

Ⅲ 令和5年度 関西支所の研究概要

令和5年度関西支所の研究概要

1. 1ア a1 物質・エネルギーの動態モニタリングによる気候変動影響の評価と予測技術の開発

目的：森林の温室効果関連物質の放出・吸収過程とこれに影響を与える環境因子の影響を明らかにするため、フラックスタワーサイトにおいて、微気象環境要因ならびに温室効果関連物質交換量の観測を行うとともに観測の省力化を行い、物質・エネルギー動態の観測体制を整える。気候変動影響を評価するため、過去の土壌炭素蓄積を支配している因子を明らかにする。気候変動影響を評価するための土壌基盤データを整備・公開するとともに、土壌炭素動態に影響を与える各種因子の影響力を評価することにより、将来の土壌炭素動態を予測するモデルを開発する。

方法：京都府木津川市に位置する山城水文試験地において、老朽化したセンサーの更新、記録計等の整理および新たな温室効果ガスモニタリングシステムの構築を行い、記録データのオンライン化および自動計算化を行うことで物質エネルギー動態モニタリング体制を整える。現在コナラが優占する山城水文試験地の森林について、江戸時代から現在までの変遷を主としてインターネット上で公開されている図像資料を利用して解明する。

成果：山城水文試験地内のフラックスタワーに設置された古いセンサーやネットワーク機器を更新し、セキュリティを高めるとともに、データ取得の高速化を行った。データベース化に向けて、1999年からの富士吉田試験地および山城水文試験地の微気象・フラックスデータを収集し、整理・各種統計値の算出を行った。森林土壌のメタン濃度上昇に対するメタン吸収反応を評価するための閉鎖チャンバーによる野外モニタリングシステムを構築し、チャンパー閉鎖時間等による測定誤差評価等を行い、解析結果について公表した。山城水文試験地周辺の過去の状況を、10数年前までは衛星画像、第二次世界大戦前後までは年代別の空中写真および植生図、大正、明治時代までは旧版地形図に記載された地図記号の読取により確認した。さらに、旧版地形図の発行年と同年代に撮影された山城水文試験地周辺の写真を利用して、地図記号との対応を確認した。江戸時代の変化は、国立公文書館などが公開している国絵図のほか、複数の絵図の描写を比較して確認した。その結果、現在山城水文試験地周辺に見られるコナラが優占する森林は、江戸時代を通じてはげ山もしくは草山であったが、明治初期から継続して行われた近代的土木技術に基づく砂防事業の成果として成立したことを確認した。以上の解析結果について公表した。

2. 1ア aPF31 森林土壌の炭素蓄積量報告のための情報整備

目的：気候変動枠組条約と京都議定書により、日本は森林による炭素吸収量を算定、報告することが義務づけられている。これらに対応するため、森林の炭素蓄積量を地上部、地下部、枯死木、堆積有機物、土壌ごとに把握し、吸収量を算定するための全国情報整備事業が林野庁による主導で行われている。森林総合研究所では、枯死木、堆積有機物、土壌における炭素蓄積量について信頼性の高いデータを取得することを目的として、民間の調査会社に対する調査手法などに関する講習会を開催するとともに、調査データをチェックする。

方法：森林総合研究所が作成した森林土壌インベントリ方法書野外調査法にもとづいて、現地調査を実施する民間の調査会社に対して年度初めに現地講習会を行い、現地調査および野帳の記載方法について指導する。さらに、民間会社による現地調査データの精度を確保するため、同地点における民間会社と森林総合研究所の枯死木調査データを比較、検証する。森林土壌インベントリの調査手法、土壌炭素蓄積量の10年間の経時変化の妥当性を検証するため、20年前に伐採・植栽直後に100か所で土壌炭素蓄積量を調査した地点において前回と同様な手法により調査し、土壌試料、堆積有機物を採取する。

成果：愛知県北設楽郡において5月23日に中部・近畿ブロックを担当する調査会社の担当者を対象にして現地講習会を実施し、枯死木調査、堆積有機物および土壌調査について指導した。データ精度の確保と確認のため、大阪府岸和田市の調査地点において11月29日に枯死木調査を行い、調査会社の測定値とのクロスチェックを行った。令和4年度に広島県廿日市市のスギ林の99地点、3深度から採取した計297点の土壌試料について容積重を測定するとともに、化学分析に供するために調整した。さらに、20地点から採取した枝と葉からなる計40点の堆積有機物を化学分析に供するために微粉碎した。

3. 1ア aPF40 「真の渦集積法」が明らかにする森林群落スケールの VOC 放出能とその環境応答特性

目的：本研究は、大気乱流理論に基づいた「真の渦集積法」を揮発性有機化合物（VOC）に適用する。これにより、これまで半経験的な手法（簡易渦集積法）に頼らざるを得なかった VOC について大気乱流理論に基づいたフラックス観測を実現する。

方法：森林の樹冠上において VOC フラックスを連続的に観測することにより VOC の放出実態（組成・量）を明らかにし、その上で、気象データと対比可能な高頻度の VOC フラックスデータを用いて森林の VOC 放出能に影響する気象要因を特定する。

成果：「真の渦集積法」を精度良く適用するために、観測タワー上において、鉛直風速を測定するための超音波風速計を、精度良く測定できる最新のものに交換した。超音波風速計の形状の違いにより、鉛直風速をより正確に捉えることが可能になったため、より正確に大気のサンプリング量を決定できるようになり、渦集積法による CO₂ フラックスと渦相関法による CO₂ フラックスとがより一致するようになった。この改良により、VOC フラックスのより高精度な測定に貢献することとなった。

4. 1ア aPF41 気候変動がもたらす生態系攪乱が森林の炭素吸収量に与える影響の長期広域観測とリスクマップの構築

目的：本課題では北海道から九州まで計9地点10森林（うち森林総合研究所関西支所は山城水文試験地を担当）の森林観測サイトに加え、可搬型観測システムを用いて攪乱発生後の森林に新たに3点の移動サイトを設け、CO₂ フラックスおよび CO₂ フラックスを規定する環境因子の測定を実施する。また、森林観測サイトの観測データと現在森林総合研究所が開発に取り組んでいる各種攪乱発生予測モデルを用いて、各種気象害の発生リスク評価を行う。

方法：2000年前後から気象観測タワーを用いた森林の CO₂ 吸収量測定が開始され、現在まで継続的に行っている。樹冠上に設置された超音波風速計（SAT）と赤外線ガス分析計（IRGA）を組み合わせた渦相関法と貯留変化量測定によって森林の炭素吸収量の連続観測を行う。また、各種気象害の発生リスク評価のための微気象環境観測を行う。

成果：本年度はネットワーク機器の更新、太陽放射量観測機器の更新、林床面における気温・湿度観測を開始、土壌水分観測地点を3地点に増やしたりする等、モニタリング体制を強化した。2023年の観測結果によると、主要構成樹種であるコナラの展葉開始が例年よりも早く4月中頃であったが、7月から10月にかけて雨が少ない傾向がみられた。渦相関法により測定した炭素吸収量のピークは6月中旬頃に迎え、7月後半からの少雨により、8月は土壌が乾燥し高温となったため、炭素吸収量が少なかった。この傾向は9月以降も続き、11月の降雨により土壌水分量が上昇したものの、炭素吸収量は増加しなかった。これは、夏季の高温・乾燥の進行に伴い、一部の葉が落葉したため光合成量が回復せず、土壌水分量の増加により生態系呼吸量のみが増加したことなどが要因として考えられる。また、コナラが落葉していた1～3月および12月においてもソヨゴやアラカシなどの常緑樹が光合成しており、群落全体で見ると炭素吸収が行われていた。

5. 1ア aPF44 Measurement of the mycorrhizal hyphal turnover through soil imaging: Resolving the image analysis bottleneck with AI（土壌撮像による菌根菌糸ターンオーバーの観測：画像分析のボトルネックをAIで解消）

目的：殆どの樹木は菌根菌と共生関係を築き、資源交換を行う。その資源交換により、森林炭素固定量の20%近くが菌根菌に供給されることもあり、その炭素量の大半は菌根菌糸の生産・維持に利用される。よって、森林における菌根菌糸ターンオーバーを明らかにすることが、森林炭素フラックスの動態の理解・予測に向けて重要である。従来研究は、主に土壌採取やメッシュバッグ設置による月一回程度の破壊的サンプリングを用い、菌根菌糸ターンオーバーを推定してきたが、菌根菌糸の寿命は短く（最低寿命は5日間）その分解は早い（最低半減期は10日間）ため、近年、サンプリング頻度のより高い手法が求められている。期待される手法の一つは土壌断面の撮影である。しかし、①現在使用されている撮影装置の解像度は細い菌糸（直径2～5μm）の識別のためには不十分であり、②土壌断面画像上で根の10～100倍の長さを持つ菌根菌糸を手動で定量化することは非常に時間がかかる作業であり、疲労からくる人為的ミスも多い。本研究では、従来よりも高い解像度を持つ撮影装置と人工知能（AI）を活用した自動画像分析手法を開発する。

方法：土壌断面撮影は、6～10月の間に森林総合研究所関西支所構内に位置するコナラ林の土壌において行った。撮影装置として、顕微鏡カメラを操作する自作のシステムを用いた。菌糸量の自動観測にDeepLabv3+というニューラルネットワーク（以下「AI」という）を用いた。AIが菌糸と土壌背景のピクセルを識別できるように学習を行った。学習の教師データとして、手動で菌糸をマークした土壌断面画像を用いた。AIを活用した画像分析の正確度を手動画像分析の結果との類似度（Jaccard係数）で評価した。また、土壌サンプルからDNAを抽出し、次世代シーケンサーにより分析して分類を行い、撮影装置周辺の土壌における菌種の構成を明らかにした。

成果：AIを活用した自動画像分析手法を完成させた。AIの活用により、取得した土壌断面画像の分析時間を数日間から数分に減らすことができた。AIを用いた自動画像分析の正確度、すなわち手動画像分析の結果との類似度は高かった（Jaccard係数 > 0.8）。自動画像分析は手動画像分析より十分に速く、正確度も高かったため、開発した手法は土壌炭素循環を調査する国内外の研究に役立つと考えられる。土壌断面画像菌糸の生産量と分解量は、6月末にピークを示した。なお、土壌が乾燥していた時期に、観測用ボックスと土壌断面の間に隙間が発生したため、菌糸の一部がしばらく測定できなかった。土壌のDNA分析では、外生菌根菌（*Russula sp.* など）と腐生菌（*Mortierella sp.* など）が多く検出された。

6. 1 ア aPF48 モウソウチク林の炭素吸収機能を最大化させる

目的：竹林の炭素吸収機能を最大化させる管理方針を提示し、京都・福岡・台湾のモウソウチク林において最適化された野外計測手法を基軸に、1) 伐採後の回復過程に伴う炭素収支の変動を解明し、2) 得られた竹林の特性を反映した竹林炭素動態モデルを開発する。それにより、3) 竹林の炭素吸収機能を最大化させる管理方針を提示する。

方法：植物体の炭素安定同位体比を測定することによって葉の水利用効率の履歴を算出し、炭素吸収機能の詳細を明らかにする。

成果：竹林の炭素吸収機能を定量的に把握するため、葉リターの炭素安定同位体比を測定する方法で葉の水利用効率を調べた結果、管理竹林の葉の水利用効率が高く、効率よく炭素を吸収していることが明らかになった。また、竹秆からの二酸化炭素放出量を連続測定するためのシステムを構築した。このことにより、管理方針の違いによる炭素吸収機能の変化を定量的に把握することが可能となり、科学的根拠に基づく管理方針を提示することに貢献する。

7. 1 ア aPS2 マイナスエミッションに向けた土壌メタン吸収の広域算定手法の開発

目的：森林総合研究所のタワーサイトを中心に全国10か所程度において観測を行い、森林におけるメタン吸収量の時空間変動を明らかにする。地形要因を考慮に入れた精緻なメタン吸収量の推定手法を開発するとともに、IPCCの算定に利用可能な算定手法を提案する。

方法：京都府木津川市山城水文試験地内の地面に設置した8か所の土壌メタンガスフラックス観測用のチャンバーを用いて月1回の頻度でガスを採取するとともに、温度計およびTDRセンサーを用いて気温、地温、土壌水分量を測定する。

成果：2022年10月に観測用チャンバーを設置、2023年1月から試料採取を開始したことから、今年度は通年での観測を行うことができた。採取した試料のメタン濃度を測定した結果、設置したほとんどの場所でメタンは土壌に吸収されていた。メタンの吸収、放出過程には気温や地温の変化といった季節変化は影響しておらず、土壌水分量が著しく高い時にメタンが放出される傾向が認められた。

8. 1 ア b1 地域の環境条件に応じた多様な森林機能の活用

目的：熱帯季節林における森林管理手法を開発するため、地形勾配により生じる稚樹更新の微地形分布パターンを明らかにし、実効性の高い森林保全策を提唱する。

方法：季節性熱帯落葉林の攪乱に対する森林生態系機能の脆弱性や回復力を評価するため、毎木調査データを用いて主要なフタバガキ樹種（*Dipterocarpus costatus*, *Anisoptera costata*）の稚樹更新の地形パターンを解析する。

成果：人為攪乱影響下にあるカンボジアコンポントム州の平地常緑林に設置された複数の毎木調査プロット内では、母

樹となるフタバガキ科大径木が生育する微地形よりも、比高の低い微地形の方が後継稚樹の出現頻度が高かった。このため、母樹の分布域を超えた地形横断的な平地常緑林の包括的な保全を行う必要があることが示された。このような樹種特性の基礎的情報は森林保全・再生策の策定において学術的根拠を与えるものとして応用的価値が高い。

9. 1ア bPF10 林業を対象とした気候変動影響予測と適応策の評価

目的：本研究は、林業分野を対象とした気候変動予測と適応策の評価を行うため、気候変動に伴う高温・乾燥ストレス等による人工林の成長量への影響予測モデルと、豪雨の増大等による山地災害リスクの影響予測モデルの高度化を図り、人工林樹種の地域系統ごとの環境適応幅を評価する。また、将来気候下における造林樹種の潜在成長量、山地災害リスク、経済性等を考慮し、地域内における森林の最適配置を複数シナリオ下において予測するための適応策評価手法を開発する。さらに、生産量変化の予測される地域と現行苗木特性との比較を行い、将来気候を考慮した地域系統ごとのゾーニングを行うことで将来的な地域系統の適地を予測し、地域に応じた最適な地域系統選択指針を示す。開発された適応策評価モデル、地域系統選択指針を用いて、共通シナリオでの影響予測や適応策オプションの効果を解析してとりまとめ、将来気候下における森林の最適配置、管理指針を提案し、モデルを全国に展開する。これにより、将来気候下における我が国の森林管理技術を創出することを目標とする。

方法：スギ成長量モデルと土砂災害発生リスクモデルとをモデル地域において統合し、複数の適応策オプションごとに、適応策効果を評価する手法を検討する。

成果：昨年度までに開発したスギ樹高成長を高精度で予測する統計モデルと、過去の降雨強度と土砂災害発生確率予測に、維管束植物の多様性を加えた3つの要素からなる枠組みを構築した。この枠組みを活用し、気候シナリオと想定される適応策オプションを組み合わせた複数シナリオごとに、炭素蓄積（人工林の成長）、土砂災害、生物多様性の将来的な推移を予測した。推定結果に基づいて、シナリオごとの適応策効果の評価を行った。解析の結果、3つの要素間にシナジーやトレードオフがあることが明らかとなった。例えば、炭素蓄積の極端な推進は、土砂災害リスクの増加、生物多様性の減少をもたらすこと等が予測された。

10. 1ア bPF12 森林技術国際展開支援事業

目的：気候変動の進行とともに増加が懸念される山地災害に対して、途上国の自然的・社会的条件や想定される災害のタイプ等を考慮しながら、日本の持つ技術、知見を生かした防災、減災機能の強化への技術開発、課題の調査を行う。具体的には、途上国の森林の防災・減災などの機能強化に係る課題などを調査分析し、リモートセンシング技術や治山技術を途上国の森林の防災、減災機能の強化に適用するための手法を開発する。

方法：山地災害や林地荒廃に関する基礎情報を得るため、ベトナム北部を対象とした実態調査に基づく防災、減災技術に関連する文献情報を収集し、同国における既存の対策事例の収集と分析を行う。現地カウンターパートであるベトナム森林科学アカデミー（VAFS）と共同で、ベトナム北部における林地の道路開設などの土地改変が斜面崩壊や土砂流出に与える影響を評価するための現地調査を実施する。

成果：2023年8月にイエンバイ省ムーカンチャイ郡ホボン地区で発生した斜面崩壊を現地調査し、崩壊の状況と周辺の地形、土地利用の状況を把握した。北西部イエンバイ省ムーカンチャイ郡のキム川に設けた観測所に水位計、濁度計、インターバルカメラを設置し土砂流出の実態を観測するとともに、土砂流出源に関する現地調査を流域内において実施した。雨季の後半よりも前半に濁度が高い傾向があり、乾季の間に斜面に貯留された土砂が雨季前半にはほぼ流出し、雨季後半にはそれが少なくなることで濁度が低下した、と考えられた。また、流域内の現地調査および衛星画像の解析から、植生被覆の無い人為的な地形改変地が土砂流出源となっており、とくに土捨て場や切土、盛土のような地形的に不安定な改変地が土砂の流出源となっていると考えられた。

11. 1ア bPF18 特異的な遅延展葉フェノロジーを示す季節性熱帯樹種の適応戦略とその成立条件

目的：カンボジアの季節性熱帯落葉林においてシクンシ科高木種 *Terminalia alata* の形態異型（無毛型・有毛型）を研究対象とする。二型は対照的な展葉現象を同種内形態異型が示す。無毛型の遅延展葉戦略をその適応的意義や成立

条件とともに明らかにすることを目的とする。

方法：二型が別種ではなく形態異型であることの立証を目的として、葉緑体 matK 領域を対象とし、二型の遺伝的差異を明らかにする。二型間の時間的な生殖隔離の有無を検証することを目的として、二型間の開花期のずれの有無を明らかにする。

成果：*T. alata* 形態異型の種分化上の位置づけを明らかにするため、葉緑体 matK 領域の遺伝的差異を調べたところ、*T. alata* は有毛型・無毛型の全個体が同一かつ *T. alata* 固有の配列を示し、二型は系統的に同一で少なくとも別種ではないことが示された。雨季中盤8月初旬の開花結実状態は、通常（乾季）展葉の有毛型が未熟果、遅延（雨季）展葉の無毛型が開花中と明瞭に分かれたが、ごく少数の有毛型個体が開花中であった。このことにより開花期のずれによる時間的な生殖隔離は完全には機能していないことが明らかになった。

12. 1 イ a1 生態系からみた森林の生物多様性に関する研究の高度化

目的：多様な森林利用が今後加速するなかで、多様な立地条件や林分状態に対応した林分の成長を予測し、それに基づき森林経営する上で適切な対処法を科学的評価から提示する。近畿圏中山間地の広葉樹林は、燃料革命後、資源とみなされず放置され、大径化した樹木は枝もかなりの太さがある。しかし、現状では枝はほとんど使われることなく林地残材となっている。そこで、広葉樹の枝のカスケード利用を目的として、近畿圏の里山広葉樹10種を用いて、長さ30cmのミニチュアほだ木を試作し利用可能性を評価した。

方法：2020年の春に、広葉樹10種の枝（直径6～13cm）を、30cmの長さに採材し、早生種菌（118原木栽培シイタケ種菌 菌興椎茸共同組合）を駒打ちし、ほだ木を水に2日間浸したのち、森林総合研究所関西支所の実験林内に置き、その後のシイタケの発生数、傘のサイズ、材の腐朽度合の指標として材比重の継続調査を行った。

成果：シイタケは、11月から翌年3月にかけて10種すべてから発生した。発生数は例年と同様に降水の有無とリンクしていた。駒打ちから3年目となり発生数は1年目、2年目よりも若干減った。ほとんどのシイタケが、駒打ちした部分からの発生であるが、一部側面の駒打ちした部分ではないところからも発生しており、菌糸が材の中で広がっているものと思われた。

13. 1 イ aPF14 増えるシカと減るカモシカは何が違うのか？最適採餌理論からの検証

目的：ニホンジカ（以下、シカ）の個体数増加と生息分布域拡大が全国的に報告されており、農林業に対する被害や森林生態系に対する悪影響が懸念されている。また、他の野生動物に対する影響も指摘されており、特に餌資源の競合するニホンカモシカ（以下、カモシカ）とシカが同所的に存在する地域においては、シカの個体数増加が原因でカモシカ個体数の減少と生息地域の変化が生じている可能性が指摘されている。長野県でも、近年シカの生息分布域が従来生息していなかった高標高域等に拡大しつつあり、シカの密度が増加した地域ではカモシカの生息分布域および生息密度の減少が報告されている。そのため、カモシカを保護管理するとともに、シカを適正に管理するためには、両種の種間関係、特に生息密度に影響する餌資源量に着目することが重要である。そこで本研究では、シカおよびカモシカが同所的に生息する地域を調査対象とし、餌資源量と両種の生息状況との関連を検証する。

方法：長野県において、カモシカの生息が確認されており、シカが高密度に生息する地域（塩尻市、下諏訪町）および近年シカが増加しつつあるが現在は低密度の地域（南木曾町、王滝村）を調査対象地域とした。それぞれの調査対象地域内に約4km×4kmの詳細調査区を設定し、1km²メッシュあたり約1台ずつセンサーカメラを設置しシカとカモシカの撮影頭数（/日/台）を記録した。設置台数は、南木曾12台、王滝14台、塩尻23台、下諏訪17台であった。合わせて、秋季（2020年10月）および春季（2021年5月）に、センサーカメラ周辺の階層別植被率を記録した。

成果：南木曾と王滝のカモシカ撮影頭数は同程度であったが、シカの分布が拡大しつつある南木曾ではシカの撮影頭数割合が高かった。シカの撮影頭数が非常に多かった下諏訪では、季節にかかわらず草本層および低木層の植被率が顕著に低かった。塩尻においてもシカの撮影頭数は多かったが、低木層の植被率は下諏訪より高く、カモシカの撮影頭数も南木曾および王滝と同程度であった。一方、南木曾では王滝よりシカの撮影頭数が多かったが、両地域で

カモシカの撮影頭数は同程度であり、草本層および低木層の植被率にも大きな違いはなかった。以上のことから、カモシカの生息密度は、草本層に加えて低木層の植生が衰退すると顕著に減少する可能性が考えられた。これは、シカと比較してカモシカの餌資源選択が、低木層の植物により依存していることを示唆している。したがって、シカの生息密度の増加によるカモシカへの影響は、低木層の衰退度から推測することが可能であると考えられた。

14. 1 イ aPF16 森林昆虫の多様性研究の新展開：駆動力としての昆虫関連微生物の存在意義の検証

目的：本課題は、令和元年度に終了した「アウトブレイク前における森林昆虫とその随伴微生物のリスク評価：先見的病害虫対策のために」（アウ bPF47）の後継課題である。前課題では、特に大発生を起こす森林病害を対象に、その病原体、媒介昆虫近縁種のリスク評価を行った。ここで得られた情報を発展させ、本課題では森林における節足動物の多様化において、その共生微生物、微小動物がどのような影響を与えているか、もしくは与え得るかを明らかにすることを通じて、森林において節足動物（特に昆虫類）の種多様性が非常に高くなっている要因を明らかにする。関西支所では節足動物（昆虫）に関連する線虫類を対象とする。

方法：本課題は基礎研究であるため、昆虫を中心とした微生物、微小動物との共生系における、生理、生態的機構を明らかにすることを目指す。そのためには、(1) 様々な異なるタイプの森林において昆虫をはじめとする節足動物を採集し、この共生微生物、微小動物相を調査し、解明する。これにより、基礎的知見としての現状把握を行う。また、ここから、(2) ホスト昆虫、節足動物の生理、生態的特徴、生活史特性、環境要因としての森林タイプと共生微生物、微小動物相を比較することにより、森林昆虫、節足動物の多様化要因を解明するという二段階において、目標達成を目指す。

成果：本課題は今年度で終了するため最終年度となる。前年度よりは、遠隔地での試料採集が可能な状況になったため、京都府、滋賀県での採集に加え、沖縄県においての採集なども行うことが可能であった。この結果、複数種の昆虫関連線虫の分離を行い、これらに関して、分類学的、自然史的解析を行ったところ、次の4点の成果を得た。これらの成果は、本課題の最終報告、とりまとめに用いるとともに、その結果に基づき、継続課題の提案を行う予定である。

- 1) エンマコガネ、ハネカクシ類など、糞、死体食性昆虫からの線虫検出を行い、ここで検出した複数の細菌食性線虫、雑食性線虫のうち、つくば市内で、エンマコガネから検出された1種を、*Sachsia putridicola* として新種記載した。本種は、過去にもかすみがうら市においてオオハネカクシから検出されており、糞、死体環境特異的に生息するものであると考えられた。また、*Sachsia* 属は、世界各地で検出されるものの、培養が困難なため分離記録が少なく、培養株を用いることにより、ホスト昆虫への依存度など、本課題に関して重要な知見が得られるものと考えられる。
- 2) マツノマダラカミキリからの線虫検出において、寄生種、*Contortylenchus genitalicola* の再分離に成功した。本種は属内では生態的に他種と異なる点が多く、また、系統的位置づけが不明であり、正確な系統解析が求められていた。分離株に関して系統解析を行ったところ、同属への系統的所属が確認され、属内の生態的多様性が明らかになった。
- 3) 沖縄県において、アリの巣周辺で採集されたモンチビヒラタケシキスイから *Sheraphelenchus sucus* を分離した。本種は、国内の広範囲（茨城県以南）から分離が確認されているが、離島での分離は初となる。また、アリの巣口周辺から分離されたということから、これまでの想定以上に広い生息域を利用しているものと考えられた。
- 4) ショウジョウバエを中心とするハエ目の外部寄生菌、*Stigmatomyces* spp. に関して、検出、生態的調査を行い、複数の国内新産種、未記載種の存在を確認した。これらに関しては、今後、調査を継続し、分類学的位置づけ、ホスト利用様式の解明などを行う予定である。

15. 1 イ aPF26 沖縄島北部の森林で生じた渡らない生活史は鳥類にどんな地域固有性をもたらしたか？

目的：琉球列島周辺地域の固有鳥類であるアカヒゲ種群をモデルケースとして、鳥類における渡り行動が段階的に変異

する集団間で生態・形態の違いと遺伝的分化の程度を明らかにすることを通して、渡らない生活史の進化が遺伝的・形態的分化と相乗的にもたらす地域固有性について多面的な検証を行う。

方法：自動記録装置を用いた繁殖経過の記録システムによりアカヒゲ種群の繁殖生態の地域間変異を調査するとともに、地域ごとの遺伝子試料の収集、形態記録を行った。また、前年度までに探索したマイクロサテライトマーカーを用いてアカヒゲ種群の核 DNA にもとづく集団構造を明らかにした。

成果：巣箱における繁殖経過の簡易自動記録システムを用いて奄美大島におけるアカヒゲ種群の繁殖生態調査を実施した結果、沖縄島と同一形状の巣箱では鳥類による利用率が低く、さらに、繁殖初期に捕食されることによる繁殖の失敗率も非常に高いことが明らかになった。設置した記録システムの80%で3か月前後の記録が得られたが、残る20%は早い段階で停止し、梅雨前後の降水量が多い奄美大島では巣箱内の高い湿度によって故障発生率が高かったと推測された。また、島嶼群によって集団が遺伝的に細かく分化していることがマイクロサテライト遺伝子座に基づく核 DNA の情報からも示され、ミトコンドリア DNA の情報に基づく過去の報告と類似の構造が確認された。

16. 1 イ aPF27 森林景観内の樹木の多様性規定要因を解明する

目的：社会基盤の安定に寄与している森林の生物多様性が有する生態系機能は景観単位で発揮される。したがって、生態系の保全や管理を施策する上でも、景観スケールで生物多様性が維持されるメカニズムを理解する必要がある。景観内の多様な生息環境が生物多様性を支えていることは広く知られているが、森林生態系の樹木の多様性を対象にこのことを実証した例は意外にも少ない。なぜなら、これまでの森林の多様性についての研究は、比較的均一な数 ha の森林内部のメカニズムに着目しており、尾根や谷など森林景観内の多様な環境を網羅するほどの広域を対象にしていないからである。本課題では、全国各地の小面積多地点調査区データを統合し、これまで局所的な範囲に限られていた樹木多様性が維持されるメカニズムについての理解を数 km² に及ぶより広域の森林景観全体に拡張することを目的とする。

方法：全国各地で行われた森林景観内の多様な環境を内包するような、1 km² ～数 10 km² の範囲を対象に行われた、小面積多地点調査区を用いた毎木調査データを収集し、それらを統合して解析を行う。

成果：収集した全国の7か所で行われた小面積多地点調査データのうちデータの整備が完了している調査地点を対象に、斜面の傾斜や凹凸度などの地形の構造を表現する変数を抽出し、調査地点間の地形構造を比較した。さらにそれらの地点において森林構造や群衆構造と地形の関係について基礎的な解析を行った結果、胸高断面積の合計や種数といった森林構造の指標が、複雑な地形構造を示す調査地ほど地形の形状の影響を受けていることが示された。

17. 1 イ aPF34 土壌動物の腸内微生物叢から森林の物質循環を読み解く

目的：森林の物質循環の要である「分解」プロセスは、前半の「リターの細断とその初期消化」を土壌動物が、後半の「無機養分の放出」を土壌微生物（細菌・真菌など）が担う。このリレー形式の循環において土壌動物の腸内微生物叢も大きな役割を果たしていると考えられるが、これまで腸内微生物叢にはあまり焦点が当てられてこず、その実態は未だ不明な部分が多い。そこで本研究では物質循環における腸内微生物叢の位置づけを明らかにするための第一段階として、土壌環境傾斜のある複数の林分を用いて腸内微生物叢の環境間比較を行い、腸内微生物叢に環境応答性があるか否か、また土壌動物の種の違いによって、どのような腸内微生物叢の差異が見られるかについて評価することを旨とする。課題担当者は本課題において、土壌動物の腸内微生物叢の16S アンプリコンシーケンス解析を担当し、得られた結果をもとに、土壌動物種間や異なる林分環境間でどのような腸内微生物叢の差異が見られるかを検討する。

方法：支所構内および愛知県の2地域から土壌を採取し、ツルグレンによりトビムシ類を採取する。得られたトビムシ類を実体顕微鏡下で科レベルまで同定した上で、表面殺菌を行い、腸内容物を採取する。アンプリコンシーケンス解析（外注）により、トビムシの腸内容物に含まれる腸内微生物叢を明らかにする。腸内細菌叢についてはV3/V4領域を、腸内糸状菌叢についてはITS2領域を対象とする。解析結果をもとに、トビムシ分類群間および土壌とトビムシ間に腸内微生物叢の違いがみられるかを検討する。

成果：支所構内および愛知県の2地域の土壌から得られたトビムシ類について、アンプリコンシーケンスによるトビムシの腸内微生物叢解析を行った結果、ごく微小なトビムシ1個体からでも、数十から数百の腸内細菌類、あるいは糸状菌類を検出できることが明らかとなった。腸内細菌類については、トビムシの分類群間に若干の差異が認められた。糸状菌類については、トビムシ腸内と土壌中とでは大きく組成が異なること、トビムシ1個体の腸内には、数十以上の糸状菌種が含まれ、その多くを腐朽菌が占めることなどが明らかになった。細菌類、糸状菌類ともに、サンプル数と調査地数を増やしてさらに検証を進める必要がある。

18. 1 イ aPF40 線虫の生活様式多様化と種分化に関する統合的研究

目的：昆虫を媒介者、宿主として利用し、多様な食性、生息環境を持つ3グループ（Rhabditidae 科、Diplogastridae 科、Aphelenchoididae 科）の線虫類を対象に、その種分化に伴う生活様式、特に食性の多様化を、系統分類を基本として、形態（構造）、生態、生理、ゲノムまで統合的に解析することにより、微生物食に由来する動植物寄生性、捕食性に至る多様化要因を遺伝子レベルで明らかにすることを目的とする。そして、ここで明らかになった情報を、有害種防除、有用種利用、遺伝資源活用のための基礎情報として、他の研究分野に提供することを目指す。

方法：Rhabditidae 科に関しては、食性、生息環境において情報が多く、多様性も高い *Caenorhabditis* 属を、Diplogastridae 科は、ほとんどが昆虫媒介性土壌生息性細菌食線虫であるが、モデル種である *Pristionchus pacificus* に加え、これまでの分離培養、系統維持の過程で、利用可能になっている特徴的な食性（昆虫寄生、糸状菌食性、捕食性）、生息環境（枯死木材内、糞、動物死体）を持つもの、Aphelenchoididae 科では、収斂した形態的特殊化の見られる植物寄生者、複数の食餌源を利用する種、昆虫寄生種を材料とし、これらのゲノム解析をもとにした、摂食、消化関連遺伝子の比較、摂食様式に関する生理的比較、構造学的比較を行うとともに、昆虫、節足動物を対象に、さらなる材料種の分離、培養を行う。

成果：ゲノム、生理学的、構造学的解析は、他機関の分担者が行うため、ここでは担当分の材料種の分離、培養、自然史的解析結果を主に報告する。他課題同様、前年度よりは、遠隔地での試料採集が可能な状況になったため、京都府、滋賀県での採集に加え、沖縄県においての採集なども行うことが可能であった。この結果、複数種の昆虫関連線虫の分離を行い、これらに関して、分類学的、自然史的解析を行ったところ、次の3点の成果を得た。

- 1) 小川学術参考林（茨城県北茨城市）において採集されたイヌブナ枯死木の樹皮から線虫検出を試みた結果、マツノザイセンチュウ近縁（*Bursaphelenchus* 属）の未記載線虫種を検出し、*Bursaphelenchus ogawanus* として新種記載を行った。本種は、これまでに検出例の少ない属内系統群に属している点、摂食器官が他種と比較して発達している点が特徴であり、本課題の目的とする食性の変化／進化に関する研究材料として利用可能であると考える。
- 2) 糸状菌食を由来として、絶対的植物寄生種へ進化したと考えられる線虫の代表として *Schistonchus*、*Ficophagus*、*Martininema* の3属が知られる。これらのうち、*Ficophagus* 属の1種に関して、その植物寄生様態を、寄生部位の薄片試料を光学顕微鏡、および透過型電子顕微鏡を用いて解析した。この結果、線虫により植物体（イチジク属植物の1種、*Ficus laevigata* の果実）内部組織において、線虫が組織を部分的に変形させ、摂食細胞として利用しているということが明らかになった。類似の組織変化は *Schistonchus* 属においても知られているが、*Ficophagus* 属では初の報告となり、異なる系統群において類似した摂食様式を持つことが明らかになった。
- 3) 上記のイチジク属果実を利用する植物寄生種に関する研究は海外でのものが中心であるが、国内においても同様の種がみられることは既に確認していた。これらのうちの1種、オオイタビ（*Ficus pumila*）果実から検出されたものを *Schistonchus pumilae* として新種記載を行った。これは、温帯域で、かつつる性のイチジク属果実を特異的に利用する *Schistonchus* 属の初報告となる。また、同種は季節的ではあるが、特定の調査地において採集が可能であることから、生態的特性の解明や、ゲノム解析など、今後のさらなる研究の材料として利用可能であると考えられる。

19. 1イc1 森林の生物多様性の保全と持続可能な利用に関する研究の高度化

目的：①水温は溪流に生息する底生動物にとって最も重要な要素である。気温の上昇とともに水温も変動する。本研究では、カワゲラ目の一種 *Stavsolus japonicus* において水温が卵発生に及ぼす影響を明らかにし、長い卵期間を持つカワゲラにおける気候変動への適応について検討する。②各地に固有の森林生態系が有する多様なサービスを解明する一環として、日本列島各地の多様な森林での巣箱カメラを用いた鳥類の繁殖モニタリングの可能性について検討する。③森林における線虫類の多様性、それらの生活史を明らかにすることにより、潜在的有害種、潜在的有用種に関して、リスク評価、遺伝資源としての利用のための基礎情報とする。

方法：① *Stavsolus japonicus* の卵を飼育し、水温と孵化との関係を調べた。②巣箱カメラを用いた鳥類の繁殖モニタリングの可能性についてレビューを行い、巣箱カメラとして使用事例が近年増えつつあるトレイルカメラを、さらに広汎かつ効果的に活用する手法を検討した。③森林昆虫、節足動物からの線虫分離を行い、形態的、遺伝的（DNAマーカー）により、種同定を行い、既知の近縁線虫種や、宿主昆虫の生活様式から、新規分離された線虫種の生活史を推測する。

成果：①卵孵化の43日前より以前の水温状態は *Stavsolus japonicus* の卵発生に影響しないことがわかった。長い卵期間を持つ *Stavsolus japonicus* は、暑い夏を生きぬくための適応戦略として卵休眠を使用していると考えられた。気温の上昇に伴って水温も上昇すると、*Stavsolus japonicus* のように温度上昇への適応戦略を持たない種などが局所的に絶滅する可能性もあり、生物多様性の低下につながると予想される。②巣箱での鳥類の行動を自動記録する巣箱カメラは古くから鳥類研究に利用されてきたが、旧来の装置はいずれも設置・運用・解析コストが大きかった。近年、高機能化、低価格化が進んで急速に普及したトレイルカメラを巣箱カメラとして応用するための調整と記録設定を検討し、市販の複数の機種において単体で数か月間の繁殖経過の記録が可能であることを示した。③文献情報から、イチジクコバチ便乗、寄生線虫の進化パターン、形態的、生態的特性に関する情報の整理を行った。ハナバチ類から線虫分離を行い、*Pristionchus* 属の未記載種を検出し、その生態的、形態的特性を明らかにした。本種は、培地上で集合行動を示し、これは原産地（菅平高原）の酸素濃度の低い環境に適応した結果であると考えられた。また、系統的には北米種群に近縁であり、その地理系統的由来に関しては今後の課題である。

20. 1イcPF16 森林の生物多様性の分布形成機構の解明に基づく気候変動に適応的な保護区の提示

目的：生物多様性条約では締約国に対して、生物多様性を保全するための地域の設定（保護区）が求められているが、今後の気候変動が予想される今、保護すべきエリアが将来変化することを見越して設定する必要がある。しかしそのためには、(1) 生物多様性の分布が気候変動とともにどのようにシフトするか？ (2) 生物多様性保全上重要な特殊地形環境は何か？ (3) 土地利用が種のプールをどのように損じているか？ (4) 植生を衰退させるシカなどの草食性哺乳類は気候変動にどのように応答し生物多様性にどのような影響を及ぼすか？ といった課題を解決する必要がある。近年、現在の生物分布が最終氷期以降の気候変動を経た今もなお、平衡状態に達していないという説が提示されており、とりわけ最終氷期にも氷床で覆われずに森林が存在していた日本では、生物分布のシフトが遅滞している可能性が高い。この問題の解明なくして将来を見越した保護区の設定はできない。本研究は、オープンに使用できる環境データと世界的にも稀有な日本の生物分布ビッグデータを活用して以上の課題を科学的に解明・解決し、気候変動に適応的な生物多様性保護区を提示することを目的とする。

方法：課題では、日本においてすでに設置されている生物多様性の保護地域（以下、保護区）（具体的には、森林生態系保護地域、生物群集保護林、希少個体群保護林、緑の回廊、国立・国定公園、自然環境保全地域、世界自然遺産、ユネスコ生物圏保存地域、鳥獣保護区など）を主な舞台に、以下の4つの問いを設定する。1. 最終氷期に森林が分布していた日本において、その終了から約1万年後の現在、生物の分布、およびその集合体としての生物多様性の分布は、すでに平衡状態に達しているのだろうか？ 2. 生物多様性保全上、地形的にどのような特殊な環境が重要だろうか？ 3. 保護区周辺の土地利用は、保護区内の生物多様性を確率的に維持できる状態だろうか？ 4. シカ個体群のサイズ・分布・摂食行動が気候変動とともにどのように変化し、将来の生物多様性にどのような影響を及ぼすだろうか？

成果：本年度までに、前述の問い1に対応する生物分布と環境条件との平衡性に関する仮説を検証するための統計モデルを構築し、常緑広葉樹を対象樹種として平衡性の程度の定量化を行った。その結果、多くの対象種で標高傾度では環境条件と平衡に到達しているのに対し、緯度傾度では7割程度の樹種で平衡に到達していない可能性が示唆された。さらに、問い3に対応する成果として、ニッチモデルを用いて、保護区見直しを適応策とした場合の適用可能性を各植生帯を代表する樹種を対象に評価を行い、適応策の適用限界を定量的に明らかにし、緩和策の重要性を示した。

21. 1 イ cPF36 極限環境に棲む線虫で切り拓く動物胎生化の適応的意義と進化プロセス研究

目的：極限環境に生息する線虫類を材料として、環境耐性（適応）の進化過程を明らかにするため、特に生殖様式を胎生化した線虫種を中心材料とし、1. 胎生化に伴う体構造及び卵構造の変化を透過型電子顕微鏡観察を中心とした微細構造解析により、理解する；2. 全ゲノム解析を行うことにより、胎生化に伴うゲノムレベルでの変化を理解する；3. ゲノム情報をもとに、生理学的、化学的解析により、母から子へ供給される栄養物質を同定する；4. ゲノム、化学解析の結果をもとに、蛍光色素などを用いて、栄養物質の局在及び授受を可視化する；5. 野外生態の解析、環境中の他生物相（線虫寄生菌など、微生物相を中心に）との関連を明らかにすることにより、胎生化を駆動する環境要因と適応的意義を実験的に解明する；6. 次世代生産数と環境適応能力を近縁の卵生種と比較することにより、胎生の進化的トレードオフを実験的に証明する；という6点を行う。

方法：本計画のうち、研究材料とする線虫種の新規培養株の分離（追加採集）、同定、培養株の確立、および、実験室内での飼育試験、生態的特性の解明を分担する。この目的のため、特殊環境、たとえば、高浸透圧、酸性条件である樹液、強い酸性条件となる腐敗果実、浸透圧や乾燥状態、温度などが急変する環境である海浜、富栄養で一時的な基質である動物糞、死体などにおいて、そこに生息する昆虫、または基質を直接採集し、線虫分離を行う。分離した線虫は、生物学的特性を明らかにし、代表者、他の分担者に受け渡す。

成果：ゲノム、生理学的、構造学的解析は、他機関の代表者、分担者が行うため、ここでは担当分の材料種の分離、培養、自然史的解析結果を主に報告する。他課題同様、前年度よりは、遠隔地での試料採集が可能な状況になったため、京都府、滋賀県での採集に加え、福井県、和歌山県においての採集なども行うことが可能であった。この結果、複数種の昆虫関連線虫の分離を行い、これらに関して、分類学的、自然史的解析を行った。加えて、既に培養株となっている線虫種に関して培養性状などを調査した。この結果次の3点の成果を得た。

- 1) 関西支所構内（京都市伏見区）において、糞、死体食昆虫であるエンマコガネから複数の線虫種を分離し、そのうちの1種を新属新種、*Onthodiplogaster japonica* として分類学的記載を行った。本種はこれまでの調査で、国内からは広くエンマコガネ類から検出されることが確認されており、糞、死体環境に高度に適応していると考えられた。食性に関しても捕食、細菌食、糸状菌食に対応した雑食者であり、食性拡大に関して、また富栄養、かつ不安定な環境適応に関しての研究材料として利用できる可能性が高い。
- 2) 培養株として確立し、利用を進めている線虫種として、糸状菌食から、絶対的捕食性種へ進化したと考えられる *Seinura caverna* がある。この線虫種に関して、捕食における自己認識を実験的に検討したところ、これまで他の線虫種で知られていた化学的認識（匂い）も利用するが、それ以上に触覚を利用して、餌とそうでないものを識別していることが確認された。
- 3) 通常、ほぼすべての線虫種は卵生であるが、ここから「胎生」を進化させた線虫種として、過 *Tokorhabditis* 属がモデル的研究材料として利用されている。これに関して、卵殻の物理的構造、化学的構造を透過型電子顕微鏡、および、化学染色で調査したところ、卵殻を構成する層が近縁種に比べて少なく、化学的透過性も高いことが確認された。これは、胎生種の受精卵が、親個体から子宮内で栄養分を吸収していることを示しており、線虫における胎生現象の生理学的、構造学的機構の一部が明らかにされた。

22. 1 イ cPS2 林業収益と公益的機能のトレードオフ関係の全国解析—環境配慮型集約化の提案—

目的：複数の森林の公益的機能を評価可能なモデルを全国スケールで開発し公益的機能の最大化に向けた環境保全型林

業の集約化を地域ごとに提案することを目的としている。そのために既存のモデルを拡張し、間伐が各種機能に及ぼす影響、シカが下層植生の採食を通して表土保持に及ぼす影響、路網を起点とした表土流出を新たに考慮することが可能な将来的な森林構造を予測するシナリオを比較することにより、林業収益と公益的機能の経済価値のトレードオフ関係を評価する。本プロジェクトでは森林の変化を予測する既存のモデルを拡張し、間伐が森林の各種機能に及ぼす影響、を検証する部分を担当している。

方法：すでに提案されている森林の発達を予測するモデル（“old growth index model”）を人工林に適用し間伐の効果を考慮した上で将来的な森林構造を予測するモデルを構築する。データは森林生態系基礎調査第四期のデータセットを用いる。

成果：本年度は、日本全国のスギ・ヒノキ人工林を対象に針葉樹人工林内に存在する広葉樹の量（胸高断面積合計）に関するモデルの構造を見直すことにより、植栽木の密度の変化が広葉樹の量の増加速度に大きな影響を見出すことを予測することができるようになった。これによって、強度間伐の保全上の便益を定量的に扱うことが可能になった。

23. 1ウ a1 水循環・物質循環が関与する森林の機能の評価技術の開発

目的：森林およびその周辺環境の変化が森林の物質循環に及ぼす影響を評価するため、物質循環に関わる諸要素を観測に基づき定量的に測定、推定するための手法、技術を開発する。

方法：2014年に噴火した長野県、岐阜県境に位置する御嶽山の南東麓に設定した7か所の定点において、火山灰の渓流水の水質に対する影響の推移を確認するため、渓流水を採水し、溶存成分濃度を測定した。また、2018年1月末頃に本数率30%の間伐が行われた竜ノ口山森林理水試験地南谷中流部の34年生ヒノキ人工林において、間伐後の林内雨量の変動実態を調べた。

結果：御嶽山では、8月上旬、12月下旬、2月下旬から3月上旬の3回渓流水を採水した。pH、ECについてみると、平水時に採水した8月、12月の試料はすべての地点で通常観測される範囲内の数値を示した。一方、2月下旬から3月上旬の試料は標高の低い採水地点でやや低い数値を示していたため、融雪の影響を受けたと考えられた。また、竜ノ口山森林理水試験地南谷の林内雨観測プロット林冠の開空度は、間伐後5年目の昨年、間伐前と同程度の25～30%の季節変動で安定的に経過していたが、6年目の本年は35%前後で推移し、季節変化は不明瞭であった。9月以降の温暖・寡雨傾向のためか、11月中旬には枝先の葉の黄変化が目立つようになった。一方、夏雨気候で温暖期には流水が生じる谷筋に位置する調査プロットでは、降水量が多いと開空度が増加する傾向が認められるため、今年前半の多雨により、昨年に比べて開空度が高めに推移した可能性が考えられる。2か月合計での林内雨の推移をみると、多雨傾向となった2023年前半は樹冠通過率（TF）78%、樹幹流下率（SF）10%となり、同順に寡雨だった2022年1年間の74%、5%を上回り、樹冠遮断率（CI）は9%減少した。年間全降雨イベントの90%以上を占める総雨量60mm以下の降雨イベントの2か月合計値での間伐後6年間のTF・CF・CIと経過年数（t）の関係は、相関係数（r）が低い（ $0 < t < 6$ において順に0.56、-0.31、-0.56）ものの、概ね二次関数に近似する関係が認められた。ただし、該当する降雨イベントの2か月合計雨量の経過も同様の傾向がある（ $r = 0.48$ ）。観測を継続し、この先の林冠開空度と林内雨量の変動傾向を確認していきたい。

24. 1ウ aPF17 森林内における放射性物質実態把握調査事業

目的：2011年3月の福島第一原発の事故により、各種の放射性物質が飛散した。落葉層及び土壌には高濃度の放射性セシウム（Cs-137）が長時間蓄積されることが指摘されている。それらが溪流中に流れ込むことによって、溪流の生物に影響を及ぼし、ひいてはヤマメやイワナなども放射性セシウムに汚染されるため、人間の食生活にも影響が及ぶ。本研究では、溪流中の主要な要素である藻類・リター・砂・水生昆虫について、現時点での放射能汚染の実態を把握することを目的としている。

方法：事故後に設置した川内村の調査地（A、B、C）において、モンカゲロウ科、藻類、リター、砂を採集し、Cs-137濃度を測定した。

成果：Cs-137濃度の平均値はA地点B地点、C地点の順に砂：82 Bq/kg・180 Bq/kg・285 Bq/kg、リター：322 Bq/kg

kg・593 Bq/kg・543 Bq/kg、藻類：1162 Bq/kg・471 Bq/kg・1843 Bq/kgであった。モンカゲロウ科は、それぞれ140 Bq/kg・291 Bq/kg・472 Bq/kgであった。一年前よりもCs-137濃度は低くなった。

25. 1ウ aPF23 微生物を含めた環境トレーサーで古生層山地小流域における斜面地下水動態を探る

目的：竜ノ口山森林理水試験地南谷における斜面土壌水分の観測を継続するとともに出水に応じた渓流水等の試料採取を行い分析する。

方法：調査斜面において表層土壌水分と地下水位の経時変動を観測するとともに、出水時に経時的な渓流水試料を採取して主要化学成分等を分析する。

成果：2023年は4・5月が多雨となり、前年の寡雨による斜面土壌の乾燥が緩和された。6・7月は表層土壌のマトリックポテンシャルが斜面上部でも-30 kPa前後となる期間が長く生じた。5月上旬から地下水位も斜面中腹で長い期間観測されるようになったが、斜面上部の観測井では水位が観測されなかった。8月以降は寡雨傾向となり、再び斜面土壌の乾燥が進んだ。細菌叢の構成比をみると、斜面表土から検出されない一方、低水時の渓流水から古細菌としては最も多く検出されるナノ古細菌は、斜面土壌が比較的湿潤状態にあった7月上旬の降雨出水時に採取した渓流水からも多く検出された。しかし、斜面表土から多く検出され、低水時の湧水からほとんど検出されなかったクレン古細菌が、7月上旬出水時の地下水・湧水からナノ古細菌と同程度以上検出され、渓流水からも出水の初期に比べて後半になるにつれて多く検出されるようになった。また同じ7月上旬出水時、これまでの表土・湧水・渓流水試料からほとんど検出されなかったテルモプラズマ綱古細菌が、斜面中腹地下水で最も多く検出され、斜面下部地下水と湧水ではその半分以下、渓流水では出水の減水過程でさらにその半分以下のレベルで、時間経過と共に増加傾向を示して検出された。出水時試料を増やしてさらに検討を進めたい。

26. 1ウ aPF27 大気中のCO₂濃度の上昇は森林からの蒸散量を増やすのか減らすのか？

目的：生態系スケールでフラックス観測から求められる水利用効率と蒸発散量および降水・流量観測から水収支式で求められる蒸発散量の実測データを蓄積するとともに比較解析を行い、水利用効率や蒸散量の葉や木のレベルと森林生態系スケールでの関係を明らかにする。

方法：年輪と髄（年輪の中心部分にある組織）の炭素・酸素・水素安定同位体比を使って、水利用効率および蒸散量を復元する。

成果：水利用効率や蒸散量の葉や木のレベルと森林生態系スケールでの関係を明らかにするため、熱帯林におけるフラックス・微気象観測のメンテナンスを行い、継続的なデータの蓄積を行った。現地へ赴き、微気象観測タワーにおける雷被害や野生動物による被害を確認した。破損した温湿度計や二酸化炭素・水蒸気濃度計、劣化した太陽光発電システムの電圧変換器およびバッテリーを交換し、長期微気象観測体制を整えた。野生動物の被害を食い止めるため、一部のケーブルに保護用ステンレステープを巻き、温湿度計の先端部をステンレス網で保護したりして、長期連続観測体制を整えた。

27. 1ウ aPF30 付加体堆積岩山地における水文・地盤情報カップリングによる雨水貯留・排水特性の把握

目的：地形地質および水文情報を組み合わせて、大起伏山地における斜面崩壊リスクを評価するために、調査対象となる斜面領域を決定する。

方法：高解像度の航空レーザ計測から得られた標高データを用いて、調査対象となる流域の特徴を明らかにする。

成果：調査対象となる井川湖周辺の山地流域の地形解析から、左岸に位置する流域では地層に沿って緩やかな斜面が形成される流れ盤の特徴を有しており、右岸側では相対的に急峻な流域となることがわかった。このような地質構造の違いが降雨時における水の流出プロセスの違いに影響していることが示唆された。

28. 1ウ aPS2 放射能汚染地域の林業再生に関する技術開発

目的：原発事故後、林業が再開されていない地域において、放射性物質の低減に効果のある広葉樹林及び人工針葉樹林

の管理・更新手法を提示する。管理・更新手法の比較検討では林齢の影響と原発事故の直接汚染の影響を分離する必要があるため、放射性セシウムの面移行係数に及ぼす林齢の影響を明らかにする。

方法：福島第一原発事故の直接的な影響のない地域で、スギ、コナラを対象に、葉の¹³⁷Cs面移行係数を測定して、面移行係数と林齢の関係を明らかにする。本年度は昨年度富山県東部4調査地で採取したコナラ林の葉・土壌試料の分析を進めると同時に、富山県西部の5調査地でコナラ葉および土壌の採取を実施した。

成果：富山県内の9調査地における、表層10cmまでのCs蓄積量暫定値を分母にした葉Tagを算出した。葉Tagはコナラやオークの既往の結果と同等の値が得られた。林齢との関係においては、非常に高い値を示した30年生林分を除くと、林齢に対し若齢側に歪んだ一山分布の関係にあることが示された。

29. 1ウb1 森林の山地・気象災害軽減技術の高度化

目的：災害低減技術を高度化するため、崩壊発生源となる移動体に生育する根系の実態を明らかにする。また、湿潤指標植物の水分条件への反応を明らかにする。

方法：森林の崩壊防止機能の実態に関する知見は不十分な状態にある。一般に、崩壊が発生する場所では立木が曲がっている。しかし、曲がった立木の地上部の樹高や直径、地下部の根系の特徴は不明である。そこで、崩壊地で見られる立木の曲がりの特徴を明らかにするため、(1)(2)の試験を行った。また、(3)崩壊地に出現する湿潤指標の水分への反応を明らかにするため、ゼニゴケ、ケゼニゴケ、ジャゴケを植栽し、水分量の違いが3種のコケに与える影響を比較した。

- (1) 移動体の変位と根系形状の発達を観察するため、地表面の傾斜30°、深さ160cm、厚さ2cmの透明な根箱を6箱作成した。そして、赤玉土と鹿沼土の混合土にスギ1年生の実生苗を植栽した。植栽1年経過後に移動体の変位の影響を再現する意図で傾斜に対して斜面上側と斜面下側に根箱を10°傾斜させた。本年度は2年目となるが、根箱傾斜後の根系の発達形態を観察した。
- (2) 傾斜と移動体の変位が、根量へ及ぼす影響を検討するため、水平と35°に傾斜した1年生のスギの実生苗をワグネルポットへ約220本植栽した。植栽後2年目の樹高と地際直径を測定した。
- (3) 直径12cmのポットに赤玉土(細粒)を厚さ17cmに充填し、中央部に各種のコケを植栽した。また、水分条件は、散水とポットの下部から1cm、6cm浸水した3種とした。そして、1年後の各種のコケの最大長を測定した。

成果：(1) 移動体の変位と根系形状の発達を観察した。結果として、斜面下側に10°傾斜させた根箱(地表面の傾斜は合わせて40°)では、地上部の樹幹は斜面下側に孕み出す形で弓なりに変形し、地際直径は太く発達していた。これらの特徴は、現地の不安定な移動体の斜面下側で見られる立木と同じ特徴を有していた。また、地下部の根系は、新しい根を斜面上側に向けて土塊を抱え込み巻き込むように発達させており、傾斜に対してほぼ直角に進入していた。この根系の傾斜に対して直角に進入する性質は、移動体の滑動を最も抑制する角度と考えられる。以上の結果から、移動体の崩壊防止に最も影響の大きい、移動体の下部で斜面下側に幹を孕み出した立木は、樹齢が増すほど移動体の滑落を防止する効果が高くなるものと考えられた。

- (2) 水平に植栽したスギ苗木に比べ、35°に傾斜させた苗木の方が樹幹高が高く、地際直径も太い傾向が見られた。この理由は、自重を支えるために根系を発達させた結果として根の伸長範囲が大きくなり、養分を広範囲で集めることができるためと考えられた。また、地際直径が35°に傾斜させた苗木の方が太くなる理由として、アテが形成されるためと考えられた。今後は、根の掘り取りにより根量を比較する必要がある。

- (3) ゼニゴケ、ケゼニゴケ、ジャゴケの最大長は、いずれも散水<1cm浸水<6cm浸水の順となった。また、散水条件では、いずれも枯死する場合が見られた。これらの結果から、崩壊地にみられるゼニゴケ、ケゼニゴケ、ジャゴケは、土壌の水分量が多いほど成長が良くなるものと考えられた。崩壊土で構成される地形の湧水点では、地盤の水分条件が過湿・多湿条件であるため、各種のコケの成長が良いが、源頭で発生する崩壊の移動体では、水分条件が湿の場合が多いため、各種のコケは若干小さくなるものと考えられる。今後検証が必要である。

30. 1ウ bPF19 土層の生成から流出までの過程にもとづく新しい山地保全技術の開発

目的：既存の土層発達モデルに降雨時に流れ出る土砂の影響を反映させ、流域の土層発達過程をシミュレートし、土層厚の空間分布を予測する。

方法：改良した土層発達モデルを用いて、山地源流域における土層発達過程をシミュレートする。

成果：山地源流域における長期的な土層発達過程をシミュレートした結果、水が流れていない斜面では、豪雨時に崩壊しうる予備物質として土層が厚く発達することがわかった。それに対して、溪床では強い雨が降った時に、水流とともに土砂が流れ出るため、土層が薄い状態に保たれていることがわかった。気候の変化に伴う降水量の減少や斜面崩壊など、溪流の掃流力を超える土砂供給で溪床の埋積が生じた場合に、山地源流域から排出される土砂量が減少することが予想される。

31. 1ウ k1 森林における降水と渓流水質のモニタリング

目的：都市域から排出された環境負荷物質が降雨を介して森林に流入していると考えられる京阪神地域の都市近郊林において林外雨と渓流水の主要溶存成分のモニタリング調査を行い、化学特性の変化及び各溶存成分の流入量、流出量を明らかにし、森林から流出する渓流水質に対する都市域から排出された環境負荷物質の影響を評価することを目的とする。

方法：林外雨と渓流水のモニタリングは近畿中国森林管理局京都大阪森林管理事務所管内北谷国有林内の山城水文試験地（京都府木津川市、34° 47'N、135° 50'E）で行う。林外雨は観測タワー上部に設置した直径 21 cm のポリローで受け、10 L ポリタンクに貯留、採取する。渓流水は、源頭部付近で常時流水のある地点に設けた定点で採水する。林外雨と渓流水の採取は月 1～2 回程度の頻度で行う。採取した林外雨、渓流水サンプルは実験室に持ち帰り、pH、電気伝導度（EC）、溶存成分濃度を測定する。各溶存成分の流入量は試料ごとの濃度と林外雨量の積を一年分積算して算出する。渓流水からの各溶存成分の流出量は、各溶存成分濃度と採水時の流出水量を用いて流出水量と各溶存成分の流出量の関係式である L-Q 式を作成し、その L-Q 式により各溶存成分の日流出量を算出し、これを一年分積算して算出する。

成果：研究資料を参照

32. 1ウ k2 森林水文モニタリング

目的：森林総合研究所の森林理水試験地は降水・流出に関する基盤的モニタリングサイトである。森林生態系や林業経営の時間スケールに見合う長期連続観測により高い精度で蓄積してきたデータは、洪水や渇水等、水に関わる森林機能に対する行政需要や社会的関心に応える、他に類例のない貴重な観測資料となっている。基盤的観測資料としての意義と価値をいっそう高めるために、各試験地における高精度の観測を継続するとともに試験地の維持管理業務を着実に推進し、データベースの充実に努める。

方法：竜ノ口山森林理水試験地北谷・南谷における流量観測および岡山実験林における気象観測を継続し、記録データを収集・整理するとともに、試験地の施設・機器・周辺環境の状況を定期的に把握し、観測精度を維持する。

成果：2023年の年降水量は、1937年観測開始以来の87年間で29番目に少ない1154mmであった。寡雨のため前年に過去最低の年流出率を記録した影響に加え、本年も4・5月を除いて平年並みかそれ以下の降水量となったため、年流出量は北谷で287mm、南谷で238mmとなり、欠測が生じた7か年を除く80か年で、同順に20番目、16番目に少ない記録となった。この結果、年流出率は北谷25%、南谷21%となり、同じく80か年で同順に19番目、16番目に低い値となった。なお、量水堰堤電源の起点となっている岡山実験林観測小屋周辺樹木が高木化して架空電線および観測小屋、さらに隣接する民有地を障害する懸念が増したため、2024年2月下旬から3月上旬にかけて伐採した。

詳しくは研究資料を参照。

33. 1ウ k3 森林気象モニタリング

目的：森林における二酸化炭素・水蒸気交換量および各種微気象環境要素（温度・湿度・日射量・降水量等）の観測を行い、大気二酸化炭素濃度の増加や温暖化等の気候変動評価のためのデータを蓄積する。

方法：山城水文試験地（京都府北谷国有林）内に建てられた微気象観測タワーおよび観測施設において、各気象要素およびフラックスを長期連続モニタリングする。

成果：長期連続測定に向けて、古い調圧電源設備を廃止し、電圧調整機能付き無停電電源装置を設置するなど電源の安定供給に努め、気象観測と渦相関法による生態系の正味 CO₂ 交換量・水蒸気フラックスの連続観測を実施した。また、観測タワー施設等の点検や安全器具の交換等のモニタリング環境整備を行った。

34. 2ア a1 造林・育林技術の実証とシーズ創出に向けた研究開発

目的：国内の広葉樹資源の循環利用に向け、広葉樹伐採後の更新技術の確立が急務である。そこで、広葉樹林伐採後の更新調査を実施し、研究シーズの創出を図ることを目的とした。

方法：飛騨市市有林において、令和3年11月に帯状皆伐を実施した試験地において、更新調査を実施した。

成果：伐採から2年経過した時点で、ウダイカンバやキハダの実生が多数発生していた。切り株からの萌芽枝は、伐採後1年目までに発生し2年目は新たな発生は見られなかった。伐採前から林内に生育していたクロモジは、旺盛に成長し、幹数が年々増加傾向にあった。

35. 2ア aPF10 潜む”芽”と伸びる”枝”の成り立ちから探る樹木萌芽更新の実現可能性

目的：本研究は1) 潜伏芽の発生消長を解析し、潜在的な萌芽更新の実現可能性を種間、および種内で比較検討するとともに、2) 萌芽枝特有の生理機能・形態が高い成長速度を支持しているかどうかを検証することにより、樹木の萌芽再生メカニズムから萌芽更新の実現可能性を説明することを目的とした。

方法：ブナ科樹木2種を対象に、潜伏芽の調査のためX線CTを用いて樹幹から採取した円盤をスキャンすることを試みた。また、切り株から発生した萌芽枝の生理機能を測定するために夏期に葉の光合成速度等を測定し、地上部を伐採しなかった対照個体と比較した。

成果：X線CT画像解析から、潜伏芽を観察できることが確認された。枝の生理機能については、萌芽枝の葉の光合成速度が対照個体の葉の光合成速度よりも有意に高く、葉の窒素濃度も高いことが明らかとなった。

36. 2ア aPF12 タケ類の大規模開花現象の全容解明に向けて

目的：現在日本各地で一斉開花しているタケ類（ハチク）を用いて、全国規模のタケ類開花状況を科学的に評価する手法を検討する。

方法：全国の新幹線網車窓から竹林の開花および開花後の情報を目視により収集した。また、実際に現地踏査を行い、データの精度を検証した。

成果：新幹線車窓から竹林の開花および開花後の情報を約160か所で収集した。全地点について現地踏査を行い、データの精度を確認した。本手法は開花状況の把握に向けてある程度有効な方法であるという成果および、継続的なデータ収集方法の確立等が課題である旨をまとめ、学会で発表した。

37. 2ア aPF14 日本全国の林地の林業採算性マトリクス評価技術の開発

目的：本課題は3つの目標からなる。1) 新たな推定手法による地位指標と地利指標を算出して、立地要因と地利要因との二軸の評価を行い、将来にわたる人工林の林業採算性と炭素吸収量等を高精度に予測する技術を開発する。2) 成長に優れたエリートツリー等のポテンシャルが最大限発揮される条件を解明し、有効活用するための技術を開発する。3) 林業採算性と炭素吸収量等を予測するツールを作成し、市町村等が利用する森林GIS等への導入マニュアルを作成する。

方法：航空レーザ計測（ALS）、森林GIS、機械学習を組み合わせた新たな樹高成長推定手法を利用して、従来の地位指

数にかわる新たな林分成長指標・炭素蓄積指標を推定する技術を開発する。同時に、樹高成長のバリエーションに影響する環境特性や生物的特性の解明を行い、樹高成長予測の精度・汎用性の向上を目指す。プロジェクト期間の前半では、主に西日本・中日本のモデル地域を対象として ALS、森林 GIS 等の情報を収集し、スギにおける樹高成長推定モデルを構築する。同時に対象地域における現地調査で樹高成長に対する施業等の影響を解明し、樹高推定の精度向上を進める。プロジェクト期間の後半においては、北日本のモデル地域を対象として、スギおよびカラマツの樹高推定モデルを構築し、さらに現地調査を通じてモデルの精度向上を進めると共に、日本各地で構築したモデルを比較検討することで、より汎用性の高いモデルの構築を検討する。樹高推定モデルが完成した地域においては、随時あらたな地位マップ、(炭素吸収ポテンシャルマップ)を他課題に受け渡すと共に、モデル自治体にも還元していくとともに、既存のサービスを利用した公表も目指す。

成果：航空レーザ計測 (ALS)、林齢等の森林 GIS、環境データ (気候や地形) について、機械学習を組み合わせた新たな樹高成長推定手法を利用して、林分成長指標を推定する技術を開発した。同時に、樹高成長のバリエーションに影響する環境特性や生物的特性の解明、樹高成長予測の精度・汎用性の向上を、主に西日本 (佐賀、大分、福岡、徳島、鳥取県など) のモデル地域を対象として行った。解析を行なった地域では、主に地形条件がスギ樹高成長に作用していたが、日本海側に面する鳥取県では気候要因が重要だった。

38. 2ア aPF15 効果的な花粉発生源対策の実施に向けた調査及び普及

目的：本課題では、伐採重点区域や周辺部においてさらに具体的にどのような林分を伐採すべきかの判断に役立つ知見を提供する。具体的には、1) スギ着花目視調査と林分情報を統合したデータベース開発による着花量に影響する林分条件の抽出、2) 着花の全木長期観測に基づいた間伐等の施業や風害による疎開が着花に及ぼす影響の評価、3) 目視不能な対象林での着花量評価のための画像からの雄花抽出手法や空撮条件の検討、を実施する。なお、3の手法開発はスギ雄花調査事業の重点項目であるため、本事業では手法の精度検証や向上に役立つ、スギ林の林分別・個体別及び樹冠内の着花性に関する情報整備や、精度検証可能な観測林の選定などを重点的に行う。

方法：目的1) に対応する課題に着手した。着花量データとして代表提案事業者の (一社) 全国林業改良普及協会が「スギ・ヒノキ雄花の着花量調査の推進」補助事業で実施したスギ雄花目視調査結果を活用する。調査は毎年の花粉飛散量を予測する目的で2001年から全国17都府県の各20か所以上の定点スギ林で実施され、毎年全国で350以上、最盛時には500を越える林分の着花量が調べられており、これら個別データを統一的なフォーマットに修正し、データベースを構築する。

成果：統合したデータベースを構築した。さらに、国土数値情報などの公開デジタル情報や森林簿から林齢・標高・土壌などの調査地点の林分属性を収集し一部組み入れた。また、東京都と茨城県で現地確認を基に定点林の正確な位置特定を行い、電子公開情報から林齢・標高・土壌などの基本的な林分属性情報を抽出しデータベースに統合した。構築したデータベースにおいて、雄花の年変動の周期性や豊凶パターンに、地域差やプロット間差があることが明らかとなった。

39. 2ア aTF1 スギ・ヒノキの着花習性の解明および着花評価技術の開発

目的：スギ人工林において、間伐強度が雄花の着花量に与える影響について明らかにすることを目的とする。

方法：京都市醍醐国有林において、2009年に設置した間伐強度の異なるスギ林試験地 (無間伐、25% 間伐、50% 間伐、75% 間伐、多雄花50% 間伐、通常50% 間伐) において、目視によるスギ雄花着花量の評価 (A: 陽樹冠全体に豊富に着花、B: 陽樹冠全体にまばらに着花、C: 樹冠の一部に着花、D: 着花なし) を行った。

成果：2024年2月の調査では、昨年と比べて雄花着花量が多かった。多雄花間伐区と、通常間伐区では前年よりも着花指数が低かったが、間伐率が高いほど着花量は多い傾向であった。一方、無間伐区では他の区に比べて着花量は少なかった。

40. 2ア c1 持続的な林業経営および森林空間利用のための評価・計画・管理技術の開発

目的:従来に比べてより木目細かい施業を可能とするために、林内における単木間の競争と成長の関係について検討する。

方法: 水平方向での競合状態および水平方向での競合状態と定期平均胸高断面積成長量(以下、肥大成長量)の関係を検討する。水平方向での競合状態の指標としては、Spurr(1962)の局所密度を用いた。また、垂直方向での競合状態の指標としては、解析対象となる林木の樹頂点を隣接する林木の樹頂点と結んだ仰角を、樹冠の距離が近い順に5本分合計した値(仰角合計)を用いた(仰角が負数となる場合は含めない)。期首林齢は31年生、期末林齢は41年生である。

成果: 局所密度と肥大成長量の相関は-0.3と小さかった。しかし一定の負の相関が見られたことから、水平方向での競争状態を評価するための異なった指標を検討する必要があると考えられた。一方、仰角合計と肥大成長量の相関は-0.61と比較的高かった。すなわち対象木に比べて樹高の高い林木がより近くに存在するほど肥大成長量が低くなっていた。これは、樹冠がより強い競合状態、あるいは被圧状態にあるほど光合成を行う上で不利となり、同化物を肥大成長に回すことができなくなるためと考えられた。今後、水平方向での競合に加えて垂直方向、すなわち樹冠同士の競合に着目して解析を行う必要がある。

41. 2ア cPF12 管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発

目的: 山地災害の発生メカニズムを解明し、その危険性を航空機レーザ測量で得られた地形や林況の情報で評価することにより、市町村が管内の私有林人工林の中から経営管理が行われておらず山地災害の危険性の高い森林を抽出して施業方針を示す一連の手順を提案する。

方法: ①茨城県常陸太田市の丘陵地斜面で採取した試料を用いて、基盤岩から土粒子へ変化する速度を調べるため、石英中に蓄積した宇宙線生成核種¹⁰Beを抽出するための物理・化学処理をする。

②航空機レーザ測量データを用いた林分構造解析を行う。林況を評価するための指標として枝下高に着目した解析方法を検討する。異なる地域のデータセットを用いることで、解析手法の特徴を把握する。

③各種の間伐、針広混交林あるいは広葉樹林への誘導技術、および災害に強い森づくりに関する各種報告書やパンフレットなどの文献を収集し、これまでに得られている知見や事例を整理する。また、間伐と樹木形状についての過去の文献レビューや現地調査から得られた事例を検証し、管理優先度が高い森林における施業法の検討を進める。

成果: ①花崗岩の試料を洗浄・粉碎して粒径を整えたあと、重液および混酸を用いて斜長石や黒雲母といった石英以外の鉱物を取り除いた。次に強酸を用いて石英を溶解し、イオン交換を経て¹⁰Beを抽出した。最後に、加速器質量分析用の試料ホルダーに抽出した試料を充填した。この試料を用いて次年度に加速器質量分析を行い、土層の生成速度を明らかにする。

②茨城県と福岡県久留米市で計測された航空機レーザ測量データに対して単木ベースの林分構造解析を行い、平均枝下高を推定した。両地域の比較から、構築した解析手法を用いた場合の平均枝下高の推定値は、バイアスはあるもののばらつきは小さいという特徴を有することが明らかとなった。

③“間伐率”、“直径”、“樹高”のキーワードでGoogle scholar検索してヒットしたスギ・ヒノキ林を対象とした文献を収集し、これらのうち、105本の文献から673林分を対象に間伐と樹木形状に関わるデータを抽出し、実施すべき施業内容を判断するための条件として、間伐による速やかな成長・葉量の回復の有無(間伐効果)について着目し、これまでに収集した文献情報の精査を進めた。その結果、樹冠長については間伐による樹木間距離の増大に伴う回復が示され、間伐効果を確認するための指標としての可能性は示唆された。しかし、樹冠長・樹冠長率に関する情報を十分に含んだ文献は少なく、実測データのさらなる蓄積が求められる。

42. 2ア cPF14 消えつつある草原コモンズを再生するための管理形態と社会システムの提示

目的: 長期にわたって火入れや放牧、草刈りなどの人間活動によって維持されてきたと言われる半自然草原は、この百年余りの間に全国各地から急速に減少してきた。半自然草原の減少に対する自然的・社会的要因を解明する。伝統

的な半自然草原の管理手法を明確にするとともに、今後も維持管理を継続するための新たな手法、社会システムのあり方を提示する。

方法：長野県木曾町開田高原を対象にして、過去から現在までの草原面積の変遷を明らかにする。開田高原に関連する絵図、地形図、空中写真を収集し、デジタル化してGISに取り込み、草原に関する情報を読み取る。木曾町と合併する前の開田村の草原、原野などに関する統計データを収集する。

成果：明治後期測量、大正前期発行の1/5万地形図を入手し、荒地および集落周辺に分布する矮松地の地図記号を無立木地と見なし、ポリゴン化を進めた。1963年林野庁撮影の空中写真を入手し、中心投影された写真を位置ずれ補正して正射投影に変換するオルソ化を進めた。開田高原において昭和初期以降に撮影された古い写真から、Google Earth Proとカシミール3Dを併用して撮影場所を特定するとともに、最新の衛星画像もしくは空中写真を背景として古い写真と同じ構図の3D画像を作成した。古い写真と作成した3D画像を比較した結果、過去に草地だった場所が現在では森林となっている場所が多いことを確認した。

43. 2ア cPF20 令和5年度森林情報の高度化推進に向けた手法検討に関する調査委託事業

目的：天然林の資源量は林齢を説明因子として把握することが難しいため、人工林と同じように収穫表に基づく手法を適用することに限界があった。そこで、リモートセンシング等を活用した天然林の資源量推定の技術開発の一環として、衛星画像に基づいて林相区分を行うための手法について検討する。

方法：衛星画像に対する時系列モデリングによって雲なし合成画像を生成する。合成した画像に対し、森林生態系多様性基礎調査の林分調査データをトレーニングデータとした機械学習モデル（ランダムフォレスト）による林相区分を行い、分類精度を評価する。

成果：青森県を対象に時系列モデリングによる解析を行って着葉期（8月）の雲なし合成画像を作成した。また、この合成画像に含まれる地形による輝度の違いを緩和するため、地形効果補正を行った。ランダムフォレスト法によって針葉樹林と広葉樹林を分類し、精度検証を行ったところ、約90%の正答率で林相区分図を作成できることがわかった。

44. 2ア cPS2 無関心層を取り込んだ森林空間利用促進のためのアウトリーチ手法の提案

目的：森林無関心層の実態解明と、森林への訪問を阻害する物理的・心理的要因の把握を行い、森林空間利用を促していくための効果的なアウトリーチ手法を提案する。

方法：森林に対する関心度合と訪問行動を促進・阻害している物理的・心理的要因を調べるため、東京23区に住む東京都民5,000人を対象とした大規模Web調査（アンケート調査）を、研究所（つくば）が中心となって実施した。

成果：森林に対する関心度、年間訪問数、属性、社会経済的状況、自然体験の経験、幸福度、生活習慣等について尋ねた。森林無関心層（関心はないと回答した層）は全体の約15%、関心があると回答者は全体の約14%だった。関心と訪問頻度は相関傾向にあった。訪問頻度は、1年に1度も森林を訪問しない人は全体の64%で、1年に1回が12%、半年に1回が11%と続いた。森林無訪問層の森林への訪問の意向はかなり低く、働きかけがないと森林への訪問は期待できないと考えられた。訪問しなかった理由は、身近なところに森林がない、虫が多いのが嫌だから、特になし、森林に興味がないの順で選択者が多かった。

45. 2ア cTF1 新たなリモートセンシング技術を用いた効率的な収穫調査と素材生産現場への活用方法の提案

目的：地上レーザスキャナ（TLS）が普及し林分調査に利用されるようになってきているが、樹高や幹材積を過小に評価する等の課題も明らかになっている。そこで精度向上のための手段として、TLSデータと空撮写真に基づく点群データを組み合わせることが幹材積推定に有効かどうかを検討する。

方法：TLSによる単独の点群データから幹材積を推定する。TLSと空撮データの点群データを組み合わせることで幹材積を推定する。現地調査による従来法に基づいて幹材積を推定し、これと比較することで幹材積推定値の精度検証を行う。

成果：熊本県内の吉無田国有林内の4つの方形プロット（平均樹高20m程度）で収集したデータを用いて幹材積推定

値の誤差を比較した。TLS データから推定した幹材積推定値のバイアスと RMS (Root Mean Square) 誤差はそれぞれ 0.065 m^3 と 0.173 m^3 であった。空撮データから得られる点群データを組み合わせた場合、樹高推定値のバイアスと RMS 誤差はそれぞれ -0.02 m^3 と 0.151 m^3 まで小さくなり、TLS と空撮データに基づく点群データを組み合わせることが幹材積推定値の精度向上に寄与することがわかった。

46. 2 ア d1 多様化する森林との関わりを支える社会経済的・政策的方策の提示

目的：多様化する森林と社会との関わりを支え、持続可能な開発目標 (SDGs) に貢献するため、林業経営、地域社会、木材産業等の発展に寄与する社会経済的・政策的方策等を提示する。

方法：多様化する森林と社会との関わりを担保しつつ、林業・地域・木材産業の発展に寄与する政策的方策を探る観点から、都市住民によるレクリエーション活動を通じた森林利用の展開における意義や課題を明らかにする。

成果：近年、都市化や多種多様なレクリエーション活動等の発展を受けて、「訪問・体感利用」という直接的な森林との関わりの位置づけが高まってきた。その発展過程では、訪問・体感する利用者相互、或いは森林の所有者・管理者との間での深刻な軋轢・対立が生じたが、それらの解決・調整の取り組みを通じて、多様性の中での共存と持続可能な社会構築を目指す機会が生まれつつあることを明らかにした。

47. 2 ア dPF3 アメリカにおける森林の多面的利用の制度的基盤の解明

目的：アメリカ合衆国における森林の多面的利用の発展を促してきた制度的基盤を、①保全地役権等の柔軟な土地権利関係、②各種の保障制度 (助成金・税制優遇・関連保険等)、③多様なニーズの調整主体の役割に注目することで解明し、今後の日本等で、森林の有効活用による地域活性化を図るための方向性を導き出す。

方法：アメリカ東北部での森林の多面的利用を促す各種の制度的基盤に関して、現地での実地調査を通じて、その実態を把握する。

成果：アメリカ東北部では、合衆国連邦政府の提供する助成金や、州政府各部門を窓口とする助成制度を通じて、森林でのレクリエーションを地域の経済発展に結びつける仕組みが整っている。これらの制度を活用し、森林レクリエーションのインフラであるトレイルやフィールドを中心となって整備しているのが、現場で活躍する公的・民間フォレストと、ランド・トラストや各種のレクリエーション団体をはじめとした民間組織であることがわかった。こうした公的な助成制度や公的・民間主体を跨る調整の仕組みの確立が、今後の日本での森林の多面的利用による地域活性化を促す可能性があることがわかった。

48. 2 ア dPF13 科学的林業の受容と変容に関する国際比較研究：現場森林官が持つ仕事観に着目して

目的：森林の管理を実際に担う現場森林官が持つ仕事観から「森林を管理するとはどういうことなのか」を、歴史的展開が交差しつつも異なる展開をみせてきたドイツ、アメリカ、日本における現場森林官を対象に、共通のフォーマットを用いて森林管理という仕事に対する認識や価値観を調査し、その相違や共通性を実証的に解明する。

方法：近代林学を導入してきた各国の現場森林官が有する役割と仕事観について、総括的な整理と比較検証を行う。

成果：アメリカおよび中国 (中華人民共和国) の現場森林官の役割と仕事観について整理・検証した結果、アメリカと中国の現場森林官には、近代林学の普及や森林政策・行政の確立が進んだ 20 世紀前半の時点で、保続経営の思想、水土保全機能の発揮、造園学的視点、植物学・樹木学・分類学的視点といった、国家運営、地域発展、学術研究に跨る多面的・複合的な視座や役割認識が存在してきたことが明らかとなった。また、中国の森林官におけるこうした認識の形成には、アメリカや日本での留学経験が大きく寄与している可能性も導出された。

49. 2 ア dPS3 EBPM 実現のための森林路網 B/C 評価ツールの開発と社会実装

目的：科学的なエビデンスに基づく政策立案 (EBPM) 実現に向け、森林路網の維持管理コストを含めた便益・コスト (B/C) 評価ツールを開発し、評価ツールの試行的な社会実装を行う。

方法：森林路網の利用の現状と維持管理の実態についての整理を行うと共に、収集した森林サービス産業の経済効果に

関するデータや路網活用事例に基づき、森林路網の新たな意義や可能性を評価する。

成果：林道、林業専用道、森林作業道等、森林管理・経営を主目的に設置されてきた森林路網における野外スポーツ利用の実態、及びその意義・可能性・課題について明らかにした。これまで森林路網は、森林や山村地域への「アクセス」手段としての機能・価値・便益を評価されてきたが、野外スポーツ利用では、その利用者・事業者によって「空間」（フィールド）としての機能・価値・便益を見出され、利用に付随した経済効果等、地域活性化を促す可能性が存在している。同時に、路網管理者の安全管理責任リスクを軽減し、公共的な空間利用を前提とした体系的な制度構築を進めることが、この可能性追求に向けての課題となっている。

50. 2アk1 収穫試験地における森林成長データの収集

目的：収穫試験地は、古いもので昭和10年代から国有林内に設定され、5～10年間隔で森林の成長を継続的に計測している固定試験地である。樹種は、スギ、ヒノキ、カラマツ、トドマツ、エゾマツの5つを主とし、北海道から九州までの各本支所が分担して計測している。こうした全国規模での長期継続調査は、日本では他に例がないため、収穫試験地等から得られる成長データは、わが国の森林資源の持続的利用にとって貴重な基盤データとなっている。第五期中期計画では、のべ約30か所の試験地について、収穫試験施行要綱に基づく立木調査を行い森林の成長量、収穫量及び林分構造の推移に関するデータを収集することを目的とする。

方法：今年度は、地獄谷アカマツ収穫試験地（奈良森林管理事務所管内）の計測を行う。具体的には胸高直径（直径巻尺）、樹高および枝下高（Vertex III, IV）、寺崎式樹形級区分（目視）の毎木調査を行う。また、全国で過年度までに収集した成長データの整理と調査結果の公表を進める。

成果：研究資料を参照。

51. 2イa1 樹木・林業病害の実効的制御技術の開発

目的：本課題は、経常研究として森林における有害鳥獣、昆虫、微生物の防除に資する基礎的、応用的知見を蓄積し、実用につなげることを目的とする。これにおいて、本年は、外来種として急速な分布拡大がみられているタイワンタケクマバチの基礎的生態理解の一環として、その穿孔（営巣）特性について調査を行った。

方法：支所構内実験林のタケ見本園、および竹林において、冬季（12月）に間伐、選定整理を行った際、タイワンタケクマバチの穿孔がみられる節を収集し、その中のクマバチ頭数、節の状態を記録した。

成果：本年は、特に穿孔が多くみられるホウライチクを対象に、青竹への穿孔に着目して調査を行った。穿孔がみられた青竹19節、枯れ竹17節に関して調査したところ、節間の長さ、節中央部直径、穿孔位置に関しては、青竹、枯れ竹で顕著な違いは見られなかったが、青竹では、穿孔までは行ったものの、その後の営巣が確認できたものはほぼなく、途中で放棄されていた。これに対し、枯れ竹では、17節中15節で営巣が確認され、また、12節では、平均8頭（2～15頭）の越冬個体が確認された。

タイワンタケクマバチはこれまで枯れ竹を利用する家屋害虫とされており、青竹への穿孔は明確な形では報告されていなかったが、個体群の過密などの状況によっては青竹への穿孔も行うということが確認された。加えて、営巣には使用されなかった青竹のうち1節には、二次利用者として、このクマバチの越冬個体がみられ、このことは、クマバチが必ずしも自分の成長した節のみを越冬に利用するわけではないことを示す。さらに、穿孔を受けた節には、複数種の二次利用者が越冬に利用しており、このクマバチが他の節足動物に対しても何らかの影響を与えることが示唆された。

今後、継続して穿孔特性、タケ利用様式を調査し、その影響評価を行うとともに基礎的知見の拡大につなげたい。

52. 2イa2 森林林業害虫の実効的防除技術の開発

目的：カシノナガキクイムシにおいて、都市型ナラ枯れに対する防除技術を開発する。クビアカツヤカミキリ等の新たな害虫やきのこ害虫に対して、防除効果を向上させるための防除適期の解明や既知情報の整理を行うとともに、新たな防除技術開発に寄与する天敵の抽出等を行う。

方法：(1) クビアカツヤカミキリを実験室内で産卵させ、人工飼料で飼育したところ、飼育幼虫の中に、体色が急速に赤色ないし黒色に変化して死亡、腐敗する個体が現れた。昆虫病理研究者に同定を依頼した結果、*Serratia marcescens* の感染によるものであることが判明した。そこでクビアカ飼育個体への感染を制御する目的で、卵の表面を70%エタノールに5秒ないし10秒間浸けて殺菌し、飼育した。(2) 日本国内のカシナガキクイムシは、グループA（通称日本海型）とグループB（通称太平洋型）の2つの遺伝的グループに分かれる。当年度は、紀伊半島のカシナガ分布域を調査地として、フラスによる型判別を行った。また、知多半島について、カシナガ分布状況調査の準備を進めた。

成果：(1) それぞれの殺菌個体の孵化率は5秒が93%、10秒が94%であり、無処理区の孵化率93%と変わらなかった。したがってエタノールによる殺菌処理が孵化率に及ぼす影響はほとんどないものと考えられた。孵化幼虫は人工飼料で約3か月間、25℃一定で飼育し、発育後10℃で低温処理し、4か月後に25℃に戻して蛹化させた。この方法で235個体の幼虫を飼育した結果、人工飼料摂食終了後から蛹化までの間に75%の幼虫が*S.marcescens*の感染と思われる原因で死亡した。最終的に蛹化まで生きていた個体は5個体（2%）にすぎなかった。以上の結果から卵の殺菌でクビアカツヤカミキリに対する感染を防ぐことはできず、感染は卵以外の発育ステージで起きるものと推定された。(2) グループBの分布域である紀伊半島南部において、複数の加害木からカシナガフラスを採取し、遺伝的系統の判別を行った。その結果、一部のフラスについては従来の知見通り、グループBであることが確認された。残りのフラスについては、DNAを増幅することができず、型の判別に至らなかった。フラスに含まれる木くず由来の成分がPCR反応を阻害している可能性があり、DNA抽出法のさらなる改良が必要と考えられた。一方、グループAの分布のみ知られている知多半島において、粘着版トラップで採取されたカシナガの系統判別を行った。その結果、グループBが混在することが確認された。

53. 2イ a3 森林林業害獣の実効的防除技術の開発

目的：本実施課題は、林業及び森林生態系に対して深刻な被害を起している野生動物を対象に、これからの人口減少社会を見据えながら、捕獲と防除を2つの柱として効果的で費用対効果の高い被害対策の体系化を目標としている。その中で、個体数管理のための捕獲が推進されている地域において、捕獲対象外の動物種に対する錯誤捕獲の増加が指摘されているが、実態は不明である。そこで、錯誤捕獲の発生状況を把握するための情報収集についてアンケート調査を行った。

方法：錯誤捕獲に関する情報収集体制および収集した情報の活用状況を把握するために、都道府県を対象にアンケート調査を行った。

成果：錯誤捕獲発生状況を収集している都道府県は39であったが、活用している都道府県は25であり、情報収集はしているが活用できていない状況が明らかとなった。本調査結果は、2023年3月に閣議決定された生物多様性国家戦略2023-2030にも活用された。また、収集する項目の統一やデータ管理の一元化、活用方法に関するアドバイス等を要望する意見もあり、情報収集体制を構築するとともに、収集した情報の活用方法について検討する必要があると考えられた。

54. 2イ aPF23 スズメバチ女王を飼い殺す新たに発見された寄生バチ：その生態と系統

目的：本課題は、新規に検出されたスズメバチ類寄生性（捕食寄生性）寄生バチに関して、その分類学的所属、分布、寄生様式などの基礎的生態、スズメバチ個体群への影響などを明らかにし、生態学的知見を得ること、生物的防除への応用を探ることを目的とする。このうち、関西支所では研究代表者らが採集した寄生バチの遺伝、系統的解析を担当する。加えて、現在はこの寄生バチの検出は比較的寒冷な地域に限られているため、支所構内を中心に関西地方でスズメバチ類を採集し、寄生バチ分布の有無を調査する。なお、この分布調査は当初の研究計画外の追加情報である。

方法：上記遺伝子解析と分布調査は、以下の方法で行う。

(1) 遺伝子解析：得られた寄生バチ個体は、エタノール浸漬により保存する。保存サンプルは、小型幼虫では虫体

全体、大型幼虫では一部を破碎し、DNA抽出、ミトコンドリア遺伝子の部分配列に基づいて分子同定を行う。続いてこの部分配列をもとに系統解析を行う。

- (2) 分布調査：京都市および周辺地域で、スズメバチ類の手捕りおよびトラップ採集を行い、得られた個体を解剖することにより、寄生バチ検出の有無を調べる。寄生バチその他寄生者が得られた場合、上記の方法で、分子同定、系統解析を行う。

成果：上記のうち、分布調査に関連する成果が得られているため、これに関して報告する。

関西支所構内（京都市伏見区）において、トラップ、手捕りなどの手法を用いて、スズメバチ類を大量捕獲し、寄生バチ検出の有無を調査した。この過程では、支所構内のスズメバチ類からは寄生バチは検出されなかったが、スズメバチタマセンチュウと2種のスズメバチ類特異的寄生昆虫（ネジレバネ）が検出された。スズメバチの捕獲状況に関して、トラップと手捕りでは差があり、キロスズメバチはトラップではほぼ捕獲されなかったが、手捕りで多数捕獲された。これは、温暖な地域で見られる傾向に近く、環境によって、スズメバチ類の餌資源利用様式、すなわち寄生者による感染場所の違いがみられるものと考えられる。また、ネジレバネ類は、手捕りより、有意にトラップ捕獲個体で寄生率が高くなっていった。トラップは野外での成虫の餌（樹液、果実）の匂いを模したものであるため、被寄生個体は、餌場に集まりやすいということを示している。この結果は、ネジレバネ被寄生個体が、営巣、幼虫のための採餌といったコロニー労働を放棄するという観察結果を数値として表した初の例となる。なお、上記（1）の系統解析に関しては、前年度から引き続き試料が収集されているため、解析を継続する予定である。

55. 2イ aPF46 相次いで侵入した外来カミキリムシから日本の果樹と樹木を守る総合対策手法の確立

目的：捕食寄生性甲虫サビマダラオオホソカタムシの外来カミキリムシに対する防除効果を明らかにするために、実験室内におけるカミキリ幼虫および蛹に対する孵化幼虫放飼試験および被害材内のカミキリに対する卵放飼試験を行う。

方法：(1) クビアカツヤカミキリ蛹および前蛹の穿入枝へのサビマダラオオホソカタムシ卵放飼試験：クビアカ穿入枝に対し、網袋に入れたホソカタムシ卵を枝表面へ高密度放飼（3卵/cm²）、枝表面への低密度放飼（0.3卵/cm²）、そして脱出予定孔にビニールチューブに卵を詰めて放飼（300卵）、の3通りの方法で行った。(2) クビアカツヤカミキリ孵化幼虫穿入枝へのサビマダラオオホソカタムシ卵放飼試験：実験室内でクビアカ成虫に3日間産卵させた供試枝（モモ）に、ホソカタムシの卵を網袋に入れて放飼（3卵/cm²）し、約1か月後に樹皮下の幼虫への寄生状況を調べた。(3) クビアカツヤカミキリ樹皮下幼虫（排糞孔形成後）穿入枝へのサビマダラオオホソカタムシ卵放飼試験：クビアカ孵化幼虫をサクラ枝に1個体接種した後実験室内で保持し、樹皮下幼虫による排糞孔形成、フラス排出を確認した時点でホソカタムシ卵放飼試験を行った。ホソカタムシ卵は網袋に入れて枝表面に放飼、もしくはピペットチップ（10ml）に詰めて排糞孔に挿入（いずれも3卵/cm²）の2通りの方法で放飼した。約1か月後に供試枝を剥皮し、寄生状況を調べた。

成果：(1) 供試枝表面への高密度放飼に関しては、各供試枝（6本）材内のクビアカ個体数は0～5であった。それに対する枝ごとのホソカタムシ寄生率は0～100%とばらつきが多く、枝ごとの平均値は50%であった。上記の内4本の枝には樹皮下に成熟幼虫が7個体認められ、全てが寄生されていた。これらを含む寄生率は平均80%となった。次に供試枝表面への低密度放飼に関しては、各供試枝（6本）材内のクビアカ個体数は0～11であった。それに対する枝ごとのホソカタムシ寄生率は0～100%であり、平均寄生率は44.5%であった。脱出予定孔への放飼に関しては、8本の供試枝材内のクビアカ個体数は1～4であった。それに対する枝ごとのホソカタムシ寄生率は0～100%であり、平均寄生率は66.7%であった。(2) 7本の供試枝を剥皮した結果、樹皮下には9～123個体の生存幼虫が確認された。ホソカタムシによる寄生は1例のみ認められた。確認されたのは繭（蛹）であったが、サイズが小さく羽化には至らなかった。排糞孔形成前の樹皮下幼虫にはホソカタムシ孵化幼虫が到達できず、寄生できないものと考えられた。(3) 剥皮調査の結果、枝表面への放飼では6本中3本（50%）の幼虫がホソカタムシに寄生されていた。ピペットチップによる放飼では、6本中4本（67%）の幼虫が寄生されていた。

以上の結果から、クビアカ穿入枝にホソカタムシ卵を放飼することにより、材内の蛹および樹皮下幼虫（排糞孔形成以降の段階）に対し、50%以上の防除を期待できることが明らかになった。

56. 2イ aPS10 種子・苗木病害の診断技術および防除法の高度化

目的：スギ、ヒノキの苗木生産の高度化・効率化・低コスト化の推進において問題となっている苗木病害の診断技術と防除法を高度化することを目的として、主要苗木病害の種類と生態を樹種ごとに解明し、苗木病害の簡便な早期診断技術の開発に取り組むほか、有効農薬の選抜と施用技術の確立のための情報収集を行う。

方法：主要苗木病害の被害実態の把握として、スギコンテナ育苗現場において発生した被害が、既知の病害の形態とは一致しない被害であったため、その原因を調査した。

成果：被害苗の枝および主軸に暗褐色から褐色の病斑が生じ、病斑が枝を一周するとそこから先は枯死する特徴がみられた。病斑部には多数の小黒点菌体が形成されたが、病原菌の孢子形成は見られなかったため、既知の病害に当てはまらなかった。そこで小黒点菌体組織から菌を分離しDNA塩基配列を調査した結果、スギ黒点枝枯病菌と同定できた。これまで、スギ黒点枝枯病は雄花を感染部位とし、スギ造林地で雄花を形成する幼木から壮齢木で発生する被害として知られていた。しかし、本調査により雄花を形成していない幼苗の育苗現場においても枯損要因と成り得ることがわかった。今後、幼苗における本菌の感染部位や、発病する環境条件を調査する必要がある。

57. 2イ aPS11 日本型システムアプローチの構築－外来種から森林・樹木を護り木材輸出時の環境負荷を軽減する－

目的：日本における木材貿易の外来病虫害リスクの管理体制を向上させ、かつモンテリオール議定書の要請に対応するため、国内において植林から伐採・加工・輸送・輸出検疫の各過程での対策を含めたシステムアプローチを構築し、主要な木材輸出先である中国を対象にその実装を図ることを目指す。

方法：既にシステムアプローチを実施しているカナダ等での現地調査や国内での現状把握を通じて、日本におけるシステムアプローチの構築可能性を検証するとともに、中国の木材利用状況の整理を通じて、その受入可能性について検討する。

成果：本課題の対象となる日本と、木材輸出先として想定される中国において、外来病虫害の防除を含めた林政・林学が、近代以降にどのような発展を辿ったのかを概観した。外来病虫害の防除は、日本・中国ともに、植物学系の講座（森林植物学等）単位での樹病研究、及び動物学系の講座（森林動物学等）単位での昆虫研究を通じて発展を遂げた。いずれもドイツをはじめとしたヨーロッパからの知見の導入を研究発展の契機とし、導入当初から、林学としての実用的側面と、生物学・分類学としての科学的側面を併せ持っていた。これらの両国での学術的な共通基盤の存在が、システムアプローチとして外来病虫害防除の歩調を合わせるにあたって、大きな役割を果たすものと思われる。

58. 2イ bPF6 鉱山跡地の自生植物と土着微生物を利用した新しい緑化技術の構築

目的：国内の鉱山跡地を対象とし、自生している遷移初期草本及び樹木を対象に、各種植物の重金属耐性に関係している土着微生物と宿主植物との相互作用を利用した新たな緑化技術の開発を目指す。鉱山跡地に自生する遷移初期植物の重金属耐性メカニズムを重金属無毒化物質の側面から解明するため、樹木における生理活性物質局在イメージング手法を確立することを目的とする。

方法：生理活性物質のひとつであるヒノキチオールを心材に含有するヒバ材を用いた。ヒノキチオールは重金属と錯体形成し沈殿する性質があるため、ヒバ材を銅溶液に浸漬後、質量分析計で測定した。

成果：質量分析計の測定により、ヒバ材においてヒノキチオールと銅ヒノキチオール錯体が心材に局在しているのを可視化できた。この手法は他の重金属無毒化物質の組織局在イメージングにも有効な手法と考えられた。

59. 2イ bPF14 着実な林地栽培に向けた菌根菌バカマツタケの有機物分解能と厚壁孢子形成能の有効性

目的：マツタケの近縁種バカマツタケは、マツタケ同等の香り、味、食感があるため経済的価値が高い。既報において、林地にて人工的にバカマツタケの子実体を発生させることに成功しており、林地におけるバカマツタケ人工栽培実

現への可能性が高まっている。バカマツタケは樹木の根に共生して生育する菌根菌でありながら有機物分解能を持つことや厚壁胞子（細胞壁の厚い無性胞子）が増殖に関与する可能性があるため、本課題ではこれらバカマツタケの持つ特性がバカマツタケの林地定着や増殖に有用であるかを生理学的手法や遺伝学的手法を用いて検証する。

方法：バカマツタケ厚膜胞子の発芽を実験可能にするため、厚壁胞子だけが発芽する条件を検討した。さらに、根から分泌される物質がバカマツタケ厚膜胞子の発芽に影響するかを明らかにするため、根を培地に添加して厚壁胞子発芽率を調査した。

成果：バカマツタケ培養菌糸の接種源を寒天培地上に散布した場合に、厚壁胞子だけが発芽する厚壁胞子接種源調整法を開発することができた。本方法を用いて、バカマツタケ厚壁胞子の発芽に適した有効物質を探索するため、培地への根の添加有無を検討した結果、厚壁胞子の発芽率には差が認められなかった。

60. 2 エ aPF24 木の酒の社会実装に向けた製造プロセスの開発と山村地域での事業条件の検討

目的：「木の酒」の事業化に向けて候補となる樹種の各地域での分布状況を明らかにするために、全国的な調査データと環境省の植生図を用いてニッチモデルで分布予測し樹種別にマップ化のための基礎データの収集、および森林資源を活用した地域振興の実現を目指しているモデル山村地域において、GIS上で地形や植生図などを用いて施業候補の林分を抽出し、「木の酒」の事業展開に向けた地域内の林業経営基盤情報を整理することを目的とした。

方法：ニッチモデルの構築に向けて、候補樹種の地理的な分布を規定する環境要因の検討と最適な統計モデルの選択を並行して行う。環境要因の選定では、気候条件、地形条件、土地利用条件等の要因を整備する。また、統計モデル選択では、複数の統計モデル、機械学習モデル等を用いて、最適なモデルを選択する。最終的には、これらの知見を統合することで、高精度のニッチモデルを構築する。モデル山村地域内の施業候補地の中から抽出した東近江市大森町に設置した50×50mのプロット、2か所において、樹木の成長や発生する実生の数などの更新に関するデータを取得すると共に、過去の施業地におけるデータ収集を行った。

成果：紙媒体の地図情報をGISで用いるため、紙地図に正確な地理情報を付加するジオリファレンスという手法を用いてデジタル化を行った。次に、2次メッシュ（日本を約10km²の格子状のグリッドに分けたもの）を用いて、候補樹種の分布情報を各メッシュごと集計し、最終的な分布マップを候補樹種ごとに整備した。モデル山村地域として滋賀県東近江市の広葉樹二次林を選定し、地域内の施業候補となる林分を11か所抽出した。その中の1つである東近江市大森町の広葉樹林において、調査プロットを設置し林分調査を開始した。11か所の施業候補地は、50～60年生広葉樹二次林で、平均直径が11～15cm、どの林分でもコナラの本数が多く、里山地区では胸高断面積合計が23～42m²/ha、奥山地区では50m²/haを超える蓄積であった。過去の施業地における原木生産コストデータから、東近江市における広葉樹の搬出作業は車両系作業道作設システムにより実施されており、生産コストは平均117万/haであった。