

平成 25 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 25 年度海洋水産資源開発事業（遠洋かつお釣：太平洋中西部海域）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り、資料は全て本事業によって取得されたものである。

1 事業実施期間

自：平成 25 年 5 月 7 日 至：平成 26 年 3 月 31 日

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：高知県水産振興部漁業振興課）が実施した。

○試験実施担当

| | | |
|------------|--|----------------------------------|
| 採捕及び海上移送試験 | 水産試験場漁業資源課チーフ 同 主任研究員 (協力：宿毛漁業指導所) | 柳川 晋一 稲葉 太郎 |
| 養成及び陸上移送試験 | 水産試験場漁業資源課チーフ 同 主任研究員 増養殖環境課チーフ 株式会社山崎技研水産事業部 (協力：宿毛漁業指導所) | 柳川 晋一 稲葉 太郎 渡辺 貢 藤野 光太郎 |

3 背景及び目的

かつお釣漁業に必要とされる餌料用カタクチイワシは、まき網や定置網等で漁獲されるため、漁海況等の影響により供給が不安定となる場合がある。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、著しく不足する場合は販売数量が制限される。したがって、かつお釣漁業では餌料用カタクチイワシの安定供給が長年の課題となっている。

以上から、本委託事業は、上記課題への対応策のひとつとして、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を確立し、その有効性を実証して、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する。

4 方法

(1) 実施場所

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。

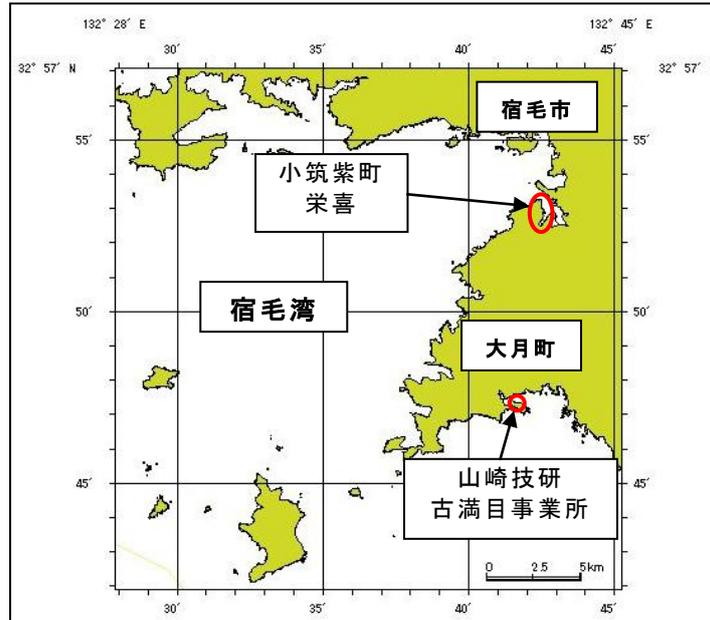


図 1 宿毛湾全域図

(2) 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。

採捕は、すくも湾漁協所属の火光利用小型まき網漁船を用船し、春季（6月、第1回）、夏季（8月、第2回及び3回）、秋季（10月、第4回及び5回）及び冬季（1～3月、第6回～8回）の計8回実施した。小型まき網の採捕及び移し替え作業の概要を付表1に示した。

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。試験には、押生簀と曳航生簀を使用した。移送試験の条件を表1に示した。

表 1 海上移送試験の条件一覧

| 操業試験回 | 海上移送施設 | 水中灯 |
|-------|------------|-------------|
| 第1回 | 押生簀 | 60W白熱灯 |
| 第2回 | 押生簀+曳航生簀 | |
| 第3回 | 押生簀 | |
| 第4回 | | |
| 第5回 | | |
| 第6回 | 押生簀(8角形+枠) | 7W LED(赤+青) |
| 第7回 | 押生簀(8角形) | |
| 第8回 | 押生簀(8角形) | |

3) 使用船舶

採捕、海上移送試験及び養成試験に用いた船舶を表2に示した。

表 2 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 |
| 海上移送及び養成試験 | 白鷺丸 | 養殖作業船 | FRP 4.39t | |

4) 使用漁具

・小型まき網：漁網のサイズは、浮子網長約 75m×網丈約 25m、目合は約 4mm～2mm（身網約 2.5～4mm、魚捕約 2.0mm、付図 9）であった。

・押生簀：9m 角金属製養殖生簀枠に、マダイ稚魚育成用生簀網（写真 1、第 1 回～第 5 回、縦横 9m、深さ 6m、目合 110 経：約 4.5mm）又は正 8 角形生簀網（付図 11、第 6 回～第 8 回、縦横 9m、深さ 6m、目合 160 経：約 3mm）を取り付け、養殖作業船で押して移送した。生簀網前面内側には、吹かれ防止に沈子（写真 2、園芸用ポットにコンクリートを詰めたもの、約 5kg）を 6 個程度垂下した。生簀網中央には水中灯（第 1 回～第 6 回：60W 型白熱電球、第 7 回及び第 8 回：7W LED 電球）を点灯し、夜間移送中のカタクチイワシ幼稚魚の行動を観察した。



写真 1 押網



写真 2 生簀用沈子

・曳航生簀（写真 3 及び付図 10、第 2 回のみ）：2m 角曳航生簀枠に、シラス運搬用生簀網（縦横深さ 2m、目合 200 経）を取り付け、押生簀と同時に 1 隻で曳航した。生簀網中央に 60W 型白熱電球を点灯した。



写真 3 曳航生簀

(3) カタクチイワシ幼稚魚の養成試験

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。

施設は、宿毛市小筑紫町栄喜地先に設置された、9m 角鋼製養殖生簀枠を使用した。生簀はシラス養成用生簀（春季試験、縦横深さ 4m、目合 200 経：約 2.4mm）、マダイ稚魚育成用生簀（夏季及び秋季試験、縦横 9m、深さ 6m、目合 110 経：約 4.5mm）、正 8 角形生簀（冬季試験、縦横 9m、深さ 6m、目合 160 経：約 3mm）を使用した。養成生簀には、表層と水深 4m に水温データロガー（Onset 社製、HOBO U-24）を設置するとともに、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）を用い、漁場環境を測定した。

飼料は基本的に、餌付け時は「おとひめ S2」を、養成時は「モジャコ B」を使用した。給餌間隔は、比較試験を行った春季試験以外は毎日 1 回とし、給餌量は飽食給餌とした。

網替えは、汚染の激しい夏季は 7 日に 1 回、その他の時季はおおむね 10 日に 1 回行った。

2) 陸上移送試験

本試験は、養成カタクチの買い回しや種苗生産施設への移送を想定し、負担の小さい陸上移送手法を検討するために行った。

小筑紫町栄喜から大月町古満目への陸上移送を 3 回（春季、夏季及び冬季）、愛媛県今治市伯方島への陸上移送を 1 回（秋季）実施した。

・春季試験：8t 積み活魚輸送車（3.5t 水槽 2 基）を用い、バケツ積み込み、100φホースによるサイフォン荷降ろしで行った。移送距離は約 15km、移送時間は約 30 分であった。

・夏季試験：2t 積みトラックに積載した 1t タンクを用い、積み込み及び荷降ろしをバケツで行った。移送距離は約 15km、移送時間は約 30 分であった。

・秋季試験：2t 積みトラックに積載した 1t タンクを用い、積み込み及び荷降ろしをバケツで行った。移送距離は約 235km、移送時間は約 240 分であった。

・冬季試験：12t 積み活魚輸送車（3.5t 水槽 3 基）及び 2t 積みトラックに積載した 1t タンクを用い、積み込み、積み替え及び荷降ろしをバケツで行った。移送距離は約 15km、移送時間は積み替え作業を含めて約 120 分であった。

3) 低コスト餌料の利用検討

天然幼稚魚の養成に使用する配合餌料の低コスト化の可能性を探るため、（独）水産総合研究センターの研究結果や、県内の活餌業者の蓄養実態を参考に、モジャコ B と比較して、低タンパクであるが安価なおとひめ EP0 及びいわし大漁 A（表 3）を用い、夏季及び秋季採捕試験後に飼育試験を行った。

表 3 試験に用いた餌料一覧

| 餌料銘柄 | 単価 | 粗タンパク含量 | 粒径(mm) | 沈降速度 |
|---------|-----------|---------|-----------|------|
| モジャコB | 1,030円/kg | 52.0%以上 | 0.84~1.41 | 遅い |
| おとひめEP0 | 772円/kg | 48.0%以上 | 1.3 | 遅い |
| いわし大漁A | 233円/kg | 38.0%以上 | 0.8~1.7 | 速い |

(4) 養成経費の把握

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経費を、採捕費用、飼育に係る人件費及び餌料費について、季節別養成試験別に整理し、1尾当たりの経費を試算した。

(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、それぞれ開発調査センター調査船（用船：遠洋かつお一本釣り漁船 第 31 日光丸 総トン数 499t）に積み込み、船上において飼育試験及び釣獲試験を行った。

(6) 親魚養成試験

冬季陸上移送試験で古満目地先へ移送したカタクチイワシを、種苗生産用親魚として養成した。餌料は「モジャコ B」を使用し、給餌は 1 日 2 回又は 3 回の飽食給餌とした。

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結果

1) 漁獲状況調査

宿毛湾における小型まき網漁業のカタクチイワシ及びキビナゴの月別水揚量（過去 6 年平均）を図 2 に示した。すくも湾漁協では、カタクチイワシに関しては全長約 40mm 未満の変態前を「しらさ」、全長約 40mm から約 60mm 未満を「かえり」、全長約 60mm 以上を「どろ」という銘柄で取り扱っており、ここではそれにならって標記する。

なお、小型まき網漁船 1 統当たりの漁獲量が少ない場合は、漁業者自らが自宅で加工（塩茹で）を行う場合もあり、水揚げデータに現れない漁獲がある。

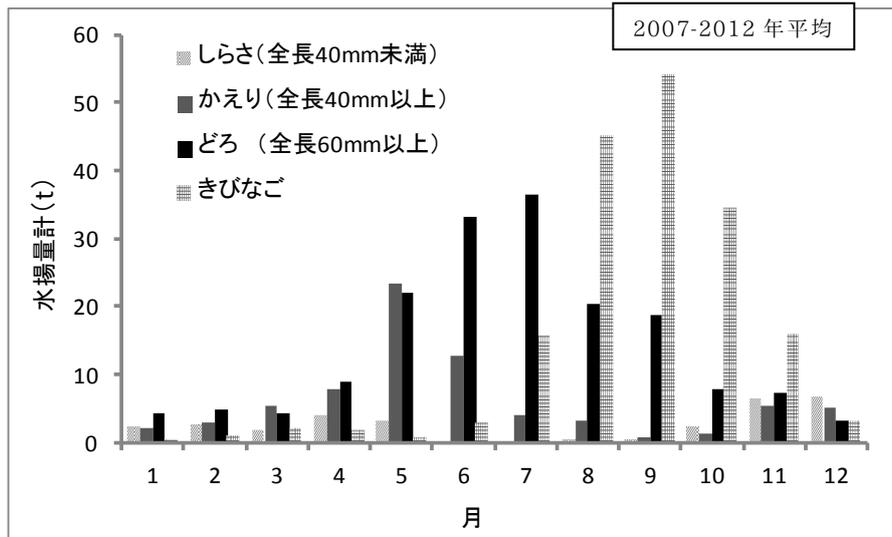


図 2 小型まき網漁業による水揚実績

漁業者への聞き取りとあわせ、年間の漁模様をまとめると、以下のとおりであった。

・冬季（1～3月）

カタクチイワシ漁獲の低迷期。かえり及びどりの漁獲は僅か。北西風により出漁できない日が多く、どりは単価も安いいため、積極的に操業しない時期。終盤（3月）にはしらさの漁が始まる。

・春季（4～6月）

しらさ及びかえりの主な漁期。しらさは単価も高く、積極的に操業する時期。

・夏季（7～9月）

サイズが大きくなり、どり主体の漁期。8月以降にはキビナゴ（稚魚）の水揚量が増える。

・秋季（10～12月）

キビナゴの漁獲が主体の時期。終盤には漁獲量が減少するが、魚類相の変遷のみでなく、海況条件の悪化（北西風の強まり）により出漁回数が減少することも要因であると考えられる。

2) 採捕及び海上移送試験

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4に示した。試験操業及び海上移送試験は計8回、養成試験は計4回実施した。



写真 4 まき網操業状況

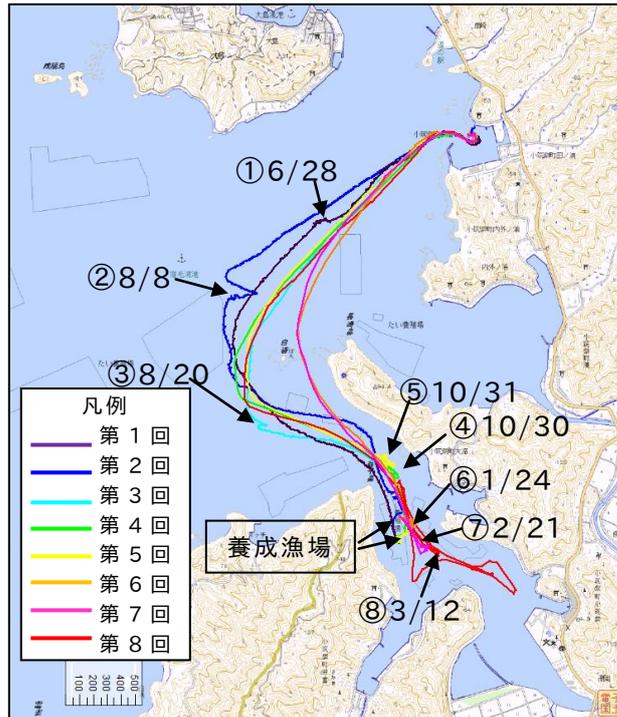


図 3 操業時の航跡と採捕位置及び養成漁場の位置

表 4 試験結果概要一覧

| 操業試験時期 | 春季 | | | 夏季 | | 秋季 | | 冬季 | |
|-------------|----------|---------|-------|---------|--------|----------|---------|---------|--|
| 操業試験回数 | 第1回 | 第2回 | 第3回 | 第4回 | 第5回 | 第6回 | 第7回 | 第8回 | |
| 操業試験日 | 6月28日 | 8月8日 | 8月20日 | 10月30日 | 10月31日 | 1月24日 | 2月21日 | 3月12日 | |
| 採捕数量(kg)※ | 約100 | 計約130 | | 計約110 | | 約200 | 約80 | 約40 | |
| 養成開始数量(尾)※ | 約170,000 | 約84,000 | | 約47,000 | | 約165,000 | 約56,000 | 約25,000 | |
| 養成前平均全長(mm) | 43.2 | 50.8 | | 46.8 | | 59.2 | 62.8 | 65.6 | |
| 養成日数(日) | 76 | 37 | 26 | 29 | 28 | 53 | 18 | 4 | |
| 養成終了時数量(尾) | 約8,000 | 約2,000 | | 約3,000 | | 約26,000 | 約40,000 | | |
| 養成後平均全長(mm) | 89.0 | 68.0 | | 63.0 | | 85.9 | 73.8 | | |
| (養成後生残率) | 4.7% | 2.4% | | 6.4% | | 15.8% | 49.4% | | |

※目測

①春季（第1回）試験

6月27日深夜から28日早朝にかけて、第1回操業試験を実施した。漁業者の過去の経験と探索時の魚探反応に基づき漁場を選定した結果、養成漁場から離れた位置で操業した（図3の①）。しらさ混じりのかえり（平均全長43.2mm）を約100kg採捕した。漁獲物には、小型のカマス（全長40～50mm）が混入していた。

小型まき網から移動用生簀への移し替えの際には、漁獲物は灯火に向かって帯状に移動した。

まき網漁場から養成漁場への海上移送は、航行距離2.97km、航行時間214分（平均0.45kt）であった。ただし、潮流の影響でほとんど前進できない時間帯があった。移動用生簀の中央に水中灯を点灯することにより、その周りを周回する様子が確認でき、漁獲魚が網に突進するのを軽減できた。また、生簀網前面内側には生簀用沈子を6個程度追加し、ごく低速で航行することにより、「吹かれ」の低減に努めたが、容積の減少が発生していた。また、移送中に夜が明けはじめると、水中灯周辺からカタクチイワシの姿が消え、生簀網前面に乗り上げるものがいた。また、全長30mm程度より小さいしらさが目合いから逃避するのを確認した。

移送後の死魚量は、当日22.0kg、翌日2.8kgであった。



写真 5 移動生簀水中灯周辺

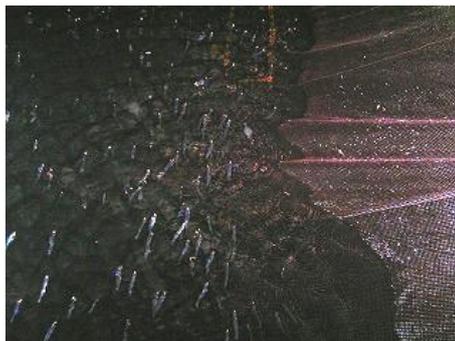


写真 6 移動生簀前面の「吹かれ」

②夏季（第 2 回及び第 3 回）試験

8 月 7 日深夜から 8 日早朝に第 2 回操業試験を、8 月 19 日深夜から 20 日早朝にかけ、第 3 回操業試験を実施した。漁場は、前日までの漁模様と魚探反応に基づき選定した（図 3 の②及び③）。

第 2 回操業試験では、キビナゴ及びしらさ混じりのかえりを約 50kg、第 3 回操業試験では同約 80kg を採捕した。漁獲物には、全長 70～200mm 前後のカマス、40mm 前後のキビナゴ、ウルメイワシ等が混入した。

第 2 回操業試験では、移動用生簀として曳航生簀も併用した（写真 7）。曳航生簀は針路の維持が困難であり、大きく左右に蛇行を繰り返した。これが原因で、養殖漁場の固定用ロープに接触する事象が発生し、生簀枠が一時分解したため、洋上で修復した。

第 2 回操業試験のまき網漁場から養成漁場への移送は、航行距離 2.46km、航行時間 247 分（平均 0.32kt）、移送後の死魚量は、当日約 6kg、翌日約 1.9kg であった。曳航生簀の魚は、破損時に活力の高い魚が逃避したため、死魚のみが残った。

第 3 回操業試験の移送は、航行距離 1.60km、航行時間 120 分（平均 0.43kt）、移送後の死魚量は、当日約 2.7kg であった。なお、生残した魚は同日より第 2 回採捕分と統合して養成試験を行った。

養成生簀への移し替えの際に、目の粗いたも網を用いてカマスの除去を試みたが、全長 100mm 未満の小型個体を完全に除去することはできなかった。

③秋季（第 4 回及び第 5 回）試験

10 月 29 日深夜から 30 日にかけて第 4 回操業試験を、10 月 30 日深夜から 31 日早朝にかけて第 5 回操業試験を実施した。

操業前日、小型まき網漁業者が養成漁場周辺で試験的に操業したところ、カタクチイワシの漁獲がある程度あったことから、養成漁場のやや沖合で試験操業を行った（図 3 の④及び⑤）。

第 4 回試験では、キビナゴ及びしらさ混じりのかえりを約 50 kg 採捕し、養成漁場へ移送した。移送距離は 0.61km、航行時間は 57 分（平均 0.35kt）であった。移送後死魚量は、カタクチイワシ約 7.4kg、キビナゴ約 3.2kg であった。キビナゴの混獲率が高く、2/3 程度と思われた。カタクチイワシの漁獲量が目標（50 kg）を下回ったため、2 夜連続で操業することとした。

第 5 回試験では、前夜同様キビナゴ及びしらさ混じりのかえりを約 60 kg 採捕し、養成漁場



写真 7 曳航生簀の様子

へ移送した。移送距離は 0.70km、航行時間は 57 分（平均 0.40kt）であった。移送後死魚量は、カタクチイワシ約 4.3kg、キビナゴ約 1.1kg であった。

第 4 回及び第 5 回いずれの操業でも、全長 200mm を超えるカマスの混入が確認できたが、魚体が大きいことから除去は比較的容易であった。また、キビナゴの混入率が高く、2 回の操業全体で半数を超えているように思われた。

④冬季（第 6 回、7 回及び 8 回）試験

今回より、移送生簀を正 8 角形・目合い 160 経のものに変更した。また、第 6 回操業試験では、移送用の押生簀の前 3 面に吹かれ防止用金枠を取り付け、第 7 回試験では、移送生簀の水中灯を 7W LED 電球（赤色及び緑色各 1 灯）に変更し、第 8 回操業試験では、移送生簀水中灯を 7W LED 電球（青色及び緑色各 1 灯）に変更した。

1 月 23 日深夜から 24 日にかけて、第 6 回試験操業を実施した。前日までの漁模様を参考に、養成漁場の近傍で操業した（図 3 の⑥）。採捕量は今年度最高の目測 200kg、漁獲物はどろ（60mm 前後のカタクチイワシ）主体で、ウルメイワシ、マイワシ及びしらさが僅かに混じっていた。移送距離は最短の 0.10km、移送時間は 15 分（平均 0.22kt）であった。吹かれ防止枠の効果は高いように思われたが、組み立て後全長が 9m 超、重量が約 40 kg あり、洋上での取扱いが難しかった。移送後の死魚量は当日約 10.3kg で、同日に養成生簀へ移し替えた。移し替え作業の際、吹かれ防止枠の取り外しが難航し、袋状になった網に供試魚を包み込んでしまい、供試魚にかなりの擦れを発生させてしまったため、養成初日の大量死（69.5kg、冬季養成試験の項に記載）を招いたものと推測された。

2 月 20 日深夜から 21 日にかけて、第 7 回試験操業を実施した。魚群探知機の反応を頼りに漁場を選定し、養成漁場近傍で操業した（図 3 の⑦）。ウルメイワシ及びしらさ混じりのどろを約 80kg 採捕した。移送距離は 0.26km、航行時間は 29 分（平均 0.29kt）であった。移送中のカタクチイワシは、緑色 LED 水中灯の周囲を周回し、赤色 LED 近傍にはあまり蝟集していなかった。移送後の死魚量は当日約 17kg、翌日約 7.5kg であった。



写真 8 8 角形押網



写真 9 水中灯点灯状況



写真 10 集魚状況（緑）



写真 11 集魚状況（赤）

3月11日深夜から12日にかけて、第8回試験操業を実施した。魚群探知機の反応を頼りに漁場を選定し、養成漁場より湾奥で操業した(図3の⑧)。魚群探知機の反応は弱く、漁場探索には過去最長の時間を要した(集魚中断1回)。ウルメイワシ及びしらさ混じりのどろを約40kg採捕した。移送距離は0.34km、航行時間は35分(平均0.31kt)であった。移送中のカタクチイワシは、移動生簀全体を大きく周回していたが、青色より緑色の水中灯の近くを通過していた。

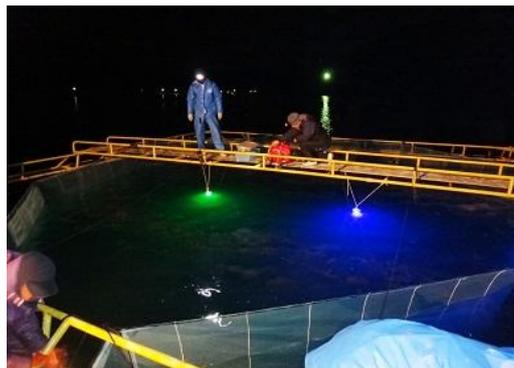


写真12 水中灯点灯状況



写真13 集魚状況(緑)



写真14 集魚状況(青)

移送後の死魚量は、12~14日計約3kg(14日に回収、尾数より推計)で、ウルメイワシが約4.3%を占めた。

(2) カタクチイワシ幼稚魚の養成試験

本試験では、カタクチイワシ幼稚魚の採捕及び輸送技術の開発において確保したカタクチイワシ幼稚魚1万尾以上を全長75mm程度まで養成することを目標に取り組み、夏季養成試験において平均全長89mmを約8,000尾、冬季養成試験において平均全長74mmを約50,000尾、合計約58,000尾を養成し、目標を達成した。

1) 夏季試験1(6月28日採捕群)

夏季養成試験1は、7月1日から9月13日まで実施した。栄喜地先にて、毎日給餌(試験区1)、隔日給餌(試験区2)、週一給餌(試験区3)及び無給餌(試験区4)の4区に分けて給餌試験を行った後(写真15)、活魚輸送車にて(株)山崎技研古満目事業所に陸送した(写真16)。古満目地先では分画せずに養成を継続し、9月13日に(独)水産総合研究センター開発調査センターが用船した遠洋かつお一本釣り漁船「第31日光丸」に出荷した。

試験を開始するに当たり、移送生簀から4m角養成生簀へ移し替えを行ったが、全長100mm程度のカマスが混入しており、全てを除去することができなかった。養成中は、7~10日に1回程度の頻度で網交換が必要であり、カマスは網交換作業の際に除去した。

夏季養成試験結果(6月28日採捕群)を表5に示した。

表 5 夏季養成試験 1 結果概要

| | 6月28日 採捕時 | 7月1日 養成開始時 | 栄喜地先 7月23日(給餌試験終了時) | | | | 古満目地先 | |
|-----------|--------------|---------------|------------------------|------|------|------|--------------|--------------|
| | | | 試験区1 | 試験区2 | 試験区3 | 試験区4 | 9月9日 網替え時 | 9月13日 出荷時 |
| 計測尾数 | 350 | 200 | 113 | 132 | 105 | 81 | 137 | 164 |
| 平均全長(mm) | 37.5 | 43.2 | 60.3 | 57.0 | 57.4 | 57.2 | 84.4 | 89.0 |
| 平均体重(g) | 0.26 | 0.41 | 1.42 | 1.14 | 1.07 | 1.01 | 5.09 | 5.59 |
| 平均肥満度(CF) | 3.84 | 4.59 | 6.04 | 5.86 | 5.40 | 5.08 | 8.13 | 7.74 |
| 生残尾数 | 約400千尾 | 約150千尾 | 約11千尾 | 約6千尾 | 約5千尾 | 約5千尾 | | 約8千尾 |

※肥満度(CF)=BW(g)÷TL(mm)³×10⁶

養成開始尾数について、供試魚を弱らせずに計数することは困難なため、死魚の全量回収により推計を試みたが、高水温による腐敗や食害の発生（カマス：活魚・アミメハギ：死魚）等により、把握が困難であったため、採捕時の漁業者目測重量と、サンプル平均体重より算出した。採捕時（6月28日、まき網から採取）から養成開始時までの間に平均全長が大きくなっているのは、小型魚が移送に用いた生簀網の目から逃避したか死亡したためであると考えられる。

餌付けには、給餌開始（7月1日）から6日を要した（摂餌開始：7月6日）。餌付け時は、水面に浮いた餌料に対する反応が悪く、一度バケツの中で水と攪拌し、沈む状態で給餌することにより、摂餌を開始した。摂餌開始翌日からは、水面に浮かんだ餌料を活発に摂餌した。

7月23日の給餌試験終了後、試験区別の全長、体重及び肥満度を比較した。全長、体重では、試験区1が試験区2～4に対し大きく（ $p<0.05$ ）、日間成長（全長）は0.74mmであった。肥満度はすべての試験区で差があり、給餌間隔が短い試験区ほど大きかった（ $p<0.01$ ）。このことから、給餌の加減でカタクチイワシの肥満度を制御できるものと考えられた。また、試験区4についても成長が確認され、海水中のプランクトンを食することにより、給餌なしでも成長する（0.61mm/日）ことを確認した。

養成期間の漁場水温は、表層が最高31.0℃、最低20.7℃、平均27.3℃、4mが最高29.2℃、最低23.5℃、平均26.2℃と高く、7月9日、19日、21日及び22日には、表層水温が30℃を上回った（付表4、付図1）。

陸送試験後の死魚量は、翌日に約2.2kg、翌々日に約0.6kgで、その後も約1週間は100～200gの死亡が確認できた。その後死亡は少なくなり、網替えの翌日に数百g～1kg程度であった。



写真 15 給餌試験用生簀



写真 16 陸送試験

2) 夏季試験 2（8月8日及び20日採捕群）

夏季養成試験 2 は、8月9日から9月13日まで実施した。8月8日に採捕した供試魚の量

が少なかったため、8月20日に追加採捕をし、同日より栄喜地先にて混合養成を行った。供試魚には、キビナゴが2割程度、小型カマスが数十尾混入しており、網交換の際にカマスの除去作業を行った。8月30日には、2t積トラックに積載した1tタンクで山崎技研古満目事業所に陸送し、養成を継続した。

夏季養成試験結果を表6に示した。

表6 夏季養成試験2結果概要

| | (第2回) | (第3回) | 栄喜地先 | | 古満目地先 |
|-----------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | 8月8日 | 8月20日 | 8月20日 | 8月30日 | 9月13日 |
| | 採捕時 | | 陸送時 | | 終了時 |
| 計測尾数 | 193 | 200 | 200 | 54 | 146 |
| 平均全長(mm) | 50.6 | 40.4 | 50.8 | 56.2 | 68.0 |
| 平均体重(g) | 0.76 | 0.37 | 0.82 | 1.18 | 2.10 |
| 平均肥満度(CF) | 4.99 | 5.01 | 5.51 | 5.97 | 6.10 |
| 生残尾数 | 約39千尾 | 約108千尾 | 約75千尾 | 約10千尾 | 約2千尾 |

$$\text{※肥満度(CF)} = \text{BW(g)} \div \text{TL(mm)}^3 \times 10^6$$

養成開始尾数は、漁業者の目測重量と供試魚の測定結果より推計した。養成期間の漁場水温は、表層が最高31.0℃、最低25.8℃、平均28.7℃、4mが最高29.9℃、最低25.1℃、平均28.0℃と高く、8月18～21日及び23日には、表層水温が30℃を上回った(付表4、付図2)。

陸送試験後の死魚量は、翌8月31日は高波で回収できず把握できなかったが、目視では1,000尾(1.2kg)以上、9月1日0.1kg、9月2日0.2kgで、その後終息した。

3) 秋季試験

秋季養成試験は、10月31日から11月27日まで、栄喜地先の養成漁場で実施した。10月30日に採捕した供試魚の量が少なかったため、翌31日に追加採捕をし、同日より混合養成を行った。供試魚には、キビナゴが6割程度、大型カマスが数十尾混入しており、養成生簀への移し替えの際にカマスを除去した。11月27日に養成試験を終了し、一部(約900尾、うちカタクチイワシ約600尾)を2t積トラックに積載した1tタンクで(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究センター伯方島庁舎に陸送し、種苗生産試験用親魚候補として提供した。

秋季養成試験結果を表7に示した。

表7 秋季養成試験結果概要

| | (第4回) | (第5回) | 栄喜地先 | | |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 10月30日 | 10月31日 | 11月11日 | 11月21日 | 11月27日 |
| | 採捕時 | | 網替え時 | | 終了時 |
| 計測尾数 | 200 | | 200 | 78 | 194 |
| 平均全長(mm) | 46.8 | | 52.0 | 55.3 | 63.0 |
| 平均体重(g) | 0.53 | | 0.77 | 1.10 | 1.53 |
| 平均肥満度(CF) | 4.91 | | 5.30 | 5.25 | 5.63 |
| 生残尾数 | 約47千尾 | | | | 約3千尾 |

$$\text{※肥満度(CF)} = \text{BW(g)} \div \text{TL(mm)}^3 \times 10^6$$

養成開始尾数は、漁業者の目測重量と供試魚の測定結果より推計した。養成期間(28日間)の日間成長(全長)は0.58mmであった。

養成期間の漁場水温は、表層が最高25.2℃、最低12.8℃、平均21.5℃、4mが最高25.2℃、最低19.3℃、平均22.6℃であった(付表4、付図3)。

4) 冬季試験

冬季養成試験は、1月24日から3月31日まで実施した。冬季養成試験結果を表8に示した。

表8 冬季養成試験結果概要

| | (第6回) 1月24日 採捕時 | 栄喜地先 2月10日 陸送時 | (第7回) 2月21日 採捕時 | (第8回) 3月12日 採捕時 | 栄喜地先 3月17日 網替え時 |
|-----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 計測尾数 | 200 | 200 | 200 | 200 | 77 |
| 平均全長(mm) | 61.1 | 67.5 | 64.5 | 64.3 | 73.8 |
| 平均体重(g) | 1.21 | 1.65 | 1.43 | 1.58 | 2.62 |
| 平均肥満度(CF) | 5.04 | 5.18 | 5.11 | 5.83 | 6.02 |
| 生残尾数 | 約160千尾 | 約55千尾 | 約56千尾 | 約25千尾 | 約40千尾 |

$$\text{※肥満度(CF)} = \text{BW(g)} \div \text{TL(mm)}^3 \times 10^6$$

1月24日に採捕した供試魚は、2月10日まで栄喜地先で養成した後、一部(約1万尾)を残し、活魚輸送車と2t積トラックに積載した1tタンクを用い、山崎技研古満日事業所に陸送して養成を継続した。移送用の押生簀から養成生簀への移し替えの際に、押生簀に取り付けた吹かれ防止枠の取り外しに手間取り、多くの魚体に擦れを生じさせたため、1月25日に69.5kg、26日に20kg、27日に16.3kg、28日に5.8kgと、大量の死魚が発生した。陸送後の死魚量は、2月11日12.5kg、12日3.6kg、13日1.9kg、14日0.7kgで、その後終息した。養成期間(53日間)の日間成長(全長)は0.47mmであった。

2月21日及び3月12日に採捕した供試魚は、1月24日に採捕した供試魚に追加・混合して養成した。2月及び3月に採捕した供試魚には、ウルメイワシが3割程度混入していたが、養成期間中に、ウルメイワシ主体の大量死が数回起こり、その割合は低下した。

養成期間の漁場水温は、表層が最高22.1℃、最低10.5℃、平均16.6℃、4mが最高20.0℃、最低16.7℃、平均18.6℃であった(付表4、付図4)。



写真17 養成後(3/16)の供試魚

5) 低コスト飼料の利用検討

採捕試験で捕獲した魚群には、カタクチイワシの外にカマスやキビナゴが多数混入していた。カマスはカタクチイワシを捕食し、キビナゴはカタクチイワシ用の飼料を摂餌することから、正確なデータを得るためには、これらを分離してカタクチイワシだけの飼育群を設定しなければならない。しかし、カタクチイワシを弱らせることなくこれらを分離することができないため、当試験の実施を断念し、予備的に少量のカタクチイワシを用いて低コスト飼料の投与方法及び摂餌の状況等を確認した。

モジャコB、おとひめEP0及びいわし大漁Aを給餌した結果、いずれも活発に摂餌し、比較試験を行う上で嗜好性は問題ないと思われた。ただし、カタクチイワシは水面付近で摂餌する傾向が強く、沈降速度の速いわし大漁Aでは食べ残しが多かった。

(3) 養成コストの検討

これまでに実施した養成試験におけるコスト試算結果を表9に、試算の条件を表10に示した。試算の結果、一度の採捕で大型個体を大量に確保できた冬季試験において、最も低い値と

なった。

表 9 養成コスト試算結果概要

| | 採捕回数 | 養成開始時 | | | | 養成日数(日) | 経費(円) | | | | 養成終了時 | | | | | 一尾あたり経費(円) |
|----|------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|----------|---------|------------|
| | | 推定数量(kg) | 推定尾数(尾) | 平均全長(mm) | 平均体重(g) | | 採捕費用 | 人件費 | 飼料費 | 計 | 推定数量(kg) | 推定尾数(尾) | 推定生残率(%) | 平均全長(mm) | 平均体重(g) | |
| 春季 | 1 | 60 | 150,000 | 43.2 | 0.41 | 75 | 60,000 | 735,000 | 142,000 | 937,000 | 45 | 8,000 | 5.3 | 89.0 | 5.59 | 117.1 |
| 夏季 | 2 | 50 | 75,000 | 50.8 | 0.82 | 35 | 120,000 | 385,000 | 30,000 | 535,000 | 4 | 2,000 | 2.7 | 68.0 | 2.10 | 267.5 |
| 秋季 | 2 | 20 | 47,000 | 46.8 | 0.53 | 29 | 120,000 | 378,000 | 30,000 | 528,000 | 5 | 3,000 | 6.4 | 63.0 | 1.53 | 176.0 |
| 冬季 | 1 | 160 | 160,000 | 59.2 | 0.95 | 18 | 60,000 | 231,000 | 18,000 | 309,000 | 91 | 55,000 | 34.4 | 67.5 | 1.65 | 5.6 |

表 10 養成コスト試算条件

| | |
|----------------|------------|
| 採捕費用 | |
| 小型まき網漁船用船 | 40,000 円/回 |
| 海上移送船用船(生簀借上げ) | 20,000 円/回 |
| 人件費 | |
| 給餌・死魚回収(生簀借上げ) | 7,000 円/日 |
| 網交換作業 | 35,000 円/回 |
| 飼料費 | |
| もじゃこB | 1,000 円/kg |

(4) 養成カタチイワシのかつお餌料としての適正評価

9月13日、大月町古満目にて、遠洋かつお釣漁船に養成カタチイワシの積込みを行った。積み込み作業はバケツリレー方式で行った。積み込み数量は約 8,000 尾、平均サイズは全長 89.0mm、体重 5.6g であった。

供試魚の外観については、積み込み後に訪れた天然カタチイワシ漁場の餌業者から、良い餌であるとの評価を得た。

船上における飼育試験については、操業開始前までの 6 日間の生残率は、天然活餌 80% に対して 67.5% とやや低かったが、大量死等の発生はなかった。

漁獲試験では、天然活餌と遜色なく利用可能であることが確認できた。

また、冬季試験において、平均全長 74mm のカタチイワシ約 50,000 尾を養成し、かつお釣漁業の餌料としての適性評価に提供できる状態であったが、調査船の運航と時期が合わなかったため、適性評価に係る試験は行わなかった。民間かつお漁船における試験については、船上での飼育状況や釣獲状況に関するアンケートへの回答を条件に養成カタチイワシを提供する計画としていたが、適当な船が見当たらなかったため、実施は見合わせた。

(5) 親魚養成試験

2月10日から3月16日までの養成試験の結果を表 11 に示した。養成試験開始当初は、1日3回の飽食給餌としていたが、死魚の中に胃袋が飼料で充満し、腹が裂けている個体があったため、2月26日より給餌量を制限(4.0~5.1kg/日を3.0kg/日に減量)した。

34日間で全長は平均 8.4mm、体重は平均 2.57g 増加し、3月末時点で2万尾以上の親魚候補を確保できた。

表 11 親魚養成試験結果概要

| | (第6回) | 栄喜地先 | 古満目地先 | | |
|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| | 1月24日 採捕時 | 2月10日 陸送時 | 2月21日 網替え時 | 3月3日 網替え時 | 3月16日 網替え時 |
| 計測尾数 | 200 | 200 | 133 | 132 | 74 |
| 平均全長(mm) | 61.1 | 67.5 | 72.8 | 79.5 | 85.9 |
| 平均体重(g) | 1.21 | 1.65 | 2.46 | 3.42 | 4.22 |
| 平均肥満度(CF) | 5.04 | 5.18 | 6.12 | 6.60 | 6.49 |
| 生残尾数 | 約160千尾 | 約45千尾 | 約27千尾 | 約26千尾 | 約26千尾 |

※肥満度(CF)=BW(g)÷TL(mm)³×10⁶

(6) 考察

1) 採捕試験

すくも湾漁協の水揚データに基づくと、採捕の適期は春季から夏季であると考えられたが、この時期は小型カマスの混入が多く、天然種苗の確保には適さない可能性が示唆された。また、この時期は養成漁場の水温上昇が著しく、養成においても供試魚への負担が大きいと考えられる。

秋季には、キビナゴの混入が増加し、場合によってはカタクチイワシよりも多くなるが、(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究センター伯方島庁舎における継続実験において、低水温によりキビナゴの活性が低下し、やがて死滅することが明らかとなり、冬季にはキビナゴの自然淘汰による除去が可能かもしれない。

冬季は、水揚データをみる限りはカタクチイワシの漁獲が期待できなかったが、今回の試験では、1月下旬に平均全長60mmを超えるカタクチイワシを漁獲することができた。この結果は、以下の3点が要因であると思われる。

ア) 北西の季節風にさらされる宿毛湾では、冬季は海況条件の悪い日が多く、出漁日数が少ないため、季節的に水揚量が少ない。

イ) 小型まき網の漁獲物は、主に加工業者が落札するため、水揚量がある程度集まらないと取引単価が極端に低くなる。そのため、小型まき網漁業者は、複数の船の水揚が見込めない場合は、市場に水揚せずに自家加工(釜揚げちりめん)を行う場合が多い。

ウ) どろは、しらさと比較して単価が低いため、積極的に狙わない。

以上より、平成25年度の結果のみで明言はできないが、活餌用の天然種苗を確保する程度の漁獲であれば、水揚の少ない冬季にも確保できる可能性がある。また、高水温は供試魚に対する負担が大きく、除去が困難なサイズのカマスが大量に混入することからも、夏季(7~9月)は採捕に適していない。

採捕技術に関しては、付図1に示すように、まき網操業による漁獲から移送生簀への移し替えまでの作業を、火光を活用しておおむね支障無く行うことが可能であった。第6回操業では、1回の操業でどろサイズのカタクチイワシを主体に約200kg漁獲し、移送生簀への移し替え及び移送も円滑に行えたこと等、本事業で開発された火光を活用した採捕技術は、実用化レベルに達していると考えられる。火光利用技術については、カタクチイワシは発育段階別に好む色が異なること等の知見が得られつつあることから、調色可能なLED投光器の利用等、更なる効率化に取り組む必要がある。

2) 海上移送試験

海上移送技術に関しても、付図1に示すように、火光を利用してまき網から移送生簀及び移送生簀から養成生簀への作業を行い、最終的に養成原魚として利用できたことから、以下に示す課題はあるものの、実用に耐えうる技術であると考えられる。

本試験における課題は、ア) 小型まき網から移送生簀への移し替えの効率化、イ) 移送中の死亡の低減、ウ) 移送生簀から養成生簀への移し替え時の供試魚に対する負担の軽減、である。

ア) 小型まき網から移送生簀への移し替えの効率化

移し替え作業を行うに当たり、小型まき網を直径4m程度まで絞る必要があるが、この際に潮流が早いと、漁網が吹き上げられて容積が小さくなり、供試魚に擦れを生じさせてしまう。このことから、潮流の状況を勘案した操業計画を立てることが必要である。

イ) 移送中の死亡の低減

移送中に生じる死亡の主な要因は、(ア) 移し替え時の擦れ、(イ) 移送中の擦れ、及び(ウ) 高水温による負担、であると考えられる。

(ア) 移し替え時の擦れの軽減

潮流を考慮した操業、小型まき網の吹き上がり防止等、ア) の記載のとおり。網絞りから移し替えに至る工程での擦れ軽減策を検討する必要がある。

(イ) 移送中の擦れの低減

曳航生簀は姿勢制御が困難かつ危険であり、使用は不適。

押網の改良(8角形生簀と吹かれ防止枠の利用)と航行速度試験を行い、移送時の生簀容量を確保し、生残率の向上を図る必要がある。

平成25年度は、航行速度をGPS記録に基づく対地速度で算出したが、潮流の影響でほとんど前進できない時間帯もあり、潮汐流を考慮した移送や、潮流計を利用した対水速度の算出が必要と考えられる。

なお、水中灯を利用することにより、夜間移送中の網擦れを軽減することができる。

(ウ) 高水温による負担の軽減

水温の高い時期(夏季)に採捕及び移送を行わない。

ウ) 移送生簀から養成生簀への移し替え

移送生簀から養成生簀への移し替え時にも、擦れが発生しやすい。特に、第6回試験で使用した「吹かれ防止枠」の取り扱いが難しく、擦れを生じさせた。吹かれ防止枠の改良及び作業手順の検討が必要である。

3) 養成試験

ア) 養成に用いる施設

養成に用いる目合が大きい(110 経)と、全長40mm程度の小型個体が逃避する。一方、小さすぎると潮流の影響による吹かれが大きくなり、また汚れの付着が早く、網交換の頻度が高くなる。したがって、養成開始時の生簀網の目合は140~160 経が適していると思われる。

表層付近の水温は変動が大きく、ある程度の水深が必要であるが、生簀網の深さが深すぎると、死魚の回収が困難である。したがって、水深は6m程度が妥当である。

正方形の生簀では、養成魚が隅に集まる傾向があり、擦れや網地に下顎が引っ掛かることに起因する顎外れ等の外傷を誘発しやすい。したがって、形状は正8角形が適している。

イ) 養成環境

宿毛湾では、夏季(7~8月)の表層水温が30℃を越える日があり、過酷な環境であると考えられ、避けるべきと考えられる。

ウ) 給餌と成長

養成開始直後は、水面に浮かんだ餌料に対する反応は鈍く、あらかじめ吸水させる等、沈みやすくする工夫が必要であった。一方で、餌付けが完了すると、水面で活発に摂餌することから、餌付け時は沈降しやすい餌を、養成時は沈降しにくい餌を使用すると良い。

無給餌でも成長することが確認できたが、週一給餌及び無給餌では肥満度が低く、毎日ないし隔日の給餌が必要であると考えられる。

エ) 低コスト飼料の利用検討

低コスト餌料に関しては、モジャコ B と比べて嗜好性に差は無いと思われたが、沈降が速いため、食べ残しが生じており、給餌の際に注意が必要と考えられる。また、採捕試験におけるカマスやキビナゴなどの大量混入が、低コスト餌料による飼育試験実施の妨げの大きな要因となったことから、実施時期及び方法等、対策を検討する必要がある。

4) 陸上移送試験

陸上移送試験の結果を表 12 に示した。移送後一週間の死亡率は、高い場合で 30%を超え、積み込み及び荷降ろしが大きな負担となっていることが分かる。水温が高い時期と、途中で積み替えを行った冬季の死亡率が特に高く、今後の検討課題である。

表 12 陸上移送試験結果概要

| 陸上移送試験 | | 移送尾数 | 移送後一週間死魚尾数 | 割合(%) |
|--------|--------|--------|------------|-------|
| 夏季試験1 | 7月23日 | 26,000 | 3,900 | 15.0% |
| 夏季試験2 | 8月30日 | 4,000 | 1,200 | 30.0% |
| 秋季試験 | 11月27日 | 600 | 80 | 13.3% |
| 冬季試験 | 2月10日 | 45,000 | 17,000 | 37.8% |

5) 養成コスト

ア) 人件費

人件費は、養成に用いる生簀単位で必要となることから、1 生簀当たりの収容尾数を増やすことと、養成日数を短縮することが、経費の削減に最も効果が高いと考えられた。

イ) 餌料費

より安価な餌料を用いることにより、コストの削減が可能である。

6) 養成カタクチイワシのかつお餌料としての適正評価

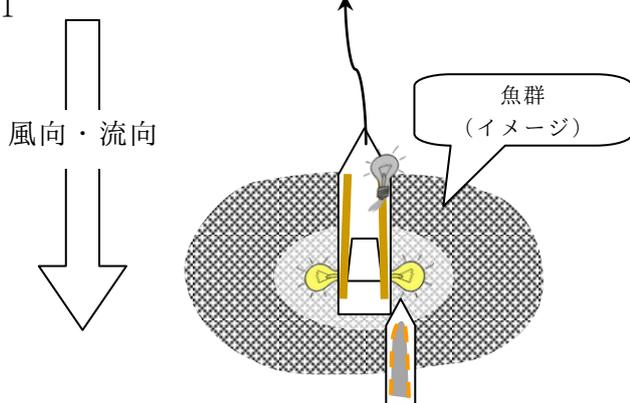
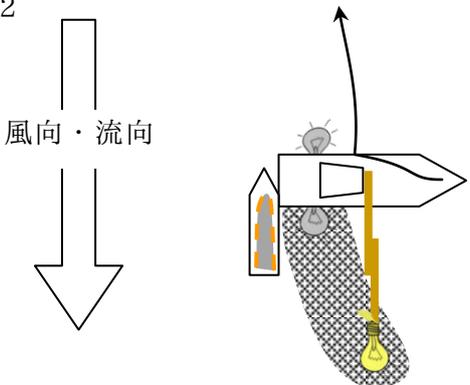
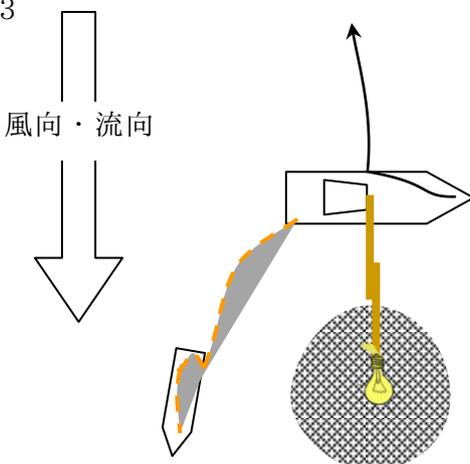
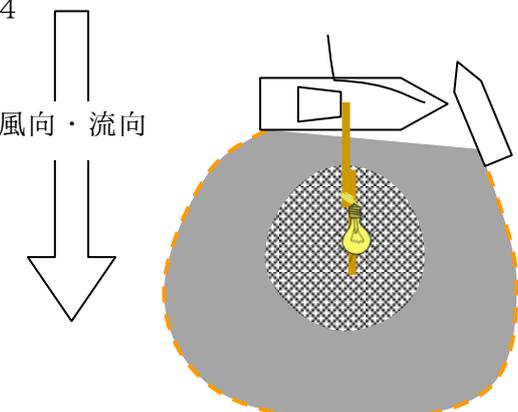
養成カタクチイワシは天然カタクチイワシと同等に利用できる可能性が示された。今後は、こうした実証データの蓄積を図る必要がある。

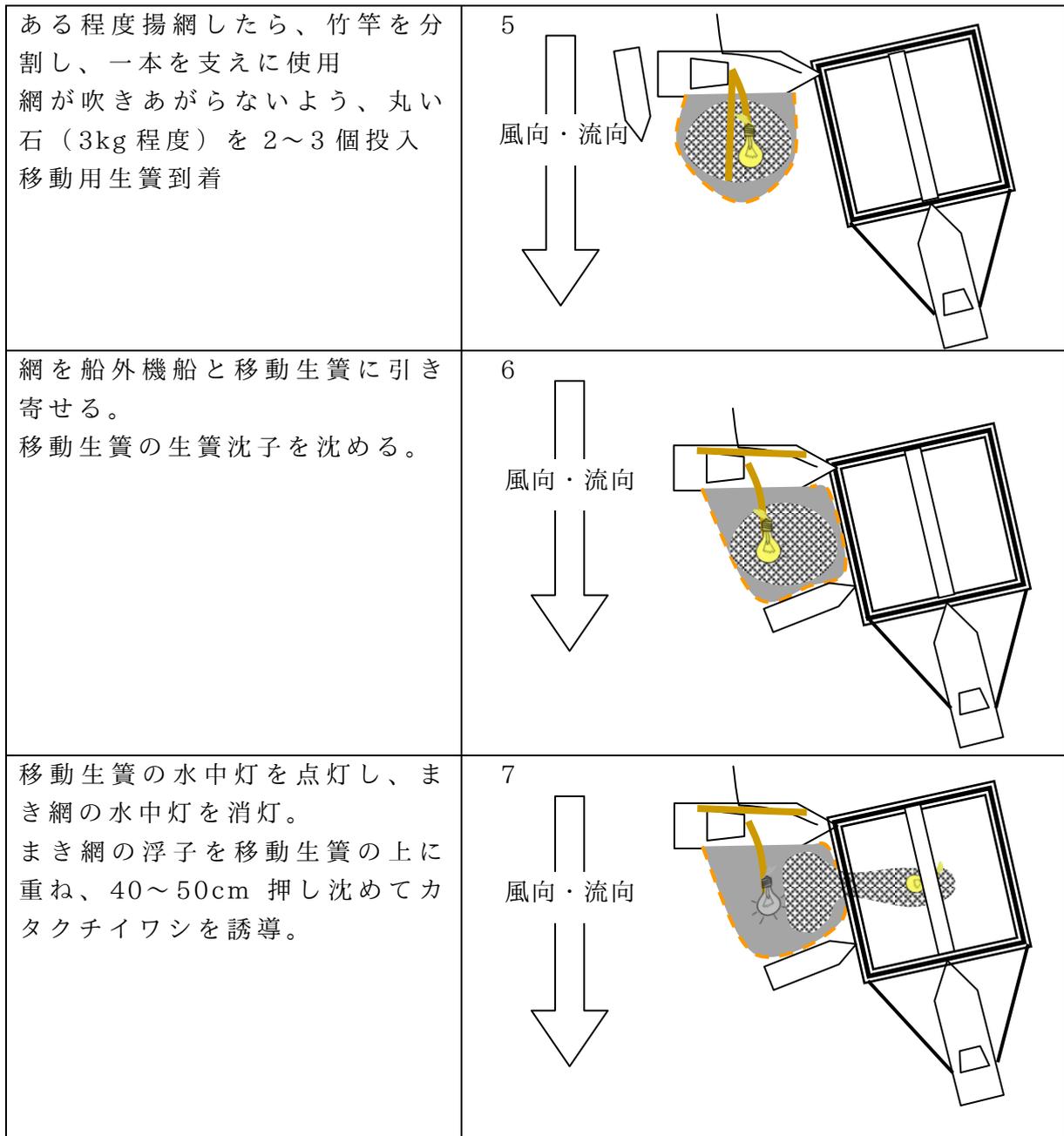
7) 親魚養成試験

本取り組みでは、養成期間 34 日間で全長は平均 8.4mm、体重は平均 2.57g それぞれ増加したことから、設定した育成条件はおおむね妥当であったと考えられる。ただし、1 日 3 回の飽食給餌では、飼料を食べ過ぎて死亡する個体が確認されたことから、一定量を数回に分けて給餌する必要がある。一般にカタクチイワシの産卵可能サイズは全長 100mm 程度から始まる。本取り組みの養成魚は平均全長約 86mm で、産卵サイズには至らなかったが、現在の成長状態のまま推移すれば、5 月頃には産卵可能サイズまで成長するものと考えられる。今後は、水産総合研究センターが開発した技術を活用して、カタクチイワシ幼稚魚を原魚として、親魚養成から採卵種苗生産に至る大量生産技術について実証する必要がある。

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>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> |



付表 2 試験操業実績一覧

| 操業詳細 | 試験操業実施日 | | 出港時刻 | 漁場到着時刻 | 集魚時間(分) | 投網時刻 | 海上移送 | | 移送施設 | 海上移送 | | 採捕数量(目測kg) | 採捕カタクチイワシ | |
|----------|---------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|------|-----------|--------|-------|------------|-----------|-------|
| | 自 | 至 | | | | | 自 | 至 | | 航跡(km) | 時間(分) | | 全長(mm) | 体重(g) |
| 春季試験 第1回 | 6/28 | 6/28 | 0:00 | 0:16 | 99 | 1:55 | 2:40 | 6:14 | マダイ稚魚用 | 2.97 | 214 | 100 | 37.5 | 0.26 |
| 夏季試験 第2回 | 8/7 | 8/8 | 21:52 | 22:07 | 80 | 23:27 | 0:08 | 4:15 | マダイ稚魚用+曳航 | 2.46 | 247 | 50 | 50.6 | 0.76 |
| 夏季試験 第3回 | 8/19 | 8/20 | 22:05 | 22:26 | 61 | 23:27 | 0:15 | 2:15 | マダイ稚魚用 | 1.60 | 120 | 80 | 40.4 | 0.37 |
| 秋季試験 第4回 | 10/29 | 10/30 | 22:00 | 22:24 | 136 | 0:40 | 1:35 | 2:32 | マダイ稚魚用 | 0.61 | 57 | 50 | 46.8 | 0.53 |
| 秋季試験 第5回 | 10/30 | 10/31 | 21:50 | 22:19 | 131 | 0:30 | 1:10 | 2:07 | マダイ稚魚用 | 0.70 | 57 | 60 | | |
| 冬季試験 第6回 | 1/23 | 1/24 | 21:55 | 22:20 | 65 | 23:25 | 0:00 | 0:15 | 8角形+枠 | 0.10 | 15 | 200 | 61.1 | 1.21 |
| 冬季試験 第7回 | 2/20 | 2/21 | 22:00 | 22:22 | 53 | 23:15 | 23:48 | 0:17 | 8角形 | 0.26 | 29 | 80 | 64.5 | 1.43 |
| 冬季試験 第8回 | 3/11 | 3/12 | 21:54 | 22:57 | 66 | 0:03 | 0:45 | 1:20 | 8角形 | 0.34 | 35 | 40 | 64.3 | 1.58 |

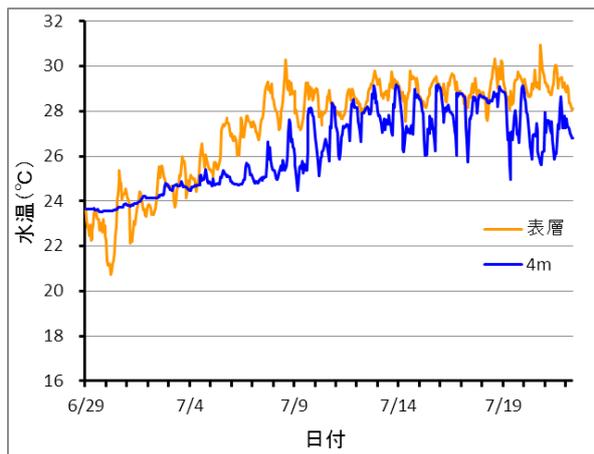
付表3 養成試験実績一覧

| 養成試験詳細 | 移送数量 (目測kg) | 養成開始時 | | | 養成 | | | 養成終了時 | | | 古満目養成 | | 養成終了時 | | |
|------------|----------------|------------|------------|-----------|-------|----|--------|--------|------------|-----------|-------|--------|--------|------------|-----------|
| | | 尾数 (目測) | 全長 (mm) | 体重 (g) | 開始日 | 日数 | 終了日 | 尾数 | 全長 (mm) | 体重 (g) | 日数 | 終了日 | 尾数 | 全長 (mm) | 体重 (g) |
| 夏季試験1 第1回 | 70 | 170,000 | 43.2 | 0.41 | 7/1 | 23 | 7/23 | 26,000 | 60.3 | 1.42 | 53 | 9/13 | 8,000 | 89.0 | 5.59 |
| 夏季試験2 第2回 | 30 | 36,000 | | | 8/9 | 22 | 8/30 | 4,000 | 56.2 | 1.18 | 15 | 9/13 | 2,000 | 68.0 | 2.10 |
| 夏季試験2 第3回 | 40 | 48,000 | 50.8 | 0.82 | 8/20 | 11 | 8/30 | | | | | | | | |
| 秋季試験 第4回 | 10 | 19,000 | | | 10/30 | 29 | 11/27 | 3,000 | 63.0 | 1.53 | | | | | |
| 秋季試験 第5回 | 15 | 28,000 | 46.8 | 0.53 | 10/31 | 28 | 11/27 | | | | | | | | |
| 冬季試験 第6回 | 160 | 160,000 | 59.2 | 0.95 | 1/24 | 18 | 2/10 | 55,000 | 67.5 | 1.65 | 35 | (3/16) | 26,000 | 85.9 | 4.22 |
| (養成継続) 第7回 | 80 | 56,000 | 62.8 | 1.18 | 2/28 | 18 | (3/17) | | | | | | | | |
| 第8回 | 40 | 25,000 | 65.6 | 1.66 | 3/14 | 4 | (3/17) | | | | | | | | |

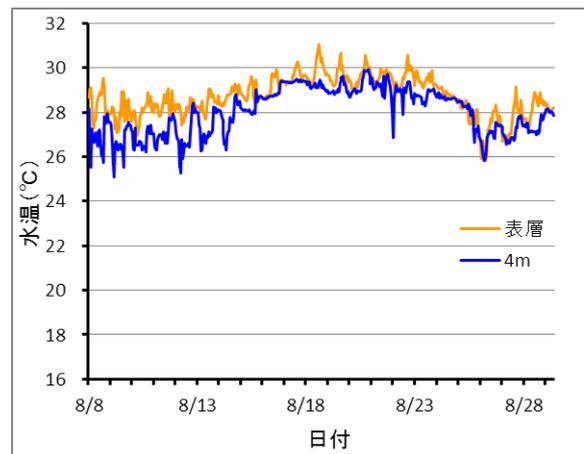
付表4 養成漁場の水温概要

単位: °C

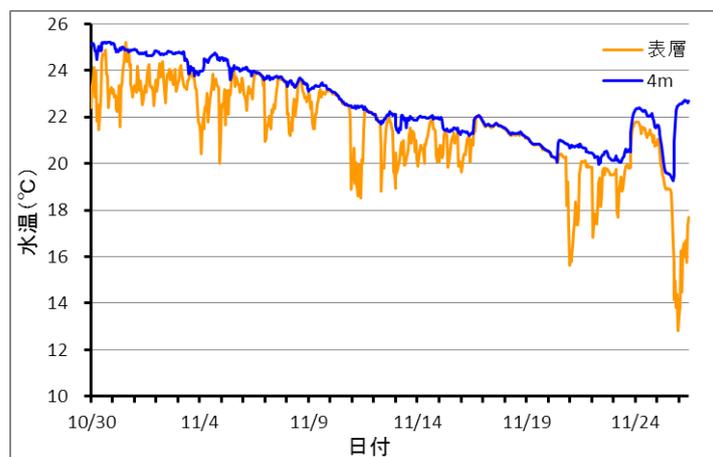
| 栄喜地先 一切田漁場 | | 夏季1 | 夏季2 | 秋季 | 冬季 |
|------------|----|------|------|------|------|
| 表層 | 最高 | 31.0 | 31.0 | 25.2 | 22.1 |
| | 最低 | 20.7 | 25.8 | 12.8 | 10.5 |
| | 平均 | 27.3 | 28.7 | 21.5 | 16.6 |
| 4m | 最高 | 29.2 | 29.9 | 25.2 | 20.0 |
| | 最低 | 23.5 | 25.1 | 19.3 | 16.7 |
| | 平均 | 26.2 | 28.0 | 22.6 | 18.6 |



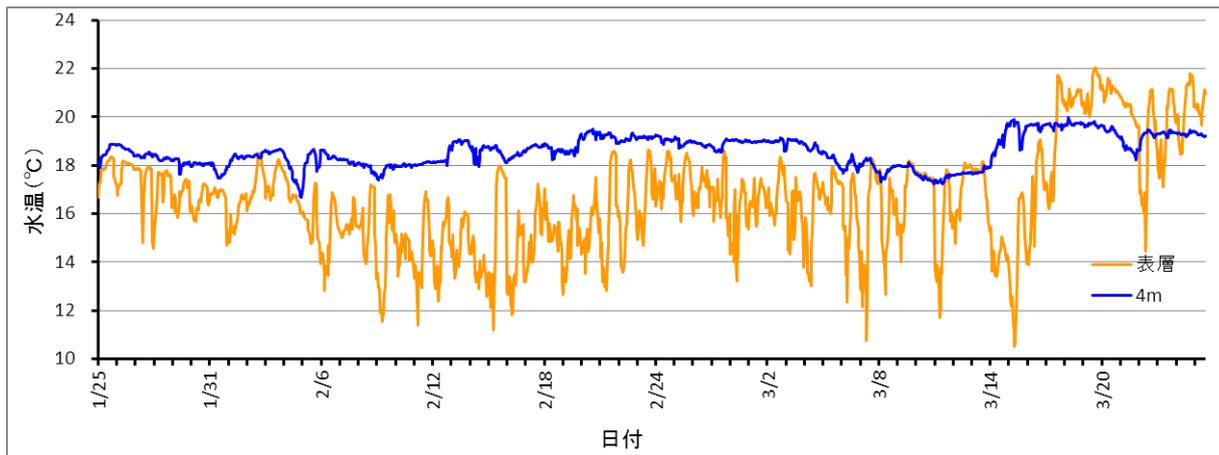
付図1 養成漁場（栄喜、夏季試験1）水温



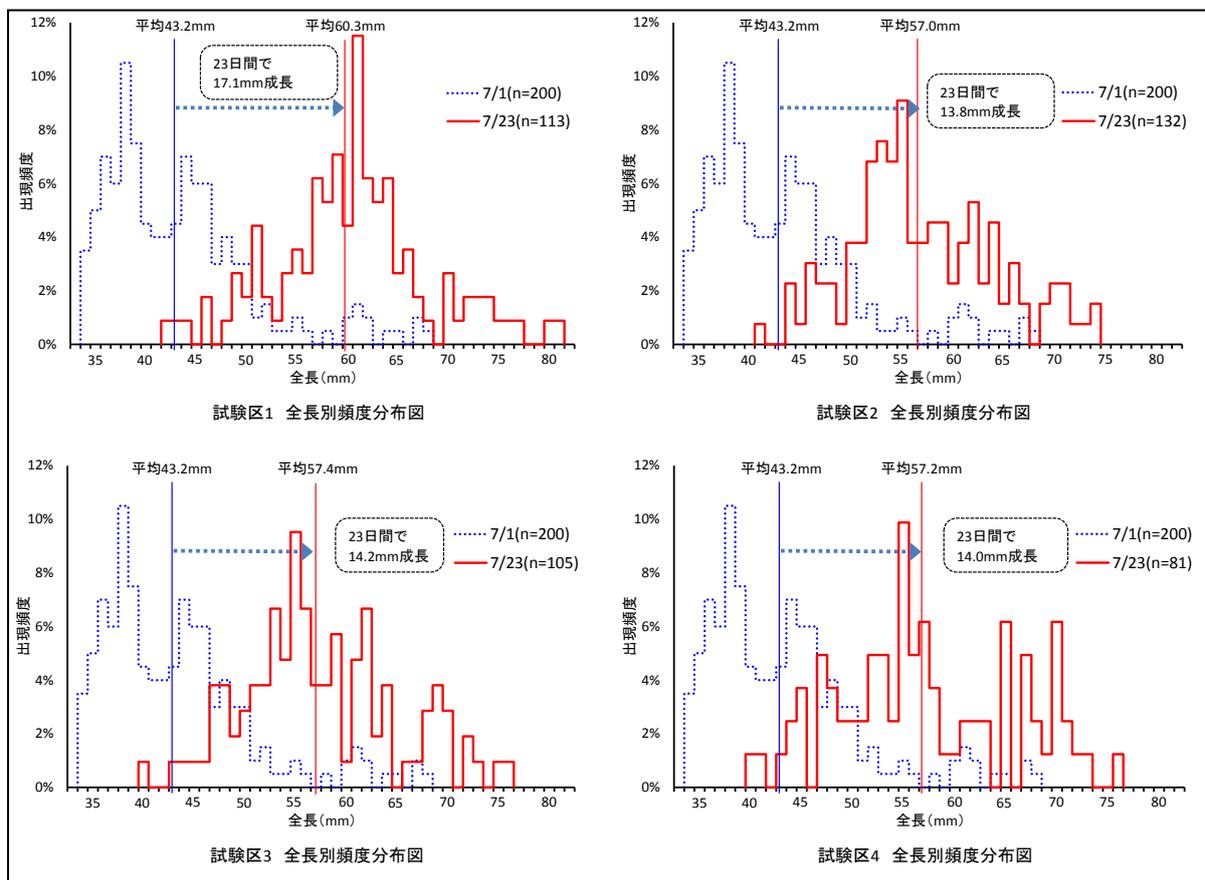
付図2 養成漁場（栄喜、夏季試験2）水温



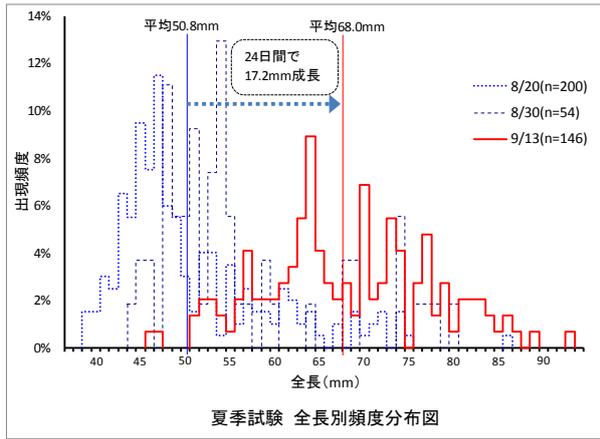
付図3 養成漁場（栄喜、秋季試験）水温



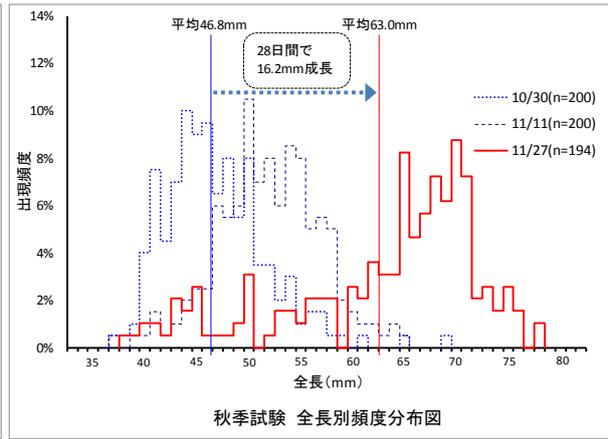
付図4 養成漁場（栄喜、冬季試験）水温



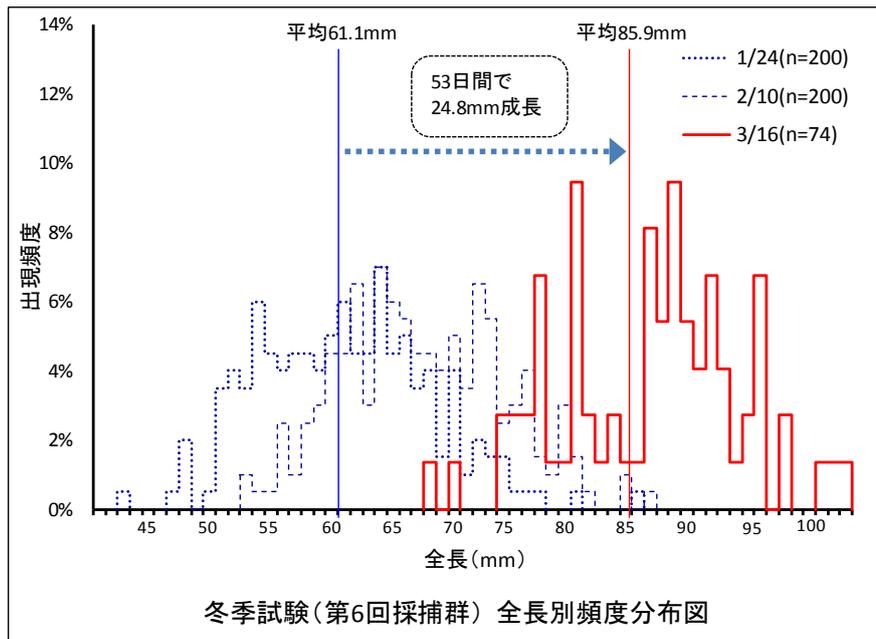
付図5 春季試験 試験区別全長頻度分布



付図6 夏季試験 全長頻度分布



付図7 秋季試験 全長頻度分布



付図8 冬季試験 全長頻度分布

付表 5 漁場環境測定結果（夏季養成試験 1）

| 項目 | 日付 | 7/1 | 7/3 | 7/5 | 7/6 | 7/8 | 7/9 | 7/10 | 7/12 | 7/16 | 7/18 |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 水深 | | | | | | | | | | |
| 水温 (°C) | 0m | 22.5 | 24.3 | 25.1 | 25.9 | 27.2 | 28.7 | 27.4 | 27.6 | 28.2 | 28.2 |
| | 2m | 23.2 | 23.8 | 24.4 | 25.1 | 24.8 | 26.6 | 25.8 | 27.0 | 26.6 | 27.5 |
| | 5m | 23.1 | 23.7 | 24.2 | 24.3 | 24.4 | 24.8 | 24.3 | 26.4 | 25.8 | 27.1 |
| | 10m | 23.1 | 23.7 | 24.0 | 24.0 | 24.1 | 24.2 | 23.9 | 25.1 | 24.3 | 25.5 |
| | 15m | 23.1 | 23.6 | 23.9 | 23.9 | 23.9 | 23.6 | 23.3 | 23.8 | 23.4 | 23.9 |
| | 20m | 23.1 | 23.6 | 23.6 | 23.8 | 23.5 | 22.8 | 22.6 | 22.9 | 21.9 | 23.0 |
| 塩分濃度 (‰) | 0m | 12.1 | 26.7 | 26.2 | 28.4 | 27.1 | 28.1 | 30.3 | 31.2 | 32.5 | 31.2 |
| | 2m | 33.6 | 32.9 | 32.7 | 31.2 | 32.8 | 31.4 | 32.8 | 32.1 | 33.2 | 32.4 |
| | 5m | 33.6 | 33.1 | 33.1 | 33.1 | 33.1 | 33.1 | 33.4 | 33.3 | 33.5 | 32.5 |
| | 10m | 33.6 | 33.2 | 33.3 | 33.2 | 33.2 | 33.2 | 33.5 | 33.3 | 33.6 | 32.8 |
| | 15m | 33.6 | 33.2 | 33.3 | 33.3 | 33.2 | 33.3 | 33.6 | 33.4 | 33.6 | 33.0 |
| | 20m | 33.7 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 33.5 | 33.8 | 33.5 | 33.8 | 33.1 |
| 溶存酸素 (mg/l) | 0m | 7.12 | 6.12 | 6.36 | 6.22 | 7.20 | 6.15 | 5.88 | 7.43 | 7.26 | 6.85 |
| | 2m | 6.83 | 6.06 | 5.94 | 6.16 | 6.31 | 5.84 | 5.80 | 7.28 | 7.31 | 7.16 |
| | 5m | 6.42 | 6.09 | 6.07 | 6.36 | 6.53 | 5.99 | 6.08 | 7.31 | 7.41 | 7.17 |
| | 10m | 6.42 | 6.05 | 6.33 | 6.42 | 6.46 | 5.69 | 6.05 | 7.21 | 7.16 | 7.00 |
| | 15m | 6.43 | 6.11 | 6.44 | 6.32 | 6.05 | 5.52 | 5.82 | 6.59 | 6.43 | 6.69 |
| | 20m | 6.41 | 5.95 | 5.87 | 5.53 | 5.11 | 5.24 | 5.50 | 5.80 | 5.71 | 6.09 |

付表 6 漁場環境測定結果（夏季養成試験 2）

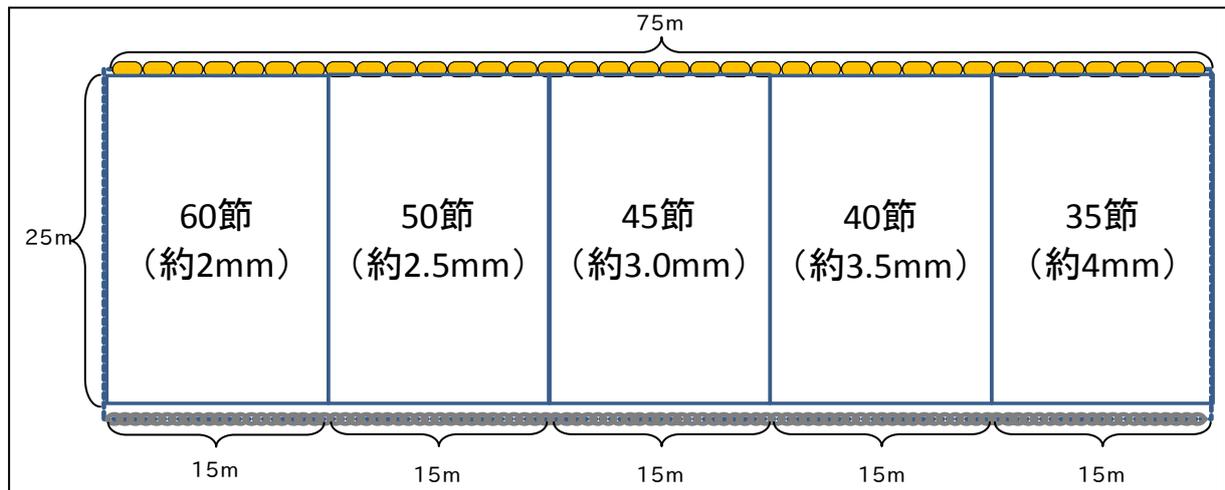
| 項目 | 日付 | 8/22 | 8/23 | 8/26 | 8/28 |
|----------------|-----|------|------|------|------|
| | 水深 | | | | |
| 水温 (°C) | 0m | 29.2 | 28.7 | 27.5 | 26.8 |
| | 2m | 28.6 | 28.4 | 27.8 | 26.4 |
| | 5m | 28.4 | 27.8 | 27.3 | 26.1 |
| | 10m | 23.8 | 24.5 | 25.3 | 24.8 |
| | 15m | 21.2 | 23.6 | 24.5 | 23.9 |
| | 20m | 21.0 | 22.8 | 23.6 | 23.0 |
| 塩分濃度 (‰) | 0m | 33.3 | 33.2 | 32.2 | 32.9 |
| | 2m | 33.4 | 33.4 | 33.4 | 33.2 |
| | 5m | 33.3 | 33.5 | 33.5 | 33.4 |
| | 10m | 33.3 | 33.5 | 33.5 | 33.7 |
| | 15m | 33.7 | 33.7 | 33.6 | 33.7 |
| | 20m | 33.8 | 33.7 | 33.6 | 33.5 |
| 溶存酸素 (mg/l) | 0m | 7.22 | 6.46 | 6.04 | 6.42 |
| | 2m | 7.29 | 6.40 | 6.14 | 6.31 |
| | 5m | 6.55 | 6.39 | 6.19 | 6.27 |
| | 10m | 5.90 | 6.19 | 6.08 | 6.04 |
| | 15m | 6.07 | 6.06 | 5.99 | 5.86 |
| | 20m | 6.62 | 5.91 | 5.80 | 5.64 |

付表 7 漁場環境測定結果（秋季養成試験 1）

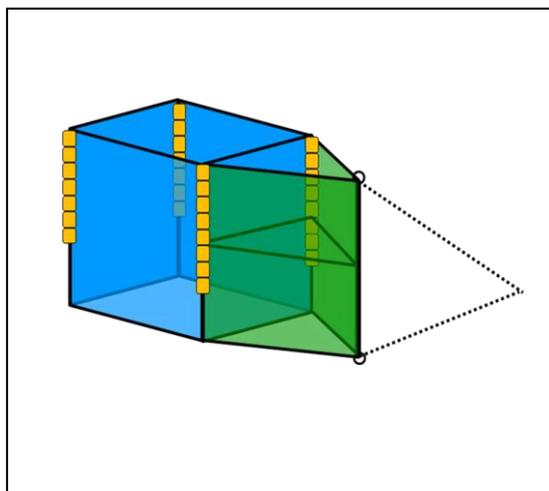
| 項目 | 日付 | 11/1 | 11/6 | 11/11 |
|----------------|-----|------|------|-------|
| | 水深 | | | |
| 水温 (°C) | 0m | 23.7 | 22.5 | 22.0 |
| | 2m | 24.1 | 23.1 | 22.1 |
| | 5m | 24.1 | 23.2 | 22.2 |
| | 10m | 24.0 | 23.3 | 22.2 |
| | 15m | 23.9 | 23.3 | 22.2 |
| | 20m | 23.9 | 23.3 | 22.2 |
| 塩分濃度 (‰) | 0m | 31.4 | 32.6 | 33.5 |
| | 2m | 33.2 | 33.0 | 33.5 |
| | 5m | 33.3 | 33.1 | 33.5 |
| | 10m | 33.3 | 33.3 | 33.5 |
| | 15m | 33.3 | 33.4 | 33.5 |
| | 20m | 33.4 | 33.4 | 33.5 |
| 溶存酸素 (mg/l) | 0m | 7.38 | 6.95 | 6.79 |
| | 2m | 6.71 | 6.55 | 6.51 |
| | 5m | 6.09 | 6.29 | 6.48 |
| | 10m | 5.75 | 6.16 | 6.43 |
| | 15m | 5.80 | 6.32 | 6.41 |
| | 20m | 5.73 | 6.55 | 6.43 |

付表 8 漁場環境測定結果（冬季養成試験）

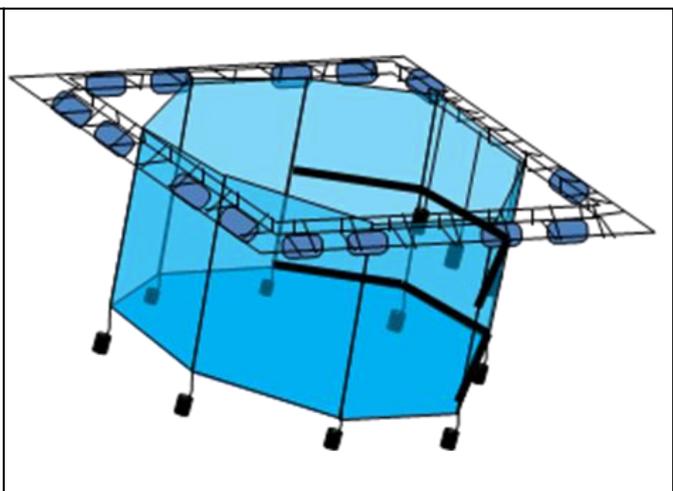
| 項目 | 日付 | 1/24 | 1/28 | 1/31 | 2/3 | 2/19 (近傍漁場) | 2/21 | 3/5 (近傍漁場) | 3/19 (近傍漁場) |
|----------------|-----|------|------|------|------|----------------|------|---------------|----------------|
| | 水深 | | | | | | | | |
| 水温 (°C) | 0m | 16.7 | 16.3 | 16.0 | 17.8 | 15.3 | 17.6 | 16.9 | 17.5 |
| | 2m | 16.6 | 16.7 | 16.1 | | | 17.9 | | |
| | 5m | 16.5 | 16.8 | 16.3 | 17.5 | 17.1 | 18.1 | 17.7 | 18.5 |
| | 10m | 16.5 | 16.8 | 16.7 | 17.5 | 17.3 | 18.2 | 17.3 | 18.3 |
| | 15m | 16.6 | 16.9 | 16.9 | 17.3 | | 18.2 | | |
| | 20m | 16.6 | 16.9 | 16.9 | 17.2 | | 18.2 | | |
| 塩分濃度 (‰) | 0m | 33.8 | 33.7 | 33.0 | 32.9 | 31.5 | 33.4 | 28.6 | 25.0 |
| | 2m | 33.8 | 33.6 | 33.1 | | | 33.7 | | |
| | 5m | 33.7 | 33.6 | 33.3 | 33.7 | 34.2 | 33.9 | 34.0 | 33.9 |
| | 10m | 33.8 | 33.6 | 33.7 | 33.8 | 34.0 | 33.9 | 34.0 | 34.0 |
| | 15m | 33.8 | 33.6 | 33.8 | 33.8 | | 34.0 | | |
| | 20m | 33.8 | 33.6 | 33.8 | 33.8 | | 34.0 | | |
| 溶存酸素 (mg/l) | 0m | 7.64 | 7.81 | 7.57 | 8.56 | 7.21 | 7.10 | 8.70 | 7.30 |
| | 2m | 7.40 | 7.06 | 7.53 | | | 7.01 | | |
| | 5m | 7.24 | 6.93 | 7.55 | 8.40 | 6.79 | 7.17 | 7.83 | 7.09 |
| | 10m | 7.04 | 6.82 | 7.30 | 8.41 | 6.67 | 7.21 | 7.10 | 6.76 |
| | 15m | 6.99 | 6.74 | 7.13 | 8.14 | | 7.22 | | |
| | 20m | 6.96 | 6.64 | 7.14 | 7.78 | | 7.17 | | |



付図 9 小型まき網漁網模式図（長さは概数）



付図 10 曳航生簀模式図



付図 11 八角形押網（吹かれ防止柵あり）模式図