を含む樹木形状生成と形質値推定の試み	平岡裕一郎
19	カラマツ採種園における開葉と気温との関係	蓬田英俊
20	スギの複数器官における遺伝子発現の統合解析	三嶋賢太郎
21	グルタチオンを用いたカラマツさし木増殖技術の開発ー採穂台木の育成ー	井城泰一
22	人工交配の効率化に向けた雌花の開花フェノロジーの調査	栗田 学

23	ケヤキ林木遺伝資源保存林におけるモニタリング調査	磯田圭哉
24	土壌の乾燥に対するスギの生理的応答性のクローン間変異	高島有哉
25	スギの自殖系統の作成とその利用	内山憲太郎
26	乾燥ストレスに対するスギの遺伝子発現動態	平尾知士
27	紀伊半島で発見された新種クマノザクラに対する遺伝子汚染の 危機	勝木俊雄
28	遺伝子組換え雄性不稔スギの隔離ほ場栽培における特性評価	小長谷賢一
29	スギのさし木クローン苗の成長と接ぎ木クローン苗及び実生苗 の成長の関係	倉本哲嗣
30	環状剥皮したカラマツ採種木の着花促進について	西川浩己
31	アカエゾマツ精英樹家系のミクロフィブリル傾角の変異と曲げ 物性との関係	田邊 純
32	マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツのクローナル採種園の最 適設計に向けた種子生産シミュレーション	松永孝治
33	関西育種基本区における抵抗性アカマツ次世代化の取り組み	三浦真弘
34	スギ精英樹におけるさし木苗の根系形質評価	福田有樹
35	新たな無花粉スギ品種「林育不稔1号」の開発と今後の無花粉ス ギ育種	坪村美代子
36	幹重量の大きいヒノキ品種と選抜母集団との表現型値の比較	宮下久哉
37	少花粉スギミニチュア採種園産実生苗の苗畑における初期成長 と雄花生産	田波 健太
38	グイマツ雑種 F1 さし木育苗における温湿度管理の重要性	今 博計
39	カラマツ属における施設内採種園の実用化の可能性について	田村 明
40	グイマツ育種材料の系統評価ー葉緑体全ゲノム情報を用いて	石塚 航
41	Geographical variation of growth characteristics and stress-wave velocity of <i>Larix sibirica</i> naturally grown at five provenances in Mongolia	Bayasaa Tumenjargal
42	ドロノキの葉形質における産地間差および個体間差	生方正俊
43	千葉県君津市産ケヤキの応力波伝播速度に関する親子の関係	成沢知広
44	一種で多様な生態ニッチを優占する樹木ハワイフトモモのゲノ ム解析	伊津野彩子

ポスター発表

1

スギエリートツリーの性能評価試験

ーコンテナ苗と裸苗における樹高および形状比の家系間の相関性についてー

加藤一隆・山野遼太郎・大平峰子（森林総合研究所林木育種センター）

森林総合研究所林木育種センターでは、成長形質に優れ雄花着生量も少ないスギエリートツリー（第二世代精英樹）を選抜中であるが、最近ではコンテナで育苗して山出しを行う場合も増えており、裸苗のみならずコンテナ苗を利用して山出し後の性能評価を行い公表する必要がある。今回は、エリートツリー同士の交配によって得られた 12 家系の種子を苗畑及びコンテナにまき付け、2 箇所のコンテナ苗野外植栽試験地及び 1 箇所の裸苗野外植栽試験地において植栽直後、一成長期、およびコンテナ苗については二成長期後にも樹高及び地際径を測定し、樹高及び形状比（樹高／地際径）の各調査時期間および試験地間での家系平均の順位がどのように変動するのか解析したところ、順位相関係数は樹高および形状比ともコンテナ苗間及び裸苗間では有意な相関がみられた場合が多かったが、コンテナ苗と裸苗の間ではほとんど相関がみられなかった。したがって、育苗方法の違いによって各家系の特性により初期の成長量が異なることが示唆された。

2

トドマツの樹冠反射スペクトルを用いた生理学的特性のクローン間変動評価の可能性

花岡 創（林木育種センター北海道育種場）、古家直行（森林総研北海道支所）

林木の成長は一般的に気象条件によって変動し、また、その変動量には家系間差が存在する。このような現象が生じる一因として、気象条件に対する生理的応答性の家系間変異の存在が推察されるが、生理学的特性について種内の遺伝的変異に迫る研究はほとんどない。近年、無人航空機（UAV）等を用いて測定した樹木の樹冠反射スペクトルから算出される正規化植生指数（NDVI）等の指標が光合成速度等の生理学的特性と相関を示すことが実証されている。この技術を用いれば、フィールドにおいて多数個体の生理学的特性を効率良く推定することができると期待され、生理学的特性の家系間変異を測定できる可能性がある。本研究では、北海道の主要樹種であるトドマツを対象にして、接ぎ木クローンが保存された林分（約 50 年生）を対象に樹冠反射スペクトルを測定し、NDVI のクローン間の変動を試行的に推定した結果等について報告する。

コブシの集団構造と過去の集団動態の推定

玉木一郎（岐阜県立森林文化アカデミー）・川島直通・行年恭兵（名古屋大学大学院生命農学研究科）・李正賢（全南大学校）・鈴木節子（森林総合研究所）・板谷明美（三重大学大学院生物資源学研究科）・戸丸信弘（名古屋大学大学院生命農学研究科）

コブシには葉や花の形態が異なる変種キタコブシが存在する。コブシの全分布域にわたる 24 集団の遺伝的変異と葉形態の変異を調査し、種内系統の存在や形態との関連を明らかにすることを目的とした。本州中部以北の日本海側や北海道にかけての集団の個体は葉面積と相対葉身幅が大きく、葉が大きいとされるキタコブシの形態的特徴を示していた。STRUCTURE 解析の結果、最適な集団数は 2 と 11 が検出され、東北以北と以南で明確に異なる階層的な遺伝的構造を示した（北方系統と南方系統）。しかし、北方系統と南方系統の区分は、葉形態の区分とは一致しなかった。北方系統は南方系統に比べ、低い遺伝的多様性を示した。近似ベイズ計算の結果、北方系統は拡大、南方系統は安定傾向にあることが推定された。また、系統間の分化の時期は 50–70 万年前であり、その後、北から南への一方向的な移住が生じていることが推定された。生態ニッチモデリングの結果、現在、北方系統が分布している地域の LGM における分布確率は低く、氷河期には北方系統の分布域が強く制限されていたことが示された。

温暖地に移植した北方針葉樹 3 種の開葉フェノロジーの変化～開芽から冬芽形成まで～

後藤 晋・米道 学・久本洋子・齋藤俊浩・平尾聡秀・木村徳志・福岡哲（東京大学大学院農学生命科学研究科）、伊原徳子（森林総合研究所）、種子田春彦（東京大学大学院理学系研究科）

私たちは、北方針葉樹 3 種を自生地である富良野、温暖地である秩父と千葉の 3 か所に 2016 年春に植栽し、生残、成長、生理形質を調べ、北方針葉樹が温暖化を受けた時の応答反応を調べている。温暖化は樹木のフェノロジーにも影響を与えることが指摘されており、実際、サクラの開花期は 1960 年代に比べて 2000 年代は明らかに早く、逆に紅葉期は遅くなっており、生育期間は長くなっていることが予想される。本研究では、4 月初めから 8 月半ばまで週 1 回の頻度で、3 地域に植栽した各樹種（4 個体）の頂端をデジタルカメラを撮影し、開芽期と冬芽形成期が自生地に比べて、温暖地でどのように変化し、その期間が長くなるのか、短くなるのか、それとも変化しないのかを調べた。

長日処理によるカラマツの着花促進効果

福田陽子、花岡 創、矢野慶介（林木育種センター北海道育種場）、
田村明（林木育種センター）

カラマツの着花には顕著な豊凶があり、確立された着花促進技術がないことから、安定的な種苗生産および人工交配による計画的な育種改良が困難な状況にある。これまでの研究で、長日条件および強光条件下で花芽の形成が促進されること、乾燥ストレスが着花を誘導することが報告されていることから、本研究では、これらを組み合わせた処理による着花促進効果を検討した。ポットに植栽したカラマツクローン5系統の5年生つぎ木苗を用い、自然条件下および長日処理温室、長日処理を行わない温室で育成し（いずれの温室も灌水を制限）、翌年の着花量を比較した。個体ごとに総枝長、雄花数、雌花数、短枝または長枝数を調べ、一般化線形混合モデルで解析した結果、単位枝長あたりの花芽数に対する長日温室処理区の有意な効果が検出された。この結果から、長日処理、高温、乾燥ストレスを組み合わせることによって、花芽を誘導できる可能性が示された。

固有樹種シコクシラベの石鎚山集団内における7年間の結実動態

岩泉正和、三浦真弘、河合貴之、笹島芳信（森林総研林育セ関西）、
磯田圭哉（森林総研林育セ）

シコクシラベ (*Abies veitchii* var. *shikokiana*) は四国の石鎚山、笹ヶ峰及び剣山のわずか3山の頂上周辺にのみ遺存的に生育するシラビソの固有変種であるが、気候変動等による集団サイズの減少が危惧されており、生息域内外での保存が重要視されている。これまで当該樹種3集団の遺伝的変異がシラビソ本種との比較により明らかにされてきたが（岩泉ら2016）、現地内での天然更新や種子（次世代）による生息域外保存等に重要な、球果生産量や結実の豊凶周期といった繁殖特性については殆ど知見がない。本研究では、石鎚山のシコクシラベ集団を対象に107個体をランダムに選定し、2011年～2017年の7ヵ年において球果着生量を連年調査するとともに、結実量の年次変動パターンについて解析した。個体あたりの平均球果着生量は2011年（44.0個）、2014年（55.0個）、2017年（24.4個）で多く、結実の豊作年と考えられた。上記豊作年の翌年はいずれもほとんど球果が観察されず（2012年：1.61個、2015年：0.03個）、さらに翌年はいずれも少数の着果が観察された（2013年：6.79個、2016年：4.97個）。このことから、当該集団の結実の豊凶パターンはこれまでのところ規則的に3年おきに豊作年となっていること、「…豊作年→凶作年→少作年…」という明瞭な周期性を刻んでいることが明らかになった。

野外におけるマツノザイセンチュウ接種で接種後の降雨が影響するタイミング

山野邊太郎（森林総合研究所林木育種センター）

マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業における抵抗性個体のスクリーニングにおいては、野外の苗畑で育成した多数のマツ個体にマツノザイセンチュウを人工接種する必要がある。しかし、発病に適した人工接種の時期は7月上旬～7月下旬で、その大半が梅雨にあたる。マツノザイセンチュウは水懸濁液の状態で接種されることから、接種直後に降雨があった場合、接種源の流亡が危惧される。本研究では、接種と降雨のタイムラグがどの程度であれば接種が有効であるかを検証するために、7月に線虫接種を行った直後から2時間後に接種部位に水を流し、冬期に生存率を調べ、流水をしない場合と比較した。2時間後から10分後の流水は生存率に影響を及ぼさなかったが直後の流水により生存率は高くなった。このことから、野外におけるマツノザイセンチュウ接種による抵抗性個体のスクリーニングにおいて、接種中からの降雨がない範囲において、接種後の降雨が影響することはきわめてまれであると推察された。

サンプル集団の違いによるゲノミックセレクションの予測精度

新屋 智崇・陶山 健一郎・中浜 克彦・岩田 英治・根岸 直希・田邊 稔明
（日本製紙(株)研究開発本部 基盤技術研究所 植林研究室）

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通常の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各形質に優れたクローンを選抜している。近年、遺伝子解析技術の向上により、多くの作物や家畜を中心に SNP マーカーを利用した育種技術の開発が進んでいる。ゲノム全体の SNP マーカーを用いて選抜を行うゲノミックセレクションにより、大幅な育種期間の短縮（12 年以上→5 年）が期待できる。昨年度の報告では、自然交配由来の個体群（931 個体）を利用して、5 種類の形質（材積、容積重、KP 収率、 α セルロース、ヘミセルロース）の予測精度を調査した。その結果、自然交配由来の個体群の予測精度は、0.13（ヘミセルロース）から 0.30（容積重）であった。今回、人工交配由来の個体群（244 個体）を利用して、予測精度の向上を図ったところ、人工交配由来の個体群では、0.44（ヘミセルロース）から 0.66（容積重）と 2 倍以上高い予測精度となった。今後は、人工交配由来の個体群で作成した予測モデルの育種現場での検証を行う予定である。

播種時期の異なるスギコンテナ苗の成長推移の比較

大平峰子（森林総合研究所林木育種センター）

近年、再造林費用低減のための技術の一つとしてコンテナ苗が取り上げられている。植栽時期の制約を受けずに伐採から地拵え、植栽まで林業機械を山から下ろすことなく一貫して作業を行うことが可能となり、それによって造林費用を低減することが期待されている。また、播種から1年で山出し可能なサイズの苗を育成することができるため、育種の現場においても次世代精英樹作出のための材料育成や、原種苗の効率的な増殖に資する技術として注目されている。本研究では、スギのコンテナ苗を育成するための基礎的知見を集積するため、播種時期の異なるスギコンテナ苗の成長推移を比較した。

材料は関東スギ精英樹の交配家系である。これらを2015年2月初旬および4月初旬にガラス温室内に播種し、子葉が展開した時点でマルチキャビティコンテナ（JFA150）に移植した。これらのコンテナ苗について6月初旬から11月初旬にかけて1ヶ月おきに苗高を調査した。その結果、6月初旬における2月播種の苗高の平均値は7.8cm、4月播種では3.0cmで、その差は約5cmであった。両者はそれぞれ6月から10月まで1ヶ月あたり約5cmのペースで伸長し、11月初旬の差は4cmであった。これらのことから、温室等を活用して1成長期にスギが成長可能な期間を長くすることによって、コンテナ苗のサイズを大きくすることが可能であることが示唆された。

コンテナ育苗した少花粉ヒノキさし木苗の植栽3年目の成長比較

茂木靖和、渡邊仁志（岐阜県森林研究所）

少花粉ヒノキ品種さし木苗の植栽後の成長を把握するため、マルチキャビティコンテナ（JFA-300）で約1年間育苗した少花粉ヒノキ品種4種類（益田5号、小坂1号、富士6号、西川4号）と対照品種（ナンゴウヒ）のさし木苗を、ヒノキ人工林の皆伐跡地に植栽し、その後の苗サイズを測定している。昨年は、植栽1年目と2年目の樹高および根元直径成長量の平均値が少花粉ヒノキ品種よりナンゴウヒが大きいこと、2年目の成長量ではナンゴウヒと小坂1号および西川4号との間に違いがあり、ナンゴウヒと益田5号および富士6号との間、および少花粉ヒノキ品種相互の間に違いがないことを報告した。今回、植栽3年目の成長を比較したところ、根元直径成長量は植栽2年目と同様の傾向にあったが、樹高成長量は平均値が富士6号>ナンゴウヒ=益田5号>西川4号>小坂1号の順番で、富士6号、ナンゴウヒおよび益田5号と小坂1号との間に違いがあった。少花粉ヒノキ品種相互の間においても成長に違いが認められたことから、少花粉ヒノキ品種を用いた造林においても、品種の選定によって下刈りなどの保育コストが変わることが示唆された。

明るさ等の採種園環境に対するカラマツの着果性のクローン間変異

松下 通也（森林総合研究所林木育種センター）、西川 浩己（山梨県森林総合研究所 富士吉田試験園）、田村 明（森林総合研究所林木育種センター）

カラマツは着果量の年変動性が大きく、そのため採種園からの計画的な採種が難しいという樹種特性がある。採種園からの種子生産を向上させるには、採種園内の環境をより着果しやすいものに整える必要がある。カラマツでは、花芽の着生部位における相対光量子束密度おおむね 50%という明るい光環境が、着果をもたらすのに必要であることが過去の研究より示唆されており、受光伐などの適切な採種園管理が必要となる。また、経験的に系統によって着果しやすさに大きなばらつきがあることが認識されている。しかしながら、明るさ等の環境条件に対する着果応答性について、クローンの応答性がどのようなか十分に検討されてこなかった。そこで本研究では、採種木ごとの着果状況および明るさなどの空間的な環境評価を実施し、明るさに対するカラマツ着果性のクローン間変異を評価した。山梨県富士吉田市に位置する 50 年生超の採種園で調査を実施した。全ての採種木について、樹冠中腹部で相対光量子束密度を複数回測定し、着果数を計数するとともに 5 段階の着果指数を記録した。一般化線形混合モデルで解析を実施した結果、クローン間の着果応答性の違いが認められた。

石川県産ヒバ（クサアテ）1 個体の低温順化過程における遺伝子発現解析

稲永路子（森林総合研究所林木育種センター）
高田克彦（秋田県立大学木材高度加工研究所）

温帯以北に生育する樹木では、冬季の低温に備えるため、秋から冬にかけての気温と日長の変化を感知することで特有の遺伝子を発現し、低温への耐性を獲得する。この過程を低温順化と呼ぶが、低温順化に関わる遺伝子の発現解析は主にモデル植物で行われてきたため、針葉樹における知見は限られている。本研究では、ヒバ（*Thujopsis dolabrata* var. *hondae*, 品種クサアテ）1 個体を使用し、低温順化にともなって発現する遺伝子の特定を試みた。青森県の大畑ヒバ産地別見本林に植栽されたヒバ針葉組織を 2016 年 9 月～12 月に月 1 回、および 2017 年 2 月に 1 回の計 5 回採取した。RNA-seq による網羅的発現解析によって各サンプルから得られた計 2.3 億塩基の配列情報を元にアセンブルを行い、各サンプルのリードデータをコンティグ配列にマッピングしたところ、9 月から 2 月にかけて耐凍性が上昇したとともに、有意に発現量が増加、または減少した遺伝子が検出された。発表当日は Swiss-prot タンパク質データベースおよびシロイヌナズナ CDS データベースから遺伝子機能の推定を行ない、結果を報告する予定である。

Provenance variations in stem productivity of 30-year-old Japanese larch trees planted in northern and central Japan are associated with climatic conditions in the provenances

永光輝義（森林総合研究所北海道支所）、松崎智徳・長坂壽俊（森林総合研究所）

An association between provenance variations in growth performance of the Japanese larch (*Larix kaempferi*) and climatic conditions in the provenances has been found in the natural distributional range in central Japan. To verify whether this association differs in northern Japan, outside of the original habitats, we examined the stem productivity of 30-year-old trees planted in three test sites in central Japan and three test sites in northern Japan. The climatic conditions of 25 provenances and the six test sites were summarized as two indices: a gradient of warmth and drought (higher temperature and less precipitation at lower elevations) and a cline of climatic seasonality (from the northwestern to southeastern sides of the Japanese mainland, with decreasing and increasing seasonal variations in temperature and precipitation, respectively). The maximum stem productivity among the provenances was frequently observed in both extremities of the warmth/drought gradient and on the southeastern side of the climate-seasonality cline. These associations were detected in both test sites in central and northern Japan. These findings suggest similar provenance variations in growth performance of the Japanese larch among different growing environments in Japan.

シードバンクにおける野生種保存の現状と課題

木村恵、古本良、遠藤圭太（森林総合研究所林木育種センター）

遺伝資源の生息域外保存法のひとつであるシードバンクは、種子を冷凍庫などに保存する方法である。一般的にシードバンクを行っている施設では、十分に乾燥させた種子を-20℃以下の低温で保存する長期貯蔵を実施している。しかし、有用広葉樹や希少樹種を含む、多くの野生種では種子の保存に関する、種子の成熟時期や乾燥耐性、発芽条件などの情報が限られており、効率的な収集と保存が困難である。そこで私たちは野生種の種子保存技術の向上を目指し、世界的なシードバンク施設であるイギリスの王立キュー植物園のミレニアムシードバンクおよび日本国内のシードバンク施設の取り組みを調査した。その結果、外部組織との連携によって適切な時期での収集が可能となり、データベースを活用した乾燥耐性・発芽条件のスクリーニングと簡易実験によって効率的に種子特性を確認できることがわかった。今後、種子の収集と保存に関するこれらの情報を充実するには、シードバンク施設間の連携によるデータの共有などが有効であると考えられる。

Functional annotation for *Cryptomeria japonica* EST libraries

ウェイ フージン・上野真義（森林総合研究所）、斎藤 真己（富山県農林水産総合技術センター 森林研究所）、津村 義彦（筑波大学生命環境系）、戸塚 聡子・岩井 淳治（新潟県森林研究所）、袴田 哲司（静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター）、森口 喜成（新潟大学大学院自然科学研究科）

本研究ではスギの 10 個の発現遺伝子（EST）ライブラリーを解析した結果を紹介する。各ライブラリーは Illumina 社のシーケンサーで配列収集を行った。ライブラリー別に解析（アセンブルとアノテーション）を行い、少なくとも 2 つのライブラリーで同定された遺伝子を対象に注釈付け（アノテーション）を行った。その結果、約 36,000 個のアミノ酸配列が予測された。遺伝子オントロジーの分布は全てのライブラリーではほぼ同じとなった。また各ライブラリーの遺伝子がどの程度、陸上植物の遺伝子をカバーしているかを解析したところ、72～84%のカバー率となった。機能遺伝子以外にトランスポゾンのような繰り返し配列は総データ（リード）の 14.5～17%を占めた。今後はゲノム配列情報も活用して遺伝子アノテーションを行う予定である。

果樹用花粉交配機による無花粉スギ閉鎖系採種園での花粉散布

齋藤央嗣・久保典子・毛利敏夫（神奈川県自環保セ）

神奈川県では、2008 年より県内で選抜した精英樹家系の雄性不稔スギを用い、閉鎖系採種園と人工交配により雄性不稔遺伝子をヘテロで持つ花粉を交配させ種子を生産している。しかし閉鎖系採種園での自然交配は、太平洋側では 3 月になると高温、高湿度環境となり花粉飛散に影響がある可能性があり、無花粉スギヘテロ木からの花粉飛散だけでは十分な花粉密度にならない懸念がある。そこで果樹用の花粉交配機（商品名：ニューポーレンダスター、アグリ社）により、閉鎖系採種園の無花粉スギ雌花に複数回花粉を散布しその効果を確認した。この結果、花粉散布を実施した無花粉スギの発芽率は 28.1%となり、散布しなかった無花粉ヘテロ木 16.8%、人工交配 21.1%と比較しもっとも高くなり、一定の効果が確認された。しかし 1g 当粒数はもっとも多くなり、比較的小型の種子が多くなった。今後は最適な実施条件を検討する必要がある。

雄性不稔スギによる挿し木コンテナ苗の育成 ―クローンと比較―

袴田哲司（静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター）

植栽可能な期間が長く、植栽効率や活着に優れるコンテナ苗は、伐採から植栽を連続で行う一貫作業に適することから、再生林の経費削減に貢献できる苗として期待されている。しかし、コンテナ苗の価格が裸苗よりも高いことが経費削減に対して負の要因となっているため、育苗期間を短縮するなどの方法で生産コストを下げる必要がある。一方、花粉症対策として極めて有効な雄性不稔スギの開発が進められ、一部の地域では林地への植栽も行われており、生産の効率化が期待されている。そのため、環境面と産業面の両者に貢献できると考えられる雄性不稔スギコンテナ苗の短期間育成を試みた。静岡県産スギ精英樹の大井7号と神奈川県産精英樹の中4号の交配によって作出した雄性不稔クローンと第一世代精英樹のクローンを用いて、コンテナでの挿し木試験を行ったところ、挿し付けから7ヶ月後に出荷暫定規格に達する苗の割合は、クローンによって大きな違いが認められた。また、第一世代精英樹クローンよりも雄性不稔クローンで高い割合となった。

点群データを用いた樹冠を含む樹木形状生成と形質値推定の試み

平岡裕一郎（森林総合研究所林木育種センター）・齋藤和人（電気通信大学）
松下通也・高橋誠（森林総合研究所林木育種センター）・増田宏（電気通信大学）

木材の価値を左右する形質として、成長形質とともに樹幹の形状（通直性、完満性、真円度等）は林木育種の重要な改良目標である。さらに、樹冠に関する形質（樹冠体積、葉群構造、枝の長さ・岐出角度等）も個体の一次生産量を規定するため重要といえる。こうした形態形質の計測には多大な労力を要するため、検定林等で多数の個体について評価することは困難であった。近年、森林調査において地上LiDAR (Light Detection and Ranging) の利用が進み、こうした形態特性の計測が現実的になりつつある。本研究では、地上LiDARにより取得した3次元点群データに基づき樹幹及び樹冠形状を再構成し、形質値を推定する新たな手法を開発するとともに、実測値との比較により、その推定精度を検証した。調査地としてスギ育種集団林を対象とし、3次元スキャンを実施した後、対象木（9個体）を伐倒し、破壊的調査を行った。測定項目は、樹幹長、地上高（1m）ごとの樹幹直径、一次枝の長さ・岐出角度、樹冠の階層（1m）ごとの枝及び葉の乾燥重量とした。これら形質について、点群から再構成した樹幹・樹冠形状に基づき推定値を算出し、実測値と比較した。その上で、これら推定値の精度及び誤差の生じる要因について明らかにした。

カラマツ採種園における開葉と気温との関係

蓬田 英俊（岩手県林業技術センター）

【はじめに】着花促進作業の適期判定の指標として、カラマツ採種園のフェノロジーが参考になると考え、カラマツの開葉期におけるフェノロジーと、気温と地温の関係を調査した。【材料と方法】調査は、岩手県奥州市江刺区と金ケ崎町にある採種園（それぞれ江刺、千貫石とする）から、2017年1月5日と3月2日に採取した枝を18℃と23℃の2段階に設定した温度勾配器内に水差しし、およそ1週間おきに開葉した針葉の長さを測定した。あわせて、2016年と2017年に採種園で開葉期における新葉の長さと、採種園内の気温と地温を1時間おきに測定した。【結果】温度勾配器内に水差しした枝は、いずれの採種園産でも3月に採取したものが、短期間で開葉した。これを積算気温で比較すると、18℃区、23℃区とも、1月に採取した枝の開葉開始時期に千貫石で2600℃、江刺2800℃加えた場合に、3月に採取した枝の開葉開始時期とほぼ一致した。1月5日～3月1日の間にこの積算温度を得るには、2017年千貫石の気象データでは、それぞれ気温で-2.3℃以上、地下10cmの地温で0.53℃以上、地下30cmの地温では2℃以上を積算する必要がある。

スギの複数器官における遺伝子発現の統合解析

三嶋賢太郎・能勢美峰・栗田学・坪村美代子・平尾知士・平岡裕一郎・花岡創・井城泰一・大平峰子・高島有哉・松下通也・高橋誠（森林総合研究所 林木育種センター）、田村美帆・渡辺敦史（九州大学大学院農学研究院）

多年生植物である育種対象樹種は、頂端・針葉・形成層・根の各器官において年周性を刻みながら細胞分裂することで成長する。それらの器官の細胞分裂は、遺伝子発現に制御され、器官毎に遺伝子及びその発現パターンが異なることが考えられる。本研究は、これ分裂細胞のうち、地上部の頂端・針葉・形成層帯に着目し、1年を通じた（8回）サンプリングを各器官同時に同一の個体から行い、発現遺伝子情報を取得した。その結果、どの器官も夏に高発現する遺伝子グループと冬に高発現するグループの2パターンが明らかになった。器官間の遺伝子発現パターンの比較からは、針葉と頂端の発現遺伝子は類似性が高く、形成層帯は特異性が高いことが明らかになった。本発表では、詳細について報告する。

グルタチオンを用いたカラマツさし木増殖技術の開発 – 採穂台木の育成 –

井城泰一（森林総合研究所林木育種センター東北育種場）・小川健一・岩崎（葉田野）郁・中川昌人（岡山県農林水産総合センター生物科学研究所）・田村 明（森林総合研究所林木育種センター）

グルタチオンは、グルタミン酸とシステイン、グリシンが直鎖上に結合したトリペプチドであり、植物の光合成能力を向上させる。グルタチオン施用により、各種植物において根系の発達、シュート生産能の向上、バイオマス量の増加などが認められる。また、ユーカリやポプラなどの樹木においてもバイオマス生産性が向上する。このようなグルタチオンの効果によって挿し木に用いる実生採穂台木の成長が促進され、挿し穂数を増加させることができれば、近年のカラマツ苗木不足の解決に資する技術となる可能性がある。

そこで本研究では、東北育種場において 2016 年度にカラマツ精英樹半兄弟家系 10 家系を用いて、マルチキャビティコンテナ（150cc、サイドスリット付き、東北タチバナ製）で 2 種類のグルタチオン施用方法で採穂台木を育成し、採穂数を増加させることに成功したので、成長解析結果と光合成特性とともに報告する。なお、本研究は「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち地域戦略プロ）の「カラマツ種苗の安定供給のための技術開発」で行った。

人工交配の効率化に向けた雌花の開花フェノロジーの調査

栗田学（森林総研林木育種センター九州育種場）、坪村美代子（森林総研林木育種センター）、平岡裕一郎（森林総研林木育種センター）

採種における種子生産において、構成クローンが生産種子に対して均等に寄与することが重要な項目の一つであるが、開花フェノロジーの系統による差異が、交配のランダム性に影響する可能性がある。近年、意図しない花粉の混入を防ぐ温室内交配や、雌花の交配適期に目的とする系統の花粉を人為的に追加する SMP など、意図した組合せによる交配種子の生産効率を高める手法の検討が進められている。このような新たな交配技術を効果的に活用するためにも、開花フェノロジーにおける系統間変異について情報を蓄積する必要がある。今回我々は、林木育種センター（茨城県日立市）内に植栽されている、関東育種基本区の異なる 48 系統のスギについて、雌花の開花フェノロジーを調査したのでその結果について報告するとともに、それら雌花の開花フェノロジーの特性を踏まえた効率的な交配手法について議論を行う。

ケヤキ林木遺伝資源保存林におけるモニタリング調査

磯田圭哉、山田浩雄、木村 恵（森林総研林育セ）、矢野慶介
（森林総研林育セ北海道）、岩泉正和（森林総研林育セ関西）

ケヤキは材としての利用価値がきわめて高く過度の伐採が行われたことにより、天然資源の減少が顕著で、遺伝資源保存の重要性が高い樹種の一つといえる。国有林では全国 14 カ所の林木遺伝資源保存林においてケヤキの天然遺伝資源を生息域内保存している。これまで林木育種センターでは、林木遺伝資源保存林をはじめとしたケヤキ林分における遺伝変異の研究を進めるとともに、福島県昭和村にある喰丸峠林木遺伝資源保存林においては 2006 年よりモニタリング調査を行っている。今回、モニタリング調査の 10 年目の結果と全国のケヤキ林分の林分構造について報告する。

モニタリング調査を行っている喰丸峠では 2010 年にミズナラ大径木の倒伏によるギャップが発生し更新が期待されたものの、当初多数発生した幼稚樹はその後消失し更新には至らなかった。しかし胸高直径階分布からは、これまでに複数回の更新が起こったことが示唆されており、今後の更新の可能性が十分あると考えられた。全国のケヤキ林分の調査では 11 集団の毎木調査を行い、林分構造を明らかにした。喰丸峠と同様の林分構造も見られたが、小径木のみからなる更新初期集団や、中径木のみからなる一斉更新集団、2 山以上のピークのある集団等がみられ、ケヤキ集団の林分構造が多様であることが示された。

土壌の乾燥に対するスギの生理的応答性のクローン間変異

高島有哉、平岡裕一郎、松下通也、山野邊太郎、大平峰子、三嶋賢太郎、
坪村美代子、高橋 誠（林木育種センター）、平尾知士（森林研究バイオセン
ター）、花岡 創（北海道育種場）、栗田 学、武津英太郎（九州育種場）

日本では、気候変動の影響により、気温の上昇、降雪量の減少、および無降水日数の増加が予測されており、地域によっては樹木にとって乾燥ストレスとなる期間の拡大が予想される。日本における主要な造林樹種の一つであるスギは、一般的に湿潤な環境を好む樹種であり、植栽時や成長期の乾燥が、活着や成長量に影響を与えることが考えられる。本研究では、スギにおける乾燥抵抗性育種の可能性を検討することを目的として、土壌の乾燥に対するスギの生理的応答のクローン間変異について検証した。実験には、13.5L 容ポットに植栽されたスギ第 1 世代精英樹 2 年生さし木クローン 4 系統を供試した。2016 年 5 月 9 日に灌水を停止し、枯死に至るまでの間、苗高、気孔コンダクタンス指数 (SCI)、電子伝達速度 (ETR) および最大量子収率 (Fv/Fm) を測定した。伸長成長量および SCI は、灌水停止後 2~3 週間頃から、ETR は、灌水停止後 4 週間頃から、Fv/Fm は、灌水停止後 8 週間頃から、それぞれ低下した。また、各形質における土壌含水率に対する応答性は、クローン間で異なることが示唆された。

スギの自殖系統の作成とその利用

内山憲太郎・上野真義（森林総合研究所）・森口喜成（新潟大学）・
津村義彦（筑波大学）・松本麻子（森林総合研究所）

他殖性の樹木種では近親交配によりしばしば近交弱勢が生じる。これは、近親交配により潜性の有害遺伝子が固定することで発現するためと考えられている。一方で、野外では有害遺伝子が発現した個体は自然選択により除去される。極端に小集団化した希少種などにおいては、近親交配が繰り返された結果、有害遺伝子が集団から除去され、近交弱勢から解放された例も報告されている。森林総合研究所では、30年近くにわたり自殖を繰り返した複数のスギの系統を維持している。ゲノムワイドなマーカーを用いてゲノムのホモ接合な遺伝子座の割合を測定したところ、自殖の回数から予測される期待値とおおよそ一致し、いずれの系統においても～97%の遺伝子座がホモ接合であった。一方で、次世代の種子の発芽率や成長などの形質においては未だに近交弱勢が確認されており、有害遺伝子はゲノムの中に保持されていることが予想された。これらの近交系は、スギのゲノム構造の解明や生命現象の理解に貴重な情報を提供してくれると考えられる。

乾燥ストレスに対するスギの遺伝子発現動態

平尾知士（森林総合研究所森林バイオ研究センター）、高島有哉・
三嶋賢太郎・能勢美峰（森林総合研究所林木育種センター）

乾燥ストレスに対するスギの遺伝的特性を評価する目的の一つとして、乾燥ストレス条件下におけるスギの遺伝子発現プロファイルを進めている。本研究では、スギ精英樹2クローンを対象にコントロール区（灌水区）と乾燥処理区を設定し、針葉部の時系列サンプル（0, 7, 21, 49日目）についてマイクロアレイによる遺伝子発現解析を行った。処理開始時（0日目）を基点として、乾燥処理区で4倍以上の発現変動を示す遺伝子は約4,000遺伝子を検出でき、それらの遺伝子群を発現パターンから8つのクラスターに分類した。対象とした2クローンともに遺伝子発現の強度には違いが見られるものの、遺伝子の種類やその発現パターンは同じような傾向が見られた。乾燥ストレスに対する遺伝子及びその発現制御については、シロイヌナズナをはじめ多くの植物種で研究が進められており、それらの先行研究で報告されている候補遺伝子と相同性のある遺伝子の発現パターンについても検証したので報告する。

紀伊半島で発見された新種クマノザクラに対する遺伝子汚染の危惧

勝木俊雄（森林総合研究所多摩森林科学園）・山下由美子（和歌山県林業試験場）・
奥田清貴・中村昌幸（樹木医会三重県支部）

発表者らは、2016年に紀伊半島南部でこれまで報告されていない野生のサクラを発見した。クマノザクラと命名予定のこのサクラは、奈良・三重・和歌山3県にまたがる地域に分布しており、同所的に生育しているヤマザクラと比較すると、花卉が淡紅色、開花期が早い、花序柄が短い、成葉が小さい、葉縁の鋸歯が粗いなど、多くの識別点があることから、新種と考えられる。このクマノザクラの保全について検討したところ、主要な生育環境と考えられる二次林に比較的多く見られることから、個体数の減少によって短期的に野生集団が消失するおそれは低いと考えられた。しかし、分布域には自生のヤマザクラのほか、植栽由来のオオシマザクラや‘染井吉野’などが数多く確認されている。自生のヤマザクラは開花期が重ならないためクマノザクラと交雑する可能性は低い、オオシマザクラと‘染井吉野’は開花期が重なるので交雑する可能性が高いと考えられた。実際に分布域内に植栽されている‘染井吉野’の種子を播種したところ、実生が生育することが確認された。長期的なクマノザクラの保全には、遺伝子汚染のおそれがあるオオシマザクラや‘染井吉野’などの適切な管理対策が必要と考えられた。

遺伝子組換え雄性不稔スギの隔離ほ場栽培における特性評価

小長谷賢一、高田直樹、七里吉彦、谷口亨（森林総合研究所森林バイオ研究センター）

スギ花粉症対策や遺伝子組換え林木の産業利用時における遺伝子拡散防止を目的として、遺伝子組換え技術による雄性不稔スギを作製した。本遺伝子組換えスギは、致死誘導遺伝子である *barnase* を *CjMALE1* プロモーターの制御下で雄花特異的に発現させることで雄性不稔性を誘導する。これまで特定網室栽培においては花粉が形成されないこと、野生型スギと比較して生育に差が無いことを確認している。次に、野外で栽培した際の特性を評価するため、カルタヘナ法に基づく生物多様性影響評価を経て、隔離ほ場での第一種使用規程承認申請を文部科学大臣と環境大臣へ行い、平成26年11月に承認を得た。平成27年4月に植栽し、月毎の樹高・根元直径調査と毎年7月のジベレリン葉面処理による着花誘導を行い、得られた雄花の凍結切片観察により花粉形成の有無を判定した。その結果、これまで調査した2年6ヶ月の全栽培期間において、遺伝子組換えスギに花粉の形成は確認されなかった。さらに、樹高成長量および肥大成長量においても遺伝子組換えスギは野生型と比較して有意な低下は確認されず、同等以上の成長量を示した。

スギのさし木クローン苗の成長と接ぎ木クローン苗及び実生苗の成長の関係

倉本哲嗣、栗田学、武津英太郎、松永孝治、倉原雄二（森林総研林育セ九州）

現在九州育種場では、精英樹の実生後代から優れた特性を有する個体をエリートツリーとして選抜しているが、そのさし木苗の成長特性を早期に把握できるか、エリートツリー候補木のつぎ木苗（保存木）の成長とさし木苗の間の樹高成長の相関関係を調査した。また、次世代のエリートツリーを開発するには、能力の高い個体同士の交配が必要であることから、さし木による評価が次世代に反映されるか、スギ精英樹の精英樹とさし木苗及び実生苗の間の成長データを用いて検証した。その結果、スギエリートツリー候補木のつぎ木苗の2～3年次樹高と、そのさし木苗の2年～3年次樹高の間の相関係数は統計的に有意な正の相関が認められた。また、九州育種基本区のスギ30年次における樹高と胸高直径について、さし木苗と実生苗の間の相関係数は、さし木発根率評価1のスギ精英樹では統計的に有意な相関ではなかったが、さし木発根評価3及び5の精英樹では統計的に有意な正の相関関係が認められた。

環状剥皮したカラマツ採種木の着花促進について

西川浩己、神戸陽一、小林正男、羽田直美、三浦充、渡辺真紀子（山梨県森林総合研究所）、松下通也、田村明（森林総合研究所林木育種センター）

カラマツ材の需要は高まっているが、カラマツの種子結実是一年ごとの豊凶差が著しいため、苗木生産用種子は全国的に不足傾向にあり、今後の造林用カラマツ苗木不足が懸念されており、安定的な種子確保と苗木生産量の増産が課題となっている。スギ・ヒノキでは、植物ホルモン（ジベレリン）処理により人為的に着花を促進することができるが、カラマツでは、効果的な着花促進技術が確立しておらず、種子の安定的な確保が困難となっている。そこで、種子生産能力の低下した採種園において、樹冠全体での着花量を増加させるための物理的刺激による花芽形成促進技術を開発するため、環状剥処理の最適な処理強度と処理時期を検討した。処理強度として、1段～3段の強度（幅約18mm 処理日2016年5月20日）を変えて実施した。処理時期として、2016年4月27日、5月20日、6月22日の約30日おきに3回実施した。処理強度では、無処理区では着果が非常に少なかったが、環状剥皮した処理区では多数の着果が認められ、2段で処理した場合に最も着果量は多くなった。処理時期では、4月27日処理が最も多く着果し、時期が遅くなるにつれ、着果量は減少した。

アカエゾマツ精英樹家系のマイクロフィブリル傾角の変異と曲げ物性との関係

田邊 純（千葉大学教育学部），田村 明（林木育種センター）
石栗 太・飯塚和也・横田信三（宇都宮大学農学部）

北海道における造林樹種の1つであるアカエゾマツ（*Picea glehnii* Mast.）は、他の針葉樹造林樹と同様、主に構造用材に利用される。一般に、仮道管 S₂ 層マイクロフィブリル傾角（MFA）は、収縮率、ヤング率と相関関係を示すことから、林木育種において重要な指標として扱われている。一方、アカエゾマツについて、破壊に至るまでに吸収されるエネルギー量（曲げ仕事量）や、粘り強さを表すテトマイヤー係数などの曲げ物性と MFA や木材密度との関係は、ほとんど調べられていない。本研究では、41 年生アカエゾマツ精英樹家系について、曲げ物性（曲げヤング率、曲げ強さ、曲げ仕事量、テトマイヤー係数、ヤンカ比仕事量およびヤンカ靱性係数）の家系間変異と、MFA および木材密度との関係を調査し、曲げ性能の改良可能性を検討することを目的とした。家系を要因とした分散分析の結果、塑性の指標であるヤンカ靱性係数を除く全ての指標に有意差が認められたことから、優良家系を選抜できる可能性が示唆された。

マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツのクローナル採種園の最適設計に向けた 種子生産シミュレーション

松永孝治・栗田学（森林総研林育セ九州）、岩泉正和（森林総研林育セ関西）、
武津英太郎（森林総研林育セ九州）、松下通也・平尾知士（森林総研林木セ）、
倉原雄二・倉本哲嗣（森林総研林育セ九州）、高橋誠（森林総研林育セ）

マツ材線虫病対策の一つとして始まったマツノザイセンチュウ抵抗性育種では、造林用の苗木は主にクローナル採種園で得られた自然受粉由来の種子から生産されている。そのため種子の家系構造は採種園構成木のクローン構成、園内配置、花粉飛散状況、構成木の繁殖特性等の要因の影響を受け、種子の遺伝的品質（遺伝獲得量と遺伝的多様性）に反映される。一般的な採種園設計は、改良目標とする形質等の育種価によって系統を評価して導入系統を選択し、次に空間的な近接個体間の血縁関係に配慮して採種園内の配置を決定する。つまり、母樹に関する情報によって系統の構成と空間配置を設計する。しかし、各系統の繁殖特性（着花量や繁殖フェノロジー等）情報が利用可能な場合は、その情報と採種園の空間配置から、生産される種子の家系構造を推定して品質を評価できると考えられる。つまり、生産種子の遺伝的品質を採種園の評価基準とすることで、従来よりも精密に設計計画の評価が可能になると考えられる。ここでは採種園産種子生産シミュレーションによって採種園サイズ、花粉飛散距離等の要因が生産種子の量と品質に及ぼす影響について検討した。

関西育種基本区における抵抗性アカマツ次世代化の取り組み

三浦真弘（森林総研林育セ関西）、岩泉正和（森林総研林育セ関西）、玉城聡（森林総研林育セ東北）、磯田圭哉（森林総研林育セ）、久保田正裕（森林総研林育セ関西）

マツ材線虫病に対する育種的な対応として、昭和 53 年度からマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業が開始され、現在アカマツは全国で 225 の抵抗性品種が作出され、これらの抵抗性品種を用いた抵抗性採種園から年間約 41 万本の抵抗性種苗が生産されている。関西育種基本区の近畿、瀬戸内、四国地域では、昭和 60 年度までに 46 の抵抗性アカマツ品種が作出され、これらを用いて多くの抵抗性アカマツ林が造成されてきたが、林齢が進むに従いこれらの林分にも被害が生じている。近畿、瀬戸内、四国地域では、昭和 60 年度以降新たな抵抗性アカマツ品種が全く開発されていなかったが、このような状況を受け、より高い抵抗性を有するアカマツ作出のため、次世代抵抗性アカマツの開発が、平成 17 年度から森林総合研究所林木育種センター関西育種場を中心に関西育種基本区内の 6 県の参加により開始された。本取り組みは 12 年の歳月をかけて平成 28 年度に第二世代抵抗性アカマツ品種が開発されるに至った。ここでは、本取り組み（抵抗性アカマツ品種同士の交配による人工交配、各機関での一次検定、育種場での二次検定）について紹介する。

スギ精英樹におけるさし木苗の根系形質評価

福田有樹・大平峰子・平岡裕一郎・高橋誠（森林総研林育セ）
井城泰一（森林総研林育セ東北）、三浦真弘（森林総研林育セ関西）
栗田学（森林総研林育セ九州）、渡辺敦史（九大院農）

植物の地上部器官と地下部器官の成長は相互に関連している。したがって、植物の成長特性の解明のためには、地上部器官だけでなく地下部器官にも着目することは重要である。我が国の林業において最も重要な樹種であるスギについては、地上部器官の成長に関する遺伝変異については多くの知見が集積されてきた一方で、地下部器官については知見が限られており、根系の形成・発達などに関する基盤情報を整える必要がある。本研究はスギを対象に、さし木増殖における不定根形成初期の根系形質の遺伝変異を明らかにすることを目的とし、育種基本区ごとに系統数がおおよそ均等になるように選定した 194 系統の精英樹について、春期にさし付けを行い、さし付け当年の冬期に根長や根直径などの根系形質を根画像解析ソフト(WinRhizo)を用いて評価した。今回は取得した根系形質のうち代表的な 10 形質を用いて、各形質の表現型分布、各形質間における相関性を明らかにするとともに、階層クラスタリングに基づいて供試系統を 7 つのクラスターに分類し、各クラスターにおける根系形質に関して特徴付けを行ったので、それらについて報告する。

新たな無花粉スギ品種「林育不稔1号」の開発と今後の無花粉スギ育種

坪村美代子、大平峰子、高島有哉、三嶋賢太郎、平尾知士、平岡裕一郎、加藤一隆、高橋誠、星比呂志（森林総合研究所林木育種センター）、渡辺敦史（九州大学農学研究院）

林木育種センターにおいて開発された無花粉（雄性不稔）スギ「爽春」は、幹の通直性やさし木発根性には優れているが、精英樹と比較すると成長量が劣る点に課題があった。そこで、林木育種センターでは爽春と精英樹との交配を進め、成長にも優れた無花粉スギの作出を目指して無花粉スギリソースの整備を進めてきた。交配で得られた F_1 （ヘテロ）同士を交配し、これまでに 53 の F_2 家系（1/4 が不稔）、4 の戻し交雑家系（1/2 が不稔）を作出し、成長量試験に供してきた。2011 年に定植した不稔個体 105 個体のうち、樹高成長が良好な 9 クローンについてはさし木検定を行った。定植個体およびさし木個体それぞれの成長量解析の結果、植栽後 6 年で精英樹自然受粉家系と比較して 98% の成長を示し、またさし木検定 3 年目において精英樹の 114% の成長を示す初期成長の良好な不稔クローンが見出され、このクローンを新たな無花粉スギ品種「林育不稔 1 号」として開発した。今後は林育不稔 1 号を含む F_2 家系とエリートツリー等の成長の良好なクローンを交配し、 F_3 （ヘテロ）の作出、さらに成長が改良された F_4 家系の作出を進めていく予定である。

幹重量の大きいヒノキ品種と選抜母集団との表現型値の比較

宮下久哉・平岡裕一郎・高島有哉・加藤一隆（森林総合研究所林木育種センター）

森林総合研究所林木育種センターでは、森林の二酸化炭素吸収源としての機能を向上させるため、「幹重量の大きい品種」の開発を進めており、関東育種基本区においては、平成 28 年度に幹重量の大きいヒノキ品種を 6 品種開発した。品種開発にあたっては、次代検定林における成長量と材密度の調査データを用いて、樹高と胸高直径及びピロディン陥入量の育種価（BLUP 値）を推定し、これら育種価から各系統の単木幹重量を算出した。本報告では、開発した幹重量の大きいヒノキ品種に関して、材密度調査を実施した検定林内での成績を確認するため、育種区毎に幹重量の大きいヒノキ品種と検定林内の材密度を調査した母集団との各形質の表現型値を比較した。その結果、すべての検定林で、幹重量の大きいヒノキ品種は、選抜母集団よりも単木幹重量が高い値を示した。

少花粉スギミニチュア採種園産実生苗の苗畑における初期成長と雄花生産

田波 健太、原口 雅人（埼玉県寄居林業事務所森林研究室）

花粉症対策として少花粉品種の苗木を植栽することによる花粉飛散量の少ない森林への転換が求められている。近年では少花粉品種で構成されたミニチュア採種園から少花粉苗木の生産が行われているが、生産された苗木の林業用種苗としての特性は十分に評価されておらず、得られた種苗の交配組み合わせ、成長等の特性について調査する必要がある。そこで、少花粉スギミニチュア採種園において自然交配で生産した実生苗を苗畑で育苗し、苗畑での樹高成長について調査した。播種後4年経過後に苗畑での成長の良かった個体を選抜し、各個体についてDNA解析により両親を特定した。DNA解析の結果、選抜した個体の半数が少花粉品種を両親に持つ組み合わせだった。さらに、自然状態での雄花着花性を調査したので、本発表ではその結果についても報告する。

グイマツ雑種 F₁ さし木育苗における温湿度管理の重要性

今 博計・石塚 航・来田和人・黒丸 亮（北海道立総合研究機構林業試験場）

北海道では優良なグイマツ雑種 F₁ 苗（グイマツ精英樹中標津 5 号を母親、カラマツを花粉親とする特定家系）の需要を満たすため、さし木による苗木生産を行っている。しかし、台木 1 本からの増殖率は 2.4～3.3 本と低く、生産量も 13 万本に留まっている。本研究では、さし木生産の失敗原因の把握と改善案の提案を目的に、1) さし木場所の環境把握と生育状態の把握、2) 人工気象器を用いた温度勾配試験を実施した。生産者のトンネル内の気温は寒冷紗などで遮光しているものの、気温の日変化が著しく 15～35℃の幅を示した。湿度を保つため密閉していることが多いが、気温上昇に伴い湿度が低下していた。伸長中の当年枝を挿し付けるグイマツ雑種 F₁ では、こうした温湿度の変化により、日中に萎れ、夜間に立ち上がる日周運動を示した。温湿度の変動が小さい程、短期間で直立することから、温度上昇を抑えることが重要と考えられた。15℃、20℃、25℃、30℃、35℃の 5 段階の温度に設定した人工気象器でのさし木試験の結果、20～25℃が最も発根が早く、発根率が高かった。したがって、日中の最高気温が 25℃以下に抑えるような、栽培環境の構築、管理のあり方が必要と考えられた。

カラマツ属における施設内採種園の実用化の可能性について

田村 明 (林木育種センター)・福田陽子・矢野慶介 (林木育種センター北海道育種場)・
織田春紀 (元林木育種センター)・山田浩雄・高橋 誠 (林木育種センター)

グイマツとカラマツの種間雑種 (グイマツ雑種 F₁) 及びカラマツ種内の特定の全兄弟家系では、従来の種苗よりも材の強度が高く、バラツキも少ないことが知られている。このような優良家系の種子を効率的に多量に生産するには、施設内交配が適していると考えられる。そこで、カラマツ属における施設内採種園の可能性について検討した。2013 年春に北海道育種場のガラス温室と野外において雌花と雄花の開花時期を調査した。その結果、温室内では、野外と比べて開花時期が早まり、温室内での雌花の開花期間中に、野外のカラマツ雄花は開花していなかった。また、温室では野外に比べて開花期間が短くなる他、カラマツの雌花と雄花の開花時期が同調することと、グイマツの雌花とカラマツの雄花の開花時期も同調することを確認した。1 年の観察結果ではあるが、グイマツ雑種 F₁ およびカラマツ種内の特定家系を生産する 1 つの方法として、施設内採種園の利用の可能性が考えられた。

グイマツ育種材料の系統評価 ―葉緑体全ゲノム情報を用いて

石塚航 (道総研林業試)、田畑あずさ、小野清美 (北大低温研)、
福田陽子 (林育セ北海道)、原登志彦 (北大低温研)

北方系針葉樹のカラマツ属グイマツ (*Larix gmelinii* var. *japonica*) は、千島列島の一部 (色丹島、択捉島) と樺太 (サハリン) のみに自生地が限られる。ニホンカラマツとの交雑次代が初期成長や耐鼠性に優れることから、北海道での育種利用が進むが、用いるグイマツがどこから導入されたかといった来歴の多くが不明で、正確な系統評価が難しい。著者らの先行研究でグイマツ葉緑体の完全長ゲノム配列を決定したため、本研究では、葉緑体全ゲノム情報を用いて系統評価を試みる。

グイマツ精英樹全 106 家系のうち道内全域より 22 家系を選び、その他に育種利用される家系や来歴既知の 6 家系を加え、対象とした。表現型 (形態・季節性・育種特性) を収集するとともに、葉緑体 DNA を単離・抽出・配列解読し、グイマツ葉緑体全ゲノム情報

(LC228570; Ishizuka et al., 2017) を参照配列として網羅的な変異探索を行った。変異情報をもとにハプロタイプネットワークを構築したところ、樺太系統に区分される大きな系統群が見出され、その末端に千島系統群が位置するとみられた。樺太系統群は、遺伝的に多様なだけでなく、示す表現型も多様で、千島系統群のそれを包含するようだった。1 家系のみ分化した系統が認められ、育種利用の際に留意すべき家系があった。

**GEOGRAPHICAL VARIATION OF GROWTH CHARACTERISTICS AND
STRESS-WAVE VELOCITY OF *LARIX SIBIRICA* NATURALLY GROWN
AT FIVE PROVENANCES IN MONGOLIA**

BayasaaTumenjargal, Futoshi Ishiguri, Haruna Aiso, Yusuke Takahashi
(Utsunomiya University), Chultem Ganbaatar, Baasan Bayartsetseg (Mongolian
University of Science and Technology), Shinso Yokota (Utsunomiya University)

In the present study, growth characteristics and stress-wave velocity were investigated for 250 individual trees of *Larix sibirica* naturally grown in five provenances Khentii, Arkhangai, Zavkhan, Khuvsgul and Selenge, Mongolia. Significant differences in growth characteristics and stress-wave velocity in all provenances were found among the five provenances. The mean values of stem diameter at 1.3 m from the ground, tree height, and stress-wave velocity were as follows: provenance I: 24.8 cm, 19.7 m, 3.20 km/s; provenance II: 26.5cm, 12.2 m, 2.91 km/s; provenance III: 23.3 cm, 15.9 m, 3.27 km/s; provenance IV: 22.7cm, 15.1 m, 3.34 km/s; provenance V: 22.6 cm, 16.2 m, 3.41km/s.

ドロノキの葉形質における産地間差および個体間差

生方正俊、塙栄一、中島章文（森林総合研究所林木育種センター）

ドロノキは、東北日本地域を中心に日本全国に天然分布する落葉広葉樹であり、成長性や通直性に優れているため、かつて早生樹として注目され、優良個体の選抜も行われていた樹種である。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では、ドロノキ遺伝資源の特性評価の一環として、1987年に岐阜県の飛騨森林管理署（当時の荘川営林署）管内および栃木県の日光森林管理署（当時の大田原営林署）管内の2箇所の保護林およびその周辺に生育する個体から成葉を採取し、葉形質の評価を行った。さらに葉と同時に採取した種子を用いて、播種、育苗の後、1990年に長野増殖保存園内（長野県御代田町）に試験地を造成した。植栽系統数は、飛騨森林管理署管内産が10系統、日光森林管理署管内産が9系統である。試験地植栽後27年目の2017年に個体別に成葉を採取し、葉形質の評価を行った。1987年にそれぞれの生育地から採取した葉の解析結果と同様に、同一環境下においても岐阜県産個体の葉は、栃木県産に比べ有意にサイズが大きい結果が得られたことから、産地間の葉のサイズの変異は、遺伝的要因の関与が高いことが示唆された。

千葉県君津市産ケヤキの応力波伝播速度に関する親子の関係

成沢知広（千葉県農林総研森林）、田邊純（千葉大教）、
遠藤良太（千葉県農林総研森林）、石栗太（宇都宮大農）

材質に関して、スギやヒノキ等の針葉樹では、育種的改良が可能であることが知られている。一方、有用広葉樹であるケヤキでは、樹幹の応力波伝播速度と組織学的特徴について家系間差が確認された調査事例はあるものの、材質育種を検討した研究は極めて少ない。そこで本研究では、ケヤキにおける材質育種の可能性を検討するための一つとして、立木の応力波伝播速度の親子の関係を調査した。親クローンは、千葉県君津市にある豊英県有林のケヤキが優先する二次林（面積 0.99ha）において、1987 年に成長が優良であることから精英樹候補木として選抜された 9 個体である（2017 年現在の推定樹齢は 60～80 年）。子供家系は、親クローンの半兄弟実生家系 80 個体で、千葉県農林総合研究センター森林研究所上総試験園（千葉県木更津市）に 1993 年に植栽された 25 年生である。応力波伝播速度は、地上から 0.5m と 1.5m の高さにセンサーを設置し、応力波伝播時間測定器（FAKOPP）で測定した。その結果、親クローンと子供である実生家系間の応力波伝播速度の相関係数は -0.16 であり、統計的に有意な正の相関関係は認められなかった。

一種で多様な生態ニッチを優占する樹木ハワイフトモモのゲノム解析

伊津野彩子（森林総合研究所）、小野田雄介、甘田岳、小林慧人、井鷲裕司（京都大学）、Elizabeth A. Stacy, Tomoko Sakishima (University of Nevada, Las Vegas)、清水健太郎 (University of Zurich)

ハワイ諸島への定着以降適応放散的な進化を遂げたハワイフトモモ（フトモモ科）は、諸島内の様々な環境に優占し、著しい形態変異を示す。本研究では、樹木が新しい環境へ適応する際に生じるゲノムおよび集団サイズの変化を明らかにするために、ハワイ島における本種の生育環境と形態多型を網羅するように採取した 3 変種 30 個体について、葉形質の定量的評価とゲノム解読を行った。各変種には葉形質において連続的な変異が見られたが、3 変種はゲノムレベルで明瞭に分化していた。また、各個体のゲノム配列に基づき過去の集団サイズの変化を推定したところ、3 変種はハワイ諸島への定着後に生じた数回の分岐イベントに由来し、変種ごとに異なる集団動態を経験したことが示唆された。

森林遺伝育種学会 第6回大会講演要旨集

2017年11月10日発行

編集・発行 森林遺伝育種学会 大会事務局

