

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

アンデス-アマゾンにおける山地森林生態系保全のための統合型森林管理システムモデルの構築

(2022年1月～2027年1月)

2. 研究代表者

2-1. 日本側研究代表者：平田 泰雅

(森林研究・整備機構 森林総合研究所 研究専門員)

2-2. 相手国側研究代者：ソイラ・アウロラ・クルス・ブルガ

(ラ・モリーナ国立農科大学 森林科学部 教授)

3. 研究概要

本研究は、人間活動や気候変動により生態系機能の低下が懸念されているアンデスからアマゾンに至る山地森林生態系を対象として、増加する森林火災や伐採の影響、供給可能な水資源量についての理解を通じて、地域ニーズと地球規模の課題に対する森林からの便益を最大化させるための適切な森林配置と森林管理を支援するシステムを開発することを目的としている。

山地森林生態系保全のための統合型森林管理システムを構築するために、高分解能衛星や衛星LiDAR等のデータを用いて土地利用変化を特定する手法を開発し、森林劣化や森林火災の攪乱からの回復プロセスを解明する。さらに、土地利用形態から供給可能な水資源量の空間分布を予測することにより、最適な土地利用の割り当てと配置を決定するシステムを構築する。これらから費用便益分析により生態系保全の便益を評価し、森林からの便益を最大化するための適切な森林配置と森林管理を支援するシステムを構築する。

本研究は、以下の6つの研究題目から構成されている。

研究題目1：森林の炭素蓄積変化や劣化度合いを加味した時系列の土地利用変化の特定

研究題目2：森林減少・森林劣化の定量的な評価技術の開発

研究題目3：火災攪乱後の森林回復プロセスの評価

研究題目4：水資源モデルによるランドスケープ最適化システムの開発

研究題目5：森林保全と生態系サービスの持続的利用のための森林管理システムモデルの開発

研究題目6：森林管理システムモデルの社会実装

4. 評価結果

総合評価： A－

(所期の計画とほぼ同等の取組みが行われ、一定の成果が期待できる。)

新型コロナウイルス感染症拡大や政変等による負の影響を受け、研究活動と JICA 機材供与に遅れが生じているが、研究の実施に困難がともなう中で着実に研究を進めている点は高く評価できる。日本からの渡航が可能となつてからは現地調査を精力的に進めており、研究題目 1～4 については現地での観測データやデータ解析結果も出てきているため、プロジェクト後半は社会的価値の創出に向けて成果の戦略的な統合化、若手人材の育成、学術論文の発表による科学知の共有などに一層の努力を期待したい。

SATREPS の目的である現地への社会実装の視点（研究題目 5 への統合）についてまだ方針が明確になっていないことから、今後は複数のシナリオの下での将来予測の可視化に研究題目 1～4 の成果を活用していただきたい。研究題目 1～4 から生まれる知識基盤が行政・住民にしっかり共有されることで、森林管理方策に関するエビデンスベースの意思決定が可能になる。どのシナリオ・対策を採用するかについては、さまざまな利害の調整が必要であるが、その調整を可能にする知識基盤の可視化に向けて、生態系サービスから得られる便益の評価を進め、個別研究題目間の関係性を明確にしつつ、研究題目 1～4 の成果を統合していただきたい。

JST 研究期間内（2025 年度末まで）に森林管理システムの開発を完了するためには、今後早急に森林管理システムの内容を詰めて開発を進める必要がある。ペルー側の森林野生動物庁（SERFOR）は森林管理の現業機関であり、森林管理システムが開発されれば、ペルー側においてその継続的な利用が期待できる。これらのシステムについては、プロジェクト終了後にも継続的に向上できる体制を整える必要がある。研究題目 5、6 については、住民のニーズの取り入れと、複数の選択肢のあるシナリオ作り、シナリオを継続的に改良し議論していく体制づくりを、プロジェクト終了時まで確立して欲しい。

4－1. 国際共同研究の進捗状況について

コロナ禍の影響によるプロジェクト開始の遅れや半導体不足やサプライチェーンの寸断などの影響、ペルー国内の政変等により、JICA 機材供与の大幅な遅延やフィールドでの観測実験等の遅れが生じたが、研究題目 1～4 における観測や基礎データの収集、データ解析等は、ほぼ遅れを回復しつつある。

一方で、以下の点については、中間折り返しの段階で研究の進捗にやや遅れが見られる。残り 2 年余の JST 研究期間内に計画通りの成果を達成するため、今後の努力に期待する。

①研究題目 1～4 の成果が現段階では独立しており、研究題目 5、6 の統合型森林管理システムにどのように統合するのか道筋が見えない。②研究対象地域を 3 州に選び、その違いか

ら地域に固有な部分と全体に共通な部分を明確にした森林管理システムを構築することを目標としていると考えるが、中間報告書からはどのような視点からその3州の成果を比較しまとめるのか、現時点での評価のポイントが明らかになっておらず、比較結果も明確になっていない。

研究題目6の森林管理システムの社会実装は、当初は日本森林技術協会の技師が中心となっていく計画であったが、2026年度以降は森林総合研究所の研究者がJICA予算で現地渡航をして実施する計画へと変更された。森林総合研究所などの研究者が社会実装に関わることによるプラス面と、社会実装に慣れていると想定されていた日本森林技術協会の技師が関われないことによるマイナス面の双方が想定される。

また、研究題目5においては、当初想定されていなかった新たな展開が生じている。最適化による意思決定を想定した当初計画では合意形成が難しいという現地の意見を考慮して、研究代表者らは多様な価値観や利害に配慮した意思決定に貢献する方策へと計画を変更している。この方針転換は、適切で望ましい展開であると考えられる。今後は、複数のシナリオや政策目標の下で、バイオマス、火災、水資源などにどのような変化が予測されるかを可視化することにより、合意形成を支援する方向で研究成果を活用していただきたい。

成果の科学的・技術的インパクト、国内外の類似研究と比較したレベルや重要度については、日本と環境風土が全く異なる地域において新たなデータや知見を得ることで、科学的・技術的レベルを上げ、効果的な森林管理システムの構築に繋げることが可能になると考えられる。現時点では個別の研究成果は上がりつつあるものの、その成果が統合的森林管理システムとして完成していないため、システムのインパクトについて評価することは難しい。プロジェクト後半での展開に期待をしたい。個別に見れば、研究題目1の機械学習による土地被覆分類や、LiDARによる高さ情報を加えた最新の土地被覆分類手法には、科学的・技術的な新規性がある。一方で、水循環モデルに関してはきわめて基本的なアプローチとなっており、気候の変動性や変化による極端事象に対応できるのか不明である。

これまでにペルー側との共著論文が発表されておらず、日本側研究者による研究対象地域に関する論文発表もまだ出版されていないため、今後は成果論文が増えることを期待したい。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

コロナ禍や政変といった負の影響を受け、現地渡航の機会等が限られる中で、プロジェクトはその遅れを取り戻しつつある。6つの研究題目グループをまとめ、現地機関・研究者との連絡調整を進めることについては研究代表者の強いリーダーシップが発揮されており、チームとしての連携も良いと評価する。相手国からのフィードバックを受けて、特に研究題目5において、一方的なシステムではなく、現場のニーズを拾い上げるシステムに切り替えて

いることも評価できる。今後は、論文発表を推進すること、および研究題目グループ間の連携を強化することに、より積極的なリーダーシップを発揮していただきたい。

コロナ禍が収まり日本からの渡航が可能となってからは、3つの対象地域での現地調査を精力的に進めており、研究費は有効に執行されていると考えられる。一方で、JICA 機材の供与が大幅に遅れているため、現状では他プロジェクトで購入した機材や日本側研究者が持ち込んだ機材を使用して活動を行っている。遅れている機材供与が早く実現するように、引き続き努力をお願いしたい。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

研究題目1～5における個別研究の方向性・実施体制は適切であり、堅実な成果が出始めているが、まだ論文発表には結びついていない。また、研究題目1～4の出力を研究題目5、6につなげる戦略が必ずしも明確ではない。各研究題目を総合化して、プロジェクトとしての成果目標達成に導いていく考えを明確にし、プロジェクト内で合意の上で協調して進めていく必要があると考えられる。研究題目5、6の目標設定からバックキャスト的に研究題目1～4の実施内容を絞ることによって、効果的に研究を進めることを期待する。研究題目6については、問題解決への実践だけでなく、研究として展開する計画が具体化できていないと考えられるため、Structured decision making、Adaptive learningといった国際的に広く活用されている方法論等の方向性も参照して、計画を補強していただきたい。

アマゾン上流部を含む南米アマゾン流域の森林の持続的維持は、地球全体の課題とも言える。また、アンデスの山地林の保全と持続的利用は、生物多様性や気候変動に関する地球規模課題に深く関連している。多様な国際研究チームが様々な視点から当該地域についての研究を進めているが、本 SATREPS プロジェクトはその一翼を担い、森林の持続的管理のための知見や効果的管理方策を得ることが期待される。

本プロジェクトにより、森林からの多様な便益を最大化する森林管理と森林配置を支援するシステムが開発されれば、気候変動や森林火災などの様々な人為的攪乱の脅威の下でも生態系サービスが持続的に提供されることが期待される。こうした成果は、同様の問題を抱えた他の生物多様性ホットスポットでも参考になるものであり、成果のインパクトは大きくなることが予測される。

一方で、サイエンスとしての貢献、特に現場の課題解決のために必要な科学技術的なブレークスルーの必要性が明確ではないため、科学技術への貢献が明確とは判断できなかった。相手国側のニーズは明瞭であるため、相手国の研究水準がより一層向上するよう更なる努力をお願いしたい。

学生を含む日本人の若手人材の投入と育成という要請に対しては、現時点においては十分に応えられているとは言い難い。一方で、これまで海外での研究経験のない日本人研究者を本プロジェクトに参画させて、海外研究の提案者として必要なスキルを身につけるよう指導している点は評価に値する。新型コロナウイルス感染症や相手国の政情不安の影響など、研究実施に際しての負の影響は無くなりつつあるため、研究所内の若手研究者や分担大学の学生等の参加も増やすなど、今後の成果を期待したい。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

人的交流の見込みについては、相手方研究者や相手方機関（特に実装機関である SERFOR）と良好な関係が築かれており、現地調査の成果も上がりつつある。ペルー側からの留学生受入れは候補者が見つからずに断念したが、今後はペルー側研究参加者を年 2~3 名日本へ招聘する予定である。

カウンターパートのラ・モリーナ国立農科大学の研究ポテンシャルは高く、SERFOR についても日常業務として森林管理を行っていることから、相手国側機関の研究者・技術者の自主性・独立性は高い。一方で、本プロジェクトが開発するシステムがプロジェクト期間終了後も活用されるためには、adaptive learning の担い手の育成が不可欠であるため、今後は森林管理システムの実装機関である SERFOR において研究終了後も持続可能な仕組みを構築することを期待すると共に、プロジェクト終了後の展開を担う人材の育成をお願いしたい。また、ラ・モリーナ国立農科大学に関しては、日本側とペルー側の共著論文の取り組みが増えることを期待する。

相手国側 SERFOR は、森林管理の現業機関であり、適切な森林利用を促進するためのツールとして、本プロジェクトで開発する森林管理システムに期待している。日常業務の一環として画像処理ソフトや地理情報システムの使用に習熟しているため、森林管理システムの運用・維持管理や、日本側から提供される先進的な手法の受入れなどを問題なく実施できる見込みである。また、ラ・モリーナ国立農科大学は高い研究ポテンシャルを有しており、森林管理システムの維持管理において科学面・技術面でサポートしていく役割が今後期待される。したがって、森林管理システムが開発されれば、ペルー側においてその継続的な利用が期待でき、成果を基とした研究・利用活動が持続的に発展していく見込みがあると言える。

開発するシステムの利用方策についてのワークショップがプロジェクト 4 年目以降に企画されているが、システムを維持していくために必要なデータの継続的な取得には多くの労力が必要であると推測されることから、前もって必要なデータを吟味しておくことが求められる。SERFOR との連携を一層強化することで、継続的なシステムの向上や住民の意見を含めた政策への反映ができるシステムづくり、及びプロジェクト期間終了後も成果の活用が進むような体制を整備していただきたい。

4-5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

1. 最終成果である森林管理システムの開発と社会実装に向けて、研究チーム全員による認識の共有が早急に求められる。JST 研究期間内（2025 年度末まで）に森林管理システムの開発を完了できるよう進めていただきたい。また研究題目 6 の社会実装については、2024 年の夏から実施されるトライアルワークショップを通して、住民や行政官などのユーザーの声を反映したシステムとなるよう開発を進めて欲しい。
2. プロジェクト期間で達成する社会実装のゴールイメージを明確にし、プロジェクト内で共有して欲しい。開発するツールが、誰に・どのようなレベルで利活用されることを想定しているか、両国の研究者で実施目標や実施内容について意識共有をし、早期にその進め方を議論して実装計画をまとめることが必要である。
3. 研究題目 1～4 の成果を、研究題目 5、6 の統合型森林管理システムにどのように統合するかの道筋を明確にして欲しい。特に、そのコンセプトと各研究題目間をつなぐリンクを明確にする必要がある。また、研究題目 5 の便益表現の部分が遅れていることも、研究題目間の成果の総合化がうまく進んでいない原因の一つであるように判断されるため、便益についての検討強化を図ることが望まれる。
4. 研究対象地域 3 州の成果をどのような視点から比較し纏めるのか、評価ポイントの明確化が望まれる。
5. 成果論文が増えることを期待したい。また、日本側・相手側両国の若手研究者の育成にも、さらに尽力して欲しい。
6. JICA 機材の供与が大幅に遅れている。ペルー側メンバーのプロジェクトへの帰属意識やモチベーションにも関わるため、一刻も早い機材の導入が望まれる。

以上

成果目標シート

研究課題名	アンデスアマゾンにおける山地森林生態系保全のための統合型森林管理システムモデルの構築
研究代表者名 (所属機関)	平田 泰雅 (国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 研究ディレクター)
研究期間	R2採択(令和2年6月1日～令和6年3月31日)
相手国名/主要相手国研究機関	ペルー共和国/ラ・モリーナ国立農科大学、森林野生動物庁
関連するSDGs	目標 15. 陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する 目標 13. 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる 目標 6. すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	・地球規模の気候変動による森林火災、水資源問題への活用 ・日本政府のSDGsへの貢献
科学技術の発展	・山地生態系、水資源の保全のための手法開発 ・日本が開発中の国際宇宙ステーション(ISS)搭載LIDARへのフィードバック
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	・衛星を利用した3次元森林生態系モニタリング ・コベネフィット型森林管理システム
世界で活躍できる日本人材の育成	・国際共同研究の遂行や国際誌、国際学会での成果発表により、国際的に活躍可能な日本側の若手研究者を育成
技術及び人的ネットワークの構築	・アメリカ航空宇宙局(NASA)との国際宇宙ステーション搭載LIDAR観測に関するネットワークの構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・LIDARによる森林生態系の3次元構造モデル ・劣化、火災からの回復ポテンシャルマップ ・コベネフィット型森林管理システムの教育・普及プログラム

上位目標

アンデスアマゾンの3つの対象地域において、森林管理システムモデルを適切に適用することで、山林生態系の保全と持続可能な利用が強化される

教育プログラム・社会普及プログラムにより山地森林生態系保全の価値に対する認識を高め、開発した森林管理システムが活用される

プロジェクト目標

アンデスアマゾンにおいて地域住民が森林生態系サービスを持続的に保全・利用するための森林管理システムモデルが開発される



図1 成果目標シートと達成状況 (2024年1月時点)