



日本バイオロギング研究会会報

日本バイオロギング研究会会報 No. 178

発行日 2021年7月8日 発行所 日本バイオロギング研究会（会長 佐藤克文）

発行人 光永 靖 近畿大学 農学部 水産学科 漁業生産システム研究室

〒631-8505 奈良県奈良市中町 3327-204

TEL & FAX: 0742-43-6274 E-mail: BioLoggingScience@gmail.com (アドレスが変わりました)

会費納入先：みずほ銀行 出町支店 普通口座 2464557 日本バイオロギング研究会



もくじ

調査報告

コロナ禍でのフィールド調査（青森県深浦町追良瀬漁場大型定置網にて）

- はじめに 内田圭一（東京海洋大学大学院 海洋資源環境学部門） 2
- 念願のフィールドワーク 高松 敦（東京海洋大学 海洋科学技術研究科 環境テクノロジー学専攻） 3
- 初めてのフィールド、その1 新井雄也（東京海洋大学 海洋資源環境学部 海洋資源エネルギー学科） 4
- 初めてのフィールド、その2 土生健太郎（東京海洋大学 海洋資源環境学部 海洋資源エネルギー学科） 5

新しい発見

- 釣れない=魚がないわけではない
浅井咲樹（東京海洋大学大学院 現所属：水産研究・教育機構水産資源研究所） 7
- 甲羅の表面からウミガメの心拍数を計測する事に成功 坂本健太郎（東京大学大気海洋研究所） 9

書評

- 道を見つける力：人類はナビゲーションで進化した 綿貫 豊（北海道大学大学院水産科学研究院） 11

「大型定置網・両端口片落網を第2箱網から望む」

撮影者：内田圭一（東京海洋大学） 撮影場所：青森県・深浦町・追良瀬沖定置網漁場

コロナ禍でのフィールド調査

-青森県深浦町追良瀬漁場大型定置網にて- はじめに

内田圭一（東京海洋大学大学院 海洋資源環境学部門）

昨年の1月に新型コロナウイルスの国内感染者が見つかって以来、あっという間に感染が広がり、様々なところで行動の制限が強られることとなりました。御多分に漏れず、本学でも昨年は新年度の初めからありとあらゆるイベントがオンラインとなり、予定していた現地調査も計画変更を余儀なくされました。今回のタイトルにもある実験では、グロマグロの定置網入網を制御する技術を開発する中で、バイテレを用いて網内の魚の行動をモニタリングするのが私たちの研究室のミッションでした。青森県での調査実験はクロマグロの回遊に合わせて5月から7月の期間限定であるため、コロナウイルスに関する情報も少なかった2020年度の現地調査は、中止（翌年へ延期）となりました。ここでの調査を楽しみに研究室に配属された学生は、止む無く過去のデータを再解析して、現場を見ることなく卒論を仕上げ卒業することとなりました。

コロナ禍での生活も1年が過ぎ、2回目の緊急事態宣言が解除された2021年4月からは、感染対策をしながら大学でも入学式を対面とライブ配信を組み合わせながら実施したり、授業も通常の倍の広さの教室で密を避けながら実施したりと、日常を取り戻しつつありました。これで、フィールドでの調査・実験も実施できるようになると期待は膨らみ、慣れてきたオンラインの打ち合わせでも、いよいよ5月からフィールドでの調査を実施するぞという機運が高まってきました。

ところが、4月の後半、再び緊急事態宣言が発出されるような状況下となり、5月からの調査をどのように進めるか慎重な判断が求められました。一方で適切な感染症対策を講じることで活動が最低限の活動はできることや、PCR検査の普及などにより自身の状況を把握できながら行動できるなど、1年前よりもコロナに対する考え方や環境は多少変わってきていました。最終的に現地と打ち合わせを繰り返し、5月中は教員のみが事前の体調管理を行ったうえで、現地入り直前にPCR検査を行い陰性確認することを条件に現地入りして調査を実施することとなりました。

そして、5月9日クロマグロの来遊シーズンに合わせて、1年半ぶりにフィールドに向けて出発しました。まずは羽田空港でのPCR検査です。空港でPCR検査を受ける場合、結果が出るまでに時間のかかるPCR検査の他に、15分ほどで結果の出るクイック検査（抗原

定性検査）もセットで受ける必要がありました。その様なことは露知らず、PCR検査のみを予約して検査場へ、そこでこれから飛行機に乗ると伝えると、PCRとクイック検査をセットで受けてくれとのことで慌ててその場で予約を取り直すことになりました。しかし、検査場は意外と空いており、大きな問題もなくスムーズに両検査を受け、クイック検査の結果（図1）を得て搭乗口に向かうこととなりました。連休最終日にも拘らず、閑散としたロビー、時刻表に並ぶキャンセルの文字から、非常事態宣言下であることを改めて思い知らされました。



図1. 5月6月に実施した陰性結果を示す検査証明書

無事に青森空港に到着し、その頃にはPCR検査の陰性結果も届き、無事に現地入りすることができました。そして、翌日に漁業者と合流して受信機の設置準備などを行い、その翌日は天候悪化で受信機設置はできずに終わり、さらに一週間後に受信機設置を行い1年遅れの実験がスタートしました。6月に入り慎重に慎重を期してなんとか学生も現地入りすることができ、クロマグロのいる時期にフィールドデビューすることが叶いました。7月に入りコロナウイルスの感染状況が再び予断を許さない状況となってきておりますが、1日も早く通常通りの現場との行き来ができるようになることを願ってやみません。そういう訳で、今回は念願のフィールドに初めて出ることができた学生の声を集めさせてもらいました。

-青森県深浦町追良瀬漁場大型定置網にて- 念願のフィールドワーク

高松 敦（東京海洋大学 海洋科学技術研究科 環境テクノロジー学専攻）

東京海洋大学大学院博士前期課程1年の高松敦です。私は定置網内におけるクロマグロ小型魚の遊泳行動のモニタリングを行っています。

6月に青森県深浦町に2週間ほど滞在し、株式会社ホリエイ様の追良瀬漁場にて調査を行いましたので、その報告をさせていただきます。

学部4年だった昨年は、与那国島周辺海域に設置されたパヤオ周辺におけるカツオの行動生態の把握を行っていました。しかし、新型コロナウイルスの影響で一度も現地に足を運ぶことができないまま調査が終わってしまいました。そのため、研究室に所属して2年目にしようやくフィールドに出て調査を行うことができました。

船上での主な活動は、深浦港から出航する漁船に同行させてもらい、定置網に入網したクロマグロ小型魚やマダイ、ブリに標識タグとピンガーを装着して放流するというものでした。また、船上からハイドロフォンを投入して受信を行うことで、放流個体に装着したピンガーや定置網の形状を把握するために網に取り付けたピンガーが動作しているかを確認しました。

揺れる船の上で暴れる魚へダメージを与えないように、漁師の方々の操業を滞らせないようにという様々なプレッシャーを感じながらピンガーを素早く装着するのは想像していた以上に難しい作業でした。また、ハイドロフォンと接続するパソコンが船上で起動しなくなる（その後バッテリーを抜き放電することで解決）アクシデントが起きるなど、船に乗せてもらう調査の性質から自分の都合で動くことができない難しさ、そして事前準備の大切さを痛感しました。それと同時に、実際にフィールドに出て自ら実験を行うこと重要性和楽しさを実感しました。

また、定置網にはブリの遊泳特性を利用して入口が狭くなっている金庫網というものがあるが設置されていると事前に教わっていましたが、実際にはち切れんばかりのブリ（ワラサ、イナダ）が金庫網にかかっているのを見たときには感動を覚えました。

漁が終わり帰港したあとは、漁獲した魚の選別を手

伝いました。漁師や漁協の方々は何気無く作業していましたが、サイズの区切りの見分けがつかず自分がいっても邪魔になるだけなのではという気がして、魚種の分別などできることを探すだけで一苦労でした。漁獲量が多い日には翌朝4時ごろまで作業が続くこともあるという話をされ、凄まじい仕事だと感じました。

滞在の最終日には、受信機を一度引き上げてデータを回収して時刻を設定し直し、7月末の実験終了まで再び設置しました。今回の実験では、受信機を引き上げるまではデータを回収することができず、ピンガーからのパルスを受信できているか途中で確認することができません。そのため、受信機の設定に失敗していたり基盤が濡れてショートさせてしまったりすると一ヶ月以上分のデータがまるまる取れていなかったという結果になってしまうため、設定の際は非常に緊張しました。

データが無事に取れていることを祈りつつ、7月には再び深浦町に2週間ほど滞在し調査を行うことが予定されているので、積極的に作業に参加して、より多くのことを学んで帰りたいと思っています。



図2. 筆者（奥）と指導教員の宮本先生。漁船上での受信機の電池・SDカードの交換作業の様子

-青森県深浦町追良瀬漁場大型定置網にて-

初めてのフィールド、その1

新井雄也（東京海洋大学 海洋資源環境学部 海洋資源エネルギー学科）

東京海洋大学学部 4 年応用情報システム工学研究室の新井雄也です。突然ですが、なぜ、私がバイオロギングに興味を持ったのかについて話したいと思います。私は、幼いときから魚が好きで、よく魚釣りに行っていました。どのくらい魚が好きで、魚釣りが好きかというと、大学受験勉強そっちのけでサケの初眼卵を漁協からいただき育てたり、街で人とすれ違った時に竿を持っている人を見ると、親近感が湧いてしまったりするほどです(笑)。魚釣りする人には、共感してもらえと思うのですが、同じ場所で釣りをしても、日付や時間帯によって釣れたり、釣れなかったりしますよね。一日中釣りをして、ある時間帯の短い間だけしか釣れないなんてよくあることだと思います。いったい何が魚の行動に影響を与えているのだろうと疑問を持ち、魚の行動について知りたいと思ったのが、私が、バイオロギングに興味を持った理由です。

次に、バイオテレメトリーシステムを用いて定置網箱網内における小型魚の行動追跡および定置網の形状変化についての現地調査の報告をさせていただきます。私は、青森県深浦町の株式会社ホリエイ様の追良瀬漁場にて、5月中旬から7月下旬まで行う調査の1週間ほどを経験させていただきました。現地に行く前には、PCR 検査を受け、現地ではマスクを徹底するなど万全の状態で行きました。一日の流れとしては、定置網に向かい、発信機が正常に作動状況を確認するため、ハンドロフオンを海に入れたり、漁師さんの手伝いをしたり、ホテルに帰ってからは、ウロコまみれのカップを洗い、受信したデータを解析する毎日でした。魚にピンガーを取り付け、放流する作業は、なるべく早くしないと

マグロが死んでしまうし、しっかり取り付けないと発信機は外れてしまうし、非常に緊張しました。ピンガーを取り付けた個体が元気に泳いでいく姿や受信の確認できたときは、ほっとする瞬間でした。初めて、漁に同行し、実際に魚の水揚げ風景を見たときは、魚好きな自分にとっては天国のようでしたが、当初は、どのように手伝っていいのやら右も左もわからず、ただ、仕事の邪魔にならないようにと一生懸命でした。しかし、漁に同行するたびに自分にできることが徐々に増え、今では、1/5 人前の漁師になれたのではないのかと思います(笑)。また、模型や写真では見たことがありましたが、実際に定置網の構造や揚網作業を見て、定置網ってこんな風になっているんだという発見や、「金庫網では、ブリがたくさん取れるよ」と聞いていたものの、実際に金庫網にブリがたくさんいて、やっぱり魚の行動って不思議でおもしろいなど感じられずにはられませんでした。こういった経験が出来るのも現地調査の醍醐味だと感じました。

現時点で、設置した受信機のデータは、しっかり取れているということで、これからの解析頑張りたいと思います。調査自体は、7月下旬まで行う予定なので、まだ、安心は出来ませんが、調査が無事終わることを祈るばかりです。また、新型コロナウイルスの影響で短い期間の滞在でしたが、実際に現地に向かうことが出来たことを嬉しく思うとともに、このような機会をいただきありがとうございました。



図3 クロマグロ小型個体へのピンガーの装着の様子



図4 船上に水揚げされたマグロやブリ、マダイなど

-青森県深浦町追良瀬漁場大型定置網にて- 初めてのフィールド、その2

土生健太郎（東京海洋大学 海洋資源環境学部 海洋資源エネルギー学科）

初めまして、東京海洋大学海洋応用情報システム工学研究室学部4年の土生健太郎と申します。このたび青森県深浦町で行われている、定置網における漁獲コントロール技術の検証実験に参加してきました。簡単にはありませんが、現地での活動報告させていただきます。

この研究の背景にあるのがクロマグロの資源量の減少です。クロマグロの資源量減少に伴い漁獲規制が行われており、漁獲制限に達した後に定置網に入ったクロマグロは選別し、放流する必要があります。そこで、クロマグロは入網しにくく、他魚種は漁獲増加できる定置網が必要となり、開発されたのがカーテン網と可変型昇り網です。これらの有効性を検証するため、超音波バイオテレメトリーを用いて定置網に対するクロマグロ、タイ、ブリの行動を追跡しています。



図5 カーテン網（手前）と昇り網（奥）

使用している機材は測位対応型超音波受信機AQRM-2000（アクアサウンド社製）8個、超音波受信機3個、超音波発信機（ピンガー）AQPX-1030P（アクアサウンド社製）網用40個、魚用34個です。合計74個のピンガーを使用していますが、ピンガー1個6万円と聞いたときはかなり驚きました。網用ピンガーは漁網で包み、定置網に取り付けられるように加工してあります。魚用ピンガーにはフック2個を取り付け、魚に引っ掛けられるように加工してあります。（ただし、引っ掛けて使用するのはクロマグロのみで、タイ、ブリに使用するときにはフックを外し、手術で腹腔内に装着します。）



図6 超音波受信機



図7 網用ピンガー



図8 魚用ピンガー

受信機および網ピンガーの設置は5月18日に行われましたが、新型コロナウイルスの影響で学生は同行していません。学生が現地での活動したのは6月7日から6月22日までの間で、修士1年の先輩が2週間、私が前半の1週間、学部4年の同期が後半の1週間現地に滞在しました。私が滞在した期間は天候、海象ともに良好で、休業日以外は出港することができました。

今回の活動のメインとも言える魚へのピンガー装着はタイ2個体、ブリ2個体、クロマグロ4個体の計8個体に行いました。（6月8日から6月15日の間）こ

のうち私が装着したのはクロマグロ 2 個体のみです。マグロのピンガー装着は外掛けなので簡単だろうと思っていましたが、想像していた以上にマグロの皮が固く、スピードが大事と言われていたこともあって焦ってしまいました。この経験を次回に生かしたいところですが、次回があるかは未定です。なお、この 2 個体の全長は 107cm、104cm とピンガーを装着するには大きめのサイズでした。タイとブリには手術をして腹腔内にピンガーを装着しました。ピンガーをどの魚種に装着するかは網おこしをしてから決まるため船上でフックを外す必要があり、クロマグロに比べてかなり手間のかかる作業でした。



図 9 クロマグロへのピンガー装着の様子



図 10 ハイドロフォン投入の様子

もう一つの重要な任務はハイドロフォンを用いてピンガーからの音波を受信・記録することです。基本的にハイドロフォンを投入できるのは定置網に着いてから網おこしが終わるまでの 15 分ほどで、実験日は変則的

な動きをするためその他の作業の合間を見つけて投入しました。ハイドロフォンが船底から近すぎると受信に影響があるため 5m ほど沈めていたのですが、網に引っかかったときは冷や汗をかきました。この目的は水中でピンガーや受信機が動作しているかを確認することにあります。ざっくりと解析したところ、箱網ピンガーのうち 10 個、カーテン網 (大) ピンガーのうち 6 個、カーテン網 (小) ピンガーのうち 2 個のピンガーの音波は受信されていない可能性が確認されました。また、ピンガーを装着した魚の放流直後にもハイドロフォンを投入しましたが、タイ 1 個体を除きピンガーからの音波を受信することができませんでした。このような実験に参加したことがないため受信状況の善し悪しはわからなかったのですが、先生によると通常は受信されるようです。私は現地に居ませんでした。6 月 22 日に受信機の電池と SD カードの交換が行われました。回収されたデータから受信状況を確認したところ、箱網ピンガーの 8 個、カーテン網 (大) ピンガーの 3 個、カーテン網 (小) ピンガーの 2 個からの受信が無く、これらに関してはピンガーが正常に動作していない可能性が高いとのことでした。

新型コロナウイルスの影響で一時は現場に行くことは厳しいと思いましたが、漁業者の方々の協力により現場に行くことができました。この場を借りて漁業者の方々に深く御礼申し上げます。実際に現場に行くと、うまくいかないことが多く、データを取る大変さを実感しました。7 月 29 日まで実験は行われます。どのようなデータが得られるか非常に楽しみです。



図 11 漁の様子

釣れない＝魚がいないわけではない

浅井 咲樹 (東京海洋大学大学院 現所属：水産研究・教育機構水産資源研究所)

ちょうど一年前にご紹介した、浮魚礁に滞留するカツオのテレメトリー調査結果が論文になりましたので、この場をお借りして紹介させていただきます。本論文では、浮魚礁の鉛直動態と流速変化がカツオの行動要因に成り得るかについて着目しました。

研究の背景

浮魚礁は国や地域によってタイプの異なるものが使用されており、日本で使用されている浮魚礁の一つに表中層型や浮沈式と呼ばれるものがあります(図1)。この浮魚礁は高さ7.5m、外径2.1mの浮体(礁体)を、水深700m以上の海域にアンカーで係留しています。平常時は海面に浮体が浮いていますが、およそ2から2.5ノットの流れを受けると浮体全体が水没する設計となっています。浮体を沈下させることで係留策にかかる張力を緩和させて流失を防ぐ狙いがありますが、一方で浮魚礁が沈むと魚が離れて釣れなくなるという漁業者からの報告もあります。長期間設置された浮魚礁は、浮体の経年劣化や付着生物の影響により浮力が低下し、沈下の発生頻度が高くなります。もし本当に浮魚礁の沈下が滞留している魚の離脱要因となれば、設置環境や使用年数によって集魚能力が低下し、操業効率や漁獲量の低下に繋がる可能性があります。そこで、浮魚礁の鉛直動態の観察とカツオのテレメトリー調査を同時に実施し、浮魚礁の沈下がカツオの行動に与える影響を調査しました。

研究の内容

調査は沖縄県与那国島海域にて行い、浮沈式浮魚礁2基と地元漁協が制作した簡易型の浮魚礁に超音波受信機と深度センサを取り付けました。そして受信機設置後に、その周辺で漁獲したカツオ17個体に超音波発信器を装着して放流しました。

調査の結果、浮沈式浮魚礁2基で沈下が発生しており、最大記録深度は174mでした。予想をはるかに上回る深さまで沈み込んでおり、設置年数が長い浮沈式浮魚礁では沈下が頻発していました(図2)。調査期間中は日中よりも夜間での沈下が多く、連続的に発生する期間もありました。しかし、浮魚礁の沈下とカツオの離脱のタイミングに関係性は見られず、沈下が発生し

ても浮魚礁に滞留し続けていることが明らかになりました。また、4個体を除いて80%と高い受信率(発信数に対する受信数の割合)であったことから、受信可能範囲である浮魚礁から半径500m以内に滞留していたことがわかります。沈下発生時の浮魚礁の位置は鉛直的な変化に加え、水平的にも大きく振れまわっていたことが予想されますが、滞留状況からカツオは浮魚礁の存在位置をしっかりと認識していることが示唆されました。

また、カツオの遊泳深度結果からは、まずめ時を除いて夜間の遊泳層が日中よりも深いという日周行動が確認されました(図3)。これは過去に同海域で調査した結果と明らかに異なっており、他の浮魚礁研究で報告されている、夜間に表層を遊泳し鉛直移動も乏しくなるというカツオ・マグロ類の日周行動には当てはまらないものでした。これらの行動は沈下が発生していな



図1 海中から見た平常時の浮沈式浮魚礁。浮魚礁の周りにたくさんの魚が集まっている。

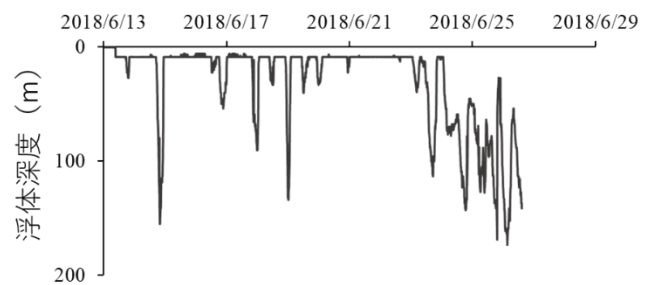


図2 最も深くまで沈下していた浮魚礁の浮体深度変化

い浮魚礁でも同時に確認されたことから、浮魚礁の沈下は関係ないことが分かります。発信器装着の影響や捕食者からの逃避の可能性もありますが、放流した17個体全てで同様の行動が確認されていることからこの可能性は低いといえます。

浮魚礁の沈み込みが発生するには2.5ノット以上の流速が必要です。このことから、沈下が頻発していた調査期間中は2.5ノット以上の潮流が頻繁に調査海域に流れていたものと考えられます。その場合、調査期間中の与那国島周辺海域は、魚が浮魚礁の周辺に留まり続けるには困難な環境であったと推測されます。沈下の発生頻度が夜間に高かったことから、夜間の潜行は流れの速い表層を避け、流れの遅い深度帯に逃避したためと考えられました。加えて、長時間にわたり連続的な沈下が発生した期間では、まずめ時であってもカツオは表層に浮上しないことが明らかとなり、深い深度への逃避を裏付けるものでした。

本研究の結果から、流速が速い期間は夜間に表層を遊泳している通常の場合とは異なり、表層に留まるのがまずめ時に限られることが分かりました。さらに、連続的な沈下が発生した場合は、まずめ時であっても魚は表層まで浮上してこないため、漁獲が減少し、漁業者の間で浮魚礁が沈むと魚が離れると考えられていたといえます。今後は潮汐や季節的な変化も視野に入れて長期的な観察を行い、さらにデータを蓄積していくことが重要であると考えています。

<紹介論文>

Asai S, Uchida K, Miyamoto Y (2021) Behavior of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) during sinking of a surface-type fish aggregating device. *Fisheries Research* 239, 105925.

<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105925>

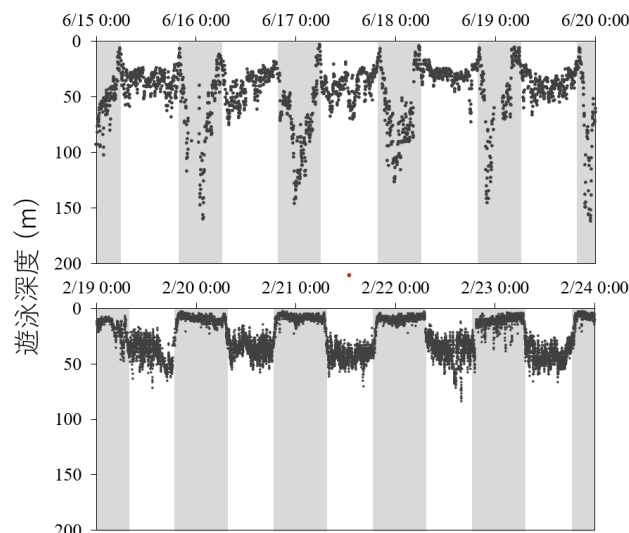


図3 (上)2018年6月の沈下発生期間の日周鉛直移動(下)2016年2月に観察された日周鉛直移動。浮魚礁研究で一般的に報告されているカツオ・マグロ類の行動と一致。いずれも与那国島海域で確認されたもの。

甲羅の表面からウミガメの心拍数を計測する事に成功

坂本健太郎（東京大学大気海洋研究所） E-mail: kqsakamoto@g.ecc.u-tokyo.ac.jp



バイオロギングという研究分野は、技術の革新とともに発展を続けてきました。もちろん、技術とともに科学が発展することは、全ての研究分野に共通することですが、バイオロギングほど技術と科学が密接に結びついている領域はあまりありません。時代とともに装置が小型化し、計測できるパラメータが多様化しました。最初は深度のみを計測していたのが、現在は加速度や動画など、動物の周囲の様々な情報を取得することが出来るようになりました。バイオロギングが次に目指すべきゴールは何でしょうか？答えは一つではないですが、私は生体情報の取得だと考えています。行動を駆動するのは動物の体ですから、その生体情報を行動と一緒に記録することが出来れば、行動が発現した誘因を明らかにすることが出来るでしょう。

生体情報と言っても色々ありますが、私は心拍数の計測に着目しました。心拍数と行動の関係というのは、バイオロギング分野では古くから注目され、研究が行われてきました。ただし、いわゆる行動そのものの計測と比べると、心拍数の計測を行った研究例は非常に少ないのが現状です。これには、次のような理由があるためです。

- (1) 心電信号を検知するための電極を装着することが難しく、場合によっては、外科手術的に装置を体内に埋め込まなければいけない。
- (2) 心電図を計測する事が出来たとしても、そのデータには大量のノイズが含まれている場合が多く、そこから心拍数を算出するのが困難である。

こういった事情のため、これまでは極めて限られた研究者しか心拍数計測に取り組んできませんでした。そこで本研究では、簡便に心拍数を計測する方法の開発に取り組みました。クリアすべき課題は、(1) 体表面からでも心電信号を検知できる手法を開発する事、(2) ノイズの多い心電信号から心拍数を算出するアルゴリズムを開発する事、の2点です。研究対象種としては、(体が甲羅で覆われているため) 心電図計を体内に埋め込むことが特に困難なウミガメを選択しました。

まず始めに、心電信号を検知する電極を開発しました(図1)。ウミガメの甲羅に導電性のシートを貼り付け、その上に薄いゴムシートを被せました。ゴムシートと甲羅の間から海水が入ってこないように、隙間を接着剤でしっかりと接着しました。こうすることで、海水中でもウミガメの心電信号を検知することが出来

るようになりました。なお、本論文の Supporting information では、心電図計測装置を取り付ける手順の動画を公開しています。

次に、心電信号からノイズを除去し、心臓の拍動を検出するアルゴリズムを作りました。動物が動くと、筋肉から電気信号が発生するため、心臓の拍動は分かりにくくなります。でも、よく見ると、筋肉の収縮が作り出す信号と、心臓の拍動が作り出す信号は形が異なるのです。バンドパスフィルタという方法を使って、心臓の拍動だけを取り出すプログラム ECGtoHR を作りました(図2)。ECGtoHR は IGOR Pro 上で動作します。ECGtoHR のウェブサイトでは、このプログラムを無料でダウンロードすることが出来ます。また、ノイズの多い心電図から心拍数を算出する作業を紹介した動画も閲覧できますので是非ご覧ください。

今回開発した方法の有効性を検証したところ、タイマイとアオウミガメでは心電図を計測することが出来ませんでした。アカウミガメ、クロウミガメ、ヒメウミガメでは心電図を計測することが出来ました。どうやら甲羅がすべすべしている種の場合は、本方法では心電信号を検知することが出来ないようです。ウミガメの心拍数は、水中で休息していた時には 6.2 ± 1.9 回/分であり、水面に浮上した時には 14.0 ± 2.4 回/分でした。

今回開発した方法、特に心電信号から心拍数を算出するプログラムについては、他の動物種が対象の場合でも、心拍数を算出するときに用いることが出来ると考えられます。バイオロギングによって心拍数を計測する事に興味がある方は是非お試しください。

<紹介論文>

Sakamoto KQ, Miyayama M, Kinoshita C, Fukuoka T, Ishihara T, Sato K. 2021. A non-invasive system to measure heart rate in hard-shelled sea turtles: potential for field applications. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 376: 20200222.

<http://doi.org/10.1098/rstb.2020.0222>

<ECGtoHR のウェブサイト>

<https://sites.google.com/site/kqsakamoto/ecgtohr>

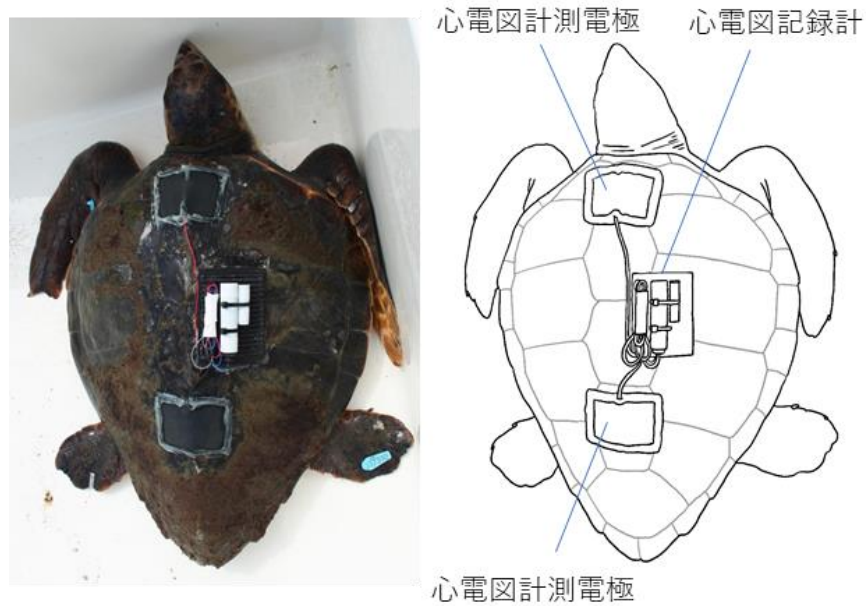


図1. 心電図計測装置を装着したアカウミガメ。二つの電極の間の電位差を計測することで心電信号を検知する。検知された信号は心電図記録計で記録する。

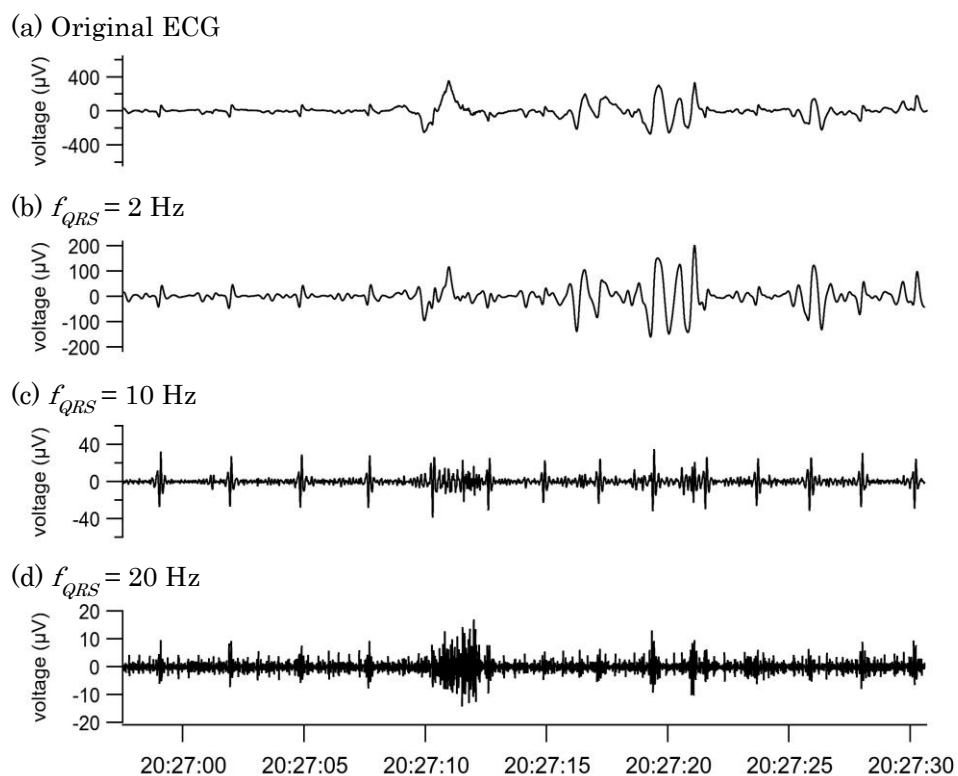


図2. ウミガメから得られたノイズの多い心電信号 (a) から 2Hz (b) 、10Hz (c) 、20Hz (d) の周波数帯の信号だけを取り出したところ。この心電信号の場合には、10Hz 帯の信号を取り出すと、心臓の拍動由来の信号を精度良く抽出できた。

道を見つける力：人類はナビゲーションで進化した

綿貫 豊（北海道大学大学院水産科学研究院）

MR オコナー著 「道を見つける力：人類はナビゲーションで進化した」 インターシフト社

「ナビゲーション」という語につられつい手に取ってしまった。本書の主張は、狩猟のためまた果物を探して家に戻るためなど、かつて人間が生きのびるために必要だった認知地図作成とナビゲーションの実行が、記憶力、記憶を関連付ける論理能力、さらに予測能力を進化させたというものである。人類の脳容積の急増を説明しようとするいくつかの仮説、食物発見・獲得仮説、社会的有利性（マキャベリアン）仮説、余剰栄養仮説、直立歩行仮説など、に直接迫るものではないが、道を探し出す能力に重きを置いている点で独創的である。

イヌイットの人々が一見平坦な雪原でどうやってアザラシの呼吸穴を見つけ、どうやって次の村までいくのか、アボリジニの人々が乾燥した広大なブッシュのなかから伝統的に使われている道をどうやって見つけ、覚えるのか、マーシャル人がどうやって波と星を読んで200キロをこす航海をやり遂げ、見知らぬ島の存在をどうやって知るのか、についての観察と研究が紹介されている。道に迷うことが死につながる生活を送るこうした人たちと対比させ、GPS ナビゲーションの世界にいるわれわれの能力が低下しているのかについての研究成果も紹介されており興味深い。サイエンスライターによるもので学術的正確さはないが読みやすく、考えさせられる。

道を見つける（Wayfinding）には海馬を使う認知地図・ナビゲーション戦略と尾状核を使う刺激反応戦略（スタバの看板をみたら右に曲がれなど）の二つの戦略があること、若者は探索・記憶にたよる前者を使い、高齢になるほど習慣にたよる後者を使う傾向があることを初めて知った。確かに若いころは職場の往復にそれまで行ったことのない道を試し覚えようとしたが、最近は考えるのがおっくうなので同じ通勤ルートを自動化したように毎日通っている。海馬による認知地図・ナビゲーション戦略と尾状核による刺激反応戦略はそれぞれ、なにかのやりかたで、大脳が関係する、ダニエル・カーネマンがいうところの論理的スロー思考と直感的ファースト思考に関連する部分があるのだろうか、とふと思ったりした。

そのうえで、カーナビやスマホの道案内（ルートを確認することなく、ここを右折してくださいという音声案内に従うこと）を使うということは刺激反応戦略であることを本書は説明する。機械がやってくれる、楽である（人間は楽な方向に流れやすい）、で自分の能力は使わない、ので Wayfinding 能力（＝記憶・論理・予測能力）が衰えるのであると本書は論考する。昔でも地図とコンパスという道具はあった（それがいないころは感覚・記憶だけが頼りだった）。しかし、眼で見て地形や建物を確認し、地図と照らし合わせ、自分の位置を判断し、これから進むべき方向を見定めた。GPS ナビはこれら一切の作業を奪う。小学生のころ通学路とはちがう隣村まで自分の領分を拡大し初めての道を家まで帰る時の緊張とわくわく感を思い出した。GPS もスマホもなかったころに子供時代を過ごしたこと、道に迷う経験を何度もしたことを本当にしあわせに思う。一方で、今そのことを大学生に語ってもまったく伝わらないことに強い危惧を感じる。また、海鳥のGPS軌跡だけ見て研究を進めることにもなんとなくの不安を感じる。というのが本書を紹介しようと思った一つの理由である。

もう一つの理由は本書の初めにギブソンの「生態学的視覚論」（サイエンス社）が取り上げられていたことである。本書の主張の一部である、「精神と環境、知覚と認識は分離されていない」、という点を補強するためのものである。なぜか覚えていないがこの本を大学院生のころ読んだ。「生態学」と「視覚論」の対比が面白かったのか、ユクスキュル（ユクス）の名著「生物から見た世界」が頭にあったのか。脳と目の機能についての物理学的・生理学的説明ではなく、生物が地面に立ってあるいは地上・空中を移動して、また調べたいものの周りをまわるからこその見え方を説明していることに感銘を受けた。パイロットが飛び去る時と着陸しようとする時で滑走路がどう見えているのか、その違いを細部に渡り解説している図が今も頭に残っている。本書と違い、こちらはかなり読み応えのある本格的な学術書である。この時代にもある程度は進められていたであろう脳科学には一切触れていない。

会費納入のお願い



■会費の納入にご協力をお願いいたします。
正会員 5000円、学生会員（ポスドクも含みます）
1000円です。
2年間会費未納ですと自動的に退会になりますのでご注意ください。

■住所・所属の変更はお早めに事務局
(BioLoggingScience@gmail.com) まで
メールアドレスが変わりました

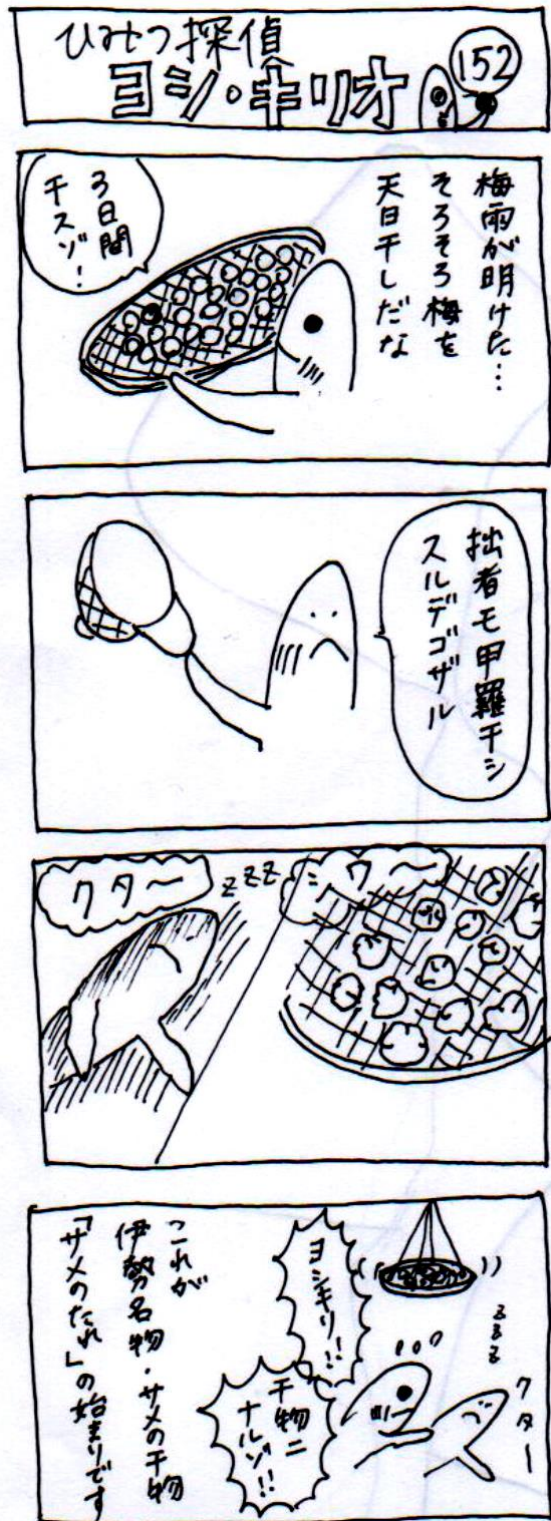
編集後記



やっとフィールドに出れるようになり始めたかな?と思ったら、また緊急事態宣言が発出されるようで、なかなか収束の兆しをみせない新型コロナウイルスにやきもきするこの頃です。なんとか会報に間に合うタイミングでフィールドに出れたのには救われました。次回の会報に、この一部を論文にして報告できるように研究室として頑張っていきたいところです。新しい発見に寄稿を頂いた浅井さん、坂本先生有難うございました。実は海洋大が6月担当というのをすっかり忘れていた中、このままではスカスカの会報になってしまうと焦っていたのですが、大変興味深い内容を掲載することができ、178号も他号に劣らぬ内容になったものと安堵しております。書評も興味深く読ませて頂きました。スマホを持ち始めて4年目ですが、最近はこの便利さにすっかりはまっております。そんな中、「機械がやってくれる、楽である（人間は楽な方向に流れやすい）、で自分の能力は使わない、のでWayfinding 能力（=記憶・論理・予測能力）が衰える」というフレーズにドキリ！なんとなく心当たりがあるな〜と。【KU】

雨が多いですね。安全第一で野外調査を進めましょう。

【YM】



【S.K】