

種苗量産技術開発センター

1. 長崎県養殖特産種創出のための生産技術開発

平江想・山田敏之

・ウスバハギの種苗生産技術開発

新たな長崎県の養殖特産種としてウスバハギの種苗生産技術開発を行う。今年度は、令和3年度産人工魚を親魚として使用した採卵及び種苗生産試験を実施した。

方 法

採卵 令和3年度産人工生産1歳魚22尾を20 kl円形水槽に収容し、24℃以上の昇温とLHRHa投与により自然産卵を誘発した。

種苗生産 8 kl円形水槽に、ふ化仔魚2万尾を収容し、種苗生産試験を行った。飼育水温は24℃以上とし、SS型ワムシ、L型ワムシ、アルテミアノープリウス、配合飼料を与えた。

結 果

採卵 過年度には6月上旬から発生卵が得られていたが、今年度は8月中旬までまとまった量の発生卵を得ることができなかった。また、9月下旬までは得られた発生卵からのふ化が認められなかった。8月から11月までに約980万粒の受精卵を得ることができたが、発生率、ふ化率とも低かった。

種苗生産 9月下旬に得られた2万尾のふ化仔魚を用いて種苗生産を実施した結果、体長10 cmの稚魚419尾を生産した。

ま と め

- 1) 人工生産1歳親魚からの採卵は不調であり、8月～11月までに980万粒の受精卵を得たが、発生率、ふ化率はともに低かった。
- 2) 体長10 cmの稚魚419尾を生産した。

(担当：山田)

・サバ類の種苗生産技術開発

新たな養殖特産種としてサバ類の人工種苗からの養

殖を普及させるため、種苗生産技術の開発を行う。本年度は、マサバとゴマサバの人工授精による採卵試験及び種苗生産試験を実施した。

方 法

採卵試験 マサバは、人工親魚雌6尾、雄6尾の背筋部にHCGを投与し、人工授精により雌2尾から受精卵を得た。ゴマサバは、天然親魚雌6尾、雄5尾の背筋部にHCGを投与し、人工授精により雌1尾から受精卵を得た。

種苗生産 採卵試験で得られたマサバの受精卵9.4万粒を20 kl水槽1面に、ゴマサバの受精卵2.1万粒を1 kl水槽2面に収容し、種苗生産を開始した。飼育水温は22.0℃に加温し、成長に合わせてL型ワムシ、アルテミア、配合飼料を給餌した。マサバは日齢13で20 kl水槽2面に分槽し、ゴマサバは日齢20で20 kl水槽1面移送を行うことで飼育密度を調整した。

結 果

採卵試験 HCG投与から30時間後にマサバとゴマサバの排卵を確認した。浮上卵の受精率は、マサバで68%と78%、ゴマサバで77%であった。

種苗生産 受精から約46時間後にマサバ94,320尾、ゴマサバ14,671尾がふ化し、ふ化率はマサバが99%、ゴマサバが70%であった。日齢30で、全長62 mmサイズのマサバ稚魚22,913尾、全長68 mmサイズのゴマサバ稚魚2,360尾を取り上げた。ふ化からの生残率は、マサバが24%、ゴマサバが16%であった。

ま と め

- 1) HCG投与において人工授精で受精卵を得ることができた。
- 2) 62 mmサイズのマサバ稚魚22,913尾と68 mmサイズのゴマサバ稚魚2,360尾を取り上げた。

(担当：平江)

2. トラフグ養殖収益性向上のための育種研究事業

山田敏之・平江想

・早熟全雄の作出

円滑な全雄トラフグの養殖場への導入を目指して、全雄トラフグの養殖適性試験を行い、市場評価や早熟性を検証する。

方 法

全雄トラフグ種苗生産試験 全雄トラフグ種苗の生産を希望する県内トラフグ種苗生産業者に水試が保有する超雄精子を提供し、全雄トラフグ種苗生産種苗生産試験を実施した。

全雄トラフグ養殖試験 公募により全雄トラフグ養殖試験参加を希望する県内養殖業者を募集した。全雄種苗は養殖試験参加養殖業者が上記生産種苗を購入することにより確保した。

結 果

全雄トラフグ種苗生産試験 種苗生産業者5者が実施した。

全雄トラフグ養殖業者の決定 養殖業者24者が参加し、合計299,500尾の養殖試験を開始した。

ま と め

- 1) 全雄トラフグ種苗生産及び養殖試験を実施した。
- 2) 5者の種苗生産業者が全雄トラフグ種苗を生産し、24者の養殖業者が試験に参加した。
- 3) 養殖開始尾数の合計は299,500尾であった。

(担当：平江・山田)

・成魚移植を利用した新しい代理親魚技術の開発

これまでに開発した代理親魚技術について、育種研究への利用を図るためにはさらなる洗練化が必要である。本年度は、成熟までの期間を短縮させるために、成魚への移植手法として皮下移植の可能性を検討した。

方 法

宿主 総合水試が保有するクサフグ成魚及びトラフグ未成魚を宿主とした。

精巣組織移植 トラフグ未成魚の精巣組織の一部を宿主の皮下に移植した。

結 果

移植から2ヵ月後には、皮下での組織の成長がみられたが、6ヵ月後には退縮がみられた。免疫拒絶が起こったためと推測される。

ま と め

- 1) 成魚移植法として皮下移植の可能性を検討した。
- 2) 成魚への精巣組織の移植には、免疫拒絶を回避する方法が必要と考えられた。

(担当：山田)

・やせ病耐性親魚の探索

やせ病に耐性を有する親魚を探索するため、水産試験場で生産したトラフグ種苗に対して攻撃試験を実施し、生残率を比較することによりやせ病耐性親魚を探索する。

方 法

試験用種苗の生産 水産試験場で保有する雌雄親魚及び県内種苗生産業者から提供を受けたトラフグ精子を使用し、35組の交配を行った。得られた受精卵由来の仔魚を用いて交配ごとに個別に種苗生産を行った。生産種苗はPITタグ標識 (Biomark) により個体識別を行い、それぞれの親魚が特定できるようにした。

攻撃試験 本年度生産種苗は、翌6年度まで育成し、やせ病 (*Enteromyxum leei*) 攻撃試験を実施予定である。

結 果

35組の交配によりやせ病攻撃試験用の試験種苗を1,000個体以上生産し育成を行った。

ま と め

- 1) 35組の交配を行い、やせ病攻撃試験用の種苗を生産・育成した。

(担当：山田)

3. イノベーション創出強化研究推進事業【開発研究ステージ】 (養殖業の持続性と生産拡大を実現するゲノム選抜 育種技術の実装)

山田敏之・平江想

我が国は世界有数の水産国でありながら、ゲノム育種分野においては先進国であるとは言い難い。本事業では、(国研)農研機構生研支援センターの公募事業として、水産業におけるゲノム育種法の実践と普及を目指す研究に取り組んでいる。具体的には東京大学を代表機関として、トラフグ・マダイを材料にゲノミックセレクション法による選抜育種の有効性を実証し、普及性の高いゲノム育種法を確立することを目的と

している。

長崎水試は、ゲノム育種価を用いたトラフグ白子早熟親魚の選抜および次世代の作出、その全雄化、やせ病耐性家系の探索を担当している。本年度は、白子早熟家系戻し交配第2世代(BC₂(R5))の作出を行うとともにやせ病耐性家系作出に向けた大規模感染実験系の開発に取り組んだ。

(担当：山田・平江)

4. 未来社会創造事業「持続可能な社会の実現」領域 「将来の環境変化に対応する革新的な食糧生産技術の創出」 (日本型持続可能な次世代養殖システムの開発)

山田敏之・平江想

本事業では、令和3年度から(国研)水産研究・教育機構を代表機関として、東京海洋大学、東京大学、京都大学、(国研)理化学研究所および日本水産株式会社が参画し、持続可能な次世代型養殖システムを構築し、日本の水産業復活の一助となることを目指した共同研究に取り組んでいる。具体的には、東京海洋大学および東京大学とともに、高成長かつ健康な養殖魚を5年以下で育種する「次世代型育種」の開発に取り組んでいる。

長崎水試は、解析用トラフグの飼育試験と優良親魚候補の作出を担当している。前年度、選抜トラフグ個体に由来する凍結生殖細胞をクサフグ宿主に移植した集団を作出したが、今年度は、次年度以降からのクサフグ移植集団同士の交配を目指して飼育を行った。

(担当：山田・平江)

5. 異種ドナー生殖細胞の生着・分化をサポートする 新たな生殖細胞移植技術の開発

山田敏之・平江想

本事業では、令和3年度から金沢大学を代表機関として、新たな生殖細胞移植の方法を開発している。魚類生殖幹細胞の異種間移植では、ドナー生殖細胞が宿主生殖腺内に生着せず消失してしまう例が多く見られる。その背景には、宿主生殖腺体細胞と異種ドナー生殖細胞との不適合性や、非自己細胞に対する免疫拒絶があると予想されるが、異種ドナー生殖細胞の宿主生殖腺内での挙動は不明である。これらを解明すること

により、遺伝的に離れた異種ドナー生殖細胞の配偶子形成をサポートできる新たな生殖細胞移植技術を開発することを目指している。

長崎水試は、金沢大学で得られた不妊化宿主に精原細胞移植を行い、異種の配偶子を形成させることを担当している。本年度も、前年度に引き続き移植した宿主魚の飼育を行った。

(担当：山田・平江)

6. 真珠養殖業経営安定化対策事業

岩永俊介・甲斐修也・松倉一樹・土内隼人・村田昌子

全国の主な真珠養殖海域において、令和元年からアコヤガイ稚貝（当才貝）の大量へい死が発生し、その原因はウィルスによる感染症と判明している。¹⁾

そこで、感染症による大量へい死を軽減するため、稚貝のへい死調査やへい死軽減に関する技術開発を、真珠業界と連携して取組んだ。

・令和5年産稚貝のへい死調査

県内養殖中の稚貝について、へい死状況を調査した。

方 法

稚貝のへい死状況を、真珠養殖漁業協同組合と連携し、令和5年4～10月の間、現地調査や聞き取りを行った。

大量へい死が発生した地域では、生残した稚貝を、（国研）水産研究・教育機構 水産技術研究所が開発した逆転写-定量PCR法（RT-qPCR）を用いて病原体遺伝子の有無を検査した。

結 果

対馬真珠養殖漁業協同組合管内のへい死率は、感染症による大量へい死（令和元年～3年に発生）が発生する前（へい死率：10～20%）と同程度の10～20%であった。

長崎県真珠養殖漁業協同組合管内では、西海市の一部地域で、8月中旬～下旬に、大量へい死が発生した。発生後の1月及び3月採卵群のへい死率と生残個体の殻長は、それぞれ30～50%と20～35 mm、80～100%と10～15 mmであった。また、9月上旬に両群の稚貝を採取してPCR検査を行った結果、3月採卵群の稚貝から病原体遺伝子が検出された。一方、その他地域のへい死率は20～50%であり、感染症による大量へい死発生前（へい死率：10～20%）と比較して多かった。

・早期採卵試験（1）

県内の真珠養殖業では、大量へい死の発生時期（6

～9月）に大型稚貝のへい死率が小型稚貝より低い等の情報に基づき、従来の3月採卵の稚貝から1月採卵の稚貝の需要が高まっている。しかし、長崎県におけるアコヤガイの成熟期は6～10月²⁾であり、これまでより早期となる1月採卵は生産が不安定であることが問題となっている。

そこで、稚貝の安定生産に向けた基礎知見を得ることを目的に、種苗生産用親貝の養成飼育期間と、受精率及び受精卵ふ化率等との関係を調べた。

方 法

供試貝 試験には、令和6年2月7日に、県内の養殖業者が飼育していた在来系アコヤガイ〔個体重量約65 g、163個体（2才貝）〕を、生きたまま開口器で開殻して注射筒で生殖巣から卵や精子を採取し、顕微鏡で雌雄を判別するとともに、生殖巣の発達状態を目視観察し、その発達状態を4段階（区分0：生殖巣がほぼ無色で、成熟がほぼ進行していない、1：生殖巣が透明感のある薄い白黄色で、成熟がやや進行している、2：生殖巣が黄色で、成熟が進行している、3：生殖巣が濃黄色で肥大し、成熟が著しく進行している）に分け、区分0の34個体（雌雄不明）と、区分2の51個体（雌：30個体、雄：21個体）を用いた。なお、区分0～3の出現数は、それぞれ34、78、51及び0個体であった。

養生飼育 供試貝は、総合水産試験場の屋内に設置した200 L水槽2基に雌雄別（区分0は無作為に等分）に收容し、自作したサイホン式給餌装置〔ハプト藻類（*Isochrysis sp. Tahiti*）〕を用い、水槽中の餌料プランクトン濃度が常時1～5万 cells/mLになるように調整し、2月8日～3月12日の33日間、加温飼育（水温は14 から23 ℃へ、毎日約1 ℃昇温後、23 ℃を継続）を行った。

採卵 アコヤガイの成熟が進行する13 ℃以上³⁾の積算水温で0、150、200、230、250及び270 時に、区分2の雌雄各3～5個体の性成熟量⁴⁾を測定後、生殖巣から卵及び精子を取り出した。その後、卵（第一減数分裂

前期)はアンモニア処理により減数分裂を進行させて30 L水槽(水温25)で媒精⁵⁾後、500 L水槽に收容し、受精率や受精卵ふ化率等を調べた。なお、区分0は各目安時(積算水温)に4~10個体の性成熟量を測定後、雌雄を判別し、雌雄個体の出現時に受精率等を調べた。

検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

親貝養生飼育の13 以上積算水温と採卵の結果を表1に示す。区分2では、0 時は受精率が約10%と著しく低く、正常な浮遊幼生はみられなかったが、積算水温が増加するに従い、雌雄の性成熟量や卵数が増加するとともに、230 時以上で受精率及び受精卵ふ化率が95%以上の高水準に達した。区分0では、150 時から雌及び雄個体が出現したが、230~270 時の受精率、ふ化率等の測定項目の成績は、区分2のそれらと比較して低かった。また、230 時の実験終了後、区分2の飼育水槽で雌4個体が放卵した。

以上から、成熟が進行した個体を親貝として選別し、13 以上の積算水温で230 以上養生飼育することで、卵数、受精率及び受精卵ふ化率が高まると考えられた。

なお、区分0は飼育11、13日目に各1個体(雌雄不明)が、区分2は飼育10日目に雌1個体がへい死した。

表1 親貝養生飼育の13 以上積算水温と採卵の結果

13 以上の 積算温度()	区分	雌 性成熟量	雄 性成熟量	不明 性成熟量	内臓部1g あたりの 卵数(万粒)	受精率(%)	受精卵 ふ化率(%)
0	0	-	-	0.169 (n=5)	-	-	-
(飼育0日目)	2	0.273 (n=5)	0.268 (n=5)	-	24.4	10.2	0
150	0	0.203 (n=1)	0.215 (n=1)	0.174 (n=3)	21.6	56.0	0
(飼育21日目)	2	0.279 (n=4)	0.313 (n=3)	-	47.1	69.3	29.9
200	0	0.238 (n=2)	0.304 (n=2)	-	35.8	77.4	65.7
(飼育26日目)	2	0.312 (n=4)	0.321 (n=3)	-	93.5	84.8	74.3
230	0	0.222 (n=1)	0.282 (n=3)	-	42.4	67.2	62.8
(飼育29日目)	2	0.382 (n=4)	0.347 (n=3)	-	109.1	98.7	97.8
250	0	0.248 (n=1)	0.278 (n=3)	-	28.6	69.2	64.2
(飼育31日目)	2	0.345 (n=4)	0.320 (n=3)	-	97.4	96.5	95.6
270	0	0.234 (n=2)	0.258 (n=7)	0.138 (n=1)	20.8	61.2	57.1
(飼育33日目)	2	0.368 (n=4)	0.352 (n=4)	-	108.0	96.9	95.1

は区分0と2の間で有意差を示す

・早期採卵試験(2)

1月採卵による実用レベルの早期種苗生産を目的に、民間の種苗生産施設と連携し、親貝の養成飼育に13 以上の積算水温法を用いた種苗生産試験を実施した。

方 法

供試貝 試験には、令和4年12月と令和5年12月に、県

内の養殖業者が飼育していた在来系アコヤガイ[R 4: 個体重量約54 g, 445個体(2才貝), R5: 個体重量約65 g, 420個体(3才貝)]を、生きたまま開口器で開殻して注射筒で生殖巣から卵や精子を採取して顕微鏡で雌雄を判別するとともに、生殖巣の発達状態を目視観察し、その発達状態を4段階(上記試験と同様の区分)に分け、令和4年には区分2の80個体(雌: 40個体, 雄: 40個体)を、令和5年には区分2の60個体(雌: 30個体, 雄: 30個体)を用いた。なお、令和4年及び5年の区分0~3の出現数は、それぞれ0, 232, 213及び0個体と0, 286, 134及び0個体であった。

養生飼育 両年の区分2の供試貝を長崎県真珠養殖漁業協同組合あこや貝種苗センターの屋内に設置した1,000 L水槽2基に雌雄別に收容し、令和4年12月23日~令和5年2月5日の44日間及び令和5年12月18日~令和6年1月18日の31日間、手動給餌等[朝・昼・夕の3回、ハプト藻類(*Isochrysis sp. Tahiti*, *Pavlova lutheri*) 1~3万 cells/mL/回]の加温飼育(水温: 14~23)を行った。採卵及び浮遊幼生の飼育試験 採卵は、13 以上の積算水温で230, 250及び270 時に、雌雄各10個体の生殖巣から卵及び精子を取り出して、卵をアンモニア処理後に媒精し、受精率、受精卵ふ化率を調べた。また、230 時には雌雄の性成熟量を測定した。なお、令和5年の採卵は400 時を追加して2月に実施した。

飼育試験は、500万個体の浮遊幼生を1,000 L水槽4基に收容し、手動給餌[朝・昼・夕の3回、ハプト藻類(*Isochrysis sp. Tahiti*, *Pavlova lutheri*) 1~3万 cells/mL /回]による加温飼育(水温: 25~26)を行い、終了時には、約2 mmの稚貝を計数し、稚貝採苗率(浮遊幼生数に対する稚貝数の割合)を測定した。なお、令和5年及び6年の2月と3月も同様の試験を行った。検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

民間施設における13 以上積算水温法による親貝養生飼育と稚貝採苗率の結果を表2に示す。令和5年及び令和6年1月採卵の230~270 時では、受精率が98%以上で受精卵ふ化率が90%以上と高く、2月及び3月採卵にも同様の傾向がみられた。また、令和5年は400 時

を設けて長期間の養成飼育の影響を調べたが、受精率、受精卵ふ化率及び稚貝採苗率は230～270 時の結果と差はなかった。

以上から、成熟が進行した個体を親貝に選別し、12月から13 以上の積算水温法で230 以上養生飼育することで、1月に早期採卵が可能となり、実用レベルの稚貝数（稚貝採苗率）が生産でき、2月及び3月採卵にも適用ができると考えられた。

表2 民間施設における13 以上積算水温法による親貝養生飼育と稚貝採苗率

採卵月	13 以上の 積算温度 ()	雌 の 性成熟量	雄 の 性成熟量	受精率(%)	受精卵の ふ化率(%)	稚 貝 の 採苗率 (%)	
R 5	1月	230	0.378 (n=10)	0.354 (n=10)	99	92	9.2~11.0 (n=4)
		250	-	-	98	94	9.6~12.2 (n=4)
		270	-	-	99	93	9.2~11.0 (n=4)
	(2月)	400	-	-	98	92	9.2~10.6 (n=4)
	2月	230	0.360 (n=10)	0.356 (n=10)	99	92	9.0~11.0 (n=4)
		250	-	-	99	93	9.6~11.0 (n=4)
R 6	3月	230	0.371 (n=10)	0.339 (n=10)	99	92	9.8~10.4 (n=4)
		230	0.358 (n=10)	0.338 (n=10)	98	92	10.0~11.6 (n=4)
		250	-	-	99	91	10.0~11.0 (n=4)
		270	-	-	98	91	10.4~11.0 (n=4)
	2月	230	0.366 (n=10)	0.350 (n=10)	98	92	9.2~10.4 (n=4)
		250	-	-	99	91	9.2~10.4 (n=4)
3月	230	0.353 (n=10)	0.344 (n=10)	98	92	9.0~10.4 (n=3)	

へい死を軽減する飼育試験(1)

稚貝の大量へい死を軽減する飼育方法の開発を目的に、1月及び3月に採卵した稚貝を用い、成長やへい死に関する比較飼育試験を行った。

方 法

供試貝 試験には、早期採卵試験（2）で、令和5年1月及び3月に採卵した稚貝各1,000個体（以下、それぞれ1月採卵群と3月採卵群と略す）を用いた。なお、1月及び3月採卵群の殻長は、それぞれ6 mmと2 mmであった。

試験場所 西海市面高地先の水深2 m層で行った。

調査期間及び調査方法 試験は、令和5年5月3日～10月3日の153日間実施した。1籠あたりの飼育密度は、3月採卵群で5～6月の間に1,000個体とした以外、各群で200個体とした。期間中は毎月1回、籠交換と稚貝のへい死数を確認するとともに、生残個体から無作為に30個体を採取して殻長を測定し、へい死時には、逆転写-定量PCR法（RT-qPCR）を用いて病原体遺伝子の有無を検査した。水温は、毎日午前10時にデジタル水温計で水深2 m層を測定した。

検定方法 studentの検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

へい死率の推移を図1に示す。2群のへい死は6月と9月にみられ、その間のへい死数は1月採卵群が3月採卵群と比較して少なく、終了時の1月及び3月採卵群のへい死率は、それぞれ28%と80%であった。

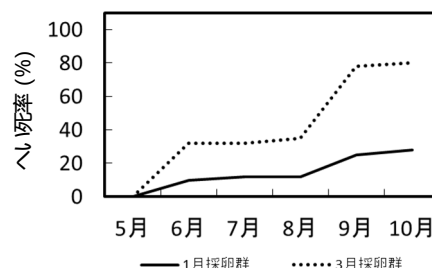


図1 へい死率の推移

平均殻長の推移を図2に示す。2群の成長はへい死発生期に停滞し、終了時の1月及び3月採卵群の平均殻長は、それぞれ52 mmと23 mmであった。

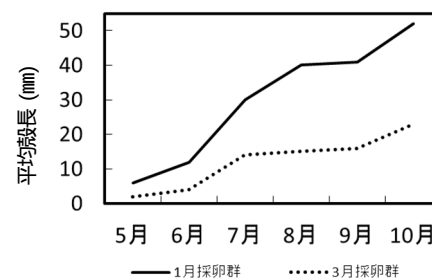


図2 平均殻長の推移

9月調査時に1月及び3月採卵群の稚貝を採取し、PCR検査を行った結果、2群ともに病原体遺伝子が検出された。

試験期間中の水温を表3に示す。へい死時の6月と9月の平均水温は、それぞれ22.1 と27.4 であった。

表3 試験期間中の月別平均水温

	5月	6月	7月	8月	9月	10月
水温 ()	19.0	22.1	26.0	27.5	27.4	25.8

へい死を軽減する飼育試験(2)

稚貝の大量へい死を軽減する飼育方法の開発を目的に、1月に採卵した稚貝を用いて、へい死に及ぼす飼育密度の影響を検討した。

方 法

供試貝 試験には、早期採卵試験（2）で、令和5年に採卵した殻長2 mmの稚貝40,000個体を用いた。

試験場所 佐世保市鹿町町地先（以下、鹿町と略す）

と総合水産試験場前の棧橋筏（以下，水試と略す）の各水深2m層で行った。

調査期間及び調査方法 試験は，令和5年3～10月の間，2回に分けて実施し，1回目調査では3月28日～5月31日の64日間，1籠あたり5,000及び15,000個体を収容し，2回目調査では6月1日～10月30日の152日間，1籠あたり100，200及び400個体を収容した。なお，2回目調査の供試貝には，各1回目調査終了時の5,000個体/籠の生残貝を用いた。期間中には，毎月1回，籠交換と稚貝のへい死数を確認するとともに，各調査の終了時には生残個体から無作為に30個体を採取して殻長を測定した。また，終了時には，逆転写・定量PCR法（RT-qPCR）を用いて病原体遺伝子の有無を検査した。2漁場の水温は，午前9時に水深2m層をデジタル水温計で測定し，水試の水温は養殖技術科による観測データを引用した。

検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い，有意水準は $p < 0.05$ とした。

結果

1回目調査の結果を表4に示す。両地区で飼育密度に関係なく，へい死はほぼなかったが，平均殻長は低密度区が高密度区より大きかった。

表4 1回目調査の結果

	鹿町		水試	
	5,000個体/籠	15,000個体/籠	5,000個体/籠	15,000個体/籠
平均殻長 (mm)	6.36 ^a	4.45 ^b	5.97 ^a	4.18 ^b
へい死率 (%)	0.2 ^a	0.1 ^a	0.1 ^a	0.1 ^a

異符号は有意差を示す ($p < 0.05$)。

2回目調査の結果を表5に示す。鹿町では，100個体/籠が高密度区と比べ，平均殻長は大きく，へい死率は低かった。一方，水試では，100個体/籠の平均殻長が鹿町と同様，他区より大きかったが，へい死は全区でほぼなかった。鹿町では大量へい死を確認した10月に，100個体，200個体/籠の稚貝を採取しPCR検査を行ったが，両籠の稚貝から病原体遺伝子は検出されなかった。

表5 2回目調査の結果

	鹿町			水試		
	100個体/籠	200個体/籠	400個体/籠	100個体/籠	200個体/籠	400個体/籠
平均殻長 (mm)	53.4 ^a	43.1 ^b	37.6 ^b	49.9 ^a	42.2 ^b	40.0 ^b
へい死率 (%)	4 ^a	39 ^b	35 ^b	0 ^a	1 ^a	2 ^a

異符号は有意差を示す ($p < 0.05$)。

期間中の水温を表6に示す。鹿町及び水試の試験期間中の月別平均水温は，それぞれ13.4～29.5 と15.2～28.1℃の範囲であった。

表6 試験期間中の月別平均水温

水温 ()	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
鹿町	15.2	17.2	18.5	22.2	27.1	28.1	27.1	24.8
水試	16.3	17.7	19.9	23.2	27.4	28.6	28.2	25.0

まとめ

- 1) 令和5年度の対馬真珠養殖漁業協同組合管内のへい死率は10～20%と，感染症による大量へい死発生前と同程度であった。一方，長崎県真珠養殖漁業協同組合管内のへい死率は20～50%と，感染症発生以前と比較して多く，特に一部地域では8月中旬～下旬に，大量へい死（30～100%）が発生した。しかし，1月採卵稚貝のへい死率は3月採卵稚貝より低かった。
- 2) 稚貝の安定生産に向けた基礎知見を得るため，種苗生産用親貝の養成飼育期間と，卵数，受精率及び受精卵ふ化率等との関係を調べた。その結果，成熟が進行した個体を親貝として選別し，13 以上積算水温法で230 以上養生飼育することで，受精率や受精卵ふ化率等が高まると考えられた。
- 3) 1月採卵の稚貝は，成熟が進行した親貝を13 以上積算水温法で230 以上養生飼育することで，実用レベルの安定生産ができると考えられた。
- 4) 1月及び3月採卵の稚貝を用いた飼育試験を，令和5年5～10月に西海市地先で行った。その結果，1月採卵群のへい死率が3月採卵群と比較して低かった。
- 5) 1月採卵の稚貝を用い，へい死に及ぼす飼育密度の影響に関する飼育試験を令和5年5～10月に佐世保市鹿町町地先等で行った。その結果，鹿町地区では低密度区のへい死率が高密度区より低かった。

（担当：岩永・甲斐）

謝辞

早期採卵試験（2）では，長崎県真珠養殖漁業協同組合あこや稚貝センター場長 川口健氏及び餌料培養担当 松本大輔氏に，親貝養生飼育から種苗生産まで試験を行って頂き，心から御礼申し上げます。

文 献

- 1) Matsuyama *et al* : Mass mortality of pearl oyster (*Pinctada fucata* (Gould)) in Japan in 2019 and 2020 is caused by an unidentified infectious agent , *PeerJ* , **9** , e12180.DOI:10.7717/peerj.12180 (2021) .
- 2) 日本水産資源保護協会：水生生物生態資料，265 (1980) .
- 3) 三重県水産研究所：真珠適正養殖管理マニュアル，10～14 (2019) .
- 4) 四宮陽一・岩永俊介・山口知也・河野啓介・内村祐之：アコヤガイの秋期のへい死とグリコーゲン含量および糖代謝酵素活性との関連性，水産増殖，**45**，47～53 (1997) .
- 5) 青木秀夫・林政博・石川卓・磯和潔・太田博巳・古丸明：アコヤガイの人工授精における媒精時間の違いが受精率および幼生の成長に及ぼす影響，三重水研報，**16**，17～21 (2008) .

7. 環境変化に対応した貝類養殖技術開発・向上事業(マガキ)

土内隼人・甲斐修也・松倉一樹・岩永俊介・村田昌子

近年の環境変化により、従来のカキ類の養殖手法では生産が不安定となっている。そこで、カキ類養殖の安定化を図ることを目的に、県内の種苗生産機関等と連携し、環境変化に対応した耐性選抜系統の作出、種苗量産技術開発及び成育調査に取り組んだ。

・長崎県カキ類種苗生産技術検討会

令和5年5月18日に、長崎県カキ類種苗生産技術検討会を総合水産試験場（以下、水試）で開催し、種苗生産等に関する情報交換や今年度の技術開発計画について協議した。主な計画は以下のとおりである。

- ・ 壱岐栽培センターと水試が連携し、壱岐海区におけるイワガキ耐性選抜系統の作出試験を実施する。
- ・ 佐世保市水産センターと水試が連携し、佐世保地区におけるマガキ耐性選抜系統の作出試験と種苗生産用親貝の成熟促進試験を実施する。
- ・ 対馬栽培漁業振興公社と水試が連携し、イワガキ種苗生産の効率化に関する試験を実施する。

・環境変化に対応する耐性選抜系統作出試験

佐世保地区及び壱岐海区で環境選抜した貝を種苗生産用の親貝に用い、各種苗を生産した。なお、親貝の由来等は以下のとおりである。

- ・ 壱岐栽培センターが平成29年に生産し、センター地先で飼育中のイワガキを用い、水試で令和5年7月に種苗を生産した。
- ・ 佐世保地区のマガキ養殖場で、令和4年夏季～秋季の大量へい死時に生残した宮城県産天然採苗マガキを親貝に用い、佐世保市水産センターで令和5年5月～8月に種苗を生産した。

・カキ類の種苗生産効率化試験

カキ類の種苗生産の生産性向上を図るため、種苗生産に関する技術開発を行った。

1. マガキ種苗生産用親貝の成熟促進試験

マガキ種苗生産において早期に採卵するため、加温飼育による親貝の成熟促進試験を実施した。

方 法

供試貝 令和5年3月に水試で生産した貝（以下、人工貝）と宮城県産天然採苗貝（以下、天然貝）を用いた。

飼育方法 人工貝72個体及び天然貝92個体を各500 L水槽で加温飼育した（13.8 ～ 23.7℃）。また、餌料はハプト藻類（*Pavlov Iutheri*, *Isochrysis sp.Tahiti*）をポンプとタイマーを組み合わせた自作の自動給餌器を用い、飼育水あたり2～5万cells/mL/日になるように1日に5回給餌した（午前0，5，10時及び午後2，6時）。

調査方法 成熟促進の飼育期間は菅原らの方法¹⁾に基づき、10℃以上の積算温度法を用いた。成熟状況は、供試貝を開殻し、生殖巣の一部をナイフ等で採取して卵と精子の有無を顕微鏡で確認した。採卵数は、受精卵を30 L水槽に回収し、25～30 Lの水位まで海水を加え、1 mLあたりの密度から試算した。なお、受精率は媒精1～3時間後に、卵割進行の有無で測定した。

調査場所及び調査期間 水試の屋内施設で、令和6年2月6日～4月15日の70日間実施した。

結 果

試験開始時の人工貝5個体及び天然貝11個体の成熟は進んでおらず、性別は確認できなかった。飼育37日目の積算温度376℃時（3月12日）で雌雄個体が確認でき、人工貝12個体の雌雄出現数は、雌7個体、雄5個体であった。これらの貝を用いて採卵し、4億1千万粒（受精率94%）の受精卵を得た。さらに、飼育63日目の積算温度765℃（4月15日）時での天然貝13個体の雌雄出現数は、雌8個体、雄5個体であった。これらの貝を用いて採卵を行い、1億6千万粒（受精率77%）の受精卵を得た。

以上の結果から、10 以上の積算水温で376～765℃の間、マガキを加温飼育することで受精卵を得ることができた。

ま と め

- 1) 親貝を2月から10 以上の積算水温で376～765℃加温飼育することで、3、4月に大量の受精卵を得た
2. イワガキ種苗生産の自動給餌器を用いた飼育試験
種苗生産の生産性向上を図るため、自動給餌器を用いて飼育試験を行った。

供試貝 吉岐栽培センターで生産された人工貝を親貝とし、令和5年7月24日に採卵して得られた浮遊幼生を用いた（受精率70%、ふ化率87%）。

試験区の設定 上記試験と同様の自動給餌器を用いた試験区と、従来の手作業で給餌する対照区を設けた。

飼育方法 連結式浮遊幼生飼育水槽（500 L水槽の2基連結）を用い、開始時の浮遊幼生数は、試験区、対照区ともに200万個体とした。飼育水温の調整はウォーターバスを使用し、水温は26～28℃に設定した。餌料は市販品の*Cheatoceros calcitrans*と*C. gracilis*を用い、各区の摂餌量に応じ、飼育水あたり1万2千～6万6千cells/ml/日になるように3回に分けて給餌した（午前9時、午後1、5時）。なお、試験区の給餌は、午前9時に手作業で行い、残りは餌料を30 L水槽に入れて海水で希釈して自動給餌器を用いて与えた。

試験場所及び試験期間 水試の屋内施設で、令和5年7月28日～8月18日の22日間実施した。

検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

開始から浮遊幼生の成長が遅く、高密度が影響していると考え、6齢で浮遊幼生を飼育水ごと排出し、試験区及び対照区の浮遊幼生数を80万個体に調整した。両区で9齢になると、残餌が顕著となるとともに共棲生物が増加したため、水槽替えを急遽行った結果、試験区では翌日に浮遊幼生数が著しく減耗したことに加え、その後、対照区と比較して成長が劣り、

眼点形成率が低かった（図1、2）。対照区では19～25齢に眼点を形成した浮遊幼生数が49万個体みられたが、試験区は8万8千個体であった。

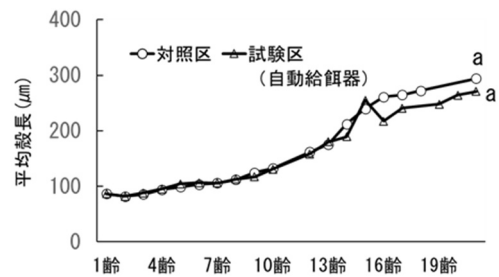


図1 浮遊幼生の平均殻長の推移
異符号間は有意差あり

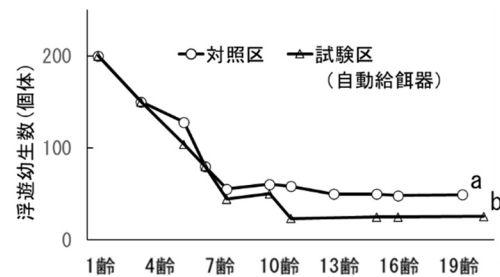


図2 浮遊幼生数の推移
異符号間は有意差あり

ま と め

- 1) イワガキ種苗生産における給餌方法の違いによる飼育試験を行ったところ、自動給餌器による試験区は手作業の対照区より成長、生残が劣り、眼点を形成した浮遊幼生数が少なかった。

マガキの成育試験

諫早湾及び佐世保地区で、マガキ成育試験を行った。

方 法

供試貝 諫早湾では、養殖中の宮城県産天然採苗マガキ（1才貝）を用いた。一方、佐世保地区では、佐世保市水産センターが令和3年に生産し、養殖中の人工マガキ（1才貝）を用いた。

試験場所及び試験期間 諫早湾では、沖合漁場、長里地区、小ヶ浦地区、竹ノ崎地区及び長戸地区の地先で7月～10月の間に、毎月2回実施した。なお、竹ノ崎地区と長戸地区の地先は10月のみ実施した。

佐世保地区では、白馬地区と船越地区で8月～10月の間、8月は2回、9、10月は各1回の計4回実施した。

方法 諫早湾では、各漁場で筏の中央付近と外側の計2連のコレクターを観察し、生貝数、死貝数を計数し全漁場の平均値を算出した。また、全漁場からマガキを数個体ずつ採取して計30個体とし、殻高、個体重量、軟体部重量及び身入度を測定した。

佐世保地区では、各漁場の1連を上段、中段、下段に区分して各段のコレクター3枚を観察し、生貝数、死貝数を計数し2漁場の平均値を算出した。また、2漁場のマガキを各15個体採取して、殻高、個体重量、軟体部重量及び身入度を測定した。

検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

諫早湾では、7月～10月の1日平均水温（水深1 m）は、21.1～30.5℃で推移した。コレクター1枚あたりのマガキ付着数は、7月の20.4個体から10月の6.7個体に減少した。終了時の殻高は8 cm、個体重量は36.9 g、軟体部重量は8.5 g、身入度は23.1%であった。

佐世保地区では、8月～10月の1日平均水温（水深0.5 m）は、22.7～30.8℃で推移した。コレクター1枚あたりのマガキ付着数は、8月の13.7個体から10月の10.9個体に減少した。終了時の殻高は7.9 cm、個体重量は36.8 g、軟体部重量は5.0 g、身入度は13.5%であった。

ま と め

1) 諫早湾と佐世保地区で、マガキの成育試験を7月～10月の間行い、終了時のコレクター1枚あたりの付着数は、諫早湾で6.7個体、佐世保地区が10.9個体であった。

・諫早湾マガキ養殖の付着物量試験

諫早湾のマガキ養殖漁場において、マガキの成育

に影響を及ぼすフジツボ等の付着生物量を調べた。

方 法

供試貝 諫早湾で抑制中のマガキを用いた。

試験場所及び試験期間 諫早湾の沖合漁場及び長里地区地先（以下、それぞれ沖合と長里と略す）で7月～11月の間、毎月1回実施した。

試験区 供試貝は、コレクター1枚あたり20個体に調整し1連にコレクター9枚を挟み、各漁場に6連設置した。

測定方法 各漁場に設置した連の中から、毎月1連を無作為に採取し、殻高、個体重量、身入度と付着生物量を測定した。なお、身入度は1連に生残していたマガキ7～30個体を用い、個体重量に対する軟体部重量の割合で算出した。

試験期間中の各漁場における水温及びクロロフィルa量は、漁場環境科が近隣地区で実施した調査結果を引用した。

検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

試験結果を表1に示す。魚類による食害を受けて、8月にコレクター1枚あたりのマガキの付着数は、沖合4.1個体、長里3.3個体となり、終了時の11月には、沖合が0.9個体、長里が0.8個体まで減少した。終了時の2漁場におけるマガキの付着数、殻長及び個体重量に差はなかったが、軟体部重量と身入度は長里が沖合より大きかった。付着生物量は、9月と10月に長里が沖合と比較して多かったが、11月は同程度となった。

水温は、2漁場で同様の傾向を示し、7月下旬～8月下旬に27.3～30.6℃の水温を推移し、10月中旬に22.1℃まで低下した。中央及び長里のクロロフィルa量（表層から水深2 mまで平均）は、それぞれ1.1～26.1 $\mu\text{g/mL}$ 及び0.9～15.1 $\mu\text{g/mL}$ の範囲であった。

表1 試験結果

	マガキ（個体）								コレクター1枚あたり					
	殻高（mm）		個体重量（g）		軟体部（g）		身入度（%）		マガキ付着数（個）		マガキ重量（g）		付着生物量（g）	
	沖合	長里	沖合	長里	沖合	長里	沖合	長里	沖合	長里	沖合	長里	沖合	長里
8月	45.0	42.5	7.9	7.3	1.2	1.1	16.1	15.3	4.1	3.3	8	24	168	123
9月	45.8	51.7	7.6	11.0	1.5	1.8	21.1	16.7	0.8	2.7	6	29	147	250
10月	52.1	60.8	16.9	22.4	2.8	5.4	16.5	23.2	1.3	2.3	23	52	260	445
11月	57.6	68.5	20.0	31.6	4.4	7.9	20.6	25.3	0.9	0.8	20	25	439	455
有意差あり														

ま と め

- 1) 諫早湾の沖合と長里の養殖漁場で、マガキの成長や付着生物量等を7月～11月の間調査した。
- 2) 終了時の2漁場におけるマガキの付着数、殻長及び個体重量に差はなく、軟体部重量及び身入度は長里が沖合より大きかった。

文 献

- 1) 菅原義雄・小金沢昭光：カキ・ホタテガイ・アワビ生産技術と関連研究領域（野村正監），恒星社厚生閣，東京，1994，pp 1～17．
（担当：土内・甲斐・岩永）

8. 有明海漁業振興技術開発事業

松倉一樹・土内隼人・甲斐修也・岩永俊介・村田昌子

本事業では、有明海における水産資源の回復及び漁業振興を図るため、タイラギの増殖及びマガキ、ワカメとヒジキの養殖に関する技術開発に取り組んだ。

・タイラギ

有明海のタイラギ資源の回復を目的に、有明海沿岸4県が連携し、各県が令和3～5年度の3年間で計2万個のタイラギ母貝団地を造成するため、親貝養成、種苗生産及び中間育成（殻長50 mmサイズまで）に関する技術開発を行った。

1. 親貝養成技術の開発

総合水産試験場(以後、水試と略す)では、生き残り等の生産性が高い大型種苗を生産するため、早期採卵を行っている。そのため、親貝養生飼育は、例年、餌料環境が良好な諫早湾で2～3月及び4～6月の間の計2回実施している。しかし、令和5年度は漁業者の用務都合で、4月以降の実施が危ぶまれたため、屋内による親貝養生飼育を実施した。

方 法

供試貝 令和5年2月23日に熊本県の荒尾漁協から購入し、2月24日～3月24日の間、諫早湾で垂下によるカゴ飼育後、水試の棧橋筏で飼育中の殻長約20 cmのタイラギ40個体を養生飼育に用いた（雌雄各20個体）。

養生飼育 供試貝を水試の屋内に設置した200 L水槽2基に雌雄別に収容し、4月13日～5月8日の間、手動給餌〔朝・昼・夕の3回、ハプト藻類（*Isochrysis* sp. *Tahiti*, *Pavlova lutheri*）1～3万 cells/mL/回〕による加温飼育（水温：19.8～23.3℃）を行った。

採卵 5月8日に飼育水槽で放精がみられたため、翌日に既知の方法¹⁾に基づき、誘発試験を実施した。なお、ふ化水槽は500 L水槽4基を用いた。

検定方法 χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

養生飼育中の雌及び雄個体のへい死は、それぞれ1個体と5個体であった。

誘発試験の結果を表1に示す。誘発は、1回目の23℃から28℃の昇温後に、まず雄7個体が放精し、次に雌4個体が計1.7億粒を放卵した。

採卵結果を表2に示す。採卵後の受精率及び受精卵ふ化率は、それぞれ約90%と23～61%であった。

表1 誘発結果

	誘発個数	放卵・放精個体	回収卵
♀	19	4	約1.7億粒
♂	14	7	-

表2 採卵結果

	回収卵（億）	受精率（％）	ふ化率（％）	群
♀（3個体分）	0.7	90	23 ^a	A
			26 ^a	B
♀（1個体分）	1.0	89	58 ^b	C
			61 ^b	D

ふ化率は、媒精した卵数に対する正常な浮遊幼生数の割合を示す。
異符号は有意差を示す。

2. 種苗生産技術の開発

種苗生産技術の確立を目的として、採苗率（正常な浮遊幼生数に対する着底稚貝数の割合）に及ぼす受精卵ふ化率の影響を検討した。

方 法

供試貝及び飼育方法等 上記の技術開発で得られた浮遊幼生800万個体（A～D群の各200万個体）を用いた（表2）。試験では、各群を試験区と設定するとともに、飼育方法は昨年度²⁾と同様とした。なお、各区の連結水槽（500 L2基）は2セット設けた。

試験期間 令和5年5月9日～6月26日の間実施した。

検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

平均殻長の推移を図1に示す。C、D区の平均殻長は日令11にA、B区より大きかったが、日令18には区間による差はなくなった。昨年度は、日令23で着底個体がみられ²⁾、今年度も同日令に同程度の大きさであったが、着底個体を確認することはできなかった。

着底個体は、A、B及びD区で日令34に、C区で日令36にみられた。また、これまで着底期における浮遊幼生の殻長は500～550 μmであったが、A区で日令33に殻長650 μmの個体を観察した。

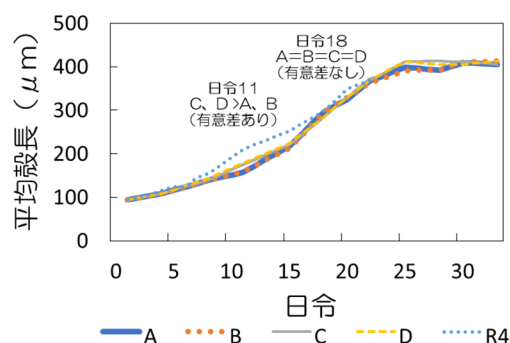


図1 平均殻長の推移

生残率の推移を図2に示す。日令3からA、B区でへい死がみられ始め、日令8にA、B区の生残率がC、D区より低くなった。C、D区のへい死は、それぞれ日令8及び11にみられ始め、C区の生残率は日令20以降に他区より低くなり、D区の生残率は日令25にA、B区と差がなくなった。一方、昨年度、着底個体がみられた日令23では、A、B及びD区の生残率は15～25%と、昨年度（約5%）より高かった。²⁾

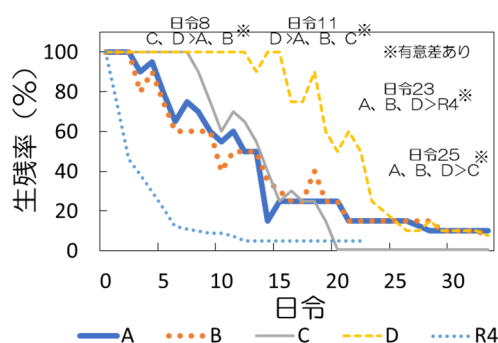


図2 生残率の推移

着底数と採苗率の結果を表3に示す。C区の水槽No. 2の浮遊幼生は日令19に全滅した。他区では日令34～48に着底個体がみられ、各水槽の着底数は0.4～4.4万個体で、計152,585個体を生産し、各水槽の採苗率は0.4～4.4%であった。昨年度の着底期間、総生産数及び採苗率は、それぞれ日令23～34、24.9万個体と0.4～7.3%であり、今年度の成績は昨年度を下回った。²⁾

表3 着底数及び採苗率の結果

区・水槽No.	着底期間（日令）	着底数（n）	採苗率(%)
A	1 34～44	13,394	1.3
	2 34～44	44,066	4.4
B	1 34～41	8,179	0.8
	2 34～41	23,817	2.4
C	1 36～41	3,736	0.4
	2 —	0	0
D	1 34～48	26,696	2.7
	2 34～48	32,697	3.3

受精卵ふ化率と採苗率の関係を図3に示す。今回の試験では、ふ化率と採苗率に相関関係はなかった。

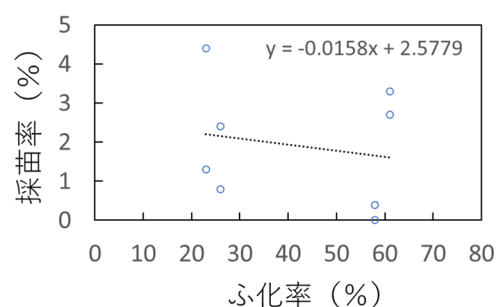


図3 受精卵ふ化率と採苗率の関係

これまでの主な種苗生産結果を表4に示す。今年度の生産結果では、受精卵ふ化率は過去最低であったが、採苗率は歴代2位であった。そのため、（国研）水産研究・教育機構 水産技術研究所が開発した飼育装置¹⁾は水試等が開発した装置と比較して優れており、安定生産に繋がると考えられた。

表4 これまでの主な種苗生産結果

	H 27	H 28	H 29	R 4	R 5
ふ化率	83 ^a	76 ^b	91 ^c	80 ^{ab}	23 ^d
採苗率	0.24 ^a	0.16 ^a	0.07 ^b	7.3 ^c	4.4 ^d
飼育装置	水 試	水 試	二枚貝研	水 研	水 研

（株）二枚貝養殖研究所を二枚貝研と、国立研究法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所を水研と略す。
異符号は有意差を示す。

3. 陸上中間育成技術の開発

着底稚貝の沖出しサイズ（殻長5 mm以上）までの中間育成飼育を、既存の装置等³⁻⁵⁾を用いて行った。

方 法

供試貝 試験には、5月9日採卵群で6月12日～6月26日の間に、着底した殻長1～2 mmの稚貝約15.3万個体を用いた。

飼育方法 試験は、水試の屋内に設置した流水式ダウンウェリング装置³⁻⁵⁾と、改良した止水式ダウンウ

エリング装置（飼育水槽を直径30 cmから60 cmの容器に変更し、点滴による給餌を追加）を用いた。餌料は市販の濃縮珪藻（*Chaetoceros calcitrans*, *Chaetoceros neogracile*）及び培養したハプト藻類（*Isochrysis* sp. *Tahiti*, *Pavlova lutheri*）を用い、稚貝の摂餌量や成長等に応じて、3～5万 cells/mL/日を給餌し、稚貝の成長と生残を調べた。

飼育期間 試験は6月12日～7月17日の間、実施した。
検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

陸上中間育成の結果を表5に示す。流水式No.1区の稚貝は、最も早く着底した個体を収容したため、稚貝の平均殻長が他区より大きかったが、6月中旬に餌

料不足が1週間程度生じ、大量へい死が発生した。終了時における全区の生残率及び平均殻長は、8～89%と11.8～12.3 mmであり、改良した止水式装置の成績は、流水式装置と比較して差がなかった。今年度は、7月中旬に10 mmサイズの種苗を計103,967個体生産した。

生産した種苗は、51,374個体を水試前の棧橋筏に沖出しするとともに、残りの52,593個体は8月2日に熊本県へ預託するまで陸上飼育を継続した。

預託した種苗の平均殻長及び数量は、それぞれ21.8 mm及び43,311個体であった。なお、同時期（8月3日）に棧橋筏で飼育中の種苗の平均殻長及び飼育数は、それぞれ19.1 mm及び40,522個体であった。

表5 陸上中間育成の結果

	流水式DW装置				止水式DW装置(新)	
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.1	No.2
開始時の稚貝数 (n)	29,048	27,735	28,942	28,110	18,900	19,850
終了時の稚貝数 (n)	2,200	19,444	25,822	24,571	16,906	15,024
生残率 (%)	8 ^a	70 ^b	89 ^c	87 ^c	89 ^c	76 ^{bc}
終了時の平均殻長 (mm)	11.8 ^a	12.2 ^a	12.1 ^a	12.3 ^a	12.1 ^a	11.8 ^a

異符号は有意差を示す。

4. 諫早湾を利用した中間育成技術の開発

諫早湾の干潟を利用した中間育成技術開発を行った。

方 法

供試貝 試験には、水試の棧橋筏で飼育中の稚貝300個体（平均殻長19～35 mm）を用いた。

飼育方法 8月1日、9月1日及び11月1日に、諫早市小長井町地先干潟に直植え移植したものを干潟区とし、対照として、棧橋筏でカゴ飼育したものを水試区とし、それぞれの稚貝の成長・生残を調べた。

飼育期間 8月1日～翌年1月14日の間実施した。なお、棧橋筏での飼育は、8月1日～10月30日の間実施した。

検定方法 studentのt検定及び χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

飼育期間中及び終了時の平均殻長及び生残率を表6に示す。10月30日における各区の殻長の最大値、最小値及び平均値と生残率は、干潟区の8月と9月移植群で、それぞれ130 mm, 93 mm及び110 mmと21%, 96mm, 71 mm及び82 mmと32%となり、水試区（52 mm, 23 mm及び35 mm, 0.2%）より成長、生残ともに良かった。1月14日における干潟区の殻長の最大値、最小値及び平均殻長と生残率は、8月移植群で160 mm, 107 mm及び133 mmと21%, 9月移植群で130 mm, 92 mm及び110 mmと32%, 11月移植群で66 mm, 47mm及び58 mmと5%であった。

以上の結果から、干潟に移植する場合、これまでと

同様⁶⁾，秋季までに移植した方が良いと考えられた。

水試区については，昨年度の結果(平均殻長12 mm群と8 mm群の8～9月生残率は，それぞれ24%と15%)²⁾から，生残率を向上するため，これまでで最も早く採卵し，夏季のへい死時期に大型個体の出現率を高め

た(平均殻長約19 mm)が，生残率を向上させることはできなかった。

今年度，生産した種苗を干潟中間育成及び熊本県に預託を行った結果，10月～翌年1月に干潟と海底の母貝団地に1,458個体を移植した。

表6 干潟中間育成の結果

	8月	9月	10月	11月	1月
干潟区(8月移植)	19(100)		110 ^a (21) ^a		133 ^a (21) ^a
干潟区(9月移植)		26(100)	82 ^b (32) ^a		110 ^b (32) ^a
干潟区(11月移植)				35(100)	58 ^c (5) ^b
水試区(対照)	19(100)	26(12)	35 ^c (0.2) ^b		

数字は平均殻長(mm)、カッコ内の数字は生残率(%)を示す。

異符号は有意差を示す。

ま と め

- 1) 屋内水槽による親貝養生飼育を，4月13日～5月8日の間実施し，誘発試験を5月9日に行い，約1.7億粒の卵を回収した。その卵の受精率及び受精卵ふ化率は，それぞれ約90%と23～61%であった。今回の親貝養生飼育により，これまでで最も早い5月上旬に浮遊幼生を得ることができた。
- 2) 種苗生産試験では，5月9日採卵群で着底稚貝が日令34～48に得られ，約15.3万個体を生産した(歴代2位)。また，各水槽の採苗率は0～4.4%であった。
- 3) 5月9日採卵群の着底稚貝を用い，6月中旬～7月中旬の間，屋内に設置した専用装置で中間育成を行った。終了時に10 mmサイズ(平均殻長12.2 mm)の稚貝を，これまでで最も多い約10.4万個体生産した。また，8月上旬に熊本県に平均殻長約22 mmの稚貝を約4.3万個体預託し，大きさと数量はこれまでの実績の中で最高の成績であった。
- 4) 諫早湾の干潟中間育成試験では，8月及び9月移植群は，10月に母貝団地の移植サイズ(平均殻長50 mm以上)に成長した。
- 5) 令和5年度に生産した種苗を用いて，干潟中間育成や預託を行い，母貝団地に1,458個体を移植した。

(担当：岩永・甲斐)

謝 辞

陸上中間育成技術の開発では，長崎県真珠養殖漁業協同組合あこや種苗センター場長 川口健氏及び餌料培養担当 松本大輔氏に，餌料プランクトンを提供して頂き，心から御礼申し上げる。

文 献

- 1) タイラギ種苗生産・養殖ガイドブック：国立研究開発法人水産研究・教育機構編，27～28(2019)。
- 2) 松倉一樹・土内隼人・村田昌子・岩永俊介：有明海漁業振興技術開発事業，長崎水試事報，37～40(2024)。
- 3) 岩永俊介・木村竜太郎・島岡啓一郎・桐山隆哉：有明海漁業振興技術開発事業，長崎水試事報，51～55(2016)。
- 4) 岩永俊介・高田順司・桐山隆哉・大橋智志・吉田政彦：有明海漁業振興技術開発事業，長崎水試事報，51～55(2014)。
- 5) 岩永俊介・木村竜太郎・高田順司・桐山隆哉：有明海漁業振興技術開発事業，長崎水試事報，51～54(2015)。
- 6) 岩永俊介：有明海諫早湾の干潟に移植したタイラギ人工稚貝の生残と成育，豊かな海，43，22～26(2017)。

ワカメ

有明海におけるワカメ養殖の安定生産に資する技術を開発するため、養殖開始が11月下旬以降でも生長が良好であることに加えて、茎が短く葉が長い（廃棄部分が少ない）、葉の皺が少ない等、生産性の向上に繋がる形質を有する系統の選抜及び養殖試験を行った。

方 法

供試ワカメの選抜 令和5年2月～3月に島原市宮の町、南島原市布津町及び南有馬町地先の3地区で養殖中のワカメを各30個体採取し、その中から生長が良好で、全長に対する葉長の比（以下、葉長/全長比）が高いワカメを各地区1本ずつ選び、各地区の選抜用の母藻とした。島原地区については、地元漁業者の要望を受け、前述の特徴に加えて葉の皺がほとんど見られないことも母藻選定の際の条件とした。

遊走子の放出 各母藻から孢子葉の部位を切除し海水で洗浄した後、3時間陰干しを行った。陰干し後の孢子葉は2 cm角に切断し、キムタオルで汚れをふき取り、滅菌海水を満たしたピーカー内で4回洗浄後、滅菌海水に浸して遊走子を放出させた。

配偶体の雌雄分離及び培養 遊走子放出後、室温20℃、12時間明期・12時間暗期の条件下で2週間培養した配偶体を実体顕微鏡下で観察し、雌雄別に分離した。雌雄分離後の配偶体は、室温20℃、12時間明期・12時間暗期の条件下で培養し、各地区由来の配偶体を10月に交配して、3系統の種系を作製した。

種系の冲出し及び養殖試験 11月上旬～中旬にかけて、3地区の養殖漁場へ種系を冲出した。冲出し開始から2～3週間後（11月下旬～12月上旬、ワカメの全長は5～18 mm）に、長さ50 mのロープへ種系を巻き付け、養殖試験を開始した（以下、選抜区とする）。養殖試験は11月下旬～3月中旬まで継続し、終了時に上位10本の全長、葉長及び葉重を測定し、中肋付近の葉の皺の有無を観察した。その際、3地区の地元業者が生産した種系を選抜区と同日または2週間早い時期にロープへ巻き付け（島原地区では2週間早い時期、布津及び南有馬地区では同日）、生長した養殖ワカメについても、終了時に上位10本の測定・観察を行った（以下、

地元区とする）。両区の全長/葉長比及び葉重（湿重量）は、統計処理ソフトStat View 5.0を用いてMann-WhitneyのU検定を行い、地区別に比較した。

結 果

3地区の試験終了時における両区の葉長/全長比を図4に、葉重を図5に示した。

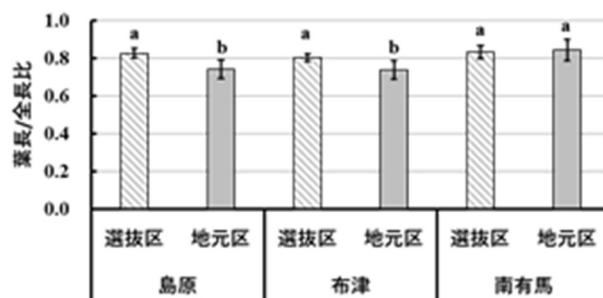


図4 試験終了時における各区の葉長/全長比
（異符号間は有意差あり， $p<0.05$ ）

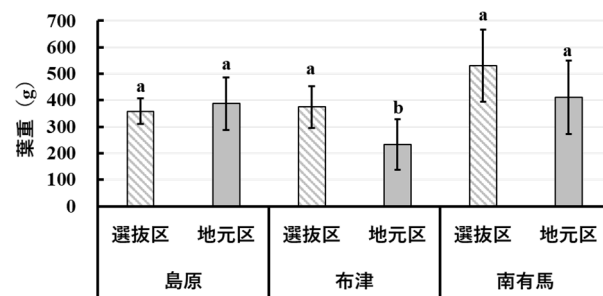


図5 試験終了時における各区の葉重
（異符号間は有意差あり， $p<0.05$ ）

終了時の葉長は、島原地区で選抜区1,981 mm、地元区1,735 mm、布津地区では選抜区1,335 mm、地元区1,515 mm、南有馬地区では選抜区1,782 mm、地元区1,137 mmであり、全ての試験区で1,000 mm以上の収穫可能な長さに達していた。終了時の葉長/全長比は、島原地区では選抜区0.83、地元区0.74、布津地区では選抜区0.80、地元区0.74、南有馬地区では選抜区0.83、地元区0.84であり、3地区全ての選抜区で0.80以上の値を示した。統計処理の結果、島原地区及び布津地区では選抜区の葉長/全長比が地元区に比べて高い値を示し（ $p<0.05$ ）、南有馬地区では両区で同等の値を示した。終了時の葉重は、島原地区では選抜区359 g、地元区387 g、布津地区では選抜区375 g、地元区233 g、南有馬地区では選抜区531 g、地元区410 gであり、島原地区及び南有馬地区では両区で同等の値を示し、布津地区では選抜区が地元区に比べて高い値を示した（ $p<$

0.05)。中肋付近の葉の皺の有無を観察した結果、島原地区の選抜区のみで、葉の皺がほとんど見られなかった。

このように、各地区の選抜区では、葉長/全長比が0.80以上を示し、3地区中2地区で地元区に比べて高い値を示したことから、本取組により茎が短く葉が長い、塩蔵加工時に廃棄する部分が少ない形質を有するワカメの系統を作出できたと考えられた。また、葉重の測定結果や葉の皺の観察結果から、布津地区の選抜区では、生長が良好で収穫量の増加につながる形質を、島原地区の選抜区では、地元漁業者が望む葉の皺が少ない形質をそれぞれ有していたと考えられた。

ま と め

- 1) 島原地区、布津地区、南有馬地区で、養殖開始が11月下旬以降に遅れても生長が良好であることに加えて、茎が短く葉が長い、葉の皺が少ない等、生産性の向上に繋がるワカメの選抜育種及び養殖試験に取り組んだ。
- 2) 各地区の生長が良好で、葉が長い個体由来の種系（選抜区）を用いて、11月下旬～3月中旬の約3ヶ月間、養殖試験を行った。その結果、選抜区のワカメは各地区とも収穫サイズに達し、茎が短く葉が長い特性を有していたと考えられた。
- 3) 布津地区及び島原地区では、上記（2）の特性に加えて、高生長または葉の皺が少ない形質も有していたと考えられた。

（担当：松倉・岩永）

ヒジキ

養殖種苗の生産技術開発を目的として、令和5年5～6月に人工採苗したヒジキ（幼胚由来株）を水槽及び潮間帯で育苗し、種苗生産試験を行った。併せて、令和4年度に人工採苗し、水槽での育苗を継続していたヒジキ（仮根由来株）についても、令和5年9月以降に水車方式での種苗生産試験を行った。種苗生産試験終了後、得られた種苗の一部を用いて、令和5年12月～令和6年5月に養殖試験を行った。

方 法

採卵・採苗及び水槽育苗（幼胚由来株） 令和5年5月22日～6月12日の間に12回採卵し、ブロック（19 cm×39 cm）9個、ロープ柱（径6 mm、面積5 cm×50 cm）38本を着生基質として採苗した。採苗後は水槽での育苗を行い、ヒジキの生長段階や水温の上昇に応じて照度及び注水量を調整した。珪藻類やアオノリ類等の雑藻が基質上に生育し始めた後は、ウラウズガイや小型メジナと同居させることにより、雑藻繁茂の抑制を試みた。全長3 mm以上に生長したヒジキの一部は、7月以降の潮間帯での育苗試験に供し、残ったヒジキ（ブロック2個、ロープ柱3本分）は、令和5年12月5日まで水槽での育苗試験を継続した。

潮間帯育苗試験（南有馬） 試験は南島原市南有馬町向小屋地先（以下、南有馬）の潮間帯で行った。本試験では、前述の水槽育苗でヒジキの平均全長が3 mm以上に生長したロープ柱を防護網の有無で網あり区と網なし区に分け、令和5年7月7日、8月4日、9月1日に各区3本ずつ潮間帯に設置した。設置の際は、ロープ柱を地面に寝かせた状態で置き、素材の一部である塩ビ製チーズ4本に鉄製の杭を通し、上から地中へ打ち込むことにより、施設の流失防止を図った。ロープ柱の設置後は、令和5年11月28日に、ロープ上のヒジキの生存株数と上位20本または全数の平均全長を調べた。

潮間帯育苗試験（多良見） 試験は諫早市多良見町佐瀬地先（以下、多良見）の潮間帯で行った。本試験では、前述の水槽育苗でヒジキの平均全長が2 mm以上に生長したブロック及びロープ柱を、令和5年7月4日、8月2日、8月31日にブロックは2個ずつ、ロープ柱は3個ずつ潮間帯に設置した。設置の際、ブロックでは周辺の4ヶ所に鉄製の杭を上から地中へ打ち込む方法、ロープ柱では南有馬と同様の方法により、施設の流失防止を図った。なお、多良見では、過去の実験により食害の影響が軽微であることが想定されたため、ブロック及びロープ柱を全て防護網無し状態で設置した。設置後は、令和5年12月1日に、ブロック又はロープ柱上のヒジキの生存株数と上位20本又は全数の平均全長を調べた。

水車方式での育苗(仮根由来株) 令和4年度に人工採苗後、屋外水槽での育苗を継続していたブロック(19cm×39cm)11個について、令和5年9月21日以降、主枝が20mm以上に伸長した株をブロックから仮根ごと剥離して、幅6mmのポリエステル製ロープに50mm間隔で挟み込んだ後、ロープごと木製の水車(図6)の羽に巻き付けて固定し、屋外で水車の上から海水をかけ流すことにより育苗した。

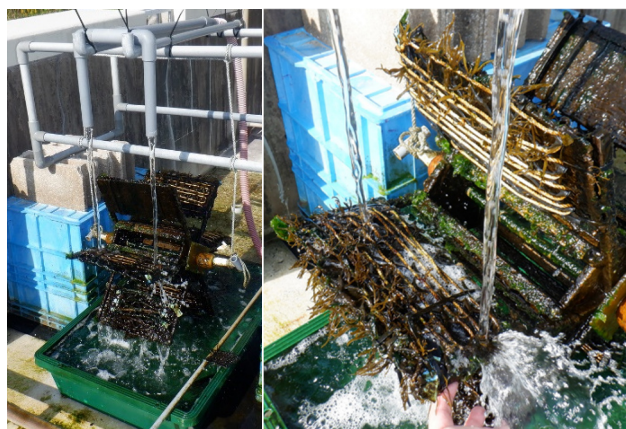


図6 水車方式での育苗試験に用いた装置
(左: 全景, 右: 水車の羽の拡大)

主枝が伸長した株の剥離・固定作業は9月21日～11月21日までの9回に分けて行い、育苗は12月5日まで継続した。なお、屋外水槽で育苗中のブロックでは、2～3日に1回の頻度で小型メジナを用いた雑藻駆除を行ったが、水車方式では雑藻駆除を全く実施しなかった。終了時に水車及びブロック上のヒジキの生存株数と全長の平均全長を調べた。

養殖試験 試験は、令和5年12月20日、前述の潮間帯育苗で全長が50mm以上に生長したヒジキ合計959本(平均全長103mm)を、南島原市南有馬町地先の海面に浮かべたロープ(長さ50m)に結束して行った。試験開始後は、1～2ヶ月に1回、ヒジキの生存状況の確認及び全長測定(上位20本)を行った。

検定方法 Mann-WhitneyのU検定とTukey-Kramerの検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結果

採卵・採苗及び水槽育苗(幼胚由来) 12回の採卵で計471万粒の受精卵を得た。その受精卵を採苗した結果、2週間後の発芽率は74%(7回分の平均値)であった。

生長段階に応じて注水量を徐々に増やし(0.5～2.0回転/時間)、最大照度を2～12千lxに調整した結果、雑藻の繁茂が抑制され、ヒジキは8月上旬まで目立った減耗が見られず、全長4mm前後に生長した。8月中旬以降、水温が28℃以上に達し、8月中旬～9月下旬にかけてヒジキの基質からの脱落が多発し、大量に減耗した。その結果、水槽育苗での種苗生産本数は381本(12月5日時点での平均全長は23mm)であった。

潮間帯育苗試験(南有馬) 令和5年11月28日の調査結果を表7に示した。ロープ上の生残本数は、7月網なし区、8月網付き区及び8月網なし区で53～60本/100cm²であり、他の試験区に比べて有意に高い値を示した。平均全長は、7、8月網付き区で91～96mmとなり、他の試験区に比べて有意に高い値を示した。7、8、9月網なし区では、魚類による食害痕が多数観察された。南有馬では、計1,728本の種苗を生産した。

以上の結果から、南有馬の潮間帯では7～8月に幼胚由来の人工種苗を設置し、網で囲んで食害対策を講じることにより、全長90mm以上の種苗を量産できる可能性が高いと考えられた。

表7 潮間帯育苗試験(南有馬)の終了時における各区の生残本数及び平均全長

設置日	採苗基質・試験区 (ロープ柱の本数)	生残本数(本/100cm ²)	平均全長(mm)
7月7日	ロープ柱・網付き(3本)	13 ± 12 ^c	91 ± 27 ^a
	ロープ柱・網なし(3本)	53 ± 16 ^{ab}	65 ± 2 ^b
8月4日	ロープ柱・網付き(3本)	60 ± 12 ^a	96 ± 22 ^a
	ロープ柱・網なし(3本)	58 ± 21 ^a	44 ± 18 ^c
9月1日	ロープ柱・網付き(3本)	8 ± 11 ^c	47 ± 21 ^c
	ロープ柱・網なし(3本)	14 ± 10 ^{bc}	21 ± 7 ^d

*平均値 ± 標準偏差

*異符号間には有意差あり($p < 0.05$, Tukey-Kramer検定)

潮間帯育苗試験(多良見) 令和5年12月1日の調査結果を表8に示した。ブロックまたはロープ上の生残本数は、8月ロープ区で60本/100cm²であり、他の試験区に比べて有意に高い値を示した。平均全長は、7月ブロック区、8月ロープ区及び9月ブロック区で62～77mmであり、他の試験区に比べて有意に高い値を示した。なお、全ての試験区で食害痕はほとんど観察されなかったが、7月ブロック区では浮泥の堆積が観察され、ヒジキの生育阻害要因となった可能性が考えられた。多良見では、計1,688本の種苗を生産した。

以上の結果から、多良見の潮間帯では、8月上旬に

浮泥が堆積しにくい基質（ロープ柱）を用いて幼胚由来の人工種苗を移植することにより、食害対策を講じなくても70 mm以上の種苗を量産できると考えられた。水車方式での育苗（仮根由来）水車育苗期間中、水車の羽（木製の部分）の一部でアナオサやボウアオリ等の雑藻が少し生育したが、ヒジキの減耗は見られなかった。終了時の水車とブロック上での合計本数は、開始時の491本より多い721本（生残率は147%）であり、水車上で生育していたヒジキの平均全長は、31 mmに達していた。

以上の結果から、主枝が20 mm以上に伸長した仮根由来株では、9月以降に水車方式での育苗へ切り替えることにより、雑藻駆除を実施しなくても大半が生残し、徐々に生長することが分かった。

表8 潮間帯育苗試験（多良見）の終了時における各区の生残本数及び平均全長

設置日	採苗基質・試験区 （ロープ柱の本数）	生残本数（本/100 cm ² ）	平均全長（mm）
7月4日	ブロック（2個）	5 ± 1	65 ± 23 ^{ab}
	ロープ柱（3本）	11 ± 6 ^b	62 ± 31 ^b
8月2日	ブロック（2個）	14 ± 5	47 ± 15 ^c
	ロープ柱（3本）	60 ± 25 ^a	71 ± 27 ^{ab}
8月31日	ブロック（2個）	43 ± 2	77 ± 14 ^a
	ロープ柱（3本）	20 ± 6 ^b	39 ± 22 ^c

*平均値 ± 標準偏差

*異符号間は無有意差あり（ $p < 0.05$, Tukey - Kramer 検定）

養殖試験 令和5年12月20日～令和6年5月21日までの平均全長を図7に示した。ヒジキの大量減耗は認められず、5月21日時点で平均1,807 mmに生長した。

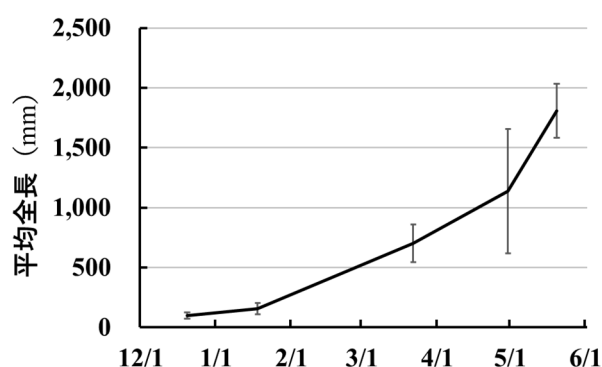


図7 ヒジキ養殖試験での平均全長の推移

まとめ

- 1) 潮間帯及び陸上水車方式での育苗等に取り組んだ結果、水槽（幼胚由来株）で381本、潮間帯（幼胚由来株、南有馬）で1,725本、潮間帯（幼胚由来株、多良見）で1,688本、水槽（仮根由来株）で721本、

計4,515本の種苗（平均全長48 mm）を生産し、このうち959本を用いて12月からの養殖試験に供した（平均全長は103 mm）。

- 2) 潮間帯（南有馬）では、7～8月に人工種苗を設置、食害対策を講じることにより、全長90 mm以上の種苗を量産できる可能性が高いと考えられた。
- 3) 潮間帯（多良見）では、8月上旬に人工種苗を移植することにより、食害対策を講じなくても70 mm以上の種苗を量産できると考えられた。
- 4) 主枝が20 mm以上に伸長した仮根由来株では、9月以降に水車方式での育苗へ切り替えることにより、雑藻駆除を実施しなくても大半が生残することが分かった。
- 5) 12月20日に養殖試験を開始したヒジキに大量減耗は見られず、翌年5月21日時点で平均1,807 mmに生長した。

（担当：松倉・岩永）

マガキ

諫早湾におけるマガキ養殖の安定生産を図るため、カルチ式養殖（ホタテ殻コレクターに付着したマガキ種の垂下養殖）で課題となっているフジツボ類等（付着生物）の付着量を軽減する技術開発や新たなシングルシードマガキ養殖の技術開発に取り組んだ。

1. 海中ランプリング装置等を用いた付着生物軽減試験

付着生物量を軽減する技術開発を目的として、福岡県で食害対策として普及している、マガキの連を結束バンドで束ねる養殖方法（以下、束ね区）等による付着生物量の軽減効果を調べた。

方法

供試貝 諫早市小長井町地先のマガキ抑制漁場で6月まで飼育された稚貝（コレクターに付着）を用いた。

試験区及び試験方法 束ね区に加え、令和4年度¹⁾に実施したゴム区及び対照区の計3区を設け、付着物量及び貝の成長、生残を比較した。なお、束ね区、ゴム区及び対照区（通常のマガキ養殖）は、コレクターあたりの稚貝付着数を約20個に調整し、1連あたりのコレクター数を12枚とした。

試験場所及び試験期間 諫早市小長井町地先のカキ養

殖漁場で、7月20日～12月20日の153日間実施した。なお、束ね区は9月20日に結束バンドを外して展開した。検定方法 コレクター1枚あたりの付着物重量の検定は、Studentの t 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

ゴム区及び対照区では、試験開始直後に魚類による食害で稚貝が大量減耗したため、生残率の調査はできず、付着物量の調査を行った。終了時の束ね区、ゴム区及び対照区の付着物量は、それぞれ386 g, 465 g, 525 gとなり、束ね区は対照区と比較して少なかった。

ま と め

- 1) 供試貝が食害により大量減耗したため、付着物量に関する試験として実施した。
- 2) 付着物量は束ね区が対照区と比較し、シロボヤ等の付着物が少なく、軽減効果がみられた。

(担当：土内)

2. 諫早湾におけるマガキ飼育試験

環境選抜による系統作出の効果を把握するため、飼育試験を行った。

方 法

供試貝 令和4年度¹⁾に、諫早湾の高水温・高餌料の漁場で環境選抜したF3を親貝として生産した4代(以下、F4と略す)と、同時期に環境選抜をせず生残した貝を親貝として生産した系統(以下：無選抜貝と略す)を用いた。

試験方法 各系統を丸籠に100個体ずつ収容し、水深1 m層に垂下飼育した。原則として、1ヵ月に1回、へい死個体を確認するとともに、貝掃除と籠交換を行った。試験場所及び試験期間 諫早市小長井町地先のマガキ養殖筏で、7月18日～11月27日の137日間実施した。

検定方法 殻高及び個体重量の分布差はStudentの t 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。また、生残率は χ^2 検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

終了時におけるF4の殻高と個体重量は、それぞれ68.8 mm, 38.0 gとなり、無選抜貝(殻高：69.9 mm, 個体重量：35.4 g)と差はなかった。また、終了時に

おけるF4の生残率は35%となり、無選抜貝(生残率26%)より高かった($p < 0.05$)。

ま と め

- 1) 環境選抜で作出したF4が無選抜貝より、生残率が高く、本選抜法の有効性を確認した。

(担当：土内・岩永)

3. バイオセンサによるマガキのストレス応答測定

本試験は、血液中のグルコース量を測定するバイオセンサを用い、マガキの高水温に対するストレス応答と栄養状態をについて、国立大学法人東京海洋大学と連携して調査した。

方 法

供試貝 上記試験のF4と無選抜貝に加え、宮城県産天然貝(以下、天然貝)を用いた。

試験場所及び試験期間 供試貝を諫早市小長井町地先のカキ養殖漁場で7月18日から丸籠で飼育し、8月21、28日と10月10日に東京海洋大学へ送付した。

試験方法 大学で開発したバイオセンサを供試貝の内転筋に刺して留置し、26 の人工海水で24時間静置後、35 海水に浸水して急性熱ストレスの負荷を1時間与え、再び26 海水に24時間静置し、その間のグルコース濃度をポテンシオスタット(電気化学測定装置)で測定した。また、一般成分と遊離アミノ酸分析は既知の方法で測定した。

結 果

F4と無選抜貝のストレス応答は差がなかったが、天然貝と比較して高水温時のストレスが低かった。また、一般成分及び遊離アミノ酸は系統による差はなかった。

ま と め

- 1) F4と無選抜貝は、高水温に対するストレス応答や栄養状態に差がなかった。

(担当：土内)

4. 天然マガキ採苗試験

諫早湾で単年生産可能な天然シングルシールドマガキ養殖技術を開発することを目的に、早期に着底したマガキ種苗を用い、5月に殻高12 mm以上となる種苗の生産を目標とした天然マガキ採苗試験を行った。また、本種苗を用いた養殖試験結果を基に本養殖の採算性を検討した。

方 法

試験場所と試験期間 諫早湾の諫早市小長井町地先，雲仙市瑞穂町と国見町地先(以下，それぞれ小長井，瑞穂及び国見と略す)のマガキ優占帯で，3月7日～7月19日の133日間行った。

試験方法 採苗板の設置は，3月に小長井と瑞穂に各500枚を，4月に小長井，瑞穂及び国見に，それぞれ7,500枚，500枚及び500枚を設置した。なお，小長井の採苗板は剥離前の6月16日～7月19日の33日間，地先のカキ養殖筏で垂下飼育した。

結 果

3月～4月の早期採苗を試みたが，着底稚貝の平均殻高は5月24日で1.8 mmであり，これまでと同様^{1,2)}，5月に殻高12 mm以上となる種苗は生産できなかった。そのため，小長井で採苗した稚貝(平均殻高9.6 mm)を採苗板のまま，地先のカキ筏に垂下飼育した結果，平均殻高21 mmまでとなり，瑞穂(平均殻高18.5 mm)と比較して大きかった。種苗は7月に小長井，瑞穂及び国見で約1万8千個体得られた。採苗板1枚あたりの種苗数は，小長井，瑞穂と国見で，それぞれ2.0，2.1及び0.1個体となり，得られた種苗は本事業の養殖試験に供した。

養殖試験終了時にマガキを取り扱う商社に単価等に関するアンケートを行った結果，1個体(重量40 g以上)あたり約60円の評価を得た。そこで，20万個体で養殖を開始し

た場合の収支計算(製品サイズ出現率:2.5%)を行ったところ，製品サイズの出現率を高めないと，利益が見込めないことがわかった。

ま と め

- 1) 諫早湾で単年生産可能な天然マガキシングルシード養殖技術を開発するため，5月に殻高12 mm以上の種苗の生産を目標とした天然マガキ採苗試験を行った。
- 2) 3月と4月に設置した採苗板への稚貝の着底は，5月に確認され，目標の5月に剥離サイズ12 mmに達することはできなかったが，地先のカキ養殖筏で垂下飼育することで成長を促進させることができた。
- 3) 単年生産天然シングルシードマガキ養殖の収支試算を行い，製品サイズの出現率を高めないと利益が見込めないことがわかった。

文 献

- 1) 松倉一樹・土内隼人・村田昌子・岩永俊介：有明海漁業振興技術開発，長崎水試事報，43～45（2024）。
- 2) 大橋智志・松倉一樹・村田昌子・桐山隆哉：有明海漁業振興技術開発事業，長崎水試事報，34～36（2023）。

(担当:土内・岩永)

9. 有明海特産魚介類生息環境調査事業

土内隼人・甲斐修也・松倉一樹・岩永俊介・村田昌子

本事業では、有明海における水産資源の回復及び漁業振興を図るため、タイラギの母貝団地造成に供する種苗の飼育管理に取り組んだ。

・移植用タイラギの飼育試験

令和4年に生産したタイラギ（種苗）を移植するまでの間、飼育試験を行った。

方 法

供試貝 試験は、令和4年に総合水産試験場で生産した種苗1,408個体（平均殻長約60 mm，以下，自県産貝）及び同年に（国研）水産研究・教育機構 瀬戸内水産技術研究所で生産され、令和4年12月～令和5年1月に移譲を受けた種苗7,047個体（平均殻長約45 mm，以下，水研産貝）の計8,455個体を用いた。

試験場所及び試験期間 総合水産試験場前の棧橋筏で、令和5年4月1日～12月19日までの283日間実施した。

試験方法 種苗は、既報¹⁾に基づき、丸型収獲カゴを用いて垂下飼育を行った（水深：5～8 m）。

結 果

自県産貝及び水研産貝の4月～8月の生残率は、それぞれ87%，77%であったが、9月に平年値より1.3

高い水温（27.9～28.3℃）に加え、カニによる食害が発生して大量に減耗し、終了時の生残率は、それぞれ26%，17%となった。そのため、8月～12月における移植数は、自県産貝が361個体、水研産貝が1,160個体となった（表1）。なお、表1には、熊本県に令和4年8月と令和5年8月に自県産貝を預託し、令和5年9月及び11月に還送された種苗計1,659個体（以下、預託貝）と、令和5年度有明海漁業振興技術開発事業の中間育成試験で移植サイズ（殻長約50 mmサイズ）まで成長した種苗計58個体も記載した。

移植後の生残率は、漁港漁場課が作成した令和5年度有明海特産魚介類生息環境調査（長崎県沖）報告書に記載されている。

ま と め

- 1) 令和4年に生産したタイラギ種苗を、総合水産試験場前の棧橋筏で令和5年4月～12月の間飼育管理を行い、同年8月～12月に1,521個体を移植した。

文 献

- 1) タイラギ種苗生産・養殖ガイドブック：国立研究開発法人水産研究・教育機構編，82～97（2019）。（担当：土内・甲斐・岩永）

表1 令和5年の移植数

	移植月						計
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	
令和4年自県産貝	30(88)	41(94)			290(84)		361
令和4年水研産貝			300(86)	540(79)	320(84)		1,160
令和4年預託貝		259(140)					259
令和5年自県産貝			53(93)			5(58)	58
令和5年預託貝				1,400(47)			1,400

()内は平均殻長mmを示す。

10. 気候変動対応の藻類増養殖技術開発

松倉一樹・土内隼人・甲斐修也・岩永俊介・村田昌子

・藻場礁と一体化した春藻場造成技術の開発

藻場礁が設置されている地先の浅所から深所（水深0 m～10 m）に至る海底で、多種類の海藻を効果的に増殖できる技術を開発し、春藻場造成の加速化を図るため、今年度はアントクメの種系生産技術開発及び海藻付きロープ（アントクメ、ミル、ワカメ）を用いた増殖試験を行った。

方 法

アントクメの種系生産技術開発 総合水産試験場の培養室で、室温20℃、12時間明期・12時間暗期の条件下で保管されていたアントクメのフリー配偶体（雌雄別、母藻採取地は西海市大島町地先）を令和5年11月24日に交配し、150 mの種系を作製した。作製後の種系は、11月24日～12月6日の間に室内水槽・無通気、12月6日～8日の間に屋外水槽・通気の条件下で培養した後、12月8日～令和6年2月1日にかけて、総合水産試験場の海面生簀の2.5 m層に垂下し、中間育成を行った。2月1日に種系を直径10 mm、長さ60 mのロープへ巻き付け、巡流水槽内にロープを垂下し、5月8日まで中間育成を継続した。

海藻付きロープ（アントクメ、ミル、ワカメ）を用いた増殖試験 西海市大島町地先の藻場礁周辺の海底（水深3～6 m）で、令和6年3月下旬及び5月中旬に海藻付きロープを設置し、増殖試験を開始した。海藻付きロープの長さ及び設置時における海藻の平均全長（ $n=10$ ）は、アントクメが60 mと334 mm（3月下旬、5月中旬）、ミルが2 mと17 mm（5月中旬）、ワカメが5 mと552 mm（3月下旬）であり、アントクメ及びワカメは総合水産試験場で生産した種系をロープに巻き付け、中間育成したもの、ミルは直径6 mmの種系上に天然採苗したものを使用した。

なお、設置の際は、波浪による流失防止の目的で海藻付きロープ6 mあたり3個の土嚢袋を結束し、ウニ類等による食害を軽減する目的で適宜フロートを結束し、海藻付きロープを海底から30 cm程度浮か

せた状態で設置した（図1）。

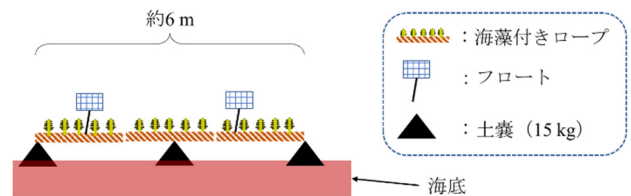


図1 藻場礁周辺に設置した海藻付きロープの模式図

結 果

アントクメの種系生産技術開発 令和5年11月24日に作製した種系では、海面生簀での中間育成に移行して1週間程度経過した12月中旬頃からアントクメの幼体が肉眼視できるようになった。その後、中間育成終了時（令和6年5月8日）まで大量減耗は見られず順調に生育し、平均全長は269 mmに達した（図2）。

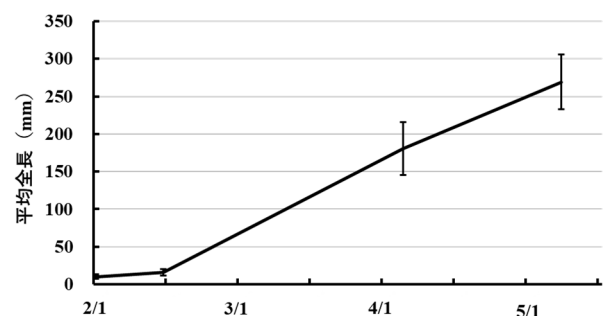


図2 中間育成中におけるアントクメの平均全長

（ $n=10\sim20$ ，エラーバーは標準偏差を示す）

海藻付きロープ（アントクメ、ミル、ワカメ）を用いた増殖試験 本試験にかかる令和5年度の実績は、海藻付きロープの設置のみとした。令和6年度以降、設置場所周辺での植生調査を行い、本試験での増殖効果や改善を要する事項について、検討する予定としている。

ま と め

- 1) フリー配偶体を用いたアントクメの種系生産技術開発に取り組んだ結果、令和5年度は150 mの種系を生産した。
- 2) 生産したアントクメの種系を用いて、令和5年12月8日から令和6年4月5日までの間、海面生簀及び

巡流水槽で中間育成を行った結果、順調に生育し、終了時の平均全長は181 mmに達した。

3) 令和6年3月～5月にかけて、総合水産試験場で生産したアントクメ付きロープ(60 m)、ワカメ付きロープ(55 m)及びミルを天然採苗したロープ(2 m)を西海市大島町地先の藻場礁周辺の海底に設置し、増殖試験を開始した。

(担当：松倉)

・温暖化影響調査

平成25年8月の高水温によりアラメ・カジメ類の大量流出が発生した壱岐市地先の海底で、その後の回復状況を把握するため、大型海藻の植生を調査した。

方 法

調査は、令和5年夏(7月18日)に、SCUBA潜水により壱岐市郷ノ浦町地先で行った(図3)。

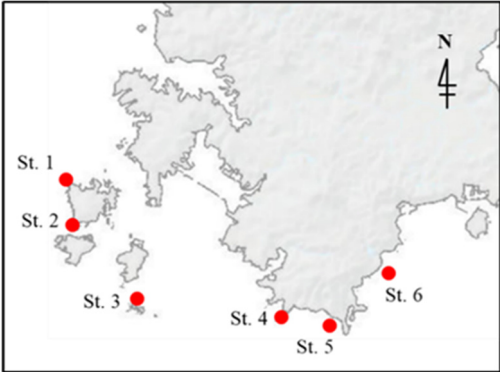


図3 調査位置図(壱岐市郷ノ浦町)

結 果

アラメ・カジメ類は、全ての調査点で幼体、成体ともに確認されなかった。壱岐市郷ノ浦町の南西岸(St.1)では、令和5年春に引き続きヨレモクを主体とする藻場が形成され、令和5年夏には景観被度が春の50%から75%に拡大していた(表1)。壱岐市郷ノ浦町の南岸(St.5)では、令和4年夏に引き続き、ウスバモク、キレバモク、ツクシモク等の南方系ホンダワラ類等が見られ、それらの景観被度は、5%未満～20%であった。

表1 大型海藻の出現状況(壱岐市郷ノ浦町)

調査点	海藻種	平成29年	平成30年	令和元年	令和4年		令和5年 ^{*2}	
		春	春	春	春	夏	春	夏
南西岸 飛瀬 (St.1)	アラメ・カジメ類幼体	○						
	ウスバノコギリモク							
	ノコギリモク							
	ヨレモク	●	●	○	○	○	●	■
	エンドウモク							
	マメタワラ							
	ヤツマタモク							
	キレバモク							
南部 万ノ浦 (St.5)	ツクシモク							
	種数	9	7	5	2	2	1	2
	アラメ	●						
	クロモ	■					-	-
	アラメ・カジメ類幼体	○	○	○			-	-
	アオワカメ						-	-
	ワカメ						-	-
	ウスバノコギリモク						-	-
南西岸 飛瀬 (St.1)	ノコギリモク	○					-	-
	ヨレモク	○		○			-	-
	イソモク		○				-	-
	エンドウモク						-	-
	ヤツマタモク	●	○				-	-
	マメタワラ						-	-
	アカモク						-	-
	ホンダワラ ^{*1}						-	-
	ウスバモク ^{*1}						-	-
	キレバモク ^{*1}						-	-
	ツクシモク ^{*1}						-	-
	マシリモク ^{*1}						-	-
	種数	13	14	8	6	5	-	5
	■: 全体に多い, ●: 部分的に多い, ○: 全体に疎ら, -: 少ない							
	*1 南方系種							
	*2 - 未実施(令和5年春の調査では、荒天のためSt.5の観察を実施できなかった)							

ま と め

- 1) 平成25年夏に発生したアラメ・カジメ類の流出現象後の藻場の回復状況を調査した。
- 2) 全ての調査点において、アラメ・カジメ類は幼体、成体ともに確認されず、壱岐市南西岸ではヨレモクを主な構成種とするガラモ場が拡大していた。

・令和5年度ノリ養殖経過

有明海沿岸におけるノリ養殖の安定生産を図るため、県南水産業普及指導センターと共同で、養殖状況及び漁場環境を調査した。

方 法

気象・海況の推移 気象は気象庁ホームページの島原市の旬別情報を用いた。漁場調査は10月上旬～翌年3月下旬の間、原則として毎週1回行い、ノリ養殖漁場のSt.1～5の調査点(図4)の水温、比重、栄養塩(DIN)、クロロフィルa量(Chl-a)を測定した。

養殖経過 採苗後の芽付き、漁場調査の際に生育状況、病障害や色落ちの発生等を調べた。また、生育不良の調査として、支柱式漁場に囲い網を設置する食害軽減試験を行った。生産状況は、長崎県漁業協同組合連合会の入札会の結果を用いた。

情報提供「ノリ養殖情報」を毎週1回作成し、他県のノリ養殖状況等の情報とともに漁業関係者へ配布した。

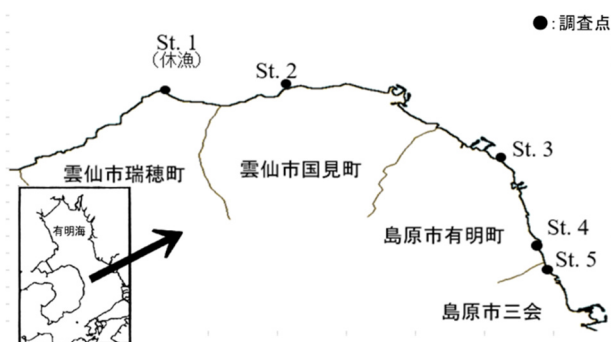


図4 ノリ養殖漁場位置図

結果

気象・海況の推移 気温は、10月28日の採苗開始日～3月下旬の間で、10月下旬と11月中旬、12月下旬、3月上中旬が低め、11月上旬と12月上中旬、1月上中旬、2月上中旬、3月下旬が高め、11月下旬と1月下旬、2月下旬が平年並みに推移した。降水量は、12月中旬と2月全旬、3月下旬に平年より多かったが、11月上中旬は平年並み、それ以外の時期は平年より少ない状況であった。水温は、12月上旬が平年より低めに推移し、それ以外の時期は平年並み、または高めに推移した。特に、2月下旬と3月下旬は平年より2 高めであった。比重は、2月下旬～3月下旬に平年より低かった（21.1～22.4）以外、平年並みであった。DINは、11月中旬、2月上旬と下旬、3月の間が平年並み、または高めに推移し、それ以外の時期は平年より低く、特に2月中旬にはノリの色調維持に必要とされる7 $\mu\text{g-at/L}$ を下回った。Chl-aは、10月下旬、12月上中旬、1月中下旬、2月下旬及び3月下旬に平年より高く、それ以外の時期は平年より低めに推移した。

養殖経過 採苗は10月28日に開始され、芽付きは適正から厚めであった。秋芽網生産期の11月下旬～1月中旬に藻体の短縮化等の生育不良がSt.3、St.4で継続し、摘採時期の遅れと著しい生産不調につながった。また、あかぐされ病と壺状菌病の初認は、それぞれ1月15日及び2月4日と、例年より発生が各約1ヶ月遅かった。

生育不良の調査 昨年度までの調査結果⁹⁾から、生育不良の一因はカモ類やクロダイによる食害と考えられた。そこで、千葉県等で食害対策として実施され

ている囲い網試験を、11月30日～12月14日の間、St.3のノリ養殖漁場（支柱式）で行った。囲い網をしていないノリ網（対照区）は、試験開始からノリの短縮化が発生し、12月11日の時点で、藻体の平均全長が4.3～5.0 mmであったのに対し、囲い網を行ったノリ網（試験区）は、同時期に藻体の平均全長が89.5～116.9 mmと摘採可能な大きさまで生長した。試験区では12月14日に囲い網を外し、タイムラプスカメラでノリ網を観様子察したところ、カモ類やクロダイがノリを摂餌するが観察され、12月20日の調査では、試験区の藻体平均全長4.9～7.0 mmと対照区と同程度（5.4～6.5 mm）の長さまで短縮化した。このことから、食害対策として、囲い網は有効であるが、囲い網を取り外すと、生長した藻体においても、食圧に耐えられないことがわかった。

共販結果 共販結果は、1.1百万枚、16百万円、平均単価は14.1円で、前年比で枚数65%、金額76%、平均単価116%であった（表2）。共販に参加した1経営体あたりの生産実績は、38万枚、533万円で、前年比で枚数 102%、金額122%であった。

表2 ノリの生産状況

項 目	R5年度	R4年度	過去5年 間平均	前年 度比	過去5年 間平均比
共販枚数(万枚)	113	183	567	62%	20%
共販金額(億円)	0.16	0.22	0.65	73%	25%
平均単価(円/枚)	14.09	11.91	11.40	118%	124%
経営体数	4	6	9.8	67%	41%
経営体あたりの 生産枚数(万枚)*	38	37	64	102%	59%
経営体あたりの 生産金額(万円)*	533	435	736	122%	72%

*R5年度の1経営体当たりの生産枚数・金額は共販者3名で除した値とした

情報提供 「ノリ養殖情報」全23報を作成し、水産加工流通課により水産部ホームページに公表された。

ま と め

1) 採苗は平年並みの10月28日開始で、芽付きに問題はなかったが、11月下旬～1月中旬に藻体の短縮化等の生育不良が継続したことで、摘採時期が遅れ著しい生産不調となった。生育不良の一因として、連続撮影装置からカモ類、魚類による食害が確認され、その対策として、囲い網が有効であった。

2) 共販に参加した1経営体あたりの共販枚数及び金額は、前年比でそれぞれ102%及び122%であった。

文 献

1) 松倉一樹・土内隼人・村田昌子・岩永俊介：気候

変動対応の藻類増養殖技術開発，長崎水試事報，48～49（2024）。

（担当：土内・甲斐・岩永）

11. 養殖業成長産業化技術開発事業 (地球温暖化に適応したノリ養殖技術の開発)

松倉一樹・岩永俊介・土内隼人

本事業の一課題である(4)地球温暖化に適応したノリ養殖技術の開発は、進行する地球温暖化に適応し、変化する海洋環境のもとでノリ養殖の安定生産を図るため、(国研)水産研究・教育機構の委託事業により関係機関が共同で実施した。長崎水試では、「海域環境がノリの品質に及ぼす影響の評価」を課題に、ノリ養殖漁場の環境調査を実施した。

調査は、11月と翌年1月に、ノリ養殖漁場に設けた

3定点で表層及び底層の水温、塩分、pHを測定する他、有機酸の残留状況を調べるため、各定点の表層水、底層水、海底の泥(1定点のみ)を採取するものである。本調査の詳細については、「令和5年度養殖業成長産業化技術開発事業(4)地球温暖化に適応したノリ養殖技術の開発報告書」を参考にされたい。

（担当：松倉・岩永）

水産加工開発指導センター

1. ニーズに対応した水産加工技術支援事業

山口辰哉・久保久美子・島岡啓一郎・石崎航一郎・川中奈保子

小規模経営体が大半を占める本県水産加工業者による新たな製品（簡便，安全・安心，高い保存性等のニーズに対応した）の開発を推進するため，本事業では製品の開発，改良，品質保持等に対する技術的な支援を行うこととしており，水産加工開発指導センターの機器を使用したオープンラボによる試作に対する指導，巡回による現地指導，技術相談への対応，研修会の開催，情報誌の発行等を行った。

・試作試験に対する技術指導

新製品の開発，既存製品の改良，保存性の向上等を目的とした試作試験に対して，技術的な指導や助言を行うとともに，電話等による技術相談を行う等，合計346件に対応した。

・先進知見・技術の普及・指導

研修会 煮干し加工，彼岸ブリ利用加工，鮮度保持技術，水産加工開発指導センターの取組等に関する研修を11回実施した。

巡回指導 新製品の開発，未利用魚加工品，「長崎俵物」の認定審査に係る工場検査等に関する巡回指導を88回実施した。

・水産加工開発指導センターが開発に関わった水産加工品

令和5年度は以下の4製品が開発された。

・「長崎ぶり餃子」

製造者：株式会社キリンフーズ（佐世保市）

販売者：長崎県漁連（長崎市）

・「長崎つみれ」

長崎蒲鉾有限公司（長崎市）

・「長崎マダイカレー」

クックフーズ中山商店（長崎市）

・「鯛のマリネージュ」

クックフーズ中山商店（長崎市）

・水産加工技術指導体制の確立

一般社団法人長崎県水産加工振興協会と連携し、加工業者に対して，「長崎俵物」認定に関する指導や助言を行った。

・情報誌の発行

情報誌「水産加工だよりNo.30」を作成し県ホームページに掲載した。

（担当：石崎）

2. 発酵技術を用いた県産魚の新たな利用法の開発

島岡啓一郎

本事業では発酵食品に着目し、魚醤油、魚類ぬか漬を対象に安全かつ新たな発酵技術の開発に取り組んだ。

・マイタケ添加による魚醤油の製造期間短縮
発酵期間の短縮¹⁾を目的に、マイタケを添加した魚醤油²⁾を試作し、その品質等を調べた。

方 法

マイタケの添加 加工業者が令和5年2月に仕込んだカタチイワシを原料とする魚醤の樽に、同年6月、もろみ重量の5%の生マイタケを添加したものを添加区とし、添加していないものを対照区とした。

発酵期間 目視により仕込み樽から透けて見える液相の割合から発酵が完了した時期を確認した。

もろみのろ過 マイタケ添加前のもろみを6月、添加区及び対照区のもろみを7月、9月、10月、2月に採取し、ろ紙No.2（アドバンテック社製）でろ過した。

粗タンパク質 6月から10月のろ液をケルダール法で分析し、得られた窒素量に5.71を乗じたものを粗タンパク質とした。

揮発性塩基性窒素(VBN) 魚醤油の発酵の進行とともに増加する傾向にあるVBNを食品衛生検査指針³⁾の方法に準じて測定した。6月の測定値を基準とし、これに対する各試験区の月毎の測定値の割合を算出した。

遊離アミノ酸 各試験区の発酵が完了したと判断された月のろ液に10%トリクロロ酢酸を等量添加して除タンパク後、メンブレンフィルター(0.22 µm)でろ過し、蒸留水で50倍に希釈した。これを高速液体クロマトグラフィー(島津製作所製)により既報¹⁾の方法に準じて分析した。

測定結果は遊離アミノ酸をうま味、甘味、苦味アミノ酸に分類し、その合計値を算出した。

有機酸 遊離アミノ酸と同様の処理をおこなったろ液を高速液体クロマトグラフィーで分析した。カラムはShim-pack SCR102-H(300 mm × φ8 mm, 島津製作所社

製)、電気伝導検出器はCDD-10Avp、カラム温度は40℃、流速は0.8 mL/min、移動相は有機酸分析移動相試薬(島津製作所製)を用いた。

結 果

発酵期間 発酵が完了した時期は添加区では10月、対照区では翌年2月であった。

粗タンパク質 6月から10月の粗タンパク質は添加区と対照区でそれぞれ12.1～13.0 g/100 mgと12.1～12.6 g/100 mgで推移し、添加区でマイタケ添加翌月にわずかに多く、その後同等であった(図1)。

揮発性塩基性窒素(VBN) 添加区では添加翌月に6月の1.6倍に増加し、その後1.4倍前後で推移した。対照区では10月まで0.9～1.1倍で、発酵完了と判断された2月には1.7倍に増加し(図1)、10月までは早期に発酵完了した添加区で対照区よりも高く推移した。なお、VBNは魚臭さ等の原因となる物質を含むが、製品の香りは添加区ではキノコの香り、対照区では一般的な魚醤油の匂いである魚臭を主体に感じた。

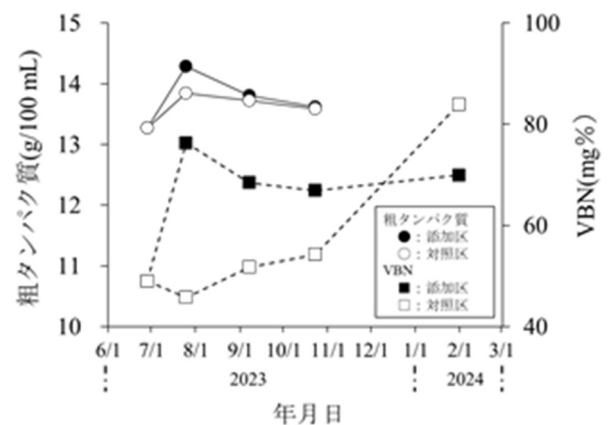


図1 各ろ液中の粗タンパク質および6月のVBNに対する各月のVBNの割合の推移

遊離アミノ酸 発酵完了と判断された時期の添加区(10月)及び対照区(2月)のろ液中の遊離アミノ酸量は、うま味アミノ酸がそれぞれ2,606及び2,767 mg/100 mL、甘味アミノ酸がそれぞれ1,630及び1,589 mg/100 mLであり、いずれも添加区と対照区は同等であったが、苦味アミノ酸がそれぞれ2,836及び3,564 mg/100 mLであ

り，添加区が対照区に比べ20%少なかった（表1）。
有機酸 発酵完了と判断された時期の添加区（10月）及び対照区（2月）のろ液中の有機酸量は，リンゴ酸がそれぞれ11及び4mg/100 mLでいずれも少なかった。乳酸がそれぞれ962及び872 mg/100 mLで添加区が対照区に比べ10%多かった。酢酸がそれぞれ263及び312 mg/100 mL，ピログルタミン酸がそれぞれ316及び354 mg/100 mLであり，いずれも添加区は対照区に比べ10～15%少なかった。なお，クエン酸，コハク酸はいずれも検出されなかった。

表1 発酵完了時期における各ろ液中の遊離アミノ酸及び有機酸量

		添加区 (10月)	対照区 (2月)
遊離アミノ酸 (mg/100 mL)	うま味計 (Glu, Asp)	2,606	2,767
	甘味計 (Gly, Ala, Thr, Ser)	1,630	1,589
	苦味計 (Phe, Tyr, Arg, Leu, Ile, Val, Met, His, Lys)	2,836	3,564
有機酸 (mg/100 mL)	クエン酸	N.D.	N.D.
	リンゴ酸	11	4
	コハク酸	N.D.	N.D.
	乳酸	962	872
	酢酸	263	312
	ピログルタミン酸	316	354

ま と め

- 1) 仕込み中のもろみにマイタケを添加することで，魚肉タンパク質の分解が早まり，発酵期間を短縮できた。
- 2) マイタケ添加によりキノコの香りが付与された。また，シイタケを添加した既報¹⁾と同様苦味を呈するアミノ酸が少なくなった。

文 献

- 1) 野口絵理香・吉田朝見・長富潔：発酵技術を用いた県産魚の新たな利用法の開発，長崎水試事報，50～51（2021）。
- 2) 秋田県総合食品研究所：担子菌類のタンパク質分解酵素の特性解明とその応用，平成16年度試験研究成果概要，58～60（2005）。

- 3) 厚生省生活衛生局：食品衛生検査指針理科学編，第1版，社団法人日本食品衛生協会，東京，1991，pp.269～271。

（担当：島岡）

．スターターを添加した低温でのぬか漬け製造

本県には魚類のぬか漬け文化が無いいため，加工業者がぬか漬け製造を新たに始める場合，温度管理や長い製造期間がハードルとなる。そこで，温度管理しやすい冷蔵庫内での好塩性乳酸菌の添加による短期間の製造方法¹⁾を加工業者と試作して検討した。

方 法

ぬか漬けの仕込み 塩分が5%になるよう生ぬかに水，塩，唐辛子を混ぜ，好塩性乳酸菌スターター（秋田今野商店社製，8-17株）を添加したもの（添加区）と添加していないもの（対照区）を調製した。解凍したキダ伊のフィレを30分間塩漬けし，肉表面の塩を流水洗浄して表面の水気を軽く拭き取り，低温乾燥機で28℃，5時間乾燥させた。これらを2種のぬか床に漬けた。それぞれを2樽ずつ用意して，冷蔵庫内と室内に静置した。
発酵条件 発酵は令和6年1月23日から2月6日の2週間おこなった。期間中の冷蔵庫内，室内及び各試験区のぬか床の温度測定はおんどとりJr（ティアンドデイ社製）でおこない，日平均温度を算出した。

pH 仕込み1週後，2週後にぬか漬けを採取し，表面のぬかを洗い流したものをフードプロセッサーでミンチにした。これを約1gとり，蒸留水（DSW）を適量入れてからホモジナイズ（10,000rpm，30秒）後，サンプル重量の10倍にDSWで希釈し，遠心分離（3,000rpm，10分）後の上清を分取してpHメーター（HORIBA社製）でpHを測定した。

塩分 pH測定後の上清を10倍に希釈し，塩分測定装置（住友化学工業社製）で測定した。

水分活性 ミンチを測定容器に入れ，水分活性測定装置（novasina社製）で測定した。

生菌数検査 表面のぬかを滅菌したピンセットで可能な限り除去したぬか漬けを約2.5g切り出し，細断後，滅菌した水もしくは10%NaCl水溶液で10倍に希釈し

た。これをストマッカー処理して上清を分取した。

上清を 10^8 まで10倍ごとに段階希釈し、一般生菌数、真菌数及び好塩性乳酸菌数の測定のため、それぞれをコンパクトドライTC、同YM(日水製薬社製)及び10% NaCl MRSager培地に接種し、35 2日間、25 3日間、30 7日間培養して、コロニー数を測定した。

結 果

発酵温度 期間中の日平均温度は冷蔵庫では2.0～2.4、室内では6.4～12.1で推移した。ぬか床の温度は冷蔵庫では両試験区とも2.5～2.9、室内では添加区で6.8～12.0、対照区で6.8～11.8で推移した。

pH、塩分、水分活性 pHは、冷蔵庫内の対照区のみ変化が無く、他の試験区では1週目に6.2～6.4、2週目に6.0～6.2で低下した。塩分は1週目に7.4～8.0%、2週目に7.1～7.6%で全ての試験区で低下したものの塩辛かった。水分活性は、1週目に0.937～0.941、2週目に0.938～0.947でボツリヌス菌の生育限界である0.94を下回らない試験区もみられた(表2)。

生菌数検査 一般生菌数は、両添加区では1週目 $2.8 \times 10^5 \sim 3.2 \times 10^5$ cfu/gで、2週目 $4.4 \times 10^5 \sim 7.2 \times 10^5$ cfu/gに増加し、両対照区では1週目 $3.0 \times 10^5 \sim 4.5 \times 10^5$ cfu/gで、2週目 $1.6 \times 10^5 \sim 1.8 \times 10^5$ cfu/gに減少した。

真菌数は冷蔵庫内の試験区では、1週目 $1.1 \times 10^3 \sim 1.8 \times 10^3$ cfu/gで、2週目 $3.4 \times 10^2 \sim 4.1 \times 10^2$ cfu/gに減少し、室内の試験区では1週目 $1.8 \times 10^3 \sim 2.0 \times 10^3$ cfu/gで、2週目 $6.8 \times 10^4 \sim 4.7 \times 10^5$ cfu/gに増加した。

好塩性乳酸菌数は冷蔵庫内の添加区のみ1週目 1.2×10^6 cfu/gで、2週目 4.3×10^5 cfu/gに減少した。これ以外の試験区では、1週目 $1.3 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^6$ cfu/gで、2週目 $1.9 \times 10^3 \sim 8.6 \times 10^6$ cfu/gに増加し、特に室内の対照区で大きく増加した(表3)。

ま と め

- 1) 短期間の発酵では塩角がとれず塩辛いいため、塩以外の調味料の利用等が必要と考えられた。
- 2) 好塩性乳酸菌の添加により冷蔵庫内でも一定程度の乳酸菌数が保たれていたが、品質への影響を明らかにするには遊離アミノ酸や有機酸の分析等が必要である。

文 献

- 1) 秋田幸一・景山拓一・野口誠・小谷幸敏：微生物を利用した動物性蛋白質食品の品質向上 第20回水産物利用加工試験研究全国連絡会議資料(昭和61年度)、73～76(1986)。

(担当：島岡)

表2 各試験区のぬか漬けのpH、塩分、水分活性

		pH		塩分		水分活性	
		1週目	2週目	1週目	2週目	1週目	2週目
冷蔵庫内	添加区	6.4	6.2	8.0%	7.6%	0.937	0.938
	対照区	6.2	6.2	7.7%	7.2%	0.942	0.947
室内	添加区	6.3	6.1	7.5%	7.3%	0.942	0.939
	対照区	6.2	6.0	7.4%	7.1%	0.941	0.942

表3 各試験区のぬか漬けの一般生菌数、真菌数及び好塩性乳酸菌数

		一般生菌数		真菌		好塩性乳酸菌	
		1週目	2週目	1週目	2週目	1週目	2週目
冷蔵庫内	添加区	3.2×10^5	7.2×10^5	1.1×10^3	4.1×10^2	1.2×10^6	4.3×10^5
	対照区	4.5×10^5	1.8×10^5	8.4×10^2	3.4×10^2	1.3×10^3	1.9×10^3
室内	添加区	2.8×10^5	4.4×10^5	1.8×10^3	6.8×10^4	1.4×10^6	8.6×10^6
	対照区	3.0×10^5	1.6×10^5	2.0×10^3	4.7×10^5	1.8×10^3	5.4×10^5

3. 長崎県産魚の長距離流通に向けた品質保持技術の開発

久保久美子・石崎航一郎・菅向志郎^{*1}・谷山茂人^{*1}・王曜^{*1}
濱田友貴^{*1}・松尾広伸^{*2}・出口雄也^{*2}・右田雄二^{*2}・山口結奈^{*2}

海産鮮魚の巨大マーケットに成長した中国の内陸部方面やニッチな需要が期待できる首都圏等に向け、これまでよりも長距離・長期の流通に対応できる技術を開発する必要がある。

本事業では、脱血技術で県産鮮魚の国内外での販路開拓・拡充を実現するための品質保持技術の開発を行うこととし、令和5年度は、昨年度マダイで実施した脱血法および血液残存量測定をブリで検証し、次に同様の脱血処理を施したクエの品質を評価した。また、脱血処理魚の長距離・長期流通に向けた安全性を確認した。

・脱血方法の検討及び血液残存量の評価

方 法

試料 水産試験場の海面筏生簀で飼育していたブリ（重量 1.1 ± 0.1 kg）を用いた。

血液残存量の評価 脱血処理後、刻んだ尾部と等重量のヘパリン含有PBS溶液を袋に入れ、真空パックすることで魚体内の血液を溶出させた。溶出した液（1 mL）に10%SDS（50 μ L）を添加攪拌後、5分間15,000 rpmで遠心し、上清を微量分光光度計（NanoDrop One, Thermo Fisher Scientific社）を用いてヘモグロビン濃度を算出した。

脱血方法の検討 昨年度実施したマダイの結果を参考に以下の項目について、ブリを用いて再検証した。

両鰓を切る放血（両鰓切断）と鰓膜（静脈洞）に穴を開ける放血（鰓膜穿孔）を比較、鰓弓の切断枚数の比較、放血時の海水温の影響、両鰓切断し、冷海水放血後に頭部側と尾部側の背大動脈に切込みを入れ、魚を垂下する処理時間の検討。

結 果

血液残存量 ブリ尾部から抽出したヘモグロビン濃度を表1に示した。両鰓切断は鰓膜穿孔より低い傾向を

示した。鰓弓の切断枚数は、1枚、4枚（片鰓）、8枚（両鰓）の順に低くなる傾向を示した。放血時の海水温の影響は、28℃、13℃、-2℃の順に低くなる傾向を示した。垂下処理時間は0分から10分までは減少し、それ以降は減少しなかった。これらの結果から、効果的な脱血処理方法は、両鰓切断、冷海水放血、垂下式処理10分以上であることを見出した。

表1 脱血処理後したブリ尾部から抽出したヘモグロビン濃度

検討	項目	ヘモグロビン濃度
	鰓膜穿孔	0.079 $\pm$ 0.015
	鰓切断	0.052 $\pm$ 0.012
	鰓弓1枚	0.067 $\pm$ 0.019
	片鰓	0.060 $\pm$ 0.013
	両鰓	0.055 $\pm$ 0.006
	28℃	0.062 $\pm$ 0.004
	13℃	0.050 $\pm$ 0.005
	-2℃	0.046 $\pm$ 0.013
	0分	0.059 $\pm$ 0.007
	5分	0.046 $\pm$ 0.012
	10分	0.035 $\pm$ 0.013
	15分	0.035 $\pm$ 0.004
	30分	0.035 $\pm$ 0.005
	60分	0.039 $\pm$ 0.008

(mg/mL)

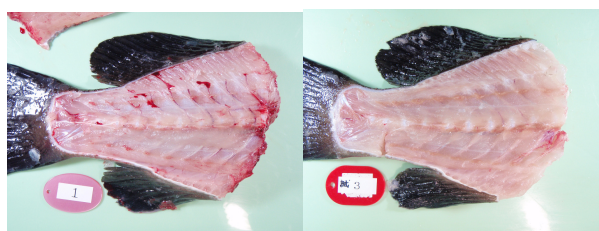
・脱血魚の品質評価

方 法

試料 長崎県南松浦郡新上五島町で養殖したクエ（重量 3.4 ± 0.9 kg）を令和5年11月に水産試験場の海面生簀に移してから用いた。令和5年12月に脱血を行わない未処理の氷蔵1日と7日後及び前述の脱血処理を施し

^{*1}長崎大学、^{*2}長崎県環境保健研究センター

た氷蔵4日, 7日及び10日後について, 化学分析及び官能検査に用いた。なお, 取上げ後, 魚体に残るヘモグロビン濃度は未処理で 0.034 ± 0.022 mg/mL, 脱血処理で 0.013 ± 0.006 mg/mLであった (図1)。



未処理

脱血処理

図1 未処理及び脱血処理したクエの中骨

化学分析 感覚色度は色彩色差計 (CR-400, コニカミノルタ社) を用いて測定した。イノシン酸量は Ehiraら¹⁾の方法に従い抽出し, HPLC (LC-2000 plus series, 日本分光社) を用いて測定した。破断応力は, レオナー (RE-3305, 山電社) を用いて厚さ1 cmの刺身を筋線維と並行な方向で測定した (測定条件はプランジャー: 円柱形φ3 mm, 押し込み速度: 1.0 mm/s)。メタボロミクス分析は, LC-QTOF-MS (ExionLC 2.0 / X500R QTOF, エービー・サイエックス社) を用い, データ処理・化合物同定・統計解析には, メタボロミクス用のデータ処理ソフトウェア (MS-DIAL (ver.4.90), 理化学研究所) 及びWeb統計解析ツールMetaboAnalyst6.0を用いた。

官能検査 流通関係者等29名が刺身, あら汁, あら炊き及び中華風料理を試食し, 5段階の総合評価を実施した。

検定方法 エクセル統計を用いてTukey-Kramer検定を行った。

結 果

化学分析 感覚色度, イノシン酸量, 破断応力に差は見られなかった。メタボロミクス分析では, 脱血処理4日目から糖類の増加が確認された。また, 脱血処理7日目は未処理7日目よりグルタミン酸, コハク酸, タウリンが増加した。

官能検査 最も高い評価を得たのは脱血処理4日目 (4.3点), 次いで未処理1日目 (3.9点), 脱血処理7日

目 (3.8点), 未処理7日目 (3.2点), 最後が脱血処理10日目 (3.1点)。最も評価の高かった脱血処理4日目と比べ, 未処理7日目と脱血処理10日目は有意に低い結果となった ($p < 0.01$)。

安全性の評価

方 法

試料 前述の . 脱血魚の品質評価の方法と同じ方法で処理したクエ (重量 2.6 ± 0.3 kg) を用いた。

細菌検査 生菌数, 低温菌数, 大腸菌群, 腸炎ピブリオについて検査した。

ヒスタミン チェックカラーヒスタミン (キッコーマンバイオケミファ株式会社) を用いて検査した。

結 果

細菌検査 両区とも氷蔵14日まで筋肉部1 gあたりの生菌数と低温菌数は, 1.0×10^3 cfu/gを超えることはなく, 腸炎ピブリオと大腸菌群は検出されなかった。

ヒスタミン ヒスタミンは氷蔵14日で未処理区が21.1 ppm, 脱血処理区が5 ppmでヒスタミンによる食中毒を起こす可能性はなかった。

ま と め

- 1) 効果的な脱血処理方法は, 両鰓切断, 冷海水放血, 垂下式処理と考えられた。
- 2) 官能検査では, 脱血処理4日目が最も高い評価を得た。メタボロミクス分析では4日後から糖類の増加がみられ, 脱血処理7日目は未処理7日目よりグルタミン酸, コハク酸, タウリン等が増加していた。
- 3) クエは, 氷蔵14日目までは筋肉部で細菌の増殖や食中毒を引き起こすレベルでのヒスタミンの生成は見られず, 食品としての安全性が確認された。

(担当: 久保)

文 献

- 1) Shigeo Ehira, Hitoshi Uchiyama, Fumiaki Uda, Hiroyuki Matsumiya: A rapid method for determination of acid-soluble nucleotides in fish muscle by concave gradient elution, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **36**, 491 ~ 496 (1970) .

環境養殖技術開発センタ -

1. 有害有毒プランクトン対策事業

鎌田正幸・山名涼太・山砥稔文

現場調査

1. 諫早湾赤潮調査

Chattonella 属を中心に有害種の遊泳細胞の出現状況と環境との関連を把握するための調査を実施した。

方 法

調査は、図1に示した諫早湾内7定点を中心に、6月16日、19日、7月6日、11日、17～20日、24日、26～28日、8月1日、4日、7日、14日、21～25日、28～31日、9月4日、6～8日、12～13日、20日、10月10日、20日、25日、11月1日、8日、20日の計38回実施した。観測及び採水は主に0.5～1m（表層）で行った。調査項目は、水温、塩分及び植物プランクトン細胞密度（有害種 *Chattonella* 属及び全珪藻類）とした。

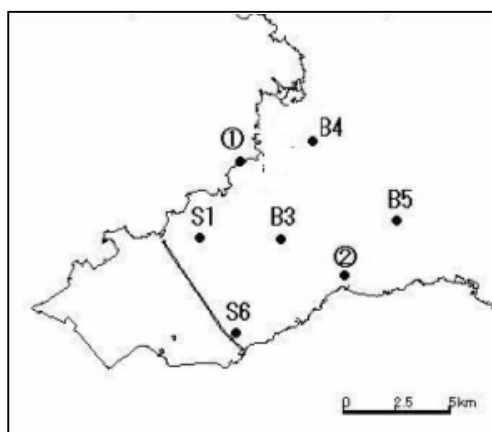


図1 諫早湾赤潮調査定点

結 果

Chattonella 属出現時の水温、塩分について、水温は24.3～31.0，塩分は11.7～32.1の範囲であった。*Chattonella* 赤潮の発生期間は諫早湾～口之津港で8月14日～9月7日であった（最高細胞数は14,620 cells/mL）。この赤潮による漁業被害は確認されなかった。

（担当：山砥）

2. 佐世保湾(大村湾)調査

Chattonella 属（*C. antiqua*，*C. marina*）と *Karenia mikimotoi* を中心に有害種の遊泳細胞の出現状況と環

境との関連を把握するための調査を実施した。

方 法

調査は、図2に示した佐世保湾（大村湾）内の13定点を中心に、4月25日、5月2日、9日、16日、23日、30日、6月13日、7月4日、13日、8月18日、23日の計11回実施した。観測及び採水は0.5，5m層、クロロフィル蛍光値もしくはFSI値（*Chattonella* 属と *Karenia mikimotoi* が数十 cells/mL で1.9以上となる）の極大層で行った。調査項目等は諫早湾調査と同様である。

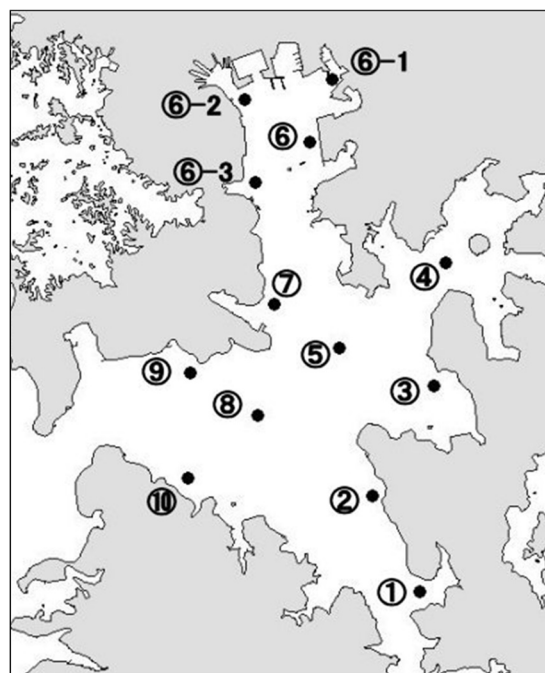


図2 佐世保湾（大村湾）調査定点

結 果

水温、塩分について、13定点の平均値は0.5m層が水温17.2～28.3，塩分31.2～33.5，5m層が水温17.2～27.3，塩分31.7～33.5の範囲で推移した。

有害種については、4月25日～8月23日に *K. mikimotoi* が1～1,294 cells/mL，*Cochlodinium* sp. type-Kasasa が7月4日と8月18日～23日に4～397 cells/mL，*Chattonella* spp. が5月30日～6月13日と、8月18日～23日にそれぞれ1 cell/mL，*Heterosigma akashiwo* が5月9日、6月13日、7月13日に1～3,600 cells/mL 出

現した。*K. mikimotoi* 赤潮は5月9日～6月13日（最高細胞数は1,294 cells/mL）と8月18～23日（最高細胞数は828 cells/mL）に、*H. akashiwo* 赤潮は6月13日～7月4日（最高細胞数は3,600 cells/mL）に確認された。

（担当：鎌田）

3. 薄香・古江湾調査

Gymnodinium catenatum や *Alexandrium* 属等の有毒種の遊泳細胞の出現状況と環境との関連を把握するための調査を実施した。

方 法

調査は、図3に示した薄香・古江湾内3定点（潮の浦、広浦、古江）において、11月1日、8日、14日、22日、29日、12月6日、13日、20日、27日、1月10日、17日、18日、25日、31日、2月7日、21日、29日、3月6日、22日の計19回調査を実施した。観測及び採水は0.5、2.5、5、6m層で行った。調査項目等は水温の鉛直観測及び有毒プランクトン細胞密度とした。

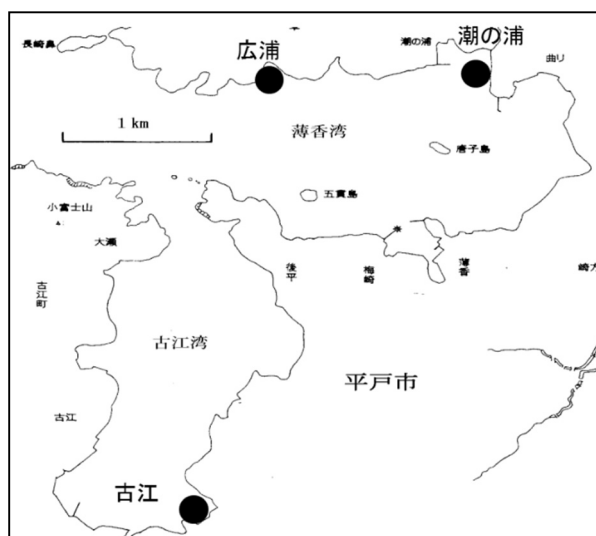


図3 薄香・古江湾調査定点

結 果

広浦における水温は、0.5m層が11.3～22.5℃、2.5m層が12.3～21.9℃、5m層が12.9～22.1℃、6m層（11月上中旬と1月～3月上旬は欠測）が16.1～20.5℃の範囲であった。

有毒種について、*G. catenatum* は0～16 cells/Lの範囲で確認され、出現時の水温は19.3～21.8℃であった。*Alexandrium* 属は0～40 cells/Lの範囲で確認され、出現

時の水温は12.9～22.5℃であった。

（担当：鎌田）

4. 諫早湾粘質状浮遊物調査

有明海では、平成15年と16年の春季（4～5月）に粘質状浮遊物が大量に出現し、小型底びき網や刺網などに漁業被害をもたらした。粘質状浮遊物は、植物プランクトン由来のものが発生原因と推察され、その出現に絞り、粘質状浮遊物の発生との関係を把握するための調査を実施した。

方 法

調査は、図4に示した諫早湾内3定点（S6、B3、B4：九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所所有の櫓）を中心に、令和5年4～5月及び9～11月、令和6年3月（概ね隔週1回程度）に定期観測を実施した。観測時に1m層から採水し、顕微鏡観察により植物プランクトン組成を調べた。

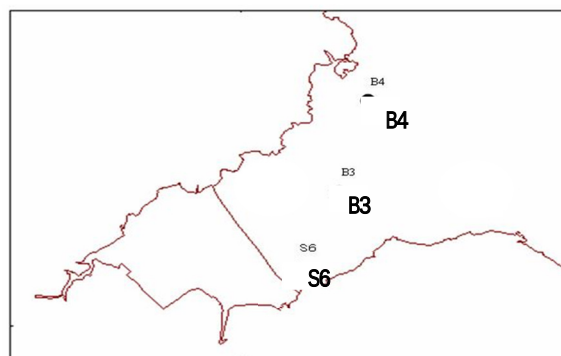


図4 諫早湾粘質状浮遊物調査定点

結 果

諫早湾において、3月下旬には *Eucampia zodiacus* が増殖したが、粘質状浮遊物の発生及び漁具への顕著な付着は確認されなかった。

（担当：山砥）

・赤潮情報収集伝達

九州沿岸域の水産関係機関相互において、赤潮による漁業被害を未然に防止する一助として、赤潮情報交換を実施している。詳細は、令和5年度有害有毒プランクトン対策事業報告書 - 長崎県内における赤潮の発生状況 -、長崎水試登録第688号に記載し、長崎県ホームページに掲載した。

（担当：山名）

・貝毒発生監視調査

養殖ヒオウギガイ、イワガキの毒化対策の一助とするため、対馬（浅茅湾辺田島、三浦湾寺島地先）及び県南（橘湾南串山地先）において養殖ヒオウギガイ及び養殖イワガキの毒性値・海況・プランクトン動向調査を実施した。詳細は、令和5年度有害有毒プランクトン対策事業報告書 - II,（貝毒発生監視調査）、長崎水試登録第690号に記載し、長崎県ホームページに掲載した。

（担当：山名）

・有害赤潮プランクトンの出現動態監視及び予察技術開発並びに赤潮の発生段階に応じた一連の対策(行動計画)の検討・策定(九州北部海域)

伊万里湾を中心とする九州北部海域においてカレニア等鞭毛藻による有害赤潮が発生し、魚介類がへい死する漁業被害が発生していることから、各機関が連携して広域共同モニタリングを実施することにより、有害赤潮の監視体制の強化、発生機構の解明と発生予測技術の開発並びに被害防止技術の開発を行い、有害赤潮等による漁業被害の防止と健全な海洋生態系の保全に資することを目的として、豊かな漁場環境改善推進事業（赤潮等による漁業被害防止対策技術の開発・実証・高度化）を水産庁より受託し、伊万里湾を中心とする九州北部海域における有害赤潮と発生機構の解明を行っている。詳細は令和5年度当該事業報告書に報告した。

（担当：鎌田）

・有害赤潮プランクトンの出現動態監視及び予察技術開発並びに赤潮の発生段階に応じた一連の対策(行動計画)の検討・策定(橘湾を含む有明海海域)

橘湾の有害赤潮や貧酸素水塊による漁業被害の軽減を図るため、夏季の橘湾で広域調査を実施し、有害赤潮や貧酸素水塊の発生状況を監視し、漁業者に速やかに伝え、有害赤潮の防除や操業の効率化に資すること目的として、豊かな漁場環境改善推進事業

（赤潮等による漁業被害防止対策技術の開発・実証・高度化）を水産庁より受託し、橘湾における定期・定点観測を行っている。詳細は令和5年度当該事業報告書に報告した。

（担当：山名）

・魚介類養殖における気候変動にも左右されない強力な赤潮対応技術の開発

クロマグロを対象として、主要な赤潮プランクトン（カレニア等）の致死密度を明らかにし、赤潮発生時の養殖現場のデータ解析を行い、時機を逸することなく赤潮からの避難などの事前対策を実施するために必要となる警報基準を策定することを目的とし、みどりの食料システム戦略実現技術開発・実証事業のうち農林水産研究の推進（委託プロジェクト研究）「魚介類養殖における気候変動にも左右されない強力な赤潮対応技術の開発」を農林水産省より受託し、クロマグロ稚魚を飼育し、カレニア・ミキモトイ培養液に暴露して抵抗性を評価している。

（担当：鎌田）

ま と め

- 1) 諫早湾での夏季赤潮調査の結果、*Chattonella* 属赤潮は、8月14日～9月7日に発生したが、漁業被害は確認されなかった。
- 2) 県北部海域で例年発生する *K. mikimotoi* 赤潮の初発を佐世保湾奥部の亜表層域で5月上旬に確認した。
- 3) 薄香・古江湾において、*G. catenatum* は19.3～21.8, *Alexandrium* 属は12.9～22.5 で出現した。

（担当：山砥）

2. 環境変化に対応した貝類養殖技術開発・向上事業(アサリ)

高田順司

アサリ生理状態調査

方法

調査は、諫早市小長井町の2つのアサリ漁場（A及びB）（図1）において、令和5年4月11日～令和6年2月9日に行った。調査頻度は大潮毎の月1～2回程度とした。



図1 調査位置図

A及びB漁場の地盤高1m程度に設けた定点周辺で採取した殻長30～40mmの商品サイズのアサリ各20個体を試料とした。

試料は殻長、殻高、殻幅、重量を測定後、軟体部と殻に分け、軟体部表面の水分を十分取り除いて軟体部の湿重量（以下湿重）を求めた。また、軟体部及び殻を60℃、48時間乾燥し、それぞれ乾燥重量（以下乾重）を求めた。

乾燥身入率は、軟体部乾重を軟体部乾重と殻乾重の和で除し、百分率として求めた。

水分含量は、軟体部の湿重と乾重の差を湿重で除し、百分率として求めた。

なお、乾燥身入率は成熟と栄養蓄積状態の、水分含量は栄養蓄積状態（低ければ良好）の指標と考えられる。

結果

A及びB漁場におけるアサリの乾燥身入率と水分含量の平均値の推移を図2に示す。

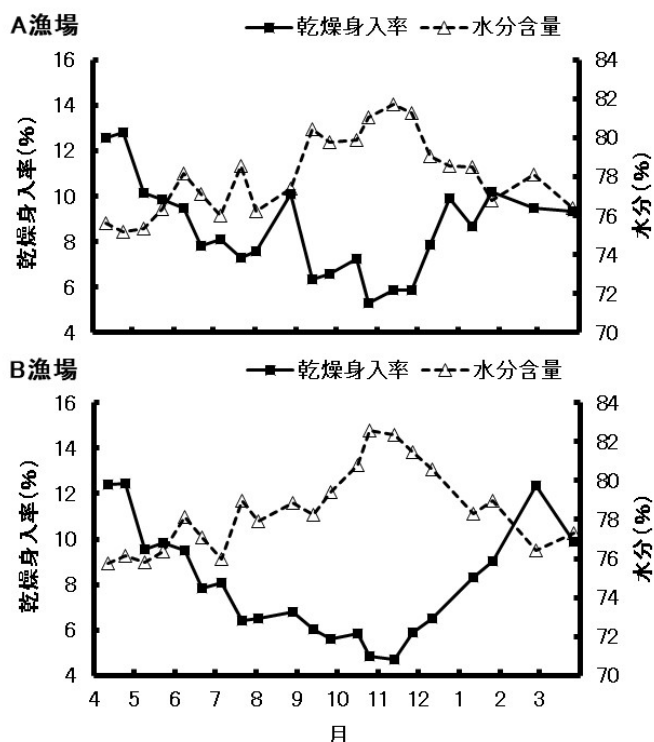


図2 各漁場の乾燥身入率と水分含量の推移

調査開始当初（令和5年4月11日）の乾燥身入率は、A漁場では12.6%、B漁場では12.4%であった。4月24日には、A漁場では12.8%、B漁場では12.4%と、両漁場とも今年度の最高値を示した。以降、減少傾向に転じ、A漁場では10月25日に5.3%、B漁場では11月13日に4.8%となり、それぞれ両漁場の最低値を示した。その後、A漁場では12月11日に7.9%、B漁場では11月27日に5.9%と増加傾向に転じ、A漁場では令和6年1月26日に10.2%となり、B漁場では2月27日に12.3%となった。

一方、調査開始当初の水分含量は、A漁場では75.6%、B漁場では75.8%と、B漁場では今年度の最低値を示した。A漁場では4月24日に75.2%の今年度最低値を示し、以降、増加傾向で推移し、A漁場では11月13日に81.7%、B漁場では10月25日に82.6%となり、両漁場とも今年度の最高値を示した。その後、減少傾向に転じ、令和6年3月27日にA漁場では76.4%、B漁場では77.3%となった。

カゴによる生残状況調査

方 法

夏～秋季調査として、令和5年6月13日～10月17日に、諫早市小長井町の2つのアサリ漁場(A及びB)(図1)の地盤高1m付近において、平均殻長28.0mmのアサリ100個体をポリエチレン製フタ付カゴ(約0.12m²)に収容して生残状況の調査を行った。さらに、秋～冬季調査として、令和5年10月8日～令和6年2月8日に、平均殻長27.0mmのアサリを用いて同様の調査を行った。

生残状況の確認は、月1回とした。

結 果

カゴ内のアサリ生残率の推移を図3に示す。

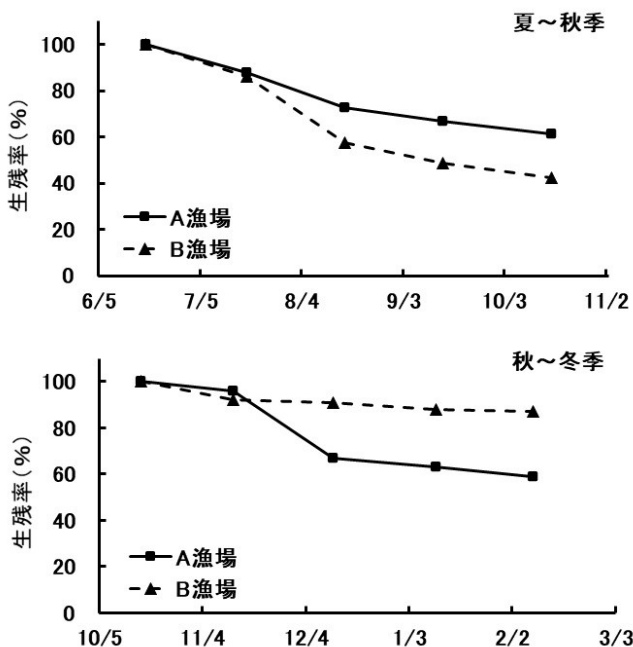


図3 アサリ生残率の推移

夏～秋季調査終了時の10月17日の生残率は、A 漁場では62%、B 漁場では43%であった。

秋～冬季調査終了時の2月8日の生残率はA 漁場では59%、B 漁場では87%であった。

また、夏～秋季調査において、7月19日の生残率は、A 漁場では88%、B 漁場では86%であったが、8月17日にA 漁場では73%、B 漁場では57%となり、7～8月にかけてA 漁場では15%、B 漁場では29%の生残率の低下が確認された。

一方、秋～冬季調査において、11月13日の生残率は、A 漁場では96%、B 漁場では92%であったが、1月11日にA 漁場では63%、B 漁場では88%となり、11月から1月にかけて4～33%の生残率の低下が確認された。

へい死要因として、夏～秋季においては、諫早湾で7～8月に確認された高水温及びアサリの生理状態調査の結果から放卵、放精による衰弱の複合的要因、秋～冬季においては、両漁場で12月まで乾燥身入率が低かったことから、秋の産卵や餌不足による衰弱等が要因と推察された。

ま と め

- 1) 諫早市小長井町の2漁場でアサリ(殻長30～40mm)の乾燥身入率、水分および試験カゴによる生残状況調査を実施した。
- 2) A及びB漁場では令和5年11月に乾燥身入率が最小値となった。
- 3) 夏～秋季のへい死は、高水温等の環境要因と放卵、放精による衰弱の複合的な要因と推測された。
- 4) 秋～冬季のへい死は、秋の産卵や餌不足による衰弱等が要因と推察された。

(担当：高田)

3. 養殖業の成長産業化にかかる技術開発事業

杉原志貴・竹本悟郎・岩崎亮磨・宮木廉夫

収益性の高い養殖業を目指すためには、海外輸出又は国内販売において、競争力のある養殖魚種を、高品質かつ低コストで安定生産する必要があることから、本事業ではこれらに対応できる飼育技術及び疾病対策技術の開発を行った。

サバ類の養殖試験

1. ゴマサバ人工1才魚の養殖試験

1) 1才魚の夏季高水温時の減耗抑制試験

昨年度はマサバ人工1才魚を用いて、収容密度の違い及び極端な餌止め期間の設定等による減耗抑制試験を実施したが、効果は見られなかった。そこで、本年度は、高水温耐性が報告されているアミノ酸（アルギニン）をEP飼料に添加して給餌することで、高水温期の生残等と与える影響について検討した。

方法

供試魚 令和4年度に水産試験場で生産され、海面生簀で継続して飼育中のゴマサバ1才魚を用いた。

試験方法 供試魚は、令和5年6月27日に海面網生簀（3m×3m×3m）2面に分養後、水温（2m層）が28℃以上になった7月19日から、28℃より低下した9月11日まで、1区（試験区）：市販EP飼料にアルギニンを2%添加、2区（対照区）：市販EP飼料として、各々週2日の目安で与えた。

魚体測定 測定作業に伴う魚体への影響を考慮して、試験開始時と終了時に各々30尾及び15尾について尾叉長及び体重を測定した。なお、測定時に麻酔溶液として2-フェノキシエタノールを海水60Lに対して16～17mL添加し、よく混和して用いた。

ハダムシ対策 試験開始前に過酸化水素製剤による薬浴（製剤約150g/海水1kL）を1回実施した。

結果

図1に飼育期間中の水温の推移と各区（試験区、対照区）における体重変化を示した。水温の推移をみると7月上旬には26℃でその後上昇し、19日には28℃に達した。また、8月中旬には一時26℃台まで下降したが、下旬には再度30℃近くまで上昇

した。アルギニン添加試験開始時の体重は、1区（試験区）で 246.8 ± 57.5 g（平均値 $\pm$ SD）、2区（対照区）では 246.1 ± 54.5 g（同）で、終了時の9月11日には1区： 226.5 ± 53.0 g（同）、2区： 227.7 ± 44.9 g（同）と両区ともに体重減少が認められ、明確な差は見られなかった。

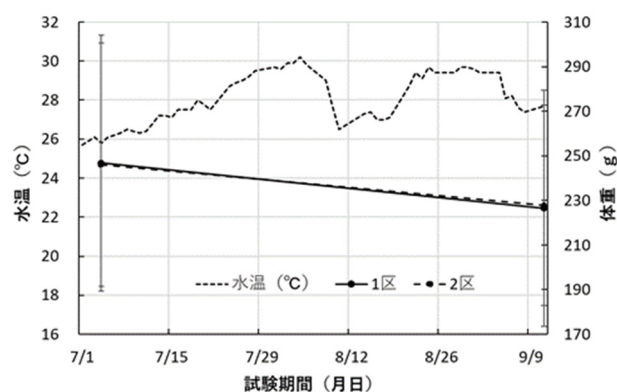


図1 高水温期のゴマサバ1才魚の成長

図2に水温と各区における生残率の推移を示した。両区とも短期間には大きな減耗は見られなかったが、へい死がだらだらと続く状況であった。試験終了時の9月11日における生残率は、1区（試験区）で60.0%、2区（対照区）では64.2%であり、対照区の方が有意に高かった。（ $p < 0.05$ ）

今回の試験においては高水温期のゴマサバ1才魚に対するアルギニン添加効果は確認されなかった。

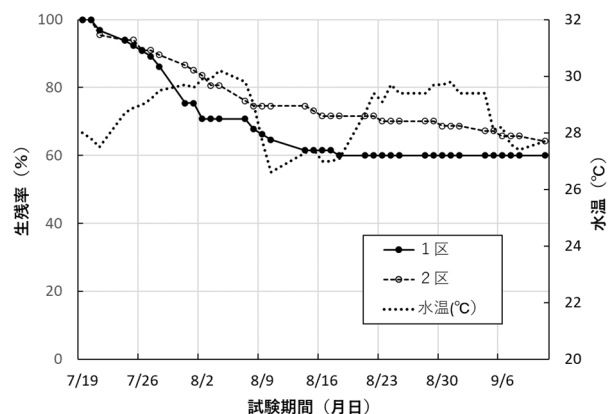


図2 高水温期のゴマサバ1才魚の生残率の推移

2) 養殖ゴマサバの官能試験(肉質評価)

商品サイズまで飼育したゴマサバ 1 才魚の肉質について、同等サイズの養殖マサバとの相違を明らかにするため、両者の刺身を用いて、令和 6 年 1 月 11 日に水産試験場内で官能試験を実施した。

方 法

供試魚 ゴマサバは、水産試験場地先の海面生簀で飼育した 1 才魚（平均体重：408±45.0 g，n=10）で、比較として市内で養殖されたマサバ（同：499±49.7 g，n=10）を用いた。

試料作製 試験当日の午前 10 時を目安に現場で魚体を首折りで即殺、海水中で脱血、海水氷で冷却し、即殺から約 1 時間後から採肉及び刺身加工を施した。

官能試験 被験者 28 名で、午後 1 時から各々の刺身における肉質評価及び食味試験を行い、両者の比較を行った。

結 果

養殖マサバと養殖ゴマサバの肉質（刺身）について、官能試験のアンケート結果（総合評価）では、刺身を醤油に浸けないで試食した場合、マサバに評価得点を高く点けた人数が 7 名、ゴマサバには 6 名、差がないと回答した人数は 15 名であった。次に醤油に浸けて試食した場合、マサバに評価得点を高く点けた人数が 5 名、ゴマサバでは 4 名、差がないと回答した人数 19 名であった。以上のことから、養殖物で取り上げ当日の刺身という条件下では、マサバとゴマサバの肉質はほぼ同等な評価が得られるものと判断された。

2. マサバとゴマサバの 0 才魚の養殖特性の比較

マサバ及びゴマサバ人工 0 才魚の養殖特性について、両種の相違を明らかにするために、水産試験場で生産した人工種苗を用いて、成長、生残及び増肉係数等の基礎データを得るために飼育試験を実施した。

方 法

供試魚 試験に用いたマサバ及びゴマサバ種苗の大きさは、各々尾叉長 6.2±1.0 cm，体重 2.0±0.9 g 及び尾叉長 6.9±0.7 cm，体重 2.7±0.8 g で、令和 5 年 6 月 22 日に海面生簀（3 m×3 m×3 m）各 1 面に各々 630 尾ずつ収容した。

試験方法 試験期間は一期：6 月 22～9 月 12 日（82 日間）及び二期：10 月 11～3 月 4 日（145 日間）とし、一期では高水温期減耗対策として地先水温が 29 を上回った 7 月 31 日（29.7 ）に生簀網（3 m×3 m×3 m）を容積の大きい生簀網（5 m×5 m×5 m）に変更して飼育した。二期では生簀網（3 m×3 m×3 m）に収容し、終了まで飼育した。一期及び二期ともに給餌はゼンマイ式自動給餌器（CLOCK WORK FEEDER）を用いて、週 5 日の飽食給餌とした。また、毎朝 9 時を目安に水温及び DO 等を測定し、へい死個体を取り上げて、生残率を算出した。更に、ハダムシの寄生状況の観察を行い、寄生が認められた場合には、両区ともに同日に魚体の淡水浴（3 分間）を行うことで虫体の剥離を行った。

魚体測定 毎月 1 回、各々尾について、2-フェノキシエタノール溶液（約 250 ppm）で麻酔後、全長、尾叉長および体重の測定を実施した。

結 果

図 3 に一期（水温上昇～高水温期）のマサバ及びゴマサバ人工種苗の体重と水温の推移を示した。両者の成長の推移をみるとマサバは水温上昇に従って、体重の増加が緩やかになり、5 m×5 m×5 m 生簀に移送した 7 月 31 日からマサバよりゴマサバの成長がやや早い傾向が見られた。この期間の生残率、増肉係数及び終了時平均体重は、マサバで 89.8%，2.34 及び 24.2±4.6 g（平均値±SD），ゴマサバでは、88.4%，2.27 及び 25.7±5.1 g（同）であった。

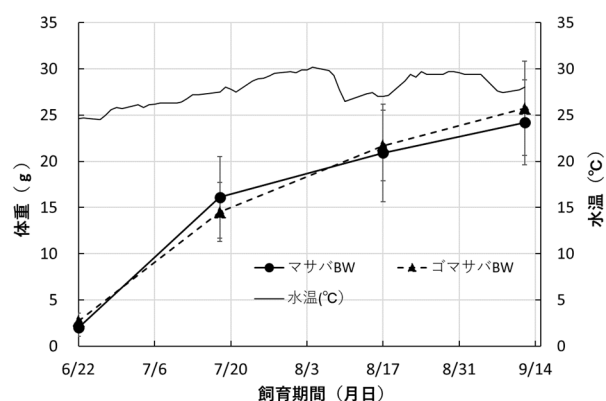


図3 マサバ及びゴマサバ種苗の体重と水温の推移
（一期：6月22日～9月12日）

図 4 に二期（10 月 11 日～3 月 4 日）におけるマサバとゴマサバ 0 才魚の体重と水温の推移を示した。両種の成長は年内においては、ほぼ同様な傾向を示した。

が、年明けの水温約 15℃ に低下する頃からゴマサバの体重の増加がやや遅れて緩やかになった。他方、マサバは順調に成長し、低水温期に両者に成長差が現れた。この期間の生残率、増肉係数及び終了時平均体重は、マサバで 67.1%、2.41 及び 151.6±42.4 g (平均値±SD)、ゴマサバでは、76.0%、3.63 及び 124.1±36.2 g (同) であった。ゴマサバでは、増肉係数が一期と比べて二期で高くなっており、低水温期の成長停滞が影響したものと思われる。

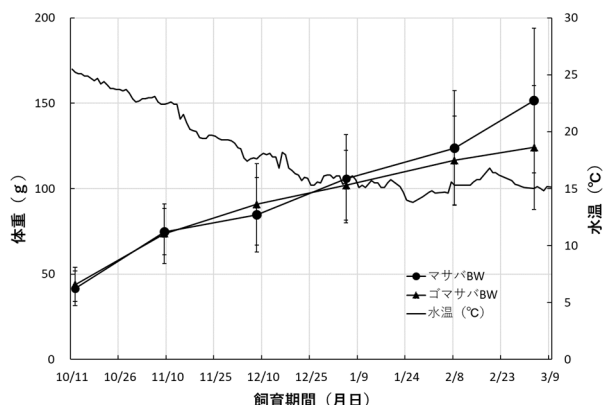


図4 マサバ及びゴマサバ0才魚の体重と水温の推移
(二期：10月11日～3月4日)

ハダムシ寄生状況 一期及び二期ともにマサバに、ハダムシ虫体の寄生が確認された。他方、ゴマサバには、ハダムシ虫体の寄生は僅かでほとんど確認されなかった。図5に二期におけるマサバ及びゴマサバ0才魚の生残率と水温の推移(10月11日～3月4日)を示した。飼育中の主な死原因としては、淡水浴及び網替え作業等による事故死、細菌性疾患ではノカルジア症が確認された。

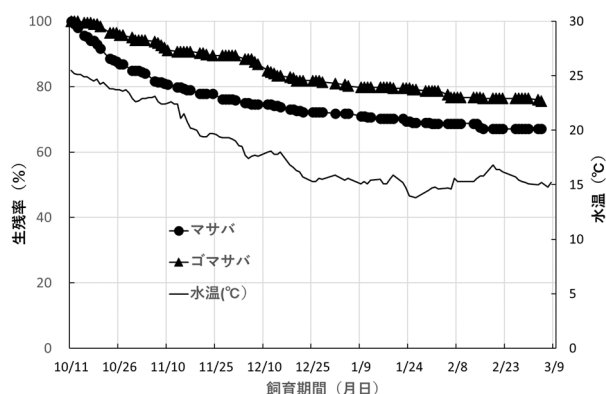


図5 マサバ及びゴマサバ0才魚の生残率と水温の推移(二期：10月11日～3月4日)

まとめ

- 1) ゴマサバ1才魚に対する高水温期対策として、アルギニンを追加したEP飼料を与えたが、その添加効果を確認することができなかった。
- 2) 養殖ゴマサバ1才魚(体重約400g)の官能試験を実施したところ、養殖マサバほぼ同等な評価を得ることができた。
- 3) マサバとゴマサバ0才人工魚の養殖特性を比較するため養殖試験を実施した。
- 4) 両種では、飼育時期によって成長に違いが見られ、最終測定時の体重は、マサバ：151.6±42.4g(平均値±SD)、ゴマサバ：124.1±36.2g(平均値±SD)であった。
- 5) 両種における養殖特性の違いとしては、ゴマサバは、マサバと比較して、低水温期に成長が遅滞すること及びハダムシの寄生が少ないことが認められた。

(担当：宮木)

スマート養殖技術開発

1. ブリの成長予測プログラムの開発

現在の養殖業では、経験や勘に基づいて魚への給餌量等を判断するのが一般的であるが、この方法は給餌する者の熟練度が魚の成長や生残に影響を与える。摂餌活性に影響を与える環境要因としては、水温が最も重要と考え、機械学習等を用いて水温と摂餌量から魚体サイズの推定、成長予測の技術の開発に取り組んでいる。

2. 活魚の粗脂肪含量測定技術開発

現在、魚体の電気抵抗値(インピーダンス)を測定して脂肪率の推定や鮮度判定を行う技術は、鮮魚を対象として用いられている。この技術を活魚に応用することにより、魚を殺さずに脂肪率を測定し、給餌や活魚出荷の指標とすることを目的とした技術の開発に取り組んでいる。

(担当：竹本)

魚病対策技術開発

1. 細菌性疾病の対策検討

令和5年に水産試験場で飼育していたマサバに、エドワジエラ症によるものとみられるへい死が発生した。エドワジエラ症は今までにサバ類で発生したという報告はないが、ヒラメなどの異体類では深刻な被害を引き起こす魚病である。そこで、マサバ養殖に対するエドワジエラ症の脅威を検証するため、その感受性について試験を行った。

1) マサバ *Scomber japonicus* に対するエドワジエラ症の感受性の検証

方 法

供試魚 水産試験場で令和5年に生産された0才魚のマサバ175個体を後述する試験水槽5基に34~36個体ずつ収容し、令和5年9月25日から10月3日まで8日間飼育して試験環境への馴致を行ったものを供試魚とした。試験開始時の尾叉長（平均値±標準偏差）は 12.3 ± 1.2 cm、体重（平均値±標準偏差）は 19.4 ± 5.5 gであった。

試験水槽 500L円形ポリエチレン水槽5基を用いた。マサバは水槽底の掃除をすると狂奔するため、図6のように壁に沿って注水することで水平方向に円形の流れを作り、エアストーンを中央に設置することで対流が起こるように注排水を行い、残餌や糞が水槽底に残らないようにした。水量は約400L、換水はオーバーフロー方式で注水量は約1時間で1回転（6.6L/分）に設定した。

供試菌 令和5年に水産試験場で飼育していたマサバから分離した *Edwardsiella piscicida* を用いた。試験前にマサバを用いて菌株の魚体通過を行った。

供試菌培養 塩分1.5%ブレインハートインヒュージョン液体培地に供試菌を接種し、25℃のインキュベーター内で48時間振とう培養を行って推定 1.0×10^{13} CFUの *E. piscicida* を得た。

攻撃試験および試験区 供試魚を飼育している試験水槽の水量を100Lまで下げて止水とし、ばっ気を継続して供試菌による攻撃を行った。対照区以外の4つの区に菌の濃度が4段階の10倍希釈液となるように供試菌を懸濁し、浸漬法による攻撃を行った。攻撃開始

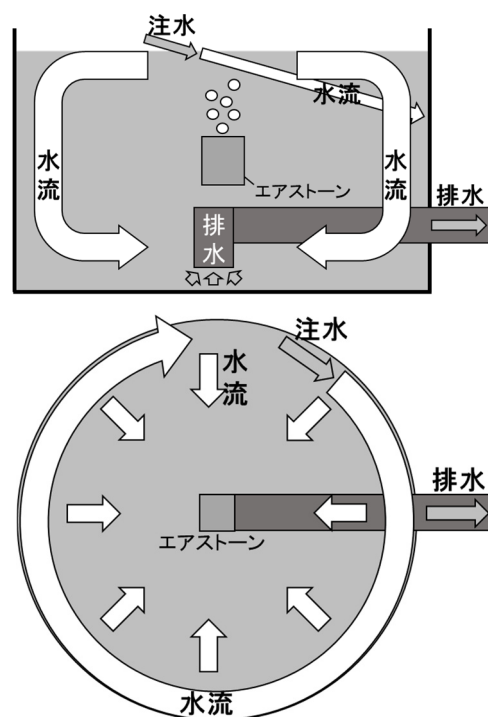


図6 試験水槽の注水図

（上：側面から見た図、下：上方から見た図）

から30分後より換水を開始し、攻撃の用いた菌液を水槽外へ排出した。また、浸漬攻撃中に各区の菌液を採水して塩分1.5%ブレインハートインヒュージョン寒天培地（以下、培地）に接種し、菌液の正確な菌濃度を確認した。

この操作によって確定した本試験における5つの試験区の詳細を以下の表1に示す。供試魚の収容個体数は各区35個体と計画していたが収容時の計数の誤りにより、供試魚が対照区で1個体多く、試験区1で1個体少なくなった。

表1 試験区ごとの供試魚数と菌濃度

試験区	マサバ個体数	<i>E. piscicida</i> 濃度 (CFU/mL)
対照区	36	—
試験区1	34	3.0×10^4
試験区2	35	3.0×10^5
試験区3	35	8.0×10^6
試験区4	35	4.0×10^7

感染確認 攻撃後14日間（10月4日～10月18日）毎日観察を行い、へい死個体と瀕死個体を回収して腎臓、脳から培地へ菌分離を行った。その後、培地に発育した菌に *E. piscicida* 抗血清を用いた凝集試験を行い、陽性であったものを *E. piscicida* 感染個体とした。

培地に複数種の菌が発育した個体については、その菌を *E. piscicida* の選択培地である SS 寒天培地へ継代し、*E. piscicida* を分離できたものを感染個体とした。

感染確認の結果をもとにへい死個体の *E. piscicida* 陽性率を求めた。

また、10 月 18 日（攻撃から 14 日目）まで生残した個体は取り上げて腎臓から菌分離を行い、試験終了時点での生残個体のうち *E. piscicida* 保菌個体数を調べた。

統計解析 統計解析ソフト R. Ver.4.3.2 (R Development Core Team 2023) を用いて生存時間分析を行い、試験区 1～4 の生残率をそれぞれ対照区と比較した。

結 果

試験期間（10 月 4 日～10 月 18 日）中のマサバの日間生残率の推移を図 7 に示した。マサバのへい死は攻撃を行ってから 2 日目（10 月 6 日）から 6 日目（10 月 10 日）の間に集中した。試験区 4 では攻撃 2 日目からへい死が始まり、6 日目には生残率が 34.3% まで低下し、その後へい死はなかった。試験区 3 でも 2 日目からへい死が始まり、5 日目には生残率が 77.1% まで低下した。その後さらにへい死があり、試験終了時の試験区 3 の生残率は 74.3% であった。試験区 1 と試験区 2 ではともに 3 個体がへい死し、試験終了時の生残率が試験区 1 は 91.2%、試験区 2 は 91.4% であった。対照区では 1 個体へい死があり、試験終了時の生残率は 97.2% であった。試験区 3 と試験区 4 では対照区と比べ、生残率が有意に低下していたが、試験区 1 と試験区 2 では対照区との間に生残率の有意差はなかった。

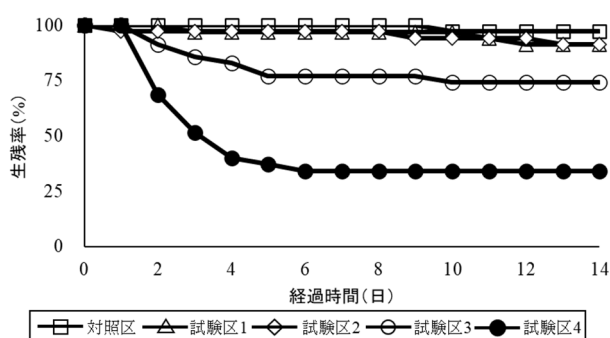


図 7 試験期間中のマサバの日間生残率の推移

へい死個体から菌分離を行い *E. piscicida* への感染を確認した結果を表 2 に示す。試験区 4 のへい死個体の *E. piscicida* 陽性率は 100% で、へい死した 23 個体全てから *E. piscicida* が検出された。試験区 3 では陽性率は 88.9% で、へい死した 9 個体のうち 8 個体から *E. piscicida* が検出された。試験区 1 と 2 では陽性率は 66.7% で、へい死した 3 個体の内 2 個体から *E. piscicida* が検出された。

表 2 へい死個体の *E. piscicida* 陽性率

試験区	へい死個体数	陽性個体数	陽性率
対照区	1	0	0%
試験区1	3	2	66.7%
試験区2	3	2	66.7%
試験区3	9	8	88.9%
試験区4	23	23	100%

試験終了時に取り上げた生残個体は全試験区合計で 136 個体いたが、そのうち 135 個体は *E. piscicida* 陰性であり、陽性であったのは 1 個体（試験区 1）のみであった。

試験区 3 のへい死個体の 55.6% および試験区 4 のへい死個体の 87.0% に図 8 のような腹部の点状出血が見られた。点状出血を呈した個体は全て *E. piscicida* 陽性個体であった。

ヒラメでは 5.7×10^7 CFU/mL での 10 分間の浸漬攻撃で生残率が 0% になったと報告されている¹⁾。このことから、マサバではヒラメほどエドワジエラ症への感受性は高くないと考えられ、長期的な保菌も起こっていないことから、マサバへのエドワジエラ症の脅威は大きくないと考えられる。

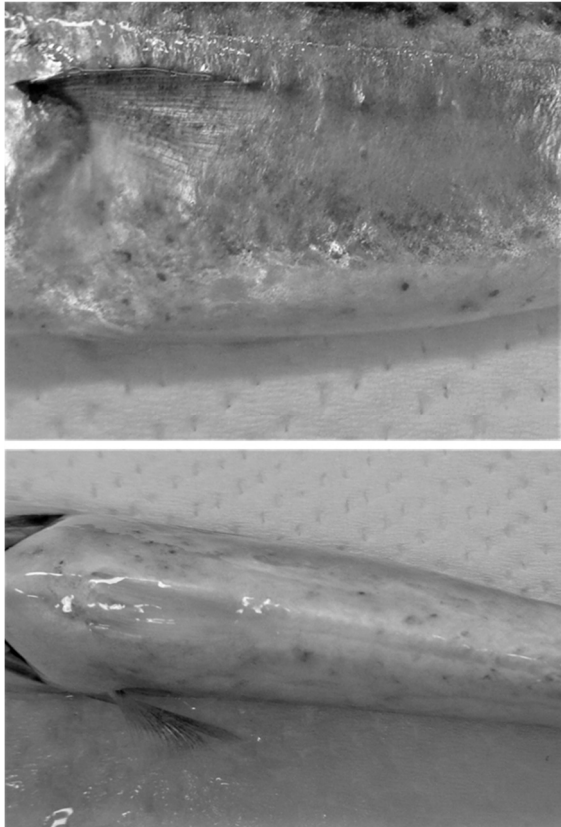


図8 試験区4へい死個体の腹部の点状出血
(上：体側面，下：腹面)
(担当：岩崎)

2. 寄生虫性疾病の対策検討

トラフグやブリ類養殖で問題となっている寄生虫性疾病について、感染経路や中間宿主等解明されていない部分が多く、有効な対策が確立されていないため、その対策の検討や基礎的研究が必要であることから、以下の試験等を行った。

1) トラフグの粘液胞子虫性やせ病対策

トラフグの粘液胞子虫性やせ病（以下：やせ病とする）の原因寄生虫 *Enteromyxum leei* に対する飼料添加物の有効性及び給餌方法による死亡抑制効果について検証した。

(1) 飼料添加物効果確認試験-1

方 法

供試魚 令和4年に水産試験場で生産されたトラフグ0才魚（試験開始時の平均体重147.8g）を用い、陸上500L水槽5基に30尾ずつ収容した。

供試添加物 混合飼料A：（主成分）ヨモギ発酵液漬けショウガ乾燥粉末/KRAFT社、添加物B：（主成分）酵母細胞壁由来成分/オルテック・ジャパン社、

添加物C：（主成分）核酸/あすかアニマルヘルス社、添加物D：（主成分）5-アミノレブリン酸/ネオファーマジャパン社、添加物E：（主成分）サリノマイシンナトリウム/コーキン社、添加物F：（主成分）アンプロリウム/コーキン社。

試験区 市販EPに展着剤を用いて上記添加物A及びBをそれぞれ1.0%及び2.0%展着した「AB区」、添加物A及びCをそれぞれ1.0%及び0.1%展着した「AC区」、添加物A及びDをそれぞれ1.0%及び0.2%展着した「AD区」、添加物E及びFをそれぞれ主成分の投与量が70 mg/kgBW/d及び100 mg/kgBW/dとなるように展着した「EF区」及び「対照区」を設定した。

試験方法 試験期間は令和4年11月28日～令和5年5月16日とし、飼育水は紫外線殺菌海水を用いて、水温23℃前後となるよう加温した。前述の試験飼料を週5日間飽食給餌する予備飼育を4週間行った後、やせ病感染魚の腸管懸濁液を注射器を用いて強制的に経口投与する方法で1回攻撃し、試験飼料を週5日間飽食給餌して、死亡がある程度落ち着く（攻撃127日後）まで経過観察した。死亡魚はPCR法にて *E. leei* の有無を確認した。

結 果

生残率の推移を図9に示した。

AB区、AC区及びAD区は攻撃40～50日後から、対照区は攻撃60日前後から死亡が始まり、攻撃120日後に死亡が落ち着いた。最終的な生残率は、AB区及び対照区は10%、AC区が23%、AD区が17%であった。

EF区は、Hyatt et al. 2018²⁾の報告に基づいて添加物の投与量を設定したが、EPへの展着量が多く、供試魚が試験飼料を口に入れてもすぐに吐き出し、ほとんど摂餌しなかったことから、攻撃1ヵ月後には全体的に痩せ、他区よりも早く死亡が始まり、最終的に1尾のみ生残した（生残率3%）。

死亡魚は、PCR検査で全て *E. leei* が陽性であった。

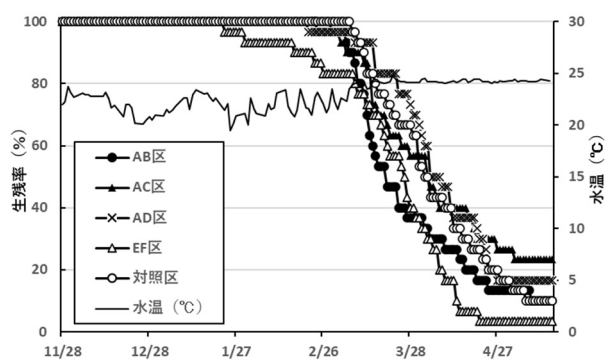


図9 生残率の推移

(2) 飼料添加物効果確認試験-2

方法

供試魚 令和5年に県内種苗生産施設で生産されたトラフグ0才魚（試験開始時の平均体重 206.0 g）を用い、陸上 500 L 水槽 4 基に 15 尾ずつ収容した。

試験区 市販 EP 飼料に対して、前述添加物 E を主成分量が 100 mg/kg となるよう展着した「E 区」、添加物 F を主成分量が 200 mg/kg となるよう展着した「F 区」、添加物 E 及び F の主成分量をそれぞれ 100 mg/kg 及び 200 mg/kg となるよう展着した「EF 区」及び「対照区」を設定した。

試験方法 試験期間は令和5年10月16日～令和6年2月26日とし、飼育水は紫外線殺菌海水を用いて、水温 23 前後となるよう加温した。前述の試験飼料を週5日間飽食給餌する予備飼育を1週間行った後、やせ病感染魚の腸管懸濁液を注射器を用いて強制的に経口投与方法で1回攻撃し、試験飼料を週5日飽食給餌して、死亡がある程度落ち着く（攻撃126日後）まで経過観察した。死亡魚及び生残魚はPCR法にて *E. leei* の有無を確認した。

結果

生残率の推移を図10に示した。

痩せ症状を伴う死亡は、攻撃6～7週間後から始まり、対照区は119日後に全滅した。一方、E区、F区及び混合区は、試験終了時（攻撃126日後）にはそれぞれ33%、40%及び20%が生残していた。

気温と加温能力の影響から、12月中旬と1月下旬に水温が20 程度まで低下した。水温低下後に摂餌量が増加したことから、生残個体は水温低下により *E. leei* の増殖速度が鈍化し、治癒したものと推測され

た。

死亡個体は、対照区の1尾（咬まれて死亡）を除いて全てPCRで *E. leei* 陽性であった。また、生残個体のPCR陽性率は、E区が40%、F区及び混合区が33%であった。

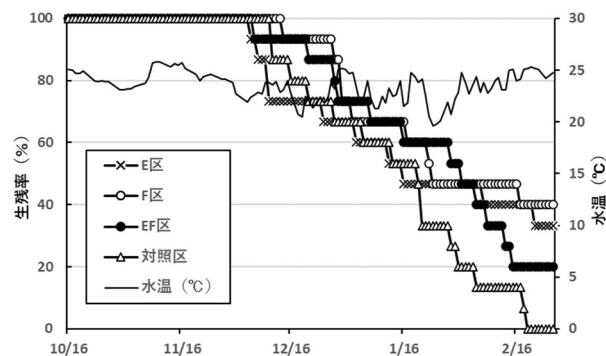


図10 生残率の推移

(3) 給餌方法の違いによる死亡抑制効果確認試験

方法

供試魚 令和5年に県内種苗生産施設で生産されたトラフグ0才魚（試験開始時の平均体重 21.9 g）を用い、陸上 500 L 水槽 6 基に 30 尾ずつ収容した。

試験区 市販 EP 飼料を用いて、1区：週5日飽食給餌、2区：週3日飽食給餌、3区：週1日飽食給餌、4区：週5日（1区の）半量給餌、5区：週3日（2区の）半量給餌及び次試験の予備実験として6区：前述添加物 E の主成分量が 100 mg/kg となるよう EP 飼料に展着した飼料の週5日飽食給餌を設定した。

試験方法 試験期間は令和5年7月7日～10月6日とし、飼育水は紫外線殺菌海水のかけ流しで、換水率は30回転/日とした。市販 EP 飼料を週5日間飽食給餌する予備飼育を10日行った後、やせ病感染魚の腸管懸濁液を注射器を用いて強制的に経口投与方法で1回攻撃し、79日間経過観察した。死亡魚及び生残魚はPCR法にて *E. leei* の有無を確認した。

結果

生残率の推移を図11に示した。

痩せ症状を伴う死亡は、攻撃3週間後から始まり（それ以前は口部の爛れや尾部欠損が原因）、5区及び3区は急激に死亡魚が増加して、3区は攻撃40日後、5区は53日後に全滅した。1区、2区及び4区は、3区及び5区と比較すると発症が1～2週間程遅

れる傾向が見られたが、攻撃 78 日後には全滅した。6 区は他区よりも発症が遅れる傾向が見られ、他区が全滅した攻撃 78 日後に 1 尾生残していたものの、その 1 尾も PCR で *E. lei* 陽性であった。

これらの結果から、給餌頻度及び給餌量が多い方が発症が遅れる傾向が見られ、6 区（サリノマイシンナトリウム）は他区よりも発症が遅れる傾向は見られたが、その程度は、令和 2 年度～令和 4 年度に試した他の飼料添加物と同程度であった^{3,4,5)}。

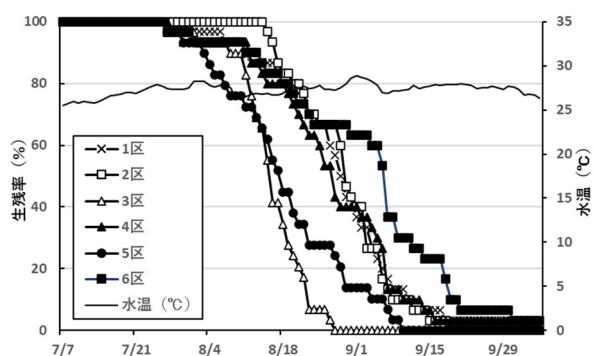


図 11 生残率の推移

2) プリ類のべこ病に関する研究

べこ病の感染初期の発育データを収集するため、例年べこ病の発生が見られる水産試験場の棧橋生簀において、自然感染試験を実施した。近畿大学から譲渡された令和 5 年産プリ人工種苗 20 尾を、令和 5 年 6 月 14 日に水産試験場の棧橋生簀（1.5 m × 1.5 m × 1.2 m）に収容し、2 週間後から平日（週 5 日）に毎日 2 尾ずつ取り上げ、筋肉及び心臓を Davidson 固定した。シストが見られた個体の内、3 個体分は透過電子顕微鏡用の固定も併せて行った。固定標本は、共同研究を行っている大学等により組織観察が行われる。

3) プリ類の住血吸虫に関する研究

プリ類の住血吸虫の生活環を解明するため、プリ類養殖場周辺の無脊椎動物を採集し、中間宿主を探索したが、中間宿主を見つけることはできなかった。

3. 総合推進対策

養殖衛生に関する情報収集、関係機関との情報交換及び防疫対策技術の普及等を目的に、全国会議への出席（表 3）、地域合同検討会への出席（表 4）、県内防疫対策会議の開催（表 5）を実施した。

4. 養殖衛生管理指導

1) 水産用医薬品の適正使用の指導

水産用医薬品等の使用の適正化を図るため、随時指導を行った。

2) 適正な養殖管理・ワクチン使用の指導

適正な養殖管理、防疫対策と水産用ワクチンの適正使用を図るため、養殖衛生講習会（表 6）を、診断技術向上のため、魚病診断技術講習会（表 7）を開催した。

5. 養殖場の調査・監視

養殖業者に対し医薬品使用状況の調査を行うとともに、医薬品等の使用歴のある養殖魚のうち、出荷前のものについて簡易検査法により医薬品残留検査を行った。マダイ 10 検体、マサバ 10 検体、ブリ 5 検体及びヒラマサ 5 検体の計 30 検体を検査した結果、全ての検体から薬品は検出されなかった。

6. 疾病対策

水産業普及指導センターと連携し、県内で発生した 227 件の魚病について付表 2 - 1～2 のとおり診断及び被害調査等を実施した。

ま と め

- 1) マサバのエドワジエラ症の感染試験では、攻撃菌液の最大濃度は 4.0×10^8 CFU/mL であり、その 2 週間後の生残率は 34.3%であった。感染個体の多くで表皮の点状出血が特徴的に見られた。マサバに対するエドワジエラ症の脅威は低いと考えられる。
- 2) トラフグの粘液胞子虫性やせ病に対する添加物効果試験では、混合飼料の組合せによっては発症を遅延させる傾向が窺われた。また、アンプロリウム及びサリノマイシンの長期連続投与において、死亡を軽減させる可能性が示された。
- 3) 給餌方法の違いによる試験では、給餌頻度及び給餌量が多い方が発症が遅れる傾向が見られた。
- 4) べこ病の感染初期データを収集するために感染試験を行い、固定標本作製した。

文 献

- 1) 馬久地隆幸・清川智之・本多数充・中井敏博・室賀清邦：ヒラメにおける *Edwardsiella tarda* の感染試験，魚病研究，51(3)，247～250（1995）。

- 2) M. W. Hyatt, T. B. Waltzek, E. A. Kieran, S. Frasca Jr, J. Lovy : *Diseases of Aquatic Organisms* , 132 , 37 ~ 48 (2018) .
- 3) 若杉隆信・杉原志貴・石井義真・宮原治郎・山下隆広:養殖魚の安定生産技術開発事業 ,長崎水試事報 , 61 ~ 70 (2020) .
- 4) 杉原志貴・宮崎悠暉・宮木廉夫・宮原治郎・本田敦司:養殖魚の安定生産技術開発事業 ,長崎水試事報 , 60 ~ 66 (2021) .
- 5) 杉原志貴・竹本悟郎・宮崎悠暉・宮木廉夫:養殖業の成長産業化に係る技術開発事業 , 長崎水試事報 , 64 ~ 70 (2022) .

(担当 : 杉原・岩崎)

表 3 全国会議

開催時期	開催場所	主な議題
R5年12月13 ~ 14日	web会議	・ 話題提供 ・ 講演
R6年3月8日	東京都	・ 水産防疫の実施状況等 ・ 水産関係研究機関等からの発表 ・ 養殖魚の迅速な診断体制に向けた対応について

表 4 地域合同検討会

開催時期	開催場所	主な議題
R5年11月21 ~ 22日	福岡県福岡市	・ 各県魚病発生状況 ・ 話題提供・症例検討 ・ 農林水産省からのお知らせ ・ 総合討議
R6年1月22 ~ 23日	熊本県熊本市	・ 各県魚病発生状況 ・ 話題提供・研究発表 ・ 地域魚類防疫対策合同検討会

表 5 県内防疫対策会議

開催時期	開催場所	主な議題
R5年12月11日	長崎市	・ 魚病関連会議等の情報について ・ 令和4年10月 ~ 令和5年9月の魚病発生状況および魚類養殖指導上の問題点 ・ 話題提供, 事例紹介 ・ 総合討議
R6年2 ~ 3月	メール会議	・ 水産用ワクチンの使用状況について ・ 水産用ワクチンの指導体制について ・ その他

表 6 養殖衛星講習会

開催時期	開催場所	対象者 (人数)	内容
R5年6月9日	五島市	養殖業者等 (計19名)	養殖クロマグロの疾病について
R6年3月13日	長崎市	養殖業者等 (計19名)	水産用注射ワクチンの接種技術について

表 7 魚病診断技術講習会

開催時期	開催場所	対象者（人数）	内容
R5年12月12日	総合水試	普及員・市職員 （計5名）	マダイのVHS目視検査について
R6年2月14日	総合水試	市職員 （計5名）	トラフグの魚病診断について

4. 養殖業成長産業化技術開発事業 (飼餌料コスト低減対策)

竹本 悟郎

本プロジェクトは、(国研)水産研究・教育機構水産技術研究所を中核機関として、福井県立大学、東京海洋大学、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、長崎県総合水産試験場が参画し、主要な養殖対象魚種であるブリとマダイについて、養殖コストを低減しうる魚の成長及び消化吸収特性にあった飼料を開発するため、飼料中の栄養素の消化吸収特性や要求性を評価するとともに、消化・成長に関わる生理機構の解明を行うこと等により、養殖業の成長産業化に必要なボト

ルネックの克服に向けた技術開発を行うことを目的とする。ブリ養殖において、植物性原料を多く配合した低魚粉飼料では、低水温期には魚粉含量 50%程度の通常飼料より摂餌量が減り、成長も低下することから、本年度は、ブリ 1 才魚を用いて、低水温期に市販の魚粉含量 30%の低魚粉飼料及び魚粉含量 52%の通常飼料で 12 週間飼育し、水温 20 以下での摂餌促進効果を数種の誘引物質を用いて検討した。

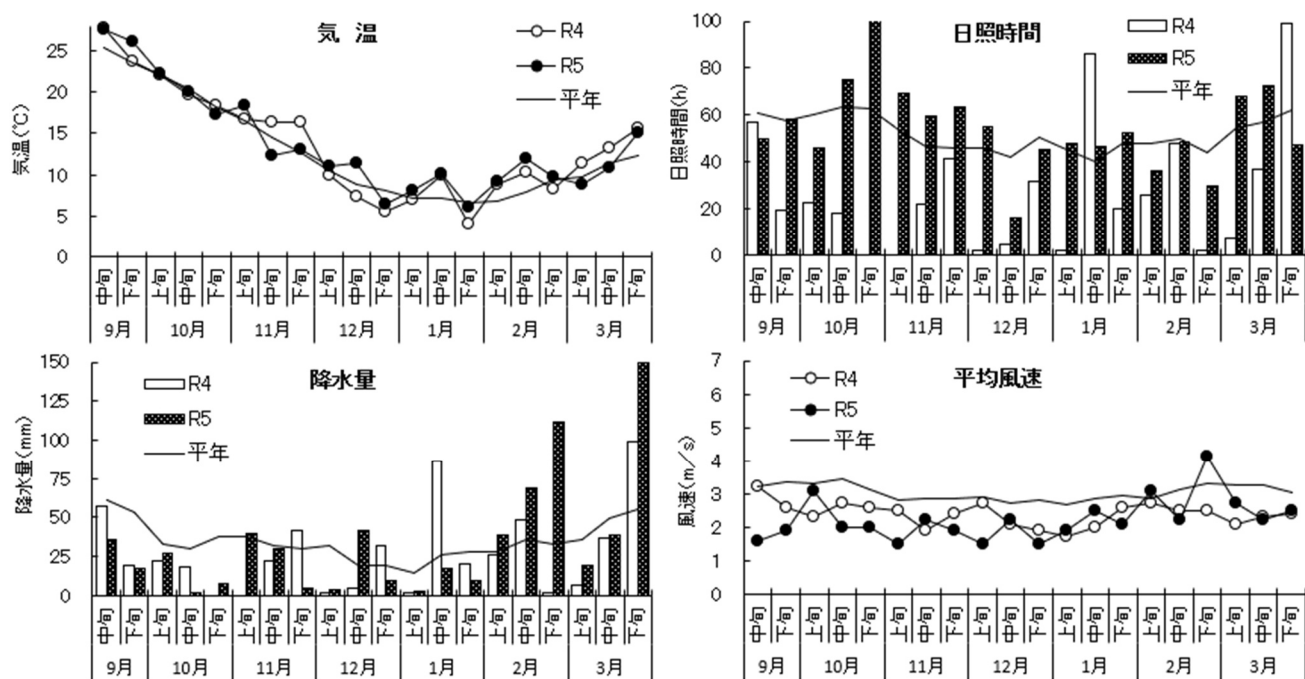
(担当：竹本)

付 表 ・ 付 図

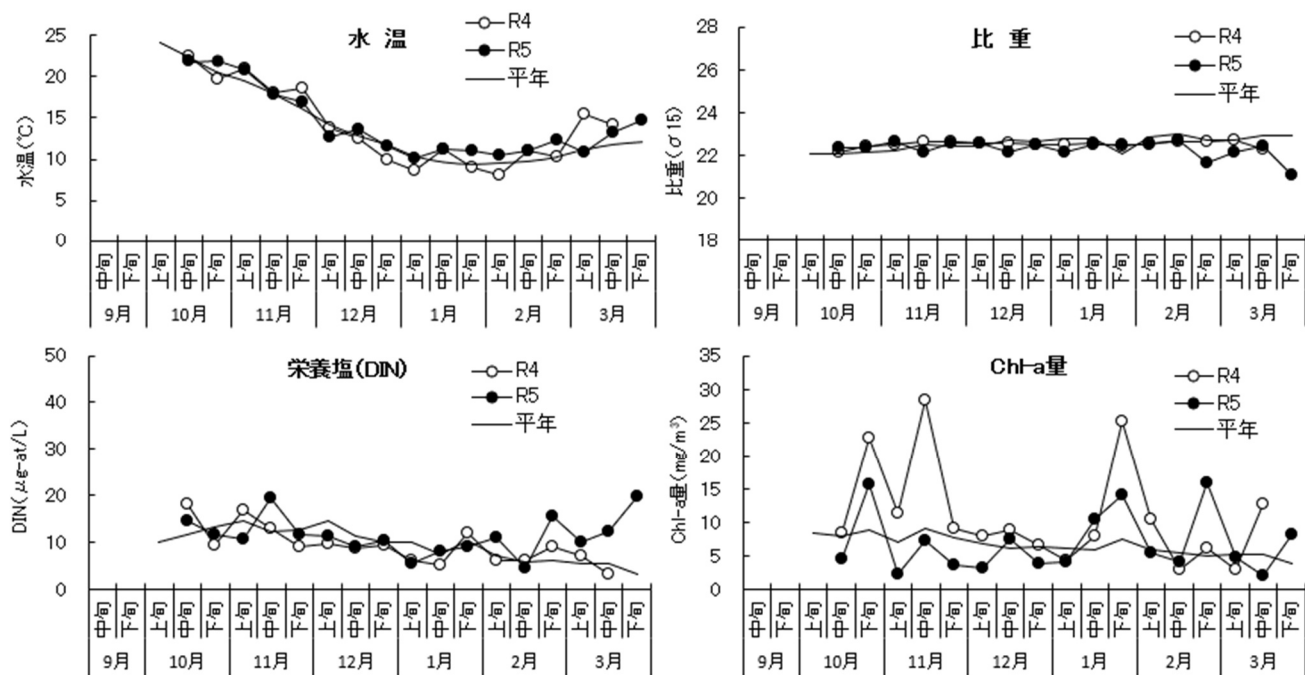
付表1 ノリ養殖漁場における観測結果（気候変動対応の藻類増養殖技術開発）

水温(表層)										比重(表層)									
水温(:0m)				雲仙市				島原市		比重(σ15:0m)				雲仙市				島原市	
観測日	平均値	最小値	最大値	瑞穂町	国見町			有明町	三会町	観測日	平均値	最小値	最大値	瑞穂町	国見町			有明町	三会町
				長崎鼻	神代	土黒	多比良	大野浜	三会					長崎鼻	神代	土黒	多比良	大野浜	三会
				支柱 No.1	支柱 No.2	支柱 No.3	支柱 No.4	支柱 No.5	支柱 No.6					支柱 No.1	支柱 No.2	支柱 No.3	支柱 No.4	支柱 No.5	支柱 No.6
10/4	28.0	26.4	28.9	28.9	28.0	27.7	28.4	28.6	26.4	10/4	19.6	18.0	20.6	20.0	19.7	19.6	18.0	20.6	19.8
10/11	25.4	25.1	25.7	25.5	25.5	25.6	25.1	25.1	25.7	10/11	19.7	18.9	20.5	19.9	19.6	19.7	18.9	19.4	20.5
10/18	23.2	22.8	23.7	22.8	23.7	23.0	23.7	23.2	22.9	10/18	20.9	18.7	21.9	21.0	21.4	20.6	18.7	21.6	21.9
10/25	19.0	18.3	20.4	18.3	18.7	18.6	18.6	19.2	20.4	10/25	21.5	21.1	22.2	21.2	21.1	21.4	21.5	21.6	22.2
11/1	21.0	20.3	21.9	20.3	20.3	20.7	21.3	21.9	21.3	11/1	21.5	21.0	22.3	21.5	21.6	21.4	21.0	21.3	22.3
11/8	18.2	17.7	19.2	17.7	17.8	17.8	18.3	18.4	19.2	11/8	21.7	21.3	22.5	21.3	21.3	21.4	21.9	22.0	22.5
11/15	18.9	16.8	20.5	16.8	18.0	17.9	20.0	20.0	20.5	11/15	21.5	19.5	22.2	21.6	22.0	21.7	22.2	22.1	19.5
11/21	16.2	15.5	17.1	16.0	15.9	15.5	16.3	16.4	17.1	11/21	21.2	20.3	22.1	20.9	21.4	20.3	20.7	21.8	22.1
11/29	14.8	14.4	15.1	14.6	14.7	15.0	14.4	14.8	15.1	11/29	21.6	20.5	22.1	21.7	21.6	21.9	20.5	21.7	22.1
12/6	14.8	13.8	15.3	13.8	14.5	14.6	15.3	15.1	15.2	12/6	20.9	18.7	22.5	21.2	21.4	19.9	18.7	21.9	22.5
12/12	13.4	12.2	15.0	12.2	12.4	12.5	13.7	14.3	15.0	12/12	21.7	21.0	22.2	21.0	21.4	21.5	22.0	22.1	22.2
12/20	12.8	12.3	13.3	12.3	12.6	12.6	13.3	12.7	13.0	12/20	21.8	21.3	22.3	21.3	21.4	21.5	22.1	22.3	22.1
1/4	10.9	9.7	11.5	9.7	10.7	11.0	11.2	11.4	11.5	1/4	21.4	18.5	22.8	21.8	21.9	21.1	18.5	22.5	22.8
1/10	9.5	8.6	10.5	9.2	9.2	8.6	9.4	10.1	10.5	1/10	22.2	22.0	22.4	22.0	22.0	22.0	22.4	22.4	22.2
1/17	10.8	9.6	11.7	9.6	10.0	10.5	11.7	11.2	11.5	1/17	22.1	21.2	22.7	22.0	22.0	21.2	22.4	22.1	22.7
1/24	8.9	8.5	9.9	8.5	8.5	8.5	8.7	9.2	9.9	1/24	21.3	20.7	21.9	21.2	21.0	21.7	20.7	21.9	21.2
1/31	11.3	9.7	13.6	9.7	10.1	10.6	13.6	11.8	11.9	1/31	21.8	20.6	22.8	21.4	21.8	20.6	22.0	22.2	22.8
2/7	8.0	7.1	8.7	7.1	7.1	8.2	8.7	8.5	8.4	2/7	22.1	21.4	22.7	21.4	21.4	22.1	22.7	22.5	22.6
2/14	11.2	9.7	12.4	9.7	10.4	11.1	12.2	11.5	12.4	2/14	21.7	21.1	22.0	21.8	21.6	21.7	21.1	21.9	22.0
2/21	6.9	6.3	7.2	6.5	7.1	6.9	6.3	7.2	7.2	2/21	22.2	21.1	22.7	21.9	22.3	21.1	22.6	22.5	22.7
3/1	10.9	9.8	12.6	9.8	10.2	10.2	11.1	11.2	12.6	3/1	22.4	21.7	22.9	21.7	22.5	22.4	22.6	22.9	22.7
3/7	10.7	10.4	11.4	10.4	10.5	10.5	11.4	10.7	10.7	3/7	22.4	22.0	23.0	22.5	22.4	22.0	22.5	22.2	23.0
3/15	17.2	16.1	18.7	16.6	16.1	18.7	17.4	17.1	17.1	3/15	21.4	19.8	22.6	21.4	21.2	21.5	19.8	22.6	22.1

クロロフィルa量(表層)										DIN(表層)									
クロロフィルa量(mL/100L)				雲仙市				島原市		DIN(無機態溶解窒素:μg-at / L)				雲仙市				島原市	
観測日	平均値	最小値	最大値	瑞穂町	国見町			有明町	三会町	観測日	平均値	最小値	最大値	瑞穂町	国見町			有明町	三会町
				長崎鼻	神代	土黒	多比良	大野浜	三会					長崎鼻	神代	土黒	多比良	大野浜	三会
				支柱 No.1	支柱 No.2	支柱 No.3	支柱 No.4	支柱 No.5	支柱 No.6					支柱 No.1	支柱 No.2	支柱 No.3	支柱 No.4	支柱 No.5	支柱 No.6
10/4	10.4	4.4	13.7	4.4	13.7	11.2	11.9	10.4	10.8	10/4	10.7	1.4	28.3	7.5	1.4	2.9	28.3	11.3	12.5
10/11	11.9	7.9	15.3	14.3	14.1	15.3	11.0	7.9	8.8	10/11	11.0	2.3	30.3	4.3	3.2	2.3	17.8	30.3	8.1
10/18	-	-	-	9.2	7.3	6.6	8.6	12.4	13.3	10/18	14.0	4.2	35.9	6.1	9.4	20.5	35.9	4.2	8.1
10/25	3.3	2.4	5.5	2.8	2.6	2.4	5.5	3.5	3.0	10/25	18.4	14.4	21.3	21.3	21.3	17.6	14.4	21.0	14.7
11/1	8.0	3.7	13.9	3.7	7.3	5.0	8.4	13.9	9.7	11/1	10.3	6.7	19.2	8.4	6.7	8.1	10.7	19.2	8.6
11/8	10.5	6.7	14.4	11.5	14.4	14.3	9.2	6.8	6.7	11/8	11.3	7.4	15.1	13.0	10.4	15.1	7.8	7.4	14.2
11/15	9.0	3.1	22.1	4.4	7.9	4.0	22.1	12.6	3.1	11/15	30.4	3.7	144.7	7.0	5.1	10.8	3.7	11.1	144.7
11/21	31.9	18.7	55.4	32.7	18.7	26.8	24.3	33.6	55.4	11/21	12.6	7.6	22.0	10.1	7.6	22.0	11.3	12.7	12.1
11/29	7.7	3.7	13.5	8.6	3.7	3.7	7.5	9.4	13.5	11/29	9.0	5.5	13.0	5.9	8.7	5.5	13.0	11.1	9.7
12/6	5.9	3.5	8.4	6.3	3.9	5.7	3.5	7.7	8.4	12/6	20.8	4.0	53.0	4.0	4.3	43.1	53.0	7.0	13.3
12/12	5.1	1.5	8.4	4.2	8.4	3.5	1.5	5.6	7.2	12/12	7.4	4.9	9.5	8.3	7.5	6.2	4.9	9.5	8.0
12/20	5.0	1.8	7.3	4.8	4.6	1.8	6.8	7.3	4.6	12/20	10.7	4.3	18.2	4.3	18.2	5.6	7.3	10.6	18.1
1/4	3.1	1.3	5.5	3.2	3.0	2.6	1.3	2.8	5.5	1/4	15.5	3.1	51.7	3.1	4.4	15.4	51.7	7.5	10.6
1/10	3.9	2.5	5.9	5.9	4.1	4.5	3.6	3.0	2.5	1/10	8.6	6.1	14.1	6.7	8.5	6.1	6.2	10.1	14.1
1/17	2.8	1.7	4.3	2.6	1.7	1.7	4.2	2.1	4.3	1/17	9.9	4.0	16.0	4.0	4.1	15.4	5.9	16.0	14.1
1/24	16.5	6.2	42.0	15.9	14.1	7.4	6.2	13.6	42.0	1/24	17.5	9.2	36.0	12.3	17.7	9.2	17.7	12.3	36.0
1/31	1.3	0.8	1.7	1.7	0.8	1.1	1.3	1.5	1.1	1/31	10.0	4.5	16.3	4.5	4.6	16.3	9.7	14.3	10.8
2/7	1.8	1.1	2.6	2.6	1.5	1.1	1.7	1.7	2.4	2/7	7.2	4.0	12.7	6.0	6.7	4.0	5.6	8.4	12.7
2/14	4.1	2.6	6.1	5.4	6.1	3.5	2.8	2.6	4.1	2/14	11.3	2.8	23.4	2.8	7.8	7.3	14.9	11.6	23.4
2/21	13.6	7.6	25.4	10.4	12.0	25.4	14.3	7.6	11.7	2/21	12.0	5.9	24.4	7.2	5.9	24.4	8.8	12.4	13.4
3/1	3.3	1.8	5.1	5.1	1.8	2.8	4.0	3.0	3.3	3/1	6.3	4.6	8.5	4.6	4.9	6.9	4.9	8.5	7.7
3/7	4.0	3.0	6.4	4.3	3.0	3.0	3.5	3.9	6.4	3/7	8.1	2.6	24.2	4.3	3.0	11.3	2.6	24.2	3.2
3/15	-	-	-	2.8	9.5	0.8	1.1	1.7	1.1	3/15	16.0	4.7	33.9	7.3	4.7	9.8	22.5	17.9	33.9



気象：島原市の推移（気象庁ホームページより，平年値はH5年～R4年の平均）



海況：観測結果（平均はH15年度～R4年度の平均）

付図1 島原市の気象及びノリ養殖漁場観測結果（気候変動対応の藻類増養殖技術開発）

付表2 令和5年度魚種別魚病診断件数(その1)

魚種	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
ブリ	ウイルス性腹水症		2	2										4
	ノカルジア症				3	4	2	2	1					12
	ミコバクテリア症						2	1						3
	レンサ球菌症(α: 型)					1								1
	類結節症		3											3
	細菌性溶結性黄疸									1				1
	エラムシ症				1									1
	住血吸虫症				3									3
	オイルワクチン接種後の不調(推定)			1	4									5
	高水温障害による生理障害の可能性				1									1
	骨の変形による異常遊泳(推定)											1		1
	輸送に伴うへい死			1										1
	不明	2	1	2	8	4	1	1						19
	小計	2	6	6	20	9	5	4	2			1		55
ヒラマサ	レンサ球菌症(β)								1					1
	ノカルジア症						1	1						2
	細菌性溶結性黄疸									1				1
	エラムシ症			1	1									2
	住血吸虫症			1	3			1		1				6
	脳粘液胞子虫症				1									1
	脳粘液胞子虫症+エラムシ症+住血吸虫症				1									1
	高水温障害による生理障害の可能性					1								1
	不明			4	1			1						6
	小計			6	7	1	1	4		2				21
トラフグ	ギロダクチルス症						1							1
	ヘテロボトリウム症	1								1				2
	ヘテロボトリウム症+リジノ症+粘液胞子虫性やせ病+肝機能障害(推定)	1												1
	粘液胞子虫性やせ病				1					1				2
	粘液胞子虫性やせ病+腸欠損				1									1
	腸欠損+白点病							1						1
	咬まれての腸損傷							1						1
	薬浴後の不調					1								1
	肝機能障害(推定)							1			1		1	3
	不明				1			2						3
	小計	2			3	1	1	5	1	1	1		1	16
クロマグロ	住血吸虫症				1	1								2
	衝突死(骨折)			1			2					1		4
	異常なし			1										1
	不明			1	1	1	1			1	1	1		7
	小計			3	2	2	3			1	1	2		14
シマアジ	ヒプリオ・ハーベイ感染症							1						1
	やせ病検査(陰性)		1											1
	不明		1									1		2
	小計		2					1				1		4

付表2 令和5年度魚種別魚病診断件数(その2)

魚種	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
マサバ	エドワジエラ症			1										1
	シュードモナス症											1		1
	ノカルジア症							1						1
	ハダムシ症						1							1
	物理的なスレ(推定)							1						1
	不明				1									1
	小計			1	1		1	2				1		6
マダイ	レンサ球菌症(β)					1								1
	エドワジエラ症								2					2
	エラムシ症			1	1									2
	不明	1												1
	小計	1		1	1	1			2					6
カワハギ	アミルウージニウム症						1	1						2
	粘液胞子虫性やせ病			1										1
	咬み合いによる鰭欠損	1												1
	肝機能障害(推定)							1						1
	不明						1			1				2
	小計	1		1			2	2		1				7
マアジ	レンサ球菌症(α: 型)	1												1
	不明						2							2
	小計	1					2							3
イシダイ	スレ				1									1
	不明					1								1
	小計				1	1								2
クエ	ウイルス性神経壊死症						1							1
	小計						1							1
メジナ	レンサ球菌症(α: 型)				1									1
	小計				1									1
アカアマダイ	ハダムシ症							1						1
	小計							1						1
オニオコゼ	エビテリオシスチス類症					1								1
	小計					1								1
ヒラメ	抱卵による腹部膨満(魚病ではない)											1		1
	小計											1		1
ウスバハギ	不明					1								1
	小計					1								1
ゴマサバ	不明				1									1
	小計				1									1
クルマエビ	PAV検査(陰性)						1							1
	小計						1							1
ニシキゴイ	KHV検査(陰性)						1							1
	小計						1							1
総計		7	8	18	37	17	18	19	5	5	2	6	1	143

令和5年度 長崎県総合水産試験場事業報告

令和6年10月

発行所 長崎県総合水産試験場

〒851-2213 長崎市多以良町 1551-4

TEL 095-850-6293

FAX 095-850-6324

発行者 桑 原 浩 一

担当者 北 原 茂
