

## Ⅱ 試験研究業務の変遷

### 1 育林育種技術の開発

#### (1) 花粉発生源対策品種 (H8～13, H20～22, H28～現在)

社会問題となっている花粉症に対応すべくスギ・ヒノキの新たな品種を開発するため、平成8年度からスギ雄花着花性を調査し、林木育種センター関西育種場等と連携して花粉の少ないスギ、ヒノキを作出した。両種とも県内から選抜された品種が中心となっており、現在、本県で使用されている造林用山行苗の種子は全て当研究所が生産した少花粉品種となっている。平成30年度からは、「少花粉スギ等の生育状況調査」を実施し、県内各地に整備された少花粉スギ・ヒノキモデル林や固定試験地による長期継続モニタリングにより、生育状況の把握に努めている。あわせて、施肥管理等の条件を変えて少花粉苗木の効率的な育成方法の検討も行った。



少花粉ヒノキの採種

#### (2) コンテナ苗 (H26～29, R3～現在)

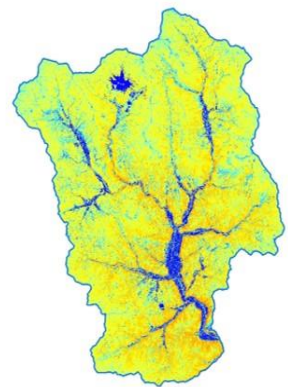
造林用山行苗木として主流となりつつあるコンテナ苗による造林技術について、平成26年度から「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」、「コンテナ苗を用いた低コスト造林技術の確立」をそれぞれ実施した。この研究では、コンテナ苗を再造林に使用した際の生育状況を調査し、下刈りを要する林床植生のタイプなど、保育上の留意点等について検討した。また、コンテナ苗の育苗技術についても、あわせて検討を進めており、「少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗生産マニュアル」を作成し、公表した。令和3年度からは、この技術の実証と更なる改良を目指して「少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗生産技術の確立」に取り組んでいる。



コンテナ苗の育成

### (3) 高齢級人工林の資源量推定 (H11~16, R1~現在)

標準伐期齢を超え、最大 150 年生の長伐期に至るスギ・ヒノキ人工林の収穫予想について、従来の成長モデルよりも精度を高めるため、平成 11 年度から「長伐期施業に対応する森林管理技術の開発」に着手し、高齢林の実態調査を行った。平成 14 年度からは「長伐期林の林分収穫予測システムの開発」に取り組み、新たな林分収穫予想表を作成した。あわせて、任意の林分条件に応じてエクセル上で現況及び将来予測を行うための予測システムを構築した。令和元年度からは、この成果をさらに発展させ、航空機レーザー計測による地形情報を用いた成長モデルの補正を行う手法の開発に取り組んでいる。



地形解析

### (4) 抵抗性マツ (H17~28)

平成 13 年春に種子配布を開始した抵抗性マツより、さらに強いマツを作出するため、人工交配により新品種を作出する「抵抗性アカマツ次世代化事業」(平成 17 ~28 年度)、成木段階における抵抗性強度の把握を目的とした「マツノザイセンチュウ抵抗性アカマツ現地ランキング」(平成 22 ~24 年度) について、関西育種場や近県と共同調査し、人工交配による新品種の抵抗性向上、さらに系統毎の成木段階 (10 年次、15 年次) における抵抗性を確認した。これらの成果に基づき、令和 3 年度現在で本県から選抜されたアカマツ 7 系統、クロマツ 13 系統の抵抗性品種が登録されている。



抵抗性マツ接種試験

### (5) 早生樹種の選抜・育成 (R3~現在)

低コストで効率的な造林のための選択枝の一つとして、成長の早い早生樹の研究が全国的に取り組まれている。当研究所でも、令和 3 年度から「早生樹種の選抜・育成に関する試験研究」に取り組み、種子採取から育苗、植栽後の初期成長などについて調査を行っている。



早生樹の生育状況調査

## 2 森林保護技術の調査研究

### (1) ナラ類集団枯損 (H22~23, R1~現在)

平成 21 年度に県内で初めて被害が確認されたブナ科樹木集団枯損（ナラ枯れ）について、平成 22 年度から「ナラ類集団枯損初期被害防止のための調査研究」に取り組み、県内の被害発生状況の調査及び防除方法について研究を行った。本県では、被害発生初年から航空機による被害探査を実施しており、行政と連携して発生箇所や被害拡大傾向の把握に努め、調査結果等に基づき、被害拡大の遅延を主な目的とした初期防除の計画とその実行を支援した。令和元年度からは「ナラ類集団枯損についての調査研究」により、ナラ枯れ被害に強い林分への誘導を目的としたトラップによる防除方法の検討を行っている。



カシナガトラップ

### (2) シカによる森林被害 (H23~R3)

岡山県東部においてシカによる樹木への食害が拡大している。このため、平成 23 年度からアンケート調査及び林内での踏査によりシカの生息状況調査や効率的な対策を検討した。平成 26 年度からは、効率的な捕獲方法の検討に加え、侵入防止柵の効率的な維持管理方法の検討を行った。侵入防止柵は、その機能を維持するために定期的な点検と補修が必要となることから、広く県民に活用していただくため、普及資料として「林内に設置した侵入防止柵の管理技術」を取りまとめ、公表した。このマニュアルでは、点検の頻度と補修方法、設置時の留意事項について紹介するとともに、ドローンを使った省力的な点検方法の提案を行っている。



ドローンによる侵入防止柵の点検

### 3 特用林産物生産技術の開発

#### (1) 菌根性きのこ (H3～現在)

一般に人工栽培が難しいと言われている菌根性きのこ類について、主にマツタケを中心に栽培技術に関する研究を行っている。平成3年度から「マツタケ栽培の新技术に関する研究」と題して始めた研究は、アカマツ林における菌相の調査に始まり、天然のシロを付着させた苗木の林地への導入、天然シロの活性化、マツタケ菌の培養技術、培養した菌を接種した苗木の林地への適用等、着実に歩を進めながら続けられてきた。近年は、マツタケの栄養要求を明らかにし、アカマツの樹皮から採取したデンプンを用いた培養技術を検討している。こうした研究で得られた知見は、同じく菌根性きのこであるホンシメジの栽培に活かされ、実際に人工栽培が行われている。当所では、これまでの成果を取りまとめ、種菌感染苗木の効率的な育成の参考としていただくため、「菌根性きのこ感染苗生産マニュアル」を作成し、ホームページで公開している。

#### (2) 岡山甘栗 (H16～R2)

平成16年度から新たに、当研究所内にあるチュウゴクグリ優良個体の選抜に関する研究に着手し、優良な3系統について、平成19年3月に種苗法に基づく品種登録を行い、平成22年から苗木を販売している。平成24年度からは、「岡山甘栗の産地化に向けた栽培基礎調査」、「岡山甘栗安定生産技術の確立」、「岡山甘栗の栽培技術の確立」を実施し、結実量や果実の品質調査を行うとともに、栽培に当たっての様々な知見を蓄積した。これらの成果は、作業方法等を紹介した動画をホームページに掲載しているほか、平成30年度には「岡山甘栗栽培マニュアル(初版)」を公表し、令和2年度にその改訂を行った。



岡山甘栗

## 4 経営機械技術に関する研究

### (1) スイングヤーダを用いた架線系作業システムの研究 (H25~27)

本県における素材生産は、高密度路網による車両系作業システムが主流であるが、今後の効率的な素材生産の選択肢のひとつとして、架線系作業システムにおける生産性等を明らかにするため、平成 25 年度から「スイングヤーダを用いた架線系作業システムの研究」、「スイングヤーダを用いた伐倒同時集材方式の現地実証試験」を行った。前者の研究では、スイングヤーダを使用する際の、架線の架設及び撤去にかかる作業時間等を明らかにした。また、スイングヤーダを使用した伐倒同時集材方式については、作業道近傍の林木を集材した後に、それ以遠の立木について伐倒同時集材方式を採用する改良方法を見いだした。この方法は、「スイングヤーダにおける「伐倒同時集材方式」作業改良マニュアル」に取りまとめられた。

### (2) 軽架線による搬出に関する研究 (H28~30)

自伐型林業や林地残材の低コストで効率的な搬出のための集材方法について、平成 28 年度から「軽架線集材による搬出に関する研究」を実施した。この研究では、「土佐の森方式」と呼ばれる搬器による軽架線集材を、比較的安価で取り扱いが容易なポータブルロープウインチを使用して行う方法を主に検討



土佐の森方式軽架線集材

した。軽架線による端上げ集材では、林内作業車に搭載されたウインチとの比較を行い、比較的傾斜の緩やかな林地においては、極めて搬出距離が短い場合を除いて常にポータブルロープウインチの生産性が高くなることなどを明らかにした。

### (3) 森林作業道の路体強度に関する研究 (H28~30)

丈夫で崩壊リスクの低い森林作業道の作設条件を明らかにするため、平成 28 年度から「森林作業道の路体強度に関する研究」を実施した。県内に作設された既設作業道の調査を行ったところ、谷側（盛り土側）の路面支持力は山側（地山側）の支持力と同等であることがわかり、概ね適切に施工されていることがわかった。一方、重機による履帯転圧の効果



強度測定のための作業道作設

とその条件を検討するため試験的に作設した作業道では、路線中央部の支持力が一様に低くなる傾向が認められ、これは既設作業道の調査においても同様であった。そのため、履帯に

よる転圧の際には重機を斜めに走行させ、中央部もしっかり転圧することや7回程度の転圧を行うことで最も支持力が高くなることなどを明らかにした

#### 4 その他の林業技術に関する調査研究

##### (1) 一貫作業 (H28~30)

主伐後の再生林の低コスト化の選択肢の一つとして注目されている一貫作業について、生産性及びコストを明らかにするための調査を平成 28 年度から3年間実施した。実際の素材生産現場において、伐採から造材、搬出、植栽に係る一連の作業をビデオで撮影し、各工程の所要時間を解析することで、作業歩掛かりやコストを算出した。



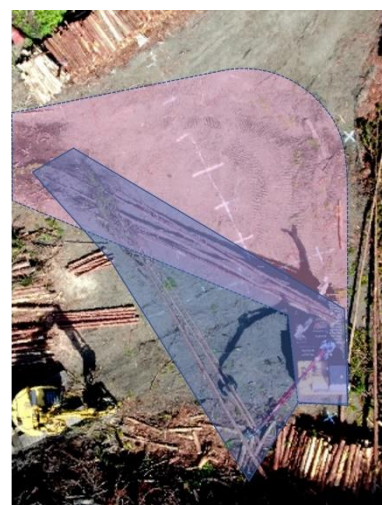
功程調査

##### (2) 気候変動に対応したスギ育種素材の開発 (H28~R2)

平成 28 年度から、森林総合研究所林木育種センター等と共同で実施した「気候変動に適応した花粉発生源対策スギの作出技術開発」では、気候変動によりもたらされることが危惧されている高温や乾燥に対するスギの反応を調査し、また、気候変動に強い新たな育種素材の開発を行うための研究を実施した。当所では、県南の小雨地域に植栽されたスギの成長特性と環境因子との関係を調査した。この研究では、乾燥や高温に強い品種の探索や遺伝的特性の調査にあわせて、花粉の少ない品種の特性についても研究が行われた。

##### (3) 素材生産に使用される土場の特性調査 (H30~R2)

平成 30 年度から、森林総合研究所や企業と共同で実施した「原材料の安定供給による構造用集成材の低コスト化技術の開発」では、この研究課題に合わせて、新たに開発された全木集材を可能にするクラムバンクスキッドの稼働に必要な土場の条件を明らかにするため、素材生産現場で使用される土場の特性調査を行った。県内で実際に使用されている土場の形状や必要面積を把握するとともに、全木集材のスキッドの土場内の稼働範囲についてドローンを使用して上空から撮影した画像から解析した。この成果は、森林総合研究所が取りまとめた「構造用集成材の低コスト化技術」の中で、効率的な全木集材方法の提案の一部として紹介された。



土場解析

## 6 材質特性の解明

### (1) 岡山県産構造用製材のスパン表の作成 (H23~25)

岡山県産のスギ、ヒノキ、アカマツの3樹種について、平成25年度までに収集した柱材の強度データを元にスパン表を作成した。このスパン表はMS-Excelで作成しており、よく使われる条件については紙のスパン表(冊子)として、随時、関連団体に提示した。また、「県産材サポーター養成講座」のテキストとして、周知に努めている。

### 根太のスパン表

選択セル

基準寸法	910mm	
樹種	すぎ	等級 目視1級
寸法	幅 b 45	せい h 45 mm
根太負担幅	333 mm	
許容たわみ	1 / 250	
変形増大係数	2	
システム係数	1.00	
寸法調整係数	1	
根太負担幅 (m) 等分布荷重 (N/m)		
根太計算用荷重 (等分布荷重, N/m <sup>2</sup> )	= 2100 (許容応力度用) × 0.333	= 700.00
	= 900 (たわみ計算用) × 0.333	= 300.00
断面積 A	2025 mm <sup>2</sup>	
断面係数 Z	15187.5 mm <sup>3</sup>	
断面2次モーメント I	341718.75 mm <sup>4</sup>	
許容根太スパン (m)		
強度による場合	1.50	m
たわみ制限による場合	1.08	m

作成したスパン表の一部

### (2) 軸組耐力壁用途としての県産ヒノキCLTの性能評価 (H29~R1)

価格が普及のネックになっているCLT(直交集成板)のコストを下げるため、内層に単価の安い小径木から採材した丸身ラミナを使用し、多くの木材利用が期待できる木造軸組用耐力壁としての利用を検討した。①内層として使用する丸身ラミナ単体での曲げ強度は、直交集成板JAS基準における等級区分機による区分ラミナ(M120A)の曲げ強さの下限值を上回った。②内層(弱軸方向)に通常ラミナと丸身ラミナをそれぞれ使用した3層3プライのCLTを作成し、強度(面外曲げ、面内曲げ、短柱方向圧縮、面外せん断)を測定比較したところ、丸身CLTは通常CLTに比べ面外曲げ強度と面外せん断強度で2~3割程度低い値を示した一方で、面内曲げ強度と短柱方向圧縮強度では有意差が認められなかった。また、強度基準が示されている面外曲げ強度、面内曲げ強度、短柱方向圧縮強度については、いずれも基準強度を大きく上回っていた。③丸身ラミナを内層に使用した耐力壁(b=900mm, h=81mm, L=2,700mm)を作成し、壁せん断試験機を用いて軸組耐力壁用途としての壁倍率を算出したところ、今回の仕様では5倍以上になることを確認した。



内層に使用する丸身ラミナ



耐力壁の面内せん断試験

## 7 加工技術の開発・改良

### (1) 内装用木材の含水率管理基準の開発 (H24~28)

近年の建築物は断熱・気密性の向上や熱源の転換（灯油やガスから電気へ）が進んでいるが、温度や湿度などの室内環境に関するデータの蓄積が少ない。これらの状況を把握するとともに無垢内装材の適正含水率基準と製造技術について検討した。①木造、RC造、S造などの住宅（計11戸）のリビングにおける通年の温湿度を測定したところ、各住宅の室内平衡含水率(EMC)の年平均は8.2%~13.1%、全戸の平均値は10.7%であった。②天然乾燥+人工乾燥4設定（高温乾熱、高温湿熱、中温湿熱、低温調湿）で含水率



恒温恒湿器内での調湿

10%に調湿した内装材試験体を用いて吸放湿試験（「JIS A 1470-1(2008)－湿度応答法(中湿域)」に準拠）を行った結果、寸法変化率は高温乾熱、高温湿熱、中温湿熱、低温調湿の順に小さかった。③また、②で使用した試験体を再度、吸湿過程と同じ条件（23℃、75%RH）で重量平衡状態まで調湿した後、厚さ方向の含水率分布を測定したところ、低温と中温に比べ高温2設定で平衡含水率が低く、特に材表面の平衡含水率が低かった。このことから、高温処理により材表面の平衡含水率が低下し、吸放湿量が低下することで寸法変化率が低下すると考えられた。あわせて各試験体の色をL\*a\*b\*表色系で測定すると湿熱処理は乾熱処理に比し、ヒノキ特有の赤みが失われる結果となった。これらから、材色変化を抑えつつ、寸法安定性を向上させるためには、繊維飽和点まで天然乾燥した後、短時間の高温乾燥により目標仕上げ含水率まで乾燥する手法が有効であることが明らかとなった。

### (2) 林地残材等の木質バイオマス燃料としての品質性能の分析 (H25~27)

#### 木質バイオマス燃料の乾燥状態の向上に関する研究 (H28~30)

木質バイオマス発電用として適する含水率(30%WB)の燃料用チップを得るため、丸太の段階での乾燥方法を検討した。平成25年度から間伐実施林内および林外に伐採丸太を集積し乾燥状況を測定した。あわせてりん木および剥皮の効果についても検討し、特に剥皮の効果が高いことを確認した。また、真庭市の業者が試験的に開発導入した丸太の加圧脱水装置の効果についても検討を行った。平成28年度からは、間伐実施地での葉枯らしによる効果と未利用部である枝葉の燃料利用について検討した。その結果、枝葉部の発熱量は樹幹部と同等であり、有用な燃料材であることが確認された。





林縁部でりん木を用いた乾燥試験



葉枯らしによる乾燥試験

### (3) 岡山県産材の難燃化技術の開発・改良 (H26~28)

「公共建築物等木材利用促進法」が施行され、木材の需要増に追い風となっているが、公共建築物に木材を使用する場合、施設の用途や規模等により防火制限が適用されることが多い。内装を木質化するには防火材料が必要であるため、岡山県産材の難燃化技術の開発・改良に取り組んだ。ヒノキ及びスギの試験材に難燃化薬剤4種類を注入処理し、その発熱量を測定した結果、ヒノキではリン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤  $280 \text{ kg/m}^3$ 以上(固形分量)を注入した場合に不燃材料判定基準をクリアするものが認められた。スギではリン酸系薬剤とホウ素系薬剤の混合薬剤  $325 \text{ kg/m}^3$ 以上(固形分量)を注入した場合に不燃材料判定基準をクリアするものが認められた。これらの試験結果をとりまとめ、防火材料(不燃材料・準不燃材料・難燃材料)別の処理条件(樹種、薬剤、薬剤注入量)を示したマニュアルを作成した。



コーンカロリメーターによる燃焼試験

### (4) 香りを指標とするヒノキ材人工乾燥条件の検討 (R1~5)

ヒノキ製品の付加価値向上や他製品との差別化による需要拡大に資するため、ヒノキ材の乾燥工程におけるテルペン類の減少と異臭成分の発生過程を明らかにし、ヒノキ本来の香りをより良く残す人工乾燥技術を検討中である。乾燥条件の異なる乾燥材の成分分析を、ガスクロマトグラフィ質量分析計(GCMS)で行ったところ、①異臭成分として知られる酢酸やフルフラールは乾燥温度が高いほど、揮発成分中に多く含まれ



GCMSによる成分分析

ること、②香り成分である  $\alpha$ -pinene と  $\delta$ -Cadinene の残存率は乾燥温度が低いほど高いことなどが明らかとなった。今後は、試験結果をもとに香りを損失しにくい乾燥方法を検討する。

## 8 木質材料の開発

### (1) 木質バイオマス素材とした樹木の凍害防止資材の開発 (H25~27)

果樹若木の凍害被害を防止するため、木質バイオマスを原料とする被覆型凍害防止資材(新規)を作成し、モモ、ブドウ、クリの栽培圃場でその効果を検証した。樹幹の温度変化を測定したところ、新規保護材は、従来の稲わら巻きと同等の保温効果があるのに加え、昼間の樹幹の温度上昇が稲わら巻きよりも穏やかであった。また、栽培圃場で実際に使用したところ、凍害発生個体は確認されたものの枯死した個体はなく、保護資材としての効果が確認された。さらに、外装材製造装置と外装材への充填装置を開発し、品質の安定化を図った。本資材は実用新案登録を行った。(「樹木用の凍結防止材」登録第 3200112 号)



開発した凍害防止資材

### (2) CLTの新たな分野での利用方法の検討 (R2~6)

県産材の需要拡大を図るため、CLT(直交集成板)の建築分野以外への利用を検討している。一つは、治山ダム建設時に使用される木製残存型枠への利用であり、もう一つは森林作業道開設時などの軟弱地盤対策・仮設橋資材としての利用である。CLTパネル製造過程で強度不足のためはじかれたラミナや、通常はラミナとして使用できない小径木から製材した丸身ラミナを使用することでコストを下げつつ、耐久性や運搬性に優れた新用途を開発する。



残存型枠



軟弱地盤対策資材