



日本バイオリギング研究会会報

日本バイオリギング研究会会報 No. 152

発行日 2019年4月20日 発行所 日本バイオリギング研究会(会長 荒井修亮)

発行人 牧口祐也 日本大学 生物資源科学部 海洋生物資源科学科 魚群行動計測学研究室
〒252-0813 神奈川県藤沢市亀井野 1866

Tel: 0466-84-3687 E-mail: biolog@bre.soc.i.kyoto-u.ac.jp

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



もくじ

新しい発見

周辺環境によって変わるザトウクジラの採餌戦略

秋山 優 (東京大学大気海洋研究所)

深海性閉鰓魚を追跡する

奥山 隼一 (水産研究・教育機構 西海区
水産研究所 亜熱帯研究センター)

ネズミイルカの混獲はなぜ起こるのか

松石 隆 (北海道大学水産科学研究院)

研究紹介

魚類鳴音計測による資源生態情報の把握への可能性

松原 直人 (北海道大学大学院水産科学院)

事務局からのお知らせ

「ハマダイの標識放流」 撮影者: 奥山 隼一、撮影場所: 屋久島南 60km 海域(オジカ瀬)

新しい発見

周辺環境によって変わるザトウクジラの採餌戦略

秋山 優 (東京大学大気海洋研究所)

バイオロギングによる野生の大型鯨類、の研究は、徐々に増えつつあります。最近では、行動記録計を装着したザトウクジラを船で追跡し、魚群探知機を利用してクジラ周辺の餌環境をモニタリングすることによって餌環境と関連した彼らの採餌行動の研究などが多く発表されています。しかし彼らの採餌行動にはまだまだ謎が残っています。

ザトウクジラは、ランジフィーディング(突進飲み込み型採餌)と呼ばれるナガスクジラ科特有の採餌方法で餌を食べます。海中にパッチ状に存在するオキアミや魚の群れに向かって突進(lunge ランジ)し、口を大きく開け、海水ごと餌を口に含みます。このランジは時に、1回の潜水中に1回から数回繰り返されます。しかし、ランジは一度に大量の餌を捕らえられる一方で、非常にエネルギーコストの高い採餌方法とも言われています。よって、どのタイミングで採餌を停止して呼吸のために水面に戻るのかは、ザトウクジラの採餌効率を左右する悩ましい問題です。そこで私たちは、ザトウクジラの1潜水あたりのランジの回数が何によって左右されるのか、1潜水あたりの採餌戦略を明らかにしました。

2013年と2014年の夏期に、アイスランド北部に位置するSkjálfandi湾にて採餌のため来遊したザトウクジラを対象に野外調査を実施しました。ザトウクジラに、吸盤を使って行動記録計とビデオカメラを取り付け、6個体から計45時間のデータを取得しました。得られた動画を見てみると採餌をするザトウクジラの周辺には、餌であるオキアミが映っていました。さらに回数は少なかったもののタグ付けした個体の周辺で餌を食べる同種他個体の姿も見られました(図1)。そこで、ランジに伴うザトウクジラの餌獲得量の変化と他個体の有無から彼らの採餌行動の変化を調べました。

まずは、ビデオロガーを用いたクジラ周辺の餌密度推定手法を確立しました。ビデオに写るオキアミの数を画像解析によって数値化し、単位面積あたりの粒子数を相対的な餌密度とみなした(図2)。さらに、ランジを行う間の画像に写った粒子数積算値を、クジラが獲得した餌量と見なし、ランジごとの餌獲得量を推定しました。



図1. タグ付けしたクジラの前を泳ぐ同種他個体。

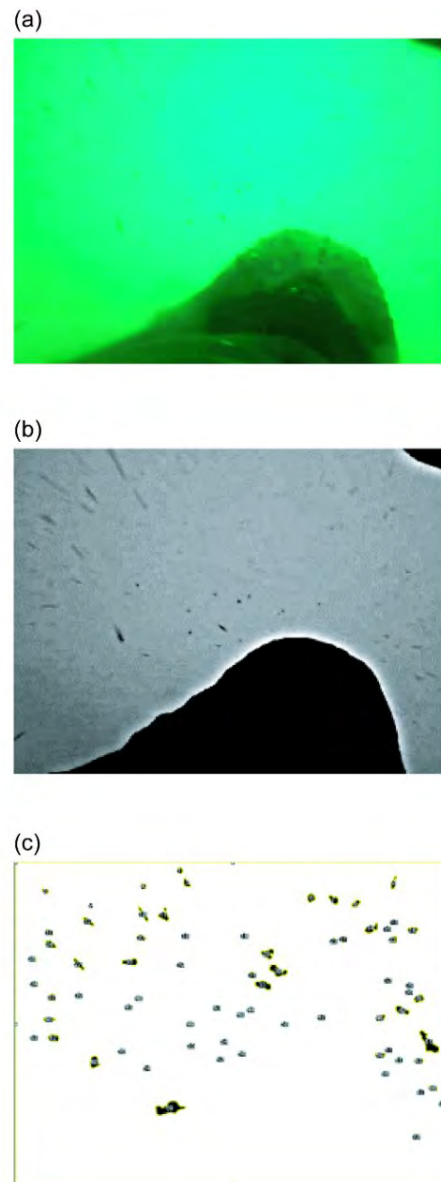


図2. ビデオロガーを用いた餌密度推定手法手順。(a)動画を1分間隔の静止画に変換、(b)フィルターをかけ餌生物を強調、(c)クジラの体の部分を消去し、餌(粒子)を検出。

次にビデオロガーから推定された餌獲得量と行動記録計を用いて抽出されたランジイベントの情報を組み合わせ、最適採餌理論を応用した採餌モデルを構築し各潜水の採餌効率を調べたところザトウクジラは、単独の場合、単位時間あたりの餌獲得量が最大となるタイミングで、採餌を停止していることを明らかになりました(図 3)。

一方、同じ餌を競合する同種他個体が周辺にいる場合は、単独で採餌しているときに比べて短時間(少ない回数)でランジを停止していた(図 4)。これは、他個体の採餌によりパッチ内の餌密度が急激に低下することを見込んだ行動戦略であると考えられます。このようにザトウクジラは、餌環境や、同種他個体の有無など時々刻々変化する周辺環境に応答天気予報、緻密な行動調節を行っていることが分かりました。

本研究では、ザトウクジラに直接取り付けられたビデオロガーを用いてクジラ周辺の環境変化を観察することによって、各潜水での採餌戦略、さらには、これまでの最適採餌研究では扱われてこなかった同種他個体の影響も評価が可能であることが示されました。

Yu Akiyama, Tomonari Akamatsu, Marianne H. Rasmussen, Maria R. Iversen, Takashi Iwata, Yusuke Goto, Kagari Aoki, Katsufumi Sato. Leave or stay? Video-loggers revealed foraging efficiency of humpback whales under temporal change in prey density. *PLoS One* 14 (2): e0211138 (2019).

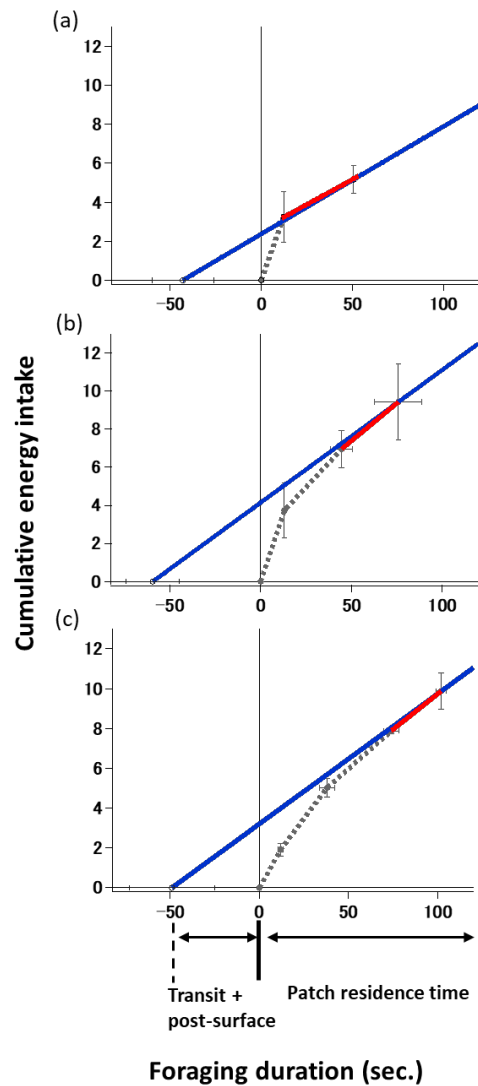


図 3. 1回の潜水で(a)2回 (n = 49)、(b)3回 (n = 17)、(c)4回 (n = 2) ランジイベントがあった時の平均値を用いて構築されたモデル。点線はランジごとの餌獲得量、赤線は最後のランジの餌獲得量の変化を示しており、青線は移動と水面滞在時間を含む、採餌潜水の単位時間あたりの餌獲得量を示している。

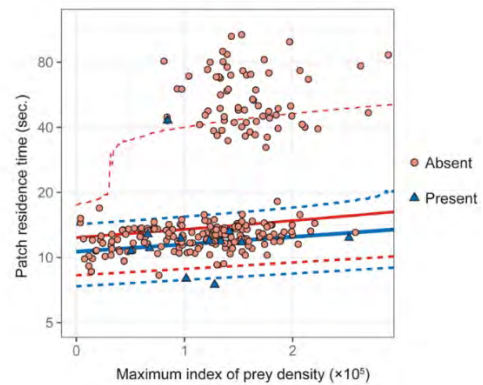


図 4. パッチ滞在時間と餌密度の関係。赤は他個体がない時、青いる時の値、実線は、統計解析によって求められた平均パッチ滞在時間、点線は95%信頼区間を示している。

深海性閉鰾魚を追跡する

奥山 隼一（国立研究開発法人 水産研究・教育機構 西海区水産研究所 亜熱帯研究センター）

深海といえば、海洋研究において、いつの時代でもフロンティアです。バイオロギング研究においても、マッコウクジラやゾウアザラシ、オサガメなど、なぜ深海に“潜る”のか？というのには、長年関心をもたれ、研究されているテーマです。海水面と深海では水圧が何倍～何百倍と異なりますから、潜水動物の肺はペしゃんこになります（空気を吸って潜った場合）。彼らは、その圧力変化に耐えられるよう、個々に内的メカニズムを発達させていると考えられています。

一方、“潜る”ことなく、常時深海にいる魚類の研究は、あまり進んでいないのが現状です。特に閉鰾性の魚類の場合、海面に釣り上げた際に急激な減圧を伴いますので、鰾が膨張してしまいます。膨張し過ぎた鰾は、内臓を損傷、閉塞させ、胃は鰾に押し出されて、口から飛び出します（図1）。このため、海面に釣り上げた時には、すでに瀕死の状態になっている魚もいます。ちなみに、この減圧に対する耐性は魚により様々で、例えばキンメダイなどは、圧力変化に強く、海面に釣り上げた状態でも胃は飛び出しておらず、元気だと聞きます。キンメダイは頻繁に鉛直移動を行いますので、何か圧力変化に強い仕組みを持っているのだと思います。

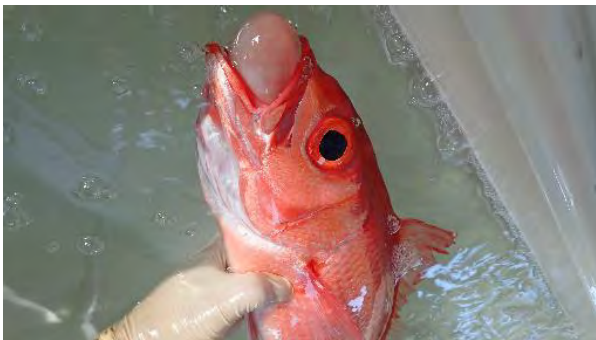


図1. 釣り上げられたハマダイ。胃袋出ちゃってます。

今回、私が調査を行った深海魚はハマダイ (*Etelis coruscans*) という深海性フエダイの一種で、日本では伊豆・小笠原諸島、鹿児島以南の南西諸島で多く漁獲されています。沖縄県では三大高級魚の一種とされ、皮を炙った状態で頂く刺身は、非常に美味で泡盛によく合います。生息水深は200~500m。その分布は水温に依存すると考えられます。移動や回遊に関する生態はほとんどわかっておらず、産卵場はどこなのか、普段の行動範囲はどこまでなのか、全くわかっていません。鹿児島県では標識放流を2005年より実施

していますが、未だ再捕はゼロ。その行動は謎のベールに包まれています。何とかハマダイの行動を明らかにしようと、我々は2016年度より、鹿児島県と共同で調査を開始しました。

ハマダイのような深海魚を追跡するにはどうしたらよいか？深海で測器を装着する器具を開発する（野田さん(Bio-logging Solutions Inc.・京大院情報)の2008年の論文）、といったバイオロギングらしいアイデアもありましたが、我々がとった方法は、膨れた鰾から空気を抜いて、胃も元の状態に押し込むといったアナログ的な方法でした（図2）。熟練の技術とスムーズな作業が必要となりますが、多くの魚を殺すことなく、健全な状態で海に帰すことができます。

ちなみに、本手法の1つの問題点として、魚の鰾から空気を抜いてしまうことによって、放流時のハマダイの浮力がほとんど無くなってしまふという点があります。他種では、鰾は数日で再充填されるようですので、本種でも放流数日後のデータには信憑性があると考えています。



図2. シリンジと針を用いて、膨れた鰾から空気を抜き出す

実験は、ハマダイがよく居つくと思われる鹿児島県のオジカ瀬で行いました。屋久島から南へ60 kmほどに位置する隆起した海底地形です（頂上水深約170 m）。水深約200 mのタナからハマダイを一本釣りで釣り上げます。迅速に鰾などの処置を行ったあと、深度センサー付きの超音波発信器を装着して放流しました。ハマダイは元気に泳いでいき、わずか数~十数分でもとの生息水深帯にもどりました。さらに水平的にも移動していたことから、ハマダイを良い状態で海へ戻すことができたのだと思われます。

その後、継続したテレメトリー追跡調査により明らかになったことは、ハマダイは常に海底に沿って移動しているということと、滞在深度を思った以上に変えているという点です（図 3）。1 日における鉛直移動は最大 50.0m（237.7 m ⇒ 287.7 m）でした。これは、鰾への空気の充填・吸収速度から考える他魚種の鉛直移動速度の 2 倍近くの値でした。ハマダイが高度な浮力調整能力を持っているのか、圧力チャンバーなどで厳密な調査が必要ですが、1 つの重要な知見が得られました。

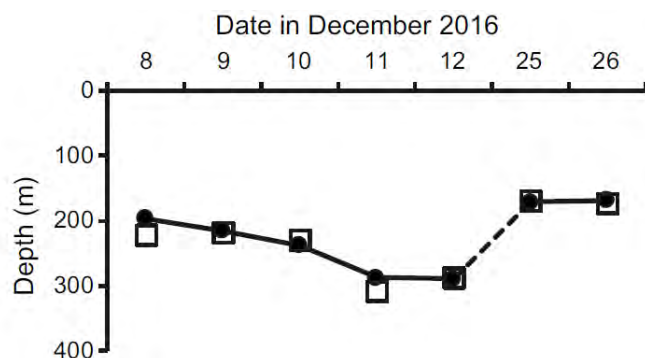


図 3. ハマダイ 1 個体の鉛直移動データ。●がハマダイの滞在深度、□は追跡時の海底深度を表す。ハマダイは海底に沿いながら鉛直移動をしていることが読み取れる。

ここまで、然もすごい成果が得られたように書いてきましたが、実際には、放流したハマダイは 1 ヶ月以内にはその多くが瀬を離れてしまいました。居つくと思われていた瀬に対する固執性はそれほど高くなかった訳です。このため、多くのデータを取得するには至りませんでした。それでも深海性閉鰾魚の行動に関する貴重なデータが得られたと自負しております。

Okuyama J., Shishidou H., Hayashibara T. (2019) Post-release horizontal and vertical behavior and philopatry of deepwater longtail red snapper *Etelis coruscans* around a bank. **Fisheries Science** 85: 361–368.

新しい発見

ネズミイルカの混獲はなぜ起こるのか

松石 隆（北海道大学水産科学研究院）



ネズミイルカ（図 1）をご存じでしょうか。英語では Common porpoise あるいは Harbour porpoise と呼ばれ、欧米では、吻のないイルカ porpoise の中で最もなじみの深い、漁港にも入ってくるような沿岸性のイルカです。日本では北海道沿岸に生息していて、北海道の漁業者はしばしば遭遇しますが、「特徴がないのが特徴」と言われるほど外見が地味なのと、水族館のショーに使われたりはしないので、余り馴染みがないかもしれません。

このネズミイルカ、函館市臼尻町にある 3 つの大型定置網だけでも、平均で年間 4.4 頭の混獲があり、その 2/3 は混獲直後に死亡しています。北海道沿岸には相当な数の定置網がありますので、ネズミイルカは混獲によって数が減っている可能性もあります。また、ネズミイルカの身には人間が消化しづらい脂分が入っていて食べられないので、漁業者は混獲した個体を売ることもできず、単に漁業の邪魔をするやっかいな存在です。どうして定置網に迷入してくるのがわかれば、防ぎようがあるかもしれません。

イルカは哺乳類ですので、少なくとも数分に一度は浮上して呼吸をしなければなりません。船や丘から観察すると、呼吸するイルカを見ることができます。定置網の近くで 1 日観察していたら、いつネズミイルカが定置網に来て、どういう経路で入っていくか観察できるかもしれません。しかし、夜に来るかもしれないし、ちょっとでも波があるとネズミイルカの発見は大変難しくなります。

ネズミイルカは、周りの様子を知る（エコーロケー



図 1. ネズミイルカ (イラスト 黒田美加)

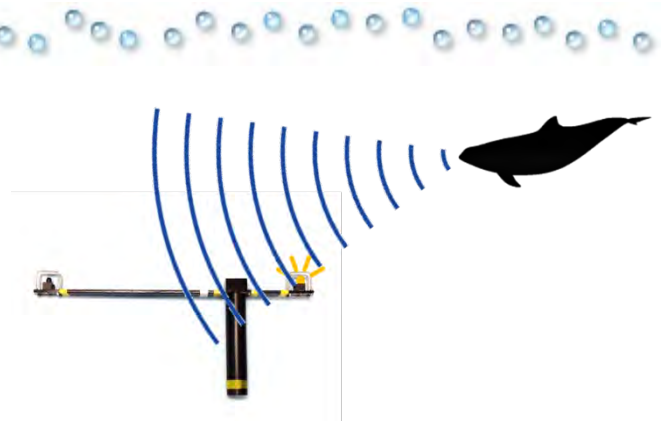


図 2. A-Tag. 2 つのマイクで音の来る方向も記録する。

ション) ために、頻繁にクリックと呼ばれるパルス音を出しています。クリックが一定の音量以上で水中ステレオマイクに入ってきたら、音圧、音の間隔、音の方向を記録する A-Tag (図 2) という装置を用いれば、ネズミイルカが定置網の近くでどのような行動をしているかがわかります。

そこで、我々は定置網漁業者さんの協力をいただいて、大型定置網に A-Tag を設置させてもらい、ネズミイルカの定置網の近くでの行動を観察しました。

観察している定置網 (図 3) は網全体の幅が 300m、魚を箱網の入口に誘導する垣網と呼ばれる部分の長さは 1500m にも達する巨大なものです。岸沿いに泳いでいる魚が垣網に行く先を妨害されて、垣網沿いに沖に泳いでいくと、定置網に入ってしまうようになっています。定置網の中でも網に沿って泳いでいると、次第に次の箱網に誘導され、最終的には図の一番右にある

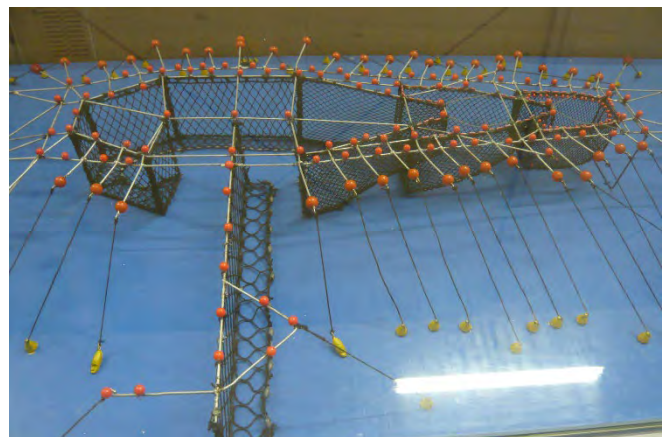


図 3. 大型定置網 (久二野村水産にて著者撮影)

落とし網に誘導されてしまいます。漁船は毎朝、この落とし網を揚げて漁獲します。定置網の A-Tag は垣網から定置網への入口と、落とし網の入口の 2 箇所装着しました。

A-Tag は、2013-15 年、ネズミイルカがこの海域に來遊する 4 月～5 月初旬に装着しました。入口付近のクリック音を合計 40 日間記録したところ、45%にあたる 18 日間、ネズミイルカが定置網に入るところが記録されていました(図 4)。さらに、落とし網付近を 28 日間記録したところ、36%にあたる 10 日間ネズミイルカが落とし網に入るところが記録されていました。しかし、その 28 日間、毎朝漁船が落とし網を揚げて漁獲をしましたが、その中にネズミイルカが入っていたのは 1 回だけでした。

ネズミイルカが獲られてしまった日のクリックスの記録を詳しく調べて見ると、いつもとは異なり、前日の夕方から、長時間にわたって定置網に滞在し続けていました。この時期は、小さなイカやニシン・ホッケなどの浮き魚類、カレイ類などが定置網に入ってきます。網の中の魚に執着していて、操業に気がつかなかったのかもしれません。

いずれにしても、ネズミイルカは、外に出にくい設計になっている定置網を自由に入出入りしていることがわかりました。決して誤って定置網に入ってしまう、出るに出られなくなってしまっているわけではないようです。

ネズミイルカの混獲を防止するためには、ネズミイルカが物理的に落とし網に入れないように、途中で魚は通れてもイルカが通れない仕組みを作るか、落とし網を揚げる前に、ネズミイルカを追い出すといったような工夫をするとよいかもしれません。しかし、同じ網で、大型のマグロやサメを獲ることもあるので、なかなかネズミイルカだけを追い出すというのは難しいかもしれません。

海中では見通しが利きません。また海水は電解質ですので、レーダーのように電波で物を発見することはできません。しかし、音は水中を伝わるので、水中の音から、海水の中で起こっている様々なことを知る

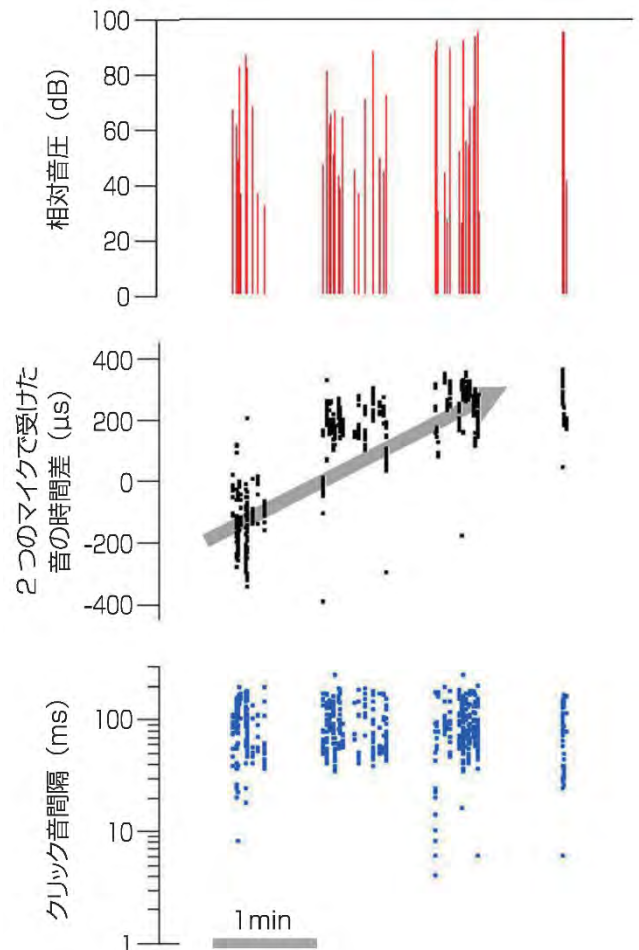


図 4. ネズミイルカが定置網に入っていく際の A-Tag の記録の一例

ことができます。船で現場に長時間とどまることは大変難しいですが、A-Tag のような計測器を装着する事によって、数十日間の連続観測もできます。このような観測機器を活用する事によって、わかっていなかった海洋生物の行動を明らかにすることができます。このような情報の積み重ねによって、イルカ・クジラと漁業が共存することができるようになれば、と思っています。

Higashisaka, H., Matsuishi, T., and Akamatsu, T. (2018) Presence and behavior of harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) around set nets revealed using passive acoustic monitoring. *Fisheries Research*, 204: 269-274.

松石 隆 (2018) 出動！イルカ・クジラ110番～海岸線3066kmから視えた寄鯨の科学～. 121pp. 海文堂出版, 東京.

新しい発見

魚類鳴音計測による資源生態情報の把握への可能性

松原 直人 (北海道大学大学院水産科学院)

昨年の八月号で「北海道の沿岸に生息する底魚類の鳴き声」というタイトルで、こちらの日本バイオロギング研究会に寄稿させていただきました。今回はその続きということで、先日紹介した内容以外の研究成果を中心に報告させていただきたいと思っております。

前回の記事でも触れましたが、魚類の中には鳴き声(鳴音)を発生するものが多く存在します。身近な魚種では、水産資源として価値の高いフグ目やカワハギ、スケトウダラなどのタラ類のほか、ペットとして人気の高い、クマノミやスズメダイの仲間が鳴音を発生することが知られています。彼らの多くは、鳴音を威嚇や求愛などの目的で利用しています。鳥類や動物でも声を利用したコミュニケーションがよく知られていますが、海の中でも同様のことが行われています。近年このような魚類が発生する鳴音を利用したモニタリング手法(受動的音響計測手法、PAM; Passive Acoustic Monitoring)が着目され始めています。魚類の鳴音を利用することで、①魚種判別(魚種ごとに鳴音の音響特性(声の特徴)が異なることが多い)、②体長推定(魚体サイズに応じて音響特性が異なることが多い)、③行動予測(動物と同様、求愛や威嚇に応じて鳴音を発生させるため)、④資源量の推定(生息する魚類が多いほど鳴音の受信頻度が増加するため)への応用が考えられています。PAMは、水中録音機を利用することにより、長期間連続で観察ができる上、複数の録音機を利用することにより広範囲で計測可能であり、新しいモニタリング手法として期待が寄せられています。しかし、現状では日本国内外において、現存している多くの魚種の鳴音の発音能力やその声の特徴についてわかりません。また発音能力を持つ魚種の中でも、鳴音の音響特性や、それらと体サイズや行動の関係、鳴音の発生頻度等についてほとんど明らかにされていない状況です。

私は、北海道沿岸に生息する底魚類の、アイナメや、メバル類(エゾメバル、キツネメバル)を対象に、発音能力やそれらの音響特性、さらにPAMによる資源や生態モニタリングへの応用を検討するため、音響特性と生息密度や産卵行動との関係について研究を行ってきました。まず発音能力や鳴音の音響特性の把握を目的に、水槽の中で、彼らの発音能力の有無や鳴音の特徴を計測しました。図2は水槽実験で得られた鳴音を含んだサウンドスペクトログラムです。3種の鳴音の音響特性のうち、パルス幅(鳴音のパルスの発生から終了までの時間)ではエゾメバルやキツネメバルは約

0.020 s以内、アイナメでは約0.04-0.07 sとなっていました。また海外で研究されているメバル類の鳴音のパルス幅の長さに近い値を示していました。またピーク周波数(フーリエ変換による周波数分析により得られた、最も相対音圧の大きい周波数)についても同様に3種で比較したところ、3種の中で最も高かったのはエゾメバルの約500-850 Hz、次いでキツネメバルの約250-450 Hz以下、最も低かったのはアイナメの約150-350 Hzでした。これらの結果から、3種の発音能力を明らかにした上で、音響特性が魚種ごとに異なることを明らかにすることができました。

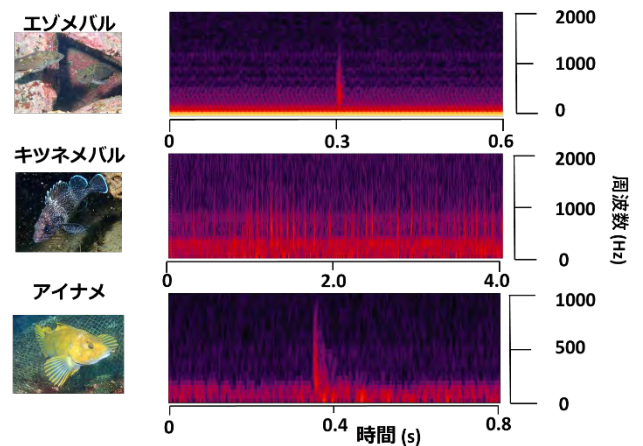


図1. 各魚種の鳴音のサウンドスペクトログラム

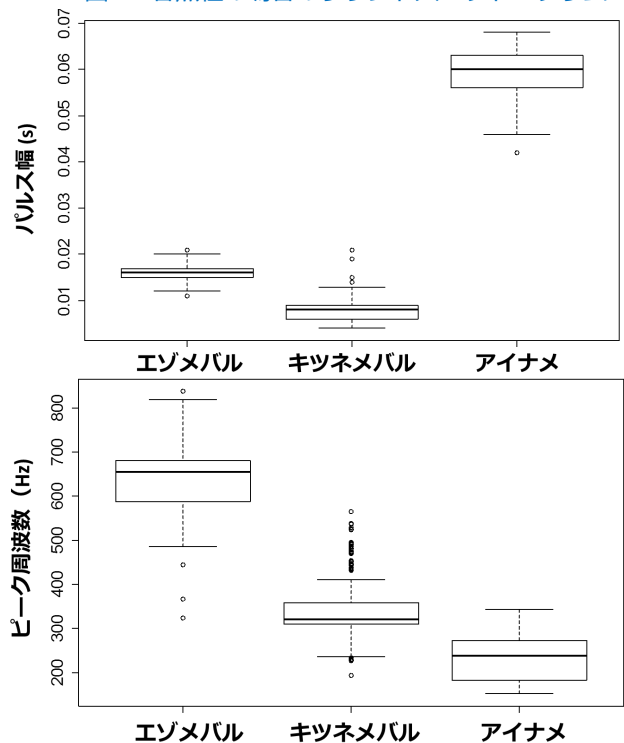


図2. 魚種ごとの鳴音の音響特性の分布

またエゾメバルでは、同様の水槽実験下で、体長別の鳴音の音響特性についても検証しました。特に、魚類鳴音の発音のメカニズムと関わりが大きい、鰾や発音筋についても解剖により摘出し、鳴音の音響特性や体サイズとの関係についても確認しました（図3）。

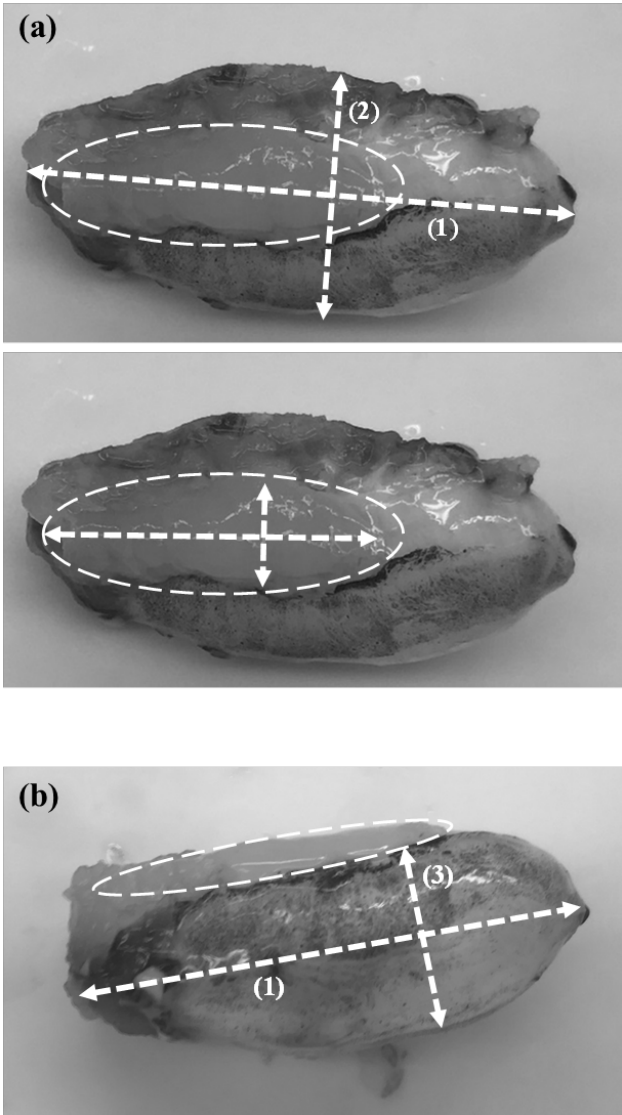


図3. エゾメバルの鰾
 (a) 体側側, (b) 背側, 白点線の丸は発音筋
 (1) 鰾長, (2) 鰾幅, (3) 鰾高

エゾメバルにおいて、魚類で多く見られるように体長の成長と共に、鰾の大きさも増加する傾向が確認されました（図4）。また鳴音のピーク周波数と体サイズや鰾の大きさとの関係を検証したところ、いずれにおいても負の関係が確認されました（図4）。魚類鳴音においては、鰾は共鳴体としての役割を果たすことが多く、浮袋が大きいほど鳴音は低周波帯に、小さいほど高周波帯が強調されることが知られています（楽器でいえば、大太鼓が低い音が出るのに対し、小太鼓は高い音が鳴るようなイメージ）。そのため、本種においても鰾の大きさと音響特性に負の関係が見られたことが考えられます。以上のことから、エゾメバルは、体長

の成長とともに鰾が成長し、鰾の成長と共に、鳴音のピーク周波数が低下することから、体長とピーク周波数の間に負の関係が確認されたものだと考えられます（図4）。これらの関係性は、PAMによる魚体長推定の上で重要となります。

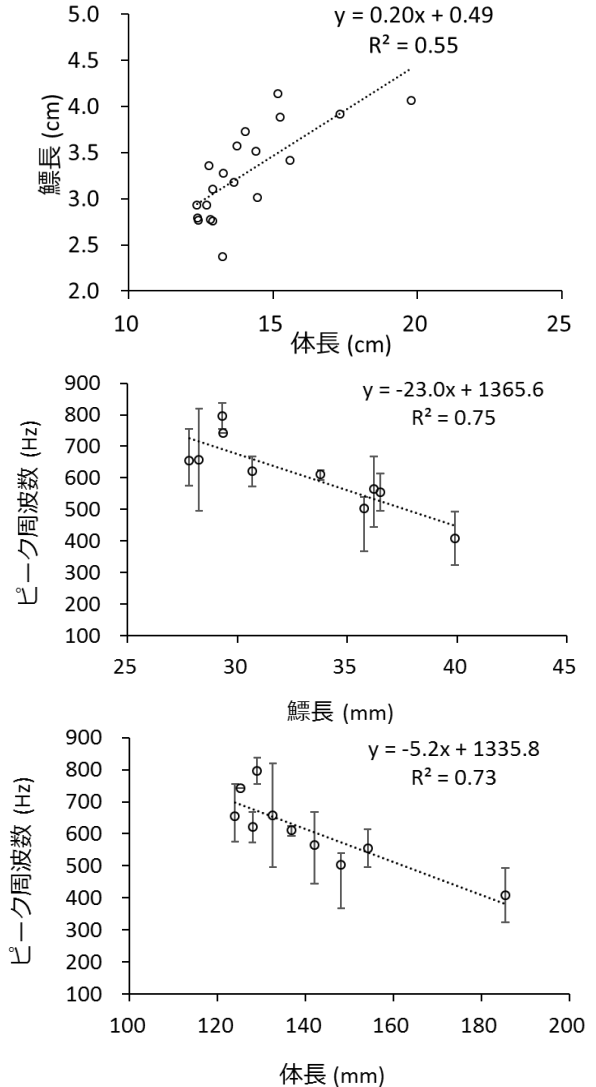


図4. 体長、鰾、ピーク周波数の関係

続いて行ったのは野外実験です。野外実験では、アイナメは産卵行動や卵保護と鳴音の音響特性との関係、エゾメバルはピーク周波数と体長のほか、鳴音の発生頻度と観察される個体数の関係について検証してきました。

アイナメの野外実験のうち、産卵行動と鳴音の音響特性の関係については前回触れましたので、今回は卵保護と鳴音の音響特性の関係に関する結果についてお話をさせていただきます。アイナメは、産卵期中（10-12月）、ごく沿岸に来遊し、オス個体が産卵庄を形成することが知られています。オス個体がメス個体に求愛し、産卵が終了すると、そのままオス個体だけが産卵庄に残り、卵の保護や世話をを行う習性が知られています。アイナメの野外実験ではこれら卵保護に関わる習性と

鳴音の音響特性との関係について検証しました。録音実験は、北海道函館市臼尻漁港周辺の沿岸域で行いました。この周辺域は毎年秋頃から産卵床が多く形成されます。この産卵床付近に、鳴音観察のため、水中録音機を設置しました。また録音中の様子を確認するため、水中カメラによる観察を行いました。動画データを確認すると卵保護に関わる行動として、定着（産卵床付近に定位、動いてもすぐ付近で定位）、周回（産卵床付近を含む周辺域を遊泳）、追いかけて（同種を含む他個体に対して、一直線に遊泳し追尾）といった行動が確認されました。またそれぞれの累積時間を確認すると、主に定着および周回を中心とした行動をとることがわかりました（図5）。

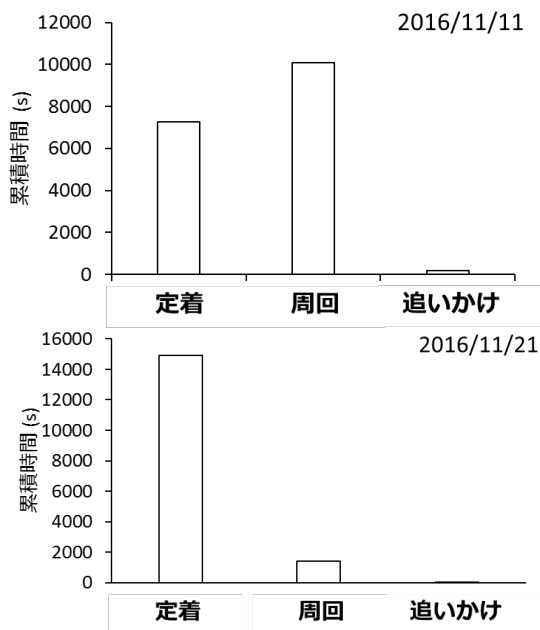


図5. アイナメの卵保護中の行動の累積時間

また卵保護の中心となった定着と周回時のそれぞれの鳴音の音響特性の分布について検証したところ、それぞれ分布が異なることがわかりました（図6）。音響特性のうち、鳴音の持続時間（鳴音内の最初のパルスの発生から終了までの時間）では、定着は短く、周回が長い傾向が、パルス数（鳴音内のパルスの数）では、定着のほうが少なく、周回のほうが多い傾向が見られました。また、パルス間隔（鳴音内のあるパルスと次のパルスの時間）では、定着が長く、周回が短い傾向が確認されました。前回お話した内容では、産卵が見られた後は、パルス数の少ないものが多く見られる傾向が確認されましたが、これら卵保護中の結果を踏まえると、産卵後は定着を中心とした行動をとる習性があるのかもしれませんが、これらの結果は、PAMによる卵保護や産卵行動の生態推定への可能性を示していると考えられます。

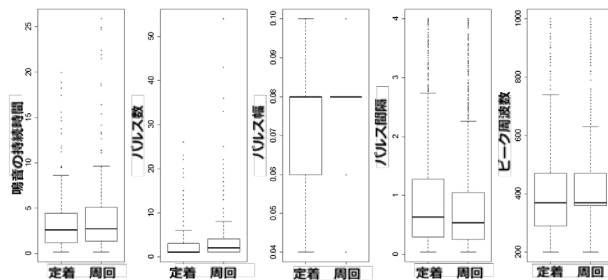


図6. 定着・周回時それぞれの音響特性の分布

エゾメバルの野外実験は、北海道紋別市に設立されている、オホーツク・ガリンコタワーで行いました。このタワーは海に建てられた展望塔で、海中の観察ができる観察窓が備え付けられています（図7）。本研究では、この観察窓付近に水中録音機を設置し、観察窓に映る個体の数や鳴音の音響特性と、観察窓付近のエゾメバルの個体数や体長を測定し、両者の関係について検討を行いました（図7）。

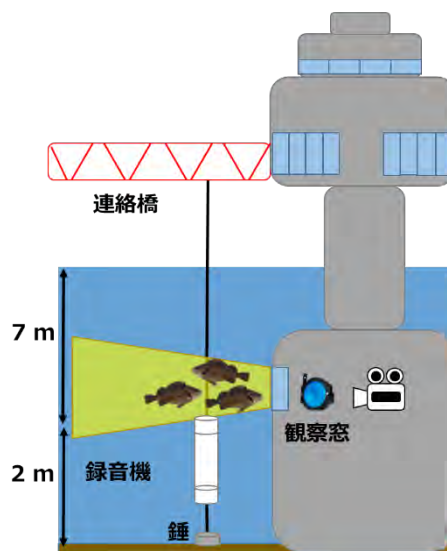
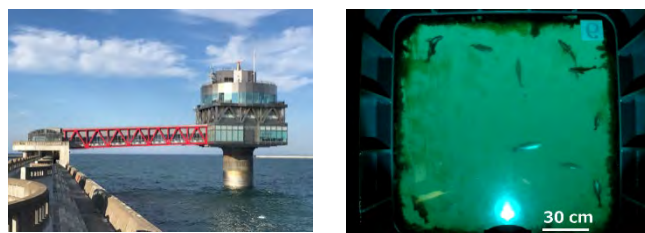


図7. オホーツク・ガリンコタワーの様子
 (左上) タワー外観, (右上) 海底階にある観察窓
 (下) タワーでの実験設定

鳴音の発生頻度の結果が以下になります（図8）。いずれの実験日においても、夜間を中心とした発生が見られ、日中はほとんど観察されない傾向が見られました。続いて鳴音の発生頻度と観察された個体数の関係

で見たところ、鳴音と同様エゾメバルは夜間を中心とした出現が見られました。このような傾向は、発音能力がある同カサゴ目のカサゴ等でも見られています。底魚類が夜間活性化することが影響しているのかもしれませんが。

両者の分布の時間変化を見ると、どちらも同様のタイミングで増減を繰り返している構造が見られました。また、両者の10分間の平均を取って散布図を見ると正の関係が確認されました(図9)。録音機周辺の個体数に応じた鳴音の発生頻度を知ることができれば、鳴音の発生頻度から逆算することにより周辺の個体数を予測することができます。これらの結果は、PAMによる息密度等の推定への可能性を示していました。

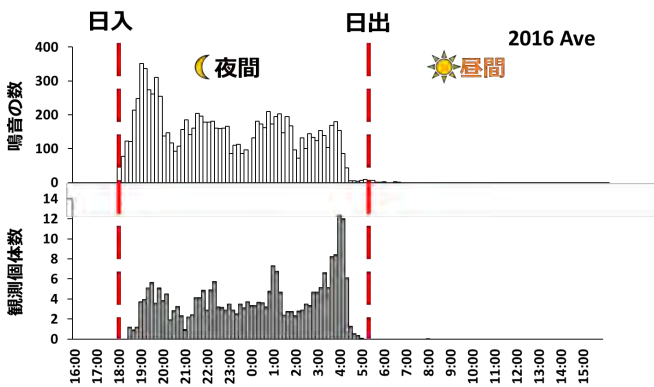


図8. 鳴音の発生頻度と観察された個体の出現頻度の時間変化

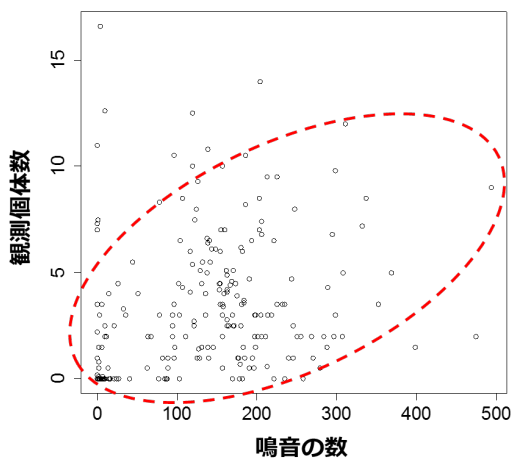


図9. 鳴音の数と観測された個体の関係 ($r=0.52$)

つづいて、窓面に映ったエゾメバルの体長とピーク周波数の分布の時間変化について観察しました(図10)。体長の分布を見ると、日の入り前は小さい個体为中心となっていますが、日の入り前後(18:30)になると徐々に大型個体が増加し始め、0:00付近の深夜帯になると、大型個体を中心とした出現が見られます。ピーク周波数の分布を見ると、日の入り前は比較的高い周波数帯(約400-700 Hz)で確認されていますが、

日の入り前後で徐々に低下し、深夜帯になると低周波帯(約350-550 Hz)に推移していました。水槽実験で、体長と鳴音のピーク周波数の間に負の関係が見られましたが、野外環境下でも同様の傾向が確認されました。これらの結果から、PAMによる体長組成推定として、ピーク周波数の分布から、体長分布の推定につながることを考えられました。

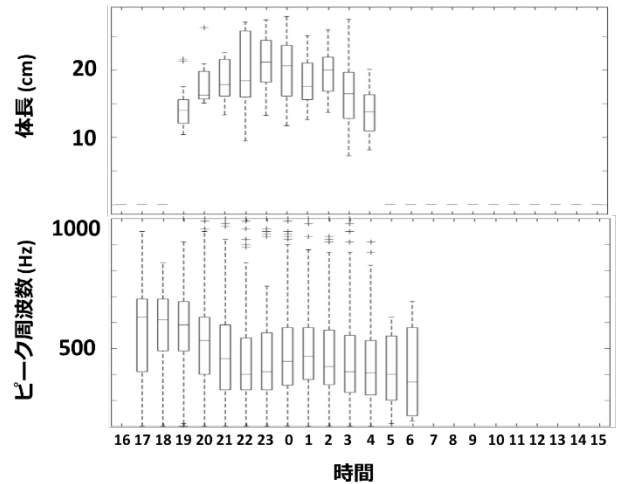


図10. 体長とピーク周波数の分布の時間変化

今後の展望として、アイナメでは卵保護だけでなく、産卵行動や求愛行動と鳴音の音響特性、エゾメバルでは、複数海域での観測による対象海域の拡張などを考えています。また、日本国内外に生息する、発音能力がわかっていない魚種に対しても、同様のアプローチを試みていきたいと思ひます。

編集後記

音での生物観測は、動物に装置をつけるわけではないのでバイオロギングといえるかどうか微妙です。遠隔で生物を見られるという点では仲間なのではないでしょうか？
関連する研究集会を 5 月 22 日に開催します：
<https://www.jamstec.go.jp/j/about/access/yokohama.html> 【TA】

