

日本－フィリピン－インドネシア 国際共同研究「環境領域」 2024 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	コーラルトライアングルとその周辺域における社会－生態系統合システムの気候変動に対するレジリエンス強化
研究課題名（英文）	Enhancing Climate Change Resilience of Socio-Ecological Systems in the Coral Triangle and Its Surrounding Areas
日本側研究代表者氏名	諏訪鍊平
所属・役職	国際農林水産業研究センター・林業領域・主任研究員
研究期間	2022 年 4 月 1 日 ～ 2025 年 6 月 30 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
諏訪鍊平	国際農林水産業研究センター・林業領域・主任研究員	プロジェクト統括、マングローブの生態学的調査
Mandal Mohammad Shamim Hasan	国際農林水産業研究センター・林業領域・研究員	リモートセンシング画像解析
中村隆志	東京科学大学・環境・社会理工学院・准教授	生態系の動態モデル開発
灘岡和夫	鹿島建設株式会社・技術研究所・顧問	持続的な社会－生態系システムの実現のための包括的アプローチ
ELADAWY Ahmed Abdelraheem Mohammed Elsayed	東京科学大学・環境・社会理工学院・研究員	流動モデル開発
広瀬和世	独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構・金属企画部・審議役	リモートセンシング技術の開発
武田知己	一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構・宇宙産業本	リモートセンシング技術の開発

	部・統括主任研究員	
中村晋作	一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構・宇宙産業本部・主任研究員	リモートセンシング技術の開発
武山芸英	株式会社ジェネシア・代表取締役	リモートセンシング技術の開発
阪口法明	独立行政法人国際協力機構・地球環境部・国際協力専門員	シルボフィッシャリ
若井暁	国立研究開発法人海洋研究開発機構・超先鋭研究開発プログラム・主任研究員	マングローブの土壌微生物相解析
長谷川万純	国立研究開発法人海洋研究開発機構・超先鋭研究開発プログラム・ポストドクトラル研究員	マングローブの土壌微生物相解析

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

WP1 においては、2023 年度に引き続き、3 カ国間での会合を行うとともに、2024 年度は全体のとりまとめを行うためのシンポジウムを開催する。さらには、2024 年 3 月に提案された国際誌におけるマングローブ研究の特集号を踏まえて、気候変動リスクを考慮したマングローブの保全・利用方法の方針について様々な意見を取りまとめて情報発信する。

WP2 では、2023 年度に引き続きフィリピンにおいてマングローブの林分構造と底生動物相に関する野外調査を実施するとともに、解析結果を WP5 へ提供する。また、台風被害を受けたマングローブの回復過程を評価するためのモデル開発を行う。インドネシアにおいては、ジャワ島において地盤沈下の影響下にあるマングローブ回復過程評価のための地上調査を行い、土砂動態と海岸植生の相互作用の解析結果を WP5 へ提供する。

WP3 では、2022 年度は、琉球列島のマングローブを対象に、これまでに SATREPS-BlueCARES などで行ってきたマングローブ、海草藻場、サンゴ群集に関するローカルモデル群や陸域負荷モデル、コーラルトライアングル広域 3 次元モデルを連成させた多重スケール統合モデルシステムをベースとして、直接・間接的な気候変動影響の解析・予測を可能とするモデル体系へと深化させた。マングローブによる海岸侵食の抑制効果や、自然災害リスクの軽減効果について定量化し、モデルに組み込む。これらのモデルをフィリピンとインドネシアに適用するために必要となる調査地や既存データの収集を実施した。2023 年度は、これまでに開発を進めてきたマングローブ、海草藻場、サンゴ群集に関するローカルモデル群や陸域負荷モデル、コーラルトライアングル広域 3 次元モデルを連成させた多重スケール統合モデルシステムの開発を進めた。特に、マングローブ植生動態モデルを用いて、台風による攪乱とそこからの回復過程を精度良く再現できるように改良を加えた。また、マングローブによる海岸侵食の抑制効果や、自然災害リスクの軽減効果の予測精度を向上させるとともに、地盤沈下の影響なども考慮できるようにモデル体系を深化させた。さらに、沿岸生態系の脆弱性状態とそのサービスのマッピングおよび社会—経済面のモデル化にも着手した。2024 年度は 2023 年度に引き続き、これまでに開発を行ってきたマングローブ植生動態モデルを用いて、台風による攪乱とそこからの回復過程を精度良く再現できるように改良を加える。また、マングローブによる海岸侵食の抑制効果や、自然災害リスクの軽減効果の予測精度を向上させるとともに、地盤沈下の影響なども考慮できるようにモデル体系を深化させる。その上で、マングローブ、海草藻場、サンゴ群集に関するローカルモデル群や陸域負荷モデル、コーラルトライアングル広域 3 次元モデルを連成させた多重スケール統合モデルシステムを完成させ、モ

デルを用いて沿岸生態系の脆弱性状態とそのサービスのマッピングおよび社会－経済面も踏まえたシナリオ解析を行う。

WP4 では、2022 年度は、琉球列島のマングローブを対象に Sentinel-2、Liquid Crystal Tunable Filter（LCTF）及び Fieldspec を用いた地上同期観測を実施し、LCTF によるマングローブ生態系回復評価手法の基礎開発を行った。また、2013 年 11 月にフィリピンを襲った巨大台風 Haiyan による沿岸域の被害とその回復状態を評価するために、Haiyan 前後の衛星画像に Mangrove Vegetation Index（MVI）等の指標を適用し、マングローブの分布変化について解析した。さらには、インドネシア・ジャワ島北部沿岸の Semarang、Demak、Pelalongan 等における地盤沈下とマングローブの分布変化及び地盤沈下との関係性について評価した。また、インドネシア側共同研究者によって、南東スラウェシにおけるマングローブの動態マッピングが実施された。2023 年度は、インドネシア側共同研究者とともに地盤沈下及び沿岸浸食の影響下にあるマングローブ回復過程評価のためにジャワ島北部 Demak と Pelalongan において視察を行うとともに LCTF 及び Fieldspec を用いた地上観測を実施し、リモートセンシング技術を駆使した生態系回復評価、MVI などの高度化および適用、地盤沈下に伴う沿岸地域の動態評価手法及びモデル開発サイト等の検討を行った。また、ディポネゴロ大学でワークショップを開催し、本プロジェクトで開発中の LCTF、Fieldspec 及び衛星画像を活用したマングローブ観測手法を紹介した。2024 年度は WP2 及び WP3 と連携し、これまでに得られた現地検証結果と LCTF 及び Fieldspec で取得したマングローブのスペクトルデータを活用し、気候変動影響下における生態系観測手法の提案（WP5 へのインプット）を行う。

WP5 においては、各対象地域において、調整サービス（マングローブ林による高波浪・強風減衰効果など）、供給サービス（bio-prospecting、水産、海藻養殖など）や文化的サービス（観光資源など）を含む包括的な生態系サービスの強化策を、地域社会に実装するための方法論とともに開発するため、フィリピン側とインドネシア側のカウンターパートとともに、具体的な調査サイトの選定や調査・分析方法の検討等を行い、調査計画を具体化させてきた。また、WP3 によって開発予定の統合モデルシステムを、気候変動影響下での Socio-Ecological System（SES）としての応答過程を評価・予測可能なものにしていくために、同モデルシステムに、社会・経済的要因を組み込む過程として、全体的なモデル構成の検討と、必要となる調査項目の洗い出しをすすめた。一方、インドネシア側共同研究者によって、沿岸生態系（マングローブ、海草藻場、サンゴ礁）の bio-prospecting および社会経済的脆弱性評価のための調査が実施された。2024 年度は、これまでに検討した調査計画をさらに具体化したうえで調査を実施するとともに、SES に対する気候変動影響評価のための革新的モデル体系の開発のための検討を WP3 とともにさらに進める。また、自然および人為的リスクの低減と沿岸生態系サービスの向上のためのコミュニティベースの沿岸生態系管理枠組みの開発による、コミュニティベースの沿岸生態系管理の導入と改善方法について検討する。

3. 日本側研究チームの実施概要

本年度は、フィリピンおよびインドネシア側と個別にオンライン会議や現地会議を行った。フィリピンでは Aklan State University にてマングローブ回復過程のワークショップを開催し、2025 年 6 月開催のシンポジウムを計画した。本年度はフィリピンのバタン湾において、養殖池の底生動物相のフィールド調査を実施し、これまでに得ている放棄養殖池のマングローブの林分構造や底生動物の調査結果との比較解析を実施した。また、バタン湾における陸域－海域－生態系モデルの開発に必要なデータ収集と精度検証を進め、富栄養化や底層の貧酸素化

の空間的な実態を把握した。高解像度流動シミュレーションによる土砂流出の解析では、マングローブ林の復活が土砂流出を有意に減少させることが示され、マングローブ再生の重要性が確認された。

インドネシアのジャワ島の Semarang 周辺調査では、Diponegoro 大学で講演を行い、地盤沈下の影響を受ける地域を訪問して住民への聞き取り調査や対応策の視察を実施した。また、ワークショップや共同研究計画の協議を行い、Pekalongan において地盤沈下対策の現状を確認し、データ分析や数値モデル解析の議論を深めた。また、地盤沈下の影響を受ける Semarang 付近のマングローブの回復過程を調査し、消波帯とマングローブを組み合わせた防護壁の機能を確認するとともに、Synthetic Aperture Radar (SAR) データを用いた地盤沈下速度の測定と標高モデルの作成に取り組んだ。地盤沈下の時空間的な実態の把握、衛星 SAR 画像による沈降速度推定、地形マップの作成を通じて、マングローブ植生の遷移過程の精査とモデル化を進めた。また、衛星搭載ハイパースペクトルセンサを活用した種分類の広域化を検討した。衛星データ解析では、Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) や MVI の計算を通じてマングローブ種の反射スペクトルを抽出し、広域でのマングローブのゾーニングの可能性を示した。これにより、気候変動の影響下での生態系観測にハイパースペクトルセンサが有効であることが確認された。インドネシアのスラウェシ島南東部の Kendari では沿岸域の養殖池の現状や気候変動の影響について視察し、ニッケル採鉱による環境問題の認識を深めた。その結果、州政府の関連機関と農業・水産業・林業分野の気候変動や人為的影響について意見交換を行ったほか、Haluoleo 大学では今後のプロジェクトの進め方について議論した。