

うしお

第261号

平成6年7月



「かごしま旬のさかな」

夏のさかな(1):キビナゴ

本州中部以南、フィリピン、東インド諸島に分布。イワシの仲間で体長は約10cm。産卵期は5～6月、卵は沈着性粘着卵。

新鮮なものは身を開いて酢味噌かワサビ醤油で食べる。丸ごと串に刺し塩焼きもおいしい。

最近、成人病に効果があると発表され脚光を浴びている。

目次

魚類の雌雄とバイテク.....	1
シマアジ餌付けについて.....	3
水産加工食品への茶の利用.....	4
国外産種苗と魚類防疫.....	5
平成6年度各部事業計画.....	7

鹿児島県水産試験場

魚類の雌雄とバイテク

多くの動物には、雄、雌の区別があります。雄、雌の性別は何で決まるのでしょうか。哺乳類や鳥類では性染色体と呼ばれる性別を決定する染色体があり、それにより性別が決まります。染色体とは、生物の設計図である遺伝子が集まり束になったものです。人間の染色体は46本あり、そのうちの2本が性決定に関係しています。残りの44本の染色体は同じ形、大きさのものが2本ずつありますが、性染色体だけは、女性の場合は同じ大きさ、形ですが、男性の場合は大きさ、形が異なります。女性は2本持ち、男性の場合は1本しかない性染色体をX染色体、男性しかない小型の染色体をY染色体と呼んでいます。つまり男性の場合、性染色体の形はXY型で、女性の場合はXX型になります。

鳥類の性染色体の型は、ZW型と呼ばれます。これは人間の性染色体の型と逆で雄の場合が同系の性染色体を持ち、雌が異なる形のものを持ちます。雄がZZ、雌がZWになるわけです。

一方、ハ虫類の場合は、哺乳類や鳥類のように明確な性染色体の有無の分かっているものは少なく、多くの種では不明のようです。また哺乳類、鳥類の場合は性の決定は受精時に決まってしまう、後の環境に左右されませんが、ハ虫類では受精時には性が決まっておらず、発生段階での温度により性が決定する温度性決定の種があることが報告されています。これには次の3通りあることが知られています。①温度が高いと雌が、低いと雄が発生するもの。②①とは逆に温度が高いと雄が、低いと雌が発生するもの。③中間温度では雄が、低温と高温では雌が発生するもの。アメリカのアカウミガメでは、産卵地が北の場合

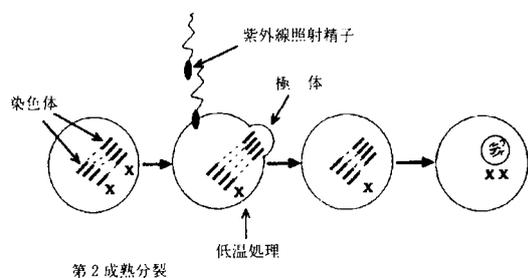
はふ化した小ガメが雌雄同数で、南の場合は9割以上雌だった例があるそうです。

さて我々に一番馴染みがある魚類の性決定についてですが、染色体が調べられている約2千種類の魚類のうちの約60種程度しか性染色体があることが報告されていません。しかも性染色体のタイプも多様で、①哺乳類と同じ雌XX、雄XYのXX-XY型、②鳥類と同じ雄ZZ、雌ZWのZZ-ZW型、③雄が1本しか染色体を持っていない雌XX、雄XO（Y染色体を持っていないのでXだけでよさそうですがこう表記します。）のXX-XO型、④③と逆の場合の雄ZZ、雌ZOのZZ-ZO型となんでもそろっています。

染色体レベルでの性だけでなく、実際に卵巣や精巣をもつかといった面での雌雄もさらに多様性に富んでいます。成長するにつれ精巣をもつ個体と、卵巣をもつ個体が別々にいてそれが変わることはない雌雄異体型。同じ個体が卵巣、精巣の両方を持つ、雌雄同体型。この型には、最初は精巣が発達して雄として機能し、高年齢になると卵巣が発達する雄性先熟型。逆に最初は卵巣が発達し、後から精巣が発達する雌性先熟型があります。ある時、それまで雄だったものが雌に、また雌が雄に変わるのでからなんだか変な話です。異体型、同体型のほかに全雌型と呼ばれるものがあります。これは読んで字のごとく雄がいなくて雌ばかりの魚で、琵琶湖のギンブナはほとんど雌だけであることが知られています。では雌ばかりでどうやって種を増やすのでしょうか。産み出された卵は、ほかの魚の精子との受精による卵の発生が進み、やがて孵化します。普通の受精とは違い、精子は卵核と融合するわけではなく、卵が発生を進めるため

の刺激となるだけで、雌の遺伝情報だけしかもたないわけです。現在盛んに研究されている魚類のバイテク技術の1つである雌性発生を自然の状態で行っているわけです。ハ虫類のところでは発生時の温度により性が決定される種がいることを書きましたが、魚類においても同様な例が報告されています。アメリカの大西洋岸にすむメネディアという魚の卵を異なる水温で孵化させたところ、水温が高いと雌の割合が少なかったそうです。また、身近なところではヒラメで同様な傾向が見られます。以下ヒラメのバイテク技術と性との関係を話してみたいと思います。

ヒラメでは雄より雌の方が大型に成長することがよく知られています。そのために雌の種苗ばかりできれば養殖用としては都合がよいため、当センターにおいても雌性発生の試験を続けてきました。具体的にどのような方法を用いるかといいますと、まず最初は、精子に紫外線を当て遺伝子を無効（不活化）にします。この精子と卵を受精させますが、これをそのまま発生させても通常の場合の半分しか染色体がなく正常には孵化しないため、受精3分後から0℃の海水に30分間浸し、第2成熟分裂を阻止し1組の染色体の放出を停止させます。このように発生させたヒラメは雌の遺伝子（ヒラメの性の型はXX-X Y型）だけで、雄になるために必要なY型性染色体を持たないために、すべて遺伝的には雌になります。



この方法は有効ではありますが毎回このような操作を行わなければならないため大変手間がかかります。そこで魚の性が不安定な点

を利用することになります。ヒラメは全長30mm程度までは生殖細胞はまだ精巣と卵巣の区別はなく、全長50~120mmぐらいの時期に精巣、卵巣に分かれてゆきます。この時期に性ホルモンを与えると、遺伝的雌雄とは関係なく雌雄が決定されることが報告されています。そのため、雌性化処理をしたヒラメの稚魚に雄性ホルモンを与えると、遺伝的には雌でありながら精巣をもつヒラメができます。（性転換雄魚と呼びます）。この性転換雄ヒラメと通常の雌とを交配させればすべて雌のヒラメができるわけです。当センターでも平成4、5年度のバイテク試験において、前述の方法で作出した雌性化魚に、全長32~115mmの成長期間雄性ホルモンを配合飼料に混ぜて給餌を行い、性転換雄ヒラメを作る試験を行いました。孵化後300日以上経過したところで1部を採り上げ、開腹して生殖腺を調べたところ、雄性ホルモン入り、配合飼料を給餌した個体はすべて雄でした。この結果だけでしたらホルモン投与効果があったと喜ぶところですが、本来ならすべて雌であるはずの、ホルモン投与を行わなかったただの雌性化魚も、94%の雄性率でした。また雌性化処理を施さなかった通常発生のヒラメの雄性率も100%でした。この結果においてはこれからさらに検討していく必要がありますが、他県の研究報告で、異なる水温で飼育を行ったところ、高水温飼育においては雄の割合が高かったことが報告されており、また別の報告では飼育環境により性比が異なる可能性が示唆されています。そのため今回の実験の環境が雄になり易い環境だった可能性もあります。

このように魚の性は多様であり、まだまだ不明な点も多いのですが、これからのバイテク技術との関連からも、さらに研究が進み解明されてゆくと思います。

（栽培センター 富安）

シマアジ飼付けについて

シマアジは本州中部以南、伊豆諸島からインド洋まで分布しており、アジ類の中では最も美味な高級魚として利用されています。

かつて、高知県では回遊してくるシマアジを対象として飼付け漁業が行われていました。

最近では種苗生産技術の工場によりシマアジの人工種苗も安定供給が行われるようになり各地で人工種苗を用いて飼付けによる放流実験を行っていますが、本県でも、平成元年度から5年度まで実験を行いましたのでこれまでの経緯を述べてみたいと思います。

1. 飼付けとは？

栽培漁業の考え方が定着し各地で様々な魚介類の放流が行われています。放流事業に携わった人ならわかるでしょうが如何にして放流の歩留りを向上させるかいろいろ努力していると思われま

す。魚を放流する際、放流直後の減耗（初期減耗）が問題になってきます。そのため、中間育成を実施したり、囲い網を設置するなどして初期減耗の防止に努めています。

「飼付け」も初期減耗を防止するための一つの方法と考えてください。

実験では、放流地点を「飼付け場」と設定し、その中心に「飼付け基盤」を設置します。

「飼付け基盤」は音響発声装置がついた自動給餌機ですが、中間育成の時から餌を与える度に音を聞かせて学習させます。シマアジはこの学習能力が優れていると言われ約2週間程度で音を出しただけで集まってくるようになります。

これを馴致といいます。馴致されたシマアジを飼付け場で放流し、自動給餌機で餌を与えます。もちろん、このときも音を出します。つまり、網のない中間育成と考えてくだ

さい。

こうする事で、放流しても飼付け場周辺に滞留しており、初期減耗が防止でき、環境にもなれ自活できるようになると分散して行くというわけです。

2. 本県での取り組み

本県では、実験海域として指宿市岩本地区と瀬戸内町久慈地区の2カ所を設定して飼付け試験を実施しました。

（岩本地区）

岩本地区では、最長10カ月の滞留が確認されましたが、水温下降期になると湾口の方向へ分散していく傾向がありました。また、4～5月にかけて前年放流群の回帰が見られましたが、分散後回帰までの移動経路をつかむことができませんでした。

（瀬戸内地区）

瀬戸内地区では、最長12カ月の滞留が確認されましたが、逆に放流2～3日後に分散した例もあります。

分散の原因としては、イルカ等の外的魚の侵入や台風の襲来等が考えられますが、それさえ防げれば長期飼付けが可能になりました。

ただ、両地区ともシマアジの放流事業が水揚げという形で成果が現れていませんし、飼付け場所の設定、放流手法、飼付け手法等まだまだ検討することが多々あります。

そこで、本県では実用化に向けてさらに5年間の試験を実施しているところです。

この5年間である程度の目処をつけシマアジだけでなく他の魚種にも適用できるような飼付け方法を見出したいと考えています。

（漁業部 中野）

水産加工食品への茶の利用

お茶は私達の生活に大変身近な存在ですが、古くから漢方薬としても用いられ、その成分のカフェインによる覚醒作用、利尿作用、カテキンによる殺菌作用等が認められています。

一方、小魚をお茶と煮ると、骨が軟らかくなるとともに生臭さが消えるといわれます。

また、最近、お茶を飲んだ後の茶がらを乾燥、粉末にして料理に利用したり、虫菌予防に効果があるとして、お茶成分入りのキャンデー、ガム等が発売されています。

今回、市内の短期大学と共同で、塩干品の品質向上に及ぼす茶抽出液の効果について試験を行いましたので、その一部を紹介します。

試験は、製造工程にお茶の抽出液を用いてアジ塩干品（開き）を試作し、その品質について検討を行いました。

鹿児島市中央卸売市場に水揚げされた新鮮なマアジ（平均魚体重145g、 -20°C に約1ヶ月間凍結保管したもの）を原料としました。

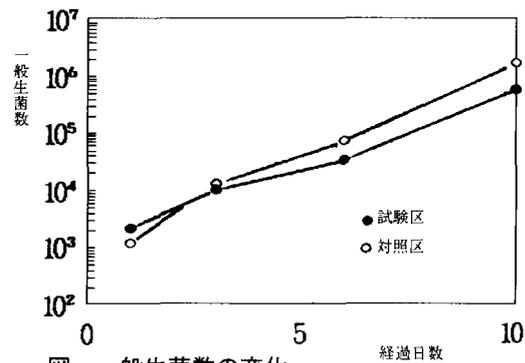
原料を流水中で解凍後、料理して内蔵、鰓を除去し、水洗、水切りを行い、17%食塩水に30分間浸漬しました。これを試験区と対照区とに2分し、試験区はあらかじめ3分間沸騰させた90 $^{\circ}\text{C}$ の湯で3%量の煎茶を5分間抽出した液で、対照区は3分間沸騰させて冷却した水でそれぞれ水洗し、水切りを行いました。その後、23 $^{\circ}\text{C}$ で3時間乾燥を行いました。

表 品質評価 (n=28)

項 目	試験区	対照区
色	11	17
つ や	11	17
魚 臭 の 強 さ	0	28*
肉 質 の 締 り	15	13

*0.1%の危険率で有意差あり
(クレーマーの検定表による)

試作品の両試験区について、水分、塩分、色調、物性等を測定するとともに、生の状態と焼いた後の官能評価を行いました。また、一般生菌数の経時変化について調べました。



結果の一部を表と図に示しましたが、まず、水分は試験区が77.1%、対照区が75.7%で、試験区がやや多く、塩分はともに約2.3%で差がありませんでした。

色調及び物性についても顕著な差は認められませんでした。

官能評価は表に示しましたとおり、魚臭の強さの差が顕著で、これは焼いた後も同様の傾向で、生臭さを消す効果が認められました。また、試験区に肉質の締りが若干認められましたが、色、つやは逆に劣る結果となりました。さらに、焼いた後の食味試験の結果から、試験区で塩味が弱められることがわかりました。

次に、一般生菌数の経時変化は図に示しましたとおりで、3日後以降、対照区に比較して試験区の値が小さく推移し、制菌作用が認められました。

今回の試験で、塩干品の製造工程に茶抽出液を用いることにより、生臭さが消え、制菌作用が認められましたが、生臭さの成分、或いは消臭の機構等、不明な点も多く、興味深い課題と思われまます。 (化学部 新谷)

国外産種苗と魚類防疫

近年、国内の海面養殖は養殖魚種の多様化が進んでいます。その中で、国内産だけでは種苗が足りない魚種は、国外から種苗の輸入が行なわれています。このような国外産種苗の輸入状況をまとめた南西海区水産研究所の資料（表1）によると、東南アジアを中心に色々な魚種が輸入されています。本県にもこれらの魚種が輸入されており、中でも中国海南島と香港由来のカンパチ種苗が代表的な魚種となっています。

1. 養殖クルマエビの大量へい死

このような国外産種苗の輸入に際して、特に病気の検査は必要ありません。そのため、新たな病気の侵入が以前から心配されていました。その懸念が現実のものとなった事例として、クルマエビの大量へい死があります。

平成5年5月頃から西日本各地（広島・山口・大分・熊本・鹿児島・沖縄の6件）のクルマエビ養殖場で原因不明の大量へい死が発生しました。各県水試の聞き取り調査によると、中国福建省の稚エビを輸入した養殖場で最初に発生しており、輸入稚エビとともに新たな病原体が侵入したものと推察されました。

その後、養殖研究所や南西水研を中心とした研究により、病エビから新しいウイルスが分離されています。

2. 新しいハダムシ症

数年前から、主に四国、九州の養殖ヒラメとトラフグに従来見られなかったハダムシ症が発生するようになりました。このハダムシは、ネオベネデニアという種類で、ブリに寄生するベネデニアとは別の種類です。このネオベネデニアは、香港で蓄養中のカンパチ種苗と国内に輸入直後の種苗にも寄生していたことから、カンパチ種苗とともに国内に侵入

表1 各魚種の輸出国あるいは地域

魚種	韓国	中国	中国山東省	中国海南省	香港	台湾	フィリピン	ベトナム
マダアイ		○	○	○	○	○		
クロダイ		○						
スズキ (中国スズキ)	○	○	○		○	○		
マハタ(ハタ)	○							
ハタ(種不明)					○?			
キジハタ?	○							
チャイロマルハタ							○	
アオハタ					○			
アイナメ		○	○					
メバル	○							
カワハギ			○					
ヒラメ	○							
ブリ	○				○			
カンパチ	○			○	○			○
ヒラマサ	○							
マダコ	○							
クルマエビ						○		

○印の国あるいは地域から輸入

表2 国外産種苗の輸入の目的

県名	養殖用	放流用
三重, 香川, 長崎	有り	有り
神奈川, 静岡, 福井, 兵庫 和歌山, 熊本, 岡山, 広島 徳島, 高知, 山口, 愛媛 宮崎, 大分, 鹿児島, 佐賀	有り	無し

したものと考えられています。なお、ネオベネは宿主特異性が弱く、色々な養殖魚に寄生することが知られています。

3. 国外産種苗の輸入目的

上述したような新しい病気の侵入が心配されながらも、国外産種苗は何の目的で輸入されているのでしょうか。南西水研が昨年度実施した「国外産種苗の輸入の実態に関するア

アンケート調査結果」によると、表2に示した19県で国外産種苗が輸入されていました。ほとんどの種苗は養殖用として輸入されていましたが、三重・香川・長崎の3県では放流用としても輸入されていました。国内における業者間の移動を考えると、国内の主要な養殖漁場には、何らかの国外産種苗が養殖されているものと考えられます。

4. 輸入種苗の利点

アンケートでは、国外産種苗の利点や問題点についても調べています。回答の中から、主な利点を要約すると次のようになります。

- ① まとまった数量が入手できる。
- ② 早期に大型種苗が入手できる。
- ③ 邦産種苗の入手が困難である。
- ④ 邦産種苗と比較して成長が良い。
- ⑤ 安価である。

しかし、このような利点は必ずしも固定されたものではなく、養殖事情により変化するようです。マダイを例に上げると、以前は香港から多量の種苗が輸入されていましたが、国内における種苗生産技術の向上や種苗価格の低下などにより、輸入数量が減少しています。

5. 輸入種苗の問題点

色々の利点がある一方で、輸入種苗は多くの問題点があります。

- ① 国内に存在しない新たな疾病の持込み。

(生物部・福留)

現在、海面養殖魚類の防疫体制が確立されていないため、いずれの魚種でも国内各地の漁場に全く魚病検査を受けずに導入されています。このことは、国内に存在していない新たな魚病が持ち込まれる可能性を意味しており、何らかの対応が望まれています。

- ② 逃亡や自然産卵による生態系への影響。

国外産種苗の中には、邦産種と名前が同じであっても明らかに別種のものがあります。中国産スズキはその代表的なもので、体表の黒斑や体形から、邦産種と区別ができます。台風や網の破損により魚が逃亡し、生態系に影響を与えることが懸念されています。

- ③ 輸出国における資源への影響。

日本に輸入されている種苗の多くは天然産であり、これらの種苗を多量に捕獲することは、原産地における資源の減少を意味しています。たとえ、原産地においてその魚種が利用されていないとしても、無制限に輸入することには問題があるようです。

- ④ 生産過剰による価格低下。

国内における需給のバランスを乱すような種苗の輸入は、結果として価格の低下を招いているようです。

以上のように、国外産種苗には利点も問題点もありますので、これらを十分に把握されたうえで、養殖されることを望みます。

表3 主な輸入種苗の利点、問題点および邦産種苗との区別(回答県数)

魚種	利点	問題点	邦産種苗と区別
マダイ	・成長が速い(3) ・早期に大型種苗入手(2)	・エピテリオシスチス症(2)	・できない(2) ・体が丸い(1)
スズキ	・成長が速い(4)	・粘液胞子虫症の発生(2)	・紋様が異なる(5)
マハタ	・まとまった数量(4)	・水温障害?(1)	・同種である(5)
アイナメ	・国内で入手困難(1)	・外来性疾病導入の可能性(1)	・ (1)
メバル	・まとまった数量(4) ・安価である(2)	・由来が明確でない(1)	・少し横縞が明瞭(1)
カンパチ	・まとまった数量(7)	・新たな病原体の持込み(4)	・できない(5)

平成6年度各部事業計画

漁業部

1. 200カイリ水域内漁業資源調査；対馬暖流系及び太平洋系マイワシ資源調査地他
2. 漁海況予報事業；漁海況予測システム開発研究，黒潮変動予測調査，人工衛星他
3. 沿岸，近海漁業資源調査；浮魚資源調査，底魚資源調査，漁場環境調査
4. マグロ漁場調査；ビンナガ魚群調査，マグロ類漁場調査，日本周辺クロマグロ調査他
5. 広域栽培パイロット事業；マダイ，ヒラメ
6. 資源管理型漁業推進総合対策事業；マダイ，ヒラメ，カサゴ，イセエビ，ヒゲナガエビ
7. 回遊性種飼付け実用化事業；シマアジ
8. 着色防波堤による漁業効果調査
9. 奄美海域有用資源開発研究
10. 有害物質漁業影響調査
11. 調査船建造調査事業

化学部

1. 水産物利用加工研究；有効成分を含む水産食品の開発，品質改良及び加工技術指導
2. 新魚種餌料開発研究；新魚種の基礎的栄養要求の解明，適正配合餌料組成の開発研究
3. 赤潮対策技術開発試験；有害赤潮防除剤の技術開発，毒性試験，赤潮発生環境及び低酸素発生要因調査
4. 養殖代替飼料開発；マイワシに代わる魚類養殖用飼料の開発研究
5. 新技術利用加工開発研究；新しい食品素材及び機能性食品の開発研究
6. 水産物品質保持開発研究；安全で高品質の水産食品を供給するための品質保持技術の開発研究
7. 漁場保全対策研究；斃死魚等調査

生物部

1. 漁場調査関係；赤潮調査事業（鹿児島湾，八代海），赤潮情報伝達事業，貝毒モニタリング調

査，貝類毒化安全対策事業

赤潮被害防止事業（八代海コックロディニウム赤潮調査），温排水影響調査（川内）

鹿児島湾漁場環境監視調査

2. 魚類養殖関係；魚病総合対策事業，魚病対策技術開発研究，マグロ類養殖システム開発試験

3. 浅海資源調査；イセエビ増殖場造成試験，藻類増殖技術開発研究（オゴノリ），グリーンベルト造成試験（鹿児島湾）

栽培漁業センター

1. 種苗生産供給事業；イシダイ，シマアジ，アワビ，アカウニの生産供給
2. 特産高級魚生産試験；新魚類の種苗生産技術の開発研究（イシガキダイ，カサゴ，ガザミ，トリガイ，シマアジの親魚養成及び採卵技術）
3. 地域特産種増殖技術事業；奄美群島の特産種（シラヒゲウニ）の種苗生産及び放流技術の開発研究
4. アサヒガニの種苗生産技術開発；本県の重要魚種で資源減少の著しいアサヒガニの種苗生産及び放流技術の開発研究
5. 魚類バイテク研究；ヒラメの全雌化研究生産技術の開発

指宿内水面分場

1. 種苗生産供給事業；放流，養殖用の種苗の生産供給（コイ，テラピア等）
2. 新魚養殖事業；外来魚種の養殖技術開発研究
3. 魚病対策事業；魚病診断，治療対策研究及び指導
4. バイテク研究；テラピアの全雄種苗生産技術開発研究
5. 養殖技術開発；テラピア養殖管理指針策定
6. 薬剤安全調査；松くい虫防除剤の影響調査
7. 希少水性生物保存対策；奄美大島に生息するリュウキュウアユの養殖技術開発研究