第28回：令和4年（2022年）度

日本マングローブ学会大会

Annual Meeting JAPAN SOCIETY FOR MANGROVES

令和4年12月3日（土）
8:30受付開始

東京農業大学　世田谷キャンパス
農大アカデミアセンター地下1階　横井講堂

3 December 2022　open 8:30

Yokoi Hall, B1F,
Academia Center, Setagaya Campus
Tokyo University of Agriculture

公開シンポジウム

13:30～15:40

「高精度センシング技術の進歩と利活用の展開可能性 」

15:50～

『中学生・高校生によるマングローブに関する研究発表と「何でも相談」』

事務局：檜谷　昂
東京農業大学
〒156-8502　東京都世田谷区桜丘1-1-1

Secretariat: Ko Hinokidani
Tokyo University of Agriculture
1-1-1 Sakuragaoka Setagaya Tokyo 156-8502

URL: http://www.mangrove.or.jp/gakkai/subpage/taikai/taikai2022.html

2022（令和 4）年度
第 28 回日本マングローブ学会大会プログラム

令和 4 年 12 月 3 日（土）

8：30　受付開始（東京農業大学世田谷キャンパス　農大アカデミアセンター地下１階　横井講堂）		
一般口頭発表（発表 15 分間，質疑応答 4 分間）		
9：30	マングローブ体内水における淡水寄与率と日変化に及ぼす潮汐の影響 〇浅倉 康裕（東京農大）・中西 康博（東京農大）	
9：50	ホーチミン市カンザー地区のマングローブ周辺地域における自然環境を利用した生業活動の現状と課題 〇Khuu Buu Thinh（南山大・学生）・藤本 潔（南山大）	
10：10	海面上昇下における群落レベルでのマングローブ立地変動とその規定要因の定量分析－西表島における調査プロットの設置（予報）－ 〇藤本 潔（南山大）・古川 恵太（海辺研）・小野 賢二（森林総研）・渡辺 信（琉球大・熱研）・羽佐田 紘大（奈良大）・柳澤 英明（東北学院大）・木原 友美（京都大・院）・中村 航（東京大・院）	
10：30	海面上昇下における群落レベルでのマングローブ立地変動とその規定要因の定量分析 -短期砂泥輸送観測の試行- 〇古川 恵太（海辺研）・藤本 潔（南山大）・小野 賢二（森林総研）・渡辺 信（琉球大・熱研）・ 羽佐田 紘大（奈良大）・柳澤 英明（東北学院大）・木原 友美（京都大・院）・中村 航（東京大・院）	
10：50	地球規模で詳細にマングローブ林の分布を把握する企画（IV）急激な海面上昇過程における乾燥地域のマングローブ林分布変動 〇宮城 豊彦(ISME/地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ)・井上 智美（国立環境研）・三浦 真吾（国立環境研）・馬場 繁幸（ISME）	
11：10	西表島浦内川河口部のマングローブの倒伏抵抗性：引き倒し試験による力学的評価（予報） 〇小野 賢二・野口 宏典（森林総研）・森 信人（京都大・防災研）・馬場 繁幸（ISME）・宮城 豊彦（ISME/地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ）・柳澤 英明（東北学院大）	
11：30	マングローブの村と私たち—ゴミ問題・ソーラー・科学教育 〇向後 紀代美（マングローブ植林行動計画）	
11：50	マングローブの４０年—アラビアから古生物学・気候危機へ 〇向後 元彦（マングローブ植林行動計画）	
12：10	昼食（1 時間 20 分）	役員会（12：30～） 場所：当日案内

公開シンポジウムⅠ　『高精度センシング技術の進歩と利活用の展開可能性』	
13：30	主旨説明　コンビーナー：宮城 豊彦（ISME/地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ） 鈴木 高二朗（港空研） 柳澤 英明（東北学院大） 馬場 繁幸（ISME）
13：45	LiDAR-SLAM によるマングローブ林の実態把握の可能性 〇山本 敦也（中日本航空株式会社）・宮城 豊彦（ISME/地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ）・馬場 繋幸（ISME）・古川 恵太（海辺研）・宇野女 草太（中日本航空株式会社）
14：00	LiDAR 技術を用いたマングローブ林内の微地形把握 〇笠井 克己（東京大）、後藤和久（東京大）、柳澤英明（東北学院大学）
14：15	マングローブ林生息地の地盤強度に関する一考察 〇鈴木 高二朗（港空研）・鶴田 修己（港空研）・中村 康大（港空研）
14：30	冠水・干出地盤の地盤強度に関する水理模型実験 〇山縣 史朗（港空研）・鈴木 高二朗（港空研）・中村 康大（港空研）
14：45	マングローブ林床堆積物の不攪乱コア採取の意義と工夫 〇宮城 豊彦（ISME/地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ）・宮城 ふみ子（地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ）
15：00	質疑応答
15：10	総合討論・総括（コメンテーター：藤本 潔・古川 恵太）
小休憩（10 分）	
公開シンポジウムⅡ『中学生・高校生によるマングローブに関する研究発表と「なんでも相談」』（発表 15 分間；質疑応答・コメント含む）	
15：50	主旨説明　コンビーナー：馬場繁幸（ISME）
15：55	マングローブ散布体の根の成長と光 〇野中 美優（都立科学技術高）
16：10	土の違いが散布体の成長に及ぼす影響を調べるための実験計画 〇小林 諒夏（山脇学園中）
16：25	散布体のダメージ箇所による成長への影響を調べるための実験計画 〇田中 理紗（山脇学園中）
16：40	「マングローブに関する何でも相談」
会員以外退出・休憩（5 分間）	
17：00	総会（20 分程度）　場所：横井講堂

17：20 閉会予定

マングローブ体内水における淡水寄与率と日変化に及ぼす潮汐の影響

○浅倉 康裕（東京農大）・中西 康博（東京農大）

近年、熱帯・亜熱帯の沿岸汽水域に生育するマングローブが、海水の影響を強く受ける環境下に生育していながら、淡水、主に地下水を利用していることが水の安定同位体比をトレーサーとして用いた研究により明らかになりつつある。しかし、マングローブが生育する汽水域の環境条件が、潮汐よって様々なパターンをとるのに対し、表流淡水影響が異なる地域に生育するマングローブの吸収利用淡水源の違いや、海水の流入が同植物の淡水利用に及ぼす影響については明らかとなっていない。そこで本研究では、西表島の古見地域に成立する *Rhizophora stylosa* と *Avicennia marina* の２種によって構成される fringe 型の群落内に 3 つの調査地点（海辺から内陸部）を設定した。各調査地点において 2 時間ごとに *Rhizophora stylosa* と *Avicennia marin* の枝、土壌水を 25 時間連続採取し、それらの水素・酸素安定同位体比を測定し、安定同位体混合モデル（SAIR）を用いて、マングローブ体内水における地下水、表流水、土壌水および海水の割合を経時的に調べた。その結果、マングローブ体内水の酸素安定同位体比は、樹種、地点に関わらず一日を通して大きな変化は見られなかったが、最も陸側の *Rhizophora stylosa* の体内水の水安定同位体比が最も低い値を示し続け、地下水の寄与率が最大で約 80%を示した。加えて、マングローブ体内水中における割合の経時変化を水資源別にみると、海水、表流水、土壌水の割合は変動していたが、地下水の割合はほぼ一定であった（Fig.1）。また、土壌水の酸素安定同位体比は、鉛直方向、すなわち土壌深さ（30、60、100cm）ではいずれの地点でもほとんど差がなかったが、水平方向では海辺から陸側に向かって減少し、陸側ではマングローブ体内の水と同程度の比となった。これらの結果から、調査地域に生育するマングローブが利用する淡水の主な水源は地下水であり、潮汐はマングローブの吸水量に大きな影響を与えないことが示唆された。

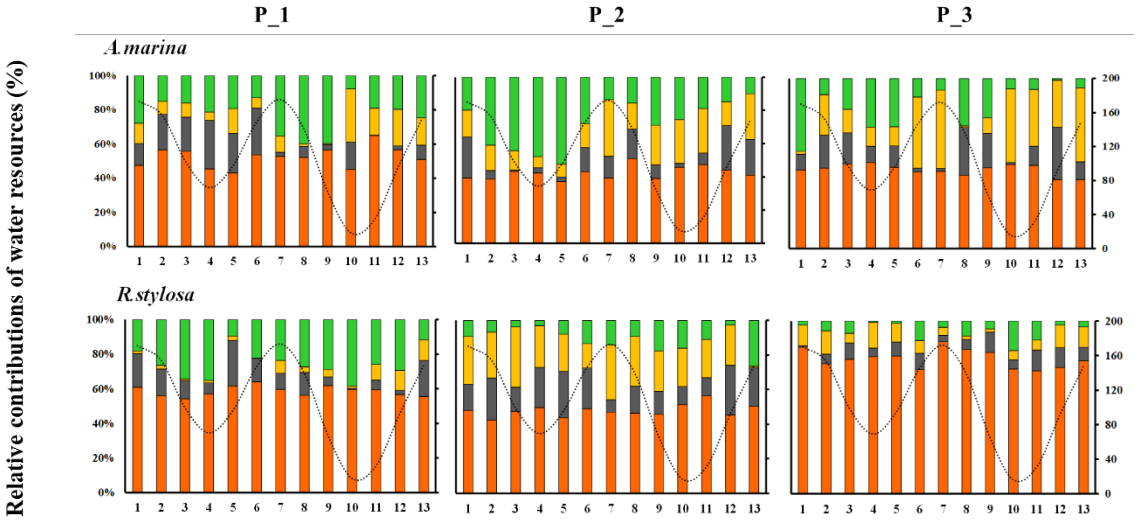


Fig.1 The changes of relative contributions of water sources within 2 mangrove species waters. The number of x axis (1 to 14) shows collection time; from 9:25 to11:25, the interval between each number is 2 hours, younger Point number indicate closer to sea.　Green is seawater, yellow is surface water, gray is soil water, orang is groundwater, and dot line is tide.

ホーチミン市カンザー地区のマングローブ周辺地域における自然環境を利用した生業活動の現状と課題

○Khuu Buu Thinh（クー ブー ティン）（南山大・学生）・藤本　潔（南山大）

カンザー地区はホーチミン市南東部に位置し、2000 年にユネスコにより生物圏保全地区に指定されたマングローブ林を有する地域である。マングローブ林の周辺地域は一旦水田として開発され、2000 年代に入りその跡地に集約型エビ養殖池が広がった。マングローブ林内の一部や周辺地域では塩田開発も進行した。近年はツバメの巣の養殖業も盛んになりつつある。マングローブ林内外の水路ではカキ養殖を始めとした貝類養殖業が行われている。外洋に面する干潟ではハマグリ養殖業も行われてきた。また、海岸砂丘上ではマンゴー栽培も行われている。カンザー地区のマングローブ生態系を利用した生業活動についてはこれまでにも報告例があるが、周辺地域における近年の自然環境を利用した生業活動については不明な点が多い。本研究では、上記の自然環境を利用した生業活動に注目し、その現状を明らかにすると共に持続可能性について考察する。

本研究では、まず、カンザー地区人民委員会の経済・文化・社会の状況についての報告書（2015～2020 年）と製塩業についての報告書（2010～2019 年）を用い、上記の生業活動による生産量の変化等を把握した。次に、上記の生業活動を営む 50 世帯を対象に聞取り調査を行った。養殖池と塩田の利用状況別の変化は Google Earth の衛星画像を用い QGIS で分析した。

集約型エビ養殖業による収穫量は近年変動が大きく、減少傾向にある。養殖池は主に北・西部のビンカイン区、アントイドン区、リニョン区に広がっており、タントンヒェップ区北部にもみられる。2015～2020 年の間、利用されている養殖池面積は減少しつつある。一方で、近年新技術による養殖法（円形プール型養殖池：HDPE シートを用いた複数の円形プールにバナメイエビを生育段階毎に養殖する方法）が導入されている。この方法は従来の集約型と比較すると病気の発生を抑えられ、約 5 倍の収穫量が得られるという。

カンザー地区の 2020 年の塩田面積（放棄塩田含む）は 1500ha に達する。主にリニョン区に広がり、ビンカイン区や海岸の近くのロンホア区の一部にも点在する。2022 年 3 月時点で利用されている塩田が全体の 19%、利用されているか不明な塩田が 66%、放棄塩田が 15%であった。近年、異常気象の影響で生産に支障が生じる年が増えつつあり、生産者が塩貯蔵施設建設を躊躇するなど負の影響が現れつつある。

近年ツバメの巣を収穫する建物が多数建築されており、2020 年にはこの養殖に従事する世帯数が 481 戸、収穫可能世帯数が 300 戸に達した。それに伴い 2015～2020 年の収穫量は増加傾向にある。今後養殖用建物が更に増えると、各世帯の収穫量が減少することが懸念される。

海岸付近には砂質土壌の浜堤列が分布しており、果樹栽培などの農業活動も行われている。中でもマンゴー栽培は高い生産性と多くの経済的利益をもたらしており、2017～2020 年の間、収穫量は増加しつつある。マンゴー栽培は化学肥料不使用などの VIETGAP 基準に準拠しているため、安全性が高く、持続可能性も高いと考えられる。

貝類養殖ではカキの収穫量は増加傾向にあるものの、ハマグリ収穫量は大きく減少した。ハマグリ収穫量の減少は「カンザー海岸観光開発プロジェクト」に起因するものである。

海面上昇下における群落レベルでのマングローブ立地変動とその規定要因の定量分析
−西表島における調査プロットの設置（予報）−

○藤本 潔（南山大）・古川 恵太（海辺研）・小野 賢二（森林総研）・渡辺 信（琉球大・熱研）・羽佐田 紘大（奈良大）・柳澤 英明（東北学院大）・木原 友美（京大・院）中村 航（東大・院）

地球温暖化に伴う海面上昇によって、マングローブ林の一部群落では、既に表層侵食等の目に見える形での影響が現れつつある。本研究は、今年度新たに採択された科研 B の研究課題で、熱帯中核域にあり、近年は全球平均を上回る速度で海面上昇が進みつつあるミクロネシア連邦ポンペイ島と、全球平均と同程度の海面上昇がみられ、亜熱帯気候下にある西表島のマングローブ林を対象として、どの程度の海面上昇に対して表層侵食等の影響が現れるのかを、集水域を含む立地環境や土砂収支を考慮しつつ、群落レベルで定量的に評価することを目的とする。その評価にあたっては、河川や海側からの土砂流入/流出に伴う地盤高変動速度、および主に根系由来の大型有機物の蓄積に伴う地盤高上昇速度を明らかにし、海面上昇速度との相対関係から定量的に考察する。本発表では西表島における海面上昇の影響と考えられる現象、および調査プロットの概要について報告する。

調査プロットは、河川の流入がなく土砂流入量が少ないと考えられる由布島対岸の林分（IY）と河口部で比較的土砂流入量が多いと考えられる後良川河口の林分（IS）の 2 カ所に設置した。IY は幅 5m・奥行 70m で、海側 10m はマヤプシキのほぼ純林、10～33m はマヤプシキとヤエヤマヒルギの混交林、33～50m はヤエヤマヒルギとオヒルギの混交林、50m より内陸側はほぼオヒルギの純林である。64m 地点より内陸側には立ち枯れしたシマシラキが確認され、プロット外にも多数の立ち枯れ木が分布する。オヒルギ林の地盤高はヤエヤマヒルギ・オヒルギ混交林より 5cm 程低い。本来オヒルギ林はヤエヤマヒルギ林より高い地盤高に成立するが（菊池ほか 1978, Fujimoto et al. 2021, 中村ほか 2021）、ここでは逆転現象がみられること、また通常なら潮位が届かないアナジャコの塚上に生育するシマシラキがオヒルギ群落内で立ち枯れていることから、近年オヒルギ群落内で表層侵食が発生し、それと同時にアナジャコの塚も侵食されたものと考えられる。IS は後良川河道沿いの海側林縁部に干潟から自然堤防にまたがるように幅 10m・長さ 20m で設置した。海側の数 m はマヤプシキが優占し、その背後にはヤエヤマヒルギが優占する。自然堤防上にはオヒルギの幼木が数本見られる。

IY のオヒルギ群落で起こりつつある表層侵食は近年の海面上昇に伴う現象である可能性を指摘できる。石垣港における 1969～2021 年の間の年平均海面上昇速度は 2.4mm で（沖縄気象台 2022）、IPCC（2021）で報告された全球平均速度（1971～2018 年：2.33mm/年）とほぼ同様である。これまでに IY および IS で短期間の土砂フラックス調査を行うと共に、IY の各群落で根系由来の大型有機物堆積量を体積として把握するために不攪乱コアの採取を行った。今後は土砂フラックスデータをさらに蓄積すると共に、各プロットで群落毎に根系由来の大型有機物蓄積量を体積として捉え、両者が地盤高変動に与える影響を定量的に明らかにする予定である。

【参考文献】菊池ほか(1978): 東北地理 30(2)、Fujimoto et al. (2021): Mangrove Science 12、中村ほか(2021): 土木学会論文集 B2（海岸工学）77(2)、沖縄気象台(2022): 沖縄の気候変動監視レポート、IPCC (2021): The Physical Science Basis

海面上昇下における群落レベルでのマングローブ立地変動とその規定要因の定量分析
−短期砂泥輸送観測の試行−

○古川恵太（海辺研）・藤本　潔（南山大）・小野賢二（森林総研）・渡辺　信（琉球大・熱研）・ 羽佐田紘大（奈良大）・柳澤英明（東北学院大）・木原友美（京大・院）・中村航（東大・院）

本報告は、藤本ら（2022）で報告されている今年度新たに採択された科研 B の研究課題の中で、集水域を含む立地環境や土砂収支を考慮するために、河川や海側からの土砂流入/流出に伴う地盤高変動速度を見積もるための計測を 2022 年 9 月 7-9 日に試行的に行った結果を報告するものである。

調査プロットは、河川の流入がなく土砂流入量が少ないと考えられる由布島対岸の林分（IY）と河口部で比較的土砂流入量が多いと考えられる後良川河口の林分（IS）の 2 カ所に設置した。IY においては、プロットの海側 0 m 地点に水位計（HOBO 社製、U20L-01）と濁度計（YSI 社製、600OMS）を、林内の 70 m 地点に水位計（HOBO 社製、U20L-01）を設置し、セジメントラップを 0, 20, 30, 40, 50, 70 m 地点に設置した。IS では、海側 0 m 地点に水位計（HOBO 社製、U20L-01）と多項目水質計（東亜 DKK 社製、WQC-24）を設置し、セジメントラップを 0, 5, 10 m 地点に設置した。水質計・水位計の観測期間は、IY、IS 共に 9/6 12 時から、9/8 12 時までの 2 日間、セジメントラップは、IY では 9/6 12 時からの 1 日間、IS では、9/7 12 時からの 1 日間設置した。

期間中の、降水量、水位、塩分、濁度を図 1、2 に示す。9/1-7 にかけて合計で 300 mm の降雨があり、9/6 夜、9/7 昼にも小規模な降雨があった。IY、IS ともに、期間を通して塩分濃度が徐々に上がり、降雨の影響から回復しているように見えるが、IS においては、下げ潮時に塩分濃度が下がるタイミングがあり、河川の短期的な影響が表れていると示唆される。IS の 9/7 未明の潮では、降雨の影響とみられる濁度上昇がみられ、堆積物量にも IS と IY の違いが表れていた（図無し）。

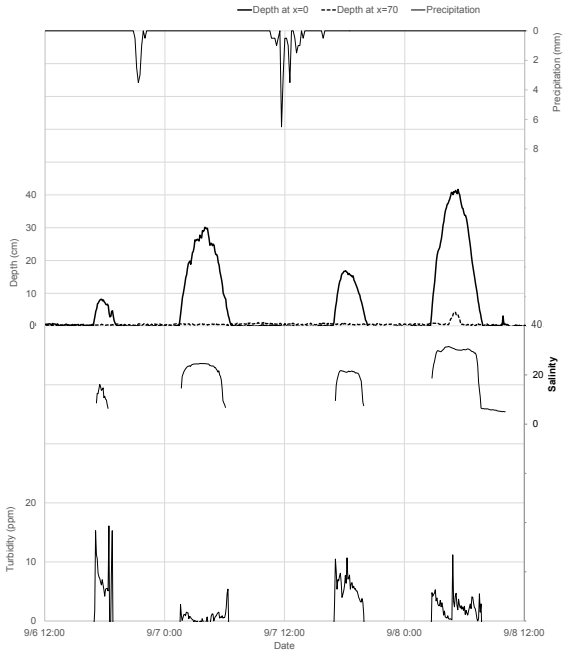


図１：IY でのセジメントフラックス
（上から：降雨量、水位、塩分、濁度）

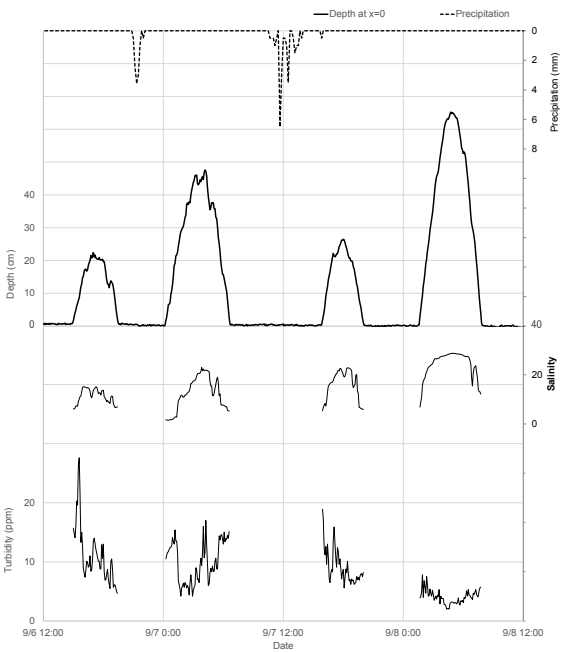


図 2：IS でのセジメントフラックス
（上から：降雨量、水位、塩分、濁度）

地球規模で詳細にマングローブ林の分布を把握する企画（IV）
急激な海面上昇過程における乾燥地域のマングローブ林分布変動

○宮城豊彦（ISME/地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ）・井上智美（国立環境研）
・三浦真吾（国立環境研）・馬場繁幸（ISME）

はじめに：これまで国環研が進める「マングローブ林の分布実体の把握に関する企画」と意義の報告を重ねてきた。今年度はオセアニアの分布図作成を行っている。最新の画像データを用いて目視判読を行うことは、リモートセンシングとは異なって把握精度のバラツキ、目視ゆえの判断の揺らぎなどデータの精度に直結する問題点がある。しかしながら、リモートセンシングで取得したデータにも多くの不確実性を含むこともまた事実であろう。ここで、我々の目視判読による分布図作成事業は、言わば教師データを構築する企画とも言えるのではないか。目視判読の特有とはつまるところ、果てしない判断の繰り返しであり、その判断ではマングローブ林の分布域のみならず周辺域との関係、既存の論文で得た現地実体情報、何よりも自身が調査した際の経験知を動員する作業でもある。

地球における乾燥地帯の分布とマングローブ林：地球における乾燥地帯は極めて広い。その位置は大気大循環で規定される。この乾燥帯において地殻変動的に安定帯で、且つ広大な低地が広がる沿岸が、南半球ではオーストラリア北～北西岸、北半球ではインド西部～中東に分布しており、それぞれ数千 km ある。両地域の共通点としては、第１に大潮汐域が広い。第２に陸域の森林生態系が貧弱であることがあげられる。

両地域におけるマングローブ林の種構成と立地特性：両地域におけるマングローブ種群の分布実体の概要は既に把握されている。両地域で優占する傾向が強いのは *Avicennia marina* である。加えて *Rshizophora mucronata, Cerips tagal, Aegiceras* なども随伴する。ここで更に注目する立地特性が広大な沿岸低地域の存在である。大潮汐域に沿岸低地域が発達することで潮汐流による澪（Tidal channel network）の発達が著しい。その一方で陸域からの淡水供給ははるか上流に端を発する僅かな河川と昼夜間温度差による凝結程度でごく小さい。乾燥地域では、可能蒸発散量が総降水量より大きいので、潮汐水の侵入域陸側縁辺での塩分集積が顕著で塩性湿地（Salt marsh）が出現する。つまりここはマングローブ林と塩性湿地とが広い景観を作る。上記のマングローブ種群はこのような立地特性に相応したものが優占しているのであろう。

Giri（2000）マングローブ林分布図と現在の森林分布：Giri （2000)の分布図は、主として 1985 年頃の画像を基に作成したと考えられる。一方 2000 年頃からは、極めて高解像度の画像が蓄積され、それが最近はオープンデータとして自由に用いることが出来る状況が出現した。両地域のかなりの部分が 2000 分の 1 程度の高い解像度で観察できる。結果として、これらの地域では Tidal channel network の陸側縁辺に、mangrove habitat をきめ細かく拡大する傾向が顕著で，その陸側でも saltmarsh のゾーンが大きく変化する状況が確認できる。中でもマングローブ域はソルトマーシュであった場所に拡大している傾向がある。
乾燥地帯の Tidal channel network zone は、言わば小さな澪(Tidal channel)が一つの細胞のように空間を占拠し、それが無数に広がっているシステムと見ることが出来る。急激な海面上昇下における潮汐場の空間的な変動は、マングローブ林の陸域側でその立地条件に大きな変化をもたらすのではないか。一方、マングローブの種子散布特性もまた森林の分布変動に大きな機能としては働くと思われる。両地域ともに *Avicennia spp.* が優占する場が広い。この種群に見られる強い耐塩性、発芽後数年で半胎生散布体を大量に生産できる特性が相まって潮汐領域内陸先端部の加湿化に相応しているのではないか。発表者らのマッピング作業の過程では、乾燥地帯沿岸平坦地の Tidal channel network zone においてマングローブ林の急速かつ広範な拡大が観察される。急激な海面上昇の局面においては、*Avicennia* を中心とする森林の拡大が広範に現れるのではないかと予想している。

西表島浦内川河口部のマングローブの倒伏抵抗性：引き倒し試験による力学的評価（予報）

○小野賢二[1]・野口宏典[1]・森信人[2]・馬場繁幸[3]・宮城豊彦[3,4]・柳澤英明[5]
[1]森林総研・[2]京都大学防災研・[3]ISME・[4]地域情報カスタマイズユニット・[5]東北学院大学

熱帯・亜熱帯沿岸域の潮間帯に分布するマングローブは、クロマツ等の陸性の樹木で構成される海岸林と同様に、古来、防風・防潮・波力減衰など沿岸域の防災・減災を担ってきた（佐藤 1992, 松田 2011）。2004 年のインド洋大津波では、マングローブは津波被害の低減に貢献し、注目を集めた（Forbes & Broadhad 2007, Yanagisawa et al. 2009 など）。その他にも、炭素固定、景観保全、保健休養、水産資源の提供等多面的機能を有している。気候変動による海面上昇や大型台風による沿岸災害リスクの高まりが懸念される現在、マングローブによる多面的機能を維持していくためには、高潮に耐えうるマングローブの破壊限界を理解したうえで、予測されるそれらのリスクに対するマングローブ保全策を構築することが不可欠である（例えば Mori et al. 2022）。

波や風等の流体力（外力）に対し樹木は抵抗体として働き、後背地の浸水を減衰する。波や風から受ける外力がある程度までは、樹木は抵抗体として働き続けるが、しきい値を上回ると、幹折れや根返りを起こし、樹木に被害が発生する。こうした外力に対する樹木の物理的耐性の破壊限界は、主に陸域の森林を対象に数多く評価されてきた。これらの研究内容は、主に潮害、風害、津波被害を受けた被災地を対象とする「疫学的調査」と、樹木を引き倒し、倒伏抵抗性を力学的に解析する「実験的調査」に大別できる。

マングローブについては、スマトラ沖やサモア沖地震に伴う津波抵抗性に関する「疫学的調査」 (Kathiresan & Rajendran 2005, Yanagisawa et al. 2009 等)は行われてきた。Yanagisawa et al. (2009)は、マングローブ構成種の一つである *Rhizophora* 属の破壊限界は、胸高直径 0.2 m の個体で約 9 kNm、0.4 m では約 30 kNm との試算結果を報告している。一方、マングローブの生立木を対象とした「実験的調査」例は稀で、「疫学的調査」を検証した例はほぼない。

本研究では、潮間帯に存立するマングローブの波や風で引き起こされる幹折れや根返り等の倒伏に対する破壊限界を明らかにすることを目的として、マングローブの生立木を対象とした「実験的調査」を実施した。具体的には、西表島浦内橋架け替え工事に伴って発生した伐採対象となったマングローブを、ハンディーウィンチによって引き倒し試験を行い、それらの根返りや折損等の破壊限界を評価した。本発表では、得られた解析結果の一部を予報として報告したい。

引用文献：佐藤一紘 1992 マングローブ林. 日本の海岸林(村井宏他編）.ソフトサイエンス社 pp226-237, 松田義弘 2011 マングローブ環境物理学.東海大学出版.378pp, Forbes & Broadhad 2007 The role of coastal forests in the mitigation of tsunami impacts. FAO. 30pp, Yanagisawa et al. 2009 The reduction effects of mangrove forest on a tsunami based on field surveys at Pakarang Cape, Thailand and numerical analysis. Estuarine, Coastal and Shelf Science 81:27-37. Mori, N. et al. (2022) Parameterization of mangrove root structure of *Rhizophora stylosa* in coastal hydrodynamic model, Frontiers in Built Environment, Coastal and Offshore Engineering, 7:782219, Kathiresan & Rajendran 2005 Coastal mangrove forests mitigated tsunami. Estuarine, Coastal and Shelf Science 65:601-606.

マングローブの村と私たち—ゴミ問題・ソーラー・科学教育

向後 紀代美（マングローブ植林行動計画）

マングローブ植林をする NGO 団体に所属しながら「よそ者に何ができるのか？」長いこと悩んできた。海外の辺境、しかも NGO 内における私の立場は、植林そのものではなく、村の住民の暮らしの向上。今回はそのうちミャンマーにおける活動の試みを紹介する。村を歩いてみると、道のあちこちでニッパヤシを編む女性たちの姿が見られた。前の水路にとめた小舟に編んだニッパヤシのマットを運ぶ男性たちもいる。今は冬で乾季。夏の雨季にはスコールが降りニッパ編みはできず、現金収入はなくなる。そこで女性はマングローブの苗木をポットにつめ、男性はそれを植林地に運び、植える仕事ができた。1 年間、現金が入るようになったのだ。

1992年に夫の元彦の仕事に同伴して以後、ミャンマーのエーヤワディー河口の Pyindaye 地区の村々を訪ねることになった。特に 2006 年から2019年には毎年訪問している。

① ゴミ問題

私たちの活動の拠点となっているのは、Oak Po Kwin Chaung 村。明け方には南十字星と北極星が同時に見られる世界でも特別な場所である。夜には、木々に蛍がクリスマスのイルミネーションのように輝く。私たちは小舟を水路に浮かべて、暗闇と静寂の中で光の饗宴を楽しむ。

そんな美しい村なのに、足元をみるとゴミだらけ。私のミャンマーでの活動を応援してくれる友人たちは募金とともに、一度村に行ってみたいとのこと。でもこのゴミだらけの村は恥ずかしくて見せられない。そんな思いからはじまったのが、クリーンアップ活動。植林の村のリーダーが先頭にたってくれた。学校の先生の協力のもと生徒総出の活動。1時間ほどで10キロものゴミが集まった。しかし困ったのはそのあと。焼却していたのだが、そのうち煙が来るなどの苦情が届く。日本ならばゴミさえ集めればあとは行政に始末してもらえるが、ゴミ収集システムのないミャンマーではそうはいかない。根本的な解決が必要と思い知らされた。

② ソーラー

逆に村人に教えられたこともある。最近ニッパの屋根の家の前には、小さいソーラーパネルがよくおかれている。中国製やインド製で4千円ほどで買える。電気もガスも水道もない村で、夜に明かりがつくようになった。日本では気候変動対策として再生可能エネルギーの普及が必要との論議がおこっているが、非常に高価で設置も大変そう。でも冷蔵庫も洗濯機もない村人は気軽に最新の環境に良いものを取り入れていた。私たちもソーラーパネルを屋根に設置したが日本よりはるかに安かった。また、私の地元川崎市麻生区の市民と行政の協力団体では小学生にソーラークッカーでの体験授業を行っているので、そのパネルを持参して村人にご飯やゆで卵を料理して食べてもらった。

③ 科学教育　遺伝子研究への協力など。

マングローブの４０年—アラビアから古生物学・気候危機へ

向後元彦（マングローブ植林行動計画）

マングローブのおもしろさ、奥深さ——だから４０年も続けることができたのだろう。偶然と必然…いくつもの課題があらわれた。成し遂げられたのは、ひとえに、よき仲間・理解ある支援者がいたからだ。おもな活動を列記する。

I. 株式会社 砂漠に緑を（1978～91）
1. アラビア、植林技術の確立（1978-91）——非常識への挑戦
・植栽試験：カフジ（サウジアラビア）、ムバラス島（アブダビ）、クルム・サラーラ（オマーン）＊自然環境：高塩分濃度、酷暑（カフジでは冬の低温も）、貧栄養・アルカリ土壌／植林樹種：*Avicennia marina*／植生調査：インド～イラン、アラビア半島全域／受賞：ロレックス賞（スイス、1987）／著書：『緑の冒険』岩波新書
2. アジア太平洋地域、マングローブ復元調査（1985-87）——UNESCO の依頼
・ミクロネシア、パキスタン、インド、バングラデシュ
3. 各協会設立支援（1988-89)
・国際マングローブ生態系協会、沖縄マングローブ協会、日本マングローブ協会
4. ミャンマー・イラワジデルタ、植林技術の確立（1990-92）——UNDP の依頼
・森林局が 10 年をかけた未解決の課題／受賞：日経地球環境技術賞（1994) 、大同生命地域研究賞（1998)

II. NGO）マングローブ植林行動計画（1992-)
1.　エクアドル（1993-2002)
・　マハグアール原生林保護／樹高 64m の高木実測／エコツーリズム開発／女性組合支援／考古学博物館（ラトリータ古代文明、未完）など、＊現地 NGO からの襲撃によってプロジェクトは終わった。
2.　ベトナム（1993-）
・植林支援／ワークショップ開催／マングローブ音楽会（カンザー）など
3.　ミャンマー（1998-）
・植林支援（ベトナムと共に、1998 から東京海上日動との協働）／エコツーリズム開発／学校建設支援／!0 Years in Pyindaye、20 Years in Pyindaye の刊行など

III. その他（現在進行中）
1.　マングローブの起源を訪ねて ＊総合地球環境学研究所（地球研）での研究など
2.　マングローブ大学設立（1988～）＊設立目的：気候危機緩和・地域住民生活向上／受賞：Worldview Climate Prize（ノルウェイ、2019）

公開シンポジウム
「高精度センシング技術の進歩と利活用の展開可能性」

コンビーナー：宮城 豊彦(ISME・地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ)・鈴木 高二朗(港湾空港技術研究所)・柳澤 英明(東北学院大学教養学部)・馬場 繁幸(ISME)

趣旨

潮間帯の上半部に発達するマングローブ林とその生態系は、古来よりその特異性が注目されてきた。特に 1975 年にハワイ大学で開催された総括的なシンポジウムではマングローブを対象とする多方面の調査研究報告が行われた。これを契機に、この森林生態系が発達する潮汐・土地条件と森林構造との関係に関する研究も拡大する。一方、今日においても「この生態系は泥濘と根系に行動を阻まれる手ごわい存在」であるとの認識も強い。これらのことが、力仕事的なアプローチを必要としていることにもつながり、典型断面を設定し、方形区を構築してその実像を把握することに多大な労力を費やす状況が続いている。コンビーナーの馬場・宮城は 1976 年から半世紀近くにわたり西表島を始めとして各地を踏査している。これまでの調査行動を振り返るまでも無く「悪戦苦闘」であり、それは歩ける範囲での観察と記載を主な行いとするものであった。しかるに 2015 年頃から現在に至るセンシング技術の発達と多視点写真測量、高分解能画像データのオープンソース化などは目を見張るものがある。これは先端技術の開発のみならず、操作性、価格などの点での大転換も並行している。この状況はマングローブ林を対象としても同様である。我々は現在を、これまで蓄積し続けた観察と記載の意味付けも、より基準化された広域の　3 次元データの取得・整備の可能性も視野に入る時代と考える。言わば新しい教師　データ構築の端緒にあるとも言えるのではないか。然るに、地下部の高分解能化は未だ不十分である。この隘路を開くために「不攪乱コアの採取」というプリミティブなアプローチも林床堆積物・微地形の形成・維持・発達に関する正確な理解のために必要である。

マングローブ林とその林床堆積物が有する大きな炭素貯留機能が近年各方面で注目されている。更には津波や高潮、台風などの沿岸災害に対する緩和可能性の研究も急速に拡大している。近年の傾向には、その解析に定量化とともに力学的なアプローチが必要とされる場面も多く、森林・樹木自体の数値情報化が求められるようになった。高精度のデジタル３次元センシング技術をマングローブ林へ適用することは、沿岸域の生態学的な理解の展開とともに、隣接科学・技術分野との連携の契機ともなるのではないか。

本学会では、これまでもセンシング技術・ツールを用いたマングローブ林の精密情報を確保することの意義に関するシンポジウム（2018、2021 年）を実施してきた。これらを踏まえて、今回は現在進行形とも言える技術革新の中にある LiDAR データの取得に関する現況の報告、および高密度点群データ処理の先にあるマングローブ林沿岸域の水理・地盤特性の評価に関する研究例を報告する。併せて、現在試作中である簡易型の不攪乱コア採取器具（ジオスライサー NM5）による堆積物取得とその意義の紹介も行う。

今回のシンポジウムの講演は、何れも先端的なものではあるが同時に調査研究の緒に就いたばかりの preliminary な試みである。本学会の趣旨の一つに自由闊達は意見交換を行うこととそれがもたらす化学反応的な展開があると考える。このような立ち位置から、学会諸兄の多角的な意見交換が実現することを望んでいる。

LiDAR-SLAMによるマングローブ林の実態把握の可能性

○山本敦也（中日本航空株式会社）・宮城豊彦(ISME・地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ)
・馬場繫幸(ISME)・古川恵太（海辺研）・宇野女草太（中日本航空株式会社）

【背景と目的】

近年は、高精度なレーザセンサの軽量化、低価格化が進み、森林分野においても地上からのレーザ測量（Terrestrial LiDAR：Light Detection and Ranging）が利用され始めている。これにより樹幹部の現存量や立木密度を高精度に把握できるようになった。しかし、マングローブ林においては、他の林相と比べ下層の死角が多いこと等により、地上レーザ計測の実例は少ない現状にある。これに対し、手持ちで移動しながら計測ができるレーザスキャナを用いることで、マングローブの枝や支柱根が入り組んだ死角に回り込んで計測ができるため、森林内部の3次元的な構造を効率的に取得できることが期待される。本発表では、マングローブ林内の構造把握を目的として実施されたハンドヘルド型レーザスキャナ（LiDAR-SLAM）による計測事例を紹介する。

【調査地と使用機材】

調査地は、モーリシャス共和国Ferney及びMelvilleの2地区にあるマングローブ林である。計測対象は、同地区に生育するマングローブ林の主要な構成種であるオヒルギ（*Bruguiera gymnorrhiza*）、オオバヒルギ（*Rhizophora mucronata*）とした。レーザ測量機材は、ハンドヘルド型レーザスキャナZEB-HORIZON（GeoSLAM社）を使用した。

【作業状況と今後の予定】

計測された点群を断面表示し取得状況を確認したところ、点密度が高い箇所においては、林分の階層構造が再現されており、稚樹等の下層植生の有無についても判読が可能であった（図1）。また林床の微地形や林冠構造の把握のため、0.25mグリッドの数値標高モデル（DTM, DSM, DCHM）を作成した。今後は、点群データの解析処理を進め、毎木調査等の現地実測結果との比較により、マングローブ林におけるLiDAR-SLAMの適用性を検証する。

本研究は、公益信託 商船三井モーリシャス自然環境回復保全・国際協力基金の助成受け、国際マングローブ生態系協会（ISME）による「マングローブ生態系保全・再生と持続可能な利活用への技術支援と人材育成プロジェクト」の一部として実施されたものである。

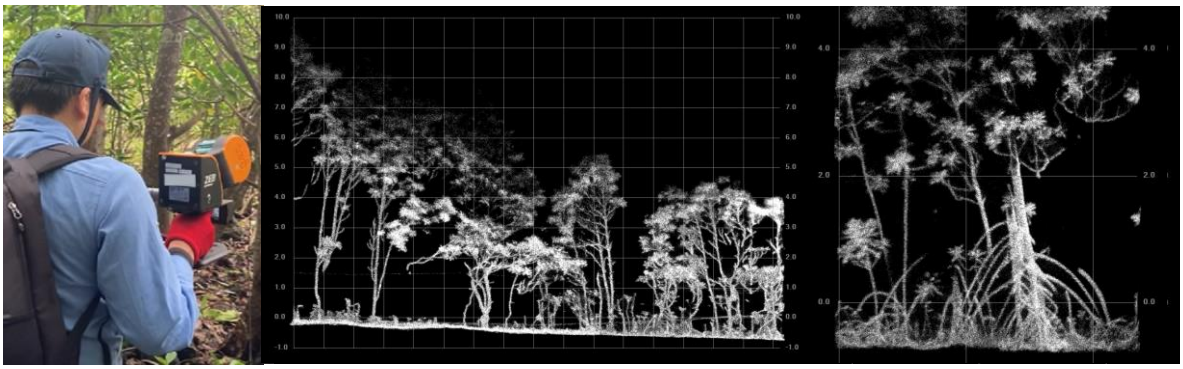


図1：計測風景と点群取得状況（取得幅0.5mの断面表示）

LiDAR 技術を活用したマングローブ林内の微地形把握

○笠井克己（東京大学）・後藤和久（東京大学）・柳澤英明（東北学院大学）

近年、LiDAR 技術を活用した地形解析技術は、学術のみならずインフラ整備や防災上の重要性から様々な場面で活用されている。LiDAR とは、レーザー光を照射し物体に当たって跳ね返ってくるまでの時間を計測し、物体までの距離や方向を測定する技術のことであり、短時間で膨大かつ高精度の点群データを取得することができる。LiDAR 技術をマングローブ林に適用することで、従来の写真測量などからでは得ることの難しかった、林内の微地形データを簡便かつ詳細に把握できる可能性がある。マングローブ林内の微地形を把握することができれば、樹種・樹形分布と地形（標高）との関係把握や、潮流計算などの高精度化にもつながると期待される。

LiDAR 測量は、小型飛行機などの無人飛行機に搭載して上空から測量する方法と、ハンディタイプのものを携帯して林内を踏査し測量する方法の二つが考えられる。上空からのLiDAR測量では、短時間で広範囲をカバーすることができることに加え、かつ樹高などの情報が得られる。また、植生下までレーザー光が通れば地表面まで計測できる。しかしながらマングローブは潮間帯の低湿地環境に密集してし、上空の遮蔽率が高いため、レーザー光が地表に到達しにくいと考えられる。そのため、上空からのLiDAR測量のみで、どれだけ正確に地形を捉えられるかは、地域ごとの樹種特性にもよっている可能性があり、利用可能性についての評価が必要である。

一方、林内から LiDAR 測量を行う場合は、対象範囲内を移動しながら測量するため、樹木による遮蔽率を考慮する必要はなく、より詳細な地表面の計測や樹木自体（樹径等）の測量も可能である。しかしながら、林内では GNSS を受信できないため、SLAM（自己位置推定と環境地図作成）技術を活用する必要があり、SLAM搭載型LiDARを利用し、かつ適正な測量手法を検討する必要がある。

以上の背景を踏まえて本研究では、沖縄県石垣島及び西表島のマングローブ林を対象とし、無人航空機にLiDARを搭載し上空から測量した場合とバックパック型の SLAM 搭載 LiDAR を用いた林内での測量データを組み合わせることで、センチメートルオーダーの超高解像度のマングローブ林内地形データを取得することを目的とした。本発表では、両機種で取得したデータの精度検証の結果と、その適用限界について報告する。

マングローブ林生息地の地盤強度に関する一考察

○鈴木高二朗（港空研）・鶴田修己（港空研）・中村康大（港空研）

はじめに：砂地盤の強度は波や潮汐による冠水・干出の影響によって変化することがこれまでの研究で明らかになってきている。佐々ら（2008, 2011），白水ら(2014，2016)は干潟の地盤強度とバートラフ地形、あるいはカニなどの底生生物の生息環境を調べ、冠水・干出にともなうサクションの動態が地盤強度を増加させていることを示している。また、砂地盤は波浪の作用によっても強度が増加する。善（1993）は波によって地盤が液状化し、その後締め固まって高密度化することを示した。さらに鈴木ら（2002，2003）は深さ 1m の地盤層を持つ水路（105m 水路）と深さ 4m の地盤層を持つ大規模水路（港湾空港技術研究所の大規模波動地盤総合水路）において波による地盤の液状化に関する実験を実施した。その結果、緩く堆積した地盤に波が作用すると、地盤が過剰間隙水圧の上昇をともなって液状化して大きく波打ち、時間の経過とともに間隙水が地盤の外に抜けていきながら締め固まることを示した。また、地盤の高密度化は液状化を伴わなくとも徐々に進行する場合があること、砂の浮遊現象（浮遊漂砂）は液状化が収まって地盤が高密度化した後に発生することを示した。

このように地盤強度や地盤の密度は、潮汐による冠水・干出や波の外力によって変化するため、マングローブの生息する地盤も冠水・干出や波の作用の仕方によって異なっていることが想定される。すなわち、比較的外洋に面した波浪の影響を受けやすい場所では地盤強度が強く、対して湾内や河口内部においては潮汐による冠水・干出の影響のみとなり、若干地盤強度が下がる。さらに、マングローブ林が拡大した後に腐葉土などが堆積して冠水・干出しにくくなった箇所では地盤強度が小さく、津波が作用する場合には抜根が起きやすくなっている可能性がある。本調査ではマングローブが生息している複数の箇所を踏査し、波や潮汐による冠水・干出が地盤強度に及ぼす影響を調べることとした。

踏査箇所：踏査は石垣島のマングローブ生息地である、大浜海岸堤防背後の窪地（L1）、名蔵湾北部海岸のマングローブの植林地（L2）、および L2 の海岸道路陸側の小河川内（L3）を対象とした。調査箇所 L1 の宮良湾大浜海岸は海岸堤防で波の進入が抑制され、潮汐だけが作用する箇所である。調査箇所 L2 は道路護岸前面にマングローブが植林された場所であり、潮汐だけでなく波浪が作用する場所である。また、調査箇所 L3 は調査箇所 L2 と道路護岸をはさんで陸側に小河川がある箇所である。この小河川内部の地盤は干出がほとんど見られない地点である。地盤強度は定性的に 3 段階（1：足が 10cm 以上沈む柔らかい地盤、2：足が 1 ㎝ほど沈む柔らかい地盤、3：足が沈むことの無い硬い地盤）で評価した。また、表層砂地盤の粒径を目視で調べた。

踏査結果と今後の展望：大浜海岸堤防背後（L1 地点）の粒径は約 0.8mm と比較的大きいものの、砂と粘土が混じっていて柔らかく、地盤強度を 2 とした。名倉湾北部海岸のマングローブの植林地（L2 地点）はマングローブ林の沖側の粒径が約 0.8mm、岸側背後が 0.3mm 程度だった。マングローブの林帯幅は 15m ほどしかないものの、岸側のマングローブ背後の方が波の作用が弱く、細粒成分が堆積しやすい傾向にあるものと考えられる。L2 地点の地盤は全体に固く、強度を 3 とした。道路護岸背後の小河川内部（L3 地点）は道路下部の暗渠を通して海水が出入りしている。砂や腐葉土の堆積で小河川河口部の地盤高が高く、水が抜けにくくなっており、潮汐による冠水・干出が起こりにくい環境になっている。腐葉土が緩く堆積しており、地盤強度は極めて緩く強度を 1 とした。外力条件を波と潮汐が作用する L2 地点で 3、潮汐のみが作用する L1 地点で 2、潮汐も作用しにくい L3 地点で 1 とすると、**外力条件と地盤強度は比例する**。また、**外力条件が厳しいほど、細粒成分が少なく**なり、より粒径が粗くなる傾向が見られた。なお、本調査は定性的であり、今後、コーンペネトロメーター、ベーンせん断試験を用いた地盤強度の測定と、底質の粒度分析および地盤高さの計測等によって、より定量的な調査を実施することが望まれる。

冠水・干出地盤の地盤強度に関する水理模型実験

○山縣史朗（港空研）・鈴木高二朗（港空研）・中村康大（港空研）

はじめに：マングローブの津波や波浪に対する安定性には、樹木自体の強度だけでなく、海底地盤の強度も関係していると考えられる。柳澤ら（2006）が 2004 年のインド洋大津波によって影響を受けたタイ Khao Lak のマングローブを調査した結果では、海岸付近から樹林奥に入るにつれてマングローブの折損、倒壊の状況が異なり、海岸付近ではマングローブの折損が、また、樹林奥ではマングローブが抜根で倒木している状況が確認されている。柳澤らは、このようなマングローブの倒木に関して地盤が泥炭で軟弱であることを一つの要因として挙げている。この例のようにマングローブの耐津波、耐波性能を評価するには、地盤強度の評価も必要だと考えられる。マングローブが生息する砂地盤は潮汐による冠水・干出、波浪による外力が作用する。潮汐による冠水干出では砂粒間にある間隙水が砂地盤内を上下する際に砂粒に表面張力（いわゆるサクション）が作用している。また干出する際にはこのサクションによって、砂地盤の締固め（いわゆる水締め）が発生し、地盤が高密度化する。一方で、波浪外力は地盤骨格と間隙水に伝播し、地盤骨格の変位を引き起こす。緩く締め固まった地盤の骨格はこの波浪外力によって破壊され、この場合にも地盤の締め固まり（高密度化）が発生する。特に破壊量が大きい場合には、上層地盤の砂粒子が間隙水中に浮かび、その重さが下層の間隙水圧を上昇させることでいわゆる残留過剰間隙水圧をともなう液状化が発生する。液状化にともなって、下層から上層に向けて間隙水が抜けていき、砂地盤の締め固まり（高密度化）が進んでいく。このような冠水・干出と波浪外力がどのように感潮域の砂地盤の高密度化を促進するのか、そのメカニズムはほとんど未解明だった。そこで本研究では、緩く堆積させた 2 種類の粒径の砂地盤を対象として冠水・干出、および波浪外力を作用させて、その高密度化過程を明らかにすることとした。

実験方法：長さ 12m、幅 0.5ｍの造波水路に、高さ 0.2m（うち 0.05m は透水性の防砂シート）、長さ 1m の砂地盤を作成した。砂地盤は水中に砂をスコップで撒き、緩く堆積させて作成した。用いた砂は粒径 0.08mm の相馬 8 号珪砂（砂 A）と 0.2mm のフラタリーサンド(砂 B)である。この砂地盤に水深 0.27m の状態で、波高 0.15m、周期 2s の規則波を作用させた。また、水路に水を冠水・干出を繰り返した。その際の状況をビデオで撮影したほか、コーンペネトロメーターにより地盤強度を測定した。

結果と今後の展望：1)初期強度：緩く堆積させた地盤は砂 A、砂 B ともに緩く堆積し、地盤強度はゼロだった。2)初期干出（干出 1）：次に、水路から水を抜き干出させたところ、砂 B からは水がある程度抜けて 36kN/m^2 の強度があった。一方、砂 A は透水係数が低いため水が抜けず、2 日間放置した後も冠水したままであり、強度はゼロだった。3)冠水 1：その後、再度冠水させたところ、砂 B の強度は再び低下してゼロとなった。4)波浪作用後：波浪を作用させたところ、砂 A は波で液状化し、表層から約 11 ㎝まで地盤が波打ち、しばらくすると締め固まって液状化が終了して砂漣が発生した。一方、砂 B では液状化は発生せず、徐々に砂漣が発達した。波浪作用後の強度は砂 A が 62kN/m^2 まで上昇したのに対し、砂 B ではゼロだった。5)干出 2：その後、干出させたところ、砂 A は強度が 345kN/m^2 まで増加し、砂 B も 71kN/m^2 まで増加した。その後は、冠水させると強度が低下し、干出すると増加する傾向を示した。以上のことから以下のことが明らかとなった。①緩く堆積した地盤に**波浪が作用した後、地盤が干出すると地盤強度が増加**する。特に**液状化によって地盤が締め固まった場合は強度増加が顕著**である。②**干出すると地盤強度は増加するが、冠水すると再び低下する。**波浪の作用と干出は地盤強度の増加をもたらす一方、冠水は地盤強度を低下させる傾向がある。クリークのような水で浸されている場所では地盤強度が低いことが分かる。なお、波浪の作用させない場合は冠水・干出による地盤強度が見られないことと、波浪や冠水・干出の繰り返し作用による地盤強度の変化については未解明であり今後の課題である。

マングローブ林床堆積物不攪乱コア採取の意義と工夫

○宮城豊彦（ISME/地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ）・宮城ふみ子（地域情報ｶｽﾀﾏｲｽﾞﾕﾆｯﾄ）

マングローブ林の立地基盤を正確に把握することの重要性：マングローブ林では環境傾度に相応して優占する種が置き換わる傾向があり、いわゆるゾ―ネーションを形成する。これは、この森林を調査する者にとって素朴な驚きであり、そのメカニズムを解明することに様々な可能性を感じてきた。古くは Chapman（1976）に、この事への大きな執着が見て取れる。この環境傾度の実際を詳細に理解することは、立地環境へ依存性が高い生態系自体の理解にとって必要不可欠なことと言えるのではないか。このシンポジウムでは地上部の構造把握が革命的に進歩する状況を紹介する。一方で、その土台たる潮間帯自体は未だブラックボックスであり、これは大きな研究ターゲットであろう。

土地（地形とその構成物）の把握は 1975 年頃から色々に試みられている。日本では発表者や藤本氏らが長く関わっている。これには大きな観点が二つあると考える。一つはできるだけ深い堆積物を採取して、立地環境条件自体の変動と森林変動との関係を解明し、これを将来予測にも展開しようとするもの。もう一つは、マングローブ生態系は潮間帯上半部に成立するので潮間帯の土地と森林の動態を土地から植物までを一体的に把握し、その形成・維持メカニズムを解明しようとするものである。ここで前者を地形学的なアプローチと言うならば、後者は地生態学的なアプローチとも言えるだろう。潮間帯という限られながらも、環境傾度が大きな場所においては、その一部は生物相が自ら構築する「当に地生態学的メカニズム」が進行する。マングローブ林の林床堆積物の正確な把握はマングローブ生態系の理解に中核的な意義を持つと言えよう。然るに、この観点からの包括的な記載も分析も殆どなされていない。潮間帯湛水環境下にあり極めて観察しにくいからであろうか。しかし潮間帯は**極めて限られた垂直レンジしかない**のであるから、この深度の実態を把握するのは工夫次第で可能ではないか。

Geoslicer（中田・原口・宮城など）の作製と展開：活断層変位の断面を正確に把握することは地震予知の大きな課題である。土木工事の現場よく見る 5t のバイブロハンマを用いて、ターゲットとなる断層自体に鋼板性の矢板を打ち込み、これをそっと抜いて地層の不攪乱断面を得て観察し、断層変位の過程を解明する。潮間帯の堆積断面を観察しようとピットを掘ったことがある人ならその困難性を実感しているであろう。潮間帯の内部構造を理解するには相応の工夫が必要である。発表者は簡易的な地層抜き取りきの Geoslicer NM シリーズ（NM は中田・宮城の略）を製作してきた。

不攪乱・定体積を目指した幾つかの試みと可能性：不攪乱であれば、堆積相（ファシス）の把握が正確にできるだけでなく、潮間帯中における物質構造の構成状況が可視化され、視る者相互の理解が促進されるであろう。堆積物固相のみならず液相もそのままであり、例えば任意の深度の塩分濃度も直に計測できる。可視化と理解を通じて共通理解化が進む。今年は、これまでの経験値を踏まえて、必要な深度と取得すべきボリュームの不攪乱コアを取得する器具を開発できたと考えている。未だ粗削りな域を出てはいないが、高精度 3 次元データを用いて「この高密度に存在する地生態系」の実際を理解する一助としたい。不攪乱コアであれば目視観察の容易さに加え、多方面の定量分析に適用可能である。堆積物の物質構成も多角的に注目すべきである。マングローブ林では地上部のバイオマスとともに地下部の炭素貯留量の大きさが注目されている。しかしその計量手法には困難性が垣間見える。定体積のコアを得て、これを定量分析して適切に位置づけることへも貢献できるであろう。

マングローブの発根と光の関係

○野中 美優（東京都立科学技術高等学校 園芸部）

1. 目的

河口の植物バイオマスは地球上で最も強力な炭素吸収源の一つである。そのため、マングローブ林の保全・再生に取り組むことは気候変動の影響を軽減するうえで重要な意味をもっていると言える。マングローブは他の植物にはみられない様々なユニークな性質をもっているため、マングローブ林を適切に管理し、植林などによる再生活動を効果的なものにするためにはマングローブの生理学的な側面をよく理解する必要がある。例えばマングローブの種子は樹上で発芽し散布体という独特な形態をとるが、その散布体が親から離れどこで根を下ろすかということはマングローブの生存戦略として非常に重要であると考えられる。そこで本研究では、光刺激が発根にどのような影響を与えているのか調査した。

2. 実験方法

暗条件で一度発根させたメヒルギの散布体を用い、その後の光条件で根の生育にどのような違いが生じるかを調べた。

方法 1：メヒルギの散布体全体をアルミホイルで覆ったものを 2 本、覆っていないものを８本用意し、全長の半分程度を湛水し、時間がたってから新たに発根しているかを確認した。

方法 2：アルミホイルで上部、中部、下部を覆い光を遮ったもの、散布体を逆さにして上部、下部を覆い光を遮ったものをそれぞれ 2 本ずつ用意し、時間がたってから新たに発根しているか確認した。

3. 結果と考察

結果１：メヒルギの散布体全体をアルミホイルで覆ったものに新たな発根がみられた（図 1）。メヒルギの散布体の発根には暗条件が必要であり、散布体に光が当たると発根が抑制されることが示唆された。

結果２：メヒルギの散布体の下部をアルミホイルで覆ったもののみに新たな発根が見られた。メヒルギの散布体の発根には散布体の基部を暗条件下におく必要があることが考えられる。

図 1. 全体をアルミホイルで覆った散布体からは新たな発根が見られ（左）、全体を照明下においた散布体からは新たな発根は見られなかった（右）。

4. 結論

メヒルギの散布体の発根には暗条件が必要であることがわかった。散布体全体を覆ったものに比べると下部だけを覆ったものは発根量が少なかったため、覆う範囲や組み合わせによって、発根量が変化する可能性がある。また、参考文献より一般的な植物は冠水によって不定根の形成が促進されることから、マングローブも水位によって発根する範囲が変わる可能性がある。これらを今後の研究課題とする。

5. 参考文献

ダニエル M アロンギ,今井 伸夫,古川 恵太,中嶋 亮太,檜谷 昴.マングローブ林の生態系生態学.東京農大出版会,2021,283ｐ.

小見 山章.マングローブ林ー変わりゆく海辺の森の生態系.京都大学学術出版会,2017,273ｐ.

土の違いが散布体の成長に及ぼす影響を調べるための実験計画

○小林 諒夏(山脇学園中学校３年)

【動機】

９月からマングローブの研究を行い、土壌の性質の違いがマングローブの生育に及ぼす影響について知りたいと考えた。マングローブは世界的に問題になっている地球温暖化の抑制に役立っている。どのような土壌でよく育つのかを知ることができれば、マングローブ林の面積を広げるための繁殖の一歩になるのではないかと考え、実験を計画した。

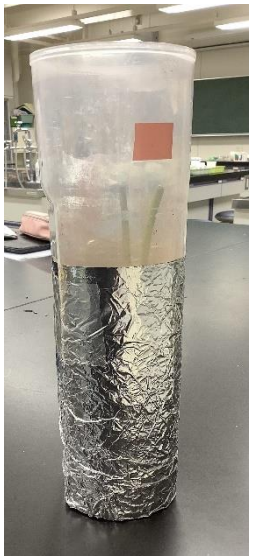
【仮説】

マングローブは通気性が悪く、有機物の分解が不十分で、軟弱な砂泥のような土壌に根を張り分布しているという特徴を持つ。そのため有機物が含まれない川砂のような土で最もよく成長すると考えた。その次に保水力を向上させる特徴を持つピートモスのような土でよく成長すると考えた。

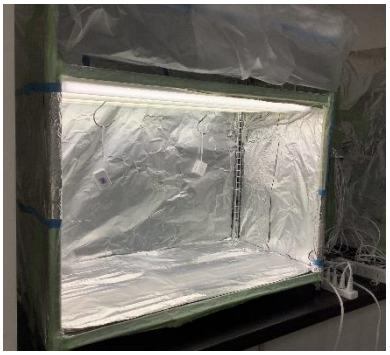
【方法】

ピートモス(強い酸性を示すフミン酸を含んだ保水性を高める効果を持つ)・川砂(川の底や河川敷に積もっている)・バーミキュライト(苦土蛭石という鉱物を加工し、通気性・保水性に優れる)・桐生砂(鉄分を多く含んだ通気性がよい弱酸性という特徴を持つ)の４種の土を使用する。0.1% NaCl を 300 ml 加えて湿らせた上記の土 320 g をパスタケース(写真１・2)に入れ、そこにメヒルギを２本ずつ入れて栽培棚（写真３）にて栽培する。1 種類の土についてパスタケースを３本ずつ用意し、計６本の散布体を栽培する。2 週間に一度の頻度で水替えを行い、合わせて生重量、葉の枚数、根の本数を測定して散布体の成長をみる。

（写真１）



（写真２）



（写真３）

散布体のダメージ箇所による成長への影響を調べるための実験計画

〇田中 理紗(山脇学園中学校 3 年)

【動機】
マングローブが海に漂ったのちに発芽・発根して木に成長すると知って、発生する問題について興味を持った。具体的には漂う間には障害物があり、傷ついてしまうこともあると考えた。そのため、そのようなことが起こっても正常に発芽・発根するのか、また、散布体のどの部分にダメージを受けると育ちにくくなってしまうのかということについて実験を通して調べることにした。

【仮説】
①根が生える方を破壊したもの、②中央を破壊したもの、③芽が生える方を破壊したもの
④完全に破壊したもの、⑤処理しないもの　を用意した場合、
①では、夏休み期間中に育ててみて、根の範囲は広いと気づいた。したがって一部の根が生える範囲に衝撃を与え、破壊してもその他の範囲で水を吸収すると考えたので根は出て芽も生えると考えた。
②では、中央を破壊すると、道管や師管などの水の通り道に気泡が入ってしまう。そのため根から吸い上げられた水が芽の方まで行かずに、水の通路が途中で途切れてしまう。したがって根は生えるが水が届かないので芽(葉)は生えないと考えた。
③では、私は種子には発芽に必要な最低限の栄養しか含まれていないと思う。したがって芽を破壊すると、生えようとしても発芽に必要な栄養および壊れた部分を補強する栄養が足りずに、芽は出なくなると考える。また、③では根にダメージが与えられていないため、根は生えると考えた。
④では、全て破壊されているため成長しないと考えた。

【方法】
装置(写真 1、2)を用いて散布体に衝撃を与える。衝撃は乾電池を用い、二つ繋げた状態のものを装置で落とすものとする。実験は散布体 15 本を使って行い、①根が生える方、②中央、③芽が生える方をそれぞれ破壊したもの、④完全に破壊したもの、⑤処理しないものの 5 種でそれぞれ 3 本ずつ行う。その後 0.4% NaCl の食塩水を用いて、湛水の状態で光を当て、栽培棚(写真 3)にて栽培する。葉の枚数、根の本数、茎の長さ、生重量を測定し成長への影響を見る。

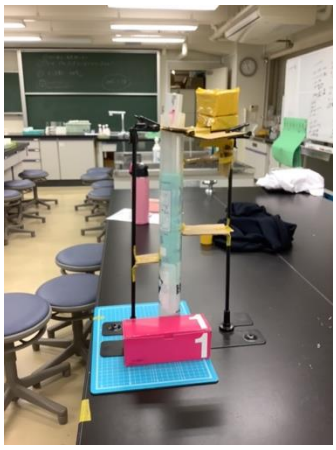


写真１

写真２

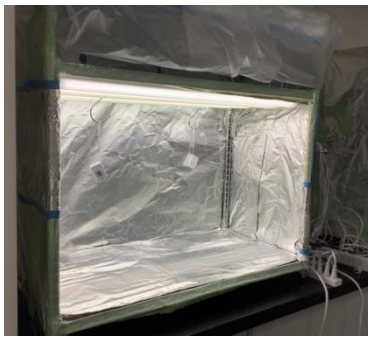


写真３