



マツカワ種苗生産事業

平成18年度から始まったマツカワ種苗生産事業は、100万尾放流の計画に対し、伊達・えりも両事業所職員の努力と指導機関およびえりも以西協議会の皆さんの協力で昨年8～9月に80mm以上の種苗109万尾を放流することができました。

マツカワは、水槽内での自然産卵受精は生産効率が低いため、親魚の腹を絞って採卵し、精子をかけて人工授精させます。写真は昨年3月下旬に伊達事業所で行われた人工授精の作業風景です。

今年も3月下旬に平成19年度の種苗生産に向け、採卵・人工授精作業が行われる予定です。

CONTENTS 目次

漁業士発アクアカルチャーロード	2
ひやま漁協青年漁業士 北川貴浩さん	
栽培公社紙上大学◆今月の講座	3～7
ヒラメの眼の移動のなぞ	
アクア母ちゃん☆いぶり噴火湾漁協	
有珠女性部長	8
おさかなとにらめっこ☆萱場隆昭	8

常に持てる力の 100%を目指して

ひやま漁協熊石の青年漁業士、北川貴浩さんの営む主な漁業は、スケトウダラ延縄漁、マス小定置網、サケ定置網、ナマコ潜水漁業、アワビ海中養殖漁業などです。

北川さんは「スケソウ以外は、6人のメンバーで協宝水産という会社を作って共同経営をしている。互いに心を密にできる信頼し合える仲間たちだ」と話します。

アワビの海中養殖

アワビの海中養殖は、1基4カゴ収容の着底式ブロック枠養殖施設を使い、ひやま漁協熊石水産種苗センターから50mmサイズの種苗を年間13万個購入して、約1年で65mm以上に育てて出荷しています。給餌は5日に1回の割合を目安に6人全員が潜って行っています。

「餌は種苗センターが作っている配合飼料を使っている。夏場はコンブもやっている。常にアワビの成長具合を見ながら、周年を通して注文に対応できるような出荷体制をとっている。専用のさしを作って正確に測って65mm以上の物を出している。殻の大きさが達していても身が痩せている物は戻して、また食わせて太らせてから出す。恥ずかしい物は出さない、金をもらう以上、きちんとした物を出すべとみんなで厳選して

出荷している」

当初、種苗の収容数は1カゴ当たり3,250個でしたが、数年前から1カゴ当たり2,750個に収容数を減らして飼育しています。

「やっぱり密度の薄い分、成長はいい。カゴ数が多くなるので餌代はかかるが、同じ期間でも今までより出荷サイズに達する物が増えるから効率的にはいい。いちどきに数が出るのは5月の熊石アワビの里フェスティバルだ。20~25カゴほどが空になる。後は地元の温泉旅館やホテル、ゆうバックなどでコンスタントに、はけている」

細く長く続けたいが

ナマコ潜水漁業は6年ほど前からはじめました。

「スケソウが終わって春定置が始まるまでの2月3月の仕事にいいんじゃないかと始めた。一人がボートで待機して5人で潜って獲っている。小さな物は獲らないようにして150gぐらいの大きい物を獲るようにしている。当時はキロ600円ぐらいで、まさかこんなに高騰するようになるとは思わなかった。でも、いつまでもこの値段が続くとは思っていない。安くなっても自分たちとしては、ちゃんと資源管理して細く長く獲っていきたくて思っているんだが」



ひやま漁協青年漁業士
北川貴浩さん

北川さんは共同経営のメンバーの中で一番年下です。

「先輩漁業士の工藤さんが会社の代表を務めている。あの人との出会いがなかったら、今の自分の漁師生活はなかった。いろんなことを学ばせてもらっている」

工藤さんに言われた言葉でいつも胸に刻んでいるのが『100%確実にやれ』だそうです。

「自分では100%やったつもりでも99.9%にすぎない。それじゃだめだ。0.1%でも気を抜いちゃいけない。100%やれなかったら成功しないんだぞと言われた。それ以来、常に100%を心がけている」

海の魅力を伝えたい

熊石には若い漁業後継者がほとんどいません。

「若い人がこういう仕事をしたいと思えるような環境にしたい。漁師ってこんな魅力があるのって見直せるような海をみんなで作っていききたい。自分も漁師を継ぐ気はなかったし、サラリーマンに憧れたこともあったけど、オレはやっぱり漁師が好きだ。死ぬんなら海の中でいいやって今では思えるよ」

北海道立稚内水産試験場 資源管理部
研究職員 岡田 のぞみ

今月の講座

ヒラメの眼の移動のなぞ

はじめに

「ヒラメは発育しながら眼が移動する」と聞いて、驚く人も多いでしょうか。ヒラメやカレイの仲間は、食卓にもよくのぼるなじみの深い魚ですが、眼が体の片側に二つ並ぶ、なんともユニークな形をしています(図1)。しかし、卵から生まれた時からこのように左右非対称なのではありません。初めは他の魚たちと同じように左右対称の形をし、浮遊生活をしています。その後、着底生活へ移行する際に体が側偏化し、片側だけが着色するなどの劇的な変化(変態)を遂げて稚魚へと発達するのですが、この時に「眼が移動する」のです(図2)。

ところが種苗生産の現場では、時々眼が移動しないまま稚魚になって着底してしまう形態異常魚が出現します(図3)。自然界でもわずかですが報告があります。ヒラメでは種苗生産技術の研究が進



図1 全長1mを超すヒラメ(成魚)

み、このような形態異常はほぼ防除されていますが、他のカレイ類では依然問題となっています。眼が移動しない形態異常を防ぐためには、眼がどのように移動するのかをまず知る必要があります。

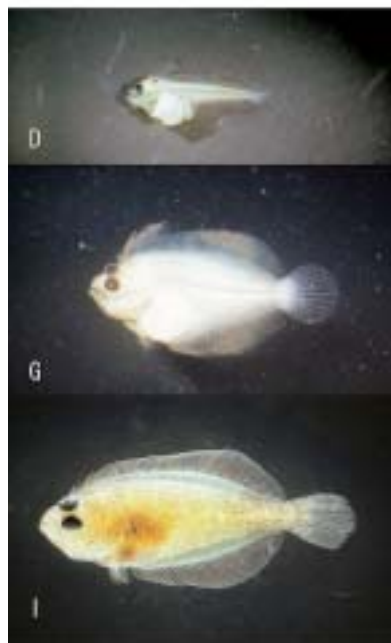
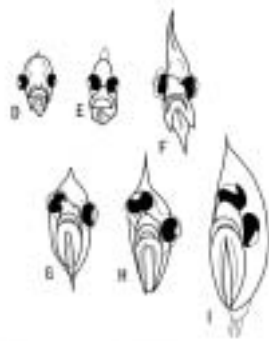


図2 眼の移動の様子
上: 変態期のヒラメを正面から見た図
下: 左側から見た写真
アルファベットは南(1982)による発達ステージ



図3 上: 眼位形態異常のヒラメ稚魚
下: 同じ日齢の正常魚

頭蓋骨の形成と眼の移動

それでは、眼はどのようにして移動するのでしょうか。眼が移動すると言っても、眼球自体に動く力があるのではなく、眼の周りの何か、例えば骨などが眼を動かしているのではないのでしょうか。眼の移動のしくみはまだ十分には分かっていないのですが、古くから多くの研究者が取り組み、眼の移動に関連した頭蓋骨の形成についての報告が、様々なカレイやヒラメの仲間について残されています。

骨の形成を説明するにあたって、まずは完成型である成魚の頭蓋骨を見てみましょう。図4は、スーパーで買ってきたヒラメの頭を煮て、頭蓋骨を取り出し組み立

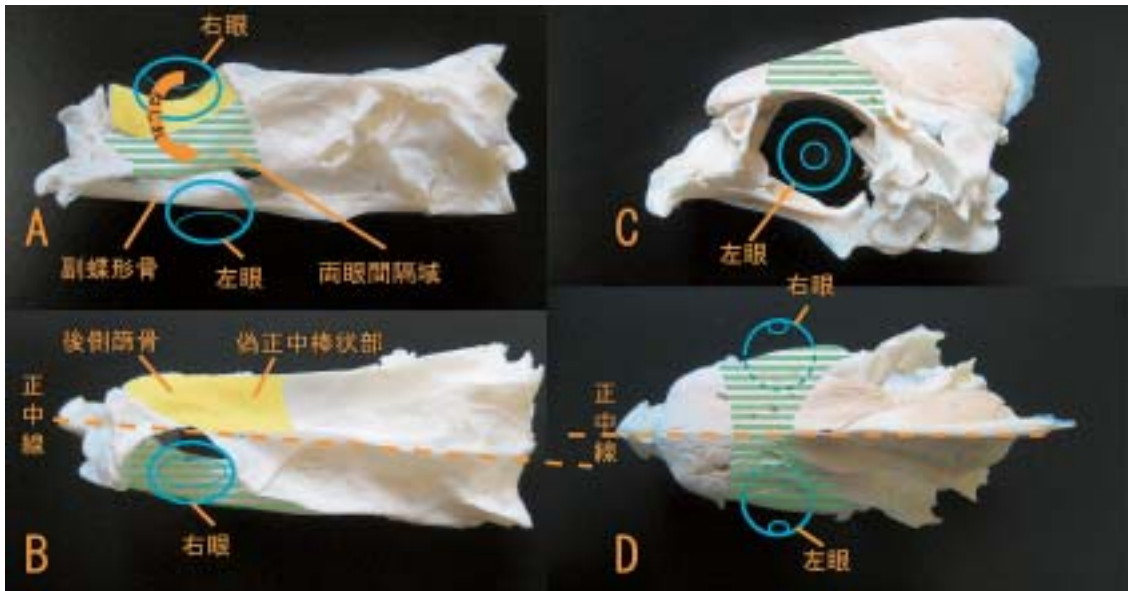


図4 A,B: ヒラメ成魚の頭蓋骨 C,D: マダイ成魚の頭蓋骨 A,C: 左側面 B,D: 背面
 緑色斜線部: 前頭骨の両眼間隔域 黄色: 後側篩骨と偽正中棒状部 (骨の名称は星野(2005)より)

てたものです。また、比較のために、マダイの頭蓋骨も同様に処理して並べました(参考: 松浦編著・星野著『魚の形を考える』)。

星野によるとヒラメの頭蓋骨が、他の左右対称な魚たちと大きく異なる点は2つ。まず1つ目は、骨がねじれて形成されていることです。しかも、ねじれているのは目の周辺だけで、脳が詰まっている後半部分はほぼ左右対称になっています。図4の緑色斜線で示した眼と眼の間に位置する部分の骨「両眼間隔域」に注目してください。マダイを左側面から見ると(図4C)、緑色の「両眼間隔域」は背中側にありますが、ヒラメでは(図4A)体の左側(写真の手前側)へねじれています。また、背中側から見ると、マダイ(図4D)では「両眼間隔域」もその他の部分も左右対称に形成されていますが、対するヒラメ(図4B)では、頭蓋骨の後半部分は左右対称ですが、緑色で示した「両眼間隔域」は写真奥側へねじれています。

2つ目の大きな特徴は、他の魚

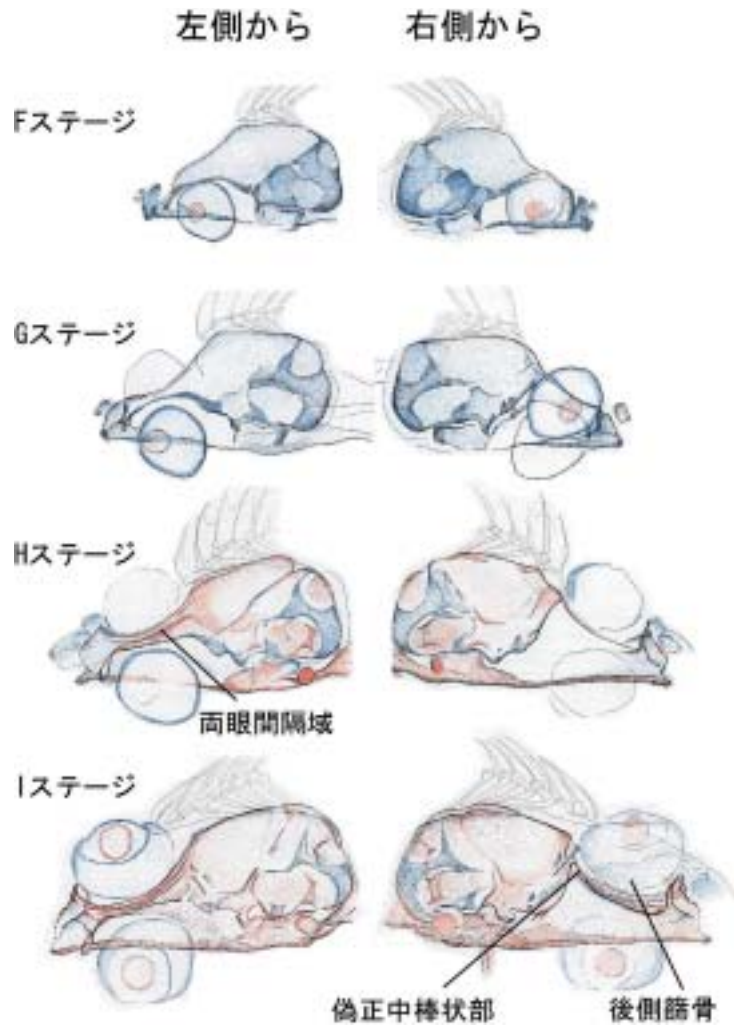


図5 ヒラメ頭蓋骨の形成過程 青: 軟骨 赤: 硬骨

には見られない特別な構造で、黄色で示した部分(「後側篩骨」と「偽正中棒状部」という骨)です。動いた右眼を右側から支えるかの

ように形成されています(図4A)。また、偽正中という名のとおり、ねじれてしまった「両眼間隔域」に代わって正中線上に形成

されます(図4B)

次にこれらの特徴的な骨が、眼の移動に伴ってどのように形成されていくのかですが、これまでの研究を整理したイギリスのブルースターさんは、「眼の移動が始まると「両眼間隔域(図4緑色)」がねじれながら骨化し、「後側篩骨(図4黄色)」が肥大する。眼の移動が完了してから他の骨要素が骨化する。眼が移動する前に骨化している骨は「副蝶形骨(図4A)」のみ。」ということを観察しました。図5は、ヒラメを卵から飼育し、定期的に透明骨格標本作製して、眼の移動と頭蓋骨の骨化過程をスケッチしたものです。ブルースターさんの観察のように、眼が移動する前の頭部はほとんど軟骨(青色)で出来ていて、成長や眼の移動と共に骨化(赤色)していく様子が示されています。

しかし、骨ができる前に眼が移動しているように見えますし、外側から見ただけでは分からない部分もあります。

眼が移動する時、
ヒラメの頭の中は...

そこで、ヒラメの頭部を薄く輪切りにして、顕微鏡で観察することにより、外側から見える骨だけでなく、まだ石灰化(カルシウムの沈着)していないできかけの骨や、その他の構造を見てみましょう。図6は輪切りの様子がデフォルメして描かれていますが、実際は魚の見たい部分を3mm四方程度に切り出して樹脂の中に埋め込み、鋭い刃を用いて厚さ4μm~2μm(1μmは1mmの1/1000)もの薄い切片を作り、プレパラートに並べて観察します。

図7がその写真で、図6の矢印

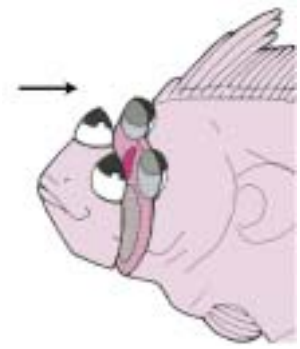


図6 頭部輪切りのイメージ

の方向から光学顕微鏡で観察したものです。ヒラメに特徴的な「後側篩骨」が形成される前に、移動している眼の下側に皮膚の厚みが見られます(写真:桃色の矢印、図:桃色部分)。これはヒラメの変態時に見られる最初の左右非対称化の一つです。またもう一つの左右非対称な構造として、一对の袋状の構造物(写真:水色矢印、図:水色部分)が見つかり、眼の移動に伴って右側の方が大きくなることが分かりました。この袋状の構造物が眼を押しているのだとすると、新しい発見としておもしろいのですが...

結論を先に言うと、この袋が能動的に膨らんで眼を押している、ということではどうもなさそうです。電子顕微鏡で観察すると(図8A)、袋状の構造物は二次血管系(リンパ系)の一部ではないかと推測されました。膜は一層の薄い細胞でできていて、構造的には水の透過性が高いので、袋の内側に水をため込んで風船のように膨らむというわけにはいかないようです。その役割は正確には分かりませんが、眼の移動に伴って急激に変化する周りの組織に合わせて受動的に膨らみ、眼が移動した跡をとりあえず埋める働きをしているのかもしれません。

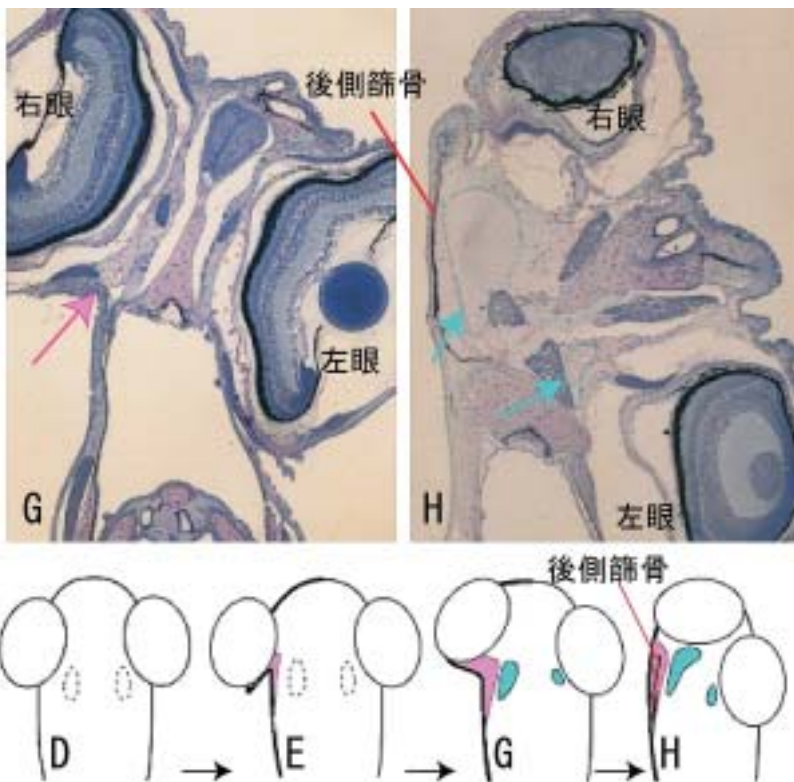


図7 変態期ヒラメの眼周辺組織とその形成の模式図 桃色:皮膚の厚み 水色:袋状の構造物 アルファベットは発達ステージ

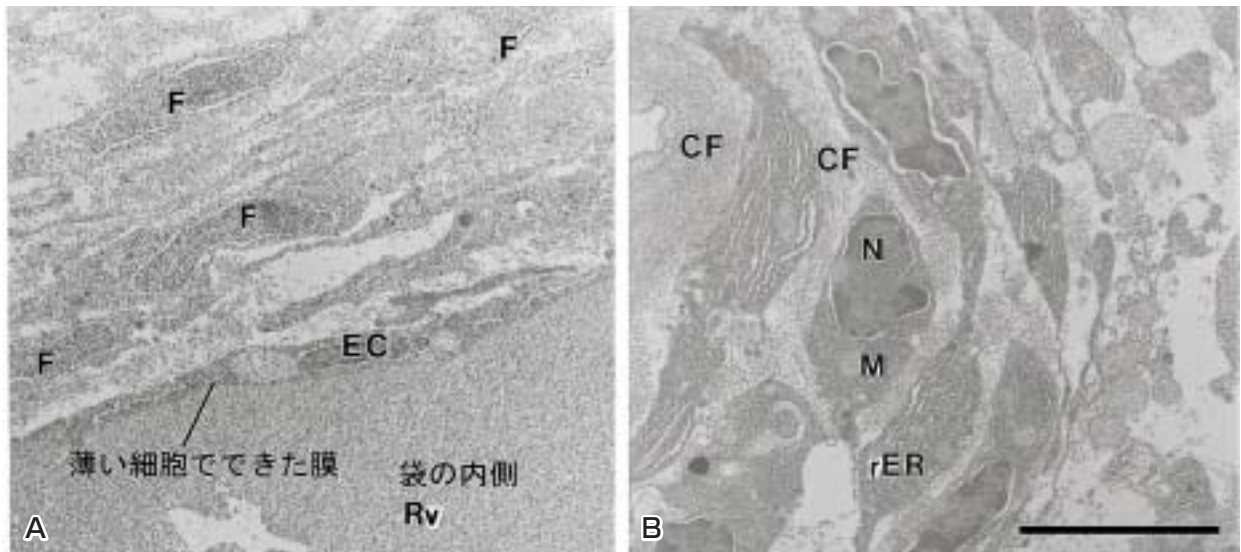


図8 A：袋状の構造物 袋の膜は一層の細胞できている。B：皮膚の肥厚部分（図7のE）細胞の周りに粒と線状のコラーゲン繊維(CF)が見える。バーは5μm

また皮膚の厚みも同様に電子顕微鏡で観察してみると、活発にコラーゲン繊維を産生している繊維芽細胞様細胞の層であることが分かりました（図8B）。そして、石灰化しつつある「後側篩骨」が細胞層の中に確認されました。

外側から観察した時は、眼はその周囲の骨が出来る前に移動するように見え、何が眼を動かしているのかははっきりとは分かりませんでした。しかしこのように詳細に観察してみると（図7の模式図）、眼は皮膚の肥厚とできかかった骨（「後側篩骨」）によって支えられ、動く眼の下に折りたたまれた皮膚が、ちょうつがいが開くような動きをすることで移動するのではないかと考えられました。

眼が移動しない時

ここまで、眼が移動する様子を観察することで、眼の移動のメカニズムを推定してきましたが、眼が移動していない個体を観察することで、その推定を裏付けることができます。ヒラメの飼育中にた

またま得られた、眼が移動していない形態異常魚を観察してみると、「後側篩骨」・「偽正中棒状部」の形成が不十分か、あるいはまったく見られませんでした。このことから、これらの骨の形成が眼の移動には重要であると考えられました。

しかし話が少しややこしくなるのですが、眼が移動していない形態異常には、「後側篩骨」が形成されていない個体の他に、「後側篩骨」が左右両側に2つ形成されている個体も見られました。そこで、眼がどちらに動く（動かない）は、大きく分けて図9のように整理できます。正常魚では（図9A）、右眼が移動して体の右側が無眼側

になります。無眼側は「後側篩骨」が形成される他、体色は白っぽく眼の周囲の皮膚は厚いなどの特徴があります。それに対して左側の有眼側には「後側篩骨」は形成されず、体表は黒っぽく着色します。その他にも鰭の形や鱗の形など、左右で非対称な形質があります。眼が動かない場合は2種類あり、体の左右どちらにも「後側篩骨」が形成されず、両側の体表が着色するなど、体の両側に「有眼側」の特徴が見れる場合（図9B）と、左右両側に「後側篩骨」が形成されて、両側から眼を押すために結局は眼が動かず、また体色は左右どちらも白っぽいというように、体の両側が「無眼側化」する場合

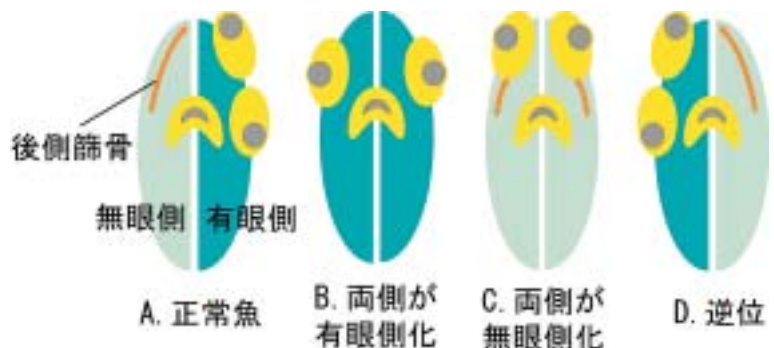


図9 ヒラメの眼位のタイプ分け模式図

(図9C)とがあるのです。また眼は動くのですが、図9Dのように右と左が入れ替わることもあります(逆位)。このように、眼の移動の異常というのは、体の左右のどちら側(あるいは両方)が有眼側(無眼側)になるかという、変態時における左右非対称化の異常とも言うことができそうです。(なお、ここでは説明を簡単にするために典型的な異常の例を挙げましたが、眼位異常の程度が軽いものや、体色の異常が加わります。)

眼の移動は、飼育環境下で人為的に止めることもできます。ヒラメの変態は甲状腺ホルモンで制御されることが知られていて、このホルモンの合成阻害剤を飼育水に混ぜると変態がストップし、眼は動きません(図10A)。この時、頭部の様々な骨の中で、「後側篩骨」や「偽正中棒状部」のみの形成が阻害されていることから、骨によって甲状腺ホルモンの影響を強く受けるものとそうでないものがあることが分かりました。

また、写真のように甲状腺ホル

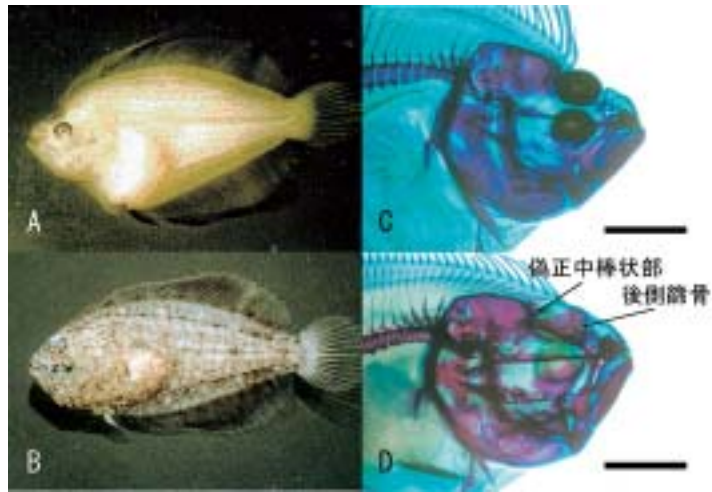


図10 甲状腺ホルモン合成阻害剤の影響 A: ふ化後16日目から合成阻害剤を与えた、ふ化後35日目のヒラメ B: 対照群 C: Aの透明骨格標本後側篩骨と偽正中棒状部が形成されていない。 D: Bの透明骨格標本バーは2mm

モンの合成阻害剤で変態を止められた魚(図11A)に甲状腺ホルモンをすぐに与えると、無事眼が移動するのですが(図11C)、少し時間が経ってからでは手遅れになり、眼は移動しません(図11E)。眼の移動には、骨の形成に作用する甲状腺ホルモンが分泌されるタイミングも重要なようです。

おわりに

眼が移動した変態直後のヒラメは、ヒトの指先程度の大きさです。

このようなヒラメを顕微鏡下で観察して、眼の移動・骨の形成・ごく微量なホルモンの作用などを調べていると、その精巧さを感嘆せずにはいられません。そしてこのユニークな左右非対称性の発現のメカニズムは、まだまだ未解明な部分が残っています。ヒラメやカレイの仲間は、普段あたりまえのように食べることのできる魚ですが、その平和なあたりまえが続くように、この魚たちとつきあう努力をしたいと思います。

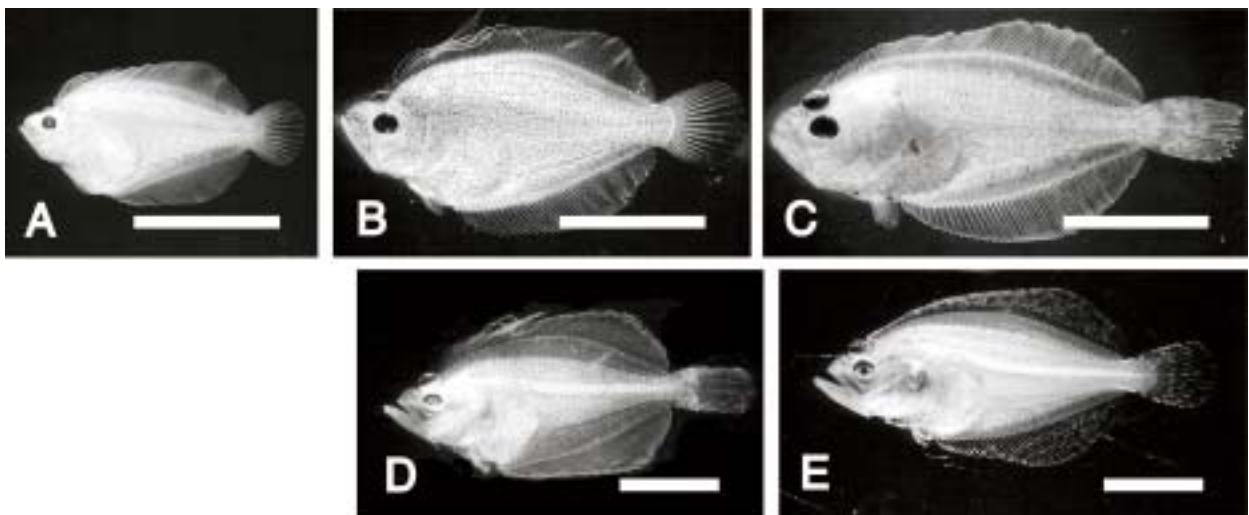


図11 甲状腺ホルモン合成阻害剤を与え続けたヒラメに、異なったタイミングで甲状腺ホルモンを投与した時の影響 全てのヒラメはふ化後22日目から合成阻害剤を与え続けている。 A: ふ化後38日目 B: ふ化後51日目 C: ふ化後38~51日目まで甲状腺ホルモンを投与 D: ふ化後81日目 E: ふ化後67~81日目まで甲状腺ホルモンを投与バーは1cm

マツカワ母ちゃん

いぶり噴火湾漁協有珠女性部長
総根美代子さん



若い力でもり立てほしい

有珠の女性部が誇れる活動のひとつに6月開催の『マリンヤングパーティ』があります。70歳以上の漁家を対象にした女性部主催の敬老会で、去年30回目を迎えました。毎年案内を出した後、返信ハガキではなく、出欠を聞きに役員が一軒一軒回ります。直接訪ねることで迷っていた方も出てくれますし、「もうそんな時期かい、楽しみにしてるよ」との声も聞くことができ、励みにもなります。

7月の磯まつりへの出店も大きな行事で、40人くらいの部員が手伝ってくれます。トウベツカジ

カやホタテ、マスなどを入れた磯鍋とおでんを出しています。

毎年10月には1泊の研修旅行をしています。そのほか、研修所の掃除や花畑の手入れ、月掛け貯金なども行っています。

いぶり噴火湾には5つの女性部がありますが、合併直後からせつかくひとつになったのだから女性部も一緒に集まる機会を持ちましょうと、毎年『マリンスクール』を行っています。顔見知りが増えるというのはいいことですね。

有珠の女性部員数は60人ほどで、組合員の奥さんでも入ってい

ない方がいましたが、去年の春、全戸を回って声かけをしたところ、若い方が9人入部してくれました。今年の春もまた回って何人かでも入ってもらいたいと思っています。私は30代で入りましたが、仕事の話など情報交換したり、お茶飲みしたりと、女性部は忙しいばかりではなく、楽しいこともたくさんあります。

若い人にもっともって入っていただいて、これからの女性部と浜をもり立て、支えてほしいなと思っています。

おさがなとにらめっこ

栽培水産試験場 生産技術部 研究職 菅場隆昭 さんの場合
1972年生

菅場さんの北大 大学院時代の 専攻はお魚の 繁殖生理学

平成8年 道庁職員となり 鹿部の栽培漁業総合 センターに赴任。

一年めはマコガレイの種苗 生産技術開発を担当する

二年めからマツカワの長い ならめっこがはじまる

マツカワの種苗生産技術開発を はばむもの、それは、幻の魚だから 天然魚がほとんど いないため

マツちゃん自身の 生理学がよく わかっていなかった。

成熟する条件なども 調べる学問らしい

ほかにいろいろなことを 解明してマツカワの種苗 生産技術に関する研究も を論文にまとめた博士号 を取得、日本水産学会の 水産学奨励賞も受賞した。

平成18年から栽培水産試験場 マツちゃんとのならめっこは続いている

マツカワは3年で 6センチに育ちます 今産卵されているものは ほとんどが放流魚です 栽培漁業の優等生に なれると信じてます

仔魚期のへい死原因もつきとめた。

ふ化後 20日 前後は投餌 不良が原因

ふ化後 30日 前後は 体量か 重くなり沈下 するので 浮こうと 泳いで つかづら ない……

3~4日おきに 排卵する

秋から冬の水温低下が オスに成熟するには 必要だとわかった

オスが成熟するには 秋から冬の水温低下が 必要だとわかった

オスが成熟するには 秋から冬の水温低下が 必要だとわかった

オスが成熟するには 秋から冬の水温低下が 必要だとわかった

オスが成熟するには 秋から冬の水温低下が 必要だとわかった