

2024 年度の調査のねらい

2024 年度は、昨年に引き続き、1) 微小潮汐域である同国のマングローブ生態系への地球温暖化による急激な海面上昇の初期相の影響予測の試み、2) インドから持ち込まれたとされる外来種のマメ科のクロヨナ (*Pongamia pinnata*) が優占するマングローブ生態系の隣接後背林の劣化と林床の実生稚樹の動態に関する観察、3) モーリシャスにおけるオオバヒルギ (*Rhizophora mucronata*) の支柱根の体積を知るための「支柱根体積と株元径の量的関係を求めるアロメトリー式 (株元径と体積の関数式)」の構築、4) 同国の多くのステークホルダーと意見交換と共同作業を推進するために構築したプラットフォームである Mauritius Platform for Mangroves (MPM) の第 2 回会議の開催をしましたが、今回はそれらに加えて、5) 陸域の外来樹種の防除についての取り組みの評価も行いました。

1) 微小潮汐域である同国のマングローブ生態系への地球温暖化による急激な海面上昇の初期相の影響予測の試み

前年の調査に重ねて放射性炭素 (C-14) による年代測定を増やし、同国のマングローブ林立地変動の状況の詳細な復元を試みました。その結果、過去 20 年程度で森林の分布をみると、河口部や入り江の奥では、わずかずつですが分布域を広げていると推測され、そのマングローブ林の堆積物を精密に観察して作ったのが図 1 です。マングローブ林の地層は、最下層に母岩があり、それが森林形成の土台となっていますが、その上に陸域起源や浅い海のサンゴ礁起源の礫混じりの土砂が堆積し、更にその上にマングローブ林起源の堆積物が堆積しています。モーリシャスのマングローブ林の土壌では、マングローブの根がビッシリと詰まった状態になっていましたが、その中間に土砂が挟み込まれていました。中間に陸域起源の土砂が挟み込まれているのは、農地を造成した時にマングローブ林内に流入してきた土砂と推測されました。農地造成による土砂の流入と考えると、同国のマングローブ林は、農地造成時の土砂により、立地環境が大きく変化し、その面積が大幅に縮小したと推察されました。一度、マングローブ林は減少しましたが、C-14 による年代測定結果も合わせると、同国の現在のマングローブ林は、およそ 100 年前から徐々に復活し、現在に至っているものと推察しています (図 1)。

入手可能な衛星画像を詳しく観察すると、モーリシャスのマングローブ林の分布は、西表島やオーストラリアなどと同様に、海辺前面で減少傾向にあり、内陸側が拡大する傾向にありました。

そのことを踏まえて 2023 年の調査では、LiDAR-SLAM 装置 (Light Detection And Ranging—Simultaneous Localization and Mapping)、すなわちレーザー光を照射して、その反射光の情報をもとに対象物までの距離や形などを計測する技術と、それによって得られた対象物までの距離と形状、それに位置情報に基づき図化する技術を用いて、ファーニー川河口で調査し、マングローブ林の個体位置、樹高・直径などの形状だけではなく、地盤高などの詳細な地形に関する情報も入手しました。

その結果、海面上昇によって、本来は満潮時であっても海水が侵入しないマングローブ林の後背地のクロヨナ優占林にも、海面上昇によって海水が侵入しているものと推測されたので、次年度以降の調査では、地球温暖化による急激な海面上昇と、それに伴うクロヨナ優占林への海水の侵入状態と、マングローブ林の内陸への進出の可能性についても調査したいと思っています。



図 1. モーリシャス国東海岸の数か所の土地・植生状況を総括して作成したマングローブ林の発達

2) クロヨナ (*Pongamia pinnata*) が優占するマングローブ生態系の隣接後背林の劣化と林床の実生稚樹の動態に関する観察

モーリシャスでは、マングローブ林の後背地に外来種のクロヨナが優占種である森林が広がっています。クロヨナは海水が冠水する立地環境では生育できませんが、耐塩性があり、マングローブ林の後背地で生育しているのでマングローブ随伴種 (mangrove associates) に区分されています。地球温暖化による海面上昇によって、クロヨナ優占林の土壤中に海水が侵入しはじめ、根系が海水の影響を受け始め、成木の葉がクロロシス (黄白化) で衰弱したり、一部では枯死し始めたりしていますが、地下部は海水侵入の影響を受けても、土壌表面は未だ海水の侵入の影響を受けていない一部の林床ではクロヨナの種子が大量に発芽しています (図 2)。しかしながら、海面上昇で海水の陸域への侵入が続くのであれば、クロヨナの実生苗も海水の影響を受け、枯死することになるので、現在のクロヨナ優占林は、近い将来には、在来の *Bruguiera gymnorhiza* (オヒルギ) 林や *R. mucronata* (オオバヒルギ) 林に置き換わると推測されます。沿岸域に外来種ではなく、在来種のマングローブ樹種が優占するマングローブ防災林を作り上げ、その防災機能を発揮させることは、気候変動による海面上昇から同国の農地・住宅、そして住民生活を守るためのグリーンインフラストラクチャーの防災機能のレジリエンスを向上させることになります。



図 2. 左：葉の黄化と落葉が顕著な成木。上部の枝には葉はついていない。
右：林床を埋め尽くすクロヨナの実生。中には黄化した葉も見られる。

3) モーリシャスにおけるマングローブ支柱根の3D 測量とアロメトリー式の構築

Rhizophora 属（ヤエヤマヒルギ属）はタコの足のような支柱根を発達させますが、複雑に絡み合った支柱根の体積を正確に求めた計算式は、これまでにありません。通常の樹木の場合には根系は地下部現存量に含まれるので、*Rhizophora* 属の支柱根も地下部現存量としてまとめられ、地上部現存量（幹の重さ）の 1/3 で計算されるなどでした。しかしながら、*Rhizophora* 属の支柱根の根量は図 3 の写真に示したように決して小さくないこと、支柱根が高波や津波の流速を大幅に減衰されることなどから、支柱根の形状と体積を、正確に測定すべきと考えて調査しています。

支柱根の形状を正確に測定するために、この 3D 測量を行い、用いた機器は DotProduct 社製ハンディ 3D スキャナ DPI-8X および、DPI-8S SR です。2023 年と 2024 年の 2 年間の調査で *R. mucronata*（オオバヒルギ）の成木 14 本を 3D 測量し、コンピュータを用いて三次元構造も 3D モデル化しました（図 3）。3D モデルと実測値の直径の差は数 mm 程度であり、精度の高いモデルを構築することができました。3D モデルから得られたデータを用いて、体積と株元径とのアロメトリー式が構築できたので、モーリシャスの支柱根の体積を求めることが可能になりました。それを用いて、石垣島・西表島の *R. stylosa*（ヤエヤマヒルギ）とマレーシア・サバ州の *R. mucronata*（オオバヒルギ）、*R. apiculata*（フタバナヒルギ）で得られたデータと比較してみると、モーリシャスの支柱根の体積量は、他の地域のそれと大きな相違はないと推察できました。



図 3 マングローブ支柱根の写真（左）と 3D モデル（右）

4) 第 2 回 Mauritius Platform for Mangroves への参加

モーリシャスのマングローブ生態系の保全・再生にかかわっている多くのステークホルダーに呼びかけ、昨年続き 2 回目の Mauritius Platform for Mangroves (MPM) 会議を開催しました。この会議の事務局は現地 NPO の Reef Conservation (RC) をお願いしてあります。

会議では、宮城、柳澤、檜谷の 3 名が、それぞれにプレゼンテーションを行い、MOL モーリシャスの菅野氏が MPM の設立経緯と今後の期待を述べました。

一連の報告の中では、檜谷による mangrove の葉を用いたお茶の製造可能性の報告が注目されました。この会議の中で、①MPM の将来像に関する今後の効率的な意思疎通方法について、②MPM の組織の発展と目標の設定について、③MPM の運営経費の確保方法についてのグループ討議が行われま

した。当面の間は RC がネットを介した情報共有を進めること、また RC と MOL モーリシャスから来年度も MPM を管理・運営する旨の発言がありました。

5) 外来種であるストロベリーグアバ (*Psidium littorale*) 防除試験林の視察報告

モーリシャスの南端に位置する Baie du Cap 地区では、ブラジル及びその周辺地域が原産で、世界の侵略的外来種ワースト 100 リストに入られている *Psidium littorale* (ストロベリーグアバ) の生育が拡大し、生物多様性に深刻な影響を及ぼしていると報告されています。

現地での防除法としては、伐採、幹への穿孔・薬剤注入、実生除去を組み合わせ、包括的な物理並びに化学的防除法が用いられています。しかしながら、ストロベリーグアバには、他の植物の成長を抑える物質であるアレロケミカルが含まれていることから、アレロパシー (他感作用) すなわち他の植物の生育を抑制する作用があるので、伐採後の枝葉を林床に放置しておく、他の植物が生育することができないことから、放置植物の速やかな除去、生物資源を材料とした活性炭 (バイオチャー、biocha) の施用、ストロベリーグアバのアレロケミカル耐性植物の検索の必要性もあります。また、本種の果実はオオコウモリの仲間であるキーストン種のフルーツバットや、外来霊長類であるカニクイザル (*Macaca fascicularis*) が餌として利用しており、特に後者のカニクイザルが種子散布を担うことで分布拡大を助長しているとされるので、その対応策の検討も必要となります。

私達は、ストロベリーグアバが専門ではなく、オオコウモリやカニクイザルが専門でもないのですが、小さな島では一度外来生物を持ち込むと、それらを駆逐することが難しいこと、しかもカニクイザルの名前の由来のように海岸やマングローブ林に生息するカニクイザルの個体群はカニ類も食べることがあるので、モーリシャスの生態系、沿岸域から陸域までの植物・土壌・動物間の相互作用を統合的に捉え、長期的な観点からのモーリシャスの生態系回復をお手伝いしたいものです。



駆除林地に放置されているグアバの伐採木



薬剤が塗布されたグアバの幹断面



グアバ駆除林地に設置されているサル捕獲罠

References (2024 年度学会などでの成果報告リスト)

- 宮城豊彦 (ISME / 地域情報カスマイズユニット) ・馬場繁幸 (ISME, 公開シンポジウムの主催: 包括的な高精度データセットを構築することで開くマングローブ生態系研究の展開可能性, 第 30 回日本マングローブ学会年次大会, 2024.

- 柳澤英明（東北学院大）・宮城豊彦（ISME /地域情報システムユニット）・馬場繁幸（ISME）・檜谷 昂（東京農大）. 3D スキャナによるマングローブ支柱根のアロメトリー式とその地域特性. 第 30 回日本マングローブ学会年次大会. 2024.
- 山本敦也（中日本航空）・宮城豊彦（ISME /地域情報システムユニット）・馬場繁幸（ISME）・柳澤英明（東北学院大学）・和田のどか（中日本航空）・宇野女草太（中日本航空）・古川恵太（海辺研）・成瀬 貫（琉球大）・檜谷 昂（東京農大）. LiDAR-SLAM による 3 次元点群データを用いたマングローブ単木情報の推定手法の検討. 第 30 回日本マングローブ学会年次大会. 2024.
- 馬場繁幸・大城のぞみ・毛塚 みお・金城あけみ・与那原 章・馬場花梨・貝沼真美（ISME）. 国際マングローブ生態系協会のマングローブの保全・植林活動と、その活動を通じた高精度データを収集するための場の提供. 第 30 回日本マングローブ学会年次大会. 2024.
- 宮城豊彦（ISME /地域情報システムユニット）・馬場繁幸（ISME）・井上智美（国立環境研）・山本敦也（中日本航空）・和田のどか（中日本航空）・柳澤英明（東北学院大）・檜谷 昂（東京農大）・Adiilah Aungraheeta・Asmed Banharally (Reef Conservation, Mauritius) . 急激な海水準上昇の初期相におけるマングローブ生態系へのインパクト. 第 30 回日本マングローブ学会年次大会. 2024.
- 宮城豊彦（東北学院大, ISME, 地域情報システムユニット）・馬場繁幸（ISME）・井上智美（国立環境研）・山本敦也（中日本航空）・和田のどか（中日本航空）・柳澤英明（東北学院大）・檜谷 昂（東京農大）. 急激な海水準上昇の初期相におけるマングローブ生態系へのインパクト. 2025 年度日本地理学会春季大会. 2025.

(以 上)