

1. 有害赤潮プランクトン等総合対策事業

山砥稔文・石田直也・平野慶二・一丸俊雄

I. 現場調査

1. 橘湾・有明海広域調査

有明海から橘湾への *Chattonella* 赤潮流入状況を捉えるための調査を実施した。

方法

調査は、図1に示した橘湾11定点、有明海12定点において、7月8日～9日、8月5日～6日の計2回実施した。長崎県総合水産試験場調査船ゆめとびで各定点を結ぶ航程で走航しながら海面下1.5m層からポンプで連続的に海水を揚水しクーラーボックスに掛け流すとともにクーラーボックス中に多項目水質計を設置して水温、塩分、クロロフィル蛍光値を1秒毎に取得した。併せて、GPSロガーにより位置情報を取得し、水質データと位置データを統合させた。また、全定点で水温、塩分、クロロフィル蛍光値の鉛直観測および表層の植物プランクトン細胞密度(有害種 *Chattonella* 属(*C. antiqua*と*C. marina*)および全珪藻類)の計数を行った。

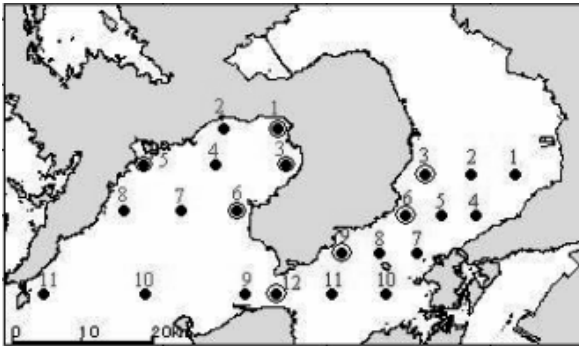


図1 橘湾・有明海広域調査定点および航程

結果

Chattonella 属は、7月8日～9日の調査では確認されなかった。8月5日の橘湾では1～2 cells/mL、8月6日の有明海では1～44 cells/mLの出現が確認されたが、有明海から橘湾への *Chattonella* 属の流れ込みはみられなかった。その要因として、図2に

示した走行調査の結果から、有明海から橘湾への流入の起因となる有明海での低塩分水塊の発達が見られなかったことが考えられる。

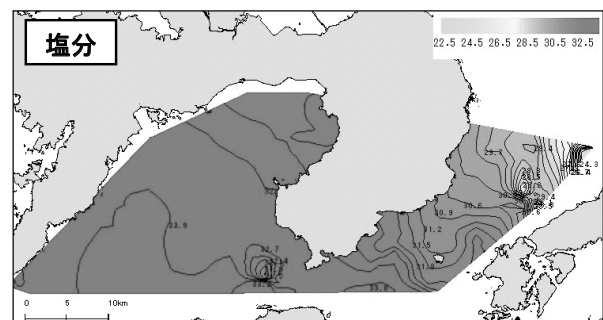
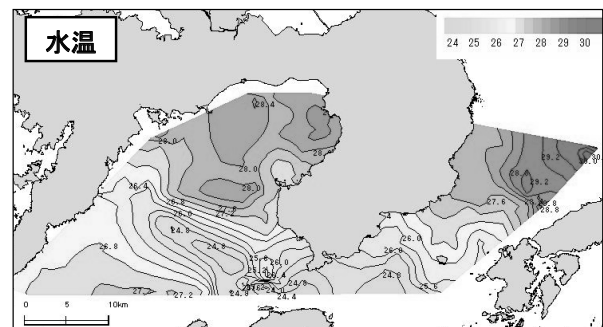


図2 8月5日から8月6日の有明海・橘湾走行調査結果

2. 諫早湾調査

Chattonella 属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3に示した諫早湾内7定点において、6月5日、14日、28日、7月12日、18日、26日、30日、8月8日、12日、22日の10回実施した。観測および採水は0.5m(表層)、5mもしくは2m(中層)、B-1m層(底層)で行った。調査項目は、水温、塩分、クロロフィル蛍光値の鉛直観測および植物プランクトン細胞密度(有害赤潮種 *Chattonella* 属および全珪藻類)とした。

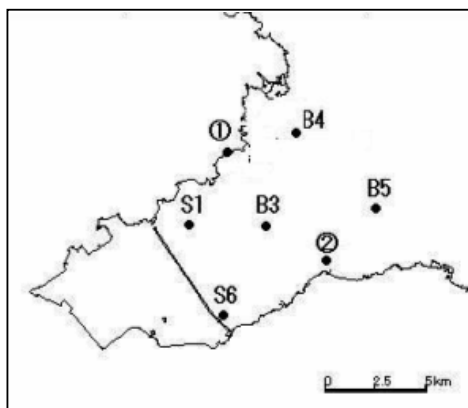


図3 諫早湾調査定点

結 果

水温、塩分について、7定点、表層の全調査平均値は、水温は24.2~30.9℃、塩分は24.9~30.6の範囲で推移した。

Chattonella 属は、7月18日に *C. antiqua* が表層で0~0.2cells/mL、*C. marina* が表層で0~0.1cells/mL、7月26日に *C. antiqua* と *C. marina* がそれぞれ表層で0~0.1cells/mL、8月8日に *C. antiqua* が表層で6~650cells/mL、中層で0~330cells/mL、底層で0~100cells/mL、*C. marina* が表層で0~900cells/mL、中層で0~110cells/mL、底層で0~170cells/mL、8月12日に *C. antiqua* が表層で0~90cells/mL、中層で0~110cells/mL、底層で0~140cells/mL、*C. marina* が表層で0~70cells/mL、中層で0~50cells/mL、底層で0~50cells/mL 確認された。

3. 佐世保湾(大村湾)調査

Chattonella 属(*C. antiqua*, *C. marina*)と *Karenia mikimotoi* 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に示した佐世保湾(大村湾)内の13定点(St. ①~⑩)において、6月3日、6月10日、6月17日、6月24日、7月2日、7月9日、7月17日、7月22日、7月29日、8月7日、8月19日、8月26日、8月30日、9月2日、9月9日の計15回実施した。観測および採水は0.5m、2.5m、5m層で行った。調査項目等は諫早湾調査と同様である。

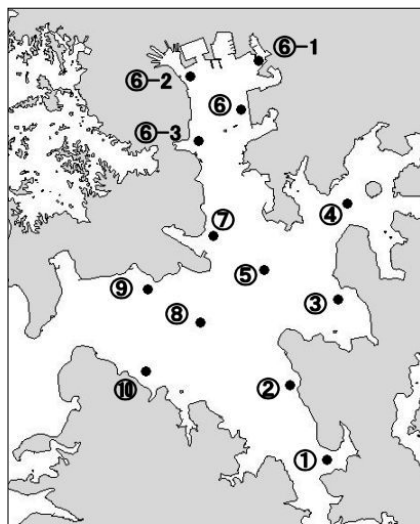


図4 佐世保湾(大村湾)調査定点

結 果

水温、塩分について、13定点の平均値は0.5m層が、水温は21.2~29.9℃、塩分は29.2~32.8、2.5m層が、水温は21.0~28.9℃、塩分は31.5~32.7、5m層が、水温は20.8~28.5℃、塩分は32.2~33.2の範囲で推移した。

有害種について、6月3日から6月24日にかけては、*K. mikimotoi* が0~1,870cells/mL、*Chattonella* 属は0~1cells/mL、7月2日から7月29日にかけては、*K. mikimotoi* が0~10,300cells/mL、*Chattonella* 属は0~2cells/mL、8月7日から9月9日にかけては、*K. mikimotoi* が0~1cells/mL、*Chattonella* 属は0~107cells/mL 確認された。また、*Chattonella* 属と *K. mikimotoi* の初発海域が佐世保港奥部(St. ⑥, ⑥-1, ⑥-2, ⑥-3)であることが分かった。

4. 南九十九島海域調査

K. mikimotoi 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5に示した南九十九島海域9定点において、6月6日、12日の2回実施した。観測および採水は0.5m層、5m層もしくはクロロフィル蛍光値の極大層（亜表層）、10m層で行った。調査項目等は諫早湾調査と同様である。

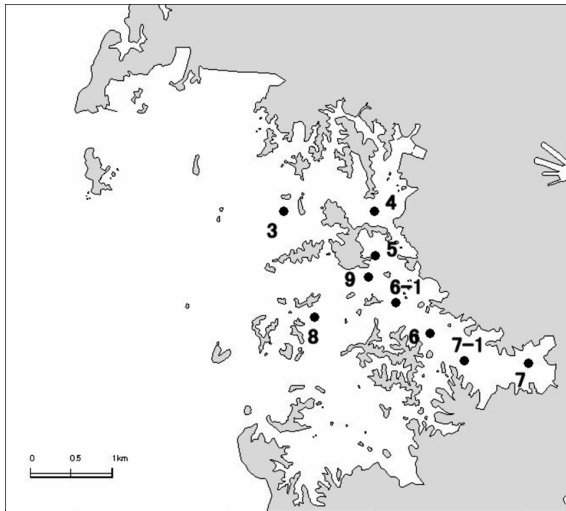


図5 南九十九島海域調査定点

結 果

6月6日の水温は、0.5m層22.8~24.2℃、亜表層(2.5~7m)21.5~23.0℃、10m層21.1~21.2℃、塩分は、0.5m層33.8~34.0、亜表層(2.5~7m)33.8~34.0、10m層34.0、6月12日の水温は、0.5m層22.0~24.3℃、亜表層(3~6m)21.9~23.2℃、10m層21.5~21.6℃、塩分は、0.5m層33.2~33.9、亜表層(3~6m)33.9、10m層34.0の範囲であった。

*K. mikimotoi*は、6月6日に0.5m層で0~24cells/mL、亜表層(2.5~7m)で0~1,360cells/mL、10m層で0~1,360cells/mL、10m層で12~550 cells/mL確認され、最高細胞数(1,360cells/mL)は定点6の7m層(クロロフィル蛍光値極大層)であった。

6月12日に0.5m層で0~8cells/mL、亜表層(3~6m)で0~5,200cells/mL、10m層で0~1,360cells/mL、10m層で6~660cells/mL確認され、最高細胞数(5,200cells/mL)は定点⑦-1の5m層(クロロフィル蛍光値極大層)であった。南九十九島海域では

*K. mikimotoi*赤潮は6月10~26日(17日間)に発生した。

5. 薄香・古江湾調査

*Gymnodinium catenatum*や *Alexandrium*属等の有毒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6に示した薄香・古江湾内3定点(潮ノ浦、広浦、古江)において11月20日、11月27日、12月4日、12月11日、12月18日、12月26日、1月7日、1月16日、1月23日、1月29日、1月31日、2月6日、2月12日、2月18日、2月25日、3月3日、3月7日、3月11日、3月18日、3月25日の計20回調査を実施した。観測および採水は0.5m、2.5m、5m、10m層で行った。調査項目等は水温の鉛直観測および有毒プランクトン細胞密度とした。

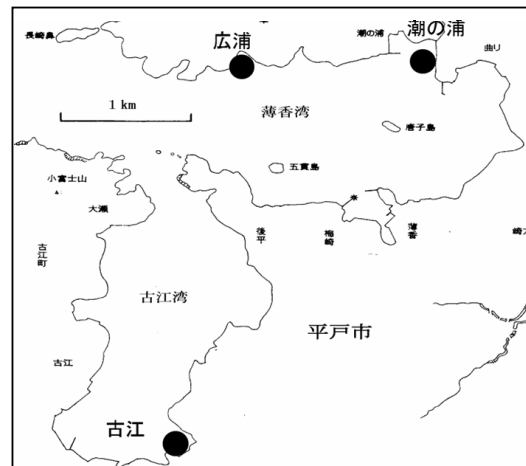


図6 薄香・古江湾調査定点

結 果

11月20日から12月18日の水温は、0.5m層16.0~19.2℃、2.5m層16.0~19.1℃、5m層16.0~19.3℃、10m層13.6~16.2℃、12月26日から1月31日の水温は、0.5m層13.0~16.0℃、2.5m層13.7~16.0℃、5m層13.6~16.0℃、10m層13.6~16.2℃、2月6日から2月25日の水温は、0.5m層13.0~16.0℃、2.5m層13.7~16.0℃、5m層13.6~16.0℃、10m層13.6~16.2℃、3月3日から3月25日の水温は、0.5m層10.1~15.3℃、2.5m層12.8~15.0℃、5m層13.7

～15.0℃、10m層13.9～14.4℃の範囲であった。

有毒種は *G. catenatum* が11月20日から12月18日までは全層で出現は確認されず、12月26日から1月31日までは0.5m層で0～20cells/L、2.5m層で0～16cells/L、5m層で0～182cells/L、10m層で0～178cells/L、2月6日から2月25日までは0.5m層で0～76cells/L、2.5m層で0～140cells/L、5m層で0～44cells/L、10m層で0～40cells/L、3月3日から3月25日までは0.5m層で0～290cells/L、2.5m層で0～160cells/L、5m層で0～12cells/L、10m層で0～128cells/L出現した。*Alexandrium* 属は11月20日から12月18日までは0.5m層で0～10cells/L、2.5m層で0～40cells/L、5m層で0～20cells/L、10m層で0cells/L、12月26日から1月31日までは0.5m層で0～555cells/L、2.5m層で0～40cells/L、5m層で0～215cells/L、10m層で0～16cells/L、2月6日から2月25日までは0.5m層で0～50cells/L、2.5m層で0～310cells/L、5m層で0～90cells/L、10m層で0～520cells/L、3月3日から3月25日までは0.5m層で0～55cells/L、2.5m層で0～35cells/L、5m層で0～80cells/L、10m層で0～10cells/L出現した。以上のことから、薄香・古江湾において、*G. catenatum* は13.0～16.0℃で出現し、*Alexandrium* 属は13.0～19.3℃で出現することが明らかになった。

6. 底質監視調査

伊万里湾と大村湾をモニタリング水域として、両湾の底質調査を実施した。詳細は、平成25年度有害赤潮プランクトン等総合対策事業報告書－Ⅱ、－資料集－、長崎水試登録第665号に記載し、併せて長崎県総合水産試験場ホームページ (<http://www.marinelabo.nagasaki.nagasaki.jp/news/akasio-index.html>) に掲載した。(担当：山砥)

Ⅱ. 赤潮情報収集伝達

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、赤潮情報交換を実施している。詳細は、平成25年度有害赤潮プランクトン等総合対策事業報告書－Ⅰ、－長崎県下における赤潮の発生状況－、長崎水試

登録第664号に記載し、前述の長崎県総合水産試験場ホームページに掲載した。(担当：石田)

Ⅲ. 貝毒発生監視調査

養殖ヒオウギガイの毒化対策の一助とするため、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)におい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た。詳細は、平成25年度有害赤潮プランクトン等総合対策事業報告書－Ⅲ、(貝毒発生監視調査)、長崎水試登録第666号に記載し、前述の長崎県総合水産試験場ホームページに掲載した。(担当：山砥)

Ⅳ. 九州北部海域における有害赤潮等発生監視と発生機構の解明

九州海域で、有害赤潮及び貧酸素水塊が発生し、魚介類がへい死する漁業被害が発生していることから、広域共同モニタリングを実施することにより、有害赤潮及び貧酸素水塊の監視体制の強化、発生機構の解明と発生予測技術の開発並びに被害防止技術の開発を行い、有害赤潮等による漁業被害の防止と健全な海洋生態系の保全に資することを目的として漁場環境・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)を水産庁より受託し、平成25年度から、伊万里湾における有害赤潮と発生機構の解明を行っている。詳細は平成25年度当該事業報告書に報告した。(担当：山砥)

Ⅴ. シャトネラ等による漁業被害防止、軽減技術開発

近年、シャトネラ等有害プランクトンによる大規模な赤潮が頻発し、漁業被害が発生しているため、赤潮生物の生理特性や毒性に関するこれまでの知見に基づいた防除手法を積極的に応用、活用することで、シャトネラ等有害プランクトンによる漁業被害を軽減する技術を確立することを目的として、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)を水産庁より受託し、平成22年度から赤潮発生時における緊急出荷、

救命技術の開発を行っている。詳細は平成 25 年度当該事業報告書に報告した。(担当：山砥)

VI. 有明海における貧酸素水塊による漁業被害防止対策

有明海における夏季の赤潮・貧酸素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、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）を水産庁より受託し、平成 20 年度から有明海における夏季の赤潮動態の把握を行っている。詳細は平成 25 年度当該事業報告書に報告した。(担当：山砥)

ま と め

- 1：有明海および橘湾において走行調査を行った結果、有明海で低塩分水塊が発達していない場合は、有明海で出現した *Chattonella* 属は橘湾へ移動しないことが明らかになった。
- 2：佐世保湾での *Chattonella* 属と *K. mikimotoi* の初発海域が佐世保港奥部であることが明らかになった。
- 3：南九十九島調査で *K. mikimotoi* 赤潮が発生する前に *K. mikimotoi* の高密度分布が亜表層（7m）にあった。
- 4：薄香・古江湾において、*G. catenatum* は 13.0～16.0℃、*Alexandrium* 属は 13.0～19.3℃で出現した。

(担当：山砥)

2. 内湾漁場の有効活用技術開発

平野慶二・山砥稔文・松田正彦・石田直也・一丸俊雄

貝類養殖が主要な漁業生産となっている諫早湾内のアサリやカキの養殖業においては、環境要因によってその生産が安定していない。そこで、諫早湾で漁場環境（特に餌となる植物プランクトンの量）の調査を行なった。

1. 諫早湾のプランクトン量等の調査

植物プランクトン量はクロロフィル蛍光値で表記した。測器は JFE アドバンテック(株)製 RINKO-Profiler を使用した。

方 法

調査海域は図1に示した。走行観測は図に表示したラインに沿って、水深1 m層からポンプで海水を揚水しクーラーにオーバーフロー状態で入れて行った。¹⁾

図中、○で示した定点では海水を採取し、海水の栄養塩を分析した。調査は、原則月1回小潮時に、1月以降は毎週行なった。

結 果

3月から始まるアサリ生産にとって重要で週1回の調査が行われた1月から3月の調査結果について以下に述べる。図2にクロロフィル蛍光値の平均の推移を示す。

D I N 図3にD I Nの分布を示した。1月8日は0.38~10.34(平均4.96) $\mu\text{g-atm/L}$ (以下単位は省略), 1月14日は0.44~11.48(3.55), 1月21日は0.2~10.7(1.87), 1月27日は0.11~0.52(0.27), 2月5日は0.11~0.78(0.32), 2月10日は0.06~1.78(0.52), 2月20日は0.09~3.75(0.99), 2月25日は0.06~2.68(0.48), 3月4日は0.01~13.58(2.61), 3月12日は0.02~1.31(0.38)であった。

クロロフィル蛍光値 図4にクロロフィル蛍光値の水平分布を示した。1月8日は3.3~6.9(平均5.0), 1月14日は1.0~4.8(3.0), 1月21日は1.5~3.5(2.2), 1月27日は2.4~6.5(4.0), 2月5日は1.5~4.2(2.7), 2月10日は2.0~5.5(3.7), 2月20日は5.8~13.1(8.3), 2月

25日は1.7~6.5(3.6), 3月4日は6.0~12.5(8.8), 3月12日は1.0~4.4(2.1)であった。

クロロフィル蛍光値の推移を見ると2月から高く推移している(図2)。その分布(図4)を見ると諫早湾湾口部で高くなっており、この時期は佐賀県地先でユークレシア赤潮が発生しており、この影響であると考えられた。

文 献

- 1) 狩野奈々・北原茂・平野慶二：長崎県総合水産試験場研究報告, 37, :7~10(2011)

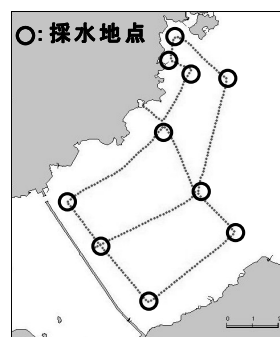


図1 諫早湾内の走行調査の観測ライン

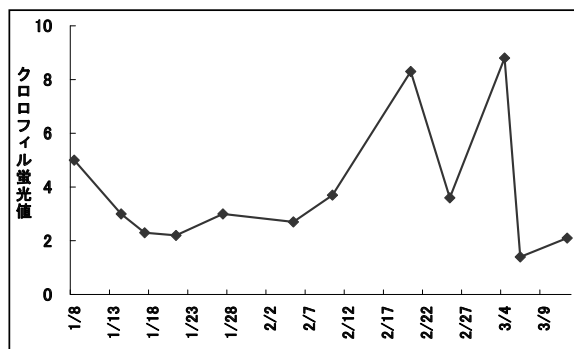


図2 クロロフィル蛍光値の平均の推移

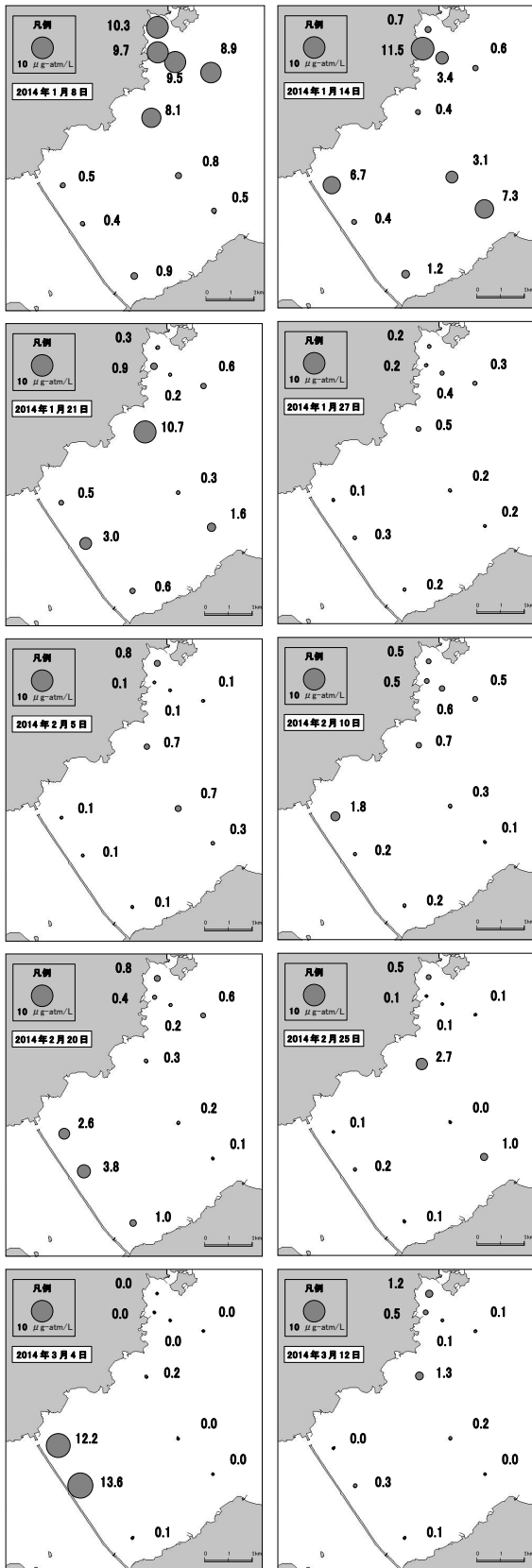


図3 DINの分布図 ($\mu\text{g-atm/L}$)

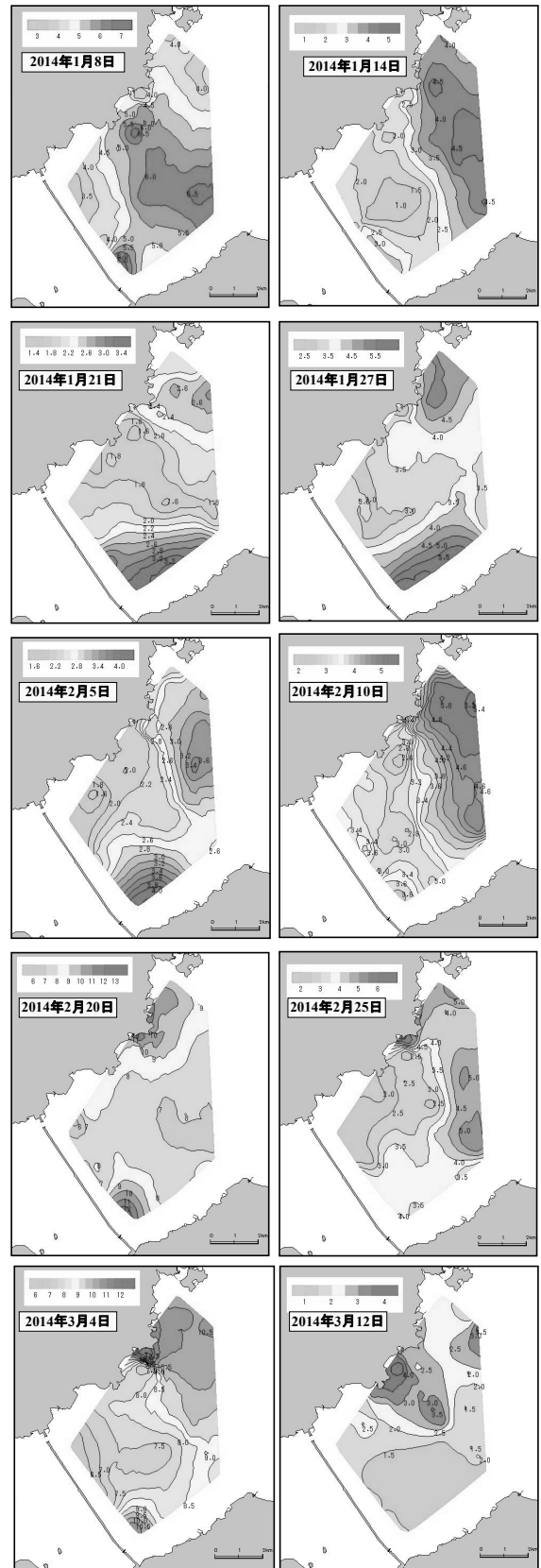


図4 クロロフィル蛍光値の水平分布図

3. 諫早湾貝類の漁場有効利用技術開発（アサリ）

松田正彦・平野慶二

I. アサリ生理状態調査

方法

調査は、諫早市小長井町の2つのアサリ漁場（A, B）で、平成25年4月8日～平成26年3月17日に行った（図1）。調査頻度は大潮毎の月2回（11月～1月のみ月1回）とした。



図1 調査位置図

A, B 漁場の地盤高 1m 程度に設けた定点周辺で採取した殻長 30～40mm の商品サイズのアサリ各 20 個体を試料とした。

試料は殻長、殻高、殻幅、重量を測定後、軟体部と殻に分け、軟体部表面の水分を十分取り除いて軟体部の湿重量（以下湿重）を求めた。また、軟体部および殻を 60℃、48 時間乾燥し、それぞれ乾燥重量（以下乾重）を求めた。

乾燥身入率は軟体部乾重を軟体部乾重と殻乾重の和で除し、百分率として求めた。

水分は軟体部の湿重と乾重の差を湿重で除し、百分率として求めた。

なお、乾燥身入率は成熟と栄養蓄積状態の、水分は栄養蓄積状態（低ければ良好）の指標と考えられる。

結果

A, B 漁場の定点周辺のアサリの乾燥身入率と水分の平均値の変化を図2に示す。

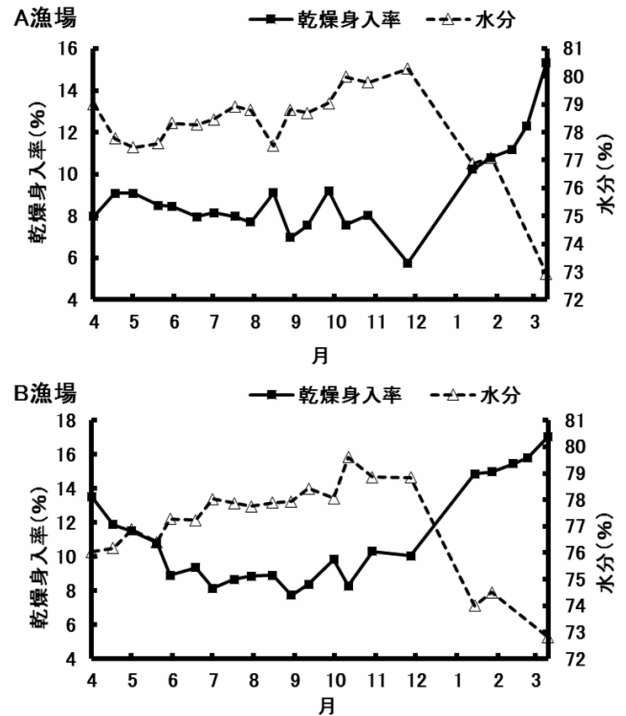


図2 各漁場の乾燥身入率と水分の推移

調査開始当初の平成25年4月8日の乾燥身入率はA 漁場が 8.0%，B 漁場が 13.5%であったが、同年9月5日にB 漁場で最小値の 7.7%，12月2日にA 漁場で最小値 5.8%となった。平成26年3月17日にはA 漁場が 15.3%，B 漁場が 17.0%となった。

水分については、調査開始当初A 漁場が 79.0%，B 漁場が 76.0%であったが、同年10月18日にB 漁場で最大値の 79.6%，12月2日にA 漁場で最大値 80.3%となった。平成25年3月17日にはA 漁場が 72.9%，B 漁場が 72.8%となった。

II. カゴによる生残状況調査

方法

前述の調査と同じ2つの漁場(A, B), 同じ定点(図1)に殻長30mm程度のアサリ成貝を1,000個体/m²となるようポリエチレン製のフタ付カゴ(約0.11m²)に110個体を収容し, 平成25年7月11日~同年11月5日(図1)。生残状況の確認は大潮毎の月2回とした。

結果

両漁場のカゴ内のアサリ生残率の推移を図3に示す。

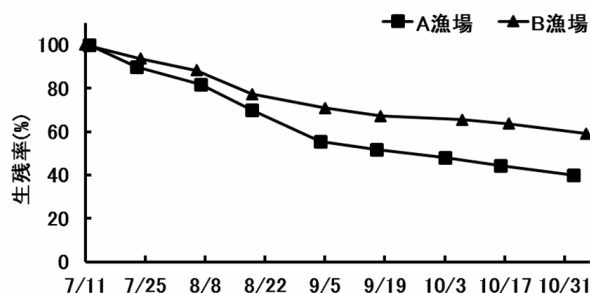


図3 アサリ生残率の推移

平成25年8月6日以降にへい死個体が増加し, 同年11月2,5日の調査終了時の生残率はA漁場が40.0%, B漁場が59.1%となった。8月以降のへい死個体数の増加については高水温などの影響が推察された。

III. 底質改善効果調査

方法

調査は, 諫早市小長井町のアサリ漁場(C)で, 平成24年10月~平成25年9月に行った(図1)。調査頻度は月1回(大潮時)とした。

試験区は, 平成24年11月C漁場岸側のアサリ漁場として未活用部分に堆積した砂を重機で掘り上げ, 活用している漁場部分に覆砂した区(試験区)と, 調査前の同年10月に従来の外部から持ち込んだ新たな砂を覆砂した区(対照区)を設けた。

底質試料は, 試験区, 対照区ともそれぞれ4点でコードラート(5cm×5cm)を用いて, 表面から深さ5cmまで採取した後, 分析に供するまで凍結保存した。

底質の分析項目は酸揮発性硫化物態硫黄含量(以下硫化物)と強熱減量で, 硫化物は検知管法, 強熱減量は550℃, 6時間マッフル炉強熱で測定した

結果

各区の硫化物, 強熱減量の平均値の推移を図4に示す。

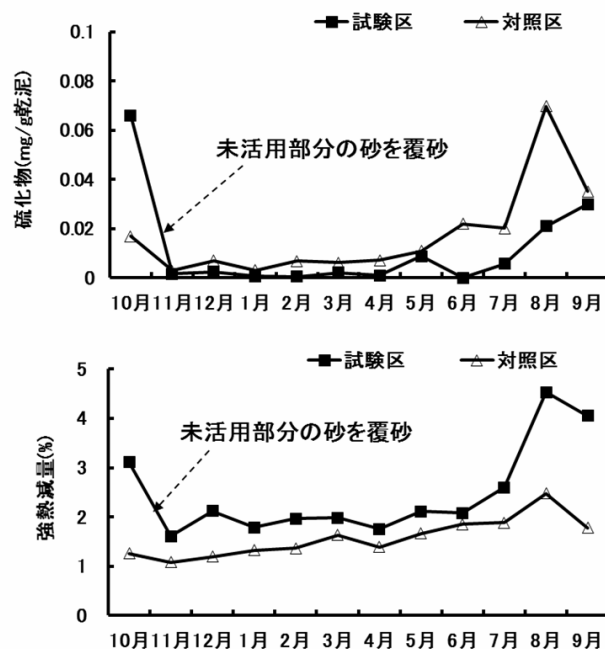


図4 硫化物, 強熱減量の推移

未活用部分の砂の覆砂を行う前の平成24年10月の調査で試験区の硫化物は0.066mg/g乾泥と対照区0.017mg/g乾泥と比べ高かったが, 覆砂後の同年11月の調査では試験区が0.002mg/g乾泥, 対照区0.003mg/g乾泥と差がなくなり, 平成25年5月まで顕著な差もなく推移した。平成25年6月には試験区0mg/g乾泥, 対照区0.022mg/g乾泥と差が付きはじめた。平成25年8~9月には両試験区ともホトトギスによるマットが形成され試験継続が難しくなったため, 同年9月に試験を終了した。H25年9月の終了時点の硫化物は試験区が0.030mg/g乾泥, 対照区0.035mg/g乾泥となった。

強熱減量も同様で平成24年10月調査で試験区3.1%, 対照区1.3%が試験区覆砂後の同年11月に試験

区 1.6%，対照区 1.1%となった後，平成 25 年 7 月まで安定していたが，ホトトギスマットの形成で H25 年 9 月に試験を終了した。平成 25 年 9 月の時点で試験区 4.1%，対照区 1.8%であった。

これらの結果から，漁場未活用部分に堆積した砂を活用した底質改善は新たな砂の覆砂と同等の効果があると考えられた。

ま と め

- 1) 諫早市小長井町の 2 漁場でアサリ(殻長 30～40mm)の乾燥身入率，水分および試験カゴによる生残状況調査を実施した。

A 漁場では平成 25 年 9 月，B 漁場では同年 12 月に乾燥身入率が最低値となった。

平成 24 年 7 月に開始した生残試験では同年 11 月上旬までに A 漁場で 6 割，B 漁場で 4 割程度へい死した。

- 2) 諫早市小長井町のアサリ漁場の未活用部分の砂の覆砂の底質改善効果について調査した結果，漁場未活用部分に堆積した砂を活用した底質改善は新たな砂の覆砂と同等の効果があると考えられた。

(担当：松田)

4. 有明海粘質状浮遊物原因究明・予測手法開発

山砥稔文・石田直也・平野慶二

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の調査を実施した。

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。

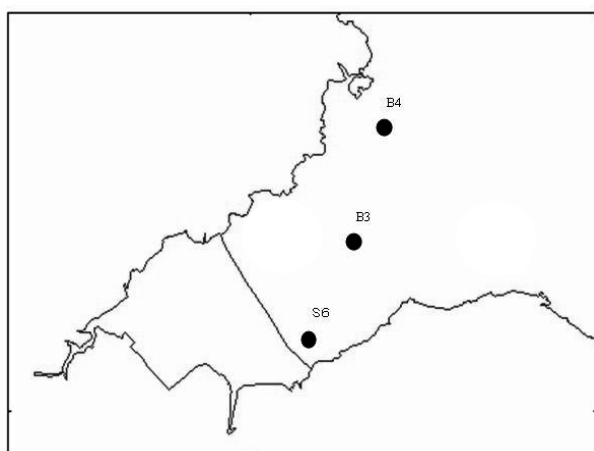


図1 春、秋季における浮遊物調査定点位置図

図1に示した諫早湾内3定点（S6, B3, B4：九州農政局北部九州土地改良調査管理事務所所有の櫓）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、3～5月（毎週1回）および10～11月（隔週1回）に定期観測を実施した。

定期観測時に1m層および底層（海底から1m層）から100mlを採水し、顕微鏡観察により植物プランクトン組成を

調べた。

結果

図2に諫早湾中央B3櫓における3～5月のクロロフィルaの推移を平成15～25年のデータとともに示した。本年は3月上旬から中旬に高い値を示し、この時の優占種は、珪藻類*Eucampia zodiacus*であった。

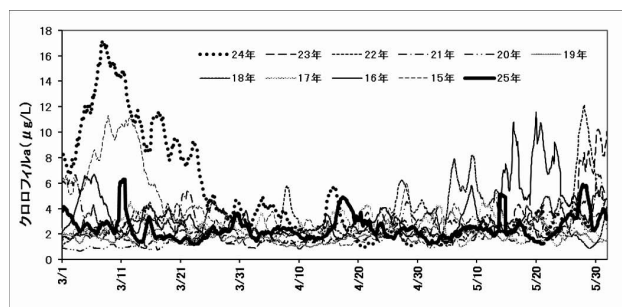


図2 諫早湾中央B3櫓1m層におけるクロロフィルaの推移

粘質状浮遊物発生状況は、春季は、3月上旬から中旬にかけて諫早湾において*Eucampia zodiacus*の増殖に伴い粒状の粘質状浮遊物の発生が確認されたが、漁具への付着は確認されなかった。

一方、秋季は、粘質状浮遊物は確認されなかった。

まとめ

- 1：春季は、3月上旬から中旬にかけて諫早湾において、*Eucampia zodiacus*の増殖に伴い粒状の粘質状浮遊物の発生が確認されたが、漁具への付着は確認されなかった。
- 2：秋季は、粘質状浮遊物は確認されなかった。

(担当:山砥)

5. 戦略的養殖業を推進するための技術開発

横山文彦・松倉一樹・杉原志貴・山本純弘

本事業では、収益性の高い養殖業を実現するために、市場価値が高い新たな魚種や、消費者に支持される品質の養殖魚を生産するための技術開発に取り組んでいる。

本年度は、新たな養殖対象種の候補としてクエ *Epinephelus bruneus*、カワハギ *Stephanolepis cirrhifer* の養殖試験を実施した。クエについては当才魚および2才魚をもちいて配合飼料開発のための栄養要求の検討を行い、カワハギについては、海面飼育魚に対するレンサ球菌症ワクチン効果試験及び低水温期における死亡軽減を実施した。また、養殖魚を従来よりも更に消費者から支持される品質へ調整する知見を得るために、ブリ *Seriola quinqueradiata* を対象として飼料の脂質源を変更した飼育試験を実施し、筋肉の脂肪酸組成へ及ぼす影響について検討した。

I. クエの養殖試験

(1) クエ 3 才魚を用いたクエ用配合飼料の開発

クエ用配合飼料の適正タンパク質含量および適性脂肪含量を明らかにすることを目的として H24 年度から継続してクエを用いた飼育試験をおこなった。あわせてクエン酸の添加効果についても検討した。

方法

供試魚等 水産試験場魚類科が生産し、養殖技術科が海面生簀で飼育していたクエ (H23 年 8 月時点 2 才魚, 平均体重約 560g) を使用し、H26 年 12 月までの 16 ヶ月間試験した。試験は、水産試験場地先の 1.5m 角の海上生簀で行い、1 試験区 1 生簀 100 尾を収容した。

試験飼料および試験区 試験飼料は EP とし、各試験区を表 1 の成分組成とした。

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
成分組成	粗タンパク55% 粗脂肪10% クエン酸3%	粗タンパク55% 粗脂肪10%	粗タンパク50% 粗脂肪10% クエン酸3%	粗タンパク50% 粗脂肪10%	粗タンパク48% 粗脂肪10% クエン酸3%	粗タンパク48% 粗脂肪8%

給餌 給餌は、原則 1 日 1 回とし、飽食量を週 5 日与えた。

魚体測定 1 ヶ月に 1 回、全長、体長、体重を測定した。

結果

飼育試験成績を表 2 に示した。粗タンパクが多いほど増重量が大きく、増肉係数及び日間給餌率が小さくなった。クエン酸の添加効果は見られなかった。

まとめ

表2. 飼育成績

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
成分組成	粗タンパク55% 粗脂肪10% クエン酸3%	粗タンパク55% 粗脂肪10%	粗タンパク50% 粗脂肪10% クエン酸3%	粗タンパク50% 粗脂肪10%	粗タンパク48% 粗脂肪8% クエン酸3%	粗タンパク48% 粗脂肪8%
12月平均体重	1,267	1,223	1,229	1,247	1,199	1,186
16ヶ月増重量	728	673	639	693	619	612
生残率	93	97	96	91	95	92
日間給餌率	0.40	0.40	0.43	0.40	0.47	0.45
日間増重率	0.16	0.15	0.14	0.14	0.14	0.13
増肉係数	2.58	2.56	3.10	2.76	3.42	3.44

1) 粗タンパクが多いほど、養殖特性が良好だった。

(2) クエ 1 才魚を用いたクエ用配合飼料の開発

前記のクエ用飼料開発では大型魚に対する試験だったため、同様の試験を小型魚に対しておこなった。

方法

供試魚等 水産試験場魚類科が生産し、養殖技術科が海面生簀を飼育していた 1 才魚 (平均体重約 121g) を使用し、試験期間 H24 年 8 月から 30 週間とした。試験は、水産試験場地先の 1.5m 角の海上生簀に 1 試験区 1 生簀 200 尾を収容した。

試験飼料および試験区 試験飼料は市販の EP とし、各試験区は表 3 の成分組成とした。

表3. 試験飼料の成分組成

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
成分組成	粗タンパク48% 粗脂肪8% クエン酸3%	粗タンパク48% 粗脂肪8%	粗タンパク52% 粗脂肪9% クエン酸3%	粗タンパク52% 粗脂肪9%	粗タンパク42% 粗脂肪13% クエン酸3%	粗タンパク42% 粗脂肪13%

結果

飼育試験成績を表 4 に示した。粗タンパクが多いほど増重量が大きく、増肉係数が小さくなった。1 区および 5 区ではクエン酸による増肉係数の改善が見られた。

表4. 飼育成績

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
粗タンパク48%		粗タンパク48%	粗タンパク52%	粗タンパク52%	粗タンパク42%	粗タンパク42%
粗脂肪8%		粗脂肪8%	粗脂肪9%	粗脂肪9%	粗脂肪13%	粗脂肪13%
クエン酸3%			クエン酸3%		クエン酸3%	
8月平均体重	114	110	125	137	119	121
7ヶ月増重量	150	140	167	167	112	106
生残率	100	99.5	99.5	100	98.0	98.5
日間給餌率	0.74	0.81	0.66	0.63	0.73	0.78
日間増重率	0.38	0.37	0.38	0.36	0.30	0.28
増肉係数	1.95	2.20	1.74	1.73	2.45	2.75

まとめ

- 1) 粗タンパクが高いほど飼育成績が良かった。
- 2) クエン酸による増肉係数の改善が見られた。

(3)クエの淡水浴試験

クエの養殖ではハダムシ症(*Benedenia epinepheli*)対策として淡水浴が行われているが、短時間で魚が横転することから低塩分耐性が低いことが疑われた。そこで、低塩分に対する耐性試験をおこなった。

方法

水産試験場魚類科が生産し、養殖技術科が海面生簀で飼育していた小型魚(1才魚(平均体重約140~177g))、大型魚(3才魚(平均体重約1,860g))、4歳魚(平均体重約1,160~1,300g))を使用し、水温30, 25, 20, 15℃で、淡水または海水を淡水で1/5, 1/4, 1/3に希釈した希釈海水に1時間淡水浴した際の魚の横転および死亡の状況を観察した。各試験区10尾を使用した。

結果

試験結果を表5に示した。淡水ではほとんどの魚が横転し、水温が高いほど死亡が多かった。1/5希釈海水では水温が高い試験区で横転が見られたものの、希釈海水試験区では死亡がほぼ無かった。

表5. 淡水浴試験結果

試験魚	水温(℃)	淡水(PSU 0.0)		1/5(PSU 6.6)		1/4(PSU 8.3)		1/3(PSU 11.0)	
		横転尾数	死亡尾数	横転尾数	死亡尾数	横転尾数	死亡尾数	横転尾数	死亡尾数
大型魚	30	10	6	0	0	0	0	0	0
	25	10	0	0	0	0	0	0	0
	20	10	0	1	0	0	0	0	0
小型魚	15	10	0	4	0	0	0	0	0
	30	10	10	0	0	0	0	1	0
	25	8	5	0	0	0	0	0	0
	20	10	1	0	0	0	0	0	0
	15	9	0	0	0	0	0	0	0

まとめ

- 1) 希釈海水により横転および死亡を防げた。

II. カワハギの養殖試験

(1)レンサ球菌症ワクチン効果試験

カワハギ養殖では高水温期におけるレンサ球菌症による死亡が大きな問題となっていることから、*Streptococcus iniae* および *Lactococcus garvieae*

によるレンサ球菌症に対するワクチンの有効性を検討した。

ワクチンを接種した0才魚および1才魚を水産試験場地先の海面生簀で飼育し、高水温期に自然感染させ、当該ワクチンの有効性の検討を試みた。しかし、今年度はワクチン未接種の試験区においてもレンサ球菌症の発症が見られなかった。ただし、試験魚への攻撃試験ではワクチンの有効性が確認できた。

まとめ

- 1) 海面生簀ではレンサ球菌症の発生がなくワクチンの有効性は確認できなかった。
- 2) 攻撃試験ではワクチンの有効性が確認できた。

(2)低水温期の死亡軽減試験

カワハギは低水温期に死亡が増加することから、飼育飼料を変更した場合の生残試験をおこなった。

方法

水産試験場魚類科が生産し、養殖技術科が海面生簀で飼育していた1才魚と長崎市高島水産センターが生産した0才魚を使用し、H25年12月から16週間とした。試験は水産試験場地先の1.5m角の海上生簀でおこない、1試験区1生簀で1才魚100尾、0才魚300尾を収容した。表6に使用した餌の成分組成を示す。

表6. 試験飼料の成分組成

	1区	2区	3区
	イカナゴ(生餌)	練り餌+魚油5%	EP
成分組成	粗タンパク15.1%	粗タンパク48.0%	粗タンパク55.0%
	粗脂肪5.4%	粗脂肪10.0%	粗脂肪6.0%
	水分77.2%		

結果

試験結果を表7に示した。2区で生残率が高く、1区では低かった。また、1区では測定時のハンドリングで約半数の魚が横転したことから、活力の低下が疑われた。

表7. 生残率

	1区	2区	3区
	イカナゴ(生餌)	練り餌+魚油5%	EP
0才魚	69.5%	84.5%	83.3%
1才魚	78.0%	84.0%	76.0%

まとめ

- 1) イカナゴ給餌区で生残率および活力の低下が発生した。

(担当：横山)

Ⅲ. ブリの脂質調整試験

方法

平成25年5月14日～平成25年7月17日にかけて、魚油を主な脂質源とする市販のブリ用EP（以下、ブリ用EPとする）と、市販のマダイ用EPに米油を添加して脂質源の一部に米油を用いた飼料（以下、マダイ用EP+米油とする）を用いて、ブリ2才魚を総合水産試験場前の海面生簀で飼育した。飼育終了後、各区から3尾ずつを採取、延髄刺殺、脱血した後、冷蔵保管した。冷蔵保管してから24時間が経過したブリの背肉150gを頭の方から採取し、水分、タンパク質、脂質、および脂肪酸組成の分析に供した。併せて、残りの背肉と腹肉を関係者で試食し、食味の評価を行った。

結果

飼育終了後に採取したブリの平均体重は、ブリ用EP区：3.0kg、マダイ用EP+米油区：2.8kgを示し、一般的に養殖ブリが出荷されるサイズに比べて低い傾向にあった。試験飼料および飼育終了後に採取したブリ背肉の脂肪酸組成と水分、タンパク質、脂質の分析値を表8に示す。

マダイ用EP+米油区における試験飼料の脂肪酸組成は、ブリ用EP区に比べてDHA（22:6n-3）とEPA（20:5n-3）が低く、オレイン酸（18:1）とリノール酸（18:2n-6）が高い傾向にあった。また、試験終了後に採取したブリ筋肉の脂肪酸組成についても、試験飼料と同様の傾向を示した。

ブリ背肉の脂質量は、マダイ用EP+米油区が6.8%、ブリ用EP区が5.6%を示し、両試験区間で明確な違いはみられず、一般的な養殖ブリと比較して低い傾向にあった。

表8 試験飼料およびブリ背肉の脂肪酸組成と水分、タンパク質、脂質の分析値

	試験飼料		ブリ背肉	
	ブリ用EP区	マダイ用EP+米油区	ブリ用EP区	マダイ用EP+米油区
脂肪酸(%)				
14:0	4.5	2.8	4.3	3.2
16:0	19.0	17.8	18.4	15.8
16:1	4.4	2.9	5.4	4.5
18:0	3.6	3.2	4.5	4.4
18:1	19.0	31.0	23.1	31.1
18:2n-6	5.5	20.2	6.4	14.4
20:1	5.9	1.1	4.9	2.9
20:4n-6	0.9	0.6	1.0	0.5
20:5n-3	7.7	5.1	5.1	3.2
22:1	6.4	0.6	3.9	1.6
22:5n-3	1.6	0.9	2.3	2.4
22:6n-3	10.3	7.6	10.7	7.1
未同定	3.0	0.7	2.7	2.0
その他の成分(%)				
水分	5.9	14.9	70.8	69.4
タンパク質	41.3	48.6	22.9	22.9
脂質	25.0	17.4	5.6	6.8

試食の結果、マダイ用EP+米油区の方がおいしいと感じた人の割合は57%を示し、両試験区間で食味の明確な違いは認められなかった。

今後は、出荷サイズに達したブリを対象として、今回と同様の試験を官能検査と併せて行い、飼料の脂質源の変更が脂肪酸組成と食味に及ぼす影響について、更に検討する必要がある。

まとめ

- 1) ブリ2才魚を対象として、飼料の脂質源を変更した飼育試験を実施し、筋肉の脂肪酸組成等へ及ぼす影響について検討した。
- 2) 飼育終了後におけるブリ筋肉の脂肪酸組成は、各区に用いた試験飼料と類似しており、飼料の脂質源を変更することで、ブリ筋肉の脂肪酸組成を調整できることが示唆された。

(担当：松倉)

6. 魚病対策技術開発事業

杉原志貴・横山文彦・松倉一樹・山本純弘

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まん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)、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	主な議題
25年10月25日	東京都	<ul style="list-style-type: none"> ・水産防疫対策 ・平成26年度予算要求 ・平成25年度水産防疫対策事業 ・最近の魚病関連情報 ・その他
25年12月5～6日	三重県	<ul style="list-style-type: none"> ・特別講演 ・話題提供
26年3月7日	東京都	<ul style="list-style-type: none"> ・水産防疫対策の概要 ・平成26年度予算の概要 ・平成25年度水産防疫対策事業の結果概要 ・最近の魚病関連情報 ・その他

表2 地域合同検討会

開催時期	開催場所	主な議題
25年11月7～8日	佐賀県	<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
26年2月18～19日	宮崎県	<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	主な議題
25年12月18～19日	長崎市	<ul style="list-style-type: none"> ・魚病関連会議等の情報について ・平成24年10月～平成25年9月の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 ・総合討議 ・マダイ、ブリのVHS目視検査について
26年3月11日	長崎市	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・その他

Ⅱ. 養殖衛生管理指導

1. 水産用医薬品の適正使用指導

水産用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、出荷前のものについて簡易検査法により医薬品残留検査を行った。ブリ6検体、マダイ6検体、トラフグ11検体、マハタ2検体、クロマグロ6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141件の魚病について付表4-1～3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
25年9月3日	総合水試	養殖業者、漁業者 (計17名)	水産用医薬品の適正使用について
26年1月27日	松浦市	養殖業者、漁協職員、市職員 (計12名)	養殖トラフグの魚病について
26年2月6日	総合水試	養殖業者、漁業者 (計28名)	水産用医薬品の適正使用について
26年3月17日	総合水試	養殖業者、種苗生産業者 (計19名)	クロマグロ住血吸虫症対策につながる原因寄生虫生活環の解明について

表5 魚病診断技術講習会

開催時期	開催場所	対象者(人数)	内容
25年12月19日	総合水試	普及員、市職員等 (計9名)	魚病検査実習

V. ウイルス性疾病の対策検討

クエ種苗生産時のRGNNVの保有検査

本症の感染経路を遮断する目的で、毎年実施している、種苗生産時のRGNNVの保有検査を行った。

方法

種苗生産に使用するクエの親魚由来の精液、卵巣卵及び受精卵魚のRGNNV保有検査を行った。

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

結果

表6にRGNNVの保有検査の結果をまとめた。

陽性となった卵巣卵は、種苗生産に使用しなかった。

表6 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
クエ精液	11	0	0
クエ卵巣卵	29	0	1
クエ受精卵	10	0	0
合計	50	0	1

(担当：杉原)

VI. 細菌性疾病の防除技術開発に関する基礎研究

杉原志貴・金井欣也*

予防策がなく、被害的にも多い疾病については、ワクチンや治療薬等の防除技術の開発が必要と考えられる。また、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、ノカルジア症を対象疾病として以下の研究を行った。

ノカルジア症に関する研究 ノカルジア症の免疫防御においては細胞性免疫および液性免疫が関わっていると考えられるが、ブリとともにノカルジア症の自然発生が知られているヒラメにおける免疫防御機構を解明するための予備的研究を行った。

まず、ヒラメに対する*Nocardia seriolae*株の病原性を調べた。*N. seriolae* NUF27 (ブリに対して強毒) およびNUF36 (ブリに対して弱毒) を使用し、魚体重100 gあたりNUF27は $1.7 \times 10^3 \sim 10^6$ CFU、NUF36は $2.0 \times 10^3 \sim 10^6$ CFUの菌量でヒラメ稚魚(体重約40 g)各10尾を筋肉接種攻撃し、4週間水温24~26°Cで無給餌流水飼育を行った。NUF27ではいずれの攻撃菌量でも攻撃11~13日目から死亡し始め、23日目までに全尾死亡した。死亡魚には接種部に膿瘍、鰓、腎臓および脾臓に結節が観察され、腎臓および脾臓から*N. seriolae* が再分離された。NUF36では 10^4 区で1尾、 10^5 区で2尾死亡した。 10^6 区では4尾に注射部位の膨隆と発赤が認められたが、死亡はなかった。

NUF36攻撃区の攻撃4週間後の生残魚をNUF27 (10^3 CFU/100g) で攻撃して免疫を獲得しているかどうか調べた。その結果、生残率は 10^6 攻撃区で1/6、 10^5 区で0/8、 10^4 区で1/9、 10^3 区で0/10、対照区で0/9であり、抗病性は認められなかった。

つぎにNUF27攻撃による感染耐過魚の作出を行った。魚体重100 gあたり 1.8×10^6 CFUの菌量でヒラメ稚魚(体重約80 g)100尾を筋肉接種攻撃し、水温20~26°Cで給餌流水飼育を行った。攻撃7日目から15日間水産用ダイメトンソーダを胃内強制投与した。その結果、攻撃9~16日目にかけて約60%の魚が死亡した。その後はしばらく死亡がなかったが、28日目から再び死亡し始め、40日目までの累積死亡率は約72%となった。

生残魚の中から症状が見られないヒラメを選抜し、抗病性を調べた。生残魚15尾をNUF27で筋肉接種攻撃(魚体重100 gあたり 4.7×10^3 CFU) し、水温20~24°Cで28日間給餌流水飼育を行った。対照区には無処理のヒラメを用いた。最終生残率は、対照区が26.7%であったのに対して耐過魚区は93.3%となり、耐過魚が抗病性を獲得していると考えられた ($p < 0.0005$)。

以上から、ヒラメもブリと同様に*N. seriolae* に対して感受性が高く、NUF36はヒラメに対しても弱毒であることが分かった。また、NUF27による攻撃後、生残したヒラメは防御免疫を獲得すると考えられた。

* 長崎大学水産学部

まとめ

- 1) ヒラメのブリと同様に*N. seriolae*に対して感受性が高く、ブリの弱毒株はヒラメに対しても弱毒であることが分かった。

(担当：杉原)

VII. 寄生虫性疾病の対策検討

クロマグロやトラフグ養殖で問題となっている寄生虫性疾病について、侵入時期や感染経路等解明されていない部分が多く基礎的研究が必要であることから、以下の研究を行った。

1. クロマグロ住血吸虫に関する研究

県内養殖場での住血吸虫の動向調査 県内のクロマグロ養殖場での住血吸虫の寄生状況や流行時期等を把握するために、クロマグロ養殖場で継続的に斃死魚をサンプリングし、住血吸虫の周年の動向を調査中である。

住血吸虫の生活環の解明に関する研究 2012年6月から2013年4月にかけて、住血吸虫症の発生が確認されているクロマグロ養殖場の海底および生簀ロープの付着物内から無脊椎動物を採集し、住血吸虫の幼生の検出を試みた結果、1月、3月、4月に採集した5個体のフサゴカイ科多毛類から住血吸虫の幼生(スポロシストおよびセルカリア)を検出し、DNA解析の結果、全てクロマグロ住血吸虫*Cardicola opisthorchis*であることが判明した。また、このフサゴカイ科多毛類は

形態的特長から*Terebella*属であることが判明したが、本邦未記載種のため種の同定には至らなかった。本研究により、クロマグロ住血吸虫*C. opisthorchis*の生活環が明らかとなり、養殖場内で生活環が成立していることが明らかとなった。

詳細は、Parasitology International 63(2014) 295-299 Larval stages of the bluefin tuna blood fluke *Cardicola opisthorchis* (Trematoda: Aporocotylidae) found from *Terebella* sp. (Polychaeta: Terebellidae).にて報告した。

2. トラフグの粘液胞子虫性やせ病に関する研究

耐病性親魚候補の調査・収集 耐病性を有する家系の探索を目的として、耐病性親魚候補について聞き取り調査及び収集を実施した。

やせ病原因寄生虫の収集・維持 攻撃試験を実施するためのやせ病原因寄生虫を維持継代することを目的として、やせ病発生漁場で病魚を採取し、トラフグを用いての継代に成功した。

まとめ

- 1) クロマグロ住血吸虫*C. opisthorchis*の生活環を明らかにした。
- 2) トラフグの粘液胞子虫性やせ病の耐病性親魚候補の調査及び収集を行った。
- 3) やせ病原因寄生虫の維持継代に成功した。

(担当：横山・杉原)

7. 競争力のある養殖魚づくり推進事業 (魚粉削減飼料を用いた技術開発, 養殖業者との共同開発)

松倉一樹・久保久美子・佐藤秀一*

本事業では、魚類養殖業の経営安定を図る目的で、飼育コスト削減や養殖魚付加価値向上の取り組みを養殖業者、大学等の有識者と共に実施している。

本年度は飼育コストの削減を目的として、本県主要養殖魚種のマダイ *Pagrus major* 0 才魚とトラフグ *Takifugu rubripes* 1 才魚における魚粉削減飼料の有効性、および麴菌発酵物（以下、麴とする）の添加による成長促進効果等を検討した（技術開発）。

その他、養殖業者から提案された飼育コストの削減や付加価値向上に向けた取り組みについて、養殖業者と共同で新たな技術の導入試験を実施した（共同開発）。

I. 技術開発(マダイの魚粉削減飼料試験)

方法

平成 25 年 9 月 13 日～12 月 5 日にかけて、12 週間の飼育試験を実施した。

飼育場所 総合水産試験場の海面生簀で飼育した。

供試魚 長崎県漁業公社から入手後、総合水産試験場前の海面生簀で馴致飼育した 0 才魚を試験に用いた。

試験飼料 試験飼料の配合組成および成分値を表 1 に示す。魚粉含量をそれぞれ 20% および 0% に削減して大豆油粕、コーングルテンミール等で代替し、合成タウリンおよびビタミン、ミネラル、魚油を適宜配合した EP 飼料を用いた。魚粉削減飼料については、それぞれ麴の添加区を設けた。対照区の飼料には、魚粉含量 50% の EP 飼料を用いた。

飼育管理 1.5m×1.5m×2m の網生簀計 10 面にマダイ 0 才魚を各 25 尾ずつ収容し、週 5 日の頻度でほぼ飽食量を給餌した。各試験区につき 2 生簀ずつ使用した。

魚体測定 魚体測定は試験開始時から試験終了時まで

表 1 マダイ用試験飼料の配合組成および成分分析値

原料	試験区				
	魚粉50%区 (対照区)	魚粉20%区	魚粉20% +麴区	魚粉0%区	魚粉0% +麴区
配合組成(%)					
小麦粉	13.00	12.45	12.45	9.00	9.00
生タピオカ澱粉	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
脱脂糠	9.00				
大豆油粕	14.00	23.00	23.00	23.00	23.00
濃縮大豆タンパク				20.00	20.00
コーングルテンミール		26.00	26.00	26.00	26.00
魚粉(アンチヨビミール)	50.00	20.00	20.00		
第一リン酸カルシウム		1.50	1.50	2.50	2.50
リジン		0.50	0.50	1.00	1.00
メチオニン		0.25	0.25	0.50	0.50
合成タウリン		0.30	0.30	0.50	0.50
ビタミン	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ミネラル	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
魚油	6.00	8.00	8.00	9.50	9.50
大豆油(外添)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
麴菌発酵物(外添)			0.13		0.13
合計	103.00	103.00	103.13	103.00	103.13
成分分析値					
粗タンパク質(%)	47.31	48.09	48.42	47.71	48.08
粗脂肪(%)	19.56	16.40	16.74	15.25	15.75
タウリン(mg/g)	3.94	4.21	4.68	4.57	4.64

4 週間毎に実施し、全個体の体重を測定した。

血液検査 飼育終了時に各区から 5 尾ずつ採取し、血漿中の総コレステロール (TCHO), 総タンパク (TP) GOT, GPT を測定した。

結果

飼育成績を表 2 に示す。飼育期間中、水深 2m 層の水温は 17.3～27.3℃の間で推移した。各区の生残率は、100%を示した。

終了時の平均体重および日間増重率は、魚粉 50% 区: 170g, 1.20%, 魚粉 20%区: 170g, 1.19%, 魚粉 20%+麴区: 171g, 1.20%, 魚粉 0%区: 133g, 0.92%, 魚粉 0%+麴区: 134g, 0.93%となり、魚粉 20%および魚粉 20%+麴区が魚粉 50%区と同等の成長を示した。しかし、魚粉 0%区および魚粉 0%+麴区では、日間給餌率、平均体重、日間増重率等が他の試験区に比べて有意に低い値を示した (Tukey-Kramer 法, $P < 0.05$)。また、麴の添加による明確な成長促進効果はみられなかった。

* 東京海洋大学

表2 マダイ0才魚の飼育成績

試験区	平均体重(g)		日間増重率 (%)	日間給餌率 (%)	飼料効率 (%)	生残率 (%)
	開始時	終了時				
魚粉50%区	62	170 ^a	1.20 ^a	2.0 ^a	58.8 ^{ab}	100
魚粉20%区	63	170 ^a	1.19 ^a	2.0 ^a	57.8 ^{ab}	100
魚粉20%+麴区	62	171 ^a	1.20 ^a	2.0 ^a	59.1 ^{ab}	100
魚粉0%区	61	133 ^b	0.92 ^b	1.8 ^b	50.2 ^c	100
魚粉0%+麴区	62	134 ^b	0.93 ^b	1.8 ^b	51.8 ^{bc}	100

* 異なる符号間は有意差あり($P < 0.05$)

表3 試験終了時におけるマダイ0才魚の血漿化学成分分析値

試験区	TCHO	TP	GOT	GPT
	(mg/dl)	(g/dl)	(U/l)	(U/l)
魚粉50%区	211 ± 56.1 ^a	3.5 ± 0.9	63 ± 53.8	30 ± 26.6
魚粉20%区	174 ± 29.3 ^{ab}	3.7 ± 0.2	58 ± 61.2	24 ± 8.9
魚粉20%+麴区	133 ± 25.3 ^b	3.0 ± 0.4	30 ± 24.8	35 ± 55.9
魚粉0%区	131 ± 29.9 ^b	3.5 ± 0.4	62 ± 24.7	25 ± 18.8
魚粉0%+麴区	173 ± 34.1 ^{ab}	4.0 ± 0.8	63 ± 47.2	18 ± 6.8

* 平均値±標準偏差

* 異なる符号間は有意差あり($P < 0.05$)

試験終了時に採取したマダイ血漿中の TCHO は、魚粉 20%+麴区と魚粉 0%区が魚粉 50%区に比べて有意に低い値を示した ($P < 0.05$)。その他の血漿化学成分の TP, GOT, GPT では、各区間で有意差がみられなかった ($P > 0.05$)。

無魚粉飼料を給餌したブリでは、血漿 TCHO の低下および抗病性の低下が確認されている。¹⁾ 今回、一部の試験区で血漿 TCHO が魚粉 50%区に比べて低い値を示したことから、今後は魚粉削減飼料で飼育したマダイの抗病性を確認する必要があると考えられる。また、無魚粉飼料を用いた試験区で摂餌性の低下がみられたことから、摂餌を促進するための飼料添加物等についても検討し、マダイにおける魚粉削減飼料の利用性を更に向上する技術を開発する必要がある。

まとめ

- 1) マダイ 0 才魚を飼育する場合における魚粉削減飼料の有効性、および麴菌発酵物の添加による成長促進効果を検討した。
- 2) 魚粉 20%飼料を用いた試験区でも魚粉 50%区と同等以上の成長および生残を示し、今回使用した組成の魚粉 20%飼料は、マダイ 0 才魚を飼育する上で有効であることが示唆された。

3) 無魚粉飼料を用いた試験区では、日間給餌率等の飼育成績が他の試験区に比べて劣る傾向にあり、摂餌性の改善が必要だと考えられた。

4) 今回の試験飼料と飼育条件下では、麴菌発酵物の添加による明確な成長促進効果はみられなかった。

5) 魚粉 20%+麴区および魚粉 0%区では、魚粉 50%区に比べて血漿 TCHO 値が有意に低い値を示し、今後は魚粉削減飼料で育てたマダイにおける抗病性の確認が必要だと考えられた。

文献

- 1) Maita M, Maekawa J, Satoh K, Futami K, Satoh S. Disease resistance and hypocholesterolemia in yellowtail *Seriola quinqueradiata* fed a non-fishmeal diet. *Fish. Sci.* 2006; **72**: 513-519.

II. 技術開発(トラフグの魚粉削減飼料試験)

方法

平成 25 年 9 月 6 日～11 月 20 日にかけて、11 週間の飼育試験を実施した。

飼育場所 総合水産試験場の水槽で飼育した。

供試魚 島原種苗から入手後、総合水産試験場の水槽で馴致飼育したトラフグ 1 才魚を試験に用いた。

試験飼料 試験飼料の配合組成および成分の計算値を表 4 に示す。粉末配合飼料に水道水と魚油を混合、造粒して作製したシングルモイストペレットを用いた。シングルモイストペレットは、作製後直ちに室温-20℃の冷凍庫で保管し、給餌直前に必要量を小分けして使用した。今回用いた魚粉削減飼料は、魚粉量を 40% に削減してコーングルテンミール、大豆油粕または乾燥オカラ（以下、オカラとする）で代替し、合成タウリン等を適宜配合した。オカラの魚粉代替原料としての可能性を検討するために、オカラを 0%、13%、26% の 3 段階に分けて配合する試験区を設定した。オカラ 13% 配合区については、麴の添加による成長促進効果を併せて検討した。対照区の飼料は魚粉を 67% 配合した。

飼育管理 容量 500L のポリカーボネイト水槽計 10 基にトラフグ 1 才魚を各 14 尾ずつ収容し、週 4 日の頻度でほぼ飽食量を給餌した。各試験区につき 2 水槽ずつ使用した。

表4トラフグ用試験飼料の配合組成および成分の計算値

原料	試験区				
	魚粉67%区 (対照区)	オカラ0%区 (魚粉40%)	オカラ13%区 (魚粉40%)	オカラ13%+麩区 (魚粉40%)	オカラ26%区 (魚粉40%)
配合組成(%)					
小麦粉	10.00	8.00	3.00	3.00	
生タピオカ澱粉	9.00	3.00	2.50	2.50	
アルギン酸ナトリウム	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
大豆油粕		17.00	9.00	9.00	
乾燥オカラ			13.00	13.00	26.00
コーングルテンミール		16.00	18.00	18.00	21.00
魚粉(アンチヨビミール)	67.00	40.00	40.00	40.00	40.00
第一リン酸カルシウム	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
合成タウリン	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
ビタミン	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ミネラル	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
魚油	4.00	5.50	4.00	4.00	2.50
麩菌発酵物				0.13	0.00
合計	100.00	100.00	100.00	100.13	100.00
成分の計算値(%)					
粗タンパク質(計算値)	45.7	45.7	45.7	45.7	45.7
粗脂肪(計算値)	10.3	10.1	10.1	10.1	10.1

表5トラフグ1才魚の飼育成績

試験区	平均体重(g)		日間増重率 (%)	日間給餌率 (%)	飼料効率 (%)	生残率 (%)
	開始時	終了時				
魚粉67%区	354	586 ^a	0.67 ^a	1.1	52.7 ^a	89
オカラ0%区	356	582 ^a	0.65 ^a	1.2	49.3 ^a	93
オカラ13%区	359	511 ^a	0.47 ^{bc}	1.0	39.3 ^{abc}	86
オカラ13%+麩区	357	555 ^{ab}	0.59 ^{ab}	1.0	48.5 ^{ab}	79
オカラ26%区	356	454 ^b	0.32 ^c	0.9	21.7 ^c	64

*異なる符号間は有意差あり(P<0.05)

魚体測定 魚体測定は試験開始時から試験終了時まで4週間毎に実施し、全個体の体重を測定した。

結果

飼育成績 飼育成績を表5に示す。飼育期間中、水温は19.9~27.0℃の間で推移した。各区の生残率は64~93%を示した。試験終了時の平均体重および日間増重率は、魚粉67%区:586g, 0.67%, 低魚粉オカラ0%区:582g, 0.65%, 低魚粉オカラ13%区:511g, 0.47%, 低魚粉オカラ13%+麩区:555g, 0.59%, 低魚粉オカラ26%区:454g, 0.32%となり、オカラを配合しない場合は、魚粉40%飼料でも魚粉67%飼料と同等の飼育成績を示した。一方、低魚粉オカラ13%区と低魚粉オカラ26%区は、魚粉67%区および低魚粉オカラ0%区に比べて日間増重率が有意に低い値を示す等(P<0.05)、オカラの量が多いほど飼育成績が劣る傾向にあった。また、オカラを13%配合した試験区では、統

計的な有意差はみられなかったが、麩添加区でトラフグの飼育成績が改善する傾向を示した。

以上のことから、オカラ以外の植物性原料で魚粉を代替する場合、魚粉量を40%に削減してもトラフグ1才魚の飼育成績は低下しないことが示唆された。今後は、麩を有効に活用できる条件や合成タウリンの添加量等について更に検討し、飼育コストの削減を行う上で最適なトラフグ用魚粉削減飼料を開発する必要があると考えられる。

まとめ

- 1) トラフグ1才魚を飼育する場合における魚粉削減飼料の有効性、オカラの魚粉代替原料としての可能性、および魚粉削減飼料への麩菌発酵物の添加効果について検討した。
- 2) オカラを配合しない魚粉40%飼料では、魚粉67%飼料と遜色ない飼育成績を示し、今回使用した組成の魚粉40%飼料(オカラ0%区)はトラフグ1才魚を飼育する上で有効であることが示唆された。
- 3) オカラを配合した試験区では、オカラの量が多いほど飼育成績が低下する傾向を示し、オカラは魚粉代替原料としての適性が低いと考えられた。
- 4) オカラを13%配合した試験区については、麩添加区で飼育成績が改善する傾向を示し、麩に含まれる成分がトラフグにおける魚粉削減飼料の利用性を向上させる可能性が示唆された。

Ⅲ. 養殖業者との共同開発

養殖業者から提案された飼育コストの削減および付加価値向上に関する取り組み7件について、大学等の有識者から取り組みに関連する情報を収集し、養殖業者と共同で新たな技術の導入試験を実施した。

(担当:松倉)

8. 陸上養殖振興プロジェクト推進事業

山本純弘・横山文彦・中田 久*

クエを用いた陸上養殖の飼育技術を開発するにあたり、飼育温度を決定するため小型の陸上水槽で水温別飼育試験を行った。また平成24年度整備した飼育水循環型陸上養殖システムを用いて、クエの飼育試験を行い、成長、生残等の養殖特性の知見を収集するとともに、機器設備の運転経費等の知見を集積した。

I. クエの水温別飼育試験

方法

供試魚は長崎市高島水産センターで平成24年度生産されたクエ稚魚を平成24年10月30日活魚トラック輸送したものをを用いた。

試験は水試屋内2t陸上水槽を使用し、水温調節には出力1kw棒状ヒーターを用い、注水量を調整することで設定温度に合せた。

試験区設定は水温別に設定し水温26℃区、23℃区、20℃区及び自然水温（流水）区の4区を設け、それぞれ水槽に500尾を収容し試験を開始した。また餌は配合飼料とし、2日に1回の隔日給餌で飽食するまで与えた。魚体測定は毎月1回各区より30尾を抽出し測定した。

結果

水温区別の成長（魚体重の変化）を図1に示す。

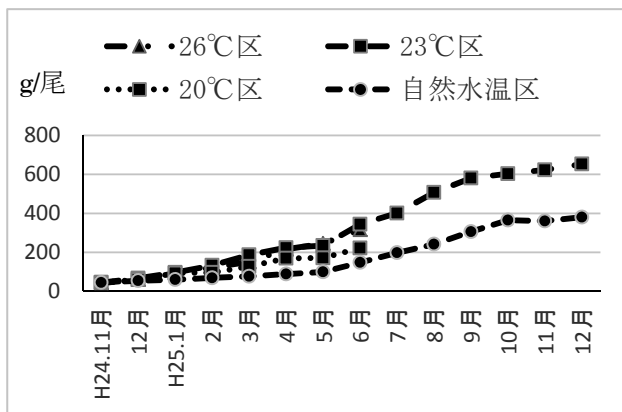


図1クエ(H24年産)水温別飼育試験

加温は水温上昇とともに低い水温区から停止し、水

温が23℃以上となった平成25年6月26日まで4試験区の成長を比較した。

平成25年6月26日まで4試験区で比較したところ、成長は23℃区が343.5g/尾で最もよく、次いで26℃区315.8g、20℃区222.0g、自然水温区147.7gであった。6月26日以降水温が25℃以上となったため試験を終了した。

なお、23℃区と自然水温区は平成25年12月まで引続き飼育試験を継続した。23℃区は11月19日再度加温し水温を維持した結果、飼育から13ヶ月経過した時点で652g/尾（自然水温区380g/尾）に成長した。

この結果により、陸上養殖20t水槽で飼育する温度設定を23℃とした。

試験期間中、成長と合わせて順次分養を行い、平成25年3月13日に第1回分養を行い各水槽200尾に調整した。2試験区（23℃区と自然水温区）での継続試験では7月4日に第2回の分養を行い、各70尾とした。

II. 飼育水循環型陸上養殖システムを用いた飼育試験

方法

昨年度整備した飼育水循環型陸上養殖システム(3試験区)を用いて、クエの飼育試験を行った。また同時にシステムを稼動するためのポンプおよび温度調節にかかる電力量を各試験区と既存加温施設について計測し比較した。

飼育試験は、海面で飼育されていた平成22年度人工産クエを用い、平成24年12月中旬より陸上の別予備水槽で馴致後、平成24年12月28日より加温飼育を開始、平成25年2月4日から20t水槽3基に各300尾（平均魚体重508.7g/尾）収容、開始した。3月6日に各300尾を増やし、平成25年4月1日には各試験区600尾とした。さらに、同年6月10日には

*現五島振興局水産課上五島水産業普及指導センター

試験区3のクエ供試魚を1,2区へ分配し各1,000尾として試験した。

試験区の設定は1区では浄化方法として電気分解ろ過で行い、加温方式を地中熱を用いたヒートポンプとした。2区は浄化方法を1区と同様電気分解ろ過とし、加温方法をボイラー加温とした。3区は浄化方法を生物ろ過で行い、加温方法は2区同様ボイラー加温とした。飼育水温は全区23.2℃とし、給餌は配合飼料を概ね隔日給餌で行った。飼育試験は水槽への注水を変化させる換水飼育から徐々に閉鎖度を高めた循環型飼育を行い、アンモニア濃度を測定することでろ過装置の浄化能力を評価した。

また、運転経費を把握するため、循環ポンプは各試験区に電力計を設置し、1日1回一定時刻に積算電力量を記録した。地中熱システムを経費も同様にヒートポンプが消費する電力を積算電力として記録し、運転経費を求めた。なお、ボイラーの運転経費は試験区ごとのガス使用量が計測されないため、施設全体のガス使用量から使用水量、換水率等から推定した。

結果

成長 加温飼育を始めた平成24年12月より平成25年12月までの成長を図2に示す。

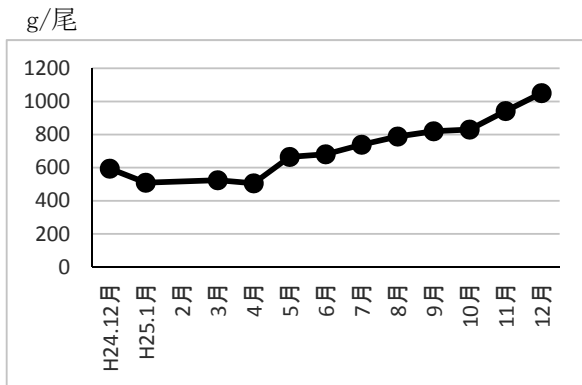


図2クエ(H22年産)20t陸上水槽飼育試験

3つの試験区のクエは水槽の入替えや尾数増加のため試験区3の1,2区への分養があったため、3区分の平均魚体重で推移を示した。

加温飼育開始の平成24年12月時点では594g/尾であったが、20t水槽で閉鎖循環飼育に移行し各600尾に尾数増加後、ハダ虫症により摂餌量が鈍り体重

の減少と若干尾へい死があった。淡水浴と投薬を行い平成25年10月より安定した成長を示し、12月までに平均1,051g/尾となった。

電気分解ろ過装置の浄化能力 閉鎖循環の飼育環境における電気分解ろ過装置の浄化能力を評価するため、試験区1で換水率を変えながらアンモニア分解状況を試験した。換水率10%で電気分解ろ過を行った時の水槽内のアンモニア濃度変化と対照区として試験区2区を用い、換水率100%で電気分解ろ過をしなかったときの水槽内アンモニア濃度変化を図3に示す。

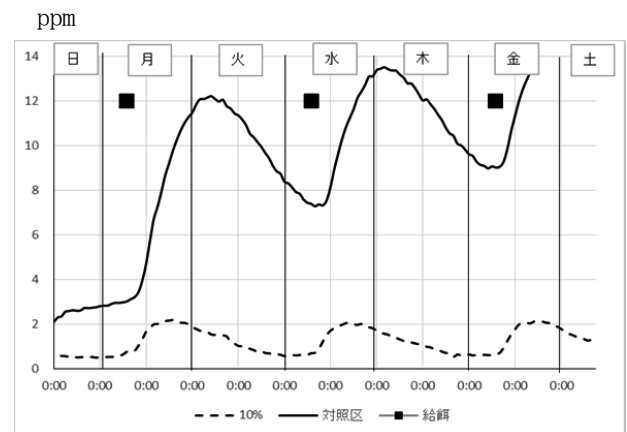


図3 20t水槽内アンモニア濃度の推移(1週間)

隔日給餌を行った1週間のアンモニア濃度変化をみると、対照区では換水率100%で注水していたが、給餌した直後より約18時間後までアンモニア濃度の上昇がみられ、週末には水槽内のアンモニア濃度が14ppmに達した。

試験区1は給餌後アンモニアの上昇がみられたときから電気分解ろ過を行った結果、濃度の上昇を最高2ppm以下の制御することができた。なお試験区1では換水率を10%の他、100, 50, 30%として電気分解ろ過を行いながら飼育したところ10%の場合と同様アンモニア濃度を2ppm以下に抑えることが実証された。

今回は水槽内に約1kgのクエ1,000尾、収容密度50kg/m³(5%)という条件で電気分解ろ過の浄化能力を評価したところ、十分飼育水の水質を維持・安定させることができた。

地中熱ヒートポンプの運転経費 自然海水温との差

が7～8℃のとき（4月と11月測定値の平均）の換水率別ヒートポンプ1日当たり電力消費量（KWh/日）を図4に示す。

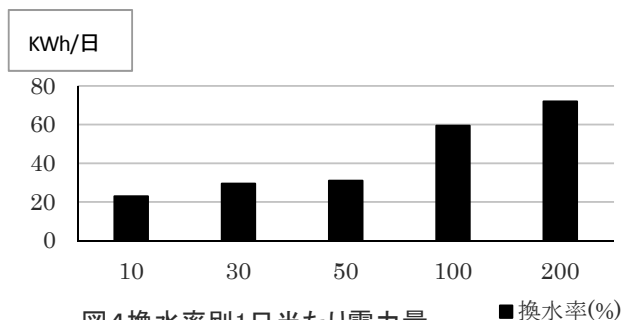


図4換水率別1日当たり電力量

換水率200%で水槽水温を23.2℃に保つため、地中熱ヒートポンプが1日当たり消費する電力量は72KWh/日であった。この換水率を下げ、閉鎖度を高めた場合の電力消費量は換水率100% 59.5KWh/日、50% 31KWh/日、30% 29.5KW/日、10% 23KWh/日となり、換水率が低いほど1日当たり消費電力が少なくなり低コスト化につながる実証された。

地中熱ヒートポンプ電気代とボイラーガス代との比較
 地中熱ヒートポンプ利用とボイラーガス利用の2つの方式で温度調節に要するコストを比較した。比較した時期は平成25年11月14日から同年12月6日までの加温が必要な時期に行った。地中熱では1日当たり電力使用量を5日間記録し、その平均を算出し換水率毎に求めた。ボイラーガスは加温開始前のガス使用量を基に加温試験が開始され増加したガス量を換水率ごとに求めた。これらの値は換水率100%として換算し地中熱では消費電力量として算出、ボイラーガスはガス使用量として求めた。金額換算は11月の単位当たり契約電力料金及び契約ガス単価を乗じ求めた。その結果、地中熱の場合では水温23.2℃に換水率100%で1日当たり963円となり、ボイラーガスでは2,161円と算出された。地中熱と従来のボイラーガスの加温コストを比較した場合、地中熱はボイラーの45%で運転できることが判明した。

循環ポンプの運転経費 陸上養殖では飼育水を循環させるため電気を動力とした循環ポンプが必要であり、海面養殖では必要ない経費がかかる。コスト削

減を検討するため今回整備した飼育水循環型陸上養殖施設で稼動する循環ポンプの消費電力量を調べ表1に示す。

表1循環ポンプの消費電力量

試験区	1区	2区	3区
台数	3	2	2
消費電力 (KWh/日)	85	66.3	54.3
1台当り (KWh/日)	28.3	33.2	27.2
平均(KWh/日)	30		

循環ポンプは1.5KWの渦巻き式ポンプを整備しており、試験区1は飼育水を主に循環させるポンプ、電気分解ろ過回路を循環させるポンプ及び地中熱で水温調節した飼育水を循環させるポンプの計3台を稼動させた。試験区2区は飼育水循環用ポンプと電気分解ろ過用ポンプの計2台、試験区3は飼育水循環用ポンプと生物ろ過用ポンプの計2台で稼動させた。

1台当たり消費電力量は試験区1で28.3KWh/日、試験区2 33.2KWh/日、試験区3 27.2KWh/日であった。同じ定格出力のポンプで稼動させたが、消費電力に若干の差があった。これは配管抵抗や飼育水槽までの揚程差など現場で整備する場合十分考えられる誤差範囲の出力差と考えられ、ポンプの消費電力は1～3区を平均した結果1日当たり30KWhであった。

まとめ

- 1) クエの水温別飼育試験の結果水温26℃と23℃では同等の成長を示した。
- 2) 20t 飼育水循環型陸上養殖施設でクエ（H22年度産）を用いて水温23.2℃で飼育した結果、11ヶ月で1kgに成長し、生残率も99%であった。
- 3) クエ1kg/尾を1,000尾収容し、電気分解ろ過の浄化能力を評価したところ、飼育試験を通じ水槽内アンモニア濃度の応じた電流量で通電し濃度を2ppm以下に制御することができた。
- 4) 地中熱ヒートポンプの消費電力とボイラーガスで水温調節するガス量を求め、コスト比較した結果、地中熱ヒートポンプはボイラーガスを使

用した場合の 45%で運転できることが判明した。

5) 循環ポンプ (定格出力 1.5KW) の消費電力を計測した結果, 1日当り平均 30KWh であった。
(担当: 山本)