

市民参加型モニタリングを支えるデータベースの構造と機能
ー沖縄本島におけるマングローブ林の保全活動から

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2024-02-16
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 竹村, 紫苑, 今井, 洋太, 鎌田, 磨人
	メールアドレス:
URL	所属:
	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2000185

市民参加型モニタリングを支えるデータベースの構造と機能： 沖縄本島におけるマングローブ林の保全活動から

竹村紫苑*・今井洋太†・鎌田磨人‡

1. はじめに

生物多様性の保全は、複雑で予測が困難である生態系を対象としており、多種多様な生物種および生態系の現状を評価した上で順応的に対応策を講じていくことが適切であると考えられている。生態学分野では本アプローチを「順応的管理」と呼び、その過程において、現状を把握するためのモニタリング手法とデータにもとづく評価が特に重要である[1]。そのため、モニタリング手法とそれに基づく評価に関する研究は、生態学分野の研究者によって多くの知見が蓄積されてきた。しかしながら、専門家によるモニタリングだけでは十分な生物多様性に関する情報（以下、生物多様性情報と呼ぶ）を取得することが困難であり、それが生物多様性の保全を妨げる課題となっていた[2]。

この課題を解決し、生物多様性情報の整備と活用が大きく貢献するブレークスルーとして期待されている新しい研究アプローチが、インターネットやスマートフォンなどの最先端のICTツールを活用した市民参加型のモニタリングである[3,4]。例えば、eBird プロジェクト (<https://ebird.org/home>) では、世界中の参加者がスマートフォンアプリから年間1億件以上の鳥類の分布情報を報告し、報告された生物多様性情報が鳥類の保全研究に活用されている[5,6]。Manta Matcher プロジェクト (<https://mantamatcher.org>) では、世界各地の参加者によって報告されたマンタ（オニイトマキエイ）の写真と撮影地点の情報が、腹面の写真からマンタの個体を自動識別するアルゴリズムを用いて、個体数、移動パターン、および個体群構造を明らかにする研究に活用されている[7-9]。日本では、北海道が特定外来生物であるセイヨウマルハナバチの目撃・捕獲情報を市民参加型モニタリングによって収集し、モニタリングの結果はセイヨウマルハナバチの防除活動に活用されている (https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/alien/seiyo/seiyo_top.html)。このような市民参加型モニタリングの研究アプローチは市民科学 (citizen science) と呼ばれ、

近年、市民科学の専門学術雑誌「Citizen Science: Theory and Practice」が発刊されるなど、市民科学は生態学分野だけにとどまらない新しい学術分野となっている[10]。

一方、市民科学は、参加者が報告に使用するスマートフォンアプリ・ウェブアプリ、収集された膨大なデータを整理・分析するためのデータベース・ソフトウェア、そして、それらの基盤となるサイバーインフラによって支えられていることが多い。そのため、市民科学の現場では、生物多様性情報を整理・活用するためのシステムの運用が、モニタリング活動を阻害する新たな課題となっている[5]。なぜなら、システムが高度なものになればなるほど、システムを開発するための技術がより専門的になり、維持管理にかかるコストも増大するためである。加えて、生物多様性情報の整備と活用は、きわめて学際的な研究分野であり、生態学、博物学、情報学などに関する知識と技術、さらには各種の実践スキルが要求される[2]。このように、生態学分野では、現場の関係者が対象とする生物種および生態系の現状を認識・共有し、保全活動へと活用する上で、市民参加型モニタリングの実践と生物多様性情報の流通を支援する簡便なデータベースの開発・運用の方法論やノウハウが十分に蓄積されているとはいえない。

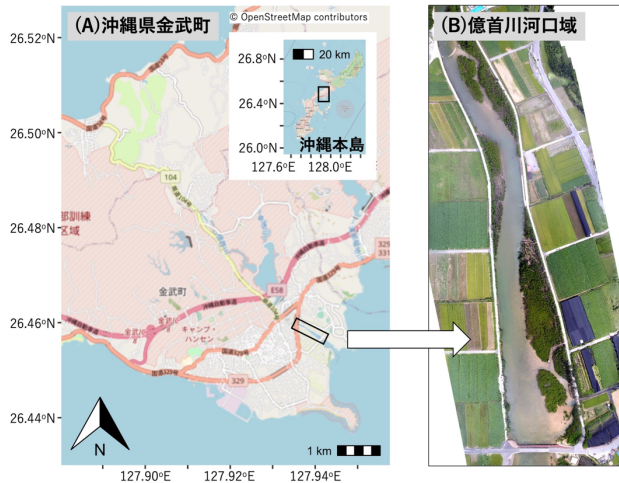
そこで本研究は、Facebook や Google Drive などの既存のクラウドサービスに着目する。これらのクラウドサービスは、個人や小規模事業者であれば無償で利用することができ、かつ、その優れたユーザインターフェースによって多くの人々が簡便な操作で生物多様性情報を報告・共有できる状況にある。したがって、筆者らは、既存のクラウドサービスを組み合わせた簡易データベースを開発することによって、市民参加型モニタリングの実践を通じて、生物多様性情報の流通に貢献することが可能になると考えた。本稿は、熱帯・亜熱帯の汽水域に形成され、沿岸および河川生態系を構成する主要な生態系の1つである沖縄本島のマングローブ林を対象に、筆者らが既存クラウドサービスを組み合わせ、簡易データベースの開発に取り組んだ試みを紹介する。そして、その試みを通じて得た、市民参加型モニタリングを支えるデータベースに求められる機能について解説する。

* 水産研究・教育機構 水産資源研究所

† 神戸市立工業高等専門学校都市工学科

‡ 徳島大学大学院社会産業理工学研究部

Key words: 生物多様性, 生態系管理, 市民科学, ICT



第 1 図 研究対象地。(A) 沖縄県金武町は沖縄本島中部に位置している（背景図引用元：OpenStreetMap を使用）。(B) 億首川の河口域にはマングローブ林が成立している（航空写真引用元：2016 年のドローン空撮画像 京都先端科学大学丹羽英之教授提供）。

2. 簡易データベースのコンセプト

2.1 研究対象地

本研究の対象地である億首川は、沖縄本島中部の国頭郡恩納村を源流として、東海岸の金武町から太平洋に注ぐ二級河川であり（第 1 図-A）、その河口域にはマングローブ林が成立している（第 1 図-B）。新型コロナウイルス感染症パンデミック以前の 2018 年には、33 万人以上の観光客が金武町を訪問し、そのうちの 9.5 万人がマングローブ林およびその周辺に広がる水田を利用していた。

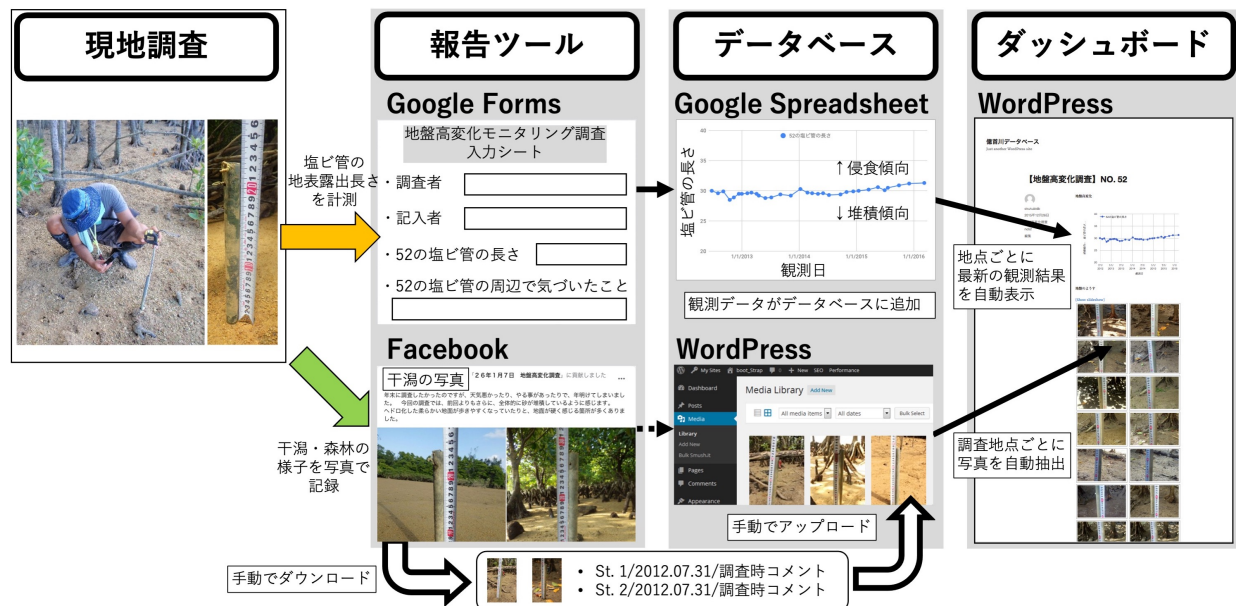
このように、億首川河口域におけるマングローブ林を中心とした自然資源は、地域の産業を支える重要な観光資源である[11]。しかしながら、2008 年頃からマングローブ林の枯死や倒木が目立つようになり、近年、急速に森林の劣化が進行している。そのため、金武町は、2022 年 3 月に億首川のマングローブ林およびその周辺における自然資源を継続的に活用するための保全・再生、観光の方向性、そして、これらを継続的に担保する教育・人づくりのための基本方針とビジョンを定めた「億首川周辺マングローブ保全再生・活用基本計画」を策定した。

2.2 協働モニタリングの仕組み

本研究では、マングローブ林内に設置した 18 カ所の調査地点において、協力者である地元住民が干潟の河床高変化、そして、干潟と森林の変化を既存のクラウドサービスを活用して記録・報告するための協働モニタリングの仕組みを開発した。調査者は、干潟に打ち込まれた塩ビ管の地表に露出している部分の長さをメジャーで計測した後、デジタルカメラまたはスマートフォンを用いて干潟の表層土壌および森林の様子を写真で記録した。調査終了後、調査者は河床高変化調査の数値データを Google Forms から報告し、干潟と森林の写真と調査時のコメントを Facebook のグループページに投稿した。

2.2 情報共有の仕組み

協働モニタリングの結果を関係者間で情報共有する仕組みは、無償の WordPress 提供サービスを用いて開発した。第 2 図は、本研究で開発した簡易データベース「億首川マングローブ DB」のコンセプトを示したものである。Google Forms から報告された河床高変化調査の数値データは、Google Spreadsheet 上のデータベースに追



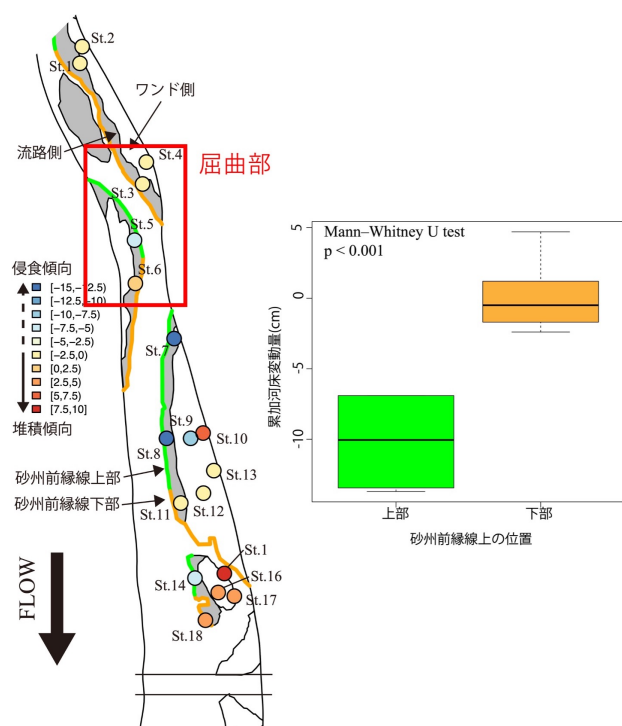
第 2 図 億首川マングローブ DB のコンセプト

加され、地点別に調査結果のグラフがダッシュボードに表示される。一方、Facebook のグループページへ投稿された調査写真やコメントなどのデータは、WordPress の拡張機能を用いてデータベース化され、地点別に調査写真のギャラリーがダッシュボードに出力される。ダッシュボードは、データベースから生成された河床高変化調査のグラフと調査写真のギャラリーを WordPress の固定ページに埋め込むことによって開発した。

3. 億首川マングローブ DB

3.1 河床高変化データ

2012 年 6 月から 2017 年 3 月までの期間に、協力者である地元住民が毎月 1 回程度の頻度でモニタリングを実施し、計 1329 件のデータが報告された。第 3 図は、2012 年 6 月から 2015 年 9 月までの期間に報告された、億首川マングローブ林における河床高変化のパターンを示している。億首川のマングローブ林は、干潮時の戻り流が強い流路側の砂洲前縁上部において河床が侵食し、満潮時の上潮が強く、年最大規模出水時に水あたりが弱い流路側の砂洲前縁下部において河床が堆積していることが確認された[12]。その中で、屈曲部に位置し、年最大規模出水に水あたりの激しい St.3 では、長期間にわたって河床高が一定の高さに維持されており、現在もマングローブの若木個体が多く生育していた。一方、St.3 と同様に年最大規模出水時に水あたりが激しい場所であるにもかかわらず、河床が侵食傾向にある St.5 と堆積傾向にある

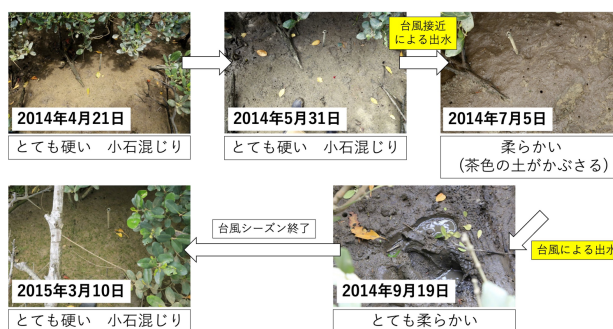


第 3 図 2012 年 6 月から 2015 年 9 月までの億首川マングローブ林における河床高変化のパターン (今井他, 2016 [12] の図 3 および図 4 を改変)

St.6 ではマングローブの若木個体がほとんど生育しておらず、森林の劣化が急速に進行していた[13]。このような場所は、潮汐作用による河床の浸食や堆積が起これにくい地形へと河床形状を修復することによって、人工的な管理によるマングローブ林の再生をおこなうべき場所である。このように、干潟に打ち込んだ塩ビ管の地表に露出している部分の長さを測定するという簡便な調査によって、マングローブ生育地における詳細な河床高変化が記録可能であり、調査結果はマングローブ林の中で優先的に再生すべき場所を特定するデータとして活用できる[12]。

3.2 調査写真データ

協働モニタリングでは、計 1112 件の干潟及びマングローブ林の調査写真も報告された。第 4 図は、2014 年 4 月から 2015 年 3 月までの期間に St.3 で報告された干潟の写真と調査時のコメントを時系列で整理したものである。第 4 図より、台風シーズン前に比較的硬かった St.3 の表層土壌は、台風シーズンの出水によって軟弱な土壌へと変化し、台風シーズンの終了とともに再び比較的硬い表層土壌へと変化していることが明らかとなった。また、第 4 図からは、季節によって表層土壌の色に違いが見られること、そして、2014 年の台風シーズン初期の出水時に泥分を多く含んだ土砂が大量に堆積したことも確認された。このように、協働モニタリングによって報告された写真と調査時のコメントなどのデータは、干潟の季節変化に関する情報を補完する資料として活用できる可能性も示唆された。



第 4 図 協働モニタリングによって記録された St.3 における干潟の季節変化の様子

3.3 ダッシュボード

第 5 図は、億首川マングローブ DB によって出力されたダッシュボードの例を示している。億首川マングローブ DB の利用者は、第 5 図左に示したトップページ上部の地図から閲覧したい地点をクリックすることによって、該当する地点の干潟および森林の調査結果ページにアクセスすることができる。第 5 図右は、St.3 における干潟の調査結果ページを示しており、モニタリングによって新しいデータが報告されると、調査結果ページの内容も最新の情報へと自動的に更新される。このように、億首



第 5 図 億首川マングローブ DB によって出力されたダッシュボードの例

川マングローブ DB の利用者は、ダッシュボードから最新の調査結果を入手し、関係者と共有することができる。

億首川マングローブ DB は、2015 年 6 月に関係者による円滑な情報共有を目的とした任意団体「億首川環境保全推進連絡協議会」の設立を契機として、筆者らが開設した。億首川マングローブ DB では、未発表のデータや希少生物の分布情報などの秘匿性の高いデータを含んでいたため、ユーザ認証によってログインした関係者のみがダッシュボードを閲覧できるようになっている。なお、億首川マングローブ DB は、億首川マングローブ林の保全活動に携わる地域の関係者からモニタリングの結果を情報共有するデータベースとして評価を得ていたが、無償の WordPress 提供サービスを用いて運用していたため、当該サービスの提供終了に伴い、現在、利用できない状況である。

3. 簡易データベース開発から得た学び

3.1 市民参加型モニタリングの実践と生物多様性情報の流通

本研究は、既存のクラウドサービスを組み合わせることによって、億首川における干潟およびマングローブ林の変化を把握・記録し、関係者間でマングローブ林の現状を共有するための簡易データベースを開発した。その結果、2012 年 6 月から 2017 年 3 月までの期間に、地元住民が毎月 1 回程度の調査を実施し、2000 件を超える河床高変化の観測結果、調査写真および調査時のコメントに関するデータが蓄積された。協働モニタリングの結果は、億首川マングローブ林の中で優先的に再生すべき場所を特定する資料の一つとして、金武町による「億首川周辺マングローブ保全再生・活用基本計画」の策定に活用された。また、億首川マングローブ林の保全活動に携

わる地域の関係者からは、簡易データベースによる調査結果のフィードバックが、モニタリングの担手のモチベーション向上や関係者間の情報共有に貢献しているという評価も得ていた。このように、本研究において億首川マングローブ林を対象に開発した簡易データベースは、市民参加型モニタリングの実践を通じて、生物多様性情報の流通に貢献したものと考えられた。また、本稿で紹介した方法論は、既存のクラウドサービスを組み合わせた簡便なものであり、他の生物種や生態系にも適用可能なものである。

3.2 市民参加型モニタリングを支えるデータベースに求められる機能

本研究は、地元住民の協力を得てモニタリングを実施し、億首川マングローブ DB に 2000 件を超える報告データを蓄積できた。しかしながら、市民参加型モニタリングの成功の可否は、協力者の情熱によるものが大きいことを否定できない。そのため、市民参加型モニタリングを支えるデータベースは、協力者の視点から設計および開発されることが重要であろう。億首川マングローブ DB の開発および運用を通じて、市民参加型モニタリングを支えるデータベースは、以下の 3 つの機能が求められると考えられた。

1 つ目の機能は、協力者が簡便な操作でデータベースから調査結果を報告できることである。Facebook などの SNS、そして、Google Forms などのウェブアンケート作成サービスは、その優れたユーザインターフェースによって、誰でも簡便に利用できる。億首川マングローブ DB は、報告ツールとして Facebook と Google From を採用し、2000 件を超える報告データの収集が実現できた。この結果は、SNS やウェブアンケート作成サービスが生物多様性情報を報告するツールとして非常に効果的である

ことを示すものである。

2 回目の機能は、迅速なデータの整理・分析・見える化によって、協力者がデータベースから速やかに報告結果のフィードバックを得られることである。億首川マングローブ DB は、協力者によって報告された河床高変化調査の数値データが自動的にデータベースへと追加され、協力者はダッシュボードから最新の河床高変化のトレンドをグラフから確認できる。本研究の試みを通じて、調査結果のフィードバックは、モニタリング協力者のモチベーション向上につながっていた。この結果は、協力者に調査結果のフィードバックを速やかに提供する機能が、生物多様性情報の収集を担うモニタリング参加者のインセンティブ創出に貢献していることを示唆するものである。先行研究においても、調査結果のフィードバックは、モニタリング参加者のインセンティブとして貢献していることが報告されている[14,15]。

3 回目の機能は、協力者がデータベースから調査結果の共有範囲を設定できることである。協働モニタリングによって収集された調査結果は、未発表データや希少生物の分布情報などの秘匿性の高いデータも含んでいる場合があるため、報告結果の共有範囲は状況に応じて柔軟に設定する必要がある。億首川マングローブ DB では、WordPress のユーザ認証機能を用いて報告結果の共有範囲を制限することで、協力者は安心して最新の調査結果を関係者と共有することができた。この結果から、共有範囲を柔軟に設定できる機能は、関係者間で生物多様性情報を円滑に共有・活用する上で必要不可欠なものであると考えられる。

4. 今後の展望

本稿で紹介した簡易データベースには、改善すべき課題も残されている。1 回目の課題は、複数のクラウドサービスを組み合わせているが故に、協力者が協働モニタリングの結果を Google Forms と Facebook の両方から報告しなければならず、報告にかかる手間と時間を要していた点である。2 回目の課題は、Facebook のグループページに投稿された写真やコメント等のデータを管理者が手作業でデータベース化しなければならない点であった。例えば、スマートフォンなどから SNS 等のチャットボットとの対話で簡単にモニタリング結果が報告でき、かつ、報告されたデータが Google Spreadsheet 等のクラウドサービスにデータベース化されるような自動化ツールを開発することによって、効率的な生物多様性情報の整備・活用が可能になるであろう。システム・制御・情報の各分野では、自動化ツール開発、自然言語処理、画像解析、AI 技術に関する研究成果が蓄積されており、技術も確立されている。今後、各分野の研究者および専門家との情報交換を通じて、最新技術を導入し、簡易データベースの改良に努めたいと考えている。

おわりに、近年、沿岸地域は気候変動に伴う自然災害に直面しているだけでなく、海水温上昇の環境変化によって海域生態系も大きく変容している。複雑で予測が困難な海洋生態系の現状を評価し、気候変動への対応策を講じていく上では、生態学分野の生物多様性情報を流通させるための方法論、さらにはシステム・制御・情報の各分野における最先端 ICT ツールが、海洋科学の分野で今まさに求められている。ユネスコの政府間海洋学委員会 (Intergovernmental Oceanographic Commission) は、2021 年から 2030 年までで「国連海洋科学の 10 年 (UNDecade of Ocean Science for Sustainable Development: UNDOS)」と位置付け、世界中の研究者が連携して市民参加型モニタリングをはじめとする国際共同研究プロジェクトを実施し、海洋科学の変革に挑戦している[16]。UNDOS では、研究者だけでなく、海を利用する様々なセクターの人々が海の現状を報告し、関係者間で迅速に情報を共有し、気候変動適応策の政策立案に貢献する市民参加型海洋観測システムを開発することが、今後 10 年間で達成すべき挑戦課題の一つ (挑戦課題 8) として掲げられている[17]。本研究を通じて得た学びは、市民参加型モニタリングの実践を通じて、生物多様性情報の流通を支援するデータベースに求められる機能を、実際に協力者と協働モニタリングを実施した経験から整理したものであり、UNDOS が構築しようとしている海洋観測システムの開発に有益なものであると考える。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、ふくらしやや自然体験塾の外間慎仁氏、高里尚正氏 (当時)、仲田弥史氏、天願雄太氏、山口大学大学院の赤松良久教授、琉球大学の神谷大介准教授、沖縄環境地域コンサルタントの宮良工博士、福岡工業大学の乾隆帝准教授、京都先端科学大学の丹羽英之教授、そして、ネイチャーみらい館、金武町、および、内閣府沖縄総合事務局北部ダム統合管理事務所から多大なご協力を得た。なお、本研究は公益財団法人 河川財団の河川基金助成事業 (2014 年度; 261215028, 2015 年度; 271215023, 2016 年度; 285211061) および、総合地球環境学研究所プロジェクト “地域環境知形成による新たなコモンズの創生と持続可能な管理” (2012~2017 年度; 14200085) による研究資金の一部を利用して実施した。ここに記して、お礼申し上げる。

参 考 文 献

- [1] 鷺谷いづみ・鬼頭秀一編：自然再生のための生物多様性モニタリング；東京大学出版会、233 頁 (2007)
- [2] 三橋弘宗：生物多様性情報の整備法；鷺谷いづみ他編「保全生態学の技法 調査・研究・実践マニュアル」東京大学出版会、103-128 (2010)
- [3] Dickinson, J. L., Zuckerberg, B., & Bonter, D. N. :

- Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits; *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 41, 149-172 (2010)
- [4] Kobori, H., JanisL. Dickinson, I. Washitani, R. Sakurai, T. Amano, N. Komatsu, W. Kitamura, S. Takagawa, K. Koyama, T. Ogawara, and A. J. Miller-Rushing: Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation; *Ecological Research*, 31, 1-19 (2016)
- [5] Callaghan, C. T., Nakagawa, S., & Cornwell, W. K.: Global abundance estimates for 9,700 bird species; *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(21), e2023170118 (2021)
- [6] Youngflesh, C., J. Socolar, B. R. Amaral, A. Arab, R. P. Guralnick, A. H. Hurlbert, R. LaFrance, S. J. Mayor, D. A. W. Miller, and M. W. Tingley: "Migratory strategy drives species-level variation in bird sensitivity to vegetation green-up."; *Nature Ecology & Evolution* 5(7), 987-994 (2021)
- [7] Town, C., Marshall, A., & Sethasathien, N.: Manta Matcher: automated photographic identification of manta rays using keypoint features; *Ecology and evolution*, 3(7), 1902-1914 (2013)
- [8] Germanov, E. S., Bejder, L., Chabanne, D. B., Dharmadi, D., Hendrawan, I. G., Marshall, A. D., ... & Loneragan, N. R.: Contrasting habitat use and population dynamics of reef manta rays within the Nusa Penida marine protected area, Indonesia; *Frontiers in Marine Science*, 6, 215 (2019)
- [9] Knochel, A. M., Cochran, J. E., Kattan, A., Stevens, G. M., Bojanowski, E., & Berumen, M. L.: Crowdsourced data reveal multinational connectivity, population demographics, and possible nursery ground of endangered oceanic manta rays in the Red Sea; *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32:1774-1786 (2022).
- [10] Fraisl, D., Hager, G., Bedessem, B., Gold, M., Hsing, P. Y., Danielsen, F., ... & Haklay, M.: Citizen science in environmental and ecological sciences. *Nature Reviews Methods Primers*; 2(1), 1-20 (2022).
- [11] 金武町: 億首川周辺マングローブ保全再生・活用基本計画; 金武町, 82 ページ (2022)
- [12] 今井洋太, 竹村紫苑, 高里尚正, 乾隆帝, 赤松良久, & 鎌田磨人: 協働モニタリングによる沖縄本島億首川ダム直下マングローブ林の河床変動特性の把握; *土木学会論文集 B1 (水工学)*, 72(4), I_1093-I_1098 (2016)
- [13] 竹村紫苑: 空間的階層性概念に基づくマングローブ生育地の持続性評価; 徳島大学大学院先端技術科学教育部博士論文, 126 頁 (2013)
- [14] Sullivan, B. L., Aycrigg, J. L., Barry, J. H., Bonney, R. E., Bruns, N., Cooper, C. B., ... & Kelling, S.: The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science; *Biological conservation*, 169, 31-40 (2014)
- [15] Laso Bayas, J. C., See, L., Bartl, H., Sturn, T., Karner, M., Fraisl, D., ... & Fritz, S.: Crowdsourcing LUCAS: citizens generating reference land cover and land use data with a mobile app; *Land*, 9(11), 446 (2020)
- [16] 牧野光琢: 日本の海洋保全政策—開発・利用との調和をめざして; 東京大学出版会, 196 頁 (2020)
- [17] UNESCO-IOC: The United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030) Implementation Plan; UNESCO, Paris (IOC Ocean Decade Series, 20.), 54 pages (2021)

著者略歴

たけむら しおん
竹村 紫苑 (非会員)



2013 年徳島大学大学院先端技術科学教育部知的力学システム工学専攻博士課程修了。同年総合地球環境学研究所プロジェクト研究員, 2017 年より水産研究・教育機構研究員。2021 年より同機構主任研究員。マングローブ林の保全や沿岸漁業管理を対象として, 自然資源の持続的利用に向けて関係者が自己評価に基づいて資源管理の取り組みを改善していくための評価・改善ツールの開発に従事。博士 (工学)。日本景観生態学会, 土木学会, 日本水産学会などの会員。

いまい ようた
今井 洋太 (非会員)



2021 年徳島大学大学院先端技術科学教育部知的力学システム工学専攻博士修了。同年神戸市立工業高等専門学校助教, 2022 年より同高等専門学校講師。水田や耕作放棄地を活用した流域治水手法や伝統的治水手法の定量的評価に関する研究に従事。博士 (工学)。日本景観生態学会, 土木学会, 応用生態工学会, 日本生態学会などの会員。

かまだ まひと
鎌田 磨人 (非会員)



1990 年広島大学大学院生物圏科学研究科博士後期課程修了。同年徳島県立博物館学芸員, 1998 年より徳島大学工学部建設工学科助教授。2008 年より同大学大学院教授。景観生態学, 生態系管理工学を学問的基盤として, 地域で維持されている生態系をグリーンインフラとして活用していくための研究や実践活動を展開している。学術博士。日本景観生態学会会長 (2020 年 1 月～現在)。

