



北里大学海洋生命科学部だより

No.46

2020年3月

■海洋生命科学部トピックス

- 海の楽校、川の楽校 ～もう一つの復興
「未来のための生涯学習環境」～ …………… 朝日田 卓
- 魚の卵とサンゴの卵…………… 天野 春菜
- イカナゴの夏眠
～分類学とのまさかの出会い～…………… 阿見彌典子
- ヒジキに存在する激レアなアミノ酸…………… 横山 雄彦
- 国際水圏メタゲノムシンポジウム 2019 報告記… 渡部 終五

■学会賞受賞

- 第34回日本下垂体研究会学術集会にて
最優秀発表賞を受賞して…………… 佐藤 生
- 日本比較免疫学会 古田奨励賞を受賞して …… 熊 莉玖

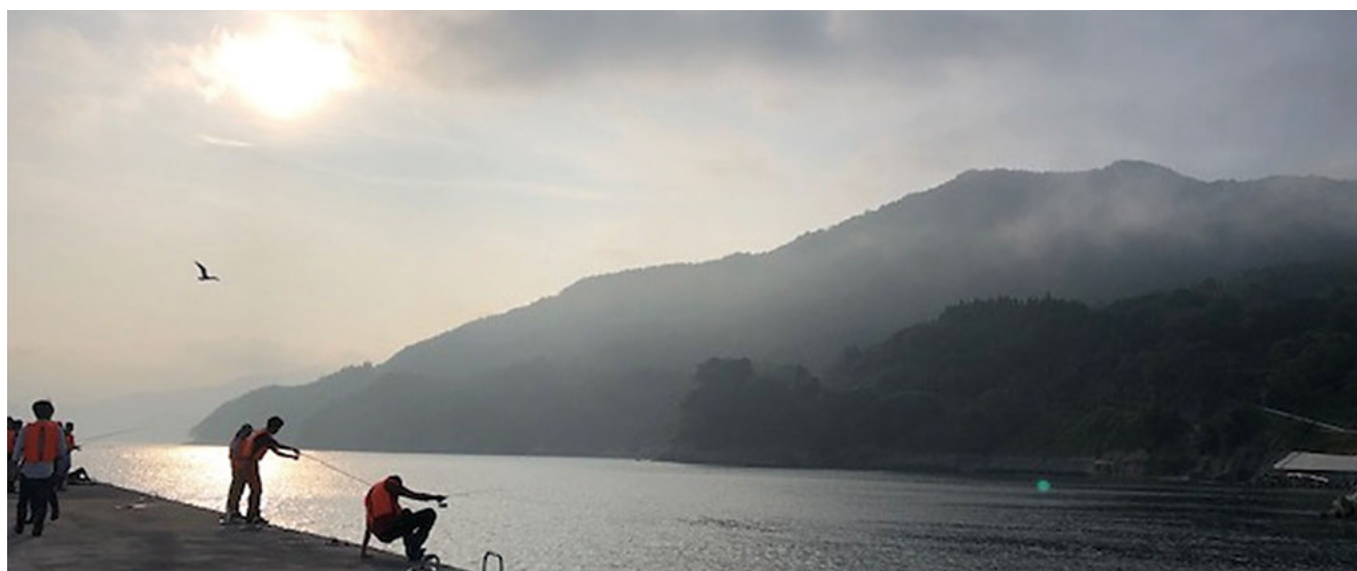
■海洋実習体験記

- 三陸実習を終えて…………… 狗飼 穂佳
- 長崎丸での乗船実習…………… 坂倉 溪太

■課外活動報告

- 課外活動報告…………… 三上 剛

■学部通信



海の楽校、川の楽校

～もう一つの復興

「未来のための生涯学習環境」～

環境生物学講座
水圏生態学研究室
教授
朝日田 卓



少子高齢化の進行などにより、社会的サービスの低下や地方自治体の消滅が危惧されている。2020年に女性の半分以上が50歳以上となり、2025年には団塊の世代が75才以上になる。2035年に未婚大国（男30%、女20%が生涯未婚）になり、2040年には自治体の半分以上が消滅の危機に瀕すると言われている。これを見ると日本の未来は暗いと言わざるを得ないが、この期に及んでも政府や省庁の動きは鈍い。また、社会の急速な変化は様々な問題を引き起こしがちである。このような社会問題は、弱者に大きな影響を及ぼす。次の時代を担う子供達には既に様々なしわ寄せがいつていると言われており、教員の多忙化に代表される教育環境の悪化は都市と地方の区別なく顕在化している。また自然環境豊かな地方であっても、野外での体験学習機会は減少しており、教科書から得た知識を実感する体験や、知識や技術を用いて工夫し物事に対処する経験が不足していると言われている。これは大学生を見ていると感じることであるが、スマホやコンビニに代表されるあまりにも便利な世の中への急速な変化と、大学入試に代表される旧態依然とした教育システムなど多くの要因が複雑に絡んでいることがその根底にあるのであろう。

山積する社会的課題を有する世の中をたくましく生き抜いていくためには、変化し続ける時代に対応できる人材育成が必要である。しかし、様々な学びが単なる行(苦行?)であっては真の力を育むことは難しい。心を動かされるような感動や体験が学びの意欲につながり、連鎖反動的に意識の化学変化をもたらすが、近年はそのような教育機会がほとんど無い。文科省もこれを憂慮してい

るが、掛け声ばかりで具体的な対策は打ち出されていない。私は2002年から三陸町の越喜来小学校で「川の楽校」という体験学習(図1)を学生と共にやっているが、小学生も大学生もこの活動を通じて大きく成長していると感じている。特に、「川の楽校」に続いて「海の楽校」「山の楽校」「田んぼの楽校」等の学習を5年間に渡って行い、その成果を「小学生と大学生の特別企画展」として大船渡市立博物館で公開し、「命の循環」という展示図録を発行した際は、大きな手ごたえを感じたものである。その後、科研費を得て博物館と協働しての学習プログラムの作成に繋げていったが、そのさなかに東日本大震災に見舞われ研究を始めとした諸活動は休止に追い込まれた。学校や博物館も被災し、子どもたちの学習環境は極端に悪化した。これが、最悪の状況下で何ができるのかを模索する日々の始まりであった。

海洋生命科学部は相模原に移転したものの、「川の楽校」を始めとした三陸での活動は震災年も休むことなく続けた(毎年8月に実施)。こんな時でも続けることに意義があるとの考えは、私も小学校教員も同じであった。野外での活動が減っていた子供たちも大喜びで参加してくれた。また7月には、津波等が海の生き物や環境へ与えた影響の調査を開始したが、調査を通じて得た科学的知見も学習プログラムの作成や活動に活かし、大震災に



図1 越喜来小学校で2002年から続けている「川の楽校」



図2 体験学習プログラムガイドブック
「ふるさとまなびナビ」

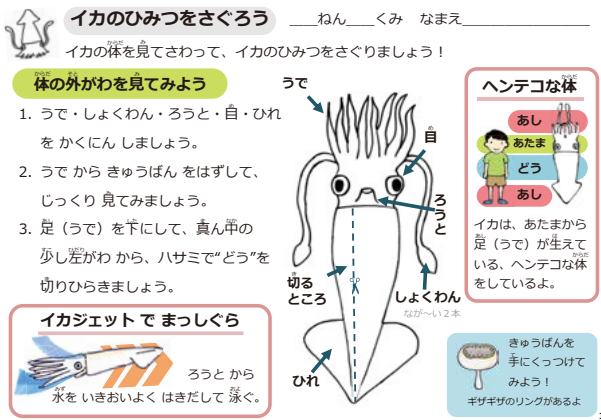


図3 「イカのひみつをさぐる」ワークシート

より進まなかった博物館との協働も充実させていった。震災前に学芸員として共に活動していた教え子の遺志を継ぐ学生も現れ、成果が徐々に形になっていった。その一つが「ふるさとまなびナビ」という小学校教員向けの体験学習プログラムガイドブック(図2)である。ガイドブックには、自然と動植物、名勝や天然記念物、史跡や遺跡、民具や建築物、民俗芸能や伝承など三陸の教育資源を用いた13のモデルプログラムとそれらに対応した教科単元、具体的な方法と指導計画などが載っており、そのまま体験学習に用いることができる。ライフジャケットや携帯型顕微鏡、水生生物や昆虫の採集具、図鑑類などの貸し出し教材も準備した。このガイドブックは大船渡市と陸前高田市の全小中学校に配布したが、特に小学校には全教員分の部数を配布した。その後要望を受けて釜石市と住田町の小中学校にも配布し好評を得ている。さらに、より詳しい活動案を盛り込んだ「川の楽校」用ティーチャーズガイドブックや、「イカのひみつをさぐる」というプログラム用のワークシート(図3)も作成し、継続している活動や大船渡市立博物館の「教員のための博物館の日」で実施している教員向けワークショップに活用している。

あの未曾有の大震災からもうすぐ10年。海や川の生態系に対する影響と回復に関する調査研究も一区切りを迎える。その成果を活用しながら行ってきた子供たちの



図4 新防潮堤と浦浜海岸(空撮画像)

学習環境復興に関する活動や研究も大詰めを迎える。現在は指導者育成を目的としたシステム等の構築に軸が移っており、これまでに開発した学習プログラムをベースとした指導者育成研修プログラム開発と、ようやく再建される陸前高田市立博物館および大船渡市立博物館を人材育成の拠点にする活動と研究を、現地の学芸員らと共にやる予定である。昨年7月には、「三陸防災復興プロジェクト2019三陸ジオパークわくわくフェスタ」の関連事業である「海辺の生物観察会」を、大津波による防潮堤の消失と地盤沈下によって新たにできた海岸(浦浜海岸)で実施した。この海岸は、地域の熱意によって新防潮堤が200m後方に設置されることによって保全された海岸(図4)である。ここはサケやアユ、希少なカレイ類(図5)などの有用種の成育場になっているほか、他の場所が磯焼けでもコンブ藻場が広がっているなど、貴重な場所となっている。現在は、震災後続けている生態系調査結果を用いた活用策を漁協等と話し合っているところである。

本稿は「学部だより」の研究紹介コーナーに載るとのことであるが、本学部としてはちょっと毛色の変った博物館や教育に関する研究について述べた。しかしこの研究は海洋生命科学をベースとしており、自然科学研究がなければ成し得ないものでもある。私が学芸員養成課程を担当して20年以上になるが、自然環境に育まれた文化に対する興味も尽きず、学芸員らと共に様々な調査にも乗り出している。三陸の場合、サケなどの重要な生物資源に関する伝承などが多いが、そのモチーフにはアメリカ先住民等の伝承との共通点も多い。どんな世になっても人間は自然環境が無ければ生きて行けないが、それを再認識させてくれる文理融合の世界は、未来のための生涯学習環境創出に大きなヒントを与えてくれるであろう。

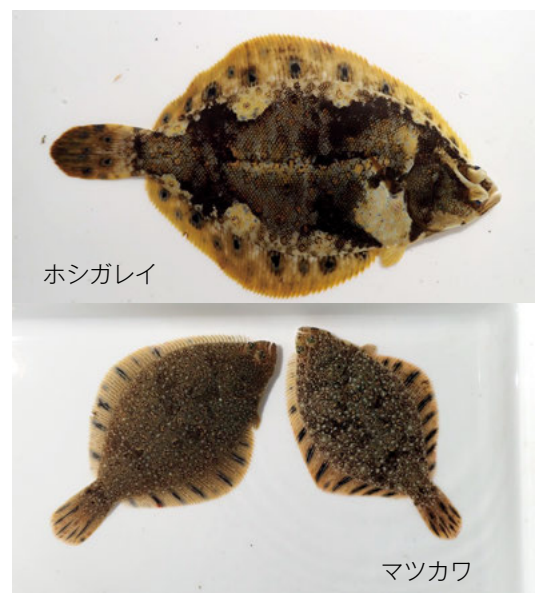


図5 浦浜海岸で育つ希少なカレイ類

魚の卵とサンゴの卵

応用生物化学講座
資源化学研究室
講師
天野 春菜



2010年4月に海洋生命科学部に着任してからあつという間に2020年、10年の月日が経ちました。着任は「三陸キャンパス」でしたが、東日本大震災により2011年には相模原キャンパスに異転となり、学生さんへの対応や学部・研究室の引っ越し作業に追われていました。2012年には海洋生命科学部棟が相模原に完成したので、さらに引っ越しを重ねました。2013年には妊娠してお腹の中で子どもが発生しながら、「動物発生学」の講義をするという個人的にはすごく面白い状況になり、2014年に次男を出産しました。その後は8週間の産後休暇を経て職場復帰し、2020年現在、4月から長男は小学6年生、次男は小学1年生になります。この間、研究は少しゆっくりでしたが、新しい分野・生物にもチャレンジしています。その一つがサンゴの卵に含まれるタンパク質です。

魚とサンゴ

魚は皆さんご存じのように「脊椎動物」です。一方、サンゴは「刺胞動物」に分類されています。刺胞動物は、クラゲやイソギンチャクなどを含む動物門で、系統樹(図1)をみると海綿動物の次に古くから生きている動物門であることがわかります。このように見た目(形態)からも大きく違う「魚とサンゴ」ですが、共通点があります。それが、「卵で産まれて大きくなる」というところです。生物の卵は、形や色、大きさなど様々ですが、すべての卵には発生段階から食べ物を食べるようになるまでに必要な栄養分(脂質やタンパク質など)が含まれています。

サンゴの生活史

私が研究しているのはミドリイシ属のサンゴです。このサンゴは放卵放精型で親サンゴが卵と精子と一緒に梱包された「バンドル」を放出します。バンドルは海中でこわれて卵と精子が受精し、受精卵となった後、プラヌラ幼生へと発生します。プラヌラ幼生は自身の繊毛を使って遊泳できますが、基本的には潮の流れに乗って漂うこととなります。その後、稚ポリプへと変態して海底へ着底し、出芽や分裂を繰り返して増殖・成長していきます(図2)。先ほど、「食べ物を食べるようになるまで」と書きましたが、サンゴの場合は着底するまでに褐虫藻という藻類を取り込んで共生します(詳しくは今年の学部日より「共生の維持にはお互いの工夫が大事」をご覧ください)。サンゴは、この褐虫藻が光合成で生産した有機物をもって生活するので、「褐虫藻と共生をはじめると」に必要な栄養分が卵に入っています。

サンゴの卵に含まれるタンパク質

魚の卵黄タンパクでは、糖や脂質およびリンなどと結合した3種のタンパク質が知られています。リポビテリンは脂質を多く含むタンパク質で、胚発生(受精卵から魚の形になるまでの成長過程)の最中に徐々に最小の構成単位であるアミノ酸まで分解され、栄養として利用されます。ホスビチンはリンを多く含むタンパク質で、胚発生での骨の形成に関与していると考えられています。ベータ成分は糖や脂質を含まないタンパク質です。魚ではこれらのタンパク質を、糖染色、脂質染色およびリン染色の染色方法と卵抽出液に対する抗体などを用いて探索します。そこで、サンゴでも魚と同様の方法を使って、これらに類似するタンパク質が含まれているか探索しました。その結果、3つのタンパク質が検出されてそれぞれをEP1、EP2およびEP3と名付けました。EP1は糖染色で染色され、サンゴ卵抽出液抗体に反応する高分子のタンパク質(ゲル濾過で分子量669,000以上)、EP2は脂

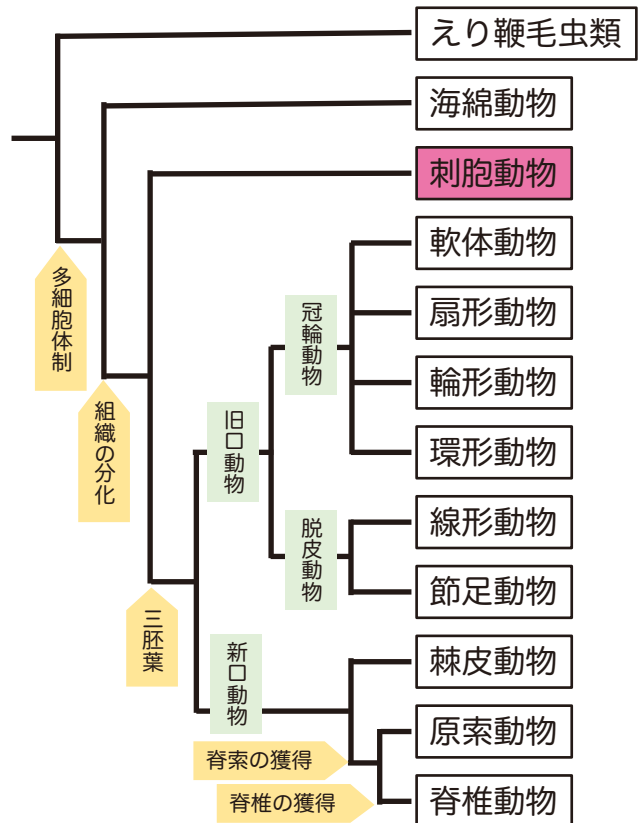


図1 系統樹

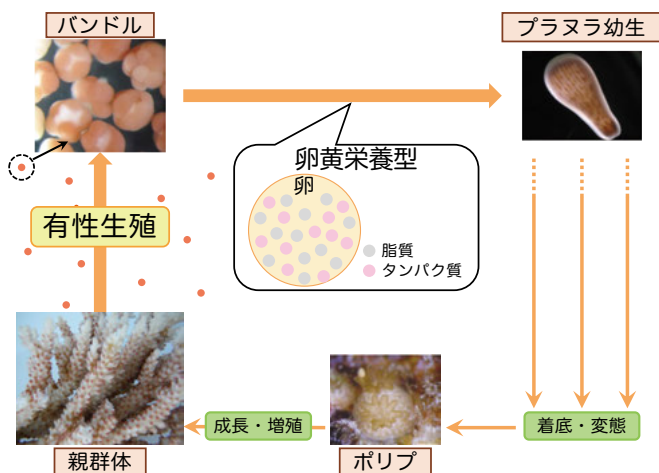


図2 ミドリシサンゴの生活史（バンドル、プラヌラおよび稚ポリプの写真は、波利井（2008）から引用）

質染色で染色される高分子のタンパク質（ゲル濾過で分子量286,000）、EP3はサンゴ卵抽出液抗体でのみ検出される低分子のタンパク質です（図3）。このうち、サンゴの卵抽出液からヒドロキシルアパタイトおよびゲル濾過カラムを用いてEP2を精製しました。このタンパク質を分析したところ、魚の卵黄タンパク質リポビテリンと類似するタンパク質であることが分かりました。

今後の展開

現在はEP2だけでなく、EP1とEP3についても分析を

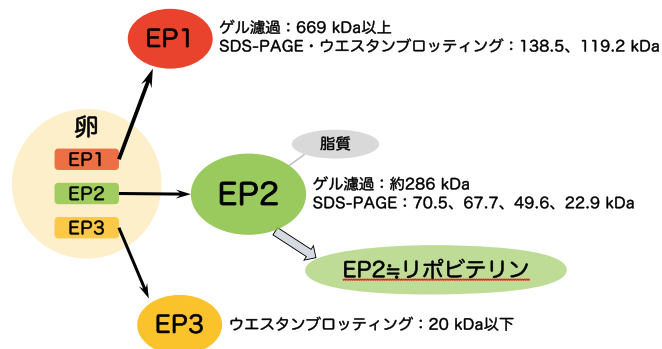


図3 ミドリシサンゴの卵に含まれる3つのタンパク質（EP1、EP2、EP3）とその性状

進めているところです。今後、プラヌラ幼生になってからの経過時間や変態・着底にもなってこれらのタンパク質がどのように利用されていくのかを明らかにしたいと考えています。

サンゴ礁は、様々な環境要因やオニヒトデによる食害などで減少しています。このようなサンゴを増やそうとさまざまな取り組みが行われていますが、受精卵からの増養殖技術はまだ一般的にはなっていません。もしかすると、卵に含まれるタンパク質によってプラヌラ幼生から変態・着底して稚ポリプになる確率や生存率が違ってくるかもしれません。そんなことが分かるようになれば、卵のタンパク質を分析することでサンゴの増養殖に役立つかもしれないと期待しています。

トピックス

イカナゴの夏眠 ～分類学とのまさかの出会い～

増殖学講座
水族生理学研究室
講師
阿見彌典子



1. 夢、気づいたら叶ってました！

私の研究紹介は2回目になります。最初は北里大学海洋生命科学部に就職した2010年度でした。何を書いたのか全く思い出せなかったので当時の原稿を読み直したところ、「魚類の食欲を考える」というタイトルで、博士課程の研究そのままの内容でした。ただし、改めて読んでみて印象的だったのは、最後の段落に「食欲というキーワードで現在は研究をおこなっていますが、魚の行動と向き合いながら食欲のみに捉われずに視野を広げて研究を展開していくことが大きな目標」「人との出会いを大切にしていきたい」と書いてあったことでした。今回、9年前に書いた理想通りの研究を行えていることに気づき、これだ！と思えるテーマに辿りつくことができ

ていたことに感動しました。そしてこれは、人との出会いを大切にしてきた結果だと実感しました。

2. イカナゴとの運命の出会い

私は、魚類の食欲を研究する実験で頻繁に行われる「無給餌」がずっと気になっていました。それは、人為的に給餌を止めることと、魚が自ら摂餌を止めることでの摂餌停止は、ともに「餌を食べない」という点では同じですが、脳で制御される食欲の機能を調べる場合は分けて考えるべきだと感じていたためです。そこで、好ましくない環境にさらされることにより摂餌活性が低下し、魚自身が摂餌を停止させた場合（休眠期）の食欲調節システムを調べてみたいと考えました。しかし、小さな水槽

である程度の個体数を飼育できて、休眠していない時と休眠中の行動を明確に区別でき、さらに安定して確保できて私の技術でも飼育が可能な魚を見つけるのはかなり難しいことに悩まされました。

まず着目したのはドジョウの冬眠でしたが、案の定？上手く冬眠させることができず、斃死が続き失敗の連続でした。そんな時に、たまたま別の研究で知り合った先生が「夏眠する魚がいるよ」と教えてくださり、それがイカナゴとのファーストコンタクトでした。その時はイカナゴという魚も知りませんでしたし、写真を見てもなんだか地味な魚だなあ、という印象しかありませんでした。ただ不思議なことに、あれよあれよという間に共にイカナゴの研究をする方々が集まり、あつという間にイカナゴの飼育が始まりました。今思うと、運命の出会いというものは奇跡の連続なのだと思います。

3. イカナゴの生態

イカナゴは日本沿岸に広く生息しており、くぎ煮や釜揚げとして食用になるだけではなく、海の生態系では高次捕食者の餌としても重要な水産重要種です。後で知ったのですが、北里大学水産学部(現、海洋生命科学部)のあった三陸沿岸では、イカナゴの生シラス(仔魚)が春の風物詩として有名です。でも私は学生時代に8年間も三陸で過ごしましたが、存在すら知りませんでした。

とりあえず少し調べてみると、実はイカナゴはとても面白い魚でした。昼間は遊泳してプランクトンを食べますが、夜間は砂に潜ります(潜砂行動)。また、夏季の高水温期には昼も夜も砂の中に潜り続け、摂餌しなくなります。これが夏眠という生態であり、なんと約半年もの長期間にわたって続きます。さらに、この夏眠中に性成熟が始まります。イカナゴの夏眠は、まさに私が探していた魚自身が摂餌を停止させる行動であると同時に、砂に潜る、夏眠中に成熟するなど面白い生態がありました！こうした情報を知ってから、イカナゴに俄然興味が湧きました。

4. イカナゴの飼育実験開始

しかし、ことはそうそう首尾よくは進みません。いざ飼育してみると、またも難しく失敗の連続でした。水温は低いのにイカナゴは砂から出てこず、摂餌もしないままふてくされ休眠？を続け(実際は休眠ではありません)、この水槽は空なの？と言われる日々が2年も続きました。私自身も、どんな魚を飼育しているのか忘れてしまいそうでした。ただ不思議なことに、イカナゴの飼育が嫌になることはなく、試行錯誤しつつも姿を全く見せてくれない状況でしたが、さらに愛着が湧きました。うまく説明できませんが、いつかは必ずできるという不思議な感覚があったのだと思います。結果的に、その後は徐々に魚が大好きな学生たちや共同研究者の協力により、遊泳させること、摂餌させることができるようになり、ついには夏眠させることにも成功しました。そこか

らは、やりたくてウズウズしていた実験を一気に始めました。イカナゴを飼育実験する研究はあまり多くなく、特に私の専門である内分泌学的な情報は皆無でした。そのため全てを一から始める状態でしたので、逆に好きなようにやりたい放題できました。カメラを設置して24時間365日分の行動を全て記録して、夏眠は本当に高水温だけで引き起こされるのか？、北海道のような冷水域に生息するイカナゴも夏眠するのか？、夏眠中は本当に摂餌しないのか？、夏眠の前後はどのような行動をするのか？、など興味のあることを片っ端から調べていきました。その結果、夏眠を開始する直前は摂餌活性が一気に高まり、徐々に摂餌活性が減少して夏眠を開始すること、高水温刺激だけが夏眠の開始要因ではないこと、夏眠を開始するタイミングは栄養状態が影響するため個体差があること、夏眠中は一切砂から出ず餌を食べないこと、函館の周辺に生息するイカナゴは夏眠するものの、開始する水温は瀬戸内海とは異なることなど、夏眠生態の詳細が徐々に明らかとなってきました。飼育方法を確立できて、さまざまな条件での実験が可能となり、夏眠前から終了までにかけて食欲調節システムはどのように変化するのか？、夜間の潜砂行動を引き起こしている物質はなにか？など、イカナゴの研究を始めるきっかけとなった疑問に対する答えを出すまでにあと一步というところまで来ることができました。

5. 未知との遭遇

イカナゴは研究の材料としてだけではなく、私に多くのことを教えてくれました。ですので、尊敬を込めてイカナゴ先生と呼んでいます。私は、恥ずかしながら「どの海域に生息している魚でも、種が同じなら同じ魚」と単純に考えていたのですが、イカナゴの飼育実験をして、初めて瀬戸内海と三陸沿岸に生息しているイカナゴは種は同じでも夏眠や成熟などが全く異なっていることを知り、地域差の面白さを知りました。イカナゴが生息する海域ごとに調べるがあると考えれば、楽しさが何十倍にも増えて大興奮です。さらに、2015年には日本沿岸に生息するイカナゴが2種に分けられ、種の違いについても考えるようになりました。これで楽しさはさらに



写真 砂に潜っているイカナゴ

倍になったわけです。どこまで楽しさが広がるのだろうと、にやけるしかない状況です。基本的に実験室で研究してきた以前の私には考えられませんでした。船に乗せていただいて海で調査する機会もでき、海洋系のお仕事の楽しさを知って大満足の日々です(船酔いは時にしんどいですが...)。

内分泌学からスタートした私の食欲研究は、生態学や分類学へも繋がり、夢はどんどん膨らむ一方です。まさか1番苦手だった分類学と接点ができるとは思いませんでしたが、根気よく教えてくださる方々、そしてイカナゴ先生の存在に感謝するばかりです。また、日本各地の研究者や水産関係者のみなさまのご協力、瀬戸内海から稚内まで広い海域からイカナゴを入手することもできるようになり、今では神奈川県北里大学海洋生命科学部に全国津々浦々のイカナゴが大集合しています！そして何より、この研究を通して、共に凹み、悩み、騒

ぎ、喜びながら日々を過ごしてくれる学生たちに感謝しています。

6. これから

その特殊な生態がきっかけでイカナゴに着目して研究を始めましたが、もう一つ大事なこととして、日本各地でイカナゴの漁獲量が急減しているという問題があります。そのため、私の研究をイカナゴ資源の回復に繋げることも、今後の目標の一つです。10年後くらいの学部だよりでは、イカナゴを通して魚類の食欲や休眠に関する研究を進展させ、さらに新しい分野にも挑戦していることをお伝えできるのを目標にします。イカナゴ先生の教で、苦手な物理も数学も、大好きになっているかもしれません(笑)。そしてまたこれからも、人との出会いを大切に研究を続けていきたいと考えています。

トピックス

ヒジキに存在する激レアなアミノ酸

応用生物化学講座
食品化学研究室
講師
横山 雄彦



ヒジキとの出会い

私が北里大学海洋生命科学部(当時は水産学部)に赴任して最初に取り組んだ研究が海藻のアミノ酸の研究である。その当時の食品化学研究室の教授(長久先生)はヒジキからD-アスパラギン酸というレアなアミノ酸を既に発見していた。長久先生から「海藻のサンプリングに行くなら、ついでにヒジキを採ってきてくれ」と言われて海に行ったが、ヒジキらしき海藻は見当たらない。研究室に戻り「これですか?」と提示したところ「君はヒジキも知らないのか!」と怒られてしまった。ヒジキといえば乾燥して細長くて真っ黒な状態のものしか知らず、海に生えている生のヒジキを見たことがなかったのである(写真1)。

ヒジキの激レアなアミノ酸

タンパク質構成アミノ酸は20種類あり、その全てはL型である。したがって、L-アスパラギン酸は一般的なアミノ酸であるが、その鏡像異性体であるD-アスパラギン酸は真核生物ではレアなアミノ酸と言える。当時、三陸で採取できる海藻のアミノ酸を調べたところ、D-アスパラギン酸が多量に検出される海藻はヒジキのみであった(他の海藻の100-200倍)。この時に取り組んだ課題は「なぜヒジキにだけD-アスパラギン酸が多量に含ま

れているのか?」と「ヒジキのD-アスパラギン酸はどうやって作られるのか?」ということであったが、結局全くわからなかった。

ヒジキとウミトラノオ

ヒジキという海藻に馴染みはあってもウミトラノオという海藻はご存知ない方が多いと思うので簡単に説明したいと思う。どちらも褐藻綱ヒバマタ目ホンダワラ科ホンダワラ属の海藻で、日本各地の潮間帯中部から下部にかけて生育している。ヒジキとウミトラノオは隣り合って生育している場合もあるほど生育環境が近い。生育時期も同じであり、さらに同属種であることから進化の上でも近い種であると言える。ホンダワラ属の海藻の特徴としては気胞を持っていることであり、激しい波で千切れてしまっても海上に浮かんで漂いながら数か月間生き延びる種もある。アカモクなどもヒジキやウミトラノオと同じくホンダワラ属の海藻である。当時、海藻におけるD-アスパラギン酸の存在は「生息環境の違い」か「遺伝的な違い」によるものだろうと推測していた。しかし、D-アスパラギン酸がヒジキには多量に含まれているのに対し、生息環境がほぼ同じ、かつ、近縁種であるウミトラノオからはなぜか全く検出されなかった。ヒジキのD-アスパラギン酸合成酵素に関する研究にも取り組ん



写真1. 海に生えている状態の生ヒジキ

だが、結果が全く出ないので10年以上この研究を放置することになった。

キャンパス移転

転機が訪れたのは2011年に東日本大震災でキャンパスが相模原に移転したことである。温暖である相模湾で採取される海藻の種類が三陸とかなり異なっていたため、相模原キャンパスに移ったのを契機に海藻のD-アスパラギン酸に関する研究に再び取り組むことにした。並行して三陸に生育する海藻のD-アスパラギン酸含量についても引き続き調べた。三陸沿岸および相模湾で採取した種は約40種にのぼったが、緑藻および紅藻からはD-アスパラギン酸は全く検出されなかった。D-アスパラギン酸が認められた種は5種だけであり、興味深いことに、ヒジキを含めて全て褐藻綱ホンダワラ科に属していた(図1)。しかし、ここで一つの疑問が生じてしまう。同じようにホンダワラ科に属する3種の海藻(ウミトラノオを含む)からはD-アスパラギン酸が全く検出さ

れなかったのである(図1)。これは何度調べても同じ結果であった。

海藻図鑑

海藻の検索図鑑(新日本海藻誌)とにらめっこをしながら孤軍奮闘していると、一つのことを気が付いた。それは、属と種の間には亜属という分類が存在するのは知っていたが、さらに細分化された「節」という分類階級があるということである。それによってホンダワラ科の海藻を分類していったところ、図2のようになった。すなわち、D-アスパラギン酸が全く検出されなかった3種は全てテレティア節に属していた。したがって、私が導き出した結論は「ホンダワラ科の海藻には基本的に真核生物に稀なD-アスパラギン酸が存在しているが、例外的にテレティア節に属する種には存在しない」ということである。D-アスパラギン酸の有無には進化が関係していると示唆される結果を得ることができ、10年以上に渡って胸につかえていたもやもやしたものが少し晴れた瞬間であった。

今後の課題

少し晴れたと表現したのは、まだまだ多くの謎が残っているからである。D-アスパラギン酸の有無は進化と関係がありそうだと述べたが、正確に言うとD-アスパラギン酸を合成する酵素と進化の関係と言えそう。未だに海藻におけるD-アスパラギン酸の生理機能は未解明であるし、D-アスパラギン酸合成酵素も海藻からは見つかっていない。以上が今後の検討課題であるが、海藻のD-アスパラギン酸合成酵素は世界中の誰よりも最初に私が発見し、合成経路を解明したいと思っている。ヒジキは外部形態的にテレティア節にもっとも近縁な種であるとされている。しかし、D-アスパラギン酸の面からみると、ヒジキはやはりテレティア節とは別のグルー

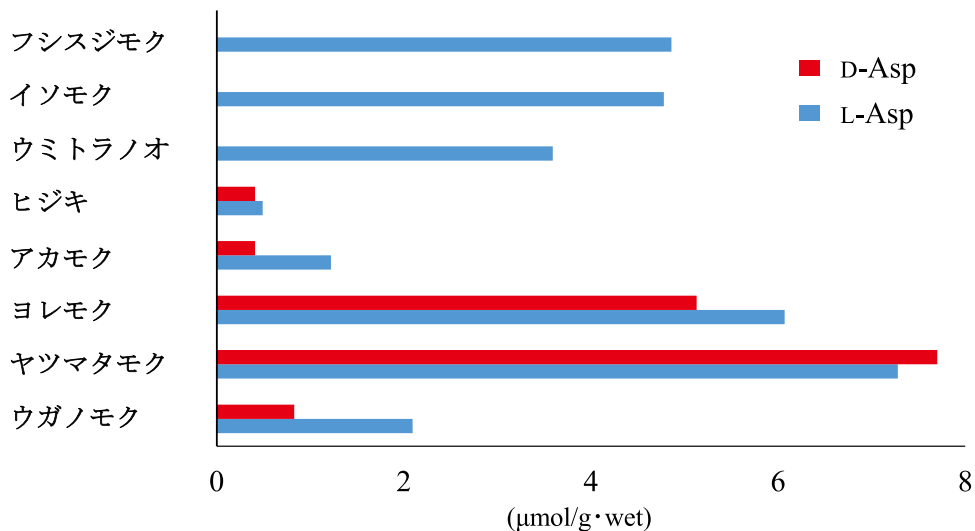


図1. ホンダワラ科の海藻の遊離アスパラギン酸含量。近縁種であるにもかかわらず、D-アスパラギン酸が存在する種としない種に分かれる。

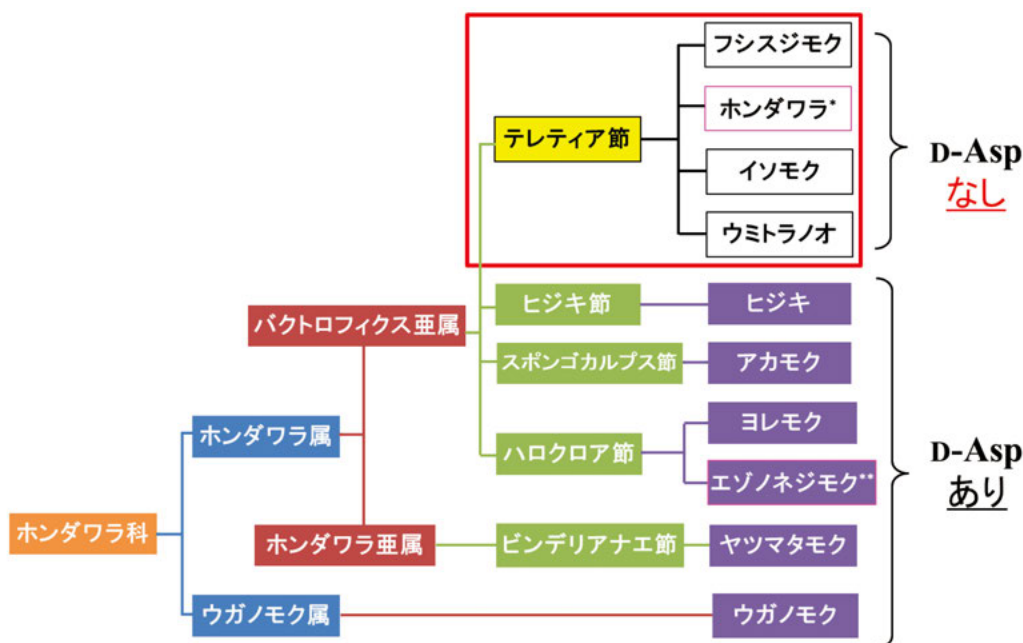


図2. ホンダワラ科の海藻の分類と遊離D-アスパラギン酸の有無。ホンダワラ* およびエゾノネジモク**は長久らの報告から引用して追加。

プに属する種であると言えそうだ。近年DNAの手法により海藻の分類が見直されているが、それ以前に海藻の形態から分類を行い、見事に検索図鑑を作り上げていった歴代の海藻分類学者に敬意を表するばかりである。注：本文中のD-アスパラギン酸は全て遊離態に関する記述です。内容にSERC年報Vol. 4 (2018)と重なる部分があります。

参考文献

Yokoyama T, Tokuda M, Amano M, Mikami K. The presence of free D-aspartate in marine macroalgae is restricted to the Sargassaceae family. Biosci. Biotechnol. Biochem., 82, 268-273 (2018)

トピックス

国際水圏メタゲノムシンポジウム 2019報告記

海洋ゲノム科学研究室
特任教授
渡部 終五



日本近海は、暖流の黒潮、寒流の親潮などが混ざり合うことで、世界的に見ても生物多様性が極めて高い海域となっており、豊富に存在する海洋生物資源についての研究が精力的に行われてきた。一方、アラビア半島とアフリカ大陸に挟まれた紅海もサンゴ礁域を中心にはあるが、ここも生物多様性に富む海域として知られている。さらに、紅海は、高水温、高塩分の海域で、現在、急速に進行している地球温暖化の影響を受けたときのモデル海域としての意味合いを持っている。

海洋生態系の理解にあたっては、水温、溶存酸素、栄養塩などの環境要因とともに、栄養塩の物質循環に深く

関わっている微生物の動態を把握する必要がある。しかしながら、地球上の微生物の総数(細胞数)は 10^{30} オーダーと考えられているものの、例えば今まで知られている微生物の数はわずか5000種程度で、寒天培地上で生育可能な微生物の割合は海洋で0.01～0.1%、淡水では0.25%程度とされ、99%以上が難培養性の微生物である。近年、迅速かつ安価に塩基配列が解析できる次世代シーケンサの開発によって、微生物を培養することなく、環境中から回収した細胞のDNAを直接解析することで微生物叢(微生物フローラ)を容易に明らかにできるようになった。メタゲノムのメタとは、高次の、超越した、



図 1. ノーベル賞受賞者 Richard J. Roberts 博士の基調講演

包括的な、などを意味する接頭語で、メタゲノム解析は対象試料に含まれるあらゆる細胞のゲノム配列を一気に解読して、そこから個々の細胞ゲノムの情報をバイオフィォマティクスの技術を利用して明らかにする方法である。このようなゲノムサイエンスの発展により、微生物叢の研究が飛躍的に進展しており、海洋研究分野においても同様である。

2013年には学校法人北里研究所・北里大学(北里大学)および独立研究開発法人水産研究・教育機構(水産機構)は国際水圏メタゲノムシンポジウムを実施している。北里大学ではその後、2014年7月から6年間の契約でアブドラ国王科学技術大学(King Abdullah University of Science and Technology, KAUST)と共同研究を行って、三陸沿岸に位置する大船渡湾のメタゲノム解析を行い、KAUSTが実施する紅海での調査結果と比較するプロジェクトを実施することになった。この共同研究プロジェクトは本年2020年6月に終了するが、第1回目のシンポジウムから今まで得られたプロジェクト成果や、水産機構で得られた成果を中心に、その後の水圏メタゲノム研究の最新の知見や直面している課題も合わせて、北里大学、KAUST、水産機構、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立遺伝学研究所(遺伝研)の共催で、2019年11月23日(土)・24日(日)に、北里大学大村記念ホールにて国際水圏メタゲノムシンポジウム2019(International Symposium on Aquatic Metagenomics 2019)を開催した。この日程は奇しくも2013年に開催された第1回シンポジウムと同じである。文部科学省、水産庁、公益財団法人農学会、公益社団法人日本水産学会、マリンバイオテクノロジー学会の後援も受けた。

本シンポジウムには、イントロンの発見で1993年にノーベル生理学・医学賞を受賞されたアメリカのRichard J. Roberts博士(New England Biolabs 主席 研究員)をお招きして、“Bacterial methylomes”の題目でご講演頂いた(図1)。また、もう1名の基調講演者として、イギリスのIan A. Johnston博士(St. Andrews 大学 特別荣誉教授)をお招きして、“Gemonics and selective



図 2. 北里研究所の小林弘祐理事長の開会挨拶

breeding of marine fish”の題目でご講演頂いた。

初日は北里研究所の小林弘祐理事長を始め(図2)、共催機関の代表者から開会の挨拶があった。続いて、本大会の組織委員長で本学部の客員教授でもあるKAUSTの五條堀孝特別教授の司会で、Session I: Methods of Aquatic Metagenomics Analysisで6つの講演が行われた。北里大学からは薬学部の供田洋教授による“Bioactive compounds from marine-derived microorganisms”および医療衛生学部の清和成教授による“Environmental DNA (eDNA) approach to predict the existence of parasites and their vectors – In case of schistosomiasis”の話題提供があった。

午前中の講演終了後に小林弘祐理事長主宰の昼食会があったが、始まる前にRoberts博士、Johnston博士のほか、イタリアのGiorgio Bernardi博士(Roma Tre University 客員教授)も、理事長、北里研究所の緒方武比古常任理事、北里大学の伊藤智夫学長などの立会いのもと、北里柴三郎先生の恩師であるドイツのRobert Koch博士も署名された北里研究所芳名帳へ署名して頂いた。この芳名帳への署名は外国人の著名な方に限定しているとのことである。昼食会参加者は昼食後に北里柴三郎記念館の見学会に参加し、檀原宏文名誉教授のご説明を拝聴した。一連



図 3. 本学部の小椋山篤志准教授の講演

の行事には、本学部の池田大介准教授、片山祐司事務長らが写真撮影に当たった。

午後からは緒方常任理事の司会で Johnston 博士の基調講演があった。続いての Session II: Marine Metagenomics: Comparative Study among Different Marine Environments が本シンポジウムの核心部分で、筆者の司会により、小檜山篤志准教授が "Seasonal variations of microbial community in the Ofunato Bay, Japan, using shotgun metagenomic analysis" (図3)、この3月に本学部で学位取得したバングラディッシュ水産研究所の Jonaira Rashid 博士が "Metagenomics-based studies on filter-size fractionated biotic communities in the Ofunato Bay"、水澤奈々美特任助教が "The microbial community dynamics of free-living microbial assemblages in Tama River"、KAUST 主任研究員の峯田克彦博士が "Challenge of marine metagenomics for bioprospecting in the Red Sea"、本学の客員教授でもある遺伝研の池尾一穂准教授が "Metagenomic analysis of seasonal change of heterotrophic prokaryotic community in the temperatecoastal area: functional insight associated with phytoplankton seasonal succession" を発表するなど、海洋をメインとした水圏メタゲノムの講演があった。

講演終了後には薬学部2号館にあるカフェテリアで、池尾博士の司会のもと、本学部の菅野信弘学部長の挨拶があって交歓会が始まった。上述した Roberts 博士、Johnston 博士、Bernardi 博士には、この場で大会組織委員会から記念品が贈呈された。2時間ほどの歓談の後、水産機構の田中健吾理事の閉会の辞があり、一本締めで交歓会は終了した。

2日目は午前中に琉球大学の木暮一啓副学長の司会に

より、Session III: Functional Resources and Applications of Aquatic Metagenome で5題の講演があった。メタゲノム研究のほか、それより一步拡大して、魚介類のゲノムそのものの研究も紹介された。午後からはポスターセッションが開催され、26題の発表で活発な議論が交わされた。このポスターの中、学生の発表に絞り、Roberts 博士、Johnston 博士、Bernardi 博士による審査で3題がベストポスター賞に選ばれた。本学部からも多くの発表があったが、残念ながら選ばれなかった。

その後に本大会のフィナーレであるパネルディスカッションがあった(図4)。パネリストは、Roberts 博士、Johnston 博士、Bernardi 博士のほか、水産機構の宮原正典理事長、木暮博士も加わり、本大会の組織委員会の共同委員長である五條堀博士と筆者の共同司会のもと、"Perspectives of Marine Genome Research" のテーマで行われた(図4)。五條堀博士によって沖縄科学技術大学の年間予算に匹敵する200億円程度あったらこの10年でどのような計画を実行するのと言った質問がパネリストに与えられたところ、海洋モニタリングを充実させる、海洋の自動観測装置を充実させる、教育に投資して有為な人材を育てる、微生物1細胞の機能を全て明らかにする、などの意見が述べられた。そのほか、Roberts 博士が持論としている世界的な飢餓を救うためには遺伝子組換え作物が必要との意見に対する議論も行われた。

最後に伊藤学長の閉会の挨拶があり、盛会のうちに本シンポジウムは終了した。本シンポジウムには幾つかの民間会社および団体からご寄附を頂いた。また、大会の準備、運営に当たっては組織委員会および実行委員会メンバーに多大なご協力を頂いた。ここに合わせて厚く謝意を表す。



図4. シンポジウム会場の大村記念ホール。パネルディスカッションの様子

学会賞受賞

第34回日本下垂体研究会学術集会 にて最優秀発表賞を受賞して

増殖生物学講座
魚類分子内分泌学研究室
修士課程2年
佐藤 生

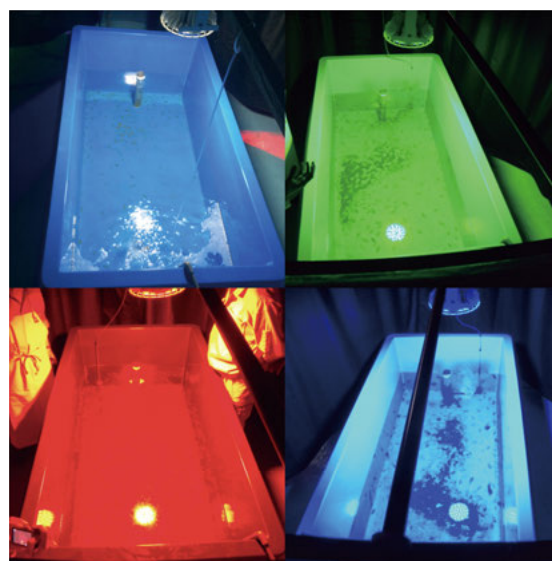


2019年8月7日から9日まで島根県松江市で行われた日本下垂体研究会第34回学術集会に参加させていただきました。私は「マコガレイの神経ペプチドおよび視覚オプシンの発現動態」というタイトルで口頭発表を行い、光栄にも最優秀発表賞を頂きました。

これまでの我々の研究室(魚類分子内分泌学研究室)を中心とした研究により、マツカワやホシガレイといったカレイ類の魚に緑色や青色の光を照射して飼育すると、成長が促進されることが明らかとなっています。私は、カレイ類の一種であるマコガレイにおける有彩色光の成長促進効果について、脳内の摂食関連神経ペプチドと、光受容を担うオプシンに着目してそのメカニズムを調べています。まずは、マコガレイの稚魚に赤、緑、青、白色のLED光を照射して飼育し、脳内における各種摂食関連神経ペプチドの遺伝子発現量を調べました。その結果、メラニン凝集ホルモン1(MCH1)およびMCH2の遺伝子発現量が青色LED区において他の試験区よりも高いことがわかり、MCH1とMCH2が成長亢進に関与している可能性が示唆されました。次に、各種オプシン遺伝子の同定を行い変態前後のマコガレイ稚魚におけるそれぞれの発現動態を調べました。その結果、8種類あるオプシン遺伝子がそれぞれ異なる発現動態を示したことから、マコガレイが成長段階によるオプシンの使い分

けを行なっているのではないかと考えています。

今回この賞をいただくことができたのは学部生の頃から丁寧に指導して下さった先生方のおかげです。この学会で得た経験と知識を活かし、さらに今後の研究に邁進していきたいと思えます。



青、緑、赤 LED 光および蛍光灯をマコガレイの入った水槽に照射している様子

学会賞受賞

日本比較免疫学会 古田奨励賞を受賞して

増殖生物学講座
水族病理学研究室
修士課程2年
熊 莉玖



水族病理学研究室では、魚類から無脊椎動物まで幅広い生物を対象に、水棲生物の生体防御機構についての研究を行っています。

私はマダイ *Pagrus major* を用いて、魚類の頭腎や脾臓に存在するメラノマクロファージセンター (MMC) という、黒褐色の色素を持つ細胞集団の機能解明に取り組んでいます。ヒトの場合、抗原と接触して活性化したB細胞はリンパ節に移動し、盛んに分裂して胚中心とい

う構造を形成します。そこで分裂しながら突然変異を起こし、より親和性の高い抗体を作るB細胞が生まれ出されます。この現象を親和性成熟といいます。魚類でも親和性成熟が起こることは知られていますが、魚類にはリンパ節がなく、胚中心に相当する構造があるのかもわかっていません。一方、魚類では、異物はMMCに蓄積されることが古くから知られています。MMCは異物を蓄積するだけなのか、それとも免疫応答に関わっているか、

いまだに明らかにされていません。

先輩方の研究から、マダイ頭腎のMMCは構造が強固で、頭腎から構造を保ったまま分離できることがわかりました。MMCだけを取り出し、それ以外の部分と遺伝子発現を比較することができれば、MMCの機能解明につながります。

そこで私はまず、頭腎からMMCのみと、MMCを含まない領域を単離する方法を確立しました。そして次世代シーケンサを用いた発現遺伝子の網羅的解析を行いま

した。その結果、MMCに特徴的に発現するいくつかの免疫関連遺伝子を同定し、MMCが抗体の親和性成熟に関わっている可能性を示すことができました。

9月に行われた日本比較免疫学会学術集会では、この発表が評価され、幸いにも古田奨励賞をいただくことができました。この場をお借りして、指導してくださった中村先生、筒井先生、そして水族病理学研究室の皆さんに感謝申し上げます。

海洋実習体験記

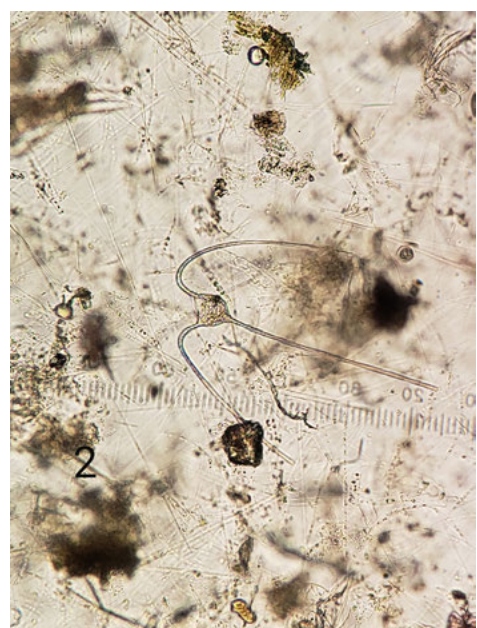
三陸実習を終えて

8月2日から2泊3日で岩手県の三陸臨海教育研究センターにて行われた海洋実習に参加しました。1日目はホタテガイ養殖施設見学、プランクトン採取、釣り実習を行いました。ホタテガイ養殖施設見学とプランクトン採取では、地元の漁師さんの船に乗船させて頂きました。プランクトン採取の後、船上で養殖の現状についてのお話も伺えました。また、実際にホタテガイの付いているロープを引き上げて水揚げのお手伝いもさせて頂きました。講義では動画や写真を見るだけですが、実際に漁師さんのお話や現場での作業を体験することで、講義だけでは分からないことがみえてきました。そして、船頭さんのご好意で、採れたてのホタテガイを頂きました。ここまで新鮮なホタテガイを食べたことはなく、その美味しさに驚きました。そのあとは船から降りて釣り実習を行いました。釣り竿の組み立て方、餌のつけ方などは先輩が丁寧に教えてくださったので、初心者でもとても楽しむことができました。私は全く釣れませんでした。岸から離れたところの魚を狙う方法なども教えていただき、とても楽しい時間となりました。センターに戻り採取したプランクトンの観察を行いました。実習前に学生実験でプランクトンの観察を行ったことはありましたが、採取したその日に見たプランクトンは多種多様でとても綺麗でした。プランクトンの分類が終わったところで、1日目の実習は終了しました。

2日目はみんなで朝食を食べた後、ホタテガイの殻に付着していた生物の観察を行いました。この観察データは、自分自身の経験としてだけでなく、ホタテガイ養殖に役立つ可能性があることから漁協に報告します。そのため、より実習への意義を強く感じました。その後、センターのすぐ近くの磯で磯採集を行いました。水の透明

度が高く、さまざまな生物を観察することが出来ました。最初はあまり濡れたくないと思っていた私でも、次第に膝が水に浸かるほど夢中になっていました。先生たちは質問するといつでも、遠くからでも来てくれて丁寧に教えて下さいました。私はピリヒバと言う石灰藻を探していたのですが全く見つからず、先生に聞くと一瞬で見つかったときには驚くとともに、自分でも見つけられるようになりたいと感じました。生息している様子を観察することで、図鑑や教科書だけでは分かりづらい生活場所を理解することができ、とても面白かったです。生きた生物に触れることで、自分がどのような環境下で生き

海洋生命科学部
学部2年生
狗飼 穂佳



採取したプランクトンを観察した時の実際の写真



海藻アート

ているのかを改めて感じる事ができ、この自然環境を守るために自分には何が出来るのかを再度考える貴重な機会になりました。磯採集終了後、昼食をはさんで採集した生物の観察を行いました。そして最後に、採集した海藻を用いて海藻アートを作成しました。私は柴犬を描いたつもりでしたが、友達や先輩、先生にも熊や猫だと言われ、最終的に柴犬だと当ててくれたのはたった一人でした…。完成度は別として、作品の名前を先生と決めたり、最後まで楽しい時間となりました。自分で採集した

生物は、自身で観察して同定しました。知識が浅い私は自分で同定できるのかとても不安でしたが、事前の講義や学生実験で勉強したため、問題なく同定することができました。また、分からないことがあれば先生や先輩たちが教えてくださるので安心して取り組むことができました。実際に見て、触って、体験すると、座学だけでは見えてこないことが沢山あり、非常に充実した実習となりました。さらに勉強の面だけでなく、先生や友達、先輩方との距離が縮まることもまた実習のいいところだと思いました。



磯採集を行った場所

海洋実習体験記

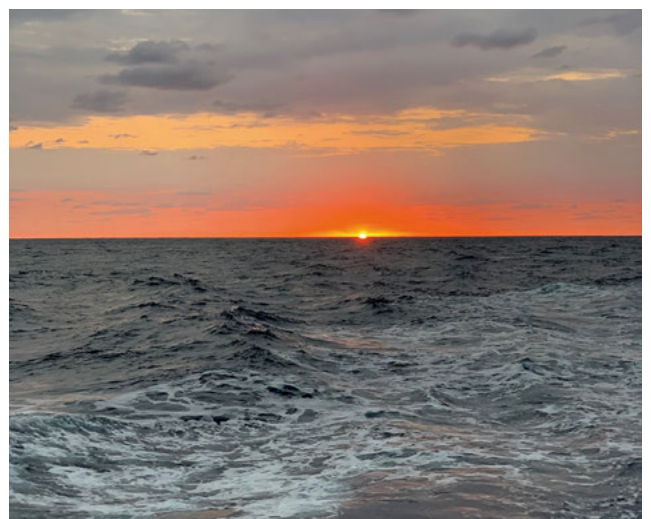
長崎丸での乗船実習

私は11月の初めに長崎大学の長崎丸の乗船実習に参加しました。一昨年の長崎丸での実習は海がかなり荒れて大変な実習だったと聞いていたのですが、今回は海も荒れず乗船実習はとてもやりやすいものだったと感じました。

実習では、CTDという機械を海へ沈めて海洋観測を行いました。センサーにより水温や溶存酸素量などを測ることができるため、さまざまな深度の水を採水することにより、より詳しいデータを得ることができました。今回の実習では、減多に見ることはできない深海3,000 mまでCTDを沈めて計測を行いました。現場で生のデータを見ることはこれからの人生でも数少ないものだと思うので、とても貴重な体験になりました。航海中は数カ所において、海水表面のクロロフィルの測定も行いました。この測定は私が普段、芦ノ湖や大船渡湾の水



環境生物学講座
環境微生物学研究室
学部4年生
坂倉 湊太



長崎丸からの朝日

の測定を行っている方法と同じ測定法でした。しかし、工程が同じであっても、陸の安定した机の上で行うのではなく、海上の揺れる船上で行う測定とは、非常に難しかったです。操舵訓練も行わせていただきました。常に注意を払わなくてはいけない点が多く、かなりの集中力を使いました。さらに、GPSで船の所在地はわかりますが、非常時のために海図に手書きで所在地を一定時間ごとに描くこともあると知り、操船することの難しさ、

大変さを実感しました。

実習最後の夜にはお疲れ様会を開いて頂きました。自分たちで捌いたアジのフライやさまざまな料理を振る舞っていただき、他大学の学生や教員の方、船の乗組員のみなさんと親しくなることもできてとても有意義な時間となりました。実習のすべての時間を通して楽しく学ぶことができて、とても良い実習となりました。

課外活動報告

課外活動報告

私は、北里大学医学部北里会ボート部に所属しています。私は海洋生命科学部の学生ではありますが、医学部の先輩方が温かく迎え入れてくださったおかげで活動することができています。部員は医学部、看護学部を始め、医療衛生学部、薬学部、自分を含めた海洋生命科学部の学生で構成されており、計30名ほどです。

まず、ボート競技について説明したいと思います。ボート競技は多くの種目からなるスポーツで、1人で2本のオールを持つ1人乗りのシングルスカル、2人乗りのダブルスカル、1人1本のオールを持ち舵手を含む5人乗りのフォアなどがあります。ルールは至ってシンプルで、1,000mもしくは2,000mの距離を漕ぐ速さを競います。今シーズンは全国規模の大会2つを含め8つの大会に出場しました。

最も印象に残った大会は、10月に茨城県潮来市で行われた「第74回国民体育大会」でした。私は地元岩手の高校でもボート部に所属し練習していたため、岩手県代表として成年男子ダブルスカルに出場しました。本大会

北里大学医学部北里会ボート部
海洋生命科学部2年
三上 剛



出場に向けて夏休み中は岩手に帰省し、ハードな練習メニューをこなすプレッシャーのかかる辛い合宿の日々でしたが、「絶対に国体で入賞する」という信念を持って必死に練習に臨みました。大会期間は1週間にも及びましたが、大学や高校の仲間からのエールを貰い気持ちを整え、強風が吹き荒れる中の予選を勝ち抜き、準決勝に進むことができました。当日応援に来てくれた部員の応援もとても力になりました。しかし、準決勝以降のレースは台風の影響を受け、大会中止という残念な結果で終わってしまいました。

大会は中止という形で終わりましたが、国体代表選考会を含めた約半年間、非常に充実した時間を過ごすことができ、多くの方々に支えられていることも感じました。これから先のシーズンも更に成長し挑戦を続けますが、周りの方々への感謝の気持ちを大切にしていきたいと思っています。これからも目標に向かって頑張りますので応援宜しくお願いします。



国体の様子_1



国体の様子_2

学部通信

1. 海洋実習（1年次）

開催日：A・Bクラス 2019年8月19日（月） 13：30～16：30
C・Dクラス 2019年8月20日（火） 9：30～12：30
E・Fクラス 2019年8月20日（火） 13：30～16：30

開催場所：海洋研究開発機構（JAMSTEC）

参加学生：A・Bクラス64名
C・Dクラス64名
E・Fクラス64名 合計192名



2. 海洋実習（2年次）

A群（臨海生物学実習）

場 所	グループ	実 施 日	参加学生数
三 陸 (三陸臨海教育研究センター)	①	8月2日（金）～4日（日）	30名
	②	8月4日（日）～6日（火）	30名
	③	8月7日（水）～9日（金）	30名
	④	8月9日（金）～11日（日）	29名
真 鶴 (横浜国大臨海環境センター)	⑤	9月2日（月）・3日（火）	32名
	⑥	9月4日（水）・5日（木）	33名
片瀬海岸 地引網実習	⑤⑥	11月17日（日）	65名

3. 研究会およびシンポジウム

◎国際水圏メタゲノムシンポジウム2019

開催日：2019年11月23日（土）～24日（日）

場 所：北里大学大村記念ホール



4. 人事異動

【職員】

○採用

【2019年4月1日付】

鈴木 薫（事務室総務課）

○任用

【2019年4月1日付】

若林 哲子（三陸臨海教育研究センター嘱託技能職員）

若林 法子（三陸臨海教育研究センター嘱託事務職員）

【2019年7月1日付】

樋口 直子（事務室総務課嘱託事務職員）

○配置換

【2018年10月1日付着任】

松山 昌美（事務室総務課）法人本部管財部から
本学部事務室へ

【2019年7月1日付転任】

岩島 徹（事務長）本学部事務室から
白金キャンパス大学事務室へ

【2019年7月1日付着任】

片山 祐司（事務長）法人本部経理部から
本学部事務室へ



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

2020年3月15日