

1. 有害赤潮プランクトン等総合対策事業

北原茂・石田直也・平野慶二

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4日～5日、7月25日～26日、8月7日～8日、9月11日の4回実施した。長崎県総合水産試験場調査船ゆめとびもしくは漁船で各定点を結ぶ航程で走行しながら海面下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。

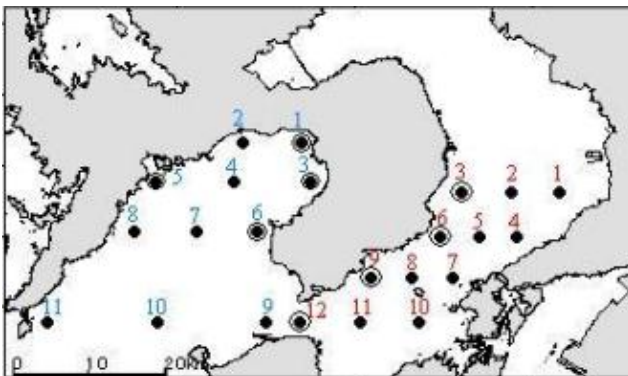


図1 橘湾・有明海広域調査定点および航程

結果

Chattonella 属は、9月11日の有明海を除いて低レベルの出現状況であった(0~0.33 cells/mL)。9月11日に有明海では、表層で *Chattonella* 属が0~980 cells/mL(定点1)確認され、図2に示した走行調査の結果から、*Chattonella* 属は高水温、低塩分の海域で高密度化

していたことが明らかになった。

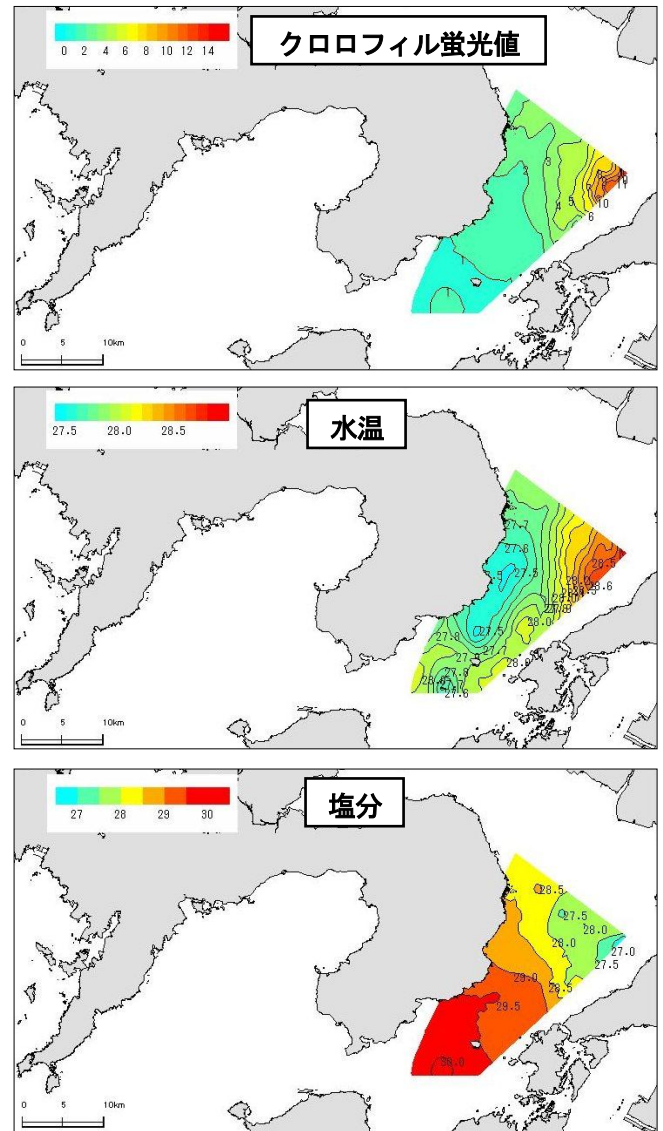


図2 9月11日有明海走行調査結果

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4日、6月11日、6月20日、6月26日、7月9日、7月17日、7月27日、8月3日、8月16日、8月23

日、8月30日、9月7日、9月12日、9月19日の12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。

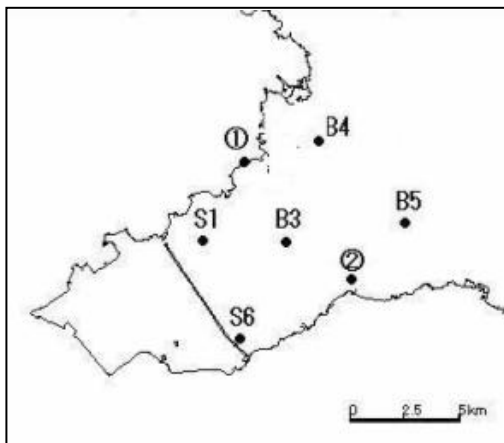


図3 諫早湾調査定点

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19.4~25.8°C、塩分は24.4~30.9の範囲で推移した。

有害種は、6月26日に *C. antiqua* が表層で0~1cells/mL、中層で0~1cells/mL、7月9日に *C. antiqua* が表層で0~2cells/mL、中層で0~4cells/mL、底層で0~2cells/mL、*C. marina* が表層で0~2cells/mL、中層で0~4cells/mL、底層で0~3cells/mL、*C. ovata* が表層で0~3cells/mL、中層で0~1cells/mL、8月23日に *C. antiqua* が表層で0~5cells/mL、中層で0~1cells/mL、底層で0~2cells/mL、*C. marina* が表層で0~6cells/mL、中層で0~1cells/mL、*C. ovata* が表層で0~3cells/mL、中層で0~1cells/mL、8月30日に *C. antiqua* が表層で0~64cells/mL、中層で0~61cells/mL、*C. marina* が表層で0~19cells/mL、中層で0~16cells/mL、*C. ovata* が中層で0~1cells/mL、9月7日に *C. antiqua* が表層で2~13,300cells/mL、中層で2~6,250cells/mL、底層で0~256cells/mL、*C. marina* が表層で0~250cells/mL、中層で0~150cells/mL、底層で0~16cells/mL、9月12日に *C. antiqua* が表層で49~256cells/mL、*C. marina* が表層で6~36cells/mL、*C. ovata* が表層で0~2cells/mL、9月

19日に *C. antiqua* が表層で0~4cells/mL、中層で0~5cells/mL、*C. marina* が表層で0~1cells/mL確認された。

3. 佐世保湾（大村湾）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に示した佐世保湾（大村湾）内6~9定点において、8月20日、8月27日、9月4日の3回実施した。観測および採水は0.5m層、2.5m層で行った。調査項目等は諫早湾調査と同様である。

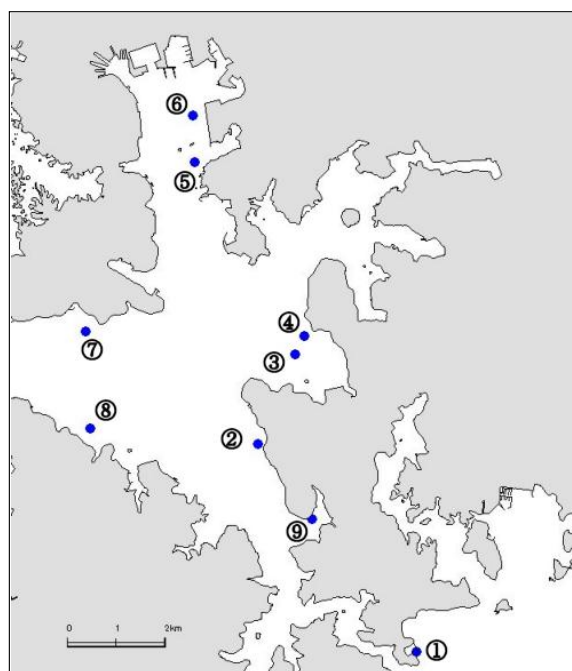


図4 佐世保湾(大村湾)調査定点

結果

8月20日の水温は、0.5m層27.65~29.16°C、2.5m層27.49~28.35°C、塩分は、0.5m層30.52~31.30、2.5m層30.73~31.40、8月27日の水温は、0.5m層27.79~29.14°C、2.5m層27.77~29.10°C、塩分は、0.5m層30.89~32.07、2.5m層30.89~32.09、9月4日の水温は、0.5m層27.82~28.44°C、2.5m層27.70~28.15°C、塩分は、0.5m層31.61~32.02、2.5m層31.56~32.14の範囲であった。

有害種は、8月20日に0.5m層で *Chattonella* 属が86~624cells/mL、*Cochlodinium polykrikoides* が0~9cells/mL、2.5m層で *Chattonella* 属が142~784cells/mL、*C. polykrikoides* が0~5cells/mL、8月27日に0.5m層で

Chattonella 属が 0~41cells/mL, *C.polykrikoides* が 0~2cells/mL, 2.5m 層で *Chattonella* 属が 0~38cells/mL, *C.polykrikoides* が 0~4cells/mL, 9 月 4 日に 0.5m 層で *C.polykrikoides* が 0~4cells/mL, *Karenia mikimotoi* が 0~1cells/mL, 2.5m 層で *C.polykrikoides* が 0~8cells/mL, *K.mikimotoi* が 0~1cells/mL 確認された。

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 27 日、7 月 10 日の 2 回実施した。観測および採水は 0.5m 層、2.5m 層 (7 月 10 日のみ)、5m 層で行った。調査項目等は諫早湾調査と同様である。

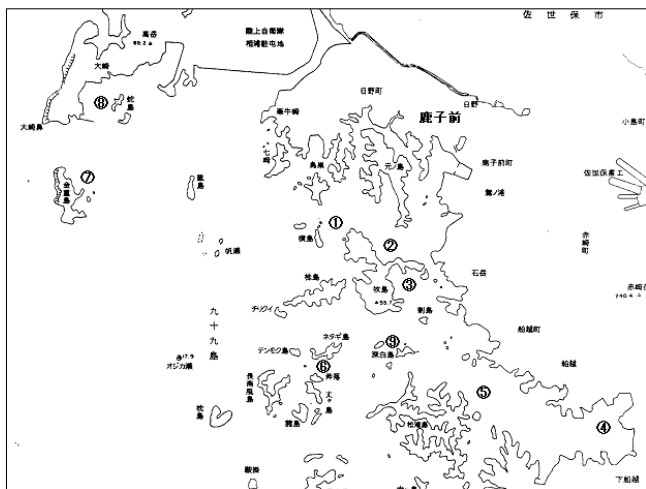


図 5 南九十九島海域調査定点

結果

6 月 27 日の水温は、0.5m 層 21.91~22.55°C, 5m 層 22.08~22.46°C, 塩分は、0.5m 層 29.50~33.11, 5m 層 32.61~33.31, 7 月 10 日の水温は、0.5m 層 24.58~25.71°C, 2.5m 層 23.81~25.01°C, 5m 層 23.24~23.71°C, 塩分は、0.5m 層 30.59~32.39, 2.5m 層 31.84~32.59, 5m 層 32.52~32.76 の範囲であった。

有害種は、6 月 27 日に *K.mikimotoi* が 0.5m 層で 0~56cells/mL, 5m 層で 0~580cells/mL, 7 月 10 日に *Chattonella* 属が 0.5m 層で 0~5cells/mL, 2.5m 層で 0~3cells/mL, 5m 層で 0~3cells/mL, *K.mikimotoi* が 5m 層で 0~9cells/mL 確認された。また、定点④周辺では *Prorocentrum dentatum* (④の細胞数 15,100cells/mL) による赤潮が発生していた。

5. 薄香・古江湾調査

Gymnodinium catenatum および *Alexandrium catenella* 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 6 定点(St.1, 3, 4, 6, 14, 15)において、12 月 13 日および 12 月 26 日に実施した。観測および採水は 0.5m 層、5m 層、10m 層で行った。調査項目等は諫早湾調査と同様である。

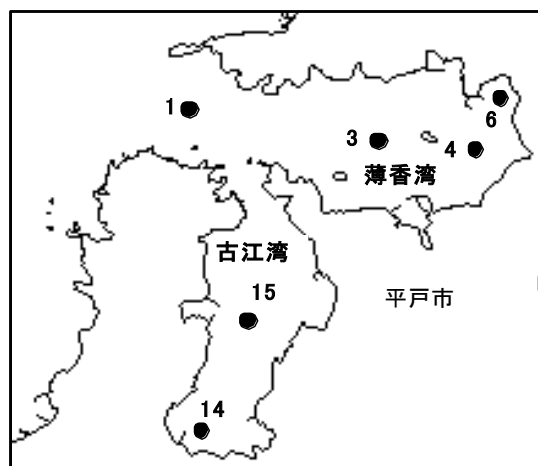


図 6 薄香・古江湾調査定点

結果

12 月 13 日の水温は、0.5m 層 15.7~16.6°C, 5m 層 16.1~16.6°C, 10m 層 15.6~16.5°C, 塩分は、0.5m 層 34.07~34.20, 5m 層 34.18~34.19, 10m 層 34.14~34.20, 12 月 26 日の水温は、0.5m 層 9.1~15.9°C, 5m 層 14.3~15.8°C, 10m 層 13.6~15.8°C, 塩分は、0.5m 層 29.48~34.27, 5m 層 34.00~34.28, 10m 層 33.68~34.28 の範囲であった。

有害・有毒種は、*C.polykrikoides* が 12 月 13 日に St.4 の 0.5m 層で 5cells/mL, 5m 層で 13cells/mL, 10m 層で 9cells/mL, St.6 の 0.5m 層で 3cells/mL, 5m 層で 2cells/mL, 10m 層で 7cells/mL, 12 月 26 日に St.3 の 5m 層で 6cells/mL, St.6 の 5m 層で 8cells/mL, *A. catenella* が 12 月 13 日に St.4 の 5m 層で 32cells/L, St.6 の 5m 層で 16cells/L, 12 月 26 日に St.3 の 5m 層で 8cells/L, St.4 の 0.5m 層で 24cells/L, 5m 層で 8cells/L, St.6 の 0.5m 層で 14cells/L, 5m 層で 24cells/L, 10m 層で 12cells/L, *G.catenatum* が 12 月 13 日に St.4 の 5m 層で 68cells/L, 10m 層で 50cells/L, St.6 の 0.5m 層で 8cells/L, 5m 層で

78cells/L, 10m層で34cells/L, St.14の10m層で12cells/L, St.15の5m層で16cells/L, 12月26日にSt.3の10m層で16cells/L, St.4の0.5m層で70cells/L, St.6の0.5m層で16cells/L, 5m層で34cells/L, 10m層で8cells/L確認された。

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24年度有害赤潮プランクトン等総合対策事業報告書Ⅱ、一資料集一、長崎水試登録第662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：北原)

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24年度有害赤潮プランクトン等総合対策事業報告書Ⅰ、一長崎県下における赤潮の発生状況一、長崎水試登録第661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24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663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：北原)

IV. 有明海における赤潮・貧酸素水塊発生機構の解明

近年、夏季にシャットネラ赤潮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(貧酸素水塊漁業被害防止対策))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24年度当該事業報告書に報告した。

(担当：北原)

V. シャットネラ属有害プランクトンによる漁業被害防止・軽減技術に関する研究

近年、シャットネラ属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、シャットネラ属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(シャットネラ属有害プランクトンによる漁業被害防止・軽減技術に関する研究))を水産庁より受託し、平成22年度から簡易な赤潮遮断システムによる防除技術の開発を行っている。詳細は平成24年度当該事業報告書に報告した。

まとめ

- 1：有明海において走行調査を行った結果、*Chattonella* 属は高水温、低塩分の海域で高密度化していたことが明らかになった。
- 2：有害・有毒種の主な出現状況として、諫早湾調査で*C. antiqua*が最高細胞数13,300cells/mL、佐世保湾調査で*Chattonella*属が最高細胞数624cells/mL、南九十九島海域調査で*K. mikimotoi*が最高細胞数580cells/mL、薄香・古江湾調査で*G. catenatum*が最高細胞数78cells/L、*A. catenella*が最高細胞数32cells/L確認された。

(担当：北原)

2. 内湾漁場の有効活用技術開発

平野慶二・松田正彦・北原茂・石田直也

給餌を伴わない貝類養殖は環境に優しい産業である。貝類養殖が行なわれている海域の課題としては、諫早湾のアサリやカキ養殖では、環境要因によってその生産が安定していないことが挙げられる。一方、県下の内湾海域ではカキの養殖が新たに営まれてきているが、必ずしも養殖海域の環境特性を十分活かした養殖となっていない。

そこで、諫早湾と橘湾の湾奥北西に位置する長崎市戸石地区で漁場環境の調査を行なった。

I. 諫早湾のプランクトン量等の調査

植物プランクトン量（植物色素量で表現：クロロフィルa + フェオフィチン）の分布について走行調査を行なった。

方法

調査海域は図1に示すとおりで、図に表示したラインを漁船で走行して、水深1m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る。クーラー内には多項目水質計を入れて1秒毎に蛍光強度、水温、塩分等を測定した。別途、GPSロガーで位置データを1秒毎に記録し、時間で水質データと位置データを統合させた。図1に示した○で示した定点（6～7点）では海水を採取し、クロロフィルaとフェオフィチンを分析し、蛍光強度との関係から換算式を算定し、蛍光強度を植物色素量（クロロフィルa + フェオフィチン）に換算した。採取した海水の栄養塩についても分析を行なった。調査は月1回、小潮時に実施した。7月と9月は小潮時に2回行なった。

結果

植物色素量 4月は6～31台(平均:13.7) $\mu\text{g/L}$ （以下単位は省略）、5月は2～18台(9.8)、6月は1～12台(5.9)、7月中旬は2～67台(33.0)、7月下旬は2～76台(23.6)、8月は2～69台(21.2)、9月中旬は1～9台(3.9)、9月下旬は5～31台(13.1)、10月は1～35台(16)、12月は1～

16台(7.7)、1月は1～41台(15.4)、2月は4～15台(10.2)、3月は1～51台(11.0)であった。

DIN 4月は0.0～0.5(平均:0.2) $\mu\text{g-atm/L}$ （以下単位は省略）、5月は0.5～2.8(1.6)、6月は0.2～1.1(0.4)、7月中旬は0.4～44.9(17.7)、7月下旬は0.3～16.8(7.9)、8月は1.0～6.5(4.5)、9月中旬は0.2～1.5(0.4)、9月下旬は0.3～8.9(4.6)、10月は0.3～9.4(2.3)、11月は6.4～17.8(11.9)、12月は8.6～16.7(12.1)、1月は0.4～10.3(5.0)であった。

平成22年以降の3ヶ年は秋からの餌不足が顕著で、そのため小長井町漁協のアサリの生産が不調となっている。秋以降のDINの分布図を図2に示す。諫早湾の湾奥部でDINが低かったのは、10月22日と1月21日であった。全調査点で高かったのは11月19日と12月20日であった。12月20日以降は約1ヶ月間、諫早湾湾奥部でプランクトン量が多い状態が続き、1月21日のDINが低い状況以降は急速にプランクトン量が少なくなった。

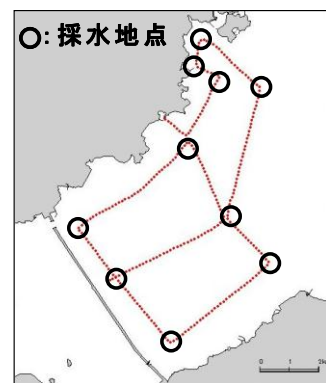


図1 諫早湾内の走行調査の観測ライン

まとめ

- 1) 植物色素量は、4～3月までの13回の調査で平均が $10 \mu\text{g/L}$ を越えた回数は9回であった。
- 2) DINは、12月20日には10定点中の8定点で $10 \mu\text{g-atm/L}$ 以上であった。その後、約1ヶ月間、諫早湾湾奥部ではプランクトン量が多い状態が続いた。

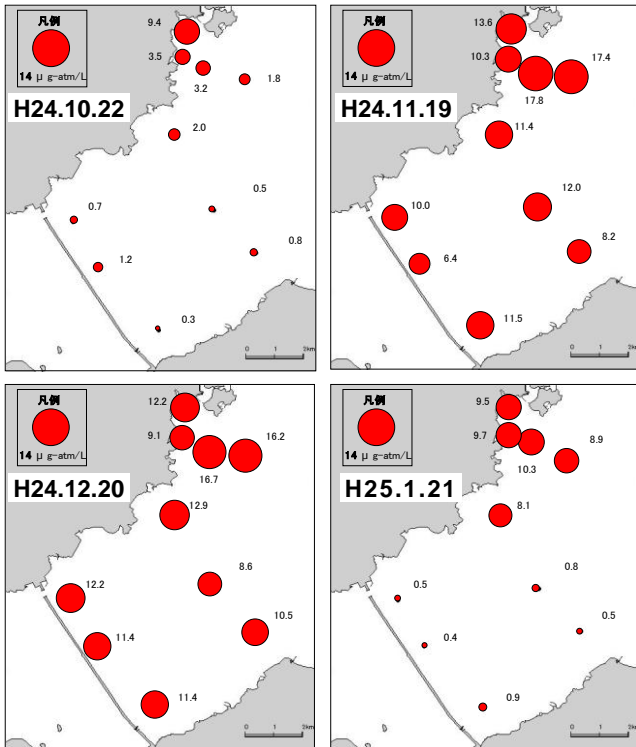


図2 諫早湾内定点のDINの分布

II. 長崎市戸石地区の環境調査

長崎市戸石地区ではカキ養殖が営まれており、カキの成長や身入りに影響が大きい秋～冬季の漁場環境を調査した。今回が初めての調査であり特徴が見られた流動特性について記載する。

方法

小型メモリー潮流計（JFE アドバンテック株式会社製 COMPACT-EM）を長崎市戸石町地先のカキ筏の水深1m層に設置した（図3参照）。観測期間は平成25年1月21日～2月19日。水温は潮流計で計測したものをを用いた。長崎市の気温は、気象庁のアメダスデータを使用した。

結果

潮流 図4に25時間移動平均した流向・流速を示すが、2月5、6日を除いたほぼ全期間を通じて南東の流れが卓越した。図5には同じ場所の水温と長崎市の気温を示すが、気温が上昇し、水温も上昇した後は南東向きの卓越流れが弱くなり、気温・水温が低下した時には同方向の流れが強くなっており、薄香湾等で観測されている冬季の逆エスチャリー循環であると考え

られた。

まとめ

- 1) 長崎市牧島地区において冬季の逆エスチャリー循環が見られ、南東方向の卓越した流れが観測された。

(担当：平野)



図3 潮流計の設置箇所

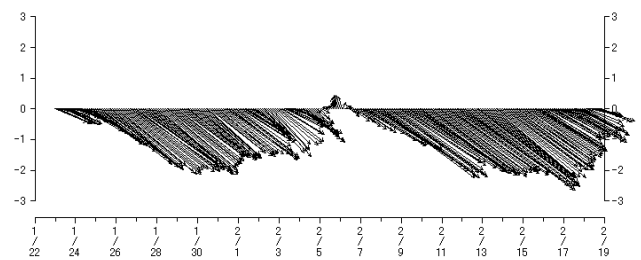


図4 戸石地区1m層の流向・流速(25時間の移動平均)

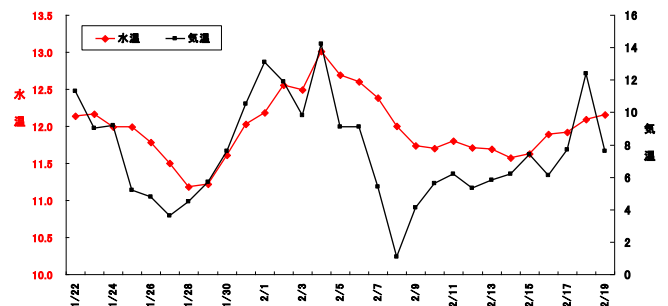


図5 戸石地区1m層の水温と長崎市の気温の推移(日平均)

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・北原茂・石田直也

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24年4月9日～平成25年3月26日に行った(図1)。調査頻度は大潮毎の月2回(11月, 12月のみ月1回)とした。



図1 調査位置図

A, B 漁場の地盤高1~1.2m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°C, 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。

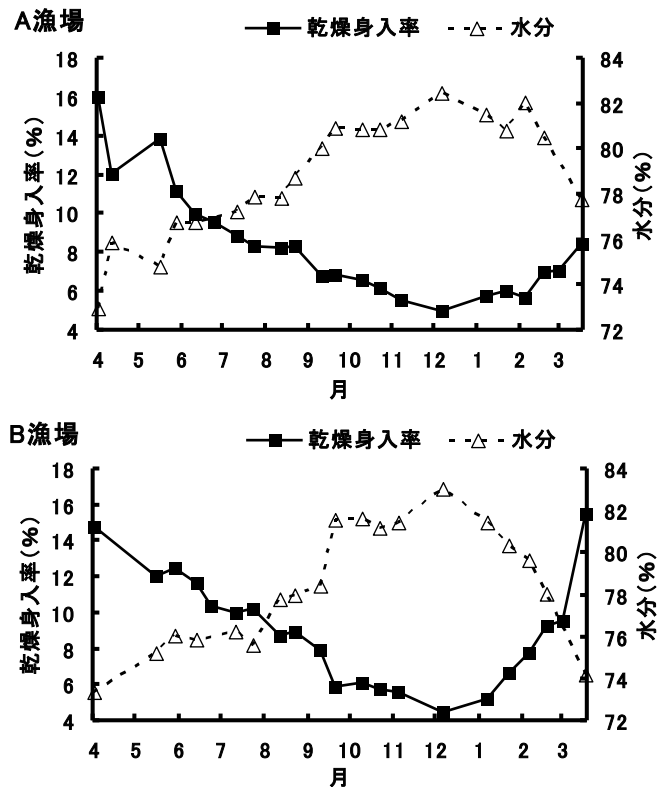


図2 各漁場の乾燥身入率と水分の推移

調査開始当初の平成24年4月9日の乾燥身入率はA漁場が16.0%, B漁場が14.8%であったが, 同年12月14日にはそれぞれ最小値の5.0%, 4.4%となった。平成25年3月26日にはA漁場が8.4%, B漁場が15.4%となった。

水分については, 調査開始当初A漁場が73.0%, B漁場が73.4%であったが, 同年12月14日にはそれぞれ最大値の82.5%, 83.0%となった。平成25年3月26日にはA漁場が77.8%, B漁場が74.2%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, 夏季は平成24年6月5日~同年9月28日, 秋~春は平成24年11月15日~平成25年3月26日に行った(図1)。生残状況の確認は大潮毎の月2回(11月, 12月のみ月1回)とした。

結果

夏季および秋~春の期間の両漁場のカゴ内のアサリ生残率の推移を図3に示す。

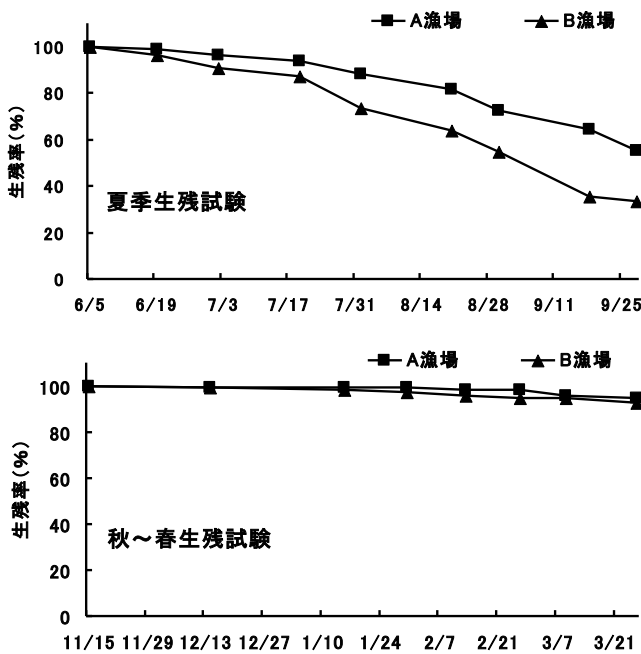


図3 夏季および秋~春のアサリ生残率の推移

夏季は平成24年7月19日以降期間中のへい死個体が増加し, 同年9月28日の調査終了時の生残率はA漁場が55.5%, B漁場が33.6%となった。7月中旬以降のへい死個体数の増加について, 7月の九州北部豪雨による低塩分や8月以降の高水温などの影響が推察された。

秋~春は調査終了時の平成25年3月26日の生残率がA漁場94.5%, B漁場92.7%と高い生残率であった。

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月から行った(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°C, 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3に示す。

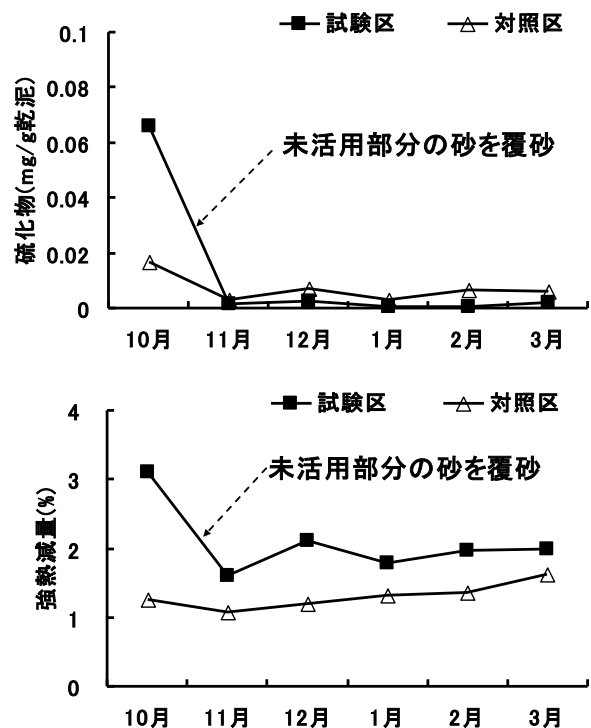


図4 硫化物, 強熱減量の推移

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 0.002 mg/g 乾泥、対照区 0.003 mg/g 乾泥と差がなくなり、平成 25 年 3 月の時点でそれぞれ 0.002, 0.006 mg/g 乾泥と大きな変化がない。

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%となった後安定しており、平成 25 年 3 月の時点でそれぞれ 2.0, 1.6%となった。

底質改善効果は平成 25 年 4 月以降も継続して調査する。

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。

両漁場とも平成 24 年 12 月に乾燥身入率が最低値、水分が最高値となった。

平成 24 年 6 月に開始した夏季のカゴ試験では同年 9 月末までに A 漁場で 4 割以上、B 漁場で 6 割以上へい死した。平成 24 年 11 月に開始した秋~春のカゴ試験では平成 25 年 3 月末時点両漁場とも生残率 9 割以上であった。

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ついて調査した。

平成 24 年 11 月の未活用部分の砂の覆砂によって試験区の硫化物、強熱減量は低下し、平成 25 年 3 月時点でその効果は継続している。

(担当 : 松田)

4. 有明海粘質状浮遊物原因究明・予測手法開発事業

北原茂・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。

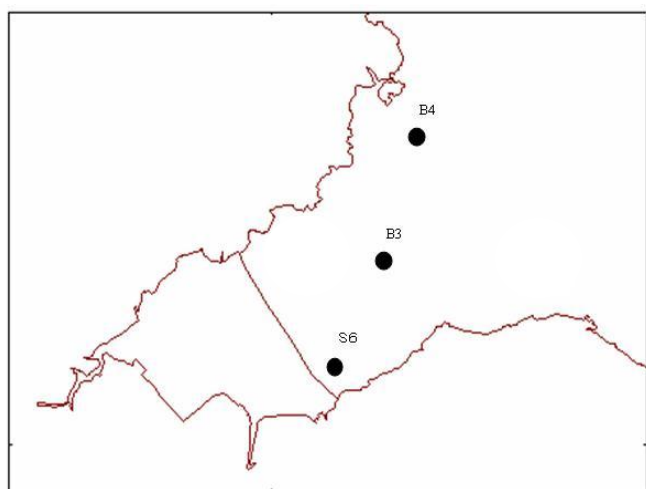


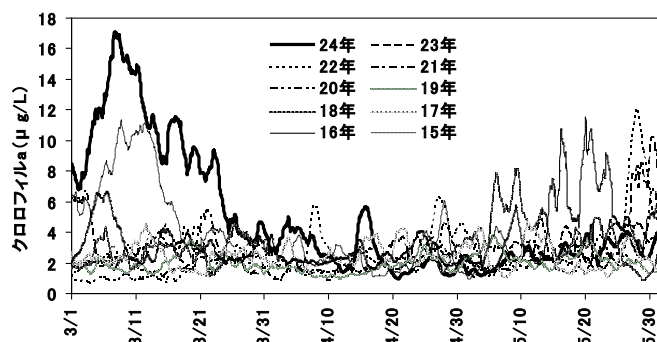
図1 春、秋季における浮遊物調査定点位置図

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100m^l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15～24年のデータとともに示した。本年は3月初旬から下旬にかけて高い値を示し、この時の優先種は、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月中旬から4月上旬にかけて諫早湾において*Eucampia zodiacus*の増殖に伴い海面の泡立ちが見られたが粘質状浮遊物は確認されなかった。

一方、秋季は、9月上旬に諫早湾において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。

まとめ

- 1：春季は、3月中旬から4月上旬にかけて諫早湾において*Eucampia zodiacus*の増殖に伴い海面の泡立ちが見られたが粘質状浮遊物は確認されなかった。
- 2：秋季は、9月上旬に諫早湾において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。

（担当：北原）

5. 戦略的養殖業を推進するための技術開発

山田敏之・杉原志貴・松倉一樹・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投与効果試験を実施した。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0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クエ0才魚を用いて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 総合水産試験場魚類科が生産した平均体重約65gの稚魚を使用し、試験期間は12週間とした。試験は、屋内水槽で100リットル円形ポリエチレンタンクを用いて実施し、加温海水を使用することにより水温を25~26℃に維持した。1水槽あたり25個体の稚魚を収容し、1試験区あたり水槽2基を用いて試験を実施した。

試験飼料および試験区 試験飼料として、表1に配合組成を示すシングルモイストペレットを使用した。試験区は、魚粉を主体として粗タンパク質50%・粗脂肪8%の試験区1、粗タンパク質50%・粗脂肪10%の試験

区2、粗タンパク質50%・粗脂肪20%とした試験区3、粗タンパク質55%・粗脂肪10%とした試験区4、粗タンパク質60%・粗脂肪10%とした試験区5、粗タンパク質50%・粗脂肪10%のクエン酸1%を添加した試験区6、粗タンパク質50%・粗脂肪10%のクエン酸3%を添加した試験区7の計7試験区とした。

給餌 給餌は、原則1日1回とし、飽食量を週5-6日

表1. 試験飼料の配合組成

原料	1区 2区 3区 4区 5区 6区 7区						
	タンパク質50% 脂質8%	タンパク質50% 脂質10%	タンパク質50% 脂質20%	タンパク質55% 脂質10%	タンパク質60% 脂質10%	タンパク質50% 脂質10% クエン酸1%	タンパク質50% 脂質10% クエン酸3%
アンチヨビミール	70	70	70	78	85	70	70
オキアミミール	5	5	5	5	5	5	5
タビオカデンプン	20	17.5	8	10	4	16.5	14.5
魚油	2	4.5	14	4	3	4.5	4.5
ビタミン混合	1	1	1	1	1	1	1
無機質混合	1	1	1	1	1	1	1
リン酸カルシウム	1	1	1	1	1	1	1
クエン酸						1	3
合計	100	100	100	100	100	100	100
粗タンパク質 (%)	50.2	50.2	50.2	55.6	60.3	50.2	50.2
粗脂肪 (%)	8.3	10.8	20.3	10.9	10.5	10.8	10.8
総P (mg/g)	19.90	19.90	19.90	21.88	23.62	19.90	19.90

与えた。

魚体測定 試験開始から試験終了の12週間後まで、2週間ごとに全供試魚の体重を測定した。さらに、4週間ごとに全供試魚の全長および体重の測定を実施した。

結果

飼育試験成績を図1に示した。

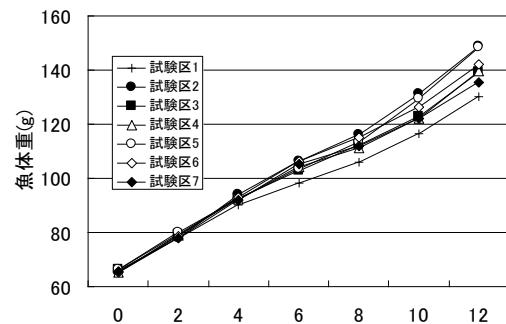


図1. 平均体重の推移

粗タンパク質50%として粗脂肪含量を8%, 10%, 20%とした試験区間で飼育成績を比較すると粗脂肪含量10%の試験区2の飼育成績が最も優れており、8% (試験

区1)と20%(試験区3)は共にこれよりも劣った。粗脂肪含量10%として、粗タンパク質を50%,55%,60%とした試験区間で飼育成績を比較すると、タンパク含量50%の試験区2の成長が優れていたが、試験区内の水槽間の差が大きかった。また、クエン酸の添加は1%添加区が3%添加区よりも優れていたが、粗タンパク質と粗脂肪含量が等しくクエン酸未添加の2区の成長の方がよかった。試験区2の成長が最も優れるという結果は、平成23年度試験の結果と異なっているが、2区の水槽間の成長差が著しく大きく、1水槽の成長が他の試験区に比較して極端に優れていたことが考えられた。

まとめ

- 1) タンパク含量50%脂質含量10%の試験区の成長が最も優れていた。
- 2) この結果の原因として、2区の水槽間の成長差が関係していることが推察された。

(2)クエ2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クエ2才魚を用いて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 総合水産試験場魚類科が生産し、養殖技術化が海面生簀を飼育していた2才魚(平均体重約560g)を使用し、試験期間は12週間とした。試験は、水試地先の1.5m角の海上生簀で行なった。1試験区1生簀100個体を収容した。

試験飼料および試験区 試験飼料としては、表2に成分組成を示すEPを使用した。試験飼料の成分組成を示した。1-2区、3-4区、5-6区の組み合わせは、それぞれ粗たんぱく質と粗脂肪含量をそろえた。

表2. 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10%

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3.に示した。どの粗たんぱく質、粗脂肪含量の飼料でも、クエン酸を3%添加することに

表3. 飼育成績

	1区	2区	3区	4区	5区	6区
8月平均体重	539.1	549.9	589.8	553.4	579.3	573.6
12月平均体重	682.7	669.5	758.4	640.1	729.3	634.5
8-12月増重量	143.7	119.6	168.7	86.7	150.0	60.9
日間給餌率	0.47	0.44	0.47	0.45	0.48	0.46
日間増重率	0.18	0.15	0.19	0.11	0.18	0.08
増肉係数	2.74	2.95	2.42	4.06	2.71	6.58

より、日間給餌率、日間増重率が高く、増肉係数が小さかった。

まとめ

- 1) クエン酸を添加することにより、養殖特性が改善された。

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

カワハギのStreptococcus iniaeによるレンサ球菌症に対する市販ワクチン「M バックイニエ(松研薬品工業株式会社)」の有効性を検討した。H23年度は、陸上水槽26℃環境下で注射法による攻撃試験で当該ワクチンの有効性が確認できた。本年度は、当該ワクチンを接種した1才魚を水試地先の海面生簀で飼育し、高水温期に自然感染させ、当該ワクチンの効果の検討を試みた。しかし、本年度はワクチン未接種の対象区においても、水試地先でのレンサ球菌症の発症が見られずワクチンの投与効果を確認することができなかった。

まとめ

- 1) レンサ球菌症未発症のためワクチンの効果は確認できなかった。

(担当:山田)

III. ブリの脂質調整試験

方法

平成24年12月3日~平成25年1月28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、背側筋肉 150g を頭の方から採取し、脂肪酸組成の分析に供した。

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：2.7kg 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筋肉の脂肪酸組成と一般成分値を表 1 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

表4 試験飼料およびブリ筋肉の脂肪酸組成と一般成分値

	試験飼料		ブリ筋肉	
	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	4.2	3.2	4.3	3.3
16:0	22.5	20.9	17.8	17.6
16:1	4.7	3.5	5.9	4.6
18:0	4.8	3.5	4.5	4.2
18:1	21.3	28.8	23.2	27.3
18:2n-6	5.3	16.4	6.0	10.7
20:1	3.3	2.0	3.9	3.7
20:4n-6	1.1	0.7	1.1	0.8
20:5n-3	6.8	4.9	6.6	4.4
22:1	3.3	1.7	2.8	2.6
22:5n-3	1.7	1.1	2.7	2.2
22:6n-3	11.3	6.5	11.0	10.3
未同定	2.4	0.8	2.7	1.9
一般成分 (%)				
水分	8.0	7.5	68.9	67.5
タンパク質	43.2	39.0	24.2	23.6
脂質	21.2	21.2	6.4	8.3

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。

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、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可能性が示唆された。

(担当：松倉)

6. 魚病対策技術開発事業

杉原志貴・山田敏之・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
24年10月19日	東京都	<ul style="list-style-type: none">・水産防疫対策について・養殖衛生対策関連事業について・最近の魚病関連情報・その他
24年11月29～30日	三重県	<ul style="list-style-type: none">・特別講演・話題提供
25年3月8日	東京都	<ul style="list-style-type: none">・平成24年度の疾病発生状況等について・平成24年度の防疫対策の実施状況等について・平成25年度予算・その他

表2 地域合同検討会

開催時期	開催場所	主な議題
24年11月1～2日	長崎県	<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
25年2月26～27日	高知県	<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
24年12月20～21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23年10月～平成24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
25年3月13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16検体、マダイ11検体、トラフグ8検体、マハタ6検体、クロマグロ4検体、ヒラマサ2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169件の魚病について付表〇-1~4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1月30日	総合水試	養殖業者、医薬品販売業者 (計12名)	水産用ワクチンの注射技術について
25年2月7日	総合水試	養殖業者、漁業者 (計19名)	水産用医薬品の適正使用について

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
24年12月25日	総合水試	種苗生産業者(1名)	PCR技術研修

V. ウイルス性疾病の対策検討

ウイルス性神経壊死症(VNN)の防除対策

1. 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。

精子及び受精卵が陽性となった場合には、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	1
クエ卵巣卵	30	0	7
クエ受精卵	11	0	0
合計	52	0	8

2. ホシガレイのVNNに関する基礎研究

平成24年度に中間育成中のホシガレイで発生したVNNについて、知見を得るために基礎研究を行った。

方法

遺伝子型の判定 平成24年6月に県内中間育成施設で斃死したホシガレイの脳及び眼を用い、RT-PCRでVNNであることを確認した後、遺伝子型を判別できるプライマーを用いたnested-PCRにより判定した。

ウイルス感染力価の測定 上記と同じホシガレイ死魚の脳及び眼に9倍量のHBSSを加え、磨砕・遠心し、ろ過滅菌したものをウイルス原液(Ns12sousui18株)とし、その10倍希釈系列をつくって、E-11細胞を用いたTCID法により力価を測定した。

感受性確認試験 平成24年に当水産試験場で種苗生産されたホシガレイを用いて、各試験区10尾ずつの5試験区及び対照区を設定して攻撃試験を実施した。攻撃は、ホシガレイ由来RGNNV(Ns12sousui18株)を用

い、 $10^{2.3} \sim 10^{6.3}$ TCID₅₀/mlの5段階に調整したウイルス液に1時間浸漬する方法で行った。試験期間中の水温は中間育成施設で斃死が発生中の自然水温(23.9~26.3℃)で、攻撃後21日間斃死状況を観察した。

飼育水温別感受性確認試験 平成24年に当水産試験場で種苗生産されたホシガレイを用いて、各試験区30尾ずつ、水温別に15、18、21、24、27℃の5試験区と対照区は27℃に設定し、RGNNV(Ns12sousui18株)を $10^{4.3}$ TCID₅₀/mlに調整したウイルス液に1時間浸漬して攻撃した。試験期間中には2日に1回EPを給餌し、攻撃後58日間観察した。

結果

遺伝子型の判定 nested-PCRの結果、遺伝子型はハタ類のウイルスと同じRGNNVと判定された。

ウイルス感染力価の測定 ウイルス原液

(Ns13sousui18株)のウイルス感染力価は、 $10^{9.3}$ TCID₅₀/mlと測定され、斃死魚の脳及び眼1g当たりの感染力価は $10^{10.3}$ TCID₅₀と算出された。

感受性確認試験 攻撃ウイルス力価 $10^{4.3} \sim 10^{6.3}$

TCID₅₀/mlの3試験区については、攻撃後8~10日目から斃死が発生し、17日目には全て斃死した。それに対し、試験終了時の $10^{3.3}$ TCID₅₀/ml区の死亡率は40%、 $10^{2.3}$ TCID₅₀/ml区の死亡率は0%であった。

飼育水温別感受性確認試験 試験終了時の生残率は、対照区が100%、15℃区が96.7%、18℃区が56.7%、21℃区が13.3%、24℃区が3.3%、27℃区が6.7%であった。このことから水温18℃以上でホシガレイがVNNに感染すると死亡率4割以上の大量死が起こる可能性が示唆された。

まとめ

- クエの種苗生産時にRGNNVの保有状況検査を52検体について実施した。
- ホシガレイで発生したVNNの遺伝子型はハタ類と同じRGNNVであった。
- ホシガレイは18℃以上の水温においてRGNNVに対する感受性が高いことが示唆された。

(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、ブリのノカルジア症およびヒラメの滑走細菌症を対象疾病として以下の研究を行った。

1. 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免疫防御に抗体が関わっているかどうかを調べるため、人為感染耐過魚から採取した血清を用いて、昨年度行った受動免疫試験を再度実施した。2011年度に作出した感染耐過魚に *N. seriolae* を血管内接種して2日後に採血し、分離した血清をブリ稚魚の腹腔内に接種した。翌日 *N. seriolae* で攻撃してその後の死亡経過を観察した。その結果、有意差は得られなかったが、昨年度と同様、対照の正常血清接種区に比べて耐過魚血清接種区の最終死亡率が低かった。分画分子量200 kDaのフィルターで限外ろ過した血清では対照区と同程度の死亡率であったことから、抗体などの高分子量の血清成分が防御に関わっていると考えられた。

なお、実験に使用したブリは、独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所五島庁舎で生産されたものである。

2. ヒラメの滑走細菌症に関する研究

Tenacibaculum maritimum の病原性を解明する目的で、運動性および非運動性の *T. maritimum* 株のヒラメ稚魚に対するビルレンスを調べた。浸漬攻撃では、運動性株が 10^8 , 10^7 , 10^6 CFU/ml の攻撃濃度で、それぞれ100%, 100%, 40%の累積死亡率であったのに対し

($LD_{50}=10^6$ CFU/ml), 非運動性株はいずれの濃度でも死亡しなかった ($LD_{50}>10^{7.1}$ CFU/ml)。皮下接種攻撃

では、両株とも 10^7 CFU/fish の攻撃菌量でも死亡しなかった。非運動性株は液体培養中に菌塊を作らず、またガラス壁にほとんど付着しないことから、運動性あるいは魚体への付着性が病原性に関係する可能性が考えられた。

まとめ

- 1) ノカルジア症に対する免疫防御には、抗体などの高分子量の血清成分が関わっていることが考えられた。
- 2) *Tenacibaculum maritimum* の病原性には、運動性あるいは魚体への付着性が関与する可能性が考えられた。

(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調査 クロマグロ住血吸虫の生活環を解明するために、クロマグロ養殖場周辺の無脊椎動物を採集して、中間宿主の探索を実施中である。

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モニタリング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、その腸管

* 長崎大学水産学部

をトラフグに摂取させたが、感染には至らなかった。
やせ病原因寄生虫の生活環の解明に関する調査 や
せ病原因寄生虫の生活環を解明するために、トラフグ
養殖場周辺の無脊椎動物を採集して、中間宿主の探索
を実施中である。

ま と め

- 1) 県内のクロマグロ養殖場において、住血吸虫の寄生状況と中間宿主の調査を実施した。
- 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) トラフグ養殖場において、やせ病原因寄生虫の中間宿主の探索を行った。

(担当：杉原・山田)

7. 競争力のある養殖魚づくり推進事業 (低無魚粉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。

本年度は昨年度に引き続き、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* とブリ *Seriola quinqueradiata* における低無魚粉飼料の有効性、および麹菌発酵物（以下、麴とする）の添加による成長促進効果を検討した（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(マダイの低無魚粉飼料試験)

方法

平成24年5月30日～9月16日にかけて、16週間の飼育試験を実施した。

飼育場所 総合水産試験場前の海面生簀で飼育し。

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、濃縮大豆タンパク質で代替し、合成タウリン等を適宜配合したEP飼料を用いた。魚粉削減飼料については、それぞれ麹菌発酵物（以下、麴とする）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 3m×3m×3mの網生簀計10面にマダイ0才魚を各45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の計算値

原料	試験区				
	魚粉50%区 (対照区)	魚粉20%区	魚粉20% +麴	魚粉0%区	魚粉0% +麴
配合組成(%)					
小麦粉	14.50	12.40	12.40	8.80	8.80
生タピオカ澱粉	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
脱脂糠	7.35				
大豆油粕	11.00	19.00	19.00	16.00	16.00
濃縮大豆タンパク		6.00	6.00	21.00	21.00
コーングルテンミール		19.00	19.00	26.00	26.00
アンチヨビミール	50.00	20.00	20.00		
オキアミミール		2.00	2.00	3.00	3.00
第一リン酸カルシウム		1.50	1.50	2.50	2.50
Lリジン		0.50	0.50	1.00	1.00
メチオニン		0.25	0.25	0.50	0.50
トリプトファン		0.10	0.10	0.20	0.20
L-トレオニン		0.25	0.25	0.50	0.50
合成タウリン		0.30	0.30	0.50	0.50
マリーゴールド花卉粉末	0.15				
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	9.00	10.70	10.70	12.00	12.00
大豆油(外添)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
合成タウリン(外添)	0.20				
麹菌発酵物(外添)			0.13		0.13
合計	103.20	103.00	103.13	103.00	103.13
成分の計算値(%)					
粗タンパク質(計算値)	40.20	40.70	40.70	41.30	41.30
粗脂肪(計算値)	16.50	16.50	16.50	16.40	16.40

4週間毎に実施し、全個体の体重を測定した。

血液検査および魚体一般成分分析 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)および総タンパク(TP)を測定した。併せて、採取した魚体の一般成分を分析した。

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21.0～29.8℃の間で推移した。各区の生残率は、99%以上を示した。

試験終了時の平均体重および日間増重率は、魚粉50%区：651g, 0.61%, 魚粉20%区：681g, 0.64%, 魚粉20%+麴区：666g, 0.63%, 魚粉0%区：651g, 0.61%, 魚粉0%+麴区：687g, 0.67%となり、低無魚粉飼料の試験区でも魚粉50%区と遜色ない成長を示した。また、無魚粉飼料の試験区においては、麴添加区の日間増重率が無添加区に比べて有意に高く(Games-Howell法, $P < 0.05$)、麴添加による成長促進効果がみられた。

試験終了時に採取したマダイ血漿中のTCHO, TPお

* 東京海洋大学

表2 マダイ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 (%)	増肉係数	生残率 (%)
	開始時	終了時				
魚粉50%区	328	652	0.61	1.1	1.83	100
魚粉20%区	332	681	0.64	1.1	1.76	99
魚粉20%+麩区	330	666	0.63	1.1	1.80	100
魚粉0%区	329	651	0.61	0.9	1.61	99
魚粉0%+麩区	325	687	0.67	1.0	1.63	100

よび魚体の一般成分は、各区の間で有意差が見られなかった ($P < 0.05$)。

今後は、麩の添加効果が現れやすい飼料の配合組成および水温条件等について検討し、マダイにおける低無魚粉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 1 才魚を飼育する場合における低無魚粉飼料の有効性、および低無魚粉飼料への麩菌発酵物の添加による成長促進効果を検討した。
- 2) 低無魚粉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低無魚粉飼料は、マダイ 1 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、麩菌発酵物の添加による成長促進効果がみられた。

II. 技術開発(ブリの低無魚粉飼料試験)

方法

平成 24 年 7 月 13 日～10 月 4 日にかけて、12 週間の飼育試験を実施した。

飼育場所 総合水産試験場の陸上水槽で飼育した。

供試魚 (独) 水産総合研究センター西海区水産研究所五島庁舎から譲渡されたブリ 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 3 に示す。魚粉含量をそれぞれ 25% および 0% に削減して大豆油粕、コーングルテンミール、濃縮大豆タンパク質で代替し、合成タウリン等を適宜配合した EP 飼料を用いた。魚粉削減飼料については、それぞれ麩の添加区を設けた。対照区の飼料には、魚粉 50%の EP 飼料を用いた。

表3 ブリ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50%区 (対照区)	魚粉25%区	魚粉25% +麩	魚粉0%区	魚粉0% +麩
配合組成 (%)					
小麦粉	13.00	11.00	11.00	7.50	7.50
生タビオカ澱粉	5.60	7.00	7.00	5.50	5.50
脱脂糠	7.35				
大豆油粕	5.50	10.30	10.30	14.80	14.80
濃縮大豆タンパク		5.80	5.80	18.80	18.80
コーングルテンミール		16.00	16.00	23.50	23.50
アンチヨビミール	50.00	25.00	25.00		
オキアミミール		2.00	2.00	3.00	3.00
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
トリプトファン		0.10	0.10	0.20	0.20
レトレオニン		0.25	0.25	0.50	0.50
合成タウリン		0.30	0.30	0.50	0.50
マリーゴールド花卉粉末	0.15				
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	15.40	17.00	17.00	18.70	18.70
大豆油 (外添)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
合成タウリン (外添)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
麩菌発酵物 (外添)			0.13		0.13
合計	102.50	102.50	102.63	102.50	102.63
成分の計算値 (%)					
粗タンパク質 (計算値)	37.80	38.00	38.00	37.80	37.80
粗脂肪 (計算値)	21.90	22.00	22.00	21.90	21.90

飼育管理 容量 500L のポリカーボネイト水槽計 10 基にブリ 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 水槽ずつ使用した。

魚体測定 魚体測定は試験開始時から試験終了時まで 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 4 に示す。飼育期間中、水温は 23.7～28.6℃の間で推移した。各区の生残率は 86～100%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 50%区：461g, 2.08%, 魚粉 25%区：410g, 1.95%, 魚粉 25%+麩区：413g, 1.89%, 魚粉 0%区：332g, 1.64%, 魚粉 0%+麩区：318g, 1.64%となり、飼料中の魚粉含量が低いほど、成長が低下する傾向を示した。また、麩の添加によるブリの成長促進効果は、今回の試験ではみられなかった。一方、他県の養殖漁場で実施されたブリを対象とした飼育試験では、麩の添加により成長が促進された事例も報告されている。今回、麩の添加によるブリの成長促進効果がみられなかった原因として、飼料の配合組成との関連等が疑われ、今後の検討課題であると考えられる。

表4 ブリ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 (%)	増肉係数	生残率 (%)
	開始時	終了時				
魚粉50%区	81	461	2.08	2.0	1.30	92
魚粉25%区	80	410	1.95	2.0	1.39	86
魚粉25%+麩区	84	413	1.89	2.1	1.47	100
魚粉0%区	84	332	1.64	1.9	1.43	96
魚粉0%+麩区	80	318	1.64	1.8	1.46	96

ま と め

- 1) ブリ 0 才魚を飼育する場合における低無魚粉飼料の有効性、および低無魚粉飼料への麴菌発酵物の添加による成長促進効果について検討した。
- 2) 飼料中の魚粉含量が低いほど成長が劣る傾向にあり、今回使用した低無魚粉飼料はブリ 0 才魚を飼育する上で実用的ではないと判断された。
- 3) 今回使用した低無魚粉飼料への麴菌発酵物の添加によるブリの成長促進効果は、みられなかった。
- 4) 今後、ブリ用飼料の更なる低無魚粉化を進めるためには、魚体内での利用性を高める配合組成等について検討する必要があると考えられた。

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・中田久

陸上養殖は赤潮や台風等自然環境の影響を受けにくく、適正な飼育環境の下で、安全、安心な魚の飼育が可能なることから有望な養殖方法である。さらに水温管理が可能な閉鎖循環式の陸上養殖では、養殖魚を最適環境で飼育することができ飼育期間を短縮できるという長所がある。

しかし、現在行われている循環式陸上養殖の海水浄化方法は微生物を用いて浄化する生物ろ過方法であるが、同方法は飼育水槽の1/4～1/3のろ過装置が必要となり施設規模や循環する水量が大きくなる傾向である。さらに水温調節にかかる光熱水費等ランニングコストが多大（養殖経費の半分以上）となるなど課題がある。

これらの課題を解決するため、県工業技術センター、県内企業と共同で開発した新しい技術を導入した飼育水循環型陸上養殖システムの試験施設を平成24年度整備したので報告する。現在このシステムを用いて、クエの飼育試験を行いながら実用的でより低コストな養殖技術を開発中である。

I. 施設整備等の概要

1. 実施場所

長崎県長崎市多以良町1551-4

長崎県総合水産試験場（種苗量産棟内）

2. 各試験区の規模等

各試験区の規模・規格、浄化方式等を表1に示す。

表1 試験区別水槽規模・浄化・水温調節方法

試験区	水槽規模	水槽材質	浄化方法	水温調節
1	円型	FRP	電気分解	地中熱
2	(φ5m)	FRP	電気分解	ボイラー
3	20t	コンクリート	生物ろ過	ボイラー

※試験区3は既設水槽

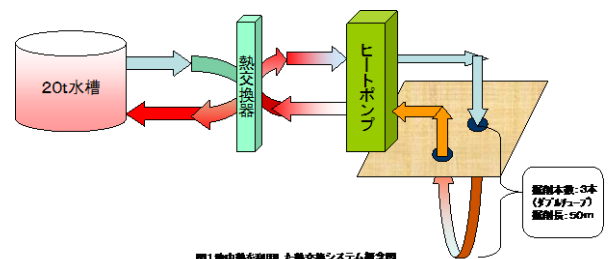
新規浄化と自然エネルギー（地中熱）利用の温度調節方式を導入した設備を試験区1とし、浄化方法や温

度調節を別方式に変更した試験区2、3を対照区として整備した。

3. 地中熱ヒートポンプによる熱交換システムの開発

今回水温調節にかかる光熱水費などランニングコスト削減のため開発した地中熱ヒートポンプによる熱交換システム概要を図1に示す。

地中熱は地下200mより浅い地盤に賦存する温度が



十数°C以下の低温の熱エネルギーであり、深さ10mより深い地点の温度は年間を通じてほぼ一定である。施工は水槽設置場所に隣接した屋外敷地に約4m間隔で直径165mm深さ50mの垂直抗を3本掘削し、その中にUチューブ（高密度ポリエチレン製で先端をU字状に接続した2本の管）を2組埋設した。

4. 研究体制及び役割分担

電気分解浄化方法等の新技術については、以前から県内企業と共同開発により進められていたため当該事業を進めるに当たっては産学官共同で取り組んだ。研究体制と役割分担は以下のとおりである。

①県内企業

水槽、循環・電解ろ過システムの開発。地中熱・熱交換システムの開発及びそれらが一体となったシステム（以降「当該システム」という）の開発と評価（委託）

②県総合水産試験場

上記システムを用いた飼育試験の実施と評価及び生産コスト等経済性の評価

③県工業技術センター

電解ろ過装置の基本設計及び当該システムの
評価

④長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

飼育水中の溶存有機物等の動態及び当該シス
テムの評価（委託）

4. 施工及び飼育試験期間

施工期間：平成 24 年 10 月 1 日から平成 25 年 1
月 25 日

飼育試験：平成 25 年 2 月 4 日から（継続中）

II. 施設整備等の状況

1. 飼育水循環型陸上養殖施設の整備

試験区 1～3 について 20 t 水槽 3 基（3 区は水槽
のみ既存）の整備を管理監督し、平成 25 年 1 月 25 日
完成引渡しを受けた。



試験区 1, 2, 3 区全景



試験区 1 区 電解装置, 活性炭槽



試験区 1 地中熱ヒートポンプシステム

2. 飼育試験

供試魚は人工生産され当场海面生簀にて飼育され
ていた平成 22 年産クエを用いた。なお供試魚はあらか
じめ平成 24 年 10 月より陸上水槽に移し、水温等を馴
致させていたものである。

20t 各区に平均魚体重 594g のクエ供試魚を 300 尾収
容し平成 25 年 2 月 4 日試験を開始した。飼育設定水温
は 23.2℃, 給餌は市販の人工配合飼料を隔日与えて行
っている（継続中）。

また飼育水の換水率を変えながら、電気分解ろ過の
浄化能力、地中熱ヒートポンプの効率やコストを対照
区と比較しながら実証試験を行っている。

まとめ

- 1) 飼育水循環型陸上養殖設備 20 t 3 基（電解ろ過
方式 2 基, 生物ろ過方式 1 基）を整備した。
- 2) うち電解ろ過装置の 1 基には地中熱ヒートポンプ
システムを導入した。
- 2) 当該設備を用いクエの養殖試験を行っている（試
験継続中）。
- 3) 換水率を変化させながら、各浄化方法の能力や地
中熱ヒートポンプシステムの効率等の評価して
いる。

（担当：山本）