平成24年度

事　業　報　告　書

平成26年2月

熊本県水産研究センター

（熊本県上天草市大矢野町中2450－2）

目　　次

平成２４年度の熊本県の海、漁業の概要 …… 4

事業の要旨 …… 7

総務一般

機構及び職種別人員 …… 12

職員の職・氏名 …… 12

職員の転出 …… 13

企画情報室

研究開発研修事業 …… 14

水産業広報・研修事業 …… 15

水産研究センター研究評価会議及び研究推進委員会の開催 …… 16

漁業者専門研修事業（漁業者セミナー） …… 18

水産業改良普及事業 …… 20

資源研究部

仔稚魚モニタリング調査 …… 22

資源評価調査 …… 25

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅰ（資源管理型漁業の推進Ⅰ） …… 29

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅱ（資源管理型漁業の推進Ⅱ） …… 30

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅲ（栽培漁業の推進） …… 36

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅳ（ヒラメのAge length keyの再構築と放流事業の費用対効果の算出） …… 39

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅴ（八代海放流トラフグの放流効果の把握） …… 42

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅵ（九州西岸域におけるクエ資源の合理的利用に関する共同研究） …… 44

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅶ（八代海におけるクルマエビの放流効果調査） …… 45

有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（クルマエビ）有明四県クルマエビ共同放流推進事業 …… 52

有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ（ガザミの放流効果調査） …… 60

有明海再生調査・技術開発事業Ⅲ（ホシガレイの放流技術開発） …… 66

有明海再生調査・技術開発事業Ⅳ（マコガレイの放流技術開発） …… 68

アユ資源再生産実態調査 …… 70

養殖研究部

養殖重要種生産向上事業Ⅰ（ノカルジア症対策） …… 84

養殖重要魚生産向上事業Ⅱ（低魚粉飼料開発） …… 88

養殖重要魚生産向上事業Ⅲ（「クルマエビ類の急性ウイルス血症」対策指導） …… 93

環境負荷低減型複合養殖技術開発事業Ⅰ（ヒトエグサ） …… 96

環境負荷低減型複合養殖技術開発事業Ⅱ（アサリ人工稚貝育成試験） …… 108

クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅰ …… 112

クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅱ（親貝養成） …… 116

クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅲ（浮遊幼生の輸送） …… 123

クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅳ（種苗生産試験） …… 124
熊本産クマモト・オイスターづくり事業Ⅰ（中間育成技術の開発試験） …… 132
熊本産クマモト・オイスターづくり事業Ⅱ（養殖試験） …… 137
有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（ハマグリ中間育成試験） …… 146
有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ（クルマエビ養殖池を活用したハマグリ中間育成試験） …… 152
安心につなげる養殖魚づくり事業 …… 157

浅海干潟研究部

漁場環境モニタリング事業Ⅰ（浅海定線調査及び内湾調査） …… 162
漁場環境モニタリング事業Ⅱ（浦湾域の定期調査） …… 166
漁場環境モニタリング事業Ⅲ（有明海における貧酸素水塊の一斉観測） …… 171
八代海湾奥部水質連続モニタリング調査 …… 172
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅰ（夏季赤潮調査・有明海中央ライン水質調査） …… 177
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅱ（八代海中央ライン水質調査） …… 181
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅲ（微生物相に基づく漁業被害の発生予測・抑制技術の開発） …… 183
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅳ（シャットネラ属プランクトンの漁業被害防止・軽減に関する研究） …… 186
赤潮対策事業Ⅰ（珪藻精密調査） …… 189
赤潮対策事業Ⅱ（赤潮定期調査） …… 191
赤潮対策事業Ⅲ（天草下島東岸調査） …… 193
赤潮対策事業Ⅳ（有害赤潮初期発生調査） …… 196
赤潮対策事業Ⅴ（シスト分布調査） …… 197
ノリ環境適応型品種特性評価試験（既存保有株の特性評価） …… 198
ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅰ（優良品種選抜育種試験） …… 201
ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅱ（ノリ養殖の概況） …… 205
ノリ作り安定化対策試験（ノリ養殖漁場海況観測調査） …… 217
二枚貝資源安定化対策事業Ⅰ（アサリ生息状況調査） …… 222
二枚貝資源安定化対策事業Ⅱ（アサリ肥満度調査・アサリ浮遊幼生調査） …… 227
二枚貝資源安定化対策事業Ⅲ（アサリ餌料環境調査） …… 230
二枚貝資源安定化対策事業Ⅳ（ハマグリ生息状況調査） …… 233
二枚貝資源安定化対策事業Ⅴ（球磨川河口域におけるハマグリ生息状況調査） …… 237
二枚貝資源安定化対策事業Ⅵ（ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査） …… 241
有明海再生調査・技術開発事業（ハマグリ放流技術開発試験） …… 244
沿岸漁場保全(補助)事務費Ⅰ（ダム堆積砂を用いた覆砂漁場調査） …… 252
沿岸漁場整備(補助)事務費Ⅱ（砕石を用いた覆砂漁場調査） …… 256
藻場生態系機能調査Ⅰ(アマモ場造成試験) …… 259
藻場生態系機能調査Ⅱ(アマモ場機能性調査) …… 262
藻場生態系機能調査Ⅲ(天草西海モニタリング調査) …… 264

食品科学研究部

水産物安全確保対策事業Ⅰ(エライザ法による麻痺性貝毒量の定期モニタリング調査) …… 265
水産物安全確保対策事業Ⅱ（クマモト・オイスター冷凍試験） …… 268
水産物品質評価技術開発試験Ⅰ（養殖ブリの品質評価） …… 271
水産物品質評価技術開発試験Ⅱ（養殖ブリの高品質冷凍） …… 274
水産物品質評価技術開発試験Ⅲ（養殖マダイの品質評価）…… 277
水産物品質評価技術開発試験Ⅳ（養殖マダイの冷凍試験）…… 281
水産物品質評価技術開発試験Ⅴ（オープンラボ） …… 285

～平成 24 年度の熊本県の漁場、漁業の概況～

1　気象・海況の概況

平成 24 年度の気象は春の後半から秋の前半までの暖候期が高温傾向、冬から春の前半までの寒候期が低温傾向と、季節のメリハリがはっきりした年であったが、年平均気温は平年並みとなった。夏の降水量は西日本太平洋側と沖縄･奄美でかなり多く、たびたび大雨となり、7 月 11 日から 14 日には「平成 24 年 7 月九州北部豪雨」が発生し、阿蘇乙姫において 4 日間で 816.5 ミリの「これまでに経験のない雨量」を観測した。この豪雨により、熊本では 23 名の死者、2 名の行方不明者が発生し、総被害額は 68,979 百万円、うち水産業関係被害額は有明海においてアサリ漁場への泥土堆積等で 153 百万円であった。

気象の影響により、有明海、八代海の水温も短期間であるが、夏場にやや高く、冬場にやや低い期間が見られたものの、年間通じては平年並みで推移した。また九州北部豪雨の影響により有明海において比重の低下がみられた。

天草西海では､独立行政法人西海区水産研究所の表層水温の変化の取りまとめによると、4 月がかなり低め、5 月がやや高め、6～7 月が平年並み、8 月がやや高め、9～10 月が平年並み、11～3 月がやや低めで推移した。

2　漁業の概況

(1)有明海

○アサリ採貝：平成 24 年の生産量は 993.2 トンと、激減した平成 22 年の 120 トンからやや回復はしたものの、緑川河口域を中心とした調査結果から平成 25 年はさらに減少すると考えられる。着底稚貝数の減少が依然として続いており、産卵母貝の保護と漁獲制限による資源管理及び漁場環境の改善等の取り組みの継続が必要とされる。またアサリの減少に伴ってハマグリの漁獲が継続して行われている。ハマグリはレッド・データブックに記載されるなど、資源の減少が危惧されており、水産研究センターでは新たに「ハマグリ資源管理マニュアル」を平成 25 年 3 月に作成し、漁業者の資源管理に向けた取り組みをアサリと併せて強力に指導していくこととした。

○ノリ養殖業：採苗時期は、高水温期を避け 10 月 25 日に実施する海域と、例年どおり 10 月 16 日に実施する海域に分かれた。海況については、9 月下旬以降の水温低下が例年に比べ順調で、その後の水温再上昇といった現象もなく、採苗・育苗及び生産は概ね順調で、12 月の低水温による生長の鈍化が一時みられたものの、生産枚数は 1,016 百万枚と例年並みであった。しかし、単価が 8.2 円／枚と安く、生産金額は 8,330 百万円と例年の 84.7%であった。

○クルマエビ漁獲量：クルマエビの推定漁獲量は 3.6 トンと算出され、過去最低であった。これはシャットネラ赤潮が 7 月 16 日から 7 月 23 日まで、また 8 月 30 日から 9 月 19 日までとクルマエビの主漁期中に長期にわたり発生したことの影響も考えられる。

○ガザミ漁獲量：ガザミの推定漁獲量は 42 トンと推定され、ここ数年増加傾向にあり、また干潟域に小型のガザミが確認されており、来年度も漁獲増が期待される。

○ビゼンクラゲの出現：7 月以降に大型クラゲであるビゼンクラゲ（*Rhopilema esculenta*）が大量に確認された。この種は晩春に有明海奥部の河口付近に小型個体が出現し、成長しながら沖へと移動していくことが知られており、中華料理等の食材として漁獲され漁業者の収入の一助となった。調査船による 8 月から 1 月にかけての観察では、8 月に玉名市横島地先で最大 110 個／ha 程度の群れが観察された。

⑵八代海

○シラス漁獲量：4 月～5 月はほとんど漁獲が無く、6 月に入り漁獲が本格化した。最終的には昨年並みの 500 トン程度の漁獲であったが、依然として低位の状態が続いている。

○魚類養殖業：夏場を中心にシャットネラ等の有害赤潮の発生はなく、また冬場には異常な低水温によりシマアジ等のへい死が発生したものの、海域は限定的であり、長期間の発生ではなかったことから魚類養殖にとって概ね平穏な漁場環境であった。

○アサリ採貝：平成 23 年度に発生した大雨による八代海湾奥部での淡水被害の影響により、平成 24 年の漁獲量は 4.1 トンにすぎなかった。八代市ではこの対策の一環として人工種苗による産卵用の母貝確保を実施することとなり、水産研究センターでは二枚貝海面中間育成施設（フラプシー：Flowting up weller system (株)ヤンマー製）による 10mm 稚貝の育成試験を行って 110 万個以上の放流を支援した。

○ノリ養殖業：1 月上旬頃から小型珪藻と大型珪藻による断続的な赤潮が形成され、低栄養塩状況が続いた。このため冷凍網の本格生産に至らず、生産枚数が 11 百万枚で金額が 92 百万円と例年の 24%程度の生産となった。

○クマモト・オイスター養殖：平成 24 年度の試験養殖で生産し、販売した個数は 7,960 個と平成 23 年度の販売個数の約半数となった。この販売に供した稚貝は公益財団法人海づくり協会及び水産研究センターで平成 23 年度に生産した 67,000 個で、種苗数も前年の約半数であった。なお、平成 24 年度は種苗生産技術の改良が進み、海づくり協会及び水産研究センターで 345,000 個の稚貝を生産し、試験養殖用として養殖業者へ配付している。

○藻類増養殖：ヒトエグサ、ヒジキ、トサカノリといった食用藻類の増養殖の機運が天草地域広域本部水産課を中心に高まり、これら 3 種類の藻類の人工採苗技術や増殖指導等を行うとともに、「熊本県海藻類増養殖方針」の策定に着手した。なお平成 24 年度のこれら 3 種の合計生産量は 177 トン（トサカノリは湿重量）で、1 億 6,700 万円の水揚げがなされている。

⑶天草西海

イワシ、アジ、サバ類の漁獲

天草漁協牛深総合支所に水揚げされたまき網及び棒受網の漁業の漁獲量によると、マアジは 174 トンで前年比 47%、サバ類は 749 トンで前年比 75%、マイワシは 356 トンで前年比 11%といずれも減少した。その他、カタクチイワシは 2,600 トン、ウルメイワシは 5,497 トンと前年並みといった状況であった。

⑷内水面

球磨川のアユについては、春先の稚アユ遡上量は 203 万尾で前年の約 1.5 倍であった。また秋季の流下仔アユの量は約 6 億尾で、平成 23 年と同様であり、平成 25 年春の遡上量が期待される。今年度の遡上量が増加した要因としては前年の 8～9 月の降水量が多く、親魚の産卵場への流下が順調であったためと思われる。

3　その他

○藻類増養殖技術開発に関する所内プロジェクトの設置

熊本県におけるアマノリ養殖以外の藻類の増養殖技術開発を効率的に推進するため研究部を横断したプロジェクトチームを設置し取り組むこととした。当面対象とする藻類はヒトエグサ、ヒジキ、トサカノリ、クロメ、ワカメ及びアマモとし、人工採苗技術の開発や、地元漁業者に対してスポアバックを用いた増殖指導等を広域本部水産課の普及指導員と共に行った。

※有毒生物であるヒョウモンダコが 4 月上旬に天草市有明町で発見され、その後も県内で散見されるようになった。

事　業　の　要　旨

事　業　名	頁	予　算　名	要　　旨
企画情報室			
研究開発研修事業	14	研究開発研修事業費	(社)日本水産資源保護協会が実施する養殖衛生管理技術者等育成研修等へ担当職員を派遣した。
水産業広報・研修事業	15	水産業広報・研修事業費	広報事業として、研究成果発表会の開催、刊行物の発行、研修センターの運営、ホームページによる情報提供等を、研修事業として、一般研修や教育研修の受入を実施した。
水産研究センター研究評価会議及び研究推進委員会の開催	16	水産研究センター運営費	水産研究センター研究評価会議及び研究推進委員会を開催し、研究の効果的かつ効率的な推進の見地から研究計画及び研究成果に対する評価を行なった。
漁業者専門研修事業（漁業者セミナー）	18	令達（新しい漁村を担う人づくり事業費）	「人づくり」を目的として、漁業者向けのセミナーを平成24年6月から平成25年3月の期間に7講座を実施した。総受講者数は、116名であった。
水産業改良普及事業	20	令達（水産業改良普及事業費）	漁業者の自主的活動を促進するため、普及事業関係会議等の開催及び企画、水産業改良普及員の指導、漁業者に対する支援・指導等を行った。なお平成24年度より企画情報室の2名の普及指導員を水産業革新的支援専門員とした。
資源研究部			
仔稚魚モニタリング調査	22	試験調査費	本県海域における仔稚魚の資源加入動向を把握するために、毎月20定点における浮遊期仔稚魚類の出現状況の調査を実施した。
資源評価調査	25	試験調査費	我が国周辺水域における魚介類の資源水準を評価するため水産庁の委託により、漁場別漁獲状況調査、標本船調査、生物情報収集調査、資源動向調査、沖合海洋観測・卵稚仔魚調査、新規加入量調査を実施した。
みんなで育てる海づくり事業Ⅰ（資源管理型漁業の推進Ⅰ）	29	令達（みんなで育てる豊かな海づくり事業費）	マダイ、ヒラメ、ガザミの資源管理型漁業を推進するために、資源管理（体長制限等）の取り組み状況の調査を実施した。
みんなで育てる海づくり事業Ⅱ（資源管理型漁業の推進Ⅱ）	30	令達（みんなで育てる豊かな海づくり事業費）	現在策定されている熊本県資源管理指針の改良を目的として、稚仔魚の成育場である八代海北部海域の漁獲状況、放流魚混入状況等を把握するために、小型定置網を対象とした調査を実施した。
みんなで育てる海づくり事業Ⅲ（栽培漁業の推進）	36	令達（みんなで育てる豊かな海づくり事業費）	熊本県栽培漁業地域展開協議会が実施するマダイ、ヒラメ放流事業の放流効果を把握するために、市場調査を実施した。放流魚の混入率は、マダイで3.26%、ヒラメ24.86%であった。
みんなで育てる海づくり事業Ⅳ（ヒラメのAge-length keyの再構築と放流事業の費用対効果の算出）	39		ヒラメの資源量推定精度を向上させるため平成23年度に作成したヒラメのAge-iength keyについて更にデータを加えて再構築を行った。また作成したAge-iength keyを用いてヒラメ放流事業の費用対効果の算出を行った。
みんなで育てる海づくり事業Ⅴ（八代海放流トラフグの産卵親魚の放流効果の把握）	42	令達（みんなで育てる豊かな海づくり事業費）	八代海で放流したトラフグの放流効果を把握するために、産卵回帰したトラフグ親魚を対象として市場調査を行い、効果の算定を行った。
みんなで育てる海づくり事業Ⅵ（九州西岸域におけるクエ資源の合理的利用に関する共同研究）	44	令達（みんなで育てる豊かな海づくり事業費）	独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所及び佐賀県との共同研究として、クエの漁業実態調査を行った。
みんなで育てる海づくり事業Ⅶ（八代海におけるクルマエビの放流効果調査）	45	令達（みんなで育てる豊かな海づくり事業費）	DNAによる親子判別手法を用いた放流効果調査を、八代漁業協同組合及び八代地域振興局と連携して行った。

有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（クルマエビ・有明四県クルマエビ共同放流推進事業）	52	令達（有明海再生拡充事業）	有明海のクルマエビ資源の回復を図るために、有明海４県が共同でDNAを用いた親子判定による放流効果調査を実施した。本年度は放流方法の差異に注目し調査を実施した。
有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ（ガザミの放流効果調査）	60	令達（有明海再生拡充事業）	有明海のガザミ資源の回復を図るために、有明海４県が共同でDNAを用いた親子判定技術を活用し、放流効果調査を実施した。
有明海再生調査・技術開発事業Ⅲ（ホシガレイの放流技術開発）	66	令達（有明海再生拡充事業）	有明海のホシガレイ資源の回復を図るために、有明海で放流したホシガレイの移動生態について長崎県と連携して調査を実施した。
有明海再生調査・技術開発事業Ⅳ（マコガレイの放流技術開発）	68	令達（有明海再生拡充事業）	有明海のマコガレイ資源の回復を図るために、有明海で放流したマコガレイの移動生態について長崎県と連携して調査を実施した。
アユ資源再生産実態調査	70	試験調査費	球磨川におけるアユの再生産状況を成熟並びに海域での生態及び遡上動向等の調査を行った。
養殖研究部			
養殖重要種生産向上事業Ⅰ（ノカルジア症対策）	84	試験調査費	ノカルジア症対策の一環として、県下で採集したノカルジア症原因菌10株のｴﾘｽﾛﾏｲｼﾝ、塩酸ｵｷｼﾃﾄﾗｻｲｸﾘﾝ及びｽﾙﾌｧﾒﾉﾓﾉﾒﾄｷｼﾝに対する薬剤感受性を調査したところ、ｴﾘｽﾛﾏｲｼﾝに耐性株が確認された。
養殖重要魚生産向上事業Ⅱ（低魚粉飼料を用いたブリ長期間飼育試験）	88	試験調査費	魚粉含有量を42%に低減した飼料で、ブリを182日間飼育し、成長及びワクチン投与効果に対する影響を検討した。
養殖重要種生産向上事業Ⅲ（クルマエビ類の急性ウイルス血症対策指導）	93	試験調査費	PCR法を用いて県内のクルマエビ養殖場におけるPRDVの感染状況の検査を行った。
環境負荷低減型複合養殖技術開発事業Ⅰ（ヒトエグサの人工採苗・養殖試験）	96	試験調査費	人工採苗を行ったヒトエグサの養殖試験を行い種網を作成して、ヒトエグサ養殖が行われていない魚類養殖場付近で養殖試験を行った。
環境負荷低減型複合養殖技術開発事業Ⅱ（アサリ人工稚貝育成試験）	108	試験調査費	二枚貝用の海面中間育成施設であるフラプシーを用いてアサリ人工稚貝の中間育成試験を行った。
クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅰ	112	試験調査費	クマモト・オイスター発祥の地である、熊本県八代市鏡地先から採取した天然親貝を用いて育種研究を進めるためのクマモト・オイスターの母集団を作出した。
クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅱ（親貝養成）	116	試験調査費	クマモト・オイスターの産卵に至る積算水温を把握するため、加温飼育を行って成熟及び産卵状況を観察した。
クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅲ（浮遊幼生の輸送）	123	試験調査費	クマモト・オイスターのふ化幼生について、県内の種苗生産施設までの輸送方法について検討した。
クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅳ（種苗生産試験）	124	試験調査費	クマモト・オイスターの種苗生産の安定化、効率化を目指して生産試験を行った。
熊本産クマモト・オイスターづくり事業Ⅰ（中間育成技術の開発試験）	132	令達	シカメガキ（クマモト・オイスター）人工種苗について殻高1.7mmから10mmまで陸上施設及びフラプシーを用いた中間育成技術の開発試験を行った。
熊本産クマモト・オイスターづくり事業Ⅱ（養殖試験）	137	令達	クマモト・オイスター稚貝を県内14業者に配付し養殖試験を行った。
有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（ハマグリ中間育成試験）	146	令達（有明海再生拡充事業）	ハマグリ放流用人工種苗の効率的な稚貝中間育成技術開発の一環として、餌料種類や飼育基質が成長と生残に与える影響について検討した。

有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ（クルマエビ養殖池を活用したハマグリ中間育成試験）	152	令達 （有明海再生拡充事業）	ハマグリ放流用人工種苗の効率的な稚貝中間育成技術開発の一環として、クルマエビ養殖池で発生する餌料プランクトンを用いた中間育成試験を行った。
安心につなげる養殖魚づくり事業	157	令達	魚類養殖における魚病診断、医薬品適正使用及びワクチン使用指導を行った。
浅海干潟研究部			
漁場環境モニタリング事業Ⅰ（浅海定線調査及び内湾調査）	162	試験調査費	有明海及び八代海における水質調査を、月に１回の頻度で周年にわたり調査した。有明海の水温は12月がやや低めで推移した他は平年並みで、八代海は5月がかなり低め、4月及び12月がやや低め、8月がやや高めで推移した。
漁場環境モニタリング事業Ⅱ（浦湾域の定期調査）	166	試験調査費	県内養殖漁場の水質及び底質の調査を2回実施した。一部の養殖漁場において、底質中の硫化物量が県魚類養殖基準に適合しない地点が見られた。
漁場環境モニタリング事業Ⅲ（有明海における貧酸素水塊の一斉観測）	171	試験調査費	有明海における貧酸素水塊の発生状況を把握するため、沿海4県と西海区水産研究所等が連携して8月10日に一斉観測を行った。熊本県海域では貧酸素状態は確認されなかった。
八代海湾奥部水質連続モニタリング調査	172	試験研究費	ノリの色落ちや、アサリのへい死が多発している八代海湾奥部の環境を連続的に測定するため、観測機器を設置するとともに定期的な環境調査を行った。
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅰ（夏季赤潮調査・有明海中央ライン水質調査）	177	試験調査費	有明海における赤潮発生や貧酸素水塊による漁業被害の軽減に必要な知見を得るため、周年に渡り水質やプランクトンの発生量を調べた。シャットネラは7月から9月にかけて断続的に観察され、9月14日に熊本市沖で6,300細胞/mlの赤潮状態となった。
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅱ（八代海中央ライン水質調査）	181	試験調査費	八代海における環境特性と有害プランクトンの発生動向や生態を明らかにするため、水質と有害プランクトン等組成の周年モニタリングを行った。 有害プランクトンはほとんど確認されなかった。
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅲ（微生物相に基づく漁業被害の発生予測・抑制技術の開発）	183	試験調査費	シャットネラ赤潮の発生前後における海洋微生物相の変化を捉え、赤潮の発生予測手法を開発するため、水質と植物プランクトン組成のモニタリングを行うとともに、大学等連携協力機関へ海水試料を送付した。 計14回の調査及び海水送付を行った。
閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅳ（シャットネラ属プランクトンの漁業被害防止・軽減に関する研究）	186	試験調査費	シャットネラ赤潮はエンジンポンプ処理により魚毒性が低減又は消失することが確認されたことから、コスト面から現場に導入できる機器の運転条件について試験を行った。
赤潮対策事業Ⅰ （珪藻精密調査）	189	令達 （赤潮対策事業費）	ノリ養殖に被害をもたらす珪藻赤潮による被害軽減を行うため、有明海及び八代海で9月～翌3月にかけてプランクトン及び水質調査を実施した。有明海では3月上旬以降に、八代海では10月中旬以降に大型珪藻である*Eucampia zodiacus*の発生が見られ、海域の栄養塩量が減少した。
赤潮対策事業Ⅱ （赤潮定期調査）	191	令達 （赤潮対策事業費）	魚類養殖に多大な被害をもたらす有害赤潮による被害を軽減するため、八代海において6月から9月にかけて海況や水質、植物プランクトンの調査を実施した。 調査期間中は高密度の珪藻類が確認され、有害プランクトンによる赤潮は確認されなかった。
赤潮対策事業Ⅲ （天草下島東岸調査）	193	令達 （赤潮対策事業費）	平成22年度夏季に大規模な漁業被害が発生した天草下島東岸域を対象に、有害赤潮による被害を軽減するため、6月から8月にかけて海況や水質、植物プランクトンの調

			査を実施した。有害プランクトンはほとんど確認されず、その他プランクトンも発生が低密度の年であった。
赤潮対策事業Ⅳ（有害赤潮初期発生調査）	196	令達 （赤潮対策事業費）	有害赤潮の初期発生海域を特定するため、八代海の広範囲で５月に有害プランクトン及び水質を調査した。 シャットネラ属プランクトン等は確認されなかった。
赤潮対策事業Ⅴ（シスト分布調査）	197	令達 （赤潮対策事業費）	有害赤潮のシストの分布範囲及び密度を把握するため、八代海の広範囲で4月及び10月にシストの分布を調査した。ほぼ全域でシストが確認されたが、密度はシャットネラ赤潮が大規模に発生した平成22年度の約50分の１と希薄であった。
ノリ環境適応型品種特性評価試験（既存保有株の特性評価）	198	試験調査費	水産研究センターが保有するフリー糸状体約1,200株の中から優れた生長性、耐高水温性、耐低塩分性を持つ株の検索を室内培養試験により行った。
ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅰ（優良品種選抜育種試験）	198	試験調査費	水産研究センターで保存するフリー糸状体を用いて高水温や低比重に耐性を有する株の選抜育種をフラスコや屋外水槽による培養試験を行った。
ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅱ（ノリ養殖の概況）	205	試験調査費	平成24年度ノリ漁期は、有明海においては採苗開始日が10月16日と27日の2グループに分かれたが、水温は順調に低下し、定期的な降雨等により芽流れや、低水温による成長鈍化が生じたものの、秋芽網漁期は過去3番目の豊作となった。漁期を通した生産枚数は10億2,700万枚と平年比92.5%で、金額では84億2,300万円と平年比83.2%と単価安の状況であった。
ノリ作り安定化対策試験（ノリ養殖漁場海況観測調査）	217	試験調査費	適正なノリ養殖管理を行うため栄養塩調査を実施し、漁業者に対して迅速な情報提供を行った。栄養塩量（DIN）は、有明海では1月以降に、八代海では12月下旬以降に以降減少がみられ、期待値7μg-at./Lを下回る地点が多く確認された。
二枚貝資源安定化対策事業Ⅰ（アサリ生息状況調査）	222	試験調査費	アサリ資源量を把握するために、緑川河口域及び菊池川河口域でアサリ生息状況調査を実施した。 アサリ生息状況については、緑川河口域では、平成23年度と比べやや増加したものの、過去10年では3番目に低い平均生息密度で、次年度の漁獲量は200トン程度と推定された。また、菊池川においても平成15年度以降で最も低い平均生息密度で、これは7月の九州北部豪雨による堆積土砂等の影響と考えられた。
二枚貝資源安定化対策事業Ⅱ（アサリ肥満度調査・アサリ浮遊幼生調査）	227	試験調査費	アサリ産卵状況を把握することを目的として、緑川河口域におけるアサリの肥満度調査、および本県の有明海沿岸主要漁場においてアサリ浮遊幼生調査を実施した。 平成24年秋期のアサリ浮遊幼生数は各主要漁場とも平成16年以降の調査において昨年に引き続き低かった。
二枚貝資源安定化対策事業Ⅲ（アサリ餌料環境調査）	230	試験調査費	アサリの餌料環境改善と成長・成熟・幼生生産量増大を目的として、アサリにとって未利用空間である潮下帯における新規親貝場（産卵場）創出に向けた調査を行った。潮下帯と潮間帯において、アサリの飼育試験を実施し成熟度を比較した結果、潮下帯の方が高い成熟度を維持しており、潮下帯で飼育したアサリの方が潮間帯のアサリよりも多く産卵する可能性があると示唆された。
二枚貝資源安定化対策事業Ⅳ（ハマグリ生息状況調査）	233	試験調査費	資源状況の悪化が危惧されている本県ハマグリの生息状況を緑川河口域と菊池川河口域で調査した。 緑川河口域の生息状況は平成23年と比較すると増加したものの、漁獲対象サイズの生息密度は非常に少ない状況であった。菊池川河口域では、平成18年以降の調査で最も低い生息密度になっており、九州北部豪雨による堆積土砂等の

			影響もあり厳しい資源状況であると考えられた。
二枚貝資源安定化対策事業Ⅴ（球磨川河口域におけるハマグリ生息状況調査）	237	試験調査費	球磨川河口域においてハマグリの生息状況調査を実施した。夏季の豪雨による浮泥の堆積により、10月以降に調査を行ったところ、陸側の調査定点で豪雨以降に新規参入群と考えられる殻長5mm以下の個体が確認された。
二枚貝資源安定化対策事業Ⅵ（ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査）	241	試験調査費	ハマグリ資源管理手法の確立の基礎資料とするため、ハマグリの浮遊幼生調査及び着底稚貝調査を実施した。 浮遊幼生の出現数は平成22年度と比較すると少なく、着底稚貝については8月から12月にかけて調査を実施したが、確認することができなかった。
有明海再生調査・技術開発事業（ハマグリ放流技術開発試験）	244	令達（有明海再生拡充事業）	ハマグリ人工種苗の放流技術の開発を目的として、緑川河口域で平成23年から25年にかけて標識した殻長10～20mmのハマグリ34,540個を放流し、述べ33日の追跡調査を行ったところ、12個が回収された。
沿岸漁場保全(補助)事務費Ⅰ（ダム堆積砂を用いた覆砂漁場調査）	252	令達 （水域環境保全創造事業）	八代市金剛地先において、平成19年、平成21年にダム堆砂を用いた覆砂区や天然漁場へのアサリ加入状況を調査した。対照区とした天然漁場でほとんどアサリの生息は確認されなかったが、両覆砂区では確認された。
沿岸漁場整備(補助)事務費Ⅱ（砕石を用いた覆砂漁場調査）	256	令達 （水域環境保全創造事業）	宇土市網田地先において造成された砕石を用いた覆砂区でのアサリ加入状況を調査した。 波浪条件の厳しい網田地先においても砕石による着底稚貝の増殖効果が発現することが確認された。
藻場生態系機能調査Ⅰ(アマモ場造成試験)	259	試験調査費	アマモ場造成技術を開発し、漁協等関係機関へ技術移転を行った。
藻場生態系機能調査Ⅱ(アマモ場機能性調査)	262	試験調査費	本県海域のアマモ場の機能を明らかにするため、アマモ葉体の栄養塩吸収能力を測定した。
藻場生態系機能調査Ⅲ(天草西海モニタリング調査)	264	試験調査費	天草西海に位置する牛深町黒島保護水面において、藻類の育成状況を把握するためのモニタリングを実施した。
食品科学研究部			
水産物安全確保対策事業Ⅰ(エライザ法による麻痺性貝毒量の定期モニタリング調査)	265	試験調査費	麻痺性貝毒（PSP）検査の感度・機動性の向上のため、elisa法（Enzyme Linked Immunosorbent Assay）による貝毒量のモニタリングを実施した。なお公定法の基準値を超える事象は発生しなかった。
水産物安全確保対策事業Ⅱ（クマモト・オイスター冷凍試験）	268	試験調査費	クマモト・オイスターの販売期間の長期化及び規格外品の有効利用を目的に冷凍試験を実施した。今年度は最適保存温度について検討を行った。
水産物品質評価技術開発試験Ⅰ（ブリの品質評価）	271	試験調査費	養殖ブリの品質評価法として、異なる餌で飼育したブリの表層血合筋の赤味度の死後変化を比較した。
水産物品質評価技術開発試験Ⅱ（ブリの高品質冷凍	274	試験調査費	養殖ブリフィレの高品質な凍結方法について、エタノールブライン、エアブラスター及び緩慢凍結法による破断強度の違いを比較した。
水産物品質評価技術開発試験Ⅲ（養殖マダイの品質評価）	277	試験調査費	養殖マダイの品質評価法としてマダイ表皮のカロテノイド量と色調の関係について検討した。
水産物品質評価技術開発試験Ⅳ（養殖マダイの冷凍試験）	281	試験調査費	養殖マダイの高品位な冷凍技術を開発するため、凍結前の魚体の硬直度指数別に凍結、解凍によるドリップの発生、破断強度及び表層血合筋の色調変化との関係について検討した。
水産物品質評価技術開発試験Ⅴ（オープンラボ）	285	試験調査費	本県水産物の付加価値を向上させるため、水産加工品の開発、改良等の技術指導及びオープンラボによる水産物加工技術、食品衛生管理技術等の向上に取り組んだ。年間で 35 件の利用があった。

総 務 一 般

職　員　一　覧

1　機構及び職種別人員（平成２５年３月末現在）

区　分	事　務	技　術	その他	計
所　長		1		1
次　長	1	1		2
総　務　課	2	7		9
企画情報室		2		2
資源研究部		3	1	4
養殖研究部		4	1	5
浅海干潟研究部		6	2	8
食品科学研究部		2		2
計	3	２６	4	３３

2　職員の職・氏名

所長　梅﨑　祐二 *

次長兼総務課長　前田　春久*

［総務課］

参事　富永　文昭

主任主事　川口　るみ

技師　小森　愛実

［船舶（ひのくに）］

船長　西村　泰治

機関長　尾﨑　憲一

主任技師　根岸　成雄*

主任技師　戸川　則彦

技師　松岡　光一

［船舶（あさみ）］

船長　中島　憲一*

［企画情報室］

（兼務）室長　木村　武志*

参事　梅山　昌伸

参事　長山　公紀

［資源研究部］

研究主幹兼部長　山下　幸寿

研究主任　香﨑　修

研究主任　森下　貴文

技師　小山　長久

次長　木村　武志*

［養殖研究部］

研究主幹兼部長　中野　平二

研究参事　松岡　貴浩

研究参事　中根　基行

研究員　永田　大生

［浅海干潟研究部］

研究主幹兼部長　川崎　信司

研究参事　松本　聖治

研究参事　安東　秀徳

研究主任　内川　純一

研究主任　高日　新也

研究員（平成２４年度新規採用職員）　多治見　誠亮*

技師　栃原　正久

技師　増田　雄二

［食品科学研究部］

（兼務）部長　中野　平二

研究主任　向井　宏比古

研究主任　吉村　直晃*

（注）＊はH24.4.1転入者

３　職員の転出

南本　健成　天草広域本部農林水産部長　　（退職）次長　安藤　博史
柗本　忠　　漁業取締船ありあけ主任技師
浦西　陽介　漁業取締船ありあけ主任技師
濱竹　芳久　県南広域本部水産課主幹（兼課長）
篠崎　貴史　県南広域本部水産課主任技師

企 画 情 報 室

研究開発研修事業　（県　単　昭和63年度～継続）

１　緒　言

近年の水産技術の進展に的確に対応し、より効率的な試験研究を行なうため、各種技術研修を受講することにより職員の資質向上を図る。

２　方　法

（１）担当者 長山公紀、梅山昌伸

（２）方法 水産庁、水産関係団体等が主催する研修会に担当者の派遣を行う。

３　結 果

表１のとおり、「養殖衛生管理技術者養成 本科専門コース研修」、「養殖衛生管理技術者養成 本科実習コース研修）」、「新奇有害プランクトン同定研修会」を試験研究業務に係わる担当者が受講した。

表１　研修受講状況

研修名（期日）	内容（主催・研修場所）	受講者（担当部）
平成24年度養殖衛生管理技術者養成 本科実習コース研修（ 8月20日～8月31日）	養殖衛生管理技術者として必要な知識、技術の講義および実技研修。本研修により、食の安全・安心のための魚病対策を担う技術者の育成及び魚類防疫士の養成を図った。（主催者：社団法人日本水産資源保護協会内養殖衛生対策推進協議会、研修場所：東京都）	森下 貴文（資源研究部）
平成24年度養殖衛生管理技術者養成 本科専門コース研修（12月5日～12月14日）	養殖衛生対策および魚類疾病に関する最新かつ専門的知識、技術についての講義、実技研修。本研修により、食の安全・安心のための魚病対策を担う技術者の育成及び魚類防疫士の養成を図った。（主催者：社団法人日本水産資源保護協会内養殖衛生対策推進協議会、研修場所：東京都）	永田 大生（養殖研究部）
平成24年度新奇有害プランクトン同定研修会（11月12日～11月16日）	有害･有毒プランクトンの採集･試料処理･保存方法、種の同定法を習得し、現場モニタリング技術の向上を図った。（主催者：独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所･環境保全研究センター、研修場所：広島県廿日市市）	多治見 誠亮（浅海干潟研究部）

※ 平成24年度養殖衛生管理技術者養成 本科専門コースの研修後に実施された平成24年度魚類防疫士技術認定試験に永田大生は合格し、魚類防疫士として認定された。

水産業広報・研修事業　（県　単　平成２年度～継続）

１　緒　言

漁業者に対し研究成果及び水産に関する最新の技術の普及・研修を行うとともに、広く県民に対し水産業に関する各種の情報を提供する。

２　方　法

（１）担当者　梅山昌伸、長山公紀

（２）内容

ア　広報事業

（ア）研究成果発表会の企画・実施

（イ）水研センターニュース（第 22 号）の編集とホームページへの掲載

（ウ）事業報告書の編集・発行

（エ）研修センターの管理・運用

（オ）水産研究センターホームページの管理・運用

イ　研修事業

（ア）一般研修の受入

（イ）教育研修(小学・中学・高校等教育機関における社会科学習、教職員研修、インターンシップ研修等)の受入

３　結　果

（１）広報事業

ア　研究成果発表会の開催：平成 25 年 2 月 18 日に水産研究センターにおいて、水産研究成果及び普及事例合同発表会を開催した。本年度は昨年度に引き続き八代及び天草地域振興局による普及事例発表を加え、試験研究と普及事業の連携推進を図った。発表課題は 7 課題（研究発表 4、普及発表 2、話題提供 1）で、参加者数は 80 名であった。

イ　水研センターニュースの発行：水研センターニュース「ゆうすい」の第 22 号（平成 24 年 10 月）を水産研究センターホームページに掲載した。

ウ　事業報告書の発行：各部署から提出された原稿を編集し、平成 23 年度事業報告書として平成 25 年 1 月に発行した。印刷物は各県の水産試験研究機関ほか関係機関に配布した。

エ　研修センターの管理・運用：映像関係機器の更新、展示魚の管理を行った。

オ　水産研究センターホームページを管理運営し、漁場環境、赤潮情報の他最新の情報を提供した。

（２）研修事業

ア　一般研修の受入：研修センターの来館者数は、7,577 人で、県内外の漁協、漁業関係者や一般来訪者機関等の研修を受入れた。内容は、アサリやノリ養殖等に関するものが多かった。

イ　教育研修の受入：小学校から大学までの教育機関関係等 8 件（延べ 163 人）の研修を受入れた。内容は、施設見学、インターンシップ研修等で、特に地元小中学校などからの総合学習の受け入れが多かった。

水産研究センター研究評価会議及び研究推進委員会の開催

（県　単　平成 15 年度～継続）

１　緒　言

水産研究センター研究評価会議（外部評価委員会）、研究推進委員会（内部評価委員会）を開催し、研究の効果的かつ効率的な推進の見地から研究計画及び研究成果に対する評価を行う。

２　方　法

（１）担当者　長山公紀、梅山昌伸

（２）水産産研究センター研究評価会議及び研究推進委員会を開催し、研究成果の評価、新規研究事業の計画目標、研究内容等について審議した。

３　結　果

（１）　研究評価課題

平成 24 年度評価対象事業（全 3 事業）

ア　中間評価（H25 年度に継続 4 年目となる事業）

（ア）資源評価調査（H22～26 年度 資源研究部）

（イ）漁場環境モニタリング事業（H22～26 年度 浅海干潟研究部）

イ　終了前評価（H24 年度に一旦終了するが H25 年度に組み替えて事業化する事業）

（ア）二枚貝資源安定化対策事業　（H22～24 年度 浅海干潟研究部）

（２）水産研究推進委員会幹事会

ア　日　時　平成 24 年 8 月 7 日　午後 2 時から午後 6 時

イ　場　所　水産研究センター会議室

ウ　出席者　木村幹事長、荒木幹事、中原幹事、吉田幹事、平田幹事、濱竹幹事、塩濱幹事（代理 加来）（7 名出席／幹事 8 名）

（３）水産研究センター研究評価会議

ア　日　時　平成 24 年 9 月 12 日　午前 10 時から午後 0 時半

イ　場　所　県庁西側事務棟第 1 会議室

ウ　出席者　内野会長、野田副会長、中村委員、山本委員、松髙委員、北口委員、波積委員、坂口委員、村尾委員、馬田委員（10 名出席／委員 10 名）

（４）水産研究推進委員会

ア　日　時　平成 24 年 10 月 18 日　午後 2 時から午後 5 時

イ　場　所　県庁本館１００３会議室

ウ　出席者　福島委員長、豊田委員、鎌賀委員、國枝委員、平岡委員、平尾委員（代理 木村）、西山委員、上野委員、南本委員、加来委員（10 名出席／委員 10 名）

（５）評価結果一覧

水産研究センター内部評価、研究推進委員会幹事会、研究評価会議及び研究推進委員会の評価を表 1 に示した。

表１　平成 24 年度研究評価結果一覧

	事業名	事業期間	中間評価				評価委員コメント等
			水研	幹事会	評価会議	推進委員会	
中間評価	資源評価調査	H22～H26	5	5	5	5	計画通り事業を推進可。調査結果の漁業関係者への情報発信を強化すること。
	漁場環境モニタリング事業	H22～H26	5	5	5	5	計画通り事業を推進可。調査結果の漁業関係者への情報発信を強化すること。

	事業名	事業期間	終了前評価				新規事業名	事業予定期間	事前評価			
			水研	幹事会	評価会議	推進委員会			水研	幹事会	評価会議	推進委員会
終了前評価	二枚貝資源安定化対策事業	H22～H24	5	4	4	4	重要貝類資源回復事業(仮)	H25～H27	A	A	A	A

※評価の「数字（５～１）」及び「アルファベット（Ｓ～Ｃ）」は次の評価内容を示す。

【中間評価事業 】５：計画どおりの進捗状況であり、このまま推進。４：概ね計画どおりであり、このまま推進。３：一部進捗の遅れ、または問題点があり、見直して推進。２：研究計画の見直しが必要である。１：事業の縮小または停止が適当である。

【 終了前評価事業 】（終了前評価） ５：計画どおり研究が進展した（１００％）。４：概ね計画どおり研究が進展した（約８０％以上）。３：計画どおりではなかったが、一応の進展があった（約６０％以上）。２：計画の一部しか達成できず、研究の進展があまりなかった（約４０％以上）。１：計画が達成できておらず、研究の進展がなかった（約４０％未満）。（事前評価） Ｓ：重要であり、採択すべき研究。Ａ：適当であり、採択してよい研究。Ｂ：計画を見直したうえで採択する研究。Ｃ：不適当であり採択すべきでない研究。

（６）その他

平成 28 年 3 月までの 5 年間の試験研究計画を定めた「熊本県水産研究センター基本計画（案）」について、水産研究推進委員会幹事会、水産研究センター研究評価会議、水産研究推進委員会で紹介し、委員から意見を聴取した。

漁業者専門研修事業　（　県　単　平成 12 年度～継続　）

（漁業者セミナー）

1　緒　言

漁場環境の悪化、資源の減少、魚価の低迷など、現在の水産業を取り巻く状況には厳しいものがあり、この状況を打開するためには、人づくりが大切であると考えられる。

そこで、漁業者及び関係者に新しい知識や技術、関係法令、最新の情報、他業種との交流の場等を提供することを目的として研修を実施した。

2　方　法

（1）担当者　梅山昌伸、長山公紀

（2）方法

ア　内容

セミナーは、表１のとおり、教養、専門コース、特別講座で構成し、７種の講座を設けた。

表１　セミナー内容

コース名	講座名	講座の目的	受講対象者
教　養コース	基礎講座	将来の中核的漁業者の育成を図るため、近代的な漁業経営に必要な漁業・海洋に関する基本的な知識・技術を修得する。	漁業者（漁協職員、市町村職員含む）
	リーダー養成講座	地域をリードする中核的漁業者として必要なリーダーシップのあり方や、水産施策等に関する知識や考え方を修得する。	
専　門コース	ノリ養殖講座	ノリ養殖業を営むための基本的な知識と最新の技術を修得する。	
	魚類養殖講座	魚類養殖業を営むための基本的な知識と最新の技術を修得する。	
	漁船漁業講座	漁船漁業を営むうえで重要な知識と最新の技術を修得する。	
	食品科学講座	水産物の流通や加工等について、実習を中心として最新の技術を修得する。	
特別講座		緊急に必要とされるテーマについて、早急な技術の修得を目指す。	

イ　受講対象者

主として県内漁業者を対象としたが、漁協職員、沿海市町水産関係職員、その他の水産関係団体職員等も受け入れた。

ウ　受講者の募集

講座毎にＦＡＸ、水研センターホームページ等により広報するとともに、水産業普及指導員が普及現場において募集を行った。

3　結　果

表２のとおり、平成 24 年 6 月 29 日から平成 25 年 3 月 1 日の期間に 7 講座を実施した。参加者は、漁業者・漁協職員・仲買業者等で、各講座 8 名～25 名、総受講者数 116 名であった。

表２　漁業者セミナー実施状況

実施日（場所）	講座名	講　習　内　容	講師・担当	参加者数
H24.06.26（玉名地域振興局4階大会議室）	玉名教室	「アサリの資源管理について」	水産研究ｾﾝﾀｰ浅海干潟研究部 内川研究主任	22
		「熊本市地先のアサリ資源の動向（特徴）及び資源管理の実態」	熊本市水産振興センター 中熊 健二	
		「不知火海のアサリ資源の動向(特徴)及び資源管理の実態」	八代地域振興局水産課 櫻田主任技師	
		「荒尾～玉名地区のアサリ資源の動向（特徴）及び資源管理の実態」	玉名地域振興局水産課 生嶋参事	
		「フリーディスカッション」		
H24.07.09（水産研究センター）	基礎講座	「熊本県の漁場環境」	水産研究ｾﾝﾀｰ浅海干潟研究部 安東研究参事	25
		「栽培漁業・資源管理型漁業の取り組み」	水産振興課資源栽培班 山下主幹	
		「熊本県の魚類養殖における適正養殖業者認定制度及びノリ養殖の概要」	水産振興課環境養殖班 安藤参事	
		「漁業制度の遍歴」	水産研究センター企画情報室 梅山参事	
		「漁業に関する法令と規則」	水産振興課漁業調整班 鮫島参事	
H24.07.09（水産研究センター）	ﾘｰﾀﾞｰ養成講　座	「組合定款及び関係法令について」	団体支援総室漁協指導班 本田課長補佐 清田主幹	22
		「水産物をより高く買ってもらうためには？」	水産振興課普及流通班 那須参事	
		「熊本県の青年・女性漁業者等の先進的な取り組み」	玉名地域振興局水産課 生嶋参事 八代地域振興翌水産課 篠崎主任技師 天草地域振興局水産課 黒木主任技師	
H24.07.13（水産研究センター）	ノリ養殖講　座	「ノリ養殖に関する法律と規則について」	水産研究センター企画情報室 梅山参事	8
		「乾海苔生産の食品衛生管理」	水産研究ｾﾝﾀｰ食品科学研究部 吉村研究主任	
		「平成 23 年度ノリ漁期の反省と平成24 年漁期に向けて」	水産研究ｾﾝﾀｰ浅海干潟研究部 松本研究参事	
		「ノリ養殖技術について」		
		「フリーディスカッション」		
H25.01.31（水産研究センター）	漁船漁業講　座	「本県の水産資源の動向」	水産研究センター資源研究部 山下主幹	13
		「親子判定（ＤＮＡ分析）技術を活用したクルマエビ放流効果の算出」	水産研究センター資源研究部 森下研究主任	
		「ハマグリの生態と資源管理」	水産研究ｾﾝﾀｰ浅海干潟研究部 高日研究員	
		「放流用アサリの種苗生産・中間育成の現状」	水産研究センター養殖研究部 中野主幹	
H25.03.01（水産研究センター）	魚類養殖講　座	「魚類養殖における複合養殖の意義」	水産研究センター養殖研究部 中野主幹	13
H25.03.01（水産研究センター）	食品科学講　座	「魚調理の基礎理論」	水産研究ｾﾝﾀｰ食品科学研究部 向井研究主任	13
		「調理法の違いによる身質の変化」		
合　　計				116

水産業改良普及事業　（県　単　平成18年度～継続）

1　緒　言

沿岸漁業の生産性の向上、経営の近代化及び技術の向上を図るため、漁業者に対して技術及び知識の普及指導を行い、漁業者の自主的活動を促進する。なお平成24年度より企画情報室の2名の普及指導員を水産業革新支援専門員として水産研究センター内に配置した。

2　方　法

（1）担当者　梅山昌伸、長山公紀

（2）方　法　普及事業関係会議等の企画及び開催、地域振興局水産課の水産業普及指導員等と連携した漁業者の活動支援、技術指導及び試験研究を行った。

3　結　果

（1）普及事業関係会議等の企画及び開催

ア　水産業改良普及事業に関する会議を次の内容で開催し、協議を行った。

（ア）平成24年度第1回水産業改良普及事業連絡会議（4月20日、県庁）

a　平成24年度普及事業及び普及関連事業計画について

b　平成24年度普及関連事業について［水産振興課］

（a）第16回熊本県青年・女性漁業者交流大会について

（b）普及指導員研修について

（c）新しい漁村を担う人づくり事業について

（d）環境養殖班関連事業について

（イ）平成24度第2回水産業改良普及事業連絡会議（9月28日、県庁）

a　平成24年度普及事業及び普及関連事業の中間報告について

b　水産物販売イベントについて［水産振興課］

c　普及事業の報告、情報発信について［水産研究センター］

d　全国豊かな海づくり大会について［全国豊かな海づくり大会推進課］

（ウ）平成24度第3回水産業改良普及事業連絡会議（3月15日、県庁）

a　平成25年度各広域本部水産課への依頼予定業務について［水産振興課、漁港漁場整備課、全国豊かな海づくり大会推振課、水産研究センター］

b　平成24年度普及事業及び普及関連事業の実績報告

d　意見交換（普及活動情報の情報発信について）

イ　イベント等の企画、実施

第16回熊本県青年女性漁業者交流大会(県、県漁連共催：8月22日、アスパル富合)の開催支援

（2）水産業普及指導員との連携、情報発信

ア　各地域振興局水産課の月例会に出席し､水産研究センターの試験研究情報の提供及び普及活動に関する情報交換を行った。

イ　各地域振興局水産課が実施する試験調査等に協力支援した。（アサリ生息量調査、ヒジキ現場増殖試験、クロメ配偶体・遊走子採苗試験、ヒジキ勉強会での講義、イカ柴効果調査等）

ウ　普及指導員の普及活動状況を紹介する「水産普及活動情報」を27報、水産研究センター

の試験研究状況を紹介する「水産研究センター」を 9 報を水産関連部署に配信して情報の共有化と連携強化を図った。

エ　普及事業報告書（平成 23 度）の取りまとめを行った。

（3）会議・研修会等

ア　平成 24 年度水産業普及指導員研修会［第二回］（12 月 18～19 日：農林水産省、水産庁主催）

（4）漁業者に対する支援・指導

ア　漁業士会総会、分科会等に出席し、意見交換や助言、情報提供等を行った。

（ア）平成 24 年度天草地区漁業士会通常総会及び勉強会（6 月 5 日：天草市）

（イ）平成 24 年度有明地区漁業士会通常総会及び勉強会（5 月 28 日：熊本市）

（ウ）平成 24 年度不知火地区漁業士会通常総会及び勉強会（5 月 25 日：八代市）

（エ）平成 24 年度熊本県漁業士会幹事会（6 月 21 日：水産研究センター）

（オ）平成 24 年度漁船漁業分科会（6 月 27 日：上天草市）

（カ）平成 24 年度かん水養殖分科会（6 月 27 日、8 月 30 日、10 月 5 日：上天草市、1 月 17 日：天草市）

（キ）平成 24 年度熊本県漁業士会通常総代会（8 月 22 日：熊本市）

イ　各地区漁業士会が実施する体験教室等に参加し、開催を支援した。

（ア）有明地区漁業士会地曳き網体験漁業教室（6 月 9 日：松原海水浴場）

（イ）不知火地区漁業士会地曳き網漁業体験教室（7 月 22 日：八代市大島地先）

（ウ）不知火地区漁業士会地曳き網漁業体験教室（8 月 4 日：三角町若宮海水浴場）

（エ）天草地区漁業士会漁業体験教室（9 月 20 日：県立苓洋高校）

（オ）天草地区漁業士会「おしかけ料理教室」（10 月 12 日：天草市立亀場町公民館）

（カ）不知火地区漁業士会「おしかけ漁師教室」（11 月 8 日：中九州短期大学）

（キ）天草地区漁業士会「おしかけ料理教室」（12 月 7 日：美里町福祉保健センター）

（ク）不知火地区漁業士会「ノリ手すき体験教室」（2 月 12 日：八代市立太田郷小学校）

（ケ）天草地区漁業士会漁業体験教室（3 月 5 日：苓北町立苓北中学校）

ウ　その他（研修受け入れ）

（ア）住吉漁業協同組合女性部アサリせんべい試作（8 月 6 日：水産研究センター）

（イ）天草漁業協同組合天草支所女性部すり身せんべい研修（9 月 19 日、11 月 28 日：水産研究センター）

資 源 研 究 部

仔稚魚モニタリング調査（ 県　単 平成23年度～ ）

（浮遊期仔稚魚類の出現状況調査）

1　緒　言

熊本県沿岸域の有用魚介類の資源状態を把握するため、浮遊期仔稚魚類の出現状況について調査を行った。

2　方　法

（1）担当者　香﨑修、山下幸寿、森下貴文、小山長久、（調査船「ひのくに」）西村泰治、尾崎憲一、根岸成雄、戸川則彦、松岡光一、荒木学

（2）調査内容

平成24年4月から平成25年3月までの間、原則として各月1回、図1に示す調査地点 20 点で試料を採取した。採取には稚魚ネット(口径130cm、NMG54 目合 335μm)を用い、調査船「ひのくに」（49t）の船尾から網を出し、速度対水2ノット程度、5 分間、表層（水深 0～2m）と中層（水深 10～30m）において水平曳きした。中層側の稚魚ネットの開口部には、濾水計（離合社製　型式不明）を装着し、濾水量の測定を行った。濾水量の換算にあたっては、20m の鉛直曳き無網試験を5回繰り返し、最大値と最小値を除いた3回の平均値を算出したキャリブレーション値を用いた。キャリブレーションは年4回行い、その値は 198～226rev/20m で、傾角の影響は無視した。また、地点毎に CTD 計器（JFE アドバンテック社製 ASTD687）により、水温、塩分等の物理環境項目を測定した。

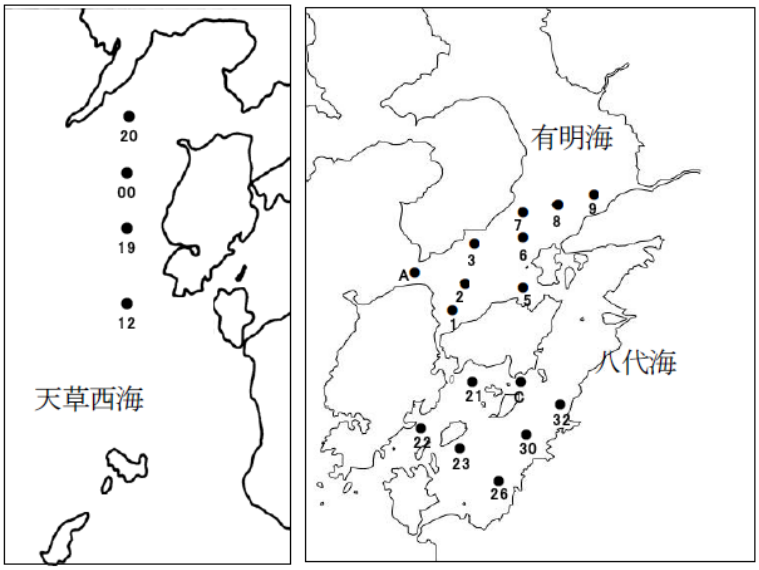


図1　調査定点

採集物は二層分を合わせて1地点分とし、船上において 37%濃度ホルムアルデヒド水溶液（工業用ホルマリン原液）を当該液の体積比率が 5～10%になるよう添加して持ち帰り、種の同定及び計数を民間会社に委託した。

表1　調査実施日及び潮汐

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
有明海	調査日	H24.4.16	H24.5.9	H24.6.12	H24.7.9	H24.8.9	H24.9.10	H24.10.10	H24.11.2	H24.12.5	H25.1.15	H25.2.6	H25.3.4
	潮	若潮	中潮	小潮	中潮	小潮	小潮	長潮	中潮	小潮	中潮	若潮	小潮
	月齢	24.5	17.8	22.1	19.5	20.9	23.5	24.0	17.6	21.2	3.3	25.3	21.8

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
八代海	調査日	H24.4.5	H24.5.8	H24.6.13	H24.7.11	H24.8.24	H24.9.12	H24.10.11	H24.12.19	H24.11.2	H25.1.17	H25.2.7	H25.3.8
	潮	大潮	中潮	小潮	小潮	小潮	若潮	若潮	中潮	小潮	中潮	中潮	若潮
	月齢	13.5	16.8	23.1	21.5	6.5	25.5	25.0	16.6	5.8	5.3	26.3	25.8

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
天草海	調査日	H24.4.9	H24.5.7	H24.6.14	H24.7.10	H24.8.22	H24.9.11	H24.10.9	H24.11.9	H24.12.3	H25.1.16	H25.2.5	H25.3.5
	潮	中潮	大潮	長潮	中潮	中潮	長潮	小潮	若潮	中潮	中潮	長潮	小潮
	月齢	17.5	15.8	24.1	20.5	4.5	24.5	23.0	24.6	19.2	4.3	24.3	22.8

3　結果

（1）調査実施日等

調査実施日等を表１に示す。

（2）仔稚魚出現種類及び採取数

１年間の調査で得られた仔稚魚出現種類及び尾数を表２に示す。全体で 147 種 25,079 尾が採取された。なお、10 月八代海 C 地点において、中層網が根掛かりにより消失し、表層網分のみの採取となった。また、7 月八代海 St.21 について、標本瓶を破損し、内容のおよそ８割を流失したが、査定の結果、同日の他地点の検出尾数に比して極端に少ない状況ではなかったため、そのままの値を集計した。

表２　出現種類数及び採取尾数

海域	全体	有明海	八代海	天草海
採取数	25,079	8,414	12,056	4,610
種類数	147	99	112	126

（3）出現密度

海域ごとに密度（出現尾数／1,000 ㎥）が高かった上位５種について、各月の１調査地点当り平均密度を表３に示した。なお、上述の 10 月八代海 C 地点については、濾水計も同時に失ったため、表層網分の濾水量は同日の他地点におけるろ水量の平均値を用いた。

有明海ではカタクチイワシ、カサゴが、八代海ではカサゴ、タチウオ、カタクチイワシが大きく優占していた。天草海では平成 23 年度は年間平均で 51 尾／1,000㎥であったカタクチイワシも含め、すべての魚種が 10 尾／1,000㎥と未満となり大きく優先した種がなかった。

表３　濾水量 1,000㎥あたりの出現尾数

有明海	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	順位
カタクチイワシ	0	23	64	121	6	15	32	0	0	0	0	1	22	1
カサゴ	11	1	0	0	0	0	0	0	10	32	67	94	18	2
シロギス	0	0	0	12	1	29	15	0	0	0	0	0	5	3
ハゼ科	0	1	12	17	2	4	6	0	0	0	0	0	4	4
イカナゴ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	25	1	3	5

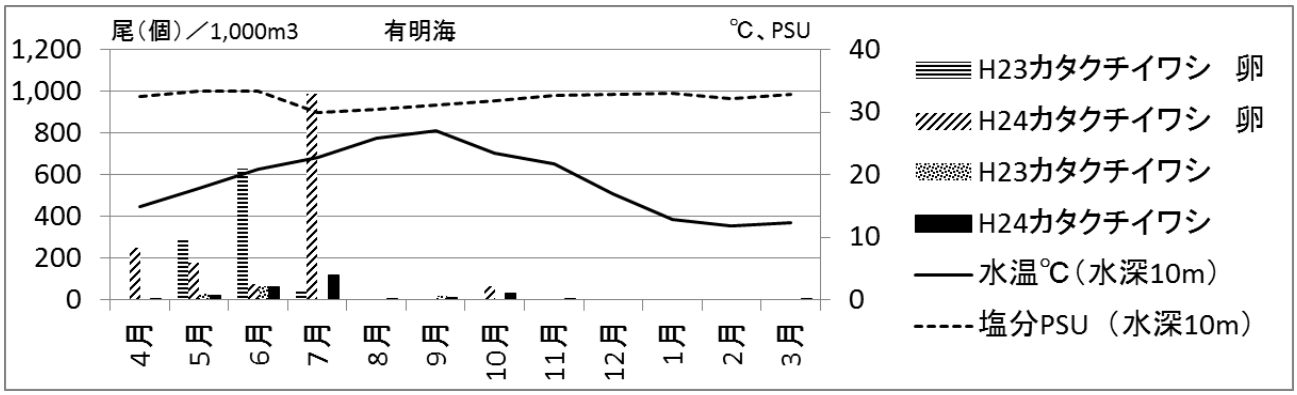
八代海	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	順位
カサゴ	85	1	0	0	0	0	0	0	45	82	119	193	44	1
タチウオ	0	0	0	2	12	128	21	5	0	0	0	0	14	2
カタクチイワシ	0	7	2	11	24	80	19	6	1	0	0	0	13	3
タコ幼体	0	0	1	2	4	10	23	22	15	5	1	0	7	4
テンジクダイ科	0	0	0	21	6	9	35	6	0	0	0	0	6	5

天草海	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	平均	順位
カタクチイワシ	1	13	19	34	16	10	6	1	1	0	0	4	9	1
カサゴ	7	2	0	0	0	0	0	0	1	28	33	32	9	2
ホウボウ科	7	1	1	0	0	0	4	3	16	13	13	10	6	3
ウルメイワシ	5	7	0	0	0	0	0	0	7	16	9	14	5	4
ベラ科	0	0	19	8	6	5	1	0	0	0	0	0	3	5

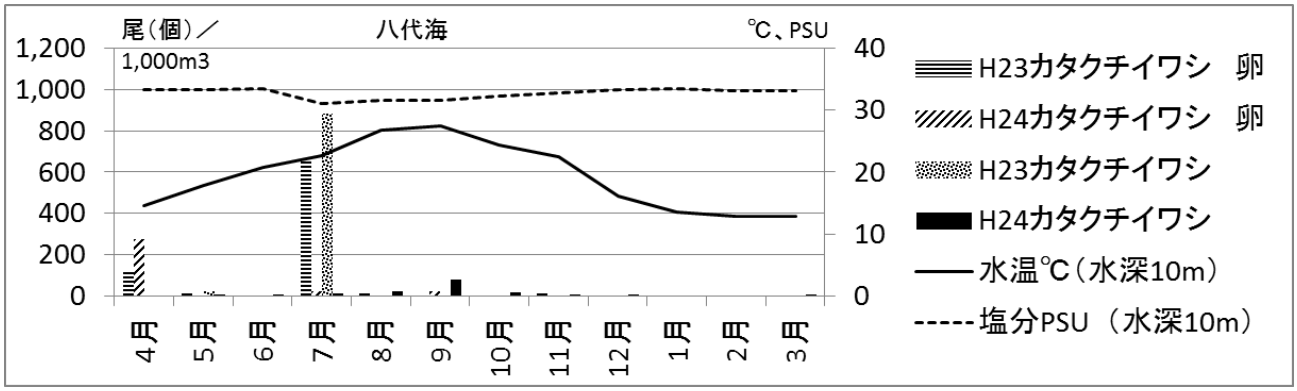
（4）有用魚種について

本県における有用魚種であるカタクチイワシについて、その卵稚仔の海域別月別出現密度（１地点当り平均）を水温及び塩分（同）とともに図１に示す。なお比較のため平成 23 年度の結果を併記した。

有明海



八代海



天草海

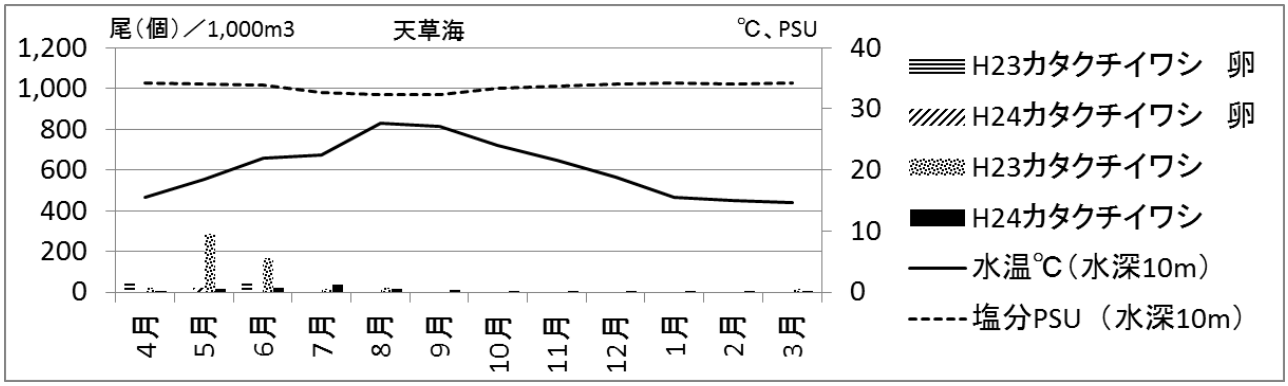


図１　カタクチイワシ卵稚仔の海域別月別出現密度（１地点当り平均）及び水温・塩分（同）

有明海では、カタクチイワシの卵は 4 月から 7 月に確認され、7 月が最も多かった。仔稚魚は 5 月から 10 月に確認されたが、7 月が最も多かった。平成 23 年度は卵は 5 月から 7 月に確認されたが、6 月が最も多かった。仔稚魚は 5 月から 6 月に確認され、6 月が最も多かった。

八代海では、卵は 4 月が最も多く、仔稚魚は 9 月がもっと多かった。平成 23 年度は、卵は 7 月がもっとも多く、仔稚魚も 7 月が最も多かった。

なおその他の有用魚種のうち､マダイ及びヒラメについて､いずれも１地点当り平均が1～2と少なく、今年度は傾向を把握できなかった。

今後、更なるデータの蓄積を行い、経年変化から資源状態の把握を目指す。

資源評価調査（委　託　平成12年度～継続）

1　緒　言

我が国周辺水域における水産資源の資源評価を目的として、水産庁との委託契約に基づき、対象魚種に関する生物情報収集調査等を実施し、調査で得られたデータを報告した。なおこのデータは、独立行政法人水産総合研究センターが系群及び魚種毎に資源解析を行い、「我が国周辺水域の資源評価」として公表する際の基礎データとして用いられる。

2　方　法

（1）担当者　森下貴文、香﨑修、山下幸寿、小山長久

（2）調査内容

平成24年度資源評価調査委託事業実施要領に基づき、以下の調査を行った。

ア　生物情報収集調査及び当期加入量調査

（ア）県内主要漁協（田浦、芦北、倉岳町、島子、天草）において、マダイ、ヒラメ、タチウオ、トラフグ、ウマヅラハギの漁獲量を調査するとともに、マダイ、ヒラメについては月1回程度サンプリングし、精密測定（全長、尾叉長、体重及び生殖腺重量）を実施した。

（イ）天草漁協牛深総合支所において、まき網漁業及び棒受網漁業により漁獲されたマアジ、サバ類（マサバ、ゴマサバ）、イワシ類（マイワシ、カタクチイワシ、ウルメイワシ）の漁獲量、漁獲努力量を調査するとともに、月1回程度サンプリングし、精密測定（全長、被鱗体長又は尾叉長、体重及び生殖腺重量）を実施した。

（ウ）田浦漁協において、延縄及び吾智網漁業により水揚げされたタチウオを月1回程度サンプリングし、精密測定（全長、肛門前長、体重及び生殖腺重量）を行った。

イ　沖合海洋観測及び卵稚仔魚調査

本県の天草海域において、海洋環境の変化が資源へ及ぼす影響を調べるため、調査船「ひのくに」を用いて、水温、塩分等の海洋観測及び卵稚仔魚の採集を年4回（11定点）行った（図1）。

沖合海洋観測は、一般気象（気温、天候、風向、風速、気圧）及び一般海象（水温、水色、透明度、波浪、うねり）を調査した。

また、卵稚仔魚調査は、マイワシ、ウルメイワシ、カタクチイワシ、スルメイカ、マアジ、サバ類（マサバ、ゴマサバ）及びタチウオを対象とし、LNPネット（口径45cm、網目NGG54）を用いて鉛直曳きで採集し（水深0mから150m、ただし150m以浅では海底上5mから採集）、採集した試料の同定及び計数を民間会社に委託し行った。

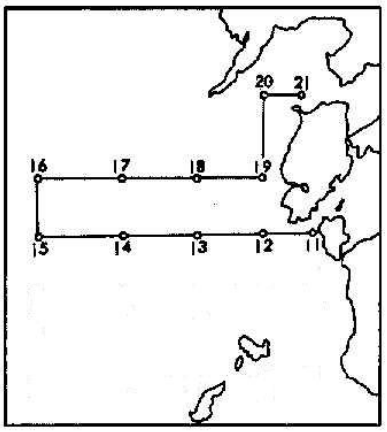


図1　観測調査地点

ウ　資源動向調査（ガザミ）

有明4県（長崎県、佐賀県、福岡県、熊本県）において、ガザミの生態を把握するための調査を実施した。なお、本県では、株式会社熊本地方卸売市場、天草漁協本渡支所における市場調査及び天草漁協上天草総合支所等における買い取り調査（別事業：有明海再生調査・技術開発事業）により、ガザミの雌雄別全甲幅長頻度組成、雌雄別出現割合、雌個体の抱卵状況を調査した。

3　結　果

（1）生物情報収集調査及び当期加入量調査

県内主要漁協における魚種別漁獲量を表1に示す。マダイ、タチウオは前年を上回ったが、ヒラメ、トラフグ、ウマヅラハギは前年を下回った。（「上回る」とは前年値の＋20%以上、「下回る」と

は前年値の－20%以上の値。）

精密測定は、ヒラメ 97 個体、マアジ 10 個体、サバ類 37 個体、マイワシ 393 個体、カタクチイワシ 848 個体、ウルメイワシ 692 個体、タチウオ 136 個体の合計 2,213 個体について行った。また、体長組成は、サバ類 381 個体、マイワシ 136 個体、カタクチイワシ 988 個体、ウルメイワシ 161 個体、マルアジ 467 個体の合計 2,133 個体について行った。なお、精密測定及び体長組成の結果は、「我が国周辺水域資源情報システム（Fishery Resource Conservation：FRESCO)」に入力済みのため、記載を省略した。

次に、天草漁協牛深総合支所におけるまき網漁業の魚種別漁獲量を表 2、棒受網漁業の魚種別漁獲量を表 3 に示す。まき網漁業は、平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月までの間、217 日間に延べ 789 隻が操業した。マアジは前年、平年（「平年」とは 2007 年～2011 年の 5 カ年平均）を下回った。サバ類は、前年並み（「並み」とは前年値の±20%の範囲)、平年を下回った。マイワシは、前年を大きく下回り、平年を大きく上回った。カタクチイワシは、前年並み、平年並みであった。ウルメイワシは、前年並み、平年を大きく上回った。

棒受網漁業は、平成 24 年 6 月から 11 月までの間、82 日間に延べ 1,293 隻（前年比 89.9%）が操業した。ウルメイワシは前年並みであり、平年を上回った。しかし、それ以外のマアジ、サバ類、マイワシ、カタクチイワシは、前年、平年を下回った。

表１　県内主要漁協における
魚種別漁獲量（単位:トン）

魚種名	漁獲量	前年値
		前年比
マダイ	508.6	440.9
		115.4%
ヒラメ	141.2	155.0
		91.1%
タチウオ	315.0	159.1
		198.0%
トラフグ	7.0	9.8
		71.1%
ウマヅラハギ	9.1	13.9
		65.5%

表２　まき網漁業における魚種別漁獲量
（単位:トン）

魚種名	漁獲量	前年値	平年値
		前年比	平年比
マアジ	163.4	333.3	403.6
		49.0%	40.5%
サバ類	672.9	726.3	1,163.1
		92.6%	57.9%
マイワシ	227.8	2594.3	146.9
		8.8%	155.1%
カタクチイワシ	2,307.6	2,563.7	2,460.4
		90.0%	93.8%
ウルメイワシ	2,658.3	2,293.4	1,518.0
		115.9%	175.1%

表３　棒受網漁業における魚種別漁獲量
（単位:トン）

魚種名	漁獲量	前年値	平年値
		前年比	平年比
マアジ	10.6	31.6	34.7
		33.7%	30.7%
サバ類	76.4	274.0	199.6
		27.9%	38.3%
マイワシ	127.8	514.0	172.1
		24.9%	74.3%
カタクチイワシ	302.3	449.8	453.2
		67.2%	66.7%
ウルメイワシ	2,838.7	2,908.4	2,107.6
		97.6%	134.7%

（２）沖合海洋観測及び卵稚仔魚調査

平成 24 年 4 月 12～13 日、6 月 7～8 日、10 月 29～30 日及び平成 25 年 3 月 6～7 日の計 4 回調査した。

ア　沖合海洋観測調査

観測結果を平均値（1981～2000 年）と比較したところ、4 月の水温は表層及び 100m 層で平年並み、50m 層でやや低めであり、塩分は全ての層でやや低めであった。6 月の水温は全ての層で平年並みであり、塩分は表層で甚だ低め、50m 層でかなり低め、100m 層でやや低めであった。10 月については、平年値（1981 年～2000 年）の算出対象期間に観測を行っておらず比較できないため算出していない。また、3 月の水温は表層がやや低め、50m 層及び 100m 層で平年並みであり、塩分は表層で甚だ低め、50m 層及び 100m 層でやや低めであった。

イ　卵稚仔魚調査

採取された卵稚仔魚の同定結果を表 4 に示す。マアジは稚仔魚が 3 月に採取された。サバ類は稚仔魚が 4 月に採取された。マイワシは 4 月及び 3 月に卵及び稚仔魚が採取された。カタクチイワシは 4 月、6 月、10 月及び 3 月の全てで卵及び稚仔魚が採取された。ウルメイワシは 10 月を除く 4 月、6 月及び 3 月に卵及び稚仔魚が採取された。タチウオは 10 月に卵及び稚仔魚が採取された。また、スルメイカは 6 月を除く 4 月、10 月及び 3 月に前期仔魚が採取された。

表 4　卵稚仔魚調査における同定結果

調査年月日	調査点数	マアジ		サバ類		マイワシ		カタクチイワシ		ウルメイワシ		タチウオ		スルメイカ	その他		
		卵	稚仔	卵	稚仔	卵	稚仔	卵	稚仔	卵	稚仔	卵	稚仔	前期仔魚	頭足類	卵	稚仔
H24.4.12～13	11	0	0	0	1	3	5	3	11	41	5	0	0	3	0	50	28
H24.6.7～8	11	0	0	0	0	0	0	116	14	4	4	0	0	0	0	394	34
H24.10.29～30	11	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	3	1	7	4	30	24
H25.3.6～7	11	0	1	0	0	5	3	287	108	12	25	0	0	1	0	57	38

（3）資源動向調査（ガザミ）

平成 24 年 6 月から 10 月までの間、天草漁業協同組合本渡支所及び熊本地方卸売市場において、延べ 9 回の市場調査を実施し、1,103 尾を調査した。また、たもすくい網及び固定式刺網漁業で漁獲されたガザミについて、延べ 32 回の買い取り調査を実施し、3,922 尾を調査した（買い取りは別事業予算）。調査では、雌雄判別、全甲幅長測定、抱卵状況を測定した。

雌雄別全甲幅長組成の推移を図 2、雌雄別平均全甲幅長データを表 5、市場調査等による雌雄別出現割合を図 3、ガザミ雌個体の卵色状況の推移を図 4 に示す。

平均 15cm～17cm の個体を中心に漁獲され、漁期当初は雌個体の割合が高く、漁期が進むにつれ雄個体の割合が高くなる傾向が見られた。ガザミ雌個体の抱卵状況は、6 月前半まで 50%以上と高い割合を示したが、6 月後半以降減少し、抱卵個体の減少に伴い、放卵痕の個体が確認されるようになった。

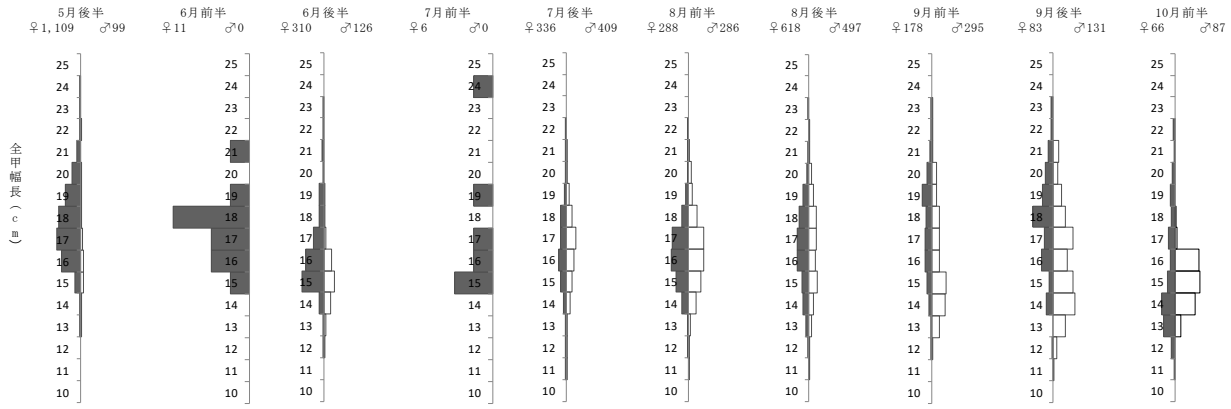


図２　雌雄別全甲幅長組成の推移（黒棒は雌、白棒は雄を示す）

表５　雌雄別平均全甲幅長データ

	全体	雌	雄
5月後半	17.52±0.05(n=1,208)	17.67±0.05(n=1,109)	15.84±0.15(n=99)
6月前半	17.55±0.49(n=11)	17.55±0.49(n=11)	-
6月後半	15.99±0.09(n=436)	16.32±0.11(n=310)	15.19±0.11(n=126)
7月前半	17.67±1.41(n=6)	17.67±1.41(n=6)	-
7月後半	16.31±0.07(n=745)	16.19±0.10(n=336)	16.41±0.09(n=409)
8月前半	16.30±0.07(n=574)	16.28±0.09(n=288)	16.33±0.10(n=286)
8月後半	16.54±0.06(n=1,115)	16.51±0.07(n=618)	16.58±0.09(n=497)
9月前半	16.55±0.11(n=473)	17.51±0.16(n=178)	15.98±0.13(n=295)
9月後半	16.67±0.17(n=214)	17.77±0.24(n=83)	15.98±0.20(n=131)
10月前半	15.22±0.16(n=153)	15.49±0.33(n=66)	15.03±0.12(n=87)

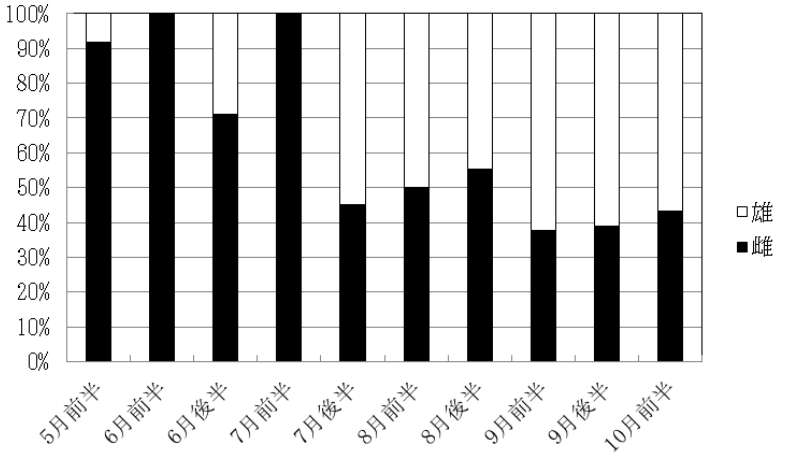


図３　雌雄別出現割合

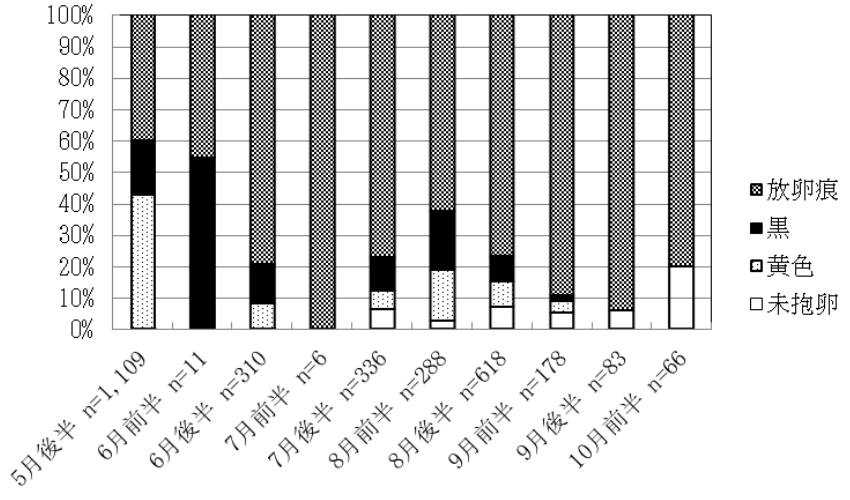


図４　雌個体の抱卵及び卵色の推移

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅰ（令　達 平成23年度～）

（資源管理型漁業の推進Ⅰ）

１　緒　言

マダイ、ヒラメ、ガザミの資源管理型漁業を推進するため、資源管理の取り組み状況を確認した。

なお、マダイ、ヒラメは平成5年度に策定した熊本県広域資源管理推進計画で定められた全長制限（マダイ全長15cm以下、ヒラメ全長20cm以下再放流）について、ガザミは平成24年3月に公表された有明海ガザミ資源管理方針に基づく小型ガザミの保護（全甲幅長12cm以下、漁業者の自主的な取り組み）について調査を実施した。

２　方　法

（１）担当者　森下貴文、山下幸寿、小山長久

（２）調査内容

ア　マダイ及びヒラメの全長制限に関する調査

マダイ及びヒラメの資源管理の取り組み状況を把握するため、株式会社熊本地方卸売市場（熊本市）、天草漁協本渡支所（天草市本渡）及び天草漁協牛深総合支所（天草市牛深）において、平成24年4月～平成25年3月までの間、月1～2回程度、集荷されたマダイ、ヒラメの全長を測定した（図1）。

イ　有明海ガザミ広域資源管理方針に基づく小型ガザミの保護に関する調査

ガザミの資源管理の取り組み状況を把握するため、株式会社熊本地方卸売市場（熊本市）及び天草漁協本渡支所（天草市本渡）において、平成24年6～10月までの間、月1～2回程度、集荷されたガザミの全甲幅長を測定した（図1）。

図1　調査位置図

３　結　果

（１）マダイの全長制限に関する調査

延べ31回、4,927尾を調査したところ、全長15cm以下のマダイは0尾であった。

（２）ヒラメの全長制限に関する調査

延べ22回、1,019尾を調査したところ、全長20cm以下のヒラメは0尾であった。

（３）小型ガザミの保護に関する調査

延べ9回、1,103尾を調査したところ、全甲幅長12cm以下のガザミは1尾（0.09%）であった。

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅱ （令　達 平成23年度～）

（資源管理型漁業の推進Ⅱ）

1　緒　言

平成23年1月、農林水産省が公表した資源管理・漁業所得補償対策大綱により、平成23年4月から国による「資源管理・漁業所得補償対策」が開始され、この対策推進のため、都道府県等が資源管理協議会を置くこととなった。この資源管理協議会は、都道府県等が作成する資源管理指針に基づき、資源管理の取り組みを実践する機関である。

本事業は熊本県資源管理指針において魚種別資源管理の対象となっている魚種等について、仔稚魚の成育場である八代海における漁獲状況、放流魚混入状況等を把握し、資源管理方策を提言するための資料を収集することを目的として、八代海北部海域の小型定置網（羽瀬網及び坪網）の漁獲状況調査を実施した。

2　方　法

（1）担当者　森下貴文、山下幸寿、小山長久

（2）調査内容

八代海北部海域における仔稚魚及び放流魚混入状況等を把握するため、小型定置網（羽瀬網及び壺網）の漁獲状況を調査した。

ア　調査時期

平成24年4月～平成25年3月

イ　調査頻度

2回/月（平成24年4～9月）

1回/月（平成24年10月～平成25年3月）

ただし、網を撤去している時期を除く。

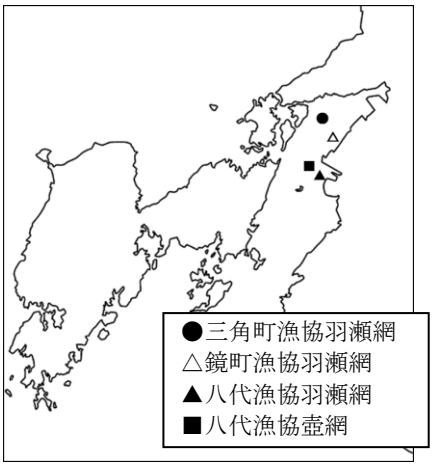


図1　調査位置図

ウ　調査場所

調査の対象は、図1に示すように、三角町漁業協同組合（羽瀬網1）、鏡町漁業協同組合（羽瀬網1）、八代漁業協同組合（羽瀬網2、壺網1）の合計5か所とした。なお大潮干潮時の水深は、羽瀬網が0～3m、壺網が5mであった。

エ　調査方法

原則全量買い取りとしたが、漁獲量が多い場合は小型定置網の袋網の一部を買い取り、魚種別に個体数を計測し、全長、体長（介類は除く）、体重を測定した。なお、栽培漁業対象種であるヒラメ、トラフグについては、原則として精密測定（全長、体長、体重、雌雄、生殖腺重量等）した。月毎の八代海北部海域における漁獲物組成について、得られたデータを1日1ヶ統当たりの漁獲量、漁獲尾数に引き伸ばして把握した。

3　結果及び考察

延べ52回の調査を実施し、19目62科111種が漁獲された（表1及び表2）が、年間を通じて漁獲物の主体はコノシロであり、コノシロが大量に入網するとそれ以外の魚種は少なかった。

トラフグは、合計36尾が漁獲されたが、そのうち放流魚は0尾であった（平成23年度の混獲率は23.5%）（表3）。9月以前は、漁獲尾数は少ないものの、体重100g以下の小型魚の漁獲が確認されたが、10月以降の体重は100g以上であり、適切な漁獲サイズであると考えられた。トラフグは12月頃まで主に八代海内に生息するため、100g以下の小型魚を再放流することにより、成長して大型化したトラフグが再捕可能となると考えられる。

ヒラメは、合計 56 尾が漁獲され、そのうち 11 尾が放流魚であり、混入率は 19.6%であった（平成 23 年度 31.4%）（表 4）。漁獲尾数は少ないが、このうち 30%が体重 100g 以下の小型のヒラメであり（前年度 29%）、主に 11 月までの漁獲であった。

トラフグ及びヒラメについて、採捕尾数が少なく、資源管理方策の提言まで至らなかった。しかし、今後もデータを蓄積し、漁業者にとって有効な資源管理方策の提言を目指していく必要がある。

表１　漁獲魚種一覧（No.1）

	目	科	魚種名	1操業当たり漁獲尾数（尾）	1操業当たり漁獲重量（g）
1	ウナギ目	アナゴ科	マアナゴ	1.85	170.6
2	ウナギ目	ウナギ科	ウナギ	0.02	5.1
3	ウナギ目	ウミヘビ科	ホタテウミヘビ	0.21	77.3
4	ウナギ目	ハモ科	ハモ	0.43	332.9
5	エイ目	アカエイ科	アカエイ	3.70	2,571.5
6	エイ目	ウチワザメ科	ウチワザメ	0.16	70.5
7	エイ目	ツバクロエイ科	ツバクロエイ	0.34	253.7
8	エイ目	トビエイ科	トビエイ	0.15	555.0
9	エイ目	トビエイ科	ナルトビエイ	0.32	296.7
10	カサゴ目	オニオコゼ科	オニオコゼ	0.09	9.3
11	カサゴ目	コチ科	マゴチ	0.45	65.4
12	カサゴ目	コチ科	イネゴチ	0.20	10.5
13	カサゴ目	フカカサゴ科	カサゴ	0.02	0.7
14	カサゴ目	ホウボウ科	ホウボウ	0.27	16.8
15	カレイ目	イヌノシタ科	イヌノシタ	0.28	32.3
16	カレイ目	イヌノシタ科	コウライアカシタビラメ	0.08	12.3
17	カレイ目	カレイ科	イシガレイ	0.04	10.8
18	カレイ目	カレイ科	メイタガレイ	0.16	2.5
19	カレイ目	ヒラメ科	テンジクガレイ	0.46	55.0
20	カレイ目	ヒラメ科	ヒラメ	1.37	410.8
21	キュウリウオ目	キュウリウオ科	アユ	0.08	1.4
22	口脚目	シャコ科	シャコ	0.59	11.6
23	口脚目	シャコ科	未同定	0.02	0.1
24	コウイカ目	コウイカ科	カミナリイカ	0.39	239.7
25	コウイカ目	コウイカ科	コウイカ	0.65	197.0
26	コウイカ目	コウイカ科	シリヤケイカ	8.89	495.4
27	コウイカ目	ダンゴイカ科	未同定	3.14	36.6
28	サケ目	シラウオ科	シラウオ	0.02	0.0
29	十脚目	アナジャコ科	アナジャコ	0.02	0.1
30	十脚目	イワガニ科	モクズガニ	0.04	2.0
31	十脚目	クルマエビ科	アカエビ	4.15	29.4
32	十脚目	クルマエビ科	クマエビ	4.93	79.3
33	十脚目	クルマエビ科	クルマエビ	1.59	24.5
34	十脚目	クルマエビ科	サルエビ	19.39	80.5
35	十脚目	クルマエビ科	シバエビ	401.24	2,046.4
36	十脚目	クルマエビ科	モエビ	0.80	11.4
37	十脚目	クルマエビ科	ヨシエビ	10.98	219.5
38	十脚目	テッポウエビ科	ニシキテッポウエビ	0.02	0.1
39	十脚目	ワタリガニ科	イシガニ	1.53	136.4
40	十脚目	ワタリガニ科	ガザミ	0.99	87.3
41	十脚目	ワタリガニ科	タイワンガザミ	0.64	74.7
42	スズキ目	アイゴ科	アイゴ	0.04	0.8
43	スズキ目	アジ科	イケカツオ	0.10	2.8
44	スズキ目	アジ科	カンパチ	0.13	9.8
45	スズキ目	アジ科	マアジ	1.70	8.8
46	スズキ目	アジ科	マルアジ	1.56	15.4
47	スズキ目	アジ科	マルコバン	0.07	4.7
48	スズキ目	イサキ科	コショウダイ	0.98	71.9
49	スズキ目	イサキ科	ヒゲソリダイ	0.04	10.8
50	スズキ目	イボダイ科	イボダイ	1.31	65.7
51	スズキ目	カマス科	アカカマス	1.60	56.0
52	スズキ目	キス科	シロギス	4.83	192.4
53	スズキ目	クロサギ科	クロサギ	0.33	37.6
54	スズキ目	クロサギ科	ダイミョウサギ	0.05	10.1
55	スズキ目	コバンザメ科	コバンザメ	0.05	5.1

表１　漁獲魚種一覧（No.2）

	目	科	魚種名	1操業当たり漁獲尾数（尾）	1操業当たり漁獲重量（g）
56	スズキ目	サバ科	サワラ	0.06	61.6
57	スズキ目	シマイサキ科	シマイサキ	0.22	39.8
58	スズキ目	スズキ科	スズキ	6.53	1,888.3
59	スズキ目	タイ科	キダイ	0.07	44.8
60	スズキ目	タイ科	キチヌ	0.21	76.0
61	スズキ目	タイ科	クロダイ	0.40	240.4
62	スズキ目	タイ科	ヘダイ	0.06	6.8
63	スズキ目	タイ科	マダイ	0.02	1.7
64	スズキ目	タチウオ科	タチウオ	9.58	1,617.1
65	スズキ目	テンジクダイ科	テンジクダイ	19.17	173.4
66	スズキ目	ニシキギンポ科	ギンポ	0.04	6.3
67	スズキ目	ニベ科	シログチ	24.54	590.3
68	スズキ目	ニベ科	ニベ	0.85	172.3
69	スズキ目	ネズッポ科	ネズミゴチ	0.17	6.1
70	スズキ目	ハゼ科	未同定	0.22	10.7
71	スズキ目	ハゼ科	マハゼ	1.06	33.6
72	スズキ目	ハゼ科	アカハゼ	0.04	0.8
73	スズキ目	ヒイラギ科	ヒイラギ	178.38	1,548.1
74	スズキ目	マツダイ科	マツダイ	0.10	10.5
75	スズキ目	マナガツオ科	マナガツオ	0.23	230.7
76	ダツ目	サヨリ科	サヨリ	2.33	126.0
77	ダツ目	ダツ科	ダツ	0.70	195.7
78	ツツイカ目	ジンドウイカ科	未同定	32.88	437.9
79	ツツイカ目	ヤリイカ科	アオリイカ	0.21	123.1
80	トウゴロウイワシ目	トウゴロウイワシ科	トウゴロウイワシ	4.77	46.3
81	ナマズ目	ゴンズイ科	ゴンズイ	0.98	11.2
82	ニシン目	カタクチイワシ科	カタクチイワシ	4.77	24.0
83	ニシン目	ニシン科	ウルメイワシ	0.04	0.2
84	ニシン目	ニシン科	カタボシイワシ	1.89	73.4
85	ニシン目	ニシン科	コノシロ	467.14	36,060.2
86	ニシン目	ニシン科	サッパ	78.02	943.5
87	ニシン目	ニシン科	ヒラ	9.18	1,341.6
88	ニシン目	ニシン科	マイワシ	0.42	11.6
89	ニシン目	ニシン科	ヤマトミズン	0.51	24.3
90	八腕形目	マダコ科	テナガダコ	0.47	216.1
91	八腕形目	マダコ科	マダコ	0.10	37.3
92	八腕形目	マダコ科	イイダコ	0.02	0.8
93	ヒメ目	エソ科	ワニエソ	6.04	687.9
94	フグ目	カワハギ科	アミメハギ	0.21	0.5
95	フグ目	カワハギ科	カワハギ	0.44	8.8
96	フグ目	ギマ科	ギマ	1.73	160.1
97	フグ目	フグ科	クサフグ	1.51	49.3
98	フグ目	フグ科	コモンフグ	0.02	0.8
99	フグ目	フグ科	シマフグ	2.13	161.0
100	フグ目	フグ科	ショウサイフグ	0.06	3.1
101	フグ目	フグ科	シロサバフグ	30.03	774.1
102	フグ目	フグ科	トラフグ	1.24	170.5
103	フグ目	フグ科	ナシフグ	0.02	0.5
104	フグ目	フグ科	ヒガンフグ	0.13	41.3
105	フグ目	フグ科	マフグ	0.10	6.1
106	ボラ目	ボラ科	セスジボラ	0.15	34.8
107	ボラ目	ボラ科	フウライボラ	0.06	6.1
108	ボラ目	ボラ科	ボラ	0.63	592.8
109	ボラ目	ボラ科	メナダ	0.06	83.1
110	メジロザメ目	シュモクザメ科	シロシュモクザメ	0.14	70.0
111	メジロザメ目	メジロザメ科	スミツキザメ	0.13	54.9

表２　月別上位 10 魚種の漁獲尾数及び重量（調査時期上段：1 操業当たり漁獲尾数、下段：1 操業当たり漁獲重量（kg））

調査時期	目	科	種	1位		2位		3位		4位		5位		6位		7位		8位		9位		10位	
H24.4前期	11	18	22	ヒイラギ	64	コノシロ	32	ヒラ	11	ジンドウイカ科	8	シログチ	7	サヨリ	7	コウイカ	6	ダンゴイカ科	3	サッパ	3	スズキ	2
				コノシロ	4.38	ヒラ	3.46	コウイカ	1.89	スズキ	1.48	アオリイカ	1.13	シログチ	0.85	ヒラメ	0.80	アカエイ	0.73	サヨリ	0.52	ヒイラギ	0.50
H24.4後期	13	28	35	ヒイラギ	33	コノシロ	24	ジンドウイカ科	19	シログチ	13	ヒラ	13	テンジクダイ	10	ダンゴイカ科	9	サヨリ	8	シリヤケイカ	6	カタクチイワシ	5
				ヒラ	3.08	コノシロ	2.82	シリヤケイカ	1.60	ナルトビエイ	1.13	シログチ	0.70	コウイカ	0.61	サヨリ	0.57	スズキ	0.56	ワニエソ	0.48	シマフグ	0.46
H24.5前期	17	43	59	ヒイラギ	369	コノシロ	302	シバエビ	51	サッパ	36	ジンドウイカ科	34	カタクチイワシ	29	トウゴロウイワシ	23	ヒラ	20	シロギス	8	サルエビ	7
				コノシロ	35.68	アカエイ	14.15	トビエイ	8.47	マナガツオ	3.64	ヒイラギ	3.59	ヒラ	1.71	カミナリイカ	1.55	ボラ	1.36	ヒラメ	1.18	サッパ	0.61
H24.5後期	19	41	54	ヒイラギ	515	サルエビ	178	テンジクダイ	114	サッパ	84	コノシロ	35	タチウオ	24	ジンドウイカ科	22	シバエビ	14	アカエビ	13	トウゴロウイワシ	12
				ヒイラギ	4.71	アカエイ	4.19	コノシロ	3.13	ボラ	2.57	ツバクロエイ	2.32	クロダイ	1.66	ヒラ	1.34	サッパ	1.26	メナダ	1.12	タチウオ	0.97
H24.6	17	35	51	ヒイラギ	1,028	ヨシエビ	121	サルエビ	120	コノシロ	94	シバエビ	65	サッパ	49	アカエビ	47	ジンドウイカ科	41	テンジクダイ	31	トウゴロウイワシ	18
				ヒイラギ	8.28	コノシロ	7.43	アカエイ	5.82	ヨシエビ	2.78	ナルトビエイ	2.30	カミナリイカ	2.11	ボラ	1.33	テナガダコ	1.12	ヒラ	1.00	サッパ	0.96
H24.7	14	33	45	コノシロ(小)	1,049	ヒイラギ	391	サッパ	269	コノシロ(大)	263	シログチ	193	シバエビ	95	テンジクダイ	48	シロギス	33	ジンドウイカ科	26	シロサバフグ	19
				コノシロ(大)	22.27	コノシロ(小)	8.86	アカエイ	4.10	ボラ	4.09	ヒイラギ	3.58	ヒラ	1.97	ギマ	1.96	スズキ	1.58	シログチ	1.54	シバエビ	1.46
H24.8	13	28	41	ジンドウイカ科	180	コノシロ(大)	156	コノシロ(小)	106	シログチ	66	シバエビ	61	サッパ	43	ヒイラギ	37	テンジクダイ	28	シロサバフグ	18	マルアジ	16
				コノシロ(大)	13.21	ジンドウイカ科	2.00	シバエビ	1.30	コノシロ(小)	1.03	サッパ	0.80	ワニエソ	0.65	シログチ	0.46	シロギス	0.41	ヒイラギ	0.39	イシガニ	0.36
H24.9前半	15	35	51	シバエビ	3,619	コノシロ(大)	373	コノシロ(小)	144	ヒイラギ	115	シロサバフグ	74	シリヤケイカ	68	サッパ	61	クマエビ	57	ジンドウイカ科	47	テンジクダイ	34
				コノシロ(大)	19.06	シバエビ	14.12	コノシロ(小)	2.19	スズキ	1.34	シロサバフグ	1.11	ヒイラギ	0.95	サッパ	0.90	ナルトビエイ	0.85	ジンドウイカ科	0.83	ニベ	0.63
H24.9後半	12	32	48	シバエビ	882	シロサバフグ	357	コノシロ(小)	257	サッパ	184	コノシロ(大)	105	ヒイラギ	62	ワニエソ	31	タチウオ	22	シログチ	13	テンジクダイ	13
				シロサバフグ	10.25	コノシロ(大)	9.15	コノシロ(小)	6.54	シバエビ	3.84	サッパ	2.67	ハモ	2.56	タチウオ	2.10	ワニエソ	1.48	ダツ	1.24	アカエイ	1.19
H24.10前半	16	41	57	シバエビ	665	サッパ	328	コノシロ(大)	210	ヒイラギ	146	シログチ	38	ワニエソ	32	ジンドウイカ科	28	シリヤケイカ	24	ヒラ	16	コノシロ(小)	15
				コノシロ(大)	18.09	サッパ	5.27	ワニエソ	4.48	シバエビ	3.98	ヒラ	1.98	ハモ	1.94	タチウオ	1.70	シログチ	1.34	ヒイラギ	1.27	シリヤケイカ	1.17
H24.10後半	15	27	40	シバエビ	272	コノシロ(大)	114	サッパ	73	コノシロ(小)	49	ジンドウイカ科	43	タチウオ	20	ヨシエビ	15	イボダイ	12	ワニエソ	12	ヒラ	9
				コノシロ(大)	12.50	タチウオ	5.04	コノシロ(小)	2.10	アカエイ	1.98	シバエビ	1.85	ワニエソ	1.69	イボダイ	0.81	ヒラ	0.73	サッパ	0.65	トラフグ	0.45
H24.11	15	32	47	コノシロ(大)	980	シバエビ	536	コノシロ(小)	141	サッパ	98	ジンドウイカ科	36	ヒイラギ	36	カタボシイワシ	25	タチウオ	23	カタクチイワシ	18	スズキ	16
				コノシロ(大)	100.66	タチウオ	8.65	スズキ	6.75	コノシロ(小)	5.37	シバエビ	3.49	ヒラ	1.88	サッパ	1.36	ヒラメ	1.19	カタボシイワシ	0.81	ハモ	0.71
H24.12	10	18	26	コノシロ(大)	628	コノシロ(小)	105	シバエビ	68	タチウオ	21	スズキ	14	ヒラ	10	カタクチイワシ	6	マハゼ	4	ジンドウイカ科	4	マアナゴ	3
				コノシロ(大)	74.69	スズキ	5.98	タチウオ	5.92	コノシロ(小)	4.28	サワラ	0.99	マアナゴ	0.58	シバエビ	0.50	アカエイ	0.39	ヒラ	0.20	マハゼ	0.18
H25.1	11	18	25	コノシロ(大)	757	コノシロ(小)	24	シバエビ	17	シリヤケイカ	8	スズキ	7	シログチ	5	ジンドウイカ科	4	ヒラ	3	ダンゴイカ科	3	カタボシイワシ	3
				コノシロ(大)	70.08	スズキ	3.25	シリヤケイカ	1.74	コノシロ(小)	1.29	ヒラ	1.03	クロダイ	0.39	トラフグ	0.37	シログチ	0.33	ガザミ	0.19	カタボシイワシ	0.19
H25.2	12	21	29	コノシロ(大)	396	コノシロ(小)	191	シバエビ	42	ジンドウイカ科	20	スズキ	4	ガザミ	4	シャコ	4	アカエイ	4	マアナゴ	3	ヒラ	3
				コノシロ(大)	43.07	コノシロ(小)	12.78	アカエイ	6.06	スズキ	3.64	ヒラ	2.31	マアナゴ	0.65	ウチワザメ	0.63	テナガダコ	0.54	ジンドウイカ科	0.43	コウイカ	0.36
H25.3	10	15	19	コノシロ(大)	742	コノシロ(小)	183	ヒイラギ	48	シバエビ	34	サッパ	15	ジンドウイカ科	8	マハゼ	7	シログチ	6	アカエイ	5	ダンゴイカ科	5
				コノシロ(大)	86.4	コノシロ(小)	9.4	スズキ	3.8	アカエイ	1.1	シログチ	1.1	テナガダコ	0.7	ヒガンフグ	0.6	トラフグ	0.3	コウイカ	0.3	ヒイラギ	0.3

表3　トラフグ漁獲一覧

	漁獲場所	漁法	漁獲日	全長(mm)	体重(g)	天然・放流の別		漁獲場所	漁法	漁獲日	全長(mm)	体重(g)	天然・放流の別
1	八代	羽瀬網	H24.4.23	187	99.6	天然	19	鏡町	羽瀬網	H24.9.5	158	76.0	天然
2	八代	羽瀬網	H24.4.23	176	104.9	天然	20	三角町	羽瀬網	H24.9.5	155	64.8	天然
3	八代	羽瀬網	H24.4.23	194	121.0	天然	21	八代	羽瀬網	H24.9.20	192	14.1	天然
4	八代	羽瀬網	H24.4.23	220	212.0	天然	22	三角町	羽瀬網	H24.10.16	196	143.0	天然
5	鏡町	羽瀬網	H24.4.25	228	220.0	天然	23	八代	羽瀬網	H24.10.19	222	214.0	天然
6	三角町	羽瀬網	H24.5.10	176	96.2	天然	24	八代	羽瀬網	H24.10.19	188	132.0	天然
7	八代	羽瀬網	H24.7.26	95	17.7	天然	25	八代	羽瀬網	H24.10.19	214	188.0	天然
8	三角町	羽瀬網	H24.7.27	137	51.0	天然	26	八代	羽瀬網	H24.10.19	198	147.0	天然
9	三角町	羽瀬網	H24.7.27	155	81.5	天然	27	鏡町	羽瀬網	H24.10.19	211	162.0	天然
10	三角町	羽瀬網	H24.7.27	98	16.6	天然	28	三角町	羽瀬網	H24.10.30	118	187.8	天然
11	鏡町	羽瀬網	H24.7.27	132	53.0	天然	29	三角町	羽瀬網	H24.10.30	202	161.3	天然
12	鏡町	羽瀬網	H24.8.10	145	61.9	天然	30	三角町	羽瀬網	H24.10.30	207	163.6	天然
13	三角町	羽瀬網	H24.8.10	113	28.3	天然	31	三角町	羽瀬網	H24.10.30	200	150.3	天然
14	八代	羽瀬網	H24.9.4	143	59.1	天然	32	八代	羽瀬網	H24.10.31	208	151.2	天然
15	八代	羽瀬網	H24.9.4	142	63.3	天然	33	三角町	羽瀬網	H24.11.20	200	148.4	天然
16	八代	羽瀬網	H24.9.4	179	116.9	天然	34	八代	坪網	H25.1.16	242	372.0	天然
17	八代	羽瀬網	H24.9.4	156	65.5	天然	35	八代	坪網	H25.2.15	254	281.0	天然
18	鏡町	羽瀬網	H24.9.5	145	58.0	天然	36	三角町	羽瀬網	H25.3.7	218	203.0	天然

表4　ヒラメ漁獲一覧

	漁獲場所	漁法	漁獲日	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)	雌雄	生殖腺重量(g)	天然・放流の別
1	八代	坪網	H24.4.9	414	332	755	雄	10.25	天然
2	鏡町	羽瀬網	H24.4.11	245	202	131	雄	4.1	天然
3	八代	羽瀬網	H24.4.23	408	343	652	雌	4.39	天然
4	八代	羽瀬網	H24.4.23	294	245	255	雄	0.52	放流
5	鏡町	羽瀬網	H24.4.25	206	173	86	雄	0.07	天然
6	鏡町	羽瀬網	H24.4.25	268	228	163	雄	0.23	天然
7	鏡町	羽瀬網	H24.5.10	251	220	125	雄	0.38	天然
8	鏡町	羽瀬網	H24.5.10	292	249	235	雄	0.14	放流
9	三角町	羽瀬網	H24.5.10	489	410	1,190	雌	9.21	天然
10	三角町	羽瀬網	H24.5.10	311	262	301	雌	1.08	放流
11	八代	羽瀬網	H24.5.11	265	215	179	雌	0.47	天然
12	八代	羽瀬網	H24.5.11	243	200	133	雄	0.28	天然
13	八代	羽瀬網	H24.5.11	249	204	133	雄	0.32	天然
14	八代	羽瀬網	H24.5.11	262	215	187	雌	0.39	天然
15	三角町	羽瀬網	H24.5.24	351	292	427	雌	1.53	天然
16	鏡町	羽瀬網	H24.5.24	367	304	575	雌	2.22	天然
17	八代	羽瀬網	H24.5.25	309	262	285	雌	0.9	天然
18	三角町	羽瀬網	H24.6.7	228	191	110	雄	0.12	天然
19	鏡町	羽瀬網	H24.7.27	281	237	226	雄	0.17	放流
20	鏡町	羽瀬網	H24.7.27	305	254	277	雌	0.64	天然
21	鏡町	羽瀬網	H24.7.27	331	375	367	雄	0.25	天然
22	鏡町	羽瀬網	H24.7.27	325	268	325	雄	0.48	天然
23	鏡町	羽瀬網	H24.7.27	339	285	361	雌	1.13	天然
24	鏡町	羽瀬網	H24.7.27	346	290	437	雌	1.53	天然
25	八代	羽瀬網	H24.8.9	171	136	45	不明	-	天然
26	八代	羽瀬網	H24.8.9	146	117	30	不明	-	天然
27	八代	羽瀬網	H24.8.9	137	108	23	不明	-	天然
28	鏡町	羽瀬網	H24.8.10	208	168	81	不明	-	天然
29	三角町	羽瀬網	H24.8.10	160	135	36	不明	-	天然
30	八代	羽瀬網	H24.9.4	348	292	292	雌	1.48	放流
31	八代	羽瀬網	H24.9.4	166	138	38	雄	0.08	放流
32	八代	羽瀬網	H24.9.4	180	145	45	雄	0.01	天然
33	八代	羽瀬網	H24.9.4	157	128	28	雄	0.02	放流
34	鏡町	羽瀬網	H24.9.5	224	186	103	雄	0.06	天然
35	三角町	羽瀬網	H24.9.5	162	131	37	雄	0.05	天然
36	八代	羽瀬網	H24.9.20	551	458	1,661	雌	14.57	放流
37	鏡町	羽瀬網	H24.9.21	369	-	492	雌	2.71	天然
38	鏡町	羽瀬網	H24.9.21	344	-	421	雌	1.48	天然
39	三角町	羽瀬網	H24.10.16	400	336	692	雌	3.69	天然
40	八代	羽瀬網	H24.10.19	442	378	84	雌	0.13	天然
41	八代	羽瀬網	H24.10.19	157	128	36	雌	2.18	天然
42	鏡町	羽瀬網	H24.10.19	221	179	92	雌	1.08	天然
43	鏡町	羽瀬網	H24.10.19	583	322	556	雄	6.16	天然
44	鏡町	羽瀬網	H24.10.19	333	277	326	不明	－	天然
45	三角町	羽瀬網	H24.10.30	208	172	86	不明	－	天然
46	八代	羽瀬網	H24.10.31	349	297	404	雌	2.65	放流
47	八代	羽瀬網	H24.10.31	435	372	805	雌	4.97	放流
48	三角町	羽瀬網	H24.11.20	210	171	79	雌	0.05	天然
49	三角町	羽瀬網	H24.11.20	182	154	56	雄	0.09	天然
50	八代	羽瀬網	H24.11.20	511	330	1,443	雌	21.9	放流
51	八代	羽瀬網	H24.11.20	445	374	885	雌	7.88	天然
52	八代	羽瀬網	H24.11.20	333	281	356	雄	0.5	天然
53	八代	羽瀬網	H24.11.20	220	184	97	雄	0.1	天然
54	八代	羽瀬網	H24.11.20	230	189	104	雌	0.03	天然
55	鏡町	羽瀬網	H24.11.21	287	240	200	雄	0.33	天然
56	鏡町	羽瀬網	H24.12.21	249	206	130	不明	－	天然

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅲ（令達 平成21年度～）

（栽培漁業の推進）

１　緒　言

マダイ及びヒラメの栽培漁業を推進するため、熊本県栽培漁業地域展開協議会マダイ部会及びヒラメ部会が主体となって、種苗の中間育成、放流が実施されている。当センターでは、放流後の混入状況を調査することにより、放流効果の把握を行った。また、今後イサキの放流効果を算出していくため、イサキ放流種苗の鼻孔隔皮欠損状況の把握を併せて行った。

２　方　法

（１）担当者　森下貴文、山下幸寿、小山長久

（２）調査内容

ア　中間育成・放流指導

（ア）マダイ

熊本県地域栽培漁業展開協議会（以下、「協議会」と言う。）は、公益財団法人くまもと里海づくり協会（以下、「協会」と言う。）が生産したマダイ種苗（全長 50㎜：1,601,600 尾）を、構成員である各漁協と連携して各地先（13 漁協 29 地区）に放流した。

なお、中間育成中の管理、放流方法の指導は、協議会マダイ部会事務局、協会及び天草地域振興局水産課の協力を得て実施した。

図１　調査位置図

（イ）ヒラメ

協議会は、協会で生産されたヒラメ種苗（全長 30㎜：772,000 尾）を、漁協及び協会が全長 50㎜ まで中間育成し、構成員である各漁協と連携して各地先（13 漁協 17 地区）に放流した。

なお、中間育成中の管理、放流方法の指導は、協議会ヒラメ部会事務局、協会及び天草地域振興局水産課の協力を得て実施した。

イ　鼻孔隔皮欠損調査

マダイ及びイサキは、天然魚では鼻孔隔皮の欠損は見られないが、種苗生産により欠損することが知られている。欠損の割合を用いて放流効果を算出していくため、協会で生産されたマダイ及びイサキ種苗の鼻孔隔皮欠損状況を調査した。

ウ　市場調査

放流効果を把握するため、平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月までの間、株式会社熊本地方卸売市場（熊本市）、天草漁協本渡支所（天草市本渡）及び天草漁協牛深総合支所（天草市牛深）において、月 1～2 回程度、マダイ、ヒラメの全長、尾叉長（マダイ）、鼻孔隔皮欠損（マダイ）、有眼側及び無眼側の体色異常並びに尾鰭の色素着色（ヒラメ）を調査した（図 1）。

なお、平成 23 年度までは市場調査の結果について、事業年度でとりまとめていたが、放流効果の指標となる費用対効果等は暦年でとりまとめているため、今年度から暦年で結果を取りまとめる。

３　結　果

（１）中間育成・放流指導

ア　マダイ

種苗放流は、平成 24 年 7 月 2 日から 7 月 26 日にかけて各地先で実施され、大きな問題等の発

生は無かった。

イ　ヒラメ

8 漁協が実施した中間育成では種苗 510,000 尾を受け入れ、6 日間から 23 日間の中間育成を行い、489,266 尾を放流した。なお、中間育成における各漁協の生残率は 90.0%～100%であり、全体の生残率は 95.9%であった。また、協会が受託した中間育成では、種苗 262,000 尾を受け入れ、中間育成後の生残率は 90.1%であった。なお、種苗放流は、各地先で平成 24 年 4 月 4 日から 4 月 28 日にかけて各地先で実施された。

（2）鼻孔隔皮欠損調査

ア　マダイ

放流時のマダイを無作為に抽出した 892 尾を調査した結果、平均全長は 59.6 ㎜、平均尾叉長は 56.1㎜、鼻孔隔皮欠損率は 58.9%であった。

イ　イサキ

放流時のイサキから無作為に抽出した 300 尾を調査した結果、平均全長は 150.0㎜、平均尾叉長は 119.3㎜、鼻孔隔皮欠損率は 27.0%であった。

（3）市場調査

ア　マダイ

調査したマダイ 5,030 尾のうち鼻孔隔皮欠損は 161 尾で、その割合は 3.20%であった（図 2）。また、中間育成時の鼻孔隔皮欠損率を考慮して放流年群別に補正した放流魚の混入率は 6.77%となった。参考として、平成 15 年からの調査尾数、混入率及び補正後混入率の推移を表 1 に示す。

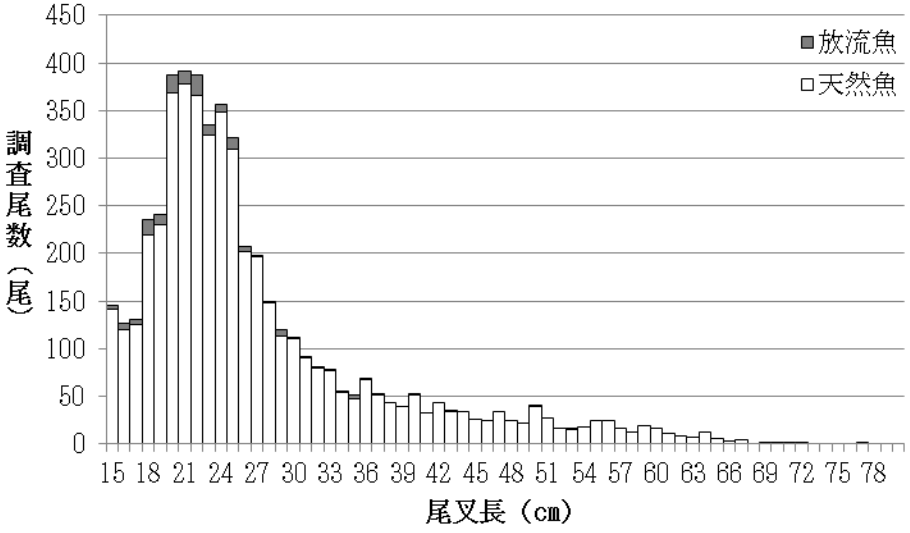


図 2　マダイの天然魚放流魚別尾叉長組成

表 1　マダイの年別調査尾数、混入率、補正後混入率

	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年
調査尾数	6,357	19,003	16,615	5,737	7,146	12,081	11,362	5,191	8,409	5,030
放流魚尾数	114	486	570	276	109	1,207	1,666	378	615	161
混入率	7.31%	7.28%	14.66%	9.99%	1.53%	4.81%	3.43%	2.56%	1.79%	3.20%
補正後混入率	8.22%	8.76%	19.65%	13.18%	1.94%	5.08%	4.05%	2.71%	3.83%	6.77%

イ　ヒラメ

調査したヒラメ 1,094 尾のうち、無眼側の体色異常及び尾鰭の色素着色のある尾数は 272 尾で放流魚の混入率は 24.86%であった（図 3)。参考として、平成 15 年からの調査尾数、混入率の推移を表 1 に示す。

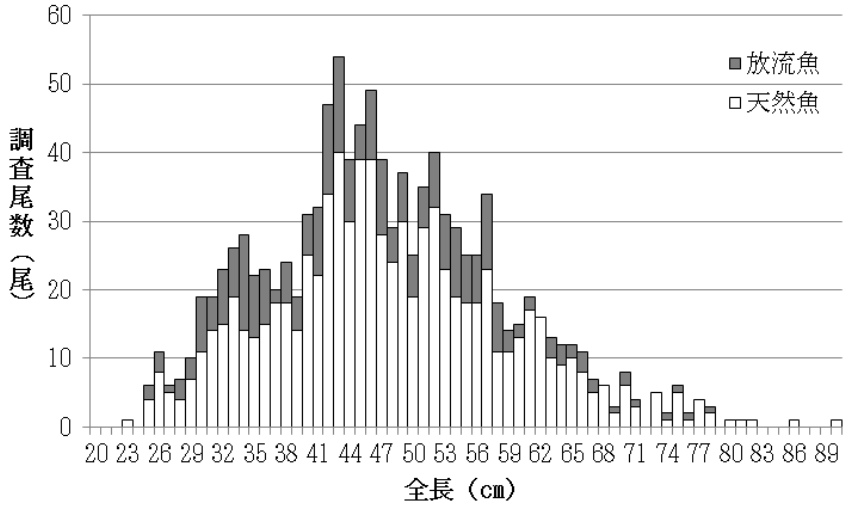


図 3　ヒラメの天然魚放流魚別全長組成

	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年	平成24年
調査尾数	1,499	1,742	6,291	4,625	4,482	2,360	1,929	543	2,447	1,094
放流魚尾数	157	206	1,400	1,240	1,235	652	657	141	623	272
混入率	10.47%	11.83%	22.25%	26.81%	27.55%	27.63%	34.06%	25.97%	25.46%	24.86%

表 2　ヒラメの年別調査尾数、混入率

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅳ（令達 平成23年度～）

（ヒラメのAge-length keyの再構築と放流事業の費用対効果の算出）

１　緒　言

本県海域のヒラメは、日本海西部・東シナ海系群（以下、「系群」と言う。）に属している。これらの資源を管理し、有効活用していくため、独立行政法人水産総合研究センターが中心となり、毎年、資源量の推定、資源評価が実施されている。この資源量推定値は、系群に属する各県の年齢別漁獲尾数等を用いて、Virtual Population Analysis（VPA）により算出されている。

系群の資源量推定精度を向上させるためには正確な年齢別漁獲尾数を算出する必要があり、平成 23 年度に熊本県海域におけるヒラメの Age-length key を作成した。さらに精度を高めていくため、平成 23 年度、平成 24 年度に収集したデータを加えて、Age-length key の再構築を行った。また、作成したデータを用いてヒラメ放流事業の費用対効果（回収金額/放流経費）の算出を行った。

２　方　法

（１）担当者　森下貴文、山下幸寿、小山長久

（２）調査内容

ア　成長曲線及び Age-length key の再構築

平成 23 年度に Age-length key を作成した際に使用した平成 15 年 10 月から平成 23 年 2 月までに漁獲された 916 個体のデータに、平成 23 年度サンプル 741 個体、平成 24 年度サンプル 41 個体の合計 782 個体のデータを加えて再構築した。なお、平成 23 年度に作成した Age-length key は、5 歳魚以上の高齢魚サンプル数が少なかったため、今年度は高齢魚を中心としたサンプリングを行った。

これらの標本は、全長、体長、体重、雌雄、生殖腺重量を測定し、採取した耳石を用いて年齢査定を行った。なお、年齢査定は当センターにおいて、耳石の薄層切片作成して行った。また、Age-length key の作成は、年齢毎に平均全長及び標準偏差を算出し、各年齢について階級幅を 10mm とした階級値の正規分布の確率密度を算出し、各階級の確率密度にデータの個体数及び階級幅を乗じて頻度分布に直して Age-length key を作成した。

イ　費用対効果の算出

下記の方法を用いて、費用対効果を算出した。なお、放流尾数は、水産庁ほかが発行している『栽培漁業種苗生産、入手・放流実績　平成 15 年～平成 22 年』を用いた。

（ア）市場調査における天然魚、放流魚の全長組成を Age-length key で分解し、年齢別漁獲尾数、年齢別混入率を算出した。なお、年齢別漁獲尾数は、水産庁が公表している資源評価と同様、7 歳魚以上の漁獲尾数を 7+歳として計算した。

（イ）（ア）の年齢別漁獲尾数に年齢別混入率を乗じて、年齢別放流魚漁獲尾数を算出。

（ウ）（イ）の値にヒラメ日本海西部・東シナ海系群の年齢別重量を乗じて回収重量を算出。

（エ）（ウ）の値に熊本農林水産統計年報から抜粋したヒラメの平均単価（kg/円）を乗じて回収金額を算出。なお、平成 22 年の販売金額は公表されていないため、平成 22 年は平成 21 年と同じ販売金額であると仮定して算出した。

（オ）放流群毎の放流尾数に平成 25 年度の公益財団法人くまもと里海づくり協会の販売単価 63 円/尾（全長 50mm サイズ）を乗じて放流経費を算出。

（カ）（エ）放流群毎の回収金額を（オ）放流経費で除して費用対効果を算出。

３　結果及び考察

（１）Age-length key の再構築

再構築して作成した本県海域のヒラメ Age-length key を別表 1 に示す。平成 24 年度に 5 歳以上

の高齢魚を 14 個体追加したことにより、大型個体の年齢分解精度が向上した。しかし、依然として若齢魚のサンプル数に比べて特に 5 歳魚以上のサンプル数が少ないと考えられ、より正確な年齢別漁獲尾数を算出し、系群の資源量推定精度を向上させるため、今後も大型の高齢魚のサンプルを追加していき、Age-length key を再構築していく必要がある。

（2）費用対効果の算出

平成 15～22 年度までの放流尾数、調査尾数、混入率、放流経費、平均単価を表 1、放流群毎の年齢別放流魚混入率を表 2、年齢別放流魚漁獲重量を表 3、年齢別回収金額を表 4、回収金額を放流経費で除した費用対効果を表 5 に示す。

ヒラメは平成 17 年以降、20%以上という高い混入率で推移していた。放流効果について、放流魚の回収が完了している平成 15 年は費用対効果が 0.99 と 1 を若干下回ったが、回収が完了していない平成 16～18 年は、すでに 1 を上回っており、ヒラメの放流効果の高さが再確認された。

表 1　放流群毎の放流尾数（尾）、調査尾数（尾）、混入率（%）、放流経費（円）、平均単価（円/kg）

	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年
放流尾数（尾）	921,000	831,000	924,000	802,000	719,000	825,000	864,000	988,000
調査尾数（尾）	1,499	1,742	6,291	4,625	4,482	2,360	1,929	543
混入率（%）	10.47%	11.83%	22.25%	26.81%	27.55%	27.63%	34.06%	25.97%
放流経費（円）	58,023,000	52,353,000	58,212,000	50,526,000	45,297,000	51,975,000	54,432,000	62,244,000
平均単価（円/kg）	1,842	1,645	1,671	1,528	1,564	1,449	1,119	1,119

表 2　放流群毎の年齢別放流魚混入率（%）

調査年/放流年	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年
平成15年	6.55%							
平成16年	12.27%	6.57%						
平成17年	23.27%	23.41%	11.24%					
平成18年	27.03%	27.36%	28.41%	24.34%				
平成19年	29.83%	29.75%	29.16%	26.58%	26.81%			
平成20年	22.69%	23.75%	24.76%	25.40%	29.88%	27.97%		
平成21年	32.14%	31.66%	31.08%	31.46%	32.27%	36.31%	32.68%	
平成22年	13.32%	15.19%	16.64%	18.60%	21.35%	23.42%	29.87%	27.66%

表 3　放流群毎の年齢別放流魚漁獲重量（kg）

漁獲年/放流年	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年
平成15年	104.6							
平成16年	5,838.7	151.3						
平成17年	7,125.0	4,159.9	26.9					
平成18年	10,288.9	9,196.7	9,342.4	302.4				
平成19年	6,846.8	11,119.0	9,992.4	9,307.7	252.7			
平成20年	3,328.7	7,850.5	12,442.0	10,901.1	9,113.7	96.5		
平成21年	2,874.6	5,343.3	11,337.2	16,367.3	13,606.6	9,558.9	197.8	
平成22年	1,039.6	1,210.0	2,443.0	5,696.1	9,023.6	8,583.6	14,589.1	876.0

表 4　放流群毎の年齢別回収金額（円）

回収年/放流年	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年
平成15年	192,622	0	0	0	0	0	0	0
平成16年	9,604,627	248,880	0	0	0	0	0	0
平成17年	11,905,847	6,951,127	44,878	0	0	0	0	0
平成18年	15,721,380	14,052,608	14,275,163	462,035	0	0	0	0
平成19年	10,708,386	17,390,190	15,628,098	14,557,257	395,186	0	0	0
平成20年	4,823,309	11,375,359	18,028,481	15,795,678	13,205,728	139,872	0	0
平成21年	3,216,638	5,979,158	12,686,370	18,315,051	15,225,777	10,696,374	221,357	0
平成22年	1,163,351	1,353,981	2,733,704	6,373,938	10,097,380	9,605,082	16,325,158	980,195
合計	57,336,160	57,351,303	63,396,694	55,503,959	38,924,071	20,441,327	16,546,515	980,195

表 5　費用対効果（回収金額/放流経費）

	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年
費用対効果	0.99	1.10	1.09	1.10	0.86	0.39	0.30	0.02

別表　熊本県海域のヒラメ Age-length key

全長	年齢							
mm	0	1	2	3	4	5	6	7+
100	99.8%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
110	99.7%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
120	99.7%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
130	99.6%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
140	99.5%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
150	99.4%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
160	99.2%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
170	99.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
180	98.6%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
190	98.1%	1.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
200	97.2%	2.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
210	95.9%	4.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
220	93.9%	6.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
230	90.7%	9.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
240	85.7%	14.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
250	78.3%	21.3%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
260	67.8%	31.5%	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
270	54.4%	44.4%	0.9%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
280	39.7%	58.6%	1.3%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
290	26.1%	71.5%	1.9%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
300	15.5%	81.3%	2.4%	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
310	8.5%	87.6%	3.0%	0.8%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
320	4.4%	90.9%	3.6%	1.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
330	2.1%	92.2%	4.3%	1.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
340	1.0%	92.3%	5.0%	1.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%
350	0.5%	91.7%	5.9%	1.7%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
360	0.2%	90.5%	6.9%	2.1%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%
370	0.1%	88.9%	8.0%	2.5%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%
380	0.0%	87.0%	9.4%	3.1%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%
390	0.0%	84.6%	11.0%	3.8%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%
400	0.0%	81.8%	12.8%	4.6%	0.7%	0.1%	0.0%	0.0%
410	0.0%	78.5%	14.9%	5.6%	0.9%	0.1%	0.0%	0.0%
420	0.0%	74.6%	17.4%	6.8%	1.1%	0.1%	0.0%	0.0%
430	0.0%	70.1%	20.1%	8.2%	1.4%	0.1%	0.0%	0.0%
440	0.0%	65.1%	23.0%	9.9%	1.7%	0.2%	0.0%	0.0%
450	0.0%	59.6%	26.2%	11.8%	2.2%	0.2%	0.1%	0.0%
460	0.0%	53.6%	29.4%	13.9%	2.7%	0.3%	0.1%	0.0%
470	0.0%	47.3%	32.7%	16.2%	3.2%	0.4%	0.1%	0.0%
480	0.0%	41.0%	35.7%	18.7%	3.9%	0.5%	0.1%	0.0%
490	0.0%	34.8%	38.5%	21.2%	4.7%	0.7%	0.2%	0.0%
500	0.0%	28.8%	40.8%	23.7%	5.6%	0.8%	0.2%	0.0%
510	0.0%	23.4%	42.6%	26.0%	6.6%	1.1%	0.3%	0.0%
520	0.0%	18.6%	43.7%	28.3%	7.7%	1.3%	0.3%	0.0%
530	0.0%	14.5%	44.3%	30.3%	8.9%	1.6%	0.4%	0.1%
540	0.0%	11.1%	44.2%	32.0%	10.1%	2.0%	0.5%	0.1%
550	0.0%	8.3%	43.6%	33.4%	11.5%	2.4%	0.6%	0.1%
560	0.0%	6.2%	42.4%	34.5%	13.0%	2.9%	0.8%	0.2%
570	0.0%	4.5%	40.9%	35.3%	14.6%	3.5%	1.0%	0.2%
580	0.0%	3.2%	39.0%	35.8%	16.4%	4.1%	1.2%	0.3%
590	0.0%	2.2%	36.8%	36.0%	18.2%	4.9%	1.5%	0.4%
600	0.0%	1.6%	34.3%	35.8%	20.2%	5.9%	1.8%	0.5%
610	0.0%	1.1%	31.7%	35.2%	22.3%	6.9%	2.2%	0.7%
620	0.0%	0.7%	28.9%	34.3%	24.4%	8.1%	2.6%	1.0%
630	0.0%	0.5%	26.1%	33.1%	26.5%	9.4%	3.2%	1.3%
640	0.0%	0.3%	23.2%	31.5%	28.6%	10.9%	3.8%	1.7%
650	0.0%	0.2%	20.3%	29.6%	30.6%	12.5%	4.6%	2.2%
660	0.0%	0.1%	17.5%	27.4%	32.5%	14.3%	5.4%	2.8%
670	0.0%	0.1%	14.9%	24.9%	34.1%	16.1%	6.4%	3.6%
680	0.0%	0.0%	12.4%	22.4%	35.3%	17.9%	7.5%	4.5%
690	0.0%	0.0%	10.2%	19.7%	36.1%	19.7%	8.6%	5.6%
700	0.0%	0.0%	8.2%	17.1%	36.5%	21.4%	9.9%	6.9%
710	0.0%	0.0%	6.5%	14.5%	36.4%	22.9%	11.2%	8.4%
720	0.0%	0.0%	5.0%	12.2%	35.9%	24.3%	12.6%	10.0%
730	0.0%	0.0%	3.8%	10.0%	34.9%	25.5%	14.0%	11.8%
740	0.0%	0.0%	2.9%	8.1%	33.5%	26.4%	15.4%	13.7%
750	0.0%	0.0%	2.1%	6.4%	31.9%	27.0%	16.9%	15.8%
760	0.0%	0.0%	1.5%	5.0%	29.9%	27.3%	18.3%	17.9%
770	0.0%	0.0%	1.1%	3.9%	27.8%	27.4%	19.6%	20.1%
780	0.0%	0.0%	0.8%	3.0%	25.6%	27.3%	21.0%	22.4%
790	0.0%	0.0%	0.5%	2.2%	23.4%	26.9%	22.2%	24.7%
800	0.0%	0.0%	0.4%	1.6%	21.2%	26.3%	23.5%	27.0%
810	0.0%	0.0%	0.2%	1.2%	19.1%	25.6%	24.7%	29.2%
820	0.0%	0.0%	0.2%	0.9%	17.0%	24.7%	25.8%	31.4%
830	0.0%	0.0%	0.1%	0.6%	15.1%	23.7%	26.9%	33.5%
840	0.0%	0.0%	0.1%	0.4%	13.3%	22.6%	28.0%	35.6%
850	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	11.7%	21.5%	29.0%	37.5%
860	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	10.2%	20.3%	30.0%	39.2%
870	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	8.8%	19.1%	31.0%	40.9%
880	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	7.6%	17.9%	31.9%	42.4%
890	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	6.6%	16.8%	32.9%	43.7%
900	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.6%	15.6%	33.8%	44.9%

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅴ（令達 平成23年度～）

（八代海放流トラフグの産卵親魚の放流効果の把握）

1　緒　言

東シナ海、五島灘、玄界灘海域で漁獲されるトラフグは、外海ものとして高値で取り引きされているが、近年の漁獲量は最盛期の10分の1以下と減少が著しい。そのため、種苗放流によるトラフグ資源の維持・回復を目指し、平成18～22年度までの間、本県を含む関係各県により、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業のテーマ「最適放流手法を用いた東シナ海トラフグ資源への添加技術への高度化」により共同研究が実施された。その結果、放流適地、適正放流サイズ、産卵回帰の実態が判明したところである。

また、本県の主なトラフグ漁業は、有明海、八代海における当歳魚を対象とした羽瀬網漁業と、産卵回帰してきた親魚を対象としたひっかけ釣りであり、本県においてもトラフグの漁獲量は減少傾向である。このため共同研究によって得られた知見を用いて、表1に示すように種苗放流によるトラフグ資源の維持・回復を目指している。そこで、平成18～24年度（平成23年度除く）にかけて八代海に放流したトラフグの放流効果の算出を行った。

表1　八代海放流群の標識放流概要

	記号	放流尾数	標識
平成18年度	■	15,700	右胸鰭切除+耳石ALC染色
平成19年度	■	16,300	右胸鰭切除+耳石ALC染色
平成20年度	■	18,100	右胸鰭切除+耳石ALC染色
平成21年度	▲	15,400	右胸鰭切除+耳石ALC染色
平成23年度	▲	22,500	右胸鰭切除+耳石ALC染色
平成24年度	▲	22,500	右胸鰭切除+耳石ALC染色

八代海において、平成18～24年度（平成22年度実施せず）に実施した標識放流概要を表1及び放流場所を図1示す。なお放流事業は、平成18～21年度が熊本県を含む8県と独法水研が実施主体となり「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」により、平成23～24年度は九州海域栽培漁業推進協議会の構成員である天草漁協が事業実施主体となり「種苗放流による資源造成支援事業」により実施した。

図1　放流場所
■平成18～20年度
▲平成21～24年度

2　方　法

（1）担当者　森下貴文、山下幸寿、小山長久

（2）調査内容

放流効果を把握するため、八代海の産卵場周辺を漁場としてトラフグ親魚を漁獲している天草漁協深海支所において、右胸鰭切除標識を指標とした標識放流魚の再捕調査を行った（図1）。また、再捕調査場所の水揚げ量、水揚げ尾数等を調べるため、伝票調査も併せて実施した。

なお、検出された標識魚は、耳石ALC染色標識のパターン（染色回数や標識径）から放流群を特定し、放流群別の標識率に漁獲実態調査で得られた漁獲尾数を乗じて回収尾数を求め、放流群毎の放流効果を推定した。

図2　★調査位置図

3　結　果

平成24年4月に計5回の調査を実施した。

また、伝票調査の結果、水揚げ量は1,826.6kg、水揚げ尾数は923尾であり、ここ3ヶ年で最低の水揚げ量、水揚げ尾数となった（表1）。

調査尾数 379 尾（標本抽出率 41.1%）のうち、再捕された標識魚は 3 尾であった（表 2）。耳石 ALC 染色標識のパターンから判別した標識魚データを表 3 に示す。なお、標識魚のうち 1 尾は、平成 22 年度に長崎県が有明海に放流したトラフグが八代海に産卵回帰したものであった。

各放流群の混入率、回収尾数、回収率、回収金額等の各指標の推定値を表 4、平成 20 年度の調査からこれまで再捕された標識魚から算出した八代海放流群の延べ混入率、回収尾数、回収率、回収金額等の各指標の推定値を表 5 に示す。

表 2　天草漁協深海支所におけるトラフグ水揚げ状況

	水揚げ量（kg）	水揚げ尾数（尾）	平均重量（kg/尾）
平成22年	1,979.0	1,348	1.47
平成23年	2,841.8	1,438	1.98
平成24年	1,826.6	923	1.98

表 3　再捕調査による標識魚再捕状況

調査月	水揚げ尾数	調査尾数	標本抽出率（%）	標識魚
4月	923	379	41.1%	3

表 4　標識魚精密測定結果

調査年月日	全長(mm)	体長(mm)	体重(g)	雌雄	生殖腺重量(g)	放流群
H24.4.27	425	352	1,385	雄	128.7	平成22年度有明海放流群(2歳魚)
H24.4.27	563	422	2,855	雄	108.0	平成18年度八代海放流群(6歳魚)
H24.4.27	428	352	1,210	雄	98.2	平成21年度八代海放流群(3歳魚)

表 5　各放流群の回収尾数、回収率、回収金額等の各指標の推定値

放流群	標識魚	混入率(%)	回収尾数	回収率(%)	回収金額(円)	回収重量(kg)
平成18年度八代海放流群(6歳魚)	1	0.26 (-0.14～0.64)	2 (-2～6)	0.02 (0～0.04)	6,683 (-3,365～16,731)	4.8 (-2.4～12.0)
平成21年度八代海放流群(3歳魚)	1	0.26 (-0.14～0.64)	2 (-2～6)	0.02 (0～0.04)	6,683 (-3,365～16,731)	4.8 (-2.4～12.0)

表 6　八代海放流群の延べ回収尾数、回収率、回収金額等の各指標の推定値

延べ標識魚	混入率(%)	回収尾数	回収率(%)	回収金額(円)	回収重量(kg)
8	0.61 (0.28～0.94)	20 (9～31)	0.03 (0.01～0.05)	49,195 (22,617～75,773)	38.2 (17.6～58.8)

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅵ（令達 平成23年度～）

（九州西岸域におけるクエ資源の合理的利用に関する共同研究）

1　緒　言

クエは九州西岸の沿岸に分布し、非常に単価が高いことから、本県を含む九州西岸では延縄や一本釣等により漁獲されている。近年、その需要の高まりから、クエ漁業へ転換する漁業者が増加する傾向にあり、漁獲圧の増加による資源の減少が危惧されている。しかし、漁業の実態や生態、資源状態について不明な点が多く資源管理、放流手法も開発されていない。

そこで、本年度から、独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所及び佐賀県とともに、「九州西岸域におけるクエ資源の合理的利用」をテーマとして、本県のクエの漁獲実態調査等を実施した。

2　方　法

（1）担当者　森下貴文、山下幸寿、小山長久

（2）調査内容

ア　漁業実態調査

クエ漁業の実態を把握するため、クエ漁業を操業する漁業者が所属している天草漁協上天草総合支所、牛深総合支所、五和支所及び倉岳町漁協において、操業隻数、操業場所、水揚げ場所等の聞き取り調査を実施した。

イ　水揚げ量の把握

クエの水揚げ実績がある天草漁協牛深総合支所、本渡支所、五和支所及び倉岳町漁協において、平成19～23年度までの水揚げ量を調査した。

3　結果及び考察

（1）漁業実態調査

漁獲実態調査の結果を表1に示す。本県における大型魚を漁獲するクエ漁業は、延縄、一本釣が主体で平成24年度の操業隻数は合計35隻であり、前年の50隻から15隻減少した。その理由は、時化による影響によるものであった。また、6～8月の夏場を除いた期間に県外海域で操業され、主に長崎魚市場に水揚げされていた。

表1　クエ漁業操業状況

	天草漁協 上天草総合支所	天草漁協 牛深総合支所	天草漁協 五和支所	倉岳町漁協
操業隻数(隻)	5	5	13	12
操業場所	県外海域	県外海域	県外海域	県外海域
主な水揚げ場所	長崎魚市場	長崎魚市場	長崎魚市場	長崎魚市場

（2）水揚げ量の把握

県内に水揚げされるクエの漁獲量を表2に示す。本県における近年のクエ水揚げ量は3t程度となっていた。

表2　本県におけるクエ水揚げ量(kg)

	天草漁協 牛深総合支所	天草漁協 本渡支所	天草漁協 五和支所	倉岳町漁協	合計
平成19年度	736.1	620.8	130.3	2,467.1	3,954.3
平成20年度	691.4	599.6	120.8	1,577.6	2,989.4
平成21年度	757.9	640.2	221.3	2,231.6	3,851.0
平成22年度	858.3	667.6	309.0	1,725.7	3,560.6
平成23年度	1,421.7	733.1	159.8	1,023.4	3,338.0
平成24年度	798.4	1,115.5	140.4	1,017.6	3,071.9

みんなで育てる豊かな海づくり事業Ⅶ（令達 平成21～25年度）

（八代海におけるクルマエビの放流効果調査）

1　緒　言

クルマエビは八代海における主な漁獲対象種であり、これまで、八代海沿岸で種苗放流が行われてきた。また、その放流効果については、主に八代漁業協同組合の放流群を対象に調査が行われており、平成14年度にリボンタグを用いたクルマエビの移動経路追跡調査[1)]では、八代漁協地先で放流した個体が同地先だけでなく八代海中央部や水俣沖の海域にも移動して漁獲されていること、平成17～20年度にかけての尾肢カット標識を用いた放流効果調査結果からは、八代地先放流群の放流効果に関する情報が同漁協から得られている。また平成21年度は、独立行政法人水産総合研究センターが開発した大量標識ならびに複数種類の標識設定が可能となるDNAによる親子判別手法を用いた放流効果調査手法を導入して調査を実施した。

本年度はDNAマーカーを用い、八代漁協放流群を含めた広域的かつ条件別放流効果の比較・検証を行い、放流効果の高い手法の確立を目指した。

なお、本調査は、八代漁業協同組合並びに熊本県八代地域振興局水産課と連携して実施した。

2　方　法

（1）担当者　香﨑修、山下幸寿、小山長久

（2）調査内容

ア　標識種苗放流

八代海沿海各漁協が行う種苗放流事業のうち、表1に示す放流群を調査対象とし、種苗生産に用いた親エビからDNA情報を得た。放流サイズは14～40mmであり、サイズ及び場所による放流効果の差異をみるため、４群を設定した。各群の放流場所は図１のとおりである。なお、飼育水槽は平成24不知火群がFRP製、H24Y群がコンクリート製であり、いずれも飼育は敷き砂無しであった。

表１　放流群明細

群	放流事業主体	体長mm	放流尾数	放流日	放流場所	放流方法	備考	種苗生産機関
H24不知火	松合漁協	20	50,000	6月21日	組合地先	船上放流		（財）くまもと里海づくり協会
	三角町漁協	20	117,000	6月25日	組合地先	船上放流		
	芦北漁協	14※	1,000,000	6月10日	組合地先	囲い網中間育成	囲い網に収容後、数日で逸散	
	水俣市漁協	40	170,000	7月11日	組合地先	船上放流		
H24Y1	八代漁協	18	120,000	7月22日	八代市大島	渚線放流		八代漁協
H24Y2	八代漁協	18	694,000	7月26日	組合地先（２ヵ所）	船上放流	一部アマモ場	
H24Y3	八代漁協	30	771,000	7月30日	組合地先（分散）	船上放流	一部アマモ場	
		※　逸散したため囲い網収容時の体長を記載、また正確な放流尾数不明						

イ　漁獲量等及び買取調査

（ア）漁獲量推定

漁獲量の推定を行うため、八代海の主なクルマエビ漁業地区である、松合漁協、三角町漁協、天草漁協大矢野支所、同姫戸支所、同龍ヶ岳支所、樋島漁協、御所浦地区、八代漁協、田浦漁協、芦北漁協及び水俣市漁協のうち、天草漁協大矢野支所、同龍ヶ岳支所及び松合漁協は伝票調査、樋島地区について民間の流通業者から聞き取り調査を行った。また御所浦地区は地区内の漁協へ聞き取りを行い、八代漁協は組合による標本船調査のデータ提供を受けた。これらのデータを有明海再生調査・技術開発事業と同様の手法で、大潮を挟む13～15日間を1漁期と

して漁期別に集計した。なお、今年度は平成 24 年 3 月 31 日～4 月 12 日を 4 月前期として設定した。また、海域特性等に着目し、上記調査対象海域を図１のとおり北側を「A海域」、南側を「B海域」として区分し集計した。なお、A海域の水深は干潟～10m 台、B海域の水深は 30～50m である。

（イ）買取調査

天草漁協大矢野支所、樋島地区の民間業者及び八代漁協から、原則１回／漁期の頻度で漁獲されたクルマエビを購入した。得られたサンプルは個体ごとに体長・体重・雌雄・交尾栓有無を測定し、筋肉片を切り出して、ウ（ア）の DNA 分析に供した。なお、サンプルは 99.5%エタノールで保存した。

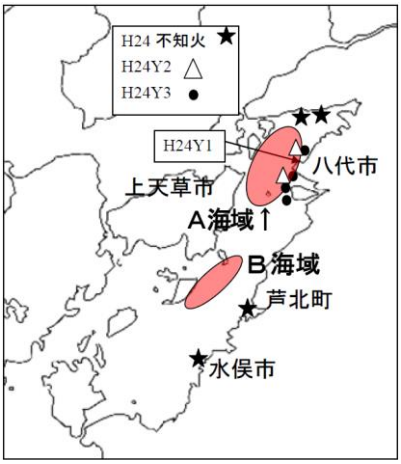


図１　放流場所及び調査対象海域

ウ　放流効果調査

（ア）標識魚の検出

DNA 分析手法については有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（クルマエビの放流効果）と全く同様としたため、詳細は当該箇所を参照されたい。ミトコンドリア DNA～マイクロサテライト DNA の２段階検出とし、両者とも親エビの DNA と一致した個体を放流エビと判定した。なお、DNA 抽出から遺伝子型の決定及び親子判定までは民間業者に委託した。

（イ）標識率の確認

（ア）の正確を期すため、各群から放流前の種苗を冷凍又は 99.5%エタノールにより保存し、（ア）の要領で漁獲クルマエビと同様に DNA 分析を行った。

（ウ）種苗健全度調査

群毎に種苗の健全度に差異があるか、（イ）のサンプルについて歩脚障害調査を行った。方法は岡田ら 1993[2)]に従い、歩脚の欠損の程度を Type0（すべての歩脚に欠損なし）から Type4（すべての歩脚に欠損あり）の５段階に分類し、放流数の少ない H24Y1 を除く各群から 10 尾ずつを無作為抽出し、実体顕微鏡下で観察した。なお、いずれの群も生産施設出荷時の個体を評価した。また、H24 不知火群は松合地先放流分のみを観察した。

（エ）混入率及び回収率の算定

有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ（クルマエビの放流効果）と同方法で混入率及び回収率を算定した。すなわち、各漁期（潮）毎の推定総漁獲尾数に（ア）から得られた漁期毎の混入率（検出数／分析成功数）を乗じ、それらを合計し、総回収尾数とした。なお、漁獲重量から尾数への変換は、各漁期毎に得られたサンプルの平均重量を用い、サンプルが得られなかった漁期については最も近い漁期の値を用いた。また、算定はA・B海域区分毎に行った。

３　結果及び考察

（１）調査項目別結果

ア　標識種苗放流

各放流群のうち、芦北漁協については、囲い網により 14mm から 30mm まで中間育成を行ったが、囲い網収容からおおよそ 3 日～4 日後くらいにクルマエビが逸散していることが確認されたため、種苗サイズを収容直後の 14mm と仮定し、放流尾数を収容した 110 万尾の 1 割減の 100 万尾として評価を行った。

イ　漁獲量、操業状況及び買取調査

（ア）漁獲量推定

調査対象海域は、サンプルサイズ、過去の聞き取りによる漁期の違い及び海域特性等を考慮し、図１に示すようにＡ、Ｂに区分して集計した。その結果、平成 24 年の漁獲量は、Ａ海域で 2.5t、同Ｂ海域で 3.8t の合計 6.3t と推定された。聞き取りにより、過去３ヶ年は同程度の漁模様であったことを把握しており、農林水産統計調査では当該年の八代海（天草東＋不知火）は 7～10 t であることから、今回調査しなかった漁協分まで含めると、概ね農林水産統計調査に近いデータが得られたと考えられる。

漁期別、海域別漁獲量を図２に示す。このうち御所浦地区については潮別数値が把握できなかったため対象外とした。また、天草漁協龍ヶ岳支所分については月別データしか入手できなかったため、１ヶ月分を単純に２分割して潮別データに算入した。図２により、Ｂ海域の方がＡ海域より漁獲ピークが半月程度早かったことが推察された。

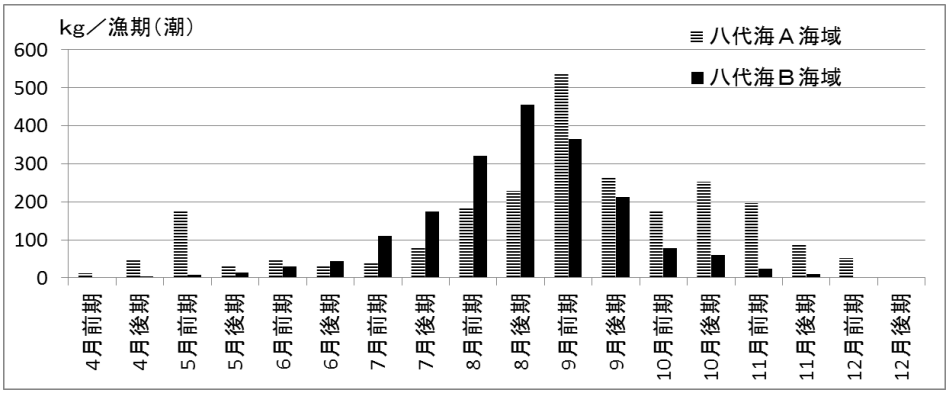


図２　漁期別、海域別の漁獲量推移

（イ）買取調査

調査は延べ 14 回、1,302 検体を購入し全数を測定し、漁期別、海域別の体長を図３に示した。Ｂ海域では主要漁期を通じ 140mm 台で安定していたのに対し、Ａ海域では 117 から 156mm まで大きく変動があった。（ア）で述べたようにＢ海域はＡ海域より漁期が早かったが、H21～22 の本事業における調査結果等から、南部に位置するＢ海域の漁獲のピークがおおよそ８月、北部に位置するＡ海域のピークが 10 月であることが多いことが分かっている。これらを考えると、Ｂ海域は越年個体が漁獲の主体であり、Ａ海域では漁期途中で越年群主体から当歳群主体に移行すると思われる。今年のＡ海域では、９月前期から後期にかけて越年魚群主体から当歳魚群主体へ移行したと思われる。

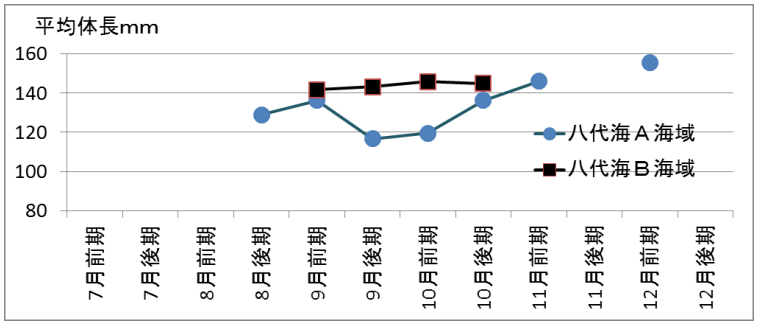


図３　漁期別、海域別の体長推移

ウ　放流効果調査

（ア）標識魚の検出

買取調査で得られたサンプルのうち986検体についてDNA分析を行ったところ、親DNAデータと60個体が一致した。なお2種類の群の親と親子関係があると判別された個体については、それぞれの親に個体数を按分し、（エ）の解析に算入した。

（イ）標識率の確認

種苗分析結果を表２に示す。いずれの群も100%の一致とならず、分析数Nからの一致率において3割台の群もあった。

この要因として、第１段階のスクリーニングである親と種苗のミトコンドリア DNA 一致率（X/N)が70%と低かった群については、全親エビデータが得られていない可能性が考えられた。まず第一に、H24不知火群の生産に関わったとされる親エビ42尾のうち1尾が何等かの要因による分析不能個体であり、またH24Y3群も32尾中1尾が同様であったことから、この1尾から生産された種苗が検出されないことが一致率低下の原因の一つと考えられた。他に、種苗生産過程において、産卵に寄与していないと思われる親エビが廃棄されることがあるが、このような個体が産卵に寄与していた可能性も考えられる。

次に、ミトコンドリアDNAが一致しているにも関わらず、マイクロサテライトDNAが一致しない現象（表中の Y/X）は、有明海再生調査・技術開発事業においても確認されている。主な原因は現在のところ分析装置や試薬種類等の影響や、波形データの読み取り方の微妙な違いによるものと考えられている。

ミトコンドリアDNAでの不一致発生については、群間の種苗検出率に差が出てしまうことを避けるため、補正を行うこととした。すなわち、H24不知火群及びH24Y3群のおのおのの検出個体数（ミトコンドリア及びマイクロサテライトDNAの両方が一致したもの）に1.4（70%の逆数）を乗じ、そのうえで（エ）の集計に供した。

マイクロサテライトDNA不一致については、現段階では技術的進展を待つ状況にある。今回は、H24Y2群のみ他ロットより一致率が若干高いものの、各群ともほぼ同一条件下とみなし、全体の放流エビ検出率が過小評価となると考えるが、本報告では補正は行わないこととした。

表２　群別　種苗のDNA分析結果

群	分析数 N	同一ロット親とのミトコンドリアDNAヒット個体数 X	同左 ヒット率 (X/N)	同一ロット親とのマイクロサテライトDNAヒット個体数 Y	ヒット率 (Y/N)	ヒット率 (Y/X)
H24不知火	20	14	70%	7	35%	50%
H24Y1	5	5	100%	2	40%	40%
H24Y2	10	10	100%	7	70%	70%
H24Y3	30	21	70%	10	33%	48%

（ウ）種苗健全度調査

観察結果を表３に示す。潜砂に影響があるとされる重度の障害（Type3～4）の種苗はH24不知火群で10尾中1尾、H24Y3群で同2尾であり、H24Y2群ではゼロであった。

表３　群別　歩脚障害観察結果

	潜砂能力あり			潜砂に難あり		
	歩脚正常	歩脚障害(軽度)		歩脚障害(重度)		
群	Type 0	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	合計
H24不知火	3	4	2	1	0	10
H24Y2	0	6	4	0	0	10
H24Y3	0	4	4	2	0	10

（エ）混入率及び回収率の算定

B海域の算定について、御所浦地区のサンプルが入手できなかった。平成 14 年度の移動経路追跡調査[1)]において、八代漁協地先に放流された種苗が龍ヶ岳地区で 7 尾、御所浦地区で 5 尾採捕されたことから、両地区では同程度の混入があるものと推定できるが、過大評価を避けるため、御所浦地区の漁獲尾数は使用せず、龍ヶ岳地区のみの漁獲尾数を用いて引き伸ばしを行った。漁期別の混入率を推定漁獲尾数とともに表４に、また種苗の混入が多かったA海域の漁獲尾数内訳を図４に示す。

表４　漁期別混入率

八代海　北部海域

漁期	漁獲量ｋｇ 潮当り	漁獲尾数 潮当り	H24K1	H24K2	H24K3	H24不知火	H24Y1	H24Y2	H24Y3	合計
4月前半	12	489								
後半	49	1,962								
5月前半	177	7,109								
後半	32	1,264								
6月前半	49	1,978								
後半	34	1,364								
7月前半	40	1,605								
後半	81	3,234								
8月前半	186	7,478								
後半	229	9,195	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
9月前半	536	17,460	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
後半	267	14,197	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	8.0%	8.4%	17.4%
10月前半	180	9,157	0.0%	0.0%	0.0%	1.4%	1.0%	11.0%	8.4%	21.8%
後半	254	8,320	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.0%	9.1%	8.5%	20.6%
11月前半	196	5,220	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	3.6%	0.0%	7.1%
後半	89	2,027								
12月前半	52	1,183								
後半										
合計	2,464	93,242								
9月後半から漁期終了までの種苗混入率										16.3%

八代海　南部海域

漁期	漁獲量ｋｇ 潮当り	漁獲尾数 潮当り	H24K1	H24K2	H24K3	H24不知火	H24Y1	H24Y2	H24Y3	合計
4月前半	1	17								
後半	3	94								
5月前半	8	226								
後半	15	435								
6月前半	30	884								
後半	44	1,301								
7月前半	110	3,235								
後半	173	5,101								
8月前半	321	9,444								
後半	455	13,390								
9月前半	364	10,719	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
後半	213	5,911	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%	0.0%	0.0%	0.0%	2.8%
10月前半	78	2,076	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.5%	0.0%	2.5%
後半	61	1,639	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.8%	2.6%	8.1%
11月前半	24	634								
後半	11	283								
12月前半	0	0								
後半										
合計	1,910	55,391								
9月後半から漁期終了までの種苗混入率										3.3%

A海域では９月後半から10月後半に17～22%と混入のピークがみられたが、B海域では９月後半に2.8%、10月前半に2.5%とA海域と比較して混入率は低い傾向にあった。放流エビの混入が始まった９月後半から漁期終了までの全体混入率はA海域が 16.3%、B海域が 3.3%、八代海全体で 13.6%と推計された（御所浦地区を母数から除外した数値）。

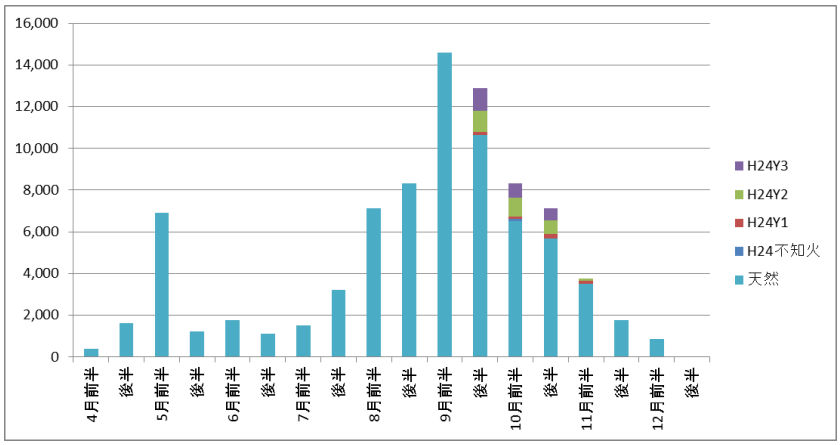


図４　八代海A海域における潮別漁獲尾数（天然＋人工）

また、群毎の推定回収率は H24 不知火群は 0.02%で、H24Y1～3 群は 0.4%前後であった。漁獲（回収）地域別にみると、いずれの群もA海域での回収が大部分であった。

表５　群別回収率

群	H24不知火	H24Y1	H24Y2	H24Y3
A海域	0.01%	0.56%	0.44%	0.35%
B海域	0.01%	0.00%	0.02%	0.01%
合計	0.02%	0.56%	0.46%	0.35%

（２）総合考察

ア　放流効果について

今回の調査結果では、Y1～3 群の回収率に対し不知火群の回収率が低かった。この要因として、

不知火群のうち、芦北漁協の実際の放流尾数が不明である（本報では収容尾数 110 万尾から 100 万尾と推定）ことや、また調査海域から離れているため水俣放流群の検出が十分でなかったことも考えられる。そのため、両地区放流群の混入がないと想定されるＡ海域漁獲回収尾数を、不知火群の全数でなく、松合・三角地区（サイズ 20㎜）分の 167,000 尾を基に回収率を再計算すると、0.07%となり、Ｂ海域漁獲回収分も加えると 0.17%となる。他群に比べなお低いが、放流方法の違いも考えられる。すなわち、松合・三角地区では船上からタモ網で海面表層に放流しているために食害による減耗が起こっている等が考えられる。これに対し、Y1 及び Y2 はそれぞれ渚線放流や、船上からサイホンにより水底に放流する手法を用いており、食害の影響を低減していると考えられる。また水俣と同様に松合・三角地区もサンプリング海域よりやや湾奥に位置するため、放流個体が検出されにくく過小評価となっている可能性もある。

次に、体長 20㎜と 30㎜との効果の差を検証する放流群である Y1～3 群間の効果の差異については、体長 30㎜の Y3 群が 20㎜の Y1 及び Y2 群よりわずかながら劣る結果となった。本来であればサイズの大きい Y3 群が優るはずであるが、そうならなかった要因として、Y3 群の歩脚障害が顕著であったことが可能性として挙げられる。岡田ら 1993[2)]によると、砂無しの飼育期間が長くなるほど歩脚障害の度合いが進行し、それに伴い潜砂能力が低下すると指摘されており、食害等の影響を受けやすくなったと考えられる。また、今漁期のＡ海域は漁場が若干北に偏ったため、Ａ海域南よりで放流群が生息していても、回収数に反映されなかったと考えられる。これは、Y3 の一部のみが当該箇所で放流されていることから、仮にその尾数を推計から除き、Y3 の放流尾数 600,000 尾として回収率を再計算した場合に、回収率は 0.46 となり、Y1,Y2 群とほとんど差がなくなることからも推測される。

八代漁協では平成 19 年度までは海上囲い網で 30㎜まで中間育成を行っており、歩脚障害の発生は低く抑えられ、健全な大型個体の放流が行えたと考えられる。しかし、海上囲い網は建設の労力、資材費及び飼育管理の負担があるのに加え、潮汐差の大きい本県内湾では場所の選定が難しく、実際に平成 19 年度には干出過多が原因と思われる大量斃死が発生している。さらに台風による施設破損の危険性もあることから、現在は敷き砂無しのコンクリート水槽で飼育を行っている。今後は、飼育期間の短縮や飼育コスト・リスク低減の観点から、20㎜で放流する方が総合的に有効と思われる。なおその際、放流直前の数日間でもコンクリート水槽内に敷き砂を入れるか、簡易囲い網を設置して短時間でも馴致する等の方法を行うことで、歩脚障害の回復や、潜砂能力の馴致を図ることが望ましい。

これまで八代漁協が行った放流効果調査では、平成 18～19 年度の回収率が 4～5%、平成 21～22 年度が 0.00～0.05%、今年度が 0.4%と平成 18～19 年度に比較して低い状態が続いている。平成 21～22 年度は DNA 分析手法で調査を行っており、前述のマイクロサテライト DNA の種苗確認結果から、生産親を全数確保できていなかったこと等により、過小評価を行っている可能性が考えられる。また、H20 までは尾肢カット法で調査が行われていたが、標識を装着した個体のサイズは 50㎜で、放流個体の大部分は 30㎜の無標識であり、この放流種苗の大きさの差は 0.8 の係数により補正されていたが、近年の有明海における調査結果から 30㎜と 50㎜種苗の回収率の差が 2～8 倍であることが分かってきており、平成 18～19 年当時の回収率は過大に見積もられていたとも考えられる。これに加え、年毎の漁場環境の変化による影響の可能性が考えられる。これらのことから、今後は放流方法のみならず、漁場環境の影響を含めた多面的な検証を行っていく必要がある。

イ　放流群の成長等について

放流種苗と判定された個体の群毎の平均体長を、（１）イ（イ）で示した漁獲群全体平均（海域別）とともに図５に示した。これによれば、Y1～3 群では成長差がほとんどみられず、20㎜の

放流でも放流後の成長については問題ないと思われる。また、不知火群のみ成長の低下がみられるが、これはサンプル数が１個体ずつのために発生した個体差によるものと考えられる。

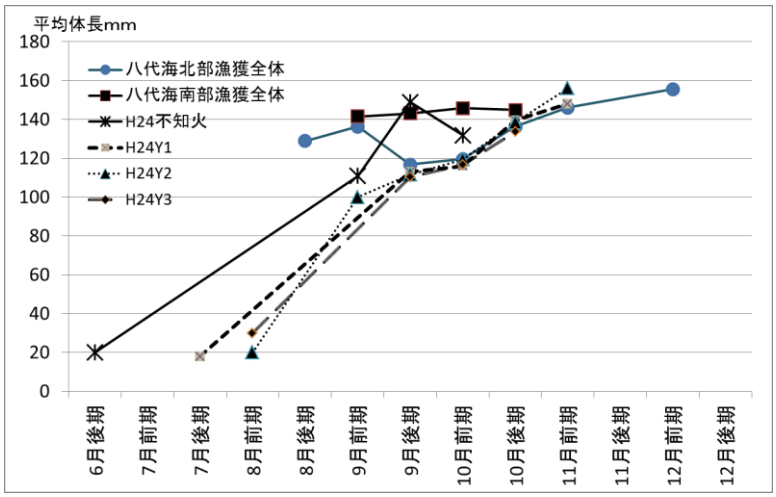


図５　放流群別平均体長の推移

Ａ海域でのＹ群の成長が海域漁獲全体平均と近似しており、9月後期頃に越年群から当歳魚へ移行したことが、放流種苗の成長からみても推察された。さらに、人工種苗と天然個体の成長速度が同じと仮定すると、Ｙ群の採卵期すなわち６月上旬（Y1 群は 6/2、Y2 群は 6/8、Y3 群は 6/1 採卵）が天然海域における産卵盛期と考えられる。

不知火群は 4/23 採卵とＹ群より１ヶ月超早かったが、不知火群のＢ海域での検出は９月後期に 149㎜で再捕された１個体のみであったが、Ｙ群よりも早かった。このことからも、大きく成長した個体からより深い水深帯である南部に移動するという過去からの説が支持されたと考えられる。

八代海におけるクルマエビの再生産については、主として北部の干潟域に着底したポストラーバがそこで成長し、やがてより深い水深帯である南部へと移動していくことが漁業者の経験や前述の移動調査結果等から把握されている。また南部への移動の際、特に八代海西岸寄りが主要漁場となっているが、これは東岸に比べ水深がやや深いことと、底質について比較的泥分率が低いことが要因として考えられる。さらに今回の調査で、Ａ海域では 10 月前半に放流種苗の混入がピークを迎え、次に 10 月後半にＢ海域のピークがあったことが確認されたことからも、北部から南部への大まかな移動が把握できたと考えられる。

八代海内のクルマエビ産卵場については、漁獲サイズが大きいＢ海域が候補の一つとして考えられ、今回得られたＢ海域で漁獲されたサンプルの中で GSI を計測したところ、4.2%の個体があり、産卵個体が存在すると考えられる。ただし、さらに南の鹿児島県海域の出水沖では 180㎜を超える個体が散見されること[4]から、出水沖が産卵場として有力と考えられる。しかしながら、平成 15 年度に実施された浮遊幼生出現調査結果[5]によると、有明海と接する大戸ノ瀬戸や、天草海と接する長島海峡においてもクルマエビ属ポストラーバが八代海側への入潮時に採集されたことから、八代海の外からも幼生が供給されていると思われる。

今後は、こうした産卵場の位置特定を含めた八代海におけるクルマエビの再生産等の生態探索とともに、漁場環境が生態へ与える影響等、様々な面からの調査研究を進める必要があると思われる。

４　参考文献

１）「クルマエビの放流適地、放流後の移動経路、回収率の検討」八代漁業協同組合　栽培漁業実践活動事業報告書 H14　87-95, 2003.

２）「陸上水槽によるクルマエビの中間育成と歩脚障害の回復および進行」三重県水産技術センター研究報告書　第 5 号 1993

３）「みんなで育てる豊かな海づくり事業：八代海クルマエビ共同放流推進事業」熊本県水産研究センター事業報告書 H21　50-51

４）放流資源共同管理型栽培漁業推進調査事業総括報告書Ⅱ（瀬戸内海西部ブロック）H8～12 98-108, 2001.　鹿児島県水産試験場

５）平成 15 年度資源管理型漁業推進総合対策事業　熊本県水産研究センター　内川ら（未発表）

有明海再生調査・技術開発事業　Ⅰ（県　単　平成20～24年度）

有明四県クルマエビ共同放流推進事業（令　達　平成24～26年度）

（クルマエビの放流効果）

1　緒　言

これまで、有明海に面する福岡、佐賀、長崎及び熊本の四県が連携し、クルマエビの生態、標識放流技術開発及び放流効果について調査を実施し、その結果、有明海におけるクルマエビの産卵、浮遊幼生の移入、着底期の干潟の利用、放流種苗への標識手法、放流した種苗の移動などが明らかとなった。これらの知見をもとに、平成15年度から有明四県クルマエビ共同放流推進協議会を実施主体とした放流事業が行われている。

しかしながら、近年は漁獲量の減少傾向に歯止めがかからず、最新の平成21年の農林水産統計年報によると有明海（熊本有明）のクルマエビ漁獲量は6トンであり、最盛期だった昭和58年（528トン）の約1%にまで減少している。

そのため、クルマエビ資源の回復を図るため、種苗放流を行うと共に、放流効果の把握を行ってきた。しかしながら、平成9年度以降採用してきた標識方法である尾肢切除標識法は、再生尾肢の判定、切除による種苗への影響などの課題が残されている。

そこで、本研究においては、近年、独立行政法人水産総合研究センターで開発されたDNAを用いた親子判別手法による放流効果の調査手法を導入し、有明海において本法の実用化試験を行うとともに、より精度の高い放流効果の解析を行うことで、放流効果を高める放流手法の探索を行うこととした。

なお、本年度は、放流方法の違いによる放流効果の差異を調査した。放流効果調査と併せて、天然発生群の動態を把握するため浮遊幼生調査等も行った。

2　方　法

（1）担当者　香﨑修、山下幸寿、小山長久、城本祐助

（2）調査項目及び内容

ア　標識種苗放流

（公財）くまもと里海づくり協会で生産され、民間養殖業者で中間育成された体長40㎜サイズの種苗を用い、放流時期及び放流方法の違いによる放流効果の差異をみるため、熊本県地先に３群（K1：前期囲い網育成放流群、K2：前期渚線放流群、K3：前期夜間放流群）に分けて放流を行った（図1、表1）。なお、今年度は生産上の事情により後期放流群の親エビのDNA区分ができなかったため、後期放流群の評価は行わなかった。また、K1については台風の襲来により予定日より前に緊急放流され、そのため放流前に行う坪刈り法による生残尾数確認が行われなかった。よって、放流尾数は近年の生残率実績値に飼育日数比率をかけた推定値とした。

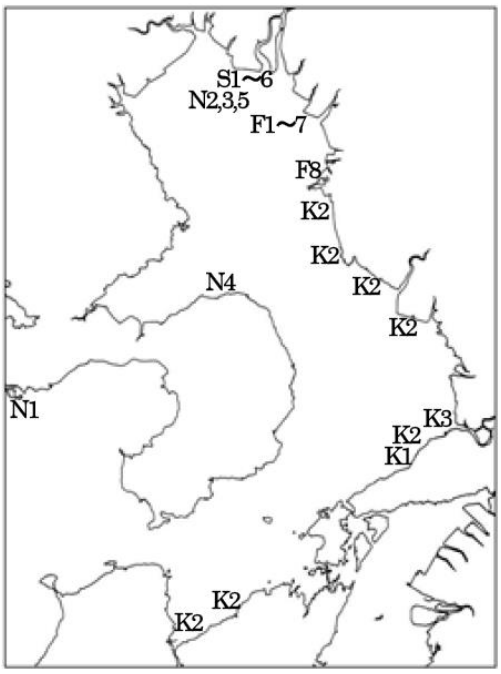


図１　クルマエビ放流場所

放流効果の算定にあたっては、熊本県放流群のほか、福岡県地先（F1～F8）、佐賀県地先（S1～S6,N2,3,5）、長崎県地先（N1,4）とに放流された分も含め、全ての標識種苗を対象に解析を行った。

表1　有明四県で放流されたDNA標識種苗一覧

放流主体県	記号	放流区分	サイズ(体長mm)	尾数(尾)	放流日	放流場所
福岡県	F1	福岡干出域放流群	50	339,000	2012.6.21,23,24	福岡県地先(303号)
	F2	福岡干出漁場域放流群	50	333,000	2012.6.30,7.2,5	福岡県地先(24号)
	F3	福岡干出域放流群	50	333,000	2012.7.11,13,21	福岡県地先(301号)
	F4	福岡非干出覆砂域放流群	100	10,500	2012.10.9	矢部川河口沖覆砂区(22号)
	F5	福岡30mm放流群	30	470,000	2012.7.6	福岡県地先(304号)
	F6	福岡30mm放流群	30	366,000	2012.7.23	福岡県地先(3号)
	F7	福岡30mm放流群	30	450,000	2012.8.7	福岡県地先(柳川)
	F8	福岡30mm放流群	30	704,250	2012.8.24	福岡県地先(大牟田)
長崎県	N1	長崎橘湾地先放流群	70	400,000	9月中旬	橘湾(伊香の浦地先)
	N2	長崎佐賀地先50mm放流群	59	207,400	2012.7.12	早津江川沖(通称:カタコ)
	N3	長崎佐賀地先70mm放流群	74	213,400	2012.7.9-10	早津江川沖(通称:カタコ)
	N4	長崎長浜地先90mm放流群	86	41,550	2012.7.30	長浜海水浴場地先
	N5	長崎佐賀地先90mm放流群	98	43,710	2012.8.9	早津江川沖(通称:カタコ)
佐賀県	S1	佐賀10mm夜間	10	3,022,380	2012.5.2	早津江川沖(通称:カタコ)
	S2	佐賀10mm夜間	10	4,263,438	2012.5.29	早津江川沖(通称:カタコ)
	S3	佐賀30mm夜間	30	1,359,000	2012.5.26-28	早津江川沖(通称:カタコ)
	S4	佐賀10mm昼間	10	6,563,526	2012.6.21	早津江川沖(通称:カタコ)
	S5	佐賀10mm夜間	10	4,003,090	2012.6.13-14	早津江川沖(通称:カタコ)
	S6	佐賀10mm夜間桟橋	10	2,154,284	2012.7.13	早津江川沖　桟橋
熊本県	K1	熊本前期囲い網育成放流群	23	840,000	2012.6.18	熊本県地先
	K2	熊本前期渚線放流群	40	1,419,500	2012.6.25-7.7	熊本県地先
	K3	熊本前期夜間放流群	40	877,000	2012.7.2-5	熊本県地先

イ　漁獲量等調査及び買取調査

（ア）漁獲量推定

クルマエビの漁獲量が多い漁協毎に標本船を設定するとともに、関係漁協に協力を依頼し延べ操業隻数を把握することにより、漁獲量を推計した。天草管内については島子漁協分のみ標本船調査とし、天草漁協分は魚市場における伝票調査によった。集計に当り大潮を挟む 13～15 日間を 1 漁期（潮）とし、漁期別に集計した。なお、今年度は 3/31～4/12 を 4 月前期として設定した。また、海域特性及び操業実態等を考慮し、海域を湾奥（熊本有明海湾奥：荒尾市～長洲町)、湾央（熊本有明海湾央：玉名市～宇土市)、湾口（天草有明海)、湾外（天草海）の４つに区分し集計した。

（イ）買取調査

標本船を設定している漁協及び天草漁協から、原則１回／漁期の頻度となるよう漁獲物を購入した。得られた漁獲物は個体ごとに体長・体重・雌雄・交尾栓有無等を測定した。購入した漁獲物から筋肉片を切り出し、ウ（ア）のDNA分析に供した。なお、サンプルは分析までの間99.5%エタノールで保存し、民間業者に委託して分析を行った。

ウ　放流効果調査

（ア）　放流魚の検出

ａ　ミトコンドリアＤＮＡの検出

放流種エビの生産に用いた親クルマエビ及びイ（イ）で得られた漁獲物について、DNAを抽出し、ミトコンドリアDNA D-Loop領域をPCR反応によって増幅し、得られた増幅産物についてサイクルシークエンス反応を行った。PCR反応にはプライマーF2（5'-AAAATGAAAGAATAAGCCAGGATAA-3'）及びPJCRr-T（5'-AGTTTTGATCTTTGGGGTAATGGTG-3'）を、また、サイクルシークエンス反応にはプライマーF3（5'- GAAAGAATAAGCCAGGATAA- 3'）を用いた（高木ら、未発表）。得られた増幅産物（約1150bp）についてDNAシーケンサー（Applied Biosystems 3730）を用いて塩基配列を読み取った（約800bp）。

ｂ　親子のハプロタイプの分類・照合

ａにより得られたミトコンドリアＤＮＡ標識の塩基配列データ（約 800bp）から 543bp の塩基配

列を切り出し、ＤＮＡ解析ソフト（MEGA、DnaSP version 5.0）を用いてアライメントとハプロタイプの決定を行い、親クルマエビと漁獲物（子）のハプロタイプとの照合を行った。

ｃ　マイクロサテライトＤＮＡの検出

ｂにより、親及び親とハプロタイプが一致した個体について、マイクロサテライトＤＮＡの分析を行った。3つのマーカー遺伝子座（CSPJ002、CSPJ010、CSPJ012）（Moore et al. [1)]）について、PCR反応で目的領域を増幅した後、DNAシーケンサー（Applied Biosystems 3730xl）を用いて増幅サイズを測定し、解析ソフト（株式会社Applied Biosystems社製 GeneMapper）を用いて遺伝子型を決定した。

親の遺伝子型と一致し、かつ漁獲時期や体長等からも放流エビであると認められた個体を放流エビと判断した。

（イ）　標識率の確認

（ア）の正確を期すため、各群（生産時の親クルマエビが特定されている群）から放流前のエビを冷凍又は99.5%エタノールにより保存し、（ア）の要領でDNA分析を行った。

（ウ）　混入率及び回収率の推定

有明四県クルマエビ共同放流事業で採用されている方法で混入率及び回収率を算定した。すなわち、各漁期（潮）毎の推定総漁獲尾数に（ア）から得られた漁期毎の混入率（放流魚検出数／DNA分析成功数）を乗じ、それらを合計し、総回収尾数とした。なお、漁獲重量から尾数への換算は、各漁期毎に得られたサンプルの平均体重を使用して算定し、サンプルが得られなかった漁期については最も近い漁期のそれを用いた。また、結果集計はイ（ア）と同様に海域区分毎に行った。

エ　親エビ成熟度調査

既往調査[2)]において、有明海のクルマエビの主要な産卵場が有明湾外であることが示されている。そのため、イ（イ）サンプルのうち有明湾外（天草海）において漁獲された雌個体について、生殖腺を摘出し、GSIを計測した。なお、サンプルは漁獲当日のうちに海水冷凍保存を開始し、後日解凍して計測を行ったが、6月後期分のサンプルのみ、漁獲当日の翌朝まで生簀に収容され、当センターまで氷蔵輸送した後に計測を行った。また、DNA肉片採取の都合上、第６腹節に含まれた生殖腺の摘出は行わなかった。これにより、GSI値として最大で0.2%の範囲内で過小評価傾向となっている。

オ　浮遊幼生調査

エに関連し、有明湾外から有明海に流入する浮遊幼生（ポストラーバ）の採集を試みた。調査場所は既往調査[2)]に合わせ早崎瀬戸とした（図２）。また、調査時間は夜間上げ潮時・表層において幼生の採集が多いことが明らかなため、同条件で行った。採集には稚魚ネット(口径 130cm、NMG54 目合 335μm)を用い、調査船「ひのくに」（49t）の船尾から網を出し、速度対水 2 ノット程度、5 分間、上げ潮に逆らう方向に水平曳きした。稚魚ネットの開口部には、濾水計（離合社製 5571-B）を装着し、濾水量の測定を行った。濾水量の換算にあたっては、資源評価調査事業における手法にならいキャリブレーション値を用いた。また、地点毎にCTD計器（JFEアドバンテック社製ASTD687）により、水温、塩分等の物理環境項目を測定した。採集物は船上において37%濃度ホルムアルデヒド水溶液を当該液の体積比率が約10%になるよう添加して持ち帰り、同定及び計数を民間会社に委託した。

また参考とするため､仔稚魚モニタリング調査事業において至近のＡ地点において得られた採集物から同様に幼生の検出を行った。ただし、仔稚魚調査は昼間の採集であり、また潮の方向及び曳網方向も定めていない。また、表層と中層（概ね水深20m程度）の混合採集物である。

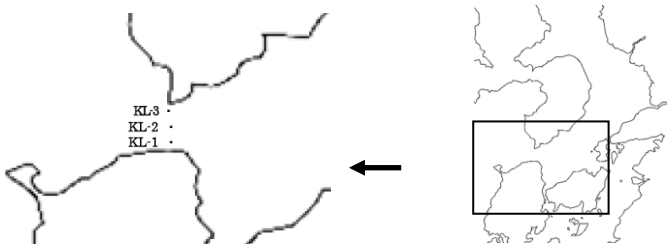


図２　浮遊幼生調査地点

３　結果及び考察

（１）推定漁獲量

各海域における漁期別の漁獲量の推移を図３に示した。湾央漁場では７月前期から漁獲が本格化し、８月後期をピークとして減少に転じ、例年の最盛期である９月に回復せずそのまま急減し終了した。湾外漁場では６月前期から９月後期が主たる漁期であった。年間の漁獲量は湾奥：0.3t、湾央：3.3t、湾口：0.6t、湾外：6.8t、合計 11.0t と推定された。当所実施の「みんなで育てる豊かな海づくり事業」において八代海における平成 24 年度の年間漁獲量が 6.0t と推定されたことから、熊本県海域全体としては 17.0t と推定された。なお、湾奥と湾央を足した熊本有明海における 3.6t については、当該海域分として過去最低であった。

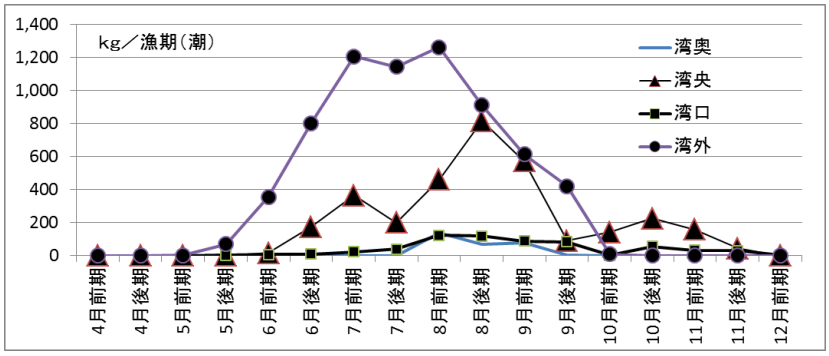


図３　有明海の各海域における漁期別漁獲量の推移

（２）標識率の確認

種苗分析結果を表２に示す。いずれの群も親エビと生産された稚エビの DNA の一致が 100%とならず、分析数 N からの両 DNA 分析後の一致率において３割台のロットもあった。

この要因について、第１段階のスクリーニングであるミトコンドリア DNA 一致率（H/N）が 60%と低かったロットについては、必要な全親エビデータが得られていない可能性がある。種苗生産過程において、明らかに産卵に寄与していないと思われる親エビが廃棄されることがあるが、このような個体が思いのほか産卵に寄与していた可能性が考えられる。

次に、ミトコンドリア DNA が一致しているにも関わらず、マイクロサテライト DNA が一致しない現象（表中の H'/H）は、平成 23 年度でも発生しており、現在のところ主な原因としてヌルアリルの存在、他に分析装置や試薬種類等の影響や、結果数値（波形データ）の解析誤差によるものと考えられている。

これらの対策について、ミトコンドリア DNA 不一致については、ロット間の種苗検出率に差が出てしまうことを避けるため、補正を行うこととし、方法は H24K3 の検出個体数（ミトコンドリア及びマイクロサテライト DNA の両方が一致した個体数）に 1.7（種苗検出率 60%の逆数）を乗じ、そのうえで（３）の集計に供した。また、マイクロサテライト DNA 不一致については、現段階では技術的進展を待つ状況にあり、各ロットともほぼ同一条件下とみなせるため、本報告では結果数値が過小評価となることを前提として、これに係る補正は行わないこととする。ヌルアリルの存在も全く考慮せず、完全にアリルが一致した個体のみを種苗と判定した。

表２　群別の種苗の DNA 分析結果

群	分析数 N	同一ロット親とのミトコンドリアDNAヒット個体数　H	同左ヒット率 (H/N)	HのうちマイクロサテライトDNAもヒットした個体数 H'	同左ヒット率(H'/H)	種苗ヒット率 (H'/N)
H24K1	10	10	100%	5	50%	50%
H24K2	50	50	100%	35	70%	70%
H24K3	50	30	60%	16	53%	32%

さらに、他県サンプルについて、異なる分析業者が分析を行った個体と同一個体の肉片をクロスチェックのため本県でも分析したところ、ミトコンドリア DNA 分析では 30 個体中 29 個体が一致したが、マイクロサテライト DNA 分析では 30 個体中で一致した個体は無かった。これにより、他県放流群及び他県漁獲分の評価ができないと考えられるため、放流効果は本県で放流し、本県で漁獲されたクルマエビについてのみ報告した。

（３）漁獲及び再捕の状況

熊本有明海域（湾奥＋湾央）における漁期別の操業隻数等と放流されたクルマエビの再捕状況を表３に示した。

表３　熊本有明海域（湾奥＋湾央漁場）における標識放流クルマエビの再捕状況

漁期 (潮)	操業隻数 潮当り	漁獲尾数 1隻当り	漁獲尾数 潮当り	漁獲量kg 潮当り	混入率 K1	K2	K3
4月前半							
後半	0	0	0	0			
5月前半	0	0	0	0			
後半	2	31	62	1			
6月前半	10	87	865	16			
後半	39	228	8,905	175	放流	放流	
7月前半	145	144	20,881	365		放流	放流
後半	71	153	10,829	199	0.0%	0.3%	0.0%
8月前半	174	178	31,051	601	0.9%	11.1%	0.8%
後半	265	169	44,784	884	9.3%	6.5%	4.4%
9月前半	260	138	35,838	651	3.0%	4.7%	5.8%
後半	108	46	4,985	91	1.0%	0.0%	0.0%
10月前半	82	72	5,875	140	0.0%	0.6%	0.0%
後半	71	117	8,290	226	0.0%	0.0%	0.0%
11月前半	54	107	5,795	158	0.0%	0.0%	0.0%
後半	15	109	1,634	45	0.0%	0.0%	0.0%
12月前半	0	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%
後半							
合計	1,296		179,794	3,551	3.1%	4.5%	2.4%
						全体混入率	10.0%

漁期中の延べ操業隻数は 1,296 隻､1 日 1 隻あたりの平均漁獲尾数(CPUE)は 31～228 尾であった。

熊本前期放流群（K1、K2、K3）の再捕は 7 月後半から確認され、最も高い混入率は、熊本前期渚線放流群（K2）の 8 月前半の 11.1%であった。いずれの放流群も放流後 3～5 潮に主たる混入がみられた。その後、10 月前半まで混入がみられたが、10 月後半以降はみられなかった。年間を通じた混入率は 10.0%であった。なお前述はいずれも、分母は放流前期間も含めた年間漁獲尾数であり、越年個体は考慮していない。また、放流地点に至近の定点で漁獲盛期にサンプル欠測が生じてしまったが、操業箇所が前後の潮と同一であることを確認したうえで、過大とならない範囲で混入個体数の補正を行った。

次に、熊本県の有明海から天草海における放流クルマエビの推定回収率を表４に示した。

前期囲い網育成放流群（K1）は、回収率 0.67%、熊本前期渚線放流群（K2）は、回収率 0.63%、熊本前期夜間放流群（K3）は、回収率 0.50%と推定された。昨年と異なり放流群による差が小さかった。K2 と K3 は放流法の違いを比較する目的で設定したが、この結果によると渚線放流法（昼間）と夜間船上放流による差はあまりないと思われる。K1 は平均体長 23㎜ であるにも関わらず 40㎜ 群に匹敵する回収率となったが、K1 は上述したように放流尾数が不明確である。また、宇土市地先の１ヵ所から放流されており、今年のクルマエビ漁場が豪雨の影響もあり有明海では湾央南部に偏る傾向があり、そのため K1 の再捕が高まった面もあると考えられる。よって、この結果をもって 23㎜ の有効性を示したこととはならないと考えられる。ただし、囲い網の中で育成し、網を解放して自然放流する方法は取扱いによるダメージも少なく、有効な放流法であるため、今後も引き続き検証を行っていきたい。なお、最も多く回収された海域はいずれの放流群も熊本有明海のうち湾央漁場であった。これは、当該海域における放流尾数が最も多く、また有する干潟域面積も最大であることが要因と考えられる。

なお、上述したように種苗 DNA 不一致等の問題が未解決であるため、いずれも暫定値としての取扱いとする。また、他県放流群の回収状況についても、同様に問題が解決され次第、検証を行う予定である。

表４　群別及び海域別回収率

群	H24K1	H24K2	H24K3
湾奥漁場	0.00%	0.03%	0.00%
湾央漁場	0.66%	0.54%	0.49%
湾口	0.01%	0.02%	0.02%
湾外	0.00%	0.04%	0.00%
有明海内外合計	0.67%	0.63%	0.50%
熊本有明海（湾奥＋湾央）	0.66%	0.57%	0.49%

（４）親エビ成熟度調査結果

湾外漁場において得られたサンプルについて、雌クルマエビの平均GSI(%)及び雌雄比を当該漁場の漁獲量と併せ図４に示した。漁期の初期である6月後期に平均GSIが4.4%と最も高く、以降は2%前後と低下した。また、9月前期では雌雄比がそれまでの0.6から0.9に上がり（1に近付くほど雄が多い）、雌クルマエビ個体の数そのものが少なくなっていた。サンプルが得られなかった漁期があるものの、平成24年度の産卵盛期は6月であったと推定される。一方、既往調査[2)]によると隣接漁場である橘湾において平成6年度は8月下旬までほぼ安定して2～6%程度であること、また平成8年度には産卵期間が5月中旬～10月下旬と長かったこと（盛期は6～7月）が確かめられている。これらのことから、産卵期間が短くなっている可能性があり、今後引き続きデータを蓄積し、近年における標準的な産卵時期を検証したい。

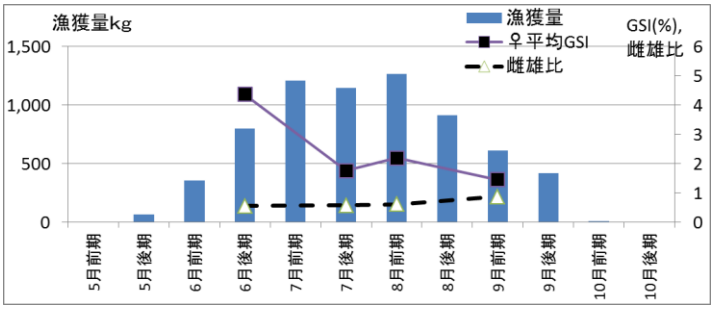


図４　湾外漁場における♀平均GSI及び雌雄比

（５）浮遊幼生調査結果

結果を表５に示す。台風等の影響により夜間の採集日が８月７日（中潮の上げ潮時）の１日だけとなったが、3地点合計で4尾のポストラーバが採集できた（3点平均3.3尾/1,000m3)。4尾のサイズは全長7～9㎜であり、人工生産種苗の実測値に当てはめた場合、ポストラーバ7～11日（採卵日から18～22日）相当である。

昼間採集物（仔稚魚モニタリング事業で得られた採集物）については、８月９日（小潮の上げ潮時）で4尾（3.1尾/1,000m3）、９月10日（小潮の上げ潮時）採集で1尾（1.3尾/1,000m3)が検出された。平成7年度の調査においては、8月24～25日夜間表層において65尾/1,000m^3のピークデータが得られているが、他の月ではすべて0.3～1.6である。今回、8月上旬に3.1～3.3であったが、8月9日の3.1については上述したように二層混合であり、もし表層網のみに入網していたのであれば6.2に相当する。そのように考えれば、前後期間に一定の流入があっていた可能性がある。

しかしながら、4項の成熟調査で述べたように、平成6年度当時は7～9月まで比較的産卵期間が長く、また、同年では7月末及び8月末に幼生が多く検出されている。（４）の成熟調査結果を踏まえると、幼生出現のピーク期が変化していることも考えられ、次年度以降はそれらを考慮し調査を行う。

表５　浮遊幼生採集結果

浮遊幼生採集を目的とした調査分（夜間採集）

年月日	潮汐	月齢	曳網開始時刻	曳網終了時刻	潮上下	船首方向	St	クルマエビ属　個体数	クルマエビ属個体数密度尾/1,000m3	クルマエビ属を除くクルマエビ科　個体	その他十脚目長尾亜目	水温℃表層	水温℃水深10m	水温℃水深50m	塩分PSU表層	塩分PSU水深10m	塩分PSU水深50m
H24.8.7	中潮	18.9	21:08	21:13	上げ潮	WNW	KL-3	2	5.5	4	6,065	25.2	25.2	25.2	31.9	31.8	31.9
			20:42	20:47	上げ潮	WNW	KL-2	1	2.3	21	2,812	25.7	25.7	–	32.1	32.1	–
			20:18	20:23	上げ潮	WNW	KL-1	1	2.2	3	8,793	25.7	25.4	25.3	30.7	31.4	31.7

仔稚魚モニタリング調査により得られた検体からの同定（昼間採集）

年月日	潮汐	月齢	曳網開始時刻	曳網終了時刻	潮上下	船首方向	St	クルマエビ属　個体数	クルマエビ属個体数密度尾/1,000m3	クルマエビ属を除くクルマエビ科　個体	その他十脚目長尾亜目	水温℃表層	水温℃水深10m	水温℃水深50m	塩分PSU表層	塩分PSU水深10m	塩分PSU水深50m
H24.5.9	中潮	17.8	10:33	10:38	下げ始め	ESE	A	0	0.0	0	140	17.9	17.9	17.8	34.0	34.0	34.0
H24.6.12	小潮	22.1	10:33	10:38	上げ潮	NE	A	0	0.0	0	174	20.9	20.9	20.9	33.5	33.7	33.9
H24.7.9	中潮	19.5	10:46	10:51	上げ潮	E	A	0	0.0	0	679	22.6	21.6	20.3	31.7	32.3	33.5
			14:07	14:12	下げ潮	SW	6	0	0.0	0	481	25.0	23.2	–	26.0	29.1	–
H24.8.9	小潮	20.9	10:50	10:55	上げ潮	ENE	A	4	3.1	0	1,194	25.8	25.4	25.3	32.0	32.2	32.3
H24.9.10	小潮	23.5	10:41	10:46	上げ潮	E	A	1	1.3	0	11,075	27.3	27.0	25.6	30.6	31.2	32.5
H24.10.10	長潮	24.0	10:38	10:43	上げ潮	E	A	0	0.0	0	1,188	23.6	23.4	23.5	31.1	32.0	33.2

（６）漁獲量及び漁獲効率の経年推移

平成 15 年（2003 年）以降の熊本有明海域（荒尾～宇土市地先）における推定漁獲量の推移を図５に示した。

漁獲量は、平成 15 年には 26.3t であったが、その後は平成 18 年を除いて 10t 前後を変動し、今回調査を行った平成 24 年は、比較的豊漁であった前年度 15.8t から大きく減少し、過去最低の 3.6t であった。

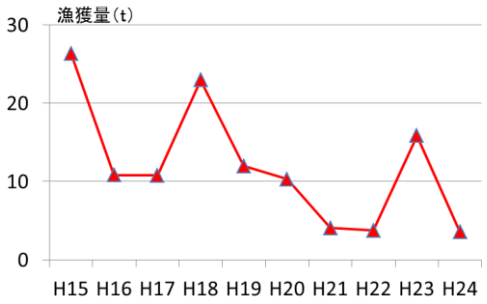


図５　熊本有明海における推定漁獲量の推移

平成 21～22 年は、熊本有明海全域において *Chattonella* 赤潮が発生しており、赤潮発生時期は、クルマエビの CPUE 減少時期とも一致していた（図６）。一方、平成 23 年では同種赤潮の発生がなく、7 月以降順調に漁獲量が上昇したことから、近年においては赤潮発生の有無が漁獲動向に大きな影響を与えていると思われる。そして平成 24 年は、8 月 30 日から 9 月 19 日のクルマエビ漁期に *Chattonella* 赤潮が発生し、大きな漁獲の落ち込みが起こった。また、7 月 12 日に九州北部豪雨が発生し、その後、特に白川河口以北

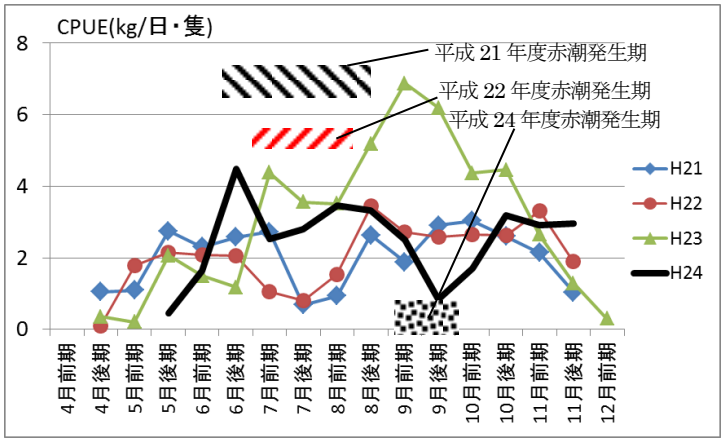


図６　有明海のクルマエビ CPUE の推移と赤潮発生

においてゴミや土砂流入による操業への支障があったほか、クルマエビ生息にも何らかの影響を与えたと思われ、全般的に漁場が南（白川以南、特に宇土市寄り）に偏る傾向があった。

漁業資源の減少及び放流効果が低迷を続ける有明海のクルマエビ漁業については、上述の赤潮に限らず様々な方面から減少要因に関する究明が必要であると思われ、今後、浮遊幼生や成熟調査等のデータを蓄積し、それらを併せた検証を行っていきたい。

４ 参 考 文 献

１） Moore,S.S., V.Whan,G.P.Davis, K. Byrne, D.J.S.Hetzel, N.Preston The development and application of genetic markers for the Kuruma prawn *Penaeus Japonicus*. Aquaculture. 1999; 173:19-32.

２））重要甲殻類栽培資源管理手法開発調査報告書（エビグループ）1994,1995 熊本県水産研究センター他

有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ（令達 平成24年度～平成26年度）

（ガザミの放流効果調査）

1　緒　言

有明海におけるガザミ類の漁獲量は農林水産統計年報によると、昭和 60 年の 1,781 トンをピークに、近年は 200 トン前後と低位で推移している。また、本県海域における漁獲量も昭和 62 年の 284 トンをピークに、近年は 40 トン前後と低位で推移している。

国は平成 20 年 3 月に「有明海ガザミ資源回復計画」を公表し、資源回復のために講じる措置として、漁獲努力量の削減や種苗放流による資源の積極的な培養措置を提言している。なお、有明海ガザミ資源回復計画は平成 23 年度で終了し、それ以降、有明海ガザミ広域資源管理方針により、取り組みが継続されている。

有明海沿海 4 県（福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県）では、ガザミ資源の回復を目指し、漁獲努力量の削減措置及び種苗放流が実施されているが、有効な標識手法がないため、放流効果が十分に把握できていない状況にあった。

そこで、平成 22 年度に独立行政法人水産総合研究センターが開発した DNA を用いた親子判別手法による放流効果調査手法を導入し、有明海沿海 4 県が共同で本手法の実用化試験を行い、より精度の高い放流効果の解析を行うことで、放流効果の高い手法の確立を目指した。

2　方　法

（1）担当者　森下貴文、山下幸寿、香崎修、小山長久、城本祐助

（2）調査内容

ア　種苗放流

公益財団法人くまもと里海づくり協会で生産された C3 サイズ（全甲幅長約 10㎜）の産卵ガザミ及び種苗の DNA を標識として用いた。放流時の種苗の輸送は、活魚トラック水槽に 90cm 角モジ網（目合い 1㎜）を張り、共食いや脚の減耗を防ぐため、たわし状のシェルターと共に最大で 40 千尾程度収容して運搬した。

なお、放流は玉名市鍋地先と熊本市松尾地先の潮間帯において、渚線放流により実施した（図 1、表 1）。

図 1　★放流場所

表 1　DNA 標識種苗放流一覧

記号	全甲幅長（㎜）	尾数（尾）	放流日	放流場所
★	10	171,000	平成24年6月18日	玉名市鍋地先
		17,563	平成24年9月28日	
☆		115,000	平成24年6月18日	熊本市松尾地先
		42,800	平成24年10月1日	

イ　放流効果調査

（ア）買取調査

放流ガザミを検出するため、5～10 月にかけて、有明海で主にガザミを漁獲するかに刺網 2 地区 2 名（操業時期 7～10 月）及びすくい網漁業 2 地区 2 名（操業時期 5～8 月）を営む漁業者から、月に数回漁獲物を購入した。購入した漁獲物から肉片を切り出し、DNA 抽出のためのサンプルとした。なお、サンプルは、99.5%エタノールで固定し、DNA 解析を委託する民間業者に送付するまで常温で保存した。

（イ）標本船調査による漁獲量等推定

熊本県においてガザミを漁獲する主な漁業種類は、たもすくい網及びかに刺網であり、漁獲量を推定するため、各漁法が営まれている地区から選んだ漁業者に操業日誌の記帳を依頼した（たもすくい網 4 地区 4 名、かに刺網 3 地区 3 名）。調査項目は、操業日時、場所、水深、漁獲量、漁獲尾数、全甲幅長 12cm 以下の小型ガザミの再放流尾数、同地区から出漁した漁船数（操業隻数）、混獲物とし、延べ操業隻数、延べ操業隻数に地区の操業者数を乗じて推定漁獲量、小型ガザミ（全甲幅長 12cm 以下）再放流尾数、1 日 1 隻当たりの漁獲量を算出した。

（ウ）輸送における鋏脚等脱落率確認

輸送による種苗へのダメージを確認するため、放流種苗の出荷時及び放流時における鋏脚、歩脚、遊泳脚の脱落率を比較した。なお、サンプルは飼育水槽毎の種苗を出荷時及び放流前に 99.5%エタノールで固定したものを用いた。

（エ）放流ガザミの検出

DNA の抽出、シークエンス及び解析等は民間業者に委託して行った。

a　ミトコンドリア DNA の検出

種苗生産に用いた親ガザミと漁獲物調査で得られた漁獲物について、筋肉部から抽出された DNA を用いて、ミトコンドリア DNA の調整領域を PCR 反応によって増幅し、得られた増幅産物についてサイクルシークエンス反応を行った。PCR 反応には、プライマーCrab12S-4（5'-GACAAGACTAAACCACCG-3'）及び D-DR（5'-GCTACCCTTTTAAATCAGGCAC-3'）を用いた。また、サイクルシークエンス反応にはプライマーCrab12S-5（5'-CCGCGACTGCTGGCACAATATT-3'）を用いた。得られた増幅産物（約 1,150bp）について DNA シーケンサー（Applied Biosystems 3,730）を用いて塩基配列を読み取った（約 800bp）。

b　親子のハプロタイプの分類、照合

a により得られたミトコンドリア標識の塩基配列データ（約 800bp）から 550bp の塩基配列を切り出し、DNA 解析ソフト（MEGA、DnaSP version 5.0）を用いてアライメントとハプロタイプの決定を行い、親ガザミと漁獲物のハプロタイプの照合を行った。

c　マイクロサテライト DNA の検出

b により親及び親とハプロタイプが一致した漁獲物について、マイクロサテライト DNA の分析を行った。5 つのマーカー遺伝子座（PT38、PT69、PT720、PT322、PT659）について、PCR 反応で目的領域を増幅した後、DNA シーケンサー（Applied Biosystems 3730xl）を用いて増幅サイズを測定し、解析ソフト（株式会社 Applied Biosystems 社製 GeneMapper）を用いて遺伝子型を決定した。

3　結果及び考察

（1）買取調査

延べ 32 回、3,922 検体を購入し DNA 抽出のためのサンプルとして使用した。

（2）標本船調査による漁獲量等推定

今年度の有明海海域におけるたもすくい網漁業とかに刺網漁業の延べ操業隻数を表 2、標本船の漁獲量と操業隻数から値を引き延ばした推定漁獲量を表 3、全甲幅長 12cm 以下の推定再放流尾数を表 4、1 日 1 隻当たりの漁獲量（CPUE）を表 5 に示す。

推定漁獲量は直近 3 ヶ年では一番の豊漁となった。また、操業隻数はたもすくい網漁業で若干減少したが CPUE は増加傾向であり、ガザミ資源はここ 3 年、増加傾向にあると推測された。

表 2　延べ操業隻数（単位:隻）

	平成22年度	平成23年度	平成24年度	前年比(H24/H23)
たもすくい網	807	1,129	985	87.2%
かに刺網	559	633	960	151.7%
合計	1,366	1,762	1,945	110.4%

表 3　推定漁獲量（単位: t ）

	平成22年度	平成23年度	平成24年度	前年比(H24/H23)
たもすくい網	5.95	13.38	19.35	144.6%
かに刺網	9.28	12.77	21.47	168.0%
合計	15.23	26.16	40.82	156.1%

表 4　小型ガザミ（全甲幅長 12cm 以下）再放流尾数（単位:尾）

	平成22年度	平成23年度	平成24年度	前年比(H24/H23)
たもすくい網	1,079	1,587	1,297	81.7%
かに刺網	1,122	2,027	4,311	212.7%
合計	2,201	3,614	5,608	155.2%

表 5　1 日 1 隻当たり漁獲量（CPUE）（単位:kg/日/隻）

	平成22年度	平成23年度	平成24年度	前年比(H24/H23)
たもすくい網	7.37	11.85	19.65	165.8%
かに刺網	16.60	20.18	22.36	110.8%

（3）輸送における鋏脚等脱落率確認

出荷終了から放流場所への輸送時間は 2～3 時間であった。鋏脚等の本数単位の減耗率は、飼育群により異なったが、鋏脚（2.1～14.4%）、歩脚（7.6～58.7%）、遊泳脚（5.1～25.0%）と、輸送による脱落が観察された。健全な種苗を放流するため、脱落率を低減する輸送方法の検討が必要と考えられた。

（4）放流ガザミの検出

本県で漁獲された 3,922 検体のミトコンドリア DNA を分析したところ、210 のハプロタイプに分類された。また、平成 22～24 年度にかけて、本県海域に放流した種苗の親ガザミ（表 7 参照）とハプロタイプが一致した 3,033 検体について、2,168 検体のマイクロサテライト DNA の分析を行い、親子判別を行った。なお、親子判別に当たっては、平成 23 年度までの解析方法と同様の 3 つのマーカーを用いた解析と、精度を高めるために今年度から新たに実施する 5 つのマーカーを用いた解析の 2 つの方法を用いて比較した。

本県で漁獲された平成 24 年度漁獲物のうち、3 マーカーを用いて親子判別した場合、本県放流の種苗は 2,168 検体中 30.4 検体であり、混入率は 1.40%であった。また、5 マーカーを用いて親子判別した場合、本県放流の種苗は 2,168 検体中 14.7 検体であり、混入率は 0.67%であった（表 6）。この結果から、マーカー数を 3 マーカーから 5 マーカーに増やしたことにより、親子判別の精度が向上し、より正確な放流効果の算出が可能となったことが判明した。なお、上記データは本県放流

群が再捕されたデータのみの結果であり、他県が分析中の親ガザミデータを加えて解析することにより、本県海域における正確なガザミの放流効果がより正確に算出されると考えられる。

表６　３マーカーと５マーカーによる親子判別結果の比較

解析年度	平成23年度	平成24年度	
マーカー数	3	3	5
分析検体数	2,072	2,168	2,168
再捕尾数（尾）	19.5	30.4	14.7
0歳魚再捕割合（%）	10.2	5.5	11.5
1歳魚再捕割合（%）	89.8	94.5	88.5
混入率（%）	0.94	1.40	0.67

４　参考資料

平成 22～24 年度にかけて、有明沿海 4 県が有明海に DNA 標識種苗として放流したガザミ種苗及びその由来等について表 7 に示す。なお、表 7 に記載した有明海漁業振興技術開発事業とは、本事業の有明海再生調査・技術開発事業の国事業名である。

表 7-1　ガザミ DNA 標識種苗放流

No.	ロット区分	サンプルNo.	県	年	放流月日	放流尾数	放流サイズ	ハプロタイプ	放流場所	事業
1	H22F1	FP1001	福岡	2010	7月2日	121,000	C3	34	峰の州	その他
2	H22F2	FP1002	福岡	2010	7月12日	110,000	C3	23	柳川地先、峰の州	その他
3	H22F3	FP1003	福岡	2010	7月8日	140,000	C3	4	大和干拓地先(302号)	有明海漁業振興技術開発事業
4	H22F4	FP1004	福岡	2010	8月16日	42,100	C3-C6	35	覆砂域(22号)	有明海漁業振興技術開発事業
5	H22F5	FP1005	福岡	2010	8月16日	75,700	C3-C5	8	天然砂質域(24号)	有明海漁業振興技術開発事業
6	H22S1	SP10-1	佐賀	2010	6月25日	46,226	C5	11	大浦地区牟田干拓地先	有明海漁業振興技術開発事業
7	H22S2	SP10-2	佐賀	2010	6月13日	1,300,000	C1	14	大浦地区野崎港	その他
8	H22S3	SP10-3	佐賀	2010	7月14日	59,162	C5	15	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
9		SP10-3-2	佐賀	2010	7月14日		C5	4	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
10	H22S4	SP10-5	佐賀	2010	8月18日	74,148	C5	16	太良町太良	有明海漁業振興技術開発事業
11	H22S5	SP10-6	佐賀	2010	9月5日	250,000	C1	17	大浦地区野崎港	その他
12	H22S6	SP10-7	佐賀	2010	9月17日	62,860	C5	18	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
13	H22N1	NC10P-01	長崎	2010	7月13日	27,000	C5	5	雲仙市国見町神代地先	有明海漁業振興技術開発事業
14		NC10P-02	長崎	2010			C5	23	雲仙市国見町神代地先	有明海漁業振興技術開発事業
15		NC10P-03	長崎	2010			C5	5	雲仙市国見町神代地先	有明海漁業振興技術開発事業
16	H22N2	NC10P-04	長崎	2010	7月12日	17,000	C5	24	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
17		NC10P-05	長崎	2010			C5	25	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
18		NC10P-06	長崎	2010			C5	26	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
19		NC10P-07	長崎	2010			C5	27	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
20		NC10P-08	長崎	2010			C5	28	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
21		NC10P-09	長崎	2010			C5	29	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
22	H22N3	NC10P-10	長崎	2010	6月29日	150,000	C3	30	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
23		NC10P-11	長崎	2010			C3	1	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
24		NC10P-12	長崎	2010			C3	31	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
25		NC10P-13	長崎	2010			C3	32	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
26	H22N4	NC10P-14	長崎	2010	7月1日	150,000	C3	33	雲仙市国見町神代地先	有明海漁業振興技術開発事業
27		NC10P-15	長崎	2010			C3	2	雲仙市国見町神代地先	有明海漁業振興技術開発事業
28	H22K1	10KP1001	熊本	2010	6月18日	305,000	C3	19	熊本市松尾	有明海漁業振興技術開発事業
29		10KP1002	熊本	2010			C3	20	熊本市松尾	有明海漁業振興技術開発事業
30	H22K2	10KP1003	熊本	2010	7月14日	329,000	C3	8	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
31		10KP1004	熊本	2010			C3	21	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
32		10KP1005	熊本	2010			C3	2	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
33	H22K3	10KP3004	熊本	2010	7月5日（八代海）	594,700	C1	2	熊本市松尾(350,000)	その他
34		10KP3005	熊本	2010			C1	22	＋八代海(244,700)	その他
35	H23K1	11KP1001	熊本	2011	6月24日	266,000	C3	36	熊本市松尾	有明海漁業振興技術開発事業
36		11KP1002	熊本	2011			C3	37	熊本市松尾	有明海漁業振興技術開発事業
37	H23K2	11KP1003	熊本	2011	7月25日	239,000	C3	8	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
38		11KP1004	熊本	2011			C3	38	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
39		11KP1005	熊本	2011			C3	39	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
40		11KP1006	熊本	2011			C3	40	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
41		11KP1007	熊本	2011			C3	30	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
42	H23K3	11KP3001	熊本	2011	6月16日（八代海） 6月22日（有明海）	548,000	C1	53	熊本市松尾(350,000)田八代海(198,000)	その他
43	H23S1	SPG11-1	佐賀	2011	6月4日	1,720,000	C1	30	大浦地区道越	その他
44				2011						
45				2011						
46				2011						
47	H23S2	SPG11-2	佐賀	2011	6月20日	504,984	C3	41	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
48	H23S3	SPG11-3	佐賀	2011	6月24日	1,300,000	C1	39	大浦地区道越	その他
49	H23S4	SPG11-4	佐賀	2011	8月24日	108,618	C3	27	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
50	H23S5	SPG11-5	佐賀	2011	8月29日	188,998	C3	42	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
51	H23N1	NC11P0001	長崎	2011	7月20日	19,000	C5	43	島原市猛島・新田町地先	有明海漁業振興技術開発事業
52		NC11P0002	長崎	2011				44		有明海漁業振興技術開発事業
53	H23N2	NC11P0003	長崎	2011	7月21日	13,000	C5-6	45	雲仙市国見町神代地先	有明海漁業振興技術開発事業
54		NC11P0004	長崎	2011				31		有明海漁業振興技術開発事業
55		NC11P0005	長崎	2011				46		有明海漁業振興技術開発事業
56	H23N3	NC11P0006	長崎	2011	7月5日	100,000	C3	47	雲仙市国見町神代地先	有明海漁業振興技術開発事業
57		NC11P0007	長崎	2011				48		有明海漁業振興技術開発事業
58		NC11P0008	長崎	2011				38		有明海漁業振興技術開発事業
59	H23N4	NC11P0009	長崎	2011	7月6日	100,000	C3	2	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
60		NC11P0010	長崎	2011				27		有明海漁業振興技術開発事業
61		NC11P0011	長崎	2011				49		有明海漁業振興技術開発事業
62		NC11P0012	長崎	2011				41		有明海漁業振興技術開発事業
63	H23N5	NC11P0013	長崎	2011	8月8日	50,000	C3	50	雲仙市国見町神代地先	有明海漁業振興技術開発事業
64		NC11P0014	長崎	2011				51		有明海漁業振興技術開発事業
65		NC11P0015	長崎	2011				52		有明海漁業振興技術開発事業
66		NC11P0016	長崎	2011				8		有明海漁業振興技術開発事業
67		NC11P0017	長崎	2011				33		有明海漁業振興技術開発事業
68	H23N6	NC11P0018	長崎	2011	8月8日	50,000	C3	14	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
69		NC11P0019	長崎	2011				21		有明海漁業振興技術開発事業
70		NC11P0020	長崎	2011				16		有明海漁業振興技術開発事業
71	H23F1	FP1101	福岡	2011	6月11日	102,000	C3	53	大牟田地先	その他
72	H23F2	FP1102	福岡	2011	7月2日	196,000	C3	54	峰の州	その他
73	H23F3	FP1103	福岡	2011	8月19日	140,000	C3	10	大和干拓地先(302号)	有明海漁業振興技術開発事業
74		FP1104	福岡	2011			C3	33		
75		FP1105	福岡	2011			C3	24		
76		FP1106	福岡	2011			C3	30		

表 7-2　ガザミ DNA 標識種苗放流

No.	ロット区分	サンプルNo.	県	年	放流月日	放流尾数	放流サイズ	ハプロタイプ	放流場所	事業
77	H24F1	FP1201	福岡	2012	6月20日	130,000	C3	2	301号	有明海漁業振興技術開発事業
78		FP1202	福岡					19		
79	H24F2	FP1203	福岡	2012	6月25日	240,000	C3	55	峰の州	有明海漁業振興技術開発事業
80	H24F3	FP1204	福岡	2012	6月26日	120,000	C3	4	峰の州	有明海漁業振興技術開発事業
81	H24F4	FP1205	福岡	2012	7月20日	160,000	C3	8	303号	有明海漁業振興技術開発事業
82	H24F5	FP1206	福岡	2012	7月26日	103,000	C3	56	302号	有明海漁業振興技術開発事業
83	H24F6	FP1207	福岡	2012	8月23日	300	C5	41	303号	有明海漁業振興技術開発事業
84		FP1208	福岡					57		
85	H24F7	FP1209	福岡	2012	6月26日	31,000	C3	39	峰の州	その他
86		FP1210	福岡					38		
87		FP1211	福岡					55		
88	H24F8	FP1212	福岡	2012	7月23日	72,000	C3	43	302号	その他
89		FP1213	福岡					50		
90		FP1214	福岡					16		
91	H24S1	SPG12-1	佐賀	2012	6月23日	447,000	C1	67	大浦地区道越	その他
92	H24S2	SPG12-2	佐賀	2012	6月25，26日	358,889	C3	68	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
93	H24S3	SPG12-6-1～3	佐賀	2012	7月14日	1,298,000	C1	2	大浦地区道越	その他
94	H24S4	SPG12-3	佐賀	2012	8月3日	27,306	C3	57	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
95	H24S5	SPG12-4	佐賀	2012	8月20日	42,812	C3	16	大浦地区道越	有明海漁業振興技術開発事業
96	H24S6	SPG12-5	佐賀	2012	9月19日	512,579	C3	43	大浦地区野崎	有明海漁業振興技術開発事業
97	H24N1	NC12P0001	長崎	2012	7月9-11日	395,000	C3	4	橘湾各地	その他
98	H24N2	NC12P0002	長崎	2012	7月6日 7月13日 7月17日	450,000 190,000 105,000	C1 C2,3 C3,4	63	橘湾各地	その他
99	H24N4	NC12P0003	長崎	2012	7月6日	18,000	C4	24	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
100		NC12P0004	長崎	2012			C4	23	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
101		NC12P0005	長崎	2012			C4	10	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
102		NC12P0006	長崎	2012			C4	8	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
103	H24N3	NC12P0007	長崎	2012	7月3日	70,000	C3	6	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
104		NC12P0008	長崎	2012			C3	15	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
105		NC12P0009	長崎	2012			C3	27	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
106		NC12P0010	長崎	2012			C3	24	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
107		NC12P0011	長崎	2012			C3	8	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
108		NC12P0012	長崎	2012			C4	39	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
109	H24N5	NC12P0013	長崎	2012	8月2日	190,000	C3	41	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
110		NC12P0014	長崎	2012			C3	26	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
111	H24N6	NC12P0015	長崎	2012	8月6日	53,000	C4	14	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
112		NC12P0016	長崎	2012			C4	64	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
113	H24N7	NC12P0017	長崎	2012	8月31日	40,000	C3	53	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
114		NC12P0018	長崎	2012			C3	24	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
115		NC12P0019	長崎	2012			C3	65	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
116		NC12P0020	長崎	2012			C3	66	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
117		NC12P0021	長崎	2012			C3	2	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
118		NC12P0022	長崎	2012			C3	47	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
119		NC12P0023	長崎	2012			C3	14	島原市猛島地先	有明海漁業振興技術開発事業
120	H24N8	NC12P0024	長崎	2012	8月4日	22,000	C3	2	橘湾各地	その他
121	H24N9	NC12P0025	長崎	2012	9月4日 9月13日	3,000 4,000	C4 C5	51	橘湾各地	その他
122	H24K1	12KP001	熊本	2012	6月18日	171,000	C3	58	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
123		12KP002	熊本	2012				23		有明海漁業振興技術開発事業
124	H24K2	12KP003	熊本	2012	6月18日	115,000	C3	57	熊本市松尾	有明海漁業振興技術開発事業
125		12KP004	熊本	2012				33		有明海漁業振興技術開発事業
126	H24K3	12KP005	熊本	2012	9月28日	17,563	C3	2	玉名市鍋	有明海漁業振興技術開発事業
127		12KP006	熊本	2012				2		有明海漁業振興技術開発事業
128		12KP007	熊本	2012				14		有明海漁業振興技術開発事業
129		12KP008	熊本	2012				41		有明海漁業振興技術開発事業
130	H24K4	12KP009	熊本	2012	10月1日	42,800	C3	18	熊本市松尾	有明海漁業振興技術開発事業
131		12KP010	熊本	2012				59		有明海漁業振興技術開発事業
132	H24K5	12KP018	熊本	2012	6月11、13日（八代海）、15日（熊本市）	764,000	C1	14	熊本市松尾(350,000)＋八代海(414,000)	その他
133		12KP019	熊本	2012				6		その他
134		12KP021	熊本	2012				61		その他

有明海再生調査・技術開発事業Ⅲ（令達 平成24年度～平成26年度）

（ホシガレイの放流技術開発）

1　緒　言

本県有明海海域における「その他かれい類」の漁獲量は、熊本農林水産統計年報によると平成4年の499トンをピークに、平成22年には85トンにまで減少している。このうちホシガレイは、有明海の刺網漁業等の沿岸漁業で漁獲されるかれい類の中で最も高級魚として取り扱われているが、その漁獲量は激減している。

また、長崎県では、平成21～23年度に本事業により、全長120㎜サイズ以上で放流することにより高い放流効果が確認されている。以上のことから、ホシガレイ資源の回復を図る目的で、本県海域におけるホシガレイの成長、成熟及び放流効果を確かめる試験を実施した。なお、調査は長崎県と連携で実施した。

2　方　法

（1）担当者　森下貴文、山下幸寿、小山長久

（2）調査内容

成長、成熟調査及び放流効果調査

本県海域におけるホシガレイの成長、成熟を把握するとともに、平成21～23年度に長崎県が島原市地先に放流した放流群の放流効果を算出するために、本県北部海域（図1：●印）において、くちぞこ刺網漁業で漁獲されるホシガレイの買い取りを行った。また、天草漁協牛深総合支所（図1：★印）において、1～4月に天草西海で操業されるヒラメ刺網に漁獲されるホシガレイを買い取り、精密測定を実施した。精密測定の項目は、全長、体長、雌雄、生殖腺重量、内部標識（耳石のALC染色）、外部標識（体色異常）とした。なお、天草漁協牛深総合支所における漁獲物は他事業により買い取った。

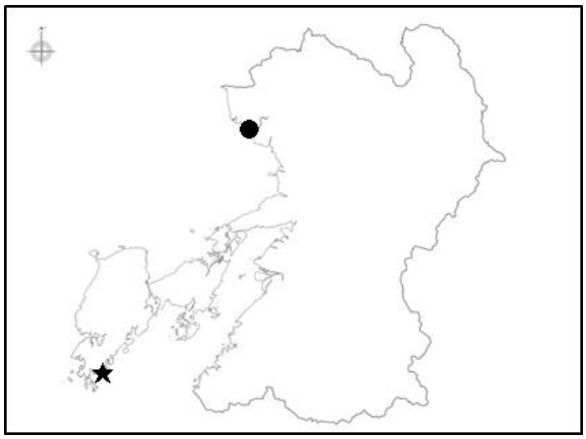


図1　漁獲物買い取り調査箇所

3　結果及び考察

健全な種苗が入手できず、中間育成、放流及び食害生物等の調査事業を実施できなかった。

本県北部海域においては、ホシガレイの漁獲はほとんどなく、サンプリングできなかった。

天草漁協牛深総合支所においては、期間中72尾のホシガレイを入手し、長崎県へ送付して、長崎県において精密測定、長崎県放流判別が行われた（表1）。その結果、72尾中放流魚は9尾であり、混入率は12.5%であった。漁獲物の平均全長は362.9±9.3㎜、平均体重は661.5±64.4gであり、生殖腺は確認されたものの完全に成熟していなかったことから、産卵場と考えられている橘湾への産卵回帰途中に混獲されたものであると推測された。

表１　ホシガレイ魚体測定結果

No	入手年月日	全長（mm）	体長（mm）	体重（g）	天然、放流の別	雌雄	生殖腺重量（g）
1	H25.1.5	364	300	611	天然	雄	7.9
2	H25.1.13	350	294	566	天然	雌	43.9
3	H25.1.13	434	362	1,069	天然	雌	186.8
4	H25.1.13	315	254	401	天然	雄	4.0
5	H25.1.15	348	288	456	天然	雌	1.7
6	H25.1.16	322	267	404	天然	雌	2.4
7	H25.1.18	374	311	652	天然	雌	70.6
8	H25.1.18	370	307	663	放流	雌	89.5
9	H25.1.18	406	341	825	天然	雌	126.4
10	H25.1.18	392	329	776	放流	雌	114.4
11	H25.1.18	389	324	760	天然	雌	75.4
12	H25.1.18	349	285	550	天然	雌	2.7
13	H25.1.18	435	360	1,427	天然	雌	231.2
14	H25.1.18	407	337	906	天然	雌	84.8
15	H25.1.18	403	338	973	天然	雌	179.2
16	H25.1.18	344	281	533	天然	雌	3.7
17	H25.1.18	322	264	439	天然	雌	41.3
18	H25.1.18	410	342	935	天然	雌	201.4
19	H25.1.18	320	268	468	天然	雌	44.4
20	H25.1.18	420	364	1,165	天然	雌	202.7
21	H25.1.18	329	269	410	天然	雄	3.6
22	H25.1.18	380	316	832	天然	雌	140.8
23	H25.1.18	368	302	622	天然	雄	8.4
24	H25.1.18	354	293	583	天然	雌	59.2
25	H25.1.18	357	293	633	天然	雌	55.0
26	H25.1.18	350	289	611	天然	雌	3.8
27	H25.1.18	398	333	964	放流	雌	160.6
28	H25.1.18	469	388	1,405	天然	雌	199.3
29	H25.1.18	336	278	511	天然	雌	34.6
30	H25.1.18	342	283	526	天然	雌	47.5
31	H25.1.19	340	281	482	天然	雌	3.4
32	H25.1.23	323	265	481	天然	雌	2.4
33	H25.1.23	345	281	481	天然	雄	5.7
34	H25.1.23	359	295	655	天然	雌	53.2
35	H25.1.23	360	303	589	天然	雌	2.9
36	H25.1.23	351	291	605	天然	雌	73.2
37	H25.1.23	436	366	1,273	天然	雌	176.3
38	H25.1.23	355	294	595	天然	雌	55.4
39	H25.1.23	368	304	556	放流	雄	3.4
40	H25.1.23	322	268	407	天然	雄	2.1
41	H25.1.23	326	265	400	天然	雄	4.2
42	H25.1.23	390	316	747	天然	雌	71.5
43	H25.1.23	328	267	468	天然	雄	5.4
44	H25.1.23	324	267	448	天然	雄	7.6
45	H25.1.23	325	269	442	天然	雌	37.5
46	H25.1.23	328	275	503	天然	雌	2.7
47	H25.1.23	393	324	886	放流	雌	152.6
48	H25.1.30	441	370	1,231	天然	雌	219.7
49	H25.1.31	352	293	551	天然	雌	5.9
50	H25.1.31	450	370	1,216	天然	雌	189.4
51	H25.1.31	476	397	1,435	天然	雌	252.1
52	H25.1.31	439	366	1,227	天然	雌	279.6
53	H25.1.31	342	287	614	放流	雌	79.7
54	H25.1.31	329	272	486	天然	雌	5.0
55	H25.1.31	346	279	485	放流	雄	2.7
56	H25.1.31	324	264	454	天然	雄	6.1
57	H25.1.31	351	288	545	天然	雌	5.3
58	H25.1.31	366	302	660	放流	雄	8.5
59	H25.2.8	312	265	418	天然	雌	34.9
60	H25.2.8	336	281	497	天然	雌	11.9
61	H25.2.8	330	272	438	天然	雌	2.6
62	H25.2.8	325	274	445	天然	雌	49.0
63	H25.2.8	355	297	593	天然	雌	4.0
64	H25.2.8	342	281	521	天然	雄	6.9
65	H25.2.8	319	259	398	天然	雄	4.0
66	H25.2.14	346	283	573	天然	雌	4.3
67	H25.2.14	348	300	551	天然	雄	5.2
68	H25.2.14	372	307	616	放流	雄	0.3
69	H25.2.14	332	278	406	天然	雌	2.3
70	H25.2.25	340	282	509	天然	雄	1.9
71	H25.2.25	371	301	555	天然	雄	4.5
72	H25.2.25	356	293	513	天然	雌	28.3

有明海再生調査・技術開発事業Ⅳ（令達 平成24年度～平成26年度）

（マコガレイの放流技術開発）

1　緒　言

本県有明海海域における「その他かれい類」の漁獲量は、熊本農林水産統計年報によると平成4年の499トンをピークに、平成22年には85トンにまで減少している。このうちマコガレイは有明海の刺網漁業等の沿岸漁業で漁獲されるかれい類の中で高級魚として取り扱われているが、その漁獲は激減している。

なお、平成17年度の大分県水産試験場事業報告では、大分県瀬戸内海平成14年度放流群（60㎜サイズ）の回収率は8.87%という効果が確認されている。以上のことから、マコガレイ資源の回復を図ることを目的として、全長 60㎜ まで中間育成した大型種苗の放流による放流効果を確かめる試験及び本県におけるマコガレイの成長等の調査を実施した。なお、調査は長崎県と連携して実施した。

2　方　法

（1）担当者　森下貴文、山下幸寿、小山長久

（2）調査内容

ア　中間育成及び種苗放流

全長30㎜サイズ種苗を全長60㎜サイズまで大型化して放流するため、公益財団法人くまもと里海づくり協会（以下、「協会」と言う。）に中間育成を委託した。

イ　成長、成熟調査

本県海域におけるマコガレイの成長、成熟を把握するため、本県有明海北部海域において、くちぞこ刺網漁業で漁獲されたマコガレイを漁業者から買い取った（図1：◎印）。また、本県有明海北部海域や有明海湾奥から湾央部の漁獲物が主に水揚げされる福岡県魚市場株式会社筑後中部魚市場（図1：●印）及び大牟田魚市場（図1：★印）に水揚げされたマコガレイを買い取り、精密測定を行った。なお、精密測定の項目は、全長、体長、雌雄、生殖腺重量とした。

図1　調査、放流位置図

◎漁業者からの買い取り

●福岡県魚市場株式会社筑後中部魚市場

★株式会社大牟田魚市場

※種苗放流位置

3　結果及び考察

（1）中間育成技術開発

7月上旬、協会が全長30㎜サイズ2万尾を入手して中間育成を開始したが、疾病が繰り返し発生したため60㎜サイズの放流はできなかった。

なお、次年度以降、放流効果を把握するため、協会が独自事業で入手した全長 40㎜ サイズ種苗1,110尾に内部標識（耳石のALC染色）を行い、7月18日に玉名市鍋地先に放流した（図1:※印）。なお、本放流群は平成26年度以降に漁獲対象となる。

（2）成長、成熟調査

合計 175 尾のマコガレイについて精密測定を行った。その結果、漁獲物中3歳魚が86.9%、次いで4歳魚が10.9%を占めていた。このことから、有明海湾央から湾奥部において、3歳魚を中心に4歳魚も漁獲されることが判明した（図2）。また、各年級の95%信頼区間における平均全長は、2歳魚（n=1、TL=189㎜）、3歳魚（n=152、TL=223.5±4.7㎜）、4歳魚（n=19、TL=264.4±24.6㎜）、5歳魚（n=3、TL=371.0±59.2㎜）であった。なお、精密測定結果を表1に示す。

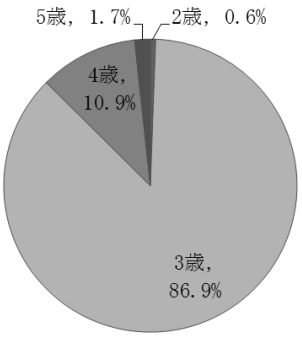


図2　漁獲物の年齢組成

表１　マコガレイ精密測定結果

No	漁獲年月日	全長（mm）	体長（mm）	体重（g）	雌雄	年齢	生殖腺重量（g）	No	漁獲年月日	全長（mm）	体長（mm）	体重（g）	雌雄	年齢	生殖腺重量（g）
1	H24.4.2	194	162	110	雄	4	0.03	89	H24.5.15	218	174	172	雌	3	0.42
2	H24.4.2	187	153	99	雌	3	0.08	90	H24.5.15	220	181	152	雌	3	0.44
3	H24.4.6	214	180	166	雌	4	0.40	91	H24.5.16	225	182	184	雌	3	0.70
4	H24.4.6	296	246	381	雌	3	3.90	92	H24.5.16	209	172	157	雌	3	0.36
5	H24.4.8	333	277	531	雌	3	5.09	93	H24.5.16	217	176	155	雄	3	0.13
6	H24.4.8	198	161	116	雌	3	0.23	94	H24.5.16	216	176	144	雌	3	0.38
7	H24.4.8	188	153	87	雌	3	0.13	95	H24.5.16	194	158	105	雄	3	0.26
8	H24.4.8	178	146	84	雌	3	0.21	96	H24.5.16	249	206	250	雌	3	0.94
9	H24.4.8	187	156	92	雌	3	0.22	97	H24.5.20	204	170	135	雄	3	0.06
10	H24.4.8	207	170	128	雌	3	0.18	98	H24.5.20	220	182	157	雄	3	0.22
11	H24.4.8	198	162	113	雄	3	0.23	99	H24.5.21	198	159	107	雄	3	0.21
12	H24.4.8	213	178	167	雌	3	0.39	100	H24.5.21	203	170	116	雄	3	0.13
13	H24.4.9	215	173	151	雌	3	0.40	101	H24.5.21	197	164	125	雄	3	0.28
14	H24.4.11	344	288	677	雌	5	6.04	102	H24.5.21	202	168	119	雌	3	0.36
15	H24.4.13	235	194	190	雌	3	0.52	103	H24.5.21	206	169	139	雄	3	0.14
16	H24.4.13	218	180	164	雌	3	0.34	104	H24.5.23	227	186	179	雌	3	0.46
17	H24.4.13	220	179	164	雌	3	0.45	105	H24.5.23	243	202	245	雌	3	0.41
18	H24.4.16	294	247	383	雌	4	3.23	106	H24.5.24	211	170	158	雄	3	0.17
19	H24.4.16	262	217	280	雄	3	0.18	107	H24.5.24	217	176	150	雌	3	0.36
20	H24.4.19	298	252	358	雌	4	3.18	108	H24.5.24	245	200	220	雌	3	0.72
21	H24.4.19	205	168	130	雌	3	0.28	109	H24.5.24	235	196	191	雌	3	0.66
22	H24.4.19	203	166	131	雄	3	0.15	110	H24.5.24	216	178	151	雌	3	0.43
23	H24.4.19	210	171	142	雄	3	0.14	111	H24.5.24	224	183	168	雄	3	0.25
24	H24.4.19	199	164	115	雌	3	0.21	112	H24.5.24	206	168	136	雄	3	0.15
25	H24.4.19	221	181	168	雌	3	0.61	113	H24.5.24	227	190	184	雌	3	0.54
26	H24.4.19	204	166	120	雄	3	0.16	114	H24.5.24	238	198	213	雌	3	0.51
27	H24.4.21	202	167	121	雌	3	0.29	115	H24.5.24	217	180	162	雌	3	0.43
28	H24.4.21	204	166	125	雌	3	0.47	116	H24.5.24	252	211	235	雌	3	0.64
29	H24.4.21	190	157	106	雄	3	0.11	117	H24.5.24	231	190	187	雌	3	0.58
30	H24.4.21	194	159	114	雌	3	0.93	118	H24.5.27	212	170	149	雄	3	0.16
31	H24.4.21	208	172	141	雄	3	0.28	119	H24.5.27	247	205	240	雌	3	0.39
32	H24.4.21	184	149	91	雄	3	0.34	120	H24.5.28	214	174	141	雌	3	0.39
33	H24.4.21	186	153	99	雄	3	0.31	121	H24.5.28	209	170	141	雌	3	0.40
34	H24.4.21	193	158	109	雄	3	0.24	122	H24.5.28	193	158	108	雄	3	0.15
35	H24.4.28	231	195	193	雌	3	0.68	123	H24.5.28	191	157	108	雄	3	0.13
36	H24.4.28	247	208	241	雄	3	0.49	124	H24.6.1	200	161	116	雌	3	0.42
37	H24.4.28	238	198	212	雌	3	1.93	125	H24.6.2	216	176	154	雌	3	0.47
38	H24.4.28	292	243	385	雌	4	2.47	126	H24.6.2	239	198	210	雄	3	0.38
39	H24.4.28	222	182	183	雄	3	0.13	127	H24.6.2	243	201	215	雌	3	0.57
40	H24.4.28	236	196	234	雄	4	1.13	128	H24.6.2	255	209	270	雌	3	0.66
41	H24.4.28	243	200	236	雄	4	1.20	129	H24.6.4	232	196	204	雌	3	0.71
42	H24.4.30	302	249	429	雌	4	3.80	130	H24.6.4	268	223	267	雌	3	2.07
43	H24.4.30	226	189	162	雌	3	0.47	131	H24.6.4	252	210	240	雌	3	0.67
44	H24.4.30	190	156	91	雄	3	0.20	132	H24.6.4	237	199	197	雌	3	0.44
45	H24.5.7	264	218	284	雌	3	0.85	133	H24.6.4	222	184	169	雌	3	0.40
46	H24.5.7	241	198	219	雌	3	0.47	134	H24.6.11	210	173	128	雄	3	0.17
47	H24.5.7	230	191	204	雌	3	0.49	135	H24.6.11	188	156	86	雄	3	0.10
48	H24.5.7	249	207	240	雄	3	0.64	136	H24.6.11	209	172	125	雄	3	0.07
49	H24.5.7	236	196	211	雄	3	0.72	137	H24.6.11	240	198	192	雄	3	0.26
50	H24.5.7	230	190	187	雌	3	0.60	138	H24.12.12	268	221	271	雌	3	39.18
51	H24.5.11	198	163	116	雄	3	0.10	139	H24.12.12	262	213	271	雌	3	26.91
52	H24.5.11	273	227	305	雌	3	0.45	140	H24.12.12	232	192	166	雌	3	7.83
53	H24.5.11	228	189	173	雌	3	0.43	141	H24.12.14	389	326	918	雌	5	96.55
54	H24.5.11	215	179	152	雌	3	0.31	142	H24.12.17	222	181	127	雄	3	16.17
55	H24.5.11	200	164	121	雄	3	0.10	143	H24.12.20	309	256	121	雄	4	70.63
56	H24.5.11	241	200	240	雌	3	0.27	144	H24.12.27	254	207	218	雌	3	29.63
57	H24.5.11	209	173	149	雄	3	0.05	145	H24.12.28	307	255	324	雌	4	47.76
58	H24.5.11	118	171	149	雄	3	0.13	146	H24.12.28	297	237	281	雌	3	53.58
59	H24.5.11	203	167	120	雄	3	0.08	147	H25.1.6	340	280	534	雌	4	122.98
60	H24.5.11	197	162	118	雄	3	0.11	148	H25.1.7	228	232	314	雌	3	36.28
61	H24.5.11	202	162	134	雄	3	0.10	149	H25.1.7	284	239	367	雌	3	83.21
62	H24.5.11	248	203	240	雌	3	0.38	150	H25.1.7	246	202	184	雌	3	26.11
63	H24.5.11	197	157	117	雌	3	0.21	151	H25.1.8	380	318	856	雌	5	226.05
64	H24.5.11	197	158	122	雄	3	0.05	152	H25.1.8	362	302	459	雌	4	12.08
65	H24.5.13	216	177	142	雌	3	0.11	153	H25.1.9	268	223	259	雌	4	46.30
66	H24.5.13	202	166	129	雄	3	0.16	154	H25.1.9	220	183	141	雌	3	24.87
67	H24.5.13	216	175	162	雌	3	0.09	155	H25.1.9	212	172	103	雄	3	10.92
68	H24.5.13	216	177	157	雌	3	0.18	156	H25.1.14	340	280	391	雌	3	13.30
69	H24.5.14	201	163	110	雄	3	0.06	157	H25.1.14	296	247	411	雌	4	132.32
70	H24.5.14	206	171	131	雄	3	0.13	158	H25.1.21	279	229	263	雌	3	5.58
71	H24.5.14	214	176	139	雌	3	0.33	159	H25.2.4	237	197	152	雄	3	8.30
72	H24.5.14	199	161	115	雄	3	0.23	160	H25.2.4	267	222	181	雌	3	4.06
73	H24.5.14	250	208	231	雌	3	0.68	161	H25.2.4	275	226	211	雌	3	3.97
74	H24.5.14	239	198	206	雌	4	0.65	162	H25.2.14	235	193	129	雄	3	1.12
75	H24.5.14	191	156	107	雌	3	0.33	163	H25.2.14	214	176	96	雄	3	0.68
76	H24.5.14	217	178	151	雄	4	0.38	164	H25.2.14	254	207	161	雌	3	7.81
77	H24.5.14	210	174	131	雄	4	0.18	165	H25.2.18	268	219	205	雄	3	18.74
78	H24.5.14	208	173	141	雄	3	0.14	166	H25.2.18	251	207	197	雄	3	13.13
79	H24.5.14	200	163	123	雌	4	0.11	167	H25.2.18	246	202	141	雄	3	1.11
80	H24.5.14	202	166	138	雌	4	0.25	168	H25.2.18	259	213	242	雌	3	73.23
81	H24.5.14	222	182	158	雌	3	0.50	169	H25.2.18	250	206	196	雌	3	46.99
82	H24.5.14	199	164	113	雄	3	0.12	170	H25.2.18	228	188	125	雄	3	3.85
83	H24.5.14	193	157	103	雄	3	0.05	171	H25.2.18	233	192	122	雄	3	0.90
84	H24.5.14	232	193	196	雄	3	0.34	172	H25.2.26	283	233	236	雌	3	3.07
85	H24.5.14	228	189	196	雄	3	0.29	173	H25.3.5	204	164	92	雄	3	0.55
86	H24.5.15	232	191	200	雌	3	0.69	174	H25.3.5	196	161	107	雌	3	0.20
87	H24.5.15	188	152	98	雄	3	0.04	175	H25.3.5	189	154	79	雌	2	0.26
88	H24.5.15	196	155	106	雄	3	0.14								

アユ資源再生産実態調査（ 県　単 ）
平成23～25年度

1　緒　言

アユは、本県の内水面漁業漁獲量の68%を占める魚種であり[1)]、漁業、遊漁及び食を通じて地域経済や文化に深く関与している極めて重要な魚種である。しかし近年、アユの遡上量や漁獲量は減少傾向にあり、水産業のみならず様々な影響を及ぼしている。そこで、球磨川におけるアユの再生産状況を把握することを目的として、成熟並びに海域での生態及び遡上動向等の実態調査を行った。

2　方　法

（1）担当者　香﨑修、山下幸寿、小山長久、（調査船「ひのくに」）西村泰治、根岸成雄、戸川則彦、松岡光一

（2）調査項目及び内容

ア　遡上稚魚モニタリング調査

（ア）　遡上数調査

球磨川漁業協同組合が実施した稚アユすくい上げ事業について、総尾数を同組合ホームページから、日別尾数を同組合への聞き取りにより行った。

a　時期：平成24年3月から5月

b　場所：球磨川堰左岸（図1の★で示す箇所）

（イ）サンプリング及びサイズ計測

球磨川に遡上する稚アユのサイズを把握するため、定期的（計5回）に個体サイズを測定し、測定した稚アユは99.5%エタノール保存し、その一部を（ウ）の分析に供した。

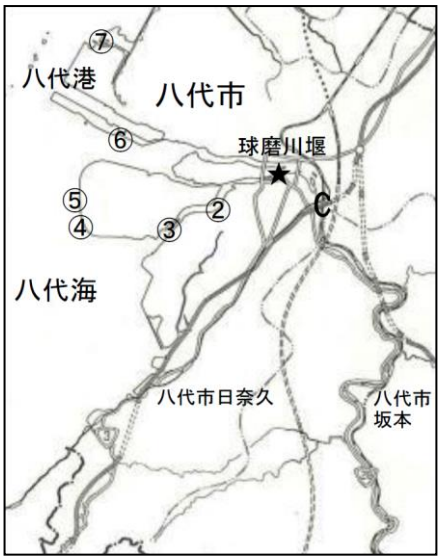


図1　調査地点

（ウ）耳石日齢査定

遡上時期とふ化日との関係を把握するため、（イ）で得た稚アユサンプルの耳石を用いた日齢査定を行った。なお査定は、民間業者に委託し、耳石のうち最も大きい扁平石の輪紋数をもって日齢とした。

イ　成長・成熟調査

アユの成長及び成熟状況を把握するとともに、産卵時期を推測するため以下の調査を行った。

（ア）時期及び回数：8月から11月　計4回（月1回）

（イ）場所：遙拝堰下流域（図1　C）

（ウ）方法：刺網により漁獲されたアユを買い取り、全長、体長、体重、雌雄及び生殖腺重量等を測定し、生殖腺指数（GSI）により、成熟状況を推測した。

ウ　流下仔アユ調査

調査点における流下仔アユ数から球磨川全体の流下総数を推定し、次年度の遡上尾数との関係を調べるため、以下の方法で実施した。なお、過去の調査結果から昼間の流下はほとんど見られなかったため、調査対象時間は午後6時から午前6時までの夜間12時間とした。

また、流下仔アユ調査は国土交通省八代河川国道事務所（以下、「国交省」と表記）と連携して実施しており、国交省の調査結果も解析に活用した。

（ア）時期及び回数：10月から11月　計3回

（イ）場所：球磨川堰右岸魚道（図１の★で示す箇所）

（ウ）方法：濾水計を装着したプランクトンネット（口径46cm、長さ170cm、メッシュNGG52　目合343μm）を毎正時より5分間設置し、流下物を採集した。採集物はただちに37%濃度ホルムアルデヒド水溶液を当該液の体積比率が10%程度となるよう添加し、持ち帰って図鑑[2)]による同定を行い、仔アユ個体数を集計した。

エ　海域生息状況調査

海域におけるアユの生息域や生残と遡上の関係を把握し、流下仔アユの減耗要因を解明するため、以下の方法で実施した。

（ア）灯火使用による仔アユ調査

a　時期及び回数：平成 24 年 11 月から平成 25 年１月　延べ５回

b　場所：平成 24 年度は球磨川河口及び八代海の下表に示す②及び⑥の箇所で実施した。

	調査地点	H23	H24
②	植柳漁港	○	○
③	植柳漁港（鼠蔵地区）内外	○	
④	金剛１号樋門	○	
⑤	金剛２号樋門	○	
⑥	八代港内（八代漁協増殖センター前）	○	○
⑦	八代港内（大島南船溜まり）	○	

c　方法：仔アユの正の走光性を利用し、日没後に桟橋や岸壁から 200W 白熱電灯 2～3 個により海面を照らし、蝟集してきた仔魚をタモ網で採捕した。なお、概ね点灯から２時間程度で採捕の多寡に関わらず作業を終了したが、集まる仔アユの数が多い時には 100 尾程度を目安に採捕を終了した。採集物は 99.5%エタノールに保存し、検鏡のうえ図鑑[2)]による同定を行い、仔アユは全長及び体長を電子ノギスにより計測し、個体数を集計した。その際エタノールによるサイズの収縮については無視した。

（イ）　三角網による仔アユ調査

a　時期及び回数：平成 25 年１月から２月　計２回（月１回）

b　場所及び方法：前川河口域（St. S-1～3）（図 2）

c　使用船舶：八代漁業協同組合所属漁業者所有船舶（2.86t）

d　方法：三角網（幅約 5m、高さ約 2.5m　台形様、袋網 30 節。網を２本の竹支柱に固定して使用）を用いた。網を船首から投入し、船舶を前進させて漁具下部が水底を這うように網を押して魚類を採集した。速度は２ノット程度とした。採集物を持ち帰り、（ア）と同じ要領で同定・計測のうえ、アユ個体を 99.5%エタノール保存した。

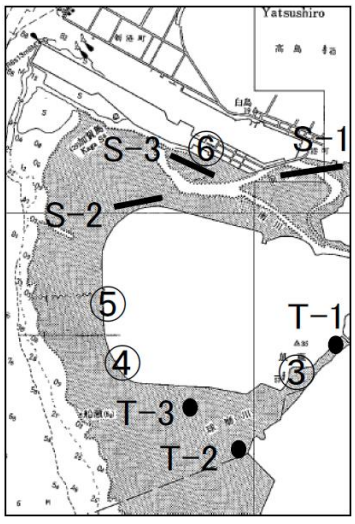


図２　調査地点

（ウ）　耳石日齢査定

上記（ア）（イ）で得られたサンプルの一部を、ア（ウ）と同じ要領で日齢査定を行った。また、同時に平成 23 年度採集群も査定した。

オ　物理環境調査

海洋域におけるアユの生息環境を把握するため、下表のとおり自記式水温ロガー（クリマテック社製）を設置し、表層における１時間毎の水温を計測した。（図 2）　期間は平成 23、24 年度もそれぞれ概ね 10 月～5 月であり、T-1 及び③については表層のほか B-1m 地点も

計測した。また、エ（イ）の2月調査時にはCTD（JFEアドバンテック　ASTD103）により鉛直1m毎の水温、塩分及びDOを計測した。

調査点	調査地点名	平均水深
－	球磨川堰（淡水）	－
－	球磨川堰下流200m（感潮域）	1～3m
③	植柳漁港（鼠蔵地区）港外	5m
T-1	金剛橋下流（アオノリ養殖場）	8m
T-2	水島公園前（アオノリ養殖場）	6m
T-3	金剛沖ブイ（H23.2～5のみ）	8m

3　結　果

（1）調査項目別結果概要

ア　遡上稚魚モニタリング調査

（ア）　遡上数

平成24年における遡上稚アユすくい上げ事業は、平成24年3月10日から5月12日までの間実施された。すくい上げられた尾数は、約2,064千尾で前年比約160%、過去10年間の平均比で146%であった。遡上盛期は3月末から4月25日頃であった。なお、稚アユは球磨川堰の右岸魚道や前川でも遡上していると思われるが、過去の聞き取り等により小規模であることから、本報告では上記すくい上げ尾数をもって球磨川における天然遡上数として扱った。

（イ）　サンプリング及びサイズ計測

サンプル採取日、平均全長、平均体長、同標準偏差及び平均体重を採取された稚アユのうち100尾を用いて求め、結果を表1に示す。第2回から第3回次の間に小型化がみられ、第5回次ではサイズのばらつきが大きい傾向がみられた。これらはいずれも、例年と同じ傾向であった。

表1　遡上稚アユの調査回次別サイズ推移

調査回次	年月日	平均全長mm	平均体長mm	体長標準偏差	平均体重g
第1回次	H24.3.12	91.4	76.5	6.2	4.1
第2回次	H24.3.30	89.7	74.8	5.6	4.3
第3回次	H24.4.10	75.7	62.8	5.8	2.5
第4回次	H24.4.19	71.9	59.3	5.4	2.1
第5回次	H24.5.1	72.0	59.6	8.0	2.2

（ウ）　耳石日齢査定

各調査回次の調査サンプルから無作為に抽出した個体を用いて耳石日齢査定を行ったところ、遡上日が早い個体が孵化日も早いことや、遡上日が早い群の成長速度が優るといった例年と同じ傾向が見られた（表2）。

表2　遡上稚アユの調査回次別　耳石日齢査定結果

調査回次	採集日	N数	平均体長mm	平均輪紋数	推定孵化日の範囲		
第1回次	H24.3.12	10	74.7	138	H23.10.19	～	H23.11.2
第2回次	H24.3.30	20	74.5	145	H23.10.19	～	H23.11.30
第3回次	H24.4.10	30	63.4	146	H23.11.2	～	H23.12.6
第4回次	H24.4.19	30	59.0	148	H23.11.5	～	H23.12.9
第5回次	H24.5.1	10	60.2	152	H23.11.19	～	H23.12.13

イ　成長・成熟調査

計測結果を表３に、成長の推移を図３に示した。例年は、８月から 10 月にかけて体長と体重の上昇がみられるが、今年はほぼ横ばいで、GSI は９月から 10 月にかけて上昇がみられた。

表３　成長・成熟調査結果

採捕地点	遙拝堰下流（八代市）			
採捕年月日	8月26日	9月12日	10月17日	11月8日
測定尾数	16	17	17	23
平均体長（mm）	190	193	189	188
平均体重（g）	121	124	118	89
雄GSI	0%	0.6%（n=17）生殖腺が小さいため雌雄判別困難	8.7%（n=11）	9.1%（n=8）
雌GSI	0%		11.0%（n=6）	9.4%（n=15）

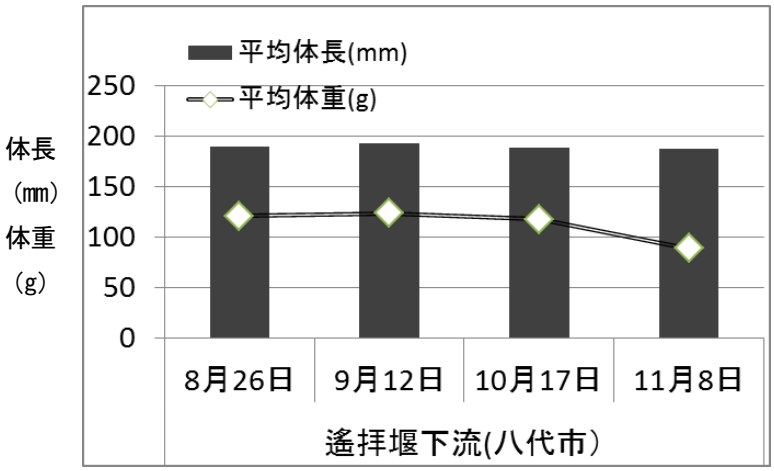


図３平均体長及び平均体重の推移

ウ　流下仔アユ調査

調査日、時間及び採捕尾数等を国交省からの聞き取りデータとともに表４に、また個体数密度グラフを図４に示した。なお、国交省調査日分は国交省の水温、仔アユ個体数及びネット内流速等の提供データを基に、濾水量及び個体数密度を算定した。また、後述の流下総尾数の積算に供するため、国交省における横石観測所の流量データを表４の右端に付記した。これについては、速報値であるため今後確定値の発表に伴い変更の可能性がある。

個体数密度については、第２回（10.18-19）、４回（11.1-2）及び６回次（11.15-16）が高かった。また、午前０時前後から密度が増加することについては、昨年と同じ傾向であったが、第４回次のみ、前半と後半とで同程度の密度であった。なお、図４には仔アユ採捕数がゼロであった９月 25 日から 26 日にかけての第１回調査と、密度が低かった 12 月５日から６日にかけての第８回分を除いて図示した。

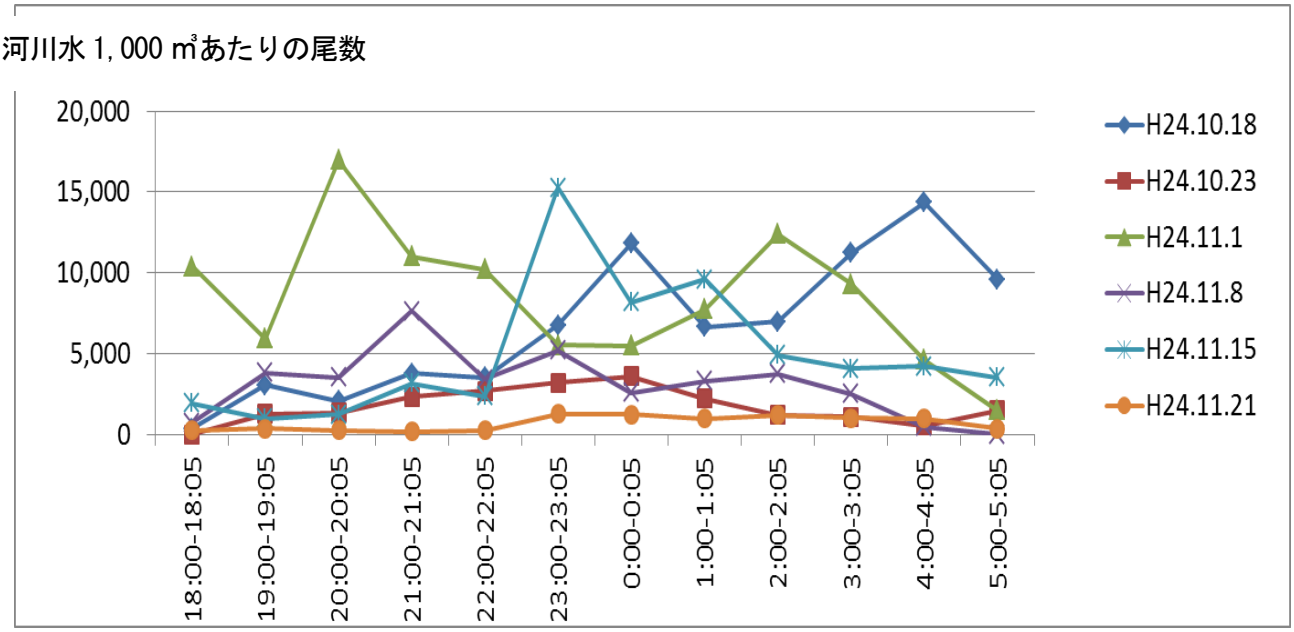


図４　調査時間別の個体数密度

上記結果から、下記の計算方法により、球磨川における１日当り流下尾数を積算し表５の結果を得た。

・ 表４における各毎正時の個体密度（尾／1,000 ㎥）を「D（t）」とし、次の正時までの１時間において同一で推移すると仮定する。ここで t は毎正時を指す。

・ 球磨川において１時間毎に流下した個体数を「N（t）」とし、C（t）は表４に記載した流量速報値（㎥/sec）として、以下により求めた。

N（t）　＝　D（t）÷1,000×C（t）×60sec×60min

なお、球磨川堰の数 100m 上流に前川への分流があるが、ここでは球磨川堰の観測値のみを用いて解析を行った。

$$\text{観測した１日当りの推定流下尾数} = \sum_{t=18}^{5} \{N_{(t)}\}$$

※ t ＝18, 19. . 23, 0, 1, . . . 5

表４　調査日・時間別　仔アユ採捕状況

調査回次	調査機関	調査日	調査時間	水温℃	仔アユ採捕尾数	採集時間(5min)当り濾水量m3	個体数密度（尾／1,000m3）	横石流量(国交省提供速報値H23HQ式) m3/sec
第1回	国交省	H24.9.25	18:00−18:05	21.0	0	12.8	0	91.7
			19:00−19:05	20.9	0	12.6	0	87.6
			20:00−20:05	20.9	0	12.8	0	87.6
			21:00−21:05	20.9	0	12.6	0	87.6
			22:00−22:05	20.5	0	12.4	0	87.6
			23:00−23:05	20.5	0	13.0	0	87.6
		H24.9.26	0:00−0:05	20.5	0	12.6	0	87.6
			1:00−1:05	20.5	0	12.9	0	87.6
			2:00−2:05	20.5	0	13.0	0	87.6
			3:00−3:05	20.5	0	12.7	0	87.6
			4:00−4:05	20.2	0	13.0	0	87.6
			5:00−5:05	20.2	0	13.5	0	87.6
			6:00−6:05	20.0	0	13.0	0	87.6
第2回	国交省	H24.10.18	18:00−18:05	18.8	4	10.9	368	68.8
			19:00−19:05	18.5	37	12.1	3,064	68.8
			20:00−20:05	18.2	22	10.6	2,083	68.8
			21:00−21:05	18.2	39	10.3	3,787	65.4
			22:00−22:05	18.0	37	10.5	3,525	68.8
			23:00−23:05	17.9	74	10.9	6,760	65.4
		H24.10.19	0:00−0:05	17.9	128	10.8	11,801	65.4
			1:00−1:05	18.0	76	11.4	6,660	65.4
			2:00−2:05	18.0	79	11.3	6,964	65.4
			3:00−3:05	17.9	121	10.8	11,225	65.4
			4:00−4:05	18.0	159	11.1	14,373	65.4
			5:00−5:05	17.8	105	10.9	9,593	65.4
			6:00−6:05	17.9	12	11.0	1,093	65.4
第3回	水研	H24.10.23	18:00−18:05	18.7	0	10.6	0	79.8
			19:00−19:05	18.6	14	11.0	1,276	79.8
			20:00−20:05	18.4	15	11.2	1,336	76.1
			21:00−21:05	18.2	26	11.1	2,345	72.4
			22:00−22:05	18.1	29	10.8	2,693	76.1
			23:00−23:05	17.9	35	11.0	3,196	76.1
		H24.10.24	0:00−0:05	17.9	39	10.8	3,614	72.4
			1:00−1:05	17.8	24	10.9	2,205	72.4
			2:00−2:05	17.8	13	10.8	1,207	72.4
			3:00−3:05	17.7	12	11.0	1,091	76.1
			4:00−4:05	17.7	6	11.0	546	72.4
			5:00−5:05	17.7	16	10.8	1,480	72.4
第4回	国交省	H24.11.1	18:00−18:05	17.0	118	11.4	10,386	72.4
			19:00−19:05	16.8	67	11.3	5,912	76.1
			20:00−20:05	16.8	190	11.2	16,994	68.8
			21:00−21:05	16.8	128	11.6	11,023	65.4
			22:00−22:05	16.5	101	9.9	10,217	65.4
			23:00−23:05	16.0	51	9.2	5,542	72.4
		H24.11.2	0:00−0:05	16.0	53	9.7	5,477	65.4
			1:00−1:05	16.0	65	8.4	7,729	62.0
			2:00−2:05	16.0	96	7.7	12,401	58.7
			3:00−3:05	15.6	64	6.9	9,324	55.4
			4:00−4:05	15.6	31	6.7	4,629	52.3
			5:00−5:05	15.0	9	6.0	1,493	49.3
			6:00−6:05	15.0	3	5.0	595	49.3
第5回	水研	H24.11.8	18:00−18:05	15.2	7	9.5	740	65.4
			19:00−19:05	15.2	36	9.4	3,833	62.0
			20:00−20:05	15.1	33	9.3	3,530	62.0
			21:00−21:05	15.0	66	8.6	7,641	62.0
			22:00−22:05	14.9	28	8.2	3,433	52.3
			23:00−23:05	14.7	31	6.0	5,204	58.7
		H24.11.9	0:00−0:05	14.6	11	4.3	2,568	62.0
			1:00−1:05	14.6	16	4.9	3,294	62.0
			2:00−2:05	14.5	12	3.2	3,741	58.7
			3:00−3:05	14.5	6	2.4	2,494	55.4
			4:00−4:05	14.5	1	2.2	459	52.3
			5:00−5:05	14.5	0	1.9	0	52.3
第6回	水研	H24.11.15	18:00−18:05	14.3	21	11.0	1,918	65.4
			19:00−19:05	14.2	10	10.2	979	68.8
			20:00−20:05	14.1	12	9.6	1,247	72.4
			21:00−21:05	13.9	32	10.1	3,160	72.4
			22:00−22:05	13.7	24	10.2	2,354	72.4
			23:00−23:05	13.5	158	10.4	15,258	72.4
		H24.11.16	0:00−0:05	13.6	82	10.0	8,172	72.4
			1:00−1:05	13.5	96	10.0	9,611	72.4
			2:00−2:05	13.4	50	10.2	4,904	72.4
			3:00−3:05	13.4	41	10.1	4,067	68.8
			4:00−4:05	13.3	39	9.3	4,203	65.4
			5:00−5:05	13.3	33	9.4	3,513	62.0
第7回	国交省	H24.11.21	18:00−18:05	13.0	3	12.5	240	68.8
			19:00−19:05	12.8	4	11.0	362	68.8
			20:00−20:05	12.8	3	11.2	268	65.4
			21:00−21:05	12.8	2	11.8	169	65.4
			22:00−22:05	12.7	3	11.6	259	62.0
			23:00−23:05	12.6	14	10.9	1,283	65.4
		H24.11.22	0:00−0:05	12.6	13	10.5	1,238	68.8
			1:00−1:05	12.7	11	11.1	987	72.4
			2:00−2:05	12.7	13	10.8	1,200	72.4
			3:00−3:05	12.7	11	10.7	1,028	72.4
			4:00−4:05	12.7	11	11.1	994	72.4
			5:00−5:05	12.7	4	11.1	359	65.4
			6:00−6:05	12.7	2	11.3	176	62.0
第8回	国交省	H24.12.5	18:00−18:05	10.8	0	7.0	0	46.3
			19:00−19:05	10.8	0	6.6	0	46.3
			20:00−20:05	10.8	1	6.5	153	49.3
			21:00−21:05	10.8	2	6.5	310	49.3
			22:00−22:05	11.0	0	7.6	0	49.3
			23:00−23:05	11.0	2	7.3	274	46.3
		H24.12.6	0:00−0:05	11.0	2	7.7	261	46.3
			1:00−1:05	11.0	0	6.3	0	52.3
			2:00−2:05	10.8	2	6.5	308	52.3
			3:00−3:05	10.8	2	6.5	307	55.4
			4:00−4:05	10.8	3	7.0	429	55.4
			5:00−5:05	10.6	4	6.5	613	58.7
			6:00−6:05	10.4	8	6.9	1,166	58.7

表５　仔アユの一日当り推定流下尾数

調査回次	調査日	一日当り 推定流下尾数
第1回	9月25日	0
第2回	10月18日	18,983,268
第3回	10月23日	5,615,680
第4回	11月1日	23,609,782
第5回	11月8日	7,948,411
第6回	11月15日	15,128,849
第7回	11月21日	2,100,691
第8回	12月5日	505,613

※日付をまたいで実施しているため、１日目の日付で表記

表５の結果を用いて、今季の球磨川における総流下仔アユ尾数を次のように設定して試算した。

・各調査日における１日当り流下尾数は直線的に変化するものと仮定した。

・流下の開始日を、9 月 25 日から 26 日の第１回調査で採取がなかったことから、10 月 1 日と仮定した。

・過去の調査結果から年明け以降もわずかながら流下がみられたことから、12 月 31 日を流下の終了日と仮定した。

その結果、平成 24 年における推定流下総尾数を約６億尾と推定した。なお、上述の流量データの確定値公表に伴い、推定流下総尾数も今後変わる可能性がある。

エ　海域生息状況調査

（ア）　灯火使用による仔アユ調査

調査結果を表６に示す。

昨年と同様に、St.②で少なく、St.⑥で多数の仔アユを採捕した。サイズの推移について、昨年はすべての地点で期日経過につれてサイズが大きくなっていたが、今年は St.⑥で第３回次に平均全長が小さくなっていた。また、昨年 St.②より St.⑥の方が常に平均全長が大きかったが、今年第１回では逆転していた。

表６　灯火使用による仔アユ採捕状況　（三角港の潮汐データを用いた）

調査回次	第1回		第2回		第3回
採集日	H24.11.27	H24.11.27	H24.12.17	H24.12.17	H25.1.23
St.#	②	⑥	②	⑥	⑥
場所	植柳漁港	八代港	植柳漁港	八代港	八代港
潮汐	大潮	大潮	中潮	中潮	中潮
月齢	13.2	13.2	3.8	3.8	11.3
満潮時刻 （潮位）	19:49 (362cm)	19:49 (362cm)	23:34 (355cm)	23:34 (355cm)	18:21 (297cm)
干潮時刻 （潮位）	14:03 (113cm)	14:03 (113cm)	17:53 (95cm)	17:53 (95cm)	翌0:56 (63cm)
天候	晴	晴	曇	曇	晴
気温℃	9.3	－	14.4	12.3	－
水温℃	12.7	14.2	11.9	12.8	10.7
塩分PSU	8.0	25.9	4.0	27.1	27.3
現場水深m	1m以上	4.0	0.4	1.5	3.5
底質	砂泥	砂泥	砂泥	砂泥	砂泥
採集開始時刻	17:40	17:20	19:00	17:45	18:00
採集終了時刻	19:30	18:50	19:50	19:30	19:15
アユ個体数	27	178	15	78	84
平均全長mm	19.6	15.4	16.8	34.5	32.3
平均体長mm	18.3	14.6	15.9	29.7	27.8
混獲等		キチヌ稚魚4、不明魚7		シラウオ3	不明魚13
備考	風強い		濁り強い	潮が早い・濁り強い	ボラ多数来遊

（イ）　三角網による仔アユ調査

調査結果を表７に示す。なお平成 23 年度の報告において平成 23 年度調査における CPUE（押網 1km 当りのアユ個体数）を記載していなかったため、併せて掲載するとともに、平成 24 年２月 14 日の第２回調査時のアユ個体数について訂正して記載した。

表７　三角網による仔アユ採捕状況　（潮汐は三角港）

H25.1.23	潮汐（三角港） 中潮 月齢11.3 満潮6:44（292cm）、干潮12:37（153cm）												現場水深 3～4m、底質：砂泥			
	通称	天候	海況	気温℃	水温℃	塩分 PSU	押網向き	押網開始時刻	押網終了時刻	押網時間 min	概算距離 m	船速 km/h	船速 kt	アユ個体数	押網1km当りアユ個体数	混獲物
S-1	漁協南岸	曇	普通	8.1	9.0	3.5	西	7:50	8:25	35	1,100	1.9	1.0	0	0.0	シラウオ6尾、シロウオ20尾、カタクチイワシ1尾(SL76mm)
S-2	金剛北岸	曇	普通	－	8.8	8.5	西	8:35	8:53	18	1,000	3.3	1.8	1	1.0	シラウオ226尾、シロウオ16尾
S-2	金剛北岸	曇	普通	－	8.8	8.5	東	9:00	9:23	23	900	2.3	1.3	0	0.0	シラウオ75尾、シロウオ6尾、不明魚2尾
S-3	内港出口	曇	普通	8.8	9.1	4.2	西	9:31	9:45	14	700	3.0	1.6	135	192.9	シラウオ29尾、シロウオ1尾、エイ（未同定）1尾、不明魚1尾
H25.2.13	潮汐（三角港） 大潮 月齢2.8 満潮10:53（386cm）、干潮4:45（8cm）												現場水深 4～6m、底質：砂泥			
	通称	天候	海況	気温℃	水温℃	塩分 PSU	押網向き	押網開始時刻	押網終了時刻	押網時間 min	概算距離 m	船速 km/h	船速 kt	アユ個体数	押網1km当りアユ個体数	混獲物
S-1	漁協南岸	晴	普通	6.3	9.7	28.4	西	8:55	9:29	34	500	0.9	0.5	0	0.0	シロウオ21尾
S-3	内港出口	晴	普通	－	10.6	31.1	東	9:43	9:57	14	700	3.0	1.6	0	0.0	シロウオ4尾
S-1	漁協南岸	晴	普通	－	9.8	30.1	東	10:04	10:33	29	1,100	2.3	1.2	6	5.5	シラウオ11尾、シロウオ13尾、カタクチイワシ20尾
S-2	金剛北岸	晴	普通	－	10.7	31.2	東西往復	10:47	11:19	32	2,000	3.8	2.0	40	20.0	シラウオ140尾、シロウオ20尾、カタクチイワシ181尾、不明魚1尾

H24.1.25	潮汐（三角港） 中潮 月齢1.8 満潮10:27（383cm）、干潮4:08（-6cm）												現場水深 5m、底質：砂泥			
	通称	天候	海況	気温℃	水温℃	塩分 PSU	押網向き	押網開始時刻	押網終了時刻	押網時間 min	概算距離 m	船速 km/h	船速 kt	アユ個体数	押網1km当りアユ個体数	混獲物
S-1	漁協南岸	雪	普通	－	10.1	30.7	西	8:15	8:52	37	950	1.5	0.8	33	34.7	シラウオ159尾
S-1	漁協南岸	雪	普通	－	9.3	－	東	9:01	9:46	45	1,650	2.2	1.2	47	28.5	シラウオ517尾
H24.2.14	潮汐（三角港） 小潮 月齢21.8 満潮12:46（335cm）、干潮6:53（101cm）												現場水深 4～5m、底質：砂泥			
	通称	天候	海況	気温℃	水温℃	塩分 PSU	押網向き	押網開始時刻	押網終了時刻	押網時間 min	概算距離 m	船速 km/h	船速 kt	アユ個体数	押網1km当りアユ個体数	混獲物
S-1	漁協南岸	雨	普通	－	9.2	10.0	西	10:07	10:50	43	950	1.3	0.7	2	2.1	シラウオ20-30尾、シロウオ約100尾
S-1	漁協南岸	雨	普通	－	9.6	12.1	東	10:56	11:38	42	不明※	－	－	12	－	シラウオ20-30尾、シロウオ約100尾 カタクチイワシ1尾

月別にみると、操業回によって多寡はあるものの、概ね２月より１月調査時の方が CPUE が高い傾向がみられた。また（ア）灯火採集法より採集された個体のサイズが概ね大きかった。

（ウ）　耳石日齢査定

耳石日齢査定の結果を表８及び９に示す。平成 23 年度採集群は調査回次が早い個体群ほど早く生まれた傾向があったが、平成 24 年度採集群では第１回と２回次とで推定孵化日が逆転していた。

表８　海域採集仔アユの調査回次・地点別の耳石日齢査定結果（平成 23 年度採集群）

調査回次	調査地点	採集日	N数	平均全長 mm	平均体長 mm	平均輪紋数	推定孵化日の範囲			備考
第1回次	St.③鼠蔵	H23.11.15	5	－	－	7	H23.10.26	～	H23.11.12	尾部破損
第2回次	St.③鼠蔵	H23.11.29	5	16.8	15.7	21	H23.11.1	～	H23.11.16	
第3回次	St.②植柳漁港	H24.1.6	10	19.6	18.1	36	H23.11.20	～	H23.12.15	
	St.④金剛1号樋門	H24.1.6	10	22.6	20.3	40	H23.11.8	～	H23.12.19	
	St.⑥八代港	H24.1.5	20	26.3	23.2	45	H23.11.5	～	H23.12.8	
	St.⑦大島船溜まり	H24.1.5	10	18.2	16.8	28	H23.11.20	～	H23.12.26	
第4回次	St.⑥八代港	H24.2.23	10	28.5	25.8	68	H23.12.8	～	H23.12.23	
第1回次	S-1（三角網）	H24.1.25	5	34.3	29.5	77	H23.10.31	～	H23.11.19	

表９　海域採集仔アユの調査回次・地点別の耳石日齢査定結果（平成 24 年度採集群）

調査回次	調査地点	採集日	N数	平均全長 mm	平均体長 mm	平均輪紋数	推定孵化日の範囲		
第1回次	St.⑥八代港	H24.11.27	5	16.6	15.3	28	H24.10.24	～	H24.11.4
第2回次	St.⑥八代港	H24.12.17	5	37.9	34.6	56	H24.10.19	～	H24.10.24
第3回次	St.⑥八代港	H25.1.23	5	37.5	33.1	70	H24.11.10	～	H24.11.17
第1回次	S-3（三角網）	H25.1.23	5	42.3	35.7	83	H24.10.29	～	H24.11.6

オ　物理環境調査

ロガーを設置した平成23年10月からの水温の推移を図５に示した。期間中の水温はT-1とT-2はほぼ同じ変化を示し、球磨川堰（淡水）と球磨川堰下流（感潮域）を比較すると、12月下旬から1月中旬にかけて球磨川堰(淡水)の方が1～2℃低かったものの、他期間はほぼ同じであった。なお、③及びT-1のB-1m層は表層とほぼ同温であった。

また、エ（イ）三角網調査の平成25年2月13日の調査時のCTDによる観測の結果、水深１m毎の水温は9.7～10.7℃、塩分は28.4～31.2PSU、DOは10.8～11.9mg/Lの範囲であった。また、地点毎の鉛直方向の変化は水温で最大0.6℃、塩分1.7、DO1.1であった。

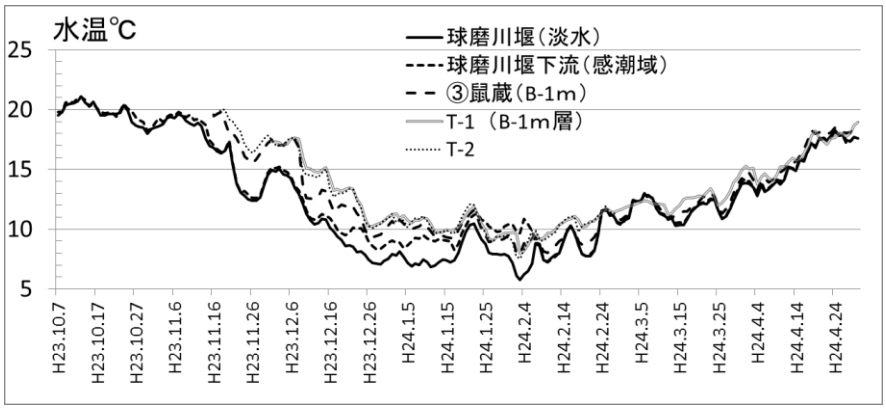


図５　調査地点毎の日平均水温の推移

（２）流下仔アユ調査における追加データ

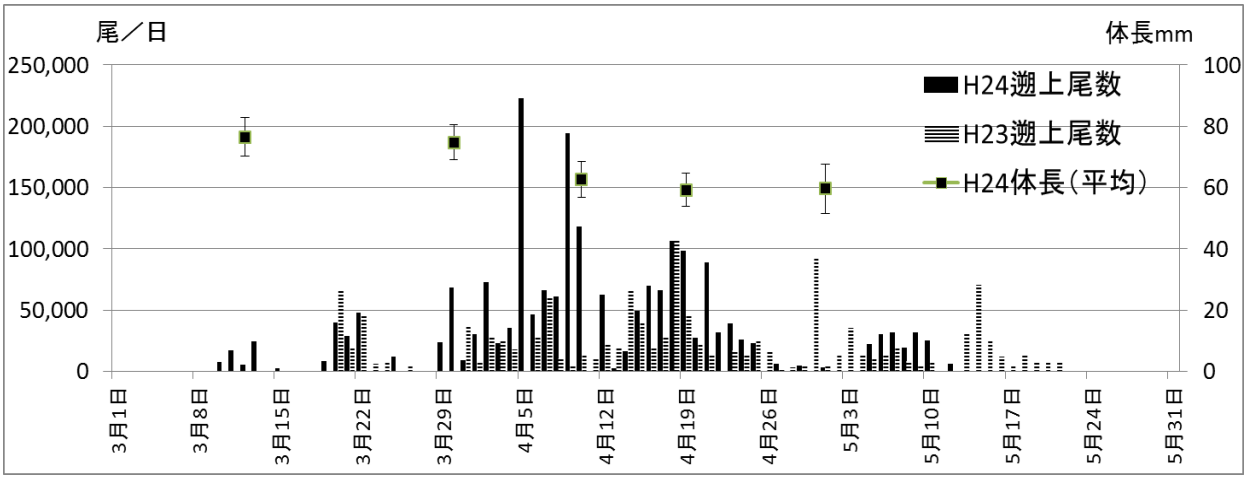
（１）ウと同様に、国交省から平成22年における観測値が聞き取りにより新たに得られたため、末尾に参考資料として掲載するとともに、４項の解析に供した。

４　考　察

（１）遡上稚魚モニタリング調査

１日当りの遡上尾数を平成23年分とともに、また平成24年の平均体長を図６に示す（バーは標準偏差)。平成24年は平成23年と比べ遡上尾数が増えただけでなく、全体的に約2週間程度遡上の時期が早かった。

図６　１日当り遡上尾数及び体長計測値



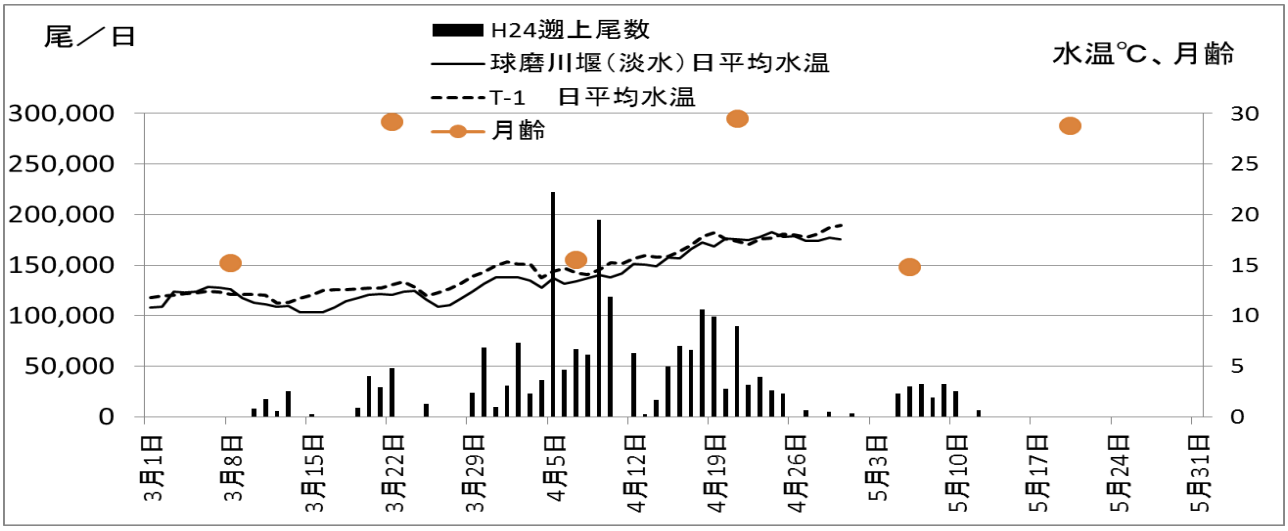


図７　１日当り遡上尾数、水温及び月齢

次に、平成 24 年における１日当り遡上尾数と球磨川堰（淡水）及び T-1 地点の日平均水温を月齢とともに図７に示す。遡上ピーク期における水温は河川、海域ともに概ね 13～15℃の範囲にあり、また、大潮前後で水温が前日から 1℃近く上昇した日によく遡上する傾向にあった。

これまでの球磨川での稚アユの遡上の調査結果から、一般的に「アユの回遊の法則」と呼ばれている「早く生まれた個体ほど早期に遡上し、早く遡上する個体ほど成長が良い」こと、また大潮時に遡上が多いことが球磨川においても明らかになった。

（２）成長・成熟調査

日別の雌サンプルの平均 GSI を過去３年と併せ図８に示す。この中では平成 23 年の成熟時期が早く、また最大値も高かった。

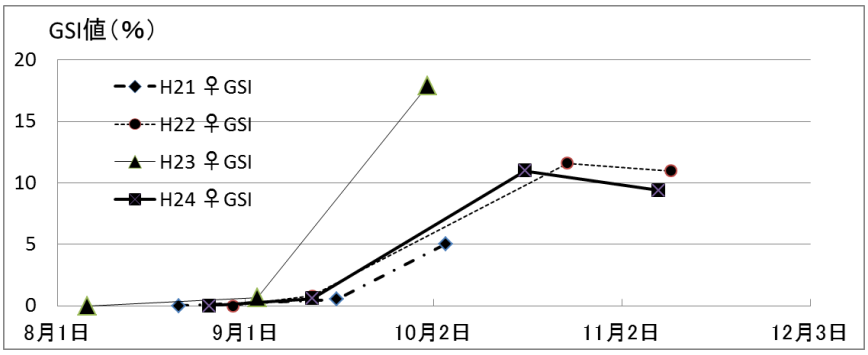


図８　平成 21 年～24 年における雌 GSI 調査日別推移（遥拝堰下流採集分）

（３）流下仔アユ調査

ア　平成 21～22 年度の流下仔アユ調査の結果数値変更

平成 22 年について、国交省観測値（仔アユ個体数及び現場流速等）を加えた。また、公表流量値（横石）を用いて３（１）ウと同方法で日別推定尾数を再計算した。結果を表８に示す。既報時における濾水量の違算を同時に訂正したため、いずれの調査日も尾数は既報値より大幅に増えた。また同様に平成 21 年におけても濾水量の違算を修正した（表９）。以上のことから推定総流下仔アユ尾数の再計算を行ったところ、平成 21 年度を既報の 2,700 万尾から約１億尾へ、平

成 22 年度を同じく 3,200 万尾から約 1.5 億尾に変更する。また、平成 22 年度の流下ピーク期を 11 月 19 日から 10 月下旬～11 月上旬に変更し、これらの変更値をもって考察を行った。なお、変更後の仔アユ個体数密度一覧を本編末尾に参考資料として掲載した。

表８　一日当り推定流下尾数 H22

調査回次	調査日	一日当り推定流下尾数	調査機関	備考
第1回	H22.10.14	425,695	国交省	今回追加
第2回	H22.10.28	5,099,560	国交省	今回追加
第3回	H22.11.5	3,041,711	水研	
第4回	H22.11.12	5,207,373	水研	
第5回	H22.11.19	3,830,099	水研	
第6回	H22.11.26	97,766	水研＋国交省	今回追加

表９　一日当り推定流下尾数 H21

調査回次	調査日	一日当り推定流下尾数
第1回	H21.10.15	71,028
第2回	H21.10.27	5,724,398
第3回	H21.11.18	447,816
第4回	H21.11.30	624,989
第5回	H21.12.15	0

イ　平成 23 年の流下仔アユ調査の結果数値変更

前述のように流量データについては当初報告では速報値の流量を用いて算出しており、流量の確定に伴い流下仔アユ推定総尾数の変更がある。平成 23 年の流量確定（国交省 HP 掲載）に伴い流下仔アユ推定総尾数を既報の約５億尾から約６億尾に変更した。なお、個体数密度データや推定流下ピーク期についての変更はない。

ウ　平成 21～24 年の流下状況の比較

日別推定流下尾数を過去３ヶ年と併せ図９に示す。総尾数は平成 21～22 年が 1～1.5 億尾と少なく、平成 23～24 年が 6 億尾程度と多かったが、多かった平成 23 年と平成 24 年を比較すると、平成 23 年がピークに達する時期がやや早いが、ピークの期間としては平成 24 年の方が長いと推定された。

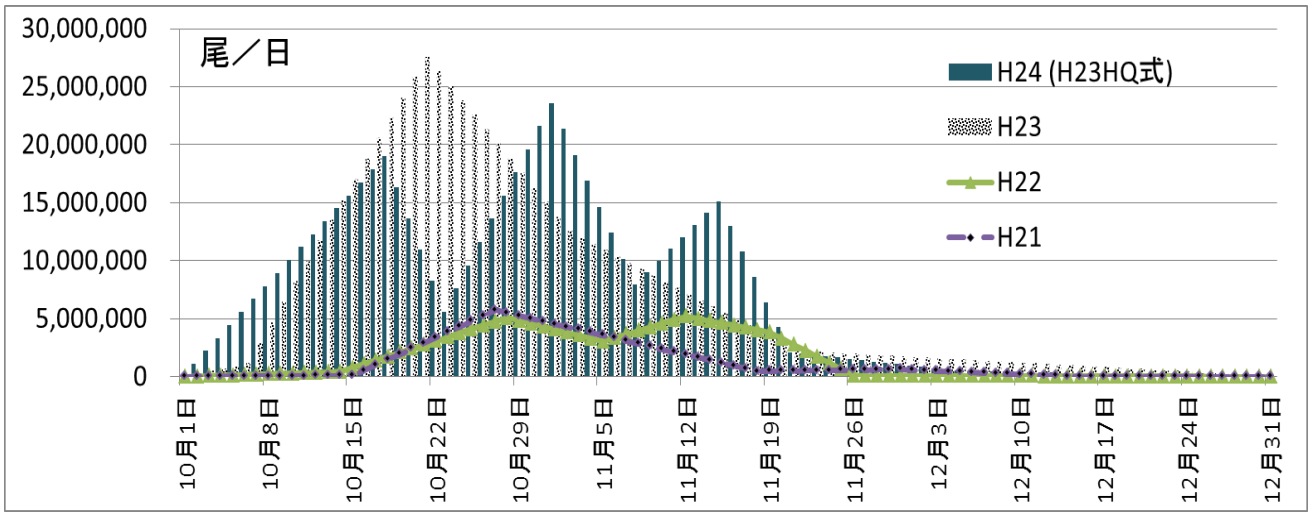


図９　平成 21～24 の日別推定流下尾数

平成 23 及び 24 年について水温と月齢を併せて図 10 及び 11 に示す。平成 24 年は球磨川堰（淡水）水温について 9 月のデータがないものの、３（１）オから 10～11 月がほぼ同温であった球磨川堰下流（感潮域）のデータがあったため参考として掲載した。産卵から孵化までの積算水温を考慮し流下の約２週間前を産卵時期と考え、平成 24 年は概ね 20℃前後から産卵が始まり 15℃前後に産卵盛期が終わったと思われる。これはアユの産卵適水温 12～20℃の範囲内であり、GSI の推移とも一致している。また、大潮と流下ピークのサイクルが一致しているが、一般に大潮に産

卵が多いことから上述の２週間後の孵化によりサイクルが一致している可能性が考えられる。

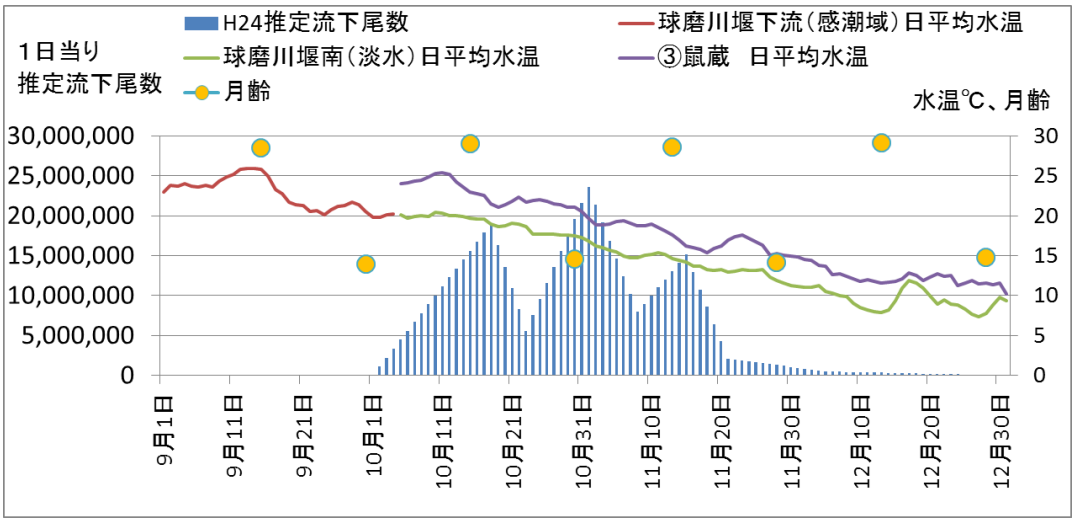


図 10　平成 24 年における日別推定流下尾数、水温及び月齢の推移

しかし平成 23 年は大潮のサイクルとの関連はうかがえなかった。これは調査頻度の違いによることも考えられ、今後の課題である。また、GSI の推移も踏まえると、平成 23 年は全体的に産卵盛期が早く始まり早く終わったと思われる。産卵ピーク期の水温は 20℃を超えた高い水温帯で産卵が続いたと思われる。このことから、産卵及び孵化が活発となる要素として水温や日照時間以外の何らかの項目が働いていると考えられる。これについて球磨川漁協への聞き取りから、平成 23 年は夏季に雨量が多く例年に比べ下流域の秋季漁獲が多めであったこと、また平成 24 年はシーズン全体を通し濁りの時期が多く、漁獲が不調であったものの、秋季に好漁となったことなど、雨の傾向や親魚密度等も産卵・孵化総数に影響を与えると思われる。

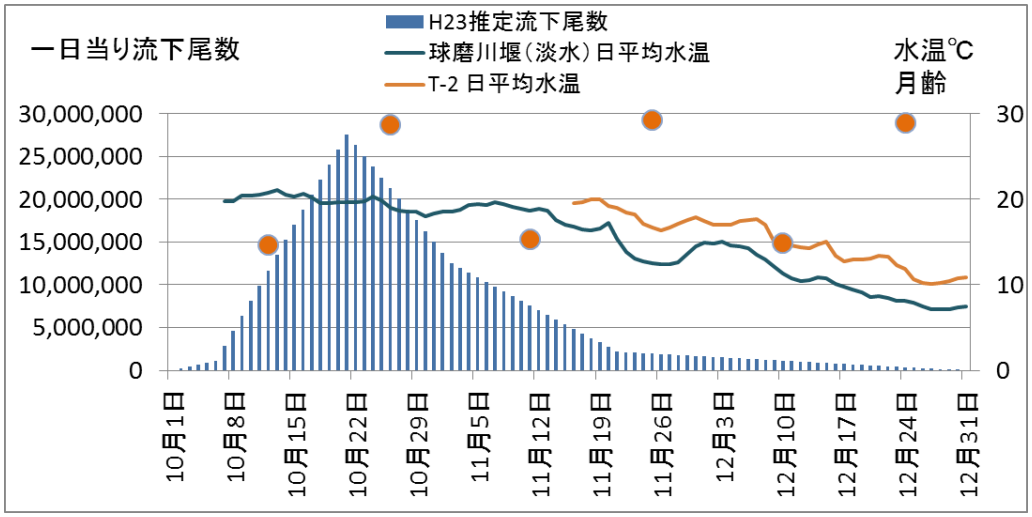


図 11　平成 23 年における日別推定流下尾数、水温及び月齢の推移

（４）海域生息状況調査

まず、平成 23 年の調査結果から地点別の生息状況の傾向を整理する。St.③植柳漁港（鼠蔵）については、採捕尾数が毎回少なかったが、河川水が強く当たる箇所で、流れも比較的速いことから調査地点として不適であったと考える。また、St.⑦大島南船溜まりも採捕が少なかった。この地点は至近の砂浜に生息する個体の採集を狙ったが、船溜まりの入り口が狭く、仔アユの往来が少ない

こと、あるいは他の地点と比べて河口から大きく回り込んでおり、仔アユ分布が少ないといったことが原因と推定される。また、④～⑥については採集状況がよく似ており、その中でも⑥がよく採集できた。以上のことから、平成 24 年の調査では St.③及び⑦をはずし、④～⑥を⑥のみで代表し、また流下直後の群を調べるため St.②が必要であることから、St.②及び⑥に調査地点を集約した。同様な理由から、平成 23 年調査結果からは、主として St.②及び④～⑥をもって考察を進める。

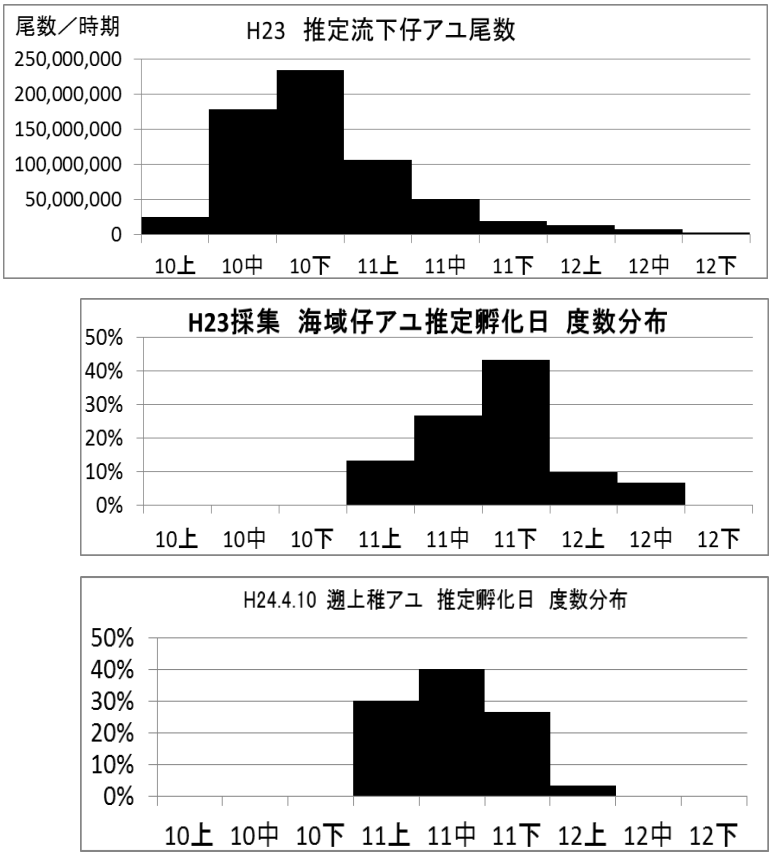


図 12　平成 23～24 年における時期別推定流下尾数（上段）、海域採集群の推定孵化日組成（中段）及び遡上稚アユ（平成 24 年 4 月 10 日　N=30 尾）の推定孵化日組成（下段）

平成 23 年の推定流下仔アユ尾数について 1 ヶ月を上・中・下旬に３分割してまとめ、同様に最も採集が多かった平成 24 年 1 月 5 日～6 日の採集群の中から St.④から 10 個体、⑥から 20 個体の計 30 個体分の推定孵化日を、また平成 24 年遡上稚アユの中から遡上期間のほぼ盛期にあたる平成 24 年 4 月 10 日採取の 30 尾について推定孵化日を度数分布（%）としてまとめ、図 12 に示す。海域採集群と遡上稚アユ群のいずれも、推定流下仔アユ尾数から想像する流下ピーク期である 10 月の孵化個体がなかった。ただし、これは１ヶ年のみの結果であり、また耳石分析誤差も考えられるため、今後データを蓄積し詳細な検証を行う必要がある。

５　参考文献

１）九州農政局：熊本県農林水産統計年報（第58次）,熊本、熊本農林統計協会
２）日本産稚魚図鑑（沖山宗雄編集）　東海大学出版会,1988

参考資料　平成 21 及び 22 年度　流下仔アユ調査における個体密度（修正版）

調査回次	調査日	調査時間	仔アユ採捕尾数	調査時間（50min）当り濾水量m3	個体数密度（尾／1,000m3）
第1回	H21.10.15	18:00-18:50	1	58.4	17
		19:00-19:50	0	54.2	0
		20:00-20:50	0	53.9	0
		21:00-21:50	1	55.1	18
		22:00-22:50	2	57.8	35
		23:00-23:50	2	52.6	38
	H21.10.16	0:00-0:50	4	57.1	70
		1:00-1:50	7	49.6	141
		2:00-2:50	1	38.2	26
		3:00-3:50	1	41.8	24
		4:00-4:50	5	42.8	117
		5:00-5:50	0	45.2	0
第2回	H21.10.27	18:00-18:50	52	56.0	929
		19:00-19:50	83	47.4	1,751
		20:00-20:50	187	48.7	3,836
		21:00-21:50	90	46.3	1,944
		22:00-22:50	53	45.4	1,168
		23:00-23:50	61	40.9	1,490
	H21.10.28	0:00-0:50	84	41.7	2,015
		1:00-1:50	95	36.5	2,603
		2:00-2:50	139	38.5	3,609
		3:00-3:50	340	37.9	8,966
		4:00-4:50	380	35.7	10,642
		5:00-5:50	98	34.7	2,827
第3回	H21.11.18	18:00-18:50	4	165.1	24
		19:00-19:50	4	137.0	29
		20:00-20:50	1	134.0	7
		21:00-21:50	8	128.0	63
		22:00-22:50	16	127.1	126
		23:00-23:50	26	129.1	201
	H21.11.19	0:00-0:50	20	131.5	152
		1:00-1:50	32	129.9	246
		2:00-2:50	10	126.2	79
		3:00-3:50	14	124.2	113
		4:00-4:50	16	114.6	140
		5:00-5:50	18	103.6	174
第4回	H21.11.30	18:00-18:50	5	49.0	102
		19:00-19:50	1	46.6	21
		20:00-20:50	11	40.8	270
		21:00-21:50	11	42.4	260
		22:00-22:50	0	57.8	0
		23:00-23:50	4	42.8	93
	H21.12.1	0:00-0:50	10	41.9	239
		1:00-1:50	20	40.2	498
		2:00-2:50	27	41.4	653
		3:00-3:50	11	46.4	237
		4:00-4:50	36	35.6	1,012
		5:00-5:50	40	36.7	1,091
第5回	H21.12.15	18:00-18:50	0	30.9	0
		19:00-19:50	0	44.4	0
		20:00-20:50	0	19.8	0
		21:00-21:50	0	19.6	0
		22:00-22:50	0	11.6	0
		23:00-23:50	0	16.7	0
	H21.12.16	0:00-0:50	0	17.1	0
		1:00-1:50	0	15.9	0
		2:00-2:50	0	15.9	0
		3:00-3:50	0	15.5	0
		4:00-4:50	0	19.4	0
		5:00-5:50	0	17.8	0

※平成 21 年は全調査回次とも水研が実施

※平成 22 年の国交省観測分のうち濾水量及び個体数密度は、国交省が観測した流速等の現場データから水研が算定

調査回次	調査機関	調査日	調査時間	仔アユ採捕尾数	調査時間（50min）当り濾水量m3	個体数密度（尾／1,000m3）
第1回	国交省	H22.10.14	18:00-18:50	8	94.7	84
			19:00-19:50	6	94.7	63
			20:00-20:50	3	99.7	30
			21:00-21:50	3	84.7	35
			22:00-22:50	6	54.8	109
			23:00-23:50	9	49.8	181
		H22.10.15	0:00-0:50	4	34.9	115
			1:00-1:50	6	34.9	172
			2:00-2:50	18	34.9	516
			3:00-3:50	15	34.9	430
			4:00-4:50	33	39.9	828
			5:00-5:50	13	29.9	435
			6:00-6:50	1	24.9	40
第2回	国交省	H22.10.28	18:00-18:50	98	74.7	1,311
			19:00-19:50	52	79.7	652
			20:00-20:50	39	79.7	489
			21:00-21:50	54	84.7	637
			22:00-22:50	26	79.7	326
			23:00-23:50	31	84.7	366
		H22.10.29	0:00-0:50	48	84.7	567
			1:00-1:50	128	64.8	1,976
			2:00-2:50	54	44.8	1,204
			3:00-3:50	351	49.8	7,044
			4:00-4:50	278	34.9	7,970
			5:00-5:50	58	34.9	1,663
			6:00-6:50	14	39.9	351
第3回	水研	H22.11.5	18:00-18:50	16	91.0	176
			19:00-19:50	38	59.8	635
			20:00-20:50	80	67.2	1,191
			21:00-21:50	91	34.6	2,627
			22:00-22:50	55	30.6	1,800
			23:00-23:50	34	25.8	1,318
		H22.11.6	0:00-0:50	31	30.7	1,010
			1:00-1:50	40	28.6	1,397
			2:00-2:50	45	24.1	1,871
			3:00-3:50	60	21.8	2,757
			4:00-4:50	89	19.1	4,669
			5:00-5:50	71	23.3	3,044
第4回	水研	H22.11.12	18:00-18:50	11	48.2	228
			19:00-19:50	78	39.2	1,991
			20:00-20:50	81	29.0	2,793
			21:00-21:50	38	23.4	1,626
			22:00-22:50	64	17.6	3,628
			23:00-23:50	85	14.5	5,843
		H22.11.13	0:00-0:50	65	10.0	6,522
			1:00-1:50	37	11.5	3,230
			2:00-2:50	26	8.0	3,242
			3:00-3:50	19	11.7	1,620
			4:00-4:50	51	9.6	5,326
			5:00-5:50	41	6.6	6,214
第5回	水研	H22.11.19	18:00-18:50	106	33.2	3,195
			19:00-19:50	28	29.0	965
			20:00-20:50	76	29.9	2,542
			21:00-21:50	109	31.6	3,453
			22:00-22:50	65	30.5	2,128
			23:00-23:50	0	33.9	0
		H22.11.20	0:00-0:50	調査なし	－	－
			1:00-1:50	調査なし	－	－
			2:00-2:50	調査なし	－	－
			3:00-3:50	調査なし	－	－
			4:00-4:50	調査なし	－	－
			5:00-5:50	調査なし	－	－
第6回	水研	H22.11.26	18:00-18:50	0	17.4	0
			19:00-19:50	1	13.5	74
			20:00-20:50	0	13.8	0
			21:00-21:50	2	9.0	221
			22:00-22:50	1	18.6	54
			23:00-23:50	2	14.7	136
	国交省	H22.11.27	0:00-0:50	0	39.9	0
			1:00-1:50	0	29.9	0
			2:00-2:50	2	34.9	57
			3:00-3:50	4	34.9	115
			4:00-4:50	3	34.9	86
			5:00-5:50	2	34.9	57
			6:00-6:50	2	34.9	57

養 殖 研 究 部

養殖重要種生産向上事業Ⅰ（県単 平成21年度～平成25年度）

（熊本県下におけるノカルジア症原因菌株の薬剤感受性の動向調査）

1　緒　言

ブリ類養殖は本県の魚類養殖全体の約 40%(H20)を占める重要種である[1)]。近年、西日本の養殖場ではワクチンの普及によりレンサ球菌症の被害が減少傾向にある一方でノカルジア症の発生が増加し問題となっている[2)]。

ノカルジア症は、1967 年に三重県で初めてブリ *Seriola guinqueradiata* およびカンパチ *S.dumerili* で報告された疾病で、外部症状として体幹に膿瘍や結節が形成される「躯幹結節型」と鰓に結節が形成される「鰓結節型」の 2 型が知られている[3)]。近年、ノカルジア症に対する治療薬としてスルファノモノメトキシンナトリウム(以下 SMMX と記載)およびスルフィゾソールナトリウム(SIZ)が承認されたが、本症の外部症状が出てきてから投薬してもその効能は低いことが報告されている[4)]。また、ワクチンは開発検討がなされているものの実用化には至っていない。このように、本症に対して効果的な防除対策がないのが現状であり、今後本県でも本症の拡大が危惧されるため本県における発生状況や薬剤耐性菌の動向について調査をしていく必要がある。

このため本症の薬効の測定法である Tarmer[5)]らのリサズリンを添加したマイクロダイリューション法(以下 REMA 法と記載)を用いて、本県で発症したノカルジア症原因菌（*Nocardia seriolae*）に対する抗生剤の最小発育濃度(以下「MIC」と記載)の測定を行った。

2　方　法

（1）担当者　永田大生、中野平二、三浦精悟

（2）材料および方法

ア　ノカルジア症の発生状況調査および試料の入手

(ア)　調査期間

平成 24 年 4、5、6、10、11 及び平成 25 年 1 月の 6 ヶ月

(イ)　調査場所

ブリ類の養殖が行われている熊本県天草市御所浦町および牛深町の 2 地点

(ウ)　試料

試験に用いた菌は、ブリ、カンパチの 2 魚種について、両地区でノカルジア症による死亡と確認された魚から分離した。なおノカルジア症原因菌 *Nocardia seriolae* であるかの確認は 7H11 寒天培地で 25℃5 日間培養後、抗酸菌染色により淡桃色の糸状で分岐した数珠状の菌を確認して本症原因菌であると判断した。分離菌株の由来は表 1 に示した。

イ　供試菌株

試験に供した菌株は、分離後に 7H11 寒天培地および BHI 寒天培地で再度培養(25℃5 日間)した。細菌がわずかに増殖したら、少量白金耳に取り 5ml の 1 倍濃度カルシウム、マグネシウムイオン調整 Muller-Hinton broth Ⅱ(CAMHB:BD)に植菌し、その際 2g の滅菌ビーズを入れ、25℃で 2～3 日間培養した。その間に 1 日 10 分間、シェイカーで試験管を振とうし、マクファーランド 1 濃度に調整した。その後、菌濃度を、生理食塩水で希釈してマクファーランド 0.5 濃度に調整し試験に供した。

表１　薬剤感受性試験に供試した菌株

No.	月日	魚種	分離部位	備考
1	10月15日	ブリ	表皮の潰瘍	※持ち込みで分離されたもの
2	10月29日	カンパチ	腎臓	
3	10月29日	カンパチ	表皮の潰瘍	
4	10月29日	ブリ	脾臓	
5	11月13日	ブリ	脾臓	
6	11月27日	カンパチ	腎臓	
7	11月15日	カンパチ	表皮の潰瘍	※持ち込みで分離されたもの
8	11月27日	カンパチ	－	
9	11月27日	ブリ	脾臓	
10	11月27日	ブリ	脾臓	

イ　供試薬剤

水産用医薬品として実際の現場で用いられている可能性が高いエリスロマイシン(以下 EM と記載)、塩酸オキシテトラサイクリン(以下 OTC と記載)、スルファノモノメトキシン(以下 SMMX と記載)の 3 種類の薬剤を供試した。

ウ　薬剤感受性試験

Tarmar ら[5]の方法に準じて行った。各薬剤は 25.6mg/10ml を原液(Stock Ⅰ)として、0.32mg/ml(Stock Ⅱ)、0.04mg/ml(Stock Ⅲ)を作成し、OTC、EM は 2 倍濃度の CAMHB 液体培地で、SMMX は 1 倍濃度の CAMHB 液体培地で最終濃度が 0.5～256μg/ml(10 系列)となるように希釈系列を作成した。

その後、96 穴ウェルに作成した薬剤液を 100μl 入れ、濃度調整した菌液を 100μL 入れた。OTC および EM は 4 日間、SMMX は 5 日間 25℃で培養後、0.01%リサズリン溶液を各ウェルに 30μL ずつ添加し一晩培養後色の変化を確認し、リサズリンの色が青から赤紫およびピンクなったものを感受性有として判定した。

３　結果および考察

（１）　REMA 法によるノカルジア症の薬剤感受性試験結果供試した本症の原因菌に対する各薬剤の MIC の測定結果を示した。

ア EM に対する MIC 値

EM の MIC の分布は、>0.5μg/ml、32～256<μg/ml と分布が二峰性を示し、耐性株の出現が認められた。このような傾向は板野[2]らも報告しており、耐性株の出現は本県での EM の使用状況との関連性があると考えられた。

表２　EM に対する薬剤感受性試験結果

No.	希釈系列(μg/ml)									
	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256
1	+	+	+	+	+	+	+	+	－	－
2	+	+	+	+	+	+	+	－	－	－
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	－
4	+	+	+	+	+	+	+	－	－	－
5	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
6	+	+	+	+	+	+	+	+	－	－
7	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	－	－	－
10	+	+	+	+	+	+	+	－	－	－

イ OTC に対する MIC 値

OTC の MIC の分布は、4.0～8.0μg/ml とすべての菌株で感受性を示した。本抗菌剤は抗菌スペクトルが広く、他の抗生物質に比べて耐性が生じにくいことも報告されており[6]、本症の新たな治療薬としての可能性が考えられた。一方で本抗菌剤による MIC を測定した場合、感受性、低感受性、耐性を示すなど種々な段階の感受性を持つ菌が混在

することが知られており[7]、今回の試験結果ではそのような傾向は認められなかったが今後さらに菌株を増やし調査する必要があると考える。

表 3　OTC に対する薬剤感受性試験結果

No.	希釈系列(μg/ml)									
	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256
1	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
2	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
3	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
4	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
5	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
6	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−
7	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
8	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
9	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−
10	+	+	+	−	−	−	−	−	−	−

ウ SMMX に対する MIC 値

SMMX の MIC の分布は 8～16μg/ml ですべての菌株で類似した MIC の分布を示し薬剤耐性菌の出現は認められなかった。本抗菌剤の MIC については Tamer ら[5]の報告においても 4-32μg/ml とまだ薬剤耐性菌の出現が見られておらず本症の治療薬として有効である可能性があると考えられる。

今後、今回測定された 32μg/ml 以上の MIC 値を有する細菌が出てきた場合は、薬剤耐性菌の出現に注意する必要があると考えられた。

表 4　SMMX に対する薬剤感受性結果

No.	希釈系列(μg/ml)									
	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256
1	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−
2	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−
3	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−
4	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−
5	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−
6	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−
7	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−
8	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−
9	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−
10	+	+	+	+	+	−	−	−	−	−

今回得られた *in vitro* での結果では本症の承認薬である SMMX の薬剤耐性菌は認められず、その有効性が示唆され、さらに OTC についてもその効果がある可能性が示唆された。一方で EM については薬剤耐性菌の出現が認められた。EM については畑井ら[8]は飼育試験でその効能があることを報告しており、今後

これらの薬剤についてさらに菌株数を増やして試験を行うと共に、投薬時期や投薬方法など *in vivo* での試験を行い、*in vitro* と *in vivo* での成績を十分に検討する必要があると考える。

4 文 献

1)熊本県：熊本県水産業振興基本構想　平成 23 年 3 月

2) 板野公一, 川上秀昌. 最近分離された *Nocardia seriolae* の薬剤感受性. *魚病研究* 2002; 37(3):152-153.

3)畑井　喜司雄, 小川和夫.　*新魚病図鑑*　緑書房, 東京都, 2011; 147.

4)楠田理一, 中川敦史. ブリのノカルジア病. Fish Pathology 1978; 13 25-31.

5)Tamer Fawzy Ismail, Atsushi Nakamura, Kenji Nakanishi, Takayuki Minami, Takuya Murase, Soetsu Yanagi, Toshiaki Itami, Terutoyo Yoshida. Modified resazurin microtiter assay for in vitro and in vivo assessment of sulfamonometohoxine activity against the fish pathogen *Nocardia seriolae*.*Fish Sci* 2012.

6)水産庁：水産用医薬品使用指針 1　昭和 55 年 3 月

7) Aoki, T. and Egusa, S. Drug sensitivity of *Aeromonas liquuefaciens* isolated from fresh water fishes. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 1971; 37 176-185.

8)畑井喜司雄, 安元進, 安永統男. 養殖ブリのノカルジア症に対するエリスロマイシンの効果. *Bull of Nagasaki Prefectural of Fisheries* 1984; No.10 85-93.

養殖重要種生産安定化試験Ⅱ（県単 平成23～25年度）

（低魚粉飼料を用いたブリ長期間飼育試験）

1　緒　言

持続的な魚類養殖経営に向けては、漁場環境の改善と生産コストの低減が求められる。このため残餌や糞に含まれる窒素・リンといった海域への環境負荷物質及び生産コストの約半分を占める飼料費の低減のため飼料中の魚粉割合を低下させることが必要である。

水産研究センターでは平成20年度からマダイを供試魚として魚粉割合を21%まで低減し、アミノ酸の利用能を高めるために合成タウリンを添加した飼料を用いた飼育試験を実施し、この魚粉低減飼料が魚粉含有率60%の飼料と同様の成長を示すことや、海域中へのリン負荷量を削減できることを明らかにした。

またブリ養殖においても低魚粉飼料の利用が必要であるが、漁業者には低魚粉飼料を使用した際の成長・生残の悪化やワクチン効果の低下といった不安がある。このため本試験では低魚粉飼料を用いて飼育試験を行い、通常飼料と成長・生残及びワクチン効果を比較した。ワクチン効果の比較にはレンサ球菌症、ビブリオ病、イリドウイルス病を対象とする３価ワクチンを接種後に、レンサ球菌症原因菌（*Lactococcus garvieae*）を用いた攻撃試験を行うとともに、ビブリオ病原因菌（*Vibrio anguillarum*）に対する血中抗体価を測定した。

2　方　法

（1）担当者　松岡貴浩、中野平二、中根基行、永田大生、三浦精悟

（2）材料および方法

ア　飼育試験

（ア）供試魚

県内養殖業者から分与されたブリ当歳魚（平均体重101.1g）を1区（通常飼料区）に110尾、２区（低魚粉飼料区）に108尾用いた。なお試験中間時に飼育水を加温するため試験水槽を変更し、飼育尾数を1区、２区とも61尾ずつに調整した。

（イ）試験期間

平成24年7月27日～平成25年2月4日まで（飼育日数184日）。

（ウ）実施場所

水産研究センター飼育実験棟

7月27日～11月7日　角型FRP製水槽　容積30kl,2面

11月7日～平成25年2月4日　角型FRP水槽　容積15kl,2面

（エ）試験飼料

1区：通常飼料　林兼産業製　ECOグリーン　魚粉含有量57%

2区：魚粉低減飼料　スクレッテイング製　ニューサスティン　魚粉含有量42%

（オ）給餌方法

1回／日・5日／週の手撒きによる飽食給餌を行った。

（カ）　測定項目

試験開始時（7月27日）、中間時（11月7日）、試験終了時（平成25年2月4日）に各区から20尾ずつとりあげ、魚体重、尾叉長を測定した。また、毎給餌時に水温を飯島電子工業（株）製 ID-100を用いて測定し、あわせて死魚を確認した。

（ク）結果の判定

各試験区の体重及び尾叉長については t 検定による有意差判定を行った。また各試験区の死魚については魚病検査を行い死因の確定と死魚数の比較を行った。

イ　ワクチン効果の比較

（ア）供試魚

試験アの終了後に 1,2 区からそれぞれ 10 尾ずつ（平均体重 702.3g）を取り上げ、通常飼料試験区と魚粉低減飼料試験区の 2 区を設け、1 区に 8 尾ずつ収容し、残りの 4 尾を対照区とした。

（イ）実施場所

熊本県水産研究センター隔離実験棟　試験区：FRP 製水槽　容積　3kl　2 面

対照区：FRP 製水槽　容積　0.5kl　1 面

（ウ）試験期間

平成 25 年 3 月 7 日～平成 25 年 3 月 26 日まで（飼育日数 20 日）。

（エ）給餌方法

試験期間中は無給餌とした。

（オ）測定項目

毎給餌時に水温を測定し、同時に死魚を取り上げた。

（カ）ワクチン処理

ワクチン処理はアの試験実施中の平成 24 年 10 月 19 日に 3 価ワクチン（イリドウイルス感染症・ぶりビブリオ病・α溶血性レンサ球菌症混合不活化注射ワクチン）を用法用量に従い接種した。

（キ）レンサ球菌症原因菌による攻撃試験

水産研究センターで-80℃で保存していた *Lactococcus garvieae* 株（平成 22 年採取　シマアジ由来）を 0.5%塩化ナトリウム添加ＢＨＩ寒天培地で 24 時間培養し、倍地上に増殖したコロニーを滅菌生理食塩水で希釈し感染液とした。菌濃度は 6×10^8cfu/ml に調整し、0.1ml ずつブリ腹腔内にツベルクリン用シリンジで接種した。なお、対照区には滅菌生理食塩水を 0.1ml ずつ摂取した。

（ク）ビブリオ病原因菌に対する凝集抗体価の測定

試験終了時にマイクロタイター法でビブリオ病原因菌 *Vibrio anguillarum* に対する凝集抗体価を測定し、ワクチン効果の判定を行った。

まず試験区、対照区から全ての供試魚をとりあげ、容量10mlのシリンジを用いて心臓から採血した。次に採血した血液を室温で24時間放置後、3,000回転で15分間遠心して、血清を分離後45℃で20分間加熱し非動化し凝集抗体価測定サンプルとした。これらの血清をリン酸緩衝食塩液を用いて2階段希釈し、各希釈血清に凝集反応用抗原（ビブリオ病病原菌）を等量加えて、25 ℃で2時間反応させ、更に4℃で１夜静置した後、管底の凝集の有無を観察し、凝集を認めた血清の最高希釈倍数を凝集抗体価とし、試験区と対照区を比較し有意差を確認した。

３　結　果

（１）飼育試験

ア　飼育環境

試験開始時から試験終了時までの試験区の水温を図 1 に示した。水温は、10.1～27.4℃の間で推移した。

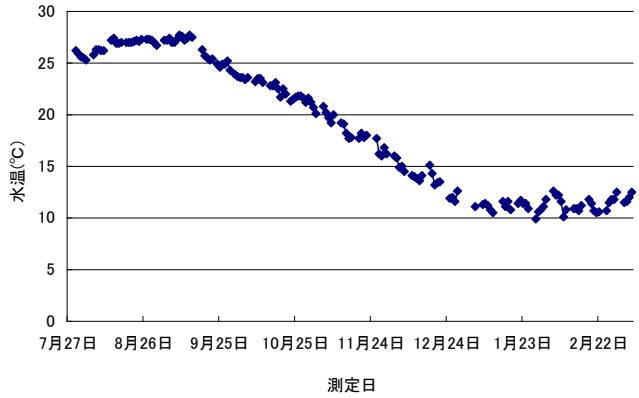


図１　試験期間中の水温変化

イ　飼育結果

飼育結果を表１に示した。

表１　飼育結果

		1区	2区
平均体重(g)	開始時	101.0	101.0
	中間時	676.1	684.1
	終了時	856.8	844.1
平均尾叉長(cm)	開始時	19.1	19.1
	中間時	33.3	33.5
	終了時	35.4	35.2
肥満度	開始時	14.5	14.5
	中間時	18.3	18.3
	終了時	19.4	19.3
増肉係数		2.19	2.45
死魚数(7/27～11/7)		38	26
死魚数(11/7～2/4)		0	0

（ア）魚体重

試験開始時の平均体重は 101.0g であったが、中間時は、1 区が 676.1g、2 区が 684.1g、試験終了時は 1 区が 856.8g、2 区が 844.1g であった。

試験終了時の 1 区と 2 区の有意差を t 検定で検定した結果、有意差は認められなかった。

（イ）尾叉長

試験開始時の平均尾叉長は 19.1cm であったが、中間時は、1 区が 33.3cm、2 区が 33.5cm、試験終了時は 1 区が 35.4cm、2 区が 35.2cm であった。

試験終了時の 1 区と 2 区の有意差を t 検定で検定した結果、有意差は認められなかった。

（ウ）肥満度

試験開始時の肥満度は 14.5 であったが、中間時は、1 区、2 区とも 18.3、試験終了時は 1 区が 19.4、2 区は 19.3 であり同様の値を示した。

（エ）増肉計数

試験開始から終了時までの増肉係数は、1 区 2.19、2 区 2.45 であり、1 区に比べ 2 区は高い値を示した。

（オ）死魚数

死魚は試験開始直後から１ヶ月間が最も多く、１区は 38 尾（死亡率 34.5%）、２区は 26 尾（死亡率 24.1%）と通常飼料区の死魚数が多かった。死魚の魚病検査では死魚から *Lactococcus garvieae* が分離され、このことから試験魚はワクチン接種前にレンサ球菌症に感染していたと判断された。

（２）ワクチン接種効果の比較

ア　飼育環境・死魚数

試験開始時から試験終了時までの 1,2 区の水温を図２に示した。飼育水の加温を試験開始５日から開始した。加温期間中の水温は、18.8～22.3℃の間で推移した。対照区の水温も同様の傾向を示した。1,2 区、対照区ともに試験期間中の死魚はなかった。

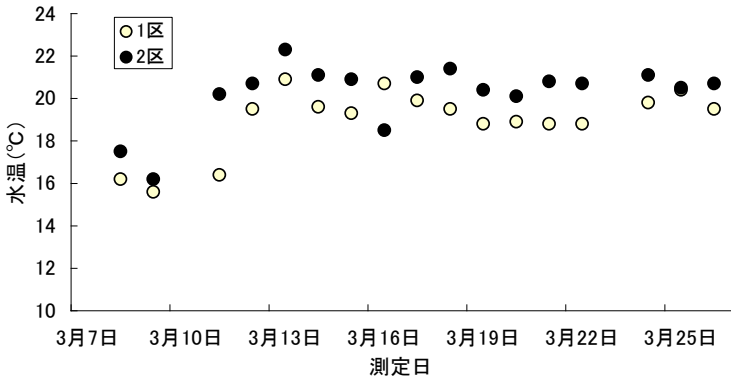


図２　試験期間中の水温変化

イ　凝集抗体価測定結果

凝集抗体価測定結果を表２に示した。1 区の平均は 328 であり、2 区の平均は 216 であった。1 区、２区の凝集抗体価について有意差を t 検定で検定した結果、有意差は認められなかった。

表２ 凝集抗体価測定結果

サンプル番号	１区	２区
No.1	512	256
No.2	256	256
No.3	64	256
No.4	512	256
No.5	512	256
No.6	128	256
No.7	512	128
No.8	128	64
平均	328	216

４　考　察

飼育試験の結果、通常飼料区、魚粉低減飼料区とも試験終了時の魚体重、尾叉長及び肥満度では有意差は認められなかった。しかし増肉係数では通常飼料区が低い値を示し、魚粉低減飼料に比べ良好な成績を示した。

ワクチン効果に関して *Lactococcus garvieae* による攻撃試験では、１区の死魚数が 2 区に比べ多かったが、ワクチン接種前にレンサ球菌症に感染していたと考えられ、飼料の違いによる影響は不明である。また *Vibrio anguillarum* の血中抗体価は通常飼料区、魚粉低減飼料区とも有意差は認められなかった。

以上の結果から、今回の試験ではブリ 0 才魚に魚粉低減飼料を与えても成長面では問題なく、ワクチン効果の低下もビブリオ病については見られないことが明らかになった。しかし今回の試験は試験期間が 184 日と短かく、魚粉低減飼料の評価にはより長期にわたる投与試験が必要である。

養殖重要種生産向上事業Ⅲ（県 単 平成16年度～継続）

（「クルマエビ類の急性ウイルス血症」対策指導）

1　緒　言

クルマエビ養殖に発生するPAV（Penaeid Acute Viremia：クルマエビの急性ウイルス血症）は1993年に本県で初めて発生して以来、クルマエビ養殖業にしばしば多大な被害を与えている。本県ではこの対策として、早期発見、適正飼育の指導を行っている。

本試験ではこの対策の一環として、ＰＣＲ法を用い県内クルマエビ養殖場において養殖期間中のPAVの原因ウイルスPRDV（Penaeid Rod-shaped DNA Virus）の感染状況を検査するとともに、クルマエビ養殖期間中のクルマエビ養殖場の水温変化を調査した。

2　方　法

（1）担当者　中野平二、中根基行、本田久美

（2）試験方法

ア　PRDV検査

平成24年4月～平成24年11月までの期間、天草市、上天草市内で養殖されているクルマエビならびに公的、民間の種苗生産機関で種苗生産されたクルマエビ種苗について検査を実施した。

PRDVの検査は以下の方法で行った。胃の上皮組織が分離可能な個体については胃の上皮組織を用い、それ以外は頭胸部を用いた。検査サンプルはポストラーバまではおおむね50尾分をプールして1サンプルとして、それ以上のサイズのエビの場合は10尾分をプールして1サンプルとし、木村ら(1996）の方法によりPRDVのDNAを抽出し、Mekata *et.al*（2009）によりLAMP法でPRDVの遺伝子を確認し、感染状況を調査した。

イ　クルマエビ養殖場水温調査

平成24年8月～平成24年11月までの期間、上天草市大矢野町の3養殖場に自記式温度計（TR-52S：株式会社佐藤商事製）を設置し、養殖場の水温を連続測定した。

3　結果及び考察

（1）PRDV検査

今年は種苗生産機関のポストラーバステージ（以後P日令と記載　ポストラーバ11日令はP11と記載）及び養殖開始直後の稚エビでPAVが4件発生した。うち3件は種苗生産機関における発生で、8月にP17、P25で発生、10月にP17で発生した。残り1件は養殖場での発生で10月に体重0.9gサイズのクルマエビに発生した。発生した種苗生産機関、養殖場に対しては殺処分や取り上げを指導した。検査サンプル数が発生数より多い理由は、同一群の感染動向を継続して把握するため同じ群のサンプルを複数回検査したためである。なお、この種苗生産機関におけるPAV発生の経緯や原因については別途取りまとめ中である。

表1　PRDV検査結果

検査月	PAV発生件数	検査サンプル数	陽性数
5	0	12	0
6	0	17	0
7	0	6	0
8	6	33	12
9	2	16	3
10	3	16	7
11	0	1	0
計	11	101	22

（2）クルマエビ養殖場水温調査

図１～3 に検査結果を示した。全築堤式A池の最高水温は 8 月 22 日に記録した 31.9℃で、最低水温は 11 月 5 日に記録した 17.5℃であった。半築堤式B池の最高水温は 9 月 5 日に記録した 29.2℃で、最低水温は 11 月 6 日に記録した 18.1℃であった。半築堤式C池の最高水温は 9 月 10 日に記録した 30.1℃で、最低水温は 11 月 6 日に記録した 18.6℃であった。

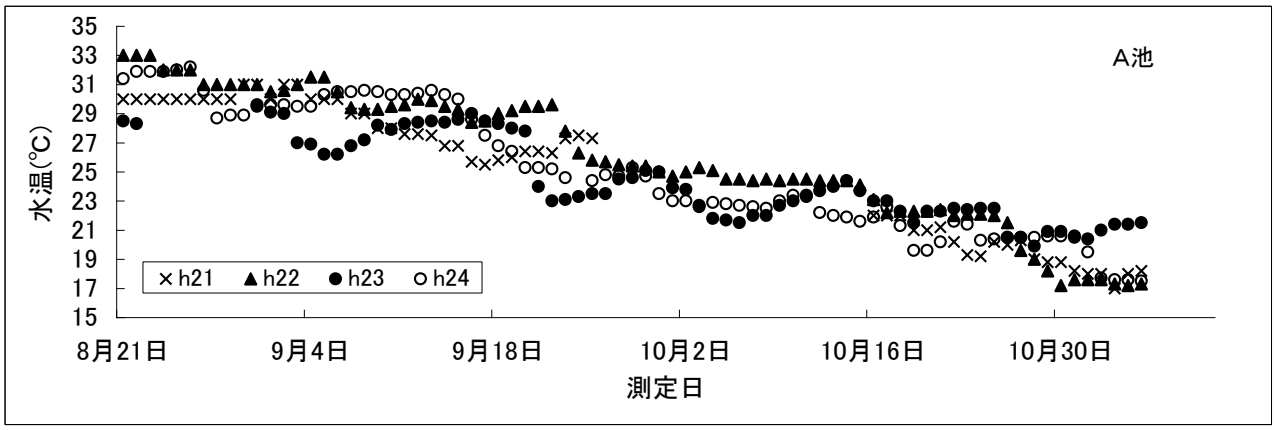


図１　全築堤式Ａ池の水温変化（h24.8.23～h24.11.5）

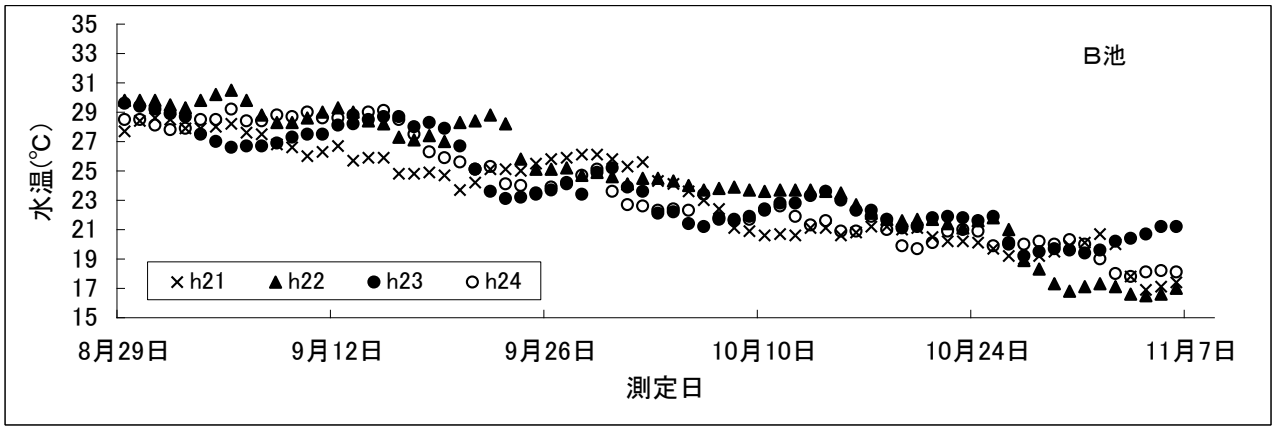


図２　半築堤式Ｂ池の水温変化（h24.8.29～h24.11.6）

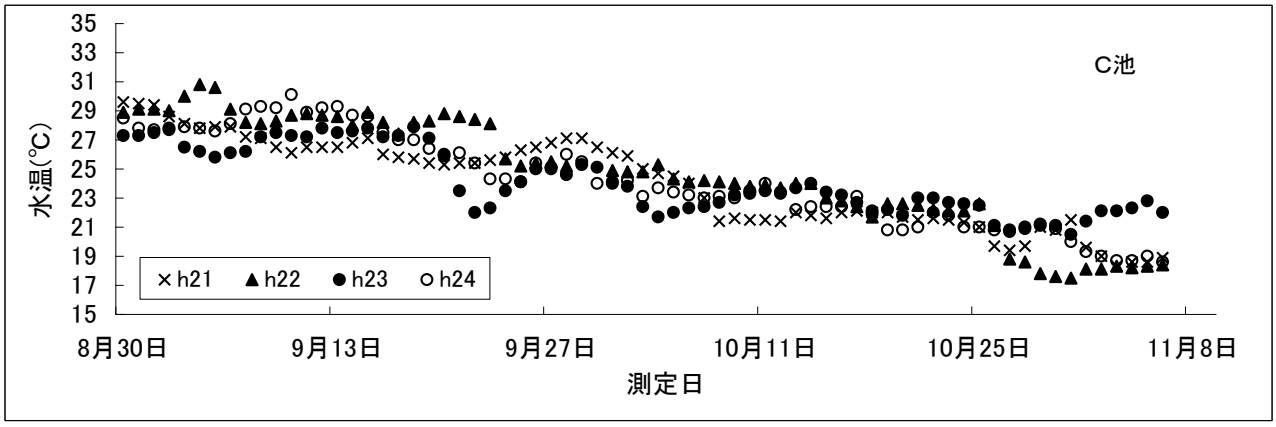


図３　半築堤式Ｃ池の水温変化（h24.8.30～h24.11.6）

4　文献

1）　木村武志，山野恵祐，中野平二，桃山和夫，平岡三登里，井上　潔. PCR 法による PRDV の検出. 魚病研究

1996; 31: 93-98

2) Mekata, T.,Sudhakaran, R., Kono, T., Supamattaya, K., Linh, N.T., Sakai, M. and Itami,t. Rral-time quantitative lppo-mediated isothermal amplification as a simple method for detecting white spot syndrome virus. *Lett Appl Microbiol*

環境負荷低減型複合養殖技術開発試験Ⅰ（県単 平成23～25年）

（ヒトエグサの人工採苗試験及び養殖試験）

1 緒 言

魚類養殖場から海域へ排出される窒素・リンを削減するためには、魚類養殖場で藻類養殖を行う複合養殖の技術開発が必要である。当センターではこの複合養殖対象種として、販売単価が高い（4,595円／kg；H24年度県漁連調べ）緑藻のヒトエグサに着目した。

本県のヒトエグサ養殖は、天草市新和町や同市宮野河内町で行われているが天然採苗に頼った養殖のため採苗が海況等に左右されやすく、生産が不安定になりやすい。このため人工採苗技術の確立が必要である。平成23年度に喜田[1)]の方法を基本に試験を行ったが、珪藻等の雑藻が混入し繁茂して、接合子が死滅することがわかった。そこで、高知大学海洋植物学研究室の指導を受けて、配偶子の走光性を利用したピペット洗浄法と、低照度培養方法を試みた。また、人工採苗した種網は魚類養殖場地区に近接した天草市宮野河内地区のヒトエグサ養殖漁場で養殖試験を行った。

2 方 法

（1）担当者　松岡貴浩、中野平二、中根基行、永田大生、三浦精悟

（2）材料および方法

ア　配偶子放出試験

数多くの接合子を、効率的に得るためには、母藻から同時に大量の配偶子を放出させる必要がある。そこで、喜田[1)]の報告にある『母藻から配偶子を放出させる刺激として、「生乾きのまま干出させる」、「暗処理」、その後の「強光処理」』の３つの条件について試験を行った。

（ア）材　料：天草市新和地先の天然ヒトエグサを、自生している石ごと採取し、母藻として使用した。持ち帰った母藻は当センターの屋外に設置した水槽の中に収容し、流水で管理した。

（イ）期　間：平成24年4月～5月

（ウ）方　法：表1の①から④手順で処理した後、表2の試験区の条件になるように⑤、⑥の手順で設定した後、母藻から配偶子が放出されていたシャーレの枚数を計数した。配偶子の放出は目視観察で行った。

表1　ヒトエグサの前処理手順

手順	内　容
①	ヒトエグサを基部から摘み取る。
②	水道水を流しながら藻体表面の付着生物等を1枚づつ洗浄する。
③	キムタオル等で挟み、葉体表面の水分を切り、生乾きのまま干出した状態にする。
④	葉体1枚を、1枚のシャーレに収容する。
⑤	葉体が入ったシャーレを、暗くしたインキュベーターに収容する（20℃）。
⑥	滅菌海水を加える（加えるまでの時間で干出時間を調整し、12時までに作業終了。）
⑦	15時間後（12～17時・点灯、17～翌日8時・消灯、8時・点灯）に8,000luxの強光を与える。

表2　試験区の概要

試験区	干出時間（時間）	暗処理時間（時間）	処理枚数（枚）
試験区1	0	0	20
試験区2	2	0	20
試験区3	7	0	20
試験区4	2	2	20
試験区5	7	7	20

イ　接合子付け試験

珪藻等の雑藻の混入を極力排除した接合子付けを行う。

（ア）材　料：「配偶子放出試験」で、最も配偶子が放出した条件で前処理し、配偶子が放出されていたシャーレを使用した。

（イ）期　間：平成24年5月11日～6月1日

（ウ）方　法：ピペット洗浄法（表3）で雌と雄の配偶子を接合させた後、プラスチック製の付着板（18cm×9cm）及び滅菌シャーレ（内径約9.5cm）に付着させ、蛍光顕微鏡下で接合子数を計数した。

表3　配偶子と接合子のピペット洗浄法の手順

手順	内　　容
①	配偶子が放出されているシャーレを選ぶ。
②	シャーレの一方向から蛍光灯の強光（8,000lux）を当て、正の走光性で配偶子を集める。
③	キャピラリーピペットで素早く吸い上げ、別途用意しておいた滅菌海水を入れた洗浄用の新しい滅菌シャーレを蛍光灯の前に置いておき、吸い上げた配偶子を、蛍光灯と反対側に静かに吐き出す。
④	再度、正の走光性で集まった配偶子を、キャピラリーピペットで素早く吸い上げる。
⑤	④で吸い上げた配偶子を、滅菌海水を入れた雌雄混合用の新しい滅菌シャーレを蛍光灯の前に置いておき、ランダム（配偶子の雌雄は外見からは判別困難なため）に混合する。
⑥	雄と雌の配偶子が混ざると接合し、負の走光性で蛍光灯の光と反対側に遊泳する。
⑦	集まった接合子をキャピラリーピペットで素早く吸い上げ、50ml遠沈管に収容し、20ml程度にメスアップする。
⑧	1μmの接合子液を計数用に採取した後、残りの接合子液をプラスチック水槽（プラスチック板と滅菌海水入り）又は滅菌シャーレ（滅菌海水入り）の上から振りかける。
⑨	接合子板と接合子シャーレは恒温庫内（20℃）を暗くした状態で保管する。
⑩	2日後、照明を点灯し、培養する。

ウ　接合子板及び接合子シャーレの培養試験

接合子数を定期的に把握するため、接合子板（接合子を付着させたプラスチック板）と接合子シャーレ（接合子を付着させた滅菌シャーレ）の接合子数を顕微鏡下で計数し、接合子付けから採苗までの期間、珪藻等の雑藻の有無を観察するなどの管理を行った。

（ア）材　料：「接合子付け試験」で得た接合子板と接合子シャーレを使用したと。

（イ）期　間：平成24年6月11日～10月

（ウ）方　法：接合子は20℃、500lux、12L：12Dの条件で培養し、約1ヵ月間隔で、各試験区で4枚の接合子板、4枚の接合子シャーレを任意に選び、顕微鏡下で観察し、その数を平均した。珪藻は、接合子板及び接合子シャーレを目視観察し、－（発生なし）、＋（25%以下で発生）、＋＋（25～50%で発生）、＋＋＋（50%以上で）に評価した。

エ　接合子の培養条件毎の生長比較

接合子の生長について基礎的なデータを得るために、最適培養、管理培養、粗放培養の３タイプの条件で培養し生長を比較した。

（ア）材　料：接合子シャーレを使用した。

（イ）期　間：平成24年6月～8月

（ウ）方　法：各区の培養条件は表4のとおり。最適培養区は接合子に最適な条件で培養する試験区、管理培養区は恒温庫等を使用し管理された培養環境で培養する試験区、粗放培養区は、恒温庫を使用しない屋内で自然環境下といった粗放的な培養環境で培養する試験区とした。生長は2枚のシャーレを顕微鏡下（400倍）で観察し、20個の接合子の長径を測定し平均し比較した。なお、最適培養区の培養条件は高知大学 平岡準教授からの助言（未発表）を参考とした。

表4　各区の培養条件

	温度 (℃)	照度 (lux)	光周期 (L:D)	栄養添加※	場所
最適培養区	20	8,000	12：12	1/2 栄養添加剤	インキュベーター
管理培養区	20	500	12：12	1/10 栄養添加剤	恒温室
粗放培養区①	室温	500lux 以下程度	自然日長	1/10 栄養添加剤	飼育実験棟
粗放培養区②	室温	500lux 以下程度	自然日長	滅菌海水	飼育実験棟

※栄養添加剤として第一製網製のノリ糸状体用培養液ノリシードを用いた。表中の1/2はノリシード使用基準の1/2量を、1/10は1/10量をそれぞれ培養水に添加した

オ　接合子の温度別培養試験

接合子の生長について培養温度との関係について基礎的なデータを得るために試験を行った。粗放的な培養環境では、培養水温が夏季には29℃近くの高温に上昇するため、接合子の温度別の生長について試験を行った。

（ア）材　料：接合子シャーレを使用した。

（イ）期　間：平成24年7月8日から平成8月31日

（ウ）方　法：恒温庫内（8,000lux、12L：12D、1/10栄養添加海水）で、20℃、23℃、26℃、29℃、32℃に設定した試験区にシャーレを入れ、2枚のシャーレを顕微鏡下（400倍）で20視野を観察し、接合子の死亡（接合子内の細胞内容物の有無）を確認し、生存している接合子20個の長径を計測し平均し比較した。

カ　接合子の照度別培養試験

接合子の生長について照度との関係について基礎的なデータを得るために試験を行った。照度が低いと接合子の生長が遅れ、成熟時に形成される遊走子の数が少なくなるので、雑藻が生えずに、接合子が生長する照度を調べた。

（ア）材　料：接合子シャーレを使用した。

（イ）期　間：平成24年7月20日から8月10日

（ウ）方　法：恒温庫内（20℃、12L：12D、1/10栄養添加海水）で500lux、1,000lux、4,000lux、8,000luxの照度の試験区で培養をおこない、生長は2枚のシャーレを顕微鏡下（400倍）で観察し、20個の接合子の長径を測定し平均し比較した。また、接合子 20 個の長径を計測した。珪藻の有無は顕微鏡下でランダムに観察して、その有無を確認した。

キ　珪藻対策試験

粗放的に培養する場合に珪藻が混入し接合子の生長を阻害することがあり、珪藻の除去には二酸化ゲルマニュウムの添加が有効であるが、価格が高く大量の接合子板を処理するのには現実的でない。そこで、干出と淡水浴を基本とした除去試験を行った。

（ア）材　料：接合子を付着させたプラスチック板（以下、接合子板）を使用した。

（イ）期　間：平成24年7月20日から8月10日

（ウ）方　法：珪藻が付着した接合子板を 2cm×2cm に細断した後、暗くした 20℃の恒温庫内で 30 分、60 分、90 分、120 分、150 分及び 180 分間の干出を行った。その後、5 分間滅菌海水中で軽く揺すった後で、400 倍の顕微鏡下で 10 視野中の珪藻の脱落の有無と、接合子の死亡の有無を観察した。

ク　接合子成熟試験

喜田[1)] は 10 日間前後の暗処理で成熟が促進され、その後の強光処理（8,000lux）で遊走子が一斉に放出すると報告している。そこで表 5 の条件で成熟を促進させた。

（ア）材　料：接合子シャーレを使用した。

（イ）期　間：平成 24 年 8 月 1 日から 11 月 16 日

（ウ）方　法：表 5 の各試験区に接合子シャーレを 2 枚準備し、後処理後 7 日間、遊走子の放出を顕微鏡下（400 倍）でシャーレ全体をランダムに観察した。

表 5　成熟条件

試験区	接合子のサイズ（μm）	前処理			暗処理（日間）	後処理		
		温度（℃）	照度（lux）	日周期（L:D）		温度（℃）	照度（lux）	日周期（L:D）
試験区 1	40	20	8,000	12:12	10	20	8,000	12:12
試験区 3	40	26	8,000	12:12	11	23	8,000	12:12
試験区 2	40	26	8,000	12:12	10	26	8,000	12:12
試験区 4	40	26	8,000	12:12	11	23	8,000	10:14

ケ　人工採苗試験

（ア）材　料：接合子板及び接合子シャーレを使用した。

（イ）期　間：平成 24 年 8 月 1 日から 11 月 16 日

（ウ）方　法

喜田[1)] の報告及び接合子成熟試験の結果を参考に、恒温室内で表 5 の①～④の管理を行った後で、遊走子の放出を観察した。放出しなかった場合は⑤～⑥の処理を繰り返し、遊走子の放出を促した。

表 6　接合子の培養条件

月日	作業内容	温度（℃）	照度（lux）	光周期（L:D）
①5 月 11 日～6 月 1 日	接合子付け	20	0	－
②6 月 2 日～7 月 22 日	接合子の培養	20	500	12：12
③7 月 23 日～8 月 1 日	昇温（接合子の生長促進）	26	4,000	12：12
④8 月 1 日～8 月 14 日	降温（接合子の成熟促進）	24	4,000	12：12
⑤約 10 日間	暗処理	24	0	－
⑥翌日	強光処理	24	8,000	－

コ　養殖試験

人工採苗し幼葉体に生長した種網を天草漁協宮野河内地先に張り込み、その後の生長を把握した。

（ア）材　料：遊走子付けした人工採苗網（9 枚）、遊走子付けしていない白網（1 枚）

（イ）期　間：平成 24 年 1 月 27 日～平成 24 年 3 月 31 日

（ウ）場　所：天草市宮野河内地先のヒトエグサ養殖場

（エ）方　法

人工採苗網の他に、天然の遊走子が人工採苗網に付着しないかを確認するために白網を張り込んだ。また、試験期間中の水温及び干出中の気温を計測するためにノリ網に連続測定記録式の温度計を設置した。

表7　養殖区の概要

種網	養殖方法	張込水位（cm）	網枚数	網の張り方
人工採苗網	支柱式	115	9枚	1枚を直張り
白　　網	支柱式	115	1枚	1枚を直張り

サ　冷蔵網試験

ヒトエグサ養殖では養殖後期（2 月以降）になると、その他の生物の混入や、香りが低下する等の問題点が発生してくる。ヒトエグサ養殖網をノリの冷凍網と同じように保存できれば漁期中に複数回、網を張り替えることが可能になり養殖生産が安定する。そこで同じ緑藻のスジアオノリの冷蔵方法[4)] を参考に冷蔵試験をおこなった。

（ア）材　料：天草市宮野河内地先で養殖してあるヒトエグサを基部から、ちぎり取り使用した。

（イ）期　間：平成25年3月

（ウ）方　法：葉体を軽く海水中で洗浄した後に、50ml 遠心管中に密閉し、5℃、10℃、15℃に設定したインキュベーター内に保存した。その後、5 日後、9 日後、15 日後、19 日後、30 日後に顕微鏡下（100倍）で、20 視野を観察し死細胞の割合を－（死細胞なし）、＋（死細胞が 25%以下）、＋＋（死細胞の割合が 50 以下）、＋＋＋（死細胞の割合が 50 以上）の 4 段階で評価した。

シ　早期成熟試験

一般にヒトエグサの成熟は5月になり水温が上昇してくると一斉に進行するが、より早期から葉体を成熟させ、接合子を得ることができれば接合子を安定的に確保することができる。そこで、3 月のうちに長日処理等の刺激を与えることで早期に成熟させる方法を検討した。

（ア）材　料：天草市宮野河内地先で養殖してあるヒトエグサを基部からちぎり取り使用した。また天然ヒトエグサは同地先で石に付着して繁茂しているヒトエグサを石ごと持ち帰って使用した。

（イ）期　間：平成25年3月

（ウ）方　法：表1の前処理手順にしたがい処理を行い、配偶子の放出を目視観察した。

3　結果及び考察

（1）配偶子放出試験

試験の結果を表8に示した。このうち2時間の干出処理を暗所で行った試験区4で、20枚中18枚のシャーレで配偶子が放出された。このことから、配偶子放出を効果的に行うには、生乾きのままで2時間の干出処理と2時間の暗処理を行うことが最も効率的だと考えられた。

表8　試験結果

試験区	放出／全体 （枚／枚）
試験区1	1／20
試験区2	12／20
試験区3	4／20
試験区4	19／20
試験区5	10／20

（放出：配偶子を放出したシャーレの枚数、全体：全体のシャーレ枚数）

（2）接合子付け試験

試験結果を表9に示した。接合子が確認された接合子板395枚とシャーレ100枚が得られた。

表9　接合子の数と接合子板等の枚数

	接合させた日		接合した接合子数（千個）		接合子付けした枚数（枚）
試験区1	5月11日	5月23日	（未計数）	104	接合子板75枚
試験区2	5月14日	5月25日	（未計数）	17	接合子板75枚
試験区3	5月15日	5月27日	（未計数）	95	接合子板75枚
試験区4	5月16日	―	10,500	20	接合子板75枚
試験区5	5月17日	5月24日	9,375	10	接合子板75枚
試験区6	5月18日	―	8,125	70	接合子板20枚
試験区7	6月1日	―	1,500	100	シャーレ100枚

（3）接合子板と接合子シャーレの培養試験

試験結果を表10に示した。接合子板を用いた試験区1では、いずれの試験区も6月に最大で100以上あった接合子が7月には10以下に減少していた。一方、接合子シャーレではあまり脱落が発生していなかった。これは、接合子板の枚数（75枚）に対する培養用容器が小型（27cm×16cm×16cm）であったことから夜間に酸欠が発生した可能性があること、培地交換の際の摩擦や衝撃で接合子が落下した可能性があること、7月に雑菌の発生による白濁やヌメリが発生したことが要因と推測された。したがって、今後は培養容器の大型化や、培養容器にエアレーションを加えること、換水方法を改善すること、培養海水の滅菌や培養容器の密閉化を徹底する必要があると等が考えられた。

表10　接合子数の推移

	接合子数（個）※				
観察日	6月5日	7月3日	8月2日	9月3日	9月21日
試験区1	＞100	＜1	＜1	＜1	＜1
試験区2	17	10	8	4	6
試験区3	95	2	＜1	＜1	＜1
試験区4	20	3	＜1	＜1	＜1
試験区5	10	1	＜1	＜1	＜1
試験区6	70	1	1	1	1
試験区7	＞100	58	61	58	63

※6月5日：顕微鏡（蛍光）300倍1視野当たりの個数（3視野の平均）

※7月3日～9月21日：顕微鏡400倍1視野当たりの個数（10視野の平均）

また、珪藻の繁茂状況について表11に示すように、500lux の低照度で培養していた期間は珪藻等の繁茂は観察されなかったが、培養温度を上げ、照度を上げた8週間後には珪藻が殆どの接合子板や接合子シャーレで観察されるようになった。接合子シャーレの方が容器の密閉度が高いために珪藻の繁茂が少なかったと考えられた。なお、珪藻以外の藍藻や緑藻は観察されなかった。

表 11　珪藻の繁茂の推移

	珪藻等の雑藻の有無		培養条件
経過	接合子板	シャーレ	
1 週間後	－	－	20℃、500lux、12L：12D
2 週間後	－	－	20℃、500lux、12L：12D
4 週間後	－	－	20℃、500lux、12L：12D
6 週間後	－	－	20℃、500lux、12L：12D
8 週間後	＋＋＋	＋	26℃、4000lux、12L：12D
10 週間後	＋＋＋	＋	26℃、4000lux、12L：12D

（4）接合子の培養条件別の生長

試験結果を図 1 に示した。試験終了時の長径を比較すると、最適培養、管理培養、粗放培養（栄養あり）区、粗放培養（栄養なし）区の順に生長が良かった。温度や照度、光周期を管理しない粗放培養区でも、栄養剤添加を行った区では最適培養区の約 70%の大きさに生長しており、接合子内の内容物も充実していたことから、十分に実用的な培養方法であると考えられた。なお、粗放培養を行った飼育実験棟内は試験期間中 24.0～32.5℃の範囲で気温が推移していた。

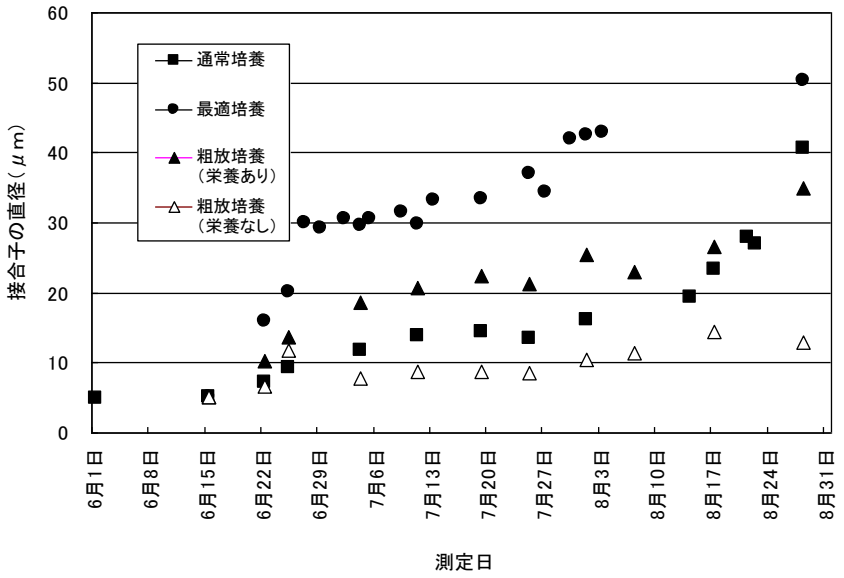


図 1　培養条件別の生長

（5）接合子の温度別培養試験

試験結果を図 2 に示した。各試験区で、試験期間中に死亡した接合子は観察されなかった。また試験終了時の生長を比較すると、29℃、32℃、23℃、26℃、20℃の順に大きかった。29℃、32℃の高温でも、むしろ高生長を示しており、32℃までであれば培養できることがわかった。

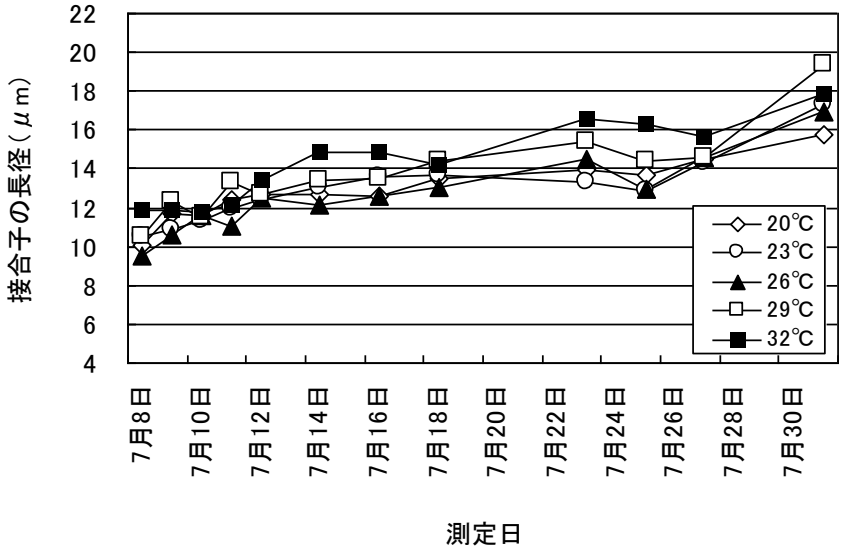


図２　温度別培養試験の結果

（6）接合子の照度別培養試験

試験結果を図 3 に示した。試験終了時の生長を比較すると、4,000lux、8,000lux、1000lux、500lux の順に大きかった。ただし 4,000lux、8,000lux では珪藻の繁茂が 5 日目に観察されたことから、4000lux 以上での接合子の長期培養は不適と考えられた。一方、500lux と 1000lux では珪藻が繁茂しなかったが、生長が十分ではなかった。そこで、効率的に接合子を生長させ、雑藻が繁茂しないためには、培養初期は 500～1,000lux の低照度で培養を行い、その後、4000lux～8,000lux の高照度で生長を促進する方法が考えられた。

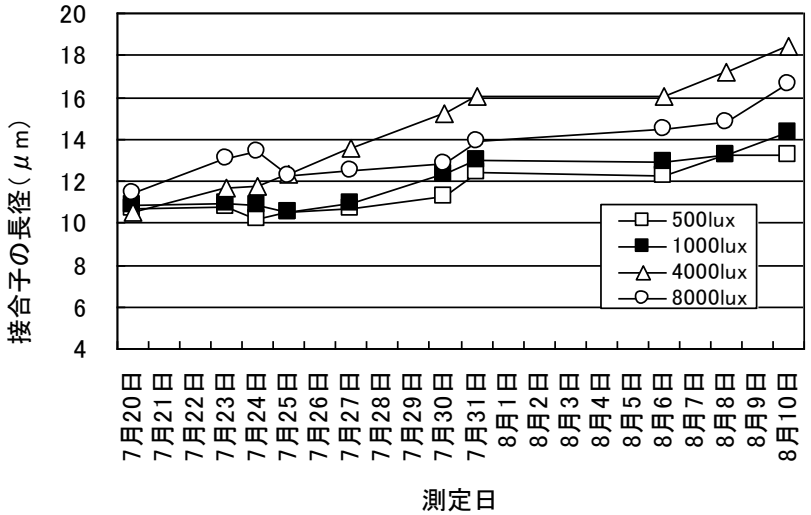


図３　照度別培養試験の結果

（7）珪藻対策試験

結果は表 13 のとおり。試験当日の観察では、全ての区で珪藻の顕著な脱落を確認することができなかった。また、接合子の死亡も確認できなかった。大貝[3)] は着生珪藻には粘液を分泌する粘液孔があり、粘液で付着した後に 2～3 日後には強く固着することを報告している。今回使用した接合子板が、珪藻が付着して長期間経過していたことから、珪藻が強固に固着しており、干出では脱落しなかったと考えられた。ま

た、1 週間後に接合子板を確認したところ、全ての区で珪藻の顕著な脱落は観察されなかったものの、160 分間の区では 10 視野中 8 視野で接合子の死亡が確認されたことから、160 分間の干出は長すぎると考えられた。今後、珪藻が付着し始めて目視できるようになる初期の段階で再試験する必要がある。

表 13　珪藻対策試験の結果

試験区	干出時間（分）	珪藻の脱落※（視野／視野）		死亡した接合子※※（視野／視野）	
試験区 1		当日	1 週間後	当日	1 週間後
試験区 2	30	0／10	0／10	0／10	0／10
試験区 3	60	0／10	0／10	0／10	0／10
試験区 4	90	0／10	0／10	0／10	0／10
試験区 5	120	0／10	0／10	0／10	0／10
試験区 6	150	0／10	0／10	0／10	0／10
試験区 7	160	0／10	0／10	0／10	8／10

※　珪藻の脱落が確認出来た視野数／観察した視野数

※※　接合子の死亡が確認出来た視野数／観察した視野数

（8）接合子成熟試験

結果は表 14 のとおり。強光の刺激を与えて 7 日間観察したが、遊走子が一斉に大量に放出されることはなかった。一部の接合子では接合子の成熟が進み、放出孔が突出し（写真 2）、遊走子が放出されたことが観察されたが（写真 3、4）、大量の遊走子が一斉に放出されることはなかった。

表 14　遊走子の放出状況

試験区	遊走子の放出（日目）						
	1	2	3	4	5	6	7
試験区 1	×	×	×	×	×	×	×
試験区 2	×	×	×	×	×	×	×
試験区 3	×	×	×	×	×	×	×
試験区 4	×	×	×	×	×	×	×

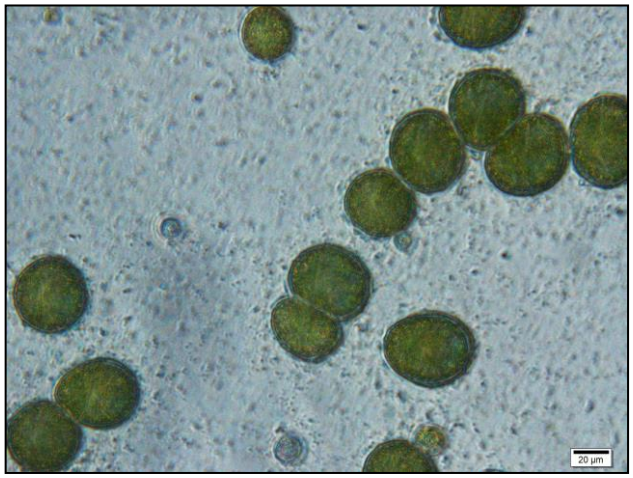


写真 1

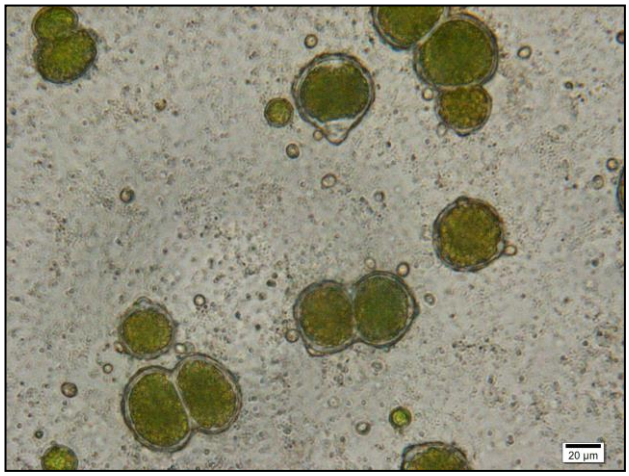


写真 2

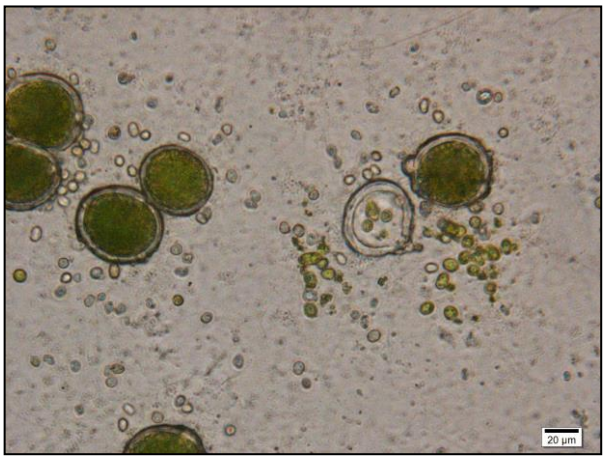


写真３

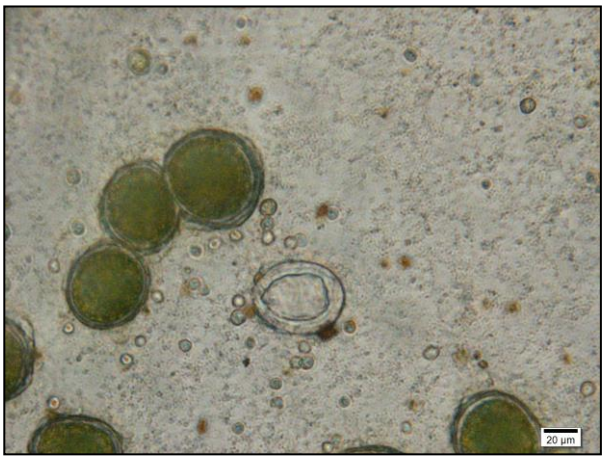


写真４

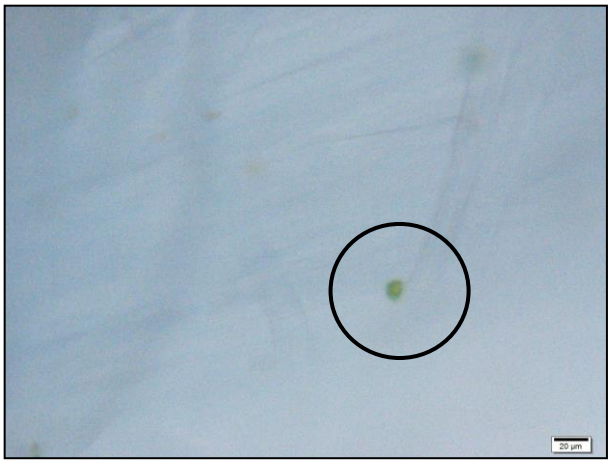


写真５

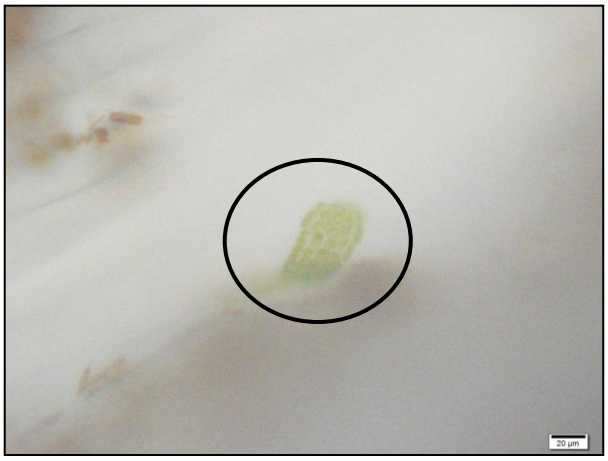


写真６

写真１　未成熟の接合子。

写真２　成熟が進み放出孔が突出した接合子

写真３　写真２よりも成熟が進み、放出孔が開孔し遊走子が放出された。遊走子は鞭毛で激しく泳ぎ回る。

写真４　遊走子が放出され、接合子内が空になった接合子

写真５　ノリ網に付着したばかりの遊走子

写真６　細胞分裂が進んだヒトエグサ

（9）人工採苗試験

結果は表14のとおり。複数回⑤～⑥の操作を行ったが、遊走子が一斉に大量に放出されず、ノリ網1cm当たりの遊走子付着数を顕微鏡下で観察したところ、1以下であった。喜田は適正な着生密度は100個／cm前後と報告しており、今回は付着数が少なかった。網に付着した遊走子は育苗期間中に幼葉体に生長したのが観察された。一方、鏡漁業協同組合が行った、粗放的な培養（組合のカキ殻培養場で自然水温、約500lux、自然日長）では、一斉成熟及び一斉放出が確認されており、接合子の培養には毎日の温度変化や、季節の水温変化が必要と推測された。

表 14　ノリ網 1cm 当たりの遊走子付着数

試験網	遊走子付着数 （個／網糸 cm）
試験網 1	＜1
試験網 2	＜1
試験網 3	＜1
試験網 4	＜1
試験網 5	＜1
試験網 6	＜1
試験網 7	＜1
試験網 8	＜1
試験網 9	＜1

（10）養殖試験

人工採苗し幼葉体に生長した種網を 11 月 20 日、宮野河内地先（2 箇所）に張り込んだが、ヒトエグサの着生が少なかったため、網に大量のノリが混生してしまった。ヒトエグサの生長を把握することが困難になったので試験は 1 月 30 日に網を回収し、試験を終了した。

写真 9

写真 10

写真 9　ノリの覆われているヒトエグサ人工採苗網（網の殆どの部分）

写真 10　ヒトエグサが繁茂している人工採苗網（網全体のごく一部）

（9）冷蔵網試験

結果は表 15 のとおり。試験区 3 では 30 日経過した時点で死細胞が 50%以上となり葉体がバラバラになったが、試験区 1、2 では死亡した細胞は確認されなかった（表 15）。更に長期間の経過を観察中である。

表 15　冷蔵網試験の結果

試験区	冷蔵温度 (℃)	経過 （日後）				
		5	9	15	19	30
試験区 1	5	－	－	－	－	－
試験区 2	10	－	－	－	－	－
試験区 3	15	－	－	－	＋＋	＋＋＋

（１０）早期成熟試験

結果は表 16 のとおり。材料に養殖ヒトエグサを使った場合は、4 回の試験を行ったが 4 回とも 7 日間経過しても配偶体の放出はなかった。一方、天然ヒトエグサでは、2 回の試験を行って 2 回とも処理後１日目に放出した。天然ヒトエグサのみ放出した原因は不明である。

表 16　遊走子の放出状況

試験区	遊走子の放出（日目）								
	開始日	天然・養殖	1	2	3	4	5	6	7
試験区 1	3 月 11 日	養殖	×	×	×	×	×	×	×
試験区 2	3 月 14 日	養殖	×	×	×	×	×	×	×
試験区 3	3 月 18 日	養殖	×	×	×	×	×	×	×
試験区 4	3 月 18 日	天然	○						
試験区 5	3 月 29 日	養殖	×	×	×	×	×	×	×
試験区 6	3 月 29 日	天然	○						

４　参考文献

１）喜田和四郎、ヒトエグサの人工採苗の手引き（1973）

２）三浦昭雄編、食用藻類の栽培（日本水産学会監修）、p25-34（1992）

３）大貝政治、のり葉体及びのり網に着生する珪藻の生態に関する研究、p74-79, 82（1986）

４）徳島県水産試験場鳴門分場、スジアオノリ講習会資料、p8-10（1998）

環境負荷低減型複合養殖技術開発事業Ⅱ（県　単　平成23～25年度）

（アサリ人工稚貝育成試験）

1　緒　言

近年八代海ではシャットネラ赤潮が多発し、魚類養殖業に甚大な被害を与えている。この赤潮発生の原因の一つとして、八代海の富栄養化があげられている。本事業では赤潮対策として、海域の環境を改善する二枚貝を本県海域で効率的に養殖するための技術を開発し、将来の事業化へ繋げていくことを目的としている。

このため本事業では平成 23 年度にアサリ、ハマグリの人工稚貝を用いて垂下式養殖試験を行ったところ、アサリは試験期間中順調に成長したが、ハマグリはほとんど成長せず、生残率においてもアサリは31.0～34.5%であったのに対し、ハマグリは8～15.4%と低く、アサリの垂下養殖の適性が明らかになった。

今年度は、アサリ垂下式養殖用稚貝を大量生産するため、近年国内で二枚貝類の稚貝の育成に用いられている海上中間育成施設（Floating Up-weller system：ヤンマー株式会社製 FRP 製海上中間育成施設 FTF-10（縦6.2m×横3.0m）、内部に10基の稚貝収容カラムを有する。以下「フラプシー」という）を使って、育成試験を行い成長、生残についての知見を収集した。

2　方　法

（1）担当者　松岡貴浩、中野平二、三浦精悟

（2）試験方法

ア　供試貝のサイズ、個数及び開始時収容密度

ヤンマー株式会社ヤンマーマリンファームで生産されたアサリ稚貝を試験用稚貝とした。供試貝の詳細を表１に示した。

表１　供試貝の詳細

飼育開始日	殻長（mm）	個数
H24.7.3	4mm 以上	70,000
	4mm 以下	110,000
	1.4～4mm	800,000
	1．4mm 以下	1,700,000
H24.9.9	平均　2.7mm	176,000
	平均　1.5mm	668,000
H24.10.30	平均　2.6mm	170,000
	平均　1.5mm	540,000
合計		4,234,000

イ　飼育方法

（ア）海上中間育成施設

ヤンマー株式会社製フラプシー

（イ）供試貝の収容方法

所定の数量の供試貝をフラプシーの FRP 製カラム（縦0.69ｍ×横0.69m×高さ0.93m）に砂等の基質を加えずにアサリのみを収容した。群ごとの収容カラム数、1 カラムあたりの収容個数、単位面積当た

りの収容密度を表２に示した。

表２　供試群毎の収容カラム数・１カラム当たり収容個数・単位面積当たり収容密度

導入月日	殻長 (mm)	個数	収容カラム数(個)	１カラム当たり収容個数(個)	単位面積あたり収容密度 (個/m2)
H24.7.3	4mm 以上	70,000	1	70,000	145,833
	4mm 以下	110,000	1	110,000	229,167
	1.4～4mm	800,000	4	200,000	416,667
	1．4mm 以下	1,700,000	2	850,000	1,770,833
H24.9.9	平均　2.7mm	176,000	2	88,000	183,333
	平均　1.5mm	668,000	4	167,000	347,917
H24.10.30	平均　2.6mm	170,000	※	※	※
	平均　1.5mm	540,000	1	540,000	1,125,000
合計		4,234,000			

※継続飼育群に合算したため未計数

（ウ）試験場所

水産研究センター地先海面にフラプシーを設置し、試験を実施した。

（エ）試験期間

平成 24 年 7 月 3 日から平成 25 年 2 月 8 日

（オ）測定項目

自動観測装置(YSI ナノテック社製　S-T-C メーター　MODEL30)により水温及び塩分を毎日測定した。また高水温期（平成 24 年 7 月 3 日～平成 24 年 9 月 6 日）は 10 日おきに、低水温期は平成 24 年 10 月 30 日と平成 25 年 1 月 29 日の 2 回、20 個ずつ殻長を測定し、平均殻長と日間成長率を算出した。

３　結果及び考察

（１）　飼育環境

試験期間中の水温は10.1℃～28.8℃の間を推移した。塩分は22.8ppt～34.7ppt の間を推移した。(図1,2)

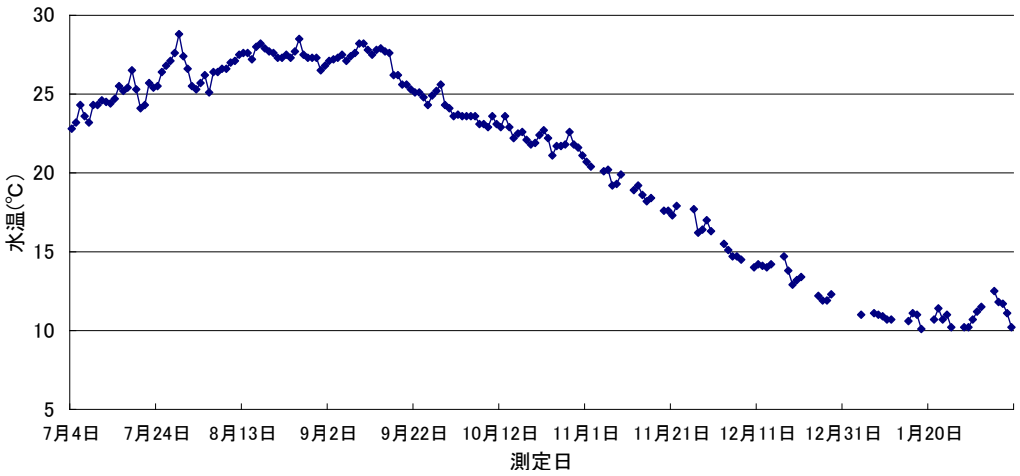


図１　水温の推移

psu

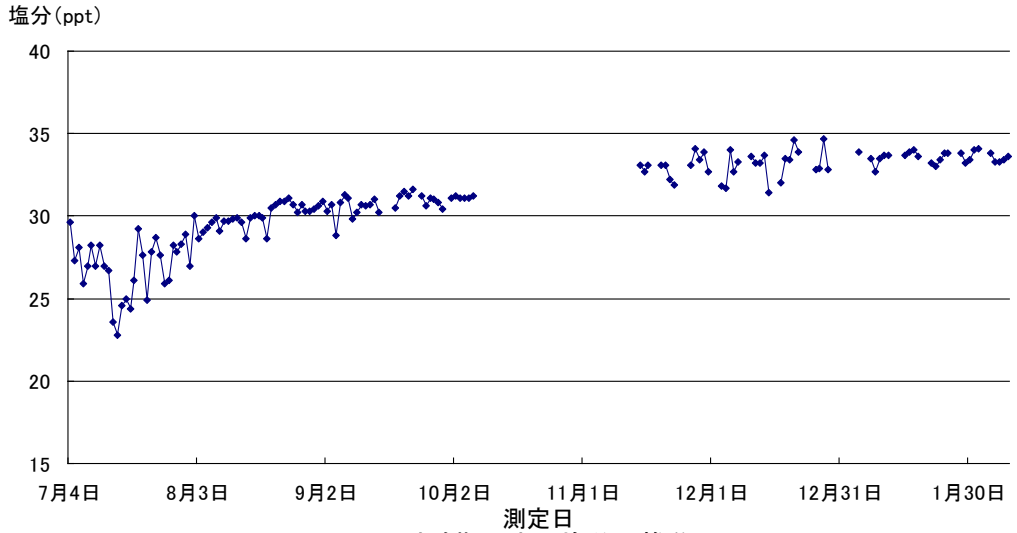


図２　試験期間中の塩分の推移

（２）　成長

ア　高水温期の成長

平成 24 年 7 月 3 日から平成 24 年 9 月 6 日までの No. 1 から No. 4、No. 6, No. 8, No. 9 の 7 基のカラム毎の殻長推移を図 3 に、期間中の日間成長率と平均水温の推移を表 3 に示した。開始サイズ別に殻長の推移は、開始時 1.58mm の群（No. 3. No. 8）は 8 月 20 日に 5.51～5.60mm に達した。開始時 2.7mm の群（No. 2, No. 4, No. 6, No. 9）は 8 月 20 日に 7.93～9.38mm に達した。開始時 8.14mm の群（No. 1）は 7 月 23 日に 10.21mm に達した。

この期間の日間成長率は 0.03～0.17 mm/day であった。8 月 3 日から 8 月 9 日の日間成長率が 0.03 mm/day と最も低かった原因として、この期間中に台風が 3 回接近したため、他の期間に比べフラプシーの電源を切断した時間が長かったため成長が停滞したと考えられた。

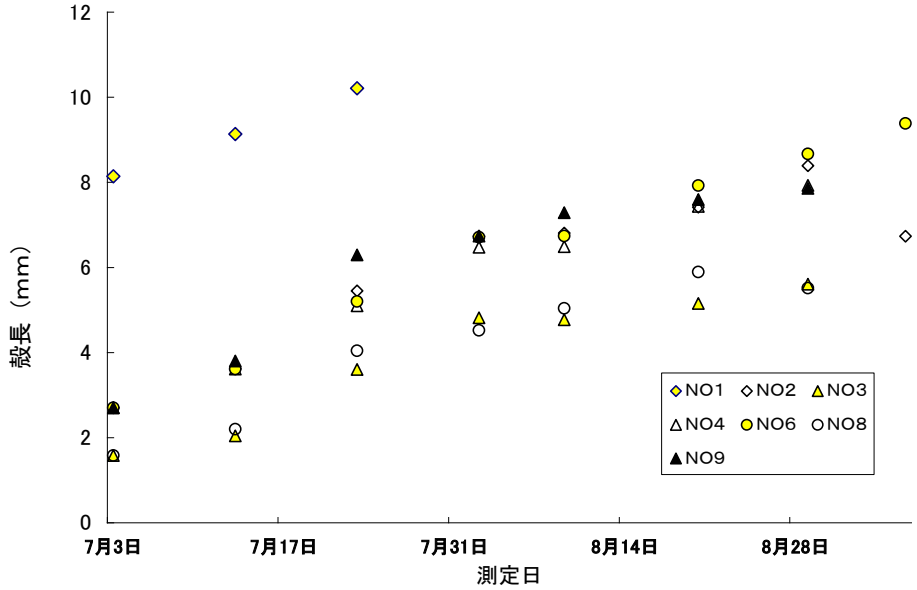


図３　アサリ殻長の推移

表３　アサリ日間成長率の推移

試験区（開始サイズ～終了サイズ:mm）	日間成長率(mm/day)の変化				
	7/3～7/13	7/13～7/23	7/23～8/2	8/3～8/9	8/9～8/20
期間平均水温	23.9	25.1	25.9	26.1	27.5
NO1 （8.14～10.21）	0.10	0.11			
NO2 （2.7～8.39）	0.09	0.18	0.13	0.01	0.06
NO3 （1.58～5.60）	0.05	0.16	0.12	−0.01	0.04
NO4 （2.7～7.93）	0.09	0.15	0.14	0.00	0.09
NO6 （2.7～9.38）	0.09	0.16	0.15	0.00	0.11
NO8 （1.58～5.51）	0.06	0.18	0.05	0.07	0.08
NO9 （2.7～7.86）	0.11	0.25	0.04	0.08	0.03
平均	0.08	0.17	0.11	0.03	0.07

イ　低水温期の成長

平成 24 年 10 月 30 日から平成 25 年 1 月 29 日までの殻長は、開始時 1.73㎜ から終了時に 5.53㎜ に達した。期間中の日間成長率は 0.04㎜/day で高水温期の約 40%の値を示した。平均水温は 14.8℃であった。

（３）　生残

平成 24 年 7 月 3 日から平成 24 年 8 月 20 日まで（NO.1 カラムのみ 7 月 27 日まで）のカラム毎の開始時個数、終了時個、生残率、開始時と終了時の殻長を表 4 に示した。

生残率を比較すると殻長 8.14㎜ で飼育を開始した NO.1 カラムは計数上生残率が 100%を示し、殻長 2.7㎜ で飼育を開始した 4 基のカラム（No.2、No.4、No.6、No.9）は 58.0～73.0%、殻長 1.58㎜ で飼育を開始した 2 基のカラム（No.3、No.8）は 38.5～43,3%の生残率であり、開始サイズが大きいほど高い生残率であった。

表４　カラム別生残率

カラム番号	飼育日数（日）	開始時個数(個)	終了時個数(個)	生残率（%）	開始時殻長(mm)	終了時殻長(mm)
No.1	24	70,000	84,445	100※	8.14	10.21
No.2	48	200,000	147,222	73.6	2.70	8.39
No.3	48	850,000	368,182	43.3	1.58	5.60
No.4	48	200,000	125,500	62.8	2.70	7.93
No.6	48	200,000	115,929	58.0	2.70	8.67
No.8	48	850,000	327,027	38.5	1.58	5.51
No.9	48	200,000	137,500	68.8	2.70	7.86

※　計算値では 120%となるが、重量法による誤差と判断し 100%と記載した。

（４）まとめ

本試験では、アサリ垂下式養殖用稚貝を大量生産するために、フラプシーを使って、育成試験を行った。成長面では高水温期は平均日間成長率は 0.092 であり、フラプシーを利用すれば殻長 2㎜ の稚貝を垂下養殖の開始サイズである 10㎜ に約 80 日で成長させることが可能であると考えられた。また生残率は開始時の殻長が大きい順に高く、さらに最も小さいサイズであっても生残率が 38.5～43,3%と良好な生残率であったことからフラプシーを用いて養殖用アサリ稚貝を生産することは十分実用的であると考えられた。

クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅰ（県単 平成24年度）

（優良系統作出のための育種研究の取組）

1　緒　言

平成23年度からPCR-RFLP法によるクマモト・オイスターの種判別方法を変えたことを機に、当センターではより優良な系統の選抜育種を開始した。育種の対象形質として考えられる優良な系統とは、外観であったり高成長であったり高生残など様々な因子が考えられるが今年度は外観におけるクマモト・オイスターの特徴である「カップの深さ」を育種目標とした。

クマモト・オイスターの近縁種であるマガキの遺伝率は殻高が0.81、殻長0.81、殻幅1.17との報告があり[1]、遺伝率0.2以上でその対象とする育種目標の選抜効果があるとされている。このことからマガキでは外観に対する次世代への選抜効果が非常に高いことが考えられ、近縁種であるクマモト・オイスターについても同様の事が考えられる。そこで、今後クマモト・オイスターの種苗生産で使用する親貝を殻幅と殻長の比が大きい個体を選抜し、これを継代育種することで形質を固定化させ養殖品種として外観が優良な個体が作出されると考えられる。このため今年度は八代市鏡町地先の天然集団から親貝候補を採取し、さらに外観により選抜し今後の育種研究を進めるための母集団を作出した。

2　方　法

（1）担当者　永田大生、中野平二、中根基行、松岡貴浩、三浦精悟、本田久美

（2）材料および方法

ア　親貝の採捕

平成24年3月及び6月の計2回、八代市鏡町地先の岸壁より採取

イ　親貝の選抜方法

（ア）選別指標

以下の2系統を作出するため親貝を選別した。

殻幅：殻長比で選抜

0.5未満廃＝廃棄

0.5以上0.7未満＝①系統保存群(分布の中心)

0.7以上＝②養殖品種選抜群(分布の上位)

※平成24年度はあまり強度の選抜を行わなかった。

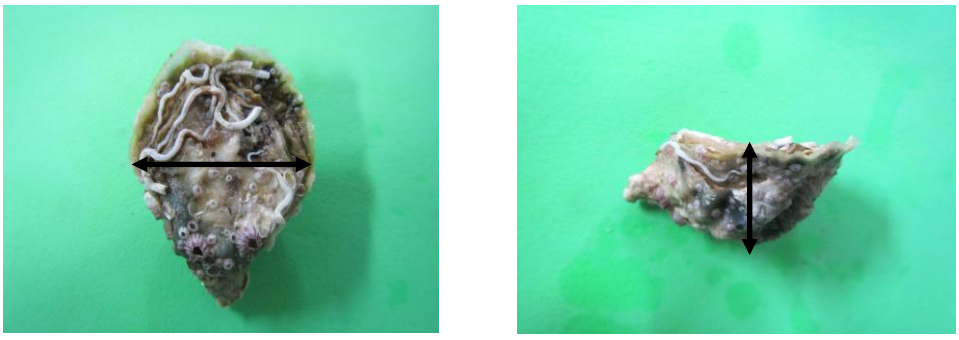


写真1　クマモト・オイスターの殻長(左)および殻幅(右)について

（イ）　選抜した親貝の使用

選抜した親貝を当センターおよび(公財)くまもと里海づくり協会牛深事業場に 1 回の生産で30～50 個体の親貝を使用した。

（ウ）　種判別方法

飯塚ら 2)の PCR-RFLP 法（制限酵素断片長多型法）に基づき行った。

3　結　果

（1）　親貝採捕について

ア　平成 24 年 3 月 7 日採捕群

817 個体を採捕し、殻幅：殻長比 0.5 未満が 15.9%、0.5 以上 0.7 未満(系統保存群)53.1%、0.7 以上(養殖品種選抜群)40.0%であった。

イ　平成 24 年 6 月 5 日採捕群

627 個体を採捕し、殻幅：殻長比 0.5 未満が 9.7%、0.5 以上 0.7 未満(系統保存保存群)が 48.3%、0.7 以上(養殖品種選抜群)が 41.9%であった。

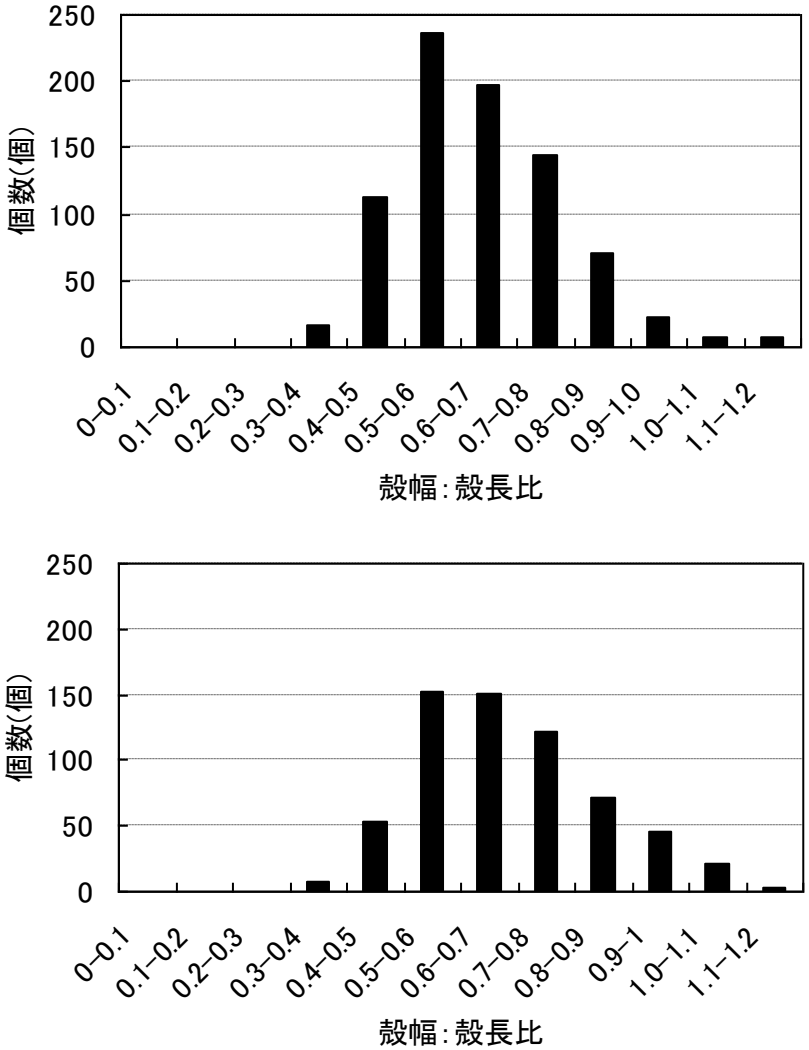


図 1　3 月 7 日（上段)、6 月 5 日（下段）採捕群の殻幅：殻長比の分布

（2） 今年度の親貝の使用状況について

今年度、クマモト・オイスターの種苗生産において使用親貝の各群について下表に示した。

(公財)くまもと里海作り協会は計4回の生産を行いこれに対し当センターから6月21日に養殖品種選抜群を35個体、6月22日に養殖品種選抜群27個体、6月28日に養殖品種選抜群46個体、7月17日に養殖品種選抜群34個体で計142個体を親貝として供与して生産を行い、付着稚貝は合計で708,800個体を作出した。また当センターでは8月3日に系統保存群34個体、8月10日に養殖品種選抜群20個体を使用し、系統保存群50,000個体、養殖品種選抜群150,000個体を作出した。

表1 平成24年度使用した親貝群および使用数、生産された付着稚貝について

採卵日	親貝使用機関	使用した親貝群	使用親貝		付着稚貝数(個)
			雌	雄	
6月21日	(公財)くまもと里海づくり協会	養殖品種選抜群	35		
6月22日	(公財)くまもと里海づくり協会	養殖品種選抜群	20	7	482,000
6月28日	(公財)くまもと里海づくり協会	養殖品種選抜群	39	7	
7月17日	(公財)くまもと里海づくり協会	養殖品種選抜群	27	7	226,800
8月3日	熊本県水産研究センター	系統保存群	27	7	50,000
8月10日	熊本県水産研究センター	養殖品種選抜群	20		150,000

(3) PCR-RFLP法による遺伝子判別結果

採卵時にPCR-RFLP法による遺伝子判別を行った。(公財)くまもと里海作り協会が使用した親貝は6月21日採卵群は♂8、♀40個体を用い、そのうち4個体がマガキでありクマモト・オイスターの割合は91.7%であった。6月22日採卵群は♂8、♀39個体を用いそのうち1個体がマガキでクマモト・オイスターの割合は97.9%であった。6月28日採卵群は♂7、♀30個体を用いすべてがクマモト・オイスターであった。7月17日採卵群は♂9、♀29個体を用いすべてがクマモト・オイスターであった。当センターが用いた親貝は8月3日採卵群は♂8、♀20を用いそのうち3個体がマガキであった。クマモト・オイスターの割合が89.2%であった。8月10日採卵群は♀♂の数のデータないが合計で20個体用いそのうちマガキは1個体で、クマモト・オイスターの割合は95.0%であった。すべてを通したクマモト・オイスターの割合は95.2%であった。

表2 平成24年度の親貝PCR-RFLP法による判別結果

採卵日	クマモト・オイスター(個体)			マガキ(個体)			クマモト・オイスター出現率
	♀	♂	総数	♀	♂	総数	(%)
6月21日	40	8	48	2	2	4	91.7
6月22日	39	8	47	1	0	1	97.9
6月28日	30	7	37	0	1	1	97.3
7月17日	29	9	39	0	0	0	100.0
8月3日	20	8	28	1	2	3	89.3
8月10日			20	0	1	1	95.0
合計	158	40	219	2	4	6	95.2

今年度より、クマモト・オイスターの優良系統作出に向けた育種研究を開始し、その母集団となる稚貝を作出することができた。今後は今年作出した稚貝からさらに選抜を繰り返し形質の固定化を目指すとともに、育種目標としてさらに現在養殖試験で課題となっている高水温時の斃死に対する対策として、本種のストレスに対する応答機構などについて研究を進め、養殖時に死ににくい貝を生産し

たいと考えている。

４文　献

1)J.E.LANNAN: Estimating heritability and predicting response to selection for the pacific oyster, *Crassosrea gigas*. *Proc.Natl. Shelfish.Assoc.*, 1972; 62, 62～66.

2) 飯塚祐輔・荒西太士.　九州に分布するイタボガキ科カキ類の DNA 鑑定.　*LAGUNA（汽水域研究）*.2008;15:69-76.

クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅱ（平成24年度 県単）

（親貝養成）

1　緒　言

クマモト・オイスターの種苗量産に向けては安定的な良質卵の確保と、早期採卵技術の開発が必要であり、マガキでは積算水温による産卵時期の調整による計画的な採卵が行われている[1)]。一方、クマモト・オイスターの親貝養成に関する知見は少なく、米国オレゴン州 Yaquina 湾では雌のマガキの成熟のピークが 7～9 月であるのに対し、クマモト・オイスターは 8～10 月と産卵時期が遅い可能性が報告されており[2)]、マガキとは異なると考えられる。今年度は、天然海域から採捕したクマモト・オイスターを用いて陸上水槽での加温飼育による親貝養成試験を行った。

2　方　法

（1）担当者　永田大生、中野平二、中根基行、松岡貴浩、三浦精悟、小池徹平

（2）材料および方法

ア　飼育試験

(ア)　供試貝

平成 24 年 3 月 7 日および 6 月 5 日の計 2 回八代海湾奥部より採捕し、飼育水槽に収容するまで当センターの桟橋で飼育していた貝を使用した。

(イ) 実施場所

熊本県水産研究センター飼育棟において 0.5kl 円形 FRP 水槽 4 面を使用

(ウ) 試験期間

平成 24 年 5 月 14 日～8 月 6 日まで行った。

(エ) 飼育状況

親貝は、選別、洗浄した後ポケット篭(24～30 個程度/篭)に入れ、0.5kl 円形水槽に 100～150 個程度収容した。5 月の 14 日の収容開始から飼育水温の調整は目標水温(22℃)になるまで加温し＋1℃/日で行った。その後 6 月下旬以降目標温度(22℃)より上昇してしまったが、冷却設備がなかったことからその後は自然水温で飼育した。

飼育方法は、試験当初は 1 日おきに水槽を交換する方式(以下水槽交換式)と 1～2 回転/日で注水する方式(以下流水式)の 2 通りで行ったが、流水式では飼育途中でへい死が見られてきたため、その後はすべて水槽交換式で行った。しかし、7 月以降飼育水温の上昇に伴い水槽交換式では外気の影響などで水温が上昇したためその後は流水式にした。

5 月 14 日に収容を開始し、0.5kl 円形 FRP 水槽 1 面に 160 個体を収容し(以下第 1 群水槽交換式と記載)、0.5kl 円形 FRP 水槽 1 面に 140 個体を流水式(以下第 1 群流水式と記載と記載)を行った(流水式は途中でへい死が発生し始めたため 6 月 11 日より飼育が順調であった水槽交換式へ変更)。6 月 15 日に第 2 群を 0.5kl 円形 FRP 水槽 1 面に 150 個体を水槽交換式(以下第 2 群水槽交換式と記載)で収容し(水温が上昇し自然採卵が発生したため 7 月 7 日より流水式へ変更)、6 月 22 日に 3 群を 0.5kl 円形 FRP 水槽 1 面に 140 個体を水槽交換式で収容し（以下第 3 群水槽交換式と記載)、第 4 群を 7 月 10 日に 0.5kL 円形 FRP 水槽 1 面に 110 個体を水槽交換式(以下第 4 群水槽交換式と記載)に収容し、総計で 700 個体の親貝を収容した。

(オ) 給餌方法

餌料はヤンマー舶用システム社製の濃縮珪藻（キートセロス・カルシトランス）を手撒きお

よび定量ポンプで10～20億細胞/個体/日を目安に、水槽当たり1.5～3.0L/日給餌した。また、補助的に同社のキートセロス・グラシリスを給餌した。

（カ）測定項目

収容時と採卵日、その間に10個体～30個体ずつ全重量、むき身重量、目視による成熟度の測定[1)]を行った。また、ほぼ毎日水温、溶存酸素量、pH、残餌量の測定を行った。

表1　性成熟の判定基準表[1)]

性成熟度	ポイント	生殖巣の特徴
－	1	生殖巣ほとんど形成されず
＋	2	生殖巣少し形成
＋＋	3	生殖巣は発達しているが、生殖素輸管の発達がもう少し。表皮が一部まだ厚く生殖素輸管はよく見えない。
＋＋＋	4	表皮が薄く、生殖素輸管が樹木状によく発達している。

写真1　生殖素輸管

3　結　果

（1）養成経過

第1群水槽交換式　5月14日から6月15日まで飼育を行った(飼育期間33日)。DOは4.5-6.5mg/mlで平均値は5.3mg/mlであった。pHは7.74-8.13で平均値は8.00であった。水温は18.9-23.9℃で推移した。飼育期間中の総積算水温は385.1℃であった。累積へい死数は2個体であった。親貝の収容個数は160個収容し作出用に135個体を使用した。

第1群流水式　5月14日から6月21日まで飼育を行った(飼育期間39日)。DOは4.6-6.5mg/mlで平均値は6.5mg/mlであった。pHは7.79-8.15で平均値は8.04であった。水温は19.2-23.2℃で推移した。飼育期間中の総積算水温は455.7℃であった。累積へい死数は6月7日よりへい死が認められ21個体とやや多かったため流水式から水槽交換式へ飼育方法を変更した。親貝の収容個数は140個収容し作出用に109個体を使用した。

第2群水槽交換式　6月14日から7月30日まで飼育を行った(飼育期間46日)。DOは4.6-6.7mg/mlで平均6.7mg/mlであった。pHは7.91-8.11で平均値は8.04であった。水温は22.1-26.3℃で推移した。飼育期間中の総積算水温は649.6℃であった。累積へい死数は0個体であった。親貝の使用状況は152個体収容し、作出用に150個体を使用した。

第3群水槽交換式　6月22日から7月6日まで飼育を行った(飼育期間14日)。DOは4.8-6.1mg/mlで平均6.1mg/mlであった。pHは7.99-8.07で平均値は8.04であった。水温は22.2-25.3℃で推移した。総積算水温は206℃であった。累積へい死数は1個体であった。親貝の使用状況は7月6日に自然放卵が認められたため飼育を中止しこの群は採卵には使用しなかった。

第４群水槽交換式　７月 10 日から８月７日まで飼育を行った(飼育期間 28 日)。DO は 4.2-6.6mg/ml で平均値は 5.6mg/ml であった。pH は 8.00-8.23 で平均値は 8.05 であった。水温は 23.7-26.5℃で推移した。総積算水温は 442.3℃であった。累積へい死数は０個体であった。親貝の使用状況は 110 個収容し 35 個体を作出用に使用し、８月７日自然放卵が認められたため残りの 65 個体は処分した。

表２　各養成区の飼育期間中の DO および pH

飼育群	DO(mg/l)				pH			
	平均	最大	最小	標準偏差	平均	最大	最小	標準偏差
第1群水槽交換式	5.3	6.5	4.5	0.5	8.00	8.13	7.74	0.09
第1群流水式	5.4	6.5	4.6	0.4	8.04	8.15	7.79	0.08
第2群水槽交換式	5.7	6.7	4.6	0.6	8.05	8.11	7.91	0.04
第3群水槽交換式	5.6	6.1	4.8	0.4	8.04	8.07	7.99	0.03
第4群水槽交換式	5.6	6.6	4.2	0.7	8.05	8.23	8.00	0.06

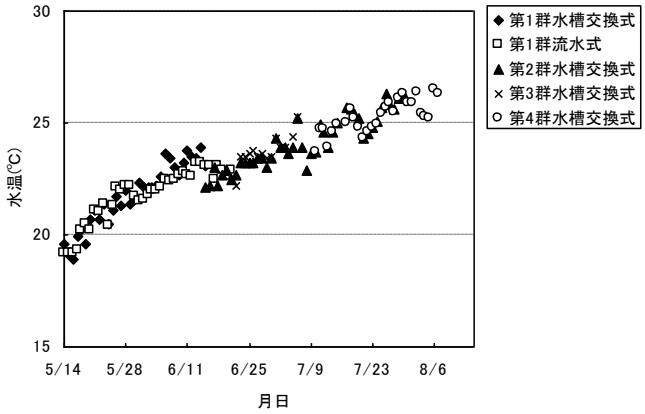


図１　養成区の水温の推移

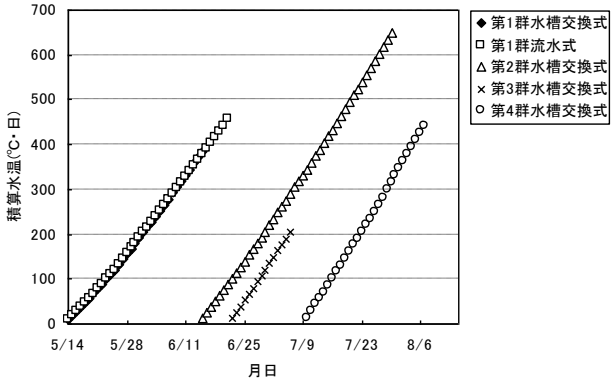


図２　養成区の積算水温の推移

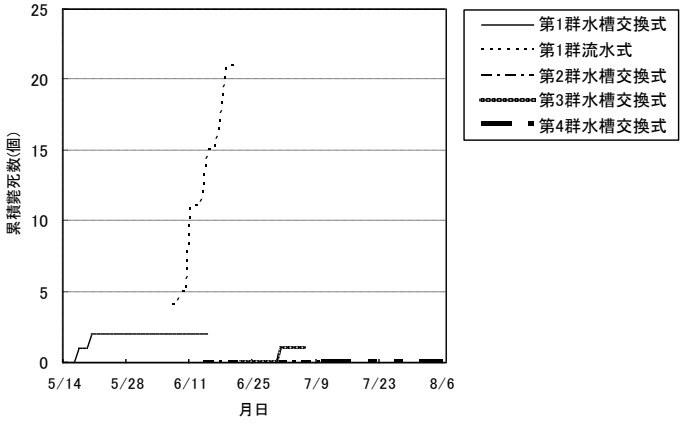


図３　養成区の累積へい死数の推移

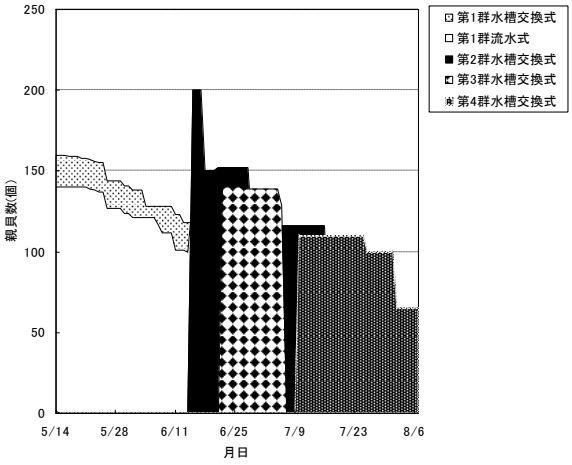


図４ 親貝数の推移

表３　各収容群の親貝使用状況

収容群	総数(個)	作出使用(個)	へい死(個)	処分(自然採卵)(個)
第1群水槽交換式	160	135	2	0
第1群流水式	140	109	21	0
第2群水槽交換式	152	150	0	0
第3群水槽交換式	140	0	1	129
第4群水槽交換式	110	35	0	65

(2)給餌量および生肉率、成熟度指数の推移について

各養成区の給餌量は、第1群水槽交換式は平均値14.3億細胞/個体/日(最大で21.9億細胞/個体/日 ～最小で5.2億細胞/個体/日)、第1群流水式は平均値14.9億細胞/個体/日(最大で23.1億細胞/個体/日～最小で7.1億細胞/個体/日)で推移した。第2群水槽交換式は平均値24.6億細胞/個体/日(最大で43.6億細胞/個/日～最小で10億細胞/個/日)、第3群水槽交換式は平均値18.0億細胞/個体/日(最大で18.7億細胞/個/日～最小で15.7億細胞/個/日)、第4群水槽交換式は平均値29.0億細胞/個体/日(最大で52.3億細胞/個体/日～最小で 21.8 億細胞/個体/日)であった。給餌量の調整は毎朝残餌量を測定して調整した結果、収容毎に徐々に高くなっていく傾向を示した。

各養成区の飼育中の生肉率の推移は、第1群水槽交換式では22.2(5/14)～26.9(6/9)の範囲で推移し徐々に増加傾向を示したがその後減少した。第1群流水式では22.2(5/14)～25.3(6/15)の範囲で推移し徐々に減少傾向を示したがその後増加した。第2群水槽交換式では19.8(6/14)～24.1(6/22)で推移し増減を示しながら徐々に増加する傾向を示した。第3群水槽交換式では18.3(7/6)～23.5(6/28)で増減を示した。第4群水槽交換式では21.7(7/10)～24.2(7/26)の間で推移し徐々に増加する傾向を示した。

各養成の成熟度指数は第 1 群水槽交換式では、1.8(5/14)～3(6/3)で徐々に増加した。第 1 群流水式は1.8(5/14,5/25)～2.9(6/22)で徐々に増加した。第 2 群水槽交換式は 3.2(6/14,6/22)～3.9(7/26,7/30)で推移し、第4群水槽交換式は3.2(6/15)～3.7(7/6)の間で徐々に増加した。7/10収容の水槽交換式は2.2(7/10)～3.8(8/3)で推移し、時期が推移するにつれて成熟度は高くなる傾向を示し、全体的に見ると月日の経過で徐々に成熟度指数の増加傾向が認められた。

各採卵時の採卵結果を表4に示した。第1群水槽交換式の親貝を使用した6月15日採卵では53万粒/雌個、6月21日採卵では72万粒/雌個、第1群流水式で飼育した親貝を使用した6月22日採卵では54万粒/雌個、第2群水槽交換式で飼育した親を用いた6月28日採卵では130万粒/雌個、第2群水槽交換式で飼育した親を用いた7月17日採卵では200万粒/雌個、7月30日の採卵では184万粒/雌個、第4群水槽交換式で飼育した親を用いた 8 月 3 日の採卵では 276 万粒/雌個であった。採卵毎に得られる卵粒が徐々に多くなる傾向を示した。

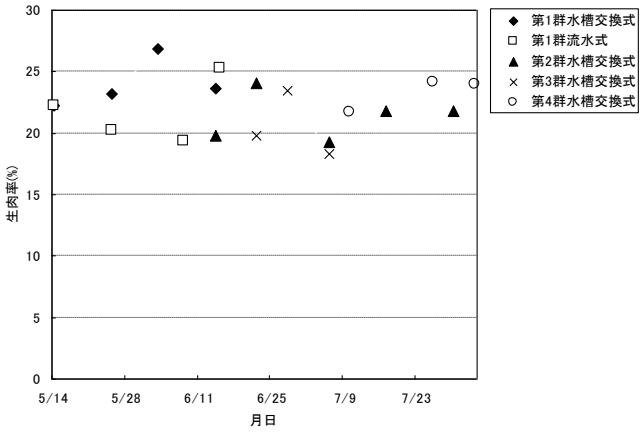


図4　各養成区の生肉率(%)の推移

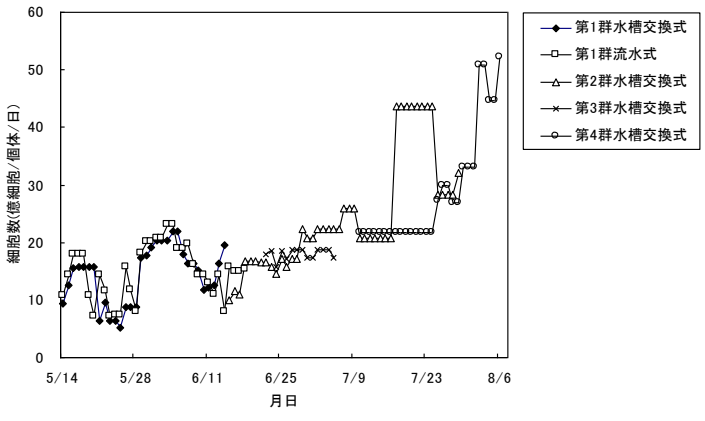


図5　各養成区の給餌細胞数の推移

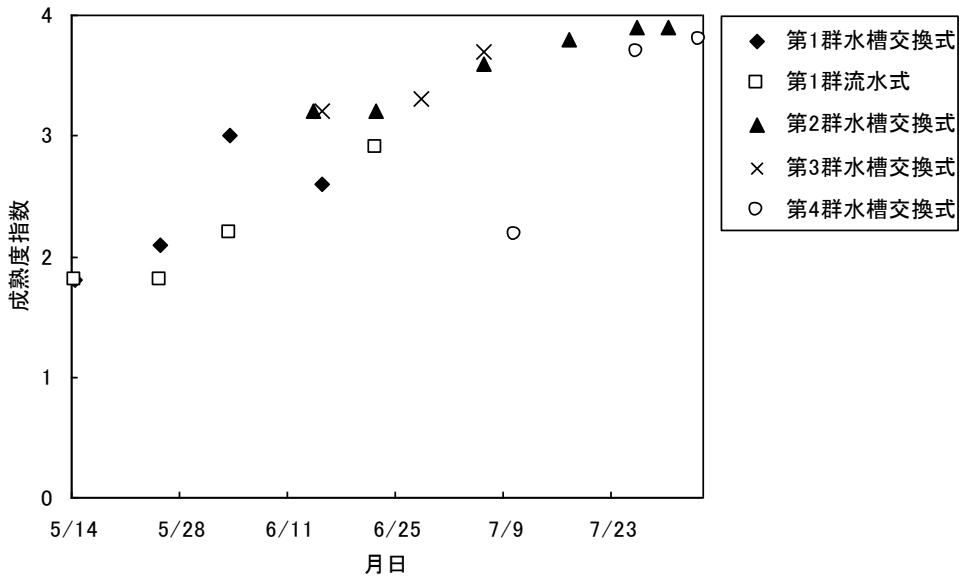


図 6　各養成区の成熟度の推移

表 4　各養成区の採卵結果

養成区	採卵月日	積算水温（℃・日）	総数	使用親貝数(個) 雌	雄	雌1個体当たりの平均採卵数（万粒）
第1群水槽交換式	6月15日	385.1	72	30	5	53
第1群水槽交換式	6月21日	455.7	50	20	7	72
第1群流水式	6月22日	468.6	47	39	7	54
第2群水槽交換式	6月28日	179.9	50	27	7	130
第2群水槽交換式	7月17日	206	40	27	7	200
第2群水槽交換式	7月30日	314.1	39	25	10	184
第4群水槽交換式	8月3日	442.3	35	19	6	276

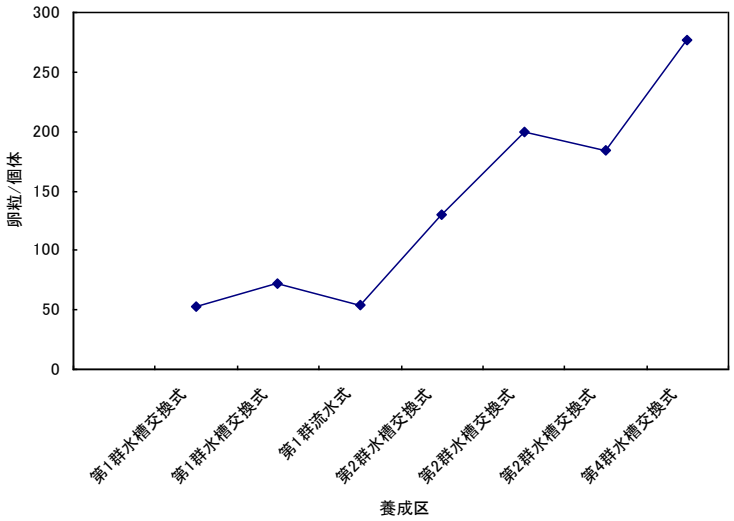


図 7　各養成区の親貝使用の採卵時における雌 1 個体当たりの平均採卵数の推移

4 考　察

(1) クマモト・オイスターの早期採卵のための適採卵時の積算水温についての検討（6 月早期採卵群と 7

月中旬以降採卵群との積算水温の比較)

今年度の採卵時において 6/15、6/21、6/22(以下「早期採卵群」とする)と 7 月中旬以降採卵した群とでは雌 1 個体当たりの平均採卵数及び成熟度に差が認められ、早期採卵群がまだ採卵するには早かったと考えられた。この要因として早期採卵群の総積算水温は平均で 805℃・日であったのに対し、7 月中旬以降採卵した群の平均値は 1156℃・日と約 350℃の差がありこれは 22℃で飼育した場合約 1 ヶ月の飼育期間の差がある。今後早期採卵で成熟盛期を調整するためには 22℃で飼育した場合約 96 日間程度が必要であることが考えられ、6 月採卵のためには 2～3 月より加温を開始する必要性が考えられる。

表 5　早期採卵群と 7 月中旬以降採卵群の飼育結果の比較

採捕日	養成区	採卵月日	陸上飼育日数	収容からの積算水温(℃・日)	収容までの推定積算水温(※鏡地先の月ごとの水温を元に算出)(℃・日)	総積算水温(℃・日)	雌1個体当たりの平均採卵数(万粒)
3月7日	第1群水槽交換式	6月15日	30	385.1	368.4	753.5	53.0
	第1群水槽交換式	6月21日	36	455.7	368.4	824.1	72.0
	第1群水槽流水式	6月22日	37	468.6	368.4	837.0	54.0
6月5日	第2群水槽交換式	7月17日	26	206.0	771.6	977.6	200.0
	第2群水槽交換式	7月30日	39	314.1	771.6	1085.7	184.0
	第4群水槽交換式	8月3日	42	442.3	960.7	1403.0	276.3

(2)給餌量の基準について

マガキでは給餌細胞数が 20 億細胞/個体/日以下になると生肉率が減少し、それ以上になると増加もしくは横ばいに推移するといわれている[1)]。今回給餌量の基準としてこのマガキの例を参照するとともに残餌量も見ながら給餌した結果、第 1 群は 14 億細胞/個体・日で基準として 20 億細胞/個体/日よりも少なかったものの、生肉率の低下は認められず、第 3 群水槽交換式でやや低下は認められたものの、第 2 および 4 群 20 億細胞以上の給餌は生肉率の増加が認められ、クマモト・オイスターにおいても 20 億細胞/個体/日の給餌が妥当であると思われる。またパブロバやイソクリシスなどハプト藻類なども使用し複数餌料による影響についても検討が必要である。

表 6　各収容群における 1 日当たりの給餌細胞数（億細胞数/個体/日）と収容時および収容終了までの生肉率(%)の比較

収容群	給餌細胞数(億細胞数/個体/	収容時の生肉率(%)	収容終了までの生肉率(%)
第1群水槽交換式	14.3	22.2	23.6
第1群流水式	14.5	22.2	25.3
第2群水槽交換式	24.2	19.8	21.8
第3群水槽交換式	18.0	19.8	18.3
第4群水槽交換式	29.0	21.7	24.0

(3)自然放卵対策について

今年度、6 月後半以降収容した群で自然放卵が 2 回観察された。この原因について、7 月 6 日の自然産卵は水槽交換式で池替え直後に発生したが、このときの飼育水温を見てみると 7 月 4 日以降水温が上昇しており（7 月 4 日水温 23.6℃→7 月 6 日水温　25.3℃)、温度刺激と池替えの干出によることが原因であることが考えられ、また 8 月 6 日の自然採卵は干出などの刺激は与えていなかったのにも関わらず放卵しており、成熟度も上がってきていたことから成熟ピークに達したことによる放卵であったことが考えられた。

今後の対策としては飼育日数が長くなってきてからは親貝の取り扱いに注意し、水槽交換式から流水式への移行による干出刺激の防止、海水冷却器を使用し水温の上昇を抑えながら徐々に成熟を促す対策や給餌量を控えるなどの調整が必要と考えられる。また、自然放卵時の観察で1個体が生み出すと次々に他の個体も産卵を始めたことから少ない個体数で分割飼育し産卵誘発による放卵を防止する対策も必要であると考える。

5 参 考文 献

(1)松原　弾司・田中　實:「特選広島かき」種苗生産（親貝養成)、*平成12年度　広島県栽培漁業協会事業報告書　No.20*

(2)Robinson A(1992) Gonadal cycle of Crassostrea gigas kumamoto(Thunberg) in Yaquina Bay, Oregon and optimum condition for broodstock oysters and larval culture. *Aquaculture* 106:89-97

クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅲ（県単 平成24年度）

（浮遊幼生の輸送について）

１　緒　言

水産研究センターでは、クマモト・オイスター量産を行う公益財団法人くまもと里海づくり協会牛深事業場（以下「協会」）へ遺伝子判別法によりクマモト・オイスターと判別した産卵用の親貝の供給を行っている。これに加え当センターでの生産試験で必要以上の幼生が得られたときなど、その余剰の幼生を協会が使用できれば量産の効率化につながることが考えられたため、今年度当センターから協会への浮遊幼生運搬試験を行った。

２　方　法

（１）担当者　永田大生、中野平二

（２）材料および方法

ア　供試貝

H24年6月14日より当センターで飼育管理していた親貝（計34個体）およびH24年6月22日より当センターで飼育管理していた親貝(計34個体)を使用し採卵させた2群について輸送を行った。

イ　輸送方法

H24年6月29日および7月17日に当センターでふ化したD型浮遊幼生をポリバケツ（15L）および発砲スチロール(15L程度)の中に水をはったビニール袋の中に幼生を分配収容し、協会職員が温調した自家用車で運搬した。

３　結果および考察

6月29日運搬群は、運搬浮遊幼生数が1,023万個体、運搬密度は42.5個体/mlおよび129.0個体/mlで運搬した。このときの車内気温は25.5-26.7℃で推移した。その後幼生を収容してから幼生飼育開始5日目までの生残率は78.2%であった。

7月18日運搬群は、運搬浮遊幼生数が1,000万個体、運搬密度は30.0個体/ml、車内気温が25.1-26.2℃で推移した。その後幼生を収容してから幼生飼育開始5日目までの生残率は80.0%であった。

今回浮遊幼生の運搬試験を試みたが収容後5日目までの幼生の生残率が78.0%以上と充分実用可能であることが考えられ、今回の結果から運搬密度は30-129個体/mlでは影響がないことが考えられた。

表1　当センターから協会への浮遊幼生の運搬結果

運搬日	運搬幼生数(万)	運搬密度(個体/ml)	車内気温(℃)	収容5日目の幼生数(万個)	生残(%)
6月29日	714 309	42.5 129.0	25.5-26.7	800	78.2
7月18日	1000	30.0	25.1-26.2	800	80

クマモト・オイスター優良系統の選抜育種試験Ⅳ（県単 平成24年度）

（種苗生産試験）

1　緒　言

当センターでは平成19年度より種苗生産試験を行ってきており、その中で比較的安定した生産技術を確立してきた。しかし、平成23年度の生産で、飼育水の白濁による幼生の沈下や浮遊幼生飼育時に換水の度に減耗するなどの問題が認められ、さらに稚貝の量産を委託している公益財団法人くまもと里海づくり協会（以下「協会」）における種苗生産において生産が不安定な状況となっており、今後のさらなる量産化や優良系統の育種試験をすすめていく中で、安定した種苗生産技術の向上は重要である。そこで、クマモト・オイスター種苗生産の安定的生産技術の確立を目標に種苗生産試験を行った。

2　方　法

（1）担当者　永田大生、中野平二、中根基行、松岡貴浩、三浦精悟、本田久美、小池徹平

（2）材料および方法

ア　種苗生産試験

(ア)親貝

親貝は平成24年度に鏡地先より採捕し「殻長：殻幅のプロポーション」により選抜し、陸上飼育により1ヶ月～2ヶ月程度養成した親貝を用いた。なお、クマモト・オイスターの判別には飯塚ら[2)]のPCR-RFLP(制限酵素断片長多型)法を用いた。

(イ)採卵

採卵は平成24年6月15日(以下飼育1回次と記載)、6月28日(以下飼育2回次と記載)、7月17日(以下飼育3回次と記載)、7月30日(以下飼育4回次と記載)、8月3日(以下飼育5回次と記載し、2水槽で飼育したため5-1、5-2とする)、8月9日(以下飼育6回次と記載し、2水槽で飼育したため6-1、6-2とする)の計6回行った。

(ウ)浮遊幼生飼育

飼育場所は当センターの第2飼育室で行った。昨年度幼生飼育中に飼育水の白濁が発生し、その要因が第2飼育室の濾過海水配管系統にあることが考えられため、今年度はその対策として第2飼育室以外から配水した濾過海水を使用した。

飼育1、2回次は受精後12時間以内に浮上したD型幼生のみを回収し500Lパンライト水槽に収容した。飼育3回次以降は受精12時間後での回収が、未変態の幼生を回収し、それらが死亡することにより飼育水の汚れへの影響や、物理的なストレスなど浮遊幼生飼育における大きな減耗の一要因であると考えられたため、浮遊幼生の殻がほぼ形成されたと思われる受精24時間経過後に、40μmのメッシュネット内に残った幼生を使用した。飼育水には精密ろ過海水を用い、通気用のエアストーンもしくはガラス管を用いて連続微通気を行った。

飼育1回次は日令5日までは止水で飼育し、それ以後は1日におきに全換水を行う方法で行い、飼育2回次は飼育1回次で飼育4日目に飼育水の濁りが確認されたことから日令3日まで止水で飼育しそれ以後1日おきに全換水を行う方法をとった。飼育3,5,6回次は、換水方法を変更しこれまでのサイフォンによる池替え式の全換水方法から、500L 黒色パンライト水槽の上部に排水装置を取り付け6日目以降、底掃除後1日おきに注水により飼育水をオーバーフローさせ排水する方法で1/2換水する方法で行った。また、飼育4回次は2回転/日の流水飼育での飼育を行った。

餌料は主にキートセロスカルシトランスを与え、補助的にキートセロスグラシリスも与え、

1～4 回次は 2 回/日(朝・夕)、5～6 回次は 4 回/日(8:00,12:00,16:00,21:00)で給餌した。採苗が近づいた段階でパブロバおよびイソクリシスも補助的に与え、眼点の出現率が 80%以上の個体群を採苗に用いた。

(エ)採苗

採苗は､30cm径のダウンウェアリング容器の底に口径180μmのメッシュネットをセットし、長さ 180μm 以上～300μm 以下のマガキ殻粉末を用いてシングルシード方式により行った。飼育水は 0.3μm でろ過した海水を用い、毎日 1 回全換水を行った。飼育 6 日目以降はカラム内の原虫対策として毎日、水温を同調させた真水による 1 分間の淡水浴を行った。給餌は朝夕の計 2 回（残餌量が多い場合朝 1 回の給餌のみ）で主にキートセロスカルシトランスを与え、補助的にキートセロスグラシリス、パブロバ、イソクリシスを給餌した。

3　結果

(1) 概要

今年度の生産は飼育 1 回次から 4 回次まで飼育水の白濁や幼生の大量沈下により途中で飼育を中止したため、成熟幼生まで至った個体は第 5 回次以降のみであった。

D 型幼生収容数は飼育 1 回次が 560 万個体､2 回次が 360 万個体､3 回次が 193 万個体､4 回次が 150 万個体､5 回次が 160 万個体(5-1 が 156 万個体､5-2 が 160 万個体)､6 回次が 500 万個体(6-1 が 250 万個体､6-2 が 250 万個体)で合計 1,799 万個体であった。そのうち採苗前の成熟幼生に至ったのは 5-1 回次 18.3 万個体、5-2 回次が 0 個体(日令 24 日で原因不明の減耗により飼育中止)、6-1 が 24.9 万個体、6-2 が 26.0 万個体で合計 69.2 万個体であった。成熟幼生までの生残率は 5-1 が 11.7%、5-2 が 0.0%、6-1 が 10.0%、6-2 が 10.4%で平均値が 10.7%(成熟まで飼育できた回次のみ)であった。付着稚貝数は 5-1 が 5 万個体、6-1 が 6.4 万個体、6-2 が 8.4 万個体で合計 19.8 万個体であった。また、付着率（採苗に用いた成熟幼生が基質に付着した割合）は 5-1 が 36.2%、6-1 が 25.7%、6-2 が 32.3%で平均値が 31.4%であった。

表 1　平成 24 年度クマモト・オイスター種苗生産結果

飼育回次	D型幼生収容数（万個体）A	成熟幼生数（個体）B	成熟幼生までの生残率(%)	付着稚貝数（万個体）C	付着率(%) C/B*100	備考
1	560	0	0	0.0	0.0	飼育水白濁で飼育中止
2	360	0	0	0.0	0.0	飼育水白濁で飼育中止
3	193	0	0	0.0	0.0	飼育水白濁で飼育中止
4	150	0	0	0.0	0.0	幼生の大量沈下で飼育中止
*5-1	156	18.3	11.7	5.2	36.2	※3.5万個体採苗中に流失
*5-2	160	0	0	0.0	0.0	
*6-1	250	24.9	10.0	6.4	25.7	日令24日で減耗により飼育中止
*6-2	250	26.0	10.4	8.4	32.3	
合計	2,079	69.2		20.0		
平均			10.7		31.4	

※成熟まで飼育できた回次のみ

(2) 幼生飼育結果

飼育 1 回次　採卵は♂5 個体、♀30 個体を使用し、卵数は 1600 万粒で、フ化率は 80.0%であった。D 型幼生を 500L パンライト 4 面および 11 アルテミアフ化水槽 2 面に 560 万個体収容し、収容密度は 1.4 個体/ml であった。しかし、5 日目の全換水時の計数ですべての水槽で減耗率が 56-85%となった。この飼育回次では日令 3 日から飼育水の表面に多くの浮遊物が見られるようになり、日令 4 以降飼育水の濁りが徐々に発生し、pH の値がこのとき全水槽で低下していることなどから日令 4 以降飼育環境が悪くなったことが認められ、その後幼生の成長の停滞、減耗が認められ日令 11 で飼育を中止した。

飼育 2 回次　採卵は♂7 個体、♀27 個体を使用し、卵数は 3,600 万粒で、D 型幼生移行率は 66.8%であっ

た。D 型幼生を 500L パンライト 4 面に収容し収容密度は 2.0-4.0 個/ml であった。この回次は 1 回次の飼育から日令 4 での飼育環境の悪化が認められたため、これまでの日令 5 での全換水を日令 4 で行った。しかし、全換水後に飼育水の白濁が見られるようになり、翌日再度全換水を行いその後白濁は収まったが、日令 6 以降幼生の成長の停滞、減耗が認められ日令 12 で飼育を中止した。

飼育 3 回次　採卵は♂9 個体、♀29 個体を使用し、卵数は 6,000 万粒であった。孵化率 76.1%、D 型幼生移行率 63.3%であった。2 回次までの結果から飼育水の白濁が飼育に用いる海水を過剰に精密ろ過したことにより飼育水の微生物相が貧弱なものになり有害細菌が優占したと考え、これまでの 0.3μm フィルターでのろ過から 1.0μm フィルターに変更した。また、換水するたびに幼生の減耗が認められ、換水による物理的ストレスによる影響が考えられたため、これまでのサイフォンによる全換水方法から水槽の上部に排水装置をつけて海水を注水しながらオーバーフローにより排水させる換水方法へと変更し、幼生への物理的ストレスの低減を図った。しかし、日令 2、5、6 に給餌後に徐々に飼育水の濁りが発生しその都度換水を行ったが、濁りのたびに幼生の沈下が認められ日令 7 で飼育を中止した。

飼育 4 回次　採卵は♂10 個体、♀25 個体を使用し、卵数は 4,600 万粒であった。フ化率は 54.4%、D 型移行率は 54.4%であった。これまで飼育水の白濁が不調の主な原因であるため止水飼育から、流水飼育に変更した。また、この回次より生産場所を当センターの第 2 飼育室から飼育実験棟へと変えた。しかし、日令 2 で幼生の大量沈下が発生し、日令 3 で飼育を中止した。

飼育 5-1 及び 5-2 回次　採卵は♂8 個体、♀20 個体を使用し、卵数は 5,250 万粒であった。フ化率は 66.0%で D 型移行率は 92.0%であった。飼育方法は 4 回次と同様の方法をとった。日令 1 で幼生の大量沈下が発生し浮遊幼生がほとんどいなくなり、予備でとっておいた幼生を再収容した。その後 5-1 の飼育は比較的順調であり、日令 20 の換水後に幼生の沈下が見られたが翌日には再浮上しており、生産した成熟幼生数は 1 回の取り上げで 17.0 万個体、2 回目の取り上げで 1.3 万個体、生産密度は 0.37 個/ml であった。飼育期間は 28 日であった。5-2 は幼生の再収容後順調に成長し、日令 7 の全換水で幼生の沈下が見られ、翌日は浮上したが、日令 19 以降原因不明の減耗が発生し、日令 24 で飼育を中止した。

飼育 6-1 および 6-2 回次　飼育方法は 5 回次と同様の方法で行った。飼育開始から順調な成長を示し、飼育 6-1 は日令 8 の換水後に沈下が見られたがその後は順調に生育し、1 回目の取り上げで 18.9 万個体、2 回目の取り上げで 6.0 万個体、生産密度は 0.5 個体/ml であった。飼育期間は 25 日であった。6-2 回次は日令 7 の全換水後に沈下が見られたがその後は順調に生育し、1 回目の取り上げで 26.0 万個体、生産密度は 0.52 個体/ml であった。飼育期間は 27 日であった。

表 2　クマモト・オイスター幼生飼育結果

飼育回次	D型幼生収容						取り上げ(飼育終了時)							備考
	月日	ふ化率 (%)	D型移行率 (%)	平均殻高 (μm)	幼生数 (万個)	密度 (個/ml)	月日	飼育日数	平均殻高 (μm)	成熟幼生数 (万個)	成熟幼生数 小計	生残率 (%)	生産密度 (個/ml)	
1	6.15	80.0	-	53.4	560	1.4	-	-	-	0	0	0	0	飼育水白濁で飼育中止
2	6.28	-	66.8	49.8	360	2.0-4.0	-	-	-	0	0	0	0	飼育水白濁で飼育中止
3	7.17	76.1	60.0	63.3	193	3.9	-	-	-	0	0	0	0	飼育水白濁で飼育中止
4	7.30	76.0	36.5	54.4	280	3.0	-	-	-	0	0	0	0	幼生の大量沈下で飼育中止
*5-1	8.3	66.0	92.0	54.6	156	1.6	8.3	26	349.4	17.0 1.3	18.3	11.7	0.37	
*5-2	8.3			54.6	160	1.6	-	-	-	0	0	0	0	日令24日で減耗により飼育中止
*6-1	8.10	-	-	54.0	250	5	9.3 9.5	25 26	352.2 335.1	18.9 6.0	24.9	10.0	0.50	
*6-2	8.10			54.0	250	5	9.5	27	312.5	26.0	26.0	10.4	0.52	
合計					2,209					69.2				
平均		74.5	63.8	54.8	276	3.1						10.7	0.46	

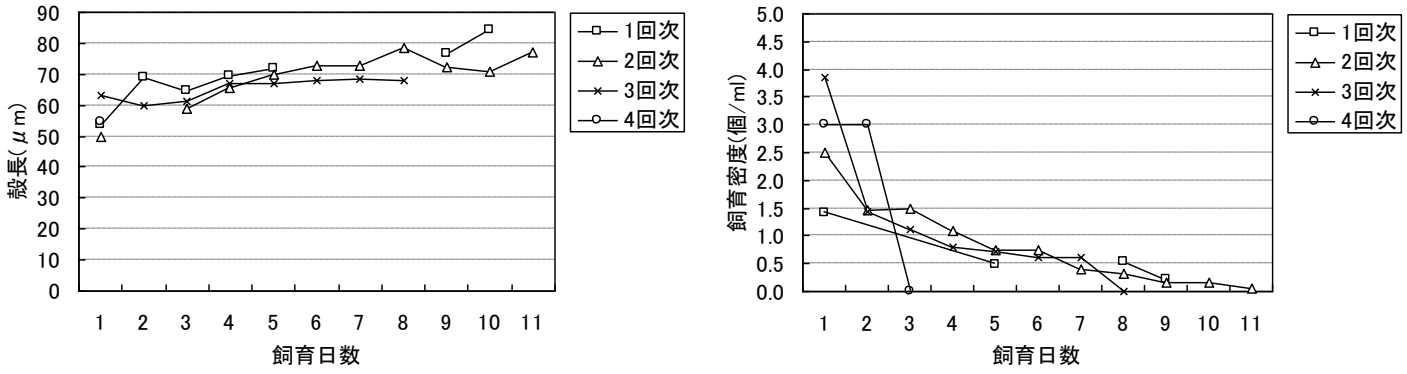


図1　幼生の平均殻高および飼育密度の推移(1回～4回次)

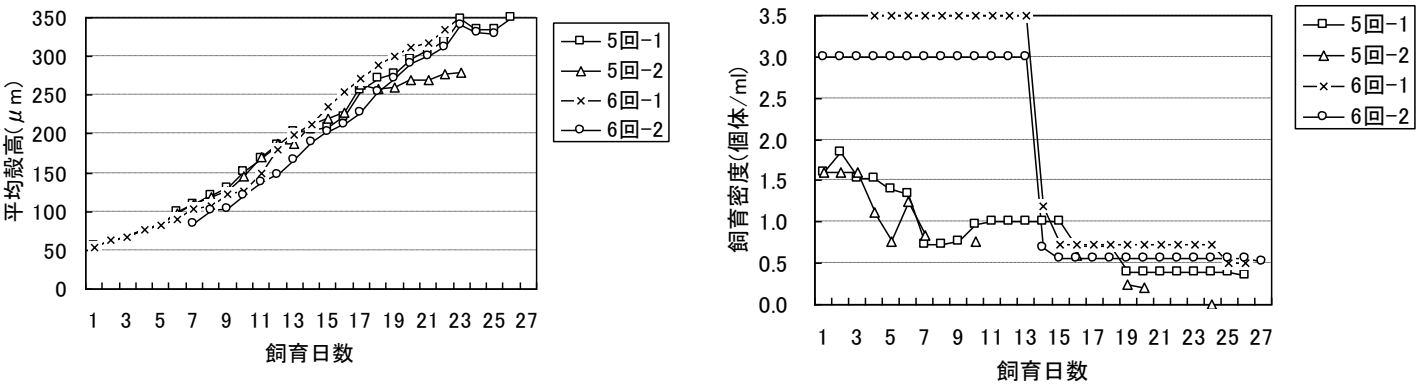


図2　幼生の平均殻高および飼育密度の推移（5回次および6回次）

(3) 採苗飼育結果

飼育6回次で生残した成熟幼生を用いた採苗飼育では、8月30日の採苗1回次は成熟幼生を13.5万個体用い、カラム9個を使用し、収容密度は1.5万個体/カラムであった。基質分離までの採苗期間は12日間で、付着稚貝数は5.2万個体、付着率は38.5%であった。9月3日の採苗2回次は成熟幼生を21.3万個体使用し、カラム10個を使用し、収容密度は2万個体/カラムであった。基質分離までの採苗期間は9日間で、付着稚貝数は4.8万個体、付着率は22.5%であった。9月5日の採苗3回次は成熟幼生32.0万個体を使用し、カラム13個を使用し、収容密度は2.0万個体/カラムであった。基質分離までの採苗期間は8日間で、付着稚貝数は10.0万個体で付着率は31.3%であった。

採苗期間中の水温は、1回次は、25.3-26.7℃、2回次は25.3-25.9℃の間で推移した。給餌量は1回次4-14万cells/ml・日の間で行い、採苗開始から7日目まで徐々に増加し、8日目以降やや減らした。2回次は3-21万cells/ml・日の間で行い、採苗5日目までは比較的多くの給餌量で行い、6日目以降給餌量を減らした。3回次は2-9.4万cells/ml・日の間で行い、採苗3日目から給餌量を減らしその後2-4万cells/ml・日で給餌した。

表3　基質分離までの採苗結果

採苗回次	採苗日	使用成熟幼生数	カラム数	幼生収容数(個体/カラム)	採苗期間(基質分離まで)	付着数	付着率
1	8月30日	135,000	9	1.5	12	52,000	38.5
2	9月3日	213,000	10	2	9	48,000	22.5
3	9月5日	320,000	13	2	8	100,000	31.3
平均					10		30.8
合計		668,000	32			200,000	

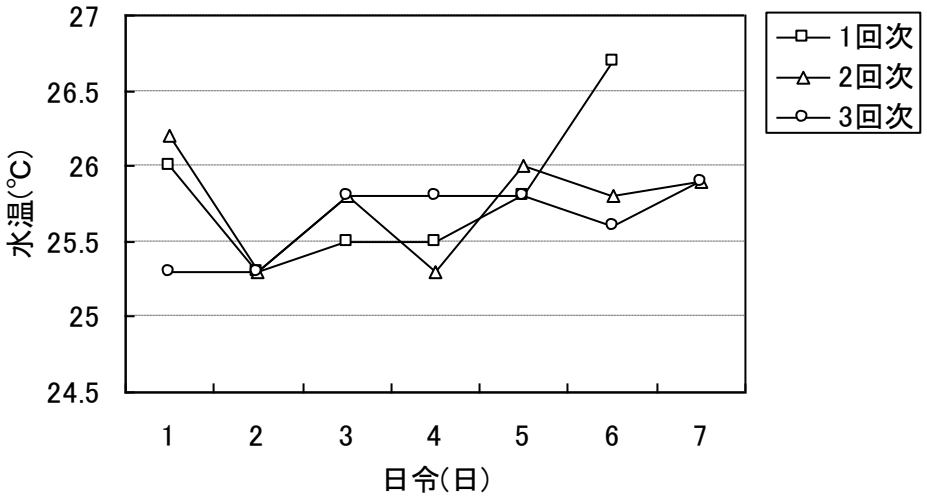


図 3. 採苗中 7 日目までの水温の推移

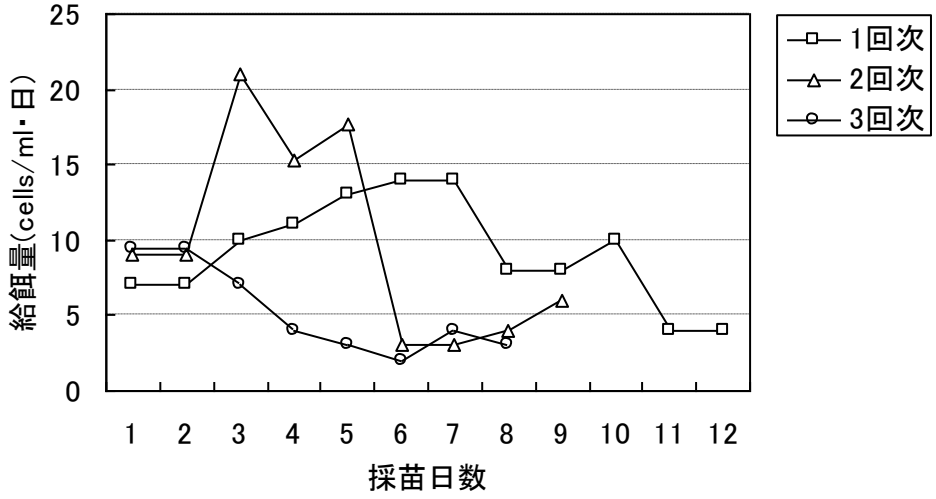


図 3　採苗中の給餌量(基質分離まで)

4　考　察

(1) 浮遊幼生飼育

1-1. 生残率について

6 回次の生産において生残率が 10.7%、と平成 23 年度の 5.4%と高い結果であり、また昨年度見られたような換水のたびに徐々に減耗していくような傾向は見られなかった。一方これまですべての年度で認められている日令 4～8 での大きな減耗は今年度も第 5 回次の最初の 6 日目の全換水時で認められた。この時期の減耗は他機関の二枚貝種苗生産での浮遊幼生飼育でも同様の事例が報告されており、この要因として最初の全換水時に正常に成長できない奇形幼生が多いことや、餌料藻類の種類の適否、餌量密度の不適合や餌料藻類の培養状態などによる栄養価の幼生に与える影響などが考えられている[1),2)]。今後、奇形が発生しないように良質な成熟卵をもった親貝を選択的に使用する指標や、初期餌料について各種餌料を検討する必要がある。

また今年度の減耗率の低下の要因として①換水方法の変更による幼生へのダメージ軽減②親の産卵に向けた成熟促進③ふ化幼生の水槽収容時期の変更、の三つが考えられた。①換水方法では、今年度よりこ

れまでの全換水式から半流水式へ変え、換水時に幼生を飼育水槽から動かすことなく行ったことによる物理的ストレスを低減できた。②親の採卵に向けた成熟状態の不足を改善するために早期採卵も兼ねて採卵1～2 ヶ月程度、陸上水槽における加温飼育により養成を行い、生肉率や成熟度が比較的高い個体を使用した。③幼生の収容時期の変更では、これまで受精 12 時間後に浮上した幼生のみを回収して飼育水槽に収容していたが、他機関では 24 時間で行っており、当センターにおける顕微鏡観察においても 12 時間後ではまだ内臓が確認できず、殻の形成も不十分で、トロコフォアから D 型への移行期であると思われ、24 時間後では消化管、肛門、食道と考えられる器官がはっきりとし殻の形成も充分である状態であることが認められ(写真 1 参照)、これまでの 12 時間後の回収は幼生へ物理的ストレスを与え、初期の減耗要因の一つとなっていた可能性も考えられた。

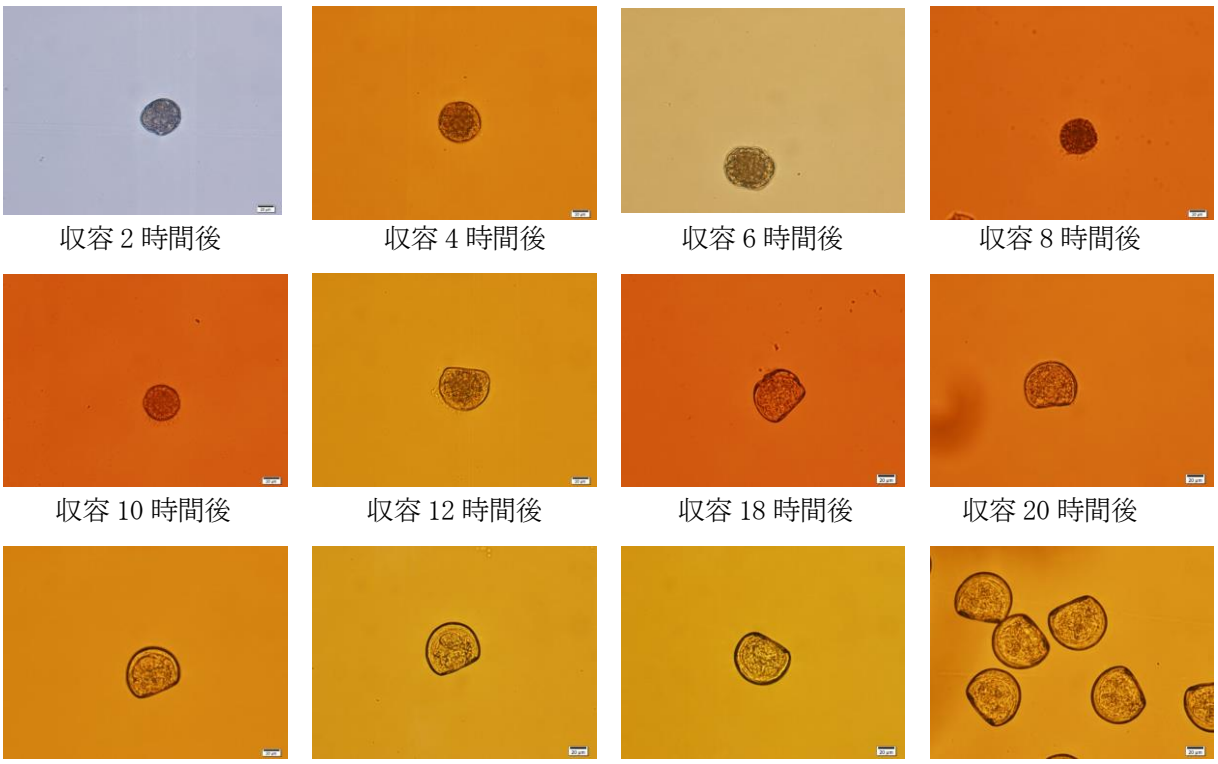


写真 1　受精卵収容から 32 時間後までの卵と幼生の観察結果(収容 12 時間後では外見は D 型だが、内臓がまだ確認できず。トロコフォアから D 型への移行中と思われる。収容 24 時間では消化管、肛門、食道と思われる器官がはっきりする。)

1-2. 給餌量

平成 23 年度と今年度の給餌量の推移を、ml あたりおよび個体当たりで比較したところ、図 5 のように、平成 23 年度の 9 月 20 日飼育群の給餌量がかなり多かった。しかし、そのときの殻高の推移を比較すると図 4 のように、他の生産群と同等もしくは低い状況であった。このことから給餌量が多ければ成長が促進されるということではないと考えられる。さらに、平成 23 年度の 9 月 20 日群の飼育記録には、しばしば「原虫が見られる」と記載してあり、今年度の 5 回次,6 回次の飼育で原虫がほとんど見られておらず、餌が多すぎると飼育環境の悪化を生じさせる可能性があることが考えられる。今年度は各給餌前に残餌がほぼ 0 になるように給餌を行っており、そのときの幼生の状態などをみながらできるだけ最低限の給餌を行うことが大切であると考えられる。

表 4　幼生飼育における平成 24 年度と平成 23 年度との比較

飼育群	最初の取り上げ時の飼育日数（日）	収容から取り上げまでの積算水温（℃・日）	取り上げ時飼育密度（個/ml）	殻高100μmに達するまでの積算水温(℃)	生残率（%）	日間成長率（%）
5回−1	26	710.2	0.4	130.4	11.7	5.6
6回−1	25	653.7	0.5	150.8	10.0	5.9
6回−2	26	703.3	0.5	159.5	10.4	5.4
ave.	26	689.1	0.5	146.9	10.7	5.6
H23.7.27	−	−	−	378.1	−	−
H23.8.18	23	608.4	0.1	293.5	6.6	6.2
H23.9.20	27	638.4	0.2	170.9	4.2	5.0
ave.	25	623.4	0.1	280.8	5.4	5.6

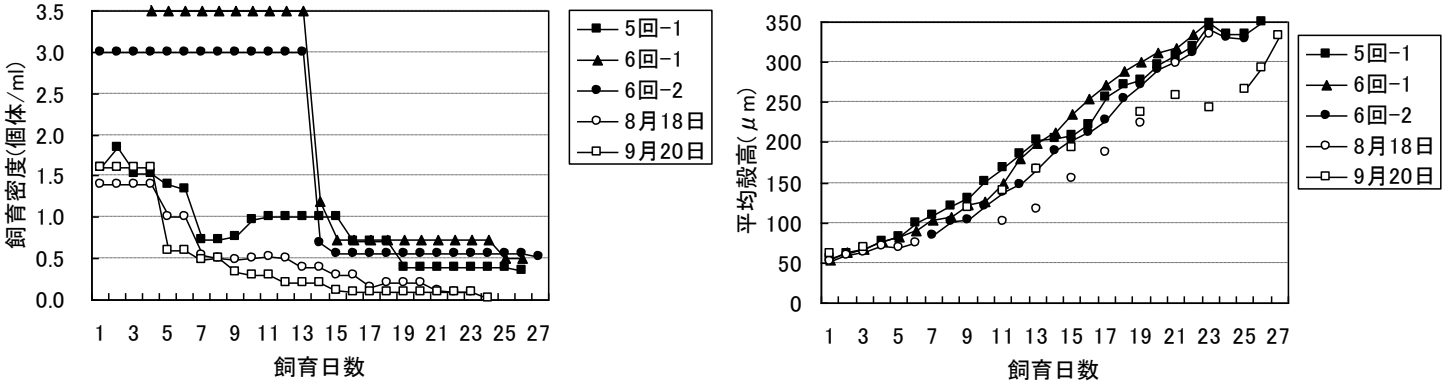


図 4.　平成 23、24 年度の浮遊幼生飼育密度および平均殻高の推移(左：飼育密度、右：平均殻高)

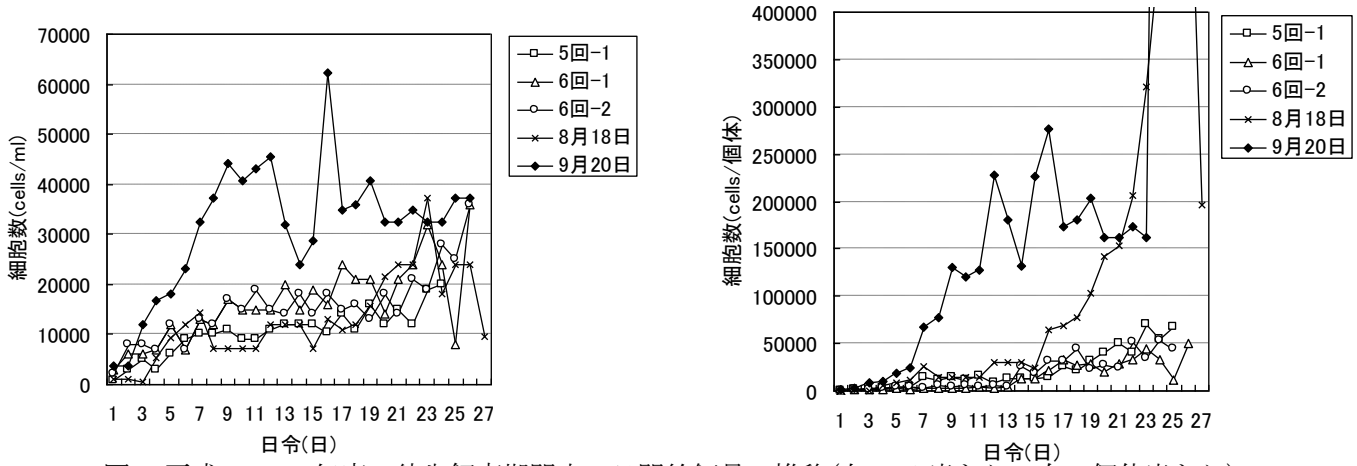


図 5 平成 23、24 年度の幼生飼育期間中の日間給餌量の推移(左：ml 当たり、右：個体当たり)

(2) 採苗

今年度採苗率は 22.5-38.5%と比較的安定した結果であったが、2 回次の採苗率がやや低かったことについて考察すると、2 回次は採苗 3 日目の給餌量が 1 回次および 3 回次の給餌量と比べると約 2 倍以上を給餌したことによる環境悪化を起こした可能性が考えられる。水温や飼育密度は今回の範囲ではあまり関係はなかったものと考える。幼生の観察結果からも 2 回次ではへい死個体が他の回次よりも増加し原虫が多く発生した。今後、採苗初期は給餌量を抑え、良好な飼育環境を保つことが採苗率を上げるためにも重要と考えられる。

今年度の採苗率は 20-30%程度であったが今後の量産化を考えるとさらに採苗率の向上を目指す必要がある。

表５　採苗時における飼育条件および環境について

	水温(℃)	飼育密度(個体/カラム)	給餌量(万cells/ml・日)	採苗率(%)
1回次	25.3～26.7	15,000	4～14	38.5
2回次	25.3～26.2	20,000	3～21	22.5
3回次	25.3～25.9	20,000	2～9.4	31.3

４　考　察　文　献

(1) 松原　弾司・田中　實・平川浩司：「特選広島かき」種苗生産（幼生飼育）、*平成 10 年度　広島県栽培漁業協会事業報告書　No. 19*

(2) 大橋　智志：有用二枚貝４種の浮遊幼生における消化器官の形成に関する組織学的検討および種苗生産への知見の応用、*2011　長崎県水産試験場研究報告　第 37 号*

平成24年度の浮遊幼生飼育結果について最も生残率の高かった第6回次の生産の概要を付表１に示した。

付表１　浮遊幼生飼育結果

日付	日齢	時刻	水槽	水温	残存数	給餌量(mlあたり)				計	残餌量(cells/ml)	pH	殻高	備考
						1	2	3	4					
8月9日	0													
8月10日	1	15:20	C	26.1	250	2000	0	1000	0	3000	0	8.07	54.0	
			D	26.2	250	2000	0	0	0	2000	－	－		
8月11日	2	7:00	C	26	250	2000	2000	2000	2000	8000	0	8.1	62.5	幼生沈下なし
			D	－	－	2000	2000	2000	2000	8000	－	－	－	
8月12日	3	7:00	C	－	－	2000	2000	2000	2000	8000	2500	8.09	66.3	
			D	－	－	2000	2000	2000	2000	8000	－	－	－	
8月13日	4	7:00	C	26.4	175	2000	3000	2000	0	7000	0	8.1	76.3	C底掃除+1/2換水
			D	－	－					7000	－	－	－	
8月14日	5	7:10	C	26.5	－	3000	3000	3000	3000	12000	0	8.09	83.1	
			D	－	－					12000	－	－	－	
8月15日	6	7:00	C	26.5	－			4000	3000	7000	625	8.09	90.8	C1/2換水
			D	－	－					7000	－	－	－	
8月16日	7	7:00	C	26.3	－	3000	3000	3000	4000	13000	0	8.09	103.3	D全換水、スポット見られる。
			D	－	－					13000	－	－	84.3	
8月17日	8	7:00	C	26.5	－		4000	4000	4000	12000	625	8.09	106.2	D沈下？C60μmで全換水
			D	26.5	－	4000	4000	4000	4000	16000	625	－	100.8	Cやや沈下？浮上が少ない
8月18日	9	7:20	C	26.8	－	4000	4000	4000	5000	17000	1250	8.05	121.5	D1/6換水
			D	26.8	－	0	4000	4000	4000	12000	1875	8.07	102.5	
8月19日	10	7:30	C	26.7	－	0	5000	5000	5000	15000	0	8.06	127.0	C1/6換水
			D	26.7	－	4000	4000	4000	4000	16000	1875	8.1	119.9	
8月20日	11	7:10	C	26.2	300	4000	4000	5000	5000	18000	0	8.07	149.7	D3/5換水（ややゴミや原虫がいたため）
			D	26.2	150	0	4000	5000	5000	14000	0	8.11	137.6	
8月21日	12	7:00	C	26.2	－	0	5000	5000	5000	15000	0	8.08	180.7	C3/5換水
			D	26.2	－	5000	4000	4000	5000	18000	1875	8.09	148.2	
8月22日	13	7:00	C	26.2	－	5000	5000	5000	6000	21000	625	8.09	199.5	D1/2換水
			D	26	－	0	5000	4000	6000	15000	－	8.09	165.8	
8月23日	14	7:00	C	26.2	60	0	5000	5000	5000	15000	625	8.09	212.2	C1/2換水
			D	26.2	34	6000	4000	4000	4000	18000	1250	8.09	188.8	
8月24日	15	7:00	C	26.3	60	6000	5000	4000	5000	20000	0	8.13	234.8	D水が茶色のため7/10換水
			D	26.2	34	0	5000	4000	5000	14000	0	8.13	203.1	
8月25日	16	7:10	C	26.4	36	0	5000	5000	6000	16000	0	8.12	254.3	C1/2換水
			D	26.4	28	4000	4000	5000	5000	18000	0	8.09	211.6	
8月26日	17	7:00	C	26.5	36	5000	7000	6000	6000	23000	0	8.12	272.2	D1/2換水
			D	26.5	28	0	5000	5000	5000	15000	2500	8.14	227.1	
8月27日	18	7:30	C	25.9	36	0	6000	7000	8000	21000	1250	8.13	288.1	C1/2換水
			D	25.8	28	5000	5000	6000	7000	23000	1250	8.12	253.7	
8月28日	19	7:10	C	26.1	36	7000	7000	7000	7000	28000	0	8.13	299.8	D1/2換水
			D	25.8	28	0	6000	7000	7000	20000	0	8.14	272.3	
8月29日	20	7:00	C	25.8	36	0	7000	7000	8000	22000	0	8.14	311.0	C1/2換水
			D	25.6	28	7000	6000	6000	7000	26000	0	8.13	291.4	
8月30日	21	7:10	C	25.8	－	7000	7000	8000	8000	30000	0	8.11	317.6	D1/2換水
			D	25.5	－	0	7000	7000	7000	21000	0	8.11	299.7	
8月31日	22	7:00	C	25.3	－	0	8000	8000	8000	24000	0	8.12	－	C1/2換水
			D	24.9	－	7000	7000	7000	8000	29000	0	8.14	－	
9月1日	23	7:00	C	25.1	－	8000	8000	8000	8000	32000	0	8.12	311.1	D1/2換水、C眼点12%
			D	24.8	－	0	7000	8000	8000	23000	0	8.12	－	
9月2日	24	7:00	C	25.8	－	0	8000	8000	8000	24000	0	8.11	－	C1/2換水
			D	25.1	－	7000	7000	8000	8000	30000	0	8.11	－	
9月3日	25	7:10	C	25.8	19	8000	0	0	0	8000	0	8.12	352.2	C眼点85%、19万個採苗、D眼点45%
			D	25.7	32	0	8000	7000	9000	24000	0	8.12	340.8	
9月4日	26	7:10	D	26	32	0	9000	9000	9000	27000	625	－	－	D眼点66%
9月5日	27	7:30	D	26.1	32	8000	0	0	0	8000	－	－	－	D採苗

熊本産クマモト･オイスターづくり事業Ⅰ（県単　令達　平成24～26年度）

（中間育成技術の開発試験）

1　緒　言

シカメガキ（*Crassostrea　shikamea*）は八代海や有明海などに分布し、マガキに比べ小型で低塩分を好むとされている。近年は遺伝的にマガキとは別種とされ、米国では「Kumamoto Oyster」としてブランド化され今日に至っている。

熊本県ではクマモト･オイスター養殖の事業化を目指し平成 17 年から種苗生産技術の開発に取り組み、殻高 10㎜サイズの稚貝を 10 万個生産できる技術を開発した。事業化に向け大量の稚貝を生産するためにはさらに種苗生産技術の効率を向上させる必要がある。このため本試験では殻高 1.7㎜サイズの稚貝を用いて 10㎜サイズまで陸上施設（以下「飼育カラム」という）と海上中間育成施設（以下「フラプシー」という）で飼育を行い、大量に稚貝を生産するため必要な成長、生残データを収集した。

2　方　法

（1）担当者　中野平二、中根基行、永田大生、三浦精悟

（2）試験方法

ア　陸上飼育試験

（ア）　試験期間

平成 24 年 8 月 9 日から平成 25 年 1 月 4 日

（イ）　飼育方法

水産研究センター飼育実験棟内に底面に排水口を設置した容積130Lの角型プラスチック製水槽を設置し、その中に直径 50㎝のプラスチック製ダクト管を幅 20㎝に切断し、その片側にプランクトンネット（目合 122、177、276、526、1242μmの 5 種）を接着したカラムを 2 個ずつ置き飼育水槽とした（写真 1)。飼育水は、砂ろ過海水を用いた。換水率は 1 日 50 回転を目安とした。期間中水温は調整せず、自然水温とした。

また、餌として市販珪藻プランクトン（㈱ヤンマーマリンファーム製：キートセロスグラシリス、キートセロスカルシトランス、二枚貝研究所製:キートセラスグラシリス）を 1 日 1 回～2 回与えた。期間中の給餌量は 1 日にシカメガキ 1 万個当たり 4～230ml であった。

（ウ）供試貝のサイズ、個数及び開始時収容密度

公益財団法人くまもと里海づくり協会で生産されたシカメガキを試験に供試した。供試貝の詳細を表１に示した。

表１　供試貝の詳細

搬入日	個数	平均殻高(mm)
8 月 9 日	482,000	1.60
9 月 7 日	99,000	4.36

（ウ）　収容密度及び選別

開始時の収容密度は 1 カラムあたりシカメガキを 48,200 個収容し、以後成長に合わせ 1 ヵ月後には 1 カラムに 29,500 個に調整し、最終的な飼育密度は 1 カラムあたり約 8,000 個に調整した。

また飼育開始 18 日後、41 日後、54 日後にポリエチレンネット（目合 1.4mm）を用いて殻

高 2㎜ 以上のシカメガキを選別した。

（オ） 測定項目

試験期間中 5 回（8 月 21 日、8 月 29 日、9 月 19 日、11 月 20 日、平成 25 年 1 月 4 日）1 カラムにつき 20 個または 30 個の殻高を測定した。またカラム内の水温を毎日測定した。

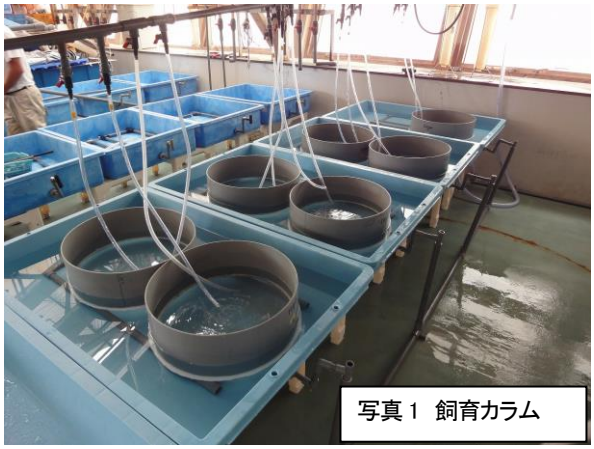


写真 1 飼育カラム

写真 2 フラプシー

イ フラプシーを用いた飼育試験

（ア） 試験期間

試験は時期別に 6 回行った。実施時期（日数）は下記のとおり。

試験 1 ：平成 24 年 10 月 4 日から 10 月 10 日（7 日）

試験 2 、 3 ：平成 24 年 10 月 16 日から 10 月 29 日（14 日）

試験 4 、 5 、 6 ：平成 24 年 11 月 13 日から 11 月 18 日（6 日）

（イ） 飼育方法、供試貝

水産研究センター地先海面に設置したヤンマー株式会社製 FRP 製海上中間育成施設 FLUPSY FTF-10（縦 6.2m×横 3.0m, 写真 2）を飼育施設とした。所定数量の供試貝を FLUPSY（以下「フラプシー」という）の FRP 製カラム（縦 0.69ｍ×横 0.69m×高さ 0.93m）に砂等の基質を加えずに収容した。給餌はフラプシーに海水を常時導入することにより行い、培養もしくは購入した珪藻プランクトンの給餌は行わなかった。

供試貝は試験アで飼育した貝の一部を用いた。試験毎のシカメガキの開始時の殻高、1 カラムあたりの収容個数、単位面積当たりの収容密度を表 2 に示した。

表２　試験区の概要

	開始時殻高 (mm)	平均水温 (℃)	収容個数 (個)	収容密度 (個/m2)
試験1	9.48	23.36	2,100	4,411
試験2	3.27	22.06	3,000	6,301
試験3	5.96	22.06	3,000	6,301
試験4	2.30	17.74	12,000	25,205
試験5	3.47	17.74	50,000	105,020
試験6	3.47	17.74	50,000	105,020

（ウ）　測定項目

試験開始時と終了時に 1 試験区につき 20 個または 30 個の殻高を測定した。また、YSI ナノテック社製　S-T-C メーター　MODEL30 により水温を毎日測定した。

３　結果及び考察

（１）陸上飼育試験

ア　飼育環境

カラム飼育中の水温を図 1 に示した。水温は試験開始から 9 日までは 25℃以上であったが、以降低下し 12 月には 8℃まで低下した。

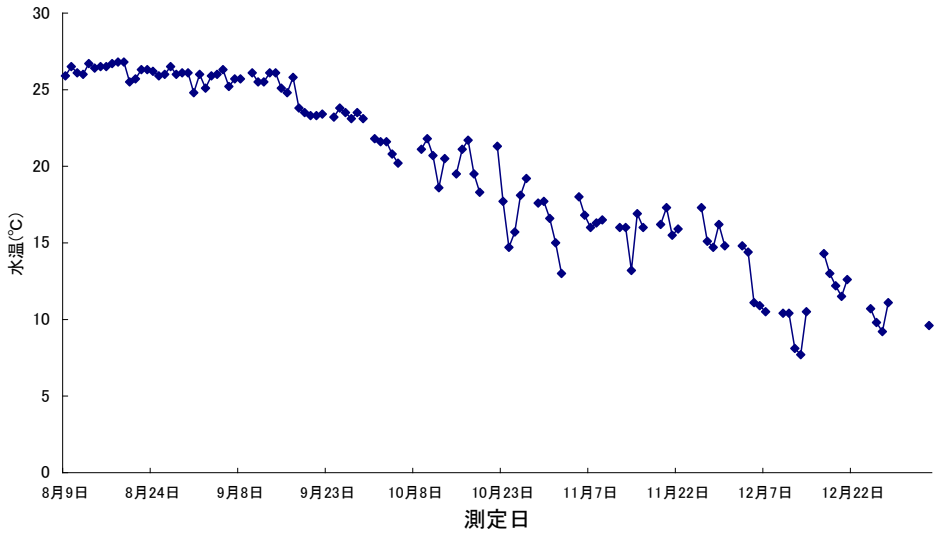


図１　水温の推移

イ　成長

平成 24 年 8 月 20 日から平成 25 年 1 月 4 日までのカラム毎の殻高の推移を図 2 に示した。

開始時の平均殻高は 1.74㎜ であったが、8 月 29 日（飼育開始 20 日目）には 3.36㎜ に達し（日間成長率 0.08㎜/day)、11 月 20 日（飼育開始 103 日目）には 8.07㎜ に達した。また平成 25 年 1 月 4 日（飼育開始 148 日目）には 9.02㎜ に達した。

飼育カラム毎の平均殻高を測定日ごとに比較すると 11 月 20 日で 5.13～13.77㎜、平成 25 年 1 月 4 日で 5.27～17.77㎜ とばらつきが大きくなった。

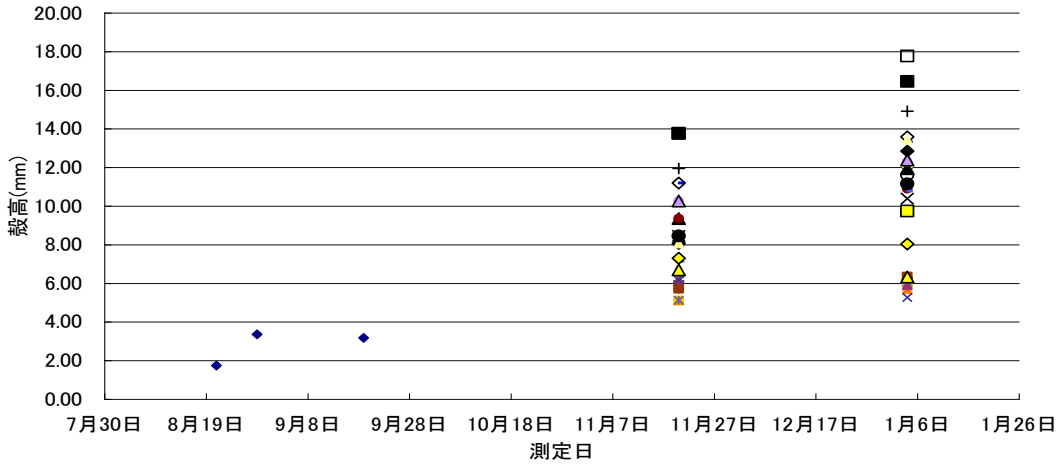


図２　カラム飼育における殻高の推移（凡例は飼育カラムの平均殻高を示す）

（２）フラプシーを用いた飼育試験

ア　飼育環境

フラプシー飼育中の水温を図 3 に示した。期間中の水温は試験 1 が 22.9～23.6℃、試験 2,3 は 21.1～22.7℃、試験 4.5.6 は 16.2～19.2℃で推移した。

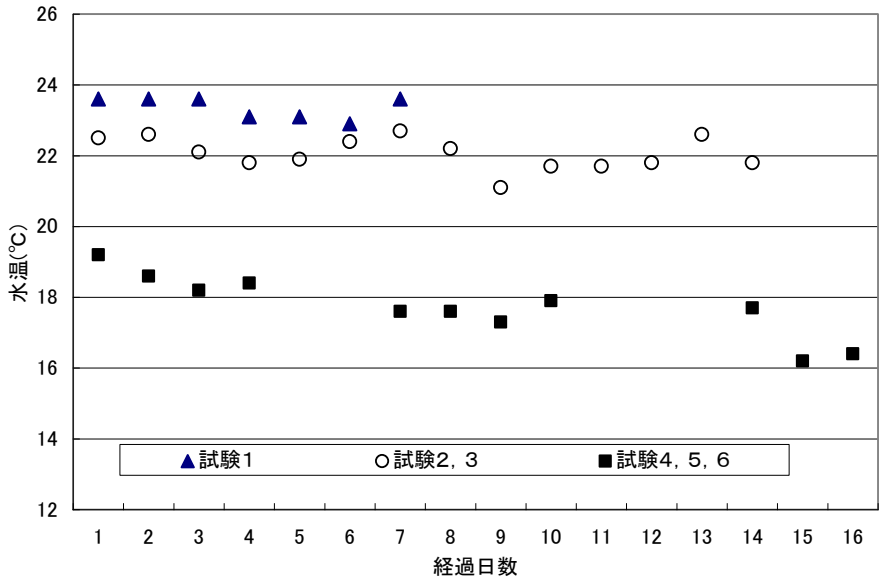


図３　フラプシー飼育時の水温推移

イ　成長と生残

試験区毎の殻高の推移、日間成長率を表 3 に示した。

試験 1 は 9.48㎜ で開始し､7 日間の飼育で 11.24㎜ に成長した｡この間の日間成長率は 0.25㎜/day、試験 2 は 3.27㎜ で開始し、14 日間の飼育で 6.78㎜ に成長した。この間の日間成長率は 0.25㎜/day、試験 3 は 5.96㎜ で開始し、14 日間の飼育で 9.14㎜ に成長した。この間の日間成長率は 0.23㎜/day、試験 4 は 2.30㎜ で開始し、6 日間の飼育で 3.74㎜ に成長した。この間の日間成長率は 0.09㎜/day、試験 5,6 は 3.37㎜ で開始し、6 日間の飼育で 5.82㎜、6.22㎜ に成長した。この間の日間成長率は

0.15㎜/day 及び 0.17㎜/day であった。
死貝はすべての試験区で確認できなかった。

表３　成長と生残

	試験日数（日）	平均水温（℃）	収容個数（個）	殻高(mm)		死貝数（個）	日間成長率（mm/day）
				開始時	終了時		
試験１	7	23.4	2,145	9.48	11.24	0	0.25
試験２	14	22.1	3,000	3.27	6.78	0	0.25
試験３	14	22.1	3,000	5.96	9.14	0	0.23
試験４	6	17.7	12,000	2.3	3.74	0	0.09
試験５	6	17.7	50,000	3.47	5.82	0	0.15
試験６	6	17.7	50,000	3.47	6.22	0	0.17

（３）総合考察

本試験では、シカメガキ養殖用稚貝を大量生産するために、飼育カラムを用いた陸上飼育とフラプシーを用いた海面飼育で育成試験を行った。

陸上飼育では殻高 1.7㎜ から飼育を開始すれば 20 日間の飼育で殻高 3.36㎜ に達し、その後、フラプシーで殻高 10㎜ まで飼育する場合、水温が 22～23℃で日間成長率が 0.23～0.25㎜/day、17.7℃で 0.09～0.17 ㎜/day であることから、殻高 1.7㎜ サイズの稚貝を最短でカラム飼育 20 日、フラプシー飼育 26 日、合計 46 日の飼育期間で殻高 10㎜ に飼育できる可能性が示された。

しかしながら、今回の試験で 11 月下旬からにカラム飼育とフラプシー飼育を行った群の一部に死貝が発生した（累積死亡率約 10%）ことから、さらに試験を続けてデータを収集し、より確実な飼育方法を確立する必要があると考えられた。

熊本産クマモト・オイスターづくり事業Ⅱ（令達 平成24年度）

（養殖試験）

1 緒 言

シカメガキ（*Crassostrea shikamea*）は八代海や有明海などに分布し、マガキに比べ小型で低塩分を好み、近年の研究では遺伝的にもマガキとは別種とされている。このシカメガキが戦後にマガキの種ガキに混じって米国に輸出され、米国で「Kumamoto Oyster」としてブランド化され、今日ではカキの一銘柄として日本に逆輸入されるまでになっている。県ではこのクマモト・オイスターを新たな養殖ブランドに育成するため種苗生産及び養殖試験に取り組んでいる。

本試験では、養殖方法や養殖適地などについて、基礎的な情報を得ることを目的として、平成 22 年度および平成23年度に当水産研究センターで生産したシカメガキ稚貝を県内14業者・グループに配布し養殖試験を実施した。

2 方 法

（1）担当者　中根基行、中野平二、永田大生、三浦精悟、本田久美

（2）材料および方法

ア　供試貝

平成23年度に種苗生産したシカメガキ稚貝6万個（平均殻高8.7㎜）および平成22年度に種苗生産したシカメガキを用いた。（平成22年度産配布稚貝の詳細については、平成23年度熊本県水産研究センター事業報告書を参照。）

イ　試験地、配付個数、養殖方法

県内の14業者・グループに配付した。詳細は表1に示した。

ウ　試験期間

平成24年4月から平成25年3月まで。

エ　調査項目

養殖中のシカメガキ成長について、殻の大きさ（殻高、殻長、殻幅）、殻付重量、軟体部重量およびグリコーゲン含有量について測定した。一調査あたりの測定数は殻の大きさおよび殻付重量については20検体、軟体部重量については10検体、グリコーゲン含有量については6検体とした。グリコーゲン含有量の測定は、サンプルをアルカリ処理により溶解後、精製し、アンスロン硫酸法により発色後、620nm の吸光度測定により算出した。

表1　平成23年度産稚貝を用いた養殖試験者の試験地、配付個数、養殖方法及び主要従事漁業について

	業者1	業者2	業者3	業者4	業者5
試験地	大矢野①	大矢野②	松島	大道	倉岳
配布個数	5千個	5千個	5千個	5千個	5千個
養殖方法	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖
主要漁業	漁船･二枚貝養殖業	漁船･二枚貝養殖業	真珠養殖業	魚類養殖業	真珠養殖業

	業者6	業者7	業者8	業者9	業者10
試験地	御所浦	新和	五和	苓北①	苓北②
配布個数	1万個	1万個	1万個	1万個	5千個
養殖方法	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖
主要漁業	真珠養殖業	漁船･二枚貝養殖業	真珠養殖業	二枚貝養殖業	二枚貝養殖業

	業者11	業者12	業者13	業者14
試験地	苓北③	芦北	三角	水俣
配布個数	5千個	5千個	5千個	2千個
養殖方法	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖	垂下式養殖
主要漁業	真珠養殖業	漁船漁業グループ	漁協	漁協

3　結果及び考察

養殖地区毎に、殻の大きさ(㎜)と殻付重量(g)及び軟体部重量(g)、軟体部重量比(軟体部重量/殻付重量;%)、グリコーゲン含有量(mg/g)について示した（図 1-1～図 14-2)。

（1）大矢野①地区

殻の成長については、4 月から 7 月まで殻は緩やかに大きくなり、その後 7 月から 9 月までは停滞した。9 月から 10 月にかけて急激に殻の成長が認められ、その後翌年 3 月までは緩やかに成長した。(図 1-1)。殻付重量は殻の成長と同様な増加傾向が認められた(図 1-1)。軟体部重量は 3 月のサンプリング時で平均 15.6g となり、軟体部重量比は 18%から 33%間を推移した（図 1-2)。グリコーゲン含有量は 2.5mg/g から 35.4mg/g であった(図 1-2)。

業者からの聞き取りでは、8 月中旬までは順調に成長し、死亡数も少なかったが、9 月に大量のフジツボの付着が見られ、その後 10 月に 7 割程度のへい死を確認し、最終的な生残率は 1 割程度であった。

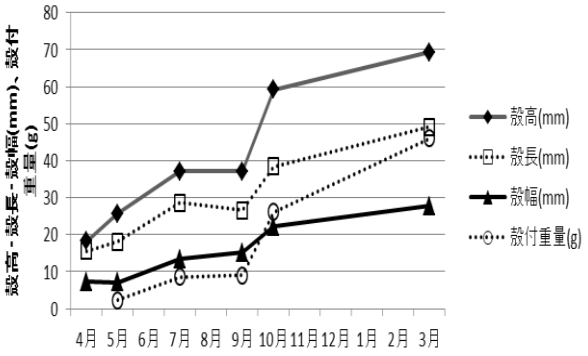


図 1-1　大矢野①　成長と殻付重量の推移

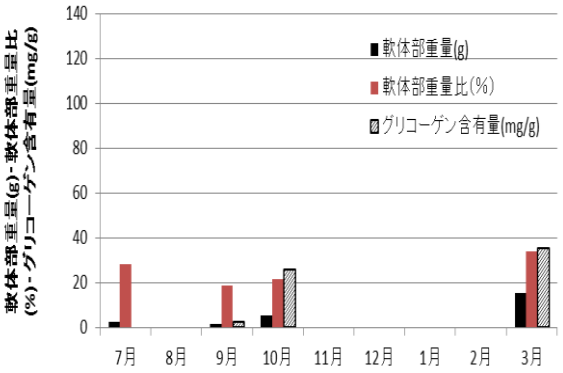


図 1-2　大矢野①　軟体部重量、軟体部重量比及びグリコーゲン含有量の推移

（2）大矢野②地区

殻の成長は 10 月まで緩やかに成長したものの、10 月以降からの成長が認められず出荷サイズにまで至らなかった。(図 2-1)。殻付重量は殻の成長に伴い 10 月までは増加したがその後、増重は認められなかった。軟体部重量は 7 月のサンプリング時で 1.5g、2 月のサンプリング時においても 2.3g であった。軟体部重量比は 17.1%から 23.4%の間を推移した。(図 2-2)。グリコーゲン含有量は 10 月に最大値(78.8mg/g)を示し、1 月のサンプリング時には 68.3mg/g とやや低下した。その後 2 月のサンプリング時には 34mg/g となりグリコーゲン含有量が大幅に低下した(図 2-2)。

2 才貝（平成 22 年度産種苗）のサンプリングを H25 年 1 月および 2 月に実施した。殻の成長及び殻付重量については 1 月から 2 月にかけて増加、増重が認められた。軟体部重量、軟体部重量比、グリコーゲン含有量についても 1 月から 2 月にかけて増加した。

業者からの聞き取りでは 6 月までは殻の成長が鈍いものの生残率は高かったが、7 月以降にへい死が続き 10 月頃には生残割合は 1 割程度にまでなった。その後へい死は発生していなかった。

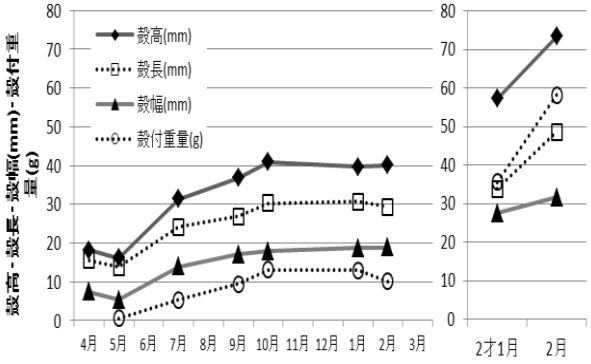


図 2-1　大矢野②　成長と殻付重量の推移

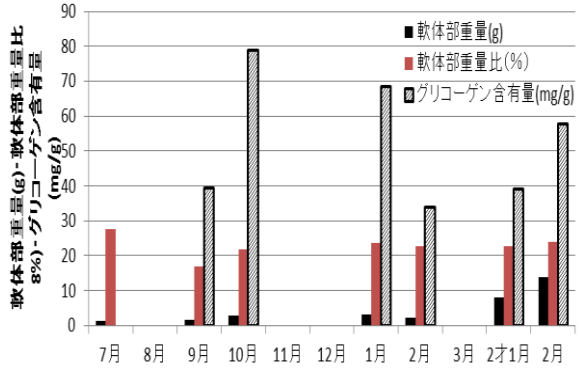


図 2-2　大矢野②　軟体部重量、軟体部重量比及びグリコーゲン含有量の推移

（3）松島地区

殻高は試験開始から 7 月にかけて伸長し、7 月から 10 月の期間は停滞した。その後 2 月にかけて成長が認められた(図 3-1)。殻付重量は試験開始から殻の成長と同様の動向を示した。軟体部重量は 7 月に 1.4g で、その後 10 月で 2.0g、2 月のサンプリングで 6.4g となり期間を通して大幅な増減はなかった。(図 3-2)。軟体部重量比も期間をとおして 13.7%から 29.2%の間を推移し、大幅な増減は認められなかった(図 3-2)。グリコーゲン含有量は 1 月から 2 月にかけて増加し、2 月に最高値を示した(図 3-2)。

2 才貝のサンプリングを平成 25 年 1 月と 2 月に行った。殻長及び殻付重量が増加した。軟体部重量、軟体部重量比、グリコーゲン含有量は 1 月から 2 月に微増した。

業者からの聞き取りでは 5 月の降雨後に大きい個体から死に始めた。その後も秋口まで死亡が続き、最終的な生残率は 1 割以下であった。

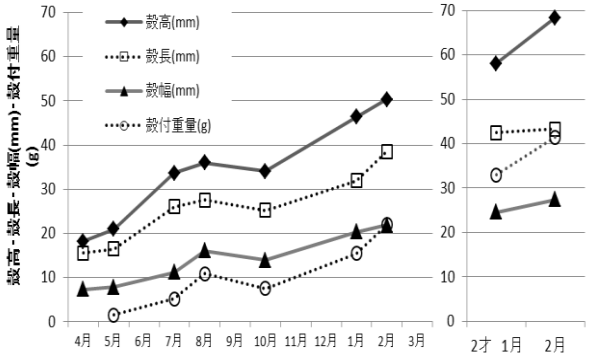


図 3-1　松島　成長と殻付重量の推移

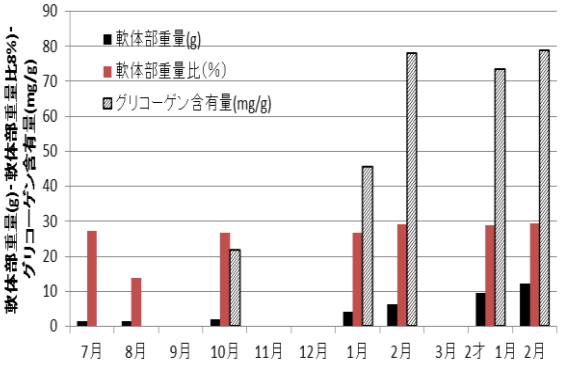


図 3-2　松島　軟体部重量、軟体部重量比及びグリコーゲン含有量の推移

（4）大道地区

殻の成長及び殻付重量は 8 月まで増加、増重した。(図 4-1)。軟体部重量、軟体部重量比、グリコーゲン含有量について 6 月及び 8 月に測定した。軟体部重量は 6 月より 8 月にかけて増加したが、軟体部重量比およびグリコーゲン含有量については減少した(図 4-2)。

業者からの聞き取りでは 8 月に大量死が発生し全滅した。このことから 8 月以降のサンプリングは中止した。

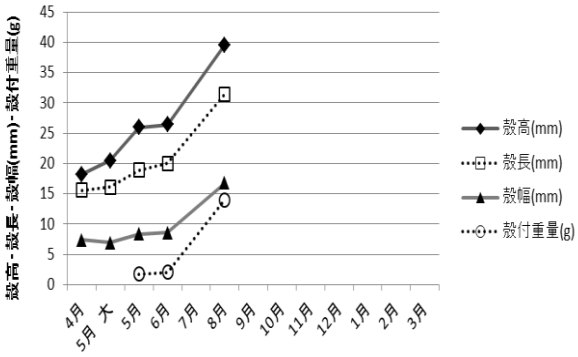


図 4-1　大道　成長と殻付重量の推移

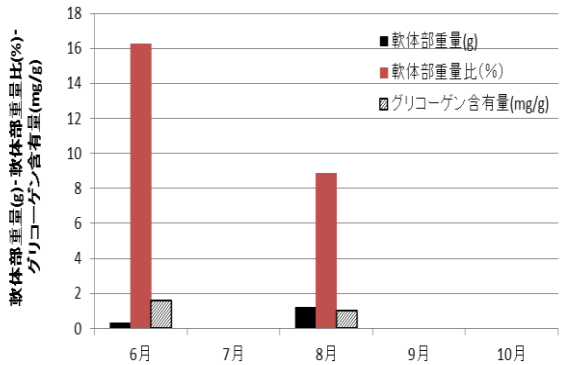


図 4-2　大道　軟体部重量、軟体部重量比及びグリコーゲン含有量の推移

（5）倉岳地区

試験開始から 8 月まで殻の伸長が認められ、その後 10 月まで停滞し、その後 10 月から 3 月にかけて僅かに成長した。殻付重量は試験期間を通して緩やかに増加した(図 5-1)。軟体部重量は 7 月には 1.4g から 3 月に 2.2g と僅かに増加した(図 5-2)。軟体部重量比は 7 月に最高値を示し、その後 12 月まで減少し、12 月以降は上昇した(図 5-2)。グリコーゲン含有量は 3 月に最大値を示した(図 5-2)。

2 才貝のサンプリングを平成 25 年 1 月と 2 月に行った。殻の成長及び殻付重量が減少し、軟体部重量比、

グリコーゲン含有量は増加した。

業者からの聞き取りでは、8 月末時点ではへい死は殆どなかったが、9 月に半分以上が死んだ。今までに比べると成長が悪く、最終的な生残率は 4 割程度であった。

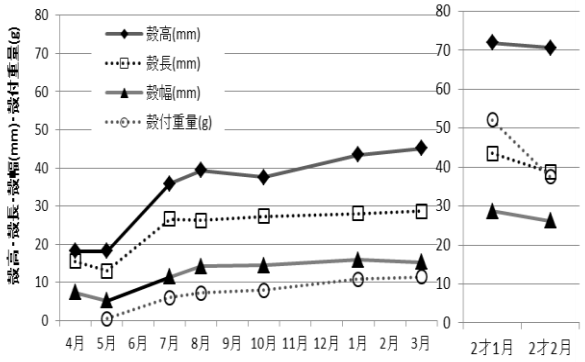


図 5-1　倉岳　成長と殻付重量の推移

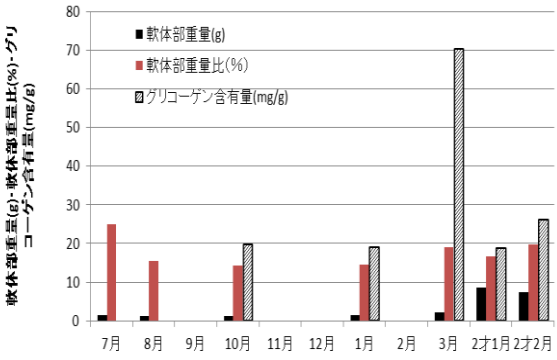


図 5-2　倉岳　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（6）御所浦地区

殻の成長は試験開始から 7 月まで成長が認められ、7 月から 1 月までは非常に緩やかに成長し、1 月から 2 月に再び成長した。2 月から 3 月にかけての測定値の低下は試験出荷後の小型の個体をサンプリングしたためである(図 6-1)。殻付重量は 7 月に 9.1g であったものが 1 月までからの成長とともに緩やかに増加し、1 月には平均で 16.2g に達し、その後急激に増加し 2 月には 31.4g となった。3 月の測定値の低下は前述のとおりである（図 6-1)。軟体部重量は殻付重量と同様の増減傾向を示した。すなわち、7 月から 1 月にかけて 2.0g から 2.9g と微増し、1 月から 2 月にかけて 5.5g と 1.9 倍となった。軟体部重量比は試験期間をとおして 17.1%から 21.9%で大きな変化はなかった(図 6-2)。グリコーゲン含有量は 10 月から測定した。10 月が最低値を示しその後増加し 2 月に最高値を示した(図 6-2)。

2 才貝のサンプリングを平成 25 年 1 月と 2 月に行った。試験出荷の為にカキの大きさをそろえていることから、殻の測定値に変化はなかった（図 6-1)。軟体部重量と軟体部重量比に変化はなかったが、グリコーゲン含有量は 1 月から 2 月にかけて低下した(図 6-2)。

業者からの聞き取りでは、8 月以降は端先を削るなどして出荷用規格に収めるため殻の成長を抑制していた。8 月から 9 月にかけて、扁形動物のヒラムシ(*Pseudobiceros bedfordi*)が原因と考えられる食害が発生し、最終的な生残率は 4 割程度であった。

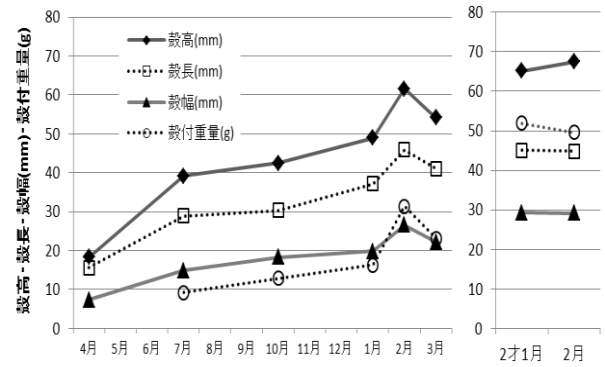


図 6-1　御所浦　成長と殻付重量の推移

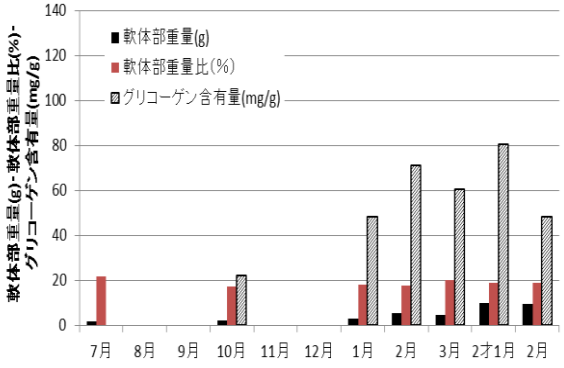


図 6-2　御所浦　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（7）新和地区

5 月から 1 月まで殻の伸長および殻付重量が増加し、1 月以降は殻の成長および殻付重量の大きな変動はなかった(図 7-1)。軟体部重量は 7 月に 0.6g となりその後僅かに増加したものの、8 か月後の 3 月において

も 3.6g で僅かな増加に留まった(図 7-2)。軟体部重量比は 7 月から 1 月の期間は 13.2%から 18.6%の間を推移していたが、2 月には 40.1%に上昇した(図 7-2)。グリコーゲン含有量は 10 月から 1 月は 36.0 mg/g から 37.0 mg/g の間を推移したが、2 月には 60.3mg/g、3 月には 76.8mg/g に増加した(図 7-2)。

業者からの聞き取りでは、へい死は夏前までに終息したが、今までの貝に比べると成長が緩やかで出荷規格にまで成長させることができなかった。最終的な生残率は 4 割程度であった。

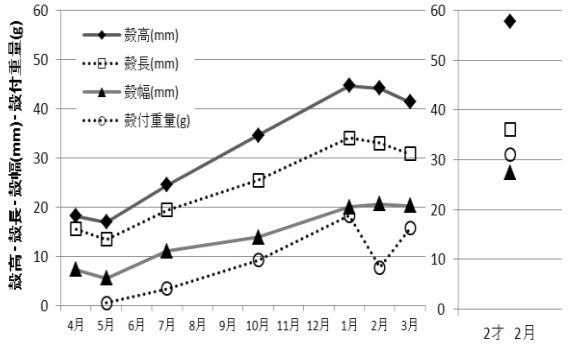


図 7-1　新和　成長と殻付重量の推移

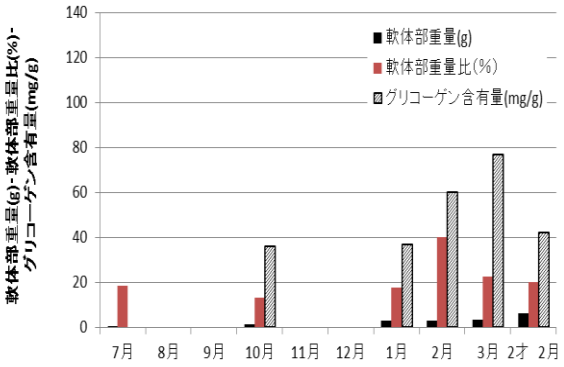


図 7-2　新和　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（8）五和地区

9 月まで殻の伸長が認められ、その後成長は停滞した(図 8-1)。殻付重量も殻の成長と同様の増加傾向をしめした(図 8-1)。軟体部重量は 6 月に 0.5g で 10 月には 2.9g と試験期間中にわずかに増加した(図 8-2)。軟体部重量比は 14.8%から 27.4%の間を推移した(図 8-2)。グリコーゲン含有量は 9 月に 70.2mg/g、10 月に 141.3mg/g となった(図 8-2)。

2 才貝のサンプリングを平成 25 年 1 月と 2 月に行った。殻の成長や殻付重量の増加は無かった(図 8-1)。軟体部重量、軟体部重量比及びグリコーゲン含有量は増加した(図 8-2)。

業者からの聞き取りでは、9 月上旬までは非常に順調であったが、9 月 23 日の台風（台風 16 号）後、へい死が出始め、10 月 13 日には大量死は無かったが、10 月 23 日に大量死を確認した。

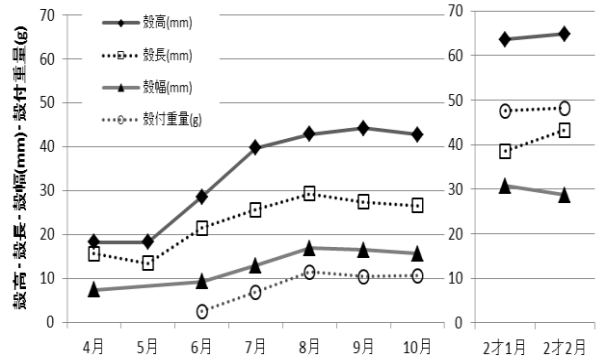


図 8-1　五和　成長と殻付重量の推移

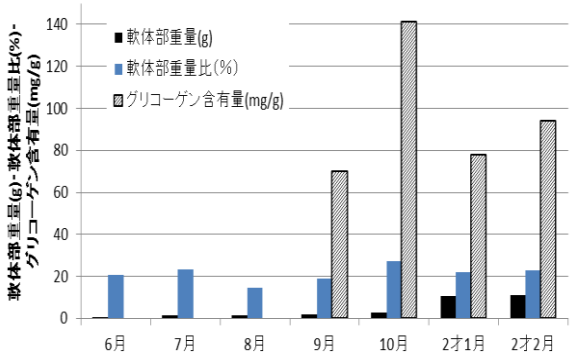


図 8-2　五和　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（9）苓北地区①

7 月まで殻が僅かに伸長し、その後 9 月までは大きな変動は無かった(図 9-1)。殻付重量は 6 月から 9 月月まで緩やかに増加した（図 9-1)。軟体部重量は 6 月で 0.7g その後 9 月までにわずかに増加し 1.2g となった。軟体部重量比は 6 月には 17.1%であったがその後徐々に低下し、9 月には 10.1%となった。9 月のグリコーゲン含有量は 9.1mg/g であった（図 9-2)。最終的な生残率は 8 割程度であった。

2 才貝のサンプリングを平成 25 年 1 月と 2 月に行った。1 月から 2 月にかけて殻の成長や殻付重量が増加した(図 8-1)。軟体部重量、軟体部重量比は増加したがグリコーゲン含有量は低下した(図 9-2)。

業者からの聞き取りでは、9 月 23 日の台風（台風 16 号）後、へい死が出始め、10 月に大量死を確認した。

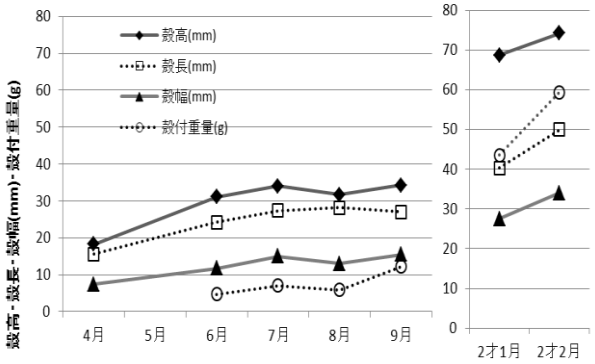


図 9-1　苓北①　成長と殻付重量の推移

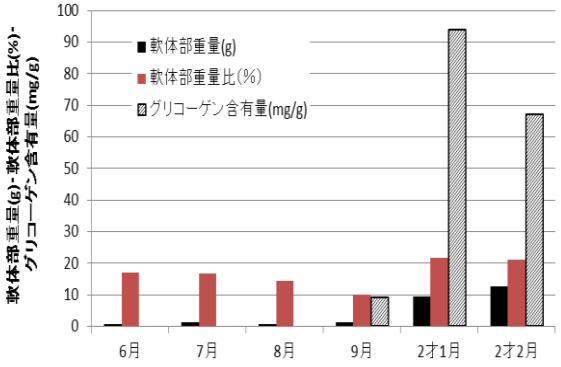


図 9-2　苓北①　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（１０）苓北地区②

9 月まで殻が伸長し、その後 9 月までは大きな変動は無かった(図 10-1)。殻付重量は 6 月から 7 月月まで緩やかに増加しその後停滞した。(図 10-1)。軟体部重量は 6 月で 0.3g その後 7 月と 8 月には 0.6g となったが、9 月には 0.3g となった。軟体部重量比は 6 月には 14.9%であったがその後徐々に低下し、9 月には 7.0%となった。6 月のグリコーゲン含有量は 0.2mg/g で、9 月には 2.7mg/g であった（図 10-2)。

業者からの聞き取りでは、9 月 23 日の台風（台風 16 号）後、へい死が出始め、10 月に大量死を確認した。

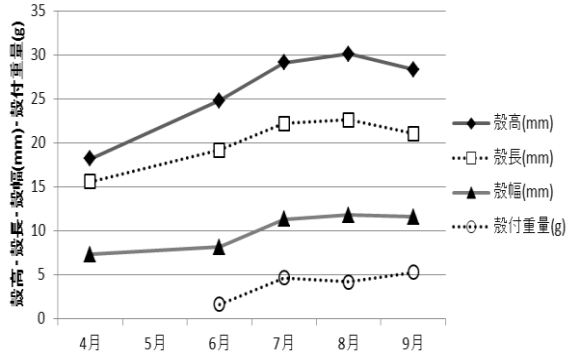


図 10-1　苓北②　成長と殻付重量の推移

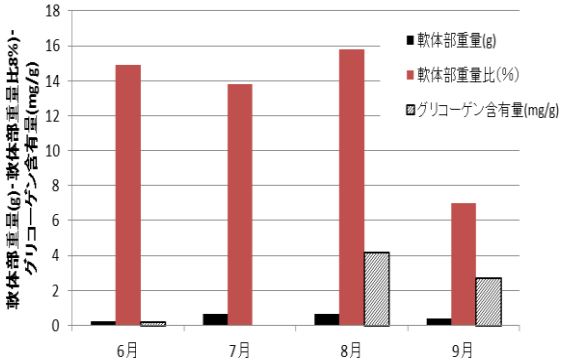


図 10-2　苓北②　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（１１）苓北地区③

4 月から 7 月にかけて殻が伸長し、その後 7 月から 9 月まで僅かな成長が認められたが、9 月から 1 月までは成長は停滞したが、殻付重量は 10 月から 1 月にかけて増加した(図 11-1)。軟体部重量は 6 月に 0.4g で 1 月には 4.4g と微増した(図 11-2)。軟体部重量比は 6 月から 1 月の期間 16.3%から 26%の間を推移した(図 11-2)。グリコーゲン含有量は 8 月に 35.1mg/g で、9 月には 135.5mg/g となり最高値を示した。その後 1 月には 62.6mg/g に低下した(図 11-2)。

2 才貝のサンプリングを平成 25 年 1 月と 2 月に行った。1 月から 2 月にかけて殻の成長や殻付重量の変動はなかった(図 11-1)。軟体部重量、軟体部重量比は僅かに増加したがグリコーゲン含有量は 100.3mg/g から 84.0mg/g に低下した(図 11-2)。

業者からの聞き取りでは、例年よりもややへい死数は多いものの大量死量へい死もなく、順調に成育し最終的な生残率は 4 割程度であった。

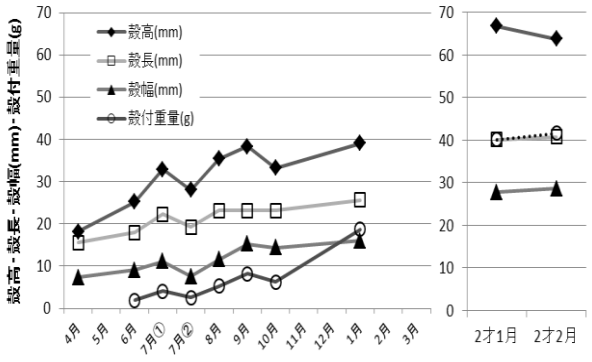


図 11-1　苓北③　殻の成長と殻付重量の推移

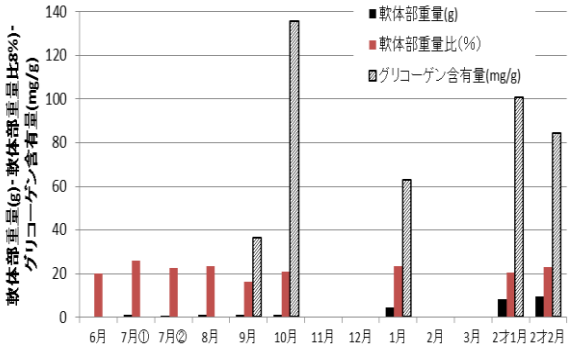


図 11-2　苓北③　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（１２）芦北地区

5 月から 8 月にかけて殻の急激な成長が認められ、その後 1 月までは停滞した(図 12-1)。殻付重量は 8 月から 1 月に 9.8g から 14.4g に増加した(図 12-1)。軟体部重量は 8 月で 2.7g、1 月は 3.1g であった(図 12-2)。軟体部重量比は試験期間をとおして 16.7%から 27.2%を推移しており、グリコーゲン含有量は 8 月で 35.8mg/g、10 月は 33.6mg/g、1 月は 61.8mg/g となった(図 12-2)。

業者からの聞き取りでは、大量死の発生は無かったが、成長が鈍く、出荷規格には至らなかった。最終的な生残率は 4 割程度であった。

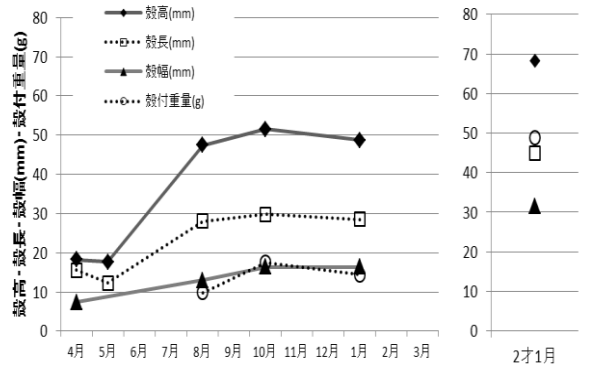


図 12-1　芦北　殻の成長と殻付重量の推移

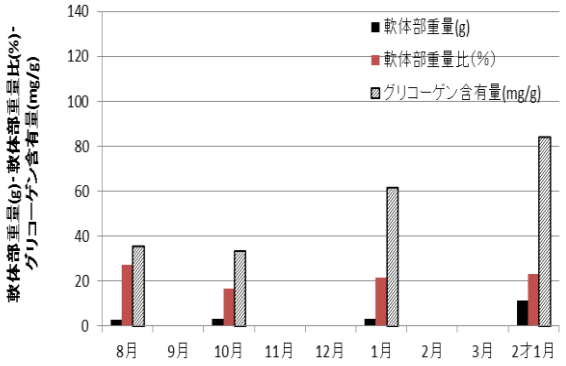


図 12-2　芦北　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（１３）三角地区

6 月から 7 月にかけて殻の急激な成長が認められ、その後 8 月には測定値が低下した。その後 8 月から 2 月まで緩やかに成長した(図 13-1)。これは 7 月から 8 月にかけて大量死が発生し、大きな個体が死んだためである。殻付重量も殻の成長と同様の傾向を示した(図 12-1)。軟体部重量は 7 月から 10 月②は 1.3g から 1.0g に減少し、その後 2 月には 5.2g に増加したが、3 月には 4.8g へ微減した(図 12-2)。軟体部重量比は軟体部重量と同様の傾向を示し、試験時は 24.3%で、10 月には 15.0%に減少し、2 月には 33.3%に上昇した。グリコーゲン含有量は 10 月①で 10.4mg/g、10 月②で 5.6mg/g であったが、2 月は 75.2mg/g となり、3 月には 43.2mg/g に減少した(図 12-2)。

2 才貝のサンプリングを平成 25 年 1 月と 2 月に行った。1 月から 2 月にかけて殻の成長と殻付重量は増加した(図 13-1)。軟体部重量、軟体部重量比及びグリコーゲン含有量についても増加した(図 13-2)。

業者からの聞き取りでは、8 月の中旬から大量死を確認した。最終的な生残率は 1 割以下であった。

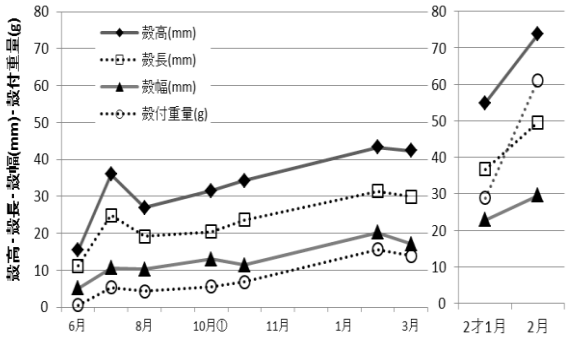


図 13-1　三角　殻の成長と殻付重量の推移

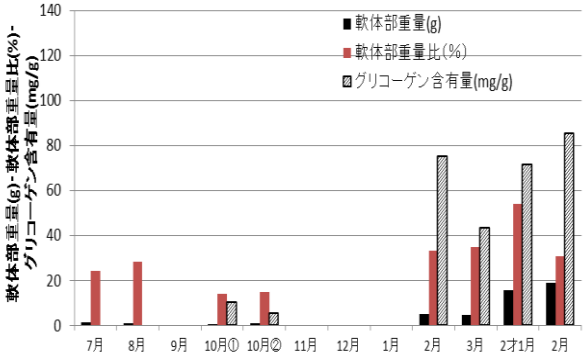


図 13-2　三角　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

（14）水俣地区

4 月から 7 月にかけて殻の急激な成長が認められ、その後 1 月まで殻の成長や殻付重量の増加はなかった(図 14-1)。軟体部重量は 7 月は 2.3g、1 月には 3.5gg に微増した(図 14-2)。軟体部重量比は、7 月に 23.0%、1 月に 26.8%となった。グリコーゲン含有量は 1 月に 63.5%であった(図 14-2)。

業者からの聞き取りでは、6 月から 7 月の梅雨時期にまとまったへい死があったものの、その後、大量死はなく最終的な生残率は 4 割程度であった。

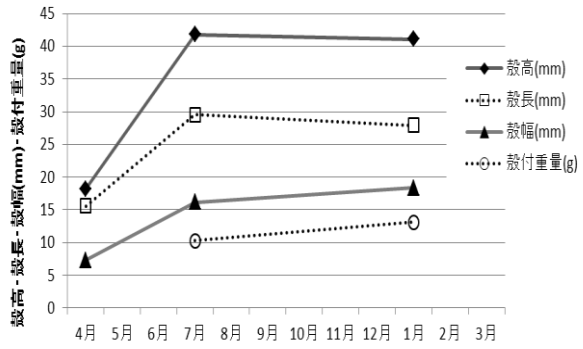


図 14-1　水俣　殻の成長と殻付重量の推移

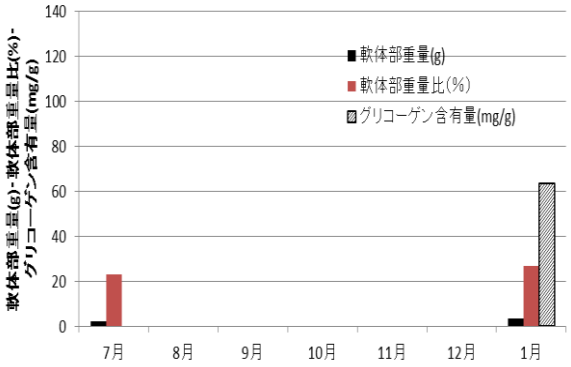


図 14-2　水俣　軟体部重量、軟体部重量比及び
グリコーゲン含有量の推移

本試験では 11 地区 14 業者グループでシカメガキの養殖試験を行った。昨年からの参加者は 12 業者で、本年度新たに養殖試験に加わったのは 2 業者であった。本試験の結果は、5 月から 10 月までの間に大量死が発生し、貝の成長が平成 22 年度と比べると鈍く、このことから平成 23 年度産稚貝の市場への試験出荷は僅かな数となった。

クマモト・オイスターの養殖については生産者協議会が組織されており、その協議会内で殻の大きさについては出荷規格が定められている。その規格に向けて生産者は刃先の削り込みなどを行い、規格にあった貝を養殖していくが、本年度の養殖試験においては、試験貝の外観は丸みがありカップが深いシカメガキとして理想的な形となったが、出荷規格までの成長には至らなかった。この原因については、①遺伝子を用いた親貝の種判別方法を変えたことにより成長の早いマガキとの混雑個体が排除された②飼育環境の変化による餌不足などが可能性として考えられる。①については新しい種判別の方法を取り入れていることで、平成 23 年度産と平成 22 年度産のカキの成長に関する特性が異なったことが推測される。しかし、前述のとおり外観的には理想とするシカメガキ（クマモト・オイスター）が養殖されているので、今後はこの新たな種判別方法で生産された稚貝に適した養殖技術を開発していく必要がある。あわせて②については、今後さらに養殖試験を実施していく中で飼育データを集積し、適正な餌料条件などを明らかにしていく必要がある。

次に、出荷時の軟体部重量やグリコーゲン含有量の差が業者間でみられている。これについてはマガキでは温度刺激によりグリコーゲンの蓄積を促進することが知られており[1)]、今後は、身入りが十分でなかった業者

に対しては、深吊りなどにより、水深別の水温差を利用した温度刺激を加えることで、グリコーゲンの蓄積につながるような養殖方法についても試験していく必要がある。

また、シカメガキの大量死の事例は過去の試験でもたびたび発生しており、その発生時期と今回の発生時期も良く似ていた[2)~4)]。大まかに大量死は5月から6月の間に1業者、8月から9月に6業者、10月に4業者で発生しており、大きくわけて3つのへい死要因が考えられた。まず5月から6月のへい死については降雨後に発生していることから、海域の淡水化がへい死につながったのではないかと考えられた。降雨対策としては、シカメガキを吊るしている水深を深くすることで、海域の淡水化を回避することが出来るが、本年度へい死が発生した業者は今回が初めての養殖試験で、深吊りするなどの降雨時の対応が十分でなかったことが考えられた。次に8月から9月のへい死の要因は、産卵後の衰弱が関与していると推察される。天然のシカメガキでは6月から7月にかけて良く発達した生殖巣をもっており、8月にかけてはやや生殖巣が退行した個体が多くみられ、8月には産卵が終了している。本試験においても7月から8月の個体の多くで産卵が終了していた。これらのことから、産卵後に衰弱し、大量死に繋がったと考えられた。10月のへい死の要因ついては、9月23日に台風が天草近海を通過したことにより台風の波浪の影響を受けたことにより大量死に繋がったと考えられた。今後、台風などの波浪への対策として、養殖方法の改善や避難漁場などの整備なども進めていく必要があると思われた。

熊本県では、カキの垂下養殖の歴史がほとんどなく、手探りの状態で試験を進めているが、今後は飼育成績を向上させ、より市場価値の高いシカメガキを生産する技術開発が必要である。また、併せてシカメガキを使った新しい商品開発、出荷時の衛生管理やブランド化などにも取り組んでいく必要がある。

4　参考文献

1）平田靖　他. 広島県総合研究所水産技術センター研究報告　2011（4）; 5-11

2）吉川真季　他.　熊本県水産研究センター事業報告書　2008;103-104

3）吉川真季　他.　熊本県水産研究センター事業報告書　2009;117-120

4）中根基行　他.　熊本県水産研究センター事業報告書　2011;95-106

5）中根基行　他.　熊本県水産研究センター事業報告書　2012;100-109

有明海再生調査・技術開発事業Ⅰ

（令　達　平成 24 年～26 年）

（放流用ハマグリ人工種苗生産技術の開発　ハマグリ中間育成試験Ⅰ）

1　緒　言

有明海は、福岡県、佐賀県、長崎県及び熊本県に囲まれた約 1,700km^2 の内湾で、大潮時の干満差は最大 5m に達する我が国最大の干潟域を有する海域である。この有明海では海域特性を活かし、採貝業、ノリ養殖業、刺し網漁業、小型定置網など様々な漁業が営まれているが、この海域内の漁獲量は昭和 50 年代後半から急速に減少し、有明海の代表的養殖業であるノリ養殖でも平成 12 年に大規模な色落ち被害が発生し、有明海の漁業生産の減少が危惧される状況に至った。

この対策の一つとして、平成 21 年度から国による有明海再生拡充事業が開始され、平成 24 年から有明海再生調査・技術開発事業として継続実施している。本事業は有明海の重要資源であるクルマエビ、ガザミ、ハマグリ等の資源量回復を図るための技術開発を行うもので、当試験は、ハマグリの放流用人工種苗の生産技術の開発を目的としている。昨年度までの成果として、着底稚貝の宅急便での輸送が可能になったこと、単一種類の珪藻給餌では成長と生残に制限があること、屋外コンクリート水槽を使った粗放的な基質試験では飼育基質として貝化石が砂よりも成育が良好であったこと、野外コンクリート水槽における粗放的な基質試験では 9 か月の飼育期間で、平均殻長 1mm から 1.5mm、生残数は 400 個～1,500 個/m^{2}であった。そこで、本試験では、効率的な中間育成を行うため①餌料種類が生残と成長に与える影響②貝化石の混合割合が成長と生残に与える影響③飼育基質に貝化石を混合したときの成長と生残に与える影響の 3 課題について検討した。

2　方　法

（1）担当者　中根基行、中野平二、三浦精悟、本田久美

（2）試験方法

ア　餌料試験（餌料種類が生残と成長に与える影響）

（ア）供試貝

H24 年 7 月にヤンマー株式会社ヤンマーマリンファーム（以下ヤンマーマリンファーム）で生産され、熊本県水産研究センターに輸送されたハマグリ稚貝（平均殻長 494μm）を用いた。

（イ）飼育方法

a　試験区（餌料種類）

キートセロス・グラシリス（以下「キート」という）、パブロバ・ルテリ（以下「パブロバ」という）、イソクリシス（ﾀｲﾁ株）（以下「イソクリ」という）の 3 種類の植物プランクトンを用いた。イソクリ及びパブロバについては、自家培養したものを用い、キートはヤンマーマリンファームから購入した。試験区及び日間給餌量については表 1 に示した。

表 1.　各試験区における給餌する植物ﾌﾟﾗﾝｸﾄﾝ種類と日間給餌量

	ｷｰﾄｾﾛｽ・ｸﾞﾗｼﾘｽ	ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ・ﾙﾃﾘ	ｲｿｸﾘｼｽ
ｷｰﾄ区	4億個		
ｷｰﾄ+ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ区	2億個	2億個	
ｷｰﾄ＋ｲｿｸﾘ区	2億個		2億個
ｷｰﾄ+ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ+ｲｿｸﾘ区	2億個	1億個	1億個

b　飼育

10L の角形容器内に直径 5cm の塩ビパイプの底面に穴径 100 μm のメッシュを継手パイプで固定したものを飼育カラムとし、水中ポンプによりシャワー式の循環式ダウンウエアリング式で飼育した。飼育カラムは試験区毎に 2 個用いた（図 1）。飼育容器は大型のバットに収容し、バット内はろ過海水をかけ流しウォーターバス方式で飼育した。飼育容器内の海水は毎日ろ過海水で換水した。

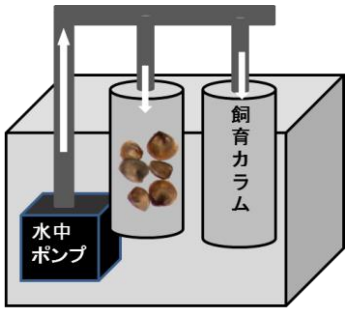


図 1.　餌料試験イメージ図

c　水温

期間中水温は調整せず、自然水温とした。

d　測定項目（頻度）

各試験区に 50 個の稚貝を収容し、生残数と殻長を 1 週間から 2 週間毎に測定した。回収時のハンドリングに圧潰した稚貝も存在したため、殻長測定後、カラムに再収容した個体数を生残率として求めた。水温は自動観測装置（オンセット社製ホボ U20 ウォーターレベルロガー）で連続測定した。

イ　基質試験①（貝化石の配合割合が成長と生残に与える影響）

（ア）供試貝

上記アと同様に生産された着底稚貝（平均殻長 318 μm）を用いた。

（イ）飼育方法

a　試験区

コンクリート製水槽中に木製コンパネで 4 水路（50cm×2m）を作成し、砂に対する貝化石の配合割合を変え飼育基質とした。配合割合は 0%（砂区）、10%（10%区）、50%(50%区)、100%(100%区)とした。それぞれの基質は収容容器内に厚さ 2cm 程度になるように敷きつめた（図 2、図 3）。

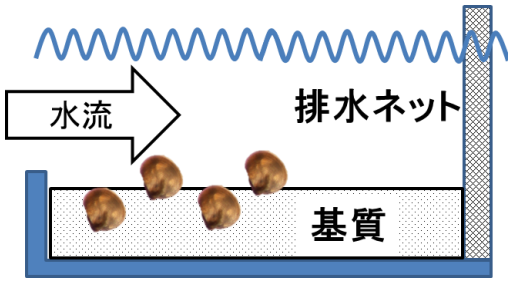


図 2.　基質試験①イメージ図

図 3.　基質試験①全景

b　飼育水

外海水及び大矢野種苗生産施設給水池海水をそのまま注水した。

c　水温

期間中水温は調整せず、自然水温とした。

d　測定項目（頻度）

各試験区に 10,000 個の稚貝を収容し、1 ヶ月毎に直径 3cm のシリンジで容器内の基質を採取して、ローズベンガル入り 10%ホルマリンで固定し、ルーペで稚貝の個体数計測し単位面積（㎡）

あたりの生残数を求めた。固定した稚貝は万能投影機により殻長を測定した。水温は自動観測装置（オンセット社製ホボ U20 ウォーターレベルロガー）で連続測定した。

ウ　基質試験②（野外コンクリート水槽の飼育基質に貝化石を配合した効果）

（ア）供試貝

上記アと同様に生産された着底稚貝（大稚貝；平均殻長 318μm、小稚貝；平均殻長 209μm）を用いた。

（イ）飼育方法

a　試験区

野外コンクリート製水槽をあぜ板により仕切り 3 区画とした。2 区画には貝化石 40kg を散布し 1 区画には中には散布しなかった（図 4、図 5）。

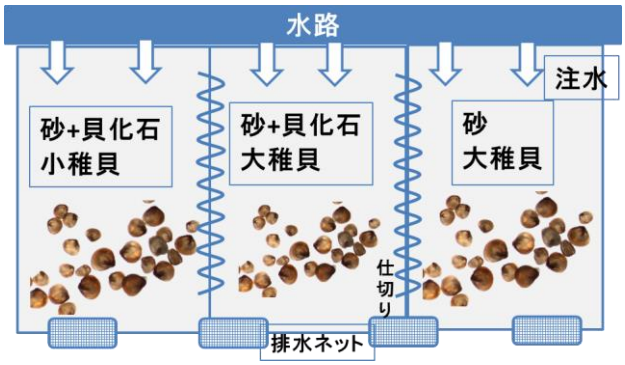


図 4.　基質試験②イメージ図

図 5.　基質試験②全景

b　飼育水

外海水及び大矢野種苗生産施設給水池海水をそのまま注水した。

c　水温

期間中水温は調整せず、自然水温とした。

d　測定項目（頻度）・採材

各試験区に 900,000 個の稚貝を収容し、1 ヶ月毎に直径 10cm の円柱カラムにより各試験区 10 か所を飼育基質ごと採材し、ローズベンガル入り 10%ホルマリンで固定後、ルーペで稚貝の個体数計測し単位面積あたりの生残数を求めた。固定した稚貝は万能投影機に殻長を測定した。水温は自動観測装置（オンセット社製ホボ U20 ウォーターレベルロガー）で連続測定した。

3　結果及び考察

（1）餌料試験

試験期間中の水温は 25.0～27.3℃で推移した（図 6）。測定日毎の供試貝の平均生残率と平均殻長の推移を図 7～8 に示した。

生残率は試験開始直後から低下した。試験終了時の平均生残率はｷｰﾄ区では 38%、ｷｰﾄ+ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ区では 43%、ｷｰﾄ+ｲｿｸﾘ区では 51%、ｷｰﾄ+ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ+ｲｿｸﾘ区では 55%となった。比較するとｷｰﾄ+ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ+ｲｿｸﾘ区>ｷｰﾄ+ｲｿｸﾘ区>ｷｰﾄ+ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ区>ｷｰﾄ区の順となった。

殻長は試験開始時に 494μm であったが、試験終了時にはｷｰﾄ区では 504μm、ｷｰﾄ+ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ区では 523

μm、ｷｰﾄ+ｲｿｸﾘ区では 520μm、ｷｰﾄ+ﾊﾟﾌﾞﾛﾊﾞ+ｲｿｸﾘ区では 530μm であった。

今回の試験では成長・生残とも複数餌料給餌区が単独餌料給餌区よりも良好な結果となっているが、その差は小さなものであった。また、中根ら（2012）の報告ではキートセロス・グラシリスの単独給餌による飼育では 40 日後の生残率は 30%から 45%であり、複数餌料による効果は確認できなかった。

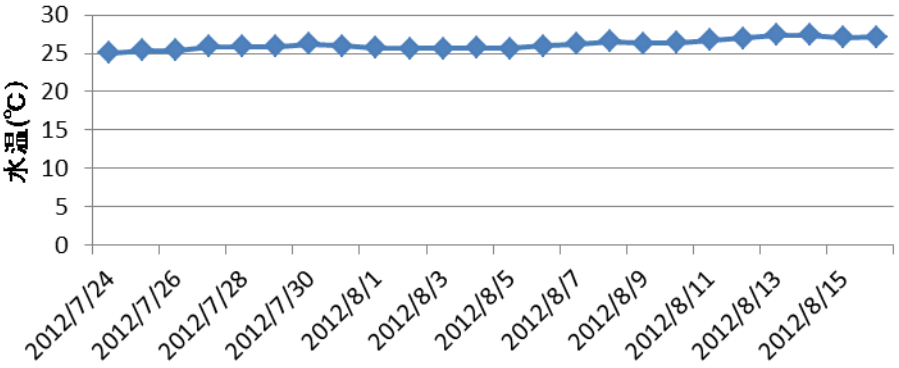


図 6. 餌料試験における水温の推移

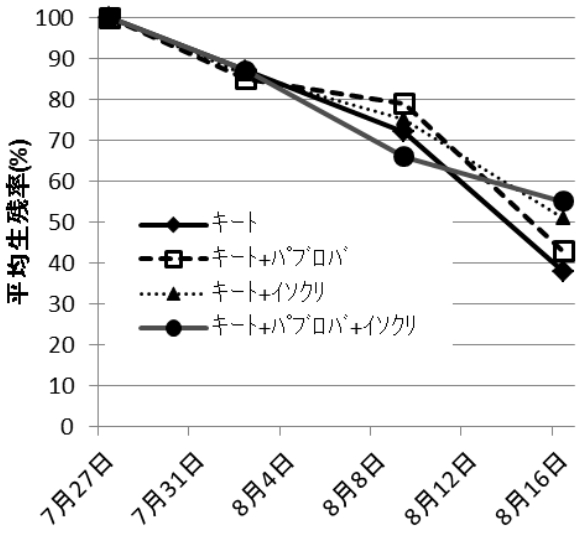


図 7. 餌料試験における生残率の推移

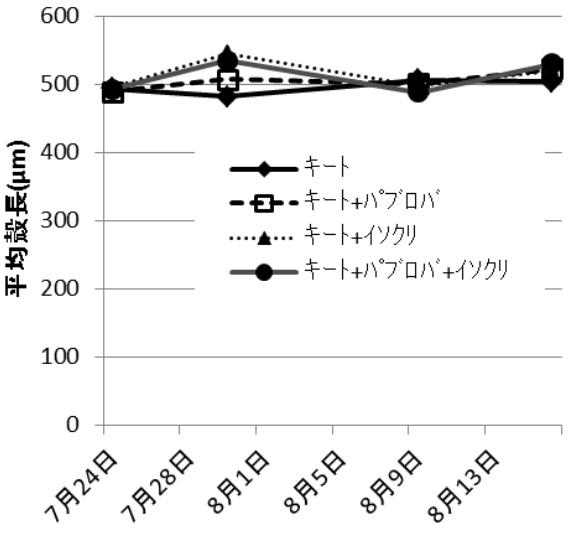


図 8. 餌料試験における殻長の推移

（2）基質試験①（貝化石の配合割合が成長と生残に与える影響）

試験期間中の水温は 10.4～28.4℃の範囲であった（図 9）。生残数及び採取した稚貝の平均殻長を図 10～11 に示した。

生残数は試験開始から 1 ヵ月後の 1 回目のサンプリング時から大きく減少し、2 か月後の 2 回目のサンプリング時には 1,000 個/㎡以下になり、試験開始時から 2 か月で 10 分の 1 以下にまで減少した。試験終了時には、50%区と 100%区ではハマグリは検出されず、10%区で 441 個/㎡、砂区で 294 個/㎡であった。

殻長は試験開始時は、0.32㎜ であり、10 月までは 10%区で 0.95㎜、砂区で 1.03㎜ となりその後測定値が減少した。100%区と 50%区は 11 月にそれぞれ 0.65㎜ と 0.55m となったが 12 月には検出されなかった。

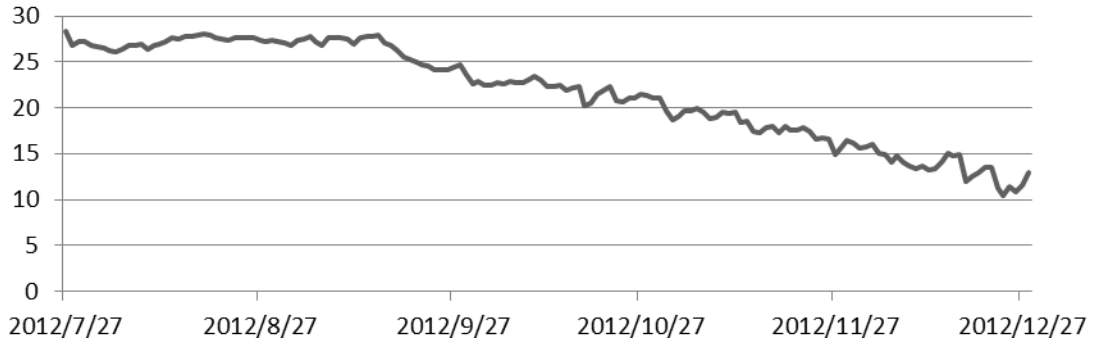


図 9. 基質試験①における水温の推移

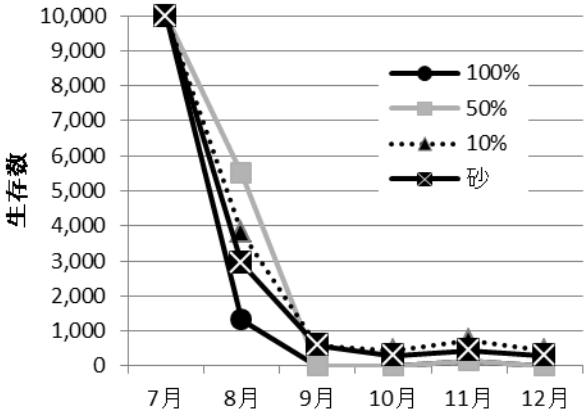


図 10. 餌料試験①における生存数の推移

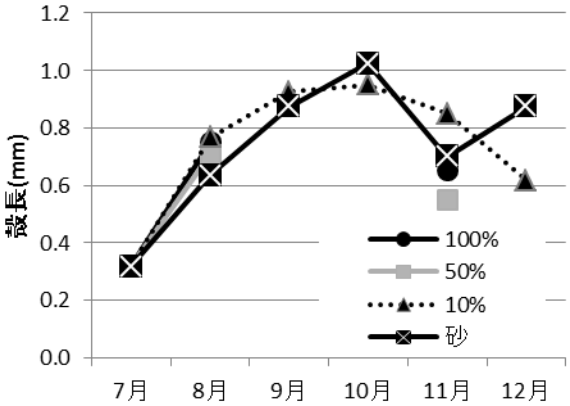


図 11. 餌料試験①における殻長の推移

今回の試験では貝化石の配合割合を変化させることで生残率を改善することはできなかった。殻の成長では 10 月までは成長していたがその後測定値の低下が見られた。これは、大型の貝から死亡し小型の貝が生き残ったために、殻長の測定値が低下したと考えられた。

（3）基質試験②（野外コンクリート水槽の飼育基質に貝化石を配合した効果）

試験期間中の水温は 11.3～28.2℃の範囲であった（図 8）。稚貝の推定生残数及び採取した稚貝の平均殻長を図 9～10 に示した。

推定生残数は試験開始 1 ヵ月後の 8 月のサンプリング時には貝化石区で大幅に減少し、砂区についても 2 か月後のサンプリング時には貝化石区とほぼ同じ水準にまで低下した。12 月のサンプリング時には砂（大稚貝）区で 14,950 個、貝化石（大稚貝）区で 8,350 個、貝化石（小稚貝）区で 11,628 個であった。

殻長は 11 月のサンプリング時までは成長が認められたが、12 月の試験終了時には測定値が低下した。試験終了時の平均殻長は砂（大稚貝）区は 935μm、貝化石（大稚貝）区は 780μm、貝化石（小稚貝）区は 790μm となった。

図 12. 基質試験②における水温の推移

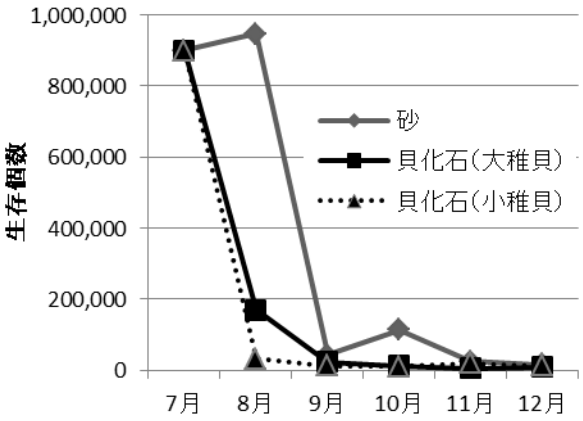


図 13. 基質試験②における生存数の推移

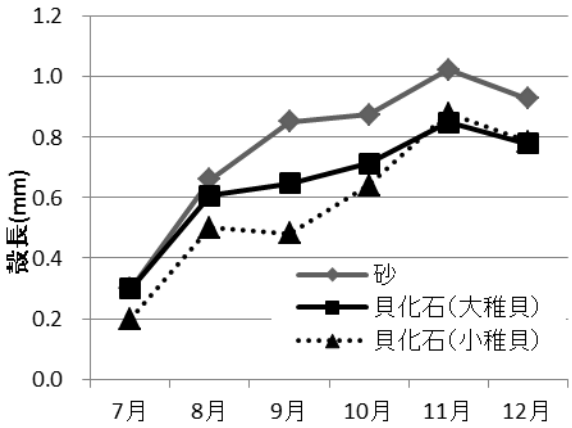


図 14. 基質試験②における殻長の推移

粗放的な飼育環境下で基質に砂と貝化石を用いてハマグリの成長や生残を比較したが、3 試験区とも試験開始から 2 か月で大幅に減耗した。また成長についても貝化石投入による効果は認められなかった。今後、稚貝収容直後の飼育方法の検討や餌料となる植物プランクトンの添加などにより飼育成績の改善が必要である。

有明海再生調査・技術開発事業Ⅱ

（令　達　平成 24 年～26 年）

（ハマグリ中間育成試験Ⅱ　～クルマエビ養殖場の飼育水を用いた中間育成試験～）

1　緒　言

近年、二枚貝の種苗生産機関では植物プランクトンが豊富に増殖した通称でブラウンウォーターと呼ばれるクルマエビ養殖池の飼育水を使った中間育成技術に注目が集まっており、他県ではアサリの種苗生産から中間育成において、このブラウンウォーターを飼育水に利用し好成績を収めている。そこで、本県においてもクルマエビ養殖池が多数存在していることから、クルマエビ養殖池の飼育水をハマグリ中間育成に利用し、より効率的な中間育成技術の開発に取り組んだ。

2　方　法

（1）担当者　中根基行、中野平二、三浦精悟、本田久美

（2）試験方法

ア　試験地：上天草市維和島クルマエビ養殖池（全築堤）

イ　試験期間：平成 24 年 7 月 20 日から平成 24 年 11 月 8 日

ウ　飼育方法：多段式ダウンウェアリング式カラム（図 2、図 3）養殖池の飼育水を 24 時間かけ流し

エ　飼育カラム：直径 50cm の塩ビ管の底面にネットを接着したものを 12 個使用（A～L 区）
（成長段階によりネットの目合いを 180 ㎛→236 ㎛→300 ㎛に変更）

オ　飼育基質：貝化石とカキ殻粉末 100ml

カ　収容個数：15 万個/試験区または 30 万個/試験区。試験区毎の収容個数は表 1 のとおり。

キ　収容稚貝サイズ：平均殻長 0.3㎜（7/20 試験開始）と平均殻長 0.2㎜（7/27 試験開始）

ク　測定：殻長（@30 個/週 1 回程度）、水温・塩分（自動観測器により毎日）、ｸﾛﾛﾌｨﾙ-a（週 1 回程度）

ケ　試験終了時の計数・測定：試験区毎に湿重量を計数し、重量法により回収個数を算出。殻長の測定は 100 個以上

コ　飼育管理：2 回/週程度カラムの交換、掃除

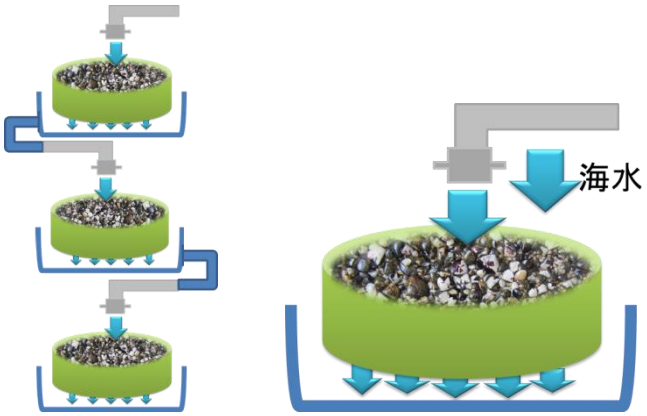


図 2　多段式ダウンウエアリング式カラム（イメージ図）

図 3　試験設備

表１　試験区設置位置とハマグリ稚貝収容個数

	試験区	個数（万個）	試験区	個数（万個）		試験区	個数（万個）	試験区	個数（万個）
上段	G	15	H	30	上段	E	15	F	30
中段	I	30	J	30	中段	C	15	D	30
下段	K	15	L	15	下段	A	15	B	30

３　結果及び考察

水温及び塩分の推移を図４に示した。期間中の水温は７月 30 日に 32.5℃となり、最低水温は 11 月８日 8.9℃であった。塩分は試験開始当初 14.3‰でその後、上昇し、試験終了時には 34.1‰となった。

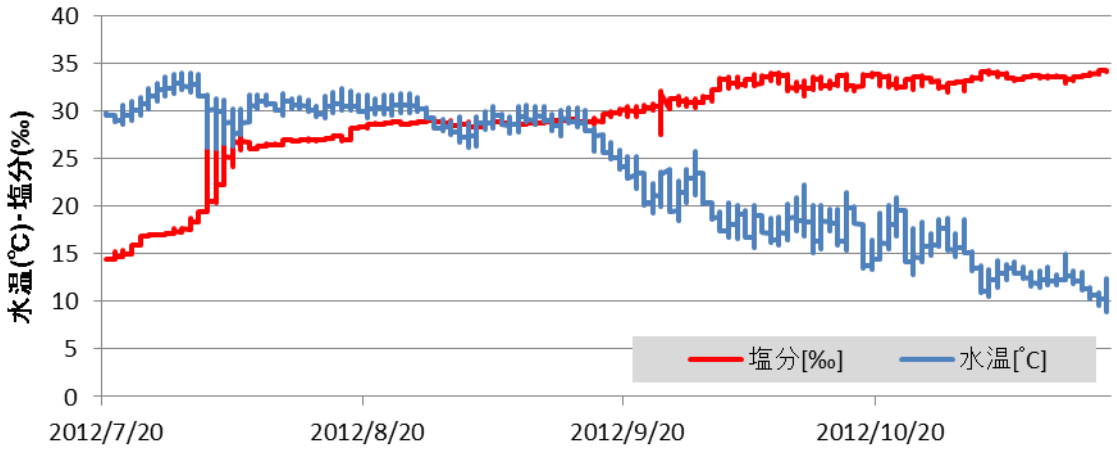


図４　水温及び塩分の推移

クロロフィル-a 濃度の推移を図５に示した。上段では 23.9 μg/L から 120.6 μg/L の間を推移し、中段では 11.0 μg/L から 91.9 μg/L の間を推移し、下段では 10.7 μg/L から 78.3 μg/L の間を推移した。

養殖池内の植物プランクトン組成を図 6 に示した。優先種は *Coscinodiscus* spp. でその他に *Asterionellopsis aracialis*、*Pseudo-nitzschia* sp.、*Leptocylindrus* spp. 及び種判別ができなかった微細藻類が認められた。

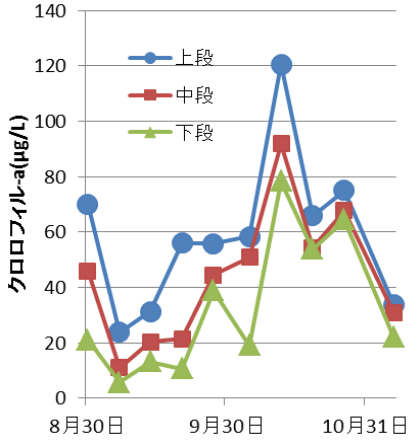


図５　クロロフィル a 濃度の推移

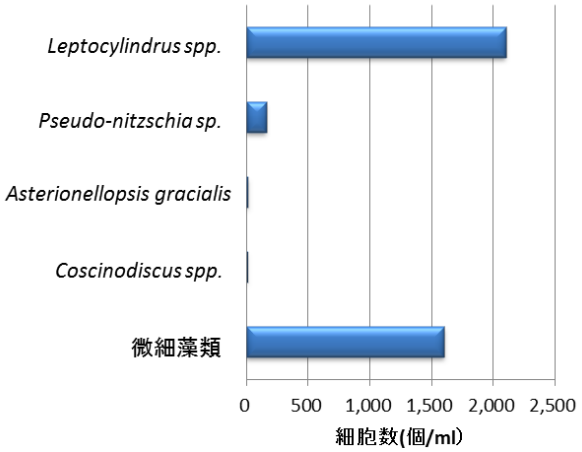


図６　クルマエビ養殖池内の植物プランクトン組成

殻長の推移は7月20日に平均殻長0.3㎜で開始したA区からH区は試験終了時には、平均殻長2.0㎜から3.0㎜となった。7月27日に平均殻長0.2㎜で開始したI区からL区については、試験終了時には2.2㎜から2.4㎜となった。回収した全てのハマグリを合わせた平均殻長は2.5㎜であった(図7、図8)。

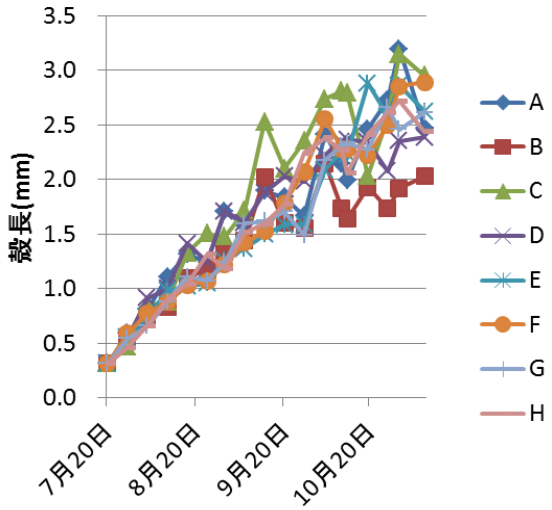


図7　成長の推移(0.3㎜試験開始)

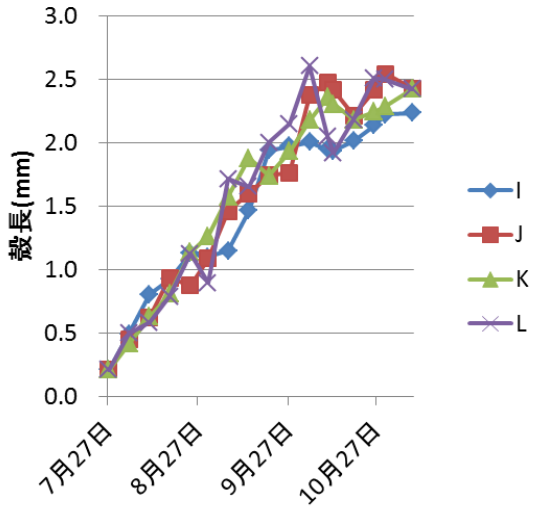


図8　成長の推移(0.2㎜試験開始)

試験終了時の生残率については表2に示す。生残率が最も高かった試験区はG区(試験開始時15万個収容)で63.9%、続いてA区59.1%、B区55.3%であった。サイズ別の平均生残率は開始時殻長0.3㎜では42.1%、開始時殻長0.2㎜では17.6%であった。開始サイズと段位置別の生残率では、0.3㎜開始では下段が57.2%、中段49.4%、上段30.9%、0.2㎜開始では中段18.4%、下段16.7%となった。カラムあたりの収容個数と生残率の関係では、0.3㎜で試験を開始した場合にはE区を除いて、15万個収容区の方が30万個収容区よりも良好な結果が得られた。0.2㎜試験区では、収容個数と生残率の間に違いは見られなかった。

表2　試験区別の生残率

平均殻長0.3mm試験開始					平均殻長0.2mm試験開始				
棚の位置	試験区	収容個数	試験区別生残率	段別平均生残率	棚の位置	試験区	収容個数	試験区別生残率	段別平均生残率
上段	H	30万個	21.7(%)	30.9(%)	上段	–		–	–
	G	15万個	63.9(%)						
	F	30万個	26.2(%)						
	E	15万個	11.7(%)						
中段	D	30万個	45.6(%)	49.4(%)	中段	I	30万個	19.7(%)	18.4
	C	15万個	53.1(%)			J	30万個	17.1(%)	
下段	B	30万個	55.3(%)	57.2(%)	下段	K	15万個	21.5(%)	16.7
	A	15万個	59.1(%)			L	15万個	11.9(%)	
平均			42.1(%)	–	平均			17.6(%)	–

試験区毎の大きさ別の回収個数について図 10 に示す。最も多く回収できたのはB区の 16.5 万個で、続いてD区の 13.6 万個、G区の 9.5 万個となった。少なかったのはE区とL区でそれぞれ 1.7 万個であった。回収したハマグリの大きさは 3㎜以下の個数が全ての試験区で半数以上を占めていた。本試験における総回収個数は 88 万個であった。

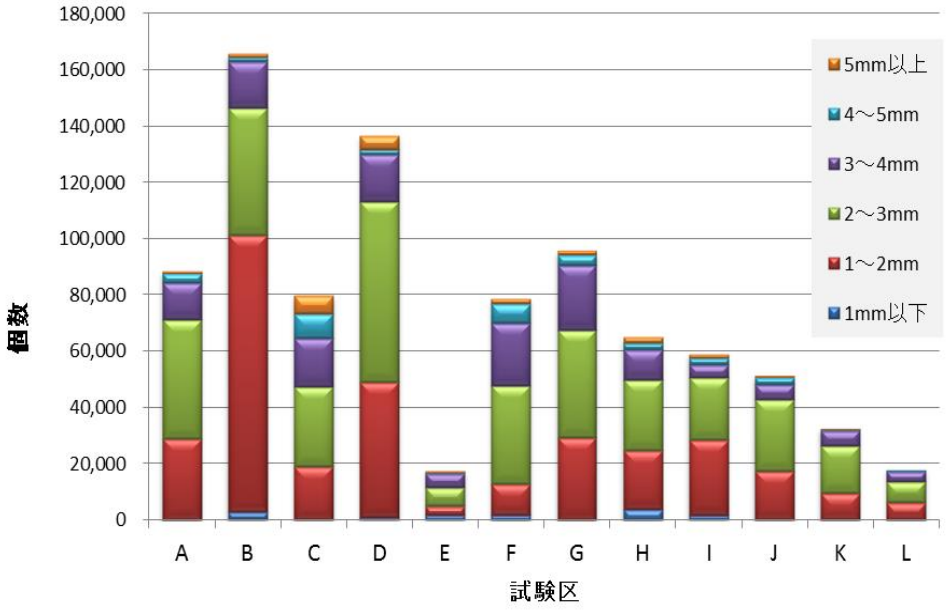


図 10　各試験区における殻長サイズ別の回収個数

飼育環境については、稚貝収容当初の塩分が 14.3‰と塩分濃度が通常の海水の半分からのスタートであったが、大量へい死の発生もなく、順調に成育した。このことから、50%海水程度の低い塩分であってもハマグリ稚貝が十分に成育することが分かった。水温は 9 月上旬までは 25℃以上を維持し、ハマグリの成長にとっては適切な水温が保たれた。

餌料環境はクロロフィル a 濃度が最低値で 10.7 μg/L、最高値は 120.6 μg/L を示した。期間を通して、非常に高い値を示し、餌濃度としては良好であったと考えられた。組成は、*Coscinodiscus* spp. と種判別不明の微細藻類で大半を占めており、このことから、餌として複数の藻類を摂餌していたと考えられた。室内試験において、珪藻単一種の給餌では成長や生残への影響が示唆されていることから、本試験では、複数種の藻類を給餌でき、十分なクロロフィル a が存在していたことから、餌料環境としては非常に良好であったと考えられる。

成長については、試験開始から 9 月下旬までは順調に成長したものの、それ以降は測定値が上下し、成長の鈍化が認められた。9 月下旬以降もクロロフィル a 濃度は高濃度で推移していたが、9 月下旬以降の水温が 25 度を下回ったことから、餌は十分にあったものの、水温低下により成長が鈍化したと考えられる。

生残は平均殻長 0.3㎜で試験開始した試験区(A区～H区)では平均生残率が 42.1%と好成績が得られた。0.3㎜試験開始区内で、低い生残率を示した試験区は全て上段に設置した試験区（E区、F区、H区）であった。上段は養殖池の飼育水が直接入り込み、様々なゴミとともに、多種多様な生物が紛れ込んだ。特に本試験で問題となったのがホトトギスの混入であった。生残が悪かった試験区では、ハマグリがホトトギスマット内に絡み取られへい死していた。カラムの棚の位置との関係では、上段>中段>下段の順でホトト

ギスを主とした混入物・生物が多く観察され、生残率は上段＜中段＜下段の順で良好な傾向となり、混入物・生物が少ない程、良好な生残率が得られた。このことは、上段から順に飼育水が濾過されることで、ハマグリにとって良質な飼育水が供給されていたと類推された。

収容個数と生残率の関係では、15 万個収容区の方が、30 万個収容区よりも高い生残率を示した。このことから、30 万個試験区では密度効果が働いた可能性が示唆された。

平均殻長 0.2㎜ で開始した試験区では、平均生残率が 17.6%であった。試験区を設置した段位置や収容個数に関係はなかった。

0.2㎜㎜ と 0.3㎜ で生残率に差が出たことから、本試験のようなクルマエビ養殖池の飼育水を用いた試験ではより大型の 0.3㎜ 稚貝の方が適していることが示唆された。

安心につなげる養殖魚づくり事業（国庫（令達）平成23年度～継続）

1　緒　言

養殖水産物の安全性を確保し、健全で安心な養殖魚の生産に寄与するため、養殖魚に発生する疾病予防に使用される水産用ワクチンと水産用医薬品の適正使用指導及び養殖魚に発生する魚病の診断を実施した。

2　方　法

（1）担当者　中根基行、中野平二、永田大生、松岡貴浩、三浦精悟、本田久美

（2）方法

ア　ワクチン講習会と適正使用指導

ワクチンを適正に使用するための技術講習会を開催し、水産用ワクチン使用指導書の交付、適正使用についての指導を行った。

イ　魚病診断

魚病診断及び薬剤感受性試験を行い、魚病の早期発見・被害拡大防止に努めた。魚病診断は、解剖検査の他、寄生虫の有無、細菌感染症、ウイルス感染症等の検査を行った。細菌の同定は、脳、腎臓、脾臓等から採菌し選択培地にて培養後、魚病診断液によるスライド凝集等で行った。またウイルスの同定は、腎臓、脾臓等を用いてＰＣＲ法で行った。

3　結果及び考察

（1）ワクチン講習会と適正使用指導

平成24年度のワクチン使用指導書の交付申請は、平成24年5月14日～平成24年7月11日の間に15業者からあり26件であった。申請書の内容確認を行ったうえ申請された全てに指導書の交付を行った。申請はすべて海面養殖魚用ワクチンに対するものであった。

ワクチンの接種法は全てが注射法（26件中の1件は申請取り消し）によるものであり、経口法及び浸漬法によるワクチンの申請はなかった。

魚種別ワクチン接種数は、ブリ（モジャコ）が855,000尾、カンパチが55,000尾、マダイが30,000尾であり、今年度もブリへのワクチン接種数が最も多かった。

注射ワクチンの対象魚病別件数は、αレンサ（ラクトコッカス・ガルビエが原因のレンサ球菌症）対象ワクチンが4件、ビブリオ＋αレンサ対象2価ワクチンが2件、イリド（マダイイリドウイルス病）＋αレンサ＋ビブリオ（ビブリオ病）対象3価ワクチンが6件、αレンサ＋類結節症対象2価アジュバントワクチンが6件、類結節症＋αレンサ＋ビブリオ（ビブリオ病）対象3価アジュバントワクチンが6件、イリド対象ワクチンが1件であった。昨年度に比べビブリオ＋αレンサ対象2価ワクチンが0件から2件に増加した一方、その他のワクチンの使用件数は昨年度から減少した。

ワクチンの使用に際しては、使用者は年度末までに結果報告書を県あてに提出することを指導しており、今年度の提出率は100%であった。報告内容については申請取り下げが1件で残りの25件は、有効11件、著効14件（αレンサ対象ワクチン4件、ビブリオ＋αレンサ対象ワクチン2件、イリド＋αレンサ＋ビブリオ対象ワクチン1件、αレンサ＋類結節症対象アジュバント添加ワクチン3件、αレンサ＋類結節症＋ビブリオ対象アジュバント添加ワクチン4件、）であった。

以上より、本県におけるワクチンの効果、安全性とも高いことが確認され、ワクチンの有効性が示唆された。

（２）魚病診断

海面の魚病診断の結果を表１に示した。本年度の診断件数はのべ件数が 186 件で、昨年度より 48 件増加した。

ア　診断件数が増加した内訳

①　ブリ、カンパチ、ヒラマサでは 4 月から 11 月に抗酸菌症であるノカルジア症やミコバクテリウム症が発生し、長期間にわたって被害が発生した。カンパチでは 3 月に低水温障害とみられる事例が確認された。

②　マダイでは 24 件の診断のうち、細菌性疾病に関する診断が 4 件、寄生虫に関する疾病の診断件数が 16 件であった。

③　放流用マコカレイの診断を行い、ビブリオ病と滑走細菌症が確認された。

④　中間育成用に導入したホシカレイ稚魚で導入直後に VNN 感染が確認された。

⑤　クルマエビ種苗生産施設で PAV の発症が確認され、その後種苗生産用親エビの検査を実施したことで、クルマエビ検査の診断検査が増加した。

⑥　蓄養ガザミで種不明の繊毛虫症を確認した。

イ　診断件数が減少した内訳

①　ヒラメでは、人に健康被害を与える恐れが強いヒラメのクドア・セプテンプンクタータ感染検査を 4 件実施した。

②　シマアジでは昨年発生した連鎖球菌症やノカルジア症、ミコバクテリウム症の診断件数が減少した。低水温障害と考えられる事例も減少した。

この他、魚病ではないものの、出荷したブリ、ヒラマサの筋肉や内臓に変色や異物等が認められ、クレーム対策として原因の究明を依頼するもの 6 件あり、今後の品質向上に向けた取り組みを高度化する必要性が示された。

内水面の魚病診断の結果を表 2 に示した。本年度の診断件数はのべ 47 件で、昨年度より 2 増加した。診断件数のうち 25 件はニシキゴイを品評会やセリに出す前の KHV（コイヘルペスウイルス）検査であり、検査結果は全て陰性であった。放流用アユについては 3 月に冷水病とエドワジェライクタルリ感染症を対象に検査を行ったが、全て陰性であった。

今年度の魚病発生状況で特徴的な事例は、10 月から 11 月にかけて天然河川および管理池においてフナのエロモナス症による大量へい死が発生した。疾病診断ではないが、シラスウナギの種判別確認の依頼が 4 月と 3 月にあり、脊椎骨を計数した結果持ち込まれたシラスウナギはオオウナギ種である可能性が高いと判断された。

表 1-1　平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月までの魚病診断状況（海面）

魚　種	病名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	昨年	差
ブリ	ノカルジア症							1	1					2	3	−1
	ノカルジア症、ミコバクテリウム症								1					1	0	1
	ミコバクテリウム症、滑走細菌症、ビブリオ病										1			1	0	1
	滑走細菌症、ビブリオ病										1			1	0	1
	ミコバクテリウム症							1	1					2	0	2
	ビタミンB1欠乏症													0	1	−1
	αレンサ球菌症	1	1	1										3	4	−1
	αレンサ球菌、ビブリオ病		1											1	0	1
	αレンサ球菌症、滑走細菌症、ビブリオ病	1												1	0	1
	黄疸症													0	1	−1
	白点病													0	1	−1
	筋肉中異物					1	1	3						5	5	0
	不明病			1	2	1		1						5	4	1
	計	2	2	2	2	2	1	6	3	0	2	0	0	22	19	3
カンパチ	ノカルジア症							2	2					4	4	0
	ミコバクテリウム症	1												1	4	−3
	ミコバクテリウム症、レンサ球菌症		1											1	0	1
	住血吸虫卵、ゼウクサプタ症	1	1											2	0	2
	住血吸虫卵	1				1								2	0	2
	住血吸虫の寄生（鰓の血行障害）							1						1	0	1
	レンサ球菌症、住血吸虫卵	1												1	0	1
	ビタミンB2欠乏症	1												1	0	1
	ネオベネデニア、住血吸虫卵、トリコジナ							1						1	0	1
	ビブリオ病、住血吸虫卵			1										1	0	1
	ゼウクサプタ症												2	2	0	2
	眼球の白濁（餌由来）		1											1	0	1
	低水温												5	5	0	5
	不明		2	1					1					4	0	4
	計	5	5	2	0	1	0	4	3	0	0	0	7	27	8	19
ヒラマサ	細菌感染や軽い筋肉内出血の治癒痕													0	3	−3
	筋肉内の異物分析	1												1	0	1
	ミコバクテリア症					1								1	0	1
	不明										1			1	0	1
	微胞子虫													0	2	−2
	計	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	5	−2
マダイ	イリドウイルス病													0	1	−1
	滑走細菌症、ビブリオ病										1			1		1
	滑走細菌症													0	1	−1
	ビバギナ症				1									1	1	0
	ﾋﾞﾊﾞｷﾞﾅ+ｴﾋﾟﾃﾘｵ+ﾗﾒﾛｼﾞｽｶｽ、飼育管理（薬浴）												1	1		1
	トリコジナ、ビブリオ病						1							1		1
	ラメロジスカス、エピテリオシスチス症						1							1		1
	白点病													0	1	
	眼球欠損、検体古い						1							1		1
	スクーチカ症										1			1		1
	ビブリオ病										1			1	1	0
	ｴﾋﾟﾃﾘｵｼｽﾃｨｽ病、住血吸虫卵、ビバギナ	1	2											3		3
	ｴﾋﾟﾃﾘｵｼｽﾃｨｽ病、住血吸虫卵、ﾋﾞﾊﾞｷﾞﾅ、類結節症				1									1		1
	ｴﾋﾟﾃﾘｵｼｽﾃｨｽ病、住血吸虫卵、ﾋﾞﾊﾞｷﾞﾅ、ﾗﾒﾛｼﾞｽｶｽ	1												1		1
	ｴﾋﾟﾃﾘｵｼｽﾃｨｽ病、住血吸虫卵	1	1											2		2
	エピテリオシスチス症、ビバギナ			1	1									2		2
	ベネデニア				1									1		1
	ロンギコラム											1		1		1
	黄疸+チョウ													0	1	−1
	真菌症	1												1		1
	不明		1		1				1					3	4	−1
	健康診断	1												1		1
	計	5	4	1	5	0	3	0	1	0	3	1	1	24	10	14

表 1-2　平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月までの魚病診断状況（海面）

魚　種	病　　名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	昨年	差
ヒラメ	エドワジエラ症													0	2	−2
	腸管白濁症												1	1	0	1
	白点病													0	1	−1
	ビブリオ病				1									1		1
	ネオヘテロボツリウム				1									1		1
	ヒラメクドア検査	2						1	1					4	15	−11
	計	2	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	1	7	18	−11
シマアジ	レンサ球菌症（ﾗｸﾄｺｯｶｽ・ｶﾞﾙﾋﾞｴ）								1					1	7	−6
	レンサ球菌＋イリドウイルス症													0	1	−1
	イリドウイルス病													0	1	−1
	ノカルジア症													0	2	−2
	ネオベネデニア							1						1		1
	ミコバクテリウム症													0	3	−3
	低水温症													0	2	−2
	ビブリオ病	2			1									3		3
	不明病						1		1					2	1	1
	計	2	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	7	17	−10
トラフグ	ビブリオ病			1										1	2	−1
	ビブリオ病、ハゲ症	1			1									2		2
	ビブリオ病、カリグス、トリコジナ、ヘテロボツリウム			1										1	1	0
	ギロダクチルス症		1										2	3		3
	口白症				1			1						2	3	−1
	口白症＋ヤセ病													0	1	−1
	ヘテロボツリウム症													0	3	
	トリコジナ症、シュードカリグス				1	1								2	1	1
	飼育水の塩分低下による異常遊泳													0	1	−1
	トリコジナ症			1										1	1	0
	寄生虫感染、ビブリオ病、口白症			1										1		1
	エピテリオシスチス症				1									1		1
	トリコジナ、ヘテロボツリウム				1									1		1
	ヘテロボツリウム、ビブリオ病					1						1		2		2
	シュードカリグス、ヘテロボツリウム			1										1	1	0
	シュードカリグス			1										1		1
	シュードカリグス、ﾍﾃﾛﾎﾞﾂﾘｳﾑ、ｴﾋﾟﾃﾘｵｼｽﾃｨｽ症					1								1		1
	緑肝＋鰓腐れ													0	1	−1
	心臓クドア													0	1	−1
	飼育管理の問題													0	2	−2
	不明病													0	1	−1
	健康診断													0	1	−1
	計	1	1	6	5	3	0	1	0	0	0	1	2	20	20	2
クロマグロ	骨折													0	1	−1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	−1
マコガレイ	細菌性疾病			1										1	0	1
	ビブリオ病					1								1	0	1
	健康診断			1	1	1								3	0	3
	計	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
オニオコゼ	真菌症+滑走細菌症													0	1	−1
	真菌症					1								1	0	1
	計	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
ホシガレイ	VNN			2										2	0	2
	不明					1								1	0	1
	計	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
カサゴ	白点虫					1								1	0	1
	計	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
メジナ	レンサ球菌症				1									1	0	1
	計	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

表 1-3　平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月までの魚病診断状況（海面）

魚　種	病　名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	昨年	差
クルマエビ	PAV（急性ウイルス血症）（親エビ陽性も含む）					2	2	5						9		
	ビブリオ病						1							1		
	低水温障害											1		1		
	健康診断		4	10	3	9	11	6	1					44	22	22
	計	0	4	10	3	11	14	11	1	0	0	1	0	55	22	33
アコヤガイ	不明病						1				2			3	0	3
	計	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3	0	3
ガザミ	繊毛虫										2			2	0	2
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	2
アワビ	不明細菌症													0	1	−1
	キセノハリオチス症検査						1			1	1			3	4	−1
	計	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	3	3	0
アサリ	不明	1						1						2	1	1
	計	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2
その他の魚種	計													0	7	−7
昨年		7	5	25	14	12	12	15	12	7	11	9	9	138		
合　計		19	16	25	20	23	21	25	11	1	11	3	11	186	138	48

表 2　平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月までの魚病診断状況（内水面）

魚種	病名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計	昨年	差
アユ	不明病								1	2				3	1	2
	冷水病原因細菌感染							1						1		1
	飼育管理（淡水馴致）											1		1		1
	イクタルリ検査												2	2		2
	冷水病検査								1				2	3		3
	計	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	4	10	1	9
ヤマメ	不明			1										1	1	0
	過密飼育												1	1	0	1
	条虫													0	1	−1
	計	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0
ニジマス	ビブリオ病													0	1	−1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	−1
ウナギ	パラコロ病													0	1	−1
	ビブリオ病													0	1	−1
	真菌症					1								1		1
	真菌症、パラコロ病						1							1		1
	計	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	0
シラスウナギ	種判別	1											1	2	0	2
	計	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	2	0	2
コイ	健康診断（出荷前KHV検査）	5	3	2	2	1	2	2	6	2				25	21	4
	不明							1		1				2		2
	計	5	3	2	2	1	2	3	6	3	0	0	0	27	21	6
フナ	エロモナス症							1	1					2		2
	不明							1						1	1	0
	計	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	1	2
キンギョ	ギロダクチルス													0	1	−1
	白点病											1		1		
	白点＋ギロダクチルス＋トリコジナ													0	1	−1
	不明													0		
	ビブリオ+ダクチロギルス+トリコジナ													0	1	
	ビブリオ病			1				1						2	0	2
	滑走細菌症							1						1	0	1
	エロモナス症							2						2		
	キンギョヘルペス症													0	1	−1
	軽度の寄生虫感染													0	1	−1
	飼育管理（餌不足）												1	1		1
	健康診断						1	2					2	5	3	2
	計	0	0	1	0	0	1	6	0	0	0	1	3	12	7	5
スッポン	餌料性疾病													0	1	−1
	計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	−1
昨年		9	5	4	4	1	4	2	5	0	0	8	3	45		
合計		6	3	4	2	2	4	12	9	5	0	2	9	47	45	2

浅 海 干 潟 研 究 部

漁場環境モニタリング事業Ⅰ　（一部国庫交付金　昭和39年度～継続）

（浅海定線調査及び内湾調査）

1　緒言

この調査は、有明海及び八代海における海況を定期的に把握し、海況・漁況の長期変動を予測するための基礎資料を得ることを目的とした。

2　方法

（1）担当者　　多治見誠亮、安東秀徳、川崎信司、増田雄二、園由香

（2）調査方法　調査内容及び実施状況は表１、調査定点は図１のとおり。

表１　浅海定線調査・内湾調査実施状況

調　査　月　日			調査船及び観測点数	観測層(m)	観測項目
	有明海	八代海			
4月	19	23～24		0	水温
5月	21～22	22～23		5	塩分
6月	20～21	25～29	ひのくに	10	透明度
7月	19～20	23～24		20	DO*
8月	17～18	20～21		30	COD*
9月	18～19	19～20	有明海	底層	(ｱﾙｶﾘ法)
10月	15～16	17～19	18点	(海底	栄養塩*
11月	15～16	12～13	八代海	上1m)	総窒素・ﾘﾝ*
12月	12～13	10～11	19点		ﾌﾟﾗﾝｸﾄﾝ **
1月	10～11	8～9			(沈殿量)
2月	12～14	14～15			(組成)
3月	11～12	12～13			Chl-a***

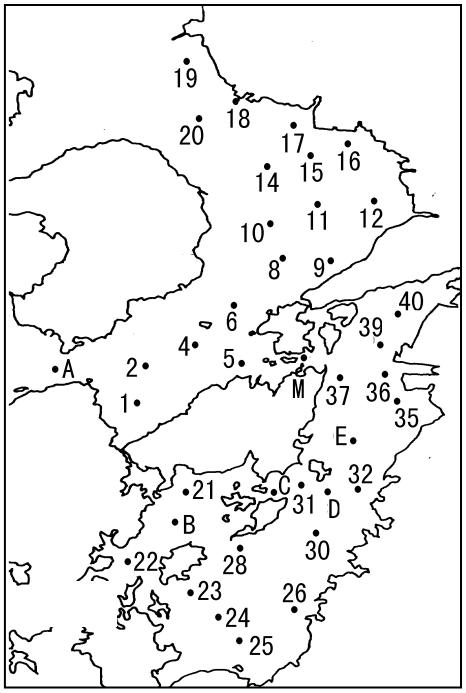


図１　浅海定線・八代海定線調査定点

＊　5m層のみ。　　＊＊　5mの鉛直引き（有明海11点、八代海9点）。　　＊＊＊　有明海の0mのみ。

また、平年値との比較を「偏差（当該月観測値－平年値）÷δ（1974～2011年度の各月標準偏差）」から算出し、図２～１１中に次の□～■で表示した（平年値は1974～2011年度に実施した各項目の月平均値を用いた。ただし、項目及び海域によって開始年度が異なる。）。なお□～■で表示した平年値との比較は以下の内容を示している。

□甚だ低め＜－２．０＜○かなり低め＜－１．３＜△やや低め＜－０．６＜━平年並み＜０．６＜▲やや高め　＜１．３　＜●かなり高め ＜２．０　＜■甚だ高め

3　結果

調査結果はデータベース化し、調査月ごとに各項目を保存した。また、海況情報という形で結果を逐一取りまとめ、FAX及びホームページに掲載することで情報提供を行った。ここでは、上記観測項目（プランクトン結果を除く）についての全地点平均結果を示す。

（1）水温(5m層)：有明海は１２月にやや低めで推移した（図２－１）。

八代海は５月にかなり低め、４月及び１２月にやや低め、８月にやや高めで推移した（図２－２）。

（2）塩分(5m層)：有明海は７月及び８月にやや低めで推移した（図３－１）。

八代海は６月に甚だ低め、８月、１月及び３月にやや低めで推移した（図３－２）。

（３）透明度：有明海は１年を通して平年並みで推移した（図４－１）。

八代海は６月にやや低めで推移した（図４－２）。

（４）DO：有明海は１１月にかなり低め、５月、８月及び９月はやや低めで推移した（図５－１）。

八代海は７月に甚だ低め、９月にかなり高め、４月～６月及び１０月～１１月はやや低めで推移した（図５－２）。

（５）COD：有明海は４月はかなり高め、７月はやや高め、１０月～１２月はやや低めで推移した。（図６－１）。

八代海は４月及び８月～９月は甚だ低め、７月及び１０月～１２月はやや低めで推移した（図６－２）。

（６）DIN：有明海は４月、９月～１０月及び３月はやや低めで推移した（図７－１）。

八代海は９月は甚だ高め、２月はやや高め、３月はやや低めで推移した（図７－２）。

（７）PO_4-P：有明海は４月、７月～８月、１０月及び２月～３月はやや低めで推移した（図８－１）。

八代海は１月はかなり低め、４月、７月～８月、１０月及び３月はやや低め、９月及び２月はやや高めで推移した（図８－２）。

（８）SiO_2-Si：有明海は７月はやや高め、１０月及び２月～３月はやや低めで推移した（図９－１）。

八代海は２月は甚だ高め、９月はかなり高め、４月、８月、１０月及び１月はやや低め、５月～６月及び１２月はやや高めで推移した（図９－２）。

（９）プランクトン沈殿量：有明海は２月は甚だ高め、４月～５月及び３月はやや高めで推移した。（図１０－１）。八代海は７月はやや高め、８月はかなり高め、５月、９月及び１２月はやや低めで推移した（図１０－２）。

（１０）クロロフィル量：有明海は６月及び１月は甚だ高め、２月はかなり高めで推移した（図１１）。

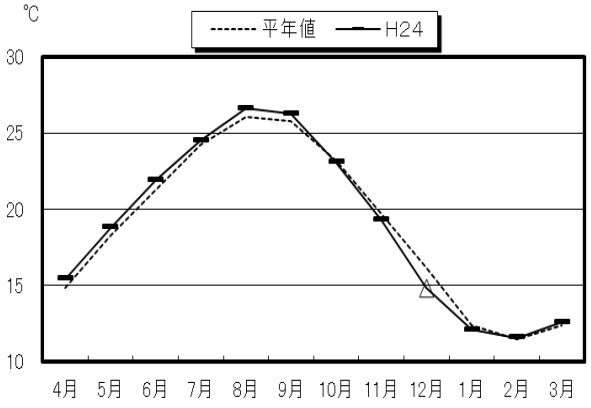


図２－１　水温の推移（有明海）

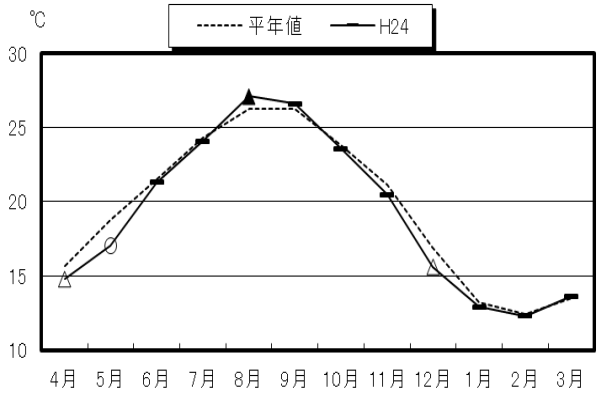
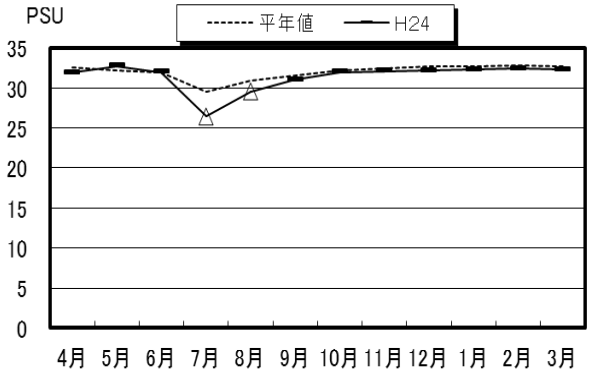


図２－２　水温の推移（八代海）



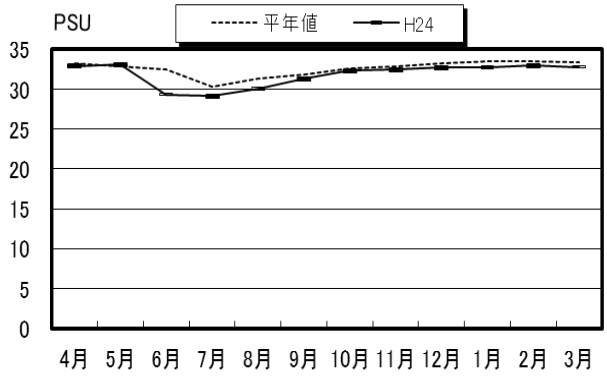


図３－１　塩分の推移（有明海）

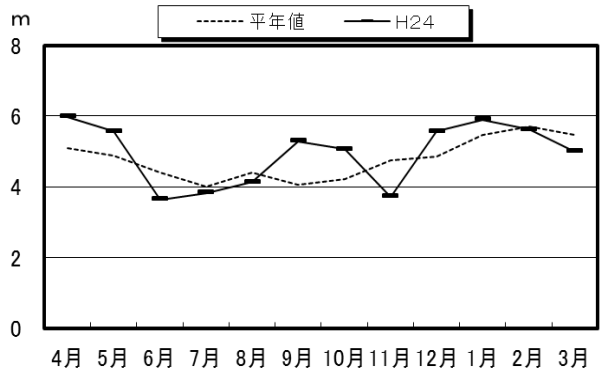


図３－２　塩分の推移（八代海）

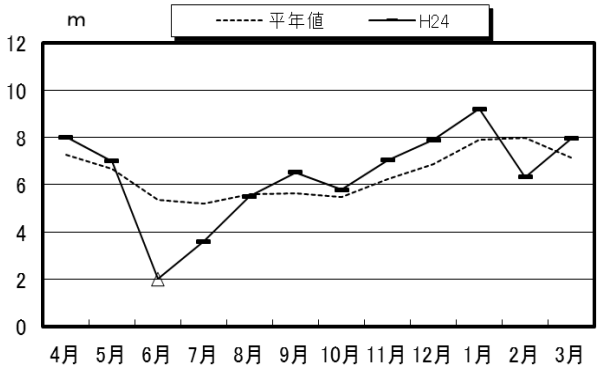


図４－１　透明度の推移（有明海）

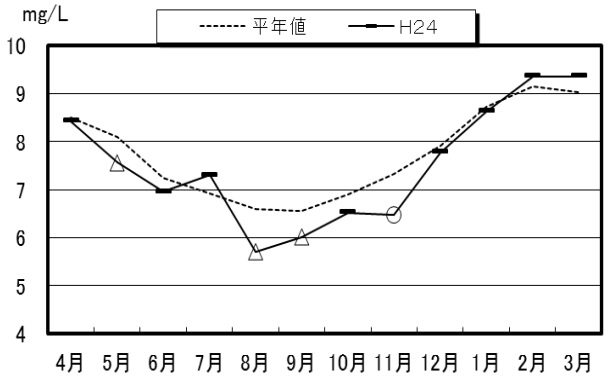


図４－２　透明度の推移（八代海）

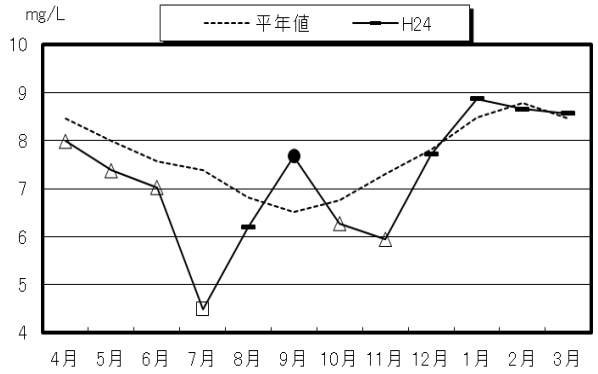


図５－１　DO の推移（有明海）

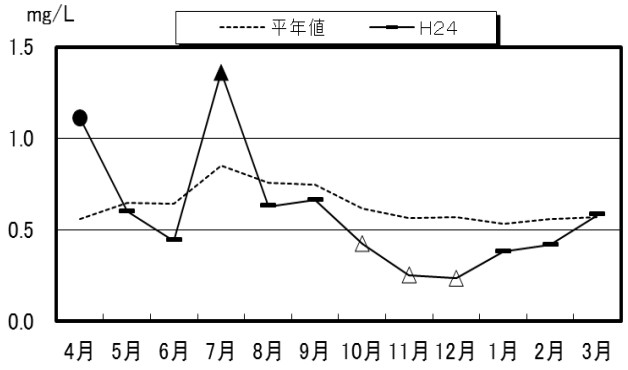


図５－２　DO の推移（八代海）

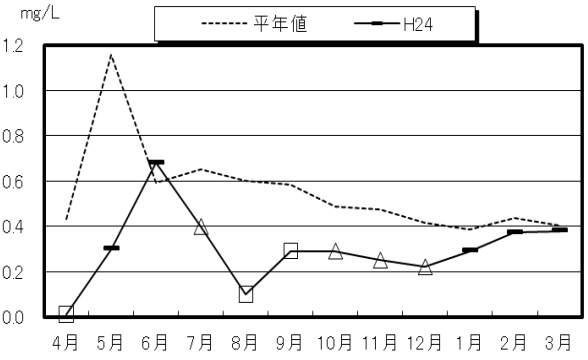


図６－１　COD の推移（有明海）

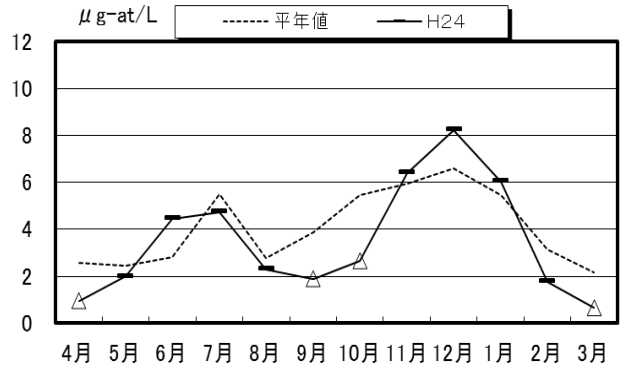


図６－２　COD の推移（八代海）

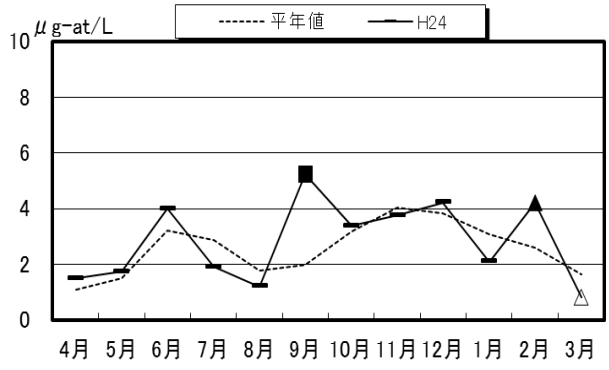


図７－１　DIN の推移（有明海）

図７－２　DIN の推移（八代海）

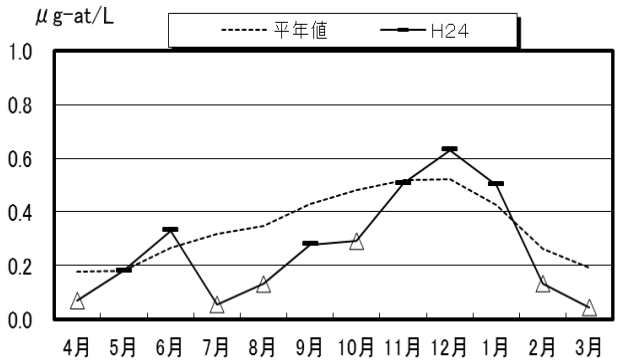


図８－１　PO4-P の推移（有明海）

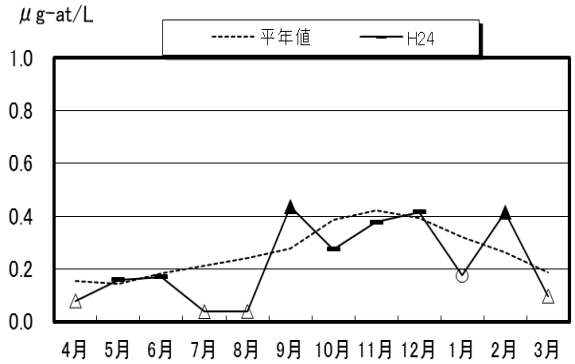


図８－２　PO4-P の推移（八代海）

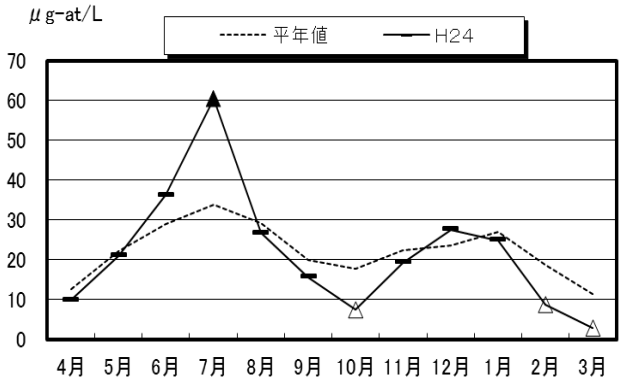


図９－１　SiO2-Si の推移（有明海）

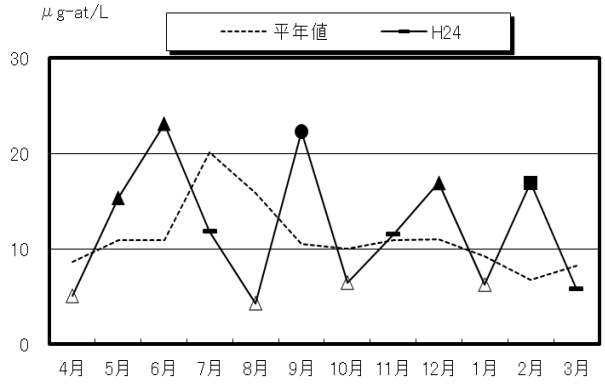


図９－２　SiO2-Si の推移（八代海）

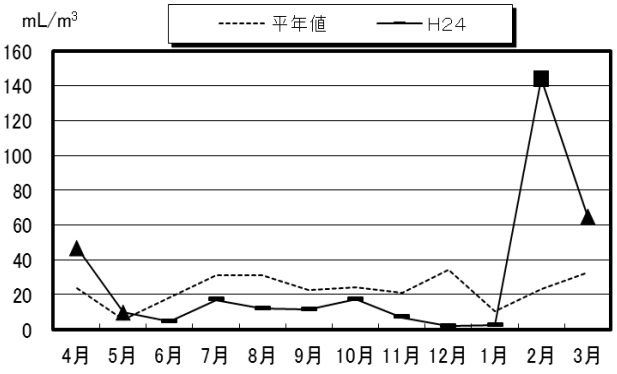


図１０－１　プランクトン沈殿量の推移（有明海）

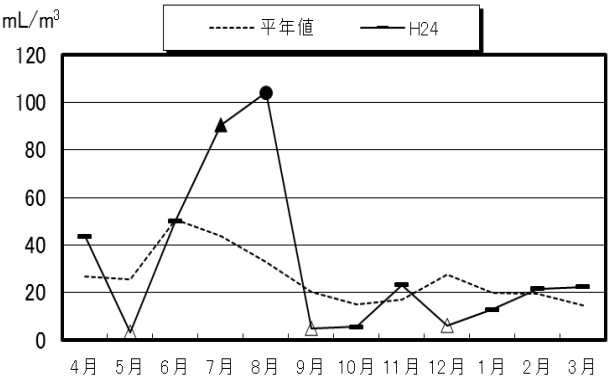


図１０－２　プランクトン沈殿量の推移（八代海）

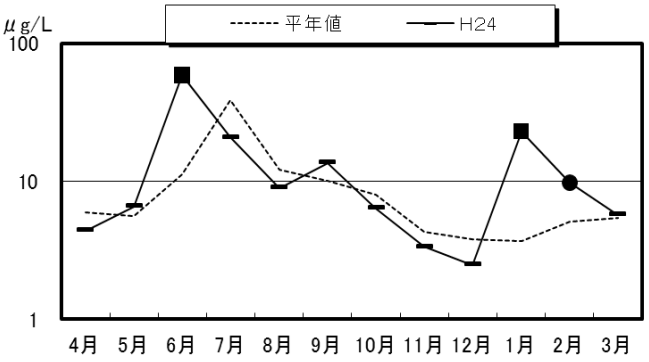


図１１　クロロフィル量の推移（有明海）

漁場環境モニタリング事業Ⅱ　（　国庫交付金・県単　昭和 48～平成 26 年度）

（浦湾域の定期調査）

1　緒言

本調査は、養殖漁場及び環境変動の大きい浦湾域を調査し、漁業関係者へ漁場環境に関する情報提供を行うとともに、漁場環境の保全についての基礎資料を得ることを目的とした。

2　方法

（1）担当者　安東秀徳、多治見誠亮、増田雄二、川崎信司

（2）調査内容

ア　浦湾調査

（ア）調査定点：図 1 に示す 18 定点

（イ）調査時期：9 月及び翌 2 月に各 1 回（原則小潮時）

（ウ）調査項目

a　水質:水温、塩分、pH、DO、COD、SS、栄養塩類（NH_4-N、NO_2-N、NO_3-N、SiO_2-Si、PO_4-P）

b　底質：硫化物（全硫化物）、COD、強熱減量

※　採水は表層（水面下 0.5m）、4m 層、底層（海底上 1m）、底泥は表面から 2cm までを分析。

（エ）分析方法

a　水質：「海洋観測指針」気象庁編による。

b　底質：「新編水質汚濁調査指針」日本水産資源保護会編による。

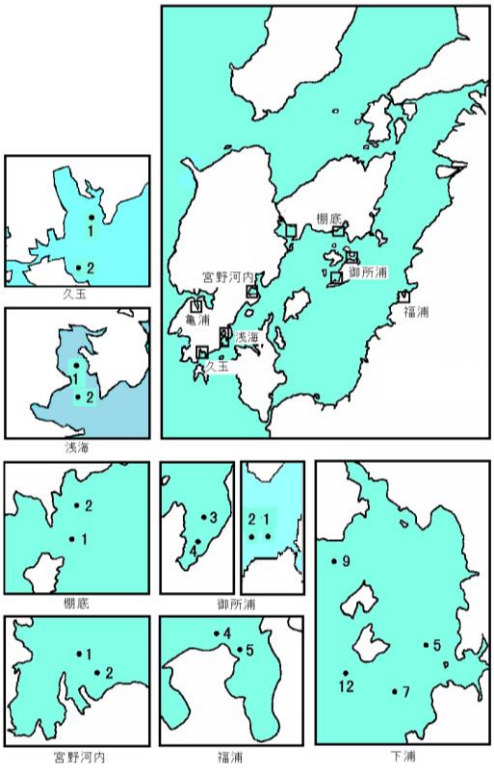


図 1　調査定点

イ　クロマグロ養殖漁場底質調査

（ア）調査定点：図 2、3 に示す 5 定点

（イ）調査時期：9 月及び翌 2 月に各 1 回（原則小潮時）

（ウ）調査項目：底質（硫化物及び COD）及び水質（水温、塩分、溶存酸素量、クロロフィル量）

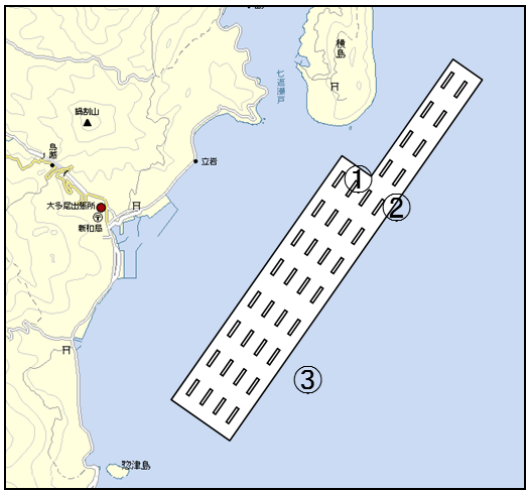


図 2　調査定点（新和地先漁場）

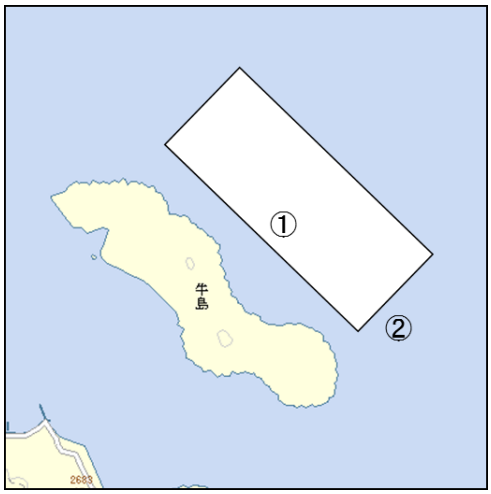


図 3　調査定点（牛深地先漁場）

3　結果

（1）浦湾調査

ア　水質（表１、付表１及び２）

各定点における調査項目の年平均値を表１に示す。項目別の最高値を記録した定点は、透明度は浅海2、DOは御所浦4、CODは下浦12、SSは宮野河内2、DIN及びPO_4-Pは久玉1であった。一方、最低値を記録した定点は、透明度は下浦9、DOは久玉2、CODは御所浦１ 、SSは御所浦4、DIN及びPO_4-Pは棚底1であった。

また、個別の調査結果を付表1及び2に示す。4m層のDO（ppm）は、全定点で熊本県魚類養殖基準（4m層で5.7mg/L以上）を上回っていた。

イ　底質（表１、付表１及び２）

各定点における調査項目の年平均値を表１に示す。

項目別の最高値を記録した定点は、COD及び硫化物は下浦12、強熱減量は下浦5であった。一方、最低値を記録した定点はCOD、硫化物及び強熱減量の全項目で御所浦2であった。

個別の調査結果を付表1及び2に示す。硫化物の最高値は9月の下浦12における0.76mg/g乾泥であった。硫化物の熊本県魚類養殖基準（0.14mg/g乾泥以下）と比較すると、久玉2、下浦5、下浦9、御所浦1及び御所浦3の5点は2回中1回、下浦12及び棚底2の2点は2回中2回この基準を上回った。CODの最高値は2月の下浦12における31.93mg/g乾泥であった。水産用水基準値（20mg/g乾泥以下）と比較すると、宮野河内1、下浦5、下浦7、下浦12及び御所浦3の5定点は2回中2回この基準を上回った。

平成3年度以降のDO推移を図4、硫化物推移を図5に示す。DOの全点平均値は6.0mg/L程度まで低下したことがあるものの、熊本県魚類養殖基準への適合率はおおむね80%以上で推移している。また、硫化物の全点平均値は平成7年頃に高い値を示したものの、それ以降は低い値で推移している。しかしながら、依然として熊本県魚類養殖基準を満たさない地点が見られている。

（2）クロマグロ養殖漁場調査

図6に新和地先漁場、図7に牛深地先漁場における2008年（平成20年）以降の底質変化を示した。全調査項目で水産用水基準及び熊本県魚類養殖基準を満たした。

表１　各地点の水質・底質調査項目の年平均結果及び県魚類養殖基準適合率

地点＼項目		水質						底質			基準適合度	
		透明度	DO	COD	SS	DIN	PO_4-P	COD	硫化物	強熱減量	DO	硫化物
		m	mg/L	mg/L	mg/L	μg-at/L	μg-at/L	mg/g乾泥	mg/g乾泥	mg/g乾泥	適合率	適合率
久玉	1	12.3	7.4	0.43	8.1	4.2	0.41	10.1	0.04	4.8	2/2	2/2
久玉	2	11.2	7.1	0.38	7.9	3.7	0.34	10.7	0.11	4.7	2/2	1/2
浅海	1	10.9	7.7	0.34	9.0	2.6	0.30	13.5	0.06	5.8	2/2	2/2
浅海	2	12.8	7.8	0.38	9.3	2.6	0.28	11.3	0.07	6.3	2/2	2/2
宮野河内	1	7.9	8.8	0.39	9.9	1.5	0.19	21.5	0.07	9.0	2/2	2/2
宮野河内	2	6.7	9.0	0.43	13.1	1.6	0.20	19.0	0.11	6.3	2/2	2/2
下浦	5	7.4	9.2	0.47	10.7	1.3	0.17	23.5	0.10	9.4	2/2	1/2
下浦	7	7.8	9.2	0.50	11.7	1.6	0.19	23.6	0.10	9.3	2/2	2/2
下浦	9	6.6	8.8	0.62	10.7	1.3	0.23	20.5	0.09	7.7	2/2	1/2
下浦	12	10.5	8.8	0.69	7.7	2.6	0.29	31.4	0.68	8.6	2/2	0/2
御所浦	1	8.4	9.0	0.25	9.3	1.9	0.14	11.5	0.15	5.4	2/2	1/2
御所浦	2	9.5	9.1	0.27	9.5	1.2	0.12	3.9	0.00	4.5	2/2	2/2
御所浦	3	10.4	9.0	0.29	8.7	1.5	0.15	22.0	0.10	8.0	2/2	1/2
御所浦	4	11.3	9.3	0.49	7.3	1.1	0.13	13.6	0.12	5.4	2/2	2/2
棚底	1	9.3	9.1	0.50	10.7	0.8	0.12	5.9	0.01	5.4	2/2	2/2
棚底	2	8.3	9.0	0.47	9.2	1.6	0.14	14.8	0.22	5.1	2/2	0/2
福浦	4	6.9	8.1	0.33	9.9	2.9	0.26	12.5	0.04	6.3	2/2	2/2
福浦	5	6.8	8.3	0.46	11.0	3.8	0.25	15.0	0.11	7.8	2/2	2/2

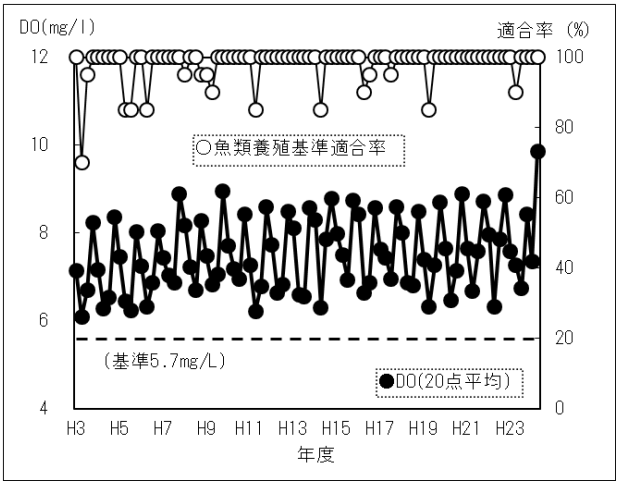


図４　DO と熊本県魚類養殖基準適合率の推移

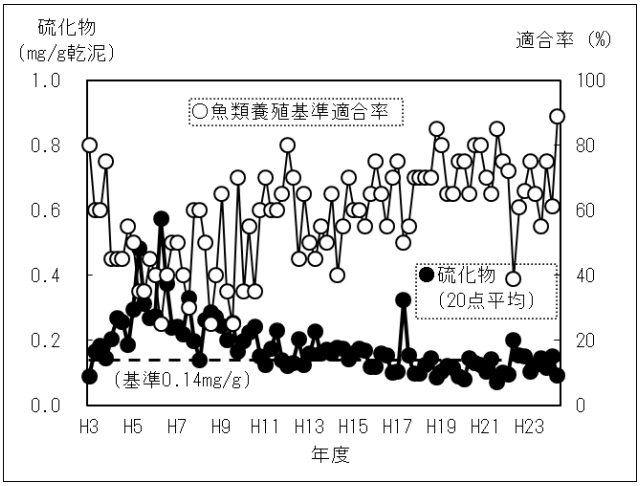
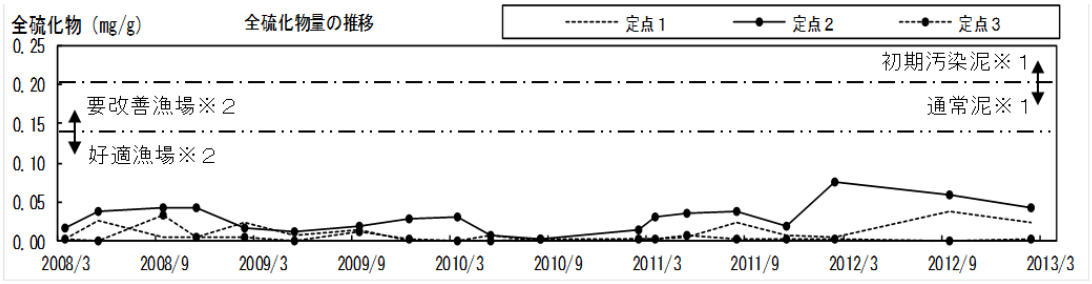
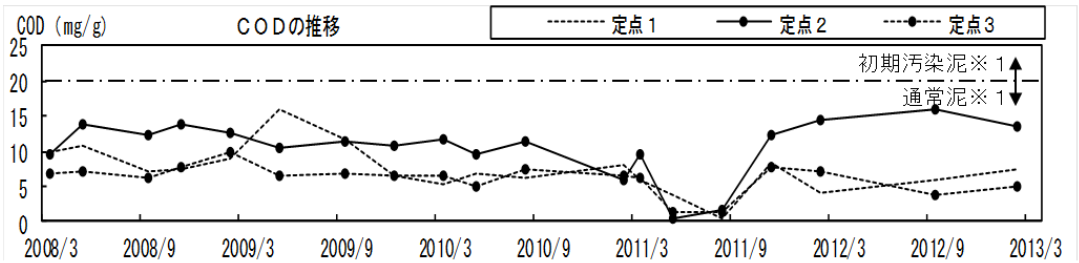


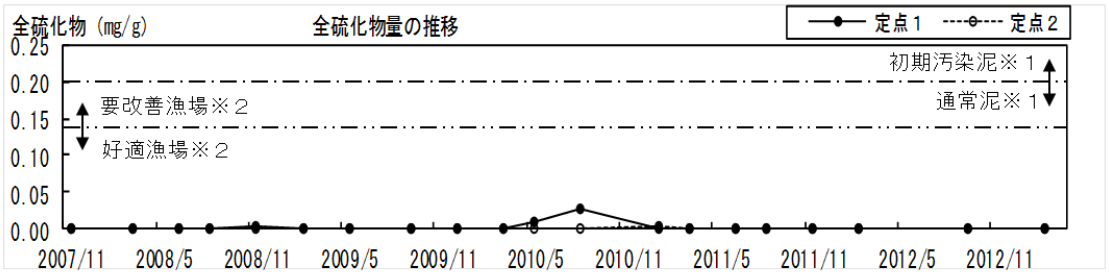
図５　硫化物と熊本県魚類養殖基準適合率の推移

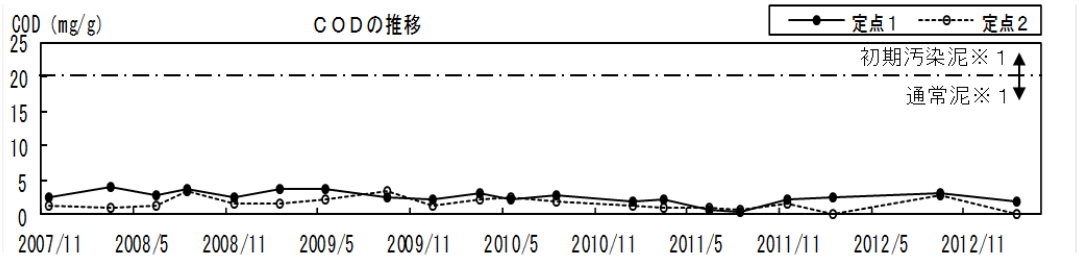




※１　水産用水基準で定める指標　　※２　熊本県新魚類養殖基準で定める指標（好適漁場は 0.14mg/g 乾泥未満）

図６　新和地先漁場における底質の変化





※１　水産用水基準で定める指標　　※２　熊本県新魚類養殖基準で定める指標（好適漁場は 0.14mg/g 乾泥未満）

図７　牛深地先漁場における底質の変化

付表１

調査日			H24.9.27		H24.9.27		H24.9.27		H24.9.27			
場所			久玉	久玉	浅海	浅海	宮野河内	宮野河内	下浦	下浦	下浦	下浦
定点			1	2	1	2	1	2	5	7	9	12
透明度(m)			12.0	12.5	10.2	12.5	11.0	10.0	8.5	10.1	7.1	10.5
水質	水温(℃)	0.5	24.6	24.6	25.2	24.7	26.1	26.0	26.1	25.9	25.5	25.8
		4.0	24.5	24.3	25.0	24.7	25.7	25.7	25.8	25.8	25.5	25.7
		B-1	23.5	24.0	24.5	24.6	24.9	25.1	25.7	25.7	25.6	25.6
	塩分(‰)	0.5	32.99	33.04	32.75	32.91	32.02	32.03	31.84	31.84	31.75	31.82
		4.0	33.05	33.22	32.78	32.90	32.09	32.03	31.87	31.86	31.77	31.82
		B-1	33.64	33.37	33.08	32.98	32.71	32.59	31.92	31.96	31.91	31.90
	ＤＯ(ppm)	0.5	6.64	6.88	7.24	6.72	8.33	8.38	8.31	8.21	7.49	7.44
		4.0	6.62	6.48	6.77	6.83	7.93	8.47	8.13	8.19	7.50	7.67
		B-1	5.85	6.14	6.47	6.64	6.51	6.07	6.90	6.52	7.64	6.43
	ＤＯ(%)	0.5	96.6	99.9	106.2	97.9	123.5	124.1	123.2	121.4	109.9	109.8
		4.0	96.2	93.9	99.0	99.4	117.0	124.9	119.9	120.8	110.1	112.9
		B-1	83.8	88.6	93.9	96.6	95.2	88.8	101.7	96.1	112.3	94.6
	ＣＯＤ(ppm)	0.5	0.21	0.43	0.35	0.21	0.60	0.81	0.86	0.65	0.54	0.35
		4.0	0.46	0.35	0.34	0.37	0.51	0.54	0.46	0.62	0.79	0.81
		B-1	0.54	0.24	0.21	0.35	0.53	0.45	0.21	0.24	0.64	0.56
	ＳＳ(ppm)	0.5	9.60	8.60	9.20	7.80	9.80	9.40	10.20	11.00	8.20	10.60
		4.0	8.80	8.00	8.40	9.60	11.00	10.00	10.40	11.00	10.14	8.60
		B-1	7.80	9.00	8.00	10.40	10.00	10.80	10.60	8.00	10.20	8.80
	PO4-P (μg-at/l)	0.5	0.38	0.27	0.24	0.26	0.17	0.14	0.19	0.23	0.27	0.45
		4.0	0.39	0.28	0.28	0.25	0.15	0.15	0.18	0.20	0.27	0.36
		B-1	0.29	0.26	0.25	0.24	0.21	0.36	0.30	0.23	0.21	0.34
	NH4-N (μg-at/l)	0.5	1.94	1.10	0.92	1.10	0.47	0.40	0.53	0.73	0.54	2.23
		4.0	1.98	1.03	1.00	0.78	0.41	0.53	0.83	0.64	0.44	1.68
		B-1	0.48	0.97	0.71	0.65	0.73	1.29	1.05	0.82	0.36	1.19
	NO2-N (μg-at/l)	0.5	0.25	0.20	0.23	0.22	0.05	0.04	0.10	0.15	0.16	0.23
		4.0	0.23	0.22	0.26	0.21	0.05	0.04	0.09	0.12	0.17	0.21
		B-1	0.26	0.24	0.24	0.21	0.16	0.45	0.19	0.14	0.06	0.41
	NO3-N (μg-at/l)	0.5	0.98	1.00	0.51	1.12	0.09	0.05	0.24	0.13	0.18	0.29
		4.0	1.06	1.26	0.71	0.97	0.06	0.14	0.11	0.11	0.18	0.00
		B-1	2.28	1.60	1.27	1.09	0.43	1.05	0.23	0.15	0.03	0.43
	ＤＩＮ (μg-at/l)	0.5	3.17	2.30	1.66	2.43	0.60	0.49	0.88	1.01	0.88	2.76
		4.0	3.27	2.50	1.96	1.95	0.51	0.71	1.02	0.87	0.78	2.14
		B-1	3.03	2.81	2.22	1.94	1.32	2.79	1.47	1.11	0.45	2.02
底質	ＣＯＤ(mg/g)		10.19	12.49	12.52	9.42	21.07	13.67	22.73	23.08	19.36	30.79
	硫化物(mg/g)		0.06	0.19	0.12	0.11	0.04	0.13	0.15	0.12	0.16	0.76
	ＩＬ(%)		4.75	4.93	5.65	5.88	8.76	5.18	8.95	9.22	7.30	9.02

調査日			H24.9.26				H24.9.26		H24.9.26	
場所			御所浦	御所浦	御所浦	御所浦	棚底	棚底	福浦	福浦
定点			1	2	3	4	1	2	4	5
透明度(m)			8.8	9.0	9.8	10.0	9.5	8.6	4.2	4.0
水質	水温(℃)	0.5	25.8	25.8	26.0	26.2	25.8	25.8	26.1	26.0
		4.0	25.8	25.8	25.9	26.0	25.6	25.8	26.1	26.0
		B-1	25.8	25.8	25.9	26.0	25.6	25.6	26.2	26.2
	塩分(‰)	0.5	31.36	31.35	31.87	31.89	31.47	31.59	32.06	31.89
		4.0	31.38	31.49	31.87	31.89	31.57	31.59	32.09	31.98
		B-1	32.12	32.12	32.30	32.00	32.22	31.74	32.18	32.25
	ＤＯ(ppm)	0.5	7.47	7.64	7.73	8.24	7.80	7.58	5.93	6.18
		4.0	7.46	7.13	7.46	8.18	7.89	7.45	5.83	6.18
		B-1	6.15	5.96	5.70	6.80	6.04	7.00	5.67	5.40
	ＤＯ(%)	0.5	109.8	112.3	114.4	122.3	114.8	111.7	88.0	91.5
		4.0	109.7	104.9	110.1	121.2	115.9	109.7	86.5	91.5
		B-1	90.8	88.0	84.5	100.8	89.1	102.9	84.2	80.3
	ＣＯＤ(ppm)	0.5	0.37	0.24	0.19	0.40	0.70	0.57	0.27	0.51
		4.0	0.27	0.19	0.29	0.68	0.59	0.56	0.34	0.64
		B-1	0.21	0.23	0.13	0.21	0.38	0.26	0.26	0.27
	ＳＳ(ppm)	0.5	12.60	9.00	8.60	8.00	8.60	10.00	20.40	8.80
		4.0	9.80	9.60	9.60	7.80	10.40	10.80	9.40	11.80
		B-1	8.00	7.00	9.40	9.80	9.40	11.40	7.40	10.00
	PO4-P (μg-at/l)	0.5	0.24	0.17	0.19	0.15	0.16	0.20	0.42	0.41
		4.0	0.22	0.21	0.19	0.17	0.15	0.21	0.43	0.40
		B-1	0.37	0.35	0.40	0.27	0.25	0.24	0.46	0.39
	NH4-N (μg-at/l)	0.5	1.21	0.52	0.67	0.42	0.62	0.85	0.59	0.73
		4.0	0.99	0.50	0.57	0.51	0.54	1.08	0.46	0.67
		B-1	0.85	0.86	1.06	0.75	0.64	0.82	0.60	0.80
	NO2-N (μg-at/l)	0.5	0.35	0.31	0.22	0.11	0.27	0.33	1.79	1.29
		4.0	0.38	0.45	0.22	0.11	0.25	0.34	2.06	1.28
		B-1	1.16	1.14	1.33	0.39	0.67	0.37	2.28	1.48
	NO3-N (μg-at/l)	0.5	0.28	0.20	0.23	0.24	0.23	0.30	1.69	1.61
		4.0	0.28	0.28	0.27	0.15	0.26	0.31	1.84	1.58
		B-1	0.97	0.93	1.35	0.56	0.58	0.44	1.97	1.62
	ＤＩＮ (μg-at/l)	0.5	1.85	1.03	1.12	0.77	1.11	1.48	4.07	3.63
		4.0	1.65	1.23	1.06	0.76	1.05	1.73	4.36	3.53
		B-1	2.97	2.92	3.73	1.70	1.89	1.63	4.85	3.89
底質	ＣＯＤ(mg/g)		6.43	2.44	20.98	13.75	8.39	13.87	7.64	5.37
	硫化物(mg/g)		0.19	0.00	0.16	0.10	0.02	0.22	0.04	0.13
	ＩＬ(%)		5.15	4.53	7.31	5.89	5.92	4.68	5.79	7.51

付表２

調査日			H25.2.19		H25.2.19		H25.2.19		H25.2.19			
場所			久玉	久玉	浅海	浅海	宮野河内	宮野河内	下浦	下浦	下浦	下浦
定点			1	2	1	2	1	2	5	7	9	12
透明度(m)			12.6	9.8	11.6	13.0	4.7	3.3	6.3	5.5	6.0	10.5
水質	水温(℃)	0.5	14.1	14.3	13.5	13.6	12.4	12.4	12.2	12.1	12.3	12.1
		4.0	14.4	14.5	14.1	14.1	13.2	13.5	12.3	12.4	12.5	12.5
		B-1	14.8	14.6	13.8	14.2	13.7	13.7	13.1	13.1	12.9	13.1
	塩分(‰)	0.5	33.38	33.46	33.15	33.21	29.94	28.65	32.35	31.76	32.09	31.63
		4.0	33.78	33.75	33.71	33.72	33.14	33.23	32.62	32.71	33.01	32.89
		B-1	34.02	33.97	33.74	33.82	33.69	33.66	33.42	33.43	33.33	33.38
	ＤＯ(ppm)	0.5	8.21	7.68	8.94	8.97	10.22	10.14	10.27	10.29	10.32	10.26
		4.0	8.26	7.71	8.68	8.80	9.69	9.44	10.25	10.24	10.07	9.94
		B-1	8.70	8.77	8.51	8.84	8.89	8.99	9.03	9.04	9.21	9.21
	ＤＯ(%)	0.5	97.4	91.5	104.8	105.7	114.6	112.9	116.9	116.3	117.2	115.9
		4.0	99.0	92.6	103.4	105.2	112.8	110.7	117.0	117.0	115.9	114.3
		B-1	105.8	106.0	101.3	106.2	105.3	106.6	105.4	105.6	107.1	107.4
	ＣＯＤ(ppm)	0.5	0.42	0.41	0.15	0.20	0.53	0.44	0.34	0.47	0.50	0.41
		4.0	0.41	0.41	0.34	0.39	0.26	0.33	0.48	0.39	0.45	0.56
		B-1	0.26	0.28	0.18	0.33	0.23	0.25	0.41	0.48	0.47	0.48
	ＳＳ(ppm)	0.5	7.80	7.20	12.00	10.80	8.00	7.20	7.60	7.20	11.20	10.60
		4.0	7.40	7.80	9.60	9.00	8.80	16.20	11.00	12.40	11.20	6.80
		B-1	7.40	8.00	10.20	7.80	9.20	12.00	4.80	13.80	8.40	7.40
	PO4-P (μg-at/l)	0.5	0.50	0.54	0.34	0.32	0.21	0.23	0.17	0.19	0.19	0.20
		4.0	0.44	0.40	0.32	0.31	0.23	0.25	0.15	0.18	0.20	0.21
		B-1	0.39	0.33	0.44	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.23	0.20
	NH4-N (μg-at/l)	0.5	4.47	4.96	1.93	1.95	1.01	1.29	1.29	1.18	1.17	1.35
		4.0	3.41	3.08	1.83	1.77	1.42	1.42	1.12	1.41	1.48	2.61
		B-1	1.69	1.70	2.55	1.57	1.40	1.23	1.44	1.89	1.38	1.13
	NO2-N (μg-at/l)	0.5	0.29	0.29	0.14	0.17	0.13	0.13	0.07	0.12	0.08	0.08
		4.0	0.29	0.29	0.22	0.25	0.15	0.16	0.07	0.08	0.08	0.08
		B-1	0.32	0.29	0.19	0.25	0.20	0.19	0.14	0.15	0.12	0.11
	NO3-N (μg-at/l)	0.5	1.73	1.64	1.15	1.31	1.75	2.15	0.54	0.93	0.76	1.00
		4.0	1.39	1.50	1.18	1.26	0.87	0.91	0.41	0.88	0.28	0.00
		B-1	1.48	1.35	1.00	1.28	0.99	0.94	0.73	0.81	0.46	0.44
	ＤＩＮ (μg-at/l)	0.5	6.49	6.88	3.22	3.43	2.89	3.56	1.91	2.23	2.01	2.44
		4.0	5.09	4.87	3.23	3.28	2.45	2.49	1.60	2.37	1.84	3.15
		B-1	3.48	3.34	3.74	3.10	2.60	2.36	2.31	2.85	1.96	1.68
底質	ＣＯＤ(mg/g)		10.04	8.92	14.46	13.12	22.03	24.37	24.19	24.07	21.74	31.93
	硫化物(mg/g)		0.03	0.03	0.00	0.02	0.09	0.09	0.04	0.08	0.02	0.59
	ＩＬ(%)		4.87	4.42	5.93	6.64	9.22	7.46	9.89	9.44	8.01	8.17

調査日			H25.2.21				H25.2.21		H25.2.21	
場所			御所浦	御所浦	御所浦	御所浦	棚底	棚底	福浦	福浦
定点			1	2	3	4	1	2	4	5
透明度(m)			8.0	10.0	11.0	12.5	9.0	8.0	9.5	9.5
水質	水温(℃)	0.5	11.1	10.8	10.8	11.0	11.3	11.5	11.2	10.0
		4.0	11.7	11.7	12.0	12.0	12.1	11.8	12.2	12.3
		B-1	12.8	12.7	13.0	12.9	12.8	12.6	12.4	12.3
	塩分(‰)	0.5	28.87	27.84	29.53	27.93	28.89	29.03	29.36	28.83
		4.0	32.36	32.39	32.80	32.79	32.57	32.38	32.99	32.99
		B-1	33.27	33.19	33.32	33.16	33.24	33.06	33.11	33.03
	ＤＯ(ppm)	0.5	11.20	11.80	11.28	11.40	11.21	11.08	11.38	11.95
		4.0	10.59	11.00	10.48	10.51	10.39	10.65	10.36	10.40
		B-1	9.48	9.67	9.65	10.07	9.63	9.81	9.94	10.13
	ＤＯ(%)	0.5	121.7	126.8	122.3	122.3	122.4	121.6	123.8	126.7
		4.0	119.2	123.9	119.1	119.3	118.1	120.3	118.1	118.8
		B-1	110.0	111.8	112.3	116.9	111.8	113.1	114.2	116.0
	ＣＯＤ(ppm)	0.5	0.32	0.21	0.23	0.15	0.27	0.32	0.38	0.00
		4.0	0.23	0.35	0.29	0.29	0.42	0.38	0.32	0.29
		B-1	0.23	0.21	0.04	0.07	0.57	0.23	0.12	0.24
	ＳＳ(ppm)	0.5	8.00	7.60	7.40	8.20	10.00	11.00	9.20	9.00
		4.0	8.80	9.40	7.80	6.80	11.00	7.60	10.40	10.20
		B-1	8.00	7.00	6.00	6.40	40.00	8.00	10.40	11.40
	PO4-P (μg-at/l)	0.5	0.04	0.03	0.12	0.17	0.05	0.09	0.08	0.15
		4.0	0.07	0.04	0.11	0.09	0.09	0.08	0.10	0.11
		B-1	0.20	0.22	0.15	0.13	0.20	0.13	0.14	0.11
	NH4-N (μg-at/l)	0.5	1.70	1.57	1.29	1.10	1.35	1.48	1.32	2.90
		4.0	1.78	1.03	1.35	1.10	0.24	1.18	1.14	2.08
		B-1	1.42	2.20	1.34	1.57	1.65	1.41	1.48	1.40
	NO2-N (μg-at/l)	0.5	0.05	0.06	0.11	0.13	0.07	0.07	0.08	0.09
		4.0	0.07	0.06	0.10	0.09	0.07	0.08	0.06	0.08
		B-1	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.10	0.07	0.08
	NO3-N (μg-at/l)	0.5	0.25	0.21	0.66	1.03	0.28	0.19	0.42	4.94
		4.0	0.28	0.04	0.42	0.33	0.24	0.21	0.17	1.88
		B-1	0.50	0.93	0.39	0.52	0.56	0.31	0.21	0.32
	ＤＩＮ (μg-at/l)	0.5	2.00	1.84	2.05	2.27	1.70	1.74	1.81	7.94
		4.0	2.12	1.13	1.88	1.52	0.55	1.47	1.37	4.04
		B-1	2.03	3.25	1.85	2.22	2.34	1.82	1.76	1.79
底質	ＣＯＤ(mg/g)		16.56	5.42	22.93	13.39	3.45	15.74	17.29	24.64
	硫化物(mg/g)		0.10	0.00	0.04	0.14	0.00	0.21	0.04	0.10
	ＩＬ(%)		5.72	4.42	8.63	4.97	4.85	5.44	6.83	8.10

漁場環境モニタリング事業Ⅲ（　県単　平成24年度～　）

（有明海における貧酸素水塊の一斉観測）

1　緒言

この観測は、有明海における貧酸素水塊発生機構の解明および水産資源への影響の評価に資するため、有明海の研究・調査に係わる機関が連携・協力して貧酸素水塊の状況把握や有明海全域の海洋環境を調査した。

2　方法

（1）　担当者：多治見誠亮、安東秀徳、増田雄二、川崎信司

（2）調査地点：　図１の８点

（3）調査日、時刻：　平成２４年８月１０日（金）、
小潮満潮前後４時間程度

（4）観測項目：　水温、塩分、クロロフィル蛍光、濁度、
酸素飽和度の鉛直分布、透明度

（5）参加機関：計17機関（福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、
水産庁、独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所、
農林水産省九州農政局、環境省、国土交通省熊本空港・
港湾整備局、九州大学、佐賀大学、熊本大学、他民間企業５社）

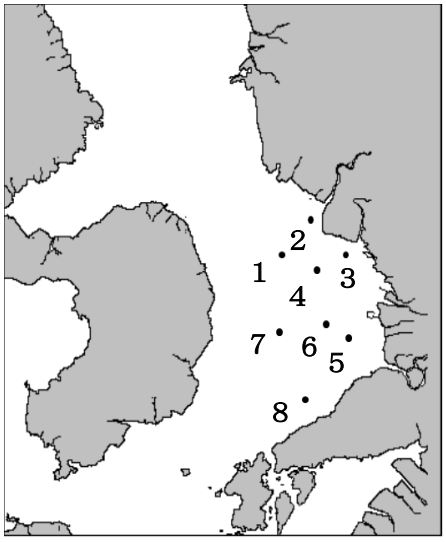


図１　観測定点図

3　結果

観測結果は有明海水質情報として取りまとめ、電子データとして保存した。また、全体的な観測結果は独立行政法人水産総合研究センターが取りまとめのうえ公表した。ここでは、各地点の水温・塩分・酸素飽和度の値を表にして示す(表1)。

表１より有明海熊本県海域では貧酸素状態は確認されず、酸素飽和度(%)の最低値も底層で65.4%であった。

表 1　水温、塩分、DO(%)

水温（℃）	調査定点（地図参照）							
	1	2	3	4	5	6	7	8
表層	26.4	26.9	28.6	27.8	28.7	28.3	28.5	28.6
中層（３ｍ）	25.7	25.8	26.1	26.3	25.7	25.7	26.2	26.7
底層	24.9	24.9	25.1	24.9	25.2	24.9	25.0	25.3

塩分（PSU）	調査定点（地図参照）							
	1	2	3	4	5	6	7	8
表層	28.6	28.5	26.4	27.9	27.6	27.7	27.5	28.1
中層（３ｍ）	29.0	29.0	28.8	28.7	29.8	29.1	28.7	28.7
底層	30.3	29.8	29.5	29.7	29.9	29.9	30.5	30.7

DO（%）	調査定点（地図参照）							
	1	2	3	4	5	6	7	8
表層	139.6	121.7	132.2	128.1	132.2	133.9	132.6	127.9
中層（３ｍ）	114.1	103.8	93.6	118.8	101.7	104.0	120.1	126.7
底層	83.0	75.7	65.4	79.3	72.5	69.6	81.8	88.0

＊DO(%)・・酸素飽和度が40%を下回ると貧酸素状態とされる。

八代海湾奥部水質連続モニタリング調査　（県　単）

平成 24～26 年度

１　緒　言

八代海湾奥部は、有明海の干潟域と同様、ノリ養殖、アサリ・ハマグリの採貝等が営まれ、干潟域特有の漁場を形成している。しかし近年、ノリの色落ち（冬季）やアサリのへい死（夏季）が頻繁に発生し、漁業生産に深刻な打撃を与えている。

現在有明海及び八代海中央部においては、水質の連続観測ブイを設置し、モニタリング調査を実施しているが、八代海湾奥部には設置されておらず、水質のデータが不足している現状である。

そこで、水質（水温、塩分、DO）の連続モニタリングが可能な機器を八代海湾奥部に設置し、海洋観測データの収集を行うとともに、貧酸素等が発生しやすい夏期においては、水質の鉛直断面の状況を把握するため、定期的なライン調査を行った。また、これらの調査結果について漁業者への情報提供を行った。

２　方　法

（１）担当者　高日新也、多治見誠亮、栃原正久、川﨑信司

（２）調査項目および内容

ア　定点観測

（ア）調査期間：平成24年6月に観測器を設置した。

（イ）調査場所：図１に示す松合地先。アサリ等の生息水深を想定し、小潮満潮時におよそ４ｍほどの水深の地点。

（ウ）観測項目：水温・塩分・溶存酸素

（エ）観測方法：観測器は、海底に立てた2本のFRP支柱に巻きつけて設置した。平成24年6月から9月にかけては表層にて、平成24年10月から翌年3月にかけては底層（海底上1m）にて観測を行った。記録間隔は1回/１時間とし、2週間に一回程度、機器のメンテナンス及びデータ回収を行った。

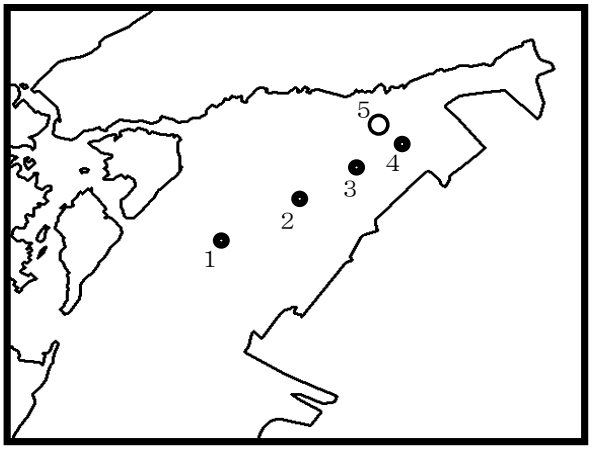


図１　調査点図

（定点観測…○、広域調査…○＋●）

イ　ライン調査

（ア）調査日：夏期の小潮満潮時に当たる、７月13日、7月20日、7月27日、8月10日の4回の調査をおこなった。

（イ）調査定点：図1に示す5点

（ウ）調査項目：水温・塩分及び溶存酸素

（エ）調査方法：調査船あさみにて、記録式の水質測定器を船上より海底まで沈降させ、データを記録し、センターに持ち帰りデータの整理を行った。各調査点の表層、中層(3m)、底層（B-1m）の水質については、速報として関係漁協等にFAXによりデータ提供を行った。

3　結果および考察

（1）定点観測

調査期間中定期的なデータの蓄積を行った。主な状況を以下に記す。

ア　6月下旬から7月上旬にかけての水温、塩分及び溶存酸素

6月28日から7月5日にかけての表層の水温、塩分及び溶存酸素の推移を図2～4に示す。

水温は、1日の間に最大約3℃の変動が見られ、低潮時に上昇し、高潮時に下降する傾向が認められた。これは、当期間中に水温躍層が形成されており、観測水層が低潮時には高水温層に、高潮時には低水温層に晒されたためと示唆された。

塩分は、1日の間に最大約20psuの変動が見られ、高潮時に上昇し、低潮時に下降する傾向が認められた。これは、当期間中に塩分躍層が形成されており、観測水層が低潮時には低塩分層に、高潮時には高塩分層に晒されたためと示唆された。また、期間の前半よりも後半のほうが、低潮時の塩分低下が大きかった。これは、6月末の降雨により、表層の塩分が低下したためと考えられた。なお、期間における最低値は、7月3日15時における1.8PSUであった。

溶存酸素は、6月29日から30日にかけて、1日の間で最大約12mg/Lの変動が見られ、高潮時に下降し、低潮時に上昇する傾向が認められた。この変動は他の期間では認められないため、この期間に観測点を含む湾奥部分に珪藻等の植物プランクトンが発生し、表層付近の溶存酸素濃度を上昇させた可能性が示唆された。

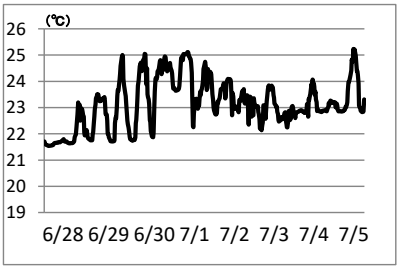


図2 水温（℃）の推移

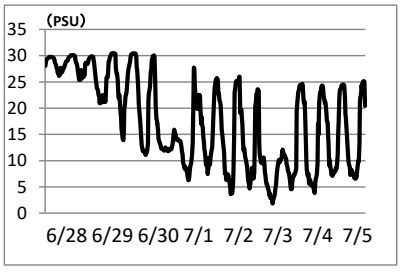


図3　塩分（psu）の推移

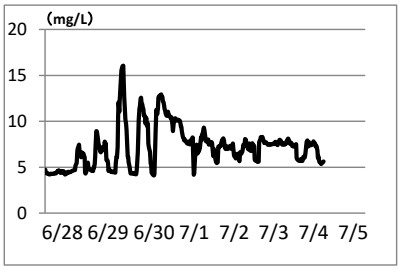


図4　溶存酸素（mg/L）の推移

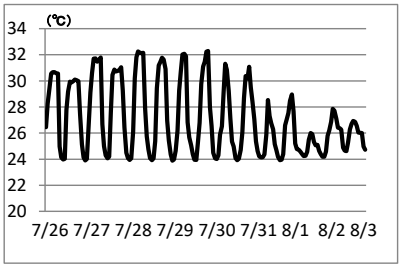


図5 水温（℃）の推移

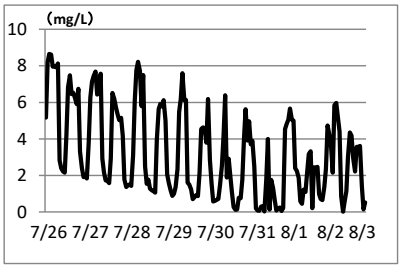


図6　溶存酸素（mg/L）の推移

イ　7月下旬の水温、塩分及び溶存酸素

7月26日から8月3日にかけての水温及び溶存酸素の推移を図5～6に示す。

水温は、1日の間で最大約8℃の変動が見られ、高潮時に上昇し、低潮時に下降する傾向が認められた。これは、この期間に本海域で水温躍層が形成されており、低潮時に観測水層が高水温層に晒されたためと考えられた。

溶存酸素は、6月29日から30日にかけて、1日の間で最大約7mg/Lの大きな変動が見られ、高潮時に下降し、低潮時に上昇する傾向が認められた。これは、期間中に形成された水温躍層によって底層付近の溶存酸素が低下し、観測水層が高潮時に低酸素層に晒されたためと考えられた。観測期間における最低値は、8月2日21時における0.02mg/Lであった。

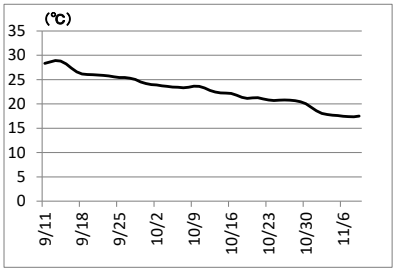
なお、塩分については、塩分センサーの不具合により欠測した。

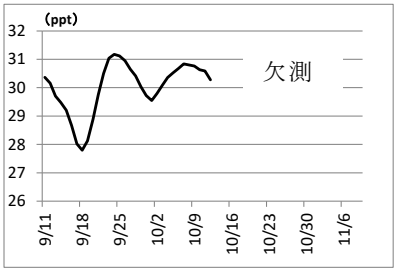
ウ　9月から11月にかけて水温、塩分及び溶存酸素の推移

9月11日から11月10日にかけての水温、塩分及び溶存酸素の日平均値の推移を図7～9に示す。

水温は、9月中旬から10月上旬まで25℃程度の値で推移し、20℃を下回ったのは11月上旬であった。溶存酸素は、期間を通して4～8mg/Lで推移した。

塩分は、降雨による日変動が観測された。10月11日以降は、欠測。





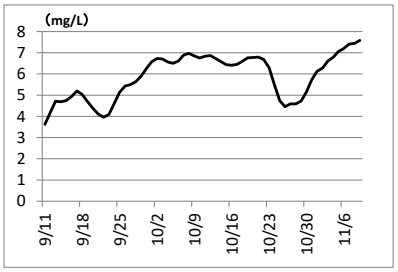


図7 水温の日平均値の推移　**図8　塩分の日平均値の推移**　**図9　溶存酸素の日平均値の推移**

以上、荒天による機器の避難、付着生物による観測値の異常等があり、適正なデータの蓄積については、課題が残る結果となった。今後は、クロスチェックやメンテナンスの頻度等を検討し、よりデータの精度を上げていく一方で、漁業者から強い要望があるテレメータ等を利用したリアルタイムでの情報提供等、観測体制の整備が必要である。

（2）ライン調査

ア　水温

水温の調査結果について、表１に表す。

7 月 13 日は、すべての定点で表層と底層の水温差が小さく、南部の定点１が最も低い結果となった。これは、表２の塩分から推定すると、球磨川から大量の陸水が湾奥部に流入したものであると推定される。

表１　八代海湾奥部ライン調査結果（水温：℃）

調査日	採水層	調査定点				
		1	2	3	4	5
7 月 13 日	表	23.2	24.9	24.8	25.8	―
	中（3m）	24.9	24.9	24.9	25.7	―
	底（B-1）	23.9	23.2	25.2	24.1	―
7 月 20 日	表	27.1	27.3	28.1	28.0	28.3
	中（3m）	25.8	27.2	27.5	27.6	27.2
	底（B-1）	22.8	22.9	23.0	23.3	23.5
7 月 26 日	表	28.3	29.3	30.0	31.0	―
	中（3m）	25.5	26.6	28.3	28.7	―
	底（B-1）	23.3	23.3	23.4	24.7	―
8 月 10 日	表	30.6	29.0	29.1	29.0	31.1
	中（3m）	26.2	25.6	25.4	25.3	25.3
	底（B-1）	24.9	24.9	25.0	25.2	25.2

表２　八代海湾奥部ライン調査結果（塩分：PSU）

調査日	採水層	調査定点				
		1	2	3	4	5
7月13日	表	7.3	13.1	11.7	11.8	－
	中（3m）	14.0	13.3	12.0	12.9	－
	底（B-1）	26.9	27.6	12.5	24.5	－
7月20日	表	13.8	13.3	13.6	14.0	14.0
	中（3m）	20.3	17.2	15.8	16.1	18.1
	底（B-1）	29.3	29.1	28.8	28.0	27.8
7月26日	表	18.7	17.4	17.9	17.6	－
	中（3m）	24.9	22.2	20.4	20.2	－
	底（B-1）	29.0	29.0	28.8	26.7	－
8月10日	表	25.8	27.8	27.7	27.6	26.3
	中（3m）	29.1	29.4	29.5	29.4	29.5
	底（B-1）	30.0	29.9	29.7	29.6	29.5

表３　八代海湾奥部ライン調査結果（酸素飽和度：%）

調査日	採水層	調査定点				
		1	2	3	4	5
7月13日	表	120.1	123.6	126.9	110.8	－
	中（3m）	119.1	123.3	126.6	109.1	－
	底（B-1m）	87.6	73.7	120.3	89.9	－
7月20日	表	117.7	120.3	122.2	112.8	124.0
	中（3m）	89.5	103.6	109.1	103.3	101.8
	底（B-1m）	35.3	34.9	32.8	32.0	35.0
7月26日	表	174.0	179.0	171.8	159.1	－
	中（3m）	113.3	121.1	151.4	147.0	－
	底（B-1m）	38.7	39.1	37.4	41.4	－
8月10日	表	127.5	121.1	115.4	113.1	119.4
	中（3m）	95.2	70.5	62.1	70.0	54.1
	底（B-1m）	50.3	48.4	47.3	47.1	49.9

7月20日以降は、すべての定点で表層と底層の水温差が約5℃程となり、温度躍層が形成されていたことが推定される。なお、全体的に湾奥部（定点４・５）に近い方が高い水温傾向にあり、気温の影響を受けやすいものと思われる。

イ　塩分

塩分の調査結果について、表２に表す。

7月13日では南部の定点１の表面は7.3PSUと低く、球磨川から大量の陸水が湾奥部に流入したものであると推定される。

調査期間全体をとおして、表面の塩分は低く、底層の塩分が高い値が観測され、塩分躍層の形成が形成されていることが観察される。なお、表層では南部（定点１）から湾奥部（定点４・５）にかけ、次第に塩分が高くなる傾向にあり、中層･底層では湾奥部にかけ、次第に塩分が低くなる傾向にある。これは球磨川からの流入水が南部で強い塩分躍層を形成するが、湾奥部に離れるうちにやや撹拌され、躍層が弱まっているものと想定される。

イ　溶存酸素

溶存酸素の調査結果について、表３に表す。

調査期間全体をとおして、表面の値は高く、底層の値は低い傾向にあった。これは、表面は珪藻プランクトンの光合成作用により酸素が供給されているが、強い水温・塩分躍層のため、上下層の混合が困難で、躍層下では微生物による酸素の消費が進んだためであると想定される。特に 7 月 20 日・26 日では、底層 DO が 40%以下となる貧酸素状態が確認された。

以上、ライン調査の結果から、調査期間中は湾奥部の広い範囲で躍層が形成され、表層での塩分の低下、底層での酸素濃度の低下が確認された。定点観測の結果とも併せると、この時期、同海域でのアサリ等の生物資源は低塩分と貧酸素の影響を大いに受けていることが想定される結果となった。今後は、貧酸素の発生時期や発生海域等の把握のため、より詳細な調査を継続していく必要がある。

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅰ　（　国庫委託　平成17年度～　）

（夏季赤潮調査・有明海中央ライン水質調査）

1　緒言

本調査は有明海熊本県海域において、その環境特性を把握し、閉鎖性海域における赤潮発生や貧酸素水塊等による漁業被害の軽減に必要な知見を得ることを目的とした。

2　方法

（1）　担当者　多治見誠亮、安東秀徳、増田雄二、川崎信司

（2）　方法

ア　調査定点：有明海5点（図1）
　　ただし、6～8月はSt.7～9を追加

イ　調 査 層：表層（水面下0.5m）、2m層、5m層、10m層、（以下10m間隔）、底層（海底上1m）

ウ　調査頻度：12回（1回/月、4月～翌3月）
　　ただし、6～8月は1回/週

エ　調査項目：水温、塩分、Chl－a、DO、pH、
　　栄養塩（DIN、PO_4-P、SiO_2-Si）、
　　プランクトン（組成、有害種）

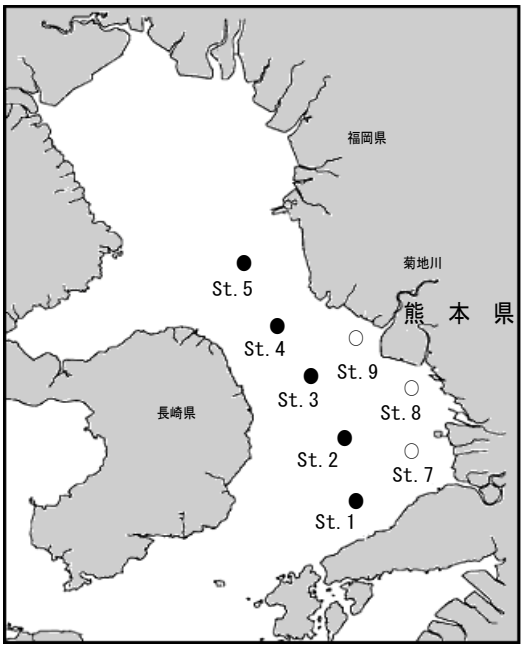


図1　調査定点図

3　結果及び考察

調査結果はデータベース化し、調査日毎に各項目保存した。また、調査結果は取りまとめ、水産庁に報告し事業報告書として取りまとめた。ここでは、上記に挙げた調査項目について代表点としてSt.2、St.5、St.8の結果を示し、植物プランクトンについては全体的な概要を示す。

（1）　水温（図2）

7月30日のSt.8（表層）で最高値32.2℃、1月24日のSt.5（表層）で最低値9.6℃を記録し、7月中旬まで平年（過去5カ年の平均値）に比べ低めに、以降は8月下旬まで27.5℃～29.2℃と高い値で推移した。

（2）　塩分（図3）

6月11日以降、降雨後の河川水流入の影響による表層塩分の低下がみられた。特に、7月中旬の九州北部集中豪雨により7月18日のSt.5（表層）において最低値7.2psuが確認された。

（3）　DO（図4）

底層DOの最低値は7月30日のSt.8（底層）における3.1mg/L（溶存酸素飽和度42.7%）であり、最高値は7月23日のSt.5（表層）における10.6mg/L（溶存酸素飽和度151.6%）であった。
また、平成24年度は調査を通じて貧酸素水塊は確認されなかった。

（4） 栄養塩（図5、6）

DINは、6月下旬から7月中旬にかけて、降雨に伴う出水により、全定点の表層で顕著な増加がみられたが、8月中旬には多くの定点で減少した。その後は増減を繰り返しながら推移し、最高値は7月2日の玉名市横島町地先の表層（St.9 記載なし）における37.7μg-at/Lであった。

PO_4-PはDIN同様6月下旬の降雨に伴う出水により、全地点の表層で増加が見られたが、8月中旬には多くの定点で減少した。その後は増減を繰り返しながら推移し、最高値は7月2日の玉名市横島町地先の表層（St.9 記載なし）における1.3μg-at/Lであった。

（5） 植物プランクトン

6月11日から6月21日にかけて、玉名市横島町沖で*Skeletonema* spp.(最高細胞数6,450cells/ml)による赤潮が確認された。その後、7月9日に玉名市横島町沖で*Akashiwo sanguinea*(最高細胞数290cells/ml)、玉名市横島町沖から三角町太田尾沖にかけて*Ceratium furca*(最高細胞数1,780cells/ml)による赤潮が確認された。その後は、有明海の広い範囲で*Skeletonema* spp.(最高細胞数10,225cells/ml)による赤潮が7月19日から7月30日まで継続し、8月16日から8月21日に再度、*Skeletonema* spp.(最高細胞数 9,360cells/ml)による赤潮が荒尾市沖から熊本市河内町沖にかけて確認された。*Chattonella* spp.については、7月16日に宇土市住吉町から宇土市網田町沖にかけて最高33cells/ml確認されたが、7月23日には消滅した。しかし、8月30日には荒尾市沖で再度発生を確認（95cells/ml）し、その後9月7日に長洲町地先で着色を確認（2,200cells/ml）。9月14日に熊本市河内町地先で最高6,300cells/mlを確認後、9月19日に終息した。

また、H24年度の*Chattonella* spp.による赤潮発生の要因として次の2点が考えられた。①7月中旬以降、栄養塩の供給が少なく珪藻類の増殖が8月中旬以降減少した。②8月下旬以降競合種の少ない状態の中、高水温・充分な日射量と*Chattonella*が増殖するのに適した環境であった。

その他の有害種では*Heterosigma akashiwo*による赤潮が5月29日(26,500cells/ml)、8月29日(12,300cells/ml)の計2回確認された。

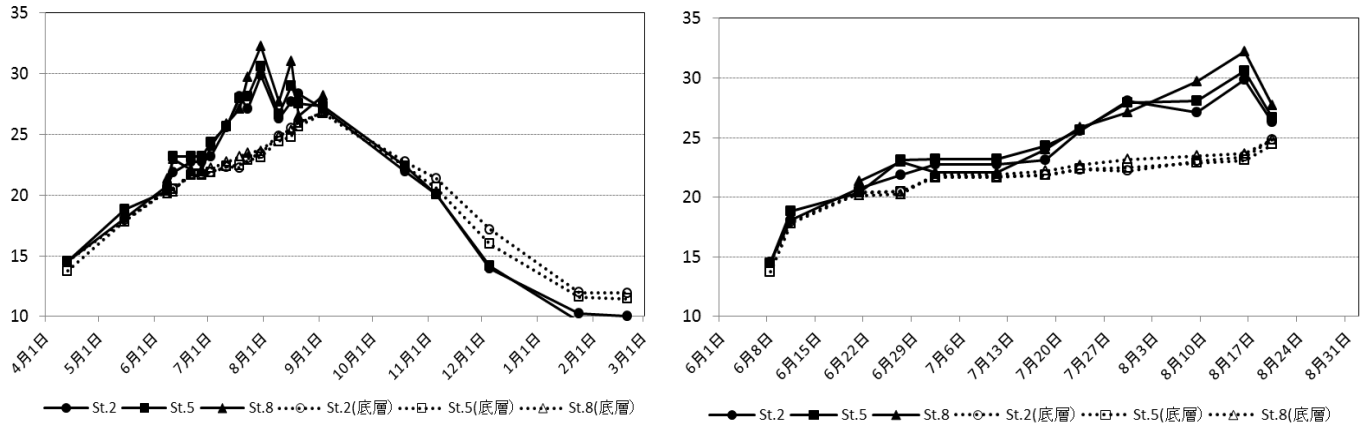


図2 水温（℃）の推移

左図は4月～翌年3月、右図は6月～8月を示す。

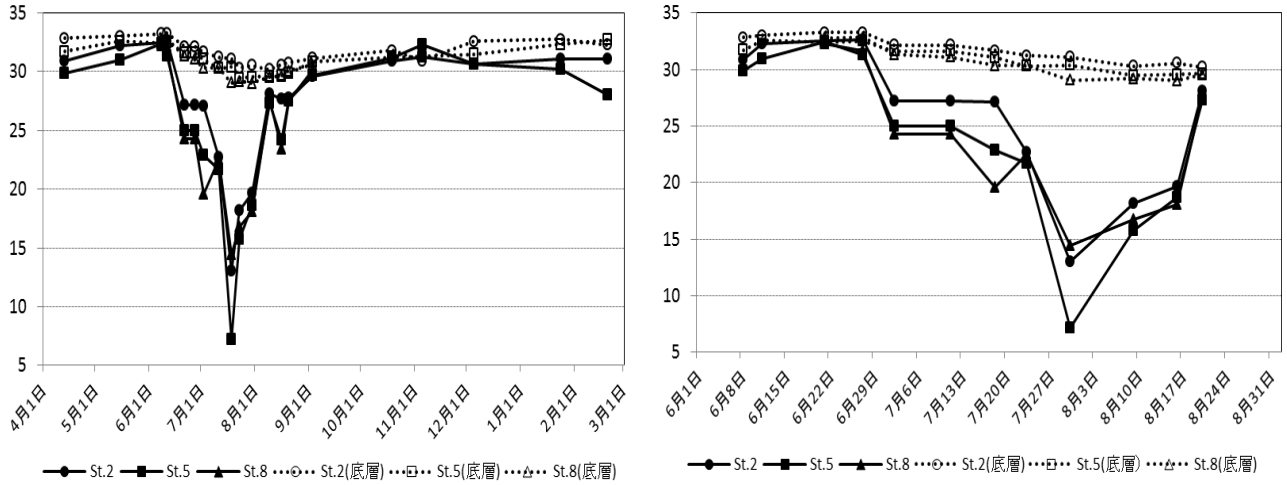


図３　塩分(psu)の推移

左図は４月～翌年３月、右図は６月～8 月を示す。

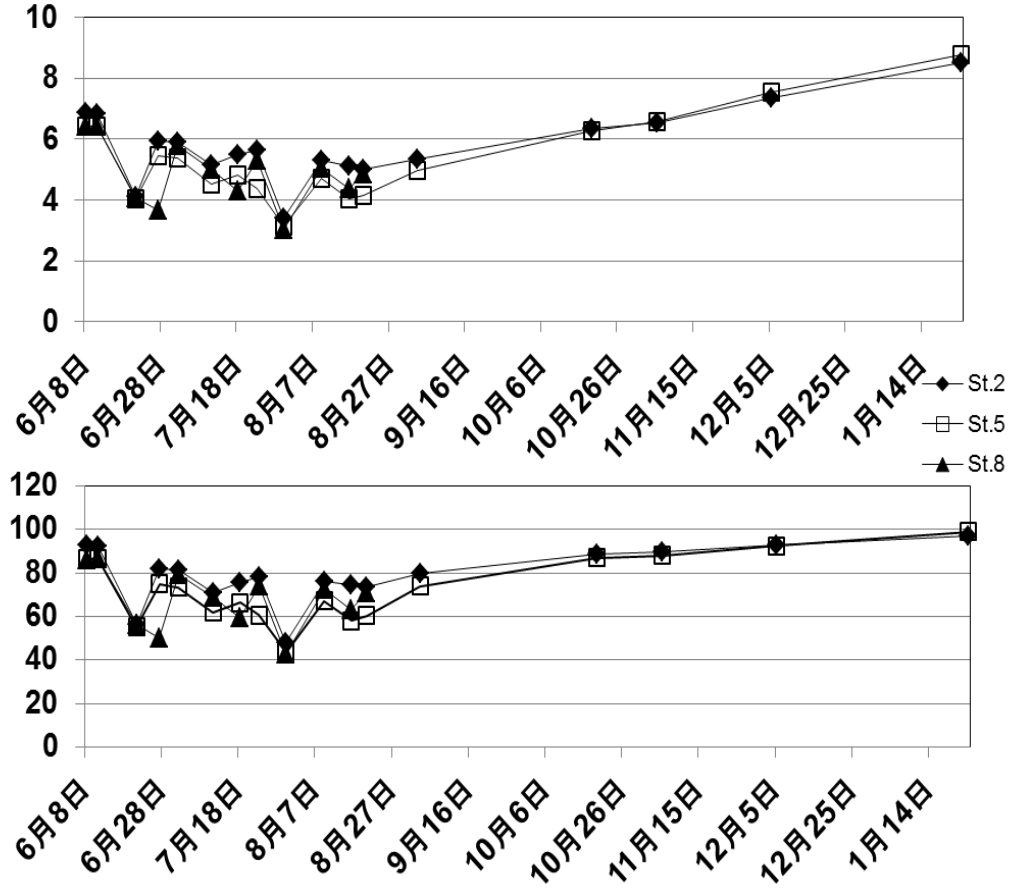


図４　底層 DO(mg/L)の推移(上側)と底層 DO(飽和度%)の推移（下側）

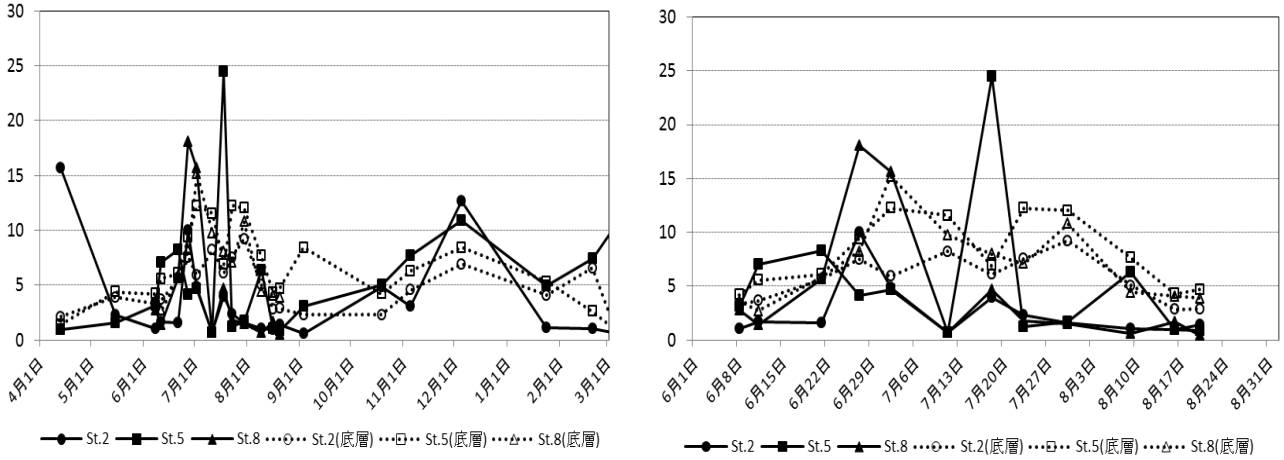


図5　DIN（μg-at/L）の推移
左図は4月～翌年3月、右図は6月～8月を示す。

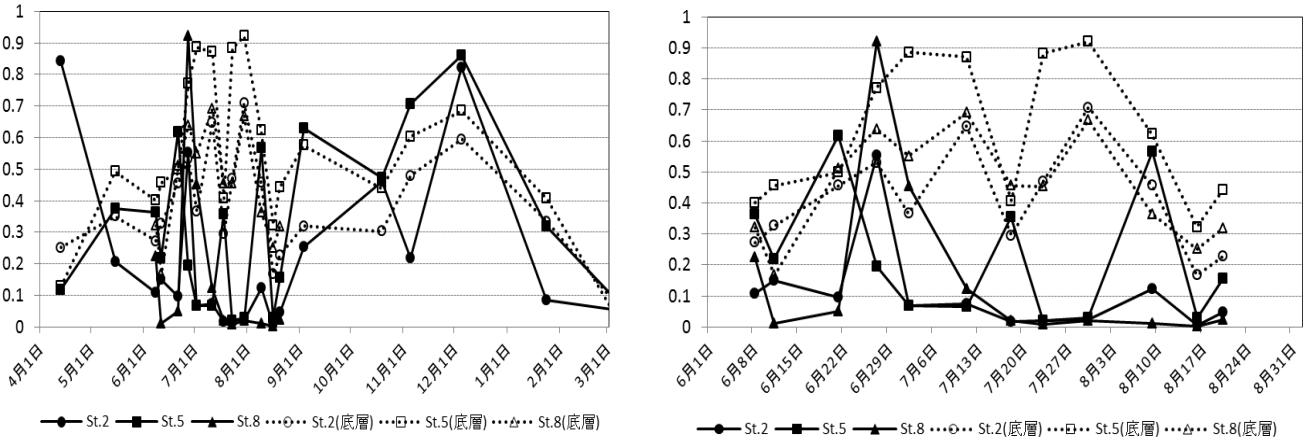


図6　PO_4-P（μg-at/L）の推移
左図は4月～翌年3月、右図は6月～8月を示す。

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅱ　（　国庫委託　平成17年度～継続　）

（八代海中央ライン水質調査）

1　緒　言

本調査は八代海における赤潮の発生状況や漁場環境の調査を行い、海域環境特性を把握するとともに、赤潮発生機構の解明や予察技術の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とした。

2　方　法

（1）担当者　安東秀徳、多治見誠亮、増田雄二、園由香、川﨑信司

（2）調査内容

ア　調査定点：八代海8点（図1）

イ　調査頻度：12回（1回/月、4月～翌年3月）

ウ　調査項目：水温、塩分、Chl－a、DO、COD、pH、SiO_2-Si、DIN 、PO_4-P、プランクトン（組成、有害種）

エ　調 査 層：表層（水面下0.5m）、2m層、5m層、10m層、（以下10m間隔）、底層（海底上1m）

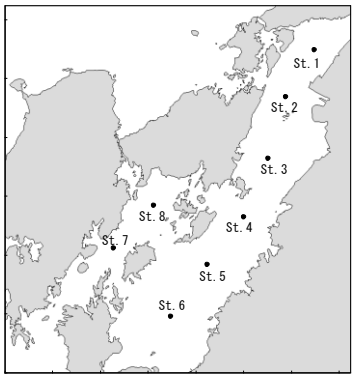


図1　調査定点図

3　結果及び考察

上記のとおり平成24年4月10日～平成25年3月21日の間に1回/月の頻度で計12回の調査を実施し、調査項目に示した基礎的知見を収集した。

得られた基礎的知見のうち一部について、以下のとおり代表的なデータを記す。

（1）植物プランクトン

全調査層におけるシャットネラ、コクロディニウム、ヘテロシグマの出現状況は表1～3のとおり。平成24年度は有害種の出現が、回数及び出現量ともに少ない年であった。

表1　シャットネラの出現状況　（単位：cells/ml）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
St.2	0	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表2　コクロディニウムの出現状況　（単位：cells/ml）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
St.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表3　ヘテロシグマの出現状況　（単位：cells/ml）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
St.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
St.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

（２）水温（図２）

８点の表層平均値によると、最高値は 27.73℃（8 月）、最低値は 12.14℃（1 月）であった。

（３）塩分（図３）

８点の表層平均値によると、最高値は 32.97psu（5 月）、最低値は 20.69psu（6 月）であった。6 月中旬から 7 月中旬にかけての豪雨により、6～7 月は低塩分化が見られた。

（４）栄養塩

ア　DIN（図４）

８点の表層平均値によると、最高値は 12.57μmol/L（6 月）、最低値は 1.09μmol/L（2 月）であった。豪雨による供給のあった 6 月を除き 4～8 月は概ね低位で推移し、塩分躍層が崩壊した 9 月以降に栄養塩濃度が上昇した。

イ　PO4-P（図５）

８点の表層平均値によると、最高値は 0.51μmol/L（9 月）、最低値は 0.01μmol/L（7 月）であった。DIN 同様、豪雨による供給のあった 6 月を除き 4～8 月は概ね低位で推移し、水温躍層が崩壊した 9 月以降に栄養塩濃度が大きく上昇した。

図2　水温の推移（8点表層平均）

図3　塩分の推移（8点表層平均）

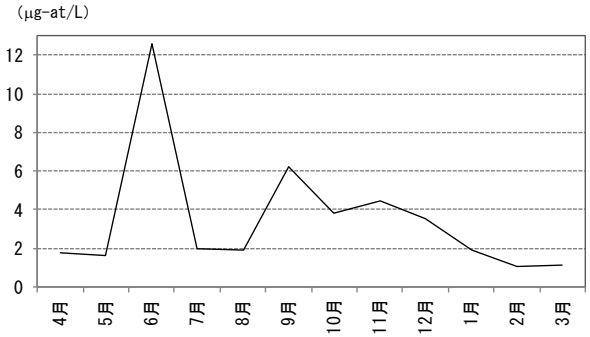


図4　DINの推移（8点表層平均）

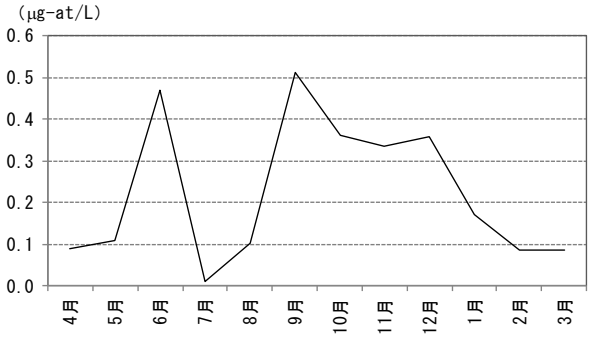


図5　PO4－Pの推移（8点表層平均）

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅲ（ 国庫委託 ）
平成23年度～継続

（微生物相に基づく漁業被害の発生予測・抑制技術の開発）

1 緒 言

本研究は、シャットネラ赤潮の発生前後（特にシャットネラの細胞が増加する時期）における海洋微生物相の変化を捉え、赤潮の発生予測手法を開発することを目的としたコンソーシアム研究（代表機関：独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所）である。この研究における本県の役割は、赤潮発生前後の海水を定期的に採水し、植物プランクトンの計数や栄養塩濃度の分析等を行うとともに、海洋微生物相のDNA分析を行う連携研究機関（独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所、九州大学、北海道大学）へ海水試料を提供することである。

2 方 法

（1）担当者　安東秀徳、多治見誠亮、増田雄二、園由香、川﨑信司

（2）試験内容

ア　調査定点：2点（図1）

イ　調査頻度：1回/週（計14回、6-9月）

ウ　調査項目：水温、塩分、栄養塩類（DIN、PO_4-P、SiO_2-Si）、植物プランクトン（種組成、有害種）、気温及び降水量（気象庁の観測データによる）

エ　調 査 層：表層（0.5m）、2m層、5m層、10m層…（以下10m間隔）…底層（海底上1m層）及び0-10m柱状採水

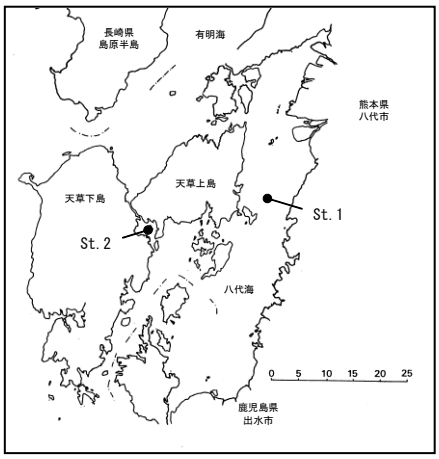


図1　調査定点図

3 結果及び考察

平成24年度は上記2で示した方法のとおり、平成24年6月5日～平成24年9月13日の間に約1回/週の頻度で計14回の調査を実施し、連携研究機関へ海水試料を送付するとともに、植物プランクトンの計数や栄養塩濃度の分析等を行った。

（1）海水試料の送付実績

表1　DNA分析を行う連携研究機関への海水試料送付実績

回	日付	定点数	試料送付先	
			瀬戸内海区水産研究所送付用	大学送付用
1	H24.6.5	2	0m　1L*2点*2本 2m　1L*2点*2本 10m　1L*2点*2本 B-1m　1L*2点*2本 0-10m柱状　1L*2点*2本	《九州大学》 0-10m柱状　2L*2点*2本 ※　9/13採水分は送付せず（計13回分送付）。 《北海道大学》 0m　0.5L*1点*1本 ※　6/5,6/14,8/7,8/23際水分は送付せず（計10回分送付）。
2	H24.6.14	2		
3	H24.6.20	2		
4	H24.6.26	2		
5	H24.7.4	2		
6	H24.7.10	2		
7	H24.7.17	2		
8	H24.7.25	2		
9	H24.8.7	2		
10	H24.8.13	2		
11	H24.8.22	2		
12	H24.8.29	2		
13	H24.9.4	2		
14	H24.9.13	2		

（2）プランクトン数

調査期間中のシャットネラ属プランクトン数（ここで言うシャットネラ属プランクトンとは、アンティーカ及びマリーナのことであり、グロボーサやベルキュローサ等は含まない。）は表２のとおりで、8 月 29 日に St.1 で 1cells/ml 確認されたのみであった。

本年度は 6 月 26 日以降継続的に珪藻類の優占が見られ、これがシャットネラの優占及び赤潮化を妨げた一要因と思われる。

表２　八代海北部海域の調査で確認されたシャットネラ属プランクトン細胞数（単位：cells/ml）

回	日付	St.番号	シャットネラ属プランクトン細胞数※ (cells/ml)	備考：最も細胞数が多かった優占種 (cells/ml)
1	H24.6.5	1	0	*Chaetoceros debile* 66
		2	0	*Chaetoceros debile* 16
2	H24.6.14	1	0	*Nitzchia* spp. 33
		2	0	*Prorocentrum dentatum* 36
3	H24.6.20	1	0	*Skeletonema* spp. 66
		2	0	*Prorocentrum dentatum* 149
4	H24.6.26	1	0	*Skeletonema* spp. 2,110
		2	0	*Skeletonema* spp. 880
5	H24.7.4	1	0	*Skeletonema* spp. 259
		2	0	*Nitzchia* spp. 55
6	H24.7.10	1	0	*Skeletonema* spp. 2,900
		2	0	*Nitzchia* spp. 1,250
7	H24.7.17	1	0	*Skeletonema* spp. 8,820
		2	0	*Skeletonema* spp. 1,400
8	H24.7.25	1	0	*Nitzchia* spp. 950
		2	0	*Nitzchia* spp. 1,350
9	H24.8.7	1	0	*Thalassionema nitzchioides* 356
		2	0	*Chaetoceros* spp. 1,300
10	H24.8.13	1	0	*Chaetoceros* spp. 233
		2	0	*Chaetoceros* spp. 112
11	H24.8.22	1	0	*Skeletonema* spp. 960
		2	0	*Skeletonema* spp. 250
12	H24.8.29	1	1	*Chaetoceros* spp. 330
		2	0	*Thalassionema nitzchioides* 8
13	H24.9.4	1	0	*Chaetoceros* spp. 569
		2	0	*Nitzchia* spp. 2,100
14	H24.9.13	1	0	*Thalassiosira mala* 50
		2	0	なし（1cells/ml の種が数種）

（3）気象及び海象

調査期間中の気象及び海象に係るデータは、図２に示すとおり。

シャットネラ赤潮による大被害が発生した平成 22 年と比べ気温、降水量とも同程度であった。また、海象条件を見ると、底層水温は平成 22 年と比べ同程度、表層 DIN は平成 22 年と比べ St.1 で高め、St.2 で同程度であった。

（4）連携研究機関の成果

上記（1）で送付した海水試料は連携研究機関により DNA を抽出され、今後必要に応じて分析可能なよう凍結保存された。なお、一部は DNA 配列解析に供され、本委託プロジェクトのデータベースに登録された。平成 24 年度は平成 23 年度同様赤潮非発生年であり、赤潮が発生した際の対照年として位置付けられた。これら得られたデータ及び今後得られるデータ（特に赤潮発生年のデータ）は、シャットネラ赤潮の発生前後

における海洋微生物相の変化を捉えて赤潮の発生予測手法を開発するための材料として取り扱われる。

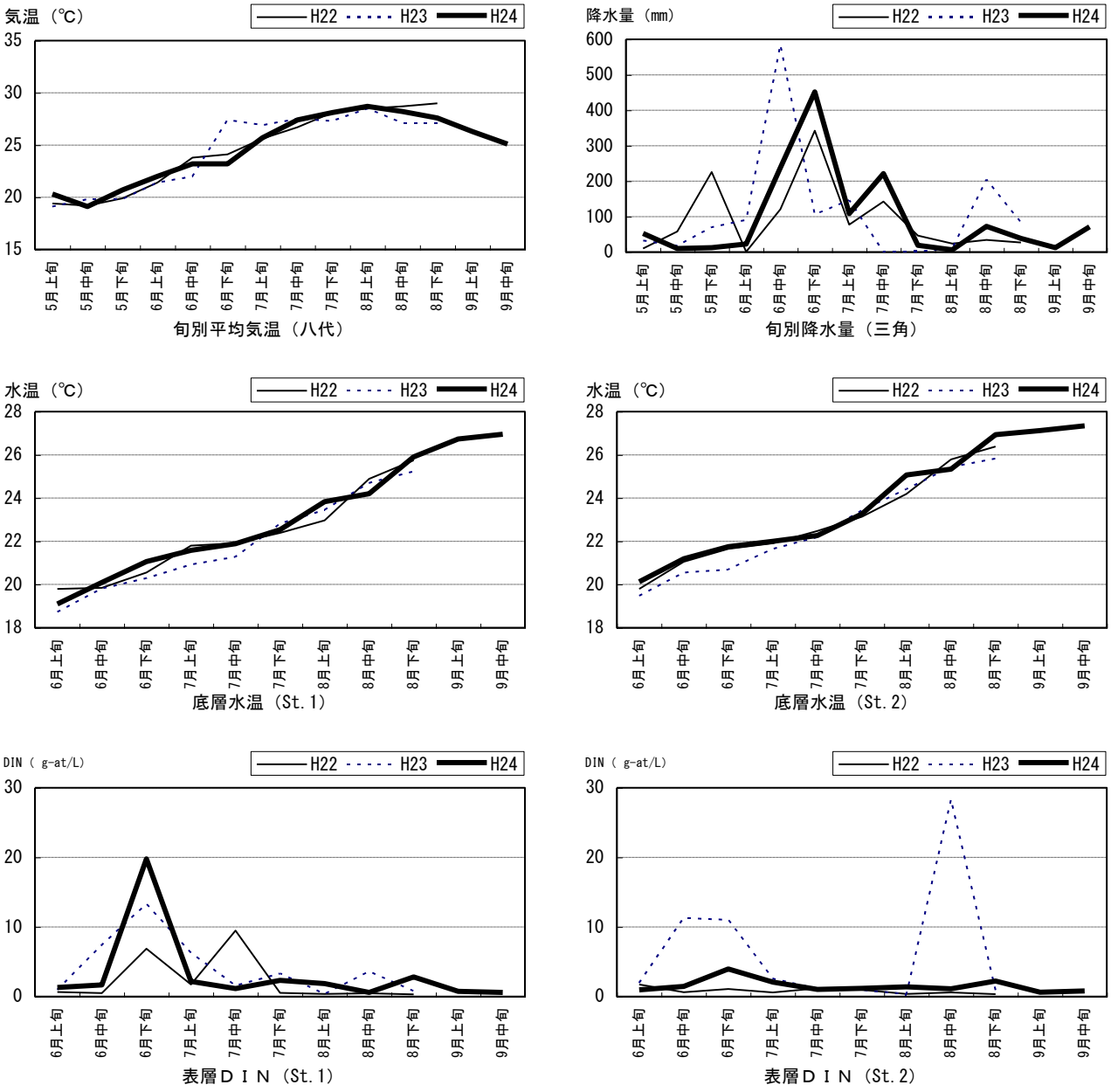


図２　調査期間中の気象及び海象

閉鎖性海域赤潮被害防止対策事業Ⅳ（ 国庫委託 平成 22 年度～継続 ）

（シャットネラ属有害プランクトンの漁業被害防止・軽減技術に関する研究）

1 緒 言

本試験は、現在有効な被害防止策がない*Chattonella* 赤潮の駆除や、魚類のへい死を防止・軽減するための実用的な技術開発を目的とする。

前年度までの試験結果からシャットネラの破壊効果が確認されているエンジンポンプについて、現場規模の台数を稼働させ、実際にシャットネラ赤潮が発生している海上で破壊効果を確認した。また、出力が異なる２種類のエンジンポンプについてシャットネラ駆除効果の差を検証することで、コスト面から現場での導入に推奨できる機器の条件を明らかにした。

2 方 法

（1）担当者　安東秀徳、高日新也、増田雄二、園由香、川﨑信司

（2）試験内容

ア　試験時期：9 月 10 日

イ　試験場所：熊本県長洲町沖のシャットネラ赤潮発生海域

ウ　試験方法

（ア）シャットネラ赤潮発生海域での実用規模試験

エンジンポンプ（大出力機）８台を試験調査船あさみに搭載し、シャットネラ赤潮発生海域で燃料が尽きるまで２回運転させ、処理前のシャットネラ細胞密度と、処理後（エンジンポンプから排出された直後の海水及び試験調査船周囲の海水）の細胞密度を比較し、駆除効果を評価する。

（イ）エンジンポンプの出力差によるシャットネラ駆除効果に関する確認試験

出力が異なる２種類のエンジンポンプ（表１）をシャットネラ赤潮発生海域で運転させ、処理前のシャットネラ細胞密度と、処理後（エンジンポンプから排出された直後の海水）の細胞密度を比較し、駆除効果を評価するとともに、その経済性を比較評価する。

表１　出力が異なる２種類のエンジンポンプの仕様

	小出力機	大出力機
出力（最大吐出量）	500L/分	1,000L/分
運転時間	3 時間	3.2 時間
燃油タンク容量	1.5L	3.8L
定格出力 KW（PS）	2.0（2.7）	3.3（4.5）
本体参考価格	30,000 円	50,000 円

3 結果及び考察

（1）シャットネラ赤潮発生海域での実用規模試験

試験結果は表２のとおり。

表２　海上でのエンジンポンプ（大出力機）試験結果

採水時刻	採水試料	細胞数 cells/ml	駆除率 %
11:20	吸込口	756	
	吐出口	100	86.8
	吐出場所5m下流	856	-13.2
12:40	吸込口	1,967	
	吐出口	561	71.5
	吐出場所5m下流	2,133	-8.5

※　参考情報

水深　7.2m

流速　約２ノット（＝8m/30sec、14:05 時点）

潮汐　9:30 干潮、16:45 満潮

水深別細胞数　表３のとおり。

表３　水深別のシャットネラ細胞数

（単位:cells/ml）

水深	10:50採水	14:00採水
0m	275	300
2m	175	230
5m	60	36
B-1m	10	17

表２のとおりエンジンポンプは海上でも 80%程度の駆除率を発揮することが確認されたが、エンジンポンプの吐出口から 5m 下流の海水を採水してシャットネラ細胞数を検鏡したところ、吸込前の細胞数より多い結果となった。この原因は、エンジンポンプの処理能力（最大 1,000L/分）に比べ、試験現場海域の流速が著しく速くて（16m/分）処理が追いつかず、処理海水が未処理の赤潮海水に希釈されたためと考えられた。また、本試験海域でのシャットネラの鉛直分布は表３のとおりであり、水深２m程度まで濃密なシャットネラの水塊が存在していたことが確認された。

この結果から、エンジンポンプを用いる際は、現場海域の潮流を事前に調査把握し、その流速に見合った処理能力のエンジンポンプを導入する必要がある。

（2）エンジンポンプの出力差によるシャットネラ駆除効果に関する確認試験

試験結果は表４のとおり。

表４　エンジンポンプの出力差による駆除効果の違い

採水試料		細胞数 cells/ml	駆除率 %
小出力	吸込口	750	70.4
	吐出口	222	
大出力	吸込口	756	86.8
	吐出口	100	

今回の試験では最大吐出量 500L/分の小出力機と 1,000L/分の大出力機を使用し、その駆除効果の差は表４のとおり 16.4%であった。小出力機であっても、シャットネラの駆除率は 70%程度あり、充分実用に

堪えうるものと考えられた。

また、海水 1 トンを処理するためのコスト面（機器本体導入時の初期投資を除く。）で両者を比較すると、以下のとおりわずかながら小出力機の方が経済的であるが、赤潮発生時は短時間に大量の海水を処理する必要性があること等を勘案すると、現場への導入は大出力機の方が適していると考えられた。

ア　小出力機

（ア）燃料満タン状態からガス欠までに処理できる海水量

90 トン（＝500L/分×180 分）

（イ）燃料満タン状態からガス欠までに必要な運転コスト

210 円（＝1.5L×140 円/L※）

※　平成 24 年夏、熊本県上天草市のガソリン価格。

（ウ）海水 1 トンを処理するためのコスト

2.3 円（＝（イ）/（ア））

イ　大出力機

（ア）燃料満タン状態からガス欠までに処理できる海水量

192 トン（＝1,000L/分×192 分）

（イ）燃料満タン状態からガス欠までに必要な運転コスト

532 円（＝3.8L×140 円/L）

（ウ）海水 1 トンを処理するためのコスト

2.8 円（＝（イ）/（ア））

赤潮対策事業Ⅰ（令　達　平成７年度～継続）

（珪藻精密調査）

１　緒　言

本調査は、ノリ養殖に色落ち被害を及ぼす冬季の珪藻赤潮発生予察技術の確立のための基礎資料を得ることを目的とし、現場海域における植物プランクトンの発生状況や海洋環境を定期的に観測した。

２　方　法

（１）担当者　安東秀徳、多治見誠亮、増田雄二、川﨑信司

（２）調査内容

ア　調査定点：有明海3点、八代海7点（うち○の4点は関係漁協に採水を依頼（図1）

イ　観測頻度：有明海…2回/月（9月～翌3月）
八代海…1回/週（9月～翌3月）

ウ　観測項目：水温、塩分、pH、DO、Chl-a、透明度、栄養塩（DIN、PO_4-P、SiO_2-Si）、プランクトン（沈殿量、種組成）

エ　観 測 層：表層（水面下0.5m）、5m層、底層（海底上1m）
※　漁協依頼分は表層のみの採水

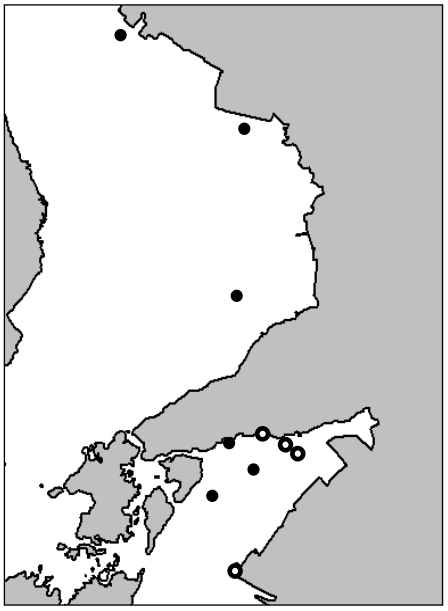


図１　調査定点図

３　結果及び考察

（１）植物プランクトン（珪藻類）の消長

ア　小型珪藻類（*Skeletonema spp.*）の消長

小型珪藻類の代表として*Skeletonema spp.*の消長を図２及び４に示す（各３点の表層細胞数平均値）。有明海では漁期前半に最高値（11月5日、2,217cells/ml）が出現したのに対し、八代海では漁期後半に最高値（1月15日、3,033cells/ml）が出現した。

イ　大型珪藻類（*Eucampia zodiacus*）の消長

大型珪藻類の代表として*Eucampia zodiacus*の消長を図３及び５に示す（各３点の表層細胞数平均値）。有明海では漁期後半に最高値（3月4日、242cells/ml）が出現したのに対し、八代海では漁期前半に最高値（10月12日、240cells/ml）が出現した。

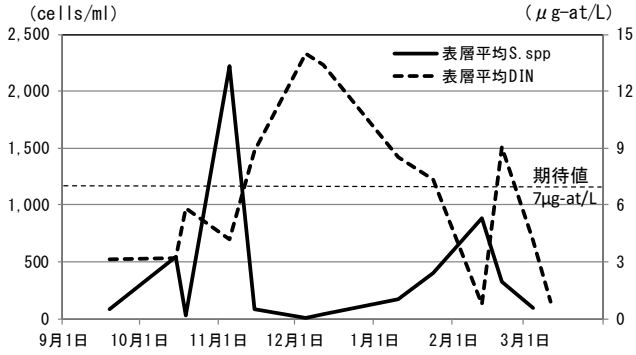


図２　有明海における小型珪藻類（*Skeletonema spp.*）の消長とDINの推移（全点表層平均）

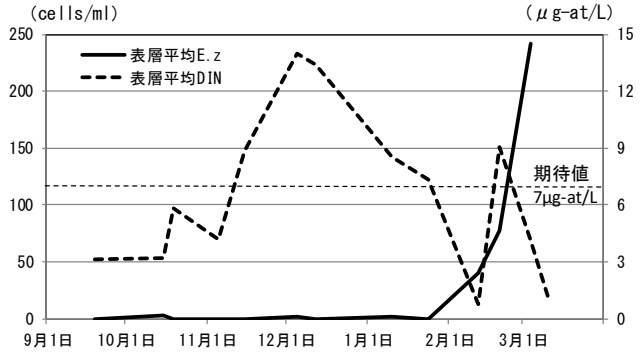


図３　有明海における大型珪藻類（*Eucampia zodiacus*）の消長とDINの推移（全点表層平均）

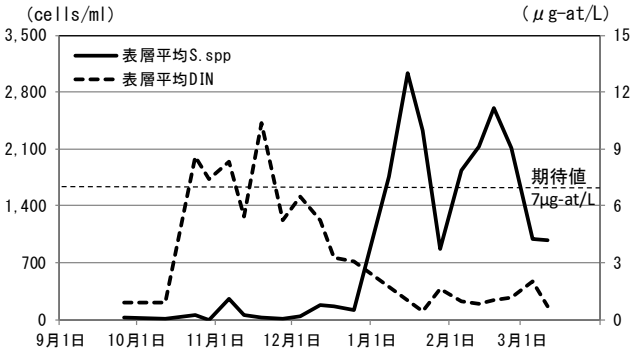


図４　八代海における小型珪藻類（*Skeletonema spp.*）の消長とDINの推移(全点表層平均)

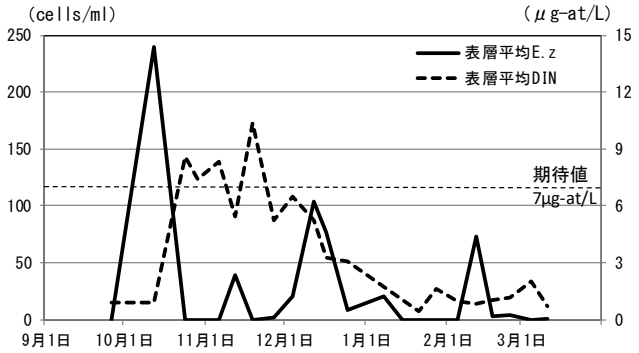


図５　八代海における大型珪藻類（*Eucampia zodiacus*）の消長とDINの推移(全点表層平均)

（２）水質の推移

ア　表層水温

有明海及び八代海における表層水温（各３点平均値）の推移を図４に示す。

八代海は、有明海に比べ低めの推移であった。

イ　表層塩分

有明海及び八代海における表層塩分（各３点平均値）の推移を図５に示す。

有明海、八代海とも概ね同様の推移を示したが、八代海では10月24日に塩分の低下（24.76psu）が見られた。これは、23日の降雨（八代で63.5㎜/日）による影響と推測された。

ウ　表層DIN

有明海及び八代海における表層DIN（各３点平均値）の推移を図２～５に示す。

11月中旬までは有明海、八代海とも概ね同様の推移を示したが、11月中旬以降は有明海に比べ八代海のDINは低めに推移した。この原因として、八代海で漁期後半に継続発生した*Skeletonema spp.*の存在が考えられた（図４）。また、有明海における漁期末期のDIN減少については、*Eucampia zodiacus*の増大が一因と考えられた（図３）。

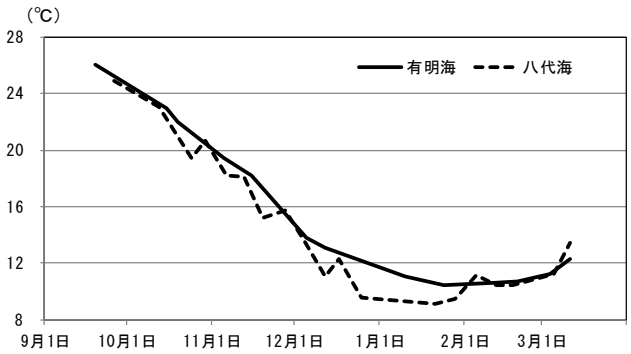


図６　水温の推移（全点表層平均）

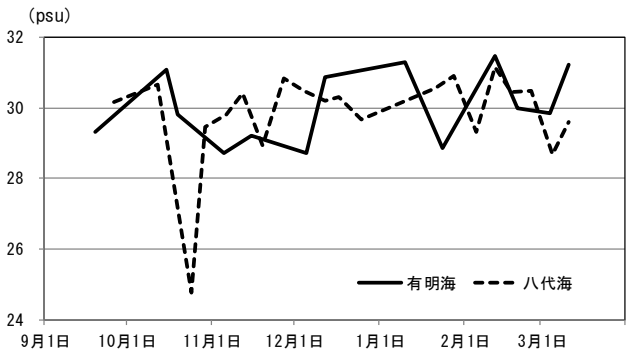


図７　塩分の推移（全点表層平均）

赤潮対策事業Ⅱ（令達 平成７年度～継続）

（赤潮定期調査）

１　緒　言

本調査は八代海における水質、プランクトンの発生状況を定期的に観測し、有害プランクトンの発生条件を明らかにするとともに、その被害防止・軽減を図るため、赤潮の発生予察技術を確立することを目的とした。

２　方　法

（１）担当者　安東秀徳、多治見誠亮、増田雄二、園由香、川﨑信司

（２）調査内容

ア　調査定点：八代海10点（図１）

イ　調査頻度：1回/週（14回、6月～9月）

ウ　調査項目：水温、塩分、pH、透明度、DO、Chl-a、栄養塩（DIN、PO_4-P、SiO_2-Si）、プランクトン（種組成※1、有害種）

※１：10m柱状採水による

エ　調 査 層：表層（水面下0.5m）、2m層、5m層、10m層、（以下10m間隔）、底層（海底上1m）

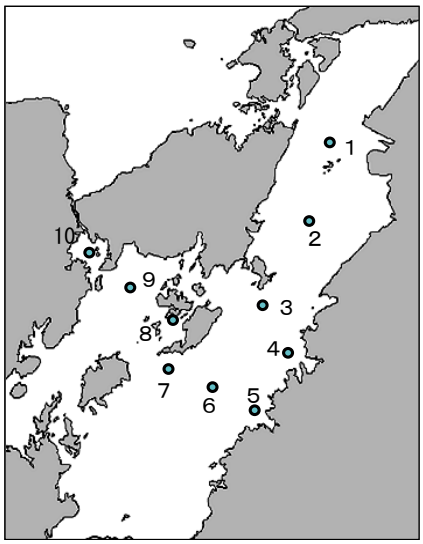


図１　調査定点図

３　結果及び考察

平成 24 年度は上記のとおり、平成 24 年 6 月 5 日～平成 24 年 9 月 13 日の間に約 1 回/週の頻度で計 14 回の調査を実施し、有害プランクトンの発生条件を明らかにするための基礎的知見を収集してデータベースに登録した。

この得られた基礎的知見のうち、代表的な一部データについて以下のとおり考察する。

（１）有害プランクトン

平成24年度夏季には有害プランクトンによる赤潮は確認されなかった。有害プランクトンの発生自体も少なく、確認された有害プランクトンは*Chattonella sp.*（7月25日及び8月29日に1cells/ml）、*Heterosigma akashiwo*（6月5日に1cells/ml）の２種のみであった。

一方、珪藻は本調査の全期間に亘って*Skeletonema* spp.を主体に数百～一万数千cells/ml（最高値は7月25日にSt1で観測された*Skeletonema* spp.14,500cells/ml）の規模で確認されており、珪藻の増殖が有害プランクトンの増殖を妨げた一因と考えられた。

（２）水質（St.3-7の平均）

表層水温（図２）については、6月上旬と8月上旬に各々平年より1.1℃及び1.2℃低め、9月中旬に1.6℃高めを示したが、それ以外の期間は平年比-0.6～0.6℃の範囲で推移した。また、底層水温（図３）については、8月下旬以降、平年より0.7～1.0℃高い値で推移したが、それ以外の期間は平年比-0.5～0.5℃の範囲で推移した。

表層 DIN（図４）については、6 月下旬に平年より 4.3μg-at/L 高い値が確認されたが、それ以外の期間はほぼ平年並みの範囲で推移した。

表層 PO_4-P（図５）については、6 月上旬から 7 月上旬は平年並みであったが、7 月中旬以降は平年より低い値で推移した。

表層塩分（図６）については、6 月上～中旬及び 8 月上旬～9 月上旬は平年並みを示したが、それ以外の期間は平年より低めに推移し、平年比で最も低めだったのは 6 月下旬で平年比-9.4psu であった。

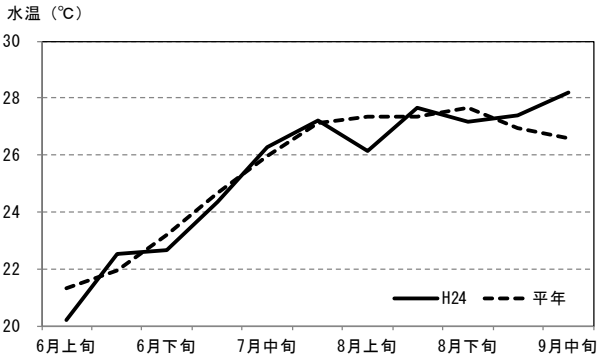


図2　表層水温の推移(St.3-7の平均)

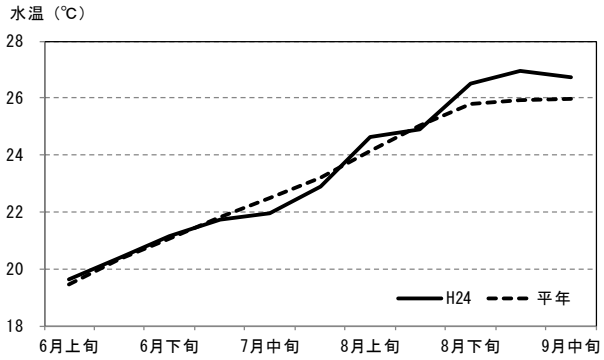


図3　底層水温の推移(St.3-7の平均)

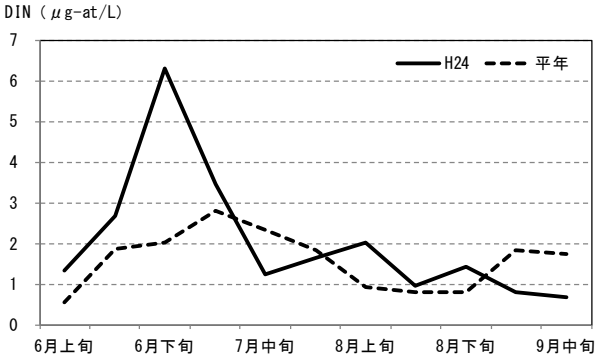


図4　表層DINの推移(St.3-7の平均)

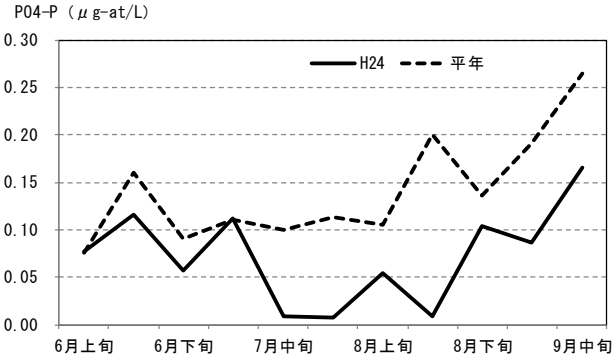


図5　表層PO4-Pの推移(St.3-7の平均)

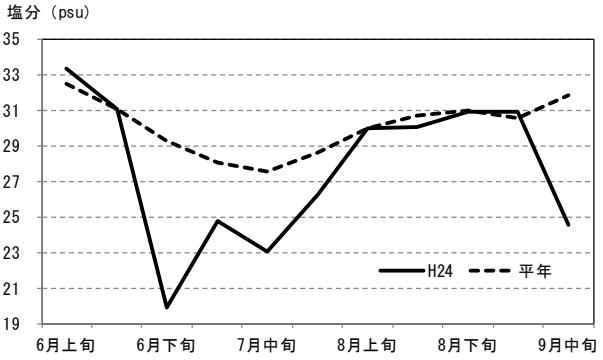


図6　表層塩分の推移(St.3-7の平均)

赤潮対策事業Ⅲ（令達 平成23年度～継続）

（天草下島東岸調査）

1　緒　言

本調査は平成22年夏季に濃密な *Chattonella* 赤潮を形成し、大規模な漁業被害を生じた天草下島東岸域について、水質やプランクトンの発生状況を定期的に観測し、有害プランクトンの発生条件の解明、また有害赤潮による被害を防止・軽減するための赤潮発生予察技術の確立に向けた基礎的知見を得ることを目的とした。

2　方　法

（1）担当者　多治見誠亮、安東秀徳、増田雄二、園由香、川崎信司

（2）調査内容

ア　調査定点：天草下島東岸の八代海6点（図1）

イ　調査頻度：1回/旬（9回、6月～8月）

ウ　調査項目：水温、塩分、pH、透明度、DO、Chl-a、
栄養塩（DIN、PO_4-P、SiO_2-Si）、
プランクトン（種組成※1、有害種）
※1：10m柱状採水による

エ　調 査 層：表層（水面下0.5m）、2m層、5m層、10m層、
（以下10m間隔）、底層（海底上1m）

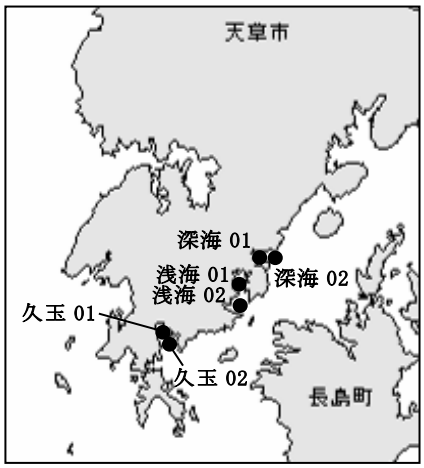


図1　調査定点

3　結果及び考察

調査結果はデータベース化し、調査日毎に各項目保存した。ここでは、プランクトン結果の概要及び各調査点の表層、底層おける水温・塩分・DIN・PO4-P・SiO2-Si について示す。

（1）有害プランクトン

平成24年度夏季の調査では、過去に本県で大きな漁業被害を発生させた有害赤潮プランクトン（*Chattonella antiqua*及び*marina*、*Cochlodinium polykrikoides*、*Karenia mikimotoi*）は全く確認されなかった。一方、珪藻は6月28日に浅海の定点1で*Skeletonema*属プランクトンが最大621cells/ml確認されたものの赤潮化することはなく、7月以降は数十～数百cells/mlの規模に縮小し、増加することなく低位で推移した。プランクトン全体を見ても、平成24年度は平成23年度と同様に全ての種で細胞密度が低い年であった。

（2）水温、塩分、DIN、PO4-P、SiO2-Si（図2、図3、図4）

（ア）　水温

水温は8月31日の久玉01の表層で最高値27.3℃、7月5日の久玉02の底層で最低値19.4℃であり、平成23年度と同様に久玉では表層と低層で差が大きい結果となった。

（イ）　塩分

塩分は6月7日の久玉01の底層で最高値34.0psu、6月28日の久玉01の表層で最低値26.1psuであり、平成23年度と同様に久玉では表層と低層で差が大きい結果となった。一方、昨年度は降雨の影響を受けやすかった深海は影響を受けにくい結果であった。（7/31及び8/17は測器不具合により水温・塩分欠測）

（ウ）　DIN及びPO4-P

DINは浅海、久玉では6月下旬から7月上旬にかけて顕著な増加が見られたのに対し深海は7月中旬に増加が見られた。また、PO4-Pは全定点において6月下旬から7月上旬にかけて顕著な増加が見られた。

(エ) SiO2-Si

深海、浅海は6月上旬から6月下旬にかけて顕著な増加が見られたのに対し、久玉は6月下旬及び7月下旬に顕著な増加が見られた。

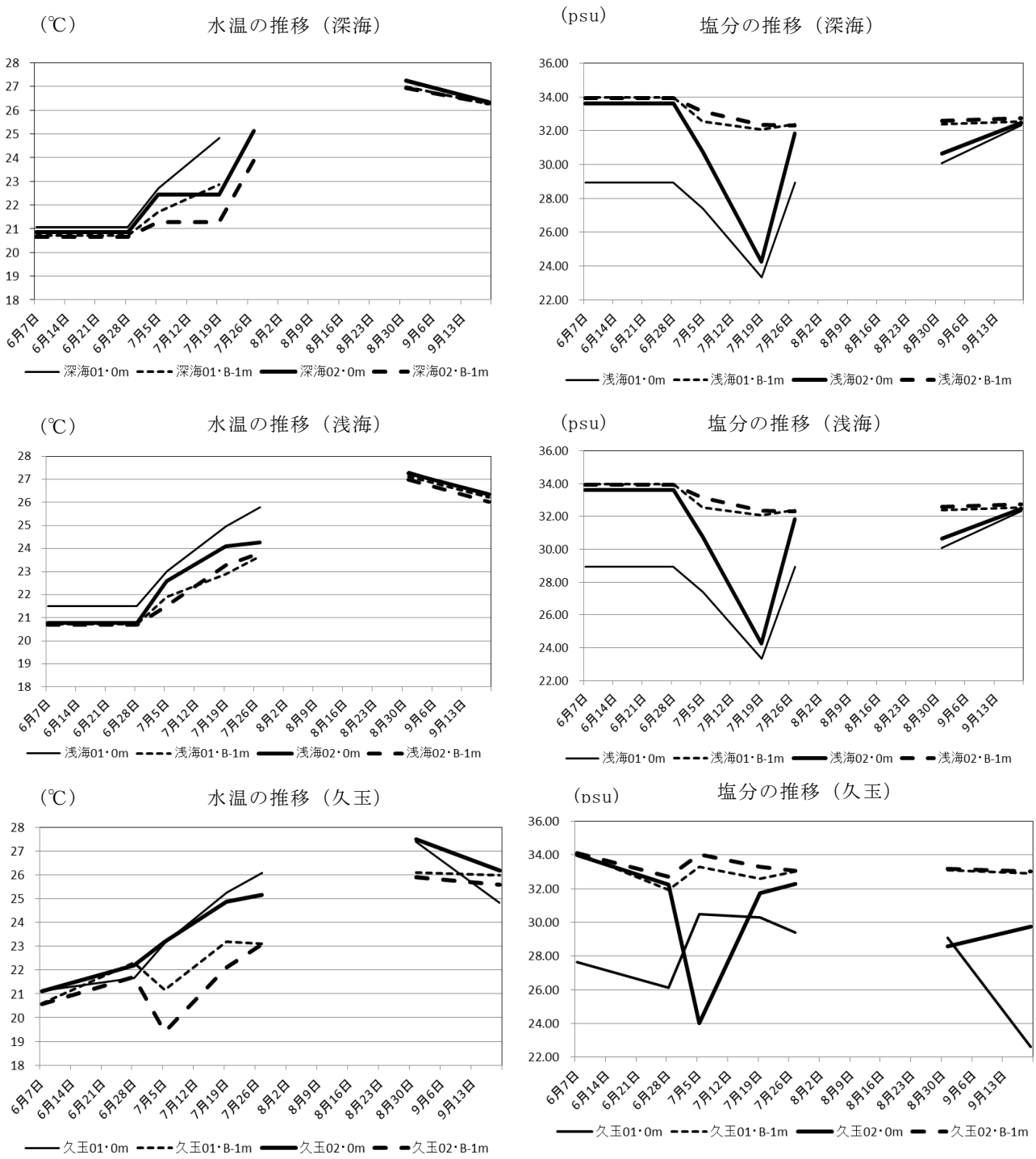
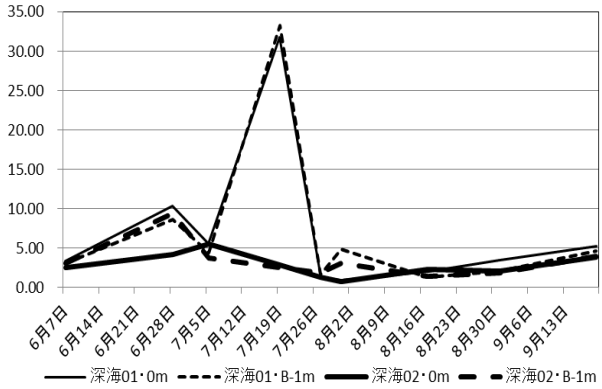


図 2 各調査点別・採水層別の水質推移

（μg-at./L）



（μg-at./L）　　PO_4-P の推移（深海）

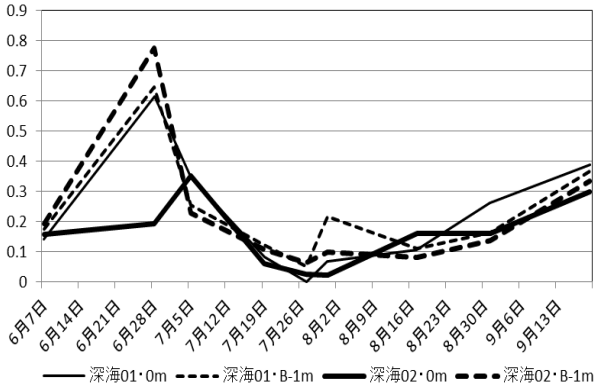
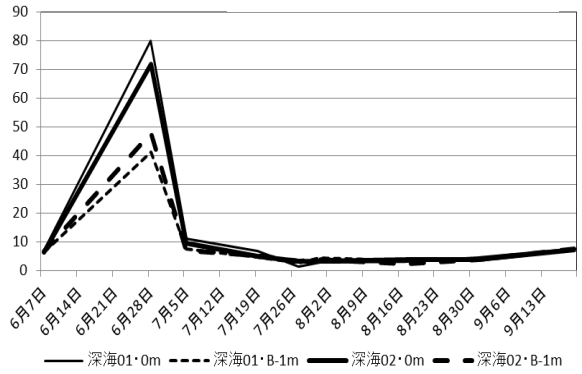
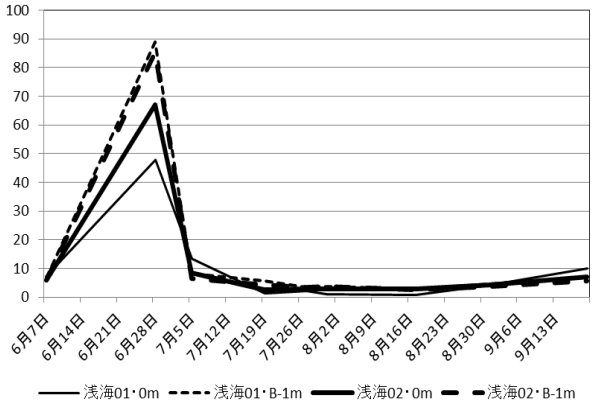


図 3 各調査点別・採水層別の水質推移

（μg-at./L）　　SiO2-Si の推移（深海）



（μg-at./L）　　SiO2-Si の推移（浅海）



（μg-at./L）　　SiO2-Si の推移（久玉）

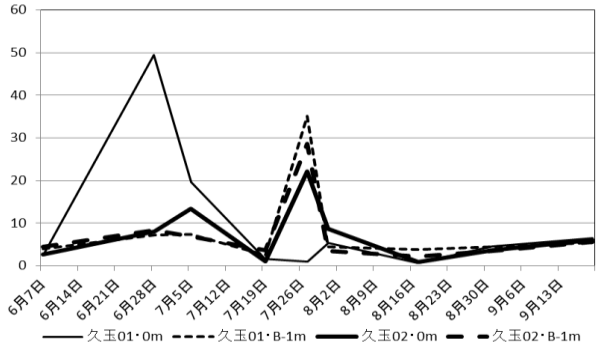


図 4 各調査点別・採水層別の水質推移

赤潮対策事業Ⅳ（令達 平成７年度～継続）

（有害赤潮初期発生調査）

１　緒　言

本調査は、八代海を対象とした有害プランクトンの初期発生を捉え、効果的な赤潮被害防除に資するとともに、効率的なモニタリングや発生予察技術の確立に用いる基礎資料を得ることを目的とした。

２　方　法

（１）担当者　安東秀徳、多治見誠亮、増田雄二、園由香、川﨑信司

（２）調査内容

ア　調査頻度：1回/週（平成24年5月8日～5月30日に計4回）

イ　調査点数：八代海12点（図１）

ウ　調査項目：有害プランクトン細胞密度（1L濃縮）、水温、塩分

エ　調 査 層：表層（水面下0.5m）、5m層、10m層

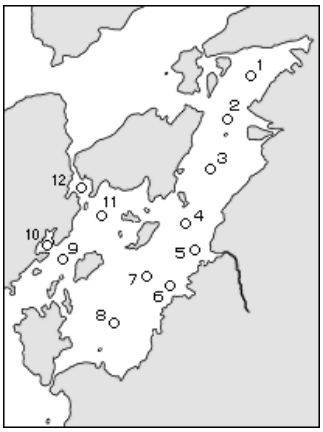


図１　調査定点図

３　結果及び考察

シャットネラ属プランクトン※及びカレニアミキモトイの栄養細胞は全調査期間を通じて確認されなかった。コクロディニウム ポリクリコイデスは5月14日の調査で、定点6（5m層）、定点7（10m層）、定点9（10m層）、定点10（5m層）及び定点11（10m層）の5点において0.03～0.2cells/mlの密度で初認された（図２）が、その後は確認されなかった。

※　ここで言うシャットネラ属プランクトンとは、アンティーカ及びマリーナのことであり、グロボーサやベルキュローサ等は含まない。

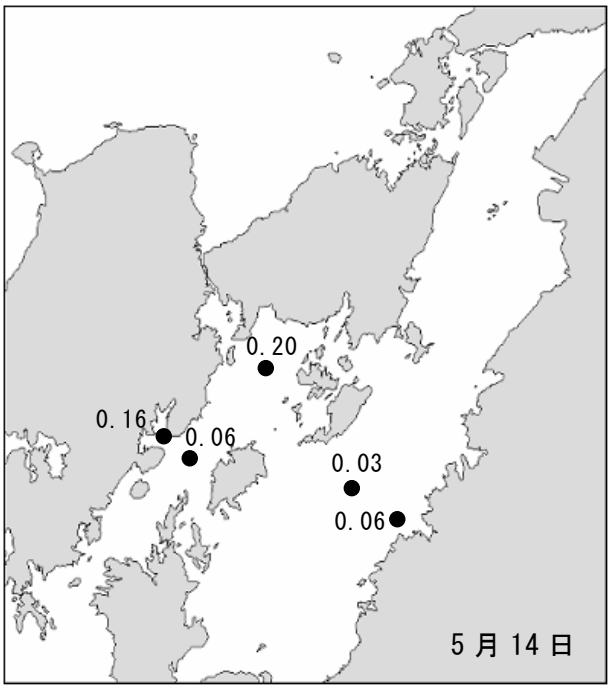


図２　コクロディニウム ポリクリコイデス栄養細胞の出現状況
（●は栄養細胞を確認した場所、数値の単位はcells/ml）

赤潮対策事業Ⅴ（令達 平成７年度～継続）

（シスト分布調査）

１　緒　言

本調査は、八代海において赤潮を形成し甚大な漁業被害を発生させたシャットネラ属プランクトンについて、発生海域におけるシスト分布量を把握することで、効率的なモニタリングや発生予察技術の確立に資する基礎資料を得ることを目的とした。

２　方　法

（１）担当者　安東秀徳、多治見誠亮、増田雄二、
園由香、川﨑信司

（２）調査内容

ア　調査頻度：2回/年（赤潮発生時期前（4月）及び赤潮発生時期後（10月））

イ　調査定点：八代海25点（図１の●）

ウ　調査項目：シャットネラシスト量（蛍光顕微鏡による直接検鏡）

エ　試料採取方法：柱状又はグラブ式採泥器にて採泥後、泥表面から1cmを採取。

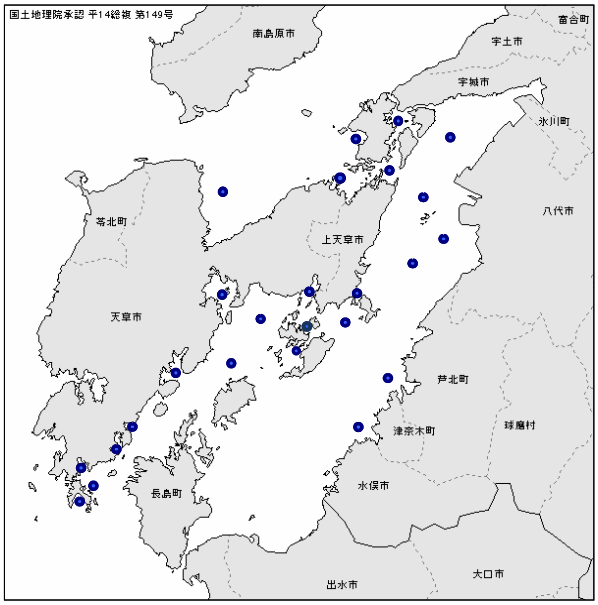


図１　調査定点図

３　結果及び考察

赤潮発生時期の前後ともシャットネラシストは数点（4 月は 5 点、10 月は 4 点）でしか確認されなかった。また、その密度も 4 月で 8～26 シスト/ｇ湿泥、10 月で 8～10 シスト/ｇ湿泥とかなり希薄であり、シャットネラ赤潮が広域に発生した平成 22 年度調査結果の約 1/50 であった（図２）。

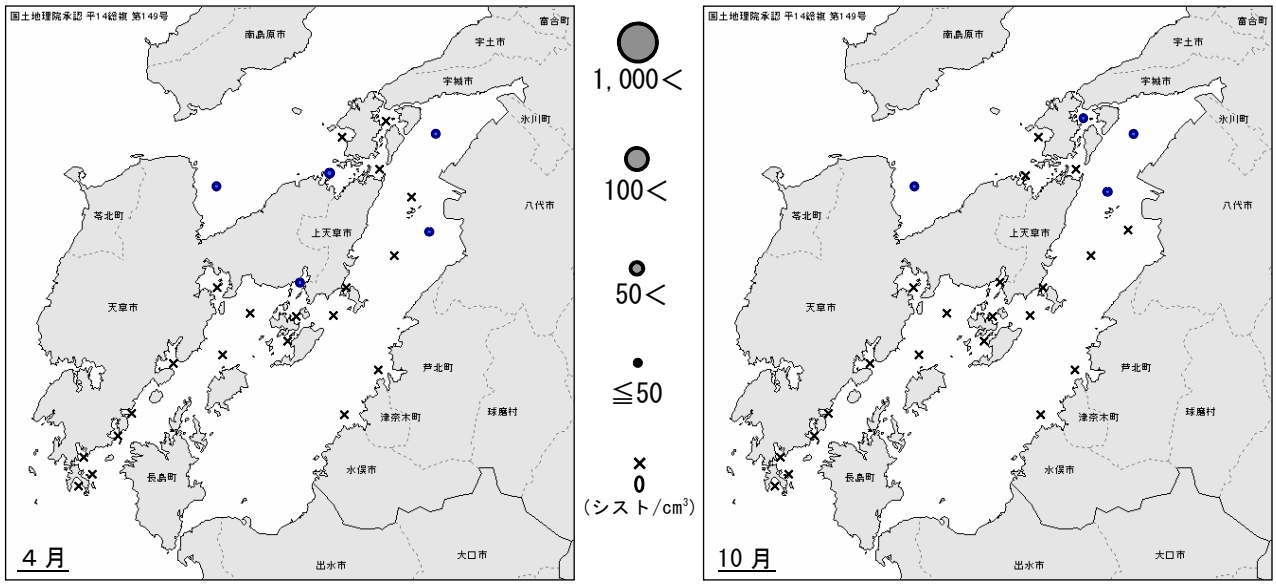


図２　シャットネラ属プランクトンのシスト分布密度

ノリ環境適応型品種特性評価試験（県単 平成24～26年度）

（既存保有株の特性評価）

1　緒　言

近年、ノリ養殖においては、燃油や資材の高騰による生産コストの上昇に加え、採苗・育苗期における海水の高水温化や出水等に伴う塩分濃度の低下、並びに生産期における珪藻プランクトンの増殖に起因する栄養塩量の減少等の様々な環境変化による生産量の減少や品質低下が見られ、安定生産が難しい状況となっている。

そこで本試験では、これらの環境変化に対応できるような新たな養殖品種を作出するため、当センターが保有するフリー糸状体（約150系統1,200株）の中から、優れた生長性、育苗期の高水温による芽傷み等や塩分濃度の低下によるノリ芽の芽流れ等に耐性を有する株の探索を室内培養試験により行った。

2　方　法

（1）担当者　松本聖治、川﨑信司

（2）試験方法

表１に示す由来等を持つ１２品種について、各種耐性に係る特性評価試験を行った。

表1　試験対象株

品種名	特性・由来・その他
HWT-T	高水温による重度の芽傷み被害が生じた平成11年度漁期に河内船津漁場から採取した葉状体から作出した試験株
HWT-N	
HWT-H	高水温による重度の芽傷み被害が生じた平成11年度漁期に畠口漁場から採取した葉状体から作出した試験株。
芦北4B	芦北町で天然採苗された葉状体から作出した株。アサクサノリ。
芦北5B	
AK	熊本県内の河川で採取された葉状体から作出した株。アサクサノリ。
湯の浦	熊本県漁連1号。芦北町で採取された葉状体から作出した株。アサクサノリ。
KU	熊本県内の河川で採取された葉状体から作出した株。
クロスサビ	長崎大学にて分離され、熊本県（ノリ研究所）に譲渡。採取場所不明。
ナラワホソバ	詳細不明
宏スサビ	詳細不明
黒3	詳細不明

ア　各種耐性に係る特性評価試験

（ア）基本培養条件

各品種から室内採苗を行い、殻胞子が付着した約4cmのクレモナ糸を供試糸として、試験に供するまで-40℃で冷凍保存した。試験は300～500mlの枝付き球形フラスコで約28日間培養し、生長した各品種の葉長、葉幅、葉長葉幅比、異常細胞率（日齢14日時に顕微鏡観察で異常細胞が見つかった葉状体の割合）を比較した。基本培養条件は、水温18℃、塩分30psu、照度約4,000lux（光量子量60 μ molm^{-2}s^{-1}）、通気量約30回転/分、日長周期11L：13Dの条件とした。換水は７日間に１回の全換水とし、用いた培養液は、70℃で20分間の加熱滅菌処理を行った地先濾過海水と蒸留水で塩分濃度を調整し、通常濃度の1/2濃度のＳWMⅢ改変培地を用いた。

また、各試験は2回の繰り返し試験を行い、葉長の上位30葉状体を測定した。

（イ）低比重耐性特性評価試験

低比重試験区は、塩分20psuに設定し、その他の条件は（ア）に準じた。

（ウ）高水温耐性特性評価試験

高水温試験区は、水温を24℃に設定し、その他の条件は（ア）に準じた。

（エ）低比重高水温耐性特性評価試験

低比重高水温試験区は、塩分20psu、水温24℃に設定し、その他の条件は（ア）に準じた。

３　結果及び考察

（１）各種耐性に係る特性評価試験

ア　基本培養条件下における生長性

基本培養条件下における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表１に示した。

クロスサビと黒３の平均葉長がそれぞれ93.2㎜、90.8㎜と優れた生長を示し、HWT-TとHWT-Nが同等の生長性を示した。

また、基本培養条件下においては、各試験株とも異常細胞の発生はほとんど確認できなかったが、ナラワホソバと宏スサビでは異常細胞が確認された。

表1　基本培養条件下における生長性　（±標準誤差）

試験株名	HWT-T	HWT-N	HWT-H	芦北4B	芦北5B	AK
葉長(mm)	77.5 ± 4.9	54.8 ± 6.2	72.4 ± 5.1	15.7 ± 1.0	16.4 ± 1.1	30.1 ± 2.5
葉幅(mm)	5.3 ± 0.1	5.6 ± 0.2	6.4 ± 0.4	5.5 ± 0.7	7.0 ± 0.7	9.1 ± 1.1
葉長／葉幅比	14.9 ± 1.1	10.6 ± 1.7	14.2 ± 1.9	4.0 ± 0.5	2.8 ± 0.2	23.9 ± 0.2
異常細胞率	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
試験株名	湯の浦	KU	クロスサビ	ナラワホソバ	宏スサビ	黒3
葉長(mm)	23.9 ± 1.2	27.9 ± 1.0	93.2 ± 2.5	14.6 ± 2.6	28.2 ± 1.2	90.8 ± 5.0
葉幅(mm)	7.8 ± 0.7	8.2 ± 0.4	3.9 ± 0.1	3.1 ± 0.4	1.7 ± 0.1	5.9 ± 0.2
葉長／葉幅比	3.6 ± 0.3	3.6 ± 0.2	24.4 ± 0.9	4.5 ± 0.3	17.4 ± 5.0	15.5 ± 0.9
異常細胞率	0.0 %	0.0 %	0.0 %	1.4 %	1.9 %	0.0 %

イ　低比重耐性特性評価試験

低比重条件下(塩分20psu)における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表２に示した。

クロスサビが52.8㎜の生長性を示したものの、各品種とも生長性は低く、異常細胞率も高く、低比重耐性は有していなかった。

表2　低比重耐性特性評価試験　（±標準誤差）

試験株名	HWT-T	HWT-N	HWT-H	芦北4B	芦北5B	AK
葉長(mm)	33.5 ± 1.1	24.6 ± 1.1	45.9 ± 1.7	13.6 ± 1.3	9.5 ± 1.2	25.5 ± 0.9
葉幅(mm)	2.5 ± 0.1	2.1 ± 0.1	2.3 ± 0.1	2.1 ± 0.1	2.8 ± 0.2	1.6 ± 0.1
葉長／葉幅比	13.4 ± 0.5	11.8 ± 0.5	20.2 ± 0.6	6.5 ± 0.3	3.9 ± 0.8	21.6 ± 0.9
異常細胞率	36.4 %	44.2 %	45.8 %	45.5 %	44.8 %	53.7 %
試験株名	湯の浦	KU	クロスサビ	ナラワホソバ	宏スサビ	黒3
葉長(mm)	21.6 ± 1.4	14.4 ± 1.3	52.8 ± 3.2	21.1 ± 0.6	22.7 ± 0.7	39.4 ± 1.5
葉幅(mm)	4.4 ± 0.3	2.3 ± 0.2	9.3 ± 0.5	2.0 ± 0.1	1.6 ± 0.1	3.2 ± 0.1
葉長／葉幅比	5.1 ± 0.2	6.4 ± 0.3	6.0 ± 0.4	10.92 ± 0.4	15.42 ± 1.0	12.3 ± 0.5
異常細胞率	37.5 %	35.5 %	33.7 %	42.5 %	41.5 %	47.5 %

ウ　高水温耐性特性評価試験

高水温条件下（24℃）における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表３に示した。

HWT-Hが80.4㎜と非常に良い生長性を示し、HWT-Tも68.7㎜と基本培養条件と遜色ない生長性を示した。しかし、両試験株とも14日齢時の異常細胞率は40%程度とさほど良いものではなかったことから、高水温下で細胞には軽度の異常が生じるものの、生長を妨げるほどの重度の高水温障害（多層化や細胞硬化等）までは至らなかったのではないかと考えられた。

一方、他の品種には細胞の多層化が多く生じ、葉状体に変形や硬化が見られ、特にナラワホソバと宏スサビには幼芽時に流失するほどの重度の高水温障害が見られた。

表３ 高水温耐性特性評価試験　（±標準誤差）

試験株名	HWT-T	HWT-N	HWT-H	芦北4B	芦北5B	AK
葉長(mm)	68.7 ± 7.8	42.6 ± 10.2	80.4 ± 12.9	21.4 ± 2.3	19.3 ± 2.1	24.3 ± 1.3
葉幅(mm)	5.2 ± 0.2	3.3 ± 0.7	4.5 ± 0.3	2.1 ± 0.1	2.9 ± 0.2	3.3 ± 0.4
葉長／葉幅比	13.7 ± 1.7	15.4 ± 3.5	17.4 ± 2.4	11.1 ± 1.5	7.2 ± 0.8	28.4 ± 0.7
異常細胞率	44.2 %	46.8 %	41.7 %	60.0 %	57.5 %	59.7 %
試験株名	湯の浦	KU	クロスサビ	ナラワホソバ	宏スサビ	黒3
葉長(mm)	28.4 ± 1.2	7.9 ± 0.5	43.5 ± 4.5			22.0 ± 2.9
葉幅(mm)	2.5 ± 0.1	1.1 ± 0.0	2.2 ± 0.1	芽流失	芽流失	1.7 ± 0.1
葉長／葉幅比	12.0 ± 0.8	7.3 ± 0.5	19.5 ± 1.1			12.5 ± 1.1
異常細胞率	58.9 %	88.7 %	56.2 %	100.0 %	100.0 %	88.8 %

エ　低比重高水温耐性特性評価試験

低比重高水温試験区は、塩分20psu、水温24℃の環境下で培養したが、全試験株で異常細胞率は100%となり、28日齢時の葉状体は変形や硬化が著しく、全試験株とも葉長は10㎜程度であった。

これらの結果により、水温18℃ではクロスサビと黒３は比較的良い生長性が、HWT-NとHWT-Tには水温24℃の高水温下における良好な生長性が認められた。これらの試験株については、来年度以降の優良品種選抜育種試験への供試を検討することとする。

ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅰ（県単 平成24～26年度）

（優良品種選抜育種試験）

1　緒　言

近年、ノリ養殖においては、燃油や資材の高騰による生産コストの上昇に加え、採苗・育苗期における海水の高水温化や出水等に伴う塩分濃度の低下、並びに生産期における珪藻プランクトンの増殖に起因する栄養塩量の減少等の様々な環境変化による生産量の減少や品質低下が見られ、安定生産が難しい状況となっている。

そこで本試験では、育苗期の高水温による芽傷み等や塩分濃度の低下によるノリ芽の芽流れ等による生産力の低下を軽減し、安定生産に資することを目的として、水産研究センターに保存しているフリー糸状体を用いて高水温や低比重に耐性を有する株の選抜育種を、フラスコ培養及び屋外水槽により行った。

2　方　法

（1）担当者　松本聖治、川﨑信司

（2）試験方法

表1に示す7品種について、ア～イの試験を行った。

表1　試験対象株

品種名	特性・由来・その他
TR-P0	平成20年度に熊本市の坪井川船溜まりから採取した葉状体から作出した株
O4-PO	平成21年度漁期に熊本市小島地先の低比重漁場から採取し、生長性及び黒み度を指標として選抜した株
KF-P0	高水温と低比重による重度の芽流れ被害が生じた平成23年度の秋芽網漁期に採取した葉体から作出した試験株。KF:河内地先、AH:畠口地先、AS:住吉地先、ON:網田地先
AH-P0	
AS-P0	
ON-P0	
HWT-K	対象株

ア　屋外水槽における大量培養試験

各試験株の特性を正確に把握するため、ノリ養殖漁場のようにあかぐされ病や壺状菌病などの病害感染がなく、他品種の単胞子（二次芽）の着生がない、当センターの屋外水槽で試験を行った。

当センターの恒温室において保存中の上記試験株のフリー糸状体を、平成24年5月上旬から10月中旬にかけてカキ殻糸状体として培養した。殻糸状体の培養液は、濾過海水を次亜塩素酸ソーダで殺菌して用い、肥料としてSWMⅢ改変液を適宜添加した。

採苗は、当センターにおいて、試験網（9m×1.8mのノリ網）にエアーレーションによる回転式採苗筒を用いて室内採苗した。採苗後、屋外の50m^{3}コンクリート四角形水槽4面、円形水槽3面に各試験株を割り当てて張り込んだ。

各水槽には、地先海水を5L/分程度注水し、全水槽とも全面に等間隔で配管した塩ビパイプにより十分量の通気を行い、栄養塩を補給するための施肥（屋島培地を希釈して使用）と干出管理を行いながら、10月下旬から2月下旬にかけて培養を継続した。

各水槽とも、ノリ網を2枚重ねにして培養を開始し、その後、四角形水槽のノリ網については、1枚ずつに展開した。

試験期間中には、各試験株について、試験網を適宜10cm程度切り取り、その網糸に着生している葉状体の中から葉長の上位30葉体をサンプリングした。

また、屋外水槽の壁面に付着した葉状体は、試験網に付着したものよりも極めて生長性が高いことから、壁面に付着した葉状体から生長性や葉形、色調、黒み度などを指標に選抜を行い、次世代作出のためのフリー糸状体を作製した。

イ　各種耐性に係る特性評価試験

（ア）基本培養条件

室内採苗によって殻胞子を付けた約4cmのクレモナ糸を供試糸として、試験に供するまで-40℃で冷凍保存し、300～500mlの枝付き球形フラスコで約28日間培養し、葉長、葉幅、葉長葉幅比、異常細胞率（日齢14日時に顕微鏡観察で異常細胞が見つかった葉状体の割合）を比較した。基本培養条件は、水温18℃、塩分30psu、照度約4,000lux（光量子量60 μ molm^{-2}s^{-1}）、通気量約30回転/分、日長周期11L：13Dの条件とし、換水は７日間に１回の全換水とし、培養液は1/2濃度のＳＷＭⅢ改変培地を用いた。

また、各試験は２回の繰り返し試験を行い、葉長の上位30葉状体を測定した。

（イ）低比重耐性特性評価試験

低比重試験区は、塩分20psuに設定した。培養液は、ＳＷＭⅢ改変培地の濃度が1/2となるように、地先濾過海水（70℃で20分間の加熱滅菌）と蒸留水で調整した。

（ウ）高水温耐性特性評価試験

高水温試験区は、水温を24℃に設定した。

（エ）低比重高水温耐性特性評価試験

低比重高水温試験区は、塩分20psu、水温24℃に設定した。

３　結果及び考察

（１）屋外水槽における大量培養試験

屋外水槽の水温と比重（現場比重）の推移を図１に示した。水温は、10月に例年にない低気温で推移した影響から、17.9℃と非常に低い水温での培養開始となった。その後も水温は徐々に低下し、12月下旬には寒波の影響から10℃を下回って以降、2月末の試験終了まで10℃前後で推移した。

現場比重は試験開始当初は23程度であったが、水温の下降に伴い徐々に上昇し、試験期間中は25程度で安定して推移した。

屋外水槽の栄養塩量の推移を図２に示した。水槽内の硝酸態及び亜硝酸態窒素量（NO_3+NO_2）、リン酸態リン量（PO_4）、アンモニア態窒素量（NH_4）を週に１回測定し、NO_3+NO_2の値を参考にして、栄養塩の不足が生じないように屋島培地を適宜添加した。その結果、培養期間中はNO_3+NO_2は十分量が保たれていたが、PO_4について

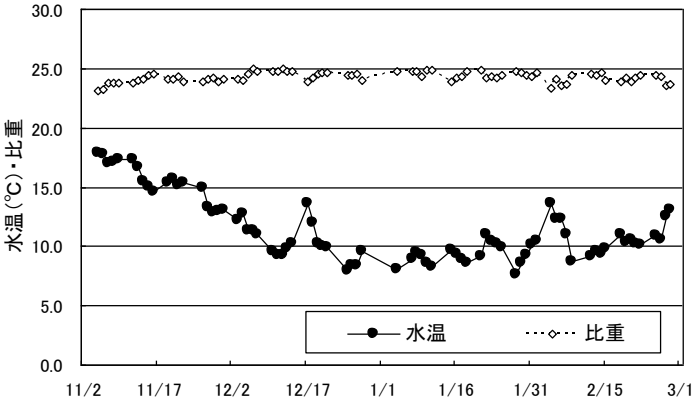


図1　屋外水槽の水温と比重の推移

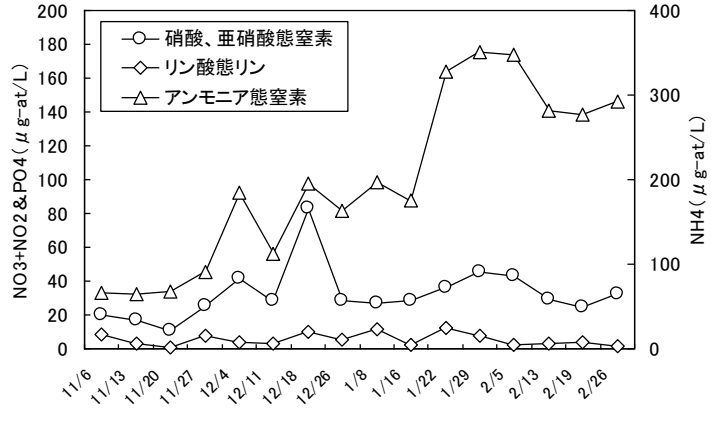


図2　屋外水槽の栄養塩量の推移

は11月末に少ない状態が確認され、リン量不足が懸念された。

各試験株（試験網付着葉状体）の培養試験終了時の葉長、葉幅、葉長／葉幅を表２に示した。

表2 屋外水槽における各品種の生長結果 （±標準誤差）

試験株名	TR-P0	O4-P0	KF-P0	AH-P0	AS-P0	ON-P0	HWT-K
葉長(mm)	126.7 ± 13.1	148.0 ± 17.4	103.1 ± 8.6	163.7 ± 10.4	100.8 ± 7.4	147.5 ± 12.4	143.8 ± 9.3
葉幅(mm)	25.6 ± 1.6	26.7 ± 1.9	21.7 ± 1.4	37.5 ± 2.0	29.8 ± 1.9	28.3 ± 1.0	54.9 ± 3.1
葉長／葉幅比	4.8 ± 0.3	5.2 ± 0.3	4.8 ± 0.1	4.5 ± 0.2	3.5 ± 0.2	5.1 ± 0.3	2.6 ± 0.1

試験の結果、AH-P0の平均葉長が163.7mmと最も優れた生長を示し、O4-P0、ON-P0、HWT-Kはいずれも同等の生長性を示した。

今年度は、培養試験開始の11月上旬において、水槽の水温が18℃を下回っており、幼芽の初期生長は非常に遅かった。その後も水温は徐々に低下し、12月上旬には10℃を下回るなど、厳しい水温環境であった。

（２）各種耐性に係る特性評価試験

ア　基本培養条件下における生長性

基本培養条件下における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表３に示した。

ON-P0の平均葉長が108.2mmと最も優れた生長を示し、O4-P0が97.4mmと続き、TR-P0、KF-P0、AH-P0は同等の生長性を示した。

また、基本培養条件下においては、各試験株とも異常細胞の発生はほとんど確認できなかった。

表3 基本培養条件下における生長性 （±標準誤差）

試験株名	TR-P0	O4-P0	KF-P0	AH-P0	AS-P0	ON-P0	HWT-K
葉長(mm)	89.3 ± 3.6	97.4 ± 2.6	86.1 ± 1.9	87.0 ± 3.1	39.9 ± 1.1	108.2 ± 2.0	42.1 ± 2.1
葉幅(mm)	5.1 ± 0.2	4.8 ± 0.1	4.9 ± 0.6	3.3 ± 0.1	3.5 ± 0.1	3.5 ± 0.1	5.0 ± 0.1
葉長／葉幅比	18.1 ± 0.9	20.4 ± 0.4	17.7 ± 2.5	26.4 ± 1.1	11.3 ± 0.3	30.9 ± 0.8	8.6 ± 0.5
異常細胞率	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %

イ　低比重耐性特性評価試験

低比重条件下（塩分20psu）における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表４に示した。

TR-P0とO4-P0の平均葉長がそれぞれ84.3mm、85.6mmと基本培養条件下とほとんど変わらぬ優れた生長性を示した。KF-P0が77.5mmで続き、AH-P0とON-P0は同等の生長性を示した。

また、O4-P0の異常細胞率は10.8%と非常に低く、TR-P0の14.3%とともに優れた低比重耐性を示した。

表4 低比重耐性特性評価試験 （±標準誤差）

試験株名	TR-P0	O4-P0	KF-P0	AH-P0	AS-P0	ON-P0	HWT-K
葉長(mm)	84.3 ± 2.1	85.6 ± 4.2	77.5 ± 2.4	55.0 ± 1.6	19.0 ± 0.5	52.4 ± 1.8	21.4 ± 0.7
葉幅(mm)	5.1 ± 0.2	3.1 ± 0.1	2.9 ± 0.4	2.5 ± 0.1	1.7 ± 0.0	2.4 ± 0.1	2.1 ± 0.1
葉長／葉幅比	17.1 ± 0.8	28.0 ± 1.3	26.9 ± 5.5	22.8 ± 0.5	11.4 ± 0.3	22.5 ± 0.8	10.2 ± 0.3
異常細胞率	14.3 %	10.8 %	32.2 %	35.1 %	47.8 %	40.8 %	62.8 %

ウ　高水温耐性特性評価試験

高水温条件下（24℃）における各試験株の生長性と14日齢時の異常細胞率を表５に示した。

AH-P0の平均葉長が93.3mmと飛び抜けた生長性を示し、異常細胞率も8.8%と非常に低く、優

れた高水温耐性を示した。一方、他の品種には細胞の多層化（典型的な高水温障害）が多く生じ、葉状体に変形や硬化が見られた。

表5 高水温耐性特性評価試験 （±標準誤差）

試験株名	TR-P0	O4-P0	KF-P0	AH-P0	AS-P0	ON-P0	HWT-K
葉長(mm)	48.6 ± 1.3	34.1 ± 1.5	26.8 ± 4.7	93.3 ± 2.4	34.5 ± 2.4	64.9 ± 3.5	21.4 ± 0.9
葉幅(mm)	3.7 ± 0.1	1.5 ± 0.1	1.6 ± 1.3	3.5 ± 0.1	2.1 ± 0.1	2.6 ± 0.1	3.1 ± 0.1
葉長／葉幅比	13.3 ± 0.4	25.3 ± 1.4	17.3 ± 4.9	27.2 ± 2.4	16.9 ± 1.0	25.2 ± 1.1	7.2 ± 0.4
異常細胞率	52.4 %	52.9 %	75.9 %	8.8 %	43.5 %	50.0 %	81.4 %

エ　低比重高水温耐性特性評価試験

低比重高水温試験区は、塩分20psu、水温24℃の環境下で培養したが、全試験株で異常細胞率は100%となり、28日齢時の葉状体は変形や硬化が著しく、全試験株とも葉長は10mm程度であった。

これらの結果により、TR-P0とO4-P0は優れた低比重耐性を、AH-P0は優れた高水温耐性をそれぞれ有するが、両方の耐性を有する品種は確認されなかった。今後、これら耐性を有する試験株について生産者への試験配布を行い、葉状体のサンプリング及び生産者からの聞き取り等を行って、実際の漁場における定性評価を実施することとする。

ノリ養殖安定化技術開発試験Ⅱ（県単 平成24～26年度）

（ノリ養殖の概況）

１　緒　言

近年、ノリ養殖においては、採苗、育苗時期の高水温傾向や生産期の珪藻プランクトン増殖等による栄養塩量の減少に伴う色落ちなど、気候や海域の環境変化等に起因する様々な問題が生じ、生産性がやや不安定になっている。

そのため、今漁期のノリ養殖業の生産状況、海況の経過を整理し、問題点を明らかにすることで、今後のノリ養殖の安定化に向けた技術開発の基礎資料とする。

２　方　法

（１）担当者　松本聖治、多治見誠亮、増田雄二、川﨑信司

（２）平成24年度漁期の概要

ノリ養殖に関する情報は、当センターの漁場栄養塩調査や珪藻赤潮調査、海況観測ブイの情報、玉名及び八代地域振興局水産課によって収集された情報、県漁連からの情報、漁業者からの情報、気象庁（熊本地方気象台）の観測資料などを参考にとりまとめた。

（３）水温動向の予測

平成10年度漁期以降、採苗・育苗時期の高水温による影響から、特に平成19年度以降は採苗開始に遅れが生じていることから、過去の水温推移から採苗開始期である10月上中旬の日平均の水温を早期に予測することを試みた。

具体的には、長洲沖海況観測ブイの平成5年以降の日平均水温観測データを用い、採苗開始期である10月上中旬の日平均水温と当年9月下旬の日平均水温との相関による回帰式を求め、9月23日の日平均水温の観測データを用いて10月上中旬の水温動向を予測した。

３　結　果

（１）平成24年度漁期の概要

ア　気象状況

熊本地方気象台の資料を基に、平成24年4月から平成25年3月までの熊本市の日平均気温、旬別の降水量及び日照時間の推移（平年値及び平成23年度との比較）を図１に示した。 また、平成20～24年度の降水量比較を表１に示した。

（ア）気温（図１）

日平均気温は、4月～6月は平年並～やや高めに推移し、梅雨期はほぼ平年並に推移した。その後、梅雨末期には気温は急激に上昇し、7月中旬～9月中旬は非常に高く推移した。しかし、9月下旬に急激に低下した後、10月はほぼ平年並、11月はやや低めに推移した。12月に入ると大陸性高気圧の勢力拡大に伴う寒波が定期的にあり、気温は急激に低下し、平年値を境に大きく上下しつつ、1月中旬にかけては平年より非常に低く推移した。1月下旬以降、気温は上昇し始め、2月上旬に4月上旬並の最高気温を記録する日もあるなど、1月下旬～3月は平年より非常に高く推移した。

（イ）降水量、日照時間（図１、表１）

旬別の降水量を図１に示した。4月は平年並、5月～6月上旬は平年より少なめに推移した後、5月30日に平年より6日ほど早く梅雨入りした。梅雨期の降水量は、6月中旬に224

ミリ、6月下旬に450ミリを記録した後、7月中旬には九州北部豪雨が発生するなどして384ミリを記録した。梅雨明けは平年より4日ほど遅い7月23日で、梅雨明け後の7月下旬～8月上旬の降雨は非常に少なかったが、8月中下旬には平年よりやや多めの降雨が記録された。9月～12月の間は定期的にまとまった量の降雨があり、平年より多めの降水量であった。1月の降水量は少なめであったが、2月～3月中旬は平年を上回る降水量で推移した。

また、過去の年度降水量と比較すると、表１のとおり、年度降水量は2,177ミリ（平年値：1,995ミリ）と多かった。今年度の特徴としては、梅雨期の降水量（1,187ミリ）が平年（813ミリ）より非常に多く、ノリ漁期（10月～翌3月）に定期的にまとまった量の降水があり、ノリ漁期の降水量（578ミリ）も平年（479ミリ）より多かったことが挙げられる。

次に、日照時間については、4月～5月中旬は平年並～多めに推移したが、平年より早い梅雨入りに伴い、5月下旬～7月中旬の日照時間は平年の半分程度であった。梅雨明け後は概ね平年並～多めに推移したが、育苗期～秋芽網期の10月下旬～12月下旬は平年よりかなり少なめに推移した。冷凍網期の1月以降は平年より多めに推移した。

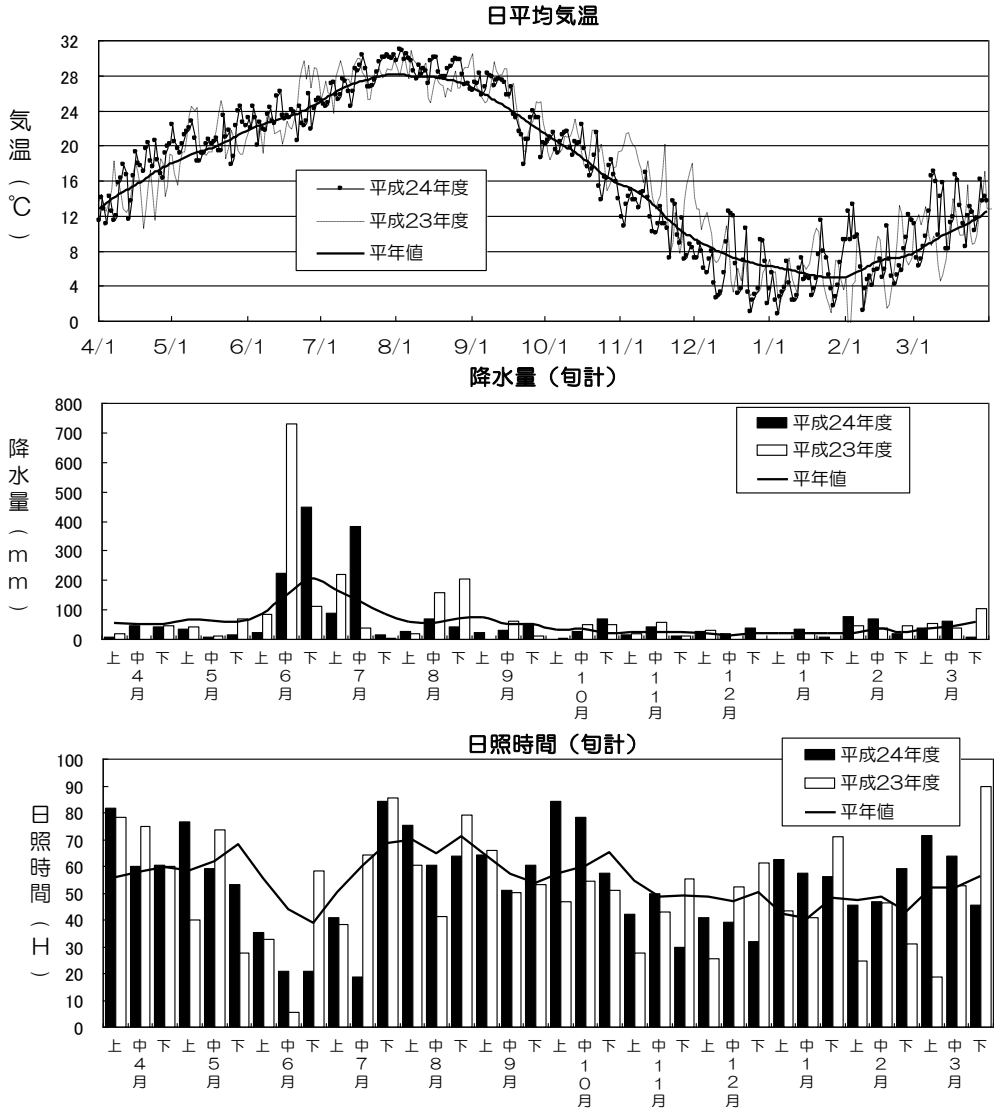


図1　日平均気温、旬別降水量及び日照時間の推移（熊本地方気象台資料：熊本市）

表１　各年度（４月～翌年３月）の降水量比較　　単位：ミリ

年度	H20	H21	H22	H23	H24	平年値
年度降水量	2,415	1,649	1,751	2,427	2,177	1,995
4月～9月（春夏期）	1,826	914	1,449	1,844	1,599	1,516
6月～7月（梅雨期）	980	675	763	1,192	1,187	813
春夏期 － 梅雨期	846	239	686	652	412	703
ノリ漁期（10月～翌年3月）	589	725	302	583	578	479
10月(採苗期)	62	130	85	107	97	86
11月(育苗・秋芽前期)	89	112	29	89	71	71
12月(秋芽後期・冷凍網前期)	106	67	94	33	89	49
1月(冷凍網前期)	55	48	4	26	45	60
2月(冷凍網後期)	134	192	40	129	167	78
3月(冷凍網後期)	145	177	46	200	110	134

「熊本地方気象台資料（熊本市）」

イ　海況

平成24年度漁期中の日平均水温の推移を図２に、DIN（溶存態無機窒素）量及びPO_4-P（リン酸態リン）量、換算比重の推移を図３に、クロロフィルａ及び全天日射量の推移を図４にそれぞれ示した。

なお、日平均水温及びクロロフィルａは、長洲沖海況観測ブイのデータを用いたが、11月19日～12月11日は同機器オーバーホールのため、日平均水温は長浜沖のデータで補い、クロロフィルａは欠測とした。また、換算比重及び栄養塩量はノリ漁場栄養塩調査のデータをそれぞれ用い、栄養塩量については河川水の直接的な影響を受けたと推察されるデータ（換算比重が20未満）を原則として除外し、有明海、八代海ともに各地点の平均値を用いた。

（ア）水温（図２）

10月上旬～11月上旬は、少々の停滞期はあったものの、ほぼ平年値（H1～H9(H5除く)平均値）に沿う形で低下し、11月中旬～12月上旬もやや上下動をしつつ平年値に沿って低下した。10月上旬～秋芽網の時期にこのように平年値に沿った理想的な水温低下を見せたのは平成9年度漁期以来であった。

その後、12月中旬には寒波によって一気に低下し、1月中旬までは平年より非常に低く推移した。1月下旬に大きく上下動した後、2月上中旬はほぼ平年並に推移し、2月下旬から水温は徐々に上昇し始め、3月末まで平年より非常に高い水温で推移した。

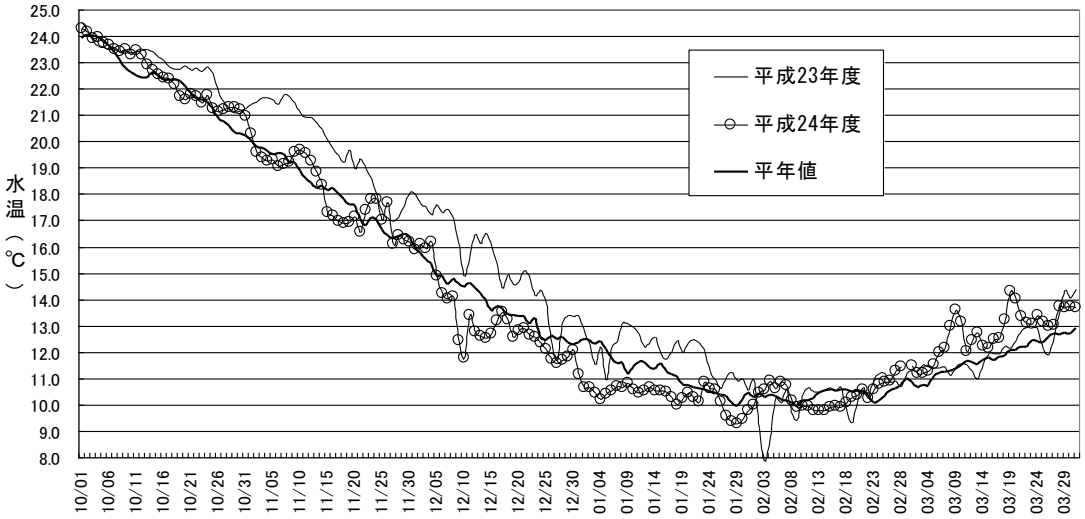


図2　長洲沖の日平均水温の推移（自動観測ブイロボデータ）

（イ）栄養塩及び換算比重（図３－１、図３－２）

有明海（図３－１）では、10月上旬に小型珪藻の増殖による栄養低下が見られたが、採苗開始以降、1月中旬まで栄養塩量はDINの期待値（支柱７μｇ-at/L、浮き流し５μｇ-at/L、以下同じ）を上回ったまま推移した。

その後、本県沖合漁場で確認されていた大型珪藻プランクトンのユーカンピアやリゾソレニアが、1月下旬頃から増殖し始め、それに伴って、沖合漁場から徐々に栄養塩量が低下し始め、2月中旬にはほぼ全域で期待値を下回り、漁期終了まで低い栄養塩量で推移した。また、リン酸態リン（PO_4-P）もDINと同様の傾向で推移した。

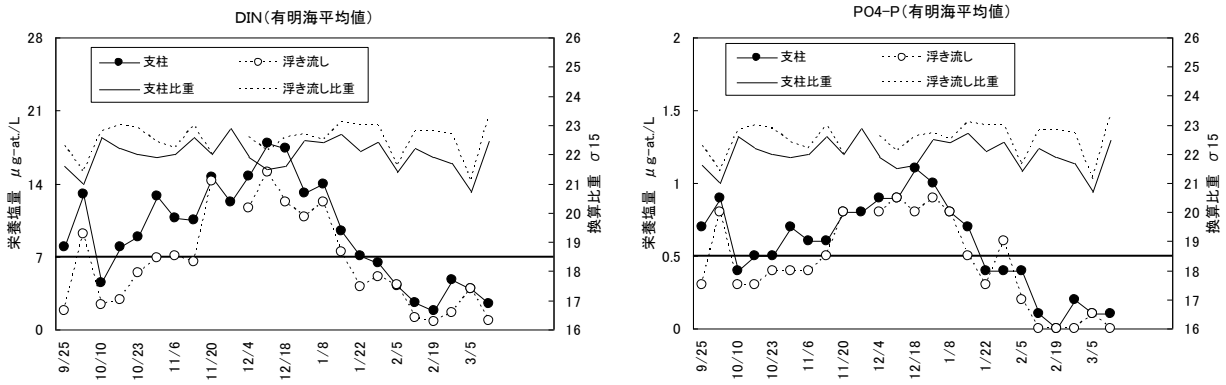


図3－1 有明海における栄養塩量及び換算比重の推移

一方、八代海（図３－２）では、12月中旬まではDINの期待値を上回って推移したものの、12月上旬から小型珪藻プランクトン（キートセロス、スケレトネマ等）が増殖し始め、1月上旬に大型珪藻プランクトン（ユーカンピア等）増殖し始めるとともに栄養塩量は急速に減少した。その後も栄養塩量は漁期終盤まで期待値を下回る栄養塩の少ない状態が続いた。

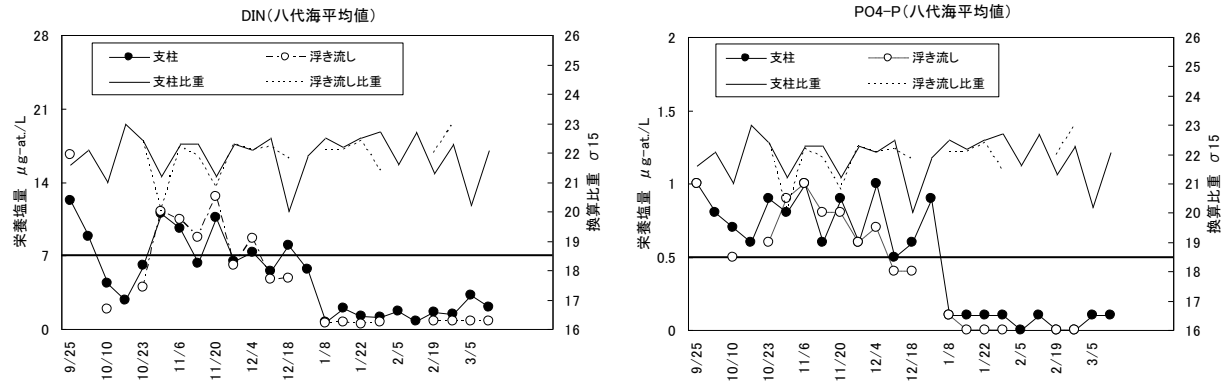


図3－2 八代海における栄養塩量及び換算比重の推移

（ウ）クロロフィルａ及び全天日射量（図４）

クロロフィルａは、10月中下旬に小型珪藻プランクトンの増殖に伴い一時的に増加したが、11月～1月上旬までは低い値で推移した。しかし、1月中旬から上昇傾向に転じ、1月下旬には10μg/Ｌを超え続け、その後の栄養塩量の減少要因となった。

平成24年度漁期中に確認された赤潮は、10月12日の八代市地先（スケレトネマ属15,600cells/ml）、10月15日の有明海（スケレトネマ属 2,440cells/ml）、11月5日の有

明海（スケレトネマ属 3,780cells/ml）であり、このほか、着色域はなかったものの2月～3月にかけてユーカンピアとリゾソレニアの増殖が有明海全域と八代海北部で継続した。

また、全天日射量は、期間を通じて平年値を境に大きく上下しながら平年並～やや少なめに推移したが、10月下旬～12月下旬の間は平年値を超える日が3日以上連続する期間はほとんど確認されず、同期間は珪藻プランクトンの増殖を抑制する日照環境にあったと考えられる。1月上旬に全天日射量が極端に多かった期間とクロロフィルａが上昇に転じ始めた時期が重なっており、さらに1月下旬～3月上旬の長期間にわたって全天日射量が平年より多く推移したことと水温上昇期と重なったことなどが、今漁期、早期に大型珪藻が増殖した一因になったと思われる。

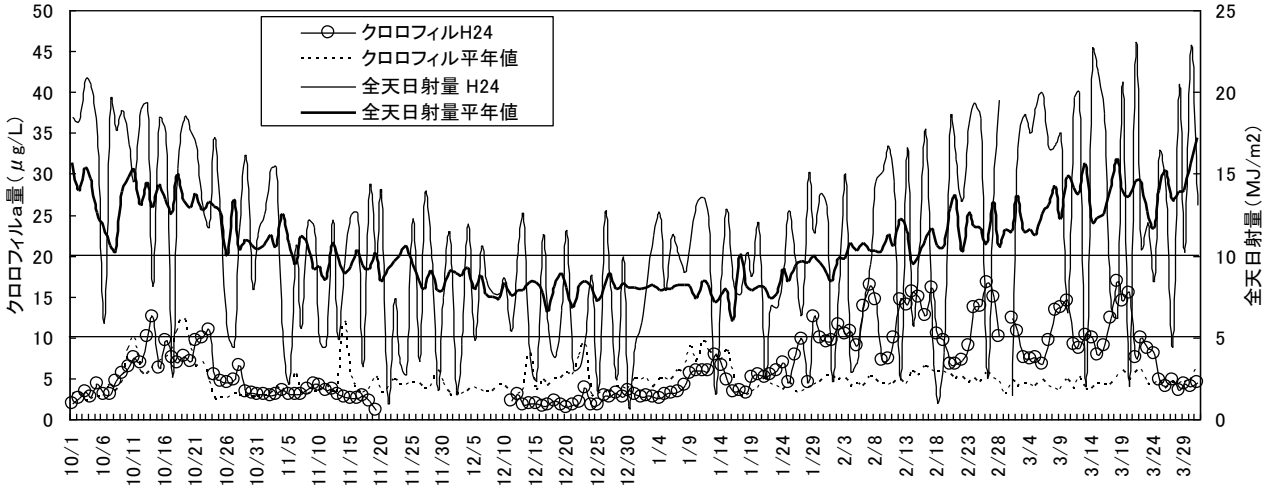


図4　クロロフィルa量（海況観測ブイ・浅海定線調査）及び全天日射量（熊本地方気象台）の推移

（２）養殖概況

ア　採苗期

採苗開始日は、潮回りから見ると大潮の10月1日前後、10月15日前後、10月27日前後がそれぞれ採苗適期であると考えられたが、近年の高水温傾向で水温低下が見込めないことから、10月1日は早い段階で除外された。9月19日に開催された有明海関係三県のり養殖協議会において、有明海における採苗開始日は10月15日以降の適期と取り決められた。

県内では、9月24日開催の組合長会議において、9月23日の日平均水温(25.9℃)に基づいた水温予測では10月中旬の水温が23℃を下回らなかったこともあり、議論は平行線となり、10月4日に開催された組合長会議でも10月16日の前期採苗と10月27日の後期採苗に議論が分かれ、結局、県内で統一した採苗開始日にまとまることはなく、前期採苗9地区、後期採苗12地区と二分された。

水温は、ほぼ平年値に沿って順調に低下し、採苗開始日の10月16日は22.4℃と採苗適水温（23℃未満）であり、理想的な水温で推移した。

前期採苗地区の採苗開始日である10月16日は早朝から晴天で殻胞子の放出も順調であったが、午後の日差しが強く、一部で芽の枯死が見られた。10月17日は早朝から降雨と時化、10月18日は晴天で北風、10月19日に早朝から冷え込み殻胞子の放出がピークを迎え、全域でラッカサンの除去が行われた。ほとんどの漁場では適正～やや多めの芽数を確保し、全体的に芽の健全度は非常に高かった。

後期採苗地区の採苗開始日である10月25日～27日は曇天で雨も降ったものの、採苗は順

調に進んだが、10月28日にまとまった降雨（23ミリ）に見舞われ、河口域漁場では芽傷みが確認された。

イ　育苗期

前期採苗地区では、理想的な水温降下の中、順調な育苗作業が行われた。

一方、後期採苗地区では、採苗期は適水温であったが、採苗約7日目には水温が20℃を、採苗後約20日目には17℃を下回るなど、育苗期としては低い水温となったため、成長の鈍化が認められた。また、11月中下旬には10～20ミリ程度の降雨が定期的にあったことから、河口域漁場では芽流れが確認された。

ウ　冷凍入庫網の健全度（図５）

各漁協に対して実施した冷凍入庫アンケート調査結果によると、前期採苗地区では、早いところで11月6日から入庫が開始され、11月10日～11月12日に入庫のピークを迎えた。その後、11月17日までには入庫を終了した。

一方、後期採苗地区では、早いところで11月15日から入庫が開始され、11月24日までには入庫を終了した。

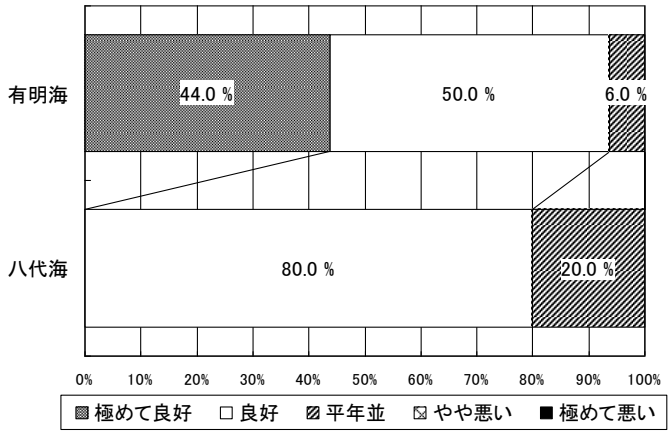


図5　各地域の冷凍網の健全度評価結果

各漁協へのアンケートによる冷凍網の健全度評価調査結果（図５）によると、有明海では「極めて良好」と「良好」の合計が90%を超え、入庫された網の状態は例年になく健全度の高い状態であった。なお、冷凍入庫の完了まで壺状菌病の感染は初認されなかった。

一方、八代海においても、「良好」の割合が80%と概ね健全度は高かったが、一部漁場では生長の遅れや芽流れ等により健全度の高くない生産者も見受けられた。

エ　秋芽網生産期

前期採苗は11月22日頃に全域で摘採が本格化し、11月29日には前期採苗の一部であかぐされ病と壺状菌病が初認され、12月10日には後期採苗地区も含めてほぼ全域であかぐされ病への感染が確認され、特に後期採苗地区では秋芽網期に苦戦が続いた。しかし、病害はほぼ全域に感染しつつも、順調な水温降下や定期的な降雨による豊富な栄養塩などの理想的な海況に恵まれ、秋芽の生産枚数は約3.98億枚と、平成14年(4.32億枚)、平成22年（4.11億枚）に次ぐ過去３番目の豊作となった。しかし、秋芽の平均単価は9.30円と平年(11.07円)より安かったため、生産金額では伸び悩んだ。

また、昨年に引き続き、菊池川河口周辺を中心にスミノリ症の発生が確認された。その要因の一つとして、同地域では育苗期以降の低比重被害を避けるために支柱漁場での沈め張りが行われており、これに育苗期の日照不足等が重なり、生理障害による細胞壁の弱体化が生じ、加工前の水洗いで原形質吐出が生じたものと考えられる。

一方、八代海では、後期採苗の東部地区では成長の鈍化と芽流れによって生産もままならない状況となったが、前期採苗の西部漁場では非常に良質な秋芽ノリが生産された。

オ　冷凍網生産期

有明海の前期採苗地区では、12月中下旬に秋芽網の撤去と冷凍網の出庫が開始されたが、遅めに出庫した地区では、寒波の影響から長洲沖日平均水温が12℃を下回る程の低水温であったことから、出庫直後のノリ芽には極端な生長鈍化が見られ、加工時には小穴が多発

した。また、出庫直後の生長が遅れたことから、冷凍網の生産が本格化し始めたのは1月下旬頃となり、同時期に栄養塩量が低下し始めたため、生産量、品質ともに伸び悩む結果となった。

一方、後期採苗地区では、支柱漁場で秋芽網生産を継続しつつ、12月上旬頃から冷凍網の出庫が開始された。同時期は水温が13～14℃と冷凍網の出庫に適した水温であったことから、冷凍戻りや初期生長は非常に順調で、多くの漁場で12月下旬～1月上旬頃に生産ピークを迎えた。この結果、1月に非常に多くの生産量があり、結果的にこの期間に生産ピークが生じたことで、後期採苗地区では秋芽網の不調を取り戻す形となった。

しかし、1月下旬頃から、小型珪藻と大型珪藻（ユーカンピア、リゾソレニア）が沖合漁場で増加し始め、2月中旬にはほぼ全域で栄養塩が急減し、色調の低下が始まった。さらに、昨年と一昨年に見られた低品質ノリの高値は全く無く、生産者の生産意欲も急速に減退し、3月上旬には品質もかなり低下したため、全域で網の撤去が進み、3月中旬にはほとんどの漁場で終漁となった。

また、八代海では1月上旬頃から小型珪藻と大型珪藻が断続的に赤潮を形成して、低栄養塩状況が続いたため、冷凍網の本格生産には至らなかった。

カ　病害状況

今漁期のあかぐされ病の初認は11月29日（採苗後45日目）と平年より遅めであったが、今漁期も秋芽網生産期における初期感染域は、本来、干出管理によりあかぐされ病の感染拡大を抑制しやすい支柱漁場であった。この要因としては、定期的な降雨による漁場全体の低比重化や曇天による網の乾燥不足などがあるが、主な原因は支柱域における網の干出管理の不徹底であると考えられる。

その後のあかぐされ病の病勢は、12月上旬に強まり、図６に示したとおり、12月10日（採苗後56日目）には浮き流し漁場を含むほぼ全域に重症化域が拡大した。この時期は、前期採苗地区では秋芽網の生産ピーク時であったが、後期採苗地区ではまだ摘採が本格化していない時期であったため、特に前期採苗地区の秋芽網生産は苦戦が続いた。

一方、八代海では11月29日に東部地区であかぐされ病が初認され、その後も東部地区を中心に蔓延した。

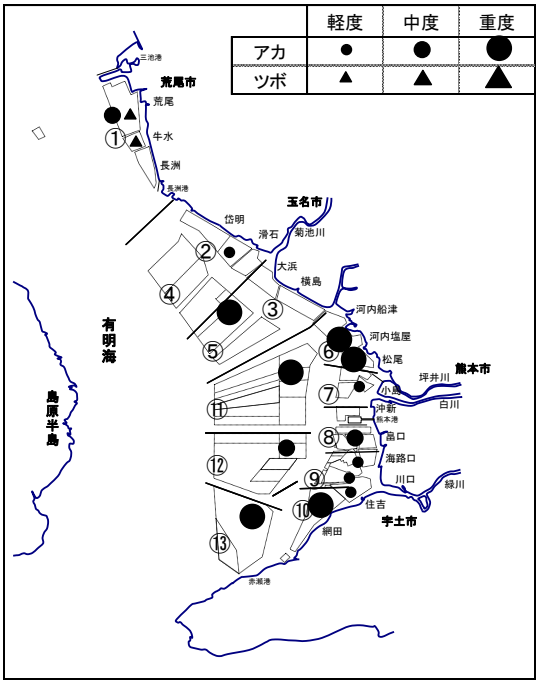


図6　採苗後56日目（12月10日）における病害状況
（ノリ養殖速報第9号）

また、有明海における壺状菌病の初認はあかぐされ病と同じく11月29日で、特に有明海北部漁場で重症化したものの、秋芽網～冷凍網生産期ともに感染域は１部会海域に留まり、２部会海域への感染は見られなかった。一方、八代海においては、壺状菌病が11月21日に初認されて以降、特に東部地区で蔓延した。

キ　入札状況（図７）

秋芽網生産期の生産枚数は、3億9,845万9,200枚（前年比263.0%、平年比172.8%）で、生産金額は37億0,403万1,091円（前年比229.2%、平年比145.0%）、平均単価は9.30円（前年比1.37円安、平年比1.78円安）であった（図７－１）。

冷凍網期の生産状況は、生産枚数は6億2,858万3,800枚（前年比72.6%、平年比71.5%）で、生産金額は47億1,955万8,277円（前年比55.3%、平年比62.3%）、平均単価は7.51円（前年比2.35円安、平年比1.10円安）であった（図７－２）。

秋芽網生産期及び冷凍網生産期を通じての生産枚数は、 10億2,704万2,900枚（前年比101.0%、平年比92.5%）、生産金額は84億2,358万9,362円（前年比83.0%、平年比83.2%）、平均単価は8.20円となり（前年比1.78円安、平年比0.92円安）であった（図７－３）。

全国の生産枚数が約82億枚（前年比約5億枚増）程度と予想されており、近年の国内需要が約83億枚と推計されている中、今漁期は、育苗期の水温降下が順調で、早くから秋芽網の豊作との予測が広まったことや、外国産のノリが十億枚以上輸入されている状況にあることなどから、特に業務用ノリ（5～15円の価格帯）の価格下落が顕著であった。

一方、贈答向けなどの高級品の需要は依然として減少傾向が続いており、高品質ノリの価格も低迷し、本県産ノリの約71%が5～10円に集中し、10～15円は約20%、15円以上は約2%に過ぎない状況である。

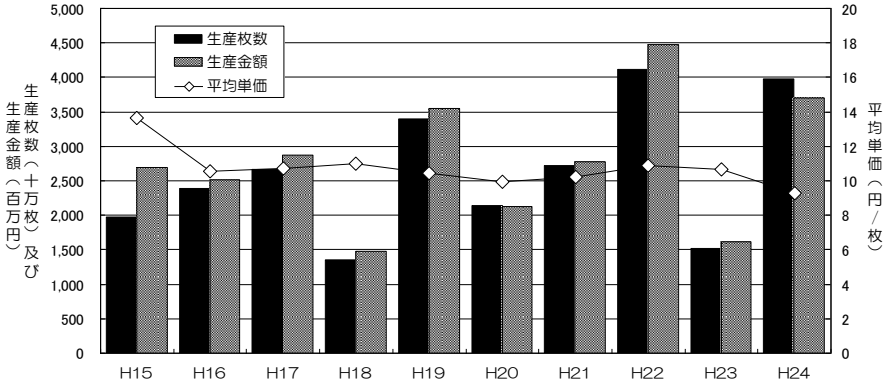


図7－1 秋芽網生産期の生産状況の推移（全海苔共販分を含む）

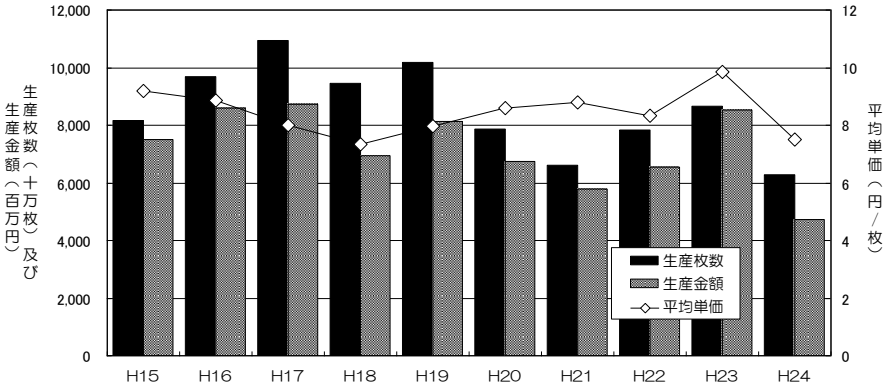


図7－2 冷凍網生産期の生産状況の推移（全海苔共販分を含む）

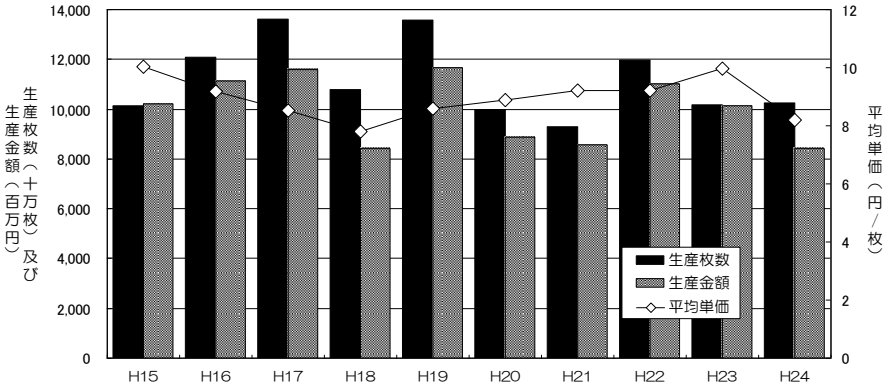


図7－3 漁期別（秋芽網期+冷凍網期）の生産状況の推移（全海苔共販分を含む）

（3）採苗開始日決定のための水温変動予測（表２）

9月23日の実測日平均水温（25.91℃）を受けて水温変動予測を行った。その結果、10月1日は実測より0.8℃高く、採苗開始日となった10月16日は実測より0.9℃高かったなど、本年度の水温予測結果は実測よりも概ね高めの予測結果となった。

本年度は、9月下旬から急激に気温が低下し始め、それに伴って水温も10月以降ほぼ平年値に沿った下降を示した。しかし、このように10月上旬から順調に水温が降下するのは、高水温傾向が強まる前の平成9年度以来のことであることを踏まえると、来年度以降の採苗開始日の設定に当たっては、採苗期の水温のみならず、育苗期の水温降下まで十分に考慮して、慎重に検討すべきであると思われる。

表2　平成24年9月23日の水温データによる10月上旬～中旬の水温予測（長洲沖自動観測）

9/23水温	日付	9/23の水温との相関式	相関係数 (R^2)	H24年度 予測水温(℃)	H24年度 実測水温(℃)	予測と実測 の水温差	平年値* (℃)
℃ 25.91	10/1	Y ＝ 0.528 X ＋ 11.406	0.642	25.1	24.3	0.8	23.9
	10/2	Y ＝ 0.572 X ＋ 10.185	0.641	25.0	24.2	0.8	23.6
	10/3	Y ＝ 0.533 X ＋ 11.003	0.565	24.8	23.9	0.9	23.4
	10/4	Y ＝ 0.497 X ＋ 11.825	0.515	24.7	24.0	0.7	23.1
	10/5	Y ＝ 0.330 X ＋ 15.978	0.450	24.5	23.7	0.8	22.8
	10/6	Y ＝ 0.400 X ＋ 13.991	0.514	24.4	23.7	0.7	22.6
	10/7	Y ＝ 0.473 X ＋ 11.967	0.543	24.2	23.5	0.7	22.5
	10/8	Y ＝ 0.498 X ＋ 11.167	0.570	24.1	23.4	0.7	22.4
	10/9	Y ＝ 0.524 X ＋ 10.257	0.750	23.8	23.5	0.3	22.4
	10/10	Y ＝ 0.511 X ＋ 10.458	0.743	23.7	23.3	0.4	22.6
	10/11	Y ＝ 0.498 X ＋ 10.891	0.625	23.8	23.5	0.3	22.5
	10/12	Y ＝ 0.517 X ＋ 10.497	0.628	23.9	23.3	0.6	22.3
	10/13	Y ＝ 0.489 X ＋ 11.199	0.530	23.9	22.9	1.0	22.3
	10/14	Y ＝ 0.499 X ＋ 10.871	0.541	23.8	22.7	1.1	22.3
	10/15	Y ＝ 0.566 X ＋ 8.798	0.591	23.5	22.5	0.9	22.3
	10/16	Y ＝ 0.384 X ＋ 13.394	0.426	23.3	22.4	0.9	22.1

*平年値はH1～H9(H5を除く)の平均値

４　考　察

今漁期は、秋芽網生産期において平成14年、平成22年に次ぐ過去3番目の豊作となった一方、冷凍網生産期においては、生産枚数で平成12年に次ぐ過去2番目の不作、生産金額では過去最悪の不作であった。

本年度の秋芽網生産期における豊作は、①10月上旬～11月上旬にほぼ平年値に沿う形で低下し、11月中旬～12月上旬もやや上下動をしつつ平年値に沿って低下したこと、②10月上旬に小型プランクトンが増殖したものの、その後は植物プランクトンが低位に推移し、定期的な降雨もあったことから栄養塩量に恵まれたこと等が要因であったと思われる。しかし、後期採苗地区では、③低水温によって育苗期の生長が鈍化したこと、④定期的な降雨によって河口域漁場で芽流れが発生したこと、⑤後期採苗地区の生産が本格化し始める時期には既に前期採苗地区であかぐされ病が蔓延してしまっていたこと等の悪影響があったこと等を考慮すると、今漁期の秋芽網生産期は平成14年を超える過去最高の生産枚数を揚げることも出来るほどの恵まれた海況であったと思われた。また、採苗時期が前期と後期に分かれた要因としては、8月下旬発表では暖冬だった長期予報が9月下旬には厳冬に変更されるなどの気象の急激な変化に、一部のカキ殻培養場の熟度調整が対応できなかった（10月下旬採苗を想定していたため、10/16採苗に対応できない培養場があった）ことが主因に挙げられるが、これに養殖スケジュール（秋芽撤去と冷凍出庫）に対する各組合の考え方の違いが絡み合って、結果的に採苗開始が大きく二分されることになってしまった。

一方、冷凍網生産期における不作は、⑥前期採苗地区のほとんどでは12月下旬まで秋芽網を生産

し、低水温の中で冷凍網出庫を行ったため、出庫直後のノリ芽には極端な生長鈍化が見られ、加工時には小穴が多発したこと、⑦出庫直後の生長が遅れたことから、冷凍網の生産が本格化し始めたのが1月下旬頃となり、同時期に栄養塩量が低下し始めたため、生産量、品質ともに伸び悩んだこと、⑧冷凍網初回入札から極端な安値であったこと、⑨2月上旬という早期に色落ちが始まりそのまま漁期が早期終了したこと等が要因であったと思われる。しかし、後期採苗地区では、⑩冷凍網を適水温期に出庫したことで生産ピークを1月上旬頃に迎えたこと等もあり、生産枚数では平年を大きく超えた漁協も少なくなかった。

今年度は平成9年度以来の順調な水温降下が見られたが、その他の年の傾向を踏まえると、今後とも採苗・育苗時期の水温が高めに推移する可能性は非常に高く、年々の潮回りにもよるが10月中下旬の採苗が定着していくと思われる。また、近年、冬季の少雨傾向が見られ、水温や日照環境によっては珪藻プランクトンの増殖等による早期色落ちが発生する可能性は常に考えておかねばならない。このように、採苗開始時期の遅れと色落ちの早期化によって、生産期は実質的に11月中旬～2月の4ヶ月間弱と短期化しており、この短期間に如何にして効率よく生産するかが課題となっている。そのためには海況が安定した12月～1月に生産量のピークを誘導することが、収量及び品質、高単価を確保する面から有効な方法と考えられる。

ノリ養殖は元来、気温・水温や降雨、風波など気象・海況に大きく左右される産業であり、人為的にコントロールできるものではないが、採苗開始日と秋芽網撤去・冷凍網出庫の時期は人為的に決めることができるため、これらをどのようにその年々の気象・海況等の諸条件に合わせていくかが、今後のノリ養殖の安定生産の鍵になってくると思われる。

なお、12月～1月への生産ピークの誘導に伴い、ピーク時の収量が陸上加工能力を超えることが想定される。また、近年の漁家数減少に伴う一経営体当たりの柵数の増加傾向が続いてきたが、規模拡大は既に限界に達しており、個々の網管理が行き届かない地域も見受けられる。さらに、今漁期のような入札価格の低迷が来年度以降も続く可能性も否定できない。これらのことから、短期的には張り込み柵数の適正化、中期的には摘採船や大型乾燥機械の導入、長期的には加工協業化などを検討し、経営の効率化・合理化・コスト削減を進めていく必要がある。

今後、ノリ養殖漁家の安定経営を実現するためには、従来型の養殖スケジュール（10月上旬採苗開始～12月中旬一斉撤去）から、12～1月に生産を集中させる養殖スケジュールに切り替えていく必要があるが、12月を秋芽網の生産延長に使うのか、冷凍網の早期出庫に使うのかという点だけでも、地域やその年々により議論が分かれている状況にある。

また、養殖スケジュールの見直しに向けては、採苗開始日の決定、カキ殻糸状体の熟度調整や種網の芽数調整、壺状菌病の早期感染リスク、秋芽網撤去と冷凍出庫時期の見極め、早期色落ちに対する警戒、漁期短縮に伴うリスクなど、様々な課題・問題点があるため、その年々の気象・海況予想を踏まえ、関係者の十分な論議と合意形成を続けていくことが重要である。

参考資料１　平成24年度ノリ養殖の経過及びノリの生産状況

月	日	養　殖　経　過	生　産　状　況
9	18		有明海三県漁連会議において10/16以降採苗と取り決め
10	4		組合長会議で採苗開始日（10/16以降）決定
	16	前期採苗開始	水温22.5℃、曇天、午後の日差し強く、一部で芽の枯死を確認
	17		早朝からまとまった降雨（28mm）と時化
	18		強い北風で時化たが、晴天で採苗良好、徐々にラッカサンの除去進む
	19	水温21.7℃	早朝冷え込み、多くの漁場でラッカサン除去
	25	後期採苗始まる	水温21.3℃、降雨あるも影響少なく、順調に採苗作業進む
	28		まとまった降雨（23mm）
11	5	水温19.3℃	前期採苗地区に網汚れ確認
	8		前期採苗地区で入庫サイズに、一部でベタ漁場で展開作業
	12		後期採苗地区の一部で芽流れ
	15		前期採苗地区でほぼ入庫完了、後期採苗地区の河口域では芽流れ被害
	17		まとまった降雨（21mm）
	19		前期採苗地区で摘採開始、一部で徒長、後期採苗地区の河口域では芽流れ被害
	22		前期採苗地区で摘採本格化、後期採苗地区の河口域では芽流れ被害
			後期採苗地区の一部で摘採開始
	29	アカ・ツボ初認	２部会南部で重度のあかぐされ病を初認、1部会北部で重度の壺状菌病を初認
12	3	アカ感染域拡大	２部会南部であかぐされ病拡大、1部会北部で壺状菌病継続
			後期採苗地区の全域で摘採本格化、一部で冷凍網出庫
	10	アカ重症化	2部会であかぐされ病が蔓延、1部会北部で壺状菌病の感染拡大
	13		前期採苗地区の一部で秋芽網撤去・冷凍網出庫
	17		あかぐされ病蔓延、後期採苗地区で冷凍網出庫
	20		
		一部河口域でスミノリ症重症化	後期採苗地区の全域で秋芽網撤去・冷凍網出庫
	25		前期採苗地区で冷凍網出庫されるが、残存の秋芽網ではあかぐされ病蔓延
1			平年より約1℃低水温
	8		残存の秋芽網であかぐされ病蔓延
	24		1部会で壺状菌病が蔓延、あかぐされ病は全域で蔓延
		栄養塩減少傾向	
	31		1部会で壺状菌病継続、あかぐされ病はほぼ全域で重症
2		色落ちによる品質の低下	
		ユーカンピアによる色落ち	
3		ほぼ全域で終漁	平年より1～2℃高水温
4			

平年値に沿った水温降下

参考資料２　平成24年度ノリ養殖の経過及びノリの生産状況

月	日	窒素量(μg-at/L)		芽の大きさ（平均）		入札日	生産枚数	生産金額	平均単価	概　況
		支柱	ベタ	(日)	(mm)		（百万枚）	（百万円）	（円/枚）	
9	25	7.9	1.8							【採苗・育苗前期】 9月上旬までは厳しい残暑で、気象庁の長期予報でも暖冬との予報であったが、9月下旬から急激に気温が低下し始めた（その後、気象庁も長期予報を厳冬に転換）こともあり、採苗開始日は10月16日(8漁協)と10月26日以降(9漁協)に二つに分かれた。 10月16日(前期採苗)は早朝から晴天で、殻胞子の放出は良好であったが、午後の日差しが強く芽の枯死が見られ、翌17日早朝からまとまった降雨と時化で比重が低下し、一部で芽流れが生じた。18～19日は良好な海況でラッカサンの除去が進んだ。 10月25日(後期採苗)は採苗後に降雨があったものの影響は少なく、採苗は概ね良好であった。
10	2	13.0	9.2							
	10	4.5	2.4							
	16	7.9	2.9							
	23	8.9	5.4							
	30	12.8	6.9							
11				5	4.3					【育苗後期・冷凍網入庫期】 育苗は、前期採苗は理想的な水温降下で良好であったが、後期採苗は低水温で初期生長に遅れが見られ、降雨に伴う比重低下の影響を受けて河口漁場で芽流れが見られた。 【秋芽網生産期】 前期採苗は11月22日頃に全域で摘採が本格化し、11月29日には前期採苗の一部であかぐされ病と壺状菌病が初認され、12月10日には後期採苗地区も含めてほぼ全域であかぐされ病への感染が確認された。しかし、病害はほぼ全域に感染しつつも、水温降下や定期的な降雨による豊富な栄養塩などの理想的な海況に恵まれ、秋芽の生産枚数は約3.98億枚と、平成14年(4.32億枚)、平成22年（4.11億枚）に次ぐ過去３番目の豊作となったものの、価格が伸び悩み、秋芽の平均単価は9.30円と平年(11.07円)より極端に安かった。 また、昨年に引き続き、菊池川河口周辺を中心にスミノリ症の発生が確認された。
	6	10.7	7.1	8	11.8					
	13	10.5	6.5	12 15	30.9 55.1					
	20	14.6	14.2	19	102.1					
	27	12.2	-	22	61.9					
				29	86.2	30	52.1	704.1	13.51	
12	4	14.7	11.7	3	91.6					
				10	117.0					
	11	17.9	15.1	13	87.1					
				17	78.3	14	113.5	1,277.8	11.26	
	18	17.4	12.2	20	65.5					
	26	13.1	10.8	25	79.0	26	114.3	998.3	8.74	
1	8	14.0	12.2	8	89.2					【冷凍網生産前期】 前期採苗地区では12月中～下旬の秋芽撤去・冷凍出庫を行った。後期採苗地区では支柱漁場で秋芽網生産を継続しつつ、冷凍網の出庫は12月上旬から開始された。 冷凍網の状態は良好で、出庫直後の冷凍戻りは正常であったものの、12月下旬の寒波で水温が平年より非常に低く推移したため、12月下旬に出庫した前期採苗地区では初期生長が鈍く、製品には0等級が多く、生産枚数も伸び悩んだ。1月下旬頃からは徐々に生産ピークに向かいだしたが、2月12日頃からリゾソレニア、ユーカンピアが急速に増殖し、栄養状況は一気に悪化し、1～2月にも平年を上回る定期的な降雨や時化があったものの栄養の回復には至らず、2月下旬にはほぼ全域で色落ち状態となり、生産枚数・質ともに低下した。 一方、後期採苗地区では冷凍網を12月上～中旬に出庫したことで、良好な生長が見られ、生産ピークを1月上旬頃にむかえることが出来た。
						12	102.1	942.5	9.23	
	16	9.5	7.5							
	22	7.1	4.1	24	86.3					
						25	157.2	1,370.0	8.71	
	29	6.4	5.1	31	87.3					
2	5	4.2	4.3			8	176.7	1,339.1	7.58	
	13	2.6	1.1							
	19	1.8	0.8							
						22	165.0	1,025.5	6.22	
	26	4.8	1.6							
	5	3.9	3.9			8	110.5	613.0	5.55	
	12	2.5	0.9							
						22	29.7	132.1	4.45	
4										
						18	6.1	21.3	3.52	

ノリ作り安定化対策試験　（県単･独法委託　平成24～26年度）

（ノリ養殖漁場海況観測調査）

１　緒言

ノリ養殖を適正に管理するためには、養殖漁場の気象、海況の変動を把握し、ノリ網の干出管理や、摘採などを適切に行う必要がある。

本調査では、ノリ養殖漁場の海況及び漁場の栄養塩の定点観測を行い、得られた結果をホームページ、ＦＡＸ及び新聞等によりノリ養殖生産者や関係機関に提供することを目的とした。

２　方法

（１）担当者　多治見誠亮、松本聖治、増田雄二、川崎信司

（２）調査方法

(ｱ)海況観測（自動観測ブイによる）

調査定点：長洲、小島、長浜、田浦（図１）

調査頻度：3回/時（9月下旬～翌3月）

調査項目：水温、比重（塩分から換算）

(ｲ)栄養塩調査

漁業関係者に定点観測および海水の採取を依頼し、当センターで回収、分析を行った。

調査定点：有明海16点、八代海4点（図１）

調査頻度：1回/週（24回、9月末～翌3月）

調査項目：水温、比重（塩分から換算）、波浪、pH、栄養塩類

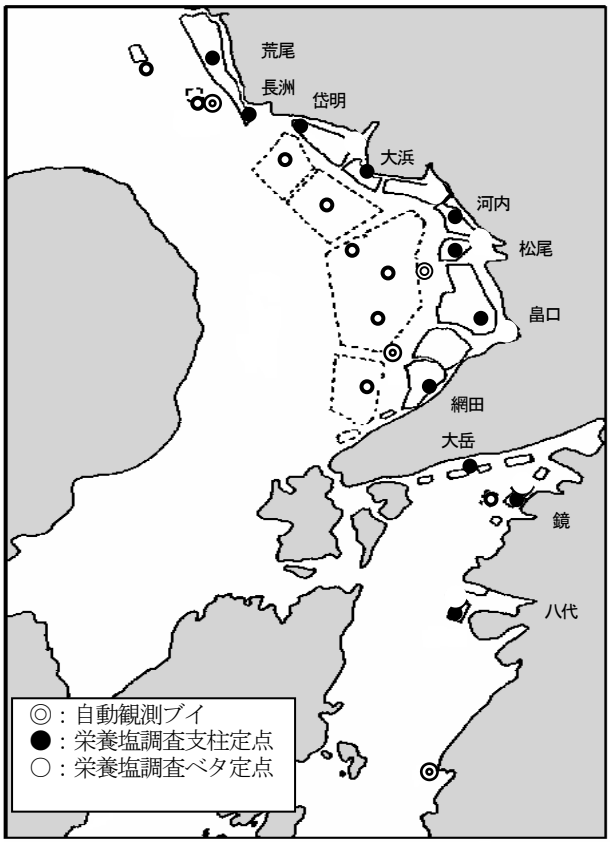


図１　調査定点

３　結果

調査結果はデータベース化し、海況観測については水産研究センターのホームページにリアルタイムで掲載し、メディアを通じて情報提供を行った。また、栄養塩調査の結果は毎週採水日の翌日には別添え様式・栄養塩情報として取りまとめ、関係漁協等にFAXした他、ホームページに掲載した。なお、栄養塩情報は期間中24号を発行した。

ここでは、上記に挙げた海況観測及び栄養塩調査の結果を示す。

（１）　海況観測

①水温　自動観測ブイの水温観測結果の旬ごとの平均値を図2に示す。10月初旬には各定点とも順調に低下し、採苗の目安とされる24℃を10月8日には下回った。その後も低下傾向が続き、11月初旬には20℃を、12月初旬には15℃を下回った。

②比重　自動観測ブイの比重観測結果の旬ごとの平均値を図3に示す。10月中旬には長浜沖で最低値17.6を記録したものの、期間を通じて約20前後と低い値で推移した。

（２）　栄養塩調査

①DIN（溶存無機三態窒素）　調査期間中のDINの支柱・ベタ漁場ごとの調査日ごとの平均値を図4に示す。

全地点平均の推移を見ると、12月下旬以降から減少が見られ、1月中旬には支柱漁場・ベタ漁場ともにノリ養殖の期待値7μg-at./Lを下回った。また、調査地点別の期間平均値を図6に示す。支柱漁場で最も高かったのは、河内の14.40μg-at./L、最も低かったのは八代の3.1μg-at./Lであった。一方、ベタ漁場で最も高かったのは、松尾の8.90μg-at./L、最も低かったのは大浜の4.80μg-at./Lであった。

次に図8に示した調査点毎の推移を見ると、有明海では12月下旬まで概ね期待値を上回りながら推移し、1月以降から減少が見られ、1月中旬には期待値を下回る地点が多く見られた。一方八代海では、12月下旬以降に全ての地点で大幅な減少が見られ、ノリ漁期終盤まで低調に推移した。

②PO_4-P（溶存燐酸態燐）　調査期間中の PO_4-P の支柱・ベタ漁場ごとの調査日ごとの平均値を図 5 に示す。全地点平均の推移を見ると、DIN と同様 12 月下旬以降から減少が見られ、1 月中旬には支柱漁場・ベタ漁場ともにノリ養殖の期待値 0.5μg-at./L を下回った。また、調査地点別の期間平均値を図 7 に示す。支柱漁場で最も高かったのは河内の 1.47μg-at./L、最も低かったのは河内、鏡の 0.01μg-at./L であった。一方、ベタ漁場で最も高かったのは、鏡の 2.7μg-at./L、最も低かったのは松尾の 0.001μg-at./L であった。図 8 に示した調査点毎の推移を見ると、有明海、八代海いずれの地点でも DIN と同様の推移が見られた。

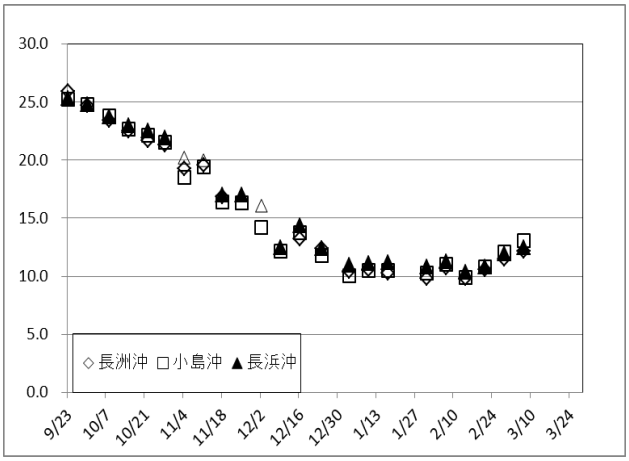


図２　水温の推移（℃）

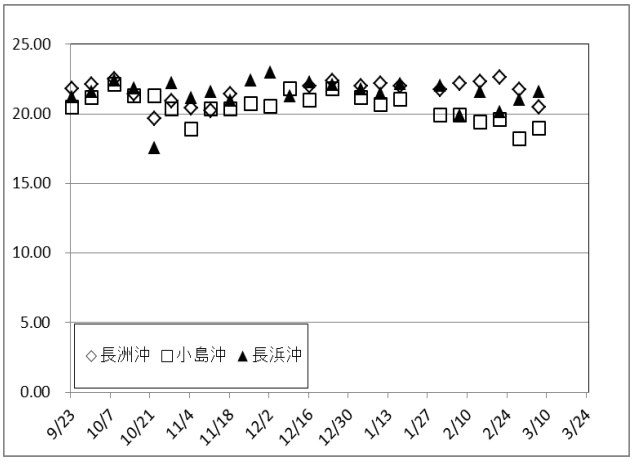


図３ 比重の推移(σ15)

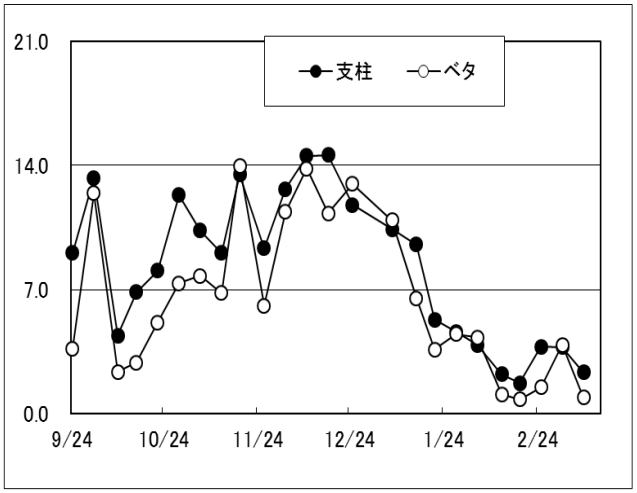


図４　DIN の推移（μg-at./L）

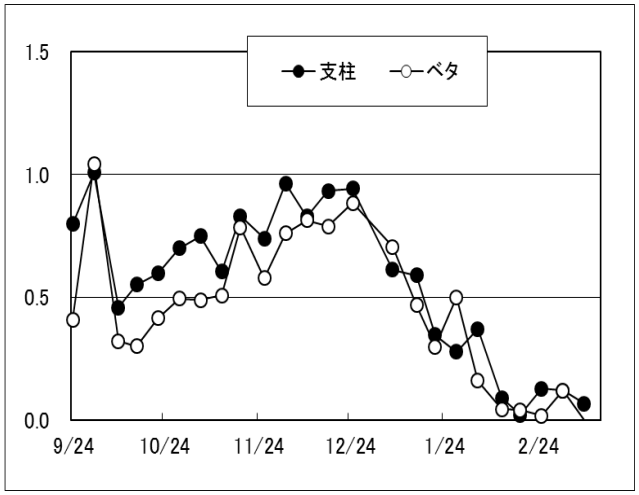


図５　PO_4-P の推移（μg-at./L）

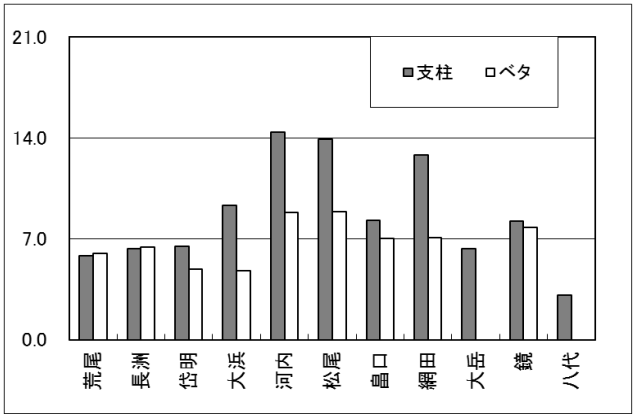


図６　DIN の地点別平均（μg-at./L）

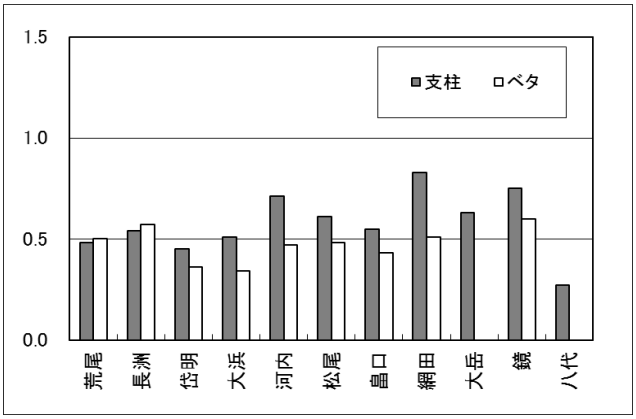
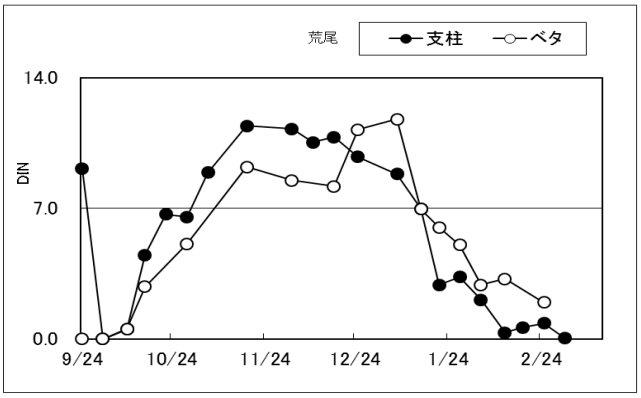
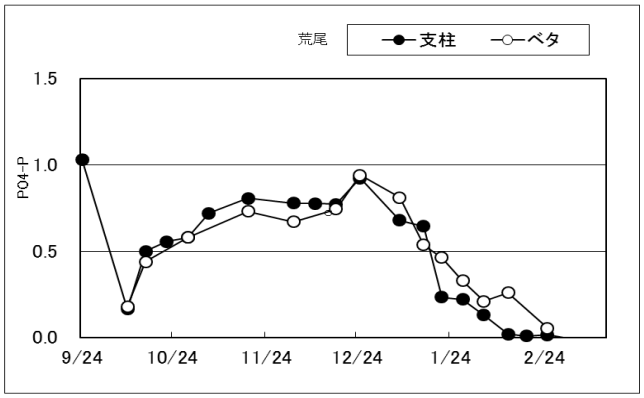
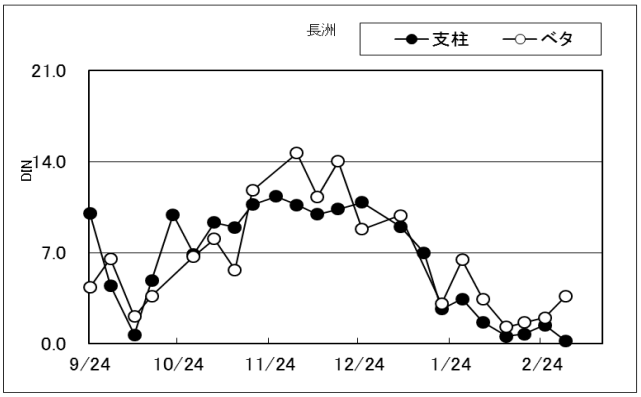
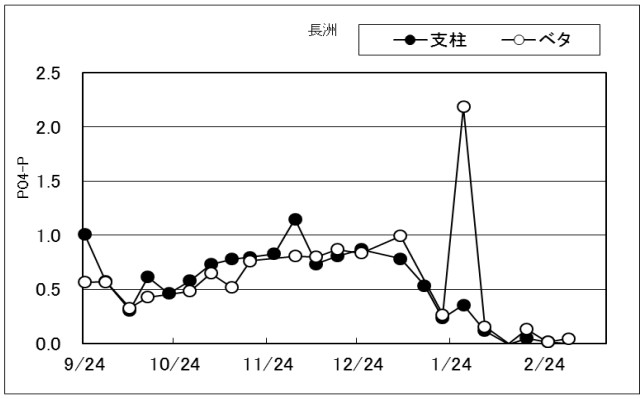


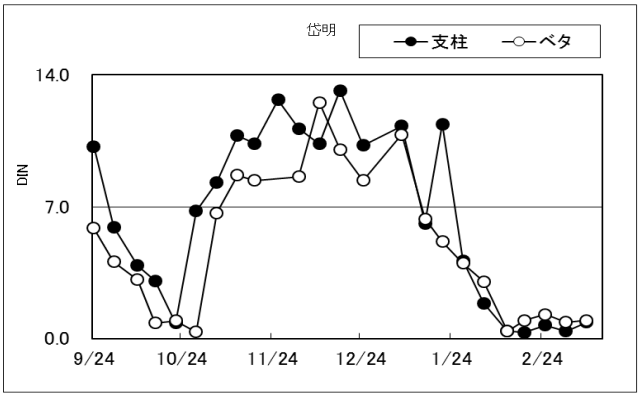
図７　PO_4-P の地点別平均（μg-at./L）











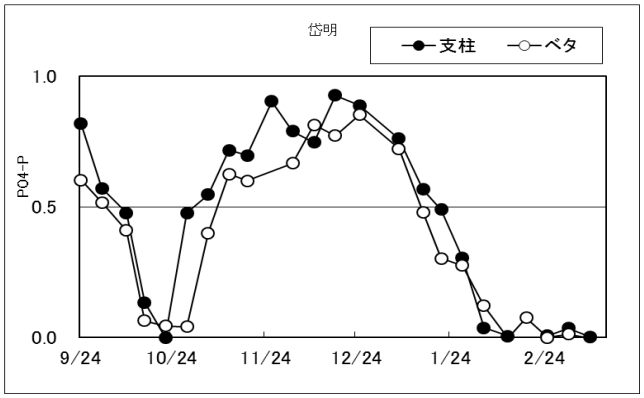
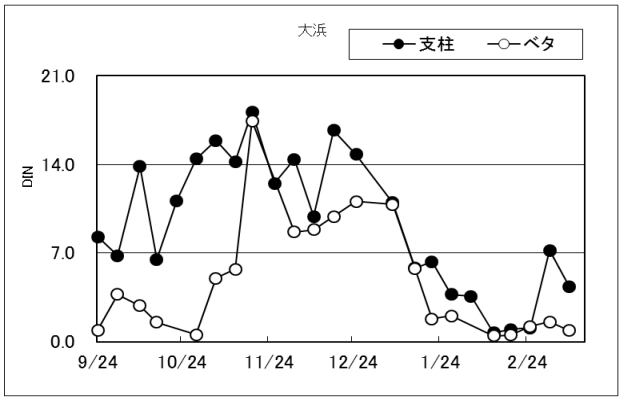
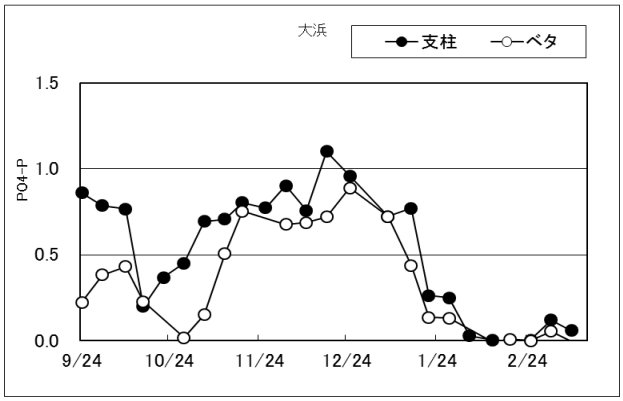
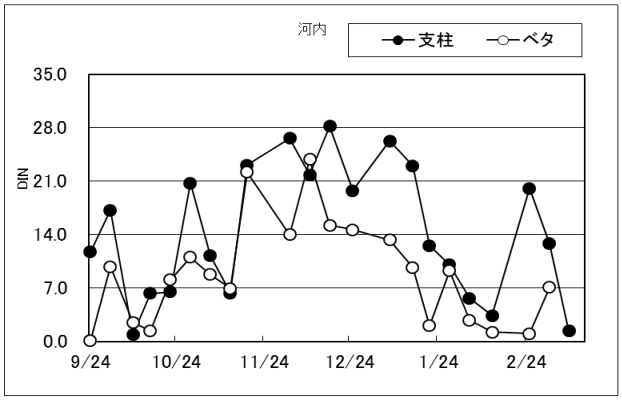
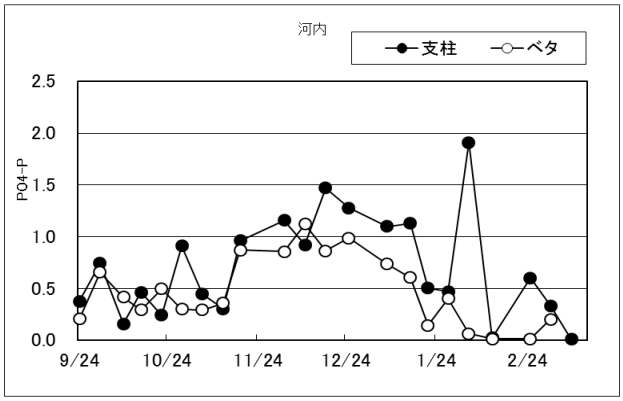


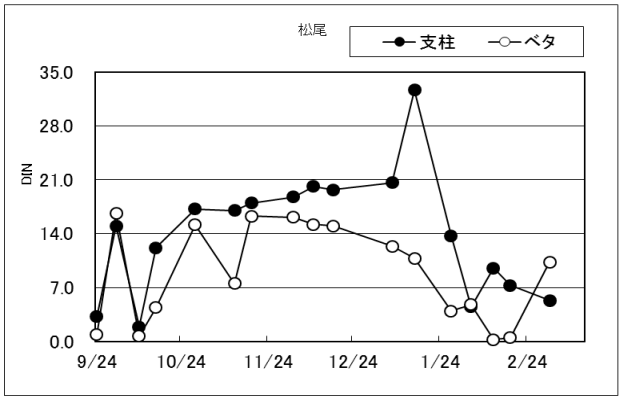
図８　調査定点別 DIN、PO_4-P の推移（μg-at./L）

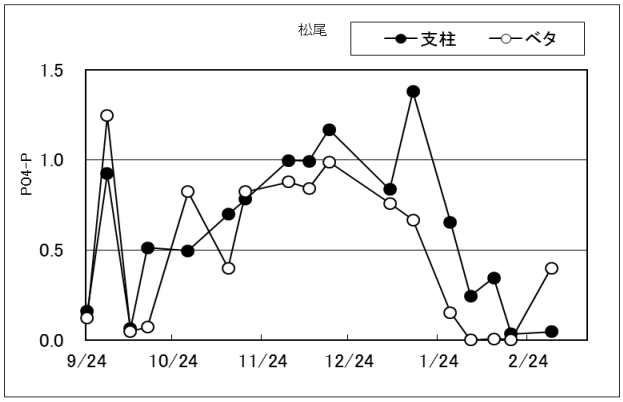


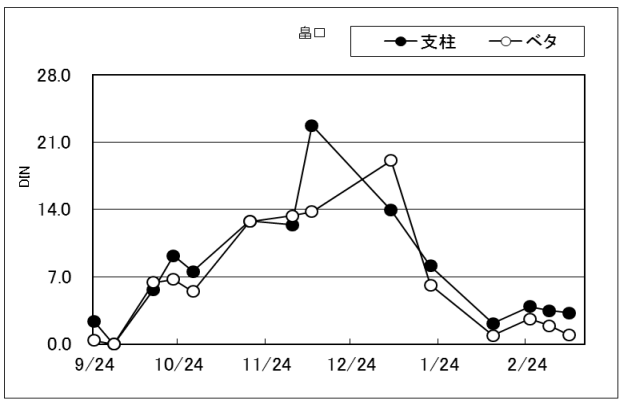












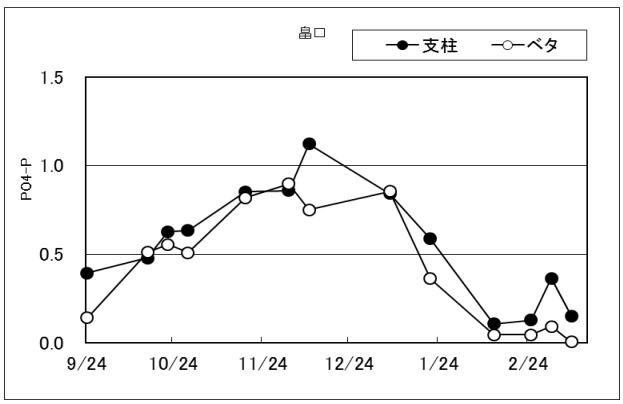


図 8-2 調査定点別DIN、PO_4-P の推移（μg-at./L）

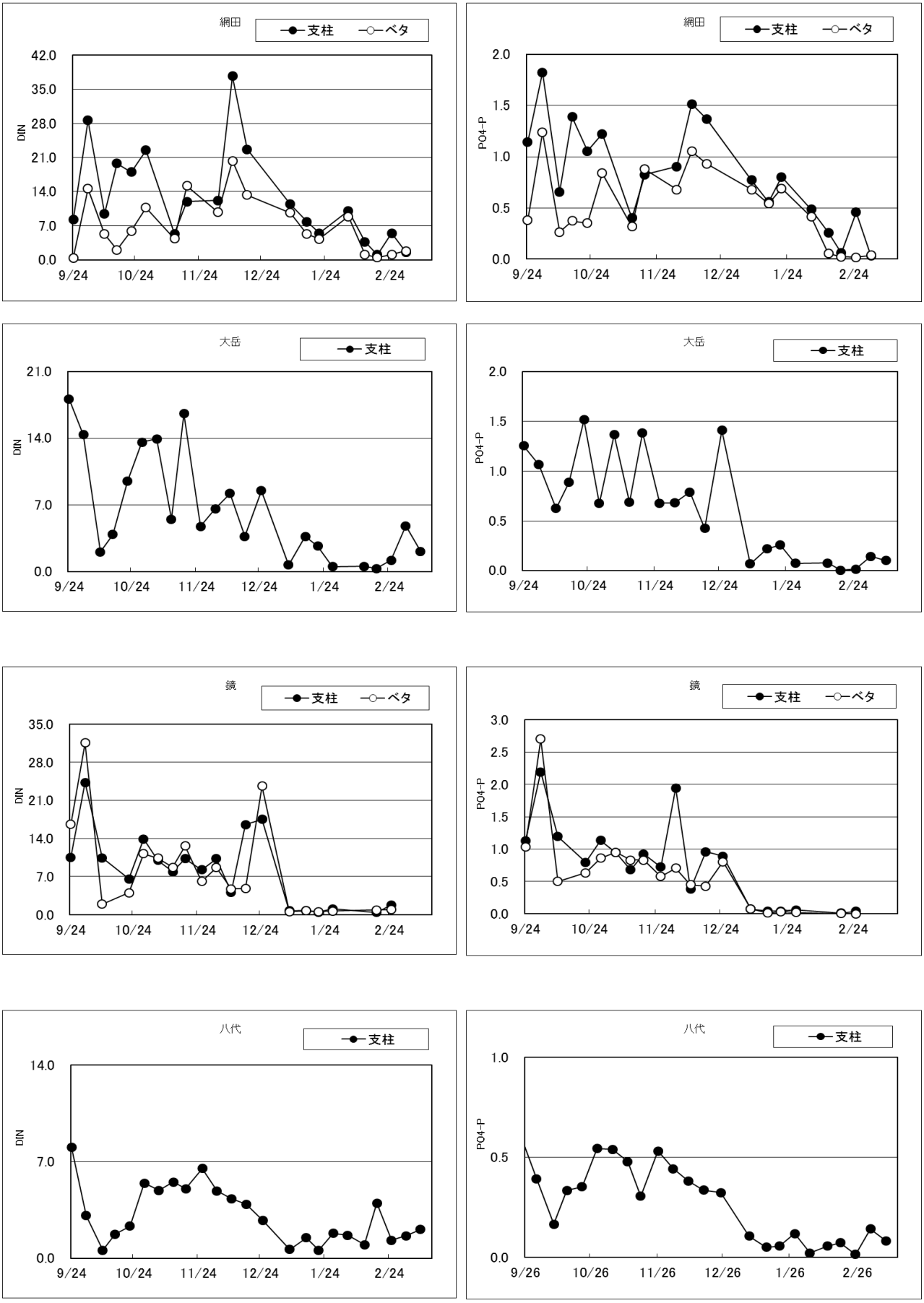


図 8-3 調査定点別 DIN、PO_4-P の推移（μg-at./L）

二枚貝資源安定化対策事業Ⅰ（県単・令達 平成22～24年度）

（アサリ生息状況調査）

1　緒　言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和52年には65,732トンであったが、平成9年には1,009トンまで減少した。平成15年から平成19年にかけて数千トン程度と回復の兆しが見えたが、その後再び減少に転じ、約1,000トン程度の漁獲量で推移している。この調査では、本県海域のアサリ主要漁場におけるアサリ資源動向を把握することを目的として、緑川河口域および菊池川河口域でアサリ生息状況調査を実施した。

2　方　法

（1）担当者　内川純一、高日新也、栃原正久、川﨑信司

（2）調査項目および内容

ア　緑川河口域アサリ生息状況調査

調査は、前期調査（平成24年6月4～8）と後期調査（平成24年8月16～18日、31日）の2回、干潟上に設定した調査定点123ヶ所（図1）で25㎝方形枠による枠取りを2回実施し、1㎜目合いのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたアサリについては、個体の計数および殻長を計測した。

イ　菊池川河口域アサリ生息状況調査

調査は、平成24年7月4日および8月3日の2回、滑石地先干潟上に設定した調査定点45カ所（図1）で10㎝方形枠による枠取りを4回実施し、1㎜目合いのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたアサリについては、個体の計数および殻長を計測した。

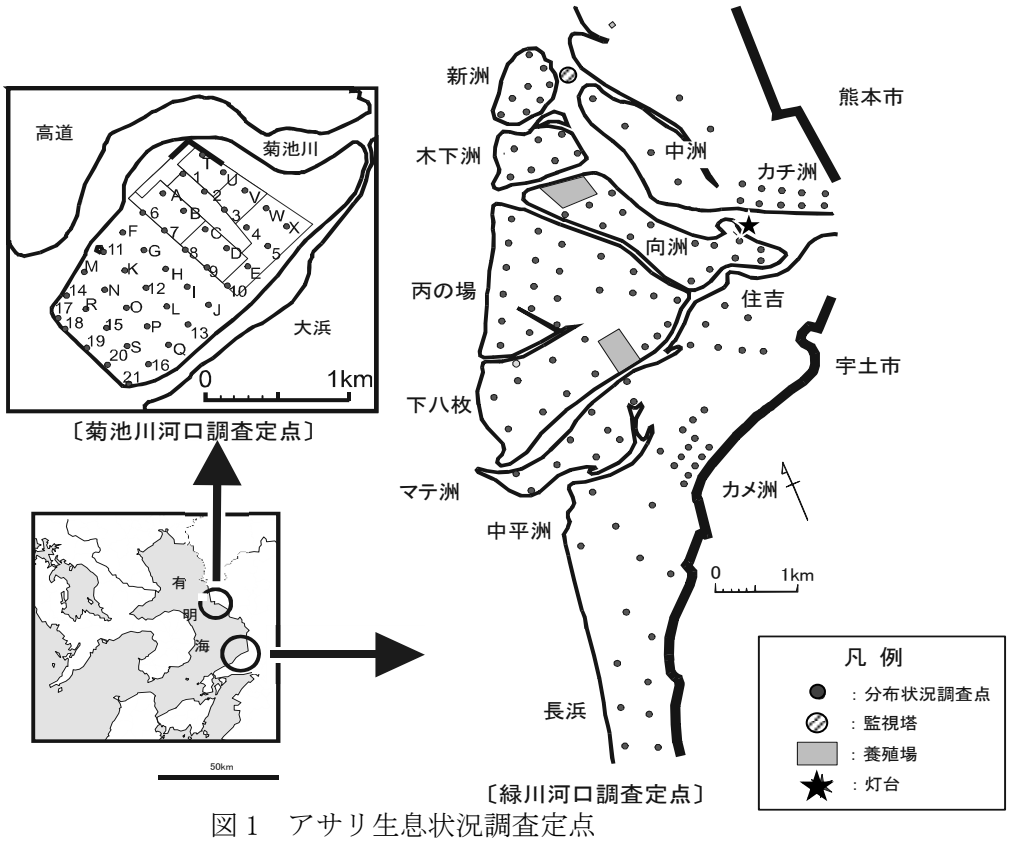


図1　アサリ生息状況調査定点

3　結果および考察

（1）緑川河口域アサリ生息状況調査

図2にアサリの生息状況を図3に殻長組成、図4及び図5に主な調査区域におけるアサリの殻長組成を示した。また、表1に平成8年からの生息状況調査結果を示した。

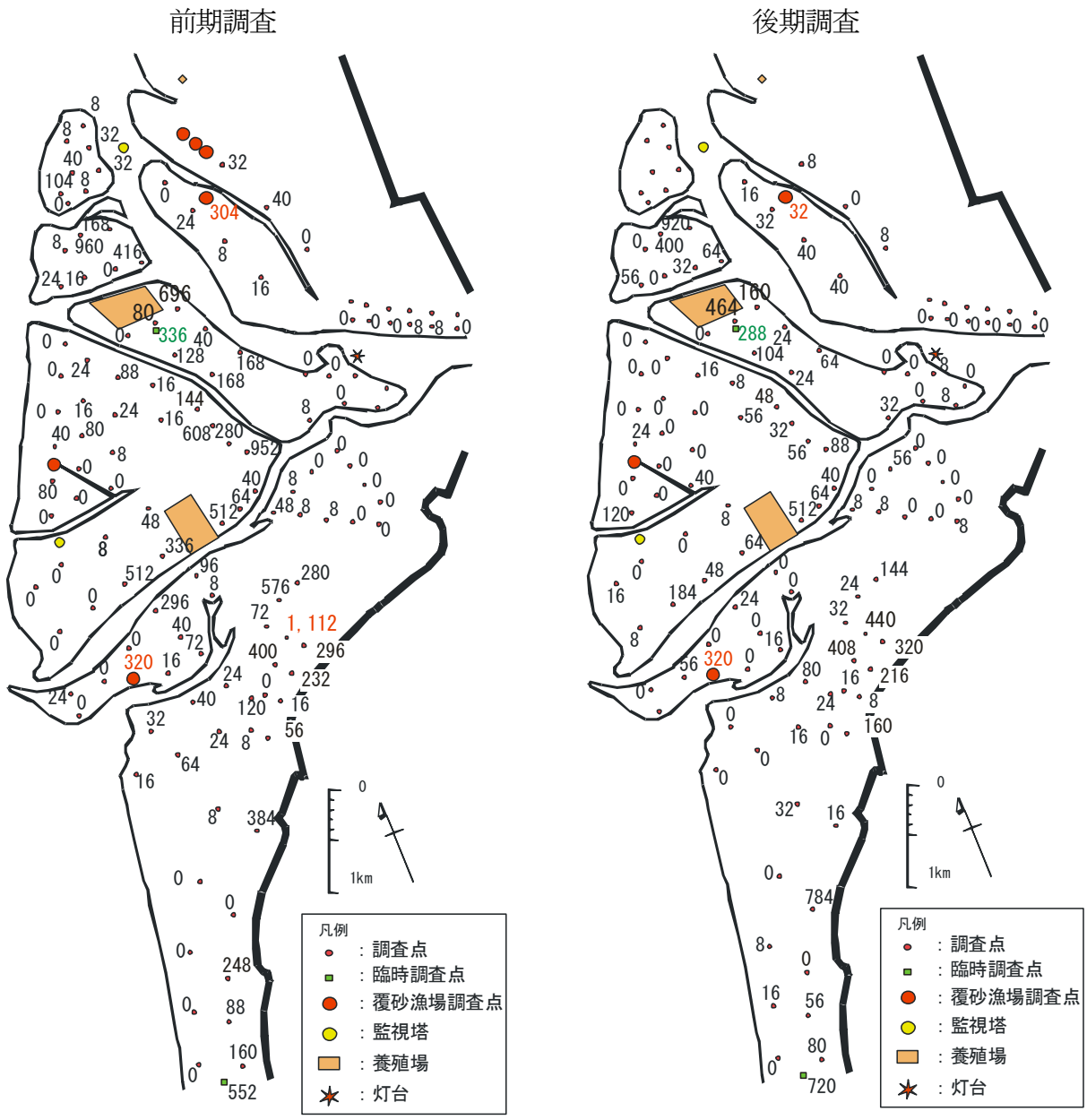


図2　平成24年緑川河口域アサリ生息状況（単位：個／㎡）

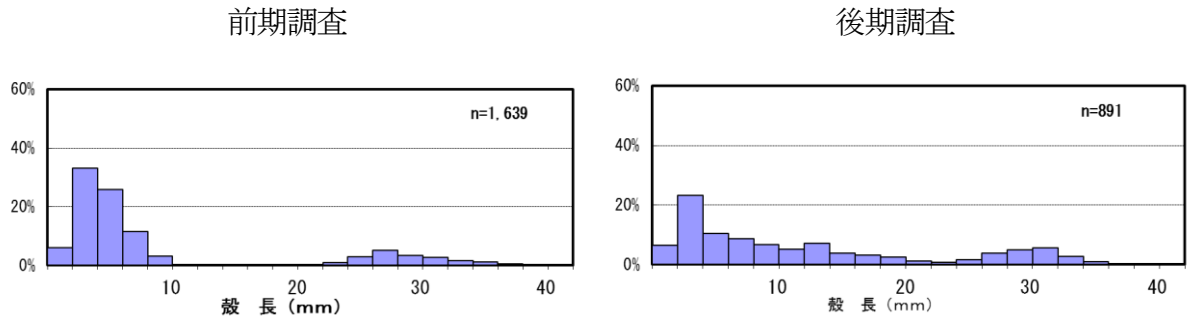


図 3　平成 24 年緑川河口域アサリ殻長組成（全定点）

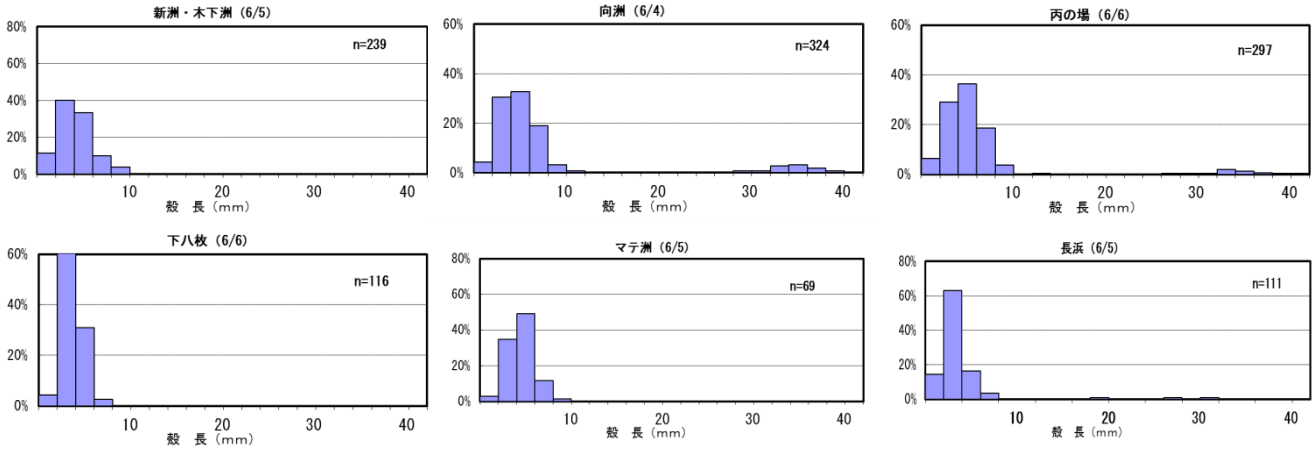


図 4　平成 24 年緑川河口域アサリ生息状況調査（前期調査）で確認されたアサリの殻長組成

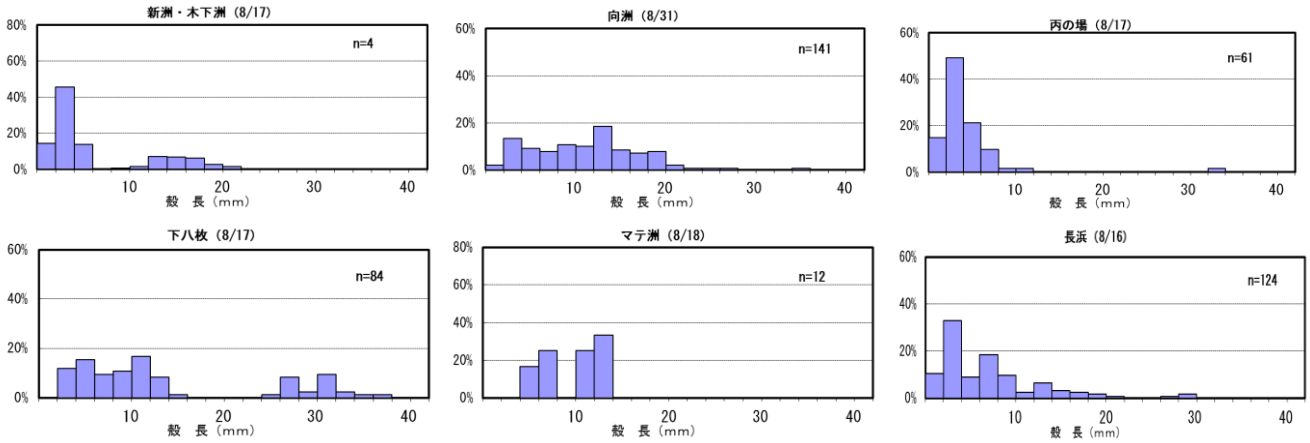


図 5　平成 24 年緑川河口域アサリ生息状況調査（後期調査）で確認されたアサリの殻長組成

前期の調査では、緑川河口全域でアサリの生息が認められ、カメ洲や木ノ下洲で高い生息が認められた。これらのアサリは、殻長 2 ㎜前後を中心とした殻長 2～8 ㎜のものが主体で、平成 23 年の夏～秋生まれの群が主体と考えられた。平成 4 年度の調査開始から継続して調査している 75 定点において、生息密度が 1,000 個/㎡　を越えた定点は 1 点と平成 23 年の 3 点を下回った。アサリの生息が確認できなかった定点は 19 点と平成 23 年と同じ結果だった。平均生息密度は、平成 8 年度からの調査中 3 番目に低い 96 個/㎡で、平成 23 年の平均生息密度 158 個/㎡を下回った。また平成 23 年夏以降発生したと考えられる殻長 10 ㎜未満の稚貝の平均生息密度は 92 個/㎡であり、平成 23 年の 33 個/㎡よりも増加したが、生息密度が低い状況は依然続いていることが示唆された。

後期の調査では、緑川河口全域でアサリの分布が認められ、一部で高密度の生息が確認された。確認されたアサリは、殻長1～6㎜前後を中心とした漁獲サイズ未満の個体が主体で、これらは平成24年の春生まれの群の成長したものが主体と考えられた。平成4年度の調査開始から継続して調査している調査定点において、生息密度が1,000個/㎡をこえた調査点は昨年同様0点であり、アサリの生息が確認できなかった定点は28点と平成23年の26点をさらに上回る結果だった。平均生息密度は、平成8年度からの調査中2番目に低い62個/㎡だった。平成24年春生まれの群と考えられる殻長10㎜未満の平均生息密度については28個/㎡と平成23年度の8個/㎡よりも増加した。平成25年の漁獲対象として期待できる10㎜以上の平均生息密度も34個/㎡と平成23年の48個/㎡よりも低く、過去10年では3番目に低い結果だった。後期調査の結果から得られた殻長10㎜以上のアサリの平均生息密度と漁獲量との相関関係から、平成25年の緑川河口域におけるアサリの漁獲量を推定すると、約200トン程度であると予想された。

表1　緑川河口域主要分布地区におけるアサリ平均生息密度の推移（平成8年～）

（単位　生息密度：個／㎡　漁獲量：トン）

	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
第1回調査(毎年6月頃)	52	90	221	445	316	191	1,215	295	1,215	486	1,374	386	237	407	337	158	**96**
	(48)	(90)	(207)	(403)	(286)	(169)	(1,153)	(228)	(1,194)	(415)	(1,265)	(114)	(204)	(384)	(324)	(33)	**(92)**
第2回調査(毎年8～9月頃)	7	34	155	83	30	87	337	60	200	309	945	154	157	77	434	56	**62**
	(3)	(1)	(8)	(1)	(1)	(2)	(12)	(16)	(11)	(211)	(380)	(30)	(65)	(64)	(291)	(8)	**(28)**
アサリ漁獲量	22	4	509	1,418	1,119	840	1,532	*5,038	*1,263	*3,236	*2,031	*3,341	*2,067	*161	*27	*1,309	***760**

【注】(　)内の数値は殻長10mm未満のアサリ平均生息密度　【注2】アサリ漁獲量は農林水産統計から引用(*は聞き取り調査による数値)

（2）菊池川河口域アサリ生息状況調査

図6にアサリの生息状況および殻長組成を、表2に平成8年からの生息状況調査結果を示した。

前期調査では、調査を実施した地点のうち沖側の1点を除く地点でアサリの分布が確認された。これらのアサリは、平成23年春期および平成23年秋期に生まれた群と考えられる殻長10㎜前後を中心としたアサリが主体だった。生息密度が10,000個/㎡を超えた調査点は平成23年の0点に対し、2点と増加し、平均生息密度も、平成23年の1,243個/㎡に対し1,928個/㎡と増加した。特に、殻長10㎜未満の稚貝の生息密度は平成23年の76個/㎡に対し、1,055個/㎡と大幅に増加したが、平成8年以降の16年間で8番目に低い平均生息密度で、殻長10㎜未満の平成23年秋期発生群と考えられる稚貝の生息密度は、16年間で8番目に低かった。

後期調査では、河口側の3地点と沖側の10点で定点でアサリの生息が確認された。これらのアサリは、平成23年秋期に生まれた群の生残個体と考えられる殻長12～16㎜前後を中心とした群と、平成24年春期に生まれた群と考えられる殻長10㎜未満の個体が主体だった。生息密度が1,000個/㎡を超えた調査点は平成23年の7点に対し、2点と減少した。また、平均生息密度は、平成23年の595個/㎡に対し146個/㎡と大きく減少した。また、殻長10㎜未満の稚貝の生息密度も平成23年の151個/㎡に対し50個/㎡と減少していた。これは平成8年以降の15年間で2番目に低い平均生息密度であり、アサリ漁獲量が1,000トンを超えた平成15年以降では最も低い平均生息密度だった。9月の調査結果だけをみると、来年漁獲対象となる殻長10㎜以上の生息密度が低いことから、このまま順調に成長しても、平成25年漁期の漁獲量は減少することが予想された。

今年度の前期調査から後期調査の約1ヶ月の短期間において、アサリの平均生息密度を急速に減少させた要因は、平成24年7月11日に発生した九州北部豪雨による漁場への大量の土砂流入及び堆積である。後期調査時に漁場内の土砂の堆積状況を調査したところ、平均で約20㎝の土砂が堆積しており、その堆積した土砂層の下で斃死したアサリやハマグリの大量の死骸が確認された。

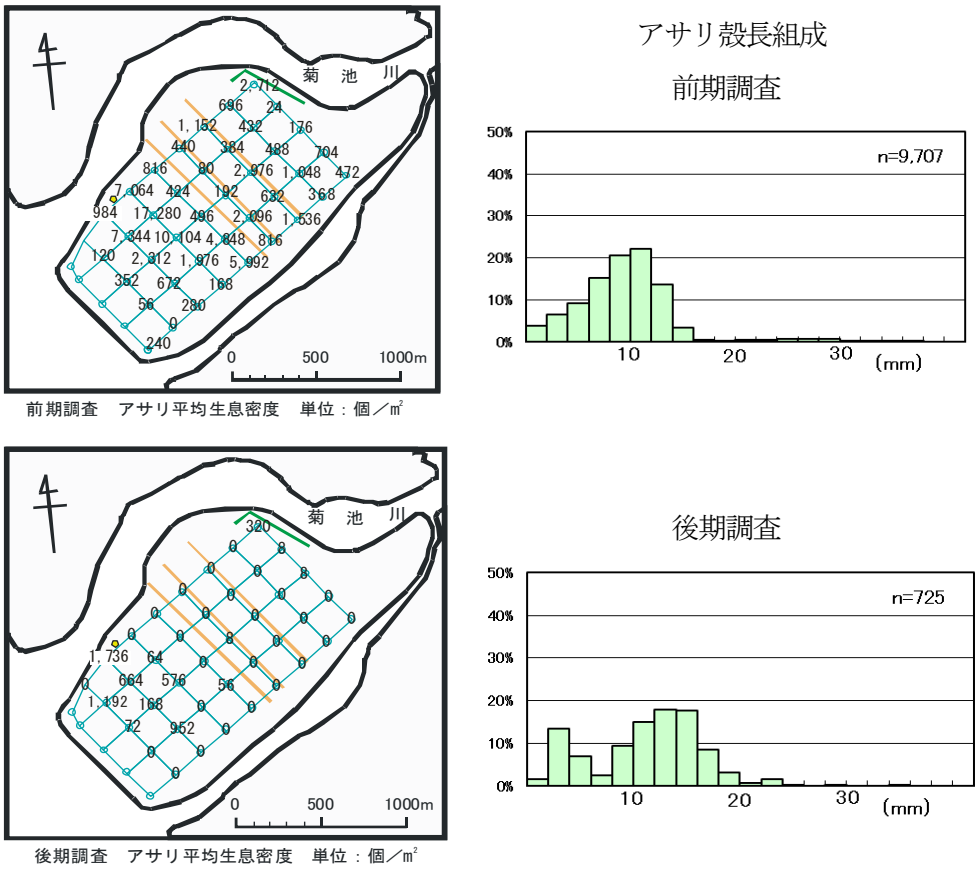


図５　平成 24 年度菊池川河口域アサリ生息状況および殻長組成

表２　菊池川河口域におけるアサリ平均生息密度の推移（平成８年～）

（単位　生息密度：個／㎡　漁獲量：トン）

	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	**H24**
第1回調査（毎年6月頃）	122	884	1,494	2,105	626	843	11,024	4,240	2,662	10,404	3,778	2,076	1,979	1,023	5,343	1,243	**1,928**
	(49)	(768)	(1,383)	(1,952)	(501)	(734)	(5,625)	(264)	(1,852)	(10,133)	(2,628)	(1,328)	(1,596)	(673)	(5,081)	(76)	**(1,055)**
第2回調査（毎年9月頃）	＊448	141	1,194	758	305	284	6,477	3,309	1,037	4,752	1,167	1,152	2,701	629	3,100	595	**146**
	(67)	(8)	(419)	(73)	(10)	(7)	(1,760)	(99)	(169)	(1,571)	(277)	(689)	(1,400)	(93)	(921)	(151)	**(50)**
菊池川河口域アサリ漁獲量	86	117	161	515	34	403	811	＊2,473	＊1,750	＊1,824	＊634	＊309	＊878	＊13	＊69	＊107	＊40

注：（ ）内の数値は殻長10mm未満の稚貝、アサリ漁獲量は農林水産統計から、ただし＊は聞き取り調査結果

二枚貝資源安定化対策事業Ⅱ（県単・令達 平成22～24年度）

（アサリ肥満度調査・アサリ浮遊幼生調査）

1　緒　言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和52年には65,732トンであったが、平成9年には1,009トンまで減少した。近年では数千トン程度と回復の兆しが見えるが、年変動が激しく、漁獲量の安定化が重要課題となっている。

このため、アサリ産卵状況を把握することを目的として、緑川河口域におけるアサリの肥満度調査、および本県の有明海沿岸主要漁場におけるアサリ浮遊幼生調査を実施した。

2　方　法

（1）　担当者　内川純一、高日新也、栃原正久、川﨑信司

（2）　調査項目および内容

ア　アサリ肥満度調査

緑川河口域で漁獲されたアサリの肥満度を調査した。サンプルは概ね月2回、採貝期間中に漁業者によって漁獲されたアサリ（殻幅13㎜以上）を100個体用いた。漁獲されたアサリは分析まで－30℃以下で冷凍保存し、分析時は解凍したうえで、殻長（㎜）、殻幅（㎜）、殻高（㎜）、軟体部湿重量（g）を測定した。なお、肥満度は、軟体部湿重量／（殻長×殻幅×殻高）×1000とした。

イ　アサリ浮遊幼生調査

各主要漁場の段落ち部（干潟から急に水深が深くなったところで水深約5m）に調査点を8点（荒尾地先2点、菊池川河口域2点、緑川河口域4点）設定し、アサリ浮遊幼生の出現状況を調査した（図1）。調査は10月から12月までは月2回、7月から9月および1月から3月は月1回、原則小潮時の満潮2時間前から満潮時にかけて行った（一部悪天候により欠測）。各調査定点の海底上1mから200ﾘｯﾄﾙ採水し、100μm目合いのネットで濾過した試料中のアサリ幼生の計数を行った。なお、試料中のアサリ浮遊幼生の同定は、モノクローナル抗体による蛍光抗体法で行った。

図1　アサリ浮遊幼生調査定点

3　結果および考察

（1）アサリ肥満度調査

図2に平成21年4月から平成25年3月までのアサリ肥満度の推移を示した。

肥満度は4月の測定開始時に22.4となり、その後6月にかけて徐々に低下した。6月から10月にかけて16～18前後で推移したが、その後は徐々に低下し、11月上旬から12月下旬にかけては13～14前後で推移した、12月下旬にはもっとも低い値となる13.0を示した。その後1月の上旬から徐々に上昇し、3月上旬には最も高い値である23.2まで上昇した。

平成23年度と比較して肥満度は6月から10月にかけて1～2程度低めで推移した。また、平成24年度は、平成23年度と同様に1月下旬から肥満度が上昇し、春期の良好な成熟が期待された。

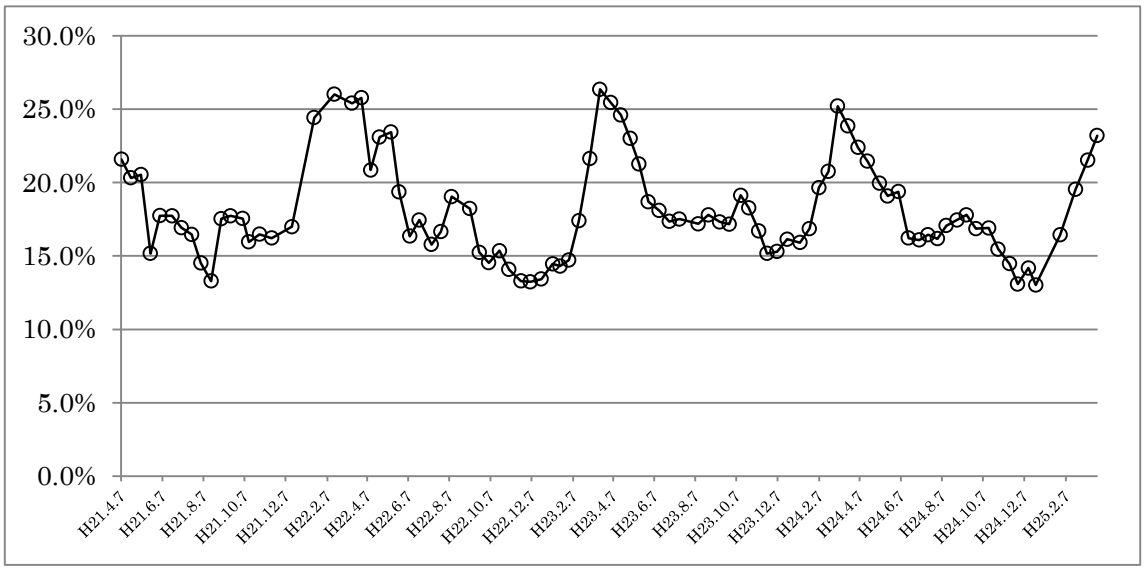


図2　平成21年4月から平成25年3月までの肥満度の推移

（2）アサリ浮遊幼生調査

図3に主要漁場毎のアサリ浮遊幼生分布密度の推移を示した。

荒尾地先と菊池川河口域及び緑川河口域では7月に浮遊幼生を確認した。各漁場とも密度のピークは7月上旬で平成23年と同時期であり、例年の5月に対して2月程度遅かった。一方、緑川2の360個/㎥を除くピーク時の密度は、各漁場とも100個/㎥前後と春発生群としては例年並みであった。

熊本県沿岸においてアサリ資源に最も寄与する秋発生群の浮遊幼生は、荒尾地先と菊池川河口域では10月上旬から、緑川河口域では11月上旬から幼生が確認された。11月上旬から下旬に密度のピークが見られたが最大で50個/㎥と非常に少なく、平成16年以降の調査では昨年の35個/㎥に引き続いて低い値であった。

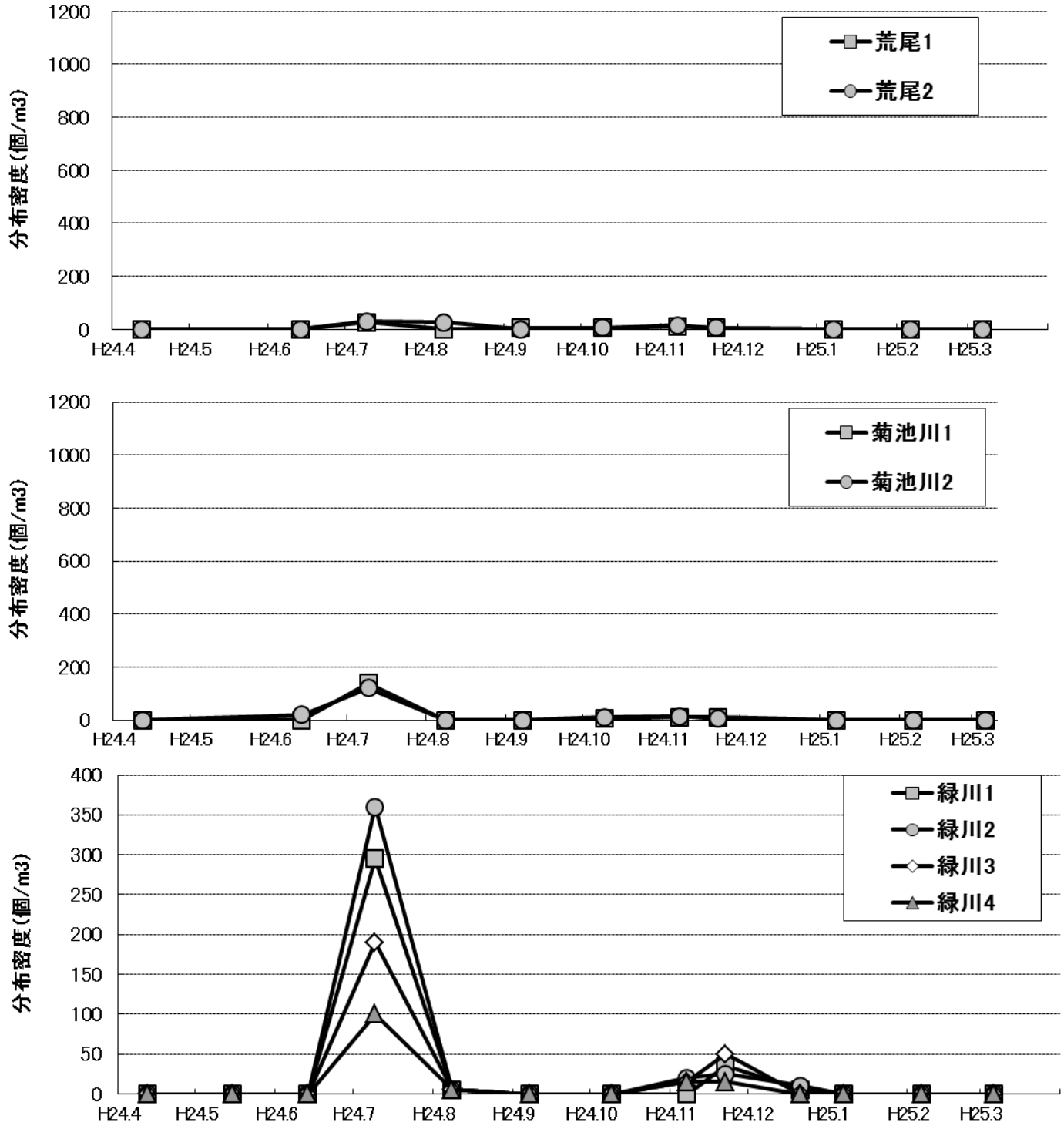


図３　主要漁場毎のアサリ浮遊幼生分布密度の推移

二枚貝資源安定化対策事業Ⅲ（県単・国庫委託 平成22年度～24年度）

（アサリ餌料環境調査）

1 緒 言

熊本県のアサリ漁獲量は、昭和52年には65,732トンであったが、平成9年には1,009トンまで減少した。平成15年から平成19年にかけて数千トン程度と回復の兆しが見えたが、その後再び減少に転じ、約1,000トン程度の漁獲量で推移しており、その原因として秋期浮遊幼生発生量の低下との関連もうかがえる。また、同時期のアサリの肥満度の低下が確認されており、餌料環境がアサリの肥満度や浮遊幼生の発生量に影響している可能性が考えられる。

そこで、アサリの餌料環境改善と成長・成熟・幼生発生量増大を目的として、アサリ漁業にとって未利用海域である潮下帯を用いた新たな親貝場の形成に向けた調査を行った。

なお、調査の一部は水産基盤整備調査委託事業「漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場の改善および新規創出技術開発」により実施した。

2 方 法

（1） 担当者 内川純一、高日新也、栃原正久、川﨑信司

（2）調査項目及び内容

ア 調査日 平成24年9月から1月まで。

イ 調査点 緑川河口域（図1）

①潮下帯（非アサリ漁場）

②潮間帯（アサリ漁場）

ウ 調査方法

①アサリ飼育試験

潮下帯（非アサリ漁場）において、中央粒径値0.77㎜の砂と12.9㎜の砂利を用いて、アサリ飼育試験区を造成した。試験区の一部には、敷設した砂利や砂が流出するのを防ぐ目的で土嚢を用いて試験区の周りを囲んだ区と、エイ等の食害を防ぐため、試験区網でを覆った区を設定した（図2）。この試験区に、緑川河口域のアサリ漁場で採取したアサリを平成24年9月に放流した。調査は、平成24年9月から秋期の産卵が終了する平成25年1月まで概ね2月に1回の頻度で、各区に放流したアサリの生息数を計数した。

②漁場環境調査

緑川河口域の潮間帯と潮下帯のそれぞれにおいて、電磁流向流速計（INFINITY-EM、JFEアドバンテック）およびクロロフィル濁度計（INFINITY-CLW、JFEアドバンテック）、水温塩分計（INFINITY-CTW、JFEアドバンテック）を用いて、海底直上20㎝の流速、クロロフィル濃度、水温、塩分について10分、または1時間間隔で連続観測を行った。また、得られた流速とクロロフィル濃度の観測値を乗じた値をクロロフィルフラックスとして算出した。

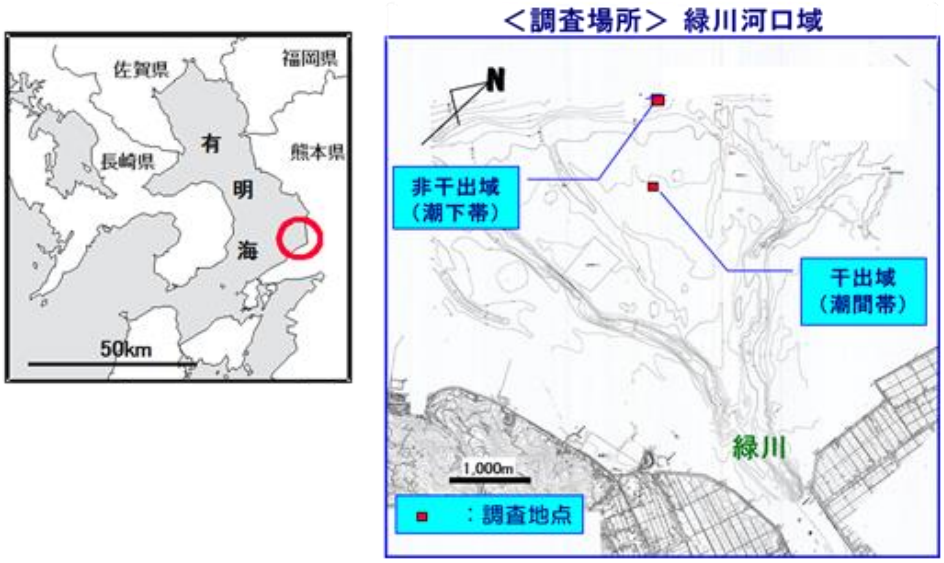


図１　アサリ餌料環境調査定点

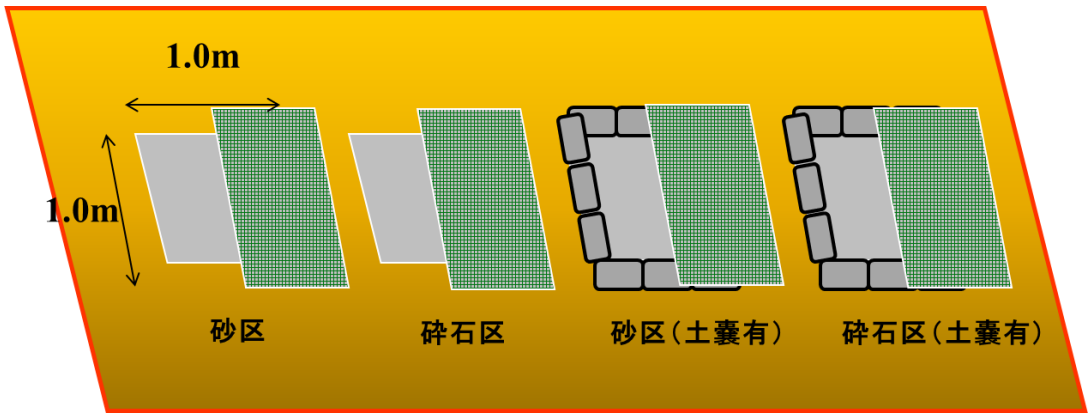


図２　試験区設置イメージ図

３　結果及び考察

（１）アサリ飼育試験

表１に放流したアサリの生残率の推移を示した。９月 15 日に放流したアサリを、約２か月後の 11 月 21 日に調査した結果、食害防止の網を設置した区と設置しなかった区との間で有意な差が見られた。網を設置しなかった区で採取したアサリの殻には、噛み砕かれたようなものも見受けられ、エイ等による食害を受けたことが示唆された。

また、底質間の生残率は、土嚢有り区では砂の方が生残率が高かったのに対して、土嚢無し区では逆の結果であったため、底質による明確な違いは見られなかった。その後１月 15 日に調査したが、すべての区において、その場でアサリは斃死しており、生残している個体を確認することはできなかった。波浪による底質や設置した網の流失は見られておらず、アサリが斃死した原因については不明である。

平成 23 年度の調査においても、潮下帯における飼育試験中にアサリが斃死することが頻繁に起こってい

ることから、今回の潮下帯の試験区ではアサリの飼育を維持するのは困難であると考えられる。そのため、今後は、潮下帯の中でアサリの生育に適した場所を探索し、試験区を改めて設定する必要がある。

表1　放流したアサリの生残率の推移

土嚢	網	底質	9月15日	11月21日	1月15日
有り	有り	砂	100%	64%	0%
		砂利	100%	16%	0%
	無し	砂	100%	4%	0%
		砂利	100%	4%	0%
無し	有り	砂	100%	24%	0%
		砂利	100%	80%	0%
	無し	砂	100%	0%	0%
		砂利	100%	0%	0%

（2）漁場環境調査

潮間帯及び潮下帯における流速、クロロフィル量及びクロロフィルフラックスの推移を図3に示した。なお、潮間帯の定点に設置した測器が干潮時に干出している間は、潮下帯における流速値及びクロロフィル値は0として、観測時間が潮間帯と潮下帯が同じになるよう補正している。

流速については、6–8月、9–11月ともに、潮間帯と潮下帯で明確な差は見られなかったが、クロロフィル値については、潮下帯の方が潮間帯よりも高い値を示した。その結果、流速値とクロロフィル値をかけ合わせたクロロフィルフラックスは、潮間帯よりも潮下帯の方が高い値を示した。潮間帯においては、6–8月と9–11月の測定期間中、クロロフィルフラックスに大きな差は見られなかったが、潮下帯では、9–11月の方が6–8月よりもクロロフィルフラックスが高い傾向が見られた。これらの結果から、潮間帯よりも潮下帯の方がアサリの餌料環境として優れていることが示唆され、実際の漁場においては、潮間帯が干出して、そこに生息しているアサリは摂餌できない間も、潮下帯に生息するアサリは摂餌することができるため、今回の結果よりも大きな効果を期待することができる。しかし、一方で強い流速はアサリの摂餌行動の制限要因となることが知られており、今後は、潮下帯における最大流速についても注視する必要がある。

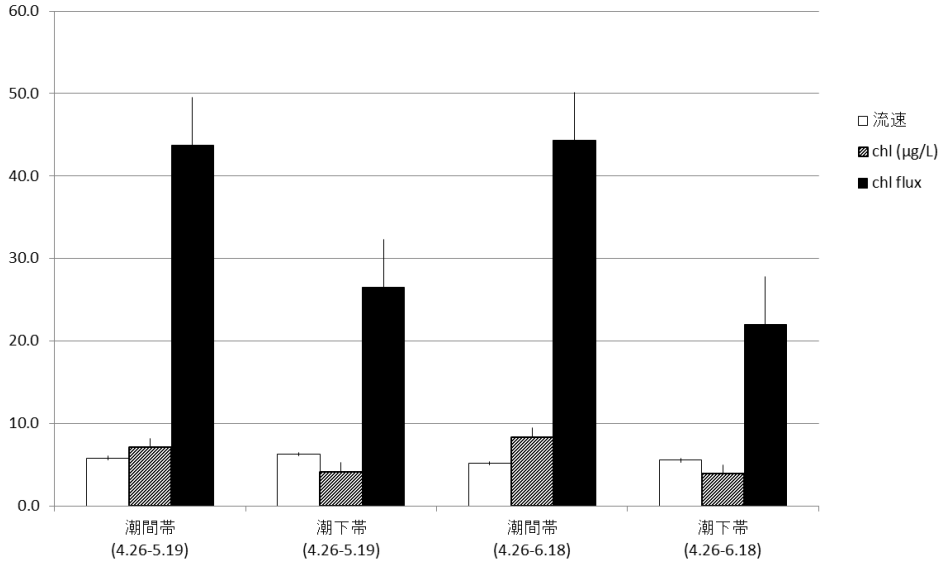


図3　潮間帯と潮下帯における流速、クロロフィル値及びクロロフィルフラックスの推移

二枚貝資源安定化対策事業Ⅳ（県単・令達 平成22～24年度）

（ハマグリ生息状況調査）

1　緒　言

熊本県のハマグリ漁獲量は、昭和49年の5,855トンをピークに年々減少し、平成16年には50トンと過去最低を記録した。近年では100トン前後で漁獲されており、依然として低位であるため、漁獲量の高位安定化を図ることが重要な課題となっている。

この調査では、ハマグリ資源の動向を把握することを目的として、緑川河口域および菊池川河口域ハマグリ生息状況調査を実施した。

2　方　法

（1）担当者　内川純一、高日新也、栃原正久、川﨑信司

（2）調査項目および内容

ア　緑川河口域ハマグリ生息状況調査

調査は、前期調査（平成24年6月4～8日）と後期調査（平成24年8月16～18日、31日）の2回、干潟上に設定した調査定点123ヶ所（図1）で25㎝方形枠による枠取りを2回実施し、1㎜目合いのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体の計数および殻長を計測した。

イ　菊池川河口域ハマグリ生息状況調査

調査は、平成24年7月4日および8月3日の2回、滑石地先干潟上に設定した調査定点45カ所（図1）で10㎝方形枠による枠取りを4回実施し、1㎜目合いのふるいでふるい分けて試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体の計数および殻長を計測した。

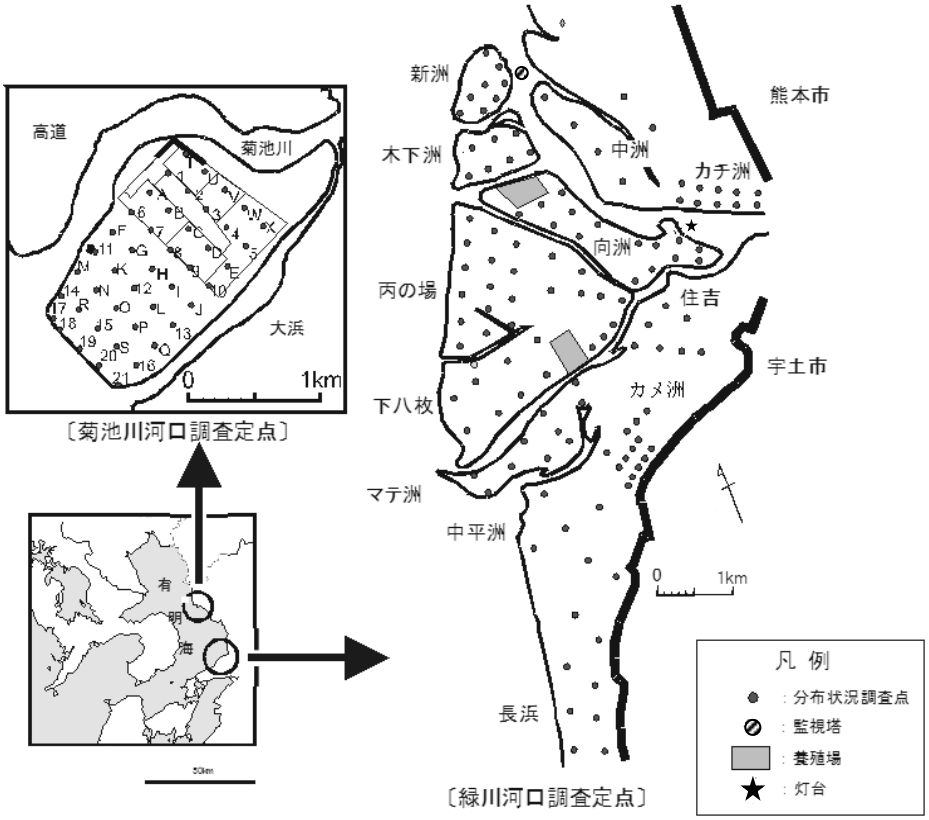


図1　ハマグリ生息状況調査定点

3　結果および考察

（1）緑川河口域ハマグリ生息状況調査

図 2 にハマグリの生息状況、図 3 に殻長組成、表 1 に平成 18 年からの生息状況調査結果を示した。

前期の調査では、向洲の河口側とその周辺の本ダオ筋や長浜地先で生息がみられ、河口域の沖側ではほとんど確認されなかった。

カチ洲、住吉、カメ洲、長浜や向州と丙の場の澪筋といった経年調査定点の平均生息密度は平成 23 年の 52/㎡に対して 30 個/㎡と低く、特に殻長 10 ㎜未満の稚貝の平均生息密度は、平成 23 年の 25 個/㎡に対し 8 個/㎡と非常に低くなった。主要地区のうち生息密度が 100 個/m^2 を越えた調査点は、平成 23 年の 6 定点に対し 4 定点と減少し、生息状況は平成 23 年より悪くなっていると考えられた。

後期の調査でも同様に、向洲の河口側とその周辺の本ダオ筋や長浜地先を中心に生息がみられた。これらのハマグリは、殻長 1～6 ㎜を中心とした 10 ㎜未満の稚貝で、平成 23 年夏以降発生した群であるとみられた。しかし、10 ㎜以上の個体は少なかった。主要生息地区の平均生息密度は、平成 23 年の 32 個/㎡に対して 60 個/㎡と増加し、10 ㎜未満の稚貝の平均生息密度も、平成 23 年の 11 個/㎡に対し 54 個/㎡と増加した。生息密度が 1,000 個/㎡をこえた調査点はなかったが、生息密度 100 個/㎡を超えた調査点は 6 点で、平成 23 年の 4 点から増加した。

本海域におけるハマグリ生息数は平成 23 年と比較すると増加しているが、漁獲対象となるサイズのハマグリの生息密度が非常に少ない状況は継続していると考えられる。

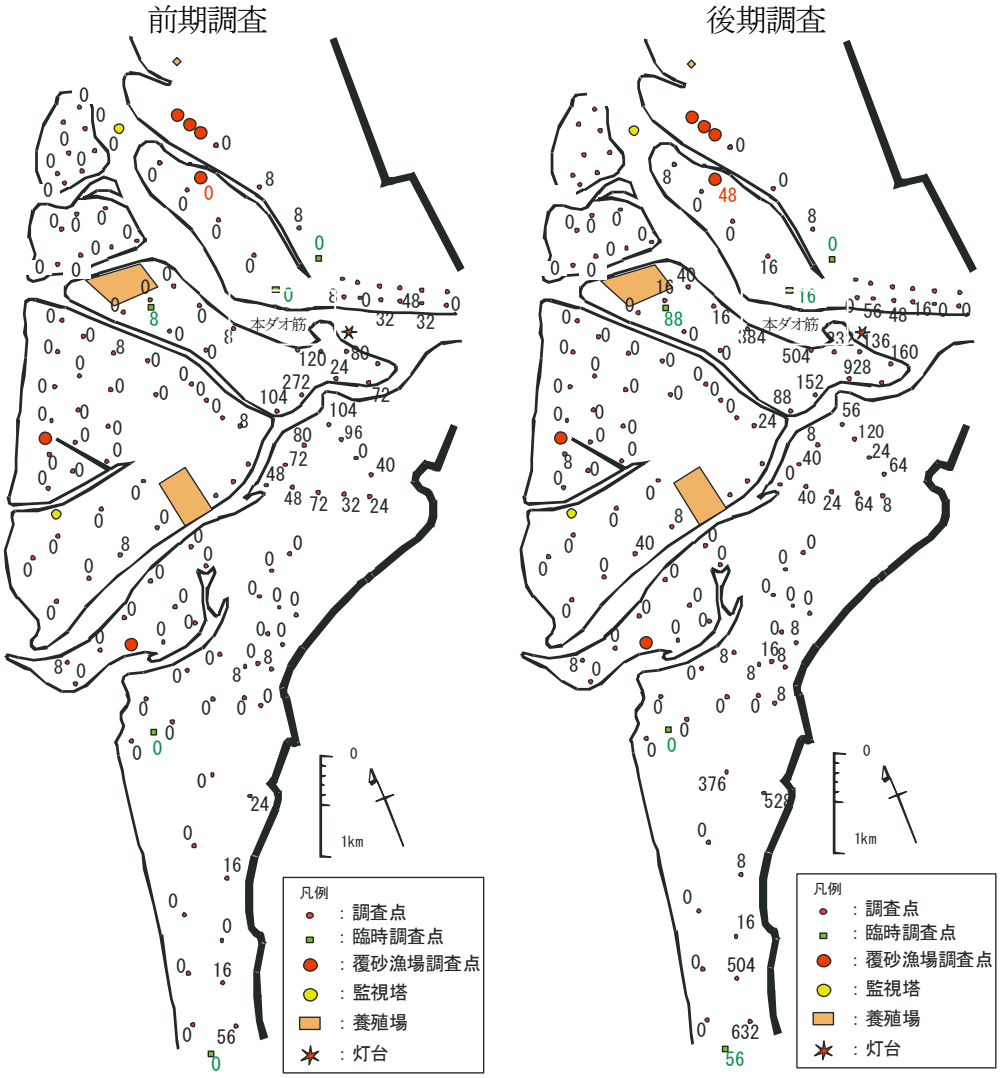


図 2　平成 24 年緑川河口域ハマグリ生息状況（単位：個／㎡）

前期調査　　後期調査

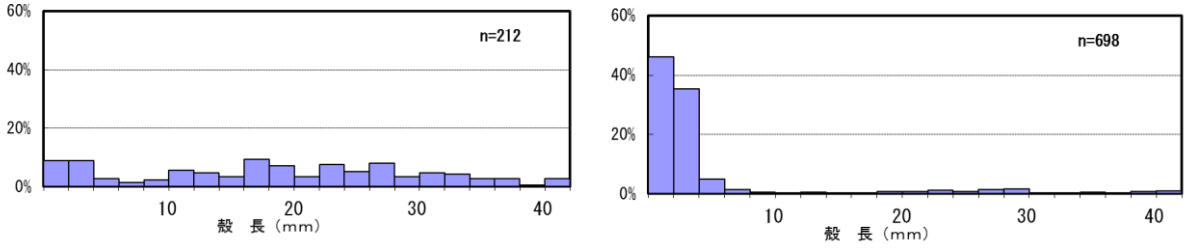


図３　平成 24 年緑川河口域ハマグリ殻長組成（全定点）

表１　緑川河口域の経年調査定点におけるハマグリ平均生息密度の推移（平成 18 年～）

（単位　生息密度：個／㎡ ）

	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
第１回調査(毎年6月頃)	152	62	291	207	147	52	**30**
	(139)	(38)	(275)	(151)	(115)	(25)	**(8)**
第２回調査（毎年8月頃）	91	30	322	72	83	32	**60**
	(44)	(13)	(268)	(39)	(52)	(11)	**(54)**
緑川主要漁協のハマグリ漁獲量(t)	58	152	164	65	152	108	**55**

【注】（ ）内の数値は殻長10mm未満のハマグリ平均生息密度

（２）菊池川河口域ハマグリ生息状況調査

図４にハマグリの生息状況および殻長組成を、表２に平成 18 年からの生息状況調査結果を示した。

前期の調査では、大浜側の岸側の地点を中心に生息が確認された。これらのハマグリは、殻長 2～4㎜及び 26～32 ㎜の個体が中心であった。調査点のうち生息が確認された定点は 15 点で、平成 23 年の 15 点と変わらず、平均生息密度は 13 個/㎡と、平成 23 年の 29 個/㎡と比較して減少した。漁獲対象となる 30 ㎜以上の個体は全調査点で確認したハマグリ 66 個中、25 個であった。また、10 ㎜未満の稚貝の生息密度は昨年（3 個／㎡）と同様 2 個／㎡と非常に低い状況で、平成 21 年夏以降、稚貝の加入量が少なかった状況は継続していると推察された。全体の生息密度、殻長 10 ㎜未満の生息密度ともに、平成 18 年以降の同時期の調査結果の中では最も低いか低めの生息密度となっており、資源状況の悪化が危惧された。

後期の調査では、大浜側の岸側の 3 定点のみ生息が確認された。アサリと同様に、7 月の九州北部豪雨によって菊池川から干潟上に流入・堆積した土砂の影響により、前期調査で確認されていたハマグリの大部分が死滅したと推察された。

ハマグリの平均生息密度は前期調査の 13 個／㎡から 6 個／㎡に減少し、10 ㎜未満の稚貝の生息密度も 2 個／㎡（前期調査 2 個／㎡）と低く、全体の生息密度、殻長 10 ㎜未満の生息密度ともに、平成 18 年以降同時期の調査結果と比較して平成 18 年以降最も低い生息密度となっており、夏期の新規加入が非常に少ない状況に加えて、九州北部豪雨の影響を受けたことで、さらにハマグリの資源状況が厳しい状況にあると危惧された。

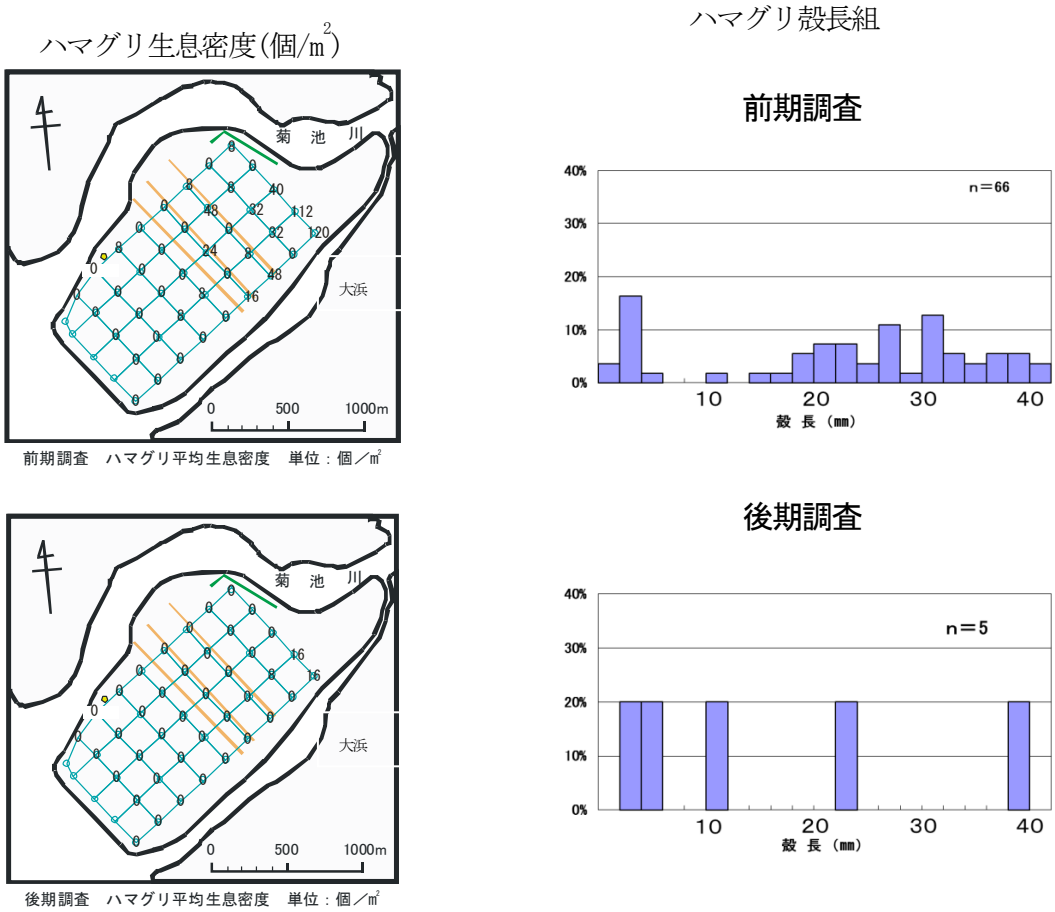


図４　平成 24 年度菊池川河口域ハマグリ生息状況および殻長組成

表２　菊池川河口域におけるハマグリ平均生息密度の推移（平成 18 年～）

（単位：個／㎡）

	H18	H19	H20	H21	H22	H23	**H24**
第１回調査（毎年6月頃）	71	34	87	38	20	29	**13**
	(66)	(1)	(69)	(4)	(15)	(3)	**(2)**
第２回調査（毎年9月頃）	37	521	94	24	15	18	**6**
	(5)	(508)	(32)	(16)	(1)	(0)	**(2)**

※注　（　）内の数値は殻長10mm未満の稚貝の生息密度

二枚貝資源安定化対策事業　Ⅴ　（県単・令達　平成22年度～24年度）

（球磨川河口域におけるハマグリ生息状況調査）

1　緒　言

本調査では、ハマグリの資源管理手法確立の基礎資料とするため、本県海域のハマグリ主要漁場の一つである球磨川河口域において、ハマグリの生息状況を把握するために定期調査を実施した。

2　方　法

(1)　担当者　高日新也、内川純一、栃原正久、川﨑信司

(2)　調査項目および内容

ア　調査場所　球磨川河口域の図1に示す4点

イ　調査時期　平成24年5月及び平成24年10月から平成25年3月までの各月１回

ウ　方法

（ア）ハマグリ分布調査

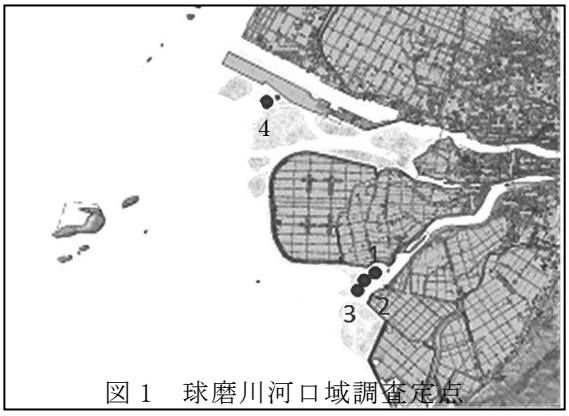


図１　球磨川河口域調査定点

定期調査は、干潟上の各調査定点において50㎝方形枠による枠取りを3回実施し、1㎜メッシュのふるいで選別して試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体数の計数および殻長を測定した。

（イ）酸揮発性硫化物（AVS）

各定点で内径44㎜の円筒を用いて底土を深さ約10㎝採取し、酸揮発性硫化物を検知管法により測定した。

（ウ）粒度組成

各定点で内径44㎜の円筒を用いて底土を深さ約10㎝採取し、粒度組成を測定した。粒度組成はWentworthの粒度スケールにあわせ0.062～2mm目の篩を使用した湿式篩分法で測定した。

3　結果および考察

(1) ハマグリ分布調査結果

今年度の調査は、夏季の豪雨により広範囲に浮泥が堆積し、調査が不可能となったため、6月から9月にかけての調査は全て中止し、10月以降にSt.2及びSt.3の定点を岸側に変更して調査を実施した。

分布調査で得られたハマグリの殻長毎の生息密度を図2～3に示した。最も平均密度が高かったのは、10月のst.1における53個/m^2であった。当群における70％以上が殻長5mm以下の稚貝であり、5月の平均密度は11個/m^2と低かったため、豪雨以降に新規加入があったと考えられた。河口の沖側の定点であるSt.3における生息密度は、12月に50個/m2であり、殻長5mm以下の稚貝が多く確認されたが、翌年1月以降に減少した。このとき、底質のシルト分の増加が認められた調査定点もあり、降雨による土砂の堆積等により、稚貝の生息に適さなくなったことが示唆された。また、St.2及びSt.4においては、１年を通して生息密度は低かった。

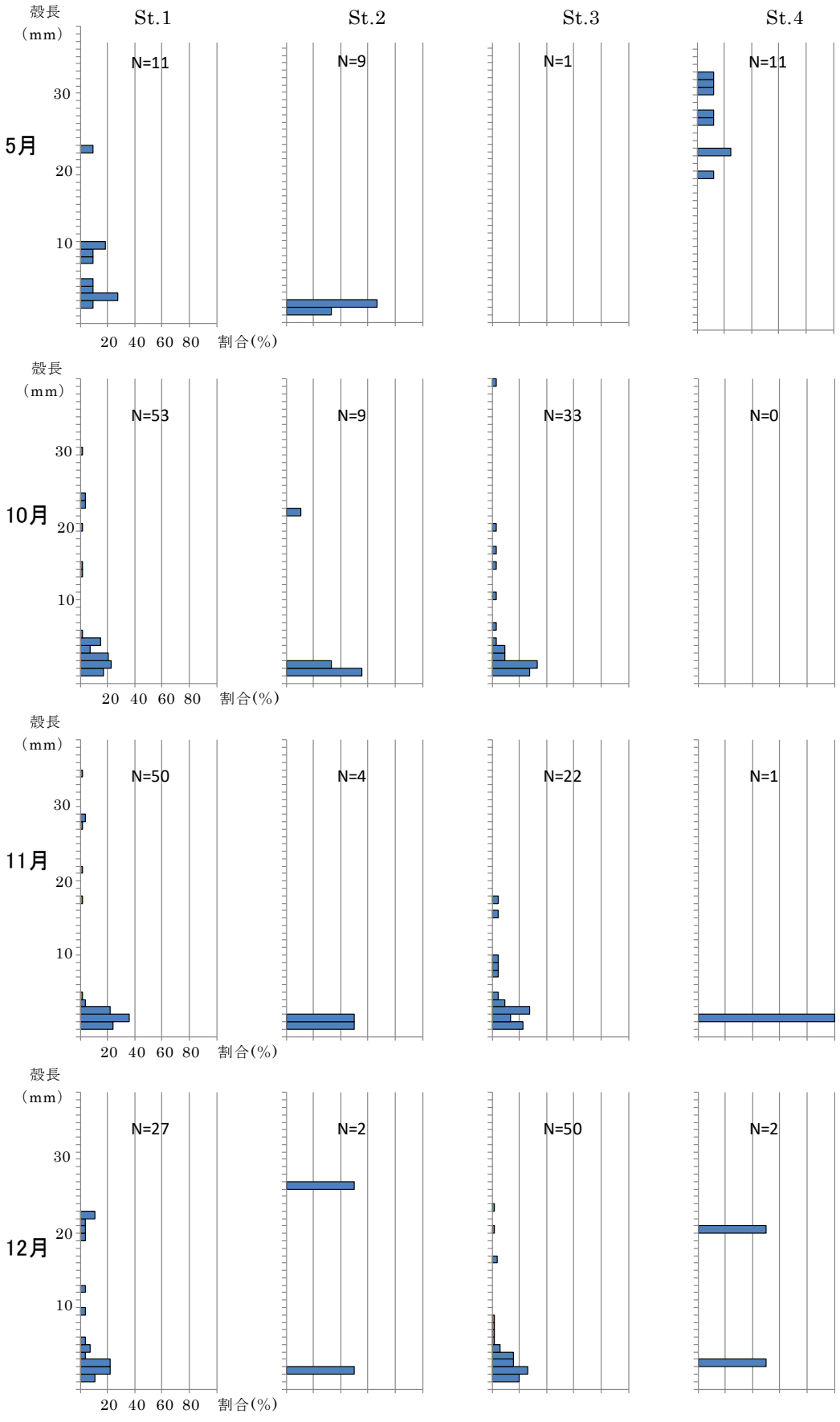


図2　ハマグリ分布調査の結果（12月まで）

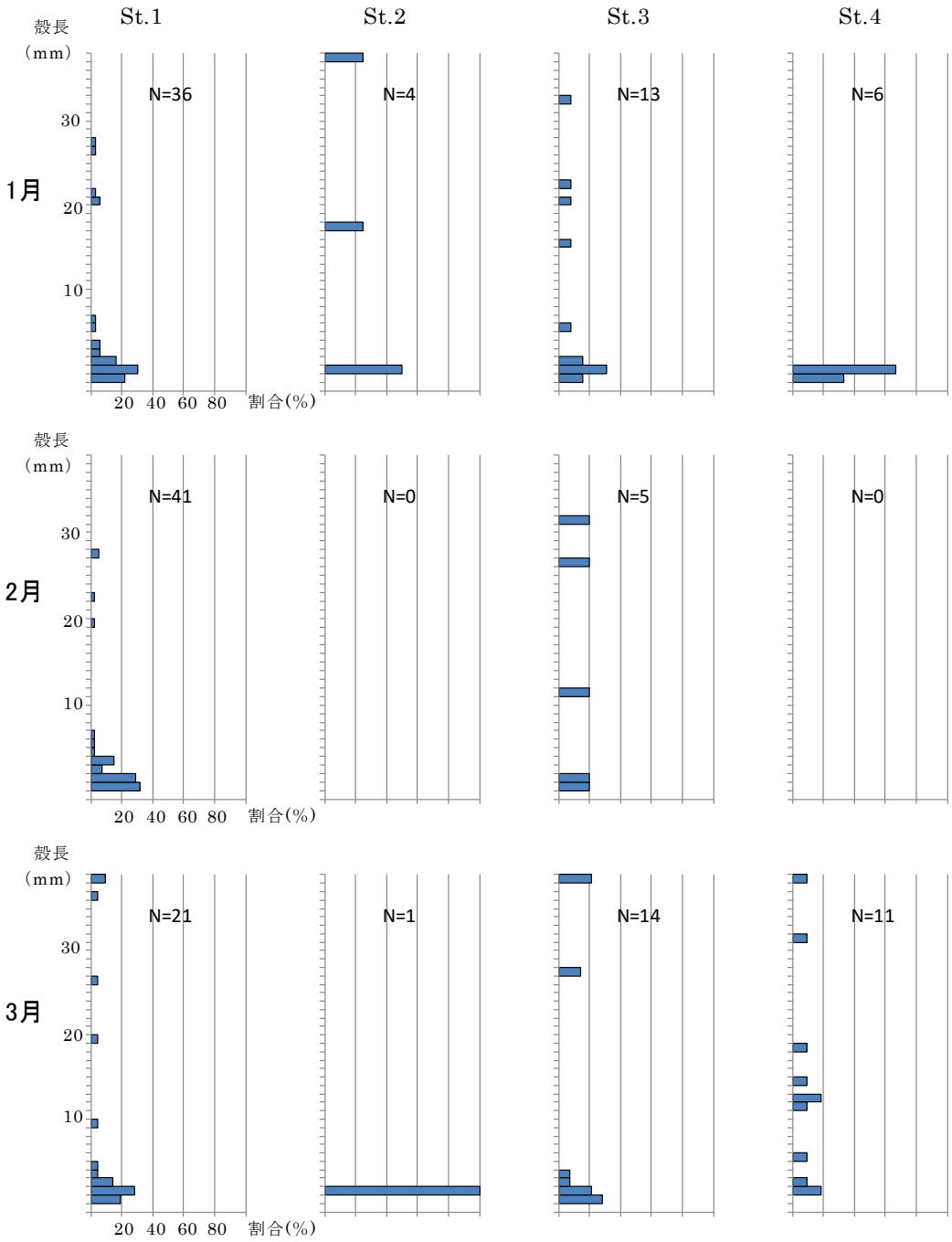


図3　ハマグリ分布調査の結果（1月から3月まで）

（2）酸揮発性硫化物（AVS）

各定点の底泥中の酸揮発性硫化物（AVS）の推移を図4に示した。

St.4のAVSが10月から11月にかけて増加し、12月以降は減少した。最高値は11月の0.88mg/gであった。St.1～3のAVSは、年間を通して0.2mg/g以下で推移した。

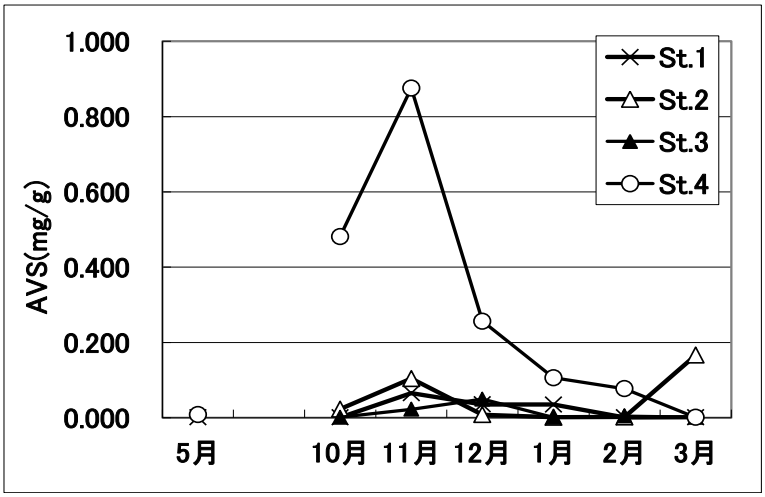


図4　各定点の底泥中のAVSの推移

（3）粒度組成（%）

各定点の粒度組成の推移を図5～8に示した。

St.1の粒度組成は、年間を通して0.063mm以上の砂の割合が高かった。St.2及び4では、St.1と比較して0.063mm未満のシルトの割合が高く、St.2では年間を通して20%程度、St.4では、10月から1月にかけて55～88%で、2月に20%程度に減少した。この２定点でシルトの割合が比較的高かった理由として、7月の豪雨により河川からの土砂の供給があったためと考えられた。St.3では、調査月によってシルトの割合に差が見られ、11月及び1月以降に20%程度と高かった。

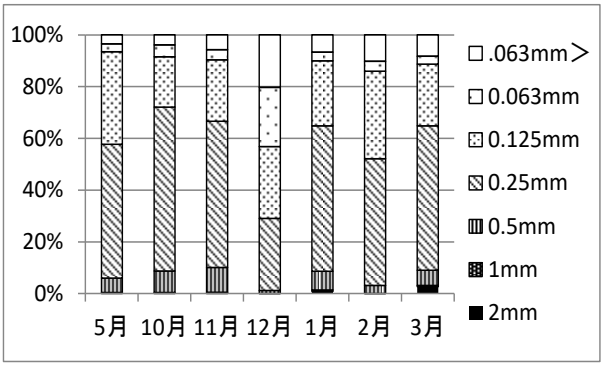


図5　St.1における粒度組成（%）の推移

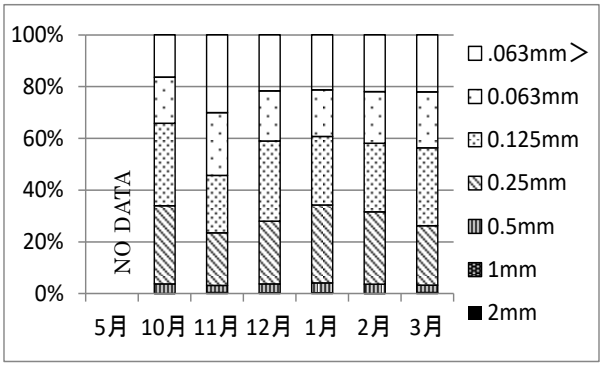


図6　St.2における粒度組成（%）の推移

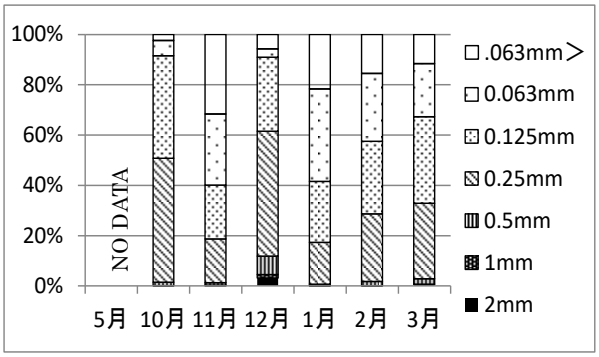


図7　St.3における粒度組成（%）の推移

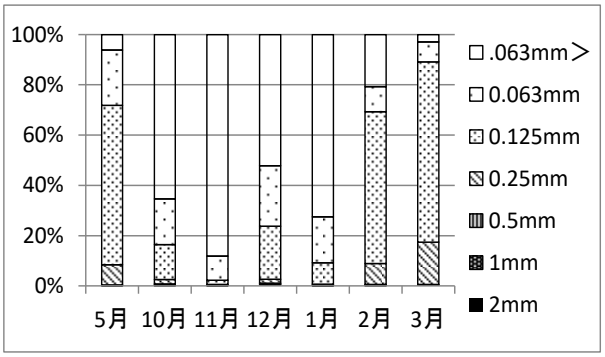


図8　St.4における粒度組成（%）の推移

二枚貝資源安定化対策事業　Ⅵ（県　単　平成 22～24 年度）

（ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査）

1　緒　言

本調査では、ハマグリの資源管理手法の確立の基礎資料とするため、ハマグリ浮遊幼生・着底稚貝調査を実施した。

2　方　法

（1）担当者　高日新也、内川純一、栃原正久、川﨑信司

（2）調査項目および内容

ア　浮遊幼生調査

（ア）調査場所　　緑川河口域、白川河口域(図１)及び球磨川河口域(図２)

（イ）調査時期　　平成 24 年 7 月から 9 月までの小潮時

（ウ）調査方法

ハマグリ主要漁場である緑川河口域､白川河口域及び球磨川河口において調査点を 9 点(緑川 4 点、白川 3 点、球磨川 2 点）設定し、ハマグリ浮遊幼生の出現状況を調査した。サンプリングは、7 月上旬から 9 月上旬まで合計 13 回（緑川 7 回、球磨川 6 回)、小潮時の満潮 2 時間前～満潮時に行った。各調査定点の海底上 1m から 200L 採水し、100μｍメッシュのネットで濾過した試料中のハマグリ幼生の計数を行った。なお、試料中のハマグリ浮遊幼生は外部形態により同定を行った。また、サンプル採取時には調査地点の海底上 1m において水温、塩分を測定した。

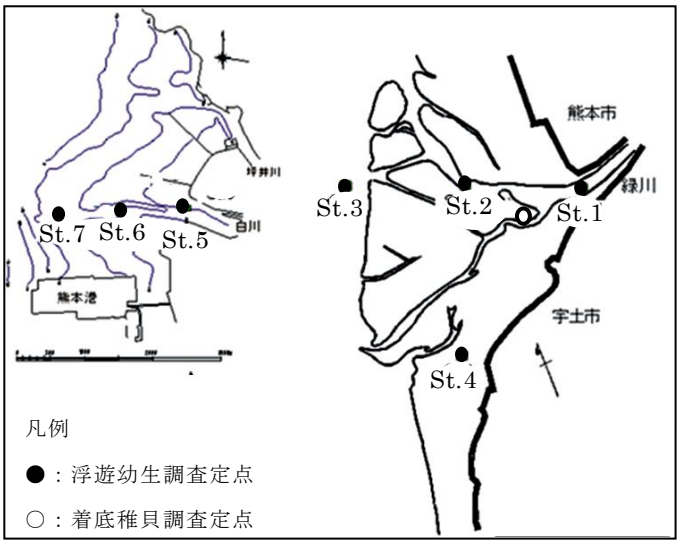


図１　調査定点（白川及び緑川河口）

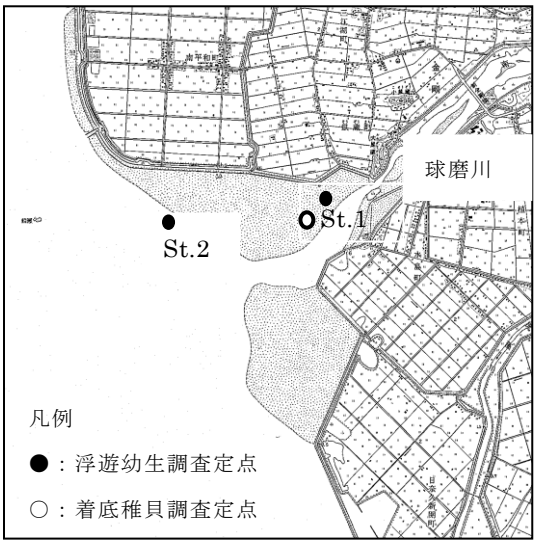


図２　調査定点（球磨川河口）

イ　着定稚貝調査

（ア）調査場所　　緑川河口域及び球磨川河口域

（イ）調査時期　　平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月まで（各月 1 回）

（ウ）調査方法

緑川河口域（図 1）及び球磨川河口域（図 2）においてハマグリ着底稚貝（殻長 1mm 未満）の調査を行った（図 2)。試料は内径 29mm のプラスチックチューブを用いて表層 2ｃｍの泥

を 3 回採取して試料とした。試料中のハマグリ着底稚貝の同定は、形態による判別で行い、得られた着底稚貝については、個体数の計数および殻長の計測を行った。

3　結果および考察

(2) ハマグリ浮遊幼生調査

緑川河口における調査結果を図 3 及び図 4 に、白川河口における調査結果を図 5 及び図 7 に示した。

緑川河口域では、8 月中旬から下旬にかけて浮遊幼生が確認され、最大密度は 8 月 21 日の St.1 における 380 個/m^3 であった。この密度は、昨年度の最大 20 個/ m^3 と比較して多かった。底層水温は 8 月上旬まで 25℃前後であったが、8 月 13 日に 28.6℃に上昇し、以降は 27℃前後で推移した。塩分は 7 月 25 日に 21.4psu まで低下し、8 月 6 日以降は概ね 25～30psu で推移した。

白川河口域では、緑川河口域と同様に 8 月中旬から下旬にかけて浮遊幼生が確認され、最大密度は 8 月 21 日の St.5 における 85 個/m^3 であった。この密度は、昨年度の 105 個/m^3 と同じ水準であった。塩分は 7 月 25 日に 14.2psu まで低下し、8 月 6 日以降は 30psu 以上で推移した。

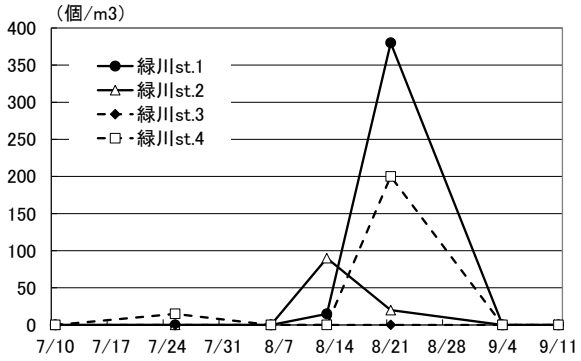


図 3　緑川河口における浮遊幼生数（個/m^3）

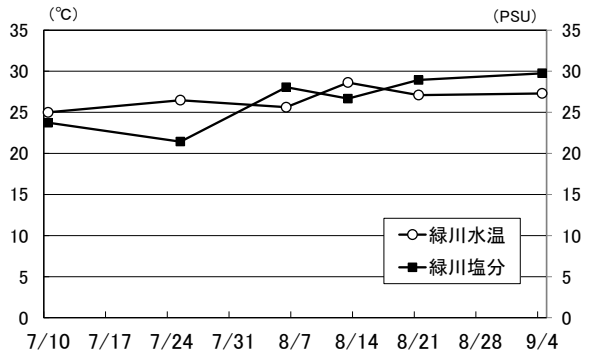


図 4　緑川河口における水温・塩分の推移

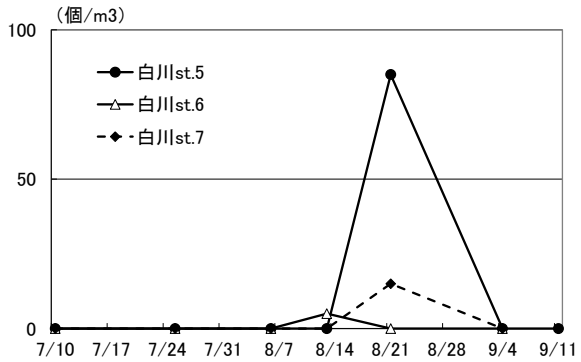


図 5　白川河口における浮遊幼生数（個/m^3）

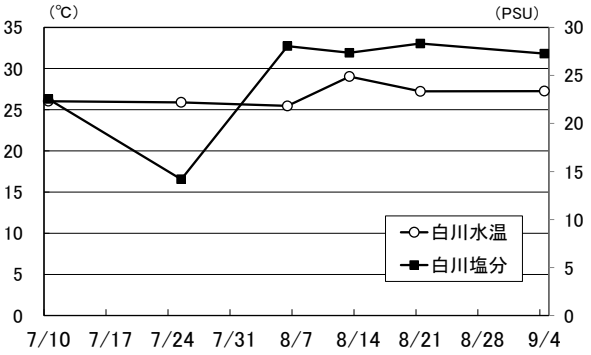
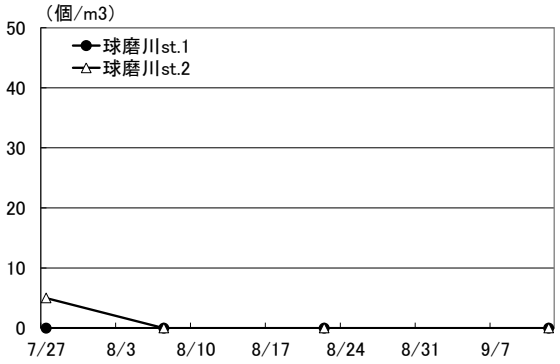


図 6　白川河口における水温・塩分の推移

球磨川河口における調査結果を図 7 及び図 8 に示した。浮遊幼生が確認されたのは、7 月 27 日の St.2 における 5 個/m^3 のみであり、前年の最大 115 個/m^3 と比較して少なかった。この原因としては、7 月中旬に記録された豪雨により本河口域の干潟に浮泥が堆積したことで、産卵母貝が減少した可能性が示唆された。底層水温は 7 月下旬から 9 月上旬までは 27～30℃で

推移した。塩分は、7 月 27 日に 23.8psu で、8 月 6 日以降は 27～30psu で推移した。



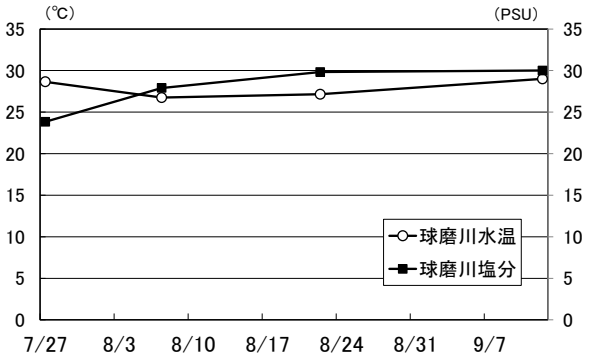


図 7　球磨川河口における浮遊幼生数（個/m³）　図 8　球磨川河口における水温・塩分の推移

(3) ハマグリ着底稚貝調査

緑川河口域では､8 月から 12 月にかけて平成 24 年度発生群と思われる着底稚貝を確認した（図 9 及び図 10)。着底稚貝の最大数は 9 月 14 日の 4 個で、平成 21 年度の 37 個、平成 22 年度の 56 個と比較して低い水準となった（平成 23 年度は、1 つも確認されていない)。それぞれの殻長は、0.3～2.3㎜ であったが、確認数が少なく稚貝の成長を追跡することは出来なかった。また、球磨川河口域においては 4 月、11 月及び 12 月に調査を実施したが、ハマグリの着底稚貝を確認することができなかった。

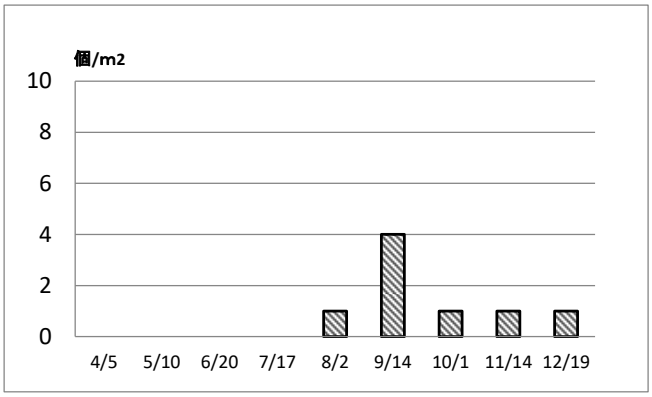


図 9　緑川河口における着底稚貝数（３回採取の合計）

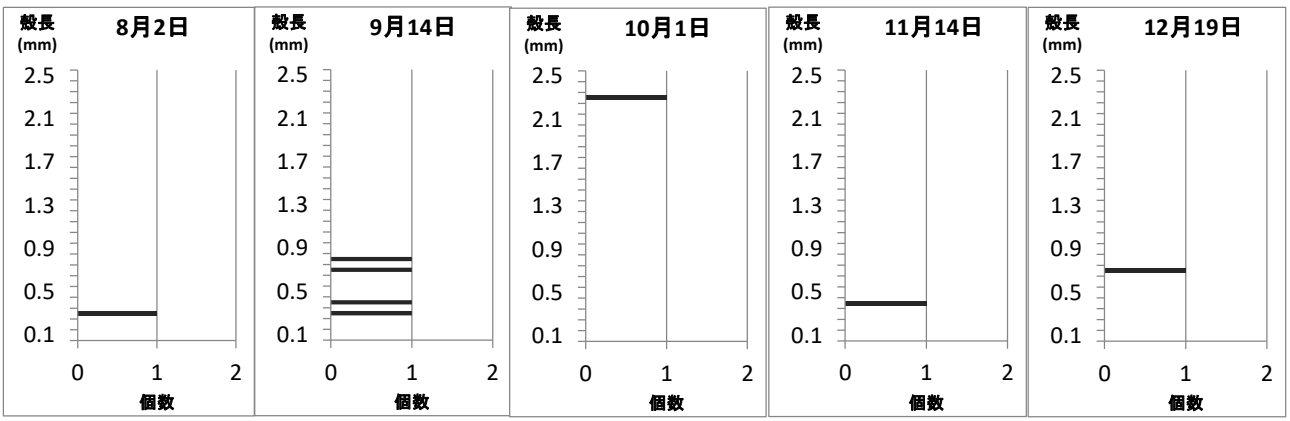


図 10　緑川河口における殻長ごとの着底稚貝数（３回採取の合計）

有明海再生調査・技術開発事業　（令達事業　平成24年度～26年度）

（ハマグリ放流技術開発試験）

1　緒　言

本県は、国産ハマグリ類の中でも内湾性の日本在来種ハマグリ（*Meretrix lusoria*）の最大の生息域であり、地域漁業者にとってハマグリは、アサリと並ぶ産業上重要な二枚貝である。しかし、ハマグリの漁獲は昭和49年の5,812トン（農林水産統計調査）を最大として減少の一途をたどり、近年は100～200トン（漁協聞き取り）の漁獲となっており、漁獲量の安定・増大を図ることが急務となっている。

そこで、ハマグリ資源の回復を図るため、ハマグリ人工種苗の放流技術を開発することを目的として、県内最大の生産地である緑川河口域において標識放流及び追跡調査などを実施した。

なお、本試験は、有明海特産魚介類の新たな種苗生産技術の開発や放流手法の改善など、特産魚介類資源の回復を図るための事業として平成21年度から開始した有明海漁業振興技術開発事業（現：有明海再生調査技術開発事業）の一環として実施している。

2　方　法

(1)　担当者　高日新也、内川純一、栃原正久、川﨑信司

(2)　調査項目および内容

ア　ハマグリ定期調査

ハマグリの成長を把握するため定期調査を緑川河口域において行った（調査点は図1参照）。定期調査は、1ヶ月に1回、大潮時に実施した。干潟上に設定した調査定点で50㎝方形枠による枠取りを3回実施し、1㎜メッシュのふるいで選別し試料とした。試料から得られたハマグリについては、個体数の計数および殻長を測定した。

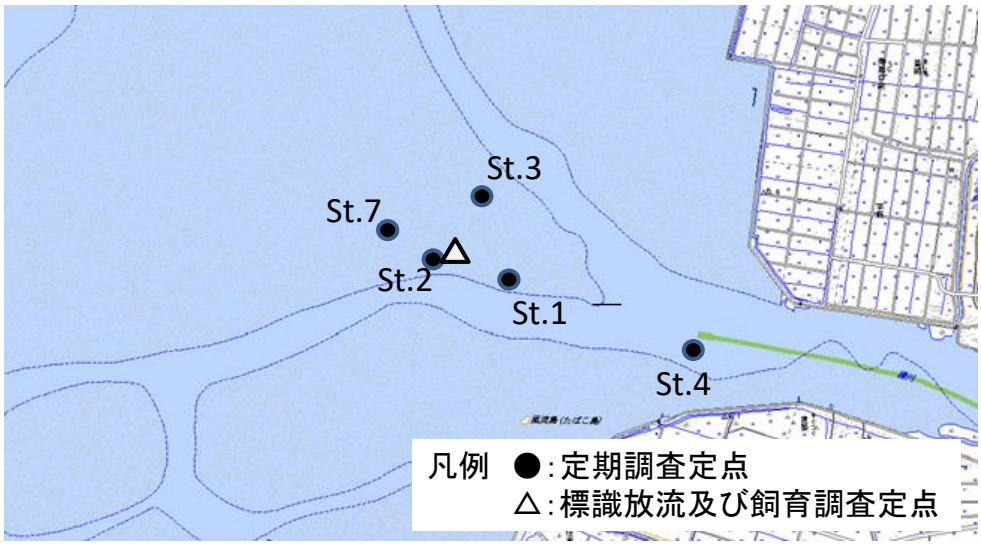


図1　調査定点図（緑川河口域）

イ　底質調査

（ア）酸揮発性硫化物

各定点で内径44㎜の円筒を用いて底土を深さ約10㎝採取し、検知管法により測定した。

（イ）粒度組成

各定点で内径44㎜の円筒を用いて底土を深さ約10㎝採取し、Wentworthの粒度スケールによる0.062～2mm目の篩を使用した湿式篩分法で測定した。

ウ　ハマグリ標識放流及び追跡調査

緑川河口域におけるハマグリの移動生態を確認するとともに、放流時期の違いによる回収率の差異を確認することを目的として、標識放流及び追跡調査を行った。

標識放流を行うハマグリは、ヤンマー株式会社マリンファームで種苗生産し、当センター養殖研究部において平均殻長10mm以上に中間育成された人工種苗を用いた。

（ア）標識の種類・方法

茨城県において標識放流実績があった、「レーザーマーカー」による刻印標識（図2,3）を採用した。

レーザーマーカー用の機器（キーエンス社製　CO2レーザーマーカー　ML-G9300）はレンタルにて借り受けた。

レーザーマーカーによる標識の方法は、マイクロチューブスタンドの穴の上に水分を拭き取ったハマグリを並べて、パソコンの操作により刻印標識を行った。

標識にかかる作業時間は、約1,000個/時を要した。

図２　レーザーマーカー

図３　標識されたハマグリ

（イ）放流日及び数量等

標識を施したハマグリは平成24年5月、12月及び平成25年3月に放流を行った（表1）。

今年度の合計放流個数は7,684個であった。

表1　標識放流実施状況一覧

放流日	放流場所	個数	平均殻長(mm)	標識した記号
H24.5.18	△（図1）	844個	－	B
H24.12.13	△（図1）	3,907個	15.0	12
H25.3.14	△（図1）	2,933個	14.4	3

（ウ）追跡調査

緑川河口域における最もハマグリの漁獲が多い川口漁協の荷揚げ場において、水揚げされるハマグリから放流個体を目視で確認し、同時に再捕場所の聞き取りを行った。再捕個体については、持ち帰って標識の確認及び殻長を測定した。

エ　ハマグリ飼育試験

放流した人工種苗の成長及び生残を放流時期ごとに比較するため、飼育試験を行った（図1の△）。試験に用いたハマグリは、上の標識放流を行う直前に、放流用ハマグリ（平均殻長15㎜程度）から無作為に選出したものを用いた。試験は標識放流と同日の平成24年12月及び平成25年3月に、標識ハマグリをポリエチレン製飼育かご（縦50cm×横50cm×高さ40㎝）に100個ずつ収容して実施した。その後1ヶ月に1回、大潮時に飼育かごから取り出し、生残数及び殻長を計測した。また、飼育地点の海水温の変化及び海水中に含まれる餌料を計測するため、アレック社製INFINITY ACLW-USBを用いて観測を行った。

3　結果および考察

(1)　ハマグリ定期調査

ア　ハマグリ生息状況調査

平成24年4月～平成25年3月の調査で得られたハマグリの生息密度の推移を図4に、各月の殻長組成を図5及び図6に示した。St.7以外の4定点で9月に生息密度が増加し、新規加入が認められた。今年度の本調査における最大の生息密度は、11月のSt.2における923個/m²であった。一方、河口から最も遠い定点であるSt.7では、他の地点と比較して生息密度が小さく、1年をとおして100個/m²未満で推移した。

全調査点における殻長組成では、9月以降に新規加入が認められ、St.7以外の4定点で殻長5㎜以下の個体が優占した。一方、いずれの月及び定点においても、殻長30㎜以上の漁獲対象個体の割合は少なかった。新規加入が認められた9月に殻長5㎜未満の稚貝数が多かったのは、st.2（583個/m²）、st.3（185個/m²）、st.4（113個/m²）、st.1（39個/m²）、st.7（16個/m²）の順であった。

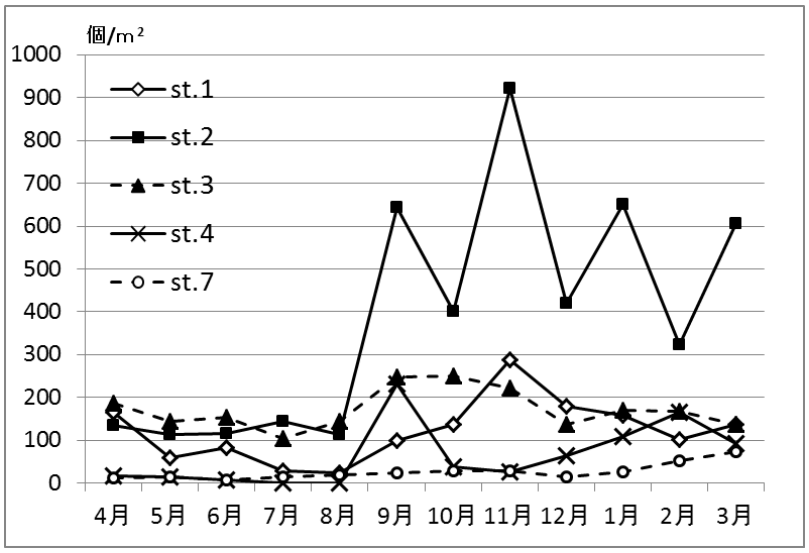


図4　ハマグリの平均生息密度の推移

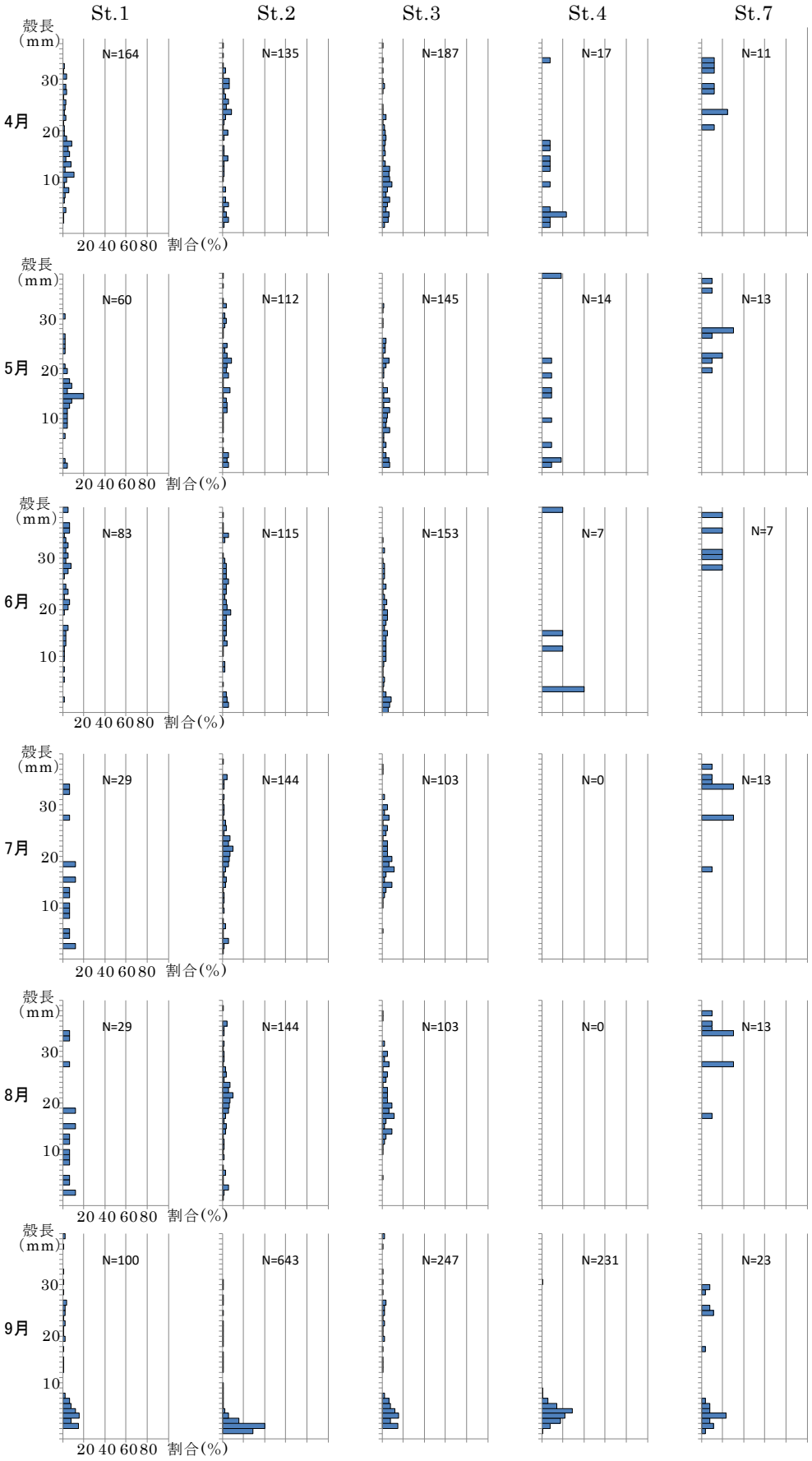


図 5　各月の各定点における殻長組成（4 月～9 月）

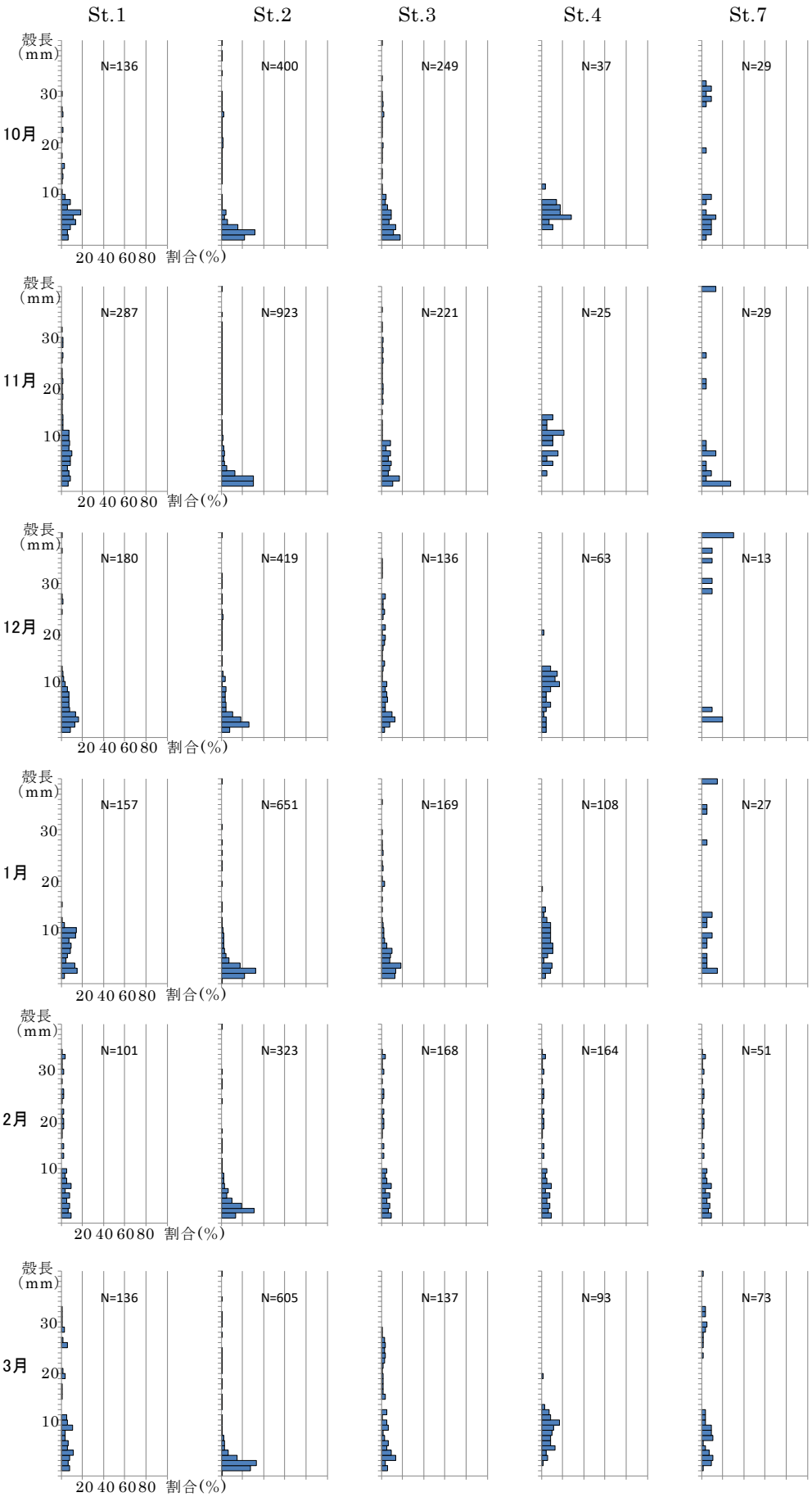


図 6　各月の各定点における殻長組成（10 月～3 月）

イ　底質調査

（ア）酸揮発性硫化物

各定点の底泥中の酸揮発性硫化物（AVS）の推移を図7に示した。

St.4では、10月から1月にかけて0.29～0.77mg/g乾泥と高い値が見られた。また、St.2では1月から2月にかけて0.22～0.31mg/g乾泥とやや高い値が見られた。これらの期間の値は、水産用水基準（0.18mg/g乾泥）を上回るものであったため、ハマグリ生息の制限要因になっていた可能性がある。なお、St.4では2月に、St.2では3月にAVSは低下した。St.1、 St.3及びSt.7におけるAVSは、年間を通して0.1g/g以下で推移した。

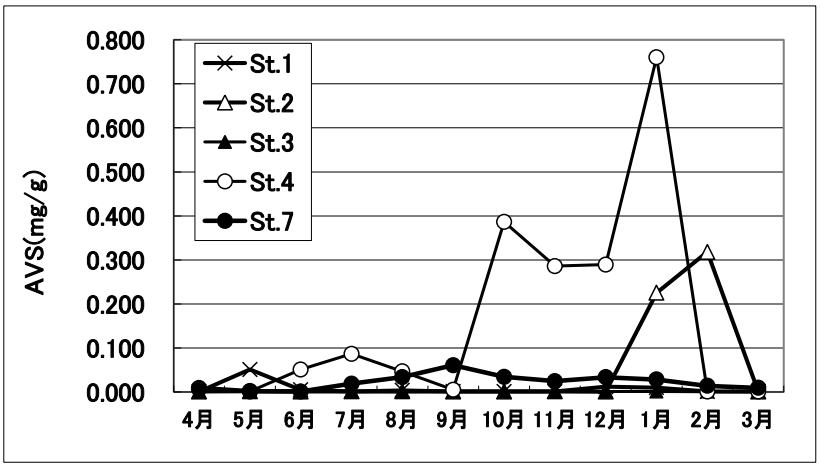


図7　各定点の底泥中のAVSの推移

（イ）粒度組成

各定点の粒度組成の推移を図8～12に示した。

St.4及びSt.7においては、7月に0.063mm未満のシルト分が20%程度に増加し、豪雨による土砂の堆積が認められたが、翌月以降の調査では減少し、4月と同様の組成となった。また、St.1、St.2及びSt.3においては、豪雨による土砂の堆積もあまり見られず、年間を通して0.063mm以上の砂の割合が高かった。

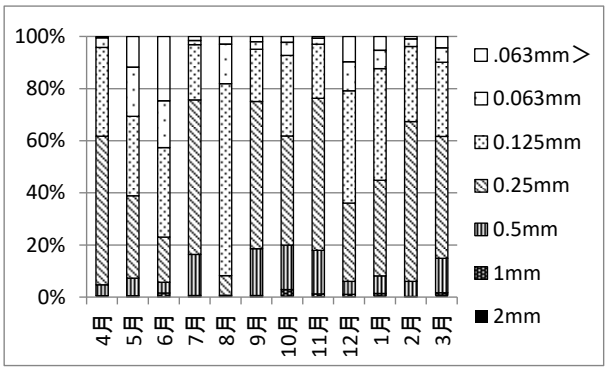


図8　St.1における粒度組成（%）の推移

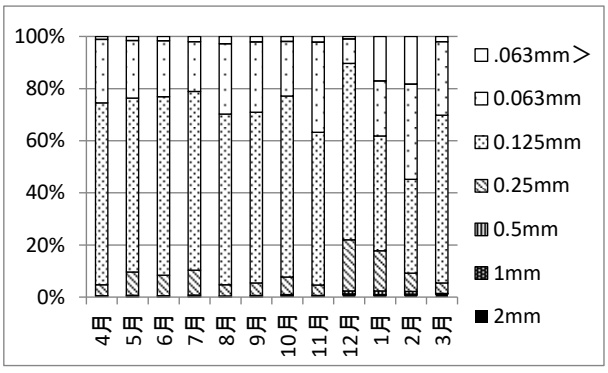


図9　St.2における粒度組成（%）の推移

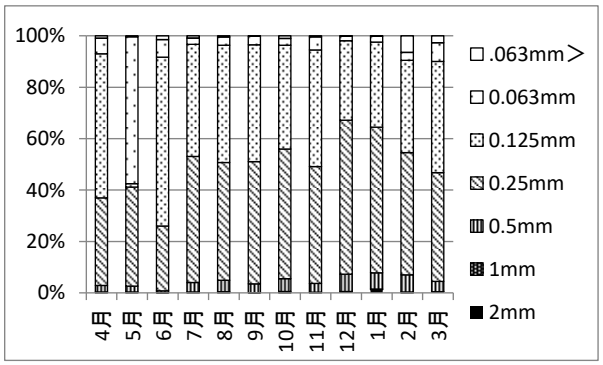


図10　St.3における粒度組成（%）の推移

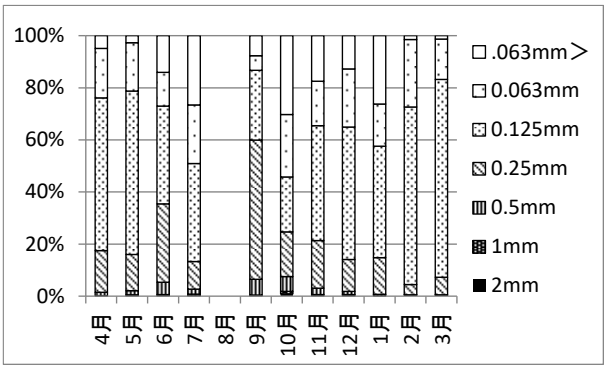


図11　St.4における粒度組成（%）の推移

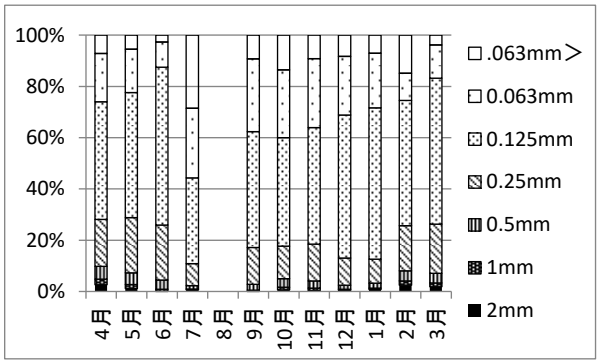


図12　St.7における粒度組成（%）の推移

ウ　標識ハマグリ放流・追跡調査結果

平成 23 年 3 月から平成 25 年 3 月にかけて標識放流を行った殻長 10～20㎜ のハマグリ計 34,540 個に対し、追跡調査を延べ 33 日実施した結果、計 12 個が回収された（表 2)。回収された標識ハマグリの放流時期は、12 個中 11 個が平成 23 年 3 月に放流されたものであり、12 個中 1 個が平成 24 年 5 月に放流されたものであった。また、これらのハマグリの平均殻長は 33.7㎜ であり、すべてが放流地点近くで再捕された。今回再捕されたハマグリの多くが、放流試験開始当初である平成 23 年 3 月の放流群であり、以降の放流群は再捕が少なかったことから、これまでに標識放流したハマグリの多くは未だ漁獲サイズに達していないと考えられた。このため、今後も継続して調査を実施することとした。

表 2　標識放流後に再捕されたハマグリ一覧

再捕月	放流月	放流時サイズ（平均）	再捕時サイズ
H24/8	H23/3	18.5	32.9
H24/9	H23/3	18.5	30.3
H24/9	H23/3	18.5	33.6
H24/10	H23/3	18.5	29.1
H24/11	H23/3	18.5	32.3
H24/11	H23/3	18.5	36.8
H24/12	H24/5	－	37.9
H25/2	H23/3	18.5	34.3
H25/2	H23/3	18.5	34.3
H25/2	H23/3	18.5	34.5
H25/2	H23/3	18.5	35.0
H25/2	H23/3	18.5	33.7

エ　ハマグリ飼育試験結果

平成 24 年 12 月に開始した飼育試験における平成 25 年 3 月までのハマグリの生残率の推移を図 13 に、殻長の累積成長量を図 14 に示した。なお、累積成長量は計測時に生残していた個体の平均値とした。生残率は、開始 1 ヶ月後、2 ヶ月及び 3 ヶ月後にそれぞれ 78、64、54%であり、観測毎に一定の割合でへい死が確認された。累積成長は、開始 1 ヶ月後、2 ヶ月及び 3 ヶ月後にそれぞれ 0.7、1.0、1.5mm で、観測毎にゆるやか成長が確認された。なお、カゴ試験開始時の平均殻長は 14.4mm であり、3 ヶ月後における平均殻長は 15.9mm であった。

本試験により、冬季に放流した人工種苗の減耗及び成長が推定された。平成 25 年度以降に春、夏及び秋と同様の試験を計画し、人工種苗放流に適した季節を考察する予定である。

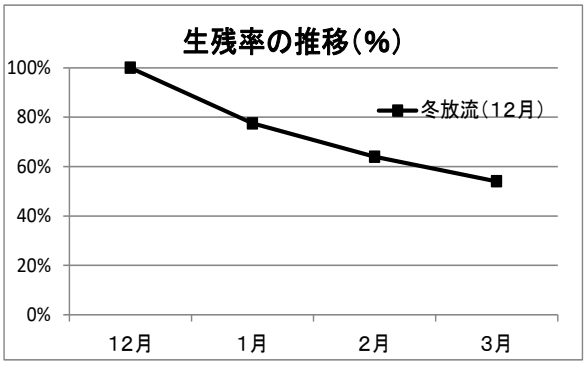


図 13　生残率の推移（%）

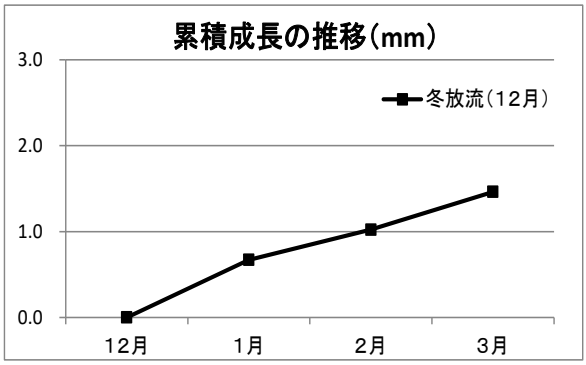


図 14　累積成長の推移（mm）

次に、飼育試験を実施した試験区において連続測定した水温及びクロロフィル量の推移を図 15 に示す。値については、10 分間隔で 10 バースト測定し、得られたデータから 24 時間平均値を求めてグラフに示した。水温は、12 月下旬から 1 月下旬頃まで 15℃を下回り、クロロフィル量は、気象庁により降雨が観測された 1 月中旬、2 月上旬及び 3 月上旬に 10μg/L を超えて推移した。水温は、12 月から 2 月中旬まで 10℃前後で推移し、3 月に 15℃を超えて推移した。

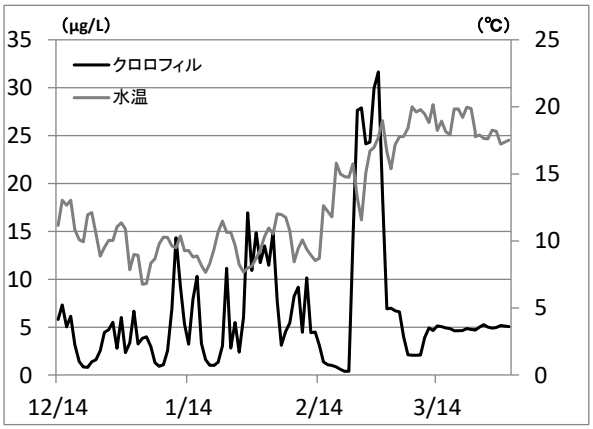


図 15　水温及びクロロフィル量の推移

沿岸漁場保全(補助)事務費　Ⅰ　（　令　達　平成24年度　）

（ダム堆積砂を用いた覆砂漁場調査）

1　緒　言

八代海を代表するアサリ漁場の一つである八代市金剛地先に造成されたダム堆積砂を用いた覆砂漁場において、アサリの生息状況および底質変化を把握し、事業効果を評価する目的で調査を実施した。

2　方　法

（1）　担当者　内川純一、高日新也、栃原正久、川﨑信司

（2）　調査項目および内容

ア　調査日　平成24年5月から2ヶ月に1回、奇数月の大潮時

イ　調査点（図1）

①覆砂区：金剛地先に平成19年度（平成20年3月）、平成20年度（平成21年3月）および平成21年度（平成21年7月）にダム堆積砂を用いて造成された覆砂漁場。

②対照区：覆砂区近隣の天然漁場。

ウ　調査方法

①アサリ生息密度、殻長組成

干潟上の各定点で、アサリ稚貝および成貝の採取は、10㎝方形枠による採泥を1定点あたり8回行い、1㎜目のふるいでふるい分けて残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについては、個体数の計数および殻長の計測を行った。

②底質調査

各定点で内径44㎜の円筒を用いて底土を深さ約10㎝採取し、AVS（酸揮発性硫化物：検知管法）と粒度組成を測定した。粒度組成はWentworthの粒度スケールにあわせ0.062～2㎜目の篩を使用した湿式篩分法

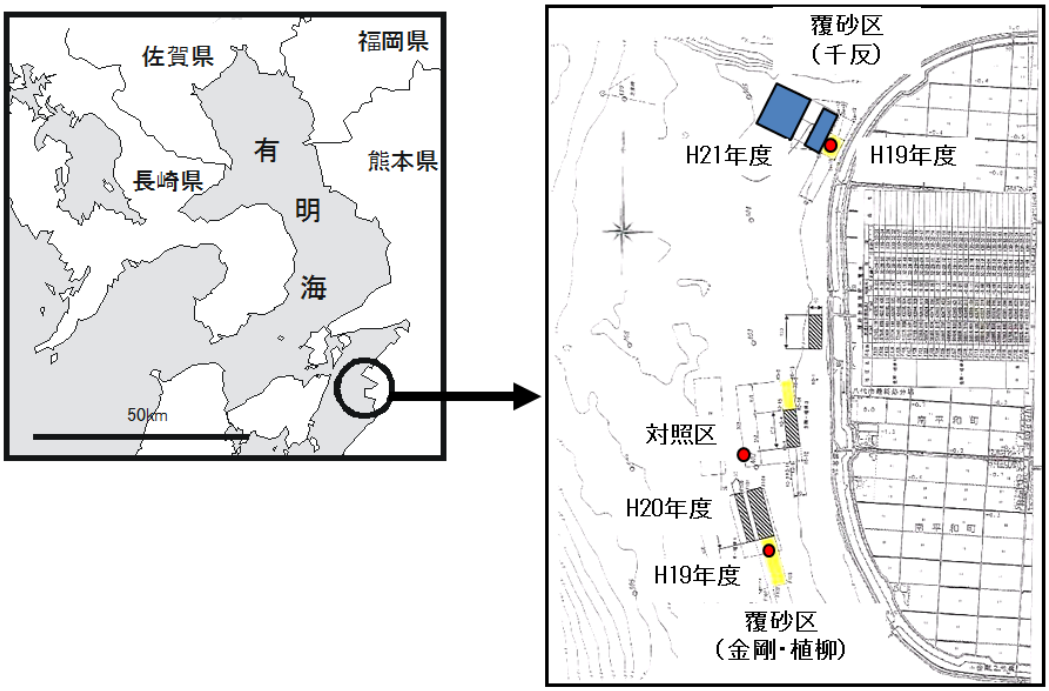


図1　八代市金剛地先のアサリ調査地点

で測定した。

3　結果および考察

①アサリ生息密度、殻長組成

金剛地先の稚貝・成貝の生息密度の推移を図2に、殻長組成の推移を図3に示した。九州北部豪雨による泥の堆積により、7月～11月の調査は実施することができなかった。

4月の調査時には、覆砂を実施した全ての区で殻長2～6㎜前後を主体とした稚貝が確認された。生息密度は平成19年覆砂区（千反）が2,963個/㎡と最も多かった。一方、その他の覆砂区では、50～688個/㎡であった。

4月以降、密度の高かった平成19年覆砂区（千反）の生息密度は減少しており、平成25年1月の調査時には513個/㎡であった。一方、4月に密度の低かったH21覆砂区（千反）では、11月の調査時に殻長2～10㎜前後を主体とした稚貝が確認され、生息密度も3,768個/㎡まで増加した。

なお、対照区とした天然漁場においては調査期間を通じてほとんどアサリを確認することができなかった。

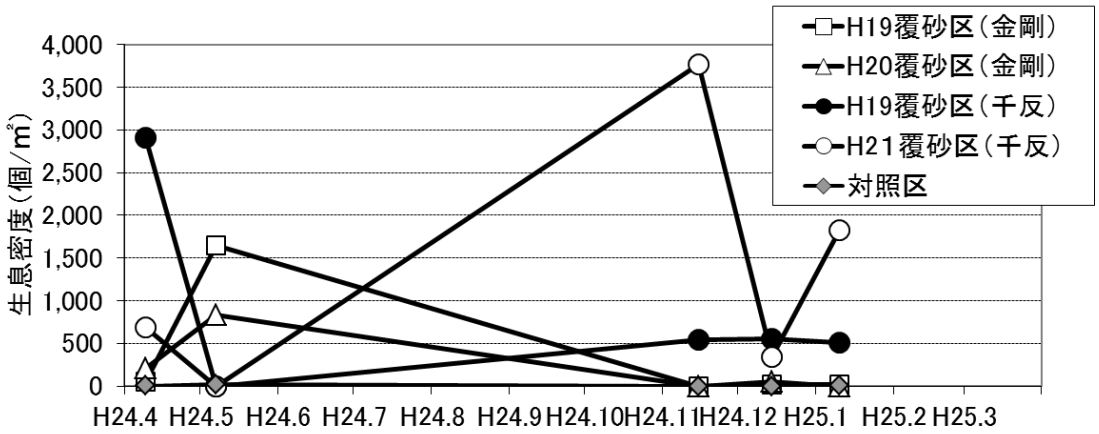


図2　金剛地先の稚貝・成貝の生息密度の推移

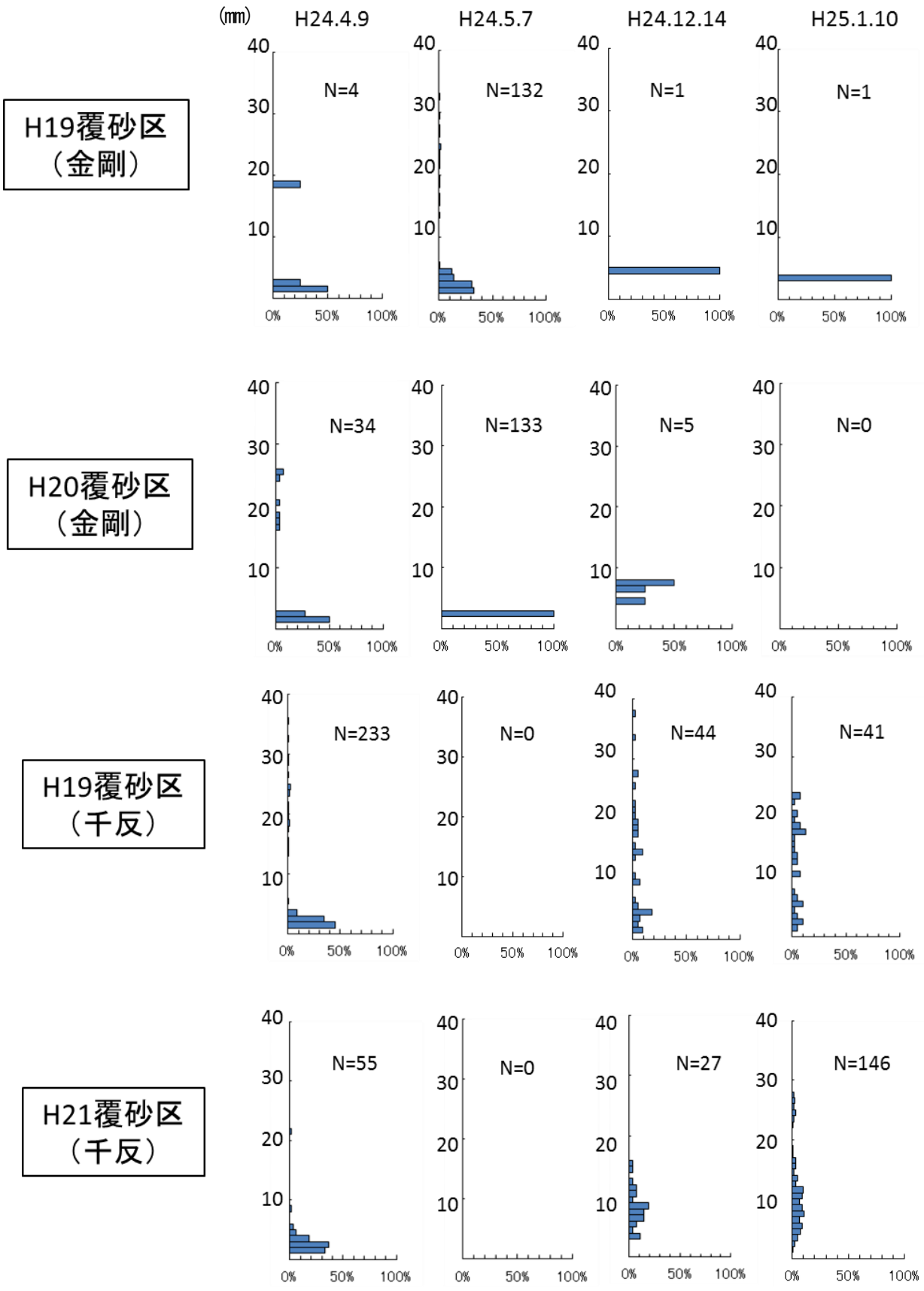


図 3　金剛・千反地先のアサリ殻長組成の推移

②底質調査（酸揮発性硫化物、粒度組成）

金剛地先の AVS の推移を図 4 に、粒度組成と中央粒径値を図 5 に示した。

4 月の調査開始時は 0.001～0.044mg/g 乾泥と全区とも低かったが、11 月の調査では対照区で最大の 0.492mg/g 乾泥となり、H20 覆砂区（金剛）と H21 覆砂区（千反）においても 12 月は 0.3mg/g 乾泥を超える値となった。1 月の調査では対照区で 0.329mg/g 乾泥、H20 年覆砂区（金剛）で 0.264mg/g 乾泥となったが、その他の区は 0.2mg/g 乾泥未満となった。粒度組成は対照区において 0.063mm 未満の泥分が徐々に増加する傾向が見られた。中央粒径は各区で大きく変動することはなかった。

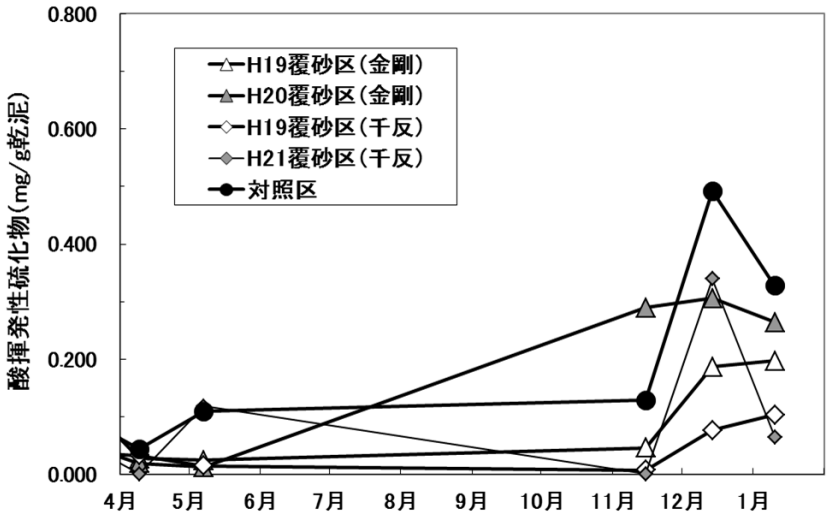


図 4　金剛地先の底質 AVS の推移

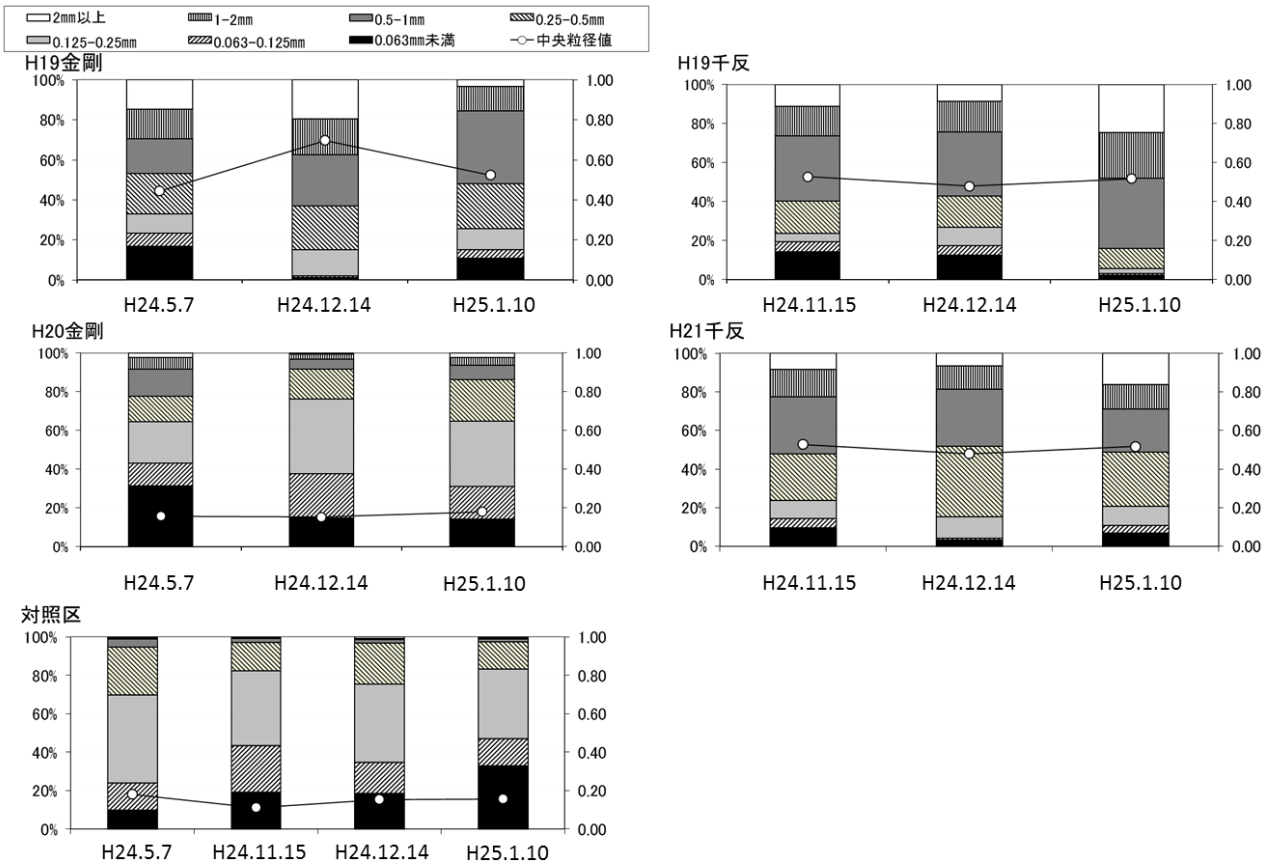


図 5　金剛地先の粒度組成および中央粒径値の推移

沿岸漁場整備(補助)事務費Ⅱ（令達 平成24年度）

(砕石を用いた覆砂漁場調査)

1 緒 言

宇土市網田地先に造成された砕石を用いた覆砂漁場の事業効果を評価する目的で、アサリの生息状況および底質状況を調査した。

2 方 法

（1）担当者　内川純一、高日新也、栃原正久、川﨑信司

（2）調査項目および内容

ア　調査日

平成24年7月4日及び11月16日

イ　調査点

①砕石区：平成21年度（平成21年8月）に砕石（直径13㎜以下）を用いて造成された覆砂漁場

②岸側区：波浪等によって覆砂材が吹き寄せられる覆砂漁場東側の天然漁場

③対照区：覆砂漁場近隣の天然漁場

ウ　調査項目

①　アサリ生息密度、殻長組成

平成24年7月及び11月の大潮時に砕石区、岸側区及び対照区において、アサリ稚貝および成貝の生息密度について調査を実施した（図1）。10㎝方形枠による採泥を1定点あたり8回行い、1㎜目のふるいでふるい分けて残ったものを試料とした。試料から得られたアサリについて、個体数の計数及び殻長の計測を行った。

②　底質調査

各定点で内径44㎜の円筒を用いて底土を深さ約10㎝採取し、粒度組成を測定した。粒度組成は、Wentworthの粒度スケールにあわせ0.062～2㎜目の篩を使用した湿式篩分法で測定した。

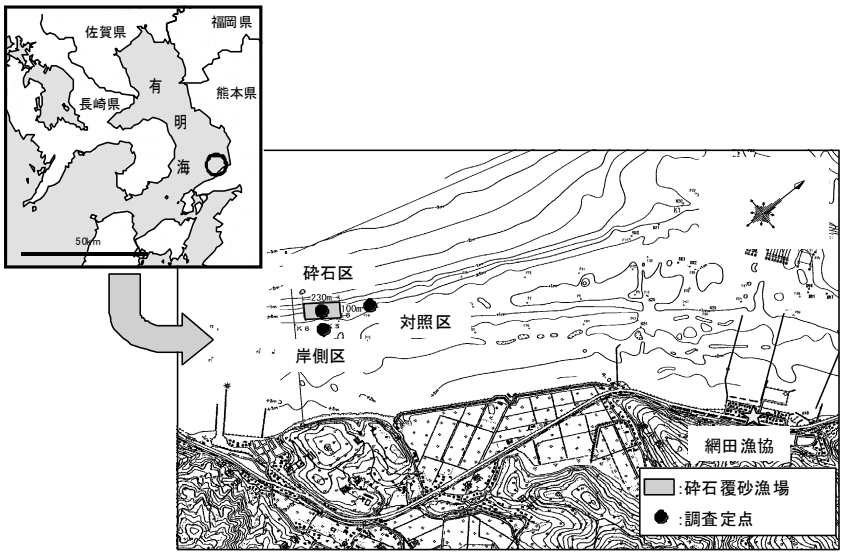


図1　宇土市網田地先アサリ調査地点

3　結果および考察

①　アサリ生息密度、殻長組成

各調査区で確認したアサリ生息密度の推移を図 2 に示した。

7 月の調査において砕石区では、平成 24 年秋生まれと推察される殻長 2～6 ㎜サイズのアサリが確認されたが、11 月の調査ではアサリを確認することができなかった。7 月に確認したアサリは 40 個/㎡とこれまで同時期に確認していたアサリの密度と比較して小さかったため、その後の波浪等によって砕石区から逸散したものと推察された。

一方、岸側区および対照区では調査期間を通してアサリを確認することができなかった。

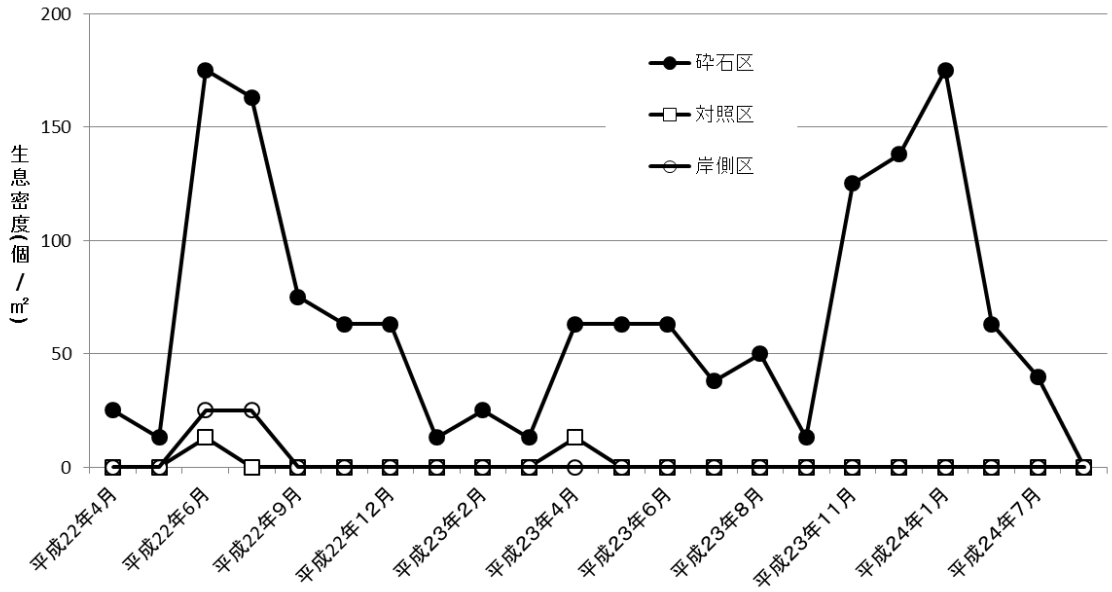


図 2　各調査区で確認したアサリ生息密度の推移（H22～H24 年）

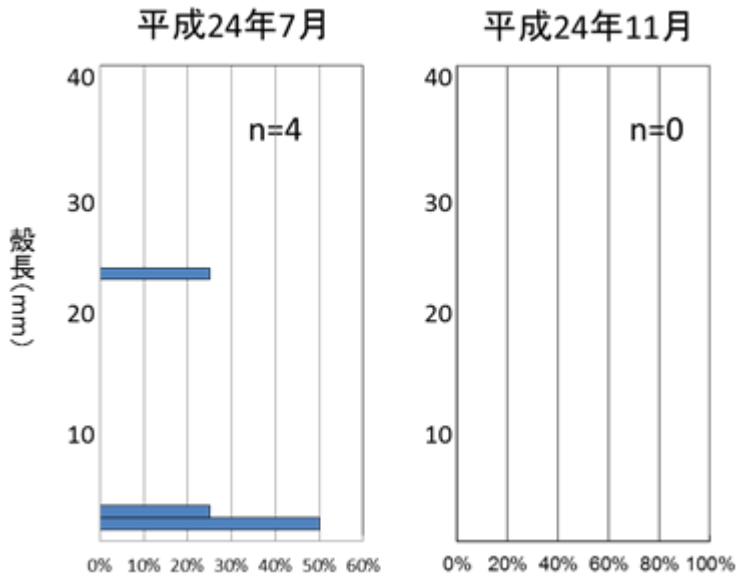


図 3　砕石調査区で確認したアサリの殻長組成

② 底質調査

砕石区及び対照区における粒度組成の推移を図４に示した。

砕石区は干潟表面に露出しており、２㎜以上が 50～80％程度、中央粒径値は７月が 8.26㎜で 11 月は 8.68㎜で推移した。一方、対照区では粒度組成にほとんど変化はなく、中央粒径値も７月及び 11 月ともに 0.16㎜前後で推移した。

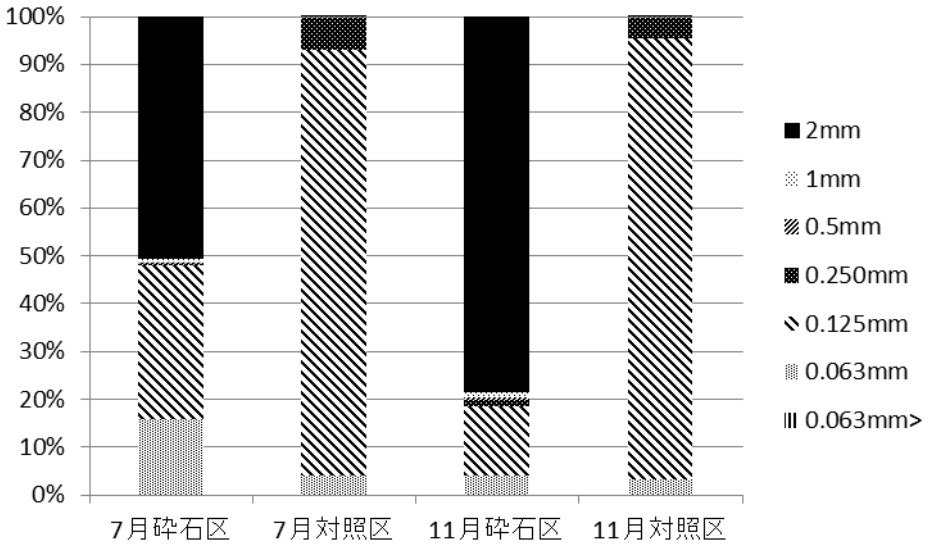


図４　各試験区の粒度組成と中央粒径値の推移

藻場生態系機能調査Ⅰ　（県　単　平成 23～25 年度）

（アマモ場造成試験）

1　緒　言

藻場は、魚介類の産卵場所及び稚仔魚の生育場所としての機能を持つとともに、漁業生産及び漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかし、近年は、本県沿岸域では藻場の減少が見られている。そこで、アマモ場造成の技術を開発し、漁協・機関等へ技術移転を行うことを目的として試験を行った。

2　方　法

（1）担当者　高日新也、内川純一、栃原正久、川崎信司

（2）調査内容

ア　アマモ場造成試験

（ア）試験場所

天草市牛深町砂月地先（図１）

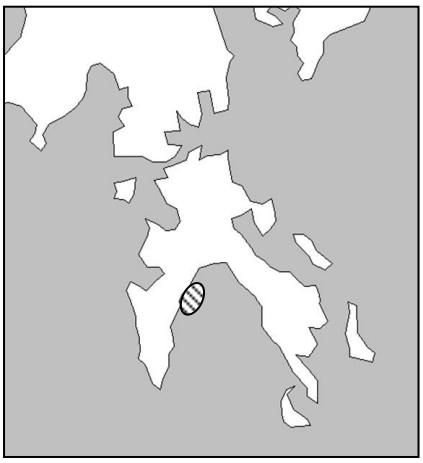


図 1 試験場所（天草市牛深町）

（イ）試験日時

造成試験：平成 24 年 5 月 22 日

経過観察：平成 24 年 6、8、9、10 月及び翌 2 月に各 1 回

（ウ）試験方法

①アマモ育苗

平成 23 年度夏季に、牛深白瀬の天然アマモ場から花枝付きのアマモ数百本を採取し、大型水槽内に草体が枯死するまで保管し、9 月に水槽の底から約 4,000 粒の成熟種子を得た。この種子を冷蔵保存し、11 月上旬に農業用ポットに腐葉土と砂を敷いて作成したアマモ育苗ポット 720 個に播種した。その後屋外水槽で平成 24 年度 5 月まで育苗して草体長 20cm 程度の苗約 400 株を得た。

②藻場造成

①で育苗した株約 400 株を、生分解性の園芸用カップに肥料及び土を敷いた造成用ポットにアマモ苗を一株ずつ植えこみ、天草市牛深町砂月地先の水深 5～10mの砂泥底に、天草漁協牛深支局青壮年部と共同で、素潜り及びスクーバ式潜水にて植え付けを行った。用いた造成用ポットは、①卵パック状連結ポット②カップ状単独ポットの 2 種類で、対照として苗をそのまま手植えする 3 種類の植え付けを行った（図 2）。

③経過観察

植え付けの後、平成 25 年 2 月までに計 5 回の潜水により造成苗の定着状況を調査した。調査の際に、目視によるアマモの株数の計数を行うと共に、5～10 本の葉を採取して平均葉長を計測し、データロガーによる水温の観測及び海水中の栄養塩量の計測を行った。

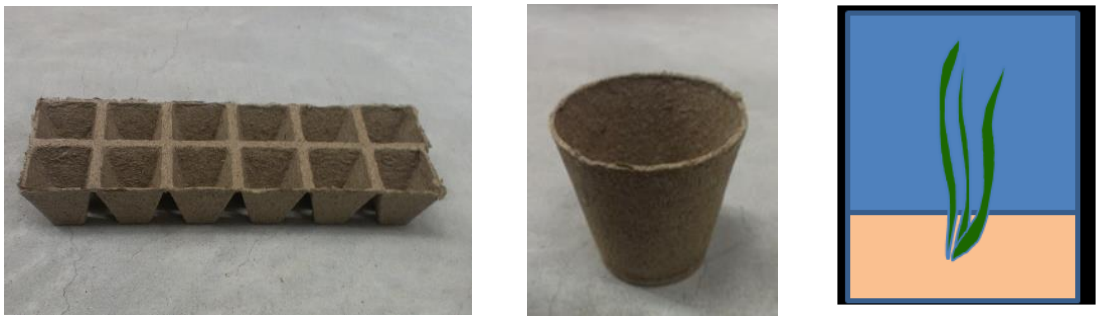


図 2　3 種類の造成方法（左から卵パック状連結ポット、カップ状単独ポット、苗をそのまま手植え

3　結果及び考察

造成方法別の株の残存率の推移を図3に示す。造成方法のうち、卵パック状連結ポットで造成した区（以下、連結区）は、カップ状単独ポットで造成した区（以下、単独区）及び苗をそのまま手で造成した区（以下、手植え区）と比較して生残が良好であり、8月末までの生残率は、それぞれ133%、67%及び28%だった。連結区の生残率が100%を超えているのは、造成株の地下茎の分枝により、経過観察時の株数が増加したためと考えられた。9月25日の観察では、全ての区の株数は大きく減少し、それぞれの区の生残率は33%、6%、9%となった。株数が減少した区では、海底面が凸凹に大きく変形しており、造成株の根の残存も認められなかったことから、9月中旬に南の海上を通過した大型台風の影響により、海底面が波浪による侵食を受け、造成株の多くが根ごと流失したものと考えられた（図7）。9月下旬以降は、いずれの区もさらに株数が減少し、2月12日の観察では、全ての区で生残率が10%以下となった。

平均葉長の推移を図4に示す。造成時（5月22日）の平均葉長は約42ｃｍであり、造成後に葉長は次第に短くなり、8月24日以降は10ｃｍ未満で推移した。夏季以降に短くなった葉先には、一部に鋭利な切断面が認められたため、アイゴ等の食害にあった可能性が示唆された。

8月の水温の推移を図5に示す。8月10日頃から日中の水温が28℃を超えるようになり、最高水温は8月20日の29.9℃であった。

栄養塩の推移を図6に示す。DINは1.7～7.7μg-at./L、PO_4-Pは0.02～0.3μg-at./Lで推移した。アマモは、海水中のアンモニア態窒素の濃度が10μg-at./L以上になると結実率が下がるとされているが、本調査ではアンモニア態窒素を含む三態窒素でもこの値を上回らなかったため、結実に影響を及ぼさないと考えられた。

今回の試験区のうち、最も株の生残が良かったのは連結区であり、この区の株は台風が通過した後も一部が残存した。また、この残存した株を台風経過後に掘り返したところ、それぞれの株の地下茎同士は絡み合った状態であった。このことから、卵パック状連結ポットで移植した株は、隣接する株と地下茎同士を絡み合わせて地盤に固く固定されていたため、他の区より生残が良かったと考えられた。

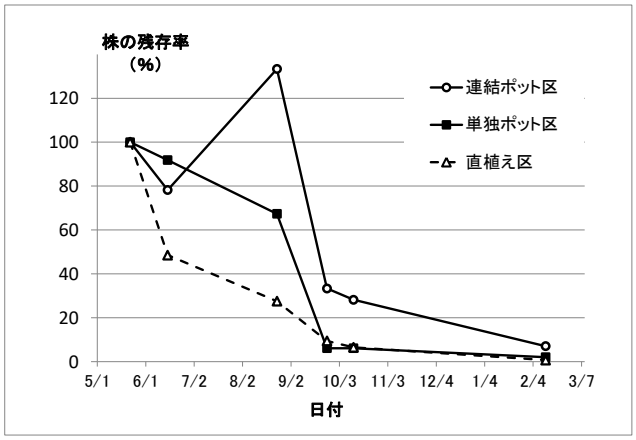


図3　造成方法別・株生残率の推移

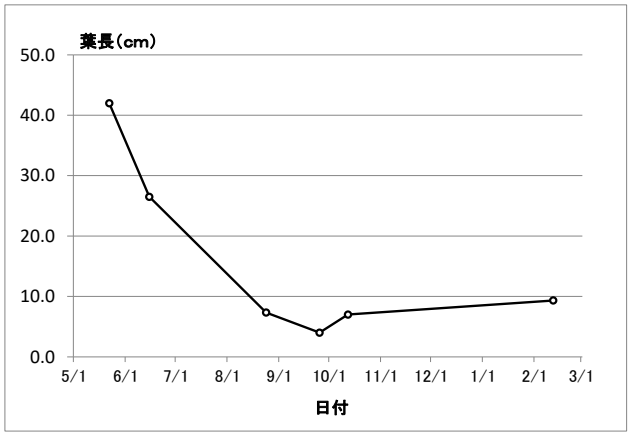


図4　平均葉長（ｃｍ）の推移

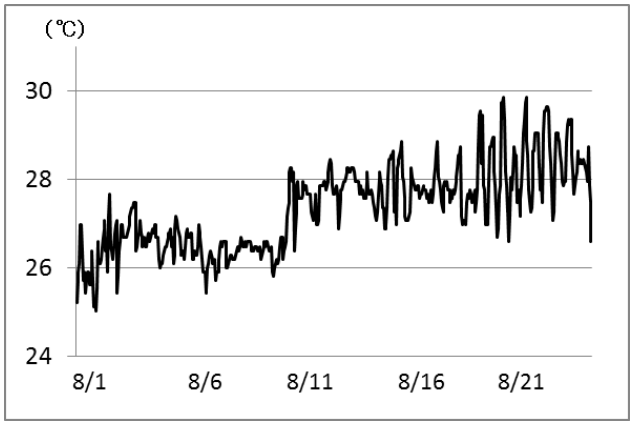


図５　夏季の水温（℃）の推移

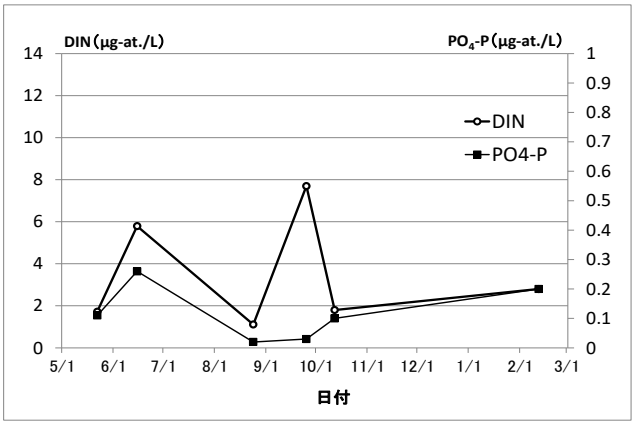


図６　栄養塩（μg-at./L）の推移

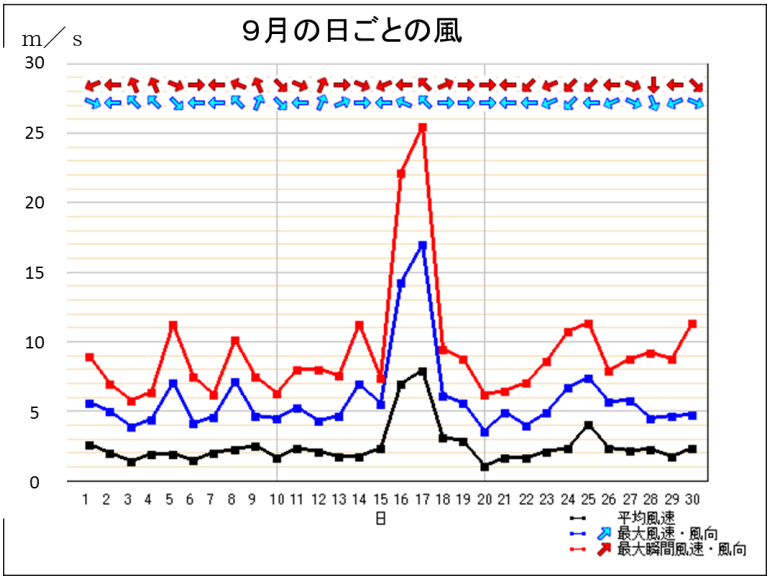


図７　天草市における９月の日ごとの風（気象庁 HP より）

藻場生態系機能調査Ⅱ　（県単　平成23～25年度）

（アマモ場機能性調査）

1　緒　言

藻場は、魚介類の産卵場所及び稚仔魚の生育場所としての機能を持つとともに、漁業生産及び漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかしながら、近年、本県沿岸域では藻場の減少が見られていることから、本調査では、生物生産や環境改善に関する藻場の効果についての基礎データの収集を行い、本県海域における藻場機能の回復に向けての一助とすることを目的とした。

本試験は、アマモの水質浄化機能を定量的に評価するため、アマモ葉体からの栄養塩吸収能力を測定した。

2　方　法

（1）担当者　高日新也、内川純一、栃原正久、川崎信司

（2）調査内容

アマモ葉体からの栄養塩吸収試験

（ア）試験場所及び試験日時

公益財団法人くまもと里海づくり協会（以下「協会」）のアマモ育苗池

（イ）試験日時

第1回：平成24年11月20日～23日

第2回：平成25年3月26日～28日

（イ）試験方法

試験には、平成22年に宮津湾で採取し、協会の育苗池内で育苗していた草体長30cm前後のアマモ草体を用い、試験前に育苗池内から取り出して草体長及び葉幅を測定したのち、付着藻類を丁寧に指でこそぎ落とした。また、草体からの栄養塩吸収を測定するために、アマモの地下茎及び根の部分を砂泥ごとビニール袋に封入し、葉体部分のみを露出させ、再度全体を透明なビニル袋に収容して協会のろ過海水を4Lずつ注ぎ、栄養塩を適宜添加して、A：多量添加区、B：少量添加区及びC：無添加区の3区をそれぞれ2区ずつ作成した（図1）。その後、一方の3区には前述のアマモを封入して試験区（図1：A～C）とし、もう一方はアマモを封入しない対照区（図1：A’～C’）とした。それぞれの区は、同じ育苗池内の海水中に吊るし、草体が上向きとなるように固定した。栄養塩量の計測は、24時間ごとにビニール袋を開封し、海水を200mlずつ採水し、三態窒素量（DIN）を測定した。

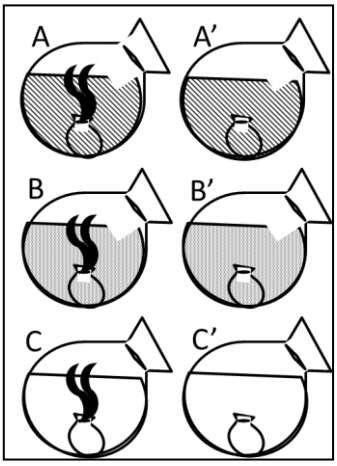


図1　試験方法図解

3　結　果　及　び　考　察

11月に行った第1回試験の結果を図2に示す。それぞれの区の試験開始時の栄養塩量は、多量添加区で53.2～54.2μg-at./L、少量添加区で16.7～18.1μg-at./L、無添加区で8.0～8.8μg-at./Lであった。いずれの区においても、アマモを封入した区のDINは測定ごとに減少しており、各区の1日あたりの減少量は、多量添加区で14.1～16.9μg-at./L/day、少量添加区で1.2～5.1μg-at./L/day、無添加区で0.0～5.8μg-at./L/dayであった。これらのうち、少量添加区及び無添加区のDINは、48時間経過時点でともに3μg-at./L未満まで減少しており、枯渇に近い状態となった。一方、アマモを封入しなかった区のDINの推移は、試験期間を通じてほぼ横ばいか、緩やかな下降であり、アマモを封入したそれぞれの区と比較し

て、DIN の減少量は少なかった。アマモ草体からの栄養塩吸収量を、以下のように算出し、それぞれの栄養塩区におけるアマモの乾燥重量（g）あたりの栄養塩の日平均吸収量を計算したところ、多量添加区では 1003.9μg-N/gdw/day、少量添加区では 106.0μg-N/gdw/day、無添加区では 2.1μg-N/gdw/day であり、栄養塩を多量に添加した区の吸収量が大きかった。

> 草体からの栄養塩吸収量＝アマモを封入した区の栄養塩の減少量－アマモを封入しなかった区の栄養塩の減少量

3 月に行った第 2 回試験の結果を図 3 に示す。それぞれの区の試験開始時の栄養塩量は、多量添加区で 40.6～40.8μg-at./L、少量添加区で 10.0～10.5μg-at./L、無添加区で 2.9～3.2μg-at./L であった。いずれの栄養塩量においても、アマモを封入した区の DIN（三態窒素量）は測定ごとに減少しており、各区の 1 日あたりの減少量は、多量添加区で 5.9～15.4μg-at./L/day、少量添加区で 0.6～6.2μg-at./L/day、無添加区で-0.3～1.5μg-at./L/day であった。これらのうち、少量添加区の DIN は、48 時間経過時点でともに 3μg-at./L 未満まで減少しており、枯渇に近い状態となった。また、無添加区の DIN は試験開始時から 3.2μg-at./L と少ない状態であった。一方、アマモを封入しなかった区の DIN の推移は、試験期間を通じてほぼ横ばいであり、アマモを封入した区の傾向とは異なった。第 1 回試験と同様にアマモの乾燥重量（g）あたりの栄養塩の日平均吸収量を計算したところ、多量添加区では 709.2μg-N/gdw/day、少量添加区では 262.2μg-N/gdw/day、無添加区では 126.3μg-N/gdw/day であり、栄養塩を多量に添加した区の吸収量が大きかった。

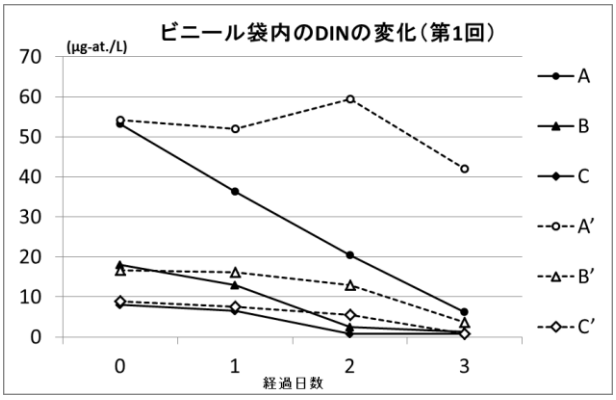


図 2　DIN（三態窒素）の推移（第 1 回試験）

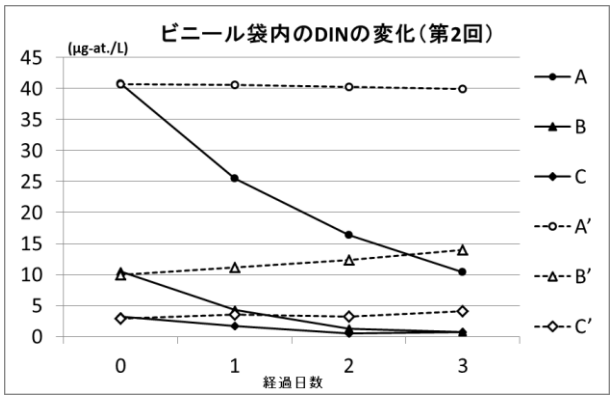


図 3　DIN（三態窒素）の推移（第 2 回試験）

多量添加区におけるアマモの乾燥重量（g）あたりの栄養塩の日平均吸収量を第 1 回試験と第 2 回試験で比較したところ、第 1 回試験の栄養塩吸収量が大きかったが、それぞれの栄養塩の初濃度が異なるため、要因についての考察は出来なかった。また、各試験の栄養塩吸収量を、アマモによる窒素の固定量とし、下水道の窒素除去量当たりの年間経費（水産庁, 2002）を乗じて水質浄化効果を算定したところ、宮津湾のアマモは、乾燥重量 1g あたり年間 6.7～9.5 円分の水質浄化効果があると試算された。平成 24 年 11 月に行った現況調査における宮津湾のアマモの現存量は乾燥重量で 7.9g/m^2、繁茂面積は 4,000 m^2 であったことから、宮津湾のアマモ場における年間の水質浄化効果は、単位面積あたり 53～75 円/m^2 程度、湾全体では 212,000～300,000 円程度と考えられた。

藻場生態系機能調査Ⅲ（県　単　平成23～25年度）

（天草西海モニタリング調査）

1　緒　言

藻場は、魚介類の産卵場所及び稚仔魚の生育場所としての機能を持つとともに、漁業生産及び漁場環境保全に大きな役割を果たしている。しかしながら、近年、本県沿岸域では藻場の減少が見られていることから、本事業では、藻場の現状を把握することを目的として、天草西海に位置する天草市牛深町地先の黒島保護水面において、海藻の生育状況を調査した。

2　方　法

（1）担当者　内川純一、高日新也、栃原正久、川﨑信司

（2）調査内容

ア　調査場所：天草市牛深町黒島保護水面

イ　調査日：　平成24年3月27日

ウ　調査方法：保護水面内に調査ライン（50m）を3本設定し（図1）、1ラインあたり3地点、合計9地点において、50×50 cmの方形枠で海藻を坪刈りした。これらのサンプルは、持ち帰った後、種を同定し、湿重量を測定した。併せて、各ライン 2m 幅の範囲内に生息するムラサキウニを計数した。

図1　調査地点

3　結果及び考察

調査した3ラインのうち、Cラインでは海藻類を確認することができなかった。Aライン及びBラインにおける藻類出現種総数は、緑藻類1種、褐藻類7種、紅藻類2種の合計10種であった（表1）。

表1　黒島保護水面調査で出現した藻類（藻類名の後の数字は採取藻類の湿重量全体に占める割合）

緑藻類	アオサ(1.4%)
褐藻類	フクロノリ(90.4%)、フサノリ(3.4%)、ウミウチワ(1.3%)、ケヤリ(1.2%)、アミジグサ(0.9%)、ヒラフサノリ(0.3%)、オバクサ(0.3%)
紅藻類	キヌハダ(0.5%)、マクサ(0.2%)

全地点の平均湿重量は198.2g/㎡であり、優占種は褐藻類フクロノリ（90.4%）、褐藻類フサノリ（3.4%）で、これら2種で全体の93.8%を占めていた。また、これらの優占種はA及びBのラインで出現し、分布に大きな偏りは見られなかった。前回調査を行った平成22年5月の結果と比較すると湿重量比は約9.6%と大幅に減少し、藻類層出現数も14種から10種に減少した。また、フクロノリが最優占種であることに変化はないが、優占割合は22.8%から90.4%に大きく増加した。調査月に差異はあるものの、量や種類の減少が示唆された。一方、食害生物であるムラサキウニの生息密度は平均1.1～1.9個体/㎡で、平成22年の調査（0.5～3.2個体/㎡）と比較して大きな差は見られなかったことから海藻の減少要因についてウニによる食害以外についても検討する必要がある。

食 品 科 学 研 究 部

水産物安全確保対策事業Ⅰ （県単・交付金 平成21年度～）

（エライザ法による麻痺性貝毒量の定期モニタリング調査）

１　緒　言

本県では、平成 19 年度からエライザ法（enzyme-linked immunosorbent assay；ELISA）による麻痺性貝毒モニタリング調査を行っている。本法は、公定法として用いられているマウスアッセイに比べ感度が高く、低毒時における毒力の推移を把握できることから、公定法のスクリーニングとしての有効性が立証されてきた[1)-2)]。

本調査では、本県で産出する二枚貝の食品としての安全性を確保するため、これらの手法による麻痺性貝毒のモニタリングを実施した。

２　方　法

（１）担当者　吉村直晃、中野平二（食品科学研究部）

（２）材料及び方法

ア　調査項目：麻痺性貝毒（出荷自主規制値：可食部 1g 当たり 4MU[注 1)]）。

イ　調査期間、調査地点、二枚貝の種類、調査頻度：図 1 のとおり。ただし、資源管理等により二枚貝を採捕しない場合は欠測とした。

ウ　試験方法：検査用試料の調製は、食品衛生検査指針（理化学編 2005）に準じて行った[3)]。エライザキットは大阪府立公衆衛生研究所が開発した PSP-ELISA を使用し[4)]、標準液には代替標準液として毒化したカキ（公定法値：4.0MU/g）を用いて毒力を測定した。また、公定法によるマウス毒性試験は、公益財団法人北九州生活科学センターに委託した。

注 1）1MU（１マウスユニット）とは、公定法で 20g の ddy 系雄マウスが 15 分で死亡する毒力をいう。

●麻痺性貝毒定期モニタリング調査
調査期間及び頻度：4～3 月（2 回/月）
方法：エライザ法、公定法
対象貝：アサリまたはカキ
地点：①玉名市岱明、②熊本市川口、③宇土市長浜
④八代市鏡、⑤八代市大島
⑧天草市宮野河内、⑨天草市宮地浦

●冬季カキ麻痺性貝毒定期調査
調査期間及び頻度：11～3 月（1 回/週）
方法：エライザ法
対象貝：カキ
地点（天草市）：⑥楠浦、⑦下浦、⑧宮野河内、
⑨宮地浦

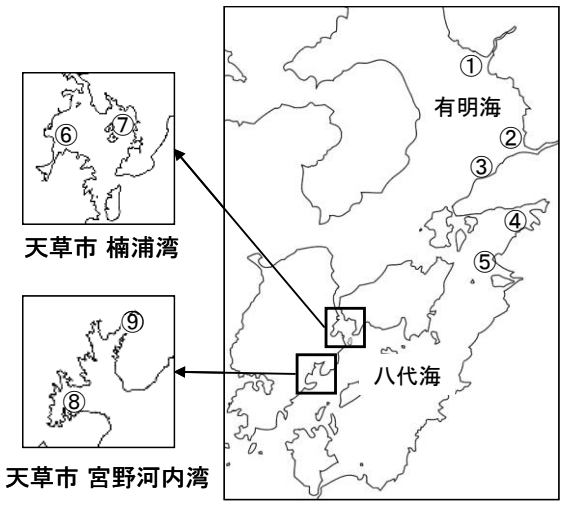


図 1 麻痺性貝毒定期調査概要及び調査地点

3　結果及び考察

（1）麻痺性貝毒定期モニタリング調査結果（表 1 参照）

有明海での調査では、エライザ法のスクリーニング値（2MU/g）及び、公定法における規制値（4MU/g）を超過する事例はなかった。

八代海での調査では、アサリを検査対象としている八代市鏡、八代市大島及び天草市宮野河内ではアサリ資源の減少のため調査ができなかったが、カキの定点について調査を実施した。その結果、天草市宮地浦においてエライザ法のスクリーニング値を超過する事例が 2 月以降 3 件（このうち 2 件は下記（2）の冬季カキ調査に該当しており、定点が同じであることから混乱を避けるため当調査に集約）あり、公定法による検査を実施したが、いずれも規制値未満であった（図 2 参照）。

（2）冬季カキ麻痺性貝毒定期調査（表 1 参照）

調査を予定していた地点全てにおいて、ほぼ予定どおりの調査を実施した。

その結果、宮地浦については上記（1）のとおりである。その他の定点については、天草市宮野河内において、宮地浦と同じ時期にエライザ法のスクリーニング値を超過する事例が 3 件あったが、公定法ではいずれも規制値未満であった（図 3 参照）。一方、下浦及び楠浦で採捕したカキについては、スクリーニング値を超過する事例はなかった。

上記（1）の調査結果を合わせ、本年度は合計 6 件についてエライザ法のスクリーニング値を超過したが、その全てにおいて公定法の規制値を超過することはなく、現行の調査体制の有効性と分析結果の正確さを担保する結果となった。

また本県の海域ではこれまで確認されていなかった貝毒プランクトンの *Alexandrium tamarense* が見られていることから、種組成の変化に伴う毒成分の変化が危惧される。このため今後も本調査を継続してデータを蓄積するとともに、HPLC 分析による毒成分の変化をモニタリングすることも必要と考えられる。

表 1 麻痺性貝毒分析結果（エライザ法及び公定法）

海域	調査地点	対象員	検体数	陽性検体数		備　　考
				ELISA法	公定法	
有明海	①玉名市岱明	アサリ	25	0	0	
	②熊本市川口	アサリ	23	0	0	
	③宇土市長浜	アサリ	25	0	0	
八代海	④八代市鏡	アサリ	－	－	－	アサリ資源減少のため、調査見合わせ
	⑤八代市大島	アサリ	－	－	－	アサリ資源減少のため、調査見合わせ
	⑥天草市楠浦	カキ	17	0	－	
	⑦天草市下浦	カキ	20	0	－	
	⑧天草市宮野河内	アサリ	－	－	－	アサリ資源減少のため、調査見合わせ
		カキ	16	3	0	
	⑨天草市宮地浦	カキ	34	3	0	
合　　計			160	6	0	

※　エライザ法の分析値は公定法の 2 倍の分析誤差があることから、エライザ法によるスクリーニング値を 2MU/g とし、この数値を超過した場合、公定法による検査を実施した。

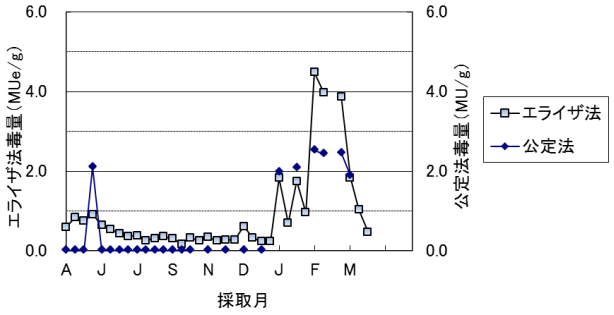


図 2 天草市宮地浦カキの毒量の推移

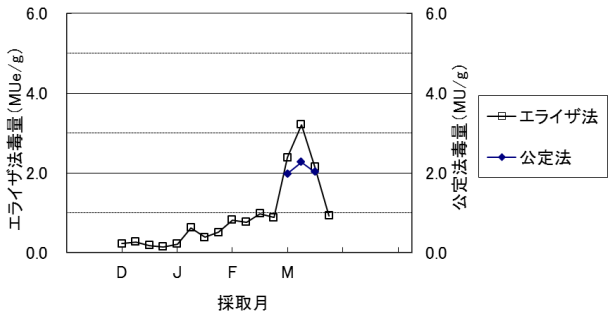


図 3 天草市宮野河内カキの毒量の推移

4 謝 辞

本試験を実施するにあたり、大阪府立公衆衛生研究所 川津健太郎主任研究員から分析キットの提供及び分析方法等について御指導御助言を頂きました。厚く御礼申し上げます。

5 文 献

1) 篠﨑貴史ら： 麻痺性貝毒簡易測定キットを用いたスクリーニング検査の検討 I ELISA の実証試験と公定法との相関性 *平成 23 年度日本水産学会春季大会講演要旨集* 2011; 104.

2) 渡邊龍一ら： 麻痺性貝毒簡易測定キットを用いたスクリーニング検査の検討 II HPLC 分析による毒組成解析と有効性検証. *平成 23 年度日本水産学会春季大会講演要旨集* 2011; 104.

3) 社団法人日本食品衛生協会 3.麻痺性貝毒(公定法). *食品衛生検査指針(理化学編)*, 2005; 673-680.

4) Kentaro Kawatu *et al*: Development and Application of an Enzyme Immunoassay Based on a Monoclonal Antibody against Gonyautoxin Components of Paralytic Shellfish Poisoning Toxins. *Journal of Food Protection*. 2002; 65-8: 1304-1308.

水産物安全確保対策事業Ⅱ（県 平成21年度～ 単）

（養殖貝類品質向上試験Ⅰ　クマモト・オイスター冷凍試験）

1　緒　言

本県では、平成22年度以降、生食用カキとしてクマモト・オイスター（シカメガキ）を試験的に出荷しているが、出荷期間が3月～4月上旬までの約1ヶ月半に限られているため、新たな流通形態として生食用カキの冷凍品の製造を検討している。

本研究ではこれまで、カキの急速冷凍を行う温度として-40℃が有効であること、また、その後の保存温度を-20℃とした場合、少なくとも5ヵ月間において生食が可能であることを明らかにしてきたが、カキの食味・食感を維持するには-20℃よりも低い、-30℃以下が望ましいとされていることから[1)]、本温度帯における保存性について試験を行い、最適保存温度について検討した。

2　方　法

（1）担当者　吉村直晃、中野平二

（2）材料及び方法

ア　供試貝

平成22年度生産群を用いた。

イ　供試貝の浄化

クマモト・オイスター生産者協議会出荷取扱手順に従い、紫外線滅菌海水により18時間以上浄化した。

ウ　供試貝の前処理（解体及び凍結保存）

浄化後のカキをハーフシェル（殻のうち平たい方をはずした状態）に加工した。

上記のカキを-40℃で60分間急速凍結を行った後、氷水に10秒程度浸すことでグレーズ処理し、再び-40℃で30分間急速凍結を行った。その後、保存用の袋に3個ずつ封入し、-20℃、-45℃及び-60℃に温度設定した冷凍庫に収容して凍結保存してそれぞれを試験区とした。

エ　官能試験の実施

凍結保存開始後、3日、2ヵ月、4ヵ月、6ヵ月、8ヵ月経過した時点で、2袋ずつ冷凍庫から取り出して氷水中で解凍し、4項目（外観、臭い、食感、うま味）について官能試験を行った。

官能試験は、5名若しくは6名の試験者で行い、各試験区1個ずつ（合計3個）を食べることで実施した。その際、試験者には保存温度が分からないよう、-20℃保存区を[A]、-60℃保存区を[B]、-45℃保存区を[C]と表記した。また、試験者へのサンプルの呈示は3個同時に行うが、食べる順序は[B]→[A]→[C]に指定し、[B]と比較して良いのか悪いのかを数直線上に記入させた（[B]を0とし、[A]と[C]を±1の範囲で評価させた）。また、上記4項目について総合的に判断し、3試験区の順位付けを行わせた。

3　結果及び考察

（1）外観

図1に、官能試験の結果（試験者による評価の平均値）を試験の回次毎に示す。

外観の評価は、4ヵ月後までは試験区毎の結果にバラツキが見られたが、6ヵ月以降は差が

なくなり、3 試験区の評価結果が収束する傾向にあった。

試験時に試験者からの出された意見としては、一部からは「色が黒ずんでいる」などの問題点の指摘もあったが、「白さが良い」や「貝柱が盛り上がっている」など良い面を強調する意見が全試験区において見られたことから、8 か月の冷凍保存期間では、どの試験区でも外観上の問題は発生していないと考えられる。

（2）臭い

臭いの評価結果としては、試験期間を通じて試験区毎の顕著な差は見られなかった（図 1)。

しかし、試験者からの意見を詳細に見ると、2 か月後までは「磯の香りを感じる」など否定的な意見はなかったが、4 か月以降は[A]及び [C]において、「磯の香以外の臭みを感じる」との意見があり、特に[A]について指摘する試験者が多かった。また、[B]においても 8 か月後には臭みを指摘する意見があったことから、 [A]と[C]は[B] に比べて臭いの変質・悪化が早く 4 か月後には顕著となり、[B]においても 8 か月の冷凍保存期間を経ると、生食に用いるには問題があるレベルに達すると考えられる。

（3）食感

食感の評価は、8 か月後には[B]が最も良い評価を得るが、試験期間を通じて試験区毎の顕著な差は見られなかった（図 1)。

しかし、試験者からの意見を詳細に見ると、3 か月後から食感の悪さを指摘する意見が全試験区についてあったが、4 か月後以降においては[B]の食感が良いと回答する傾向があったことから、[A]と[C]は[B] に比べて食感の低下が早く、4 か月を経過すると生食に用いるには問題があるレベルに達する可能性がある。

（4）うま味

うま味の評価は、3 日後の試験では結果にバラツキがあったが、2 か月後以降は [B]が比較的高い評価を得る傾向があった（図 1)。

試験者からの意見としては、2 か月後まではクマモト・オイスター独特の「えぐみ」を指摘する程度で問題ないと考えられるが、一人の試験者は、塩味の強さが試験区ごとに異なることを指摘しており、試験に用いたクマモト・オイスターの個体差が官能試験の結果に影響していることが考えられる。しかし、8 か月後になると[A]及び [C]において、「うま味が少ない」、「味が悪い」などの意見が複数の試験者からあったことから、[A]と[C]は[B] に比べてうま味の低下が早く 8 か月後には顕著となり、生食に用いる際に問題があるが、[B]は更に長い期間うま味を保持すると考えられる。

（5）3 試験区の順位付け

図 2 に、官能試験を実施する毎に 3 試験区（[A]、[C]、[B]）を総合的に評価して順位付けさせた結果を示す。3 日後を除き、[B]が最も順位が高く（1 位に近く)、次いで[C]、最も順位が低いのは[A]となる傾向があった。この結果は、上記（1）から（4）とよく対応するものであり、最も順位が低いのは[A]となったのは、臭いの悪化によるところが大きいと考えられる。また、試験者が最も早く品質の劣化を感じ取るのは臭いと食感であり、これらはカキの冷凍品の保存性について試験するうえで重要な試験項目であると考えられる。

以上の結果から、クマモト・オイスターの最適な凍結保存温度は次のように考察する。

4 か月以上の保存を行わない場合は、－20℃若しくは－45℃で十分であるが、－45℃が望ましい。それ以上の保存を行うには－60℃で保存すれば可能であるが、8 か月以上の保存は困難であると考えられる。

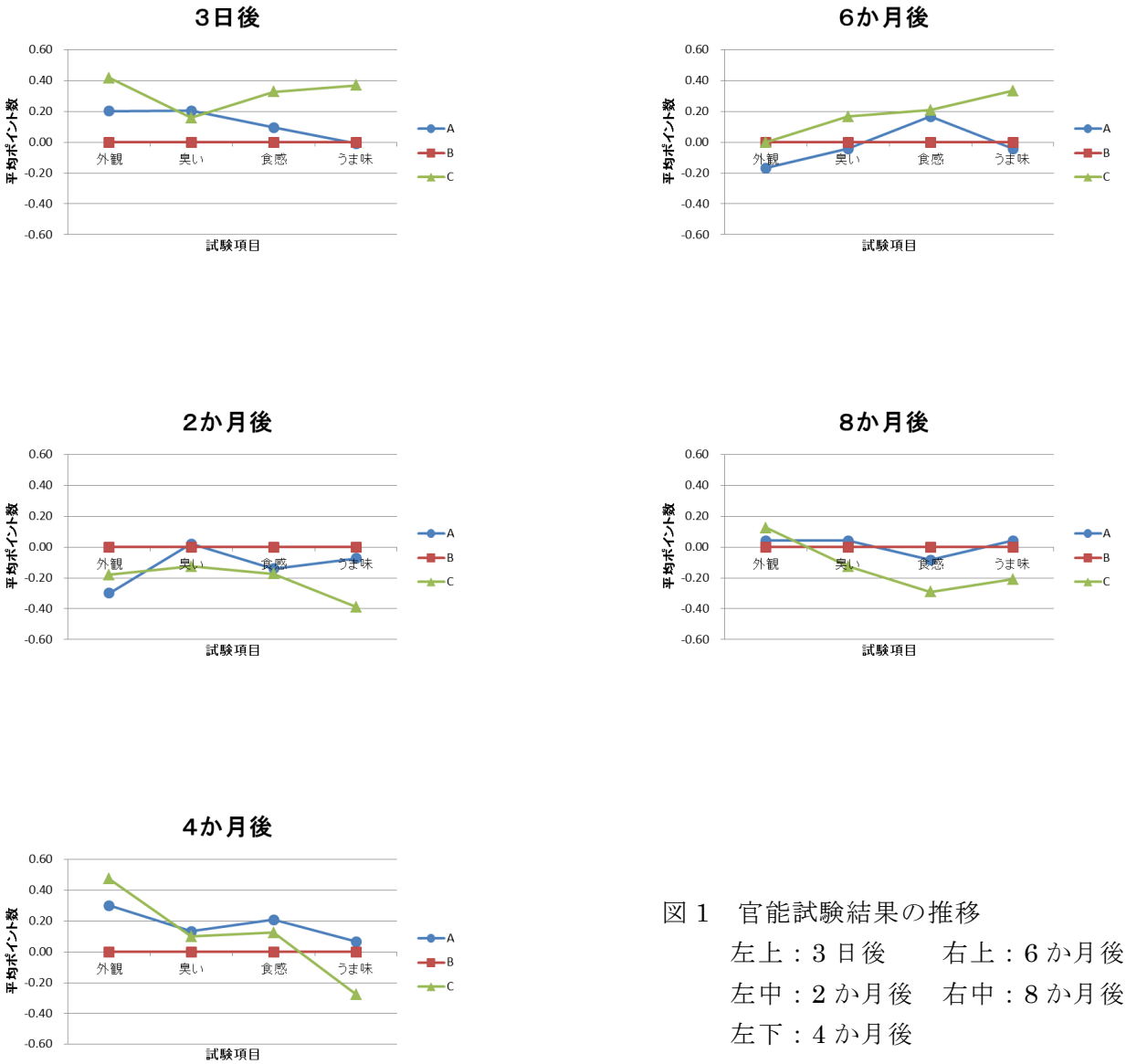


図 1　官能試験結果の推移
左上：3 日後　　右上：6 か月後
左中：2 か月後　右中：8 か月後
左下：4 か月後

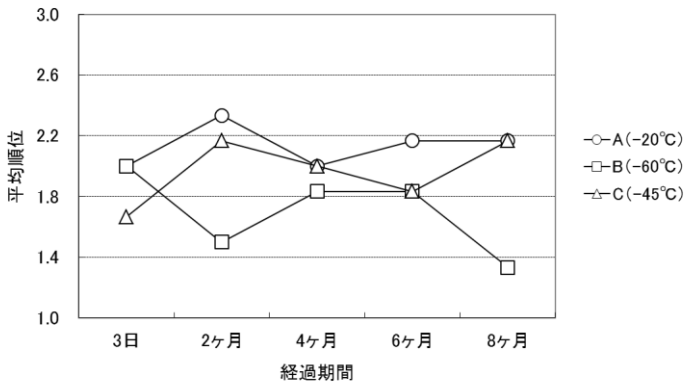


図 2　官能試験毎に実施した 3 試験区の総合評価結果

4　文　献

1）社団法人日本冷凍空調学会．第 5 章　水産物の冷凍　*新版　食品冷凍技術* 2009；76-80.

水産物品質評価技術開発試験Ⅰ（県単 平成23～25年度）

（ブリの品質評価）

1　緒　言

本県の魚類養殖において、ブリはマダイに次ぐ生産量を上げ、産業上重要な位置を占めている。近年養殖ブリは、量販店や商社、活魚販売業者との直接取引による市場外流通が増加し、以前は魚市場で担っていた経験者による目利き機能が低下してきたと思われるため、機器計測による数値化が求められるようになっている。

このため平成23年度は養殖ブリの品質評価技術の開発を目的として、ブリの部位別、個体別粗脂肪、水分、ヒドロキシプロリンの含有量の測定を行い、粗脂肪含有量は個体差が大きいこと、組織別のヒドロキシプロリン含量は、腹部銀皮＞表層血合筋＞背部普通筋の順に高いことを明らかにした。

今年度は現場での品質評価法として、熊本県海水養殖組合が推奨しているエクストルーダーペレット（以下「EP」という）で飼育したブリ品質評価を行い、ＥＰで飼育したブリとモイストペレット（以下、「MP」という）で飼育したブリの切り身について表層血合筋の赤味度の経時変化を比較した。

2　方　法

（1）担当者　向井宏比古、中野平二

（2）方法

ア　検体

熊本県海水養殖漁業協同組合所属の養殖業者が飼育したブリを供試し、詳細を表1に示した。

表1　検体の概要

検体番号	餌料	検体重量(g)
①	EP	1,833
②	EP	2,104
③	EP	1,686
④	EP	1,812
⑤	MP	1,924

イ　測定試料の作成

前処理：機械〆→放血・冷却→フィーレ加工→真空パック→氷冷保存

測定試料作成：フィーレ処理の翌日の死後硬直到達1時間後に測定用試料を作製した。

測定用試料の採取位置を図1に示した。

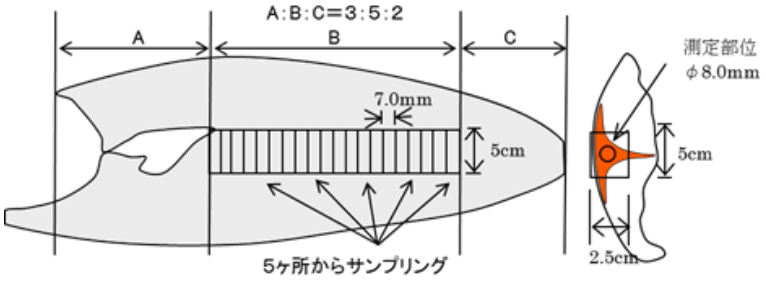


図1　測定用試料採取位置

ウ　測定項目

表層血合筋の色覚色度指数 a*値（数値が高い程、赤味が強い）を試料作成後、2，4，6，8，12，14，16，18，20，22，24，36 時間経過後に測定した。

エ　測定機器

色彩色差計：ミノルタ(株)　CR-300　表色系：CIE1976L*a*b*(JIS Z 8729-1980)

デジタルカメラ　：キャノン(株)　PowerShot S100（1/60、F5.6　50mm　ISO100）

標本撮影装置：(株)エスエフシー　M 型　光源：三波長形昼白色（5000K）インバーター蛍光灯

画像処理ソフト：アドビ(株)　Photoshop CS5

低温恒温器：三洋電機(株)　インキュベーター　MIR-553

3　結果

作成した色調測定用の試料 5 枚の経過時間別 a*値の推移を図 2 に、平均値を図 3 に示した。

ブリ表層血合い筋は、a*値が 21 を下回ると、赤味の低下（褐変の進行）として認知されやすくなるが、その時間は、②9 時間後＞⑤10 時間後>④14 時間後>①・③19 時間後で、①と③がもっとも長時間にわたり赤味が維持された（図２）。

24 時間経過後の a*は、値が高い（赤味が強い）順から、③18.9＞①18.7＞②15.4＞④15.2＞⑤14.0（図３）であった。

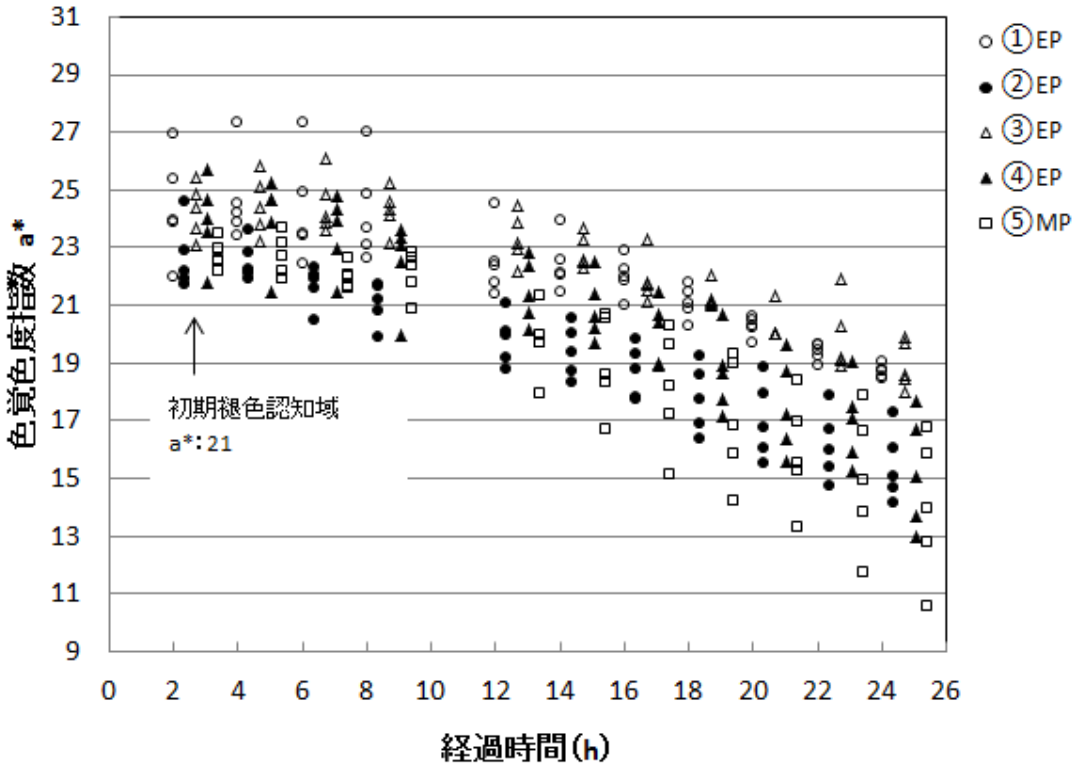


図２　検体ごとの色覚色度指数a*の推移

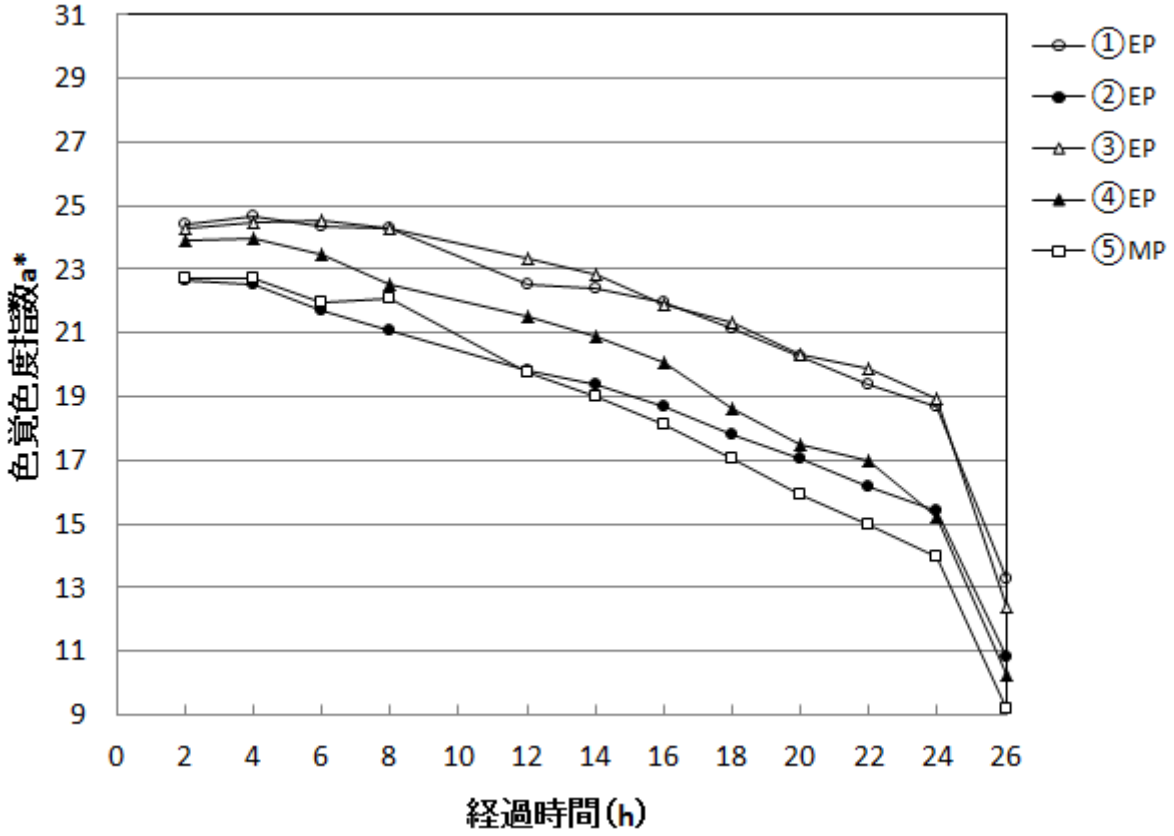


図３ 検体ごとの色覚色度指数a*平均値の推移

色彩色差計による測定と同時刻に撮影した写真について、各検体から得られた 5 枚の切り身標本のうち中央の 1 枚の経時変化を図 4 に、褪色部の強調表示を図 5 に、測定試料の作成・測定・保管状況を図６に示した。

当初 MP より EP 給餌が、赤味が長時間維持されると予想したが、EP 給餌検体（①～④）のうち１検体②は、MP 給餌の⑤とほぼ同時刻に初期褪色識別値を下回った。原因としては②の絶食期間は 9 日間で、①の 7 日間、④⑤の 5 日間と比べ長期にであったことにより、赤み度の維持に必要な魚肉内部の抗酸化成分（赤味度の維持に必要）が低下したこと等、給餌条件が要因と考えられた。

他方③の絶食期間は 8 日間であったが、赤味度は長時間維持され、前述のサンプルとは異なる結果を示した。

一般に血合筋の褪色は、餌料中の抗酸化成分（ビタミン C,E、ポリフェノール等）により抑制されるが、その蓄積は摂餌量と給餌期間に影響を受ける事が知られており、これらに注目した給餌方法等の検討が必要である。

水産物品質評価技術開発試験Ⅱ（県　単　平成23～25年度）

（ブリの高品質冷凍）

１　緒　言

養殖魚の多くは活魚で出荷されるが、同時に大量の海水も運搬するため、原魚コストを引き上げる要因となっている。このため活魚と同等の品質を持つ高品質な冷凍魚で出荷できれば、輸送コストが低減されるメリットがある。

しかし、従来の冷凍方法では、解凍時に血合筋の変色、生臭みの発生、縮れ、軟化、ドリップ発生等が生じ、刺身素材として不適な品質になるため、養殖魚の冷凍出荷は一般的には行われていない。

そこで、本試験では本県の主要な養殖魚種であるブリについて、高品質な凍結魚の製造条件を明らかにすることを目的に試験を実施した。

昨年度までに解凍条件検討として急速凍結後、氷水解凍すると、表層血合い筋の変色では解凍後3時間まで、破断強度の変化では解凍後45分までは〆たての活魚と同等の値が得られることが明らかとなっている。このため今年度は凍結方法と保管温度を検討するため、エタノールブライン、エアブラスター、緩慢凍結の3方法で凍結を行い凍結品の品質を破断強度で比較した。

２　方　法

（１）担当者　向井宏比古、中野平二

（２）方法

ア　検体

熊本県海水養殖組合に出荷された、県内生産養殖ブリを即殺後1日間氷冷し、死後硬直に到達した魚体の腹部を真空パックして検体とした。

イ　凍結方法

試験区ごとの凍結方法を表１に、凍結後の概観を写真1に示した。

表１　凍結方法

試験区	凍結方法	保管温度(℃)	備考
①	エタノールブライン	－５５	撹拌なし。検体量は冷媒の1/10以下
②	エアブラスター	－５５	芯部凍結時間30分
③	緩慢凍結	－２０	芯部凍結時間8時間
④	対照区（チルド保管）	１	

ウ　保管及び測定前処理

検体はそれぞれの保管温度で6日間保管し、氷水で急速解凍後、厚さ5mmの切り身にして測定サンプルとした。なお測定サンプルは同一検体の頭部に近い部位からA,B,Cと標記した。

エ　破断強度測定

測定機　：不動工業(株)　レオメーター　MRM-2010-CW

測定項目：破断強度、波形

測定条件：φ5mmの円盤プランジャー、圧縮速度：5mm/秒

写真１　凍結後のサンプル

３　結果及び考察

（１）破断強度

試験区ごとの破断強度を図１に示した。

エタノールブライン区は腹部 A で 131.09～242.03、腹部 B で 247.85～336.67、腹部 C で 203.72～268.08、エアーブラスター区は腹部 A で 167.68～225.00、腹部 B で 276.08～345.89、腹部 C で 203.32～232.41、緩慢凍結区では腹部 A で 142.13～225.04、腹部 B で 275.76～309.9、腹部 C で 197.30～201.75、チルド（対照）区では腹部 A で 128.57～182.02、腹部 B で 346.88～370.28、腹部 C で 227.25～265.64 であり、腹部 A、腹部 C では各区とのほぼ同様の値、腹部 B ではチルド対照区が高い値を示したが、明確な差は認められなかった。

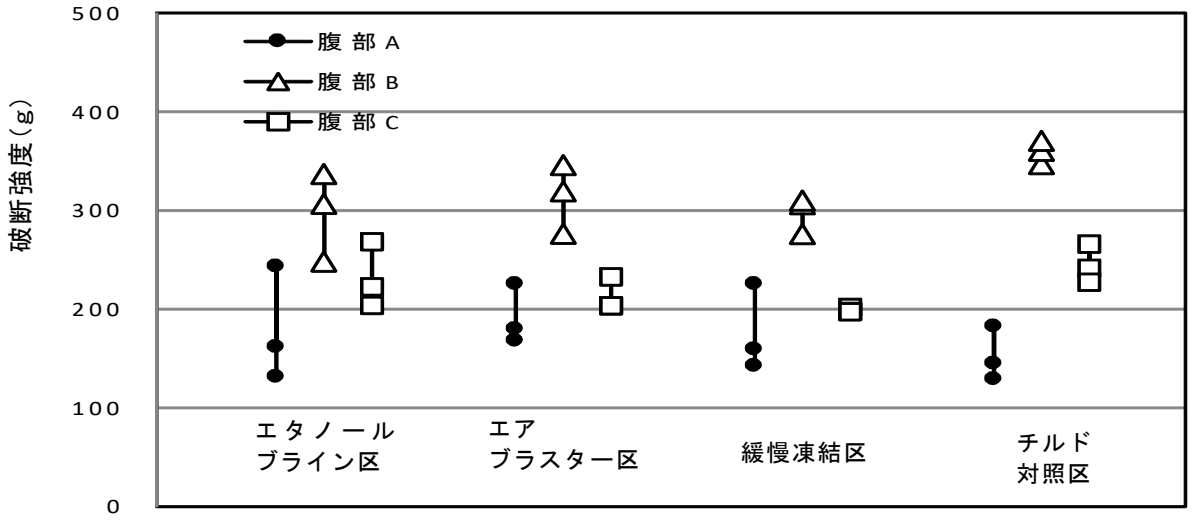


図１　試験区ごとの破断強度

（２）圧縮応力の波形解析

（１）で各検体が同様の破断強度を示したため、波形解析を試み、圧縮距離に対する応力変化を図２～５に示した。

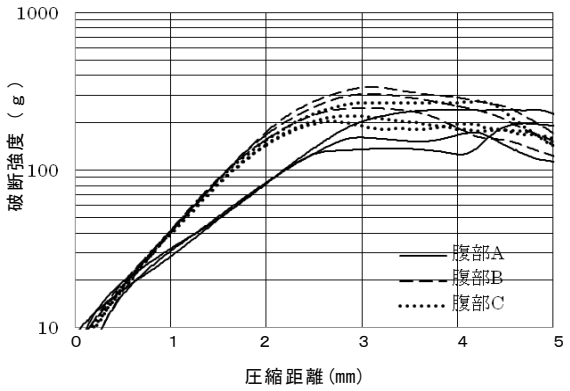


図２　応力変化（アルコールブライン区）

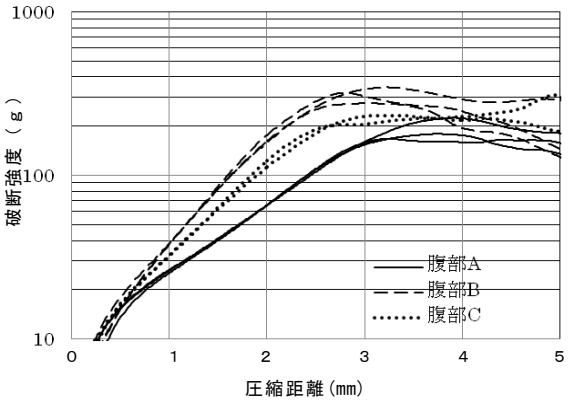


図３　応力変化（エアブラスター区）

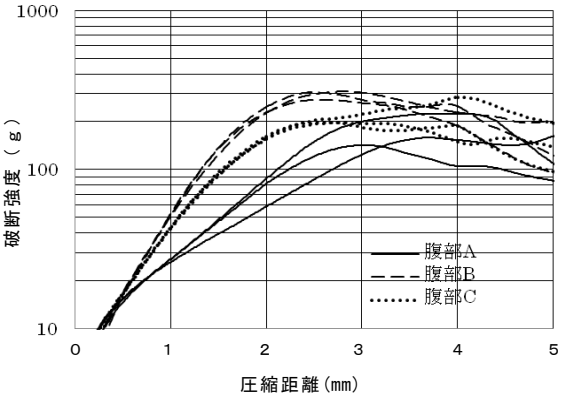


図４　応力変化（緩慢凍結区）

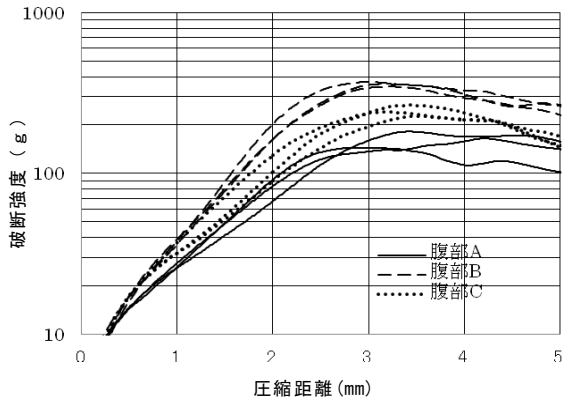


図５　応力変化（チルド　対照区）

アルコールブライン区の傾きは腹部 B と腹部 C はほぼ同様の傾きを示し、腹部 A の傾きは腹部 B, 腹部 C に比べ小さい値を示した。また同じ腹部サンプル間では破断点以前では同様の値を示した。

エアブラスター区では傾きは腹部 B＞腹部 C＞腹部 A の順に大きい値を示し、同じ腹部サンプル間では破断点以前では同様の値を示した。

緩慢凍結区の傾きは腹部 B＞腹部 C＞腹部 A の順に大きい値を示し、特に腹部 A では同一部位の 3 サンプル間でも傾き、破断強度とも異なる値を示し、バラツキが大きかった。

チルド（対照区）の傾きは他区に比べ小さく、各部位の同一サンプル間のバラツキは他の試験区と比べ大きい傾向が認められた。

平成 23 年度の試験結果では、波形解析の傾きが大きいサンプルは、刺身としての歯ごたえ（コリコリ感）が感じられ、傾きが小さいサンプルは刺身としての歯ごたえが感じられないことが推察されている。この点から今回の試験では腹部 B は歯ごたえがあるが腹部 A はアルコールブライン＞エアブラスター＝チルド＞緩慢凍結の順に歯ごたえが変化し、さらに緩慢凍結とチルドでは同じ部位のサンプルでもバラツキが大きくなることが確認できた。

これらからブリ凍結品の品質はアルコールブライン＞エアブラスター＞緩慢凍結の順に適している傾向が伺えた。

水産物品質評価技術開発試験Ⅲ（県 単 平成23～25年度）

（養殖マダイの品質評価）

１　緒　言

市場等に生鮮出荷された養殖マダイの品質を評価する場合、外観である体表の色調が商品価値に大きく影響する。色調の判断・評価は人の目によりなされるが、その際、対象物が曝される光条件や評価者の個人差などにより、評価結果が大きく変化することが予想される。

本研究では、上記のような評価対象物を取り巻く環境等に影響を受けない品質評価手法の開発を目指し、色彩色差計により測定した色調（明度（L*値）、色相（a*値、b*値））とその色調を決定するマダイ表皮に存在するカロテノイド量との関係を明らかにすることにより、色調測定による客観的評価手法の確立を試みた。

２　方　法

（１）担当者　吉村直晃、中野平二

（２）材料及び方法

ア　供試マダイ

当水産研究センターで飼育していたマダイ及び天然マダイを各３尾用いた。

イ　活け締め、魚体の冷却及び冷蔵

手鉤により延髄を破壊した後、鰓を切断し、ろ過海水中で２０分程度放血した。その後、魚体を５℃の海水で３０分程度冷却し、底面に氷を敷き詰めた発泡スチロール箱に１尾ずつ収容した。

ウ　マダイ表皮の色調測定

ミノルタ株式会社製の色彩色差計（型式　CM-700d）を用いた。測定時間は、上記イにより発泡スチロール箱に収容した時点から開始し（0時間とする）、一定時間ごとに測定した。測定箇所は、天然魚と養殖魚で明らかな色調差がある上身の頭骨に近い部分（以下、「頭部」という。）と背鰭下の背部（以下、「背部」という。）の２箇所[1)]について、3回ずつ測定した。

エ　マダイ表皮のカロテノイド色素の測定

上記ウの測定箇所の皮膚を切除し、Astaxanthin（Asx.）及び Tunaxanthin（Tunax.）量を高速液体クロマトグラフィー（Shimadzu 製作所製）により測定した。なお、分析方法については、大井らの方法[2)]を参考にした。

３　結果及び考察

（１）色調

ア　養殖マダイの場合

図１及び図２に、養殖マダイの頭部及び背部における L*値（明暗の指標）、a*値（赤色の強さの指標）、b*値（黄色の強さの指標）及び a*値と b*値から計算により求めた C*値（鮮やかさの指標：a*値と b*値のそれぞれを 2 乗し、得られた数値の和の平方根）の時間変化を示す。

測定時間は、背部については 24 時間まで、頭部については 7 時間まで行った。

頭部と背部を比較するとわずかに頭部の数値が高い傾向があるが、双方とも、全ての項目の挙動が同様に、試験開始後 2.5 時間から 4 時間後に最低値となり、5 時間から 6 時間にお

いて比較的高い値を示し、a*値以外はその後再び減少に転じた。

これらのことから、養殖マダイは活け締め後、一時的に色調が暗くなり、6 時間ほどで生きていた時に近い状態に回復すると言える。従って、本試験と同様の処理工程を経た場合、この程度の時間帯が最も評価に適していると考えられる。また、今回試験に用いた養殖マダイの特徴は、a*値は 0 付近にあることから赤色が弱く、黄色の指標である b*値は 5 から 10 の間を推移して C*値（鮮やかさの指標）と密接に連動していることから、黄色の成分が主体であると言える。

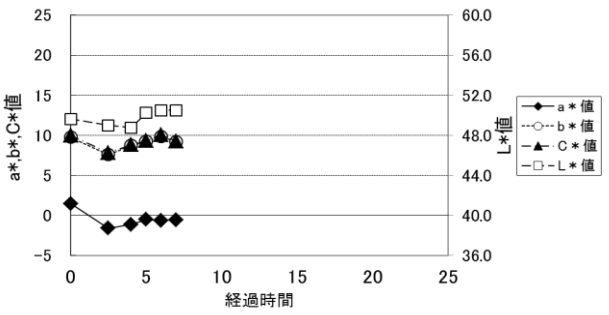


図 1　養殖マダイの頭部における色調変化（a*値、b*値、C*値、L*値）

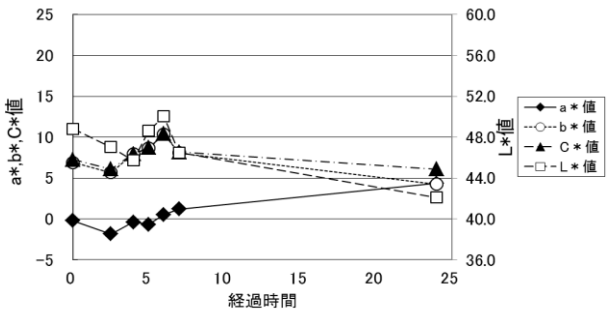


図 2　養殖マダイの背部における色調変化（a*値、b*値、C*値、L*値）

イ　天然マダイの場合

図 3 及び図 4 に、天然マダイの頭部及び背部における L*値、a*値、b*値及び C*値の時間変化を示す。養殖マダイにおいては、頭部の値が高い傾向が見られたが、天然マダイでは逆に L*値を除き背部が高かった。時間経過に伴う各項目の挙動は、養殖マダイでは全ての項目が同様の挙動を示したのに対し、天然マダイでは、明暗の指標である L*値のみが他とは逆の動きを示した。また、養殖マダイで見られた 4 時間後の色調低下、6 時間後の回復といった動きは、L*値のみがそれに近い動きを示したが、他の項目は 24 時間後にやや上昇するものの、生きているときの状態には及ばなかった。これらのことから、天然マダイは活け締め後、色調が暗くなることはないが、赤色や黄色の度合いは低下し、その後の回復はあまり望めないと考えられる。

また、試験開始直後は全ての項目において養殖マダイの数値を大きく上回っていたが、養殖マダイに比べて減少の度合いが大きく、b*値（黄色の指標）が特に顕著であった。b*値と C*値の挙動は養殖マダイと同様にタイトに変化したが、a*値（赤色の指標）が 5 から 10 の間を推移している間は、C*値が b*値のカーブの少し上側に位置していた。このことから、天然マダイの色調は養殖マダイ同様に黄色が主体であるが、養殖マダイよりも赤色の貢献度が大きいと考えられる。このように、養殖マダイと天然マダイの色調構成と活け締め後の時間経過に伴う変化の挙動は全く異なることから、これらを同じ手法で評価するのは困難であると考えられる。

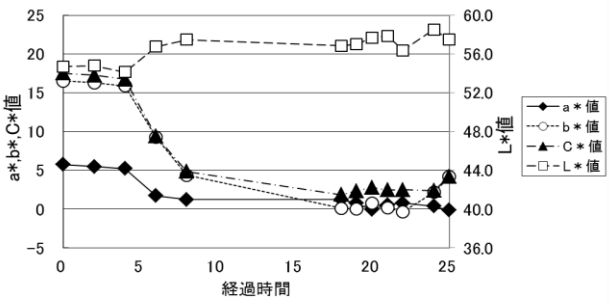


図 3　天然マダイの頭部における色調変化
（a*値、b*値、C*値、L*値）

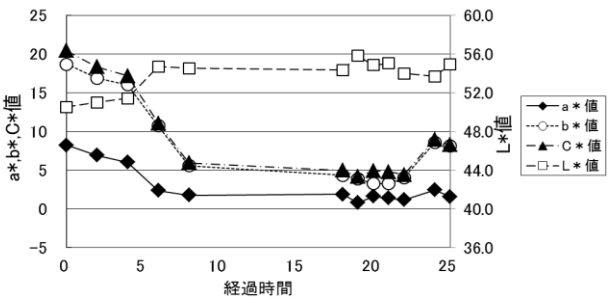


図 4　天然マダイの背部における色調変化
（a*値、b*値、C*値、L*値）

（2）マダイ表皮における主カロテノイド量

図 5 に、マダイ頭部及び背部における Astaxanthin（Asx.）量の時間変化を、図 6 に、Tunaxanthin（Tunax.）量の時間変化を示す。

養殖魚と天然魚の含有量を比較すると、赤色のもととなる Asx.は、天然魚の含有量がわずかに高いが、測定箇所による差や時間的変化はほとんどなかった。

一方、黄色を呈する Tunax.は、天然魚の方がより多く保持していた。測定箇所間で比較すると養殖魚ではほとんど差はないが、天然魚では頭部に多く含まれる傾向があった。また、養殖魚、天然魚を問わず、時間経過とともに色素量が減少した。

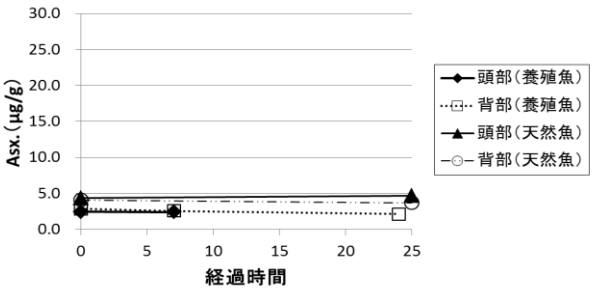


図5　マダイ頭部及び背部における Asx.量の時間変化(養殖魚・天然魚)

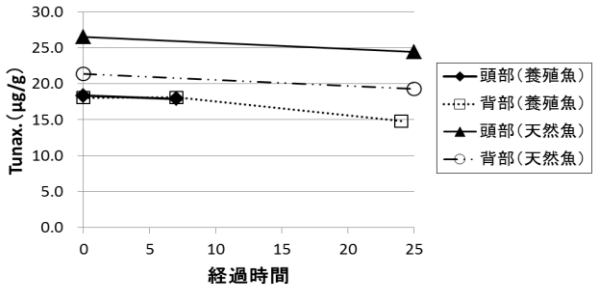


図 6　マダイ頭部及び背部における Tunax.量の時間変化(養殖魚・天然魚)

（3）色調と色素量の関係

上記（1）及び（2）より、色素量の挙動は、色調で説明できる可能性があることから、両者の関係を解析し､色調が品質評価の指標として用いることの可否について検討することとした。

図 7 に、養殖魚における色調と色素量の関係を、図 8 に天然魚における関係を示す。

養殖魚では Asx.との関連はなさそうであるが、Tunax.とは全ての色調において相関が見られた。一方、天然魚においては相関が見られない。これらのことから、色調は天然魚を含めた評価手法の確立には利用できる可能性はないが、養殖魚に限定すれば可能と考えられる。

そこで、養殖マダイにおける L*、a*、ｂ*、ｃ*値と各々の色素量の関係を見ると、近似曲線は全てにおいて高い相関係数を有しているが（R^2＝0.58～0.85)、勾配を比較すると C*値を横軸に設定した際に最も変化率が大きいことから（0.7324)、色素量の変化をより詳細に表現していると言える。このことから、養殖マダイの品質評価を行う場合、最も指標として適しているのは C*値であると考えるのが妥当である。

今後は、更にデータ蓄積を行い指標としての信頼度を上げるとともに、流通しているマダイ

の実測値と取引単価との比較により本品質評価手法の有効性を検証する必要がある。

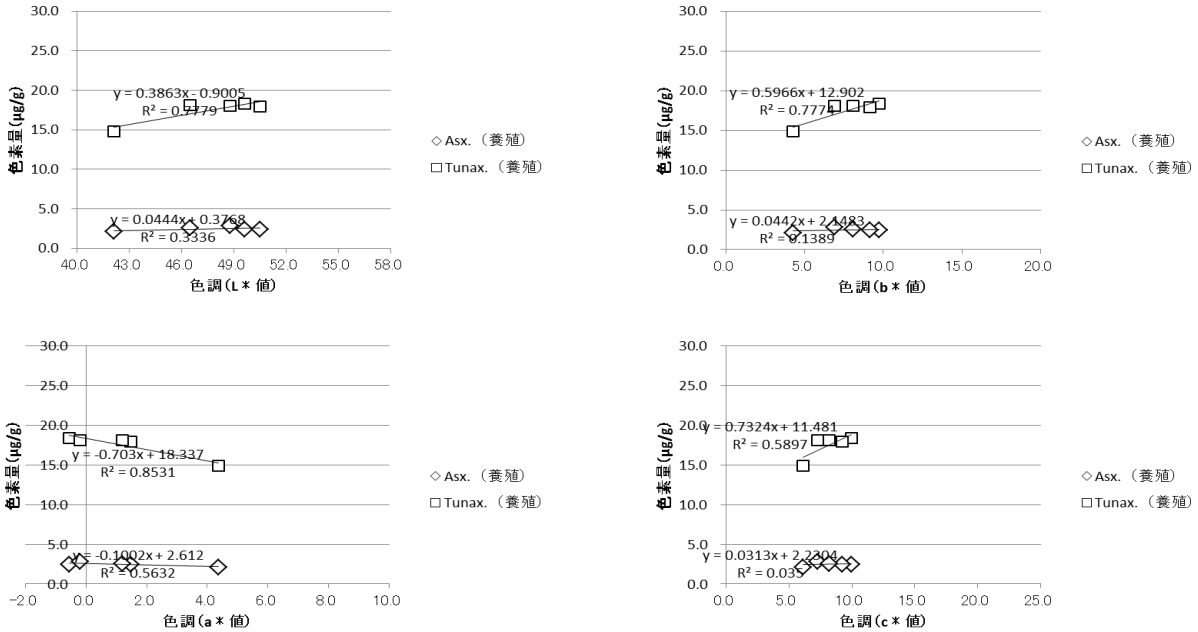


図 7　養殖魚における L*, a*, b*及び C*値と色素量の関係

（左上：L*値、左下：a*値、右上：b*値、右下：C*値）

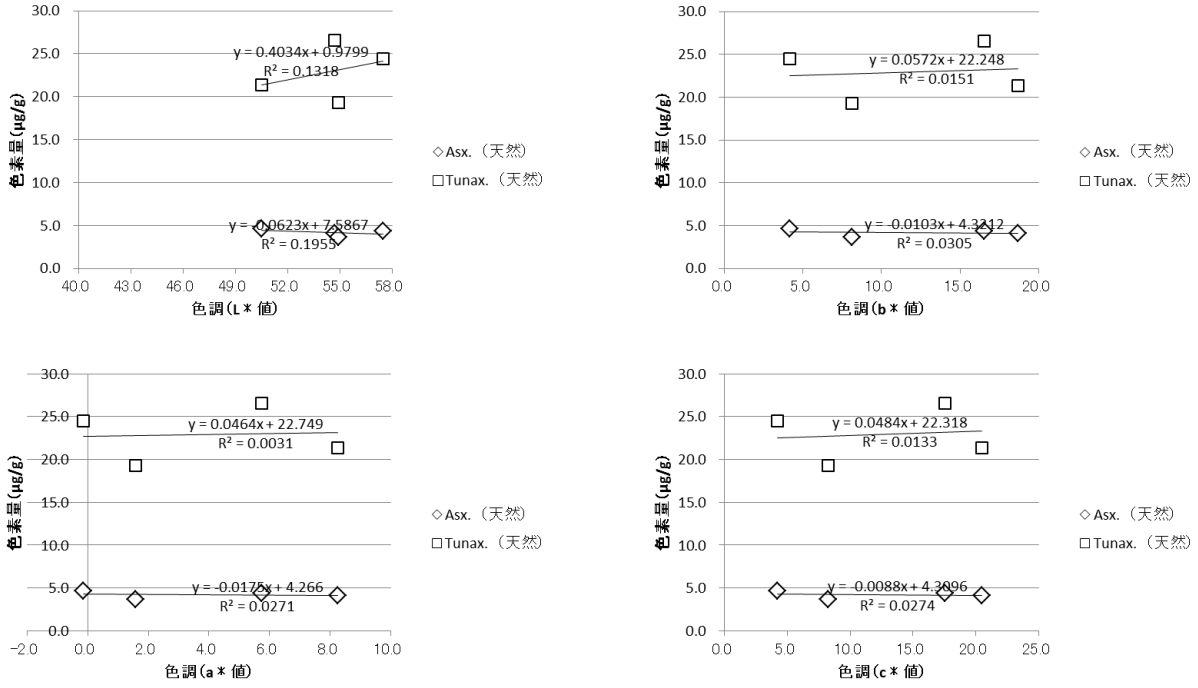


図 8　天然魚における L*, a*, b*及び C*値と色素量の関係

（左上：L*値、左下：a*値、右上：b*値、右下：C*値）

4　文献

1) 青木秀夫、山形陽一、田中真二、井上美佐：高品質マダイの生産技術開発に関する研究．三重県水産技術センター事業報告．1995 夏；187-190.

2) 大井友梨、並木利文、片田江道、塚原寛樹、北原晃利：パンの物性および色調に対するヘマトコッカス藻由来アスタキサンチン添加の影響．Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi. Vol.56, 2009； 579-584.

水産物品質評価技術開発試験Ⅳ（県 単 平成23～25年度）

（養殖マダイの冷凍試験）

１　緒　言

魚介類を凍結すると、肉の変敗に関与する微生物活性、化学反応及び酵素活性が抑制され長期保存が可能となる。しかし筋肉組織は凍結前と凍結時に起こる様々な物理化学的変化により、解凍後にドリップの発生や肉質のスポンジ化といった品質劣化が発生することがある。

高品質な冷凍品を製造するためには、鮮度の高い魚を原料として用いることが望ましいと考えられるが、その際に問題となるのは鮮度が良いことに起因する解凍硬直により、身の変形やドリップの発生により、見た目や食感が低下することである。

本試験では、養殖マダイについて、ドリップの発生を抑制する冷凍方法の開発を検討するため、凍結前の鮮度を硬直度指数として表し、その指数と凍結、解凍によるドリップの発生、破断強度及び表層血合筋の色調変化との関係について明らかにすることを目的とした。

２　方　法

（１）担当者　吉村直晃、中野平二

（２）材料及び方法

ア　供試マダイ及び試験区の設定

当水産研究センターで飼育していたマダイを用い、硬直度指数別に４試験区（0、25、50、100）を設定した。

イ　活け締め、魚体の冷却及び冷蔵

手鉤により延髄を破壊した後、鰓を切断し、ろ過海水中で 20 分程度放血した。その後、魚体を５℃の海水で 30 分程度冷却し、海水から取り出し５℃で冷蔵保存した。

ウ　硬直度指数の測定

上記イにより５℃で保存しているマダイについて、新版食品冷凍技術に紹介されている方法[1)]を参考に硬直度指数を測定した。

エ　供試魚の魚体処理

上記イのマダイが上記アに示す硬直度指数に到達したことを確認後、ロイン（４つ割り）に加工し、試験試料とした。

オ　魚肉の色調及び破断強度の測定

（ア）表層血合筋の色調測定

色彩色差系（ミノルタ CM-700d）を用い、ロイン表面の表層血合筋の色調を測定した。

（イ）破断強度の測定

株式会社山電製のクリープメーター（RE2-33005B）を用い、ロインの長辺の中央部分を１センチメートルの幅で切り取り、破断強度 N（ニュートン）を測定した。

カ　急速凍結

上記エにおいてロイン加工した魚肉に真空包装を施し、-30℃のエタノールを用いたブライン凍結により急速凍結を行った。また、その後の保存温度は同じ温度とした。

キ　ドリップ量の測定

上記カで凍結保存していた各試料を氷水で解凍して吸水シート上に置き、５℃に冷蔵した状態でロイン重量を解凍後 30 時間後まで一定時間毎に測定し、開始時の魚体重量から一定

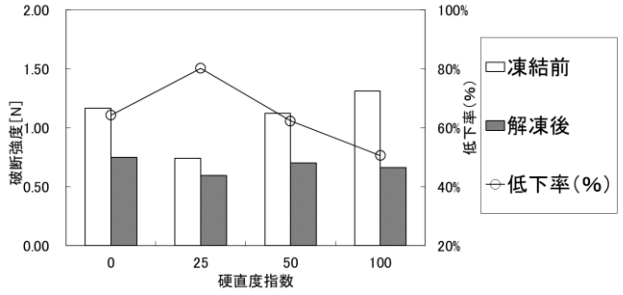


図２　凍結前及び解凍後における
筋肉の破断強度変化(背身)

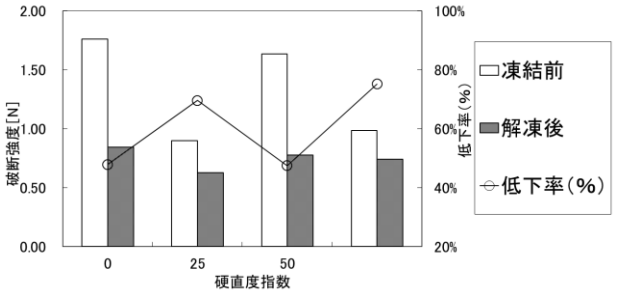


図３　凍結前及び解凍後における
筋肉の破断強度変化(腹身)

時間毎の魚体重量を差し引いた重量をドリップ重量とし、百分率として算出した。
また、解凍直後については破断強度を測定し、色調測定は魚肉重量を測定する毎に行った。

３　結果及び考察

（１）ドリップ量

図１に、硬直度指数毎に比較した解凍時におけるドリップ量を示す。

解凍後、30 時間に発生したドリップ量は、背身では 4.62%から 5.45%であったが、腹身では背身より多く 6.58%から 8.73%であった。

硬直度指数別に比較すると、背身、腹身とも硬直度指数「0」でドリップが多く発生し、「100」では減少する傾向が見られ、鮮度低下に伴いドリップ量が減少することを確認した。これは、非常に鮮度の良い状態で凍結した魚介類を急速解凍した際に見られる解凍硬直が関係しており、鮮度が高い試験区ほど解凍後の筋収縮によりドリップが多量に発生したと考えられる。

この現象は、腹身において、より顕著に表れていた。

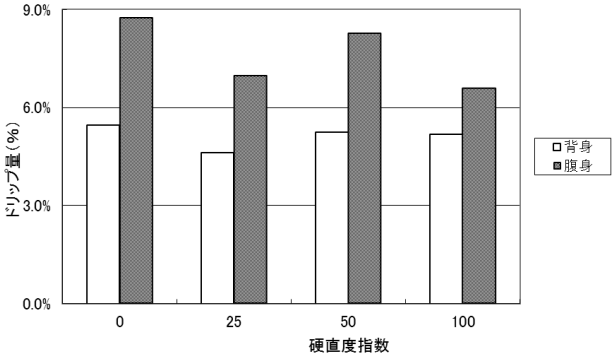


図 1　硬直度指数毎の解凍時における
ドリップ量の比較(背身・腹身)

（２）破断強度

図２及び図３に、凍結前及び解凍後における筋肉の破断強度について、背身、腹身についてそれぞれ示す。

凍結前の破断強度は、背身では硬直度指数「0」、「50」及び「100」の試験区が 1.12 から 1.31[N]と高く、「25」が 0.74[N]と最も低い値を示した。腹身は「0」、「50」の試験区が 1.76 及び 1.63[N]高く、「25」及び「100」が 0.90 及び 0.99[N]と低い値を示し、背身と同様に「25」が最も低い値を示した。

解凍後の破断強度は、背身、腹身とも全ての試験区において凍結前に比較して低下し、0.59～0.75[N]とほぼ一様の数値となった。

凍結前及び解凍後における鮮度低下に伴う破断強度の挙動は、ドリップ量の変化と類似して

いた。

（３）表層血合筋の色調（赤み度：a＊値）

図４及び図５に、凍結前及び解凍後における表層血合筋の色調変化について、背身、腹身についてそれぞれ示す。

凍結前の血合筋の色調を硬直度指数別に比較すると、背身、腹身双方において顕著な差は見られず、背身で 2.7、腹身で 3.9 程度の数値を示した。

解凍後においては、背身ではすべての試験区において凍結前を上回る数値を示した。一方、腹身では「50」のみが凍結前の数値を上回り、残りの試験区は 44%から 95%に減少した。

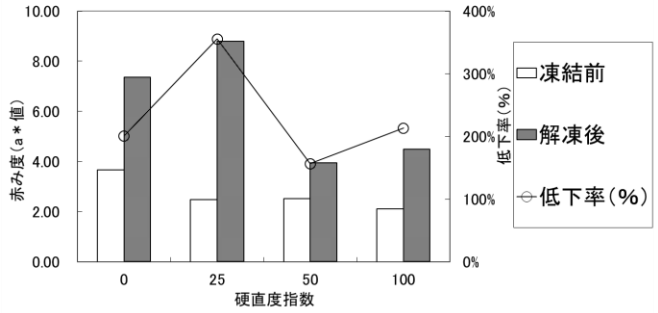


図４　凍結前及び解凍後における表層血合筋の色調変化(背身)

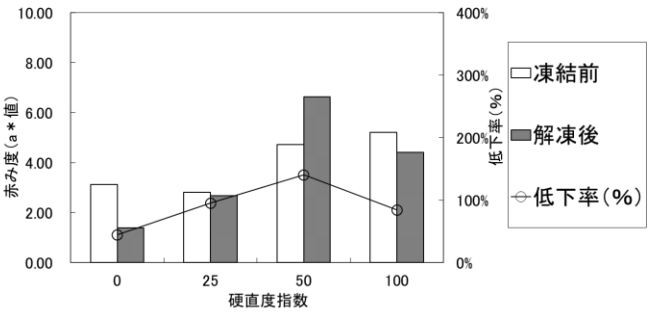


図５　凍結前及び解凍後における表層血合筋の色調変化(腹身)

（４）ドリップ量と破断強度及び表層血合筋の色調との関係

図６に、ドリップ量と解凍後の破断強度の関係を示す。

背身、腹身ともに正の相関があることから、破断強度はドリップ量が多い試料ほど高い数値を示す傾向があり、凍結前の鮮度が高いものほど、解凍後の歯ごたえが良いということを示している。

図７にドリップ量と解凍後の破断強度低下率の関係を示す。

背身、腹身ともに負の相関があることから、ドリップ量が少ないほど解凍後に破断強度が低下しにくい傾向があり、凍結前の鮮度が低いものほど、解凍後に時間が経過しても歯ごたえが悪くなりにくいことを示している。

図８にドリップ量と解凍後の表層血合筋の色調の関係を、図９にドリップ量と解凍後の色調低下率の関係を示す。

これらは背身については全てにおいて負の相関が見られることから、ドリップ量が少ないほど解凍後の赤み度が高く、色調が低下しにくいことが言え、凍結前の鮮度が低いものほど、解凍後の色調が良く、凍結前に比べて色が変化しにくいことを示している。

これまでの結果から、高品質冷凍マダイを作成する最良の冷凍方法を検討するため、図６から図９の結果について、それぞれの試験項目における第１位と第２位の試験区に対して１ポイントを与え合計ポイントにより評価した（表２参照）。

その結果、合計ポイント数が最も高いのは硬直度指数「25」の試験区であり、解凍後の歯ごたえと見た目を重視する場合は、この程度の鮮度を目安にして冷凍を行うことが、現時点においては最良の冷凍方法であると考えられる。

今後は、出荷前の安静蓄養の導入による活け締め方法の改良や餌料について再検討して解凍後の身質の変化を把握するなど、養殖魚の飼育、水揚げ、活け締め、加工、冷凍、解凍などの

工程を一体化してとらえ、技術開発に取り組む必要がある。

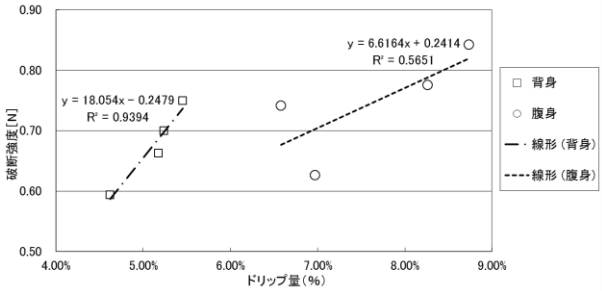


図６　ドリップ量と解凍後の破断強度の関係

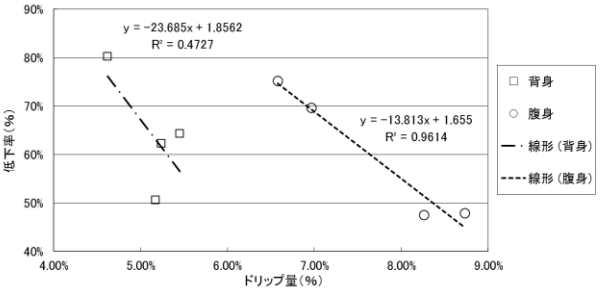


図７　ドリップ量と解凍後の破断強度低下率の関係

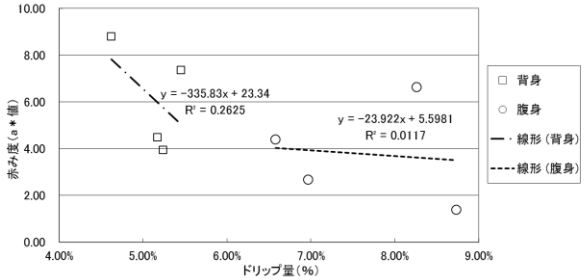


図８　ドリップ量と解凍後の赤み度の関係

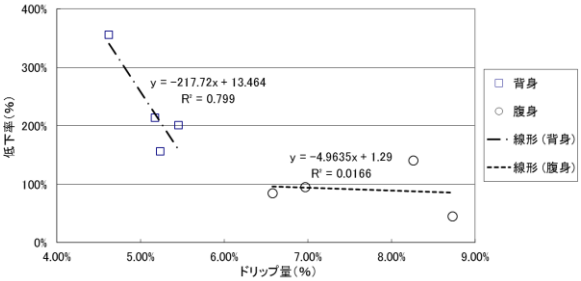


図９　ドリップ量と解凍後の赤み度低下率の関係

表２　試験結果の最終評価

判定項目	部位	試験区			
		硬直度指数 0%	硬直度指数 25%	硬直度指数 50%	硬直度指数 100%
破断強度（測定値）	背身	1		1	
	腹身	1		1	
破断強度（低下率）	背身			1	
	腹身		1		1
色調（測定値）	背身	1	1		
	腹身		1		1
色調（低下率）	背身		1		
	腹身		1		1
合計ポイント数		3	5	3	3

４　文献

1）社団法人日本冷凍空調学会．第 5 章 水産物の冷凍 新版 食品冷凍技術 2009；67-110.

水産物品質評価技術開発試験Ⅲ（県単 平成23～25年度）

（オープンラボ）

１　緒　言

本県の水産物のうち天然で漁獲される水産物は少量多品種の状況であり価格形成力に乏しく、また養殖物は漁協を中心とした集荷体制や加工品の開発販売体制が未整備で販売価格が不安定という課題が存在する。

そこで、本県水産物の付加価値を向上させるため、オープンラボ（開放型実験施設）の活用による水産加工品の開発、改良等の技術指導及びオープンラボによる水産物加工技術、食品衛生管理技術等の向上に取り組んだ。

２　方　法

（１）担当者　向井宏比古、中野平二

（２）事業項目

ア　水産加工品の開発、改良技術指導等

イ　オープンラボ

３　結　果

（１）オープンラボによる水産加工品の開発

本年度の利用は35件あり、概要を表１に示した。主な利用機関別の概要は以下のとおりである。

１）上天草市水産課（ブランド推進室）

5月から継続的な利用があり、ハモ骨の粉末は出汁原料としてメーカーにサンプルが提供できた。また魚用調味料・カニ酢等は既存製品及び新規開発商品、供給原料の安全確保（消費賞味期限・保存方法）のための試験を実施し、商品開発を支援してメーカー等へのサンプル提供ができた。

２）熊本県海水養殖漁業協同組合

養殖ブリについて魚肉のpH、破断強度及び物性測定により養殖ブリの評価を行い、養殖魚者へEPの優位性といった情報や、香港への売り込みに活用することができた。また養殖ブリのフィーレ用吸水材試験ではフィーレの真空パック等に用いる吸水シートの材質について、血合筋の変色を指標に評価を行うことで、最適材の提案ができた。

３）天草漁業協同組合

五和支所で採取されるクロメの有効利用のためクロメの細断法について、マルチカッターを用いた細断の効率的手法を検討した。細断したクロメは佃煮用原料として民間会社に提供できた。また、天草町支所においてすり身を用いたでんぷんせんべいの試作を行った。

（２）研修会対応（１件）

9月に上天草市地域雇用促進協議会主催の加工セミナーに対応した。

表１　オープンラボ・研修会対応実績

No.	月	日	試験・試作内容	利用機関
1	5	24	佃煮用クロメの細切り加工試験	天草漁協五和支所
2		25	メカブワカメの細菌数測定	天草漁協
3		25	ウニ瓶詰の細菌検査	天草水産課
4	6	13	食品細菌数検査と水分活性測定	上天草市ブランド推進室
5		13	ハモと焼きハモ骨のフリーズドライと粉末化	上天草市ブランド推進室
6		20	ハモ骨の真空凍結乾燥テスト	上天草市ブランド推進室
7	7	10	ウニ瓶詰の細菌検査	天草漁協牛深支所
8		12	グチの乾燥と燻製の試作	上天草市ブランド推進室
9		18	水イカの一夜干し試作	漁業士（天草漁協宮野河内支所）
10		20	クロメ加工品開発試験	天草漁協五和支所
11		23	海藻を使用したディップ、ドレッシングの保存テスト	上天草市ブランド推進室
12		27	雑魚を用いたレトルト食品の開発試験	漁業者（鏡町）
13	8	6	アサリ、クルマエビを原料としたせんべいの試作	住吉漁協女性部
14		6	養殖ブリラウンド、セミドレス、カマ付きフィレーのＰＨ、破断強度測定	熊本県海水養殖漁協加工課
15		8	ハモ骨のフリーズドライ化試験	上天草市農林水産課ブランド推進室
16		10	養殖ブリフィーレの吸水ボードに由来する血合い肉褐変防止（8/14までの5日間）	熊本県海水養殖漁協加工課
17		22	アオサの粉砕試験	個人
18		30	マニュアル作成用サンプル撮影等	天草地区漁業士会
19		30	ウニフリーズドライ化検討	天草漁協牛深支所
20		31	クロメ加工品試作	天草漁協五和支所
21	9	5	クロメ加工品試作	天草漁協五和支所
22		6	吸水紙がブリフィーレの変色に与える影響検討	熊本県海水養殖漁協加工課
23		6	フリーズドライ化したハモ骨の粉末試験	上天草市農林水産課ブランド推進室
24		19	シーフードカレーのレトルト化テスト、魚介類を使用した餃子試作品の細菌検査	上天草市農林水産課ブランド推進室
25		19	天草漁協天草町支所のすり身を用いたでんぷんせんべいの試作（トッピング検討）	天草漁協天草町支所女性部
26		26	上天草市加工セミナーの開催	上天草市地域雇用推進協議会
27	10	4	凍結ブリロインの物性測定（香港輸出用）	熊本県海水養殖漁協加工課
28		5	抗酸化成分強化餌料を給餌したブリの表層血合筋の解凍に伴う褪色試験	県内養殖業者
29	11	9	ブリ真空パック用吸水材評価試験	熊本県海水養殖漁協加工課
30		12	魚用調味料の保存試験	上天草市農林水産課ブランド推進室
31		22	ブリ真空パック用吸水材評価試験	熊本県海水養殖漁協加工課
32		28	でんぷんせんべい試作（イケダ食品立会）	天草漁協天草町支所女性部
33	12	12	カニ酢等の保存試験	上天草市農林水産課ブランド推進室
34		17	ウニ加工食品の塩分測定	天草漁協牛深支所
35		22	カニ、アカモク佃煮等の保存試験	上天草市農林水産課ブランド推進室
36		27	ブリたたき試作	熊本県海水養殖漁協加工課