

養殖環境于一ム

海産魚介類の疾病対策と養殖衛生管理指導

海面防疫対策（養殖衛生管理体制整備事業）

（国庫交付金）

木本圭輔・福田 穰・甲斐桑梓

事業の目的

食品の安全性に対する消費者の要求の高まりから、養殖水産物に関しては、医薬品の使用状況、飼料の給餌状況、養殖漁場環境等について関心が寄せられている。国内の魚類防疫体制は持続的養殖生産確保法に基づいて整備されているが、特定疾病（レッドマウス病等）の国内への侵入や、血清型変異によるワクチンの無効化（レンサ球菌症）の問題等、魚病の態様は様々に変化している。これらの状況に臨機応変に対応するため、養殖現場の巡回指導、養殖生産者に対する医薬品適正使用の指導、食品衛生等に対応する養殖衛生管理技術の普及、養殖場の調査・監視、薬剤耐性菌の実態調査等を行う必要がある。本事業の目的は、養殖生産物の安全性を確保し、健全な養殖魚の生産に寄与するため、疾病対策および食品衛生に対応した養殖衛生管理体制の整備を推進することである。

事業の内容および結果

I 総合推進対策

1. 全国会議（表1）
2. 地域検討会（表2）
3. 県内会議（表3）

II 養殖衛生管理指導

1. 医薬品の適正使用の指導（表4）
2. 適正な養殖管理・ワクチン使用の指導（表5）
3. 養殖衛生管理技術の普及・啓発
 - 1) 養殖衛生管理技術講習会（表6）

III 養殖場の調査・監視

1. 養殖資機材の使用状況調査（表7）
2. 医薬品残留検査（表8）
3. 薬剤耐性菌の実態調査（表9）

IV 疾病対策

1. 疾病監視対策（表10）
2. 疾病発生対策（表11）

表1 全国会議

| 実施時期 | 実施場所 | 構成員 | 内容 |
|-------|------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 2016年 | | | |
| 7月1日 | 東京都 | 農林水産省 都道府県養殖衛生管理担当者 | 水産分野の薬剤耐性対策に係る指導体制検討会 ・薬剤耐性対策アクションプランについて ・水産用抗菌剤の適正使用に係る指導体制について |
| 2016年 | | | |
| 11月2日 | 熊本県 | 農林水産省 都道府県養殖衛生管理担当者 医薬品販売業者等 | 養殖水産分野の薬剤耐性対策に係る説明会 ・薬剤耐性対策アクションプランについて ・水産用抗菌剤の適正使用確保のための仕組み |
| 2016年 | | | |
| 12月8日 | 三重県 | (独)水研センター増養殖研究所 (公社)日本水産資源保護協会 都道府県養殖衛生管理担当者 | 平成28年度 水産増養殖関係研究開発推進会議「魚病部会」 ・ブロック別魚病発生状況、問題点、要望等について ・増養殖研究所の事業成果及び計画について |
| 2017年 | | | |
| 3月10日 | 東京都 | 農林水産省 (公社)日本水産資源保護協会 (独)水研センター増養殖研究所 都道府県養殖衛生管理担当者 | 全国養殖衛生推進会議 ・水産防疫対策について ・薬事関係のトピックスについて ・来年度予算の概要について |

表2 地域検討会

| 実施時期 | 実施場所 | 構成員 | 内容 |
|-----------|------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 2016年 | | | |
| 9月28～29日 | 山口県 | 三重県、和歌山県、大阪府、兵庫県、 岡山県、広島県、山口県、香川県、徳島県、 高知県、愛媛県、福岡県、大分県、 | 平成28年度 瀬戸内海・四国ブロック魚病検討会 瀬戸内海・四国ブロック各県の魚病発生状況と対応 ・その他 |
| 2016年 | | | |
| 10月13～14日 | 大分県 | 山口県、福岡県、佐賀県、長崎県、 熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、 沖縄県 | 第36回 九州・山ロブロック魚病分科会 ・九州・山ロブロック各県の魚病発生状況と対応 ・その他 |
| 2017年 | | | |
| 2月15～16日 | 愛媛県 | 高知県、愛媛県、大分県、熊本県、 宮崎県、鹿児島県 | 成28年度 南中九州・西四国水族防疫会議 ・南中九州・西四国各県の魚病発生状況と対応 ・その他 |

表3 県内会議

| 実施時期 | 実施場所 | 構成員 | 内容 |
|-------|-------|------------------------------------------------|----------------|
| 2016年 | | | |
| 6月27日 | 佐伯市 | 漁協支店運営委員長 佐伯市 南部振興局 農林水産研究指導センター水産研究部 | 養殖衛生管理体制整備について |
| 2016年 | | | |
| 8月10日 | 豊後高田市 | 水産振興課 東部振興局 農林水産研究指導センター水産研究部 | クルマエビの疾病対策について |

表4 医薬品の適正使用の指導

| 実施時期 | 実施場所 | 対象者(人数) | 内容 |
|-------|------|-------------------------------------|-----------------|
| 2016年 | | | |
| 6月 | 佐伯市 | 海産魚類養殖関係漁業協同組合支店 関係市, 関係振興局(20名) | 水産用医薬品の適正使用について |
| 2016年 | | | |
| 7月 | 佐伯市 | 海産魚類養殖業者 関係漁業協同組合支店, 関係振興局(38名) | 〃 |
| 2016年 | | | |
| 12月 | 佐伯市 | 陸上魚類養殖業者 関係漁業協同組合支店, 関係振興局(19名) | 〃 |
| 2017年 | | | |
| 3月 | 佐伯市 | 海産魚類養殖業者 関係漁業協同組合支店, 関係振興局(30名) | 〃 |

表5 適正な養殖管理・ワクチン使用の指導

| 実施時期 | 実施場所 | 対象者(人数) | 内容 |
|--------------------|---------|----------------|----------------|
| 2016年 | | | |
| 4月25日 | 佐伯市 | 海産魚類養殖漁家(20名) | 注射ワクチン接種技術講習会 |
| 2016年 | | | |
| 9月14日 | 佐伯市 | 海産魚類養殖漁家(2名) | 注射ワクチン接種技術講習会 |
| 2016年4月1日～ | | | |
| 2017年3月31日 (随時) | 佐伯市(上浦) | 海産魚類養殖漁家(延93名) | 水産用ワクチン使用上の諸注意 |

表6 養殖衛生管理技術講習会

| 実施時期 | 実施場所 | 対象者(人数) | 内容 |
|-------|------|------------------------------------|-----------------------------|
| 2016年 | | | |
| 7月8日 | 佐伯市 | 海産魚類養殖業者 関係漁業協同組合支店, 関係振興局(38名) | 最近の魚病発生状況について 水産防疫制度について |
| 2016年 | | | |
| 12月6日 | 佐伯市 | 陸上魚類養殖業者 関係漁業協同組合支店, 関係振興局(19名) | トラフグの魚病対策 |
| 2017年 | | | |
| 3月17日 | 佐伯市 | 海産魚類養殖業者 関係漁業協同組合支店, 関係振興局(30名) | 水産用ワクチンの現状と問題点 |

表7 養殖資機材の使用状況調査

| 実施時期 | 実施場所 | 対象資機材 | 内容 |
|--------|------|--------|--------------------|
| 2016年 | | | |
| 6月22日 | 佐伯市 | 水産用医薬品 | 水産用医薬品使用記録および在庫の確認 |
| 2016年 | | | |
| 12月15日 | 佐伯市 | 〃 | 〃 |
| 2016年 | | | |
| 12月21日 | 佐伯市 | 〃 | 〃 |

表8 医薬品残留検査

| 検査方法 | 採材時期 | 実施場所 | 対象魚 | 対象医薬品(成分) | 内容 | 検体数 |
|-------|-------|------|------|-----------|----------|-----|
| | 2017年 | | | | | |
| 簡易検査法 | 2月16日 | 佐伯市 | シマアジ | 抗菌性物質一般 | 全て陰性(筋肉) | 5 |
| 〃 | 3月13日 | 佐伯市 | ヒラメ | 〃 | 〃 | 15 |
| | | | | | 検体数合計 | 20 |

表9 薬剤耐性菌の実態調査

| 実施時期 | 実施場所 | 対象魚 | 内容 |
|--------------------------|-------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ブリ類 (調査対象地域: 豊後水道沿岸) | 細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Lactococcus garvieae</i> (71株) <i>Vibrio anguillarum</i> (4株) |
| 2016年4月1日～ 2017年3月31日 | 佐伯市 (上浦) | ヒラメ (調査対象地域: 豊後水道沿岸) | 細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Edwardsiella tarda</i> (32株) <i>Streptococcus iniae</i> (4株) <i>Lactococcus garvieae</i> (3株) <i>Streptococcus parauberis</i> (1株) |
| | | その他 (調査対象地域: 豊後水道沿岸) | 細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Lactococcus garvieae</i> (9株) <i>Streptococcus iniae</i> (6株) |

表10 疾病監視対策

| 実施時期 | 実施場所 | 対象魚 | 内容 | 実施時期 | 実施場所 | 対象魚 | 内容 |
|-------|---------|----------------|----------------------|-------|---------|----------------|----------------------|
| 2016年 | | | | 2016年 | | | |
| 4月 | 佐伯市(蒲江) | ブリ類, マダイ, ヒラメ他 | 養殖場の疾病調査および魚病被害状況の把握 | 9月 | 蒲江西野浦 | ブリ類, マダイ, ヒラメ他 | 養殖場の疾病調査および魚病被害状況の把握 |
| 4月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 10月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 5月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 10月 | 佐伯市(鶴見) | 〃 | 〃 |
| 5月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 10月 | 佐伯市(鶴見) | 〃 | 〃 |
| 5月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 11月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 5月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 11月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 6月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 11月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 6月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 11月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 6月 | 佐伯市 | 〃 | 〃 | 11月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 6月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 12月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 7月 | 臼杵市 | 〃 | 〃 | 12月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 7月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 12月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 7月 | 佐伯市(鶴見) | 〃 | 〃 | 2017年 | | | |
| 7月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 1月 | 津久見市 | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市 | 〃 | 〃 | 1月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 1月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市 | 〃 | 〃 | 2月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 2月 | 佐伯市(鶴見) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市 | 〃 | 〃 | 2月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市 | 〃 | 〃 | 2月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市 | 〃 | 〃 | 2月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 2月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 2月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 |
| 8月 | 佐伯市(蒲江) | 〃 | 〃 | 3月 | 佐伯市(鶴見) | 〃 | 〃 |
| 9月 | 津久見市 | 〃 | 〃 | 3月 | 佐伯市 | 〃 | 〃 |

表11 疾病発生対策

| 実施時期 | 実施場所 | 対象魚 | 内容 |
|------------|---------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 2016年4月1日～ | | | |
| 2017年3月31日 | 佐伯市(上浦) | ブリ類, マダイ, ヒラメ他 (調査対象地域: 豊後水道沿岸) | 疾病検査および対策指導 ブリ類(111件), マダイ(5件), ヒラメ(72件), トラフグ(50件), シマアジ(14件), クロマグロ(9件) |
| 2016年4月1日～ | | | |
| 2017年3月31日 | 佐伯市(上浦) | クルマエビ (調査対象地域: 国東半島周辺) | 疾病検査および対策指導(9件) |

V 疾病診断状況

1. 病害相談および診断件数 相談件数は772件(対前年度比94%)、診断件数は304件(93%)であった(表12)。疾病原因別にみると、ウイルス病が18件(全体の6%)、細菌病が124件(41%)、寄生虫病が61件(20%)、その他が21件(7%)、原因不明が62件(20%)、健康診断が12件(4%)であった。

2. 魚種別疾病診断件数 魚種別診断件数はブリ73件(全体の24%)、ヒラメ72件(24%)、トラフグ50件(17%)、ヒラマサ22件(7%)、カンパチ16件(5%)の順に多かった。魚種別の特徴を以下に示す。

1) **ブリ類** 診断件数はブリとヒラマサで増加(対

前年度比155、157%)し、カンパチで減少(89%)、全体で111件(141%)であった(表13)。ブリでは *Lactococcus garvieae* II 型株によるレンサ球菌症が多発したほか、*L.garvieae* I 型株によるレンサ球菌症、ノカルジア症、細菌性溶血性黄疸等が多く見られた。12月以降は「大韓民国向け輸出活魚の健康証明書発行手続き要領」に従って輸出されるブリ活魚のVHSV検査(外観による異常の有無)を行い、5件の健康証明書を発行した。

2) **マダイ** 診断件数は5件と少なく、対前年比45%であった(表14)。

3) **ヒラメ** 診断件数は72件で前年度の67%に減少

した(表15)。疾病別ではエドワジエラ症と滑走細菌症がともに17件で最も多く見られたほか、スクーチカ症が5件確認された。

4) **トラフグ** 診断件数は50件(156%)で昨年度より増加した(表16)。最多診断件数はヘテロボツリウム症(16件)で、夏期の当歳魚に対する駆虫が不十分になる事例に関して複数の相談があった。

5) **シマアジ** 診断件数は14件(350%)で増加した(表17)。トリコジナ症、マダエイリドウイルス病、シュードモナス症等が多く見られた。

6) **ハギ類** 診断件数は21件から11件に減少した(表18)。カワハギで*S. iniae*、ウマヅラハギでは*L.*

garvieae 1型によるレンサ球菌症が多く見られたほか、前者で粘液胞子虫性やせ病が見られた。

7) **その他の海産魚類** 診断件数は28件(117%)でやや増加した(表19)。マサバでレンサ球菌症(*L.garvieae* 1型と*S. iniae*)クロマグロでマダエイリドウイルス病等が見られた。

8) **海産無脊椎動物** 診断件数は11件で昨年度に比べ減少した(表20)。クルマエビでは急性ウイルス血症が2件見られた。

9) **淡水魚** 診断件数は2件で、アユではギロダクチルス症が見られた。

表12 病害相談件数および診断件数*

| | 16 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 17 1 | 2 | 3 | 計 |
|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 相談件数 | 67 | 58 | 74 | 97 | 109 | 80 | 105 | 54 | 45 | 27 | 25 | 31 | 772 |
| | (29) | (51) | (128) | (94) | (105) | (70) | (81) | (41) | (52) | (51) | (67) | (55) | (824) |
| 診断件数 | 20 | 23 | 27 | 40 | 46 | 31 | 37 | 20 | 19 | 17 | 11 | 13 | 304 |
| | (13) | (18) | (45) | (50) | (38) | (30) | (29) | (19) | (19) | (20) | (29) | (17) | (327) |

*()は前年度

表13 ブリ類診断況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|--------|-------------------------------|--------|---|----|----|----|----|----|----|----|--------|---|---|-----|
| ブリ | マダエイリドウイルス病 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| | 細菌性溶血性黄疸 | | | | 1 | 3 | | | 1 | | | | | 5 |
| | レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>) | | | 2 | 4 | | 2 | | | | | | | 8 |
| | レンサ球菌症(<i>L.g. type II</i>) | | 3 | 1 | 1 | 4 | 4 | 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 27 |
| | ノカルジア症 | | | | | | | 1 | 4 | 3 | | | | 8 |
| | トリコジナ症 | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| | ヘテラキシネ症 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | 2 |
| | 住血吸虫症 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | 筋肉線虫症 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | 2 |
| | マツイウミチヨウ症 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 環境性疾病 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | 不明 | | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | | | | | 1 | 10 |
| | 健康診断 | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| | 輸出検査 | | | | | | | | | 1 | 2 | 2 | | 5 |
| ブリ小計 | | 0 | 5 | 6 | 10 | 9 | 10 | 16 | 6 | 3 | 3 | 4 | 1 | 73 |
| ヒラマサ | マダエイリドウイルス病 | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 |
| | ウイルス性腹水症 | | | 2 | 1 | | | | | | | | | 3 |
| | レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>) | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 6 |
| | ノカルジア症 | | | | | | | | 1 | | | | | 1 |
| | ゼウクサプタ症 | | | | | 1 | | | | | 1 | 1 | | 3 |
| | 吸虫性旋回病 | | | | | | 2 | | | | | | | 2 |
| | 環境性疾病 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | 不明 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | | 4 |
| ヒラマサ小計 | | 1 | 1 | 6 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 22 |
| カンパチ | マダエイリドウイルス病 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | ビブリオ病 | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| | レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>) | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | ノカルジア症 | | | | | | | 3 | 2 | | | | | 5 |
| | ゼウクサプタ症 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | 2 |
| | 不明 | | 1 | | 2 | 1 | 1 | | | | | | | 5 |
| カンパチ小計 | | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| ブリ類計 | | 1 | 8 | 14 | 15 | 14 | 13 | 21 | 10 | 4 | 5 | 5 | 1 | 111 |

表14 マダイ診断状況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|-------|-------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|---|
| マダイ | マダイイリドウイルス病 | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| | エピテリオシスチス病 | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| | 滑走細菌症 | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 2 |
| | 輸出検査 | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| マダイ小計 | | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 |

表15 ヒラメ診断状況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|------|--------------------------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|----|
| ヒラメ | リンホシスチス病 | | | | | 1 | 1 | | | | | | 1 | 3 |
| | ウイルス性神経壊死症 | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| | エピテリオシスチス病 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | エドワジエラ症 | 2 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 17 |
| | 滑走細菌症 | 1 | 1 | | 1 | 2 | 1 | 2 | | 2 | 6 | | 1 | 17 |
| | レンサ球菌症(<i>S. iniae</i>) | | | | | | | 2 | | | | | | 2 |
| | レンサ球菌症(<i>S. parauberis</i>) | | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| | トリコジナ症 | | 1 | | | | | | | | 1 | | | 2 |
| | スクーチカ症 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | | 2 | 5 |
| | 粘液胞子虫性やせ病 | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| | 筋肉粘液胞子虫症 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | 2 |
| | ネオヘテロボツリウム症 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | 赤潮 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 環境性疾病 | | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| | 不明 | | | | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 15 |
| | 健康診断 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| ヒラメ計 | | 7 | 8 | 2 | 7 | 8 | 6 | 7 | 3 | 6 | 10 | 1 | 7 | 72 |

表16 トラフグ診断状況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|-------|-----------|--------|---|---|---|----|---|----|----|----|--------|---|---|----|
| トラフグ | ビブリオ病 | 3 | | | | | | | | | | | | 3 |
| | 滑走細菌症 | | | | | | | | | | 1 | | 1 | 2 |
| | イクチオボト症 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | 白点病 | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | | 3 |
| | トリコジナ症 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| | 粘液胞子虫性やせ病 | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| | ヘテロボツリウム症 | 1 | | 1 | 2 | 7 | | 1 | | 2 | | 1 | 1 | 16 |
| | 栄養性疾病 | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| | 環境性疾病 | | | | 1 | | | | | 1 | | | | 2 |
| | 歯切り損傷 | | 1 | 1 | | 3 | | | 1 | | | | | 6 |
| | 不明 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 1 | 1 | | 13 |
| | 健康診断 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| トラフグ計 | | 5 | 2 | 4 | 6 | 13 | 2 | 4 | 3 | 5 | 2 | 2 | 2 | 50 |

表17 シマアジ診断状況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|-------|------------------------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|----|
| シマアジ | マダイイリドウイルス病 | | | | 1 | | | 1 | | | | | | 2 |
| | シュードモナス症 | 2 | | | | | | | | | | | | 2 |
| | レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>) | | | | 1 | | | 1 | | | | | | 2 |
| | ノカルジア症 | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| | トリコジナ症 | | | | 2 | 1 | 1 | | | | | | | 4 |
| | ネオベネゲニア症 | | | | 2 | 1 | | | | | | | | 3 |
| シマアジ計 | | 2 | 0 | 0 | 6 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |

表18 ハギ類診断状況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|----------|------------------------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|----|
| カワハギ | レンサ球菌症(<i>S. iniae</i>) | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 2 |
| | 粘液胞子虫性やせ病 | | | | | 1 | | | | | 1 | | | 2 |
| | 不明 | | | | | | | | | | 1 | | | 1 |
| カワハギ小計 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| ウマヅラハギ | リンホシスチス病 | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| | レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>) | | | 1 | 1 | | | | | | | | | 2 |
| | トリコジナ症 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| | 不明 | | | 2 | | | | | | | | | | 2 |
| ウマヅラハギ小計 | | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| ハギ類計 | | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 11 |

表19 その他の海産魚類診断状況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|---------|------------------------------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|----|
| カタボシイワシ | 不明 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | 馴致失敗 | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| マアジ | ビブリオ病 | | | | 1 | 2 | | | | | | | | 3 |
| マサバ | レンサ球菌症(<i>L.g. type I</i>) | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| | レンサ球菌症(<i>S. iniae</i>) | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | 赤潮 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| | 不明 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| | 健康診断 | | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| クロマグロ | マダイイリドウイルス病 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| | 住血吸虫症 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| | 骨折 | | | | | 1 | | | 1 | | | | | 2 |
| | 鰓油球栓塞 | 2 | | | | | | | | | | | | 2 |
| | 誤食 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| | 不明 | 1 | | | | | 1 | | | | | | | 2 |
| イサキ | 不明 | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 2 |
| | エピテリオシスチス病 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| メバル | ネオベネデニア症 | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| | ミクロコチレ症 | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| | 不明 | | | | | | 2 | | | | | | | 2 |
| マコガレイ | 不明 | | 1 | | | | | | | | | | 1 | |
| その他の魚類計 | | 5 | 2 | 2 | 1 | 5 | 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 28 |

表20 海産無脊椎動物診断状況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|----------|----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|----|
| クルマエビ | 急性ウイルス血症 | | | 2 | | | | | | | | | | 2 |
| | 健康診断 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 2 | | 7 |
| ムラサキウニ | 環境性疾病 | | 1 | | | | | | | | | | | 1 |
| アカウニ | 不明 | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 海産無脊椎動物計 | | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 11 |

表20 淡水魚類診断状況

| 魚種名 | 疾病名 | 2016/4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 2017/1 | 2 | 3 | 計 |
|-------|----------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|---|---|---|
| アユ | ギロダクチルス症 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| コイ | 不明 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| 淡水魚類計 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |

VI 水産用ワクチン使用状況

1. 注射ワクチン

1) 単味ワクチン ブリ類の α 溶血性レンサ球菌症ワクチンは、ブリ、カンパチ、ヒラマサで使用され、それぞれ指導書発行件数が23、5、1件、使用経営体数が20、4、1経営体、投与尾数が1,013,000、168,000、30,000尾、使用量が101.3、16.8、3.0Lであった。このうち、*L.garvieae* I型株とII型株の両方を対象にしたワクチンの投与尾数は、ブリで約90%、カンパチでは約12%を占めた。ヒラメの β 溶血性レンサ球菌症不活化ワクチンは指導書発行件数が2件、使用経営体数が1経営体、投与尾数が71,000尾、使用量が7.1Lであった。マダマイリドウイルス病ワクチン、マハタのウイルス性神経壊死症(C型)不活化ワクチンは使用実績がなかった。

2) 二種混合ワクチン ブリ類の α 溶血性レンサ球菌症およびビブリオ病ワクチンはブリ、カンパチ、ヒラマサで使用され、それぞれ指導書発行件数が11、8、5件、使用経営体数が9、8、4経営体、投与尾数が340,000、130,000、87,000尾、使用量が34.0、13.0、8.7Lであった。ブリとカンパチの α 溶血性レンサ球菌症及び類結節症ワクチンはブリで使用され、指導書発行件数が1件、使用経営体数が1経営体、投与尾数が10,000尾、使用量が1.0Lであった。ヒラメの β 溶血性レンサ球菌症及びストレプトコッカス・パラウベリス感染症(I、II型)不活化ワクチンはヒラメで使用され、指導書発行件数が10件、使用経営体数が6経営体、投与尾数が113,000尾、使用量が11.3L

であった。ブリ属の α 溶血性レンサ球菌症及びマダマイリドウイルス病ワクチン、マダマイの β 溶血性レンサ球菌症及びマダマイリドウイルス病ワクチンは使用されなかった。

3) 三種混合ワクチン ブリ類の α 溶血性レンサ球菌症、ビブリオ病及びマダマイリドウイルス病ワクチンはブリとカンパチで使用され、指導書発行件数が3、1件、使用経営体数が3、1経営体、投与尾数がともに120,000尾、使用量がともに12.0Lであった。ブリとカンパチの α 溶血性レンサ球菌症、ビブリオ病及び類結節症ワクチンはブリとカンパチで使用され、指導書発行件数が7、4件、使用経営体数が7、4経営体、投与尾数が422,000、183,000尾、使用量が42.2、18.3Lであった。カンパチの α 溶血性レンサ球菌症、ビブリオ病及びストレプトコッカス・ジスガラクチエ感染症不活化ワクチンは使用されなかった。

4) 四種混合ワクチン ブリ類の α 溶血性レンサ球菌症、ビブリオ病、類結節症及びマダマイリドウイルス病ワクチンはブリで使用され、指導書発行件数が8件、使用経営体数が4経営体、投与尾数が420,000尾、使用量が42.0Lであった。

5) 経口ワクチン

ブリ類の α 溶血性レンサ球菌症ワクチンはブリだけで使用され、指導書発行件数が4件、使用経営体数が1経営体、投与尾数が74,000尾、使用量が20.5Lであった。

地域養殖業拡大総合対策事業－1

ヒラメ養殖業振興事業（養殖ヒラメの寄生虫対策）

（県単）

甲斐桑梓・木本圭輔・福田 穰

事業の目的

食中毒原因寄生虫 *Kudoa septempunctata*（ナナホシクドア）のヒラメ養殖場への侵入を防ぐためには、迅速かつ徹底した対策が必要である。

2011～2013年度に、県内の感染実態を把握する目的で、県内養殖ヒラメ全ロットを対象に調査を行った結果、大分県内のヒラメ養殖場では、ナナホシクドアの感染が生じていないことが推察された。

2014年度以降は県内に導入される種苗を検査することにより、防疫体制の強化を図っており、2016年度も前年度と同様に検査を行った。また、県内導入時に検査ができなかった種苗ロットの養成魚を対象に補足調査を実施した。

事業の方法

2016年4月～2017年3月に、県内のヒラメ養殖22業者の導入種苗60ロット234検体（原則として1ロットは養殖場が20尾、種苗生産場が60尾とし、3～5尾の筋肉をブールして1検体とした）について、PCR法によるナナホシクドア検査を行った。また、10月以降の導入種苗25ロットについてはNASBA-核酸クロマトグラフィー法を併用して、二重検査を行った。

補足調査は、6業者の養殖ヒラメ6ロット20検体（原則として1尾1検体とした）について、PCR法による検査を行った。

PCR法は水産庁のマニュアル¹⁾に従って行った（1月以降の検体については感度向上のためPCRサイクル数を40に増やして実施した）。NASBA-核酸クロマトグラフィー法はスイフトジーン クドア「カイノス」（株式会社カイノス）を使用して行った。

事業の結果

表1および2に示したように、県内に導入された供試ヒラメ種苗はすべてナナホシクドア陰性であっ

た。また、表3に示したように、補足検査に供したヒラメもすべて陰性であった。2016年に大分県内のヒラメ養殖場では、クドアの感染が生じていないことが推察される。

表1 県内導入ヒラメ種苗の検査結果（PCR法）

| 対象 | 業者数 | ロット数 | 検体数 | 陽性数 | |
|--------|-----|------|-----|-----|---|
| 養殖場 | 津久見 | 1 | 2 | 8 | 0 |
| | 佐伯 | 4 | 9 | 32 | 0 |
| | 米水津 | 3 | 12 | 43 | 0 |
| | 上入津 | 3 | 7 | 28 | 0 |
| | 下入津 | 9 | 26 | 101 | 0 |
| | 名護屋 | 1 | 3 | 10 | 0 |
| 種苗生産機関 | 1 | 1 | 12 | 0 | |
| 合計 | 22 | 60 | 234 | 0 | |

表2 県内導入ヒラメ種苗の検査結果
（NASBA-核酸クロマトグラフィー法）

| 対象 | 業者数 | ロット数 | 検体数 | 陽性数 | |
|-----|-----|------|-----|-----|---|
| 養殖場 | 津久見 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | 佐伯 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| | 米水津 | 3 | 9 | 9 | 0 |
| | 上入津 | 3 | 6 | 6 | 0 |
| | 下入津 | 5 | 7 | 7 | 0 |
| | 名護屋 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 合計 | 14 | 25 | 25 | 0 | |

表3 県内養殖ヒラメの補足調査結果

| 対象 | 業者数 | ロット数 | 検体数 | 陽性数 | |
|-----|-----|------|-----|-----|---|
| 養殖場 | 津久見 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 佐伯 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 米水津 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 上入津 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 下入津 | 6 | 6 | 20 | 0 |
| | 名護屋 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 合計 | 6 | 6 | 20 | 0 | |

文献

- 1) 農林水産省 消費・安全局 畜水産安全管理課
:ヒラメに寄生した*Kudoa septempunctata*の検査方法
について. 2016.6;14-26.

陸上魚類養殖疾病対策研究

木本圭輔

事業の目的

本県のヒラメ養殖は、おもに県南の陸上養殖施設で行われ、1999～2011年の生産量は日本一であったが、2008年以降は疾病多発のため減少した。2011年以降は、ヒラメ養殖の減収を補うためにトラフグやカワハギが導入されたが、原因不明の死亡が発生している。これら魚種は全国的に生産量が少ないため、製薬会社の医薬品開発が進まず、多くの疾病に治療薬がない。さらに、陸上養殖業は設備投資が大きく廃業後の再開が困難である。県内ヒラメ養殖業の経営を健全化し、日本一の養殖ヒラメ生産量を維持するためには、陸上養殖魚種全般における疾病の克服が必要である。本事業では、陸上養殖魚種に対する疾病対策技術開発を目的に以下を実施した。

1. エドワジエラ症ワクチン開発

本研究では、過酸化水素による *Edwardsiella tarda* 不活化菌液等のワクチン効果を調べてきた。これまでに、市販の過酸化水素水（濃度36%）添加時の発熱により *E.tarda* が死亡すること、過酸化水素感受性が *E.tarda* 株により異なること、不活化菌液等の投与によりヒラメの死亡や摂餌低下が生じること、*E.tarda* 攻撃により必ずしもヒラメが死亡しないこと等が見られた。本年度は、*E.tarda* の病原性の株間差、*E.tarda* 培養条件及びヒラメへの給餌がエドワジエラ症の死亡に及ぼす影響、及び低濃度過酸化水素水による *E.tarda* 不活化菌液等のワクチン効果を調べた。

2. ヒラメの寄生虫性疾病対策技術の開発

昨年度は培養下のスクーチカ繊毛虫にブリ、ヒラメ、トラフグ、カワハギ各1個体から採取した血清添加の影響を調べ、ブリとヒラメの血清にはスクーチカ繊毛虫の増殖促進作用を、トラフグとカワハギの血清には抑制作用を確認した。本年度は実験に用いるスクーチカ繊毛虫の株化、繊毛虫の増殖抑制作用に対するトラフグ血清の個体差及び非働化の影響、化学物質による繊毛虫の増殖抑制効果、繊毛虫の増殖に対するヒラメ血清の非働化の影響について検討した。また、ヒラメを用いて市販薬浴剤有効成分によるトリコジナの駆虫効果を調べた。

3. トラフグ死亡原因の究明

低水温期のトラフグ大量死の一要因と考えられる

肝臓肉芽腫形成を抑制することを目的に、各種飼料添加物質の投与試験を昨年度に引き続き実施した。

事業の方法

1. エドワジエラ症ワクチン開発

1) *E. tarda* 菌株の病原性の株間差

佐伯湾の養殖ヒラメから分離され、スキムミルク中で冷凍保存 (-80℃) されていた *E. tarda* 121371株、141972株、160971株及び佐伯湾の養殖マダイから分離された141611株をトリプトソーヤ寒天 (TSA) 培地 (1.5%NaCl) に塗抹して25℃で24時間前培養したのち、ブレインハートインフュージョン (BHI) ブロス15ml (1.5%NaCl) に接種して25℃で24時間静置培養した。なお、121371株については継代培養 (Successive cultivation: 121371(SC)) 株と魚体通過直後にスキムミルクに冷凍保存した魚体通過 (Fish passage: 121371(FP)) 株を用いた。141972株と141611株は継代培養株、160971株は魚体通過株であった。

2016年7月22日に、ろ過海水5Lに各菌株を添加した5種類の攻撃菌液 ($1.6\sim 3.3\times 10^5$ CFU/ml) を準備し、それぞれに大分県漁業公社産ヒラメ13尾 (試験終了時の平均体重: 28g) を10分間浸漬 (エアレーション下) したのち、それぞれ5基の角形0.5t水槽に収容した。無給餌・砂ろ過海水掛け流しで2016年8月25日まで5週間の経過観察を行い、期間中の死亡個体及び試験終了時の生残個体の腎臓からTSA培地を用いて細菌分離を行った。試験期間中の水温は22.3～25.5℃ (平均23.8℃) であった。

2) *E.tarda* 培養条件及びヒラメへの給餌がエドワジエラ症の死亡に及ぼす影響

上記試験で病原性が確認 (後述) された121371株の継代培養 (SC) 株と魚体通過 (FP) 株をTSA培地 (1.5%NaCl) に塗抹して25℃で24時間前培養したのち、BHIブロス100ml (1.5%NaCl) に接種して25℃で24時間静置培養した。なお、TSA培地で培養した継代培養株の一部をNaCl濃度を高めたBHIブロス100ml (3.0%NaCl) に接種し同様に培養した (SC3)。

2016年9月7日に、ろ過海水5Lに上記菌株 (SC、FP、SC3) を添加した3種類の攻撃菌液 ($1.2\sim 2.0\times 10^5$

CFU/ml) を2つずつ (計6種類) 準備し、それぞれに大分県漁業公社産ヒラメ15尾を10分間浸漬 (エアレーション下) したのち、それぞれ6基の角形0.5t水槽に収容した。攻撃直前に測定した全体の平均体重は63gであった。同種類の菌液で攻撃した魚群の片方には魚体重の1~2%の市販EP飼料を1回/日・毎日給餌 (SC-F、FP-F、SC3-F)、一方は無給餌 (SC-N、FP-N、SC3-N) として、砂ろ過海水掛け流しで2016年10月11日まで5週間の経過観察を行った。期間中の死亡個体及び試験終了時の生残個体の腎臓からTSA培地を用いて細菌分離を行った。試験期間中の水温は22.9~25.2°C (平均23.9°C) であった。

3) 過酸化水素不活化菌液等のワクチン効果

上記1-2)の死亡個体 (SC-F区、9月16日死亡) の腎臓から再分離され、スキムミルク中で冷凍保存されていた*E.tarda*121371株をTSA培地 (1.5%NaCl) に塗抹して25°Cで24時間前培養したのち、BHIブロス100ml (1.5%NaCl) 3本に接種して25°Cで24時間静置培養した。2016年10月31日に培養後の菌液を合一したのち50mlコニカルチューブ6本に分注し、遠心分離 (13,000g, 15分, 4°C) して沈渣を滅菌PBSで2回洗浄したのち、菌体湿重量の5倍 (1.5ml) の滅菌PBSで懸濁して試験菌液とした。菌液を合一したのち100ml丸フラスコ3本に再度分注し、①氷冷・攪拌しながら過酸化水素原液 (約36%) を1分間毎に250 μ lずつ60回添加、②常温下で1/10濃度の過酸化水素水を1分間毎に250 μ lずつ60回添加、③②と同様の工程中の菌液温度をデータロガー (おんどとり TR-52i, T&D社) で1秒ごとにモニタリング、の処理を行った。処理の終了後、菌液①~③の500 μ lを遠心分離 (13,000g, 15分間, 4°C) し、上清300 μ lの過酸化水素濃度を測定 (PAL-39S, アタゴ社) した。

不活化菌液②を遠心分離 (13,000 \times g, 15分, 4°C) したのち、上清をろ過滅菌 (0.22 μ m) して上清 (SN) ワクチンとし、菌液③には1/200量のホルマリン原液を添加後、25°Cに48時間以上静置して過酸化水素不活化-ホルマリン処理 (FTC) ワクチンとした。FTC ワクチンのホルマリン不活化前生菌数は 1.0×10^{10} CFU/mlであった。2017年11月4日に、平均体重約150gの大分県漁業公社産ヒラメ各20尾に対して、FTCワクチンを注射 (F-IJ区) 及び浸漬 (F-IM区)、SNワクチンを注射 (S-IJ区) 及び浸漬 (S-IM区)、滅菌PBSを注射 (C-IJ区)、及びろ過海水に浸漬 (C-IM区) し、6試験区を設定した。F-IJ区では、市販の注射ワクチンと接種濃度を同程度にするため、接種直前にFTCワクチンを滅菌PBSで10倍希釈した (希釈後のワクチン濃度は 1.0×10^9 CFU/ml)。注射区 (F-IJ、S-IJ、C-IJ区) では、腹腔内に0.1ml/尾のワクチンを接種した。浸漬区 (F-IM、S-IM、C-IM区) では、両ワクチン15mlを各15リットルのろ過

海水に混合してワクチン液を作製し、通気下で供試魚を30分間浸漬した。ワクチン投与後はろ過海水かけ流しで飼育し、5日/週の頻度で市販EPを給餌 (給餌率約0.7%) した。

2016年11月25日に、ワクチンに使用した株と同じ*E.tarda*121371株をろ過海水100リットルに添加した攻撃菌液 (1.9×10^5 CFU/ml) を6つ準備し、試験区ごとに供試魚を通気下で10分間浸漬したのち、角形0.5t水槽6基にそれぞれ収容した。収容翌日から全試験区に対して市販EPを給餌 (給餌率約0.7%) し、砂ろ過海水掛け流しで9週間経過観察した。期間中の死亡個体と試験終了時の生残個体の腎臓からTSA培地を用いて細菌分離を行った。試験期間中の水温は13.4~19.7°C (平均16.9°C) であった。

2. ヒラメの寄生虫性疾病対策技術の開発

1) スクーチカ繊毛虫の株化

2016年10月6日に、スクーチカ繊毛虫の寄生を受けた佐伯湾産養殖ヒラメ (体重68g) の脳 (虫体を含む) をMEM (Sigma-Aldrich M9288, 5N NaOHによりpH7に調整、ペニシリンGカリウム6.5mg/mlとストレプトマイシン硫酸塩10mg/mlを含む。以下同じ) に接種し、15°Cで継代培養した。2017年2月10日に、病原性の強い虫体を単離することを目的に、角型循環水槽1基 (ろ過海水140リットル) に収容した平均体重19gのヒラメ5個体に対し、培養虫体を10cell/mlの濃度で添加し、止水・通気下で72時間の浸漬攻撃を行った (水温は25°C)。2017年2月17日と2月19日にスクーチカ繊毛虫の寄生を受けて死亡した個体の脳 (虫体を含む) をMEMに接種し、虫体を培養した。2017年2月24日には96ウェルプレートに両培養虫体 (それぞれ $3.1 \text{ cell} \times 10^5/\text{ml}$ 、 $1.1 \text{ cell} \times 10^6/\text{ml}$) の10倍希釈系列 (各100 μ l) を4列ずつ作製した。翌日、倒立顕微鏡下で虫体数が1cellのウェル (標的ウェル) を選び、標的ウェルと一段階低濃度のウェル (虫体は確認されない) にヒラメ脳の懸濁液 (健康なヒラメから脳を採取して-20°Cで24時間冷凍したのち、等量のMEMを加えてホモジナイズした液体の上清) を5 μ lずつ添加し、25°Cで培養した。2日後、倒立顕微鏡下で各ウェルを観察し、虫体の増殖が認められ、かつ一段階低濃度のウェルで虫体の増殖が認められない標的ウェルについて虫体が単離されたと判断し、ウェル中の全虫体を新しいMEMに接種して15°Cで継代培養した。

2) スクーチカ繊毛虫増殖抑制作用に対するトラフグ血清の個体差及び非働化の影響

供試トラフグ血清は、2016年5月9日に当研究部所有 (県漁業公社産) のトラフグ2個体 (平均体重356g, 個体番号1-2)、同年12月20日に佐伯市内の養殖業者A所有 (県外種苗業者由来) の4個体 (同1,400g, 個体番号3-6)、及び同年12月21日に同市内の養殖業者B

所有（県外種苗業者由来）の3個体（同777g，個体番号7-9）の計9個体から肝門脈穿刺で採取した血液を、4℃で一晩放置後に遠心分離（3,500rpm，15分，4℃）して得られた（分取後は-80℃で保存）。スクーチカ繊毛虫の増殖抑制に対する補体の関与を調べるため、各血清を三分して、無処理、49℃で20分間の加温、³⁾ 56℃で30分間の加温の各処理を施して以下の試験に供した。なお、第7個体では血清量が不足したため、56℃で30分間の加温処理を省略した。

2017年3月28日に、2枚の96ウェルプレートの15行×10列（150ウェル）に200μlのMEMを分注し、各3行×10列（30ウェル）の5区画を、2-1）で得たスクーチカ繊毛虫5株に割り当てた。次に、第1～9列を9個体分のトラフグ血清に割り当て、各スクーチカ株に割り当てられた3行に三種類の処理を施した血清25μlを添加してよく混合した。第10列にはMEMを25μl添加して対照区とした。最後に、各スクーチカ繊毛虫株の培養液（1.4～1.8cell×10⁵/ml）を各区画に25μlずつ添加した。虫体添加約1時間後に、倒立顕微鏡下で全ウェルを観察し、動く虫体が認められないウェルを（0）、動く虫体が1個体でも認められたウェルを（1）としてスコア化した。各血清種類（9個体×3処理＝27種類）のスクーチカ繊毛虫増殖抑制作用は、供試5株のスコア合計値で評価した。

3) 化学物質によるスクーチカ繊毛虫増殖抑制効果

化学物質としてプロノポール（製剤名バイセス、プロノポール50%含有、エランゴジャパン株式会社）、D(+)-リモネン（和光純薬工業(株)）、カプリル酸（油化産業株式会社）を選定した。脂溶性の後二者にはMEMに直接添加する系列と界面活性剤（0.1% Tween 80）で乳化して添加する系列を設けた。プロノポールの濃度は400，40，4，0mg/l（対照区）、リモネンの濃度は840，84ppm、カプリル酸の濃度は0.5及び0.05%とした。2017年3月28日に、96ウェルプレート1枚の5行×12列を使用し、各行をスクーチカ繊毛虫5株に、第1～4列をプロノポール、第5～8列をリモネン、第9～12列をカプリル酸の系列に割り当てた。各列の5行に所定濃度の化学物質を含む225μlのMEMを分注したのち、2-2）と同様に各株の培養液を25μlずつ添加した。効果判定も2-2）と同様とした。

4) スクーチカ繊毛虫の増殖に対するヒラメ血清の非働化の影響

2017年4月5日に当研究部産ヒラメ2才魚11個体（平均体重930g）の尾部血管から採血し、4℃で一晩放置後に遠心分離（3,500rpm，15分，4℃）して得られた血清をプールして-80℃で保存した。スクーチカ繊毛虫の増殖に対する補体の関与を調べるため、2017年4月25日にプール血清を二分して無処理及び非働化処理（46℃で20分間の加温）を施し、³⁾ MEMに対して10%濃度になるように無処理血清、非働化

血清、FBS、MEM（対照区）を加えて4種類の培地を作成した。各培地990μlを8枚の24ウェルプレートの各3ウェルに分注（12ウェル/プレートを使用）したのち、2-1）で得たスクーチカ繊毛虫1株の培養液（3.8×10⁶虫体/ml）を10μlずつ添加した。虫体数の計測は2017年4月26日～5月2日まで毎日1回、5月10日に1回実施した（計8回）。各調査日に1枚のプレートの各ウェルから20μlの培養液を採取し、同量の2%ホルマリン（原液をMEMで希釈）と混合後、ビルケルチュルク血球計算盤で定法に従い虫体数を計数し、1mlあたりのスクーチカ繊毛虫数を求めた。

血清種類とスクーチカ繊毛虫個体数の関係は、繊毛虫個体数を応答変数、血清種類を説明変数とする一般化線型混合モデル（GLMM）で評価した。⁴⁾ 繊毛虫個体数の分散は平均を上回り、ポアソン分布を仮定した場合には過分散となったため、応答変数の確率分布に負の二項分布を仮定した。また、血清種類の参照カテゴリーを対照区とし、調査日による差の影響（8回の経時的データ採取）はランダム効果とした。

5) 市販薬浴剤有効成分によるトリコジナ駆虫効果

（実験1）市販薬浴剤有効成分としてプロノポールと過酸化水素を取り上げた。2016年7月22日に、前者は40mg/l（ヒラメの滑走細菌症に対する用量）、後者は2ml/l（トラフグのヘテロボツリウム症に対する用量）の濃度になるようにろ過海水に混合し、県漁業公社産ヒラメ当歳魚（平均体重約8.3g）5個体をそれぞれ2時間及び30分間薬浴した。薬浴終了後、延髄切断によりヒラメを即殺し、ただちに有眼側体表全体の粘液をメスで掻き取ってウェットマウント標本を作製した。これらの標本について、光学顕微鏡下（10×4倍）で1視野当たりのトリコジナ個体数を5視野分繰り返して計数した。

（実験2）プロノポールについて駆虫効果の持続性を検討した。2016年7月28日に大分県漁業公社産ヒラメ当歳魚（平均体重22g）を円形2t水槽（水量約1t）2基に40個体ずつ分養し、薬浴区と対照区とした。薬浴区では、水槽内のプロノポール濃度を均一に保つため、止水下でエアストーンを水槽中心部に設置して通気し、ろ過海水10lで希釈したバイセス80ml（プロノポールとして40mg/l）を水槽中心部から少量ずつ添加した。薬浴開始2時間後に通気を停止し、ろ過海水掛け流しとした。対照区ではプロノポール添加以外同様の処理を行った。薬浴終了時、1日後、4日後、及び1～5週間後に両区から5個体を採取し、実験1と同様にトリコジナ個体数を計数した。

トリコジナの駆虫効果を検証するため、1視野当たりのトリコジナ個体数を応答変数、薬浴剤有効成分を説明変数としてGLMMを構築した。トリコジナ個体数の分散は平均を上回り、ポアソン分布を仮

定した場合には過分散となったため、応答変数の確率分布に負の二項分布を仮定した。また、薬浴剤有効成分の参照カテゴリーを対照区とし、疑似反復によるヒラメ個体差の影響（1標本から5視野のデータ採取）、及び実験2における調査回による差の影響（8回の経時的データ採取）はランダム効果とした。

3. トラフグ肝臓の肉芽腫形成防除試験

低水温期におけるトラフグ肝臓の肉芽腫形成防除の可能性を調べるため、各種飼料添加物質（グルタチオン、カルテオキシコール酸 [以下ウルソ]、ビタミンC、ビタミンE、タウリン、対照）を県漁業公社産トラフグに投与する試験を、昨年度に引き続き2016年7月まで実施した。²⁾ 給餌・飼育方法、魚体測定、肝臓の病理組織標本の作製等は前報と同様とした。飼育終了時には、全期間を通じた1個体あたりの平均増重量を1個体あたりの平均給餌量で除して、通期飼料効率を算出した。肉芽腫形成防除効果は、1視野当たりの肉芽腫数を応答変数、各種飼料添加物質、標準体長、体重、ヘマトクリット値、肥満度、比肝重値を説明変数とするGLMMにより評価した。肉芽腫数の分散は平均を上回り、ポアソン分布を仮定した場合には過分散となったため、応答変数の確率分布に負の二項分布を仮定した。分析に先立ち、量的変数について総当たりでピアソンの積率相関係数を求めたところ、標準体長と体重、肥満度と比肝重値の間に高い相関（それぞれ $r = 0.97, 0.75$ ）が検出されたため、説明変数から標準体長と肥満度を除去した。また、カテゴリカル変数である飼料添加物質の参照カテゴリーを対照区とし、疑似反復によるトラフグ個体差の影響（1個体から6視野のデータ採取）、及び調査月による差の影響（8回の経時的データ採取）はランダム効果とした。

事業の結果

1. エドワジエラ症ワクチン開発

1) *E. tarda* 菌株の病原性の株間差

5週間経過後の生残率は、121371(SC)、121371(FP)、141972、141611及び160971株の順に85%、69%、100%、100%及び85%で死亡速度に差はなかった（ログランク検定、 $\chi^2 = 8.5, P = 0.07$ ；図1）。また、生残魚の保菌率に菌株による差は見られなかった（フィッシャーの正確確率検定、 $P = 0.43$ ；表1）。

2) *E. tarda* 培養条件及びヒラメへの給餌がエドワジエラ症の死亡に及ぼす影響

試験期間中、FP-N区で死亡した1個体からは *E. tarda* が分離されなかった。この個体を除いた5週間経過後の生残率は、無給餌のSC-N、FP-N、SC3-N

でそれぞれ80%、100%、93%、給餌を行ったSC-F、FP-F、SC3-Fではそれぞれ60%、73%及び53%で、全体の死亡速度は有意に異なったが（ログランク検定、 $\chi^2 = 13.2, P = 0.022$ ；図2）、6試験区の対比較では差がなかった（ $P = 0.06 \sim 1.0$ ）。一方、無給餌群内及び給餌群内の死亡速度に差がなかったため（ログランク検定；無給餌群内： $\chi^2 = 3.8, P = 0.15$ ；給餌群内： $\chi^2 = 0.8, P = 0.66$ ）、両群をプールして比較を行ったところ死亡速度は有意に異なった（ログランク検定、 $\chi^2 = 10.4, P < 0.01$ ）。生残個体の保菌率はSC-N、FP-N、SC3-Nでそれぞれ25%、43%、0%、SC-F、FP-F、SC3-Fではそれぞれ56%、45%及び63%で、6試験区間及び2群間の場合とも有意な差が見られた（フィッシャーの正確確率検定、6試験区間： $P = 0.008$ ；2群間： $P = 0.011$ ；表2）。

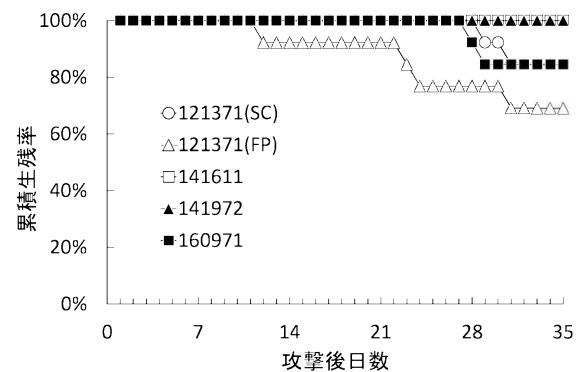


図1. 各種 *E. tarda* 株攻撃後のヒラメの生存曲線

表1. 各種 *E. tarda* 株攻撃による死亡・生残個体数

| 菌株 | 121371(SC) | 121371(FP) | 141611 | 141972 | 160971 |
|-------|----------------------|------------|--------|--------|--------|
| 死亡個体数 | 2 (2)* ¹ | 4 (4) | 0 | 0 | 2 (2) |
| 生残個体数 | 11 (1)* ² | 9 (0) | 13 (0) | 13 (2) | 11 (0) |
| 合計 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |

*1: *E. tarda* による死亡個体数; *2: *E. tarda* 保菌個体数

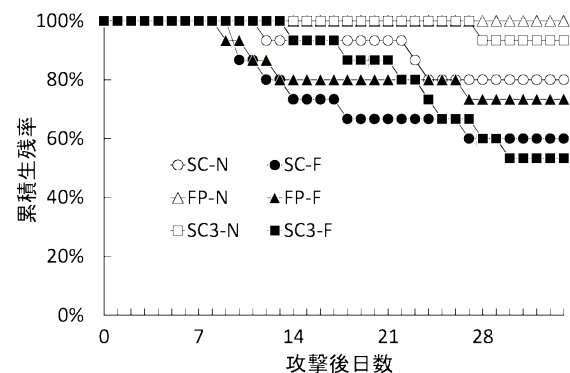


図2. *E. tarda* 培養及び給餌条件別ヒラメの生存曲線

表2. *E. tarda* 培養及び給餌条件別死亡・生残個体数

| 試験区 | SC-N | FP-N | SC3-N | SC-F | FP-F | SC3-F |
|-------|----------------------|--------|--------|-------|--------|-------|
| 死亡個体数 | 3 (3)* ¹ | 1 (0) | 1 (1) | 6 (6) | 4 (4) | 7 (7) |
| 生残個体数 | 12 (3)* ² | 14 (6) | 14 (0) | 9 (5) | 11 (5) | 8 (5) |
| 合計 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |

*1: *E. tarda* による死亡個体数; *2: *E. tarda* 保菌個体数

3) 過酸化水素不活化菌液等のワクチン効果

過酸化水素水原液を添加した菌液①の遠心上清には大量の過酸化水素(30.6%)が残留していたが、1/10濃度の過酸化水素水を添加した菌液②と③では検出限界以下であり、菌液③の最高温度は31.8℃であった。そのため、菌液②と③を以下の試験に供した。

ワクチン接種から攻撃開始までの間に、前年度までに見られたワクチン接種魚の死亡¹⁾及び摂餌の低下²⁾は生じなかった。攻撃後、S-IJ区で死亡した2個体からは*E.tarda*が分離されなかった(表3)。これら個体を除いた9週間経過後の生残率は、C-IM、C-IJ、S-IM、S-IJ、F-IM、F-IJ区の順にそれぞれ60%、55%、75%、83%、45%及び55%で死亡速度に有意な差は見られなかった(ログランク検定、 $\chi^2 = 9.2, P = 0.103$; 図3)。一方、各ワクチンの浸漬攻撃群と注射攻撃群の生存曲線に差がなかったため(ログランク検定、 $\chi^2 = 0.1 \sim 0.4, P = 0.52 \sim 0.78$)、浸漬群と注射群をプールして各ワクチン間で比較を行ったところ死亡速度は有意に異なり(ログランク検定、 $\chi^2 = 8.5, P = 0.014$)、対比較ではSNワクチン群とFTCワクチン群の間で有意な差が見られた(PBS:SN, $P = 0.13$; PBS:FTC, $P = 0.96$; SN:FTC, $P = 0.011$)。また、生残個体の保菌率はC-IM、C-IJ、S-IM、S-IJ、F-IM、F-IJ区の順にそれぞれ42%、55%、27%、20%、33%及び46%で、6試験区間及び3ワクチン群間の場合とも有意な差はなかった(フィッシャーの正確確率検定、6試験区間: $P = 0.48$; 3ワクチン群間: $P = 0.17$; 表3)。

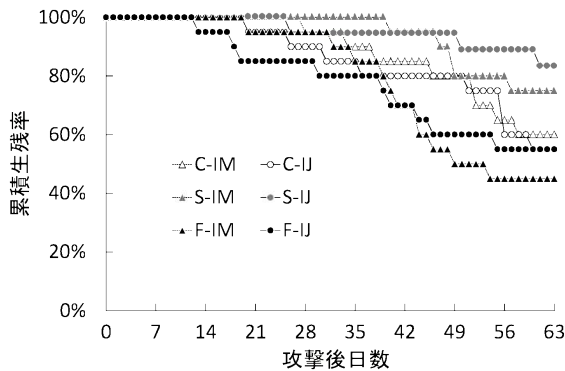


図3 各種ワクチン接種ヒラメの生存曲線

表3 各種ワクチン接種ヒラメの死亡・生残個体数

| 試験区 | C-IM | C-IJ | S-IM | S-IJ | F-IM | F-IJ |
|-------|----------------------|--------|--------|--------|---------|--------|
| 死亡個体数 | 8 (8)* ¹ | 9 (9) | 5 (5) | 5 (3) | 11 (11) | 9 (9) |
| 生残個体数 | 12 (5)* ² | 11 (6) | 15 (4) | 15 (3) | 9 (3) | 11 (5) |
| 合計 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

*1: *E.tarda* による死亡個体数; *2: *E.tarda* 保菌個体数

2. ヒラメの寄生虫性疾病対策技術の開発

1) スクーチカ繊毛虫の株化

5つの標的ウェルでスクーチカ繊毛虫が単離され、PCRにより全株が*Miamiensis avidus*と同定された。⁵⁾

2) スクーチカ繊毛虫増殖抑制作用に対するトラフグ血清の個体差及び非働化の影響

供試した5株のスクーチカ繊毛虫は、9個体のトラフグから得た新鮮血清の添加によりすべて死亡していた(表4)。一方、2種類の非働化血清の添加では、スクーチカ繊毛虫の動きに変化は見られなかった。

表4 トラフグ血清種類ごとのスコア合計値

| トラフグ 個体番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 対照 (MEM) |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| 新鮮血清 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 5/5 |
| 非働化血清 (49℃・20分) | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |
| 非働化血清 (56℃・30分) | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 4/4 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |

3) 化学物質によるスクーチカ繊毛虫増殖抑制効果

400mg/l及び40mg/lのプロノポール添加により、ウェル内のすべてのスクーチカ繊毛虫株の動きは停止していた(表5)。他の化学物質添加では動く虫体が観察されたが、プロノポール4mg/lとリモネンでは虫体の動きがやや緩慢になった。

表5 化学物質種類ごとのスコア合計値

| 化学物質 | プロノポール(mg/l) | リモネン(ppm) | カプリル酸(%) | 対照 (MEM) | | | | |
|-------------------|--------------|-----------|----------|-------------|-----|-----|------|-----|
| Tween80 なし | 400 | 40 | 4 | 840 | 84 | 0.5 | 0.05 | 5/5 |
| Tween80 (0.1%) | - | - | - | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |

4) スクーチカ繊毛虫の増殖に対するヒラメ血清の非働化の影響

ヒラメ新鮮血清を添加した場合、スクーチカ繊毛虫の増殖は対照区と差が無かった(図4, 表6)。また、非働化ヒラメ血清の添加により、スクーチカ繊毛虫の増殖は対照区より有意に抑制された。

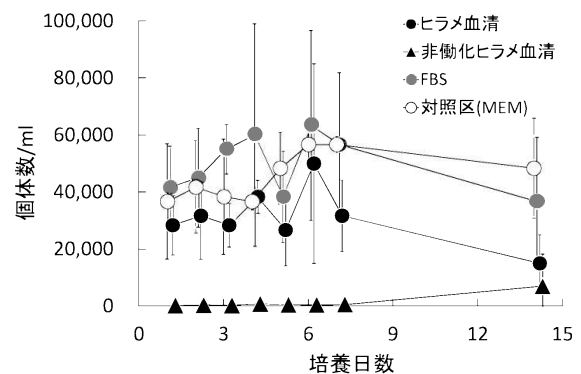


図4 ヒラメ血清添加後のスクーチカ繊毛虫個体数の推移

表6 GLMMによる各種血清の係数推定値

| 血清種類 | 係数 | 標準誤差 | z value | Pr(> z) |
|-------------|--------|-------|---------|----------|
| (Intercept) | 10.75 | 0.197 | 54.47 | <2e-16 |
| FBS | 0.110 | 0.209 | 0.524 | 0.600 |
| ヒラメ血清 | -0.337 | 0.209 | -1.61 | 0.107 |
| 非働化ヒラメ血清 | -4.067 | 0.243 | -16.77 | <2e-16 |

(AIC: 2,056)

5) 市販薬浴剤有効成分によるトリコジナ駆虫効果
 (実験1) プロノポールによる薬浴後、顕微鏡1視野当たりのトリコジナ個体数は無処理に比べて有意に減少した(図5, 表7)。過酸化水素による薬浴にはトリコジナの駆虫効果は確認されなかった。

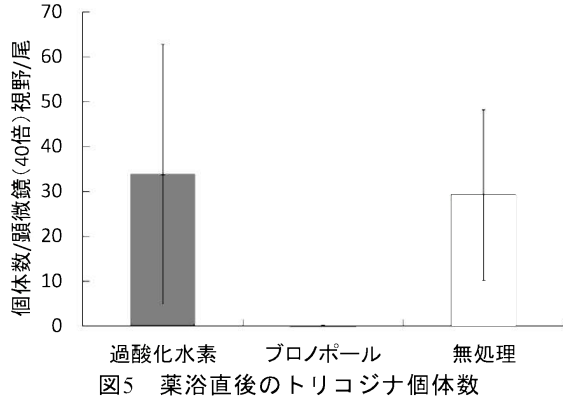


表7 GLMMによる薬浴剤有効成分の係数推定値

| 薬剤種類 | 係数 | 標準誤差 | z value | Pr(> z) |
|-------------|--------|-------|---------|----------|
| (Intercept) | 3.216 | 0.258 | 12.441 | <2e-16 |
| プロノポール | -6.573 | 1.069 | -6.152 | 7.66E-10 |
| 過酸化水素 | 0.136 | 0.365 | 0.372 | 0.710 |

(AIC: 425.8)

(実験2) 薬浴区では、薬浴終了直後から1視野当たりのトリコジナ個体数はゼロになり、全期間を通じて対照区に比べ有意に少なかった(図6, 表8)。

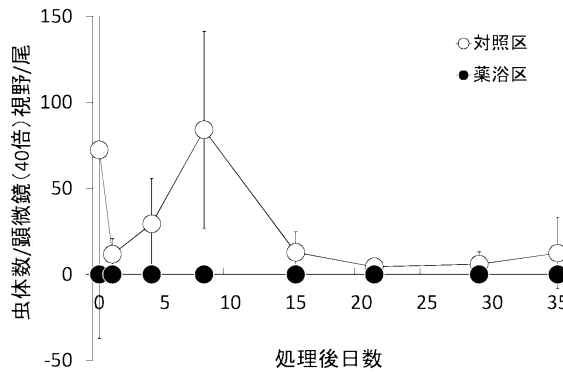


図6 プロノポール薬浴後のトリコジナ個体数の推移

表8 GLMMによるプロノポール薬浴の係数推定値

| 試験区 | 係数 | 標準誤差 | z value | Pr(> z) |
|-------------|--------|-------|---------|-----------|
| (Intercept) | 2.217 | 0.388 | 5.722 | 1.054E-08 |
| 薬浴区 | -8.625 | 1.098 | -7.859 | 3.87E-15 |

(AIC: 1364.5)

3. トラフグ肝臓の肉芽腫形成防除試験

試験終了時の平均体重は、グルタチオン、ウルソ、ビタミンC、ビタミンE、タウリン、対照の順に500g、418g、500g、527g、497g、485gであった(図7)。累積生残率は95~98%であり、大量死はなかった(図8)。日間給餌率は2017年3月まで低下したのち約0.8%で推移したが(図9)、日間増重率はすべての試験区で4~5月に低下し、飼料効率も同様の推移を示した(図10, 11)。飼育通期の飼料効率は、グルタチオ

ン、ウルソ、ビタミンC、ビタミンE、タウリン、対照の順に43.1%、34.7%、45.2%、46.7%、42.5%、39.3%であった。

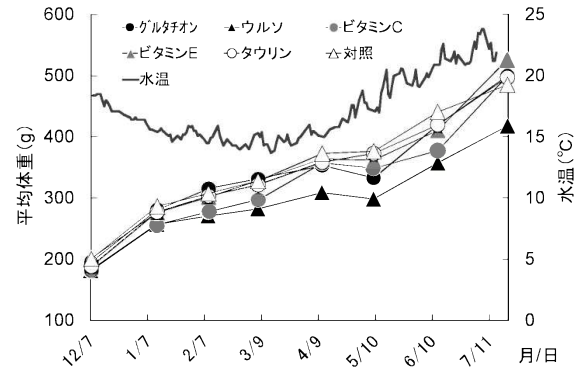


図7 水温と試験区別平均体重の経時変化

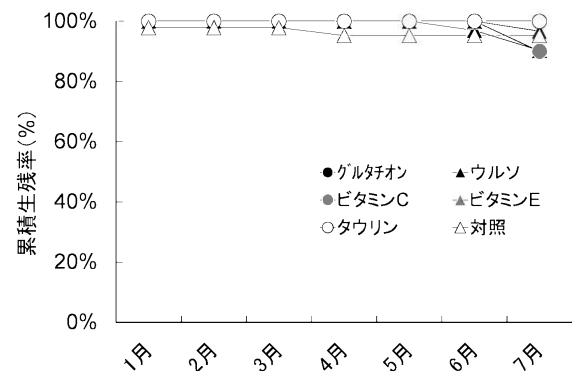


図8 試験区別累積生残率の経時変化

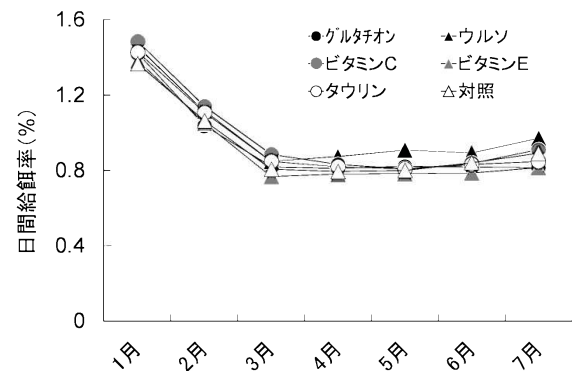


図9 試験区別日間給餌率の経時変化

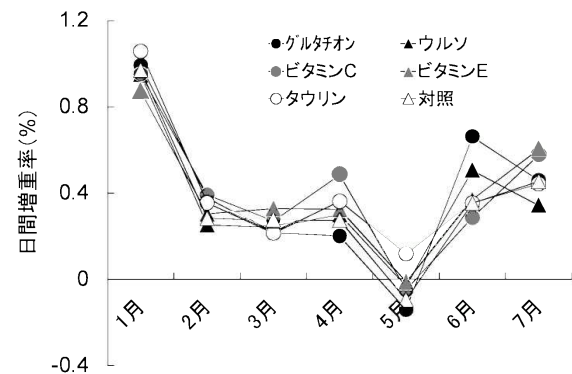


図10 試験区別日間増重率の経時変化

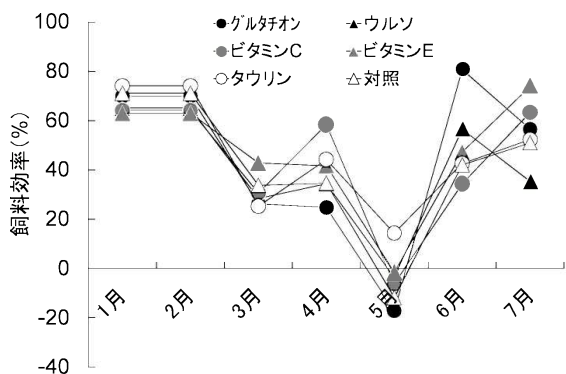


図11 試験区別飼料効率の経時変化

比肝重値はすべての試験区で試験開始直後から増加し、2016年4月以降に低下した（図12）。肝臓の肉芽腫数も同様の推移を示した（図13）。

一般化線型モデルでは、肉芽腫数と有意に相関する要因（係数の推定値の95%信頼区間に0が含まれない）として比肝重値のみが選ばれた（表9）。

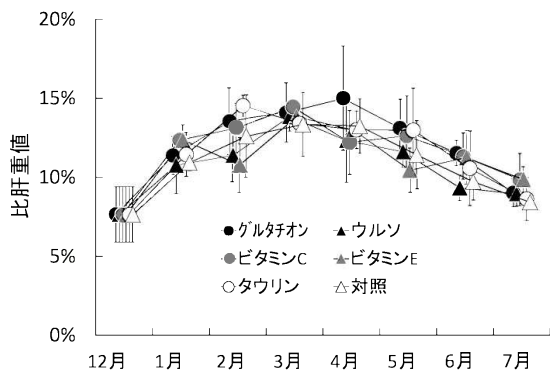


図12 試験区別比肝重値の経時変化

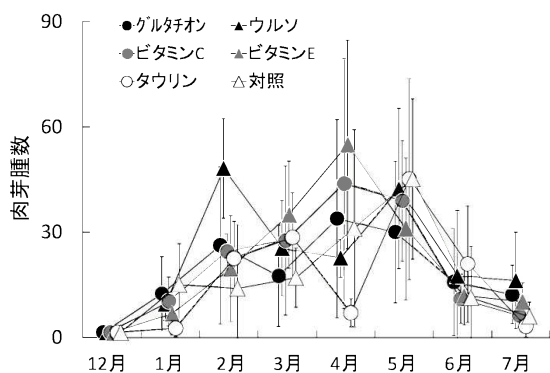


図13 試験区別肝臓の肉芽種数の経時変化

表9 GLMMによる各種要因の係数推定値

| 要因 | 係数 | 標準誤差 | z value | Pr(> z) |
|-------------|--------|-------|---------|----------|
| (Intercept) | -1.024 | 1.031 | -0.993 | 0.321 |
| グルタチオン | -0.078 | 0.277 | -0.281 | 0.779 |
| タウリン | -0.118 | 0.274 | -0.430 | 0.667 |
| ウルソデオキシコール酸 | 0.552 | 0.272 | 2.031 | 0.042 |
| ビタミンC | 0.228 | 0.271 | 0.840 | 0.401 |
| ビタミンE | 0.403 | 0.271 | 1.488 | 0.137 |
| 体重 | 0.000 | 0.001 | -0.039 | 0.969 |
| ヘマトクリット値 | 0.031 | 0.026 | 1.183 | 0.237 |
| 比肝重値 | 20.414 | 5.355 | 3.812 | 0.00014 |

(AIC: 5375.1)

今後の問題点

1. エドワジエラ症ワクチン開発

各種*E.tarda*株の病原性には統計的な差が検出されなかったが、以後の試験では最も多くの個体が死亡した121371株を用いた。また、給餌によってエドワジエラ症の死亡率及び生残個体の保菌率が上昇したことから、ワクチン効果の試験では攻撃後も給餌を継続した。その結果、水温はやや低かったものの対照群の生残率は50~60%となり、ワクチンを評価するための実験系を確立することができたと考える。

SNワクチン接種群は高い生残率を示したが、統計学的に差が見られたのはFTCワクチン接種群に対してであり、対照区との間に差は無かった。FTCワクチンで生残率が低かった原因は、同ワクチン接種群で不活化菌体成分に対する抗体が産生されたことにより、攻撃後の*E.tarda*が対照区以上に積極的に貪食され、より多くの*E.tarda*がヒラメの体内に取り込まれたためと考えられる。

今後は、SNワクチンの効果を高める方法を検討するとともに、給餌のようなエドワジエラ症の被害を拡大させる要因についても研究を行い、疫学的な面からの防除法開発に取り組む必要がある。

2. ヒラメの寄生虫性疾病対策技術の開発

今回供試したすべてのトラフグの新鮮血清添加によりスクーチカ繊毛虫の増殖が抑制されたこと、さらに全個体の非働化血清で増殖抑制作用が消失したことは、トラフグ血清添加によるスクーチカ繊毛虫の増殖抑制作用が、トラフグに生来備わる自然免疫（補体の副経路）に由来する可能性を示すものである。このことは、魚類血清を病原体に添加する実験により、疾病に対する感受性の魚種間差の要因を追求できる可能性を示すと考えられる。また、昨年度ヒラメ血清で見られたスクーチカ繊毛虫の増殖促進作用が再現されなかったこと、及び非働化によっても増殖促進作用が亢進しなかったことは、ヒラメ血清による増殖促進作用には個体差があり、補体以外の機構に由来する増殖抑制作用を持つ可能性を示している。これらのことは、スクーチカ症に罹りにくいヒラメの育種の可能性を示すと考えられる。今後は、スクーチカ繊毛虫の増殖に対するヒラメ血清添加の影響を個別別に調べる必要がある。

プロノポールは、スクーチカ繊毛虫とトリコジナの駆虫に有効との結果が示された。ただし、スクーチカ繊毛虫に対する効果は試験管内での結果であり、今後はスクーチカ症感染ヒラメを用いて効果を調べる必要がある。また、プロノポールは50g以下

のヒラメの滑走細菌症に対する治療薬であり、スクーチカ症とトリコジナ症は対象疾病ではないことに注意する必要がある。

3. トラフグ肝臓の肉芽腫形成防除試験

今回供試した飼料添加物質には、低水温期の肉芽腫形成の抑制作用及び飼育成績の改善作用は認められなかった。肉芽腫数と有意に相関していたのは比肝重値であり、これは過去の試験結果（低水温と過給餌が重なった場合に肝臓の肉芽腫数が増加する）と一致していた。これまでの関連試験の結果から、¹⁾~²⁾低水温期におけるトラフグ肝臓の肉芽腫数の増加は必ずしも大量死に繋がらず、4月以降に自然に減少することから、トラフグの生理現象である可能性も考えられる。しかしながら、同時期に生じる飼育成績の低下や、比肝重値が高い個体で肉芽腫数が多くなる傾向は、肝臓肉芽腫の増加が、過給餌により引き起こされる栄養性疾病の一症状である可能性を示すものである。以上のことから、低水温期のトラフグ大量死を回避するためには、同時期の過給餌を行わないよう技術指導することが最も重要といえる。併せて、低水温期のトラフグ病魚に対して比肝重値の測定及び肉芽腫数の計数を行うことで、過給

餌による栄養性疾病の現状を把握し、的確な診断や飼育方法の指導につなげることが可能である。

文 献

- 1) 木本圭輔, 舞田正志. 陸上魚類養殖疾病対策研究—1—. 平成26年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告, 大分. 2015; 99-104.
- 2) 木本圭輔. 陸上魚類養殖疾病対策研究—1—. 平成27年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告, 大分. 2017; 77-82.
- 3) 矢野友紀, 畑山幸宏, 松山博子, 中尾実樹. 主要養殖魚の補体代替経路活性の測定法について. 日本水産学会誌 1988; 54: 1049-1054.
- 4) Bates D, Machler M, Bolker B, Walker S. Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*. 2015; 67: 1-48.
- 5) Tange N., J. Y. Song and S. I. Kitamura. Detection and identification of *Miamiensis avidus* causing scuticociliatosis by PCR. *Fish Pathol.* 2010; 45: 130-132.

カボスがつなぐブランド魚創出事業

木藪 仁和・川上 恵

事業の目的

本県では、抗酸化物質を含む特産のカボスを給餌して品質を改善した「かぼすぶり」が養殖されており、生産が伸張している。

本事業では、この技術を応用展開し、カボス給餌で優位性が得られる新たな魚種を開発するとともに、既存魚種（かぼすヒラメ・かぼすぶり）の品質と生産性改善の技術開発を行った。

事業の方法

1. ヒラマサ・カンパチ

平均体重 3,740g のヒラマサ及び平均体重 3,604g のカンパチを 3×3×3m 生簀に各 2 面、11 尾ずつ収容し、それぞれ 2016 年 7 月 1 日及び 7 月 25 日に試験を開始した。サブ主体のモイストペレット (M-MP) を給餌した魚を対照区とし、生果皮を 7% 添加した M-MP を給餌した魚を生果皮区とした。30 日給餌後に飼育魚を各区 5 尾取り上げて魚体測定した後に血合筋試料を採取し、色彩色差計を用いた褐変時間の比較を行った。味覚センサーによる味覚分析、香り成分量（リモネン）の定量については腹部の筋肉を用い、味覚分析は別府大学食物栄養科学部で、リモネンの定量は民間検査機関で実施した。

2. シマアジ

出荷サイズ（体重約 1,200g）のシマアジを佐伯市蒲江の養殖場 10×10×7m 生簀に 2 面、1,200 尾ずつ収容し、2016 年 12 月 1 日に試験を開始した。市販の EP を給餌した魚を対照区とし、果皮粉末を 0.4% 添加した M-MP を給餌した魚を生果皮区とした。30 日、39 日給餌後に飼育魚を各区 5 尾を取り上げて魚体測定した後に、味覚センサーによる味覚分析、香り成分量の定量、色彩色差計を用いた褐変時間の比較を行った。

3. ブリ

津久見市の養殖施設でカタクチイワシ主体のモイストペレット (A-MP) に果皮粉末 0.5% を添加し、25 回給餌して養成された平均体重 5,240g のかぼすぶりを購入し、3×3×3m 生簀に 12 尾収容した。2017 年 1 月 30 日に試験を開始し、無給餌で 14 日後、28 日後に各 3 尾を取り上げ、腹部の筋肉についてリモネンの定量を行った。

4. ヒラメ

出荷サイズ（体重約 700～1,000g）のヒラメを佐伯市蒲江の養殖場の 8×8m 水槽に各 2 面、500 尾ずつ収容し、2016 年 12 月 9 日に試験を開始した。A-MP を給餌した魚を対照区とし、生果皮を 5% 添加した A-MP を給餌した魚を生果皮区とした。生果皮区は一部 17 日給餌後、対照区の餌に切り替えて給餌を行った。（切替区）

生果皮区の 8 日、17 日および 30 日給餌後、切り替え区の A-MP 給餌 13 日後に飼育魚を各区 5 尾取り上げ、体側筋を採取して、リモネンの定量を行った。対照区と生果皮区については体側筋の味覚センサー分析を 30 日給餌後に行い、比較を行った。

5. カワハギ

平均体重 319g のカワハギを 3×3×3m 生簀に各区 47 尾ずつ収容し、2016 年 9 月 8 日に試験を開始した。JM-MP を給餌した魚を MP 対照区とし、生果皮をミンチにしたものを 14% 添加した JM-MP を給餌した魚を生果皮 14% 区とし、EP を給餌した魚を EP 対照区、カボスオイルを 0.5% 添加した EP を給餌した魚をオイル 0.5% 区とした。25 日給餌後に飼育魚を各区 10 尾取り上げ、体側筋および肝臓試料を採取してリモネンの定量、味覚センサーによる体側筋の味覚分析を行った。

6. トラフグ

出荷サイズ（800g 以上）のトラフグを佐伯市蒲江の養殖場の 8×8m 生簀 2 面に 1,000 尾程度収容し、2016 年 11 月 11 日に試験を開始した。JM-MP を給餌した魚を対照区とし、生果皮をミンチにしたものを 7% 添加した JM-MP を給餌した魚を生果皮 7% 区とした。生果皮 7% 区は 15 回給餌後、対照区と同じ餌を給餌した。

生果皮 7% 区は 15 日給餌後及びカボス添加餌料給餌終了から 25 日後に飼育魚を 5 尾取り上げ、体側筋試料を採取してリモネンの定量を行った。

事業の結果および考察

1. カンパチ・ヒラマサ

1) カンパチ

飼育成績と味覚センサー分析は表 1 および表 2 に示したとおりである。

血合筋の褐変について、刺身の限界とされる指標

b/a 値 0.8 に達する時間は、対照区と比較して延長はなかった。リモネン量は 1.60mg/100g と、昨年の果皮粉末給餌と比較し増加した。

味覚センサーによる分析値は、生果皮区で酸味、苦味雑味、渋味刺激が強く、すっきりとした後味となっていることが示唆された。

表1 飼育成績（カンパチ）

| 試験区 | 魚体重 (g) | 肥満度 (%) | 色差0.8の到達時間 (A)(時間) | Aの遅延時間 (時間) | リモネン定量値 (mg/100g) |
|------|---------|---------|--------------------|-------------|-------------------|
| 対照 | 3,912 | 15.5 | 52 | — | — |
| 生果皮区 | 4,014 | 15.9 | 49 | -3 | 1.60 |

表2 味覚センサー分析（カンパチ）

| | (mV) | | | |
|------|--------|------|-------|-------|
| | 酸味 | 苦味雑味 | 渋味刺激 | 旨味 |
| 対照 | -37.21 | 9.16 | -0.48 | 13.07 |
| 生果皮区 | -32.45 | 9.70 | 1.81 | 10.89 |

2) ヒラマサ

飼育成績と味覚センサー分析は表3および表4に示したとおりである。

血合筋の褐変について、刺身の限界とされる指標 b/a 値 0.8 に達する時間は、対照区と比較して延長はほとんどなかった。リモネン量は 0.39mg/100g と、昨年の果皮粉末給餌と比較し増加した。

味覚センサーによる分析値の差異はほとんどなかった。

表3 飼育成績（ヒラマサ）

| 試験区 | 魚体重 (g) | 肥満度 (%) | 色差0.8の到達時間 (A)(時間) | Aの遅延時間 (時間) | リモネン定量値 (mg/100g) |
|------|---------|---------|--------------------|-------------|-------------------|
| 対照 | 3,777 | 12.9 | 60 | — | — |
| 生果皮区 | 3,734 | 12.9 | 62 | 2 | 0.39 |

表4 味覚センサー分析（ヒラマサ）

| | (mV) | | | |
|------|--------|------|-------|-------|
| | 酸味 | 苦味雑味 | 渋味刺激 | 旨味 |
| 対照 | -36.07 | 6.10 | -1.13 | 13.40 |
| 生果皮区 | -35.88 | 5.56 | -1.18 | 13.27 |

2. シマアジ

飼育成績と味覚センサー分析は表5、表6および表7に示したとおりである。

血合筋の褐変について、刺身の限界とされる指標 b/a 値 0.8 に達する時間は、対照区と比較して、20回給餌では延長がなかった。39回給餌では対照区が127時間であったのに対し、粉末区は1,000時間を超えても b/a 値が 0.8 に達しなかった。リモネン量は 20回給餌で 0.03mg/100g、39回給餌で 0.06mg/100g と、給餌回数の増加に伴い増加した。

20回給餌における味覚センサーによる分析値は、粉末区で旨味、コクが強かった。

表5 飼育成績（シマアジ20回給餌）

| 試験区 | 魚体重 (g) | 肥満度 (%) | 色差0.8の到達時間 (A)(時間) | Aの遅延時間 (時間) | リモネン定量値 (mg/100g) |
|-----|---------|---------|--------------------|-------------|-------------------|
| 対照 | 1,477 | 23.7 | 70 | — | — |
| 粉末区 | 1,322 | 22.4 | 56 | -14 | 0.03 |

表6 飼育成績（シマアジ39回給餌）

| 試験区 | 魚体重 (g) | 肥満度 (%) | 色差0.8の到達時間 (A)(時間) | Aの遅延時間 (時間) | リモネン定量値 (mg/100g) |
|-----|---------|---------|--------------------|-------------|-------------------|
| 対照 | 1,632 | 23.6 | 127 | — | — |
| 粉末区 | 1,410 | 22.1 | 1,000時間超 | -3 | 0.06 |

表7 味覚センサー分析（シマアジ20回給餌）

| | (mV) | | | |
|------|------|-------|-------|------|
| | 苦味雑味 | 渋味刺激 | 旨味 | 旨味コク |
| 対照 | 6.34 | -2.89 | 12.52 | 2.04 |
| 生果皮区 | 6.29 | -3.01 | 12.74 | 2.84 |

3. ブリ

リモネンの定量値は図1に示したところである。

開始時、0.21mg/100g であったが、無給餌 14日後には 0.13mg、28日後には 0.06mg/100g に減少した。かぼすブリの出荷はカボス資材給餌終了後 14日以内と定めており、期間内のリモネンの残留は 6割以上であると考えられる。

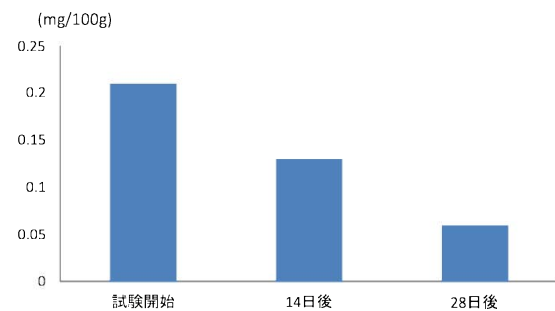


図1 リモネン定量値（ブリ）

4. ヒラメ

リモネンの定量値と味覚センサー分析は図2及び3に示したとおりである。生果皮区の体側筋のリモネン量は、8日給餌後に 0.11mg/100g、であり、17日給餌後には 0.2mg/100g、30日給餌後は 0.2mg/100mg であった。17日後以降に対照区と同じ飼料を給餌した切替区では、13日後に 0.11mg/100mg、27日後に 0.05mg/100mg であった。味覚センサーによる分析値の差異は、ほとんどなかった。

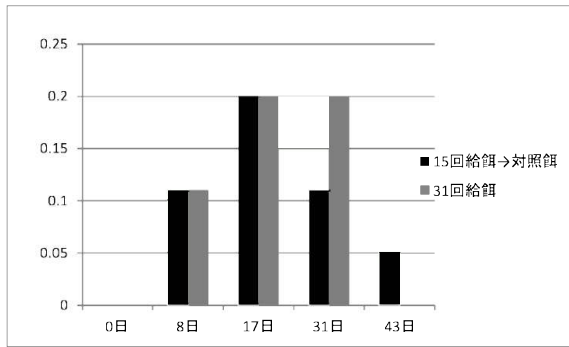


図2 リモネン定量値 (ヒラメ)

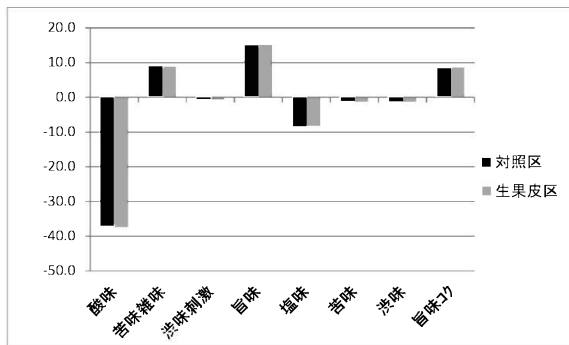


図3 味覚センサー分析 (ヒラメ)

5. カワハギ

リモネン定量値と味覚センサー分析は図4、5、6、7及び8に示したとおりである。肝臓のリモネン量は25日給餌後に生果皮14%区は0.23mg/100g、0.5%オイル区は0.64mg/100gであった。両区とも体側筋からリモネンは検出されなかった。

25日給餌における味覚センサー分析は、MP対照区と生果皮14%区で差異はなかった。EP対照区とオイル0.5%添加区でオイル0.5%添加区は対照区に比べて酸味が高く、苦味雑味、旨味、旨味コクが低かった。

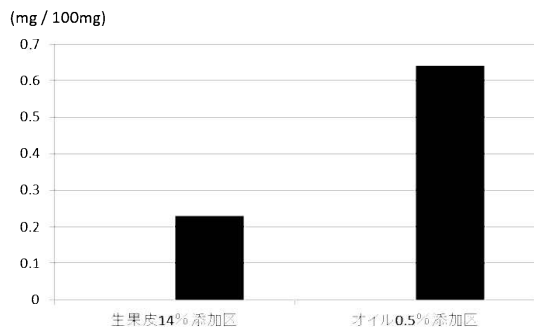


図4 リモネン定量値 (カワハギ)

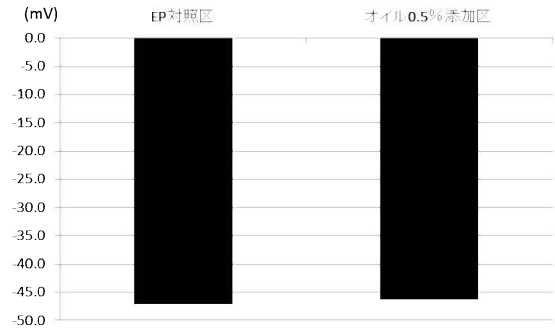


図5 酸味の分析値 (カワハギ)

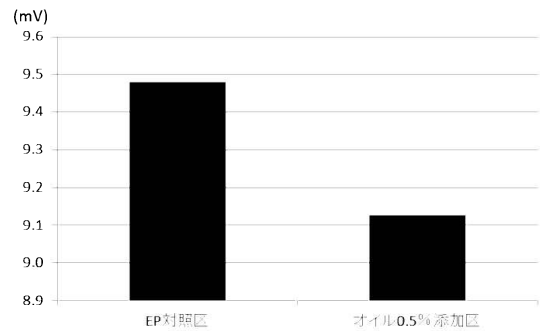


図6 苦味雑味の分析値 (カワハギ)

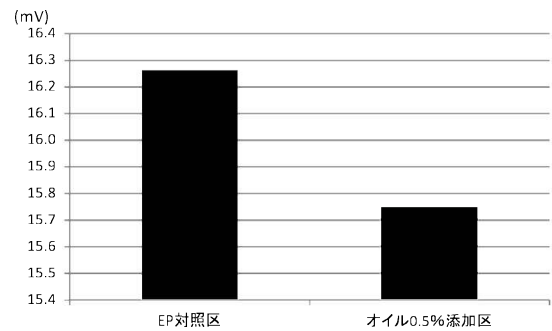


図7 旨味の分析値 (カワハギ)

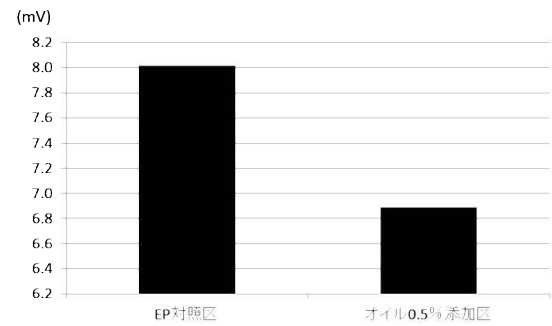


図8 旨味コクの分析値 (カワハギ)

6. トラフグ

リモネン定量値は図9に示したとおりである。体

側筋のリモネン量は 15 日給餌後に 0.08mg/100g、カボス添加飼料給餌終了から 25 日後に 0.05mg/100g であった。生果皮ミンチ 7 %を 15 回給餌すると、その後の MP を給餌しても 1 ヶ月程度、体側筋に同程度のリモネンが確認された。

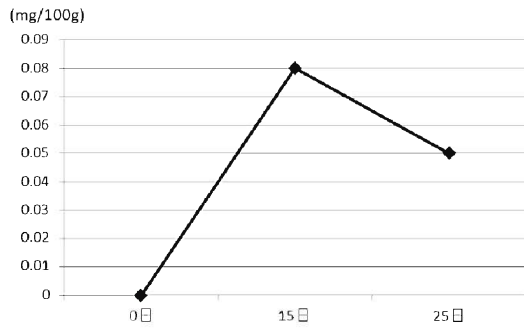


図9 リモネン定量値 (トラフグ)

(カンパチ・ヒラマサ・シマアジ・ブリ担当 木藪
仁和、ヒラメ・カワハギ・フグ担当 川上恵)

安心・安全で環境に優しい養殖推進事業

ハダムシ対策

木藪仁和・川上恵

事業の目的

ブリ類の体表に寄生するハダムシ(*Benedenia seriolae*や*Neobenedeniagirellae*)は、成長不良および疾病を誘発するため、養殖業においては淡水浴や駆虫剤による対策を頻繁に行う必要がある。本事業では、駆虫作業の労力およびコスト軽減と、安心な養殖の推進を目的に、飼料添加物のハダムシ寄生抑制効果を検討した。

事業の方法

1. ブリ

アジ主体のMPを給餌した魚を対照区とし、MPに梅酢を1.0%添加したものを梅酢区、カボスパウダーを3%添加したものをカボス区とした。各区3×3×3m生簀3面を設定し、1面あたり平均体重126gのブリ280尾ずつ収容した。

日曜日を除き1日2回定量給餌をして、2016年9月8日～10月25日の46日間飼育した。淡水浴は3～4週間に1回実施し、作業前に各区から10～20尾を取り上げ、ハダムシの総寄生数を計測した。

2. カンパチ

アジ主体のMPを給餌した魚を対照区とし、梅酢を1.0%添加したものを梅酢区とした。各区3×3×3m生簀2面を設定し、1面あたり平均体重1.5kgのカンパチを10尾ずつ収容した。日曜日を除く1日1回、各飼料を定量給餌して、2016年6月14日～7月14日の31日間飼育した。淡水浴は7月14日に1回実施し、作業前に各区から全試験魚を取り上げ、ハダムシの総寄生数を計測した。

3. ヒラマサ

アジ主体のMPを給餌した魚を対照区とし、梅酢を1.0%添加したものを梅酢区とした。各区3×3×3m生簀2面を設定し、1面あたり平均体重99gのヒラマサを87尾ずつ収容した。日曜日を除く1日1回、各飼料を定量給餌して、2016年10月31日～11月28日の30日間飼育した。淡水浴は11月

28日に1回実施し、作業前に各区から20尾を取り上げ、ハダムシの総寄生数を計測した。

結果及び考察

1. ブリ

ブリ1尾あたりのハダムシ寄生数については、図1に示したとおりである。梅酢区、カボス区ともにハダムシ寄生数は対照区より多かった。平均体重の推移は図2に示したとおりで、カボス区が最も成長が良く、対照区がやや小さくなった。

2. カンパチ

カンパチ1尾あたりのハダムシ寄生数については、図3に示したとおりである。計測の結果、梅酢区の寄生数は対照区と比べて少ない傾向が見られた。平均体重の推移は図4に示したとおりで、梅酢区は対照区と比べて成長が良かった。

3. ヒラマサ

ヒラマサ1尾あたりのハダムシ寄生数については、図5に示したとおりである。計測の結果、梅酢区の寄生数は対照区と比べて多い傾向が見られた。平均体重の推移は図6に示したとおりで、梅酢区は対照区と比べて平均体重で劣った。

カンパチではハダムシの寄生を抑制する効果が見られたが、他の2魚種では確認できなかった。

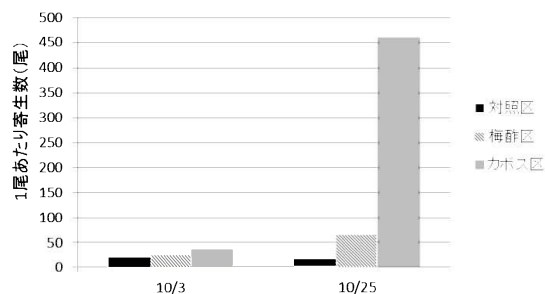


図1 ブリ1尾あたりのハダムシ寄生数.

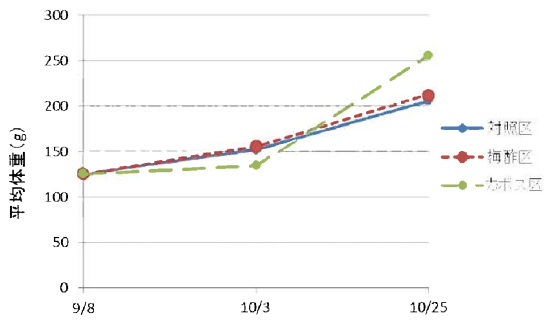


図2 ブリの平均体重.

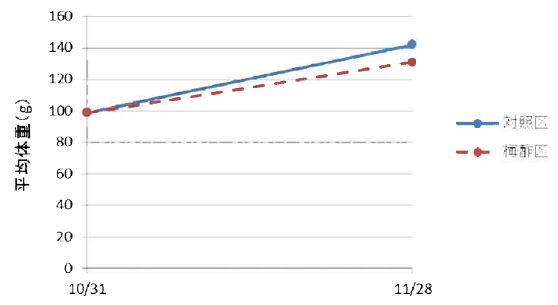


図6 ヒラマサの平均体重.

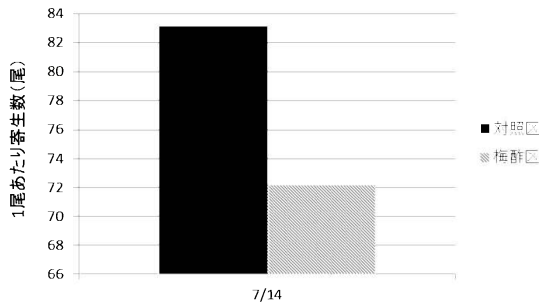


図3 カンパチ1尾あたりのハダムシ寄生数

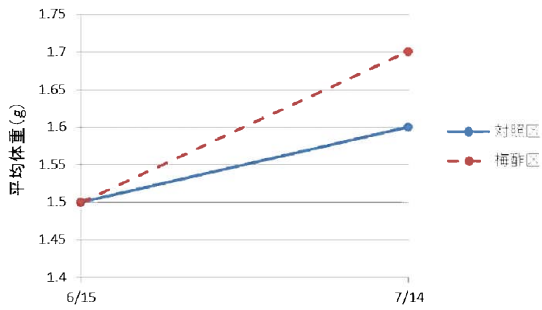


図4 カンパチの平均体重.

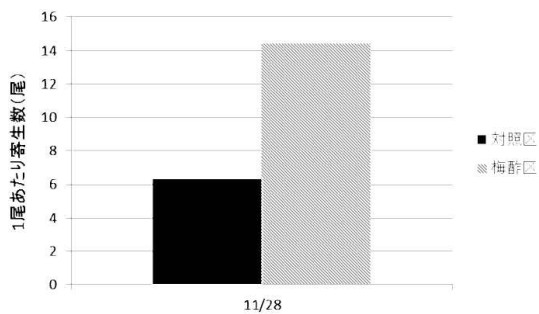


図5 ヒラマサ1尾あたりのハダムシ寄生数.

水産加工品等高度利用化指導

川上恵・木藪仁和

事業の目的

水産加工を営む沿岸漁業者や漁村グループ、学校栄養士などの加工技術の向上ならびに未利用・低利用資源、安価な魚介類などを用いた加工品の開発・改良の支援、流通改善を目的に、加工研修、加工相談への対応、巡回指導などを実施した。

事業の内容および結果

1. オープンラボ

漁業者などに当研究部内の加工施設の活用機会を提供し、技術指導を行った。10回延べ38人が当施設を活用して、養殖ブリ、エソ、アカモク等を使った加工食品（真空パック、冷凍商品など）の開発・改良を行った（表1）。

表1 加工流通研修内容

| | |
|-------|-------------------------|
| 研修件数 | 10 |
| 研修人数 | 38 |
| 対象水産物 | ブリ(養殖)、イサキ、アカモク、サザエ、マダコ |

2. 加工流通相談などへの対応

未利用資源や低価格水産物の有効利用、加工品の品質向上などについて、22件延べ40人の相談に対応した（表2）。

表2 加工相談への対応

| | |
|-------|-------------------------------------------------------------------|
| 相談件数 | 22 |
| 相談人数 | 40 |
| 対象水産物 | ブリ(養殖)、ヒラメ(養殖)、マダイ、カワハギ、エソ、カタクチイワシ、ハモ、マダコ、ガザミ、ウニ、サザエ、アカモク、コンブ、ヒジキ |

3. 巡回指導

加工業者、漁業者等からの要望に基づいて現地に赴き、県産魚の利用、流通改善について、7回延べ124人の指導を行った（表3）。

表3 巡回指導

| | |
|-------|---------------|
| 指導件数 | 3 |
| 指導人数 | 9 |
| 対象水産物 | ブリ(養殖)、マアジ、エソ |

4. 養殖ブリ内臓利用技術開発

近年、養殖ブリのフィレ出荷が増加傾向にあり、それに伴う廃棄物も増加している。今回、未利用部位である胃袋の加工品製造についての技術開発を行った。

胃袋の加工品製造で最も課題となるのが、粘液等のぬめり除去である。人力で時間をかければ除去出来るが、労力・コストが合わず商品化に至っていない。そこで pH 調整及び酵素を利用したぬめり除去による低コスト化試験を行った。

1) pH 調整による方法

ブリフィレ加工場由来の廃棄物（頭、エラ、内臓）から胃袋を採集した。通常的人力で処理する方法でそのまま塩もみ、煮る、削り取る作業をしたものを対照区とし、pH6.98、pH10.01の溶液に漬け14時間放置したものをそれぞれ pH6.98 区、pH10.01 区とした。それぞれの区は浸け置き後、対照区と同様に塩もみ、煮る、削り取る作業を行った。

2) 酵素利用による方法

上記と同様に胃袋のみを採集し、通常処理をしたものを対照区、サモアーゼ（最適値 pH6.0）、プロテアックス（最適値 pH6.8）に 70℃ 5時間漬けたものをサモアーゼ区、プロテアックス区とした。それぞれの区は浸け置き後に塩もみ、煮る、削り取る作業を同時期行った。

結果及び考察

1) pH 調整による方法

pH 調整によるぬめり除去の結果は表4に示したとおりである。3試験区のぬめりの除去率を比較したところ、対照区が最も高く pH 調整の効果は見られなかった。

2) 酵素利用によるぬめり除去

酵素利用によるぬめり除去の結果は表5に示したとおりである。3区を比較した結果、プロテアックス区、サモアーゼ区ともに 80%以上のぬめりを除去することができ、対照区より除去率が高かった。

引き続き、現場導入のための検証をおこなう必要がある。

表 4 pH調整によるぬめり除去結果

| | 開始時重量(g) | 最終重量(g) | ぬめり(g) | 除去率(%) |
|----------|----------|---------|--------|--------|
| 対照区 | 500 | 241 | 259 | 51.8 |
| pH6.98区 | 500 | 246 | 254 | 50.8 |
| pH10.01区 | 500 | 262 | 238 | 47.6 |

表 5 酵素利用によるぬめり除去結果

| | 開始時重量(g) | 最終重量(g) | ぬめり(g) | 除去率(%) |
|----------|----------|---------|--------|--------|
| 対照区 | 500 | 241 | 259 | 51.8 |
| サモアーゼ区 | 500 | 246 | 254 | 50.8 |
| プロテアックス区 | 500 | 262 | 238 | 47.6 |

安心・安全で環境に優しい養殖推進事業 環境調査

大竹周作・宮村和良

事業の目的

持続的な養殖漁場の保全を図るため、持続的養殖生産確保法で養殖漁場の改善が定められている。当事業は、同法に基づく生産者の自主的な取り組みのための基礎資料を得ることを目的として、県南域の養殖漁場を対象に水質・底質のモニタリング調査を行った。

事業の方法

広域調査

2016年8月2日～8月31日に、魚類または貝類養殖場39調査点（図1）において、水質・底質のモニタリング定期調査を実施した。

水温、塩分、透明度、溶存酸素（DO）、化学的酸素要求量（COD）、溶存無機三態窒素（DIN）及びリン酸態リン（PO₄-P）の水質7項目および、強熱減量（IL）、化学的酸素要求量（COD）及び酸揮発性硫化物（AVS）の底質3項目について調査した。

水質は、各調査点の4層（0、5、10、B-1m）または3層（0、5、B-1m）においてCTDを用いて水温、塩分、水深の測定を行った後、リゴーB号採水器により採水した試料海水を実験室に持ち帰って分析した。

底質は、エクマンバージ採泥器（15×15cm）で採泥し、表層泥を試料泥として採取し実験室に持ち帰り分析した。

分析は、海洋観測指針¹⁾、水質汚濁調査指針²⁾に基づき行った。なお、ILについては450℃・2時間の

強熱後の測定値と、さらに550℃・6時間強熱処理した後の測定値を得た。

事業の結果

広域調査の水質の観測・分析結果は表1、底質の分析結果は表2に示したとおりである。

過去10年間（1994～2003年）のデータがそろっている30定点について、夏季の底質データのうち、IL（450℃・2h）、COD、AVSを用いて主成分分析を行い合成指標の式を求めたところ、合成指標値（S） $= 0.561 \times (IL - 3.55) / 2.48 + 0.588 \times (COD - 15.05) / 14.37 + 0.582 \times (AVS - 0.28) / 0.52$ が得られた。これを用いて I（S < -0.1）は良好な底質環境、II（-0.1 ≤ S < 2）はやや悪い底質環境、III（2 ≤ S）は有機汚染が進行し悪い底質環境とし、2016年度の底質調査の結果を評価すると、データの得られた34定点の内、23点がI、8点がII、3点がIIIに分類された。

文 献

- 1) 気象庁：海洋観測指針, 日本海洋学会, 東京, 1990, pp.149-186.
- 2) 日本資源保護協会：新編水質汚濁調査指針, 恒星社厚生閣, 東京, 1980, pp.242-257.

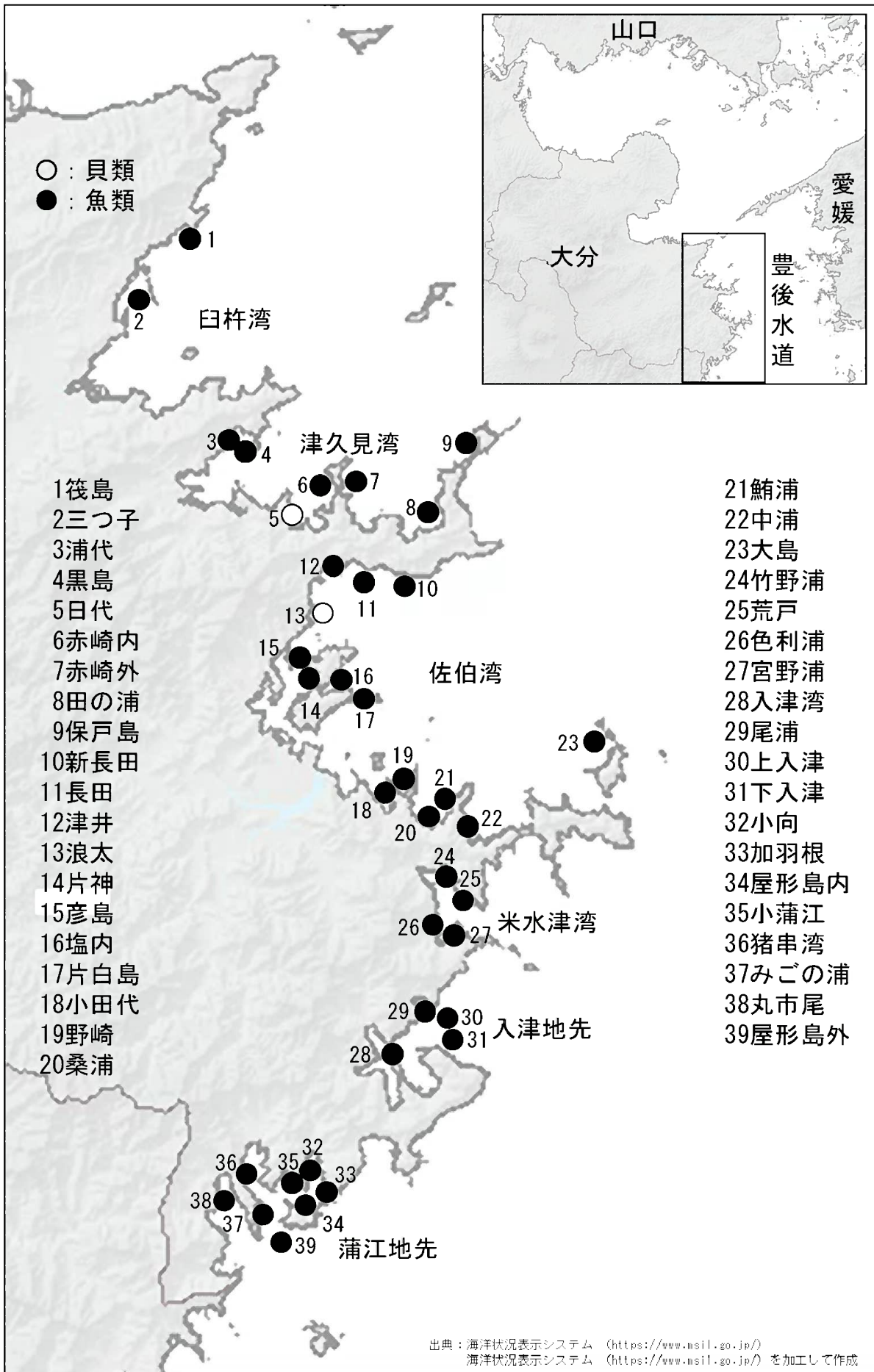


図1. 2016年度養殖場環境調査定点図

| 調査 年月日 | No. | 調査 点名 | 湾・海域 | 漁業種類 | H28年度 | | | | | 合成指標 (S) | 底質評価 |
|-----------|-----|----------|------|------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-------|-------------|------|
| | | | | | IL(%) 450°C | IL(%) 550°C | AVS (mg/g乾泥) | COD (mg/g乾泥) | | | |
| H28.8.10 | 1 | 筏島 | 臼杵湾 | 魚類小割 | 1.46 | 2.30 | 0.00 | 2.48 | -1.30 | I | |
| H28.8.10 | 2 | 三ツ子 | 臼杵湾 | 魚類小割 | 3.25 | 5.29 | 0.27 | 7.85 | -0.38 | I | |
| H28.8.10 | 3 | 浦代 | 津久見湾 | 魚類小割 | | 欠測 | | | | | |
| H28.8.10 | 4 | 黒島 | 津久見湾 | 魚類小割 | | 欠測 | | | | | |
| H28.8.23 | 5 | 日代 | 津久見湾 | 真珠 | 2.34 | 4.58 | 0.01 | 9.50 | -0.81 | I | |
| H28.8.23 | 6 | 赤崎内 | 津久見湾 | 魚類小割 | 3.46 | 5.77 | 0.03 | 11.91 | -0.43 | I | |
| H28.8.23 | 7 | 赤崎外 | 津久見湾 | 魚類小割 | 5.36 | 7.76 | 0.48 | 22.55 | 0.94 | II | |
| H28.8.23 | 8 | 田の浦 | 津久見湾 | 魚類小割 | 2.96 | 4.51 | 0.21 | 14.78 | -0.22 | I | |
| H28.8.23 | 9 | 保戸島 | 津久見湾 | 魚類小割 | | 欠測 | | | | | |
| H28.8.2 | 10 | 新長田 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 4.06 | 8.17 | 0.21 | 19.81 | 0.24 | II | |
| H28.8.5 | 11 | 長田 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 4.75 | 7.61 | 0.20 | 21.87 | 0.46 | II | |
| H28.8.5 | 12 | 津井 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 1.95 | 3.33 | 0.02 | 5.11 | -1.06 | I | |
| H28.8.5 | 13 | 浪太 | 佐伯湾 | 真珠 | 2.77 | 4.77 | 0.00 | 10.02 | -0.69 | I | |
| H28.8.5 | 14 | 片神 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 8.87 | 11.61 | 1.59 | 38.24 | 3.62 | III | |
| H28.8.5 | 15 | 彦島 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 7.33 | 10.49 | 0.82 | 36.05 | 2.32 | III | |
| H28.8.5 | 16 | 塩内 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 3.11 | 5.22 | 0.04 | 12.48 | -0.48 | I | |
| H28.8.5 | 17 | 片白島 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 3.73 | 6.83 | 0.42 | 22.94 | 0.53 | II | |
| H28.8.4 | 18 | 小田代 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 5.64 | 9.68 | 0.11 | 33.03 | 1.02 | II | |
| H28.8.4 | 19 | 野崎 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 2.10 | 4.11 | 0.00 | 7.07 | -0.97 | I | |
| H28.8.4 | 20 | 桑浦 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 2.38 | 4.56 | 0.12 | 7.66 | -0.74 | I | |
| H28.8.4 | 21 | 鮪浦 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 2.19 | 3.58 | 0.18 | 11.30 | -0.57 | I | |
| H28.8.4 | 22 | 中浦 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 2.41 | 4.39 | 0.10 | 10.65 | -0.64 | I | |
| H28.8.2 | 23 | 大島 | 佐伯湾 | 魚類小割 | 2.59 | 4.47 | 0.00 | 9.17 | -0.76 | I | |
| H28.8.31 | 24 | 竹野浦 | 米水津湾 | 魚類小割 | 4.07 | 6.50 | 0.07 | 14.93 | -0.12 | I | |
| H28.8.31 | 25 | 荒戸 | 米水津湾 | 魚類小割 | 3.39 | 5.41 | 0.11 | 17.86 | -0.11 | I | |
| H28.8.31 | 26 | 色利浦 | 米水津湾 | 魚類小割 | 3.88 | 5.89 | 0.06 | 19.85 | 0.03 | II | |
| H28.8.31 | 27 | 宮野浦 | 米水津湾 | 魚類小割 | 3.46 | 5.60 | 0.15 | 15.85 | -0.13 | I | |
| H28.8.3 | 28 | 入津湾 | 入津地区 | 湾央 | 9.98 | 12.92 | 1.81 | 49.27 | 4.57 | III | |
| H28.8.3 | 29 | 尾浦 | 入津地区 | 魚類小割 | 1.97 | 3.54 | 0.13 | 8.00 | -0.81 | I | |
| H28.8.3 | 30 | 上入津 | 入津地区 | 魚類小割 | 1.85 | 3.66 | 0.35 | 8.62 | -0.56 | I | |
| H28.8.3 | 31 | 下入津 | 入津地区 | 魚類小割 | 2.03 | 4.07 | 0.03 | 9.48 | -0.85 | I | |
| H28.8.8 | 32 | 小向 | 蒲江南部 | 魚類小割 | 2.24 | 4.22 | 0.06 | 8.43 | -0.81 | I | |
| H28.8.8 | 33 | 加羽根 | 蒲江南部 | 魚類小割 | | 筏無し | | | | | |
| H28.8.22 | 34 | 屋形島内 | 蒲江南部 | 魚類小割 | 2.68 | 4.83 | 0.09 | 11.78 | -0.55 | I | |
| H28.8.22 | 35 | 小蒲江 | 蒲江南部 | ひおうぎ | 3.59 | 6.42 | 0.01 | 13.35 | -0.37 | I | |
| H28.8.22 | 36 | 猪串湾 | 蒲江南部 | 魚類小割 | 6.85 | 9.74 | 0.53 | 29.67 | 1.62 | II | |
| H28.8.8 | 37 | みごの浦 | 蒲江南部 | 魚類小割 | 2.58 | 4.53 | 0.08 | 10.50 | -0.63 | I | |
| H28.8.8 | 38 | 丸市尾 | 蒲江南部 | 魚類小割 | 5.73 | 9.51 | 0.54 | 30.46 | 1.41 | II | |
| H28.8.8 | 39 | 屋形島外 | 蒲江南部 | 魚類小割 | | 欠測 | | | | | |

単位：IL(%)、AVS・COD(mg/g・dry)

表2. 2016年度底質分析結果

* 合成指標値(S)=0.561×(IL-3.55)÷2.48+0.588×(COD-15.05)÷14.37+0.582×(AVS-0.28)÷0.52

| | | | |
|------|-----|------------|----------|
| 漁場評価 | I | S<-0.1 | 良好な底質環境 |
| | II | -0.1≤S<2.0 | やや悪い底質環境 |
| | III | S≥2.0 | 悪い底質環境 |