

先端技術を利用した養殖魚の病害防除法の開発

福田 穰・吉岡左織・木本圭輔

事業の目的

大分県の海産魚養殖では、ブリ(19,679t: 全国3位)とヒラメ(1,075t: 全国1位)の生産が、県水産業における重要な位置を占めるが(2011年農林水産統計)、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。ブリ養殖ではレンサ球菌症ワクチン普及によって、疾病被害と抗菌剤使用が激減したものの、ワクチン未開発の疾病(細菌性溶血性黄疸)の発生に伴う抗菌剤使用が再び増加している。また、ヒラメ養殖では対策困難な新疾病(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、細菌性溶血性黄疸と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。

I ヒラメ養殖における病害防除技術開発(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、*S. 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、各区20尾に接種し(対照にはPBS)、流水水槽(13.5～16.2℃)で給餌飼育した。免疫20日後に 7.5×10^7 CFU/尾の120952株を前鰓蓋皮下に接種して攻撃した。攻撃後は26℃の循環水槽収容して無給餌で観察した。

事業の結果および今後の問題点

攻撃6日後までに全ての供試魚が死亡したが、塩析溶解液区および試作トキシイドでは、死亡がやや遅延する傾向が認められた(図1)。

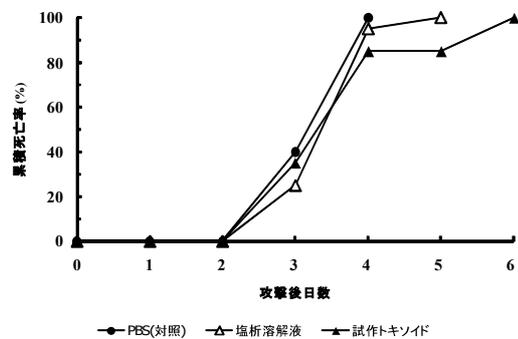


図1 試作トキシイド免疫ヒラメの*Streptococcus parauberis*攻撃後の累積死亡率。

今年度はトキシイド作製株と攻撃株に、溶血毒の産生性が高い新しい分離株120952株を供試したが、ヒラメへの病原性が強く、攻撃後に全ての供試魚が死亡した。前年度と同様に試作トキシイドの死亡遅延の傾向はみられたものの、有意な差は認められなかった。トキシイド効果の評価のためには、攻撃菌株や菌量、環境条件等を調整して攻撃実験を実施する必要がある。

II 遺伝子情報を利用した難培養性病原体に対するワクチン技術の開発(法人委託)

事業の概要

前年度に引き続き、(独)水産総合研究センター増養殖研究所が試作したブリの細菌性溶血性黄疸組換えワクチンのスクリーニングとして、各試作ワクチンの感染防御効果を評価した。なお、詳細な内容は、平成24年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「遺伝子情報を利用した難培養性病原体に

対するワクチン技術の開発」報告書に記載した。

前年度はワクチン評価のための攻撃菌株と攻撃方法を選定し、標識魚を用いて飼育条件の均一化と実験の効率化を図るとともに、試作ワクチン(黄疽菌抗原を発現した大腸菌死菌2種の混合抗原32組=64種類)について、ブリを用いた免疫と攻撃による有効性スクリーニングを実施した結果、効果が期待できる混合抗原を4組(抗原8種類)抽出することができた。本年度は新たに試作ワクチン(混合抗原30組+単独抗原12種類=72種類)についてスクリーニングを実施したが、有望な抗原は見つからなかった。

以上のように、2年間で試作ワクチン(供試抗原136種類)の有効性スクリーニングを実施し、4組(1-2, 1-5, 1-8, 3-1)の混合抗原の有効性が確認された(図

2)。

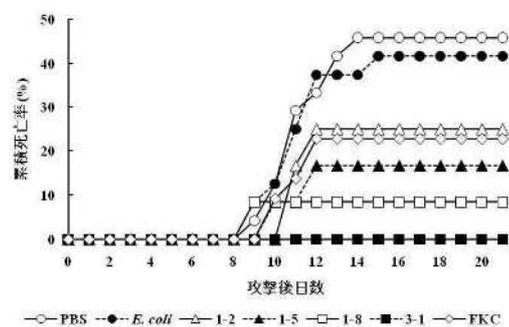


図 2. 試作ワクチンで免疫したブリにおける黄疽菌接種後の死亡率.

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・吉岡左織

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、疾病診断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
2012年			
10月19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. 水産防疫対策について 2. 養殖衛生対策関連事業について 3. 最近の魚病関連情報 4. その他養殖衛生管理体制整備に関すること
2013年			
3月8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. 平成24年度の疾病発生状況等について 2. 平成24年度の防疫対策の実施状況等について 3. 平成25年度予算 4. その他養殖衛生管理体制整備に関すること

表2 地域検討会

実施時期	実施場所	構成員	内容
2012年			
10月1～2日	香川県	三重県, 和歌山県, 大阪府, 兵庫県, 岡山県, 広島県, 福岡県, 大分県, 徳島県, 愛媛県, 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
2012年			
11月1～2日	長崎県	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. ヒラメ由来 <i>Streptococcus iniae</i> の型変異について 3. その他
2013年			
2月26～27日	高知県	長崎県, 熊本県, 鹿児島県, 宮崎県, 大分県, 愛媛県, 高知県	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異常について 3. その他

表3 県内会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2012年	5月21日 佐伯市	海産魚類養殖業者 農林水産研究指導センター水産研究部	水産防疫対策について
2012年	11月19日 佐伯市	ヒラメ養殖業者 県漁業協同組合関係支店 農林水産研究指導センター水産研究部	ヒラメ食中毒にかかるとの寄生虫対策協議
2013年	2月15日 佐伯市	ヒラメ養殖業者 県漁業協同組合関係支店 農林水産研究指導センター水産研究部	ヒラメ食中毒にかかるとの寄生虫対策協議

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
2012年	6月22日 佐伯市	海産魚類養殖業者、関係漁業協同組合支店、関係市、関係地方振興局(62名)	水産用医薬品の適正使用について
2012年	7月5日 佐伯市(蒲江)	海産魚類養殖業者、関係漁業協同組合支店、関係地方振興局(20名)	〃
2012年	11月27日 佐伯市	海産魚類養殖業者、関係漁業協同組合支店、関係市、関係地方振興局(42名)	〃
2013年	3月23日 佐伯市	海産魚類養殖業者、関係漁業協同組合支店、関係市、関係地方振興局(32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	4月24日 佐伯市(上浦)	海産魚類養殖漁家(延7名)	注射ワクチン接種技術講習会
2012年	8月24日 佐伯市(上浦)	海産魚類養殖漁家(延12名)	注射ワクチン接種技術講習会
2012年4月1日～	2013年3月31日 佐伯市(上浦)	海産魚類養殖漁家(延63名)	水産用ワクチン使用上の諸注意(随時)

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
2012年	5月30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、関係地方振興局(16名)	1. 平成23年度魚病診断状況 2. 水産用医薬品の適正使用について
2012年	6月4日 佐伯市	海産魚類養殖関係漁業協同組合支店、関係市、関係地方振興局(21名)	クドア食中毒対策について
2012年	6月5日 白杵市	海産魚類養殖関係漁業協同組合支店、関係市、関係地方振興局(18名)	水産防疫対策について
2013年	2月27日 佐伯市(上浦)	ヒラメ養殖業関係漁協、関係地方振興局(5名)	クドアの検鏡検査法について
2013年	3月23日 佐伯市	水産養殖資材販売店等関係者(7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
2012年	7月24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
2012年	2月25日 佐伯市(米水津)	〃	〃
2012年	2月25日 佐伯市(蒲江)	〃	〃

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
2012年						
簡易検査法	6月11日	佐伯市	ヒラメ	抗菌性物質一般	全て陰性(筋肉)	5
〃	6月28日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	〃	5
〃	6月28日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	〃	5
〃	7月2日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	〃	5
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
2012年4月1日～			
2013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> (9株) <i>Lactococcus garviae</i> (15株)
2012年4月1日～			
2013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> (69株) <i>Streptococcus iniae</i> (2株) <i>Streptococcus garviae</i> (3株) <i>Streptococcus parauberis</i> (57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
2012年				2012年			
4月23日	津久見市	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	7月19日	津久見市	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27日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	7月25日	佐伯市	〃	〃
5月18日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	7月27日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
5月21日	佐伯市	〃	〃	8月7日	佐伯市	〃	〃
5月24日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	8月16日	津久見市	〃	〃
5月25日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	9月4日	津久見市	〃	〃
6月5日	佐伯市	〃	〃	9月5日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月6日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	9月25日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月7日	津久見市	〃	〃	10月18日	佐伯市	〃	〃
6月11日	佐伯市	〃	〃	10月31日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月14日	佐伯市	〃	〃	12月5日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月22日	佐伯市	〃	〃	12月17日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月28日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	2013年			
7月12日	津久見市	〃	〃	1月31日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
7月17日	佐伯市(鶴見)	〃	〃				

表11 疾病発生対策

実施時期	実施場所	対象魚	内容
2012年4月1日～			
2013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(87件), マダイ(22件), ヒラメ(123件), トラフグ(170件), シマアジ(17件), アワビ類(16件)
2012年4月1日～			
2013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(6件)

V 疾病診断状況

1 病害相談および診断件数

2012年度の病害相談件数は1,126件(対前年度比108%)、疾病診断件数は479件(107%)であった(表12)。疾病原因別にみると、ウイルス性疾病が17件(全体に対して4%)、細菌性疾病が165件(34%)、寄生虫性疾病が91件(19%)、真菌性疾病が10件(2%)、健康診断が35件(7%)、その他が161件(34%)であった。

2 魚種別疾病診断件数

魚種別の疾病診断件数は、トラフグ170件(全体の35%)、ヒラメ123件(26%)、ブリ45件(9%)、ヒラマサ25件(5%)、マダイ22件(5%)の順に多かった。魚種別の特徴的な事項は次のとおりである。

1) ブリ類の診断件数は、ブリで減少(対前年度比53%)、ヒラマサとカンパチで増加し(132%, 142%)、全体で87件(75%)であった(表13)。ブリではマダイ

イリドウイルス病、類結節症、細菌性溶血性黄疸の診断件数が減少した。ヒラマサではエピテリオシスチス症、ゼウクサブタ症、住血吸虫症が多く見られた。カンパチでは、2013年3月に国内で初めてウイルス性出血性敗血症(VHS)の感染事例が見られた。

2) マダイでは診断件数は増加し(129%)、エピテリオシスチス病が多く見られた(表14)。

3) ヒラメの診断件数は123件で前年度の81%に減少した(表15)。疾病別ではエドワジエラ症とレンサ球菌症(*S. parauberis*)がそれぞれ40件、28件と多かった。一方、ウイルス性出血性敗血症(VHS)は8件に増加した(昨年度1件)。なお、*Kudoa septempunctata*の保菌検査(全ロット調査)の結果は別報に記載した。

4) トラフグの診断件数は前年度の2倍に増加して、当研究部が診断を開始して以来最も多い170件に達し、すべての魚種の中で最も多かった(表16)。トラフグ診断件数増加の要因として、ヒラメ養殖において疾病被害の増加やクドア食中毒の風評で生産が困難化したため、陸上養殖施設にトラフグを代替魚種

として導入する業者が2011年以降増加したことがあげられる。疾病はヘテロボツリウム症が最も多く24件、その他エピテリオシスチス症、未同定真菌症、白点病等が多く見られたが、診断件数の半数以上(90件)の原因が不明であった。

5) シマアジでは診断件数が3件から17件に増加し、レンサ球菌症(*L. garvieae*)が多く見られた(表17)。

6) カワハギではパスツレラ症、レンサ球菌症(*S. iniae*)及び*S. parauberis*感染症が多く見られた(表18)。

7) その他の海産魚類の診断は前年度よりやや増加した(表19)。低水温期に、イシガキダイとイサキで1件ずつ、シュードモナス病の診断事例があった。

8) 海産無脊椎動物の診断件数は24件であった(表20)。アワビ類のキセノハリオチス症原因菌の保菌検査(PCR法)では、種苗270検体(1,350個体)、天然(親)貝28検体(128個体)の全てで陰性であった。クルマエビでは急性ウイルス血症が2件みられ、3月には天然アカウニで棘抜け症が発生した(PCR法で診断)。

9) 淡水産動物の診断件数は2件であった(表21)。

表12 病害相談件数および診断件数*

	12 4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 1	2	3	計
相談件数	36 (66)	72 (88)	115 (116)	159 (126)	160 (108)	73 (92)	145 (82)	79 (96)	82 (79)	63 (77)	76 (81)	66 (28)	1,126 (1,039)
診断件数	15 (23)	29 (33)	51 (50)	63 (49)	74 (57)	31 (44)	61 (43)	32 (41)	36 (30)	30 (31)	30 (32)	27 (15)	479 (448)

*()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	マダイイリドウイルス病					2								2
	類結節症				3	2								5
	細菌性溶血性黄疸				3					1	1			5
	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)							1		3				4
	レンサ球菌症(未同定)							4						4
	ノカルジア症								4					4
	ミコバクテリア症								1					1
	べこ病			1										1
	ヘテラキシネ症						2							2
	不明		1	2	1	2	5		1	1	1	1		15
	輸出検査									1	1			2
プリ小計		1	2	2	8	16	0	5	1	6	3	1	0	45
ヒラマサ	エピテリオシスチス病					2			2	1				5
	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)						1		1					2
	ミコバクテリア症							1						1
	ゼウクサブタ症				1					2	1	1	3	8
	住血吸虫症				3	1						1		5
	鯉カリダス症				1									1
	不明						2		1					3
ヒラマサ小計		0	0	7	1	3	0	5	3	1	1	1	3	25
カンパチ	マダイイリドウイルス病							1						1
	ウイルス性出血性敗血症(VHS)												2	2
	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)			1		1								2
	ノカルジア症							1						1
	ミコバクテリア症						1	1						2
	住血吸虫症				1	1								2
	不明	1		1	4								1	7
カンパチ小計		1	1	2	7	2	1	0	0	0	0	0	3	17
プリ類計		2	3	11	16	21	1	10	4	7	4	2	6	87

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	エピテリオシスチス病				1	1				1			2	5
	滑走細菌症	1	1									1		3
	イクチオボド症												1	1
	トリコジナ症		1	1										2
	スクーチカ症												1	1
	ビバギナ症												3	3
	不明		1			1						1		3
	健康診断		1	2	1									4
マダイ計		1	4	3	2	2	0	0	0	1	0	2	7	22

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(VHS)										1	4	3	8
	エドワジエラ症	1	1	3	9	6	1	6	4	1		1	1	34
	滑走細菌症		1	4	1	2	1	2	1			1		13
	レンサ球菌症(<i>S. parauberis</i>)	2	1	1	10	4	4	2	1	2	1			28
	イクチオボド症					1		1						2
	トリコジナ症		1	3										4
	スクーチカ症								1					1
	粘液胞子虫性やせ病									1				1
	脳粘液胞子虫症		1		1									2
	ガス病			1		1								2
	不明	1	2	4	4	3		2	1				3	20
	健康診断		1	1				1	1		1	2	1	8
ヒラメ計		4	8	17	25	17	6	14	9	4	3	8	8	123

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			3			2	4		1	3			13
	滑走細菌症		2		3	1					1			7
	未同定真菌病		1	5				1		1			1	9
	イクチオボド症											1		1
	アミルウージニウム症					1								1
	白点病				1	5	2	1						9
	トリコジナ症						2			1	1	2		6
	粘液胞子虫性やせ病					1				2				3
	脳クドア症										3			3
	ヘテロボソリウム症		2			3	2	3	6	4	1	2	1	24
	オヨギンギンチャク刺症								1					1
	不明	1	4	5	8	14	10	12	4	12	11	9		90
	健康診断	1								2				3
トラフグ計		2	9	13	12	25	18	21	12	23	21	12	2	170

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	マダイリドウイルス病				1	1								2
	シェードモナス症												1	1
	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)				2		2		1					5
	ノカルジア症							1						1
	未同定細菌病	1												1
	ネオベネデニア症					2								2
	皮膚カリグス症					1		2						3
	不明				1			1						2
シマアジ計		1	0	0	4	4	2	4	1	0	0	0	1	17

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	バヌツレラ症							3						3
	レンサ球菌症(<i>L. garvieae</i>)				3		1							4
	レンサ球菌症(<i>S. iniae</i>)					1		3	1					5
	粘液胞子虫性やせ病							1						1
	ベニクルス症									1				1
	不明		1	1		1					1	1		5
カワハギ計		0	1	1	3	2	1	7	1	1	1	1	0	19

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
カタクチイワシ	不明					1								1
マアナゴ	エドワジエラ症						1							1
	アミルウージニウム症				1									1
	不明	1												1
ハモ	滑走細菌症			1										1
マアジ	不明	1												1
マサバ	不明						1							1
イシガキダイ	シュードモナス症												1	1
イサキ	シュードモナス症	1												1
カサゴ	不明		1											1
オニオコゼ	不明						1							1
ウマヅラハギ	未同定真菌病							1						1
	不明		1									2		3
その他の魚類計		3	2	1	1	1	3	1	0	0	0	2	1	15
海産魚類計		13	27	46	63	72	31	57	27	36	29	27	25	453

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			2				2			1			5
エゾアワビ	不明					1								1
	健康診断	1						1	2			1		5
メガイアワビ	健康診断			1					3			1		5
クルマエビ	急性ウイルス血症		1					1						2
	不明			1										1
	健康診断		1	1		1								3
アカウニ	棘抜け症												2	2
海産無脊椎動物計		1	2	5	0	2	0	4	5	0	1	2	2	24

表21 淡水産動物診断状況

魚種名	疾病名	12.4	5	6	7	8	9	10	11	12	13.1	2	3	計
アマゴ	不明											1		1
アユ	不明	1												1
淡水魚類計		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
総診断件数		15	29	51	63	74	31	61	32	36	30	30	27	479

3 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19、3、2件、使用経営体数が17、2、2経営体、投与尾数が857,955、240,000、27,000尾、使用量が85.8、24.0、2.7Lであった。

マダイイリドウイルス病ワクチン、ヒラメの β 溶血性レンサ球菌症不活化ワクチン、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及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8、4、2件、使用経営体数が17、3、2経営体、投与尾数が250,200、38,987、34,000尾、使用量が25.0、3.9、3.4L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7件、使用経営体数が7件、投与尾数が207,000尾、使用量が20.7Lであった。

ブリ属の α 溶血性レンサ球菌症及びマダア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アイリドウイルス病ワクチンはブリ、カンパチ、ヒラマサで使用され、指導書発行件数が1、3、1件、使用経営体数が1、2、1件、投与尾数が2,000、224,000、40,000尾、使用量が0.2、22.4、4.0L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6、4件、使用経営体数が5、3件、投与尾数が193,000、182,500尾、使用量が19.3、

18.3L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、指導書発行件数と使用経営体数が1、投与尾数12,000尾、使用量1.2L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実績がなかった。

2) 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20,000尾、使用量が14.0Lであった。

海産魚介類の疾病診断と養殖衛生管理指導— 2

養殖ヒラメの寄生虫対策

(県単)

吉岡左織・木本圭輔・福田 穰

事業の目的

食中毒原因寄生虫 *Kudoa septempunctata* 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。

前年度に引き続き、県内養殖ヒラメ全ロット調査を行い、県内のクドア感染実態を把握した。

事業の方法

2012年6～7月（前期）に県内の25業者の46ロット225検体（養殖場は1ロット5尾、種苗生産業者は1ロット30尾）、同年9～10月（後期）に24業者の58ロット290検体について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⁾に従い行った。

事業の結果

前期、後期とも検査結果はすべて陰性であった(表1、表2)。2012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（前期）

対象	業者数	ロット数	検体数	陽性数
津久見	1	2	10	0
佐伯	3	5	25	0
鶴見	1	2	10	0
養殖場				
米水津	2	3	15	0
上入津	2	5	25	0
下入津	14	26	130	0
蒲江	0	0	0	0
名護屋	1	2	10	0
種苗生産機関	1	1	30	0
合計	25	46	255	0

表2 ヒラメの全ロット検査結果（後期）

対象	業者数	ロット数	検体数	陽性数
津久見	1	1	5	0
佐伯	6	16	80	0
鶴見	1	1	5	0
養殖場				
米水津	2	9	45	0
上入津	2	5	25	0
下入津	12	26	130	0
蒲江	0	0	0	0
名護屋	0	0	0	0
種苗生産機関	0	0	0	0
合計	24	58	290	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.

海産魚介類の疾病診断と養殖衛生管理指導— 3

寄生虫(クドア・セプテン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・吉岡左織

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ことが報告されている。しかし、これらの方法では刺身商材であるヒラメの商品価値が低下するため、新たなクドア不活化技術を開発する必要がある。本事業は、委託事業の中課題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うち、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として実施された。

なお、詳細な報告は「平成24年度レギュラトリーサイエンス新技術開発事業研究実績報告書、課題番号：2403 寄生虫(クドア・セプテンpunkタータ)に対するリスク管理に必要な技術開発」に記した。

事業の方法

2012年10月に東京大学でクドア孢子活性評価技術の指導を受けたのち、増養殖研究所上浦庁舎が保持していたクドア寄生ヒラメを生検して濃厚感染個体を選別し、4~8枚のフィレにおろしたのち、直ちに真空包装して4℃に保存した。試験項目は、冷蔵・冷凍温度(4℃, 0℃/24, 48, 96時間；-1℃, -3℃/24, 48,

96時間；-20℃/1, 2, 4時間)、凍結方法(アルコールブライン、-33℃/20分；CAS、-53℃/15分；3D、-40℃/10分)、圧力(50~200MPa/1, 5時間)、化学物質(乳酸、リモネン/10, 1, 0.1 μ l/ml)とした。各試験条件に1枚のフィレを用い、同一個体の4℃保存フィレを対照とした。処理後、フィレ1枚から4部位を採取してクドア孢子の活性評価(1部位につき孢子200個以上を検鏡)を行った。

事業の結果

氷温(-1~-3℃)にはクドア不活化効果は見られなかった。-20℃では、4部位の孢子生残率は4時間後に0%であったが、2時間では部位により生残した(1/4部位, 0.8%)。1時間では平均生残率は55%と高かったが、尾部付近では生残率が低かった。アルコールブラインとCASの孢子生残率は0%であったが、凍結時間を短く(10分)設定した3D冷凍機では、対照区と差がなかった。これらのことから、凍結による不活化効果は、筋肉の厚さと凍結時間により影響を受けると考えられた。圧力は150MPa以上で効果が見られた。乳酸およびリモネンはin vitroで不活化効果が見られたが、打注個体の筋肉では効果は再現されなかった。

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

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3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、中鎖脂肪酸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、カワハギ養殖に最適な飼料を検討した。

3. 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、2012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）。

魚粉50%のEPを給餌する群を対照区とし、20%に削減した低魚粉区、そして魚粉20%EPに昨年度試験に供した甘草抽出物高分子画分（甘草A）を0.125%添加した甘草A区、魚粉20%EPに甘草抽出物低分子画分（甘草B）を0.125%添加した甘草B区の計4区を設定した。

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28日～10月10日の43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、飼育期間中の9月25日（飼育試験開始29日後）に、各区から10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%
アンチヨビミール	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
タビオカデンブ	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* 091268 株である。091268 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 種類のイラストマー (Visible Implant Elastomer; Northwestern Marine Technology Inc.) で標識した。感染実験用水槽 (500L) に供試魚 40 尾ずつ収容し、 1.8×10^6 CFU/mL となるよう攻撃用菌液を添加して、酸素を通しながら 10 分間浸漬した。攻撃後の魚は、1t FRP 流水水槽に 40 尾ずつ収容し、20 日間無給餌で飼育観察した (平均水温: 23.0 °C)。

なお、全ての死亡魚と生残魚について腎臓および脳から TSA を用いて細菌分離を行い、*L.garvieae* 保菌率を算出した。

2. 高品質な養殖カワハギの生産技術開発

供試魚には 2011 年 6 月に当研究部で生産した種苗を育成したカワハギ 1 歳魚を使用した。

試験で用いた飼料は表 2 に示したように、マアジ主体の C/P 比 77 の MP (高 C/P 区)、C/P 比 77 の MP から水温下降期 (9 月 12 日) に C/P 比 70 の MP に変更した (高 C/P → 低 C/P 区)、C/P 比 70 の MP (低 C/P 区)、C/P 比 70 の MP から水温下降期に C/P 比 77 の MP に変更した (低 C/P → 高 C/P 区)、1% の中鎖脂肪酸を添加した C/P 比 77 の MP (中鎖脂肪酸区)、

C/P 比 77MP から水温下降期に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 70 の MP (カボス区)、未利用海藻 (ウミトラノオ) 粉末を 1% 添加した C/P 比 70 の MP (海藻区) 及び C/P 比 77 の MP から水温下降期にイカナゴ主体の C/P 比 60 の MP に変更した (マアジ→イカナゴ区) の 8 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 122.5g のカワハギ当歳魚を各 152 尾収容し、各試験飼料を 1 ~ 2 回/日の頻度で給餌し、2012 年 7 月 11 日 ~ 2013 年 3 月 7 日までの 240 日間飼育した。測定はほぼ毎月 1 回実施した。8 月 ~ 3 月 (試験終了時) に、各区から 10 尾を取り上げ、肝臓重量等を測定した。9 月、11 月および 2 月には血液を採取し、血漿成分を測定するとともに、天然カワハギ (179 ~ 340g) の測定値と比較した。

表2 MP組成および一般成分

	1区 (高C/P)	2区 (高C/P→ 低C/P)	3区 (低C/P)	4区 (低C/P→ 高C/P)	5区 (中鎖脂肪酸)	6区 (海藻)	7区 (マアジ→ イカナゴ)
配合成分(%)							
マアジ	00	74	74	00	00	74	74
イカナゴ							
マツシメ	1.0	25	25	1.0	1.0	25	25
中鎖脂肪酸							
未利用海藻							
本州産濃縮大豆						1	1
オキアミ							
小麦粉							
脱脂米糠							
タビオカデンブ							
製造時魚油							
ビタミン混合							
無機質混合							
リン酸カルシウム							
アミノ酸							
タウリン(合成)							
合計	100	100	100	100	100	100	100
一般成分(%)							
水分	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
粗タンパク質	24.2	28.8	29.0	24.2	24.2	28.8	29.0
粗脂肪	8.5	16.1	16.2	8.5	8.5	16.1	16.2
灰分	10.1	9.8	9.8	10.1	10.1	9.8	9.8
タウリン	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
平均体重(g)	179	203	206	179	179	203	206
C/P 比	78.8	70.2	70.2	78.8	78.8	70.2	70.2
飼育期間	2012.7.11~2013.3.7	2012.7.11~2013.3.7	2012.7.11~2013.3.7	2012.7.11~2013.3.7	2012.7.11~2013.3.7	2012.7.11~2013.3.7	2012.7.11~2013.3.7

3. 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 3 に示したとおりである。終了時の体重は、甘草 B 区、甘草 A 区、魚粉 20% 区、魚粉 50% 区の順に大きかった。

飼料効率は、同じく甘草 B 区、甘草 A 区、魚粉 20% 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3 飼育成績

試験区	魚粉50%	魚粉20%	甘草A	甘草B
平均体重	(g)			
開始時	152.3			
終了時	338.8	342.0	353.0	365.3
増重率 (%)	122.5	124.6	131.8	139.9
日間増重率 (%/日)	1.56	1.63	1.67	1.65
日間給餌率* (%/日)	2.61	2.54	2.49	2.46
飼料転換効率* (%)	59.9	64.4	66.9	67.0
飼育日数	43			
給餌日数	35			
生残率	97.5	99.0	98.0	95.0

* 可換算値

2) 低魚粉飼料が抗病性に及ぼす影響

供試魚を *L.garvieae* で攻撃した際の累積死亡率の推移については、図 1 に、保菌率等は表 4 に示したとおりである。

甘草 B 区は累積死亡率が低く、対照区(魚粉 50%区)と同じ値であった。低魚粉飼料に甘草 B を添加することで、抗病性の改善が図られる可能性が示唆された。

一方、甘草 A 区は魚粉 20%区よりも累積死亡率は低いものの、魚粉 50%区より高い値を示した。

昨年度行った同様の試験では、甘草 A 区は魚粉 50%区よりも低い累積死亡率を示したが、今回の試験では抗病性向上効果を再現することができなかった。

甘草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。

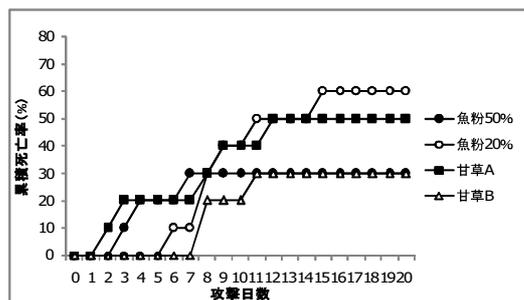


図1 感染実験における累積死亡率の推移

表4 感染実験終了後の累積死亡率と保菌率

試験区	魚粉50%	魚粉20%	甘草A	甘草B
累積死亡率 (%)	30	60	50	30
保菌率 (%)	0	0	0	0

2. 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、飼育成績は表 5 に示したとおりである。また、図3は累積死亡率の推移を示したものである。

成長は海藻区が最も優れていた。

死亡率は試験開始時の測定における麻酔溶液の調整ミスで試験開始当初に死亡率が上昇した。しかし、試験開始30日以降の死亡率は、全試験区とも4%以下と好成績であった。特に、かぼす区が0.7%、高 C/P 区と高 C/P → 低 C/P 区が1.3%、中鎖脂肪酸区と海藻区が2.0%であった。

増重率、飼料効率および生残率についても、海藻区が最も高かった。

各区の比肝重値の推移は表6に示したとおりである。低 C/P → 高 C/P 区の3月以外で、試験期間を通してすべての区で比肝重値は13%を超えなかった。

血漿成分値を示したものが図4である。GPT については、11月の天然魚以外の区は40U/L以下であった。GOT については、高 C/P 区と天然魚が月ごとに数値が上昇した。中鎖脂肪酸区は月ごとに数値が下がった。その他の区は11月に数値が上昇し、2月に下がった。総タンパク質 (TP) については、すべての区で9月より3月の値が下がった。トリグリセリド (TG) については、低 C/P 区、中鎖脂肪酸区、マアジ→イカナゴ区および天然魚が月ごとに数値が上昇した。その他の区は11月に値が上昇し、2月に下がった。総コレステロール (TCHO) については、すべての区で11月に値が上昇し、3月に下がった。

高 C/P 区と低 C/P → 高 C/P 区において、11月の TG の値が大きく上昇したことから、C/P 比の高い飼料が中性脂肪を増加させていると思われる。

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。

今後は、成長と生残率が更により給餌方法の改良、開発が必要である。

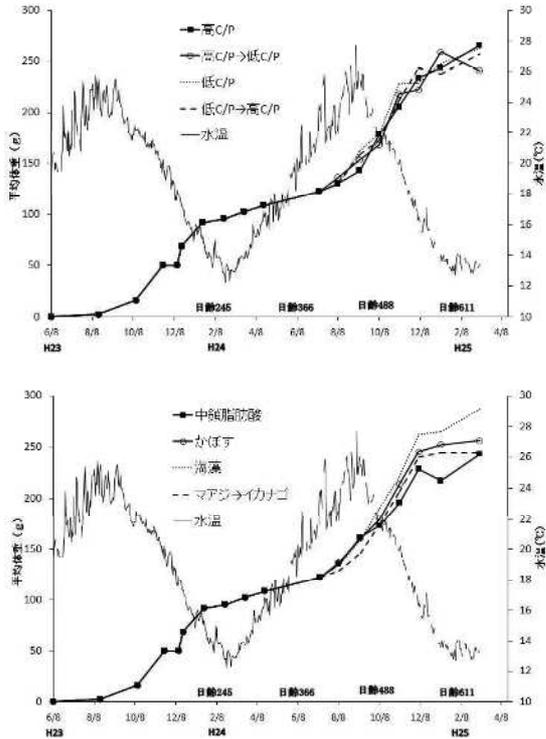


図2 平均体重および海水温の推移

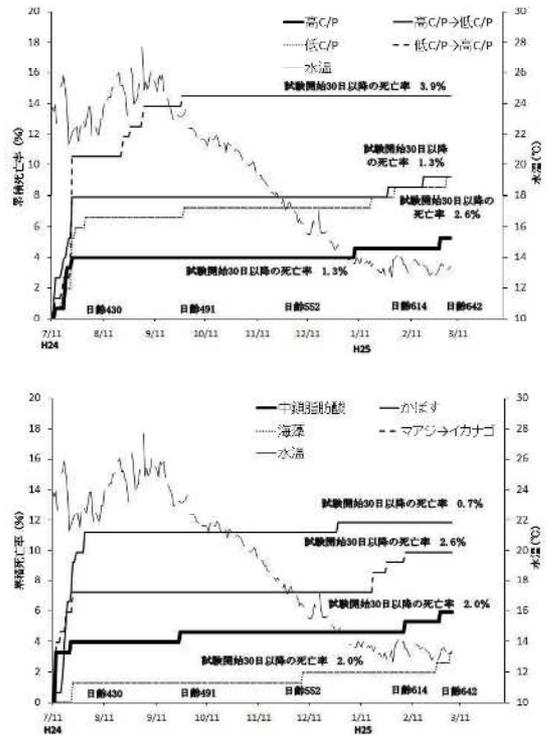


図3 累積死亡率の推移

表5 飼育成績

	1区 (高C/P)	2区 (高C/P→ 低C/P)	3区 (低C/P)	4区 (低C/P→ 高C/P)	5区 (中鎖脂 肪酸)	6区 (かばす)	7区 (海藻)	8区 (マアジ イカナゴ)	
平均体重 (g)	開始時 122.5								
	終了時	265.6	240.8	263.1	257.3	243.0	256.5	286.9	244.5
増重率 (%)	116.9	96.6	114.9	110.1	98.4	109.5	134.3	99.6	
日間増重率 (%/日)	0.52	0.50	0.50	0.49	0.49	0.50	0.54	0.49	
日間給餌率 (%/日)	1.55	2.35	2.55	1.89	1.69	2.40	2.37	2.23	
飼料効率* (%)	33.5	21.5	19.8	26.0	29.3	20.8	23.0	21.9	
飼育日数 (日)	239								
給餌日数 (日)	192								
生残率 (%)	94.7	90.8	90.8	85.5	94.1	88.2	96.7	90.1	

* 乾物換算値

表6 各区の比肝重値(%)の推移

	1区 (高C/P)	2区 (高C/P→ 低C/P)	3区 (低C/P)	4区 (低C/P→ 高C/P)	5区 (中鎖脂 肪酸)	6区 (かばす)	7区 (海藻)	8区 (マアジ イカナゴ)
8月	9.5	7.7	8.2	3.3	7.0	8.0	8.0	7.4
9月	7.1	8.2	8.3	3.9	3.6	7.8	8.3	7.8
10月	10.5	15.0	11.0	3.0	3.4	10.8	10.7	10.2
11月	11.7	10.4	12.3	11.1	10.2	11.0	11.2	11.3
12月	10.6	7.4	7.7	11.1	10.8	12.2	12.0	11.4
1月	11.9	11.4	11.0	12.2	11.5	11.0	11.9	10.9
2月	11.8	7.7	7.7	7.7	11.1	12.0	12.4	10.7
3月	11.0	9.5	7.0	7.0	7.0	11.0	12.1	10.2

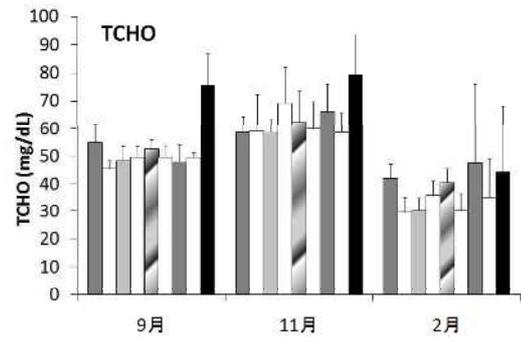
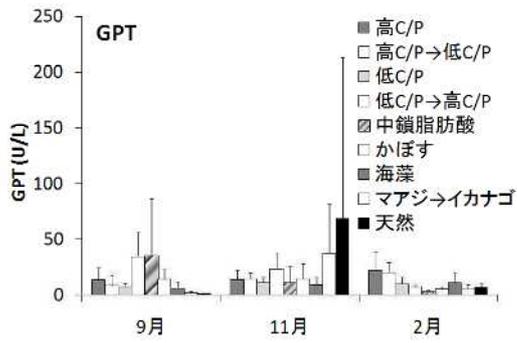
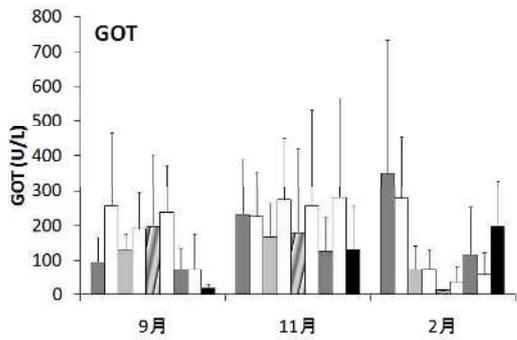


図4-2 血液中のGPT値、GOT値、総タンパク質 (TP)、トリグリセリド (TG)、及び総コレステロール値 (TCHO)



3. 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7に示したとおりである。

表7 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	4	7	一般成分、AV、FOV、VBN
その他	1	7	一般成分、AV、FOV、VBN
合計	5	14	

(ブリ担当：木藪仁和、カワハギ担当：徳丸泰久)

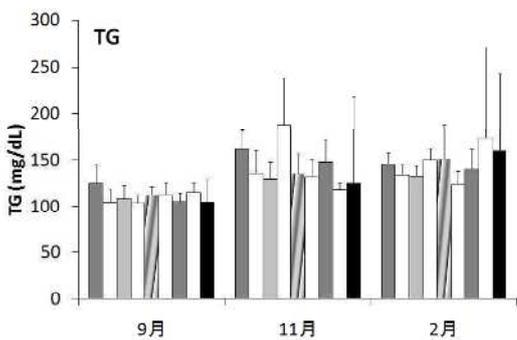
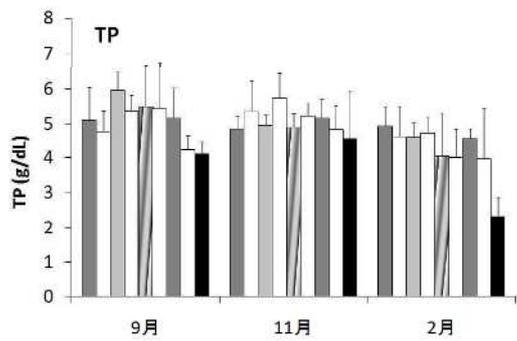


図4-1 血液中のGPT値、GOT値、総タンパク質 (TP)、トリグリセリド (TG)、及び総コレステロール値 (TCHO)

養殖業経営改善対策事業

木藪仁和・徳丸泰久

事業の目的

ブリ養殖漁業は、本県の海面養殖の基幹となっているが、近年の価格低迷や飼料価格の高騰などにより、厳しい経営状況が続いている。

ブリはヒラマサやカンパチと比較して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できることが報告されている。

そこで、これら抗酸化物質を含む本県特産のカボスを利用し、ブリの肉質の高品質化による養殖業の経営改善に資することを目的とした。本年度は以下の 2 項目について検討した。

1. カボス資材および投与量の検討

前年度に引き続き、血合筋褐色化に対する遅延効果が認められた市販のカボス果汁パウダー（「フラポリコリスかぼす」丸善製薬 以下「パウダー」）、およびカボス果汁（JA おおいた経済連、以下「果汁」）、そして新たにかぼす果皮パウダー（前記カボス果汁の搾汁後の果皮等を乾燥、粉末にしたもの以下「果皮」）を用いて、投与期間および添加量の検討を行った。

また、カボス資材投与とフィードオイルの添加の有無による血合筋褐色化への影響を検討した。

2. 遅延効果の持続期間の検討

項目 1 の試験後、給餌を中止し、約 1 週間ごとに取り上げを行い、カボス資材による血合筋褐色化に対する遅延効果の持続期間について検討した。

事業の方法

1. カボス資材および投与量の検討

ブリ 1 歳魚（平均体重 1,947g）を 3 × 3 × 3m 生簀 6 面に各 39 尾収容し、12 月 10 日から 1 月 22 日まで 44 日間飼育した。試験に用いた飼料の組成は、表 1 に示したとおりである。

表 1 試験飼料の配合組成

	1区 対照区	2区 パウダー区	3区 果汁区	4区 果汁+ オイル区	5区 果皮 低濃度区	6区 果皮 高濃度区
配合組成(%)						
アジ	78	78	78	78	78	78
メソユ	20	20	20	20	20	20
ビタミン	1	1	1	1	1	1
微量剤	1	1	1	1	1	1
小計	100	100	100	100	100	100
パウダー		0.5				
果汁			1	1		
果皮					0.2	0.5
フィードオイル				12		

冷凍アジに市販の魚粉とビタミン剤を混ぜ、MP を作製した。これを基礎飼料（対照区）として、基礎飼料にカボスパウダーを 0.5% 添加したもの（パウダー区）、果汁を 1% 添加したもの（果汁区）、果汁に加えてフィードオイルを 12 % 添加したもの（果汁+オイル区）、果皮を 0.2 %（果皮低濃度区）または 0.5% 添加したもの（果皮高濃度区）の計 6 区を設定した。

給餌は、土日曜以外の週 5 回、1 回/日を基本とし、飽食近くまで行った。

試験開始時および給餌 19 回、30 回経過後に各区 3 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 3 尾から血合筋を採取し、5℃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⁾愛媛県工業技術センター報告）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、各試験区と対照区との差を求め、血合筋が褐変する時間を比較した。

2. 遅延効果の持続期間の検討

給餌 30 回後に給餌を中止し、1、7、14、22 および 29 日後に、各区 3 尾から血合筋採取を行い、

回帰係数及びb/a値が0.8になる時間を対照区と比較した。

事業の結果および今後の問題点

1. カボス資材および投与量の検討

試験開始から19回給餌及び30回給餌後の飼育成績を示したものが、表2および3である。肥満度が、対照区に比べ大きかったのは、30回給餌後の果汁+オイル区、小さかったのは19回、30回給餌後のパウダー区であった。比肝重値、内臓重量値については、各区とも対照区と比べ特に差は見られなかった。

対照区と比較して増重率と飼料効率が、特に高かったのは、19回給餌後の果皮高濃度区、30回給餌後の果汁区、果汁+オイル区であった。低かったのは30回給餌後の果皮低濃度区であった。果皮は低濃度区で増重率、飼料効率が低くなり、高濃度区で逆の傾向を示したことから、増重率、飼料効率に関する傾向はつかめなかった。生残率はいずれの区も100%であった。

以上のことから、給餌量に対しパウダーを0.5%配合すると肥満度が落ちる可能性が示唆された。その他のカボス資材とその配合濃度については、通常の飼育に比べ成長や体の特徴に影響を及ぼさない範囲であるものと考えられる。

表2 飼育成績 (19回給餌後)

	1区 対照区	2区 パウダー 区	3区 果汁区	4区 果汁+ オイル区	5区 果皮 低濃度区	6区 果皮 高濃度区
平均体重 (g)						
開始時	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947
終了時	1,910	1,973	1,921	1,901	1,901	2,101
肥満度 (%)	17.0	15.8	15.4	16.3	16.3	16.6
比肝重値 (%)	1.2	1.0	1.1	1.3	1.3	1.1
内臓重量値 (%)	6.4	5.8	6.2	6.9	6.9	6.1
増重率 (%)	-1.9	1.3	-1.3	-2.4	-2.4	7.9
飼料効率 (%)	-2.9	2.1	-2.1	-3.7	-3.6	12.2
飼育日数 (日)	30	30	30	30	30	30
給餌日数 (日)	19	19	19	19	19	19
生残率 (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表3 飼育成績 (30回給餌後)

	1区 対照区	2区 パウダー 区	3区 果汁区	4区 果汁+ オイル区	5区 果皮 低濃度区	6区 果皮 高濃度区
平均体重 (g)						
開始時	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947	1,947
終了時	2,002	1,975	2,074	2,031	1,823	2,023
肥満度 (%)	17.3	15.9	16.8	18.2	16.7	17.3
比肝重値 (%)	1.2	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4
内臓重量値 (%)	5.5	5.5	5.5	5.3	5.9	5.9
増重率 (%)	2.8	1.5	6.5	4.3	-6.4	3.9
飼料効率 (%)	2.5	1.4	5.9	3.9	-5.7	3.5
飼育日数 (日)	44	44	44	44	44	44
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4 b/a値の1時間あたりの変化量

	1区 対照区	2区 パウダー 区	3区 果汁区	4区 果汁+ オイル区	5区 果皮 低濃度区	6区 果皮 高濃度区
19回給餌	4.66	3.35	4.11	7.14	4.75	3.91
30回給餌	7.14	5.65	3.86	9.44	6.77	7.40

表5 対照区に対する血合筋の褐変遅延時間

	2区 パウダー 区	3区 果汁区	4区 果汁+ オイル区	5区 果皮 低濃度区	6区 果皮 高濃度区
19回給餌	31	14	-50	-4	19
30回給餌	19	48	-31	1	-8

試験開始から19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4に示したとおりである。

19回給餌後の試料における変化量は、対照区、パウダー区、果皮高濃度区、果汁区の順に低値となり、カボス資材の添加による血合筋の褐変遅延効果が示唆された。30回給餌後の試料における変化量は対照区、果汁区、パウダー区、果皮低濃度区の順に低値となった。果汁+オイル区については、19回、30回給餌後ともに対照区よりも高い値となった。

各区と対照区のb/a値が0.8になる時間との差(血合筋の褐変遅延時間)を示したものが表5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、19回給餌後では、対照区、パウダー区、果皮高濃度区、果汁区の順に長くなり、30回給餌後では果汁区、パウダー区の順に長くなった。

以上のことから、餌に対し果汁1%、パウダー0.5%または果皮0.2%混ぜ、30回以上投与することによって、グリ血合筋の褐色化が遅延できることがわかった。果皮0.5%の餌への添加については、19回投与で効果が見られていること、後述の血合筋の褐色化遅延効果の持続期間の検討において効果が見られており、30回給餌後のみ効果が見られていないことから、効果の有無については再検討が必要である。総じて果皮については、今回効果が認められたものの、試験事例が少なく、適正な添加量・回数については再検討が必要である。果汁+オイル区については、19回、30回給餌後いずれも、対照区と比較して血合筋の褐変が早くなる傾向が見られた。果汁区では逆にいずれの投与回数においても、褐変が遅くなっていることから、フィードオイル12%添加で血合筋の褐変が早くなる傾向は、果汁1%添加による血合筋の褐変を遅らせる効果よりも強いことが示唆された。

2. 血合筋の褐色化遅延効果の持続期間の検討

各区の血合筋の b/a 値の1時間あたりの変化量を示したものが表6、同じく対照区の変化量を100としたときの各区の変化量を比較したものが図1である。7日後、14日後においては、14日後の果皮低濃度で対照区との差が小さくなったものの、全ての区で対照区より変化量が小さくなり、効果が認められた。22日後には果汁区のみで効果が認められ、29日後には全ての区で効果は認められなくなった。変化量の差はカボス資材投与休止後の日数が進むに連れて小さくなる傾向にあった。

対照区に対する血合筋の褐変遅延時間を示したものが図2である。22日後までは全ての区で褐変遅延時間が長くなったが、変化量と同様に、カボス資材投与休止後の日数が進むに連れて、遅延時間は小さくなる傾向にあった。7日後のパウダー区は、今回の試験で最大の遅延時間である61時間を記録した。29日後には対照区とほぼ同じ〜短くなり、効果は認められなくなった。

以上のことから、果汁1%で22日後まで効果は認められたものの、カボス資材の30回給餌後においてはパウダー0.5%、果汁1%、果皮0.5%の添加で期待できるブリ血合筋の褐変遅延効果の持続期間は2週間程度であると考えられる。また、その効果は日数とともに減少傾向にあることから、かぼす資材投与終了後はできるだけ早く販売すべきであると考えられる。

表6 b/a値の1時間あたりの変化量

	(×10 ⁻³)				
	1区 対照区	2区 パウダー 区	3区 果汁区	5区 果皮 低濃度区	6区 果皮 高濃度区
3日後	7.14	5.65	3.85	6.77	7.39
7日後	9.71	5.05	6.62	6.48	7.03
14日後	8.00	5.85	5.22	7.75	5.98
22日後	7.25	7.14	5.88	7.20	7.81
29日後	5.39	5.27	5.92		7.47

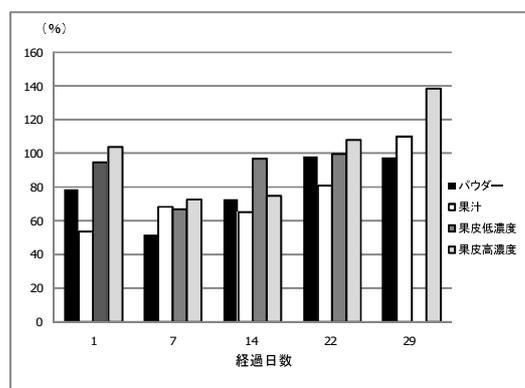


図1 対照区の変化量を100としたときの各区の変化量

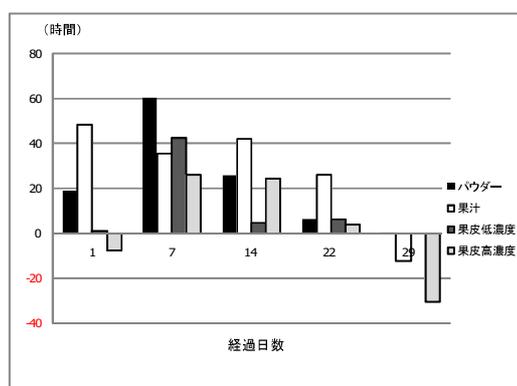


図2 対照区に対する血合筋の褐変遅延時間

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・吉岡左織・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、2012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、試験に供するまで市販のEP飼料で養成した。

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おおいだ経済連）を0.25%添加した魚粉20%飼料（果汁区）またはカボスパウダー（丸善製菓：「フラボリコリスかぼす」）を0.25%添加した魚粉20%飼料（パウダー区）を給餌した。

3×3×3mの海面生簀に、供試魚（平均体重152.3g）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28日～10月10日の43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
タビオカデンプン	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、飼育期間中の9月25日（飼育試験開始29日後）に、各区から10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* 091268 株である。091268 株は、トリプトソーヤ寒天培地（TSA：1.5%NaCl）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（1.5%NaCl）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（500L）に供試魚40尾ずつ収容し、 1.8×10^4 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、1t FRP 流水水槽に40尾ずつ収容し、20日間無給餌で飼育観察した。

(平均水温：23.0℃)。

なお、全ての死亡魚について腎臓および脳から TSA 培地を用いて細菌分離を行った。

料でもタウリンを添加すれば、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。終了時の体重および飼料効率は、パウダー区、果汁区、魚粉 20%区、魚粉 50%区の順に大きかった。生残率は、魚粉 20%区、パウダー区の順に高かったが、魚粉 50%区および果汁区でも 97.5%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

2. 低魚粉飼料が抗病性に及ぼす影響

供試魚を *L.garvieae* で攻撃した際の累積死亡率の推移については図 1 に示したとおりである。

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

一方、パウダー区と魚粉 20%区の累積死亡率は同じであり、パウダー添加の効果は認められなかった。

カボス果汁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	パウダー
平均体重 (g)				
開始時	152.3	152.3	152.3	152.3
終了時	338.8	342.0	348.6	352.8
増重率 (%)	122.5	124.6	128.9	131.7
日間増重率 (%/日)	1.56	1.63	1.63	1.65
日間給餌率* (%/日)	2.61	2.54	2.51	2.51
飼料転換効率* (%)	59.9	64.4	64.7	65.7
飼育日数	43	43	43	43
給餌日数	35	35	35	35
生残率 (%)	97.5	99.0	97.5	98.5

*乾物換算値

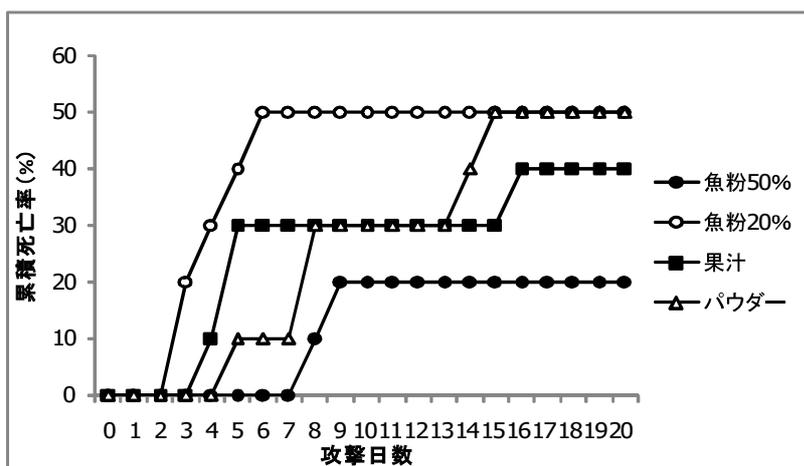


図1 感染実験における累積死亡率の推移。

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。11回延べ26人が当施設を使用し、養殖ブリ、サバ、ハモ、クロダイおよびコショウダイを使った加工食品（レトルト、天ぷら、燻製など）の開発・改良を行った（表1）。

表1 加工研修内容

研修回数	11
研修人員	26
対象魚	養殖ブリ、サバ、ハモ、 クロダイ、コショウダイ
研修内容	学校給食用商品試作 すり身商品試作 燻製商品試作 レトルト実習体験 加工実習体験

2. 加工相談などへの対応

当研究部内の加工施設において、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、12件延べ19人の相談に対応した（表2）。また、2件3人の加工施設の視察に対応した。

表2 加工相談への対応

相談件数	12
相談人数	19
対象魚	養殖ブリ、サバ、タチウオ、 ドジョウ、ウニ、カナガシラ、 シラス

3. 巡回指導

加工業者、漁業者などの要望に基づいて現地に赴き、加工品開発・改良について15回延べ147人の指導を行った（表3）。

表3 巡回指導

指導件数	15
指導人数	147
対象魚	養殖ブリ、関あじ、関さば、クロメ サバ、養殖ヒラメ

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

2012年8月9日～9月25日に、魚類または貝類養殖場38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-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

の強熱後の値と、さらに550℃・6時間強熱処理した値の2種類の測定値を得た。

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年～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、2012年度の底質調査の結果を評価すると、データの得られた37定点の内、22点がI、10点がII、4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.

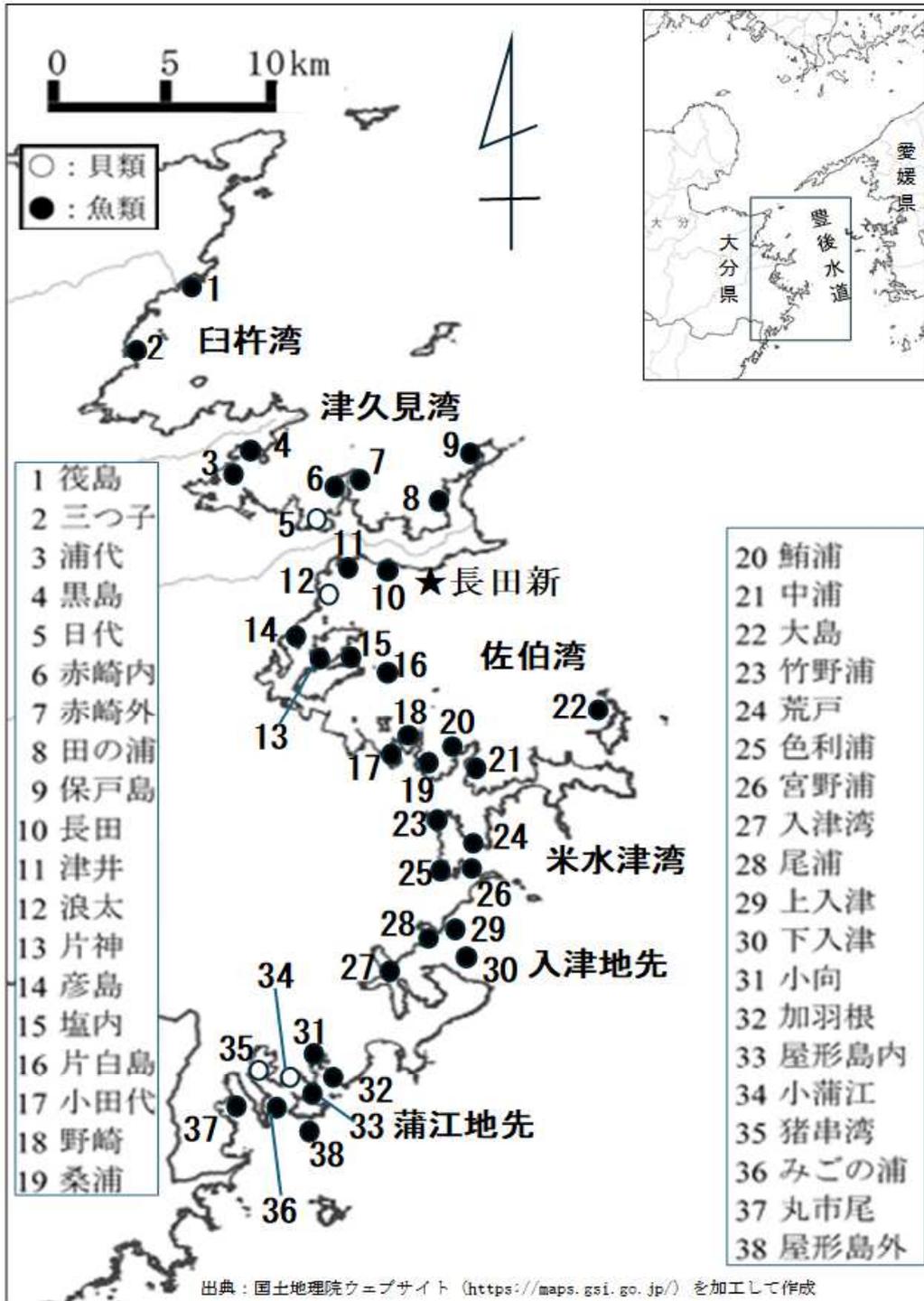


図1 2012年度 養殖漁場環境調査定点図.

表 1 2012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		
	筏島	三つ子	浦代	黒島	口代	赤崎内	赤崎外	田の浦	保戸島	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	8/13	8/13	8/24	8/24	8/24	8/24	8/24	8/24	8/24	9/10	9/10	9/10	9/10	9/10	9/10	9/10	9/13	9/13	9/13		
水深(m)	16.4	17.4	19.6	34.1	29.7	40.2	47.2	47.7	31.5	38.7	9.6	29.2	20.7	22.4	22.9	32.1	21.4	22.2	8.3		
Tr(m)	6.5	6.0	4.0	4.5	6.5	7.5	10.0	10.0	9.0	8.0	6.5	5.5	6.5	5.0	6.5	5.5	8.0	11.0	8.0		
水温	0	24.8	25.1	25.0	24.7	23.0	23.2	23.1	22.7	22.8	25.9	26.8	26.9	27.3	27.4	25.9	26.1	26.9	26.5		
	5	23.8	24.4	22.6	22.8	22.7	22.7	23.1	22.6	22.7	25.1	25.0	25.4	25.5	25.7	24.8	25.3	25.7	25.7		
	10	23.5	24.0	22.5	22.7	22.6	22.6	23.0	22.6	22.7	24.5	-	24.9	25.2	25.1	24.8	24.9	25.2	25.2		
	B	23.5	23.1	22.4	22.4	22.4	22.3	22.7	22.5	22.7	24.4	24.8	24.6	24.4	24.7	24.5	24.4	24.7	24.8	24.9	
塩分	0	32.24	32.18	27.12	29.98	33.19	33.20	33.34	33.34	33.32	33.08	32.84	32.85	32.38	32.22	33.07	30.78	32.57	32.40		
	5	32.45	32.37	33.19	33.16	33.22	33.24	33.30	33.29	33.30	33.05	33.15	33.15	33.08	33.06	33.12	32.94	33.03	32.97		
	10	32.54	32.49	33.22	33.24	33.27	33.28	33.27	33.29	33.31	33.09	-	33.18	33.20	33.21	33.20	33.08	33.14	33.10		
	B	32.57	32.70	33.21	33.29	33.27	33.29	33.31	33.29	33.32	33.25	33.18	33.26	33.23	33.26	33.26	33.32	33.21	33.17	33.13	
DO	0	4.76	4.73	5.90	6.23	4.42	4.36	4.48	4.31	4.06	4.69	4.21	5.50	5.85	5.96	4.70	5.34	5.35	4.90		
	5	4.88	4.76	4.37	4.48	4.41	4.21	4.21	4.23	4.09	4.86	4.88	5.01	1.61	4.59	4.69	4.87	4.90	4.97		
	10	4.86	4.82	3.78	4.46	3.99	4.05	4.21	4.37	4.16	4.75	-	4.90	4.78	4.69	4.43	4.59	4.46	4.66		
	B	4.87	4.38	3.86	4.29	4.15	3.94	4.29	3.99	4.18	4.13	4.36	4.18	2.81	3.69	3.90	3.84	3.95	4.26		
DIN	0	0.80	0.82	10.84	2.00	3.32	3.53	3.92	6.00	10.07	2.12	5.56	0.45	1.18	0.66	2.19	2.85	0.70	1.26		
	5	0.27	0.54	2.61	2.80	2.86	4.11	3.80	5.52	5.88	0.50	0.52	0.30	1.05	1.31	0.78	4.37	0.61	0.62		
	10	0.44	0.43	4.70	2.99	4.01	4.12	3.84	4.10	5.45	1.09	-	0.59	0.95	0.57	0.83	1.27	1.09	0.69		
	B	0.48	1.32	5.21	4.19	4.62	5.70	3.87	5.34	4.86	3.98	1.34	2.02	9.04	4.20	3.85	4.92	2.36	1.49		
P04-P	0	0.11	0.09	0.01	0.04	0.35	0.34	0.30	0.45	0.83	0.04	0.34	0.02	0.07	0.03	0.13	0.15	0.05	0.06		
	5	0.10	0.08	0.09	0.32	0.30	0.47	0.32	0.40	0.36	0.03	0.11	0.08	0.12	0.14	0.10	0.22	0.09	0.07		
	10	0.10	0.12	0.44	0.30	0.41	0.42	0.32	0.34	0.35	0.11	-	0.14	0.09	0.08	0.14	0.13	0.19	0.13		
	B	0.12	0.29	0.50	0.42	0.40	0.45	0.34	0.60	0.38	0.34	0.20	0.29	1.43	0.60	0.37	0.47	0.32	0.22		
調査点	鶴見		米水津							入津地区				蒲江南部地区							
項目	船浦	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	扇形島内	小蒲江	猪串湾	みごの浦	丸市尾	扇形島外		
調査月日	9/13	9/13	-	8/29	8/29	8/29	8/29	8/9	8/9	8/9	8/9	9/25	9/25	9/25	9/25	9/25	9/25	9/25	9/25		
水深(m)	36.6	26.8	-	26.2	30.1	18.0	26.2	23.3	15.0	23.7	22.1	7.6	9.0	12.7	17.7	19.9	21.0	11.0	-		
Tr(m)	9.0	9.0	-	6.0	6.0	6.0	6.0	3.0	5.5	6.0	7.5	4.0	4.5	8.0	9.0	6.5	16.0	6.0	-		
水温	0	25.9	26.0	-	26.4	26.7	26.4	26.8	27.2	25.0	24.8	25.0	23.8	23.6	24.1	24.3	24.0	24.2	23.9		
	5	25.4	25.3	-	26.1	26.2	26.2	26.1	25.8	24.7	24.5	24.4	23.5	23.7	24.1	24.1	23.8	24.2	23.9		
	10	25.2	25.4	-	26.0	26.2	25.9	26.0	24.2	24.0	23.5	23.3	-	-	24.0	24.0	23.8	24.2	-		
	B	24.2	24.4	-	25.0	25.8	25.9	25.3	17.9	22.2	22.5	22.5	23.5	23.7	23.7	23.8	23.8	23.6	23.9	-	
塩分	0	32.79	32.79	-	27.89	30.60	30.90	31.86	32.25	33.40	33.47	33.53	32.96	33.12	33.23	33.21	33.24	33.25	33.09		
	5	32.95	33.03	-	33.12	33.06	32.58	32.98	33.03	33.43	33.46	33.50	33.15	33.22	33.22	33.25	33.22	33.20	33.15		
	10	33.03	33.00	-	33.20	33.13	33.19	33.12	33.32	33.51	33.51	33.53	-	-	33.23	33.32	33.27	33.20	-		
	B	33.31	33.26	-	33.39	33.35	33.33	33.36	34.16	33.53	33.52	33.52	33.17	33.25	33.26	33.44	33.34	33.46	33.23	-	
DO	0	4.33	4.90	-	6.05	4.27	4.30	4.37	6.36	4.20	4.20	4.83	4.41	4.71	4.52	4.79	4.71	4.50	4.63		
	5	4.22	4.57	-	4.29	4.28	4.28	3.90	4.90	4.27	4.59	4.63	4.53	4.66	4.62	4.61	4.64	4.33	4.65		
	10	4.46	4.60	-	4.07	4.08	4.19	4.11	3.48	4.62	3.91	4.53	-	-	4.42	4.52	4.46	4.52	-		
	B	3.05	4.46	-	4.31	4.50	4.26	4.22	0.00	4.27	4.36	4.58	4.80	4.37	4.42	4.07	4.31	3.98	4.43	-	
DIN	0	2.94	3.01	-	16.12	8.90	7.58	7.33	0.75	5.39	3.32	2.35	6.11	4.09	3.54	2.47	2.38	3.44	3.39		
	5	2.77	1.93	-	5.18	4.59	4.32	6.97	0.13	2.54	2.46	2.08	4.68	3.09	3.03	1.57	3.05	4.02	3.24		
	10	1.96	1.56	-	6.52	5.18	3.55	5.24	1.85	1.37	1.94	2.48	-	-	3.17	2.61	4.01	3.19	-		
	B	8.58	2.82	-	3.57	2.54	3.19	3.45	32.38	4.06	2.90	2.37	4.52	2.59	3.30	5.35	4.46	5.75	4.55		
P04-P	0	0.38	0.06	-	0.25	0.35	0.41	0.49	0.06	0.61	0.22	0.06	0.44	0.31	0.24	0.13	0.14	0.29	0.25		
	5	0.32	0.12	-	0.37	0.34	0.29	0.46	0.03	0.33	0.25	0.09	0.37	0.26	0.20	0.10	0.12	0.31	0.22		
	10	0.19	0.11	-	0.37	0.25	0.28	0.33	0.30	0.19	0.18	0.13	-	-	0.30	0.19	0.15	0.26	-		
	B	1.57	0.41	-	0.41	0.20	0.26	0.33	6.81	0.54	0.29	0.17	0.35	0.21	0.39	0.60	0.37	0.81	0.25		

*水温は0.5m層を示す。単位：WT(°C)、S、DO(mL/L)、COD(ppm)、DIN・P04-P(μM)
 *DO(mL/L) ÷ 0.7 = DO(mg/L)

表2 2012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	H24年度					
					IL(%) 450°C	IL(%) 550°C	AVS (mg/g乾泥)	COD (mg/g乾泥)	合成指標 (S)	底質評価
H24.8.13	1	筏島	臼杵湾	魚類小割	1.84	3.06	0.02	3.03	-1.17	I
H24.8.13	2	三ツ子	臼杵湾	魚類小割	2.57	4.31	0.12	7.53	-0.71	I
H24.8.24	3	浦代	津久見湾	魚類小割	2.44	4.21	0.01	7.33	-0.88	I
H24.8.24	4	黒島	津久見湾	魚類小割	4.02	6.19	0.09	14.31	-0.14	I
H24.8.24	5	日代	津久見湾	真珠	2.34	3.99	0.00	6.01	-0.95	I
H24.8.24	6	赤崎内	津久見湾	魚類小割	4.44	6.83	0.15	16.33	0.11	II
H24.8.24	7	赤崎外	津久見湾	魚類小割	3.80	6.05	0.02	12.99	-0.31	I
H24.8.24	8	田の浦	津久見湾	魚類小割	4.68	7.07	0.12	17.17	0.17	II
H24.8.24	9	保戸島	津久見湾	魚類小割	3.57	5.57	0.22	17.82	0.05	II
H24.9.10	10	長田	佐伯湾	魚類小割	3.54	5.98	0.07	15.34	-0.22	I
H24.9.10	11	津井	佐伯湾	魚類小割	1.95	3.36	0.05	6.06	-0.99	I
H24.9.10	12	浪太	佐伯湾	真珠	3.33	5.16	0.00	7.36	-0.67	I
H24.9.10	13	片神	佐伯湾	魚類小割	10.22	12.99	1.76	41.85	4.26	III
H24.9.10	14	彦島	佐伯湾	魚類小割	4.05	6.09	0.42	18.84	0.43	II
H24.9.10	15	塩内	佐伯湾	魚類小割	2.97	4.66	0.12	11.00	-0.47	I
H24.9.10	16	片白島	佐伯湾	魚類小割	3.96	6.02	0.19	15.70	0.02	II
H24.9.13	17	小田代	佐伯湾	魚類小割	19.37	22.81	0.12	30.10	4.01	III
H24.9.13	18	野崎	佐伯湾	魚類小割	3.53	5.69	0.05	9.75	-0.48	I
H24.9.13	19	桑浦	佐伯湾	魚類小割	3.77	6.09	0.28	20.39	0.27	II
H24.9.13	20	鮪浦	佐伯湾	魚類小割	4.44	6.31	0.26	19.57	0.36	II
H24.9.13	21	中浦	佐伯湾	魚類小割	2.88	4.42	0.06	8.77	-0.66	I
H24.9.13	22	大島	佐伯湾	魚類小割	欠		測		欠	測
H24.8.29	23	竹野浦	米水津湾	魚類小割	5.24	7.73	0.19	27.04	0.77	II
H24.8.29	24	荒戸	米水津湾	魚類小割	3.04	4.24	0.04	10.15	-0.59	I
H24.8.29	25	色利浦	米水津湾	魚類小割	4.53	6.94	0.18	18.58	0.25	II
H24.8.29	26	宮野浦	米水津湾	魚類小割	2.12	3.69	0.05	9.01	-0.83	I
H24.8.9	27	入津湾	入津地区	湾央	9.13	13.21	1.78	46.86	4.25	III
H24.8.9	28	尾浦	入津地区	魚類小割	1.81	3.61	0.01	5.29	-1.09	I
H24.8.9	29	上入津	入津地区	魚類小割	1.84	3.37	0.80	7.67	-0.10	I
H24.8.9	30	下入津	入津地区	魚類小割	1.28	2.77	0.06	1.93	-1.29	I
H24.9.25	31	小向	蒲江南部	魚類小割	2.72	4.41	0.11	7.37	-0.70	I
H24.9.25	32	加羽根	蒲江南部	魚類小割	2.52	4.36	0.03	6.73	-0.85	I
H24.9.25	33	屋形島内	蒲江南部	魚類小割	2.25	4.03	0.05	5.29	-0.95	I
H24.9.25	34	小蒲江	蒲江南部	ひおうぎ	3.94	6.35	0.03	11.05	-0.36	I
H24.9.25	35	猪串湾	蒲江南部	魚類小割	7.98	11.60	0.61	37.68	2.30	III
H24.9.25	36	みごの浦	蒲江南部	魚類小割	1.95	3.60	0.10	5.98	-0.93	I
H24.9.25	37	丸市尾	蒲江南部	魚類小割	5.93	8.91	0.08	20.22	0.52	II
H24.9.25	38	屋形島外	蒲江南部	魚類小割	欠		測		欠	測

単位：IL(%)、AVS・COD(mg/g・dry)

*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	やや悪い底質環境
	III	S ≥ 2	悪い底質環境