

平成 26 年度 餌料用カタクチイワシの安定供給システムの 実証化に関する委託事業 報告書

高知県水産試験場

本報告は、独立行政法人水産総合研究センター開発調査センターから委託を受け実施した、「平成 26 年度海洋水産資源開発事業（近海かつお釣）に係るかつお釣漁業に必要な餌料用カタクチイワシの安定供給システムの実証化に関する委託事業」の結果を取りまとめたものである。

1 事業実施期間

平成 26 年 4 月 1 日から平成 27 年 3 月 31 日まで

2 事業実施機関

事業は、活餌安定供給システム実証化共同研究機関（事務局：高知県漁業振興課）が実施した。

○試験実施担当

試験の担当者の一覧を表 1 に示した。

表 1 試験実施担当者一覧

| 所属 | 担当者 | 試験内容 |
|--------------|----------------------------------|---------------------|
| 水産試験場漁業資源課 | チーフ 主任研究員 柳川 晋一 稲葉 太郎 | 採捕・海上移送・養成・陸 上移送 |
| 同 増養殖環境課 | チーフ 渡辺 貢 | 種苗生産 (餌料比較試験) |
| 宿毛漁業指導所 | 所長 水産業普及指導員 織田 純生 占部 敦史 | 採捕・海上移送・養成・陸 上移送 |
| (株)山崎技研水産事業部 | 坂本 志奈子 | 養成・陸上移送・種苗生産 |

3 背景及び目的

まき網や定置網等で漁獲される餌料用カタクチイワシは、漁海況等の影響により確保が不安定となる場合がある。そのため、かつお釣漁業者は、供給量が不足すると複数の餌場を廻らなければならない、さらに著しく不足する場合は必要量が確保できず、操業に支障をきたすこともあるため、かつお釣漁業では餌料用カタクチイワシの安定確保が長年の課題となっている。

上記課題への対応策として、本委託事業は、天然カタクチイワシ幼稚魚をかつお釣漁業の餌料用カタクチイワシとして安定的に供給する技術及び種苗生産により餌料用カタクチイワシを生産する技術を確立し、その有効性を実証することにより、餌料供給基地等に実用技術として普及・移転することを目的とした。

4 方法

本事業は、高知県宿毛湾海域で実施した。宿毛湾全域を図1に示した。なお、低コスト飼料の検討は、高知県水産試験場の飼育施設で実施した。



図1 宿毛湾全域図

(1) カタクチイワシ幼稚魚の採捕及び輸送技術の開発

1) 採捕試験

本試験は、餌料用カタクチイワシの養成に用いる天然種苗の確保と、その採捕適期を明らかにするために行った。

火光利用小型まき網（以下「小型まき網」という。）の採捕及び移し替え作業の概要を付表1に示した。すくも湾漁協所属の小型まき網漁船を2統用船し、1回に2統同時に採捕を行った。漁網のサイズは、浮子網長約75m×網丈約25m、目合は約4.0mm～2.0mm（身網約4.0～2.5mm、魚捕約2.0mm、付図1）であった。

採捕日と小型まき網漁具から移送施設への移し替え方法を表2に、使用した灯火の詳細を表3に示した。小型まき網漁網から移送生簀への移し替えは、擦れを軽減する目的で灯火を利用した。灯火の種類は、光の波長によりカタクチイワシのサイズ分別が可能なかを検討するため、LED水中灯を利用することとし、第4回以降はLED投光器（写真1）も併用した。また、移し替えを行う時機に関しては、第5回まではまき網漁具を絞った後に行ったが、第6回以降は擦れを軽減する目的で揚網と同時に行った。

表2 採捕試験実施日と移し替え条件一覧

| 時期 | 試験回 | 出港日 | 終了日 | 移送施設 | 使用灯火 | 移替方法 | 混獲魚の分離 |
|------|-----|------|------|-------|-------------------|--------------|----------|
| 春季試験 | 第1回 | 5/29 | 5/30 | | | | 移替時は実施せず |
| | 第2回 | 6/19 | 6/20 | 8角形生簀 | 7W LED2灯 (緑・青) | 採捕漁具を絞った後に移替 | 混獲魚分離網設置 |
| 夏季試験 | 第3回 | 7/17 | 7/18 | 沈子垂下 | | | |
| | 第4回 | 1/20 | 1/21 | | 7W LED1灯 (緑) | | |
| 冬季試験 | 第5回 | 2/23 | 2/24 | | | | 移替時は実施せず |
| | 第6回 | 3/2 | 3/3 | 8角形生簀 | 50W LED投光器 | 採捕漁具を絞りながら移替 | |
| | 第7回 | 3/16 | 3/17 | 鎖沈子垂 | | | |

表3 使用灯火一覧

| 種別 | 色調 | 消費電力 | 型番 | 製造者 |
|--------|-------|------|---------|----------------|
| LED電球 | 青 | 7W | LB1526B | 株式会社BRITE |
| | 緑 | 7W | LB1526G | |
| LED投光器 | RGB可変 | 50W | Ld106 | 株式会社GOOD GOODS |



写真1 50W LED 投光器

2) 海上移送試験

本試験は、小型まき網で採捕した天然種苗を効率よく養成漁場へ移し替える手法を開発するために行った。

海上移送は、9m角金属製養殖生簀枠に、正8角形生簀網（縦横9m、深さ6m、目合160経：約3mm）を取り付け、養殖用作業船（FRP製4.39トン）で押して実施した（図2）。生簀網前面内側には、吹かれによる生簀容量の減少を軽減するため、生簀用沈子（写真2、園芸用ポットにコンクリートを詰めしたもの、約5kg）を6個程度垂下した。また、他県における海上移送手順を参考に、第6回以降は鎖沈子（写真3、ステンレス製、線径22mm、10又は11環、約10kg）も6本併用した。加えて、魚群を安定させ擦れの発生を軽減するため、移し替え時と同様に、移送時にも生簀網中央には水中灯（第1回から第3回：7W LED電球青・緑各1灯、第4回から第7回：7W LED電球緑1灯及び50W型RGB LED投光器）を点灯した。

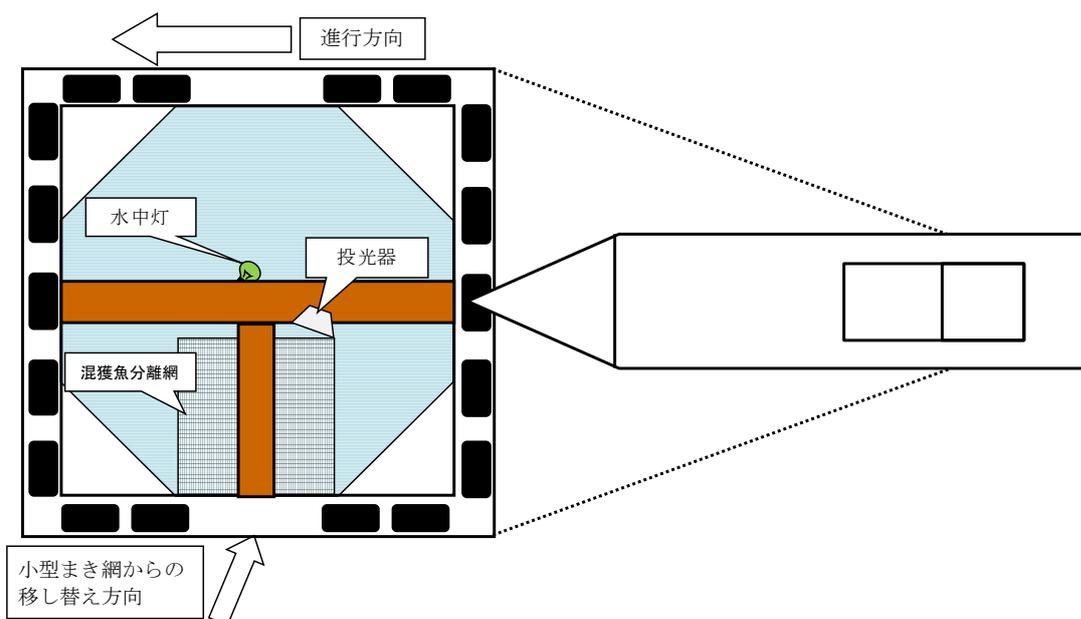


図2 海上移送試験模式図



写真2 生簀用沈子



写真3 ステンレス製チェーン

3) 使用船舶

採捕、海上移送及び養成試験に用いた船舶を表4に示した。

表4 試験に用いた船舶一覧

| 試験内容 | 船名 | 種別 | トン数 | 備考 |
|------------|---------|-------|-----------|------------|
| 採捕試験 | 第二十二幸梅丸 | 小型まき網 | FRP 4.38t | 母船(灯船・輸送船) |
| | 幸梅丸 | 小型まき網 | FRP 1.00t | 網船 |
| | 第18幸梅丸 | 小型まき網 | FRP 4.38t | 母船(灯船・輸送船) |
| | 裕丸 | 小型まき網 | FRP 1.10t | 網船 |
| 海上移送及び養成試験 | 白鷺丸 | 養殖作業船 | FRP 4.39t | |

(2) カタクチイワシ幼稚魚の養成試験

本事業では、天然のカタクチイワシ幼稚魚を飼育して生産した活餌を「養成活餌」、種苗生産により得た幼稚魚を飼育、生産した活餌を「養殖活餌」とした。

1) 養成試験

本試験は、小型まき網で採捕し、養成漁場へ移送した天然種苗の飼育について、生残率の向上及び養成コストの削減に係る技術を開発するために行った。

試験は、宿毛市小筑紫町栄喜地先で実施した。施設は、9m角鋼製養殖生簀枠に正8角形生簀網(縦横9m、深さ6m、目合約3mm)を取り付けたものを使用した。また、数日から1週間に1回程度、多項目型水質計(ワイエスアイ・ナノテック株式会社製、モデル No.85/100 FT 又は JFE Advantech 製 AAQ-RINKO)を用い、漁場環境を測定した。

飼料は、もじゃこB、おとひめC2及びいわし大漁を使用した。

2) 低コスト飼料の利用検討

養成に使用する配合飼料の低コスト化の可能性を探るため、小規模な種苗生産により得た養殖カタクチイワシを用い、4種の飼料で飼育試験を実施した。試験に用いた飼料の一覧を表5に、外観を写真4に示した。

試験には、高知県水産試験場で種苗生産した49日齢(7月31日生まれ)のカタクチイワシを用い、飼育期間は9月18日から10月9日までの3週間とした。4試験区で実施した。

飼育には、1トン円形FRP水槽を4基使用した(写真5)。

表5 試験に用いた飼料一覧

| 試験区 | 品名 | 粒径(mm) | 価格(税抜) | 1kg当たり(円) |
|-----|----------|-----------|---------------|-----------|
| 1 | もじゃこB | 0.84~1.41 | 10,300 円/10kg | 1030 |
| 2 | 鯉稚魚用C-2 | 0.8~1.7 | 6,300 円/20kg | 315 |
| 3 | あゆ育成用PC3 | 0.9~1.5 | 6,000 円/20kg | 300 |
| 4 | いわし大漁B | 0.8~1.7 | 4,520 円/20kg | 226 |



試験区 1 もじゃこ B



試験区 2 鯉育成用 C-2



試験区 3 あゆ稚魚育成用 PC3



試験区 4 いわし大漁 B

写真 4 試験に用いた飼料



写真 5 試験実施状況

(3) 養成コストの把握

天然カタクチイワシ幼稚魚の採捕から養成に至るまでのコストを、採捕費用、飼育に係る人件費及び飼料費について、季節別養成試験別に整理し、1尾当たりの生産経費を試算した。

(4) 養殖カタクチイワシ生産試験

本試験は、かつお釣漁業に用いる天然の餌料用カタクチイワシの入手が困難な時期に、安定的に餌料用カタクチイワシを供給する手法を開発することを目的として、(独)水産総合研究センターの研究結果を参考に実施した。

1) 親魚養成試験

親魚は、宿毛湾で漁獲された天然カタクチイワシを古満目湾内の飼育施設で養成したものを用いた。採卵は自然水温下の陸上 50kL 八角形コンクリート水槽で行い、海上小割生簀から平均全長 10cm、平均体重 6.6g のカタクチイワシを 5 千尾収容した。陸上水槽での採卵を目的とした飼育期間は 4 月 10 日～6 月 16 日の 68 日間で、1 尾当たり 0.3～1.1g の配合飼料を毎日 3 回以上に分けて給餌した。陸上水槽飼育期間中の換水率は 5 回転/日を維持し、産出された卵はゴースネット及び 70 目のポリエチレンネットで採集した。

2) 種苗生産試験

6 月 13 日から 6 月 16 日の 4 日間に得られた浮上卵 53 千粒を 12kL 円形 FRP 水槽に収容し、ふ化させた。餌料はワムシ、アルテミア及び配合飼料を成長に応じて順次重複させながら与えた。ワムシ、アルテミアは市販の栄養強化剤で強化したものを用いた。2 日齢から濃縮ナンノクロロプシスを添加し、飼育水は 3 日齢から流水とした。

3) 養殖カタクチイワシ養成試験

種苗生産後沖出しした稚魚を海上小割生簀 (8m 角) に移送し、11 月 23 日までの 93 日間養成した。餌料は配合飼料を荒天時を除いて毎日与え、6～16 日の間隔で網替えを行った。

(5) 養成カタクチイワシのかつお釣餌料としての適正評価

養成カタクチイワシ及び天然カタクチイワシを、近海かつお一本釣り漁船 (開発調査センター用船: 第五萬漁丸 71 トン) に積込み、船上において生残状況の確認及び釣獲試験を行った。さらに、余剰分を高知県船籍の近海かつお一本釣り漁船 (第八日昇丸 113 トン) に提供し、アンケート調査を実施した。

5 結果及び考察

(1) カタクチイワシ幼稚魚の採捕及び輸送技術の開発

採捕及び海上移送時の航跡と採捕位置及び養成漁場の位置を図3に、試験結果の概要を表6に示した。当初の計画では、春季、秋季及び冬季に実施する計画であったが、秋季はカタクチイワシの漁獲がほとんどなく、春季（5、6月、第1回及び第2回）、夏季（7月、第3回）及び冬季（1～3月、第4回～7回）の計7回実施した。

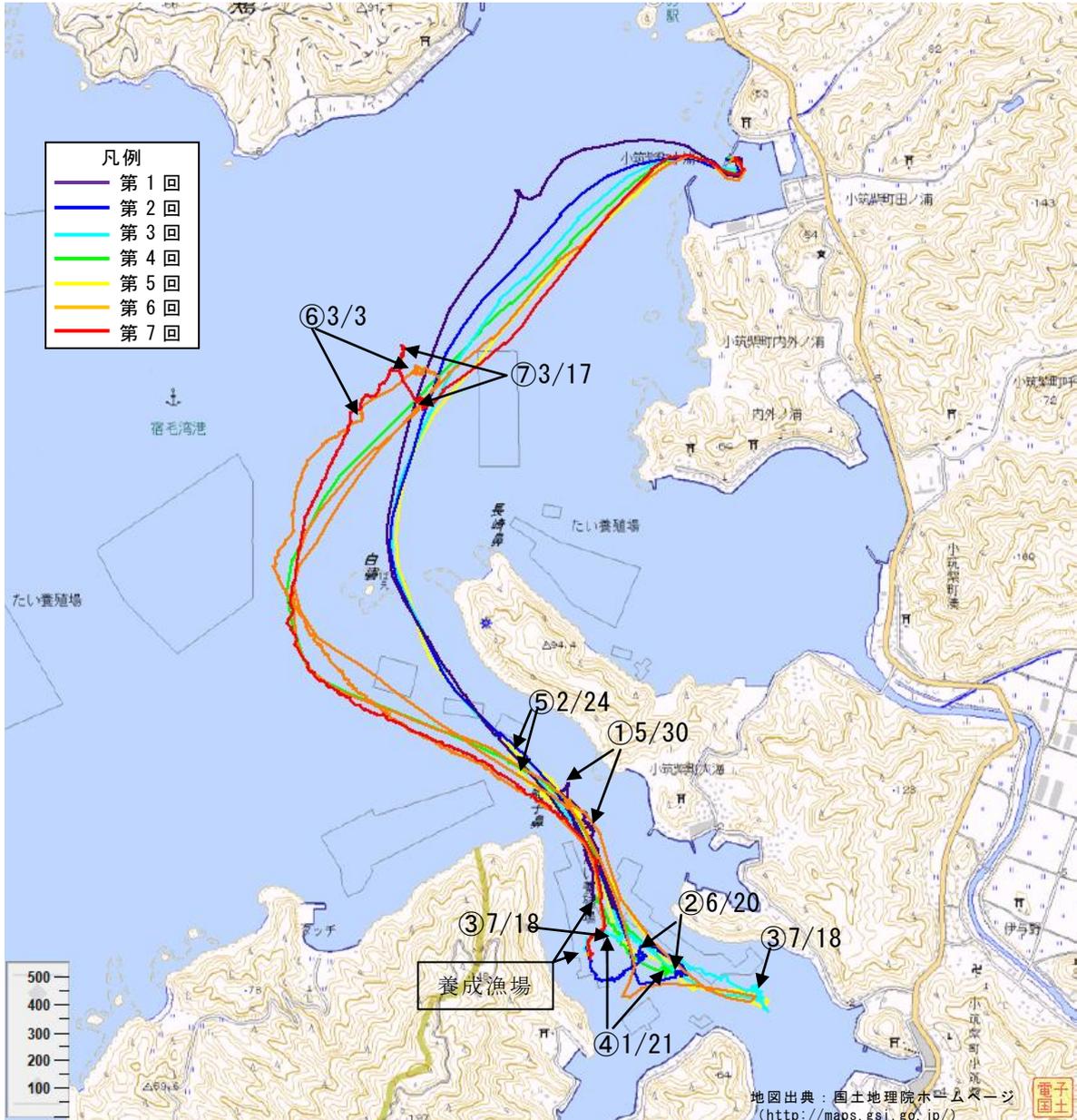


図3 全操業航跡

表 6 採捕及び海上移送試験結果概要

| 操業時期 | 操業回 | 操業日 | 採捕 総重量 ※1 | 移送 距離 | 移送 時間 | 平均 移送 速度 | 移送後 4日死魚計 | 生残率 (重量比) |
|-------------|-----|------------|-----------------|----------|----------|----------------|--------------|--------------|
| H25年度から継続飼育 | | H26. 1. 23 | 200kg | 100m | 15分 | 0. 22kt | 116kg | 42. 0% |
| | | H26. 2. 20 | 80kg | 260m | 29分 | 0. 29kt | 2kg | 97. 5% |
| | | H26. 3. 11 | 40kg | 340m | 35分 | 0. 31kt | 2kg | 95. 0% |
| 春季 | 第1回 | H26. 5. 30 | 400kg | 620m | 82分 | 0. 24kt | 131kg | 67. 3% |
| | 第2回 | H26. 6. 20 | 200kg | 590m | 60分 | 0. 32kt | 44kg | 78. 0% |
| 夏季 | 第3回 | H26. 7. 18 | 200kg | 700m | 65分 | 0. 35kt | 48kg | 76. 0% |
| 冬季 | 第4回 | H27. 1. 21 | 200kg | 220m | 24分 | 0. 30kt | 119kg | 40. 5% |
| | 第5回 | H27. 2. 24 | 100kg | 1, 080m | 82分 | 0. 43kt | 20kg | 80. 0% |
| | 第6回 | H27. 3. 3 | 150kg | 2, 920m | 178分 | 0. 53kt | 39kg | 74. 0% |
| | 第7回 | H27. 3. 17 | 400kg | 3, 100m | 188分 | 0. 53kt | 102kg | 74. 5% |

※1 目測、混獲魚含む

1) 春季（第1回及び第2回）試験

①第1回試験

5月29日から30日にかけて、第1回採捕・移送試験を実施した。小型まき網の漁網を絞った後、移し替え作業を行った。LED水中灯2灯のみでは魚群の移動が遅く、まき網操業で使用していた水中灯（600W白熱灯）を併用することにより、移動速度が速くなった。2統で目測計400kgを採捕した。

海上移送距離は620m、時間は82分、平均速度は0.24ktであった。移送中の供試魚は、LED水中灯の周囲を周回しており、目視では緑の方が多く蟻集しているように思われたが、光の波長と供試魚サイズの間に関連性は認められなかった。

移送後4日間の死魚重量は131kgで、生残率は67.3%と推計された。



写真6 移動生簀と合流



写真7 移し替え状況



写真8 LED水中灯

②第2回試験

6月19日から20日にかけて、第2回採捕・移送試験を実施した。2統で目測計200kgを採捕した。小型まき網の漁網から移送生簀への移し替えには、第1回と同様にLED水中灯2灯と小型まき網操業で使用していた水中灯（600W白熱灯）を併用した。

海上移送距離は 590m、時間は 60 分、平均速度は 0.32kt であった。第 1 回試験と同様に、光の波長と蝟集する供試魚サイズの間に明確な関連性は認められなかった（写真 9、10）。

移送後 4 日間の死魚重量は 44kg で、生残率は 78.0%と推計された。

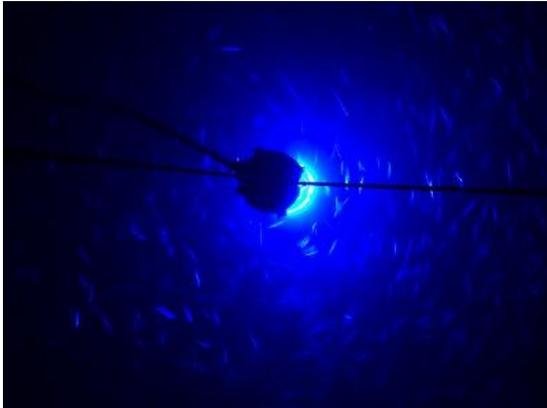


写真 9 青 LED 水中灯蝟集状況

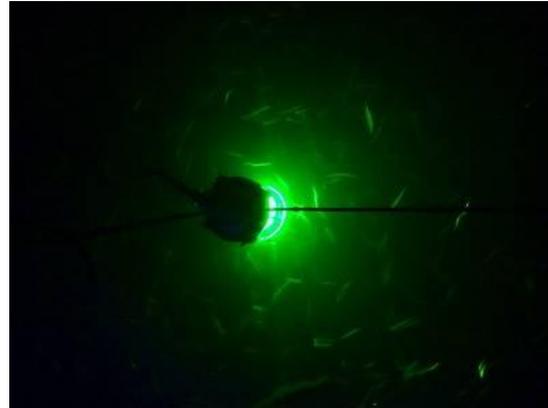


写真 10 緑 LED 水中灯蝟集状況

2) 夏季（第 3 回）試験

7 月 17 日から 18 日にかけて、第 3 回採捕・移送試験を実施した。2 統で目測計 200kg を採捕した。小型まき網の漁網から移送生簀への移し替えには、第 1 回及び第 2 回と同様に LED 水中灯 2 灯と小型まき網操業で使用していた水中灯（600W 白熱灯）を併用した。また、大型混獲魚を分離するため、1 辺 3.6m、目合 25mm の生簀を 8 角形生簀の内側に設置し、移し替えを実施した（図 2、写真 11）。カタクチイワシが混獲魚分離網を通過する際に、鱗が剥がれて水中に舞うのが確認され、分離網が擦れを生じさせる原因と思われた。

海上移送距離は 700m、時間は 65 分、平均速度は 0.35kt であった。混獲魚分離網の取り外しは、養成漁場到着後の日中に実施することとしたが、移送中に分離網を通過して擦れが発生していたことから、移し替え終了後すぐに回収することにより、供試魚に対する負担を軽減することができると考えられた。分離網により、200 尾以上のカマス類、ヒラスズキ等を分離することができ、食害防止効果は高いと考えられた。

移送後 4 日間の死魚重量は 48kg で、生残率は 76.0%と推計された。



写真 11 混獲魚分離網使用状況

3) 冬季（第 4 回、5 回、6 回及び 7 回）試験

① 第 4 回試験

1 月 20 日から 21 日にかけて、第 4 回採捕・移送試験を実施した。2 統で目測計 200kg を採捕した。小型まき網の漁網から移送生簀への移し替えには、LED 水中灯 1 灯及び LED 投光器を使用した。また、大型混獲魚を分離するため、第 3 回試験よりも目合が大きい、1 辺 3.6m、目合 33mm の生簀を 8 角形生簀の内側に設置し、移し替えを実施した。

LED 投光器の光の波長を変更すると、混獲魚分離網を通過する供試魚の行動に、遊泳速度や方向が変わるといった変化が認められたが、明確な関連性を確認するには至らなかった（写真 12、13 及び 14）。



写真 12 LED 投光器使用状況（白）

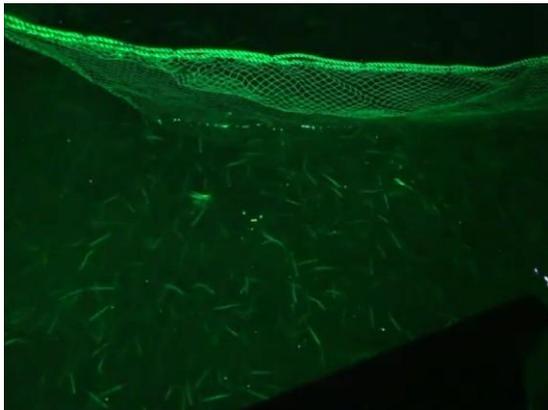


写真 13 LED 投光器使用状況（緑）

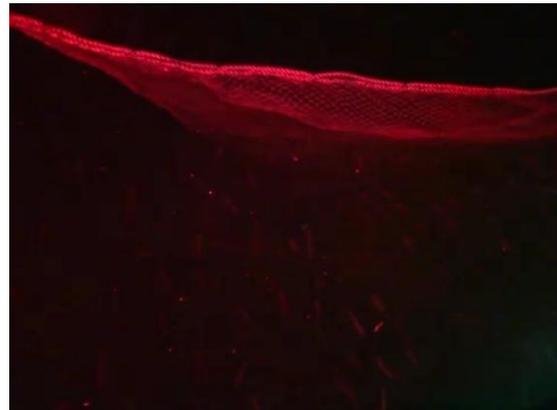


写真 14 LED 投光器使用状況（赤）

海上移送距離は 220m、時間は 24 分、平均速度は 0.30kt であった。

移送後 4 日間の死魚重量は 119kg で、生残率は 40.5%と推計された。移送後の生残率低下の主な要因は、採捕時に漁場の潮流が速く、まき網漁網が吹かれて容量が減少したために発生した擦れと、混獲魚分離網で生じた擦れと考えられた。

②第 5 回試験

2 月 23 日から 24 日にかけて、第 5 回採捕・移送試験を実施した。2 統で目測計 100kg を採捕した。まき網漁網から移送生簀への移し替えには、LED 水中灯 1 灯、LED 投光器及び小型まき網操業で使用していた水中灯（600W 白熱灯）を併用した。混獲魚分離網は、移し替えの際の擦れを助長する可能性があることから、今回から使用を取りやめた。また、これまでではまき網漁網を十分引き寄せた後に移し替え作業を行っていたが、第 5 回からは漁網の引き寄せ開始と同時に移し替えを行った。



写真 15 移し替え作業状況

海上移送距離は 1,080m、時間は 82 分、平均速度は 0.43kt であった。

移送後 4 日間の死魚重量は 20kg で、生残率は 79.6%と推計された。移送速度が比較的速かったにもかかわらず、移送後の生残率は高くなっており、移し替えの時機を早めたことが、擦れによる死亡の軽減に寄与したと考えられた。

③第6回試験

3月2日から3日にかけて、第6回採捕・移送試験を実施した。2統で目測計150kgを採捕した。まき網漁網から移送生簀への移し替えには、LED水中灯1灯、LED投光器及び小型まき網操業で使用していた水中灯（600W白熱灯）を併用した。

第6回より、吹かれを軽減するために移送用生簀の前面内側に垂下する錘として、ステンレス製の鎖を併用した。鎖の吹かれ軽減効果は大きく、従来よりも船速を高めることができた。海上移送距離は2,920m、時間は178分、平均速度は0.53ktであった。

移送後4日間の死魚重量は39kgで、生残率は74.0%と推計された。

④第7回試験

3月16日から17日にかけて、第7回採捕・移送試験を実施した。2統で目測400kgを採捕した。まき網漁網から移送生簀への移し替えには、LED水中灯1灯、LED投光器及び小型まき網操業で使用していた水中灯（600W白熱灯）を併用した。また、第7回は、海上移送中のLED投光器の位置を、生簀中央から生簀前側に変更し、後方へ向けて照射した。生簀中央に灯火がある場合、カタクチイワシはその周囲を回転するように遊泳するが、投光器の位置変更により、進行方向に向かって安定して定位していた（写真16）。鎖の使用により海上移送速度が速くなっており、生簀内で魚群を回転させるよりも進行方向に向けて定位させたほうが、生簀網への接触が少なくなり、擦れを軽減できるものと考えられた。



写真16 移送中の遊泳状況

海上移送距離は3,100m、時間は188分、平均速度は0.53ktであった。

移送後4日間の死魚重量は102kgで、生残率は74.5%と推計された。

(2) カタクチイワシ幼稚魚の養成試験

養成試験の結果概要を表7に示した。平均全長60mm以上のカタクチイワシの生産尾数は、合計283,500尾であった。

表7 養成試験結果概要

| 試験操業回 | 試験操業日 | 移送後4日死魚計 | 養成開始日 | 養成場所 | 平均全長 | 平均体重 | 完了方法 | 完了日 | バケツ杯数 | 推定尾数 | 平均全長 | 平均体重 |
|-----------------|--------------|----------|----------|------|--------|-------|-----------|----------|-------|----------|-------|-------|
| H25年度から 継続飼育 | H26.1.23 | 116kg | H26.4.1 | 栄喜 | 4月2日測定 | | 出荷（第五萬漁丸） | H26.4.30 | 47 | 20,000尾 | 96mm | 5.91g |
| | H26.2.20 | 2kg | H26.4.1 | 栄喜 | 87mm | 4.29g | 出荷（第五萬漁丸） | H26.5.31 | 6.5 | 8,400尾 | 106mm | 7.54g |
| | H26.3.11 | 2kg | H26.4.1 | 古満目 | 95mm | 5.96g | 出荷（第五萬漁丸） | H26.5.31 | 19 | 27,300尾 | 107mm | 6.83g |
| 春季 | 第1回 H26.5.30 | 131kg | H26.5.30 | 栄喜 | 41mm | 0.33g | 出水により全滅 | | | | | |
| | 第2回 H26.6.20 | 44kg | H26.6.20 | 栄喜 | 45mm | 0.56g | | | | | | |
| 夏季 | 第3回 H26.7.18 | 48kg | H26.7.18 | 栄喜 | 48mm | 0.70g | 取り上げ | H26.8.12 | 20 | 23,000尾 | 68mm | 2.02g |
| 冬季 | 第4回 H27.1.21 | 119kg | H27.1.21 | 栄喜 | 57mm | 1.05g | 出荷（第八日昇丸） | H27.2.19 | 9 | 21,600尾 | 79mm | 3.13g |
| | 第5回 H27.2.24 | 20kg | H27.2.24 | 栄喜 | 56mm | 1.23g | 陸送（親魚候補） | H27.3.2 | 32 | 25,700尾 | 73mm | 2.03g |
| | 第6回 H27.3.3 | 39kg | H27.3.3 | 栄喜 | 81mm | 3.37g | 陸送（親魚候補） | H27.3.20 | 25.5 | 7,500尾 | 85mm | 3.52g |
| | 第7回 H27.3.17 | 102kg | H27.3.17 | 栄喜 | 66mm | 1.85g | 養成継続 | | | 150,000尾 | | |
| 合計 | | | | | | | | | | 283,500尾 | | |

1) 春季-夏季試験（平成25年度採捕分、第1回、第2回及び第3回採捕分）

①平成25年度採捕分

4月1日から5月31日まで、栄喜地先と古満目地先で平成25年度に採捕されたカタクチイ

ワシの養成を実施した。養成日数は 60 日で、採捕日から換算すると、最長 127 日、最短 79 日であった。生産したカタクチイワシは、4 月 30 日と 5 月 31 日に、かつお竿釣船（第五萬漁丸）に出荷した。

栄喜飼育分の全長頻度分布を図 4 に示した。

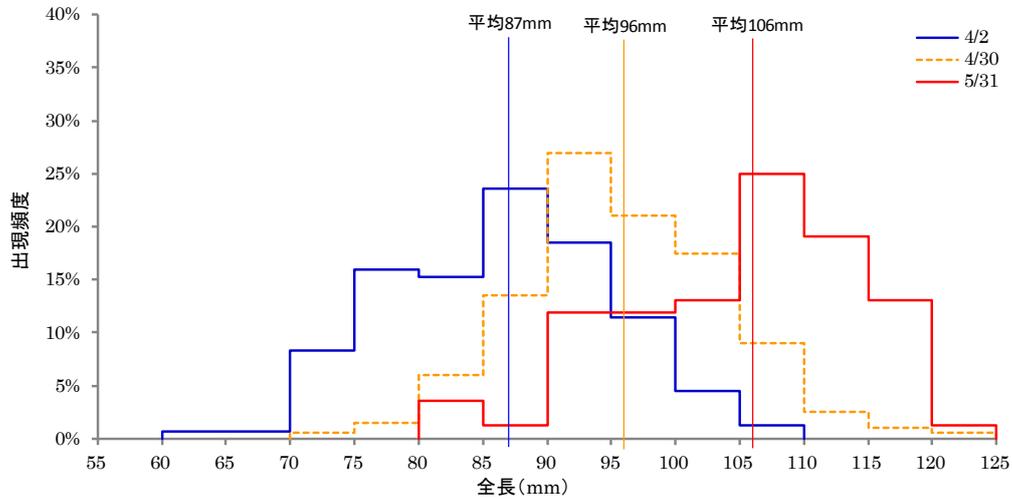


図 4 H25 採捕分（栄喜養成）全長別頻度分布図

4 月 2 日時点の平均全長は 87mm、平均体重は 4.29g であった (n=157)。養成に用いた飼料はもじゃこ B で、おおむね 1 日おきに、1 日 1 回飽食給餌した。

出荷時の平均全長及び平均体重は、4 月 30 日出荷分 (20,000 尾) では、それぞれ 96mm、5.91g、5 月 31 日出荷分 (8,400 尾) では、同じく 106mm、7.54g であった。

古満目飼育分の全長頻度分布を図 5 に示した。

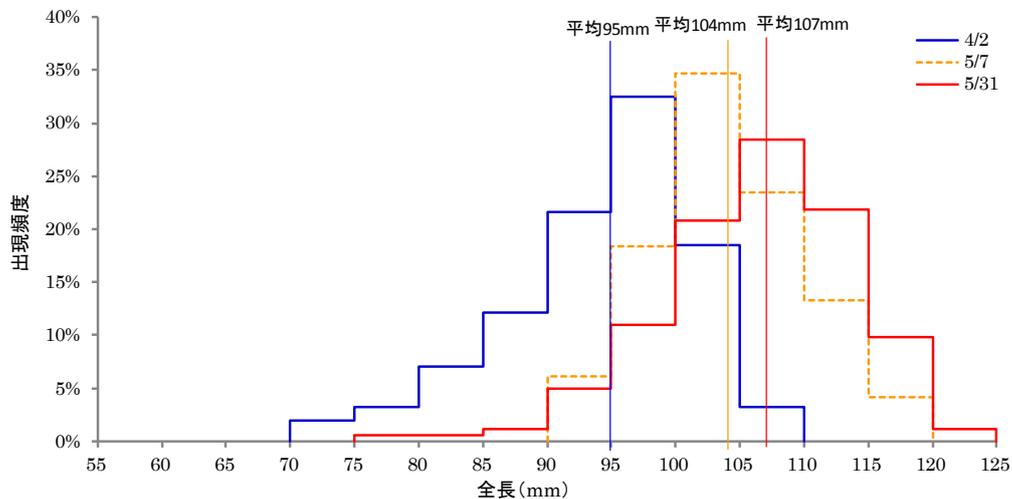


図 5 H25 採捕分（古満目養成）全長別頻度分布図

4 月 2 日時点の平均全長は 95mm、平均体重は 5.96g であった (n=95)。養成に用いた飼料はもじゃこ B で、4 月 8 日までは毎日 1 回飽食給餌、4 月 13 日から 25 日までは 2 日 1 回、それ以降は、餌止めをした 5 月 28 日まで 3 日に 1 回飽食給餌した。

養成試験の結果、5 月 31 日の出荷 (27,300 尾) 時の平均全長は 107mm、平均体重は 6.83g であった。

②第1回採捕分

第1回試験操業で採捕したカタクチイワシの全長頻度分布を図6に示した。

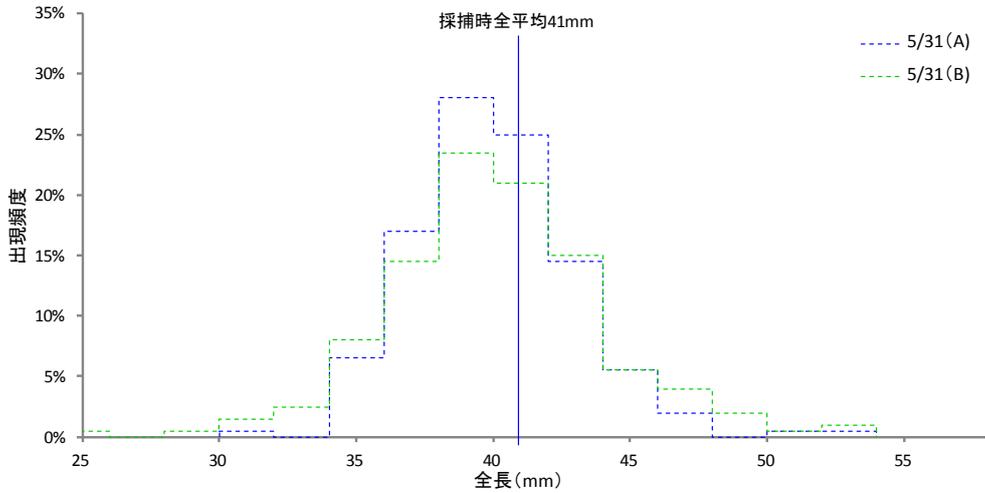


図6 第1回採捕分全長別頻度分布図

5月31日から養成を開始したが、6月4日夜の降雨に伴う近傍河川（2級河川福良川）の出水により、全滅した。周辺の養殖生簀でも被害が発生しており、その被災状況から、強い水流により生簀が吹き上げられ、生簀容量が減少して生じた擦れと、表層の淡水化により死亡したものと考えられた。

③第2回採捕分

6月21日より、第2回試験操業で採捕した供試魚（採捕数量により按分、平均全長44mm、平均体重0.50g）の養成を開始した。また、7月24日には、第3回試験操業で採捕した供試魚（平均全長48mm、平均体重0.70g）を追加し、8月12日まで養成を行った。第1回採捕分が出水で全滅したことから、養成場所を河川水の影響が少ないと思われる位置に変更し、また河川水により生じる流れの上流側の生簀内面に錘を垂下し、生簀網の吹き上がりを防止した。

第2回試験操業で採捕し、第3回試験操業分と混合する前までのカタクチイワシの全長頻度分布を図7に示した。

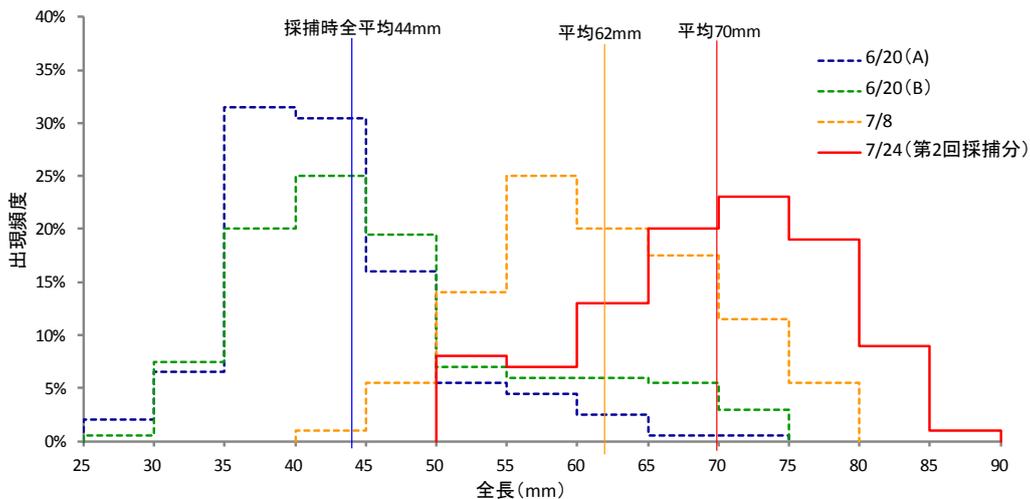


図7 第2回採捕分全長別頻度分布図

前年度の試験結果から、養成初期に投与する飼料としては、沈降速度の速いものは餌付きが早いと考えられたことから、7月3日までは沈降速度が比較的速いおとひめC2を、7月4日以

降は沈降速度が遅いもじゃこ B を毎日 1 回飽食給餌した。単独養成最終日（7 月 24 日）の平均全長は 70mm、平均体重は 2.18g で、生残量は目測 30kg 程度と思われた。

④第 3 回採捕分

第 3 回試験操業で 7 月 1 日に採捕し、7 月 24 日まで単独飼育後、第 2 回試験操業分に追加した。

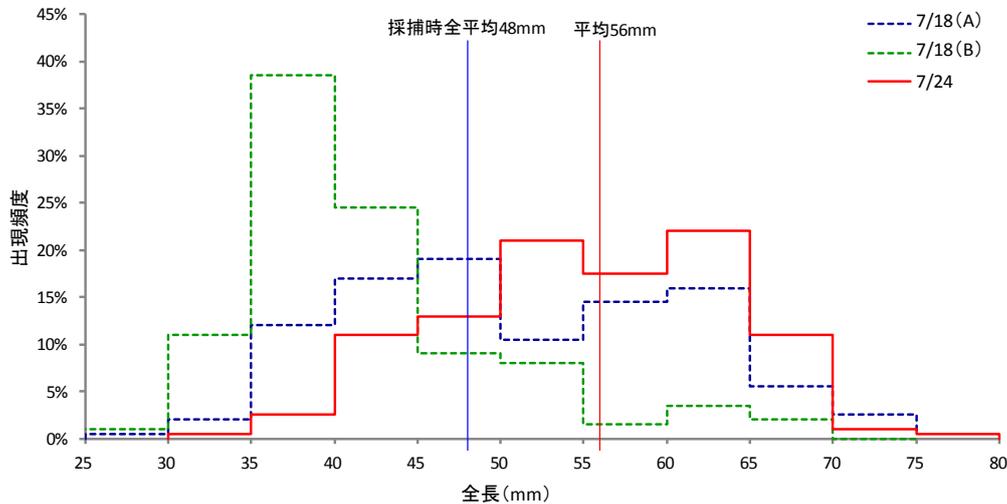


図 8 第 3 回採捕分全長別頻度分布図

養成に用いた飼料はもじゃこ B であったが、第 2 回採捕分に継ぎ足すまでには餌付けできなかった。単独養成最終日（7 月 24 日）の平均全長は 56mm（図 8）、平均体重は 0.94g で、生残量は目測 80kg 程度と思われた。

第 2 回及び第 3 回採捕分混合後のカタクチイワシの全長頻度分布を図 9 に示した。

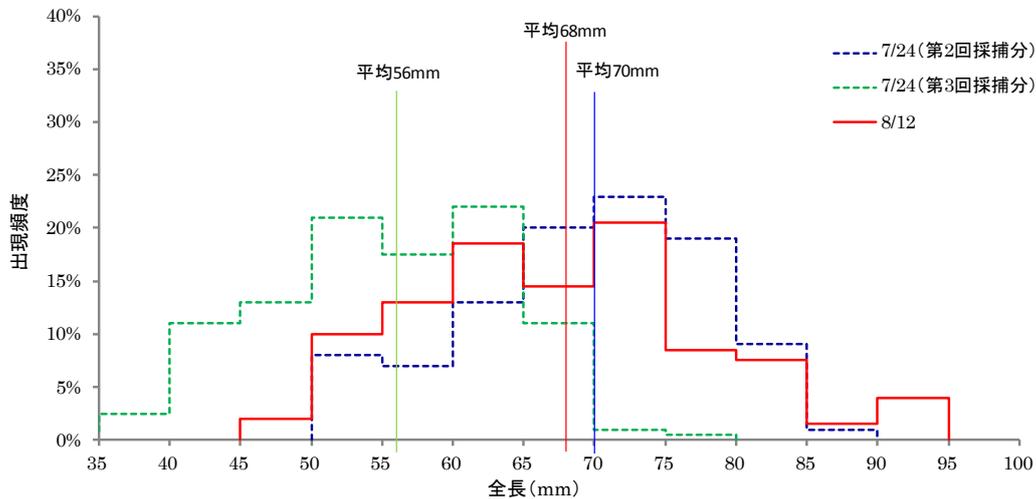


図 9 第 2 回及び第 3 回採捕分全長別頻度分布図

養成に用いた飼料はもじゃこ B で、毎日 1 回給餌した。生産したカタクチイワシはかつお竿釣船に出荷予定であったが、台風の通過等で出荷先との日程が合わず、8 月 12 日に全て取り上げて養成を終了した。養成終了時の平均全長は 68mm、平均体重は 2.02g、生残尾数は 23,000 尾であった。

養成終了時の生残率は、採捕時から算出して 3.6%、4 日間の馴致後から算出して 4.8% と低く、漁場水温の上昇に伴い死亡が増加したためと考えられた。

2) 冬季試験（第4回、第5回、第6回及び第7回採捕分）

① 第4回採捕分

第4回試験操業で採捕したカタクチイワシの全長頻度分布を図10に示した。

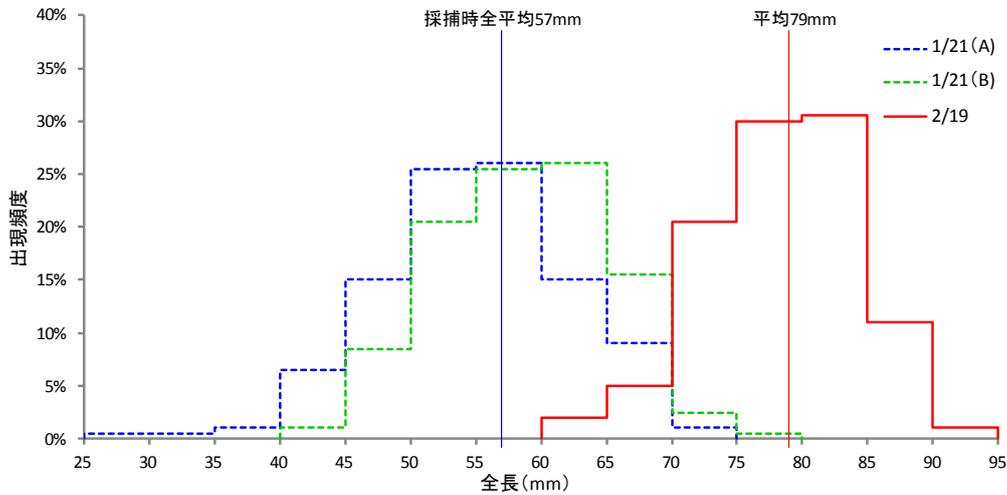


図10 第4回採捕分全長別頻度分布図

採捕時（1月21日）の平均全長は57mm、平均体重は1.05gであった。養成に用いた飼料は、餌付け時（2月7日まで）は沈降速度の速いわし大漁B、餌付け後はもじゃこBで、毎日1回給餌した。餌付け時の給餌は、飼料を海水に懸濁することにより、沈降速度を高めたが、下層で摂餌するため目視することが困難で、摂餌状況を正確に把握することができなかった。

生産したカタクチイワシは、2月19日に県内の19トン型かつお竿釣船に出荷した。出荷時の平均全長は79mm、平均体重は3.13gで、出荷尾数は21,600尾であった。

生残率は、採捕時から算出して11.3%、4日間の馴致後から算出して28.4%であった。

② 第5回採捕分

第5回試験操業で採捕したカタクチイワシの全長頻度分布を図11に示した。

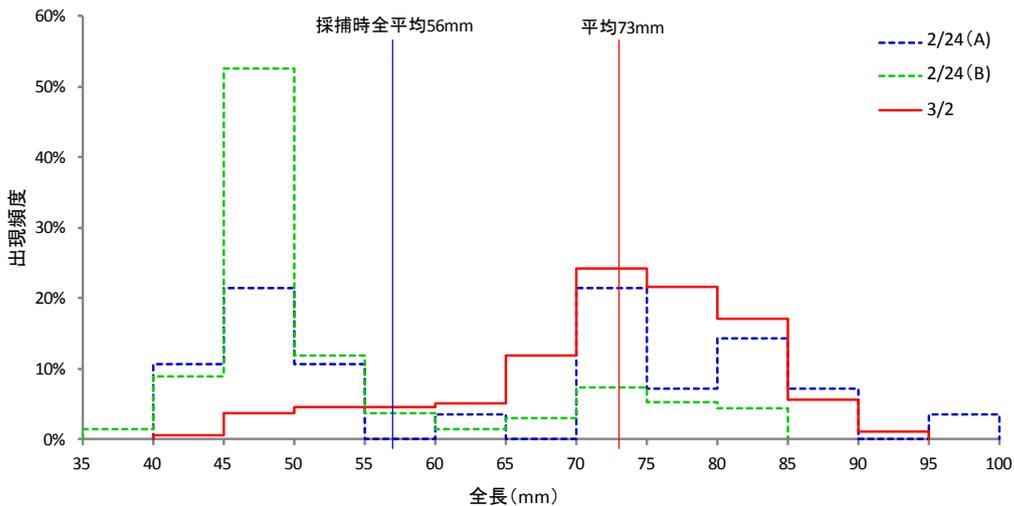


図11 第5回採捕分全長別頻度分布図

採捕時（2月24日）の平均全長は56mm、平均体重は1.23gであった。供試魚は、種苗生産用親魚候補として養成するため、3月2日に（株）山崎技研古満目事業所に陸上移送した。陸揚げ時の平均全長は73mm、平均体重は2.03gで、陸揚げ尾数は25,700尾であった。

生残率は、採捕時から算出して31.6%、4日間の馴致後から算出して39.5%であった。

③第6回採捕分

第6回試験操業で採捕したカタクチイワシの全長頻度分布を図12に示した。

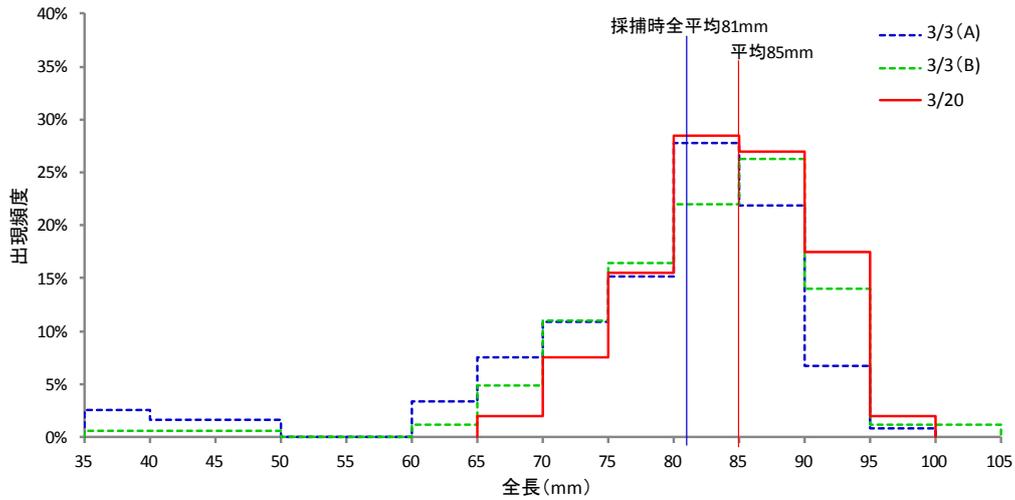


図12 第6回採捕分全長別頻度分布図

採捕時（3月3日）の平均全長は81mm、平均体重は3.37gであった。供試魚は、種苗生産用親魚候補として養成するため、3月20日に（株）山崎技研古満目事業所に陸上移送した。陸揚げ時の平均全長は85mm、平均体重は3.52gで、陸揚げ尾数は7,500尾であった。

生残率は、採捕時から算出して16.9%、4日間の馴致後から算出して23.0%であった。

④第7回採捕分

第7回試験操業で採捕したカタクチイワシの全長頻度分布を図13に示した。

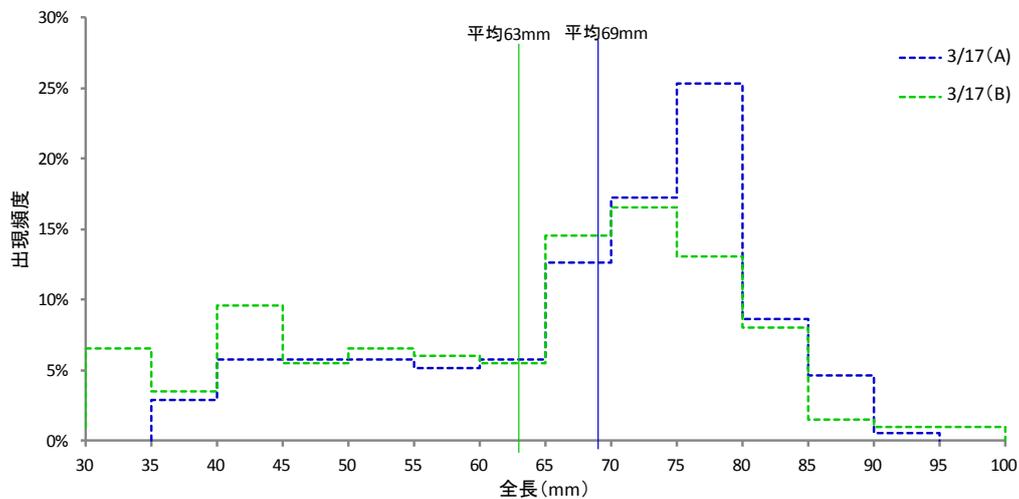


図13 第7回採捕分全長別頻度分布図

採捕時（3月17日）の平均全長は66mm、平均体重は1.85gであった。3月20日時点でのカタクチイワシ生残尾数は約150,000尾と推計された。供試魚は、平成27年度事業開始時の引渡し分として、養成を継続した。

3) 低コスト飼料の利用検討

飼育試験の結果を図 14 及び図 15 に示した。

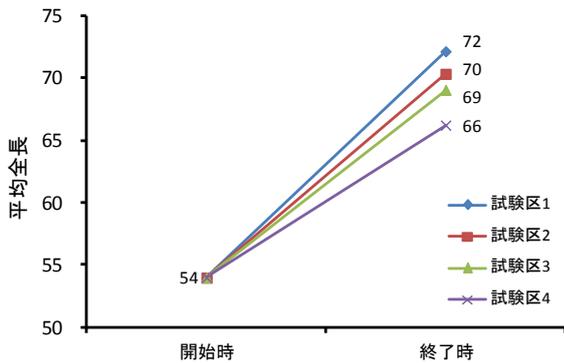


図 14 飼育試験結果 (平均全長)

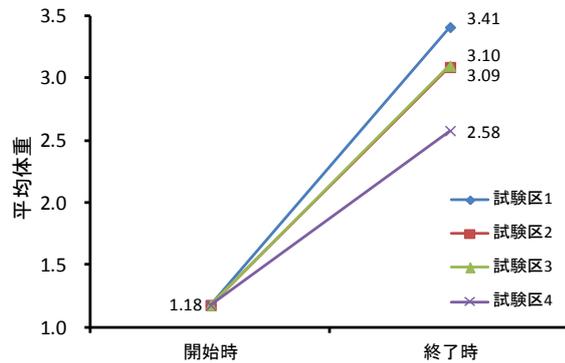


図 15 飼育試験結果 (平均体重)

試験の結果、供試魚の成長は全長、体重共に試験区 1 (もじゃこ B) が最も優れていた。しかし、試験区 1 の飼料は単価が最も高く、また重量が軽いことから風や潮流による網外への逸散が懸念された。試験区 2 (鯉稚魚用 C-2) と 3 (あゆ育成用 PC3) はほぼ同等の結果となったが、飼育時の観察では、嗜好性は 3 の方が優れており、沈降性は 2 の方が高かった。

飼料の単価も併せて検討した結果、今回用いた 4 種の飼料の中では、試験区 3 に用いたあゆ育成用 PC3 が、総合的にコスト削減効果の点で最も優れていた。

(3) 養成コストの検討

養成コストの算出条件を表 8 に、検討結果を表 9 に示した。なお、飼料費については、いわし大漁 B とおとひめ C2 も使用したが、量のごく少なかったことから、最も単価の高いもじゃこ B の価格で算出した。

表 8 コスト算出条件

| 摘要 | 詳細 | 単価 |
|------|------------|------------|
| 採捕費用 | 小まき用船 (2統) | 80,000 円/回 |
| | 海上移送船用船 | 20,000 円/回 |
| 人件費 | 給餌・死魚回収 | 7,000 円/日 |
| | 網交換作業 | 35,000 円/回 |
| | 飼料費 | |
| | もじゃこ B | 1,030 円/kg |

表 9 コスト検討結果一覧

| 採捕回 | 採捕費用 (円) | 養成日数 (日) | 網交換回数 | 経費 (円) | | | 生産尾数 | 一尾あたり経費 (円) |
|-----|----------|----------|-------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| | | | | 人件費 | 飼料費 | 計 | | |
| 2 | 100,000 | 54 | 6 | 588,000 | 28,840 | | | |
| 3 | 100,000 | 7 | 1 | 84,000 | | 900,840 | 23,000 | 39.2 |
| 4 | 100,000 | 31 | 4 | 357,000 | 2,524 | 459,524 | 21,600 | 21.3 |
| 5 | 100,000 | 7 | 1 | 84,000 | 2,100 | 186,100 | 25,700 | 7.2 |
| 6 | 100,000 | 18 | 2 | 196,000 | 3,090 | 299,090 | 7,500 | 39.9 |

検討の結果、1 尾当たり最高 39.9 円、最低 7.2 円となった。ただし、第 5 回採捕分は、採捕時の平均全長が 81mm と大きく、養成を 7 日間で終了したことから、特異的な条件であった。

今年度は、採捕試験を小型まき網 2 統で実施することにより、1 回の養成試験で生産できる尾数は 2 万尾程度まで増加した。経費の中で人件費 (特に網交換) の占める割合が高いことから、生産規模の拡大により効率が高まり、1 尾当たりのコストを 40 円以下とすることができた。

(4) 養殖カタクチイワシ生産試験

1) 親魚養成試験

結果の概要を表 12 に、斃死尾数の推移を図 16 に示した。

表 12 親魚養成結果概要

| | |
|-----------|---------------|
| 飼育水槽 | 50kl八角形コンクリート |
| 使用水槽数(面) | 1 |
| 開始時尾数(尾)* | 5,000 |
| 終了時尾数(尾)* | 3,818 |
| 生残率(%)* | 76.3 |
| 飼育期間 | H26.4.10~6.16 |
| 飼育日数(日) | 68 |
| 総給餌量(kg) | 163.2 |
| 給餌日数(日) | 67 |
| 給餌頻度(回/日) | 3~ |
| 換水率(回転/日) | 5 |
| 飼育水温(℃) | 17.1~23.6 |

* 推定値

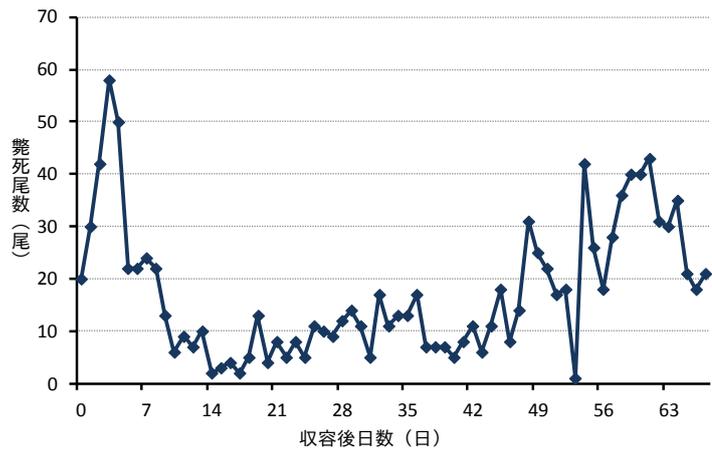


図 16 陸上水槽收容後の斃死尾数

陸上水槽收容直後と種苗生産開始前に斃死数が増加したが、5,000尾收容から68日後に3,800尾の親魚を養成することができた。

飼育水温と採卵量の推移を図 17 に示した。産卵は5月19日から始まり、次第に採卵量は増加した。また、種苗生産用の卵を確保した後も9月24日まで継続飼育し、その後の採卵量の推移を把握した。種苗生産開始時の採卵量減少は、大雨による取水水温の低下が原因であり、その後は水温の上昇に伴い増加した。卵質に関しては、若干の変動は見られるが不良卵の出現率は低く、ある程度の摂餌量と水温があれば特に問題はないと考えられた。また、産卵直後に親魚による活発な食卵が確認され、それに伴い採卵量の減少が見られたことから、今後は効率的な卵回収方法の検討が必要である。

親魚養成に要したコストは249円/尾であった。

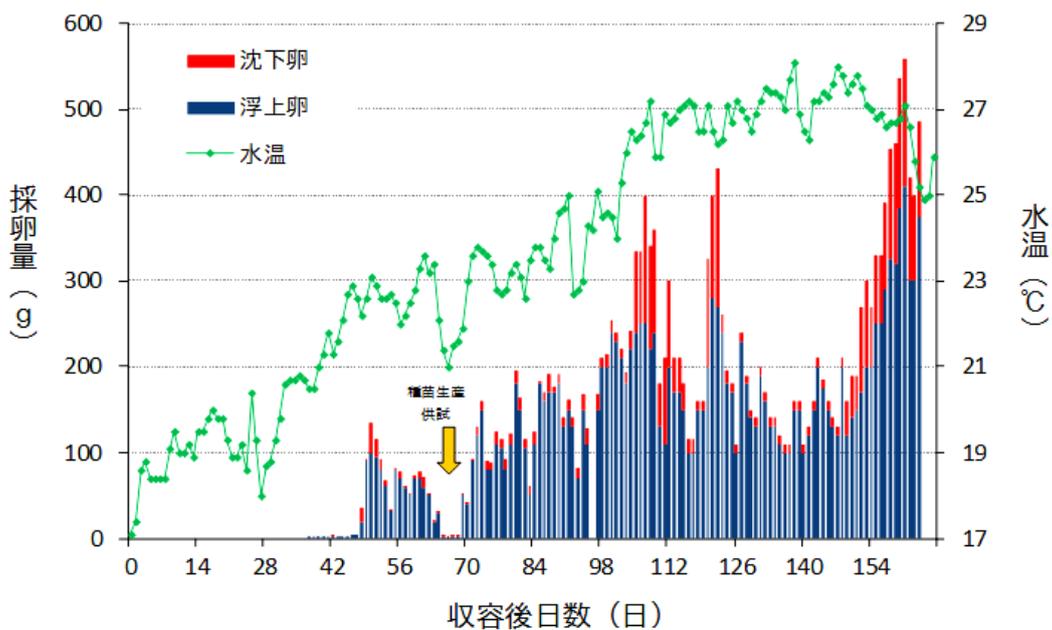


図 17 飼育水温と採卵量の推移

2) 種苗生産試験

結果の概要を表 13 に示した。種苗生産期間中の水温は 22.2~27.5℃で徐々に上昇していっ

た。餌料系列については、ワムシは2～35日齢、アルテミアは21～40日齢、配合飼料は30日齢以降に与え、総投餌量はそれぞれ182億個体、9.5億個体及び57kgであった。換水率は当初の0.3回転/日から徐々に増やし、42日齢以降は5回転/日を維持した。

生産期間中に急激な状態の変化や斃死のピークは無く、沖出しまで比較的順調に推移した。70日齢で取り上げた種苗の平均全長は60.5mm（最小58.0mm、最大64.6mm）、尾数は30,000尾（生残率56.6%）であった。

仔稚魚の成長を図18に示した。外観観察による稚魚の形態異常率は、40日齢以降で13.0%、沖出し時に6%出現し、そのほとんどが鰓蓋欠損と口部変形であった。

種苗生産に要したコストは18.5円/尾であった。

表13 種苗生産結果概要

| | |
|----------------|---------------|
| 飼育水槽 | 12kℓ円形FRP |
| 使用水槽数(基) | 1 |
| 飼育期間 | H26.6.13～8.23 |
| 飼育日数(日) | 72 |
| 卵収容日 | H26.6.13～16 |
| 収容卵数(粒) | 53,000 |
| 沖出し尾数(尾) | 30,000 |
| 平均全長(mm) | 60.5 |
| 水温(℃) | 22.2～27.5 |
| 種苗生産期形態異常率(%)* | 13.0 |
| 沖出し時形態異常率(%) | 6.0 |
| 生残率(%) | 56.6 |
| 生産コスト(円/尾) | 18.5 |

*: 40～69日齢の平均値(43/332)

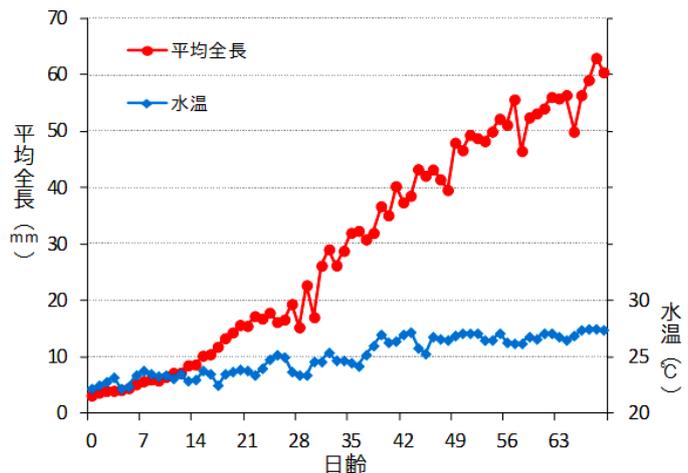


図18 飼育水温と平均全長の推移

3) 養殖カタチイワシ養成試験

結果の概要を表14に、平均全長の推移を図19に示した。出荷した養殖活餌の平均全長は87.5mm、平均体重は4.17gで、尾数は3,000尾であった。生残率は10%と極めて悪く、沖出し時のハンドリングによる損傷と網替え時に混入したカマス等の食害によるものと考えられた。

出荷までに要したコストは111.6円/尾であった。

表14 養成試験結果概要

| | |
|-------------|------------------------------|
| 養成期間 | H26.8.23～11.23 |
| 養成日数(日) | 93 |
| 養成施設 | 8m角小割生簀 |
| 網替え頻度(日) | 6～16 |
| 収容尾数(尾)* | 30,000 |
| 出荷尾数(尾)* | 3,000 |
| 歩留まり(%)* | 10 |
| 開始時平均全長(mm) | 60.5 |
| 出荷時平均全長(mm) | 87.5 |
| 出荷時平均体重(g) | 4.17 |
| 水温(℃) | 表層 20.7～28.9 中層 20.5～28.2 |
| DO(mg/l) | 表層 5.3～8.1 中層 5.3～7.7 |

*推定値



図19 飼育水温と平均全長の推移

本試験では、沖出し後の生残率の低さが大きな課題となったが、配合飼料の連続投与や夜間電照などによって、コスト削減が可能であると考えられた。また、今回の減耗要因の一つである、網替え時の食害生物の侵入に関し、防止策を検討しなければならない。

(5) 養成カタクチイワシのかつお餌料としての適正評価

養成及び養殖カタクチイワシの出荷実績を表 10 に示した。

表 10 出荷実績一覧

| 出荷日 | 場所 | 出荷漁船 | バケツ数 | 推定尾数 | 平均全長 | 平均体重 | 備考 |
|-----------|-----|--------------|------|---------|---------|-------|----------|
| H26.4.30 | 栄喜 | 第五萬漁丸 (71t) | 47 | 20,000尾 | 96mm | 5.91g | 養成 (H25) |
| H26.5.31 | 栄喜 | 第五萬漁丸 (71t) | 6.5 | 8,400尾 | 106mm | 7.54g | 養成 (H25) |
| H26.5.31 | 古満目 | 第五萬漁丸 (71t) | 19 | 27,300尾 | 107mm | 6.83g | 養成 (H25) |
| H26.11.23 | 古満目 | 第五萬漁丸 (71t) | 13 | 3,000尾 | 88mm | 4.17g | 養殖 |
| H27.2.19 | 栄喜 | 第八日昇丸 (113t) | 9 | 21,600尾 | 79mm | 3.13g | 養成 (第4回) |
| | | | | 合計 | 80,300尾 | | |

平成 25 年度に採捕し、養成を継続していたカタクチイワシ計 55,700 尾、養殖カタクチイワシ生産試験で生産した養殖カタクチイワシ 3,000 尾及び第 4 回採捕分 21,600 尾の合計 80,300 尾を出荷した。



写真 17 第五萬漁丸への出荷状況

高知県船籍のかつお竿釣船に出荷した、養成カタクチイワシの評価アンケートの結果を表 11 に示した。

表 11 評価アンケート結果

| 相手方 | 第八日昇丸 (113t) |
|----------------|---------------------------|
| 船上飼育結果 | |
| 積込み時の活魚の状態 | とても良い |
| 飼いやすさ、扱いやすさ | 天然とかわりない |
| 操業中の生残状況 | 太った良い鯛で死ななかった |
| 活餌としての機能 | |
| 外観(傷や形態異常)・サイズ | 良好、傷なし |
| 投げやすさやカツオの反応 | サイズが良く食わせやすい |
| 餌付きの状況 | 天然とかわりなく評価良 |
| その他要望等 | 販売価格が心配 不足する時期はサイズ問わない |

アンケート調査の結果、養成活餌はいずれの項目も天然活餌に劣ることはなく、特に生残状況に関しては、天然活餌と比較して肥満度が高く、航海中の死亡が少ないという回答を得た。また、要望事項の回答から、養成活餌の実用化において最も大きな課題は、販売価格(生産経費)であることがわかった。

6 まとめ

(1) カタクチイワシ幼稚魚の採捕及び輸送技術の開発

- ・採捕から移し替えの際、小型まき網の漁網を絞る前に移動生簀を横付けし、漁網を絞りながら移し替えを行うことにより、採捕時の擦れを軽減することができた。
- ・移し替えの際に混獲魚を目の粗い網で分離すると、擦れの発生が増加して生残率を低下させる恐れがある。
- ・移し替えに用いる灯火の波長を変更することにより、供試魚のサイズ分別が可能か検討したが、肉眼及びデジタルカメラ撮影では、波長と行動に明確な関連性は見出せなかった。
- ・海上移送の際、吹かれ防止具として重さ 10kg 程度の鎖を使用することにより、生簀容量の低下を軽減し、移送速度を速めることができた。
- ・移送中に使用する灯火は投光器を使用し、生簀前方から後方に向けて点灯することにより、魚群を安定的に定位させることができ、擦れを軽減することができた。

(2) カタクチイワシ幼稚魚の養成試験

- ・餌付け期間を短縮するため、沈降速度の速い飼料を海水に懸濁して与えたが、摂餌の状況や量の把握が困難であった。
- ・生簀網は目合が小さいことから、水の抵抗が大きく、潮流による吹き上がりが発生しやすいことから、養成中の吹き上がり防止に留意する必要がある。

(3) 養成コストの検討

- ・採捕試験の規模を拡大（1 統から 2 統同時採捕）することにより、出荷尾数を増大させることができ、コストを縮減することができた。
- ・採捕及び移送時の擦れの軽減による初期減耗の防止、安価な飼料の活用により、さらにコストを縮減できると考えられた。

(4) 養殖カタクチイワシ生産試験

- ・親魚養成に要した経費は 249 円/尾であった（3,800 尾）。
- ・宿毛湾産カタクチイワシの産卵好適水温を把握することができた。
- ・食卵による採卵量の減少が確認され、親魚の飼育密度と効率的な卵回収方法を検討する必要がある。
- ・種苗生産期間中（卵から平均全長 60.5mm まで）の生残率は 56.6% で、30,000 尾を生産した。
- ・採卵から沖出しまでに要した経費は 18.5 円/尾であった。
- ・沖出し後の生残率は 10% と低く、沖出し時のカタクチイワシの取扱いの改善と、網替時の魚食性魚類の混入防止が必要である。
- ・沖出しから出荷までに要した経費は 111.6 円/尾であった（平均全長 87.5mm、3,000 尾）。
- ・1 尾当たりの経費は、親魚の養成から養殖活餌の出荷までで 612 円であったが、沖出し後の生残率改善と、出荷時期の前倒しにより削減が可能である。

(5) 養成カタクチイワシのかつお餌料としての適正評価

- ・天然活餌に遜色なく、また生残状況は養成活餌が優れているとの評価を得た。

添付資料

付表1 まき網から移動生簀への移し替え作業概要

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <p>漁場に到着 投錨・集魚待機</p> | <p>1</p> <p>風向・流向</p> <p>魚群 (イメージ)</p> |
| <p>錨繩を左舷中央に引っ掛け、 流向（風向）に対して垂直に維持 竹竿 2 本を繋ぎ、水中灯を点 灯 舷側の水中灯を消灯し、魚群 を誘導</p> | <p>2</p> <p>風向・流向</p> |
| <p>網船で網を展開し、魚群を素 早く囲う</p> | <p>3</p> <p>風向・流向</p> |
| <p>魚群を囲ったら、底網から揚 網開始 展開開始から終了までは 1 分 未満</p> | <p>4</p> <p>風向・流向</p> |

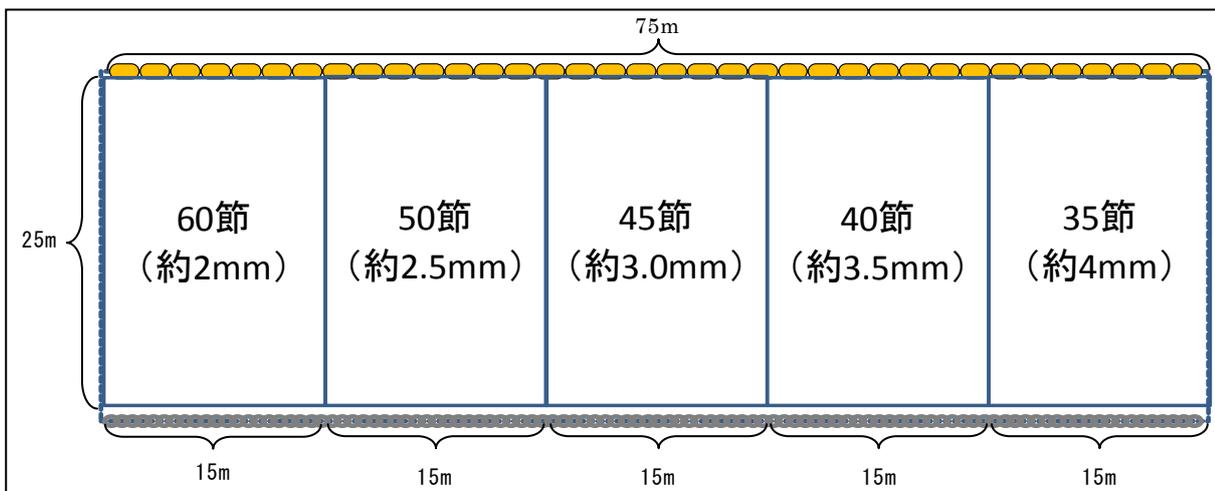
| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <p>ある程度揚網したら、竹竿を分割し、一本を支えに使用 網が吹きあがらないよう、丸い石（3kg 程度）を2~3個投入 移動用生簀到着</p> | <p>5</p> <p>風向・流向</p> |
| <p>網を船外機船と移動生簀に引き寄せる。 移動生簀の生簀沈子を沈める。</p> | <p>6</p> <p>風向・流向</p> |
| <p>移動生簀の水中灯を点灯し、まき網の水中灯を移動生簀へ差し出す。 まき網の浮子を移動生簀の上に重ね、100cm 程度押し沈めてカタクチイワシを誘導。</p> | <p>7</p> <p>風向・流向</p> |

付表2 漁場環境測定結果（春季-夏季養成試験）

| 項目 | 日付 水深 | 測定結果 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 4/17 | 4/25 | 5/2 | 5/13 | 5/23 | 6/12 | 6/20 | 6/25 | 6/27 | 7/2 | 7/8 | 7/15 | 7/18 | 7/24 | 7/25 | 8/6 | 8/20 |
| 水温 (°C) | 0m | 20.7 | 19.6 | 21.3 | 21.7 | 22.5 | 22.9 | 23.8 | 23.7 | 23.3 | 24.9 | 24.5 | 26.9 | 27.2 | 29.5 | 28.1 | 26.2 | 27.6 |
| | 2m | 19.3 | 19.0 | 20.8 | 21.2 | 22.3 | 23.0 | 23.2 | 23.5 | 23.4 | 24.1 | 24.2 | 24.6 | 26.2 | 28.7 | 27.3 | 26.5 | |
| | 5m | 18.7 | 18.9 | 20.2 | 21.0 | 21.9 | 22.9 | 23.0 | 23.2 | 23.1 | 23.2 | 23.8 | 24.6 | 25.8 | 27.7 | 26.1 | 26.7 | 27.7 |
| | 10m | 18.4 | 18.7 | 19.8 | 21.0 | 21.6 | 22.7 | 22.3 | 22.8 | 23.0 | 22.4 | 23.7 | 23.6 | 24.7 | 26.4 | 23.8 | 26.6 | 27.6 |
| | 15m | 18.2 | 18.6 | 19.7 | 20.8 | 21.2 | 22.1 | 21.7 | 22.7 | 22.9 | 21.6 | 23.5 | 22.6 | 23.8 | 25.6 | 23.0 | 26.5 | 27.0 |
| | 20m | 18.1 | 18.5 | 19.4 | 20.8 | 20.9 | 21.6 | 21.4 | 22.5 | 22.6 | 21.5 | 23.1 | 21.4 | | 24.5 | 22.4 | 26.2 | 26.5 |
| 塩分濃度 (‰) | 0m | 32.4 | 33.0 | 32.9 | 10.9 | 25.2 | 25.5 | 30.9 | 21.2 | 27.8 | 31.4 | 25.9 | 29.3 | 31.2 | 31.9 | 33.0 | 14.3 | 22.4 |
| | 2m | 33.5 | 33.6 | 33.5 | 33.6 | 32.9 | 32.9 | 33.7 | 32.6 | 33.5 | 33.5 | 32.7 | 32.7 | 32.3 | 32.4 | 33.5 | 29.9 | |
| | 5m | 33.7 | 33.6 | 33.8 | 33.9 | 33.5 | 33.2 | 33.8 | 33.5 | 33.8 | 33.9 | 33.1 | 33.1 | 32.9 | 32.8 | 33.6 | 33.6 | 32.9 |
| | 10m | 33.8 | 33.7 | 33.8 | 34.1 | 33.7 | 33.4 | 34.1 | 33.9 | 33.9 | 34.0 | 33.2 | 33.6 | 33.4 | 33.1 | 33.9 | 33.7 | 33.0 |
| | 15m | 33.9 | 33.8 | 33.9 | 34.1 | 33.8 | 33.9 | 34.2 | 34.0 | 33.9 | 34.1 | 33.2 | 33.9 | 33.6 | 33.1 | 33.9 | 33.7 | 33.1 |
| | 20m | 34.0 | 33.8 | 34.0 | 34.2 | 33.8 | 34.2 | 34.3 | 34.0 | 34.0 | 34.2 | 33.3 | 34.1 | | 33.2 | 34.0 | 33.8 | 33.0 |
| 溶存酸素 (mg/l) | 0m | 6.12 | 7.43 | 6.71 | 7.06 | 7.23 | 7.6 | 7.9 | 8.0 | 7.5 | 7.0 | 6.57 | 7.6 | 6.9 | 7.57 | 7.77 | 7.35 | 8.49 |
| | 2m | 6.23 | 6.93 | 6.92 | 5.90 | 6.32 | 7.8 | 7.9 | 7.3 | 7.8 | 7.0 | 6.43 | 6.6 | 6.7 | 7.78 | 8.02 | 5.99 | |
| | 5m | 6.12 | 6.84 | 6.97 | 5.87 | 5.66 | 8.0 | 7.3 | 7.2 | 7.2 | 6.8 | 6.47 | 7.2 | 7.1 | 7.73 | 7.46 | 5.89 | 6.82 |
| | 10m | 5.90 | 6.82 | 6.79 | 5.83 | 5.31 | 7.6 | 6.4 | 6.5 | 7.2 | 6.1 | 6.24 | 6.6 | 6.8 | 7.36 | 6.92 | 5.40 | 6.72 |
| | 15m | 5.87 | 6.55 | 6.59 | 5.74 | 5.21 | 6.9 | 6.1 | 6.5 | 7.0 | 6.1 | 6.23 | 6.1 | 6.7 | 7.20 | 6.59 | 5.60 | 6.42 |
| | 20m | 5.51 | 6.28 | 6.17 | 5.75 | 5.36 | 6.2 | 6.2 | 6.3 | 6.2 | 5.9 | 5.66 | 5.9 | | 6.75 | 6.37 | 5.56 | 5.91 |

付表3 漁場環境測定結果（冬季養成試験）

| 項目 | 日付 水深 | 測定結果 | | | | | |
|----------------|----------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1/28 | 2/6 | 2/12 | 2/12 | 3/3 | 3/13 |
| 水温 (°C) | 0m | 11.9 | 15.8 | 14.7 | 14.7 | 14.6 | 16.7 |
| | 2m | 17.1 | 15.8 | 14.7 | 14.7 | 16.5 | 17.1 |
| | 5m | 17.1 | 15.8 | 14.8 | 14.8 | 17.0 | 17.0 |
| | 10m | 17.2 | 16.0 | 15.5 | 15.5 | 17.3 | 17.0 |
| | 15m | 17.3 | 16.3 | 15.5 | 15.5 | 17.2 | 17.0 |
| | 20m | 17.3 | 16.3 | 15.5 | 15.5 | 17.2 | 16.9 |
| 塩分濃度 (‰) | 0m | 20.5 | 32.8 | 31.3 | 31.3 | 29.4 | 32.8 |
| | 2m | 34.3 | 32.8 | 31.6 | 31.6 | 32.1 | 34.4 |
| | 5m | 34.6 | 32.8 | 31.9 | 31.9 | 32.5 | 34.6 |
| | 10m | 34.6 | 33.0 | 32.3 | 32.3 | 32.7 | 34.7 |
| | 15m | 34.7 | 33.2 | 32.3 | 32.3 | 32.6 | 34.7 |
| | 20m | 34.7 | 33.1 | 32.3 | 32.3 | 32.6 | 34.7 |
| 溶存酸素 (mg/l) | 0m | 8.98 | 7.64 | 9.00 | 9.00 | 8.42 | 6.93 |
| | 2m | 7.26 | 7.90 | 8.90 | 8.90 | 7.76 | 6.78 |
| | 5m | 7.29 | 7.35 | 8.79 | 8.79 | 7.46 | 6.87 |
| | 10m | 7.39 | 7.08 | 8.32 | 8.32 | 7.40 | 6.96 |
| | 15m | 7.21 | 6.63 | 8.17 | 8.17 | 7.31 | 7.11 |
| | 20m | 7.16 | 6.48 | 8.06 | 8.06 | 7.15 | 7.09 |



付図1 小型まき網漁網模式図（長さは概数）