

第 9 回 関東森林学会大会 講演要旨集

会場 栃木県青年会館コンセーレ
令和元年 10 月 28 日
関 東 森 林 学 会

第 9 回関東森林学会大会案内

開催日 令和元年(2019)年 10 月 28 日(月)

会 場 栃木県青年会館 コンセーレ

〒320-0066 栃木県宇都宮市駒生1丁目1番6号(電話 028-624-1417)

会場ホームページ <http://www.concere.jp/>

JR 宇都宮駅 関東バス「作新学院駒生行」⑥⑦のりば

約 17 分 東中丸バス停下車 距離 約 4.7km

駐車場(約 600 台)

日 程	9:00～	大会受付
	9:00～9:30	幹事会
	9:30～17:00	研究発表
	12:00～13:00	総会
	13:00～14:00	記念講演
		ツインリンクもてぎハローウッズ 森のプロデューサー 崎野 隆一郎 氏 「19 年間のハローウッズの活動で見えてきた 里山活用のポイントと今後の課題！」
	17:30～19:00	懇親会

○発表会場と発表部門

※発表会場と発表部門は次頁会場案内図をご参照ください。

※各発表部門の時間割は、発表プログラムでご確認ください。

※昼食は施設内外のレストランがご利用いただけます。

○ 研究発表に関する注意点

1. 要旨集は当日参加者以外配布いたしません。各自関東森林学会 HP (<http://www.kantoforest.jp/>)にアクセスの上、印刷してご持参願います。
2. 研究発表の座長は輪番制です。プログラムでご確認ください。
3. 配布資料がある場合は、各自必要数をご持参ください。
4. 各会場に液晶プロジェクターを用意します。OHP は用意しませんのでご注意ください。なお、本大会では windows10 に PowerPoint2016 をインストールしたパソコンを使用します。事前に動作確認をしていただくようお願いいたします。
5. 液晶プロジェクターを使用される方は、午前の発表の方は開始まで(開始時刻は会場により異なります)に、午後の発表の方は 14 時 15 分までにファイルを保存した USB メモリーを発表会場の担当者へお渡しください。
6. 発表時間 12 分、質疑応答 3 分の計 15 分、時間厳守で各講演を進めてください。

大会会場へのアクセス



※車でお越しの方

会場前の道路は中央分離帯付きの道路で、宇都宮駅方面からの左折でのみ入れます。北西方面よりお越しの方は、会館東の交差点から右折により裏からお回りください。

第9回関東森林学会大会 会場配置図

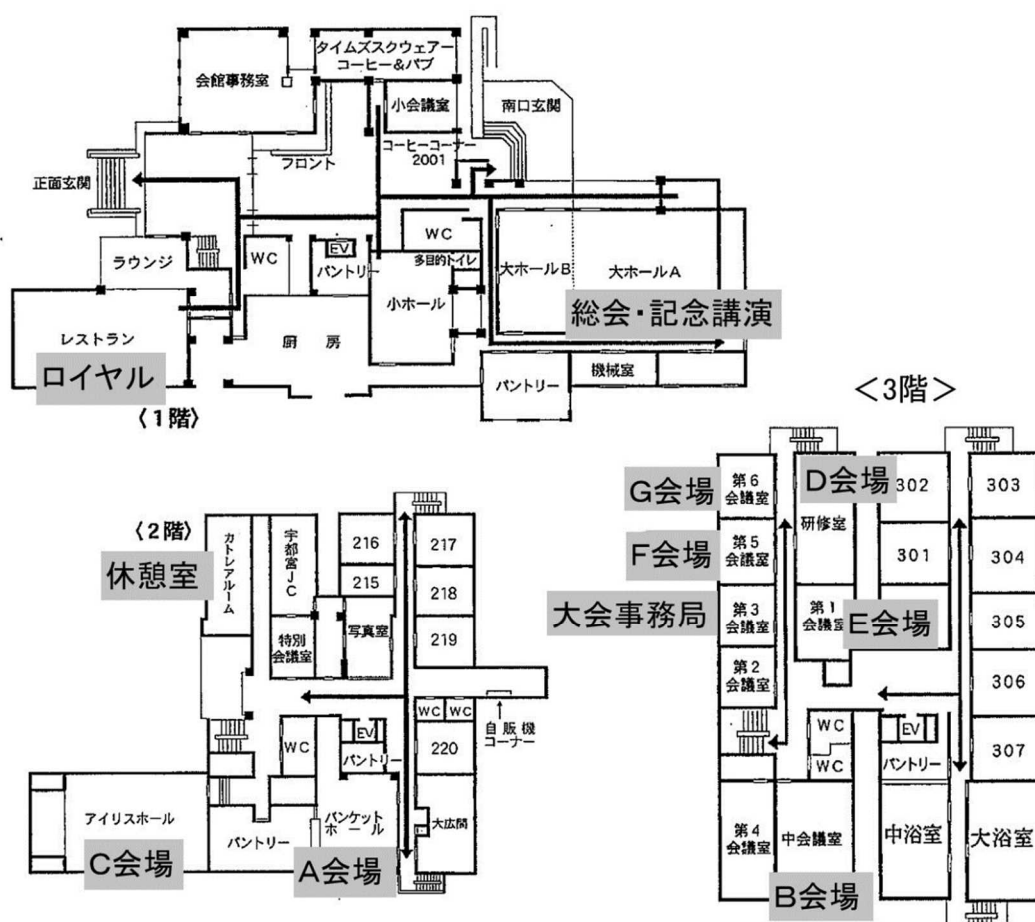
栃木県青年会館コンセーレ 会場一覧

会 場	階数	室名	午前	午後
総会・記念講演	1F	大ホール		総会、記念講演
A会場 (54名)	2F	バンケットホール	経営・風致	経営・風致
B会場 (54名)	3F	中会議室	防災	防災
C会場 (132名)	2F	アイリスホール	造林	造林
D会場 (48名)	3F	研修室	動物	育種
E会場 (24名)	3F	第1会議室	徳用林産	利用、立地
F会場 (18名)	3F	第5会議室	林政	林政
G会場 (18名)	3F	第6会議室	樹病、生態、生理	林産
多目的室 (36名)	2F	カトレアルーム	幹事会、休憩室(9:30～)	休憩室
大会事務局	3F	第3会議室	幹事・事務局	幹事・事務局
懇親会	1F	レストラン ロイヤル		17:30～19:00

総会 12:00～13:00、記念講演 13:00～14:00

幹事会 9:00～ 9:30

研究発表時間 9:30～11:45 14:30～16:45



○発表プログラム

午前 1

時間	A会場 バンケットホール (54名)				B会場 中会議室 (54名)				C会場 アイリスホール (132名)			
	番号	題目	講演者	座長	番号	題目	講演者	座長	番号	題目	講演者	座長
9:30～9:45									造 林			
									31	クマノザクラのコンテナ苗を用いた増殖について	勝木俊夫 (森林総研多摩)	磯田圭哉
9:45～10:00					防 災							
					14	2014年7月豪雨による長野県南木曽町の土石流災害	本田尚正 (東京農工大)	小坂泉	32	スギコンテナ苗の植栽後2年間の成長に及ぼす育苗時の追肥の影響	飛田博順 (森林総研)	勝木俊夫
10:00～10:15	経営・風致											
	1	間伐に伴う林冠疎開がスギの直径成長を規定する要因に与える影響	福本桂子 (森林総研)	佐藤孝吉	15	平成27年9月関東・東北豪雨による栃木県の林道被害分析	松岡佑典 (宇都宮大)	本田尚正	33	コンテナ苗育苗期間短縮に向けた育苗技術の検討	山田晴彦 (茨城県林技セ)	飛田博順
10:15～10:30	10	関東地方におけるヤナギ超短伐期施業による木質バイオマス生産の可能性	高橋正義 (森林総研)	福本桂子	16	立木による土砂と流木の捕捉効果を検討する水路実験	岡田康彦 (森林総研)	松岡佑介	34	ポリクロス由来のスギ未熟種子のインビトロ発芽の試み	金枝拓実 (新潟大)	山田晴彦
10:30～10:45	3	2機種地上型レーザーสキャナを用いた森林計測精度の比較	北原文章 (森林総研)	高橋正義	17	釜淵森林理水試験地における間伐が融雪水量に及ぼす影響	久保田多余子 (森林総研)	岡田康彦	35	ポリクロス由来のスギ未熟種子からの不定胚形成細胞誘導	丸山E.毅 (森林総研)	金枝拓実
10:45～11:00	4	国有林史料を用いた多雪地域における人工造林地の地理的特徴把握	宮本麻子 (森林総研)	北原文章	18	林床植生が衰退したブナ林斜面における各種土壌保全工法の短期及び長期の土壌侵食量防	孫金勝 (東京農工大)	久保田多余	36	スギ・ヒノキ林冠下におけるアブラチャンの分布と樹形の特性	上原 巖 (東京農大)	丸山E.毅
11:00～11:15	5	意欲と能力のある林業経営体における森林作業の選択に対する一考察	吉野聡 (東京農大)	宮本麻子	19	海岸砂丘地における客土割合の異なる広葉樹の生育状況	佐藤渉 (新潟県森林研)	孫金勝	37	落葉広葉樹における生育場所の相対光強度とN値およびSPAD値の関係	田中格 (山梨県森林研)	上原 巖
11:15～11:30	6	森林循環促進事業が東京都多摩地域の木材流通に与えた影響	亀山翔平 (日大院)	吉野聡	20	山地森林流域における湧水の溶存イオン濃度分布	瀧澤英紀 (日大)	佐藤渉	38	山火事発生から31年が経過した林分における森林の植生遷移	須崎智応 (関東森林管理局)	田中格
11:30～11:45	7	東京農業大学新入生への木曾箸リーフレットの作成とその活用	佐藤孝吉 (東京農大)	亀山翔平	21	ブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林における夏季の熱フラックスの変動特性	小坂泉 (日大)	瀧澤英紀	39	小笠原諸島父島における絶滅危惧種オガサワラグワの野生復帰試験	磯田圭哉 (森林総研林育セ)	須崎智応

○発表プログラム

午後 1

時間	A会場 パンケットホール (54名)				B会場 中会議室 (54名)				C会場 アイリスホール (132名)			
	番号	題目	講演者	座長	番号	題目	講演者	座長	番号	題目	講演者	座長
14:30～14:45	8	高崎市くらぶち英語村の木材情報とその活用	樋口晃 (東京農大)	杉浦克明	22	ブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林における異なる斜面方位の土壌呼吸量と土壌特性について	松島克 (日大)	岡野通明	40	植栽による小笠原諸島固有の森林への再生の一考察	高橋健 (関東森林管理局)	原口竜成
14:45～15:00	9	豪雪地帯における素材生産事業の現状と課題 -有限会社高橋林業を事例として-	高橋完承 (東京農大)	樋口晃	23	2017年、2018年および2019年の気象条件の違いが冷温帯落葉広葉樹林における展葉後のCO2フラックスの変動に与える影響	大庭流維 (日大)	松島克	41	地表設置の竹筒に播種したコナラ実生の生残と成長について	星野大介 (森林総研)	高橋健
15:00～15:15	2	同齢単純林における上層樹高の量的定義	細田和男 (森林総研)	高橋完承	24	海岸林における土壌硬度がクロマツの根系成長と引き倒しモーメントに与える影響	古屋航 (日大)	大庭流維	42	コナラの伐採時林齢と伐採株の大きさが萌芽枝の発生と成長に及ぼす影響	荻原謙 (元埼玉県寄居林森林研)	星野大介
15:15～15:30	11	林業経営におけるSWOT分析の検討 -有限会社高見林業を事例として-	齋藤州生 (東京農大)	細田和男	25	積雪層の力学特性が地すべりの安定性に及ぼす影響の数値実験	岡本隆 (森林総研)	古屋航	43	千葉県における2012～2018年のヒノキ雄花着生状況と雄花生産量の関係	福島成樹 (千葉県農林総研森林)	荻原謙
15:30～15:45	12	三重県の苗木生産事業におけるポット苗の位置づけ	川端俊介 (東京農大)	齋藤州生	26	森林が持つ表層崩壊防止機能に関する一考察	阿部和時 (日大)	岡本隆	44	関東に生育するヤマナギの成長に対する堆肥の効果	加山雅純 (森林総研)	福島成樹
15:45～16:00	13	林試の森公園における樹木を活用した森林環境教育の可能性	杉浦克明 (日大)	川端俊介	27	樹木に作用する変動風力特性	林建二郎 (元防衛大)	阿部和時	45	茨城県における下刈り期のスギ植栽木と植生の競合	五十嵐哲也 (森林総研)	加山雅純
16:00～16:15					28	樹木へ働く外力によるモーメントを揺れの特性から推定する	鈴木覚 (森林総研)	林建二郎	46	ニホンジカ生息地における広葉樹植栽木の下刈りについて	谷口美洋子 (埼玉県寄居林森林)	五十嵐哲也
16:15～16:30					29	秋田県大館市のスギ林における間伐による林床面蒸発量のモデルによる変動評価	玉井幸治 (森林総研)	鈴木覚	47	ヒノキ人工林における枝条巻付法による剥皮害防除効果の検討	原口竜成 (東大秩父演)	谷口美洋子
16:30～16:45					30	疎な緑陰による温熱環境の改善について	岡野通明 (森林総研)	玉井幸治				
16:45～17:00												

○発表プログラム

午前 2

時間	D会場 研修室 (48名)				E会場 第1会議室 (24名)				F会場 第5会議室 (18名)			
	番号	題目	講演者	座長	番号	題目	講演者	座長	番号	題目	講演者	座長
9:30～9:45												
9:45～10:00												
10:00～10:15	動 物				特 用 林 産				林 政			
	48	クビアカツヤカミキリの卵の発育に与える温度の影響	北島博 (森林総研)	新井一司	63	菌床シイタケ害虫に対する天敵微生物製剤の効果	松本哲夫 (群馬林試)	齋藤佳織里	74	都道府県総合計画における素材生産の推進方向	辻井寛 (静岡県)	笹田敬太郎
10:15～10:30	49	クビアカツヤカミキリ人工飼料飼育における開始翌年の発育および羽化状況	浦野忠久 (森林総研)	北島博	64	アラゲキクラゲ菌床栽培技術の開発	武田綾子 (新潟県森林研)	松本哲夫	75	CLT生産における日欧比較	久保山裕史 (森林総研)	辻井寛
10:30～10:45	50	バラ科果樹と山地性樹種の細枝に接種したクビアカツヤカミキリ孵化幼虫の発育	福沢朋子 (東京農工大)	浦野忠久	65	ウスヒラタケ原木露地栽培における原木の形状・樹種別の収量性及び発生時期の比較	市村よし子 (茨城県林技セ)	武田綾子	76	森林所有者の林業に対する認識と行動	芳賀大地 (鳥取大学)	久保山裕史
10:45～11:00	51	力による人工林苗木食害と森林下層植生衰退度 (SDR) 及び各種密度指標との関係把握の試み	高橋安則 (栃木県林セ)	福沢朋子	66	畑土壌中におけるニオウメシ菌糸の冬季生存事例	金田一美有 (茨城県林技セ)	市村よし子	77	北関東地方の桐材加工業者における原木調達動向	田中亘 (森林総研)	芳賀大地
11:00～11:15	52	新たな獣害防除資材「単木柵」の開発	坂和辰彦 (群馬林試)	高橋安則	67	コナラのほだ木からシイタケ子実体への放射性セシウム移行係数について	今井芳典 (栃木県林セ)	金田一美有	78	宇都宮大学農学部附属船生演習林より出荷される素材の行方	林宇一 (宇都宮大)	田中亘
11:15～11:30	53	鳥獣保護区内におけるメスジカ行動圏の重複について	森田厚 (埼玉県寄居林森林)	坂和辰彦	68	タケノコへの放射性セシウム吸収抑制技術の開発	齋藤佳織里 (栃木県林セ)	今井芳典	79	秩父地域における森林環境譲与税の活用取り組みに関する考察と課題	石佳凡 (早稲田大院)	林宇一
11:30～11:45	54	イノシシによる広葉樹被害と対策	新井一司 (東京農総研)	森田厚					80	森林組合地域組織の再編を通じた所有者との関係性再構築の取り組み	笹田敬太郎 (森林総研)	石佳凡

○発表プログラム

午後2

時間	D会場 研修室（48名）				E会場 第1会議室（24名）				F会場 第5会議室（18名）			
	番号	題目	講演者	座長	番号	題目	講演者	座長	番号	題目	講演者	座長
14:30～14:45	育 種				利 用				林 政			
	55	冷凍貯蔵したスギコンテナ苗の植栽後活着率と初期成長	大平峰子（森林総研林育セ）	山野邊太郎	69	豪雪地帯における高性能林業機械による伐出システム－作業路の作設法とその強度－	矢部和弘（東京農大）	今富裕樹	81	主伐を中心に林産事業を展開する森林組合の動向	都築伸行（森林総研）	山下詠子
14:45～15:00	56	ペーパーポットによる少花粉ヒノキ苗の初期成長	久保田将之（東京農総研）	大平峰子	70	神奈川県における間伐材搬出作業の現状分析	今富裕樹（東京農大）	矢部和弘	82	廣瀬與兵衛の生涯	土屋智樹（東京農大）	都築伸行
15:00～15:15	57	コウヨウザンの心材含水率及び容積密度の茨城県から鹿児島県に至る7林分間の変異	藤澤義武（森林総研林育セ）	久保田将之					83	入会林野に由来する記名共有林の現状と課題	山下詠子（東京農大）	土屋智樹
15:15～15:30	58	コウヨウザン雄花中の花粉粒数	近藤禎二（森林総研林育セ）	藤澤義武	立 地							
					71	福島第一原発事故で汚染されたクリとカラマツの樹冠位置と放射性セシウム濃度	田中憲蔵（森林総研）	鈴木也実				
15:30～15:45	59	スギのコンテナ直挿し苗木生産技術の検討	田波健太（埼玉県寄居林森林）	近藤禎二	72	カリウムによるコナラ萌芽枝への放射性セシウム137の吸収抑制効果	福田研介（茨城県林技セ）	田中憲蔵				
15:45～16:00	60	用土に元肥を混合したコウヨウザンのさし木コンテナ増殖の検討	中村博一（群馬林試）	田波健太	73	異なる時期に発生した菌根性きのこススケアマドリタケの放射性セシウム濃度の比較	鈴木也実（日大）	福田研介				
16:00～16:15	61	茨城県におけるコウヨウザンのウサギ食害被害と防除対策の効果について	山口秀太郎（森林総研林育セ）	中村博一								
16:15～16:30	62	ヒノキにおける管接ぎの試行	山野邊太郎（森林総研林育セ）	山口秀太郎								
16:30～16:45												
16:45～17:00												

○発表プログラム

午前 3 午後 3

時間	G会場 第6会議室 (18名)			
	番号	題目	講演者	座長
9:30～9:45				
9:45～10:00				
10:00～10:15	樹 病			
	84	非赤枯性溝腐病の抵抗性を評価するための接種方法の検討	小林真生子 (千葉県農総研森林)	井上裕太
10:15～10:30	生 態			
	85	奥秩父山地亜高山帯針葉樹林におけるニホンジカの剥皮の状況	長池卓男 (山梨県森林研)	小林真生子
10:30～10:45	生 理			
	86	少ない土壌水分環境へ順化したスギコンテナ苗木の極端な乾燥への生理応答	才木真太郎 (森林総研)	長池卓男
10:45～11:00	87	スギ成木の枝木部における通水機能の脆弱性	井上裕太 (森林総研)	才木真太郎
11:00～11:15				
11:15～11:30				
11:30～11:45				

時間	G会場 第6会議室 (18名)			
	番号	題目	講演者	座長
14:30～14:45	林 産			
	88	天然乾燥と人工乾燥を組み合わせたコジイ材の乾燥試験	齋藤周逸 (森林総研)	小澤雅之
14:45～15:00	89	フェノールによる竹材からのフィルム調製	瀬山智子 (東京農大)	齋藤周逸
15:00～15:15	90	中温乾燥によるスギ心去り平角の縦反りの矯正	岩崎昌一 (新潟県森林研)	瀬山智子
15:15～15:30	91	異なる乾燥条件下でのスギ柱材における表面および内部割れの発生について	小澤雅之 (山梨県森林研)	岩崎昌一
15:30～15:45				
15:45～16:00				
16:15～16:30				
16:30～16:45				
16:45～17:00				

1 間伐に伴う林冠疎開がスギの直径成長を規定する要因に与える影響

福本桂子・西園朋広・北原文章・細田和男（森林総研）

持続的な森林経営を行うために、植栽木の成長予測は有用である。適切な成長予測モデルを構築するためには、成長を規定する主要因を理解し、適切にモデルに組み込む必要がある。Inoue et al. (2008) によると、林冠が閉鎖する前後で植栽木の成長を規定している主たる要因が樹木自身のサイズから植栽木間の競争へと移行する。そのため、間伐に伴う林冠の疎開・閉鎖の過程においても、同様に、植栽木の成長を規定する要因が変化することが予想される。しかし、Inoue et al. (2008) らの報告は、幼齡林（林齡 4~12 年）のみを対象としており、壯齡期において林冠疎開・閉鎖が成長を規定する主要因の変化について与える影響は未検討である。本研究では、間伐強度の異なるスギ林を対象に、間伐前後におけるサイズ依存から競争依存への変化について、距離独立競争指数を用いて検証した。本研究では、特に間伐による影響を受けやすい直径成長に着目し、検証には四国地方の間伐強度の異なるスギ林から得られた 14~61 年生までの調査データを用いた。

2 同齡単純林における上層樹高の量的定義

細田和男, 福本桂子, 山田祐亮, 北原文章, 西園朋広, 高橋正義, 齋藤英樹(森林総研)

上層樹高とは枯死木や被圧木を除き、上層林冠を構成する生立木だけから計算する平均樹高であり、地位級・地位指数の推定や、収量比数・相対幹距の算出に必要ななど、重要な林分統計量の 1 つであるといえる。過去に収集された毎木調査データを解析する場合、上層樹高の算出に必要な階層区分が行われていないことがある。新たに毎木調査を実施する場合でも、作業の効率化のため目視による階層区分を省略したい場合、あるいは調査者による目視判断のばらつきや偏りを避けたい場合もある。このような場合は、例えば ha あたり上位 100 本の平均樹高や、Lorey の平均樹高（胸高断面積を重みとする加重平均樹高）など、量的な定義による上層樹高を用いることになるが、階層区分による上層樹高と量的定義による上層樹高との関係はこれまで明らかにされてこなかった。本研究においては、同齡単純林において寺崎式樹型級区分が行われた多数回の毎木調査データを用い、1 級木および 2 級木の平均樹高と、いくつかの量的定義による上層樹高とを比較し、上層樹高の量的定義の中から、階層区分による上層樹高に近い定義を特定することを目的とした。

3 2機種地上型レーザースキャナを用いた森林計測精度の比較

北原文章, 西園朋広, 細田和男（森林総研）, 小谷英司（森林総研東北）

近年、森林計測に特化した地上型レーザースキャナ（以下、TLS）システムの開発が進み、TLS を用いた立木評価が可能となっている。本研究では、一脚型 TLS と背負子型 TLS を用いて、間伐強度の異なる試験地において、3 つの林分密度の異なる試験区での TLS 計測を行った。それぞれの試験区において 20m×20m の毎木調査区を設け、2018 年 12 月に調査区内全ての直径（直径巻尺）および樹高（VertexIV）の毎木調査を、翌月に TLS を用いた計測を行った。一脚型については各試験区 5m 間隔で計測を行い、それらを間引きながら点群結合することで、5m, 10m, 20m 間隔でレーザー計測を行ったと仮定する 3 種類の計測結果を得た。背負子型については、調査区周囲を時計回り・反時計回りにそれぞれ一周歩行し、2 度の計測を行った。TLS 計測と実測の結果、直径では TLS 機種によって誤差の傾向が異なり、樹高では TLS 計測値は概ね過小傾向にあった。本研究は一般財団法人日本森林林業振興会の平成 30 年度森林林業振興助成事業の助成を受けた。

4 国有林史料を用いた多雪地域における人工造林地の地理的特徴把握

宮本麻子, 佐野真琴(森林総研), 芳賀和樹 (東大)

日本の森林資源に関しては、戦後の拡大造林施策を通じた奥地天然林の針葉樹人工林への林種転換が良く知られている。しかし、属地的にどのように進化したのか、関係する要因など地理的・空間的な分析事例はわずかに散見されるのみである。本研究では、東北森林管理局旧秋田営林局大又事業区に関する経年的な国有林史料と各種地理情報に基づき多雪地域における拡大造林進行過程を解析し、その地理的な特徴を明らかにした。まず、昭和初期以降現在に至るまでの経年的な林相図を収集し、デジタル化した。次いで、地形要因、道路状況、河川等からの距離、既往人工林地との近接性、林地ゾーニング等を用いて人工林への転換地の時代ごとの特徴把握を試みた。また、時代ごとの施策との対応関係について検討したので、その結果について報告する。

5 意欲と能力のある林業経営体における森林作業の選択に対する一考察

吉野聡 (東京農大地域環境)

2019 年 4 月より森林経営管理法が施行され、各自治体では意欲と能力のある林業経営体を選出し、森林の管理の委託を行うこととなった。各自治体が委託する森林は採算性の低い森林である一方、意欲と能力のある林業経営体には一定の生産性や生産量の増大が求められている。そうした中、管理委託された事業体は採算性を確保しつつ生産量を増大するために管理する森林ごとに、最適な森林作業の選択が必要となると考えた。しかし、森林の造成・管理には長期間を要することから何が最適なのかを検討することは難しい。本研究では採算性と各事業体の労働力を視点として、加えることのできる森林作業の限界について、森林の状況を想定したうえで検討を行うことにした。事業体の情報は 2019 年 9 月現在において各自治体が公表している選出された意欲と能力のある林業経営体のデータをベースとして、森林の状況は意欲と能力のある林業経営体のデータがある県のデータと収穫表の値を用いて検討を行う。

6 森林循環促進事業が東京都多摩地域の木材流通に与えた影響

亀山翔平(日大院), 杉浦克明(日大), 吉岡拓如(東大), 井上公基(日大)

東京都において 2006 年度から開始された花粉発生源対策事業の取組みの一つである主伐事業により多摩地域では素材生産が活発に行われるようになった。それにより、大量の木材が東京都唯一の原木市場である多摩木材センターに搬出されたことで、同時期に開始された多摩認証材の安定供給にも寄与した。また、2015 年度からは、後継事業として森林循環促進事業が開始され、これまでの事業と同様にスギ花粉の削減と多摩認証材の安定供給が図られている。これまでに、2006 から 2015 年度までの多摩木材センターの市売りの動向や多摩認証材に関する報告(吉富ら 2010, 亀山ら 2018)はあるが、その後の動向については報告されていない。そこで、本研究は、多摩木材センターの市売り取引資料をもとに多摩木材センターにおける流通量について分析することで、各種事業が多摩地域の木材流通に与えた影響について検討した。その結果、多摩木材センターでは、2016 年度以降も後継事業により多くの木材が搬出されたことで取扱量は安定的に推移していた。前事業期間と同様に多摩地域の木材流通や多摩木材センターを取り巻く環境に大きな変化を与えていると推察された。

7 東京農業大学新入生への木曽箸リーフレットの作成とその活用

佐藤孝吉・杉田三穂・吉野聡（東京農大地域環境）

東京農業大学では、2019 年より木曽桧木地で漆塗りの箸（以下木曽箸と略する）を新入生全員に同学教育後援会より贈呈している。発端は 2017 年 11 月に木曽郡木祖村との包括連携協定による交流の一環で、「いのちの尊さ、ありがたさを噛みしめながら、箸を使い、心身ともに健康に過ごす」ことを意図している（大学 HP 参照）。木曽箸に関連する取り組み、森林、木地、漆塗り、地域の情報を提供することにより、木曽箸についての理解、交流の推進、最終的には森林や森林からの生産物への理解へと展開するのではないかと考えた。そこで、本論文では、木曽箸リーフレットの情報とその活用方法について学生へのアンケート調査をもとに検討した。箸を使用している学生は 24.8%と少なく、木地、漆塗りの方法に興味があること、使用していない学生は（75.2%）は地域や協定についての興味があることを確認した。

8 高崎市くらぶち英語村の木材情報とその活用

樋口晃（東京農大地域環境）、石井宏一郎（烏川流域森林組合）、吉野聡、佐藤孝吉（東京農大地域環境）

くらぶち英語村は、群馬県高崎市倉渕町に位置する廃校の敷地を活用した、英語が学べる山村留学施設である。当施設の目的は、実践的な英語を学びながら、山村の自然や文化の中で「自立心」や「思いやりの心」、「生きる力」を養うことを目的としている（高崎市 HP を参照）。また、くらぶち英語村の宿舎は、スギ、ヒノキを中心とした総木造りで、約 80%が倉渕町産の木材である。宿舎の建設に至るまでには、育林、素材生産、製材加工、設計、建設といった過程を経ている。しかしながら、その過程を詳細にまとめたものは存在せず、当施設の利用者はそれらの木材情報を得る機会が少ない。そこで、それらの木材情報を利用者に提供することで、木材への知識や理解が深まり、将来的な木材利用の拡大に繋がると考えた。本論文では、倉渕町産の木材が、実際にくらぶち英語村の宿舎となるまでに関連した業者への聞き取り調査をもとにリーフレットを作成、利用者への解説を行い、リーフレットの内容に関するアンケートを実施した。その結果、森づくりや木造建築への興味を確認された。また、林業や林産業の垂直連携や地域振興としても活用できることを考察した。

9 豪雪地帯における素材生産事業の現状と課題 -有限会社高橋林業を事例として-

高橋完承、矢部和弘、吉野聡、佐藤孝吉（東京農大）

積雪は、日常生活や交通手段が不便となるなど一般的に厄介者のイメージがある。林業においても樹冠や樹幹などの立木への被害や搬出や運搬に伴う交通経路に支障を生じ安定供給や労働の障害となっている。豪雪地帯対策特別措置法では、降雪が生活や交通に影響する地域を特別豪雪地帯として指定し支援の対象としている。しかしながら、積雪が 2m を超える豪雪地帯では積雪を利用して夏期とは異なる素材生産を行っているが、具体的な実施情報や実施条件については報告されていない。山形県では、最上川地域の豊富な森林資源を活かす方針を示し、地域内の年間素材生産量を 36 万 m^3 から 60 万 m^3 へと大幅に増加することを目指している。木材需要を賄うための素材生産業が重要な位置付けになってきている。そこで、本論文では、冬期における素材生産の作業システムを確認し、その特徴を明確にするとともに、素材生産を取り巻く自然、社会、経済条件およびそれらの関連性について考察することを目的として、山形県真室川町で素材生産業を実施し、製材工場やバイオマス工場と関係が深い有限会社高橋林業を事例としてとりあげた。

10 関東地方におけるヤナギ超短伐期施業による木質バイオマス生産の可能性

高橋正義、香山雅純、菊地 賢、倉本恵生、上村 章（森林総研）

再生可能な資源である木質バイオマスはエネルギー資源として利用されている。日本では 2014 年に導入された再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT 制度）の導入によってエネルギー利用のための木質バイオマス需要が高まっている。政府は森林資源を地域内で持続的に活用する「地域内エコシステム」の構築の推進を始めている。ヤナギは初期成長に優れており、木質バイオマスの短期生産に適した樹種として考えられており、欧米では 2-3 年で収穫を繰り返す超短伐期施業に寄る木質バイオマス生産を実用化している。国内では北海道を対象にヤナギ超短伐期施業による木質バイオマス生産に関する研究が進められている。本州以南の地域では、ヤナギの試験栽培等の試みがなされているが、ヤナギ超短伐期施業による木質バイオマス生産に関する研究はわずかである。そこで、北海道でのヤナギ超短伐期施業による木質バイオマス生産に関する研究を踏まえて、関東地方でのヤナギ超短伐期施業による木質バイオマス生産の可能性について、検討したので報告する。

11 林業経営における SWOT 分析の検討 ―有限会社高見林業を事例として―

齋藤 州生、佐藤 孝吉、吉野 聡（東京農大）

林業経営は、生産サイクルの長期性、自然環境への高い依存度、公益的機能への影響が大きいなどの特徴的な条件下で行われている。長期生産期間中の社会経済環境の変化は、個別林家経営に大きな影響を与え、柔軟かつ適切な対応を余儀なくされてきた。経営方針を確認し、新たに検討するためには、経営環境の分析が必要不可欠である。SWOT 分析は、わかりやすく、バランスがよく、実務的であり、独創的なアイデアが出しやすく、経営継承に活用されてきた（嶋田ら 2017）。そこで、本論文では、林業事業体における経営環境の分析手段として SWOT 分析を取り上げ、その特徴と有用性について検討することにした。事例としては、栃木県鹿沼市で約 500ha の山林を管理し、下流域の工務店と提携した「顔の見える家づくり」事業や、森林認証の取得（平成 18 年）、認定事業体への指定（平成 30 年）等、意欲的な事業展開を実施している有限会社高見林業をとりあげた。

12 三重県の苗木生産事業におけるポット苗の位置づけ

川端俊介、吉野聡、佐藤孝吉（東京農大）

森林の更新は、次世代の森林経営を決定づける重要な事業である。苗木生産事業は、森林の更新時の苗木の質的、量的、そして必要な時期の安定供給にかかわる重要な役割をしている。山林種苗法では、「優良な採取源の指定、生産の事業を行なう者の登録、配布の際の表示の適正化等に関する措置を定めている。」一方、我が国の森林資源は成熟化しているといわれているが、三重県の苗木生産事業は 1963 年の約 9 千万本をピークに、2016 年には約 55 万本まで減少している。そのような中、三重県紀北町ではさし木によるポット苗生産が 2000 年頃から試験的に行われ、2013 年には年間約 10 万本生産するに至っている（川端ら 2019）。本論文では、三重県の苗木生産事業におけるポット苗の位置づけを法制度的、質的、量的面から現状と課題について考察する。廃苗を少なくしつつ、現場のニーズに的確に対応し、さらに次世代森林経営の意欲的を高めるには、弾力的な苗木生産事業が必要であると考察した。

13 林試の森公園における樹木を活用した森林環境教育の可能性

杉浦克明・清水里彩（日大）

都市部の子どもにとって、公園は貴重な森林環境教育の場であり、樹種名の認知度は樹木に対する興味度、関心度を測定する一つの指標である（山本 2014）。そこで、本研究の目的は、林試の森公園で配布されている樹木に関する資料や現地の散策コースから、林試の森公園の樹木を活かした教育の実態と可能性を明らかにすることである。方法は、林試の森公園で配布されている資料やイベントに関する分析および現地調査を行った。その結果、「林試の森公園ふれあいコース」の4種類の資料には、「日本産の樹木」、「外国産の樹木」、「身近な樹木」、「虫のあつまる樹木・くらしに役立つ樹木」といったテーマに沿った樹木が紹介されているが、実際にコースを回ると樹木札や解説板がない樹木がみられた。また、林試の森公園では樹木を学べるイベントが2ヶ月に1~2回開催されていたが、その内容は大人向けであり、参加者は常連と思われる方が多かった。人々の樹木の知識や関心には幅があるため、多くの人を対象とするならばイベントや資料の改善、公園の整備などが求められるだろう。林試の森公園には様々な珍しい樹木があるため、教育の場としての可能性は高い。

14 2014年7月豪雨による長野県南木曽町の土石流災害

本田尚正（東京農大）

長野県南木曽町の梨子沢流域では2014年台風8号に伴う集中豪雨により大規模な土石流が発生し、甚大な被害が生じた。ここでは実効雨量ならびに雨量指数 R' に基づいて今回の降雨特性と土石流発生との関係を考察した。その結果、土石流発生以前の先行降雨の影響は、発生直前まで $R' = 50\text{mm}$ 程度として残っており、それに1時間雨量70mmの強雨が作用して土石流が発生したことがわかった。また、土石流の流動解析結果から、既設の砂防ダム2基はいずれも土石流調節機能を発揮した。さらに、土石流は谷出口下流でも最大で20%近くの土砂輸送濃度が保持され、土砂流の性質をもっていた可能性があった。そのため、流路工湾曲部を直進し、木曽川合流点まで到達したと推察される。

15 平成27年9月関東・東北豪雨による栃木県の林道被害分析

松岡佑典, 林崎美穂, 有賀一広（宇都宮大）

平成27年9月関東・東北豪雨によって栃木県内の林道140路線、195箇所において被害が発生した。本研究では排水施設の大きさや種類が林道被害へ与える影響を検討するため、林道排水施設設置基準をもとに安全率を計算した。現地調査は大きな被害が確認された鹿沼市の横根林道と日光市の赤井原林道、西沢林道の3路線を対象に行った。調査路線の被害箇所は横根林道、赤井原林道で2箇所、西沢林道で7箇所、計11箇所であった。そのうち西沢林道の1箇所を除く10箇所では流出した土石や丸太による排水施設の閉塞が原因であった。被災後に排水施設を変更した3箇所の安全率は暗渠で4.17、開渠で1.62、6.05と基準を上回っており、他の排水施設も含めて基準を下回っている箇所は無かった。ただし、流出率に林地・浸透能中として0.55を用いたが、裸地として1.00を用いると、安全率が開渠の基準1.2未満が1箇所、暗渠の基準2.0未満が2箇所となった。今後、雨量の増加やそれに伴う土石流出量の増加、また、木材自給率50%目指した木材生産量の増加による林地残材の増加により林道被害の増加が予測されるため、適切な排水施設の設置や維持管理による林道整備がますます重要となる。

16 立木による土砂と流木の捕捉効果を検討する水路実験

岡田康彦（森林総研）、長井斎（建設技術研究所）、玉井幸治（森林総研）

森林が有する多くの公益的な機能の中でも、山地の保全および土砂災害の軽減に対する期待は大きい。極端な集中豪雨等の頻発により毎年のように土砂災害が発生している中、いかにその被害を軽減するのが重要であり、森林が果たす機能の解明は論を俟たない。著者らは、土石流が山腹を流下する際に、立木が抵抗体としての機能をどの程度果たすのかの定量的評価を目的に研究を継続してきた。スギ単木が発揮しうるおおよその抵抗特性を、実斜面での引き倒し実験を通じて評価できたことをうけて、次の段階として、強度と本数密度の適切な組み合わせを検討すべく水路模型を用いた実証的な実験研究を実施した。水路実験は、飽和させた土砂を勾配 20 度の流走域で加速させ、勾配が 15 度および 10 度の斜面に与えた立木に作用させて行った。ここでは、立木の本数密度、流木を流下土砂に混ぜるか否か、流木の長さ（長さは変えるが本数を調整して材積は同じ）を実験条件として与えてその効果の検証を試みた結果を報告する。

17 釜淵森林理水試験地における間伐が融雪水量に及ぼす影響

久保田多余子（森林総研）、阿部俊夫（森林総研東北）、小川泰浩、村上亘（森林総研）

釜淵森林理水試験地（山形県真室川町鶴下田国有林）は 1939 年に開設され、現在まで 4 流域で水文観測を行っている。本試験地は多雪地域にある。このうち 2 号沢と 4 号沢で 2018 年 10 月下旬に間伐が実施された。間伐は 1 伐 3 残の列状間伐の予定であったが、2 号沢では尾根沿いに作業道が開設され、作業道の周囲が伐採されたのみであった。4 号沢では流域やや下部にほぼ等高線に沿って作業道が開設され、スギと広葉樹がおおむね予定通り間伐された。調査方法として、間伐前、積雪期、融雪期におよび融雪後にドローンによる空撮を行い、伐採が積雪量に及ぼす影響を広域的に観測した。また、3 月～5 月までの融雪期の流量が間伐前と間伐後にどのように変化するかを対照流域法によって明らかにした。その結果、間伐後の 2019 年 3 月から 5 月の融雪水量は間伐前の期間のそれと比較して、有意な差はみられなかった。

18 林床植生が衰退したブナ林斜面における各種土壌保全工法の短期及び長期の土壌侵食量防止効果評価

孫金勝、石川芳治、白木克繁、若原妙子（農工大）、内山佳美（神奈川県自然保セ）

シカの食圧により、林床植生が衰退した丹沢堂平地区において、植生保護柵内外において、各種土壌保全工の長期間（10～11 年間）の土壌侵食防止効果とその持続性について、USLE 式を用いて評価した。土壌保全工を行った全ての試験プロットで、無処理（対照用）プロットと比較して施工初年度において土壌侵食量の減少効果があった。植生保護柵内では林床合計被覆率の増加により外柵だけの無処理（対照用）プロットでも長期的な土壌侵食の軽減には効果があることが分かった。柵外に設置された木製筋工は最終年では林床合計被覆率増加しているものの、土壌侵食量が多かった。これは、植生被度で期待される土壌侵食防止効果よりも流出土砂量が多いことを示している。柵外に設置したヤシネット工、竹ネット工は最終年の土壌侵食量が初年度を越えるものもあり、効果の時間的限界を示した。しかしヤシネット工、竹ネット工では急斜面であってもシカの影響を受けない場合、もしくはシカの影響を受けても緩斜面であれば長期的な土壌侵食の軽減効果が 10 年間経過しても持続できることが分かった。

19 海岸砂丘地における客土割合の異なる広葉樹の生育状況

佐藤渉、武田宏（新潟県森林研）、平松芳明（新潟地域振興局）

海岸林造成においては、広葉樹を活用した松くい虫被害に強い林帯造成が望まれているが、土壌の乾燥等の影響で活着不良となることが既往研究で報告されている。そこで、客土による植栽環境の改善を実施した海岸砂丘地に植栽された広葉樹の生育調査を実施し、客土が広葉樹の生残及び成長に与える影響を検討した。調査地は、新潟県胎内市中村浜における松くい虫被害を受けた海岸林で、落葉及び常緑広葉樹を 2013 年春に植栽した治山事業地を選定した。なお、調査地は、高さ 1.1m のコの字形の防風垣に囲まれており、全面客土（混合割合 25%、50%）と植穴客土（混合割合 100%）の 3 パターンで造成されている。2018 年秋の調査の結果、生残率は、樹種別では落葉広葉樹が高く、常緑広葉樹が低い傾向がみられたものの、両樹種ともに高い値を示していたことから、客土が土壌の乾燥対策として有効であることが推察された。また、防風垣から離れるほど常緑広葉樹は生残率及び樹高が低下し、落葉広葉樹は樹高が低下する傾向がみられたことから、広葉樹の生育にはより効果の高い防風対策が必要と考えられた。

20 山地森林流域における湧水の溶存イオン濃度分布

瀧澤英紀、鈴木峻平、小坂泉（日大）

山地森林流域からの流出過程において、渓流水質の形成と山地斜面流出プロセスを関連付けられると、調査困難な山体内の流出経路や山地斜面土壌の物質動態などを渓流水質からの推測ができると考える。一般に渓流水は山地森林斜面からの中間流と山体内の地下水流の混合と考えられる。また、溪流の最上流部は湧水であることが多く、湧水は溪床の堆積物などによる水質負荷の影響がなく、山体内部や斜面の地質や水文プロセスを反映したものである。そこで、本研究は溪流の最上流部などの湧水点の水質を継続的に測定し、溶存イオンの安定性や湧水点による差を調べた。富士山などでは降水は数十年を経て湧水となるが、本研究では日本大学生物資源科学部付属のみなかみ演習林内の稜線から最大で 100m 程度の斜面下部の湧水であり、斜面の中間流や地下水流ともに比較的滞留時間は短いものが対象である。

21 ブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林における夏季の熱フラックスの変動特性

小坂泉、牛田丞亮、和田光、瀧澤英紀、阿部和時（日大）

現在、渦相關法による大気－森林間の熱・水・CO₂ の交換量の測定が世界各地で行われている。発表者らは、群馬県北部に位置する日本大学水上演習林内のブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林において、標高 985 m の山頂に建設された観測塔を用いて渦相關法による熱・水・CO₂ フラックスの連続観測を実施している。これまでのフラックスの測定結果では、顕熱フラックス（H）と潜熱フラックス（LE）の季節変化は地表面の変化を反映し、H のピークは展葉前の 4 月にみられ、展葉が終了する 6 月以降では LE が H を上回るが、落葉後の 11 月以降では H が LE を上回る傾向がみられ、これらの傾向は毎年概ね同様であることが示されている。但し、本試験地において 2018 年 7 月 13～27 日の 15 日間で無降雨となり、30℃を上回る気温が測定された。本発表では、平年と異なる気象環境であった 2018 年の夏季の H および LE と過去に取得したものを比較し、2018 年の高温と乾燥が H および LE の変動に与える影響について報告する。

22 ブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林における異なる斜面方位の土壌呼吸量と土壌特性について

松島克、小坂泉、内野陸人、清水一樹、瀧澤英紀、阿部和時（日大）

森林生態系における炭素循環を理解する上で、森林生態系からの CO₂ 放出に占める割合が多い土壌呼吸量を定量的に評価することは重要である。しかし、土壌呼吸量は地温や土壌含水率などの気象環境や土壌特性によって面的に一様でないことが知られている。高野ら（2019）によると、ブナが優占する群馬県北部の日本大学水上演習林内の同一標高（900m）に位置する南側および北側斜面において土壌呼吸量の多点観測を実施した結果、土壌呼吸量の季節変化に及ぼす土壌含水率の影響は、北側斜面よりも南側斜面が大きくなることを報告している。本研究では、南側および北側斜面の土壌呼吸量の違いとその要因を明らかにすることを念頭におき、高野ら（2019）と同様の方法で土壌呼吸量の多点観測を実施し、両斜面において表層の土壌を採取し、固相率および C/N 比を調べた。その結果、2019 年 5 月から 7 月における土壌含水率は 20%前後であり、その期間の土壌呼吸量は地温の上昇に伴い増加する傾向が見られ、その値は北側斜面より南側斜面で大きくなった。表層の土壌の固相率および C/N 比は、北側斜面では 11.5%および 22.3、南側斜面では 10.1%および 22.9 であり、両斜面において明瞭な違いは見られなかった。

23 2017 年、2018 年および 2019 年の気象条件の違いが冷温帯落葉広葉樹林における展葉後の CO₂ フラックスの変動に与える影響

大庭流維、小坂泉、塩崎義彦、牛田丞亮、和田光、瀧澤英紀、阿部和時（日大）

温暖化などの気候変動が陸域生態系に与える影響を考える上で、森林と大気間の CO₂ 交換量（CO₂ フラックス）を把握することは重要である。発表者らは、群馬県利根郡みなかみ町に位置する日本大学水上演習林内高平山山頂に建設された高さ 6m の観測塔を用いて、ブナが優占する冷温帯落葉広葉樹林において一般気象および渦相関法による CO₂ フラックスの連続観測を実施している。本研究では、気象条件の違いが展葉終了後の CO₂ フラックスの変動にどのような影響を与えるか評価するため、2017 年 2018 年および 2019 年のデータを比較した。その結果、2019 年における展葉終了時期は 5 月下旬であり、2017 年と 2018 年のものとほぼ同じであった。2017 年、2018 年および 2019 年の 6 月から 7 月の日中（10 時～14 時）における平均気温は、それぞれ 20.5℃、22.8℃および 19.6℃であり、2019 年のものが 3 年間で最も低かった。2017 年、2018 年および 2019 年の 6 月から 7 月の日中において CO₂ フラックスが正值を占める割合は、それぞれ 11%、39%および 31%であり、2018 年のものが 3 年間で最も高かった。

24 海岸林における土壌硬度がクロマツの根系成長と引き倒しモーメントに与える影響

古屋航、小坂泉、瀧澤英紀、阿部和時（日大）

2011 年の東日本大震災後、海岸林の主要樹種であるクロマツの津波減衰機能を十分に発揮されるためには鉛直根の発達が必要であると考えられるようになった。本研究では、湘南海岸林のクロマツを対象に、①鉛直根の生長に対する土壌硬度の影響を明らかにすること、②鉛直根の発達がクロマツの引き倒しモーメントに与える影響を明らかにすることを目的にした。調査ではクロマツ 11 本を対象とした。研究目的①に関して、対象木生育地点において、SH 型土壌貫入試験機を実施し、深さ方向の土壌硬度を測定した後、対象木の鉛直根全体を掘り出し、深さ方向の分布状態を計測した。②に関して、樹幹にワイヤーロープを繋ぎ、牽引機で引き倒して最大引き倒しモーメントを測定した。調査の結果、①既往の研究では SH 試験で得られる土壌硬度 Nd/drop 値が 7.1 を超えると根系侵入は困難とされているが、この土壌硬度だけでは鉛直根の成長深度を説明することができず、樹齢や樹高、DBH、根系材積等の要因も加えて検討した。②引き倒し抵抗モーメントは DBH との相関性が高かったが、鉛直根材積あるいは水平根材積のみでは相関性がみられなかった。

25 積雪層の力学特性が地すべりの安定性に及ぼす影響の数値実験

岡本隆（森林総研）

冬季に厚い積雪層に覆われる東北地方の日本海側や北陸地方には数多くの地すべりが存在する。ここでは、降雨のみならず冬季の積雪環境が地すべり活動に大きな影響を及ぼす。これまで主たる影響要素として、地下水位の上昇をもたらす融雪が認識されてきたが、近年の研究により、積雪の荷重やせん断抵抗力などの力学特性の影響も指摘されている。そこで本研究では、積雪荷重とせん断強度を組み込んだ三次元斜面安定解析をおこない、地すべりの安定性に影響を及ぼす積雪層の力学特性について検討をおこなった。解析に用いる積雪荷重は現地でのスノーサンプリングによる全層の積雪重量を用いた。また、積雪層のせん断強度は積雪断面における深度別シアーフレーム試験により得られた SFI（せん断強度指数）に基づいて一定範囲の可変値とした。斜面安定解析の結果、すべり面の内部摩擦角と勾配が同程度の地すべり地の場合、積雪層のせん断強度は斜面安定に対して強く寄与することが示された。この結果は、一般に地下水位が上昇して不安定化すると考えられる融雪期においても地すべりが安定状態を保つことを説明できる要因のひとつと推定された。

26 森林が持つ表層崩壊防止機能に関する一考察

掛谷亮太、小坂 泉、瀧澤英紀、○阿部和時（日大）、岡田康彦（森林総研）

森林の表層崩壊防止機能は、林齢の増加に伴い増強することが崩壊発生現場の調査データから証明されている。この機能は崩壊地底面及び側面に形成されるすべり面に存在する根によって発揮されることが考えられてきた。しかし、我々が実施した根系分布調査では崩壊地底面に存在する根系量は極めて少量であること、崩壊地側面の根系量は林齢とともに減少する傾向があることが示された。このことは森林の崩壊防止機能が林齢とともに増強することと矛盾する。このため、表層型崩壊はすべり面を境に表層土がすべり落ちるのではなく、表層土自体に歪が生じ、亀裂が発達し、表層土全体が破壊して斜面上を崩れ落ちる現象であると推察するに至った。このことを明らかにするため、せん断面積を 1m^2 ($1\text{m} \times 1\text{m}$)、せん断域の厚さを 0、30、50cm の 3 通りの試験土塊を作製し、スギ根系を含む場合と土だけの場合の原位置せん断試験を行った。試験の結果、せん断域を厚くすると試験土塊は破壊させ易くなるが、根系を含むことよりのせん断抵抗力が補強されることが示され、表層崩壊発生にはせん断面積の厚さが強く影響していることが推察できた。

27 樹木に作用する変動風力特性

林健二郎（元防衛大）、多田毅（防衛大）、鈴木寛（森林総研）

樹木に作用する流体力特性の把握は、防風林の防風機能や、高潮や津波に対する海岸林の防災機能の評価に重要である。風流れの乱れにより樹木には変動風力が作用する。地盤に弾性支持されている樹木は、この変動風力によって強制振動すると考えられる。本研究は、振動時の樹木に作用する変動風力特性を明らかにすることを目的として、小型実松に作用する自然風の抗力特性とその動揺特性を調べたものである。地上高 11m の屋上に設置した、木箱内の土層に育成し弾性支持されている小型実松（樹高 $H=2.6\text{m}$ 、樹冠幅 1.5m 、最大樹幹径 3.8cm ）に作用する風力と風速の同時計測を、6 分力計と超音波流速計を用いて行った。6 分力計で検知される力は、「真の風力」の他に樹木振動による慣性力と構造減衰力が含まれている「見かけの風力（＝バネ反力）」であり、樹幹の曲げ・せん断強度や耐地盤支持力の評価に重要である。「見かけの風力」に対する周波数解析とその逆解析より、周波数 $f=1\text{Hz}$ 付近では樹幹部の共振により、 $2.5 < f < 5\text{Hz}$ の周波数領域では各小枝部の共振によりそれぞれ慣性力が加わる結果、「見かけの風力」の増加現象を確認した。

28 樹木へ働く外力によるモーメントを揺れの特性から推定する

鈴木寛（森林総研）、林建二郎（元防衛大）

強風によって樹木に働くモーメントが根系や幹の耐力を超えたときに根返りや幹折れなどの風害が発生する。そのため、樹木に働くモーメントを推定することは、風害の発生過程の理解や風害リスクの評価に重要である。風の流体力は時間変動し、それに対して樹木は振動体としてふるまう。このような、風と樹木の揺れとの関係を導くことによって、樹木の揺れから風によって働いているモーメントが推定可能と考えられる。このような考えの下、風速変動と樹木の揺れについて周波数領域で関係を導いた。その結果、樹木の固有振動数と考えられる周波数において、風による外力変動が揺れに大きく変換されていることが分かった。また、得られた関係式と風速変動から揺れの状態を逆演算することも可能であり、根系や幹の耐力との大小関係を比較することによって、風害リスクの推定が可能と考えられた。一般に、風害リスクの推定においては静力学的に計算されるのに対して、本研究では樹木へ働く瞬間的なモーメントを推定するものであり、これまでにない風害リスク推定法の基礎となるものである。

29 秋田県大館市のスギ林における間伐による林床面蒸発量のモデルによる変動評価

玉井幸治, 吉藤奈津子, 飯田真一, 勝島隆史（森林総研）, 金子智紀（秋田県林業研究研修セ）, 野口正二（森林総研）

秋田県大館市のスギ林で実施された間伐を対象として、モデルによる林床面蒸発量の変動を評価した。相対日射率は間伐前後で13%から43%へと約3.3倍に増加した。全天日射量に相対日射率を乗じて変換した間伐前後での林床面日射量と降水量をモデルに入力して林床面蒸発量を計算した。また、必要なモデルパラメータはマイクロライシメーターを用いた林床面蒸発量観測値によって決定した。観測地の林床が積雪で覆われた日がほとんどないと考えられる6～11月の6ヶ月間の林床面蒸発量計算値を比較した。1980～2018年の39年分の気象データによって計算された林床面蒸発量の平均値は、間伐前後の状態それぞれ73.4mm、191.8mmであり、間伐により約2.6倍に増加した。既往の報告値も含めて比較したところ、降水量よりも林床面日射量の方が林床面蒸発量に及ぼす影響が大きかった。

30 疎な緑陰による温熱環境の改善について

岡野通明（森林総研）、鈴木純（信州大農）、深山貴文、吉藤奈津子、小南裕志、荒井和徳（森林総研）
都市におけるヒートアイランド現象の出現増加や地球温暖化の顕在化によって暑熱環境は厳しさを増し、熱中症発現のリスクが増大している。熱中症には予防が大切であるとし日陰・木陰を利用して涼を求めることが奨励され、熱中症の疑いがある場合は風通しのよい日陰などに避難させる応急措置が勧められている。また夏季のイベントでは待機列は日陰（樹林帯や日よけの下等）に作る等熱中症対策を採るようガイドラインも設けられている。緑陰は温熱環境を改善し熱中症の予防・緩和できる効果は大きいと考えられ、その定量的な評価が求められている。都市部に存在する公園・緑地において容易に得られるような緑陰を想定し、あまり密でない疎な緑陰において微気象観測を行い、WBGTを算定して緑陰の温熱環境改善効果を評価した。サンスポットが大きく存在するような疎な緑陰でも日なたと比較して2～3℃のWBGTの低下がみられた。これは疎な緑陰でも熱中症の危険度レベルを1ランク下げる効果があることを明示した。疎な緑陰であっても有効な暑熱シェルターとなることが予想される。

キーワード： 熱中症 緑陰 WBGT 暑熱シェルター

31 クマノザクラのコンテナ苗を用いた増殖について

勝木俊雄（森林総研多摩）

クマノザクラは2018年に新しく発見されたサクラの野生種である。紀伊半島南部に分布しており、観賞価値が高いことから、新たな利用が期待されている。植栽用の苗木として、種子からの実生苗の生産がすでに地元では取り組まれており、コンテナ苗を用いた生産も試みられている。しかし、これまでクマノザクラのコンテナ苗生産の知見はない。そこで、実際にクマノザクラの実生を用いてコンテナでの育成を試み、問題点について検討した。2018年5月に採取したクマノザクラと比較用のヤマザクラの種子を用い、洗浄・乾燥後に低温湿層処理をおこない、7/23～9/18に発芽した実生を、9/3～10/8にコンテナに移植した。コンテナは250ccのマルチキャビティコンテナで、ココピート:バーミキュライト:鹿沼土を5:1:1と2:2:2、0:3:3の比率で配合し、固形肥料を加えた培地を用いた。2019年7月現在、クマノザクラとヤマザクラの生存率と平均高は、それぞれ98% 45cm、100% 46cmで、コンテナでの生産が可能であることが示された。またクマノザクラの培地ごとの平均高は、ココピートの配合が高い順に41, 46, 50cmで、成長にココピートが悪影響した可能性が示唆された。

32 スギコンテナ苗の植栽後2年間の成長に及ぼす育苗時の追肥の影響

飛田博順, 齋藤隆実, 矢崎健一, 香山雅純, 才木真太朗, 上村章（森林総研）

秋の追肥が、翌春のコンテナ苗の生理特性と、植栽後2年間の成長に及ぼす影響を明らかにすることを目的に試験を行った。ビニールハウス内で、スギのコンテナ苗（300cc スリット型）を実生から育苗した。元肥（Osmocote Exact、3から4ヶ月間の肥効持続期間）を4月中旬に各個体1.8g与え、灌水を毎日朝夕2回30分間行った。元肥の切れた9月下旬に追肥を行った。追肥は元肥と同量と元肥の10分の1の2処理を設定した。追肥後の灌水は、滴下による毎日朝夕2回灌水（1回10分間、約150ml/個体）と2日に1回夕のみ灌水の2処理を設定した。翌5月に各処理6個体の光合成活性と水分特性の測定を行い、各器官の乾燥重量を測定した。残りの個体を苗畑に植栽し、植栽後2年間、地際直径と樹高を測定した。追肥量が多い個体のほうが、植栽前の光合成能力が高く、植栽後2年間の成長が良かった。苗畑での植栽試験の結果であるが、育苗時の追肥量の違いが植栽後2年間の初期成長に影響を及ぼすことが示された。

33 コンテナ苗育苗期間短縮に向けた育苗技術の検討

山田晴彦（茨城県林技セ）

県内コンテナ苗生産者から生産効率の向上や育苗コストの削減につながる技術の開発要望を受け、スギコンテナ苗の育苗期間短縮に向けた技術開発に取り組んだ。秋にセルトレイへ播種し、冬は加温した温室内で発芽させ育成したプラグ苗を春にコンテナへ移植し、成長休止期にコンテナ苗の成長量を調査した。その結果、従来2年程度を必要としていたスギコンテナ苗の育苗期間を約1年3か月まで短縮し、苗高や根元径についても出荷規格を満たすコンテナ苗の生産が可能であることを明らかにした。

34 ポリクロス由来のスギ未熟種子のインビトロ発芽の試み

金枝拓実（新潟大）・丸山 E. 毅・上野真義（森林総研）・平山聡子・伊藤由紀子・番場由紀子（新潟県森林研）・森口喜成（新潟大）

遺伝的に多様な実生苗を省力的に作出する方法の一つとして、ポリクロス（複数親の混合花粉を使用する人工交配）由来の種子の利用が考えられる。ポリクロスに由来する成熟種子の花粉親寄与率は期待値から有意に歪むことが報告されているが、成熟する前の種子発達過程（未熟段階）で調べた事例はない。しかし、未熟種子から種子胚を取り出し、DNA 抽出を行うのは困難である。そこで、本研究ではインビトロでのスギ未熟種子の発芽を試みた。2019 年 3 月に 2 種類の混合花粉（3 家系の花粉を等量混合した 3mix、10 家系の花粉を等量混合した 10mix）を用いた人工交配を実施し、2019 年 7 月下旬に球果を採取した。球果から未熟種子を取り出し、滅菌後に種子胚を含む雌性配偶体を 3 種類の培地に置床した。その結果、スギ未熟種子はインビトロ条件で発芽することが確認できた。今回は、その発芽率について報告する。「本研究は、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」の支援によって実施した。」

35 ポリクロス由来のスギ未熟種子からの不定胚形成細胞誘導

丸山 E. 毅（森林総研）・金枝拓実（新潟大）・上野真義（森林総研）・平山聡子・伊藤由紀子・番場由紀子（新潟県森林研）・森口喜成（新潟大）

不定胚形成は、組織培養による植物体の大量増殖技術の一つである。我々の研究グループでは、不定胚形成技術によるスギ苗木の大量生産法の確立を目指している。遺伝的に多様な苗木を組織培養で省力的に作出する方法の一つとして、ポリクロス（複数親の混合花粉を使用する人工交配）由来の未熟種子の利用が考えられる。ポリクロスに由来する成熟種子の花粉親寄与率は期待値から有意に歪むことが報告されているが、ポリクロスに由来する未熟種子を用いた不定胚形成の各工程における花粉親寄与率を研究した事例はない。そこで我々は、遺伝マーカーを用いてポリクロスで生産された未熟種子から増殖させた不定胚形成細胞の花粉親を調べ、ポリクロス由来の未熟種子利用の有効性を検証する。今回は、3 親の混合花粉（3Mix）と 10 親の混合花粉（10Mix）を用いて人工交配を行い、それぞれのポリクロス由来の未熟種子から得られた不定胚形成細胞の誘導率について報告する。本研究は、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」の支援によって実施した。

36 スギ・ヒノキ林冠下におけるアブラチャンの分布と樹形の特性

上原 巖（東京農大）

アブラチャン (*Lindera praecox*) は、クスノキ科クロモジ属の樹木であり、特有の芳香を持ち、薪炭のほか、その実から採れる油は読書灯などに用いられてきた。アブラチャンは、本州～九州にかけての温帯に自生し、スギ、ヒノキなどの造林地の林縁、林床でもよく見られる。とりわけ林床の植生が貧弱になりやすいスギ・ヒノキ人工林の場合、アブラチャンの発生、分布は、土壌流亡抑制などの意味においても重要な意義を持っている。しかしながら、その林冠下の発生密度や分布の状況、また樹形の変化などについてはあまりよく知られていない。そこで本研究では、奥多摩源流の山梨県小菅村のスギ・ヒノキ人工林（標高約 500m）において、その林床のアブラチャンの分布状況と樹形の特徴を調べてみた。調査の結果、アブラチャンはスギ・ヒノキ林冠下に二層目となる低林冠を形成し、地形の傾斜に適応して樹冠を階段状に連ねて発達させ、また受光のために柔軟に樹形を変化させていることなどが明らかになった。これらのことから、スギ・ヒノキ林冠下のアブラチャンは除伐をせずに残存させ、土壌流亡抑止などに供すること、またその樹冠、樹形の形態から、林冠下の照度状況の指標ともなることなどが考えられた。

キーワード：ヒノキ林冠下、アブラチャン、分布、樹形特性

37 落葉広葉樹における生育場所の相対光強度と N 値および SPAD 値の関係

田中 格（山梨県森林研）

異なる相対光強度で育成した暖温帯～冷温帯に分布する落葉広葉樹であるケヤキ、ホオノキ、クリ、ミズナラ、コナラ、コブシ、ヤエガワカンバにおいて、個葉における窒素含有量の指標となるアグリエキスパート N 値および光合成生産の主体となるクロロフィル a 含有量の指標となる SPAD 値を計測し、相対光強度と N 値および SPAD 値の関係から落葉広葉樹の耐陰性について検討した。2018 年 5 月、相対光強度 100%、45%、15%、5%の試験区において、鉢植えにした供試木 4 個体で被陰を開始し、旺盛な光合成生産を行うとされる 8 月中旬に各供試木から健全葉 3～5 枚を選んで N 値と SPAD 値の計測を行い、相対光強度との関係から、各樹種の被陰応答性を明らかにした。その結果、いずれの樹種においても、被陰の進行に対して N 値、SPAD 値が低下するのを抑える適応をしていることが示唆された。被陰の進行に対する N 値、SPAD 値の維持、増加という観点からは、今回測定した落葉広葉樹の耐陰性は、ミズナラ、コナラ＞クリ＞コブシ＞ケヤキ、ホオノキ＞ヤエガワカンバと相対大小区分される可能性が高いことが示唆された。

38 山火事発生から 31 年が経過した林分における森林の植生遷移

須崎 智広, 富樫善弥, 中山 優子, 仲田 昭一（関東森林管理局）

山火再生林に特徴的な植生としては主にアカマツや、かばのき科による更新がなされるとされている。しかしながら、関東地方において長期間にわたって山火再生林をモニタリングした事例は少ない。山火発生から 31 年が経過した林分において、どのような樹種で更新がなされるのか、31 年間の林分組成の変化を明らかにする。プロットは斜面の上部、中腹、下部の 3 個所に設置した。2019 年時の種数は上部 9 種、中部 7 種、下部に 6 種が出現した。クラスター分析より、山火事跡地の主な群集型はコナラ型、ヤシャブシ型、ヤシャブシ・ヒノキ型の 3 種であり、コナラ型は上部に、ヤシャブシ型は中部に、ヤシャブシ・ヒノキ型は下部に成立した。このように立地によって侵入する樹種は異なったのは、上部は防火帯の跡地に成立したコナラ林に近いこと、中部は種子源から遠くヤシャブシなどの風散布型の樹種が、下部は風散布型樹種に加えて焼失を免れたヒノキの前生樹と、ヒノキの実生による更新が群集組成に影響を与えたと考えられた。関東地方での山火事跡地については、風散布型種子であるヤシャブシに加えて、隣接する林分の樹種構成が、林分の更新に影響を及ぼしていると考えられた。

39 小笠原諸島父島における絶滅危惧種オガサワラグワの野生復帰試験

磯田圭哉, 板鼻直栄, 生方正俊（森林総研林育セ）

オガサワラグワ（*Morus boninensis*）は小笠原諸島に固有の樹種で、かつては小笠原の原生林（湿性高木林）の主要構成樹種であった。しかし、明治の開拓期に多くが伐採され個体数が激減したうえ、薪炭用に導入されたアカギの繁茂による生育環境の悪化や養蚕用に導入された近縁種のシマグワとの交雑などにより、天然更新がほとんど起こらなくなり存続の危機にある。現在、環境省レッドリストでは絶滅危惧 IA 類（CR）とされている。林木育種センターでは、組織培養により残存するオガサワラグワを増殖し、生息域外保存を進めてきた。2014 年から、保存している培養体から発根させた苗を、非意図的随伴生物の侵入を防止するため無菌状態で小笠原に輸送し、野生復帰試験を開始した。輸送した無菌苗は、父島にある森林総合研究所の圃場内で馴化した後、2015 年 1 月から 11 月にかけて数度に分けて植栽した。試験地は、国有林 2 カ所（振分山国有林及び旭山国有林）、森林総研試験地（コーヒー山）、森林総研圃場（清瀬）の 4 カ所に設定した。今回、植栽から 4 年の生育状況について報告する。

40 植栽による小笠原諸島固有の森林への再生の一考察

高橋 健（関東森林管理局）

小笠原諸島は過去に一度も陸続きになったことのない海洋島であり、独自の進化をした多様な生態系が発達している一方で、人間が持ち込んだ外来種がその生態系を脅かしている。旺盛な生長を示す外来種に対抗する手法の一つとして、元々小笠原に生育していた在来種の人工更新が注目されているが知見の少ない状況にある。今回、過去の植栽地を追跡調査することで良好な生育を示す条件を考察し、今後の植栽による固有の森林への再生への知見とすることを目的に調査を行った。植栽から12年後の植栽木調査を行った結果、当該地域ではシマホルトノキは条件を整えば、良好に生長し、林冠を形成出来ることが明らかになった。一方で、そのような生長を示した個体は一部であり、アカギ等により被圧され、生長が押さえられている個体も多いことから、今後アカギの駆除を行い、光環境を改善することが望まれる。当該地は林床がシダ植物に覆われており、実生の発生は見られなかったことから、植栽の有用性が示された。また、アカギの直下及び亜高木層が覆われている箇所については生長が不良であったため、植栽の際にはそのような箇所は避けて植栽することが重要であると推察された。

41 地表設置の竹筒に播種したコナラ実生の生残と成長について

星野大介, 川崎達郎, 明間民央（森林総研）

山地や荒廃地において低コストかつ省力的な広葉樹造林を実現するため播種に注目し、コナラを用いて3種類の播種試験を実施した。森林総合研究所内の1母樹から2018年秋に採集した種子を薄いポリ袋で冷蔵保管し、2019年5月上旬に取り出し冷暗所にて発根させた。これら発根種子を用いて5月中旬以降に、地下1cmに埋める地表播種、地下5cmに埋める地中播種のほか、一部地方で言い伝えられている竹筒播種を苗畑で実施した。本研究において竹筒播種は、モウソウチクの稈を長さ30cmに切断し節を抜いたものを苗畑の地表に10cmの深さに挿して、種子1粒を入れて少量の土壌をかぶせることとした。播種後1カ月は適宜、撒水を施した。播種2週間後、地表、地上播種ともに数個体の発芽が認められたが、その前後で殆どの種子がなんらかの動物に持ち去られて消失した。一方で竹筒播種では持ち去りは起こらず、90%が発芽した。8月末時点で生残した地表播種、地上播種、竹筒播種の当年生実生の平均樹高は4, 9, 24cmであった。これらのことから竹筒には動物による種子の発見や侵入を防ぐ効果があるものと推定され、広葉樹造林に有用であると考えられた。

42 コナラの伐採時林齢と伐採株の大きさが萌芽枝の発生と成長に及ぼす影響

荻原 謙（元埼玉県寄居林森林研）

コナラの伐採株の林齢・幹本数・直径・伐採高を調査し、高齢なコナラ林の萌芽更新が可能であるか検討した。伐採時林齢と萌芽率の間に負の相関関係が認められたこと、高齢化した伐採株の萌芽力は萌芽枝の発生後に残存率が減少したことから、高齢なコナラ林の更新は萌芽更新だけでは確実でないと考えられた。一方、伐採株の大きさが萌芽枝発生に及ぼす影響は明らかでなかったが、複数幹の伐採株では幹本数が萌芽枝の発生に高い相関があることが分かった。

43 千葉県における 2012～2018 年のヒノキ雄花着生状況と雄花生産量の関係

福島成樹（千葉県農林総研森林）、荒木功介（千葉県中林事）

花粉症対策の一環として、ヒノキの花粉飛散量を予測する技術の開発を目指し、雄花の生産量を雄花着生状況の観測から推定する方法について検討した。本調査は、林野庁の花粉発生源対策推進事業の一部として実施した。千葉県内のヒノキ林に 13 箇所の観測林を設定し、花粉飛散前の 12 月と飛散開始直前の 3 月初めの 2 回、各観測林で雄花が比較的に見やすい林縁木 9～13 本について、望遠鏡等により雄花着生状況を観測した。着生状況は、4 段階に区分し重み付けの点数を掛けて指数化した。雄花生産量は、3 箇所の観測林で花粉放出後に林内に落下する雄花をトラップにより捕捉し、乾燥重量を測定した。トラップの設置期間は 3～7 月とした。雄花着生状況の指数は、観測林間のバラツキが大きい年があったが、年次変動の傾向は概ね類似していた。また、調査年度ごとの 12 月と 3 月の指数の相関係数は 0.70～0.95 と高かった。雄花生産量は、2017 年が $2\sim 3\text{ g/m}^2$ と少なく、2018 年は $31\sim 48\text{ g/m}^2$ と多くなり年次変動が大きかった。雄花生産量と指数との指数回帰による相関係数は、12 月が 0.68、3 月が 0.82 となり、3 月の方が相関が高かったが、12 月の観測でも大まかな予測は可能と考えられた。

44 関東に生育するヤナギの成長に対する堆肥の効果

香山雅純、菊地 賢、上村 章、倉本恵生、高橋正義（森林総研）

近年、木質バイオマス利用としてのヤナギの栽培に注目されているが、多くの栽培は寒冷地で実施されており、温暖な関東地方では北川ほか（2012）のみ報告されている。その一方で、関東地方では豚の飼養頭数が多く、豚ふん堆肥も多く生産されている。ヤナギは養分要求性が高いことから、関東地方に生育するヤナギについて豚ふん堆肥を添加して植栽し、成長量と堆肥の添加効果を樹種間で比較した。本研究は、茨城県内で生育を確認したオノエヤナギ、カワヤナギ、コゴメヤナギ、ジャヤナギ、ネコヤナギ、マルバヤナギを対象とした。これらのヤナギは 2018 年 12 月に枝を採取し、20 cm の長さに切りそろえ、穂木とした。穂木は、森林総合研究所の苗畑に 2019 年 4 月に植栽した。処理区は、10a あたり 2t 堆肥を添加した堆肥区、10a あたり 4t 堆肥を添加した 2 倍堆肥区、及び堆肥を添加しない対照区の 3 処理区を設定した。

45 茨城県における下刈り期のスギ植栽木と植生の競合

五十嵐哲也、奥田史郎、倉本恵生、宮本和樹、八木橋勉、山川博美（森総研）

日本の人工林で更新を確実にし、資源の循環利用を進めるためには、造林・保育作業全般を省力化・低コスト化するための技術開発が重要である。本研究では低コスト初期保育技術の開発の一環である下刈り省力化のために、植栽木と植生の競合状態に植生タイプおよび立地が及ぼす影響を推定した。調査地は茨城県北部の国有林に設置した。2 年生～5 年生のスギ新植地 16 カ所に $10\text{ m}\times 10\text{ m}$ のプロットを設置し、プロット内の植栽木の現樹高、期首樹高、前年度期首樹高を測定した。また、競合植生については、競合状態を 4 段階の競合指数で判定した。つる植物については植栽木ごとに巻き付き状態を記録した。また、植生については生活形別の被度と優占種 3 種を記録した。立地についても傾斜、斜面方位、斜面位置、小地形、表層土壌厚などを記録した。植生タイプを分類した結果、広葉樹優占タイプとキイチゴ優占タイプに分けられることが分かった。各植生タイプについて競合状態と植栽木のサイズとの関係を推定し、下刈り省略が可能な条件の抽出を試みた。

46 ニホンジカ生息地における広葉樹植栽木の下刈りについて

谷口美洋子（埼玉県寄居林森林研）、荻原謙（元埼玉県寄居林森林研）

近年スギ・ヒノキ人工林の皆伐後、再造林が行われないまま放置した林分や、広葉樹を再造林したものの健全な森林として生育していない林地が見受けられる。新たな造林経費の捻出が困難なことや植栽後に必要な保育作業実施されなかったことなどによるものと考えられるが、そのままでは森林の公益的機能低下が懸念される。そこで植栽木を早期に低コストで育成する技術を検討するため、人工林皆伐跡地に広葉樹を植栽し、坪刈り区と放置区（無下刈り区）を設けて成長量等を調査した。その結果、下刈り（坪刈り）によりニホンジカによる食害の影響があったので報告する。

47 ヒノキ人工林における枝条巻付法による剥皮害防除効果の検討

原口竜成, 大村和也, 千嶋武, 高野充広, 才木道雄（東大秩父演）, 木村恒太（東大北海道演）

東京大学秩父演習林（埼玉県秩父市）ではニホンジカやツキノワグマによる植栽木への剥皮害が顕在化しており、被害を受けた森林の取り扱いと新たな剥皮害の防除策について検討する必要がある。このため、間伐木の枝条を利用して剥皮害を防除する枝条巻付法に着目し、強度間伐後のヒノキ人工林において、その防除効果を5年にわたり詳細に調査した。その結果、枝条巻付を行った区画の剥皮害発生率が、対照区の剥皮害発生率を有意に下回り、枝条巻付法がニホンジカやツキノワグマによる剥皮被害の防除対策として有効であることが示唆された。実施の際には間伐方法・メンテナンス・労働力確保等に留意が必要である。

48 クビアカツヤカミキリの卵の発育に与える温度の影響

北島博（森林総研）, 福沢朋子（農工大）, 佐藤優紀, 逢沢峰昭, 大久保達弘（宇大農）

クビアカツヤカミキリ被害が顕著な群馬県館林市では、成虫が出現する7月の日最高気温が35℃を超えることが珍しくない。本種の卵の発育に対する温度の影響を見るため、15℃～40℃まで5℃間隔に設定した恒温器で卵を保管して、ふ化率と卵期間を調べた。温度20℃～40℃における結果では、40℃でも4%のふ化率が得られ、本種の卵の高温耐性が高いことが示された。温度20℃～35℃のふ化率は、60%以上であった。卵期間は35℃までは温度の上昇につれて短くなったが、40℃では長くなり顕著な高温障害が見られた。館林市の7月の平均気温に近い25℃と30℃では、卵期間はそれぞれ約11日と約8日となった。卵の発育零点は約11℃と推定され、同時期に活動する日本在来種のカミキリやマツノマダラカミキリと比べて大きな違いはなかった。今後、15℃における結果と合わせて解析し、発表する。本研究は、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「サクラ・モモ・ウメ等バラ科樹木を加害する外来種クビアカツヤカミキリの防除法の開発（30023C）」の研究成果である。

49 クビアカツヤカミキリ人工飼料飼育における開始翌年の発育および羽化状況

浦野忠久（森林総研）

特定外来生物であるクビアカツヤカミキリの人工飼料による飼育を 2018 年 7 月に開始した。飼料はシルクメイトにサクラ材粉末、乾燥酵母および水を混合し、三角フラスコに入れて滅菌したものを用いた。インセクタ LFS により摂食初期段階を経た幼虫を 50ml フラスコの人工飼料 25g に 1 個体ずつ接種し、25℃一定、16 時間日長条件下に置いた。一部の幼虫はコンテナに入れ野外網室（屋根付き）内に置いた。上記のいずれも摂食初期の段階で死亡する個体が多く見られた。発育に成功した 50ml フラスコ内の幼虫は、生重 1g 前後に達したところで、新たな 100ml フラスコの人工飼料 50g に移した。この後一部の幼虫は、野外の樹幹内で見られる越冬個体に近い形態に変化した。それらは 10℃全暗条件に移して 4 か月間低温処理を行った。形態が変化しない個体も 100ml フラスコ内で 3～4 か月経過後に同様の低温条件に移した。越冬形態の幼虫の多くは 25℃条件に戻した後蛹化した。蛹化前後に死亡する個体が多く、羽化成虫にも奇形が多く見られたものの、人工飼料のみで正常に交尾、産卵する成虫が得られた。

50 バラ科果樹と山地性樹種の細枝に接種したクビアカツヤカミキリ孵化幼虫の発育

福沢朋子（農工大）、佐藤優紀（宇都宮大）、北島博（森林総研）、上地奈美（農研機構）、逢沢峰昭、大久保達弘（宇都宮大）

クビアカツヤカミキリはサクラ、モモなどバラ科樹種の他、ブナ、クワ科なども加害するとされる。多樹種の本種の寄主としての適性解明は、被害拡大のリスク管理に重要である。このため、バラ科果樹と山地性樹種 12 科 22 種の細枝各 20 本に本種孵化幼虫を接種し、25℃で 41 日間飼育後に坑道形成と幼虫の生存を確認し、生存幼虫の体重を測定した。坑道形成率は、バラ科ではモモが約 20% と最も高く、ビワが約 5% と大きくばらついた。またバラ科以外でイチジクが約 55% と最も高く、マダガスカが約 10% であった。また、坑道形成を行った幼虫の生存率は、バラ科ではモモが最も高く 100%、ビワでは生存しなかった。バラ科以外ではヤマブドウで約 72% であったが、ほとんどの樹種で生存しなかった。全生存幼虫の体重は平均約 0.02g であり、オウの増加も少なかった。本研究は、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課題番号 30023C の研究成果である。

51 シカによる人工林苗木食害と森林下層植生衰退度（SDR）及び各種密度指標との関係把握の試み

高橋安則（栃木県林セ）

シカによる下層植生衰退度（SDR）を現地の生息状況と餌資源量の相互作用の累積結果の表れとして位置付けると、SDR ランクとスギ・ヒノキ幼齢林におけるシカによる食害の程度には関係性があることが予想できる。そこで過不足のない被害防除を検討する資料を得ることを目的として、幼齢林の被害を簡易な手法で調査し、幼齢林の被害と SDR ランク及び目撃効率等県域スケールでのマップが作成可能な密度指標との関係把握を試み、SDR ランクの被害予測資料としての可能性を検討した。その結果、SDR ランクは目撃効率に比べて幼齢林の被害程度との関係性が高かった。

52 新たな獣害防除資材「単木柵」の開発

坂和辰彦（群馬林試）

人工林獣害は、植栽初期から伐期に至るまで継続して発生し、特に幼齢木ではニホンジカやウサギなど複数の加害獣種により多くの獣害を受ける。獣害対策は、忌避剤散布、ネット柵の設置及び単木防除資材の設置が主である。しかし、忌避剤はシカによる樹皮剥ぎ、角擦りにはほとんど効果がない。ネット柵は適切な管理を怠ると資材破損が生じ、動物は容易に侵入する。既存の単木防除資材は高コストであり、設置したヒノキがルーピングするなど資材による成長阻害が指摘されている。このため、既存対策の欠点を改善する新たな防除資材を試作し、これを「単木柵」として開発を行い、その効果を検証したので報告する。

53 鳥獣保護区内におけるメスジカ行動圏の重複について

森田 厚（埼玉県寄居林業事務所）

埼玉県内のニホンジカ（*Cervus nippon*）生息域のほぼ中央に位置する堂平山鳥獣保護区でGPS首輪を利用した行動圏調査を実施している。季節的な生息密度の変化が認められ、鳥獣保護区の内外を移動する個体が多いと予想されたが、これまでのところメスジカについては定住性の個体が多くなっている。また、その行動圏が大きく重複していることが明らかになってきたので、報告する。

54 イノシシによる広葉樹被害と対策

新井一司（東京農総研）、奈良雅代（大島支庁）、中村健一（東京農総研）

東京都農林総合研究センター日の出試験林（東京都西多摩郡日の出町平井）において、2013年11月、植栽したイロハモミジ、ケヤキ、クヌギの上部が欠落するという甚大な被害が発生した。被害木の切断面は、樹皮の一部が残存し、横方向に引きちぎられたような特徴がある。そこで、この加害獣を特定し、適した対策を行った。センサーカメラ（HC500, Reconyx）を配置したところ、イノシシが、広葉樹の幹をくわえ一気に引きちぎる様子が撮影されていた。そこで、イノシシ対策として急斜面版シカ侵入防止柵（新井, 2008）を設置したところ、4年間継続して防除できた。また、多摩地域において類似の被害が生じているかを把握するために、2014年から2018年にかけて再造林地を踏査するとともに、8林地にセンサーカメラを設置したところ、イノシシによる広葉樹被害は確認できなかったが、類似の被害として、イノシシは、檜原村の再造林地において目印として挿してあった直径4.5mmの弾性ポールを噛み切っていた。

55 冷凍貯蔵したスギコンテナ苗の植栽後活着率と初期成長

大平峰子（森林総研林育セ）

コンテナ苗は周年で植栽することが可能であると言われているが、そのためには植栽後の低温や乾燥へのストレス耐性が高い状態であることが望ましい。このようなストレス耐性が高い苗を安定的に出荷するため、外国ではコンテナ苗を冷凍保存する技術が開発されている。しかし、スギコンテナ苗を冷凍して植栽した研究事例はほとんどない。そこで本研究では、スギコンテナ苗の冷凍保存をするとともに、解凍した苗を植栽して活着率および初期成長を調査して冷凍処理の有無による苗への影響を評価した。コンテナ苗をビニール袋に入れて段ボール箱に入れ、貯蔵温度を -2°C とし、1月から5月まで貯蔵した。解凍の際には、植栽の7日前、1日前、当日に苗が入った段ボール箱を 2°C の温度下へ移した。対照として、5月まで温室で育成し続けた苗を使用した。翌年3月の活着率は、いずれの方法でも90%以上であった。また、1成長期後の苗高は、冷凍した苗と対照の苗の間に有意な差が認められなかった。以上の結果から、スギコンテナ苗を -2°C で冷凍保存することが可能であること、貯蔵期間が4ヶ月程度であれば冷凍保存により活着率や初期成長が低下しないことが示された。

56 ペーパーポットによる少花粉ヒノキ苗の初期成長

久保田将之（東京農総研）

林業種苗の生産において、野菜苗や茶挿し木苗の育成に使用されてきたペーパーポットの導入が始まっている。スギのペーパーポット苗については、主に挿し木苗の根系発達や、植栽後の成長についての報告があるが、ヒノキのペーパーポット苗についての知見は乏しい。本研究では東京都多摩地域に植栽後の少花粉ヒノキのペーパーポット苗、コンテナ苗、ならびに裸苗の成長を比較した。2018年4月、8月、10月に東京都農林総合研究センター日の出試験林において少花粉ヒノキの各苗種を植栽し、各植栽日と2019年4月、ならびに8月に植栽した苗の樹高と根元径を測定した。その結果、樹高成長量は、4月植栽苗と8月植栽苗では苗種による有意な差はみられず、10月植栽苗では裸苗が最も大きかった。根元径成長量は、4月植栽苗、ならびに8月植栽苗ではペーパーポット苗が最も大きく、10月植栽苗では苗種による有意な差はみられなかった。

57 コウヨウザンの心材含水率及び容積密度の茨城県から鹿児島県に至る7林分間の変異

藤澤義武・近藤禎二（森林総研林育セ）・池田潔彦（静岡県農林研）・松下純也（鹿児島県）・生野 柁大・馬場優政・田口碩大・秋丸博之（鹿児島大学）・永井純一（九州森林管理局）・牛島竜希（福岡県）

コウヨウザンは成長に優れた造林素材として期待され、造林特性及び材質特性の評価が進められているが、スギの黒心材に相当する多湿心材の存在が報告された。そこで、より広く心材含水率の実態を把握するため、茨城県、鹿児島県に至る7箇所の林分から成長錐によってコアを採取し、生材含水率及び容積密度を調べたので、その結果を報告する。本研究は、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」の支援を受けて行った。

58 コウヨウザン雄花中の花粉粒数

近藤禎二・磯田圭哉・山口秀太郎・生方正俊（森林総研林育セ）

スギの雄花 1 個には約 40 万個の花粉があるといわれているがコウヨウザンについての報告はみられない。スギでは花粉粒数と雄花乾重との相関が高く花粉の生産量を雄花乾重である程度推定できることを明らかにしている。そこで、コウヨウザンおよびその変種のランダイスギについて雄花 1 個当たりの花粉粒数を測定し、雄花に含まれる花粉粒数を明らかにするとともに雄花乾重との関係を調べた。本研究は、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」の支援を受けて行った。

59 スギのコンテナ直挿し苗木生産技術の検討

田波健太（埼玉県寄居林森林研）

コンテナ苗木生産の効率化を目指して、スギ挿し穂のコンテナへの直挿しによる育苗法を検討した。播種後 3 成長期経過したスギ実生苗木から採取した 5 cm ほどの穂木を発根剤のオキシベロン液剤 40 倍希釈に約 24 時間浸漬し、培土を充填した円筒状のロングポットに挿し付けた。充填する培土への緩効性肥料の有無による生存率及び苗木成長について比較したところ、挿し付けから 1 成長期経過後の苗木生存率はいずれの培土条件でも 80%以上となった。生存していたポットではいずれも裏側から発根が確認されており、生存率と発根率は同等と考えられ、事業用に望ましいとされる 71%を上回った。また、緩効性肥料を添加した培土では添加していない培土に比べて挿し付け 1 成長期経過後の苗高は大きくなった。

60 用土に元肥を混合したコウヨウザンのさし木コンテナ増殖の検討

中村博一（群馬林試）

近年、スギやヒノキに代わる新たな造林樹種として、用材や木質バイオマスとして利用でき初期の樹高成長が優れ、伐期までの期間が短いコウヨウザンやユリノキなどの早生樹が注目されている。また、植栽・保育作業の低コスト化に向けた方法の一つとして期待されている、コンテナ苗が急速に普及している。そこで、発根が容易な樹種であることが明らかになっているコウヨウザンを、マルチキャビティコンテナ（150cc 及び 300cc）、スリット入りコンテナ（150cc）及びさし床へ 2019 年 4 月 26 日にさし付け増殖を行った。さし付け後は全てさし床で育苗管理を行い、散水は自動散水により行った。用土は、ココピートオールド、鹿沼土（細粒）及びバーミキュライトを容積比（4 : 1 : 1）で混合したものをを用いた。なお、一般的にはさし木では肥料分を含まない無機質な用土を用いるが、コンテナ苗は裸苗よりも根系が乏しく根重量が軽いとの報告があり、発根後の根量はその後の成長に影響を及ぼすため、用土に肥効期間 3～4 ヶ月の「オスモコートエグザクト（N16-P9-K12）」を 4g/L 混合した試験区を設定し、発根率、根量の関係について検討したので報告する。

61 茨城県におけるコウヨウザンのウサギ食害被害と防除対策の効果について

山口秀太郎（森林総研林育セ）・岩井大岳（森林総研林育セ関西）・福山友博・弓野奨・安部波夫・磯田圭哉・近藤禎二・生方正俊（森林総研林育セ）

2018年4月上旬に茨城県日立市において、コウヨウザンを植栽し、ニホンノウサギによる被害調査を実施したところ10月までは目立った被害は確認できなかったが、11月から被害が生じた。このため、複数の野兎害防除用の薬剤を散布したところ無処理区に比べ薬剤散布処理区の被害が軽減されたので、これらの結果について報告する。なお、本研究は、農林水産省委託プロジェクト「成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発」の支援を受けて行われたものである。

62 ヒノキにおける管接ぎの試行

山野邊太郎, 高橋誠（森林総研林育セ）

ヒノキのクローン増殖には、その増殖の容易さ（成功率の高さ）からしばしば接ぎ木増殖が選択される。通常、接ぎ穂を得る際、荒穂の切断面から鮮度が減退する点を考慮し、荒穂は長めに採取して冷蔵保存される。従来は荒穂の先端部のみが接ぎ穂として用いられ、荒穂1本から接ぎ木苗木1本の要領で増殖が行われてきた。一方、荒穂の先端部以外の部位を接ぎ穂（管穂）として用いる接ぎ木は、管接ぎと呼ばれる。常緑針葉樹ではあまり用いられないが、落葉広葉樹では標準的な方法である。優良クローンの原種配布開始初期、すなわち採穂木定植後2～3年で、まだ採穂木から得られる荒穂の本数が限られる時期に増殖効率を高める手法として、管穂の活用が有効と考えられる。そこで、本研究では荒穂1本から得られるクローン苗木本数を増大させることを目的として、ヒノキの管接ぎを試行した。その結果、5本の荒穂から芯立ちして十分な伸長量がある32本の接ぎ木苗が得られ、増殖効率は6.4倍に向上した。なお、本研究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苗木生産の効率化・省力化と無花粉スギ品種の拡大」（29013C）を活用して実施した。

63 菌床シイタケ害虫に対する天敵微生物製剤の効果

松本哲夫・齊藤みづほ・和南城聡（群馬林試）

近年、菌床シイタケ栽培では害虫の被害が増加している。現在実施されている対策は、誘引補虫機の使用や手作業による除去等で、効率的とは言えない。また、化学農薬は使用が限定的である。これらの問題を解決する方法として、天敵生物を使用した生物的防除がある。そこで、天敵微生物製剤であるバイオセーフとバシレックス水和剤（以下バシレックス）の防除効果について検討した。ムラサキアツバ、リュウコツナガマドキノコバエの幼虫に対する防除効果について試験を行った。ムラサキアツバについては、バイオセーフ、バシレックスともに速やかに駆除効果が見られ、散布4日後には生存幼虫がほとんどいなくなった。また、バシレックスについては、幼虫の発生前に散布しても増加を防ぐ効果が見られた。リュウコツナガマドキノコバエについては、濃度10,000頭/mlのバイオセーフ散布で駆除効果が見られた。なお本研究は、農林水産省イノベーション創出強化研究推進事業「高品質シイタケ安定生産に向けた天敵利用によるケミカルレスな害虫激減技術の開発」の資金を活用して実施した。

64 アラゲキクラゲ菌床栽培技術の開発

武田綾子（新潟県森林研）

アラゲキクラゲは、夏季に冷房を使用せずに栽培可能な品目として全国的に注目を集めている。しかし、国内における菌床栽培の歴史は浅く、栽培技術も未確立な部分がある。そこで、収量性を上げるための栄養材試験及びコスト削減のための培地基材試験を行ったので、その結果を報告する。栄養材試験では、一般的な栄養材である米ぬかに乾燥オカラを混合し、その影響を検討した。混合率は、米ぬか：乾燥オカラ＝100:0(対照区)、75:25、50:50、25:75、0:100（重量比）である。その結果、乾燥オカラの増収効果が認められた（効果の度合いには品種間差あり）。培地基材試験では、基材である広葉樹オガ粉をもみ殻で置換し、その影響を検討した。置換率は、広葉樹オガ粉：もみ殻＝100:0(対照区)、70:30、50:50（容積比）である。その結果、広葉樹オガ粉の50%をもみ殻で置換しても収量や形質等にマイナスの影響はなく、もみ殻が広葉樹オガ粉の代替資材として使用可能であると言える。

65 ウスヒラタケ原木露地栽培における原木の形状・樹種別の収量性及び発生時期の比較

市村よし子（茨城県林技セ）、山口晶子（茨城県県央農林事務所）、金田一美有、小林久泰（茨城県林技セ）

きのこは種類によって発生時期が異なるため、原木露地栽培においては、複数の品目を同時に栽培することで、収入の安定化が図れる。今回は、夏～秋に収穫が見込めるウスヒラタケについて、ほだ木に使用する樹種の違い（コナラ、サクラ）と栽培形態の違い（普通原木栽培・短木断面栽培）による収量性と発生時期について比較試験を行った結果を報告する。栽培試験には、野生系統おが種菌を用いた。なお、短木断面栽培では、一方の木口面におが種菌を塗り、その上にもう1本短木を重ね、短木の接合部は、比較のため布テープまたは梱包用ラップを用いて閉じた。その結果、栽培形態の違いについては普通原木栽培よりも短木断面栽培で収量が多く、樹種の違いについてはサクラを用いた場合の収量が多くなる傾向が認められた。茨城県での発生最盛期は、伏込1年目は9～10月、2年目は5～7月と8～9月で、ほだ木の寿命は2年程度であった。

66 畑土壌中におけるニオウシメジ菌糸の冬季生存事例

金田一美有、小林久泰（茨城県林技セ）

ニオウシメジは熱帯性のきのこである。菌床露地栽培を行うと、伏せ込んだその年の8～9月に子実体が発生するが、翌年以降発生は認められない。一般的なきのこ栽培において、1回で発生が終了することはまれであり、ニオウシメジの発生が当年で終わってしまうことは、その栽培技術を普及するのに大きな障害となっている。演者らは平成31年1月に、数年間継続的にニオウシメジの発生が確認されている茨城県内の畑土壌において、白色の菌糸の塊を発見、採取した。これを30～35℃のインキュベーターに静置すると、菌糸が旺盛に繁茂し、さらにこれを抗生物質入りのSMYA培地に分離したところ、雑菌に汚染されことなく菌株を確立することができた。この分離菌株をおが粉：パークたい肥：ふすま＝6：4：1で混合し、含水率を65%に調製した培地により、20～22℃の温度条件下で3か月間培養した。その後、茨城県林業技術センター構内のスギ林地にパーク盛土マルチ法で伏せ込んだところ、2か月後にニオウシメジの子実体発生が認められた。

67 コナラのほだ木からシイタケ子実体への放射性セシウム移行係数について

今井芳典, 石川洋一, 齊藤佳緒里 (栃木県林セ)

移行係数は最大2と定められたが、その後の調査により上昇傾向であることが報告されている。安全な原木を確保するためには、ほだ木からシイタケ子実体への放射性セシウムの移行係数を明らかにする必要があり、そのばらつきの原因を解明し、原木の指標値を検討する必要がある。

68 タケノコへの放射性セシウム吸収抑制技術の開発

齊藤佳緒里, 石川洋一, 今井芳典 (栃木県林セ), 齋藤智之 (森林総研東北)

東日本大震災発生時の原発事故による放射性物質の汚染により栃木県内でタケノコ出荷制限は5市町で指示され、解除には至っていない。タケは通常の樹木とは異なり地上部の桿が地下茎で繋がっている。前研究でタケの各部位の放射性Csを季節毎に測定したところ、時期により濃度が異なることが分かった。タケノコは冬期に地下茎に芽ができ、春に成長することからタケ個体内で放射性Csが養分と共に循環している可能性が示唆された。そこで本研究では、県内二カ所のモウソウチク林でリター除去、カリウム施肥などの放射能対策と伐竹によりタケ個体内及び竹林面積当たりの放射性Cs含有量を減少させることによるタケノコへの放射性Cs移行低減効果について調査を行った。

69 豪雪地帯における高性能林業機械による伐出システム ―作業路の作設法とその強度―

矢部和弘 (東京農大)

豪雪地帯である山形県最上郡において冬期における伐出作業に関する現地調査を実施した。作業現場は無積雪時には水田耕作等によりアクセスできない場所であり、積雪時(12月から2月)に周囲の雪を掻き集めて作業路を作設してアクセスしていた。作業路の開設速度は0.8立米のバックホウを用いて100m/日とのことであった。数カ所沢を渡っていたが、支障木で橋を渡してその上に枝条を敷き詰め、さらにその上に雪を積み重ねて作業路としていた。伐出作業システムはチェーンソーで伐木、グラップルで全木集積、ハーベスタで造材、フォワーダで集材であった。作業路の延長は約1,000m、幅員4mで最急勾配は13%であった。作業路の支持力を簡易支持力測定器(キャスポル)により測定した。調査日は気温が6℃と高く、雪解けがかなり進行しており、4箇所でのCBRの平均値はそれぞれ①3.60, ②0.08, ③1.30, ④9.35となった。数値が高い①, ④は土場であり、重機の往来、使用頻度が締め固めに寄与しているものと考えられる。それに対し、作業路はフォワーダが1日に6~7往復するのみで、雪解けにより支持力が著しく低下したものと考えられる。

70 神奈川県における間伐材搬出作業の現状分析

今富裕樹、矢部和弘（東京農大）、鈴木健司（神奈川県森林組合連合会）

神奈川県では平成 29 年度を始期とする第 3 期かながわ水源環境保全・再生実行 5 か年計画を策定し、森林の保全・再生に関する取り組みとして間伐材の搬出促進事業が進められている。従来は県の補助事業として神奈川県森林組合連合会等を通して間伐材の仕分けや造材に関する生産指導活動が行われてきたが、これに加えて新たに高性能林業機械を利用した効率的な搬出方法、搬出機械の選択等、間伐材搬出の向上に資する事業が展開されている。本研究では本事業の対象となった間伐材搬出作業事業地を対象として作業の現状分析を行い、搬出作業の改善、効率化の観点から考察を行った。平成 29 年度及び平成 30 年度に本事業を実施した間伐材搬出事業の作業日報を分析の主な資料とした。調査項目として、(1) 事業実施場所・状況、(2) 実施工程、(3) 工程別の作業時間数・労働力投下量、(4) 生産効率化のための工夫等である。これらの資料をもとに、事業対象地の概要、搬出作業システム、工程別作業時間及び投下労働力、直接作業及び間接作業の生産性、作業工程別の生産性を分析し、間伐材搬出作業の現状分析及び効率化に向けた考察を進めた。

71 福島第一原発事故で汚染されたクリとカラマツの樹冠位置と放射性セシウム濃度

田中憲蔵（森林総研）、齊藤哲（森林総研関西）、梶本卓也（森林総研東北）

福島県川内村で福島第一原発事故により汚染されたクリとカラマツ成木の葉と枝の放射性セシウム（ ^{137}Cs ）濃度を樹冠高別に測定した。クリは樹冠上部と下部、カラマツは樹冠上部、中部、下部に分け、それぞれからシュートを複数採取した。クリは当年枝と 2 年生以上の旧枝、葉の 3 区分に、カラマツは 2 年生以上の旧枝、長枝と短枝の枝と葉の 5 区分に分け試料とした。試料は乾燥後粉碎し、ゲルマニウム半導体検出器（GEM20-70）を用いて ^{137}Cs 濃度を測定した。クリは各器官とも樹冠上部に比べ下部で ^{137}Cs 濃度が高かった。カラマツについては樹冠の上部に比べ、中部でやや濃度が高かった。また、器官間の濃度差も見られ、クリは枝に比べ葉でやや濃度が高かった。カラマツは短枝の ^{137}Cs 濃度がかなり高い値を示した。以上から樹冠位置や器官間での ^{137}Cs の濃度差を考慮することで、森林全体の ^{137}Cs 蓄積量の推定精度の向上に貢献できると考えられた。

72 カリウムによるコナラ萌芽枝への放射性セシウム ^{137}Cs の吸収抑制効果

福田研介（茨城県林技セ）、田野井慶太朗、小林奈通子（東大）

茨城県内の施業履歴の異なるコナラ林へ塩化カリ肥料を施用し、カリウムによるコナラ萌芽枝への放射性セシウム ^{137}Cs （以下「 ^{137}Cs 」）吸収抑制効果の実証試験を実施した。試験地は、県内 3 市 4 林分（伐採直後、伐採後 3 年生、伐採後 5、6 年生）に設定し、リター層及び土壌（0～5cm, 5～10cm, 10～15cm）を採取して ^{137}Cs 濃度および土壌の交換性カリウム量を測定するとともに、コナラ萌芽枝への ^{137}Cs 吸収抑制効果を確認するため、成長休止期に当年に生長した枝（以下「当年枝」）を採取し、 ^{137}Cs 濃度を測定した。その後、塩化カリ肥料の量を 2 段階（400kg/ha, 800kg/ha）に変えて林床に施用した。施用 1 年後に土壌の交換性カリウム量と当年枝 ^{137}Cs 濃度を調査したところ、散布区の交換性カリウム量は 9～164%上昇し、当年枝 ^{137}Cs の散布前と比較した濃度比が 2 調査地の散布区で有意に低下していた。さらに施用 2 年後の調査でも濃度比が有意に低下し、 ^{137}Cs 吸収抑制効果が継続していることが確認できた。本研究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」の支援を受けて行った。

73 異なる時期に発生した菌根性きのこススケヤマドリタケの放射性セシウム濃度の比較

鈴木也実（日大）、小松雅史（森林総研）、太田祐子（日大）

野生きのこの放射性セシウム濃度は、種や属、生活タイプなどによって異なることが知られている。そのため、個体ごとの濃度差を生じる要因を明らかにするためには、同時発生した同一種を材料として用いることが有効と考えられる。本研究では、菌根性きのこのススケヤマドリタケにおいて、同時に発生した子実体を継続して採取し、1) 異なる年に発生した子実体の¹³⁷Cs濃度の比較、および2) 同じ年の異なる時期に発生した子実体の濃度の比較、を行った。茨城県つくば市にあるヒマラヤスギ林内の2プロット(A, B)で、2016年9月、2018年9月、10月にそれぞれ24個体(10, 14個体), 26個体(5, 21個体), 10個体(3, 7個体)の子実体を採取し¹³⁷Cs濃度を測定した。2016年と2018年の子実体の¹³⁷Cs濃度には有意な差があり2018年のほうが低かった。2018年9月と10月の子実体の¹³⁷Cs濃度について、プロットごとでみるとAは9月、Bは10月が高い傾向を示したものの、採集月による有意な差は認められなかった。以上より、子実体の¹³⁷Cs濃度は発生年によって変化したが発生時期の影響は明確ではなかった。

74 都道府県総合計画における素材生産の推進方向

辻井寛(静岡県), 山下詠子, 関岡東生(東京農大)

筆者らは、これまで、2013年及び2018年時点の各都道府県において実効的都道府県総合計画に着目し、当該計画に含まれる森林・林業関連数値目標を分析し、その結果、素材生産に関する項目が増加していること、都道府県では、森林・林業施策を政策的に重要な分野として位置づけていることを明らかにした。これらを踏まえ、本研究では、各都道府県の素材生産に関する指標に着目し、具体的な目標数値の設定状況を把握するとともに、2013年時点と2019年時点の総合計画及び分野別計画における素材生産指標の比較を行い、今後の都道府県レベルの素材生産の方向を明らかにする。

75 CLT 生産における日欧比較

久保山裕史（森林総研）、山田茂樹（森林総研多摩）、古俣寛隆（道総研林産試）、早船真智（森林総研）

CLT 生産のコスト構造を明らかにするために、日本およびオーストリアにおいて実態調査を行った。日本のラミナ生産工場は、素材を原木市場あるいは山元からの直送によって、中目前後のA材を工場着12,000円/m³前後で集荷していた。これは、一般材製材と同様の集荷方法であり、原木市場を経由する場合、全国平均の輸送コストや伐出コストを考慮すると山元の立木代は3,000円/m³前後にとどまると推計された。他方、日本と同様の価格の原木を利用しているにもかかわらず、オーストリアで安価なラミナ供給が実現しているのは、製材工場が量産によって製造コストを削減しているからであることが明らかとなった。量産に必要な大量の原木は、①多様な品質や直径の原木集荷、②低コスト伐出・流通による高い立木価格、③工場側の運材費や集荷手数料負担等の山側へのサービス提供によって実現されていた。また、CLT 工場も製材工場と垂直統合によって量産を行っており、熱電併給やペレット生産もCLTの低コスト供給に寄与していることが明らかとなった。なお、本研究は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」およびJSPS 科研費16H03128の支援を受けて実施した。

76 森林所有者の林業に対する認識と行動

芳賀大地(鳥取大学)

森林所有者の林業に対する認識と行動の関係を明らかにするため調査を行った。調査は栃木県の 3 森林組合から協力を得て、2014 年 9 月から 10 月にかけて森林組合員にアンケート票を配布し郵送にて回収した。林業に対する認識をリッカート尺度で測定し、主成分分析を行った。寄与率の高い 3 つの成分に注目したところ、林業情勢の認識に関する成分 (PC1)、自営志向に関する成分 (PC2)、環境意識に関する成分 (PC3) に整理できると考えられた。PC1 は林業低迷の理由を国産材製材業、路網整備不足、外材価格に結び付けて考える成分である。いずれの成分も所有森林面積や最高林齢とは大きな関連が見られなかった。PC1 が高いと所有森林に経済的価値を求める傾向があった。PC2 が高いと森林所有を重視する一方で実際の森林管理は行わない傾向にあった。PC3 が高いと木材以外の価値を求める一方で森林施業は行わない傾向にあった。また、いずれの成分も皆伐や森林経営計画作成との関連は見られなかった。森林所有者の行動は、施業の内容によって影響する要因が異なることが示唆された。

77 北関東地方の桐材加工業者における原木調達動向

田中亘(森林総研)

北関東地方では古くから桐が植えられ、それを材料とする加工業者が多く存在した。しかし、桐の伐採後に再植林が十分に行われなかったため、資源不足となっている。そのため近年では、北関東地方で国産桐材を取り扱う業者は東北地方から原木を調達する状況にある。本研究では秋田桐供販市場の落札データ、および北関東地方から参加した業者に対する聞き取り調査をもとに近年の原木調達動向を明らかにする。同市場は一年に一度開催されてきたが、2019 年開催回をもって休止となった。落札データからは、平均単価が 2010 年以降上昇傾向にあって 1 万円 6 万円台となっていること、2019 年の回は 1 万円 10 万円をこえたことが示された。参加業者に対する聞き取りからは、製品の種別によって購入価格に差が生じること、すなわち小箱や雑貨の製造業者は比較的安価である一方、タンスや琴の材料を取り扱う業者は高価格で入手していることが分かった。また、2020 年以降に市場を介した原木調達が途絶することに対して、いずれの業者も他の供給者との相対取引を増加させることで必要量を確保できると見込んでいた。

78 宇都宮大学農学部附属船生演習林より出荷される素材の行方

林宇一(宇都宮大農)・加藤舞(双日建材)・山本美穂(宇都宮大農)

宇都宮大学の演習林で生産された演習林材は、多くが矢板共販所へ出荷される。その素材の購入業者に対して、各購入業者の特徴と購買行動について聞き取り調査を行なった。対象は、2010 年から 2016 年の間に計 6 回以上購入した業者 26 社に同素材を SGEC 材として購入する 1 社を加えた計 27 社のうちの 13 社となる。結果、年間原木消費量の多い製材工場がスギや小径材も購入し、少ない製材工場はヒノキのみで小径材は購入しない傾向が見られた。長さの限定には、製材工場の規模との関連性は見出しにくかった。原木購入後、大規模製材工場は自社トラックで原木市場から個々に工場へ搬送するのに対し、中小規模製材工場は運送会社に委託し、県内の主要な原木市場 4 カ所を一巡させて原木を搬送する。演習林材はこの搬送の過程で他の材と混同され、その行方はわからなくなる。

79 秩父地域における森林環境譲与税の活用取り組みに関する考察と課題

石佳凡(早稲田大), 納富信 (早稲田大)

市町村が森林管理にて実施する間伐作業、木材利用促進、それに関わる人材育成・確保などに必要な地方財源を安定的に確保する観点から、森林環境税及び森林環境譲与税を創設し、2019 年度から譲与が始まった。本稿では秩父市森づくり課に対して本税の活用に関するヒアリング調査をおこない、秩父地域（秩父市、横瀬町、皆野町、長瀬町、小鹿野町）における森林環境譲与税に関する活用計画の立案と実行への促進要因を明らかにするとともに、取り組みにおける今後の課題を整理した。その結果、従来から秩父地域における森林資源利活用の取り組みには秩父市を中心に広域で施策をまとめて計画・実行する特徴があることがわかった。そこから、活用計画の立案と実行の促進要因として、「林業専門家の存在」「地域・自治体間の連携」「地域林業関係者のサポート」を取り上げた。一方、秩父地域における森林の機能を十分に発揮させるために、秩父地域に限らず荒川の中・下流域に位置する都市部に配分される森林環境譲与税を、上流（源流）の森林整備費用として支援を募っている。この支援金を維持するために、都市住民に森林整備による効果を理解しやすく伝達することが今後の課題である。

80 森林組合地域組織の再編を通じた所有者との関係性再構築の取り組み

笹田敬太郎, 都築伸行（森林総研）

森林組合は地域森林管理の中心を期待されている一方で、広域合併の進行等によって、組合と森林所有者との関係性の希薄化が問題となっている。本研究では、近年森林所有者との関係性の再構築に取り組む島根県の飯石森林組合を事例に、その実態と課題について明らかにし、事例が示唆する問題解決の方向性について検討した。飯石森林組合は広域合併に伴い、各集落・自治会ごとに「地区委員」を設置するなどして、所有者や地域との関係性を築いてきた。しかし、近年、世代交代や木材価格の低迷などによる森林所有者の森林への関心の低下、職員の若返りに伴う地域との関係性の希薄化、および森林政策への対応から、新たに組織を再編する必要性が生じ、2018 年度から新たに組合と地域のつなぎ役として「地区林業推進員」を設置するとともに、「地区委員」を「林業委員」と改称した。現状の課題として、「地区林業推進員」の役割の明確化、地域へ働きかける現場職員のマンパワー不足が挙げられた。今後は、「林業委員」や「地区林業推進員」への聞き取りから、その活動実態と取り組み効果、課題を明らかにしていく必要がある。

81 主伐を中心に林産事業を展開する森林組合の動向

都築伸行, 笹田敬太郎（森林総研）

2015 年度現在の森林組合の林産事業量は 543 万立米であり、全国の素材生産量の 27%を占めている。2002 年度から 2010 年度までの林産事業の増加は主に間伐によるものであったが、2011 年度から 2015 年度にかけては、間伐とともに主伐による生産量も増加している。本報告では、2011 年度から 2015 年度において主伐を中心に林産事業を展開した森林組合の動向について分析する。分析対象は、農林水産省に申請し提供を受けた 2011 年度から 2015 年度までの森林組合一斉調査で、個別の森林組合データである。2015 年度の林産事業量上位 20 組合（1 位約 9 万 7 千立米、20 位約 4 万 3 千立米）のうち、主伐中心の組合は 12 組合で、全てが北海道と九州の森林組合であった。北海道 80 組合のうち、2015 年度に林産事業量が 1 万立米を超えた 21 組合は全て主伐中心の組合で、100%主伐の組合が 19 組合であった。一方、九州全域の 78 組合のうち、2015 年度の林産事業量が 1 万立米を超える 40 組合のうち、主伐中心の組合は 19 組合であり、年間 5～10 万立米をほとんど主伐によって生産する大分県や宮崎県の森林組合がみられた。

82 廣瀬與兵衛の生涯

土屋智樹、山下詠子、関岡東生(東京農大)

近現代の木炭業界および政界で活躍した廣瀬與兵衛(1891～1966年)の生涯を、廣瀬との関連が深い組織に注目し、とくに、それら組織における廣瀬の役職に着目して整理・分析した。廣瀬は、幕末期の名主であり政治家・実業家である長谷川豊吉の六男として、1891年1月に神奈川県足柄下郡に生れ、勉と命名された。1908年に中央大学に入学するが中途退学し、初代廣瀬與兵衛が経営していた東京の薪炭問屋に勤め、また初代廣瀬の養嗣子になる。そして、1917年に経営を継ぎ、1926年に與兵衛を2代目として襲名した。さらに廣瀬は、木炭商と関連する運送業や金融業、倉庫業などにも関与している。1931年に東京薪炭問屋同業組合の副組合長に就任して以降、木炭配給統制を担う組織の役職を歴任し、また1933年から約20年間にわたり東京商工会議所の議員に連続当選するなど、実業界における活躍を見せる一方で、政界にも進出している。1947年に参議院議員に当選し、1951年のサンフランシスコ平和会議に国会議員代表として出席しており、また1952年に文部政務次官を勤めている。1953年5月に政務次官を辞任して以降、都燃信用組合長等、燃料商業関連組織で顧問や相談役などを歴任する。

83 入会林野に由来する記名共有林の現状と課題

山下詠子(東京農大)

集落等が共同で管理、利用してきた入会林野の地盤所有名義は、明治期以降の国の政策に影響されて様々なものに分化してきた。その中でも、権利者の共有で登記された記名共有林においては、明治時代に登記されたまま相続登記がされずに現在に至るものが多いため、公共事業の用地取得など土地の売買や、分収林契約における手続き等を進める際に全ての法定相続人の了承を得るのが困難になっている。そこで本報告では、記名共有林がこれまでにどのような政策や法制度の影響を受けてきたのかを明らかにし、なお残る記名共有林の今後の課題を整理することを課題とする。記名共有林の名義を整理する方法としては、①いわゆる「入会林野近代化法」(1966年)による入会林野整備事業の導入、②改正地方自治法(1991年)に基づく認可地縁団体への名義変更、③独自に設立した法人(特に一般社団法人)への名義変更、が挙げられる。ただし、いずれの方法もいくつかの条件が整っている必要がある。一方、近年の森林政策における記名共有林に対する措置の影響、また所有者不明土地に関する新たな法制度がどのように関わってくるかが今後の課題となる。

84 非赤枯性溝腐病の抵抗性を評価するための接種方法の検討

小林真生子(千葉県農林総研森林)

非赤枯性溝腐病は幹に溝ができる病気で、植栽後20年以上経ってから病徴が現れ、千葉県では挿し木のサンプスギを中心に甚大な被害が出ている。そこで、非赤枯性溝腐病に抵抗性をもつ系統を選抜するため、3種類(おが粉米ぬか、つまようじ、コルク)の接種源に菌を培養したものと対照として滅菌した接種源を使い、3、4年生のスギクローンへの接種方法を検討した。その結果、菌を培養したコルクを接種した時は、3、4年生のスギで幹に溝が形成され、無菌コルクを接種した場合は溝が形成されなかった。さらに、接種部位の幹内部を観察したところ、全ての接種源で、菌を接種した部位に変色が見られたが、コルク以外の接種源では、対照でも雑菌混入によると思われる変色が見られ、菌接種と対照で差が見られなかった。コルクを接種源としたものでは対照に変色が見られず、接種方法として適していた。そのため、菌接種で生じた溝の長さや幹内部の変色部の長さにクローン間差があるかを解析した。その結果、3年生スギでは有意差がなかったが、4年生スギでは有意差が見られた。幼齢木段階で抵抗性を評価する方法としては、4年生へのコルク接種が有望である可能性が示唆された。

85 奥秩父山地亜高山帯針葉樹林におけるニホンジカの剥皮の状況

長池卓男, 廣瀬満, 荒川史子, 末木文(山梨県森林研)

ニホンジカの個体数の増加に伴い、その生息域は拡大した。また、個体数管理のための捕獲は、ニホンジカの生息域を高標高域などの捕獲困難地にも拡大させている。その結果、高標高に位置する亜高山帯針葉樹林でも、ニホンジカによる剥皮の影響が各地で報告されている。本発表では、亜高山帯針葉樹林と、それに隣接して位置する人工林において、ニホンジカの剥皮の状況を比較する。

86 少ない土壌水分環境へ順化したスギコンテナ苗木の極端な乾燥への生理応答

才木真太郎, 安藤裕萌, 矢崎健一, 飛田博順(森林総研)

(背景) 主伐-再造林の一貫作業で用いられるコンテナ苗は季節を問わず植栽可能であるため、より効率的な植林が可能になると期待されている。しかし、夏期植栽のコンテナ苗が土壌乾燥により枯死することが報告されており、土壌乾燥耐性の高くなる育苗法の開発が急務である。これまでの研究から、土壌水分を制限して育苗した(ハードニング)スギコンテナ苗は、1) 気孔が閉じやすく個体蒸散量が低下し、2) 当年生のシュートの萎れ点と飽和水時の浸透圧が低くなりシュートの脱水に対して耐性が高くなることが明らかになった。しかし、気孔の閉鎖は土壌の水を節約できる一方で、光合成を制限するため貯蔵糖量の減少や糖を介した代謝不全が起こる可能性がある。これらのことから、少ない土壌水分への順化が本当に極端な乾燥に対し適応的かどうかは不明である。(目的) ハードニング後のスギコンテナ苗への灌水を停止し、土壌乾燥に伴う貯蔵糖量や生理特性がどのように変化するのか明らかにする。発表ではこの結果について報告する。

87 スギ成木の枝木部における通水機能の脆弱性

井上裕太, 田中憲蔵, 矢崎健一(森林総研), 小笠真由美(森林総研関西), 荒木眞岳(森林総研), 齊藤哲(森林総研関西)

気候変動による降水パターンの極端化によって、土壌が乾燥することが予測されている。土壌が乾燥すると、樹木はより強い力で吸水するため木部内の水の張力が高まり、通導組織内に気泡が入ることで通水性が徐々に失われる。本研究は、主要な造林樹種であるスギ成木について、水の張力の増加に対する枝の通水機能の脆弱性を明らかにすることを目的とした。森林総合研究所千代田苗畑(茨城県かすみがうら市)の約40年生のスギ林の樹冠上部の枝を対象に、枝に様々な正圧をかけて実験的に通水障害を発生させ、その都度枝の通水性を測定した。枝にかけた正圧とその後の通水性の関係から枝木部の脆弱性曲線を求め、得られた曲線から通水性を50%失った時の圧力(P50)を算出し、これを枝の通水機能の脆弱性の指標とした。スギ成木の枝木部におけるP50の値は、 -5.01 MPa(負圧換算)であった。この値は、同調査地で得られたスギの葉の日中の水ポテンシャルや原形質分離時の水ポテンシャルよりも2倍近く低い値であった。したがって、多くの樹種で報告されているように、スギについても枝の木部は葉と比べてより強い張力に耐えられることが明らかになった。

88 天然乾燥と人工乾燥を組み合わせたコジイ材の乾燥試験

齋藤周逸（森林総研）、岡本憲治（和歌山林試）、井戸聖富（和歌山農林水産部）

広葉樹材を家具や内装材として利用する場合、乾燥原板の含水率は、日本農林規格では13%および10%以下、実際の生産現場でも10%前後に管理している。この含水率域にするためには天然乾燥処理だけでは困難であり、人工乾燥処理が不可欠である。いままでの試験で、コジイ（*Castanopsis cuspidata*）の初期含水率は100%を越える高含水率材であり、天然乾燥も人工乾燥も相当な時間を必要とする樹種であることが解った。したがって、コジイ材を家具や内装材製品にする場合の乾燥原板生産には、天然乾燥と人工乾燥を組み合わせることが一つの方法であると考えられた。天然乾燥と人工乾燥の組み合わせは、天然乾燥処理中の乾燥速度が鈍る含水率30%前後から人工乾燥処理に移ることが有効とされている。ここでは、この方法に則って、和歌山県産のコジイ材（140mm幅×24mm厚）を用いて乾燥試験をした。

89 フェノールによる竹材からのフィルム調製

水村麻由、○瀬山智子（東京農大）

木質系資源を有効に利用する方法を検討するため、本研究では竹（モウソウチク）を試料として用いた。竹は、成長が早いという利点もあるが、竹林が放置されているという問題点もある。さらに、管理されている竹林からも定期的に伐採された竹材が発生することから、竹材の利用方法が求められている。フェノールを溶媒として木材を液化する際に、木材成分の中でもリグニンが先に溶解することに着目した。竹材にもこの手法を応用し、セルロースを残渣として回収することを試みた。竹粉末0.8gにフェノール80gを加え、152℃まで反応温度を上昇させた時に得られたセルロース残渣は、吸引ろ過により回収する際にフィルム状に成形が可能であった。また、呈色反応によりリグニンの有無を確認した結果、反応後の残渣は呈色しなかったことからリグニンは含まれていないと判断した。続いて、フィルムの特徴を解析した。表面特性は、接触角の測定により親水性を示した。さらに、フィルムを走査型電子顕微鏡で観察した結果、表面は基板面と比較して空気面の方が平滑であり、内部は層状の構造であった。よって、フェノールを溶媒としたセルロース素材を得る手法として期待される。

90 中温乾燥によるスギ心去り平角の縦反りの矯正

岩崎昌一、涌井克彦（新潟県森林研）

海岸林造成においては、広葉樹を活用した松くい虫被害に強い林帯造成が望まれているが、土壌の乾燥等の影響で活着不良となることが既往研究で報告されている。そこで、客土による植栽環境の改善を実施した海岸砂丘地に植栽された広葉樹の生育調査を実施し、客土が広葉樹の生残及び成長に与える影響を検討した。調査地は、新潟県胎内市中村浜における松くい虫被害を受けた海岸林で、落葉及び常緑広葉樹を2013年春に植栽した治山事業地を選定した。なお、調査地は、高さ1.1mのコの字形の防風垣に囲まれており、全面客土（混合割合25%、50%）と植穴客土（混合割合100%）の3パターンで造成されている。2018年秋の調査の結果、生残率は、樹種別では落葉広葉樹が高く、常緑広葉樹が低い傾向がみられたものの、両樹種ともに高い値を示していたことから、客土が土壌の乾燥対策として有効であることが推察された。また、防風垣から離れるほど常緑広葉樹は生残率及び樹高が低下し、落葉広葉樹は樹高が低下する傾向がみられたことから、広葉樹の生育にはより効果の高い防風対策が必要と考えられた。

91 異なる乾燥条件下でのスギ柱材における表面および内部割れの発生について

小澤雅之, 伊原隆伸, 櫻田尚人(山梨県森林研)

スギ柱材の人工乾燥における表面割れと内部割れの発生状況を検討するために、①蒸煮 16 時間後に乾球温度 120℃・湿球温度 90℃で 96 時間後に冷却、②蒸煮 8 時間後に 120℃(乾)・90℃(湿)で 96 時間後に冷却、③蒸煮 16 時間後に 110℃(乾)・80℃(湿)で 48 時間後に冷却および④蒸煮 8 時間後に 110℃(乾)・湿球温度 80℃(湿)で 12 時間後に冷却の 4 条件で乾燥させた。乾燥前後の材の寸法および含水率、乾燥後には材面の表面割れを実測した。また、乾燥 6 ヶ月後に再度前述の 3 因子の測定後に、材を約 30cm おきに切断し、木口断面に現出した割れを内部割れと定義し、画像解析を用いて木口断面積に占める割れ面積率を算出した。各乾燥直後の平均含水率は①8.3%、②18.1%、③14.2%および④10.9%であった。表面割れの程度を検討するため、木口断面を除いた全表面積における割れ面積(割れ長さ×割れの最大幅)率を算出したところ、②>①≒④>③となった。一方、内部割れ面積率の値は①>③>④>②の順を示し、特に①では内部割れ面積率が 2%を超えるものがあつたが、②では 0.1%程度のものなどが認められた。

第9回関東森林学会大会 講演要旨集
令和元年10月発行

編集者：編集担当理事 上原 巖

〒156-8502 東京都世田谷区桜ヶ丘 1-1-1

東京農業大学 地域環境科学部 森林総合科学科 造林学研究室

TEL 03-5477-2268

発行者：行事担当理事：高橋 安則

〒321-2105 宇都宮市下小池町 280

栃木県林業センター

TEL 028-669-2211

【 2019年10月 4日 <http://www.kantoforest.jp/> に掲載 】