

安全食品部

かごしまの水産物付加価値創出研究事業

保 聖子・前野 幸二

【目 的】

本県水産業界の現状は、漁業生産者は燃料高騰等経費がかさむ一方で、魚価は低迷を続けており非常に厳しい経営を強いられている。また、水産加工業界においても経費の高騰、世界的魚食ブームを背景とした原料薄・原料高により経営は年々厳しくなっている。このような状況下にある漁業生産者や水産加工業者のニーズに応えるために双方と連携を取りながら県産魚の付加価値向上のための品質向上試験や加工品開発並びに特産品開発支援を行い本県水産業界の発展に寄与する。

(1) 低・未利用資源の付加価値向上対策研究

漁獲物の付加価値向上を目的とし、加工品の試作並びに漁村加工に対する技術指導を行った。また、水産加工利用棟における技術指導は表 1 に現地研修も含めた研修会の開催を表 2 に示す。

表 1 年間技術指導受け入れ件数

年 月	団体数	人 数
21. 4	5	8
5	17	67
6	16	34
7	13	25
8	8	23
9	6	17
10	7	27
11	4	9
12	9	13
22. 1	4	4
2	11	29
3	12	13
計	113	271

表 2 現地研修及び研修会

加工・品質研修内容
魚類鮮度保持研修
ミズイカ鮮度保持研修
一夜干し製品塩分濃度調整研修
カンパチ魚醤油加工研修
キビナゴ等魚醤油加工研修
加工品開発研修
品質分析研修
成分分析研修
アミノ酸分析研修

また、加工品開発研修においては、シイラを対象に 2 種類の薫製品を試作し、水産加工業者に技術移転を行った。

シイラ加工食品開発

1. シイラの冷薫製品（生ハム風）

原料：十島村近海で漁獲され、フィレー加工処理後冷凍したシイラ（冷凍魚）。

浸漬：流水解凍後、概ね 10cm*15cm*5cm のブロックに整形し、表 3 に示す調味液に 42hr 漬け込む。

乾燥：調味したシイラ 20℃で 2hr 乾燥。

燻乾：27℃で 2hr 燻す。

包装・保存：真空包装し、冷凍保存。

2. シイラの温薫製品（フィッシュジャーキー）

原料：北さつま漁協に水揚げされたシイラ（生鮮魚）

整形・浸漬：3 枚卸し剥皮後、概ね 2cm*15cm*1cm の短冊状に整形し、表 4 に示す調味液に 2hr 漬け込む。

乾燥：調味液を軽く拭き取り 28℃で 1hr 乾燥。（乾燥前に粗挽き黒胡椒をまぶす）

燻乾：80℃で 2hr 燻す。

包装・保存：真空包装し，冷蔵保存。

表3 生ハム風薫製調味配合
(漬込魚体重量比)

塩	3%
砂糖	1%
レモン果汁	3%
香辛料	1%
が-リック	少々

表4 フィッシュジャーキー調味配合
(漬込魚体重量比)

醤油	20%
砂糖	4%
酒	1%
が-リック	少々
粗挽き黒胡椒	少々

マグロ血合肉加工食品開発

マグロ血合肉の温燻製品（フィッシュジャーキー）

原料：鹿児島市に水揚げされたキハダの血合肉（冷凍）

解凍・整形：冷凍のまま冷止水で3hrかけ解凍しながら，同時に血抜きを行う（随時換水）。

浸漬：概ね2cm*15cm*1cmの短冊状に整形し，表4に示す調味液に2hr漬け込む。

乾燥：調味液を軽く拭き取り28℃で1hr乾燥。（乾燥前に粗挽き黒胡椒をまぶす）

燻乾：80℃で2hr燻す。

包装・保存：真空包装し，冷蔵保存。

ガンガゼウニ加工食品開発

ガンガゼの塩ウニ

原料：鹿児島湾で漁獲されるガンガゼウニ

生殖巣採集：殻割器で割り，さじで生殖巣を丁寧に取り出す。夾雑物を丁寧に取り除く。

洗浄：人工海水で洗浄する。

水切・塩漬：水切り後の重量に対し8～10%量の食塩を加え，身を壊さないように混ぜ込む。

熟成・保存：1晩熟成後ドリップを切り，瓶詰め保存する。

*塩漬け処理により，ウニむき身重量の40%量がドリップとして流出した。

(2) 養殖魚類輸出拡大のための品質向上研究

養殖魚輸出促進の一助として冷凍フィレーによる商品の形態が想定されるが，冷凍保管中並びに解凍後に生化学反応であるメト化が発生する。（血合肉の褐色化）このメト化が冷凍フィレーの販売促進の阻害要因となっている。そのため，本研究では冷凍フィレーのメト化を抑制するため試験を実施した。

【材料及び方法】

試料

鹿児島県内で漁獲されたブリ（平均体長65.1cm，平均体重4.5kg）をフィレー状に加工したものを使用した。

血合肉の褐変抑制試験

フィレー加工されたブリを皮付きにそのまま筋繊維に垂直に6つにカットした。1カットにつき表5に示す抗酸化物質（食品添加物）を1%濃度に調整し，カット肉片の5%重量相当をインジェクション法により血合肉部に注入した。注入後は直ちに真空包装し，アルコールブ

ライン凍結を行い、 -35°C で6ヶ月保存し解凍後の血合肉部の色を色彩式差計（CR-400ミノルタ製）にて測定し評価した。

【結果及び考察】

色彩色差計で測定した明度（ L^* ）、赤色度（ a^* ）の測定値を表6に示す。赤色度 a^* 値は、カテキン、エリスロビン酸ナトリウム、アスコルビン酸ナトリウムの順に高かったものの、肉眼観察では冷凍前の状態と比べると明らかに赤身が減退していた。（図1,2）

このことに関して、今回採用したインジェクション法では、インジェクション時における魚肉ブロックからの液漏れが多く魚肉中への注入量が均一でなかった可能性が否定できず抗酸化剤の評価が確実に行われたとは言い難い。今後の改良点として魚肉中への注入手法について見直しを行う必要がある。



図1 血合肉部の色

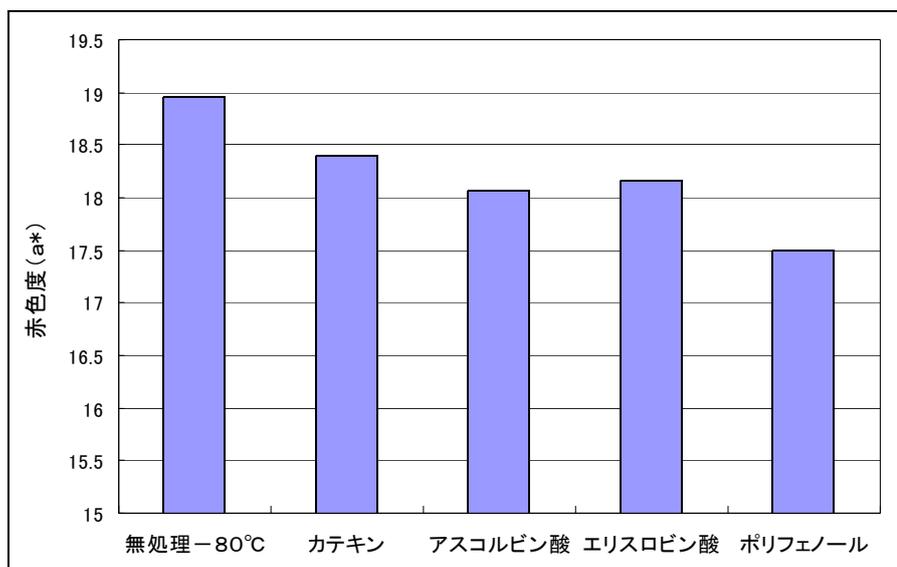


図2 各添加物注入後のブリ血合部解凍後の色調

(3) 県産主要加工品支援対策研究

レトルト薩摩揚げの試作検討

【目的】

薩摩揚げの販路開拓のため、常温での保管が可能なレトルト化を検討した。

【方 法】

通常、薩摩揚げをレトルト処理すると、含まれる糖とアミノ酸が反応し、製品表面だけでなく内部も褐変し、弾力性や風味も損なわれてしまう。褐変及び弾力性低下を抑制させるため、従来使用される調味料あるいは副原料を代替物で置き換えた薩摩揚げを試作し、レトルト処理後の色調及び最大荷重値を測定した。

【結 果】

ア 褐変抑制の検討

従来使われている調味料の一部を、類似調味料に置き換えることで、製品の表面だけでなく内部の褐変を抑制できることを確認した。

イ 弾力性低下抑制の検討

従来使われている副原料の一部を類似品で置き換え、かつ異なる割合で配合し、レトルト処理後の弾力性に及ぼす影響を検討した。レトルト処理前後で最大荷重値を比較すると、その低下はわずかであったが、凹み値の低下度が大きかった。レトルト処理後の凹み値は、従来製品と同程度、最大荷重値は従来製品より高い値を示したが、いずれもレトルト処理前のような食感は失われていたことから、今回用いた副原料及び配合割合の調整では弾力性低下の抑制はできなかった。また、異なる温度、時間でレトルト処理したが、今回用いた条件では効果は見られなかった。

(4) 鹿児島県水産加工連絡協議会の運営

11月27日に総会並びに研修会を開催し、(有)ウィンキューブインターナショナル田所代表取締役を招いて「地方メーカー・生産者のための商品開発・販路開拓について」また、鹿児島銀行営業支援部アグリクラスター推進室増原調査役から「アグリビジネス支援の方策について」と題して基調講演を行った。

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業Ⅱ (低コスト飼料・効率的生産手法開発事業)

前野幸二，平江多績，村瀬拓也
鶴田和弘，新町静男

【目 的】

本県の海面養殖業は，漁業総生産額の約5割を占め，また海面養殖業生産額の約9割はカンパチを含めたブリ類養殖業で占めており，これらは重要な漁業種，魚種となっている。しかし，近年は，養魚用配合飼料の原料の5割強を占める魚粉の価格高騰により，国内の配合飼料価格も上昇しており，養殖経営に大きな影響を及ぼしている。

そこで，養殖コストを削減し経営の安定を図っていくために，本県の主要養殖魚種であるブリ及びカンパチについて，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と給餌方法の改善による効率的な養殖生産手法について検討を行った。

試験1（カンパチ飼育試験）

【材料及び方法】

試験場所

鹿児島県水産技術開発センター地先の海面生簀にて実施した。

供試魚

鹿児島湾内で育成されたカンパチ1歳魚を試験に用いた。

試験飼料

飼料1は，市販の配合飼料と魚粉量が同等の魚粉60%の飼料で，飼料2及び飼料4は，魚粉量をそれぞれ32%，21%に低減し，合成タウリンをそれぞれ0.2%，0.28%添加し，タウリン含量を飼料1と同等にした飼料である。飼料3は，飼料4と同じ魚粉量であるが，合成タウリンは無添加の飼料である。

飼育管理

カンパチ1歳魚（試験開始時約1.4kg）を海面生簀網（3m×3m×3m）8生簀に各50尾収容した。飼料1給餌区を1・2区，飼料2給餌区を3・4区，飼料3給餌区を5・6区，飼料4給餌区を7・8区と設定し，平成21年8月11日から12月1日までの113日間飼育した。給餌形態は，土・日・祝日を除く1日1回，飽食と思われる量まで給餌した。

飼育期間中の水温及び溶存酸素は，水深1mにてデータロガー（Stow Away Tidbit temp logger）及びDOメーター（YSI Model185）で測定した。

魚体測定

試験開始時，中間時，試験終了時に全数の魚体重と尾叉長を測定した。

魚体の成分分析

試験開始時に5尾，試験終了時に各区5尾を取り上げ，魚体を磨碎し，一般成分及び全リンを測定した。水分は常圧加熱乾燥法，粗タンパク質はケルダール法，粗脂肪はソックスレー抽出法，灰分は直接灰化法，全リンは比色分析法で行った。併せて，得られた結果を用いて窒素蓄積率及び窒素負荷量を算出した。さらに，別に試験開始時に5尾，試験終了時に各区5尾を取り上げ，肝臓と魚体のタウリンについて分析した。

血液性状分析

試験開始時に5尾、試験終了時に各区5尾から採血し、個別別にドライケムFDC3500i（富士フィルム社製）を用いて血液性状を測定した。

色調

試験終了時に各区から2尾ずつ任意に取り上げ、活け締めし、30分間冷海水中で脱血処理したものを測定に用い、体表及び切り身の色調を測定した。体表の測定箇所は、頭部及び胸鰭後端の黄帯上の2か所とし（図1）、切り身は精肉部及び血合肉部とした。切り身は、脱血処理した魚体を三枚に卸し、片側背部から幅1cmとなるよう切り出し、表皮を取り除いた。体表は、

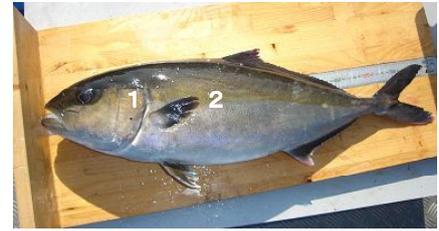


図1 体表の測定箇所

脱血処理後に1回、切り身は、切り出し直後（0時間）、24時間後、48時間後、72時間後の4回、色彩色差計（ミルタCR-2000）を用いてLab値を測定した。血合肉の変色度は、b/aを指標とした。

ドロップ量

色調を測定した同じ魚体から幅1cmに切り出し、測定用サンプルとした。ろ紙を敷いたシャーレに切り身を置き、5℃冷蔵下にて0時間、24時間、48時間、72時間保管した後、切り身重量を測定し、差し引き減量を流出ドロップ量とした。

破断強度

色調及びドロップ量の測定に用いた魚体から同じ様に幅1cmに切り出したものを、さらに中骨を腹側に残すように、また血合肉を含まないように表皮まで切除した背側精肉部を測定用サンプルとし、直径5mmの円盤形プランジャーを装着したレオメーター（株式会社サン科学製RHEO METER CR-500DX）で破断強度を測定した。

【結果及び考察】

飼育環境

飼育試験は、平成21年8月11日から12月1日までの113日間行った。開始から終了時まで4週間毎に分け、I～IV期とした。

期間中の水温は、17.1～29.0℃（平均24.0℃）であった。I期は27.4～28.7℃（平均28.2℃）、II期は25.1～29.0℃（平均26.6℃）、III期は18.9～24.4℃（平均22.3℃）、IV期は17.1～21.3℃（平均19.1℃）であった。DOは4.9～7.6mg/l（平均6.0mg/l）で推移した（図2）。

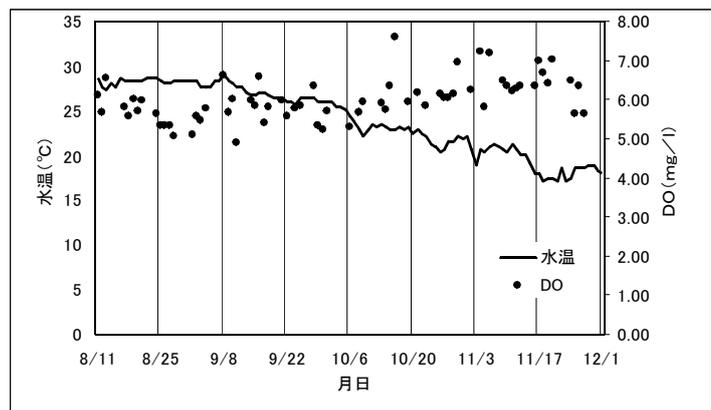


図2 飼育期間中の水温及び溶存酸素量

飼育成績

飼育成績は、表1、表1-2に示した。

高水温期初期（I期）では、連鎖球菌症等により飼料1以外の魚粉低減飼料区でへい死が多かったが、II期に入ると飼料1でもへい死が多くなり、生残率は、飼料1で56%、飼料2で47%、飼料3で42%、飼料4で65%となった。

平均体重の推移を図3に示した。魚粉32%で合成タウリンを0.2%添加した飼料2と魚粉21%で合成タウリンを0.28%添加した飼料4が同等で最も良く、次いで魚粉60%の飼料1であった。魚粉21%で合成タウリン無添加の飼料3は劣り、他の区と統計的有意差が見られた。また、飼料3の尾叉長及び肥満度は、魚体重と同様に他と比べて劣り、統計的有意差が見られた。

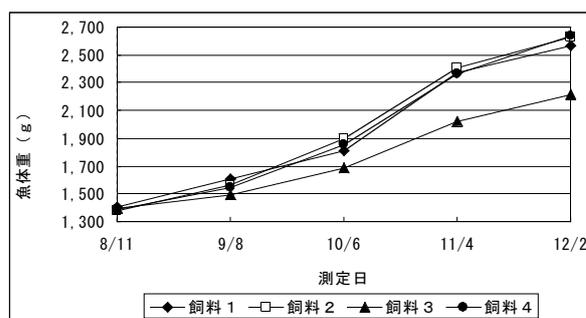


図3 平均体重の推移

表1 飼育成績

飼育期間	試験区	飼育日数	平均体重(g)		増重率 (%)	日間増重率 (%)	日間給餌率 (%)	飼料転換効率 (%)	増肉係数 (乾物%)	生残率 (%)	
			開始時	終了時							
I期 (8/11~9/7)	飼料1-1	28	1,396.6	1,595.5	14.2	0.48	1.48	32.15	2.91	98.0	
	飼料1-2	28	1,406.0	1,618.2	15.1	0.50	1.51	33.22	2.82	98.0	
	飼料2-1	28	1,400.6	1,606.6	14.7	0.49	1.31	37.23	2.58	58.0	
	飼料2-2	28	1,360.5	1,524.7	12.1	0.41	1.46	27.91	3.44	72.0	
	飼料3-1	28	1,399.0	1,515.4	8.3	0.29	1.25	22.83	4.03	72.0	
	飼料3-2	28	1,398.6	1,472.5	5.3	0.18	1.35	13.62	6.75	96.0	
	飼料4-1	28	1,360.8	1,509.8	11.0	0.37	1.42	26.03	3.59	86.0	
	飼料4-2	28	1,408.0	1,590.8	13.0	0.44	1.36	32.08	2.91	72.0	
II期 (9/8~10/5)	飼料1-1	28	1,595.5	1,792.8	12.4	0.42	1.41	29.47	3.17	73.5	
	飼料1-2	28	1,618.2	1,833.8	13.3	0.45	1.45	30.78	3.04	69.4	
	飼料2-1	28	1,606.6	2,029.1	26.3	0.83	1.78	46.70	2.06	72.4	
	飼料2-2	28	1,524.7	1,802.4	18.2	0.60	1.74	34.22	2.81	75.0	
	飼料3-1	28	1,515.4	1,661.6	9.6	0.33	1.47	22.31	4.12	66.7	
	飼料3-2	28	1,472.5	1,708.8	16.0	0.53	1.60	33.24	2.77	52.1	
III期 (10/6~11/3)	飼料4-1	28	1,509.8	1,804.3	19.5	0.64	1.79	35.54	2.63	90.7	
	飼料4-2	28	1,590.8	1,921.0	20.8	0.67	1.69	39.85	2.34	86.1	
	飼料1-1	29	1,792.8	2,365.0	31.9	0.96	1.37	69.18	1.35	72.2	
	飼料1-2	29	1,833.8	2,381.7	29.9	0.90	1.52	58.85	1.59	88.2	
	飼料2-1	29	2,029.1	2,614.5	28.8	0.87	1.71	50.81	1.89	95.2	
	飼料2-2	29	1,802.4	2,250.0	24.8	0.76	1.59	47.97	2.00	100.0	
IV期 (11/4~12/1)	飼料3-1	29	1,661.6	2,062.6	24.1	0.75	1.53	48.48	1.90	95.8	
	飼料3-2	29	1,708.8	1,967.4	15.1	0.49	1.27	38.13	2.41	76.0	
	飼料4-1	29	1,804.3	2,343.0	29.9	0.90	1.42	63.12	1.48	94.9	
	飼料4-2	29	1,921.0	2,393.3	24.6	0.76	1.35	56.02	1.67	96.8	
	飼料1-1	28	2,365.0	2,556.5	8.1	0.28	1.21	23.06	4.06	100.0	
	飼料1-2	28	2,381.7	2,574.7	8.1	0.28	1.15	24.10	3.88	100.0	
通算 (8/11~12/1)	飼料2-1	28	2,614.5	2,808.5	7.4	0.26	1.18	21.61	4.44	100.0	
	飼料2-2	28	2,250.0	2,503.0	11.2	0.38	1.18	32.22	2.98	100.0	
	飼料3-1	28	2,062.6	2,281.3	10.6	0.36	1.50	23.90	3.85	100.0	
	飼料3-2	28	1,967.4	2,130.6	8.3	0.28	1.37	20.75	4.43	100.0	
	飼料4-1	28	2,343.0	2,628.1	12.2	0.41	1.09	37.71	2.48	97.3	
	飼料4-2	28	2,393.3	2,648.3	10.7	0.36	1.03	34.93	2.68	96.7	
通算 (8/11~12/1)	飼料1-1	113	1,396.6	2,556.5	a	83.1	0.54	1.25	41.46	2.26	52.0
	飼料1-2	113	1,406.0	2,574.7	a	83.1	0.54	1.27	40.83	2.29	60.0
	飼料2-1	113	1,400.6	2,808.5	a	100.5	0.62	1.03	57.27	1.68	40.0
	飼料2-2	113	1,360.5	2,503.0	a	84.0	0.54	1.16	45.23	2.12	54.0
	飼料3-1	113	1,399.0	2,281.3	b	63.1	0.43	1.08	39.24	2.34	46.0
	飼料3-2	113	1,398.6	2,130.6	b	52.3	0.37	1.20	30.65	3.00	38.0
	飼料4-1	113	1,360.8	2,628.1	a	93.1	0.58	1.24	45.17	2.07	72.0
	飼料4-2	113	1,408.0	2,648.3	a	88.1	0.56	1.10	49.23	1.90	58.0

※異符号間で有意差あり(Tukey P<0.01)

表1-2 飼育成績

	飼料	開始時	I 期	II 期	III 期	IV 期
尾叉長(cm)	1区	45.6±2.0	46.5±2.0	47.7±2.3	50.6±2.0	51.8±2.2 a
	2区	45.3±2.3	46.1±2.4	48.0±2.4	50.8±2.6	52.1±2.7 a
	3区	45.6±2.3	46.1±2.4	47.5±2.4	49.4±2.1	50.4±2.2 b
	4区	45.4±2.2	46.0±2.2	48.2±1.5	51.0±2.4	52.4±2.4 a
肥満度	1区	14.7±0.9	16.0±1.2	16.6±1.3	18.3±1.1	18.4±1.4 a
	2区	14.8±1.2	15.9±1.2	17.1±1.2	18.2±1.4	18.4±1.7 a
	3区	14.7±0.9	15.1±1.1	15.7±1.3	16.7±1.4	17.2±1.6 b
	4区	14.8±0.8	15.8±1.0	16.8±1.1	17.7±1.2	18.3±1.5 a

※異符号間で有意差あり(Tukey P<0.05)

日間給餌率は、I 期の1.3%~1.5%からII期は1.4%~1.8%に上昇した。しかし、水温低下とともに、III期は1.4%~1.7%へ、IV期は1.1%~1.5%へと低下した。通算の日間給餌率は、飼料1が1.26%で最も高く、次いで飼料4が1.17%、飼料3が1.13%、飼料2が1.10%となったが、飼料間で有意差は見られなかった。増肉係数は、成長の劣った飼料3が最も高く、飼料1、飼料4、飼料2の順で低くなった。各期で見ると、水温が20℃以上のI~III期では増肉係数の低下が見られたが、水温が20℃を下回ったIV期では成長の鈍化とともに増肉係数は上昇した。

魚体の成分分析

魚体の成分分析結果、蓄積率及び負荷量を表2に示す。

試験終了時における飼料3の水分は、飼料2と飼料4より有意に高く、粗脂肪は、飼料2と飼料4より有意に低かった。リン含有量は、試験開始時の0.51%から試験終了時には0.23~0.48%と減少した。試験終了時においては、飼料間で有意な差ではなかったが、飼料3は飼料2と飼料4と比べると高い値であった。窒素含有量は、試験開始から終了までいずれも約3%であった。窒素蓄積率については、飼料4が19.7%と最も高く、次いで飼料1の16.1%、飼料2の15.7%、飼料3の13.1%となった。飼料3の蓄積率は、飼料4と比較して有意に低かった。窒素負荷量が最も多かったのは飼料3の145.6kg/生産量tで、次いで飼料1の124.4kg/生産量t、飼料2の105.1kg/生産量t、飼料1の97.9kg/生産量tの順となった。各試験区間において有意な差ではなかったが、魚粉量が少なく、かつ合成タウリン添加区の方が窒素負荷量は少なくなる傾向であった。リンについては、飼料1に比べて魚粉量が少なく、かつ合成タウリン添加区の方がリン負荷量は有意に少なかった。試験開始時の魚体のタウリン含量は、0.13%であった。試験終了時では、飼料1が0.15%、飼料2が0.16%、飼料3が0.15%、飼料4が0.18%と、全ての区で試験開始時より増加していた。タウリン蓄積率についても、飼料4が高かった。

表2 魚体分析結果、蓄積率及び負荷量

時期	飼料 区	魚体成分(%)								蓄積率(%)		負荷量(kg/生産量t)	
		水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分	窒素	リン	タウリン	窒素	タウリン	窒素	リン	
開始		71.3	19.9	5.6	3.9	3.2	0.51	0.13	—	—	—	—	
終了	1	1	63.6	18.7	15.3	2.8	3.0	0.31	0.16	15.7	24.1	124.4	23.8
		2	62.7	19.4	14.4	3.0	3.1	0.35	0.14	16.6	18.1	124.3	23.3
	2	3	61.8	18.9	16.7	3.1	3.0	0.23	0.16	16.4	23.4	85.5	16.1
		4	62.2	19.0	16.4	3.0	3.0	0.29	0.15	15.0	20.3	115.8	19.3
	3	5	64.8	19.8	13.0	2.8	3.2	0.30	0.17	14.4	26.8	118.3	21.8
		6	66.0	19.2	12.3	3.3	3.1	0.48	0.13	11.8	13.4	162.7	23.1
	4	7	62.7	19.6	15.5	3.0	3.1	0.28	0.18	20.0	30.8	103.0	18.2
		8	61.4	19.4	16.5	3.1	3.1	0.28	0.18	19.5	32.9	92.4	16.8

異符号間で有意差あり(Tukey P<0.05)

血液性状

試験開始時及び終了時の血液性状を表3に示す。

試験終了時においてヘマトクリットに差は見られなかった。総コレステロールは飼料間で大きな差

はなかった。トリグリセリド，無機リン，総タンパクは，試験開始時より上昇した。総ビリルビンは，飼料間で差は見られなかった。

表3 血液性状分析結果

項目\時期	開始時(n=5)		終了時							
			飼料1(N=10)		飼料2(N=10)		飼料3(N=10)		飼料4(N=10)	
Ht(%)	48.4	± 1.5	47.6	± 4.6	47.1	± 7.9	48.2	± 3.8	46.8	± 5.8
GOT(U/L)	98.4	± 141.2	18.3	± 14.3	73.8	± 77.5	65.8	± 47.6	35.7	± 21.5
GPT(U/L)	16.2	± 8.7	8.1	± 2.6	15.1	± 10.5	12.7	± 5.9	11.8	± 2.9
TCHO(mg/dl)	281.8	± 29.8	336.3	± 38.2	352.6	± 58.6	335.6	± 35.0	331.1	± 25.3
TG(mg/dl)	67.2	± 9.5	188.5	± 103.1	167.9	± 124.5	210.1	± 136.8	141.6	± 62.4
TBIL(mg/dl)	0.6	± 0.3	0.2	± 0.1	0.3	± 0.2	0.3	± 0.1	0.3	± 0.2
IP(mg/dl)	8.9	± 0.6	6.2	± 0.6	8.6	± 1.6	10.2	± 1.7	11.1	± 2.4
TP(g/dl)	5.2	± 0.6	5.5	± 0.7	6.0	± 0.8	6.1	± 0.6	5.8	± 0.7

注) 平均値±標準偏差

色調

脱血処理後に測定した体表の色調のうち，b値について図4に示した。

頭部の部位1と胸鰭後端の部位2では，部位1の方が高い値を示す傾向が見られた。また，部位に関わらず魚粉量が少なく，植物性原料の多い飼料2，3，4の値は高い傾向にあった。これら色調の違いは，肉眼でも確認することができ，植物性原料の多い飼料区の方が，濃い黄色を帯びていた。

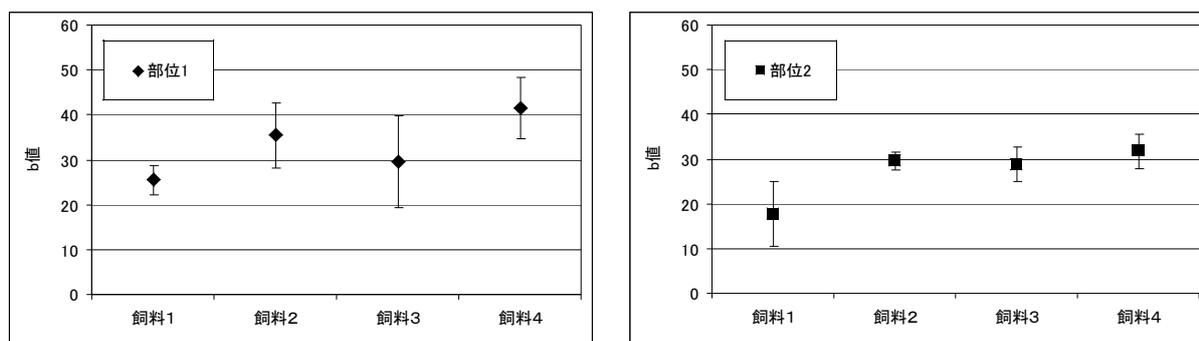


図4 体表における部位別のb値

次に，切り身の色調について，精肉部のL値を図5に，血合肉部のb/aを図6に示す。

脱血処理直後(0時間)における精肉部のL値は，飼料1が最も高く，次いで飼料3，飼料4，飼料2の順であったが，有意な差ではなかった。時間の経過とともに全てにおいてL値は高くなるとともに，飼料間の差は小さくなった。血合肉部のb/aは，全てにおいて時間の経過とともに上昇したが，飼料間で有意な差は見られなかった。

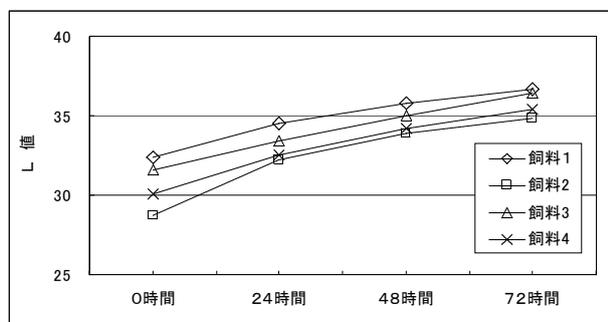


図5 精肉部のL値

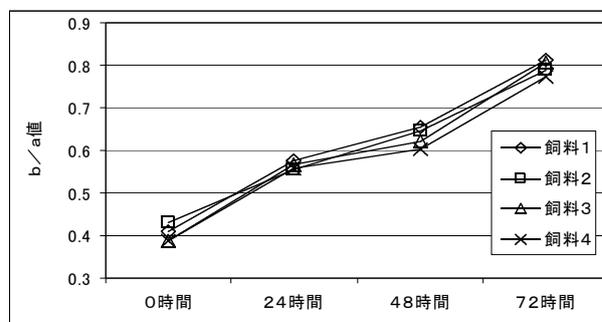


図6 血合肉部のb/a

ドリップ量

切り身を冷蔵保管してから24時間後、48時間後、72時間後の総ドリップ量を図7に示した。

0～24時間では3.4%前後、0～48時間では5%前後、0～72時間では6.2%前後のドリップ量であった。飼料間では、飼料2が飼料1より発生量は少なかったものの、明瞭な差ではなかった。

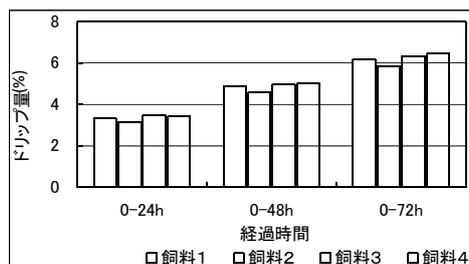


図7 ドリップ量の変化

破断強度

カンパチの特徴である歯ごたえのある身質への影響を把握するため、切り身の破断強度を測定した。測定して得られた結果をもとに、飼料1の破断強度を100%とし、他の飼料区の破断強度を表し、図8に示した。

魚粉量を削減したいずれの飼料区においても、飼料1より高い値を示した。特に、魚粉32%の飼料2は飼料1の1.37倍の破断強度を示した。同じ魚粉量である飼料3と飼料4では、合成タウリン添加区の飼料4の方が高い破断強度を示した。

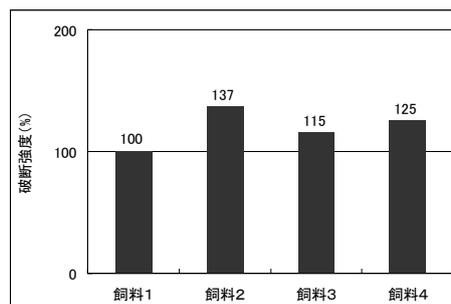


図8 破断強度(飼料1を100とした)

まとめ

今回は、魚粉量60%の飼料1と、魚粉量を32%に低減し合成タウリンを0.2%添加した飼料2、魚粉量を21%に低減した飼料3、飼料3に合成タウリン0.28%を添加した飼料4を用いて、カンパチ1歳魚の飼育試験を実施した。

魚粉量21%で合成タウリン無添加の飼料3は、尾叉長、魚体重、肥満度のいずれでも他の飼料区より劣った。しかし、魚粉量を32%あるいは21%まで低減しても、合成タウリンを添加した飼料2及び飼料4は、魚粉60%の飼料1と同等以上の成長を示し、合成タウリンを添加することで飼育成績の改善効果が認められたことから、魚粉量の低減が可能と思われた。日間給餌率について、魚粉量60%の飼料1は通算では最も高かったものの、水温が低下する時期には飼料2、4と同様に低下が見られた。しかし、他の飼料区よりも増重率の低下が大きかったため、増肉係数は、飼料2が最も優れ、次いで飼料4となり、飼料1は、これらよりも劣る結果となったことから、20℃を下回るような低水温期には、合成タウリン添加した魚粉量21%飼料の方が増肉係数を低減できる可能性が示唆された。

試験2 (ブリ飼育試験)

【材料及び方法】

試験場所

鹿児島県水産技術開発センター内の陸上水槽にて実施した。

供試魚

鹿児島湾内で育成されたブリ当歳魚を試験に用いた。

試験飼料

飼料1は、魚粉60%の魚粉主体の飼料で、飼料2は魚粉量を32%に低減し合成タウリンを0.2%添加した飼料、飼料3は魚粉量を21%に低減した飼料、飼料4は飼料3に合成タウリンを0.28%添加した飼料、

飼料5は飼料4にフィターゼを添加した飼料，飼料6は飼料4に魚油を外割で添加した飼料である。

飼育管理

1 t 円形FRP水槽12面にブリ当歳魚（試験開始時約100g）を1水槽当たり20尾収容し，平成21年7月30日から10月21日までの84日間飼育した。飼料1給餌区を1・2区，飼料2給餌区を3・4区，飼料3給餌区を5・6区，飼料4給餌区を7・8区，飼料5給餌区を9・10区，飼料6給餌区を11・12区と設定した。給餌形態は，土・日・祝日を除く1日1回，飽食と思われる量まで給餌した。

なお，本試験は，鹿児島大学に再委託し，水産技術開発センターにて連携を取りながら実施した。

魚体測定

試験開始時，中間時（4週間毎），試験終了時に全数の魚体重と尾叉長を測定した。

魚体の成分分析

試験開始時に5尾，試験終了時に各区3～5尾を取り上げ，魚体を磨砕し一般成分及び全リンを測定した。併せて，得られた結果を用いて窒素蓄積率及び窒素負荷量を算出した。さらに，別に試験開始時に5尾，試験終了時に各区3～5尾を取り上げ，肝臓とそれ以外の魚体のタウリンを分析した。

血液性状分析

試験開始時に5尾，試験終了時に各区4～5尾から採血し，個体別に自動血液分析装置（スポットケム，アークレイ株式会社製）を用いて血液性状を測定した。

色調

試験終了時に各区から3～5尾ずつ任意に取り上げ，活け締めし，30分間冷海水中で脱血処理したものを体表色の測定に用いた。測定個所及び測定方法等は，試験1と同じとした。

【結果及び考察】

飼育環境

飼育試験は，平成21年7月30日から10月21日までの84日間行い，開始時から終了時まで4週間毎に分け，それぞれⅠ～Ⅲ期とした。

期間中の水温は，23.5～28.4℃（平均27.6℃）であった。Ⅰ期は26.4～28.4℃（平均27.6℃），Ⅱ期は26.4～28.1℃（平均27.7℃），Ⅲ期では23.5～26.4℃（平均25.1℃）であった。DOは5.02～6.43mg/l（平均5.74mg/l）で推移した（図9）。

飼育成績

飼育成績は，表4，4-2，4-3に示した。

試験期間中，ノカルジア症の発症により飼料3と飼料4でやや低い生残率となり，飼料1が97.5%，飼料2が97.5%，飼料3が65.0%，飼料4が72.5%，飼料5が80.0%，飼料6が90.0%であった。飼育期間における各飼料別の平均体重の推移を図10に示した。魚粉60%の飼料1が最も優れ，魚粉21%で合成タウリンを0.28%添加した飼料4，魚粉32%で合成タウリンを0.2%添加した飼料2，飼料4に魚油を

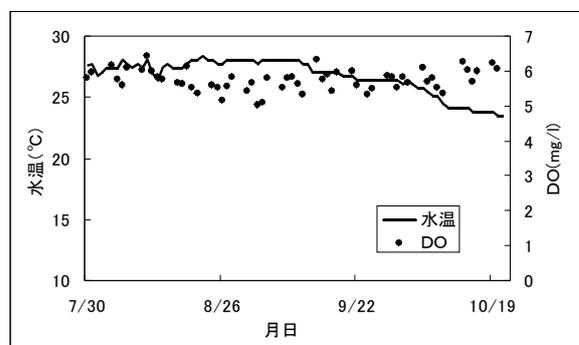


図9 飼育期間中の水温及び溶存酸素量

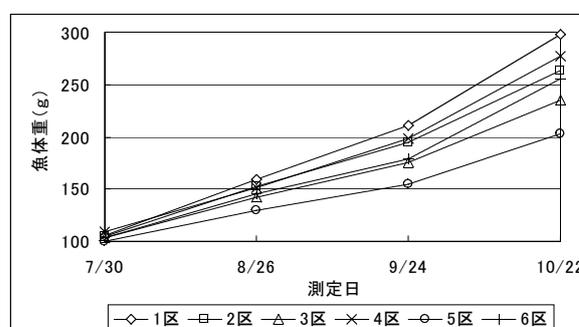


図10 平均体重の推移

外添した飼料6と続いた。飼料3と飼料5の魚体重は劣った。増重率，日間増重率，飼料転換効率，増肉係数について，飼料間で有意差は見られなかったが，飼料1が最も優れ，飼料4，飼料2と続き，飼料3，飼料5は劣る結果となった。魚粉21%飼料間では，飼料5はいずれの指標でも劣った。これは，特に飼料5の浮上性が高かったために，摂餌が活発でなかったことが成長に影響したものとと思われる。しかしながら，魚粉21%飼料に合成タウリンもしくは魚油の添加量を増やすことで，成長が改善される傾向は見られた。

表4 飼育成績

飼育期間	試験区	平均体重(g)				増重率(%)	日間増重率(%)	日間給餌率(%)
		開始時		終了時				
I 期 (7/30~8/26)	飼料1	105.6 ± 12.6	159.4 ± 22.5	50.9 ± 3.6	1.47 ± 0.08	2.76 ± 0.10		
	飼料2	104.3 ± 15.5	152.9 ± 29.7	46.6 ± 1.7	1.36 ± 0.04	2.74 ± 0.08		
	飼料3	103.1 ± 16.0	142.4 ± 29.5	38.1 ± 17.2	1.15 ± 0.44	2.47 ± 0.30		
	飼料4	108.9 ± 14.9	151.5 ± 23.1	39.1 ± 7.1	1.18 ± 0.18	2.65 ± 0.14		
	飼料5	99.6 ± 16.7	130.0 ± 26.3	30.5 ± 0.8	0.95 ± 0.02	2.53 ± 0.12		
	飼料6	104.0 ± 14.0	145.0 ± 24.5	39.4 ± 3.4	1.20 ± 0.09	2.59 ± 0.06		
II 期 (8/27~9/23)	飼料1	159.4 ± 22.5	211.4 ± 35.4	32.6 ± 1.6	1.01 ± 0.04	2.11 ± 0.03		
	飼料2	152.9 ± 29.7	195.1 ± 49.1	27.6 ± 6.2	0.87 ± 0.17	2.15 ± 0.16		
	飼料3	142.4 ± 29.5	175.5 ± 43.5	23.2 ± 4.4	0.75 ± 0.13	2.06 ± 0.06		
	飼料4	151.5 ± 23.1	197.8 ± 35.9	30.6 ± 3.4	0.95 ± 0.09	2.13 ± 0.14		
	飼料5	130.0 ± 26.3	155.4 ± 36.5	19.5 ± 4.6	0.64 ± 0.14	2.28 ± 0.16		
	飼料6	145.0 ± 24.5	178.9 ± 41.9	23.4 ± 2.8	0.74 ± 0.08	1.96 ± 0.08		
III 期 (9/24~10/21)	飼料1	211.4 ± 35.4	297.7 ± 42.2	40.8 ± 2.6	1.22 ± 0.06	2.24 ± 0.01		
	飼料2	195.1 ± 49.1	263.4 ± 74.5	35.0 ± 6.6	1.07 ± 0.18	2.33 ± 0.09		
	飼料3	175.5 ± 43.5	234.4 ± 67.6	33.6 ± 5.5	1.03 ± 0.15	2.19 ± 0.08		
	飼料4	197.8 ± 35.9	277.7 ± 62.0	40.4 ± 3.5	1.21 ± 0.09	2.13 ± 0.09		
	飼料5	155.4 ± 36.5	203.2 ± 62.5	30.8 ± 7.9	0.96 ± 0.22	2.20 ± 0.07		
	飼料6	178.9 ± 41.9	255.4 ± 64.0	42.8 ± 16.3	1.27 ± 0.41	2.09 ± 0.18		
通算 (7/30~10/21)	飼料1	105.6 ± 12.6	297.7 ± 42.2	181.9 ± 1.8	1.23 ± 0.01	2.21 ± 0.03		
	飼料2	104.3 ± 15.5	263.4 ± 74.5	152.5 ± 2.8	1.10 ± 0.01	2.28 ± 0.16		
	飼料3	103.1 ± 16.0	234.4 ± 67.6	127.4 ± 43.9	0.98 ± 0.24	2.26 ± 0.04		
	飼料4	108.9 ± 14.9	277.7 ± 62.0	155.0 ± 13.4	1.11 ± 0.06	2.09 ± 0.15		
	飼料5	99.6 ± 16.7	203.2 ± 62.5	104.0 ± 3.3	0.85 ± 0.02	2.29 ± 0.18		
	飼料6	104.0 ± 14.0	255.4 ± 64.0	145.6 ± 28.3	1.07 ± 0.14	2.07 ± 0.04		

表4-2 飼育成績

飼育期間	試験区	飼料転換効率(%)		増肉係数(乾物%)		生残率(%)	
		飼料	効率	飼料	係数	飼料	率
I 期 (7/30~8/26)	飼料1	52.7 ± 1.1	1.1	1.75 ± 0.04	0.04	100.0 ± 0.0	0.0
	飼料2	49.2 ± 0.0	0.0	1.86 ± 0.00	0.00	100.0 ± 0.0	0.0
	飼料3	46.3 ± 12.0	12.0	1.96 ± 0.55	0.55	100.0 ± 0.0	0.0
	飼料4	44.1 ± 4.4	4.4	2.07 ± 0.21	0.21	95.0 ± 7.1	7.1
	飼料5	37.4 ± 2.6	2.6	2.46 ± 0.17	0.17	100.0 ± 0.0	0.0
	飼料6	46.0 ± 2.1	2.1	1.99 ± 0.09	0.09	100.0 ± 0.0	0.0
II 期 (8/27~9/23)	飼料1	47.4 ± 2.7	2.7	1.95 ± 0.11	0.11	100.0 ± 0.0	0.0
	飼料2	40.4 ± 4.9	4.9	2.27 ± 0.28	0.28	97.5 ± 3.5	3.5
	飼料3	36.1 ± 5.3	5.3	2.52 ± 0.42	0.42	85.0 ± 14.1	14.1
	飼料4	44.4 ± 1.6	1.6	2.06 ± 0.07	0.07	84.2 ± 23.6	23.6
	飼料5	27.8 ± 8.0	8.0	3.32 ± 0.95	0.95	90.0 ± 7.1	7.1
	飼料6	37.5 ± 5.7	5.7	2.44 ± 0.37	0.37	97.5 ± 3.5	3.5
III 期 (9/24~10/21)	飼料1	54.0 ± 2.5	2.5	1.71 ± 0.08	0.08	97.5 ± 3.5	3.5
	飼料2	45.8 ± 9.2	9.2	2.00 ± 0.40	0.40	100.0 ± 0.0	0.0
	飼料3	46.9 ± 5.3	5.3	1.94 ± 0.30	0.30	76.5 ± 29.3	29.3
	飼料4	56.4 ± 1.6	1.6	1.62 ± 0.05	0.05	90.6 ± 8.3	8.3
	飼料5	43.3 ± 8.3	8.3	2.13 ± 0.42	0.42	88.9 ± 14.9	14.9
	飼料6	60.3 ± 13.8	13.8	1.52 ± 0.37	0.37	92.3 ± 3.4	3.4
通算 (7/30~10/21)	飼料1	51.3 ± 1.1	1.1	1.80 ± 0.04	0.04	97.5 ± 3.5	3.5
	飼料2	45.2 ± 2.7	2.7	2.03 ± 0.12	0.12	97.5 ± 3.5	3.5
	飼料3	41.0 ± 9.7	9.7	2.22 ± 0.64	0.64	65.0 ± 35.4	35.4
	飼料4	49.6 ± 1.2	1.2	1.84 ± 0.04	0.04	72.5 ± 31.8	31.8
	飼料5	35.6 ± 2.0	2.0	2.59 ± 0.15	0.15	80.0 ± 7.1	7.1
	飼料6	48.4 ± 4.5	4.5	1.89 ± 0.18	0.18	90.0 ± 0.0	0.0

表4-3 飼育成績

	飼料	開始時		I 期		II 期		III 期	
尾叉長(cm)	飼料1	19.9	± 0.9	22.1	± 1.0	23.7	± 1.1	26.3	± 1.2
	飼料2	19.9	± 0.9	22.0	± 1.3	23.4	± 1.7	25.5	± 2.1
	飼料3	19.9	± 1.0	21.7	± 1.3	22.8	± 1.7	24.8	± 2.1
	飼料4	20.0	± 1.0	22.0	± 1.1	23.6	± 1.3	25.9	± 1.7
	飼料5	19.7	± 1.0	21.3	± 1.2	22.1	± 1.5	23.9	± 2.0
	飼料6	19.9	± 0.9	21.7	± 1.1	22.8	± 1.4	25.2	± 1.8
肥満度	飼料1	13.3	± 1.0	14.7	± 0.8	15.7	± 0.8	16.3	± 1.1
	飼料2	13.2	± 0.6	14.3	± 0.9	14.9	± 1.1	15.5	± 1.2
	飼料3	13.0	± 0.7	13.8	± 1.0	14.5	± 1.1	15.0	± 1.2
	飼料4	13.5	± 0.8	14.1	± 1.0	15.0	± 0.8	15.7	± 0.9
	飼料5	13.0	± 0.7	13.4	± 1.1	14.1	± 1.1	14.3	± 1.6
	飼料6	13.1	± 0.9	14.0	± 0.8	14.7	± 1.5	15.5	± 1.3

魚体の成分分析

魚体の成分分析結果、蓄積率及び負荷量を表5に示す。

試験終了時における水分含量は、いずれも70%前後で、飼料間で差は見られなかった。飼料5の粗タンパク質含量は、他の試験区と比較してやや低かった。また、飼料5の粗脂肪含量は、飼料1と比較して有意に低い値であった。これは、飼料5の高い浮上性が摂餌に影響した結果と思われた。試験終了時の魚体リン含量については、試験区間で有意差は見られなかったものの、飼料3及び飼料5は他と比べて高い値を示した。これは、飼料3及び飼料5の肥満度が他に比べて低いことから、魚体重が劣り、結果として魚体に対する骨割合が相対的に高くなったためと思われた。窒素含有量は、試験開始から終了までいずれも約3%であった。窒素蓄積率、負荷量ともに飼料間で有意差は見られなかったが、蓄積率については、飼料6が最も高く、飼料1、飼料4が続き、飼料3及び飼料5は低かった。また、負荷量は、飼料5が最も多く、次いで飼料3となり、飼料1、飼料4、飼料6は低かった。

リン蓄積率については、魚粉量の低い飼料で高い傾向が見られ、中でも飼料6が最も高かった。負荷量については、魚粉量の低い飼料の方が低い傾向が見られ、中でも飼料6が低かった。

試験終了時のカンパチ魚体のタウリン含量については、飼料3のみが開始時より減少していたが、それ以外は、飼料1より高い傾向であった。また、蓄積率も、低魚粉飼料区は高い値を示した。

表5 魚体分析結果、蓄積率及び負荷量

時期	飼料	魚体成分(%)						蓄積率(%)			負荷量(kg/生産量t)		
		水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分	窒素	リン	タウリン	窒素	リン	タウリン	窒素	リン
開始		75.3	18.6	2.3	3.8	3.0	0.65	0.18	—	—	—	—	—
終了	1	68.8	19.3	8.4	3.0	3.1	0.59	0.19	21.6	15.4	25.7	104.4	28.0
	2	69.5	19.4	7.3	3.2	3.1	0.62	0.22	19.5	18.3	29.4	117.6	23.8
	3	69.5	19.4	7.6	3.5	3.1	0.72	0.13	16.9	26.2	31.6	157.6	21.6
	4	70.1	19.8	6.0	3.2	3.1	0.62	0.22	21.3	26.9	31.9	106.7	14.1
	5	72.6	18.8	4.8	3.1	3.2	0.66	0.23	15.2	20.9	31.8	159.8	23.5
	6	69.0	19.5	8.0	3.2	3.0	0.60	0.22	22.4	29.5	33.7	102.7	12.2

血液性状

試験開始時及び終了時の血液性状を表6に示す。

試験終了時において、ヘマトクリット、グルコース、総コレステロール、総タンパクに統計的有意差は見られなかった。一方、尿素窒素、トリグリセリド、無機リンにおいて試験区間で有意差が見られたが、いずれも異常値ではなかった。飼料3のトリグリセリドや総コレステロールは、他の試験区より低い値を示した。これは、他と比較して増重率や肥満度が劣ることから、栄養素の摂取不足であったと思われた。飼料3に合成タウリンを添加した飼料4や、飼料4に魚油を添加した飼料6は、これらの項目について改善される傾向にあったことから、魚粉21%飼料でも、合成タウリンあるいは魚油を添加することにより、生理状態が改善されたものと思われた。

表6 血液性状分析結果

飼料	Ht(%)		Glu(mg/dl)		T-Cho(mg/dl)		BUN(mg/dl)	T-BIL(mg/dl)		T-Pro(mg/dl)
開始時	31.2 ± 3.6		106.0 ± 4.9		142.5 ± 4.9		15.0 ± 0.0	-※		2.0 ± 0.0
飼料1	42.0 ± 6.1		140.5 ± 14.4		293.8 ± 14.4		17.5 ± 0.6 ^a	0.3 ± 0.1		3.1 ± 0.2
飼料2	38.2 ± 3.7		131.8 ± 11.1		229.8 ± 11.1		14.5 ± 1.3 ^b	0.3 ± 0.1		2.7 ± 0.1
飼料3	39.9 ± 4.3		112.5 ± 61.2		185.8 ± 61.2		17.8 ± 1.0 ^a	0.2 ± 0.0		2.6 ± 0.2
飼料4	41.9 ± 4.1		111.3 ± 9.9		209.8 ± 9.9		14.3 ± 1.0 ^{bce}	0.2 ± 0.0		3.0 ± 0.3
飼料5	38.0 ± 6.3		143.3 ± 59.7		198.3 ± 59.7		14.5 ± 0.6 ^{bd}	0.3 ± 0.0		2.6 ± 0.5
飼料6	35.8 ± 4.7		148.8 ± 18.2		227.8 ± 18.2		12.5 ± 0.6 ^e	0.4 ± 0.1		3.1 ± 0.1

飼料	GOT(U/l)		GPT(U/l)		TG(mg/dl)		Ca(mg/dl)		IP(mg/dl)	
開始時	97.0 ± 5.7		29.0 ± 1.4		109.5 ± 6.4		13.4 ± 0.1		5.3 ± 0.4	
飼料1	109.8 ± 14.6		-※		72.3 ± 9.0 ^{ab}		12.3 ± 1.1		6.2 ± 0.7 ^{ab}	
飼料2	267.3 ± 138.1		137.5 ± 23.3		72.0 ± 5.0 ^{ab}		11.2 ± 1.0		5.6 ± 0.4 ^{ab}	
飼料3	63.0 ± 31.3		-※		59.5 ± 20.2 ^{ab}		12.5 ± 0.3		7.0 ± 0.3 ^{ab}	
飼料4	203.8 ± 42.1		24.0 ± 1.4		84.0 ± 2.2 ^a		12.9 ± 1.3		7.1 ± 1.0 ^a	
飼料5	193.0 ± 191.4		38.0 ± 0.0		50.3 ± 12.0 ^b		11.3 ± 0.2		5.9 ± 0.7 ^b	
飼料6	228.0 ± 100.5		14.0 ± 4.2		74.5 ± 2.4 ^{ab}		12.0 ± 0.5		6.8 ± 0.2 ^{ab}	

※: 検出範囲以下

※: 異符号間で有意差あり (Tukey P<0.05)

色調

体表は、頭部及び胸鰭後端部の黄帯上の2カ所を測定した。脱血処理後のb値を図11に示した。

部位毎では、カンパチと同様に部位1の方が高い値を示した。また、部位に関わらず魚粉量が少なく、植物性原料の多い飼料の方が高い傾向であった。部位別で見ると、部位1では、飼料2、4、6は飼料1より、また飼料2、6は、飼料5と比べても有意に高かった (Tukey p<0.05)。部位2でも同じ傾向であったが、飼料6は飼料1より有意に高かった (Tukey p<0.05)。

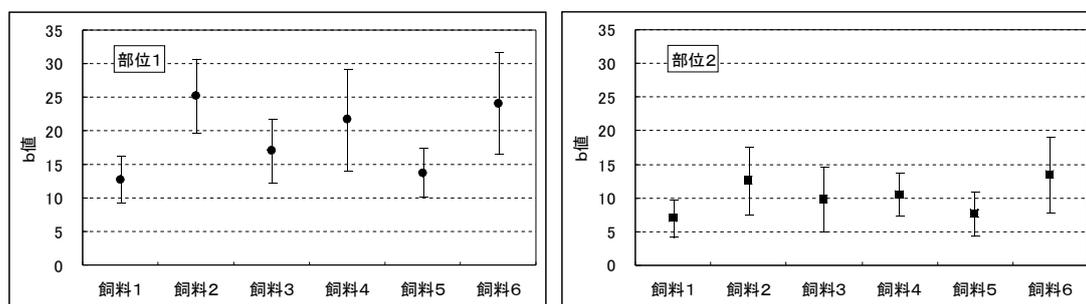


図11 体表における部位別のb値

まとめ

今回は、魚粉量60%の飼料1、魚粉量を32%に低減し合成タウリンを0.2%添加した飼料2、魚粉量を21%に低減した飼料3、飼料3に合成タウリンを0.28%添加した飼料4、飼料4にフィターゼを添加した飼料5、飼料4に魚油を添加した飼料6を用いて、ブリ当歳魚の飼育試験を12週間実施した。

試験終了時の平均体重は、飼料1が最も優れ、魚粉21%で合成タウリン無添加の飼料3は劣った。魚粉量を32%あるいは21%に低減し、合成タウリンを添加した飼料2や飼料4は、僅かながら飼料1を下回った。この傾向は、増重率、日間増重率、増肉係数といった成長指標でも同様であった。しかし、飼料間で有意な差ではなかったことから、魚粉32%飼料に合成タウリンを添加、もしくは魚粉21%飼料に合成タウリンもしくは魚油の添加量を増やすことで、成長が改善される傾向が窺われた。一方、フィターゼ添加の飼料5は、魚粉21%飼料間でいずれの指標も劣る結果となった。今回用いた試験飼料の中で、特に浮上性が高かったことから、摂餌がうまくなされなかったことが少なからず低成長に影響したものと思われる。このため、今回の飼育試験からは、フィターゼの添加効果を検証するまでに至らなかったが、今後、十分な沈降性が確保できる飼料への物性面での改善が必要と思われる。

試験3（ブリ飼育試験）

【材料及び方法】

試験2では、魚粉21%に合成タウリンまたは、合成タウリンと魚油を添加した飼料が成長や生理状態を改善する傾向にあったが、給餌方法の改良による効率的な給餌形態及び栄養素の利用を検討するため、一週間当たりの給餌回数に着目し、その効果を検討した。

試験場所

鹿児島県水産技術開発センター内の陸上水槽にて実施した。

供試魚

鹿児島湾内で育成されたブリ当歳魚を試験に用いた。

試験飼料

試験飼料は、試験2のブリ飼育試験で用いた魚粉低減飼料のうち、増肉係数等の飼育成績で良好であった飼料4と飼料6に魚油を追加した飼料を用いた。

飼育管理

1 t 円形FRP水槽12面にブリ当歳魚（試験開始時約180g）を1水槽当たり20尾収容し、平成21年10月23日から12月21日までの60日間飼育した。給餌は、1週間当たりの日数を検証するため、5日/週、4日/週、3日/週とし、1日1回給餌した。試験区は、飼料4の5日/週給餌区を1・2区、4日/週給餌区を3・4区、3日/週給餌区を5・6区とした。飼料6の5日/週給餌区を7・8区、4日/週給餌区を9・10区、3日/週給餌区を11・12区と設定した。

なお、本試験は、鹿児島大学に再委託し、水産技術開発センターにて連携を取りながら実施した。

魚体測定

試験開始時、中間時（2週間毎）、試験終了時に全数の魚体重と尾叉長を測定した。

魚体の成分分析

試験開始時に5尾、終了時に各区5尾を取り上げた。魚体処理、成分分析等は試験2と同じとした。

血液性状分析

試験開始時に5尾、試験終了時に各区5尾から採血し、個体別に自動血液分析装置（スポットケム、アークレイ株式会社製）を用いて血液性状を測定した。

【結果及び考察】

飼育環境

飼育試験は、平成21年10月23日から12月21日までの60日間行い、開始時から終了時まで2週間毎に分け、それぞれⅠ～Ⅳ期とした。期間中の水温は、16.8～22.9℃（平均20.1℃）であった。各期の平均水温は、Ⅰ期で22.2℃、Ⅱ期で21.0℃、Ⅲ期で19.4℃、Ⅳ期で18.3℃であった。

DOは4.92～6.92mg/l（平均6.03mg/l）で推移した（図12）。

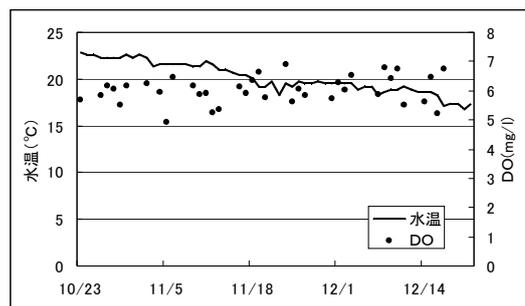


図12 飼育期間中の水温及び溶存酸素量

飼育成績

飼育成績は、表7、表7-2、表7-3に示した。

試験期間中は、各区ともに良好で90%以上の生残率であった。飼料4の平均体重の推移を図13に、飼料6の平均体重の図14に示した。

〔飼料4〕魚体重は、5日/週給餌区が優れ、4日/週給餌区との間で有意差が見られた (Tukey $P < 0.05$)。

尾叉長も、魚体重と同じ傾向であった。日間給餌率は、統計的有意差は見られなかったが、給餌回数が多いほど高い傾向が見られ、増肉係数は、給餌回数が少ない方が優れる傾向であった。

〔飼料6〕魚体重は、4日/週給餌区がわずかに優れたものの、異なる給餌回数間で有意差は見られなかった。日間給餌率については、5日/週給餌区と3日/給餌区の間で有意差が見られ、給餌回数が多い方が高い値を示した (Tukey $P < 0.05$)。増肉係数も、5日/週給餌区と3日/給餌区の間で有意差が見られ、給餌回数が少ない方が優れていた (Tukey $P < 0.05$)。二元配置分散分析の結果、給餌回数及び魚油添加の違いは、成長指標へ有意差を与える要因とはならなかった。しかし、給餌回数の違いは、日間給餌率においては、3日/週給餌、4日/週給餌、5日/週給餌のそれぞれの間で有意差 (Tukey $P < 0.01$) を、また、飼料転換効率及び増肉係数では、3日/週給餌、5日/週給餌の間で、有意差 (Tukey $P < 0.05$) を与える要因となり、給餌回数が多くなる程、飼料の利用性が低下するものと思われた。

表7 飼育成績

飼育期間	試験区	給餌 (日/週)	平均体重(g)		増重率(%)	日間増重率(%)
			開始時	終了時		
I 期 10/23-11/5	飼料4(1・2区)	5日	184.6 ± 29.2	250.9 ± 43.0	35.9 ± 0.4	2.19 ± 0.02
	飼料4(3・4区)	4日	184.8 ± 28.7	233.0 ± 51.7	26.1 ± 0.6	1.66 ± 0.03
	飼料4(5・6区)	3日	183.2 ± 30.3	224.3 ± 47.8	22.5 ± 5.3	1.45 ± 0.31
	飼料6(7・8区)	5日	181.1 ± 29.0	234.9 ± 42.5	29.7 ± 0.7	1.86 ± 0.04
	飼料6(9・10区)	4日	181.9 ± 30.5	234.9 ± 49.7	29.1 ± 3.5	1.82 ± 0.19
	飼料6(11・12区)	3日	177.1 ± 29.9	218.8 ± 47.1	23.5 ± 4.8	1.51 ± 0.28
II 期 11/6-11/19	飼料4(1・2区)	5日	250.9 ± 43.0	322.4 ± 61.6	28.5 ± 1.4	1.79 ± 0.08
	飼料4(3・4区)	4日	233.0 ± 51.7	287.1 ± 78.8	23.3 ± 0.4	1.49 ± 0.03
	飼料4(5・6区)	3日	224.3 ± 47.8	274.6 ± 66.9	22.4 ± 5.5	1.45 ± 0.32
	飼料6(7・8区)	5日	234.9 ± 42.5	294.3 ± 60.2	25.3 ± 3.6	1.61 ± 0.21
	飼料6(9・10区)	4日	234.9 ± 49.7	299.8 ± 60.2	27.6 ± 4.2	1.74 ± 0.24
	飼料6(11・12区)	3日	218.8 ± 47.1	272.9 ± 74.9	24.8 ± 3.8	1.58 ± 0.22
III 期 11/20-12/3	飼料4(1・2区)	5日	322.4 ± 61.6	391.1 ± 87.8	21.3 ± 1.0	1.38 ± 0.06
	飼料4(3・4区)	4日	287.1 ± 78.8	343.5 ± 91.5	19.6 ± 5.8	1.28 ± 0.34
	飼料4(5・6区)	3日	274.6 ± 66.9	339.1 ± 74.5	23.5 ± 1.8	1.51 ± 0.11
	飼料6(7・8区)	5日	294.3 ± 60.2	358.1 ± 82.0	21.7 ± 5.0	1.40 ± 0.29
	飼料6(9・10区)	4日	299.8 ± 60.2	358.5 ± 73.5	19.6 ± 1.5	1.28 ± 0.09
	飼料6(11・12区)	3日	272.9 ± 74.9	342.2 ± 81.8	25.4 ± 3.8	1.62 ± 0.21
IV 期 12/4-12/21	飼料4(1・2区)	5日	391.1 ± 87.8	430.7 ± 98.6	10.1 ± 2.5	0.54 ± 0.13
	飼料4(3・4区)	4日	343.5 ± 91.5	379.0 ± 96.2	10.3 ± 3.1	0.55 ± 0.16
	飼料4(5・6区)	3日	339.1 ± 74.5	385.5 ± 90.9	13.7 ± 2.2	0.71 ± 0.11
	飼料6(7・8区)	5日	358.1 ± 82.0	399.5 ± 81.1	11.6 ± 4.3	0.61 ± 0.22
	飼料6(9・10区)	4日	358.5 ± 73.5	398.2 ± 80.3	11.1 ± 0.0	0.58 ± 0.00
	飼料6(11・12区)	3日	342.2 ± 81.8	388.0 ± 95.0	13.4 ± 0.2	0.70 ± 0.01
通算 10/23-12/21	飼料4(1・2区)	5日	184.6 ± 29.2	430.7 ± 98.6	133.4 ± 0.2	1.41 ± 0.00
	飼料4(3・4区)	4日	184.8 ± 28.7	379.0 ± 96.2	105.1 ± 3.9	1.20 ± 0.03
	飼料4(5・6区)	3日	183.2 ± 30.3	385.5 ± 90.9	110.4 ± 25.6	1.24 ± 0.20
	飼料6(7・8区)	5日	181.1 ± 29.0	399.5 ± 81.1	120.6 ± 4.8	1.32 ± 0.04
	飼料6(9・10区)	4日	181.9 ± 30.5	398.2 ± 80.3	118.9 ± 1.4	1.31 ± 0.01
	飼料6(11・12区)	3日	177.1 ± 29.9	388.0 ± 95.0	119.0 ± 9.0	1.31 ± 0.07

表7-2 飼育成績

飼育期間	試験区	給餌 (日/週)	日間給餌率(%)		飼料轉換 効率(%)		増肉係数 (乾物%)		生残率(%)	
I 期 10/23-11/5	飼料4(1・2区)	5日	2.76 ±	0.51	78.8 ±	1.5	1.19 ±	0.02	100.0 ±	0.0
	飼料4(3・4区)	4日	2.04 ±	0.04	80.9 ±	5.6	1.16 ±	0.02	100.0 ±	0.0
	飼料4(5・6区)	3日	1.97 ±	0.45	73.0 ±	1.6	1.28 ±	0.11	100.0 ±	0.0
	飼料6(7・8区)	5日	2.61 ±	0.28	70.8 ±	8.0	1.31 ±	0.03	100.0 ±	0.0
	飼料6(9・10区)	4日	2.21 ±	0.17	82.0 ±	4.0	1.13 ±	0.01	100.0 ±	0.0
	飼料6(11・12区)	3日	1.97 ±	0.39	76.4 ±	8.8	1.22 ±	0.15	100.0 ±	0.0
II 期 11/6-11/19	飼料4(1・2区)	5日	2.49 ±	0.32	71.4 ±	0.8	1.31 ±	0.05	100.0 ±	3.5
	飼料4(3・4区)	4日	2.08 ±	0.09	71.7 ±	1.7	1.30 ±	0.03	100.0 ±	0.0
	飼料4(5・6区)	3日	1.95 ±	0.35	74.0 ±	5.9	1.26 ±	0.09	100.0 ±	0.0
	飼料6(7・8区)	5日	2.44 ±	0.19	65.6 ±	10.0	1.42 ±	0.09	100.0 ±	0.0
	飼料6(9・10区)	4日	2.17 ±	0.06	79.8 ±	3.3	1.17 ±	0.14	97.5 ±	3.5
	飼料6(11・12区)	3日	2.10 ±	0.15	75.1 ±	9.5	1.24 ±	0.04	100.0 ±	0.0
III 期 11/20-12/3	飼料4(1・2区)	5日	1.83 ±	0.14	75.2 ±	1.9	1.24 ±	0.01	100.0 ±	0.0
	飼料4(3・4区)	4日	1.68 ±	0.10	76.0 ±	4.7	1.23 ±	0.19	95.0 ±	7.1
	飼料4(5・6区)	3日	1.81 ±	0.10	82.7 ±	7.8	1.13 ±	0.03	100.0 ±	0.0
	飼料6(7・8区)	5日	1.95 ±	0.12	71.7 ±	0.0	1.30 ±	0.16	100.0 ±	0.0
	飼料6(9・10区)	4日	1.78 ±	0.03	71.7 ±	14.8	1.30 ±	0.02	100.0 ±	0.0
	飼料6(11・12区)	3日	1.74 ±	0.15	92.7 ±	10.8	1.00 ±	0.14	92.5 ±	3.5
IV 期 12/4-12/21	飼料4(1・2区)	5日	1.16 ±	0.00	46.1 ±	0.6	2.03 ±	0.34	100.0 ±	0.0
	飼料4(3・4区)	4日	1.19 ±	0.07	45.8 ±	6.7	2.04 ±	0.33	100.0 ±	0.0
	飼料4(5・6区)	3日	1.29 ±	0.07	55.2 ±	3.1	1.69 ±	0.02	97.5 ±	3.5
	飼料6(7・8区)	5日	1.20 ±	0.03	50.8 ±	2.7	1.83 ±	0.75	97.5 ±	3.5
	飼料6(9・10区)	4日	1.24 ±	0.01	47.0 ±	7.0	1.98 ±	0.00	100.0 ±	0.0
	飼料6(11・12区)	3日	1.22 ±	0.05	56.9 ±	10.7	1.64 ±	0.18	100.0 ±	0.0
通算 10/23-12/21	飼料4(1・2区)	5日	1.96 ±	0.20	68.1 ±	0.1	1.37 ±	0.02	100.0 ±	3.5
	飼料4(3・4区)	4日	1.70 ±	0.01	67.4 ±	1.9	1.39 ±	0.04	95.0 ±	7.1
	飼料4(5・6区)	3日	1.69 ±	0.18	70.0 ±	4.2	1.34 ±	0.05	97.5 ±	3.5
	飼料6(7・8区)	5日	1.95 ±	0.12	64.2 ±	3.8	1.45 ±	0.05	97.5 ±	3.5
	飼料6(9・10区)	4日	1.79 ±	0.08	69.5 ±	3.4	1.34 ±	0.04	97.5 ±	3.5
	飼料6(11・12区)	3日	1.67 ±	0.18	74.3 ±	5.3	1.25 ±	0.03	92.5 ±	3.5

表7-3 飼育成績

給餌回数	開始時		I 期		II 期		III 期		IV 期	
5日/週	23.3	± 1.19	24.8	± 1.18	26.4	± 1.44	27.9	± 1.75	29.0	± 2.05
4日/週	23.3	± 0.98	24.40	± 1.28	25.5	± 1.65	26.9	± 1.87	27.9	± 1.95
3日/週	23.2	± 1.16	24.30	± 1.35	25.5	± 1.63	27.1	± 1.71	28.0	± 1.95
5日/週	23.2	± 1.07	24.50	± 1.20	25.8	± 1.44	27.1	± 1.68	28.1	± 1.63
4日/週	23.1	± 1.01	24.40	± 1.20	25.9	± 1.34	27.4	± 1.49	28.2	± 1.67
3日/週	22.9	± 1.12	24.10	± 1.19	25.4	± 1.68	27.1	± 1.68	28.0	± 1.87
5日/週	14.5	± 0.74	16.20	± 0.92	17.4	± 1.10	17.7	± 1.45	17.3	± 1.45
4日/週	14.6	± 0.79	15.70	± 1.57	16.8	± 2.12	17.1	± 1.69	17.1	± 1.30
3日/週	14.6	± 0.69	15.30	± 1.14	16.2	± 1.50	16.8	± 1.64	17.1	± 1.37
5日/週	14.4	± 0.70	15.90	± 1.07	16.9	± 1.16	17.5	± 1.55	17.7	± 0.97
4日/週	14.6	± 1.03	15.80	± 1.51	17.1	± 1.38	17.1	± 1.59	17.5	± 1.57
3日/週	14.6	± 0.75	15.40	± 1.43	16.2	± 1.84	16.9	± 1.42	17.2	± 1.47

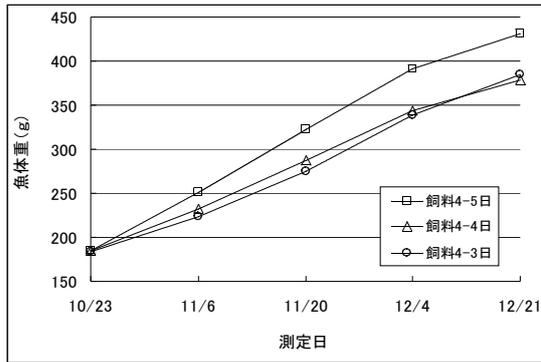


図13 飼料4の平均魚体重の推移

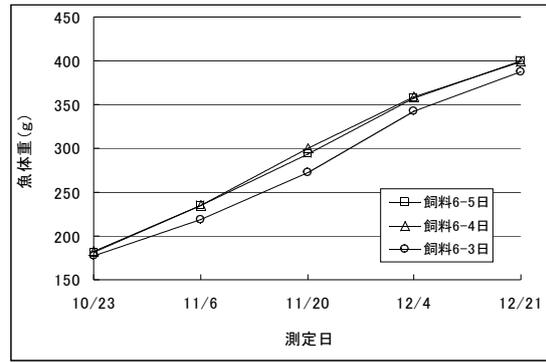


図14 飼料6の平均魚体重の推移

魚体の成分分析

魚体の成分分析結果、蓄積率及び負荷量を表8に示す。

終了時の魚体水分含量は、いずれも63%前後で差は見られなかった。飼料4の粗タンパク質含量は、4日/週給餌区が僅かに高く、粗脂肪含量は低い傾向であった。飼料6の粗タンパク質含量は、給餌回数による違いは見られなかったが、粗脂肪含量は給餌回数が少ないほど少なくなり、5日/週給餌区と3日/給餌区では有意な差が見られ (Tukey $P < 0.05$)、3日/週給餌区は低くなった。

二元配置分散分析の結果、給餌回数の違い及び魚油添加の有無は、魚体粗脂肪含量に有意差 (Tukey $P < 0.01$) を与える要因となり、給餌回数が多い程、魚体の粗脂肪含量が高くなるものと思われた。

試験終了時の魚体リン含量については、試験区間で統計的有意差は見られなかった。

窒素蓄積率、負荷量ともに試験区間で有意差は見られなかったが、蓄積率では、試験1と同じ傾向を示し、飼料4より飼料6の方が高い傾向であった。また、両区ともに給餌回数が少なくなる程、窒素蓄積率は高くなった。窒素負荷量は、飼料4より飼料6の方が低い傾向を示した。また、両区における給餌回数との関係では、5日/週給餌区は、4日/給餌区及び3日/週給餌区との間に有意な差が見られ (Tukey $P < 0.01$)、負荷量は多かった。リン蓄積率及び負荷量は、窒素と同じ傾向を示した。

二元配置分散分析の結果、給餌回数と魚油添加率の違いは、窒素蓄積率において、有意差 (Tukey $P < 0.05$) を与える要因となり、給餌回数の減、もしくは魚油添加により上昇する傾向が見られた。

タウリンについては、いずれも開始時より高くなっていったが、給餌回数の違いによる差は見られなかった。蓄積率については、飼料6では、給餌回数の減とともに蓄積率が上昇する傾向であった。

表8 魚体分析結果、蓄積率及び負荷量

時期	飼料	給餌回数	魚体成分(%)							蓄積率(%)			負荷量(kg/生産量t)	
			水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分	窒素	リン	タウリン	窒素	リン	タウリン	窒素	リン
開始			71.8	19.8	4.1	3.6	3.2	0.61	0.17	—	—	—	—	—
終了	飼料4	5日/週	63.3	17.8	14.0	2.5	2.8	0.46	0.25	22.3	24.8	53.5	75.3	9.7
	飼料4	4日/週	64.2	19.0	12.7	2.7	3.0	0.50	0.21	27.7	28.0	46.0	69.8	9.3
	飼料4	3日/週	63.8	18.6	12.9	2.5	3.0	0.60	0.22	29.3	43.0	49.8	66.0	7.0
	飼料6	5日/週	63.0	19.4	14.5	2.7	3.1	0.55	0.21	25.7	35.8	44.2	75.4	8.3
	飼料6	4日/週	63.1	19.2	13.7	2.6	3.1	0.55	0.21	29.2	37.1	48.4	65.5	7.3
	飼料6	3日/週	63.9	19.2	12.9	2.7	3.1	0.53	0.22	31.4	37.7	53.3	59.7	6.8

血液性状

試験開始時及び終了時の血液性状を表9に示す。

各試験区間で総ビリルビン、無機リンについては、統計的有意差は見られなかった。トリグリセリド、総タンパク、総コレステロール、カルシウムで統計的有意差が見られた。総タンパク、総コレス

テロールについては給餌回数の違いが、トリグリセリド、カルシウムについては、飼料及び給餌回数
の違いによって値が変化した。

表9 血液性状分析結果

飼料	Ht(%)		Glu(mg/dl)		T-Cho(mg/dl)		BUN(mg/dl)		T-BIL(mg/dl)		T-Pro(mg/dl)	
開始時			175.0 ± 2.8		255.5 ± 2.1		12.0 ± 0.0		-*		2.7 ± 1.4	
飼料4-5日	53.8 ± 4.0		110.3 ± 10.2		385.5 ± 9.3		9.5 ± 0.6		0.7 ± 0.1		4.0 ± 13.9	
飼料4-4日	43.5 ± 6.9		134.3 ± 7.4		309.8 ± 10.6		9.3 ± 1.5		0.9 ± 0.6		3.7 ± 34.3	
飼料4-3日	47.8 ± 5.0		122.8 ± 11.4		341.8 ± 14.5		8.5 ± 0.6		0.9 ± 0.2		4.2 ± 51.6	
飼料6-5日	47.4 ± 5.1		118.3 ± 9.0		348.3 ± 23.0		10.0 ± 0.0		2.4 ± 2.0		4.4 ± 10.3	
飼料6-4日	46.3 ± 3.1		114.5 ± 9.1		328.0 ± 31.1		9.0 ± 1.2		1.5 ± 0.6		4.1 ± 9.7	
飼料6-3日	46.5 ± 8.7		115.0 ± 7.5		332.3 ± 11.4		8.5 ± 0.6		1.3 ± 0.3		4.1 ± 4.2	
飼料	GOT(U/l)		GPT(U/l)		TG(mg/dl)		Ca		IP(mg/dl)			
開始時	92.0 ± 1.4		10.0 >		43.5 ± 3.5		14.1 ± 0.0		5.1 ± 0.2			
飼料4-5日	45.5 ± 13.9		10.0 >		91.8 ± 2.8		16.1 ± 0.5		7.5 ± 0.2			
飼料4-4日	87.8 ± 34.3		30.0 ± 0.0		83.3 ± 13.0		14.4 ± 0.3		6.0 ± 0.7			
飼料4-3日	89.8 ± 51.6		16.0 ± 0.0		76.0 ± 5.6		15.5 ± 0.1		6.9 ± 0.5			
飼料6-5日	30.8 ± 10.3		30.8 ± 18.6		86.3 ± 2.2		15.7 ± 0.5		7.2 ± 0.2			
飼料6-4日	77.3 ± 9.7		28.0 ± 18.0		66.0 ± 2.9		15.4 ± 0.6		7.2 ± 0.1			
飼料6-3日	48.3 ± 4.2		14.8 ± 2.5		72.3 ± 3.1		16.8 ± 0.4		7.4 ± 0.7			

※-:検出範囲以下

まとめ

今回の試験では、試験2（ブリ）で用いた魚粉低減飼料のうち、増肉係数等の飼育成績で良好であった飼料4（魚粉21%+合成タウリン0.28%添加）に外割で魚油を添加した飼料と、飼料6（飼料4+魚油）に魚油を外割で添加した飼料を用いて、ブリ当歳魚を対象に給餌回数の違いが成長等に及ぼす効果を検討した。

飼育試験の結果、魚体重は飼料4では5日/週給餌区が優れたが、飼料6では5日/週給餌区と4日/週給餌区では差は見られなかった。飼料転換効率や増肉係数については、両飼料ともに1週間当たりの給餌回数が少なくなるにつれ改善される傾向にあった。一方、飼料間の比較では、魚体重は飼料4の5日/週給餌区が最も優れ、次いで飼料6の5日/週給餌区と4日/週給餌区が同等の成績であったことから、魚粉量を21%に低減した場合、合成タウリンや魚油を添加した飼料では、1週間当たりの給餌回数は、5～4回が適していると考えられた。

なお、本事業の結果は別途、「平成21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、水産庁へ提出した。

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業Ⅲ (魚介類の出荷前蓄養と環境馴致による高品質化システム技術開発)*)

保聖子, 鶴田和弘

【目的】

生鮮魚介類の品質は、体成分、色調、呈味性、匂い、テクスチャーなどの物理的・化学的要素に加え、漁獲前の魚介類の生理状態、漁法、温度管理条件など鮮度や漁獲前後の取扱いなどによって大きく変化することが知られている。近年の水産物品質制御に関する基礎研究では、漁獲時あるいは養殖物の収穫時の致死条件コントロールによる高鮮度維持技術や水揚げ前の蓄養時の特殊環境馴致による体成分変動を利用した高品質化に関する研究の進展がめざましい。また、生産現場では漁獲物を安全に効率良く蓄養施設まで運搬する技術、最適な蓄養条件、蓄養時の歩留まりや最適なメ条件が求められており、新しい漁業(活魚運搬方法を含む)いわゆる加工・出荷後流通温度、適温保持流通システムに蓄養システムを加えた新しい流通システムを構築し、水産物の高品質化による高付加価値化を実現することを研究目的とする。

*ここで記載する蓄養とはすべて、無給餌での放養をいう。

【材料及び方法】

試料

試験魚には、漁獲ストレスの負荷が大きい旋網漁業で漁獲されるサバを使用した。

蓄養による漁獲ストレス回復効果確認試験には平成21年11月に鹿児島県西方海域で漁獲され、阿久根市深田漁港内に設けた2m角イケスに蓄養されたサバ200尾を試験に供した。(平均体長25.3cm, 平均体重189.3g肥満度(W/L^{*3}*1000)10.5)

蓄養期間中の肉質等の変化については、平成21年7月～8月に鹿児島県西方海域で漁獲され串木野市地先で蓄養されたゴマサバを購入し水技センターに搬入後54尾を試験に供した。蓄養魚の冷蔵流通試験は平成21年8月20日に漁獲され、串木野市地先で3日間蓄養されたゴマサバ(首折り氷メによる即殺処理, 平均体重555.0g)を購入し水技センターに搬入後5尾を試験に供した。

また、刺身用冷凍サバフィレー開発試験には、平成21年9月30日に鹿児島県西方海域で漁獲され串木野市地先で3日間蓄養されたゴマサバ5尾を購入し水技センターに搬入後試験に供した。(首折り氷メによる即殺処理, 平均体長39.7cm, 平均体重888.1g, 肥満度13.7)

蓄養による漁獲ストレス回復効果

漁獲時のストレス等疲労回復効果に安静蓄養が有効であるとの知見は一部の魚種で確認されている¹⁾。そこで、昨年度に引き続き多獲されたサバについてストレス回復に必要な蓄養日数(時間)を明らかにするため試験を実施し、グリコーゲン、乳酸、ATP、pH及び血漿コルチゾルを調べた。

試験は実際の揚網行為と同程度のストレス負荷(20分間の強制揚網)を与え、負荷直後を試験開始とし、以後3時間ごとに24時間後まで各6尾ずつから背部普通筋(剥皮)を採取しグリコーゲン、乳酸、ATP分析に供した。pHは背部に直接電極を差し込み計測した。また、血漿コルチゾル分析用には別途各30尾ずつ尾丙部から22ゲージ注射針付きシリンジで血液を採取し分析に供した。なお、すべてのサンプリングは魚が暴れないようにタモ網で掬い、直ちにフェニキシエタノールによる深麻酔を施し行った。

*) 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業((独)水産総合研究センター委託事業)

蓄養期間中の肉質等の変化

昨年度実施した同試験において、水温下降期(10月下旬～2月)における3週間の無給餌蓄養期間中には肥満度の減少が小さく、精肉部の脂質含量の低下も少ないことを報告した²⁾。そこで、今年度は水温上昇期(7月上旬～8月中旬)における3週間の無給餌蓄養期間中の肉質等の変化を調べ、季節に応じた蓄養サバの出荷適正日の検討を行った。

サンプリングは漁獲当日から蓄養3週までの間に4～5回の間隔で実施し、計2サイクル行った。(1サイクルの供試魚は全て同一群で蓄養条件が同じものを用いた。)なお、分析は肥満度、精肉部の一般成分(灰分を除く)及び遊離アミノ酸について行った。

蓄養魚の冷蔵流通における品質試験

冷蔵流通における品質を調べた。流通条件は発砲スチロール箱を容器として、下氷の上に果物用緩衝材を敷き、さらにその上にサバを載せた状態で5℃冷蔵庫内で保管し、その品質を調べ冷蔵流通試験とした。品質の状態を破断強度、pH、ATP含有量から調べた。

蓄養魚の刺身用冷凍フィレの開発

冷蔵流通における品質試験と同様の方法でメッシュ梱包し陸送されたものを使用した。フィレ状に整形後真空包装しアルコールブライン凍結で1時間掛けて凍結し-40℃のストッカーで3ヶ月保管したものを解凍し、その品質を生鮮時と品質と比較し刺身商材としての適正を評価した。なお、評価指標は解凍ドリップ、破断強度及び色調とした。

【分析・測定手法】

血漿コルチゾル:採取した血液を直ちに遠心分離(4000rpm*5min)し得られた血漿をCortisol,ExpressEIA Kit(Cayman chemical company社製)により分析した。

筋肉グリコーゲン:0.6mol/L過塩素酸で除タンパク処理を行った後アンスロン法にて分析した。

筋肉乳酸:0.6mol/L過塩素酸で除タンパク処理を行った後、F-キット-乳酸((Roche Diagnostics社 ドイツ製)により定量分析を行った。

筋肉ATP:0.6mol/L過塩素酸で除タンパク処理を行った後、高速液体クロマトグラフ(島津製作所製)にて定量分析を行った。(分析条件は昨年度本報告書と同様)

筋肉pH:突き刺し型携帯pH測定器により直接魚肉にプローブを突き刺し測定した。

肥満度:体重(g)/体長(cm)³*1000により算出した。

一般成分分析:供試魚は、片側を卸し、薄皮及び腹骨を取り除いたものを1尾ずつ微細化し、分析に供した。また、粗脂肪分析については、前述同様薄皮及び腹骨を取り除き皮下から1cmの位置までを皮下側、残りを内臓側として部位別に分析に供した。なお、微細化したサンプルは-35℃で凍結保管し分析の際に解凍して使用した。

ア 粗タンパク:タンパク質迅速定量装置による測定後、タンパク係数6.25を乗じて算出した。

イ 粗脂肪:ソックスレー抽出法による。

ウ 水分:常温加熱乾燥法(105℃)による。

遊離アミノ酸:一般成分同様に処理した魚肉に20%トリクロロ酢酸を加えホモジネートした後5000rpmで10min遠心分離して上澄液を得、高速液体クロマトグラフィーにて定量分析を行った。

破断強度:供試魚は5尾用い、その胸びれ後方を体側と鉛直方向に1cm厚に5～6片切りだし、皮と中骨を

切除した背中側から筋肉の厚さがほぼ均等な3片を抽出し、1片あたり3箇所測定し45データを得た。測定にはサン科学社製レオメータCR-500DXを用い測定条件は以下のとおりとした。

使用プランジャー: φ 5mm円盤 侵入速度: 1mm/sec

繰り返し: 2回

侵入深さ: 6mm

クリアランス: 1mm

解凍ドリップ: 急速解凍(流水30min, 冷蔵庫内で1hr. 放置)及び緩慢解凍(冷蔵庫内で6~9hr. 放置)したものについて、流出した肉汁及び取り出した魚肉を紙タオルで拭き取りその合計を肉汁計とし、魚肉100gに発生するドリップ量として算出した。

色調: 供試魚は5尾用い、その背びれ後方を体側と鉛直方向に1cm厚に3片切りだし、皮・中骨は付けたまま1片あたり3箇所のL*a*b*を測定した。

【結果及び考察】

蓄養による漁獲ストレス回復効果

コルチゾルはストレスに対する内分泌の反応でありストレスに曝されることにより血中に放出される。血漿コルチゾルを分析した結果、漁獲ストレス負荷直後は $339 \pm 63.8 \text{ ng/ml}$ であったが、蓄養時間の経過に伴い数値が急激に低下し6時間後には $124 \pm 69.2 \text{ ng/ml}$ となった。(図1)このことから、蓄養することで、漁獲により付与されたストレスが回復されることが示唆された。一方、筋肉中の乳酸は負荷直後に $21.86 \pm 5.2 \mu \text{ mol/g}$ であったが、蓄養3時間後には $37.40 \pm 7.16 \mu \text{ mol/g}$ と最高値となった。その後は、蓄養時間の経過とともに緩やかに減少したが、24時間経過後においても負荷直後の数値には戻らなかった。筋肉のpHは、乳酸の増加に呼応するように蓄養開始から6時間後まで低下した。(図2・3)また、筋肉中のATP量は負荷直後に $7.5 \pm 0.7 \mu \text{ mol/g}$ であり蓄養開始から3時間時には $8.7 \pm 0.7 \mu \text{ mol/g}$ と僅かに増加する傾向を示した。これに対し筋肉中のグリコーゲン量は負荷直後に $6.50 \pm 1.05 \text{ mg/g}$ であったが、蓄養経過とともに緩やかに低下し、6時間後には $5.86 \pm 2.07 \text{ mg/g}$ となった。このことから、グリコーゲンの分解により速やかにATP合成が行われた結果ATP量の維持に繋がったものと推察された。(図4)これらのことから、漁獲負荷直後に海面いけす等で一時蓄養することで、ストレス回復や筋肉に蓄積した乳酸が回復するなどの効果をもたらすことが確認された。しかしながら、蓄養開始から24時間経過後も負荷直後の状態に戻るまでには至らなかった。このことから、漁獲ストレス回復には、最低限1日以上は必要であろうと判断された。

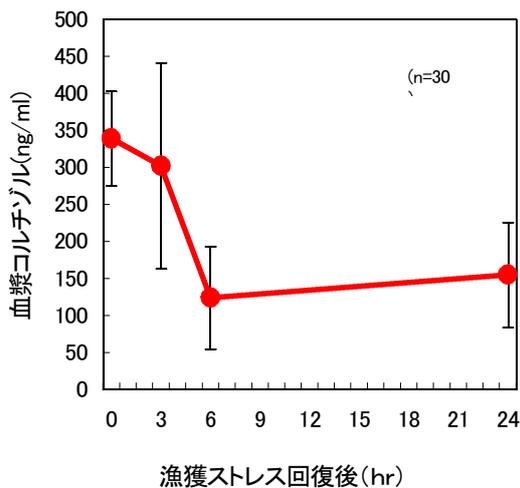


図1 血漿コルチゾルの変化

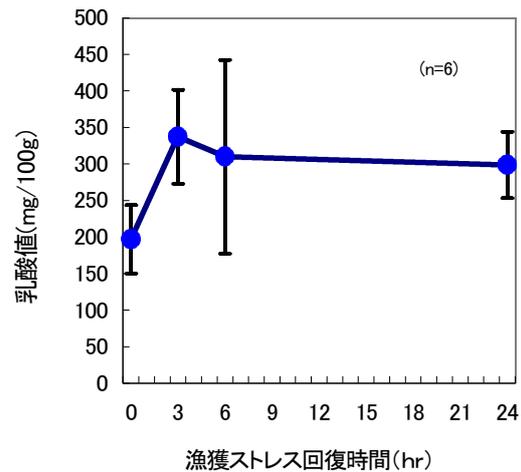


図2 乳酸の変化

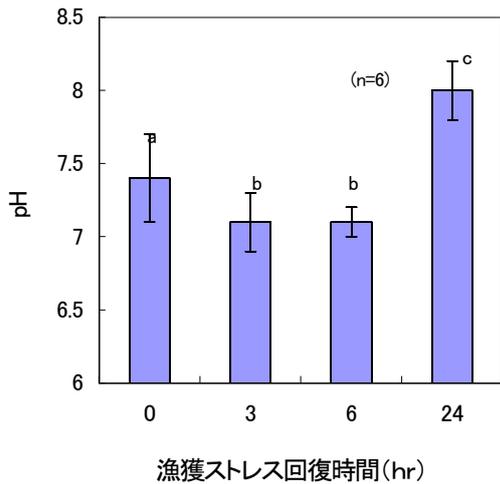


図3 pHの変化

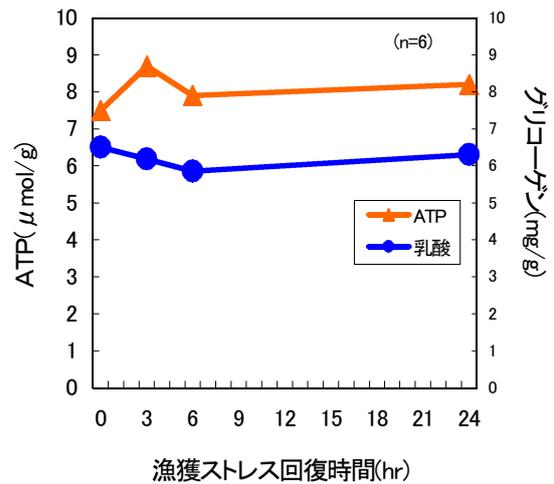


図4 ATP及びグリコーゲンの変化

蓄養期間中の肉質等の検証

肥満度についてみると1回目及び2回目ともに蓄養日数の経過とともに緩やかに減少する傾向が確認された(図5)。蓄養開始時(2回目については、1日経過後)の肥満度は14.75(1回目)と14.16(2回目)であったが蓄養3週間後には12.73(1回目)及び12.18(2回目)と減少した。水温上昇期における肥満度は、減少度の小さい水温下降期とは傾向が異なることがわかった。また、肝臓重量比(肝臓重量/魚体重)も肥満度と同様の減少傾向を示した。(図6)

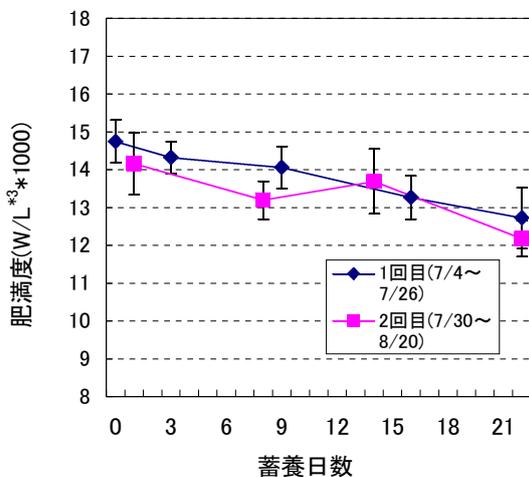


図5 肥満度の変化

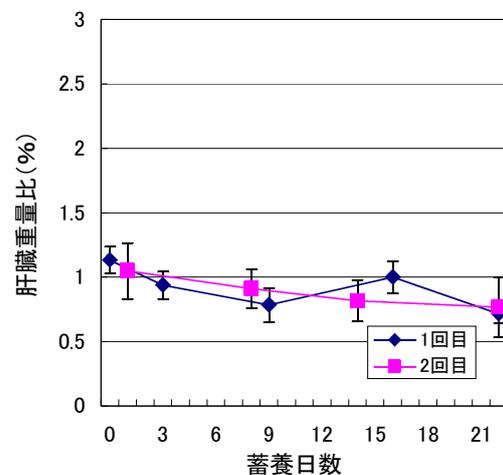


図6 肝臓重量の変化

1回目の筋肉脂肪量は、水温下降期と同様蓄養開始直後の11.6%から一時的に増加し、蓄養3日目に14.0%に達した。その後9日目まではほぼ一定の水準を保ったが、16日目には9.9%となり、蓄養開始からおよそ2週間後から急激な脂肪の減少が確認された。2回目については、蓄養開始直後のサンプルが入手できなかったこと、また、蓄養1日目のサンプルの次に入手した8日目のサンプルにおいて分析値のバラツキが大きかったことこの理由から昨年度並びに今年度の1回目で確認された蓄養開始直後からの脂肪の増加傾向は把握できなかった。なお、2回目についても2週間を経過する頃から急激な脂肪の減少が確認された。(図7)

さらに筋肉脂肪について、外皮側と内臓側に分けて分析したが、蓄養期間中における脂肪の動向は両側と

も同じであったことより、当初想定された蓄養期間中における筋肉内脂肪分布の変動は確認されなかった。

筋肉中の粗タンパク質については、蓄養期間中の変動は、ほとんどなかった。このことから、季節によらず2週間程度の蓄養では飢餓状態であるにも拘わらず筋肉脂肪・タンパク質ともに変動は小さく肉質に影響を与えないことがわかった。

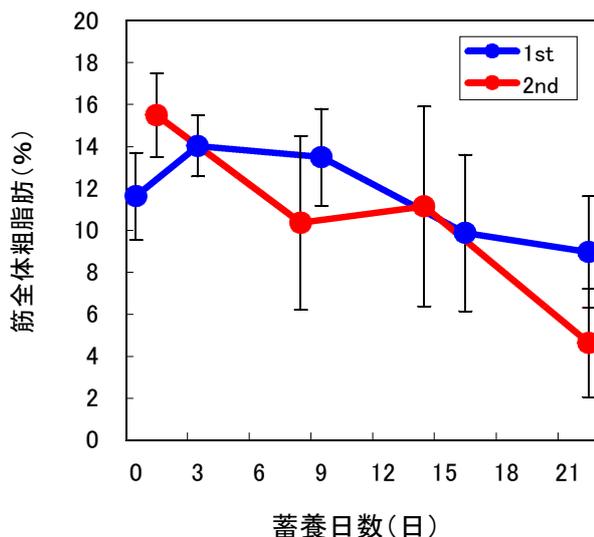


図7 筋肉脂肪の変化

蓄養魚の冷蔵流通における品質試験

致死後9時間経過した筋肉のATP量について分析した結果、 $7.1 \pm 1.8 \mu\text{mol/g}$ であった。この数値は、同じ漁法で漁獲し蓄養せずに水揚げされ、その後冷蔵流通されたサバと比較すると非常に高いレベルであった。また、致死後13時間の肉質の弾力(破断強度)を測定したところ $777 \pm 181\text{g}$ であった。この値は、蓄養せずに水揚げされたサバの $669 \pm 157\text{g}$ と比較して高い数値である。以上のことから、蓄養されたサバは同じ漁法で漁獲され蓄養せずに水揚げされたサバと比較して、冷蔵流通間における品質低下が少なく魚肉の弾力性も高く、歯ごたえの増強といった刺身としての適正が高まることが確認された。(図8)

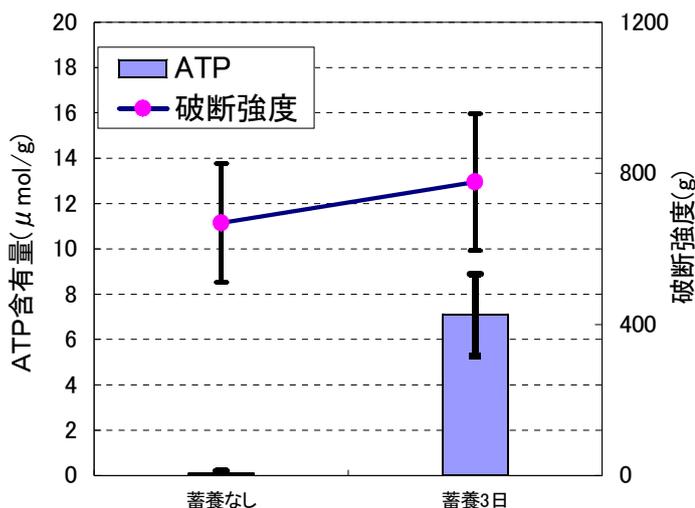


図8 ATP及び破断強度の比較

蓄養魚の刺身用冷凍フィレの開発

蓄養3日目のサバから試作した冷凍フィレを3ヶ月間冷凍保管し、その品質を調べた。その結果、解凍方法によってドリップの流出量や解凍硬直の出現の有無など相違が見られた(表1)。緩慢解凍を行うことで、解凍ドリップの流出が最低限に抑えられ解凍硬直の発現も抑制できることが確認された。一方、刺身適正の要素の一つである魚肉の弾力性については、図9に示すように破断強度のバラツキが少なくなる一方、破断強度の平均値はほぼ横ばいであり生鮮時と比較して差がないという結果が得られた。しかし、このことを以て解凍魚の刺身の食感が生鮮の刺身と差がないとするのは早計であり、生鮮での破断強度は切り身に見られる柔らかい部分と固い部分の混在が数値にバラツキを与えていると示唆され、このことが食感に与える影響も加味して試食試験を行い総合的に判断すべきであると考えられた。

表1 ドリップ量の比較

解凍条件	発生ドリップ量 (%)
急速解凍	12.34
緩慢解凍	2.99

刺身の色調についての結果を図10に示すとおり冷凍サンプルではL* 値が高くやや透明感に欠けたものの生鮮時と比較し外観上、遜色のないレベルであった。

【まとめ及び今後の課題】

漁獲ストレス回復試験の結果から漁獲後一時的に蓄養することは漁獲で受けたストレスを回復させる効果があることが明らかになった。しかしながら、ストレス回復試験においては、漁獲時疲労、つまり蓄積した乳酸の回復には24時間以上必要であることは確認されたが、期間を絞り込むことはできなかった。一方で、蓄養せず水揚げされたものと比較すると、締めてからの時間が同じでも明らかに高鮮度状態が維持され刺身向け商材としての適正が高まることが明らかにされた。このことは、漁労に蓄養を組み合わせることで、同じ魚を同じ漁法で漁獲した場合、より付加価値の高い魚として販売される可能性を提示しており、有限の資源を利用する漁業にとって大変有用な手法であることを裏付ける結果となった。

刺身用冷凍フィレー試験については、まだ開始したばかりで満足のいく試験内容でなかった。今後は、刺身としての適正を評価するために官能試験(食味アンケート)の実施も行い、高品質刺身用冷凍フィレーの実用化に向けた試験を実施する必要がある。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご支援賜りました鹿児島県旋網漁業生産組合及び(有)海盛水産に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 安崎友季子・滝口明秀・小林正三:底曳網漁獲ヒラメの鮮度保持と蓄養による高品質保持.水産学シリーズ,恒星社厚生閣(2004)

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－Ⅳ

(通電加熱技術の導入による水産食品の加熱及び殺菌技術の高度化*)

保聖子, 前野幸二

【目的】

通電加熱は、電気抵抗体である食品に電気を流すことで、食品自身が自己発熱する加熱方法である。そのため、従来のような加熱媒体(煮熟水)がほとんど不必要となる。そこで、従来大量の煮熟水を必要としたシラス加工に通電加熱技術を導入し、煮熟水へのエキス流失の少ない旨みの多いシラス干し加工品の開発を行うとともに、瞬間殺菌技術の応用による生鮮シラス流通促進のための殺菌条件を検討する。

【材料及び方法】

試料

2010年1月に志布志湾で漁獲されたシラスを用い、試験実施まで -70°C で凍結保管し、直前に流水解凍し使用した。ただし、従来法との比較試験には2009年10月に東シナ海沿岸で漁獲されたシラスを用いた。

通電加熱

エキスや旨み等流失の少ないシラス加工品のための通電加熱は、写真1に示す通電加熱装置((株)フロンティアエンジニアリング製)を用いて行った。加熱部である100mm角水槽型対面電極装置(写真2)にシラスを入れ下記に記す1及び2の通電加熱条件の元100Vで通電を行った。魚体温度が 80°C に達してからは、電圧を微調整し温度を保持しつつ2分間の加熱を行った。

なお、通電加熱中のシラス魚体の温度は記憶計用温度センサーSK-LT II-8(佐藤計量器製作所製)を用いて測定し、10sec毎の温度を記録した。

エキス流出が少なく旨みの多いシラス加工品のための通電加熱条件の検討

通電加熱においては導電率を上げるために若干の食塩水を利用する(以下外液水という)。これまでに国内においてシラスの加熱に通電加熱が行われたことはなく、シラス加工に適した通電加熱条件は不明である。そこで、利用する食塩水の量と濃度を変えてエキス流出が少ないシラス加工品のための通電加熱条件を検討した。

1 外液水濃度の検討

外液水の濃度は0, 0.1, 0.2, 0.5%
及び従来の煮熟法で用いられる2.5%



図1 通電加熱電源装置

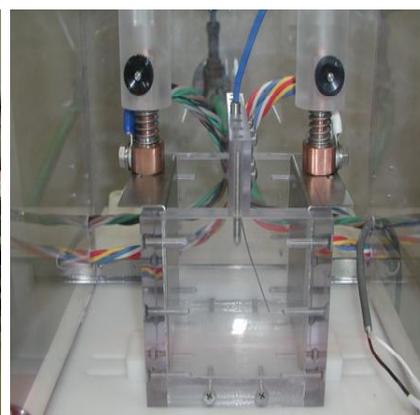


図2 加熱部水槽

*) 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業((独)水産大学校委託事業)

の5通りとした。加熱後シラスを水切りし、魚体に含まれる窒素、エキス態窒素及びイノシン酸量について分析した。

2 外液水量の検討

外液水の量は、魚体重の0.125倍、0.25倍、0.5倍、及び1.0倍4通りとした。加熱後シラスを水切りし、魚体に含まれる窒素、エキス態窒素及びイノシン酸量について分析した。

3 従来法(煮熟法)との比較

本県のシラス加工で一般に行われている手法として魚体重の1.5倍量の塩分2.5%食塩水を用いて熟加熱を行った。加熱後シラスを水切りし、魚体に含まれる窒素について分析した。

通電加熱によるシラス加工品の冷蔵保管中の品質

上記1及び2の条件で加熱処理したシラスを蓋付き容器に入れ、5℃冷蔵庫内で保管し3日後の一般生菌数を計測した。

分析・測定法

窒素:ケルダール法にて分析し、dry換算した。

エキス態窒素:25%トリクロロ酢酸で除タンパク処理を行った後、遠心分離し得られた上澄みをケルダール法にて分析し、dry換算した。

イノシン酸:0.6mol/L過塩素酸で除タンパク処理を行った後、5000rpmで10min遠心分離し上澄液得た。これを中和し0.45 μ mのメンブランフィルターでろ過したものを高速液体クロマトグラフィーに付し測定した。分析条件については、以下のとおりとした。

測定カラム:Shodex AsahipakGS-320 7E(昭和電工)

移動相:0.2mMリン酸緩衝液(pH2.9)

検出波長:260nm

一般生菌数:サンプルのホモジネート液を適宜希釈し使用した。培地には、標準寒天培地を用い混釈法で35℃48h培養した後コロニーを計数した。

【結果及び考察】

エキス流出が少なく旨みの多いシラス加工品のための通電加熱条件の検討

1 外液水濃度の検討

シラス魚体温度が80℃に達するまでの時間は、外液水の塩分濃度の影響を大きく受け、外液水量の多少に関わらず低濃度ほど時間がかかった。塩分濃度2.5%における80℃到達時間は2~4分であったのに対し、塩分濃度0.1%におけるそれは5~8分とおおよそ2倍の時間を要した。このことは、外液とした食塩水の電気伝導度が濃度が高い程導電率が上がることに起因するものであった。(図3)

また、エキス態窒素量についてみると、外液量が0.5倍及び1.0倍つまり条件のなかで外液水量が多い場合は、外液の塩分濃度が高いほど、エキス態窒素の残存量も高い結果となった。このことから、累積加熱時間の長短が魚体に残存するエキス態窒素量に影響を及ぼしているものと考えられた。(図4)

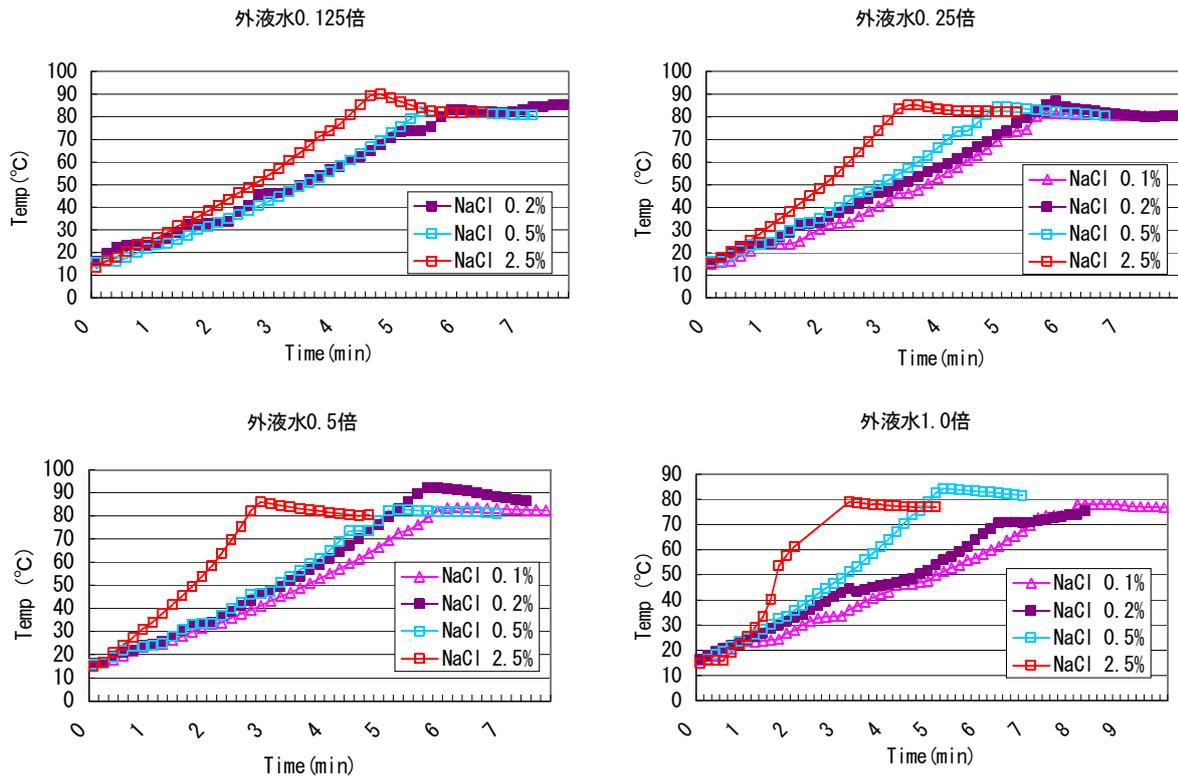


図3 外液の塩分濃度と魚体温度80°C到達速度の関係

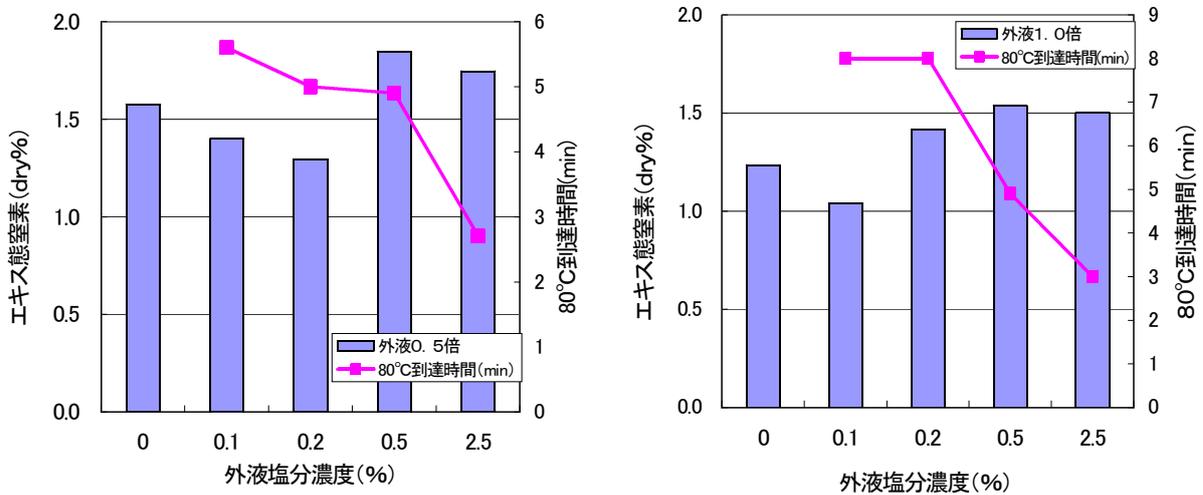


図4 魚体加熱速度とエキス態窒素の関係

一方、イノシン酸については、外液の塩分濃度と魚体中のイノシン酸量との間に関連性は見い出せなかったものの、0.2%濃度で外液水量が0.5倍量の場合ATP関連物質に占めるイノシン酸の割合が特異的に高い結果となったが、要因については明らかにできなかった。(図5)

窒素についてみると外液水量の最も少ない0.125倍の場合では、2.5%濃度で最も低く12.85(%・dry)となり、0.5%濃度で最も高く13.93(%・dry)であった。また高低差は1.08(%・dry)であった。これに対し外液水量が多い

0.5倍の場合においても、2.5%濃度で最も低い12.07(%・dry)となり、0.5%濃度で最も高く13.97(%・dry)であった。1.0倍の場合でも2.5%濃度で最も低く11.80(%・dry)となり、0.2%濃度と0.5%濃度の両方で最も高い13.58(%・dry)となった。これらのことから、外液水量が多い場合は、外液濃度による影響を受けやすく魚体に残存する窒素量の差が大きくなるものと考えられた。(図6)

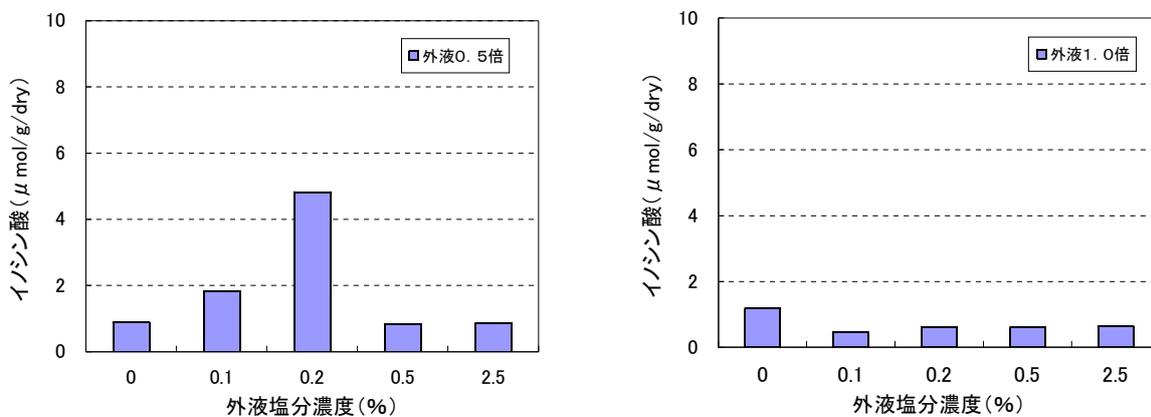


図5 外液塩分濃度とイノシンの関係

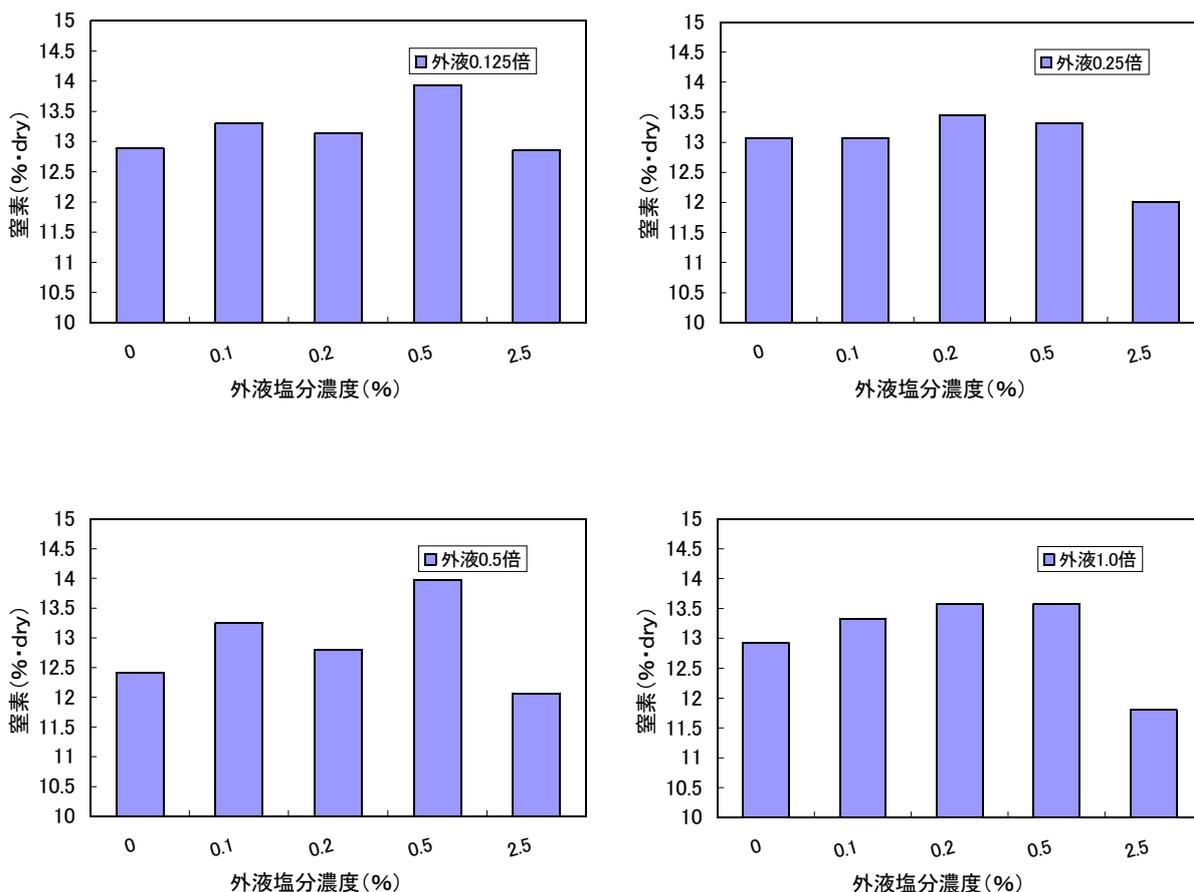


図6 外液塩分濃度と窒素量の関係

2 外液水量の検討

外液水を0mlとした場合には、瞬間的に加熱が起こりシラス魚体温度が80℃に達するまでの時間が最も短かくエキス等の流失もないものであったが、魚体が固まりダンゴ状となり、外観を損なう結果となった。これは、シラス魚体に海水が付着していたため導電率が上がったこと、また、外液水がないため魚体同士が接触したまま瞬間的に加熱されタンパクが凝固したためと考えられた。外液水を用いる場合、その水量が多く、塩分濃度が低い程80℃到達時間は長くなった。(図7)

また、エキス態窒素量については、外液水量の増加に伴い減少する傾向が確認された。また、最もエキス態窒素量の多い条件は、2.5%濃度の外液水を魚体量の0.25倍使用した場合であった。液中へのエキスの流失を抑制するためには外液水量を可能な限りすくなくすることが重要である。(図8)

3 従来法(煮熟法)との比較

魚体に残存する窒素について通電加熱法と煮熟法について比較した結果、煮熟加熱法では12.05(%・dry)であり、通電加熱処理に対して低い値となった。このことから、通電加熱することで、シラス魚体から煮熟水中へのエキス等の流失が抑制できることが確認された。

通電加熱によるシラス加工品の冷蔵保管中の品質

計測結果を表1に示す。どの条件の組み合わせにおいても一般生菌数は、 10^2 レベルで

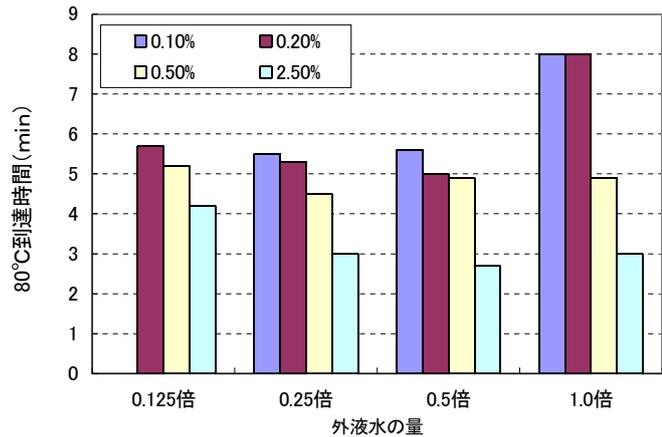


図7 外液水量と80℃到達(魚体温)までの時間

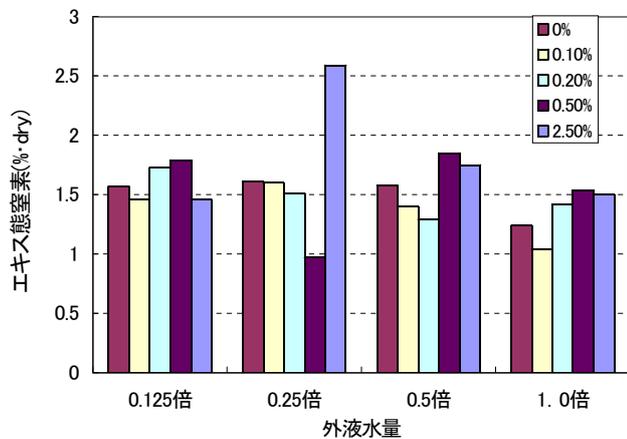


図8 外液水量とエキス態窒素の関係

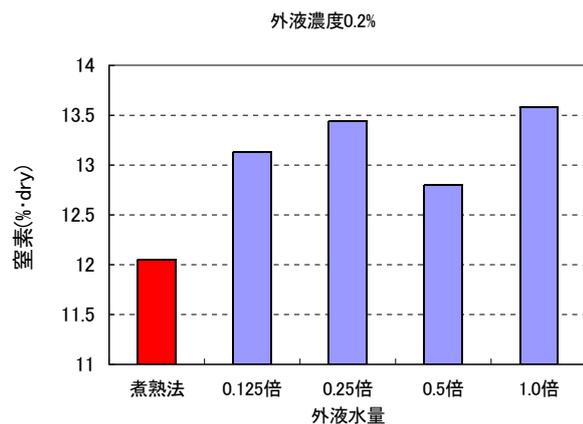


図9 従来法との比較(魚体中の窒素)

問題のない範囲であった。また、加熱条件による影響は確認出来なかった。

NaCl(%)	0	0.1	0.2	0.5	2.5
0.125倍	0	$5 * 10$	$1.5 * 10^2$	0	$1 * 10^2$
0.25倍	0	0	$5 * 10^2$	0	$5 * 10$
0.5倍	$5 * 10$	$1 * 10^2$	$2 * 10^2$	0	0
1.0倍	$1.5 * 10^2$	0	$1.5 * 10^2$	0	$3 * 10^2$

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－V (養殖ブリの抗酸症に関する研究)

平江多績, 村瀬拓也

【背景・目的】

近年、西日本の養殖場においてブリ (*Seriola quinqueradiata*) の抗酸菌症による被害が増加傾向にある。ブリの抗酸菌症は1986年に高知県宿毛湾で初めて報告された疾病である。本症の外観症状は腹部が著しく膨満し、体色の黄色化が認められ、剖検すると腎・脾臓の肥大や多数の粟粒結節を形成し、各臓器は広範囲に癒着しており、原因細菌は *Mycobacterium* sp. とされた。¹⁾その後、2004年に南日本で本症例に類似したブリから分離された細菌が *M. marinum* に同定され、国内初の養殖ブリの *Mycobacterium marinum* 感染症として記載された。²⁾また、昨年度の本研究では、カンパチ (*Seriola dumerili*)、ヒラマサ (*Seriola lalandi*)、シマアジ (*Pseudocaranx dentex*) についても抗酸菌症を確認し、生化学的性状試験結果から全ての分離菌株は *M. marinum* であると同定された。³⁾しかし、*M. marinum* は人の皮膚病などの原因となる人畜共通病原体として報告がある。⁴⁾このことは食品である養殖魚の安全性を著しく脅かすことから、原因細菌の同定についてはより慎重な検証が求められた。今年度は、西日本の養殖場から収集した菌株の生化学的性状について再検討し、培養温度による菌株の毒性についても調べた。また、分子遺伝学的性状についても詳しく調べ、*Mycobacterium* 属細菌の報告に照らして検証した。なお、今年度も引き続き本県での本症発生状況について把握し、昨年度に得られた養殖ブリの抗酸菌症原因細菌の抗体価の推移と本症による死亡との関連については、屋内水槽で感染試験を行い検証した。なお、本研究については、農林水産省の平成21年度養殖衛生対策推進事業（養殖衛生管理問題への調査・研究）委託事業にて行った。

【方 法】

1. 実態調査

鹿児島県水産技術開発センターが検査依頼を受けたものについて調べた。また県内 2 カ所をモニタリング地点として発生動向を調査し、その他については聞き取り調査を行った。

2. 魚類由来菌株と *Mycobacterium* 属細菌標準株との性状比較

供試菌株は、ブリ、カンパチ、ヒラマサ、シマアジ、マダイ、マハタ、トラフグ由来の菌株を西日本の水産研究機関から入手し、*M. marinum* 標準株 ATCC927 は住商ファーマインターナショナルから購入した。各菌株は 1% 小川培地でコロニーの形成を確認後、Middlebrook OADC Enrichment 添加 *Mycobacteria* 7H11 Agar(DIFCO) で培養後集菌し、菌株保存用バイアル(マイクロバンクアスカ純薬)または 10% スキムミルクを用いて -80℃ で保存した。

生物学的及び生化学的性状検査

収集した 41 菌株を極東製薬製の抗酸菌同定キットを用い、プロトコールに従って生化学的性状試験を実施したが、1% 小川培地による発育試験では 25℃ と 37℃ で 14 日間以上培養した。その他の項目はコロニーの形状の観察、光発色試験（暗所、光照射後）、PAS 分解試験、ピクリン酸培地上の発育試験、アリスルファーゼ試験、Tween80 水分解試験、ウレアーゼ試験、硝酸塩還元試験の 10 項目について調べた。

増殖特性試験

ブリ由来2株，トラフグ由来1株，マハタ由来1株，*M. marinum*標準株 ATCC927 の計5株を使用した。Middlebrook 7H9(DIFCO)を10m L分注したL字型試験管に、5 μ L菌液を接種し、15～37℃の温度勾配になるように設定したToyo temperature gradient incubater12に設置し、14～20日間培養を行った。培養終了後、各試験管内の培養液を遠沈管に移し、10,000rpmで10分間遠心分離して菌を収集した。試験管ガラスビーズとTween80を加えて攪拌したものを再び元の培養液に懸濁させ、波長600nmにおける吸光度を測定した。結果は、吸光度が最も高かった温度で吸光度の値を100とし、それぞれの温度の増殖量を相対値として表した。

16SrDNA シークエンス解析

供試菌株の分子遺伝学的性状を調査するため、5菌株について16SrDNA塩基配列の決定と系統解析を行った。PCR反応産物を精製後、ABI3130xl Genetic Analyzer (Applied Biosystems)にて塩基配列の決定を行った。なお、塩基配列の決定は鹿児島大学フロンティアサイエンス研究推進センター(FSRC)遺伝子実験施設で行った。16SrDNAに基づく近縁種の相同性検索はNational Center for Biotechnology Information (NCBI)の塩基配列検索ソフトBasic Local Alignment Search Tool (BLAST)を用いた。

3. 培養温度の違いによる菌株毒性比較試験

供試魚はブリ0才魚を用いた。供試菌株は2004年に鹿児島県内の養殖ブリから分離されたNJB0419株を攻撃直前に魚体内通過させたものを用いた。1%小川培地で25℃・30℃でそれぞれ30日間培養した菌体を、滅菌生理食塩水に 5.0×10^4 CFU / mLになるように懸濁し、供試魚の腹腔内に0.2m L接種した。なお、対照区には滅菌生理食塩水を同様に接種した。夏の試験（平成21年8月5日～平成21年9月30日）では平均体重108gのブリ0才魚を攻撃後、各区15尾収容し、182 L水槽3基（2回転／1時間の濾過海水をかけ流し）にEPを週2回給餌して56日間観察を行った。冬の試験（平成21年10月29日～平成22年1月31日）では平均体重392gのブリ0才魚を上記水槽に各区10尾収容し、EPを週2回給餌して94日間観察を行った。飼育水温はOnset社 データロガーで測定した。

4. 抗体価と死亡の関連

抗体価の推移と死亡との関連を調べるために、本疾病の感染歴がない平均体重1,172 gのブリ1才魚（以後通常魚と呼ぶ）と感染歴がある平均体重928 gの生き残り群ブリ1才魚（以後感染耐過魚と呼ぶ）を感染試験に供試した。供試菌はNJB0419株を魚体内通過させたものを用いた。1%小川培地で25℃で20日間培養した菌体を、滅菌生理食塩水に 2.0×10^5 CFU / mLになるように懸濁し、供試魚の腹腔内に0.2m L接種した。なお、対照区には滅菌生理食塩水を同様に接種した。攻撃後、各区10尾を1.5 t 角形水槽4基（1回転／1時間の濾過海水をかけ流し）に収容し、EPを週2回給餌して105日間観察を行った。飼育水温はOnset社 データロガーで測定した。開始時および接種1週間後から6週間後まで毎週1回、各区5尾から採血し、ブリ血清中の抗*Mycobacterium* sp.抗体を酵素抗体法(ELISA)³⁾を用いて検出した。

【結 果】

1. 実態調査

2009年度の鹿児島県内における抗酸菌症は3カ所で確認された。1カ所は県北部のブリ1才魚で、8月下旬～10月上旬に発生がみられ、11月にはブリ0才魚においても若干の発生を確認した。2カ所目も県北部のブリ1才魚で、9月下旬から10月上旬に発生がみられた。県北部2カ所は、ともに昨年度に発生を確認した水深30～40mの漁場で、抗酸菌症による被害は昨年度より少なかったが、同時期にノカルジア症の発生が多かった。また、今年度は7月、10月、11月に鹿児島湾内養殖場（水深10～20m）のカンパチ1才魚で抗酸菌症を確認した。

2. 魚類由来菌株と *Mycobacterium* 属細菌標準株との性状比較

表1に示した菌株を下記の試験にそれぞれ供試した。

表1 供試菌株一覧

No.	菌株	菌株の由来			試験項目		
		分離年	分離魚	分離場所	性状	増殖温度	16SrDNA
1	KGM0401	2004	ブリ	鹿児島県	○		
2	KGM0406	2004	カンパチ	鹿児島県	○		
3	KGM0407	2004	トラフグ	鹿児島県	○	○	○
4	NJB0419	2004	ブリ	鹿児島県	○	○	
5	KGM0501	2005	ブリ	鹿児島県	○		
6	KGM0502	2005	ブリ	鹿児島県	○		
7	KGM0503	2005	シマアジ	鹿児島県	○		
8	KGM0504	2005	カンパチ	鹿児島県	○		
9	KGM0602	2006	カンパチ	鹿児島県	○		
10	KGM0603	2006	カンパチ	鹿児島県	○		○
11	KGM0701	2007	マダイ*	鹿児島県	○		
12	KGM0702	2007	マダイ*	鹿児島県	○		
13	KGM0704	2007	ブリ	鹿児島県	○		
14	KGM0705	2007	ブリ	鹿児島県	○		
15	KGM0801	2008	ブリ	鹿児島県	○	○	
16	KGM0802	2008	ブリ	鹿児島県	○		○
17	KGM0803	2008	ブリ	鹿児島県	○		
18	KGM0804	2008	ブリ	鹿児島県	○		
19	KGM0805	2008	ブリ	鹿児島県	○		
20	KGM0806	2008	ブリ	鹿児島県	○		
21	KGM0807	2008	ブリ	鹿児島県	○		
22	①-2	2006	カンパチ	大分県	○		
23	①-3	2006	カンパチ	大分県	○		
24	①-4	2006	カンパチ	大分県	○		
25	①-5	2006	カンパチ	大分県	○		
26	①-6	2006	カンパチ	大分県	○		
27	92391	1999	シマアジ	大分県	○		
28	93062	1999	シマアジ	大分県	○		○
29	SMY0107197	2001	ブリ	大分県	○		
30	13663	2001	ブリ	大分県	○		
31	13763	2001	ブリ	大分県	○		
32	Myco071952	2007	ヒラマサ	大分県	○		
33	Myco083356	2008	ブリ	大分県	○		
34	MY08-1	2008	ブリ	愛媛県	○		
35	MY08-2	2008	マハタ	愛媛県	○	○	○
36	MY08-3	2008	ブリ	愛媛県	○		
37	No.1	2008	ブリ	愛媛県	○		
39	No.3	2009	ブリ	愛媛県	○		
40	No.4	2009	マハタ	愛媛県	○		
41	<i>M. marinum</i> ATCC927		魚類	USA	○	○	

* NJB0419株でマダイに攻撃後、筋肉部から再度分離した菌株

生物学のおよび生化学的性状

表 2 に供試菌の形態学的，生物学のおよび生化学的性状の結果を示した。供試菌株はすべて，グラム陽性，抗酸性の運動しない S 型の短桿菌で，光照射後，光発色性の集落を形成し，PAS 分解，ピクリン酸培地上の発育，アリスルファターゼ，硝酸塩還元試験では供試菌はすべて陰性を示し，Tween80 水解，ウレアーゼ試験では供試菌はすべて陽性を示した。供試菌株によって q 異なる項目は，37 °C・14 日間での発育試験結果で，供試菌株のうちトラフグ由来菌株は発育がみられたのに対し，ブリ類由来，シマアジ由来，マハタ由来菌株は，すべて発育がみられなかった。なお，表 2 の *M. marinum***では発育が確認されている。

表2 生物学及び生化学的性状試験結果

供試菌株	ブリ類 由来 (32)*	シマアジ 由来(4)*	トラフグ 由来 (1)*	マハタ 由来 (2)*	<i>M. marinum</i> **	<i>M. pseudoshottsii</i> ***
グラム染色	+	+	+	+	+	+
抗酸性	+	+	+	+	+	+
運動性	N	N	N	N	N	N
集落(S・R)	S	S	S	S	S	S
37°C7日間での発育	—	—	—	—	—	—
37°C14日間での発育	—	—	+	—	+	—
着色(暗所)	—	—	—	—	—	—
着色(光照射後)	黄	黄	黄	黄	黄	黄
PAS分解	—	—	—	—	—	—
ピクリン酸	—	—	—	—	—	ND
アリスルファターゼ	—	—	—	—	—	—
Tween80水解	+	+	+	+	+	—
ウレアーゼ	+	+	+	+	+	+
硝酸塩還元	—	—	—	—	—	ND

*()内は供試株数；** Herbert and Robert(1985), Sneath *et al.*(1986) and Barrow and Feltham(1993)；***Rhodes *et al.*(2005)；+，positive；—，negative；+/-，variable up on subspecies；N，non-motile；S，Smooth；R，Rough；ND，not determined.

増殖特性試験

図 1 に海産養殖魚由来 *Mycobacterium* spp.の増殖に及ぼす温度の影響の結果を示した。ATCC927 は 17.5 °C～ 40 °Cで発育を確認し，27.5 °Cで最大増殖値を示し，32.5 °Cで約 30 %，35 °Cで約 20 %の増殖を確認した。これに対し，ブリ由来の NJB0419 は，20 °Cで最大増殖の約 25 %で，22.5 °Cで最大増殖を示したが，25 °Cでは増殖は急激に低下し，これ以上の温度帯ではほとんど増殖しなかった。また，ブリ由来の KGM0801 株は，20 °Cで最大の増殖を示した後，温度の上昇とともに増殖の程度は低下し，22.5 °Cでは最大増殖の約 80 %，25 °Cでは約 25 %の増殖を示したが，27 °C以上ではほとんど増殖しなかった。一方，トラフグ由来株 KGM0407 は，22.5 °Cでは最大増殖の約 20 %であったが，その後は温度の上昇とともに徐々に増殖も増加し，27.5 °Cで最大増殖を示し，30 °Cで 80 %，35 °Cでもわずかな発育がみられた。マハタ由来株は 22.5 °Cで最大増殖を示し，30 °Cでも最大増殖の 50 %以上の発育がみられたが，35 °C以上では発育はみられなかった。また，増殖時の特性として，ブリ由来株では液体培地での培養中に強い菌の凝集性がみられたが，トラフグ，マハタ由来株では液体培地での培養中に菌の凝集性はみられなかった。

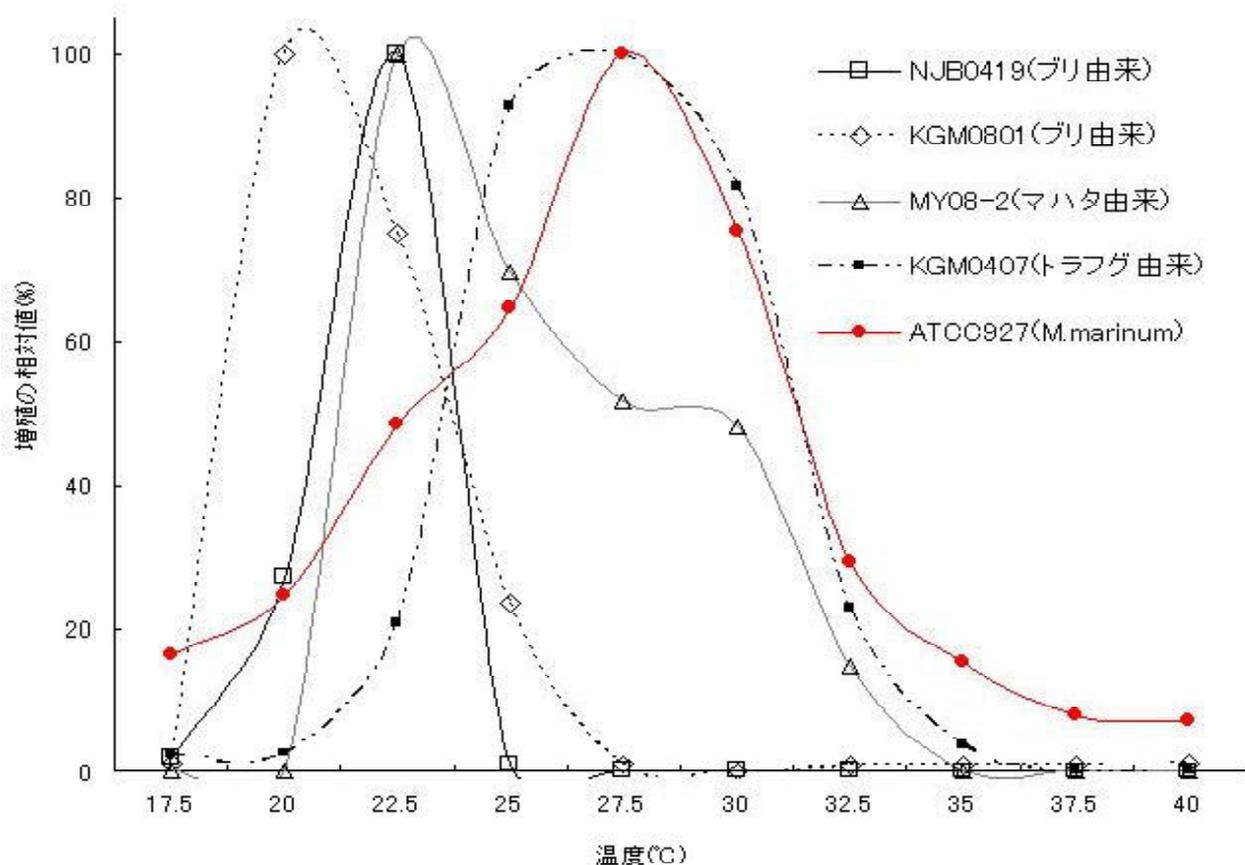


図1 海産養殖魚由来 *Mycobacterium* spp. の増殖に及ぼす温度の影響

16SrDNA 塩基配列の決定および系統解析

16SrDNA シークエンスの結果、ブリ由来 0802 株、カンパチ由来 0603 株、シマアジ由来 93062 株、マハタ由来 MY08-2 株で有効な 16SrDNA 塩基配列を得ることができ、これらの塩基配列は、*Mycobacterium pseudoshottsii* 16S ribosomal RNA gene (accession No. AY570988) と 100% もしくは 99% の相同性が得られた。なお、トラフグ由来 KGM0407 株は *M. marinum* strain SCCSHT3 16S ribosomal RNA gene (AY509248) と 100% の高い相同性が得られた。

3. 培養温度の違いによる菌株毒性比較試験

図 2, 3 に攻撃後の死亡率を示した。図 2 のとおり、夏季の試験では、25°C 培養菌液接種区では攻撃後 19 日目から死亡が始まり、28 日目には全て死亡した。30°C 培養菌液接種区では 40 日目から死亡が始まり、50 日目に全て死亡した。なお、試験期間中の水温は 27°C ~ 29°C で平均 28.2°C であった。また、図 3 のとおり、冬季の試験では、25°C 培養菌液接種区では攻撃後 48 日から死亡が始まり、75 日目には全て死亡した。30°C 培養菌液接種区では 85 日目に 1 尾死亡したが、その後、試験期間中の死亡はみられなかった。なお、試験期間中の水温は 14.6°C ~ 23.2°C で平均 19.2°C であった。

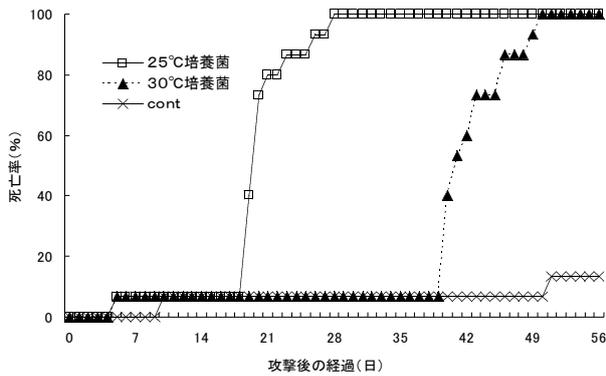


図2 攻撃後のブリ死亡率の推移（夏季）

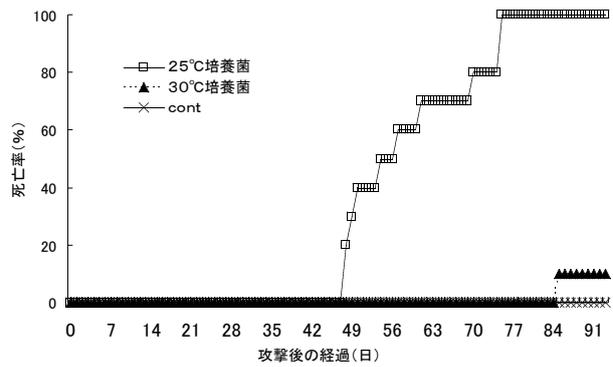


図3 同左（冬季）

4. 抗体価と死亡の関連

図4に攻撃後の死亡率を示した。通常魚の攻撃区では4週間後から抗酸菌症による死亡が始まり、10週目には全て死亡した。感染耐過魚の攻撃区では8週目以降に2尾が抗酸菌症で死亡したが、その後は死亡はみられなかった。それぞれの対照区では抗酸菌症による死亡はみられず、試験期間中の水温は22.4℃～29℃、平均26.9℃であった。

図5にブリ血清中の抗 *Mycobacterium* sp. 抗体価の推移を示した。通常魚の抗体価は攻撃区、対照区ともに開始時には0.6であったが、その後は攻撃区のみ上昇傾向がみられ、3週間後をピークに0.8まで上昇し、5週間後を除いて対照区より常に高い値を示し、期間中の抗体価は攻撃区の方が対照区より有意に高かった。感染耐過魚の抗体価は対照区、攻撃区ともに開始時には0.8以上であった。対照区は3週間後に、攻撃区も4週間後に下降したが、期間中は攻撃区の方が対照区よりも有意に高かった。また、感染耐過魚両区の抗体価は通常魚両区の抗体価と比較して有意に高かった。

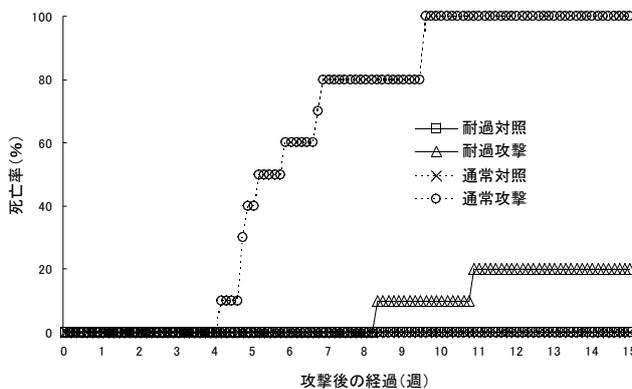


図4 攻撃後のブリの死亡率の推移

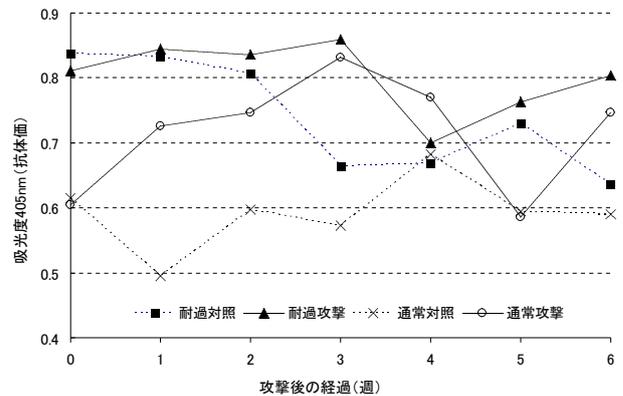


図5 ブリの *Mycobacterium* sp. 抗体価の推移

考察

1. 実態調査

抗酸菌症は水深の浅い海域で発生が多かったことから、地形的な背景が本疾病の発生に深く関わっていると思われる。また、水温が比較的低い県北部海域で発生がみられたことは、原因細菌の至適発育温度が25℃以下であることに起因すると思われる。養殖ブリ、カンパチともに1才魚以上の発生が多いことから、感染から発病までの期間が長いと考えられ、こ

れは感染試験の結果からも容易に推測できる。今後、発病を防ぐためには稚魚期での感染を避けることが重要である。また、抗酸菌症の発生はノカルジア症の発生時期と前後又は同時期であるため、これらの疾病の増減は互いに影響を及ぼしていると思われ、今後は双方の発生動向を正確に把握することも重要であると考えられる。

2. 魚類由来菌株と *Mycobacterium* 属細菌標準株との性状比較

M. marinum 標準株は 37℃ で発育し、至適増殖温度は 27℃ であったのに対し、ブリ類、シマアジ由来菌株では 30℃ 以上では発育せず、至適増殖温度は 20℃～22℃ で明らかに異なっていた。また、16SrDNA 塩基配列の解析の結果では、ブリ、カンパチ、シマアジ、マハタ由来株の 16rDNA 塩基配列は、*M. pseudoshottsii* と 100% もしくは 99% 一致したことから、これらの菌株は *M. marinum* とは別種の *M. pseudoshottsii* であると判断すべきである。なお、*M. pseudoshottsii* は 2005 年チェサピーク湾の striped bass (*Morone saxatilis*) から分離・命名された、class1 細菌⁹⁾であり、日本国内の魚類からの最初の報告である。本症の原因細菌が人畜共通感染菌 *M. marinum* とは別種の細菌であることが判明したことは、食品の安全性の観点からも意義深い。ただし、トラフグ由来株は 1 株の解析結果ではあるが *M. marinum* に近く位置付けられたことから、今後は菌株数を増やして分類学的地位や増殖温度帯などの検討を行い、哺乳類への感染の可能性についての検討が必要と思われる。

3. 培養温度の違いによる菌株毒性比較試験

NJB0419 株の 25℃ 培養菌株を接種した群は、30℃ 培養菌株を接種した群よりも早く死亡が始まったことから、同一菌株でも 25℃ 培養菌株の方が 30℃ 培養菌株よりも魚毒性が強いと思われる。このことは、ブリ由来株の至適増殖温度が 22℃ であったことや、水温が比較的低い東シナ海側の県北部海域で抗酸菌症の発生が多いこととも合致する。つまり、本疾病は夏～秋の水温が比較的低温で、20℃～25℃ の温度帯が長く継続する海域で本疾病の発生が多いことと密接な関係があると思われる。

4. 抗体価と死亡の関連

昨年度の試験において、県北部養殖場のブリ 1 才魚は 10 月前後に抗酸菌症を確認したが、この群の抗体価は発生時の 10 月前後より、むしろ未発生時である 6、7 月の方が高かった。このことについて室内感染試験で抗体価の推移と死亡との関連をみたところ、同様の結果が得られた。すなわち、抗体価の下降と死亡の開始が連動していることが実証できた。また、感染耐過魚は攻撃前から通常魚より抗体価が有意に高く、逆に死亡率は有意に低かったことから、感染耐過魚は抗酸菌症に対して免疫を獲得していたことが示唆される。

5. 最後に

2 年間におよぶ研究において、抗酸菌症の発生動向を把握し、発生場所については水温や地形的な背景との関連について考察することができた。また、原因菌株の多くはヒトに感染報告がない *M. pseudoshottsii* と位置付けられたことは大変意義深い。しかし、菌株の数が少ない魚種もあることから、今後もモニタリングを継続し、さらなる菌株の収集と解析を継続

するべきと考える。なお、昨年度の研究で薬剤感受性試験においては有効薬剤の検索を行い、ストレプトマイシンの有効性を確認し、³⁾治療試験においても有効性が確認されているが、⁶⁾この薬品が水産用医薬品として承認されるには安全性や残留性の問題を残している。しかし、本年度の試験で感染耐過魚は再攻撃に対して死亡率が有意に低いことから、ブリは抗酸菌に対して免疫が成立すると思われ、今後のワクチン開発に向けた取り組みが望まれる。

参考文献

- 1) 楠田理一, 川上宏一, 川合研児. 養殖ブリから分離された魚類病原性*Mycobacterium* sp. について. 日水誌1987;53:1797-1804.
- 2) SompothWeerakhun, NaoAoki, OsamuKurata, KishioHatai, HarunaoNibe, TatsumuHirae. *Mycobacterium marinum* Infection in Cultured Yellowtail *Seriola quinqueradiata* in Japan. 魚病研究, 2007;42(2):79-84
- 3) 平江多績. 養殖ブリの抗酸菌症に関する研究. 平成20年度養殖衛生管理問題への調査研究成果報告書, 2008;143-156
- 4) 光戸 勇. *Mycobacterium marinum*の研究—生理学的性状, 薬剤感受性並びに動物病原性について—金沢大学十全医学会雑誌 第89巻 第1号1980;119-132
- 5) Martha W. Rhodes, Howard Kator, Alan McNabb, Caroline Deshayes: *Mycobacterium pseudoshottsii* sp. nov., a slowly growing chromogenic species isolated from Chesapeake Bay striped bass (*Morone saxatilis*) International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology; 2005: 55; 1139-1147.
- 6) SompothWeerakhun, KishioHatai, TakuyaMurase, TatsumuHirae. *In Vitro and In Vivo* Activities of Drugs against *Mycobacterium marinum* in Yellowtail *Seriola quinqueradiata*. 魚病研究, 2008;43(3):106-111

安心・安全な養殖魚生産技術開発事業－VI

(カンパチの低濃度海水への対応能力の確認と体表寄生虫〈ハダムシ〉の駆除技術開発)

村瀬拓也・平江多績・前野幸二・新町静夫

【目的】

消費者の食への関心は急激に高まっており、養殖業ではより安全・安心な養殖魚を生産すべく各般の取り組みがなされている。本事業ではその一助として可能な限り水産用医薬品を使用しない養殖を实践するための方法として、養殖現場でのハダムシ対策を目的とした作業改善や新たな駆除技術の開発について研究を行った。

【方法】

①カンパチの低塩分耐性試験

カンパチ5尾を500Lパンライトに塩濃度を0(水道水),0.5,1.5%に調整した低塩分区分と対照区(ろ過海水)に入れ異常行動、へい死の観察を行った。供試魚は平均1kgサイズと平均500gサイズの2種類を用意した。異常状態の確認については、魚の行動・水の汚れを目視にて確認し、試験魚5尾中3尾が横臥した時点で試験中止とした。

塩分濃の調整は濾過海水と水道水を混和して作成した。水量は200Lとし、ブローアーにて通気、環境項目についてはDO,水温,塩分濃について測定した。

②低塩分海水浴によるハダムシ駆除試験

カンパチ5尾を100Lパンライトに塩濃度を0.5,1.0,1.5%に調整した低海水区(調整の方法は①と同様)と対照区(ろ過海水)に5, 10, 15分間浸漬し、その後水道水にて各区淡水浴を行った。各低海水浴後、淡水浴後に剥がれ落ちたハダムシの数をカウントし、その比率を駆除率とした。

【結果】

①カンパチの低塩分耐性試験

塩分濃0%(水道水)区では、30分経過後カンパチに落ち着きが無くなり、口を開閉させる動作が多く見られた。体色が白くなり、粘液が多量に分泌されたためか水中に汚れが目立った。試験開始から41分後に5尾中3尾が横臥したため、試験を終了した。

塩分濃0.5%区では、4時間が経過した時点で泳ぎ方に落ち着きが無くなり、口を開閉させる動作が多く見られた。5時間経過時は2尾が表層をゆっくり泳ぎ、6時間経過時は2尾が狂奔遊泳を示し、内1尾は常時開口していた。7時間経過時はパンライトに激突するほど狂奔遊泳し始めたため、観察不可時間帯でのへい死を避けるため、8時間で試験を終了した。

塩分濃1.0%区では、21時間経過後から水に濁りが見え始めた。24時間経過後、水の濁りが顕著になったが、供試魚に異常行動は見られなかった。48時間経過後も供試魚に異常は見られず、水温, ph, 塩濃度に大きな変化はなかった。

対照区(ろ過海水)では、48時間経過後も供試魚に異常は見られなかった。また、水に濁りは確認出来ず、水温, ph, 塩濃度についても大きな変化はなかった。

なお、試験環境は平均水温26.6℃, 平均DO6.6mg/l, 平均ph7.8で、魚体サイズによる異常行動の発生差はなかった。

表1 塩分濃と浸漬時間における供試魚の状態について

塩分濃 (%)	浸漬時間								
	1	2	3	4	~	8	12	24	48
0	×	×	×	×	×	×	×	×	×
0.5	○	○	○	△	△	△	-	-	-
1.5	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Cont	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○:異常なし, △:異常有り, ×:5尾中3尾以上横臥, -:未測定

②低塩分海水浴によるハダムシ駆除試験

5分間の低塩分海水浴では、塩分濃0.5%区の駆除率は約85%、塩分濃1.0%区の駆除率は約22%、塩分濃1.5%区の駆除率は約15%だった(表2)。

10分間の低塩分海水浴では、塩分濃0.5%区の駆除率は約80%、塩分濃1.0%区の駆除率は約33%、塩分濃1.5%区の駆除率は23%だった(表3)。

15分間の低塩分海水浴では、塩分濃0.5%区の駆除率は約88%、塩分濃1.0%区の駆除率は約31%、塩分濃1.5%区の駆除率は22%だった(表4)。

更に0.5~1.0%までの間で駆除率に差があるのかを確認したところ、塩分濃0.6%区の駆除率は82%、塩分濃0.7%区の駆除率は66%、塩分濃0.8%区の駆除率は37%、塩分濃0.9%区の駆除率は44%であった(表5)。

表2 低塩分海水浴によるハダムシ駆除率について(浸漬時間5分)

設定塩分濃	ハダムシ数		DO mg/l	水温 °C	塩分濃 %	低海水駆除率 %
	低海水	淡水				
0.5%	135	23	6.41	28.6	0.51	85.4
1.0%	8	29	5.99	28.4	1.00	21.6
1.5%	10	59	5.88	28.4	1.51	14.5
濾過海水	1	58	5.98	28.5	3.17	1.7

表3 低塩分海水浴によるハダムシ駆除率について(浸漬時間10分)

設定塩分濃	ハダムシ数		DO mg/l	水温 °C	塩分濃 %	低海水駆除率 %
	低海水	淡水				
0.5%	62	16	6.6	28.1	0.50	79.5
1.0%	27	55	6.8	28.1	0.99	32.9
1.5%	14	47	6.1	28.3	1.52	23.0
濾過海水	1	99	6.4	28.6	3.00	1.0

表4 低塩分海水浴によるハダムシ駆除率について(浸漬時間15分)

設定塩分濃	ハダムシ数		DO mg/l	水温 °C	塩分濃 %	低海水駆除率 %
	低海水	淡水				
0.5%	65	9	6.18	27.7	0.51	87.8
1.0%	27	61	6.43	27.8	1.00	30.7
1.5%	18	63	6.23	28.1	1.51	22.2
濾過海水	6	66	6.24	28.5	3.17	8.3

表5 低塩分海水浴によるハダムシ駆除率について(塩濃度0.6~0.9%)

設定塩分濃	ハダムシ数		DO mg/l	水温 ℃	塩分濃 %	低海水駆除率 %
	低海水	淡水				
0.6%	40 (大2)	9 (大6)	6.29	21.8	0.63	81.6
0.7%	33 (大1)	17 (大5)	6.18	22.3	0.72	66.0
0.8%	33 (大2)	57 (大18)	6.05	21.9	0.8	36.7
0.9%	40 (大3)	50 (大22)	6.21	21.6	0.93	44.4
濾過海水	8 (大6)	64 (大11)	6.78	22.4	3.25	11.1

(ハダムシ数の大は1cm以上のもの)

【考 察】

カンパチにおいて溶存酸素量, ph, 水温が一定の水準であれば0.5%塩濃度海水で8時間, 1.5~3%塩濃度海水で2日間までの浸漬が可能だったこと, 水道水(淡水)では1時間浸漬が不可能だったことから, カンパチにおける低塩分海水浴の設定は塩分濃0.5%以上で3時間以内が望ましいと考えられた。しかし, 養殖現場では作業効率の問題もあり, 現在行っている薬浴, 淡水浴と同程度の設定が必要となることから, さらに水道水の必要量を減らせないか再度検証したところ, 5分間の浸漬時間で塩分濃0.6%で約82%, 塩分濃0.7%で66%の駆除率が得られた。このことから, 塩濃度0.6%, 5分間の浸漬で8割程度の駆除が可能と考えられた。

塩濃度0.6%を作成する割合は海水:水道水=8:2(海水の塩分濃を3%として)となり, 淡水浴を行う際, すべて水道水で処理するよりも準備する時間・水量の削減が可能となる。また, 魚体重における塩分濃への耐性に差は見られないことから, 1kg以下のサイズであればどのシーズンでも本方法での対処が可能である。

今後は, 更に大きいサイズの魚体でも同様な反応を示すのか検証することと, 浸漬時間を長くした駆除方法が現場レベルで活用出来るよう, 専用器具の開発が必要と考えられる。

魚病総合対策事業

(養殖衛生管理体制整備事業)

平江多績, 村瀬拓也

【目的】

海面養殖魚類の魚病検査等により魚病発生状況を把握し, その予防および治療対策の普及を図る。

【方法】

魚病検査, 巡回指導, 講習会により魚病被害軽減の指導を行った。魚病検査では症状観察, 寄生虫, 細菌, ウイルス検査, 薬剤感受性試験を行い, 養殖管理状況をふまえた指導を行った。また, 巡回指導や講習会などでは最新の魚病情報や研究内容について情報提供を行った。

【結果および考察】

1. 総合推進対策

全国・地域防疫会議へ出席し情報交換を行った。なお, 今年度の九州・山口ブロック水産試験場長会魚病分科会は本県が幹事県となって鹿児島市で開催した。

2. 養殖衛生管理指導

県内の養殖現場において魚病巡回指導を行った。医薬品適正使用指導として, ワクチン講習会および医薬品適正使用講習会, 県内防疫講習会を行った。また, ワクチン指導書発行については随時行い, 魚病対策指導および情報提供を行った。

3. 養殖場の調査・監視

表1～3に検査結果を示した。ブリの主な疾病は, レンサ球菌症 (*Lactococcus garviae*), 類結節症, ノカルジア症, ビブリオ病, 新型レンサ球菌症 (*Streptococcus dysgalactiae*), イリドウイルス感染症であった。カンパチでは, 類結節症, ノカルジア症, イリドウイルス感染症, レンサ球菌症 (*L. garviae*), 新型レンサ球菌症 (*S. dysgalactiae*), ビブリオ病, 血管内吸虫症, 滑走細菌症であった。ヒラマサでは, レンサ球菌症 (*L. garviae*), イリドウイルス感染症であったが, ノカルジア症とミコバクテリア症も確認した。ヒラメでは, 腸管内粘液胞子虫性やせ病, エドワジエラ症, 滑走細菌症, レンサ球菌症 (*Streptococcus. iniae*), ノカルジア症, ビブリオ病, 脳粘液胞子虫症で, 稚魚では, ビルナウイルス感染症, スクーチカ症, 鰓アメーバ症を確認した。トラフグでは, 腸管内粘液胞子虫性やせ病, 滑走細菌症, 心臓クドア症, ヘテロボツリウム症で, トリコジナ症, 脳粘液胞子虫症をあわせると寄生虫性の疾病が大半を占めた。クロマグロでは, 生け簀網への追突による衝突死(脊椎骨の骨折を含む)が多く, イリドウイルス感染症, 脳粘液胞子虫症もみられた。マダイ, イシガキダイでは, イリドウイルス感染症を確認した。イシダイでは, 脳粘液胞子虫症, シマアジでは, ネオベネデニア症を確認した。

特に, カンパチやモジャコの類結節症においてABPC耐性菌が多かったため, FFなどの薬剤投与で対応する業者が多かった。また, ブリ類のノカルジア症については, スルファモノトキシム製剤が販売されているが, 養殖場での被害は依然として大きかった。カンパチのハダムシ症は, 夏場の高水温期において, 薬浴や淡水浴を頻繁に行う必要があった。その他, ヒラメやトラフグでは寄生虫症による被害割合が高かった。

表1 魚種・月別魚病検査件数

魚種/月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計
ブリ	1	4	14	16	16	8	3			2	1		65
カンパチ	5	16	31	30	31	35	22	3	7	2	1	7	190
ヒラマサ		1	1	1	3	4							10
ヒラメ	6	6	3	4	6	2	4	11	6	1	3	5	57
トラフグ	4	6	7	3	8	13	12	9	2	2	1	2	69
クロマグロ	1		1		3		9	1	6	3		1	25
クロマグロ(卵)							1						1
マダイ		2	1	3	3		1				3	1	14
マダイ(卵)												1	1
クルマエビ				4	2								6
イシガキダイ					1				1				2
マアジ												1	1
イシダイ		1											1
マサバ											1		1
シマアジ						1							1
タマカイ	2												2
キス	1												1
コペポーダ		1											1
サバヒー							1						1
マダコ												1	1
総計	20	37	58	61	73	63	53	24	22	10	10	19	450

表2 魚種・月別・診断結果(ブリ類)

魚種	最終診断結果	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計
ブリ	類結節症		1	6	2	2								11
	レンサ球菌症(従来型)	1		1	5		2				1	1		11
	新型レンサ球菌症				1	2	1							4
	ビブリオ病			2	1	1								4
	ノカルジア症						4	3	1					8
	イリドウイルス感染症				3	2								5
	ウイルス性腹水症		1	1										2
	不明		1	4	4	5	2	2				1		19
	細菌性溶血性黄疸症		1											1
	計		1	4	14	16	16	8	3			2	1	
カンパチ	類結節症		5	11	7	3				1				27
	血管内吸虫症			2	1					1				4
	レンサ球菌症(従来型)	3	3	2	1		2							11
	新型レンサ球菌症				3	3	7	1	2					16
	ビブリオ病		2	2		1								5
	ノカルジア症				4	6	6	7		4	1		2	30
	イリドウイルス感染症				2	1	13	4						20
	ミコバクテリア症				1			1	1					3
	滑走細菌症		2	1										3
	エラムシ症											1		1
	不明	2	3	12	9	16	7	9		1			1	60
	ビルナウイルス感染症													3
	腎腫大症		1		2									3
	キリキリ舞(脳脊髄炎)			1										1
	鰓障害EPO様球状体						1							1
異臭(油臭)													1	
計		5	16	31	30	31	35	22	3	7	2	1	7	190
ヒラマサ	レンサ球菌症(従来型)		1	1			1							3
	イリドウイルス感染症					1	2							3
	不明				1	2	1							4
計		1	1	1	3	4							10	
ブリ類計		6	21	46	47	50	47	25	3	7	4	2	7	265

表3 魚種・月別・診断結果(その他の魚種)

魚種	最終診断結果	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	総計
クロマグロ	イリドウイルス感染症							1						1
	脳粘液胞子虫症									1	1			2
	心臓クドア症									1	1			2
	不明	1						2	1	3	1			8
	健康診断					1								1
	衝突死(骨折含む)			1		1		3		1			1	7
	VNN陽性(+)							1						1
	衝突死(網跡あり)					1		2						3
計	1		1		3		9	1	6	3		1	25	
クロマグロ卵	VNN陽性(+)							1						1
トラフグ	ビブリオ病				1			1	1					3
	脳粘液胞子虫症		1						1					2
	滑走細菌症	1	2	2		2	2		1					10
	心臓クドア症			2			2	2		1	1			8
	エラムシ症											1		1
	トリコジナ症					1								1
	ヘテロボツリウム症				1		1	2	1				1	6
	粘液胞子虫性やせ病		1			2	5	2	2		1		1	14
	不明	3	2	3	1	3	3	3	3	1				22
	鰓障害(繊毛虫)							2						2
計	4	6	7	3	8	13	12	9	2	2	1	2	69	
ヒラメ	レンサ球菌症(従来型)				1									1
	ビブリオ病		1			1								2
	ノカルジア症								1					1
	脳粘液胞子虫症		1			1								2
	滑走細菌症		1	1	1	1			1	1				6
	ウイルス性腹水症	1												1
	エドワジエラ症		1			1		1	3	1		2		9
	トリコジナ症											1	1	2
	粘液胞子虫性やせ病	2					1	2	2					7
	不明	1	1	2	2	2	1	1	3	3	1		2	19
	ビルナウイルス感染症										1			1
	レンサ球菌症	2												2
	鰓アメーバ症		1											1
	不明、VNN(-)陰性												1	1
細菌性疾病(種不明)									1				1	
異臭(油臭)													1	
計	6	6	3	4	6	2	4	11	6	1	3	5	57	
マダイ	イリドウイルス感染症				1	1		1						3
	滑走細菌症											2	1	3
	不明			1	1	1						1		4
	健康診断		2		1									3
	ビバギナ症					1								1
計	2	1	3	3			1				3	1	14	
マダイ(卵)	不明、VNN(-)陰性												1	1
シマアジ	ネオベネデニア症						1							1
イシガキダイ	イリドウイルス感染症									1				1
	不明					1								1
計					1					1			2	
イシダイ	脳粘液胞子虫症		1											1
クルマエビ	ビブリオ病				2	1								3
	不明				2									2
	不明(体色異常)				1									1
	計				4	2								6
マアジ	異臭(油臭)												1	1
マサバ	不明										1			1
タマカイ	不明(事故死)	1												1
	事故死(酸欠)	1												1
	計	2												2
キス	異臭(ギボシムシ)	1												1
コペポーダ	不明		1											1
サバヒー	不明							1						1
マダコ	筋肉内微胞子虫寄生												1	1
総計		20	37	58	61	73	63	53	24	22	10	10	19	450

4. 輸入種苗の魚病対策について

中国産カンパチ種苗(導入稚魚)等の輸入種苗の魚病検査を行い、魚病情報の提供や魚病巡回指導、講習会において種苗の輸入に関して注意喚起を行った。なお、輸入種苗からはアニサキスは検出されなかった。しかし、カンパチ稚魚において異常遊泳を伴う通称キリキリ舞(脳脊髄炎)を確認した。

5. ワクチン使用指導および投与状況

ワクチン講習会の開催や、ワクチン使用指導書発行業務において適正使用を指導した。

平成21年度に水産技術開発センターが発行したワクチン商品名別、魚種別指導書発行件数は表3のとおりで350件、表4のとおり、10,809,931尾であった。

表4 平成21年度ワクチン種類別指導書発行件数(件)

魚種	ブリ	カンパチ	ヒラマサ	マダイ	ヒラメ	ニジマス	総計
イリド・レンサ混合不活化ワクチン「ビケン」	5	7					12
ピシバックビブリオ						2	2
ピシバック注ビブリオ+レンサ	20						20
アマリンレンサ	38	1	1				40
ピシバック注3混	45	23	1				69
ポセイドン	2						2
イリド不活化ワクチン「ビケン」		3		2			5
マリナコンビ2	11	22					33
イリド・レンサ・ビブリオ混合不活化ワクチン「ビケン」	95	31					126
マリンジェンナー レンサ1	18						18
マリンジェンナー ヒラレン1					2		2
M/バックレンサ	15	1					16
ノルバックス類結/レンサOIL	4						4
マリンジェンナー ヒラレン1						1	1
総計	253	88	2	2	3	2	350

表5 平成21年度ワクチン種類別投与尾数(尾)

魚種	ブリ	カンパチ	ヒラマサ	マダイ	ヒラメ	ニジマス	総計
イリド・レンサ混合不活化ワクチン「ビケン」	236,000	166,000					402,000
ピシバックビブリオ						350,000	350,000
ピシバック注ビブリオ+レンサ	407,547						407,547
アマリンレンサ	300,400	2,500	1,500				304,400
ピシバック注3混	1,916,314	528,000	30,000				2,474,314
ポセイドン	130,000						130,000
イリド不活化ワクチン「ビケン」		40,000		40,000			80,000
マリナコンビ2	212,000	1,554,000					1,766,000
イリド・レンサ・ビブリオ混合不活化ワクチン「ビケン」	2,347,670	830,000					3,177,670
マリンジェンナー レンサ1	972,000						972,000
マリンジェンナー ヒラレン1					20,000		20,000
M/バックレンサ	560,000	24,000					584,000
ノルバックス類結/レンサOIL	119,000						119,000
マリンジェンナー ヒラレン1					23,000		23,000
総計	7,200,931	3,144,500	31,500	40,000	43,000	350,000	10,809,931

(注) 表中の数値については延数。

内水面漁業総合対策事業Ⅲ (内水面魚病総合対策事業)

村瀬拓也, 平江多績

【目的】

内水面養殖業における魚病の多発化, 複雑化に対応した魚病, 防疫の知識の普及, 啓発を図るとともに水産用医薬品の適正使用の指導など総合的な対策を行うことにより, 県内の内水面養殖業者の経営安定と養殖魚の食品としての安全性を確保することを目的とする。

また, 併せて河川事故に関する水質調査を行いその原因を究明し, 指導を行う(調査は漁場環境部対応)。

【方法】

魚病検査, 巡回指導により魚病被害軽減の指導を行った。魚病検査では症状観察, 寄生虫, 細菌, ウイルス検査, 薬剤感受性試験を行い, 養殖管理状況を踏まえた指導を行った。また, 巡回指導などでは最新の魚病情報や研究内容について情報提供を行った。

【結果】

1) 魚類防疫に関する対策として, 全国養殖衛生管理推進会議(10,3月), 全国アユ冷水病会議(3月)へ出席した。防疫対策巡回指導として, 養殖業者への指導を行った。

2) 新型伝染性疾病対策として, アユの冷水病・エドワジエライクタリリの保菌検査を行った。

冷水病に関しては天然水域にて陽性を確認した(6月)。

エドワジエライクタリリについては, 1漁協(検校川漁協)について行ったが, 陰性であった(5月)。

3) 平成20年度の魚病診断は70件(ウナギ, コイ, アユ, ニジマス等)で, うちウナギが8割近くを占めていた(表1)。

魚種別の魚病診断内容については, ウナギでは鰓うっ血症が大半を占めるが現状では, この疾病に対しては使用可能な医薬品等がないことが課題となっている。

夏以降の検査依頼はウナギが中心となる状況にある。これは高水温(約30℃前後)で飼育されているウナギについては周年疾病が発生しやすい条件にあると考えられる。

コイヘルペスウイルス検査状況については, 平成21年度は2件のKHV検査を行ったが, 全て陰性であった(図1)。なお, 平成18年度から水技センターで確定診断を行っている。

アユについては, 天然河川におけるエドワジエライクタリリの発生は確認されなかった。

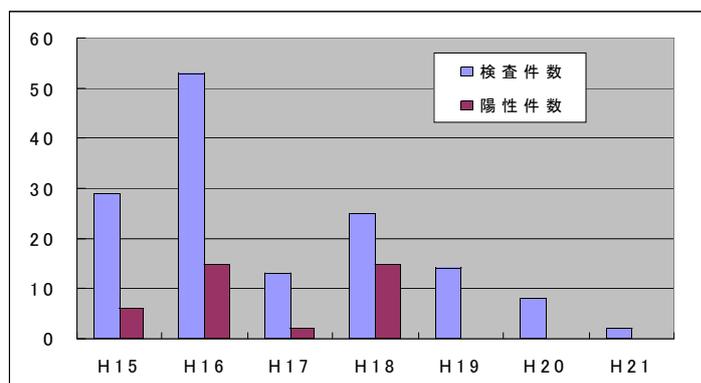


図1 県内におけるKHVの検査状況
(KHVの発生は平成15年から)

表1 平成21年度 魚種別・月別魚病診断件数

魚種	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
ウナギ	5	3	8	2	5	5	3	6	7	4	6	5	59
コイ	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3
アユ	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
ニジマス	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
その他	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
計	5	5	10	4	6	7	3	6	8	5	6	5	70

表2 平成21年度 月別・魚病別診断件数

ウナギ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
鰓うっ血	2	3	3	1	0	3	2	2	5	2	3	2	28
鰓うっ血+カラムナリス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
鰓うっ血+シュートダクチロキルス	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	0	0	5
シュートダクチロキルス	1	0	0	1	1	0	2	0	1	1	1	0	8
トリコジナ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
シュートダクチロキルス+トリコジナ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
パラコロ病	0	0	3	0	1	1	0	2	3	0	2	2	14
パラコロ病+シュートダクチロキルス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
パラコロ病+トリコジナ	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
パラコロ病+カラムナリス	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
パラコロ病+鰓うっ血	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
カラムナリス	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
カラムナリス+シュートダクチロキルス	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
不明	3	1	3	0	4	3	2	3	1	3	2	4	29
計	6	4	9	2	6	10	9	10	12	8	11	8	95

コイ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
寄生虫症	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
不明	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
KHV検査件数	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
(うち陽性件数)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3

アユ	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
カラムナリス症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
真菌症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
カラムナリス症+真菌症	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
イクタルリ検査件数	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
冷水病検査件数	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
(うち陽性件数)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
不明	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
計	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7

ニジマス	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
カラムナリス症	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
不明	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
計	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3

その他	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
不明	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3