

1. 有害赤潮プランクトン等監視調査事業

山砥 稔文・北原 茂・水田 浩二
平野 慶二・安元 進

I. 長崎県下における赤潮の発生状況

九州沿岸域の水産関係機関相互において、赤潮による漁業被害を未然に防止する一助として、昭和53年度から赤潮情報交換事業（水産庁補助事業）として開始し、種々改称継続して、平成19年度から当事業として実施している。

詳細は、平成20年度有害赤潮プランクトン等監視調査事業報告書－I、－長崎県下における赤潮の発生状況－、長崎水試登録第647号に記載した。

(担当：北原)

II. 赤潮発生監視調査

本調査は、前項と同様に昭和53年度から赤潮予察調査事業（水産庁補助事業）として開始し、種々改称継続して、平成20年度から当事業として、伊万里湾と大村湾をモニタリング水域として、夏季を中心に、両湾の海況・水質・底質・プランクトン動向調査を実施している。

詳細は、同報告書－II、－資料集－、長崎水試登録第648号に記載した。

(担当：山砥)

III. 貝毒発生監視調査

この調査は、本県の養殖ヒオウギガイの毒化対策の一助とするため、昭和57年度重要貝類毒化点検調査事業（水産庁委託事業）として開始し、種々改称継続して、平成19年度から当事業として、養殖ヒオウギガイの毒性値・海況・プランクトン動向調査を実施している。平成20年度の対象水域は平成19年度と同様の対馬（浅茅湾辺田島、三浦湾寺島地先）および県南（橘湾南串山地先）とした。

詳細は、同報告書－III、（貝毒発生監視調査）、長崎水試登録第649号に記載した。

(担当：山砥)

IV. 有害赤潮動向調査

九州西岸を中心に養殖魚類等の大量斃死を引き起こすコクロディニウム、シャトネラ等の有害赤潮種について、漁業被害の軽減・防止を目的として、薄香・古江湾、有明海で出現動向に関する環境調査を実施したので、その概要を報告する。

薄香・古江湾調査 *Cochlodinium polykrikoides* 等有害種の遊泳細胞の出現状況と環境との関連を把握するための調査を実施した。

方 法

調査は、図1に示した薄香・古江湾海域で、平成20年4月28日、6月12日、7月28日、9月8日、11月27日、12月16日、平成21年2月13日に6定点(Stn.1, 3, 4, 6, 14, 15)で計7回実施した。観測および採水は0.5（表層）、5（中層）、B-1m層（底層）で行った。調査項目等は以下のとおりである。

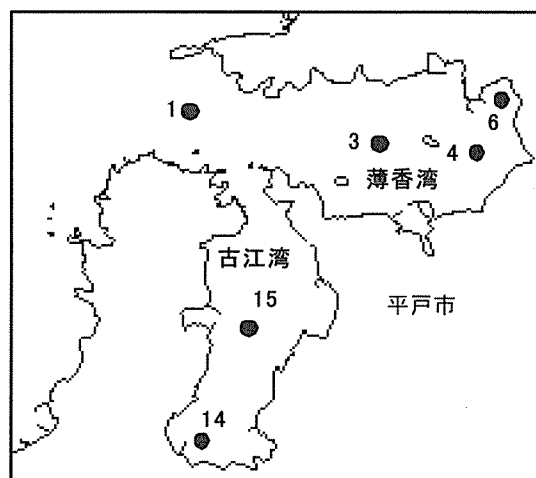


図1 調査定点

海象等 水温、塩分、溶存酸素を現場用多項目水質計（Hydrolab製 Quanta）およびメモリ式多項目水質計（アレック電子製 ASTD687）により測定した。

水 質 クロロフィル-a量、無機態窒素（DIN）、リン酸態リン（PO₄-P）を海洋観測指針に準じて分析した。

プランクトン 有害赤潮種 *C. polykrikoides*, *Chattonella* 属 (*C. antiqua*, *C. marina*, *C. ovata*), *Karenia mikimotoi* を対象として、常圧濃縮後、計数した。

結 果

海象等 水温、塩分の6定点平均値の推移を図2に示した。水温は表層 14.6 ~ 29.2℃, 中層 14.6 ~ 28.8℃, 底層 14.6 ~ 27.4℃の範囲で推移した。塩分は表層 27.83 ~ 34.35, 中層 32.54 ~ 34.38, 底層 32.84 ~ 34.49 の範囲で推移した。

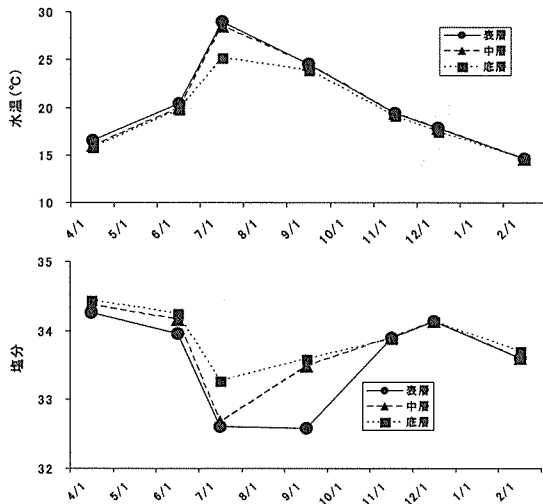


図2 薄香・古江湾における水温・塩分の推移 (平均値)

水質 6 定点平均値の推移を図3に示した。

クロロフィル-aは表層 0.75 ~ 4.56 $\mu\text{g/L}$, 中層 0.91 ~ 4.70 $\mu\text{g/L}$, 底層 0.99 ~ 5.12 $\mu\text{g/L}$ の値で、11, 12月が高めであった。D I Nは表層 0.00~6.75 $\mu\text{g-at/L}$, 中層 0.00 ~ 3.23 $\mu\text{g-at/L}$, 底層 0.03 ~ 4.05 $\mu\text{g-at/L}$ で、11, 12月が高めであった。P O 4 - Pは表層 0.02 ~ 0.31 $\mu\text{g-at/L}$, 中層 0.02 ~ 0.31 $\mu\text{g-at/L}$, 底層 0.03 ~ 0.31 $\mu\text{g-at/L}$ で、11 ~ 2月が高めであった。

有害プランクトンの出現状況 *C. polykrikoides* の出現は4 ~ 12月の間に10 ~ 1,520 cells/Lの範囲で確認された。*C. polykrikoides* 出現時の水温・塩分は15.7 ~ 28.8℃と27.83 ~ 34.44であった。*Chattonella* 属は、9月上旬に*C. antiqua*が10 ~ 50 cells/L, *C. marina*が10 ~ 20 cells/L, *K. mikimotoi*は6月上旬に5 ~ 35 cells/L出現した(付表3-1)。

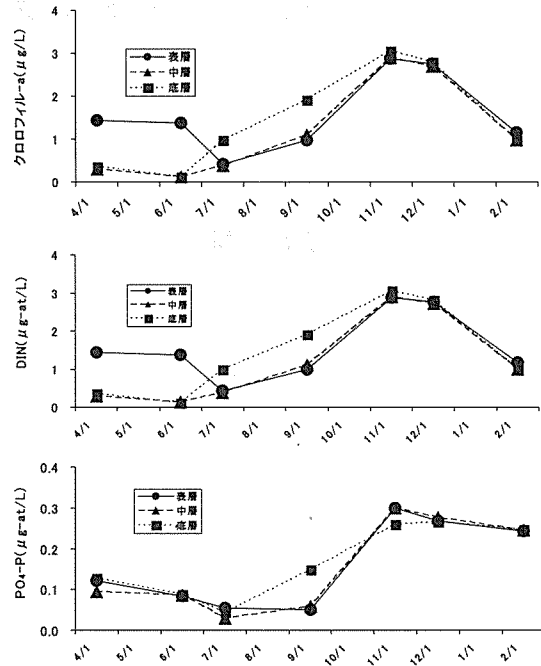


図3 薄香・古江湾における水質の推移 (平均値)

Cochlodinium 等有害赤潮の発生状況 *C. polykrikoides* 赤潮 (最高細胞密度 88 cells/mL) が9月22 ~ 30日に1件発生した。また, *Mesodinium rubrum* 赤潮 (*C. polykrikoides*, *Alexandrium catenella*, *Gymnodinium catenatum* との複合) が11月7 ~ 27日に1件発生し, 最高細胞密度は1,820 (*C. polykrikoides* は195, *A. catenella* は173, *G. catenatum* は138) cells/mLであった。これらの赤潮による漁業被害はなかった。

有明海調査

Chattonella 属 (*C. antiqua* と *C. marina*) を中心に有害種の遊泳細胞の出現状況と環境との関連を把握するための調査を実施した。

方 法

調査は、図4に示した有明海海域5定点 (Stn. F, B4, B6, B3, 43) で、7月27日, 7月29日, 8月4日, 8月8日, 8月12日, 8月14日, 8月18日, 8月25の8回実施した。採水は0.5 (表層), 5 (中層), B-1 m層 (底層) で行った。また, *Chattonella* 赤潮発生時には臨時に調査点, 観測層を追加した。調査項目等は薄香・古江湾調査と同様である。

結 果

海象等 水温、塩分の5 定点平均値の推移を図5に

示した。水温は表層 27.2 ~ 31.2℃, 中層 24.2 ~ 29.6℃, 底層 23.2 ~ 27.8℃の範囲で推移した。塩分は表層 25.52 ~ 29.97, 中層 25.80 ~ 31.40, 底層 26.89 ~ 31.79 の範囲で推移した。

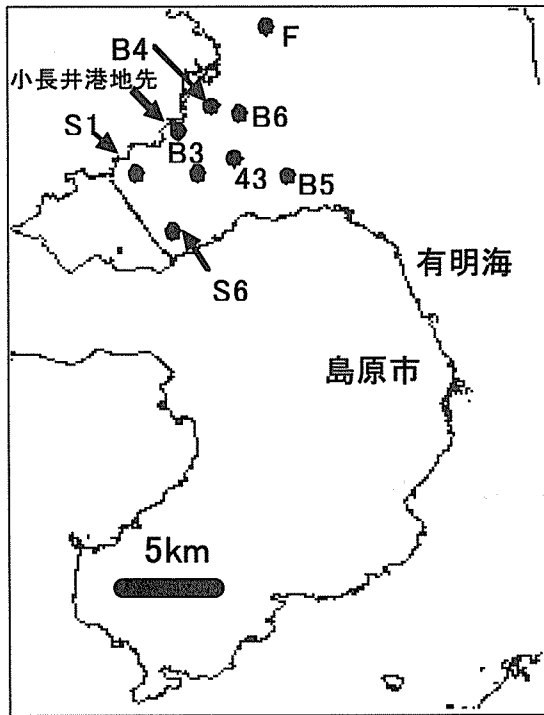


図4 調査定点

水質 5 定点平均値の推移を図6に示した。

クロロフィル-a は表層 5.38 ~ 42.46 $\mu\text{g/L}$, 中層 4.07 ~ 26.03 $\mu\text{g/L}$, 底層 4.12 ~ 30.95 $\mu\text{g/L}$ の値で, 8月上旬と8月中下旬にピークがあった。DINは表層 0.01 ~ 6.74 $\mu\text{g-at/L}$, 中層 0.01 ~ 9.00 $\mu\text{g-at/L}$, 底層 0.02 ~ 8.83 $\mu\text{g-at/L}$ で, 8月下旬が高めであった。PO₄-Pは表層 0.51 ~ 2.44 $\mu\text{g-at/L}$, 中層 0.53 ~ 1.85 $\mu\text{g-at/L}$, 底層 0.71 ~ 1.69 $\mu\text{g-at/L}$ で, 8月中旬の表層が高めであった。

有害プランクトンの出現状況 *Chattonella* 属では, 7月下旬~8月中旬に, *C. antiqua* が 1 ~ 720 cells/mL 出現し, 出現時の水温・塩分は 23.2 ~ 31.2℃と 26.89 ~ 31.79 であった。*C. marina* も同時期に 1 ~ 120 cells/mL 出現した。他の有害種では, *C. polykrikoides* が8月上中旬に 1 ~ 10 cells/mL, *H. akashiwo* が7月下旬に 300 cells/mL, *K. mikimotoi* が8月中旬に 10 ~ 100 cells/mL 出現した (付表2)。

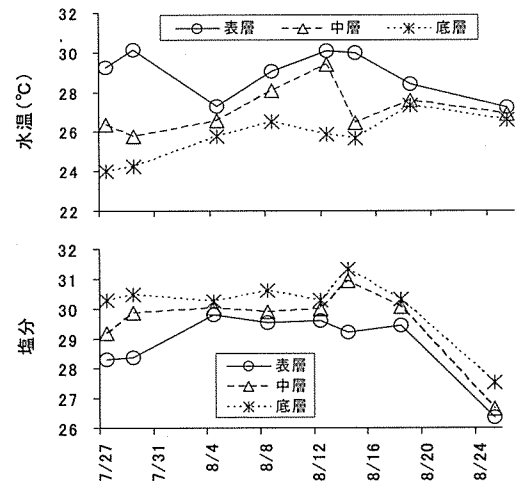


図5 有明海における水温・塩分の推移 (平均値)

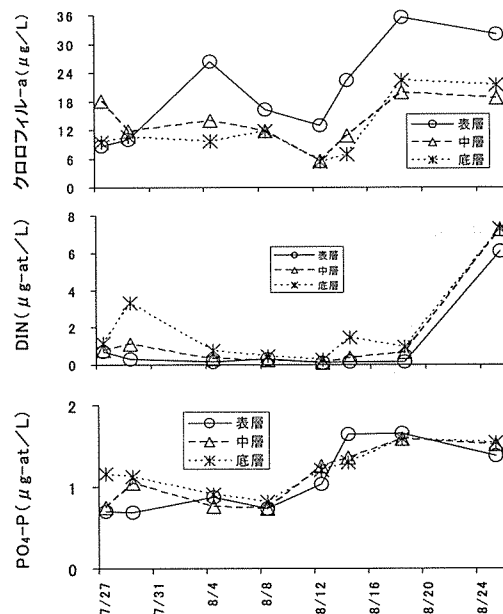


図6 有明海における水質の推移 (平均値)

Chattonella 赤潮の発生状況 *Chattonella* 赤潮の発生は 7月26 ~ 8月21日 (27日間) に, *C. antiqua* と *C. marina*, *Ceratium fusus* との混合赤潮として1件発生した。最高細胞密度は *C. antiqua* が 29,600 cells/mL, *C. marina* が 5,300 cells/mL, *C. fusus* が 1,050 cells/mL であった。この赤潮期間中, 諫早湾では, 定置網に入網したコノシロ等魚類 377kg, 刺網ではカニ類, クツゾコ等天然魚, 養殖アサリのへい死が確認されたが, へい死原因は特定できなかった。

ま と め

- 1) 薄香湾・有明海において、有害赤潮プランクトンのコクロディニウム、シャットネラ属等の遊泳細胞の出現状況と環境との関連を把握するための調査を実施した。
- 2) 薄香・古江湾では *C. polykrikoides* 遊泳細胞は 10～1,520 cells/L の範囲で出現し、出現時の水温・塩分は 15.7～28.8℃と 27.83～34.44 であった。*C. polykrikoides* を構成種とする赤潮は 9 月と 11 月にそれぞれ 1 件発生したが、漁業被害はなかった。
- 3) 有明海では、*C. antiqua* 遊泳細胞は 1～720 cells/mL 出現し、出現時の水温・塩分は 23.2～31.2℃と 26.89～31.79 であった。*Chattonella* 赤潮の発生は 7～8 月に 1 件発生し、魚類、カニ類、アサリのへい死が確認されたが、へい死原因の特定はできなかった。

(担当：山砥)

V. 有害プランクトンシストの分布調査

Chattonella 属等について、冬季のシストと、夏季の遊泳細胞の出現状況との関連を把握するため、シストの分布調査を行った。

方 法

シストの分布調査は、薄香・古江湾では平成 20 年 12 月 16 日に、図 1 に示した 2 定点 (Stn.4, 15) で、有明海では平成 21 年 3 月 10 日に図 4 に示す 6 定点 (Stn. B3, B4, B5, S1, S6, 小長井港地先) で行った。

シストの査定・計数は、終点希釈法 (赤潮生物研究指針, 日本水産資源保護協会, 1987) によった。

結 果

有害プランクトンの出現状況を表 1 に示した。

薄香湾では、有害種のシストは確認されなかった。有明海では、*Chattonella* 属では、*C. antiqua* のシストが Stn. B3, B4, B5, S1 および小長井港地先 2～23 cysts/ 湿泥 g, *C. marina* のシストが Stn. B3, B4 および小長井港地先でそれぞれ 2 cysts/ 湿泥 g 確認された。諫早湾では、前述の夏季に *Chattonella* (*C. antiqua* 主体) 赤潮の発生があったため、シストの底泥への供給があったものと考えられる。

表 1 有害プランクトンシストの出現状況

海 域	調査定点	調査時期	シスト数 (cysts/ 湿泥 g)	
			<i>Chattonella antiqua</i>	<i>Chattonella marina</i>
有明海	小長井漁港地先	3/10	7.8	2
	B3		23	2
	B4		4.5	2
	B5		2	
	S6			
	S1		4.5	
薄香湾	4	12/16		
古江湾	15	12/16		

*空欄は未検出

ま と め

- 1) 薄香湾・有明海において、冬季の有害プランクトンのシストの分布調査を実施した。
- 2) *Chattonella* 属のシストが諫早湾で 2～23 cysts/ 湿泥 g 確認された。

(担当：山砥)

VI. 有明海の冬季赤潮の発生状況

近年、ノリ漁期の大型珪藻赤潮等の発生により漁業被害が発生している有明海において、赤潮発生状況を監視するとともに、これらの発生機構を解明するための基礎資料を得ることを目的として、平成 20 年度漁場環境・生物多様性保全総合対策委託事業 (赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業 (貧酸素水塊漁業被害防止対策)) を水産庁より受託し、本年度から有明海で調査を実施している。詳細は平成 20 年度前記事業報告書に報告した。

(担当：山砥)

2. 内湾漁場環境評価・改善手法開発事業

平野 慶二・水田 浩二・山砥 稔文
北原 茂・安元 進

近年、海域の浄化の面から、藻場・干潟や内湾域の漁業生産が担っている機能が注目されているが、本県においても、藻場・干潟は減少し、漁場環境は悪化してきており、内湾域で貧酸素水塊が発生するなどして、漁獲の減少を引き起こしている。そこで、これらの内湾域の漁場環境を調査（評価）するとともに、漁場改善手法を開発していくことで、減少した漁業生産を回復させるとともに、併せて海域の浄化能力を高めるため、諫早湾に面した諫早市小長井町地先で環境調査を実施した。

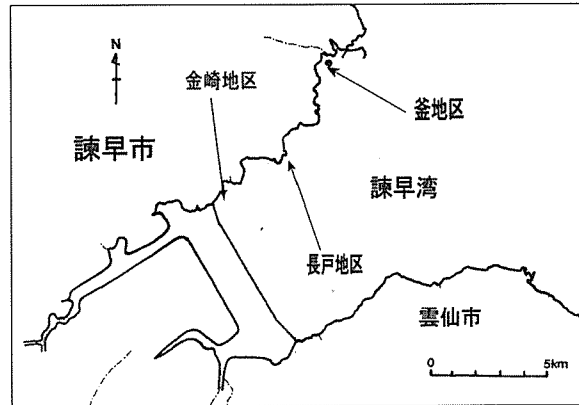


図1 小長井地先の調査地点

I. 浅場・干潟の環境調査

(1) 夏季連続水質調査

諫早市小長井町地先の干潟には、アサリが養殖されているが、毎年夏季にへい死が生じ、年によっては大量へい死が起こり、大きな問題となっている。平成16年8月の大量へい死に関しては、シャットネラ赤潮発生中の、小潮時に生じる、高水温下（30℃以上）における無酸素であることが特定されている。そこで干潟域の貧酸素化の予測のため、干潟底面付近の水質モニターを実施した。調査箇所は釜地区、長戸地区及び金崎地区の3ヶ所である。調査期間は7月～9月である。

方 法

調査海域は図1に示すとおり釜地区、長戸地区及び金崎地区の3ヶ所である。観測水深は、アサリの生息する場をモニターするため、海底上5cmとした。測定項目は水温、塩分、溶存酸素で、観測間隔は30分である。植物色素量と濁度については、別の測器で10分毎に観測を行った。

結 果

結果としては、干潟域に貧酸素化が生じる8月について釜地区分を図2に示す。

水 温 8月の上旬が26.32～33.45（平均28.61）℃、中旬が25.86～33.12（平均28.6）℃、下旬が25.84～29.48（平均27.24）℃であった。

塩 分 8月の上旬が26.52～29.84（平均28.98）、中旬が26.74～30.76（平均29.32）、下旬が24.13～28.51（平均26.27）であった。

溶存酸素 8月の上旬が12.3～175.2（平均75.8）%、中旬が0～248.7（平均61.5）%、下旬が24.5～159.1（平均80.1）%であった。10%以下の強い貧酸素化は8月11日から15日にかけて計34時間生じた。

植物色素量 シャットネラ赤潮が発生した7月26日～8月21日の間、高く推移した。8月の上旬が2～187.1（平均13）μg/L、中旬が2.8～221.1（平均27.8）μg/L、下旬が2.6～39.7（平均9）μg/Lであった。

濁 度 全般的に低く推移し、8月の上旬が0.92～17.4（平均1.83）NTU、中旬が0.95～27.83（平均2.18）NTU、下旬が0.95～42.2（平均3.34）NTUであった。

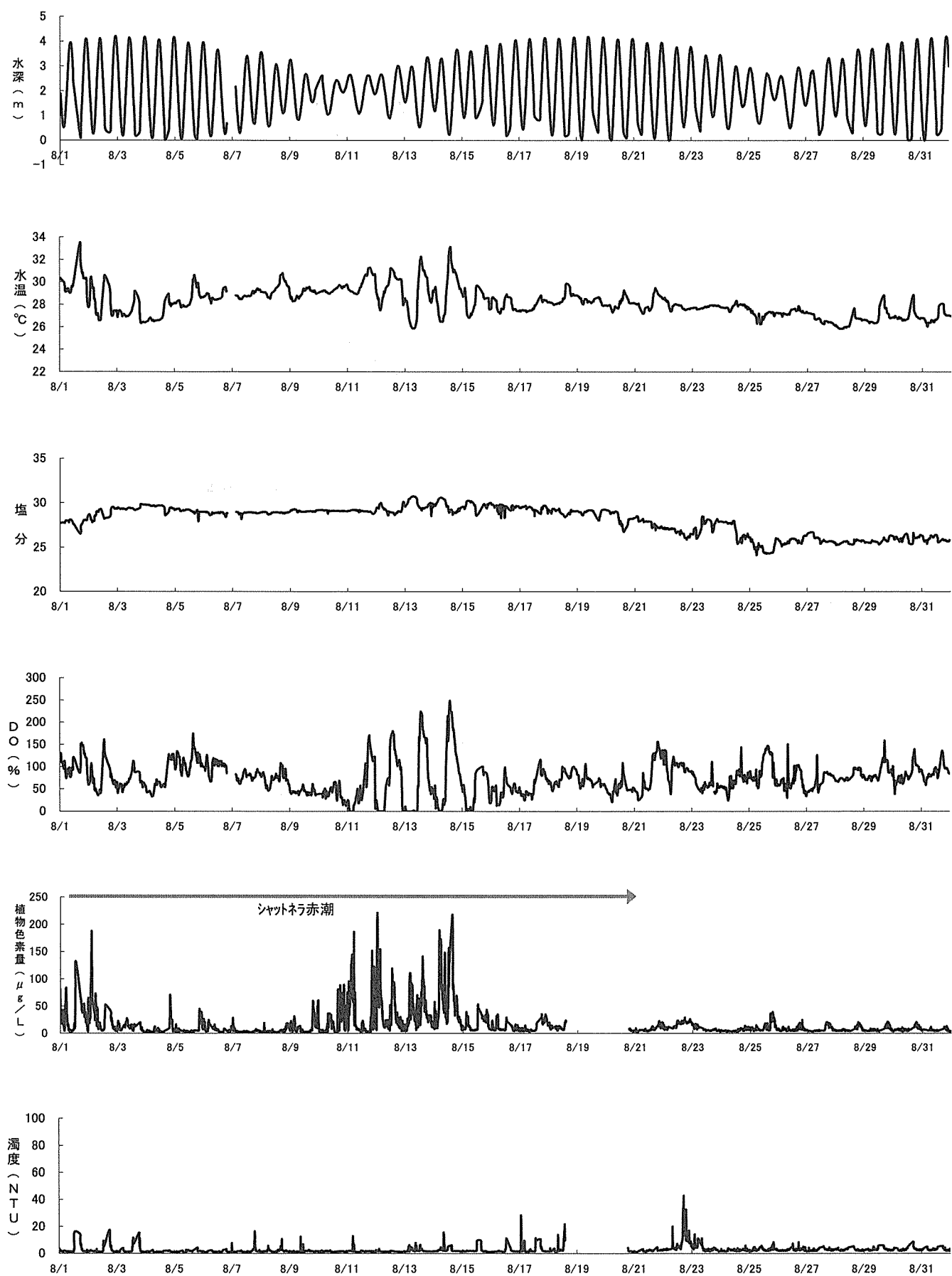


図2 釜地区干潟の海底付近の水深，水温，塩分，DO，植物色素量，濁度の推移

(2) 冬季の餌料環境とアサリの身入り

(2月下旬～3月)

諫早市小長井地先東部の釜地区の餌料環境について設置型測器で測定を行った。併せてアサリの身入り状況を調査した。

方 法

調査海域は図1に示した。餌料環境としての植物色素量(クロロフィルa量+フェオフィチン量)は、小型メモリークロロフィル濁度計(アレック電子社製COMPACT-CLW)を底上10cmに設置し10分間隔で連続測定した。

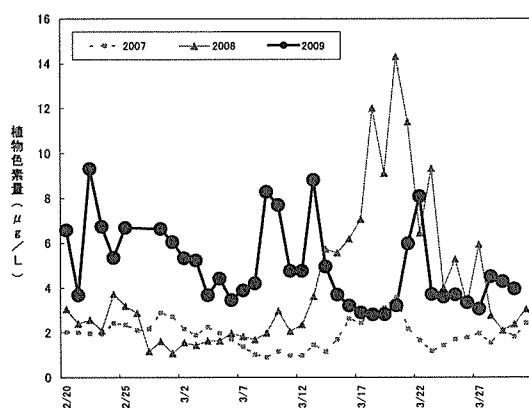


図3 釜地区干潟底層の植物色素量の推移

アサリの乾燥身入率(%)は、アサリ軟体部と殻を60℃で48時間乾燥させ、それぞれの重量を測定し、以下の式で計算したものである。供試個体は10～30個。

$$\text{軟体部重量} \div (\text{軟体部重量} + \text{殻重量}) \times 100$$

結 果

3ヶ年分の植物色素量とアサリ乾燥身入率の推移を図3、図4に示した。植物色素量は2009年が2月下旬から3月中旬まで4µg/Lを超え高めで推移した。植物色素量を反映して、3月上旬から中旬にかけて乾燥身入率は急に高くなり、身入り良好の12%を超えた。

II. アサリカゴ試験(夏季の生残率)

夏季連続水質調査を行った釜地区、長戸地区及び金崎地区の3ヶ所で、アサリの夏季へい死状況を見るためカゴ試験を実施した。

方 法

調査海域は図1に示すとおり。7月3日に釜地区で採取したアサリをそれぞれ75個ずつ野菜カゴに収容して干潟に設置した。

結 果

累積へい死率の推移を図5に示す。8月15日の累積へい死率は、釜地区で39%、金崎地区で6%、8月18日時点の長戸地区で3%であった。

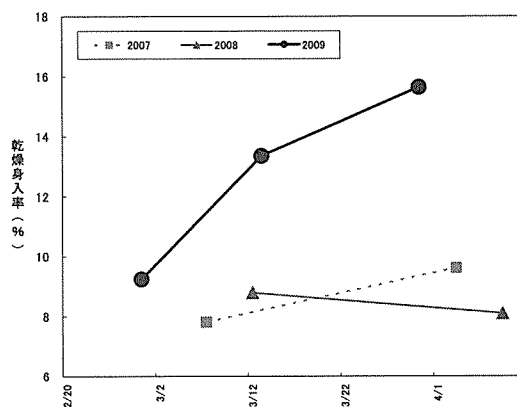


図4 アサリの乾燥身入率の推移

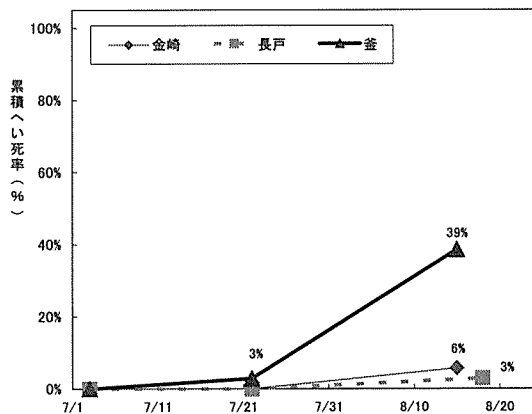


図5 アサリの累積へい死率の推移

ま と め

1) 小長井町釜地区の干潟において底面付近の水質を7月～9月の間調査した。

10%以下の強い貧酸素状態に8月11日から15日にかけて計34時間暴露された。

併せて行ったアサリのカゴ試験によれば、7月3日から8月15日までの累積のへい死率は39%であった。

2) 諫早市小長井地先東部の釜地区の餌料環境について、設置型測器で測定を行った。併せてアサリの身入り状況を調査した。

植物色素量は2月下旬から3月中旬まで4 $\mu\text{g/L}$ を超え高めで推移した。植物色素量を反映して、3月上旬から中旬にかけて乾燥身入率は急に高くなり、身入り良好の12%を超えた。

(担当：平野)

3. 諫早湾における貝類の持続的な生産に向けた技術開発研究 (アサリ)

水田 浩二・平野 慶二・山砥 稔文
北原 茂・安元 進

I. アサリ稚貝生息量調査

方法

調査は、諫早湾に面した3つの漁場で実施した(図1)。調査定点は釜代表漁場では10定点(岸から沖に向けて5定点を2ライン)、金崎代表漁場では4定点、そして長里造成漁場(平成14年7月造成)では4定点で実施した。調査期間は平成20年4月~21年3月、調査頻度は月1回とした。

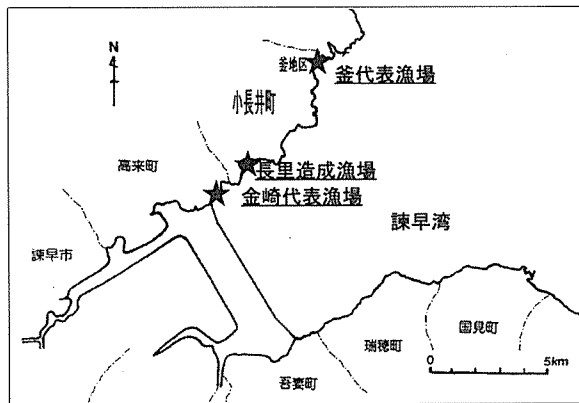


図1. 調査位置図

サンプリングは、干出後にステンレス製コードラート(5cm×5cm)を用いて、表面から深さ3cmまでの砂泥を採取することで実施した。

採集回数は1定点当たり4回とした。採集物は1mmメッシュのフルイで篩った後、10%中性ホルマリン・0.1%ローズベンガル溶液で固定・染色した後、アサ

リの計数と殻長測定を行った。

各漁場の生息密度(個体/m²)は、調査定点別の生息密度(個体/m²)の平均値から算出した。なお、殻長20mm以上の個体は成貝として検討除外とした。

結果

稚貝の生息密度は、釜代表漁場では450~4,060(個体/m²)、金崎代表漁場では475~2,925(個体/m²)、そして長里造成漁場では1500~5,700(個体/m²)であった(図2)。生息密度の最高値は、釜代表漁場では10月、金崎代表漁場では4月、そして長里造成漁場では5月であった。

II. 底質環境調査

方法

採泥は、干出後にステンレス製コードラート(5cm×5cm)を用いて、表面から深さ3cmまでで実施した。得られた試料は分析するまでの期間凍結保存した。試料は解凍後、混合均一化して分析に供した。

底質調査の分析項目は全硫化物(TS)と強熱減量(IL)とした。TSは検知管法で測定し、ILは550℃、6時間マッフル炉強熱で測定した。調査定点・調査期間・調査頻度は上記(1)に同じ。

各漁場のTSとILは、調査定点別に測定値を平均して算出した。

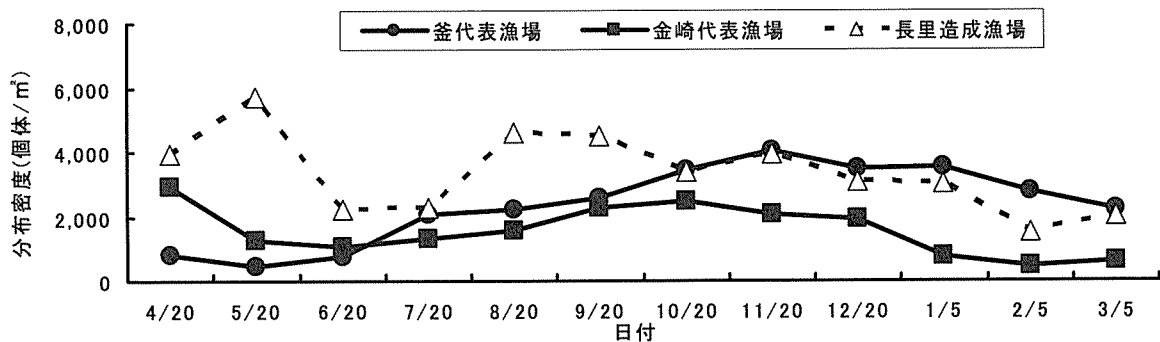


図2. 各漁場におけるアサリ稚貝(殻長1~20mm)の分布状況

結 果

TSの最高値は、8月に釜代表漁場では0.20mg/g乾泥、金崎代表漁場では0.16mg/g乾泥そして長里造成漁場では8月に0.12mg/g乾泥であった(図4)。

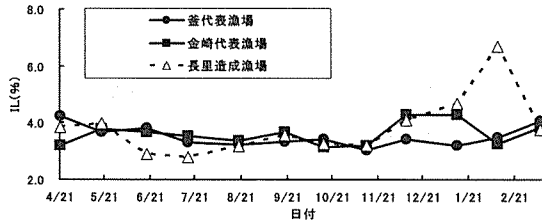


図4. 各漁場におけるTSの推移

ILは、釜代表漁場では3.0～4.2(%)、金崎代表漁場では3.2～4.3(%)、そして長里造成漁場では2.8～6.7(%)であった(図5)。

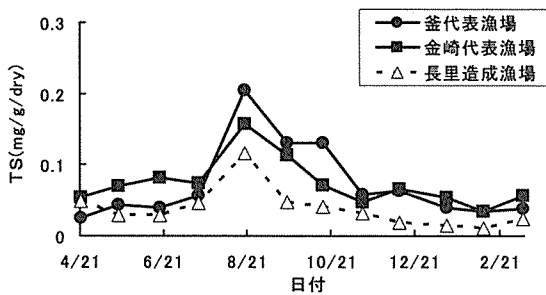


図5. 各漁場におけるILの推移

III. 移植試験

方 法

平成20年8月4日、深江町漁業協同組合近くの干潟に、10m×10mの規模で、試験区と対照区を設定した。8月6日の早朝に、小長井町釜地先で、平均殻長31mm(約6g)のアサリ200kgを採取し、保冷車で移送後、速やかに試験区へ収容後、試験を開始した。試験は、10月16日まで実施した。

結 果

試験開始前の密度は、試験区が22(個/m²)、対照区は0(個/m²)であった。試験区の生残率(10月16日)は92%であった。

ま と め

- 1) アサリ稚貝(殻長1～20mm)の生息量調査と底質環境分析を諫早湾に面した3つの漁場で実施した。
アサリ稚貝の生息密度は概ね1,000(個体/m²)を上回っていた。
- 2) TSは、各漁場とも8月に高い値を示した。
- 3) 移植試験の生残率は92%であった。

(担当：水田)

4. 有明海粘質状浮遊物原因究明・予測手法開発事業究

山砥 稔文・平野 慶二・北原 茂
水田 浩二・甲斐 修也・一丸 俊雄
高木 信夫・舛田 大作・前川 英樹

有明海では、平成15年と16年の春季(4月～5月)に粘質状浮遊物が大量に出現し、小型底びき網や刺網などに漁業被害をもたらした。そこで、この粘質状浮遊物の発生原因を明らかにするため、有明海沿岸4県と(独)水産総合研究センター西海区水産研究所(以下「西水研」という)が共同で調査を実施した。

以下に、本県の調査実施状況を記述する。

方 法

粘質状浮遊物は、植物プランクトン由来のものが発生原因と推察され、その出現に絞り、粘質状浮遊物の発生との関係を把握するため、下記のとおり調査を実施した。

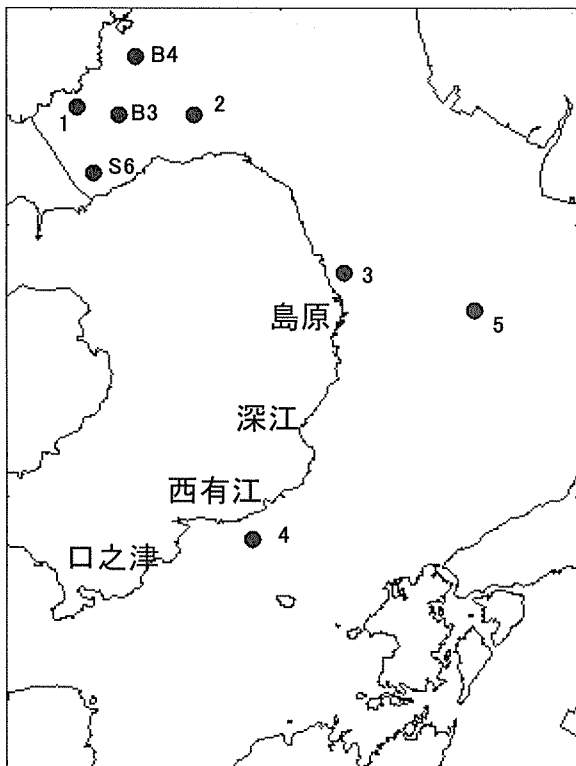


図1 春、秋季における浮遊物調査定点位置図

クロロフィル調査 図1に示す諫早湾内3定点(S6, B3, B4, 諫早湾干拓事務所所有の櫓)において、連続観測機器で測定されている水温、塩分、クロロフィ

ル、濁度のデータを収集するとともに、平成20年2～5月、9～10月に毎週1回定期観測を実施した。

TEP調査 定期観測時や浅海定線調査時に1m層および底層(海底から1m層)で100mlを採水し、中性ホルマリン(最終濃度0.4%)で固定し、冷暗所に保管後、分析した。なお、TEPとは、「Transparent Exopolymer Particles(透明粘質重合物質粒子)」を略したもので、植物プランクトン等が産生する透明で粘性を持った繊維状の粒子のことである。

浮遊物発生状況調査 5月8日に島原～西有家地先海域で、調査指導船ゆめとびにより、ソリネットを使用して海底浮遊物の採取を試みた。また、春季には、粘質状浮遊物が小規模発生したので、その分布を把握するとともに、植物プランクトンの出現状況などを調査した。

結 果

クロロフィル調査 図2に諫早湾中央櫓における平成20年2～5月のクロロフィルaの推移を15～19年のそれとともに示した。20年は、2月上中旬に一時高い値を示した。この時は珪藻類 *Thalassiosira* の増殖がみられた。その後は全般に低い値で推移した。この期間は *Thalassiosira*, *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Eucampia*, *Leptocylindras*, *Nitzschia*, *Asterionella* などの珪藻類が優占して出現した。

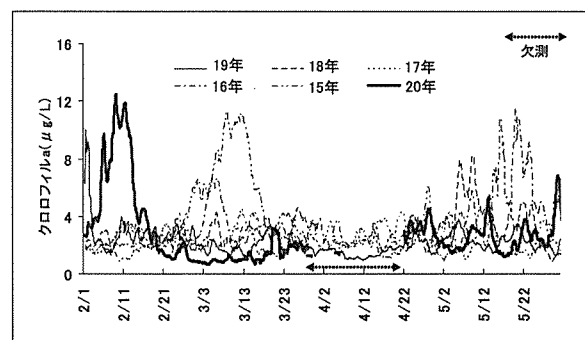


図2 諫早湾中央1m層におけるクロロフィルaの推移

TEP調査 平成20年2～5月におけるTEPの値を図3に示した。TEPの値は、3月上旬に浮遊物発生の目安の値（H20年度に設定、1.0mg/100mL（新検量線による））を超える値がみられた。その後は全般に低い値で推移した。

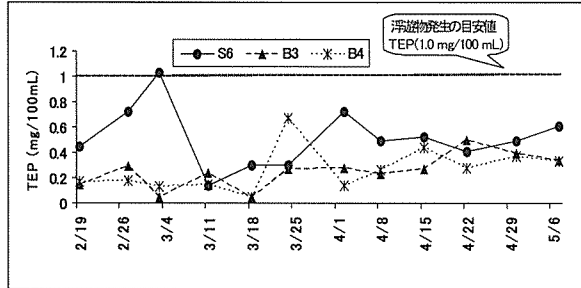


図3 諫早湾 1m層におけるTEPの推移

浮遊物発生状況調査 春季には、2月末から4月中旬に諫早湾から口之津地先にかけての海域で、最大で15cm程度の浮遊物（塊から糸状のもの）が確認され、その分布の確認時期は有明海の奥部で早く、湾口部で遅かった。3月上旬と4月上旬には島原半島東岸域で粘質状浮遊物の漁具への付着がみられた。その後は、

浮遊物発生の報告はなかった。また、指導調査船ゆめとびにより、ソリネットを使用して海底曳網調査を実施したが、海底の浮遊物は確認されなかった。

秋季には、10月中旬に諫早湾で数mm以下の糸状および粒状の浮遊物の発生がごく小規模ながらみられた。現場調査で10月上旬に *Skeletonema* の増殖が確認された。

まとめ

- 1) 春季には、2月末から4月中旬に諫早湾から口之津地先で塊から糸状の粘質状浮遊物が確認された。諫早湾では、2月中旬～3月上旬に珪藻類 *Thalassiosira* の増殖に伴うクロロフィル a の増加、3月上旬にはTEPの増加が認められた。浮遊物の分布の確認時期は有明海の奥部で早く、湾口部で遅かった。
- 2) 秋季諫早湾では、10月中旬に糸状および粒状の浮遊物の発生がごく小規模ながらみられた。10月上旬には *Skeletonema* の増殖が確認された。

(担当:山砥)

5. 養殖安定化技術開発試験

山本 純弘・松田 正彦

本県養殖漁家の経営は、ブリ・マダイ・トラフグに偏重しており、また飼餌料単価の高騰、魚価の低迷等により厳しい状況が続いている。

そのため、市場価値が高い新魚種を導入することにより、養殖魚種の多様化を図るとともに、養殖にかかる経費のうち6割以上を占める餌料について、主要な魚種における効率的な給餌方法を明らかにし、持続的、安定的な養殖業育成に資するための技術開発を行った。

I. マハタの効率的な給餌頻度の検討

効率的な給餌方法を検討するため、時期別に給餌頻度に差をつけた飼育試験を行った。

(1) マハタ 1～2 歳魚 (昇温期 5～7 月)

方 法

試験は平成20年5月12日～平成20年7月7日(8週間)に行った。

供 試 魚 供試魚は当場で平成18年5月下旬に採卵して種苗生産し、陸上水槽でVNNに感染して生き残った魚(VNN耐過魚)を平成19年度に本年度と同様に給餌頻度に差をつけて飼育したマハタを用いた。

試 験 区 試験区は、1週間当たりの給餌日数を5日(月～金曜日)・4日(月・火・木・金曜日)・3日(月・水・金曜日)・2日(月・木曜日)にかえて設定し、3×3×3m生簀に各175尾収容した。給餌は、市販のEPを給餌日に1回、ほぼ飽食量与えた。

魚体測定 試験開始時から試験終了時に試験区毎に総体重を測定した。

成分分析 環境への窒素とリンの負荷量を推定するため、使用した配合飼料、試験開始時と試験終了時の魚体について、タンパク質・全リン・脂質・水分の分析を常法により行った。

結 果

飼育結果

飼育期間中の2m層水温は、18.3～25.0(平均21.6)℃であった。飼育結果は表1に示した。

表1 マハタ給餌頻度試験(昇温期5～7月)の結果

試 験 区	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時平均体重(g)	435.7	440.0	414.9	407.5
終了時平均体重(g)	507.7	522.1	503.4	473.6
飼育日数	56	56	56	56
開始時尾数	175	175	175	175
終了時尾数	175	174	175	173
給餌量(kg)	27.44	28.57	29.87	27.29
日間給餌率(%)	0.59	0.61	0.66	0.63
日間成長率(%)	0.27	0.30	0.34	0.27
餌料効率(%)	45.89	49.99	51.89	41.35
生残率(%)	100.0	100.0	100.0	99.4

生残率は、各区99.4～100%と差がなかった。

平均体重は、試験開始時が週5日区435.7g、週4日区440.0g、週3日区414.9g、週2日区407.5g、試験終了時が週5日区507.7g、週4日区522.1g、週3日区503.4g、週2日区473.6gであった。

日間給餌率は、週5日区が0.59%、週4日区が0.61%、週3日区が0.66%、週2日区が0.63%であり、週3日区が高かった。

日間成長率は、週5日区が0.27%、週4日区が0.30%、週3日区が0.34%、週2日区が0.27%であり、週3日区が高かった。

餌料効率は、週5日区が45.89%、週4日区が49.99%、週3日区が51.89%、週2日区が41.35%であり、週3日区が高く、週2日区が低かった。

環境への窒素とリンの負荷量

使用した配合飼料の分析結果を表2に、試験開始時と試験終了時の魚体の分析結果から推定した環境への窒素とリンの負荷量を表3に示した。

増重1kg当たりの環境への負荷量(総重量換算)は、窒素量では、週5日区が143g、週4日区が108g、週3日区が117g、週2日区が143gであり、リン量

表2 配合飼料分析結果

試験用EP	
全窒素(g/100g)	8
全リン(mg/100g)	1,685
脂質(g/100g)	9
水分(g/100g)	9

表3 マハタ1～2歳魚(昇温期5～7月)の環境への窒素とリンの負荷量

試験区	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区	
開始時総体重(g)	76,253	77,007	72,599	71,308	
通算終了総体重(g)	88,847	91,290	88,096	82,591	
給餌					
窒素量(g)	2,086	2,172	2,270	2,074	
リン量(g)	462	481	503	460	
開始時魚体					
窒素量(g)	2,269	2,156	2,044	1,928	
リン量(g)	411	440	449	388	
終了時魚体					
窒素量(g)	2,559	2,790	2,495	2,392	
リン量(g)	420	389	417	420	
増重1kgあたりの負荷					
窒素量(g)	143	108	117	143	
(総重量換算)	リン量(g)	36	37	35	38

では、週5日区が36g、週4日区が37g、週3日区が35g、週2日区が38gであった。窒素量は週4日区が低く、週5日区と週2日区が高かった。リン量は週3日区が最も低かったが、他区と大きな差がなかった。

まとめ

- 1) マハタ1～2歳魚の昇温期(5～7月)における適正給餌頻度等を把握するため、飼育試験を実施した。
- 2) 日間成長率、餌料効率は週3日区、週4日区の順に週5日区、週2日区より良好であった。生残率は各区差がなかった。増重1kgあたりの環境への負荷は、窒素量が週4日区と週3日区が低く、リン量が他区と大差がないものの週3日区が最も低かった。
- 3) これらのことから、マハタ1～2歳魚の昇温期における適正給餌頻度は、週3日の給餌と考えられた。

(2) マハタ2歳魚(高水温期 7～11月)

方法

試験は平成20年7月7日～平成20年11月25日(20週間)に行った。

供試魚 マハタ2歳魚は、前節I(1)の昇温期の試験が終了したものをそのまま用いた。

試験区 試験は、I(1)と同様とし、3×3×3m生簀に週5日区と週3日区が170尾、週4日区が169尾、週2日区が167尾収容し実施した。

魚体測定と成分分析 I(1)と同様の方法で行った。

結果

飼育結果 飼育期間中の2m層水温は、19.6～30.3(平均25.8)℃であった。飼育結果は表4に示した。

表4 マハタ給餌頻度試験(高水温期7～11月)の結果

試験区	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時平均体重(g)	507.7	522.1	503.4	473.6
終了時平均体重(g)	565.6	563.0	544.5	518.1
飼育日数	141	141	141	141
開始時尾数	170	169	170	167
終了時尾数	140	130	127	144
給餌量(kg)	59.04	54.20	52.70	57.45
日間給餌率(%)	0.47	0.43	0.43	0.49
日間成長率(%)	0.08	0.05	0.06	0.06
餌料効率(%)	12.33	7.82	5.65	8.95
生残率(%)	88.1	87.2	84.0	95.4

* 生残率はサンプルおよび測定時事故死等を除いて計算

生残率は、週2日区が95.4%と最も高く、次いで週5日区が88.1%、週4日区が87.2%、週3日区が84.0%と最も低かった。

平均体重は、試験開始時が週5日区507.7g、週4日区522.1g、週3日区503.4g、週2日区473.6g、試験終了時が週5日区565.6g、週4日区563.0g、週3日区544.5g、週2日区518.1gであった。

日間給餌率は、週5日区が0.47%、週4日区が0.43%、週3日区が0.43%、週2日区が0.49%であり、週2日区が高かった。

日間成長率は、週5日区が0.08%、週4日区が0.05%、週3日区が0.06%、週2日区が0.06%と各区ともあまり成長しなかったが、週5日区が最も高かった。

餌料効率は、週5日区が12.33%、週4日区が7.82%、週3日区が5.65%、週2日区が8.95%であり、週5日区が最も高く、週3日区が最も低かった。

環境への窒素とリンの負荷量

試験開始時と試験終了時の魚体の分析結果から推定した環境への窒素とリンの負荷量を表5に示した。

表5 マハタ2歳魚(高水温期7～11月)の環境への窒素とリンの負荷量

試験区	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区	
開始時総体重(g)	86,007	88,279	85,270	79,785	
通算終了総体重(g)	93,286	92,517	88,250	84,925	
給餌					
窒素量(g)	4,487	4,119	4,005	4,366	
リン量(g)	995	913	888	968	
開始時魚体					
窒素量(g)	2,477	2,698	2,415	2,311	
リン量(g)	407	376	403	405	
終了時魚体					
窒素量(g)	2,672	2,709	2,626	2,541	
リン量(g)	443	500	692	512	
増重1kgあたりの負荷					
窒素量(g)	590	969	1,273	805	
(総重量換算)	リン量(g)	132	186	201	168

増重1kg当たりの環境への負荷量(総重量換算)は、窒素量では、週5日区が590g, 週4日区が969g, 週3日区が1,273g, 週2日区が805gであり、リン量では、週5日区が132g, 週4日区が186g, 週3日区が201g, 週2日区が168gであった。窒素量, リン量とも週5日区が最も低く, 次いで週2日区, 週4日区と続き, 週3日区が最も高かった。

まとめ

- 1) マハタ2歳魚の高水温期(7~11月)における適正給餌頻度等を把握するため, 飼育試験を実施した。
 - 2) 日間成長率, 餌料効率とも週5日区が最も高く, 次いで週2日区が高かったが, 日間成長率は週4日区が, 餌料効率は週3日区が最も低かった。生残率は週2日区が95.4%と最も高かった。増重1kg当たりの環境への負荷は, 窒素量, リン量とも週5日区が最も低く, 次いで週2日区, 週4日区の順に低く, 週3日区が最も高かった。
 - 3) これらのことから, マハタ2歳魚の高水温期における適正給餌頻度は, 生残を重視すれば週2日, 成長・餌料効率等を重視すれば週5日の給餌が良いと考えられた。
- (3) マハタ2歳魚(低水温期 11~3月)

方法

試験は平成20年11月25日~平成21年3月16日(16週間)に行った。

供試魚 マハタ2歳魚は, I-(2)の高水温期の試験が終了したものをそのまま用いた。

試験区 試験は, I-(1)と同様とし, 3×3×3m生簀に週5日区が115尾, 週4日区108尾, 週3日区が102尾, 週2日区が121尾収容し, 実施した。

魚体測定と成分分析 I-(1)と同様の方法で行った。

結果

飼育結果

飼育期間中の2m層水温は, 13.0~19.5(平均15.5)℃であった。飼育結果は表6に示した。

生残率は, 週4日区が99.1%と最も高く, 次いで週3日区が98.1%, 週2日区が97.6%, 週5日区が

表6 マハタ給餌頻度試験(低水温期11~3月)の結果

試験区	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区
開始時平均体重(g)	565.6	563.0	544.5	518.1
終了時平均体重(g)	630.7	662.8	642.7	630.9
飼育日数	111	111	111	111
開始時尾数	135	125	122	139
終了時尾数	115	108	102	121
給餌量(kg)	22.44	22.23	21.85	27.99
日間給餌率(%)	0.25	0.26	0.28	0.32
日間成長率(%)	0.10	0.15	0.15	0.18
餌料効率(%)	39.34	50.47	45.13	48.77
生残率(%)	95.8	99.1	98.1	97.6

* 生残率はサンプルおよび測定時事故死等を除いて計算

95.8%と最も低かった。

平均体重は, 試験開始時が週5日区565.6g, 週4日区563.0g, 週3日区544.5g, 週2日区518.1g, 試験終了時が週5日区630.7g, 週4日区662.8g, 週3日区642.7g, 週2日区630.9gであった。

日間給餌率は, 週5日区が0.25%, 週4日区が0.26%, 週3日区が0.28%, 週2日区が0.32%であり, 週2日区が高かった。

日間成長率は, 週5日区が0.10%, 週4日区が0.15%, 週3日区が0.15%, 週2日区が0.18%と週2日区が最も高かった。

餌料効率は, 週5日区が39.34%, 週4日区が50.47%, 週3日区が45.13%, 週2日区が48.77%であり, 週4日区が最も高く, 週3日区が最も低かった。

環境への窒素とリンの負荷量

試験開始時と試験終了時の魚体の分析結果から推定した環境への窒素とリンの負荷量を表7に示した。

表7 マハタ2歳魚(低水温期7~11月)の環境への窒素とリンの負荷量

試験区	週5日区	週4日区	週3日区	週2日区	
開始時総体重(g)	75,866	70,427	66,495	72,049	
通算終了総体重(g)	84,693	81,648	76,358	85,701	
給餌	窒素量(g)	1,705	1,690	1,661	2,127
	リン量(g)	378	375	368	472
開始時魚体	窒素量(g)	2,173	2,062	1,979	2,156
	リン量(g)	360	380	521	434
終了時魚体	窒素量(g)	2,493	2,169	2,199	2,496
	リン量(g)	517	408	556	692
増重1kgあたりの負荷(総重量換算)	窒素量(g)	157	141	146	131
	リン量(g)	25	31	34	16

増重1kg当たりの環境への負荷量(総重量換算)は, 窒素量では, 週5日区が157g, 週4日区が141g, 週3日区が146g, 週2日区が131gであり, リン量では, 週5日区が25g, 週4日区が31g, 週3日区が34g, 週2日区が16gであった。窒素量, リン量

とも週2日区が最も低かった。他区では、窒素量は週4日区、週3日区、週5日区の順に、リン量は週5日区、週4日区、週3日区の順に低かった。

まとめ

- 1) マハタ2歳魚の低水温期(11~3月)における適正給餌頻度等を把握するため、飼育試験を実施した。
- 2) 日間成長率、餌料効率とも週2日区が最も高く、週5日区が最も低くなり、給餌回数が少ないほど良好であった。生残率は週4日区が99.1%と最も高いが、最も低かった週5日区も95.8%と高かった。増重1kg当たりの環境への負荷は、窒素量、リン量とも週2日区が最も低かった。窒素量は週5日区が、リン量は週3区が最も高かった。
- 3) これらのことから、マハタ2歳魚の低水温期における適正給餌頻度は、生残が週4日区などにわずかに劣るものの、週2日給餌が成長・餌料効率等が良好であり効率が良いと考えられた。

(担当：松田)

II. カワハギ飼育試験

カワハギの養殖魚種としての特性を把握するため飼育試験を行った。

方法

試験は平成20年3月3日~平成21年3月16日に行った。

供試魚 供試魚は当場で平成19年5月に採卵・種苗生産したものをを用いた(平成19年8月7日、平均全長58.5mm、平均体重4.9gで育成開始)。

飼育方法 3×3×3m生簀に平均全長157.9mm、平均体重105.8gの供試魚を662尾収容し、市販のEPを月曜日~土曜日の週6日、自動給餌器を用いて1日あたり8時間を目安に給餌を行った。

魚体測定 1ヶ月毎に、原則として体重、全長等を測定した。

結果

飼育期間中の2m層水温は、13.0~30.3(平均20.3)℃であった。

飼育水温と成長、生残の推移は図1に示した。

飼育開始時に全長157.9mm、体重105.8gが378日後の試験終了時に223.7mm、272.2gに成長した。16~27℃の水温で成長したが、水温28℃以上で成長が停滞した。水温13~14℃で成長が停滞するとともに、餌を食べなくなり、衰弱死と考えられるへい死が発生した。水温が低下し始める9月以降へい死が急増し、この時期のへい死の主因は連鎖球菌症であった。試験終了時の生残率は14.8%と低かった。また、飼育密度が3~4kg/m³以上では噛み合いによる鰭の欠損がみられた。

今後は生残率の改善および適正な収容密度等の効率的な飼育方法の検討が率用と考えられた。

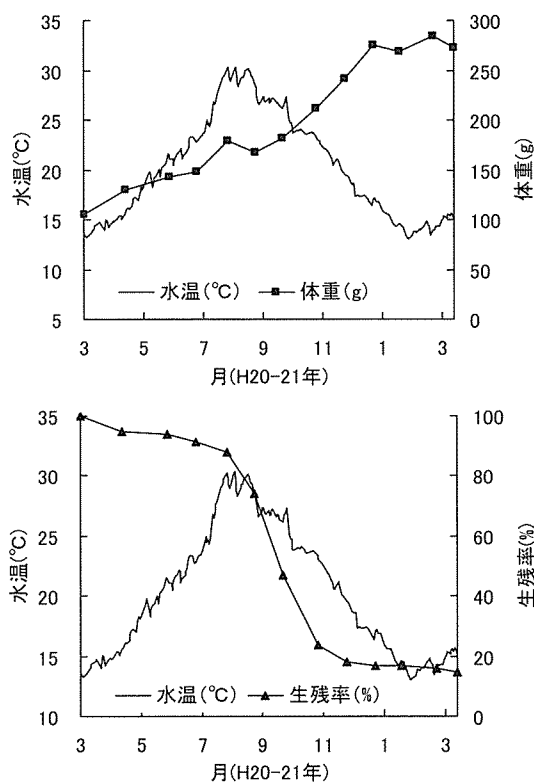


図1 水温とカワハギの成長・生残

まとめ

- 1) カワハギの養殖魚種としての特性を把握するため飼育試験を行った。
- 2) 体重5gから1年半で272gに成長した。養殖期間は2年間程度(出荷サイズ300~500g)と考えられた。水温16~27℃で成長し、28℃以上、14℃以下で成長が停滞した。
- 3) 連鎖球菌症によるへい死が多く、低水温(13~

14℃) 時に衰弱死と考えられる死もみられた。

- 4) 噛み合いによる鱗欠損等を防止するため、トラフグ並みの 2 kg/m³ の密度で飼育するのが望ましいと考えられた。

(担当：松田)

III. クエの陸上養殖試験

当場で種苗生産したクエの養殖適正を把握するため、当場において陸上養殖試験を実施した。

材料及び方法

供試魚 平成 19 年 5 月に種苗生産したクエ人工種苗を平成 20 年 2 月 5 日 2 トン陸上水槽にそれぞれ、

200 尾収容 (試験区、対照区) の 2 試験区を設定し実施した (試験継続中)。

給餌 餌は市販の配合飼料を用い、魚体測定前後の日及び土日祝日を除き毎日飽食量を給餌した。

魚体測定 1～2 ヶ月に 1 回の頻度で、体重、全長及び体長を各区 30 尾について測定した。

飼育方法 試験区については、閉鎖循環方式により飼育した。ただし、水槽掃除等による海水の流出を補充するため 1 日 4% を換水した。

対照区については、かけ流し式により飼育した。

飼育期間中、試験区では加温飼育をし、試験開始から 2 ヶ月間は急激な水温上昇によるストレスを避けるため 14.5～20.0℃とし、4 月以降は 26.0℃一定とした。

6 月下旬以降水温が 26.0℃以上となったため流水飼育としたが、11 月下旬再び加温飼育 (22.0℃) で試験した。

結 果

試験結果を表 1 と図 1 に示した。

飼育開始時に 87.1 g であった体重は 421 日間の飼育で試験区 448.7 g、対照区 300.2 g に増加した。

日間給餌率は試験区 0.34、対照区 0.28 であった。また日間成長率は試験区 0.32、対照区 0.26 であった。餌料効率は試験区 95.7%、対照区 94.6% であった。生残率は試験区 98.5%、対照区 98% であった。

加温飼育した試験区の方が、日間成長率、餌料効率とも優れていた。

生残率は試験区 98.5%、対照区 98% であり両区と

も差がなく、ほとんどへい死はなかった。

表 1 クエ陸上養殖試験の結果

	試験区	対照区
開始時体重(g)	87.1	87.1
終了時体重(g)	448.7	300.2
飼育日数	421	421
開始時尾数	200	200
終了時尾数	197	196
給餌量(g)	74,993	44,593
日間給餌率(%)	0.34	0.28
日間成長率(%)	0.32	0.26
餌料効率(%)	95.7	94.6
増肉係数	1	1.1
生残率	98.5	98
開始時収容密度(kg/t)	8.7	8.7
終了時収容密度(kg/t)	44.2	29.4

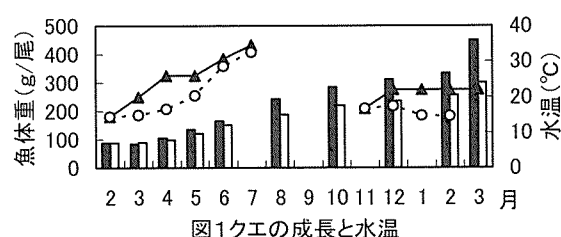
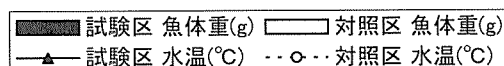


図 1 クエの成長と水温



ま と め

- 1) クエ人工種苗 (87g) は水温 22～26℃ の飼育環境で約 1 年余の飼育により魚体重約 450g に成長。
- 2) 掛け流し飼育 (自然海水の温度) より加温飼育 (22～26℃) の成長が優れていた。

(担当：山本)

IV. 低魚粉飼料およびマハタ用配合飼料の開発に関する研究

宮原 治郎・佐藤 秀一*

配合飼料におよそ半分以上含有されている輸入魚粉の価格が平成 18 年に高騰し、配合飼料代も値上がりして養殖業者の経営を圧迫している。飼料代の支出の

*東京海洋大学

抑制のためには低魚粉化した飼料の開発が必要であるため、ブリ、マダイおよびマハタを対象に低魚粉飼料開発に関する研究を、また、新養殖魚種として有望なマハタ用配合飼料開発に関する研究を東京海洋大学と共同で実施した。

1. ブリ当歳魚、マダイ1歳魚およびマハタ1歳魚を用いた植物性原料などを高配合した低魚粉飼料における各種栄養素の消化吸収率に関する試験

ブリ当歳魚、マダイ1歳魚およびマハタ1歳魚を用い、配合飼料の主体である魚粉をできるだけリン含量が少ない植物性原料などに代替し、海水魚のタウリン要求を満足するようにタウリンを添加し、タンパク質やリンなどの消化吸収率を測定した。

方 法

供試魚 ブリ当歳魚は、平成20年に（独）水産総合研究センター五島栽培漁業センターが種苗生産したものをを用いた。容量1tの自然採糞装置に20尾（平均体重158g）収容し、試験飼料で3日間予備飼育して実験に供した。

マダイ1歳魚は、平成19年に長崎県漁業公社が種苗生産したものをを用いた。容量1tの自然採糞装置に35尾（平均体重143g）収容し、試験飼料で3日間予備飼育して実験に供した。

マハタ1歳魚は、平成19年に魚類科が種苗生産したものをを用いた。容量1tの自然採糞装置に20尾（平均体重252g）収容し、試験飼料で3日間予備飼育して実験に供した。

試験飼料 ブリ用試験飼料組成を表1に示す。これまでの試験結果に基づき調製した魚粉を基本とする対照飼料（対照区）、リン含量の低い大豆油粕などで魚粉の50%を代替し、飼料中のリン含量を約0.4%削減してタウリンを0.21%添加した試験飼料（50%代替区）、同様に魚粉の約67%を代替し、飼料中のリン含量を約0.6%削減してタウリンを0.29%添加した試験飼料（67%代替区）とし、各飼料中のタウリン含量は0.45%になるよう調整した。

マダイおよびマハタ用試験飼料は、ブリ用試験飼料から大豆油を除いたもので、各飼料中のタウリン含量は0.47%になるよう調整した。

なお、各試験飼料には、魚が消化吸収できない内部指標物質として50%酸化クロムを1%添加した。

表1 ブリ用試験飼料組成

	対照区	50%代替区	67%代替区
アンチョビミール	60	30	20
濃縮大豆タンパク質	0	5	5
大豆油粕	0	15	18
コーングルテンミール	0	16	23
ペプチドミール	0	3	3
小麦粉	12	0.79	0.81
タピオカ澱粉	10	10	10
魚油	10	11	10.9
大豆油	5	5	5
ビタミン混合	2	2	2
無機質混合	1	1	1
第一リン酸カルシウム	0	1	1
タウリン(合成)	0	0.21	0.29
合計	100	100	100

給 餌 給餌は、1日2回（午前、午後）とし、ほぼ飽食量を与えた。

採 糞 午後の給餌30分後より翌朝まで採糞を行った。その操作を分析に必要な量の糞が採集できるまで継続した。採集した糞は、遠心分離機で海水を取り除いた後、凍結乾燥を行い、分析に供した。

結 果

ブリ当歳魚、マダイ1歳魚およびマハタ1歳魚における試験飼料の消化吸収率などの結果を表2に示す。

ブリにおける粗タンパク質の消化率は、対照区が90.8%に対し、50%代替区が90.5%、67%代替区が87.4%で、67%代替区がやや低かった。リンの吸収率は、対照区が22.7%に対し、50%代替区が25.4%、67%代替区が20.6%で、50%代替区がやや高かった。有効リン含量は、対照区が0.44%に対し、50%代替区が0.38%、67%代替区が0.27%で、どちらも低かった。

マダイにおける粗タンパク質の消化率は、対照区が91.8%に対し、50%代替区が91.1%、67%代替区が90.3%で、67%代替区が若干低かった。リンの吸収率は、対照区が26.9%に対し、50%代替区が35.3%、67%代替区が57.2%で、どちらも高かった。有効リン含量は、対照区が0.52%に対し、50%代替区が0.54%、67%代替区が0.75%で、67%代替区が少し高かった。

マハタにおける粗タンパク質の消化率は、対照区が93.7%に対し、50%代替区が93.3%、67%代替

区が92.3%で、67%代替区が若干低かった。粗脂肪の消化率は、対照区が89.6%に対し、50%代替区が84.1%、67%代替区が81.1%で、魚粉の代替割合が高いほど低くなった。炭水化物の消化率は、対照区が69.5%に対し、50%代替区が61.0%、67%代替区が68.9%で、50%代替区がやや低かった。リンの吸収率は、対照区が46.7%に対し、50%代替区が45.2%、67%代替区が46.5%で、50%代替区が若干低かった。有効リン含量は、対照区が0.91%に対し、50%代替区が0.69%、67%代替区が0.61%で、どちらも低かった。

表2 プリ当歳魚、マダイ1歳魚およびマハタ1歳魚における試験飼料の消化吸収率などの結果

	対照区	50%代替区	67%代替区
プリ			
粗タンパク質の消化率(%)	90.8	90.5	87.4
飼料中のリン含量(%)	1.92	1.50	1.31
リンの吸収率(%)	22.7	25.4	20.6
有効リン含量(%)	0.44	0.38	0.27
マダイ			
粗タンパク質の消化率(%)	91.8	91.1	90.3
飼料中のリン含量(%)	1.95	1.53	1.31
リンの吸収率(%)	26.9	35.3	57.2
有効リン含量(%)	0.52	0.54	0.75
マハタ			
粗タンパク質の消化率(%)	93.7	93.3	92.3
粗脂肪の消化率(%)	89.6	84.1	81.1
炭水化物の消化率(%)	69.5	61.0	68.9
飼料中のリン含量(%)	1.95	1.53	1.31
リンの吸収率(%)	46.7	45.2	46.5
有効リン含量(%)	0.91	0.69	0.61

2. マハタ1歳魚を用いたマハタ用配合飼料の開発および発酵魚粉の利用性試験

マハタ用配合飼料の開発を目的に、粗タンパク質45%・粗脂肪10%を基本飼料とした5種類の飼料により、適正タンパク質含量および魚粉代替原料としての発酵魚粉の利用性を検討した。

方 法

供試魚 マハタ1歳魚は、「I」と同じ群のものであり、平均体重252g前後のものを平成20年6月16日に3×3×3m小割生簀へ350尾収容し、6月17日から給餌し、10月6日まで(16週間)海面飼育した。
試験飼料 マハタ用試験飼料組成を表3に示す。魚粉主体に粗タンパク質45%・粗脂肪10%としたP45

+L10を基本飼料に、タンパク質節約効果を期待して粗タンパク質40%・粗脂肪15%としたP40+L15、粗タンパク質50%・粗脂肪10%としたP50+L10、粗タンパク質55%・粗脂肪10%としたP55+L10、魚粉含量と発酵魚粉(県内A社製)含量を33%ずつに調整し、基本飼料と比較するため粗タンパク質45%・粗脂肪10%としたP'45+L10を試験飼料とした。

給 餌 給餌は、1日1回とし、ほぼ飽食量を週5日与えた。

表3 マハタ用試験飼料組成

	P40+L15	P45+L10	P50+L10	P55+L10	P'45+L10
アンチヨビミール	51	56	61	66	33
濃縮大豆タンパク質	0	0	0	4	0
大豆油粕	3	5	8	0	5
コーングルテンミール	3	5	8	8	5
発酵魚粉	0	0	0	0	33
フェザーミール	0	0	0	4	0
小麦粉	2.5	1	1	0	1
脱脂米糠	16	14	3.6	0	4
タピオカ澱粉	10	10	10	10	10
魚油	5	5	4.4	4	5
大豆油	5	0	0	0	0
ビタミン混合	2	2	2	2	2
無機質混合	1	1	1	1	1
第一リン酸カルシウム	1	1	1	1	1
クエン酸	0.5	0	0	0	0
合計	100	100	100	100	100

結 果

マハタ1歳魚における海面飼育試験結果を表4に示す。

生残率は、9月にVNNによるへい死が若干みられたが、各区98%以上と良好であった。

成長は、粗タンパク質が多いP55+L10(日間成長率0.24%、増肉係数2.67)、P50+L10(日間成長率0.21%、増肉係数3.24)、P45+L10(日間成長率0.17%、増肉係数4.04)、P40+L15(日間成長率0.14%、増肉係数4.78)の順に優れていた。P'45+L10(日間成長率0.17%、増肉係数4.29)は、基本飼料のP45+L10より増肉係数がやや劣った。

表4 マハタ1歳魚における海面飼育試験結果

	P40+L15	P45+L10	P50+L10	P55+L10	P'45+L10
生残率(%)	99.1	98.8	98.5	99.1	98.8
開始体重(g)	258	251	255	246	250
終了体重(g)	301	304	320	322	301
日間成長率(%)	0.14	0.17	0.21	0.24	0.17
増肉係数	4.78	4.04	3.24	2.67	4.29

マハタ 1 歳魚における魚体への窒素とリンの蓄積率などの海面飼育試験結果を表 5 に示す。

魚体への窒素の蓄積率は、P55 + L10 (17.1%), P50 + L10 (15.4%), P45 + L10 (14.5%), P40 + L15 (13.9%), P' 45 + L10 (13.5%) の順に高かった。

魚体へのリンの蓄積率は、P55 + L10 (32.0%), P50 + L10 (30.1%), P45 + L10 (20.6%), P' 45 + L10 (17.8%), P40 + L15 (15.0%) の順に高かった。

環境への窒素の負荷量は、P55 + L10 (198.2kg/t・生産), P50 + L10 (216.6kg/t・生産), P45 + L10 区 (254.8kg/t・生産), P40 + L15 (273.2kg/t・生産), P' 45 + L10 区 (278.4kg/t・生産) の順に低く、粗タンパク質が多いほど低い傾向であった。

環境へのリンの負荷量は、P55 + L10 (33.8kg/t・生産), P50 + L10 (39.1kg/t・生産), P45 + L10 区 (56.3kg/t・生産), P40 + L15 (67.9kg/t・生産), P' 45 + L10 区 (69.6kg/t・生産) の順に低く、粗タンパク質が多いほど低い傾向であった。

表 5 マハタ 1 歳魚における魚体への窒素とリンの蓄積率などの海面飼育試験結果

	P40+L15	P45+L10	P50+L10	P55+L10	P'45+L10
窒素					
魚体への蓄積率(%)	13.9	14.5	15.4	17.1	13.5
環境への負荷量(kg/t・生産)	273.2	254.8	216.6	198.2	278.4
リン					
魚体への蓄積率(%)	15.0	20.6	30.1	32.0	17.8
環境への負荷量(kg/t・生産)	67.9	56.3	39.1	33.8	69.6

ま と め

1) ブリ当歳魚、マダイ 1 歳魚およびマハタ 1 歳魚を用い、魚粉をリン含量が少ない植物性原料などで 50%または約 67%代替した低魚粉飼料のタンパク質やリンなどの消化吸収率および有効リン含量を測定した。

マハタ用配合飼料の開発を目的に、粗タンパク質 45%・粗脂肪 10%を基本飼料とした 5 種類の飼料により、適正タンパク質含量および魚粉代替原料としての発酵魚粉の利用性を検討した。

2) ブリ当歳魚のリンの吸収率は、対照飼料より魚粉の 50%代替飼料がやや高かったが、魚粉の 67%代替飼料ではやや低かった。有効リン含量は、対

照飼料よりどちらの代替飼料も低かった。対照飼料でもブリのリン要求量 (0.67%) を満たしていないのは、30℃の高水温時に魚を扱った影響が考えられた。

マダイ 1 歳魚のリンの吸収率は、対照飼料よりどちらの代替飼料も高かった。有効リン含量は、67%代替飼料が高く、マダイのリン要求量 (0.68%) を満足していたが、その他の飼料は要求量よりやや低かった。

マハタ 1 歳魚のリンの吸収率は、対照飼料より 50%代替飼料が若干低かった。有効リン含量は、対照飼料が高かったが、いずれの飼料も 0.6%以上であった。

飼料の低魚粉化に伴い、リン含量が低くなったが、ブリとマハタでは、リンの吸収率に影響はなかったが、マダイでは高くなった。一方、低魚粉飼料におけるタンパク質などの消化率にはほとんど影響がなかった。

3) マハタ 1 歳魚の飼育試験は、魚粉主体に粗タンパク質 45%・粗脂肪 10%とした基本飼料より、粗タンパク質 55%・粗脂肪 10%、粗タンパク質 50%・粗脂肪 10%の飼料の順に成長が優れ、環境への窒素およびリンの負荷が少なかった。タンパク質節約効果を期待した粗タンパク質 40%・粗脂肪 15%の飼料は、基本飼料と比べて成長や環境負荷で劣る結果であった。魚粉含量と発酵魚粉含量を 33%ずつに調整し、基本飼料と比較するため粗タンパク質 45%・粗脂肪 10%の飼料は、基本飼料と比べて成長は同等であったが、環境負荷で劣る結果であった。これらのことから、マハタ用配合飼料の粗タンパク質は 50%以上が望ましく、発酵魚粉の使用は工夫が必要と考えられた。

(担当：宮原)

7. 魚類養殖多様化推進事業

高見 生雄

養殖魚種の多様化を推進するためには、魚類養殖で問題となる魚病の治療薬（水産用医薬品）の開発が求められる。本事業では水産用医薬品の承認に必要な基礎試験を実施するが、平成20年度には、トラフグのピブリオ病治療薬としての水産用 OTC 製剤の再審査申請のために必要な臨床試験を実施したので報告する。

塩酸オキシテトラサイクリン製剤のトラフグのピブリオ病に対する臨床試験

トラフグのピブリオ病に対する塩酸オキシテトラサイクリンの臨床上の有効性及び安全性を検討するため、本病の発生群に治験薬を投与し、死亡率の変化から有効性を、投薬魚の死亡及び臨床症状の有無から安全性を評価する。

方 法

供試薬剤

被験薬の名称：水産用 OTC 散「コーキン」

成分及び分量：被験薬 1g 中、塩酸オキシテトラサイクリンを 100 mg（力価）含有する。

保管条件：室温

供給者：コーキン化学株式会社

供試魚

魚種および年齢：トラフグ 0 歳魚

魚 体 重：1 尾あたり約 8.3g

生産場所：平成 20 年に長崎県のトラフグ種苗生産業者（大島水産種苗）で種苗生産され、長崎県総合水産総合水産試験場にて陸上養殖された。

搬入年月日：平成 21 年 1 月 29 日

健康状態：搬入時の健康状態は良好であった。

薬剤の使用履歴：抗菌剤等の薬剤の使用経歴はなかった。

試験期間

平成 21 年 1 月 29 日から 2 月 20 日までの 23 日間

試験区

水産用 OTC 散「コーキン」を魚体重 1 kg 当たり塩酸オキシテトラサイクリンとして 1 日量 50mg を餌料添加する被験薬 50 mg/kg 投与群（投薬区）を設定するとともに、別に薬剤を投与しない無投薬対照群（対照区）を設定した。なお、各試験区の供試尾数は 310 尾とした。試験開始時の平均魚体重は投薬区 8.5g、対照区 8.3g であった（表 1）。

給餌

予備飼育期間中と投薬期間中は中部飼料株式会社の「えづけーる 1 号」と日清丸紅飼料株式会社の「おとひめ EP2」を 9:1 の割合で混合した餌を 1 日数回、毎日給与した。観察期間中は、おとひめ EP2 号を 1 日 1 回～2 回給餌とした。

給餌量は、予備飼育期間と観察期間は飽食給餌とした。投薬期間中は魚体重の 3%とした。

飼育水

砂濾過海水を投げ込み式のヒーターで加温した。また、試験期間中は毎日 1 回午前 9 時から 10 時の間に水温を測定した。

飼育施設

感染誘導前までの予備飼育期間中の水槽には 1 t のサミットポリエチレンタンクを用い、約 800L の海水が溜まるように調整した。さらに、発泡スチロールで水槽全体を覆って保温処置を施し、定流量弁により毎分 2L を給水して全供試魚を飼育した。

感染誘導後の予備飼育期間中と投薬期間中、観察期間中の水槽には 2t のキャンパス水槽（直径 1.8m、高さ 0.8m）を用い、約 1.4t の海水が溜まるように調整したうえで、ネトロン製の飼育カゴ（直径 1.6m の半円×高さ 0.8m）2 個を入れ、それぞれを試験区と対照区として飼育した。また、この水槽にも保温処置を施し、定流量弁により毎分 12L を給水した。

感染誘導

愛媛県において平成20年度にピブリオ病のトラフグから分離された *Vibrio anguillarum*(UN08-2株)により感染・発病させたトラフグの腎臓を TCBS 寒天培地(ニッスイ)に塗抹して分離した1コロニーを、1.5% NaCl 添加 Brain Heart Infusion(BHI)液体培地(ニッスイ)3L(1.5L×2本)に植え継ぎ、25°Cで44時間振とう培養した。

この培養液を4°Cで1,740G(KUBOTA7780 II)×30分間の遠心分離により集菌し、湿重量を計量した後、50Lの海水に懸濁した。

集菌された菌は湿重量として14.891gあった。これを50Lの海水に懸濁した結果、菌液は1.12×10⁸CFU/mLの菌濃度であった。菌株は異なるが、この濃度は浸漬感染により10%程度が死亡する濃度であった¹⁾。

攻撃方法を確認するために予備試験として1.02×10⁸CFU/mlの濃度に菌量を調整した菌液200mlに本試験の供試魚と同一群のトラフグ3尾を静かに投入して30分間浸漬攻撃をしたが、1週間経過しても発症も死亡もしなかった。*V. anguillarum*の感染門戸は皮膚である²⁾³⁾⁴⁾ため、供試魚の体表を傷つけない浸漬作業では十分な死亡率が見込めないと判断し、供試魚を菌浴用ネット(ネトロン製円筒形ネット30cmφ×45cm)で網もみした。網もみはネットを空中に持ち上げ、6回ゆすって行った。その後、上記菌液に対して供試魚を水温19.8°Cの条件でエアレーションしながら浸漬した。なお、浸漬時間は30分間を目指したが、供試魚が浸漬攻撃の途中で酸素欠乏の状態になったので、15分間とした。

疾病の診断

死亡魚が8尾以上の場合は8尾について、8尾以下の場合は死亡魚全個体の腎臓から1.5% NaCl 添加 BHI 寒天培地を用いて菌分離を試み、分離された菌が *V. anguillarum* 家兔血清により凝集した場合をピブリオ病と診断した。診断を助けるために、死亡魚の外観及び剖検所見について観察した。外観としては、体色の黒化・スレ、腹部の発赤、尾鰭の欠損などを、剖検所見としては、内臓からの出血等に注目した。⁵⁾⁶⁾⁷⁾

薬剤添加飼料の調製

薬剤を添加したEPの調製は、給餌量が魚体重の5%の場合に投薬量が50mg/kgとなるように計算された薬剤量を飼料重量の15%の蒸留水に溶解し、EPと十分混合した後、1日分を計量してビニール袋に入れて-30°Cで凍結保存した。

また、対照区用の薬剤を添加しないEPの調整は、薬剤を入れず飼料重量の15%の蒸留水を添加した。

投薬

投薬は飼料に薬剤を添加して経口投与で行った。調製済みの薬剤添加飼料を毎日3回に分けて手撒きにより、供試魚の摂餌状況をみながら、個体によって摂餌に偏りがないように注意しながら行った。

投薬の開始は、感染誘導後に供試魚が初めて死亡した日とした。なお、死亡した供試魚の腎臓から1.5% NaCl 添加 BHI 培地で菌の分離を行い、分離から2日後に、*Vanbuillarum* 家兔血清で凝集を確認した。

観察・記録項目

投薬区および対照区における死亡尾数、体色等外観の変化、遊泳行動、異常行動、摂餌行動および摂餌量を毎日観察・記録した。死亡魚については剖検し、細菌学的検査を行った。細菌分離は腎臓から行い、分離培地には1.5% NaCl 添加 BHI 培地を使用した。また、解剖所見でピブリオ病以外の死因が疑われた個体については、尾鰭などの欠損部分周辺の顕微鏡観察を実施した。

有効性の評価

試験終了時における生残尾数と、投薬開始から試験終了までの累積死亡尾数を用いて χ^2 検定を行い、投薬区の累積死亡尾数が対照区より有意に減少した場合を有効と判定した。

結 果

水温

試験期間中の水温の推移を図1に示した。攻撃後の水温は養殖場でピブリオ病の発生がよく見られる水温⁵⁾⁶⁾である19.2~21.0°Cの間で推移した。

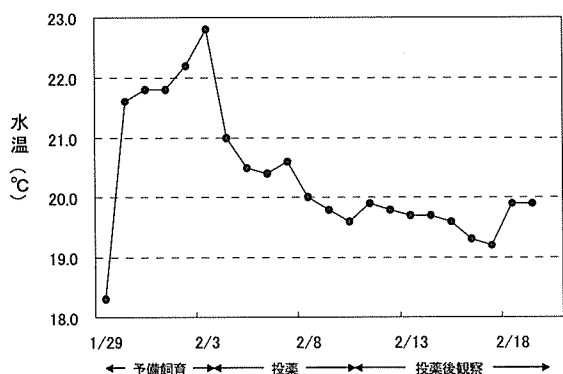


図 1. 試験期間中の水温

診断 (剖検および細菌学的検査)

試験期間中に死亡した個体の剖検結果および細菌学的検査結果を付表 3-1, 2 にまとめた。

試験期間中に死亡した個体の大きな特徴として、外観的には体色の黒化、鰭の欠損、体表の噛み痕が認められ、剖検すると腎臓と脾臓の肥大、肝臓を含む内臓からの出血などが認められた。

体表のスレについては個体が小さく明確な症状としては確認できなかったため附表の項目から除き、顕著に認められた体表の噛み痕について新たに附表に加えた。

鰭の欠損と噛み痕については、供試魚の歯を切除していなかったために顕著になったと考えられた。

腎臓と脾臓の肥大については、血液中の異物を捕捉する器官が主として腎臓と脾臓であること⁸⁾から、*Vanguillarum* が血液中に大量に増殖したために両器官が肥大したと考えられた。

攻撃後の予備飼育期間中の死亡魚については、投薬区 8 個体、対照区 8 個体の計 16 個体の全てから *Vanguillarum* が分離された。また、投薬期間中に検査した個体数は、投薬区が 46 個体、対照区が 42 個体であったが、全ての個体から *Vanguillarum* が分離された。

以上の結果から、予備飼育期間中と投薬期間中に死亡した個体は全てピブリオ病と診断した。

観察期間中に死亡した投薬区の 4 個体と対照区の 3 個体には、滑走細菌が観察された。そして、滑走細菌が観察された 7 個体のうち、投薬区の 1 個体と対照区の 2 個体については *Vanguillarum* が分離されなかったことから、この 3 個体については滑走細菌症と診断した。

死亡尾数

ピブリオ病と診断された死亡尾数の推移を図 2 に示した。投薬区、対照区とも感染後 2 日目からピブリオ病による死亡が始め、3 日目から 4 日目に日間死亡率が最大となり、10 日目には終息した。累積死亡率は、投薬区が 43.2% だったのに対し対照区は 63.2% であった。

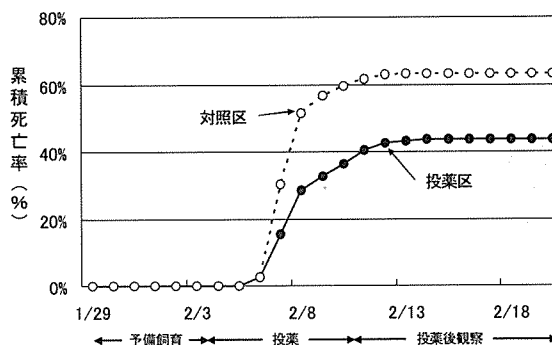


図 2. 試験期間中の各試験区の累積死亡率

この結果を基に χ^2 検定を行ったところ、投薬区と対照区の間には 1% の危険率で有意差が認められ、供試薬剤はピブリオ病の治療に有効と判定された (表 1)。

表 1 有効性の概要

試験区	尾数	魚体重	死亡数	死亡率	p値 (危険率1%)	有意差	有効性 判定
投薬区	310	8.5g	135尾	43.5%	5.5×10^{-7}	有り	有効
対照区	310	8.3g	196尾	63.2%	-	-	-

供試魚の観察

表 2 に遊泳、異常行動および体色変化を示した。

遊泳は試験区全体の印象として強い、普通、弱い の 3 段階で記録した。異常行動と体色変化については試験区全体に対して変化があった割合を 0%, 0~1% 未満, 1~5% 未満, 5~10% 未満, 10~20% 未満, 20% 以上の 6 段階に分けて記録した。

攻撃後 1 日目から投薬区、試験区ともに遊泳状況が強い状態から普通の状態へと悪化し、2 日目から弱い状態へとさらに悪化した。

表2 遊泳・異常行動及び体色変化

期間	月日	遊泳状況 ^{1*}		異常行動(沈鬱) ^{2*}		体色変化(黒化) ^{2*}	
		投薬区	対照区	投薬区	対照区	投薬区	対照区
予備飼育期間	1/29	1	2	0	0	0	0
	1/30	0	0	0	0	0	0
	1/31	0	0	0	0	0	0
	2/1	0	0	0	0	0	0
	2/2	0	0	0	0	0	0
	2/3	0	0	0	0	0	0
	2/4	0	0	0	0	0	0
	2/5	1	1	2	2	3	3
投薬期間	2/6	2	2	5	5	5	5
	2/7	2	2	3	5	4	5
	2/8	2	2	2	4	3	4
	2/9	2	2	2	3	2	3
	2/10	1	1	1	2	2	3
	2/11	1	1	1	2	2	2
	2/12	1	1	1	2	1	2
観察期間	2/13	1	1	1	2	1	2
	2/14	1	1	0	1	0	2
	2/15	1	1	0	1	0	2
	2/16	0	1	0	1	0	1
	2/17	0	0	0	0	0	1
	2/18	0	0	0	0	1	1
	2/19	0	0	1	1	1	1
	2/20	0	0	1	1	1	1

*1: 0=強, 1=普通, 2=弱

*2: 0=0%, 1=1%未満, 2=1~5%, 3=5~10%, 4=10~20%, 5=20%以上

両試験区とも、投薬4日目まで弱い状態が続き投薬5日目から普通の状態に改善され、試験区による遊泳状況の差はあまり認められなかった。投薬期間が終了して、観察期間の4日目には投薬区の泳ぎが強くなり、対照区に比べて病気からの回復が良いような印象があった。観察期間の5日目には両試験区とも泳ぎが強くなりビブリオ病が治癒したと推測された。

異常行動については、攻撃1日後から両試験区ともに全体の5%未満が、投薬を開始した攻撃2日後には全体の20%以上が網の底に沈鬱する状況となった。その後、投薬区では対照区に比べて網の底に沈鬱する割合が少なくなった。

体色の変化についても、攻撃1日後から両試験区ともに全体の10%未満が、投薬を開始した攻撃2日後には全体の20%以上の体色が黒化したが、投薬2日目以降は、投薬区に出現する体色異常の個体の割合が対照区のそれよりも明らかに少なくなり、投薬の効果であったと推察された。

以上のことから、攻撃1日後には、投薬区、対照区ともにビブリオ病が発病し、投薬区ではOTCの投薬1日後から快方に向かい、投薬7日目には、ほぼ治癒したと考えられた。

また、遊泳状況、異常行動、体色変化のどの項目に

ついても、対照区に比べて投薬区が悪かったものは無く、投薬による供試魚への悪い影響は無かったものと判断された。

摂餌

試験期間の摂餌量を表3に示した。

表3 摂餌状況と摂餌量

期間	月日	摂餌状況 ^{1*}		摂餌量(g)		推定摂餌率(%) ^{2*}	
		投薬区	対照区	投薬区	対照区	投薬区	対照区
予備飼育期間	1/29	0	0	50	50	0.97	0.97
	1/30	0	0	50	50	0.97	0.97
	1/31	0	0	50	50	0.97	0.97
	2/1	0	0	250	250	4.86	4.86
	2/2	0	0	250	250	4.86	4.86
	2/3	0	0	250	250	4.86	4.86
	2/4	-	-	0	0	0.00	0.00
	2/5	2	2	20	20	0.76	0.78
	2/6	2	2	62.4	38.3	2.43	1.53
投薬期間	2/7	2	2	56.2	57.9	2.52	3.23
	2/8	1	2	48.7	32.3	2.58	2.59
	2/9	1	2	81.5	47.6	4.59	4.28
	2/10	1	1	52.6	33.9	3.14	3.27
	2/11	1	1	53.8	30	3.44	3.04
	2/12	0	1	89.2	62	5.90	6.50
	観察期間	2/13	0	1	72	45	4.81
2/14		0	0	72	45	4.84	4.80
2/15		0	0	72	45	4.84	4.84
2/16		0	0	72	45	4.84	4.84
2/17		0	0	70	40	4.71	4.30
2/18		0	0	80	50	5.38	5.38
2/19		0	0	80	50	5.38	5.38
2/20		0	0	80	50	5.41	5.38

1*: 0=活発, 1=普通, 2=不活発

2*: 推定摂餌率=摂餌量/推定総魚体重×100

試験期間中は、ほぼ毎日給餌した。給餌率は魚体重の5%を目安とした。

予備飼育初日から6日目までの推定摂餌率は次とおり求めた。

すなわち、供試魚が搬入された直後に34個体の体重を測定して平均体重を求め、これに供試個体数620個体を乗じて推定総魚体重とし、摂餌量を推定総魚体重で除して推定摂餌率(摂餌量/魚体重×100)とした。

予備飼育を開始した当日から3日目までは、供試魚輸送の影響を考慮して給餌量を魚体重の1%以下とし、4日目から3%を目指したため、この期間の摂餌

率は 0.97%, 4.86% となった。

予備飼育 7 日目には、投薬区と対照区に分けて各々の試験区から 50 個体ずつの体重を測定して平均体重を求めた。これ以降の推定総魚体重は、この平均体重に各試験区の生残個体数を乗したものとした。

供試菌液による浸漬攻撃当日は、攻撃後に給餌を試みたが全く摂餌しなかった。攻撃 1 日後には、摂餌が非常に不活発となり、前日に全く摂餌してなかったにもかかわらず推定摂餌率は投薬区 0.76%, 対照区 0.78% であった。

投薬期間中の給餌は、朝、昼、夕の 3 回に分けて行った。投薬開始当日の午前中の摂餌状況は非常に悪かったが、投薬区については夕方になって少し良くなったようで 1 日の推定摂餌率として見たときに対照区は 1.53% であったのに対し、投薬区は 2.43% となった。それ以降の投薬期間中の摂餌状況については対照区に比べて投薬区が 2 日間早く回復し、推定摂餌率も投薬区が若干良い傾向がみられた。

投薬区の魚体 1 kg あたりの薬剤摂取の推定量を表 4 に示した。

表 4 投薬期間中の投薬区の薬剤摂取の推定量

月日	薬剤摂取の推定量 (mg/kg) ^{1*}
2/6	40.5
2/7	42.1
2/8	43.0
2/9	76.5
2/10	52.4
2/11	57.3
2/12	98.3
平均	58.6

1*: 推定摂餌率から求めた魚体重 1kg あたりの薬剤摂取量

投薬期間を通して魚体重 1 kg あたりの推定薬剤接種量は 40.5 ~ 98.3mg であり、平均すると 58.6mg と用法用量で定められた 50mg に近い値であった。

観察期間中は、摂餌状況、推定摂餌率ともに投薬区が若干良い傾向であった。

文 献

- 1) 沢田健蔵・池脇義弘, 1993, ビブリオ病ワクチンの海産魚への効能拡大, 平成 4 年度魚病対策技術開発研究成果報告書, 38-55.
- 2) Muroga, K. and M. C. De La Cruz, 1987, Fate and location of *Vibrio anguillarum* in tissues of artificially infected ayu (*Plecoglossus altivelis*). Fish Pathol., 22, 99-103.
- 3) Kanno, T., T. Nakai and K. Muroga, 1989, Mode of transmission of Vibriosis among ayu *Plecoglossus altivelis*. J. Aquat. Anim. Health, 1, 2-6.
- 4) Kanno, T., T. Nakai and K. Muroga, 1990, Scanning electron microscopy on the skin surface of ayu *Plecoglossus altivelis* infected with *Vibrio anguillarum*. Dis. Aquat. Org., 8, 73-75.
- 5) 社団法人日本水産資源保護協会, 1993, トラフグの魚病, 魚類防疫技術書シリーズ 11, pp.33-35.
- 6) 水野芳嗣, 2000, 養殖 37 (12), 養殖トラフグのビブリオ病 70-73.
- 7) 水野芳嗣, 2006, 養殖 43(8), 多発するトラフグのビブリオ病 34-37.
- 8) 矢野友紀: 1995, 生物生産と生体防御 (緒方靖哉他編), 魚類の生体防御 pp.172-254.

ま と め

- 1) 塩酸オキシテトラサイクリン製剤のトラフグのビブリオ病に対する臨床試験を実施した。
- 2) 投薬区は対照区より有意に死亡尾数が少なかったことから、本剤はビブリオ病に対して有効と判定された。
- 3) 本試験では 40.5mg/kg から 98.3mg/kg の範囲で投薬したことになったが、この範囲における投薬に起因する供試魚への影響は認められなかった。

(担当: 高見)

6. 養殖魚疾病総合対策事業

高見 生雄・宮原 治郎

この事業の目的は、県内の養殖業者に対して最も被害を及ぼしている魚病や他県で蔓延して大きな被害を与えているような魚病などの診断・治療・防疫技術の開発を行い、その技術を迅速に普及し、魚病に関する情報の交換をスムーズに行う体制を充実強化するものである。

I. 総合推進対策

養殖衛生に関する情報収集、関係機関との情報交換および防疫対策技術の普及等を目的とし、全国会議への出席(表1)、地域合同検討会への出席(表2)、および県内防疫対策会議の開催(表3)を実施した。

表1 全国会議

開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
20年10月30日	東京都	農林水産省 水産庁 (独)水産総合研究センター (社)日本水産資源保護協会 各都道府県魚病担当者	<ul style="list-style-type: none"> ・OIE総会の報告について ・コイヘルペスウイルス(KHV)病への対応について ・コイ春ウイルス血症(SVC)への対応について ・特定疾病等対策ガイドラインの改正について ・水産防疫対策について ・平成21年度予算要求について ・平成20年度養殖衛生対策関連事業について
20年12月1～2日	三重県	(独)水産総合研究センター 各都道府県魚病担当者 (社)日本水産資源保護協会	<ul style="list-style-type: none"> ・ハタ類の安定養殖生産に向けたVNN防除技術の研究 ・話題提供 ・総合討論 ・その他
20年12月12日	神奈川県	(独)水産総合研究センター 各都道府県魚病担当者 水産関係業者	<ul style="list-style-type: none"> ・(独)水産総合研究センター水産技術交流プラザ第5回技術交流セミナー ・魚病への挑戦—その被害軽減に向けて—
21年1月20～21日	東京都	(社)日本水産資源保護協会 農林水産省 各大学 各都道府県魚病担当者	<ul style="list-style-type: none"> ・平成20年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告会
21年3月13日	東京都	農林水産省 水産庁 (独)水産総合研究センター (社)日本水産資源保護協会 各都道府県魚病担当者	<ul style="list-style-type: none"> ・コイヘルペスウイルス(KHV)病への対応について ・コイ春ウイルス血症(SVC)への対応について ・特定疾病等対策ガイドラインについて ・水産防疫対策について ・平成21年度予算について ・平成20年度養殖衛生対策関連事業について ・話題提供

表2 地域合同検討会

開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
20年10月2～3日	和歌山県	瀬戸内海・四国各県水産試験場	<ul style="list-style-type: none"> ・各県魚病発生状況 ・症例検討、話題提供 ・その他
20年10月16～17日	宮崎県	九州・山口各県水産試験場	<ul style="list-style-type: none"> ・同上

表3 県内防疫対策会議

開催時期	開催場所	主な構成員	主な議題
20年12月10～11日	長崎市	水産試験場 水産業普及指導センター 県水産振興課 科学技術振興課 県漁業公社 長崎市水産センター 佐世保市水産センター	<ul style="list-style-type: none"> ・魚病関連会議等の情報について ・養殖技術科の取り組み事業について ・平成19年10月～平成20年9月の地域における魚病発生状況および魚類養殖指導上の問題点 ・話題提供、事例紹介 ・その他 ・総合討議
21年 3月10日	長崎市	水産試験場 水産業普及指導センター 県漁業協同組合連合会	<ul style="list-style-type: none"> ・長崎県魚類養殖防疫協議会規約の改正について ・水産用ワクチンの使用状況について ・水産用ワクチンの指導体制について ・長崎県水産用ワクチン使用指導書交付要領の一部改正について ・その他

II. 養殖衛生管理指導

1. 医薬品の適正使用指導

医薬品等の使用の適正化を図るため、随時指導を行った。

2. 適正な養殖管理・ワクチン使用の指導

適正な養殖管理、防疫対策と水産用ワクチンの適正使用を図るため、養殖衛生講習会（表4）を開催した。

また、診断技術向上のため、魚病診断技術講習会（表5）を開催した。

III. 養殖場の調査・監視

養殖業者に対し医薬品使用状況の調査を行うとともに、医薬品等の使用歴のある養殖魚のうち、出荷前のもので簡易検査法により医薬品残留検査を行った。ブリ20検体、マダイ10検体、トラフグ10検体を検査した結果、全ての検体から薬品は検出されなかった。

IV. 疾病対策

水産業普及指導センターと連携し、県内で発生した217件の魚病について表6のとおり診断および被害調査等を実施した。

表4 養殖衛生講習会

開催時期	開催場所	対象者（人数）	内容	担当機関
20年 5月1日	新上五島町	養殖業者、漁協職員、水産業普及員（計14名）	養殖ブリのベコ病に関する研究について	環境養殖技術開発センター、東京大学
20年 6月3日	長崎市	養殖業者、漁協職員、水産業普及員（計19名）	シュードカリグス症について	環境養殖技術開発センター
20年 6月6日	鹿町町	養殖業者、漁協職員、水産業普及員（計30名）	シュードカリグス症について	環境養殖技術開発センター
21年 2月5日	新上五島町	養殖業者、町・漁協職員、水産業普及員（計9名）	養殖新魚種の病気及び水産用医薬品の使用方法について	上五島水産業普及指導センター
21年 2月27日	小佐々町	長崎県漁業公社職員（計16名）	マハタのVNN感染耐過魚の免疫獲得に関する実験結果について	長崎県漁業公社

開催時期	開催場所	対象者（人数）	内容	担当機関
20年 5月19日	総合水試	長崎県漁業公社職員（計2名）	PCR技術研修	環境養殖技術開発センター
20年 5月21日				

表6-1 平成20年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	
ブリ	0	レンサ球菌症(α)					1	4	1		1				7	
		レンサ球菌症(α)+血管内吸虫症						1								1
		ノカルジア症							1							1
		類結節症+ペコ病				1										1
		吸虫性旋回病				1										1
		ベネデニア症										1				1
		血管内吸虫症											1			1
		ペコ病													1	1
		不明							1		1				1	3
		小計				2	1	7	1	1	2	1			2	17
	1	抗酸菌症							1							1
		レンサ球菌症(α)							1							1
		ノカルジア症							1	1						2
		細菌性溶血性黄疸										2				2
		脳粘液胞子虫症(クドア・ヤスナガイ)					1									1
		不明(環境要因?)				1										1
		不明								3						3
	小計				1	1	3	4	2						11	
	ブリ計					3	2	10	5	3	2	1			2	28
	マダイ	0	エドワジエラ症						1							1
エドワジエラ症+マダイイリドウイルス病								1							1	
滑走細菌症			1													1
ビブリオ病												1				1
小計		1						2			1				4	
1		エドワジエラ症								2						2
		エドワジエラ症+カリグス症								1	1					2
		カリグス症+ピバギナ症								1						1
		不明								1						1
		小計								5	1					6
2		ベネデニア症												1		1
		小計												1		1
3		エドワジエラ症							1							1
		クビナガ鉤頭虫症								1						1
		小計							1	1						2
4~5		クビナガ鉤頭虫症							1							1
		小計							1							1
不明		エドワジエラ症									1	1				2
		エドワジエラ症+血管内吸虫症									1					1
		不明							1							1
		不明(栄養性疾病?)									1					1
		小計							1		3	1				5
マダイ計			1					5	6	4	1	1	1		19	

表 6-2 平成 20 年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計			
トラフグ	0	滑走細菌症		1		1									2			
		ビブリオ病	1			1										2		
		ヘテロボツリウム症					1							1		2		
		ヘテロボツリウム症+脳粘液胞子虫症										1				1		
		ヘテロボツリウム症（粘液胞子虫性やせ病）												1		1		
		粘液胞子虫性やせ病							2							2		
		吸虫性旋回病						1								1		
		白点病						1								1		
		心臓クドア症							1							1		
		シュードカリグス症			1											1		
		シュードカリグス症+ヘテロボツリウム症												1		1		
		シュードカリグス症+トリコジナ症													1	1		
		トリコジナ症+心臓クドア症+ビブリオ病		1												1		
		トリコジナ症+スクーチカ症													1	1		
		ギロダクチルス症												1		1		
		不明	1		1	3			1	1			2		2		11	
		不明（環境要因の可能性大）		4				1									5	
		不明（トリコジナ+心臓クドア）										1					1	
		過密（噛み合い）					1	1		1							3	
		脱腸の食害						1				1					2	
		歯切りの影響						1									1	
		小計		2	6	2	6	7	4	2	2	2	3		6	2	42	
		トラフグ	1	滑走細菌症	1													1
				ヘテロボツリウム症		2								1				3
				シュードカリグス症		1												1
				脳粘液胞子虫症（クドア・ヤスナガイ）				2										2
				脳粘液胞子虫症+心臓クドア症							1							1
粘液胞子虫性やせ病								2	1							3		
スクーチカ症	1															1		
トリコジナ症	1															1		
トリコジナ症+ヘテロボツリウム症											1					1		
白点病								1								1		
心臓クドア症									2	1						3		
血管内吸虫症（プセツタリウム）+トリコジナ症										1						1		
緑肝					1											1		
不明				2		1			2	1	1	2		1		10		
不明（ヘテロボツリウム）								1								1		
不明（トリコジナ症？）							1									1		
不明（高水温？）									2							2		
小計		3	5	1	4	4	6	5	2	3		1		34				
トラフグ計			5	11	3	10	11	10	7	4	6		7	2	76			
ヒラメ	0	VHS	1												1			
		エドワジエラ症+ビルナウイルス病					1								1			
		レンサ球菌症（パラウベリス）			1				1						2			
		滑走細菌症〔レンサ球菌症（パラウベリス）〕									1				1			
		スクーチカ症				1									1			
		不明										1			1			
		小計	1		1	1	1		1	1	1	1				7		
	1	エドワジエラ症			1											1		
		レンサ球菌症（パラウベリス）				1										1		
		レンサ球菌症（β）					1									1		
		滑走細菌症〔レンサ球菌症（パラウベリス）〕									1					1		
不明													1		1			
小計			1	1	1				1				1	5				
2	不明（生理障害？）		2												2			
	小計		2												2			
ヒラメ計			1	2	2	2	2		1	2	1			1	14			

表6-3 平成20年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	
ヒラマサ	0	レンサ球菌症 (α)					1								1	
		不明										1				1
		小計					1					1				2
	1	類結節症				1										1
		レンサ球菌症 (α) + 脳粘液胞子虫症					1									1
		レンサ球菌症 (α) + ゼウクサブタ症							1							1
		脳粘液胞子虫症 + レンサ球菌症 (α)								1						1
		血管内吸虫症					1									1
		不明 (薬浴時の酸欠)				1										1
		小計				2	2	1	1							6
	2	レンサ球菌症 (α) + 脳粘液胞子虫症					1									1
		脳粘液胞子虫症 (クドア・ヤスナガイ)					1									1
		脳粘液胞子虫症 + レンサ球菌症 (α)								1						1
		小計					2		1							3
ヒラマサ計						2	5	1	2		1				11	
カンパチ	0	レンサ球菌症 (β)					1								1	
		類結節症					1	1							2	
		類結節症 + ベネデニア症							1							1
		ノカルジア症									1					1
		ノカルジア症 + 血管内吸虫症								1						1
		ノカルジア症 + ゼウクサブタ症									1					1
		血管内吸虫症												1		1
		血管内吸虫症 + ネオベネデニア症										1				1
		不明							1	1						2
		小計					2	3	2	2	1				1	11
	1	マダイリドウイルス病					1									1
		レンサ球菌症 (α)					1									1
		ノカルジア症									1					1
		ビタミンB ₁ 欠乏症 (ノカルジア症)									1					1
小計					2			2						4		
カンパチ計						4	3	2	4	1				1	15	
クロマグロ	0	マダイリドウイルス病					1		1	1					3	
		マダイリドウイルス病 + 骨折							1							1
		マダイリドウイルス病 (血管内吸虫症)								1						1
		ペコ病									1					1
		血管内吸虫症 + 骨折												2		2
		骨折					1	2	1			1				5
		骨折 (脳粘液胞子虫)										1				1
		種苗釣獲時の損傷					1									1
		輸送ストレス								1						1
		スレ								1				1		2
		不明	1									1				2
	不明 (環境要因の可能性大)													1	1	
	小計	1				3	5	3	3	2			4		21	
	1	脳粘液胞子虫症 (クドア・ヤスナガイ)								1						1
		骨折 + 脳粘液胞子虫症 (クドア・ヤスナガイ)								1						1
		骨折 (脳粘液胞子虫?)					1									1
		不明 (環境要因の可能性大)		1												1
		不明	1		1									1		3
	小計	1	1	1		1	2						1		7	
	2	不明 (環境要因の可能性大)			1											1
		小計			1											1
	3	不明 (環境要因の可能性大)			2											2
		不明			1											1
小計				3											3	
クロマグロ計			2	5	1		4	7	3	3	2		5		32	

表 6 - 4 平成 20 年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	
マハタ	0	ウイルス性神経壊死症 (VNN)						1							1	
		不明											1		1	
		小計						1					1		2	
	1	ネオベネデニア症											1			1
		小計											1		1	
	2	ウイルス性神経壊死症 (VNN)					1									1
		滑走細菌症+ウイルス性神経壊死症 (VNN)			1											1
		脳粘液胞子虫症 (クダア・ヤスナガイ)					1									1
		不明					1							1		2
		小計			1		3							1		5
不明	不明							1							1	
	小計							1							1	
マハタ計				1		3		1	1			1	2		9	
ホシガレイ	0	不明 (高水温の可能性大)					1								1	
		小計					1								1	
	1	高水温				1										1
		レンサ球菌症 (パラウベリス)							1							1
		小計				1			1							2
	3	滑走細菌症			1											1
		小計			1											1
	ホシガレイ計				1	1	1		1							4
マサバ	1	レンサ球菌症 (α) + トリコジナ症						1								1
		ネオベネデニア症 (マダイイリドウイルス病)								1						1
		不明						1								1
		小計						2		1						3
	不明	ネオベネデニア症									1					1
		小計									1					1
マサバ計								2		2					4	
タイリクスズキ	不明	脳粘液胞子虫症 (クダア・ヤスナガイ)					1								1	
		小計					1								1	
	スズキ計						1								1	
カサゴ	0	ビブリオ病							1						1	
		不明	1	1								1			3	
		小計	1	1						1		1			4	
	カサゴ計		1	1						1		1			4	
カワハギ	0	不明	2												2	
		小計	2												2	
	カワハギ計		2												2	
ウマツラハギ	3	不明	1												1	
		小計	1												1	
	ウマツラハギ計		1												1	
イシダイ	0	マダイイリドウイルス病						1		1					2	
		不明											1		1	
		小計						1		1			1		3	
	不明	不明												1	1	
		小計												1	1	
	イシダイ計								1		1			1	1	4
マアジ	1	不明				1									1	
		小計				1									1	
	マアジ計					1									1	
シロギス	1	ギロダクテルス症						1							1	
		小計						1							1	
	シロギス計							1							1	
シマアジ	0	吸虫性旋回病					1								1	
		小計					1								1	
	1	スクーチカ症							1						1	
		小計							1						1	
	シマアジ計						1		1						2	

表 6-5 平成 20 年度魚種別診断件数

魚種	魚齢	病名	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計	
クエ	0	ウイルス性神経壊死症 (VNN)								1					1	
		スクーチカ様原虫症+滑走細菌症											1			1
		ネオベネデニア症												1		1
		小計								1		1	1			3
クエ計									1		1	1			3	
アカハタ	2	滑走細菌症								1					1	
		小計								1					1	
	アカハタ計									1					1	
クルマエビ	0	真菌症						1							1	
		小計						1							1	
	クルマエビ計							1							1	
総計			13	19	8	19	34	42	30	25	15	4	17	7	233	

V. ウイルス性疾病の対策検討

ハタ類のウイルス性神経壊死症 (VNN) の防除対策

1. 種苗生産時の RGNNV の保有検査

本症の感染経路を遮断する目的で、平成 19 年度に引き続き、種苗生産時に RGNNV の保有検査を行った。

方 法

種苗生産に使用するマハタとクエの親魚由来の精子、卵母細胞、卵の RGNNV 保有検査を行った。

なお、検査は RT-PCR と Nested-PCR により RGNNV の遺伝子の有無を確認する方法で行った。

結 果

表 7 に RGNNV の保有検査の結果をまとめた。

卵母細胞が Nested-PCR で陽性となった親魚については採卵をせず、卵および精子が陽性となった場合には、種苗生産に使用しなかった。

表 7 検体別ウイルス検査結果

検体名	検体数	ウイルス検査陽性検体数	
		RT-PCR	Nested-PCR
マハタ精子	13	0	0
マハタ卵母細胞	27	0	0
マハタ卵	18	0	0
クエ精子	3	0	0
クエ卵母細胞	31	0	0
クエ卵	9	0	0
合計	101	0	0

2. VNN 発症生残マハタの免疫獲得状況の評価方法の検討

VNN を発症後、生残したマハタ魚群が群として VNN に対する免疫を獲得したかどうかを評価するための方法を検討した。

方 法

漁業公社で平成 19 年に種苗生産されて、沖出し後、VNN を発症した後に生残した魚群を生残 1 区とした。沖出しはしたが VNN の明らかな発症が無かった魚群を生残 2 区とした。沖出ししなかった魚群を対照区とした。

これらの試験区の魚群に対して、VNN を発症して死亡したマハタの脳の磨砕ろ液で攻撃する攻撃試験を実施した。また、各魚群 6 尾ずつから血清を採取して RGNNV に対する抗体価を測定した。

また、過去の委託試験の事例からウイルスフリー魚群と VNN 発症後生残魚群の漁場での生残状況を比較した。

結 果

感染生残魚群の海面での累積死亡率は、生残 1 区が 83.3% であり、生残 2 区は 0% であった。

VNN 発症マハタの脳の磨砕ろ液での攻撃試験では、攻撃後 3 日目から生残 1 区で死亡がはじまり、5 日目から対照区が、6 日目から生残 2 区の死亡がはじまった。

攻撃後、2 週間目では、対照区の死亡率が 72%、生残 1 区が 26%、生残 2 区が 51% であり感染後の累積死亡率が大きい試験区ほど、攻撃試験による死亡率は小さい傾向があり、感染生残魚群が群れとして、免疫を獲得したと考えられた。

各試験区の RGNNV に対する抗体価（吸光度）は対照区で 0.05 から 0.18、生残 2 区で 0.06 から 0.15 であり、生残 1 区では 0.67 から 0.94 と明らかに高い傾向がみられた。

攻撃試験と RGNNV に対する抗体価の測定結果から、抗体価が高い場合は VNN に対して強い免疫を獲得したと考えられた。また、抗体価が高くならなくても攻撃試験の結果では、生残魚は弱い免疫を獲得していると推定された。

抗体価による免疫獲得状況の評価方法については、強い免疫を獲得した場合は評価可能であるが、弱い免疫を獲得した場合は評価できないと考えられる。

また、過去の委託試験の事例からウイルスフリー魚群と VNN 発症後生残魚群の漁場での生残状況を比較した結果、生残魚群の生残状況がウイルスフリー魚群に比べて明らかに良いことがわかった。

ま と め

- 1) 種苗生産時に RGNNV の保有状況検査を 101 検体について実施した。
- 2) RGNNV に対する抗体価が高い場合は VNN に対して強い免疫を獲得したと考えられた。また、抗体価が高くならなくても、弱い免疫を獲得していると推定された。

(担当 高見)

VI. 寄生虫性疾病の対策検討

トラフグのシュードカリグス駆虫方法の検討

平成 20 年 5 月頃から県内各地の漁場でトラフグ種苗への *Pseudocaligus fugu* の寄生による被害が発生し、導入した種苗がほぼ全滅するような深刻な状態となった。このため急遽、

方 法

平成 20 年に県内種苗生産業者が種苗生産したトラフグ（5 cm）を 4 月 26 日に水産試験場に輸送して、1 t 水槽で飼育して供試魚とした。養殖漁場でトラフグに寄生していた *P.fugu* の成虫をペンチではずして、供試魚に再寄生させた。その後、0%、0.5%、1%、2%、4% のエタノール添加海水に浸漬して最大 10 分間、*P.fugu* の剥離状況と供試魚の動きについて

観察した。

結 果

エタノールの濃度が 4% の場合、供試魚は 3 分間で死亡した。エタノールの濃度が 2% の場合、供試魚は死亡せず 7 分間で *P.fugu* は 100% 剥離した。エタノールの濃度が 1% の場合、10 分間経過しても *P.fugu* の剥離率は 72% であった。

ま と め

- 1) *P.fugu* をエタノールで駆虫する方法について検討した結果、海水に 2% 添加し 7 分間浸漬する方法で駆除できることがわかった。

(担当 高見)

VII. マハタの VNN 対策

高見生雄・粉川愉記*・西澤豊彦*・吉水 守*

マハタのウイルス性神経壊死症（viral nervous necrosis, VNN）は、種苗期のみならず育成期にも発生し多大な被害をもたらす疾病であるが、育成期の有効な対策は確立されていない。一般にウイルス性疾病の対策としてはワクチンが有効とされているが我々が実施した実験では、魚類ノダウイルスを不活化したワクチンで処理したマハタは VNN 病魚の脳磨砕液で攻撃すると死亡する事例があり、研究の結果、長崎県におけるマハタの VNN は魚類ノダウイルスだけが原因ではないことがわかった。

この研究結果は、Aquaculture 284(2008) 41-45 A mixed infection in sevenband grouper *Epinephelus septemfasciatus* affected with nervous necrosis(VNN) として報告したので、要約を記載する。

VNN 罹病マハタに認められた混合感染例

魚類ノダウイルスによるウイルス性神経壊死症（viral nervous necrosis, VNN）は、世界の魚類養殖で甚大な被害をもたらす病気の一つである。本研究では、長崎県の VNN 罹病マハタにおける死亡が、ノ

*北海道大学

ダウウイルス以外のろ過性病原体も関与する混合感染症であったことが示唆されたので報告する。本実験では、VNN 罹病マハタの脳磨砕液（脳磨砕濾液）および VNN 罹病魚より分離した redspotted grouper nervous necrosis virus (RGNNV) を用いた。なお、両ウイルス液には同程度の RGNNV が含まれていた。マハタをホルマリン不活化（FK-）脳磨砕濾液あるいは FK-RGNNV で免疫し、3 週間後に脳磨砕濾液で攻撃したところ、各々の相対生残率（RPS）は 90% および 33% で、FK-RGNNV で免疫した魚の生残率は FK- 脳磨砕濾液免疫魚に比べ明らかに低かった。また、供試マハタにおける RGNNV の半数致死量（LD₅₀）は 10^{3.5} TCID₅₀ であったが、LD₅₀ を呈した脳磨砕濾液には 10^{1.5} TCID₅₀ の RGNNV しか含まれなかった。一方、RGNNV の感染価は Triton X-100 (TrX) 処理により低下しなかったが、TrX 処理および未処理脳磨砕液を接種したマハタの累積死亡率は各々 40% および 70% で、脳磨砕物の病毒性は TrX 処理により明らかに減少した。以上の結果から、長崎県の VNN 罹病マハタにおける死亡には、RGNNV のみならず TrX 感受性ウイルスもまた関与していた混合感染であることが示唆された。

（担当：高見）

VIII. マハタの疾病等に関する研究

高見生雄・山本純弘・金井欣也*¹

新養殖魚種として推進しているマハタ養殖では、飼育時にウイルス性神経壊死症（VNN）とハダムシ症（ネオベネデニア）が飼育上の問題となっている。これらの疾病についてはワクチンや駆虫方法の研究を別途すすめているが、マハタ養殖業者から陸上養殖施設に収容した時に眼球が突出する問題や出荷の際にマハタが腹部を上を、転覆する問題などについての原因究明と防除対策を講じる要望があっている。そこで、これらの問題について実態調査を実施したので報告する。なお、この研究は平成 20 年度マリンバイオクラスター形成事業で実施した。

方 法

海面養殖業者 5 経営体と陸上養殖業者 1 経営体から対面方式によりマハタ養殖で問題となっていることについて聞き取り調査を行った。

結 果

県内でマハタの養殖試験を実施している養殖業者から聞き取り調査を実施し、聞き取りの結果を表 1 にまとめた。

1. 海面養殖業者への聞き取り調査

海面養殖の全ての業者が VNN が問題であると

表 1 マハタ養殖業者への聞き取り調査結果

年月日	形態	開始年度	問題点
2008/5/16	海面	H16	1年目の夏に3~7割がVNNで、ハダムシと粘液胞子虫で1割程度へい死。
			マハタは冬から春先にかけてへい死発生。注意を要する。
			1月に水温18~19℃で400尾（9t水槽）を1時間40分かけて輸送。400尾中100尾転覆。300尾（9t水槽）と少なくすると転覆はあまりなかった。
2008/7/10	海面	H18	魚病はVNN（H19.9）のみ。（ハダ虫の寄生もなし） 奇形（約30%が奇形、尾部上屈が多い）
2008/7/10	海面	H17	1~2歳魚の夏、VNNで7割近くがへい死。ハダムシなどの影響はない。 VNNがなければ飼育しやすい魚。
2008/7/31	海面	H17	1年目の夏にVNNでへい死、2年目の夏は大きなへい死なし。（生残率57~71%） ハダムシは問題ではない。
2008/11/10	海面	H18	VNNとハダムシ（H19.9~10月に大量へい死、H19.11月末 生残率14%）
2009/3/14	陸上	H19	眼球突出は10%程度発生
			眼球突出の原因はハンドリング、砂洗い（網洗い）によるスレ、ガスを考えている

し、2業者がハダムシも問題であると回答した。VNNとハダムシ以外では、輸送時の転覆、奇形などが問題視されていた。

2. 陸上養殖業者への聞き取り調査

陸上養殖の業者は眼球突出が問題であると回答した。そのため飼育しているマハタから眼球突出の個体を採取して、眼球の病理組織学検査を予備的に実施したが、刺し傷などの外傷は認められなかった。

ま と め

- 1) マハタの養殖試験を実施している業者から聞き取り調査を実施した。
- 2) 出荷時の輸送で25%が転覆する事例があった。
- 3) 海面養殖をする上で問題となるのはVNN、ハダムシであり、陸上養殖では眼球突出であった。
- 4) 陸上養殖で問題となった眼球突出は、外傷性のものではなかった。

(担当 高見)

VIII. 細菌性疾病に対する免疫機構の基礎研究

高見生雄・金井欣也*¹

予防策がなく、被害的にも多い疾病については、ワクチン等の開発が必要と考えられる。ワクチン開発のためには病原菌の性状や対象魚の免疫機構等の基礎的研究が必要である。

本課題では、ワクチン等の技術開発に向けての基礎資料とするために、ブリのノカルジア症とヒラメのレンサ球菌症を対象疾病として以下の研究を行った。

1. ヒラメのレンサ球菌症に関する研究

現在、*Streptococcus parauberis* (S.p.) を原因とするレンサ球菌症が各地のヒラメ養殖場で増加傾向にある。そこで人為感染させたヒラメに種々のストレスを与え、本症の発生における環境ストレスの影響について検討した。その結果、過密飼育、給餌、水温上昇が死亡率を高めることが分かった。しかし、生残魚の保菌率には対照区とストレス区に差は見られなかった。

2. ブリのノカルジア症に関する研究

ノカルジア症に対するワクチン開発の基礎研究とし

て人為感染耐過魚の抗病性を検討した。*N. seriolae* を腹腔内接種し、40日後の生残魚を再度攻撃した結果、対照区に比べて死亡率が低くなる傾向があった。しかし、感染耐過魚から採取した血清で受動免疫を試みたところ、その効果は認められなかった。

3. ブリの類結節症に関する研究

原因菌 *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* の菌体外産物にはブリ稚魚に対する致死毒性があることが知られている。そこで毒性物質の本体を突き止めるためにその精製を試みた。結果については次年度の結果とまとめて報告する。

ま と め

- 5) *S. parauberis* (S.p.) を原因とするレンサ球菌症は、過密飼育、給餌、水温上昇により死亡率を高まることが分かった。
- 6) ブリのノカルジア症感染耐過魚から採取した血清で受動免疫を試みたが、効果は認められなかった。
- 7) ブリの類結節症の原因菌 *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* の菌体外産物の精製を試みた。

(担当 高見)

IX. ブリのべこ病の防除対策

宮原 治郎・横山 博*・綾戸 大地*

ブリのべこ病は、稚魚期のみ発生し、魚の成長に伴い自然に治癒すると思われていた。近年、4Kg以上の出荷魚で「筋肉中におが屑状の異物が混入している。」とのクレームが多くなっている。おが屑状の異物は多くの場合、べこ病の原因寄生虫である微孢子虫 *Microsporidium seriolae* のシストである。クレームが発生すると取引停止になるなど、養殖業者に大きな不利益が生じるため、*M. seriolae* の対策を考える基礎調査および対策試験を行った。

1. 採捕直後のブリにおける *Microsporidium seriolae* 感染調査

天然種苗の採捕漁場で採捕直後の種苗をサンプリングし、*M. seriolae* の感染調査を行った。

*¹長崎大学水産学部

*東京大学

方 法

県内 A 漁協の 6 養殖業者が採捕したブリ種苗を調査した。平成 20 年 5 月 18 日が 45 尾 (3 業者), 5 月 21 日が 21 尾 (2 業者), 6 月 6 日が 22 尾 (1 業者) について, PCR 法 (single および nested) で *M. seriolae* の検出を行ったが, 検体が大きいものについては筋肉の塗抹標本を Uvitex 2B 染色して胞子の確認も行った。

結 果

採捕直後のブリ種苗における *M. seriolae* 感染調査結果を表 1 に示した。single-PCR の 88 検体はすべて陰性, Uvitex 2B 染色の 25 検体はすべて胞子がみられなかったが, nested-PCR では 5 月 18 日が 45 検体中 1 検体, 5 月 21 日が 21 検体中 2 検体, 6 月 6 日が 22 検体中 3 検体で陽性となり, 合計の感染率は 6.8%であった。

表 1 採捕直後のブリ種苗における *Microsporidium seriolae* 感染調査結果

	胞子	single-PCR	nested-PCR
5月18日	0/15	0/45	1/45
5月21日	0/7	0/21	2/21
6月6日	0/3	0/22	3/22
合計	0/25	0/88	6/88

2. ブリにおけるべこ病シストの季節消長調査

平成 19 年産種苗 (継続) および平成 20 年産種苗のべこ病シストの季節消長調査を行った。

方 法

県内 A 漁協の 8 養殖業者および水産試験場で飼育しているブリを調査した。平成 19 年産種苗は種苗導入時点から (養殖業者は 5 月中旬～6 月上旬, 水試は 6 月中旬), 平成 20 年産種苗は 7 月中旬 (養殖業者) からサンプリングを開始した。A 漁協の平成 19 年産種苗調査尾数は, 平成 19 年 6 月が 160 尾 (8 業者), 7 月が 146 尾 (8 業者), 9 月が 87 尾 (8 業者), 12 月が 52 尾 (5 業者), 平成 20 年 5 月が 50 尾 (5 業者), 8 月が 10 尾 (1 業者), 11 月が 20 尾 (2 業者), 平成 21 年 3 月が 20 尾 (2 業者) で行った。水産試験場の平成 19 年産種苗調査尾数は, 平成 19 年 8 月上旬の 10 尾および 12 月の 21 尾以外は 20 尾で行った。A 漁協の平

成 20 年産種苗調査尾数は, 平成 20 年 7 月が 54 尾 (5 業者), 8 月が 62 尾 (6 業者), 9 月 (10 月上旬の 1 業者含む) が 48 尾 (5 業者), 平成 21 年 1 月が 32 尾 (4 業者), 2 月が 14 尾 (2 業者), 3 月が 16 尾 (2 業者) で行った。

筋肉中のシスト数の計数は, ブリが小型のときは 3 枚に卸した状態で, 大型になってからは 3 枚に卸した後, 筋肉を厚さ 1.0～1.5cm 程度に切り, ライトボックスに乗せ, 透過光でシストを計数した。評価はシスト検出率, 寄生強度 (シスト数/シスト検出尾数) で行った。

結 果

A 漁協の平成 19 年産種苗におけるシスト検出率を図 1 に寄生強度を図 2 に示した。シスト検出率は, 平成 19 年 6 月が 5.6%であったが, 7 月に 79.5%と急増し, 12 月の 86.5%をピークに減少傾向を示し, 平成 21 年 3 月には 45.0%になった。寄生強度は, 平成 19 年 6 月が 1.7 個/尾であったが, 7 月に 6.2 個/尾と急増し, 9 月の 7.9 個/尾をピークに減少傾向を示し, 平成 21 年 3 月には 2.6 個/尾になった。目視の観察では, シストは白色のクリーム状から褐色のおが屑状に変性していき, 再感染が疑われるシストは確認されなかった。

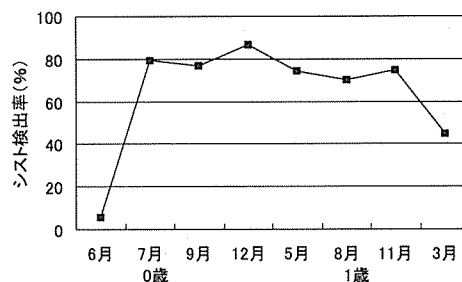


図 1 A 漁協の平成 19 年産種苗におけるシスト検出率

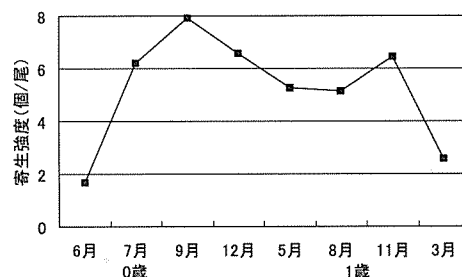


図 2 A 漁協の平成 19 年産種苗における寄生強度

水産試験場の平成19年産種苗におけるシスト検出率を図3に寄生強度を図4に示した。シスト検出率は、平成19年6月が0%であったが、7月に90%と急増し、その後は増減しながら減少傾向を示し、平成21年2月には40%になったが、3月は75%と高くなった。寄生強度は、平成19年6月が0であったが、8月の19.9個/尾をピークに減少傾向を示し、平成21年3月には4.6個/尾になった。平成20年度は、目視上、再感染が疑われるシストは確認されなかった。

A漁協の平成20年産種苗におけるシスト検出率を図5に寄生強度を図6に示した。シスト検出率は、平成20年7月が98.1%と高かったが、その後は低下し、75%前後で推移した。寄生強度は、平成20年7月が17.0個/尾と高かったが、その後は低下し、10個/尾前後で推移した。秋以降は、目視上、再感染が疑われるシストは確認されなかった。

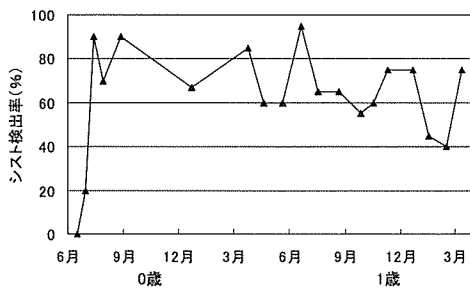


図3 水産試験場の平成19年産種苗におけるシスト検出率

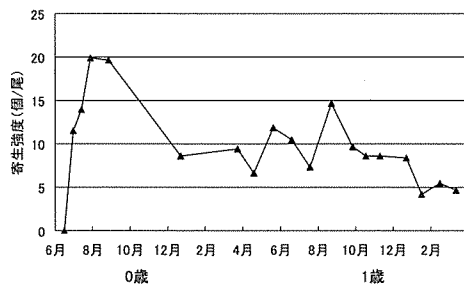


図4 水産試験場の平成19年産種苗における寄生強度

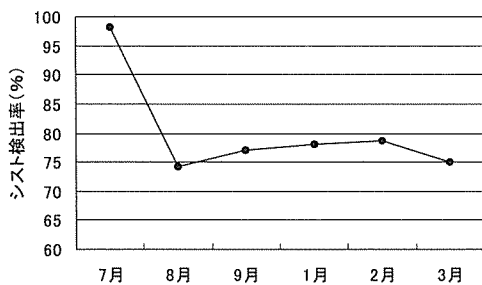


図5 A漁協の平成20年産種苗におけるシスト検出率

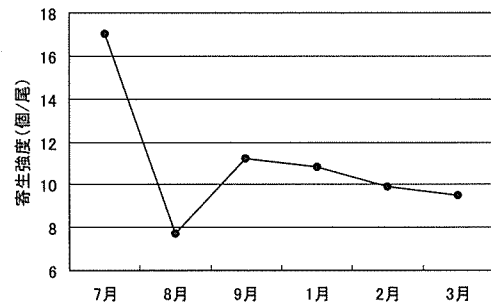


図6 A漁協の平成20年産種苗における寄生強度

3. プリ当歳魚の *Microsporidium seriolae* に対する免疫獲得試験

M. seriolae の再感染に対してプリが免疫を獲得するか、また、感染防御因子の一つと言われているラクトフェリンを含む餌料添加物を与えて *M. seriolae* の感染を抑制できるかを試験した。

方法

飼育試験は、平成20年6月26日～8月7日（6週間）で実施した。

プリ当歳魚は、平成20年に（独）水産総合研究センター五島栽培漁業センターが種苗生産したものを用いた。

試験区は、陽性対照区（1.8m海面生簀に120尾収容）、再感染区（80尾を1.8m海面生簀に1週間収容→陸上1t水槽に2週間収容→海面生簀に3週間収容）、再感染比較区（1.8m海面生簀に4週目以降の3週間、陰性対照区から40尾を収容）、陰性対照区（陸上2t水槽に試験開始時は178尾収容）、ラクトフェリン区（1.8m海面生簀に120尾収容）とした。

市販のEP飼料を週5日給餌し、ラクトフェリン区は、ラクトフェリンを含む市販の餌料添加物を用い、EP重量の7%量をEP重量の10%量の水に溶かして添加した。

サンプリングは、試験開始時、1週目の陽性対照区とラクトフェリン区、3週目の陽性対照区、再感染区、陰性対照区およびラクトフェリン区、試験終了時の全試験区について、20尾ずつ行い、「I」と同じ方法でシストを計数した。

結果

免疫獲得試験のシスト検出率を図7に寄生強度を図

8に示した。シスト検出率は、全試験区で1週目までは0%であったが、陽性対照区、ラクトフェリン区および再感染区では3週目以降、95～100%と高かった。3週目の陰性対照区は、30%であったが、終了時の陰性対照区（10%）と再感染比較区（5%）では低くなった。寄生強度は、3週目のラクトフェリン区（36.2個/尾）と陽性対照区（30.3個/尾）が高く、再感染区（14.5個/尾）、陰性対照区（2.5個/尾）が低かったが、終了時にはその差が小さくなった。再感染比較区のシスト検出率が、低かったことから3週目以降（水温27.0℃）に感染が起きていない可能性があり、免疫獲得効果は不明であった。

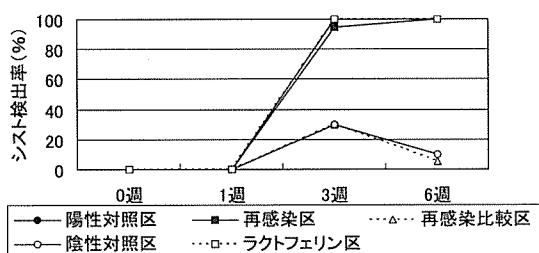


図7 免疫獲得試験のシスト検出率

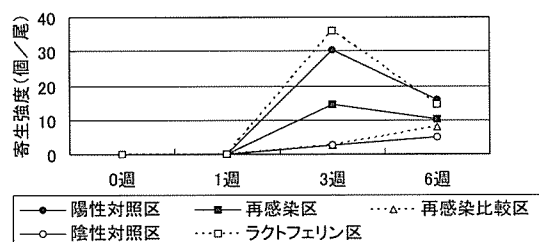


図8 免疫獲得試験の寄生強度

4. *Microsporidium seriolae* の中間宿主調査

総合水産試験場先における底生生物と付着生物のサンプリングを行い、*M. seriolae* の感染調査を行った。

方 法

平成20年5月29日～平成21年3月11日にサン

プリングし、PCR法（singleおよびnested）で*M. seriolae* の検出を行った。

結 果

総合水産試験場先における*M. seriolae* の中間宿主調査結果を表2に示した。single-PCRではすべて陰性で、nested-PCRでは7月14日の底生生物の多毛類51検体中3検体、ヒトデ類2検体中1検体、貝類3検体中1検体、12月17日の付着生物の多毛類43検体中12検体、ヒラムシ類14検体中1検体、カキ類16検体中1検体、シロボヤ7検体中1検体が陽性であった。

ま と め

- 1) 採捕直後のブリ当歳魚における*Microsporidium seriolae* の検査を行い、Uvitex 2B染色では孢子がみられず、single-PCRではすべて陰性だったが、nested-PCRで陽性がみられ、6.8%の感染率であった。
- 2) シスト形成は当歳魚の7～9月にピークとなり、その後、シストは減少傾向を示し、昨年、疑われた1歳魚の期間の再感染は、目視上、確認できなかった。
- 3) *Microsporidium seriolae* に対するブリの免疫獲得については不明であり、市販のラクトフェリンを含む餌料添加物による感染抑制効果はみられなかった。感染試験は、水温が27℃になるまでに行うのが望ましいと考えられた。
- 4) 総合水産試験場先における*Microsporidium seriolae* の中間宿主調査を行い、single-PCRではすべて陰性だったが、nested-PCRで陽性がみられ、検体数が多いものでは付着生物の多毛類からの検出率が比較的高く、中間宿主の可能性が示された。

(担当：宮原)

表2 総合水産試験場地先における *Microsporidium seriolae* の中間調査結果

		5月29日	6月13日	7月1日	7月14日	7月23日	7月28日	12月17日	3月11日
底生生物	多毛類	0/3		0/5	3/51	0/5			0/5
	貧毛類	0/2		0/4		0/3			0/2
	多毛類+貧毛類							0/72	0/2
	ヒラムシ類	0/1							
	クモヒトデ			0/1		0/1			
	ヒトデ類				1/2				
	テッポウエビ			0/1					
	貝類				1/3				0/1
付着生物	多毛類						0/1	12/43	
	貧毛類								
	ヒラムシ類							1/14	
	シラヒゲガンガゼ		0/2						
	ムラサキウニ		0/2						
	シラヒゲウニ		0/1						
	ムラサキイガイ		0/1			0/1		0/20	
	ヒバリガイ		0/1				0/1		
	マツバガイ		0/1						
	オオヘビガイ						0/1		
	マガキ		0/1			0/2			
	カキ類							1/16	
	アコヤガイ					0/2		0/9	
	シロボヤ						0/1	1/7	
	フジツボ類		0/2			0/1		0/20	
	カニ類						0/5	0/30	
ヒトデ類							0/7		
ヒモムシ類						0/1			

* single-PCRはすべて陰性。nested-PCRの結果を記載。