

ヒラメ養殖の疾病対策研究

福田 穰・森 京子

事業の目的

大分県海面養殖業の健全な発展を図るため、重要養殖種であるヒラメについて、生産の障壁となる各疾病について病因解明、診断技術確立から予防、治療までの一連の技術を開発することが、本研究の目的である。

本県ではヒラメの疾病診断時の細菌分離に、1%NaCl 添加トリプトソーヤ寒天培地 (TSA)、SS 寒天培地 (SSA) および TCBS 寒天培地 (TCBSA) の 3 種を常用しているが、(1) SSA で黒色コロニーを形成しにくい *Edwardasiella tarda* が見られること、(2) *E.tarda* と *Streptococcus parauberis* が同一病個体から分離される症例が増加傾向にあること、(3) *S. parauberis* には 2 種の血清型があるため診断用抗血清の消費にむだが生じること、等の問題点を選択培地と鑑別培地の再検討で解決できないか検討した。また、パラウベリス症のヒラメ致死因子解明の一環として、原因細菌 *S. parauberis* 培養液中に産生される各種酵素の活性を測定した。

事業の方法

1. 選択培地と鑑別培地の再検討

2005 ~ 2010 年に県下で養殖されていたヒラメから分離された *E. tarda* 7 株、*S. parauberis* 6 株 (血清型 I, II の各 3 株)、*Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* 2 株、*S. iniae* 2 株、*Lactococcus garvieae* 2 株、*Pseudomonas anguilliseptica* 1 株に、マコガレイ由来 *Aeromonas salmonicida*、ブリ由来 *Vibrio anguillarum*、カンパチ由来 *S. dysgalactiae* を各 1 株加え、計 23 株 (表 1) を実験に供した。

供試した培地は、TSA、普通寒天培地 (NA)、0.01% クマシーブリリアントブルー R250 (CBB) 添加 Todd Hewitt Agar (CBB-THA)、0.01% コンゴレッド (CR) 添加 Todd Hewitt Agar (CR-THA)、SSA、DHL 寒天培地 (DHLA)、*Mitis-Salivarius* Agar (MSA)、0.0075% TTC 添加 EF 寒天培地 (EFA)、Bile Esculin Azide Agar (BEAA) および TCBSA の 10 種類である。

供試培地の比較はミスラ法¹⁾に準じて行った。各供試菌株について、滅菌生理食塩水で $10^8 \sim 9$ CFU/mL の菌液を調製し、希釈系列 25 μ L を各供試培地に接種、25 $^{\circ}$ C で 48 時間培養後にコロニーを計数した。

2. *S. parauberis* 培養上清の酵素活性

県下の養殖ヒラメから分離された *S. parauberis* 血清型 I (073104 : 2007 年分離, 092831 : 2009 年分離) と血清型 II (072252 : 2007 年分離, 091492 : 2009 年分離) の計 4 株を実験に供した。

25 $^{\circ}$ C で 24 時間前培養した供試菌を Todd Hewitt Broth に接種して 15 $^{\circ}$ C で 24 時間静置培養後、生菌数を測定するとともに、4 $^{\circ}$ C、5,000 \times g、15 分間の遠心操作で培養上清を得た。各菌株の培養上清を試料液とし、API ZYM (bioMerieux) を用いて、表 2 に示す 19 種類の酵素活性を測定した。

事業の結果および考察

1. 選択培地と鑑別培地の再検討

供試培地におけるヒラメ病原細菌の発育を比較したものが表 1 である。腸球菌の選択培地である EFA と BEAA には、いずれの供試株も発育しなかった。

Ps. anguilliseptica を除く 22 株は TSA で良好な発育を示したが、*Ps. anguilliseptica* 株は TSA 上で NA の $10^{-4.6}$ のコロニー形成にとどまった。また、TSA と NA 以外の供試培地で *Ps. anguilliseptica* 株は発育しなかった。*Ps. anguilliseptica* 感染症の診断では、TSA だけの細菌分離では不十分で、NA の併用が必要である。

Ph. damsela subsp. *piscicida* 株は、CBB-THA と CR-THA の鑑別培地で TSA と同等の発育を示し、それぞれ淡青色、淡橙色のコロニーを形成した。*Ph. damsela* subsp. *piscicida* 株は NA 上の発育が悪く (TSA の $10^{-3.0}$)、SSA 等の選択培地群で発育しなかった。

E.tarda 株は、CBB-THA と CR-THA において TSA と同等の発育を示し、それぞれ白色、白橙色のコロニーを形成し、MSA および TCBSA で発育しなかつた。

表1 各種寒天培地におけるヒラメ病原細菌の発育比較 (log₁₀ CFU/mL)

菌種	株	TSA	NA	CBB-THA	CR-THA	SSA	DHLA	MSA	TCBSA
<i>Edwardsiella tarda</i>	053711	9.25	NT * ¹	8.94	9.12	8.52	8.59	- * ²	-
<i>Edwardsiella tarda</i>	053713	9.03	NT	9.02	8.98	8.68	8.81	-	-
<i>Edwardsiella tarda</i>	062841	9.31	NT	9.19	9.12	8.03	8.20	-	-
<i>Edwardsiella tarda</i>	062891	9.46	NT	9.39	9.33	9.27	9.29	-	-
<i>Edwardsiella tarda</i> * ³	082402	8.64	NT	8.53	8.44	8.52	8.48	-	-
<i>Edwardsiella tarda</i> * ³	082406	8.43	NT	8.37	8.40	8.34	8.31	-	-
<i>Edwardsiella tarda</i>	085735	9.05	NT	8.92	9.05	8.86	8.83	-	-
<i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>piscicida</i>	062913	8.45	5.45	8.37	8.42	-	-	-	-
<i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>piscicida</i>	063151	8.17	5.20	8.26	8.24	-	-	-	-
<i>Pseudomonas anguilliseptica</i>	070601	3.86	8.50	-	-	-	-	-	-
<i>Aeromonas salmonicida</i> (マコガレイ)	080742	8.37	8.69	8.67	8.70	-	-	5.46	-
<i>Vibrio anguillarum</i> (フリ)	090591	9.16	NT	9.20	9.15	-	4.03	-	9.41
<i>Streptococcus iniae</i>	072321	8.90	NT	8.27	8.56	-	-	6.00	-
<i>Streptococcus iniae</i>	072731	9.09	NT	9.25	9.11	-	-	8.81	-
<i>Streptococcus parauberis</i> type I	080301	8.53	NT	8.81	8.87	-	-	8.02	-
<i>Streptococcus parauberis</i> type I	090712	8.53	NT	8.64	8.72	-	-	8.07	-
<i>Streptococcus parauberis</i> type I	102511	8.98	NT	8.88	8.94	-	-	7.45	-
<i>Streptococcus parauberis</i> type II	084481	8.75	NT	9.19	9.17	-	-	8.34	-
<i>Streptococcus parauberis</i> type II	091492	9.25	NT	9.24	9.37	-	-	9.23	-
<i>Streptococcus parauberis</i> type II	101581	8.75	NT	8.62	8.57	-	-	8.52	-
<i>Streptococcus dysgalactiae</i> (カンパチ)	084782	8.51	NT	8.41	8.37	-	-	8.13	-
<i>Lactococcus garvieae</i>	100807a	8.54	NT	8.63	8.68	-	-	7.09	-
<i>Lactococcus garvieae</i> NAG * ⁴	102282	8.16	NT	8.17	8.16	-	-	8.03	-

*1 NT: 未検計, *2 -: 発育せず, *3 SSAにおける黒色コロニー非形成株, *4 抗(フリ由来)*L. garvieae*血清非凝集株

ったが、*Salmonella* および *Shigella* 属細菌の選択培地である SSA と DHLA では、TSA より若干劣るものの (10^{-0.1}~1.3) 良好な発育を示した。ヒラメ由来 *E. tarda* 株の多くは SSA で黒色コロニーを形成するが、供試株 082402 と 082406 のようにコロニーが黒色を呈さない *E. tarda* 株も存在する。これらの株も DHLA 上では黒色コロニーを形成するため、*E. tarda* の検出には都合が良いかも知れない。しかしながら、SSA で *E. tarda* 以外の供試株が全く増殖しなかったのに対して、DHLA では発育が悪い (TSA の 10^{-5.1}) もの *V. anguillarum* 株が赤色のコロニーを形成した。DHLA を使用する場合、選択性は SSA よりも劣ることに留意する必要がある。いずれにしても、SSA と DHLA とともにヒラメ疾病診断における *E. tarda* の選択分離培地として有用であろう。

コレラ菌や腸炎ビブリオの選択培地である TCBSA では *V. anguillarum* 株だけがコロニーを形成し (黄色)、発育も良好であった。なお、*V. anguillarum* 株は CBB-THA と CR-THA において TSA と同等の発育を示し、それぞれ白青色、白橙色のコロニーを形成した。

Streptococcus 属の株および *L. garvieae* 株は、α および γ 溶血性レンサ球菌の選択培地である MSA で比較的良好な発育を示し、青~濃青色のコロニーを形成した。グラム陰性菌では *A. salmonicida* 株だけが、発育が悪い (TSA の 10^{-2.9}) もの MSA に淡青色のコロニーを形成した。ヒラメ疾病診断において MSA による細菌分離を併用することで、レンサ球菌類を確実に分離することができると思われる。

CBB や CR を含む鑑別培地は、*A. salmonicida* や *S. dysgalactiae* などの検出および分離に使用されている。²⁻⁴⁾ 本研究では、CBB-THA と CR-THA を用いて *S. parauberis* の 2 種の血清型株のコロニー性状比較を試みた結果、血清型に関係なく CBB-THA で淡青色と濃青色の、CR-THA で淡橙色と橙色のコロニー株が存在していた。鑑別培地上のコロニー性状で *S. parauberis* 株の血清型別を行うことはできなかったが、コロニー色調とヒラメに対する病原性の関係を検討する価値はあると思われる。

レンサ球菌類はいずれの供試株も CBB-THA と CR-THA において TSA と同等の発育を示したが、コロニーの色調は CBB-THA では *S. iniae* が淡青色、*S. dysgalactiae* が濃青色、*L. garvieae* が白色、CR-THA では *S. iniae* と *S. dysgalactiae* が濃橙色、*L. garvieae* が淡橙色であった。

2. *S. parauberis* 培養上清の酵素活性

S. parauberis 供試株の 24 時間培養上清における各種酵素活性は、表 2 に示したとおりである。いずれの供試株も 24 時間培養で 1.1 ~ 1.9×10⁹CFU/mL まで増殖した。

血清型 I 型の供試 2 株の培養上清は、いずれも同様の酵素活性を示し、とくに leucine arylamidase と β-glucosidase 活性が強く、alkaline phosphatase、acid phosphatase および α-glucosidase 活性も有していた。これに対して血清型 II 型の供試株の培養上清は酵素活性が弱く、とくに 091492 株はわずかな acid phosphatase 活性を示しただけであった。072252 株についても leucine arylamidase、acid phosphatase、

表2 *Streptococcus parauberis* 供試株培養上清の酵素活性

酵素	血清型 I		血清型 II	
	073104	092831	072252	091492
Alkaline phosphatase	+(2~3)	+(2~3)	-	-
Esterase	-	-	-	-
Esterase lipase	-	-	-	-
Lipase	-	-	-	-
Leucine arylamidase	+(5)	+(5)	+(2)	-
Valine arylamidase	-	-	-	-
Cystine arylamidase	-	-	-	-
Trypsin	-	-	-	-
α -chymotrypsin	-	-	-	-
Acid phosphatase	+(3)	+(3)	+(2)	+(1~2)
Naphthol-AS-BI-phosphohydrolase	-	-	-	-
α -galactosidase	-	-	-	-
β -galactosidase	-	-	-	-
β -glucuronidase	-	-	-	-
α -glucosidase	+(2)	+(3)	+(2)	-
β -glucosidase	+(5)	+(5)	+(2)	-
N-acetyl- β -glucosaminidase	-	-	-	-
α -mannosidase	-	-	-	-
α -fucosidase	-	-	-	-

α -glucosidase および β -glucosidase 活性を示したものの、I 型供試株と比較して酵素活性は低かった。血清型による酵素活性の違いと、ヒラメに対する病原性の関係については、今後の研究課題である。

Baeck *et al.* は、韓国のヒラメから分離された *S. parauberis* 株(血清型は不明)の菌体が、alkaline phosphatase、esterase lipase、leucine arylamidase、 α -chymotrypsin、acid phosphatase、naphthol-AS-BI-phosphohydrolase および α -glucosidase 酵素活性を有することを報告している。5) これらのうち、esterase lipase、 α -chymotrypsin および naphthol-AS-BI-phosphohydrolase は、本研究の培養上清から活性が検出されなかったことから、15 °C、24 時間の培養条件では菌体から培養上清中へ放出されない酵素群と考えられる。逆に、 β -glucosidase は本研究の培養上清中だけに活性が認

められたことから、菌体外産物に由来する可能性がある。いずれにしても、*S. parauberis* のヒラメを致死因子解明のために、培養上清のヒラメに対する毒性を解析する必要がある。

文 献

- 1) Miles A A, Misra S S, The estimation of the bactericidal power of the blood. *J. Hygiene.* 1938; **38**: 732-749.
- 2) 野村哲一, 本間裕美, 笠井久会, 吉水 守. CBB 培地による河川および沿岸で採取されたサケ (*Oncorhynchus keta*) からのせつそう病原因菌 *Aeromonas salmonicida* の検出. 北大水産彙報 2002; **53**: 45-50.
- 3) Ishiguro E E, Ainsworth T, Trust T J, Kay W W, Congo red agar, a differential medium for *Aeromonas salmonicida*, detects the presence of the cell surface protein array involved in virulence. *J. Bacteriol.* 1985; **164**: 1233-1237.
- 4) Abdelsalam M, Nakanishi K, Yonemura K, Itami T, Chen S C, Yoshida T, Application of Congo Red agar for detection of *Streptococcus dysgalactiae* isolated from diseased fish. *J. Appl. Ichthyol.* 2009; **25**:442-446.
- 5) Baeck G W, Kim J H, Gomez D K, Park S C, Isolation and characterization of *Streptococcus* sp. from diseased flounder (*Paralichthys olivaceus*) in Jeju Island. *J. Vet. Sci.* 2006; **7**: 53-58.

海域の温暖化に対応したヒラメ養殖技術の開発 「安心・安全で環境に優しい」養殖推進事業

木本圭輔・福田 穰

事業の目的

近年、海域の高水温化の影響からヒラメ養殖において疾病が多発する傾向にある。本事業では飼料添加物の投与によってヒラメの生体防御能を向上させ、疾病を防ぐ技術を開発することを目的とした。今年度は、これまでの試験で生体防御能向上効果の見られたシイタケ廃棄菌床抽出物(以下、シイタケ)、及び甘草加工残渣中の多糖類(以下、甘草 PS)について、ヒラメに対する最適投与量を検討した。

事業の方法

1. 供試魚及び試験区

大分県漁業公社で生産され、試験開始まで市販 EP 飼料で育成した平均体重 232g のヒラメ 34 尾を 7 基の円形 FRP 水槽 (φ2m、水深 0.45m、30 回転/日) に収容した。各水槽の魚群を、シイタケまたは甘草 PS を魚体重 1kg あたりそれぞれ 0.5mg、5mg、50mg を 1 日量として与える 6 魚群、及び無投与の 1 魚群 (対照区) とし、計 7 試験区を設定した。

2. 試験物質の投与

基本飼料として魚粉主体のシングルモイストペレットを作成し、2011 年 1 月 17 日～1 月 23 日まで基本飼料で馴致を行った (表 1)。なお、ビタミン・ミネラル組成は Villegas ら (2006) に従った。¹⁾ 試験飼料は、日間給餌率 1.5% (湿重量) の給餌量の下で所定量の試験物質がヒラメに摂取されるように、基本飼料の組成に対し試験物質を外添加して調製した。これら試験飼料を 1 月 24 日～2 月 6 日に、5 日間給餌、2 日間休餌、5 日間給餌のスケジュールで投与した。

3. 非特異的生体防御能の測定

2011 年 2 月 7 日に各区から 5 尾を取り上げ尾部血管から採血し、ポンドサイドキットマニュアルに従って白血球の貪食率、貪食指数、殺菌活性 (NBT 還元能、PK 活性)、及び血漿リゾチーム活性を測

表1 基本飼料の組成

材料	組成 (%)
魚粉	70
小麦粉(中力粉)	20
CMC	3
ミネラル混合	2
ビタミン混合	1.69
塩化コリン	0.3
ビタミンE酢酸エステル	0.0119
ビタミンAパルミタート	0.0011
フィードオイル	3
小計(水分以外)	100
水	50
小計(水分)	50
合計	150

定した。

4. 攻撃試験

2011 年 2 月 7 日に各試験区の飼育魚 10 尾の腹腔内に県下の養殖ヒラメ病魚から分離された *Edwardsiella tarda* 085735 株を 1.12×10^2 CFU/fish 接種して攻撃し、26 °C に調温した循環水槽 (0.9m×0.4m×0.4m) に収容して 2 月 28 日まで飼育観察を行った。死亡個体は速やかに水槽から取上げ、魚病検査を実施して死因を把握するとともに、試験終了時には生残個体の腎臓から細菌分離を試みた。

事業の結果

1. 非特異的生体防御能の測定

各区の貪食率、貪食指数、殺菌活性及びリゾチーム活性を示したものが図 1～4 である。白血球の貪食率は、シイタケ 5mg ($p < 0.05$)、シイタケ 50mg、甘草 PS5mg 及び 50mg 投与区 ($p < 0.01$) で、対照区に比べ有意に高く、甘草 PS50mg 投与区が最も高い値を示した (図 1)。

貪食指数は、試験物質を投与した全ての試験区で対照区より有意に高くなった (図 2)。

殺菌活性のうち、NBT 還元能はシイタケ 5mg 及び 50mg 区で対照区より有意に高かったが、甘草 PS

投与区では投与量に応じた増加は見られなかった。一方、PK 活性では両試験物質の投与量に対して濃度依存的な上昇が見られたが、甘草 PS50mg 区だけが有意に高い値を示した ($p<0.1$) (図 3)。

血漿のリゾチーム活性は、甘草 PS 投与区では対照区より高い傾向が見られたが、シイタケ投与区では 5mg 投与区だけで高い傾向が見られた (図 4)。

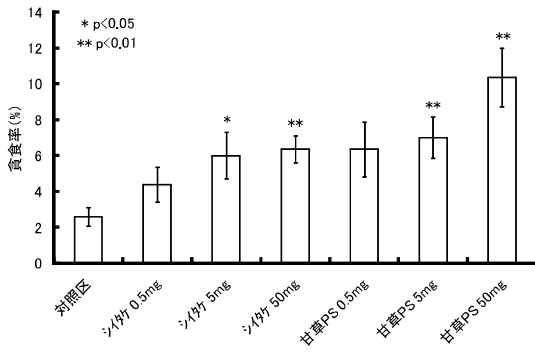


図1 白血球貪食率の測定結果

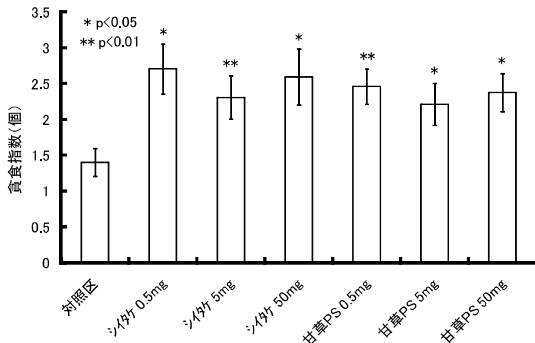


図2 白血球貪食指数の測定結果

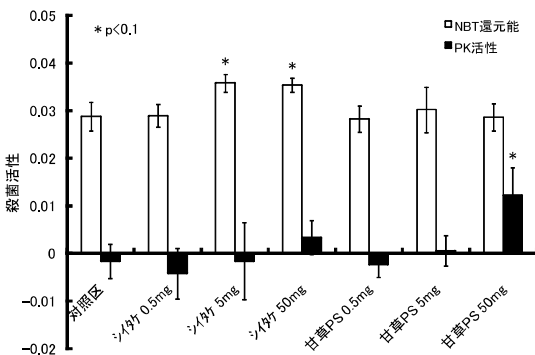


図3 白血球殺菌活性の測定結果

4. 攻撃試験

攻撃試験の結果は表 2 及び図 5 に示したとおりである。全ての死亡魚から *E.tarda* が再分離された。試験終了時の生残率は対照区、甘草 PS5mg 投与区

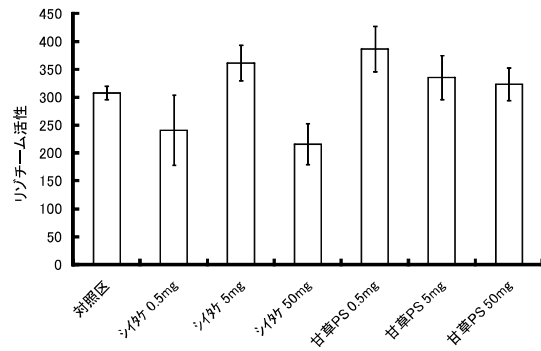


図4 血漿リゾチーム活性の測定結果

表2 生残率及び生残魚の保菌率

	対照区	シイタケ			甘草PS		
		0.5mg	5mg	50mg	0.5mg	5mg	50mg
開始時	10	10	10	10	10	10	10
斃死数	6	10	10	8	9	6	9
生残数	4	0	0	2	1	4	1
生残率	40%	0%	0%	20%	10%	40%	10%
終了時保菌数	2	-	-	0	0	1	0
終了時保菌率	50%	-	-	0%	0%	25%	0%

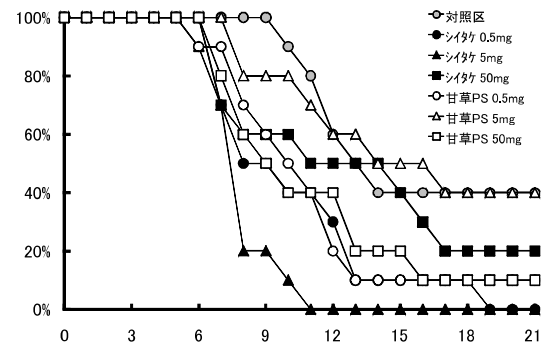


図5 攻撃試験における生残率の推移

で最も高く 40%であった。また、生残魚の保菌率は対照区で 50%、甘草 PS5mg 投与区で 25%であった (表 2)。また、死亡は多くの試験区で攻撃の 6 ~ 7 日後から始まったが、対照区では 10 日後からであった。(図 5)。

今後の問題点

シイタケ廃菌床抽出物のヒラメに対する生体防衛能向上効果は、これまでの試験で異なる結果が得られている。本年度は効果の確認とともに最適投与量の推定を目的として、投与量の幅を広げた試験を実施した。その結果、一部項目で対照区より優れる点が見られたが、同時に試験を行った甘草 PS と比較すると、その向上効果は相対的に低いと判断された。

一方、甘草 PS では生体防御能の測定結果から高い効果が示唆されたものの、攻撃試験では対照区と差が見られなかった。

攻撃試験では各水槽の温度を 26℃に設定したが、実際には 25.3～26.5℃と一定しなかった。これは、設定水温と外気温の大きな差（冬に実施）、試験区間での加温機器性能のばらつきが関与すると思われる。対照区では水温が若干低く維持される傾向があり、このことが対照区における死亡の開始時期を遅らせ、他の試験区より高い生残率をもたらした可能性も考えられる。今後は、夏期に厳密な温度管理の下で甘草 PS について再度試験を行う必要がある。

文 献

- 1) J. Galind-Villegas, Fukada H, Masumoto T, Hosokawa H. Effect of dietary immunostimulants on some innate immune responses and disease resistance against *Edwardsiella tarda* infection in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture Science (Suisanzosyoku)*. 2006 ; **54**(2) : 153-162.

海産魚介類の疾病診断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

事業の目的

食品の安全性に対する消費者の要求が高まっており、特に養殖水産物に関しては、養殖現場での医薬品の使用状況や養魚用飼料の給餌状況、養殖漁場環境について、関心が寄せられている。したがって、養殖生産物の安全性確保の観点から、養殖現場の巡回指導、医薬品の適正使用の指導、医薬品や養魚用飼料等の購入量や使用量の記録等についての、養殖生産者に対する指導、食品衛生や環境保全にも対応した幅広い養殖衛生管理技術の普及、養殖場の調査・監視、医薬品残留検査の実施、薬剤耐性菌の実態調査等を行っていく必要がある。また、持続的養殖生産確保法に基づく国内魚類防疫制度において、従来から魚類防疫体制の整備に努めてきたが、日和見感染症の出現等、様々に態様が変化する魚病に対応し、さらには消費者の視点に立った健全で安全な養殖魚の生産のために、疾病監視対策等を実施し、現場の養殖実態を把握して、疾病対策を効率的かつ効果的に推進していく必要がある。

本事業の目的は、養殖生産物の安全性を確保し、健全で安全な養殖魚の生産に寄与するため、疾病対策のみならず食品衛生や環境保全にも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

1. 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）

2. 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
 - A. 養殖衛生管理技術講習会（表 6）

3. 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）

4. 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
2010年			
10月21日	東京都	農林水産省 (社)水産資源保護協会 都道府県養殖衛生管理担当者	1.OIE総会報告 2.コイヘルペスウイルス(KHV)病への対応 3.水産防疫対策 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
2010年	10月7～8日	大分県 福岡県, 大分県, 山口県, 広島県, 岡山県, 兵庫県, 大阪府, 和歌山県, 香川県, 愛媛県, 徳島県, 高知県	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
2010年	10月28～29日	沖縄県 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	1. 九州・山口ブロック各県の魚病発生状況と対応 2. その他
2011年	2月28～3月1日	愛媛県 大分県, 宮崎県, 熊本県, 鹿児島県, 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. 海産魚の粘液胞子虫について 3. その他

表3 県内会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2010年	10月10日	大分市 大分県生活環境部 大分県衛生環境研究センター 大分県水産振興課 大分県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
2010年	11月10日	大分市 大分県漁業管理課 大分県水産振興課 大分県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
2010年	12月8日	大分市 大分県衛生環境研究センター 大分県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
2010年	5月20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)	水産用医薬品の適正使用について
2010年	6月25日	佐伯市 海産魚類養殖漁家および関係者(39名)	水産用医薬品の適正使用について
2011年	3月19日	佐伯市 海産魚類養殖漁家後継者および関係者(42名)	水産用医薬品の適正使用について
2010年4月1日～	2011年3月31日	佐伯市(上浦) 海産魚類養殖漁家および関係者(延91名) (随時)	水産用医薬品の適正使用について

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
2010年	4月30日	佐伯市(鶴見) 海産魚類養殖漁家(延26名)	注射ワクチン接種技術講習会
2010年4月1日～	2011年3月31日	佐伯市(上浦) 海産魚類養殖漁家(延76名) (随時)	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
2010年	5月20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21年度魚病診断状況 2.水産用ワクチン使用体制について
2010年	6月25日	佐伯市 海産魚類養殖漁家および関係者(39名)	水産用医薬品の適正使用と魚病対策について
2011年	3月19日	佐伯市 水産養殖資材販売店等関係者(12名)	最近の魚病発生状況について
2011年	3月24日	国東市 クルマエビ養殖漁業者、関係地方振興局(6名)	クルマエビの病害対策について

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
2010年			
5月11日	津久見市	水産用医薬品	水産用医薬品使用記録および在庫の確認
6月17日	佐伯市	〃	〃
6月23日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
7月15日	佐伯市(鶴見)	〃	〃
2011年			
2月25日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
3月9日	佐伯市(米水津)	〃	〃

表8 医薬品残留検査

検査方法	実施時期	実施場所	対象魚	対象医薬品(成分)	内容	検体数
2010年						
簡易検査法	12月8日	佐伯市	ブリ	抗菌性物質一般	全て陰性(筋肉)	2
〃	12月13日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	〃	2
〃	12月20日	佐伯市(米水津)	〃	〃	〃	2
〃	12月20日	佐伯市(鶴見)	〃	〃	〃	2
〃	12月22日	津久見市	〃	〃	〃	2
2010年						
簡易検査法	12月8日	佐伯市(蒲江)	ヒラメ	〃	〃	2
〃	12月20日	佐伯市	〃	〃	〃	2
〃	12月24日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	〃	2
〃	12月24日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	〃	2
〃	12月24日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	〃	2
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
2010年4月1日～			
2011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>Vibrio anguillarum</i> (16株) <i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>piscicida</i> (12株) <i>Lactococcus garviae</i> (18株)
2010年4月1日～			
2011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> (79株) <i>Streptococcus iniae</i> (12株) <i>Streptococcus parauberis</i> (25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
2010年							
4月2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	8月26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
4月9日	佐伯市(米水津)	〃	〃	9月14日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
4月28日	津久見市	〃	〃	9月16日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
5月6日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	9月29日	佐伯市(上浦)	〃	〃
5月6日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	10月14日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
5月7日	佐伯市(鶴見)	〃	〃	10月14日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
5月20日	佐伯市	〃	〃	10月21日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
5月26日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	10月25日	佐伯市	〃	〃
6月1日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	10月26日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月3日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	10月27日	佐伯市(米水津)	〃	〃
6月4日	津久見市	〃	〃	11月10日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月9日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	11月16日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月14日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	12月10日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月16日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	12月17日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
6月21日	津久見市	〃	〃	2011年			
7月6日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	1月13日	津久見市	〃	〃
8月12日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	1月17日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
8月13日	津久見市	〃	〃	1月24日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
8月23日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	2月16日	佐伯市(蒲江)	〃	〃
8月24日	佐伯市(蒲江)	〃	〃	3月2日	佐伯市(米水津)	〃	〃

表11 疾病発生対策

実施時期	実施場所	対象魚	内容
2010年4月1日～			
2011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(73件), マダイ(25件), ヒラメ(127件), トラフグ(19件), シマアジ(6件)
2010年4月1日～			
2011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(11件)

5. 疾病診断状況

1) 病害相談および診断件数

2010年度における病害相談件数は790件(対前年度比75.0%)、疾病診断件数は330件(対前年度比78.2%)であった。疾病原因別にみると、ウイルス性疾病が34件(全体の10.3%)、細菌性疾病が129件(39.1%)、寄生虫性疾病が40件(12.1%)、その他の疾病が127件(38.5%)、健康診断が14件(4.2%)であった。

2) 種別疾病診断件数

疾病診断件数を種別にみると、ヒラメ127件(全体の38.5%)、ブリ47件(14.2%)、カワハギ32件(9.7%)、マダイ25件(7.6%)、カンパチ22件(6.7%)、トラフグ19件(5.8%)の順で上位が形成されていた。

2010年度の疾病発生状況等のうち、魚種別の特徴的な事項は次のとおりである。

A. ブリ類の診断件数は、ブリ(55%)、ヒラマサ(80%)で減少、カンパチ(129%)で増加し、全体で前年度の68.2%となった。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、レンサ球菌症(*L.garvieae*)およびノカルジア症等、多くの疾病で減少傾向が見られた。一方、前年度と同数の不明症例の中で、9～10月に高ヘマトクリット値を伴うブリ1歳魚の診断依頼が集中したことが特徴的であったが、死亡原因は特定できなかった。

カンパチでは類結節症の診断例が無く、ノカルジア症が見られた。また、不明のうち7、8月の各1件は腎腫大症状の病魚であった。

B. マダイの診断件数は、滑走細菌症が減少したもののパスツレラ症やエドワジエラ症の発生、不明件数の増加等により前年度と同数になった。

C. ヒラメの診断件数は127件で、前年度の75.6%まで減少した。疾病別ではエドワジエラ症が

36件と最も多く、全体の28.3%を占めたが、前年度と比べると61.9%に減少していた。その他、顕著な減少が見られたのは滑走細菌症と*S.parauberis*感染症であった(それぞれ61.9%、51.7%)。一方、ウイルス性出血性敗血症(VHS)は2011年2月以降診断件数が急増して16件に達し、昨年同期の8倍に増加した。また、全体の18.1%に当たる23件が不明の診断結果であった(表3)。

D. トラフグでは、マダイイリドウイルス病診断用単クローン抗体で陽性であるが、PCR法では増幅産物が得られず陰性となる事例が3件見られた。また、粘液胞子虫性やせ病、ヘテロボツリウム症の診断件数が減少し、全体では減少した(70.4%)。

E. シマアジでは、疾病種類、件数とも前年度とほぼ同じであった。

F. カワハギの診断件数は73%まで減少した。レンサ球菌症(*S. iniae*感染症)と粘液胞子虫性やせ病の診断例が多かったが、不明件数も多く見られた。また、10月には県内で初確認となるマダイイリドウイルス病の発生が見られた。

G. その他海産魚類の診断は前年度とほぼ同じ(107%)であった。2009年度に県内で初めて確認されたマアナゴのシュードモナス症(*Pseudomonas anguilliseptica*感染症)が再び発生したほか、ハタ類でウイルス性神経壊死症が、カサゴで未同定の真菌症が見られた。

H. 海産無脊椎動物の診断件数はやや減少した(83%)。中間育成中のクロアワビとメガイアワビで夏期に原因不明の死亡が見られた。また、クルマエビ養殖場において急性ウイルス血症が2件発生した。

I. 淡水産動物では、7月にコイヘルペスウイルス病が見られた。

表12 病害相談件数および診断件数*

	10	4	5	6	7	8	9	10	11	12	11	1	2	3	計
相談件数	41	66	76	91	86	120	83	48	31	56	38	54	790		
	(50)	(79)	(119)	(156)	(137)	(106)	(95)	(92)	(62)	(64)	(40)	(53)	(1,053)		
診断件数	19	26	29	43	40	42	34	17	14	24	17	25	330		
	(24)	(41)	(43)	(60)	(53)	(55)	(33)	(37)	(31)	(27)	(17)	(14)	(435)		

*()は前年度

表13 ブリ類診断状況

	10	4	5	6	7	8	9	10	11	12	11	1	2	3	計
ブリ															
マダイイリドウイルス病					1	1									2
ウイルス性腹水症					1										1
ビブリオ病			1	1	1										3
類結節症					2		4	1							7
細菌性溶血性黄疸					1		1	1							3
レンサ球菌症(<i>L.garvieae</i>)					2	1	2								5
ノカルジア症	1						1		1		1				4
マツイウミチョウ症				2											2
不明				2	1	1	11	4							19
健康診断								1							1
ブリ小計	1	1	5	9	3	19	7	1	0	1	0	0	0	0	47
ヒラマサ															
ノカルジア症											1				1
筋肉微胞子虫症												1			1
ゼウクサブタ症											2				2
ヒラマサ小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4
カンバチ															
マダイイリドウイルス病						3									3
エピテリオシスチス病					1										1
ビブリオ病			1											1	2
レンサ球菌症(<i>L.garvieae</i>)											1	1	1		3
ノカルジア症					1			1				1			3
住血吸虫症											1	1			2
不明				1	1	2	1		2		1				8
カンバチ小計	0	1	1	3	5	1	1	2	0	3	3	2	2	2	22
ブリ類計	1	2	6	12	8	20	8	3	0	7	4	2	2	2	73

表14 タイ類診断状況

	10	4	5	6	7	8	9	10	11	12	11	1	2	3	計
マダイ															
エピテリオシスチス病					1		1								2
パスツレラ症			1												1
エドワジエラ症								1	1						2
滑走細菌症	1											2			3
トリコジナ症			1												1
ピバギナ症							1								1
不明	1	3	2							3			4		13
健康診断					1	1									2
マダイ計	2	5	2	2	1	2	1	1	1	3	2	4	0	0	25

表15 ヒラメ診断状況

	10	4	5	6	7	8	9	10	11	12	11	1	2	3	計
ヒラメ															
ウイルス性出血性敗血症	3	1											3	9	16
エドワジエラ症	2	4	3	4	9	5	4	1	2				1	1	36
滑走細菌症	2	1	2	3								3	1	1	13
レンサ球菌症(<i>S.imiae</i>)					1	1	3								5
レンサ球菌症(<i>S.parauberis</i>)			2		2	1	1	1	4			2		2	15
ノカルジア症								1							1
イクチオボド症		1													1
トリコジナ症										1					1
スクーチカ症										1	2				3
粘液胞子虫性やせ病						1		1	2						4
筋肉粘液胞子虫症										1					1
ネオヘテロボツリウム症								3							3
不明		2	5	6	5	2	2			1					23
健康診断	2							1	1	1					5
ヒラメ計	9	11	10	16	17	11	13	8	7	7	7	5	13	13	127

表16 トラフグ診断状況

	10 4	5	6	7	8	9	10	11	12	11 1	2	3	計
トラフグ													
マダイイリドウイルス病?				2	1								3
レンサ球菌症(<i>S.iniae</i>)							1						1
白点病							1						1
粘液胞子虫性やせ病								1			1		2
ヘテロボツリウム症							1						1
不明	1	3	1	1	1	2				2			11
トラフグ計	1	3	1	3	2	2	3	1	0	2	1	0	19

表17 シマアジ診断状況

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

表18 カワハギ診断状況

	10 4	5	6	7	8	9	10	11	12	11 1	2	3	計
カワハギ													
マダイイリドウイルス病							2						2
ウイルス性神経壊死症										1			1
ビブリオ病			1									1	2
滑走細菌症											1	1	2
レンサ球菌症(<i>S.iniae</i>)	1		2	2		2		1	1				9
白点病					1								1
粘液胞子虫性やせ病							1	2	1		1		5
ペニクルス症		1											1
不明	2		1	1			1			3	1		9
カワハギ計	3	1	4	3	1	2	4	3	2	4	3	2	32

表19 その他の魚類診断状況

	10 4	5	6	7	8	9	10	11	12	11 1	2	3	計
マアナゴ													
シュードモナス症	1												1
マアジ												2	2
イシダイ													
白点病			1										1
ハダムシ症					2								2
生殖腺線虫症			1										1
不明				1									1
イシガキダイ						1							1
マダイイリドウイルス病													1
シュードモナス症		1											1
白点病			1										1
不明				1									1
メジナ													
不明													1
タイリクスズキ													
ギロダクチルス症				1									1
マハタ													
ウイルス性神経壊死症				1	1	1							3
不明										1		1	2
クエ													
ウイルス性神経壊死症					1								1
スクーチカ症												1	1
不明							1						1
キジハタ								1					1
ウイルス性神経壊死症													1
不明						1							1
カサゴ													
未同定真菌症												2	2
不明	1			1								1	3
ウマヅラハギ													
不明									1				1
その他の魚類計	2	1	3	5	5	2	2	0	1	1	0	7	30

表20 海産無脊椎動物診断状況

		10	4	5	6	7	8	9	10	11	12	11	1	2	3	計
クロアワビ																
	不明						1									1
メガイアワビ																
	不明						1									1
マガキ																
	卵巣肥大症								1							1
	健康診断								1							1
クルマエビ																
	急性ウイルス血症					1		1								2
	不明						3		1							4
	健康診断	1	1	3												5
無脊椎動物計		1	1	3	1	5	1	3	0	0	0	0	0	0	0	15

表21 淡水産動物診断状況

		10	4	5	6	7	8	9	10	11	12	11	1	2	3	計
アユ																
	不明														1	1
ゲンゴロウブナ																
	不明			1												1
コイ																
	コイヘルペスウイルス病					1										1
淡水魚計		0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3

J. 養殖海産魚類における水産用ワクチンの使用の状況については、次のとおりである。

ブリ類の α 溶血性レンサ球菌症ワクチンのうち、注射ワクチンはブリ、カンパチおよびヒラマサで使用され、それぞれ指導書発行件数が 21、1 および 1 件、使用経営体数が 15、1 および 1 経営体、投与尾数が 1,071,000、35,000 および 51,000 尾、使用量が 107.1、3.5 および 5.1L であった。経口ワクチンはカンパチだけで使用され、指導書発行件数と使用経営体数が 1、投与尾数が 2,500 尾、使用量が 2.5L であった。

ブリ類の α 溶血性レンサ球菌症及びビブリオ病(2種混合)注射ワクチンはブリ、カンパチおよびヒラマサで使用され、それぞれ指導書発行件数が 14、6 および 1 件、使用経営体数が 9、4 および 1 経営体、投与尾数が 447,000、232,000 および 26,000 尾、使用量が 44.7、23.2 および 2.6L であった。ブリの α

溶血性レンサ球菌症及び類結節症(2種混合)注射ワクチンは、指導書発行件数が 19、使用経営体数が 15、投与尾数が 830,500 尾、使用量が 83.1L であった。

また、イリドウイルス病注射ワクチンはシマアジだけで使用され、指導書発行件数と使用経営体数が 1、投与尾数が 100,000 尾、使用量が 10.0L であった。ブリ類の α 溶血性レンサ球菌症、ビブリオ病及びイリドウイルス病(3種混合)注射ワクチンはブリとカンパチで使用され、それぞれ指導書発行件数が 6 および 3 件、使用経営体数が 4 および 2 経営体、投与尾数が 334,000 および 214,000 尾、使用量が 33.4 および 21.4L であった。

ヒラメの β 溶血性レンサ球菌症不活化注射ワクチンは、指導書発行件数が 1、使用経営体数が 1、投与尾数が 270,000 尾、使用量が 27.0L であった。

なお、ブリのビブリオ病浸漬ワクチンは使用実績がなかった。

消費者ニーズに呼応した養殖魚（ブリ、カワハギ）生産技術開発

大屋 寛・松井崇憲・森 京子

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、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し、また生産者の所得向上を図ることを目的としている。

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. 養殖魚品質向上技術開発

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、刺身食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。

そこで、それらの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ついて検討した。

1) カボス投与量の検討

前年度に血合筋褐色化遅延効果が認められたカボス果汁パウダー、甘草および木酢の混合物と市販のカボス果汁等を用いて、投与期間および添加量の検討を行った。

2) カボス投与効果の持続期間の検討

カボス果汁パウダー等を用いて、その添加効果の持続期間を調べ、効率的な投与期間の特定による生産コストの削減を目的に、試験を実施した。

2. 養殖魚多様化技術開発（カワハギ）

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ての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。そこで本事業では、飼料の粗脂肪含量を変えてカワハギの飼育を行い、成

長、飼料効率、生残率から適正C/P比を検討した。

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、養殖業者等からの依頼に応じ、飼料の一般成分や品質に関する分析を行った。

4. 養魚情報の発行

養殖技術の改善・普及を目的として、当事業等における研究成果等の記事を掲載した情報紙を発行した。

事業の方法

1. 養殖魚品質向上技術開発

1) カボス投与量の検討

ブリ2歳魚(平均体重約3,300g)を3×3×3m生簀5面に各30尾収容し、5月11日から6月21日まで42日間飼育(水温16.2～21.9℃)した。試験飼料の飼料組成は、表1に示したとおりである。

市販ブリ用EPに小麦グルテンと水を添加した飼料を給餌する区を対照区とし、これにカボス果汁パウダー、甘草および木酢をそれぞれ0.7%添加した区、カボス果汁パウダーを1.4%添加した区、同じく2.1%添加した区、さらには市販のカボス果汁を2.1%添加した区の5試験区を設定した。なお、カボス果汁パウダーは、(株)丸善製菓がカボス果汁を乾燥・粉末化したものを用い、木酢および甘草は市販品を購入した。

給餌は、測定日を除き週4回の頻度で飽食近くまで行った。

表1 試験飼料の配合組成

試験区:	対照区	パウダー 0.7%区	パウダー 1.4%区	パウダー 2.1%区	果汁 2.1%区
配合組成(%)					
市販ブリ用EP	95.0	95.0	95.0	95.0	95.0
小麦グルテン	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
カボス果汁パウダー		0.70	1.40	2.10	
市販カボス果汁					2.10
木酢		0.70	0.70	0.70	0.70
甘草		0.70	0.70	0.70	0.70
水	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

表2 試験飼料の配合組成

試験区:	対照区	パウダー 0.6%(4週間)区	パウダー 0.6%(8週間)区
配合組成(%)			
市販ブリ用EP	95.0	95.0	95.0
小麦グルテン	1.0	1.0	1.0
カボス果汁パウダー		0.60	0.60
木酢		0.60	0.60
甘草		0.60	0.60
水	4.0	4.0	4.0

測定は、試験開始時および2週、4週経過後及び試験終了時に、総魚体重を測定し、各区の成長を調べた。飼育終了時の増重量と総給餌量から各区の増重率、日間増重率、日間給餌率および飼料効率を算出した。また、測定時に各区5尾ずつ取り上げて筋肉を採取し、5℃の恒温庫内に保管して、血合筋のa、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。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。

2) カボス投与効果の持続期間の検討

ブリ2歳魚(平均体重約3,700g)を3×3×3m生簀3面に各24尾収容し、8月2日から9月24日まで54日間飼育(水温23.1～27.5℃)した。試験飼料の飼料組成は、表2に示したとおりである。

市販ブリ用EPに小麦グルテンと水を添加した飼料を給餌する区を対照区とし、これにカボス果汁パウダー、甘草および木酢をそれぞれ0.6%添加して4週間給餌し、それ以降は対照区と同じ餌を与える区、カボス果汁パウダー等各0.6%添加したEPを8週間給餌する区の3試験区を設定した。

給餌は、測定日を除き週4回の頻度で飽食近くまで行い、試験開始時および4週、6週経過後及び試験終了時(8週経過後)に総魚体重を測定し、飼料効率等を算出した。また、測定時に各区5尾の筋肉を保管し、色彩色差計により血合筋のa、b値の経時変化(b/a値)を測定した。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)を求めた。

2. 養殖魚多様化技術開発(カワハギ)

カワハギ1歳魚を対象に、異なるC/P比のモイストペレット(MP)を使用しての飼育試験を実施した。試験で用いたMPは、表3に示したようにC/P比が66、71および77の3種類とした。3m×3m×3mの海面生け簀に、平均体重72gのカワハギ当歳魚を160尾ずつ収容し、各々のMPを2回/日で給餌し、平成21年12月9日～平成23年2月16日までの435日間飼育した。測定は28日前後/で行った。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。

表3 MP組成及び一般成分

	1区 (C/P比:66)	2区 (C/P比:71)	3区 (C/P比:77)
配合組成(%)			
アン	-	70	79
カタクチイワシ	50	-	-
マッシュ	50	30	20
ビタミン	1	1	1
フィードオイル	-	-	1
合計	101	101	101
一般成分(%)			
水分	40.2	53.3	59.2
タンパク質	35.4	27.3	23.4
糖質	6.8	4.5	3.1
脂肪	7.1	7.4	8.1
灰分	9.6	6.5	5.1
可消化エネルギー(kcal/kg)	2350	1946	1792
C/P比	66	71	77

また、試験開始後271日目(2010年9月)、355日目(同11月)および試験終了時(2011年2月)に各区5尾から採血し、血液中の総タンパク質(TP)、トリグリセリド(TG)、総コレステロール(TCHO)、およびGPT値を測定した。

3. 養魚用飼料の分析・指導

養殖業者等からの依頼により、使用飼料の一般成分(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)、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漁家等を指導した。

事業の結果および今後の問題点

1. 養殖魚品質向上技術開発

1) カボス投与量の検討

飼育成績を示したものが表4である。すべての区で増重は認められなかった。特に対照区の増重率が最も低かったことから、供試魚の体重減少は、本試験の実施期間がブリの産卵期であったことによるものと考えられる。いずれの区でも死亡はみられなかった。試験開始から2週間、4週間および6週間(終了時)経過後の各供試魚血合筋のb/a値の1時間あたりの変化量は、表5に示したとおりである。

2週間後の数値は、カボスパウダーあるいは果汁を投与したすべての区で対照区よりも小さな値となり、カボスの添加による血合筋の褐変遅延効果が示

表4 飼育成績

	対照区	パウダー 0.7%区	パウダー 1.4%区	パウダー 2.1%区	果汁 2.1%区
平均体重(g)					
開始時	3,447	3,240	3,307	3,310	3,273
終了時	3,321	3,138	3,222	3,194	3,207
増重率(%)	-3.7	-3.2	-2.6	-3.5	-2.0
日間増重率(%/日)	-0.10	-0.03	-0.13	-0.11	-0.09
日間給餌率(%/日)	0.70	0.66	0.60	0.51	0.64
飼料効率(%)	-13.6	-4.0	-21.9	-21.3	-13.8
飼育日数(日)	42	42	42	42	42
給餌日数(日)	24	24	24	24	24
給餌頻度(回/週)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
生残率(%)	100	100	100	100	100

表5 b/a値の1時間あたりの変化量

試験区	対照区	パウダー 0.7%区	パウダー 1.4%区	パウダー 2.1%区	果汁 2.1%区
2週間投与	0.01659	0.01397	0.01063	0.01426	0.01040
4週間投与	0.01344	0.01709	0.01545	0.01206	0.00996
6週間投与	0.01698	0.01902	0.01735	0.01683	0.01740

唆された。一方、4週間後では、パウダー 2.1%区と果汁 2.1%区が、6週間後ではパウダー 2.1%区で対照区よりも値が小さくなった。

以上のことから、今回の結果では、カボスパウダー 2.1%を2週間(週4回給餌)以上投与するとブリ血合筋の褐色が遅延する傾向にあることがわかったが、今後さらに検討が必要である。

2) カボス投与効果の持続期間の検討

飼育成績を示したものが表6である。試験1)と同様に、すべての区で増重は認められなかったが、パウダーを投与した区が、ともに対照区よりも低い増重率であったことから、カボスパウダーを投与すると、増重が抑えられる可能性が示唆された。

試験開始から4週間、6週間および8週間(終了時)経過後の各供試魚血合筋のb/a値の1時間あたりの変化量は、表7に示したとおりである。今回の結果では、0.6%のカボスパウダー4週間投与の数値が対照区よりも小さくなり、カボスの添加による血合筋の褐色遅延効果が示唆された。

ただし、0.6%のパウダー4週間投与区の6週間後(カボス入りの餌を4週間給餌し、その後の2週間は対照区と同じ餌を給餌)の数値が、対照区よりも高く、8週間後の数値が低かったことから、カボスパウダーの投与を止めて2週間経過時の褐色遅延効果の持続性については、確認できなかった。これについては引き続き検討が必要である。

2. 養殖魚多様化技術開発(カワハギ)

カワハギの成長は図1に、飼育成績は表8に示し

表6 飼育成績

	対照区	パウダー 0.6% (4週間投与)区	パウダー 0.6% (8週間投与)区
平均体重 (g)			
開始時	3,509	3,822	3,887
終了時	3,474	3,609	3,857
増重率 (%)	-1.0	-5.6	-5.9
日間増重率 (%/日)	0.00	-0.64	-0.64
日間給餌率 (%/日)	1.00	0.96	0.88
飼料効率 (%)	0.1	-66.4	-72.8
飼育日数 (日)	56	56	56
給餌日数 (日)	32	32	32
給餌頻度 (回/週)	4.0	4.0	4.0
生残率 (%)	100	96	100

表7 b/a値の1時間あたりの変化量

試験区	対照区	パウダー 0.6% (4週間投与)区	パウダー 0.6% (8週間投与)区
4週間後	0.00632	0.00497	0.00511
6週間後	0.00881	0.00955	0.00643
8週間後	0.01223	0.00836	0.00992

たとおりである。また、累積死亡率は図2に、試験終了時の魚体性状は表9に示したとおりである。さらに、血液中の総タンパク質(TP)、トリグリセリド(TG)、総コレステロール(TCHO)およびGPT値を示したものが図3である。

成長および飼料効率は、1区(C/P比:66)が2区(C/P比:71)および3区(C/P比:76)よりも優れており、C/P比が最も高い3区の成長および飼料効率が最も劣っていた。

2回目の水温低下時(2010年秋頃)になると、全ての区で摂餌量が著しく低下し、体重が減少した。図2に示したように、2区および3区の累積死亡率は、その頃から原因不明の斃死により急激に増加し、1区においても若干の死亡率の増加が認められた。

試験終了時の魚体性状をみると、3区の比肝重値が最も低かった。これは、著しい摂餌量の低下により、肝重量が減少したためと考えられる。

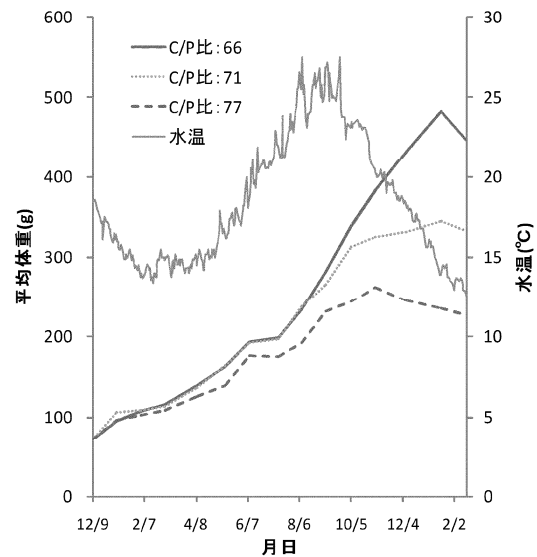


図1 平均体重および海水温の推移

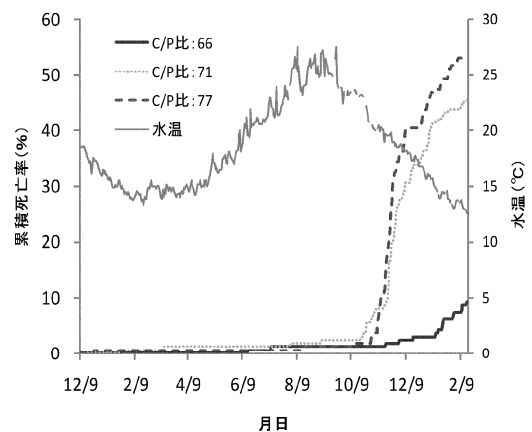


図2 累積死亡率の推移

表8 飼育成績

	1区 (C/P比:66)	2区 (C/P比:71)	3区 (C/P比:77)
平均体重 (g)			
開始時	72	72	72
終了時	448	333	226
増重率 (%)	523.4	363.4	215.2
日間増重率 (%/日)	0.39	0.35	0.30
日間給餌率 (%/日)	0.98	0.98	0.91
飼料効率 (%)	40.1	35.6	32.7
飼育日数 (日)	434	434	434
給餌日数 (日)	379	379	379
生残率 (%)	90.6	49.4	45.6

表9 試験終了時の魚体性状

	1区 (C/P比:66)	2区 (C/P比:71)	3区 (C/P比:77)
全長 (cm)	26.3 ± 1.57	24.2 ± 1.18	21.8 ± 0.91
体重 (g)	479 ± 82	353 ± 46	234 ± 23
肝臓重量 (g)	60.2 ± 10.49	48.1 ± 12.00	25.5 ± 4.70
肥満度	26.2 ± 1.12	24.9 ± 1.18	22.4 ± 1.07
比肝重値 (%)	12.6 ± 1.19	13.6 ± 2.21	10.9 ± 1.21

図3に示した血液中のTPは、すべての区で水温の低下とともに減少し、試験終了時の2月には3区、2区、1区の順に低い値となった。

TGについては、1区で9月よりも11月が減少し、2月に若干増加したが、2区および3区では減少し、2月の時点では、TPと同様に3区、2区、1区の順に低くなった。

TCHOは、1区で9月から2月にかけて増加したものの、逆に2区及び3区は減少し、特に3区が顕著であった。

GPTについては、すべての区で9月から11月にかけてあまり変化がなかったが、2月において特に2区と1区で増加した。

C/P比の高い3区及び2区において、TP、TG及びTCHOの値が低いことから、水温の低下とともに摂餌量が落ち、栄養が十分に摂れていないことが考えられ、さらに、それが肝機能障害を起こしている可能性が示唆された。

本試験ではカワハギ飼育における適正C/P比について検討し、C/P比が低い方が成長、飼育成績および生残率が良くなる傾向が認められた。今後は、低水温期に十分に栄養を摂取できる飼料の開発、検討が必要であろう。

3. 養魚用飼料の分析・指導

本年度の分析実績は表10に示した。この分析結果をもとに、飼料の適正な使用方法について指導した。

4. 養魚情報の発行

育成技術、飼料、漁場環境等に関する研究成果の紹介、最新のトピックスや基礎的知見の解説等の記事を掲載した情報紙「養魚情報」を4回発行した。

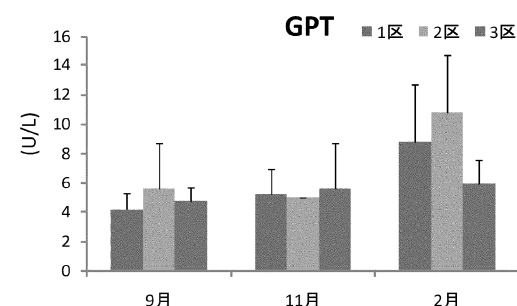
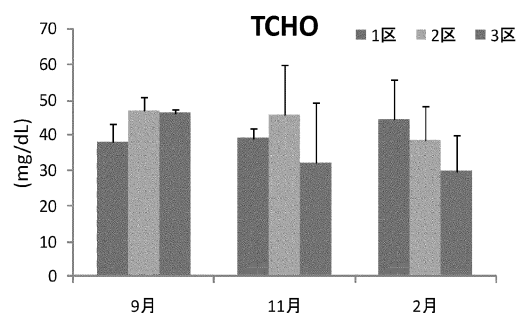
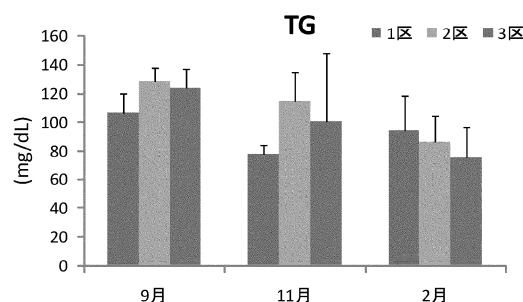
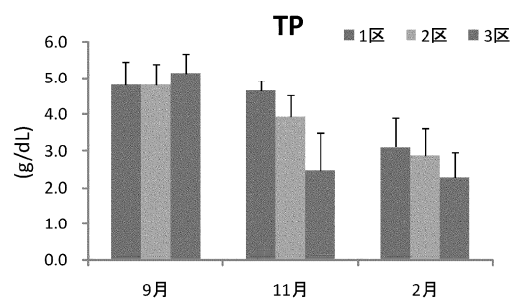


図3 血液中の総タンパク質 (TP)、トリグリセリド (TG)、総コレステロール (TCHO) およびGPT値

表10 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	1	7	一般成分、AV、POV、VBN
その他	1	7	一般成分、AV、POV、VBN
合計	2	14	

ヒロメ養殖による汚染負荷の軽減 環境改善型複合養殖実証事業

森 京子・岩野英樹・松井崇憲・大屋 寛

事業の目的

本県の養殖漁業は漁業生産額全体の約 45%を占め、県南部地域漁村の基幹産業になっている。しかしながら、長年の漁場行使や生活排水などにより、環境の悪化が進行している魚類養殖漁場も散見される。今後、持続的に養殖生産を行っていくためにも、生産者自らが実践可能な漁場改善技術の確立が求められる。そこで本事業では近年、魚類養殖場の栄養塩低減や汚染の排除効果をもたらすとされる海藻養殖に着目し、夏季（高水温期）に不稔性アオサ、冬季（低水温期）にヒロメ養殖を行うことを目的とし、その種苗確保の一端としてヒロメフリー配偶体からの種苗生産について検討した。加えて、県南域ヒラメ養殖によって排出される窒素量を既報のデータを基に推定し、不稔性アオサおよびヒロメを培養したときの増重量当たりの窒素およびリンの吸収量を算出した。

事業の方法

1. ヒロメフリー配偶体からの種苗生産

1) ヒロメ遊走子の採取と培養

2010年4月30日に水産研究部地先（佐伯市上浦大字津井浦）で付着器部分からヒロメを採取し、うち葉体中央部に子嚢斑形成が確認されるもの3株を選んで母藻とした。

各母藻の子嚢斑部分を約2cm四方に切り出し、キムワイプで表面の付着物を拭き取りながら滅菌海水中ですすぎ落とす作業を3回繰り返した後、キムタオル上で15分間干出した（室温）。干出後、滅菌海水を入れた12cmシャーレに葉片を入れ遊走子を放出させ、検鏡で遊走子の放出を確認後、遊走子液を別のシャーレ1枚当たり2～6滴滴下し、Erd-schreiber培地を満たして24℃、照度4,000～5,000Lx、12時間明期：12時間暗期の条件で人工気象器内において培養開始した。培養から2ヵ月後、一部を家庭用ミキサーで細断し、500mLフラスコに分注して、周年培養へ切り替えた。

2) 種系の作成と沖だし

11月10日に培養中の配偶体をミキサーで切断し（切断片長約20～30μm）、クレモナ糸を巻き付けた種糸枠に散布した。培養液にはP1溶液（P1 metal mix）を添加したErd-Schreiber培養液を用い、屋内窓際常温下での静置培養を行った。12月27日からは屋外でろ過海水による流水飼育を開始し、1月18日からは再度、人工気象器内で15℃、5,000Lx、12時間明期：12時間暗期の条件で通気培養を行った。2月1日に種糸枠を水産研究部筏内に垂下した。

2. ヒロメ養殖による窒素およびリン吸収量の算出と入津湾におけるヒラメ養殖による窒素負荷量の推定

1) ヒロメ養殖による窒素およびリン吸収量の算出

大分県佐伯市のヒラメ養殖場から採水した飼育排水に1Lあたり窒素源としてNaNO₃を128mgもしくは85.2mg（窒素1,500μM、1,000μM）、リン源としてK₂HPO₄を8.84mgもしくは4.42mg（リン50μM、10μM）添加して0.45μmフィルターで濾過後、5Lを滅菌三角フラスコに満たした。この中に脱水重量5gのヒロメを収容し、培養庫内で通気培養した（水温：17℃、照度：4,000～5,000Lx、12時間明期-暗期）。培養液の採水は培養開始直後（0）～216時間までの間に20回行い、試水はDISMIC 25cs（Advantec）で濾過後、分析に供するまで-30℃で保存し、SWATT AASU-2000により分析を行った。また、培養終了後にヒロメを全て回収して脱水重量を測定して増重量を求め、藻体脱水重量1gの増重によって吸収される窒素およびリン量を求めた。

2) 入津湾におけるヒラメ養殖による窒素負荷量の推定

窒素負荷量の推定は、既報の統計資料および研究報告¹⁾⁵⁾を基に岩田、菊池⁶⁾が記載の方法に従って行った。

事業の結果および今後の問題点

1. ヒロメフリー配偶体からの種苗生産

1) ヒロメ遊走子の採取と培養

干出した葉片を滅菌海中に入れてから、20 分後には顕微鏡下で遊走子の放出が確認された。培養開始 1 ヶ月後には直径約 300 ~ 700 μm の配偶体が観察され (図 1)、2 ヶ月後には肉眼で配偶体が観察されるようになった。

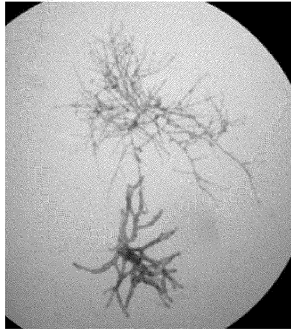


図1 ヒロメ配偶体 (培養1ヵ月後)

2) 種糸の培養と沖だし

種糸作成 10 日後には配偶体の種糸への付着および生長が確認された。しかしながらその後も生長は続けるものの、成熟・受精の兆候が確認されなかった (水温: 15.5 ~ 19.2 $^{\circ}\text{C}$ 、照度: 528 ~ 1,099Lx) ため、屋外での流水飼育 (水温: 13 ~ 15 $^{\circ}\text{C}$ 、照度: 568 ~ 1,241Lx) に切り替えたところ数日で雌雄の成熟が開始し、卵などが確認されるようになった。12 日後には芽胞体が、1 ヶ月後にはヒロメ幼体 (最大全長 2mm、平均 1mm 図 2、3) が多数確認された。沖出し後 1 週間は順調な生長が認められていたが、その後ほぼすべての幼芽が消失してしまった。

消失の原因についてはワレカラ等による食害が疑われた。今回の試験でヒロメフリー配偶体採取・周年培養およびフリー配偶体からの種苗生産を行うことができ、県南域でのヒロメ養殖時の種苗供給対応が可能となった。今後は県南域の海況に適した沖だしの時期、食害防止法など増養殖方法の検討が必要であろう。

2. ヒロメ養殖による窒素およびリン吸収量の算出と入津湾におけるヒラメ養殖による窒素負荷量の推定

1) ヒロメ養殖による窒素およびリン吸収量の算出

培養期間中の全窒素 (DIN) 濃度および $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の推移は図 3 に示したとおりである。

DIN、 $\text{PO}_4\text{-P}$ ともにアオサを用いた前報⁷⁾の結果

と比較して緩やかに減少し、アオサに比べ吸収量が小さいことが明らかとなった。特に $\text{PO}_4\text{-P}$ について、

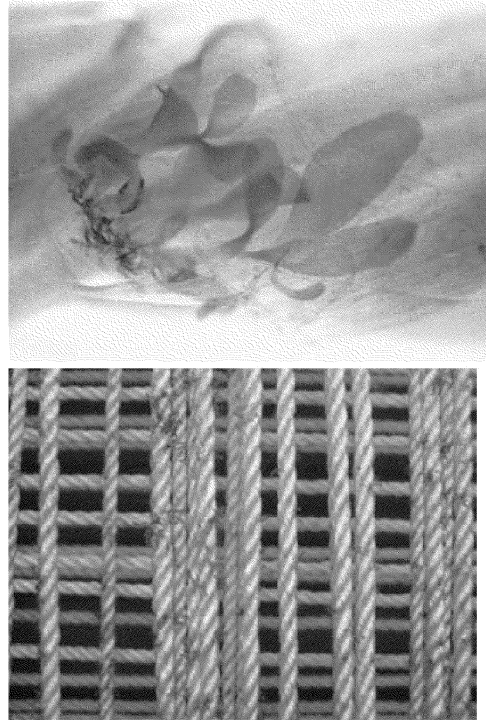


図2 種糸上のヒロメ幼体

アオサは培養開始直後から急激な低下を見せたのに対し、ヒロメは期間終了までほぼ一定の割合で低下していった。

培養期間後のヒロメ脱水重量は 9.0g で増重量は 4.0g となり、ヒロメ脱水重量 1g 増重によって DIN : 282.5 μmol 、 $\text{PO}_4\text{-P}$: 22.3 μmol が吸収されることが明らかとなった。

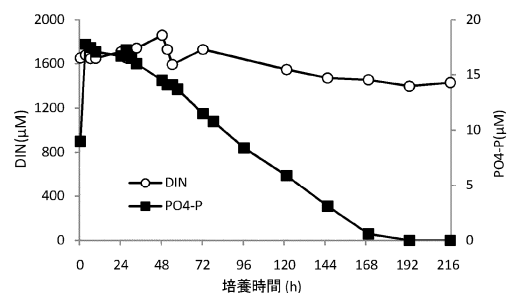


図3 ヒロメ培養液中のDINおよび $\text{PO}_4\text{-P}$ の推移

2) 入津湾におけるヒラメ養殖による窒素負荷量の推定

各既報の統計資料および研究報告を基に推定した入津湾におけるヒラメ養殖による窒素負荷量は、以下の通りである。2007 年の入津湾におけるヒラメ養殖生産量 1,183t に対し、その 3.8%にあたる約 45t

の窒素が入津湾に負荷され、そのうち8～9割にあたる約40tが水溶性の窒素と推定された。昨年の試験結果⁷⁾では、アオサの窒素吸収量は1kg増重当たり4.9g、ヒロメ窒素吸収量は1kg増重当たり3.86gであったことから、毎年排出される窒素全てを吸収していくことは困難であるものの、漁場への環境負荷物質蓄積を抑え、さらに養殖された海藻類が生産物として利用可能であることを考えると、この循環型の複合養殖は、今後の魚類養殖において重要な役割を果たしていくものと考えられる。

文 献

- 1) 平成19年農林水産統計，九州農政局大分農政事務所，大分．2008.
- 2) Haruo H, Yoshitomo W, Kohtaro K, Nakahiro I, Sigenobu T, Hiroaki U, Takeshi F, Michiyasu K. High density rearing Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus* with a closed seawater recirculation system equipped with a denitrification unit. *Suisanzoshoku* 1993; 41: 19-26.
- 3) 菊池弘太郎．脱窒槽を付設した循環濾過システムによるヒラメの高密度飼育．電中研報告書，財団法人電力中央研究所，千葉．1990.
- 4) 本田晴郎．高能率魚類生産のための水質浄化技術の開発．電中研報告書，財団法人電力中央研究所，千葉．1997.
- 5) 本田晴郎．アオサとイソゴカイによる窒素処理装置を付設したヒラメ循環濾過養殖システムの設計と運転．電中研報告書，財団法人電力中央研究所，千葉．2003.
- 6) 岩田仲弘，菊池弘太郎．生物ろ過法を用いたヒラメの高密度養殖設計．「水産養殖とゼロエミッション研究」(日野明德編) 恒星社厚生閣，東京．1999；87-97.
- 7) 森京子，松井崇憲，大石隆史．環境改善型複合養殖実証事業．平成21年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2009：119.

ブリ養殖用低コスト飼料の開発^{*1}

ブリ等養殖業経営改善緊急対策事業 (国庫委託)

松井崇憲・大屋 寛・森 京子

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、近年は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、これを受けて国内の配合飼料の価格も値上がりしており、養殖経営に大きな影響を及ぼしている。

そこで、コストを削減し、経営の安定を図るため、魚粉の配合割合が低く、品質で遜色のない安価な配合飼料の開発に取り組むとともに、実用化に向けた障害とならないように漁場環境へ与える影響や抗病性等についても検討した。

事業の概要

1. ブリ1歳魚用配合飼料の低コスト化

魚粉 50%の配合飼料 (FM50) を対照とし、魚粉配合率を 20%まで削減し、タンパク質含量を対照と同等になるように植物原料で置き換え、合成タウリンを 0.3%添加した配合飼料 (FM20T) と、同様に魚粉を 10%まで削減し、合成タウリンを 0.4%添加した配合飼料 (FM10T) を作製した。それぞれをブリ 1 歳魚 (平均体重: 1,150g) に給餌し、飼育成績、健康度、使用飼料の環境負荷および経済性について検討した。

その結果、成長および飼育成績は、FM50 区、FM20T 区、FM10T 区の順で優れており、タウリン添加による成長および飼料効率の改善効果は認められなかった。FM10T 区の成長および飼育成績が FM50 区よりも著しく劣っていたことから、魚粉の配合率を 20%まで低減した場合、タウリンの添加

に伴う成長および飼育成績改善は不安定であり、さらに魚粉配合率を下げるとタウリン添加のみでは成長および飼育成績の改善効果は得られない可能性が示唆された。

白血球の殺菌活性、貪食率、貪食指数および血漿中のリゾチーム活性を比較したが、明確な差は認められず、低魚粉飼料を給餌しても白血球およびリゾチーム活性には影響しないと考えられる。

N 負荷量は、FM10T が最も大きく、次いで FM50、FM20T の順であった。一方、P 負荷量は、FM50、FM10T、FM20T の順で高かった。これらのことから FM20T の環境負荷が最も小さいと考えられ、低魚粉飼料給餌による環境負荷低減効果が示された。

本試験で使用した低魚粉飼料の価格および増肉係数から、低魚粉飼料を用いてブリを生産する場合には必要な飼料コストは従来の飼料よりもやや低くなり、低魚粉配合飼料は従来の飼料よりも経済的であると思われる。

2. ブリ1歳魚におけるモイストペレット飼料の低コスト化

カタクチイワシと市販マッシュを 8:2 の比率で混合した MP を対照飼料とし (Commercial Mash MP; CM-MP)、カタクチイワシと無魚粉マッシュを 8:2 の比率で混合した MP (Non fish meal MP; NFM-MP)、さらには NFM-MP に酵素サプリメント (Allzyme[®] SSF, Alltech Inc.) を混合した飼料 (NFM+Enzyme MP; NFME-MP) を作製した。各飼料の C/P 比は 9~10 月が 100、10~11 月が 110、11 月以降は 115 となるように調整した。それぞれの飼料をブリ 1 歳魚 (平均体重: 1,387g) に給餌し、飼育成績、健康度および環境への負荷について検討した。

その結果、CM-MP 給餌区の成長および飼料効率は、NFM-MP および NFME-MP 給餌区よりも優れ

*1 本事業の詳細は、「平成 22 年度持続的養殖生産・供給推進事業 (低コスト飼料・効率的生産手法開発委託事業) 報告書」として、別途水産庁に報告した

ていた。この成長差については給餌量およびタンパク質蓄積率から、NFM-MP および NFME-MP のタンパク質供給量が少なかったことによって生じたものと示唆された。また、NFM-MP と NFME-MP 給餌区における成長および飼料効率については、著しい差はなく、酵素サプリメントの添加効果は認められなかった。

さらに、白血球の殺菌活性、食食率、食食指数および血漿のリゾチーム活性を測定した結果、殺菌活性および食食率において、CM-MP よりも NFM-MP が劣ったものの、NFME-MP の殺菌活性および食食率は NFM-MP よりも優れていた。このことから、酵素サプリメントの添加は、植物原料主体飼料を給餌した魚の非特異的免疫能や抗病性を高める可能性があることが示唆された。

N 負荷量は CM-MP、NFM-MP、NFME-MP の順に小さくなり、本試験においては、無魚粉マッシュの環境負荷低減効果は認められなかった。

3. ヒラマサ2歳魚におけるモイストペレット飼料の低コスト化

カタクチイワシと市販マッシュを 8:2 の比率で混合した MP (Commercial Mash MP; CM-MP) を対照飼料とし、カタクチイワシと無魚粉マッシュを 8:2 の比率で混合し、酵素サプリメント (Allzyme[®] SSF, Alltech Inc.) を添加した MP (Non fish meal + Enzyme MP; NFME-MP) を作製した。各飼料の C/P 比は期間中 100 になるよう調整し、それぞれの飼料をヒラマサ 2 歳魚 (平均体重: 2,660g) に週 3 回もしくは週 5 回の頻度で給餌し、飼育成績、健康度、給餌法、環境への負荷および養成魚の品質について検討した。

その結果、試験開始初期にいずれの試験区においても重度のハダムシおよびエラムシの寄生が起因と考えられる死亡が多発した。成長および飼料効率については、給餌頻度 3 回/週が 5 回/週と比較して著しく劣っていた。これはヒラマサがブリと比較して摂餌率が低く、また初期に発生したハダムシ等の寄生による成長低下が影響したものと思われる。5 回/週給餌においては、CM-MP の成長および飼育成績が NFME-MP よりも優れていた。

また、給餌率については給餌回数 3 回/週のほうが 5 回/週よりも劣っており、給餌不足であると思われる。よって、ヒラマサについては給餌回数を増やしたほうが、成長および飼料効率の改善には効果的であると考えられる。なお、マッシュおよび給餌頻度の違いによる白血球およびリゾチーム活性への影響は認められず、酵素サプリメントの添加効果についても確認できなかった。

さらに、試験終了時には無魚粉マッシュ養成魚の

肉質を評価するため、給餌回数 5 回/週における CM-MP および NFME-MP 養成魚の背肉および腹肉の官能評価および色調測定を実施した。官能評価では、CM-MP および NFME-MP の背肉に差は認められなかったが、腹肉では、見た目および身のかたさで差が認められた。色調測定では、血合いの L*、a* および腹身の L* に差が認められた。腹身の見た目が NFME-MP が有意に好まれたことを考えると、見た目の好みには筋肉部の明るさが関与している可能性が考えられる。したがって、NFME-MP は CM-MP よりも肉質的に劣っているということではなく、無魚粉マッシュはブリの肉質に影響しないと考えられる。

N 負荷量は、NFME-MP が大きく、無魚粉マッシュによる環境負荷の軽減効果は認められなかった。

4. 植物性タンパク質主体低魚粉飼料給餌がブリ当歳魚の抗病性に及ぼす影響

魚粉 50% の配合飼料 (FM50) を対照とし、魚粉配合率を 20% まで削減し、タンパク質含量を対照と同等になるように植物原料で置き換え、合成タウリンを対照区と同等となるように添加した配合飼料を作製した (FM20T)。それぞれの飼料をブリ当歳魚 (平均体重: 160g) に給餌し、飼育成績および抗病性について検討した。

その結果、FM20T の成長および飼育成績は、FM50 よりも優れていた。本試験結果は、昨年度までの試験で得られた結果、すなわちタウリンを添加すれば成長および飼育成績は改善するが、魚粉主体飼料の成長および飼育成績には及ばないというものは大きく異なり、低魚粉飼料が通常の飼料よりも優れるという結果が得られた。これらのことから、ブリ当歳魚では、種苗の質、試験開始時期など年度ごとの条件の違いにより、低魚粉飼料 (タウリン添加) が魚粉主体飼料よりも優れた飼育成績となる場合もあることが明らかとなり、また、植物性由来タンパク質主体飼料がブリ当歳魚にも応用可能であることが示唆された。

試験開始後 42 日目で行った *Lactococcus garvieae* による浸漬攻撃試験では、FM20T 給餌区の累積死亡率が FM50 の累積死亡率よりも有意に高くなった。さらに、ワクチン試験では、ワクチン接種後の凝集抗体価の経時的変化を調べた結果、FM20T の凝集抗体価はあまり上昇せず、FM50 よりも低かった。昨今様々な機関が、魚粉含量を減らすと育成魚の抗病性が低下することを報告しており、今回の実験でもそれらと同様の結果が得られた。この植物性タンパク質主体飼料の給餌による抗病性の低下要因のひとつとして、植物成分の栄養吸収阻害が示唆されている。酵素処理等による植物成分の吸

収改善が必要であろう。さらに、飼料品質が免疫機能に直接影響していた可能性も否定できないことから、魚粉削減飼料による抗病性低下を改善する手段として、免疫賦活剤を用いることが有効かもしれない。

5. ブリ1歳魚における低コスト配合飼料の給餌方法の検討

魚粉 50%配合飼料 (FM50) を対照とし、魚粉配合率を 10%まで削減し、タンパク質含量を対照飼料と同等になるように植物原料で置き換え、合成タウリンも同等となるように添加した飼料を作製した (FM10T)。それぞれの飼料をブリ 1 歳魚 (平均体重: 2,560g) に週 3 回もしくは週 5 回の頻度で給餌し、低魚粉 FP の適正給餌法について検討した。

その結果、FM50 給餌の成長および飼育成績は、5 回/週給餌のほうが 3 回/週よりも優れていた。一方、FM10T 給餌の成長および飼育成績は、3 回/週給餌のほうが 5 回/週よりも優れており、5 回/週給餌ではマイナス成長となった。以上のことから、FM50 については、3 回/週の給餌頻度で十分量摂餌できていない可能性があり、5 回/週給餌における FM10T の成長低下は、植物原料を多量に摂取したため、十

分に消化できなかったことが影響していると考えられる。

6. ブリ1歳魚における低コスト配合飼料の給餌方法の検討

カタクチイワシと市販マッシュを 8:2 の比率で混合した MP (Commercial Mash MP; CM-MP) およびカタクチイワシと無魚粉マッシュを 8:2 の比率で混合し、酵素サプリメント (Allzyme[®] SSF, Alltech Inc.) を混合した MP (Non fish meal MP +Enzyme MP; NFME-MP) を作製した。それぞれの飼料をブリ 1 歳魚 (平均体重: 2,020g) に週3回もしくは週5回の頻度で給餌し、無魚粉 MP の適正給餌法について検討した。

その結果、3 回/週給餌では、NFME-MP の成長が CM-MP よりも若干劣ったものの、飼料効率はほぼ同じであった。一方、5 回/週給餌では、NFME-MP の成長および成績が CM-MP よりも優れていた。本試験では、給餌回数を増やすことで、NFME-MP の成長および飼料効率が CM-MP よりも優れることが明らかとなった。したがって、給餌回数を検討することで、無魚粉マッシュの利用が十分可能であると思われる。

水産物の品質保持技術開発研究

おおいの魚商品力強化・利用拡大事業

森 京子・都留久美子^{*1}・松井崇憲・大屋 寛

事業の目的

本県の漁業は生産量が全国 24 位であるのに対し、生産額が 14 位に位置し(平成 20 年農林水産統計)、中高級魚の生産量が多いことが特徴である。このような水産物の特徴を生かし、生産者の所得向上につなげていくため近年、流通手段の発達および鮮度保持技術の向上を活用して県内から首都圏などを中心にした遠隔地への出荷の取り組みが進んできている。今後、より多くの消費拡大を目指すためには関東以北の地域への販路拡大が求められているが、現時点においては関東以北への県内からのクール便による個別配送には発送から 3 日間が必要とされている。そこで、本事業では大分県漁協佐賀関支店で水揚げされるマアジ(関アジ)およびマサバ(関サバ)を用いて活き締め 72 時間後以降も鮮度を保持できる保冷方法および梱包方法について検討し、輸送時季節毎の外気温を想定した条件下で鮮度保持試験を行った。

事業の方法

1-1. 保冷方法の検討①

2010 年 8 月 18 日に大分県漁協佐賀関支店において、蓋付き発泡スチロール箱に 5 割シャーベット区(シャーベット氷と冷海水を 1:1 で混合したもの)、8 割シャーベット区(シャーベット氷と冷海水を 4:1 で混合したもの)、全シャーベット区(シャーベット氷のみ)、保冷剤 3 個区、保冷剤 5 個区、銀色袋区(サンマ輸送に使用されている銀色袋にシャーベット氷を入れたもの)計 6 区設定し、箱内にデータロガー(onset 社製)を設置後、北海道への輸送を想定して 3 日後着指定で水産研究部にクール便にて送付した。到着後データロガーを取り出して、5 分間隔で温度データを取得した。

1-2. 保冷方法の検討②

2010 年 9 月 15 日に水揚げされたマアジを佐賀関支店の出荷手順に従い処理(延髓刺殺→シャーベット氷で冷却)し、一定時間経過後、以下の通り梱包した。直接シャーベット氷区(シャーベット氷にそのまま魚体を浸した状態)、シャーベット氷袋区(魚体をビニール袋に入れ、シャーベット氷に直接触れないようにしたもの)、保冷剤 3 個区、保冷剤 5 個区を設定し、各区 3 尾ずつ収容(うち 1 尾の口腔内および箱内にデータロガーを設置)、梱包して水産研究部に搬入後、実験室内(5℃)で保管した。保管開始 0、1、2 日後に各区 1 尾の背部筋肉を採取し、鮮度チェッカー(QS-Solution 社製)を用いて K 値を測定した。

2. 異なる温度帯でのシャーベット氷による鮮度保持試験

試験は輸送時の季節毎の外気温を想定して、2011 年 1 月 18 日～2 月 10 日(試験時平均気温 7.9℃)にかけて 20℃保管区(春季および秋季を想定)、30℃保管区(夏季を想定)、常温区(冬季を想定)と冷蔵区(5℃)を設定して行った。いずれの試験区も発泡スチロール箱内に吸水シートを敷いた上に試験開始当日に水揚げされたマサバ(尾叉長 352.3 ± 1.6mm、体重 533.2 ± 9.5g) 3 尾を収容、グリーンパーチを被せその上からシャーベット氷をかけて梱包後、水産研究部に搬入し、破断強度および K 値を測定し、併せて官能試験も行った。なお、冷蔵区および常温区にはシャーベット氷約 1.3kg、吸水シート 1 枚、グリーンパーチ 1 枚を 20℃区にはシャーベット氷約 2.6kg、吸水シート 2 枚、グリーンパーチ 3 枚を、30℃区にはシャーベット氷約 3.9kg、吸水シート 3 枚、グリーンパーチ 3 枚を使用した。

*1 大分県中部振興局 農山漁村振興部 水産班

事業の結果および今後の問題点

1-1. 保冷方法の検討①

各試験区箱内の温度変化は図1に示したとおりである。最も冷却期間が長かったのは8割シャーベット区で梱包後4日間0℃以下の状態が保たれていた。一方、保冷剤使用区はいずれも他の区に比べ箱内温度が高めに推移し、発送後3日から温度上昇が認められ始めた。しかし、本試験において目標とする発送後3日間(72時間)は冷却状態を維持できることが明らかとなった。

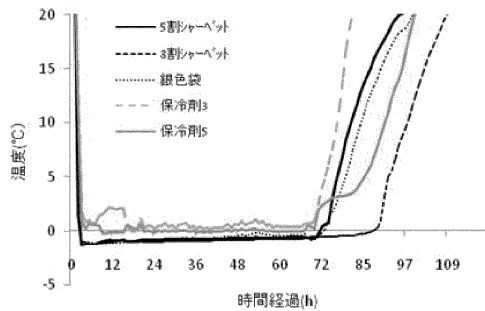


図1 箱内温度変化

1-2. 保冷方法の検討②

試験 1-1 で、シャーベット氷、保冷剤いずれの方法でもクール便で発送後 72 時間は冷却状態を保てること明らかとなったことから、本試験ではシャーベット氷および保冷剤を使用するとき鮮度保持に適した梱包方法についてマアジを用いて検討した。

図2は活き締め後のマアジ K 値の推移を示したものである。保冷剤 3 個区のマアジ口腔内温度は 0 日目から他の区に比べ高く推移し、K 値も 1 日目、2 日目ともに他の区に比べ高かったが活き締め後 2 日目でも K 値は約 16%以下を維持していた。逆にシャーベット直接区は口腔内温度が 0℃以下の過剰冷却状態が続き、2 日目の K 値は 20%を超え、梱包方法として適さないと考えられた。

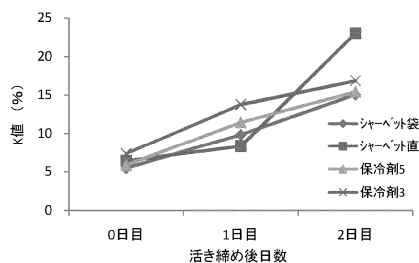


図2 梱包方法の異なるマアジにおけるK値の推移

2. 異なる温度帯でのシャーベット氷による鮮度保持試験

1) 常温(冬季)での保存試験

常温(冬季)保存試験における K 値、破断強度は図3に、官能試験の結果は表1に示したとおりである。口腔内温度は冷蔵区: -0.3 ~ 0.99℃、常温区: 2.0 ~ 5.2℃だった。K 値は両区でほぼ同等であったが、破断強度は1日目では冷蔵区が高かったのに対し、2日目は常温区が高くなった。食味試験でも1日目は冷蔵区の魚の方が歯ごたえを感じた人が多かったが、2日目は常温区の魚の方が歯ごたえ、おいしさともに高評価だった。このことは佐藤ら¹⁾が報告しているように、マサバの死後変化を遅くするための貯蔵温度は5℃前後が適当とする結果と一致し、冬季(外気温7℃前後)においては今回用いた梱包方法で活き締め後48時間は鮮度保持が可能であることが明らかとなった。

表1 官能試験結果

	常温区		20℃保存区		30℃保存区	
	1日 ^{*)}	2日	1日	2日	1日	2日
歯ごたえ	-4 ^{*)}	6	22	2	-6	ND
おいしさ	-6	5	5	0	-5	ND

^{*)}: 活き締め後日数

^{*)}: 冷蔵区の味を基準としたときの評価(1人あたり点数-3~+3)の累積値

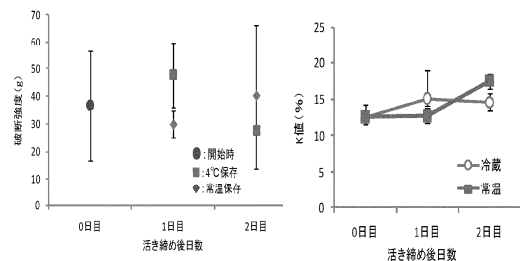


図3 常温(冬季)保存試験におけるK値および破断強度

2) 20℃での保存試験

20℃保存試験における K 値、破断強度を示したものが図4である。口腔内温度は梱包後約36時間までは2℃以下を保ち続けていたが、以後急激に上昇した。1日目ではいずれの試験項目においても両区に差はなかったが、2日目では破断強度および食味試験における「歯ごたえ」に差はなかったものの、20℃保存区 K 値が 30%を超え、明らかな鮮度低下が認められた。以上の結果から、春季および秋季を想定した 20℃保管では今回の梱包方法で 24 時間程度であれば冷蔵区と遜色ない鮮度を保持できる可能性が示唆された。

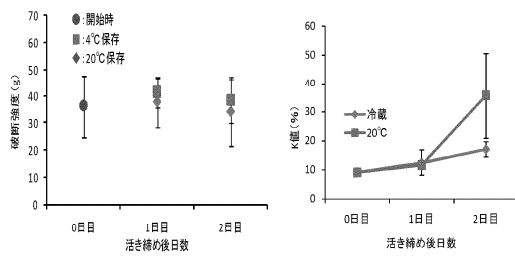


図4 20°C保存試験におけるK値および破断強度

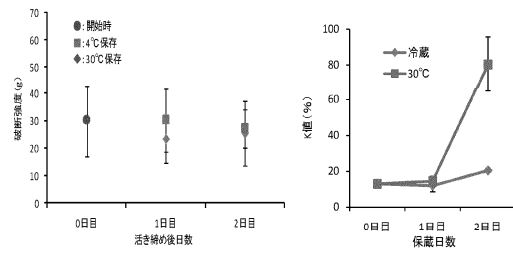


図5 30°C保存試験におけるK値および破断強度

3) 30°Cでの保存試験

30°C 保存試験における K 値、破断強度を示したものが図5である。1日目における K 値に差はなかったが、破断強度は冷蔵区に比べて 30°C 保存区は低く、食味試験でも菌ごたえの悪さを感じる人が多かった。2日目は腐敗臭がひどく官能試験が実施できなかった。

以上のことから、刺身商材として発送する場合、今回試験したシャーベット氷を用いた保冷方法は春季～秋季については従来のクール便での輸送が必要であるが、外気温の低い時期には輸送条件が整えば常温便での輸送も可能であることが明らかとなった。今後、発送先個々のニーズに応じた保冷方法や輸送方法をさらに検討していくことが、より一層の販路拡大へつなぐと考えられる。

文 献

- 1) 佐藤公一，望月聡，上野洋子，樋田宣英．マサバの死後変化に対する貯蔵温度の影響．平成 9 年水産利用加工研究推進全国会議資料，77．

漁村グループを対象とした加工指導

松井崇憲・大屋 寛・森 京子

事業の目的

一般加工研修、随時受入研修、巡回指導などを実施することにより、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。

事業の内容および結果

1. オープンラボ

漁業者や漁村女性グループに当研究部内の加工施設を解放し、技術指導を行った。4 回延べ 13 人が当施設を使用し、タチウオ、カキ、ブリおよびボラを使った加工食品（天ぷら、オイル煮など）の開発・改良を行った（表 1）。

表1 加工研修内容

研修回数	4
研修人数	13
加工材料	タチウオ、カキ、ブリ、ボラ
研修内容	加工実習体験 タチウオ天ぷらの作製 カキオイル煮の作製 ボラオイル煮の作製

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の相談に対応するとともに、漁業者の視察に対応した（表 2）。

表2 加工研修以外の利用状況

	件数	人数
加工相談	1	1
視察	7	36

3. 依頼分析

加工業者などから 9 件の依頼があり、3 項目についての分析を行った（表 3）。

表3 依頼分析

	分析項目	件数
関サバ	K値測定	7
カキオイル煮	生菌数測定	1
冷凍蒸しカキ	生菌数測定	1

養殖漁場の適正利用推進調査

養殖漁場環境調査

岩野英樹・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

1. 広域調査

2010年8月25日～10月1日の期間に、魚類・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)、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7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CTD(クロロテックアレック社製ACL-1180DK)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。

2. 長田新漁場調査

2003年に大規模養殖場が設置された佐伯市上浦長田地先(図1-★長田新)養殖漁場内において5月に採泥、採水を行った。採水は養殖場中央で、採泥は養殖場中央および沖側、地側の計3点で行った。

採泥にはエクマンバージ採泥器(20×20cm)を用い、広域調査と同様の分析項目、調査方法としたが、その他にマクロベントス調査を追加実施した。マクロベントスは、エクマンバージ採泥器(20×20cm)により1回採泥した泥を、0.5mmメッシュのフルイで分別し、ホルマリンで固定した。選別同定に当たっては再度1mmメッシュのフルイで篩い、70%エタノールで固定した後、1g以上の個体を除去し質重量を測定した。

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、長田新漁場調査の結果は表3、表4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、2009年度の底質調査の結果を評価すると、データの得られた36定点の内、24点がI、10点がII、2点がIIIに分類された。

長田新漁場の底質分析結果を表3に、水質分析結果を表4に示した。IL(450℃、2H)は6.22～6.61%、AVSは0.005～0.009mg/g乾泥、CODは12.14～14.66mg/g乾泥であった。

文献

- 1) 気象庁：海洋観測指針，日本海洋学会，東京，1990；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；242-257.

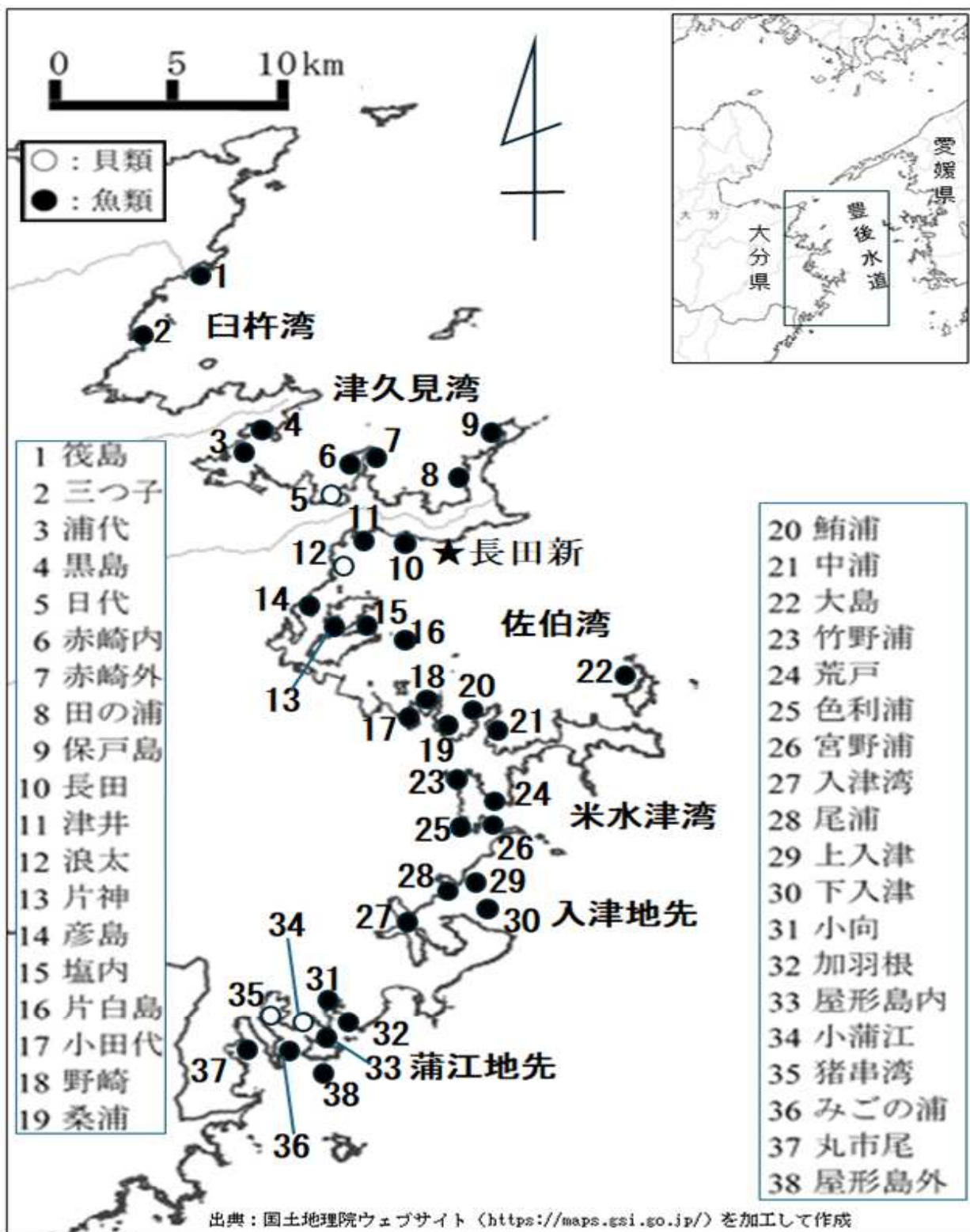


図1 2010年度 養殖漁場環境調査定点

表1 2010年度 養殖漁場環境調査結果一覧

単位: WT(°C)、S、DO(ml/L)、COD(ppm)、DIN-PO4-P(μM)

調査点	佐賀関		白杵		津久見								上浦			佐伯			鶴見		
	筏島	三つ子	浦代	黒島	日代	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	8.25	8.25	9.03	9.03	9.03	9.03	9.03	9.03	9.13	8.27	8.27	8.27	9.29	9.29	9.29	9.29	10.01	10.01	10.01		
水深(m)	15.8	17.4	20.0	33.0	29.0	39.0	49.0	50.0	32.0	42.7	8.4	29.2	24.2	22.8	22.9	32.3	22.1	23.0	17.0		
Tr(m)	8.0	8.0	6.5	9.0	8.5	9.0	7.5	8.0	7.5	7.0	6.5	7.0	3.5	3.5	5.5	7.0	5.5	6.0	7.0		
水温	0	24.3	25.1	25.4	25.5	25.8	25.9	25.2	24.6	25.4	25.6	26.6	26.1	24.2	24.3	23.9	23.8	24.0	23.6	23.8	
	5	23.6	24.0	24.6	24.7	24.9	24.6	24.4	24.4	25.1	23.7	25.0	23.7	24.1	24.2	23.9	23.8	24.1	23.6	23.8	
	10	23.3	23.7	24.2	24.2	24.5	24.5	24.4	24.3	25.0	23.4	-	23.3	24.0	23.9	23.8	23.8	23.8	23.8	23.7	
	B	23.0	23.2	24.1	23.7	23.9	23.6	23.7	23.5	24.9	22.6	24.4	23.0	23.4	23.5	23.5	23.6	23.5	23.5	23.5	
塩分	0	33.27	33.20	33.37	33.33	33.43	33.23	33.32	33.53	33.46	33.38	33.07	33.28	33.48	33.48	33.59	33.57	33.21	33.19	33.36	
	5	33.33	33.31	33.47	33.45	33.49	33.51	33.53	33.55	33.50	33.56	33.47	33.58	33.50	33.50	33.58	33.59	33.57	33.32	33.47	
	10	33.36	33.33	33.53	33.52	33.51	33.52	33.53	33.55	33.52	33.62	-	33.58	33.57	33.59	33.60	33.60	33.61	33.60	33.62	
	B	33.43	33.40	33.52	33.47	33.53	33.54	33.56	33.55	33.56	33.68	33.52	33.61	33.66	33.66	33.65	33.64	33.66	33.68	33.66	
DO	0	4.76	4.61	4.99	5.28	5.26	5.14	5.18	5.45	4.32	5.18	4.64	5.11	4.30	4.87	4.15	4.66	4.54	4.95	4.71	
	5	4.79	4.37	5.08	4.63	5.36	5.12	5.12	5.25	4.36	4.56	4.53	4.84	3.97	4.48	4.15	4.61	4.19	5.02	4.53	
	10	4.75	4.64	5.13	4.93	5.39	5.33	4.94	5.13	4.58	4.73	-	4.71	4.02	4.11	4.05	4.48	4.25	4.56	4.14	
	B	4.69	4.43	5.08	4.58	4.97	4.75	4.60	4.38	4.43	4.31	4.66	4.41	4.15	4.03	3.97	4.35	3.94	4.19	4.18	
飽和度(%)	0	98	97	105	112	112	109	109	114	91	110	100	109	89	101	85	96	93	101	97	
	5	98	90	106	97	112	107	106	109	92	94	95	99	82	93	85	95	87	103	93	
	10	97	95	106	102	112	111	103	106	96	97	-	96	83	85	83	92	87	94	85	
	B	95	90	105	94	102	97	94	89	93	87	97	89	85	82	81	89	81	86	86	
COD	0	0.36	0.35	0.47	0.58	0.46	0.40	0.58	0.51	0.49	0.52	0.48	0.57	0.61	0.42	0.45	0.56	0.65	0.68		
	5	0.49	0.41	0.49	0.47	0.56	0.60	0.40	0.37	0.47	0.25	0.48	0.33	0.45	0.72	0.45	0.29	0.45	0.50	0.46	
	10	0.37	0.47	0.64	0.44	0.38	0.40	0.47	0.55	0.36	0.31	-	0.33	0.38	0.40	0.35	0.35	0.54	0.38	0.28	
	B	0.37	0.36	0.38	0.43	0.42	0.40	0.38	0.38	0.36	0.33	0.37	0.24	0.29	0.28	0.37	0.35	0.59	0.39	0.33	
DIN	0	1.43	3.17	2.73	0.42	0.60	1.03	0.35	0.39	5.34	1.89	4.67	0.37	3.11	0.58	5.38	3.04	4.69	1.90	3.28	
	5	1.11	5.24	1.15	1.20	0.45	0.96	0.49	0.48	3.29	3.13	1.83	0.41	3.98	1.34	5.11	2.79	3.86	1.29	3.17	
	10	1.25	4.93	0.44	0.77	0.59	0.32	0.63	0.33	1.93	1.70	-	1.31	4.49	3.45	5.59	3.04	4.26	2.39	4.70	
	B	1.70	2.24	0.57	2.12	0.83	1.64	2.35	3.93	2.23	3.68	0.88	2.94	4.64	5.02	4.94	3.86	5.48	4.48	4.61	
PO4-P	0	0.25	0.31	0.14	0.14	0.11	0.23	0.16	0.13	0.25	0.13	0.77	0.11	0.60	0.17	0.46	0.37	0.25	0.24	0.32	
	5	0.22	0.31	0.09	0.17	0.12	0.19	0.12	0.13	0.22	0.18	0.74	0.11	0.88	0.21	0.40	0.30	0.36	0.17	0.29	
	10	0.23	0.36	0.09	0.18	0.13	0.14	0.21	0.07	0.19	0.21	-	0.24	0.67	0.39	0.44	0.31	0.36	0.38	0.40	
	B	0.21	0.29	0.22	0.39	0.20	0.24	0.25	0.31	0.25	0.33	0.31	0.37	0.58	0.59	0.58	0.42	0.52	0.42	0.43	

調査点	鶴見				米水津				入津地区				蒲江南部地区							
	鰯浦	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	みこの浦	丸市尾	屋形島外	
調査月日	10.01	10.01	9.09	9.08	9.08	9.08	9.08	9.30	9.30	9.30	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	9.27	
水深(m)	37.0	27.0	53.6	26.0	32.8	18.0	2.4	22.0	14.0	25.0	24.0	7.6	10.1	13.2	17.5	19.7	21.0	11.9	32.1	
Tr(m)	7.5	9.0	11.0	6.5	7.5	7.0	7.0	5.0	5.5	10.0	10.0	3.5	5.5	6.0	6.0	5.0	6.0	4.0	8.0	
水温	0	23.6	23.6	25.3	26.3	25.8	26.8	26.4	24.0	23.4	23.4	24.2	24.1	24.2	24.2	24.3	24.2	24.3	23.7	
	5	23.6	23.6	25.2	25.4	25.2	25.4	25.5	24.2	23.4	23.4	24.1	24.0	24.1	24.1	24.4	24.0	24.4	23.7	
	10	23.6	23.6	25.1	24.9	24.8	24.9	25.0	23.9	23.4	23.4	-	-	23.9	23.8	23.9	23.7	-	23.4	
	B	23.4	23.5	24.6	23.8	22.3	24.4	24.2	19.0	23.4	23.0	23.3	23.9	23.9	23.6	23.5	23.2	23.1	23.7	22.9
塩分	0	33.42	33.46	33.61	33.44	33.51	33.20	33.37	33.41	33.68	33.76	33.73	33.59	33.59	33.69	33.73	33.47	33.75	33.54	33.73
	5	33.53	33.46	33.60	33.58	33.64	33.51	33.48	33.56	33.71	33.78	33.78	33.70	33.76	33.77	33.78	33.66	33.76	33.74	33.75
	10	33.55	33.48	33.61	33.62	33.66	33.61	33.60	33.63	33.73	33.78	33.79	-	-	33.78	33.80	33.78	33.78	-	33.76
	B	33.69	33.66	33.60	33.75	33.99	33.67	33.69	33.97	33.72	33.82	33.80	33.78	33.78	33.80	33.81	33.81	33.83	33.77	33.83
DO	0	4.01	4.28	4.54	4.44	4.08	4.33	4.54	4.77	3.72	4.25	4.24	4.21	4.49	4.40	4.23	4.07	4.33	4.54	4.58
	5	3.65	4.25	4.56	4.21	4.04	3.60	3.98	4.60	3.65	4.24	4.36	4.16	4.38	4.32	4.30	4.15	4.26	4.36	4.51
	10	3.77	4.17	4.59	4.17	4.07	3.69	4.01	4.06	3.64	4.47	4.37	-	-	4.45	4.41	4.18	4.30	-	4.57
	B	3.86	4.27	4.47	3.88	4.15	4.09	4.16	0.00	3.78	4.48	4.49	4.20	4.45	4.45	4.41	4.31	4.33	4.41	4.46
飽和度(%)	0	82	88	96	95	87	93	97	98	76	87	87	87	93	91	88	84	90	94	94
	5	75	87	96	89	85	76	84	95	75	87	89	86	90	89	89	86	88	91	93
	10	77	85	96	87	85	77	84	84	74	91	89	-	-	92	91	86	88	-	93
	B	79	87	93	80	83	85	86	0	77	91	92	87	92	91	90	88	88	91	90
COD	0	0.60	0.62	0.49	0.43	0.46	0.53	0.58	0.79	0.51	0.43	0.41	0.40	0.45	0.47	0.35	0.44	0.44	0.52	0.52
	5	0.44	0.42	0.44	0.45	0.33	0.48	0.57	0.84	0.40	0.55	0.66	0.46	0.49	0.58	0.56	0.48	0.47	0.59	0.59
	10	0.54	0.49	0.49	0.37	0.29	0.41	0.37	0.62	0.41	0.45	0.57	-	-	0.46	0.44	0.51	0.40	-	0.42
	B	0.41	0.33	0.48	0.49	0.33	0.42	0.49	0.75	0.53	0.52	0.79	0.39	0.40	0.60	0.40	0.43	0.43	0.51	0.56
DIN	0	6.01	4.87	3.43	1.66	3.00	2.49	1.15	2.21	9.26	4.49	4.75	6.49	3.99	3.41	4.29	3.91	3.95	1.52	3.21
	5	7.06	5.12	2.25	2.56	3.12	6.64	3.17	0.95	6.55	4.36	4.18	4.62	3.38	3.99	3.54	3.23	4.34	1.76	2.97
	10	6.64	4.96	2.29	2.99	3.33	5.40	3.46	2.60	6.31	3.63	4.82	-	-	3.19	3.43	3.53	3.79	-	2.92
	B	5.86	5.08	2.58	5.06	4.28	3.78	3.99	91.50	6.30	3.79	3.28	4.44	3.13	3.23	3.20	3.58	3.69	2.71	3.34
PO4-P	0	0.71	0.50	0.24	0.15	0.23	0.08	0.09	0.31	1.17	0.45	0.37	0.41	0.33	0.36	0.39	0.46	0.40	0.15	0.37
	5	0.62	0.47	0.24	0.33	0.28	0.37	0.26	0.29	0.69	0.35	0.43	0.37	0.24	0.40	0.37	0.39	0.39	0.27	0.27
	10	0.63	0.40	0.23	0.39	0.36	0.44	0.26	0.40	0.82	0.26	0.70	-	-	0.31	0.34	0.44	0.32	-	0.28
	B	0.63	0.46	0.26	0.71	0.41	0.39	0.37	12.62	0.65	0.35	0.30	0.36	0.29	0.33	0.34	0.40	0.34	0.29	0.32

*水温は0.5m層を示す。
*DO(ml/l) ÷ 0.7 = DO(mg/l)

表2 2010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	H22年度					
					IL(%) 450℃	IL(%) 550℃	AVS (mg/g乾泥)	COD (mg/g乾泥)	合成指標 (S)	底質評価
2010/8/25	1	筏 島	白柵湾	魚類小割	2.20	3.79	0.00	5.69	-1.00	I
2010/8/25	2	三ツ子	白柵湾	魚類小割	2.59	4.16	0.17	5.97	-0.71	I
2010/9/3	3	浦 代	津久見湾	魚類小割	2.39	3.84	0.58	11.61	-0.07	II
2010/9/3	4	黒 島	津久見湾	魚類小割	3.80	5.82	0.05	10.66	-0.38	I
2010/9/3	5	日 代	津久見湾	真珠	2.46	3.83	0.00	4.89	-0.97	I
2010/9/3	6	赤崎内	津久見湾	魚類小割	3.88	6.02	0.06	12.15	-0.29	I
2010/9/3	7	赤崎外	津久見湾	魚類小割	3.52	5.55	0.00	9.84	-0.53	I
2010/9/3	8	田の浦	津久見湾	魚類小割	4.43	6.94	0.52	19.09	0.64	II
2010/9/13	9	保戸島	津久見湾	魚類小割	採泥不能				採泥不能	
2010/8/27	10	長 田	佐伯湾	魚類小割	5.51	8.35	0.05	17.01	0.26	II
2010/8/27	11	津 井	佐伯湾	魚類小割	2.01	3.27	0.15	4.86	-0.91	I
2010/8/27	12	浪 太	佐伯湾	真珠	2.46	4.20	0.01	9.02	-0.80	I
2010/9/29	13	片 神	佐伯湾	魚類小割	7.40	9.70	1.43	38.25	3.11	III
2010/9/29	14	彦 島	佐伯湾	魚類小割	6.16	8.82	1.11	25.42	1.94	II
2010/9/29	15	塩 内	佐伯湾	魚類小割	2.77	4.26	0.06	11.42	-0.57	I
2010/9/29	16	片白島	佐伯湾	魚類小割	3.72	5.88	0.29	19.58	0.24	II
2010/10/1	17	小田代	佐伯湾	魚類小割	8.41	11.39	0.20	35.88	1.86	II
2010/10/1	18	野 崎	佐伯湾	魚類小割	2.13	3.36	0.05	5.00	-0.99	I
2010/10/1	19	桑 浦	佐伯湾	魚類小割	2.19	4.04	0.00	2.79	-1.12	I
2010/10/1	20	鯖 浦	佐伯湾	魚類小割	2.24	3.37	0.13	8.67	-0.73	I
2010/10/1	21	中 浦	佐伯湾	魚類小割	1.79	2.84	0.03	5.41	-1.08	I
2010/9/9	22	大 島	佐伯湾	魚類小割	2.36	4.19	0.01	6.41	-0.93	I
2010/9/8	23	竹野浦	米水津湾	魚類小割	3.97	6.20	0.12	13.40	-0.16	I
2010/9/8	24	荒 戸	米水津湾	魚類小割	2.38	3.80	0.06	7.93	-0.80	I
2010/9/8	25	色利浦	米水津湾	魚類小割	5.04	6.82	0.27	25.70	0.76	II
2010/9/8	26	宮野浦	米水津湾	魚類小割	4.22	5.93	0.14	17.91	0.11	II
2010/9/30	27	入津湾	入津地区	湾央	10.56	12.54	2.47	54.81	5.66	III
2010/9/30	28	尾 浦	入津地区	魚類小割	3.11	4.85	0.26	7.50	-0.43	I
2010/9/30	29	上入津	入津地区	魚類小割	1.72	3.48	0.21	6.38	-0.84	I
2010/9/30	30	下入津	入津地区	魚類小割	1.84	3.45	0.22	7.12	-0.78	I
2010/9/27	31	小 向	蒲江南部	魚類小割	2.36	3.92	0.03	8.31	-0.83	I
2010/9/27	32	加羽根	蒲江南部	魚類小割	2.03	3.54	0.01	5.82	-1.02	I
2010/9/27	33	屋形島内	蒲江南部	魚類小割	3.25	5.64	0.10	8.98	-0.52	I
2010/9/27	34	小蒲江	蒲江南部	ひおうぎ	3.21	6.03	0.04	11.61	-0.49	I
2010/9/27	35	猪串湾	蒲江南部	魚類小割	6.58	10.48	0.46	20.93	1.13	II
2010/9/27	36	みごの浦	蒲江南部	魚類小割	1.70	3.18	0.05	3.59	-1.15	I
2010/9/27	37	丸市尾	蒲江南部	魚類小割	4.16	6.41	0.13	15.72	0.00	II
2010/9/27	38	屋形島外	蒲江南部	魚類小割	採泥不能				採泥不能	
		平均			3.63	5.54	0.26	13.48	-0.07	

*合成指標値(S) = $0.561 \times (IL - 3.55) / 2.48 + 0.588 \times (COD - 15.05) / 14.37 + 0.582 \times (AVS - 0.28) / 0.52$

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

表3 長田新養殖場の底質調査結果(2010年5月26日)

	IL450°C	IL550°C	AVS	COD	ベントス 湿重量 (0.04m ²)
長田新漁場1	6.57	9.66	0.005	12.14	0.955
長田新漁場2	6.22	9.56	0.009	14.53	1.412
長田新漁場3	6.61	9.73	0.005	14.66	2.070

単位：IL(%）、AVS・COD(mg/g・dry)、ベントス(0.04m²当たり)

*調査点位置 長田新1 (33° 02' 30"、 131° 58' 39")

長田新2 (33° 02' 27"、 131° 58' 30")

長田新3 (33° 02' 17"、 131° 58' 15")

表4 長田新養殖場の水質調査結果(2010年5月26日)

採水層 (m)	水温 (°C)	塩分 (PSU)	DO (ml/L)	COD (ppm)	DIN (μM)	DIP (μM)
0	17.6	34.07	5.51	0.30	3.12	0.21
5	17.6	34.06	5.44	0.36	2.26	0.19
10	17.6	34.06	5.47	0.24	2.37	0.30
50	17.2	34.19	5.49	0.26	2.29	0.29