

1. 有害赤潮プランクトン等総合対策事業

山砥稔文・石田直也・高見生雄・一丸俊雄

I. 現場調査

1. 諫早湾調査

*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定点において、5月1日、6月5日、12日、20日、7月4日、8日、22日、8月1日、21日、28日、9月4日、11日、16日、18日、26日、30日の16回実施した。観測および採水は主に0.5m（表層）、5mもしくは2m（中層）、B-1m層（底層）で行った。調査項目は、水温、塩分、クロロフィル蛍光値の鉛直観測および植物プランクトン細胞密度（有害赤潮種*Chattonella*属および全珪藻類）とした。

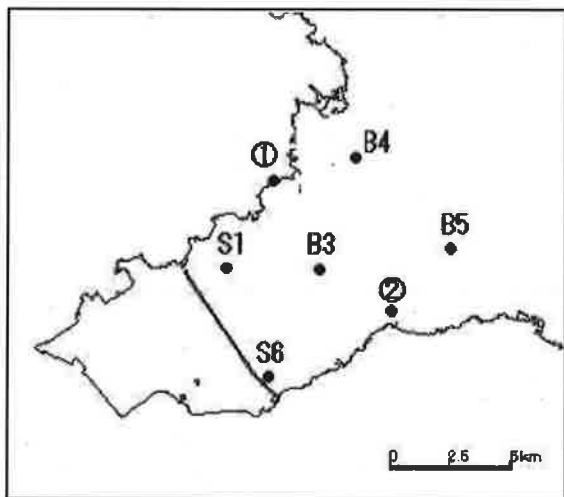


図1 諫早湾調査定点

結果

水温、塩分について、7定点、表層の全調査平均値は、水温は16.7～28.4℃、塩分は10.0～31.9の範囲で推移した。

*Chattonella*属は、9月4日に*C. marina*が表層で1cells/mL確認された後、9月11日～30日に赤潮を形成した（最高値は9月16日、定点①表層の152cells/mL）。この赤潮による漁業被害は確認されなかった。

2. 佐世保湾(大村湾)調査

*Chattonella*属と*K.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（St①～⑩）において、4月8日、5月9日、27日、6月4日、9日、16日、23日、30日、7月2日、7日、14日、22日、28日、8月4日、11日、19日、25日、9月1日、11月14日の計19回実施した。観測および採水は0.5m、5m層、クロロフィル蛍光値の極大層（亜表層）で行った。調査項目等は諫早湾調査と同様である。

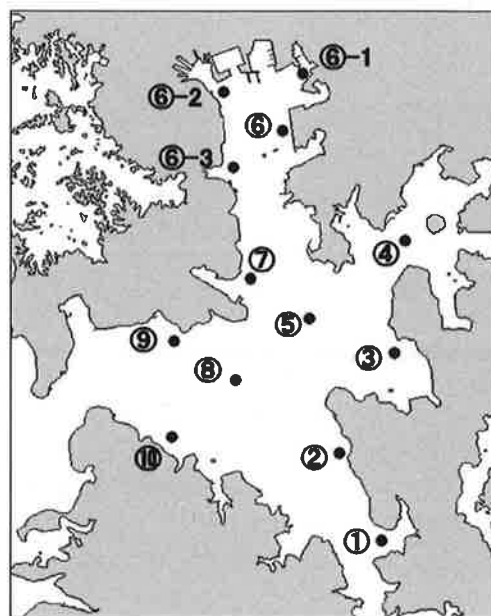


図2 佐世保湾(大村湾)調査定点

結果

水温、塩分について、13定点の平均値は0.5m層が、水温は15.0～26.1℃、塩分は30.7～33.4、5m層が、水温は14.7～26.0℃、塩分は32.0～33.4の範囲で推移した。有害種について、4月8日と11月14日には、*K.mikimotoi*が0.004～1.6cells/mL確認された。5月9日から6月30日にかけては、*K.mikimotoi*は0～1,060cells/mL、*Chattonella*属は0～2cells/mL、7月2日から7月28日にかけては、

*K.mikimotoi*が0~1,290cells/mL, *Chattonella*属は0~258 cells/mL, 8月4日から9月1日にかけては, *K.mikimotoi*が0~2cells/mL, *Chattonella*属は0~55cells/mL確認された。また, *K.mikimotoi*は赤潮非発生時期でも, 佐世保港奥部 (St.⑥, ⑥-1, ⑥-2, ⑥-3) に低密度で出現していることが分かった。

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 (潮ノ浦, 広浦, 古江) において10月29日, 11月5, 7, 12, 17, 26日, 12月2, 9, 16, 24日, 1月7, 14, 20, 27日, 2月4, 10, 17, 23日, 3月4, 12, 17, 24, 30日の計22回調査を実施した。観測および採水は0.5m, 2.5m, 5m, 10m層で行った。調査項目等は水温の鉛直観測および有毒プランクトン細胞密度とした。

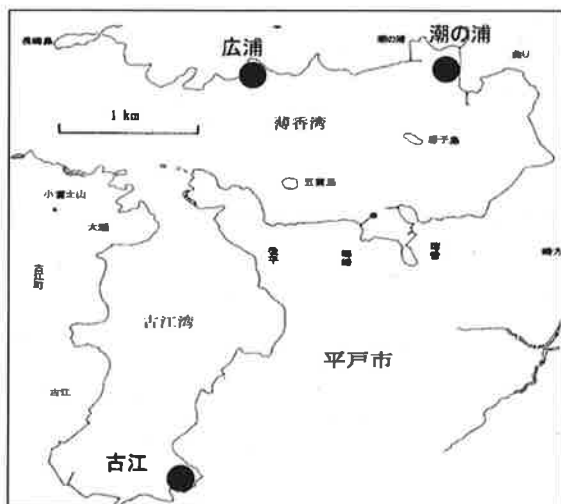


図3 薄香・古江湾調査定点

結果

10月29日から11月26日の水温は, 0.5m層19.5~21.8°C, 2.5m層19.6~21.9°C, 5m層19.6~21.9°C, 10m層19.6~21.8°C, 12月2日から12月24日の水温は, 0.5m層16.0~18.0°C, 2.5m層16.0~18.3°C, 5m層16.0~18.3°C, 10m層16.0~18.3°C, 1月7日から1月27日の水温は, 全層ともに14.1~15.2°Cの範囲で推移した。2月4日から2月

23日の水温は, 0.5m層13.4~13.8°C, 2.5m層13.4~13.8°C, 5m層13.4~14.0°C, 10m層13.4~14.0°C, 3月4日から3月30日の水温は, 0.5m層12.4~13.8°C, 2.5m層12.8~13.6°C, 5m層12.8~13.6°C, 10m層12.8~13.8°Cの範囲であった。

有毒種は, *G.catenatum*は10月29日から11月26日まででは, 0.5m層で0~492cells/L, 2.5m層で0~260cells/L, 5m層で0~455cells/L, 10m層で0~392cells/L, 12月2日から12月24日まででは, 0.5m層で0~188cells/L, 2.5m層で0~32cells/L, 5m層で0~45cells/L, 10m層では出現しなかった。1月7日から1月27日まででは, 0.5m層で0~32cells/L, 2.5m層で0~64cells/L, 5m層で0~320cells/L, 10m層で0~268cells/L, 2月4日から2月23日まででは, 0.5m層で0~64cells/L, 2.5m層で0~16 cells/L, 5mと10m層では出現しなかった。3月4日から3月30日まででは0.5m層で0~96cells/L, 2.5m層で0~32cells/L, 5m層で0~32cells/L, 10m層で0~64cells/L出現した。*Alexandrium*属は10月29日から11月26日まででは, 0.5m層で0~285 cells/L, 2.5m層で0~185cells/L, 5m層で0~170cells/L, 10m層で0~290cells/L, 12月2日から12月24日まででは, 0.5m層で0~40cells/L, 2.5m層で0~128cells/L, 5m層で0~16cells/L, 10m層で0~24cells/L, 1月7日から1月27日まででは, 0.5m層で0~80cells/L, 2.5m層で0~80 cells/L, 5m層で0~448cells/L, 10m層で0~44cells/L, 2月4日から3月30日まででは出現が見られなかった。以上のことから, 薄香・古江湾において, *G.catenatum*は12.0~21.9°Cで出現し, *Alexandrium*属は14.1~21.9°Cで出現することが明らかになった。

4. 底質監視調査

伊万里湾と大村湾をモニタリング水域として, 底質調査を実施した。詳細は, 平成26年度有害赤潮プランクトン等総合対策事業報告書-Ⅱ, -資料集-, 長崎水試登録第668号に記載し, 併せて長崎県総合水産試験場ホームページに掲載した。

(<http://www.marinelabo.nagasaki.nagasaki.jp/news/akasio-index.html>)

(担当: 山砥)

II. 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、平成26年度有害赤潮プランクトン等総合対策事業報告書-I、一長崎県下における赤潮の発生状況一、長崎水試登録第669号に記載し、長崎県総合水産試験場ホームページに掲載した。

(担当：石田)

III. 貝毒発生監視調査

養殖ヒオウギガイ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）および県南（橘湾南串山地先）において養殖ヒオウギガイの毒性値・海況・プランクトン動向調査を実施した。詳細は、平成26年度有害赤潮プランクトン等総合対策事業報告書-III、（貝毒発生監視調査）、長崎水試登録第670号に記載し、長崎県総合水産試験場ホームページに掲載した。

(担当：山砥)

IV. 九州北部海域における有害赤潮等発生監視と発生機構の解明

九州海域で、有害赤潮及び貧酸素水塊が発生し、魚介類がへい死する漁業被害が発生していることから、広域共同モニタリングを実施することにより、有害赤潮及び貧酸素水塊の監視体制の強化、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、漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業（赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業）を水産庁より受託し、平成25年度から、伊万里湾における有害赤潮と発生機構の解明を行っている。詳細は平成26年度当該事業報告書に報告した。

(担当：山砥)

V. シャトネラ等による漁業被害防止、軽減技術開発

シャトネラ等有害プランクトンによる大規模な赤潮による漁業被害を軽減する技術を確立する目的で、漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業（赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業）を水産庁より受託し、平成22年度から赤潮発生時における緊急出荷、救命技術の開発を行っている。詳細は平成26年度当該事業報告書に報告した。

(担当：山砥)

VI. 有明海における貧酸素水塊による漁業被害防止対策

有明海における夏季の赤潮・貧酸素の発生により漁業被害が発生している有明海および橘湾において、赤潮発生状況を監視するとともに、これらの発生機構を解明するための基礎資料を得ることを目的として、漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業（赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業）を水産庁より受託し、平成20年度から有明海における夏季の赤潮動態の把握を行っている。詳細は平成26年度当該事業報告書に報告した。

(担当：石田)

まとめ

- 1) 有明海と橘湾での走行調査の結果、有明海で出現した*Chattonella*属は、有明海で低塩分水塊が発達していない場合は、橘湾へ移動しないことが明らかになった。
- 2) 佐世保湾で発生する*Chattonella*属と*K.mikimotoi*の初発海域は、佐世保港奥部であることが明らかになった。
- 3) 南九十九島では、*K.mikimotoi*赤潮が発生する前に亜表層（7m）に高密度分布があった。
- 4) 薄香・古江湾において、*G.catenatumi*は12.0～21.9℃、*Alexandrium*属は14.1～21.9℃で出現した。

(担当：石田)

2. 内湾漁場の有効活用技術開発

高見生雄・山砥稔文・松田正彦・石田直也・一丸俊雄

貝類養殖が主要な漁業生産となっている諫早湾内のアサリやカキの養殖業においては、環境要因によってその生産が安定していない。そこで、諫早湾で漁場環境の調査を行なった。

I. 諫早湾のプランクトン量等の調査

植物プランクトン量はクロロフィル蛍光値で表記した。測器はJFEアドバンテック(株)製RINKO-Profilerを使用した。

方法

走行観測は図1に表示したラインに沿って、水深1m層からポンプで海水を揚水しクーラーボックスにオーバーフロー状態で入れて行った。

図中、○で示した定点では海水を採取し、海水の栄養塩を分析した。調査は、原則月1回小潮時に行った。

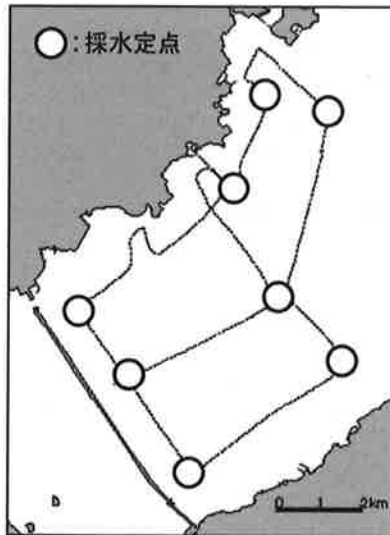


図1 諫早湾内の走航調査の観測ライン

結果

DIN 5月は0.06~1.09 (平均0.32) $\mu\text{g-atm/L}$ (以下単位は省略), 6月は0.32~9.76 (4.75), 7月上旬は22.69~65.54 (48.36), 7月下旬は0.04~3.26 (1.02), 8月は0.07~11.58 (3.48), 9月上旬は0.34~43.74 (16.57), 9月中旬は0.04~2.16 (0.37), 10月は11.71~27.90

(19.02), 11月は0.09~2.50 (1.03), 12月は0.10~10.44 (3.32), 1月は0.03~2.01 (0.66), 2月は0.04~2.69 (0.67), 3月は0.00~0.26 (0.04) であり, 全期間の平均値は7.66であった(図2)。

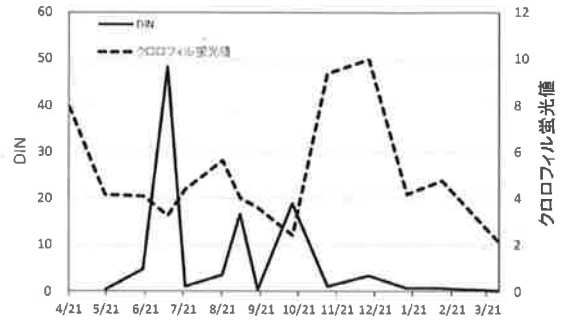


図2 DINとクロロフィル蛍光値

クロロフィル蛍光値 4月は0.83~66.42 (7.92), 5月は1.55~5.97 (4.15), 6月は2.45~6.44 (4.10), 7月上旬は2.18~5.96 (3.26), 7月下旬は2.07~8.26 (4.37), 8月は0.25~9.22 (5.65), 9月上旬は1.25から8.23 (4.02), 9月中旬は1.85~9.08 (3.62), 10月は1.03~4.78 (2.42), 11月は3.09~17.92 (9.38), 12月は3.89~15.54 (9.97), 1月は2.53~6.71 (4.20), 2月は2.35~7.00 (4.76), 3月は0.02~3.71 (2.13) であり, 全期間の平均値は5.0であった(図2)。

DINの値は、湾奥部と湾北部で梅雨と秋の降雨時に瞬間的に高くなる傾向がうかがえた。

クロロフィル蛍光値は、11月から12月に非常に高くなった。

まとめ

- 1) 諫早湾で、8定点を定めてDINの調査を13回実施した。また、観測ラインを設定して走航調査によりクロロフィル蛍光値を14回測定した。
- 2) DINは7月8日の調査で全ての定点で $20 \mu\text{g-atm/L}$ を超え、10月16日には $10 \mu\text{g-atm/L}$ を超えた。
- 3) クロロフィル蛍光値は、5を超えた調査回数は4回であり、春から夏にかけて少ない状態が続いた。

(担当: 高見)

3. 諫早湾貝類の漁場有効利用技術開発(アサリ)

松田正彦・高見生雄・木村和也*

I. 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, B)で、平成26年4月1日～平成27年3月17日に行った(図1)。調査頻度は大潮毎の月2回(11月～1月のみ月1回)とした。

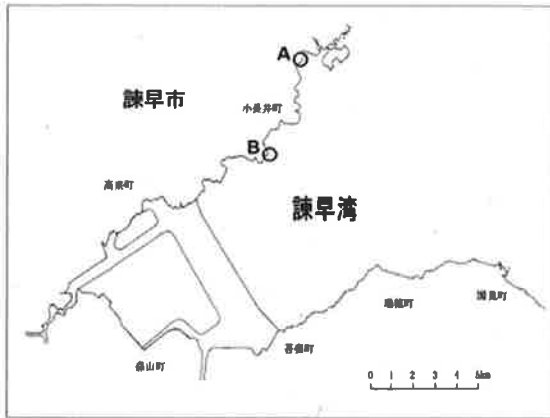


図1 調査位置図

A, 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、軟体部および殻を60℃、48時間以上乾燥し、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, B漁場の定点周辺のアサリの乾燥身入率と水分

の平均値の変化を図2に示す。

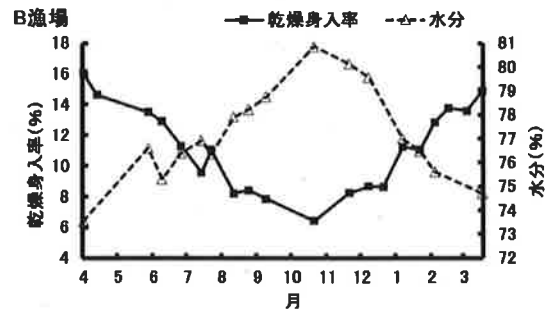
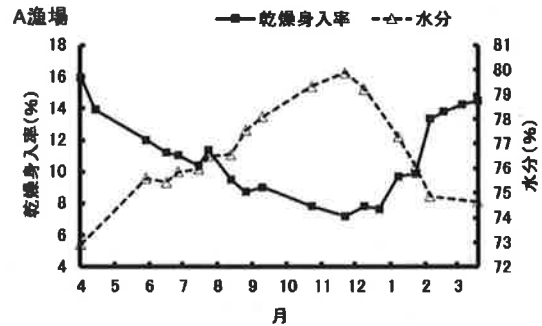


図2 各漁場の乾燥身入率と水分の推移

調査開始当初の平成26年4月1日の乾燥身入率はA漁場が16.0%, B漁場が16.1%であったが、同年10月22日にB漁場で最小値の6.4%, 11月22日にA漁場で最小値7.2%となった。平成27年3月19日にはA漁場が14.5%, B漁場が14.9%となった。

水分については、調査開始当初A漁場が72.9%, B漁場が73.5%であったが、同年10月22日にB漁場で最大値の80.9%, 11月22日にA漁場で最大値79.9%となった。平成27年3月19日にはA漁場が74.6%, B漁場が74.7%となった。

II. カゴによる生残状況調査

方法

調査は、前述の調査と同じ2つの漁場(A, B), 同じ定点(図1)に殻長30mm程度のアサリ成貝を500個体/m²となるようポリエチレン製のフタ付カゴ(約0.12

* 株式会社 日本ミクニヤ

m²)に60個体を収容し、夏～秋季は平成26年5月27日～同年10月7日に、秋～冬季は平成26年10月9日～平成27年2月7日に行った。

夏～秋季のB漁場については調査期間中カゴが埋没したために、試験区を平成26年7月15日に再設置した。生残状況の確認は月1回とした。

結果

夏～秋季の両漁場のカゴ内のアサリ生残率の推移を図3に示す。

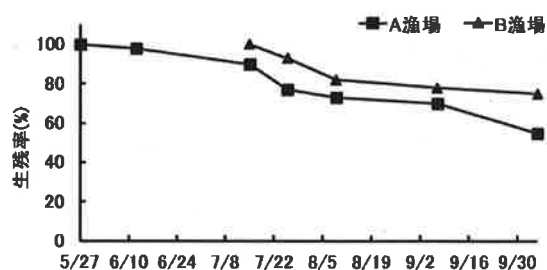


図3 夏～秋季アサリ生残率の推移

調査終了時の平成26年10月7日のA、B漁場の生残率は55%と75%であった。A漁場では平成26年7月と9～10月以降にへい死個体数が増加した。7月のへい死については降雨による塩分低下、9～10月については図2でもこの時期水分が増加していることから、産卵後の衰弱など影響が推察された。

秋～冬季の両漁場のカゴ内のアサリ生残率の推移を図4に示す。

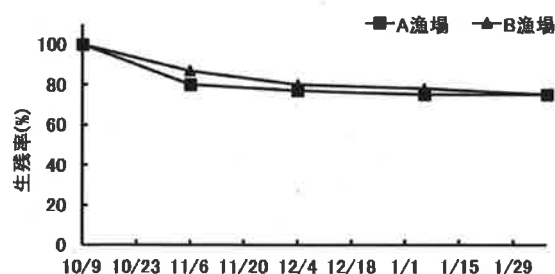


図4 秋～冬季アサリ生残率の推移

調査終了時の平成27年2月7日のA、B漁場の生残率は両漁場とも75%であった。調査を開始した平成26年10月～11月にかけてへい死個体数が多かったが、同年

12月以降は目立ったへい死はなかった。この秋季のへい死は夏～秋季の試験同様産卵後の衰弱など影響が推察された。

III. 底質改善効果調査

方法

調査は、諫早市小長井町のアサリ漁場 (A) で、平成25年7月23日～平成26年8月13日に行った (図1)。調査頻度は月1回 (大潮時) とした。

平成25年7月23日に地盤高1m付近に2m角の試験区3区を設け、各区10cm程度掘り下げた後、底質改良材としてカキ殻加工固形物のケアシエルを5kg/m²散布した区 (ケアシエル区)、粉碎したカキ殻5kg/m²を散布した区 (カキ殻区)、無散布の区 (対照区) を設けた。底質改良材等を散布後は元の地盤高まで埋め戻して試験を開始した。

底質試料は、各区それぞれ2点でコードラート (5cm×5cm) を用いて、表面から深さ5cmまで採取した後、分析に供するまで凍結保存した。底質の分析項目は酸揮発性硫化物態硫黄含量 (以下硫化物) と強熱減量で、硫化物は検知管法、強熱減量は550℃、6時間マッフル炉強熱で測定した。各区、深さ5cmの底質間隙水のpH測定も底質試料採取時に併せて行った。

結果

各区の硫化物、強熱減量、pHの推移を図5に示す。硫化物について各区に差が出る時期 (平成25年9月～12月、平成26年5月以降) があつたが、おおむね対照区が低い値を示し、ケアシエル区、カキ殻区の底質中の硫化物の抑制の効果は確認できなかった。

強熱減量については、調査期間中、各区顕著な差がなく推移した。

pHについては、調査開始時の平成25年7月から平成26年7月以降の台風の影響で各底質改良材が試験区外に散失した同年8月までケアシエル区が対照区に比べ高く推移し、カキ殻区のpHについては対照区と差がなかった。pHの高めの維持は硫化水素が生物に与える影響を緩和する効果があるため、ケアシエルの漁場への散布は軽度な貧酸素・硫化水素発生時にアサリの生存を高める可能性がある。

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漁場では平成26年11月、B漁場では同年10月に乾燥身入率が最低値となった。
- 3) 平成26年5月に開始した生残状況調査では同年10月までにA漁場で45%がへい死した。
- 4) 平成26年10月に開始した生残状況調査では平成27年2月までにA、B両区とも25%がへい死した。
- 5) 諫早市小長井町のアサリ漁場の底質改良材による底質改善効果について調査した結果、1年間以上はケアシエルのpHを高めに維持する効果があることを確認した。

(担当：松田)

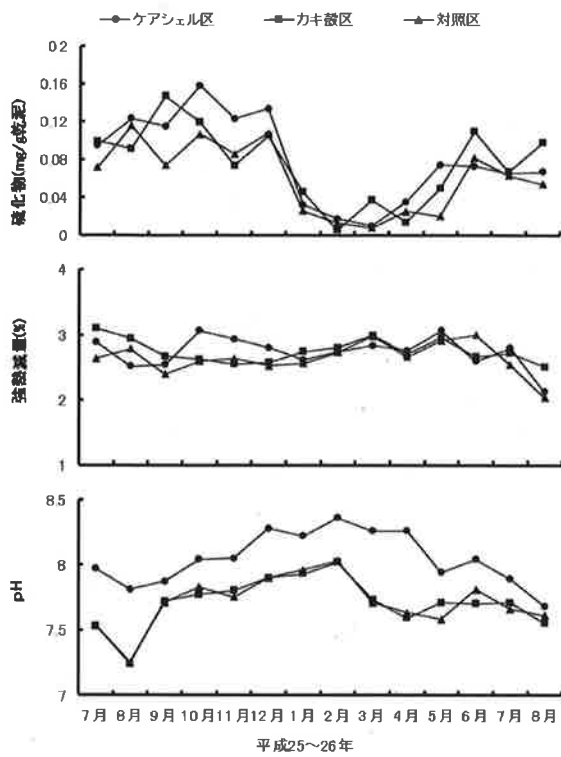


図5 硫化物、強熱減量、pHの推移

4. 有明海粘質状浮遊物原因究明・予測手法開発事業

山砥稔文・石田直也・高見生雄

有明海では、平成15年と16年の春季（4月～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。そこで、この粘質状浮遊物の発生原因を明らかにするための調査を実施した。

方法

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下記のとおり調査を実施した。

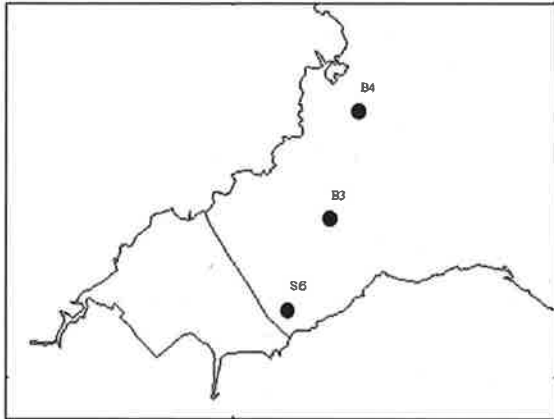


図1 春、秋季における浮遊物調査定点位置図

図1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）において、連続観測機器で測定されている水温、塩分、クロロフィルのデータを収集するとともに、3～5月および10～11月（概ね隔週1回）に定期観測を実施した。

定期観測時に1m層と底層（海底から1m層）から100mLを採水し、顕微鏡観察により植物プランクトン組成を調べた。

結果

図2に諫早湾中央B3櫓における3～5月のクロロフィルaの推移（平成15～26年）を示した。本年は3月上旬に高い値を示し、この時の優占種は、珪藻類*Eucampia zodiacus*であった。

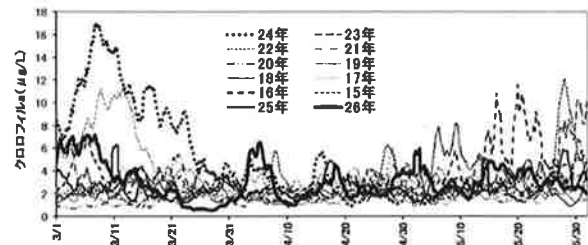


図2 諫早湾中央B3櫓1m層におけるクロロフィルaの推移

粘質状浮遊物発生状況は、諫早湾において、春季は3月上旬に*Eucampia zodiacus*、秋季は9月下旬から10月中旬に珪藻類*Thalassiosira*属の増殖に伴い粒状の粘質状浮遊物の発生が確認されたが、漁具への顕著な付着は確認されなかった。

まとめ

諫早湾では、春季は3月上旬に*Eucampia zodiacus*、秋季は9月下旬から10月中旬に*Thalassiosira* sp.の増殖に伴い粘質状浮遊物の発生が確認された。

(担当:山砥)

5. 戦略的養殖業を推進するための技術開発

横山文彦・松倉一樹・杉原志貴

本事業では、収益性の高い養殖業を実現するために、市場価値が高い新たな魚種や消費者に支持される品質の養殖魚を生産するための技術開発に取り組んでいる。

本年度は、新たな養殖対象種としてクエ *Epinephelus bruneus*、カワハギ *Stephanolepis cirrhifer* の養殖試験を実施した。クエについては当才魚および2才魚を用いて配合飼料開発のための栄養要求の検討、カワハギについては、海面飼育魚に対するレンサ球菌症ワクチン効果試験および低水温期における死因の解明に向けた飼育試験を実施した。また、養殖魚を従来よりも更に消費者から支持される品質へ調整する知見を得るために、ブリ *Seriola quinqueradiata* を対象として、飼料の魚粉および魚油を削減した飼育試験を実施し、筋肉の脂肪酸組成等へ及ぼす影響について検討した。

I. クエの養殖試験

クエ用配合飼料の開発

クエに適した飼料を明らかにすることを目的として、平成25年度から継続してクエを用いた飼育試験を実施した。併せてクエン酸の添加効果についても検討した。

方法

供試魚および試験方法 供試魚は、水産試験場で生産し海面生簀で飼育中のクエ1才魚（平成25年8月時点、平均体重約121g）で、平成27年3月までの19ヶ月間給餌試験を行った。試験は、水産試験場地先の1.5m角の海面生簀で行い、試験開始時は1試験区1生簀200尾、平成26年6月24日に各試験区を100尾に収容密度の調節を行った。

試験飼料および試験区 試験飼料は市販のEPとし、試験区1、2及び5、6はマダイ用EP、試験区3、4はトラフグ用EPを用いた。各試験区の成分組成を表1に示した。

表1 試験飼料の成分組成

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
粗タンパク48%	粗タンパク48%	粗タンパク48%	粗タンパク52%	粗タンパク52%	粗タンパク42%	粗タンパク42%
粗脂肪8%	粗脂肪8%	粗脂肪8%	粗脂肪9%	粗脂肪9%	粗脂肪13%	粗脂肪13%
クエン酸3%			クエン酸3%		クエン酸3%	

給餌 給餌は、1日1回とし、飽食量を週5回与えた。
魚体測定 1ヶ月に1回、全長、体長、体重を測定した。

結果

飼育試験成績を表2に示した。試験区3及び試験区4で増重量が大きく、増肉係数が小さくなった。クエン酸を添加した試験区1は試験区2と比較して日間増重率が高く、増肉係数が小さい傾向が見られた。

表2 飼育成績

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
粗タンパク48%	粗タンパク48%	粗タンパク48%	粗タンパク52%	粗タンパク52%	粗タンパク42%	粗タンパク42%
粗脂肪8%	粗脂肪8%	粗脂肪8%	粗脂肪9%	粗脂肪9%	粗脂肪13%	粗脂肪13%
クエン酸3%			クエン酸3%		クエン酸3%	
H25年8月平均体重	114	110	125	137	119	121
H26年4月平均体重	277	261	315	288	245	249
H27年3月平均体重	724	804	805	800	842	823
19ヶ月増重量	610	494	680	663	523	502
生残率	88.5%	88.5%	97.0%	98.0%	85.5%	96.0%
日間給餌率	0.45	0.51	0.38	0.39	0.45	0.46
日間増重率	0.25	0.23	0.25	0.24	0.23	0.23
増肉係数	1.82	2.18	1.87	1.84	1.94	2.04

まとめ

- 1) 試験区3及び4で増重及び増肉係数が良好だった。
- 2) クエン酸を加えた試験区1は対照の試験区2より増重及び増肉係数が良好だった。

II. カワハギの養殖試験

1. レンサ球菌症ワクチン効果試験

カワハギ養殖では高水温期におけるレンサ球菌症による死亡が大きな問題となっていることから、*Streptococcus iniae* および *Lactococcus garvieae* による死亡軽減に向け2種混合試作ワクチンの有効性を検討した。

ワクチンを接種した0才魚および1才魚を水産試験場地先の海面網生簀で飼育し、高水温期に自然感染させ、当該ワクチンの有効性の検討を試みた。しかし、水温が低下した11月からわずかに発症を確認できたのみで、有効性は確認できなかった。ただし、試験魚への攻撃試験ではワクチンの有効性が確認できた。

まとめ

- 1) 海面生簀での飼育試験では、レンサ球菌症の発生がほとんど確認できなかったため、ワクチンの有効性を明らかにできなかった。
- 2) 人為攻撃試験では、ワクチンの有効性が確認できた。

(担当：横山)

2. 低水温期の死因の検討

低水温期におけるカワハギ1才魚の死因を検討するために、2～3月に採取した瀕死魚の血液性状および血漿化学成分の分析等を実施して、外観上健康な魚との比較を行った。

方法

供試魚 供試魚は県内種苗生産業者から平成25年6月に入手後、約1年間総合水産試験場内の陸上水槽で飼育したカワハギ1才魚95尾で、2kL円形水槽に収容した。

飼育方法 飼育期間は平成26年7月1日～平成27年3月31日の9ヶ月間として、飼育水は砂ろ過後紫外線殺菌を行った海水を流水で使用した。給餌は、市販EP飼料（マルハ、ホワイト4号）の手撒きによる週4～5日給餌を基本とした（1日1回、飽食量）。

検査 平成27年2～3月に採取した瀕死魚について、血液性状（Ht値）、血漿化学成分（ALB値、TCHO値、TP値、GOT値、GPT値）の分析、および魚病検査を行い、低水温期の死因について検討した。なお、血液性状および血漿化学成分値は、総合水産試験場海面生簀で飼育していたカワハギ1才魚のうち、外観上健康だと判断された魚から同時期および12月に採血・分析した値との比較を行った。

結果

陸上水槽で飼育中の飼育水温および生残率の推移を図1に示した。7月1日以降、飛び出しによる死亡以外に魚病の発生はみられず、12月1日の時点で生残率は86%を示していたが、水温が14℃以下に低下した12月下旬～3月にかけて死亡が継続し、最終的な生残率は36%に低下した。

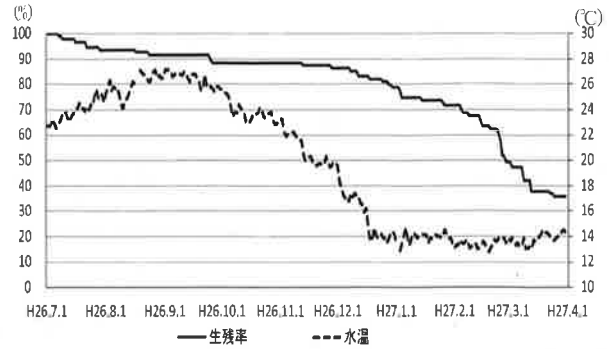


図1 カワハギ1才魚の生残率および飼育水温の推移

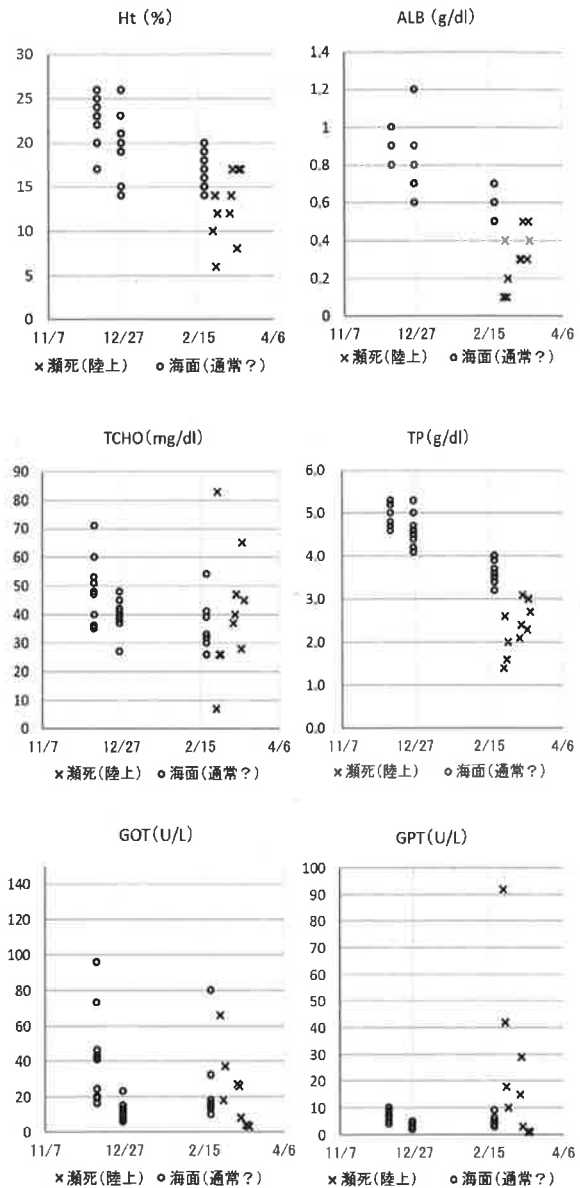


図2 カワハギ1才魚の血液性状、血漿成分分析結果

魚病検査の結果、2～3月に採取された瀕死魚の全てに肝臓のうっ血または変性が目視で確認された。その他、死亡に直結すると考えられる寄生虫および細菌は、検出されなかった。

血液性状および血漿化学成分の分析結果を図2に示す。瀕死魚は、血液のHt値、血漿中のTP値、ALB値が健康魚に比べて低く、血漿中のGPT値が高い傾向を示した。

以上の結果から、陸上水槽でみられた低水温期におけるカワハギの瀕死魚は、何らかの原因で肝臓が傷害を受け、生理機能の低下に至っていた可能性が示唆された。

まとめ

- 1) カワハギの低水温期の死因について検討した結果、何らかの原因で肝臓が傷害を受けたことによる生理機能の低下が示唆された。

(担当：松倉)

III. ブリの脂質調整試験

方法

平成26年11月14日～平成27年1月26日にかけて、魚粉と魚油を主な原料とするシングルモイストペレット（以下、高魚粉・魚油SMPとする、表3、表4参照）と、植物性タンパク原料と米油を主な原料とするシングルモイストペレット（以下、低魚粉・米油SMPとする、表3、表4参照）を用いて、ブリ1才魚を総合水産試験場前の海面生簀で飼育した。飼育終了後、各区から3尾ずつを採取、延髄刺殺、脱血した後、冷蔵保管した。冷蔵保管してから48時間が経過したブリの背肉150gを頭の方から採取し、水分、タンパク

表3 ブリ飼育試験用粉末配合飼料の配合組成

原料	試験区	
	高魚粉・魚油SMP区 (対照区)	低魚粉・米油SMP区
配合組成(%)		
小麦粉	18.0	
CMC	3.5	3.0
大豆油粕		30.0
コーングルテンミール		35.0
魚粉(アンチヨビミール)	75.0	25.0
第一リン酸カルシウム	2.5	2.5
合成タウリン		1.5
ビタミン	2.0	2.0
ミネラル	1.0	1.0
合計	100.0	100.0

質、脂質、および脂肪酸組成の分析に供した。併せて、残りの背肉と腹肉を関係者12名で試食し、食味等について5段階で採点する方法で評価した。

表4 ブリ飼育試験用SMPの配合組成および成分分析値

原料	試験区	
	高魚粉・魚油SMP区 (対照区)	低魚粉・米油SMP区
配合組成(%)		
試験用粉末配合飼料	56.0	54.5
魚油	16.7	7.3
米油		10.9
水道水	27.3	27.3
合計	100.0	100.0
成分分析値(乾燥換算値)		
粗タンパク質(%)	44.5	43.7
粗脂肪(%)	30.5	28.1
粗灰分(%)	12.9	7.8

結果

飼育終了後に採取したブリの平均体重は、高魚粉・魚油SMP区：4.1kg、低魚粉・米油SMP区：4.0kgを示し、両試験区ともほぼ同じ値を示した。試験用SMPおよび飼育終了後に採取したブリ背肉の脂肪酸組成と水分、タンパク質、脂質の分析値を表5に示した。

表5 試験用SMPおよびブリ背肉の脂肪酸組成と水分、タンパク質、脂質の分析値

	試験飼料		ブリ背肉	
	高魚粉・魚油SMP区	低魚粉・米油SMP区	高魚粉・魚油SMP区	低魚粉・米油SMP区
脂肪酸(%)				
14:0	4.8	1.9	4.2	3.8
16:0	12.4	9.4	15.2	15.9
16:1	5.8	2.5	5.4	4.6
18:0	2.5	2.3	3.8	4.4
18:1	12.7	46.4	22.4	26.7
18:2n-6	2.2	12.1	6.5	9.9
20:1	10.0	4.5	6.8	5.3
20:4n-6	0.6	0.2	0.8	0.8
20:5n-3	10.8	4.2	6.1	4.0
22:1	12.7	5.2	5.2	3.6
22:5n-3	1.6	0.6	2.5	2.4
22:6n-3	9.8	3.6	10.9	10.2
未同定	5.1	0.6	3.1	2.2
その他の成分(%)				
水分	30.4	28.1	63.0	66.9
タンパク質	31.0	31.4	21.8	22.6
脂質	21.2	20.2	14.7	9.6

低魚粉・米油SMP区における試験飼料の脂肪酸組成は、高魚粉・魚油SMP区に比べてDHA(22:6n-3)とEPA(20:5n-3)が低く、オレイン酸(18:1)とリノール酸(18:2n-6)が高い傾向にあった。また、試験終了後に採取したブリ筋肉の脂肪酸組成についても、試験飼料と同様の傾向を示した。

ブリ背肉の脂質量は、高魚粉・魚油SMP区が平均14.7%、低魚粉・米油SMP区が平均9.6%を示した。

試食の結果、食味に関する総合評価の合計点数は高魚粉・魚油区：10点、低魚粉・米油区：9点を示した。

ことから、両試験区間で食味の明確な違いはないと考えられた。

まとめ

1) ブリ1才魚を対象として、飼料の魚粉および魚油を削減した飼育試験を実施し、筋肉の脂肪酸組成等へ及ぼす影響について検討した。

2) 脂質源等を変更した餌の影響により、ブリ筋肉の脂肪酸組成が変わると考えられたが、食味に明確な違いは生じないことが示唆された。

(担当：松倉)

6. 魚病対策技術開発事業

杉原志貴・横山文彦・松倉一樹・山本純弘

この事業の目的は、県内の養殖業者に対して最も被害を及ぼしている魚病や他県でまん延して大きな被害を与えているような魚病などの診断・治療・防疫技術の開発を行い、その技術を迅速に普及するとともに、魚病に関する情報の交換をスムーズに行う体制を充実強化するものである。

I. 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および防疫対策技術の普及等を目的とし、全国会議への出席（表1）、地域合同検討会への出席（表2）、県内防疫対策会議の開催（表3）を実施した。

表1 全国会議

開催時期	開催場所	主な議題
26年12月4～5日	三重県	<ul style="list-style-type: none"> ・特別講演 ・話題提供
27年3月6日	東京都	<ul style="list-style-type: none"> ・水産防疫対策の概要 ・水産防疫の枠組みの見直し ・平成26年度水産防疫対策委託事業の結果概要 ・薬事関係のトピックス ・平成27年度予算の概要 ・その他

表2 地域合同検討会

開催時期	開催場所	主な議題
26年10月23～24日	福岡県	<ul style="list-style-type: none"> ・各県魚病発生状況 ・技術講演 ・症例検討、話題提供 ・その他
27年2月19～20日	鹿児島県	<ul style="list-style-type: none"> ・各県魚病発生状況 ・症例検討、話題提供 ・その他

表3 県内防疫対策会議

開催時期	開催場所	主な議題
26年12月17～18日	長崎市	<ul style="list-style-type: none"> ・魚病関連会議等の情報について ・平成25年10月～平成26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 ・マダイ、ブリのVHS目視検査について ・ヒラメクドアの検鏡検査について
27年3月16日	長崎市	<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體制について ・その他

II. 養殖衛生管理指導

1. 水産用医薬品の適正使用指導

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4）を開催した。また、診断技術向上のため、魚病診断技術講習会（表5）を開催した。

III. 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、出荷前のもについて簡易検査法により医薬品残留検査を行った。ブリ20検体、マダイ23検体、トラフグ23検体、マハタ2検体、クロマグロ17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。

IV. 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176件の魚病について付表4-1～2のとおり診断および被害調査等を実施した。

V. ウイルス性疾病の対策検討

クエ種苗生産時のRGNNVの保有検査

本症の感染経路を遮断する目的で毎年実施している種苗生産時のRGNNVの保有検査を行った。

方法

種苗生産に使用するクエの親魚由来の精液、卵巣卵及び受精卵のRGNNV保有検査を行った。

なお、検査はRT-PCRとNested-PCRによりRGNNVのRNAの有無を確認する方法で行った。

結果

表6にRGNNVの保有検査の結果をまとめた。陽性となった卵巣卵は、種苗生産に使用しなかった。

表6 検体別ウイルス検査結果

検体名	検体数	ウイルス検査陽性検体数	
		RT-PCR	Nested-PCR
クエ精液	9	0	0
クエ卵巣卵	35	0	1
クエ受精卵	7	0	0
合計	51	0	1

(担当：杉原)

表4 養殖衛生講習会

開催時期	開催場所	対象者（人数）	内容
26年6月26日	総合水試	養殖業者 (計5名)	クロマグロの魚病検査について
26年8月14日	総合水試	市職員 (計2名)	クルマエビのPAV検査について
26年11月28日	佐世保市	養殖業者、漁協職員 (計16名)	白点病について

表5 魚病診断技術講習会

開催時期	開催場所	対象者（人数）	内容
26年12月18日	総合水試	普及員、市職員等 (計10名)	魚病検査実習
27年2月24日	総合水試	普及員 (計3名)	魚病について

VI. 細菌性疾病の防除技術開発に関する基礎研究

杉原志貴・金井欣也*

予防策がなく、被害的にも多い疾病については、ワクチンや治療薬等の防除技術の開発が必要と考えられる。また、ワクチン開発のためには、病原菌の性状や対象魚の免疫機構等の基礎的研究が必要である。

本課題では、ワクチン等の技術開発に向けての基礎資料とするために、ノカルジア症を対象疾病として以下の研究を行った。

1. ノカルジア症に関する研究

ノカルジア症の免疫防御においては、細胞性免疫および液性免疫が関わっていると考えられる。昨年度の実験では、*Nocardia seriolae* の強毒株で攻撃後生残したヒラメ（感染耐過魚）が抗病性を獲得するという結果が得られた。そこで、ノカルジア症の免疫防御における細胞性免疫の関わりを調べるため、感染耐過魚由来マクロファージの食作用を検討した。

N. seriolae NUF27（強毒株）で攻撃し、症状が現れた11日目から水産用ダイメトンソーダで治療し感染耐過魚を得た。対照区には非攻撃のヒラメを用い、攻撃区と同様に抗菌剤の投与を行った。耐過魚および対照区のヒラメに*N. seriolae* NUF27を筋肉接種し、2日後に腹腔内マクロファージを採取した。菌接種していない各区のヒラメからもマクロファージを採取した。採取した腹腔内マクロファージと新鮮血清でオプソナイズした*Edwardsiella tarda* NUF251（強毒株）を1:5の比率で混合し、30分間食菌させた。ゲンタマイシンで細胞外の*E. tarda*を殺菌し、0, 1, 3時間後にマクロファージを破壊して細胞内の*E. tarda*生菌数を測定した。

マクロファージの取り込み菌数（0時間後の生菌数；log CFU/10³ cells）は、耐過魚/菌接種区が2.31±0.12、耐過魚/菌非接種区が2.10±0.27、正常魚/菌接種区が2.22±0.06、正常魚/菌非接種区が2.09±0.04であり、耐過魚・正常魚ともに有意差は認められなかったが、菌接種区の方が多い傾向が見られた。0時間から

1時間後の生菌数の変化率は、耐過魚/菌接種区が-4.4%、耐過魚/菌非接種区が+0.34%、正常魚/菌接種区が-1.91%、正常魚/菌非接種区が-0.49%であり、耐過魚/菌接種区の減少率が高い傾向が見られた。3時間後には、いずれの区も生菌数が増加したが、耐過魚/菌接種区の増加率が最も低かった。一方、正常魚/菌接種区の増加率は4区の中で最も高く、耐過魚/菌接種区と正常魚/菌接種区の増加率には有意差が認められた。

以上のことから、感染耐過魚のマクロファージの殺菌作用が高まっていると考えられた。

2. 滑走細菌症に関する研究

*Tenacibaculum maritimum*のヒラメへの感染機序を明らかにすることを目的に、体表を綿棒あるいはカミソリで傷つけたヒラメを強毒株で浸漬攻撃（10⁶ CFU/mL海水）し、経時的に皮膚の生菌数の測定および組織観察を行った。

綿棒で擦った場合は部分的に表皮が剥がれていたが、ヒラメは感染発病しなかった。カミソリで傷付けると、表皮が広く失われ、露出した真皮結合織に攻撃菌が多数付着している様子が観察された。攻撃翌日には、カミソリで傷つけた部分を中心に広範囲な皮膚の壊死が認められ、真皮、皮下組織および筋肉結合組織に多数の*T. maritimum*が観察された。別に行った感染実験では、鰭の先端部をハサミで切り落とした場合にも翌日にはその部分を中心に広範囲な壊死が観察された。

以上のことから、*T. maritimum*は噛み合いやタモ網の使用等で生じた真皮に達する傷口から侵入し、真皮結合織に付着したあと皮膚および筋肉の結合織で増殖し、周囲の組織を壊死に至らしめると推察された。

まとめ

- 1) ノカルジア症の感染耐過魚は、マクロファージの殺菌作用が高まっていると考えられた。
- 2) 滑走細菌*T. maritimum*は、噛み合い等で生じた傷口から侵入し、真皮結合織に付着したあと、皮膚および筋肉の結合織で増殖し、周囲の組織を壊死させると推察された。

(担当：杉原)

*長崎大学水産学部

Ⅶ. 寄生虫性疾病の対策検討

クロマグロやトラフグ養殖で問題となっている寄生虫性疾病について、侵入時期や感染経路等解明されていない部分が多く基礎的研究が必要であることから、以下の研究を行った。

1. クロマグロ住血吸虫に関する研究

県内養殖場での住血吸虫の寄生動向調査 県内のクロマグロ養殖場での住血吸虫の寄生状況や流行時期等を把握するために、クロマグロ養殖場で継続的に斃死魚をサンプリングし、住血吸虫の周年の動向を調査中である。

住血吸虫の多毛類内幼生の増殖に関する研究 クロマグロ住血吸虫*Cardicola opisthorchis*幼生の探索過程において、体内が娘スポロシストで満たされたスポロシストを発見し、*C. opisthorchis*のスポロシストが中間宿主体内で無性的に増殖することを魚類住血吸虫では初めて確認した。

養殖場における中間宿主フサゴカイの出現状況 平成26年1～12月にかけて、住血吸虫症の発生が確認されているクロマグロ養殖場において、養殖生簀付着物のフサゴカイ*Terebella* sp.の出現動向を調査した。その結果、フサゴカイは低水温期に多く出現し、水温が上昇するに連れて減少する傾向が見られた。この結果は、フサゴカイの棲家である生簀の付着物が低水温期には多く、水温が上昇すると脱落することと同調していた。

感染フサゴカイが放出し得るセルカリア数の試算 感染フサゴカイ内の最大スポロシスト数は約1,800個、スポロシスト内のセルカリア数は最大75個であったことから、感染フサゴカイ1個体はある時点において最大10万個以上のセルカリアを放出し得ると試算した。

天然種苗におけるクロマグロ住血吸虫の寄生状況 長崎県五島沖において養殖用種苗として採捕された天然クロマグロ種苗4漁獲群（平成23年曳縄種苗，平成25年曳縄種苗，平成26年巻網種苗，平成26年曳縄種苗）計532検体について、クロマグロ住血吸虫2種（*C. opisthorchis*，*C. orientalis*）の寄生状況を検鏡とPCRで調査した。その結果、調査した4漁獲群全てに

おいて住血吸虫2種の寄生を確認した。このことから、天然種苗によって養殖場に住血吸虫が供給されることが明らかとなった。

人工種苗沖出し後の住血吸虫2種の部位別寄生動向

人工種苗を沖出し後、毎日サンプリングし、部位毎にPCR検査して、沖出し後の時間経過によって出現部位がどのように変化するかを調査中である。全ての検査はまだ終了していないが、沖出し翌日には魚体内の各部位からPCRで検出されたことから、汚染漁場では沖出し直後に住血吸虫が魚体内に侵入することが明らかとなった。

2. トラフグの粘液胞子虫性やせ病に関する研究

抗病性親魚候補の確保 抗病性が高い可能性がある親魚候補を収集し、養成中である。

病原体の単離技術の開発 養殖トラフグには、やせ病原因寄生虫*Enteromyxum leei*以外に、*E. figu*も寄生していることが多いため、*E. leei*を単離する手法を検討した。ヒラメに対して、上記寄生虫2種が感染しているトラフグの腸管を給餌するとともに、感染トラフグと1ヶ月間同居させ、ヒラメ腸管のPCR検査で上記寄生虫2種の寄生が確認された後、同居感染トラフグを除去して、ヒラメ腸管内の寄生虫の感染状況をPCRにより追跡した。その結果、*E. leei*は同居トラフグ除去1週間後および2週間後のPCR検査で全個体陽性であったが、*E. figu*は同居トラフグ除去後1週間で検出されなくなり、2週間後のPCR検査でも全て陰性であった。このことから、一度ヒラメに感染させることにより*E. leei*を単離できることが明らかとなった。

病原体の定量法の開発 定量的な攻撃や抗病性の効果評価に使用するために、リアルタイムPCRを利用した病原体の定量法を開発した。特異的なプライマーおよびプローブセットを作製し、トラフグを生かしたまま定量（相対定量）することが可能となった。

まとめ

- 1) クロマグロ住血吸虫*C. opisthorchis*の多毛類内幼生の増殖ステージ、中間宿主の周年の出現状況、感染フサゴカイが放出し得るセルカリア数についての知見を得た。

- 2) 天然種苗によって養殖場にクロマグロ住血吸虫が供給されることが判明した。
- 3) トラフグの粘液胞子虫性やせ病の抗病性親魚候補の収集・養成を行った。
- 4) やせ病原因寄生虫*E. leei*の単離技術，病原体の定量法を開発した。

(担当：杉原・横山)

7. 競争力のある養殖魚づくり推進事業 (魚粉削減飼料を用いた技術開発, 養殖業者との共同開発)

松倉一樹・杉原志貴・久保久美子・佐藤秀一*

本事業では、魚類養殖業の経営安定を図る目的で、飼育コスト削減や養殖魚付加価値向上の取り組みを養殖業者および大学等の有識者と共に実施している。

本年度は、飼育コストの削減に向けて魚粉削減飼料で飼育したマダイ *Pagrus major* 1才魚のエドワジエラ症に対する抵抗性を検討した。併せて、トラフグ *Takifugu rubripes* 1才魚における魚粉削減飼料の有効性、および合成タウリンまたは麹菌発酵物（以下、麹とする）の添加効果も検討した（技術開発）。

その他、養殖業者から提案された飼育コストの削減や付加価値向上に向けた取り組みについて、養殖業者と共同で新たな技術の導入試験を実施した（共同開発）。

I. 技術開発(魚粉削減飼料で飼育したマダイのエドワジエラ症抵抗性確認試験)

方法

試験区として魚粉50%区、魚粉20%区、魚粉0%区を設定し、各試験飼料で61日間飼育したマダイ1才魚に対して、エドワジエラ症の原因菌 *Edwardsiella tarda* を用いた細菌攻撃試験を行った。

供試魚 供試魚には、長崎県漁業公社から平成26年4月に入手したマダイ1才魚(89~90g)を用いた。

試験飼料 飼育試験に用いた配合飼料は、魚粉含量を50%、20%、0%の3段階に調整したEP飼料とした(表1)。

細菌攻撃前の飼育(海面生簀) 1.5m×1.5m×2mの角型網生簀に45尾ずつ収容し、平成26年4月23日~6月22日の61日間、週3日の頻度を基本として各試験区に対して等量ずつ給餌した。

細菌攻撃前の馴致飼育(陸上水槽) 平成26年6月23日に海面生簀から各試験区20尾ずつ採取し、総合水産試験場隔離実験室内の500L円形水槽へ収容後、細菌攻撃までの4日間無給餌で飼育した。飼育水は、砂ろ過後に紫外線殺菌処理を行った海水を用いた。

表1 マダイ用試験飼料の配合組成および成分分析値

原料	試験区		
	魚粉50%区 (対照区)	魚粉20%区	魚粉0%区
配合組成(%)			
小麦粉	13.00	12.45	9.00
生タピオカ澱粉	5.00	5.00	5.00
脱脂糠	9.00		
大豆油粕	14.00	23.00	23.00
濃縮大豆タンパク			20.00
コーングルテンミール		26.00	26.00
魚粉(アンチヨビミール)	50.00	20.00	
第一リン酸カルシウム		1.50	2.50
Lリジン		0.50	1.00
メチオニン		0.25	0.50
合成タウリン		0.30	0.50
ビタミン	2.00	2.00	2.00
ミネラル	1.00	1.00	1.00
魚油	6.00	8.00	9.50
大豆油(外添)	3.00	3.00	3.00
合計	103.00	103.00	103.00
成分分析値			
粗タンパク質(%)	47.31	48.09	47.71
粗脂肪(%)	19.56	16.40	15.25
タウリン(%)	0.39	0.42	0.46

細菌攻撃 攻撃試験には、過去に県内の養殖マダイから分離された *Edwardsiella tarda* の菌株を用いた。使用した菌株は、ブレインハートインヒュージョン寒天培地で25℃、48時間培養した後、さらにブレインハートインヒュージョン液体培地で25℃、48時間振盪培養したものを攻撃に用いた。供試魚は、攻撃前に感染水槽(円形1kL、ビニール製)内に設置した円筒形のプラスチック製カゴ3個の中へ試験区毎に分けて収容した。感染水槽には 3.65×10^6 CFU/mL となるよう菌液を添加し、止水で通気させて1時間の浸漬攻撃を行った。

細菌攻撃後 攻撃後の魚は、馴致飼育に用いた500L円形水槽へ試験区毎に収容し、無給餌で21日間飼育観察を行った。その間死亡した全ての魚と終了時に生残していた全ての魚について、腎臓からSS培地を用いて細菌分離を行った。

結果

海面生簀での飼育期間中の飼育成績を表2に示した。海面での飼育期間中に死魚はみられなかった。各試験

*東京海洋大学

区間で日間増重率に明確な差はみられなかったが、飼料中の魚粉量が少ないほど、増肉係数がやや高くなる傾向を示した。

細菌攻撃後の生残率の推移を図1に、各試験区の終了時生残魚の保菌率を表3に示した。各試験区間で生残率および保菌率に明確な差はみられなかった。

以上の結果から、今回用いた低無魚粉飼料は、マダイ1才魚のエドワジエラ症に対する抵抗性に悪影響を及ぼさないことが示唆された。

図1 細菌攻撃後の生残率の推移

表2 マダイ1才魚の飼育成績(海面生産, 4月23日~6月22日)

試験区	平均体重(g)		日間増重率 (%)	日間給餌率 (%)	増肉係数	生残率 (%)
	開始時	終了時				
魚粉50%区	80	116	0.58	0.74	1.28	100
魚粉20%区	80	114	0.56	0.75	1.35	100
魚粉0%区	88	112	0.54	0.76	1.42	100

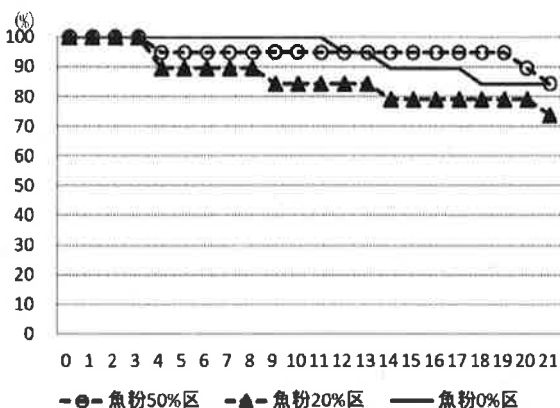


表3 試験終了時における生残魚の保菌率

試験区	保菌率 (%)
魚粉50%区	43.8
魚粉20%区	28.6
魚粉0%区	37.5

まとめ

- 1) 低無魚粉飼料で2ヶ月間飼育したマダイエドワジエラ症に対する抵抗性を検討した。
- 2) 細菌攻撃試験の結果、各試験区間で生残率に有意差がみられなかったことから、今回用いた低無魚粉飼

料はマダイ1才魚のエドワジエラ症に対する抵抗性を損なわないことが示唆された。

II. 技術開発(トラフグの魚粉削減飼料試験)

方法

平成26年8月13日~11月5日に、12週間の飼育試験を実施した。

飼育場所 総合水産試験場の水槽で飼育した。

供試魚 長崎県漁業公社から入手後、総合水産試験場の水槽で馴致飼育したトラフグ1才魚を試験に用いた。

試験飼料 試験飼料の配合組成および成分の分析値を表4に示す。粉末配合飼料に水道水と魚油を混合、造粒して作製したシングルモイストペレットを用いた。シングルモイストペレットは、作製後直ちに室温-20℃の冷凍庫で保管し、給餌直前に必要量を小分けして使用した。今回用いた魚粉削減飼料は、魚粉量を40%に削減してコーングルテンミール、大豆油粕で代替し、ビタミン、ミネラル等を適宜配合した。魚粉40%飼料については、合成タウリンと麴の添加効果を検討するために、合成タウリン1.0%添加区および麴0.13%添加区を設定した。対照区の飼料は魚粉量を67%とした。

表4 トラフグ用試験飼料の配合組成および成分の分析値

原料	試験区			
	魚粉67%区 (対照区)	魚粉40%区	魚粉40%+ タウリン区	魚粉40%+麴区
配合組成(%)				
小麦粉	10.00	8.00	8.00	8.00
生タピオカ澱粉	9.50	4.00	4.00	4.00
CMC	4.00	4.00	4.00	4.00
大豆油粕		17.00	17.00	17.00
コーングルテンミール		16.00	16.00	16.00
魚粉(アンチヨビミール)	67.00	40.00	40.00	40.00
第一リン酸カルシウム	2.50	2.50	2.50	2.50
合成タウリン			1.00	
ビタミン	2.00	2.00	2.00	2.00
ミネラル	1.00	1.00	1.00	1.00
魚油	4.00	5.50	5.50	5.50
難消化成分				0.13
合計	100.00	100.00	101.00	100.13
成分の分析値(%、乾物換算値)				
粗タンパク質	51.4	52.0	53.8	51.6
粗脂肪	11.0	10.6	11.0	11.0
タウリン	0.5	0.2	1.1	0.3

飼育管理 容量500Lの円形水槽計8基にトラフグ1才魚を各15尾ずつ収容し、週4日の頻度でほぼ飽食量を給餌した。各試験区につき2水槽ずつ使用した。

魚体測定 魚体測定は試験開始時から試験終了時まで4週間毎に実施し、全個体の体重を測定した。

魚体の成分分析 終了時に各区から5尾ずつ採取し、

魚体の一般成分およびタウリン量の分析に供した。

血液検査 終了時に各区から5尾ずつ採血し、血液性状および血漿化学成分の分析に供した。

統計処理 飼育成績、血液性状および血漿化学成分値は、一元配置の分散分析に引き続き Tukey - Kramer 検定を行った。検定は、Stat View 5.0 を用いて危険率5%による有意差を判定した。

結果

飼育成績 飼育成績を表5に示す。飼育期間中、水温は22.3~27.3℃の間で推移した。各区の生残率は90~97%を示した。試験終了時の平均体重および日間増重率は、魚粉67%区:609g, 0.69%, 魚粉40%区:575g, 0.62%, 魚粉40% + タウリン区:574g, 0.61%, 魚粉40%+ 麩区:569g, 0.61%となり、魚粉40%飼料を用いた試験区では魚粉67%区と比較して成長速度が劣る傾向を示した。また、各区の増肉係数は、魚粉40%の飼料を用いた試験区が魚粉67%区に比べて劣る傾向にあったが、魚粉40% + タウリン区は魚粉40%区に比べて低い値を示した。

魚体の成分分析 全魚体の一般成分とタウリン量の分析結果を表6に示す。魚粉40%飼料を用いた試験区では、対照区に比べて魚体のタンパク質量と脂質量が低い傾向を示した。魚粉40% + タウリン区では、魚粉40%区に比べてタウリン量がやや高い値を示した。

血液検査 血液性状および血漿成分の分析結果を表7に示す。魚粉40%飼料を用いた試験区では、魚粉67%区に比べてTCHO値およびTP値が低い傾向を示した。特に魚粉40% + 麩区では、魚粉67%区に比べて有意に低い値となった。

以上の結果から、今回用いた魚粉40%飼料は、トラフグ1才魚がタンパク質等の栄養分を消化・吸収する過程に問題があったと推察され、今後はその原因をさらに詳しく検討した上で、改善を図る必要があると考えられた。また、魚粉40%飼料へ合成タウリンを飼料重量に対して1%添加することにより、トラフグの増肉係数を改善できる可能性が示唆された。一方、麩については、明確な添加効果がみられなかった。

まとめ

- 1) トラフグ1才魚を飼育する場合における魚粉削減飼料の有効性および魚粉削減飼料への合成タウリンまたは麩の添加効果を検討した。
- 2) 魚粉40%飼料を用いた試験区では、魚粉67%飼料に比べて成長速度および増肉係数等が劣る傾向を示したことから、今後はその原因を詳しく検討した上で改善を図る必要があると考えられた。
- 3) 魚粉40%飼料へ合成タウリンを添加することにより、トラフグの増肉係数を改善できる可能性が示唆された。

表5 トラフグ1才魚の飼育成績

試験区	平均体重(g)		日間増重率 (%)	日間給餌率 (%)	増肉係数	生残率 (%)
	開始時	終了時				
魚粉67%区	342	609	0.69	1.0	1.5	97
魚粉40%区	341	575	0.62	1.1	1.8	93
魚粉40% + タウリン区	343	574	0.61	0.9	1.6	90
魚粉40% + 麩区	341	589	0.61	1.0	1.7	97

表6 試験終了時に採取したトラフグ1才魚の魚体の成分分析値

試験区	水分 (%)	タンパク質 (%)	脂質 (%)	灰分 (%)	タウリン (%)
魚粉67%区	70.2	17.6	7.1	2.9	0.7
魚粉40%区	73.0	16.5	6.0	3.0	0.7
魚粉40% + タウリン区	73.4	17.3	5.0	2.9	0.8
魚粉40% + 麩区	73.1	16.6	6.3	3.0	0.5

表7 試験終了時におけるトラフグ1才魚の血液性状および血漿化学成分分析値

試験区	Ht (%)	Hb (g/dl)	TCHO (mg/dl)	TP (g/dl)	GOT (U/l)	GPT (U/l)
魚粉67%区	24.6	6.7	202 *	4.2 *	43	13
魚粉40%区	25.2	6.8	172 *	3.8 *	34	14
魚粉40% + タウリン区	25.2	7.1	163 *	3.9 *	39	17
魚粉40% + 麩区	22.6	6.9	134 *	3.2 *	15	7

* 平均値±標準偏差

* 異なる符号間は有意差あり(P < 0.05)

III. 養殖業者との共同開発

養殖業者から提案された飼育コストの削減および付加価値向上に関する取組4件について、大学等の有識者から取組に関連する情報を収集し、養殖業者と共同で新たな技術の導入試験を実施した。

(担当: 松倉)

8. 「生産サイクルの早い」短期養殖推進事業

山本純弘・横山文彦

本事業では、養殖業の所得向上を図るため、養殖期間が1年程度の魚種の導入による魚種の多様化や、養殖期間の短縮に向け、陸上水槽でトラフグを冬期加温することによる養殖期間短縮を行い、出荷が少ない時期に高く販売することを目的に技術開発に取り組んでいる。

本年度は、トラフグ種苗からの養殖試験を実施した。

1. トラフグの陸上養殖試験

方法

養殖施設等 平成24年度に陸上養殖振興プロジェクト推進事業で水産試験場に整備した飼育水循環型陸上養殖システムを用いた20kL水槽を用いた。供試魚は民間種苗生産機関が生産したトラフグ種苗を用い、平成26年4月17日に3,700尾を収容し、試験を開始した。

給餌 餌は市販のフロートタイプのトラフグ用EPを用い、試験開始から9月15日までは手撒きに加え自動給餌機を併用して1日複数回に分けて飽食給餌し、12月16日までは基本的に1回/日の飽食給餌、12月17日～1月3日は水質維持のため制限給餌を行った。なお、1月上旬に行った血液検査で肝機能の異常を確認したことから1月10～19日は餌止めし、3月22日までは肝機能回復と水質管理等を目的に週3回の給餌量を制限した給餌を行い、3月31日までは2日に1回給餌量を制限した給餌を行った。

魚体測定 1ヶ月に1回、全長、体長、体重を測定した。

水質管理 DO、pH、水温、アンモニア濃度を測定した。アンモニア濃度は自動測定装置（セントラル科学AT-3000）を用いた。日換水率は10～200%を目安としたが、水質悪化時と施設の改修工事期間等には一時的に400～600%へ変更した。水温は20℃を下回らない

ように加温した。

結果

飼育試験成績を表1、体重の推移を図1、収容密度の推移を図2、飼育水温の推移を図3に示した。

表1 トラフグ陸上養殖試験の飼育成績

平均体重(g)		収容密度(kg/m ³)		日間増重率(%)	日間給餌率(%)	増肉係数	生産率(%)
開始時	終了時	開始時	終了時				
3.3	69.3	0.61	46.5	0.58	0.69	1.19	73.8%

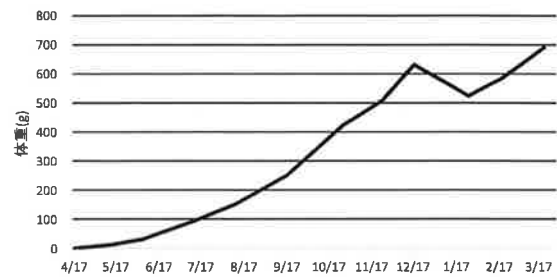


図1 トラフグ陸上養殖試験の体重の推移

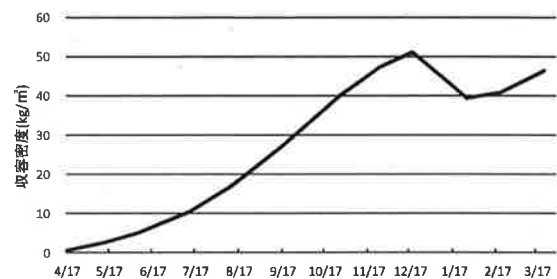


図2 トラフグ陸上養殖試験の収容密度の推移

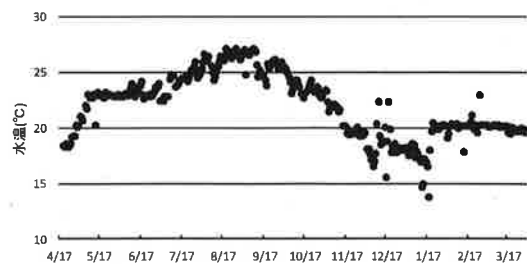


図3 トラフグ陸上養殖試験の飼育水温の推移

11月中旬から1月中旬まではろ過装置等の改修工事を行った。工事に伴う水質管理のために、11月中旬から12月上旬までは水槽(20kL)2面へ展開しての密度

低下を行い、12月中旬から1月上旬までは制限給餌を行った。

12月から加温開始したが、温度センサー異常により1月中旬まで水温を安定させることが困難だったため、温度変動が大きくなった。1月上旬には滑走細菌症により死魚の増加と異常魚の取り上げを行ったことで収容密度が低下した。また、1月上旬に行った血液検査で肝機能に異常が見られたことと水質管理の目的から給餌制限を行ったため、体重が減少した。

種苗導入尾数は3,700尾、通算の死魚は423尾、スレ等で取り上げた魚は445尾、不明魚は98尾、他の試験へ供試した魚は1,392尾で生残率は73.9%だった。

まとめ

- 1) 体重は693gに増加し、増肉係数は1.19だった。
- 2) 収容密度は12月に51.3kg/m³にまで達したが、滑走細菌症による死亡及び取り上げと給餌制限による増重の停滞で低下した。

(担当：横山)

9. 養殖魚安定生産・供給技術開発委託事業 (抜本的な生産コストの抑制手法の開発)

松倉一樹

本プロジェクトは、平成 26 年度から国立研究開発法人 水産総合研究センターを代表機関として、東町漁業協同組合、鹿児島県水産技術開発センター、有馬屋水産株式会社、東京海洋大学が参画した JV が、主要な養殖魚種であるブリについて、低魚粉飼料への転換、給餌量の抑制、飼育密度の改善等の条件を組み合わせた飼育試験を現場レベルで行い、従来の飼育方法との比較により、生産コストの削減効果を評価する。最終的には、生産コストに見合った養殖生産体制の構築に

資することを目的とする。当試験場では、小割生簀を用いたコストの比較試験における飼育魚の健全性の評価による試験飼料の評価を担当している。今年度は、飼料中の魚粉量および給餌頻度を変更した試験区のブリについて、魚病検査、血液性状および血漿化学成分の分析を行い、その結果をもとに、低魚粉化や給餌頻度の変更がブリの健全性に及ぼす影響等を検討した。

(担当：松倉)

10. 次世代型陸上養殖の技術開発事業

山本純弘・横山文彦

閉鎖循環式陸上養殖は世界的に注目され一部でビジネス化が進んでいるものの、わが国では個々の要素技術が一定レベルにあるにも関わらず、高コストが課題となり普及が進んでいない。本事業は、水産庁の公募事業としてコスト削減等を目指し、各要素技術の高度化に加え、システムの総合環境制御を取り入れ、各技術の連携を実現するための実証試験等を目的としている。平成26年度は、一般社団法人 マリノフォーラム 21 が中核機関となり、(株) ジャパンアクアテッ

ク、荏原実業(株)、(株) ワイビーエム、(株) アイ・エム・ティー、JFE エンジニアリング(株)、(株) リバネスが参画した。

当試験場では、平成24～25年度に場内飼育棟に整備した閉鎖循環式陸上養殖水槽(20kL)を用いて、クエおよびトラフグの飼育試験と水質環境の制御等に関する取組を行った。

(担当：横山)