



# 北里大学海洋生命科学部だより

No.50

2024年3月

## ■海洋生命科学部トピックス

- 在職40年以上…………… 佐藤 繁
- 地域未利用資源を有効活用した  
魚介飼料の開発を目指して…………… 森山 俊介
- これまでの研究で出会った水生動物たち…… 天野 勝文
- およげ! ぜぶらくん  
廃用性筋萎縮モデルとしての小型魚類の活用 … 池田 大介

## ■学会賞受賞

- 水産学技術賞受賞…………… 安元 剛

## ■研究紹介

- 魚の繁殖をコントロールする神経内分泌系  
～哺乳類から魚へ～…………… 池上 花奈
- 魚の「面白い」につき動かされて …………… 武藤 望生

## ■課外活動報告

- 北里大学アクアリウムラボでの活動…………… 中市創太郎

## ■海外実習体験記

- 台湾中央研究院への海外実習…………… 高野 小春

## ■学部通信



台湾・中央研究院での実習 プレゼンテーション



熱水噴出孔のある亀山島へ向かう船上で



マレーシア科学大学での実習 実験所前でのクラゲ採集中



クラゲのプラヌラ幼生の観察

## 在職40年以上！

応用生物化学講座  
生物化学研究室  
教授  
佐藤 繁



2024年3月末日で定年退官となります。本稿では、私が本学でお世話になった40年間の思い出をダイジェストして寄稿します。

1984年1月、北里大学水産学部(現 海洋生命科学部)に助手として赴任しました。600キロ強の道のりを一人で運転したのは人生初。三陸キャンパスに近づくにつれ大雪となり、車が何回も滑ったのも初めての経験でした。真夜中に大学に到着したところ、研究室で学生さんたちが私の到着を待っていてくれました。用意されていたデスクが血まみれ塩まみれ。後で聞いたらデスクの上で荒巻を作ろうとサケをさばき、そのままにしていたらしい。何日かして研究室の上司である児玉先生、緒方先生が東京から戻ってきました。ある朝、外の駐車場でガシャン、と音がした直後、児玉先生が慌てて研究室に入ってきて開口一番「この真下に止まっている相模ナンバーの白いポロ車は誰のだ!」とのご下問。「私のです」と答えると。「お前のか、良かった!」。見ると先生の車が凍結した地面で滑って私の車に見事に命中。これは大変なところに来てしまった!

それでも小学生のころは、田舎の水辺での暮らしに憧れていたことを思い出し、夢が実現したのかも、と自分で自分を納得させながら2、3か月経つうちに慣れてしまい、助手だったので研究が中心、それなりに楽しく生活できるようになりました。

ところで私の専門は海洋生物の自然毒です。赴任当時、フグ毒や麻痺性貝毒など主要な毒成分の構造や薬理活性は既にほぼ解明されていましたが、フグや有毒渦鞭毛藻などの生物の毒化機構は分かっておらず、本研究室だけでなく国内外の研究グループがいまだに切磋琢磨して取り組んでいるテーマです。児玉先生、緒方先生は、この分野で業績を上げており、三陸の研究室にも国外から様々な研究者が滞在します。末席ながら私も、お客様たちの研究に協力する機会に恵まれました。当時の学部長は神谷久雄先生で、神谷先生、児玉先生、緒方先生ほかのご配慮を賜り1995年9月から翌年8月にかけては、サバティカルでこの分野の第一人者、ロードアイランド大学薬学部の清水譲先生のもとで研究生生活を送りました。この経験がその後の研究に大きな手掛かりとなりましたので、以下にご紹介致します。

清水先生は北海道大学薬学部の一期生です。学生時代は本学の第6代学長小林凡郎先生が助手として、清水先生のご指導に当たられた、と伺っています。清水先生には、緒方先生、神谷久男先生をはじめ私の知り合いの先生方が何人もお世話になり、優しい、という評判を聞かされていましたが、60を過ぎてご子息ご令嬢が独り立ちし、先生も奥様も私が

お邪魔したときにはひたすら辛辣だけどとても親切、という印象でした。先生のご友人が大学の生協みたいなところで旅行代理店をやっており、そのご友人が大学から車で30分のビーチ沿いに所有する別荘のような3ベッドルームの一軒家をお借りして生活をはじめました。家賃は月800USD、当時は1USDが80円前後でしたので、私の給与でもなんとかなります。ご友人から、前に住んでいた大学生たちがいろいろトラブルを起こしたせいであつと迷惑がかかるかも知れない、と言われていたのですが、案の定。入居して1週間後、やっと回線が繋がったその瞬間、電話が鳴りました。受話器の向こうで若い女性が早口でまくし立てるので訳が分からず、たどたどしい英語で「私は日本からきたばかりです。先月からここに住み始めました。英語の聞き取りに慣れていません。ゆっくり喋ってください」と言うと沈黙。しばらくし

「Really?」と聞くのに「Yes」。すぐ電話を切られるかと思ったら、それから1時間以上、彼女の愚痴を聞く羽目になり。だんだん何を言っているのかわかるようになって、相手も喋りたいだけ喋って気が晴れた様子、最後に「Thank you!」良い経験になったと思います。ロードアイランドに滞在中、日本人があまりいない地域らしく先生ご夫婦の助けをかりながら銀行口座を開設したり州の免許を取得したり、研究以外にもいろいろ経験しましたが、ここでは割愛します。住みはじめて7か月後、私より上品な大学の先生ご夫婦が同じ研究室に1か月滞在していました。首都圏の大学に所属しているご主人は免許を持っておらず毎日、奥様が運転してご主人を大学に連れてきます。その奥様が一週間ばかりして元気がなくなってしまい、曰く「歩いて行けるところところに買い物ができるところがありません。どこに行くのも車でしょ、佐藤さん、さすがに半年もいると慣れるんですね・・・」。すかさず三陸ファンの清水先生が、「日本でこの人のいるところは君たちのところとは大違い。車で山道を30分以上行かないとまともな買い物はできないし、そのお店も夕方早くに閉まっちゃうし、佐藤君から見たら、ロードアイランドはものすごく便利のところなの」うーん・・・、確かに。移動手段だけでなく夜、不用意に走っていると野生動物にぶつかったり、言葉が通じにくかったり(こちらの言うことは通じるらしい)、三陸と共通点が多くて困ることはほとんどなし。ちなみに清水先生は三陸の大ファンで、年に1度はご夫婦で日本を訪れ、必ず三陸に滞在されていたことを申し添えておきます。

話を真面目なほうに戻します。清水先生は、東北大学の安元健先生と並ぶ海洋天然物化学の第一人者として、様々な海洋生物の生物活性成分の構造を決定してきました。その過程で2-メルカプトエタノールやグルタチオンなどSH基

を持つ化合物(チオール化合物)が、11位に硫酸エステルを持つゴニオトキシン群の麻痺性貝毒成分から硫酸エステルを還元的に引き抜いて、サキトキシン群に変換する現象を見出しました。温和な還元剤であるチオール化合物が起こし得るとは思われず、反応機構がわからないまま先生は他のプロジェクトにかかりっきりとなってしまう、このお仕事はペンディングとなっていました。いっぽう、三陸の研究室は長年、岩手県水産技術センターと共同で県沿岸部の貝毒現象を調べており、私は毒化貝から分離したゴニオトキシン群を大量にストックしていました。日本に戻ってから、当時資源化学研究室の酒井隆一助教授(現 北海道大学教授)と共同でこの反応を精査したところ、麻痺性貝毒の特異的な構造がこの性質の原因であって、反応の途中で11位でチオールが硫黄原子を介して毒と結合した、安定な反応中間体を形成することが明らかとなりました(Sato et al. 2000)。この発見により自由自在に様々な化合物と毒を結合させることが可能となり、キャリアタンパク質に多数の麻痺性貝毒分子が結合したハプテン抗原を作成することに成功しました。この抗原をウサギやヤギに接種することで、力価の非常に高いポリクローナル抗体が得られます。この抗体と、同時に見出した毒成分の化学的変換を組み合わせることにより、多数存在する麻痺性貝毒成分をほぼすべて、網羅的に定量分析するELISAキットを開発しました(Sato et al. 2014)。タスマニアで開かれた国際学会で、清水先生の部屋に引っ張り込まれてすごい剣幕(?)で「反応機構を説明してみろ」と問い詰められました。紙の上に矢印を使ってご下問に答えるうちに先生の興奮は収まり、最後は「お見事!」とお褒めの言葉を頂き落ち着いたことを鮮明に覚えています。

その後、三陸から相模原に移転したのちのことですが、東北大学の山下先生のグループがフグ毒の誘導体4,9-アンヒ

ドロテロドトキシンがチオールと結合体を形成する現象を見出したことがブレイクスルーとなり新規のフグ毒抗原を作成し、麻痺性貝毒の経験をもとにフグ毒に対するポリクローナル抗体の開発に成功しました(Sato et al. 2019)。もちろんこれらの研究は、研究室の卒論生、大学院生の皆さんがいなくては進められません。

三陸と、ロードアイランドでの経験をもとに、何十年もかかって私の、十分とは言えませんが業績に結び付いたと考えています。児玉先生も清水先生も故人となられましたが、この場をお借りして両先生の御冥福をお祈りするとともに、研究に協力・参加していただいた先生方と学生さんたちに深く感謝の意を表します。

まだ3000字に至りませんね。もう少し書きましょう。

三陸にいたときのこと。真夜中までデスクで書き物をしていたら、隣の大部屋でパン、と異音が発生しました。見に行くシーンとしていて、デスクに戻るとまた隣からパンパン。一人きりでしたので不安になり、「これはまさか、世にいう●●●現象!？」と想像してしまい、原因がわからないまま初冬の冷え切った研究室をあとにしました。翌日、学生さんたちに「昨日、かくかくしかじか」と訴えると全員で搜索開始。ややあって一人の男子学生が「これです!」。当時、多量のサンプルを処理しなくてはならず、洗ったガラス器具類を熱風乾燥機で乾かしてすぐ使いまわし、仕事が終わると器具棚に収納していました、ちょうど異音の発生した日は、それまでカバーとして使っていたアルミホイルに替えて、ラップを使い始めていたことを思い出しました。部屋が冷えてくるに従って、密封されているフラスコなどの内部の空気が減少し……。やっぱり「●●●現象じゃないか」と妙に納得。彼が見つめてくれなかったらいつまでも原因不明、イヤな気分が続いていたかも知れません、良かった良かった。

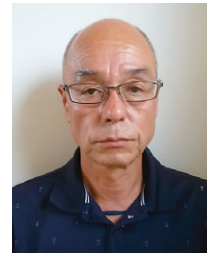


1996年夏 ナイアガラにて

# 地域未利用資源を有効活用した 魚介飼料の開発を目指して

応用生物化学講座  
水族機能生物学研究室  
教授

森山 俊介



三陸臨海教育研究センターが位置する岩手県沿岸域は、親潮と黒潮が合流する潮目であることに加えて、狭い湾が複雑に入り込んだリアス式海岸や島々の点在が冷水性魚介類の絶好の住処となり、豊富な種類の魚介類が水揚げされてきた。しかし近年、海水温の上昇や海流の変化などの影響により海洋環境は激変し、サケやサンマなどの回遊性魚類の漁獲量は激減している他、コンブやワカメなどの大型海藻類が衰退または消失した磯焼け域の拡大に歯止めがかからず、痩せて身入りの悪いアワビやウニの出現頻度が高まるなど、地元の水産業界にとって深刻な問題となっている。このような状況下、これまで地場産業を支えてきたサケ・マスやアワビとウニなどの冷水性魚介類の資源量を維持し、生産力を強化するためには、漁獲サイズや禁漁期間など資源管理規制や藻場の再生、また、種苗生産と放流事業を推進する他、魚介類に餌を与えて育成する増養殖事業を展開する必要がある。このような背景の下、近年では岩手県においても市場価値の高いサケ・マスを海面生簀において育成する養殖事業、また、痩せウニに海藻類を与えて身入りを促す蓄養事業が進められている。今後、これら魚介類の養殖・蓄養事業を拡大するためには、経費の6割以上を占めている飼料代を抑制する技術、栄養価が高く生育や品質を促す新規飼料の開発を図る必要がある。

魚介類飼料の原料の殆どは外国からの輸入品である。イワシ由来の魚粉は、魚介類の養殖飼料の原料として欠かせない粗タンパク質源であるが、イワシ資源が激減していることに加えて、海外における魚介類養殖が拡大していることに伴って、これまで通りの価格で使うことが難しくなっている。このような状況下、現在では魚粉の代替え粗タンパク質源として大豆やトウモロコシなどの農作物の他、カイコ、コオロギなどの昆虫を活用した飼料開発が進められている一方、アワビやウニの養殖用飼料の主原料は、ホンダワラやコンブなどの海藻類であるが、最近、ウニの餌としてキャベツが有効であることが報告され、現在では葉物野菜の外葉、蔓や端材などの農作物の収穫あるいは加工後に排出される未利用資源を餌として有効活用する技術開発が進められている。

岩手県は日本有数の魚介類や海藻類の生産地であるが、お米や穀類、また、果実や葉物野菜などの農作物や畜産物の生産量も全国において上位にランクしている(図1)。このことから、岩手県において生産されている水産物のみならず農作物や畜産物の加工後に生じる未利用資源を魚介類飼料の原料として利活用することは可能であると考え

サケ(海)	: 328トン	全国第3位
サケ(内水)	: 122トン	全国第3位
サンマ	: 2,444トン	全国第2位
サバ	: 26,187トン	全国第7位
イワシ	: 18,225トン	全国第15位
アワビ	: 90トン	全国第1位
ウニ	: 88トン	全国第2位
ワカメ	: 13,442トン	全国第2位
コンブ	: 135トン	全国第3位
キャベツ	: 29,100トン	全国第10位
ブロッコリー	: 811トン	全国第27位
リンゴ	: 42,400トン	全国第3位
ぶどう	: 3,310トン	全国第10位
コメ	: 286,600トン	全国第10位
小麦	: 7,850トン	全国第15位
大豆	: 6,660トン	全国第11位
そば	: 1,410トン	全国第8位
トマト	: 9,640トン	全国第23位
鶏卵	: 82,268トン	全国第14位
ブロイラー	: 5,145千羽	全国第16位

図1. 2022年度の岩手県における水産物・農作物と畜産物の生産量

られる。そこで筆者は、おもに岩手県内で生産される水産物、農作物や畜産物の加工後に生じる未利用資源に着目し、これまでに50種類以上の未利用資源の栄養価、また、魚介類の生育や品質を促す機能性成分の有無や含有量等を分析し、それらを魚介類飼料として有効活用する研究を進めている(図2)。

水産物の加工後に生じる未利用資源：①地元の企業と連携して本州一の水揚げを誇っている主力魚種である南部サケの加工後に生じる頭部や内臓などの未利用資源から魚粉を製造し、本原料を配合した飼料がサケ・マス、ウナギ、チョウザメや錦鯉などの魚類のみならずアワビやウニの生育をも促すことを見出している。しかし近年では、サケの漁獲量は400トン以下にまで激減し、頭部等の確保が難しくなっている。そこで、海面施設で養殖され、生産量が増加しているギンザケやニジマスの加工残滓を、魚粉として利活用するための一次加工技術や機能性の評価に関する研究を進めている。また、②ツノナシオキアミは、地元では「イサダ」と呼ばれ、おもに養殖魚や遊魚の餌として使用されている。その一方で、イサダから抗肥満、善玉コレステロールの増加や脂肪肝の抑制作用を有する8-ヒドロキシエイコサペンタエン酸(8-HEPE)が同定され、8-HEPEを含む油脂成分を抽出・濃縮する事業が進められている。さらに、油脂成分を搾取した後に生じる残滓はタンパク質含有量が高く、サケの身の色揚げや抗酸化作用を有する

アスタキサンチンも残存しているので、これら魚粉の代替え素材として配合した飼料が魚介類の生育や品質に及ぼす効果に関する研究を進めている。③岩手県で生産されるワカメは「三陸ワカメ」としてブランド化されている。ワカメの加工工程で生じる葉先や茎は未利用資源として排出されている。また、岩手県内ではワカメ以外にコンブやアオサなど海藻類を入手することもできる。そこで、これらの未利用資源を、飼料原料として年間を通して使用することを目的として、集荷した素材を粉碎乾燥する装置、また、微粉末化する装置を三陸臨海教育研究センターに設置し、一次加工品の試作を開始している。現在、これらの海藻類を配合した飼料を試作し、アワビやウニのみならず魚類の生育や身入りに及ぼす効果に関する研究を進めている。

**農作物の加工後に生じる未利用資源:** 上述した通り、最近、身入りの悪い痩せウニに海藻類や葉物野菜等を餌として与えて身入りを促す蓄養が各地で行われている。筆者は、岩手県において生産量が多く、魚介類の求める栄養価や機能性に富む農作物を選定し、それらを配合した魚介飼料に関する研究を進めている。例えば、キャベツ、ブロッコリーやトマト、リンゴやイチゴ、シイタケやマイタケ、また、葉草などの加工後に生じる未利用資源を魚介飼料として有効活用する研究を進めている。その一方で、配合飼料の固形性を保持するために外国産の小麦粉をバインダーとして使用している。筆者は、小麦粉の代替え素材を探し、ウニやアワビは小麦粉よりも蕎麦粉を好んで食すること、また、米粉などの穀類をバインダーとして使用できる可能性を見出している。

**地域未利用資源を配合した魚介飼料:** 痩せウニに選定した複数の地域未利用資源を配合した飼料を与えて蓄養すると、身入り(生殖腺重量/体重×100)は3ヶ月で20%以上にまで増加する。可食部の呈味試験を実施すると配合した素材によって味が異なる。例えば、粗タンパク質源として魚粉やイサダ残滓を増やすと、苦味やえぐみが増す。ワカメやコンブなどの海藻類の代わりにキャベツやブロッ

コリーなどを配合すると後味に甘みが増す傾向がある。年配の方は味がボヤけるとの感想であるが、若い年齢層は甘みがある方が美味しいという。また、リンゴの搾りカスを配合すると酸味が増すとのも感想もある。このように配合する未利用資源の種類によって味が変わるとともに色合いにも差が生じるようであり、興味深い。これらの知見に基づく、数ヶ月で身入りを20%まで促す複数の素材をベースとして、さらに地域の特産品を配合することにより、浜毎に味の異なるブランド化されたウニを育成できると思われる。さらにその上、ウニの飼料は、食性が同様であるアワビに与えると生育が促される。これらのことから、一つの水槽にアワビとウニ、また、ナマコを収容し、一つの飼料を与えることにより3種の生育や品質を促すことが可能であると考えられる。現在、これら3種を簡便かつ効率よく育成できる、栄養価が高く機能性に富む安価な魚介飼料の開発を進めている。現在、水産物のみならず農作物の加工後に生じる未利用資源の有効活用についての相談は、岩手県内だけでなく北海道、秋田県、宮城県や福島県などの東北地方、関東地方から九州地方の生産者や食品加工業者から受けている。全ての食品加工後に生じる未利用資源が、魚介類飼料の原料として活用できるわけではないが、外国産の素材に頼らず、普段、我々が食している食材の加工後に生じる未利用資源を、魚介類の育成に有効活用することにより、生産力が強化されるのみならず生産された水産物、農作物や畜産物を余すことなく、捨てることなく丸ごと使用する道が開けるものと思ひ、浜、農園や牧場、魚市場や青物市場等に足を運んでいる。

本研究は、科学研究費補助金、大船渡市産学官連携交流促進支援事業、公益財団法人さんりく基金・調査研究事業、科学技術振興機構・A-STEPトライアウトなどの研究費、また、企業からの研究支援により実施している。本研究を実施するにあたり、ご協力いただいた大船渡市管内の漁業協同組合と漁業者、また、事業者や生産者に感謝申し上げます。

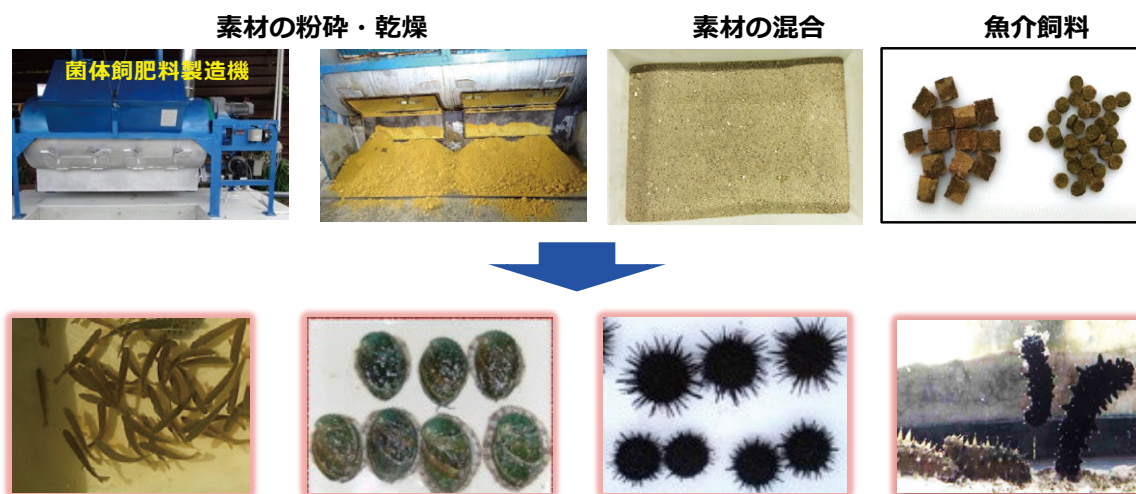


図2. 未利用資源の一次加工と魚介飼料の製造 対象とする魚介類

## これまでの研究で出会った水生動物たち

増殖生物学講座  
水族生理学研究室  
教授  
天野 勝文



1997年4月に北里大学水産学部(現・海洋生命科学部)に赴任して以来、早いもので定年まで5年余りとなりました。私はこれまでに、さまざまな水生動物(魚類・水産無脊椎動物)を用いて研究をしてきました。そこで、少し気が早いかもしれませんが、これを機に、扱ってきた動物を通して過去の研究を振り返ってみたいと思います。私の元々の研究テーマは、「魚類の性成熟機構の内分科学的解明」ということができますが、当然のことながら、少しずつ変化してきました。

表1にこれまで用いてきた動物をリストアップしました。共同研究で用いた動物も含めると少し焦点がぼやけてしまうと思いますので、筆頭著者または責任著者として掲載された論文で扱った動物に絞りました。当然、論文として発表することができずに「お蔵入り」となった動物もたくさんいます。

最も多く論文の材料になったのはサクラマスです。サクラマスには満1歳の秋に成熟するいわゆる早熟雄が出現します。その早熟雄の出現機構を内分科学的に解明することが、恩師の會田勝美先生(東京大学名誉教授)からいただいた卒業論文のテーマでした。サクラマスは水産庁養殖研究所日光支所(当時)で飼育されていた個体を使わせていただきました。その後、博士の学位取得後も、ポストドク時代も含めて主に研究に用いていました。月に1回、朝3時過ぎに下宿を出て、大学の研究室に立ち寄ってドライアイスと固定液を手にして、始発の東武日光線で日光に通ったことがなつかしく思い出されます。当時(1987年ころ)は、GnRH(生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン)の魚類における研究が始まったばかりで、GnRHが早熟現象に関与していると想定して研究を始めました。免疫組織化学で脳内でのGnRHニューロンの分布を調べたり、性成熟にもなう脳内のホルモン量の変化をラジオイムノアッセイ法で測定したりしました。私にとって記念すべき最初の筆頭著者としての論文は、「Immunocytochemical demonstration of salmon GnRH and chicken GnRH-II in the brain of masu salmon, *Oncorhynchus masou*」のタイトルで、*Journal of Comparative Neurology*誌に1991年に掲載されました。内容的には、サクラマス脳内における2種類のGnRHニューロンの分布を免疫組織化学で調べた研究です。この論文は、現在までに200回ほど引用されています。論文本文の作成の他には、顕微鏡観察後に写真を撮ることがメインでした。今では、顕微鏡付属のデジタルカメラで簡単に写真を撮影

し、保存・印刷することができます。当時はそのようなことはできませんでしたので、カメラにフィルムを装着して撮影した後、長時間、暗室にこもってフィルムを現像し、印画紙に焼く作業が必須でした。暗室にこもっている間は、誰にも気兼ねする必要がなく落ち着くことができましたので、けっして嫌いな作業ではありませんでした。その後、写真をカッターで正確にトリミングし、レタリングシールを貼り、寸分のくるいもなく厚手のケント紙に順番通りに貼りこんでいきます。「論文のレフェリー(審査員)は、本文を読む前に、最初に写真や図表を見るので、それらの第一印象が極めて大事である」と指導教員や先輩方に厳しく言われておりましたので、写真の出来栄には十分に気

1991-2000	サクラマス 13 ヒメマス 3 コイ 1
2001-2010	マツカワ 12 サクラマス 7 ヒラメ 4 ヒメマス 2 アユ 2 キンギョ 2 グッピー 1 ヤリイカ 1 エゾアワビ 1 クルマエビ 1 ヒザラガイ 1
2011-2020	ヌタウナギ 2 トラフグ 1 マングローブ・キリフィッシュ 1 ウナギ 1 ヤリイカ 1 アオゴカイ 1
2021-	マングローブ・キリフィッシュ 2 コモンフグ 1 クサフグ 1 ウナギ 1 ハナフジツボ 1

表1 年代ごとの各動物を用いた論文数

を使いました。しかも、論文の投稿にはオリジナルの原稿が3部ほど必要なことが多く、労力も3倍でした。投稿したものの掲載拒否（リジェクト）になると悲惨で、郵便料金の節約のためか、写真類も1部しか返却されません。ついでに言いますと、現在、グラフはPCのソフトを使って書くことが普通ですが、当時は手書きが主流でした。鉛筆で下書きしたグラフの上にトレーシングペーパーを敷いて、製図用のペンで清書しました。シンボルなどはレタリングシールを擦り、棒グラフの場合はスクリーントーンを切って貼ったりして、苦労して作りました。2番目の筆頭著者としての論文は、「Changes in salmon GnRH and chicken GnRH-II contents in the brain and pituitary, and GTH contents in the pituitary in female masu salmon, *Oncorhynchus masou*, from hatching through ovulation」というタイトルで、Zoological Science 誌に1992年に掲載されました。内容的には、サクラマスとヒメマスとの孵化から性成熟から孵化までの3年間に及ぶ脳・下垂体内GnRH量の変動を明らかにしたものです。このデータは、以後のサクラマスの研究の良い基礎データとなりました。

次に多く論文に掲載されたのは、マツカワです。この魚は、三陸時代に岩手県水産技術センター（釜石市）で飼育されていた個体を使わせていただきました。水産学部OBでもいらっしゃる山野目健さんらの全面的な協力を得て、本学部の高橋明義先生（北里大学名誉教授）や千葉洋明先生との共同研究もありました。愛車のスプリンターカーブに学生を乗せて釜石までよく通いました。当時大学院生であった阿見彌典子先生も、主にマツカワを用いて実験を行い、博士号を取得しています。ちなみに、この車で三陸時代に10年間で大きな故障もなく約35万kmを走破しました。残念なことに、東日本大震災によって相模原に移転してからは、この魚とも疎遠になってしまいました。

ヒメマスが5本で次に続きます。ヒメマスもサクラマスと同様に日光支所で飼育されており、身近な存在でした。ヒメマスには、サクラマスとは異なり、満1歳で成熟する早熟雄が出現しませんので、サクラマスとの比較・対照も兼ねて実験に用いました。また、ヒメマスでは日光支所で三倍体も作出されていたので、いろいろと研究の幅を広げることができました。

2000年代に入ると、クルマエビ、エゾアワビ、ヤリイカ、ヒザラガイ、ハナフジツボなどの水産無脊椎動物を使った論文が増えてきます。これは、2008年度に科学研究費基盤研究（B）「重要水産無脊椎動物からのGnRHの同定とその機能解明」が採択されたためです。魚類の場合は、脳の形態にはそれほどの種差はないのですが、水棲無脊椎動物の場合は千差万別といっても良いくらい中枢神経系の形態が多様で、いろいろと苦労しました。三陸時代はキャンパスの近くの海岸に出

向いて簡単にサンプルを入手できることが大きな利点でした。ハナフジツボやヒザラガイは、学生と一緒にサンプリングしました。これらは、加戸隆介先生（本学名誉教授）のご指導を受けて、論文にまとめました。

ヒラメでもいくつかの論文を発表しています。これは、水産庁東北区水産研究所（当時）の栗田豊博士（本学客員教授）の全面的な協力なしには語るできません。2004年4月にベトナムから国費留学生として、Ky Pham Xuan氏が博士課程に入学してきました。学位取得後は母国で魚の種苗生産に関する業務につくことになっていました。当時、水産庁のプロジェクトでヒラメの研究がスタートするグッドタイミングでもありましたので、研究テーマを「Endocrinological profile in reproduction of Japanese flounder」に決めました。この研究には生きたヒラメが必要になるのですが、幸いにも水産庁の研究費で1尾1万円くらいのヒラメの脳、下垂体、血液などを毎月サンプリングさせていただくことができました。Pham氏は3年間の精力的な研究で4本の論文を執筆し、無事に博士号を取得しました。現在は母国のベトナムで活躍しています。なお、脳と生殖腺、その他内臓がサンプリングされたあとのヒラメは皆でおおいしくいただきました。

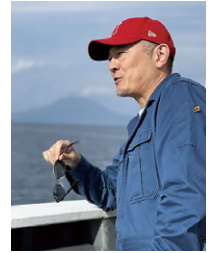
最近では、マングローブ・キリフィッシュやトラフグなどの論文があります。これらは、私の大学時代の後輩でもある長崎大学水産学部阪倉良孝教授との共同研究によります。マングローブ・キリフィッシュは脊椎動物で唯一、自家受精をするユニークな生物です。この魚の性成熟機構、ストレスに対する反応、飼育背景色に対する反応などを卒業論文のテーマとして調べています。フグは自らフグ毒テトロドトキシン（TTX）を産生するのではなく、TTX産生細菌を含む餌を摂取することで毒化するとされています。「フグはなぜ毒を持つのか？」は、長らく研究者を魅了しながら翻弄もしてきた水産学的にも生物学的にも重要な問題ですが、完全な答はまだ得られていません。阪倉教授らの研究グループは、有毒天然トラフグの脳にTTXが存在することを報告しました。私は現在、フグ科魚類の脳内のTTXの生理機能について研究を進めています。なお、フグ毒研究につきましては、三陸時代に先代の教授である山森邦夫先生（本学名誉教授）の研究のお手伝いをした経験が活かしています。

以上のように、私はこれまでさまざまな実験動物を用いて研究を進め、論文を執筆してきました。言うまでもないことですが、これは多くの先生方、共同研究者、学生諸君の協力の賜物であり、この場をお借りしてお礼申し上げます。私に残された時間は5年余りとなってしまいましたが、これまでと同様に研究を継続していきたいと考えています。

# およげ！ぜぶらくん 廃用性筋萎縮モデルとしての小型魚類の活用

応用生物化学講座  
食品化学研究室  
准教授

池田 大介



「まいにち まいにち ぼくらは、、、」という歌詞から、あの曲とアニメーションを思い出す年代はどれぐらいまでなのでしょう？何を言っているのか分からない世代の方々は読み飛ばしてください。私は最近、たいやきではありませんがゼブラフィッシュという小型魚類に泳いでいただき、論文を一つ発表いたしました (Ikeda et al, Biochem. Biophys. Rep. 36, 101570, 2023)。

宇宙ステーションに長期滞在した宇宙飛行士が地上に降り立った際、両脇を抱えられてよろよろ歩いている姿をニュース等で目にしたことはありませんか。もしくは、手足を骨折などするとギプスで固定されますが、いざ治ったところでギプスを取ると、枯れ枝のように細くなっているといった経験をした方もいるかと思えます。これらは「筋萎縮」もっと正確に言うと「廃用性筋萎縮」によって引き起こされた現象です。生物は大変合理的に作られており、要らないもの、必要ないと判断されたものは、どんどん削除されていきます。宇宙ステーションでの無重力下、ギプス固定された手足で何が起きているかということ、筋肉への刺激が激減しております。筋肉に刺激（動き）がないと生体は「あ、刺激ないからこの筋肉必要ないじゃん」と判断してその分の物質を壊して他の部分に回そうとします、だってもったいないから。高齢の方が骨折して歩けなくなり、ギプス固定して骨は繋がったけどやっぱり歩けなくて寝たきり、、、といった現象はまさにこの「廃用性筋萎縮」が原因です。長期滞在する宇宙飛行士は廃用性筋萎縮を防ぐため、負荷を用いた筋力トレーニングを毎日行うことが課せられているのです。

このように廃用性筋萎縮はヒトにとって大きな問題であるため、もちろん研究が進められています。廃用性筋萎縮を研究するためのモデルとして、マウス等が使用されます。ではどうやって廃用性筋萎縮を起こさせるかというと、実際にギプス固定をしたり、尻尾を懸垂して運動できなくしたりなどしていますが、倫理的にもコスト的にもあまり良いとは（私は）思えません。ここでサカナの登場です！！皆さん経験的に、適温で飼育しているサカナの動きは活発ですが、低温ではあまり動かなくなる、といったことを知っていると思います。低水温の冬のほうが夏に比べて「活性が低い」ため、サカナが釣りにくい、といったこともなんとなく知っているのではないでしょうか。ここで、活性が低くなって動かなくなれば筋肉への刺激が減少するので、廃用性筋萎縮が起こっているのではないかと考えました。でもその前に、「低

温で動きが鈍くなる」といった現象は本当なのでしょう。調べてみると、水温変化と運動量を定量的に測定した報告はほとんどなかったため、はじめに飼育水温と運動量の定量化から始めました。

使用したサカナははじめに紹介したゼブラフィッシュです。詳細は割愛しますが、このサカナは世界中の多くの研究者が実験対象魚として使用しているかなり有名なサカナです。ゼブラフィッシュを25～10℃の水温で飼育し、各温度における動きをタイムラプスカメラで撮影、30分あたりの遊泳距離を算出しました。当たり前といえば当たり前かもしれませんが、やはり温度が低くなる→遊泳距離が減少していました(図1)。では泳がなくな

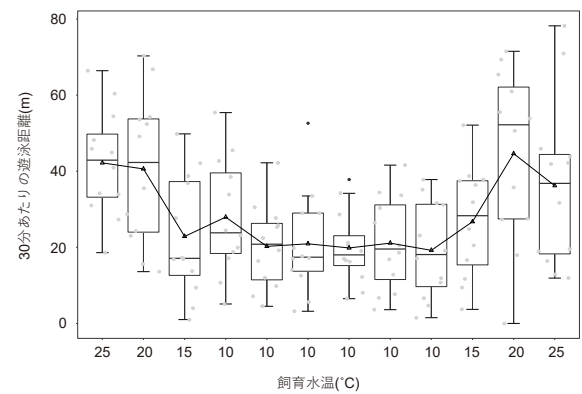


図1. 飼育温度によるゼブラフィッシュ遊泳距離の変化。15-10℃では遊泳距離が減少するが、温度を上げると元に戻る。

なったサカナの筋肉で何が起きているかというと、ここでも予想通り、筋萎縮に伴い発現が上昇するタンパク質、具体的には筋肉のタンパク質分解に関わる MuRF1 および Atrogin-1 遺伝子の発現量が明らかに増大していました。MuRF1 および Atrogin-1 は、我々ヒトを含めた多くの生物で筋萎縮の中心的な役割を担っており、筋萎縮原因遺伝子とも呼ばれています。これらの結果により、水温が低くなる→サカナが動かなくなる→筋肉への刺激がなくなる→廃用性筋萎縮が起こる、といった流れが予想されました。

でもしかし、運動しないことだけが廃用性筋萎縮を引き起こしているのでしょうか。研究の世界には、疑い深い面倒くさい文句が多い、、、(以下自主規制)人間がひしめき合っています。私を含め、こういった面倒くさい人間を納得させるには、異なる方面からの証明、検証、検討が必要です。「泳がないから筋萎縮する、じゃあ泳

がせれば筋萎縮しない(天才的発想!)]、ということで、低温で動きが鈍くなったゼブラフィッシュを強制的に泳がせることにしました。低温で飼育したゼブラフィッシュのうち、半分の集団は水流が発生する円型のタンクに移し、サカナが連続して泳げる最大速度に設定して、1日あたり5時間、10日間連続で強制的に遊泳させました。およげ! ぜぶらくん。

28℃と8℃で飼育したゼブラフィッシュの筋萎縮原因遺伝子、Atrogin-1とMuRF1の発現量を比較すると、Atrogin-1の発現は9.4倍増加し、MuRF1の発現は42.7倍増加していました(図2)。低温で筋萎縮が起こっていることを強く示しています。しかし、寒いながらも10日間頑張っ泳いだ(泳がせた)ゼブラフィッシュ筋肉では、MuRF1およびAtrogin-1遺伝子の発現レベルが有

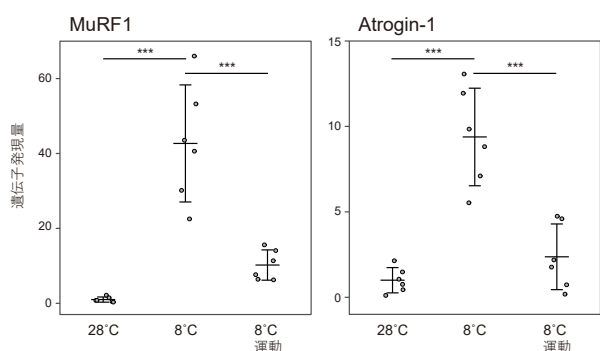


図2. 強制遊泳による筋萎縮原因遺伝子の発現量減少。低温飼育で発現量が増大した筋萎縮原因遺伝子は強制遊泳させることにより、発現量が大幅に減少する。

意に減少していました。どちらの遺伝子も、運動していない状態の発現レベルの約25%まで減少しました(図2)。これらの結果より、低温飼育により引き起こされる運動量低下が、ゼブラフィッシュ筋萎縮に大きく寄与していることが強く示唆されました。

しかしながら、運動させただけでは28℃飼育の遺伝子発現レベルまでは回復していないことから、低温による運動量低下だけが筋萎縮の原因ではないことが予想されます。例えば、飢餓・絶食は筋萎縮の原因の一つとして知られておりますが、低温飼育したゼブラフィッシュは餌を食べる量が大幅に減少し、体重の増加も見られませんでした。このように、低温飼育に伴う廃用性筋萎縮の誘発の原因は、全てが解明されたわけではありません。ただそれでも、温度を低くするだけで廃用性筋萎縮を引き起こすことができるのなら、ゼブラフィッシュもマウスに並ぶ廃用性筋萎縮のモデル生物になれるかもしれません。今回紹介した内容を含め、実際にぜぶらくんが泳ぐ動画も掲載されておりますので、実際の論文をご覧くださいと幸いです(図3)。



図3. 本稿で紹介した論文へのリンク。

追記 あれから懐かしくなり、およげ! たいやきくんのアニメーションを観たところ、「たいやき60円」とありました。隔世の感を禁じ得ません、、、安い。

## 学会賞受賞

# 水産学技術賞受賞

日本水産学会において、「海洋生物のバイオミネラリゼーションを模した新規CO<sub>2</sub> 鉱物化技術の開発」が、共同研究者の廣瀬美奈博士(一社トロピカルテクノプラス)とともに令和4年度日本水産学会の水産学技術賞を受賞しましたので慣例に従いご紹介させていただきます。

### 海洋生物のバイオミネラリゼーションはCO<sub>2</sub>放出? 固定?

大気CO<sub>2</sub>の増大が深刻な問題ですが、地球の長い歴史の視点からすると、現在は大気中のCO<sub>2</sub>が少ない時代とも言えます。原始大気のCO<sub>2</sub>は30気圧下で97%に達し、

応用生物化学講座  
資源化学研究室  
講師  
安元 剛



現在の大气中のCO<sub>2</sub>は1気圧下で0.04%まで大幅に減少してきました。この激減したCO<sub>2</sub>の行方は地球上の炭素分布から読み取ることができます。地球上の炭素の約60%は化石燃料としての石炭や石油(2.5 × 10<sup>22</sup> gC)として存在します。これは光合成を行う生物がCO<sub>2</sub>を取り込んで形成した生物の遺骸です。残りの40%は石灰岩やドロマイトなどの炭酸塩堆積物(1.8 × 10<sup>22</sup> gC)として存在し、こちらはCaCO<sub>3</sub>の硬骨格を持つ海洋生物(石灰化生物)の生物硬化作用(バイオミネラリゼーション)が起源です。つまり、原始大気に存在した大量のCO<sub>2</sub>を減少

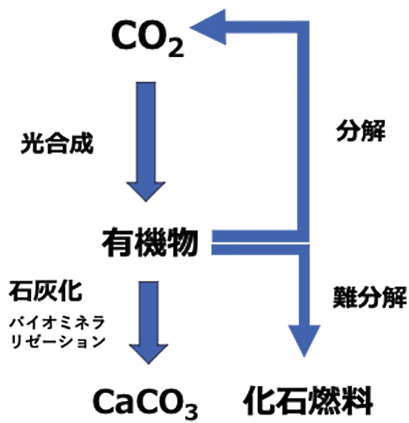


図1. 光合成 + 石灰化で大気 CO<sub>2</sub> は減少してきた

させた主役は、光合成生物と石灰化生物であるということが出来ます。しかし、現在の海洋における CO<sub>2</sub> の収支評価では、光合成による生物量であるブルーカーボンが注目されていますが、石灰化生物による CaCO<sub>3</sub> 形成量は CO<sub>2</sub> 収支に含まれていません。

石灰化生物の CaCO<sub>3</sub> 形成に伴う CO<sub>2</sub> 放出の有無に関する議論は、1990年代頃に活発にされ、海水の pH から重炭酸イオン (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) を基質と仮定した場合、 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}^+$  との反応式から海水の pH が低下し、CO<sub>2</sub> 放出となるとの見解が主張されています。しかし近年、バイオミネラルリゼーション研究は進展し、海洋生物の石灰化部位の pH は低下するのではなく、上昇するという全く逆の事実が明らかにされてきました。つまり、石灰化生物のバイオミネラルリゼーションに伴う CO<sub>2</sub> 放出は必ずしも起らないことが明らかになりました。また、海洋生態系で考えると光合成生物が大気 CO<sub>2</sub> を有機物へと変換し、石灰化生物は有機物からエネルギーを得て能動的に炭酸平衡 ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ) を右側に傾けて CaCO<sub>3</sub> を作ると考えられます。バイオミネラルリゼーションを有機物の CaCO<sub>3</sub> への変換反応として捉えても、石灰化の際に出入りする CO<sub>2</sub> の有無に関わらず、大気 CO<sub>2</sub> は CaCO<sub>3</sub> へと変換固定されると考えられます (図3)。バイオミネラルリゼーション研究は日進月歩で進んでいます。今後の研究で、石灰化生物の炭素循環への寄与を明らかにしていきたいと考えています。

#### カーボンリサイクルへの世界的な取り組みと炭酸塩鉱物化法

COP21 合意 (パリ協定) で設定された気候変動に関する長期目標 (気温上昇を 2℃ 以内に抑える。その後、1.5℃ 以内) を達成するために、発生抑制に加えて、CO<sub>2</sub> を有用な物質へと変換・利用するカーボンリサイクルの技術開発が進められています。CO<sub>2</sub> は安定な化合物ゆえにこれを有機物に変換するには大きなエネルギーが必要となりますが、第2族元素を利用して CO<sub>2</sub> を炭酸塩へと変換する反応は鉱物化 (mineralization) と呼ばれ、外部からのエネルギーが不要な反応プロセスです (図2)。近年、

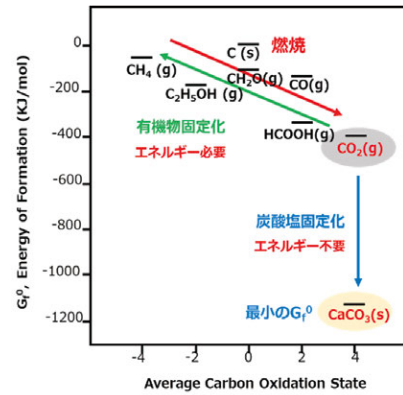


図2. CO<sub>2</sub> を起点とした炭素化合物製造時の標準生成ギブス自由エネルギー比較 (Pan et al. 2015<sup>9)</sup> を改変)

この炭酸塩鉱物化法に注目が集まり世界中で開発研究が行われています。従来の炭酸塩鉱物化法では、鉄鋼スラグや廃コンクリートを酸で溶解し、中和後、CO<sub>2</sub> と塩基を加えて炭酸塩を製造します。しかし、酸や塩基を作るのには電力が必要です。廃材に含まれる Ca に対して 2 等量の酸を現在の電力構成で作りますと CO<sub>2</sub> 排出量が製造した CaCO<sub>3</sub> を上回ってしまう計算になってしまいますので、新たな炭酸塩鉱物化の開発が求められています。

#### 海水を Ca<sup>2+</sup> 源にした炭酸塩鉱物化法の開発

上述したように、地球上に存在する全炭素の大部分は有孔虫や円石藻といった炭酸塩を骨格の主成分とする海洋生物の死骸が堆積した炭酸塩堆積物です。その量は地球の全炭素の 4 割に上ります。数億年前の炭酸塩堆積物も陸上海底問わず多く現存し、長期的な CO<sub>2</sub> 固定ポテンシャルは有機物と比べて大きいことがわかります。しかし、海洋生物のバイオミネラルリゼーションに着目した炭酸塩鉱物化研究は世界的にもほとんど存在しません。また、膨大な CO<sub>2</sub> を固定するためには等量の膨大な Ca<sup>2+</sup> 源を確保する必要がありますが膨大な量が存在する海水は、全大気 CO<sub>2</sub> を 220 回程度固定できるだけの Ca<sup>2+</sup> を含有します。海水中の主な陽イオンは Na<sup>+</sup> (10.8 g/kg)、Mg<sup>2+</sup> (1.3 g/kg)、Ca<sup>2+</sup> (0.4 g/kg)、K<sup>+</sup> (0.4 g/kg) で、このうち Ca<sup>2+</sup> は水中で容易に炭酸塩になります。海水を Ca<sup>2+</sup> 源とすることで、製塩時の廃海水、各種工場の冷却用海水、淡水化プラントなど様々な用途・場所で利用されているものを活用することが可能であり潜在的な CO<sub>2</sub> 固定ポテンシャルは非常に高いと期待できます。加えて、CaCO<sub>3</sub> はセメント、アスファルト、製紙、食品や化粧品などの原料として広く用いられていたため産業的な利用が見込めます。

技術的な課題は、水溶液中で Mg<sup>2+</sup> は水和エネルギーが非常に高いため炭酸塩として沈殿せず、Mg<sup>2+</sup> 存在下では CaCO<sub>3</sub> 形成反応は強く阻害されてしまうことです。淡水中に NaOH などの強塩基を添加して CO<sub>2</sub> を吸収させる既存の方法も報告されていますが、海水に強塩基を添加すると Mg(OH)<sub>2</sub> が共沈殿してしまいます。海洋生物

はこの問題を容易に乗り越えCaCO<sub>3</sub>を効率よく作っているのです。また、アコヤガイ真珠のように海洋生物が作り出すCaCO<sub>3</sub>は無機的に再結晶させたもの比べて色、強度、結晶多形などに様々な特徴を有し、有機基質と呼ばれる真珠層中に存在するタンパク質などの高分子化合物が重要な働きをしていることが明らかになっています。このバイオミネラルゼーションの技術を利用して高付加価値を有するCaCO<sub>3</sub>を製造することで新たな炭酸塩鉱物化法を生み出すことが期待されています。

#### バイオミネラルゼーションを模倣したCO<sub>2</sub>鉱物化技術の開発

人工アミンであるモノエタノールアミンを用いた排ガス中のCO<sub>2</sub>の回収技術は、先行のCO<sub>2</sub>固定化技術であるCarbon Capture Storage (CCS) 法によって技術開発が進んでおり、工場排ガスからCO<sub>2</sub>を回収するための実証プラントが存在します。人工アミン溶液(30%)はCO<sub>2</sub>吸収後に120℃程度の熱でCO<sub>2</sub>を回収できるため化学吸収剤として主に使用されています。しかし、既存の人工

アミンを用いたCCS法では、人工アミン溶液から熱でCO<sub>2</sub>を分離回収する際に、微量に含まれている硫黄や窒素の酸化物と人工アミンが反応してしまう問題があります。私たちは、海洋細菌やサンゴのバイオミネラルゼーション研究の過程で、最も普遍的な生体アミンであり、分子内に複数のアミノ基を有するポリアミン(図3)が非常に効率よく空気中CO<sub>2</sub>と反応し、CO<sub>2</sub>を吸収させたポリアミン溶液を海水に添加するとCaCO<sub>3</sub>形成が素早く起こることを見出しました。つまり、アミンからCO<sub>2</sub>を分離回収する際に、海水と混合すれば良いというわけです。弱塩基であるポリアミン化合物の水溶液は、NaOHなど強塩基の水溶液と比較してpHが低いため、Mg(OH)<sub>2</sub>の共沈も起こりません。また、この技術は高濃度CO<sub>2</sub>を含む排ガスではなく、大気CO<sub>2</sub>を直接取り込むDirect Air Capture (DAC) 法としても利用可能であることがわかってきました。現在、NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)、ERCA(独立行政法人環境再生保全機構)から支援を受け、東京大学、日本海水、出光興産、産業技術総合研究所、琉球大学ともに本技術の社会実装に向けた研究開発を実施しています。

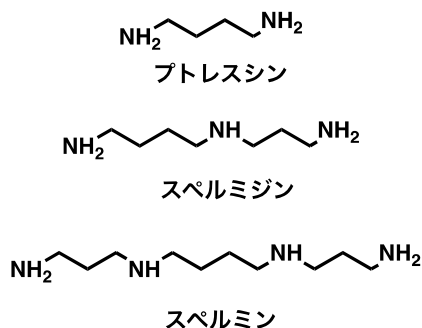


図3. ポリアミンの化学構造

#### 最後に

本水産学技術賞に推薦して下さった北里大学海洋生命科学部客員教授の渡部終五先生に心から感謝申し上げます。また、様々なアドバイスを下さった先生方、共に研究を進めてくれる共同研究者や学生の皆様の支えがあることを、ここに深く感謝申し上げます。今後とも精一杯頑張ってお参りたいと思いますので、引き続き宜しくお願い申し上げます。

### 研究紹介(教員)

## 魚の繁殖をコントロールする神経内分泌系 ～哺乳類から魚へ～

増殖生物学講座  
魚類分子内分泌学研究室  
助教  
池上 花奈



2023年4月1日付けで魚類分子内分泌学研究室の助教に着任いたしました池上花奈と申します。この場を借りて、私の経歴や研究内容を紹介させていただきたいと思っております。

私は愛知県名古屋市出身で、東山動植物園(園内にある「世界のメダカ館」はメダカ関係者界隈では有名)のすぐ近くに住んでいました。子供の頃から動物が好きという理由で、“なんとなく”農学部に進み、学部3年まではバスケットボールとバイトに明け暮れ、周りの人達に

流されて、製薬や医療関係の仕事ができたなら良いな、なんてことを考えていました。そんな中、学部3年の時に学部主催の海外実地研修(東南アジア)に参加し、人生が一変しました。発展途上国だったカンボジアの田舎の農家を訪れてインタビューし、英語でその内容をプレゼンするという研修でした。決して裕福とは言えない生活(電気・灌漑のインフラも整っておらず、ほぼ自給自足のような生活)を送っている農家さん達と話して「案外、みんな穏やかで幸せに暮らしているじゃないか」と感じ

たとともに、食べものに困らない生活ができている人達が増えれば紛争も起きなくなる(少なくなる)のではないかと考えるようになりました。その夜、付添いの先生から聞いた「農学は幸せの学問だ」という言葉は、今でも大切にしている言葉の一つです。この頃から、せっかく農学部に入ったのだから、世界の食料不足を解決するようなことをしたいと思うようになりました。

その後、前述の研修に付添いで来られていた(故)前多敬一郎先生の研究室を選び、そこからどっぷり研究にハマりました。研究室では、ウシなど畜産動物の繁殖性向上を目指し、マウスやラットを用いて生殖機能制御にかかる神経内分泌研究を行っていました。生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH)が1971年に発見されて以降、世界中で脊椎動物の生殖機能を司るマスターレギュレーターとしてGnRH研究が進んできていました。GnRHニューロンは、視床下部の視索前野という脳領域に存在し、魚類ではその軸索を脳下垂体の黄体形成ホルモン(LH)細胞に向かって伸ばしています。GnRHが軸索末端から放出されると、LH細胞からLHが放出され、血液を介して卵巣に作用し、魚類では排卵を促します。GnRH研究が進むにつれ、視索前野GnRHニューロンをさらに上位から制御している物質の同定に向けて、世界中の多くのグループが競いあっていました。私が学部4年で研究室に配属された当時は、哺乳類を中心とした研究により、キスペプチン(2003年に発見)という神経ペプチドがGnRHニューロンを一義的に制御することがわかり、世界中でキスペプチン研究が盛んになり、生殖研究分野では大きなフレームシフトが起きていたタイミングでした。所属研究室でもキスペプチン研究が中心で、その中でも私は、脳領域特異的なキスペプチン遺伝子欠損マウスの作出や、カルシウムイメージングなどを行い、キスペプチンニューロンを制御する分子・細胞メカニズムの研究を行いました。博士課程時、自分達の研究と似たような論文が次々と発表され、時には先を越されてし

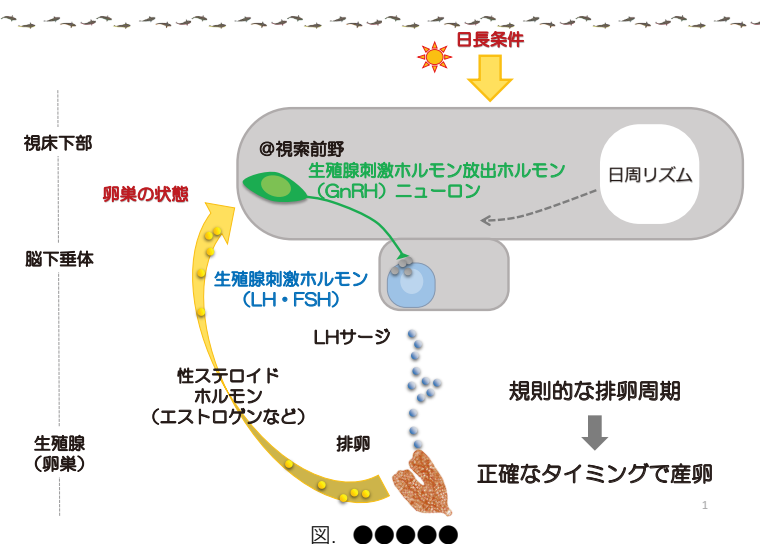
まった、という事もあり、ヒヤヒヤしながら日々、実験と論文検索に没頭していました。(この頃から、他の人達があまりやっていない分野で研究したいと思うように。)

このように神経内分泌学研究を進めていくうちに、神経生理学(電気生理学)の知識も付けたいと思い立ち、博士号取得後は、電気生理学を学びに、東京大学理学部の岡良隆先生の研究室でポスドクとして研究をスタートしました。ここでメダカに会い、研究対象を哺乳類から魚類に変え、生殖機能を制御する脳内メカニズムについての研究を継続することにしました。私がポスドクになった頃、魚類ではキスペプチンが生殖機能制御に重要でないことが明らかになりました。そこで私は、哺乳類以外ではまだ見つかっていない、GnRHをさらに上位から制御しているニューロンを同定することを目指して研究を始めることにしました。

メダカは遺伝子組換えが比較的容易にでき、かつ脳が半透明のため、脳を取り出して培養液に入れておけば、脳の細胞を生かしたまま、蛍光タンパクで可視化したGnRHニューロンを見つけて、イメージングや電気生理学的解析ができます。つまり、GnRHニューロンの活動を制御している可能性のある候補因子を、培養液中に添加したり、メダカに投与したりして、その機能解析をすることで、生殖機能を制御する脳内メカニズムを分子・細胞レベルで明らかにできます。今後は、魚類(特に真骨魚類)の視索前野GnRHニューロンを中心に、生殖機能を司る脳内メカニズムの研究を続けていくとともに、最近、興味を持ち始めた、性成熟のメカニズムについても理解を深めていきたいと思っています。まだ妄想レベルですが、本学部の地の利を活かして、メダカ以外の魚種(できれば水産増養殖的に価値のある魚)を用いた研究も始めたいと(わりと強く)思っています。

皆さまと交流できる機会を大切にしたいと思っていますので、どうぞよろしく願いいたします。

### 様々な情報を脳で処理し、生殖機能が制御されている



## 魚の「面白い」につき動かされて

環境生物学講座  
魚類生態学研究室  
講師  
武藤 望生



2023年4月1日付で環境生物学講座・魚類生態学研究室に着任いたしました、武藤望生と申します。依然として残る新型コロナウイルスの影響もあり、学部外は言うに及ばず、学部内ですら教職員や学生の皆様と十分コミュニケーションがとれないまま半年が経過してしまいました。本稿の自己紹介がきっかけとなり今後の交流につながることを願っております。

幼少期の私は典型的な「魚少年」で、それは大学四年生の研究室配属時まで大きく変わることはありませんでした。いろんな魚が見れて面白そうだから、という程度の理由で、分類学をひとつの柱とする研究室の門をくぐりました。ここで取り組むことになったメバル属魚類の分類学的研究は、現在までつづくライフワークとなりました。

この間、分子生態学的手法・観点により、種が誕生する過程である「種分化」の研究にも取り組みました。メバル属は当時、非常に近い過去に共通の祖先から分化した近縁種のペアを多数含むグループであること、そのため種分化の研究に最適の材料であることが知られつつありました(分化して間もない種を比較することで、種分化がどのようにしておきたかを推測できるという考え方があります)。私のメインテーマであった分類学は、種を基本単位として生物多様性を整理することを旨としますが、種は所与のものとして扱います。つまり、その

由来を問うことは基本的にありません。しかし上記のようなメバル属をめぐる状況を知って、種の由来も面白そうだと思います。大学院在籍中に取り組みはじめました。その後現在までの一連の研究から、メバル属の種分化過程では種間交雑が重要な役割をはたしてきたことや、種分化を直接的に駆動したかもしれないゲノム領域などを明らかにしてきました。

博士の学位取得後は、ポストドク研究員として東南アジア沿岸魚類の多様性研究に携わりました。ボスから与えられた最重要ミッションは、「とにかく“良い”論文を出す」ことでしたが、私はこれを「自分にとって面白い論文を書く」と都合よく解釈することにしました。ただしこの頃には、私にとっての「面白い」には学術的に興味深い・インパクトが大きいという意味も多分に含まれるようになっていたので、幸いボスの意向と大きく乖離することはありませんでした。プロジェクトの都合上調査地や調査方法はすでに決まっており、そこから得られるサンプルをどのような視点で分析すれば面白くなるかを考えました。私は東南アジア周辺の広大な浅海域が過去の環境変動によって陸地化と水没を繰り返していたことに興味をひかれ、そのような歴史が魚類の集団にどのような影響を与えたのかを、多数の種の遺伝的多様性パターンの比較にもとづき推測していくことにしました。その結果、ほとんどの種が環境変動の影響をうけて集団

の遺伝的分化や分布域の拡大・縮小を経験したこと、その影響のおおきさは種の生態や生活史により異なることがわかりました。

その後本学着任までの期間は東海大学札幌校舎に所属し、教育を主な業務としつつ、面白そうと感じたことには状況が許す範囲で何でも手をつけてきました。たとえば、海洋生活期をもつ魚類としては異例なほど分布域の狭いシシャモ(世界中で北海道の太平洋沿岸にだけ分布する)の遺伝的多様性を調べてみたり、メバル属の研究では水産試験場の方の協力をいただいて人工交配や飼育



図. これまでに研究してきた魚の一部.

実験を行ったり、仔稚魚に手を出してみたり(魚類は仔稚魚期と成魚で形態や生態が大きく異なるため、それぞれの研究に独特の方法論があります)。

以上のように、面白そうと感じるかどうかを目安にして、手を変え品を変え魚類の多様性を節操なく研究してきました。「面白い」の意味が変化してきたとはいえ、こんなことで良いのかと心配になることもありました、近

ごろはこれが自分の長所だと考えることにしています。本学に着任できたということは、この考え方もあながち無理筋ではないのかもしれない。

今後も自身が心から面白いと思える研究を中心に展開しつつ、共同研究、授業、セミナーなどを通して本学関係者のみなさまと面白さを共有することができれば幸いです。どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

## 課外活動報告

# 北里大学アクアリウムラボでの活動



海洋生命科学部4年  
中市 創太朗

北里アクアリウムラボは海洋生命科学部の学生が有志で運営する水族館施設です。8月に開催されたオープンキャンパスでは『MB展』を行い、海洋生命科学部で学ぶ様々な内容を授業や研究室ごとに分けて紹介しました。それら以外にも実習や学芸員課程など当学部ならではの内容にも多くの来場者の方々が興味を持ってくださいました。来館者の方からご質問やご感想をいただく機会も多く、我々にとっても大変よいものになったと感じています。自分達の作ったものが真剣に進路と向き合っている学生達の手助けになっていると実感でき、大学の施設を運営する学生として非常にやりがいを感じました。

今回のMB展では、研究室や授業の教鞭を取られている先生方から多くのお力添えをいただきました。それだけでなく、水族館で働いている卒業生の方々からのご協力をいただき、水族館就職に興味のある学生に向けての質問ブースを開催することができました。こちらも大変好評で、受験を考える生徒に海洋生命科学部で学んだその後のイメージを具体的に持っていただけたと考えています。このようなことは、海洋生命科学部を代表する

設として大変光栄であると同時に、広い繋がりから展示を組み立てていくという正に実際の水族館運営のような業務であり、とても良い経験を積むことができました。

オープンキャンパス以外にも、北里アクアリウムラボでは様々な活動を行っています。北里祭に合わせた特別展や、季節に合わせた展示作成だけでなく、コロナ明けの雰囲気が高まってきた本年度は出張講義や団体訪問も再び多くのお声かけをいただくようになりました。同じ志を持つ学生達と様々な活動を行う当施設での経験は大変貴重なものと考えています。それまで、興味はあるが漠然としたイメージだった「水族館」についてそれぞれが向き合い、活動をしていく中でしか得ることのできない多くの発見があります。想像だけでは思いつかなかった内容の仕事、意外なやりがい、そして最終的な進路の決断。北里アクアリウムラボは、自分のやりたいことに真正面から取り組むことのできる大変貴重な経験の場です。

そんな学生たちの想いのこもった水族館に、ぜひ足を運んでくださると嬉しいです！



MB 展の様子



学生が解説を行います

## 台湾中央研究院への海外実習

海洋生命科学部3年  
MB20098  
高野 小春



この原稿を書いている今、私は台湾に半年間留学しています。このきっかけは2023年3月末に行われた台湾・中央研究院への海外実習でした。実は、私は学部の人に比べ海洋生物に特段詳しいというわけはありませんし、この実習に申し込んだ理由もただ台湾という国が好きだったからです。ですが、結果的にこの一週間は私の人生にとってとても良い影響を与えてくれました。

さて、今回は漁港を訪れた時のことについて書こうと思います。まず初めに車を降りると港町らしい建築や海鮮料理店の看板などが目に入りました。台湾の建築はどれも素晴らしく、一つの街に新しい建物と古い建物が混在しているところも魅力の一つです。漁港に入っていくと、何年も修理されながら使われているであろうカラフルな漁船が所せましと浮かび、サクラエビの仕分けをする人や大きな声で魚を売る人、人ひとりほどの幅しかない通路を大きなバイクで走っていく

人などであふれかえっています。売られている魚は見たことのない形態や色をしているものばかりで、人々がこれらの魚をどのように調理するのか非常に興味深いです。海洋生物を愛する皆さんにとっては当然のことかもしれませんが、私はここで、場所が違くと生息する生物もこんなにも違うということを目前にし、今までなんとなくしてきた(あるいはまったくしていない)学部での勉強をもっとしっかりやっておけばよかったと多少の後悔もしました。さて、道中も研究所の皆さんは私たちに台湾の歴史や文化について話し、私はすっかり台湾の魅力に取り憑かれ、学部を休学して半年間台湾に滞在しているというわけです。このほかにも様々なセミナーや実験、体験をさせていただき我々学生にとって非常に有意義な一週間となりました。

今年は台湾以外にマレーシアでも実習が行われました。写真を見せていただいたかぎり、そちらも非常に良い実習だったようです。昨今の不安定な社会情勢ではありますが、今後もこういった海外実習が行われると我々学生にとって良い経験となると思います。

最後にこの海外実習に引率して下さった三宅裕志先生、古川史也先生をはじめ、お世話になった中央研究院の皆様、一週間共に行動した三人の仲間に心より感謝申し上げます。ありがとうございました。



Daxi Fishing Harbor (大溪漁港)



お世話になった中央研究院 Marine Research Station の皆様

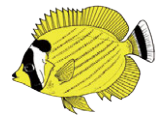
# 学部通信

## ● 新カリ(選択科目)対象コース

コース	班	日 程	場 所	学生数
1. 臨海生物学実習 (三陸)		8月2日(水)～8月6日(日)	三陸	20名
2. 臨海生物学実習・河川調査実習 (真鶴・川音川)  旧カリ対象コースと 同時開講	真鶴	8月3日(木)・4日(金)	真鶴	18名
	川音川	8月29日(火)(調査実習) 8月30日(水)(解析実習) 8月31日(木)(河川調査・解析実習)	川音川 学内 川音川・学内	
3. 洋上実習(神鷹丸)		10月10日(火)～13日(金)	東京湾・相模湾	27名
4. 洋上実習(かごしま丸)		12月4日(月)～8日(金)	鹿児島湾・東シナ海	20名
5. 洋上実習(長崎丸)		12月4日(月)～8日(金)	五島列島南方海域・長崎沿岸域	30名
6. 洋上実習(おしよろ丸)		2月20日(火)～2月24日(土)	函館湾	30名

## ● 旧カリ(必修科目)対象コース

コース	班	日 程	場 所	学生数
1. 河川調査実習 (川音川) 【B群として開講】  新カリ対象コースと 同時開講		8月29日(火)(調査実習) 8月30日(水)(解析実習) 8月31日(木)(河川調査・解析実習)	川音川 学内 川音川・学内	4名
2. 沿岸調査実習 (葉山) 【A群として開講】		12月6日(水)(遊漁船実習)	葉山沿岸域	14名
		12月9日(土)(解剖実習)	学内	
		12月10日(日)(解析実習)	学内	



## 2. 人事異動

### 【教員】

#### ○定年退職

【2024年3月31日付】

佐藤 繁(応用生物化学講座)教授

#### ○任用

【2023年4月1日付】

武藤 望生(環境生物学講座)講師

池上 花奈(増殖生物学講座)助教

西原 秀夫(教職課程センター)教授

### 【職員】

#### ○任用

【2023年4月1日付】

三浦 綾野(事務室学生課一般職)

### ○配置換

【2023年3月31日付】

片山 祐司(事務長)海洋生命科学部事務室から  
医学部事務室へ

【2023年4月1日付】

花田 美峰(事務長)学事企画部から  
海洋生命科学部事務室へ

井関 みどり(一般職)看護学部事務室から

海洋生命科学部事務室へ

## 北里大学海洋生命科学部だより

編集・発行：海洋生命科学部だより編集委員会  
〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1  
TEL 042-778-7905 FAX 042-778-5010

<https://www.kitasato-u.ac.jp/mb/>

E-mail: [kaiyo@kitasato-u.ac.jp](mailto:kaiyo@kitasato-u.ac.jp)

2024年3月15日