

第 70 回 応用森林学会大会
研究発表要旨集

令和元年 9 月 28 日 (土), 29 日 (日)

防長苑 (山口市)

応用森林学会
THE SOCIETY OF APPLIED FOREST SCIENCE

第 70 回 応用森林学会大会 開催要領

学 会 会 長：大住克博

大会実行委員長：大住克博

大会実行委員：山中典和，岩永史子，唐澤重考，小枝 登
永松 大，芳賀大地，村上 勝，山田隆信

会 場：防長苑

〒753-0077 山口県山口市熊野町 4-29

山口県市町村職員共済組合

主 催：応用森林学会

共 催：一般社団法人 日本森林学会

一般社団法人 日本森林技術協会

会 期：2019 年 9 月 28 日（土）総会，公開シンポジウム，懇親会
29 日（日）研究発表

参 加 費：当日大会参加費 2,500 円（学生は無料）

当日懇親会費 5,000 円（学生会員は 1,000 円）

後 援：山口県

大会事務局：〒680-8553 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101

鳥取大学農学部生命環境農学科森林経営学研究室内

第 69 回応用森林学会大会実行委員会

TEL&FAX：0857-31-5408

E-mail：office@applforsci.jp

日程表

	白鳳	孔雀	福寿
9月28日 (土)	13:00~14:00 総会		事務局
受付 12:00~	14:30~17:00 公開講演会		
17:30~19:30 懇親会 (防長苑内・会場未定)			
9月29日 (日)	研究発表 10:00~12:45	研究発表 10:00~13:00	事務局
受付 9:00~	保 護 (A1~A3)	林業技術 (B1~B2)	
	生 態 (A4~A6)	造 林 (B3~B6)	
	--- 休 憩 --- (11:30~11:45)	--- 休 憩 --- (11:30~11:45)	
	防 災 (A7)	造 林 (B7~B8)	
	利 用 (A8)	育 種 (B9~B11)	
	立 地 (A9)		
	経 営 (A10)		

会場案内

【新幹線・JR をご利用の方】

JR 新山口駅より車で約 20 分

JR 湯田温泉駅より徒歩約 20 分

【お車をご利用の方】

山陽自動車道・防府東 IC より約 25 分

中国自動車道・小郡 IC より約 15 分

【飛行機をご利用の方】

山口宇部空港より車で約 50 分



・詳細は、防長苑の HP (<http://www.bochoen.jp/06access/>) などをご確認ください。

研究発表に関する注意

研究発表の時間は、15分（発表12分、質疑3分）です。発表は液晶プロジェクターでお願いします。OHP、スライドは使用できません。なお、以下について留意して下さい。

- ・会場にはOSが「Windows 10」の「Microsoft PowerPoint 2016」がインストールされたPCを準備します。
- ・ファイルは、USBメモリーにより持参して下さい。
- ・PCへのデータ転送、操作確認等は、休憩前に発表の方は9:50までに、休憩後に発表の方は休憩中に、発表者各自が行って下さい。
- ・PCの操作は、発表者各自でお願いします。
- ・発表者は次の講演の座長を行って下さい。

第1会場（白鳳）

時刻	番号	部門	演題と発表者指名
10:00～10:15	A1	保護	ナラ枯れ被害防除実証試験地における3年目の試験報告 小野谷邦江・千葉のぞみ・杉本博之
10:15～10:30	A2	保護	被害終息前のナラ枯れ被害防除中止林分におけるナラ枯れの被害推移 杉本博之・宗野俊平
10:30～10:45	A3	保護	山口県において発生したヒノキならたけ病について 千葉のぞみ・渡邊雅治・小野谷邦江
10:45～11:00	A4	生態	四国におけるスズメバチ類の種構成と生息環境 佐藤重穂・佐山勝彦・滝久智・松本剛史
11:00～11:15	A5	生態	高知県鷹取山IBP試験区の1970年代と現在の林分構造比較の再検討 米田令仁・大谷達也・稲垣善之
11:15～11:30	A6	生態	カナダに生育するポプラの幹に発生する傷害組織からわかる成長のはやさの高さ方向の違い 高橋さやか・倉地奈保子・高橋絵里奈
11:30～11:45	休憩		
11:45～12:00	A7	防災	林野火災・マツ枯れや皆伐が高水位時の流出量に及ぼす影響 玉井幸治
12:00～12:15	A8	利用	鳥取県における林業専用道の災害発生状況とその特徴 矢部浩
12:15～12:30	A9	立地	ヒノキの繁殖器官の生産に間伐が及ぼす影響の評価手法 中西麻美・稲垣善之・深田英久・大澤直哉・柴田昌三
12:30～12:45	A10	経営	スギ・ヒノキ一斉林の直径分布の遷移について 田中邦宏・齋藤和彦・田中真哉・近口貞介・檜山真司

第2会場（孔雀）

時刻	番号	部門	演題と発表者指名
10:00～10:15	B1	林業技術	「岡山甘栗」の栽培化に関する研究 －動画を活用した栽培普及の試み－ 西山嘉寛
10:15～10:30	B2	林業技術	「岡山甘栗」の栽培化に関する研究 －粗収益性について－ 西山嘉寛
10:30～10:45	B3	造林	スギとヒノキにおける枝下幹面積と枝面積の関係 稲垣善之・中西麻美・米田令仁・北原文章 ・奥田史郎・谷川東子
10:45～11:00	B4	造林	滋賀県甲賀地域におけるコンテナ苗と裸苗の初期成長 中川宏治・須永哲明
11:00～11:15	B5	造林	スギ・ヒノキコンテナ苗の植栽後の初期成長と雪圧による倒伏－1年生苗と2年生苗の比較－ 陶山大志
11:15～11:30	B6	造林	センダン種子の林地への直播き試験 山西涼香・陶山大志・山中啓介
11:30～11:45	休憩		
11:45～12:00	B7	造林	センダンの春芽かき作業時間に与える要因 舟木 宏・山西涼香・山中啓介
12:00～12:15	B8	造林	低密度植栽における初期造林の現状と課題 －島根県内の4事業者への聞き取り調査－ 北村賢治・高橋絵里奈
12:15～12:30	B9	育種	近畿中国地方のヒノキ第二世代精英樹候補木の雄花着花特性－2調査時の比較－ 三浦真弘
12:30～12:45	B10	育種	コウヨウザンの細胞、組織培養に関する検討 荻田信二郎・天神義晴
12:45～13:00	B11	育種	自殖後代の雄花稔性による雄性不稔遺伝子ヘテロ保有精英樹の探索成果 河合慶恵・岩泉正和・河合貴之・篠崎夕子 ・三浦真弘・笹島芳信・久保田正裕

第 1 会場（白鳳）

保 護
生 態
防 災
利 用
立 地
経 営

A01

ナラ枯れ被害防除実証試験地における3年目の試験報告

○小野谷邦江（山口農林総セ）・千葉のぞみ（山口農林総セ）・杉本博之（山口岩国農林水）

全国各地で問題となっているナラ枯れについて、粘着被覆資材を利用した穿孔性害虫防除法（以下、逸出抑制法※1）を用い、農薬を使用せず立木のままカシナガを捕獲し、カシナガ生息密度を下げることでナラ枯れ被害の拡大を抑制する実証試験を2016年から行っている。今回、試験3年目となる2018年の試験結果について報告する。なお、本研究は林野庁の地方公共団体委託事業「森林害虫駆除事業」により実施している。

試験地は、山口県北東部（旧須佐町）にあり、2014年に飛び地的に被害が発生した約2haの天然林で、その中にコナラ313本が成立する。試験内容は、①粘着資材の設置位置の違いによるカシナガ逸出抑制効果への影響、②シート破損時における防除効果への影響、③シート破損状況の定期調査、④試験地の被害推移の4点である。①では、粘着資材の貼り付け位置により、地際部（以下「地際区」）、地際部及び地上高1m（以下「両区」）を設定し、逸出抑制率※2を調査した。②では、被覆シートに人為的に孔を開け（(6.5cm×7.5cm)×2箇所/本）、地際区・両区・被覆区（粘着資材不使用）の3区を設定し、逸出頭数を調査した。③では、施工期間中（5月～10月）の破損状況を定期的に確認した。④では、本試験地と県内の無防除の定点調査地の5年目の累積枯死率を比較した。

①の結果、地際区と両区は同等の高い逸出抑制率（97%以上）を示した。②の結果、地際区及び両区からの逸出頭数は被覆区の3割程度に抑えられ、地際区と両区とは同等の高い逸出抑制率（90%以上）を示した。①及び②の結果から、粘着資材は地際部のみの設置で、本法は十分に防除効果が発揮されることが分かった。③の結果、破損があったのは対象木中46%で、平均破損数は1.3個/本、破損原因の60%は虫、破損面積の73%が1.0cm²以下であった。本法では、施工が長期化するほど破損数は増えるため、発生消長に合わせた適期の施工がリスク低減となる。④の結果、前者は14.7%、後者が32.6%で、試験地は低い数値を示し、本法により枯死が抑制されていると考えている。

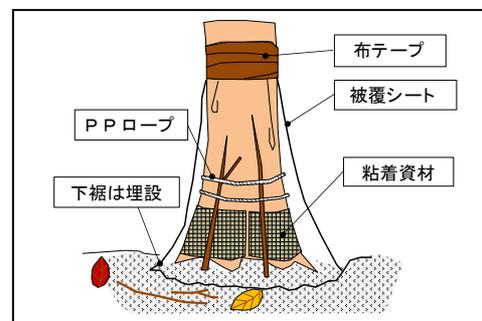


図 逸出抑制法イメージ

※1 特許第5722641号

※2 逸出抑制率(%) = 粘着資材捕獲数 / (捕虫器捕獲数 + 粘着資材捕獲数) * 100

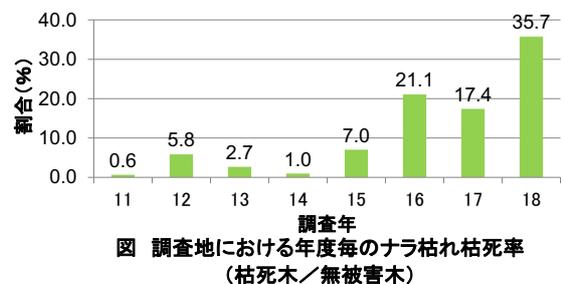
キーワード：ブナ科樹木萎凋病，粘着・被覆防除，カシノナガキクイムシ，コナラ

○杉本博之（山口県岩国農林水産事務所）・宗野俊平（山口県樹木医会）

ナラ枯れ被害は、カシノナガキクイムシ（以下、カシナガ）がブナ科樹木に穿孔し、その時に病原菌であるナラ菌が持ち込まれることによって発生する。樹木が枯死するか穿孔生存木（以下、穿孔木）となって生存するかは、木の状態等にもよるが、カシナガの穿孔密度に起因していると考えられ、枯死木を発生させないためには、木への穿孔密度を抑制する必要がある。そこで、粘着資材等を用いた物理的な方法で被害木からのカシナガの発生を抑制し、カシナガの林内密度を下げることで、穿孔密度を抑制できないか検討を行っている。本法では、一定の成果を得ているが、ナラ枯れ被害が終息するには、林分内のほとんどの被害対象木へカシナガが穿孔する必要があるため、本法を用いた場合、防除の継続年数の増大が問題となる。今回、防除の継続年数を検討するため、被害終息前に防除を中止した被害地林分において、その後のナラ枯れ被害推移を調査したので報告する。

調査地は 2011 年にナラ枯れ被害が飛び地的に発生した林齢 76 年生の天然林で、その林分にあるコナラ 177 本の内、1 本が枯死木、22 本が穿孔木であった。その林分の枯死被害を軽減するため、2012 年から 2016 年まで、フラスが発生している被害木の穿孔部分（根元から最大約 1.8m）にカシナガの脱出を防止するための物理的な方法を試した。また、5 月から 10 月まで、5 または 10 基の粘着性スクリーントラップ（30×100 cm：以下、ST）を設置し、林内のカシナガ成虫の密度を計測した。2017 年からは何もせずに放置した。

2016 年(防除終了時)、2017 年、2018 年の累積枯死率は、14.7%、16.9%、19.8%、累積穿孔木率は、60.5%、66.7%、68.9%、累積無被害木率は 21.5%、13.0%、7.9%であった。枯死木の内、2015 年から年越し枯れが毎年、発生した。年越し枯れを除く、単年の枯死率は、2016 年から高くなった（図）。これは周辺林分で被害が拡大しており、ST でも 2016 年が最も多く捕獲されており、周辺林分からの飛込が影響していると示唆された。防除中止後は、単年枯死率が高く、無被害木が多くあればさらに枯死率が高くなっていった可能性があるかと推察された。防除は、周辺部からの影響を受ける前に終息林分になるようにすることが必要であると考えられた。



キーワード：ブナ科樹木萎凋病、カシノナガキクイムシ、コナラ、防除期間、物理的防除

A03

山口県において発生したヒノキならたけ病について

○千葉のぞみ・渡邊雅治・小野谷邦江（山口農林総セ）

ならたけ病は、ナラタケ (*Armillariella mellea*) によって根および根株が侵され、木全体が萎れて枯死する病気である。ならたけ病の特徴は、幹の地際部や太根の樹皮を剥ぐと白色のキノコ臭のする菌糸膜が見られること、発病根表面には褐色あるいは黒褐色の根状菌糸束が付着すること、子実体が発生することが挙げられる。

主な感染方法は、罹病木の根との直接接触による感染、土壤中に伸ばした根状菌糸束による感染、胞子による感染という3つの方法が挙げられる（森をまもる，太田祐子，2002）が、ヒノキ造林地における主な感染方法は、広葉樹の伐根で繁殖していた病原菌が第一次伝染源となり、ヒノキ造林木に感染、その後、発病したヒノキと周囲のヒノキの根が直接接触することで感染が広がっていくと考えられている。

平成31年3月、山口県内7年生ヒノキ林において4年前から発生している集団枯損について原因を調査してほしいと依頼があり現地確認を行った。被害地は、広葉樹を伐採後に植林されており、広葉樹の根株が残存していること、枯死木の太根の樹皮を削ったところキノコ臭のする白色の菌糸膜が見られたこと、枯死木に古い子実体が確認されたこと等からならたけ病が原因であると考えられた。

被害発生地をドローンで撮影し、被害実態について調査を行ったので報告する。

○被害地は、標高190～200mの南西向きの斜面上部であり、土壌型はBDdである。

○被害は、数年に渡り群状に拡大している。



図 被害地（一部）の枯死推移

キーワード：ヒノキ，ならたけ病，ドローン撮影

A04

四国におけるスズメバチ類の種構成と生息環境

○佐藤重穂（森林総研・四国）・佐山勝彦（森林総研・北海道）・
滝久智（森林総研）・松本剛史（森林総研）

スズメバチ類は森林生態系において捕食者として機能し、生態系サービスのうち、害虫の個体数の抑制サービスに寄与していると考えられる。一方、スズメバチ類は人間に対する刺傷害も引き起こし、死亡事故の原因となるため、負の生態系サービスをもたらす。日本国内では例年、20人前後のハチ刺されによる死亡者が発生しており、死亡に至らない刺傷被害も下刈り作業をはじめとする林業従事者に発生している。下刈りは若齢造林地において、造林木と光を巡って競合する雑草木を排除するために行われる施業であるが、近年、国内では1960–1980年代の拡大造林時代に植栽された針葉樹人工林が主伐期を迎え、皆伐が進められるとともに、伐採跡地に再造林が行われ、若齢造林地面積が増加しつつあり、森林作業におけるハチ刺され事故の増加が懸念される。ハチ刺され事故を防ぐためには、地域ごとにどのような種類のスズメバチが生息しているかを把握するとともに、それぞれの種類が利用している環境について理解する必要がある。そこで、四国地域において、スズメバチの種構成の調査を行い、環境要因との関係を検討した。

2013年9月上旬、香川県、愛媛県、高知県の合計13地点にスズメバチ類を捕獲するための誘引トラップを各1器設置して、1ヶ月後に回収した。トラップ設置地点の環境を空中写真から針葉樹林、広葉樹林、草原、農地、荒地、宅地、水域に区分して、その構成割合を記録した。13地点の合計で、四国地域に分布する9種のスズメバチ類のうち、7種480個体が捕獲された。地点ごとに捕獲されたスズメバチ類の種数は、標高、森林割合、農地割合などの環境要因との関係はみられなかった。しかし、スズメバチ類の合計個体数は標高および森林割合と正の相関があり、重回帰分析の結果、この二つの要因はいずれも個体数と有意な関係がみられた。13地点の合計で40個体以上が捕獲された5種について、種類ごとの個体数と環境要因との関係を検討すると、キイロスズメバチとシダクロスズメバチはいずれも標高および森林割合と有意な正の相関がみられた。これらの結果、環境要因がスズメバチ類の個体数へ与える効果は種によって異なるものと考えられた。

キーワード：スズメバチ，生態系サービス，種構成，生息環境，誘引トラップ

○米田令仁・大谷達也・稲垣善之（森林総研四国）

1960 年代半ばから 1970 年代初頭にかけて国際生物学事業計画（IBP）のもと、高知県高岡郡梶原町の下鷹取山国有林内のモミ林で生産量調査が行われた。当時 30m×40m の調査区が設定され、毎木調査とリター調査が実施された。調査終了の 1971 年 12 月に計 20 本の樹木が伐倒され、林分レベルの現存量と生産量が推定された。現存量調査による伐採によって大きく攪乱されたモミ林の回復過程を明らかにするために、2016 年に IBP の報告書等を参考にして当時の調査箇所を特定し、30m×40m の調査区を復元し毎木調査を行った。これまでに IBP 時と現在で林分構造や現存量の比較を行ってきたものの、IBP 時の生データが確認できなかったことから報告書に記載された数値やグラフから推定された数値を用いて推定するなど精度が落ちるものであった。また、報告書では調査対象となった樹木サイズも不明であった。しかし、IBP 現地調査を行った林業試験場四国支場（現在の森林総合研究所四国支所）の安藤貴氏らの野帳が発見され、当時の生データを確認できた。本研究では IBP 調査の生データを用いてこれまでに報告した値を修正しこれまでに報告してきた内容が事実と異なっていたか確認するとともにモミの更新に関して再考する。1971 年の生データを確認した結果、現存量調査前はモミが 32 本、落葉広葉樹が 8 本、常緑広葉樹が 191 本の計 231 本出現していた。IBP 報告書に記載された立木密度を用いて 30m×40m とされた調査区面積を逆算すると 1121m² となった。このことから、当時の調査区は斜距離で設定されており、復元した調査区は水平距離で設定したため当時より広いと考えられた。また、IBP の報告書では DBH が 4.5cm 以上の樹木のみ記述されていたことから、2016 年の調査結果の解析では DBH4.5cm 以上を対象にしていたが、1971 年の生データと報告書を確認したところ、報告書に示された数値は DBH4cm 以上の樹木を対象としていることがわかった。このことから 2016 年の調査結果も DBH4cm 以上の樹木で確認すると、出現本数は 34 本増加し計 298 本となったが、追加された個体にモミは確認されなかった。立木密度は 2483 本/ha となり、2016 年の調査後に示した立木密度 2200 本/ha から大きく増加した。また 2016 年に出現した樹種は落葉広葉樹で 2 種、常緑広葉樹で 1 種追加され、計 35 種となり、1971 年の現存量調査前の 21 種から大幅に樹種数が増えていた。これらのことから IBP の生データの確認によって 2016 年の立木密度と種数について過小評価を訂正することができた。また、今回のデータの見直しでモミの本数に変化はないことから、これまでの報告と同様に本調査区ではモミの更新が進んでいないことが確認された。

キーワード：国際生物学事業計画、モミ林、種数、立木密度

A06

カナダに生育するポプラの幹に発生する傷害組織からわかる成長のはや さの高さ方向の違い

○高橋さやか（島根大・生物資源）・倉地奈保子（平岡森林研）
高橋絵里奈（島根大・農生命科学系）

樹木は様々な外的環境によって傷害を受けることが知られている。カナダの北方林に生育するポプラの年輪において、遅霜による傷害組織が観察できた。本研究では、その発生パターンから、幹の上部と基部における成長の違いを明らかにした。2007年にカナダ北西準州南部のウッドバッファロー国立公園北部（60°N, 112°W）において、ポプラの一種である quaking aspen (*Populus tremuloides*) 1 個体（樹高 5.05m、胸高直径 3.1cm、25 年生）を採取し、地際から梢端まで 20cm 毎の高さで幹の年輪解析を行った。各高さにおいて 30 μ m の小口面切片を作成し、染色・脱水後、光学顕微鏡で東西南北各方向の年輪を観察し、写真を撮影した。広範囲に強度の傷害組織が発生していた 1993, 1998, 2003 年の年輪において、Photoshop CC (Adobe)を用いて年輪幅、および年輪界から傷害組織までの距離を計測した。解析の結果、幹の上部では基部より、年輪界から傷害組織までの距離が長くなった。この距離が明らかに長くなる点は、2003, 1998, 1993 年の順に、高さ 260, 220, 120 cm となり、年を経る毎に高くなった。傷害組織から次の年輪界までの距離においても、幹の上部では基部より長くなった。この距離が明らかに長くなる点は、2003, 1998, 1993 年の順に、高さ 260, 180, 20 cm となり、年を経る毎に高くなった。このことから以下の 2 つの可能性が考えられる。一つ目は、幹の上部は基部よりも肥大成長が速く、一定の期間において上部の方が形成される木部細胞数が多くなったというものである。もう一つは、幹の上部は基部よりも肥大成長開始時期が早く、傷害組織が形成された時点で上部の方が基部よりも多くの木部細胞を形成していたというものである。散孔材樹種の春先の木部形成は、枝先から始まり、幹の基部へとゆっくり伝わっていくことが知られている (Ladefoged 1952; Takahashi 2013, 2016)。ポプラは散孔材樹種であるので、後者の可能性が高いと判断できる。さらに傷害組織形成後の年輪幅が広がったことから、秋口の肥大成長終了時期については、幹の上部の方が基部よりも遅い可能性が示唆された。以上の結果と考察から、天然のマーキング法として遅霜による傷害組織の形成を用いることが可能であり、幹の肥大成長パターンを解析することが可能であるといえる。

この研究は京都大学の故大澤晃教授のご指導により進められたものであり、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

キーワード：カナダ北方林、散孔材樹種、幹の肥大成長パターン、傷害組織、木部形成

A07

林野火災・マツ枯れや皆伐が高水位時の流出量に及ぼす影響

玉井幸治（森林総合研究所・森林防災研究領域）

寡雨乾燥気候に位置する岡山市の竜ノ口山森林理水試験地と、温暖多雨気候に位置する宮崎市去川森林理水試験地を対象に、林野火災、マツ枯れ、皆伐が高水位時の流出量に及ぼす影響を解析した。その結果、林野火災、マツ枯れ、皆伐による降水時の流出量の増加は認められなかった。Hy-Cy モデルを用いた既往の研究による結果に基づいて森林土壌による流出遅延効果と植生による蒸発散効果を考察した。その結果、本研究で対象とした林野火災、マツ枯れ、皆伐では森林土壌による流出遅延効果が損なわれなかったために、林野火災、マツ枯れ、皆伐による高水位時の流出量に増加が認められなかったとの結論に達した。斜面崩壊や流亡により森林土壌が損なわれた状態になったときには、森林の洪水防止機能も悪化が予測される。森林土壌を保全することが、森林の洪水防止機能を保つためには重要である。

キーワード：寡雨乾燥気候、温暖多雨気候、年最大日流出量、スギ・ヒノキ林、落葉広葉樹林

A08

○矢部浩（鳥取県林試）

鳥取県では平成26年5月に「とっとり森と緑の産業ビジョン」を策定し、年間の素材生産量を38万 m^3 とすることを目標に掲げている。素材生産の伸びに伴い、生産の基盤となる森林路網の開設延長も順調に推移している。特に幹線となる林業専用道は年間23km前後のハイペースで開設が進んでいる。一方で、近年の気候変動に伴う局地的豪雨等により、森林路網の損壊が生じている。今後も開設が見込まれる林業専用道での災害を未然に防止するため、林業専用道の災害発生状況を調査したので概要を報告する。

調査は平成24年度から平成29年度までに開設された林業専用道で行い、車両の通行が困難と考えられる規模の災害を調査対象とした。調査方法は、現地調査により携帯GPS端末で災害発生箇所の位置情報を取得するとともに、災害発生状況と地形の特徴等を記録した。取得した位置情報を基に、現地調査では確認できなかった地質や地すべり地形などの地理情報をGISにより確認・照合した。

林業専用道における災害の多くは、開設後1年以内に発生していた。災害発生箇所の46%は切取り法面、44%は盛土法面であった。災害は、斜面勾配が30度以上の急傾斜地で、0次谷、地すべり地形、断層地形といった危険地形が重複している箇所で発生しており、そのほとんどは手で砕ける程度まで岩盤の風化が進んでいた。

切取り法面で発生した災害の86%は、法高が4m以上の箇所で生じており、風化の進んだ脆い岩質の箇所を高い位置まで切削したことにより法面の不安定化が進み崩壊したと考えられた。

盛土で発生した災害の78%で、急傾斜地や危険地形など局所的に通過が困難な場所において、立ち木に丸太を横木としてかけたものや枝葉などの集積物の上から盛土を構築するなどの不適切な施工がみられた。これらの施工は、転圧も不十分で時間の経過と共に沈下・変形し、崩壊に至ったものと考えられた。また、横断排水工の未設置、管理不良による機能不全から路面水が集中し災害に至った箇所は85%であった。

このような災害を避けるためには、計画段階で危険地形を事前に把握し、避けるルート設計が重要である。

キーワード：林業専用道，災害，危険地形

A09

ヒノキの繁殖器官の生産に間伐が及ぼす影響の評価手法

○中西麻美（京大・フィールド研）・稲垣善之（森林総研・四国）
深田英久（高知県）・大澤直哉・柴田昌三（京大・農）

ヒノキの繁殖特性を知ることは、近年、花粉症対策において特に重要である。ヒノキやスギの雄花生産は間伐すると個体あたりの生産量が増加するため面積あたりの生産量の変化は明確でない。スギでは間伐が強度であるほど個体あたりの生産量が増大した報告がある。個体あたりの生産量は林齢や個体サイズの影響を受けることが予想されるため、これらの影響を排除できる評価が必要と考えられる。本研究では、間伐影響の評価方法について検討するため、気象条件と土壌条件が異なる京都と高知の強度間伐を実施した林分において調査を実施し、ヒノキの繁殖器官の生産量を面積あたりと葉生産量あたりで評価し、比較した。

調査地は京都市北区のヒノキ二次林と高知県津野町のヒノキ人工林とした。京都では同一斜面上の上部、中部、下部の3林分（124～200m）に、無間伐の対照区と数個体の保残木以外を全て伐採する間伐区を設定した。高知では、旧宮の1林分（標高710m）と天狗の2林分（標高1150mおよび1250m）に無間伐の対照区と本数間伐率約50%の間伐区を設定した。天狗の1林分では対照区、間伐区の本数間伐率をそれぞれ25%、75%とした。京都では2000年、高知では2002年に間伐を実施した。雄花は2005年4月～2007年9月、落葉と種子は2005年7月～2008年6月、に採取した3年間の試料を解析に用いた。落下雄花は2.2倍した値を花粉を含む雄花重量とした。葉生産量は無間伐区では落葉量とした。間伐区では落葉量に葉量増加速度を加えた値を葉生産量とした。京都では2001年7月～2014年6月の落葉量から算出した間伐区の落葉量増加速度と、対照区の葉の回転率から間伐区の葉量増加速度を推定した。高知では既知の葉量増加速度を用いた。

葉生産量は両地域で対照区よりも間伐区で小さく、高知で京都よりも大きかった。面積あたりの雄花および種子の生産量は間伐と地域による差異は認められなかった。一方、葉生産量あたりの雄花および種子生産量は間伐と地域の交互作用に有意な影響が認められた。葉生産量あたりで見ると、間伐区の雄花および種子生産量は京都で高知よりも増加割合が大きかった。京都の林分は高知の林分より貧栄養であり、間伐後に土壌養分条件が良好になったことで花芽の生産が促進されたと考えられる。また京都の林分の方が年平均気温が高く、降水量が少ないことから、気象条件も林分の応答に影響していることが推察される。葉生産量あたりによる評価によって間伐後の応答を林分ごとに評価できると考えられた。

キーワード：強度間伐，ヒノキ，葉生産量，雄花生産，

A10

スギ・ヒノキ一斉林の直径分布の遷移について

○田中邦宏・齋藤和彦・田中真哉・近口貞介・檜山真司

(森林総研関西)

直径分布は径級別丸太本数に結びつく情報であり、林業上重要である。一方、成長と間伐による過去および現在に関する情報を持っているという点でも重要な指標である。そこで、直径分布の遷移について固定試験地のデータを用いて検討した。

様々な形態の直径分布を表すことのできる関数の 1 つに、ワイブル分布が挙げられる。x を胸高直径、b、c をパラメータとすれば、ワイブル分布は、以下の式で表される。

$$f(x) = (c/b) (x/b)^{c-1} e^{-(x/b)^c}$$

パラメータ c の値により、分布型は次のような形を取る。c<1 の場合は逆 J 字型曲線、c=1 で指数分布、1<c<3.6 で分布が左側に偏り、c=3.6 で正規分布、c>3.6 で右側に偏った分布型をとる (阿部 1982)。このように、ワイブル分布のパラメータ c を用いることで直径分布の形状を定量的に評価することができる。

奈良県高取山に所在するスギおよびヒノキ一斉林の固定試験地での継続調査データを用いてワイブル分布を当てはめ、直径分布の遷移について検討した。スギ林分では 15 年生から 89 年生まで、ヒノキ林分では 38 年生から 112 年生まで、およそ 5 年間隔で毎木調査を繰り返してきた。

まず、両林分において $1 < c < 3.6$ と直径分布が左に偏る原因としては、下層間伐の実施が考えられる。パラメータ c はスギ林分の 20 年生では 2.5、30 年生、40 年生で間伐の影響により大きく減少したのち漸減し、89 年生時には 1.75 まで減少した。一方ヒノキ林分では、38 年生時に 3.6 から間伐により 2.75 に減少し、その後は横ばい傾向で 49 年生以降、2.8 前後で遷移した。このことからスギ林分はヒノキ林分に比べ、左に偏った分布であったことが分かる (図)。この原因として、スギ林分ではより大きな個体が存在したこと、また、その成長がフィードバック的に直径分布の最大値を大きくしたことが考えられる。一方、ヒノキ林分においては大径木が存在しないため、直径分布の最大値が大きくならなかったものと考えられる。

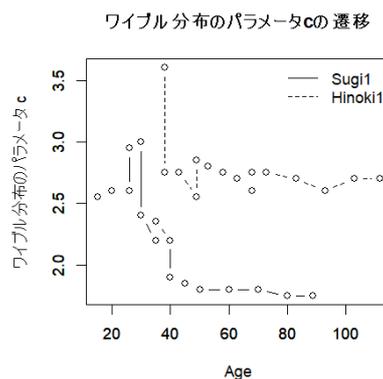


図 ワイブル分布のパラメータ c の遷移

キーワード：スギ林、ヒノキ林、一斉林、直径分布、ワイブル分布

第2会场（孔雀）

林業技術
造 林
育 種

B01

「岡山甘栗」の栽培化に関する研究

－動画を活用した栽培普及の試み－

西山嘉寛（岡山県森林研）

当研究所では、甘みが強く、渋皮離れがよい中国栗を入手し、これを播種し、この中から有望個体を選抜し、2007年2月9日に品種登録の出願を行い、2008年3月13日、品種登録された。2010年12月には、当該苗木が初出荷され、現在、勝英地域（岡山県北東部）を中心に、耕作放棄地対策も含め、産地化が進められているところである。クリ栽培技術の普及・定着を図るに当り、新規栽培者が多いこともあり、従来の栽培講習会に加え、新たな手法として、栽培技術に関する動画を作成してこれを県HPにアップすることとした。

作成した動画数は、栽培分野別に大別すると、①接ぎ木（6本）②せん定（2本）③収穫（3本）④害虫防除（1本）の4種類、計12本である。動画配信開始は2014年4月から、最新のもので2017年4月である。当該動画の特徴として、担当自らが実演し、重要なポイントには、字幕で説明を加えている点である。動画の普及効果については、動画再生回数（以下 アクセス数）及び問い合わせを参考にして検証を行った。

動画配信開始後約4年間（2018年5月時点）で、アクセス数は累計16万回以上となった。この数値は、他機関（個人）が作成した関連動画と比べても、その平均を上回っていた。アクセス数の内訳は、「接ぎ木」が9万回台と全体の58%を占め、特に関心の高さが実証された。「せん定」については、3年生樹と成木の2種類の場合を紹介し、アクセス数は「接ぎ木」と同様、年々、堅調に推移していた。「収穫」は、国内初導入の収穫機器等を紹介し、アクセス数は当初1年間顕著でしたが、以後、漸減傾向にある。「害虫防除（カミキリ）」は、年々、アクセス数が増加傾向にあった。次に、他機関等からの問い合わせ状況は、これまで全国（北海道～鹿児島県）、加えて韓国企業からも寄せられた。当該動画を参考に行っているといった意見のほか、栽培方法の疑問、当該栗を栽培したい、上記収穫機器を購入したい旨（他の作物の収穫用として購入を検討したい）の問い合わせも複数あった。動画（接ぎ木、せん定等）のアクセス数が、毎年、一定数増加している理由として、①紙ベースの資料では理解しにくい点が解消 ②機会あるごとに作業確認可能 ③安心して視聴できる（公的機関作成）等が推察される。動画（接ぎ木）の普及効果として、現在、岡山県北部を中心に、生産者自ら、播種または稚樹を移植し、これに接木する事例が増えている。

キーワード：岡山甘栗，中国栗，動画，県HP，ユーチューブ

B02

「岡山甘栗」の栽培化に関する研究

－粗収益性について－

西山嘉寛（岡山県森林研）

当研究所では、甘みが強く、渋皮離れがよい中国栗を入手し、これを播種し、この中から有望個体を選抜し、2007年2月9日に品種登録の出願を行い、2008年3月13日、品種登録された。2010年12月には、当該苗木が初出荷され、現在、勝英地域（岡山県北東部）を中心に、耕作放棄地対策も含め、産地化が進められているところである。2018年度末時点において、「岡山甘栗栽培マニュアル」（初版）を作成したところであるが、今後、同改訂版を作成する中で、クリ経営指標として、粗収益性等についても盛り込むこととしており、今回、この試算を行ったので報告する。

樹齢別クリ収量について、2018年度まで当研究所内栽培実証園で得られた樹齢14年生までの収量データを用いた。クリの販売単価は、2018年度のJA買取価格、県内企業及び個人業者買取価格を参考とした。クリ健全率は2018年度勝英管内生産者及び当森林研究所実証園データの平均値を用いた。また、日本栗について比較検討するため、同栗について、過去に当研究所内栽培実証展示園で得られた樹齢別収量データ及びクリ健全率データ（西山 2000）、東京卸売市場単価（2016～2017）を用いた。なお、成立本数（植栽密度）は、岡山甘栗・日本栗ともに、樹齢10年生までは40本/10a、樹齢11～14年生については20本/10aとした。さらに、岡山甘栗が水田等の耕作放棄地で栽培されている事例があるため、水稻や黒大豆について2015年度岡山県農業経営指導指標を用い、今回の岡山甘栗と比較検証した。

クリ粗収入を試算すると、岡山甘栗では、樹齢4～5年生（幼齢木）で6～8万円台/10aであったのに対し、樹齢6～10年生（若木）、樹齢11～14年生（成木）では、それぞれ15～20万円台/10a、11～15万円台/10aで推移しており、若木段階で最も粗収入が多く、成木段階では成立本数が半減する影響で、粗収入は低下傾向にあった。日本栗の場合では、樹齢4～5年生で粗収入は9万円/10aであったのに対し、樹齢6～10年生、11～14年生では、それぞれ19万円台/10a、14万円台/10aと推定されたが、岡山甘栗との比較では、各生育ステージで同レベルか、それ以上と試算された。水稻及び黒大豆の粗収入はそれぞれ10万円台/10a、14万円台/10aと試算されているが、これを岡山甘栗と比較すると、若木段階以降、水稻を上回り、黒大豆と同レベルか、それ以上となった。

キーワード：岡山甘栗、中国栗、樹齢別収量、クリ健全率、粗収益性

B03

スギとヒノキにおける枝下幹面積と枝面積の関係

○稲垣善之（森林総研・四国）・中西麻美（京都大・フィールド研）・
米田令仁（森林総研・四国）・北原文章・奥田史郎（森林総研）・
谷川東子（名古屋）

スギ、ヒノキの個体では、葉重量と枝下幹面積に比例関係が認められる。この性質は、樹形のパイプモデル理論を支持する。また、枝下幹面積は、樹高、枝下高、胸高直径から精度よく推定できることがヒノキで明らかにされている。これらの知見を総合して簡便な葉量の推定手法が提案されている。一方、パイプモデル理論から、枝下幹面積と樹冠の枝の基部面積の合計は等しくなることが予想される。しかし、これらの関係を明らかにした事例は少ない。本研究では、京都府と高知県において、スギ、ヒノキ個体について1) 枝下幹面積の推定式の有効性、2) 枝下幹面積と枝面積の関係を明らかにした。

京都市の森林総合研究所関西支所構内（スギ2個体、ヒノキ3個体）、京都市の京都大学上賀茂研究林（ヒノキ4個体）、宇治市の京都大阪森林管理事務所国有林（スギ3個体）、高知市の森林総合研究所四国支所構内（スギ2個体）、四万十町の四万十森林管理署国有林（スギ5個体）におけるスギ、ヒノキ個体を対象とした。京都では台風によって倒れた個体、高知では伐採した個体を対象とした。2018年10月から2019年2月に、倒木の樹冠長、枝の基部直径を計測した。

枝下幹面積(A_B)は樹高(H)、枝下高 (H_B)、胸高幹面積 ($A_{1.3}$) を用いて次の式で推定できる。

$$\ln(A_B) = a \ln[A_{1.3} (H - H_B) / (H - 1.3)] + b$$

本研究の結果と既存データを用いて、スギとヒノキについて係数を求めたところ、 a と b はそれぞれ、1、0からの有意差は認められなかった。よって枝下幹面積は次の式で推定できた。

$$A_B = A_{1.3} (H - H_B) / (H - 1.3)$$

枝下幹面積に対する枝面積の合計の比は、スギで 1.14 (0.48~2.00)、ヒノキで 1.47 (1.04~2.29) であった。サイズの大きい個体でこの比が大きい傾向が認められた。したがって、枝下幹面積と枝面積には比例関係は認められなかった。しかし、本研究では対象とした個体数が少ないため、今後さらに多くの個体についてこれらの関係を明らかにすることが必要である。

キーワード：スギ、ヒノキ、パイプモデル、枝下幹面積、枝面積

B04

滋賀県甲賀地域におけるコンテナ苗と裸苗の初期成長

◦中川宏治（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）

須永哲明（滋賀県西部・南部森林整備事務所）

近年、マルチキャビティコンテナ苗(以下、コンテナ苗)が開発され、特に伐採と造林の一貫作業システムの導入で活用が期待されている。滋賀県においても、コンテナ苗の生産および植栽が推進されていることから、当センターでは、植栽されたコンテナ苗の初期成長の調査を行っている。今回は、滋賀県甲賀市の多羅尾調査地における調査結果について報告する。

多羅尾調査地の前生林分はアカマツ、ナラ類等が優占する二次林であり、2017年6月に伐採された。2018年2月から3月にかけて、標高約560mの北東向き斜面にスギおよびヒノキ苗を3,000本/haの密度で植栽した。なお、両樹種ともコンテナ苗は2年生、裸苗は3年生とし、苗種ごとに斜面位置と植栽本数が同じになるように調査プロットを設定した。

植栽時の樹高は、スギではコンテナ苗と裸苗が同程度で、ヒノキではコンテナ苗が裸苗よりも低かった。地際直径は、両樹種ともコンテナ苗が裸苗よりも小さかった。その結果、樹高と地際直径の比率である形状比は、両樹種ともコンテナ苗が裸苗を大きく上回った。

2018年9月までの伸長成長量は、スギはコンテナ苗が裸苗を下回り、ヒノキでは両苗種で同程度であった。また、肥大成長量はスギでは両苗種で同程度であったが、ヒノキではコンテナ苗が裸苗を上回った。その後、2019年7月までの伸長成長量は、前年9月までのそれと同様の傾向が認められ、肥大成長量はスギでは両苗種で同程度であったが、ヒノキではコンテナ苗が裸苗を下回った。このように、両期間を通じて、コンテナ苗と裸苗の成長量は両樹種で異なる傾向を示したが、形状比は両樹種とも各苗種間の差が小さくなった。このことは、コンテナ苗が初期成長の段階では伸長成長より肥大成長を優先させていることを表しており、先行研究と同様の結果を示している。

この間、2018年4月から5月にかけてスギで寒害によると思われる針葉の赤変が発生し、その発生率は裸苗でコンテナ苗よりも多かった。また、2019年1月から3月にかけてスギとヒノキの両苗種でニホンジカによる食害が発生したが、その被害率は両苗種で同程度であった。現在の生残率は各苗種とも90%以上を維持している。全体的にはこれらの被害は小さかったといえるが、一部には成長に影響が認められたものもあり、発表ではこの点についても報告する。

キーワード：スギ，ヒノキ，コンテナ苗，形状比，獣害，寒害

B05

スギ・ヒノキコンテナ苗の植栽後の初期成長と雪圧による倒伏

－1年生苗と2年生苗の比較－

○陶山大志（島根中山間地域研セ）

実生のコンテナ苗の生産方式は大きく分けて二つあり、①苗畑で育成した1年生幼苗を翌年の春にキャビティへ移植して1成長期で育成する「2年生苗」（以下、2年生）と、②キャビティに直播きして、あるいは育苗箱などで発芽した芽生えをキャビティに移植して、発芽後概ね1成長期で育成する「1年生苗」（以下、1年生）がある。本邦では2年生が当初から普及したが、近年は1年生の生産も増加する傾向にある。これまで、コンテナ苗と裸根苗の植栽後の成長比較等の試験が行われてきたが、供試されたコンテナ苗の齢は明記されていないものの2年生と推定される。また、育苗期間の短い1年生が植栽後に良好な成長を示すかについて不安視されることもある。このため、1年生と2年生の植栽後の成長の特性について比較しておくことは意義がある。そこで、本研究では1年生と2年生の育苗方法を詳細に記録した上で、両者について植栽試験を行った。また、植栽は多雪地で行ったことから、雪圧による倒伏等の雪害についても調査し、両者での被害の差について比較した。

2018年11月27日、島根県飯南町内国有林のスギ伐採跡地（標高520m）において、スギ、ヒノキそれぞれについて1年生、2年生、裸根苗を各100本植栽した。翌年4月10日、7月2日に樹高・根元直径を計測し、7月2日には活着率と雪害について計測した。雪害の被害はつぎのタイプ、すなわち「主軸折れ」、「倒伏」、「根鉢抜け」に分類された。「倒伏」については、雪起こしなしでは幹の直立が不可能と判断された個体のみ計上した。

その結果、活着率はスギでは1年生100%≧2年生99%>裸根苗78%で、ヒノキでは1年生100%≧2年生98%>裸根苗80%でコンテナ苗の活着率が高かった。4月10日での樹高、根元直径は概ね2年生>裸根苗>1年生であった。調査期間中の成長はスギでは1年生と2年生には差は認められなかったが、ヒノキでは1年生が2年生より優れていた。ヒノキ1年生の樹高は平均15cmと大幅に伸長し、最大の個体では27cm伸長した。雪害についてはスギ、ヒノキともに2年生で被害本数の割合が多く、スギ2年生では約3割に達し、「倒伏」がこのうちの大半を占めた。

今回の調査期間の範囲では、植栽後の成長については「1年生苗」は「2年生苗」と同等かそれ以上であり、また雪害については「1年生苗」のほうが被害を受けにくい可能性がある。

キーワード：植栽試験，育苗，裸根苗，活着率，主軸折れ，根鉢抜け

B06

センダン種子の林地への直播き試験

○山西涼香・陶山大志・山中啓介（島根県中山間地域研究センター）

近年、収穫までの期間が短い早生樹としてセンダンが注目されている。センダンは発芽後の成長が早く、苗畑で育苗した場合、当年の秋には樹高 1m 以上に成長することもある。このことから、林地に直播きすることができれば植栽作業を省くことができると考えられる。しかし、センダン種子を林地に直播した報告は少ない。そこで、本研究では島根県内の 2 か所にセンダン種子を直播し、センダンの直播きの可能性について検討した。

2018 年 11 月 29 日、島根県邑南町伏谷(以下、「伏谷」)と島根県飯南町上来島(以下、「上来島」)の林地に 1×1m のプロットを 6 区設置し、うち 3 区は雑草木を除去した植生除去区(以下、「除去区」)とした。そして、試験直前に島根県内で採取した核をプロット毎に 30 粒取り播きした。播種後、概ね 7 日間隔で発生の状況、死亡要因および樹高を計測した。除去区の雑草木は調査時に随時取り除いた。核から稚樹が 1 本以上発生したことを核からの発芽と定義し、発芽が認められた核の数を播種数から除した値を発芽率とした。8 月 19 日時点で、いずれの試験地も対照区の植生は処理区によって異なっていたが、競合植物にはササ類、キイチゴ類、コナラ、ヌルデ、つる性植物などが観察された。そして、対照区の地表面は伏谷試験地で 90%、上来島試験地で 70%程度が競合植物に覆われていた。

5 月下旬から稚樹が発生し、8 月 19 日時点の平均累積発芽率は伏谷試験地で除草区 80%、対照区 73%、上来島試験地で除去区 73%、対照区 68%となった。処理区によって 4～24%の発生個体が死亡した。主な死亡要因は虫害や風雨による物理害であった。平均樹高は伏谷試験地で除去区 17.7cm±8.68(標準偏差)、対照区 10.7cm±4.54、上来島試験地で除去区 8.5cm±3.50、対照区 9.1cm±2.61 となった。伏谷試験地では樹高に有意な差が認められた(U 検定 $p<0.001$)。また、いずれの試験地でも除去区の地際直径は対照区と比較して大きいことが観察された。これは、競合植生によって植生の密度が高くなることに起因すると推測された。

本試験ではいずれの試験地も雑草木の有無によって発生に差が見られず、その後の生存率も 76～96%と高かった。このため、稚樹の発生や生存に関しては直播き 1 年目で常に雑草木が無い状態を維持する必要性は低いと考えられた。しかし、成長については競合植生の有無が肥大成長を抑制することがあるので、確実な定着のためには雑草木を除去する方が良いと考えられる。

キーワード：センダン，早生樹，直播，除草

B07

センダンの春芽かき作業時間に与える要因

○舟木宏・山西涼香・山中啓介（島根県中山間地域研究センター）

近年、経営サイクルの短期化が期待されるセンダンなどの早生樹が注目されている。センダンは通直な材を生産するために芽かき作業が必須とされているが、作業コストに直結する芽かき作業時間についての報告は少ない。そこで、本研究では島根県内3カ所で春芽かき作業についてビデオ解析法によって作業時間とこれに与える要因を調査した。

2019年5月、島根県益田市および安来市のセンダン植栽試験地で植栽当年の春芽かきの作業時間を調査した。試験地の傾斜はそれぞれ2°、32°で、作業はいずれも芽かき作業未経験の森林組合作業員が実施した。また、2019年5月、邑智郡川本町のセンダン植栽試験地での芽かき作業における樹高と作業時間との関係を解析した。そして、同一の川本試験地において、2018年5月および2019年5月にそれぞれ植栽から2、3年目の春芽かきの作業時間を調査した。作業は脚立を使用せず、斜面上部から植栽木の先端部を手元に曲げて引き寄せる方法で実施した。作業は側芽切除、癒合剤塗布、移動に区分して時間を測定した。

傾斜32°の100本当たりの側芽切除、癒合剤塗布、移動の各所要時間はそれぞれ54分、56分、29分で、傾斜2°の約1.2倍、約1.2倍、約1.8倍であった。傾斜は移動時間に与える影響が最も大きく、側芽切除時間と癒合剤塗布時間に与える影響は相対的に小さいと考えられた。

樹高と芽かき作業時間との関係については、側芽切除時間は樹高が高くなると長くなる傾向がみられた。これは樹高が高くなるに伴って増加した春芽の発生数が大きな要因であると考えられた。また、側芽切除時間は樹高が作業員の手を伸ばした高さより高い場合でも著しく増加する傾向はみられず、平均樹高165cm、最大樹高350cmの芽かきでは樹高と作業性との関係は認められなかった。

植栽から2、3年目の春芽かき作業時間の比較では、3年目の側芽切除時間と癒合剤塗布時間は2年目に対しそれぞれ86%、62%に短縮された。春芽かきでは葉が展開したら頂芽以外の芽を切除するが、頂芽が枯損した場合などでは最上部の側芽を活かすこととなる。3年目は平均樹高が82cm高くなったにも関わらず側芽切除時間が短縮されたのは、活かす芽を選択する判断速度の向上が要因であると考えられた。癒合剤塗布時間はチューブから直接塗布する方法から3年目には懸濁液をハケで塗布する方法に変更したことが作業性の向上に寄与したと考えられた。3年目の移動時間は2年目の99%でほとんど変わらなかった。

キーワード：センダン，芽かき，作業時間，傾斜，樹高

B08

低密度植栽における初期造林の現状と課題

— 島根県内の 4 事業者への聞き取り調査 —

北村賢治（元島根大・生物資源）・[○]高橋絵里奈（島根大・農生命科学系）

再造林の低コスト化の手法として、低密度植栽が実施されるようになってきた。しかし、低密度植栽は苗木代金が節約できる一方で、材の形質不良が発生しやすいことが認識されている（福地ら 2011）。また、密植すると閉鎖が早まり下刈り期間が短縮できるが（川名ら 1992）、低密度植栽は疎植であり、下刈りの作業現場では何らかの課題が発生している可能性がある。そこで本研究では、低密度植栽地の現場の課題と施工者や労働者の低密度植栽に対する意識を明らかにするために、施工者と労働者に聞き取り調査を行った。また、聞き取り調査から得た労働者の作業現場の工夫の効果を下刈り試験をもとに検証し、それらの結果から低密度植栽における初期造林の現状と課題について考察した。

聞き取り調査は、2018 年 5 月～11 月に行い、1000 本/ha の低密度植栽を行っている施工者 A、その初期造林作業を受注している労働者である森林組合 B と C、林業会社 D の合計 4 事業者に対して行った。下刈り試験は、島根大学三瓶演習林 23 林班を h 小班の 2 年生スギ植栽地で行った。三瓶演習林には低密度植栽地は無く、植栽密度が 3000 本/ha の裸苗（オキノヤマスギ）とコンテナ苗（カワイダニスギ）植栽区に、苗木を視認しやすくするピンクテープを苗木に巻き付けたプロットを 4 箇所、コントロールを 4 箇所設定して下刈りを実施した。

聞き取り調査の結果、施工者は苗木代金を節約した緑化を目的として 1000 本/ha 植栽を実施していること、下刈りの際の誤伐が増加する懸念があることが明らかとなった。労働者は 1000 本/ha 植栽には不安を抱え、施行に反対しつつ、発注を受けて実施しており、成林するかどうかに不安を抱えていること、特に森林組合 C は成林の不安から私費で 2 番刈りを実施しており、労働面、金銭面での負担が増加していること、林業会社 D は苗木の視認性を上げるために様々な工夫を検討した結果、植栽前にピンクテープを巻き付けた苗木を準備し、植栽を行い、下刈りは坪刈りをした後に全刈りを実施するという手間をかけていたが、誤伐はほぼ無いとのこと、が明らかとなった。

下刈り試験の結果、ピンクテープが付加された苗木の方が視認性は高まり、下刈りに関する過度な緊張感が軽減され、誤伐も抑制されることが明らかとなった。

以上の結果から、初期造林の低コスト化を図るためには、苗木代金の節約といった部分的な節約ではなく、初期造林全体の費用と効果を検討して実施する必要があるといえる。

キーワード：初期造林の低コスト化，低密度植栽，下刈り試験，誤伐

B09

近畿中国地方のヒノキ第二世代精英樹候補木の雄花着花特性

—2 調査時の比較—

○三浦真弘（森林総研林育セ関西）

関西育種場では、成長が早く材質に優れた次世代品種の開発のため、ヒノキ第二世代精英樹候補木の選抜を進めており、近畿中国地方では、平成 23~25 年度の 3 年間に 10 か所の次代検定林から 180 本の第二世代精英樹候補木を選抜している。これらの候補木は、次代検定林調査データから優良個体を机上選抜し、現地で成長や病虫害の有無を確認し、材質調査を行ったうえで、成長、材質が優れた個体を選抜している。選抜した候補木のうち、一定の基準を満たした個体は、特定母樹として造林に利用されるが、特定母樹は、花粉症対策のためにより雄花が少ないことも条件になる。雄花着生性は、選抜時にも自然着花を確認しているが、ジベレリン（GA）処理による強制着花による評価も必要になる。そこで今回は、選抜したヒノキ第二世代候補木 180 系統のうち 70 系統について GA 処理による雄花着生評価を行ったのでその結果について報告する。

供試したヒノキ第二世代精英樹候補木は、平成 23 年度に 4 か所の次代検定林から選抜された 70 系統である。着花促進のため、2016 年および 2018 年の 7 月に系統あたり 2 個体、個体あたり 3 枝に GA 処理を施した。GA 処理した個体について、GA 処理枝 3 枝及び非処理 1 枝を翌年 3 月に雄花着生評価、翌年 9 月に球果着生評価について 5 段階の指数調査を行った。得られたデータを用い、雄花着生指数、球果着生指数について解析を行った。

70 系統の GA 処理及び自然着花による雄花着生指数の平均は、2017 年は 2.14 と 1.15、2019 年は 3.44 と 1.88 となり、成長に伴い GA 処理の有無にかかわらず指数が増加し、また着花指数が上昇する系統が多くなった。また GA 処理による着花指数の年次相関は 0.36 となった。雄花着生は系統により違いがあり、極めて着花が少ない系統（着花指数 1）から極めて多量に着花する系統（着花指数 5）まで変異が大きく、特定母樹の基準である着花指数が 2.8 以下を 2 回の調査とも満たす系統は 17 系統存在した。球果着生量と雄花着生量の相関は 0.6 を超え、雄花着生量が多い個体ほど球果着生量が多く、雄花の着生が少ない個体は、種子生産量が少ない傾向があることがわかった。今回の結果から、特定母樹の基準を満たすヒノキ第二世代精英樹候補木を選抜することは可能であり、種子生産量も確保するためには、雄花着生評価が過度に優れた系統のみを選ばないことが重要と思われた。

キーワード：ヒノキ第二世代，雄花着花性，球果生産，少花粉，特定母樹

B10

コウヨウザンの細胞、組織培養に関する検討

○荻田信二郎・天神義晴（県立広島大・生命環境）・

【目的】コウヨウザン (*Cunninghamia lanceolata*) は現造林樹種のスギより成長が早く、ヒノキに似た材質を持っており、萌芽性が高いことから次世代造林樹種として期待されている。本研究では野外から採取したコウヨウザンの当年枝と成熟種子からクローンに導く組織培養法の確立を目指した。

【方法および結果】材料として、広島県立総合技術研究所、林業技術センターで協力・分与していただいたコウヨウザンの当年生の枝条および成熟種子を用いた。①野外から採取したコウヨウザン枝条を無菌化し、MS 培地と 1/2MS 培地で培養したところ、BA 3 μ M の添加で不定芽誘導の促進が確認できた。またホルモンフリーでは枝条の伸長が見られ、1/2MS 培地では直接発根するものも認められた。②葉および枝組織からは 2,4-D 3 μ M 添加でカルスが誘導できた。カルスの増殖には基本培地の選択も重要であり、MS 培地の方が細胞分裂を促進する傾向であった。③発根個体を用いた順化を試みたが難しく、さらなる条件検討が必要であった。④種子の発芽率は約 79% であり、BA の濃度に応じて組織の肥大化および多芽体形成に有効であると判断できた。

キーワード：コウヨウザン，細胞培養，組織培養

B11

自殖後代の雄花稔性による雄性不稔遺伝子ヘテロ保有精英樹の探索成果

○河合慶恵、岩泉正和、河合貴之、篠崎夕子、三浦真弘（森林総研林育セ関西）、笹島芳信（森林総研林育セ東北）、久保田正裕（森林総研林育セ九州）

様々な植栽環境に適した多様な無花粉スギ品種を作出する上では、雄性不稔遺伝子をホモ接合で保有する個体だけでなく、ヘテロ接合で保有する精英樹（ヘテロ精英樹とする）の利用が必要である。これまで確認された4種類のスギ雄性不稔遺伝子は全て核遺伝子に座乗し、劣性遺伝する。また、雄性不稔遺伝子をヘテロ接合で保有する個体を自殖すると、後代実生に不稔個体が出現する（河合ら, 2017）。核に座乗する劣性遺伝子であれば、遺伝子の種類によらず自殖後代に不稔個体が出現すると考えられる。このことを利用すれば効率的なヘテロ接合体の探索が可能になると期待されることから、本研究では、自殖によるヘテロ精英樹の探索を試みた。

自殖種子を作出するため、鳥取県智頭町、高知県香美市および岡山県勝央町で育成されているスギ精英樹を母材料とし、2013年から2017年にかけて自殖交配を行った。交配前年の6月下旬から8月上旬の間に、ジベレリン液剤（100ppm）を葉面散布した。交配当年の1月から2月に雌雄の花を着生した枝に交配袋をかけ、10月に球果を採取した。得られた種子は乾燥したのち冷凍保存した。発芽率を調査するため、2017年4月に、自殖46家系の種子を対照3家系（精英樹オープン実生）とともに温室内のバットに100粒ずつ3反復播種し発芽数を記録した。また、この自殖46家系の雄花稔性を評価するため、2017年4月、温室内のバットに上記した対照3家系とともに播種した。2017年12月に発芽苗をバットからポットに植替え、2018年6月下旬にジベレリン液剤（100ppm）を葉面散布した。2019年2月に個体ごとに雄花を採取し、実体顕微鏡下で花粉の有無を観察した。

自殖46家系の100粒重平均は0.26g、発芽率平均は3.2%と、対照家系の平均0.34g（100粒重）、32.9%（発芽率）と比較して少なく、自殖の影響が示唆された。このうち1家系では、調査個体44本のうち、不稔個体が15本出現した。家系中の可稔個体と不稔個体の分離比は3:1の期待分離比からのずれは認められなかった（ χ^2 -test, $p > 0.05$ ）。一方、ヘテロ精英樹である上浮穴16（磯田ら, 2013）の自殖後代では調査個体8本全てが可稔個体であった。以上の結果から、今回検出されたヘテロ精英樹の自殖後代における不稔出現率は理論値と異ならず、本研究の手法は不稔遺伝子保有の有無を判定するうえで有効であると考えられた。一方で、調査個体数が十分でない場合、ヘテロ接合体を検出できない可能性も示唆された。

キーワード：スギ、雄性不稔遺伝子、ヘテロ接合体、自殖後代

第 70 回 応用森林学会 研究発表要旨集 (Web 版)

発 行 日 : 令和年 9 月 20 日

発 行 : 第 70 回応用森林学会大会実行委員会

〒680-8553 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101

鳥取大学農学部生命環境農学科森林経営学研究室内

大会実行委員長 : 大住克博

大会実行委員 : 山中典和, 岩永史子, 唐澤重考, 小枝 登
永松 大, 芳賀大地, 村上 勝, 山田隆信