

環境養殖技術開発センター -

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。

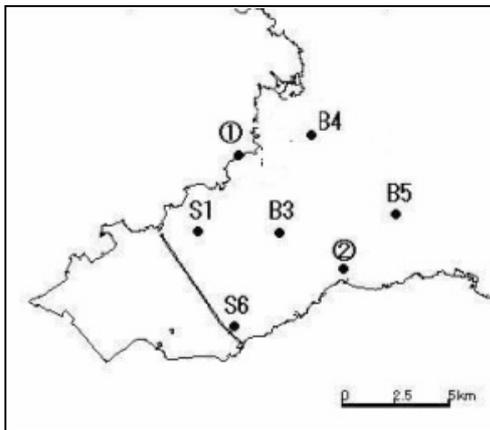


図1 諫早湾赤潮調査定点

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。

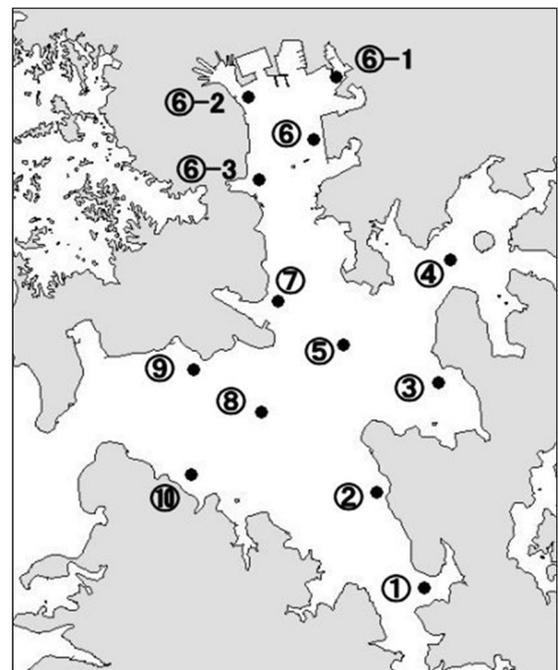


図2 佐世保湾(大村湾)調査定点

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。

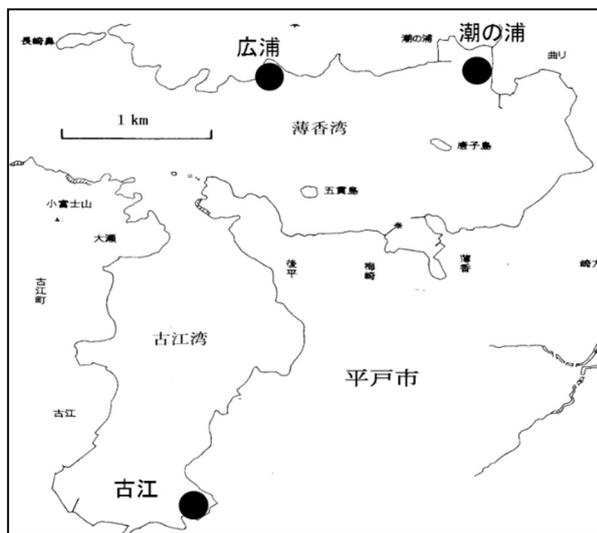


図3 薄香・古江湾調査定点

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。

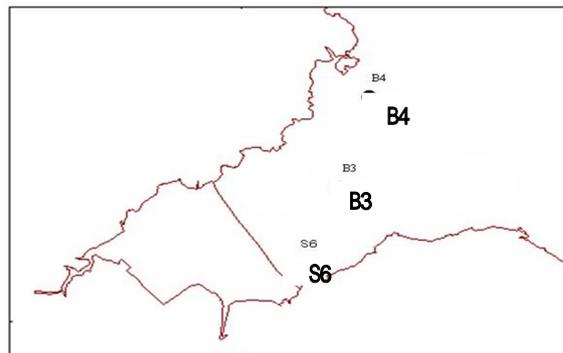


図4 諫早湾粘質状浮遊物調査定点

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-11、（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垂表層域で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。

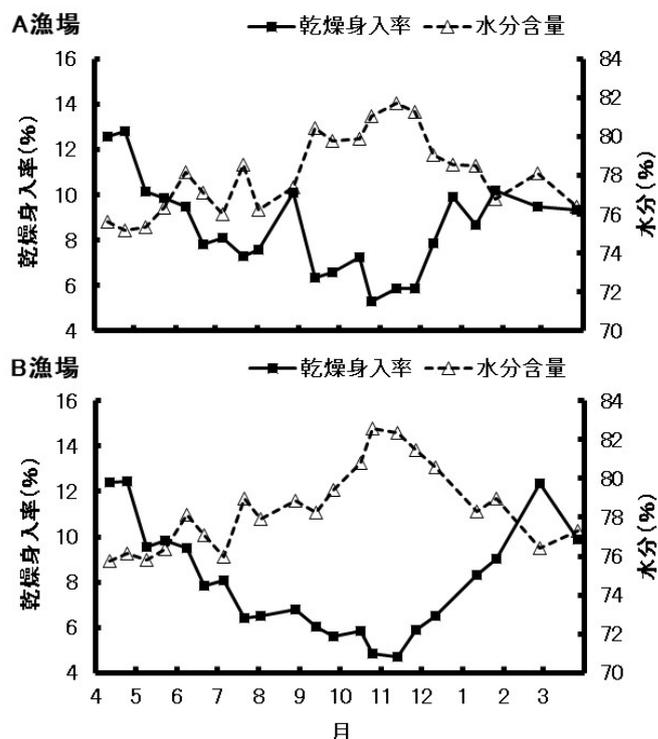


図2 各漁場の乾燥身入率と水分含量の推移

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。

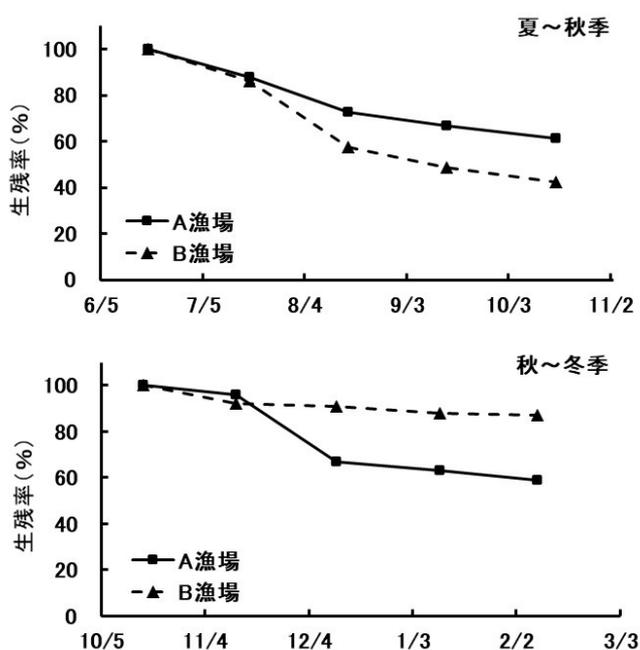


図3 アサリ生残率の推移

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、高水温期の生残等に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±57.5g（平均値±SD）、2区（対照区）では246.1±54.5g（同）で、終了時の9月11日には1区：226.5±53.0g（同）、2区：227.7±44.9g（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。

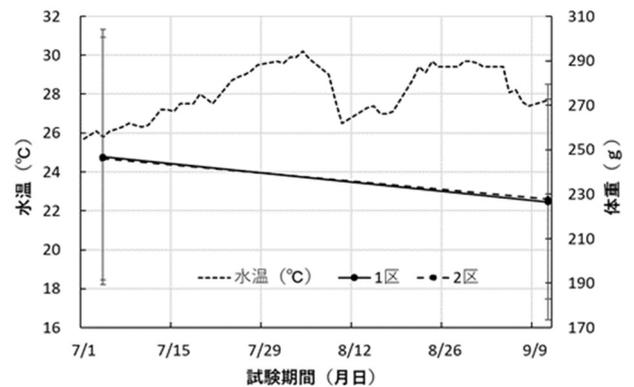


図1 高水温期のゴマサバ1才魚の成長

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。

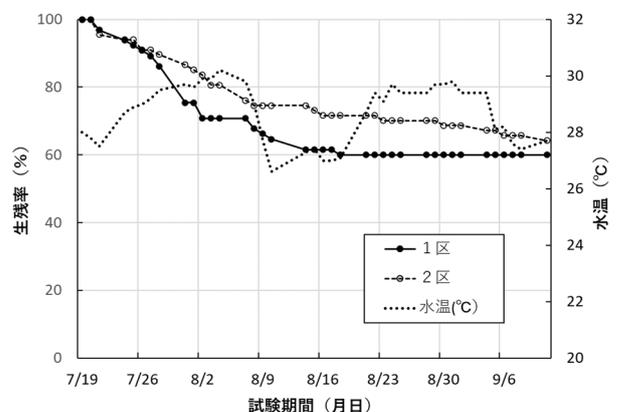


図2 高水温期のゴマサバ1才魚の生残率の推移

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。

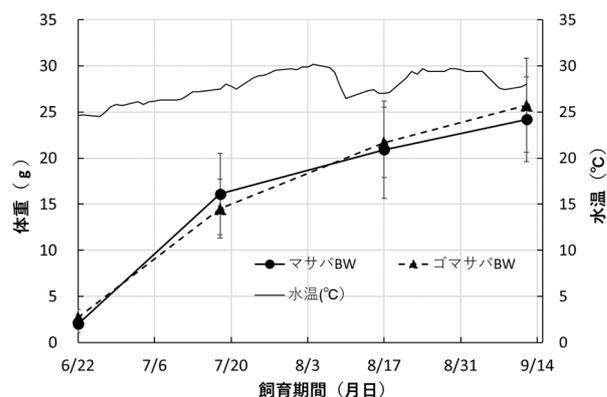


図 3 マサバ及びゴマサバ種苗の体重と水温の推移
(一期:6 月 22 日~9 月 12 日)

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。

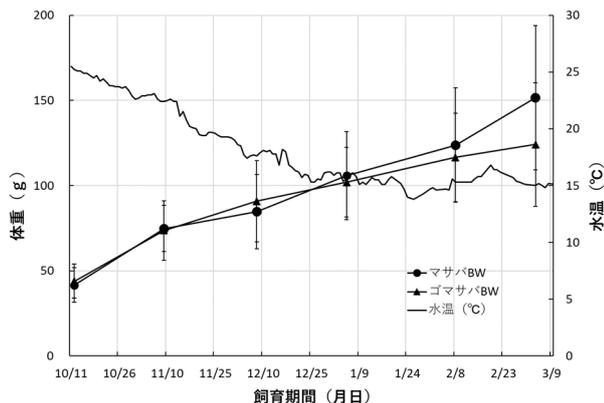


図4 マサバ及びゴマサバ0才魚の体重と水温の推移
(二期：10月11日～3月4日)

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すら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。

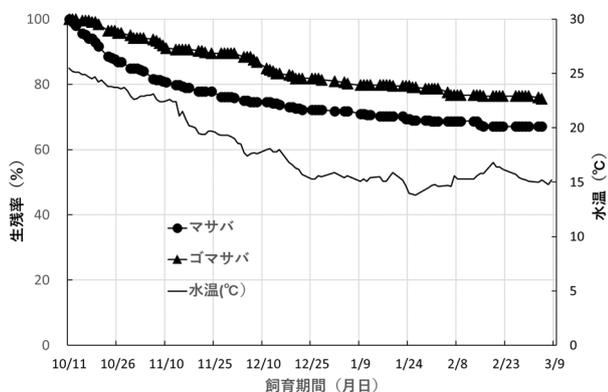


図5 マサバ及びゴマサバ0才魚の生残率と水温の推移(二期：10月11日～3月4日)

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. プ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

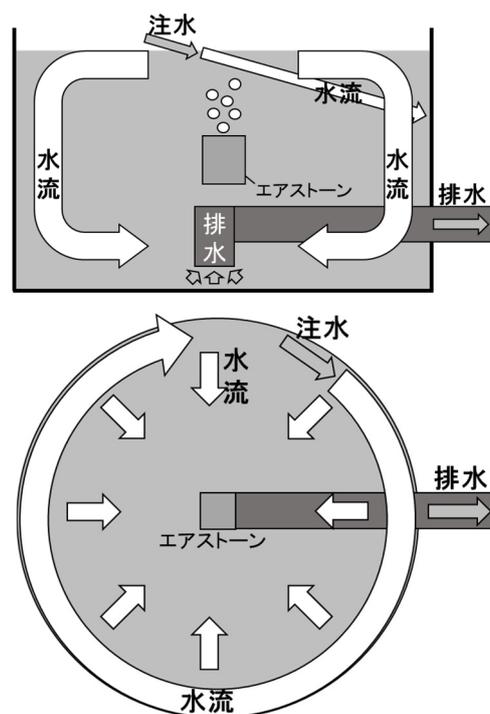


図6 試験水槽の注水図

（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。

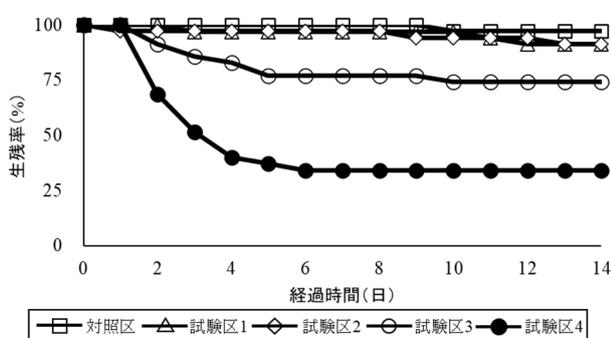


図7 試験期間中のマサバの日間生残率の推移

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個体のうち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。

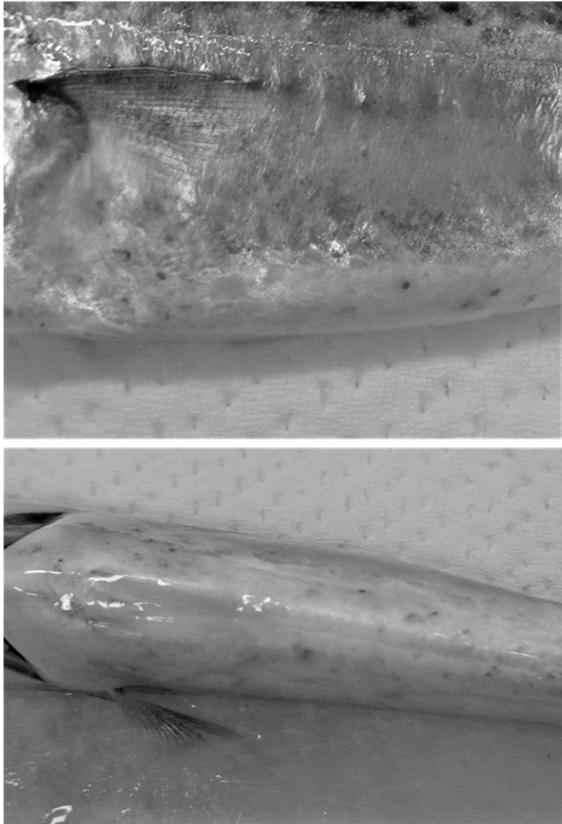


図8 試験区4へい死個体の腹部の点状出血
(上：体側面，下：腹面)
(担当：岩崎)

2. 寄生虫性疾患の対策検討

トラフグやブリ類養殖で問題となっている寄生虫性疾患について、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70mg/kgBW/d及び100mg/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。

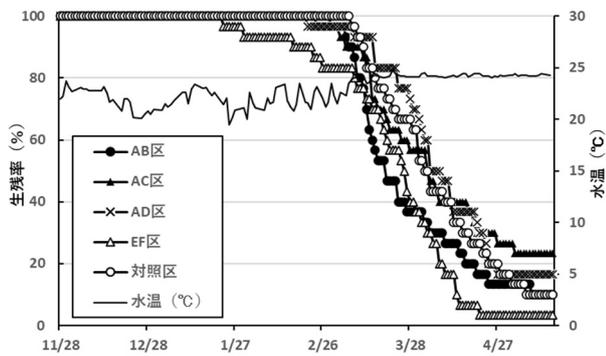


図9 生残率の推移

(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206.0g)を用い、陸上500L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100mg/kgとなるよう展着した「E区」、添加物Fを主成分量が200mg/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100mg/kg及び200mg/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. lei*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. lei*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. lei*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。

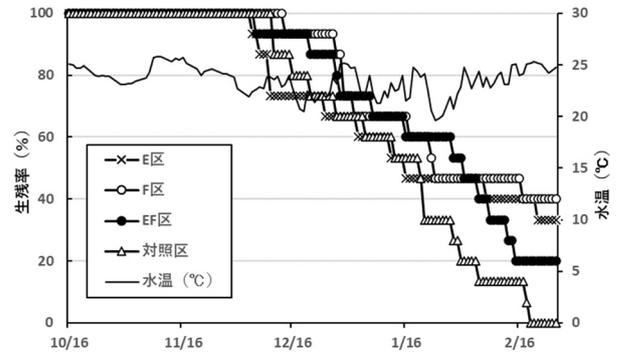


図10 生残率の推移

(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21.9g)を用い、陸上500L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100mg/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する方法で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. lei*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)}。

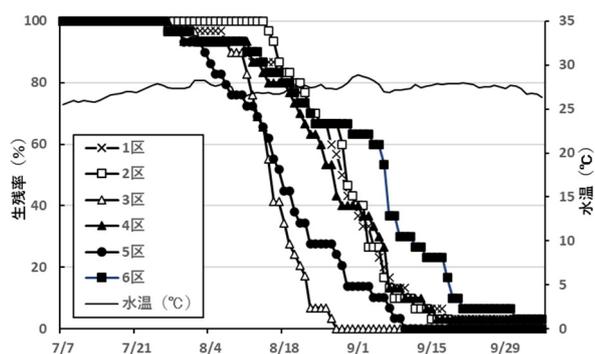


図 11 生残率の推移

2) プリ類のべこ病に関する研究

べこ病の感染初期の発症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、固定標本を作製した。

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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 話題提供 ・ 講演
R6年3月8日	東京都	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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)