

企 画 ・ 栽 培 養 殖 部  
(栽 培 養 殖 部 門)

## カンパチ種苗実用化技術開発試験

外菌博人，神野公広，今吉雄二，池田祐介

### 【目的】

これまで天然由来親魚からの自然産卵の実績がある手法で飼育環境を制御し，良質種苗を生産する為の人工種苗由来の親魚から受精卵を採卵する技術を開発する。

### 【方法】

コンクリート製円形200k1水槽2面を使用して，継続して養成している人工種苗由来の親魚(7，8歳魚43尾)で早期採卵試験を実施した。

飼育水には電解殺菌処理海水(注水：10kl/h)を用いた。餌料は，冷凍サバ，イカ及びオキアミを解凍し栄養剤を添加して，週3回飽食量給餌した。水温は，平成25年2月14日まで20℃を下回らないように調温し，2月15日から22℃，4月5日からは24℃まで設定温度を上昇させ，24℃を超えると自然水温とした。また，夏期は飼育水温が27℃以上にならないように冷却して注水した。日長は，2月5日から14日にかけて短日処理(8L16D)を行い，引き続き2月15日から長日処理(16L8D)を行った。

### 【結果及び考察】

これまで天然由来親魚での産卵コントロールで成功した方法で水温制御と日長処理を行ったが，4月上旬までに自然産卵を確認することはできなかった。

このため，4月9日にHCGホルモンを打注し産卵誘発を行った結果，4月11日に726千粒(浮上卵67千粒；浮上卵率92.4%)の産卵を確認した。また，4月16日にも他水槽の親魚群にHCGホルモンの打注を行ったが，産卵は確認できなかった。

人工種苗由来の親魚においても，長日処理の期間をこれまでの3ヶ月から約1ヶ月に短縮したところ，初めて受精卵を得ることができた。卵巣内卵径も約600 $\mu$ mであり，ホルモン打注に適した卵径であったことから，催熟期間は1ヶ月程度が適当であると確認できた。

なお，産卵しなかった水槽の親魚群は5月29日に魚体計測後，処分した。結果は表1のとおり。

また，平成23年度にかごしま豊かな海づくり協会において種苗生産し，根占漁協の養殖業者が養成したカンパチ(2歳魚)22尾を12月5日に新規親魚群として水産技術センター親魚棟に搬入した。

表1 カンパチ親魚の魚体測定結果(5月29日)

|   | 尾叉長<br>(cm) | 体重<br>(kg) | 性別 | 生殖腺<br>重量(g) | 成熟度  |    | 尾叉長<br>(cm) | 体重<br>(kg) | 性別 | 生殖腺<br>重量(g) | 成熟度  |
|---|-------------|------------|----|--------------|------|----|-------------|------------|----|--------------|------|
| 1 | 95.0        | 14.4       | ♀  | 97.7         | 0.68 | 9  | 92.0        | 13.0       | ♂  | 35.0         | 0.27 |
| 2 | 104.0       | 19.3       | ♀  | 192.8        | 1.00 | 10 | 109.0       | 23.3       | ♀  | 177.6        | 0.76 |
| 3 | 92.5        | 14.1       | ♂  | 142.6        | 1.01 | 11 | 92.0        | 11.9       | ♂  | 46.7         | 0.39 |
| 4 | 95.0        | 12.0       | ♂  | 11.6         | 0.10 | 12 | 95.0        | 16.5       | ♀  | 243.3        | 1.47 |
| 5 | 105.5       | 19.9       | ♂  | 198.0        | 0.99 | 13 | 92.0        | 12.2       | ♂  | 122.0        | 1.00 |
| 6 | 100.0       | 19.7       | ♀  | 238.3        | 1.21 | 14 | 94.5        | 16.9       | ♀  | 507.0        | 3.00 |
| 7 | 96.5        | 15.0       | ♂  | 30.5         | 0.20 | 15 | 94.5        | 16.7       | ♂  | 238.0        | 1.43 |
| 8 | 99.0        | 16.7       | ♀  | 117.0        | 0.70 |    |             |            |    |              |      |

## 親魚養成技術開発試験 (オオモンハタ)

今吉雄二・神野公広・神野芳久・池田祐介

### 【目的】

養殖・放流対象種の多様化を目的とし、本県ではこれまで利用されていなかったハタ類(オオモンハタ)の親魚養成技術開発を行う。

### 【方法】

#### 1. 親魚養成

種苗生産用の受精卵を確保することを目的とし、以下の方法で親魚養成を行った。

##### (1) 親魚履歴

本センター地先で釣獲し、過年度から継続飼育している15尾を親魚候補として養成した。

##### (2) 飼育水槽

魚類棟角形50KL水槽(1面)を飼育水槽とした。

##### (3) 飼育条件

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、換水率は約4回/日とした。水温については加温等を行わない自然水温の条件で飼育した。

##### (4) 給餌

餌料は厚さ約1cmの輪切りにした冷凍サバを用いた。飽食給餌を原則としつつ、水温低下の影響で摂餌量の減る冬期については、直近の摂餌状況を考慮しながら適宜調整した。

##### (5) 採卵

6月3日(月)から開始した。

午後、飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し、翌朝目視による産卵確認と、産卵が確認された場合には卵の回収を実施した。

採卵ネット内の卵は、ネットを袋状にたぐり寄せながら直ちに回収し、50Lアルテミアふ化槽に收容後、エアレーションで全体を攪拌しながら1ml当たりの卵数を計数(時計皿上)し、1日当たりの総採卵数を算出した。

### 【結果及び考察】

#### 1. 親魚養成

##### (1) 養成

試験を開始した23年度は、最大22個体を飼育しており、縄張り争いや繁殖行動に伴うと考えられる闘争行動が頻発した。7個体が斃死し、23年10月には15個体にまで減耗したが、以降、激しい闘争行動は見られなくなり、昨年度は斃死は無く、今年度は水槽メンテナンスのための移槽に伴う体測、淡水浴の影響によると思われる1尾のみであった。

闘争行動が落ち着き、昨年から水温が20℃に達した5月上旬ごろになると追尾や腹部膨満といった繁殖行動が観察されるようになり、今年度は6月5日から9月24日までの約4ヶ月間、産卵が確認された。

摂餌については、産卵期を挟んだ5月上旬から10月中旬の期間が年間で最も盛んであり、10月中旬以降は、水温の低下と呼応するように、給餌の際に関心を示さない個体が多くなった。

飼育尾数が15個体となってからは闘争行動による減耗もなく、産卵が2カ年続けて約4ヶ月間継続して確認された。飼育密度は現在の個体数で適正に近づいたと判断されることから、来年度も追加更新を行わず、現在の環境を維持しながら飼育管理に取り組む予定である。

(2)採卵

今年度は、6月5日に初回の産卵が認められ、以後9月24日までの期間に、延べ68日で確認された。その間の水温は22.6℃～29.1℃であった(図1、表)。

採卵数は、68日の合計で約1,635万粒であり、1回の平均採卵数は約24万粒(表)、卵の平均粒径は0.77mmであった。

今年度は、昨年度とほぼ同じ約4ヶ月間産卵が続き、総採卵数や産卵日数も同様の結果が得られた。オオモンハタの産卵期や、現在の規模で飼育した場合に採卵できる卵の量については把握できたと考えられる。

オオモンハタの卵については、当センターで飼育しているスジアラやヤイトハタと比較して、未受精卵の割合が高いことが分

かってきており、今年度も卵の発生について、採卵日毎に検鏡し、発生が進行している卵の割合を確認した(図2)。発生が確認された卵の割合は0%から92%と採卵日毎の差が大きく、安定した受精卵の確保は比較的困難であると考えられる。その中でも産卵期前半の6月から7月にかけては、発生率が比較的高い割合で推移しており、自然産卵により種苗生産に用いる受精卵を確保する場合は産卵期前半の卵を確保する必要がある。

人為的採卵については、9月25日に全個体の腹部を圧搾したが、精子の採取のみで卵を採取できず、人工受精等、次の段階に進むことはできなかった。来年度はホルモン打注を行った上での人為的採卵、人工授精試験を実施し、発生率について自然産卵で得た卵との比較を検討している。

表 採卵実績(平成23～25年度)

| 年度  | 産卵開始  |      | 産卵終了  |      | 総採卵数<br>(粒) | 産卵<br>日数 | 平均採卵数<br>(粒) | 最多採卵数<br>(粒) | 最小採卵数<br>(粒) |
|-----|-------|------|-------|------|-------------|----------|--------------|--------------|--------------|
|     | 月 日   | 水温   | 月 日   | 水温   |             |          |              |              |              |
| H23 | 6月14日 | 22.2 | 6月25日 | 23.2 | 700,300     | 5        | 140,060      | 225,000      | 58,800       |
| H24 | 6月12日 | 22.6 | 10月5日 | 25.5 | 18,415,600  | 67       | 274,860      | 1,060,000    | 36,000       |
| H25 | 6月5日  | 22.5 | 9月24日 | 27.3 | 16,351,000  | 68       | 240,456      | 860,000      | 24,000       |

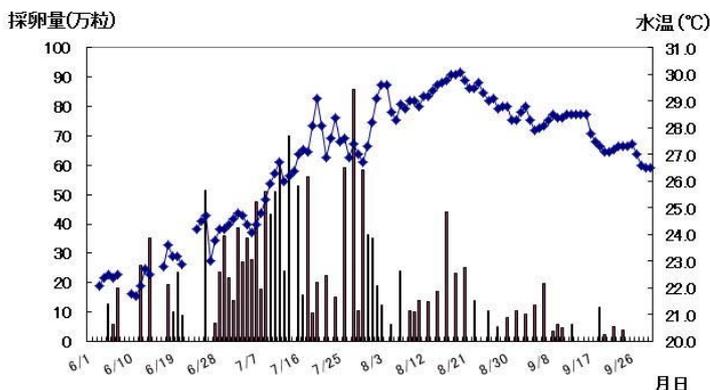


図1 採卵数と飼育水温の推移(H25)

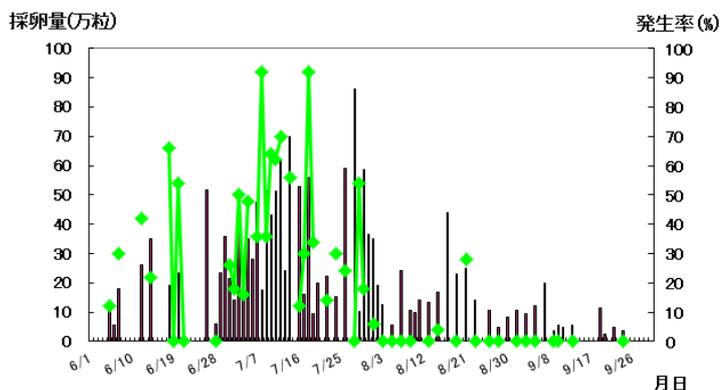


図2 採卵数と発生率の推移(H25)

## 養殖魚種多様化技術開発事業 (ヤイトハタ)

今吉雄二・神野公広・神野芳久・池田祐介

### 【目的】

養殖業者による赤潮・疾病対策や輸出を含めた経営多角化の実現には、養殖対象種の多様化が必要であり、その一環として、これまで利用されていなかったハタ類(ヤイトハタ)の種苗生産技術開発を行う。

### 【方法】

#### 1. 親魚養成

種苗生産用の受精卵を確保するため、以下の方法で親魚養成を行った。

##### (1) 親魚履歴

平成23年11月に垂水市海潟沖から導入した7歳魚7尾と、平成24年5月に同じく垂水市海潟沖から導入した7歳魚1尾の計8尾を親魚候補として養成した。

##### (2) 飼育水槽

5月～11月は魚類棟角形50KL水槽(1面)で飼育し、4月と12月～3月については加温飼育が可能な魚類棟円形60KL水槽(1面)で飼育した。

##### (3) 飼育条件

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し、換水率は約4回/日とした。水温については、5月～11月は自然水温下で飼育し、海水温が18℃を下回る4月と12月～3月は、飼育水温が18℃以下にならないよう、加温を行った。

##### (4) 給餌

餌料は5cm角にカットした冷凍サバを用いた。給餌量は、ヤイトハタ1尾当たりの魚体重を12kgとし、総魚体重の約5%相当となる5kgのサバを週2回(2.5kg×2回)に分けて給餌することを原則とした。

##### (5) 採卵

6月3日(月)から開始した。

午後、飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し、翌朝目視による産卵確認を行った。

### 【結果及び考察】

#### 1. 親魚養成

23年度から飼育している親魚候補については、24年5月以降、14尾を飼育していたが、25年3月のスクーチカ繊毛虫の寄生により6尾が斃死し、8尾がようやく生残している状態で25年度を迎えた。

残った8尾について、暖水性の種であるにも関わらずこれまで冬期も自然水温で飼育していたが、体力の回復を優先させるために、25年4月15日までの期間、飼育水温を自然水温より5℃前後高い22℃に、4月15日以降は、自然水温が20℃を超えた5月9日までの期間、20℃に加温して飼育した結果、徐々に状態は回復し、摂餌するまでになった。

しかし、この親魚候補保全のための緊急的な加温措置を行ったことにより、結果として8尾を生残させることはできたが、自然水温と全く異なる条件での飼育期間が続いたために、その後の摂餌や産卵を調整する生体リズムに少なからず影響を及ぼしたと考えられる。

摂餌については、前年度まで水温の上昇とともに活発になっていたが、今年度は最も摂餌量が多くなっていた6月～9月にかけて、残餌が確認される日があった。

採卵については、6月3日から10月10日までの約4ヶ月間、採卵ネットを設置したが、1日も産卵を確認することは出来なかった。

生殖腺刺激ホルモンの打注による人為的採卵も検討したが、夏期の摂餌状況が良くなかったことや、24年度に観察された腹部の膨満、求愛行動が確認できなかったことから、産卵に至らない可能性とハンドリングや打注により魚体に与えるダメージとを考慮し、見送ることとした。

表 採卵実績(過去2年間)

| 年度  | 産卵開始  |      | 産卵終了  |      | 総卵数<br>(粒) | 産卵<br>回数 | 平均産卵数<br>(粒) | 最多産卵数<br>(粒) | 最小産卵数<br>(粒) |
|-----|-------|------|-------|------|------------|----------|--------------|--------------|--------------|
|     | 月 日   | 水温   | 月 日   | 水温   |            |          |              |              |              |
| H24 | 6月27日 | 24.6 | 8月24日 | 28.4 | 66,712,000 | 29       | 2,300,414    | 6,402,000    | 195,000      |
| H25 | -     | -    | -     | -    | 0          | 0        | -            | -            | -            |

一方、これまで餌を全く食べなくなる期間があった冬期については、12月以降、飼育水温を18℃に保つよう加温した結果、少量ずつではあるが毎回接餌が確認され、疾病等に侵されることなく乗り切ることができた。

今後については、加温のための燃油代は大きな問題ではあるが、冬期の飼育水温を、接餌がストップしない程度(18℃前後)に加温し、自然水温の上昇とともに水温差を縮減し、生体リズムを乱さないように管理することで、24年度のように再び産卵に導くことが目標である。

## 2. 種苗生産試験

予定していた種苗生産試験は、前述の採卵不調により、実施することができなかった。

## 赤潮対応型給餌モデル開発研究

眞鍋美幸，池田祐介，今吉雄二，今村昭則

### 【目的】

高水温期において，魚体重の増加を優先した給餌方法では，給餌過多による魚病の発生や漁場環境の悪化，ひいては赤潮発生の一要因となることが懸念される。これらについては，漁業者は経験に基づき試行錯誤しつつ給餌方法の改良に取り組んでいるものの，暗中模索の状況である。

そこで，高水温期における無駄の少ない給餌法を解明し，養殖経営のコスト低減及び漁場環境への負荷を軽減することで，持続的な養殖業経営に寄与することを目的とする。

### 【方法】

#### 供試魚

鹿児島湾内で飼育された平均体重2,581g（全尾数平均）のブリ2年魚を用いた。

#### 飼育管理

試験区は5区とし，当センター地先の海面生簀（3.6m×3.6m×3.0m）に45尾ずつ収容し，平成25年7月23日から12月11日の141日間飼育した。餌は市販EP飼料（S社製）を1日に1回飽食量を与えた。給餌頻度を表1に示す。対照区の1区は週3日を基本とし，10月の適水温期は週4回とした。2～5区は夏の高水温期は週2回に減らし，最も水温が高い7月下旬～8月にかけての4週間は，2，3区は週1回，4，5区は週0回（絶食）に減らした。また，2，4区は適水温期は週4回とした。試験期間中の給餌回数は，1区は64回，2区は50回，3区，4区は45回，5区は41回とした。

表1 1週間あたりの給餌回数

| 月   | 7 |   | 8 |   |   |   | 9 |   |   |    | 10 |    |    |    | 11 |    |    |    | 12 | 合計 |    |    |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |    |    | 19 | 20 |
| 試験区 | ① | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 64 |
|     | ② | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 50 |
|     | ③ | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 45 |
|     | ④ | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 45 |
|     | ⑤ | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 41 |

#### 水温測定

生簀横の水深2m付近にデータロガー（オンセット社製ウォーターテンププロv2）を垂下して1時間毎の水温を記録した。

#### 魚体測定

魚体測定は，4週間に1回実施し，麻酔をかけて全尾数の尾叉長，魚体重を測定した。

#### 血液性状分析

試験開始時，絶食終了時，試験終了時に各5尾を任意に取り上げ，尾柄部下から採血を行った。採取した全血を用いてヘマトクリット値（Ht），ヘモグロビン量（Hb）及び赤血球数（RBC）を測定するとともに血漿を用いて血液性状を測定した（表2）。

表2 血液検査項目の概略

| 検査項目 |                       | 検査内容                |
|------|-----------------------|---------------------|
| Ht   | ヘマトクリット値              | 血液中に占める血球の容積の割合     |
| Hb   | ヘモグロビン量               | 赤血球中の色素タンパク質の量      |
| RBC  | 赤血球数                  | 血液中の赤血球の数           |
| GOT  | グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ | 肝臓等に含まれる酵素          |
| GPT  | グルタミン酸ピルビン酢酸トランスアミナーゼ | 肝臓等に含まれる酵素          |
| ALP  | アルカリフォスターゼ            | 小腸、肝臓、骨等に含まれる酵素     |
| TCHO | 総コレステロール              | 体内の脂質を表す値           |
| TG   | トリグリセライド(中性脂肪)        | 体内の脂質を表す値           |
| Glu  | グルコース(血糖)             | 血液中のブドウ糖            |
| BUN  | 尿素窒素                  | タンパク質が体内で利用された後の老廃物 |
| TP   | 総タンパク                 | 血液中の様々な種類のタンパク質の総量  |

### 魚体の粗脂肪分析

試験開始時、絶食終了時、試験終了時に各5尾を取り上げ、魚体の粗脂肪含有量を分析した。

## 【結果および考察】

### 飼育成績

#### (1) 生残率

生残率の推移を図1に示す。

試験終了時における生残率は、2区が84.4%で最も高く、次いで1区の77.8%，3区の68.9%，4区の64.4%と続き、5区が最も低い51.1%であった。今年度は水温が例年より高く、1時間毎の水温記録で30℃以上を記録したのは、前年度は7日間55回だったが今年度は26日間430回にも及んだ。そのような高水温下で絶食終了時の魚体測定を行ったため、測定直後から翌日にかけて、明らかにハンドリングの影響と思われる斃死が1区6尾、2区1尾、3区5尾、4区12尾、5区13尾発生し、特に絶食により体力が落ちていたと思われる4区、5区の斃死が多かった。そこで、明らかにハンドリングの影響と思われる斃死を除いた生残率を図2に示す。最も良かったのは1区及び4区の91.1%で、次いで2区の86.7%，3区及び5区の80.0%となり、生残率と給餌頻度との間に相関はみられなかった。

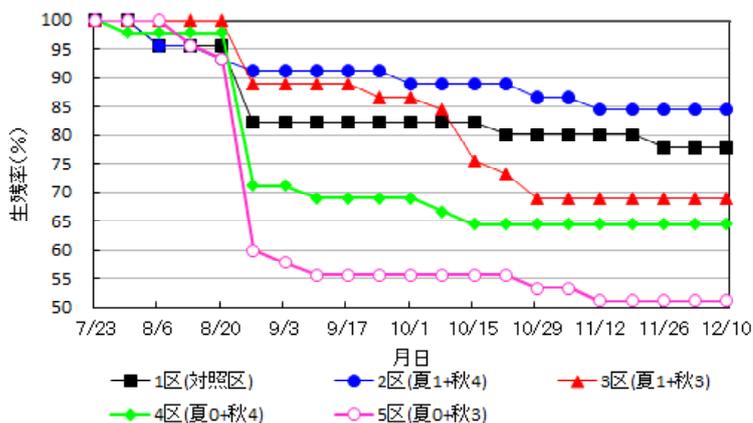


図1 生残率の推移

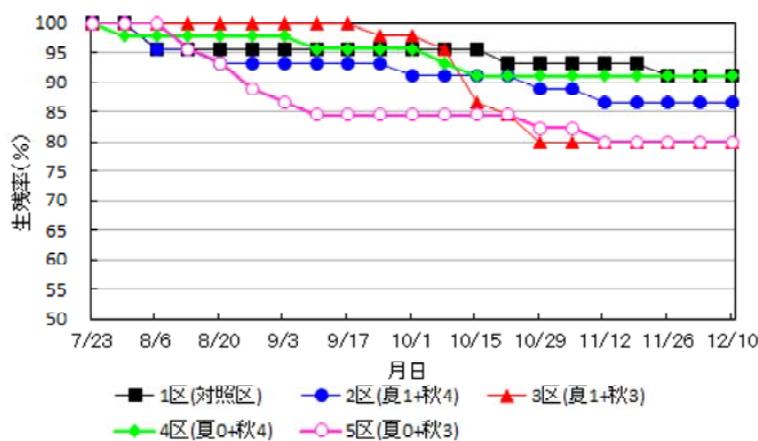


図2 生残率の推移 (魚体測定の影響を除く)

#### (2) 魚体重

魚体重と平均水温（1週間毎に水温を平均したもの）の推移を図3に示す。

試験期間中の最高水温は8月3日の31.8℃、最低水温は12月11日の16.2℃であり、1週間毎の平均水温は17.7℃～30.6℃で推移した。前述の通り、今年度の水温は前年と比較してほぼ全期間にわたって高く、期間中平均水温も平成24年度は24.5℃、平成25年度は25.3℃と0.8℃高かった。

1区の魚体重は、平均水温が28℃以上となった試験開始から9月中旬までほぼ横ばいであったが、水温の低下とともに増加し、試験終了時は平均

3,716gとなった。2区～5区の魚体重は絶食及び制限給餌期間中は減少したが、通常給餌に戻した後急激に増加し、試験終了時の魚体重は2区が3,638g、3区が3,469g、4区が3,528g、5区が3,621gとなった。

試験期間における魚体重の増重量の推移を表3に示す。試験終了時の増重量は、1区が1,115gで最も多く、次いで5区1,083g、2区の1,018g、4区の932g、3区の918gと続いた。高水温期は同条件で適水温期の給餌頻度が異なる2区（週4回）と3区（週3回）、4区（週4回）と5区（週3回）の増重量を比較すると、2区（週4回）と5区（週3回）が多い結果となり、適水温期に給餌頻度を増やしても必ずしも体重増加につながらないことが示唆された。

表3 増重量の推移

| 月日        | 1区(対照区) | 2区(夏1+秋4) | 3区(夏1+秋3) | 4区(夏0+秋4) | 5区(夏0+秋3) |
|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| H25.7.23  | 0       | 0         | 0         | 0         | 0         |
| H25.8.20  | 12      | -250      | -124      | -212      | -255      |
| H25.9.18  | 13      | -263      | -182      | -274      | -252      |
| H25.10.17 | 324     | 25        | -10       | -89       | 21        |
| H25.11.12 | 606     | 544       | 442       | 440       | 468       |
| H25.12.11 | 1,115   | 1,018     | 918       | 932       | 1,083     |

### (3) 尾叉長

平均尾叉長の推移を図4に示す。

2～5区は、絶食中または週1回の制限給餌中はほぼ横ばいであったがその後上昇した。試験期間中の伸長幅は2区が最も多く3.5cm、次いで3区の3.1cm、4区の3.0cm、5区の2.9cmと続き、最も少なかったのは1区の2.7cmであった。また、1区のみが試験終了前に急に成長が鈍化した。

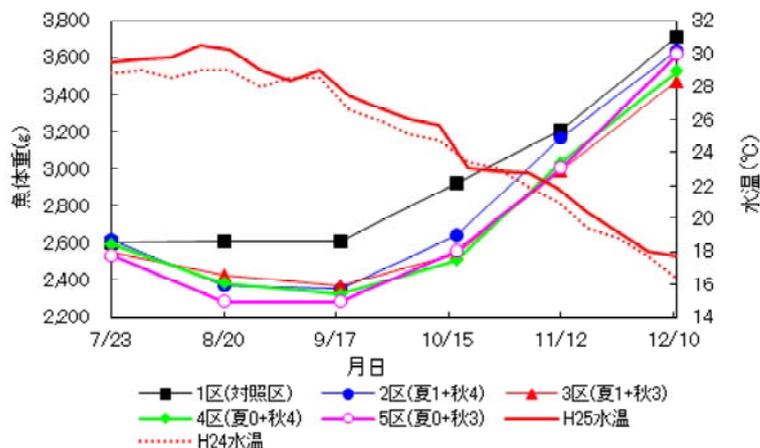


図3 魚体重と平均水温の推移

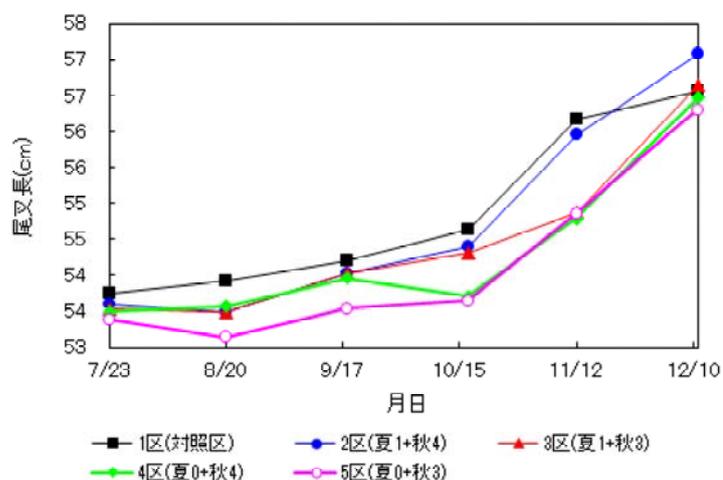


図4 尾叉長の推移

(4) 肥満度

肥満度の推移を図5に示す。

試験開始時の肥満度は16.7（全尾数平均）であった。1区の肥満度は、高水温期はわずかに減少し、水温の低下とともに緩やかに増加した。2区～5区の肥満度は、絶食または制限期間中は減少したが、通常給餌再開後は順調に増加した。試験終了時は、1区が最も高く20.7、次いで5区が20.2、2区と4区が19.5、3区が19.0であった。

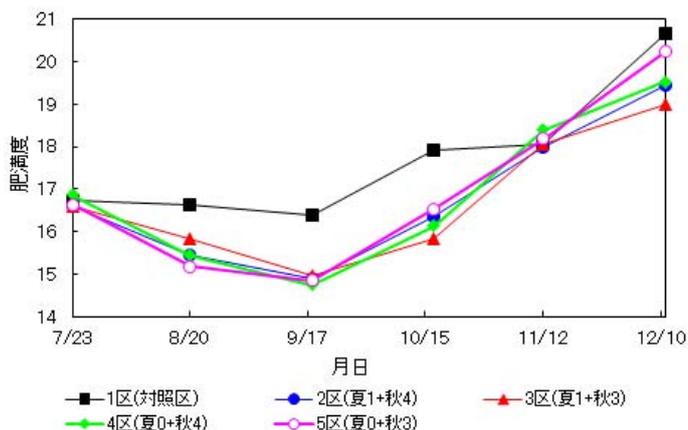


図5 肥満度の推移

(5) 魚体の粗脂肪含有量

魚体（背身、腹身）の粗脂肪分析結果を表4に示す。絶食終了時の粗脂肪含有量は1区（対照区）が最も多かったが、全ての区で試験開始時より減少していた。試験終了時の粗脂肪含有量は2区が最も高かった。高水温期が同条件で、適水温期の給餌頻度が異なる2区（週4回）と3区（週3回）、4区（週4回）と5区（週3回）を比較すると、適水温期に週4回給餌した2区と4区が高いことから、適水温期に高給餌にすることで粗脂肪を増加させられることが示唆された。

表4 粗脂肪含有量

|           | 週数 | 背身(%) 腹身(%) |       |
|-----------|----|-------------|-------|
|           |    | 0           | 4.98  |
| 試験開始時     |    |             |       |
| 絶食終了時     |    |             |       |
| 1区(夏3+秋4) | 4  | 3.90        | 7.93  |
| 2区(夏1+秋4) | 4  | 2.00        | 4.51  |
| 3区(夏1+秋3) | 4  | 2.57        | 6.68  |
| 4区(夏0+秋4) | 4  | 2.53        | 4.68  |
| 5区(夏0+秋3) | 4  | 1.64        | 3.09  |
| 試験終了時     |    |             |       |
| 1区(夏3+秋4) | 20 | 7.22        | 12.13 |
| 2区(夏1+秋4) | 20 | 12.04       | 13.75 |
| 3区(夏1+秋3) | 20 | 7.73        | 11.34 |
| 4区(夏0+秋4) | 20 | 8.05        | 11.87 |
| 5区(夏0+秋3) | 20 | 6.23        | 9.95  |

(6) 血液性状

血液性状の分析結果を表5に示す。

表5 血液性状分析結果

| 週     | 区            | Ht   | Hb        | RBC                     | GOT   | GPT   | ALP   | TCHO    | TG      | Glu     | BUN     | TP     |
|-------|--------------|------|-----------|-------------------------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|--------|
|       |              | (%)  | (g/100ml) | (×10 <sup>4</sup> 個/μl) | (U/L) | (U/L) | (U/L) | (mg/dl) | (mg/dl) | (mg/dl) | (mg/dl) | (g/dl) |
| 開始時   | 0 全区         | 44.9 | 15.6      | 378.8                   | 163.8 | 20.2  | 108.8 | 355.0   | 59.0    | 269.6   | 8.1     | 4.5    |
| 絶食終了時 | 4 1区(夏3+秋4)  | 32.4 | 13.3      | 326.6                   | 275.0 | 17.2  | 135.8 | 241.8   | 108.0   | 206.8   | 5.0     | 4.2    |
|       | 4 2区(夏1+秋4)  | 35.6 | 13.8      | 311.2                   | 153.0 | 13.2  | 127.2 | 297.4   | 157.0   | 214.8   | 4.6     | 4.8    |
|       | 4 3区(夏1+秋3)  | 30.5 | 14.7      | 276.8                   | 247.8 | 23.0  | 119.0 | 300.4   | 131.8   | 199.6   | 5.0     | 5.1    |
|       | 4 4区(夏0+秋4)  | 28.9 | 11.9      | 263.2                   | 136.0 | 9.6   | 84.0  | 228.6   | 166.0   | 167.2   | 4.5     | 3.6    |
|       | 4 5区(夏0+秋3)  | 37.3 | 13.8      | 313.0                   | 112.4 | 10.4  | 88.8  | 286.8   | 165.6   | 164.4   | 4.5     | 3.8    |
| 終了時   | 20 1区(夏3+秋4) | 40.7 | 14.8      | 346.4                   | 87.3  | 16.1  | 66.4  | 319.8   | 88.8    | 173.0   | 8.9     | 4.3    |
|       | 20 2区(夏1+秋4) | 39.1 | 15.2      | 318.8                   | 73.8  | 15.8  | 69.4  | 322.8   | 74.4    | 176.2   | 7.8     | 4.7    |
|       | 20 3区(夏1+秋3) | 40.7 | 15.1      | 311.0                   | 34.6  | 10.0  | 71.6  | 359.8   | 74.6    | 181.0   | 7.4     | 4.3    |
|       | 20 4区(夏0+秋4) | 41.9 | 15.5      | 354.6                   | 130.2 | 19.4  | 63.4  | 340.4   | 63.2    | 158.0   | 6.9     | 4.5    |
|       | 20 5区(夏0+秋3) | 36.5 | 15.0      | 352.0                   | 75.0  | 6.0   | 78.4  | 324.8   | 72.6    | 154.4   | 6.4     | 4.3    |

絶食終了時のALPの値は、絶食を行っていない対照区の1区が最も高く、次いで週1回の制限給餌を行った2、3区、4週間絶食させた4、5区の順になったが、試験終了時にはほとんど差がなくなった。絶食終了時のTGは、各区とも1区（対照区）より高い値を示したが、試験終了時には減少し大きな差はなくなった。Glu, BUNは、絶食終了時、試験終了時とも、1～3区は同程度の値を示し、4、5区はそれより低い値を示した。TPは、絶食終了時は1～3区より、4、5区は低い値を示したが、試験終了時に

はほとんど差がなくなった。その他の項目については、絶食または制限給餌期間との相関はみられなかった。

まとめ

今年度の夏季は例年より水温が高い日が継続し、そのような中で魚体測定を行ったため、明らかにハンドリングの影響と思われる多数の斃死が発生した。特に絶食を行った4～5区の斃死が多かったため、絶食により他試験区よりも体力が低下していたものと推測された。ハンドリングの影響と思われる斃死を除けば、給餌頻度と生残率の間に相関は見られなかった。従って高水温期に薬浴や淡水浴等を実施すると、通常給餌区に比べて体力が落ちている4週間絶食区は大量に斃死する可能性があり、高水温期にはなるべくそのような作業は行わない、どうしても必要な時は海水氷等を用いて水温を下げて作業するといった工夫が必要であると思われた。

1区(対照区)の魚体重は、高水温期は横ばいで、その後水温の低下とともに増加した。2～4区は、高水温期の絶食及び制限給餌期間中は減少したが、通常給餌に戻した後急激に増加し、1区に近い値まで追いついた。尾叉長、肥満度、粗脂肪含有量、血液性状においても同様で、1区(対照区)と比較すると、絶食及び制限給餌期間中は差があるが、試験終了時には1区に近い値となった。

これらの結果から、夏場の高水温期に絶食や制限給餌をしても、年末の出荷最盛期には影響が少ない事が示唆された。

表6に飼育成績のまとめを示す。飼料効率、増肉係数の値は5区が最も良く、1区と比較して、試験終了時の給餌日数(給餌回数)が23日少ないことから省力化が、1尾あたりの給餌量が1,220g少ない事から25%の餌料費の低減が図られることがわかった。

平成23, 24年度の結果から見ても、夏季の高水温期に4週間絶食させることが最も省力化、低コスト化に効果があることがわかったが、小規模な飼育試験に限定した結果であることから、実際の養殖規模で実証できるかどうか今後確認する必要がある。

表6 飼育成績のまとめ

| 飼育期間           | 平成25年7月23日～12月11日   |           |           |           |           |
|----------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 水温             | 16.2～31.8℃(平均25.3℃) |           |           |           |           |
| 試験区【絶食期間】      | 1区(夏3+秋4)           | 2区(夏1+秋4) | 3区(夏1+秋3) | 4区(夏0+秋4) | 5区(夏0+秋3) |
| 飼育日数           | 141                 | 141       | 141       | 141       | 141       |
| 給餌回数           | 64                  | 50        | 45        | 45        | 41        |
| 尾数             | 開始時                 | 45        | 45        | 45        | 45        |
|                | 終了時                 | 35        | 38        | 31        | 29        |
| 平均体重(g)        | 開始時                 | 2,600.4   | 2,620.1   | 2,550.7   | 2,596.7   |
|                | 終了時                 | 3,715.8   | 3,638.1   | 3,468.8   | 3,528.3   |
| 増重量            | 1,115.4             | 1,018.0   | 918.2     | 931.7     |           |
| 尾叉長(cm)        | 開始時                 | 53.7      | 53.6      | 53.5      | 53.5      |
|                | 終了時                 | 56.4      | 57.1      | 56.6      | 56.5      |
| 肥満度            | 開始時                 | 16.7      | 16.6      | 16.6      | 16.9      |
|                | 終了時                 | 20.7      | 19.5      | 19.0      | 19.5      |
| 生残率(%)         | 補正前                 | 77.8      | 84.4      | 68.9      | 64.4      |
|                | 補正後                 | 91.1      | 86.7      | 80.0      | 91.1      |
| 総給餌量(g)        | 163,015             | 153,396   | 125,520   | 107,436   |           |
| 1尾あたり総給餌量(g/尾) | 4,874               | 4,166     | 3,525     | 4,182     |           |
| 増重率(%)         | 42.89               | 38.85     | 36.00     | 35.88     |           |
| 日間増重率(%)*      | 0.25                | 0.23      | 0.22      | 0.22      |           |
| 日間給餌率(%)       | 0.92                | 0.84      | 0.78      | 0.67      |           |
| 飼料効率(%)        | 27.37               | 27.54     | 27.80     | 32.09     |           |
| 増肉係数(1)        | 3.65                | 3.63      | 3.60      | 3.12      |           |
| 増肉係数(2)        | 4.37                | 4.09      | 3.84      | 4.49      |           |

\*肥満度=平均体重÷(平均尾叉長)<sup>3</sup>×1000

\*日間増重率(%)=(増重量÷飼育日数)÷平均体重×100

\*日間給餌率(%)=(給餌量÷飼育日数)÷[(期間中平均体重×期間中平均尾数)×100]

\*飼料効率(%)=増重量÷給餌量×100

\*増肉係数(1)=総給餌量÷(増重量×(開始時尾数+終了時尾数)/2)

\*増肉係数(2)=1尾あたり給餌量÷1尾あたり増重量

## 有用介類種苗生産試験

眞鍋美幸, 松元則男, 今吉雄二, 今村昭則

### I シラヒゲウニ種苗供給

#### 【目的】

シラヒゲウニ栽培漁業を推進するため、要望に応じて放流種苗を生産・供給する。

#### 【方法】

- 1 中間育成および出荷（平成25年4月8日剥離開始～6月7日出荷終了）
  - ・前年度採卵（平成24年11月12日）し、波板飼育していた稚ウニを殻径10mmで剥離し、ネットロンカゴ（0.8×0.8×0.4m）に1,000個ずつ収容して中間育成を行った。
  - ・生ワカメ及び生ヒジキを給餌し、殻径20mm以上を目安に出荷した。
  
- 2 種苗生産（1R：平成25年11月18日採卵～12月17日採苗 2R：平成26年1月20日採卵～2月18日採苗）※Rはラウンドの略
  - ・前年度採卵した放流用種苗のうち、40個を継続飼育して親ウニ候補とした。
  - ・採卵は口器切除法で行い、1Rは10個（♂6, ♀4, 平均殻径79.3mm, 平均重量199.8g）から採卵・採精し、うち5個（♂3, ♀2）から930万個の受精卵を得た。2Rは10個（♂5, ♀5, 平均殻径82.8mm, 平均重量212.4g）から採卵・採精し、うち4個（♂2, ♀2）から728万個の受精卵を得た。
  - ・採卵翌日に1m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽に各25万個（1Rは4槽で計100万個, 2Rは3槽で計75万個）のふ化幼生を収容した。
  - ・餌は市販の濃縮珪藻 *Chaetoseros gracilis* のみを給餌した。
  - ・変態前幼生に達したら、予め付着珪藻を着生させた波板を設置したFRP角型水槽に採苗し、殻径2mmを超える頃から生ワカメ及び生ヒジキを併せて給餌した。
  - ・水温が20度以下になった12月6日（1Rの日令18）から22～23℃の温海水に切り替えた。
  
- 3 浮遊期飼育省力化試験
  - ・前年度の省力化試験結果を踏まえ、2の浮遊期飼育時に、表1～2のとおり省力化試験を実施した。

表1 浮遊期省力化試験（1R：11/18～12/17）

| 試験区 | 給餌方法       | ろ過方法                   | 換水方法 | 換水量                        |
|-----|------------|------------------------|------|----------------------------|
| 1区  | 平日手作業＋休日自動 | 砂ろ過＋<br>3μmフィルターカートリッジ | 自動   | 日令3～400L/day→日令12～800L/day |
| 2区  |            |                        |      |                            |
| 3区  |            | 砂ろ過のみ                  |      |                            |
| 4区  |            |                        |      |                            |

表2 浮遊期省力化試験（2R：1/20～2/18）

| 試験区 | 給餌方法 | ろ過方法  | 換水方法 | 換水量          |
|-----|------|---|------|--------------|
| 1区  | 手作業  | 砂ろ過＋<br>3μmフィルターカートリッジ＋<br>0.5μmフィルターカートリッジ | 自動   | 日令4～800L/day |
| 2区  |      | 精密ろ過  | 手作業  | 日令4～400L/day |
| 3区  |      |   |      |              |

- ・給餌方法は、従来どおりの手作業による1日1回給餌を基本とし、1Rの1区については、休前日に水槽上部に設置した小型冷蔵庫内に休日分の餌料を保管しておき、タイマーに接続した電磁弁で1日1回、飼育水槽へ自動投入するよう設定した。
- ・換水については、従来の毎日40%排水した後に同量注水する方法を“手作業”とし、24時間連続注水しながら同時にサイフォンで排水する方法を“自動”とした。なお、自動換水水槽は、回転翼（12回転/分）に取り付けた棒でストレーナー（80μm）を弾いて目詰まりを防止した。

【結果及び考察】

1 中間育成および出荷

前年度11月採卵群から120,900個生産し、うち59,000個（殻径13.62～41.79mm、平均殻径27.0mm）の稚ウニを平成25年5月14日～6月7日に奄美海域の各地先に放流した。残り61,900個は要望がなかったため廃棄処分した（表3）。

表3 種苗生産実績

| 目的・用途      | 出荷箇所 | 殻径（mm） | 出荷個数（個） | 出荷時期     |
|------------|------|--------|---------|----------|
| 離島再生交付金事業等 | 6カ所  | 26.91  | 36,000  | 5/14～6/7 |
| 大島支庁試験放流   | 6カ所  | 27.13  | 23,000  | 5/14～6/7 |
| 廃棄処分等      | —    | —      | 61,900  | 5/30～6/4 |
| 合計         | 平均   | 27.00  | 120,900 |          |
|            | 最大   | 41.79  |         |          |
|            | 最小   | 13.62  |         |          |

2 種苗生産（浮遊期飼育省力化試験）

(1) 1R

試験結果を表4に示す。飼育開始からしばらく経つと、1～4区全槽で水槽壁面や底面にカンザシゴカイ類の付着が見られ、日数の経過に伴い増加、成長した。これに伴い全槽で個体数が徐々に減少し、日令29で変態前幼生に達したものの、生残率は8.8%～11.2%しかなく、3.3t FRP角型水槽1基に合計10万個を採苗するに留まった。このことから、砂ろ過や3μmフィルターカートリッジではカンザシゴカイ類の卵（または幼生）は除去できず、侵入したカンザシゴカイ類によりキートセラスまたはシラヒゲウニ幼生自体が捕食されてしまったため、全槽で不調に終わったと考えられた。同条件で実施した前年度の省力化試験では良好な結果を得たが、2～3月の実施だったため、カンザシゴカイ類の産卵期ではなかったと推察された。

表4 シラヒゲウニ種苗生産結果（1R）

| 試験区 | 収容個数        | 途中計数        |             |              |              |              |              |              |              | 最終計数<br>日令29<br>(万個) | 生残率<br>(%) | 採苗した<br>個数<br>(万個) | 採苗水槽       |
|-----|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|------------|--------------------|------------|
|     | 日令1<br>(万個) | 日令4<br>(万個) | 日令7<br>(万個) | 日令11<br>(万個) | 日令14<br>(万個) | 日令18<br>(万個) | 日令21<br>(万個) | 日令25<br>(万個) | 日令28<br>(万個) |                      |            |                    |            |
| 1区  | 25.0        | 27.6        | 20.2        | 13.6         | 9.2          | 4.4          | 3.8          | 2.5          | 2.2          | 2.2                  | 8.8%       | 2.2                | No.4(3.5t) |
| 2区  | 25.0        | 19.6        | 14.4        | 13.2         | 10.0         | 6.0          | 3.4          | 3.0          | 1.8          | 2.4                  | 9.6%       | 2.4                |            |
| 3区  | 25.0        | 26.4        | 16.6        | 15.4         | 7.2          | 6.4          | 3.8          | 3.0          | 3.0          | 2.6                  | 10.4%      | 2.6                |            |
| 4区  | 25.0        | 25.2        | 17.4        | 15.2         | 7.0          | 5.8          | 4.2          | 3.2          | 3.6          | 2.8                  | 11.2%      | 2.8                |            |
| 合計  | 100.0       | 98.8        | 68.6        | 57.4         | 33.4         | 22.6         | 15.2         | 11.7         | 10.6         | 10.0                 | 10.0%      | 10.0               |            |

(2) 2R

試験結果を表5に示す。生残率は1区が10%、2区が0%、3区が44.8%であり、2区と3区は同

条件であるにも関わらず大きな差が生じた。これは 1R のようにカンザシゴカイ類の発生はなかったが、日令 17 まで浮遊珪藻の給餌量が 1/2 量になってしまう人為的な給餌ミスがあったためと推察され、省力化試験の成否は確認できなかった。

表5 シラヒゲウニ種苗生産結果 (R2)

| 試験区     | 収容個数<br>(万個) | 途中計数         |              |              |              | 最終計数<br>日令28<br>(万個) | 生残率<br>(%) | 採苗した<br>個数<br>(万個) |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|------------|--------------------|
|         |              | 日令11<br>(万個) | 日令18<br>(万個) | 日令21<br>(万個) | 日令25<br>(万個) |                      |            |                    |
| 1区(省力化) | 25.0         | 11.2         | 5.0          | 5.8          | 1.8          | 2.5                  | 10.00%     | 2.5                |
| 2区(通常)  | 25.0         | 16.1         | 2.0          | 0.2          | 0.0          | 0.0                  | 0.00%      | 0.0                |
| 3区(通常)  | 25.0         | 21.1         | 16.6         | 13.1         | 9.2          | 11.2                 | 44.80%     | 11.2               |
| 合計      | 75.0         | 48.4         | 23.6         | 19.1         | 11.0         | 13.7                 | 18.27%     | 13.7               |

## II カキ類種苗生産試験

### 【目的】

平成 21, 22 年度に発生した赤潮により、ブリ養殖を中心に甚大な被害が発生し、赤潮対策と養殖業の多角化が喫緊の課題となっている。また、県内各地で直売所が整備されるなど 6 次産業化が進展する中で新たな地域特産品の作出が求められている。そこで新たな養殖対象種として有望なカキ類の種苗生産を行い、赤潮対策、養殖業の多角化、地域特産品の作出により、地域活性化と漁業者の所得向上を図る。

### 【方法】

平成 25 年 6 月 24 日～ 25 日に、カキ類種苗生産の先進地である長崎県総合水産試験場及び佐世保市水産センターにおいて視察研修を行い、その結果を基にイワガキの種苗生産試験を実施した。

#### 1 親貝養成

平成 25 年 8 月 15 日に搬入した志布志産天然イワガキ 30 個を 6 個ずつ提灯籠 (35 × 35 × 20 cm, 目合 12mm) に入れ、当センター地先の海面生簀に垂下した。

#### 2 採卵・採精, 孵化

平成 25 年 9 月 3 日に、1 の親貝のうち 6 個体 (♂ 4, ♀ 2) を無作為に選出して切開法により採卵, 採精作業を行った。貝殻から身を取り出してカミソリで生殖巣に切れ目を入れ、にじみ出た卵は 90 $\mu$ m のプランクトンネットで漉しながらろ過海水で 30L に、精子は 20 $\mu$ m のプランクトンネットで漉しながらろ過海水で 10L に希釈して別々の容器に收容した。エアストーン 1 個を入れ微通気で約 1 時間半保管し、卵の形が涙型から円形になってきたのを確認したら、雌槽に 60ml の精子液を添加して受精させ受精卵を計数した。受精卵はろ過海水を溜めた孵化槽 (1m<sup>3</sup> ポリカーボネイト水槽) 2 槽に半量ずつ收容し、中央 1 カ所にエアストーンを入れて微通気とした。孵化槽 2 槽は、飼育槽への移槽作業を省力化するため 4m<sup>3</sup>FRP 角形水槽に收容してウォーターバス方式とした。採卵翌日、D 型幼生になっているのを確認したら、41 $\mu$ m のたも網で漉して幼生数を計数した。

#### 3 幼生飼育

D 型幼生を NO.1 ～ 4 の 1m<sup>3</sup> ポリカーボネイト水槽 4 槽に 150 万個体ずつ收容して幼生飼育を開

始した。水槽 NO.1 の反復区として NO.2 を、水槽 NO.3 の反復区として NO.4 を設置し、水槽 NO.1 と NO.3 で条件を変えて比較試験を行った。

\* 共通条件

エアストーンを中央 1カ所に設置して水が動く程度の微通気とした。1/2 換水を基本とし、毎日 3 時間かけてろ過海水 1m<sup>3</sup> を注水しながら、幼生の成長に応じた目合のストレーナー (40 ~ 180 $\mu$ m) で漉してサイフォンで排水した。餌は市販の濃縮珪藻 *Chaetoseris calcitrans*, *Chaetoseris gracilis*, *Pavlova sp.* を 1 日 1 回給餌し、給餌量は水槽 NO.1, 2 と水槽 NO.3, 4 で異なる量を与えた。日令 1 ~ 4 までは栄養強化のため卵黄磨砕物 10 ml/槽を 1 日 1 回添加した。各槽の水温を 1 日 1 回測定した。

\* 水槽 NO.1, 2

水槽は明るい屋内に設置し (遮光なし)、換水作業を省力化するため 4m<sup>3</sup>FRP 角形水槽に收容してウォーターバス方式とした。半換水を基本とするが、5 日に 1 回程度、幼生の成長に応じた目合のたも網で全量を漉して新しい水槽に移し替え全換水を行った。給餌量は *C. calcitrans* は日令 1 ~ 26 まで 10,000 ~ 30,000cells/ml, *Pavlova sp.* は日令 5 ~ 採苗まで 2,000 ~ 8,000cells/ml, *C. gracilis* は日令 11 ~ 採苗まで 2,000 ~ 12,000cells/ml とした。

\* 水槽 NO.3, 4

水槽は暗室 (作業時のみ屋内灯を点灯) に直接設置し、適当な水槽がないためウォーターバスは使用しなかった。全換水は行わず半換水のみとした。給餌量は *C. calcitrans* は日令 1 ~ 7 まで 10,000 ~ 20,000cells/ml, *Pavlova sp.* は日令 1 ~ 採苗まで 500 ~ 6,000cells/ml, *C. gracilis* は日令 1 ~ 採苗まで 500 ~ 6,000cells/ml とした。

#### 4 採苗

採苗槽は 1.8 m<sup>2</sup> FRP 角型水槽 2 槽とした。厚さ 0.5mm の塩ビ板表面にヤスリで傷をつけた後、10×10cm にカットして中央に穴を開け、板と板の間に 15mm の管を挟みながらロープを通し、36 枚繋げたものをコレクター 1 連とした。コレクターに用いた塩ビ板は白, 黄, 赤, 緑, 青, 黒, 透明の 7 色を用いた。このコレクターを 9 列×6 列、ただし注水口及び排水口周辺は設置できないため 1 槽あたり 52 連 1,872 枚の塩ビ板を垂下し、色はランダムに配置した。6カ所にエアストーンを設置して微通気とした。採苗のタイミングは眼点形成率 5 割を目安とし、224 $\mu$ m のたも網で全量を漉して採苗槽へ移し、掬い上がらなかった小型個体は飼育槽に戻して数日飼育した後、再度 224 $\mu$ m のたも網で漉して採苗槽へ移し、各飼育槽を 2 回ずつ採苗した。換水は 1 日 1 回、3 ~ 7.5 時間かけて 1.8 ~ 4.5m<sup>3</sup> のろ過海水を注水し、目合 180 $\mu$ m のプランクトンネットで覆ったストレーナーで漉しながらサイフォンで排水した。給餌は 1 日 1 回とし、採苗槽 A の給餌量は、*C. calcitrans* が採苗 ~ 5 日目まで 36,000cells/ml, *Pavlova sp.* が採苗 ~ 22 日目まで 7,000 ~ 28,000cells/ml, *C. gracilis* が採苗 ~ 22 日目まで 4,000 ~ 43,000cells/ml とし、採苗 23 日目から自然海水の掛け流しとした。採苗槽 B の給餌量は、*Pavlova sp.* が採苗 ~ 13 日目まで 17,000 ~ 20,000cells/ml, *C. gracilis* は採苗 ~ 13 日目まで 25,000 ~ 30,000cells/ml とし、採苗 14 日目から自然海水の掛け流しとした。自然海水に切り替えた後も、両水槽とも補助餌料として週 2 ~ 4 回程度 *Pavlova sp.* を 33,000 ~ 66,000cells/ml 給餌した。採苗計数はコレクターの色毎に 2 連ずつ行い、塩ビ板 36 枚のうち、一番上, 9 枚目付近, 18 枚目付近, 27 枚目付近、一番下の 5 枚に着底した稚貝を表裏別々に計数するとともに、各 10 個体 (10 個体に満たない場合は全数) のサイズを測定した。採苗槽の水温は 1 日 1 回測定した。

## 5 採苗促進試験

幼生から稚貝への変態を誘発し、コレクターへの着底を促進するための比較試験を行った。試験は50Lアルテミアふ化槽3槽に、白色コレクターを4連(144枚)/槽収容し、日令31の成熟幼生を33千個体/槽ずつ投入した。誘発物質は、1区(対照区)は無し、2区(貝化石区)は1~2日毎に0.3gの貝化石をろ過海水に溶かして添加、3区(貝殻区)は粗く粉碎した貝殻を150 $\mu$ mのプランクトンネットに入れ試験水槽に垂下した。飼育水はろ過海水とし、換水は1日1回、目合180 $\mu$ mのプランクトンネットで覆ったストレーナーで1/2量排水後、同量を注水し1/2換水とした。また週1回は100~150Lを注水しながら排水し、全換水とした。給餌は1日1回、*Pavlova* sp.を7,000~20,000cells/ml、*C. gracilis*を13,000~30,000cells/ml給餌した。飼育槽の水温は1日1回測定した。

## 6 沖出し

稚貝が肉眼ではっきり確認できる2mm程度に成長したら、コレクターを縦に5連(180枚)繋げたものを垂下連として、当センター地先の海面生簀施設に垂下した。1~2ヶ月毎に水深別に付着数と殻高を測定するとともに付着物の清掃を行った。

## 7 剥離・中間育成

殻高10mmを超えたらコレクターから剥離して選別を行い、稚貝のサイズに合った目合の提灯籠に収容して当センター地先の海面生簀施設に垂下した。付着物や稚貝の成長に応じて籠替え、清掃、分養を行い、殻高30mm以上に成長したら試験養殖等に出荷した。

## 【結果及び考察】

## 1 親貝養成

斃死はなく順調に養成できた。

## 2 採卵・採精、孵化

採卵、採精に用いた親貝の測定結果を表6に示す。雄は4個体で平均殻長125.6mm、平均殻高97.4mm、平均重量411.8g、雌は2個体で平均殻長131.8mm、平均殻高111.8mm、平均重量430.5gであった。2,274万粒の受精卵を得たので、1,137万粒ずつ1m<sup>3</sup>ポリカーボネイト水槽2槽に収容し、この時の水温は28.7℃であった。採卵翌日、D型幼生を計数したところ、水槽1は768万個体、水槽2は782万個体で、孵化率は平均68.2%であった。

表6 親貝の測定結果

| No. | 雄      |        |       | 雌      |        |       |         |
|-----|--------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|
|     | 殻高(mm) | 殻長(mm) | 重量(g) | 殻高(mm) | 殻長(mm) | 重量(g) | 卵数(万個)  |
| 1   | 132.0  | 95.0   | 375.0 | 126.0  | 93.5   | 394.0 | 2,274.0 |
| 2   | 118.0  | 77.0   | 346.5 | 137.5  | 130.0  | 467.0 |         |
| 3   | 120.5  | 103.0  | 458.0 |        |        |       |         |
| 4   | 132.0  | 114.5  | 467.5 |        |        |       |         |
| 平均  | 125.6  | 97.4   | 411.8 | 131.8  | 111.8  | 430.5 |         |

## 3 幼生飼育

水温は29.1℃~25.8℃で推移した。

個体数の推移を表7に示す。各槽とも日令7までは順調だったが、1/2換水のみを行う水槽NO.3、NO.4はその後急激に個体数が減少した。水槽NO.3は日令8に浮遊幼生のほとんどが底に沈んでいたため全換水を行い、その後日令14、17にも全換水を行った。日令21に眼点形成率40%に達したため1回目の採苗を、日令25に眼点形成率20%で2回目の採苗を行ったが、わずか2.3万個体（生残率1.5%）の成熟幼生しか得られなかった。水槽NO.4はひき続き1/2換水のみを行ったところ、カンザシゴカイ類やカイアシ類が発生して日令14には幼生がみられなくなったため試験を終了した。定期的に全換水を行った水槽NO.1、NO.2は高い生残率を維持したが眼点形成率が上がらず、水槽NO.1は日令25に眼点形成率21%で1回目の採苗を、日令31に眼点形成率35%で2回目の採苗を行い、66.3万個体（生残率44.2%）の成熟幼生を得た。水槽NO.2は日令28に眼点形成率17.6%で1回目の採苗を、日令34に眼点形成率33.3%で2回目の採苗を行い、78.3万個体（生残率52.2%）の成熟幼生を得た。通常は2～3週間で採苗可能と言われているが、水槽NO.1、NO.2は生残率が良い反面、高密度飼育を継続したためか成長が遅れ、飼育期間が長引いた。

以上の結果から、当センターのろ過海水で飼育する場合、少なくとも6日に1回程度は全換水が必要であること、高い生残率を維持している場合は成長が遅れるため、分槽、間引き、給餌量の見直し等の検討が必要であることがわかった。

表7 幼生個体数の推移

| 試験区    | 収容個数        | 途中計数        |              |              |              |              |              |              |              |              | 採苗        |           |            | 生残率<br>(%) |
|--------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|------------|
|        | 日令1<br>(万個) | 日令7<br>(万個) | 日令10<br>(万個) | 日令14<br>(万個) | 日令17<br>(万個) | 日令21<br>(万個) | 日令25<br>(万個) | 日令28<br>(万個) | 日令31<br>(万個) | 日令34<br>(万個) | ①<br>(万個) | ②<br>(万個) | 合計<br>(万個) |            |
| 水槽NO.1 | 150.0       | 152.0       | 118.0        | 94.0         | 60.0         | 114.0        | ①82.0        | -            | ②40.0        | 終了           | 38.0      | 28.3      | 66.3       | 44.2%      |
| 水槽NO.2 | 150.0       | 148.0       | 156.0        | 130.0        | 100.0        | 114.0        | 120.0        | ①85.0        | -            | ②42.0        | 39.0      | 39.3      | 78.3       | 52.2%      |
| 水槽NO.3 | 150.0       | 118.0       | 8.0          | 11.0         | 3.0          | ①3.0         | ②0.3         | 終了           |              |              | 2.0       | 0.3       | 2.3        | 1.5%       |
| 水槽NO.4 | 150.0       | 140.0       | 22.0         | 0.0          | 終了           |              |              |              |              |              | 0.0       | 0.0       | 0.0        | 0.0%       |
| 合計     | 600.0       | 558.0       | 304.0        | 235.0        | 163.0        | 231.0        | 202.3        | -            | -            | 42.0         | 79.0      | 67.9      | 146.9      | 24.5%      |

#### 4 採苗

採苗槽Aは9月24日（日令21）から採苗を開始して合計87万個体を収容し、10月8日（採苗14日目、日令35）に大量に着底している事を確認し、15日（採苗21日目、日令42）には2mm前後に成長し肉眼でもはっきり確認できる大きさになったため、翌16日に計数を行い、17日（採苗23日目、日令44）に自然海水のかけ流しに切り替えた。採苗期間（9月24日幼生投入～10月17日自然海水へ切替）の水温は、26.2℃～23.5℃で推移した。採苗開始からコレクターへの付着するまでは、通常5日程度と言われているが、本試験では14日を要した。採苗に時間を要した要因として、コレクターが新品の塩ビ板であったため幼生が付着しにくかった事や、餌の量や質が適当でなかった事が要因の一つと考えられ今後の課題となった。

色彩色差計（コニカミノルタセンシング株式会社製CR-400）で塩ビ板の各色を測定し、色の明るさを示すL値と、採苗槽Aの10月16日（採苗22日目、日令43）の測定結果を表8、図1に示す。なお透明板は測定が困難だったため比較検討できなかった。

表8 塩ビ板の色と付着数の関係

|       | 明度(L値) | 塩ビ板1枚あたり付着数 |      |       | 1連あたり   |
|-------|--------|-------------|------|-------|---------|
|       |        | 表面          | 裏面   | 両面計   |         |
| 透明    | -      | -           | -    | -     | -       |
| 白     | 83.5   | 36.8        | 11.6 | 48.3  | 1,740   |
| 黄     | 74.6   | 41.8        | 19.4 | 61.1  | 2,201   |
| 赤     | 46.6   | 58.9        | 24.3 | 83.1  | 2,993   |
| 緑     | 30.6   | 77.2        | 12.3 | 89.5  | 3,221   |
| 青     | 23.5   | 70.8        | 24.9 | 95.7  | 3,447   |
| 黒     | 16.1   | 83.6        | 24.9 | 108.4 | 3,903   |
| 平均    |        | 61.5        | 19.5 | 81.0  | 2,918   |
| 推定付着数 |        |             |      |       | 151,710 |
| 推定採苗率 |        |             |      |       | 17.4%   |

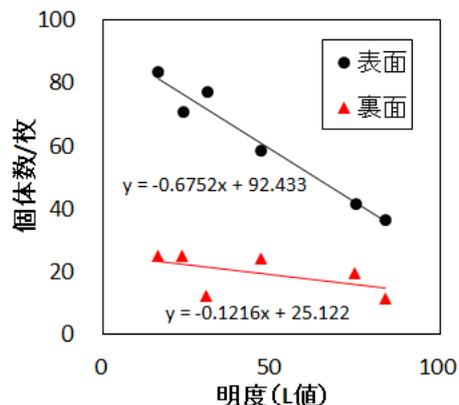


図1 塩ビ板のL値と付着数の関係

塩ビ板 1 枚あたりの平均付着数は、表面は 61.5 個、裏面は 19.5 個であり、どの色でも裏面より表面の方が付着数が多かった。塩ビ板両面で 81 個、コレクター 1 連あたり 2,918 個となり、採苗槽 A の付着数は約 15 万個、採苗率は 17.4% と推定された。塩ビ板の色は、L 値が低いほど付着数が多く、特に塩ビ板表面でその傾向が顕著であった。

採苗槽 B は 10 月 9 日（日令 36）から採苗を開始し 50 万個体を収容した。10 月 15 日（採苗 6 日目，日令 42）にコレクターへの着底が見られ始め、浮遊幼生が完全に見られなくなった 10 月 23 日（採苗 14 日目，日令 50）に自然海水のかけ流しに切り替えた。採苗槽 B の採苗期間（10 月 9 日幼生投入～10 月 23 日自然海水へ切替）の水温は、26.3℃～22.9℃で推移した。

採苗槽 B はその後 1 ヶ月間陸上水槽で飼育したがほとんど成長が見られなかったため、12 月 16 日に注水（自然海水）中に含まれるクロロフィル量を多項目水質計で測定したところほとんど含まれておらず、原因は不明だが当センターの自然海水には植物プランクトンが極端に少ない事がわかり、全てのコレクターを沖出しした。

(5) 採苗促進試験

10 月 21 日（試験 17 日目，日令 48）

に、各区の付着数及び殻高を測定した結果を表 9 に示す。採苗率は対照区が 2.8%，貝化石区が 4.2%，貝殻区が 10.3% となり、貝化石や貝殻に誘発効果があること、粉碎した貝殻がより効果が高く着底を促進する事がわかった。また、平均殻高も対照区より誘発物質を添加した 2 区の方が大きかった。

表9 採苗促進試験測定結果

| 試験区     | 幼生個数<br>日令31<br>(個/槽) | 付着数<br>日令48<br>(個/槽) | 採苗率<br>(%) | 平均<br>殻高<br>(mm) |
|---------|-----------------------|----------------------|------------|------------------|
|         |                       |                      |            |                  |
| 2区 貝化石区 | 33,000                | 1,390                | 4.2%       | 2.44             |
| 3区 貝殻区  | 33,000                | 3,411                | 10.3%      | 2.16             |

(6) 沖出し

海面生簀へ沖出し後の垂下連 1 区（180 枚）あたりの個体数の推移を表 10，図 2 に、平均殻高を表 11，図 3 に示す。

採苗から 5 ヶ月後の生残率は、表が 28.1%，裏が 37.6% となり、裏より表の生残率が低く、特に沖出し 1 ヶ月後までの減耗が激しかった。天然海域に垂下するとすぐにコレクター表面が泥等に覆われていたため、このような付着物により着底直後の小型稚貝がへい死したのではないかと推察された。従って、この時期に頻繁にコレクター表面の掃除を行うなどの付着物対策を実施すれば、着

底直後の生残率向上が図られ、生産個数の増大が期待できるのではないかと考えられた。

表10 個体数の推移

| 個体数  |           | 合計/区(180枚) |       |       |
|------|-----------|------------|-------|-------|
|      |           | 表          | 裏     | 計     |
| 採苗後  | H25.10.16 | 6,617      | 2,082 | 8,698 |
| 1ヶ月後 | H25.11.28 | 3,128      | 1,918 | 5,046 |
| 3ヶ月後 | H26.1.7   | 2,371      | 1,347 | 3,718 |
| 5ヶ月後 | H26.4.8   | 1,861      | 784   | 2,780 |
| 生残率  |           | 28.1%      | 37.6% | 32.0% |

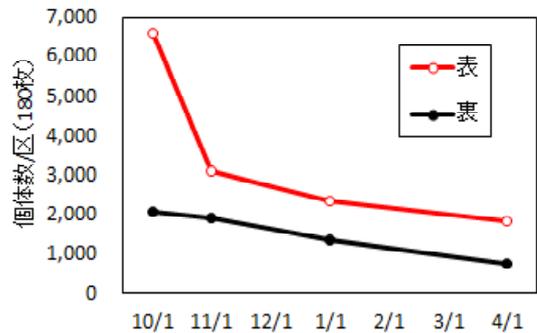


図2 個体数の推移

採苗から5ヶ月後の平均殻高は、表が29.0mm、裏が34.7mmとなり、裏より表の成長が遅かったが、これも付着物の堆積により十分な摂餌ができなかったからではないかと推察された。

表11 殻高の推移

| 平均殻高(mm) |           | 表    | 裏    | 平均   |
|----------|-----------|------|------|------|
| 採苗後      | H25.10.16 | 1.8  | 1.8  | 1.8  |
| 1ヶ月後     | H25.11.28 | 5.2  | 6.5  | 5.7  |
| 3ヶ月後     | H26.1.7   | 12.5 | 16.7 | 14.0 |
| 5ヶ月後     | H26.4.8   | 29.0 | 34.7 | 29.2 |

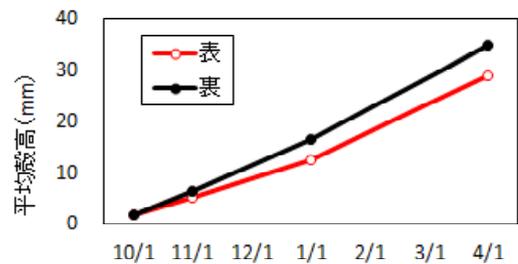


図3 殻高の推移

(7) 中間育成

平成26年2月3日から5月12日までに26,757個を剥離し、中間育成を行った。今後殻高30mmを超えたら順次出荷し、試験養殖に供する予定である。

## 奄美等水産資源利用開発推進事業-IV (沿岸域資源利用開発調査：スジアラ調査)

神野公広，神野芳久，企画・栽培養殖部

### 【目的】

本種は奄美海域における栽培漁業対象魚種として平成8年度から種苗生産の基礎試験に取り組み、平成19年度以降連続で量産に成功、平成23年度には平均全長30mmサイズの稚魚を約8万尾生産した。今年度においても引き続き親魚養成、種苗生産、中間育成及び放流の技術開発試験を図った。

### 【方法】

#### 1 親魚養成試験

コンクリート製円形100kℓ水槽（φ8m，d2m）1面を使用して親魚の養成を行った。継続して養成している親魚は21尾（2.7～11.8kg）で、飼育水には電解殺菌処理海水（注水：10kℓ/h）を用いた。

餌料は、サバ（1.5～2.5kg/回）を週3回給餌した。

水温は、22℃を下回らないように調温し、H25.5.15に体測及び淡水浴を行った。

体測・淡水浴の後、採卵ネットをセットして採卵試験を行った。

#### 2 種苗生産試験

##### 1) 1回次

1回次は、コンクリート製円形20kℓ水槽（φ4m，d1.45m）2面を使用し、平成25年6月27日に採卵した242万粒のうち受精卵各300千粒を収容し実施した。

試験区は、底層で注水し水流をつくる「底層水流循環区」、中層で注水し水流をつくる「中層水流循環区」を設けた。

底層水流循環区は、注水する海水を底面に配管した塩ビ管（13mm）から時計回り方向と上方向へそれぞれ吐出し、飼育水を巡流させた。底面にセットした塩ビ管には20cmおきに直径2mmの穴を開け、注水量は7L/minとした。（図1A）

中層水流循環区は、注水する海水を中層に配管した塩ビ管（13mm）から時計回り上45度方向と下45度方向へそれぞれ吐出し、飼育水を巡流させた。中層にセットした塩ビ管には20cmおきに直径2mmの穴を開け、注水量は7L/minとした。（図1B）

飼育基準を表1に示した。注水は紫外線殺菌海水を使用し、28℃に調温した。換水率は卵収容時から日齢2（給餌開始前）まで1.0回転/日、日齢2以降は0.5回転/日とした。通気は卵収容時から日齢2まで5.0L/分を6カ所、日齢2以降は0.5L/分を中央に2カ所とした。

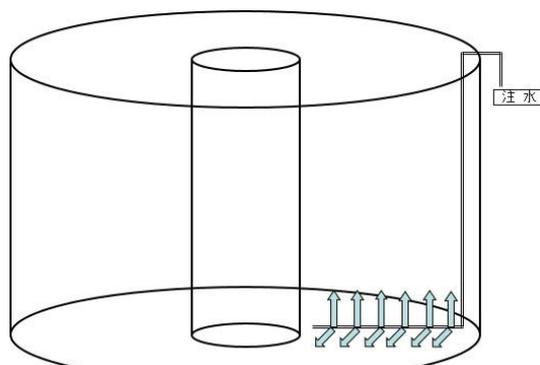


図1A 底層水流循環区水槽

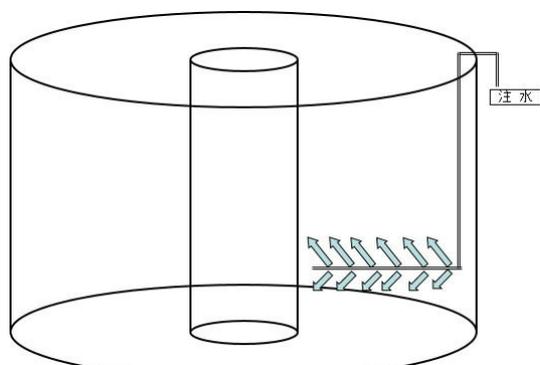


図1B 中層水流循環区水槽

照明は、水槽上部に40w2本の蛍光灯を4基設置し、蛍光灯直下の水面で5000lx程度とした。点灯時間は日齢2以降24時間点灯とした。

なお、水質改善のためナグラシ（サンゴパウダー）を日齢3以降で毎日200g(10g/k1)を添加した。また、ナンノクロロプシスを日齢2～8は100万細胞/ml，日齢9～15は50万細胞/mlになるように添加した。

餌料はS型ワムシタイ株（SSワムシ）20個/mlを日齢2～6に，S型ワムシ15個/mlを日齢7～15に給餌した。

表1 飼育基準

|      |   |
|------|---|
| 注水   | 紫外線殺菌処理海水（調温）   |
| 換水   | 卵収容～日齢1 1.0回転/日<br>日齢2～ 0.5回転/日                               |
| 通気   | 卵収容～日齢1 5.0L/分×6カ所<br>日齢2～15 0.5L/分×2カ所+酸素                    |
| 照度   | 5000lx（蛍光灯直下の水面）<br>天井灯+水槽上部蛍光灯（40W×2個を4基）<br>（日齢2～15;24時間点灯） |
| 水質改善 | ナグラシ（サンゴパウダー）<br>日齢3～15 10 g/k1                               |
| ナノ添加 | 日齢2～15, 100万→50万細胞/ml   |

2) 2回次（大型水槽飼育試験）

2回次は、60kℓ水槽（φ7m，d1.45m）2面を使用し、平成25年7月31日に採卵した2,867千粒（受精卵2,592千粒）のうち各水槽に1,000千粒をそれぞれ収容し実施した。

試験区は、1回次と同様の「底層水流循環区」と「中層水流循環区」の2区とした。

飼育基準は表2に示した。日齢15までは1回次と同様とし、換水率は日齢2以降は0.3回転/日から4回転/日まで順次上げていった。通気は卵収容時から日齢1まで5.0L/分を6カ所，日齢2以降は0.5L/分から5.0L/分まで段階的に強めていった。

照明は、水槽上部に40w2本の蛍光灯を8基設置し、蛍光灯直下の水面で5000lx程度とした。点灯時間は日齢2～30で24時間点灯とし，日齢31からは7:00から17:00まで点灯した。

なお、水質改善のためナグラシ（サンゴパウダー）を日齢3～40に600g/日(10g/k1・日)を添加した。また、ナンノクロロプシスを日齢2～8は100万細胞/ml，日齢9～30は50万細胞/mlになるように添加した。

表2 飼育基準

|      |  |
|------|--|
| 注水   | 紫外線殺菌処理海水（調温）  |
| 換水   | 卵収容～日齢1 1.0回転/日<br>日齢2～ 0.3回転/日 → 4回転/日  |
| 通気   | 卵収容～日齢1 5.0L/分×6カ所<br>日齢2～ 0.5～5.0L/分×6カ所+酸素                                     |
| 照度   | 5000lx（蛍光灯直下の水面）<br>天井灯+水槽上部蛍光灯（40W×2個を8基）<br>（日齢2～30;24時間点灯，日齢31～;7:00～17:00点灯） |
| 水質改善 | ナグラシ（サンゴパウダー）<br>日齢3～40 10 g/k1  |
| ナノ添加 | 日齢2～30, 100万→50万細胞/ml  |

餌料系列を図2に示した。S型ワムシタイ株（SSワムシ）20個/mlを日齢3～7に，S型ワムシ15個/mlを日齢8～30に，アルテミア0.5～1.0個/mlを日齢15～30に，配合飼料を日齢20以降に3g/k1から順次

増やし給餌した。

S型ワムシタイ株・S型ワムシは当所のものを使用し、アルテミアは乾燥卵を脱殻処理した後、凍結保存したものをふ化させて生物餌料として給餌した。

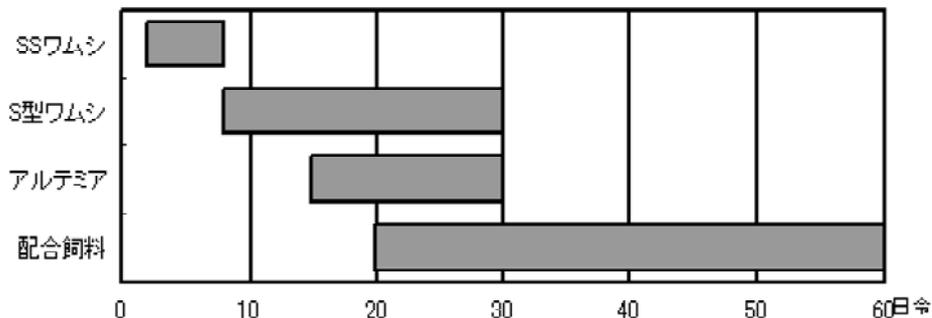


図2 スジアラ種苗生産における餌料系列

### 3 中間育成試験

1回次生産分の20千尾を9月4日からかごしま豊かな海づくり協会の陸上水槽（新ヒラメ棟20k1角形水槽4面）において中間育成した。

水槽にはすべてモジ網を張り行った。餌料は配合飼料(ピアゴールド0号, 1号)を手撒きにより飽食給餌した。注水はUV殺菌海水を使用し、飼育初期は海水5回転/日とし、注水量を次第に増やしていった。調温は行わず、自然海水温で飼育した。

### 4 放流

放流には、中間育成試験により80mm以上まで育成された種苗を使用し、標識は左腹鰭抜去にて行い、活魚車で奄美本島及び与論島に輸送し放流した。

## 【結果及び考察】

### 1 親魚養成試験

25年度当初の親魚の飼育尾数は21尾で、甌島漁協から購入した親魚3尾(3.1~5.2kg)を加え、年度内に8尾のへい死があった。

採卵結果を表3に示す。

表3 採卵結果

| 使用水槽<br>(kl) | 採卵期間(日数)           | 産卵日数 | 総採卵数<br>(千粒) | 浮上卵数<br>(千粒) | 浮上卵率<br>(%) |
|--------------|--------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| 100          | 5/28 ~ 10/19 (144) | 99   | 147,687      | 120,960      | 81.9        |

採卵期間は5月28日~10月19日(144日間)で、産卵があったのはそのうち99日であった。総採卵数は147百万粒で、そのうち浮上卵は120百万粒、浮上卵率は81.9%であった。(表3)

産卵開始は昨年より1週間早く、水温は23.0℃であったが、100万粒以上のまとまった産卵があったのは6月25日で、前年より10日遅かった。(図4)

今期の採卵量は、前年と同程度で、これまで最高であった平成23年度の約60%と低調であった。(図5)

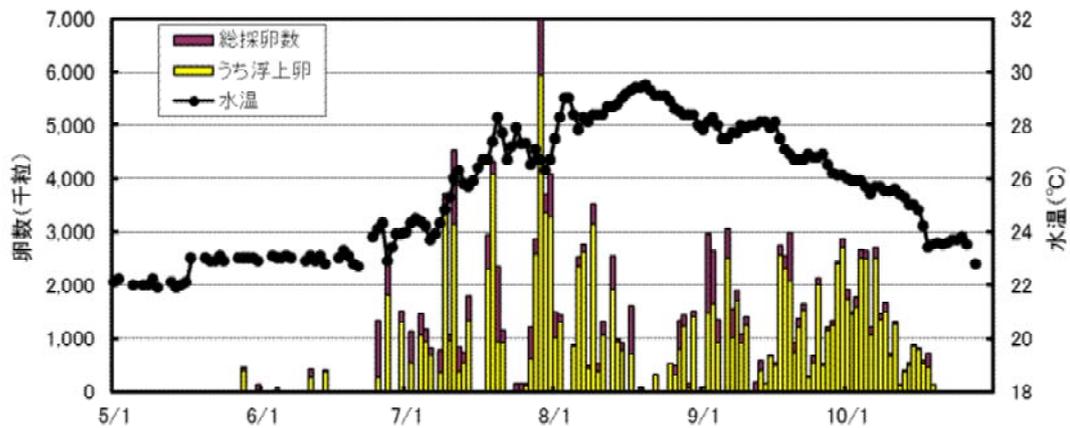


図4 採卵数の日別変化

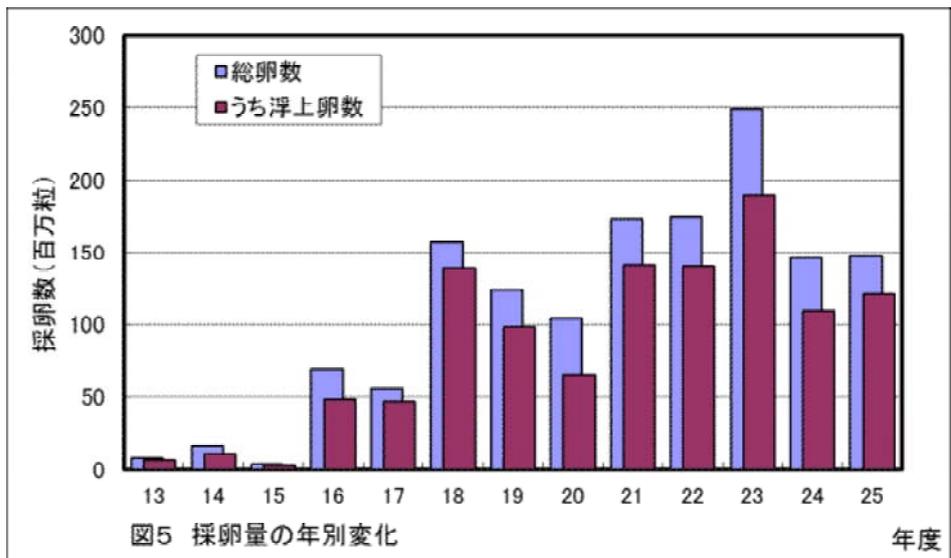


図5 採卵量の年別変化

## 2 種苗生産試験

### 1) 1回次

種苗生産試験の結果を表4に示す。

底層水流循環区において日齢56日で13,936尾(生残率4.6%), 中層水流循環区において日齢56日で10,344尾(生残率3.4%)の種苗を取り上げた。

初期生残では中層式よりも底層式の方が生残率は良好であった。

配合飼料への餌料転換期以降(日齢25~)のへい死魚数は、底層水流循環区が4,284尾であるのに対して、中層水流循環区では1,275尾であり、中層水流循環区の方がかなり少なくなった。中層水流循環区では取り上げ(日齢56)まで水流環境が変わらなかったのに対し、底層水流循環区では底掃除作業を行うため7月22日(日齢25)に注水装置を撤去したことにより飼育環境が大きく変化したことが影響したのではないかと考えられる。

**表4 種苗生産試験結果（1回次）**

| 試験区     | 受精卵<br>収容日 | 収容ふ化<br>仔魚(千尾) | 取上日   | 飼育<br>日数 | 取上尾数<br>(尾) | 生残率<br>(%) | 平均全長<br>(mm) |
|---------|------------|----------------|-------|----------|-------------|------------|--------------|
| 底層水流循環区 | 6月27日      | 300            | 8月22日 | 56       | 13,936      | 4.6        | 33.3         |
| 中層水流循環区 | 6月27日      | 300            | 8月22日 | 56       | 10,344      | 3.4        | 39.1         |
|         |            |                |       |          | 24,280      | 4.0        | 35.8         |

2) 2回次（大型水槽飼育試験）

種苗生産試験の結果を表5に示す。

2回次試験は、大型(60k1)水槽による生産で20k1水槽と同条件で生産を行ったが、初期段階での減耗が激しく、取り上げサイズ(30mm)まで生産できなかったため、試験を中止した。

**表5 種苗生産試験結果（2回次）**

| 試験区     | 受精卵<br>収容日 | 収容受精<br>卵数(十<br>粒) | ふ化尾数<br>(千尾) | 飼育<br>日数 | 備考   |
|---------|------------|--------------------|--------------|----------|------|
| 底層水流循環区 | 7月28日      | 1,000              | 725          | 25       | 試験中止 |
| 中層水流循環区 | 7月28日      | 1,000              | 991          | 25       | 試験中止 |

3 中間育成試験

種苗生産試験（1回次）生産分20千尾 平均全長50.9mmを、かごしま豊かな海づくり協会において2群に分けて中間育成を行った結果、43、47日間の中間育成し平均全長89mm、18.8千尾の稚魚が獲られた。生残率は94.0%であった。

4 放流

かごしま豊かな海づくり協会で中間育成した稚魚を10月18日に奄美大島本島、10月22日に与論島地先に放流した。放流尾数は、18,800尾であった。（表7）

**表7 種苗放流結果**

| 日付     | 放流地区   | 尾数(平均全長)       | 備考 |
|--------|--------|----------------|----|
| 10月18日 | 奄美大島本島 | 9,400尾(86.1mm) |    |
| 10月22日 | 与論島    | 9,400尾(91.8mm) |    |
| 合計     |        | 18,800尾        |    |

## 奄美等水産資源利用開発推進事業－V (沿岸域資源利用開発調査：ヤコウガイ種苗生産)

眞鍋美幸，松元則男，今吉雄二，今村昭則

### 【目的】

奄美海域の放流対象種として，地元要望が高いヤコウガイの種苗生産技術の開発を図る。

### 【方法】

#### 1) 生産試験

##### (1) 親貝

継続飼育していた平成22年9月搬入の親貝4個(♂3 ♀1)，平成24年9月搬入の親貝9個(♂5個，♀4個)に，新たに平成25年7月に搬入した親貝8個(♀8個)を加え，合計21個(♂8♀13)を採卵に使用した。飼育は1.8㎡FRP角型水槽2基にそれぞれネットロン生簀(1.0×1.0×0.6m)を設置して雌雄別々に収容し，培養アオサ，培養ミリン，天然イバラノリを中心とした生海藻を給餌した。飼育水はろ過海水のかけ流しで，水温が20℃以下になる12月上旬～5月中旬は，22～23℃に加温したろ過海水を使用した。

##### (2) 採卵・採精

親貝を8:30～13:00まで屋内で干出した後に，遮光した200L水槽に雌雄別々に収容し，紫外線照射海水(フロンライザー4L型)のかけ流し(35mL/秒)により誘発した。放精の後，雌槽に精子液を添加して放卵を促進した。受精卵は，誘発槽から円筒形ネットを設置した100Lポリカーボネイト水槽へサイフォンで取り出し，産卵が終了したら30Lポリカーボネイト水槽に移して，デカンテーション方式で1回洗卵後，計数した。

##### (3) ふ化，浮遊幼生の飼育

500Lポリカーボネイト水槽6基にネット(φ97cm，深さ60cm，目合60～90μm)を設置し，受精卵をNO.1～2は100万粒/槽，NO.3～4は75万粒/槽，NO.5～6は50万粒/槽の割合で収容した。飼育水はろ過海水を15回転/日のかけ流しとし，無給餌で沈着前幼生まで飼育した。ネットの底掃除は毎日行った。

##### (4) 着底期飼育

3.3㎡FRP角型水槽(5.0×1.1×0.6m)3槽に，波板(45×45cm)320枚/槽を設置して予め付着珪藻を着生させておき，10万個1槽，20万個2槽の合計50万個の幼生を採苗した。飼育水はろ過海水で，換水量は成長につれて1回転/日から10回転/日に増やした。水温が20℃以下になる12月上旬～は，22～23℃に加温したろ過海水を使用した。

また，付着珪藻不足対策として，飼育3ヶ月目より生海藻(培養ミリン)を併せて給餌した。

##### (5) 中間育成

10mm以上に成長した稚貝は，波板から剥離して，1.5㎡または3.3㎡FRP角型水槽に設置した

ネトロンカゴ（目合2mm）に収容し、配合飼料（コスモ海洋牧場株式会社製 特注品）を週3回給餌した。稚貝の成長に伴ってネトロンカゴは小（0.4 × 0.4 × 0.4 m）、中（0.9 × 0.4 × 0.5 m）、大（0.8 × 0.8 × 0.4 m）へ順次拡大した。カゴ内の残餌掃除は給餌前に週3回行った。飼育水はろ過海水の10～15回転/日かけ流しで、水温が20℃以下になる12月上旬～5月中旬は22～23℃に加温したろ過海水を使用した。

## 2) 波板飼育時の餌料不足対策の検討

平成18年度から、付着珪藻不足対策として培養ミリンを併せて給餌することにより生残率が大幅に改善したが、更なる生残率の向上を目的に、アワビ用初期餌料α-1（日本農産工業株式会社製）の給餌試験を行った。この餌料はパウダー状の餌料を寒天溶液に溶かし、波板や水槽壁面にスプレーで塗布するもので、アワビ波板飼育時の付着珪藻不足対策として開発されたものである。

200Lポリエチレンタンク2基に採苗に用いた波板を1組（45 × 45 cm 10枚）ずつ移設し、ヤコウガイの稚貝を各300個体収容した。1区は対照区とし、通常通り付着珪藻とミリンを給餌した。2区は付着珪藻とミリンに加え、1～2週間毎にα-1を給餌した。α-1は、水槽内の水位を約10cm落とし、水面上に出てきた水槽壁面及び波板上部にスプレーで塗布し、しばらく放置して寒天が固まってから水位を戻した。また、あらかじめ両面にα-1をスプレー塗布しておいた波板1枚を投入した。試験は平成25年5月16日から8月14日までの3ヶ月間実施し、試験終了時に稚貝の個体数及び殻高を測定した。

## 3) 中間育成方法の検討

### (1) 半閉鎖循環式飼育試験

冬季の斃死対策及び成長促進のため、斃死の少ない春季または秋季の水温（26℃）まで昇温させる事を目的に平成26年1月21日から半閉鎖循環式飼育試験を行った。500Lポリエチレンタンクを飼育槽とし、10月剥離群の中でも特に小型で活力が低い、いわゆる”ビリ”の稚貝（殻高約10mm）を1,736個を収容した小型ネトロンカゴ（0.4 × 0.4 × 0.4m）を設置し、エアストーンで通気を行い、23℃の温海水を2回転/日注水した。飼育槽にはヒーターを設置し、1週間かけて水温を23℃から26℃へ徐々に上げていった。飼育槽の隣にはサンゴ片を敷き詰めた200Lポリエチレンタンクを濾過槽として設置し、ポンプで飼育槽の海水を13回転/日循環させた。餌は配合飼料（コスモ海洋牧場株式会社製 特注品）を3回/週給餌し、給餌前に残餌の掃除を行った。

### (2) シャワー式高換水飼育試験

前年度試験で飼育水の詳細な水質検査を行った結果、アンモニア態窒素が3～5μg・at/l検出され、これがへい死要因の一つではないかと推測されたため、その対策として換水率を高くし水質悪化を防ぐ飼育方法を検討した。

1区は対照区として、1.5㎡FRP角型水槽に設置した目合2mmの小型ネトロンカゴ（0.4 × 0.4 × 0.4 m）にヤコウガイを収容し、ろ過海水を10～15回転/日かけ流す通常飼育を行った。2区及び3区はシャワー式高換水飼育とし、以下の2種類を実施した。

#### ①直接収容（2区）

60Lのプラスチック容器側面に、水深が3cm程度になるよう排水用の穴を開けたものを飼育槽とし、ヤコウガイを直接収容した。

#### ②カゴ収容（3区）

浅いプラスチック容器側に、水深が 3 cm 程度になるよう排水用の穴を開け、そこにヤコウガイを収容したカゴを入れて飼育槽とした。

いずれも上部は網蓋で覆い、2.5 cm 間隔で小さな穴を開けた塩ビパイプをその上に配管し、ろ過海水（冬季は 22 ~ 23 °C の温海水）を通水してシャワーのように注水し、300 ~ 500 回転/日のかけ流しにした。配合飼料（コスモ海洋牧場株式会社製 特注品）を週 3 回給餌し、給餌前には掃除を行って残餌や排泄物を除去した（図 1）。

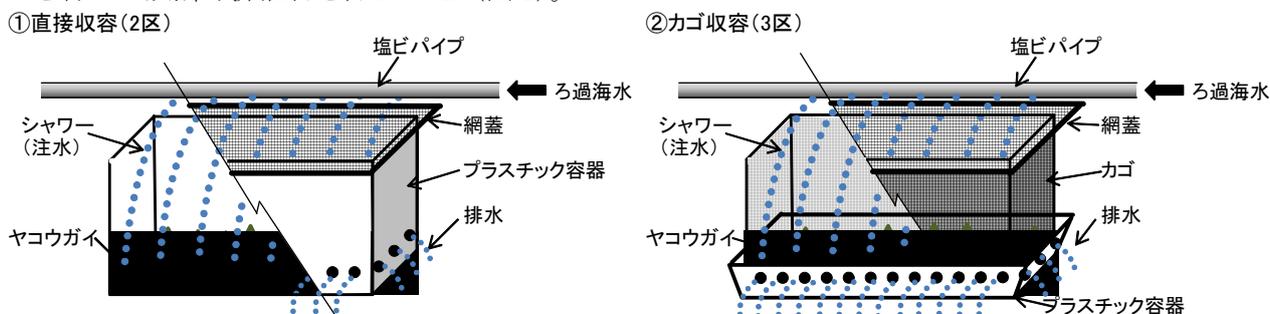


図1 シャワー式高換水飼育試験の模式図

試験は夏季と冬季の 2 回実施した。1 回目は、平成 25 年 6 月 6 日から 10 月 1 日まで実施し、平均殻高 19.64 mm の 8 月剥離群を 1 ~ 3 区に各 1,000 個収容した。2 回目は平成 26 年 1 月 21 日から 2 月 28 日まで実施し、10 月剥離群の中でも特に小型で活力が低い稚貝（殻高約 10 mm）を用い、飼育容器の底面積あたりの密度が同等になるように 1 区は 1,736 個、2 区は 1,953 個収容した。

#### 4) 種苗生産マニュアルの作成

平成 25 年度をもって事業が終了したので種苗生産マニュアルを作成した。

### 【結果及び考察】

#### 1) 生産試験

##### (1) 親貝

24 年度冬季に雌が多く斃死したことから、25 年 7 月に新たに雌 8 個を搬入した。冬季以外は摂餌も盛んで斃死も少なかったが、どの親貝もほとんど成長はみられなかった。

##### (2) 採卵, 採精

採卵, 採精結果を表 1 に示す。

10 月 21 日の 8:30 から干出し、13:00 から UV 海水で誘発したところ 15:45 に放精があり、その精子液を雌水槽に添加して放卵を促進した結果 1,178 万粒の受精卵を得、1 日で必要数の受精卵を確保できた。例年、放精があっても放卵までに 2 ~ 3 日かかることが多いが、今年度は雌貝を多めに更新した事が功を奏したと思われる。

表1 平成25年度ヤコウガイ採卵結果

| 回  | 年月日       | 水槽内<br>水温 | 使用親貝(個) |    | 干出時間<br>(hr) | 精子の<br>添加 | 放精 | 産卵数<br>(万粒) | 収容水槽<br>No. | 収容卵数<br>(万粒) | 沈着幼生    |        | 採苗数<br>(万個) | 備考          |
|----|-----------|-----------|---------|----|--------------|-----------|----|-------------|-------------|--------------|---------|--------|-------------|-------------|
|    |           |           | ♂       | ♀  |              |           |    |             |             |              | 生残数(万個) | 生残率(%) |             |             |
| 1  | H25.10.21 | 24.9      | 8       | 13 | 4.5          | -         | ○  | 1178        | 1           | 100          | 29.3    | 29.3   | 29.3        | 水槽NO.8, 2へ  |
|    |           |           |         |    |              |           |    |             | 2           | 100          | 31.3    | 31.3   | 20.7        | 水槽NO.2, 10へ |
|    |           |           |         |    |              |           |    |             | 3           | 75           | 16.6    | 22.1   | -           | H25.10.25採苗 |
|    |           |           |         |    |              |           |    |             | 4           | 75           | 12.0    | 16.0   | -           |             |
|    |           |           |         |    |              |           |    |             | 5           | 50           | 18.0    | 36.0   | -           |             |
|    |           |           |         |    |              |           |    |             | 6           | 50           | 22.0    | 44.0   | -           |             |
| 合計 |           |           |         |    |              |           |    | 1178        |             | 450          | 129.2   | 28.7   | 50          |             |

### (3) ふ化，浮遊幼生の飼育

飼育結果を表1に示す。

受精卵を100万粒収容したNo.1～2水槽では29.3万個～31.3万個（生残率29.3～31.3%），75万粒収容したNo.3～4水槽では12.0～16.6万個（生残率16.0～22.1%），50万粒収容したNo.5～6水槽では18.0～22.0万個（生残率36.0～44.0%）の沈着幼生を得た。生残率では50万粒収容したNo.5～6水槽が良いが，得られた沈着幼生数では100万粒収容したNo.1～2水槽の方が良い結果となった。

### (4) 着底期飼育

沈着幼生を，10万個×1槽，20万個×2槽の合計50万個採苗した。採苗時は波板に大型珪藻が少なく小型珪藻が優占しており，餌料として適していたものと思われたが，その後ウミミズムシと思われる3mm前後の甲殻類が大量発生してその食害により珪藻不足となったため，例年より約1ヶ月早くミリン給餌を開始した。3月末時点では剥離サイズに達していないので正確な数はわからないが，目視では例年より稚貝の生残が悪く，珪藻不足が影響したのではないかと思われた。

### (5) 中間育成

#### ① 23年度採卵群

今年度に入ってからの中間育成の生残率は82%と比較的良好で，最終的に12,871個生産し，平成25年6月～26年3月に12,820個（平均殻高26.21mm）を奄美群島11カ所に放流用種苗として搬出した（残り51個は試験用）。しかし，中間育成の全期間（剥離から出荷まで）の生残率は，前年度の高密度飼育試験で大量斃死した影響で47%となった。

#### ② 24年度採卵群

25年8月と10月に合計19,450個を波板から剥離し，ネトロンカゴにより中間育成を実施した。

8月に剥離した個体群は，生残，成長とも良好であったが，10月に剥離した個体群は，成長せず斃死する個体が多かった（表2）。8月剥離群は同じ採卵群の中でも成長が良い大型個体であり，10月剥離群は残りの小型個体であるため，もともとの活力に違いがあると考えられるが，10月剥離群は配合餌料を食べていない個体が多く見られたことから，摂餌量が減少する水温下降期に剥離したため配合餌料への切り替えがうまくいかなかったのではないかと推察された。このことから，剥離は水温が高い9月末までに終わらせ，水温下降期までに配合餌料への切り替えを済ませておくことが必要であると考えられた。

3月末時点で約16,570個を中間育成中。

## 2) 波板飼育時の餌料不足対策の検討

試験終了時の測定結果を表3に示す。

生残率は1区（対照区）に比べ，2区（ $\alpha$ -1給餌区）の方が14ポイント高かった。このことから， $\alpha$ -1を補助餌料として給餌することで生残率の向上が期待できることがわかった。一方，平均殻高は1区が18.1mm，2区が17.0mmで1区の方が有意に大きかったが（ $p < 0.01$ ），これは生残率が低い分，飼育密度が低くなって付着珪藻が多く摂餌できたためと推察された。しかしながら，この時に3.3m<sup>2</sup>FRP角型水槽で通常の波板飼育をしていた同じ採卵群は，大型群でも平均殻高12.1mmであり，当該試験で生産した稚貝は1区，2区とも非常に大型になっていた。また，試験終了後ははく離

して中間育成を行ったが、当該試験で生産した稚貝はほとんど斃死せず、大型個体である8月剥離群よりも更に強健であった(表2)。つまり、同じ水槽で同程度の成長だった稚貝の一部をα-1給餌試験に供したところ、当該試験に用いた群だけ非常に成長が良く強い種苗になったという事である。

表2 8月剥離群と10月剥離群及びα-1給餌試験群の斃死数

|        | 剥離個体数  | 剥離後3ヶ月間の斃死個体数 | 斃死率   |
|--------|--------|---------------|-------|
| 8月剥離群  | 10,154 | 121           | 1.2%  |
| 10月剥離群 | 9,296  | 2,303         | 24.8% |
| α-1試験群 | 346    | 2             | 0.6%  |

表3 α-1給餌試験(H25.5.16~H25.8.14)

| 試験区 | α-1 | 個体数(個) | 生残率   | 平均殻高(mm) |
|-----|-----|--------|-------|----------|
| 1   | なし  | 152    | 50.7% | 18.1     |
| 2   | あり  | 194    | 64.7% | 17.0     |

試験水槽は、天窗からの日光が当たる場所に設置していたため、水槽内部は一面に濃い茶色を呈しており、付着珪藻が十分に増殖している状況であった。このことから、ミリンやα-1はあくまでも補助餌料であり、本来の付着珪藻をいかに潤沢に与えられるかで稚貝の健苗性が決まると推察された。そこで、採苗する幼生数を見直し飼育密度を下げる、ある程度成長したら飼育槽に調節しながら日光をあてて付着珪藻の増殖を図る、別水槽で付着珪藻を仕立てておいて分槽をするなど、付着珪藻を現状よりも多く給餌できれば、成長が早く強い種苗が生産できるのではないかと考えられる。

### 3) 中間育成方法の検討

#### (1) 半閉鎖循環式飼育試験

試験結果を表4に示す。

表4 半閉鎖循環式飼育試験結果(個体数)

| 試験区          | 開始時  | 斃死数 | 生残数  | 生残率     |
|--------------|------|-----|------|---------|
| 1区 対照区(通常飼育) | 1736 | 49  | 1687 | 97.2% a |
| 2区 半閉鎖循環式飼育  | 1736 | 114 | 1622 | 93.4% b |

※各項目末尾の異なる文字間で有意差があることを示す(ρ<0.05)

平成26年1月21日から試験を開始したが、2区は徐々に斃死数が増加していき、1区よりも明らかに生残率が低かったため2月4日で試験を終了した。斃死原因は、水槽の汚れや臭い等から判断して明らかに水質悪化であると考えられ、当飼育システムでは濾過が十分に機能しておらず、注水量、海水循環率、濾材の材質、濾過槽の規模等の見直しが必要であると考えられた。

#### (2) シャワー式高換水飼育試験

1回目(夏季)の生残率の結果を表5に、成長の結果を表6に示す。2回目(冬季)の生残率の結果を表7に示す。

大型個体である8月剥離群を用いた1回目の試験では各区の生残率に有意な差は見られなかったが(表5)、成長は直接収容で高換水飼育を行った2区が有意に優れていた(表6)。小型個体である10月剥離群を用いた2回目の試験では、通常飼育を行った1区よりも、直接収容で高換水飼育を行った2区の方が有意に生残率が高かった(表7)。

このことからシャワー式高換水飼育は、ヤコウガイを直接収容して飼育することで、成長促進と、活力が低い小型群の斃死対策としての効果があることが示唆された。

シャワー式高換水飼育は、水槽内の飼育水を極力少なくすることで高換水にする手法であり、冬

表5 シャワー式高換水飼育試験(8月剥離群:個体数)

| 試験区      | 開始時   | 終了時 | 生残率     |
|----------|-------|-----|---------|
| 1区 対照区   | 1,000 | 937 | 93.7% a |
| 2区 直接収容区 | 1,000 | 954 | 95.4% a |
| 3区 カゴ収容区 | 1,000 | 944 | 94.4% a |

表6 シャワー式高換水飼育試験(8月剥離群:殻高mm)

| 試験区      | 開始時   | 終了時   | 成長率      |
|----------|-------|-------|----------|
| 1区 対照区   | 19.64 | 23.22 | 118.2% a |
| 2区 直接収容区 | 19.64 | 24.20 | 123.2% b |
| 3区 カゴ収容区 | 19.64 | 22.50 | 114.6% a |

表7 シャワー式高換水飼育試験(10月剥離群:個体数)

| 試験区      | 開始時  | 生残数  | 生残率     |
|----------|------|------|---------|
| 1区 対照区   | 1736 | 1653 | 95.2% a |
| 2区 直接収容区 | 1953 | 1890 | 96.8% b |

※各項目末尾の異なる文字間で有意差があることを示す(ρ<0.05)

季に温海水に切り替えて施設的に注水量が減少しても高い換水率を維持できることから、これまでしばしば発生していた冬季の大量斃死対策として期待できる。

#### 4) 種苗生産マニュアルの作成

放流サイズ（30mm）の種苗が年間 1 万個以上生産できる技術が開発できたので、別添のとおり取りまとめた。

#### 5) その他

これまでの生産実績を表8に示す。

**表8 ヤコウガイ生産放流実績**

| 採卵年度       | 出荷年度       | 放流箇所     | 個数             | サイズ*  | 備考  |
|------------|------------|----------|----------------|-------|-----|
| H2         | H3         | 1カ所      | 2,000          | 21.10 |     |
| H3         | H4         | 2カ所      | 1,200          | 22.67 |     |
| H4         | H4, 5      | 6カ所      | 17,360         | 9.08  |     |
| H5         | H6         | 1カ所      | 1,000          | 17.19 |     |
| H6         | H6, 7      | 2カ所      | 2,700          | 6.49  |     |
| H7         | H7, 8      | 4カ所      | 9,665          | 8.09  |     |
| H8         | H8         | 3カ所      | 9,000          | 13.07 |     |
| H9         | H9, 10, 11 | 13カ所     | 12,571         | 17.36 |     |
| H10        | H12        | 2カ所      | 564            | 23.91 |     |
| H10        | H11        | 龍郷(中間育成) | 100            | 8.9   | 試験用 |
| H11        | H12, 13    | 3カ所      | 2,553          | 23.25 |     |
| H12        | H13, 14    | 7カ所      | 5,710          | 26.74 |     |
| H13        | H14, 15    | 11カ所     | 5,050          | 25.72 |     |
| H14        | H16        | 2カ所      | 450            | 26.24 |     |
| H15        | H16        | 2カ所      | 812            | 27.10 |     |
| H16        | H17, 18    | 10カ所     | 5,595          | 28.67 |     |
| H17        | H18, 19    | 16カ所     | 6,143          | 23.41 |     |
| H18        | H19, 20    | 28カ所     | 21,223         | 20.81 |     |
| H18        | H20        | 漁場環境部    | 240            | 25.07 | 試験用 |
| H19        | H21        | 14カ所     | 11,500         | 26.23 |     |
| H20        | H22        | 16カ所     | 13,000         | 28.56 |     |
| H21        | H23, 24    | 11カ所     | 9,522          | 28.46 |     |
| H22        | H24        | 11カ所     | 12,230         | 24.88 |     |
| H23        | H24        | かごしま水族館  | 51             | 8.00  | 試験用 |
| H23        | H25        | 11カ所     | 12,820         | 26.21 |     |
| H24        | H26予定      | —        | —              | —     |     |
| H25        | H27予定      | —        | —              | —     |     |
| <b>生産計</b> |            |          | <b>163,059</b> |       |     |
| <b>放流計</b> |            |          | <b>162,668</b> |       |     |

(2) 近年の奄美群島におけるヤコウガイの水揚量および水揚金額の推移を図2に示す

地元での資源管理への取り組みもあって近年水揚量が増加してきており、当事業による一定の効果があつたと考えられる。

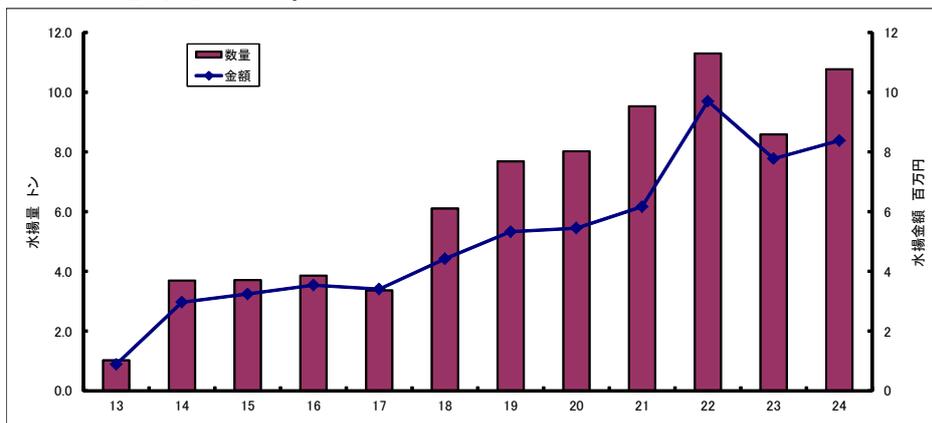


図2 奄美群島におけるヤコウガイの水揚量および水揚金額

## 奄美等水産資源利用開発推進事業－Ⅵ (沖合域資源利用開発調査：サバヒ一種苗生産技術開発)

今吉雄二，今村昭則，池田祐介

### 【目 的】

主に奄美周辺海域におけるカツオ一本釣り漁業では、慢性的にキビナゴ等の活餌確保が困難な状況になっている。本事業では、それらの代替餌料としての可能性を有するサバヒを大量かつ安定的に供給できる体制の構築を目的とする。

### 【方 法】

#### 1. 親魚養成

種苗生産用の受精卵を確保するため、以下の方法で親魚養成を行った。

##### (1) 親魚履歴

平成10年にインドネシアより輸入した種苗を継続飼育した個体と、平成12年に本県瀬戸内町にて採捕した個体の計35尾(13～15歳，全長100cm前後，体重12kg前後)を親魚として用いた。

##### (2) 飼育

親魚棟100KL水槽(1面)において，電解殺菌海水(～11月)，紫外線滅菌海水(11月～)を用い，冬期は20℃を下回らないよう加温し，飼育した。

##### (3) 給餌

1日当たり3.0kgの配合飼料を週3回(月，水，金)給餌した。なお，配合飼料は11月～5月の通常養成期にはマルハ(株)製「コイ育成用P-7」を，産卵期の6月～10月にはブリ用飼料であるマルハ(株)製「マリンプルー9号」(7～8月)，「オーシャン8号」(9月～10月)を使用した。

##### (4) 照度管理

200WLED灯2基を午前7時～午後5時まで周年点灯した。

##### (5) 採卵

採卵の前日午後に，飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し，翌朝目視により産卵確認を行った。産卵が認められた場合には，ネット内の受精卵を回収し，50Lアルテミアふ化槽に收容後，エアレーションで全体を攪拌しながら1ml当たりの卵数を時計皿上で計数し，1日当たりの総採卵数を算出した。

#### 2. 種苗生産試験

本センター養成親魚由来の受精卵を使用して2回の種苗生産試験を実施した。

今年度の種苗生産試験は，給餌コストを下げることを目的として，初期餌料であるS型ワムシ(以降ワムシ)の密度を，過去2年間の試験で設定した40個/mlより低くした，20個/ml，30個/mlの試験区(以降それぞれ20個区，30個区)を設けて実施した。また，生産効率を上げるために仔魚收容密度を昨年度の1.5倍(7,500尾/KL)に設定した。

両試験区とも，60KL円形コンクリート水槽1面ずつを用い，前日に受精卵を採卵した後，育卵槽(50Lアルテミアふ化槽)内の，換水率12回/日，微通気下で約24時間育卵し，ふ化した仔魚を收容し試験を開始した。

仔魚の收容数，收容日及び使用した受精卵の状況については表1のとおり。

表1 種苗生産試験における仔魚の収容状況及び使用した受精卵の概況

| 試験回次 | 試験区  | 収容仔魚数(尾) | 仔魚収容日 | 採卵日   | 採卵数(個)    | ふ化率(%) |
|------|------|----------|-------|-------|-----------|--------|
| 1 回次 | 20個区 | 450,000  | 7月25日 | 7月24日 | 610,000   | 100    |
|      | 30個区 | 450,000  | 7月26日 | 7月25日 | 1,010,000 | 94.2   |
| 2 回次 | 20個区 | 450,000  | 8月7日  | 8月6日  | 950,000   | 96.8   |
|      | 30個区 | 450,000  | 8月7日  | 8月6日  | 950,000   | 96.8   |

飼育水はUVにより殺菌したろ過海水を用いた。換水率は、配合飼料の給餌を始める日齢12までは止水とし、日齢12以降は0.5回/日とした。

通気は両試験区とも水槽中央にユニホース(ホース状エアストーン)を円形に配し、通気により水槽中央部で飼育水が上昇、側壁部で下降するようにし、通気量はそれぞれ10L/分とした。

ワムシは日齢1から給餌した。

ワムシの給餌と併せて、ワムシの餌料であり、仔魚にEPA, DHAを摂取させる栄養強化剤でもあるクロレラ工業(株)製スーパー生クロレラV12(以降SV12)を飼育水に添加した。添加方法は、水質変化を考慮して50Lアルテミアふ化槽から8時間程度かけてゆっくり滴下するようにした。

なお、添加量は、20個区では1.2L/日、30個区では1.8L/日とした。これは、ワムシ1億個が1日にSV12を摂取する量を100mlとして算出した。ちなみに、平成24年度はワムシ40個/mlに対し、1.8L/日のSV12を供給している。

日齢12以降に給餌した配合飼料については、日本配合飼料(株)製「鮎初期餌料No.1~No.3」を用い、量、粒径は成長段階に応じて適宜調整した

また、飼育中は自然光と水銀灯により、水面上の照度を500~1,900ルクスに調整した。

## 【結果及び考察】

### 1. 親魚養成

本年度は7月12日に初回の産卵が認められ、以降9月16日までの期間のうち、32日で産卵が確認された(図1)。採取した総卵数は、約1,547万粒であった。

産卵開始日の水温は26.6℃(図1)。過去7年の結果(26.2℃~29.1℃)と併せると、産卵開始可能な水温は26℃台、産卵の盛期は概ね28℃を超える期間であると考えられた。

また、最終産卵日の水温は28.3℃であった。過去7年の結果(26.5℃~27.1℃)と比較すると高い数字であったが、翌日から水温が下降し始め、4日後の9月20日には27.0℃となったことや、図1で示すとおり産卵の間隔が3~4日空く場合があることから、やはり産卵終了の目安となる水温は27.0℃前後であると考えられた。

なお、本年度及び過去7年間の採卵実績を表2に、採卵数と産卵日数を図2に示す。

平成18年度から①海水飼育、②冬季加温飼育(20℃以上)、③大型(100k1)円形水槽による飼育、の3つの飼育条件を複合的に実施することにより、8年連続で採卵に成功した。特に平成20年度以降は1,000万粒以上の採卵数を記録しており、受精卵の安定的な確保を目的とした親魚養成技術の開発は終了したと言える。

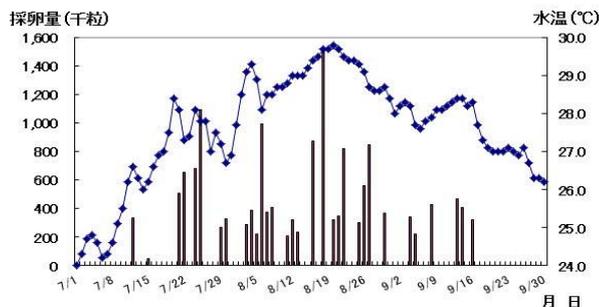
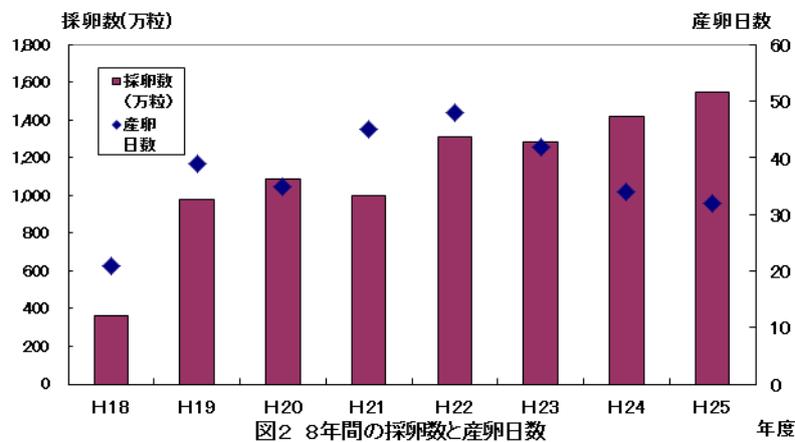


図1 飼育水温の推移と採卵量(H25)

表2 これまでの採卵実績(平成18~25年度)

| 年度  | 産卵開始  |      | 産卵終了   |      | 総卵数<br>(粒) | 産卵<br>日数 | 平均産卵数<br>(粒) | 最多産卵数<br>(粒) | 最少産卵数<br>(粒) |
|-----|-------|------|--------|------|------------|----------|--------------|--------------|--------------|
|     | 月 日   | 水温   | 月 日    | 水温   |            |          |              |              |              |
| H18 | 8月23日 | 28.8 | 9月26日  | 26.7 | 3,656,750  | 21       | 174,131      | 776,250      | 8,000        |
| H19 | 8月18日 | 29.1 | 10月11日 | 26.9 | 9,768,000  | 39       | 250,462      | 725,000      | 80,000       |
| H20 | 7月30日 | 28.8 | 9月28日  | 26.9 | 10,866,243 | 35       | 236,385      | 855,000      | 96,600       |
| H21 | 7月19日 | 26.2 | 10月2日  | 27.1 | 10,014,056 | 45       | 222,535      | 695,000      | 5,000        |
| H22 | 7月20日 | 26.5 | 9月29日  | 27.0 | 13,120,500 | 48       | 273,344      | 655,000      | 75,000       |
| H23 | 7月17日 | 28.1 | 9月22日  | 26.5 | 12,861,400 | 42       | 306,224      | 822,500      | 110,000      |
| H24 | 7月20日 | 26.6 | 9月19日  | 26.7 | 14,203,600 | 34       | 417,752      | 1,160,000    | 19,200       |
| H25 | 7月12日 | 26.6 | 9月16日  | 28.3 | 15,475,400 | 32       | 483,606      | 1,510,000    | 50,400       |



2. 種苗生産試験

今年度の種苗生産試験結果を表3に示す。

表3 平成25年度種苗生産試験結果

| 試験回次 | 試験区  | 収容仔魚数<br>(尾) | 生産尾数<br>(尾) | 生残率<br>(%) | サイズ<br>(全長:mm) | 日齢<br>(取上時) | 単位生産尾数<br>(尾/KL) |
|------|------|--------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------------|
| 1回次  | 20個区 | 450,000      | 0           | 0          | —              | —           | —                |
|      | 30個区 | 450,000      | 0           | 0          | —              | —           | —                |
| 2回次  | 20個区 | 450,000      | 554         | 0.12       | 43.2           | 79          | 9.2              |
|      | 30個区 | 450,000      | 2,714       | 0.60       | 40.6           | 80          | 45.2             |

一昨年度、昨年度と、60kl水槽において初期餌料であるワムシの密度を40個/mlに設定し、それぞれ9万6千尾(平均40mm)、22万1千尾(平均45mm)を生産したが、今年度は前述のとおり給餌コスト減を目的として20個/ml、30個/mlの試験区を設定

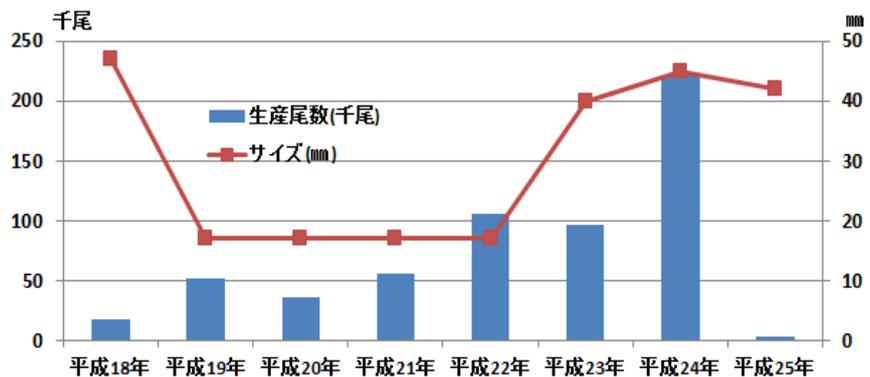


図3 これまでの生産尾数と取り上げサイズの推移

して試験を実施したところ、1回次は日齢6までに試験中止、2回次は2試験区合計で3千尾(平均42mm)の生産と、過去の生産尾数を大きく下回る結果となった(図3)。

1回次は、日齢4までに摂餌している個体がほとんど確認できなかったことから、明らかにワムシ密度を低くしたことによる初期摂餌不良が生産不調の原因と考えられた。2回次についても、一昨年、昨年の仔魚と比較して、今年度の仔魚はワムシ摂取数が少ない傾向が見られたこと、30個区の方が生残率が高かったことから、ワムシ密度を低くしたことが摂餌に影響を与えた可能性があると考えられた。

また、1、2回次ともに、止水飼育期間である日齢12まで(1回次は試験中止まで)のDO値は4.5mg/l以上で推移し、アンモニア態窒素の値も3ppm以下であったことから、飼育環境が生産不調に結びついた可能性は低い。

仔魚収容数他、さらに検証を要する項目はあるが、60k1水槽においてサバヒーの量産を行うためには、ワムシ密度を40個/ml以上に設定することが必要であることが示唆された。

# ヤコウガイ種苗生産マニュアル

## 1 親貝養成

- (1) 飼育時期：遅くとも1ヶ月半以上前から飼育開始。前年度採卵した親貝を継続飼育して使用することも可能。
- (2) 飼育室：室内の暗室（作業時のみ室内灯を点灯）
- (3) 水槽：FRP 角形水槽2槽にネットロンネット小割生を設置し、雌雄別々に収容
- (4) 飼育水：ろ過海水を10回転/日程度
- (5) 水温：冬季は20℃以上に加温
- (6) 通気：エアストーンで通気
- (7) 必要数：雌雄各7～10個程度
- (8) 餌料：アオサや紅藻類（オゴノリ、イバラノリ、ミリン）等の生海藻を切らさないよう十分給餌。なお褐藻類（コンブ、ワカメ、ヒジキ等）や一部紅藻類（フサノリ等）は食べないので注意。
- (9) 掃除：1～2ヶ月に1回程度

### 【雌雄判別方法】

外見からは判別できないが、ホース等で海水を掛けると貝殻の中から軟体部が出てくるので、懐中電灯等で奥を覗いて黄色っぽい突起物があれば雌、無ければ雄と判断できる（写真1～3）。



写真1 海水を掛ける



写真2 突起あり→雌



写真3 突起なし→雄

## 2 採卵・採精

春～秋に採卵可能であるが、10月中旬（水温25℃）が最適。

- ① 飼育水槽から親貝を取り出し、屋内で4～5時間干出させる（写真4）。
- ② 暗室に設置した誘発水槽（200L程度）に雌雄別々に収容し、遮光して紫外線殺菌海水を注水する（写真5）。
- ③ 3～4時間後、雄が水面まで登ってきて放精したら（写真6）、精子が入った飼育水を3L程度、雌水槽へ添加する。雌が反応しなければ、1時間おきに精子が入った飼育水を3L程度追加し産卵を誘発する。（過受精を防ぐため精子は少しずつ加える）。産卵中はなるべく暗室で作業し、確認は懐中電灯で行う。
- ④ 精子添加後30分～数時間で、雌も水面まで登ってきて放卵するので（写真7）、受精卵を誘発槽から円筒形ネット（60～90μm）を設置した



写真4 干出



写真5 左雌槽,右雄槽

100L ポリカーボネイト水槽へサイフォンで取り出す（写真8）。

- ⑤ 産卵が終了したら 30L ポリカーボネイト水槽に受精卵を移し、デカンテーション方式（注1）で1回洗卵後、計数する。（写真9）
- ⑥ ②から6時間経っても反応がない場合は、採卵を一旦終了して親貝を飼育水槽へ戻し、翌日同じ作業を繰り返す。放精のみだった場合は、精子が入った飼育水を 10L 程度バケツに汲んで冷蔵庫へ保管しておき、翌日常温に戻してから②の雄水槽へ添加し放精を促す。3日間実施して放卵しなければ別の親貝に替える。



写真6 放精（白）



写真7 放卵（緑）



写真8 受精卵の回収



写真9 洗卵

## 2 ふ化～浮遊期飼育

- (1) 飼育室：室内の暗室（作業時のみ室内灯を点灯）
- (2) 水槽：500L ポリカーボネイト製水槽に円形ネット（60～90 μm）を設置（写真10）
- (3) 飼育水：ろ過海水を 10 回転／日。注水により飼育水が循環するよう穴を開けた塩ビパイプを底面に設置（写真11）
- (4) 水温：25℃を目安とする。（10月中旬であれば加温不要）
- (5) 通気：無通気
- (6) 収容数：100万個/槽。沈着幼生まで 30～50%程度の生残が見込める
- (7) 餌料：無給餌
- (8) 掃除：サイフォンで毎日底掃除
- (9) 飼育期間：約5日



写真10 飼育水槽

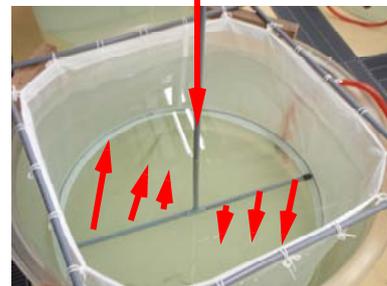
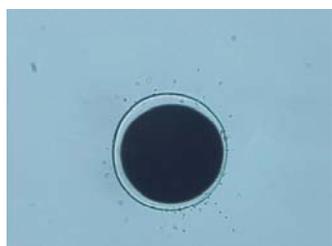


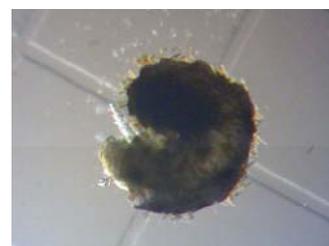
写真11 注水の流れ



受精卵



日令4



稚貝（採苗後）

写真12 顕微鏡写真

## 3 沈着幼生（波板飼育）

- (1) 採苗時期：浮遊期を終了し這っている個体が見え始めた時（日令5日前後）が採卵のタイミング
- (2) 水槽：3.3 t型FRP角形水槽（波板320枚収容）
- (3) 飼育水：ろ過海水を0（採苗時）→15回転／日

- (4) 水 温：22～23℃以上（低水温期は加温）
- (5) 通 気：底面に穴を開けた塩ビパイプを2本配管
- (6) 収 容 数：15万個／槽程度を目安とする（写真13）。10mmサイズではく離するまで7,000個～10,000個／槽程度生産可能
- (7) 餌 料：波板表面に自然発生する付着珪藻を基本とし，採苗の1ヶ月半以上前から波板を仕立てておく。採苗直前に波板を水洗いし大型珪藻は除去する。強い種苗を作るには，付着珪藻を十分給餌できるかどうかが重要。
- (8) 補助餌料：餌料不足対策として採苗後4ヶ月頃から培養ミリンを波板上に置いて与える（写真14）。給餌頻度は成長に応じ0.5回／週→3回／週。成長に従い大量のミリンが必要となるため別途培養しておく（別紙1）。また，アワビ初期餌料α-1（日本農産工業株式会社製：注2）も補助餌料として効果がある事が小規模試験で確認されている
- (9) 底 掃 除：底に糞が溜まって腐敗しないようこまめに掃除する。
- (10) 飼育期間：8ヶ月～1年間
- (11) そ の 他：水槽の壁を這い上がるようになったら，水槽の縁を濡らしたキムタオルで覆って這い上がりを軽減する（写真15）。それでも這い上がる個体は毎日手作業で水槽内へ戻す。這い上がりが多い時は餌料不足を疑う。



写真13 採苗

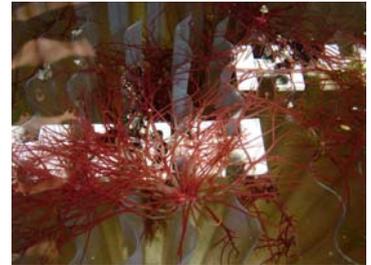


写真14 培養ミリン



写真15 波板飼育

#### 4 剥離以降（平面飼育）

- (1) 剥 離：10mm以上で手剥離。選別して10mm未満の稚貝は波板へ戻す。6月～9月頃までには全て平面飼育へ移行。低水温期に剥離すると大量斃死を起こす事がある。
- (2) 水 槽：FRP角形水槽に設置した目合2mmのネトロンカゴ（写真16）。成長に従いカゴの大きさを拡大する。
- (3) 飼 育 水：ろ過海水を10～15回転／日以上。水質悪化に弱いのでなるべく高換水が良い。
- (4) 水 温：22～23℃以上（低水温期は加温）。低水温には弱く高水温には比較的強い。
- (5) 通 気：底面に穴を開けた塩ビパイプを2本配管
- (6) 収 容 数：上に重なり合わない程度にカゴ底面に隙間なく敷き詰める。0.4×0.4×0.4mのネトロンカゴの場合10mmサイズで1,500個程度が目安。なるべく小さいカゴで水深を3～5cm程度に浅くし（ただしカゴ自体は40cm程度の深さがないとヤコウガイが這い上がって逃げる），高密度で飼育すると配合餌料へ切り替えが早く成長・生残が良い（ただしカゴ内は高密度でも水槽に対して収容数が多すぎると水質悪化を招くので注意）。大きさにばらつきが出てきたら選別する（写真17）。



写真16 カゴ飼育



写真17 選別作業

(7) 餌料：ヤコウガイ用配合餌料（特注品：別紙2）を週3回給餌。給餌量は残餌量を見ながら適宜調整。

(8) その他飼育法：プラスチック容器側に水深が3cm程度になるよう排水用の穴を開けてヤコウガイを高密度に収容し、上部は網蓋で覆ってかけ流しにすると、飼育水が非常に少ないため数百回転/日の高い換水率となる。水質を維持できる上、サザエの仲間は足の裏全面が接地している方が調子が良いという情報もあり（逆にカゴの様に穴が開いたものは調子が悪くなる）、活力、生残、成長の良い飼育方法である（写真18）。



写真18 高換水飼育

(9) 掃除：給餌前に残餌を取り除く。糞や残餌で水質悪化しないようこまめに掃除する。

(10) 飼育期間：1年～1年半。30mm以上になったら順次出荷する。なお、夏季の放流は生残率が低いことから、放流用であれば秋～冬季の出荷が望ましい。（放流マニュアル参照）

### 5 輸送方法

小型の発泡スチロールに、水を切って収容する。乾燥防止及びクッション代わりに、海水に浸し軽く絞ったキムタオル等で種苗をサンドし、3～5層程度入れて梱包する（写真19）。1日以上生存可能だが、種苗の負担を減らすために輸送時間はなるべく短い方が良い。

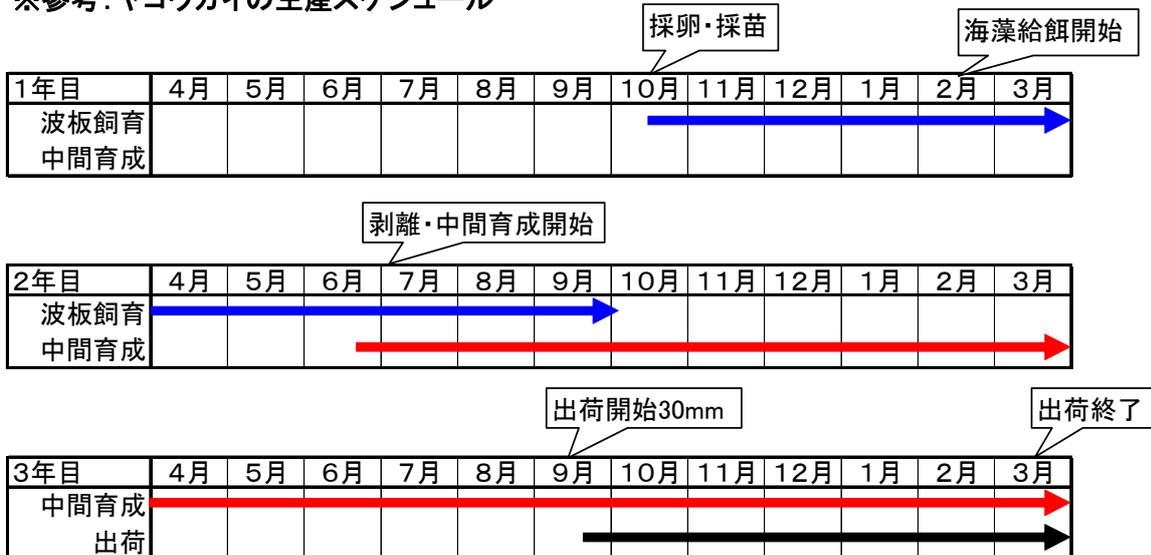


写真19 梱包作業

注1：しばらく静置すると受精卵が沈むので、上澄みを捨て新しいろ過海水と入れ替える

注2：パウダー状の餌料を寒天溶液に溶かし、波板や水槽壁面にスプレーで塗布するもので、アワビ波板飼育時の付着珪藻不足対策として開発されたもの

### ※参考:ヤコウガイの生産スケジュール



別紙 1

## ミリン培養マニュアル

- ・培養に使用するのはミリン科の *Agardhiella subulata* (和名なし)。
- ・本種は、他の多くの海藻が夏枯れする高水温期に増殖することから、高水温期に大量に摂餌するヤコウガイの餌料として適している。
- ・外来生物なので、生きたまま海洋に流出しないよう取扱注意。
- ・この培養方法はアオサにも応用可能。

- ① 飼育場所・・・屋内ではなるべく日が当たる窓際に水槽を設置する。  
水温 20℃以上になったら屋外で培養すると増殖スピードが速い。半日程度日があたる場所であれば良い。
- ② 水槽・・・・屋内では透明度の高いポリカーボネート円形水槽 (500L 程度が管理しやすい)。屋外では FRP 製円形水槽など。塩ビパイプに多数の穴を開け、藻体が流出しないように目合2mm程度のネトロンネット等で覆ったものを中央排水に立ち上げる。
- ③ 飼育水・・・・ろ過海水 (冬季は20℃以上の温海水) 10回転/日程度のかけ流し。
- ④ 通気・・・・ユニホースや塩ビパイプを円形に配置して藻体が常に水槽内を循環するように通気をする。
- ⑤ 日照・・・・屋外では直射日光で色が抜けてしまうので、遮光ネットを被せる。
- ⑥ 管理・・・・月に2回程度、水槽が汚れてきたら掃除する。淡水に弱いので藻体に水道水がかからないよう注意。  
雑草 (付着藻類) が付いたら早めに付いた部分を切り除く。  
ヨコエビが入ると完全除去が難しいのでそのラウンドは廃棄し、水槽掃除をして始めからやり直す。  
藻体が繁茂してきたら絡み合って滞留し枯死するので、分槽して量を減らしたり、細断 (3~5cm程度) して藻体を短くする。
- ⑦ 短期間培養・・・・短期間で培養したい時は、止水にして陸上植物用液体肥料 (ハイポネックス) を海水100Lあたり2mlを週5日添加, または陸上植物用個体肥料エコロングを海水100Lあたり200g垂下し, 1週間に1回程度水替えし, 2週間に1回程度水槽清掃を行う。  
室内の場合, 冬季はヒーターで26℃程度に加熱し, 蛍光灯で可能な限り照度を上げて培養する。

屋外水槽配管

屋外水槽遮光ネット



屋内水槽

## 仕 様 書

| 品名                      | ヤコウガイ用配合飼料  |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
|-------------------------|---|---------|--|-------------|--------|-------------------------|--------|-----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|---------------|--------|-------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----|---------|
| 形状                      | 1粒あたり幅3～7mm, 長さ3～4mm, 厚さ1～1.5mmで成形すること  |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| 飼料組成                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">飼 料 素 材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 輸入魚粉(BFM)</td> <td>40.0 g</td> </tr> <tr> <td>② スピルリナ粉末*<sup>1</sup></td> <td>10.0 g</td> </tr> <tr> <td>③ シーミール*<sup>2</sup></td> <td>10.0 g</td> </tr> <tr> <td>④ 大豆粕</td> <td>5.0 g</td> </tr> <tr> <td>⑤ 小麦粉</td> <td>5.0 g</td> </tr> <tr> <td>⑥ <math>\alpha</math>-デンプン</td> <td>6.0 g</td> </tr> <tr> <td>⑦ 展着剤(活性グルテン)</td> <td>10.0 g</td> </tr> <tr> <td>⑧ ビタミン混合物*<sup>3</sup></td> <td>3.0 g</td> </tr> <tr> <td>⑨ 無機塩混合物*<sup>4</sup></td> <td>5.0 g</td> </tr> <tr> <td>⑩ アミノ酸混合物*<sup>5</sup></td> <td>1.0 g</td> </tr> <tr> <td>⑪ フィードオイル</td> <td>2.5 g</td> </tr> <tr> <td>⑫ 大豆油</td> <td>2.5 g</td> </tr> <tr> <td>合 計</td> <td>100.0 g</td> </tr> </tbody> </table> <p>*1: スピルリナ粉末・・・藍藻類のラセンモを原料とする粉末<br/> *2: シーミール・・・ジャイアントケルプを原料とする粉末<br/> *3: ビタミン混合物・・・魚介類用配合飼料に添加する市販の混合物<br/> 又は貴社製品に標準的に添加している混合物<br/> *4: 無機塩混合物・・・魚介類用配合飼料に添加する市販の混合物<br/> 又は貴社製品に標準的に添加している混合物<br/> *5: アミノ酸混合物・・・L-Asp. 0.3g, DL-Ala 0.3g, 5'-RNA 0.032g,<br/> L-Glu-Na 0.358g/1.0g</p> | 飼 料 素 材 |  | ① 輸入魚粉(BFM) | 40.0 g | ② スピルリナ粉末* <sup>1</sup> | 10.0 g | ③ シーミール* <sup>2</sup> | 10.0 g | ④ 大豆粕 | 5.0 g | ⑤ 小麦粉 | 5.0 g | ⑥ $\alpha$ -デンプン | 6.0 g | ⑦ 展着剤(活性グルテン) | 10.0 g | ⑧ ビタミン混合物* <sup>3</sup> | 3.0 g | ⑨ 無機塩混合物* <sup>4</sup> | 5.0 g | ⑩ アミノ酸混合物* <sup>5</sup> | 1.0 g | ⑪ フィードオイル | 2.5 g | ⑫ 大豆油 | 2.5 g | 合 計 | 100.0 g |
| 飼 料 素 材                 |   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ① 輸入魚粉(BFM)             | 40.0 g  |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ② スピルリナ粉末* <sup>1</sup> | 10.0 g  |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ③ シーミール* <sup>2</sup>   | 10.0 g  |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ④ 大豆粕                   | 5.0 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ⑤ 小麦粉                   | 5.0 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ⑥ $\alpha$ -デンプン        | 6.0 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ⑦ 展着剤(活性グルテン)           | 10.0 g  |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ⑧ ビタミン混合物* <sup>3</sup> | 3.0 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ⑨ 無機塩混合物* <sup>4</sup>  | 5.0 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ⑩ アミノ酸混合物* <sup>5</sup> | 1.0 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ⑪ フィードオイル               | 2.5 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| ⑫ 大豆油                   | 2.5 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| 合 計                     | 100.0 g   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |
| その他                     | 飼料は海水中に投餌後, 少なくとも一昼夜は形をとどめ, 飼料としての機能を発揮するような保型性を有すること   |         |  |             |        |                         |        |                       |        |       |       |       |       |                  |       |               |        |                         |       |                        |       |                         |       |           |       |       |       |     |         |