

うしお



小型レトルト殺菌機



真空巻締機（缶詰製造機）



真空フライヤー

当センターでは、コロナ禍における国内外の新たな需要に対応し、県内水産加工業者等と協力して水産物商品を開発するため、水産加工利用棟に新たな加工機器を整備しました（機器の更新を含め計17機器）。

【目次】

マダイ馴致放流試験について.....	1
スジアラの仔魚サイズ、産卵動態について.....	3
シャットネラ赤潮に強い魚は？.....	5
漁業調査船くろしおの船内食について.....	7



鹿児島県水産技術開発センター

〒891-0315 鹿児島県指宿市岩本字高田上160-10
TEL ; 0993-27-9200 FAX ; 0993-27-9218
E-mail suigi-kikaku@pref.kagoshima.lg.jp
ホームページ http://kagoshima.suigi.jp

マダイ馴致放流試験について

はじめに

3月に大学院を修了し、4月から当センターに配属となりました。社会人・研究者としてまだまだ未熟な自分ですが、精一杯がんばっていきますので、どうぞよろしくお願いたします。

今回は、私が担当している業務の1つ「マダイ・ヒラメの放流効果調査」の一環として行っている、マダイ馴致放流試験について紹介したいと思います。

試験の背景

県内の各海域では、マダイの資源増大のため、マダイの種苗放流が実施されています。しかし、県内の放流魚混獲率は近年減少傾向にあり、混獲率の向上が課題となっています。海面生簀での中間育成の中止が混獲率減少の要因の1つとして考えられていますが、省力化やコスト削減といった観点から、再開は難しいのが現状です。そこで当センターでは、マダイの種苗性の指標とされる横臥行動に着目し、これを指標とした簡易で効果的な種苗性の向上方法の検討に取り組んできました。

横臥行動とは

横臥行動とは、マダイが体を水槽の底に接して静止する行動（図1）で、周囲を警戒している際に示す行動であることから、恐れや警戒の程度を知る指標となっています（内田ら 1993）。横臥傾向の強い個体は、捕食者からの食害を避け、分散が小さく加入率が高くなるため、放流効果の向上に繋がると考えられています。

当センターが過去に実施した試験で、2日間の海上馴致ならば、無給餌でも肥満度を大きく減少させることなく、横臥行動の発現率

を向上させることができること、水槽試験にて馴致の有無で、放流直後の行動に差異があることが確認されています。そこで、実海域において直接放流と馴致放流を行い、放流直後のマダイ稚魚の行動にどのような違いが見られるか検証しました。



図1 マダイの横臥行動

試験方法

試験では直接放流群として1万尾、馴致放流群として1万5千尾のマダイ種苗（平均75.4mm）を使用しました。馴致放流群は円柱型のすかり（直径1200mm 高さ2500mm）3つに5千尾ずつ収容し、2日間無給餌で自然環境に馴致させた後、放流を行いました（図2）。



図2 馴致用すかり吊り下げの様子

両群の放流時の様子を潜水した調査員と水中ドローンにて撮影し、その動画を用いて、遊泳速度の比較を行いました。梨本（1980）によると1秒あたりの尾鰭の屈曲運動の回数が多いほど、遊泳速度が速くなるということ

から、この回数を本試験では速度の指標として使用し、撮影した動画をコマ送りにして、1回の屈曲運動（図3）にかかるコマ数より1秒あたりの回数を算出しました。比較には、直接放流群・馴致放流群それぞれから無作為に選んだ各10個体ずつを使用しました。

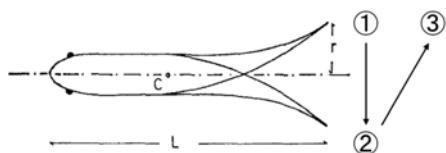


図3 本解析では、尾が片側に振り切ってから同側へ戻るまでを1回の屈曲運動と定義。(①～③で1回とカウント)

※梨本 勝昭 魚の尾の動きと遊泳速度との関係, 日本水産学会誌46(3), 307-312(1980). より引用

結果

動画にて、放流直後の両群の様子を観察したところ、明瞭な違いが確認されました。

直接放流群は、放流直後の遊泳速度が遅く、放流後に表～中層に滞留するような個体が多く確認されました（図4）。写真でも放流直後に表層をふわふわと滞留している様子が見て取れるかと思えます。



図4 直接放流群の様子

一方、馴致放流群は、放流直後の遊泳速度が速く、ほとんどの個体が海中に滞留せず、素早く海底へ潜行する様子が確認されました（図5）。

次に、屈曲運動の回数にて両群を比較したところ、馴致放流群の方が1秒あたりの屈曲運動の回数が多く、放流直後の遊泳速度が速いことが確認されました（表1）。（ $p < 0.05$ t-test）



図5 馴致放流群の様子

表1 1秒あたりの屈曲運動の回数

No	屈曲運動にかかるコマ数		秒数（1回当たり）		回数（1秒当たり）	
	馴致群	直接群	馴致群	直接群	馴致群	直接群
1	4	12	0.07	0.20	15	5
2	4	10	0.07	0.17	15	6
3	3	6	0.05	0.10	20	10
4	4	7	0.07	0.12	15	9
5	5	7	0.08	0.12	12	9
6	3	9	0.05	0.15	20	7
7	4	6	0.07	0.10	15	10
8	4	7	0.07	0.12	15	9
9	4	13	0.07	0.22	15	5
10	4	6	0.07	0.10	15	10
平均	3.9	8.3	0.07	0.14	16	8

本試験の結果より、馴致放流群は放流直後、表～中層に滞留せず、素早く海底へ潜行すること、直接放流群より放流直後の遊泳速度が速いことがわかりました。このことから、2日間の海上馴致を行うことで、放流直後の食害による初期減耗を抑える可能性が示唆され、放流効果の向上に向けて馴致放流を行うメリットは大きいと考えられました。

最後に

放流種苗の初期減耗要因として、放流直後の食害の他に、放流地点からの移動・分散といったことも考えられます。いかに適正な放流地点で放流しても、種苗がその地点から分散してしまえば、被食のリスクが高まり、生き残りの減少にも繋がります。今後は、馴致の有無で放流後の移動・分散にどのような違いが現れるかを検討してみたいと思っています。

（資源管理部 吉田）

スジアラの仔魚サイズ、産卵動態について

はじめに

スジアラ（図1）は、奄美海域における重要な水産資源の1つで、地元からの放流要望が非常に強い魚種です。このため、当センターでは平成8年度から親魚養成試験を開始し、平成14年度には初めて自所養成親魚由来の受精卵からの種苗生産に成功しました。そして、平成23年度には、約83千尾の生産に成功しましたが、今でもこれが最高記録で、その後は1～52千尾に留まり（図2）、安定した生産には至っていません。

私は本年度から担当しましたが、結果は約5千尾と振るわず...次年度こそはと思い、スジアラの仔魚サイズ、産卵動態について、データを整理しましたので、ご紹介します。



図1 スジアラ親魚

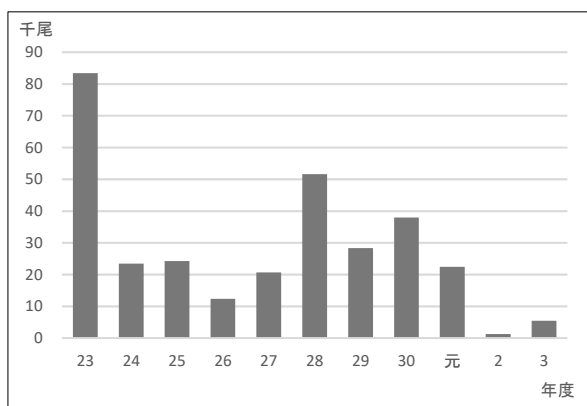


図2 種苗生産量（H23-R3）

仔魚サイズ

スジアラ仔魚は水温28℃の条件下では、ふ化後52時間で開口し（図3）、開口後6時間以内に摂餌できないと、5日齢での生残に影響があることが明らかになっています。そのため、3日齢にしっかり摂餌できるかが重要です。

初期飼料は、S型ワムシ八重山株を使用していますが、スジアラ仔魚は、ワムシの中でも小さいサイズを選んで食べることが分かっており、また、体のサイズが大きいほど口も大きく、初期摂餌に有利だと言われています。

今年の種苗生産は、7ラウンド行いましたが、うち6ラウンドで3日齢の全長が2.35～2.48mmと例年より小さかったこともあってか、3日齢でなかなか餌を食べず、摂餌した仔魚の割合がたった5%の時もありました。

スジアラは産卵初期の水温が低い時期は卵径・仔魚サイズも大きく、水温上昇していくにつれ、小さくなると言われています。

そこで、過去の水温と3日齢の仔魚サイズを整理してみました（図4）。水温が上がるにつれて、全長が小さくなっていき、26℃帯を超過した後は、2.4mm台という結果になりました。今年度は、なかなか必要な卵数が確保できず、7ラウンド中、6ラウンドで26℃帯超過後の卵を使用しました。これが生産不調の一因と考えられます。

産まなかった理由については...はっきりとは分かりませんが、前年度、疾病により26尾中14尾が斃死し、大きくコンディションを崩したことが考えられます。

次年度は、可能な限り産卵初期の低水温で...担当の私の気持ち的には、25℃と26℃帯で少し差があるので、25℃帯までに生産を開始・軌道に乗せたいと考えています。

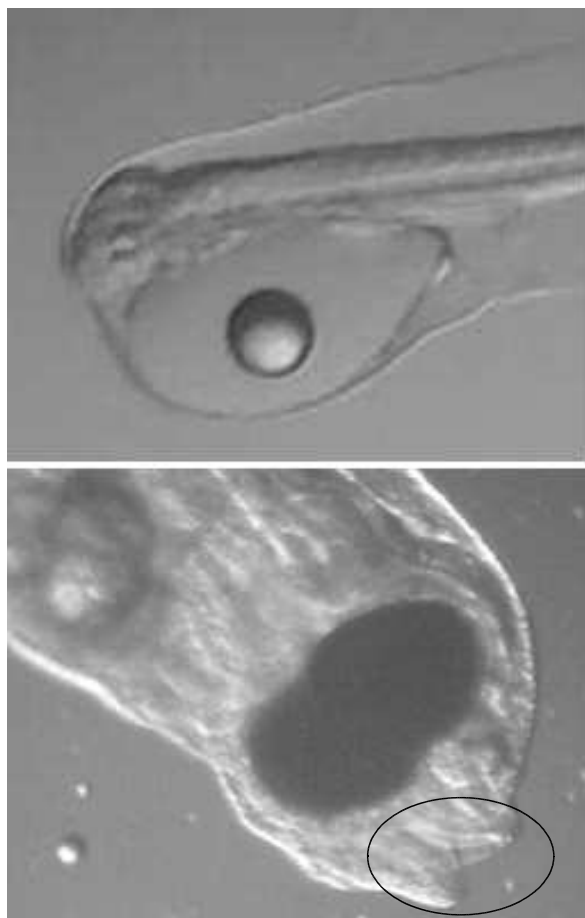


図3 開口の様子

上：1日齢→未開口

下：3日齢→開口済

水温	3日齢 平均全長mm
23℃帯 22.5～23.4℃	2.69
24℃帯 23.5～24.4℃	2.56
25℃帯 24.5～25.4℃	2.59
26℃帯 25.5～26.4℃	2.51
26℃帯超過後	2.47

図4 水温とスジアラ仔魚全長 (H18-R3)

産卵動態

種苗生産するに当たっては、まず、必要数の卵を確保しなければなりません。当センターのスジアラは、5～6月に産卵がスタート

し、水温が上昇するにつれ、産卵数は増えていきます。近年、60t水槽に50万粒以上を収容して生産を試みていることから、50万粒以上の浮上卵を2日連続できれば、安定して採卵が可能と考え、その水温帯を調べたところ、24℃帯 (23.5～24.4℃) で50%以上となりました (図5)。

水温	割合 (%)	備考
22℃帯 (21.5～22.4℃)	6.3	H29
23℃帯 (22.5～23.4℃)	12.5	H23, H28
24℃帯 (23.5～24.4℃)	56.3	H18, H19, H21, H22, H24, H25, H27, H30, R1
25℃帯 (24.5～25.4℃)	6.3	R2
26℃帯 (25.5～26.4℃) 及び26℃帯超過後	18.8	H20, H26, R3

図5 浮上卵50万粒を2日続けて確保できた水温帯 (H18-R3)

※50万粒採卵できた初日の水温で分類

次年度の水温管理

先述のとおり、次年度は25℃帯までには、種苗生産を開始したいと考えています。そこで、過去10年の自然水温を確認したところ、10年全てで7月中、そのうち8年で7月前半に26℃帯まで上がることが分かりました。

スジアラの種苗生産においては、まだ、技術が安定しておらず、生残率などをみながら、新たな卵で生産をやり直すことがほとんどです。そのため、試行錯誤の期間が1ヶ月はほしいところで、それを考慮すると、6月前半には、必要数の卵を確保しなければなりません。

スジアラの産卵数が増えてこない場合は、今まで23℃帯で飼育することが多かった6月前半の水温を24℃帯まで加温し、採卵を促したいと考えています。

(企画・栽培養殖部 福田)

シャットネラ赤潮に強い魚は？

はじめに

「シャットネラ赤潮に強い魚は？」といきなり聞かれて、ほとんどの方は「はて、なんのことやら？」と頭に？マークが浮かぶと思います。

今回のお話しに出てくるシャットネラとは、毎年のように八代海で赤潮を形成するシャットネラ アンティーカ（以下 C.アンティーカ）というプランクトンのことです。C.アンティーカは2009年、2010年に八代海で、養殖ブリ等に合計約57億円の被害を与えた他、最近でも2016年や2019年に1億円以上の被害を発生させています。

2021年にもC.アンティーカによる赤潮が発生し、その際に、どの魚がどれぐらい赤潮に強いのかを把握するため、様々な魚種を用いて試験を実施しましたので、今回はそのことについて紹介したいと思います。

経緯

当センターではこれまで、C.アンティーカの毒性を把握するため、八代海で養殖が盛んなブリを主に用いて曝露試験を実施してきました。

曝露試験とは赤潮海水を水槽に汲み入れて、その中にブリ等の魚を収容し、どれぐらいの細胞密度の赤潮で魚が死んでしまうか、また、どれぐらいの時間で魚が死んでしまうかを把握するための試験です。試験に用いた魚のほとんどは死んでしまうため、かわいそうと思われるかもしれませんが、得られた知見により赤潮被害を軽減させるための対策が進み、何万尾という魚を赤潮から救えるかもしれないという思いで試験を行っています。

曝露試験の成果として、ブリをへい死させてしまうシャットネラ赤潮の細胞密度などの知見は得られてきましたが、ブリ以外の知見については不足していました。

そのような中、2021年の夏に、八代海でC.アンティーカによる赤潮が発生しました。八代海ではカンパチ、マダイなどブリ以外の魚種も養殖されています。ブリ以外の魚種へのシャットネラ赤潮の影響については、地元からの要望もありましたし、元々個人的にも興味を持っていて、いつか試験をしたいと思っていたので、ブリ以外の魚種も含めて曝露試験を実施することとしました。

ブリ以外の魚種も含めた曝露試験

試験に用いた魚は、ブリ、カンパチ、マダイ、マサバ、シマアジ、カワハギ、トラフグです（表1）。

表1 試験に用いた魚種ごとの体長、体重等データ

	年齢	平均全長(mm)	平均体重(g)
ブリ	2歳	570	2,320
ブリ※	当歳	300	350
カンパチ	3歳	672	3,470
マダイ	3歳	444	1,511
マサバ	当歳	352	526
シマアジ	2歳	403	930
カワハギ	2歳	226	253
トラフグ大	2歳	316	616
トラフグ小	当歳	162	91

※ブリ当歳魚については全長でなく尾又長

魚種間での赤潮に対する強さの違いを把握するために、最もわかりやすい方法は、同じ水槽に複数魚種を入れ、どの魚が長く生き残るかを確認する方法であるため、その方法で試験を実施しました。

(1)ブリ、カンパチ、マダイを用いた試験

まずは、C.アンティーカの細胞密度を580細胞/mL、10,000細胞/mLに設定した2つの水

槽に、ブリ1尾、カンパチ1尾、マダイ2尾ずつを入れました（図1）。



図1 (1)の試験の実施状況

(左：580細胞/mL，右：10,000細胞/mL)

結果はどちらの水槽もブリ，カンパチの順にへい死し，マダイが最も長く生き残りました。ブリ，カンパチについては，へい死時間にあまり差がなく，試験に用いた尾数も少なかったことから，優劣をつけられないと考えられましたが，マダイについては，ブリ，カンパチとの差が大きかったことから，この3魚種の中では最もマダイが強いと考えられました。

(2)マダイ，シマアジ，カワハギ，トラフグを用いた試験

次に，*C.アンティーカ*の細胞密度を670細胞/mL，3,000細胞/mLに設定した2つの水槽に，マダイ2尾，シマアジ2尾，カワハギ2尾，トラフグ（大）2尾，トラフグ（小）2尾ずつを収容しました（図2）。

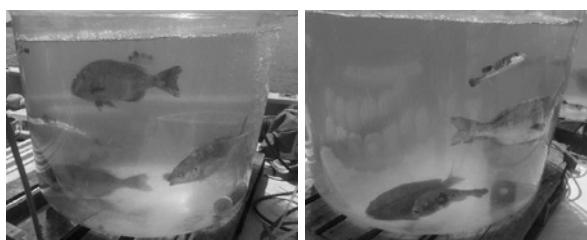


図2 (2)の試験の実施状況

(左：670細胞/mL，3,000細胞/mL)

こちらの結果は，シマアジが最初にへい死し，次にマダイ，カワハギがほぼ同時にへい死し，トラフグはへい死せず，最後まで生き残りました。

(3)マサバを用いた試験

マサバについてですが，他の魚と同じ水槽に入れて比較するつもりでしたが，他の魚が

入っている水槽に収容した際に，高速で泳ぎ回り，水槽から飛び出してしまう個体も見られたため，一緒に入れることは断念し，マサバだけ別の水槽で試験しました（図3）。



図3 (3)の試験の実施状況（660細胞/mL）

そのため，他魚種と単純には比較できませんが，ブリやカンパチだと全滅してしまう660細胞/mLでも生残する個体が見られたため，ブリ，カンパチよりマサバが強いと考えられました。

以上の結果から，今回，試験に用いた魚種の中ではトラフグが最強という結果が得られました。順位をつけるとすれば，1位トラフグ，同率2位マダイ，カワハギ，4位以下ブリ，カンパチ，シマアジ（4位以下の順位はつけられず）と考えられました。マサバについては，ブリ，カンパチ，シマアジよりは強いが，マダイ，カワハギとの優劣は，今回の試験では把握できませんでした。赤潮に対する魚種ごとの強弱については，同じ魚種でも個体差があることや，魚体の大きさ，健康状態，飼育環境によっても赤潮に対する耐性が異なる可能性があるため，今回の試験条件においては，上記の結果が得られたということを補足させていただきます。

さいごに

今回の試験は，水産研究・教育機構 水産技術研究所や東町漁業協同組合と協力し，地元の要望も取り入れながら試験を実施しました。今後も現場のニーズに沿った試験を実施し，赤潮被害の軽減に少しでも貢献できたらと思います。

(漁場環境部 高杉)

漁業調査船くろしおの船内食について

はじめに

漁業調査船「くろしお」では、乗組員18名と調査員1名が乗船して航海に出ます。

長い時で2週間程度の航海になり、一度出港したら帰港するまで港に入らないので、賄いの担当者が出港前に全ての食材を積込み、この限られた食材の中から献立を考えて食事を作ることになります。

海上が凪でも浮かんでいる船は少なからず揺れています。今回は、常に揺られながら食事を作るくろしおの船内食について紹介したいと思います。

献立について

一度出港したらその日の仕事が終わっても家に帰れないので、食事は船乗りの一番の楽しみだと昔から言われています。そのため献立も栄養の偏りがなく飽きがこないように考えなければなりません。

例えば2週間航海の場合は、出港する1週間前に海上の予報と航海パターンを考え、朝昼晩の3食を14日分考えます。

朝食は、ご飯、味噌汁、焼き魚等。

昼食は、麺類、丼物、炒め物、スープ等。

夜食は、揚げ物、焼き物に加えて小鉢でもう一品出すようにしています。

献立を考える数は、ご飯、味噌汁を除いて2週間航海で84品目程あります。

しかしそれだけではなく、その献立に使う肉、野菜等の食材もひとつずつ考えるので、1品目の食事を作るのに10食材と考えれば相当な数になりますのでとても大変です。

調理について

海上では、どんなに揺れていても食事を作らないといけないのですが、波の影響をうけて立ってられないほど揺れることがあるので、調理中に鍋が滑って落ちないようにIHク

ッキングヒーターの周りには囲いが取り付けられています。縦と横の長さが調整でき色々なサイズの鍋に対応することが出来るので安心して食事を作ることができます。

しかし、時化しているときに麺類、揚げ物等を作ろうとすると船が傾いた反動で周囲に鍋の中身が飛び散ってしまうので大変危険です。そのような時は揚げ物や麺類等はやめて丼物や炒め物を作り、天候の穏やかな時に麺類等を作っています。

その他、IHクッキングヒーターの下には、食パンを一度に9枚並べて焼くことが出来る大型オーブンが備え付けてあり、フレンチトーストを焼いたりピザパンを焼くことで食事に変化をつけています。実はパン等もひそかに人気メニューなのではと思っています。



図1 IHクッキングヒーター



図2 奄美の鶏飯(皿)と鯉の漬け丼(時化)
さいごに

海上では何が起こるかわかりません。食料や水も限りがあり無くなれば航海もできません。乗組員の健康のため、栄養バランスを考えこれからも励んで行きます。

(漁業調査船くろしお 池田)