

生物の出現レコードを管理，共有する TEAMS生物観察記録アーカイブシステム (BORAS) の開発

伊勢戸徹¹・山内 東¹・鈴木宏枝¹・齋藤秀亮¹・一柳麻里香¹・菱木美和¹・
齋藤暢之²・嘉陽牧乃¹・伊禮一宏¹・華房康憲¹・園田 朗¹

Development of TEAMS Biological Observation Record Archive System (BORAS) for managing and sharing observation data of marine organisms

Tohru Iseto, Tsukane Yamauchi, Hiroe Suzuki, Hideaki Saito, Marika Ichianagi, Miwa Hishiki,
Nobuyuki Saito, Makino Kayo, Kazuhiro Irei, Yasunori Hanafusa and Akira Sonoda

(2016年1月31日受付，2016年10月9日受理，2017年7月15日早期公開)

¹国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター

²株式会社マリン・ワーク・ジャパン

連絡先：伊勢戸徹，国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
〒236-0001 横浜市金沢区昭和町 3173-25

E-mail: iseto@jamstec.go.jp

要旨

東北マリンサイエンス拠点形成事業—海洋生態系の調査研究— (Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences [TEAMS]) 事業の中で生物の出現レコードをより効率的に作成するための新たなツールとして生物観察記録アーカイブシステム (Biological Observation Record Archive System [BORAS]) を開発した。BORASは各自が所有している生物観察に関わるデータを出現レコードとして整理し，管理するウェブツールである。全BORASユーザーと出現レコードを共有することで，データを相互に利用し合い，また協力して生物を同定していくことが可能となっている。また，BORASは他のデータベースでの公開を容易にする役割も持っている。モバイル端末用のモバイルアプリケーションソフト「BORAS野帳」では，野外で撮影した生物画像をBORASサーバに送信し整理することが可能である。本システムは現在のところTEAMS事業内でのみ利用しており，ユーザーからの意見のフィードバックを得ながら開発を継続している。

Abstract

Biological Observation Record Archive System (BORAS) is a new WEB tool developed by Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences (TEAMS) project to support researchers creating occurrence records of organisms more efficiently. BORAS enable users to combine their various observation data on organisms into standardized occurrence records and store them for one's own purposes. Also, users can share their occurrence records with all BORAS users for wider use of the records and for co-work of identification of the organisms. BORAS also support data publishing at other popular databases. BORAS mobile application enable users to take photos of organisms during the field activities and send them directly to one's personal storage area in BORAS server. BORAS is currently used by TEAMS project only and we are requesting users their opinions toward further development of efficient functions and better usability.

1. はじめに

地域の生物多様性の把握や，その変化をモニタリングするためには生物の出現レコードを収集する必要がある。出現レコード (Occurrence Record: 出現記録などともいう) とは，何が・いつ・どこにいたのか，というデータ項目を持った生物観察記録の様式であり，必要に応じて様々なデータ項目が加えられる。Darwin Core (以下，DwC) と呼ばれるフォーマットが国際的に利用され，

適宜見直しも行われている (Wieczorek et al. 2012)。DwCという共通のフォーマットが広く利用されることにより，異なる活動で取得されたデータの集約が容易になり，近年，多くの研究機関や研究プロジェクトで収集された出現レコードが，Ocean Biogeographic Information System (OBIS) (<http://www.iobis.org/>) や Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (<http://www.gbif.org/>) といった国際的なデータベースに集約されている。

科学者やナチュラリスト，また一般市民でも普段の活

動の中で様々な生物を観察しており、それらは全て出現レコードとなり得る。しかし、それら潜在的な出現レコードの多くは未だ個人的に保管されていて、人類共有の知識には貢献していない。もし、これらの出現レコードを集積し、科学的知識として扱うことができるようになれば、我々の生物多様性への理解は飛躍的に高まり、生態系をより精密にモニタリングできる時代が来ることになるであろう。

生物多様性の把握と時系列的なモニタリングは、生態系に重大な変化が生じた時に特に重要となる。2011年3月11日に東北地方に発生した東北地方太平洋沖地震と津波は沿岸域の海洋生物の生態系にも大きなダメージをもたらした。生物多様性を理解することは、その地域の生態系の復旧、保全等を管理していく上で重要である。東北マリンサイエンス拠点形成事業—海洋生態系の調査研究—(Tohoku Ecosystem-Associated Marine Sciences, 以下, TEAMS) は、震災の影響を受けた東北地域の海洋生態系を科学的に理解し、海洋生態系の回復や漁業等の復興に資することを目的とした事業である。我々は、TEAMSの活動目的の中で、東北地域の海洋生態系を理解するための基本情報として、出現レコードの収集が重要であると考えた。

しかし、出現レコードを新たに収集することは決して容易ではなく、未だいくつかの基本的な障害がある。大きな要素としては、第一に、出現レコードに相当するデータは様々な活動の中で取られているため、各自のノート、パソコン、デジタルカメラ等の中にバラバラに保存されていることが多い。第二に、自分で取得した生物観察記録を特定のフォーマットに沿った出現レコードにまとめていく作業は複雑で手間がかかる。第三に、多くの人にとって観察した生物の分類学的な同定作業は困難である、ということが挙げられる。そこで、我々はこれらの障害を乗り越え、より多くの出現レコードを収集するために、個人レベルで取得されている生物観察記録を出現レコードとして取りまとめるためのウェブツールの開発を進め、生物観察記録アーカイブシステム (Biological Observation Record Archive System, 以下, BORAS) を構築した。なお、BORASは現在も機能の強化・整備を継続的に実施している。

2. BORASの機能とその役割

出現レコードをより効率的に取りまとめ、有効に活用できるようにするために、我々は生物観察情報を各自で非公開のまま保存・整理しながら、かつ簡便に公開もできる仕組みが必要であると考えた。そのために、以下の機能を持つシステムとしてBORASを構築した (Fig. 1)。

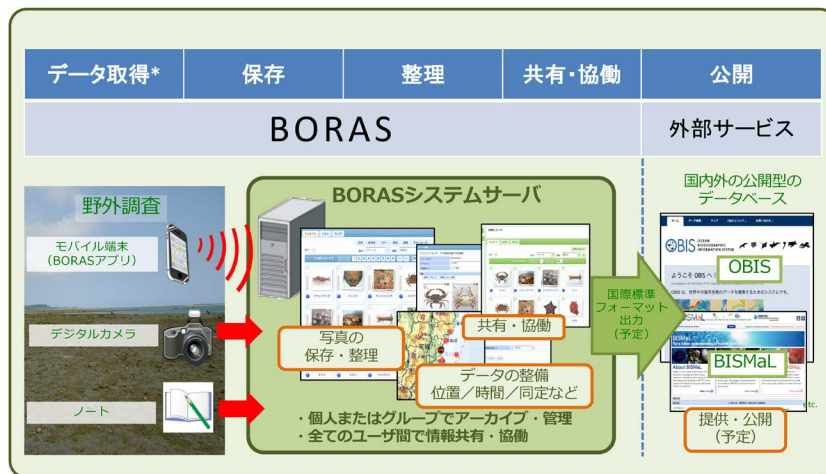
2.1 観察データをレコードとして整理する

BORASは、生物観察に関わる画像ファイルや各種の観察データを登録し、それらをレコードという単位 (Fig. 2) で整理していく作業を基本としている。レコードは前述のDwCで出現レコードと呼んでいるものと同等の単位であり、ある時間に、ある位置で観察された生物の記録が単位となる。同じ生物でも別の日や別の場所で観察した場合は別のレコードとする。

これまで、エクセルまたは各種専用ソフト等で管理していた各種の観察データ (環境データ, GPSデータ, 標本リスト, 画像など) をBORASでは同所に保存していくことができる。また、それらは、インターネットを介してBORASのサーバ上に保存されるため、インターネットに接続できればどこからでもアクセスが可能となる。

レコードの作成に3つの方法がある (Fig. 3A-B)。1) 生物画像がある場合、画像ファイルをBORASに読み込むと、それぞれの画像をもとにレコードが生成される (Fig. 3B-C)。同一の観察に関わる画像が複数ある場合は、読み込む際に単一のレコードとするか、読み込んだ後に単一のレコードに統合することができる。2) 生物画像がない場合、画面から各種データ項目を入力することでレコードを作成することも可能である。3) すでにエクセルファイル等で取りまとめた生物観察データが多数ある場合には、BORASのテンプレート (エクセルまたはCSVファイル) に合わせてデータを整え、一括でレコードを登録することもできる。その際、画像ファイルも同時に登録可能である。

いずれの方法で作成したレコードも後からデータや画像の追加、修正が可能なので、レコード作成時に完成されている必要はない。関連するデータを随時加えていくことで、データ整理をBORAS上で行える。



*BORASアプリを利用した場合。

Fig. 1. The role of BORAS, which support almost all process of personal management of occurrence records and sharing those records among BORAS users. BORAS also support data publication at open databases.

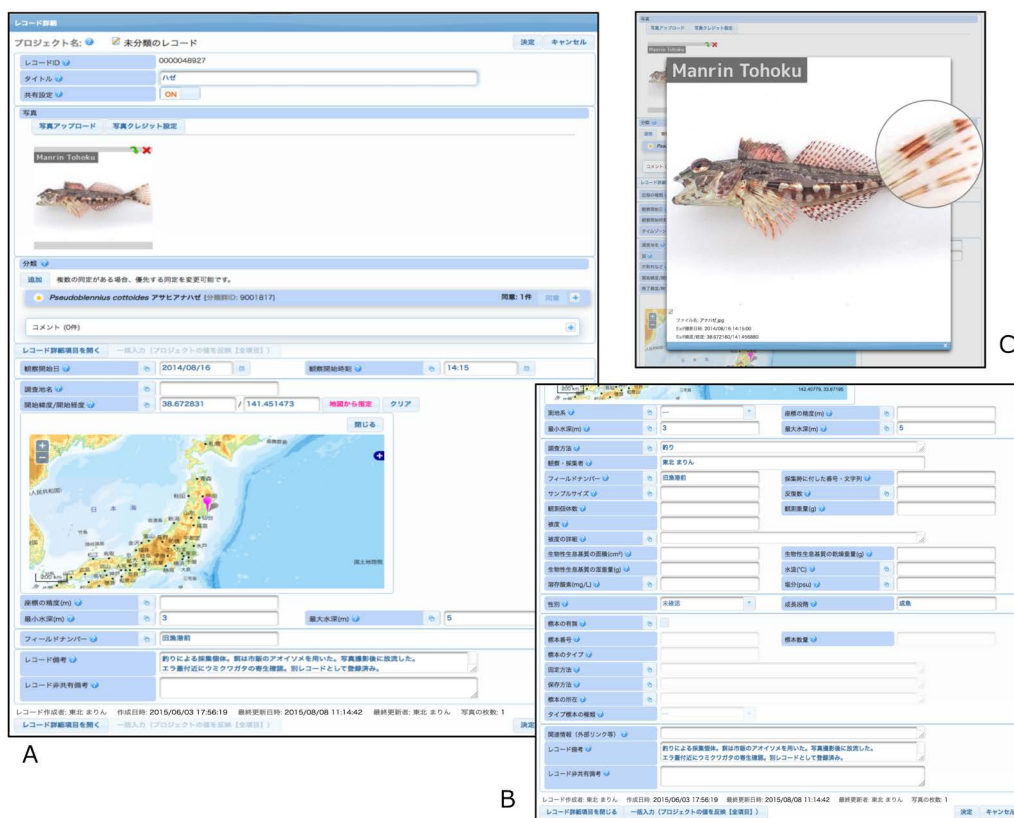


Fig. 2. A record page. A: Default view of the record page showing major data items for the record. B: Lower part of the detail view of the record page showing extensive data items for the record. C: An image viewing a photo of a record in higher magnification.

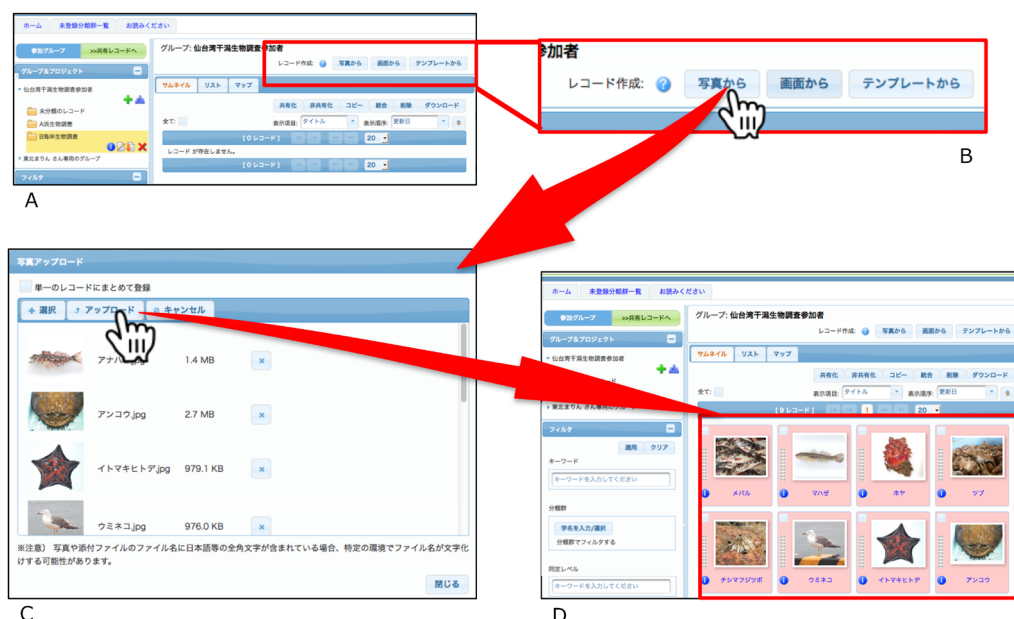


Fig. 3. A guide to create new records by uploading photos. A: Upper part of the user's "main" page. B: Buttons to create new records. C: Select photos in the computer and upload the photos. D: New records created based on the photos.

GPS機能付きのデジタルカメラやモバイル端末（スマートフォン、タブレット等）で撮影した画像の場合には、その画像ファイルにExif情報として時間情報および位置情報が含まれていることが多い。この場合、画像読み込み時にこれらの値が自動的にレコードの値として登録される。それらの情報がない場合は、画像を読み込んだ後にBORAS上で入力することもできる。生物の分類情報は画面から学名を選択して登録する（後述）。時間、

位置、同定情報が揃うと、一般的なデータベースが求める出現レコードとしての形式が整い、公開の条件を満たすことになる。

BORASでは、環境情報（水温、塩分など）や定量的な情報（個体数、採集面積など）なども登録できる。標本が残されている場合は、関連する情報（標本番号、固定方法、所在など）も登録可能なので、標本管理も合わせて行える。

作成したレコードは任意に設定しない限り、共有も公開もされないため、自分の都合で整理していけばよい。また、BORASに登録した画像には、画像の権利を示すクレジット表記として、任意の文字列や画像を設定することができるため、共有、公開に備えて画像の権利を守る対応も可能である。

2.2 生物の同定情報を登録する

BORASはシステム内に海洋生物の学名リストを持っており、学名を検索、選択する簡便な方法で同定情報を入力できる (Fig. 4)。学名の一部からも、和名からも検

索可能である。種レベルまで同定できない場合、より上位のレベルの分かる範囲での同定でもよい。入力したい学名が学名リストに含まれていない場合は、より上位の分類階級の中から学名を探し選択する。その後、その下位により詳細な任意の学名を自身で入力することも可能である。これらユーザーによって入力された任意の学名は、未登録学名としてリスト化され、システム管理者が把握できるようになっており、適宜学名リストへの追加が促される (後述)。

また、BORASでは一つのレコードに複数の同定情報を付与できる (Fig. 4C)。異なる判断がある場合や、よ

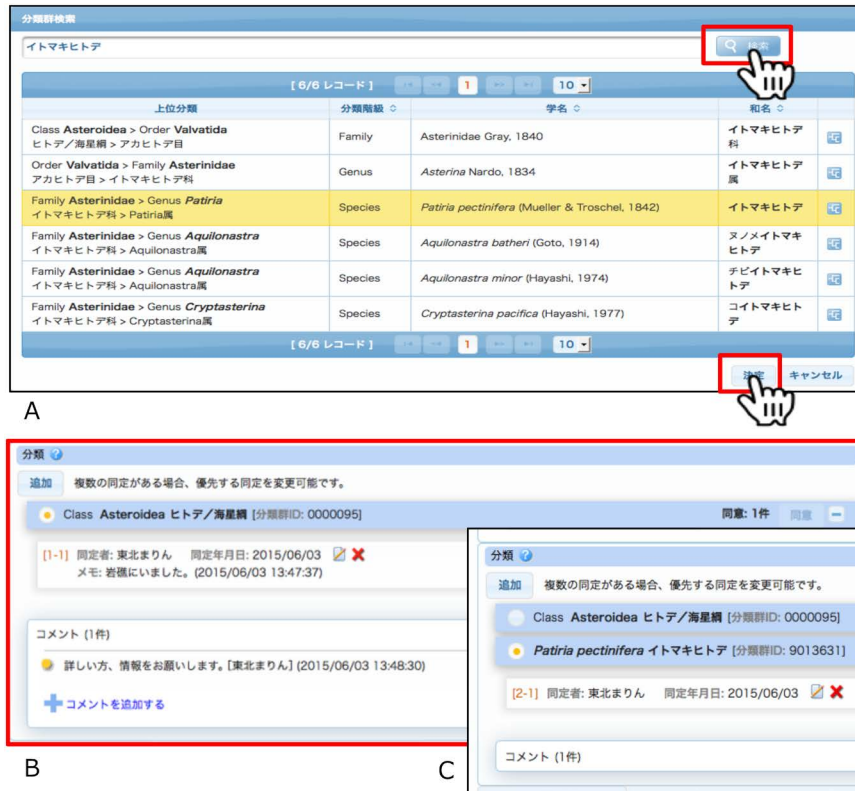


Fig. 4. A guide to add an identification to a record. A: A window for searching scientific names. A search can be done by entering texts of full or part of a scientific name or a Japanese name. Search results are shown below the search window. B: Taxonomy window of a record. One scientific name is already added. C: Taxonomy window with the second scientific name.



Fig. 5. The "main" page of BORAS. A: Left column that shows the list of projects under a group. B: Overview of the main page with thumbnail view of the records. C: Spreadsheet view of the records. D: Map view of the records.

り詳しい分類が分かる場合には，追加登録が可能である．レコードを共有化すれば他者から同定情報が付与されることもある（後述）．複数の同定情報が登録された

場合，最も妥当であると思われるものをレコードを管理するメンバー自身が選択できる．



Fig. 6. A project page. A: Upper part of a project page showing metadata of the project. Digital files (e.g. JPG, PDF) can be attached here. B: Lower part of the project page. Other data items same as those of records are shown. C: A switch to indicate agreement for publication of records in this project.



Fig. 7. The “home” page of BORAS for each user. Left column is the list of groups the user joins in. Each is the link to the main page for the group. A: The default “group” for each user. B: Groups that the user is an administrator. C: Groups that the user join as a member but not an administrator. D: A button to create a new group. E: A button to go to the share page.



Fig. 8. Share page. All shared records can be seen here. Left column have tolls to sort specific records of your interest.

2.3 グループ、プロジェクトを活用してレコードを管理する

BORASでは、作成したレコードが自分の“メインページ”にリストとして表示される (Fig. 5)。これらのレコードは、グループおよびプロジェクトという枠組みを使いながら管理される。複数のレコードをまとめる枠組みが“プロジェクト”であり (Fig. 6)、複数のプロジェクトをまとめる枠組みが“グループ”である (Fig. 7)。グループでは、参加メンバーを全BORASユーザーの中から自由に選択し、設定できる。このグループのメンバーが、レコードを作成・管理する権限を持つ管理ユーザーとなる。一方のプロジェクトは、複数のレコードをまとめておく入れ物として使うものだが、これを一つの調査イベントと捉えると、ある調査で得られたレコードを一つにまとめておくという利用ができる。このプロジェクトを調査メンバーで構成されるグループの中に位置づけておくと、調査メンバーで調査データを共同で管理できる。このような目的のため、プロジェクトでは、調査に関わる情報 (調査メンバー、調査期間、調査範囲、関連資料のファイル等) も登録可能としている (Fig. 6)。

2.4 レコードを共有する

BORASには全てのBORASユーザーが共通に閲覧できるレコードの共有環境がある (Fig. 8)。ユーザーは自分で管理しているレコードを共有化でき、共有化されたレコードが全て共有環境に表示される。共有環境に表示された全てのレコードは管理権限に関係なく閲覧できる

ほかに、各レコードに対して同定情報を加えることが可能となっている。

共有は任意であり、自分 (または自分が参加しているグループ) のレコードの中で共有化してもよいものをレコード単位またはプロジェクト単位で設定できる。例えば、よりその生物に詳しいユーザーに同定してもらいたい場合や、自分には活用する予定がないレコードを共有化すれば、各々では有効に活用できなかった生物観察情報を、役立つ情報に変えていくことが可能となる。

なお、希少種や水産対象種の中で乱獲が懸念される種などの情報は他者に詳しい位置情報を知らせない方がよい場合があるだろう。BORASでは、このような種を“位置情報非公開分類群”としてシステム管理者が設定し、設定された種に同定されたレコードには、共有画面において位置情報となる項目のデータが非表示になる機能を設定している。TEAMS事業で対象種リストが作成された次第、対象種を設定する予定である。

2.5 レコードを公開する

BORASは、BORAS上で整理したレコードの外部データベースへの公開もサポートする。本稿執筆時 (2016年1月) では、外部公開は実現していないが、公開意思の設定は既にプロジェクト単位できるようになっている (Fig. 6C)。BORASを使って出現レコードを整理しておけば、ユーザー自身の公開の手間がなくなる仕組みを構築予定である。

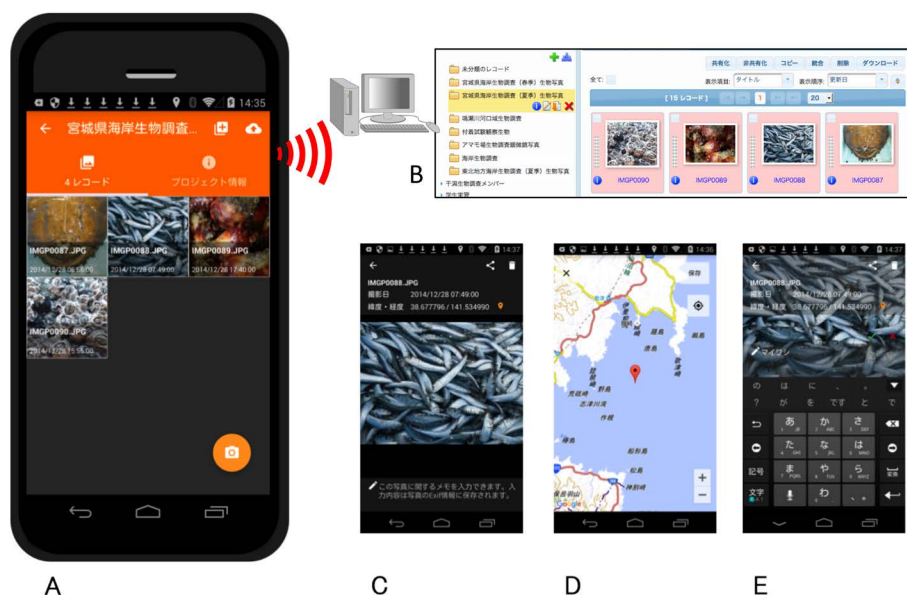


Fig. 9. BORAS application on a mobile device with the Android Operation System. A: A project with several records. B: One’s personal “main” page on BORAS server showing records uploaded by BORAS application. C: A window for showing a photo that represent a record. D: A window for showing and editing observation point of the record. E: A window for adding memo for the record.

2.6 BORASのモバイルアプリケーションを活用する

BORAS本体がもつ上記の機能とは別に、我々はモバイル端末で利用可能なBORAS用のモバイルアプリケーションソフト「BORAS野帳」の開発にも着手している。まずは、Androidオペレーティングシステムを利用する端末で動作するものを構築しており、このアプリケーションを利用することで、調査で撮影した画像を簡単にBORASにレコードとしてアップロードできる (Fig. 9)。BORAS上の特定のプロジェクトを指定した上での撮影も可能であり、フィールドで作業をしながら、同時に一定の整理を進めることができる。

3. 考察

3.1 個人としての利便性

我々は生物の出現レコードをより効率的に作成し、活用するための新たなツールとしてBORASを開発した。生物観察に関わるデータをBORAS上で整理すれば、散逸しがちな各種データをまとめることができる。また、共有化すれば他のユーザーに同定してもらうことも期待でき、さらに公開する際には新たな整理は必要がなくなる。このようにBORASは個人的なデータ整理作業と公開型のデータベースに橋をかける仕組みであるといえる。

BORASは主に各自が自分の作業のためにデータを保存し、整理する場であると言える。出現レコードという単位は特定の研究分野のために特化した形式ではなく、様々なデータ項目を持っている。すべてのデータ種を管理できるわけではないが、生物観察に関わる幅広いデータの取りまとめに活用できるため、生物多様性のデータベースに関わる分野で普及している。このため、出現レコードとして整理されたデータは様々な研究分野からの利用価値も向上する。

BORASでは、一度登録したデータは他の目的にも活用しやすいように配慮されている。BORASで取りまとめたデータは、レコード、プロジェクトともにいつでもダウンロード可能である。BORASに登録された画像ファイル

は、システム上での表示のためにサイズが調整されるが、登録時の画像ファイルもシステム内に保存されており、そのままダウンロードすることができる。さらに、画像ファイルのダウンロード時には、BORAS上で入力したレコードの観察日時や位置情報、同定情報をExif情報としてその画像に埋め込むことも可能である。また、クレジット表記が設定された状態の画像 (前述) をダウンロードすることも可能であるため、BORASで画像ファイルを整理しておけば応用的な利用にも役立つだろう。

3.2 生物同定の課題

生物の同定は常に難しい問題である。各生物の専門家に依頼して同定してもらうことが望ましいが、専門家による同定がなされていない状況でも出現レコードをデータベース化できなければ、登録が滞ってしまう。この課題を回避する仕組みを持つシステムの一例がiSpot (<http://www.ispotnature.org/>) である。iSpotはイギリスのThe Open Universityが運用する、一般市民から出現レコードを収集する仕組みで、観察した生物画像を未同定のまま投稿すると他のユーザーが同定情報を加えてくれる。iSpotでは複数の同定情報が加えられた中で、独自の手法 (同定者を過去の貢献から評価する) によって、最も確からしい同定情報がlikely IDとして自動選定される (Silvertown et al. 2015)。BORASでは、複数の同定情報が付与された場合に、そのレコードの管理ユーザーが優先する同定情報を選べる仕組みになっている。しかし、この仕組みでは管理ユーザーが参加しなくなった時点で同定情報が固定化されることを意味しており、長期的には望ましい形ではない。今後、どのような方法で同定情報を選択していくかは検討中である。

前述の通り、BORASでは入力したい学名がシステム上の学名リストになれば任意に入力することも可能である。この仕組みにより、ユーザーが同定作業を保留してしまう状況を回避できる。BORASはBiological Information System for Marine Life (BISMaL) (<http://www.godac.jamstec.go.jp/bismal/>) で構築された学名リストを取り込み利用している。

前述の通りBORAS上の未登録学名はリスト化されるが、そのリストをBISMaLの担当者に提供することで学名の追加登録を促している。このようにして事後に追加登録された学名はBORAS上でも学名リストに追加される。一般に生物多様性に関わるデータベースでは、学名リスト以外の学名を受け入れないか、学名を自由記載としている。前者では、データ取りまとめ時の作業が難しくなるが、いったん集めた出現レコードは各種まとめて表示が可能である。後者では、データ作成は容易だが、学名表記の不統一から、同種の情報をまとめて表示することができなくなっている。前述のBORASの手法は両方のメリットを合わせ持つものであり、今後この方法の有効性を検証したい。

3.3 共有する意義

ユーザーにとって自身のレコードを共有化する意義について述べる。まず、自分が専門としていない生物のレコードの場合、画像があれば他者に同定してもらうことができる（画像でわかる範囲）。また、画像を死蔵させるよりも、何かに役立てたいと思われる場合にも共有は有効である。一方で、自身がその生物の専門家である場合には、同定の協力を仰ぐ必要性は低く、逆に共有することで他者にデータを利用してしまふことがデメリットになるかもしれない。しかし、BORASでは長期的な時間軸も想定している。つまり、専門家の場合、ある程度の時間が経った後で共有化することが考えられる。長い時間を想定すると、自分自身でも管理しきれなくなり、多くのデータが消失することにもなる。共有化することで情報を後世に残すと、例えば分類が変更された後でも他者が継続的に最新情報にリバイスしてくれることを期待できる。このように、共有化の意義は短期的のみならず長期的にも捉える必要があるだろう。結果的に互いに利用可能な出現レコードが多くなれば、専門家にとっても研究環境がよくなる。専門家は他者が共有化したレコードに同定情報を加えることで、自身が利用したい情報を整理していることにもなる。共有は時間を超えた生物観察記録の協働管理を可能とするものであり、出現レコードの継続的な質の向上につながるであろう。

3.4 公開のサポート

一般に生物の出現レコードの公開には多くの作業を伴う。なかでも、公開先のデータベースのデータフォーマットに合わせてデータを取りまとめて提出することに人的・金銭的資源が必要となる。

BORASでは、公開型のデータベースに適したデータフォーマットでデータをダウンロードできる仕組みを構築中である。つまり、BORASでレコードを整理しておけば、公開の際にデータを改めてまとめる作業が不要となる。また、公開意思を示されたプロジェクト内のレコード（前述）について、個人で手続きをしなくてもBORASからまとめて他のデータベースにデータを提供し、公開する仕組みの構築も検討している。

また、公開意思の設定の際には、他者がデータを利用する際の許諾事項を定めるクリエイティブコモンズライセンス（以下CCライセンス）の設定も可能とする予定である。CCライセンスの指定は近年の公開型データベースで急速に普及しており、OBIS, GBIFではデータ受け入れの必須事項となっている。

3.5 フィールドワークのサポート

BORAS野帳について、フィールド調査での利便性を上げるために、個々の調査データ（調査期間、調査位置、参加メンバー、調査地の風景画像など）をフィールドで記録する機能を構築中である。これにより、フィールドでの作業とその後の研究室等でのデータ整理作業が同一のシステムで扱えるようになることで、データ整備の利便性の向上が期待できる。

生物の出現レコードを生成する目的のモバイルアプリケーションはBORAS以外にも複数存在している（例えば「いきものログ」<http://ikilog.biodic.go.jp/>）。これは、近年のモバイル端末が画像や時刻情報に加えて位置情報も同時に取得できるため、これを活用しようとする考えが広がっているためである。BORASでもこの優位性は取り入れる価値があると考えている。一方で、BORASでは時間情報や位置情報を持たない画像ファイルに後からBORAS上で情報を加えていく機能も重要視しており、プロジェクト単位での一括編集など、利便性を上げている。BORASではGPS機能を持たないデジタルカメラ等で撮った画像も積極的に登録していただきたい。

3.6 今後の予定

BORASの構築・運用にあたり、我々はユーザーからの意見や要望等を収集し、機能改修にも反映させている。今後は、ユーザー間のコミュニケーション機能をさらに強化する予定である。例えば、自分が共有化したレコードに他者が同定情報を付与してくれた場合に、メールで通知する機能を構築中である。これに加え、自分が興味ある分類群を設定しておくことで、他者が新たなレコードを共有化した時に通知がくる機能も検討している。

また、我々はBORAS上のデータを日本海洋生物地理情報連携センター（Japan Ocean Biogeographic Information System Center: J-OBIS）を通じて、BISMaLやOBISに提供することも検討している。BISMaLは主に日本の研究活動で得られた海洋生物の出現レコードを集約するデータベースである（Yamamoto et al. 2012）。OBISはやはり海洋生物の出現レコードを取りまとめる国際的なデータベースであるが、OBISはGBIF（海洋生物に限らず全生物を対象としたデータベース）とのデータ共有を行っている。つまり、BORASでデータを整理していくと国際的な主要なデータベースにまで簡単につながることが可能になる予定である。これにより、生物多様性の保全など持続的な生態系サービス享受のための国内外の活動の基礎データとしての貢献も期待できる。

現時点ではBORASはTEAMSの活動で得られるデータの整理のために使うツールとして開発している。BORASを利用することで、TEAMSの様々な調査活動で得られる出現レコードが集まることを期待される。BORASによって東北地方の生物多様性の現状をより詳しくすることが可能となり、地域の生態系や漁業の管理に役立つことを期待している。今後も、ユーザーからの使用感や要望を意見としてフィードバックして頂き、より良いシステムにしていきたいと考えている。

引用文献

Silvertown, J., Harvey, M., Greenwood, R., Dodd, M., Rosewell, J., Rebelo, T., Ansine, J., and McConway, K. (2015). Crowdsourcing

- the identification of organisms: A case-study of iSpot. *ZooKeys*, 480, 125. doi: 10.3897/zookeys.480.8803
- Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., Blum, S., Döring, M., Giovanni, R., Robertson, T. and Vieglais, D. (2012). Darwin Core: An evolving community-developed biodiversity data standard. *PLoS one*, 7, e29715. doi: 10.1371/journal.pone.0029715
- Yamamoto, H., Tanaka, K., Fujikura, K. and Maruyama, T. (2012). BISMAL: Biological Information System for Marine Life and role for biodiversity research. *In* The Biodiversity Observation Network in the Asia-Pacific Region. Ecological Research Monographs 3. Nakano S-i, Yahara T, Nakashizuka (eds.), pp 247–256, Springer Japan, Tokyo.