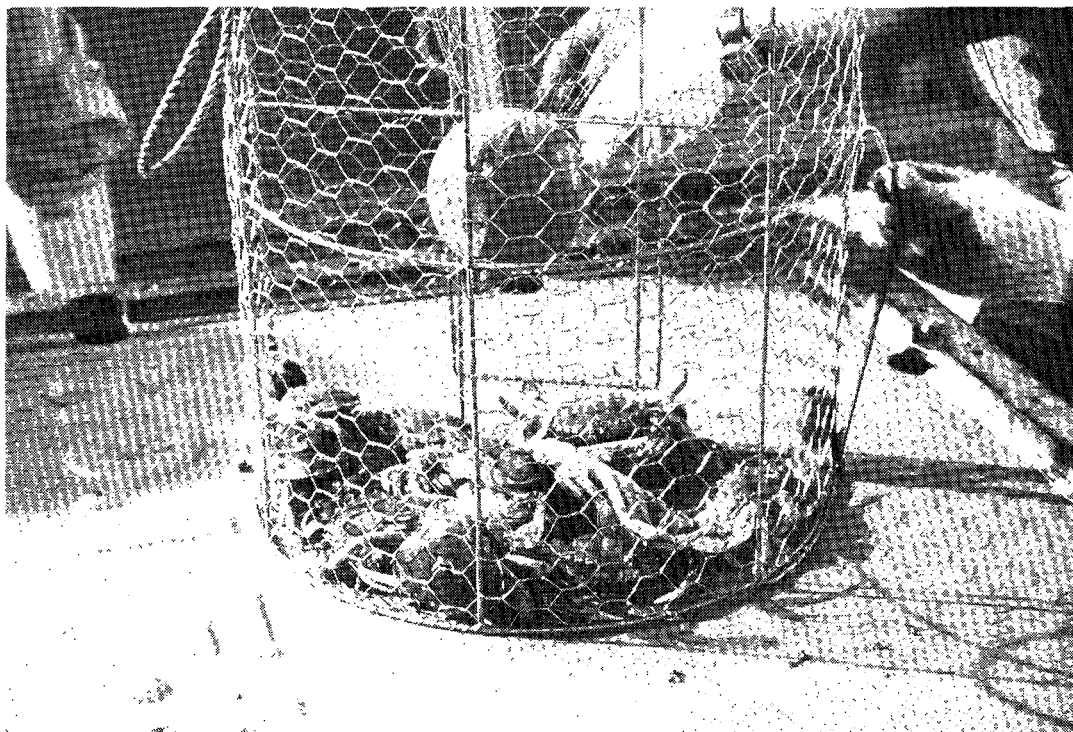


# うしお

第248号

平成3年4月



## ヒラツメガニ

ワタリガニの仲間で函館以南，大平洋，大西洋に広く分布し，特に東支那海大陸棚に多い。

(水深 10～150 m)

甲の中央にH状の斑紋がある。美味。

写真は東支那海大陸棚斜面で調査船のレンコ籠に約30匹はいったものである。

## 目次

バイテクよもやま話-Ⅱ .....	1
鮮度保持に思う .....	3
海の中の栄養バランス .....	4
奄美海域の浮魚礁について .....	5
イシガキダイ種苗生産を経験して ...	7

## バイテクよもやま話—Ⅱ (テイラピア全雄生産の現状と課題)

平成3年3月19日の南日本新聞に、「日本拜見，食の社会学」としてバイオ魚が取り上げられていました。記事のなかでは、ニジマスやアユの3倍体が既に一部の食卓に上っていること、近い将来、さらに多くのバイオ魚が地域特産種として市場に出回る日も近いと考えられることなどが、雌の生産研究を中心に華々しく取り上げられていました。

確かに雌を中心とした生産技術（前記，ニジマス，アユの3倍体も，全雌の3倍体を目指しています）は各県で精力的に研究されていますが，本県内水面の主要養殖魚種であるテイラピア・ニロチカは，逆に雄のほうが成長が良く価値が高いという数少ない魚種の1つです。それでは，このような場合，雄だけを作るにはどうしたらよいのでしょうか？今回は現場で行っているテイラピアの全雄生産技術開発，その現状と課題について，簡単な紹介をしたいと思います。

### ◇性の決定と分化について

性の決定には，性染色体といわれる特殊な染色体が大きく関与することが知られていますが，これには，大きく分けて，雄の側に決定権があるものと，雌の側に決定権があるものの2通りがあります。前者をXY型（雄異型性，雄ヘテロ），後者をZW型（雌異型性，雌ヘテロ）と呼びますが，前者の場合，雄の精子の性染色体がX染色体のものと，Y染色体のものとの2種類が存在し，卵（X染色体しかもない）と受精した際に，XYの組み合わせとなったものが雄，XXとなったものが雌になります。人間を含めた哺乳類等ではほとんどがこのタイプで，魚類でも性染色体が知られているうちの多くが，今回紹介するテイラピア・ニロチカを含めてXY型であることがわかっています。ただ，人間等高等動

物と魚類等下等動物における大きな違いは，高等動物では性染色体による性の決定が厳格であるのに対し，魚類等ではふ化後一期間は性的に不安定なものが多かったり，またクロダイのように成長に応じて性が転換するなど，性分化の不安定な「未分化種」が存在するということです。

### ◇性転換雌と交配による全雄生産技術

このように，ふ化仔魚が性的に不安定であることを利用して，現場では現在，雌性化ホルモン（女性ホルモン）をふ化仔魚に与え，遺伝的な雄を機能的な雌に転換した魚（性転換雌，以降は偽雌と呼ぶ）を利用しての全雄生産を行っています。

偽雌は，遺伝的には雄ですので，性染色体はXYの組み合わせになっていますが，雌性化ホルモンにより機能的には雌となっているため卵巣を形成します。この卵には，X染色体をもつものとY染色体をもつものの2種類が存在し，正常な雄の精子もまたX染色体をもつものとY染色体をもつものの2種類があるため，この雌雄を交配すると，理論的には， $XY \times XY = XX + 2XY + YY$ となり，雌（XX）1に対して，雄（XYあるいはYY）が3の割合で出現し，さらに雄3のなかにはYYの染色体の組をもった超雄が1の割合で出現します。この超雄が得られれば，正常な雌と交配した場合にその子供はXYの組み合わせとなり，全雄生産が可能となります。

実際には，偽雌と正常雌を区別する際，さらに超雄と正常雄を区別する際には，外観等で判断することは不可能なため，後代検定と呼ばれる方法で区別を行っています。これは，例えば超雄と正常雄を区別する際に，とりあえずすべての雄を雌と交配（検定交配）してみても，得られた稚魚がすべて雄であった場合

に、その時の雄親が超雄であった、とするものです。分場では、これまで4尾の偽雌と正常雄を交配して得られた4つの超雄候補魚群（超雄か正常雄か未判定の雄の群）について、3群分の超雄候補魚55尾に検定交配を実施し、得られた稚魚、計1,636尾の雌雄の別を調べましたが、そのうち11尾の超雄候補魚からの稚魚で性比が雄80%以上となったものの、全雄の群は認められませんでした。ところが、昨年残りの1群について後代検定を始めたところ、今のところ1尾だけですが、性比を調べた稚魚が全尾とも雄という例が認められました。この例では、再度確認のため継続飼育していたところ病気により斃死してしまいましたが、この親雄が超雄であった可能性は高いものと思われ、今後この群の後代検定を継続することで、新たに超雄が見つかるのではないかと考えられます。

◇雌性発生法の全雄生産技術への応用

このように、理論的な技術の流れが現実のものとなる可能性が高まる反面、解決すべき課題も明らかになってきました。その問題とは、偽雌と正常雌の選別技術の見直しと、それに伴う技術全体の短縮化です。特に、偽雌と正常雌の選別では、この時点で判別を誤ると、その後における多大な作業がまったくの無駄になるという点で大きな問題となります。これまでは、外部生殖器の形態が雄で、なおかつ卵巣を形成しているもの、さらに、正常雄との交配で得られた稚魚の性比が理論的な性比（雌1に対し雄3）に近いものを偽雌としてきましたが、これまでの最終結果と照らしあわせれば、必ずしも完全とはいえないように思われます。この問題を解決するために、現在考えている方法が、雌性発生法による偽雌の検定並びに超雄の作出です。（図1）

雌性発生法は、XY型の魚種で正常雌に対して行えば、卵核（X染色体）だけで発生するため雌だけが生まれて

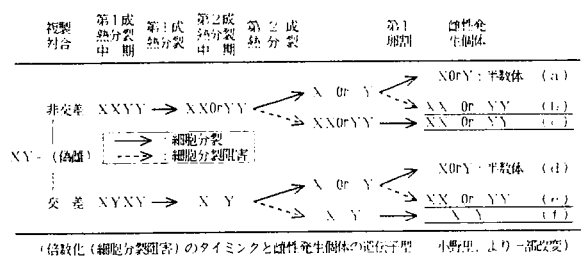
きます。ところが、偽雌に対して雌性発生を行うと、偽雌の卵内のY染色体が関与するため、図に示す通り、必ず雄が混じってきます（図中、b, c, e, f,）。従って、偽雌か正常雌か判然としない魚に対して雌性発生を行えば、得られた稚魚の性比から、その雌が偽雌か正常雌かを確実に知ることが可能と考えられるわけです。

また、本法においてさらに注目すべきことは、このように雌性発生によって得られた雄の中には、すでに超雄（YY雄）が混ざっている場合がある、ということです。特に第1卵割阻害では、染色体の交差があろうとなかろうと得られた個体の雄はすべて超雄となります（図中、b, e）。第2成熟分裂阻害（第2極体放出阻害）では、染色体の交差があった場合は正常雄のみ生まれますが（図中、f）、交差がなければやはり超雄を得ることができます（図中、c）。第2成熟分裂阻害では、この2通り（f, c）の個体が混在して得られるため、超雄と正常雄の選別は従来どおり後代検定により行う必要がありますが、少なくとも確実に超雄が混じっているという確信は、その後の作業に自信を与えてくれるものといえるでしょう。

以上、簡単に紹介しましたが、今後は、ともすれば理論だけが先行しがちなバイテク研究に対し、それを裏付ける実践を重ねることによって、いつの日か養殖池を全雄種苗で満杯にできれば、と思う今日この頃です。

（指宿内水面分場 和田）

図1 雌性発生法による偽雌の検定、及びYY雄の作出



## 鮮 度 保 持 に 思 う

漁業者のみなさんが1尾でもたくさん獲ろうとする努力は当然のことですが、漁業資源の現状から、これ以上の漁獲物を期待することは無理で、今後の漁業経営は操業の機械化、合理化とともに漁獲物の価値を最高度に発揮し利用することが大事であると思います。

漁獲高を現在以上に高めることは困難と思いますが、現在より少ない費用と労力で魚を獲り、より高い値で魚を売ることは可能であります。同じ市場で同じ魚種でありながら、数倍の値段の差がみられるのは普通のことですが、これらの魚も数日前の生きている時は全く同じ品質のもので、漁獲後数日間の取り扱いの違から起る事です。

近年は流通機構の革命によって消費圏は全国的に拡大され、魚の価格は全国的な水揚量や水産物以外の食料品の影響を受けます。

従ってできるだけ魚に貯蔵性を与えて有利な時期、有利な地域に出荷して販売することが必要となって、魚の鮮度というものがあります。強く魚の価格にひびくようになってきます。

一般に魚は死ぬとしばらくすると硬くなり（死後硬直）。硬直がすぎると軟く（解硬）なり、最後に腐敗します。そして一般には硬直前や硬直中の魚が生きが良いといい、市場では生きの良いものを更に区分して、硬直前のものを活魚またはイキといいます。イキまたは活魚は文字通り魚の肉は生きているわけで、外見は死んだように見えても、筋肉にメスを入れたり、電気的な刺激を与えると、その刺激に感じて筋肉はけいれんします。

魚が生きている場合の縮みは、筋肉内のミオシンとアクチンという繊維状のタンパクが

アデノシン三リン酸（ATP）などという高いエネルギーをもったリン酸化合物の分解とともに、アクチンというタンパクになることによって起るといわれています。

従って筋肉からATPが消失すると筋肉は縮まなくなります。しかし、魚が生きている時にはこのATPは絶えず再合成されるので筋肉は伸び縮みすることができますが、魚が死ぬと血液の循環はとまり、酸素の補給が行われないので、ATPの再合成は行われず、ATPは漸次消失します。そして一般にATPの量が生前の2/3位に減少した頃、死後硬直の開始が肉眼点に見られるようになり、ATPが零になると硬直は完了するといわれます。

死後硬直が完了すると、縮むもとであるATPが消失するので、筋肉はもはや縮まなくなり、一方筋肉内に存在する酵素の作用で、タンパクは分解され、漸次軟かくなります。これが解硬の現象ですが、このような硬直や解硬の現象の作用は、主として生前から筋肉内に存在している酵素の働きによるものです。

このような死後硬直の開始を遅らせたり、硬直期間を長く保とうとする場合には、生物学的手段が必要で、死直前の筋肉内のATP量を高く保持し、また死後はこのATPの分解をできるだけ遅くするようにすることが必要です。

魚の取り扱いや、保冷の方法を十分理解し、鮮度保持を図り、魚価の向上に努めて下さい。

（化学部 是枝）

## 海の中の栄養バランス

最近人間社会では健康食品が大流行しています。近年食品として魚介類が見直されてきたのも、この健康食品ブーム（大衆魚）やグルメブーム（高級魚）の影響だと思われます。健康な人は健康を維持する為に、健康でない人は健康を回復させる為に、この大流行になっている健康食品をせっせと食べている、又は流行に乗り遅れまいとして食べている？と  
ころではないでしょうか。

人間は、健康である為、又は生きてゆく為に必要な栄養を食品から意図的にしかもバランスがとれるように摂取することができます。言い換えると、人間は選択的に栄養を摂取することができる、ということです。一方、自然界に生きる者達、特に地球表面積の7割を占める海の中に生きる生物はどうでしょうか。

御存知のとおり、海の中でも生態系は生産者（植物プランクトンや海藻等）と消費者（魚介類や動物プランクトン等）に分けられ、これら2者、あるいは消費者同士間における食物連鎖（弱肉強食）によって生態系は成り立っています。海の中の生態系を背に負っている生産者、すなわち植物プランクトンや海藻等は、海水中に含まれている栄養塩を生きる為の「食品」としています。海中の消費者や、消費者に捕食されなかった生産者が命を失った後は、細菌等の分解者により無機や有機の窒素やリンに分解されます。大昔（言い換えると、ヒトがまだ現われていなかった、あるいはヒトが出現してもまだその数が少なく自然に影響を与えるほどの文明を持っていなかった頃）には、この無機や有機の窒素・リンが主に生産者の栄養となっていました。一般にこの生産者達は人間と違い、意図的に栄養を選択する能力に乏しく、自分の周り

る栄養塩だけしか摂取する事ができません。従って健康食品などあるはずもなく、自分に必要な栄養塩がそろい、しかもある程度の量が存在する所でしか増殖することができません。

時として生産者が大增殖する事がありますが、植物プランクトンの大增殖が赤潮です。毎年の様に悪さをしでかしている有害赤潮生物も生産者である植物プランクトンです。赤潮は、水温、塩分、競合種の有無、微量成分、気象、窒素やリン等、幾つかの要因が関連して成立します。ですから、有害赤潮が度々発生する様になったという事は、栄養塩に関しては常に赤潮発生可能な状況にあると言う事であり、それだけ海水が有害赤潮生物にとって栄養バランスの良い食品？となってきたとも言えるのではないのでしょうか。ただし、この様な食品を作り出してしまったのは人間側です。激増した生活排水、収容能力を超過した養殖、農地から流出する水に溶け易い化学肥料などは、今や自然の浄化能力を超えてしまい、さらに埋め立てや護岸工事が自然の浄化作用を消滅させようとしています（うしお第243号）。

人間自身の栄養バランスも重要ではありませんが、少しは自然界の栄養バランスにも目を向け、自然界の健康も考えてみる必要があるのではないのでしょうか。

私は、赤潮調査でこれら栄養塩等の分析を担当していますが、有害赤潮の発生と窒素(N)やリン(P)といった海水の栄養バランスとの間には、何らかの因果関係があるように思われるので、今後はこの海水中の栄養バランス(N・P比)に目を向け、赤潮発生予知の手がかりにしてゆきたいと思っています。

(生物部 徳永)

## 奄美海域の浮魚礁について (亜熱帯海域水産開発共同研究)

水試漁業部では、平成元年度から奄美海域で「浮魚礁魚群蝸集機構調査」(亜熱帯海域水産開発共同研究)が始められました。今後も調査を継続する予定ですが、今回は奄美海域の浮魚礁の現状と今後の課題を報告します。

### 【浮魚礁設置・流失状況】

奄美海域における浮魚礁の設置は、近海カツオ漁の低迷が続いていた昭和59年3月に初めて5基(2漁協)が設置され、翌60年にはその効果をふまえ16基9漁協と増加し、以後平成2年まで毎年17~32基(7~9漁協)づつ設置されています。

昭和59~平成2年までの合計では、海区13漁協全てが設置しており、総数は約140基に達しています。しかし、一方では流失する浮魚礁も多く、平成2年12月末現在での現存数は約35基となっています。(累計では7割以上が流失または撤去)しかも、現存の6割近くが平成2年に設置、或は再設置したもので、2年以内に流失するものが多く、平均耐用年数は1~2年程度と推定されます。

### 【浮魚礁設置位置及び水深】

設置位置は、奄美大島西部及び徳之島東部海域に集中しており、設置水深は大部分が1,000m以浅で主に500~800m付近に設置されています。水深別の適所については、現在検討中ですが、大水深の方がマグロ類・カツオ等の回遊魚には有効で、魚礁自体の耐久性にも優れるようです。また、単に水深だけでなく、海底地形との関連もあると思われます。

### 【浮魚礁の浮体について】

浮魚礁の浮体としての一般的な条件として

- ① 長期間設置しても腐食・腐敗しないこと
- ② 発見しやすいこと(安全面においても)

- ③ 撤去・回収が容易なこと等が挙げられます。

現在奄美海域で設置されている浮魚礁は、浮体形状・材質ともに実に多種・多様で、海岸に漂着した漂流物の再利用や木製の古電柱で筏を組んだもの、或は鋼製の航路標識の払い下げ品まであります。これら、浮体形状・材質の違いによる蝸集差は、現時点では明確ではありません。と、言うのは蝸集量・魚種等は海況要因の影響を大きく受けるため同一条件に設置されていない浮魚礁を比較しても、それがそのまま浮魚礁自体の差とは、言えないからです。(但し、耐久性にはかなりの差があるように思われます。)

### 【浮魚礁(漂流物)への蝸集機構について】

何故、魚が浮魚礁に集まるのか、集まる理由が分かれば、蝸集要因の機能を増幅し効果の大きい浮魚礁の開発が可能となります。

その蝸集要因としていろいろな説がありますが、それぞれの説に肯定・否定材料があり、特定出来ません。今後も引続き検証していく予定ですが、ここに、その諸説を紹介します。

- ① 摂餌のため
- ② 外敵から身を守るため
- ③ 陰を好んで集まる
- ④ 音が魚を誘引する
- ⑤ においが魚を誘引する
- ⑥ 産卵のため
- ⑦ 体表の寄生虫の除去
- ⑧ 群れの一員となる

### 【奄美地区での浮魚礁アンケート調査から】

Q:「浮魚礁での操業経験がありますか?」

A:『操業経験あり』(ほぼ全員)

Q:「浮魚礁は効果があると思われませんか?」

A:『浮魚礁は効果がある』(ほぼ全員)

※(効果なしと言う回答は皆無)

Q:「浮魚礁の効果の主な理由は何ですか?」

A:『(殆ど)いつでも魚が集まっている』

『漁場探索の短縮で油代が節約される』

『漁獲が安定する』等

特定の漁業者の方を選定したわけではないのですが、この結果からでも、浮魚礁の効果についてや、奄美海域の漁船漁業に占める浮魚礁の重要度が推察されます。また、

Q：「将来どの様な浮魚礁があれば良いと思いますか？」

A：『大型のもの（ACMIのような）』

『頑丈なもの・耐久性のあるもの』

これは、もっともと思われる回答ですが、このように大型で耐久性のあるものは、当然それだけ事業費（設置経費）が大きくなると思われます。そこで・・・

#### 【大型浮魚礁の試算】

浮魚礁の設置経費と耐用年数及び必要水揚げ額等の試算を、現在沈設型の魚礁等で行われている「妥当投資額法」で行いました。

$\alpha$  = 浮魚礁設置経費 R = 投資効率

(i) = 年利子率 (r) = 所得率

(n) = 耐用年数 とすると投資効率

Rを充すために必要な、その浮魚礁からの必要年間水揚額は

$$\geq R \cdot \alpha \cdot \left[ \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] / r$$

で与えられます。（年間純利益は、水揚げ額に所得率を乗じた金額となります。）

投資効率  $\geq 1.5$  利子率 (i) = 0.04

所得率 (r) = 0.5 （農林統計漁家経済）

上記条件での試算結果から、1浮魚礁の年間水揚げ額が4,000千円前後と仮定すると、

1,000千円の浮魚礁であれば1年間の耐用年数で充分投資効率1.5を充します。

3,000千円の浮魚礁では、2～3年。

5,000千円の浮魚礁では、4～5年。

10,000千円の浮魚礁ともなると10年近くの耐用年数が必要となります。

果して、10,000千円で耐用年数10年の大型浮魚礁の設置が可能かどうか、或は可能であった場合3年で流失しても投資効率のとれる3,000千円の浮魚礁を3基設置するのと

10,000千円の1基のどちらが収益増加につな

がるのかの議論は別の機会にゆずります。

また、この試算の設置経費には、維持管理費が含まれていません。沈設魚礁では殆ど不要ですが、浮魚礁の場合その耐用年数に応じた維持管理費を必ず計上する必要があると思われる。また、流失の可能性がある以上保険も必要となるでしょう。

更に、カツオ・シビ・シイラ等は漁獲量と単価に負の相関がみられ、漁獲量の増加分が単純には金額の増加にはならないでしょう。

以上のような理由により、この試算結果以上の耐用年数が必要になると思われます。

しかし、逆に大型浮魚礁であれば、現在の小型のものより蛸集量が大きくなるとすれば、より短期間での償却が可能となるかもしれません。どの程度蛸集効果が向上するのか、或は操業漁船数がどの位増加出来るのか等は、今後の重要な検討課題となるでしょう。

#### 【浮魚礁利用漁業の今後の展開】

1. 現行の簡易なものを副漁具的に使用  
(経済効果向上のための徹底した管理体制)
2. 補助事業の対象となるような耐久性があり、且つ多機能を有する大型浮魚礁の開発
3. 表層型のみならず、対象魚種毎に、より有効な中層・底層型魚礁の開発
4. 大型浮魚礁を核として数種類の魚礁を組み合わせ、対象魚種や蛸集効果の及ぶ範囲・操業可能な漁船数等を考慮した沿岸・沖合での浮魚礁漁場の造成

#### 【最後に】

ここ数年のうちには、耐久性のある大型浮魚礁が補助の対象として登場するでしょう。

まず、大水深(500m以上位か?)に設置するものが認められることになると思われ、奄美海域では現行の浮魚礁は、殆どこれ以上の水深に設置されていますので、対象海域として有利でしょう。そのためにも、現時点で蛸集効果や経済効果の基礎資料をしっかりと整備しておく必要があると思います。

(漁業部 東 剛志)

## イシガキダイ種苗生産を経験して

私が鹿児島県の職員として、栽培漁業センターに勤務することになり早くも1年がたちました。学生時代は、赤潮を卒論の対象としていた自分にとって水産生物の種苗生産は、授業で話を聞いたことがあるくらいで全く初めてのことばかりで、毎日が新しいことの連続でした。約1年たった今でも毎日失敗の連続ですが先輩方のご指導のもと頑張っています。

この一年で、シマアジ、イシダイ、イシガキダイ、アワビ、アサヒガニ、ヒラメの種苗生産に関わってきましたが、今回はイシガキダイの種苗生産について紹介したいと思います。

イシガキダイは、イシダイ科に属し学名を *Oplegnathus punctatus* といひ本州中部以南に生息していて体全体に黒褐色の斑点のある魚です。

本センターでは昭和57年度から種苗生産の技術開発を行なっていますが、鰹肥大などの症状が発生し大量生産にはいたっていない状況です。

本年度の生産は、5月15日に浮上卵30万粒を50t水槽にセットしたところから始まりました。卵を入れてから2日後には孵化し、孵化率は86%でした。孵化したばかりの仔魚は腹部が膨れたオタマジャクシのような形をしていて、これがあのイシガキダイになるとは信じられない感じがしました。孵化後3日には開口したため、餌となる生物のワムシを入れました。使用したワムシは本センターで継続培養しているS型ワムシと呼ばれるものですが、給餌の前日及び当日の朝、2種類の高度不飽和脂肪酸強化剤により栄養強化してあります。前年度まではこの強化に油脂酵母を

使用しておりその点がこれまでの飼育と違う点です。当初はあまりワムシを食べてくれませんでしたでしたが孵化7日目頃から比較的良く食べてくれるようになりました。25日目にアルテミアを餌として給餌を始め、36日目には配合飼料を投餌しました。この時期はワムシ、アルテミア、配合飼料3種の餌を与えねばならず忙しい毎日です。42日目でワムシを、48日目でアルテミアの給餌は終わり配合飼料のみとなり、配合の自動給餌機のプロワーの動くブーンという音がすると魚が条件反射でいっせいに集まってくるのを見らなうれしくなります。60日目頃から表層でふらふらしている個体が見られ始めここまで来て大量斃死するのではないかと心配しましたが、幸い大量斃死まではならず、68日目の7月25日に放流用として1万4千尾出荷することができ、生残率は約5%でした。

今年度のイシガキダイ種苗生産を振り返ってみて、例年のような鰹肥大、エピテリオなどの発生はみられなかったため、ワムシ栄養強化の効果があったのではと考えています。しかし、まだまだ初期減耗が大きく、改良する点も多いため、大量生産できる日を夢見てよりいっそうがんばらなければならないと思っています。

(栽培漁業センター 富安)