

優良種苗研究会 成果集



関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

優良種苗研究会

2019年 12月

はじめに

主伐後における再生林のコスト削減は、我が国の林業再生にとって緊急の課題となっており、中でも初期育林経費を抑えることが求められています。そのため、林木育種分野ではスギ、ヒノキ、カラマツといった造林用樹種を対象として、下刈り回数の低減につながる成長に優れる品種の開発が進められています。将来的には木材として活用するため、材質に優れることも重要であり、特に、関東・中部地方においては花粉症対策も不可欠であることから、成長だけではなく材質や少花粉・無花粉といった複合的に優れる造林木の品種開発が必要となっています。また、それらで構成される採種園の交配実態、種子生産量の増大、品種特性が反映された種苗の効率的生産技術、さし木苗生産の可能性、林地植栽後の苗の性能評価、コウヨウザン等の早生樹の活用など、検討すべき課題も多岐にわたっています。一方、近年植栽本数が増大しているコンテナ苗も、植栽効率や幅広い植栽適期の観点から、伐採から植栽までの一貫作業システムにおいて低コスト造林に貢献できると期待されていますが、適する品種の選択や育苗・植栽技術の改良が必要となっています。さらに、海岸防災林の機能強化のため、優れた抵抗性クロマツの選抜と効率的な苗木生産技術が求められています。

森林・林業関係に携わる関東および中部地方の試験研究機関では、このような課題の解決に取り組んでいるところですが、林業再生という大きな目標を達成するためには、それぞれの研究成果だけでは限界があり、研究や事業内容の情報交換、共同研究の実施等の広域的な連携が必要です。そのため、2015年度から福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、森林総合研究所、同林木育種センターの17機関が参画する「優良種苗研究会」を立ち上げ、優良種苗の開発や育苗技術について幅広い議論を行うとともに、林木育種を中心とした競争的資金応募へ向けての企画や調整を行ってきました。その結果として、5回にわたる研究会を開催するとともに、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業、イノベーション創出強化研究推進事業、森林環境保全総合対策事業等の競争的資金を獲得することもでき、大きな成果をあげています。

本成果集は、各機関で取り組んできた林木育種や優良種苗に関する研究結果を中心に、研究会の活動成果を取りまとめたものです。この分野の発展のみならず林業の再生に貢献できるよう御活用いただけると幸いです。

2019年12月

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 優良種苗研究会

『優良種苗研究会』参画機関

福島県林業研究センター

茨城県林業技術センター（幹事・編集）

栃木県林業センター

群馬県林業試験場（幹事・編集）

埼玉県寄居林業事務所 森林研究室

千葉県農林総合研究センター 森林研究所

公益財団法人東京都農林水産振興財団 東京都農林総合研究センター（幹事・編集）

神奈川県自然環境保全センター

新潟県森林研究所

富山県農林水産総合技術センター 森林研究所

山梨県森林総合研究所

長野県林業総合センター

岐阜県森林研究所

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター（幹事・編集）

愛知県森林・林業技術センター

国立研究開発法人森林研究・整備機構（幹事・編集）

（森林総合研究所林木育種センター，森林総合研究所）

優良種苗研究会 成果集 目次

優良種苗研究会 各機関の成果

- ・ スギ特定母樹ミニチュア採種園におけるジベレリン雄花着花特性（福島県）・・・4
- ・ コンテナ育苗苗期間短縮に向けた技術開発（茨城県）・・・6
- ・ 少花粉スギミニチュア採種園における発芽率向上の取組（栃木県）・・・8
- ・ コンテナ容器を用いたカラマツの挿し木増殖（群馬県）・・・10
- ・ 少花粉で初期成長に優れた第2世代精英樹候補群の選抜（埼玉県）・・・12
- ・ 樹高、胸高直径の親子相関に及ぼす個体間競争の影響
ー植栽密度の異なるケヤキ家系列状試験林を事例としてー（千葉県）・・・14
- ・ ミニチュア採種園における少花粉ヒノキの剪定方法（東京都）・・・16
- ・ 無花粉ヒノキ“神奈川無花粉ヒ1号”の発見と実用化（神奈川県）・・・18
- ・ スギ秋挿しに適した穂木の形状、時期および育苗方法の検討（新潟県）・・・20
- ・ 農業用機械を活用した優良無花粉スギ「立山 森の輝き」の省力的な育苗体系
（富山県）・・・22
- ・ 種子生産能力の低下した採種園における光環境の改善や環状剥皮による着果促進について
（山梨県）・・・24
- ・ 再造林に向けたカラマツ種苗供給への取り組み（長野県）・・・26
- ・ 花粉の少ない岐阜県産ヒノキ精英樹の培養育苗成における順化技術の開発（岐阜県）・・・28
- ・ 無花粉スギ優良品種の開発（静岡県）・・・30
- ・ 根域制限栽培法を用いたスギ種子生産方法の検討（静岡県）・・・32
- ・ 愛知県における時期別に植栽したヒノキコンテナ苗の成長と問題点（愛知県）・・・34
- ・ 異なる環境で育成したスギ交配家系の形状比について（森林総合研究所）・・・36
- ・ 関東育種基本区で開発された優良品種、エリートツリー及び特定母樹
（林木育種センター）・・・38

関連研究の成果

- ・ 革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化省力化と無花粉スギ品種の拡大
（林木育種センター）・・・42
- ・ カラマツ種苗の安定供給のための技術開発
（林木育種センター）・・・44

研究会の開催記録

- ・ 第1回優良種苗研究会 (2015年9月 東京都 森林遺伝育種 5:26-28 から転載)・・・48
- ・ 第2回優良種苗研究会 (2016年9月 群馬県 森林遺伝育種 6:21-23 から転載)・・・51
- ・ 第3回優良種苗研究会 (2017年9月 静岡県 森林遺伝育種 7:28-31 から転載)・・・54
- ・ 第4回優良種苗研究会 (2018年9月 茨城県 森林遺伝育種 8:96-99 から転載)・・・58
- ・ 第5回優良種苗研究会 (2019年6月 林木育種センター 森林遺伝育種 9:202-205
から転載)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・62

優良種苗研究会 各機関の成果

スギ特定母樹ミニチュア採種園におけるジベレリン雄花着花特性

福島県林業研究センター 川上 鉄也

〔背景・ねらい〕

スギ特定母樹は、成長量が在来系統の単木材積の概ね 1.5 倍、雄花着花性が一般的なスギの半分以下が指定基準であり、森林による炭素固定量の増大に寄与し、花粉症対策に資する品種として、その造林活用が期待されている。

採種園を構成する母樹の繁殖に関する諸特性の把握は、採種園の適切な管理を実施するための基礎的情報となる。また、優良種子生産には、採種園を構成する全ての母樹が次代の種子生産に均等に寄与することが望ましいとされている。

また、雄花着花特性は遺伝性が高い形質で、採種種子の利用面から見れば、雄花着花量が比較的少ない母樹から選択的に採種した場合、後代実生苗の着花量はさらに下がる可能性が高く、現在の指定基準（雄花着花性 1/2 以下）による特定母樹による生産種子においても、ジベレリン処理による雄花着花の少ない母樹からの選択採種により、雄花着花性がさらに低い後代実生苗を生産できる可能性がある。

そこで、2015 年に造成されたミニチュア採種園（福島県郡山市 写真－1）における各母樹のジベレリン処理による雄花着花特性について調査した。

〔成果の概要〕

採種園を構成する 10 系統の雄花着生枝の割合について調査（2 反復）した。全系統でみると、指数平均最高値 3.6、最低値 2.6 となった。多く着生させたものは 3 系統あり、指数平均 3.5 ～3.6、中位のものは指数平均 2.9～3.4 で 6 系統、最も少ないものは指数 2.6 で 1 系統あり、系統による有意差が見られた（Kruskal-Wallis 順位和検定 $P < 0.01$ ）（図－1）。

1 枝あたりの雄花着生数は、全系統でみると、指数平均値 2.3～2.9 の範囲となった。多く着生させたものは 2 系統あり指数平均 2.9、少ないものは 1 系統あり指数平均 2.3 となり、系統による有意差が見られた（Kruskal-Wallis 順位和検定 $P < 0.01$ ）（図－2）。

特定母樹の雄花着花性に関する指定基準はジベレリン処理で指数平均 3.4 以下であり、今回の調査において、雄花着花性の指定基準の特性が確かめられた。また、今回造成した特定母樹ミニチュア採種園を構成する母樹各系統におけるジベレリン処理による雄花着花特性が把握でき、特定母樹においても雄花着花性は母樹系統により差があることが示唆された。

今後も、特定母樹の現地適応性について、継続調査する。また、採種期に系統毎の選別採種による後代実生苗の雄花着花性について検討する。



写真-1 ミニチュア採種園(第2区画)

※ドローンによる撮影

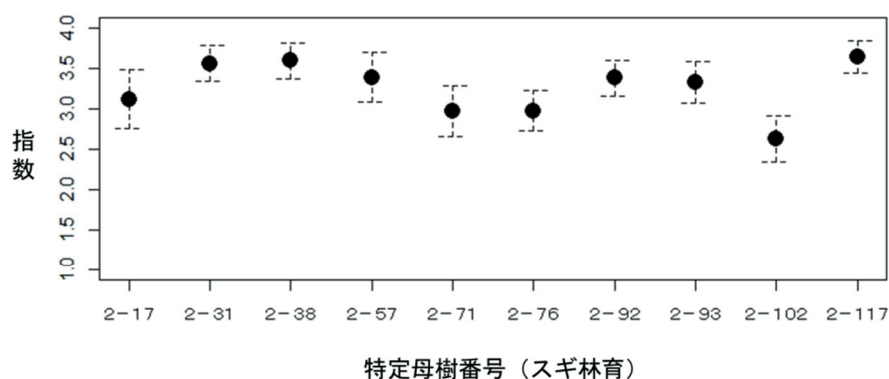


図-1 雄花着生枝の割合による各系統の雄花着花指数

※破線バーは 95%信頼区間を表す

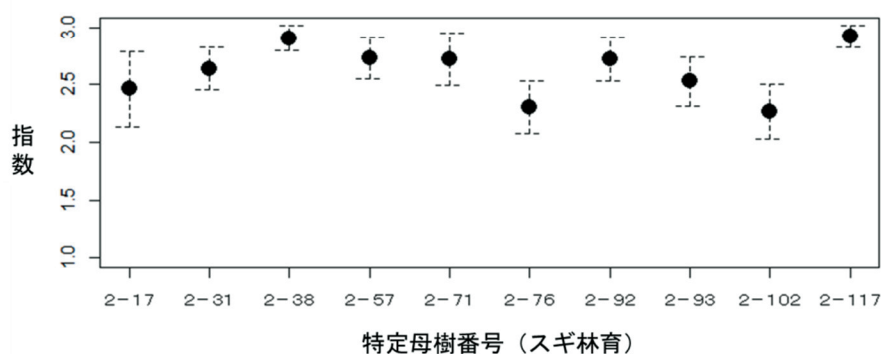


図-2 1枝あたりの雄花着生数による各系統の雄花着花指数

※破線バーは 95%信頼区間を表す

[成果の公表]

川上鉄也 (2019) 特定母樹ミニチュア採種園におけるジベレリン雄花着花特性.
第 24 回東北森林科学会大会 (ポスター発表 一部改変)

コンテナ苗育苗期間短縮に向けた技術開発

茨城県林業技術センター 山田 晴彦

〔背景・ねらい〕

茨城県では、現在5名の若手苗木生産者がコンテナ苗の生産に取り組んでいる。コンテナ苗の生産は苗畑で育成した稚苗をコンテナへ移植する方法と、最初からコンテナに直接播種する方法で行われているが、いずれも播種から出荷まで約2年を要する点が課題となっている。育苗期間短縮による生産効率向上やコスト削減を目指し、自主的に技術改良に取り組む生産者もいたが、生産者単独では解決困難な問題も多いため、当センターに技術開発の要望があった。

そこで、一般的な播種時期（4月）より早い時期にセルトレイに播種し、温室で保温管理しながら育成した稚苗（以下、プラグ苗）を、春にコンテナへ移植して野外で管理する方法で、スギ・クロマツコンテナ苗の育苗期間を短縮する技術の開発に取り組んだ。

〔成果の概要〕

1. 播種・移植適期の検討

セルトレイへの播種時期や、プラグ苗の移植時期を変えてスギ・クロマツのコンテナ苗を育成し、1成長期経過後の苗高と根元径を比較することで、各作業の適期を検討した。その結果、スギでは12月中旬～下旬にセルトレイに播種し、翌年3月下旬にプラグ苗を移植するのが適することを明らかにした（図－1）。クロマツでは9月中旬にセルトレイへ播種するのが最も適し、プラグ苗の移植は翌年5月上旬まで可能であることを明らかにした。なお、最終的な成長量の差が僅かなことから、播種時期は12月中～下旬でも可能であった。（図－2）。

2. 適切なセルサイズの検討

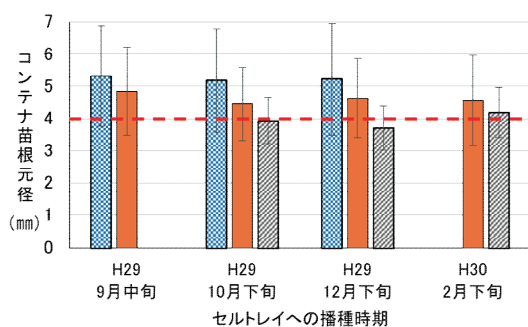
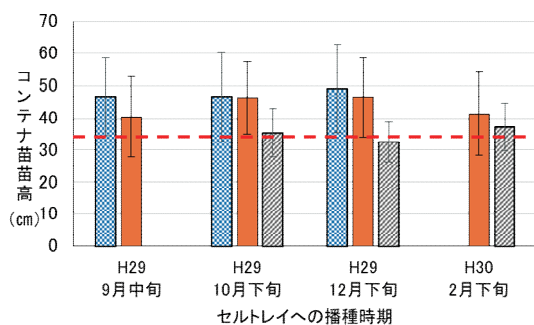
セルサイズ（容量）が異なる3種類のセルトレイに播種して育成したスギ・クロマツのプラグ苗を移植してコンテナ苗を育成し、1成長期経過後の苗高と根元径を比較することで、プラグ苗育成に適したセルのサイズを検討した。

その結果、試験に用いた大（128穴/枚、約26cc/セル）、中（288穴/枚、約11cc/セル）、小（512穴/枚、約4cc/セル）の3種類の中では、スギの場合はサイズが大のトレイ（図－3）、クロマツの場合はサイズが小のトレイがプラグ苗育成に適することを明らかにした（図－4）。

以上の結果から、従来約2年を必要としていた育苗期間をスギでは1年3か月程度、クロマツでは約1年6か月程度まで短縮可能であることを明らかにした。

〔成果の活用〕

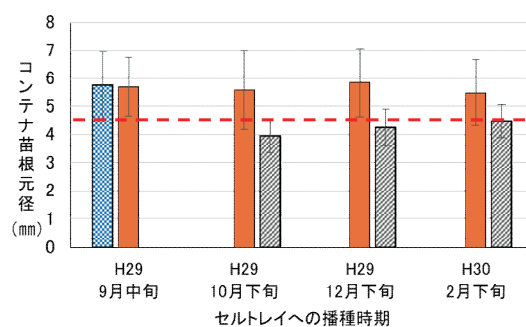
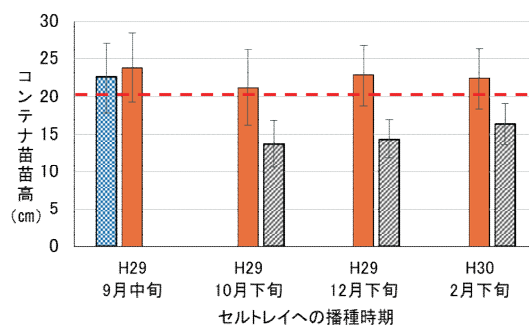
取り組み内容や得られた成果については、生産者や林業普及指導員を対象に開催している研修会で紹介することで随時普及を図っている。その結果、従来の苗畑で育成した稚苗を移植する方法から、セルトレイで育成したプラグ苗を移植する方法に移行する生産者が出てきている。



■ H30.3下旬移植 ■ H30.4下旬移植 ■ H30.5下旬移植

図ー1 播種、移植時期別のスギコンテナ苗の苗高と根元径の平均値

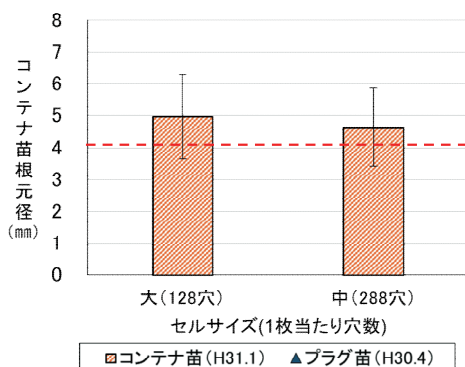
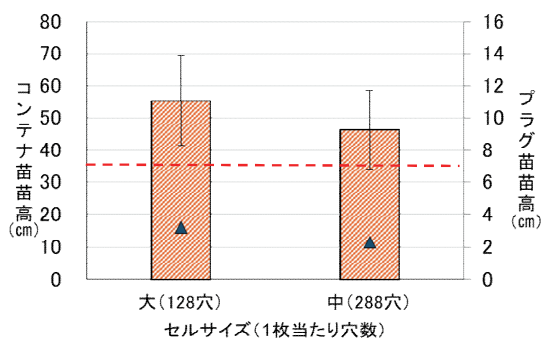
※破線は山林用主要苗木標準規格スギコンテナ苗 4号の値を示す。



■ H30.4上旬移植 ■ H30.5上旬移植 ■ H30.6上旬移植

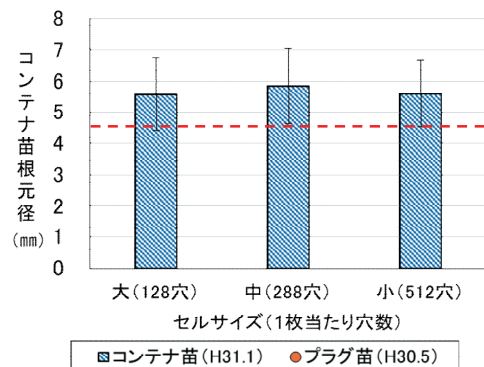
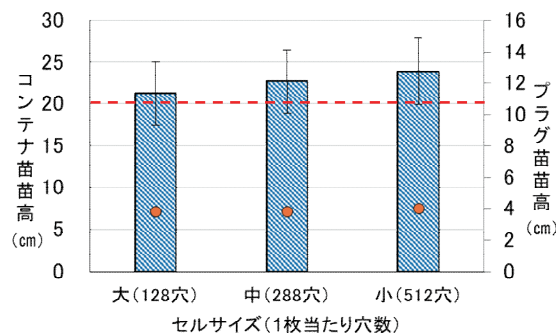
図ー2 播種、移植時期別のクロマツコンテナ苗の苗高と根元径の平均値

※破線は山林用主要苗木標準規格クロマツコンテナ苗 5号の値を示す。



図ー3 プラグ苗育成に用いたセルトレイサイズ別のスギコンテナ苗の苗高と根元径の平均値

※破線は山林用主要苗木標準規格スギコンテナ苗 4号の値を示す。



図ー4 プラグ苗育成に用いたセルトレイサイズ別のクロマツコンテナ苗の苗高と根元径の平均値

※破線は山林用主要苗木標準規格クロマツコンテナ苗 5号の値を示す。

[成果の公表]

山田晴彦 (2019) コンテナ苗育苗期間短縮に向けた育苗技術の検討. 第9回関東森林学会大会

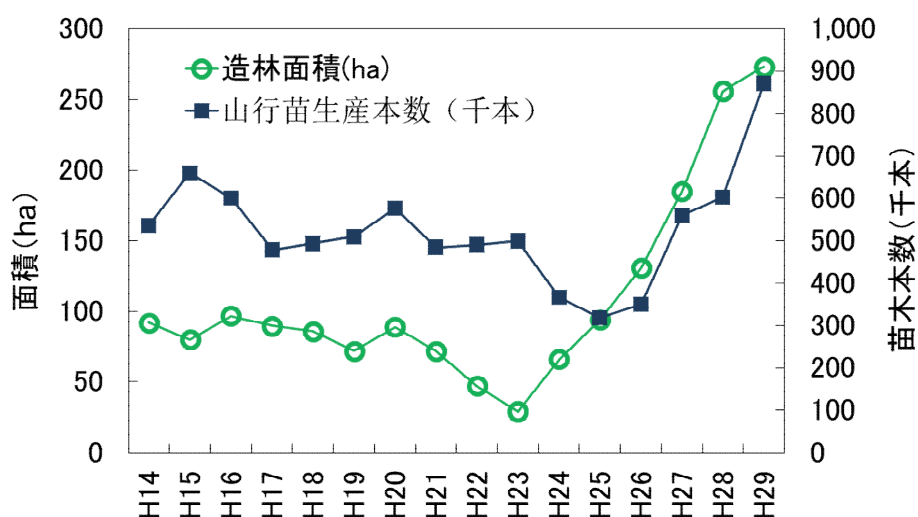
少花粉スギミニチュア採種園における発芽率向上の取組

栃木県林業センター 保科 裕紀子・丸山 友行

【背景・ねらい】

本県では、花粉症対策として少花粉品種の植栽を推進してきたことに加え、皆伐施業の促進による造林面積の拡大により、少花粉スギ苗の需要が急増している（図－１）。さらに、平成 29 年度の造林面積 273ha に対し令和 7 年度の皆伐目標値は 500ha であることから、今後も増加が見込まれており、少花粉スギ種子の安定供給が重要な課題となっている。

そのため、平成 27 年度から平成 30 年度に少花粉スギミニチュア採種園（面積 1.12ha、母樹 2,000 本）の整備を行った。しかし、造成から採種に至るまでは数年を要し、喫緊の種子不足には課題が残った。そこで、従来ヒノキに行われてきたカメムシ防除の袋掛けをスギにも応用し、種子の発芽率向上を図ることで、苗木の安定供給に資することを目指した。



図－１ 造林面積と山行苗生産本数の推移(スギ)

【成果の概要】

平成 29 年 6 月、採種予定の少花粉スギ母樹 65 本にカメムシ防除の袋掛けを実施した。

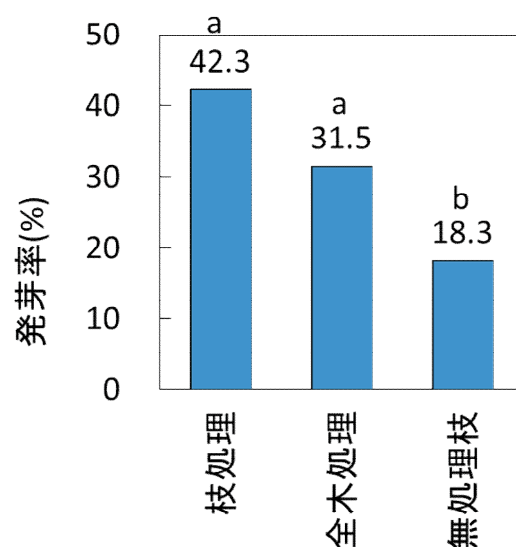
袋掛けは次の二つの方法を試みた。一つめは、縦 60cm 横 30cm の袋を球果の着いた枝に掛ける従来からの方法（以下、枝処理）、二つめは、樹高の低いミニチュア採種園の特徴を利用し、周長 5m 高さ 3.6m の袋で母樹全体を覆う方法（以下、単木処理）である（写真－１）。

採種は、二つの処理に共通する母樹 15 系統 30 本から行った。また、無処理枝として、枝処理木の袋掛けされていない枝からも採種した。採種後、母樹毎に球果 10 個を無作為に選び、処理別に混合して乾燥、精選した種子を用いて発芽試験を行った。

結果は、無処理枝の発芽率が 18.3%だったのに対し、枝処理が 42.3%、単木処理が 31.5%となり、いずれも無処理枝よりも高い発芽率を得ることができた（図－2）。



写真－1 枝処理(左)と単木処理(右)



図－2 処理別発芽率

※異なるアルファベット間には5%有意差あり

なお、各処理に要したコストは表－1のとおりである。袋作成は材料費及び作成に要した人件費、袋掛けは人件費のみを計上した。この結果、袋作成コストは枝処理が安価であるが、母樹1本当たり必要枚数が32枚を超えると単木処理の方が安価となることがわかった。

表－1 処理別コスト(平成29年度実績)

処理方法	袋作成コスト (円/枚)	袋掛けコスト (円/枚)	計 (円/枚)	母樹1本当たり 必要枚数(枚)	母樹1本当たり コスト(円)
枝処理	68	65	133	15～60	1,995～7,980
単木処理	4,015	327	4,342	1	4,342

また、二つの方法には表－2に示した長所と短所があることから、実際の防除では、種子の需要量や豊凶に応じて必要枚数を検討しコスト比較するとともに、リスク等を勘案した総合的な判断が必要となる。

表－2 各手法の長所・短所

	長 所	短 所
枝処理	- 袋作成単価が安い - カメムシが侵入しても被害が最小限ですむ	- 豊作年は枚数が多くなり作業量が多い - 防除できない球果が残る
単木処理	- 全ての球果を防除できる - 袋掛け作業が容易	- 袋の単価が高い - カメムシの侵入により被害が母樹全体に及ぶ

[成果の活用]

平成30年度は、採種予定箇所全ての少花粉スギ母樹399本（枝処理362本7,100枚、単木処理37本）に袋を掛け、発芽率36.5%を得た。令和元年度も引き続き少花粉スギミニチュア採種園への袋掛けを実施している。

[成果の公表]

保科裕紀子（2017）栃木県林業センター試験研究発表会

コンテナ容器を用いたカラマツの挿し木増殖

群馬県林業試験場 中村 博一

【背景・ねらい】

近年、合板や集成材のラミナ等の構造材として需要が増えているカラマツにおいて、慢性的な苗木不足が深刻な問題となっている。カラマツは、結実周期が長い上、着花促進技術が確立されていない。また、新規に採種園の造成を行っても、結実開始樹齢が 15～20 年であり、種子採取までに長期間を要するため、苗木の早期供給体制の確立が求められている。

そこで、母樹齢が若い播種後 2 年目の実生山行き苗木を有効的に活用するため、今回、密閉環境による挿し木技術とコンテナ育苗技術を合わせることで、増殖から育苗までの一元管理が可能な技術開発について検討した。

本研究は、生物系特定産業技術研究支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）カラマツ種苗の安定供給に関する技術開発」の支援を受けて実施した。

【成果の概要】

試験地は、県中央部に位置する渋川市横堀地内の林木育種場（標高約 550m）及び苗木生産者施設（標高約 310m）の 2 か所で行った。培地はココピート、バーミキュライト及び鹿沼土を容積比 10:10:3 で混合し十分に吸水させた。コンテナ容器は、スリット入りコンテナ MT-150-40P（東北タチバナ）及びマルチキャビティコンテナ JFA150（以下、コンテナ）を用いた。挿し床は、地面に不織布（ユニチカラブリートブラック）を敷き、この上に容器を直接設置した。配置はスリット入りコンテナとコンテナを交互とした。さらに、ダンポールでトンネルを作り厚さ 0.1mm の透明ビニールを被覆し密閉環境とした。上部には直射日光を遮るため林木育種場はよしずを、苗木生産者施設は黒の遮光ネット（遮光率 50%）を設置した。挿し床内には、温度・湿度データロガー（KT-255F）を設置し測定を行った。

挿し穂については、苗木生産者が育苗した播種後 2 年目の実生コンテナ苗から当年枝を剃刀により挿し付け当日に採取した。挿し付けは、林木育種場は 2017 年 6 月 6 日に、苗木生産者施設は 2017 年 6 月 8 日に行い、スリット入りコンテナ及びコンテナに各 200 本ずつ挿し付けた。なお、挿し穂の長さは 5～6 cm 程度で摘葉処理は行わなかった。挿し付け後のかん水はじょうろで行い、林木育種場は 1 日 1 回約 5.0L/400 本を 44 日目まで、その後は 3 日に 1 回とした。苗木生産者施設は 1 週間に 1 回約 10.0L/400 本を 53 日目まで、その後は 5.0L/400 本とした。

2017 年 10 月 5 日に全個体（800 本）について挿し穂を軽く引き、引き抜けなかった個体を発根していると判断し発根率を算出した。

挿し付けの箇所別及びコンテナ容器別の発根率を図 1 に示す。林木育種場の発根率は、スリット入りコンテナが 94.0%、コンテナが 95.0%であった。苗木生産者施設は、スリット入りコンテナが 86.5%、コンテナが 82.0%であった。コンテナ容器の違いによる発根率はどち

らの箇所も有意差は認められなかった。本試験ではスリット入りコンテナ及びコンテナの発根率は同等であることが示唆された。一方、挿し付けの箇所別による発根率については、スリット入りコンテナ及びコンテナともに有意差が認められ ($P<0.01$)、どちらのコンテナ容器も林木育種場の方が高かった。これは、かん水量の違いが湿度のバラツキに影響したと考えられる (図-2)。苗木生産者施設は、挿し付け後から1週間に1回のかん水に対し、林木育種場は3日に1回の頻度で行った。苗木生産者施設は林木育種場よりもかん水量が少なく、さし床内に水分が十分になかったと考えられる。かん水量が少ないと、密閉環境でも湿度のバラツキが大きくなることが示唆された。

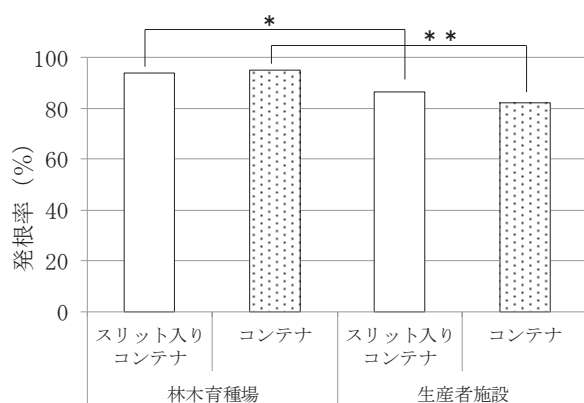


図-1 挿し付け箇所別及び容器別発根率

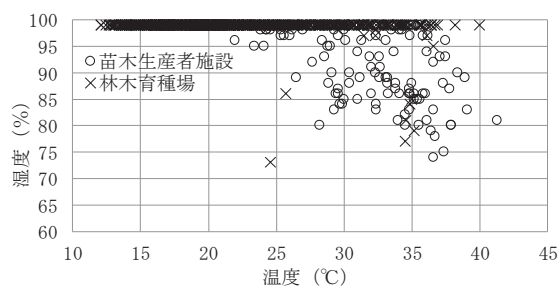


図-2 さし床内における温度と湿度の関係

※カイ二乗検定及び残差解析の結果、有意な差があったことを示す (* $P<0.05$ 、** $P<0.01$)

[成果の活用]

密閉環境下で母樹齢が若い実生苗木を採穂木とした挿し木増殖は有効な結果であった。北海道では既にグイマツ雑種F1の播種後2年目の幼苗からさし穂を用いることにより挿し木増殖に成功している事例があるが、本州においてもカラマツの挿し木増殖が可能であった。これまで、カラマツの苗木生産は結実の豊凶に頼り、実生増殖以外は行っていなかった状況を考えると、本試験で得られた挿し木増殖技術は、不足しているカラマツ苗を補う一手法として有効であると考えられる。また、コンテナ容器を用いることにより挿し付けから育苗、そして山行きまでの管理が一元化できることから、事業化に向けた速やかな技術移転が図れると期待している。

[成果の公表]

中村博一 (2019) 事業化に向けたカラマツ増殖技術の開発. 関東森林研究 69-2 : 219-220
群馬県林業試験場 (2019) カラマツ苗木増殖の手引き (コンテナ容器を用いたさし木). 群馬県林業試験場 : 1-17

少花粉で初期成長に優れた第2世代精英樹候補群の選抜

埼玉県寄居林業事務所森林研究室 田波 健太・原口 雅人

【背景・ねらい】

初期成長が良く、雄花の少ないスギ品種を植栽することで、造林コストの低減・花粉飛散量の減少が期待される。そこで、埼玉県産品種の遺伝子を持ち、かつ少花粉で初期成長のよい品種を開発することを目的として、県内外のスギ少花粉品種を人工交配し、得られた苗木の苗畑における初期成長や雄花生産の特性を調査した。

【成果の概要】

県内少花粉スギ4品種と、県外少花粉スギ品種のうち初期成長の良いとされている7品種の計11品種を用いて人工交配を行った。交配の組み合わせは片親が必ず県内品種となるように設定し、計38組み合わせとした。各組み合わせの種子は播種床に播種し、苗畑における2成長期経過時点での苗高を測定した。苗高データについては線形混合モデルを当てはめ、品種ごとに初期成長の育種価を求めた。

初期成長の調査を実施した38組のうち、31組は雄花生産性調査として50ppm濃度のジベレリン処理後、目視により雄花の着き具合を6段階で評価した。

播種から2成長期経過後での平均苗高には、交配組み合わせによって差が認められた(図-1)。また、交配親となった各品種の育種価から、初期成長の良い少花粉スギ品種を開発する場合、愛甲2号、比企1号や河沼1号を交配親に使うことが有効であると考えられた(図-2)。

雄花生産性には交配組合せによって差が認められたものの、全体的に低く、同年の県内スギ林分における雄花着花指数と比べても低かった(図-3)。苗木の初期成長と雄花生産性の間に相関は認められなかったことから、両形質は独立したものであり、両形質を同時に改良することができると思われる。

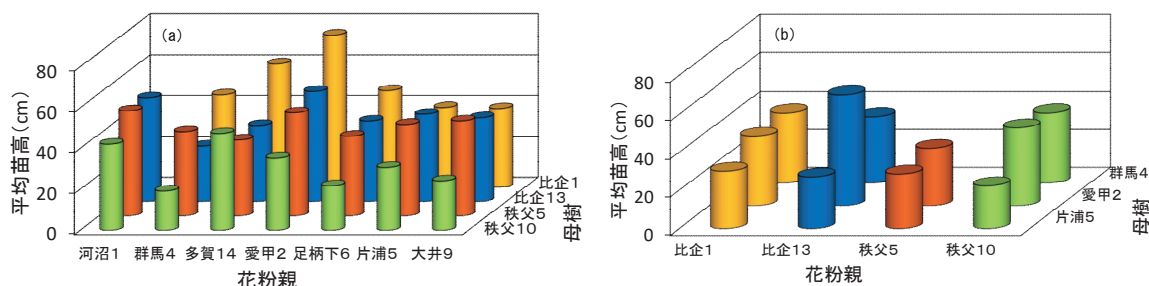


図-1 交配組み合わせによる平均苗高

(a) 県内品種が母樹、(b) 県内品種が花粉親

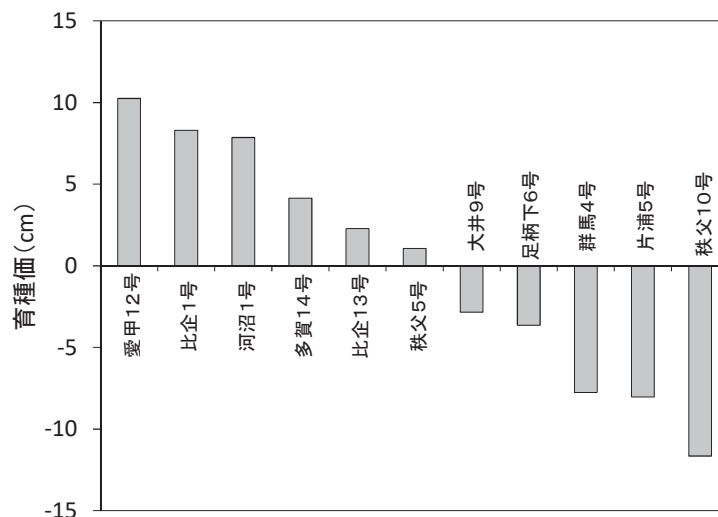


図-2 交配親品種の初期成長の育種価

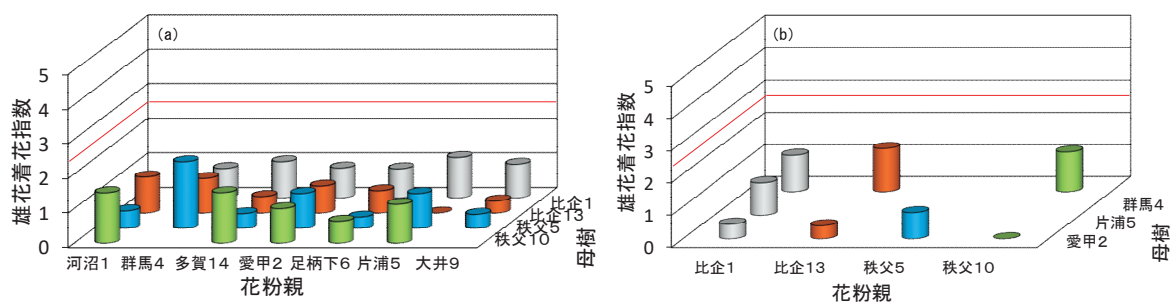


図-3 交配組み合わせによる雄花着花指数

(a) 県内品種が母樹、(b) 県内品種が花粉親

※赤線は同年の県内スギ林分における雄花着花指数

※雄花着花指数(0:着生していない、1:わずかに着生している、2:着生している量が少ない、3:ある程度着生している、4:全体に着生している、5:全体に密に着生している)

[成果の活用]

育種価とは親として子供の世代に伝えることのできる遺伝的能力であり、今回推定した初期成長の育種価の高かった品種同士を交配することによって初期成長が優れた種苗の作出が期待できる。一方、雄花生産性は全交配組み合わせで少ないものの、差が認められている。このことから、育種価の特に低かった品種を除いた交配組み合わせについて、今後山地に植栽し、成長とともに雄花着花性を検証する必要がある。

[成果の公表]

田波健太・原口雅人・平岡裕一郎 (2017) 県内精英樹系統を組込んだ第2世代スギ精英樹候補群の初期成長と雄花生産. 関東森林研究 68-2: 231-232

田波健太・原口雅人・平岡裕一郎 (2018) 第2世代スギ少花粉精英樹候補の初期成長と雄花生産. 公立林業試験研究機関研究成果選集 No. 15: 43-44

樹高、胸高直径の親子相関に及ぼす個体間競争の影響

— 植栽密度の異なるケヤキ家系列状試験林を事例として —

千葉県農林総合研究センター森林研究所 遠藤 良太

【背景・ねらい】

発現される成長量（樹高、胸高直径など）は、成長形質のほかに個体間競争に強い形質（以下、個体間競争形質）が反映されたものと考えられる。したがって、成長形質の遺伝的な評価を行う場合、個体間競争形質の影響を除く必要がある。遺伝様式の一つである親子相関についても測定データに個体間競争の影響があれば、相関関係が歪められて評価される可能性がある。

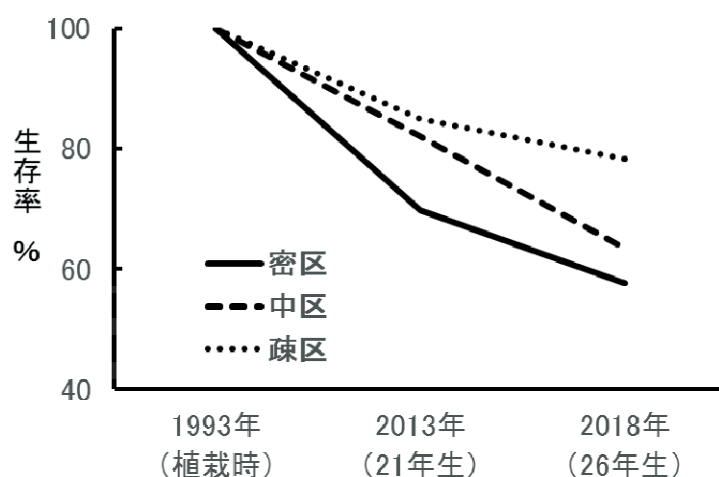
千葉県木更津市の千葉県農林総合研究センター森林研究所上総試験園にある三段階の密度で植栽されたケヤキ半兄弟家系試験林（表－1）において、26 年生時点で樹高と胸高と、これら家系の親であるケヤキ母樹林（千葉県君津市、本試験地の約 20 km 南南東）において推定 40 年生時点で調査した値を用いて親子相関を算出し、個体間競争の影響を検討した。なお、ケヤキ母樹林はケヤキが優勢する二次林（ケヤキ立木密度：112 本/ha）で、個体間競争の影響は少ないと考えられる。

【成果の概要】

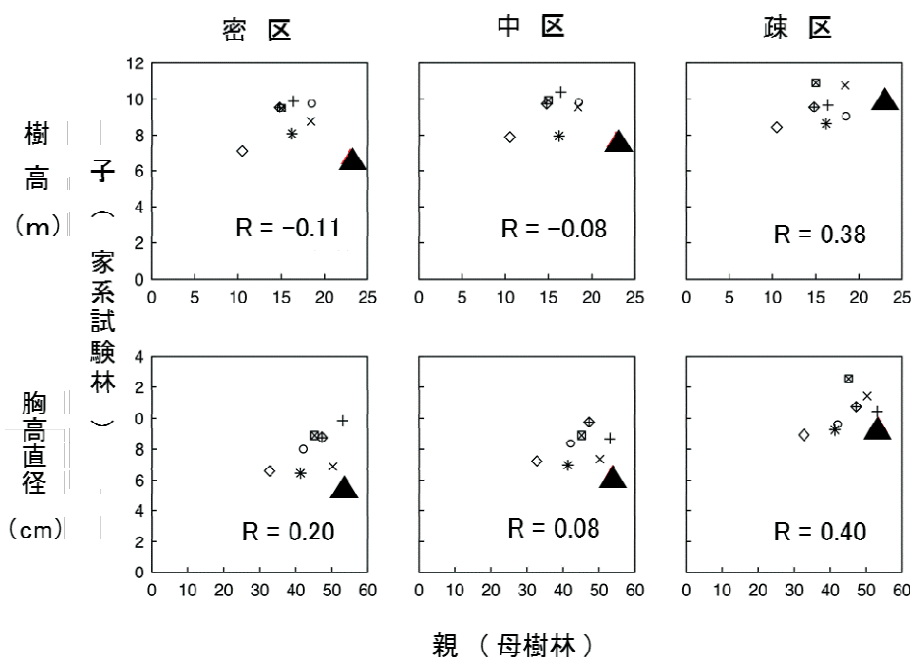
ケヤキ半兄弟家系試験林の生存率の変化を図－1 に示した。植栽密度が高い試験区（密区）ほど生存率の低下が著しく、個体間競争が大きいことが推察された。この家系試験林の密区、中区、疎区ごとに、家系ごとの樹高と胸高直径の平均値と親である母樹林の樹高、胸高直径の関係を図－2 に示した。図中に示した相関係数をみると、樹高では疎区 0.38、中区-0.08、密区-0.11、胸高直径では疎区 0.40、中区 0.08、密区 0.20 であり、植栽密度が低い試験区の方が相関係数は高かった。したがって、個体間競争の影響が大きければ、その影響で親子相関の程度が低く評価される可能性が確認できた。特に図中に「▲」で示した系統は、親の値は高いが子の値は低く、個体間競争に弱い系統と考えられる。このような系統の存在が、成長形質の遺伝的な評価を歪めやすいと推測された。

表－1 ケヤキ半兄弟家系試験林の概要

標高・地形・面積	65m・平坦・1.0ha
植栽方法	列状、3反復
試験区（植栽密度）	密区（8250本/ha）、中区（5500本/ha）、疎区（2750本/ha）
家系数	母樹林選抜9家系、対照3家系、1クローン （調査対象はうち母樹林選抜8家系）



図－1 ケヤキ半兄弟家系試験林の試験区ごとの生存率の変化



図－2 ケヤキの樹高および胸高直径の親子相関

注：図中の記号は調査した8系統をそれぞれ示している

[成果の活用]

遺伝的評価の解析に活用する。

[成果の公表]

Jun, T., Ryota, E., Tomohiro, N., Satoru, K., Futoshi, I., Yuya, T. (2019) Variance components and parent-offspring correlations of growth traits vary among initial spacings in *Zelkova serrata* growing in Chiba, Japan. *Silvae Genetica* 68 : 45-50

ミニチュア採種園における少花粉ヒノキの剪定方法

公益財団法人 東京都農林水産振興財団

東京都農林総合研究センター 中村 健一・畑 尚子

【背景・ねらい】

東京都では、2006 年より花粉症発生源対策として、花粉症対策品種苗木の造林事業を開始し、2010 年には、ミニチュア採種園による少花粉ヒノキ品種の種子生産のため、少花粉ヒノキ品種の接木による若齢木を植栽し、採種園を造成した。そして、造成後 4 年以内の少花粉ヒノキ品種の小型採種木について、ジベレリンペースト剤の幹への施用が着花促進に及ぼす効果を明らかにし、2015 年には、少花粉ヒノキ品種の種子生産が実用化された。このような中、ミニチュア採種園では、採種木を小型に仕立てるため、剪定が必要な時期に来ているが、ヒノキはスギに比べ萌芽力が弱く剪定に弱いとされ、少花粉ヒノキ品種の小型採種木における剪定手法は確立されていない。しかし、剪定を行わないと、枝の伸長により隣接木の枝が重なったり、梯子などを使用しないと種子が採取できなくなるなど、ミニチュア採種園としての機能が十分に発揮出来なくなる恐れがある。一方、東京都農林総合研究センターでは、植木のヒノキの基本樹形とするための剪定方法として円錐形の剪定を行っている。そこで、少花粉ヒノキ品種の採種木において、円錐形の剪定方法が剪定後の枝の伸長に与える影響を検証する。

【成果の概要】

2010 年 3～5 月に東京都農林総合研究センター圃場地内に造成した関東育種基本区内で選抜された少花粉ヒノキ品種採種園において、2015 年 3 月に、円錐形の剪定は、小型採種木 5 本に、また、対照として、スギのミニチュア採種園で行なわれている標準的な剪定の形である円柱形の剪定を、小型採種木 2 本に行なった。円錐形の剪定は、地面から 40cm、80cm、120cm の高さで、枝長約 70.0cm、60.0cm、45.0cm になるように行なった。また、円柱形の剪定は、地面から 40cm、80cm、120cm の高さで、枝長約 55.0cm、55.0cm、40.0cm になるように行なった。樹高は、両区とも 150cm で断幹した。そして、剪定約 6 ヶ月後の 2015 年 9 月に、地面からの高さ 40cm、80cm、120cm で枝張り長を測定（図－1）し、その伸長量を剪定の形状により比較検討した。

この結果、剪定約 6 ヶ月後の枝の伸長量は、円錐形において、高さ 40cm で伸長量 19.2 ± 5.4 cm、高さ 80cm で伸長量 36.2 ± 13.7 cm、高さ 120cm で伸長量 44.6 ± 5.7 cm であり、高さ 80cm および高さ 120cm での伸長量は、高さ 40cm での伸長量より有意に大きかった（図－2 左）。また、円柱形において、高さ 40cm で伸長量 16.8 ± 2.1 cm、高さ 80cm で伸長量 26.3 ± 2.1 cm、高さ 120cm で伸長量 41.6 ± 7.6 cm であり、高さ 120cm での伸長量は、高さ 40cm での伸長量より有意に大きかった（図－2 右）。このように、円錐形、円柱形どちらの剪定においても、上枝のほうが下枝より伸長量が大きかった。

今回の剪定の形状では、いずれも十分な枝の伸長が認められ、少花粉ヒノキ品種ミニチュア採種園において、円錐形の剪定は可能であると考ええる。円錐形、円柱形どちらの剪定の形状においても、上枝のほうが下枝より伸長量が大きかったのは、ヒノキの持つ頂芽優勢の性質と剪

定木の上部のほうが光を多く受けたためと考えられる。その結果、円錐形に剪定した小型採種木でも、剪定6ヵ月後には円柱形に近い形(図-2左 青線から赤線)になった。また、対照として行なった円柱形の剪定では、剪定6ヵ月後には逆円錐形に近い形(図-2右 青線から赤線)になり、ジベレリンペースト剤の施用から球果の結実までの間に採種木の下部に光が入らなくなるため、種子の生産量に影響が出てくると考えられる。これらのことから、種子の生産を目的とする採種園では、採種木全体に光が入り込むように円錐形に剪定し、球果の採取後、樹形が逆円錐形になる前に再度剪定するのが良いと考える。

今後、本剪定により十分な種子生産ができることを確認するために、剪定した試験木にジベレリンペースト剤を施用して、種子の生産量を調査する必要がある。

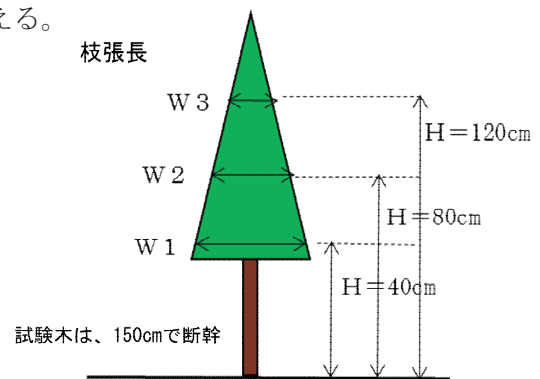


図-1 測定方法

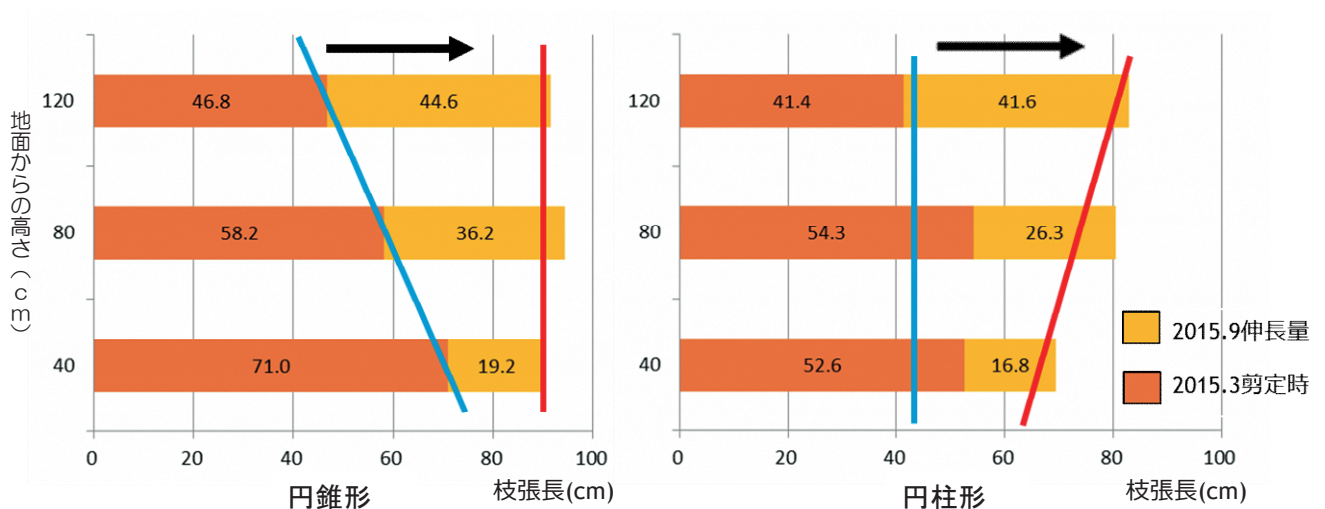


図-2 剪定方法の違いによる枝の伸長量

[成果の活用]

少花粉ヒノキ品種のミニチュア採種園において、剪定を行わなければ、2回採種した時点で採種木が大きくなりすぎて、採種木の植え替えを検討しなければならない可能性がある。円錐形の剪定を行うことにより、継続的な種子の採取を可能に出来ると考える。

[成果の公表]

中村健一・奈良雅代 (2016) ミニチュア採種園における少花粉ヒノキ品種の剪定方法の検討.

関東森林研究 67-1 : 163-164

無花粉ヒノキ“神奈川無花粉ヒ1号”の発見と実用化

神奈川県自然環境センター 齋藤 央嗣

【背景・ねらい】

ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) は、スギ同様に花粉症の原因植物の一つであり、スギと同様の花粉症対策が必要である。これまでに神奈川県では、県内産の精英樹から雄花着生量の少ないヒノキを選抜し（齋藤，2004）、全量を花粉症対策品種に転換した。しかしスギの無花粉品種は実用化されているが、ヒノキではこれまで報告されていない。そこで県内のヒノキ林を網羅的に探索した結果、着花するものの花粉を飛散せず種子も生産しない両性不稔個体を発見したので、苗木生産の実用化に向けて、形質等の特性の解明を行い“神奈川無花粉ヒ1号”として品種登録出願を行った。さらにさし木による増殖試験、普及のための材質調査を実施したので報告する。

【成果の概要】

1. 雄性不稔ヒノキ選抜調査

県内のヒノキ林で、高枝ばさみで雄花の着花している枝をたたき、花粉が飛散すれば可稔個体とし、飛散しない場合は、雄花を落として雄花内部の花粉の有無を調べた。2011～2012年の2年間で4074本を調査した結果、2012年に秦野市内の山林で花粉が飛散しないヒノキを発見した(写真－1)。採取した雄花を顕微鏡で観察したところ、花粉嚢内で大小の粒子が観察され、その後、雄花は開いたものの、花粉飛散期を過ぎても花粉嚢が開かず花粉が飛散しなかった。翌年再現性を調査したところ同様に花粉が飛散しなかった。また、さし木個体に着花した雄花も花粉が飛散せず遺伝的に固定された形質であることが明らかになった。さらに球果は小さく、種子がごく小さく、全く発芽しない両性不稔品種であることが明らかとなった。

2. 品種特性の調査

品種出願登録のため、ヒノキの基準品種「ナンゴウヒ」との比較試験を行った。その結果、ナンゴウヒと比べて雌花が淡緑色であること、球果が黄褐色で小さいこと、種子を放出しないこと、種子が発芽しないこと、雄花から花粉を放出しないことが明確に異なっていた(表－1)。そのほか樹皮の列片が狭くてやや薄いこと、鱗片葉着生密度がやや低いこと、冬葉の色が黄緑色で夏葉との変化が少ないこと等が明らかになった。成長量は5年次でナンゴウヒと差がなかった。また、ピロディン及びファコップにより原木の材質測定を行ったところ、周辺木と大差なかった(図－1)。

3. コンテナ直ざしによる増殖

効率的な増殖を図るため、コンテナ直ざし試験を実施した。ココピートと赤玉土または鹿沼土と混合した用土でスリット付きコンテナに直ざしたところ、発根率は88%となり、育苗箱と大差なく、コンテナ直ざしによるさし木増殖が可能であることが明らかになった(写真－2)。

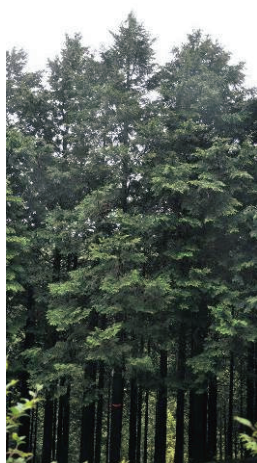


写真-1 神奈川県無花粉ヒ1号(中央)



写真-2 神奈川県無花粉ヒ1号のコンテナ直さし

表-1 神奈川県無花粉ヒ1号の類似品種と明確に区別される形質及び特性

形質名	ナンゴウヒの特性	出願品種の特性
球果の大きさ	褐色で1.1 cm、0.76g	黄褐色で0.9cm、0.29g
種子	開裂し種子を放出	ごく小さい種子のみ形成し種子を放出しない
種子の稔性	発芽する	全く発芽しない
雌花	赤褐	淡緑
雄花	花粉を飛散	開花するが花粉嚢が開かず花粉を飛散しない

神奈川県(2018) ”神奈川県無花粉ヒ1号” 品種登録出願資料

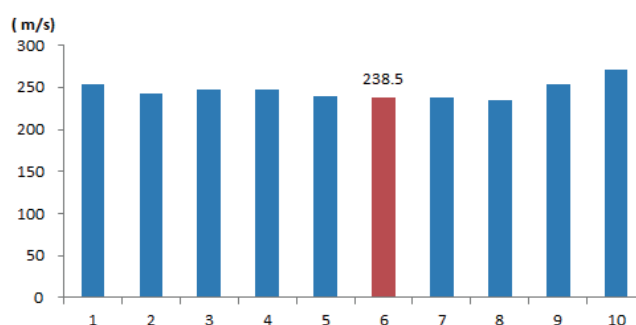


図-1 ファコップによる応力波伝播速度

[成果の活用]

2018年7月 「神奈川県無花粉ヒ1号」 品種登録出願 (2018年10月29日出願公表)

神奈川県と神奈川県山林種苗協同組合との間で許諾契約が成立したことから2019年5月にさし穂240本を提供し無花粉ヒノキ「神奈川県無花粉ヒ1号」のコンテナ直さしによる苗木生産を開始した。現在採穂園の造成を進めている。

[成果の公表]

齋藤央嗣 (2017) 両性不稔ヒノキ個体の発見. 日本森林学会誌 99 : 150-155

齋藤央嗣 (2019) ヒノキ両性不稔個体の発見. 公立林業試験研究機関研究成果集 16 : 47-48

スギ秋挿しに適した穂木の形状、時期および育苗方法の検討

新潟県森林研究所 戸塚 聡子(現 新潟県新潟地域振興局)・岩井 淳治

【背景・ねらい】

スギの挿し付け時期には春挿し、秋挿しが知られている。新潟県では、これまで秋挿しは行われてこなかったが、秋挿しができれば、作業時期の拡大による労働集約性の軽減や育成期間の短縮による経費削減が期待できる。そこで、本県事業ベースでの秋挿しの可能性を検討するため、春挿しとの比較試験を行い秋挿しに適した穂木の形状や時期、追肥の必要性を検討した。

【成果の概要】

1. 材料と方法

材料は、岩船5号、岩船6号、中蒲原1号の3系統(新潟県選抜精英樹)とした。2014年9月に秋挿し予備試験を実施したところ、前年枝を含む穂木は含まない穂木よりも発根率が高いことが判明した。そこで、2015年より本試験として、春挿しと前年枝を含む時期別の秋挿しの比較試験を行った。

A. 挿し付けと発根調査

2014年9月に各系統36本ずつ(計108本)穂先から15cmで切断し、2015年は秋挿しの対照として、4月に各系統36本ずつ(計108本)同様に切断した。同年8、9月は各系統18

表-1 挿し付け日と切断位置、および供試本数				
	年	挿し付け日	切断位置	供試本数
(予備試験)	2014年	9月2日	穂先から一律15.0cm	108本
		4月16日	穂先から一律15.0cm	108本
(本試験)	2015年	8月12日	2年生年次界または3年生年次界 (16.97±3.46cm)	54本
		9月10日	2年生年次界または3年生年次界 (16.74±3.51cm)	54本

()内は平均±標準偏差を示す。

本ずつ(計54本)を年次界で切断した(表-1)。挿し付け方法は、穂木を切断後、オキシペロン溶液100ppmに24時間浸した。その後、発泡スチロール容器に切り口から7cmの深さまで挿し付け(ピートモス:パーミキュライト:鹿沼土=1:1:1)、挿し付け後は寒冷紗内でミスト灌水を行った。掘り取りを2014年9月挿しは同年12月に、2015年挿しは翌年3月に行い、発根量、穂木重等を測定し、前年枝の有無が発根に与える影響等を評価した。

B. 2成長期の育苗と形質調査

2015年4月挿しと8月挿しで発根した個体について、挿し付け時期と系統毎にランダムに約半数に分割し、追肥あり区となし区別に植栽し成長比較を行った。追肥あり区が4月52本、8月25本、追肥なし区が4月53本、8月22本とした。このうち追肥あり区で2016年7月から1週間ごとに計4回、JAくみあい液肥200倍25Lの追肥を行った。掘り取りは同年12月に行い、植栽区間ごとでの成長形質(苗長、地際直径、根の体積)について多重比較を行った。また、2成長期後の苗が新潟県の挿し木苗出荷規格を満たす割合を算出した。

2. 結果とまとめ

A. 穂木の形状と発根の関係

2014年9月挿しの発根率は38.9%であった。2年生枝と3年生枝の境界(以降2年生年次界とする)を含む穂木は77.8%が発根していたのに対し2年生年次界を含まない穂木は11.1%で

あり、両者には有意な差があった ($p<0.05$)。また、前者は後者よりも発根本数も多い傾向にあった (表-2)。穂木重は、発根穂木群と未発根穂木群の間に有意な差はなく、発根率に影響しないと考えられる。

B. 挿し付け時期と発根の関係

2015 年挿しについて、表-3 のとおり発根率の高い順から、4、8、9 月で 4 月と 9 月間に有意な差があり ($p<0.01$)、1 次根本数は多い順から、8、4、9 月で有意な差があり ($p<0.05$)、2 次根含有率は高い順から、4、8、9 月で 4 月と 9 月間に有意な差があった ($p<0.01$)。

C. 挿し付け時期・追肥有無と苗木形状 (2 成長期後)

苗長・地際直径ともに、4 月挿しと 8 月挿しの同追肥区間に有意な差はなかった。苗長は 4 月挿し、8 月挿しともに追肥あり区がなし区よりも有意に大きかった (図-1, $p<0.05$)。地際直径は、8 月挿しにおいて追肥あり区がなし区よりも直径が大きい傾向が見られた。

D. 苗木出荷規格を満たす苗の割合

新潟県の出荷規格の苗長、直径条件をともに満たす苗木の割合は表-4 のとおり、8 月挿し追肥あり区が 44% と最も多く、4 月挿し追肥なし区が 11.3% と最も低かった。

A~D のことから、新潟県では 8 月に穂木内に 2 年生枝以前を含んで挿し付けることで、十分な発根率が得られ、2 成長期後の成長形質では 4 月挿しと有意な差がないことがわかった。また、追肥を行うことで、出荷規格を満たす苗の割合を増加させることが可能と考えられる。

表-2 年次界有無別の発根本数

	0本	~5本	~10本	~15本	~20本
2年生年次界あり	10	18	8	6	3
2年生年次界なし	56	7	0	0	0

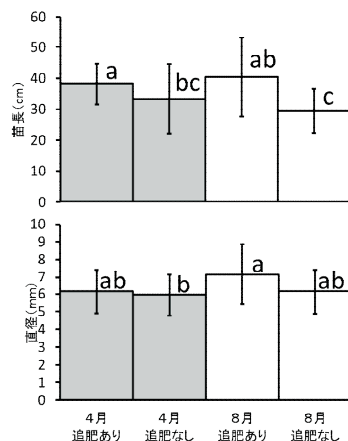


図-1 2成長期後の追肥区別の苗長および地際直径 ※縦線は標準偏差を、アルファベットの相違は有意 ($p<0.05$) であることを示す。

表-3 2015 年挿し付けの発根率、1 次根本数、および 2 次根含有率 (**: $p<0.01$)

	4月挿し	8月挿し	9月挿し
挿し付け本数	108	54	54
発根率	98.1%**	87.0%	40.7%**
1次根本数 (平均±標準偏差)	8.6±6.4 ^b	16.2±14.0 ^a	2.3±4.1 ^c
発根個体の2次根含有率	95.2%**	67.4%	2.4%**

**: カイニ乗検定および残差解析の結果、有意な差があったことを示す ($p<0.01$)。アルファベットの違いはSteel-Dwassの方法による多重比較の結果を示す。

表-4 新潟県の挿し木苗出荷規格を満たす苗の割合

植栽区	全苗数(本)	苗長30cm 以上(本)	直径7mm 以上(本)	苗長条件 適合割合(%)	直径条件 適合割合(%)	苗長・直径条件 適合割合(%)
4月 追肥あり	52	51	10	98.1	19.2	19.2
4月 追肥なし	53	33	6	62.3	11.3	11.3
8月 追肥あり	25	19	11	76.0	44.0	44.0
8月 追肥なし	22	12	6	54.5	27.3	27.3

[成果の活用]

秋挿しで新潟県の挿し木苗出荷規格を満たす苗が作出できれば、育苗コストの削減が期待できる。2 年生で規格を満たすには、追肥量、育苗資材、系統選別など更なる検討が必要である。

[成果の公表]

戸塚聡子・岩井淳治 (2018) スギ秋挿しに適した穂木の形状、時期および育苗方法の検討。

関東森林研究 69-2 : 119-122

農業用機械を活用した優良無花粉スギ

「立山 森の輝き」の省力的な育苗体系

富山県農林水産総合技術センター森林研究所 斎藤 真己

〔背景・ねらい〕

富山県が開発した優良無花粉スギ「立山 森の輝き」は、スギ花粉症対策として皆伐後の植え替えに積極的に活用されており、その生産本数は平成 28 年に 4 万本、令和 2 年に 10 万本、令和 8 年に 20 万本と大幅な増産を予定している。しかしながら、従来の育苗体系では苗畑の準備から播種、苗の植え付けなど春先に作業が集中しており、さらにそれらの大半が手作業であることから、人手不足の状況では今後の増産計画の達成が困難になる恐れがある。

そこで、本研究では従来の育苗体系を抜本的に見直し、春に集中している作業の一部を別の時期に分散すると同時に、人力に頼っていた苗の植え付け作業の機械化を図るなど新たな育苗体系の確立を目的とした。

〔成果の概要〕

1. 農業用機械を活用した植付け作業の省力化

苗木生産を省力化に向けて、苗の植え付け作業に「たまねぎ用移植機」を活用したところ、1 時間あたり約 1,800 本/人の植え付けが可能になった（図－1）。これまでの手植えの場合は、1 時間あたり 150～180 本/人程度だったため、本機を使用することで 10 倍以上の作業効率になった。

2. 移植機の規格に適したセル苗の歩留まりを高める手法

本移植機のセル苗の適合サイズは、5～15 cm 程度であることが明らかになったため、この規格内の頻度が最も高くなる播種時期について調査した結果、5 月中旬の播種が最も高く、70%の苗が規格内に収まった（表－1）。

3. 年間作業量の平準化

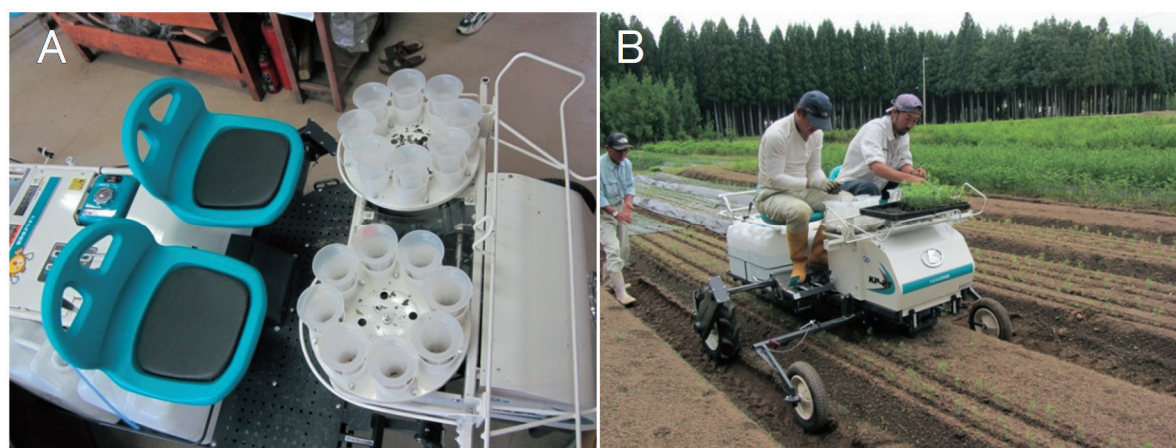
春期に集中している育苗作業（図－2 A）を分散するため、通常は春に行う 2 年生苗の植え付け作業を前年の 10 月に早めて行ったところ、その活着率は 95 %程度と高かった。このことから、植え付け時期を 10 月頃にずらすことで年間作業量を平準化することができた（図－2 B）。

〔成果の活用〕

本技術は富山県魚津市にある「立山 森の輝き」の苗木生産現場で実用化されている。これに合わせて本品種の播種は大型のビニールハウス（5.4m×13.5m）4 棟で約 20 万本のセル苗が育成されるに至った。

[成果の公表]

斎藤真己・図子光太郎（2018）富山県における新たな森づくりプランー優良無花粉スギ
「立山 森の輝き」普及推進事業ーについて．森林利用学会誌 33：93-97



図ー1 改良したタマネギ用移植機 KP2-TE (A)を用いたスギ苗の植え付け作業(B)

※機械に座ったままターンテーブルのカップの中にセル苗を入れていくだけの簡単な操作で、次々と苗が植え付けされていく。

表-1 播種時期が異なる苗のサイズ別の頻度 (%)

播 種 日 (苗 数)	5cm以下	5-15cm	15cm以上
1月18日 (345)	0	35.1	64.9
4月21日 (5,780)	35.4	63.5	1.1
5月16日 (2,253)	30.0	70.0	0
6月17日 (708)	88.8	11.2	0

A. 従来の無花粉スギの育苗方法

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
1年目		播種(苗畑)							
2年目		苗の掘り取り と植え付け			GA処理 ^{*)}				
3年目	無花粉苗 の選抜	苗の掘り取り と植付け						出 荷	

B. 移植機を活用した新たな無花粉スギの育苗方法

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
1年目			播 種 (セルトレー)					移植機による 植え付け	
2年目					GA処理 ^{*)}				
3年目	無花粉苗 の選抜	苗の掘り取り と植付け						出 荷	

^{*)}ジベレリン処理による雄花の着花誘導

5月から10月にかけて定期的に殺菌・殺虫剤の散布と除草を行う。

図ー2 従来の無花粉スギの育苗方法(A)と農業用機械による新たな育苗方法(B)の比較

種子生産能力の低下した採種園における光環境の改善 や環状剥皮による着果促進について

山梨県森林総合研究所 西川浩己・小林正男・羽田直美・三浦充・渡辺真紀子
共同研究機関：(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター、
長野県林業総合センター

〔背景・ねらい〕

カラマツは、国内の造林用針葉樹の中でも優れた材質特性を有し、木材乾燥技術等の向上も相まって、近年合板・集成材等へ需要が増えている。また、他の針葉樹と違い落葉することから、生育過程において林内照度が高く保たれ、下層植生が十分に生育するなど、公益的機能維持の観点で優良であるとともに、成長が良く育林コストも低いなど、森林経営上も優良な樹種である。

一方、カラマツの種子結実是一年ごとの豊凶の差が著しいため、苗木生産用の種子は全国的に不足傾向にあり、カラマツが有する経済的ポテンシャルが十分に活かされていない状況にあると考えられる。本県においてもカラマツ苗木需要は増加しており、今後の再造林用のカラマツ苗木の不足が懸念されており、安定的な種子の確保が急務となっている。

このような状況において、林木育種センターを代表機関とした革新的技術開発・緊急展開事業（地域戦略プロジェクト）「カラマツ種苗の安定供給のための技術開発（平成 28～30 年度）」に参画し、光環境の改善を実施し、種子生産能力の低下した老齢木による採種園において、花芽形成を促進する技術を開発する課題に取り組んだ。

〔成果の概要〕

1. 受光伐による着果促進

東西方向に 1 残 1 伐の列状の受光伐を実施したところ（図－1）、凶作年では着花しない状態から着花する状態（3.8 個／本）になり、並昨年では 2.3 個／本から 27.2 個／本に増加（約 10 倍）した。このような効果は、受光伐の実施 3 年後にも同様であったことから（受光伐した区域では 235.6 個／本に対して、無処理区では 3.1 個／本）受光伐により改善した光環境の効果は持続すると考えられた（図－2）。

2. 樹型誘導の効果

平均樹高 13.0m の採種園において、採種木の主幹を断幹し、樹高を 8 m 以下にする強度の樹型の調整を行った結果、結実枝の平均相対光量子束密度が約 50.0% 以上になった（図－3）。

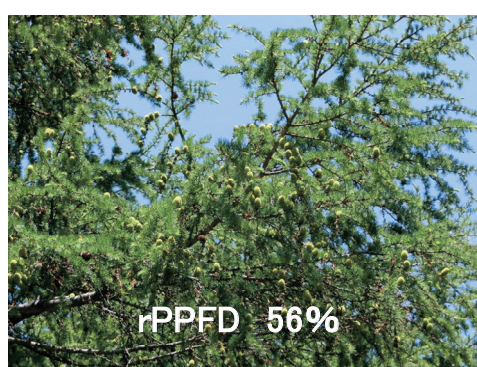
〔成果の活用〕

- ・採種園における種子生産量の向上
- ・採種園運営のための計画案の作成



図－１ 間伐(受光伐) 実施・未実施の採種園の様子

※rPPFD は相対光量子束密度の略



図－２ 受光伐した区域での着果の様子



図－３ 樹型誘導実施前・実施後の採種園の様子

[成果の公表]

西川浩己・松下通也・田村明（2016）カラマツ採種園における受光伐による後生枝の発生について．第5回森林遺伝育種学会大会

再造林に向けたカラマツ種苗供給への取り組み

長野県林業総合センター 清水 香代

〔背景・ねらい〕

長野県のカラマツ人工林は 12 齢級以上の林分が多くを占め、主伐や更新伐が進められており、それに伴い、再造林時に使用されるカラマツ苗木の需要も増加している。一方で、カラマツは、結実周期が長い樹種であることから、苗木を生産するための種子の供給は、その作柄に影響される。また、昭和 30 年代に造成されたカラマツ採種園では、高木化が進み採種が困難な状況にあるため、球果を採取するには、採種木に登り、鋸やチェーンソーを用いて枝を切断することや伐採によって採種せざるを得ないが、これらの方法は、継続的に採種ができないという課題がある。そこで、雌花が着きにくいカラマツの雌花を増やす方法の開発と、安全に採種作業を行うことが可能と考えられる高所作業車による採種方法について調査、検証した。

本研究は革新的技術開発・緊急展開事業（地域戦略プロ）「カラマツ種苗の安定供給に関する技術開発（平成 28～30 年度）」で実施した。

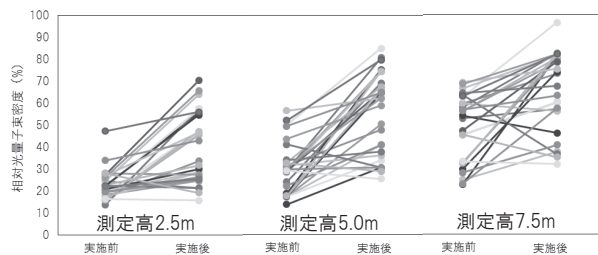
〔成果の概要〕

カラマツの雌花を増やすため、列状に受光伐を実施し、受光伐実施前後の光環境の調査と周辺個体（以下、実施区）と実施しない対照区での着花量を比較した。下枝まで光が届かない状況になっていた南佐久郡川上村にある県営川上採種園の樹高約 15～18m のカラマツ採種木について、2016 年 6 月下旬に、東西方向で 1 列おきに伐採し、伐採前後に光量子束密度を枝の高さ別（2.5m・5.0m・7.5m）に測定した。着花調査は北海道育種場方式の着花指数を用い、目視で評価した（表－1）。伐採後の各枝高の光量子束密度の相対値を伐採前と比較した結果、全ての枝高で光環境が改善された（図－1）。枝高別の平均値を比較すると、枝高 5.0m と 7.5m で着花に必要とされる相対光量子束密度が 50% を超える結果となり、今後着花量が増加する可能性があると考えられた。なお、当採種園において枝高 5.0m と 7.5m は、結実枝が多く着生する高さである。次に、着花指数を比較した結果、受光伐実施から 2 年が経過した 2018 年には、対照区と比較して実施区で着花指数の高い個体の数が増加していた（図－2）。

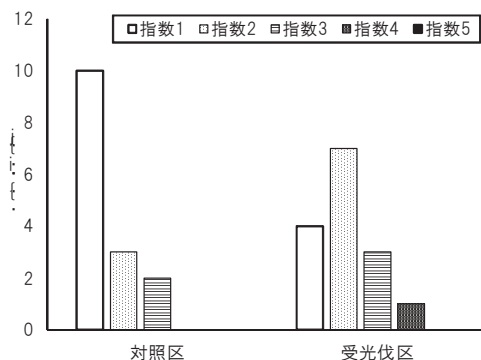
次に、豊凶間隔を伸ばさないで、安全かつ効率的に採取するため、従来の採種方法である木登りと、トラック式高所作業車（以下、トラック式）やクローラ式高所作業車（以下、クローラ式）（写真－1）を用いてそれぞれ球果のみをもぎ取る場合の作業性（時間当たりの球果採取量）をビデオ撮影により比較した（図－3）。調査は、県営川上採種園で 2016～2018 年のそれぞれ 9 月に実施した。採取方法別の平均球果採取個数を比較した結果、もぎ取りによる採取個数は、従来方法である木登りと比較してトラック式で 2.0 倍、クローラ式で 3.2 倍に増加した（図－3）。安全性の面では、高所作業車による採取は、作業床のあるバケット内での作業が可能であり、枝先端部の採取も可能だと言う点が評価できた。

表－１ 北海道育種場方式の着花指数と着花状況

豊凶度	観察木の雌花着花状況
5	樹冠全体に濃く着花
4	樹冠全体に薄く着花・多くの枝に多数着花
3	樹冠全体にまばらに着花・数本の枝に多数着花
2	樹冠全体に僅かに着花・数本の枝に少量着花
1	全く着花が見られない

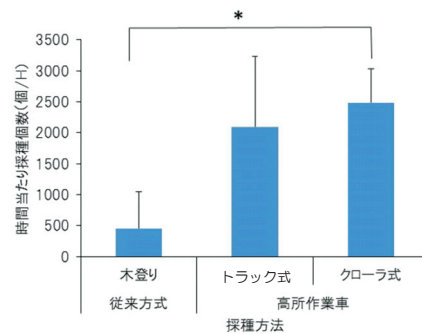


図－１ 受光伐前後の枝高別光環境の変化



図－２ 受光伐と対照区の着花指数の比較

※ 受光伐実施２年後作柄：凶作



図－３ 採取方法別の平均球果採取個数の比較

Tukey-Kramer 法による多重比較検定 * : $p < 0.05$



写真－１ 高所作業車による作業状況

※ 左：トラック式・右：クローラ式

[成果の活用]

採種木の樹高が高くなっているカラマツ採種園でも、受光伐を行うことにより、雌花の着花量の増加が期待できるとともに、受光伐を実施した部分を作業路として整備することで、高所作業車を導入することが検討できる。また、高所作業車による採種は、高所作業車の作業資格があれば各地で同時に採種適期に作業が可能であることから、採種に適している２～３週間という短い期間に、大量の種子を確保する上で有意であると考えられる。

[成果の公表]

清水香代・田村明（2019）カラマツ採種作業の機械化による効率化の検討．中部森林研究 No. 67 : 3-4

花粉の少ない岐阜県産ヒノキ精英樹の培養苗育成

における順化技術の開発

岐阜県森林研究所 茂木 靖和

[背景・ねらい]

近年、初期成長に優れる特定母樹、花粉症対策に寄与する無花粉、少花粉品種が次々に公表され、これらを利用した山行苗生産の実用化が進められている。しかし、従来の採種園、採穂園といった樹木園を整備してからの種苗生産では、新品種由来の山行苗生産を開始するまでに長い期間が必要である。一方、組織培養はシュート増殖により苗材料を確保できることから、培養条件を整えることができれば一度の材料採取で母樹由来のクローン苗を大量に育成することができる。また、樹木園の整備が必要でないことから、苗育成を速やかに開始できる利点がある。本技術の実用化には培養技術の確立が不可欠であるが、これまでヒノキの組織培養ではシュートの増殖や発根に多くの労力が費やされ、順化の検討が充分行われてこなかった。そこで、近年の再造林でよく用いられるコンテナ苗育成への移行が容易なセル苗化による順化を、花粉の少ない岐阜県産ヒノキ精英樹の益田 5 号を材料に用いて検討した。

[成果の概要]

益田 5 号の培養シュートを、①オーキシン処理培養 24 または 48 時間、②発根誘導培養 22 日間を経て市販のセル培地へ移植し、その上面をポリメチルペンテン製フィルムで覆ったプラスチック容器に入れて③順化培養 27 日間行うこと（図－1）で、セル苗が得られた（図－1、3）。セル苗を肥料の入った培土を詰めこんだ 150cc のマルチキャビティコンテナ（JFA150）へ鉢上げして 42、125 日後の苗の生死を調査したところ、共に 95%の高い割合で生存した（図 4）。セル苗化による順化は益田 5 号の培養苗育成に有用な方法と考えられる。

また、発根誘導培養後の発根率と順化培養後のセル苗化率の高いオーキシン処理培養時間が異なった（図－2、3）。発根誘導培養終了後（セル培地移植時）の発根率の高い発根・順化条件が、必ずしもセル苗化率の高い発根・順化条件とは限らないことが明らかになった。

[成果の活用]

ぎふ森林研情報 No. 88（2019. 3）に掲載された。

[成果の公表]

茂木靖和（2018）花粉の少ない岐阜県産ヒノキ精英樹の培養苗のセル苗化による順化。
第 7 回森林遺伝育種学会（ポスター発表）

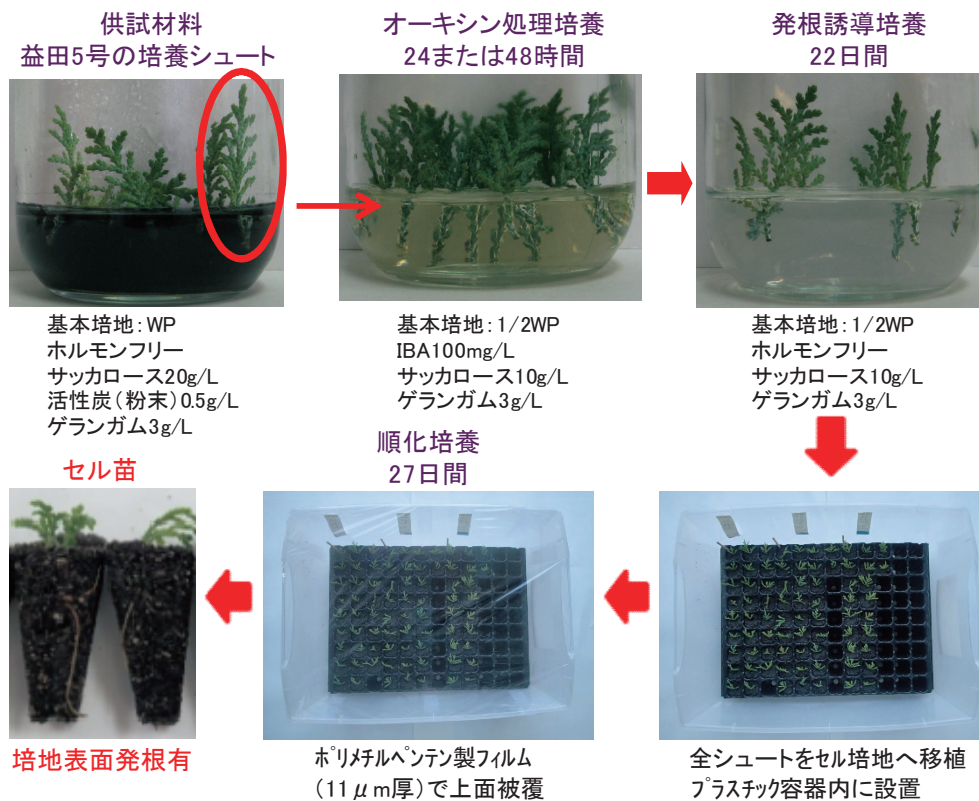


図-1 培養シュートのセル苗化による順化

※セル培地: エクセルソイル・288 穴(約 9cc): イワタニアグリグリーン(株)製

※培養条件: 温度 25°C、照度 4000Lux、16 時間日長(全培養共通)

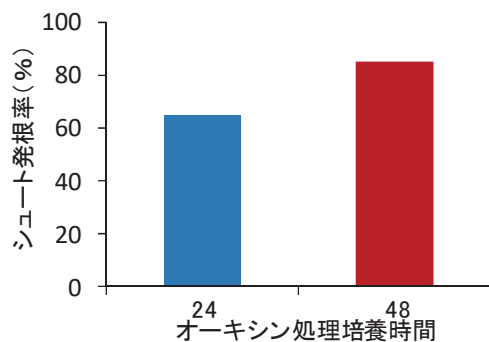


図-2 発根誘導培養後の発根率(n=20)

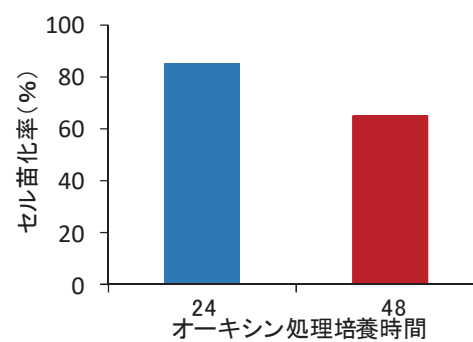
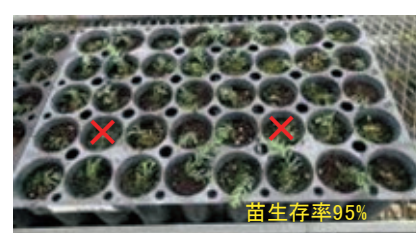


図-3 順化培養後のセル苗化率(n=20)

※セル苗化率: セル苗数/供試数 × 100



※鉢上げ 42 日後



※鉢上げ 125 日後

図-4 コンテナへ移植後のセル苗の生育状況(n=40)

無花粉スギ優良品種の開発

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター 袴田 哲司

【背景・ねらい】

国民の約30%が発症していると言われ、大きな社会問題となっている花粉症の林業的側面からの対策として、花粉多産木の伐採、樹種転換、少花粉苗の植栽などが挙げられるが、無花粉木の植栽も注目されている。無花粉スギは花粉が全く出ないという大きな特性を持つ究極的な花粉症対策の造林木であるが、将来の木材としての活用を考えた場合、成長や材質的にも優れていることが求められる。そのため、無花粉の遺伝子を有する精英樹どうしの交配により作出した無花粉スギの特性を調査し、優良な無花粉スギを開発する。

【成果の概要】

1. 無花粉スギの作出と特性評価

無花粉の遺伝子をヘテロで保有する静岡県のスギ精英樹大井7号（遺伝子型 Aa : A は有花粉遺伝子、a は無花粉遺伝子）と神奈川県の中4号（Aa）を2008年春に交配し、得られた種子から育成した苗を材料とした。1年生時にジベレリン噴霧による強制的な着花を試み、健全に育ち雄花内に花粉が無いことを確認できた76個体（aa）を、2010年春に原木として静岡県西部農林事務所育種場の苗畑に植栽した。また、原木からさし木によって各5～6本のクローン苗を育成し、2013年に同育種場の別の苗畑にも植栽した。

植栽してから3成長期後に、原木の樹高や胸高直径を2012年12月に測定するとともに、応力波伝播速度から立木の材の強度を評価した。また、花粉が形成されないことの再確認も行った。クローン苗についても、2014年に2成長期後の樹高と胸高直径の測定、2015年に3成長期後の応力波伝播速度の測定を行い、それぞれ精英樹系の対照木と比較した。通直性やクローン苗から得たさし穂の発根性、クローン苗でも無花粉であることの確認も行った。これらの調査の結果、樹高や胸高直径、材質が精英樹系の比較対照木を上回り、その他の特性にも問題がない優良な無花粉スギ2クローンが得られた。

2. 優良品種としての認定

林業用種苗として精英樹と同等以上の特性を有することが確認できた優良なクローンは、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が設置する「優良品種・技術評価委員会」において、基準を満たす優良な花粉症対策品種として認められた。

1クローンは2018年2月に認定された「静神不稔一号」（しずかみふねんいちごう）で、静岡県の精英樹と神奈川県の精英樹を交配したことで作出したため、このような名称とした。同委員会による無花粉スギの優良品種認定としては、林木育種センターが開発した爽春（そうしゅん）、林育不稔1号、スギ三重不稔（関西）1号に続くものである。別の1クローンは2019年2月に認定された「三月晴不稔一号」（みつきばれふねんいちごう）で、スギの花粉飛散が概ね2～4月の3ヶ月間であること、最も飛散量が多いのは3月であることの二点を「三月」で表現し、その期間を花粉症の方々が晴れやかに過ごしてほしいという願いを込めて命名した。

さらに、この品種の開発は、イノベーション創出強化研究推進事業「革新的技術による無花粉スギ・ヒノキ苗木生産の効率化・省力化と無花粉品種の拡大」（生研支援センター、平成 29～31 年度）の支援を受けて行い、富山県、東京都、神奈川県、林木育種センター（Forest Tree Breeding Center）、静岡県の実験機関が関わったことから、” Mitsukibare” の中に各機関の「T」、 「K」、 「B」、 「S」のイニシャルも含めている。

3. 新たな優良品種の選抜

遺伝的な多様性を確保する目的で、富士 1 号などの優れた第一世代精英樹と富山県の無花粉スギとの交配による F₁ 系統（遺伝子型 Aa）に大井 7 号を交配した新たな系統の評価にも取り組んでいる。このうち、浜松市天竜区の皆伐地に植栽した系統の中には、花粉が認められず、対照とした精英樹以上の成長を示し、周辺木と比較しても成長が優れている個体があった。今後は材の強度や通直性の評価を行い、優良品種としての条件を満たすかの調査を進める。

【成果の活用】

近年、無花粉スギの開発に取り組む試験研究機関が増え、今後ますます優良な新品種が開発されると思われる。すでに、富山県、神奈川県、新潟県などでは、無花粉スギの事業的な生産が進められており、林地に植栽される本数も増加しつつある。優良品種として認定された 2 品種は静岡県内の国有林や民有林にも植栽しており、林業の成長産業化と花粉症対策に貢献できると考えられる。

【成果の公表】

袴田哲司（2019）花粉症対策品種の開発．森と人（静岡県山林協会刊行誌）383 号

袴田哲司（2019）無花粉スギ新品種の開発．F&F（静岡県林業会議所刊行誌）1112 号

袴田哲司・山本茂弘・齋藤央嗣・畑尚子・齋藤真己・高橋誠（2019）花粉症対策品種「静神不稔 1 号」、「三月晴不稔 1 号」（申請中）の開発．第 7 回森林遺伝育種学会（ポスター発表）静岡新聞、中日新聞、毎日新聞、静岡朝日テレビ等で公表



図－1 静神不稔1号(左)と三月晴不稔1号(右)

根域制限栽培法を用いたスギ種子生産方法の検討

静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター
山田 晋也・猿田 けい・福田 拓実・山本 茂弘

【背景・ねらい】

静岡県では「低コスト主伐・再造林」の促進に向け、令和3年度までに特定母樹由来の苗木100万本の生産体制の構築を図るため、平成28年度より閉鎖型採種園の整備を進め、ビニールハウス（20m×5.4m H=3.0m）28棟の採種園を造成した。しかし、ビニールハウス内での母樹の育成方法は試行錯誤の状況にある。そこで、当センターでは農業分野でナシやイチジクで実用化されている早期多収の栽培方法の根域制限栽培法についてスギを用いて検討した。

【成果の概要】

スギによる根域制限栽培方法を、40L収穫コンテナを用い、根が空中根切できるように不織布を用いた栽培方法を検討した結果、灌水量は2年生母樹で12月～2月が1,400ml、3月から5月が1,500ml、6月～8月が1,900ml、9月～11月が2,500ml、を与えれば十分であることが判明しました。また、種子の生産量は、ミニチュア採種園10年生母樹の生産量が20g/本のところ、根域制限栽培2年生母樹で17.6g/本と10年生母樹と遜色ない生産量であった。今年度、同じ母樹から連年で生産できるか試みたところ、9月時点で順調に育成しているので、本県では3年に1度収穫するミニチュア採種園よりも効率的に生産できる可能性がある。今後、人工交配方法や着花促進方法を検討し、さらに効率的な種子生産を目指していく予定である。

表－1 根域栽培法と種子の生産量及び形質

系統	母樹本数	種子重(g)	種子数	発芽数	発芽率(%)	100粒重
天竜25	4	31.1	10045	3067	30.5	0.31
天竜24	6	76.6	25609	12706	49.6	0.30
天竜23	1	23.5	8100	2673	33.0	0.29
天竜21	7	188.0	73791	43610	59.1	0.25
林育2-102	3	20.8	7546	2836	37.6	0.27
林育2-104	1	0.6	295	215	73.0	0.19
林育2-117	7	166.8	44971	19849	44.1	0.37
林育2-71	2	11.3	3997	1485	37.1	0.28
林育2-31	1	5.1	2535	963	38.0	0.20
林育2-17	6	68.1	21240	4329	20.4	0.32
林育2-199	3	83.4	35207	17420	49.5	0.24
林育2-76	10	289.5	76531	52894	69.1	0.38
林育2-93	8	51.4	16745	4493	26.8	0.31
林育2-38	6	143.7	56837	23257	40.9	0.25
林育2-189	8	222.2	72188	23021	31.9	0.31
林育2-209	3	29.6	10299	2710	26.3	0.29
林育2-70	9	141.9	54307	25616	47.2	0.26
林育2-15	1	0.6	350	11	3.0	0.18
林育2-190	3	12.2	2971	135	4.5	0.41
全体	89	1566.3	523564	241290	46.1	0.30

種子数、発芽数：各母樹ごとの種子重と種子100粒重、発芽率から推計

※根域制限栽培 17.6g/本(2年生) 発芽率46.1% 単位面積生産量8.1g/m²

ミニチュア 20.0g/本(10年生) 発芽率20.5% 単位面積生産量7.7g/m²



図ー１ 根域制限栽培法で育成しているスギ

【成果の活用】

静岡県西部農林事務所育種場において、平成 30 年度に当センターで検討したスギの根域制限栽培法による母樹育成を約 90 本で実施し、約 1,500g の種子の生産ができ、翌年 3 月には民間生産者による苗木生産が開始した。令和元年度は、ヒノキの母樹約 300 本、スギの母樹約 400 本で根域制限栽培法が実施しており、令和元年秋には初めてのヒノキ特定母樹由来の種子を生産する見込みとなっている。このまま順調に生産体制が整備できれば、目標の令和 3 年度までには特定母樹由来の苗木 100 万本分の種子が生産できることになる。その他、他県等においても本方法による栽培方法を検討している。

※本研究の一部は農研機構生研支援センターイノベーション創出強化研究推進事業と静岡県新成長戦略研究事業の支援を受けて行っている。

【成果の公表】

猿田けい・山田晋也・山本茂弘・山口亮・石川佳寛・大平峰子・平岡裕一郎・山野邊太郎・高橋誠（2018）ビニールハウス内に造成したスギ採種園における母樹育成方法の検討。

第 8 回中部森林学会講演要旨集 p14

山本茂弘・山田晋也・猿田けい・山口亮・石川佳寛・大平峰子・平岡裕一郎・山野邊太郎・高橋誠（2018）根域制限栽培法を用いたスギ採種園母樹の育成方法の検討。

森林遺伝育種学会第 7 回大会（ポスター発表）

山田晋也・山本茂弘・猿田けい・山口亮・石川佳寛・大平峰子・平岡裕一郎・山野邊太郎・高橋誠（2018）ビニールハウス内におけるスギ種子生産方法の検討。森林遺伝育種学会第 7 回大会（ポスター発表）

猿田けい・山田晋也・山本茂弘・山口亮・石川佳寛・大平峰子・平岡裕一郎・山野邊太郎・高橋誠（2019）ビニールハウスを用いたスギ種子生産方法の検討。第 130 回日本森林学会大会（ポスター発表）

山田晋也（2018）エリートツリーから種子の生産を始めます。

F&F（静岡県林業会議所発行誌）1104 号

山本茂弘（2018）高品質なエリートツリー（特定母樹）種子の安定生産に向けて。

F&F（静岡県林業会議所発行誌）1106 号

山田晋也（2019）林業用苗木のエリートツリー（特定母樹）種子生産の取組。

けいざいれん情報、2 月号

愛知県における時期別に植栽したヒノキコンテナ苗の 成長と問題点

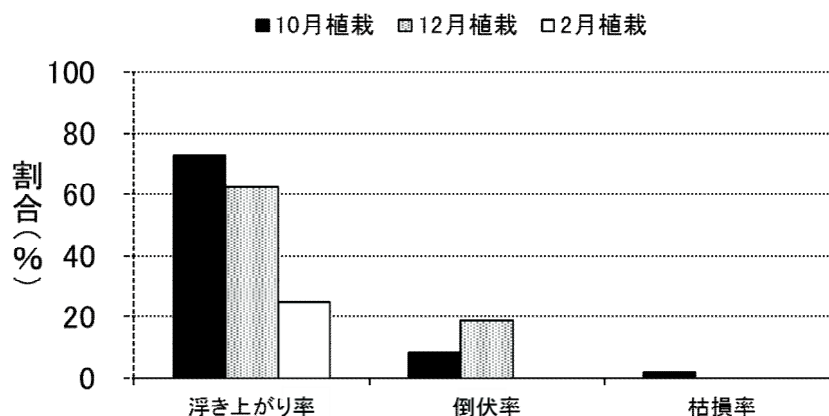
愛知県森林・林業技術センター 石田 朗

〔背景・ねらい〕

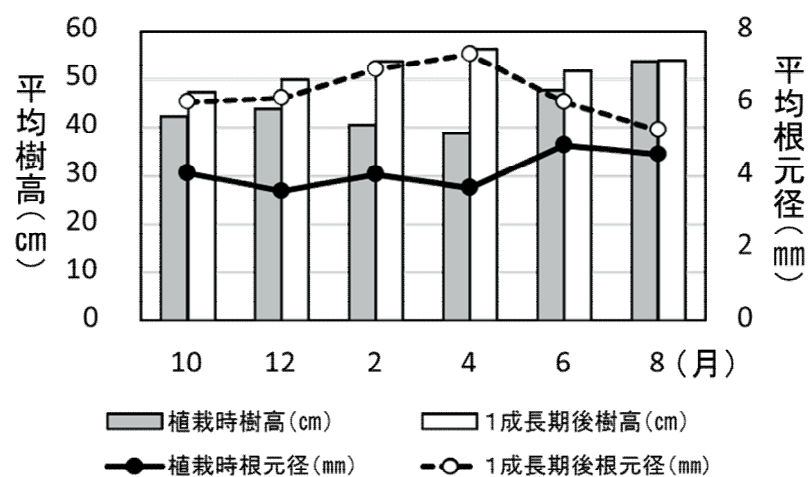
コンテナ苗の植栽は1年中可能との報告例があるが、実際には地域ごとの検証が必要である。そこで、愛知県で人工林が分布する標高 1,300mまでのうち、標高 1,000m付近で時期別に植栽したヒノキコンテナ苗の成長と問題点を検証した。

〔成果の概要〕

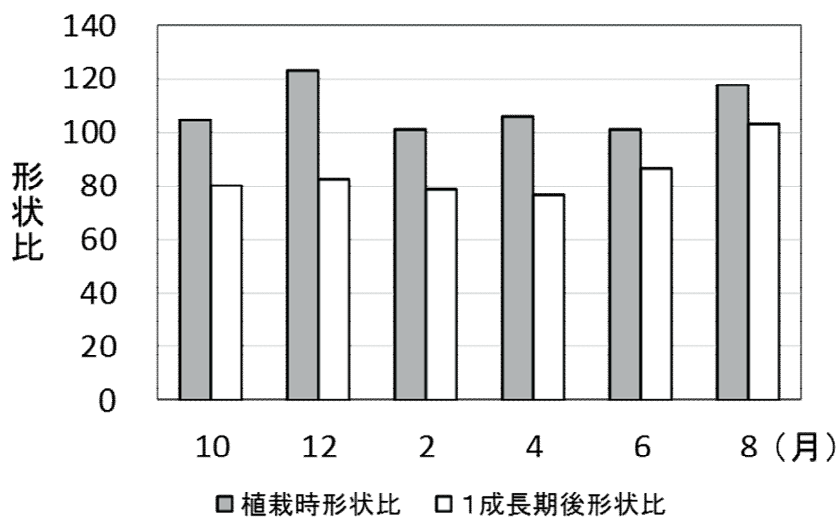
ヒノキの2年生コンテナ苗（150cc）を2016年10月、12月、2017年2月、4月、6月、8月の計6回にわけて、北設楽郡設楽町内の標高約 1,000mの場所に植栽したところ、活着率はすべての月で90%以上と良好であったが、10月、12月、2月植栽の苗で凍上害と考えられる苗の浮き上がりが起こっており（図－1）、苗の植え直しが必要であった。また、このような状況は、県内のコンテナ苗植栽地での聞き取り調査では、標高 400m以上で発生していた。植栽後の2017年12月までの成長は、樹高、根元径ともに4月が最も大きかった（図－2）。形状比はすべての時期で植栽時には100以上と大きかったが、10月～4月に植えた苗は80以下にまで低下した（図－3）。



図－1 10月～2月植栽のヒノキコンテナ苗の翌春の状況



図ー2 植栽時期の違いによるヒノキコンテナ苗の樹高と根元径の変化



図ー3 植栽時期の違いによるヒノキコンテナ苗の形状比の変化

[成果の活用]

愛知県内のコンテナ苗の植栽にあたって、植栽場所の標高が高い場所では、植栽時期(晩秋から早春は控える)と植栽方法(深めに植える)に留意するよう注意喚起を行った。また、苗生産者、林業事業者へ苗の成長状況の情報提供を行い、苗の育成や植栽計画への活用を図った。

[成果の公表]

石田朗 (2018) コンテナ苗を用いた森林造成に関する研究. 愛知県森林・林業技術センター 報告 55 : 19-26

異なる環境で育成したスギ交配家系の形状比について

森林総合研究所 樹木分子遺伝研究領域 松本 麻子

〔背景・ねらい〕

樹木の形態を特徴付ける指標である形状比は、樹高を胸高直径で除すもしくは苗高を根元系で除した値で、幼苗時から成木に至るまでのどの時期においても注視すべき指標である。同じ苗畑、つまり同じ環境下で育苗されたスギの挿し木苗の形状比は、その後の生育環境が異なることでどの程度違ってくるのだろうか。環境の異なる3箇所の試験地に同一家系の挿し木苗を植栽し、約10年育成した際の各クローンの形状比について調査することで、この指標が遺伝的に安定しているか、植栽地の環境の違いにどの程度影響を受けるのかについて調査した。

〔成果の概要〕

人工交配家系であるYI家系は、1980年代に九州で選抜された精英樹である浮羽7号（ヤブクグリ系）と佐賀3号（イワオ系）のF₁を種子親、浮羽7号と挿し木品種であるクモトオシのF₁を花粉親として得られた147個体（クローン）からなるF₂集団である。各クローンを挿し木増殖して2年間育苗した後、2005年に熊本県上益城郡甲佐町（舞の原試験地）、千葉県木更津市（上総試験地）、茨城県かすみがうら市（千代田試験地）に設定した試験地に各クローン3個体ずつ植栽した（植栽密度：約3000本/ha）。挿し木増殖時から12成長期を経過した2015年11月に舞の原試験地で、13成長期を経過した2016年11月に上総試験地で、14成長期を経過した2017年に千代田試験地で全個体伐採し、樹高および胸高直径を計測した。全試験地で3個体（反復）のデータが揃った70クローン全630個体を対象に、形状比を求めた。

各試験地、210個体の胸高直径の平均は、舞の原で15.4（±3.028）cm、上総で14.5（±2.556）cm、千代田で17.1（±3.344）cmとなった。樹高の平均値は舞の原で11.86（±1.58）m、上総で13.31（±1.65）m、千代田で13.63（±1.63）mだった（図-1）。育成年数は、舞の原が最も短く千代田が最も長いことから、樹高の平均値は千代田で最も高かったが、舞の原と上総では違いはなかった。また、胸高直径については、舞の原で最も小さかったが、上総と千代田では違いは見られなかった。続いて、各個体の形状比について試験地ごとに頻度分布図（図-2）を作成した。各試験地における中央値は、舞の原では77.0、上総では93.1、千代田では79.2だった。各試験地に同一家系のクローンを植栽している上に、管理の際に特別な施業はしていない。一方で、図-3に示すように、形状比の試験地間のクローンには正の相関関係が見られた。このことから、形状比には家系内クローン間差があり、その傾向は生育環境が異なってもある程度保たれていることが示された。この家系ではいずれの試験地で育成された場合でも樹高と胸高直径には強い正の相関関係があったが、これら形質に関わる量的遺伝子座（QTL）については、そのゲノム上の位置や数については試験地毎に異なっていた

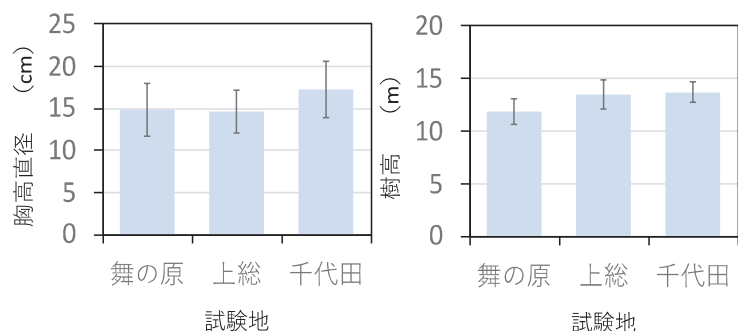
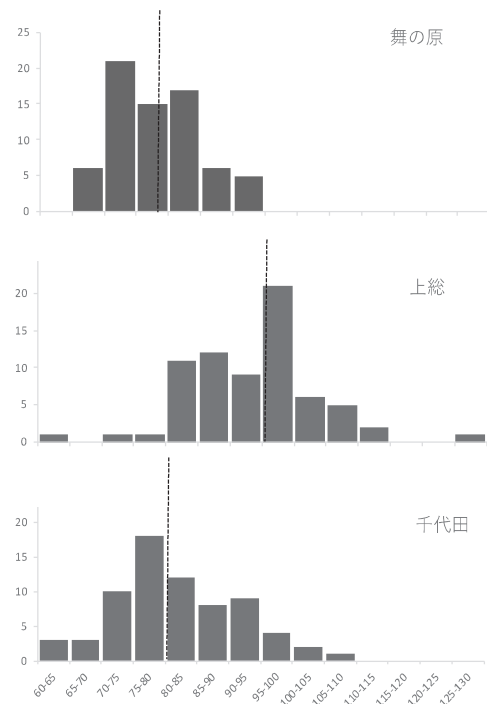


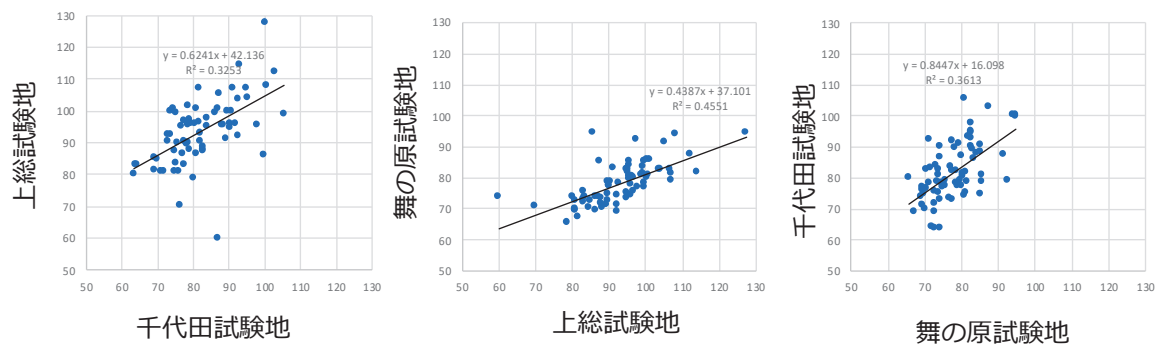
図-1 YI家系70クローン各3反復210個体の伐採時における胸高直径および樹高の平均値

(Mori. et. al 2019)。

以上から、形状比は遺伝的に制御されてはいるものの、生育環境の影響を受けて変動するものと思われる。環境要因である気象要因については、育成期間における各試験地の気温や降水量について、アメダスのデータを利用して比較した。その結果、最も異なっていたのは春から夏にかけての降水量であることが分かったが、舞の原試験地で多く、上総と千代田試験地では少なかったことから、この違いが上総試験地で形状比が高い傾向にあることの要因にはならないと思われる。樹高成長や肥大生長などの成長形質については遺伝的なポテンシャルが重要ではあるが、生育環境によりその後の形状比が大きく変わることが本研究課題で明らかになった。植栽密度や施業方法を同条件にし、それ以外の要因を探りたかったのだが、本研究では結論づけられなかった。また本稿では、挿し木苗の初期の形状比と伐採時のそれとの相関関係については検討できていない。今後はこれらについて分析するとともに土壌条件や詳細な立地の違いなどについても検討し、形状比に関する QTL についても明らかにしたい。



図ー2 各試験地における Y1 家系 70 クローン合計 210 個体の形状比の頻度分布図



図ー3 各試験地におけるクローンの相関関係

関東育種基本区で開発された優良品種、 エリートツリー及び特定母樹

(国研)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

【背景・ねらい】

森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法の一部を改正する法律が施行され、将来の造林は、特定母樹由来の種苗の他、地域特有のニーズとしての花粉症対策品種等の優良品種からの種苗で行うこととなっている。そのため、山行き苗を生産するための生産集団である採種園や採穂園は、主に特定母樹や優良品種で構成されるようになってきている。一方、エリートツリーは、長期間にわたって生産される種苗の遺伝的多様性と改良効果を確保するための育種集団の主要なメンバーであり、エリートツリーの中で、特定母樹の指定基準を満たした系統は、特定母樹として生産集団に導入され、優良種苗が生産される。

本報では、優良種苗研究会が活動してきた 2015 年度～2019 年度のうち、関東育種基本区で 2018 年度までに開発された優良品種、エリートツリー及び特定母樹について紹介する。

【成果の概要】

1. 優良品種の開発

関東育種基本区では、2015 年度～2018 年度にかけて、スギ精英樹の交配後代から選ばれたエリートツリーの中から初期成長に優れた第二世代品種を 6 品種開発した。これらは下刈りコスト軽減に資する品種として期待される。特定母樹として既に指定されているため、10 年次以降の成長についても期待できる。また、成長等も優れ、林業的にも魅力がある無花粉スギ 4 品種を開発した。この中には、東京都、神奈川県、富山県、静岡県、育種センターの共同で開発した無花粉スギ品種の「三月晴不稔 1 号」も含まれている。マツ材線虫病による被害防止のため、クロマツの中からマツノザイセンチュウ抵抗性品種を 5 品種開発した。この他に、地球温暖化防止に資する品種として、幹重量（二酸化炭素吸収・固定能力）の大きいヒノキを 6 品種開発した。詳しくは林木育種情報^{1)～4)}をご覧ください。

表－1. 関東育種基本区における主な優良品種の開発数

品種	樹種	開発数(～2018年度)*3
初期成長に優れた品種	スギ	14(0)
初期成長に優れた第二世代品種(F)*1	スギ	3(3)
初期成長に優れた第二世代品種*2	スギ	3(3)
花粉症対策品種等 少花粉	スギ	57(0)
花粉症対策品種等 少花粉	ヒノキ	17(0)
花粉症対策品種等 無花粉	スギ	5(4)
幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きい品種	スギ	17(0)
幹重量(二酸化炭素吸収・固定能力)の大きい品種	ヒノキ	6(6)
マツノザイセンチュウ抵抗性品種	アカマツ	28(0)
マツノザイセンチュウ抵抗性品種	クロマツ	19(5)

*1: 前方選抜で開発された品種、*2: さし木検定林による後方選抜で開発された品種、

*3: ()内の数値は、2015年度～2018年度に開発された品種数

2. エリートツリー

林木育種センターでは、第一世代精英樹の交配家系等により構成された植栽 10 年次を超える試験地において、各個体の樹高、胸高直径、幹曲がり等を測定してきた。これらのデータをもとに形質の優れた個体の予備選抜を行い、さらには応力波伝搬速度等で推定した剛性も加味し、第二世代精英樹候補木の選抜を進めている。

関東育種基本区における第二世代精英樹候補木は、スギで 400 系統以上、ヒノキおよびカラマツで 150 系統以上選抜している（2018 年度末現在）。これらの第二世代候補木の中から、スギやヒノキでは雄花着花性を判定し、2015 年度～2018 年度にかけて、スギ 48 系統、ヒノキ 31 系統、カラマツ 8 系統を開発した。詳しくは、林木育種センターの年報をご覧ください（<http://www.ffpri.affrc.go.jp/ftbc/business/issue/nenpou.html>）。

表－2 関東育種基本区におけるエリートツリーの選抜数

樹種	選抜数(～2018年度)*1
スギ	129 (48)
ヒノキ	42 (31)
カラマツ	68 (8)
計	239 (87)

* 1:()内の数値は、2015年度～2018年度に選抜されたエリートツリー数

3. 特定母樹

エリートツリーの中から指定基準を満たした系統を特定母樹に申請し、ヒノキでは 16 系統、カラマツでは 37 系統が特定母樹に指定された。この他、静岡県が申請したスギ 23 系統、ヒノキ 17 系統も特定母樹に指定されている。詳しくは、林野庁の HP（<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/kanbatu/sotihou.html>）をご覧ください。関東育種基本区では、指定された特定母樹の総数の内、約 7 割がエリートツリー由来のものとなっている。

表－3 関東育種基本区における特定母樹の指定数

樹種	指定数(～2018年度)*1	指定数(2015～2018年度)*2
スギ	59 (36)	23 (0)
ヒノキ	34 (17)	33 (16)
カラマツ	52 (52)	37 (37)
計	145 (105)	93 (53)

* 1:2018年度までに指定された特定母樹の総数。()内の数値は、エリートツリーから指定された特定母樹数

* 2:2015年度～2018年度に指定された特定母樹数。

[成果の活用]

優良品種や特定母樹の原種苗木を都県や特定増殖事業者の生産集団（採種園等）に導入し、そこから得られる種子や穂を用いて優良種苗を生産することによって、従来より優れた種苗による森林整備を推進することができると期待される。

[成果の公表]

高橋誠（2016）平成 27 年度に開発した新品種。林木育種情報 21:2－3

高橋誠（2017）平成 28 年度に開発した新品種。林木育種情報 24:2－3

高橋誠（2018）平成 29 年度に開発した新品種。林木育種情報 27:2－3

田村明（2019）平成 30 年度に開発した新品種。林木育種情報 30:2－3

関連研究の成果

革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化・

省力化と無花粉スギ品種の拡大

(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター 高橋 誠

[背景・ねらい]

スギ花粉症は国民の約3割が罹患しているとされており、大きな社会的問題となっている。毎年、1月頃から天気予報などでスギ花粉の飛散時期や飛散量についての話題が多くなり、私達の生活にとって大変密接なものとなっている。原因となっているスギ花粉の飛散量を低減するため、林野庁が推進する花粉発生源対策の中で、少花粉スギや低花粉スギと並んで無花粉スギの開発・普及が進められているが、平成29年度の花粉症対策苗木全体の生産本数が約971万本となっている中で無花粉スギの本数は数万本に留まっている。今後、花粉発生源対策をさらに推進する中で、無花粉スギ苗木の生産量を高め、また広い地域で無花粉スギの植栽が進むよう、無花粉スギの品種の開発と普及を促進していくことが重要と考えられる。

このような課題の解決を図ることを目的として、現在、イノベーション創出強化研究推進事業（生研支援センター）により「革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化・省力化と無花粉スギ品種の拡大」（平成29年度～令和元年度（3年間））を推進している。このプロジェクトには、地方独立行政法人青森県産業技術センター林業研究所、山形県森林研究研修センター、公益財団法人東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター、神奈川県自然環境保全センター、富山県農林水産総合技術センター森林研究所、静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター、青森県森林組合連合会、神奈川県山林種苗協同組合が参画しており、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が代表機関を努めている。

本稿では、当該プロジェクトにおいて取り組んでいる技術開発の概要について紹介する。本プロジェクトでは、種子生産、苗木生産、品種開発の3つの段階のそれぞれに中課題を設定し、無花粉スギ苗木の普及拡大に向けた課題の解決のための技術開発に取り組んでいる（図－1）。



図－1 当該プロジェクトにおける技術開発のための課題構成の概要

[成果の概要]

1. 革新的技術による種子生産量増大の加速化〔種子生産ステージ〕

無花粉スギ苗木の普及を促進するためには、まず無花粉スギ種子を増産する必要がある。無花粉スギ種子を生産するためには、無花粉個体を母樹として、ヘテロ個体を花粉親として施設内等で交配を行う必要があり、無花粉個体とヘテロ個体による採種園を造成する必要がある。採種園の種子生産量の増大を図るために、1) 果樹分野で既に技術開発がされている根域制限栽培法やジョイント栽培法をスギに適用する技術、2) 植物ホルモン処理による種子の増産技術、3) 多雪地域において積雪を活用することによる省力的交配技術の開発を進めている。

2. 農業とタイアップした省力的苗木生産技術の確立〔苗木生産ステージ〕

無花粉スギの苗木生産においては、無花粉個体とヘテロ個体を人工交配することにより種子生産した場合でも、交配種子から育成した苗木の半分は可稔となり、不稔となる苗木は1/2と期待される。このため、苗木の出荷前に不稔苗木をスクリーニングする必要があり、これが無花粉スギ苗木生産に固有のコストとなっている。このスクリーニング作業の効率化や、また苗木生産の省コスト化を図るために、1) 簡易な無花粉スギスクリーニング技術、2) 休耕田を活用した無花粉スギの省力的水耕栽培技術の開発を進めている。

3. 無花粉スギ品種の増加とカタログ化〔品種開発ステージ〕

現在、無花粉スギ品種は、品種数がまだ限られており、今後全国各地へと無花粉スギ品種の普及を進めていくためには、無花粉スギ品種の数を増やしていく必要がある。そこで、プロジェクトに参画している機関間で連携を図りつつ、新たな無花粉品種を開発するとともに（このプロジェクトを推進することにより、平成31年1月に新たな無花粉スギ品種「三月晴不稔1号」を開発した）、無花粉品種の採種園でのよりよい活用に資するため無花粉品種間の類縁関係を明らかにし、それらの情報をカタログ化することを推進している。

[成果の活用]

本プロジェクトで技術開発して得られる成果については、都県における種苗生産事業の中で実用化する等により、花粉発生源対策に資する形で、普及を図っていくことを予定している。

[成果の公表]

袴田哲司・近藤晃・山本茂弘・斎藤真己（2018）雄性不稔遺伝子保有系統で交配したスギコンテナ苗の林地植栽後の初期成長．中部森林研究 66：11-12

斎藤真己・後藤晋（2019）マイクロカッティング技術を応用した無花粉スギの苗木生産量の倍増法．森林遺伝育種 8：1-7

山田晋也・猿田けい・山本茂弘（2019）スギ・ヒノキエリートツリー（特定母樹）の選抜．公立林業試験研究機関研究成果選集 16：49-50

カラマツ種苗の安定供給のための技術開発

(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター 高橋 誠・田村 明

【背景・ねらい】

カラマツは、東北日本地域の主要な造林用樹種であり、国内の造林用針葉樹の中でも優れた成長及び材質特性を有していることから外材に対抗しうる樹種として期待されているものの、種子の生産量が需要に追いつかず、全国的にカラマツ種苗が慢性的に不足している状況である。今後の林業樹種として有望なカラマツを資源の保続を図りつつ利用していくためには、優良なカラマツ種苗の安定的供給が重要であり、そのためには種子の生産拡大が必要である。

本報では、革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）「カラマツ種苗の安定的生産に向けた技術開発」で取り組んだ内容について紹介する。本プロジェクトでは、着花促進、種子生産、苗木生産の各ステージにおける苗木増産のための課題を整理し、課題解決に向けた技術開発を行った。本プロジェクトは、地域の実情に合わせて技術要素を組み合わせ、カラマツ種苗の生産量を現在の1.3～2.0倍に増大させて、苗木不足を解消し、地域の林業・林産物を活性化することを目標としている。

【成果の概要】

1. 着花促進ステージ

着花促進処理についてはいくつか方法がある。環状剥皮は、針葉が出始めた頃に、高さ1.2m付近の幹に重ね幅10%の2段の環状剥皮処理を行うと、翌年の雌花の着花量が最も増えることが分かった。また、採種園において東西方向に列状に採種木を間伐し、採種園内の光環境を改善すると、単位面積あたりの着果量が多くなることが分かった。受光伐によって採種木の本数は減るが、光環境の改善によって採種木当たりの雌花数が増加することにより、凶作から並作の年では単位面積あたりの種子生産量が増えることが試算された。既設採種園の多くは、凶作から並作の作柄の中で、環状剥皮や受光伐処理は、緊急対策的に不足する種子を供給する手段として、有効な方法だと考えられた。

2. 種子生産ステージ

7月下旬以降の球果を切断し、切断面に現れる充実した胚乳数を調査することで、採種林分の選定を簡易に判定できるようになった。次に採種林分から、発芽可能な種子を最も採種できる時期は、本州の標高1,000m以下の地域では9月上旬、北海道や本州の高標高域では、9月中旬で、この頃に採種するのが適期と考えられた。また球果を採取する方法として、高所作業車を用いた場合、採種効率が良いだけでなく、作業床のあるバケット内で、安全に両手で採種作業を行うことができることも分かった。

3. 苗木生産ステージ

苗木生産については、すでに北海道で事業化されているグイマツ雑種F₁（グイマツとカラ

マツの雑種）実生苗木をさし木で増殖する技術をベースとし、本州のカラマツ実生苗木1本から6.9本の山行苗を生産できることを可能にした。さし木苗の増殖効率をさらに向上させるため、高機能性肥料であるグルタチオンを施用し、さし木増殖効率を高める技術を開発した。本州3か所で、ハウス内等で湿度や気温を調整し、コンテナ容器（150cc）で育成したカラマツ実生苗木から採穂し、さし木苗木を育成したところ、実生苗木1本から平均10.5本のさし木苗木を生産できると試算された。さらに、コンテナ容器（300cc）を使って育成した実生苗木に、グルタチオンを与え、これから得られたさし木苗木にもグルタチオンを施用した場合、2年間で1本の実生苗木から30本以上のさし木苗木の生産が可能と試算された。



図-1 各ステージの各技術要素の改良効果

[成果の活用]

本プロジェクトで開発した技術体系は、現在のカラマツの林業地域あるいは今後カラマツの造林を計画している地域において、採種園を経営している自治体や特定増殖事業者、種子生産を行っている種子生産業者、苗木生産を行っている種苗協同組合や民間業者等で利用していただくと効果的である。

[成果の公表]

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（2019）カラマツ種苗安定供給のための手引き。林木育種センター：1-41

研究会の開催記録

(森林遺伝育種・第5巻～第9巻の【話題】から転載)

【話 題】

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会「第1回優良種苗研究会」だより

畑 尚子^{*,1}・中村 健一¹

はじめに

平成27年9月10、11日に、関東・中部林業試験研究機関連絡協議会「優良種苗研究会」を東京都で開催した。本研究会は、関東・中部地域における重要な研究開発のうち、再生林のコスト削減に関わる優良種苗の開発や育苗技術について幅広い議論を行うこと、また林木育種を中心とした競争的資金応募へ向けての企画や調整をすることを目的としている。構成メンバーは、関東・中部地域内における林業試験研究機関の研究員を中心とし、設置期間は今年度から平成31年度までの5年間である。今回の研究会には、森林総合研究所、同林木育種センター、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、静岡県、東京都の15機関から28名が参加した。

内 容

概要

1日目に、優良種苗に関する話題提供と、各機関の要望・質問事項を踏まえた情報、意見交換がなされた。2日目には東京都の試験研究地において、現地検討が行われた。

話題提供

参加した各機関から、12課題に上る話題提供がなされた。以下にその概要を記す。

(1)「埼玉県におけるコンテナ苗の試験状況と全苗関東地区協の情報」(埼玉県)

ヒノキのコンテナの挿し木苗について、より口が広く高さの低いコンテナで二次根が発達し、菌根菌剤と液肥の施用により、苗高の大きい個体が得られた。また、挿し木や直接播種による効率的育苗を試みた。全苗連

関東地区協において、コンテナ苗では徒長性、規格のばらつきといったデメリットがあるとの情報を得た。

(2)「スギコンテナ苗及び2年生苗の植栽2年後における成長評価」(群馬県)

コンテナ苗は、植栽当年では樹高成長より根元径成長を優先することが示唆され、植栽後の初期成長について、コンテナ苗が裸苗を上回ることは確認できなかった。

(3)「エリートツリーの性能評価試験－育苗状況－」(林木育種センター)

エリートツリーと在来系統との成長を比較したところ、エリートツリーは苗高・根元径ともに在来系統に勝る一方、形状比は在来系統と同様徐々に低下する傾向が見られた。

(4)「森林・林業再生を加速する静岡型エリートツリーによる次世代省力造林技術の開発」(静岡県)

再生林後の植栽・育林経費を削減するため、初期成長等に優れる品種を開発することで下刈り回数の低減をはかるとともに、コンテナ苗を使った伐採と植栽の一貫作業システムを導入して再生林経費の低減を図るプロジェクト研究を進めている。現在、植栽後1年4ヶ月で樹高180cmを越える個体が認められ、緩斜面では、機械地寄せ、植栽器具を使ったコンテナ苗の低密度植栽、安価な防鹿柵設置、坪刈り等を組み合わせることによって、従来の経費の1/2～1/3程度で再生林が可能だという試算結果が出ている。

(5)「抵抗性マツの種子増産技術の開発」(茨城県)

抵抗性クロマツ種子を増産するため、頂芽へのBAP(6-ベンジルアミノプリン)ペースト処理を行い雄花となる花芽を雌花に転換する技術の開発に取り組んでいる。これまでの試験では、雌花転換率は0～56%と品種間で反応の差が大きく、供試した12品種のうち0%は4品種、50%以上(56%)は1品種であった。得られた種子のサイズや充実率などを含め、今後も継続したデータの蓄積が必要である。

* E-mail: s-hata@tdfaff.com

¹はたしょうこ、なかむらけんいち 東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター

(6)「秋期に挿し付けたスギ挿し木の発根性」(新潟県)

スギ秋挿しの実用可能性を検討するため、9月初頭に採穂を挿し付け、その年の12月中旬に掘り取って発根を調べた結果、前年枝を含む穂木の方が、前年枝を含まない穂木よりも発根率が高く、また発根本数も多かった。このため、秋挿しにおいては前年枝を含めて穂作りする必要性が示唆された。

(7)「県内産挿し木品種「クマスギ」の採穂園としての再活用」(長野県)

造成年数が経過した「クマスギ」の採穂園を評価するため、樹齢約60年越えの個体を用いて挿し穂を行ったところ、発根率は87%と高く、30cmほどの大きな挿し穂でも発根率・発根指数ともに問題ないことが分かった。

(8)「マイクロカッティング技術を応用した無花粉スギ「立山森の輝き」の苗木生産量の倍増法」(富山県)

「立山森の輝き」の苗木生産では、出荷前に無花粉個体を選抜するためジベレリン処理をする必要があるが、この副作用で苗の徒長が課題となっている。そこで、選抜後の無花粉苗の先端部分5cm程度を切除し挿し木する方法(マイクロカッティング)を試みたところ、その発根率は、100%で2年目にコンテナ苗として出荷可能な大きさになった。また、先端を切除した苗も通常の裸苗として出荷可能であったことから、この技術は苗木生産量を倍増させる方法として有望であると考えられた。

(9)「静岡県における特定母樹の選抜状況と採種園造成計画」(静岡県)

次代検定林等より優良木の選抜を行い、スギ3本を既に特定母樹として申請しているほか、平成28年度よりヒノキの特定母樹の選抜にも取り組む予定である。また、ビニールハウス等の導入により、外来花粉や害虫を排除した高品質の種子生産ができるスギ特定母樹採種園を造成予定である。

(10)「大山モミ採種園の着花と種子生産」(神奈川県)

大山モミの採種園にて、実生由来の個体では結実がないのに対し、接ぎ木による個体では2年目から結実が見られた。接ぎ木個体では毎年種子の採種が可能であったが、種子重および発芽率は天然林のものと比べて低かった。園内での開花個体の増加により種子の稔性増加が期待された。

(11)「スギの雄性不稔に関連する遺伝子の探索について」(森林総合研究所)

無花粉スギ品種改良の一助として、スギ雄性不稔個体について、原因遺伝子の探索に取り組んでいる。現時点

で、雄性不稔遺伝子はスギゲノムの中から、1.5cMの範囲に位置が特定できている。不稔遺伝子座の近傍のマーカーにより、96%の精度で不可稔判定が家系内で可能となっている。

(12)「植栽後7年生ヒノキつぎ木苗の剪定・着花促進方法の検討」(千葉県)

ヒノキつぎ木苗の剪定試験を行ったところ、幹からの水平方向30cmでの剪定は樹体への影響が大きいことが判明した。また、剪定同年のジベレリン処理による着花効果はほとんど見られず、枝張の伸長を勘案すると植栽間隔は2.8m必要と考えられた。

要望・質問事項

各機関からの要望・質問に対して、活発な議論が交わされ、中身の濃い情報、意見交換となった。

優良種苗の考え方について

優良種苗の考え方について、各機関の見解が述べられた。少花粉・無花粉品種、初期成長のよい品種といった意見が多く、また、優良なコンテナ苗、病害虫抵抗性品種、複層林造成用の耐陰性を持つ品種といった意見もあった。

コンテナ苗の導入状況について

コンテナの形状は、マルチキャビティコンテナおよびMスターを使用している機関が多く、樹種については、スギ、ヒノキに加え、クロマツ、アカマツ、カラマツを育苗しているといった報告があった。培地は、ココピートと鹿沼土の混合、ココピート100%のほか、黒土を混合した結果成長促進効果があった、地元産のバーク堆肥の使用を検討中といった報告があった。また、スギ、ヒノキ、クロマツなどを数万本程度生産している県が多かった。植栽先は、国有林などの公有林が多かった。苗の規格は、複数の機関で、林野庁の定めた規格のほかに、苗高および根元径による独自の規格を定めているとのことだった。また、根鉢の堅さ等も規格に取り入れたいとの意見があった。

採種種子の発芽率について

採種園で得られた種子の発芽率を向上させるためには、花粉濃度の向上が必要であることから、SMP処理を実施した、また、ネットによるカメムシ対策を行っているといった意見や報告があった。また、種子をつ

ける母樹が限定されるため、採種する母樹を選定しているという報告もあった。一方、複数の機関で、発芽試験の結果と播種床での発芽率の差異があるといった意見があった。

その他

エリートツリーについては、林木育種センターが選抜したもの以外にすでに県独自に選抜したスギ個体を特定母樹として申請中である、初期成長の良い個体の両親の特定をDNA解析により進めているといった取り組みが紹介された。広葉樹の地域性種苗の取り組みについては、県独自の地域性種苗生産マニュアルを作成している、ブナなどで既に県内の遺伝的分化を配慮した種苗流通を行っているといった取り組みが紹介された。

現地検討会

東京都青梅市内の少花粉スギ・少花粉ヒノキミニチュア採種園において、ミニチュア採種園での採種方法について検討した（写真-1）。小さく採種木を仕立てる剪

定、ジベレリン施用による着花、採種のサイクル等について活発な意見交換を行った。次に、東京都立川市内の無花粉スギ交配園で、多摩地域での適応性がより高い不稔系統の交配育種について検討した。コンテナ育苗試験区では、異なった形状のコンテナ・培地を用いたヒノキの試験区や、紙製のチェーンポットで育苗した2年生少花粉ヒノキ苗の状況について検討し、実用化に向けた議論を行った。



写真-1 少花粉スギミニチュア採取園での現地検討

【話 題】

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会「第2回優良種苗研究会」だより

中村 博一^{*,1}

はじめに

平成28年9月1日から2日まで関東・中部林業試験研究機関連絡協議会の「優良種苗研究会」を群馬県で開催した。本研究会では、関東・中部地域の林業試験研究機関を主体として、再生林のコスト削減に関わる優良種苗の開発や、育苗技術にかかわる担当者が集まり、幅広い議論を行った。また、林木育種を中心とした競争的資金応募へ向けての企画・調整についても意見交換を行った。

なお、今回の研究会には、(国研) 森林総合研究所、同林木育種センター、福島県、茨城県、栃木県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、群馬県の17機関から32名が参加した。

内 容

概要

1日目は、優良種苗に関する話題提供と、各機関の要望・質問事項を踏まえた情報、意見交換及び、合同会議として、「コンテナ苗の研究・普及の現状」について「森林の更新技術に関する研究会」と合同の形式で討議を行った。2日目には群馬県の試験研究地及び赤城自然園において、現地検討を行った。

話題提供

参加した各機関から、11課題に上る話題提供がなされた。以下にその概要を記す。

(1) スギ有用遺伝子の探索 松本 麻子(森林総合研究所)
生育環境が異なる3地域で育成したスギ交配家系を用いて有用形質の評価を行い、有用な遺伝子の特定を目指すプロジェクトである。今後は、今年11月千葉県木

更津市の交配家系全個体を伐倒し測定を行い、個体の植栽位置の違いを考慮した形質データを用いて量的遺伝子を検出(QTL解析)と同時に、ドラフトゲノム配列との照合等を行って新知見を得ようと考えている。

(2) 雄花着花量によるヒノキの花粉飛散予測 齋藤 央嗣(神奈川県)

雄花トラップとの関係では、2015年は雄花量が相関係数は0.54で有意な相関は認められなかった。しかし外れ値を外すと $R=0.70$ と有意な相関関係があり、3年分のデータをあわせた解析でも有意な関係が認められ、目視調査結果が林分の雄花量を指標することが分かった。

(3) ミニチュア採種園における少花粉ヒノキ品種の剪定方法の検討 畑 尚子(東京都)

誘導する樹型(形、大きさ)を変えて剪定した結果、剪定の形や強さにかかわらず、十分な枝の伸長が認められた。また、どちらの剪定方法でも下枝よりも上枝が伸びた。円錐形の剪定では、円柱形に近くなり、対照区の円柱形の剪定では、逆円錐形になる可能性もあり、結実への影響が懸念される。結実を考慮すると、円錐形の剪定のほうがよいことが分かった。

(4) 静岡県の採種園造成計画 山田 晋也(静岡県)

静岡県内でスギ特定母樹候補を選抜し、平成28年8月までに5本が指定された。さらに今年度末までに数本が追加指定される。また、スギ特定母樹を用いて、神奈川県、埼玉県、富山県の閉鎖系採種園を参考に事業で2棟造成を予定している。ヒノキについては平成27年度から選抜を開始する。今後は、スギ・ヒノキ共に少花粉系から特定母樹へ移行する。計画では、スギ山行苗33万本/年、ヒノキ山行苗80万本/年の供給体制を整備予定である。

(5) 無花粉スギ(挿し穂)提供の開発について 戸塚 聡子(新潟県)

今年度から無花粉スギの挿し穂の提供を開始した。新

*E-mail: nakamura-hirokazu@pref.gunma.lg.jp

¹なかむら ひろかず 群馬県林業試験場森林科学係

潟県で開発した無花粉スギの挿し木苗については、さし木の試験を行った結果、発根や成長に問題はなかった。また、成長について、普通の採種園産の苗よりも良好であったことから、選抜の時に成長の良いものから選んだことが効いていると考えられた。

(6) 林木育種センターにおけるスギエリートツリーの性能評価試験－初期成長について－ 加藤 一隆 (林木育種センター)

昨年度の研究会で、エリートツリーのコンテナ苗の育苗段階において、在来系統と比較して約1割程度成長が良いことを発表した。小松沢国有林内に設定した、9ブロックにおける在来とF1及びF2の昨年度の成長を見た結果、形状比は在来の方が低い結果であり、肥大成長に投資している傾向が見られた。苗畑のデータも入れ込むとだいたい2年目の秋には形状比が70前後に落ち着いてくる。コンテナ苗も徐々に裸苗に近づくのが分かった。苗畑を見ても形状比が在来の方が非常に低いことから、F2苗は伸長成長の方に投資していることが分かった。

(7) スギ交配苗の初期成長 袴田 哲司 (静岡県)

下刈り回数の低減に貢献できる初期成長に優れるスギ品種の開発を目指して、スギの交配苗を作出し、コンテナ苗として林地に植栽した。植栽後1～2年の結果であるが、対照品種よりも成長に優れる交配組み合わせがあった。また、推奨品種どうしの交配系統の中に、植栽から2成長期で254cmに達している個体があり、これは周辺木の1.5倍を超える樹高であった。

(8) 植栽後の初期成長に優れるヒノキ・コンテナ苗の育成条件の検討 茂木 靖和 (岐阜県)

培地などの育苗条件を工夫することで、植栽後のヒノキのコンテナ苗の成長を早めることができないか検討した。その結果、1年目は、ゼオライトの影響よりも追肥の有無の影響の方が大きいことが分かった。樹高成長については有意差があったが、根元直径の平均値は大きい有意差はなかった。なお、1年目は裸苗よりも全てコンテナ苗の方が大きい結果であった。2年目は、ゼオライトが入っていることで、追肥をしなくても大きくなることが分かった。

(9) 生産者と連携したコンテナ苗育苗技術の研究 山田 晴彦 (茨城県)

コンテナ苗の普及に向けて、昨年12月に国有林植栽地での森林組合、種苗組合、県などを集めて技術研修会を行った。これを踏まえ、民有林でコンテナ苗の植栽試験と行っている。さらに、普及指導員の方でもコンテナの普及に向けて推進チームを作り民有林での成

長調査、研修等行っている。

(10) 菌根菌を施肥したスギコンテナ苗の生理生態的特徴の評価 江口 則和 (愛知県)

生理活性評価として光合成を計測し、光合成曲線を作成し各種パラメータを推定した。結果、初期勾配は変わらなかったが、菌根菌を入れることによって暗呼吸速度及び光補償点は低下したが、最大光合成速度は高くなった。菌根菌を入れることで、光がたくさん当たる状況では、光合成をよりよくする。さらに暗い環境下でも光合成できることが分かった。

(11) 地域戦略プロジェクト（カラマツ）の概要について 田村 明 (林木育種センター)

全国的にカラマツ種苗が慢性的に不足している状況を改善するため、「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち地域戦略プロジェクト）を行っている。具体的には、着花促進、種子生産、苗木生産の3段階に区分し、各段階での生産性を高める。このプロジェクトは平成28年度から平成30年度までの3年間で進めて行く。

外部資金の応募について

2課題について話題提供がなされた。以下にその概要を記す。

(1) スギ花粉症対策に関連した事業課題（案） 加藤 一隆 (林木育種センター)

現状では、エリートツリーや特定母樹から少花粉品種を選抜に20年以上の期間を要することから、短期化を目指す。課題は、(1) ジベレリン処理と自然着花の関係 (2) ジベレリン処理と樹齢の関係 (3) ジベレリン処理と処理濃度の関係 (4) 挿し木や実生との違いや樹形が異なりについてである。これらを踏まえ、ジベレリン処理で少花粉品種、低花粉品種を出せないかを要領を改正し数年以内に出せたらと考えている。

(2) 革新的技術によるスギ・ヒノキ花粉症対策品種の種苗生産量の加速化と省力的生産技術の確立 高橋 誠 (林木育種センター)

少花粉の方は品種の選抜が進み、種子生産も事業化されている。無花粉のスギ・ヒノキについて品種、種子生産について増やしていく必要がある。そこで、「苗木生産を加速化させるための技術開発」、「農業とタイアップした技術の開発」、「優良な無花粉品種の候補木の選定とカタログ化」、この大きな3つの中課題を柱に応募を検討している。

要望・質問事項

各機関からの要望・質問に対して、要望・質問事項

については、事務局から一括して説明を行った。主な項目について以下に記す。

- (1) ミニチュア採種園、従来採種園の管理方法、カメムシ対策について
- (2) ミニチュア採種園産種子の発芽率について
- (3) コンテナ苗の培土、育苗方法、出荷方法について
- (4) 優良種苗の考え方について
- (5) 競争的資金への応募について

合同会議

今年度は、「優良種苗研究会」と「森林の更新技術に関する研究会」の双方に関わる課題として、コンテナ苗の生産、造林、普及の現状、及び課題について合同形式で討議した。会議は、(国研) 森林総合研究所育成林施業担当チーム長、宇都木玄氏をコーディネーターとし、次の4者からの発表を基に意見交換を行った。その中で、山出し後のことを考えて、用土、施肥、灌水、容積を考えなければならない。コンテナ苗と裸苗では、成長率は同等である。コンテナへの移植を省力化するため、1粒播種、セルトレイへの播種を研究し実用化したい。コンテナ苗は形状比が大きい。形状比の小さい充実した苗を作る技術が必要であるとの意見があった。

- (1) 林木育種からみた育苗、そして、コンテナ苗
林木育種センター育種二課研究室長 山野邊 太郎
- (2) 全国で評価した植栽後のコンテナ苗成績
森林総合研究所物質生産研究室主任研究員 壁谷 大介
- (3) コンテナ苗育苗の新しい方向
森林総合研究所樹木生理研究室長 飛田 博之
- (4) 研究機関としてのコンテナ苗の普及方法
森林総合研究所育成林施業担当チーム長 宇都木 玄

現地検討会

群馬県渋川市横堀の「林木育種場」において、花粉症対策種子を生産しているミニチュア採種園を見学し、植栽間隔や採種木の仕立て方、従来採種園との種子の大きさの違いによる育苗方法の問題等について活発な

意見交換を行った(図-1)。また、コンテナ苗の月別植栽試験地において、植栽適期検討、植栽時期別のその後の成長量等について意見交換を行った。

次に、群馬県渋川市赤城町の赤城自然園の視察を行った。赤城自然園は、「人間と自然との共生」の実現を目指し、30年あまりの年月をかけて植生を入れ替え、今では自然に近い形で見ることができる施設である。森林施業で通常行われる、天然更新や一斉造林とは違う、造園の手法で整備した森林を視察し、意見交換を行った(図-2)。



図-1 林木育種場での現地検討



図-2 赤城自然園での現地検討

【話 題】

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

「第3回優良種苗研究会」だより

袴田 哲司^{*,1}

はじめに

平成29年9月7日(木)～8日(金)の2日間、静岡県浜松市において、関東・中部林業試験研究機関連絡協議会の「優良種苗研究会」を開催した。今回は、1回目の東京都(平成27年度)、2回目の群馬県(平成28年度)に続いて第3回目の開催である。森林総合研究所、同林木育種センター、福島県、茨城県、群馬県、栃木県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、愛知県、静岡県、の17機関から32名が参加し、造林用の優良種苗に関連する幅広い議論と活発な意見交換を行った。

概 要

1日目(9月7日)は、浜松こども館分室の会議室で、各機関から優良種苗に関する話題提供(研究や事業の内容)があり、その後は要望・質問に対する意見交換を行った。2日目(9月8日)は、同期日に開催された「森林の更新技術に関する研究会」と合同で浜松市浜北区に移動し、静岡県西部農林事務所育種場、静岡県立森林公園において現地検討会を行った。

話題提供

11機関から、以下に示す内容で12件の話題が紹介された。

(1) 林木育種センターにおけるスギエリートツリーの性能評価試験 ―初期成長について―

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開発したスギエリートツリー(第二世代精英樹)どうしの交配系統(F_2 集団)、第一世代精英樹どうしの交配系統(F_1 集団)、および在来種のオープン系統(在来集団)を野外に植栽し、初期における樹高および形状比(樹高/地際径)を調査した。 F_1 集団と F_2 集団の樹高は在来集団に比べて高い傾向にあり、形状比は植栽から2成長期を経過した時点で裸苗とほぼ同じ値となった。

(2) 埼玉県内精英樹系統を組み込んだ第2世代スギ精英樹候補群の初期成長

田波健太(埼玉県寄居林業事務所森林研究室)
埼玉県内産少花粉スギ品種と県外産の少花粉かつ高初期成長品種の人工交配によって得られた苗木を圃場で育成し、初期成長やジベレリン処理した際の雄花生産量について調査した。交配の組み合わせにより成長に差が生じ、育種価の高い品種が明らかになった。また、雄花生産量でも交配組み合わせによる違いが認められた。雄花生産量と初期成長との相関関係は低かった。

(3) 静岡県の育種場における取組み

山田晋也(静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター)
西部農林事務所育種場と共同で、既設の採種園や新設する閉鎖系採種園の管理方法について検討している。不織布交配袋を使って、人工交配の回数やカメムシ対策の効果を調査中である。閉鎖系採種園造成のため、ネット、ビニール、寒冷紗による三層構造の被覆を施したパイプハウスを設置し、静岡県選抜の特定母樹や林木育種センター選抜の特定母樹を導入する計画である。閉

* E-mail: tetsuji_hakamata@pref.shizuoka.lg.jp

¹ はかまた てつじ 静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

鎖系採種園は、環境のコントロールができ、質の高い種子の安定的生産が期待できる。

(4) 山梨県におけるカラマツ種子・苗木生産の取組み

西川浩己 (山梨県森林総合研究所)

カラマツ材の需要が高まっている中で、苗木生産用種子は全国的に不足傾向にあり、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。そのため、既存採種園における光環境の改善 (受光伐、樹型誘導) や環状剥皮、リン酸欠乏を改善するための施肥などで着花促進を図っている。また、カラマツの特定母樹を導入した新設の採種園では、根域抑制での着花促進を進めており、マルチキャビティコンテナを使った育苗にも取り組んでいる。

(5) コンテナ育苗技術を用いたさし木増殖によるカラマツ苗木の育苗について

中村博一 (群馬県林業試験場)

カラマツ材の需要が増大しているが、種子不足により苗木が不足しており、皆伐と再生林が滞っている。苗木不足を解消するため、従来の実生苗生産に加えてカラマツのさし木増殖にも取り組み、コンテナでの育苗と合わせた技術開発を行っている。群馬県の林木育種場や苗木生産者による実証試験では、密閉環境でのさし床で 80% を超える発根率が得られた。

(6) 長野県におけるカラマツ種子・苗木生産の取組み

清水香代 (長野県林業総合センター)

カラマツの合板用材等の需要が増えていることから、主伐も行われつつあるが、再生林に必要な種子と苗木は不足している。種子不足を解消するため、既設採種園の再活用方法として、高木化したカラマツ樹幹への環状剥皮による着花促進処理を試みた。2016年度の試験では、枯損個体は発生せず、雌花の着花量は大幅に増加した。2017年度も引き続き試験を実施中である。

(7) 施肥量が秋播種によるヒノキ・コンテナ苗の成長と根鉢形成に及ぼす影響

茂木靖和 (岐阜県森林研究所)

ヒノキコンテナ苗の単価を下げるため、播種から1年半の育苗での出荷を検討した。秋播種で、元量を変えた試験で、苗のサイズと根鉢形成率に効果的な超緩効性肥料 (溶出日数 700 日) の元肥量は、培地条件 (ココナツハスクに加える副資材としての赤玉土や籾殻の量) によって異なることが示唆された。培地副資材に赤玉

土を用いた場合は、籾殻を用いた場合と比較して苗サイズが小さいが、根鉢形成率が高まる傾向が見られた。

(8) 標高 1,000 m 地点でのヒノキ実生コンテナ苗の時期別植栽と問題点

石田 朗 (愛知県森林・林業技術センター)

ヒノキコンテナ苗の通年植栽に関する検証試験を行った。標高約 1,000 m の皆伐地で 10 月、12 月、2 月に植栽したコンテナ苗の活着状況を 4 月に調査したところ、10 月植栽のみで枯死した苗が認められた。10 月植栽では 70% を超す苗に凍上害が認められ、根鉢が地面から平均で 4 cm 程度浮き上がった。12 月植栽や 2 月植栽でも凍上があり、コンテナ苗は年間を通しての植栽が可能と言われることがあるが、愛知県の一部の地域では、秋～冬の植栽に注意が必要であった。

(9) 農食研事業新規課題の概要

高橋 誠 (森林総合研究所 林木育種センター)

2017 年度より、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業として「革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化・省力化と無花粉品種の拡大」(2017～2019 年度:3 年間)を開始した。この課題では、花粉症発生源対策として、無花粉のスギやヒノキ苗木の普及を促進するために、無花粉種子生産量の拡大や無花粉スギ苗木生産の省コスト化、効率化、無花粉スギ系統数の拡大のための技術開発に取り組む。

(10) ヒノキ両性不稔個体の発見

齋藤央嗣 (神奈川県自然環境保全センター)

神奈川県で無花粉ヒノキの探索を行い、雄花から花粉が飛散しない個体を発見した。この個体では、花粉囊が開かず囊内に正常な花粉が認められなかった。染色体の異常は確認されず、結実した球果は小型で、正常な種子は形成されなかった。さし木での活着率は 70% であり、さし木苗でも雄花から花粉が飛散しなかった。雄花と球果の状況から、両性不稔個体であると判断した。

(11) 休耕田を活用した無花粉スギコンテナ苗の省力的水耕栽培

齋藤真己 (富山県農林水産総合技術センター 森林研究所)

無花粉スギ苗の新たな生産者の確保に向けて、休耕田を活用したコンテナ苗の水耕栽培を試みた。ブルーシートを敷いて水深 5cm 程度のプールを造成し、無花粉スギの M スターコンテナ苗を用水掛け流し状態で育成した。根がコンテナ内の上部に集中する苗の割合が多かつ

たが、100% 近くの苗が生存し、ガラス室で育苗した苗よりも成長が早かった。手間がかからず、水道代がかからないなどのメリットもあり、田植え終了後にコンテナ苗を休耕田に入れて、稲刈り終了後に回収することで、米作りとコンテナ苗生産は作業時期が重ならず、農業とのタイアップは可能で生産者の増加に繋がる技術であると考えられた。

(12) ①無花粉スギの林地植栽の初期成長・②抵抗性クロマツ大須賀系統の接種検定結果とさし木発根性

袴田哲司（静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター）

大井7号（静岡県の精英樹）×中4号（神奈川県
の精英樹）の交配で作出した無花粉スギの初期成長を調査した。無花粉スギのさし木苗を林地に植栽したところ、1年間の成長量は対照とした精英樹と同等であった。

静岡県の林分から選抜された抵抗性クロマツでクローン集植園を造成した。ここから得られた種子で苗木を育成し、マツノザイセンチュウの接種検定を行ったところ、大須賀15号は高い健全率であった。また、実生苗を母樹としてさし木増殖したところ、大須賀5号、大須賀6号、大須賀15号で65%以上の発根率が得られた。

要望・質問事項

各機関から優良種苗等に関連する要望や質問事項が出され、それに対する回答および意見交換を行った。

少花粉スギのミニチュア採種園の管理方法として、球果サイズを大きくするために、採種園での間伐や新規採種母樹の植栽で間隔を広げるなど、母樹を大きくする試みが紹介された。また、カメムシ対策として袋掛けを行い、発芽率の向上が期待できる事例があった。

コンテナ苗について、民有林への植栽を進めている県もあったが、現状では導入が少ないことが明らかになった。各都県の事情に合わせたコンテナの種類や容量のものが使われているが、JFA マルチキャビティコンテナを使用している生産現場が多く、各種の薬剤散布で育苗中の病虫害被害対策を行っていることが紹介された。

早生樹の取組みでは、ケヤマハンノキ、オノエヤナギ、タチヤナギ、コウヨウザンなどを植栽した都県があった。マツ材線虫病抵抗性マツについては、採種園由来の実生苗に接種検定を行って出荷している場合と、接種検定を行わないで普及している場合とに分かれた。特定母樹の基本方針を策定した県は少数であり、近年は普通母樹林を指定している都県はなかった。その他、スギ

のマイクロカッティング、海岸へ植栽する広葉樹の育種、スギ赤枯れ病などについて、質疑応答が行われた。

会議におけるその他の検討事項

これまでの優良種苗研究会での議論や意見交換が反映され、競争的資金での研究課題が採択されている。現在、当研究会の参画機関が関係するものとして、農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業の「無花粉スギの普及拡大に向けたDNAマーカー育種技術と効率的な苗木生産技術の開発」、「革新的技術による無花粉スギ苗木生産の効率化・省力化と無花粉品種の拡大」、革新的技術開発・緊急展開事業の「カラマツ種苗の安定供給のための技術開発」、森林環境保全総合対策事業の「スギ雄花着花特性検査の高度化事業」が進行している。

その他、林業研究・技術開発推進の関東・中部ブロック会議へ、地域として取り組む課題を提案するため、当研究会の開催時期を早めることを今後検討していくこととなった。また、次期研究会開催は茨城県に決定した。

現地検討会

静岡県西部農林事務所育種場で、特定母樹の育成、種子精選、閉鎖系採種園、少花粉スギのミニチュア採種園、カメムシ対策、無花粉スギおよび抵抗性クロマツの集植園などについて、農林事務所および森林・林業研究センター職員による説明を受け、意見交換を行った。前日の会議で議論となった採種園の管理方法や新しい技術の導入、無花粉スギの苗木生産などについて、質疑応答が行われた（図-1）。

静岡県立森林公園では、展示施設「バードピア」において、公園や施設の概要について説明を受けた後に、早生樹として今後の活用が期待されるユリノキやコウヨウザンの見本林を見学した。これまでの調査により、ユリノキはヒノキよりもヤング率が高くスギよりも成長が良いこと、コウヨウザンはヒノキと同等のヤング率であることなどが示唆されている（図-2）。

おわりに

優良種苗の開発や育苗技術について幅広い議論を行うとともに、林木育種を中心とした競争的資金応募へ向

けての企画や調整を行うことを目的に優良種苗研究会を立ち上げた。これまでに、林木育種や種苗生産に関連する競争的資金での研究課題が採択されており、良

好な運営状況だと考えられる。今後も意義ある研究会となるよう、関係者で努めていきたい。



図-1 西部農林事務所育種場での現地検討



図-2 森林公園での現地検討

【話 題】

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会「第4回優良種苗研究会」だより

山田 晴彦^{*,1}

はじめに

平成30年9月13日(木)～14日(金)の2日間、茨城県水戸市、那珂市において関東・中部林業試験研究機関連絡協議会の「優良種苗研究会」を開催した。4回目の開催となる今回は、森林総合研究所、同林木育種センター、福島県、群馬県、栃木県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、愛知県、静岡県、茨城県の17機関から33名が参加し、優良種苗に関連する幅広い議論と活発な意見交換を行った。

概 要

1日目は、水戸市にある茨城県水戸合同庁舎会議室を会場に、各機関が行っている優良種苗に関する研究等についての話題提供や、優良種苗に関する要望・質問に対する意見交換等を行った。2日目は、那珂市にある茨城県林業技術センター、茨城県植物園に移動し、現地検討会を行った。

話題提供

14機関から、以下に示す内容で話題提供があった。

(1) 施肥量がスギコンテナ実生苗の成長に及ぼす影響

大平峰子(森林総合研究所林木育種センター)

スギコンテナ実生苗を1成長期で出荷可能とするため、元肥、追肥量の違いが成長へ与える影響を調査した。3月に育苗箱へ播種後、4月に元肥にマイクロロングトータル280を20g/L混合した培土を詰めたコンテナに移植し、100日後にハイコントロール085を追肥として4.5

g/苗与えた場合、林野庁の山林用主要苗木標準規格の5号苗にあたる苗高35cm、地際直径3.5mmを上回った。

(2) 少花粉スギ採種園における発芽率向上のための取り組み

保科裕紀子(栃木県林業センター)

少花粉スギ採種園でカメムシ防除を目的とした袋掛けを実施した。処理方法2種類(枝処理、単木処理)と袋素材2種類(寒冷紗、防虫シート)を設け種子の発芽率を調査した結果、「枝処理・寒冷紗」で最も発芽率が高かったが、母樹に袋が掛からない枝が残るため、母樹全体の発芽率は低下する傾向があった。次に高かった「単木処理・寒冷紗」は母樹全体が防除可能であるが、コストは高くなる。防除を実施する際は、種子の需要や豊凶、コスト等を踏まえた選択が必要である。

(3) 1年生カラマツ実生コンテナ苗における山出しの可能性

中村博一(群馬県林業試験場)

コンテナ苗の育苗期間を短縮するため、酸化型グルタチオンを定期的に施用して育苗し、1成長期後の苗高、根元径を調査した。群馬県の山行苗木規格(苗高30cm、根元径4.0mm以上)に適合した苗の割合は、グルタチオンの施用で高まった。また、規格を満たした苗のうち、苗高45cm、根元径4.5mm以上の苗の割合も、グルタチオンを施用した方が高かった。以上から、施肥によるカラマツコンテナ苗の当年生山出しの可能性が見出せた。また、グルタチオン施用で、苗木単価が高い、より大きな苗の割合が高まることが期待できる。

(4) 優良種苗生産マニュアルについて

田波健太(埼玉県寄居林業事務所 森林研究室)

県内産少花粉品種と県外産の少花粉かつ高初期成長品種の人工交配種子を育成した苗の成長特性を調査し、

* E-mail: ha_yamada@pref.ibaraki.lg.jp

¹ やまだ はるひこ 茨城県林業技術センター

優れたものを第2世代スギ精英樹候補群として選抜した。これら候補群を育成する過程で得られた人工交配を効率的に実施するための知見や、得られた苗木の成長特性及び雄花着花特性、3年生大苗の生産法と造林後の成長特性についてまとめ、「優良種苗生産マニュアル」を作成した。

(5) 千葉県における抵抗性クロマツに関する最近の試み 遠藤良太（千葉県農林総合研究センター 森林研究所）

現在技術開発に取り組んでいる、当年生クロマツ稚苗へのマツノザイセンチュウ接種による抵抗性個体選抜の利点として、使用する線虫量の減少や育苗期間の短縮による経費削減のほか、抵抗性判断までの期間短縮が挙げられる。今後も選抜に適した線虫接種量を明らかにし、当年生苗による選抜手法について検証を進めたい。一方、高芽接ぎについて、苗畑と寒冷紗で覆ったハウス、スギ林で実施したところ、スギ林内では半分近くが活着した。

(6) 少花粉ヒノキのミニチュア採種園における持続的な種子生産について 畑 尚子（東京都農林総合研究センター）

同じ採種木から繰り返し種子を生産する方法を確立するため、ジベレリン・ペースト剤の施用による採種木等への影響を評価した。採種木が大きな場合、幹への施用では採種量が頭打ちとなった。より多くの種子を得るには、複数枝への施用が有効であるが、処理枝を増やしても採種量には上限があると考えられた。採種木にジベレリン・ペースト剤を複数回施用しても、種子生産量の低下や樹勢の衰えはなかった。

(7) 簡易な無花粉スギスクリーニング技術の確立 齋藤史嗣（神奈川県自然環境保全センター）

実生による無花粉スギ苗生産を行っている神奈川県では、出荷前に雄花を簡易に検定することで無花粉スギを選別しているが、選別作業の効率化が課題となっていた。このため、コンテナ苗の利用や従来のルーペに代わる、携帯型実体顕微鏡の利用による効率化を検討した。その結果、当初の目標とした2割以上の効率化を達成することができた。今後は、雄花の見た目による検定実施によるさらなる効率化に向け、開花調整等に取り組んでいく。

(8) スギ挿し木の切り口別・発根促進剤処理方法別の発根量について 戸塚聡子（新潟県森林研究所）

スギ挿し木の簡略化のため、切り口の切断方法を2通り（くさび型と丸挿し）、発根促進剤（インドール酪酸）処理方法を2通り（100ppmで24時間水浸と原液直漬）を設定し、挿し付けから1成長期の育苗後に発根量を調査した。発根率はいずれの方法もほぼ100%で差がなかった。発根本数は、100ppmで24時間水浸処理をしてくさび型に切断したものが、原液直漬処理より多かった。くさび型に切断したものは、年次界で切断した穂で発根本数が多いが、丸挿ししたものは年次界で切断しても発根本数に差はなかった。

(9) エスレル10を用いた無花粉スギセル苗の成長抑制効果 斎藤真己（富山県農林水産総合技術センター 森林研究所）

富山県で実用化されているタマネギ用移植機を活用したスギ苗の植え付けに適した、高さ5～15cmのセル苗の歩留まりを高める育苗技術を検討した。8月中旬の仕分け時に高さが10cm以上に成長していた苗に、農業用成長抑制剤のエスレル10（500倍）を散布し、10月上旬に生育調査を行った結果、エスレル10散布区の成長量は対照区の約半分となり、高い成長抑制効果が確認された。また、エスレル10は2年目以降の成長に影響がないことも確認された。

(10) 環状剥皮したカラマツ採種木の着果促進について 西川浩己（山梨県森林総合研究所）

カラマツ採種園における種子生産量を増加させる技術を開発するため、環状剥皮処理の強度と時期を検討した。処理強度（無処理、一重処理、二重処理、三重処理）の違いによる試験では、無処理では着果が非常に少なかったが、環状剥皮処理では多数の着果が認められ、特に二重処理が効果的であった。処理時期（4月処理、5月処理、6月処理）の試験では、4月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。

(11) カラマツの種子生産に関する取組み 清水香代（長野県林業総合センター）

既存採種園の再生技術を開発することを目的に、昭和30年代に造成された県営カラマツ採種園で、受光伐として列状間伐を実施した。2016年に伐採を実施した区画で、2018年7月までに年1～2回の着花量調査を実施した結果、受光伐を実施した周辺の採種木で着花指数が増加傾向にあることが確認できた。また、受光伐の実施前と実施後で光量子束密度を比較した結果、光

環境が改善されていることが明らかになった。

(12) 1.5年生ヒノキコンテナ苗の植栽後の成長

茂木靖和 (岐阜県森林研究所)

播種時期を秋として1.5年で出荷できるヒノキコンテナ苗を育成する方法を検討した。元肥(N:P:K = 16:5:10、溶出700日)の施用量を変えて育成した結果、元肥量400g/10Lまでは施用量の増加により成長が良くなり、400g/10Lと800g/10Lは差がなかった。根鉢形成率は、400g/10Lが最も高く、800g/10Lで低下した。これら1.5年生苗を植栽し、生存率や成長量を調査した結果、2年生苗に劣らなかった。

(13) 無花粉スギ「静神不稔1号」の品種認定

袴田哲司 (静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター)

雄性不稔遺伝子をヘテロで保有する静岡県の精英樹「大井7号」と神奈川県精英樹「中4号」の交配によって作出した無花粉スギ69系統(原木)について、樹高、胸高直径等を評価し、優良なものをさし木増殖した。増殖したさし木苗23系統の評価も実施し、原木とさし木苗の評価で優れた1系統を「優良品種・技術評価委員会」へ品種申請した結果、新たな花粉症対策品種「静神不稔1号」として認められた。

(14) スギコンテナ苗に発生した病害の判定について

石田 朗 (愛知県森林・林業技術センター)

罹病した苗について、温室処理と顕微鏡で菌糸伸長や胞子形成の状態を調査した結果、いくつかの病気の発生を確認した。病気は、苗木の移動により被害が拡大する可能性があるため、早期に発見・同定し、出荷時や植栽時にチェックすることが重要である。また、病気の発生を確認した場合には、病徴の出ている苗の徹底した処分や薬剤散布等による再発の予防が重要である。

要望・質問事項

各機関から優良種苗等に関連する要望や質問事項が出され、それに対する回答及び意見交換等を行った。

コンテナ苗関係では、成長を抑制する方法として、施肥量や播種・移植時期の調整や、ダミノジット水溶液による試験事例などが紹介された。また、コンテナ容器外周の苗の成長不良について、根鉢部分への日除け設置や定期的な位置の入れ替えによる改善事例が紹介

された。栃木県では生産される全てのスギ苗がコンテナ苗として生産されている一方、ほとんど生産されていない都県もあり、地域差が大きいことが明らかになった。

ミニチュア採種園の造成、管理上の注意すべき点として、植栽間隔に関する情報を提供する都県が多かった。

特定母樹について、基本方針を策定済の県はまだ少ないが、数県が年度内の策定に向け準備中であった。スギ特定母樹採種園は、造成済や今後造成予定とする県もあったが、種子生産や配布に関する詳細は未定とする県が多かった。

その他、採種園における外部花粉の影響、苗畑等における病害虫の発生状況や対応体制、早生樹に関する取組み状況、研究会参加機関が共通で抱える課題における連携や、研究会開催時期などについて、意見交換が行われた。

会議におけるその他の検討事項

本研究会の参加機関が参画している競争的資金による研究課題のうち、今年度から新たに始まった戦略的プロジェクト研究推進事業「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」の研究目的や実施内容について概要紹介があった。

その他、本研究会は来年度が最終年度となることから、研究会成果のまとめ方や後継研究会の方向性について意見交換を行った。また、次期研究会の開催機関は森林総合研究所林木育種センターに決定した。

現地検討会

茨城県林業技術センターでは、マツノザイセンチュウ抵抗性クロマツ選抜の実施状況やコンテナ苗に関する試験の実施状況、少花粉スギ・ヒノキのミニチュア採種園の造成、更新状況やスギ特定母樹採種園などについて職員の説明を受けた後、情報や意見の交換を行った(図-1)。コンテナ苗やミニチュア採種園の造成、管理などは参加者の関心も高く、活発な意見交換が行われた。林業技術センターの視察後は、隣接する茨城県植物園に移動し、施設の見学等を行った。



図-1 茨城県林業技術センターでの現地検討 (左：コンテナ苗、右：スギ特定母樹採種園)

おわりに

本研究会の設立目的は、再造林のコスト削減に関わる優良種苗の開発や育苗技術について幅広い議論を行うとともに、林木育種を中心とした競争的資金応募へ向

けての企画や調整を行うことである。現在、本研究会の参加機関が参画した競争的資金による研究課題が複数進行中であり、研究会の運営状況は良好だと考えられる。今後も意義ある研究会となるよう、関係者で努力していきたい。

【話 題】

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 「第5回優良種苗研究会」だより

楠城 時彦^{*,1}

はじめに

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会は、域内での優良種苗に関する研究開発の効率的推進と優れた育苗技術の普及を目的として、「優良種苗研究会」を幹事機関（5機関）で開催してきた。5回目となる今回は、令和元年6月3日（月）～4日（火）の2日間、森林総合研究所林木育種センター（茨城県日立市）において開催された（図-1）。本会では、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、福島県および森林総合研究所の16機関から42名が参加し、優良種苗の開発や育苗技術について様々な議論と情報交換を行った。

概 要

会議のおもな内容は、優良種苗研究・事業に関する話題提供、質問・要望とそれらに対する回答・意見交換、競争的資金獲得に向けた取り組みであり、各議題について活発な討議があった。また、林木育種センターにおいて所内見学会を行い、優良種苗の開発研究に用いる材料や関連施設等を視察した。

研究や事業の内容説明・話題提供

（1）スギ・ヒノキにかわる新たな造林樹種「早生樹」の増植について

中村博一（群馬県林業試験場）
群馬県は、早生樹コウヨウザンによる造林を目指して、



図-1 会議風景

増殖技術の開発や適応試験を進めている。鹿沼土100%を培土に用いたさし木の先行試験で、発根率が約75%と高くさし穂の芯立ちも良好であったため、現在コンテナ育苗によるさし木増殖試験を行っている。コンテナの容量や形状を変えたり、培土への施肥を行うなど根の充実に適した条件を検討している。また、特産品の近代こけしの材料であるミズキの増殖技術開発やフィールドでの植栽試験に取り組んでいる。

（2）植栽密度の異なるケヤキ斉林における広義の遺伝率と親子相関

遠藤良太（千葉県農林総合研究センター 森林研究所）
ケヤキ家系試験林において、植栽密度の違いによる個体間競争圧への影響の度合いを評価した。密区（8,250本/ha）、中区（5,500本/ha）および疎区（2,750本/ha）の異なる3段階の密度で造成したケヤキ家系試験林で26年生時の樹高と胸高直径を測定した。生存率は、疎区>中区>密区、伸長成長は、3区でほぼ同じ、肥大成

^{*}E-mail: nanjo@affrc.go.jp

¹なんじょう ときひこ 森林研究・整備機構 森林総合研究所林木育種センター

長は、疎区>中区>密区となり、植栽密度が高い試験区ほど個体間競争が大きいこと、個体間競争の影響は胸高直径で大きいことがわかった。また、植栽密度の高い試験区で遺伝率が大きかったが、これは遺伝の影響と個体間競争の影響が相加され遺伝分散が大きくなったことによると考えられる。さらに、個体間競争の大きい、すなわち個体間競争効果が加味された試験区(高密度区)ほど親子相関が小さいこともわかった。

(3) 花粉の少ない岐阜県産ヒノキ精英樹の培養苗のセル苗化による順化

茂木靖和 (岐阜県森林研究所)

少花粉ヒノキ精英樹「益田5号」の組織培養苗を、セル培地(エクセルソイル)に移植して順化試験を行った。継代培養したシュートをIBA処理した後ホルモンフリーの培地に移して22日間培養した。その後、シュートをセル培地へ移植し、上面をポリメチルペンテン製フィルムで覆ったプラスチック容器に入れて27日間の順化培養を経てセル苗を得た。セル苗を鉢上げ(コンテナ育苗)することで順化可能であった。順化培養後のセル苗率は、無菌シュートのIBA処理時間に依存し、48時間処理区より24時間処理区のほうが高かった。

(4) 無花粉ヒノキ「神奈川無花粉ヒ1号」の材質と増殖手法の検討

齋藤央嗣 (神奈川県自然環境保全センター)

神奈川県は、全国に先駆けて無花粉ヒノキを発見し品種登録出願した(神奈川無花粉ヒ1号)。本品種の材質特性を調べた結果、それぞれ原木のPilodyn値が平均18.5mm、樹幹の応力波伝播速度が239m/sであり、材質は対照(周辺木)と比べて劣っていなかった。また、効率的増殖を目指してコンテナ直ざし試験を行ったところ、ココピートと鹿沼土または赤玉土を混合した培土を用いることで、さし木発根率が約9割に向上した。

(5) 環状剥皮したカラマツ採種木の着果促進効果の継続性について

西川浩己 (山梨県森林総合研究所)

カラマツ苗木供給量の拡大のためには、種子の増産と苗木の安定供給体制の構築が重要である。カラマツの花芽形成促進技術を開発するため、環状剥皮処理の条件検討を行った。環状剥皮を1段のみ行った場合と、上下に2または3段行った場合の個体当たりの球果数を調べた結果、無処理の場合はほとんど着果せず、2段に処理したもので最大となった。環状剥皮処理による着果促進効

果は2年間持続した。処理の時期による着果への影響は、処理1年後には見られたが、処理2年後は確認できなかった。もとより、着果状況は豊凶に大きく影響されるため、環状剥皮処理による着果促進と豊凶差の関係について今後検討する必要がある。

(6) 複数機関の連携による無花粉スギ「静神不稔1号」と「三月晴不稔1号」の開発とその特性

袴田哲司 (静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター)

主伐・再造林の推進による林業振興と花粉症対策を両立させるために、産業利用する上で優良な形質をもつ雄性不稔スギの開発が必要である。静岡県は、雄性不稔遺伝子をもつ静岡県産と神奈川県産のスギ精英樹同士の交配により、無花粉の優良品種である「静神不稔1号」を作出した。また、富山県、東京都、神奈川県、静岡県および森林総合研究所林木育種センターの5機関が連携して、静神不稔1号と同様の選抜過程を経て、スギ無花粉優良品種「三月晴不稔1号」を開発した。両品種の材質とさし木発根性は、いずれも精英樹と遜色がなかった。

(7) 閉鎖型採種園における特定母樹種子生産の取組み

山田晋也 (静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター)

スギとヒノキの特定母樹種子を早期にかつ大量に生産する技術を開発するために、静岡県では閉鎖型採種園で種子生産を進めている。3層構造のビニールハウスを用いて外部花粉とカメムシの侵入を防ぎ、栽培環境(温度・光・水)を適切に管理することにより、2年生母樹から17.5g/本の種子生産を達成した。さらに、ビニールハウス内で人工交配によって得られた種子の発芽率は、自然交配で得られた種子の発芽率を大きく上回った。本技術を活用することにより、年間100万本の苗木生産体制を確立したい。

(8) 直接播種によるスギコンテナ苗の育苗

田波健太 (埼玉県寄居林業事務所 森林研究室)

低コストでのスギコンテナ苗生産技術を開発するために、埼玉県ではコンテナ直播きによる生産方式を検討している。マルチキャビティ用インナーポットにココピートオールド/鹿沼土混合培土と緩効性肥料を入れ、ポット当たり3本苗仕立てとなるように複数のスギ実生を播種した。播種から1成長期後に、最大苗高の1本を残して間引きした。鹿沼土の含有率が20%よりも40%のほうが1成長期後のスギ実生苗の苗高が大きかった。2成長期後の苗高は規格(35cm)を超えていたの

で、本方式によって栽培されたコンテナ苗は、播種から1成長期での出荷は難しいが、播種後2年目の5月の植栽用として使用可能である。

(9) スギさし穂のコンテナへの直挿しによる育苗方法の検討

石田朗 (愛知県森林・林業研究センター)

愛知県産スギ6品種から採穂し、さし穂を6サイズに調整後、マルチキャビティコンテナへ直挿しして成長調査を行った。その結果、さし穂の生残率と発根率に品種差があった。生残率は、さし穂長が短いほど高かったが、発根率は、さし穂長により違いがなかった。1成長期後の成長量は、さし穂長が短いものほど大きかったが、1成長期では苗高の逆転は生じなかった。今後は、さし穂の枝年齢との関係、葉量と根量との関係、植栽後の成長や地際部の効率的な発根を調査する必要がある。

(10) 小サイズのセル苗を対象とした仕分けと追肥による得苗率の向上効果

斎藤真己 (富山県農林水産総合技術センター 森林研究所)

スギのセル苗をタマネギ用移植機で植え付けすると、手植えの10倍以上の生産効率が見込まれる。本研究では、タマネギ用移植機に適したセル苗の歩留まりを高める方法を検討した。8月にセル苗を仕分けし、5cm以下の苗にハイコントロールマイクロ280の追肥を行い、10cm以上の苗に成長抑制剤を与えた。その結果、規格範囲内(5~15cm)におさまるセル苗の歩留まりを90%程度まで引き上げることが可能になり、無駄の少ないセル苗生産技術が確立された。

(11) 施肥量がスギ実生コンテナ苗の成長に及ぼす影響

大平峰子 (森林総合研究所 林木育種センター)

スギ実生コンテナ苗を1年で育成するため、元肥・追肥の量が苗の成長に及ぼす影響評価と最適施肥量による育成実証試験を行った。スギ実生苗は、伸長成長が旺盛な成長期前半(4~7月)に窒素要求性が高く、成長期後半(8~11月)にカリウム要求性が高くなる。このため、元肥として窒素含有率の高い肥料(マイクロロングトータル280)を与え、追肥としてカリウム含有率の高い肥料(ハイコントロール085)を与えた。その結果、1成長期後のサイズは、元肥20g/L、追肥4.5g/苗で育成した場合が伸長成長・肥大成長とも最大になった。

質問・要望

コンテナ育苗関連、スギさし木の発根処理、スギミニチュア採種園の自殖率、ヒノキ採種木に対するカメムシ防除方法、品質向上に向けたミニチュア採種園等管理、抵抗性マツの実生苗および未検定苗の植栽、優良品種の普及状況、広葉樹の種苗生産状況、カラマツの着花状況、コウヨウザン種子の入手、グルタチオンの育苗効果、環境制御型温室を活用した苗育成試験等に関する質問・要望があった。

ここでは、特に質問・要望の多かったコンテナ苗を用いた育苗関連について紹介する。容器の大きさや形状の違いが苗の活着・初期成長に及ぼす影響について、ヒノキ直さし試験でスリット付きとMスターを比較したところ、活着率はスリット付きの方が良好だった例があげられた。一方、スギのコンテナ育苗で容器のスリットの有無による成長への影響を調べたところ、地上部の成長量については差がなかったとの報告があった。また、スリット付きの容器を使うと培土が乾きやすくなり、必要な灌水量が増えるという意見があった。コンテナ苗の用土には、国内では樹種を問わずココピートが主原料の培土を用いる例が多く、これに対して欧米ではピートモスを多用しているとのことであった。コンテナ苗の虫害について、温室内のアザミウマによる苗木の枯損被害、ネキリムシによると思われる被害やカブラヤガの食害事例があげられた。アザミウマ対策として、オルトラン水和剤やアルバリンの散布もしくは培土へのダイアジノンSLゾル処理、ネキリムシ対策として、ダイアジノンによる殺虫処理が紹介された。また、コンテナ苗の形状比を低く抑える方法について質問があった。これに対して、スギコンテナ苗の育苗密度と形状比の相関については、それぞれ相反する複数の事例が紹介された。他の回答として、コンテナ容器の容量が大きいほど形状比が下がった例、グルタチオン処理によるヒノキ苗の形状比の抑制方法、カリウムを優先的に施肥して徒長を抑える試み等があげられた。

現地見学

林木育種センターで所内施設を見学し、検定林用コンテナ苗の育成、組織培養による希少樹種等の増殖、材質調査方法、F₂作出のためのブース内交配、遺伝資源の施設内保存およびゲノム解析について、同センター職員による説明を受けた(図-2)。

おわりに

「優良種苗研究会」は、発足から5年目を迎え本年度が最終年度となる。これまでに、優良種苗の開発や育苗技術について多岐に渡る有意義な議論を行い、いくつかの課題では競争的資金を獲得することができた。今後は、普及に向けたコンテナ育苗技術の開発、病虫害予防、新品種の育苗・造林方法の検討、高成長花粉症対策品種の実用化、新たな花粉症対策品種の高速選抜技術の開発、カラマツの種苗生産等について競争的資金への応募を検討すべきであろう。次年度以降は、新たな研究会が立ち上がることになるが、関係者が集まって活発な議論と情報交換が行える場として益々発展することを切に願う。



図-2 林木育種センター所内見学会

今後の課題と次期研究会への期待

近年、林木育種や造林用の種苗を取り巻くニーズは多様化しています。林業の成長産業化を目指した第二世代以降の精英樹の選抜と実用化、コンテナ苗を活用した一貫作業システムの普及、早生樹への取り組みなどのほかに、地球温暖化防止対策、防災林機能の強化、花粉症への対策など、環境面への貢献も求められています。こうした中、林木育種の高速化を目指したマーカー選抜育種、ゲノム編集などの新技術が台頭し、今後の応用が期待されています。その一方で、将来を見越して先輩諸氏が築きあげてきた検定林や試験林に植栽された系統の育種価による評価等の統計解析技術の高精度化を継続することも重要です。また、林木育種によって改良された造林用苗木について、コンテナ苗に代表される集約的な種苗生産技術や、可能な限り低コストで育成する造林方法の改良など、育種、育苗、造林、育林が一体となった体系の構築が必要です。

これらの多様なニーズに応え、研究や事業での成果をあげるためには、将来の素材生産や環境・防災への貢献を見越した林木育種や育苗の総合的な技術開発が必要です。次期の研究会に参画する関東・中部地方の林業試験研究機関が全国の先駆けとなるよう、各機関の一層の尽力を期待します。

2019 年 12 月

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 優良種苗研究会

優良種苗研究会 成果集

2019 年 12 月

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会
優良種苗研究会

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会事務局

(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部研究管理科地域連携戦略室

〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

電話 029-829-8121

e-mail reringyo@ffpri.affrc.go.jp

関東・中部林業試験研究機関連絡協議会 HP

<https://www.affrc.go.jp/kanchu/index.html>