

リオ」を導入する。全学就職センターおよびキャリア形成支援室のスタッフはこれらに基づき就業にかかわる指導・助言を行う。この過程は自発的な目標形成と自己点検の中核的駆動力と位置付けられる。

#### ④地域連携による就業体験プログラムの充実

〔概要〕就業体験プログラムにより、直接現業に触れる機会を豊富にし、職業選択能力を育む。

豊かな職業観や職業選択能力を育むためには、直接現業に触れる機会を豊富にすることが重要である。これらの経験は仕事の意味、仕事に必要な能力、資質、学びの意義や方向性を自らのものとして受け止める契機となる。本取組では増養殖、流通、加工、販売、環境保全、行政、社会教育など多様な職場を初年時から3年次にかけて幅広く体験できるプログラムを整備する。これらの経験は仕事の意味、仕事に必要な資質・能力、学びの意義や方向性を自らのものとして受け止める契機となる。本プログラムは地域自治体や企業との連携事業として展開する。

#### ⑤プログラムを展開・支援するシステムの構築

〔概要〕「キャリア形成支援室」が取組の中核となり学内外の連携調整にあたる。

##### i) キャリア形成支援室の新設：

キャリア形成支援室を海洋生命科学部に新設する。本計画は、正課内外のキャリア教育の統合的展開を図るものであり、これらを横断的に取り扱う中核的な組織が不可欠である。支援室は、全学就職センター、学部教務委員会、学生指導委員会、就職委員会、学生課、教務課と協力し、一連の取組の企画・実施にあたる。また、卒業生ネットワークの構築・運営及び地域連携推進の中心的役割を担う。さらに、学外では地域連携のために企業等との連絡調整にあたる。

##### ii) 卒業生ネットワークの構築：

インターネット上に卒業生の「業種、職種別ネットワーク」を構築する。本ネットワークは卒業生アドバイ

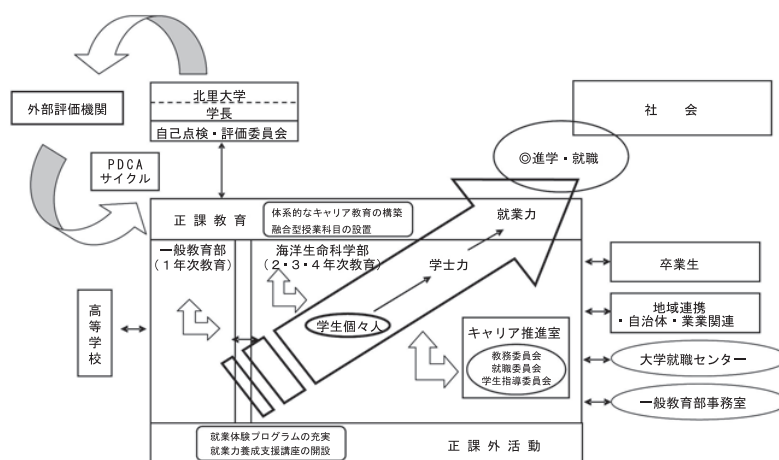


図3. 学生を支援するための学内外連携図

## 研究紹介

### 魚類の卵黄形成機構 ービテロジェニンと卵黄タンパクー

講師 天野春菜

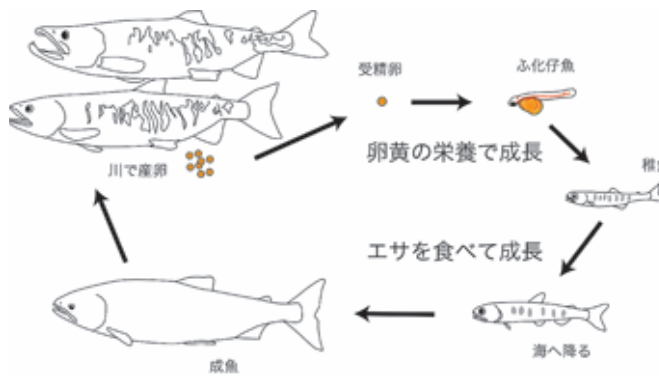


ザーとして機能するとともに、キャリアデザイン形成支援講座における人的資源を構成する。

平成22年4月より海洋生命科学部 増殖生物学講座 水族機能生物学研究室に着任しました、天野春菜です。どうぞよろしくお願いします。

はじめに

「卵」と聞いて、みなさんは何の卵を思い浮かべるでしょうか。多くの人が食用卵であるニワトリ、ウズラなどの鳥類の卵、イクラ（サケ）、タラコ（スケトウダラ）、数の子（ニシン）などの魚類の卵を思い浮かべるでしょう。その他にも、ウミガメやワニなどの爬虫類、カエルなどの両生類と多くの生物が卵を産むことで子孫を残します。これら脊椎動物（鳥類、爬虫類、両生類、魚類）の卵は形や色、大きさは様々ですが、すべての卵の黄身（卵黄）は、母親の肝臓で作られるタンパク質（ビテロジェニン）からできています。



ここでは、魚類の卵黄形成機構についてタンパク質を中心に、卵がどのように大きく成長するのか、また卵黄がどのような役割を果たすのかを紹介したいと思います。

大きく育った魚を漁業者が捕る漁業です。養殖は、マダイやハマチ、ウナギなどの商品価値の高い魚を効率よく成長させ販売する漁業です。最近では、クロマグロとウナギの完全養殖が成功し話題となりましたが、これらの現場では、卵や稚魚を生産する技術（種苗生産技術）の確立がとても重要な課題となっています。魚はたくさんの卵を産みますが、ふ化して稚魚となるまでに死んでしまうものが多く、卵からできるだけ多くの稚魚に育てるためには、良質な卵を得ることが必要となります。

このように、魚の卵（特に卵黄）について調べるこ

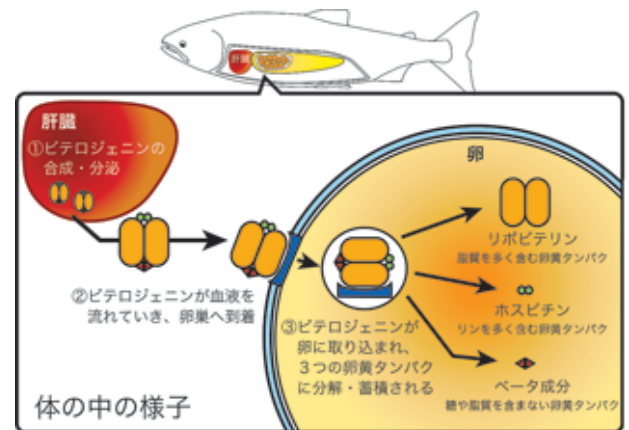


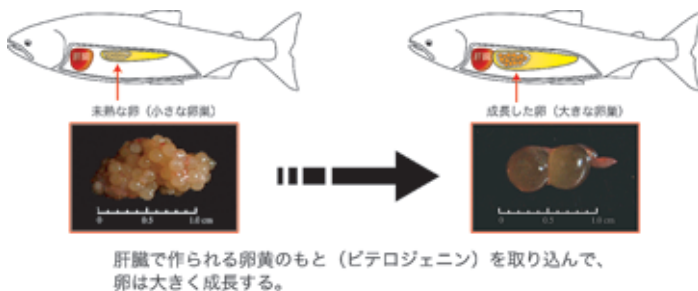
図3：ビテロジェニンと3つの卵黄タンパク

とは、魚類の生殖生理を明らかにするだけでなく、養殖や栽培漁業の技術開発にも密接に関連していきます。

なぜ魚の卵を調べるのか？

図1はシロサケの生活史を示しています。このように多くの魚は、卵で生まれてふ化し、稚魚から成魚へと成長していきます。成魚はある段階まで達すると成熟して、メスは卵子を、オスは精子をつくります。その後、卵子と精子は受精し、受精卵となってふ化するというライフサイクル（生活史）を繰り返します。このように卵から生まれる魚類などでは、ふ化してエサを食べるようになるまでは、卵の栄養（卵黄）だけで成長しなければなりません。

水産業では、安定して魚を捕るために、栽培漁業や養殖漁業が盛んに行われています。栽培漁業は、人工



的に卵がふ化し、成長させた稚魚を海や川に放流し、

どうやって卵が大きくなるのか？卵黄の役割は？

それでは、どうやって卵が大きく成長していくのでしょうか？十分に成長した成魚が成熟段階になることで卵の成長が始まります。成熟とは、オスでは精子をつくり始めること、メスでは図2のように卵が成長し始めることです。小さな卵巣に入っている未熟な卵は、卵黄をたくさん含んだ卵へと成長し、それに比例して卵巣も大きくなります。このとき、肝臓で作られる卵黄のもとになるタンパク質（ビテロジェニン）が卵に取り込まれることで、卵は卵黄を蓄積し、大きく成長するのです。図3にこの様子を詳しく描いています。

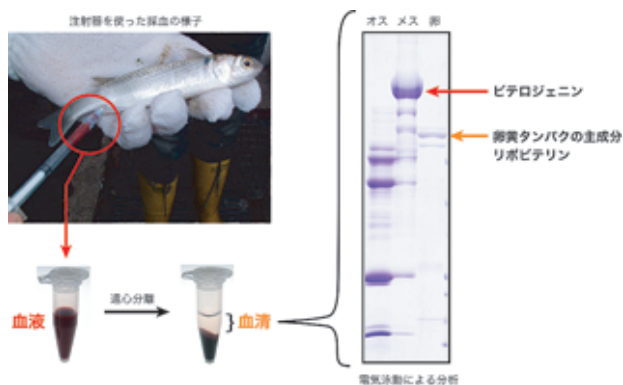


図4：試料の採取から電気泳動法による分析までの流れ

肝臓で作られたビテロジェニンは、血液に分泌され、血流によって卵巣まで運ばれます。その後、ビテロジェニンは、卵巣の中の卵（卵母細胞）に取り込まれ、3つの卵黄タンパク（リポビテリン、ホスビチンおよびベータ成分）に分解されてから、卵黄として蓄積されます。それぞれの卵黄タンパクの役割は次のようになっています。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胚発生への関連はまだわかっていませんが、ビテロジェニンの立体構造の維持に重要な役割を果たしていると考えられています。

また、最近の研究では、ビテロジェニンは1種類ではなく、2から3種類があることがわかってきました。特に、マダイやフグなどの棘鰭上目の魚（スズキ目など進化した魚のグループ）では3種類のビテロジェニン（A、B、Cと名前が付いています）があること、ビテロジェニンAは胚発生初期の栄養、ビテロジェニンBとCは発生後期の栄養として利用されるという役割が明らかにされつつあります。

それでは実際にどのように研究を進めていくのかを紹介합니다。まずは試料となる血液や卵巣を集めます。血液は、図4のように尾びれの下の部分（尾柄部）から注射器を使って採血します。その後、遠心分離して血液から血清（血液から赤血球や白血球などを除いた液の部分）を採取します。卵巣からは卵をすりつぶして中の卵黄タンパクを抽出します。血清や卵の抽出液は、電気泳動法（図4）や抗体を使った方法（抗原抗体法）を使って分析します。電気泳動法において、オスの血清には見られず、メスの血清にだけ観察されるタンパク質がビテロジェニンです。卵の抽出液では、見えているバンドはすべて卵黄タンパクで、そのうちで最も太いバンドが卵黄タンパクの主成分であるリポビテリンです。抗原抗体法を使った結果はここでは示していませんが、この方法は臨床検査の方法としてよく使われており、近年、問題となっている鳥インフルエンザの検査などにも利用されています。

次に、ビテロジェニンの利用について説明したいと思います。使用例の一つ目は雌雄判別です。魚は外見でオスとメスの区別がつかないものが多く、養殖や種苗生産の現場で、どの個体が卵を産むのかわからない場合があります。このとき、魚を殺さなくても血液をほんの少し取って分析することで、オス（もしくは卵が成長していないメス）と卵が成長しているメスを知

## 研究紹介

### 魚類の食欲を考える

講師 阿見彌典子



ることができます。もう一つの使用例は、環境ホルモンの調査です。みなさんは「環境ホルモン」という言葉を聞いたことがあるでしょうか？私が研究をスター

トさせたときには、この環境ホルモンに関連する研究が多く行われていた時期でした。環境ホルモンとは、「内分泌かく乱作用をもつ化学物質」の総称で、生物



の体の中に入るとあたかもその生物自身のホルモンであるかのように振るまい、生物の内分泌を乱してしまう作用を持つ化学物質です。実はビテロジェニンとは女性ホルモンがあると肝臓で合成されるようになっており、このためビテロジェニンは、女性ホルモンが体内に存在すればオスの魚でも合成されます。この性質を利用しているのが環境ホルモンの調査です。実際に日本では、河川ではコイ、沿岸域ではマハゼやボラなどを使って調査が行われています。オスの魚でビテロジェニンが検出されれば、「その魚を捕まえた場所あたりに女性ホルモンの様な作用を持つ化学物質（環境ホルモン）が存在する」ということになります。しかし、最近の研究で「きれいな場所で生息しているオスの魚でもビテロジェニンが検出されることもある」ということや、「化学物質の影響よりも人間や家畜から排出される女性ホルモンの影響が大きいのではないか」ということがわかってきており、「オスの魚からビテロジェニンが検出されたからといってすぐに環境ホルモンの影響とはいえない」と考えられはじめています。

#### 最後に

ここまで「ビテロジェニンは1種類」ということで紹介をすすめてきました。しかし、さきほども触れたように、魚類のビテロジェニンは複数（2～3種）存在するという（多型ビテロジェニンモデル）が一般的になりつつあり、卵黄形成機構はより複雑になってきています。今後は、この多型ビテロジェニンモデルを明らかにし、増養殖の現場に応用できる技術開発を目指して研究に取り組んでいきたいと思っています。興味・関心のある方はぜひ、研究室に足を運んでみてください。お待ちしております。

平成22年度より本学部、魚類生理学研究室に着任しました阿見彌典子です。どうぞ宜しくお願い致します。私は現在「魚類の食欲」について研究しています。今回は研究紹介と、その面白さを少しでもアピールできたらと思います。

#### 魚の食欲についての研究は必要？

「メタボ（メタボリックシンドローム）」という言葉が頻繁に使われているように、脂肪として蓄積されるエネルギー量が増えすぎることによる「内臓肥満」、飽食時代を反映する「肥満」が、さまざまな国の人たちの間で増えています。この問題解決の一手段として、私たち人間において食欲調節の仕組みを研究する必要性は理解し易いと思います。では「魚の食欲」を研究する必要性とはなんなのでしょうか？日本人にとって魚というとお寿司、お刺身など食料としてのイメージが強いと思います。魚は私たちにとって大切な食料です。ですから、食べられてしまう側の「魚」自身の食欲は

どうなっているのだろうか？という疑問はなかなか浮かばないかもしれません。けれども少し違う角度から「魚自身の食欲」というものを考えてみて下さい。魚は日本だけではなく世界各国において重要な食料です。しかし需要は高まる一方で世界の漁業生産は頭打ちになり、国内資源の半数近くが低水準です。そこで重要視されているのが増養殖です。最近ではクロマグロの完全養殖が話題になっていました。このように重要視されている増養殖ですが、場所と時間は限られ、非常に労力も必要ですからより効率良くおこなわなくてはなりません。効率の良い方法といっても色々考えられますが、「魚をより早く大きくすること」は重要なポイントではないでしょうか。そのためには「魚自身の食欲システム」を知ることが重要です。

#### 研究のきっかけ

魚の体色を明るく（白っぽく）するホルモンとして当時北里大学水産学部（現海洋生命科学部）の川内浩司教授らにより、メラニン凝集ホルモン（MCH）が発見されました。シロサケで発見されたMCHは私たちの脳内にも存在しており、食欲を促進する作用をもつことが報告されました。そこで魚類生理学研究室・天野勝文教授の指導の下、海洋分子生物学研究室の高橋明義教授らと岩手県内水面水産技術センターの山野目健主任専門研究員による研究の一部に携わらせていただき、魚でもMCHは食欲調節に関与するのか？というテーマで研究を開始しました。白い水槽でマツカワ（図1）を飼育すると、周りの色に合わせて体の色は白くなります。また白い水槽と黒い水槽で飼育をして比較してみると、白い水槽で飼育したマツカワの方が成長は良くなります。そこでMCHの測定系を確立してマツカワの脳内MCH量を比較してみたところ、白い水槽で飼育したマツカワの方が脳内MCH量が多いことがわかりました。これまでの報告と合わせて考えると、マツカワ（つまり魚類でも）MCHは体色変化だけではなく、食欲を促進させる働きをもつと考えられました。

食欲とは？どうしてお腹は空く？

お腹が空いた、何かを食べたい…という欲求はどこで生み出されているのでしょうか？お腹が空いたことを「胃が空っぽ」と表現するように、食欲は「胃」によって調節されているのでしょうか？ご飯を食べて胃が満たされると胃壁は伸展し、反対に胃内容物が無くなると胃の収縮が起こります。このように「食事」と連動して動いている胃が食欲調節の中心器官のように思いますが、実際に食欲を調節しているのは「脳」なのです。脳は体内で必要なエネルギー量や貯蔵量に関する情報を取りまとめて統合し、行動などを変化させて体重をコントロールしています。つまり、胃の運動は空腹や満腹の信号であり、それらの情報は脳に伝わ