

(資料)

カサゴ種苗生産技術の現状と課題

江口勝久*・岡山英史

(Material) The present status and issues on seedlings culture technology of scorpion fish *Sebastes marmoratus*

Katsuhisa EGUCHI* and Hidefumi OKAYAMA

カサゴ *Sebastes marmoratus* はカサゴ目フサカサゴ科に属する魚類で、北海道南部以南から東シナ海の沿岸岩礁域に生息する¹⁾。本種は定着性が高く、かつ比較的市場価値が高いことなどから、西日本を中心に種苗生産が盛んに行われている。平成24年度の種苗放流実績では全国で269万3千個体が放流用種苗として生産され、魚類の中で第5位の生産数となっている²⁾。

当県では、平成13年度よりカサゴの種苗生産技術開発を開始し、平成20年度からは毎年20万尾程度を生産している。種苗生産の基本的技術は確立しているが、生産年や回次によって、産仔数の不足、原因不明の大量弊死、共食いによる減耗等がしばしばみられている。したがって、さらなる生産の安定化のためには、飼育技術の改良が必要である。また、餌料系列、飼育作業の見直しや飼育水の加温コストの削減等による省力化、低コスト化も必要である。

そこで本報告は、カサゴ種苗生産技術向上の一助とすることを目的に、当センターの近年の生産方法についてその現状を記載し、今後の課題を整理した。また、前述の課題解決を目的に平成25年度からは閉鎖循環型飼育を導入しており、途中経過ではあるが、その内容についても記載した。

カサゴの種苗生産は大きく、親魚養成、産仔、餌料培養、稚魚飼育に分けられる。それらに閉鎖循環型飼育の取り組みを加え、以下、項目別にその内容について述べる。

1. 親魚養成

1-1) 成熟・交尾：カサゴは卵胎生であり、雄の成熟が進んだ秋以降に交尾し、雌の成熟が進んだ冬～春にかけて全長4mm程度の仔魚を産仔する。九州においては雄

が早いもので8月頃から成熟を開始し、遅れて雌が11月頃より成熟するとされている³⁾。これまでの産仔状況の観察結果から当センターの飼育個体群では、おおむね11月下旬より産仔が確認され、その後4月下旬まで長期間に渡り続くが、その盛期は12月下旬～3月下旬である。

1-2) 飼育水槽：衝突防止や飼育ストレス低減のため、容量の大きな水槽での養成が望ましく、水槽の空き状況により、30m³角型水槽、50m³角型水槽、100m³円形水槽を使用する。水槽上部を遮光幕で覆うことで、鳥からの食害防止、日光、人影等によるストレスの低減を図っている。また、水槽内には塩ビ製のシェルターを複数設置することで隠れ家を創出している。各水槽ともに収容密度は5尾/m³を上限としている。

カサゴは交尾期に雄が縄張りを形成するため、交尾期の水槽替えは、その縄張り形成を阻害すると考えられる。また、水槽替えによる環境変化は雌魚にとっても多大なストレス要因となるため、交尾期の秋期～産仔終了の冬期までは水槽替えは行わない。

1-3) 飼育水・通気：飼育に使用する海水は自然海水を砂濾過したもので、換水率は5回転/日程度としている。殺菌処理はしていないが、これまでに疾病の発生は確認されていない。通気は穴を開けた塩ビ管を用いて行うが、カサゴは酸素消費量が多い種類では無いため、必要以上の通気は必要ない。

1-4) 養成餌料：餌料は冷凍マアジ、スルメイカ、魚類用配合餌料を使用する。冷凍餌料は在庫量を少なくし、油焼け等が起こっていない、新鮮なものを使用する（購入から2ヶ月以内の使用を目処）。配合餌料は、自身魚用を使用する。

冷凍餌料、配合餌料共に栄養付加を目的に、餌料添加

* 現 水産課

物を混ぜて与える。現在使用中の添加物の種類やその添加方法等について表1-1に示す。市販の餌料添加物は種類が多いため科学的根拠に基づいた選択は難しい。また、その効果については評価が難しい。あくまで補助的な栄養添加であり、良質（新鮮）な餌料を給餌することを基本とする。

給餌頻度は週2回程度とし、交尾期～成熟期、産仔期である9月以降～翌年2月までは、2回とも冷凍餌料とし、それ以降～8月まで1回を配合餌料で代替する。

給餌量は若干残餌が出る程度の飽食給餌とし、摂餌量・残餌量をみながら適宜増減する。雌は成熟が進むと水槽の隅に定位し、活発に摂餌しなくなる傾向がある。その時期は時間をかけて給餌し雌に十分な栄養を与えるよう心がける。

表1-1 親魚用餌料の餌料添加物

商品名(メーカー)	成分	期待される効果	使用量等	使用頻度
マリネード可溶散エース (コーキン化学(株))	各種ビタミン類等	免疫増強 ストレス耐性向上		毎回
メイロンGE (明治製菓(株))	ビタミンE等	耐病性向上 ストレス耐性向上 産仔魚の質向上		毎回
鉄肝の黒 (林業産業(株))	ウルソデ オキシコール酸等	肝機能向上	飼料重量 に1%	2-3回 に1回
ドクターPG (株)科学餌料研究所)	ペプチドグリカン等	免疫賦活 タンパク質代謝改善 脂質代謝改善		2週間おきに 間欠給餌
インディベプラス (株)サイエンテック)	DHA, EPA, アスタキサンチン等	産仔魚の質向上		2-3回 に1回
展着剤 (株)ヒガシマル)	-	添加物の溶出防止		毎回

1-5) 親魚更新：当センターの親魚保有数は300～500尾程度である。種苗生産の低コスト化、効率化を図るには出来るだけ少ない保有数が望ましく、そのためには今後、雌の成熟率向上や産仔時期の同調を可能とする技術改良が必要である。

1年おきを目処に体重500g以上の老齢魚を処分し、体重200g程度の若齢魚を購入して親魚の更新を行う。更新尾数は50～100尾程度で、刺し網により漁獲された活魚を購入する。更新時期は、漁獲後の生残率を高めるため、水温の低い、秋～冬期とする。漁獲直後の個体は魚体の損傷や活力の低下がみられるため、換水率を高く設定した仮置き水槽で2週間～1ヶ月程度飼育し、その後親魚飼育水槽へ収容する。基本的に、更新した親魚は翌年の生産からの親魚候補である。

2. 産仔

2-1) 産仔時期：当センターの飼育個体群の産仔の盛期は概ね12月下旬～3月下旬である。この産仔盛期の中で、生産開始時期を選択する。産仔初期の仔魚の方が生残率等は高いという知見⁴⁾があり、また早期開始の方が生産不調時の対応が容易である等を考慮すれば、生産の安定化の点では出来るだけ早い時期の産仔が望ましい。一方、早期の開始は、加温コストの増大や、年末年始の対応が必要となるなど、生産の省力化、低コスト化の面からは望ましくない。また、中間育成先の(公社)佐賀県玄海栽培協会の受け入れ時期も考慮する必要がある。以上から、当センターでは生産開始時期を1月中下旬に設定している。より具体的な日程は、飼育準備の状況や雌の成熟状況(腹部の膨満状況)をみて決定する。

2-2) 産仔方法：産仔は、コンテナカゴに収容した雌を稚魚飼育水槽内(後述)に直接収容し、自然産仔を待つ方法で行う。この他に、雌の腹部を開き、卵巣を切開し、強制的に仔魚を得る方法がある。この方法は産仔の同調(計画的な産仔)という利点があるが、使用した雌が死亡する等の理由から、当センターでは選択していない。

雌の飼育水槽への収容手順は以下のとおりである。

- ①親魚飼育水槽から腹部のよく膨らんだ個体(図版2-1)を30～50尾ほど選別する。
- ②疾病原因の持ち込みを防ぐため、10分間の淡水浴(水温12℃前後)を実施する。
- ③コンテナカゴ毎に3～5尾ほど収容し、10～15カゴを稚魚飼育水槽内につるす(図版2-2)。

産仔時期の水温は16℃に設定し、雌魚収容後の1～2日の時点で産仔量が少ないと判断した場合は、最高20℃程度まで水温を1℃/日程度ずつ上昇させ、産仔(雌腹部内での仔魚の発達)を促す。

産仔期間中は止水であり、水質の悪化が懸念される。そこで、毎日夕方に貝化石を2kg程度散布する。また、適宜人手(サイフォン)による底掃除を行い、親魚の排泄物や斃死魚による水質悪化を防ぐ。

2-3) 産仔期間：産仔期間の長期化は仔魚の成長差につながるため、出来るだけ短い期間での産仔が望ましい。産仔期間は最長でも1週間を目処とし、それ以上は仮に後述の産仔予定数に達していなくても雌を取り上げ、産仔を終了する。

2-4) 産仔数の確認: 仔魚の飼育密度は、これまでの経験（生産結果や生産効率）から望ましいと考えられる1～1.5万尾/m³程度を目安とする（有効水量40m³の水槽あたり40～60万尾程度）。ただし、この数字はワムシ給餌終了後を目処に密度調整（分槽）することを前提にしたものであり、途中の密度調整を実施しなければ、0.5万尾/m³（水槽あたり20万尾）程度の産仔でも生産可能と考えられる。初期の低密度飼育は水槽数の増加や必要な生物餌料の増加等、非効率な生産となるが、産仔の不調時などはやむを得ない。

予定の産仔数に達したかどうか（雌を取り上げるかどうか）の判断は、その後の作業の関係から午前中の早い時間帯に行う必要がある。したがって、通常、水槽内の仔魚の分布が均一になる夜間に行う柱状サンプリングを早朝（AM7:00頃）に行い、産仔数の目安とする。ただし、早朝では水槽内で仔魚の分布が偏っている場合があるため、サンプルの最大値を除くなどして、過大評価とならないようにする。柱状サンプリングにはφ50mmの塩ビパイプを使用し、水槽内の10カ所でサンプリングする。

雌はコンテナごと取り上げ、腹部がまだ膨らんでいる個体はそのまま別水槽で2回次の産仔に供する場合もある。

親魚を取り上げた後に、底掃除機（SMM1-DX、ヤンマー(株)製）による底掃除を実施する。また、親魚取り上げ後間もない時期の夜間に、柱状サンプリングを実施し、産仔尾数を推定する。

3. 餌料培養（S型ワムシ）

初期餌料として海産ワムシ類を使用する。カサゴは、産仔魚の大きさが大きく、飼育水温も低いため餌料価値の点ではL型ワムシの方が望ましいと考えられるが、当センターでは高密度下での培養の容易さからL型ではなく、S型ワムシを選択している。ただし、S型の中では比較的サイズが大きく、低水温に強いとされる八重山株を使用している。元になる種は、水研センターのジーンバンク事業を利用して入手している。注文から手元に届くまで1ヶ月程度要することを考慮した計画とする。

3-1) 培養方法の検討: ワムシの培養方法としては、15m³水槽を用いた粗放的間引き連続培養を採用している。その他の選択肢として、数m³程度の規模による高密度培養が考えられるが、培養の安定性、ワムシサイズ（高密度では小型化する）、培養作業の効率性を優先し、現

在の方法としている。

しかし、省エネ、省スペースの点では、高密度培養が優れており、ワムシ培養において優先する事項に応じた培養方法の選択が必要である。

3-2) 培養条件

i) 培養水槽: 15m³水槽

当センター加温棟内の15m³水槽（長辺9.0×短辺1.0×深さ1.5m）を使用する。貯水用1水槽と培養用2水槽、水槽替え用の予備水槽の合計4水槽を使用する。

ii) 水温: 24℃

ワムシの増殖率は、水温・塩分・餌量で決まるが、当センターでは餌料を増殖率の制限要因としている。ワムシの培養水温は、ワムシの増殖率からは高い方が望ましく、省エネや仔魚飼育水温との差からは低い方が望ましい。当センターのワムシ収穫率は33%/日であり、それに必要な増殖率を達成するには塩分20psu下では24℃で十分である。

iii) 塩分: 20psu (60% 海水)

増殖率のためにはできるだけ低い塩分が望ましいが、仔魚飼育塩分との差を考慮して20psuとしている。

iv) 培養密度: 200～300 個体/ml

培養密度をこれよりも高めることは可能ではあるが、培養の不安定化、連続培養可能期間が短くなることを懸念して現在の密度に設定している。この密度で日産10～15億個体であり、使用量に応じて培養水槽数を増減する。

v) 餌料: 餌料は濃縮淡水生クロレラ（生クロレラV12、クロレラ工業、以下クロレラV12）の単独給餌とし、給餌量はワムシの個体数に関わらず、水槽あたり6000ml/日で固定している（ケモスタット式）。給餌は定量ポンプによる連続給餌としている。

vi) 収穫率: 33%/日 (15m³中5m³を収穫)

ワムシの収穫は水位差を利用したサイフォンで行うため、埋め込み部分の大きい当センターの水槽の構造上、作業性を考慮すると収穫率はこの程度となる。

vii) 連続培養期間: 1水槽で概ね30～60日間

通常であれば60日程度の連続培養は可能であるが、培養状況（増殖率の推移、培養水・水槽の汚れ具合等）により、早めの水槽替えを行うなど柔軟に対応する。

viii) 通気: 水槽の対角線上2隅に設置したユニホースによるエアブロックで強通気

当センターの培養水槽は長方形で水の回りが悪いいため、1箇所から給餌している餌料が全体に行き渡るように強通気（エアブロック直上の水面が2cm盛り上がる程度）を行う。

ix) **注水**：培養水槽に隣接している貯水槽であらかじめ塩分調整を行った水を、水中ポンプで連続的に注水する。培養水槽に流入する水量はラブコックにより調節する。

x) **その他**：水槽に発泡スチロール性の蓋をし、保温する。また、培養水表面の泡を1日1回手作業で除去し、有機物の除去を行う。バイリンマットの設置はしないが、水槽底面にサラロックフィルターを沈設し、定期的（1週間に1度程度）に貝化石を散布することで、培養水中の有機物を底面に止めるよう努める。

3-3) 栄養強化

培養したワムシは、餌料として供給する約1日前から不飽和脂肪酸を中心とした栄養強化を以下の条件で行う。

i) **収穫量**：栄養強化中、ワムシの増殖はほとんど無いことから、培養水槽からの収穫量は、翌日の使用予定量と同等とする。

ii) **水槽**：1㎡円形ポリカーボネイト水槽

保温を目的に水槽周囲を発砲スチロールで覆う。通気はユニホースによる強通気とする。

iii) **水温**：強化開始後は24℃に設定し、その日の夕方18℃に設定とする。

効率的に栄養を取り込ませるために当初培養水温と同等とするが、給餌の際、急激な水温差によるワムシの活力低下を防ぐため、一晩かけて20℃に馴致する（仔稚魚飼育水温は16℃）。

iv) **塩分**：26psu程度（80%海水）

給餌の際、急激な塩分変化を防ぐため、培養時（20psu）、仔稚魚飼育時（32psu）の中間程度（26psu）とする。

v) **強化密度**：1000個体/mlを上限

通気は空気のみ（酸素通気無し）であるため、DOの低下を防ぎ、ワムシの活力を維持するため、強化密度は、出来るだけ低くする。

vi) **栄養強化剤の種類と投与方法**：強化開始後インディペプラス（サイエンテック）を10g/億個体を日毎に投入し（1回給餌）、その5～6時間後（夕方）にスーパー生クロレラV12（クロレラ工業、以下クロレラSV12）を150ml/億個体を目安に投入する（定量ポンプによる連続給餌）。ワムシ類はクロレラを選択的に摂餌するた

め、強化順は油脂系の栄養強化→クロレラSV12とする。栄養強化剤の種類や量についてはこれまでの経験則や他県の実績等で決定しており、栄養強化の効果と低コスト化の両面からみて、適正な量や種類を今後検討する必要がある。

4. 仔稚魚飼育

4-1) **飼育水**：飼育期間中は砂濾過後、紫外線殺菌した海水を使用する。飼育水温は16℃程度となるよう加温し、自然水温が14℃を超える3月下旬～4月上旬には加温を切る。水温は他機関での事例等を参考に決定している。

注水量は、特に加温期間中は出来るだけ、低い注水量での飼育を心がける。飼育水の泡切れ、濁り、DO等をみながら、過去の飼育事例と照らし合わせ、調整する。飼育初期は1インチのカナラインホースから直接注水し、10日令（換水率60%）あたりから水槽内の水流を創出するため、水槽上部に設置した塩ビパイプによる注水に切り替える（図版4-1）。

排水は、アンドンとホースを用いてサイフォン方式で行う。アンドンに設置するネットは60目（初期）→30目（20日令）→180目（50日令）→撤去（80日令）と交換していく。また、サイフォンがかからない場合の危険分散として排水用立ち上がりパイプを設置している。そこに設置するネットは、最初60目→ネットロンネット目合い（40日令）と交換していく。なお、アンドンを撤去後は立ち上がりパイプから排水する。

4-2) **通気**：通気は水槽内に15個程度設置したエアストーン（φ50mm）により行い、そのみでは溶存酸素量が不足する飼育後半（日令40日前後）からは酸素ガスによる通気を行う。飼育期間を通じて溶存酸素量が80～110%となるように設定する。

通気量は、産仔時の温度躍層ができない程度の弱通気から始めて、溶存酸素量、仔稚魚の遊泳等をみながら徐々に強くする。10～15日令頃には水槽縁のエアストーンには雨どいを設置し、時計回りの水流を促す。

エアストーンは細かい気泡が出るタイプを使用する。これは、酸素の溶存効率を高めること、気泡による物理的な衝撃を低減することを目的にしている。一方で、細かい気泡によりエア食（胃内にエアを取り込む、ガス病とは異なる）を誘発する可能性がある。これまでにエア

食いによる減耗発生の経験は無いが、エア食いが頻発する場合は気泡の大きなタイプに変更して対応する。

4-3) 飼育水添加物：稚仔魚飼育水槽内でのワムシの飢餓防止、水中照度の調整、飼育水槽内の細菌相等の飼育環境の維持を目的に微細藻類を添加する。種類は、自家培養のナンノクロロプシス（以下ナンノ）、市販のクロレラ SV12、クロレラ V12 の3種を使い分ける。

飼育開始から換水率が1回転以上となる15日令前後までは自家培養のナンノを50万細胞/mlを維持するように添加し、それ以降、ワムシ給餌期間中の40日令前後まではナンノを25万細胞/ml、クロレラ SV12を500ml/水槽（12.5ml/m³）、その後60日令前後までクロレラ V12を500ml/水槽（12.5ml/m³）添加する。

添加は午前中のなるべく早い時間とするが、添加後は仔稚魚が底に沈む傾向があるため、底掃除を実施する日は、掃除後に添加し、仔稚魚の底掃除機への吸い込みを防ぐ。

ナンノは仔稚魚の成育に重要な栄養成分である EPA の供給、細菌相の維持⁵⁾を主な目的として添加するが、培養や飼育水槽への添加作業に手間がかかるため、最小限の使用に止めるようにしている。培養は、11月頃より100L規模で開始し、順次拡大後、1月には50～100m³（2,000万細胞/ml換算）規模で維持する。

クロレラ SV12は仔稚魚の成育に重要な栄養成分である DHA を含有しているが、淡水性の藻類であるため、海水中では死滅する。飼育初期は換水率が低く、水質の悪化が懸念されるため、使用を控えている。

ワムシ給餌期間以降は、水中照度の調整のみが目的であり、比較的安価な、クロレラ V12 を使用している。

これら藻類の他に、飼育水へ貝化石（商品名：ロイヤルスーパーグリーン、グリーンカルチャー製）を飼育初期から添加する。目的は、飼育水中のアンモニア態窒素や有機物等を凝集し、水槽底面に沈降させることである。

散布は底掃除を行う日の前日の夕方と、底掃除終了直後に行う。1回に1.0～1.5kg/水槽を目安として散布する。

粒径は最も大きく、安価なものを使用しているが、散布による誤食等の悪影響はこれまで確認していない。

4-4) 餌料

基本的な餌料系列は表4-1のとおりで、餌料としてS型ワムシ、アルテミア、冷凍コペポダ、配合餌料を

使用する。以下、各餌料の給餌方法、給餌量等について説明する。

表4-1 カサゴ仔稚魚飼育における餌料系列

餌料種類	日令										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ワムシ											
アルテミア											
冷凍コペポダ											
配合餌料 (ワムシサイズ0.45mm以下)											
配合餌料 (アルテミアサイズ1.2mm以下)											
配合餌料 (1.2mm以上)											

i) ワムシ

給餌方法：給餌回数は9:00頃と13:30頃の2回/日を基本とする。栄養強化槽から回収後、前日より紫外線+塩素殺菌（10ppm）し、20度に調温した100%海水を使用直前にハイポで中和したもので、15分間程度流水洗浄を行う。洗浄の際にはDOが低下するのでネット内で緩やかなエアレーションを行う。また、ワムシの活力低下を防止するためネットあたりのワムシ数は最大7.5億個体とする。

洗浄したワムシを、柄杓を使用して飼育水槽内のエアの付近を中心に偏り無いよう給餌する。

給餌量：給餌量は、遭遇率を考慮する必要があり、仔稚魚1尾に対する量（個体数）でなく、単位水量（ml）当たりの個体数を基準に考える。0.5個/ml（0.18億個体/水槽）から始まって最大25個体/ml（10億個体/水槽）程度まで適宜増減する。給餌量の増減は、ワムシの摂餌状況、過去のデータ、換水率等を考慮しながら総合的に判断する。飼育初期は、被食や流出よりも飼育水槽内でのワムシの増殖が上回り、飼育水槽内で栄養価値の低い、いわゆる餓餓ワムシが増加する可能性が高い。そのため、特に飼育初期のワムシの給餌量は注意が必要である。

給餌期間：ワムシの給餌期間は日令40日前後、全長15mm程度までを基準とする。ワムシの培養、栄養強化には手間とコストがかかるため、効率的な生産には出来る限り給餌期間を短縮することが重要である。終了のタイミングは並行して給餌するアルテミアや冷凍コペポダを大部分の個体（8割程度）が摂餌しているかどうかを目安に判断する。ワムシのみを摂餌している小型個体はこのタイミングで減耗するが、遅かれ早かれ他の理由で減耗する可能性が高い。したがって、十分な生残があり、小型個体の割合が大勢に影響なければ、効率的な生

産のため、この段階で見切ってもよい。

ii) アルテミア

産地：これまで北米産、中国産で使用実績があるが、産地の違いによる生産上の問題は確認されていない。年により供給面や品質面に差がみられることから、生産開始前に孵化試験を実施し、使用する産地や購入先を検討する。

孵化方法：回収作業の省力化や疾病防除の観点から、塩素による脱殻処理を行う。脱殻処理した卵は水分をよく切って冷蔵庫に保存すれば、概ね1週間は孵化率の低下はない。500L プライン孵化槽を用い、水温 28 度、100% 海水、強通気条件下で 24 時間孵化させる。収容密度は孵化水槽あたり最大 1 億粒とする。通常孵化率は 80～90% 以上であり、これ以下の場合、卵の質や脱殻処理、孵化方法に問題があると考えられる。

栄養強化：アルテミア給餌初期（飼育開始後 30 日程度まで）は孵化直後の無強化ノープリウスのみを使用する。その後は午前は無強化ノープリウス幼生、午後栄養強化したアルテミアを給餌する。強化剤は、バイオクロミス（クロレラ工業社製）を 50g/億個体とスーパーカプセル A-1（クロレラ工業社製）を 200ml/億個体を目安に併用している。作業手順は、9:00 に卵回収→翌日 10:00 回収→半分は無強化として使用、残り半分は栄養強化→16:00 にバイオクロミス投入→翌々日 9:00 にスーパーカプセル A-1 投入→15:00 回収・洗浄・給餌となる。

給餌方法：給餌前に自然水温の紫外線殺菌海水で強めの流水洗浄を 30 分実施する。柄杓を使用して、飼育水槽内のエア付近を中心に偏り無いよう給餌する。

給餌量：1000 万個体 / 水槽から最大 1.3 億個体 / 水槽程度とする。アルテミアはワムシに比べ 1 個体あたりの餌料価値が高く、給餌量が十分でないと、アルテミア摂餌個体と無摂餌個体が現れ、大小差、共食いの原因になると思われる。したがって、ワムシ給餌期間中においては、十分量を給餌し、中途半端な量の給餌は控える。

(iii) 冷凍コペポダ

冷凍コペポダは、アルテミアから配合餌料への切り替え期間のつなぎの餌料、アルテミアの代替餌料という位置づけで、栄養素、特に不飽和脂肪酸の供給と給餌作業の省力化を主な目的として給餌する。不飽和脂肪酸含有量は、アルテミアに比べ多いが、アルテミアに比べ嗜好性が低い

こと（特にカサゴは他魚種に比べても冷凍コペポダへの嗜好性低い）を念頭においた給餌が必要である。

種類：中国産（商品名：雅 1～3 号、サイエンテック社製）を使用する。号数は発育段階に応じて選択するが、個体サイズ（号数）が大きいもののほうが、カサゴの認識が容易で、水中での滞留時間が長い場合、摂餌可能であれば大きい号数を選択する。

給餌方法：給餌回数は 2～4 回 / 日で、給餌のタイミングは、できるだけ空腹時とし、配合餌料の次（以降ワムシ、アルテミア）とする。

凍ったままのブロックを飼育水槽内に吊したカゴ（4～5 個）に直接収容する。給餌時間はブロックの大きさで調整する（大きければ溶出に時間がかかる）（図版 4-2）。**給餌量：**100g/水槽から 2000g/水槽を上限とする。一応の目安はアルテミア一缶＝冷凍コペポダ 2,000g である。日令 25 頃から始め、摂餌状況をみながら次第に増加する。日令 50 頃から摂餌が活発となる。

アルテミアは供給・価格が不安定であること、不飽和脂肪酸の強化が難しいこと（短鎖化）、孵化に手間がかかること等から、一般的に海産魚の種苗生産においては冷凍コペポダによる代替が理想的と考えられる。当センターで過去に生産していたマダイは冷凍コペポダでアルテミアを完全に代替可能であった。しかし、カサゴの場合は冷凍コペポダに対する嗜好性が低く、餌料ロスが多いため、現時点ではあくまでつなぎの餌料である。

(iv) 配合餌料

配合餌料は栄養価が高く、給餌作業が簡便であるが、初期は嗜好性が低い。いかに早く配合餌料に餌付けるかが、生産の安定化、効率化には重要である。

種類：中部飼料社製えづけーる S,M,L,LL,0 号（フロートタイプ）を用いる。種類は他機関の事例と価格を参考に決定している。

給餌方法：給餌開始時期は 20 日令前後とする。消化線の発達からみると日令 40 程度が開始適期との知見もあるが、餌付きを早くする目的で 20 日令頃とする。

給餌初期は手まきで、時間・回数をかけて摂餌状況を見ながらまんべんなく給餌する（最大 10 回 / 日程度）。また、適宜自動給餌器を用いて省力化する。自動給餌器ではタイマー給餌が可能であるため、早朝（午前 7:00～）の給餌を 25 日令程度から開始する。

給餌量の増減や粒径の選択は前年度までの知見、魚体

重の推定値、摂餌状況などから総合的に判断する。冷凍コペポータ同様、摂餌可能であれば、基本的に粒径は大きい方がよい。

4-5) 底掃除：底掃除の目的は飼育環境の清浄化と、排出される斃死魚のモニタリングによる飼育状況の把握である。底掃除機は、水槽内のマーキングラインを自走するもの（SMM1-DX、ヤンマー(株)製）を使用し、ポンプではなく、水位差によるサイフォンの原理を利用した排出を行う。

産仔期間は止水であり、親魚からの排泄や死産が確認されることも多く、水質悪化が懸念されるため、産仔終了直後から開始する。生存個体の吸い込みが気になるが、これまで多量に吸い込まれた事例はない。概ね2-3日に1度の頻度で行う。

底掃除で吸い上げられた斃死魚は毎回ネットで受けて様子の観察・計数を行い、飼育状況の確認や日間生残率の参考とする。生存個体も吸い込まれるが、疾病の持ち込み等のリスクを考慮し、飼育水槽に戻さず、そのまま廃棄する。

また、飼育環境の清浄化を目的に、油膜除去装置（図版4-3）を親魚取り上げ直後から設置する。

4-6) 夜間計数：日令20日頃まで生残数を推計するためφ50mmの塩ビパイプを使用した柱状サンプリングによる夜間計数（10箇所/水槽）を行う。時間帯は仔魚の分布が均一となる日没から2時間後で、親魚取り上げ直後に1回、その後日令20までに1回の計2回程度行う。日令20日以降は仔魚が逃避し、過小評価となる。

4-7) 分槽：飼育密度の低下による飼育環境改善や共食い防止を目的に行う。ただし、分槽による水槽数の増加は餌料、加温等に係るコストの増大や飼育作業の増が発生するため、できるだけ少ない水槽数で長期間維持することを心がける。

当センターの飼育方法や要望数からみて、分槽のタイミングはワムシの給餌期間が終わる40日令～サイフォンによる移槽が可能な70日令の間である。

分槽はカナラインホース（1インチ、1.5インチ、2インチ）を用いたサイフォンで行う。水位差は10-20tで吸い込み状況をみながら調整する。できるだけ昼間に様子を見ながら行い、1、2日で終わるようにする。

大小の選別を行いたい場合は、小型個体が壁面沿いに泳ぐ性質を利用して、吸い込み口を壁面際に設置し、小

型個体のみを吸い込むか、吸出し口に金網製の選別カゴを設置して篩をかける（ネトロンネットを使用するとカサゴが刺さって詰まってしまい上手くいかない）。ただし、篩による選別が可能となるのは日令60以降である。

4-8) 全長測定・形態観察等：週に1回程度全長を測定し、過去のデータと比較する。また、飼育初期には摂餌状況、寄生虫の有無、形態の変化等をよく観察する。特に、初期のワムシの摂餌状況は産仔魚の質を判定する上で非常に重要と考えられるので、過去データと比較しながら飼育状況の参考とする。

4-9) 取り上げと選別：取り上げは、平均全長が40mm以上となった時点を目安とし（飼育日数100日前後）、中間育成を受け入れ先の（公社）佐賀県玄海栽培漁業協会と日程調整後決定する。

取り上げの前日の午後から無給餌とし、取り上げ時の腹部の圧迫による物理的損傷を低減する。また、取り上げ直前には底掃除を行う。

取り上げは、巻き網とさで網、たも網を使用して行う（図版4-4）。立ち上がり排水パイプを徐々に短くし、水槽内の水深を50cm程度に低下させたのち、2人の作業員が水槽内に入り、巻き網を使用して水槽内排水部付近にカサゴを集める。集めたカサゴをさで網で順次取り上げ、水槽外の選別作業員に網ごと渡す。

取り上げの際は、網等によるスレでカサゴを損傷しないよう丁寧な作業をすること、網に入れすぎないこと、巻き網内では高密度となるため、酸欠にならないよう、酸素通気を行うこと等が大切である。

作業時間は、延べ作業人数が8人で、1水槽約7万尾の取り上げの場合、1水槽あたり60～90分程度である。

尾数の計数は重量法による。全体の5%程度の尾数から1尾当りの平均重量を求め、それをもとに全体重量から個体数を推定する。

規格サイズは45mmであり、選別は目合い10mm（対角線14mm）のステンレス製のふるいを使用する（図版4-5）。カサゴは棘が刺さるため、モジ網による選別は不適である。

ふるい上がりの個体は、イケス内に収容し、翌日もしくは翌々日に栽培協会へ搬送する。搬送時の物理的損傷低減、水質悪化を低減するため基本的に無給餌とする。

5. 成長と生残

H21 年度生産におけるカサゴの成長を示す（図5-1）。当センターの飼育条件では、飼育開始後10日で5mm、30日で10mm、50日で20mm、100日で45mmとなる。全長差は飼育経過に従い大きくなる。詳細は後述するが、カサゴは全長比1.3を超えると共食いの発生リスクが高まるため、全長差が大きい場合は適宜選別や密度調整を行う必要がある。

生残尾数は、夜間計数で推定可能な日令20日前後以降、底掃除の死亡数からの推定となる。そのため、底掃除は飼育環境を良好に保つためだけでなく、飼育状況の把握にも非常に重要である。作業量は増加するが、できるだけ高頻度を実施し、常に斃死状況を把握することが望ましい。斃死後の腐敗や共食い等により、底掃除で確認される斃死尾数は実際の斃死数よりも少なくなる。H20、21のデータからは、実際の斃死数は底掃除で確認される斃死数の約2倍である。

H20、21の飼育事例から、当センターの飼育方法における全長45mm、飼育日数100日前後での取り上げまでの生残率は概ね20%である。また、水槽あたりの取り上げ尾数は7万尾前後である。

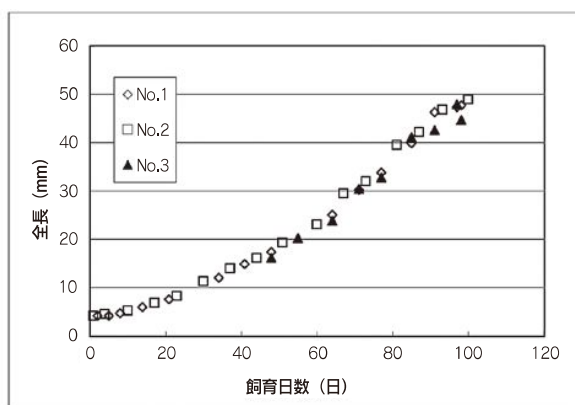


図5-1 カサゴの成長 (H21 生産時)

6. 減耗とその対処

底掃除で観察された斃死数の推移を図6-1に示す。

これまでの飼育事例では、カサゴの斃死時期は、産仔直後、日令15～20日前後、日令40日前後である。

6-1) 産仔直後の斃死: 斃死原因はよくわからないが、産仔後数日での斃死であり、仔魚の質に起因する可能性が高いと考えている。この仔魚の質を判断する材料として、当センターでは、クロソイの事例⁶⁾を参考にワムシ

の摂餌状況を採用している。

これまでの飼育好事例における摂餌状況（図6-2）を目安とし、これに達していない場合は、仔魚の質に起因する大量斃死が起こる可能性があるかと判断し、通常時よりも、飼育経過を注視するよう心がける。

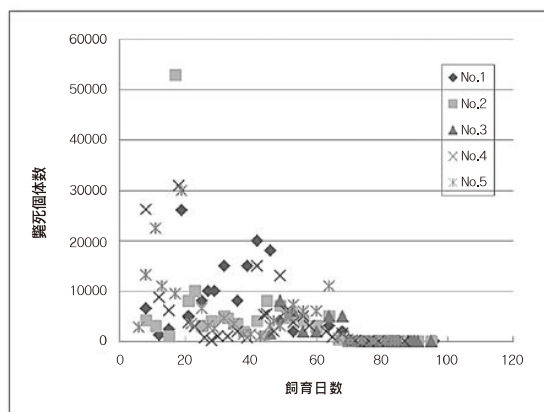


図6-1 底掃除により推定された斃死数 (H20,21 生産時)

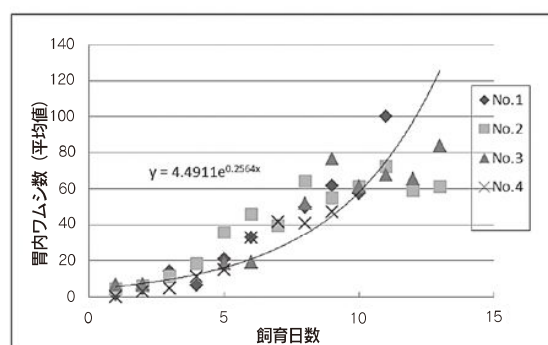


図6-2 胃内のワムシ数の推移 (H20,21 生産時)

6-2) 日令15～20日前後の斃死: これまでの飼育事例のほぼ全てで、この時期にある程度まとまった数の斃死が確認されている（数万/日程度）。斃死の状況は、仔魚が平衡感覚を失い、濃密なバッチを形成したり、きりもみ状に遊泳したり、表層を漂うような状態となり、時間の経過とともに斃死するような状況である。これらの仔魚の中にはワムシを摂餌している個体も多く観察され、比較的短期間で斃死に至るものと考えられる。

この時期の仔魚は脊索が上届し、筋節が明瞭になるなど体組成、体密度の劇的な変化が起きている時期と考えられる。原因はよくわからないが、これらの変化に対応できない個体が、この時期に斃死している可能性があると考えている。

対策としてこれまで、水流の創出と飼育水へのクロレ

ラ SV12 の添加による DHA の添加を行った。明確な結果は出ていないが、DHA の供給でやや改善傾向が見られている。今後、原因とその対策の究明が必要である。

6-3) 日令 40 前後の斃死：この時期はメインの餌料をワムシからアルテミアに切り替える時期である。切り替えがうまくいかないと、ワムシのみを摂餌している小型個体が斃死する。対策としては、摂餌状況をよく観察し、ワムシのみを摂餌している個体が多ければ、切り替え時期を遅らせる、またはアルテミアの給餌量を増加する等が有効である。ただし、ワムシのみを摂餌する小型個体は早かれ遅かれ、他の要因で斃死する可能性が高く、その割合が高くなければ早めに見切るといった選択肢もある。

6-4) 共食い：カサゴの共食いを誘発する要因は様々あると考えられるが、その影響が大きく、かつ飼育方法で改善可能な要因は個体間の全長差である。筆者の試験⁷⁾によれば、カサゴの場合、全長差が 1.3 以上でそのリスクが上昇する (図 6-3)。飼育経過とともに全長差は大きくなり、概ね日令 50 日、全長 20mm 前後で共食い行動が観察されるようになる。

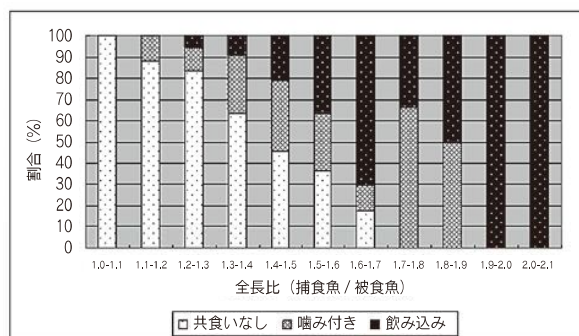


図 6-3 全長比と共食い発生割合の関係 (江口⁷⁾より抜粋)

カサゴの場合、共倒れ (大型個体が小型個体を詰まらせ、窒息する) (図版 6-1) による共食いが発生するが、その頻度はかなり低い。したがって、共倒れが観察される場合は、それよりも高頻度で起こり、かつ観察されにくい、噛みつきによる共食いが相等数発生していると判断する。

対策としては、全長差を出さない飼育方法の実践 (十分量の生物餌料の給餌、適正な飼育密度等)、全長差がでた場合の選別である。

6-5) その他：これまでに当センターでは確認されていないが、その他の斃死としては以下のようなものが考えられる。

(i) **ガス病：**鰾が著しく膨満し、水面付近で腹部を上にして不安定に遊泳するような場合はガス病の可能性がある。ガス病は、水中の窒素や酸素が過飽和になった場合に発生し、気泡が胃ではなく血管や鰾に入る点でエア食いと区別できる。ガス病への対策は水中の過剰なガスを除去することであり、曝気槽の設置等が必要である。また、配管にピンホールがあるとガスが溶存し易くなるため、点検が必要である。

(ii) **疾病：**カサゴの種苗生産における代表的な疾病は、クリプトピア症、オクロコニス症、滑走細菌症、マイクロコチレ症等である。個別には記述しないが、カサゴに使用可能な水産用医薬品は無いことから、これら疾病への対策は、適正な飼育密度、適正な換水率、底掃除の徹底等で飼育環境を清浄に保つこと、魚体へのスレ等の物理的損傷を与えないこと、カサゴの活力 (免疫力) を十分に保つこと等の予防措置である。また、早期発見、対応ができるよう、十分な観察も不可欠である。

7. 閉鎖循環飼育

閉鎖循環型飼育システムとは、従来の掛け流し式と異なり、飼育水を泡沫分離、生物濾過、紫外線殺菌等で処理することにより、再利用する飼育システムのことであり⁸⁾。注・排水をほとんど必要としない閉鎖的な環境での飼育であるため、飼育水の加温・冷却コストの削減による省エネ化、病原体の流入防止による疾病防除、排水を再処理することによる環境負荷低減等の大きなメリットがある。

カサゴの種苗生産においては、飼育水を加温すること、低塩分飼育が有効であるとされている⁹⁾ こと等から、この飼育システムの導入メリットは大きい。

当センターでは水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所の閉鎖循環システムグループと研究協力協定を締結し、H25～27 年度の 3 年計画で、この飼育システムのカサゴ種苗生産を実施している。本報告では、初年度の本試験の取組内容や結果の概要について報告する。

7-1) 閉鎖循環型飼育システム

飼育システムの概要を図 7-1 に示す。飼育システムは飼育水槽、受け水槽、泡沫分離装置、生物濾過槽、紫外線殺菌装置、循環ポンプ (2 台) から成る。初期費用削減のため、当センターの既存の施設を極力利用する形で飼育システム構築した。飼育システムの内容について、主要な設備、装置ごとに以下に示す。

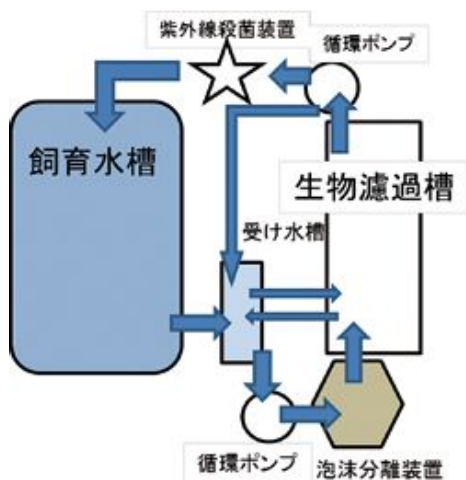


図7-1 飼育システムの概略図（矢印は水の流れを示す）

飼育水槽：既存の50㎡角形コンクリート水槽（No. 4）を使用した。通常の掛け流し式飼育での使用方法と大きく異なる点はないが、閉鎖循環型飼育システムでは水の循環や水位調整にサイフォンの原理を多用するため、水槽内の水位を通常時（40㎡）よりも高め（45㎡）に維持するよう立ち上がりパイプの長さを調整する。

受け水槽：受け水槽は、飼育水槽と生物濾過槽間での水位変動の緩衝を主な目的として設置する（図版7-1）。その用途から、出来るだけ容量が大きく、底面積が広いものが望ましいが、設置スペースとの兼ね合いから、1.5㎡角形FRP水槽としている。水槽は既存のものを加工して側面に立ち上がりパイプを設置し、そこで排水を受ける二重パイプ式としている（図版7-2）。

飼育水槽からの排水の受け口に有機物除去を目的としたネットを設置している（図版7-3）。ネットの大きさは長さ1m×幅0.6m程度の袋状のものを使用し、目合いは、ワムシ給餌時期が目合い80μm、それ以降は200目（112μm）、100目（225μm）と適宜粗くし、生物餌料の給餌が終了した時点で撤去する。換水率の上昇に伴い目詰まりがひどくなるので、洗浄回数を増やす等で対応する必要がある。

保温を目的としたポリウレタン製の蓋を水槽上部に設置している。

泡沫分離装置：泡沫分離装置は有機物の除去を目的とした装置で、微細な気泡を発生させ、有機物をその気泡で包み、浮かせることで系外に排出する。機種は、水研センターと(有)栄和商事で共同開発されたもの（泡沫分離装

置Ⅱ-S型）を使用し、受け水槽から泡沫分離装置への水の吸い込みには1.5kwの自吸式マグネットポンプを使用している（図版7-4）。有機物を含んだ汚水は泡沫分離装置の上部からオーバーフローして排出されるが、その排水を100Lパンライト水槽で受け、その量は概ね30L/日程度となるように装置内の水位を調整する（図版7-5）。泡沫分離装置内への通気は、出来るだけ強通気とし、有機物の除去能力を高める必要がある。

生物濾過槽：生物濾過槽は、濾材に繁殖した硝化細菌により、飼育水中に含まれる（蓄積される）、アンモニアの除去（硝化）を主な目的として設置する（図版7-6）。

濾過槽（濾材）の容量の基準は、その条件（濾材の種類や大きさ、水温、pH、濾過槽内での回転率等）により異なるため一概に示せないが、これまでの知見¹⁰⁾から飼育水量の2割以上を基準とし、約10㎡としている。

濾材は1-2cm程度のサンゴ石5㎡（約5トン）、1cm角程度のカキ殻5㎡（約5トン）を使用している。濾材には様々な種類があるが¹⁰⁾、サンゴ石は比較的高価であるものの濾過能力が高く、pH緩衝作用があり、カキ殻は比較的安価で、濾過能力が高いことを理由に選定している。

濾材と飼育水の接触率を上げ、硝化能力を高めるため、濾材は出来るだけ隙間無く配置し、また塩ビ板の仕切りを数カ所設置する、エアリフトで通常と逆方向へ水を戻す循環を創出し、濾過槽内での回転率を上げる（図版7-7）、濾過槽底面からユニホースによる強通気を実施し、飼育水を攪拌する等の工夫をしている。

生物濾過槽から飼育水槽への水の循環（紫外線殺菌装置を経由）には0.75kwの自吸式マグネットポンプを使用し、その途中に受け水槽への分岐（戻し）を設置し、受け水槽への流入量を調節することで飼育水槽への流入量を調節する。

生物濾過槽での加温は実施せず、保温を目的としたポリウレタン製の蓋を水槽上部に設置する。

紫外線殺菌装置：飼育水の殺菌を目的として、加温期間中に想定される最大の換水率6回転/日すなわち10t/h程度の処理能力（大腸菌指標）があるものとする（SW-2、フナテック(株)製）（図版7-8）。

7-2) 仔稚魚飼育管理

餌料系列等の仔稚魚飼育管理の方法は通常の掛け流し式飼育とほぼ同じと考えてよい。異なる点は、換水率を

高めても加温コストが増えないので、通常飼育時よりも高めに設定できること（生物餌料の排出を考慮する必要はある）、蒸発により塩分が上昇するため、適宜淡水の追加が必要なこと程度である。

7-3) 閉鎖循環飼育の利点

i) 加温コスト削減：H25年度生産における閉鎖循環区と掛け流し区の加温に要した熱量の比較表に示す(表7-3)。閉鎖循環区では注水温と飼育水温の差はほとんど無く、加温に要した熱量の大半は空气中に逸散した熱量分であると考えられる。それを考慮に入れ試算すると、加温コストは掛け流し式の約18%と推定され、当時の金額にして水槽あたり約87万円の加温コスト削減を達成できている¹¹⁾。

飼育システムを構築する際の初期費用は、泡沫分離装置の約160万円、濾材の約80万円、紫外線殺菌装置の約80万円、その他の飼育設一式に約30万円の約350万円であった。したがって、加温コスト削減分から計算すれば、4年で削減分が初期費用を上回る(元が取れる)こととなる。

表7-3 加温に要した熱量の比較

	飼育 日数 (日)	注水温 (°C)	飼育 水温 (°C)	水温差 (°C)	換水量 (トン/日)	熱量 (J)
閉鎖 循環 区	7	17.0	17.5	0.5	13.5	28,350
	12	17.5	17.5	0.0	45.0	0
	17	17.6	17.5	-0.1	54.0	0
	22	17.4	17.5	0.1	67.5	28,350
	27	17.5	17.5	0.0	81.0	0
	32	17.6	17.6	0.0	103.5	0
	37	17.7	17.7	0.0	126.0	0
	42	16.6	16.6	0.0	126.0	0
	47	16.5	16.5	0.0	126.0	0
	52	16.7	16.6	-0.1	126.0	0
57	16.7	16.6	-0.1	126.0	0	
平均			0.0273	90.4	10,356	
掛 け 流 し 区	7	12.7	16.7	4.0	40.0	672,000
	12	12.8	16.6	3.8	40.0	638,400
	17	13.0	16.3	3.3	40.0	554,400
	22	12.0	16.4	4.4	80.0	1,478,400
	27	11.3	16.4	5.1	80.0	1,713,600
	32	10.9	16.2	5.3	80.0	1,780,800
	37	11.1	16.3	5.2	80.0	1,747,200
	42	12.0	16.3	4.3	100.0	1,806,000
	47	12.3	16.5	4.2	100.0	1,764,000
	52	12.2	16.3	4.1	120.0	2,066,400
57	13.0	16.4	3.4	120.0	1,713,600	
平均			4.3	80.0	1,438,691	

ii) その他：定量的な比較をすることは出来ないが、繁殖死の多少から類推すると、仔稚魚の生残は掛け流し区

と同等かそれ以上と考えられる。また、期間中の仔稚魚の成長についても、掛け流し区と遜色ない(図7-2)。今後は、他の機関でその効果が実証されている低塩分飼育⁹⁾について検討を予定している。

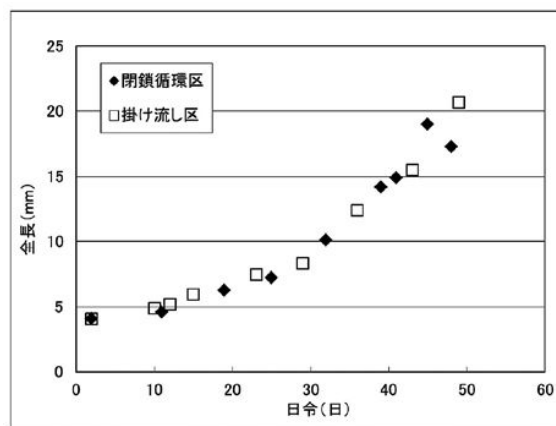


図7-2 仔稚魚の成長の比較

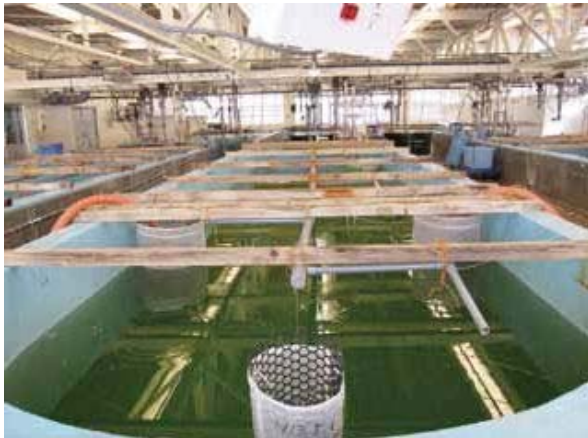
写 真



図版2-1 産仔に供するカサゴ親魚



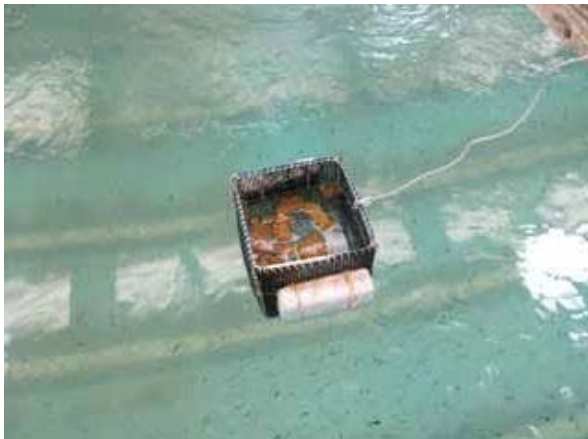
図版2-2 コンテナカゴ設置状況



図版4-1 仔稚魚飼育水槽全景



図版4-4 取り上げ状況



図版4-2 冷凍コペポーダ給餌状況



図版4-5 篩による選別作業



図版4-3 油膜除去装置



図版6-1 共倒れによる斃死



図版7-1 受け水槽



図版7-4 泡沫分離装置



図版7-2 受け水槽側面の二重パイプ



図版7-5 泡沫分離装置からの排水受け



図版7-3 受け水槽内に設置したネット



図版7-6 生物濾過槽



図版7-7 生物濾過槽内に設置した塩ビ板とエアリフト



図版7-8 紫外線殺菌装置

文 献

- 1) 中坊徹二編 (2000): 日本産魚類検索—全種の同定— (第二版). 東海大学出版, 1748pp.
- 2) 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2014): 平成24年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国), 8p.
- 3) 水江一弘 (1957): カサゴの研究—I 生殖巣熟度の変化について. 長崎大学水産学部研究報告 (5), 27-29.
- 4) 渡邊新吾 (2004): カサゴ種苗生産における産仔時期と初期生残の関係. 大分海水研調研報 (5), 35-40.
- 5) Akito taniguchi, Noor Emilia Sharifah and Mitsuru Eguchi (2011): Possible Role of Microalga *Nannochloropsis* in Controlling *Vibrio* Species in Fish Larva Rearing Water. *Aquaculture Science* :59(3), 451-458.
- 6) 野田勉, 中川雅弘 (2010): クロソイの栽培漁業技術. 一定着種の種苗生産と放流効果調査—. 栽培漁業技術シリーズ No.15, 59pp.
- 7) 江口勝久 (2012): カサゴの共食い発生に及ぼす全長差の影響. 佐玄水振セ研報, 5, 35-38.
- 8) 山本義久 (2011): 閉鎖循環飼育の未来と可能性第1回. アクアネット, 57-59
- 9) 御堂岡あにせ (2013): 「閉鎖循環式飼育システム」を活用した低塩分海水によるカサゴ種苗生産. 豊かな海, 19-20
- 10) 山本義久 (2011): 閉鎖循環飼育の未来と可能性第5回. アクアネット, 69-73
- 11) 江口勝久, 岡山英史 (2015): カサゴの種苗生産試験. 平成25年度佐玄水振セ業報, 印刷中.

参考資料 カサゴの飼育計画例 (75日令まで)

日数	換水率 (回転/日)	飼育水 添加物	ワムシ		アルテミア		コペ		配合		貝化石 (kg)	全長 (mm)	ワムシ 摂餌状況 (個/尾)	備考	
			億個体	回数	万個体	回数	g	回数	g	回数					
0	35m ³ 止水														
1	35m ³ 止水	ナンノ	0.18	1								1		親魚セット アンドン目合い60目	
2	35m ³ 止水	(50万細胞/ml)	0.35	1								4	3	ワムシ給餌開始 ナンノ添加開始	
3	35m ³ 止水		0.35	1								1	5		
4	5m ³ 注水		0.7	1								1	5	親魚取り上げ 底掃除開始	
5	5m ³ 注水		1	1								1	10	油膜取り設置 夜間計数(50万尾程度)	
6	5m ³ 注水		1.5	1								1	15		
7	0.3		2	1								1	20		
8	0.3		3	1								1	20		
9	0.6		4	1								1	30		
10	0.8		6	2								1	40		
11	0.8		6	2								1	50	上からの注水開始	
12	0.8		6	2								1	60		
13	0.8		6	2								1	100	雨どい10箇所設置	
14	0.8		6	2								1			
15	1.0	ナンノ:25万細胞/ml	8	2								6		夜間計数(40万程度)	
16	1.0	クロレラSV12:500ml	8	2								1			
17	1.0		8	2								1			
18	1.0		8	2								2			
19	1.2		8	2								1			
20	1.2		10	2					50	1		8		配合餌料給餌開始	
21	1.2		10	2					100	1		1		アンドン目合い30目に変更	
22	1.7		10	2					100	2		1			
23	1.7		10	2					100	2		1			
24	1.7		10	2					100	2		1			
25	1.7		10	2	500	1	300	2	100	4		1		アルテミア、冷凍コペーダ給餌開始	
26	1.7		10	2	1000	1	300	2	150	4		1	9	配合餌料の早朝給餌開始	
27	1.7		10	2	1500	1	300	2	200	4		1			
28	1.7		10	2	1500	1	300	2	250	4		1			
29	1.7		10	2	3000	1	600	2	300	5		1			
30	2.0		10	2	3000	1	600	2	450	5		1			
31	2.0		10	2	3000	1	600	2	550	5		1		共食い確認され始める	
32	2.0		10	2	3000	1	600	3	650	5		1	11		
33	2.0		10	2	4500	2	600	3	650	6		1		強化アルテミア開始 酸素通気開始	
34	2.0		10	2	4500	2	800	3	650	6		1			
35	2.0		10	2	6000	2	800	3	700	6		1			
36	2.0		10	2	9000	2	800	4	700	6		1			
37	2.0		10	2	9000	2	800	4	750	6		1			
38	2.0		10	2	9000	2	800	4	750	6		1			
39	2.0		10	2	12000	2	800	4	800	10		1			
40	2.0		10	2	12000	2	1000	4	800	10		1	13	ワムシ終了 ナンノ終了	
41	2.2	クロレラV12			12000	2	1000	4	900	10		1		分槽開始(密度2 ³ 程度に)	
42	2.2	(500ml)			12000	2	1000	4	900	10		1		鱗の形成が進み魚体が色づき始める	
43	2.2				12000	2	1000	4	1000	10		1			
44	2.2				12000	2	1000	4	1000	10		1			
45	2.2				12000	2	1000	4	1000	10		1			
46	2.2				12000	2	1200	4	1000	10		1			
47	2.2				13000	2	1200	4	1000	10		1			
48	2.2				13000	2	1200	4	1000	10		1	16		
49	2.2				13000	2	1200	4	1100	10		1		冷凍コペーダへの反応よくなる	
50	2.2				13000	2	1500	4	1200	10		1		アンドン180径に	
51	2.2				13000	2	1500	4	1300	10		1			
52	2.2				13000	2	1500	4	1400	10		1			
53	2.2				13000	2	1500	4	1400	10		1			
54	3.0				12000	2	1500	4	1400	10		1	18		
55	3.0				12000	2	2000	4	1400	10		1			
56	3.0				12000	2	2000	4	1400	10		1			
57	3.0				12000	2	2000	4	1500	10		1			
58	3.0				9000	2	2000	4	1500	10		1			
59	3.0				9000	2	2000	4	1600	10		1			
60	3.0				9000	2	2000	4	1700	10		1			配合餌料給餌への反応よくなる
61	3.0				6000	1	2000	4	1800	10		1			
62	3.0				6000	1	2000	4	1800	10		1			
63	3.0				6000	1	2000	4	2000	10		1			
64	3.0				6000	1	2000	4	2100	10		1			
65	3.0				4500	1	2000	4	2200	10		1			
66	3.0				4500	1	1500	4	2400	10		1			
67	3.0				4500	1	1500	4	2400	10		1			
68	3.0				4500	1	1500	4	2400	10		1			
69	3.0				3000	1	1500	4	2400	10		1	30		
70	3.0				3000	1	1500	4	2800	10		1			アルテミア給餌終了
71	3.7						1000	4	2800	10		1			
72	3.7						1000	4	3000	10		1			
73	3.7						1000	4	3200	10		1			
74	3.7						1000	4	3400	10		1			冷凍コペーダ給餌終了
75	4.0						1000	4	3400	10		1			飼育水加温やめ、アンドン撤去