



AQUATIC
BIOSCIENCE

水圏生物科学

THE UNIVERSITY OF TOKYO

■ 本郷キャンパス

〒113-8657 東京都文京区弥生1丁目1番1号

TEL (03)5841-5275 FAX(03)5841-8168

地下鉄千代田線根津駅から徒歩8分

地下鉄南北線東大前駅から徒歩1分

■ 水産実験所

〒431-0214 静岡県浜松市中央区舞阪町弁天島2971-4

TEL (053)592-2821 FAX(053)592-2822

JR東海道線弁天島駅から徒歩15分

お問い合わせ先

東京大学大学院農学生命科学研究科水圏生物科学専攻

水圏生物環境学研究室:高橋 一生 TEL (03)5841-5290 kazutakahashi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

水族生理学研究室:大久保 範聡 TEL (03)5841-5288 a-okubo@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

ホームページアドレス <http://www.fs.a.u-tokyo.ac.jp/index.html>



c o n t e n t s

- P4 水圏生物科学専修へようこそ
- P6 水圏生物科学専修に進学したら～ Campus Life ～
- P9 卒業後の進路
- P10 若き卒業生へのインタビュー
- P12 水産資源学研究室
- P13 魚病学研究室
- P14 水圏生物環境学研究室
- P15 水族生理学研究室
- P16 水産化学研究室
- P17 水圏天然物化学研究室
- P18 水圏生物工学研究室
- P19 水産増養殖学研究室

WELCOME TO AQUATIC BIOSCIENCE

水の惑星たる地球の海には潮干帯から深海底、沿岸から外洋、熱帯域から極域に至るまでの多様で変化に富む環境があります。水温、塩分、水圧等が大きく異なる棲息環境に、プランクトンをはじめとする微小な生物から、無脊椎動物、魚類、大型ほ乳類に至る多種多様な生物が進化的に適応放散し、独自の生活史を発展させてきました。海で生まれた生物は、海全体に分布を広げ、あるいは陸にあがり、また、鯨類のように陸から海に戻った種、ウナギやサケのように淡水と海水を往復することで一生を完結する種など多様に分化してきました。湖沼や河川を加えた水圏には地球上のほぼすべての動物門の種が棲息しており、その多様性は陸上の比ではありません。

陸上生物は地面から離れて生きていくことはできません。鳥や虫は飛ぶことを止めればたちまち地上に降りることになります。しかし、海の生物は、比重がほとんど同じ水の中で生活するため自由に泳ぎ、浮かんでいます。海という3次元空間を広く利用しているのです。比重以外にも空気とはさまざまに物性が異なる水の中での生活を可能にするために、水圏生物は陸上生物には見られない特殊な器官やユニークな代謝経路をもっています。こうした多様な生物間の、そして環境との相互作用により、複雑で豊かな生態系が海には形成されています。

人類は古来より海から計り知れないほどの恩恵を受けてきました。食料としての水産物ばかりでなく、医薬品を含む生理活性物質や有用遺伝子資源などの直接的な恵みに加え、大気中の二酸化炭素や酸素などのガス成分の調節作用や、人間活動によって生み出される老廃物や有害物質の分解・再生など、目に見えないが、人類の生存にとって不可欠な大きな恵みを海の生態系はもたらしてくれます。

今、この海に大きな環境変化が起こっています。20世紀の大量消費社会は豊かな生活を実現しましたが、その一方で、環境問題や資源破壊といった人類の存続に関わる問題も生み出してしまいました。人類は、これまでと同じように海の恵みを享受することができのでしょうか。

この問いに答えるには、水圏環境や、そこに生息する生物の生命活動についての私たちの理解をさらに前に進めていかなければなりません。多くの研究フロンティアが皆さんの科学的チャレンジを待っています。水圏生物科学専修は、フィールドから遺伝子までを対象に、水圏で繰り広げられる生命現象を総合的に学ぶことができる、本学では唯一の場です。水圏生物科学専修では、水圏に棲息する生物およびそれを取りまく環境を対象に、(1)分子レベルから個体や集団レベルに至る生命現象、(2)水圏環境および生態系内での物質循環と生物生産、(3)食料資源、生化学資源などの観点からの水圏生物の持続的有効利用、に関する理解を深めるための体系的なカリキュラムが整備されています。私たちは未来に向けて海という人類の生存基盤を確保し、自然との調和を目指すための基礎・応用両面の研究に、意欲あふれた皆さんが参加するのを待っています。

沿革

- 1907年 4月 東京帝国大学農科大学に水産学第一(水産資源学)、同第二(水産増殖学)、同第三(水産物利用学)および水産海洋学の4講座が新設
- 1910年 4月 水産学科が設立
- 1911年 4月 水産植物学教室開設
- 1919年 2月 農科大学を農学部に変更
- 1923年 8月 水産化学講座開設
- 1935年 7月 農学部が目黒区駒場から本郷区向ヶ丘弥生町に移転
- 1936年 7月 愛知県知多郡旭村日長に新舞子水産実験所設立
- 1937年 12月 愛知県渥美郡泉村伊川津に伊川津水産実験所設立
- 1941年 4月 水産学第四講座(魚類生理学)開設
- 1947年 10月 東京帝国大学を東京大学に改称
- 1970年 4月 愛知県新舞子と伊川津の実験所を統合し、静岡県浜名郡舞阪町に水産実験所を移転
- 1994年 4月 学科改組に伴って水産学科が廃止され、水圏生命科学、水圏環境科学、水圏生産科学の3専修に
- 1995年 4月 水圏生物工学研究室開設
- 2006年 4月 3専修から水圏生命科学と水圏生産環境科学の2専修に統合
- 2014年 4月 2専修から水圏生物科学専修に統合



水圏生物科学専修に進学したら

Campus Life !



2年次に進学先を決めます。水圏生物科学専修の定員は19名です。
その後、本郷(弥生)キャンパスにある農学部での授業が始まりますが、まだ専門的な内容の科目は少なく、農学全体を幅広く学び、基礎的な学力を身に付けることが求められます。

カリキュラム例

	月	火	水	木	金
1限				基礎分析化学	
2限	基礎生物化学	ミクロ経済学	生物の多様性と進化	基礎微生物学	分子生物学
3限	遺伝学	人口と食糧	動物分類学	バイオマス利用学概論	食の安全科学
4限	細胞生物学		基礎有機化学	情報工学	水の環境科学
5限	環境倫理				



いよいよ専門的な教育が始まります。授業科目を見て、水圏生物科学専修に来たことを実感することでしょう。また講義で学んだ題材は、実験を通して実際に体験することにより、概念の理解が深まり、生きた知識となります。3年次は週の後半の3日間の午後は実験に充てられ、水圏生物科学の重要な事柄について実体験できるカリキュラムになっています。

カリキュラム例①

	月	火	水	木	金
1限	有機化学				
2限	水生動物学	水圏環境科学	有機化学	水生動物学	水圏環境科学
3限	水生生物化学	水生動物生理学	実験	実験	実験
4限		水生動物栄養学	実験	実験	実験
5限	生命倫理		実験	実験	実験

カリキュラム例②

	月	火	水	木	金
1限	生物海洋学	海洋生態学			
2限	水産増養殖学	漁業学	浮遊生物学	水圏天然物化学	水産資源学
3限	水産食品科学	水圏生物工学	実験	実験	実験
4限	魚類発生学	水生植物学	実験	実験	実験
5限			実験	実験	実験



3年生になると、水圏生物科学専修の学生には、弥生キャンパスを飛び出して、様々な実習やイベントが用意されています。

葛西臨海水族園見学

水生脊椎動物についての理解を深めるため、葛西臨海水族園を見学します。通常の入園客として展示水槽を眺めるのとは異なり、実際に魚を飼育しているバックヤードも見せていただきながら、飼育・展示の方法や設備の仕組みを学びます。職員の方から、飼育にまつわる仕事の楽しさや苦勞の話も伺うことができます。

国立科学博物館見学

国立科学博物館の魚類の専門家の方から、博物館の概要、展示の見どころのガイダンスを受講します。特に魚類展示については、標本作製や展示の工夫を詳しく知ることができます。博物館の研究活動に関する話題も豊富です。

磯採集

5月の大潮の時期に、三浦半島の城ヶ島海岸で磯に生息する無脊椎動物と海藻を採集します。採集した生物は大学に持ち帰り種の同定を行います。磯という身近な場所でありながら、いままで見たこともない生物に出会い驚かされることでしょう。生き物好きになれると思います。また、磯採集に合わせて神奈川県水産技術センターを見学します。

浜名湖実習

浜名湖の水産実験所で、合計2週間程度、泊まり込みでの実習が行われます。船を出してサンプリングなど、実験所でしかできない様々な実習が用意されています。毎日の実験後の自由時間は釣りをしたりゲームをしたり、長期間にわたって共同生活を送る浜名湖実習を通して、「同じ釜の飯」を食べた同期同士のつながりが一層強まります。

漁業学(油壺)実習

油壺の三崎臨海実験所で漁業学実習が行われます。約1 週間、泊まり込みで、様々な漁具・漁法を学びながら、実際に魚を獲り、調査を行います。体力的にはきついですが、多くの学生にとって、もっともインパクトのある実習かもしれません。獲れた魚は皆で調理して美味しくいただきます。



水産実習

希望者は、夏休みの数週間、各地の水産試験場、水族館、国公立の研究所などに行き、研修生として実際の業務を体験することができます。現場を知り、将来の進路を考える貴重な経験となるでしょう。大学を離れた人脈も広がります。

水産食品科学見学旅行

水産食品科学では、座学と共に、水産加工工場や水産食品会社の研究所など、水産食品に関係する現場を数日かけてまわる見学旅行を行っています。水産の第一線で働いている方々から貴重なお話を聞くことができます。



順調に単位を取得していれば必修の授業はなくなります。配属先の研究室に机が与えられ、教員の指導の下、自分自身のテーマを決めて、卒業論文研究に取り組むことになります。また、研究室では最新の研究論文を精読したり、研究経過を発表して議論するといったゼミが毎週のように行われ、研究機関としての大学の顔を知ることになります。研究室の教員や先輩とは、日々顔を合わせ、研究について議論したりお酒を飲んだり、これまでの学生生活にない深い付き合いをすることになるでしょう。

五月祭

例年水圏生物科学専修の4年生は学園祭(5月祭)で透明標本の頒布と水族館、タッチプールを行っています。毎年これを楽しみにきてくれる方も多く人気の企画で、投票で学園祭のベスト企画(模擬店)に選ばれたこともあります。水族館で展示する魚は、油壺実習で鍛えた腕で、自分たちで採集します。



大学院入試

夏には大学院入試があり、大学院に進学を希望する学生は受験することになります。大学院からは大気海洋研究所で学ぶこともできます。

卒業論文研究発表会

2月には卒業論文をまとめ、その成果を全員の前で発表する発表会が行われます。幅広い分野をあつかう水圏生物科学専修では、卒業論文のテーマも様々です。最近のものを紹介しましょう。

2023

- 異なる地点からの放鳥におけるオオミズナギドリ の帰巢行動比較
- 北海道天塩川水系におけるサクラマス幼魚の密度依存的な成長
- アワビ類に感染する Abalone asfa-like virus を検出する LAMP 法の開発
- 東京都多摩地域のマス類飼育施設で検出された淡水白点虫の分子系統解析
- 亜寒帯性カイアシ類 *Neocalanus cristatus* の C:N 比がアンモニア排泄に与える影響
- 亜熱帯における浮遊性腹足類の水平分布
- 日本海中層への有機物沈降に対する糞粒の寄与
- Y染色体上のモテ遺伝子を探す
- ニジマスの稚魚期における短期海水経験がその後の海水順応性に及ぼす影響
- 脳型アロマターゼノックアウトメダカの脳内で発現が変化した遺伝子の機能解析
- 養殖飼料原料としてのヨコエビ類の利用に関する研究
- ギスすり身加熱時のミオシン重鎖の分解と重合
- ニジマス海水順応性マーカー遺伝子の加水分解プローブ法を利用した duplex PCR による発現定量法
- *Botryococcus braunii* における 1 型脂肪酸合成酵素に関する研究
- ゲノム情報に基づいた鯉節カビ *Aspergillus chevalieri* からの有用物質探索
- 造礁性サンゴ種の核酸保存における TNES-Urea の有効性
- 血漿・NMN の腹腔内投与によるアユの寿命への影響
- 海中の環境 DNA を用いた北海道の魚類の生物量推定
- ゼブラフィッシュを用いた魚類組織における老化細胞検出プロトコルの確立

2024

- 冬の黒潮流域におけるボラ・サギフエ仔稚魚の摂餌生態
- カタクチイワシ仔魚の体成長と飢餓耐性の関係
- 織毛虫テトラヒメナにおける細胞膜透過性ペプチドを用いた RNA 干渉による遺伝子ノックダウンの試み
- 実験的感染により吸虫性旋回病を発症したブリの脳における病理組織学的変化の検討
- 黒潮親潮混合域における小型有害渦鞭毛藻の出現種と鉛直分布
- 安定同位体比分析から示唆されたハマトビウオの別回遊群の存在
- ニジマスの海水順応性に成長段階と移行時海水温が与える影響
- 脳内で合成されたエストロゲンは摂食関連遺伝子の発現に影響を与えるか
- ニジマス消化器系における消化関連遺伝子の分布と脾臓組織の形態
- カライワシ類 (*Elopomorpha*) における加熱ゲル形成特性の比較
- 海洋由来真菌からの細胞毒性物質の探索
- 半水生菌からの新規有用物質探索
- 微細緑藻 *Botryococcus braunii* L 品種の脂肪酸光脱炭酸酵素に関する研究
- 微細緑藻 *Botryococcus braunii* A 品種の 1 型脂肪酸合成酵素について
- 非モデル生物、ミズクラゲにおける RNA 抽出法の検討
- サンゴの環境水中のエクソソームの確認
- 縄文時代のニホンアシカの古代ゲノム解析から探る トド・アシカ類の集団史

卒業後の進路

卒業論文を作成し、発表会での審査に合格すると、晴れて卒業です。

卒業後の進路は大学院進学者が多数を占めます。ここ数年は修士課程を修了後、官公庁や民間企業に就職するという人が多くなっています。博士課程を修了すると、博士研究員として大学等で研究者としてのキャリアを始める人が多くなります。

卒業生の進路(2015-2023年度)

学部(計147名)

大学院進学	官公庁	民間企業	その他
97名	1名	14名	35名

就職先例: キーコーヒー、朝日新聞社、農林中央金庫、伊藤忠商事、博報堂、東京都庁、プリヂストン、みずほフィナンシャルグループ、エムスリー、三井物産、三菱商事、八十二銀行

修士課程(計273名)

博士課程進学	官公庁	民間企業	その他
54名	18名	104名	97名

就職先例: 森永製菓、大研医器、五洋建設、全日本空輸、長谷川香料、味の素、リコー、鉄道情報システム、ゼンショーホールディングス、日東紡績、野村総合研究所、日東製網、双日、東芝メモリ、焼津水産化学工業、野村證券、三井物産、日本水産、鈴廣、ニチレイ、日本IBM、三菱商事、日清食品、東洋冷蔵、協和海运、日本ハム食品、テレビ朝日、住友不動産、小学館、新潟大学、岩手県庁、長崎県、神奈川県、東京都立産業技術研究センター、北海道立総合研究機構、厚生労働省、水産庁、文部科学省、特許庁、農林水産省

博士課程(計108名)

博士研究員	官公庁	民間企業	大学	その他
28名	11名	11名	6名	61名

就職先例: 東京大学、日本大学、長野大学、水産研究・教育機構、高周波熱錬、Spiber、University of the Philippines Visayas、Bangladesh Agricultural University、福島県、長崎県、日本水産、アルプス薬品工業、国税庁、読売新聞、理化学研究所、港区立みなと科学館

紫水会

旧水産学科から続く卒業生の同窓会です。2024年時点で2292名の会員数を誇ります。その歴史、規模、しっかりとした運営等、東京大学に数ある同窓会の中でも有数のものです。卒業すると正会員として紫水会に入会できます。例年6月に総会が開かれ、幅広い年代の卒業生が集まり、旧交を温めます。

若き卒業生へのインタビュー

様々な分野で
活躍する卒業生に
専修の思い出などを
聞いてみました。

Q どうして水圏生物科学専修を選んだのですか？

水圏生物科学専修での
思い出は？

現在の仕事(研究)について
教えてください。

これから水圏生物科学専修に
進学する学生へのメッセージ
をお願いします！



宮本 一隆 さん (平成21年度 卒業)
宮崎県農政水産部
東臼杵農林振興局 勤務

生物の研究をしたいという漠然とした願望を持って入学した私でしたが、駒場時代はなかなか勉学に打ち込めず、進学先も明確に意識していませんでした。そんな中、いろいろな生物の研究ができそうな専修ということで、水圏生物科学専修に進学しました。

同じ専修の仲間と過ごした実習や五月祭等のイベントです。夏の長期実習では、実習の空き時間に夜釣りや野球などをした他、実習で獲った魚を肴に大宴会をしました。五月祭ではウナギを焼き、完売した後は再び大宴会をしました。

水産職の地方公務員として、地域の水産業・漁業者のための仕事をしています。具体的には、漁業を行う上で必要となる法的手続き(漁船登録や漁業許可等)や水産に係る補助事業の受付、養殖魚の魚病診断や新技術の試験等、様々な業務を行っています。

期待や不安など、様々な思いを持っていると思います。弥生への進学は、まさに新たなスタートラインです。周りの同期や先輩方と様々な話をし、かけがえのない仲間を見つけてください。そうすればきっと、人生で最高の2年間を送ることができるでしょう。



汐海 隆史 さん (平成22年度 卒業)
キューピー(株)研究開発本部 商品開発研究所
調味料開発部 ドレッシングチーム 勤務

高校生の時から大気汚染、水質改善等の環境問題に非常に興味がありました。大学で東京に来てから、地元との環境の違いが理由で、さらに興味がわいてきました。特に大きな違いを感じていた水についてもっと知りたいと思い、水圏生物科学専修を選びました。

浜名湖での実習が一番思い出に残っています。長い時間、泊り込みで研修を行いました。昼は研修で漁をしたり、船に乗ったり、夜は友達と夜まで飲んだり、いまではなかなかできない体験をできて、良かったと思っています。

メーカーで食品の商品開発を行っています。お客様のニーズにあった味やコンセプトを作ることが普段の業務です。実際に商品につながるまでには時間がかかるし、思ったようなものが作れないことが多々ありますが、商品化して手に取ってもらえた時は大変うれしいです。

社会人になると学生ほど時間が取れないので悔いのないようにしてください。ですので、勉強ばかりするのではなく、おもいっきり遊んでください。遊びすぎるのではなく、おもいっきり勉強してください。どちらも将来大切な財産になると思います。



鈴木 真志 さん (平成23年度 卒業)
味の素株式会社 バイオ・ファイン事業本部
バイオ・ファイン研究所 プロセス開発研究所
プロセス開発研究室 単離・精製グループ 勤務

生物が好きで、生物の研究に携わりたいと思っていました。また、人類がまだまだ知らないことの多い海の生物に特に興味がありました。そのため、海の生物について研究できる本専修を選びました。

浜名湖と油壺での約3週間に渡る実習が最も印象に残っています。日常では体験することのできない様々な実験や実習を経験したことが、その後進むべき道を決める上で大いに役に立ちました。また、同期の友人たちと3週間も寝食を共にし、絆を深めることができたのも、掛け替えのない思い出です。

微生物を利用して作られたアミノ酸を含む発酵液から、効率良く目的のアミノ酸を単離・精製するためのプロセスの開発を行っています。現在は、将来海外の工場に導入するための新プロセスを、実験室スケールで検討しています。

水圏生物科学専修には海を中心とした多くの選択肢が用意されています。その中から、進学時「海の生物に関わりたい」という漠然とした思いしか持っていなかった私は、様々な実習や実験を通して自ずと進むべき道を決めることができました。現時点で具体的にやりたいことが決まっていない人も、一先ず海に身を委ねてみてはいかがでしょうか。



福釜 知佳 さん (平成24年度 卒業)
水産庁 資源管理部
国際課 国際協定第1班 勤務

理科二類で漠然と生命科学を学ぶ中で、海で泳ぐことや水族館を訪れること、魚介類を食べることが好きだったことから、海についての知識を深めたいと思い、他と比較して水圏に特化した実習が充実している本専修を選びました。

3年生の夏、浜名湖や油壺で行う実習です。様々な実験を行いつつ、実習後の自由時間は釣りで夕飯のおかずを調達しました。また選択科目で奄美のマグロ養殖場に2週間滞在し養殖業を体験しました。水圏の醍醐味は日常生活を離れた実習にあり！

水圏で水産について広く学ぶうち水産行政に興味を持ち、水産庁に就職しました。現在は、水圏で得た広範な知識を生かし、魚類資源を国際的に管理する地域漁業管理機関の一つ・みなみまぐろ保存委員会の交渉等を担当しています。

本専修では、環境から食品まで、水にまつわる全ての分野が水圏に凝縮されており、授業はもちろん、実習や実体験(試食含む)など様々な角度から広く学べます。ぜひ皆さんも水圏で楽しい学生生活を送ってください。



北川 健斗 さん (平成30年度 卒業)
日本水産株式会社
大分海洋研究センター 勤務

高校生のころから寄生虫に興味があり、入学当初から水圏に入りたいと思っていました。水圏の駒場の講義でお会いした先生方も面白い方ばかりだったので、進学選択に迷いはありませんでした。

研究活動を通して様々な経験をさせていただいたことです。研究室での実験はもちろんのこと、他の研究機関との交流、フィールドでのサンプリング、生産者の方や行政関係者を含めた研究会議、関係者を対象とした聞き取り調査まで、理系の枠に収まらない沢山の経験をさせていただきました。

自身の研究活動を通して漁業が抱える問題に直面し、「漁業を儲かる産業にしたい」と考え、養殖事業を展開する民間企業に就職しました。現在は養殖魚の健康管理に関する業務を行っています。生き物相手の仕事で大変な面もありますが、自身の仕事が養殖生産に直結することによりやりがいを感じています。

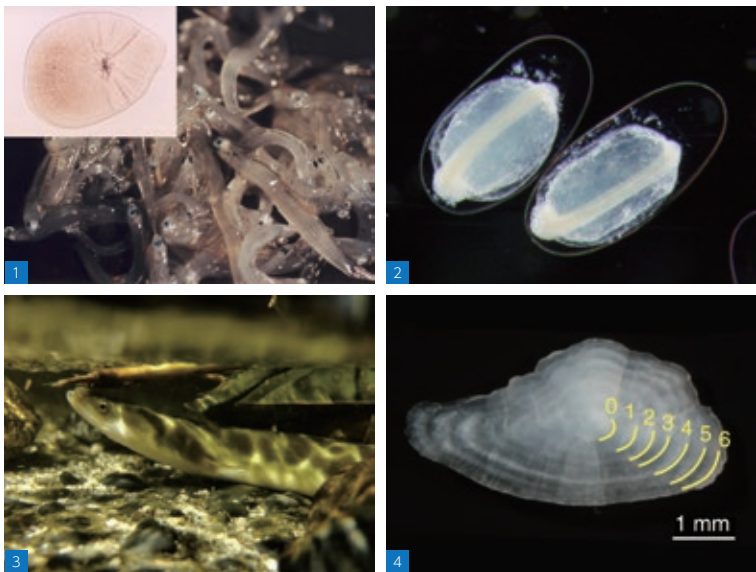
水圏の大きな特徴は、研究テーマも研究方法も「とにかく色々な事ができる」ところだと思います。私は水圏での様々な経験を通して、専門知識だけでなく、自分の興味や考え方を大きく広げることができました。ぜひ皆さんも、「なんでもやってみる」というチャレンジ精神を持って、水圏での多様な学びや研究を楽しんでください。

水産資源の持続的利用をめざして

かつて、海は広大で、そこに生息する生物資源は無尽蔵であると考えられていました。しかし、産業革命以来の技術革新と人口増加にともなう漁業が急速に発展し、海洋の有限性が認識されるに至りました。今日では国連海洋法条約のもと、200 海里排他的経済水域が設定されて新たな資源利用秩序の時代に入るとともに、「責任ある漁業」の推進が唱えられるようになっていきます。我が国でも漁獲可能量 (TAC) 制度が施行され、周辺海域の資源評価にいっそうの科学性が求められています。一方、気候・海洋変動に起因するマイワシ資源の大変動にみられるように、地球環境変化にともなう水産資源の将来にも大きな関心が持たれています。当研究室は、水産資源の持続利用をめざして、その科学的基礎となる研究を推進しています。具体的には、魚類の生活史戦略、水産資源変動のメカニズム、耳石分析による成長・生残・回遊履歴の解析、回遊魚の生態と進化、水圏生物群集・生態系の構造および動態、資源評価・予測のための情報処理、資源管理手法等に関するトピックに取り組んでいます。

主な研究テーマ

- 魚類の生活史戦略
- 水産資源変動のメカニズム
- 耳石分析による成長・生残・回遊履歴の解析
- 回遊魚の生態と進化
- 水圏生物群集・生態系の構造および動態
- 資源評価・予測のための情報処理
- 資源管理手法



① カタクチイワシの仔魚と耳石 ② カタクチイワシの卵 ③ ニホンウナギ ④ アメマスの耳石

研究例紹介

総合的な生態系管理に向けて

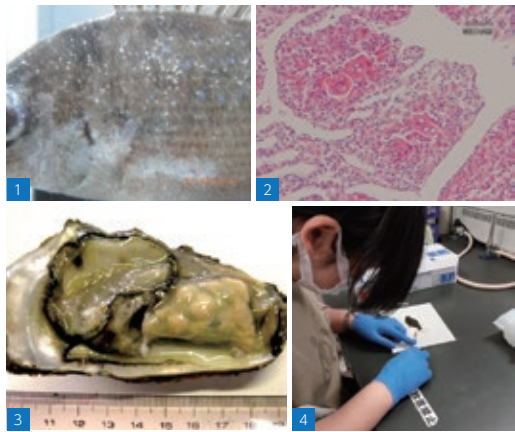
近年、個別単一種の資源動態にもとづく従来型の資源管理を脱却し、種間・個体間の相互作用をも考慮した総合的な生態系管理へと移行するための有効なアプローチが求められるようになってきました。水圏では、基本的には「小さな個体を大きな個体が喰う」とこの連鎖によって生態系が成立し、その経路に沿って物質やエネルギーのフローが生じます。よって体サイズは、個体の生活史や生態系の動態を理解するための鍵となる軸である一方、水圏では非常に大きな変異性に富むという特徴があります。例えば、水圏に生息する脊椎動物で最小の種(魚)の成体の体重は約2mg、最大のシロナガスクジラのそれは約100tであり、両者の違いは 10^{11} 倍に及びます。個体発生においても、クロマグロは約0.2mgでふ化し、成魚は300kg以上に達するので、成長にともなう 10^9 倍もの体重増加が生じます。以上の点に着眼して我々は、構成個体の体サイズを軸とする「サイズスケーリング」の視点から、個体レベル、個体群レベル、群集・生態系レベルの各過程で生じる現象を一貫して繋ぐことにより、水圏生態系の構造および動態にみられる法則性を理解し、持続的利用に役立てるための研究を行っています。

感染症から魚介類を守る

水生動物にも陸上動物と同じように様々な感染症があり、養殖産業に大きな被害をもたらしています。また最近では、野生生物に蔓延することで漁業資源と生態系へ悪影響を及ぼす疾病や、ヒトに食中毒を起こす寄生虫が社会的に注目を集めるなど深刻な問題も発生しています。これらの問題に対して、「魚介類の感染症とどのように闘うか?」という意識をもちつつ、野外調査、形態観察、感染実験、細胞培養、分類学、分子生物学等の手法を用い、病原生物と魚介類の両方の観点から研究を行っています。さらに、国外からの病原体侵入により水産業がダメージを受けることも予想されるため、社会学的な手法を用いた調査を実施するとともに防疫制度改善のため活動にも取り組んでいます。

主な研究テーマ

- 魚介類の病原体の生物学と病理学
- 魚介類における感染症の発生メカニズム・病原因子および防除
- 薬剤療法・ワクチンの開発
- 魚介類生産施設における疾病対策



①海産白点病に罹患したマダイ ②Perkinsus olseniiが感染したアサリの鰓 ③卵巣肥大症に感染したマガキ ④試作ワクチンの有効性評価

研究例紹介

貝類に寄生するPerkinsus属原虫の生理に関する研究

原虫Perkinsus olseniiは国内のアサリ資源の減耗の一因と考えられていますが、アサリに広く蔓延した理由は分かっていません。本研究室でアサリに含まれる成分がP. olsenii原虫に及ぼす影響を調べたところ、原虫の増殖や伝搬を促進する物質が含まれることが分かってきました。本研究結果はP. olseniiに強いアサリの生産や、将来的に国内に侵入する恐れのあるPerkinsus属原虫の防疫対策に役立つことが期待されます。

貝類種苗生産時に発生する感染症の研究

環境負荷の少ない貝類生産は世界的に増加傾向にあり、養殖に用いる種苗の効率的生産が求められています。しかし、小型個体である種苗は感染症に弱く、感染症による生産被害への対策が急務です。本研究室ではクロアワビ、マガキおよびホタテガイ種苗に発生する感染症について生産現場で調査を実施し、その結果に基づき、被害を軽減させる生産技術開発の研究を行なっています。

海産魚の白点病に対する総合的病害虫管理(IPM)手法の開発のための研究

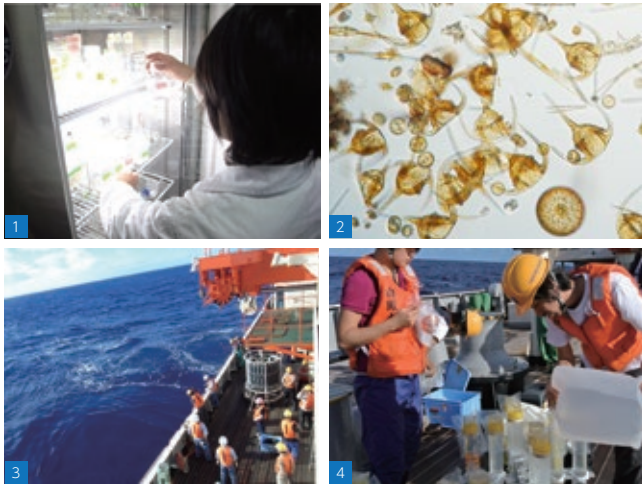
海産魚の白点病は、寄生性せん毛虫Cryptocaryon irritansが魚の皮膚、鰭、鰓の上皮組織内に寄生する疾病です。養殖場や水族館などで発生し、有効な防除手法がないことから、時として甚大な被害をもたらします。寄生虫は一般に薬剤、ワクチンなどによる防除が難しく、様々な手法を組み合わせる管理するIPMという手法が必要です。そこで、海産魚の白点虫に対するIPM手法の開発を目的に、光周期への反応機構の解明や海水中での感染期虫体の定量による発生予報技術の開発、抗原タンパク質の探索にもとづくワクチン開発、有効な経口治療薬の開発に取り組んでいます。また、寄生虫のほとんどは試験管内で培養できないことが研究を進めるうえでの大きな障害になっており、試験管内培養法の開発にも挑戦しています。

環境から海洋生態系の謎に挑む

地球上では様々な物質が循環して地球環境を形成しています。生物は炭素や窒素などの親生物元素の循環を加速しながら有機物を生産・消費し、一方で有害物質を蓄積・分解しています。人類の生存はこのような生物活動でもたらされる安定な環境と食糧供給に依存していますが、人為的な環境変化が顕在化し、生物の活動に重大な影響が現れるようになってきました。沿岸域に典型的に見られるように、富栄養化や汚濁、赤潮や有害プランクトンの発生と広域化など、水圏環境は生物の生存にとって好ましくない方向へ変化しています。環境の変化はまず水質と底質の変化となって現れ、次いで世代時間が短く発生量の多いプランクトンの生態や種組成の変化として現れます。やがて、これが順次、食物連鎖などを介して海洋生態系全体へと影響を及ぼすことになります。また外洋域では、生物生産過程や食物網の構造さえ十分に把握されていません。本研究室では、室内実験とフィールドワークを通じて水圏の環境特性を把握し、プランクトンを中心にした海洋生物の分類や生態、環境適応などの生物特性を解明して、物質循環の理解を深め、それをもとに水圏環境の保全をはかることを目指しています。

主な研究テーマ

- 沿岸域の環境収容力と環境保全の研究
- 海洋生物生産過程の研究
- プランクトンの分類と生態の研究
- 海洋における生物地球化学的な物質循環の研究



①実験室における植物プランクトン培養 ②渦鞭毛藻ケラチウム属赤潮中に見られる植物プランクトン群集 ③外洋域における海洋観測風景 ④亜熱帯洋上での船上実験

研究例紹介

多様な栄養塩類ソースが海洋生物生産過程に与える影響の解明

海洋の有機物生産は主に有光層以深から供給される無機栄養塩量に左右されています。しかし広い海洋において栄養塩が豊富に供給される環境は限定的であり、それ以外の海域では、大気、降雨、陸水等からの栄養塩供給、窒素ガスを利用する窒素固定生物、時として有機物を栄養源とする混合栄養性生物等の動態など様々な過程が有機物生産の変動理解に重要であることが明らかとなってきました。本研究室では、このような異なる栄養塩類供給過程が、プランクトン群集の「食う一食われる」の関係を通じて魚類生産にどのような影響を与えているのかという点を明らかにするための研究に取り組んでいます。



図1 窒素固定性ラン藻トリコデスミウムの群集
図2 窒素・炭素安定同位体比解析によって明らかとなった亜熱帯外洋域における窒素固定生物から高次捕食者に繋がる食物連鎖の概念図

環境変動に対するプランクトン群集の応答解明

多様な種で構成されるプランクトン群集は、水温や光、栄養塩供給等の変化に対応して常に遷移し、その影響は物質循環過程や、高次栄養段階生物の生産に反映されます。すなわちプランクトン群集の遷移機構の理解は海洋生態系動態予測のカギであると言えますがその詳細は十分に理解されていません。本研究室ではネット採集や飼育実験などの従来の浮遊生物学研究の手法に加えて画像解析や新規現場観察手法など、様々なアプローチを導入することで、人為的影響を含む環境変動に対してプランクトン群集がどのように応答し、その結果生態系にどのような影響を与えるのかという点を明らかにすることを目指しています。



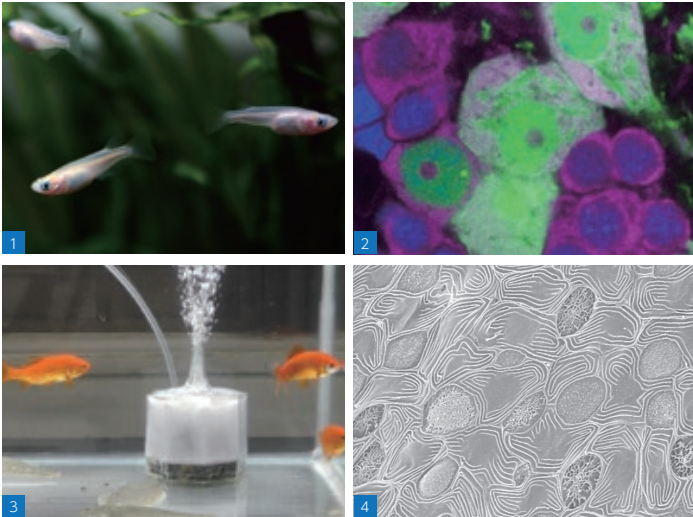
図1 現場型プランクトン撮影装置
図2 本研究室で生態研究が進められ、新種記載されたカイアシ類Sapphirina dolliolettiae
A:雄(左)の光沢は雌(右)を誘引するための適応であり日周期的に変化する
B:本種は浮遊性のホヤの仲間であるウミタル類に捕食寄生する(現場型プランクトン撮影装置にて撮影)

魚類の生理機能や行動を規定するメカニズムを解き明かす

魚類は我々ヒトと同じ脊椎動物に属し、基本的な体のつくりや機能はヒトと共通しています。その一方、性転換や回遊など、ヒトにはみられないユニークな生理機能や行動も示します。魚類が示すこれらの生理機能や行動を規定するメカニズムを明らかにすることは、我々の知的好奇心を大いに満たしてくれるだけでなく、効率的な増養殖や水産資源の持続的利用・高度利用に資するところも少なくありません。なぜ魚類は性別を簡単に変えることができるのか。そのとき、脳内では何が起きているのか。そもそも雌雄の違いはどのように形成されるのか。魚類は淡水域から海洋まで多様な環境にどのように適応しているのか。本研究室では、こうした疑問に答えるための研究を進めています。

主な研究テーマ

- 生理機能や行動に雌雄の違いを生み出す脳内メカニズムの解明
- 性転換を可能にする脳内メカニズムの解明
- 淡水環境・海水環境への適応メカニズムの解明
- 浸透圧調節メカニズムとその養殖技術への応用



① 雌雄の違いや性転換の研究に用いているメダカ ② オスからの求愛を受け入れるためのメス特有の神経細胞 ③ 淡水魚(キンギョ)と海水魚(ヒラメ)が共存する水槽 ④ イオンを調節する塩類細胞

研究例紹介

メスがメスに求愛:わずか一つの遺伝子変異がメダカの性指向を逆転させる

動物種を問わず、多くのオスはメスを配偶相手に選び、逆に、多くのメスはオスを配偶相手に選びます。そして通常、求愛はオスが行い、メスから求愛することはあまりありません。このような性指向や配偶行動パターンの雌雄差は、脳内に存在する複雑なメカニズムによって生み出されていると考えられていました。ところが我々は最近、女性ホルモン受容体の一種Esr2bの遺伝子に変異が生じたメスのメダカが、オスからの求愛を受け入れず、逆に他のメスに求愛することを見出しました。わずか一つの遺伝子変異によって、メス型の性指向と配偶行動パターンが消失し、さらにオス型に逆転したことになります。我々はさらに、メダカの性指向と配偶行動パターンは、その時々体内の女性ホルモンと男性ホルモンの量的な関係によって、一時的に成り立っているに過ぎないことも見出しました。魚類にみられる性転換現象のメカニズムを明らかにする糸口としても注目されます。

スズキの淡水適応機構:海水から淡水に移行すると、スズキは塩類細胞の機能と分布を変化させる

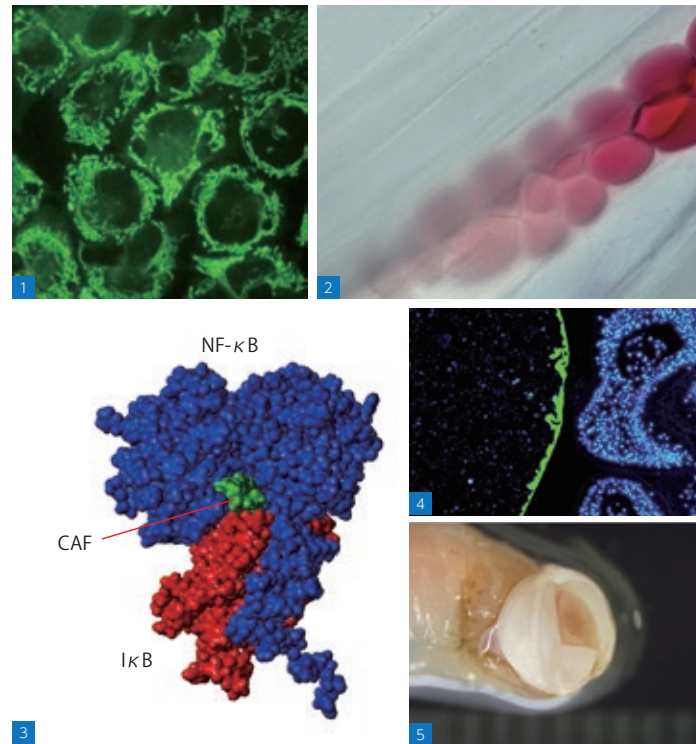
真骨魚は淡水でも海水でも体液の浸透圧を海水の約3分の1に保ち、鰻(えら)に存在する塩類細胞が浸透圧調節に中心的な役割を担っています。また、スズキは海で孵化したあと、汽水域および河川へ侵入することが知られています。そこで、スズキを海水から淡水に移し、塩類細胞を観察しました。すると、イオンを排出していた海水型塩類細胞は、イオン輸送体の発現パターンを切り替えながら鰻での細胞分布を広げることで、イオンを取り込む淡水型へと変化することが示されました。それまで淡水と海水で塩類細胞の分布が変わることは知られていましたが、ひとつの細胞で分布変化と機能変化が同時に起こることが新たに示されました。我々は、なぜ魚は淡水や海水など塩分濃度が大きく変化する水圏環境に適応できるのか、その謎の解明に取り組んでいます。

水生生物をとことんまで利用する

魚貝類は食資源として利用されている生物種に限っても陸上生物を遥かに凌いでいます。しかしながら、その資源は有限であり、無駄にすることはできません。その多岐にわたった生物たちが進化の過程で獲得してきた生物学的戦略を、生化学的、分子生物学的、生理学的、物理化学的、情報生物学的な手法を駆使して紐解きながら、それらをできる限り有効に利用していくことが水産化学研究室の目指すゴールです。研究対象とする生物種は微生物から哺乳類にまでわたり、その成果は、基礎科学の発展だけでなく、食品、エネルギー、環境分野に広がり、ヒトの健康やQOL向上にも生かされるなど、しっかりと社会に還元されています。

主な研究テーマ

- 細胞内および細胞間情報伝達機構
- エネルギー代謝制御機構
- ストレス応答の生物学
- 水産食品の品質向上と安全の確保（毒、アレルギーなど）
- 味覚改善物質の探索
- 比較生物学によるOne healthの実現
- 水産業・養殖業の隆盛
- 超高齢化社会におけるQOLの向上



①魚類培養細胞のミトコンドリア：生体エネルギーを作る ②ヒラメえんがわの脂肪細胞：筋細胞の間に分布 ③炎症性転写因子NF-κB阻害機構 ④魚類消化管のキチン膜：微生物から消化管を守る ⑤フナクイムシの頭部：セルロースを分解できる二枚貝

研究例紹介

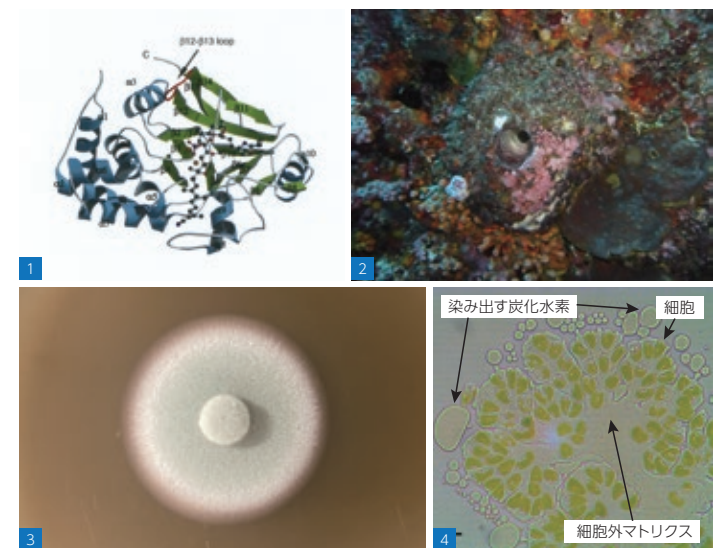
- 魚をおいしくする！魚のおいしさの一つの因子として筋肉の脂質量が上げられます。エネルギー代謝制御機構を明らかにしていくうち、1週間で適正な量に調節する技術が生まれました。
- 魚を元気に大きく育てる！養殖では魚を元気に、早く、大きく育てることが重要です。植物に含まれる機能性成分の活用や、魚自体の生物学的・生化学的特性の理解を通じて環境と魚・ヒト、すべてにやさしい養殖技術の開発を目指しています。
- 脂質に味があるか？健康機能性のあるEPAなど高度不飽和脂肪酸を感知する機構を調べるうちに、その成分が我々ヒトを含む哺乳類の味覚応答を増強することが明らかになりました。
- どうして個体数が変動する？シオミズツボムシは増殖と集団崩壊を繰り返し、その個体数が大きく変動します。これには、餌の量以外に、個体間相互作用などのストレスが関係します。生物集団の個体数変動の生物学的意義を探っています。
- フナクイムシによるバイオエネルギー生産！木を食べて生きるフナクイムシは自身がバイオリアクターとして完結。これを利用したバイオエネルギー生産を目指しています。
- 水産物のアレルギーはなおりにくい！水産物に対する食物アレルギーは他の食品に比べて治りにくいことが知られています。現在、水産物アレルギーに対するヒト免疫応答機構に注目してその原因を探っています。

水圏生物に含まれるユニークな化合物を探し出し活用する

すべての生物の主要構成成分（タンパク質、脂質、糖質、核酸など）は共通で、それらの働きによって生命が保たれ、子孫が残されます。一方、ある種の植物や微生物には、上述の成分とは化学構造が異なる特殊成分が含まれ、病気の治療に不可欠な医薬品の多くは、そのような特殊成分に由来します。生物種によらず共通に含まれる成分を一次代謝産物、特定種の生物にのみ分布する成分を二次代謝産物といいます。天然物化学は二次代謝産物について研究を行う学問分野で、歴史的には、人類の身近にある植物を対象として研究が始められ、土壌中の微生物に対象が移り、さらに海洋生物や微細藻に及んでいます。当研究室は、水圏に生息する生物に含まれる二次代謝産物を有効に利用し、人類の福祉の向上に資することを目標としており、有用物質の発見、構造決定、および生産に関する研究を行っています。

主な研究テーマ

- 微細藻類（緑藻、珪藻）が生産するバイオ燃料の生産機構の解析
- 水圏生物からのユニークな生合成酵素の探索
- 海洋由来微生物からの有用物質（培養がん細胞の細胞周期を停止する活性、抗菌/抗真菌活性、抗酸化活性など）の探索
- 経節発酵に関する研究
- カイメンの共生細菌による有用物質生産機構の解析



①カイメンから発見されたカリクリンが標的酵素であるプロテインホスファターゼと結合して阻害している様子 ②様々な有用物質を含むカイメンTheonella swinhoeiの水中写真 ③糸状菌（カビ）は水圏に広く分布し、有用物質の探索源として利用されている ④バイオ燃料源として期待されるBotryococcus braunii

研究例紹介

当研究室で発見した有用物質の一例

屋久島近くの深海から採取されたカイメンから、ヤクアミドと名付けた新しいペプチドを単離しました。このペプチドは、タンパク質構成アミノ酸とは異なる構造のアミノ酸を多数含み、既存の抗がん剤とは異なる作用機序でがん細胞に対して生育阻害活性を示したため、新しいタイプの抗がん剤に発展する可能性を秘めています。

微細藻によるバイオ燃料生産

群性微細緑藻Botryococcus brauniiは、大量の液状炭化水素を生産します。また、一部の海産珪藻も特異なテルペン系炭化水素を生産します。これらの炭化水素は、光合成により固定された二酸化炭素から生合成されるため、再生産可能なバイオ燃料としての利用が考えられています。これらの炭化水素が、「なぜ」、「どの様に」微細藻類により作られるかという問いに対する答えを探索しています。

共生微生物

八丈島に生息するカイメンTheonella swinhoeiに共生する微生物Entotheonella spp. は、ゲノム解析の結果、30種以上の二次代謝産物を生産することが判明しました。当初はT. swinhoeiに特有と考えられていたこの細菌が、他種の多数のカイメンからも検出されたため、化合物の新たな探索源として注目されています。このほか、海洋環境から分離した微生物が生産する有用物質の探索も行っています。



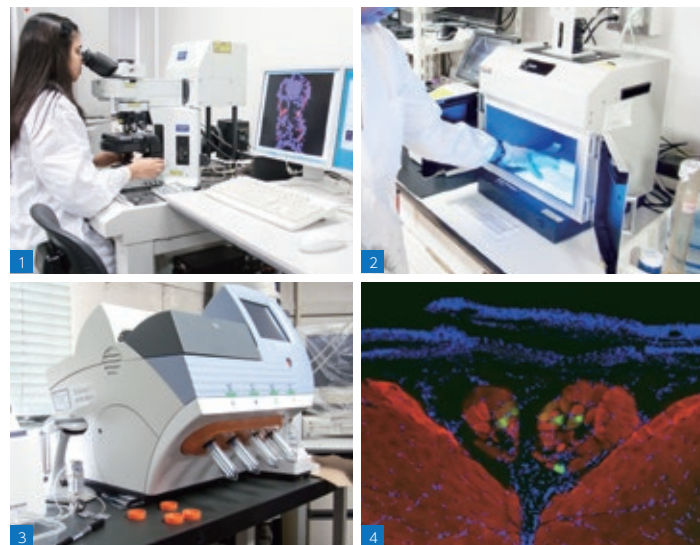
図3. 蛍光を発するカイメンの共生バクテリアEntotheonella spp.

ゲノム情報の海を航海し、地球の海から収穫する

海、湖沼、河川を含む広大な水圏には、異なる進化の段階を示すさまざまな生物が生息しています。彼らのゲノムには、陸上の生物とは異なる独自の形態や生活史の、進化の過程と成立メカニズムが刻まれており、それらは生命情報の宝箱といえるものであります。水圏生物工学研究室では、そうした多種多様なゲノム情報に隠された謎をひも解き、水圏生物の遺伝形質を地球の遺産として保護し調和のとれた利用へとつなげることを目指しています。そのため、研究対象はバクテリアから魚介類、水棲哺乳類まで幅広く、ゲノム解析を中心に、分子遺伝学、遺伝子工学、生化学、細胞生物学的アプローチから発生、成長、適応、生殖、老化、といった生命現象に関する基礎研究やそれらの応用研究に取り組んでおります。

主な研究テーマ

- 水圏生物の高精度ゲノム地図と連鎖地図の作成
- 連鎖解析とゲノムワイド関連解析による魚介類の優良形質遺伝子の探索
- 海洋細菌メタゲノム解析による海洋環境評価と変動予測についての研究
- 体毛や四肢といった鯨類の特徴的形態の進化に関する比較ゲノム研究
- 水圏生物で働くノンコーディングRNAの機能解析
- トランスジェニックとエピゲノム解析による魚類筋肉多様性の形成機構の解析
- 魚類筋肉の高い再生/成長能力に関する研究
- 真珠貝の真珠形成メカニズムに関する研究
- クローン魚などをを用いた行動学的研究
- 魚類の抗体に関する研究



①魚の胚の観察 ②ゲノムDNAの確認 ③稼働中の超並列高速シーケンサ ④特定の筋肉を可視化したトランスジェニック魚

研究例紹介

ゲノムワイド関連解析による魚類優良形質遺伝子の探索

ゲノムサイズが脊椎動物最小のトラフグは比較ゲノム解析の対象としてよく用いられますが、まだ完全なゲノム配列は解読されていません。研究室ではトラフグの第一卵割阻止型雌性発生個体を作ることに初めて成功し、このホモ接合したゲノムと次世代シーケンサーを用いて、これまでにない高精度のゲノム地図が作れることを示しました。また、ニジマスでも同様にゲノム地図を作り、高温耐性のある系統を対象に、トランスクリプトーム解析やヒト以外ではほとんど応用例のないSNPsタイピングによるゲノムワイド関連解析(GWAS)などの先駆的な研究を推進し、冷水性魚が高温耐性を獲得するメカニズム解明に関する成果をあげております。

魚類が持つ筋肉の高い再生/成長能力の謎

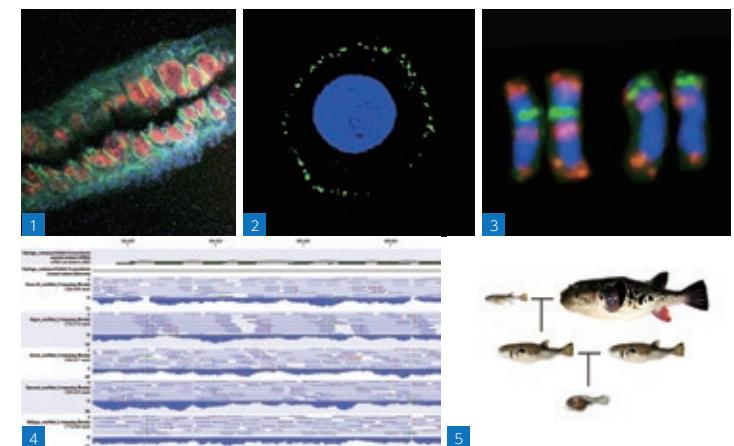
私たちの筋肉は、傷ついても修復され、成長や運動刺激で大きくなりますが、そうした再生/成長能力は老化に伴って急激に衰えます。一方、魚では筋肉の再生能力が高く維持され、筋肉量も終生増え続けます。研究室では魚の筋肉量が増えるときに特異的に働く遺伝子を見つけ、そこから新生筋線維を生きたまま蛍光で観察できる魚をトランスジェニック技術で作ることに成功しました。こうした技術を使って、魚の筋肉の高い再生/成長能力の謎を解き、その知識を魚の養殖の現場や老人医療、再生医療といった医療分野へ応用することを目指しています。

魚類有用遺伝子のゲノムワイドな探索

風光明媚な浜名湖のほとりにある水産実験所では、豊富な解析機器類と充実した飼育施設をもちいて、様々な研究が活発におこなわれています。主な研究テーマは、①魚類の性決定機構の研究、②魚類進化の背後にある遺伝基盤の解明、③海洋生物の系統地理学です。最近の技術的な進歩により、生物のDNA情報を得ることは比較的容易になってきました。しかし、得られた膨大なDNA配列の中から生命現象に直接結びつく遺伝子を見つけ出すことは未だ容易ではありません。この遺伝子の特定あるいは遺伝子パターン解明こそが、「生命現象の理解」と「生物情報の実学的利用」とを結びつける鍵であると私たちは考えています。本研究室では、遺伝学・ゲノム科学・発生学・推測統計学といった様々な分野の手法を駆使して、この課題に立ち向かっています。さらに、こういった基礎研究の成果を水産業振興に結びつける手法、すなわち④ゲノム情報による品種改良法の開発にも積極的に取り組んでいます。

主な研究テーマ

- 新しい性決定遺伝子の探索と進化過程の解明
- 野生集団の遺伝的多様性に関する研究
- 魚類の行動・形態・適応進化に関わる遺伝子座の探索
- ゲノム情報を利用した迅速育種法の開発



①フグ卵の germ cell ②魚の免疫関連タンパク質を昆虫細胞に提示させた ③フグ染色体のセントロメアとテロメア ④フグ近縁5種の全ゲノム配列決定とそれらの比較 ⑤ゲノムワイド遺伝マッピングに向けた家系づくり

研究例紹介

水産実験所における最近の大きな研究成果は、新しい性決定遺伝子の発見です。まず、トラフグのゲノム地図を作製して世界に公開しました。次に、この地図を用いたゲノムワイド遺伝マッピング法により、性決定遺伝子を探索したところ、*Amhr2*という遺伝子上の一塩基多型がトラフグの性を決めていることがわかりました(図1)。このような性の決まり方は哺乳類のものとは全く異なりますが、フグと似たような性決定遺伝子が、今後多くの動物で見つかる予想しています。また、形態や生態など魚類の多様な形質を生み出した遺伝的基盤の解明も進行中です。これらの研究成果は、ゲノム予測という手法を通じて水産業の振興に役立てることができると考えています。このほか、日本各地のフィールドで採集した水圏生物からゲノムデータを取得し、種内における地域集団間の遺伝的分化について調べています。このような知見は、種の生態や分布域形成史の解明、保全単位の設定などに役立ち、さらには、生物の適応進化や種分化のプロセス、それらを駆動する遺伝基盤を発見することにもつながります。

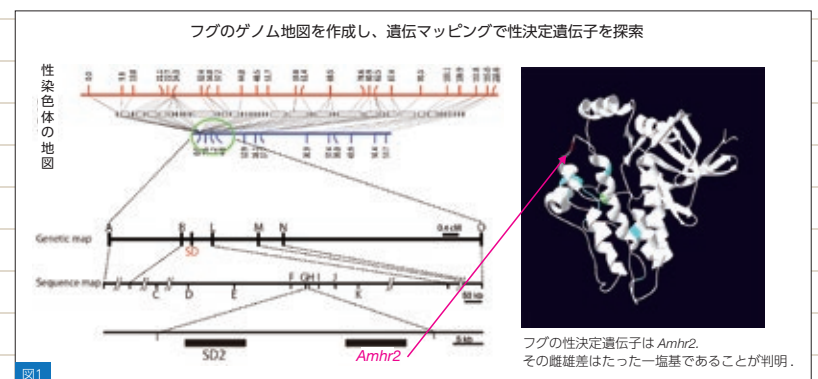


図1 ゲノム地図を活用した連鎖・連鎖不平衡マッピングで新しい性決定遺伝子を同定