

三重県林業研究所だより

2021年 第26号 (通巻第198号)



スギ厚板を用いた床水平構面の性能評価

床構面の強度試験は装置に床を立てかけ、下端をしっかりと固定した後、上端に押し引きの力を段階的に加えていき、床面を変形させることで地震に対する性能を評価します。

目次

- 研究紹介・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1～5
- ニュース・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
- 写真で見る森林・林業技術解説シリーズ③⑨・・・・・・・・・・ 7

研究紹介

ドローンによる資材運搬の試み

●はじめに

近年、ドローンと呼ばれる小型無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle : UAV) が急速に普及しています。操作性の高さや経済的な手軽さが評価され、森林・林業分野では空撮画像や動画を用いた森林の観察・計測手段として、また、大型機械の進入困難エリアへ向けた人肩に代わる空輸手段として、ドローンの利活用が期待されています。

新たな森林経営管理体制支援事業により、2020年3月に三重県尾鷲市内の皆伐跡地においてドローンによる単木獣害防護用資材運搬の時間観測調査が実施されました (写真-1)。本稿では、この観測結果をもとにドローン運搬の生産性と期待される効果について紹介します。

●資材運搬用ドローン

使用した林業仕様産業用ドローン (上道キカイ株式会社製 UKN3) は、対角寸法1,230 mm、機体重量10.7 kg、最大搭載可能重量10 kgのバッテリー式マルチロータ型ドローンです。また、本機では「2オペレーションシステム」が採用されており、ドローン操作の視認性と作業の安全性を確保するため、荷掛け・荷下ろし両地点に配置したオペレーター間でドローン飛行中の操縦切替えを行いました。



写真-1. ドローン運搬状況

作業工程	作業人数
荷掛・バッテリー交換	2人 (オペレーターA, 荷掛手)
実飛行 (荷掛け地点操縦)	1人 (オペレーターA)
実飛行 (荷下ろし地点操縦)	1人 (オペレーターB)
荷下ろし	2人 (オペレーターB, 荷下ろし手)
空飛行 (荷下ろし地点操縦)	1人 (オペレーターB)
空飛行 (荷掛け地点操縦)	1人 (オペレーターA)

図-1. ドローンによる資材運搬工程

●調査の概要

調査地は、平均傾斜35.9度、水平距離約800 m、高低差約370 mの北東向きの斜面です。ドローンに見通しの良い直線ルートを飛行させて上げ荷運搬を行いました。なお、調査時は最寄りの気象観測所で平均風速2.7 ~ 3.8 m/sの西よりの風が観測されましたがドローン運搬に支障はありませんでした。

作業は4人1組で行い (図-1)、単木獣害防護用資材576 kg (苗木1,000本分) をドローンにより運搬しました。作業状況は、荷掛け・荷下ろし両地点に設置した2台のビデオカメラによって動画に記録しました。動画に記録した66回 (資材522.7 kg相当)のうち、一連の作業時間を分析できた25回 (資材233.1 kg相当) のデータからサイクルタイム T (秒) 及び1時間あたりのドローン運搬の生産性 P (kg/人・時) を求めました。

●ドローン運搬の生産性

ドローン運搬のサイクルタイム T は327秒、生産性 P は25.7 kg/人・時でした。地元林業事業体の間取りによると、本調査地では人肩以外の既存運搬手段が使えないため、ドローンを使わずに今回の資材を運搬する場合、作業員1人あたり片道徒歩45分かけて25 kg程度の資材を運搬します。この場合の生産性は15.3 kg/人・時程度となるため、ドローンの導入により68%程度効率化できる結果となりました。また、実際の業務では、作業員による資材運搬をドローンが肩代わりすることによって、作業員の徒歩移動中の負荷が軽減されるため、運搬資材を用いた現地作業の生産性も向上すると期待できます。

●おわりに

ドローン運搬は、人工数と所要時間の面で人肩運搬よりも生産性が高くなる可能性を確認できました。今回は1事例の検証に過ぎないため、実務にドローンを導入するためには、上げ荷・下げ荷や運搬距離などの作業条件が生産性に与える影響を明らかにし、機材の維持管理費やオペレーターの養成費などを含めたコストを検証することが必要です。

(森林環境研究課 石川智代)

研究紹介

調整伐が表層崩壊防止機能に及ぼす効果と効果検証

●はじめに

三重県が「みえ森と緑の県民税」により実施する災害緩衝林整備事業では、溪流付近の森林を整備し、流木や土砂が発生しにくい森林の育成を目指しています。そのうち山腹部の整備には、調整伐の実施により樹木根系の発達を促すことで表層崩壊防止機能を高め、土砂とともに立木が流木化して溪流に流れ出ることを防ぐ目的があります。林業研究所では、災害緩衝林整備事業の効果検証を実施していますが、本稿では樹木根系による表層崩壊防止力とその調査方法、現在実施中の取り組みについて紹介します。

●樹木根系による表層崩壊防止力と調査方法

表層崩壊に対するせん断抵抗力 (τ) は下式 (1) で示され、土塊自体がそこにとどまろうとする抵抗力 ($\sigma \tan \phi$)、土の粘着力 (C) と樹木根系による粘着力増強分 (ΔC) の3つから構成されています。

$$\tau = \sigma \tan \phi + C + \Delta C \cdots (1)$$

ΔC が樹木根系による崩壊防止力とされ、災害に強い森林づくりを進めるには、 ΔC を可能な限り大きくすることが望ましいと考えられます。

従来、樹木根系のうち地中深くまで伸びる垂下根がすべり面を貫いて伸長し、杭のような役割を果たすことで崩壊防止力が発揮されると考えられていました。しかし、垂下根はスギで2～2.5 m深程度、ヒノキで1～1.5 m深程度までしか伸長せず、すべり面の深さを越えないケースが多いことから ΔC への貢献度は低く、それよりも地面に沿って横方向に伸長する水平根が鉄筋コンクリートの鉄筋のような役割を果たし、表層土の変形を抑制することが重要であると考えられるようになってきました。

そのため、近年では ΔC の評価を深さ1 mまでの水平根を対象に行うことが一般的です。 ΔC が最も弱くなる立木間中央に深さ1 m、幅2 mの土壌断面を作成して、直径1 mm以上の根の本数、直径を測定します(写真-1)。次に根直径と引き抜き抵抗力の関係式(図-1)を適用して1本1本の根の引き抜き抵抗力を求め、それらの総和を ΔC (kN/

m²)とします。引き抜き抵抗力は根直径が大きいほど指数関数的に大きくなるので(図-1)、多数の細根があるよりも、わずかでも太根がある方が ΔC が大きくなります。

●効果検証の実施

調整伐を行った林分では調整伐直後に ΔC が一時的に低下するものの、長期的には未実施の林分よりも大きくなることが報告されていますが、これまでに研究事例はわずかしかなく詳細は不明です。林業研究所では、県内の森林で根系引き抜き試験を行い、根直径と引き抜き抵抗力の関係を明らかにするとともに(図-1)、事業実施林分の調整伐を行った部分とそれに隣接する未実施の部分で根系分布調査を行い(写真-1)、両者の ΔC を比較することで調整伐の効果を検証しています。また、全ての根が同時に最大の引き抜き抵抗力を発揮すると想定する上記の ΔC 推定値は過大である可能性が指摘されていることから、根系引き抜き時の変位量を考慮した ΔC 推定にも取り組んでいます。

(森林環境研究課 島田博匡)

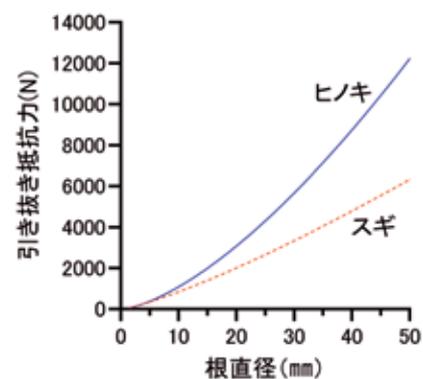


図-1. 三重県における根直径-引き抜き抵抗力関係



写真-1. 根系分布調査(大台町ヒノキ林)

研究紹介

農地周辺及び農地後背山林のシカ捕獲数とシカ出現頻度の関係

●はじめに

三重県では近年、シカの個体数増加による農林業被害が問題となっています。シカによる被害を軽減させるためには、獣害防護柵等の被害対策に加え、捕獲によりシカ個体数を減少させることが重要なことから、県施策の重点課題として積極的な捕獲が推進されています。林業研究所では、農業研究所や兵庫県立大学と連携し、シカ捕獲の実証試験のためにモデル地区を設定し、農地周辺及び農地後背山林においてシカ捕獲を実施することで、集落スケールで実際にシカ出現頻度を低下させることが可能かを検証してきました。また、シカ捕獲によりシカ出現頻度が減少したとしても、捕獲数が減少すればシカ出現頻度が再び増加する恐れがあります。そのため、複数年にわたりシカ捕獲数とシカ出現頻度をモニタリングしてきました。今回は2020年9月末時点までのシカ捕獲実証試験の結果を紹介します。

●シカ捕獲数と出現頻度の関係

実証試験のモデル地区である伊賀市子延地区では、農地周辺においてICTを活用した大型囲い罠（遠隔監視・操作捕獲システム）による捕獲、農地の後背山林においてくくりわなによる捕獲が行われています。これらの捕獲の効果を検証するため、

農地後背山林に16台の自動撮影カメラを網羅的に設置し、シカ撮影頻度を記録しました。2017年度から2018年度にかけては集中的な捕獲が行われ、2017年度は32頭、2018年度は22頭のシカが捕獲されました。その結果、2017年度と比較し2018年度のシカ撮影頻度は大きく減少しました（図-1）。一方、2019年度から2020年度にかけてはわなの設置基数や捕獲期間を減少させて捕獲が実施されました。その結果、2019年度は13頭、2020年度（9月末時点）は6頭のシカが捕獲され、シカ捕獲数はそれ以前と比較して減少し、シカ撮影頻度も徐々に増加する傾向が認められました（図-1）。

●今後の予定

今回の実証試験では農地周辺と農地後背山林の集中的なシカ捕獲により、シカ出現頻度を早期に低減できることが分かった一方、捕獲の強度を下げると出現頻度は再び増加することが分かりました。シカの生息密度が低下すると捕獲の効率が下がると考えられるため、シカ密度を維持またはさらに低下させるためには、より効率的に捕獲することが求められます。今後も効率的にシカを捕獲するための方法について検討していく予定です。

（林産研究課 川島直通）

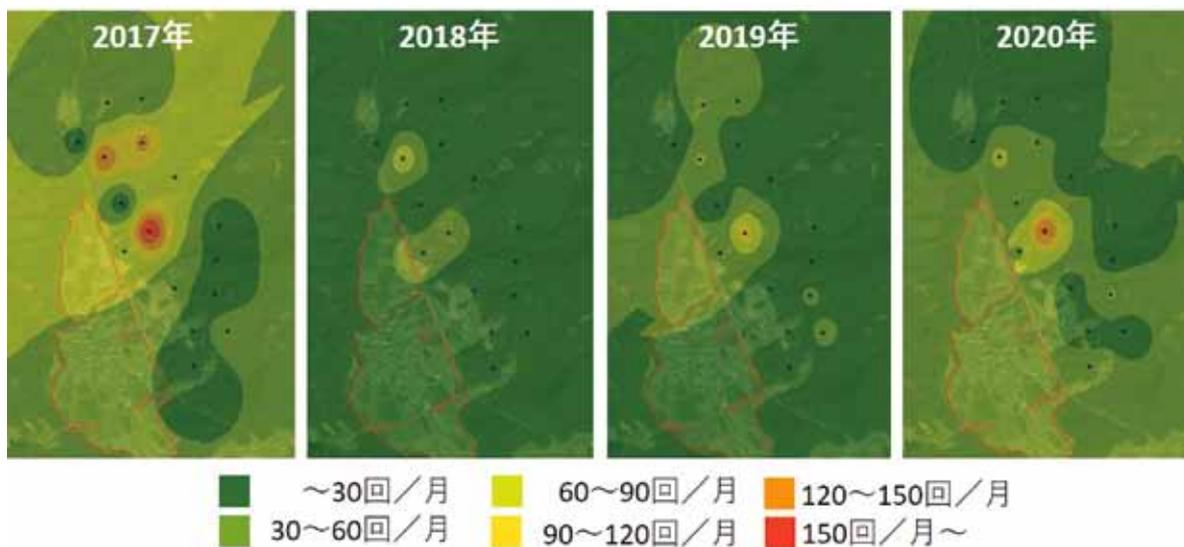


図-1. 子延地区における各年の7月のシカ撮影頻度の空間的な分布

研究紹介

クヌギコンテナ苗への外生菌根菌接種技術の開発

●はじめに

クヌギの原木はきのご栽培用としての需要が高く、これを十分に供給するためにはクヌギ苗を用いた造林が必要です。効率よく造林するために、苗には病虫害に強いことや成長が早いことが求められますが、これを実現する手法として、苗への外生菌根菌の接種により、外生菌根（以下、菌根）を形成させ、養分吸収能力や病害抵抗性を向上させることが考えられます。しかし、他の菌との競合などから、目的の外生菌根菌を安定的に苗に感染させることは簡単ではありません。そこで、他の菌の感染経路となり得る畑の土壌から離して育苗できるマルチキャビティコンテナ（以下、コンテナ）を用い、コンテナ上で接種を行うことで、目的の外生菌根菌のみを効率的に接種できると考え、試験を行いました。なお、本研究は、平成31年度岡三加藤文化振興財団助成金により行いました。

●外生菌根菌の接種

他の菌に感染していない苗を用意するため、クヌギ種子の殻と食害部分を除去し、殺菌のうえ、2019年6月にコンテナへ播種しました。コンテナはあらかじめ培地ごとオートクレーブで殺菌しました。なお、四国化工（株）製 APTON® をカットしたものをコンテナへ差し込むことで、育苗中に接種や根の状態を視認できるようにしました。これをガラス室にて2019年10月まで育苗しました。

接種源は組織培養したホンシメジ菌糸と、野外で採集した4種（コツブタケ、ツチグリ、ニセショウロ、ショウロ）の子実体から得た胞子を用いました。ホンシメジ菌糸においては、寒天培地、液体培地、バーミキュライト主体の培地（以下、バーミキュライト）、木質系堆肥主体の培地（以下、木質系堆肥）の4種類で組織を培養し（写真-1）、それぞれを接種源としました。なお、木質系堆肥で良好な菌糸の成長が確認されました（写真-1d）。

これらの接種源を、2019年10月に苗の根鉢の4方に塗布することで接種を行いました。胞子による接種は各種11～12個体、菌糸による接種は各種21～23個体とし、接種を行わない98個体を対照

区として設定しました。

●外生菌根の形成

2020年3月に菌根の有無を確認したところ、菌根が形成されていた個体の接種源別の割合は、木質系堆肥（100%）、バーミキュライト（13%）、寒天培地（5%）、液体培地（4%）となりました。また、対照区や、胞子による接種を行った個体では菌根は確認されませんでした。なお、確認は目視にて行い、不明瞭な場合は顕微鏡にて菌鞘の有無を確認して判断しました（写真-2）。この結果から、菌種に合った良好な接種源を用い、コンテナやガラス室などの条件を整えることで、目的の菌を効率よく感染させることができると考えられました。

しかし、今回確認された菌根は、根域全体に広がるものではなく、接種源に接する根にのみ見られる弱々しいものであり（写真-2a）、その発達を促す管理が必要となると考えられました。また、2020年10月に再度根を確認したところ、胞子による接種を行った個体（特にニセショウロで多く）や、接種を行っていない対照区の個体で菌根が確認されたことから、育苗期間が長くなるほど、目的外の菌に感染するリスクが高まると考えられました。

（森林環境研究課 山中 豪）

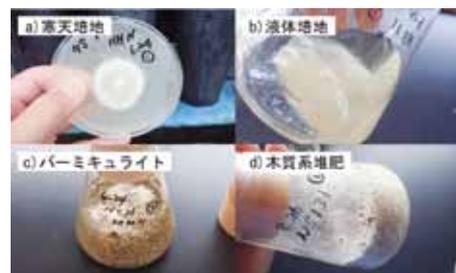


写真-1. 菌糸による接種に用いた接種源

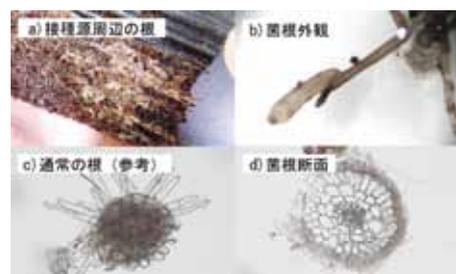


写真-2. 確認された菌根（接種源は木質系堆肥）

研究紹介

ハナビラタケの子実体原基形成と光環境の関係

●はじめに

ハナビラタケは、ハナビラタケ科ハナビラタケ属のきのこで、初夏から秋にかけてマツなど針葉樹の根元や切り株に生え、その見た目から英名では、カリフラワーマッシュルームと呼ばれています（写真-1）。ハナビラタケは、独特の食感があるおいしいきのこで、機能性成分に富むなどの特徴がありますが、その栽培の難しさから、国内生産量は少なく、安定生産技術の確立が課題となっています。

ハナビラタケを安定的に菌床栽培するためには、培養中に子実体原基（きのこの芽、以下、原基）の形成を誘導する必要があります。きのこの原基形成には、一般的に温度や光など物理的な刺激が必要です。今回は、ハナビラタケの原基形成を誘導する光環境に関して培養試験を行いましたので、その内容を紹介します。



写真-1. 野生のハナビラタケ

●光環境に関する培養試験

培地材料には、基材にカラマツおが粉、栄養体にフスマ、菌糸活性剤にオルガK-1（株）かつらぎ産業）を用いました。これらを混合し、水を加え、含水率を65%程度に調整した後、200 mlの三角フラスコに定量詰めし、殺菌放冷後、あらかじめ培養したハナビラタケ菌株を接種し、供試体としました。

培養には、インキュベーター（温度を一定に保つ機器）2台を用い、両方とも温度設定を22℃とし、一方は、器内にある蛍光灯を常時点灯した明環境、もう一方は、蛍光灯を点灯しない暗環境としました。

処理区は、①明環境にそのまま供試体を置く、明培養区、②供試体にアルミホイルを巻き、供試体内

部に光が入らないようにした後、明環境に置く、遮光区、③暗環境に供試体を置く、暗培養区の3処理区を設定しました。各処理区とも供試体を5本設置し、接種から50日経過後と70日経過後に原基形成の有無を確認しました。

●結果と考察

光環境と原基形成の関係を表-1に示します。

原基形成が確認されたのは、明培養区のみでしたが、明培養区においても原基を形成しない供試体が確認されました。遮光区では、50日経過時点で原基形成が確認されなかったことから、アルミホイルを外し、明環境下で接種後70日まで培養を行いましたが、原基は形成されませんでした。

これらのことから、ハナビラタケの子実体原基形成を誘導するためには、光が必要な条件であることが示唆されましたが、光を照射する時期や光の質などについて、更なる検討が必要であると考えられます。

表-1. 光環境と子実体原基形成の関係

試験区	子実体原基形成の有無と形成率	
	50日経過後	70日経過後
明培養区	○ 80% (4本/5本)	○ 80% (4本/5本)
遮光区	× 0% (0本/5本)	× 0% (0本/5本)
暗培養区	× 0% (0本/5本)	× 0% (0本/5本)

原基形成の有無は、○：有、×：無とした。また、原基形成率は、原基形成した供試体本数÷全供試体数で表す。

●おわりに

今後も引き続き、子実体原基形成を誘導する光条件などについて検討を続け、ハナビラタケが安定的に栽培可能な条件を明らかにする予定です。

なお、本研究は令和2年度岡三加藤文化振興財団の研究助成により行いました。

（林産研究課 井上 伸）

みえ森林・林業アカデミー開講2年目の講座を終えて

●波乱のスタートとなった令和2年度講座

開講2年目となったアカデミーの講座も3月で、全講座を終了します。

本年度の講座は、新型コロナウイルス感染症の影響を受け、4月の入講式、初回講座を延期するなど、波乱の幕開けとなりました。5月にオンライン形式により講座を再開することができましたが、7名の受講生が今年度での入講を辞退され、令和2年度基本3コースの受講生は、25名(ディレクター育成コース10名、マネージャー育成コース9名、プレーヤー育成コース6名)でスタートしました。

受講後のアンケートでは、オンライン形式を交えた講座運営にも関わらず、豊富な講師陣から最先端の話が聞けてよかった、講座で得た知識を自分の職場で生かしたいなど、今後の講座運営の励みになる意見が多く寄せられ、事務局では自信を深めるとともに、修了生の今後のご活躍を祈念しているところです。

●初めてのディレクター育成コース2年目講座

基本3コースのうち、ディレクター育成コースは2年間の講座設定となっています。1年目の講座で学んだ知識やスキルを活かし、2年目に受講生が自らプロジェクトを企画・立案し、実践に向けた取組を行うこととしています。今年度は、ディレクター育成コース第1期受講生4名の方が、この2年目講座を受講されました。

この講座では、プロジェクトのテーマ選定の考え方や企画・立案スキル、プレゼン資料の作成ノウハウなどを学んだうえで、専門家からのアドバイスを受け、プロジェクトの課題を整理し、事業計画や試作品の作成、先進地調査、試験的販売による製品価格調査などを行います。

4名の受講生は、これらの成果をプロジェクト成果報告会で公表しました。

【プロジェクト①】

働き方改革へ繋がる、スチール製品と木材(地産材)を融合させたオフィス家具の開発・制作

【プロジェクト②】

シキミ、サカキの栽培、販売による持続可能な森

林経営の実現

【プロジェクト③】

「企業の森」の従業員への、樹木から精油したスプレーの開発と配布

【プロジェクト④】

尾鷲ヒノキの柱材の販路拡大に向けた、新たな販路確保、商品開発および計画的木材生産の取組

今後、これらのプロジェクトが実際に事業化されるよう、アカデミー事務局としても、引き続きフォローしていきたいと考えています。

●いよいよアカデミー新校舎の設計に着手

アカデミー受講生等が学び、交流する場として、令和2年から新校舎建設に向けた基本設計に着手しました。コンセプトとして、①県産材の魅力を伝え、他の木造施設にも応用が可能な工法を駆使する、②環境負荷が小さく、景観にも配慮する、③利用者が学び、交流できる施設とすることを念頭に設計を進め、令和5年4月からの供用開始を目指しています。



●さいごに

アカデミーでは、今後も人材育成の取組みを継続するとともに、修了生の皆さんの活動をフォローしていきたいと考えています。林業が地域を支える基幹産業となり、県民全体で森林を支える社会となることを目指していきます。

(林業人材育成推進監 山田長生)

ホームページ

<http://miefa.pref.mie.lg.jp/>

Facebook

<http://www.facebook.com/miemorimanabi/>



スギ厚板による床構面の開発

大径化が進むスギ材を活用する方法のひとつとして、耐震等級の高い床に使われている構造用合板の代わりに、スギの板材を利用する研究に取り組んでいます。無垢のスギ厚板を利用し、根太なしで土台や大引、梁桁に直接貼り付けることにより、そのまま床面として仕上げることができます。

(林産研究課 中山伸吾)



試験前に装置にボルトで床部材を固定します。



加力中の厚板は釘などで梁桁に固定されています。



最終加力後の床部材は大きく変形しています。



板を止めていた釘も変形しています。



試験後の床構面に大きな損傷は見られませんでした。

三重県林業研究所だより 第26号

(通巻第198号) 2021年2月発行

三重県林業研究所

〒515-2602 三重県津市白山町二本木 3769-1

TEL 059-262-0110 FAX 059-262-0960

E-mail : ringi@pref.mie.lg.jp

<http://www.pref.mie.lg.jp/ringi/hp/index.htm>