

Ⅲ 平成 28 年度 関西支所の研究概要

平成 28 年度関西支所の研究概要

アア a1 森林の災害防止機能高度利用技術の開発

目的：山地の危険度を現地において目視観察のみで把握できる指標を見出す。

方法：山地の地形、地質、地下水、木本、下層植生、蘚苔類、地衣類、キノコの出現場所と振舞いを記載し、法則性を見出す。

成果：崩壊が発生しやすい危険地形では、木本、下層植生、蘚苔類、地衣類、キノコの種と振舞いが周囲と異なることが確認できた。

アア aPF4 減災の観点から樹木根系の広がりを非破壊的に評価する方法の確立

目的：津波や豪雨に対する減災の観点から樹木根系の広がりや強度を定量的に評価する必要がある。近年、掘り取りをせず根を非破壊的に検出する方法として地中レーダ法が提案されている。本研究では『地中レーダを用いた樹木根系の発達状況を評価する方法』を確立するため、①根を検出した土壌断面のレーダ波形（面）から根の水平垂直（三次元）構造を推定すること、②レーダで直接評価困難な根の緊縛力など強度の間接的測定法を提案することを目的とする。

方法：地中レーダによる根の画像が比較的良好に得られる海岸マツ林・山地スギ林において、孤立木数十本の根を探索し、その根の分布を計測する。マツ林では海近傍エリアと内陸エリアで地下水位を測定するとともに、地下水位の違いに起因する主根の分布深の違いが引き倒し応力に変化をもたらすという仮説の元に、昨年、引き倒し試験とレーダ探索を行った。本年度は11月28日-12月2日、12月5-9日まで掘り取り調査を行い、垂下根の到達深をはじめとする根の分布に関するデータを取得する。スギ林では、レーダ解析の再現性を確認することを目的に、平行測線法の永久プロットを複数新設し、レーダ探索を行う。また10月にオーストリア自然資源生命科学大（BOKU）の Douglas Godbold 教授を招聘し、地中レーダ研究の今後向かうべき方向性について話し合った。さらに12月16日に神戸市において、研究成果を一般に周知するための公開講演会を行った。

成果：上記に記載した内容を、予定通り行った。

アア aPF11 山地災害リスクを低減する技術の開発

目的①：路網整備などに伴う山地災害のリスクに対して土壌、地質、地形の観点から低減手法を提言する。

方法①：現地検討会に参加し、当該地域の山地災害のリスクに対して土壌、地質、地形の観点から低減手法を提言する。

成果①：岐阜県郡上市で行われた現地検討会に参加した。法面などに露出した地質を把握し、その特徴から崩壊発生の危険度をある程度推定できることを提言した。その際、産総研地質調査総合センターが公開している地質図 Navi や地方自治体が公開している地質情報閲覧システムを有効に利用することを提言した。

目的②：山地の危険箇所情報を DEM や現地踏査により抽出する手法を開発し、皆伐に向いている場所と向いていない場所を明らかにする。そして、林地毎に行うべき林業の方向性を明らかにする。

方法②：従来、林業と国土保全は別々に議論されており、両者を融合する概念が不足していた。そこで、森林利用・森林計画・防災の行政担当者・研究者間で現場に必要な情報や現場への情報提供の仕方について議論し、伐採したい林業と伐採したくない防災の概念を融合する林地の利用の考え方を新たに構築した。

成果②：山地の危険度を横軸に、収益を縦軸にとり、林地を4つの象限に分けて考えると、防災、利用、計画が共存できる考え方であることが明らかになった。詳細は下記の通りである。

第1象限：収益性は高いが伐採に災害の危険が伴うため、災害に配慮した林業が必要な林地

第2象限：林業適地：収益性が高く、危険度も低いため林業に向く林地

第3象限：収益性、危険度ともに低く、価格の高い木材生産の工夫が必要な林地

第4象限：収益性が低く、危険度も高いため、自然林へ誘導し、公益性を重視した森づくりに向く林地

Red 象限：山地の危険度が高い土砂流出防備保安林、土砂崩壊防備保安林に指定される場所。基本的に厳格な森林

管理が求められる。

今後は、実際の林地をこの表へ当てはめ判断する方法を開発する。

アア b1 多様な管理手法下にある森林の水保全機能評価技術の開発

目的①：竜ノ口山森林理水試験地等を対象として森林状態と水源涵養機能の関係を明らかにする。

方法①：竜ノ口山森林理水試験地における 1980 年マツ枯れ以降の森林状態の変化と流況の関係を調べる。

成果①：竜ノ口山森林理水試験地北谷・南谷の植生は 1980 年のマツ枯れ以降、コナラの優勢な二次林にヒノキの人工林が部分的に混在して生体量を増加させてきた。年降水量はわずかに増加傾向の中、年流出水量は北谷でほぼ横ばい、南谷は減少傾向がやや強かった。流況曲線の各流況値の経年傾向を北谷と南谷で比較すると、その減少傾向は南谷の方が豊水量を除いて 1 オーダー大きかった。ただしいずれの流況値も絶対値は南谷の方が大きい傾向がある。1980 年マツ枯れは、北谷においては 1948 年以来自然放置される中で部分的に自然再生したアカマツで生じ、南谷では 1960 年にほぼ全域植栽されたクロマツで生じた。北谷と南谷の流況の経年傾向の違いは、各流域の地質・地形に基づく流出特性に加え、1980 年時点の植生の違いを反映しているものと推察される。

目的②：山城試験地、御嶽山山麓で行っている降水・溪流水の採取を継続する。

方法②：月 1～2 回程度の頻度で溪流水および降水の採水を行う。採取した試料の化学分析を行い、流入負荷量、流出負荷量を求める。

成果②：山城試験地における観測期間内の降水については、pH の平均値は 4.57 (3.86～4.94)、電気伝導度の平均値は 2.57 (0.77～10.97) mS/cm であった。溪流水については、pH の平均値は 7.02 (6.81～7.23)、電気伝導度の平均値は 6.73 (5.55～7.11) mS/cm であった。御嶽山山麓の大又山荘における降水を外部委託により週一回の頻度で採取した。

アア bPF6 森林流域からの水資源供給量に関わる気候変動の影響評価

目的：気候シナリオに基づく森林域からの流出量の長期変動特性を把握する。また、最終的な地理的分布評価に備え多様な気候下の森林域における水流出の実態を把握する。

方法：気候シナリオデータを森林水循環モデルに入力し、現在気候及び将来気候下における森林からの流出量について 1km メッシュの空間解像度の予測を行う。また、複数の異なる気候下の森林流域において雨量流量観測を実施する。

成果：多様な気候下の森林域における水流出の実態把握を行う対象流域のひとつである竜ノ口山森林理水試験地において水文観測を実施した。また、プロセスベースの森林水循環モデルに日単位の気候シナリオデータを入力して将来の流出水量予測を行う場合、降雨頻度が渇水日数に大きく影響することがわかった。大気循環モデルの出力をローカルな気象条件にダウンスケールする際、降雨の量だけでなく、降雨頻度についても実態との整合性を注意深く吟味する必要があると考えられた。

アア bTF1 御嶽山 2014 年噴火にともなう火山噴出物の溪流水水質に対する影響評価

目的：御嶽山 2014 年噴火にともなう火山噴出物の溪流水水質に対する影響を評価するため、火山噴出物の堆積状況の確認、溪流水の水質モニタリングを行う。

方法：御嶽山山麓の溪流において 2 ヶ月に一回程度の頻度で溪流水を採水し、その化学的特性を明らかにする。御嶽山山頂周辺で火山噴出物の堆積状況を確認する。

成果：火山噴出物が堆積した地域を源流域に持つ王滝村濁沢川などでは、豪雨時に著しい pH の低下、硫酸イオン濃度の上昇が認められるため、火山噴出物の溪流への流入が継続していることが考えられた。ただし、噴火翌年の 2015 年無積雪期の豪雨時と比較すると、pH の低下程度はかなり小さくなっているため、2016 年時点で火山噴出物の大半は流出したと考えられる。山頂周辺および登山道沿いにおいて火山噴出物の堆積状況を確認したところ、露出した岩石やハイマツなどの陰や、緩傾斜の場所には厚さ 10cm を越える火山噴出物が堆積していた。また、火山噴出物が流出し、元の地表が露出した地点では植生が回復しつつあった。

アア d1 森林における放射性セシウム動態の解明

目的：沈着した放射性セシウムが森林に留まることにより、周辺への影響が最小限となる一方、台風などの攪乱により森林内に留まっていたセシウムが溪流にもたらされ、これまで以上に水の中の生き物に影響が及ぶことも予想される。水の中の生き物を中心とした放射性セシウムの移動・循環過程を解明するとともにモニタリング手法の改良と開発を行う。今年度は、モニタリングを継続する

方法：福島県川内村において水生生物等を採集し放射性セシウム濃度を測定する。

成果：分類群等によっては、放射性セシウム濃度が年月と共に上昇することもあることが分かった。

アイ a1 森林における物質・エネルギーの蓄積・輸送パラメタリゼーションの高度化と精緻化

目的①：生態系機能への気候変動の影響を評価するため、過去の土壤炭素蓄積を支配している因子である過去の植生およびそれに関わる森林の取扱の変遷を明らかにする。

方法①：日本海側のスギの変遷を明らかにするため、山形県の湿地において花粉分析用の試料を採取する。研究対象地域の歴史資料を収集する。

成果①：山形県真室川町の中村湿原および酒田市の三千坊谷地において花粉分析用の堆積物試料を採取した。国会図書館、岐阜県図書館、愛知県図書館、東京都立図書館において過去の植生、土地利用の変遷に関わる歴史資料を収集した。

目的②：森林の炭素固定量のポテンシャルや放出量の構成比、変動特性等に関する解析を行う。

方法②：樹木呼吸量の変動に大きな影響を及ぼす先端根および菌根菌の CO₂ フラックス測定手法の確立と制御因子としての根キャラクターおよび環境因子の影響評価を行う。

成果②：山城試験地の 4 樹種（外生内生菌根菌 + 窒素要求度毎）に関して浸出物の強度とリグニン分解酵素活性は相関を示した。また細根 CO₂ フラックスと浸出物強度の時空間変動は正の関係を示し、根圏における栄養塩吸収を担う細根および菌根菌糸活動は炭素供給依存である可能性が示唆された。山城試験地における細根からの滲出物量は群落一次生産の（NPP）の約 3%であった。

目的③：菌根形成に伴う樹種間の成長反応差を地上部、地下部へのマス分配の観点から再考する。

方法③：常緑、落葉性の針葉樹、広葉樹二十数樹種の実生を同等の土壤養分条件下で、菌根の有無で二区に分け、三ヶ月育てたのち、地上部、地下部に分けて乾燥重量を測定する。

成果③：菌根化による成長への寄与を菌根寄与率（接種、非接種苗の乾燥重量比）として算定すると -0.3 ~ 15 の範囲であったが、菌根化に伴い地上部、地下部へのマス分配に大きな変化が見られた樹種（スギ、サワグルミ、アカメガシワなど）と、それほど変化しなかった樹種（ケヤキ、アズキナシ、シロダモなど）があり、配分に大きな変化を示したものは菌根化に伴って地上部へのマス配分が増加する傾向があった。また、配分の変化は必ずしも菌根寄与率の大小とは連動していなかった。

アイ aPF2 センサーネットワーク化と自動解析化による陸域生態系の炭素循環変動把握の精緻化に関する研究

目的：CO₂ フラックス観測サイトである山城試験地について、ネットワーク化と自動解析化、観測精度の向上を目指し、安定的な長期モニタリング体制を構築する準備作業を行う。

方法：山城試験地に適したセンサーのネットワーク化、解析の自動化等のシステム化に関する手法の開発を実施した。ネットワーク化に対応可能な観測機器の順次導入を行うとともに、山城試験地の情報通信状況の調査結果を基に常時モニタリングと情報通信によるデータ収集に適した商業通信網との通信契約を行った。山城試験地の老朽化した観測機器、部材を交換しつつ、消耗品交換などのメンテナンスに努め、観測の合理化、効率化を行った。

成果：山城試験地を長期生態系モニタリングサイト、フラックス観測サイトとして整備、運営し、業務の効率化と合理化を行った。データロガーと通信網との接続に必要な通信機器の導入を行い山城試験地の気象観測データのネットワーク構築を行った。

アイ aPF3 森林土壌の炭素蓄積量報告のための情報整備

目的：森林におけるリター（落葉）、枯死木、土壌中の炭素量を全国規模で調査する。

方法：調査を実施する業者に対して現地講習会を実施する。業者が提出した野帳の内容をチェックする。業者の行った調査に関する検証調査を行う。

成果：熊本県阿蘇市で行われた九州ブロックの現地講習会で講習を行った。業者が提出した野帳の内容をチェックした。新規参入の業者は細かいミスが多く見られた。調査に慣れるに従い、ミスは減ると考えられる。また、同一地点で現地調査を行い、調査結果を検証した。

アイ aPF14 頻発する大規模山火事に駆動される物質循環プロセスの解明：植生－土壌系の再精査

目的：気候変動により山火事の頻度が増加している。山火事は森林生態系の生産性に多大な影響を及ぼす一大イベントであり、その過程で行われる森林生態系と大気との炭素交換はドラスティックであることが知られているが、その森林回復メカニズムは不明な点が多く残されている。本課題はとくに、土壌の有機物層が燃え尽きた後も植物の根が残存することに着目し、生物の生育基盤として、燃え残りの植物根系が植生回復と養分循環に如何に寄与するかを解明する。

方法：土壌のバイオマス C を測定し、植物体試料の酸分解を行う。

成果：土壌のバイオマス C を測定し、植物体試料の酸分解を行った。

アイ aPF15 13C ラベリングとイオン顕微鏡を組み合わせた森林樹木への炭素固定プロセスの解明

目的：支所構内の落葉広葉樹において、13C ラベリングを用いて、光合成によって樹体へ取り込まれた CO₂ が呼吸によって再放出されるタイミングと強度の測定を行い、樹体内での C の取り込みと消費収支の特性評価を行う。

方法：支所内のコナラにおいて、自動光合成チャンバーと呼吸量チャンバーを設置し各因子の連続測定を行う。さらに 1 ヶ月に一度程度の 13C ラベリング実験を行い光合成－呼吸レスポンスの季節変動および呼吸レスポンスの光合成依存性評価を試みる。

成果：関西支所苗畑のヒノキ苗を用い自動チャンバー内の限られた葉群において 13C ラベリングを行い、下部の枝および幹からの放出 CO₂ 内の安定同位体比測定が可能となるプロトコルと手法を開発した。これにより自動チャンバーを用いた連続ラベリング測定に向けた手法確立への道が開けたといえる。

アイ bPF3 緩和策と適応策に資する森林生態系機能とサービスの評価

目的①：自治体ニーズを踏まえ、評価すべき適応策、求められる空間解像度について精査し、データを整備する。モデル自治体との共同で生物に関する観測データを整理し、温暖化影響について検討を行う。

方法①：モデル自治体である長野県及び長野県環境保全研究所と共同で、自治体における温暖化適応策について検討を行う。また、既往調査資料を整備・解析を行い、長野県内における温暖化影響の検出を試みる。

成果①：長野県内におけるベニシダの分布拡大に対する気候変動の影響の検出を試みた。長野県内においてベニシダは分布拡大傾向にあり、その要因として冬季の最低気温の上昇、土地利用の改変の影響が示唆された。

目的②：地球温暖化時のアジア域の植生変動およびそれにもなう炭素循環変動の推定のために全球 1km メッシュの気象情報を用いて各メッシュの可能蒸発散量推定を行い、これに衛星植生情報をマッピングすることにより現植生の水環境依存性推定を行う。

方法②：可能蒸発散量推定は Mtelim model を改良し、推定放射収支と降水量から可能蒸発散比（PET/PRC）を月別に求め、これをマッピングする。

成果②：推定された PET/PRC と MODIS 衛星による森林植生存在マップは高い相関を示しており、可能蒸発散量比による植生存在評価が可能であることが示された。

アイ bPF10 適応策評価のための森林生態系適域推計モデル開発

目的：東アジアを含む全球スケールにおける、森林生態系の生物分布情報と環境情報のデータを収集し解析を行う。特に、松枯れの影響が出ている韓半島及び欧州の松枯れ情報を収集・解析し、適応策について検討を行う。国内ではシカの分布を規定する環境要因や土地利用との関係性を解析し、その貢献度を評価する。

方法：既往研究で構築した、日本における松枯れ被害地域を環境要因から予測することができる MB 指数を参考に、東アジアを含む全球における松枯れ被害地域の分布を推定する高精度なモデルを検討・構築する。

成果：東アジア及び欧州における松枯れリスクマップを作成し、マツ属の分布マップと統合し、脆弱性の高い地域を抽出した。さらに、温暖化シナリオ及び土地利用シナリオを組合せ、将来の影響予測を行った。同内容は、国際誌に受理された。

アイ bPF11 森林と農地間の土地利用変化に伴う土壤炭素変動量評価と GHG インベントリーへの適用研究

目的：土地利用変化に伴う土壤炭素変動量を評価するには、モデルの統合がされていない農地と林地の整合性を図る必要がある。このため、農地と林地との間で整合性がとれ統一的に評価することが可能な方法を開発する。

方法：農地から森林、森林から農地へと土地利用の変化が認められた地域を空中写真や GIS を用いて抽出し、土壤調査を行う。採取した土壤の炭素量を測定し、土地利用変化の影響を評価する。

成果：京都府南部、奈良県北部地域において、ここ数十年程度の期間に農地から森林、森林から農地へと土地利用変化が生じた地点を空中写真、GIS などを利用して抽出した。抽出した調査候補地点で調査が可能かどうか、京都府南部、奈良県北部において現地で確認した。両地域では GIS 上で農地から森林へと変化した地点は、耕作放棄された茶畑であることが多かった。また、森林から農地へと変化した地点は大規模な地形改変で農地化されたものが多かった。

アイ bPF12 アマゾン熱帯林における低インパクト型択伐施業の可能性：樹種の成長特性に基づく検証

目的：低インパクト型択伐施業林において成長調査のための調査区を設置する。天然林に関する既存データの整理を行う。

方法：ブラジル、アマゾナス州のイタコアチアラ市に位置する Precious Woods Amazon の社有林において、成長評価のための毎木調査とデンドロメータの設置を実施する。また、施業林との比較を目的として、イタコアチアラ市に隣接するマナウス市の ZF2 試験林における過去 16 年間の天然林における毎木データの整理を行う。

成果：ZF2 試験林における過去 10 年間の森林構造の変化に関する研究結果を学会誌において発表した。また、アマゾナス州における森林炭素蓄積量に関する研究の概略について執筆し、一般図書として発刊した。

アウ a1 生態系サービスの定量的評価技術の開発

目的①：地域の生態系サービスの基盤となる、生育条件の温暖化に伴う変化を可視化する。

方法①：関東甲信越を中心とした地域を対象として、温暖化に伴う気候条件の”変化速度”(Velocity of Climate Change: 以降 VoCC) について、RCP 及び GCM それぞれの組合せケースにおいて算出し、生育条件の変化速度の速い地域、遅い地域を抽出する。

成果①：関東甲信越における、2030 年代及び 2080 年代の VoCC について、3RCP、6GCM において算出した。結果、気候の変化速度の速い地域が中部山岳域や平野部などで検出できた。反対に斜面の中部や尾根谷の地形が急峻な場所ほど、速度は遅い傾向が見られた。後者の地域は、温暖化した場合の逃避地の候補になると考えられる。

目的②：生物多様性が強く影響するサービスに着目し、詳細なデータに基づく具体的な定量化手法を様々な生物群で開発する。そのため、生息場所提供や地力の維持向上などの生態系サービスの定量法を開発することを目的とする。今年度は、水生昆虫個体数が底質によってどのように変化するかを調査する。

方法②：砂優占の場所、礫優占の場所それぞれにおいて水生昆虫を採集し、個体数の違いを把握する。

成果②：砂優占の場所、礫優占の場所それぞれにおいて水生昆虫を採集し、個体数の違いを解析中である。

目的③：森林の生物多様性と関連する生態系サービスの定量手法をレビューし、定量的評価技術の開発を行う対象、場所の絞り込みを行う。

方法③：希少鳥類種の生息場所としての重要性が高い島嶼環境の特性を明らかにするために、調査地の絞り込みを行なった。

成果③：鳥類群集について地域間比較が可能な長期的観測データがあり、今後も観測の継続が見込める場所として熊本と鹿児島島の調査地を設定した。

目的④：森林の多面的機能に甚大な影響を与えているニホンジカの生息密度に関して、近年普及してきた自動撮影装置を用いた生息状況指標について、小面積林分における適用方法または適用下限面積を検討する。

方法④：歴史的風致景観を地域経済資源とする嵐山国有林（59 ha）において、景観劣化リスクとなっているニホンジカ利用状況をモニタリングするとともに、利用個体数の漸減（捕獲）を試行する。

成果④：嵐山国有林において、景観劣化要因となっているニホンジカを対象に捕獲を試行した。捕獲前5月から7月までの間、捕獲地点には最低7頭が出没していた。8月から12月までの間に3頭を捕獲（除去）したが、捕獲後に少なくとも6頭の出没が確認された。したがって、捕獲地点には周辺域からの移入個体の存在、またはモニタリングの過小評価が考えられた。景観復元上の捕獲効果を得るためには、強度かつ継続的な捕獲を行う必要がある。

アウ aPF21 奄美・琉球における森林の生物多様性保全と林業活動の調和に関する研究（施業・林齢）

目的：施業履歴や林齢が絶滅危惧植物を含む相互作用系に与える影響を解明するために、国頭地域の施業履歴を把握し、LiDAR データによる大径木林分の抽出方法を検討する。

方法：植物グループと共同でプロット調査を行う。施業履歴を整備し、戦前の伐り残し林分を抽出する。

成果：4プロットの区画測量と2プロットの大径木計測を植物グループと共同で行った。また、元段々畑で一区画が非常に小さい海岸沿いの小班区画について森林簿データとのリンクを構築し、林齢マップを国頭村全域に拡張した。

アウ aPF26 海の島と陸の島に棲む希少鳥類・コマドリの地域的減少が遺伝的多様性に及ぼす影響評価

目的：日本周辺地域の固有の希少鳥類コマドリは、一部島嶼の森林（海の島）と島状に散在する亜高山帯の森林（陸の島）にのみ局所的に分布する。下層植生の発達した森林を選好するため、林床環境の変化に影響を受けやすい種で、近年、個体数の減少と繁殖地の消失が主として南から進行しつつある。当年度は中部から北海道にかけての生息地を対象に、野外調査による生息状況を把握し地域集団の形態情報と遺伝子試料収集を行う。

方法：中部から北海道にかけての生息地を対象に野外調査によってコマドリの生息状況調査および、地域集団の形態情報と遺伝子試料収集のための捕獲調査を行う。得られた遺伝子試料について mtDNA の分析を行う。

成果：伊豆諸島中部、北海道北部の島嶼、中部などでの野外調査によりコマドリの生息状況の調査と遺伝子試料の採集を行った。中部地域では下層植生の衰退が顕著で生息密度が低かったが、伊豆諸島中部と北海道北部の島嶼では草食動物は生息せず下層植生が密でコマドリの生息密度も高かった。その他の調査地も加えて計76個体を捕獲し、形態記録と試料採集、分析を行った。

アウ aPF27 逆境を糧にする外来樹木の「切ったら増える」生理的プロセスの解明

目的：近年、都市緑地や里山において環境整備のため刈り払い等が行われている場所で外来種が優占し、そこを繁殖源としてさらに周辺の自然林へ侵入しているケースが報告されている。本研究は、人為が具体的にどのようなメカニズムで外来種に有利に作用しているのかを明らかにすることを目的としている。当年度は、外来樹木のトウネズミモチと同所的に存在する競合在来種であるネズミモチのデンプン等の貯蔵物質の個体内での配分の違いについての解析に着手した。

方法：トウネズミモチと在来樹種の葉の光合成特性を比較する。また、葉、主軸、枝、太根、細根の各器官に分けて、それぞれの光合成貯蔵物質（デンプン等）の蓄積量を測定し、両種における資源配分パターンの違いと萌芽再生力との関係を解析する。

成果：滋賀県大津市のトウネズミモチが侵入した里山林において調査した結果、トウネズミモチは、林縁から林内にかけて光環境に左右されずその出現が確認された。林縁環境においては陽樹である在来種アカメガシワより、形態的（樹

高成長) 生理的 (Amax, PNUE) 特性が上回ることはなく、強光下で繁茂していく可能性は低いと思われた。しかし、林内環境においてヒサカキと耐陰性は変わらないことが示唆されたため、弱光下での生存および強光下で陽樹からの被圧にも耐えられることが推測される。

里山林や都市近郊林では環境整備のための樹木の伐採が定期的に行われており、トウネズミモチには光環境に関係なく、伐採跡が見られる。そのような伐採後のトウネズミモチの萌芽力は、季節に関わらず高く、特に林縁におけるアカメガシワとの比較では、トウネズミモチは陽樹と変わらない生理的特性を示し、形態的にはアカメガシワよりも旺盛な伸長を示し、強光下でアカメガシワを被圧する可能性が示唆された。一方、林内における萌芽はヒサカキと萌芽数は同じでも、そのシュート成長が旺盛であり、トウネズミモチは空間を占拠し、林冠ギャップによる良好な光をいち早く獲得できる可能性が示唆される。以上から、トウネズミモチは里山林や都市近郊林で伐採等の攪乱を機会に、一気に繁茂する可能性が考えられる。トウネズミモチと在来のネズミモチの葉、主軸、枝、太根、細根の各器官の光合成貯蔵物質 (デンプン等) の蓄積量を調べた結果、トウネズミモチはネズミモチに比べて主軸のデンプン量が多く、これらの光合成産物が刈り払い後の旺盛な萌芽力に有利であることが示唆された。

アウ aTF1 溪流魚の餌となる水生昆虫への放射能汚染による影響の実態解明

目的：福島県の河川を対象に、水生昆虫の主要な餌生物である藻類を採集し生息場所による放射性セシウム濃度の違いを把握する

方法：放射性物質による付着藻類の汚染度と流速との関係を解明する。

成果：流速が速くなると付着藻類の汚染度も低くなった。

アウ b1 環境に配慮した樹木病害制御技術の高度化

目的①：基幹課題研究計画達成目標に、「生物多様性や景観維持など森林の公益的機能発揮を促すため、天然林木や緑化樹などの重要病害による被害の軽減策を開発する」とあり、その中でコウヤマキ天然更新阻害の原因となる菌害を明らかにする。

方法①：和歌山県の高野山国有林において採取したリターからコウヤマキとヒノキの種子を選別し、種子の状態を観察して菌害率を求めた。また、地表の状態が菌害発生率に与える影響を明らかにするため、鉈質土上とリター層に種子を設置し、菌害率を求めた。

成果①：自然落下種子を観察した結果、コウヤマキは菌害率 80.1 (55.1 ~ 94.3) %、ヒノキでは菌害率 93.8 (89.4 ~ 100) %であり、充実種子の大多数が菌害により発芽前に腐敗することが明らかになった。一方、リター層に比べ鉈質土上に設置した場合の菌害率は両種ともに低かったことから、菌害の病原菌は主にリター中に生息すると考えられた。このことから、種子に発生する菌害がコウヤマキ林床における更新阻害の一要因になっていると考えられた。

目的②：サクラ類でてんぐ巣病菌の接種法を開発し、また罹病枝内の菌の動態を調べるため、罹病枝を健全木に接木し、接木の接種法としての有効性を検証し、さらに台木樹種ごとの反応の違いを調べる。

方法②：てんぐ巣病罹病枝を接木したサクラ接種木について、新しく形成された枝の形状を調べ、てんぐ巣病菌の検出を試みる。

成果②：ヤマザクラ系園芸品種 '不断桜' のてんぐ巣病罹病枝をカスミザクラ台木に接いだところ、活着はしなかったものの、接合部付近から生じた枝は他の枝より早く展葉した。この枝からてんぐ巣病菌の特異的 DNA 配列の増幅を試みたが、結果が不安定であり再現性について調査中である。

アウ b2 森林・林業害虫管理技術の高度化

目的：関西地域の針葉樹人工林、および広葉樹林における病虫害の実態解明

方法：針葉樹人工林における虫害情報の収集と該当昆虫類の生態調査を行う。スギノアカネトラカミキリによるトビクサレ被害林において、試験地を設定し防除試験を行う。ナラ枯れによる被害木の生理特性を把握する。

成果：各府県・民間から寄せられる昆虫の同定、人工林被害に対する研究・防除に関する相談等を行った。和歌山県南

部の、スギノアカネトラカミキリによるトビクサレ被害が確認されているヒノキ林において、殺菌剤および殺虫剤の樹幹注入を行い、薬剤の分散状況と材の変色量調査、および材内幼虫への薬剤の影響調査を行った。ナラ枯れ防除を行う地方自治体やNPOを実際に指導した。カシノナガキタイムシ穿入被害木の樹液流速調査を行い、カシノナガキタイムシ孔道構築と樹液流速との関係や、薬剤の樹木への影響等について調査した。

アウ b3 野生動物管理技術の高度化

目的：ニホンジカによる林業被害を防ぐための防護柵を対象として、設置年、見回り頻度、食害程度、周辺のシカ推定生息密度等を調査し、効果的に防護するための方法を検討する。

方法：アンケート調査等により、データを収集する。

成果：アンケート調査を実施中である。

アウ bPF8 開放系森林生態に導入した菌類微生物の動態解明と環境への影響評価

目的：スギ花粉飛散防止の生物農薬として期待されるスギ黒点病菌について、菌の分布と環境要因の関係を明らかにする。

方法：環境傾度に沿ってスギ黒点病菌の分布を調査するため、国内の様々な場所において分布確認調査を継続して行った。

成果：分布解析ソフトによりスギ黒点病菌の全国分布を予測した結果、本菌の分布は特に日本海側に偏ると予想され、特に近畿地方の日本海側、東北の日本海側に分布が集中している可能性が示唆された。予想された分布に寄与する環境因子について検証したところ、2月の日照時間、7月の降雨量、12月の最低気温、1月の平均気温、3月の日射量が分布に影響している可能性が示唆された。特に2月の日照時間が少ないほど分布確率が高まった。秋から冬にかけては子嚢胞子の飛散時期であり、冬から夏にかけては菌糸、分生子による増殖時期と考えられるが、これらの時期の気温と湿度が、高温と乾燥に弱い本菌に影響を与えたと考えられた。

アウ bPF15 農山村地域の空洞化回避を主目的に据えた鳥獣害の動向予測と実効的管理体制の提言

目的：農山村の過疎高齢化にともなう空洞化が深刻になる中で、野生動物による農林業被害軽減のために少人数で実施できる捕獲技術の開発が求められていることから、先進事例の現地調査を行う。

方法：シカの効率的捕獲を先進的に実施しており、大きな成果をあげているホワイトバッファロー社において、デニコラ氏から先進事例のヒアリングおよび現地調査を行った。

成果：ホワイトバッファロー社は、主に銃器を用いたシカの個体数管理を実施しており、効率的捕獲に必要な技術についてヒアリングを行った。また、夜間捕獲の実績も多数あることから、捕獲に際しての装備、実施手順および体制についてのヒアリングも行った。

アウ bPF22 サクラ類てんぐ巣病菌は本当にサクラ樹体内で植物ホルモンを生産しているのか？

目的：サクラ類てんぐ巣病菌の遺伝子が日本各地および‘染井吉野’以外のサクラてんぐ巣病の病徴でも一般的に発現しているか明らかにし、本菌が樹体内で生産するホルモンの病徴発現への寄与を証明する。また、菌の植物ホルモン生産関連遺伝子の発現レベルについて季節変動を調査し、菌と寄主であるサクラのフェノロジーへの関与を解明する。

方法：季節ごとに採取したサンプルについて、サクラ類てんぐ巣病菌遺伝子の活性を調査する。

成果：2016年2月から、葉芽の成長と共にサクラてんぐ巣病罹病木の罹病枝と同じ木の見た目健全枝、及び健全木の枝をサンプリングし、RNA保存液にて保存した。

アウ bPF26 薬剤使用の制約に対応する松くい虫対策技術の刷新

目的：マツ材線虫病に対する抵抗性マツの防御物質を同定し、その防御機構における役割を明らかにする。

方法：クロマツの抵抗性家系別に病原線虫を接種して防御反応を引き起こし、集積した防御物質濃度を解析する。

成果：クロマツの抵抗性家系の防御反応により集積した防御物質を家系間で比較解析した結果、抵抗性家系と感受性家

系間で抗菌物質の一種ピノシルビンモノメチルエーテルの集積量が抵抗性家系で多い傾向があり、有意な差異が認められた。この結果から、病原体侵入に対する宿主の防御反応の程度に遺伝的差異がある可能性が示唆され、抵抗性検定法の改良のための指標の一つとなる可能性が考えられた。

アウ bPF29 イノシシ、ニホンジカ等の適正かつ効率的な捕獲個体の処理及び完全活用システムの開発

目的：ニホンジカ捕獲個体の埋設等による環境への影響を検討し、野外における捕獲個体の適正な処分方法を確立する。

方法：埋設深度を3段階設定し、シカ埋設後の土壌成分、他の動物の出没状況等を調査する。

成果：調査地の選定を終了し、埋設穴掘削および捕獲個体の埋設を実施した。現在、土壌成分のサンプル採取および分析を実施中である。

アウ bPF30 ICT を用いた総合的技術による、農と林が連動した持続的獣害対策体系の確立

目的：森林内において立木をワナ支柱に用いた捕獲ワナと ICT による捕獲システムを組み合わせたシカ捕獲を実施するとともに、自動撮影カメラを用いて捕獲効果の検証を行う。

方法：農地に隣接した林内に、比較的大型の囲いワナ（周囲長 40m）と小型の囲いワナ（周囲長 12m）を設置し、捕獲に適した囲いワナの形状を検討する。

成果：捕獲調査地を2カ所選定し、囲いワナを設置した。うち1カ所でシカ1頭の捕獲に成功した。現在、捕獲調査を継続中である。

アウ bPF37 野生鳥獣拡大に係る気候変動等の影響評価

目的①：ニホンジカ再分布過程の前線において、低密度下にあるシカを検出する方法および低密度を維持するための捕獲技術を検討する。

方法①：東北地方を中心に、再分布過程にある地域の生息情報を収集する。また低密度下において生息状況を把握するためのモニタリング方法を検討する。

成果①：東北地方で分布拡大するニホンジカの生息状況について、自動撮影や糞等痕跡の探索を試行した。進入初期の低密度下では、撮影や発見が困難であった。したがって、残存時間が長く、かつ生息環境利用の指標にもなる採食痕を活用すべきであることが明らかとなった。ただし、ニホンジカの進出域にはニホンカモシカが同所的に生息しているため、肉眼的には困難なニホンカモシカによる採食痕との識別が必要となる。

目的②：既存の生態学的、行動学的な知見データから今後の分布拡大状況を予測し、分布拡大最前線を把握する。

方法②：各県におけるシカの既存データを収集し、過去の分布拡大状況を把握する。

成果②：北陸および中国地方において、既存データを収集中である。また、広島県および島根県に自動撮影カメラを設置し、シカの生息状況を調査中である。

アウ bPS1 ニホンジカ生息地におけるスギ・ヒノキ再造林手法の開発

目的：皆伐跡地のシカによる利用頻度を糞粒調査および自動撮影カメラを用いて把握するとともに、捕獲調査地において集中捕獲を実施し被害軽減効果を検証する。

方法：捕獲調査地および対照調査地を設定し、調査地周辺に設置した自動撮影カメラを用いて、シカによる利用頻度を調査する。また、捕獲試験地において、銃器および囲いワナによる集中捕獲を実施し、スギ・ヒノキ苗の食害状況から捕獲による被害軽減効果を検証する。

成果：捕獲調査地において銃器および囲いワナ捕獲によりこれまで16頭捕獲した。自動撮影カメラによる撮影頻度は、季節による変動はあるものの昨年より減少し、皆伐地を利用するシカの個体数は減少したと考えられた。

アウ bPS3 ヒバ漏脂病の抵抗性検定法と施業的回避法の確立

目的：ヒノキアスナロ漏脂病に対する抵抗性品種の選抜方法を確立することを目標として、病原菌接種試験を再度実施し、

品種間での発病程度を比較する。

方法：石川県農林総合研究センターで植栽したヒノキアスナロの品種を用いて、漏脂病菌を接種し、樹脂流出程度を比較した。

成果：一昨年度に漏脂病の発病程度の異なるヒノキアスナロ品種に対して漏脂病菌を接種した結果、漏脂病罹病率の高い品種であるヒノキアスナロ（アテ）品種のクサアテと長野県産アスナロの樹脂流出量は、比較的罹病率の低い品種のマアテと青森県産ヒノキアスナロ（ヒバ）に比べて長かったことから、接種による病徴再現が困難であるアスナロ属において、病原菌接種により感受性の差異を検出できる可能性が示唆された。これを受けてマアテ品種に含まれる複数クローンで接種試験を行ったところ、クローン別で樹脂流出に差異が認められたことから、クローンの樹脂流出レベルを比較できる可能性が示唆された。

イア a1 多様な森林の育成と修復・回復技術の開発

目的①：スギ人工林における密度管理の違いによる残存個体の成長量の変化とそれに伴う雄花の生産量変動についてモニタリングする。

方法①：異なる間伐強度および異なる選木方法による間伐を実施した京都市醍醐のスギ国有林内に設定した間伐試験地において、リタートラップによるスギ雄花の生産量の差を比較する。また、着花量および個体生長量の連年測定を継続する。

成果①：リタートラップに落下したスギ雄花を回収し、雄花数と雄花乾燥重量をトラップごとに計測した。本年は前年の履歴と気象条件を反映して雄花数、重量ともに前年に比べて大きく減少しており、連年の平均値に比べても小さかった。間伐率の違いによる雄花量の差は前年同様に 75%間伐区のみ多く、ほかの処理区では差がなかった。

目的②：列状間伐を実施している人工林を対象とし、主林木の径級や立木配置を適切に維持する管理技術を検討するために、間伐後の更新実生、残存木の生育、収穫対象木の密度や形質等に関する分析を行う。

方法②：第 4 期中長期計画期間の初年度として、前期間の A213、A112 両課題の研究内容を見直し、資料の一部を取りまとめて新たに必要解析に着手する。具体的には、広島県新元重山国有林間伐試験地の生育解析結果と比較するために収集した、群馬県三国国有林列状間伐小班の生育資料の解析に着手する。

一方、間伐後の林床に更新、再生した木本個体の生育状況に関しては、収集した資料の一部を公表するために取りまとめる。

成果②：東日本多雪地域の群馬県三国国有林では、成長錐によるスギ、ヒノキの生育資料を収集しており、列状間伐による間伐後の肥大成長を林分構成に応じて比較検討することが出来る。今後、この手法によって間伐前後の生育促進を検討する予定であり、現在、成長錐資料の読み取りを行っている。また、間伐後の林床に更新、再生した木本個体の生育状況については、今年度、林床に高密度の更新が確認された群馬県三国国有林の資料を解析し、林床に生育する落葉広葉樹の更新と成長経過について取りまとめた。調査の結果、間伐区のエドヒヤドリは、大半の立木幹が除伐の後に発生し、区画内の伐倒木 107 本のうち 27 本が実生由来の主幹、残りが萌芽幹であることが判明した。樹種の生育に関しては、年平均伸長成長量は 16 ~ 40cm / 年の範囲を示し、間伐前後の成長評価では、全ての広葉樹に間伐後 2 倍前後の成長促進が確認された。

目的③：間伐による密度管理と、残存木の成長、林内環境の変化を把握する。

方法③：京都醍醐スギ国有林内の異なる間伐強度の林分において、スギ雄花の生産量、着花量の測定についてのモニタリングを継続する。

成果③：醍醐国有林内に設置したトラップ内に落下したスギ雄花を、雄花とそれ以外のものに分別し乾燥重量を測定した。2017 年 2 月に雄花着花量と直径成長を、異なる間伐強度の林分において測定し、経年変化を比較した。雄花生産量はここ数年減少傾向にあり、前年の気候要因との関係性は低くなってきており、林分の閉鎖によって着花量が減少している可能性が示唆された。

目的④：生産目標に応じた効率的な森林管理法を提示するため多様な条件および施業に対する土壌や林分の応答を解明する。日本の山地で多く見られる人工林では、土壌における養分貯留能力が高いスギと低いヒノキが混植されている。

そのような林地で、スギの土壤養分貯留力が発揮されるか否かを明らかにする。また土壤のイオウ蓄積能を推定するために、イオウの形態変化経路の推定や、テフロクロロジーに基づく火山灰土壌におけるイオウ蓄積速度の推定を行う。

方法④：スギ・ヒノキ混交林土壌の置換酸度を測定する。また噴火年代の異なる指標テフラ層をもつ黒色土 5 地点（5 火山）について、イオウの蓄積速度やその特徴を解析する。

成果④：スギ・ヒノキ混交林土壌の置換酸度を測定し、現在解析中である。また火山灰土におけるイオウ化合物の蓄積速度を推定したところ、炭素の蓄積速度でみられる失速が古い年代でもみられず、蓄積の仕方が元素によって異なることが明らかになった。

イア a2 地域特性に応じた天然林の更新管理技術の開発

目的①：和歌山森林管理署管内のコウヤマキ植物群落保護林における稚樹の動態と落下種子・リターの季節変化を検討する。

方法①：コウヤマキ保護林の東端にある 0.18ha のプロット内において、計 18 個の 1m×1m 枠を設定し、その枠内の稚樹の発生消長を調査した。また、同プロット内に 6 個のシードトラップを設置し、落下種子とリターを数量と重量を計測した。

成果①：高野山のコウヤマキ林では、秋から春にかけて落下する種子が多かった。また、材積が 1400 m³/ha もあるほぼ閉鎖した林では、落下種子数は 570～610 万個/ha と多く、種子重も平均 0.02g/粒と針葉樹としては大きいので、ha 当たりの落下種子重量は大量であった。落下リター量は、7～11 月に多く、5 月を除くと、落下リターの大部分はコウヤマキの葉で占められた。稚樹数は 2016 年 7 月を除くと、新規の当年生稚樹数が枯死・消失数を上回ったため、約 20 万本/ha の増加があった。しかし、発芽数は落下種子数の 30～70 分の 1 と非常に少なく、また、稚樹の齢が若いほど、サイズが小さいほど、有意に生存率が低いため、当年および 1 年生稚樹の本数は、1 年で半分、2 年で 5 分の 1 に減少した。

目的②：和歌山県高野山のコウヤマキ林の林分構造と更新のメカニズムの解明を試みる一環として、火災による一斉更新の可能性について検討する。

方法②：2014 年に設置された調査区における過去の火災の有無について調べるために、調査区内の土壤 A 層の採取を行い、炭片の有無を調査した。

成果②：サンプリングされた土壌内に複数の炭片が確認されたことは、過去に火災があったことを示唆していた。

目的③：河川区域及び周辺広葉樹林の湿性広葉樹林において、生育する構成広葉樹種の更新状況を把握し、森林保全と広葉樹林の資源利用に資する更新・管理手法を開発する。今年度は、これまで研究を進めてきたコブシについて、山出し用ポット苗の生育状況と管理方法について検討した。

方法③：琵琶湖西岸域、高島市石田川周辺の個体群種子から育成したコブシ苗を、苗床から大鉢のポットに移植し、苗の生残と生育状況を調査する。

成果③：コブシ実生苗については、生育域外保全の試みとして育成したコブシ実生苗を、現地に戻して植栽する。その手筈として、今年は、苗床に播種、育成した苗を、保管と運搬に好適な苗木ポットに移植し、生育状況を調査した。移植は平成 28 年 3 月～4 月に行い、計 83 個体を直径、深さ 23cm のプラスチック製苗木ポットに移植した。移植に際しては、コブシ根茎の特徴である直根を地際 20cm の部位で切断し、土を解さずに掘取った個体をそのまま移した。ポットは、午前中に日差しを得、午後は樹木の被陰下になる所に配置し、給水は週 2 回ポット当たり 600cc の散水、施肥は各ポットに毎月 1 回、液肥 30cc を滴下した。生育試験の結果、4 月から 11 月までの 8 ヶ月間における苗の生残率は 96.4% と良好であったが、枝端枯れによる側枝立ちになった苗が見られ、その割合は全苗の 8.4% に及んだ。この試験では、コブシ苗が低レベルの給水に良く耐えることが明らかになったが、その要因は、低標高の河畔氾濫域に生育地を有することと関わりがあると考えられる。



イア aPF8 侵略的拡大竹林の効率的駆除法と植生誘導技術の開発

目的：放置竹林の拡大の対策として、竹による森林被害状況の把握と解析手法の開発、除草剤を用いた駆除技術の開発、竹の伐採および植生誘導技術の開発、効率的な竹駆除と植生誘導技術の開発により、効率やコストを考慮した竹駆除・植生誘導技術の開発を目的としている。

方法：異なるタケの刈り取り頻度に対する再生タケの発生量とサイズを測定しタケ減退効果の評価を行う。タケ密度区の違いによるタケ伐後の発生木本稚樹の樹種別の消長と成長測定を行い、再生樹木の成長と個体数変動を明らかにすることを旨とする。

成果：大阪府内の放置竹林試験地で、タケ伐採後の再生タケ処理と木本稚樹の発生と成長および放置竹林区域と木竹混交林区域の違いについて比較している。その結果、伐採処理別試験地における伐採後4年目までの再生竹の発生量は、発生サイズで見ると多くの処理区で隔年周期がみられて、相対的に太く大きな竹が発生する年と、小さい竹が発生する年が交互に起こっていた。ただ、積算稈高で見ると発生量は伐採後初年度か2年目にピークを迎えてその後は減少傾向にあった。処理別では、放置竹林で全立木を伐採し林内を最も明るくした場合が最も再生竹量が多く、伐採頻度が再生竹量に与える影響は小さかった。木本稚樹の平均本数は放置竹林で徐々に進級する個体により本数の増加がみられた一方で、移行域では総本数は放置竹林より多いものの本数の増減は小さかった。平均樹高の増加は移行域で大きく、稚樹が大きく成長していることが分かった。再生タケの平準時の平均高が約250cmであり、稚樹の平均高はまだ到達していなかった。樹種別ではアオモジの成長量が大きく、当初発生量の多かったアカメガシワでは大きく成長する個体数は少なかった。また、クロバイやハゼノキは新規に進級する個体が多く、その後の成長も大きい個体があることから大サイズの個体に占める樹種構成には緩やかな変化が生じていることが分かった。

イア aPF14 土壤環境に触発された細根動態が駆動する土壤酸性化のメカニズムの実証

目的：A122で行っていた先行研究では、スギ・ヒノキ人工林15林分の土壤の化学性を調査し、スギは酸性度の高い土壤ではますます土壤を酸性にし、肥沃で酸性度の低い土壤ではますます養分を蓄積し酸性度を弱めること、すなわち土壤酸性度に対しスギ林は正のフィードバック効果をもつこと、さらに酸性度の高い土壤の林分で細根量が有意に高いことを明らかにした。本課題はこの先行研究を発展させ、より広範囲に調査地を設定し、フィードバック効果の普遍性を検証すること、土壤-植物相互作用が土壤酸性化の原因であるかを検証する。

方法：調査地を増設し、細根生長量の定量化を開始する。

成果：昨年新設した 7 林分の試験区において、採取された土壌オーガーの解析を行った。その結果、表層土壌の pH(H₂O) は約 20 年前の数値と比べて、痩せた土壌を持つ林分では同等に低く、肥沃な土壌をもつ林分では、より高めになるという傾向が見られた。さらに細根量は、痩せた土壌を持つ林分は肥沃な土壌を持つ林分より高めの傾向が見られた。これらの結果は、先行研究の結果と調和的であった。ただし、現在のところ、痩せた土壌を持つ林分の数が少ないことから、細根量の差は統計的に有意ではなく、今後さらに調査地を増やす必要がある。

また、スギ・ヒノキの根と葉について室内培養実験を行い、分解過程で生成する有機酸等の分解産物を擬似雨で定期的に回収し、その溶存有機物特性を 3 次元励起蛍光スペクトルにより解析した。根は葉より分解が遅く、樹木—土壌相互作用により土壌が痩せて細根量が増えると、森林土壌中の有機物の分解速度が変化する可能性が示された。現在、PARAFAC 解析にむけて、データの集積と整理を行っている。

イア aPF15 優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発

目的①：一貫作業システムによる低コストの再造林技術確立の一環として、ヒノキでコンテナ苗を用いた一貫作業による再造林技術の検証を行っている。

方法①：岡山県新見市の国有林内にある植栽試験地で、伐採後に即時植栽された三室地区と伐採後に複数年放置した後に植栽された三光地区のヒノキ造林地を対象として、ヒノキ苗と競合植生との関係について調査した。また、ヒノキ林の造成地に植栽されたコンテナ苗と普通苗の活着と成長に関する研究結果を紙媒体にて公表した。

成果①：植栽した苗木の成長を比較したところ、コンテナ苗は普通苗に対して高い活着率を示したが、成長速度は著しくは異なることが明らかになり、苗木種による差は小さかった。下刈りの影響でみると、下刈りをした区では(三光、毎年下刈り)下刈りをしなかった区(三光、隔年下刈り)に比べて翌年の平均植生高は小さくなり、苗木の被圧程度も低くなっていた。ただ、植生タイプについて優占植生を元に区分したところ、キイチゴタイプとササタイプでは成長量に差が見られ、被圧程度の差以外にも成長に影響している要因がみられた。一貫作業の三室では下刈りを実施しない状態での平均植生高はまだ苗木に比べて十分に小さく苗木の被圧程度は低かったが、このことは雑草木の成長が比較的遅いことと苗の成長が良いことの両方に起因していると考えられた。以上の通り、伐採後に即時植栽することで、ある程度の下刈りの省略が可能であることと、競合植生の機能タイプに依存して、ヒノキ苗の成長速度が異なることが確認された。また、コンテナ苗は普通苗に対して、高い活着率を示したが、成長速度は著しくは異なることを学術誌において公表した。

目的②：植栽年や植生帯の異なる全国の皆伐跡地において、苗木と雑草木との競合関係を明らかにする。特に、皆伐跡地内における苗木と雑草木の被度、高さ、空間配置を簡易かつ定量的に推定する手法を開発する。

方法②：ライントランセクト法により、苗木の高さ及び雑草木の高さ別の種組成を明らかにする。さらに、UAV による空撮画像から 3D モデルを作成し、苗木高、雑草木の被度等を計測する。

成果②：3 か所(宮城県白石市、茨城県北茨城市、岡山県新見市)において苗木の高さ及び雑草木の高さ別の種組成について現地調査を行った。植生調査の測定項目を元に苗木との競合関係について、地形等の環境条件による間接的な効果も考慮した解析を行った。さらに、UAV による皆伐跡地全体の空撮を行った。撮影した画像を元に 3D モデルを作成した。

イア aPS2 広葉樹も多い中山間地で未利用資源をむだなく循環利用する方策の提案

目的：近畿圏における広葉樹の循環利用のための方策を提案するために、資源量と需給状況の把握を目的とする。GIS による木質資源の推定や供給可能域のマップ化のために必要となる空間情報データ等を収集・整備し、広葉樹資源量の推定手法を検討する。樹冠高に基づいた広葉樹林の区分による用途別利用可能量の推定を行うために、地上調査および空中写真の解析を開始する。コナラ等の主要樹種を対象に、利用可能な広葉樹資源量を把握するために、現地での樹形調査と伐倒調査を開始する。里山林における樹種の個体群変動間の因果性について解析を開始する。循環利用を担保するため、萌芽更新の阻害要因となる獣害発生過程の調査と、高伐りによるシカ害回避の可能性の検討に着手する。全国的な薪やホダ木等の広葉樹資源の需給情報を文献等により把握する。また、近畿圏の低質材

を含む地域の木質資源（広葉樹二次林）を対象に、多用途利用のための伐採・集材・流通等の実態を明らかにする。

方法：近畿圏の空間情報データ等を収集・整備する。文献や先行研究のレビューにより、広葉樹資源量の推定手法を検討する。これらのデータと現地踏査の結果を踏まえ、GIS の整備に着手する。

滋賀県東近江市の広葉樹二次林において、半径 11.28m の円形プロットを設置し、プロット内の胸高直径 5cm 以上の木本について樹高と胸高直径を測定した。利用部位の材積推定のための樹形解析については、滋賀県南部の広葉樹二次林内でコナラの幹や枝単位での枝径や利用可能長を遠隔輪尺とレーザー測距計等で計測した。銀閣寺山国有林において 1994 年にアラカシ 13 本を伐倒して採取したアロメトリーデータおよび年輪解析データを整備した。龍谷の森（滋賀県大津市）の植生調査データをもとに、主要構成樹種の胸高断面積合計・種数・個体数、樹種における個体数の年変動間における因果性を Convergent cross mapping を用いて解析を行った。京都府北部の高伐りが実施されたクスギ・アベマキ林において、伐採高の異なるクスギ 20 個体の萌芽枝のサイズと被食害状況を調査した。自動撮影カメラを各地域に設置し、シカによる萌芽採食のモニタリングを開始した。

広葉樹資源の需給情報を文献調査等により把握するとともに、行政官庁、業界団体等への実態調査を実施し、近畿圏内外の薪やホダ木等の広葉樹資源の需給実態の概況を明らかにする。

成果：近畿圏において搬出可能な資源量の空間分布を明らかにするために、衛星画像、数値標高モデル、植生図、道路データ等の空間情報データを収集した。これらのデータは、形式変換やデータの結合、植生図のクラス統合等の処理を行い、分析可能な形で GIS のレイヤとして整備した。資源量の定量化のために必要となる多点の地上調査による材積データを研究協力者から入手し、地理座標を付与してシェープファイルとして整備した。また、過去に担当者が作成した衛星画像の前処理プログラムについて、ソフトウェアのバージョンアップ等による不具合を解消するための改修を行い、解析ツールの整備を進めた。広葉樹資源量の推定手法を検討するため、これまでに海外等で行われた国家森林資源調査データと衛星データ等を用いた森林資源評価に関する研究について、Remote Sensing of Environment 誌、International Journal of Remote Sensing 誌等を中心に文献検索を行い、先行研究で用いられている分析手法の中から、比較分析する候補として k-Nearest Neighbor (k-NN) や Gradient Nearest Neighbor (GNN)、ランダムフォレストといった統計解析手法をリストアップした。

上記の GIS 整備や手法の検討結果を踏まえ、予備解析として、整備済みのデータから広葉樹林のデータのみを抽出し、衛星画像に雲のない地域を切り出して、k-NN 法による衛星画像からの林分材積推定を試行した。さらに、推定誤差を一個抜き交差検証 (Leave-one-out cross-validation) によって評価した。分析の結果、針葉樹人工林の比率が高い地域での先行研究の結果と同様に推定値のばらつきは大きく精度は高くないものの、バイアスは小さく正確度は高かった。本課題ではメッシュや行政単位ごとに集約してマップの作成を行うこととしているため、バイアスが小さいという点が重要である。データの補正等の前処理を行った上でさらに詳細な分析を行う必要があるが、次年度以降、衛星画像と多点の地上データを用いて広葉樹資源量のマッピングを進める準備を整えることができた。

アラカシの伐倒調査により得られたアロメトリーの結果をデータペーパーとして取りまとめ、一般に利用できるライセンス (CC-BY 4.0) で公開した。毎木調査を行ったエリアを対象にオルソ空中写真を作成し、パラメータ設定や地上基準点の選定を検討した。毎木調査データを NMDS によって解析した結果、枯死木の割合が種組成に影響し、上木が枯れた地点では常緑性樹種の割合が増加していることが示唆された。コナラ単木当たりの総利用可能材積を推定し、既存の材積表から推定した材積と比べると平均で 20% 以上多く利用可能な部位があると推定された。龍谷の森における植生調査データを解析した結果、対象樹種のプロット内における個体数変動が胸高断面積合計の年変動を規定し、胸高断面積合計の年変動は種数の年変動（減少傾向）を規定していた。また、樹種間では、ヒサカキ個体数の増加がコナラ個体数の減少に寄与していた。過去に高伐りを行ったクスギとアベマキ林分における萌芽枝の発生量を調査した結果、萌芽枝の位置が高いと被食害を受けることが少なくなり、伐採高が高くなるにつれて、最も高い萌芽枝の高さは高くなる傾向が見られた。

薪の生産量については平成 18 年の 3 万 3 千層積 m^3 を底に徐々に増加しており、平成 26 年には 8 万 5 千層積 m^3 となっている。しかし都道府県別の生産量では、生産が行われているはずの県の数値がないなど、統計資料での正確な把握は困難であることが分かった。ほだ木については東北地方でコナラ材が不足していることが明らかとなっ

た。広葉樹資源の需給実態を明らかにするため、滋賀県の新生産業者 5 社及び京都府 1 社の調査を行い、①滋賀県内ではすべて開始 10 年未満の事業体であること、②薪ストーブの販売台数の伸びにより広葉樹の薪の需要は高く、事業体間の競合を回避するため、集荷圏の変更・拡大がなされていること③多くの事業体が新事業の拡大意向を持っているが、広葉樹の安定的な集荷に対する不安もみられることなどを明らかにした。

イア aPS4 コンテナ苗の乾燥耐性を向上させる育苗技術の開発

目的①：再造林の低コスト化を図る上で、コンテナ苗の利用が期待されている。苗木の品質は、移植後の活着や成長に大きな影響を及ぼすため、品質向上のための育苗技術の高度化が不可欠である。現在生産されているコンテナ苗は、キャビティのサイズが 150cc のものと 300cc の主に 2 種類があるが、サイズの違うキャビティで育成された苗の生理的応答や植栽後の活着や成長への影響については十分な検討がされていない。そこで、2 年生のヒノキコンテナ苗を用いて、30L ポットに移植し灌水を停止した苗と、移植せずにコンテナに入った状態で灌水を停止した苗について、生育キャビティサイズによる苗木の水不足への反応の違いを評価することを目的とした。

方法①：2 年生のヒノキコンテナ苗を用いて、30L ポットに移植し灌水を停止した苗と、移植せずにコンテナに入った状態で灌水を停止した苗について、水ポテンシャルの変化を測定し、その低下具合より、生育キャビティサイズによる苗木の水不足への反応の違いを評価した。

成果①：キャビティサイズ 300cc で生育した苗のほうが、TR ratio と LWR が低く、地下部がより発達し、茎が太かった。灌水停止処理を開始する前でも、300cc のほうが同程度の葉量、根鉢含水率時の水ポテンシャルが高く維持される傾向であった。150cc でも 50% 摘葉したものは、水ポテンシャルが低下しにくく、土壤の水不足時に個体内に水を保持できることが示唆された。以上の結果から、降雨の少ない季節や乾きやすい立地条件に植栽する場合には、300cc のコンテナ苗の使用や失水を抑えるための摘葉処理が、活着率改善に有効であると考えられた。

目的②：異なる季節に植栽されたヒノキコンテナ苗について、植栽時の雨量と活着との関係を調べる。

方法②：岡山県新見市の三室地区と三光地区に季節別に植栽されたヒノキコンテナ苗の活着率データを全てプールして、植栽前後一週間の雨量との関係について調べた。

成果②：三室地区と三光地区に季節別に植栽されたヒノキコンテナ苗の活着に対しては、雨量の効果は検出されなかった。

イア b2 森林情報の計測評価技術と森林空間の持続的利用手法の高度化

目的①：間伐方法の異なるスギ人工林の、間伐と成長の関係を解析する。

方法①：滝谷スギ人工林収穫試験地（兵庫県宍粟市）にある滝谷スギ人工林収穫試験地には、普通間伐区、上層間伐区、ナスビ伐り区が存在する。これらの林分での長期モニタリング調査データを用いて、間伐前の林相、間伐木の特性、残存木の成長などを解析する。

成果①：積雪地帯にある滝谷収穫試験地（兵庫県宍粟市）で調査を行った。本試験地は、利用径級に達した林木から間伐するナスビ伐り区、上層木から間伐する上層間伐区および普通間伐区からなる。

前回の調査（2011 年）と比べて、ナスビ伐り区では平均胸高直径の成長量が大きかったが、これは小径木の枯損量が多かったためと考えられた。

総成長量は、概ね普通間伐区、上層間伐区、ナスビ伐り区の順に小さくなっているが、上層間伐区では 90 年生を過ぎたあたりから、普通間伐区と同水準の値となっている。ナスビ伐り区も前回の調査と比べて今回の調査で大きな成長量を示していた。この原因としては、胸高直径および平均樹高の成長速度の増大が寄与しているものと考えられた。

いずれの試験区でも前回の調査と比べて総平均成長量が大きく増加している。本試験地での総平均成長量は、90 年生でいったんピークを迎えたが、今回の調査では再度上昇し、かなり高齢級になっても成長は持続していると言えた。林分収穫表の地位 3 等では、総平均成長量のピークの値が 80 年生で 5.0m³/ha であるが、本試験地ではそれより大きな値となっている。

目的②：リモートセンシングによる森林情報の計測評価技術の開発と体系化のために各種リモートセンシングデータの

特徴等について整理を行う。

方法②：衛星データ、航空機 LiDAR データ、UAV 等の各研究課題において利用しているリモートセンシングデータによる森林情報の解析結果について整理を行う。

成果②：航空機 LiDAR と UAV による立木密度推定に関して、データ収集にかかる時間やデータ処理に要する時間、精度等を整理した。

イア bPF1 安全な路網計画のための崩壊危険地ピンポイント抽出技術

目的：災害に強い森林路網づくりに関する普及活動を行うとともに、マニュアルを作成する。

方法：森林路網が損壊した場所において地形・地質・土質・地下水・施工・排水に関する損壊調査票を用いて損壊原因を明らかにする現地調査を行う。また、これらの結果を集計し、損壊原因を明らかにするとともに、線形計画や施工時に注意すべき内容を明らかにしマニュアルへ反映する。

成果：過去 2 年間、現地調査で蓄積してきた約 400 件のデータをもとに、切土・盛土の損壊原因を明らかにした。森林路網の崩壊は、地質が脆く地下水が集まりやすい 5 種類の危険地形（0 次谷、地すべり地形、断層地形、地質境界、崩積土）で発生しやすいことが明らかとなった。また、切土は遷急線を 4m 以上で高切すると発生しやすく、地形的には道の上流側が 20° 以上、下流側が 30° 以上で発生しやすい。また、盛土は盛土のすり付きが悪い場所で崩壊発生しやすく、道の下流側の勾配が 40° 以上で発生しやすいことが明らかとなった。加えて、盛土は尾根付近に道を開設した場合に土石流化しやすいことが明らかとなった。

これらの結果をまとめると、森林路網のルート計画時に上記の条件が当てはまる場所を土工による施工のみで通過した場合に、極めて高い確率で損壊が生じていることが明らかとなった。これらの条件を満たす場所に道を通す場合には、構造物でしっかりと補強することが重要と考えられた。また、これらの結果を普及するため、三重県水源林造成協議会、鳥根県森林協会、近畿中国森林管理局で講演を行った。岐阜県普及員、鳥取県普及員、兵庫県普及員、秋田県、郡上市、長野県、信州大学、東京大学に対し現地で危険地形の見分け方を指導した。また、近畿中国森林管理局、日林協、鳥根県、三重県、兵庫県、秋田県、奈良県、住友林業、岐阜県、鳥取県から要望により資料提供を行った。

イア bPF2 低コストな森林情報把握技術の開発

目的①：低コストな森林情報把握技術の開発に必要なデータを得る。

方法①：低コストな森林情報把握技術の開発に必要なデータを得るため、収穫試験地で林分調査を行う。

成果①：滝谷スギ人工林収穫試験地（兵庫県宍粟市）の毎木調査を行い、本数密度、樹高等のデータを整理し、研究において樹高や本数密度から林分材積の把握手法の開発を行っている森林総合研究所森林管理研究領域に提供した。

目的②：スギを対象に航空機 LiDAR による広域の立木密度推定に関する技術開発を進める。地上調査や小型無人航空機（UAV）による調査によって、立木密度推定結果の検証を行う。

方法②：LiDAR データから数値林冠高モデル（DCHM）を作成し、局所最大値フィルタによって立木密度を推定する。

UAV を利用して高解像度のオルソ画像を作成し、判読によって上層木の本数をカウントする。局所最大値フィルタによって推定した立木密度、高解像度オルソ画像による立木密度、現地調査による立木密度を相互に比較する。

成果②：現地調査による立木密度とオルソ画像の判読によってカウントした立木密度（上層木の本数密度）との関係はべき乗式で近似でき、立木密度がヘクタールあたり 800 本程度を超えると立木密度を過少推定することが明らかとなった。林冠高に基づく可変ウィンドウサイズの局所最大値フィルタによって DCHM から立木密度を推定し、現地調査による立木密度と比較したところ、オルソ画像の判読の場合と同様に立木密度がヘクタールあたり 800 本程度を超えると密度を過少推定した。上記から主伐対象となるような個体サイズの大きな林分では、精度よく立木密度の推定が可能であること、それ以下の個体サイズの林分では推定値の補正が必要であることが明らかとなった。

イア bPF3 歩いて調べる沖縄「やんばる」における近代の森林利用の展開過程

目的：現地踏査を行い、近代の歩道があったことの影響を分析する。文献や統計、聞き調査で近代の社会変化を把握し、開墾等との関連を整理する。

方法：マングース捕獲事業の毘掛け道を踏査し、近代の歩道のルートを解明する。踏査結果と 1946 年の空中写真を照合し、人為攪乱の影響範囲を推定する。文献調査等で近代の森林利用拡大の背景を分析する。

成果：近代沖縄の山の産物では、材木、薪、炭の他、藍が重要である。これまで藍壺遺跡が見つかっていなかった字奥で、今回、初めて藍壺遺跡が見つかった。山道と林相の関係については、空中写真と照合した結果、まだ、林道、歩道が見つかっていない領域で顕著な森林利用の跡が見られる場合があった。把握できていない搬出経路があると考えられた。

イア bPS3 本州以南におけるカラマツの安定供給と持続的利用方策の提案

目的：カラマツの供給ポテンシャルの評価のための基礎データを整備する。

方法：近畿中国地域のカラマツ賦存量評価のために森林管理局等で聞き取り調査を実施する。衛星分類画像を用いてカラマツ林分を抽出する。

成果：近畿中国森林管理局で聞き取り調査を実施し、管内国有林におけるカラマツ林分の分布状況に関する情報を収集した。衛星分類画像からカラマツ林分を抽出し、GIS データとして整備し、共同研究者と共有した。

イイ b1 効率的な木質バイオマスエネルギー利用システムの提示

目的：木質バイオマスのエネルギー利用を持続的に拡大していくためには、経済性向上と燃料の安定確保が必要である。

これに関して、交プロ「FIT 評価」において、木質バイオマス発電事業採算性評価ツールを開発したが、熱供給事業やガス化発電事業等への対応が残された課題となっている。また、一般木材・農作物残さを主燃料とする発電施設は、燃料を輸入バイオマスに依存する可能性が高く、その安定確保にリスクを伴っている。そこで、本課題においては、熱供給事業や新たに普及しつつあるガス化等の技術によるエネルギー利用の経済性評価手法を開発するとともに、輸入バイオマスの供給安定性を評価する。

方法：熱供給事業の実施事例について調査を行う。

成果：福井県三国あわらバイオマスプロジェクトのシンポジウムに参加し、伐採現場や森林組合での情報収集を行った。三国あわら地域では、森林組合を中心とした燃料材の供給体制が確立されており、地域の熱需要を石油から木質バイオマスへ少しずつ代替していく取り組みが進んでいる。今後、プロジェクトが民間企業に引き継がれるが、需給体制がどのように維持され、展開していくのか注視する必要がある。

イイ bPS1 木質バイオマス発電事業の安定的な拡大手法の開発

目的：燃料の安定供給にむけた取り組みの実態分析を行うため、調査事例地における発電事業の概要、原燃料出荷・集荷・調達の実態、燃料安定供給に向けた取り組みの実態、地域林業基礎情報を把握・分析する。

方法：島根県における木質バイオマス発電事業の実施について、プラント及び燃料供給を担う島根県素材流通協同組合において調査を行うとともに、県庁においては事業の経緯や行政的支援についてヒアリングを行う。

成果：島根県では中国電力三隅発電プラント（石炭混焼）の稼働に伴い、パルプチップ業者を中心とした素材流通協同組合が設立された。素流協が構築しているパルプ用チップのための生産・流通システムは、バイオマス発電用チップの生産・流通にも大きな優位性を発揮しており、現時点では松江バイオマス発電、しまね森林発電の両プラントへの供給についても十分に対応可能となっている。また、危惧されたパルプ用との競合もほとんどないことが明らかとなった。

エア aPF1 高級菌根性きのこ栽培技術の開発

目的：マツタケの子実体原基形成を目標として、約 40 年前に子実体原基形成した手法を踏襲して再現性を試みる。

方法：約 40 年前に子実体原基形成した手法を踏襲して再現性を確認するため、試験管内においてマツタケ菌糸の純粹培養を行った。

成果：40 年前に子実体原基形成した手法を踏襲して、初年度に試験管内において菌株と培地の組み合わせによる成長の差異から、マツタケ菌糸の純粹培養を行う培地を決定した。これを用いて今年度目標分の菌株数を培養したが、子実体原基形成は再現できていない。

キ 105・森林水文モニタリング

目的：各森林理水試験地において水文観測と水文データ表作成を継続して行う。また、安定したデータ取得のため、観測方法の改良及び現地環境整備に取り組む。

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する。

成果：2016 年の降水量は過去 80 年間で 7 番目に多い 1520.7mm である。月降水量は梅雨により 6 月に 380mm 近くを記録したほか、4・8・12 月に 50mm 程度、9 月に 130mm 近く平年を上回った。一方、3・5・7・10 月の降水量は平年を 20～70mm 下回った。こうした影響で月流出量は 6・9 月に平年を大幅に上回ったほか、5 月は 15mm 前後、7 月は 35mm 程度平年を下回り、その他の月は概ね平年並で推移した。年流出率は台風の影響を強く受けた 2011 年以來の高い水準となり、北谷 44%、南谷 41%となった。

アイ aPF23 地上部－地下部生態系間の連動性に着目した樹木根圏炭素動態の解明

目的：根圏呼吸速度と浸出物量のリアルタイム測定手法の開発・測定を行い、根圏呼吸速度と浸出物量が環境の変化に対してどのように応答するのかを定量的に評価する。

方法：根圏呼吸速度と浸出物量の連続測定装置を用いて測定された根圏呼吸速度の妥当性を評価するために、定期的に測定された根圏呼吸速度との比較・検討を行う。

成果：根圏呼吸速度と根滲出物量のサンプリング観測を行い、両者に正の関係があることを示した。根圏呼吸速度の連続測定装置は、現在開発段階にある。

アイ aPF26 森林土壌圏における微生物動態に立脚した多様な有機物の分解呼吸プロセスの解明

目的：CO₂ フラックス観測サイトである山城試験地において、有機物土壌各層の分解呼吸速度の連続測定を可能とするシステムの開発を行い、その環境応答性を評価する。

方法：有機物土壌各層の分解呼吸速度の連続測定を可能とするシステムの開発を行う。有機物土壌の分解呼吸速度と環境要因の連続測定を開始し、安定した観測を行っている。それと並行して、土壌水・降雨水のサンプリングを行い、土壌炭素収支の評価を試みる。また、各土壌層のサンプリングにより、微生物量と化学組成の時系列情報を得ることで、微生物呼吸速度の環境応答性を評価する。

成果：有機物土壌各層の分解呼吸速度の安定した連続測定を可能とするシステムの開発を行った。このシステムは、分解呼吸速度の他に、土壌水・降雨水の回収も行えるように工夫されている。これにより、各土壌層の分解呼吸速度の環境応答性に加え、各土壌層の炭素供給量・流出量・呼吸量の定量により土壌炭素収支の評価を可能にした。