

先端技術を利用した養殖魚の病害防除法の開発

福田 穰・吉岡宗祐・木本圭輔

事業の目的

大分県の海産魚類養殖生産は、県水産業において重要な位置を占めるが、いずれの養殖種においても、消費者から抗菌剤に依存しない安全・安心な養殖生産が求められている。本県の重要産業であるヒラメ養殖では、対策困難なパラウベリス症の発生による被害が増加し、産業の存続さえ危ぶまれる状況にある。したがって、本県魚類養殖業の維持・振興のためには、パラウベリス症の病害防除法(ワクチン)開発が急務である。前年度までに、試作トキシイド接種魚で実験感染における死亡が遅延することが確認されたため、本年度は試作トキシイドの免疫原性の確認と評価を試みた。

一方、ブリ養殖ではレンサ球菌症をはじめ数種の疾病に対するワクチンの開発と普及によって、疾病被害と抗菌剤使用が激減している。しかしながら、ワクチン開発の対象は市場規模の大きい一部の魚種に限定されており、生産量の少ない地域特産養殖魚種におけるワクチン認可は厳しい状況にある。そこで、主要魚種対象に市販されているワクチンの種を超えた(属や科など)適用拡大を目的として、魚種間での免疫応答の類似性検証を試みた。本年度はヒラメについてマダイイリドウイルス感染手法を検討するとともに、ワクチン接種の有効性を評価した。

I ヒラメ養殖における病害防除法開発(県単)

事業の方法

2012年7月に佐伯市の養殖ヒラメ腎臓から分離された、*Streptococcus parauberis* 120952株(血清型 I 型)を、Todd Hewitt Broth (THB)で25℃、24時間静置培養し、培養液の遠心上清をろ過滅菌した。無菌状態を確認した上清を、80%硫酸塩析して遠心沈殿を10mLのPBSで溶解した(塩析溶解液)。塩析溶解液の一部に0.2%ホルマリンを添加して、4℃で3日間ト

キシイド化した(試作トキシイド)。平均体重50.5gのヒラメに塩析溶解液または試作トキシイド0.1mL/尾を接種し(対照にはPBSまたは120952株FKCを接種)、流水水槽(13.5～16.2℃)で給餌飼育した。免疫20日後に各区7尾(FKC区は3尾)の尾部血管から採血して、供試血清を得た。

2%ラテックス粒子(IMMUTEX P2117)懸濁液(0.1Mトリス-塩酸緩衝液 pH8.0)に、各抗原のタンパク質濃度が100μg/mLになるよう、塩析溶解液または試作トキシイドを添加して、37℃で1時間吸着操作を行った。遠心洗浄で上清中の抗原を除去したのち、感作ラテックス粒子を0.1%に再懸濁して凝集反応抗原とした。供試血清の凝集抗体価は、各反応用抗原を用いてマイクロタイター法で測定した。反応は25℃で2時間行い、4℃に一夜静置して判定した。

事業の結果および今後の問題点

塩析溶解液抗原に対する各区の凝集抗体価を示したものが図1である。個体差は大きいですが、塩析溶解液区で最も高い抗体価が得られた。塩析溶解液区には及ばないものの、試作トキシイド区でも抗体価が上昇した。PBS区とFKC区では抗体価の上昇は認められなかった。

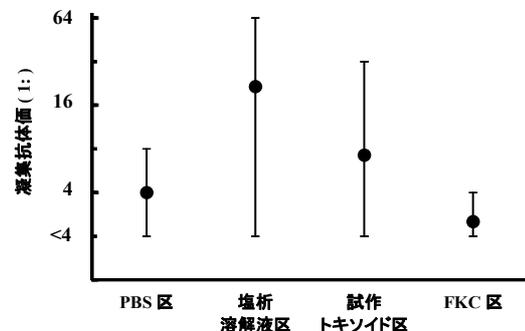


図1. 塩析溶解液抗原に対する凝集抗体価.

●: 幾何学平均値, 垂線: 測定値範囲.

また、反応抗原に試作トキソイドを用いた場合でも、図2に示したように塩析溶解液抗原と同様の傾向がみられたが、試作トキソイド区では塩析溶解液抗原に対する抗体価よりも高い値が得られた。

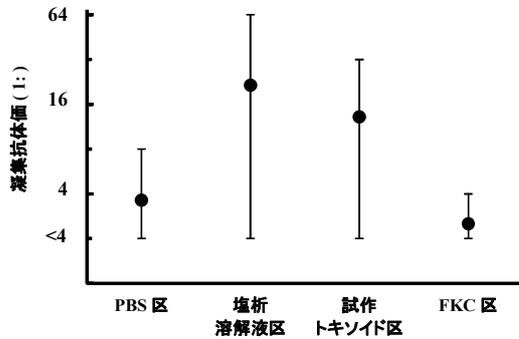


図2. 試作トキソイド抗原に対する凝集抗体価.

●: 幾何学平均値, 垂線: 測定値範囲.

前年度までに、有意な差は認められなかったものの、試作トキソイドの死亡遅延の傾向が観察された。そこで、試作トキソイドで免疫したヒラメの抗体産生状況を確認したところ、トキソイド接種ヒラメが、*S. parauberis* の菌体外産物に対する抗体を産生することが確認された。しかしながら試作トキソイドは、トキソイド化していない塩析溶解液抗原と比較すると、免疫原性が低いと思われる結果が得られた。

このことは、トキソイド化によって塩析溶解液中の一部の抗原性が低下することを示唆している可能性がある。しかしながら、今回の*S. parauberis* 培養上清を塩析濃縮するトキソイド作製法では、免疫原として十分な抗原を含むものを大量に調製することは難しい。トキソイド効果のある抗原の探索とともに、組替え抗原の作製などを検討する必要がある。

Ⅱ 免疫応答を利用したワクチン適用可能魚種の同定 (法人委託)

事業の概要

本事業の目的は、ブリ・ヒラマサ・ヒラメ・カワハギを対象として、マダイイリドウイルス(RSIV)の感染試験の手法を確立すると共に、ワクチンを接種した魚に感染試験を行い、ワクチン有効性を魚種間で比較するとともに、感染防御への液性免疫の関与を評価するために、免疫された個体の血清を未感染魚に移入した後、感染試験を行い、各魚種における感染防御への液性免疫の関与を比較することである。本年度は、主としてヒラメを対象として事業を実施した。

感染試験手法の検討では、ブリとヒラマサにおいて生体防御能評価に利用できる死亡率が得られたが、ヒラメでは種々の攻撃条件を試みた結果、いずれも十分な死亡が見られなかった。そこで、観察用のほかに採材水槽を設け、感染試験後の脾臓中ウイルス量の変化から評価を行った。

ワクチンの有効性評価では、RSIV病ワクチン投与ヒラメにRSIVを接種し、3週間後の累積死亡率が対照区の10%に対してワクチン区では0%であった。脾臓中ウイルス量は、感染の3日後から上昇が認められ、7日後には平均値で対照区がワクチン区の10倍以上になった。感染21日目では両区共にウイルス量が減少していた。

受動免疫試験は、非働化血清とウイルス液を試験管内で混合して1時間反応させた後、ヒラメに接種して累積死亡率を記録する方法で行った。ウイルス接種3週間後の累積死亡率は、血清の代わりにPBSとウイルスを混合して接種したPBS対照区が20%、非免疫個体から採取した血清を用いた対照血清区の10%に対して、各受動免疫区(市販のRSIV病ワクチンで免疫した個体の血清、本ウイルスの感染耐過魚の血清)では、いずれも0%であった。

いずれの評価試験においても、ワクチン投与と感染試験の実施中には、組織や血液を採材し、解析のための試料を採取した。さらに、次年度以降の受動免疫等に使用する抗血清(ヒラマサ・カワハギ)を作製した。

なお詳細な内容は、平成25年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「免疫応答を利用したワクチン適用可能魚種の同定」実績報告書に記載した。

海産魚介類の疾病診断と養殖衛生管理指導－1

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・吉岡宗祐

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きたが、再興感染症（ブリのノカルジア症等）の流行や新しい疾病（アワビ類のキセノハリオチス症等）の国内への侵入等、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
2013年			
7月31日	東京都	農林水産省 (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	1. キセノハリオチス症防疫対策ガイドライン改正案について 2. 意見交換
2013年			
12月5～6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	1. 平成25年度の疾病発生事例等について 2. キセノハリオチス症に関する情報について 3. ブリのペコ病に関する話題について 4. その他

表2 地域検討会

実施時期	実施場所	構成員	内容
2013年			
10月3～4日	徳島県	三重県、和歌山県、大阪府、兵庫県、 岡山県、広島県、大分県、徳島県、 高知県、香川県	1. 瀬戸内海・四国ブロック各県の魚病発生状況と対応 2. その他
2013年			
11月7～8日	佐賀県	愛媛県、高知県、山口県、福岡県、 佐賀県、長崎県、大分県、熊本県、 宮崎県、鹿児島県、沖縄県	1. 九州・山口ブロック各県の魚病発生状況と対応 2. C群レンサ球菌感染症について 3. その他
2014年			
2月18～19日	宮崎県	高知県、愛媛県、長崎県、大分県、 熊本県、鹿児島県	1. 南中九州・西四国各県の魚病発生状況と対応 2. 養殖カンパチの眼球炎について 3. その他

表3 県内会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2013年	6月5日 津久見市	県漁協北部海区支店 関係市 農林水産研究指導センター水産研究部	低水温期の疾病発生事例
2013年	6月7日 佐伯市	県漁協南部海区支店 関係市 農林水産研究指導センター水産研究部	低水温期の疾病発生事例

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
2013年	5月22日 佐伯市(上浦)	海産魚類養殖関係漁業協同組合支店 関係市, 関係振興局(23名)	水産用医薬品の適正使用について
2013年	7月5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(39名)	〃
2014年	1月21日 佐伯市(蒲江)	海産魚類養殖業者 関係漁業協同組合支店, 関係振興局(35名)	〃
2014年	3月14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(39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
2012年	5月28日 佐伯市(上浦)	海産魚類養殖漁家(延3名)	注射ワクチン接種技術講習会
2013年4月1日～	2014年3月31日(随時) 佐伯市(上浦)	海産魚類養殖漁家(延83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
2013年	4月26日 臼杵市	潜水漁業者, 関係漁業協同組合支店, 漁業公社、関係振興局(16名)	ウニの棘抜け症について
2013年	8月27日 佐伯市(蒲江)	陸上養殖漁業者, 関係漁業協同組合支店, 関係振興局(35名)	1. トラフグの疾病対策について 2. 養殖ヒラメのクドア対策
2013年	9月25日 佐伯市(上浦)	ヒラメ養殖業関係漁協, 関係振興局(4名)	クドアの検鏡検査法について
2014年	1月31日 佐伯市(上浦)	ヒラメ養殖業関係漁協, 関係振興局(4名)	クドアの検鏡検査法について
2014年	3月14日 佐伯市	水産養殖資材販売店等関係者(14名)	最近の魚病発生状況について

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
2013年	6月26日 佐伯市(蒲江)	水産用医薬品	水産用医薬品使用記録および在庫の確認
2014年	2月24日 佐伯市(米水津)	〃	〃

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
	2013年					
簡易検査法	11月25日	佐伯市(米水津)	ブリ	抗菌性物質一般	全て陰性(筋肉)	1
〃	11月25日	佐伯市(蒲江)	ブリ	〃	〃	1
〃	12月10日	佐伯市(蒲江)	ブリ	〃	〃	2
					検体数合計	4

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
2013年4月1日～			
2014年3月31日	佐伯市 (上浦)	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>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>piscicida</i> (10株) <i>Lactococcus garviae</i> (8株)
2013年4月1日～			
2014年3月31日	"	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> (63株) <i>Streptococcus parauberis</i> (24株) <i>Pseudomonas anguilliseptica</i> (1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
2013年				2013年			
4月1日	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	7月25日	佐伯市	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8日	佐伯市	"	"	7月29日	佐伯市	"	"
4月9日	佐伯市	"	"	7月29日	佐伯市	"	"
4月24日	佐伯市(蒲江)	"	"	8月2日	津久見市	"	"
4月25日	佐伯市	"	"	9月7日	佐伯市	"	"
4月26日	佐伯市	"	"	10月1日	佐伯市	"	"
4月30日	佐伯市(蒲江)	"	"	10月21日	佐伯市	"	"
5月2日	佐伯市	"	"	10月23日	佐伯市	"	"
5月10日	佐伯市	"	"	11月12日	津久見市	"	"
5月13日	佐伯市	"	"	12月25日	佐伯市	"	"
5月14日	佐伯市	"	"	2014年			
5月23日	佐伯市	"	"	1月22日	津久見市	"	"
5月29日	佐伯市(蒲江)	"	"	2月15日	佐伯市	"	"
6月17日	国東市	"	"	2月20日	佐伯市(蒲江)	"	"
6月17日	佐伯市	"	"	2月26日	佐伯市(蒲江)	"	"
7月12日	佐伯市(蒲江)	"	"	3月25日	佐伯市(蒲江)	"	"
7月17日	佐伯市	"	"	3月25日	佐伯市(蒲江)	"	"
7月22日	津久見市	"	"				

表11 疾病発生対策

実施時期	実施場所	対象魚	内容
2013年4月1日～			
2014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(67件),マダイ(17件),ヒラメ(110件), トラフグ(106件),カワハギ(27件),アワビ類(19件)
2013年4月1日～			
2014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(8件)

V 疾病診断状況

1. 病害相談および診断件数 病害相談件数は956件(対前年度比85%)、疾病診断件数は390件(81%)であった(表12)。疾病原因別にみると、ウイルス病が16件(全体に対して4%)、細菌病が119件(31%)、寄生虫病が90件(23%)、真菌病が2件(1%)、その他が19件(5%)、原因不明が102件(26%)、健康診断が42件(11%)であった。

2. 魚種別疾病診断件数 魚種別診断件数はヒラメ110件(全体の28%)、トラフグ106件(27%)、ブリ31件(8%)、カワハギ27件(7%)、ヒラマサ26件(7%)の順に多かった。魚種別の特徴を以下に示す。

1) **ブリ類** 診断件数はブリとカンパチで減少(対前年度比69、59%)、ヒラマサで増加し(104%)、全体で67件(77%)であった(表13)。ブリで前年

度から見られた未同定のレンサ球菌症は、従来の*L. garviae*と血清型が異なる株(*L. g. NAG*)による感染症であることが判明した。本症は従来の*L. garviae*ワクチン接種魚でも発生し、カンパチの発生も確認された。また、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件の健康証明書発行があった。

2) **マダイ** 診断件数は減少し(77%)、前年度と同様にエピテリオシスチス病が多かった(表14)。

3) **ヒラメ** 診断件数は110件で前年度の89%に減少した(表15)。疾病別ではエンドワジエラ症が34件で前年度と同数であったが、レンサ球菌症(*S. parauberis*)は前年度の28件から12件に減少した。これは、新たに製造承認されたヒラメの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（Ⅰ,Ⅱ型）感染症不活化ワクチンが使用された結果と考えられる。なお、*Kudoa.septempunctata*の寄生状況検査（全ロット調査）結果は別報に記載した。

4) **トラフグ** 診断件数は106件で、昨年同期（170件）に比べ62%に減少した。最も件数が多かったのは原因不明事例（39件）であり、以下、ヘテロボツリウム症（25件）、エピテリオシスチス病（8件）、栄養性疾患（8件）の順に多かった。一昨年から発生していた真菌症の原因菌には、*Scytalidium*属および*Exophiala*属の二種の黒色真菌が混在することが明らかになったが、本年度の発生はなかった。

5) **シマアジ** 診断件数は17件から6件に減少し、レンサ球菌症（*L. garvieae*）が多く見られた（表17）。

6) **カワハギ** 診断件数は19件から27件に増加した。レンサ球菌症（*S. iniae*及び*S. parauberis*感染症）が昨年度と同様に多く見られた。2～3月に発生した水面横臥・浮遊等の行動異常の原因は、既知の病原体が得られず、加温飼育（14℃）で回復したことから、

低水温障害（11℃台）の可能性が考えられた（表18）。

7) **その他の海産魚類** 診断件数は前年度15件から27件に増加した（表19）。マアナゴでエドワジエラ症、インダイ、イシガキダイでマダイイリドウイルス病、イサキで細菌性肉芽腫症が見られた。

8) **海産無脊椎動物** 診断件数30件のうち19件はアワビ類のキセノハリオチス症原因菌の保菌検査であった（表20）。種苗450検体（2,250個体）、親貝（野生貝含む）24検体（98個体）を検査し、全て陰性を確認した。クルマエビでは急性ウイルス血症が1件みられた。2013年3月に県南部海域の野生アカウニで確認された棘抜け症（PCR法で診断）は、同年5月に県北部海域の野生バフンウニでも見られた。2014年3月には、県南部海域の野生バフンウニでもPCR陽性が確認された。一方、持ち込まれたバフンウニ2個体と健常アカウニ1個体を12℃で45日間同居飼育（90cm循環水槽）したところ、バフンウニは2週間以内にすべて死亡したが、アカウニは試験終了時まで生存し、棘抜け症状も示さなかった。

表12 病害相談件数および診断件数*

	13	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	1	2	3	計
相談件数	77	103	103	176	106	104	75	58	28	31	52	43	956		
	(36)	(72)	(115)	(159)	(160)	(73)	(145)	(79)	(82)	(63)	(76)	(66)	(1,126)		
診断件数	29	42	40	63	54	43	32	25	13	11	18	20	390		
	(15)	(29)	(51)	(63)	(74)	(31)	(61)	(32)	(36)	(30)	(30)	(27)	(479)		

*（ ）は前年度

表13 プリ類診断況

魚種名	疾病名	12	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	計
プリ	ベコ病						1									1
	類結節症				1	1	2									4
	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)			1												1
	レンサ球菌症(<i>L.g. NAG</i>)							1	1	2						4
	ノカルジア症							2	1							3
	ミコバクテリア症								1							1
	イクチオホヌス症														1	1
	栄養性疾患	1					1	1								3
	不明		1			3	2	1	1							8
	輸出検査										1	2	1	1		5
	プリ小計		1	2	1	4	5	5	4	2	1	2	1	2	2	31
ヒラマサ	ウイルス性腹水症										1					1
	ウイルス性神経壊死症						2									2
	エピテリオシスチス病			1	1			1								3
	イクチオホヌス症				1											1
	ゼウクサブタ症	1			2							2	2	2		9
	住血吸虫症	2	2	2							1					7
	不明				1				1					1		3
	ヒラマサ小計	3	3	7	0	2	1	1	1	1	1	2	3	2		26
カンパチ	マダイイリドウイルス病								1							1
	類結節症			1												1
	レンサ球菌症(<i>L.g. NAG</i>)									1						1
	ハダムシ症								1							1
	住血吸虫症		1													1
	イローナ症					1										1
	環境性疾患						1									1
	不明					1			2							3
	カンパチ小計	0	2	0	3	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	10
	プリ類計	4	7	8	7	7	6	9	4	2	4	4	4	4	4	67

表14 マダイ診断状況

魚種名	疾病名	12	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	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	3	1									5
	滑走細菌症				1									1	1	3
	ハダムシ症									1						1
	ピバギナ症						1		1	1						3
	不明				1								1	1		3
	健康診断				1											1
マダイ計		0	0	5	3	2	0	1	2	0	1	2	1	2	1	17

表15 ヒラメ診断状況

魚種名	疾病名	12	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	計
ヒラメ	ウイルス性出血性敗血症	2												1		3
	シュードモナス症														1	1
	エドワジエラ症	1			1	8	8	8	4	3	1					34
	滑走細菌症	1	2		1	4			1				2		1	12
	レンサ球菌症(<i>S. parauberis</i>)	4	2			4	2									12
	ノカルジア症						1									1
	イクチオボト症	1				6										7
	トリコジナ症	1	1			1										3
	スクーチカ症	1			1									1		3
	ネオヘテロボソリウム症						2									2
	不明	6	5	1	6	3	3	1	2	1						25
	健康診断	1			1	1	2	1				1				7
ヒラメ計		18	10	5	30	18	10	7	4	2	2	2	2	2	2	110

表16 トラフグ診断状況

魚種名	疾病名	12	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	計
トラフグ	エピテリオシスチス病				1	2		3	1		1					8
	滑走細菌症	1	1		3		1									6
	イクチオボト症					1					1				1	3
	白点病						1		2							3
	トリコジナ症			1			1	1		1						4
	スクーチカ症										1					1
	粘液胞子虫性やせ病					2						2			1	5
	ヘテロボソリウム症	2	4	1	5	5	2	2	2	1	1	1	1	1		25
	栄養性疾病						1	1	1			2	2	1		8
	環境性疾病										1					1
	変形		1	1												2
	不明	2	7	7	5	6	6			3	1				2	39
	健康診断	1														1
トラフグ計		6	15	14	13	18	11	5	7	8	3	2	4	4	106	

表17 シマアジ診断状況

魚種名	疾病名	12	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	計
シマアジ	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)							1	2							3
	不明				1		1		1							3
シマアジ計		0	0	1	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	6

表18 カワハギ診断状況

魚種名	疾病名	12	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	計
カワハギ	ウイルス性神経壊死症					1	1									2
	エピテリオシスチス病													1		1
	パスツレラ症					1										1
	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)					1		2								3
	レンサ球菌症(<i>S. iniae</i>)						1	1								2
	粘液胞子虫性やせ病				3											3
	ペニクルス症					1	1									2
	環境性疾病													2	1	3
	不明				1				2	2				2	2	9
	健康診断							1								1
カワハギ計		0	0	1	7	3	4	2	2	2	0	0	5	3	27	

表19 その他の海産魚類診断状況

魚種名	疾病名	12	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	計
マアナゴ	エドワジエラ症							1								1
マアジ	環境性疾病													1		1
	不明	1								1						2
マルアジ	アオアジノエ症								1						1	2
マサバ	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)				1											1
インダイ	マダイリドウイルス病							1		1						2
	ベネデニア症							1								1
	不明					1										1
インガキダイ	マダイリドウイルス病							1		1						2
	ベネデニア症							1								1
	不明					1										1
イサキ	滑走細菌症							1								1
	細菌性肉芽腫症						1									1
	不明							1								1
メジナ	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)							1								1
タイリクスズキ	不明			1												1
マコガレイ	滑走細菌症											1				1
	健康診断			1	1											2
ウマヅラハギ	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)							1								1
	アミルウージニウム症								1							1
	不明			1	1											2
その他の魚類計		1	3	3	2	2	8	2	3	1	0	1	1	1		27
海産魚類計		29	35	37	63	51	40	29	22	13	10	16	15			360

表20 海産無脊椎動物診断状況

魚種名	疾病名	12	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	計
クロアワビ	健康診断			1			1		1	1				1	1	6
エゾアワビ	健康診断							1	2						1	4
メガイアワビ	健康診断			2			1			2		1	1	2		9
ガザミ	カニエラエボン症							1								1
クルマエビ	急性ウイルス血症							1								1
	不明				1											1
	健康診断			3	2		1									6
バフンウニ	棘抜け症			1											1	2
海産無脊椎動物計		0	7	3	0	3	3	3	3	3	0	1	2	5		30

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 プリ類の 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16、1、1件、使用経営体数が11、1、1経営体、投与尾数が738,500、20,000、20,000尾、使用量が73.9、2.0、2.0Lであった。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3件、使用経営体数が1経営体、投与尾数

が139,000尾、使用量が13.9Lであった。マダ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 プリ類の 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、6、3件、使用経営体数が10、5、3経営体、投与尾数が370,000、136,000、38,000尾、使用量が37.0、13.6、3.8L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8件、使用経営体数が8経営体、投与尾数が297,000尾、使用量が29.7Lであった。ブリ属の α 溶血性レンサ球菌症及びマダイ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イイリドウイルス病ワクチンはブリとヒラマサで使用され、指導書発行件数が4、3件、使用経営体数が4、1経営体、投与尾数が195,000、50,000尾、使用量が19.5、5.0L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、1件、使用経営体数が6、1

経営体、投与尾数が520,000、11,000尾、使用量が52.0、1.1L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（I,II型）感染症不活化ワクチンはヒラメで使用され、指導書発行件数16件、使用経営体数10経営体、投与尾数236,000尾、使用量が23.0L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) 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、指導書発行件数と使用経営体数が1、投与尾数が2,000尾、使用量が2.0Lであった。

海産魚介類の疾病診断と養殖衛生管理指導－2

寄生虫(クドア・セブテンpunkタータ)に対するリスク管理に必要な技術開発(抄)

(団体委託金)

木本圭輔・吉岡宗祐

事業の目的

ヒラメに寄生して食中毒の原因となる *Kudoa septempunctata* (以下クドア) は、凍結又は加熱で不活化できるが、これらの方法ではヒラメの刺身商材としての価値が低下または消失する。ヒラメの商品価値を低下させずにクドア食中毒を防止するためには、新たなクドア不活化技術を開発する必要がある。本事業では、1) 凍結・加熱以外のクドア孢子不活化方法を開発する孢子不活化試験、2) 刺身商材としての商品価値を低下させない凍結・貯蔵・解凍条件を明らかにする冷凍品質試験を実施した。

本事業は、農林水産省の「平成25年度レギュラトリサイエンス新技術開発事」のうち「中課題3：商品価値を低下させずにクドアを冷蔵等により失活させる処理方法の開発」の「小課題2：商品価値を損なわないヒラメ食材の有効な処理方法の開発」を、代表機関である(独)水産総合研究センターを介して大分県が受託したものである。本事業に関する詳細な報告は、上記事業実績報告書(課題番号：2403 寄生虫(クドア・セブテンpunkタータ)に対するリスク管理に必要な技術開発)に記載した。

事業の方法

1. 孢子不活化試験 増養殖研究所上浦庁舎が保有するクドア寄生ヒラメを生検して濃厚感染個体を選別し、試験に供するまで当研究部内の90cm循環水槽で保持した。不活化対象は、精製した孢子(食安監発0711第1号に準拠して精製)、フィレ中の孢子(メ後に真空包装して4℃保存)、および活魚筋肉中の孢子とした。試験項目は、精製孢子に対して温度急変処理(20℃/1hr→10℃/1hr, 29℃/1hr→4℃/1hr)とプロポール添加処理(0.4, 4.0, 40ppm/25℃/2hr)、フィレに対して高温処理(29℃/1～14日, 32℃/3～14日)、リモネン浸漬処理(8.4, 84, 840ppm/15min)および通電処理(直流2mA/10min, 20mA/1min, 20mA/5hr, 180mA/10min)、活魚に対して高温飼育

(29℃/2～9日間)、通電処理(交流100V/30min(淡水中))および濃塩水浴(NaCl: 0%/1hr→9%/4hr)とした。精製孢子とフィレではそれぞれ4℃で保存した無処理群を対照とした。各処理の終了後(フィレと活魚では孢子を精製)、クドア孢子にHO&PI蛍光色素二重染色を施し、蛍光顕微鏡下で生存孢子と不活化孢子を計数(孢子200個以上/試料)して活性を評価した。

2. 冷凍品質試験 急速凍結機器はある程度現場に普及していることから、本事業では貯蔵・解凍条件を検討した。2013年11月に、当研究部で養成したヒラメ(平均体重約651g)を延髄切断で即殺し、有眼側背側筋肉を採取して皮とエンガワを除去後に重量を測定して真空包装し、ただちにドライアイス・エタノール寒剤(約-70℃)に浸漬して急速凍結した。これらの作業は、一定品質の凍結試料を作成するために1個体ずつ行い(約5分間/個体)、40個体分繰り返した。これらに対して、貯蔵条件として2要因(-35℃と-20℃)、解凍条件として2要因(氷水解凍と水道水解凍)を設け、4試験区を設定した。凍結作業終了の2時間後に-20℃と-35℃の冷凍庫に各20個体分を貯蔵した。凍結から74日目に氷水解凍(クーラーに水道水と氷を満載; 約0℃/1hr)と水道水解凍(約11℃/30min)を施し、収縮率(解凍後長さ/解凍前長さ)、ドリップ率((解凍前筋肉重量-解凍後筋肉重量)/解凍前筋肉重量)、破断強度(3mm径の円柱型プランジャーで3回測定)を測定した。

事業の結果

1. 孢子不活化試験 すべての処理に著効はなかった。前年度の結果との比較から、筋肉中のクドア孢子を不活化するためには、偽シストを破壊する必要があると示唆された。

2. 冷凍品質試験 収縮率とドリップ率は、氷水解凍で著しく軽減されたが、-35℃貯蔵でむしろ悪化した。一方、破断強度は-35℃貯蔵で優れていた(解凍温度では差がなかった)。

海産魚介類の疾病診断と養殖衛生管理指導－ 3

養殖ヒラメの寄生虫対策 (県単)

吉岡宗祐・木本圭輔・福田 穰

事業の目的

食中毒原因寄生虫 *Kudoa septempunctata* (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。

2011～2012年度に引き続き、県内養殖ヒラメ全ロットを対象に調査を行い、県内のクドア感染実態を把握した。

事業の方法

2013年9～10月に県内の28業者の72ロット360検体(養殖場は1ロット5尾、種苗生産期間は1ロット30尾)の養殖ヒラメについて、PCR法によるクドア保菌検査を行った。

PCR法は水産庁のマニュアル¹⁾に従って行った。

事業の結果

表1に示したように、検査に供したヒラメはすべて陰性であった。2013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た。

表1 ヒラメの全ロット検査結果

対象	業者数	ロット数	検体数	陽性数
津久見	1	2	10	0
佐伯	5	15	75	0
鶴見	1	4	20	0
米水津	3	7	35	0
上入津	4	8	40	0
下入津	13	34	170	0
蒲江	0	0	0	0
名護屋	1	2	10	0
種苗生産機関	0	0	0	0
合計	28	72	360	0

文献

- 1) 水産庁栽培養殖課:ヒラメに寄生した*Kudoa septempunctata*の検査方法について. 2012.5;10-17.

健全・高品質な養殖魚（ブリ、カワハギ）生産のための 給餌方法の改良

徳丸泰久・木藪仁和・吉岡宗祐

事業の目的

本県の養殖漁業は、県南部地域の基幹産業となっているが、近年の養殖魚の価格低迷や飼料価格の高騰などにより、養殖漁業の経営は厳しい状況が続いている。

本事業は、低コストかつ健全な養殖魚生産を行える飼料の導入により生産者の所得向上を図ること、また多様化する消費者ニーズに対応した高品質な養殖魚生産を推進することにより大分ブランドを確立することを目的としている。

低コストで抗病性の高い飼料の開発、養殖魚の品質向上技術および魚種多様化技術の開発、研究のため、本年度は以下の4項目を実施した。

1. 低魚粉飼料を用いた病気に強い養殖魚技術開発

近年、養魚用配合飼料の原料の大部分を占める魚粉の価格が高騰し、海産魚類養殖経営に大きな影響を及ぼしている。

これまで、本県を含め複数の研究機関において、一定レベルまで原料魚粉を削減して植物由来原料で代替し、合成タウリンを添加した飼料（＝低魚粉飼料）を用い、従来の飼料と比較して成長、飼育成績に遜色無い結果が得られている。一方で、低魚粉飼料で育成した魚は、病気に弱いという報告もあり、抗病性の向上に課題が残されている。

そこで、本研究では、低魚粉飼料に免疫賦活効果が期待できる素材を添加して、抗病性改善の有無を確認するため、ブリの飼育試験を実施し、攻撃試験により抗病性を検討した。

2. 高品質な養殖ブリの生産技術開発

ブリは近縁種のカンパチ等と比較して、調理後の血合筋の褐色化が顕著であるため、刺身商材として低い評価を受ける傾向がある。褐色化の原因は、血合筋に含まれるミオグロビンのメト化であり、ポリフェノール類やビタミンCなどの抗酸化物質を含む飼料を給餌することにより褐色化の進行を遅延させることが報告されている。

本県では抗酸化物質を含む特産のカボスを給餌してブリの肉質を高品質化した「かぼすブリ」が開発・普及され、増産が進められている。

現在、かぼすブリの生産はモイストペレット（以下MP）で行われており、EP飼料で生産する場合の効果的な添加方法は明らかになっていない。そこで、本年度はカボス果汁（JA おおいた経済連 以下「果汁」）のEP飼料への添加濃度の検討を行った。

また、カボスは収穫時期や乾燥方法により品質が変化することが報告されている。そこで、収穫時期や製造方法の異なるカボス果皮パウダー（前記カボス果汁の朔汁後の果皮等を乾燥、粉末にしたもの以下「果皮」）及び果汁をMPに添加して、ブリに一定期間給餌した後、餌休止した場合の効果持続性、さらに給餌再開後の効果回復性を検討した。

3. 高品質な養殖カワハギの生産技術開発

カワハギは高価格が見込めることから、養殖対象魚種として有望であり、近年、県南部地域において、主に天然種苗を用いた養殖が試みられている。しかし、原因不明の疾病等により生残率が低く、養殖技術の確立が望まれている。これまで、本研究部では、カロリーを抑えた飼料を与えることで、低水温期に発生する原因不明の死亡を軽減できることを明らかにした。今年度は、スッポン用餌料や未利用海藻または免疫賦活効果が期待されるビタミンCを含むカボスを添加した餌を用いて飼育試験を実施し、カワハギ養殖に有用な飼料を検討した。

4. 養魚用飼料の分析・指導

飼料の適正な使用方法を指導することを目的として、養殖業者等からの相談に応じ、飼料の一般成分や品質に関する分析を行った。

事業の方法

1. 低魚粉飼料を用いた病気に強い養殖魚技術開発

1) ブリ当歳魚の飼育試験

供試魚は、2013 年春に採捕された天然のブリ当歳魚を佐伯市の業者から購入し、市販の EP 飼料で養成したものである。

試験に使用した配合飼料は魚粉配合率 50%と 20%の 2 種類の EP である (表 1)。

各試験区には、魚粉 50%飼料 (魚粉 50 %区)、魚粉 20%飼料 (魚粉 20 %区)、昨年度試験に供した甘草抽出物低分子画分を 0.125%添加した魚粉 20%飼料 (甘草区)、市販の発酵ショウガ粉末を 0.02%添加した魚粉 20%飼料 (ショウガ区) を給餌した。

3 × 3 × 3m の海面生け簀に、供試魚各 200 尾を収容し、日曜日を除く 1 日 1 回、各飼料を週 6 回給餌して、8 月 14 日～9 月 30 日の 48 日間飼育した。なお、網替え及び淡水浴は 3 週間に 1 回実施した。

また、飼育終了時の 9 月 30 日に、各区から 10 ～ 12 尾を採取して感染実験に使用した。

表1 配合飼料の組成

原料配合率 (%)	5mm飼料	
	魚粉50%	魚粉20%
アンチョビミール	50.00	20.00
濃縮大豆タンパク質	0.00	5.00
大豆油粕	9.80	20.00
コーングルテンミール		19.00
オキアミミール		2.00
小麦粉	12.50	8.50
脱脂米糠	10.10	3.00
タピオカデンプン	7.00	7.00
製造時魚油	9.40	11.40
ビタミン混合	0.70	0.70
無機質混合	0.50	0.50
リン酸カルシウム		1.50
アミノ酸		1.10
タウリン(合成)		0.30
合計	100.00	100.00
一般成分理論値 (%)		
水分	10.58	11.77
粗脂肪	16.10	17.66
粗タンパク質	41.73	41.11
灰分	10.13	7.17
タウリン	0.31	0.43

2) 低魚粉飼料が抗病性に及ぼす影響

攻撃試験に供試した菌株は、養殖ブリから分離された *Lactococcus garvieae* 110091 株である。110091 株は、トリプトソーヤ寒天培地 (TSA) で 25 °C、24 時間培養した後、さらにブレインハートインフュージョン液体培地に接種し、25 °C で 24 時間静置培養したものを攻撃用菌液とした。

供試魚は攻撃前に、試験区毎に 4 種類のイラスター (Visible Implant Elastomer; Northwestern Marine Technology Inc.) で標識した。感染実験用水槽 (100L)

2 基に供試魚 46 尾を収容し、 3.42×10^6 CFU/mL と なるよう攻撃用菌液を添加して、酸素を通気しながら 10 分間浸漬した。攻撃後の魚は、2t FRP 流水水槽に 2 面に約半数ずつ収容し、20 日間無給餌で飼育観察した (平均水温: 22.1 °C)。

なお、全ての死亡魚について腎臓から TSA を用いて細菌分離を行った。

2. 高品質な養殖ブリの生産技術開発

1) EP飼料への果汁添加濃度の検討

ブリ 2 歳魚 (平均体重 3,696g) を 3 × 3 × 3m の海面生簀 4 面に各 20 尾収容した。

各試験区は市販のブリ用 EP に果汁を 1%添加したもの (1%区)、2%添加したもの (2%区)、4%添加したもの (4%区) 及び無添加 (対照区) を週 5 回飽食給餌して、10 月 28 日～12 月 16 日の 50 日間飼育した。

試験開始時および給餌 20 回、30 回経過後に各区 5 尾ずつを取り上げ魚体重、肥満度、比肝重値、内臓重量値を測定した。試験終了時 (30 回給餌後) の増重量と総給餌量から各区の増重率、飼料効率を算出した。

また、測定を行った各区 5 尾から血合筋を採取し、5 °C の恒温庫内に 24 時間保管したのち、血合筋の a 値、b 値の経時変化 (b/a 値) を色彩色差計 CR-13 型 (ミノルタ) を用いて測定した。

さらに、測定結果を単回帰分析し、回帰係数 (b/a 値の 1 時間あたりの変化量) を求め、比較した。

ブリ血合筋の b/a 値は、およそ 0.5 を超えると茶色に感じられ、0.8 を超えると商品にならない程度の褐変となるとされている¹⁾ ことから、単回帰分析で得られた血合筋の b/a 値が 0.8 になる時間について、各試験区と対照区の差を求め、血合筋が褐変する時間を比較した。

カボス香気成分のブリへの移行を調べるため、各区の 30 回給餌後の魚体の頭部側の腹肉に含まれるリモネン及びミルセンの量を民間分析機関で検査した。

2) 異なるカボス資材の効果の検討

ブリ 1 歳魚 (平均体重 1,871g) を 3 × 3 × 3m の海面生簀 6 面に各 30 尾収容し、1 月 17 日から 3 月 30 日まで 73 日間飼育した。試験に用いた果皮の由来および飼料の組成は、表 2 及び表 3 に示したとおりである。

表2 果皮の由来

果皮種類	果皮の色	搾汁時期	搾汁方法	果皮の受入状態	果皮乾燥時間	果皮製造場所
果皮A	緑	9月	遠心分離	生鮮	15	X社
果皮B	黄	11月	遠心分離	生鮮	15	X社
果皮C	黄	12月	遠心分離	生鮮	4	Y社
果皮D	黄	11月	压榨	冷凍	8	Y社

表3 試験飼料の配合組成

試験区	添加物(%)	配合組成(%)	マッシュ	ビタミン
1 対照区	—	78	20	1
2 果汁区	果汁 1%	78	20	1
3 果皮A区	果皮A 0.5%	78	20	1
4 果皮B区	果皮B 0.5%	78	20	1
5 果皮C区	果皮C 0.5%	78	20	1
6 果皮D区	果皮D 0.5%	78	20	1

冷凍アジに市販の魚粉とビタミン剤を 80:20:1 の比で混ぜ、MP を作製した。これを基礎飼料(対照区)として、基礎飼料に果汁を1%添加したもの(果汁区)、果皮 A ~ D をそれぞれ 0.5%添加したものと(果皮 A 区、果皮 B 区、果皮 C 区、果皮 D 区)の計 6 区を設定した。

給餌は、摂餌状況に応じて週 3 ~ 6 回、飽食近くまで 30 回行った後、餌を 14 日休止した。その後、給餌を再開、10 回給餌した時点で血合筋の褐色化遅延効果の回復について検討した。

サンプリングは給餌 30 回経過後、給餌 14 日休止後、給餌再開 10 回後に各区 3 ~ 4 尾ずつを取り上げた。

測定項目は 2 - 1) と同様、魚体重、肥満度などの魚体測定、色彩色差計による血合筋の測定を行った。

リモンセン及びミルセンの含有量については、添加した果皮それぞれおよび給餌30回後の魚体の頭部側の腹肉について民間分析機関で検査した。

3. 高品質な養殖カワハギの生産技術開発

供試魚は 2012 年1月に大分県漁業公社上浦事業場で生産された種苗を育成したカワハギ 1 歳魚を使用した。

試験に用いた飼料は表4に示した。スッポン用餌料(スッポン餌料区)、冷凍イカナゴ(イカナゴ区)、未利用海藻(ウミトラノオ)粉末を1%添加したマアジ主体の C/P 比72の MP (海藻区)、C/P 比72の MP から水温下降期(9月10日)以降は市販のカボスパウダー(「フラボリコリスかぼす」丸善製薬)を1%添加した C/P 比72の MP (MP →カボス区)、及び C/P 比72の MP (MP 区)の5種類とした。研究部地先に設置した 3×3×3m の海面生け簀に、平均体重約91.5g のカワハギ1歳魚を各152尾収容し、各試験飼料を 1 ~ 2 回/日の頻度で給餌し、2013 年4月15日

~ 2014 年 3 月10日までの329日間飼育した。魚体測定はほぼ毎月 1 回実施し、各区 10 尾については、取り上げて肝臓重量等を測定した。

表4 MP組成および一般成分

	1区 (すっぽん)	2区 (イカナゴ)	3区 (海藻)	4区 (MP→かぼす)	5区 (MP)
配合成分(%)					
すっぽん餌料	100				
冷凍イカナゴ		100			
冷凍マアジ			80	80	80
マッシュ			19	19	19
未利用海藻粉末			1		
かぼすパウダー				1	
ビタミン			1	1	1
一般成分(%)					
水分	55.1	83.5	56.8	56.8	56.8
タンパク質	24.3	13.3	26.7	26.7	26.7
脂肪	3.1	2.5	8.3	8.3	8.3
糖質	11.5	-1.6	1.7	1.7	1.7
灰分	6.1	2.3	5.6	5.6	5.6
可消化エネルギー*1	1,658	755	1,912	1,912	1,912.4
C/P比*2	68.3	56.9	71.7	71.7	71.7
餌料投与期間	(試験期間中)	(試験期間中)	(試験期間中)	(試験期間中)	(試験期間中)
			(4区餌料→4区餌料)	(餌料変更:水温下降期 9/10→)	(試験期間中)
*1 kcal/kg(算出=CP:4.5, CL:8.0, CS:2.8kcal/g)					
*2 カロリー・タンパク質比					

4. 養魚用飼料の分析・指導

養殖業者が使用中または使用予定の飼料の一般成分(水分、粗タンパク質、粗脂肪、粗灰分、炭水化物)、脂質性状の指標 AV(酸価)と POV(過酸化価)、およびタンパク質性状の指標 VBN(揮発性塩基窒素)について分析した。その結果をもとに飼料の適正な使用方法について養殖業者等を指導した。

事業の結果および今後の問題点

1. 低魚粉飼料を用いた病気に強い養殖魚技術開発

1) ブリ当歳魚の飼育試験

飼育成績については、表5に示したとおりである。終了時の体重は、魚粉 20%区が最も大きく、シヨウガ区、甘草区、魚粉 50%区はほぼ同じであった。

飼料効率は、甘草区、魚粉 20%区、シヨウガ区、魚粉 50%区の順に高かった。

生残率は、魚粉 20%区、甘草 A 区、魚粉 50%区、甘草 B 区の順に高かった。

飼育試験の結果から、これまで実施してきた試験同様に、魚粉を 20%程度まで削減した配合飼料は、従来の魚粉 50%飼料と比較して、成長や歩留まりに遜色がないと思われる。

表5 飼育成績

試験区	魚粉50%	魚粉20%	甘草	ショウガ
平均体重 (g)				
開始時	113.1	116.0	114.7	115.7
終了時	305.2	320.7	306.1	306.3
増重率 (%)	169.8	173.7	166.3	163.2
日間増重率 (%/日)	2.07	2.12	2.04	2.03
日間給餌率* (%/日)	3.52	3.38	3.30	3.38
飼料転換効率* (%)	86.2	91.1	83.7	93.5
増肉係数* (%)	1.84	1.73	1.73	1.78
飼育日数	48	48	48	48
給餌日数	40	40	40	40
生残率 (%)	100.0	97.0	98.0	96.0

*乾物換算値

2) 低魚粉飼料が抗病性に及ぼす影響

L.garvieae で攻撃した供試魚の累積死亡率の推移は、図1に示したとおりである。

甘草区と対照区(魚粉50%区)の累積死亡率は同じ値になり、昨年度と同様の結果が得られた。ショウガ区は対照区より低い累積死亡率になった。甘草抽出物低分子画分、発酵ショウガ粉末ともに、低魚粉飼料に添加することで、抗病性の改善が図られる可能性が示唆された。

発酵ショウガによる抗病性の改善効果については、再現性を検討する必要がある。

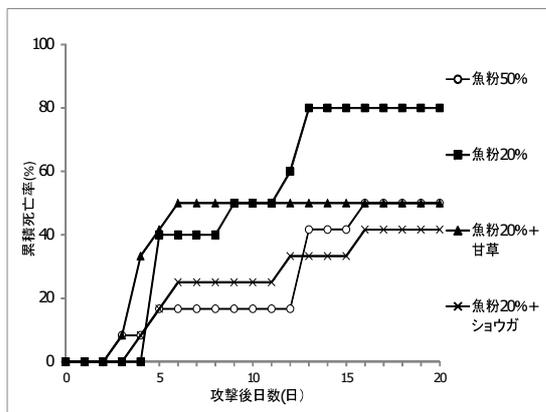


図1 感染実験における累積死亡率の推移

2. 高品質な養殖ブリの生産技術開発

1) EP飼料への果汁添加濃度の検討

試験開始から20回給餌及び30回給餌後の飼育成績を示したものが、表6および表7である。肥満度は30回給餌後の2%区で若干小さくなったものの、各区とも対照区と比べ有意な差は見られなかった。比肝重値、内臓重量値については、果汁の添加量が増えるにつれ、減少する傾向が見られた。

30回給餌後の増重率と飼料効率は4%区、対照区、1%区、2%区の順に高くなった。果汁添加の多寡による増重率、飼料効率に関する傾向はつかめなかった。生残率は対照区で95%、その他は100%であった。

表6 飼育成績 (20回給餌後)

	1区	2区	3区	4区
	対照区	1%区	2%区	4%区
平均体重 (g)				
開始時	3,696	3,696	3,696	3,696
終了時	4,334	4,405	4,280	4,392
肥満度 (%)	18.6	19.0	19.2	18.8
比肝重値 (%)	1.2	1.5	1.4	1.2
内臓重量値 (%)	6.5	6.7	6.2	6.1
増重率 (%)	17.3	19.2	15.8	18.8
飼料効率* (%)	26.9	31.5	26.0	30.9
飼育日数 (日)	29	29	29	29
給餌日数 (日)	20	20	20	20
生残率 (%)	100.0	100.0	100.0	100.0

* 乾物換算値

表7 飼育成績 (30回給餌後)

	1区	2区	3区	4区
	対照区	1%区	2%区	4%区
平均体重 (g)				
開始時	3,696	3,696	3,696	3,696
終了時	4,357	4,249	4,178	4,513
肥満度 (%)	19.1	19.1	18.7	19.0
比肝重値 (%)	1.6	1.7	1.6	1.4
内臓重量値 (%)	7.5	7.3	7.2	6.8
増重率 (%)	17.6	16.1	13.7	21.3
飼料効率* (%)	27.5	24.6	21.2	33.0
飼育日数 (日)	48	48	48	48
給餌日数 (日)	30	30	30	30
生残率 (%)	95.0	100.0	100.0	100.0

* 乾物換算値

試験開始から20回、30回給餌後における血合筋のb/a値の1時間あたりの変化量(回帰係数)は表8に示したとおりである。

20回給餌後の試料における変化量は、果汁を与えた全ての区で対照区より低値であり、同程度の値となった。30回給餌後の試料における変化量は4%区、2%区、1%区の順に対照区より低値となった。

b/a値が0.8になる時間について、対照区と各区との差(血合筋の褐変遅延時間)を示したものが表9である。血合筋の褐変遅延時間は変化量と同様な傾向を示し、20回、30回給餌後ともに、4%区、2%区、1%区の順に長くなった。

以上のことから、餌に対し果汁を1~4%添加し20回以上投与することによってブリ血合筋の褐色化が遅延できることがわかった。また果汁の添加濃度が高くなるほど、投与回数が多くなるほど、血合筋の褐色化遅延効果が高くなることが示唆された。

各区の30回給餌後の魚体の頭部側の腹肉に含まれるリモネン及びミルセンの量を示したものが表10である。両成分は2%区、4%区、1%区の順に多くなり、餌に対しカボス果汁を2%以上添加するとブリに残存するリモネン、ミルセンの量が頭打ちになる可能性が示唆された。

表8 b/a値の1時間あたりの変化量

	(×10 ⁻³)			
	1区 対照区	2区 1%区	3区 2%区	4区 4%区
20回給餌	6.68	5.86	5.92	5.81
30回給餌	5.68	5.72	5.11	4.97

表9 対照区に対する血合筋の褐変遅延時間

	(時間)			
	1区 対照区	2区 1%区	3区 2%区	4区 4%区
20回給餌	-	10	11	19
30回給餌	-	6	11	19

表10 プリに含まれたカボスの香氣成分

	(mg/100g)		
	2区 1%区	3区 2%区	4区 4%区
リモネン	1.80	2.60	2.40
ミルセン	0.31	0.45	0.39

2) 異なるカボス資材の効果の検討

30 回給餌後の飼育成績を示したものが、表 11 である。果皮 C 区では対照区と比較して魚体が大きくなったが、他の区では体重、肥満度とも対照区と差がなかった。比肝重値、内臓重量値については、対照区と比較して果皮 B 区で両項目ともに高く、果皮 D 区では内臓重量値が低くなる傾向があった。

血合筋の b/a 値の1時間あたりの変化量(回帰係数)は表 12 に、b/a 値が0.8になる時間の対照区と各区との差(血合筋の褐変遅延時間)は表 13 に、示したとおりである。

30回給餌後の変化量は、果皮A区、果皮B区、果汁区、果皮D区の順に低く、いずれも対照区より低値となった。

30回給餌後の血合筋の褐変遅延時間は変化量とほぼ同様な傾向を示し、果皮A区、果皮B区、果皮C区、果皮D区、果汁区の順に長くなった。

以上のことから、30回の給餌であれば、餌に対し果汁を1%添加するよりも果皮を0.5%添加する方が効果が高いことが示唆された。また、果皮の収穫時期が早いものほど、また冷凍よりも生鮮のものを利用する方が、褐色化遅延効果が高いことが示唆された。

供試果皮、および各カボス資材給餌30回後の魚体のリモネン及びミルセンの含有量は、それぞれ表 14、表 15 に示したとおりである。

果皮については、果皮 C 区、果皮 D 区、果皮 A 区、果皮 B 区の順にリモネン、ミルセンの含有量が多かった。リモネン、ミルセンの含有量について影響が大きいのは乾燥時間であり、時間が短いほど多く、冷凍より生鮮のもの、そして収穫時期が早いものほど多くなる傾向が示唆された。

魚体のリモネン、ミルセンの含有量も果皮と同様に、果皮 C 区、果皮 D 区、果皮 A 区、果皮 B 区の順に多くなった。餌の果皮のリモネン、ミルセンの量の多寡が、給餌した魚体の含有量に影響することが示唆された。

果汁区については果皮いずれの区よりも含有量が少なかった。

表11 飼育成績(30回給餌後)

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
	対照区	果汁区	果皮A区	果皮B区	果皮C区	果皮D区
平均体重 (g)						
開始時	1,871	1,871	1,871	1,871	1,871	1,871
終了時	2,176	2,221	2,143	2,243	2,333	2,067
肥満度 (%)	16.8	17.3	17.5	17.5	18.6	17.3
比肝重値 (%)	1.2	1.2	1.4	1.6	1.4	1.3
内臓重量値 (%)	6.3	6.1	6.0	6.6	6.1	5.4
飼育日数 (日)	42	42	42	42	42	42
給餌日数 (日)	30	30	30	30	30	30
生残率 (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表12 b/a値の1時間あたりの変化量

	(×10 ⁻³)					
	1区 対照区	2区 果汁区	3区 果皮A区	4区 果皮B区	5区 果皮C区	6区 果皮D区
30回給餌	8.40	6.09	5.06	5.37	5.71	6.70
14日間餌休止	8.55	7.83	7.67	4.64	5.84	8.16
給餌再開10回	14.35	12.86	10.22	11.12	11.44	11.84

表13 対照区に対する血合筋の褐変遅延時間

	(時間)					
	1区 対照区	2区 果汁区	3区 果皮A区	4区 果皮B区	5区 果皮C区	6区 果皮D区
30回給餌	-	10	38	31	25	17
14日間餌休止	-	11	9	38	19	10
給餌再開10回	-	2	12	12	8	1

表14 供試果皮に含まれる香氣成分

	(mg/100g)			
	果皮A	果皮B	果皮C	果皮D
リモネン	220	120	840	360
ミルセン	24	18	140	57

表15 カボス資材給餌プリから検出された香氣成分

	(mg/100g)				
	2区 果汁区	3区 果皮A区	4区 果皮B区	5区 果皮C区	6区 果皮D区
リモネン	0.05	0.11	0.08	0.32	0.26
ミルセン	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05

現場では出荷時に餌止めを行うことから、餌止め後の血合筋の褐色化遅延効果の持続性を把握するため休餌の影響を検討した結果、14日間餌休止後においては、変化量、褐変遅延時間ともに果皮 B 区が最も優れ、次いで果皮C区、果皮A区、果汁区、果皮D区であった。14日間の餌休止後においては、30回

給餌後とは反対に果皮の収穫時期が遅いものほど効果が残しやすい傾向が示唆された。

給餌再開 10 回後においては、果皮 A 区が最も優れ、次いで果皮 B 区、果皮 C 区、果皮 D 区、果汁区の順になった。これは 30 回給餌後の結果とほぼ同様であった。しかし全ての区で変化量は大きく、遅延時間は短くなっており、効果回復度を判断することができなかった。供試ブリに生殖腺の発達が見られたことから、成熟がカボス資材添加の効果に影響した可能性もあり、引き続き検討が必要である。

3. 高品質な養殖カワハギの生産技術開発

カワハギの成長は図2、死亡率の推移は図3に示したとおりである。また、表16は飼育成績である。

成長は海藻区が最も優れていた。

試験開始当初に死亡率が上昇したが、試験設定時のハンドリングストレスが疑われる。その後は、イカナゴ区を除き死亡魚は少なかった。水温が15℃以下になった12月中旬以降に死亡魚が増え、海藻区、MP→カボス区および MP 区の死亡率は28%で試験を終了した。なお、6月中旬以降に海水温が20℃を超え、袋網にイカナゴを入れた置き餌方式で給餌していたイカナゴ区では、置き餌の品質劣化によって死亡率が上昇した。イカナゴ区は飼育163日目の9月24日に試験を終了させた。

増重率は海藻区が最も高く、飼料効率も MP 区が最もよかった。

各区の比肝重値の推移は表17に示したとおりである。海藻区と MP→カボス区では11月に比肝重値の平均値が13%をこえたが、その後は13%以下で推移した。

各区の体重組成を示したものが図4である。大型個体は海藻区に多くみられた。

本試験ではカワハギ飼育における成長および生残率に優れた飼料について検討し、ウミトラノオを添加した飼料が成長、飼育成績および生残率が良くなることが確認された。また、冷凍イカナゴは、水温20℃以上の期間に置き餌で給餌することが望ましくないことも把握できた。

そこで、水温20℃までの期間は冷凍イカナゴを給餌し、水温20℃を超える期間は未利用海藻添加飼料を給餌する方法など、周年、単一の飼料ではなく、複合種の飼料を使うことにより、成長と生残率が改善される可能性もある。

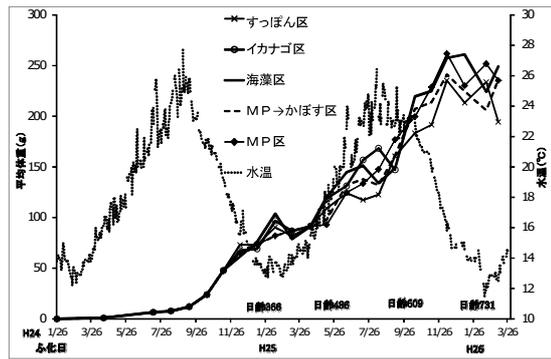


図2 平均体重および海水温の推移

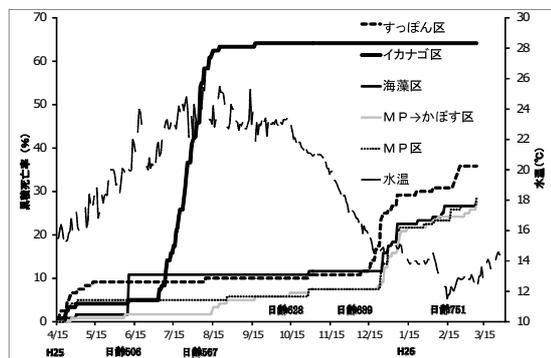


図3 累積死亡率の推移

表16 飼育成績

	1区 (すっぼん)	2区 (イカナゴ)	3区 (海藻)	4区 (MP→かぼす)	5区 (MP)
平均体重 (g)	開始時 91.5				
	終了時 194.4 150.0 249.2 236.7 235.3				
増重率 (%)	112.5	63.9	172.4	158.6	157.1
日間増重率 (%/日)	0.35	0.37	0.38	0.37	0.38
日間給餌率* (%/日)	2.79	1.21	3.65	3.69	3.77
飼料効率* (%)	12.5	30.9	10.6	10.2	10.0
飼育日数 (日)	329	163	329	329	329
給餌日数 (日)	216	88	216	216	216
生残率 (%)	64.2	35.8	72.5	72.5	71.1

* 乾物換算値

表17 各区の比肝重値(%)の推移

	1区 (すっぽん)	2区 (イカナゴ)	3区 (海藻)	4区 (MP→ かぼす)	5区 (MP)
5月	最大 12.8 平均 9.0 最小 6.4	最大 9.2 平均 8.7 最小 7.9	最大 10.1 平均 8.5 最小 5.6	最大 10.8 平均 7.4 最小 5.6	最大 9.7 平均 8.2 最小 6.5
6月	最大 11.3 平均 8.2 最小 6.5	最大 9.2 平均 7.6 最小 5.6	最大 9.7 平均 7.6 最小 5.3	最大 10.2 平均 8.5 最小 7.2	最大 9.5 平均 7.7 最小 6.3
7月	最大 10.2 平均 7.7 最小 2.0	最大 9.9 平均 8.3 最小 6.3	最大 8.7 平均 6.9 最小 5.2	最大 9.5 平均 7.8 最小 5.3	最大 7.5 平均 6.4 最小 5.1
8月	最大 13.7 平均 8.8 最小 6.3	最大 7.4 平均 6.2 最小 4.2	最大 8.7 平均 7.6 最小 6.5	最大 10.2 平均 7.9 最小 5.6	最大 8.1 平均 6.7 最小 5.5
9月	最大 9.2 平均 7.7 最小 6.8	最大 9.5 平均 6.7 最小 4.8	最大 11.4 平均 9.6 最小 6.1	最大 8.6 平均 8.1 最小 7.1	最大 11.1 平均 9.7 最小 7.8
10月	最大 13.1 平均 10.9 最小 9.5	—	最大 13.6 平均 11.7 最小 10.1	—	最大 13.5 平均 11.9 最小 9.5
11月	最大 13.7 平均 10.7 最小 9.3	—	最大 14.4 平均 13.6 最小 12.8	最大 15.8 平均 13.1 最小 11.5	最大 14.4 平均 12.3 最小 10.5
12月	最大 12.2 平均 10.9 最小 9.8	—	最大 12.1 平均 11.2 最小 10.0	最大 12.7 平均 10.8 最小 9.2	最大 13.7 平均 12.1 最小 10.5
1月	最大 12.9 平均 10.8 最小 9.3	—	最大 13.4 平均 11.8 最小 10.0	最大 12.3 平均 10.5 最小 8.6	最大 15.3 平均 12.5 最小 9.8
2月	最大 13.7 平均 9.7 最小 6.3	—	最大 12.1 平均 10.3 最小 8.9	最大 10.2 平均 9.6 最小 8.5	最大 10.8 平均 9.9 最小 9.1
3月	最大 11.1 平均 9.2 最小 7.1	—	最大 12.6 平均 11.0 最小 8.7	最大 10.8 平均 9.6 最小 8.8	最大 12.6 平均 11.4 最小 10.1

—: 未測定

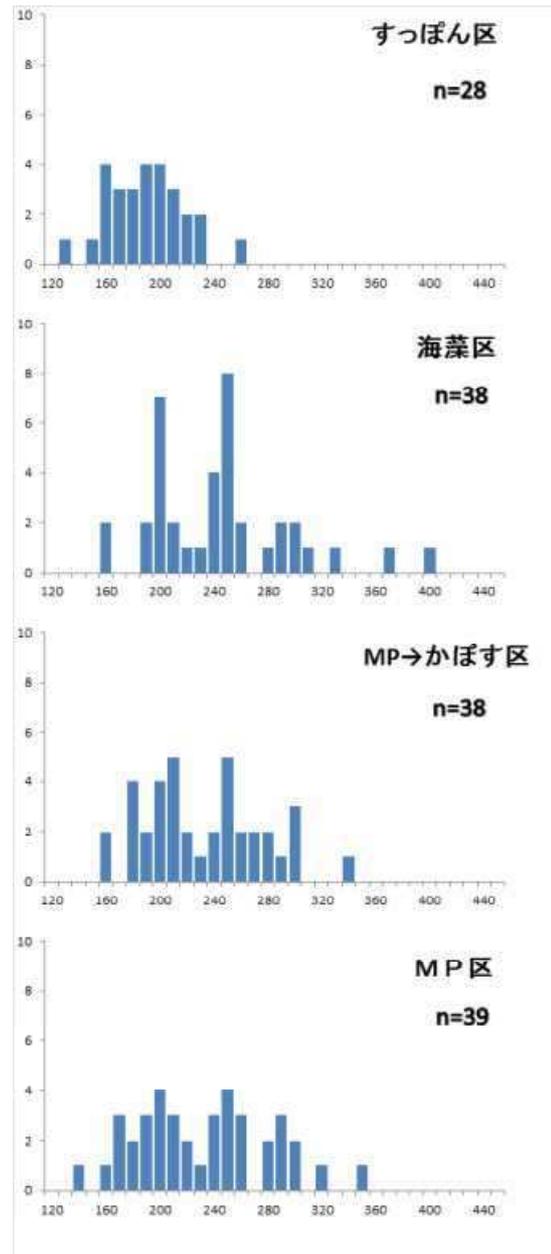


図4 各試験区の体重組成

4. 養魚用飼料の分析・指導

本年度の分析結果および指導実績は表 17 に示したとおりである。

表17 飼料分析実績

種類	依頼件数	分析項目数	分析内容
配合飼料	3	4	一般成分、AV、POV、VBN
その他	10	24	一般成分、AV、POV、VBN
合計	13	28	

(ブリ担当：木藪仁和、カワハギ担当：徳丸泰久)

文 献

- 1) Hiraoka Y, Ohsaka E, Narita K, Yamabe K, Seki N.
Preventive method of color deterioration of yellowtail
dark muscle during frozen storage and post
thawing. *Fish. Sci.* 2004; 70: 1130-1136.

安心・安全で環境に優しい養殖推進事業

低魚粉飼料時代の養殖に向けた抗病性強化技術開発

木藪仁和・吉岡宗祐・徳丸泰久

事業の目的

我が国の海面養殖業は、総漁業生産額の約3割を占め、国民への水産物の安定供給を図るうえで重要な役割を担っている。しかし、近年、養魚用配合飼料の原料の大部分を占める魚粉の価格が高騰し、海産魚類養殖経営に大きな影響を及ぼしている。

これまで、本県を含め複数の研究機関において、一定レベルまで原料魚粉を削減して植物由来原料で代替し、合成タウリンを添加した飼料（＝低魚粉飼料）を用い、従来の飼料と比較して成長、飼育成績に遜色無い結果が得られている。一方で、低魚粉飼料で育成した魚は、病気に弱いという報告もあり、抗病性の向上に課題が残されている。

そこで、本研究では、免疫賦活効果が期待できる県特産の素材を低魚粉飼料に添加して、ブリの飼育試験を実施し、攻撃試験により抗病性改善の有無を検討した。

事業の方法

1. ブリ当歳魚の飼育試験

供試魚は、2013年春に採捕された天然ブリ稚魚を佐伯市の業者から購入し、市販のEP飼料で養成したものである。

試験に使用した基本飼料は、魚粉配合率50%と20%の2種類のEP飼料である（表1）。

各試験区には、魚粉50%飼料（魚粉50%区）、魚粉20%飼料（魚粉20%区）、カボス果汁（JAおおいた経済連）を1%添加した魚粉20%飼料（果汁区）、カボス果皮パウダー（前記カボス果汁の搾汁後の果皮等を乾燥、粉末にしたもの）を1%添加した魚粉20%飼料（果皮区）を給餌した。

3×3×3mの海面生簀に、供試魚各200尾を收容し、日曜日を除く1日1回、各飼料を週6回、飽食給餌して、8月14日～9月30日の48日間飼育した。なお、網替え及び淡水浴は3週間に1回実施した。

表1 配合飼料の組成

原料配合率(%)	5mm飼料	
	魚粉50%	魚粉20%
アンチョビミール	50.00	20.00
濃縮大豆タンパク質	0.00	5.00
大豆油粕	9.80	20.00
コーングルテンミール		19.00
オキアミミール		2.00
小麦粉	12.50	8.50
脱脂米糠	10.10	3.00
タピオカデンプン	7.00	7.00
製造時魚油	9.40	11.40
ビタミン混合	0.70	0.70
無機質混合	0.50	0.50
リン酸カルシウム		1.50
アミノ酸		1.10
タウリン(合成)		0.30
合計	100.00	100.00
一般成分理論値(%)		
水分	10.58	11.77
粗脂肪	16.10	17.66
粗タンパク質	41.73	41.11
灰分	10.13	7.17
タウリン	0.31	0.43

また、飼育終了時の9月30日に、各区から10～12尾を採取して攻撃試験に使用した。

2. 低魚粉飼料が抗病性に及ぼす影響

攻撃試験に供試した菌株は、養殖ブリから分離された *Lactococcus garvieae* 110091 株である。110091 株は、トリプトソーヤ寒天培地（TSA）で25℃、24時間培養した後、さらにブレインハートインフュージョン液体培地に接種し、25℃で24時間静置培養したものを攻撃用菌液とした。

供試魚は攻撃前に、試験区毎に4種類のイラストマー（Visible Implant Elastomer; Northwestern Marine Technology Inc.）で標識した。感染実験用水槽（100L）2基に供試魚45尾を收容し、 3.42×10^6 CFU/mL となるよう攻撃用菌液を海水に添加して、酸素を通気しながら10分間浸漬した。攻撃後の魚は、2t FRP流水水槽2面に約半数ずつ收容し、20日間無給餌で飼育観察した（平均水温：22.1℃）。

なお、全ての死亡魚について腎臓から TSA を用

いて細菌分離を行った。

料と比較して、成長や歩留まりに遜色がないと判断される。

結果及び考察

1. ブリ当歳魚の飼育試験

飼育成績については、表 2 に示したとおりである。

終了時の体重は魚粉 20%区、果皮区、魚粉 50%区、果汁区の順に大きくなった。飼料効率は、果皮区、魚粉 20%区、魚粉 50%区、果汁区の順に高かった。

生残率は、魚粉 50%区と果皮区が 100%、果汁区が 98.0%、魚粉 20%区が 97.0%であった。

飼育試験の成績から、前年度までに得られた知見と同様に、魚粉を 20%程度まで削減した配合飼料でもタウリンを添加すれば、従来の魚粉 50%飼

2. 低魚粉飼料が抗病性に及ぼす影響

L.garvieae で攻撃した供試魚の累積死亡率の推移は図 1 に示したとおりである。

果汁区、果皮区の累積死亡率は、魚粉 50%区より高いものの、魚粉 20%区より低い値を示し、抗病性の改善が図られる可能性が示唆された。

なお、果汁区については昨年度の結果と比較して、果汁区の生残率が改善されたが、本年度は添加濃度を 1%に増加したことによるかも知れない。

カボス果汁および果皮添加による抗病性の改善効果については、さらに検討を進める必要がある。

表2 飼育成績

試験区	魚粉50%	魚粉20%	果汁	果皮
平均体重 (g)				
開始時	113.1	116.0	115.5	113.2
終了時	305.2	320.7	301.3	311.5
増重率 (%)	169.8	173.7	158.2	175.2
日間増重率 (%/日)	2.07	2.12	2.00	2.11
日間給餌率* (%/日)	3.52	3.38	3.60	3.27
飼料転換効率* (%)	86.2	91.1	83.7	93.5
増肉係数* (%)	1.84	1.73	1.95	1.68
飼育日数	48	48	48	48
給餌日数	40	40	40	40
生残率 (%)	100.0	97.0	98.0	100.0

*乾物換算値

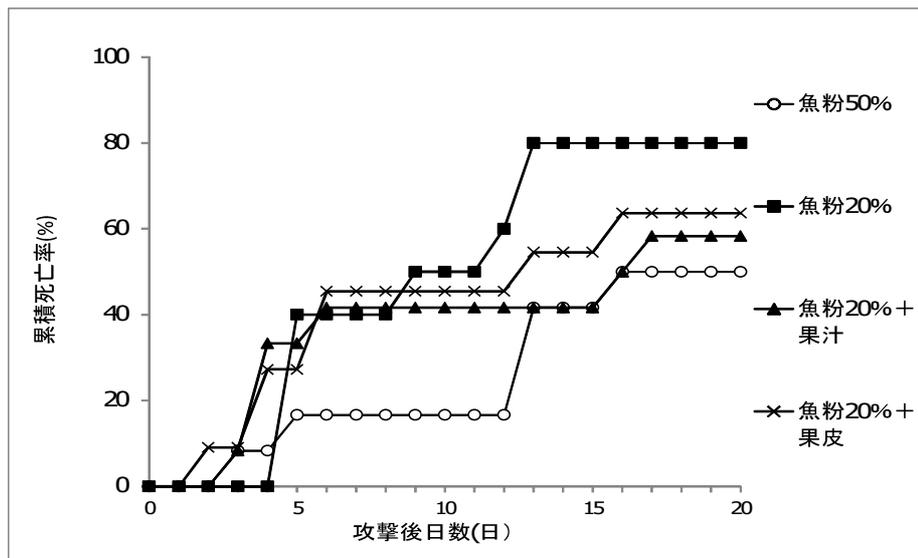


図1 感染実験における累積死亡率の推移。

おおいた未来技術を活用した養殖推進事業 (予備試験)

徳丸泰久・木藪仁和

事業の目的

本県では多種多様な魚介類が養殖されている。しかし、閉鎖的な海域や限られた陸上水槽のため、病気が発生・蔓延することがある。

近年、空気を微細気泡化するマイクロバブル発生装置が開発され、ダム池の水質浄化、マガキ・真珠養殖、トマト栽培等の農業、健康、医療、食品・バイオ等の分野で着実に成果が現れている。

そこで、マイクロバブルの可能性を養殖現場で検討するための予備試験を実施した。

事業の方法

供試魚はいずれも大分県漁業公社上浦事業場で生産された種苗を育成したもので、マダイ1歳魚(2012年2月生産)、カワハギ1歳魚(2012年1月生産)、及びウマヅラハギ1歳魚(2012年3月生産)の3魚種を使用した。

試験に用いた飼料は表1に示したように、マアジ主体のC/P比72のMPである。

研究部地先に設置した3×3×3mの海面生け簀3面の中心部にマイクロバブル発生装置を水深1mに垂下した(マイクロバブル区)。また、対照区として、マイクロバブル区から直線距離で100m離れた研究部地先の港内に生け簀3面を設置した。生け簀に収容した尾数は、マダイが平均体重約422.2gの個体各90尾、カワハギはマイクロバブル区が平均体重134g、対照区が145gで各107尾、ウマヅラハギがマイクロバブル区が平均体重154g、対照区が169gで各143尾を収容した。

飼料は1～2回/日の頻度で給餌し、マダイは2013年7月1日～2014年3月6日までの249日間、カワハギは2013年7月16日～2014年3月10日までの238日間、ウマヅラハギは2013年7月8日～2014年3月13日の249日間飼育した。体重測定は、ほぼ毎月1回実施した。

なお、不定期に試験区の溶存酸素濃度を測定した。

表1 MP組成および一般成分

MP	
配合成分(%)	
冷凍マアジ	80
マッシュ	19
ビタミン	1
一般成分(%)	
水分	56.8
タンパク質	26.7
脂肪	8.3
糖質	1.7
灰分	5.6
可消化エネルギー*1	1,912.4
C/P比*2	71.7

*1 kcal/kg(算出=CP:4.5、CL:8.0、CS:2.8kcal/g)
*2 カロリー・タンパク質比

事業の結果および今後の問題点

マダイの成長は図2、カワハギの成長は図3、ウマヅラハギの成長は図4に示したとおりである。また、飼育成績を示したものが表2である。

すべての魚種で成長に有意な差は認められなかった。

試験中に赤潮構成プランクトンの*K. mikimotoi*や*Mesodinium rubrum*による赤潮が発生、台風が3回接近したが、これらによる死亡はなかった。マダイにおける減耗の原因は、飛び出しや逸散・逃避であった。カワハギ及びウマヅラハギではマイクロバブル区の方が死亡率が低かったが、原因は特定できなかった。

なお、9月に3回溶存酸素濃度を測定した。マイクロバブル区は7.02～7.04mg/Lであった。対照区は6.82～7.19mg/Lであり、対照区の方が溶存酸素濃度が高かった。

今回の試験は、空気を収縮させて微細な気泡を生け簀の周りに発生させたが、溶存酸素濃度も高くならず、供試魚の成長、歩留についても、その効果は

見られなかった。今後は、酸素発生装置で発生させた酸素を収縮して微細な気泡を生け簀の周りに発生させるなどの試験を実施し、溶存酸素濃度の推移や供試魚の成長等について、検証する必要がある。

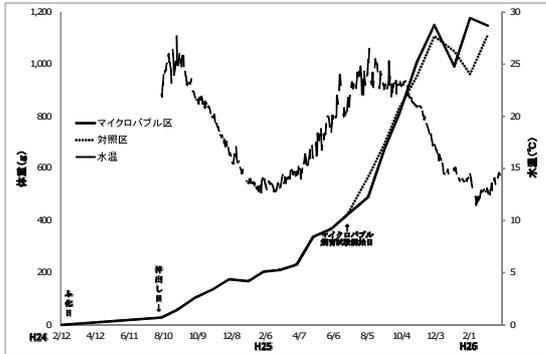


図2 マダイにおける平均体重と海水温の推移

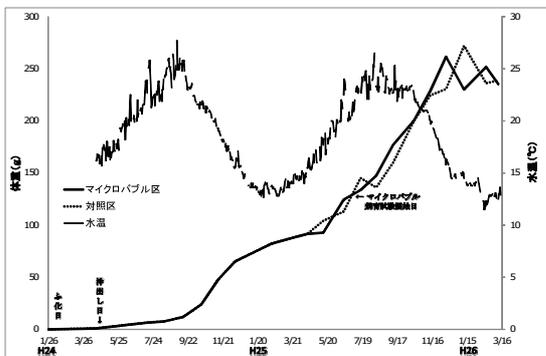


図3 カワハギにおける平均体重と海水温の推移

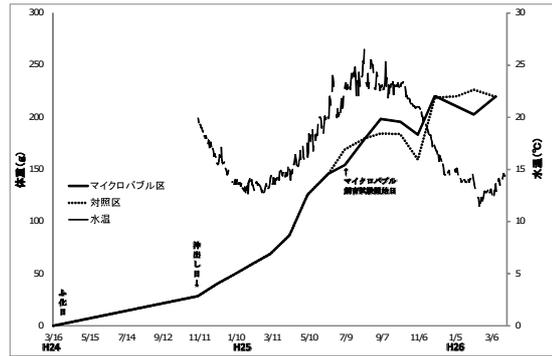


図4 ウマヅラハギにおける平均体重と海水温の推移

表2 飼育成績

	マダイ		カワハギ		ウマヅラハギ	
	マイクロバブル区	対照区	マイクロバブル区	対照区	マイクロバブル区	対照区
平均体重 (g)						
開始時	422.0	422.0	134.0	145.0	154.0	169.0
終了時	1,148.2	1,111.4	235.3	239.0	220.1	219.7
増重率 (%)	172.0	163.2	76.0	64.6	42.8	29.8
日間増重率 (%/日)	0.53	0.52	0.43	0.39	0.22	0.18
日間給餌率* (%/日)	0.90	0.92	3.60	3.35	1.63	1.57
飼料効率* (%)	58.9	56.2	10.0	9.7	13.4	11.6
飼育日数 (日)	249	249	238	238	249	249
縮飼日数 (日)	159	159	133	133	151	151
生残率 (%)	94.4	90.0	72.0	61.8	98.6	96.5
飼育期間	7/1~3/6		7/16~3/10		7/8~3/13	

* 乾物換算値

漁村グループを対象とした加工指導

木藪仁和・徳丸泰久

事業の目的

水産加工を営む沿岸漁業者や漁村女性グループ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素材の開発・改良を支援することを目的に、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

漁業者や加工業者などに当研究部内の加工施設を解放し、技術指導を行った。24回延べ49人が当施設を使用し、養殖ブリ、天然ブリ、養殖ドジョウを使った加工食品（燻製、レトルト、冷凍商品など）の開発・改良を行った（表1）。

表1 加工研修内容

研修回数	24
研修人員	49
対象水産物	養殖ブリ、天然ブリ、養殖ドジョウ ウミトラノオ
研修内容	燻製商品試作 学校給食用商品試作 冷凍商品試作 レトルト試作 飼料試作 加工実習体験

2. 加工相談などへの対応

未利用資源や低価格水産物の有効利用、加工品の改善などについて、49件延べ57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	49
相談人数	57
対象水産物	養殖ブリ、天然ブリ、関あじ、関さば サザエ、タイ、ハモ、シラス クラゲ、養殖クルマエビ、ナルトビエイ イワシ、養殖ドジョウ、ボラ、タチウオ サバ、エソ、ナマコ、エビ

3. 巡回指導

加工業者、漁業者などの要望に基づいて現地へ赴き、加工品開発・改良について42回延べ544人の指導を行った（表3）。

表3 巡回指導

指導件数	43
指導人数	584
対象水産物	養殖ブリ、天然ブリ、関あじ、関さば サザエ、タイ、イサキ、サバ、クロメ 県産魚全般

養殖漁場の適正利用推進調査

養殖漁場環境調査

野田誠・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に、持続的養殖生産確保法で定められた養殖漁場改善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、県南城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

2013年8月19日～8月28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。

水質は、水温、塩分、透明度、溶存酸素(DO)、溶存無機三態窒素(DIN)及びリン酸態リン(PO₄-P)の6項目について、また底質は酸揮発性硫化物(AVS)の1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STDを用いて水温、塩分、水深の測定を行った後、リゴ- 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、エクマンバーズ採泥器(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。

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。平成19年度「持続的養殖生産・供給推進委託事業」(より環境に優しい漁場の利用・管理方法の開発)報告書で提案された漁場区分とAVSの基準値は以下に示す通りである。これに従い、2013年度の底質調査の結果を評価すると、データが得られた35点の内、30点がI、3点がII、2点がIVに分類された。IIIに分類された点はなかった。

区分	AVS-S基準値 (mg/g-dry)	漁場の状況	漁場の評価*
区分I	<0.2	有機汚染負荷がベントスの健全な増殖に寄与している状態	健全な漁場(健全漁場)
区分II	0.2≦～<0.6	有機汚染負荷がベントスの現存量に悪影響を与えている状態	生息環境の悪化が進行している漁場(要注意漁場)
区分III	0.6≦～<1.0	有機汚染負荷がベントスの現存量に強い影響を与えている状態	何らかの措置を考慮すべき漁場(要改善漁場)
区分IV	≧1.0～	有機汚染負荷によりベントスもはや生息出来ない状態	早急な対策が必要な漁場(危機的漁場)

*()内は漁場行使の視点からの評価

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.

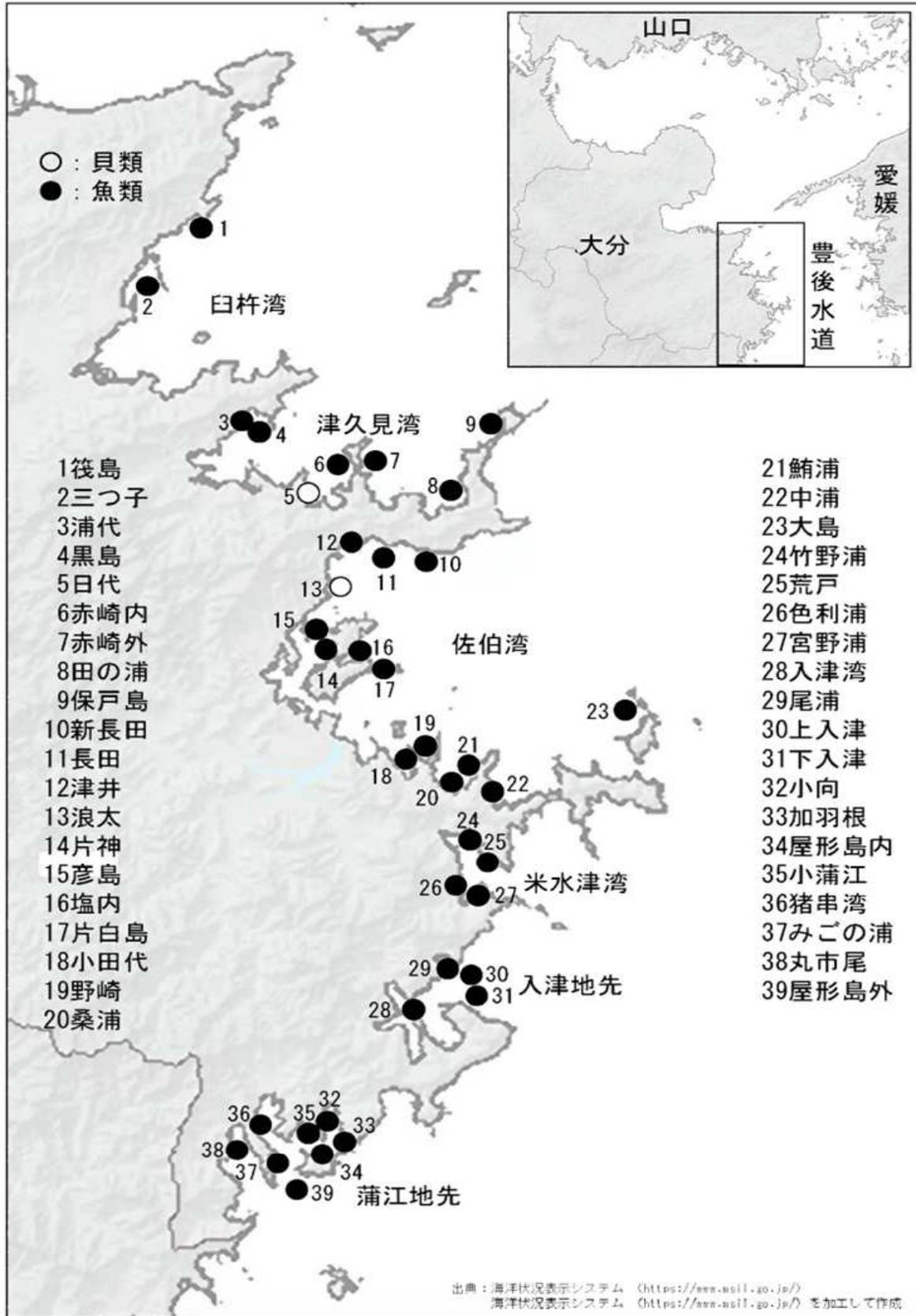


図1 2013年度 養殖漁場環境調査定点図.

表1 2013年度 養殖漁場環境調査結果一覧

項目	佐賀関		臼杵		津久見						上浦				佐伯				鶴見		
	後島	三つ子	浦代	黒島	日代	赤崎内	赤崎外	田の浦	保戸島	新長田	長田	津井	浪太	片神	彦島	塩内	片白島	小田代	野崎	桑浦	
調査月日	8/21	8/21	8/27	8/27	8/27	8/27	8/27	8/27	8/27	8/20	8/20	8/20	8/20	8/20	8/20	8/20	8/20	8/19	8/19	8/19	
水深(m)	16.7	16.7	23.2	34.3	25.6	40.4	47.2	47.2	32.6	46.0	38.7	14.7	28.4	20.3	19.9	22.5	31.9	21.4	23.9	17.3	
Tr (m)	9.0	8.0	10.0	9.5	10.0	11.0	10.0	10.5	9.0	16.0	8.0	9.0	9.0	8.0	7.0	12.0	13.0	9.0	14.0	14.0	
水温	0	23.2	23.8	22.9	23.4	23.0	23.3	22.8	22.9	22.9	26.0	26.6	26.2	26.5	26.3	25.4	25.0	25.7	26.1	24.6	
	5	22.1	22.6	22.6	22.5	22.8	22.8	22.6	22.6	22.1	23.2	23.0	23.5	23.8	23.7	23.4	23.4	23.7	23.3	22.9	
	10	21.8	22.1	22.5	22.5	22.7	22.7	22.6	22.4	22.0	22.6	22.6	22.8	22.8	22.8	22.8	22.3	23.0	22.8	22.5	
	B	21.4	21.9	22.4	22.2	22.5	21.7	22.3	22.2	22.2	21.4	21.5	22.3	22.0	22.3	22.2	21.9	21.4	22.1	22.5	22.4
塩分	0	33.75	33.58	33.37	31.45	32.49	32.53	33.31	32.72	33.30	33.70	33.57	33.32	33.47	33.43	33.48	33.58	33.38	33.26	33.21	33.57
	5	33.70	33.69	33.52	33.55	33.13	33.17	33.37	33.08	33.36	33.75	33.63	33.64	33.66	33.63	33.58	33.61	33.63	33.69	33.69	33.71
	10	33.72	33.64	33.59	33.61	33.37	33.43	33.48	33.33	33.62	33.76	33.65	33.68	33.67	33.69	33.68	33.69	33.72	33.73	33.74	33.75
	B	33.80	33.69	33.74	33.79	33.67	33.80	33.74	33.82	33.78	33.83	33.82	33.72	33.76	33.78	33.77	33.78	33.84	33.78	33.77	33.75
DO	0	4.92	4.89	4.60	4.86	4.88	4.84	4.66	4.71	4.26	5.93	7.52	5.13	6.04	4.79	4.90	4.96	5.28	4.77	4.95	4.687
	5	4.74	4.57	4.55	4.67	4.79	4.64	4.66	4.58	3.93	4.40	5.00	4.82	4.97	4.27	4.15	4.60	4.99	5.00	4.81	4.841
	10	4.55	4.45	4.57	4.57	4.75	4.77	4.63	4.57	4.30	4.40	4.62	4.27	4.95	4.77	4.95	4.84	4.80	4.89	4.91	5.049
	B	4.43	4.26	4.56	4.42	4.75	4.35	4.42	4.49	4.34	3.90	4.19	4.00	4.61	4.03	4.11	4.19	4.27	4.50	4.95	4.985
DIN	0	0.54	3.39	8.03	10.10	3.45	3.39	3.35	4.48	7.67	0.35	1.78	0.15	0.17	0.63	0.09	1.17	1.29	6.94	2.27	1.43
	5	1.06	1.39	2.85	3.11	2.85	3.80	3.14	4.44	8.07	3.83	0.33	0.08	0.31	3.21	3.66	2.05	0.50	1.15	1.49	1.21
	10	1.73	0.84	2.67	3.09	2.32	2.79	3.03	3.86	3.77	4.40	0.39	0.24	0.30	1.29	1.71	0.75	1.22	0.57	1.05	0.66
	B	3.46	1.13	2.84	3.36	2.00	3.61	3.09	3.34	4.06	5.58	0.30	0.46	1.75	3.37	4.18	3.21	3.33	1.94	0.76	0.98
P04-P	0	0.23	0.20	0.29	0.33	0.22	0.25	0.31	0.29	0.43	0.06	0.13	0.04	0.06	0.12	0.11	0.19	0.17	0.38	0.23	0.26
	5	0.24	0.39	0.30	0.32	0.29	0.38	0.32	0.31	0.47	0.31	0.17	0.11	0.14	0.81	0.56	0.30	0.19	0.21	0.25	0.20
	10	0.25	0.39	0.28	0.31	0.24	0.31	0.33	0.30	0.30	0.35	0.19	0.20	0.15	0.27	0.28	0.22	0.24	0.21	0.25	0.20
	B	0.34	0.38	0.31	0.37	0.28	0.49	0.29	0.34	0.37	0.97	0.66	0.19	0.32	0.57	0.91	0.45	0.43	0.35	0.22	0.24

項目	調査点			米水津				入津地区				蒲江南部地区								
	桶浦	中浦	大島	竹野浦	荒戸	色利浦	宮野浦	入津湾	尾浦	上入津	下入津	小向	加羽根	屋形島内	小蒲江	猪串湾	みごの浦	丸市尾	屋形島外	
調査月日	8/19	8/19	8/19																	
水深(m)	35.3	28.1	46.8																	
Tr (m)	17.0	11.0	15.0																	
水温	0	23.7	22.7	23.4																
	5	23.1	22.5	23.3																
	10	22.5	22.5	23.2																
	B	20.5	21.2	21.5																
塩分	0	33.68	33.70	33.72																
	5	33.65	33.72	33.64																
	10	33.70	33.72	33.65																
	B	33.95	33.85	33.84																
DO	0	4.62	4.46	4.77	欠測															
	5	4.36	4.60	4.86																
	10	4.72	4.56	4.83																
	B	4.09	4.49	4.67																
DIN	0	1.21	1.62	1.58																
	5	2.11	1.85	1.59																
	10	0.59	1.58	1.76																
	B	5.06	2.79	4.69																
P04-P	0	0.25	0.26	0.21																
	5	0.28	0.35	0.25																
	10	0.22	0.27	0.25																
	B	0.60	0.42	0.47																

*水温は0.5m層を示す。

単位：WT(°C)、S、DO(m/L)、DIN・P04-P(μM)

*DO(m/L)÷0.7=DO(mg/l)

表2 2013年度 底質分析結果

調査 年月日	No.	調査 点名	湾・海域	漁業種類	H25年度
					AVS (mg/g乾泥)
H25.8.21	1	筏島	臼杵湾	魚類小割	0.00
H25.8.21	2	三ツ子	臼杵湾	魚類小割	0.10
H25.8.27	3	浦代	津久見湾	魚類小割	0.00
H25.8.27	4	黒島	津久見湾	魚類小割	0.10
H25.8.27	5	日代	津久見湾	真珠	0.00
H25.8.27	6	赤崎内	津久見湾	魚類小割	0.05
H25.8.27	7	赤崎外	津久見湾	魚類小割	0.01
H25.8.27	8	田の浦	津久見湾	魚類小割	0.03
H25.8.27	9	保戸島	津久見湾	魚類小割	0.15
H25.8.20	10	新長田	佐伯湾	魚類小割	0.06
H25.8.20	11	長田	佐伯湾	魚類小割	0.05
H25.8.20	12	津井	佐伯湾	魚類小割	0.04
H25.8.20	13	浪太	佐伯湾	真珠	0.00
H25.8.20	14	片神	佐伯湾	魚類小割	1.24
H25.8.20	15	彦島	佐伯湾	魚類小割	0.25
H25.8.20	16	塩内	佐伯湾	魚類小割	0.07
H25.8.20	17	片白島	佐伯湾	魚類小割	0.05
H25.8.19	18	小田代	佐伯湾	魚類小割	0.17
H25.8.19	19	野崎	佐伯湾	魚類小割	0.00
H25.8.19	20	桑浦	佐伯湾	魚類小割	0.02
H25.8.19	21	鮪浦	佐伯湾	魚類小割	0.28
H25.8.19	22	中浦	佐伯湾	魚類小割	0.04
H25.8.19	23	大島	佐伯湾	魚類小割	0.00
	24	竹野浦	米水津湾	魚類小割	欠測
	25	荒戸	米水津湾	魚類小割	欠測
	26	色利浦	米水津湾	魚類小割	欠測
	27	宮野浦	米水津湾	魚類小割	欠測
H25.8.28	28	入津湾	入津地区	湾央	1.91
H25.8.28	29	尾浦	入津地区	魚類小割	0.07
H25.8.28	30	上入津	入津地区	魚類小割	0.07
H25.8.28	31	下入津	入津地区	魚類小割	0.12
H25.8.26	32	小向	蒲江南部	魚類小割	0.07
H25.8.26	33	加羽根	蒲江南部	魚類小割	0.00
H25.8.26	34	屋形島内	蒲江南部	魚類小割	0.04
H25.8.26	35	小蒲江	蒲江南部	ひおうぎ	0.03
H25.8.26	36	猪串湾	蒲江南部	魚類小割	0.31
H25.8.26	37	みごの浦	蒲江南部	魚類小割	0.05
H25.8.26	38	丸市尾	蒲江南部	魚類小割	0.05
H25.8.26	39	屋形島外	蒲江南部	魚類小割	0.00

単位：mg/g・dry