

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

1 事業実施期間

平成 25 年 4 月 1 日から平成 28 年 3 月 31 日まで

2 試験実施担当者

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（担当年度）	試験内容
水産試験場 漁業資源課	主任研究員 稲葉 太郎 (H25-27)	採捕
同 漁業資源課	チーフ 柳川 晋一 (H25、26)	海上移送
同 増養殖環境課	チーフ 渡辺 貢 (H25-27)	養成
宿毛漁業指導所	所長 織田 純生 (H25、26)	出荷
	浜渦 敬三 (H27)	
	水産業普及指導員 占部 敦 (H25、26)	
	齋田 尚希 (H27)	
(株) 山崎技研水産事業部	藤野 光太郎 (H25)	親魚養成
	坂本 志奈子 (H26、27)	種苗生産
	平岡 真 (H27)	出荷

3 背景及び目的

まき網や定置網で漁獲されるカタクチイワシは、かつお釣漁業の撒き餌として不可欠であるが、荒天や不漁により供給量が不足した場合には漁業者が自ら複数の餌場を回って調達しなければならず、出漁に支障をきたすことから、供給の安定化が求められている。そこで、本事業では、餌料用カタクチイワシの安定的な供給体制の構築を目的として、カタクチイワシ天然幼稚魚の養成技術、および人工種苗生産技術を確立するとともに餌料供給基地への技術移転を試みた。

なお、本事業では、天然のカタクチイワシ幼稚魚を養成して生産した活餌を「養成活餌」、人工種苗を幼稚魚から養成して生産した活餌を「養殖活餌」と定義する。

4 方法

本事業は、高知県宿毛湾海域で実施した（図1）。



図1 宿毛湾全域図

(1) カタクチイワシ幼稚魚の採捕技術の開発

1) 採捕試験

養成飼育に適した天然種苗の採捕時期と蓄養生簀への移し替え方法を検討した。採捕は、すくも湾漁協所属の小型まき網漁船を用船して火光利用小型まき網（以下、「小型まき網」）により行った。漁具は、浮子網（長約75m×網丈約25m、目合約4.0mm～2.0mm、身網約4.0mm～2.5mm、魚捕約2.0mm、付図1）を用いた。

採捕試験は表2に示した条件で行い、カタクチイワシを傷めずに小型まき網漁具から移送施設に移し替える方法を検討した。本試験では、特に移送時の網摺れの軽減を図るため、カタクチイワシの走光性を利用し、LED照明により誘導する移送方法を検討した（表3）。

表2 採捕試験実施日と移し替え条件一覧

年度	時期	試験回	出港日	終了日	移送施設	移替方法	使用灯火	混獲魚の分離	
平成25年度	春季	第1回	6/28	6/28	マダイ稚魚用生簀				
		第2回	8/7	8/8	マダイ稚魚用生簀+曳航				
		第3回	8/19	8/20					
	秋季	第4回	10/29	10/30	マダイ稚魚用生簀	小型まき網漁網を絞った後に移替	60W白熱電球	採捕時は実施せず (馴致後、網替時にたも網で実施)	
		第5回	10/30	10/31					
	冬季	第6回	1/23	1/24	8角形生簀+枠		7W LED2灯 (緑・赤)		
		第7回	2/20	2/21					
		第8回	3/11	3/12					
平成26年度	春季	第1回	5/29	5/30	8角形生簀 沈子垂下	小型まき網漁網を絞った後に移替	7W LED2灯 (緑・青)		移動生簀へ移し替え時に混獲魚分離網で実施
		第2回	6/19	6/20					
	夏季	第3回	7/17	7/18					
	冬季	第4回	1/20	1/21					
		第5回	2/23	2/24					
		第6回	3/2	3/3			7W LED1灯 (緑) 50W LED投光器1灯		
		第7回	3/16	3/17	8角形生簀 鎖沈子垂下				
平成27年度	春季	第1回	4/23	4/24	8角形生簀2連結 鎖沈子垂下	小型まき網漁網を絞りながら移替	50W LED投光器2灯	採捕時は実施せず (馴致後、網替時に混獲魚分離網で実施)	
		第2回	5/21	5/22					
	秋季	第3回	10/22	10/23					
	冬季	第4回	2/2	2/3					
		第5回	2/10	2/11					
		第6回	3/3	3/4					
		第7回	3/16	3/17					

表3 使用したLED灯具一覧

機器	仕様	消費電力	品番	販売元
LED電球	青	7W	LB1526B	株式会社ビームテック
	緑	7W	LB1526G	
	赤	7W	LB1526R	
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

小型まき網により採捕した天然種苗を、効率よく養成漁場へ海上移送する方法を検討した。

経費の抑制を図るため、既存の養殖用 9m 角鉄製生簀枠を使用し、採捕した種苗を生簀枠に設置した各生簀網（表2）に移し替え、養殖用作業船（FRP製 4.39 トン）で押航して移送した。

押航時に、種苗を収容した小割生簀の形状を維持するため、平成 27 年度の第 3 回試験以降は移送時に空の小割生簀を水よけとして前方に連結し、“吹かれ”による網容量の減少を防いだ（図2）。種苗を漁網から移動させる際には、生簀網の上部に灯火を点灯させて魚群を中央付近に集め、擦れの軽減を図った。

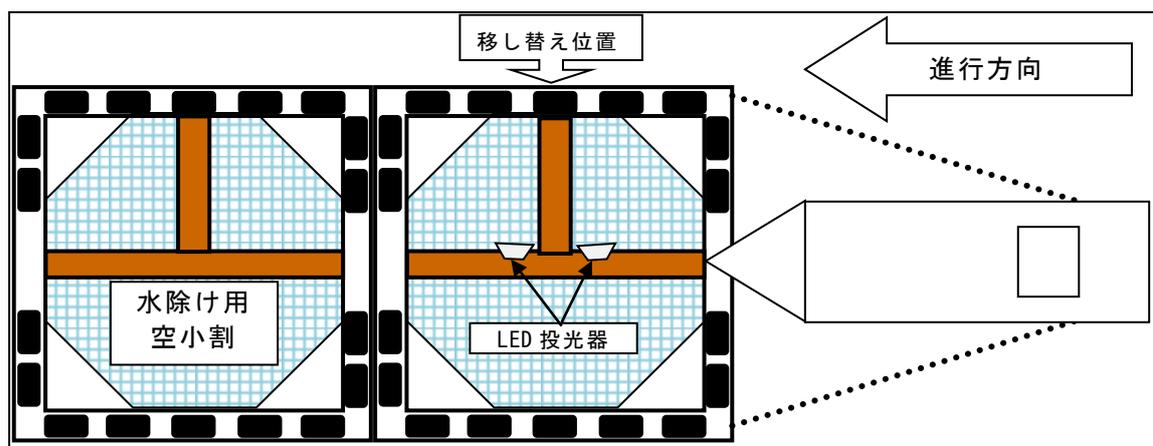


図2 海上移送試験模式図



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。採捕試験は、1統ないし2統の小型まき網漁船で実施した。

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) 養成及び養殖カタクチイワシの大量生産技術の開発

1) 養成試験

養成活餌の生残率の向上及びコストの削減に係る技術開発を目的とした養成試験を行った。

試験は、宿毛市小筑紫町栄喜地先の一切田漁場に敷設した小割生簀で実施した。生簀網には、マダイ稚魚育成用(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(縦横9m、深さ6m、目合160経:約3.0mm)を用い、9m角鋼製養殖生簀枠に取り付けた。給餌は1日1回、市販の配合飼料(日清丸紅飼料(株)製もじゃこB)を飽食量を与え、数日～1週間に1回の頻度で多項目型水質計(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)により漁場環境を測定した。

2) 養殖試験

養殖活餌の実用化を目的として、(独)水産総合研究センターの研究成果に基づきカタクチイワシの種苗生産技術の開発を行った。

平成26年度に株式会社山崎技研水産事業部古満目事業所(以下、古満目事業所という。)で実施した予備試験の結果に基づき、平成27年度に古満目事業所で親魚養成及び採卵を、株式会社山崎技研水産事業部浦ノ内養魚場(以下、浦ノ内養魚場という。)で種苗生産を実施した。

ア) 親魚養成及び採卵試験(平成27年度)

平成26年度に宿毛湾で漁獲したカタクチイワシを、50kL八角形コンクリート水槽1基

餌料用カタクチイワシの安定供給

に6千尾収容し、5月7日～8月4日までの90日間養成後、採卵に供した。飼育中の換水率は4回転/日に維持し、飼育開始から32日目までは自然水温で維持し、その後は19.2～28.1℃に加温して調温した。

飼育開始から23日目までは市販の配合飼料を手撒きで給餌し、その後は自動給餌に切り替えて1尾当たり0.1～0.3gを与えた。産出された浮上卵は、エアールフトによりゴースネットまたは70目のポリエチレンネットに採集した。

イ) 種苗生産試験

種苗生産は、浦ノ内養魚場の55kL長方形コンクリート水槽で行った。7月25日～7月29日の5日間分の卵46万粒を水槽1に、7月30日～8月2日及び8月4日の5日間分の卵33万粒を水槽2に収容して孵化させた。種苗生産期間中の水温は、水槽1で26.6～29.2℃、水槽2で26.8～29.6℃を維持し、換水率を成長に応じて0～6回転/日に増加させた。餌料系列は発育段階に応じてワムシ、アルテミア、冷凍コペポーダ、配合飼料の順に与え、餌の切り替え時には餌付きに要する期間を考慮して、次の餌料と重複させて与える期間を設けた。ワムシ及びアルテミアについては、投与時に市販の強化剤で栄養強化を行った。

ウ) 養殖活餌養成試験

種苗生産した稚魚を、活魚輸送船(19t型)で古満目事業所の海上小割生簀(8m角)に移送し、養成試験を行った。水槽1で生産した稚魚は9月2日～11月7日の67日間、水槽2で生産した稚魚は9月4日～11月2日の60日間養成した。給餌は、大雨による極端な塩分低下の時を除いて水槽1群で2～4回/日、水槽2群で2～6回/日の頻度で市販の配合飼料を飽食量投与した。網替えは、水槽1群で9～15日、水槽2群で9～11日の間隔で行った。

(3) 養成及び養殖コストの把握

1) 養成コストの把握

幼稚魚の採捕から出荷サイズに至るまでの天然活餌の生産コストを試算した。1尾当たりの生産経費には、採捕費用、飼育に係る人件費及び飼料費を含めた。

2) 養殖コストの把握

天然カタクチイワシの親魚養成から、種苗生産、沖出し後の海面養成、出荷に至るまでのコストを、それぞれの段階別に整理し、1尾当たりの生産経費を試算した。

(4) 養成・養殖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: 近海かつお一本釣り漁船(国立研究開発法人 水産研究・教育機構 開発調査センター用船: 第五萬漁丸 71t)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遠洋かつお一本釣り漁船(開発調査センター用船: 第三十一日光丸 499t)、近海かつお一本釣り漁船(第八日昇丸 119t)及び小型かつお一本釣り漁船(1号鶴丸 8.0t及び天保丸 7.8t)に提供し、アンケート調査を実施した。

養殖カタクチイワシ: 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 71t)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。

5 結果及び考察

(1) カタクチイワシ幼稚魚の採捕技術の開発

採捕及び海上移送試験結果の概要を付表2に示した。試験は、平成25年度に8回、平成26年度及び27年度にそれぞれ7回の、合計22回実施した。なお、試験操業は深夜に日をまたいで実施したため、便宜上出港翌日（着岸日）を操業日とした。

1回の試験での採捕数量は、最大500kg（平成27年度第1回及び第2回）、最少30kg（平成28年度第5回）であった。漁獲物には、カタクチイワシ以外の魚種の混獲が確認され、その割合（重量比）は最大87.1%（平成28年度第1回）、最小0%（平成26年度第1回）であった。混獲魚の月別種構成を図3に示した。マイワシの混獲は2月から4月、ウルメイワシの混獲は1月から5月、キビナゴの混獲は6月に多い傾向が認められた。4月に特に多くのマイワシの混獲があったが、これは平成27年度のマイワシ当歳魚の加入が多かったためであると考えられる。また11月及び12月は、キビナゴの漁獲が特に多くなる時期であり、直近の漁獲状況から、カタクチイワシの確保が困難であると判断し、試験を実施しなかった。

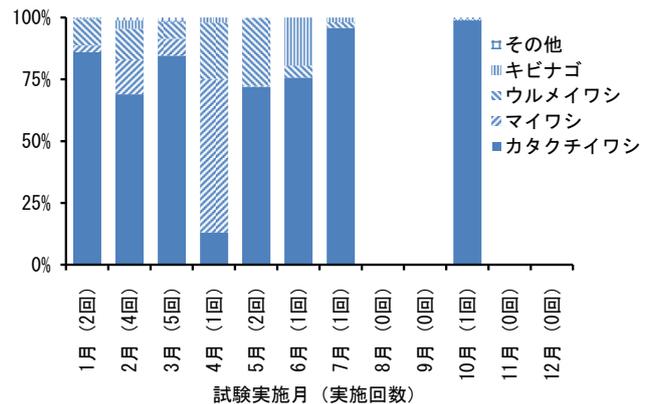


図3 月別混獲率

採捕・移送後の生残率（重量比）は、最大97.1%（平成25年度第7回）、最小40.5%（平成26年第4回）であった。最も生残率が低かった平成26年度第4回試験では、まき網漁網から移送用生簀への移し替え時に混獲魚分離網を使用した。採捕したカタクチイワシのサイズが大きかったため、混獲魚分離網による擦れが発生し、死魚が増加したと考えられた。

LED投光器を導入した平成26年度第6回試験以降、全ての試験で灯色を変更して行動を観察したが、サイズ分別は困難であった。小型まき網の漁網の中で混乱状態となった供試魚は、LED投光器の照射のみでは移送生簀への移動が遅く、擦れの発生が増加する恐れがあったため、小型まき網漁船の灯具も併用し、速やかに移し替えを完了できるよう努めた。



写真4 生簀の縁辺を周回するカタクチイワシ

移送中の生簀の中では、強い光に小型のカタクチイワシ、特にシラスの蟻集が顕著であり、シラスのみをたも網等で除去することは可能であると考えられた。

(2) カタクチイワシ幼稚魚養成及び養殖試験

1) 養成試験

養成試験の結果概要を付表3に示した。平均全長50mm以上のカタクチイワシの生産尾数は合計524,100尾、うち60mm以上は441,100尾であった。

ア) 採捕後のサイズ変化

例として、平成 26 年度第 7 回で採捕したカタクチイワシの全長頻度分布を図 4 に、採捕から出荷までの平均全長の推移を図 5 に示した。

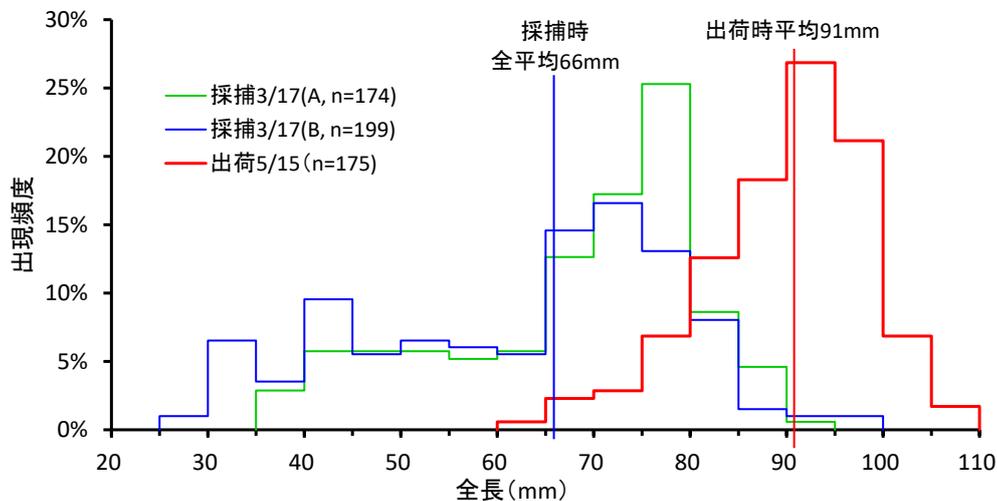
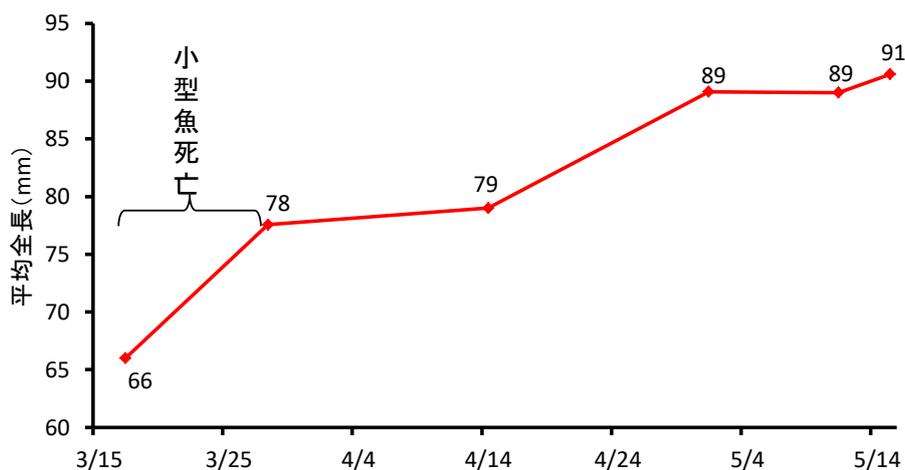


図 4 H26 採捕分全長別頻度分布図



継続飼育分 供試魚成長グラフ

図 5 H26 採捕分の平均全長推移

養成に用いた飼料は、日清丸紅飼料（株）製もじゃこ B で、基本的に 1 日 1 回飽食給餌した。養成期間中の日間成長は、最大で 0.8mm（古満目で 1 日 2 回飽食給餌）、最小で 0.2mm であった。成長が鈍くなる傾向が認められたのは、水温が低下する冬季から春季に養成したものや、収容尾数が少なく餌付けに日数を要したものであった。また、小型魚が先に死亡する傾向が認められ、養成開始初期の大型化は、小型魚の減少により平均全長が大きくなったためであると考えられた。

イ) 採捕後の種構成の変化

平成 26 年度第 7 回で採捕した供試魚の、採捕時と出荷時の種構成（重量比）を図 6 に示した。採捕時は、カタクチイワシが 84.1% を占め、マイワシは 11.0% であったが、59 日

餌料用カタクチイワシの安定供給

間の養成を経て、カタクチイワシは 36.6%に減少し、マイワシは 63.3%に増加した。漁業者への聞き取りによると、マイワシはカタクチイワシよりも擦れに強く、飼育しやすいとのことであったが、本試験においても、マイワシがカタクチイワシよりも生存しやすいことが明確になった。

平成 27 年度第 2 回で採捕した供試魚の、採捕時と出荷時の種構成（重量比）を図 7 に示した。採捕時は、カタクチイワシが 42.1%、ウルメイワシが 53.0%、マイワシが 2.2%を占めたが、41 日間の養成を経て、ウルメイワシはほぼ全滅（0.1%）し、カタクチイワシは 85.7%に、マイワシは 10.7%にそれぞれ増加した。漁業者への聞き取りによると、ウルメイワシはカタクチイワシよりも擦れに弱く、死亡しやすいとのことであったが、本試験においても、ウルメイワシがカタクチイワシよりも死亡しやすいことが明確に示された。

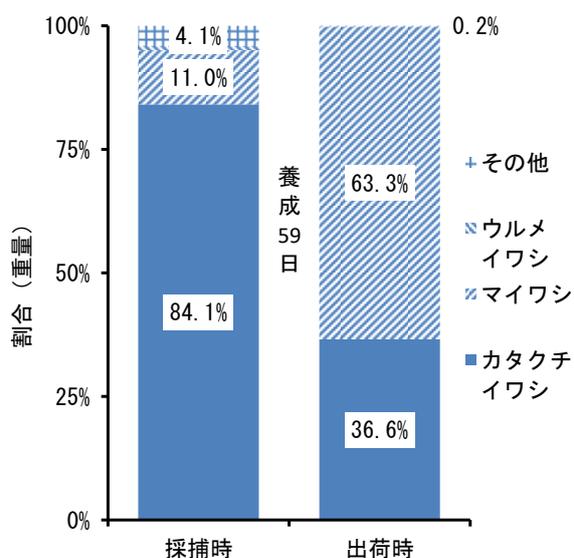


図 6 H26 第 7 回採捕分の種構成

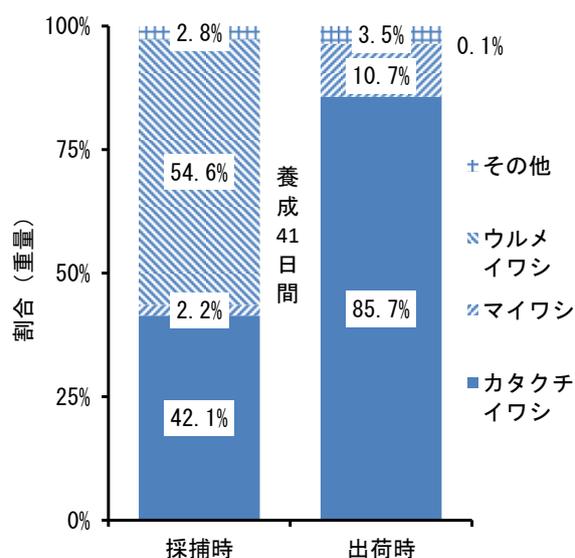


図 7 H27 第 2 回採捕分の種構成

ウ) 生残率

養成試験におけるカタクチイワシの生残率は、夏季から秋季に低く、冬季から春季に高いという結果となった。高水温による死亡の継続や、カマス等の食害を及ぼす混獲魚が夏季及び秋季に多く、分離作業により擦れが発生する為、宿毛湾では 1 月～6 月が養成の適期であると考えられる。

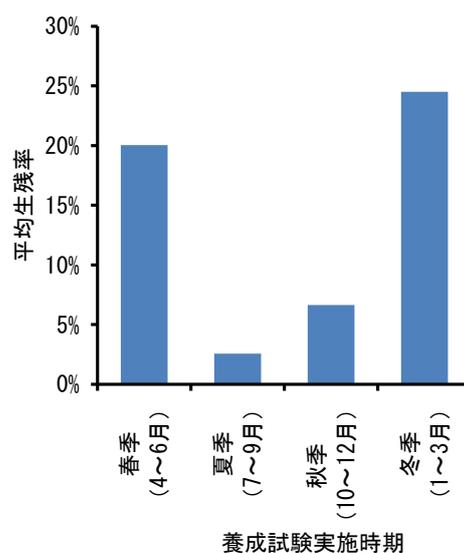


図 8 時期別生残率

2) 養殖カタクチイワシ生産試験

ア) 親魚養成試験

結果の概要を表5に示した。陸上水槽収容から採卵終了時までの生存率は82.8%であり、浮上卵は376.7万粒(種苗生産用79万粒を含む)を採集した。親魚の養成及び採卵は、種苗生産用の卵を確保した後も9月11日まで継続し、その後の斃死魚尾数及び産卵量の推移を把握した。

斃死魚尾数の推移を図9に示した。親魚の斃死魚尾数は、陸上水槽収容直後に増加した。また、収容後91日目に混入していたマイワシの除去を行った後10日間は、斃死魚尾数が大幅に増加した。マイワシの除去は、取り網で魚群全体を集め、選別器を用いて実施したが、水温が27.9℃と高く、スレ等の魚体への負担が大きかったと考えられた。雑魚の混入は産卵時に食卵被害の可能性があり、また、種苗生産及び海上養成時に、カタクチイワシと雑魚の成長差から、カタクチイワシが捕食される可能性がある。今後、雑魚の混入防止方法の検討が必要である。

表5 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(基)	1
開始時尾数(尾)*	6,000
終了時尾数(尾)*	4,966
生存率(%)*	82.8
飼育期間	5/7-8/4
飼育日数(日)	90
総給餌量(kg)	263.7
給餌日数(日)	89
総浮上卵数(粒)	3,767,000
生産用採卵数(粒)	790,000
換水率(回転/日)	4
水温(°C)	19.2-28.1
溶存酸素量(mg/L)	5.1-10.2
比重	1.0239-1.0265

*推定値

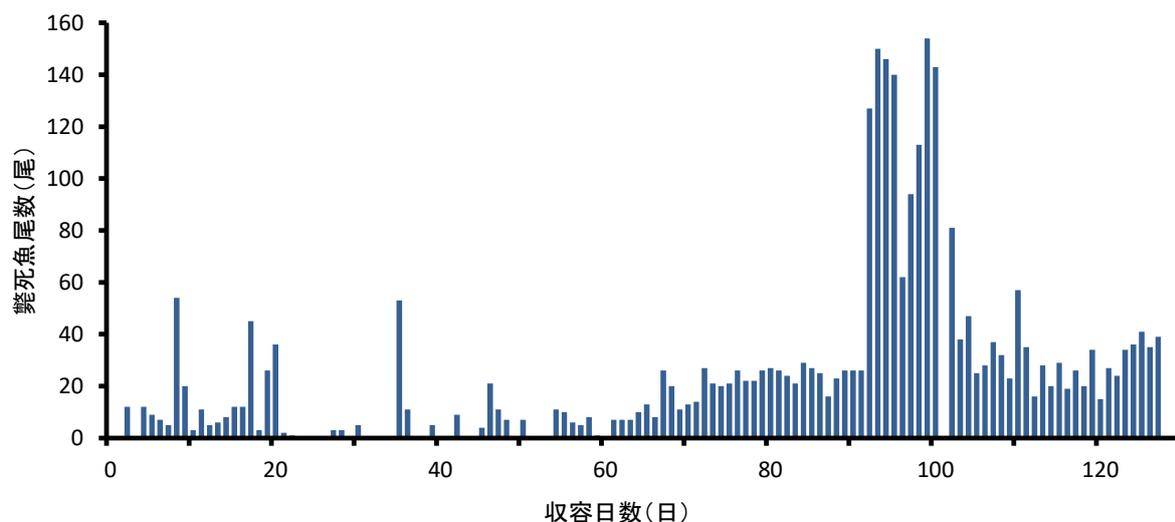


図9 陸上水槽収容後の死亡尾数

給餌量及び採卵量の推移を図10に示した。産卵は、収容後11日目の5月18日から始まり、38日目の6月14日から採卵終了時の125日目まで、日毎に採卵量を確認した。採卵量における浮上卵率は55.8%と低い値を示した。カタクチイワシの卵膜は比較的薄く、採卵時にエアリフトの曝気量が強すぎたことから、採卵ネットの中で卵膜がダメージを受けたためと考えられた。また、親魚収容初期の給餌量が多く、親魚の肥満度が高くなりすぎ、産卵に不適な栄養状態になっていた可能性があった。産卵直後には、親魚による活発な食卵が確認され、それに伴う採卵量の低下も認められた。

今後、効率的な親魚養成及び卵回収方法の検討が必要である。

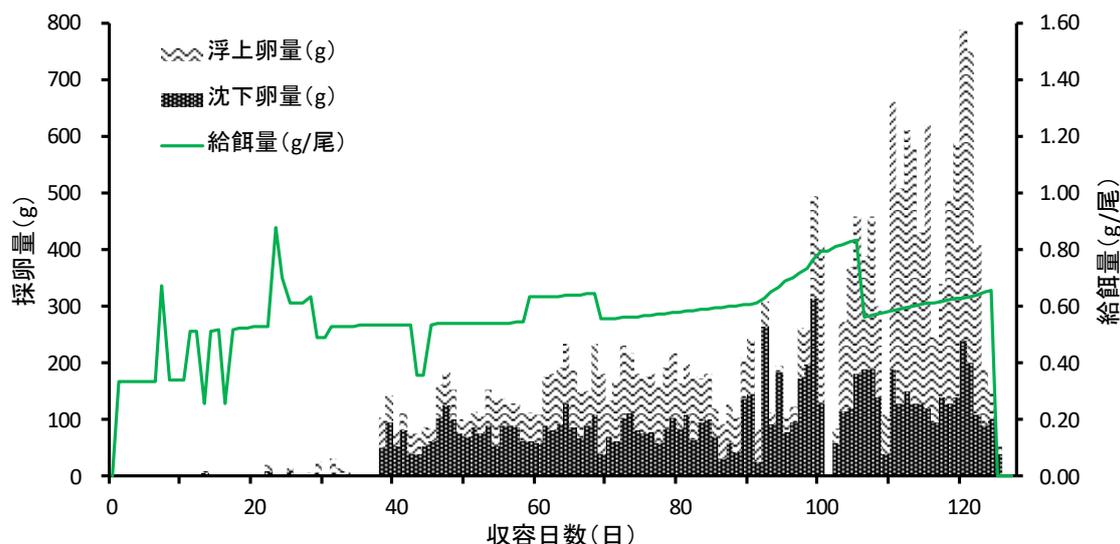


図 10 給餌量及び採卵量の推移

イ) 種苗生産試験

結果の概要を表 6 に示した。種苗生産期間中の水温は、水槽 1 で 26.6～29.2℃、水槽 2 で 26.8～29.6℃と、高水温を維持した。飼料系列は、ワムシ、アルテミア、冷凍コペポーダ、市販配合飼料の順に使用した。ワムシは、水槽 1 で 1～33 日齢に総 1342 億個体、水槽 2 で 1～29 日齢に総 999 億個体を給与した。アルテミアは、水槽 1 で 20～35 日齢に総 44.9 億個体、水槽 2 で 15～33 日齢に総 51.9 億個体を給与した。冷凍コペポーダは、水槽 1 で 22～38 日齢に総 50kg、水槽 2 で 16～35 日齢に総 66.5kg を給与した。市販配合飼料は、水槽 1 で 25～38 日齢に総 60kg、水槽 2 で 20～35 日齢に総 85kg を給与した。換水率は、水槽 1 及び水槽 2 において 2 日齢から 0.3 回転/日とし、沖出し時まで段階的に増加させた。10 及び 11 日齢の換水率は、水槽 1 が 1 回転/日、水槽 2 が 0.6 回転/日と、水槽 2 を高く調整した。また、15～20 日齢の換水率は、水槽 1 が 2 回転/日、水槽 2 が 1.5 回転/日と、水槽 2 を低く調整した。

表 6 種苗生産結果概要

	水槽1	水槽2
飼育水槽	55kL長方形コンクリート	
卵収容日	7/25-7/29	7/30-8/2,4
収容卵数(粒)	460,000	330,000
卵収容密度(粒/kL)	8,364	6,000
飼育期間	7/25-9/2	7/30-9/4
飼育日数(日)	38	35
死亡尾数(尾)	80,476	55,964
沖出し尾数(尾)*	300,000	300,000
沖出し時密度(尾/kL)	5,455	5,455
生存率(%)*	65.2	90.9
沖出し平均全長(mm)	45.1	41.7
水温(℃)	26.6-29.2	26.8-29.6
溶存酸素量(mg/L)	5.1-10.3	4.7-10.6
比重	1.0205-1.0230	1.0199-1.0230
換水率(回転/日)	0-6	

*推定値

斃死魚尾数の推移を図 11 に示した。水槽の底掃除時の斃死魚尾数は、水槽 1 で 13～20 日齢、水槽 2 で 28～35 日齢で増加し、斃死魚尾数の増加のピークが異なる結果になった。斃死魚尾数の増加の原因としては、水槽 1 は飼料の不足及び不適な換水率であると考えられ、水槽 2 は底掃除の際に多くの生きたカタクチイワシが混入していた事から、水槽容積に対して稚魚の密度が過剰であったためと考えられた。

餌料用カタチイワシの安定供給

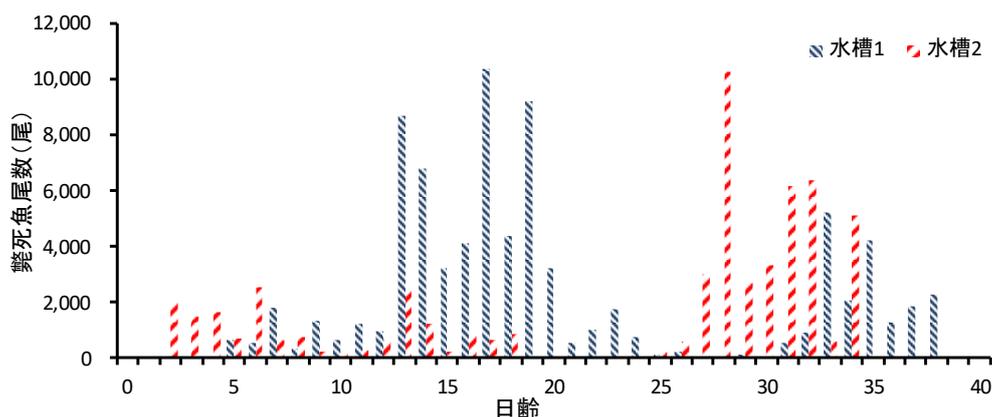


図 11 斃死魚尾数の推移

平均全長の推移を図 12 に示した。水槽 1 は、38 日齢で約 30 万尾(平均全長 45.1mm、生存率 65.2%)、水槽 2 は 35 日齢で約 30 万尾(平均全長 41.7mm、生存率 90.9%)の沖出しを行った。

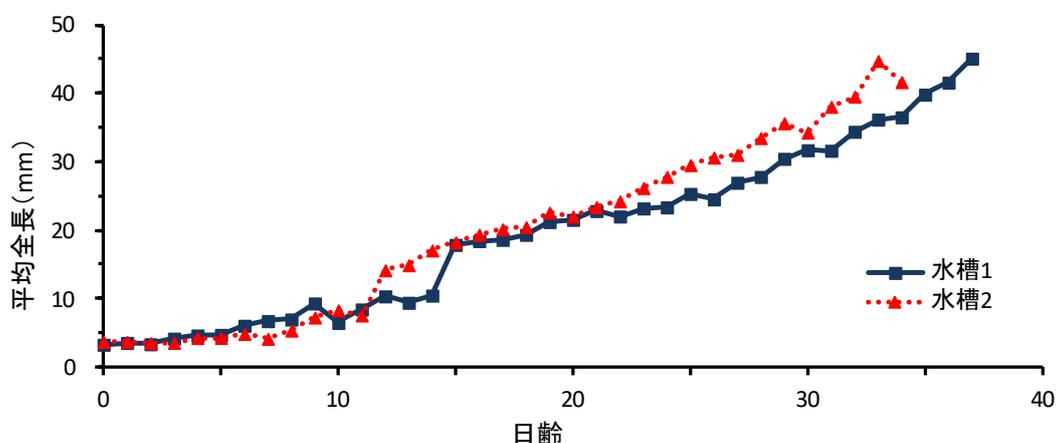


図 12 平均全長の推移

ウ) 養殖カタチイワシ養成試験

結果の概要を表 7 に、平均全長の推移を図 13 に示した。養成期間中の海水表層水温は 22.4～27.6℃であった。平均全長は、60 日齢時点で 60mm 以上となり、推定生残尾数は 23 万尾であった。

水槽 1 群は 9 万尾(平均全長 82.9mm)、水槽 2 群は 6.4 万尾(平均全長 85.5mm)を出荷した。水槽 1 群及び水槽 2 群の生存率は、それぞれ 30% 及び 21%と低い値を示した。養成期間中に多量の死魚が確認されず、小割収容初期に尾数の減耗が激しかったことから、種苗生産時に 5 日間にわたる卵収容を行った事により魚体サイズの大小差が大きくなり、小割収容初期に小型個体が網目から抜け出たことが主な原因と推測され、

表 7 養成試験結果概要

	水槽1	水槽2
養成期間	9/2-11/7	9/4-11/2
養成日数(日)	67	60
養成施設	8m角型小割生簀	
養成施設使用数(生簀)	2→1	3→1
網替え頻度(日)	9-15	9-11
収容尾数(尾)*	300,000	300,000
出荷尾数(尾)*	90,000	64,000
生存率(%)*	30	21
給餌日数(日)	66	59
給餌量(kg)	575.3	380.2
給餌回数(回/日)	2-4	2-6
開始時平均全長(mm)	45.1	41.7
出荷時平均全長(mm)	82.9	85.5
出荷時平均魚体重(g)	4.67	4.84
出荷時形態異常率(%)	4.5	10
水温(°C)	表層(0m) 22.4-27.6 中層(5m) 22.4-27.3	
溶存酸素量(mg/L)	表層(0m) 5.6-7.4 中層(5m) 5.4-7.3	

*推定値

適正な沖出しサイズの検討が必要である。

餌料用カタクチイワシの安定供給

出荷時の形態異常率は、水槽1群で4.5%、水槽2群で10%であった。主な形態異常は顎外れであり、原因としては、網替え時の網への衝突が考えられた。

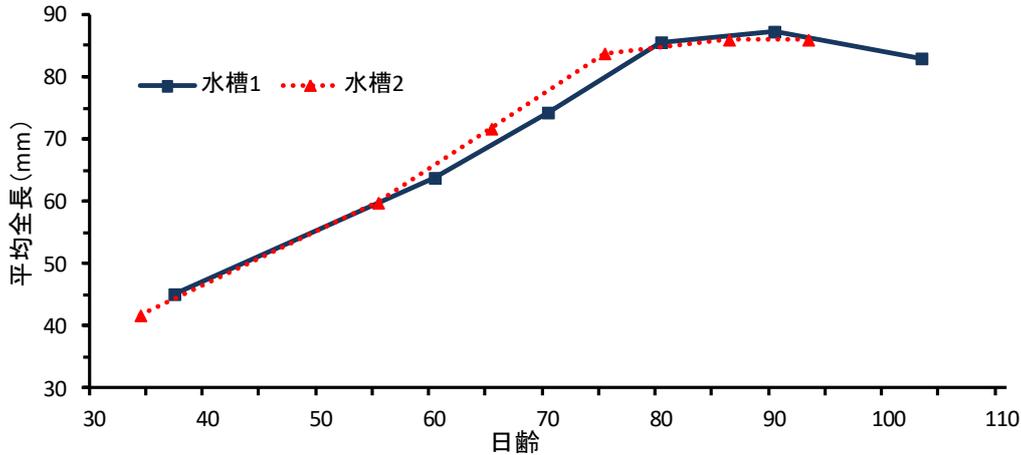


図13 平均全長の推移

(3) 養成及び養殖コストの検討

1) 養成コスト

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。

表8 コスト算出条件

摘要	詳細	単価
採捕費用	小まき用船(1統)	43,200 円/回
	海上移送船用船	21,600 円/回
人件費	給餌・死魚回収	7,560 円/日
	網交換作業	30,240 円/回
飼料費	もじゃこB	1,000 円/kg

表9 コスト検討結果一覧

年度	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)	バケツ数	バケツ一杯あたり経費(円)
					人件費	飼料費	計				
H25	1	64,800	75	6	732,690	142,000	939,490	8,000	117.4	8	117,436
	2-3	129,600	35	4	378,210	30,000	537,810	2,000	268.9		
	4-5	129,600	29	5	364,350	30,000	523,950	3,000	174.7		
	6	64,800	18	3	223,020	18,000	305,820	55,000	5.6		
	7-8	129,600	100	14	1,158,360	94,000	1,381,960	28,400	48.7	54	25,592
H26	2	108,000	54	6	578,340	29,000	905,030	23,000	39.3	20	45,252
	3	108,000	7	1	81,690		905,030	23,000	39.3	20	45,252
	4	108,000	31	4	348,810	3,000	459,810	21,600	21.3	9	51,090
	5	108,000	7	1	81,690	3,000	192,690	25,700	7.5	32	6,022
	6	108,000	18	2	192,780	3,000	303,780	7,500	40.5	-	
H27	7	108,000	59	6	615,090	71,000	794,090	36,700	21.6	32	24,815
	2	108,000	42	6	498,960	47,000	653,960	81,438	8.0	25	26,158
	3	108,000	20	3	241,920	11,000	360,920	75,000	4.8	12	30,077
	4-6	194,400	42	5	468,720	5,000	668,120	112,900	5.9	27	24,745
	7	64,800	9	1	98,280	300	163,380	38,600	4.2	13	12,568

検討の結果、1尾当たり最高268.9円、最低4.2円となった。経費の中でも人件費の占める割合が高いことから、小割への収容尾数を増大することにより生産効率が高まり、1尾当たりの経費を削減することができた。一方で、バケツ1杯当たりの経費をみると、最高117,436円、最低6,022円となった。活餌のサイズが小さいとバケツに入る尾数が多くなることから、大サイズを採捕し、短い養成期間で出荷した回で最低となった。高知県下における活餌の販売価格は、バケツ1杯あたり7,000円前後であり、実用化には、出荷に適したサイズのカタクチイワシを確保し、短期養成で出荷する必要があると思われる。

2) 養殖コスト

養殖コストの検討結果を表 10 に示した。採卵用親魚の養成から、活餌の出荷までに要した経費は、1尾当たり 64.5 円であった。種苗生産において、アルテミアの代替飼料として安価な冷凍コペポータダを使用することにより、飼料費を削減するとともに、高密度飼育及び高水温下での高成長生産を行うことにより、飼育期間を短縮し、人件費及び光熱費を削減することができた。

表 10 コスト検討結果一覧

摘要	日数 (日)	人件費 (円)	飼料費 (円)	その他 経費 (円)	小計 (円)	採卵・生産 数 (粒・尾)	1尾 (粒) 当 り経費 (円)	総経費 (円)	出荷尾 数 (尾)	1尾当たり経 費 (円)	出荷 バケツ数	バケツ1杯当 り経費 (円)
親魚養成・採卵	277	252,500	405,648	1,301,807	1,960,232	790,000	2.5					
種苗生産	127	321,000	5,586,666	829,561	6,737,354	600,000	11.2	9,937,923	154,000	64.5	82	121,194.2
養成	65	243,000	619,272	378,000	1,240,337	154,000	8.1					

○更なるコストの縮減策

ア) 親魚養成及び採卵

- ・他魚種 (マイワシ) の混入による食卵防止
- ・飼育条件の検討 (換水率・給餌量)

イ) 種苗生産

- ・給餌量及び収容尾数の最適化による生残率の向上

ウ) 沖出し・海面養成

- ・沖出しサイズの適正化による生残率の向上

(4) 養成・養殖カタクチイワシのかつお餌料としての適性評価

養成及び養殖カタクチイワシの出荷実績を表 11 に示した。

表 11 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
H25.9.13	古満目	第三十一日光丸 (499t)	8杯	8,000尾	89mm	5.59g	養成 (H25第1回採捕分)
H26.4.30	栄喜	第五萬漁丸 (71t)	47杯	20,000尾	96mm	5.91g	養成 (H25第7-8回採捕分)
H26.5.31	栄喜	第五萬漁丸 (71t)	7杯	8,400尾	106mm	7.54g	養成 (H25第7-8回採捕分)
H26.5.31	古満目	第五萬漁丸 (71t)	19杯	27,300尾	107mm	6.83g	養成 (H25第6回採捕分)
H26.11.23	古満目	第五萬漁丸 (71t)	13杯	3,000尾	88mm	4.17g	養殖
H27.2.19	栄喜	第八日昇丸 (113t)	9杯	21,600尾	79mm	3.13g	養成 (H26第4回採捕分)
H27.5.15	栄喜	第五萬漁丸 (71t)	32杯	17,300尾	91mm	4.18g	養成 (H26第7回採捕分、カタクチ残余9,100尾)
H27.7.2	栄喜	一号鶴丸 (8t)	25杯	81,000尾	67mm	1.87g	養成 (H27第2回採捕分)
H27.11.2	古満目	第五萬漁丸 (71t)	61杯	106,600尾	86mm	4.84g	養殖
H27.11.7	古満目	第五萬漁丸 (71t)	21杯	35,600尾	83mm	4.67g	養殖
H27.11.12	栄喜	一号鶴丸 (8t)	12杯	75,000尾	50mm	0.72g	養成 (H27第3回採捕分)
H28.3.16	栄喜	第五萬漁丸 (71t)	26杯	113,000尾	62mm	1.27g	養成 (H27第4-6回採捕分)
H28.3.25	栄喜	天保丸 (7.8t)	13杯	38,600尾	67mm	2.08g	養成 (H27第7回採捕分)
合計				555,400尾			

生産した活餌の大部分は、試験委託事業の委託元である開発調査センターが用船した近海カツオ一本釣船に出荷し、洋上飼育試験及び釣獲試験を実施した。養成活餌、養殖活餌とも、カツオの誘引効果は天然活餌と比較して遜色ないとの結果を得た。

また、残余分については、高知県船籍のかつお竿釣船に出荷し、アンケートの記入を依頼した (表 12)。アンケート調査の結果、泳ぎが天然活餌より緩慢であるとの指摘があったものの、概ね天然活餌と遜色ないとの回答を得た。特に生残状況に関しては、天然活餌よりも生残率が高く、高評価であった。

表 12 評価アンケート結果

相手方	第八日昇丸 (113t)	一号鶴丸 (8.0t)	天保丸 (7.8t)
出荷日	平成27年2月19日	平成27年7月2日	平成28年3月25日
積み込み数量 (バケツ杯数)	9杯	23杯	12杯
操業日		平成27年7月3日、5日、9日	平成28年4月12~15日
船上飼育結果			
積み込み時の活魚の状態	とても良い	活きが良かった	良かった
飼いやすさ、扱いやすさ	天然とかわりない	荒イワシの2倍程度の期間(3日間)使える	天然物より死ににくく、手間がかからなかった
操業中の生残状況	太った良い鰯で死ななかった	混ざりが少なく残りは良かった	一度小割へ降ろした後に再度積んだが、7割程度生き残っていた
活餌としての機能			
外観 (傷や形態異常) 及びサイズ	良好、傷なし	傷も無くカツオのサイズに合っていて申しぶんなく良かった	時期的に最適で、1.5~3kgのカツオには最高のサイズだった
投げやすさやカツオの反応	サイズが良く食わせやすい	投げやすさは荒イワシと変わらない	丁度良いサイズで投げやすかった
餌付きの状況	天然とかわりなく評価良	荒イワシと比べると動きがスローで食いつきが悪い	今回のサイズであれば天然餌と変わらない
その他要望等	販売価格が心配 不足する時期はサイズは問わない	荒イワシが無い時期には十分使える餌だと思った	今回のサイズの活餌なら、高値でも利用したい

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

- ・移動用生簀を2連結し、前方の小割を空のまま水除として使用することにより、移送後数日間の減耗を低減することができた。
- ・灯火の波長によるサイズ分別は、小型まき網の漁網内で興奮状態になった供試魚では困難であった。
- ・移送中の生簀の中では、強い光に小型のカタクチイワシ、特にシラスの蝟集が顕著であり、シラスのみをたも網等で除去することが可能であると考えられた。

(2) カタクチイワシ幼稚魚の養成試験

- ・小割生簀の個体密度が低いと、餌付けまでの期間が長くなる傾向があり、餌付け期間を短縮するには、大量の供試魚を一度に確保する必要がある。

(3) 養殖試験

- ・産卵量における浮上卵率が 55.8%と低く、効率的な親魚養成及び卵回収方法を検討する必要がある。
- ・本試験では採卵した浮上卵を 1g あたり 1,000 粒と推定して卵収容を行ったが、孵化仔魚尾数が収容卵数の 1.49 倍になり、推定卵数の算出の検討が必要である。
- ・採卵に要したコストは 2.5 円/粒であった。
- ・種苗生産では、高水温及び高密度飼育下において平均全長 45.1mm 及び 41.7mm の稚魚を合計 60 万尾沖出しした。
- ・種苗生産に要したコストは 11.2 円/尾であった。
- ・海上養殖期間中の生存率は 30%及び 21%と低く、適正な沖出しサイズの検討が必要である。
- ・出荷は 14.2 万尾(平均全長 82.9mm 及び 85.5mm)であり、中間育成に要したコストは 8.1 円/尾であった。
- ・親魚養成から出荷までに要したコストは 1 尾当たり 69.9 円であり、卵収容から出荷までの歩留りは 18.0% (孵化から出荷までの歩留まりは 12.2%) であった。

餌料用カタチイワシの安定供給

- ・本試験では、目標数量（60mm 以上 30 万尾生産）を達成できなかったが、効率的な親魚養成を行い、卵回収方法及び沖出し後の生存率を改善することにより、生産コストの削減と量産体制の構築が可能であると考えられる。

(4) 養成コストの検討

- ・一度に採捕する尾数を増大させることにより、コストを縮減することができた。
- ・養成尾数をさらに増加させることにより、作業あたりの生産尾数が増加し、さらにコストを縮減できると考えられる。

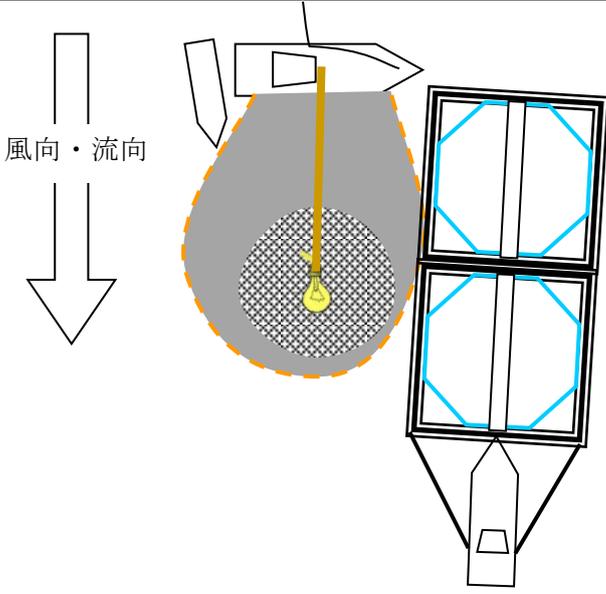
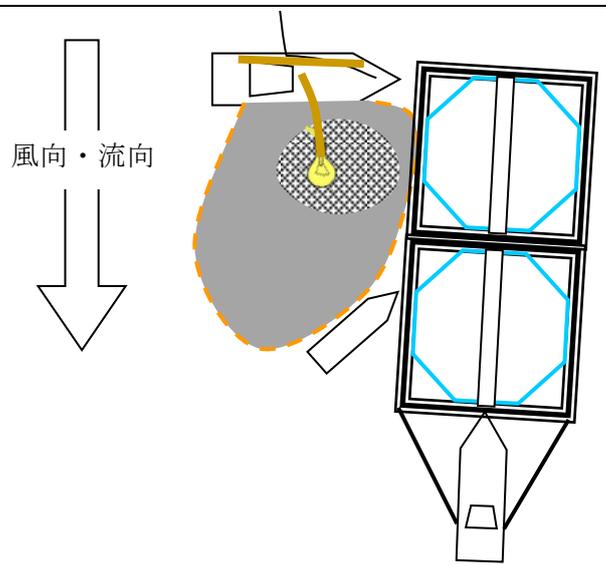
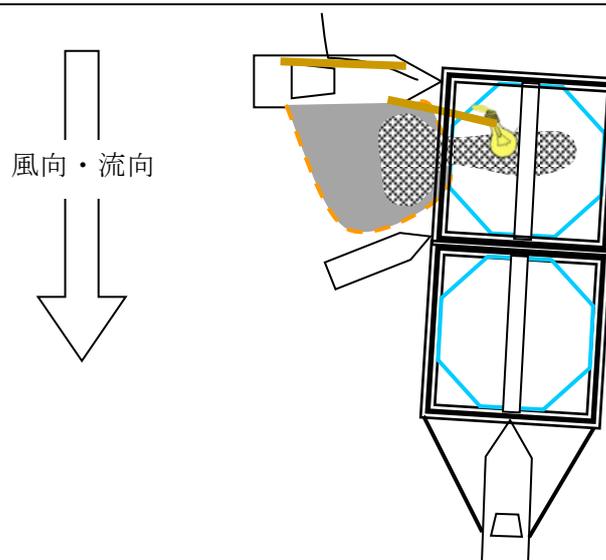
(5) 養成・養殖カタチイワシのかつお餌料としての適正評価

- ・養成活餌は、天然活餌（荒イワシ）と比較すると泳ぎが緩慢であり、カツオの反応がやや悪いが、生残率が高いため、天然活餌の2倍の期間使用できるとの評価を得た。
- ・養殖活餌は、天然活餌と比較して、カツオ誘引効果及び生残率ともに遜色ないとの評価を得た。

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>錨繩を左舷中央に引っかけ、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>網底を引き上げたら、移動用生簀と合流</p>	<p>5</p> 
<p>網を移動生簀に引き寄せる。網が吹きあがらないよう、丸い石（3kg程度）を2~3個投入 移動生簀の生簀沈子を沈め、投光器を点灯する。</p>	<p>6</p> 
<p>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移し替える。 移し替え終了後、移動生簀を押し船の位置を変更し、空の生簀を前にして移送する。</p>	<p>7</p> 

付表2 採捕試験及び移送試験結果一覧

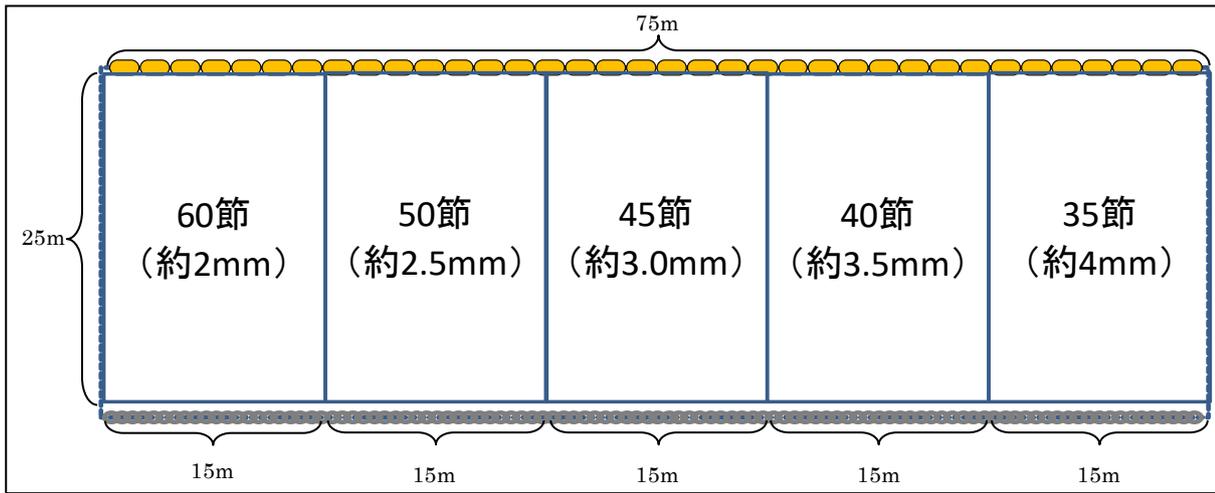
年度	操業時期	操業回	操業日	推定※ 採捕数量	移送距離	移送時間	平均移送速度	混獲率 (尾数)	混獲率 (重量)	平均全長	平均体重	カタチイワシ 推定採捕尾数	移送後 4日死魚計	生残率 (重量比)
平成25	春季	第1回	H25.6.28	100kg	2,970m	214分	0.45kt			37mm	0.26g	385,000	27.0kg	73.1%
		第2回	H25.8.8	50kg	2,460m	247分	0.32kt			51mm	0.76g	66,000	8.8kg	82.4%
	夏季	第3回	H25.8.20	80kg	1,600m	120分	0.43kt			40mm	0.37g	216,000	4.1kg	94.9%
		第4回	H25.10.30	50kg	610m	57分	0.35kt			47mm	0.53g	94,000	↓混合	
	秋季	第5回	H25.10.31	60kg	700m	57分	0.40kt					113,000	12.1kg	89.0%
		第6回	H26.1.24	200kg	100m	15分	0.22kt	19.7%	8.9%	61mm	1.21g	151,000	116.0kg	42.0%
		第7回	H26.2.21	80kg	260m	29分	0.29kt	21.4%	16.2%	65mm	1.43g	47,000	2.3kg	97.1%
		第8回	H26.3.12	40kg	340m	35分	0.31kt	27.0%	15.0%	64mm	1.58g	22,000	2.0kg	95.0%
平成26	春季	第1回	H26.5.30	400kg	620m	82分	0.24kt	0.0%	0.0%	41mm	0.33g	1,212,000	131.0kg	67.3%
		第2回	H26.6.20	200kg	590m	60分	0.32kt	33.5%	24.3%	44mm	0.50g	303,000	44.0kg	78.0%
		第3回	H26.7.18	200kg	700m	65分	0.35kt	4.2%	14.0%	48mm	0.70g	246,000	48.0kg	76.0%
	冬季	第4回	H27.1.21	200kg	220m	24分	0.30kt	7.3%	10.0%	57mm	1.05g	171,000	119.0kg	40.5%
		第5回	H27.2.24	100kg	1,080m	82分	0.43kt	52.3%	31.1%	56mm	1.23g	56,000	20.0kg	80.0%
		第6回	H27.3.3	150kg	2,920m	178分	0.53kt	18.3%	3.3%	81mm	3.37g	43,000	39.0kg	74.0%
		第7回	H27.3.17	400kg	3,100m	188分	0.53kt	39.6%	30.4%	66mm	1.85g	150,000	102.0kg	74.5%
平成27	春季	第1回	H27.4.24	500kg	3,000m	215分	0.45kt	87.1%	92.2%	60mm	1.30g	30,000	79.7kg	84.1%
		第2回	H27.5.22	500kg	880m	68分	0.42kt	56.1%	57.9%	44mm	0.44g	479,000	184.0kg	63.2%
秋季	冬季	第3回	H27.10.23	200kg	3,300m	221分	0.48kt	1.2%	1.3%	36mm	0.28g	705,000	65.7kg	67.2%
		第4回	H28.2.3	50kg	720m	95分	0.25kt	34.8%	34.8%	38mm	0.22g	148,000	23.0kg	54.0%
	第5回	H28.2.11	30kg	240m	25分	0.31kt	15.6%	6.0%	50mm	0.73g	39,000	10.0kg	66.7%	
	第6回	H28.3.4	200kg	180m	25分	0.23kt	2.4%	1.0%	55mm	1.08g	183,000	66.9kg	66.6%	
	第7回	H28.3.17	150kg	200m	20分	0.32kt	9.9%	2.2%	60mm	1.35g	109,000	61.0kg	59.3%	

※採捕数量は目測による推定

付表3 養成試験結果一覧

年度	時期	作業回	試験 繰返日	採捕数量	推定※ 採捕数量	カタクチイワシ 推定尾数	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	日数	完了日	完了方法	ハケツ 杯数	カタクチイワシ 推定尾数	推定 生残率 (尾数)	平均 全長	平均 体重	日間 成長	備考								
平成25	春季	第1回	H25.6.28	100kg	385,000尾	27kg	H25.7.1 栄喜	H25.7.23 古満目	43mm	0.41g	23日	H25.7.23 古満目へ陸送	26,000尾	6.8%	60mm	1.42g	0.7mm	給餌試験実施、古満目で養成継続											
		第2回	H25.8.8	50kg	26,000尾	9kg	H25.8.9 栄喜	H25.8.30 古満目	60mm	1.42g	53日	H25.9.13 出荷(第三十一日光丸)	8,000尾	30.8%	89mm	5.59g	0.5mm												
		第3回	H25.8.20	80kg	66,000尾	4kg	H25.8.20 栄喜	H25.8.30 古満目	51mm	0.82g	11日	↓混合	10,000尾	3.5%	56mm	1.18g	0.5mm	古満目で養成継続											
	夏季	第1回	H25.8.20	80kg	216,000尾	4kg	H25.8.20 栄喜	H25.8.30 古満目	56mm	1.18g	15日	H25.9.13 取り上げ	2,000尾	20.0%	68mm	2.10g	0.8mm												
		第2回	H25.8.20	80kg	10,000尾	4kg	H25.8.20 栄喜	H25.8.30 古満目	56mm	1.18g	15日	H25.9.13 取り上げ	2,000尾	20.0%	68mm	2.10g	0.8mm												
		第3回	H25.8.20	80kg	10,000尾	4kg	H25.8.20 栄喜	H25.8.30 古満目	56mm	1.18g	15日	H25.9.13 取り上げ	2,000尾	20.0%	68mm	2.10g	0.8mm												
	秋季	第4回	H25.10.30	50kg	94,000尾	12kg	H25.10.31 栄喜	栄喜	47mm	0.53g	11日	↓混合	3,000尾	2.7%	63mm	1.53g													
		第5回	H25.10.31	60kg	113,000尾	116kg	H26.1.24 栄喜	H26.2.10 古満目	59mm	0.95g	18日	H26.1.27 瀬戸内水研伯方島庁舎へ一部陸送	45,000尾	29.8%	68mm	1.65g	0.5mm	古満目で養成継続											
		第6回	H26.1.24	200kg	151,000尾	116kg	H26.1.24 栄喜	H26.2.10 古満目	68mm	1.65g	11日	H26.5.31 出荷(第五萬漁丸)	27,300尾	60.7%	107mm	6.83g	0.4mm												
	冬季	第1回	H26.2.21	80kg	47,000尾	2kg	H26.2.28 栄喜	栄喜	63mm	1.18g	11日	↓混合	20,000尾	4.2%	96mm	5.91g													
第2回		H26.2.21	80kg	47,000尾	2kg	H26.2.28 栄喜	栄喜	63mm	1.18g	11日	↓混合	20,000尾	4.2%	96mm	5.91g														
第3回		H26.3.12	40kg	22,000尾	2kg	H26.3.14 栄喜	栄喜	66mm	1.66g	79日	H26.4.30 出荷(第五萬漁丸)	47	0.0%	96mm	5.91g														
平成26	春季	第1回	H26.5.30	400kg	1,212,000尾	131kg	H26.5.30 栄喜	栄喜	41mm	0.33g	79日	H26.5.31 出荷(第五萬漁丸)	6.5	41.2%	106mm	7.54g													
		第2回	H26.6.20	200kg	303,000尾	44kg	H26.6.20 栄喜	栄喜	45mm	0.56g	11日	H26.6.4 出水により全滅	8,400尾	0.0%	106mm	7.54g													
		第3回	H26.6.20	200kg	303,000尾	44kg	H26.6.20 栄喜	栄喜	45mm	0.56g	11日	H26.6.4 出水により全滅	8,400尾	0.0%	106mm	7.54g													
	夏季	第4回	H26.7.18	200kg	246,000尾	48kg	H26.7.18 栄喜	栄喜	48mm	0.70g	30日	H26.8.12 取り上げ	20	23.000尾	4.2%	68mm	2.02g												
		第5回	H27.1.21	200kg	171,000尾	119kg	H27.1.21 栄喜	栄喜	57mm	1.09g	7日	H27.2.19 出荷(第八日昇丸)	9	21,600尾	12.6%	79mm	3.13g	0.7mm											
		第6回	H27.2.24	100kg	56,000尾	20kg	H27.2.24 栄喜	栄喜	56mm	1.23g	7日	H27.3.2 古満目へ陸送(鯉魚候補)	32	25,700尾	45.9%	73mm	2.03g												
	秋季	第7回	H27.3.3	150kg	43,000尾	39kg	H27.3.3 栄喜	栄喜	81mm	3.37g	18日	H27.3.20 古満目へ陸送(鯉魚候補)	25.5	7,500尾	17.4%	85mm	3.52g	0.2mm											
		第8回	H27.3.17	400kg	150,000尾	102kg	H27.3.20 栄喜	栄喜	74mm	2.04g	57日	H27.5.15 出荷(第五萬漁丸)	32	17,300尾	11.5%	91mm	4.18g	0.3mm	カタクチイワシ残余9100尾										
		第9回	H27.4.24	400kg	30,000尾	80kg	カタクチイワシ8割以上を占めたため養成中止																						
	冬季	第10回	H27.5.22	500kg	479,000尾	184kg	H27.5.26 栄喜	栄喜	48mm	0.55g	38日	H27.7.2 出荷(一号鶴丸)	25	81,000尾	16.9%	67mm	1.87g	0.5mm											
第11回		H27.10.23	200kg	705,000尾	66kg	H27.10.27 栄喜	栄喜	42mm	0.43g	17日	H27.11.12 出荷(一号鶴丸)	12.1	75,000尾	10.6%	50mm	0.72g	0.5mm												
第12回		H28.2.3	50kg	148,000尾	23kg	H28.2.5 栄喜	栄喜	43mm	0.38g	11日	↓混合	112,900尾	30.5%	62mm	1.27g														
平成27	第13回	H28.2.11	30kg	39,000尾	10kg	H28.2.19 栄喜	栄喜	54mm	0.85g	11日	↓混合	38,600尾	35.4%	67mm	2.06g	0.6mm													
	第14回	H28.3.4	200kg	183,000尾	67kg	H28.3.7 栄喜	栄喜	58mm	1.10g	9日	H28.3.16 出荷(第五萬漁丸)	26	112,900尾	30.5%	62mm	1.27g													
	第15回	H28.3.17	150kg	109,000尾	61kg	H28.3.17 栄喜	栄喜	62mm	1.35g	9日	H28.3.25 出荷(天保丸)	13	38,600尾	35.4%	67mm	2.06g	0.6mm												
総生産尾数(残余分含む)																	524,100尾												
うち60mm以上																	441,100尾												

※採捕数量は目測による推定



付図1 小型まき網漁網模式図（長さは概数）