

ヒジキ資源の維持増大技術の開発

岩野英樹・西山雅人^{*1}・東馬場大^{*2}・三代和樹^{*2}

事業の目的

国産ヒジキの需要急増に伴う単価の上昇等で、過剰採取による天然ヒジキ資源の減少が懸念されており、ヒジキ資源の維持・増大を図るために、資源管理手法の開発を行う。

事業の方法

1. 生態調査

寒ヒジキ漁獲後の春ヒジキ漁獲量への影響を調べるために、前年度（2013年12月3日）に国東市国見町保護水面地先において、ヒジキの主枝を繊維状根から10cm、15cm、20cm、25cm切り残した試験区と主枝を切断しない対照区を設定し、各試験区の、全長、重量、葉数を2014年4月2日まで測定した。

なお、試験開始時のヒジキの平均全長は、450 ± 56mm (N=40、1株あたりの最長主枝)、平均重量は、8.5 ± 3.1 g (N=40、1株あたりの最重量主枝)であった。

また、春ヒジキ漁獲後の生殖器床形成数量への影響を調べるために、2014年4月17日に、国東市国見町保護水面地先において、ヒジキの主枝を繊維状根から20cm、30cm、40cm切り残した試験区と主枝を切断しない対照区を設け、7月12日に藻体を採取し、主枝の全長、主枝1本当たりの葉・気泡数、生殖器床数を計数した。

2. 増殖試験

天然採苗、陸上人工採苗・移植、磯掃除等のヒジキ増殖試験を行った。

1) セメントレンガを用いた天然採苗

A. 国東市国東北江海岸

2014年6月16日に、セメントレンガ（たて10cm × よこ21cm × 高さ6cm、面積210cm²）2個を収容したプラスチック製容器8セットを、北江海岸（図

1に示す10m × 10mの区画の中）の地盤に直接固定して、その後のヒジキ幼胚の着定状況等の経過を観察した。また、セメントレンガとの比較対照用に、建材ブロック（たて19cm × よこ39cm × 高さ12cm、面積741cm²）を3個設置した。なお、セメントレンガ、建材ブロックは、杭を用いて固定した。

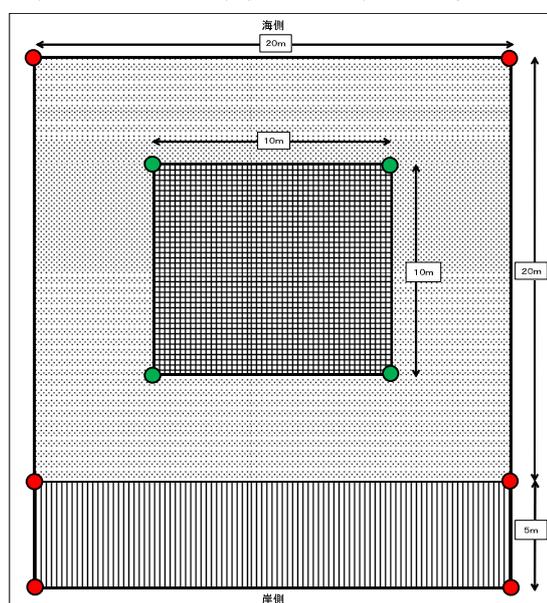


図1 北江海岸における増殖試験の区画

B. 国東市国見岐部地先

2014年7月14日に、国東市北江海岸に固定したものと同様のセメントレンガ16個（2個 × 8セット）、同様の建材ブロック7個をロープ、インシュロックを用いて互いに連結させて、現地の地盤上に直接設置した。

C. 豊後高田市香々地小池地先

2014年6月26日に、国東市北江海岸に固定したものと同様のセメントレンガ16個（2個 × 8セット）、同様の建材ブロック3個をロープ、インシュロックを用いて互いに連結させて、現地の地盤上に直接設置した。

*1 北部振興局農山漁村振興部

*2 東部振興局農山漁村振興部

2) セメントレンガを用いた陸上人工採苗

A. 採苗方法

第1回目の採苗は、5月1日に佐伯市上浦保護水面で採取した母藻を用いた。母藻は、直接水槽に浮かべ、着定基質のセメントレンガ（たて10cm×よこ21cm×高さ6cm、面積210cm²）を5月10日に水槽の底に静置した。第2回目の採苗は、5月15日に佐伯市上浦保護水面で採取した母藻を用いた。母藻は、淡水に短時間浸けて夾雑物の除去を行った後、付着物の少ない箇所を選びながら10～15cm程度に切断した。切断した母藻は、5月17日に、雌雄各々2～3個づつ「三角ネット」に入れ、これを13袋程度、陸上水槽に浮かべた。着定器質（セメントレンガ）は、予め5月16日に水槽に静置させておき、水槽内のヒジキから自然落下する幼胚を着定器質（セメントレンガ）に着定させた。母藻を入れた三角ネットは、5月27日に取り上げ、6月11日からシャワー洗浄を開始した。

B. 移植

第2回目の採苗でヒジキ幼胚が着底したセメントレンガを、7月11日に北江海岸、7月13日に呉崎海岸、7月15日に香々地小池地先に移植した。

北江海岸では、セメントレンガを現地の石にアンカーボルトで固定した。呉崎海岸では、セメントレンガを現地の消波ブロックにアンカーボルトで固定した。香々地小池では、セメントレンガ3個を1セットとして収容したプラスチック容器を現地の地盤上に直接設置した。

3) 磯掃除

過去3回（2012年3月12日、2013年3月14、28日、2013年9月18日）、図1に示す国東市北江海岸における10m×10mの100m²の範囲（2013年9月18日は、岸寄りの5m×20mの100m²の範囲）のウミトラノオの除去を行ったが、本年度も、2014年6月16日と2015年3月23日の2回、図1に示す同様の範囲（10m×10mの100m²）でウミトラノオ等の除去を行った。

4) その他の調査

前年度（2013年10月10日）に豊後高田市呉崎地先に移設した陸上人工採苗による4種類の基質（植毛板、沈子ロープ、ベルト状布繊維、薄型レンガ様タイル）の経過観察を行った。

また、北江海岸に前年度（2013年6月25日、7月23日）に設置した5個のサンテナー籠（黄色）内に入れた自然石と、新たに2014年3月19日に設置した10個のサンテナー籠（水色）内に入れた自然石上のヒジキの株数を2015年1月23日に計数した。なお、設置時には、籠内に入れた石の表面にウミトラノオ、フクロノリ、シワノカワなどの付着物が見られたので手作業で除去した。

事業の結果

1. 生態調査

1) 寒ヒジキ漁獲後の春ヒジキ漁獲量への影響

切り残し長さを変えたヒジキ1株当たりの最長主枝の平均全長の推移を図2に示した。10cm区は、107～133mm、15cm区は、174～187mm、20cm区は、212～242mm、25cm区は、255～296mm、対照区は、468～585mmで推移した。各切り残し試験区では、試験開始当初の切り残し長さに対して、それぞれ最長で39、37、42、46mm程度長くなったが、対照区と同じ程度の長さまでには伸長しなかった。

切り残し長さを変えたヒジキ1株当たりの平均葉数の推移を図3に示した。10cm区は、87～217、15cm区は、179～297、20cm区は、355～866、25cm区は、237～683、対照区は、947～1939個で推移した。各切り残し試験区では、対照区に比べて、常に葉数は少なく推移し、4月2日時点で、それぞれ対照区の11、9、22、21%であった。対照区の葉数は時間の経過とともに増加する傾向にあったが、15cm区、20cm区、25cm区では、3月3日に比べて4月2日に減少する傾向にあった。

切り残し長さを変えたヒジキ1株当たりの平均重量の推移を図4に示した。10cm区は、1.46～3.38g、15cm区は、2.28～4.16g、20cm区は、5.91～12.75g、25cm区は、4.06～10.26g、対照区は、15.38～30.32gで推移した。葉数の推移と同様に、対照区の重量は時間の経過とともに増加する傾向にあったが、15cm区、20cm区、25cm区では、3月3日に比べて4月2日に減少する傾向にあった。各切り残し試験区では、対照区に比べて、常に重量は軽く推移し、4月2日時点で、それぞれ対照区の11、8、24、23%であった。試験開始時のヒジキの全長が45cmであるから、各試験区は、10cm区が全体の78%に当たる35cmを、15cm区が全体の67%に当たる30cmを、20cm区が全体の56%に当たる25cmを、25cm区が全体の44%に当たる20cmを切り取ったことになるが、その場合、4月2日の時点の重量は、前述のとおり対照区（寒ヒジキ漁を行わない）に比べて、最高で25cm切り残し区の23%に当たる10.3gとなり、寒ヒジキ漁を行った場所では、春ヒジキ漁獲量が減少することが予想される。寒ヒジキ、春ヒジキともにそれぞれ長所があり、今後どちらも持続的に営まれる様な対策が必要である。現在、寒ヒジキ漁を行っている地区は、解禁日と漁獲日数を決めて春ヒジキ漁への影響を小さくする取り組みを行っており、今後も継続する必要がある。また、春ヒジキ漁まで待つと、付着物で汚れ商品価値が低下する場所のヒジキを寒ヒジキとして漁獲し、資源の有効利用を図

り、漁場を区分することで春ヒジキ漁への影響を小さくすることが期待できる。

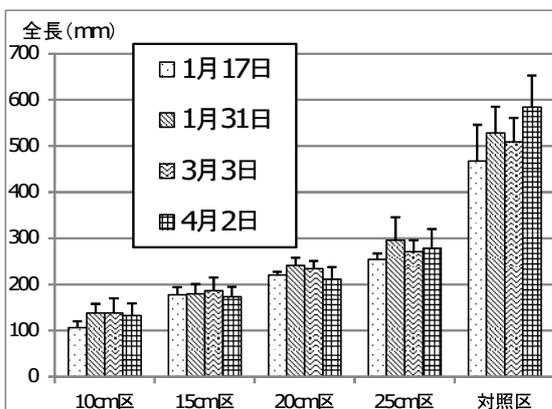


図2 切り残し長さを変えたヒジキ 1 株当たりの最長主枝の平均全長の推移

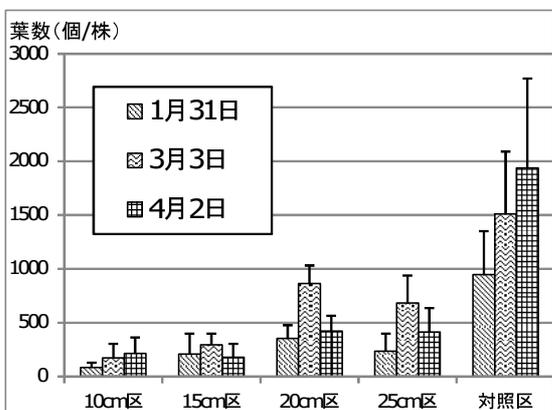


図3 切り残し長さを変えたヒジキ 1 株当たりの平均葉数の推移

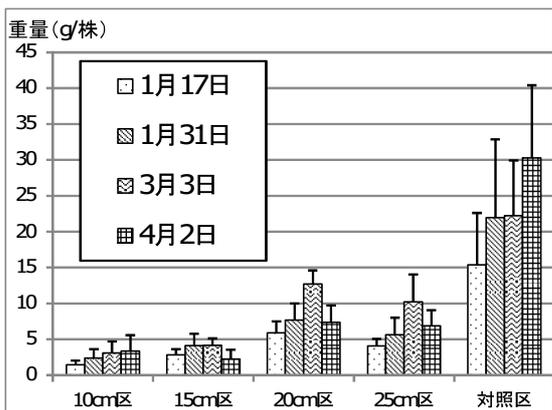


図4 切り残し長さを変えたヒジキ 1 株当たりの平均重量の推移

2) 春ヒジキ漁獲後の生殖器床形成数量への影響

切り残し長さを変えたヒジキ 1 株当たりの最長主枝の平均全長の推移を図 5 に示した。4 月 12 日から 7 月 12 日の間の平均全長は、20cm 区が 211mm から

231mm、30cm 区が 339mm から 355mm、40cm 区が 425mm から 447mm、対照区が 567mm から 687mm に伸長した。試験区は、対照区と同じ程度の長さまでには伸長せず、試験開始時の長さの 5 ~ 9 % の伸長に止まった。

切り残し長さを変えたヒジキ 1 株当たりの平均葉数の推移を図 6 に示した。

4 月 12 日から 7 月 12 日の間の平均葉数は、20cm 区が 66 個から 171 個に増加したが、30cm 区、40cm 区、対照区はそれぞれ、452 個から 386 個、1329 個から 657 個、3104 個から 2021 個へ減少した。

切り残し長さを変えたヒジキ 1 株当たりの平均生殖器床数の推移を図 7 に示した。

7 月 12 日の生殖器床数は、20cm 区が 455 個、30cm 区が 881 個、40cm 区が 1435 個、対照区が 4630 個で、それぞれ対照区の 10 %、19 %、31 % の形成状況であった。

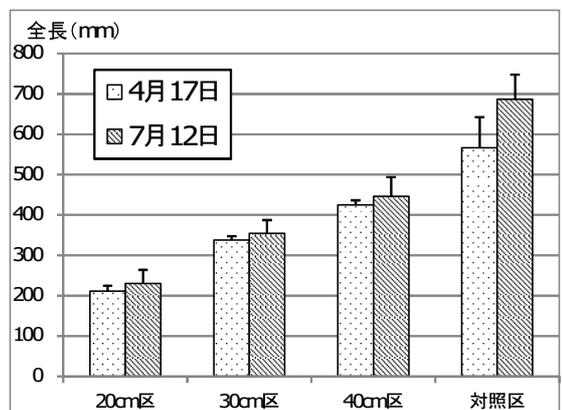


図5 切り残し長さを変えたヒジキ 1 株当たりの最長主枝の平均全長の推移

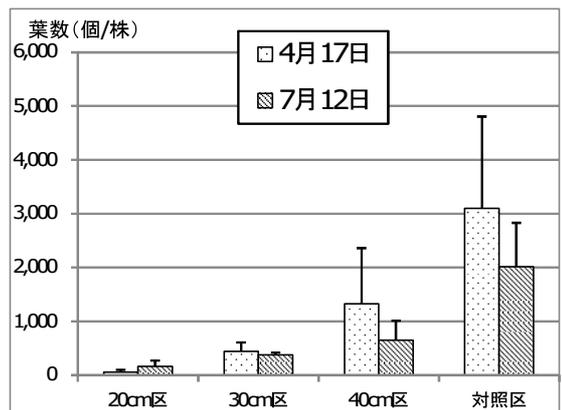


図6 切り残し長さを変えたヒジキ 1 株当たりの平均葉数の推移

対照区の 4 月 17 日におけるヒジキ 1 株あたりの部位別平均葉数を図 8 に示した。これによると、主枝を繊維状根から 20cm 切り残して切断すると、全体の 16 % 程度の葉が残存し、同様に 30cm、40cm 切り

残すことで、それぞれ 34 % 程度、55 % 程度の葉が残存することになる。

また、7月12日の対照区におけるヒジキ主枝1本あたりの葉数と生殖器床数の関係を図9に示した。生殖器床は、葉の腋上に形成されるため、葉数が多い主枝ほど生殖器床が多い傾向がみられる。

一般に、翌年のヒジキ資源は、繊維状根由来の新芽による影響が大きいと言われており、資源管理のためにはこの繊維状根を傷めず漁獲することが重要と思われる。これに加えて卵(幼胚)由来のヒジキ発生量を確保することで、さらに資源管理が強化されるものと思われ、春ヒジキ漁の際には、繊維状根を傷めずに漁獲することに加えて、ある程度の葉を残す様に注意して漁獲する必要性を感じる。

34.5、香々地小池が36.4、国見岐部が0.2個(建材ブロック1個当たり換算)であり、比較対照用の建材

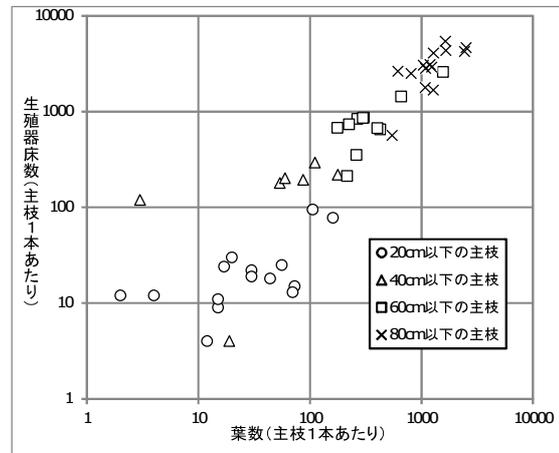


図9 ヒジキ主枝1本当たりの葉数と生殖器床数の関係

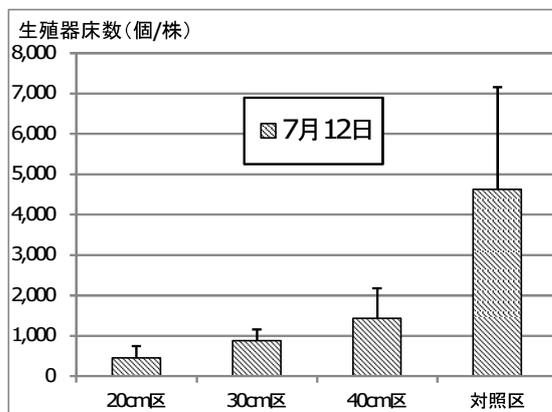


図7 切り残し長さを変えたヒジキ1株当たりの平均生殖器床数の推移

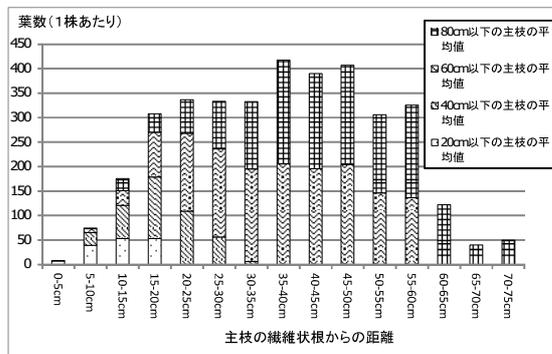


図8 ヒジキ1株当たりの部位別平均葉数

2. 増殖試験

1) セメントレンガを天然採苗

天然採苗により各基質に着底したヒジキ幼胚の個数を図10に、ヒジキの平均全長を図11に示した。調査は、国東市国東北江海岸が11月10日に、豊後高田市香々地小池地先が12月9日に、国東市国見岐部地先が12月23日に行った。着定個数を計数した各基質の個数は、セメントレンガが16個、建材ブロックが3個である。

セメントレンガへの着定個数は、国東市北江が

ブロックへの着定個数は、同様に、234、123、66個(建材ブロック1個当たり換算)であった。いずれの地区も建材ブロックの方が着定個数が多い結果となった。国見岐部では、セメントレンガ、建材ブロックともに最も付着個数が少ない結果となったが、これは、波浪により設置した基質の天地が逆転したり、移動したことが原因と思われる。

また、平均全長も、セメントレンガに比べて建材ブロックの方が全ての試験区で長く、生長が良い結果となった。

しかし、セメントレンガは、建材ブロックに比べて着定数が少ないものの、30個(建材ブロック1個当たり換算)程度の着定数が確認され、建材ブロックの小型版として、用途に応じた利用方法が考えられる。

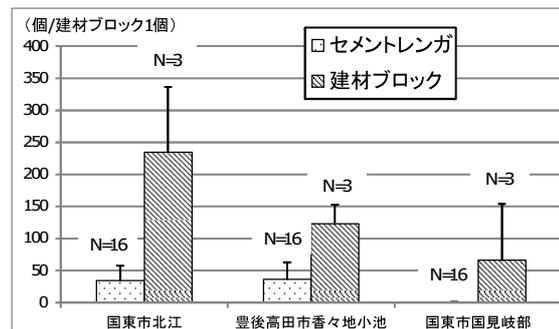


図10 各基質に着底したヒジキ幼胚の個数

2) セメントレンガを陸上人工採苗

A. 採苗

第1回目の採苗(5月1日母藻採取)では、十分な放卵には至らず、長期間(16日間)母藻を水槽に入れていたため、母藻も腐敗し、良好な採苗結果は得ら

れなかった。

第2回目の採苗（5月15日母藻採取）では、母藻を水槽にセットしてから9～10日目に放卵が確認され

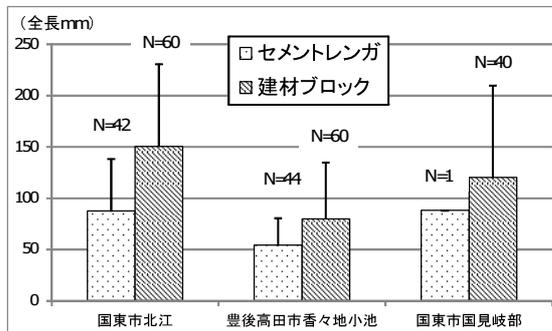


図 11 ヒジキの平均全長

た。水槽に直射日光が当たり、シオミドロ等の付着が激しく、淡水シャワー洗浄を1週間に1回程度実施したが、一部のセメントレンガで幼胚の着定数が著しく減少したのもあった。

B. 移植後の生長

第 2 回目の採苗でヒジキ幼胚を採取したセメントレンガを 3 カ所に移植した。

対照区を設けていなかったため、陸上人工採苗した幼胚由来なのか、設置後の現地での天然母藻由来の幼胚なのか区別出来ないが、ヒジキ藻体は 3 カ所に移植したセメントレンガで確認された。

確認されたヒジキの平均全長を図 12 に示した。現地での測定は、香々地小池地先が 2015 年 3 月 24 日に、呉崎海岸が 2015 年 4 月 6 日に、北江海岸が 2015 年 4 月 7 日に行った。

各地区のヒジキの平均全長は、香々地小池地先、呉崎海岸、北江海岸の順にそれぞれ 94 ± 46mm (N=15)、115 ± 57mm (N=22)、433 ± 186mm (N=24) であり、北江海岸に設置したセメントレンガのヒジキの生長が最も良かった。最も成績の良かった国東市北江は、基質のセメントレンガを現地の石にアンカーボルトで固定しており、地盤に直接設置するよりも、地盤からセメントレンガまでの距離を長く保てるのが良かったのかもしれない。

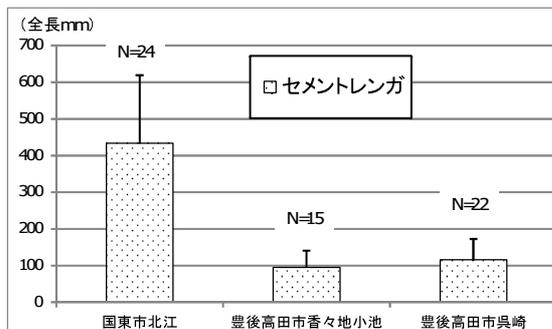


図 12 ヒジキの平均全長

3) 磯掃除（北江海岸）

本年度のウミトラノオ等の除去量は、2014 年 6 月 16 日が 34kg、2015 年 3 月 23 日が 37.7kg であり、除去を始めた当初（2012 年 3 月 12 日が 421kg、2013 年 3 月 14 日・28 日が 136kg、2013 年 9 月 18 日が 45.6kg）に比べて少ない結果となった。

これまで北江海岸にて建材ブロックを用いた天然採苗を数回試みたが、ウミトラノオ等を除去する以前（2011 年）、除去 1 年後（2012 年）、除去 3 年後（2014 年）の本年度におけるヒジキとウミトラノオの平均着定数（建材ブロック 1 個当たり）は、2011 年が 2.6 個、64.2 個、2012 年が 0.3 個、157 個、2014 年が 234 個、62 個であり、2014 年は、ウミトラノオよりヒジキの着定数が多くなってきており、磯掃除の効果と思われる。

4) その他の調査

A. 呉崎地先（各種基質に着底したヒジキ繊維 状態からの再生）

2015 年 4 月 6 日の観察結果では、植毛板上には、ヒジキは全く見られなかったが、ベルト状布繊維、薄型レンガ様タイル、沈子ロープ上には、繊維状根から再生したと思われるヒジキが確認されたが、一方で、各基質の表面には砂泥の堆積も見られた。

各基質上のヒジキの平均全長は、ベルト状布繊維が 456mm (N=5)、薄型レンガ様タイルが 388mm (N=7)、沈子ロープが 237mm (N=6) であった。

B. 北江海岸（自然石への幼胚着定状況）

2015 年 1 月 23 日に計数した結果は、以下のとおりであった。2013 年 6 月 25 日、7 月 23 日に設置した 5 個のサンテナー籠（黄色）内の自然石上に着底したヒジキ幼胚数は、3.7 ± 4.9 個（建材ブロック 1 個当たり換算、N=30）であり、前回調査（2013 年 11 月 7 日）時の 0.3 ± 0.9 個（建材ブロック 1 個当たり換算、N=30）に比べて若干増加した。また、新たに 2014 年 3 月 19 日に設置した 10 個のサンテナー籠（水色）内に入れた自然石上のヒジキの株数は、2.3 ± 4.4 個（建材ブロック 1 個当たり換算、N=44）であった。自然石への着定数は、建材ブロック、セメントレンガに比べて少ない傾向にあった。

今後の問題点

ヒジキの着定器質として、建材ブロックの他にその小型版のセメントレンガが利用可能なことが判った。セメントレンガは、自然石に比べてヒジキ幼胚を多く着定させることができるので、建材ブロックでは固定が難しい急傾斜地等のヒジキ漁場の自然石にアンカーボルトでセメントレンガ固定することに

より、ヒジキ幼胚の着定数を増加させる利用方法が考えられる。しかし、セメントレンガは、大きさの割に重さが重く、大量作業には困難を伴うことが予

想されるため、さらに軽量な着定器質の選定が必要である。

ナマコの増殖・放流技術の開発及び環境浄化機能の検証

酒井真梨子・木村聡一郎

事業の目的

マナマコは体色によって、アカナマコ、アオナマコ、クロナマコに分けられ（以下それぞれ、アカ、アオ、クロと呼ぶ）、アカは*Apostichopus japonicus*、アオ、クロは*Apostichopus armata*とされており、県北海域における冬季の数少ない重要資源であるが、近年漁獲量が減少傾向にある。アカは、夏眠後の活動時期の遅れにより摂食期間が短くなるため漁獲サイズが小さくなり、単価が下がった。一方、アオ、クロは加工用として単価が安定していることから、栽培漁業に向けた取り組みが期待されるようになった。

また、富栄養化が進んだ砂泥域を生息域とするアオ、クロは、砂や泥の中に含まれる有機物を食べパンとして砂を排泄するため、環境浄化機能が期待される。

そこで、これまでに開発したアカの技術を応用してアオ、クロの種苗生産を行った。また、放流技術を開発するため、種苗生産したアオを成長段階ごと（受精卵、幼生、小型稚ナマコ、大型稚ナマコ）に放流し、DNAを用いた親子鑑定によって放流効果を検証した。また、ナマコの環境浄化機能を検証するために、アカ、アオ、クロに富栄養化海域の海底泥を餌として与え、浄化能力について検証した。

事業の方法

1. 種苗生産技術の開発研究

本年度使用した餌料の種類を表1に示した。以下、本文中では表中の記号で記述する。

また、成長段階ごとの基本的な飼育方法を表2に示した。なお、アカ、アオ、クロは、同じ方法で飼育した。

表1 ナマコ種苗生産に用いた餌料種類

記号	餌料名	状態	備考
C	<i>Chaetoceros neogracile</i>	自家培養	培養濃度400万cells/cc
ワカメ	乾燥ワカメ	粉末	市販品(食用乾燥ワカメ)
リビ	リビックBW	粉末	市販品(ナマコ用)

*記号は生物餌料を英文字、粉末餌料をカタカナとした。

•C以外の給餌料は乾燥重量(換算値)でを使用した。

1) 親ナマコの飼育と採卵

2014年3月31日に国東市国見町で購入したアカ、アオ、クロを1t角型FRP水槽に收容し、親ナマコとして仕立てを行った。收容数は15~30個とし、アカ20個(平均体重397.4g)、アオ73個(平均体重434.5g)、クロ51個(平均体重402.6g)を親仕立てに使用した。

また、親仕立て中には体表のビラン、内臓の吐き出し、斃死した個体(以下「損傷個体」という)は取り除いた。

給餌は残餌が無いようにナマコの摂餌状況に合わせてナマコ1個あたりワカメ1gを給餌し、残餌及びフンは毎日サイフォンで除去した。2水槽は自然水温より5℃低く調温し、他の水槽は自然水温で飼育した。なお、換水率は5回転/日とし、親仕立ての期間は2014年3月31日~6月5日であった。

採卵は期間中にアカ2回、アオ8回、クロ3回行った。採卵方法は、神経ホルモンである産卵誘発ホルモン「クビフリン」を使用した。採卵前日までにナマコの腹部を一部メスで切開し、生殖巣を確認することで性別を分けた。採卵当日、体表に付着するチグリオパスを除去するため、ナマコを0.3%塩化カリウム海水に3分間浸漬させ、揉むように洗った。その後、メス個体の腹体腔に体重の1,000分の1量のクビフリンを打注し、ナマコをゆっくり振ってから採卵用水槽へ收容し、採卵した。生産した種苗は放流試験に用いてDNAによる親子鑑定を行うため、採卵は30Lパンライト水槽に雌個体を1個体ずつ收容して行った。雄は切開により生殖巣を取り出し、精密濾過海水を満たしたビーカー内でハサミを用いて切断し、よく攪拌した後、20μmメッシュを通して放卵した水槽へ注入した。

得られた受精卵は、表2に示すように0.5t円型PE水槽、1t円型PE水槽、4t角型FRP水槽、30t角型クンクリート水槽に收容してふ化させた。受精卵の收容数は1tあたり170~1,360千粒とした。

表2 成長段階における基本的な飼育方法

ステージ	飼育水槽 (水量、形状、材質)	換水率 (回転/日)	付着基質	水温	給餌量/日・水槽 C(L) リビ(g)	
ふ化及び浮遊幼生の飼育	0.5t、円型、PE	0.5	なし	20°C調温	1	-
	1t、円型、PE	0.5	なし	20°C調温	2	-
	4t、角型、FRP	0.5	なし	20°C調温	8	-
	30t、角型、コンクリ	0.5	なし	20°C調温	30	-
着底初期の飼育	30L、円型、PC	1~2	なし	20°C調温	0.1	0.1
	0.2t、円型、PE	1~2	波板(2セット)	20°C調温	0.4	0.6
	0.5t、円型、PE	1~2	海苔網2枚	20°C調温	1	1.5
	1t、円型、PE	1~2	波板(10セット)	20°C調温	2	3
	4t、角型、FRP	1~2	波板(20セット)	20°C調温	8	12
稚ナマコの飼育	1t、円形、PE	1	波板(5セット)	20°C調温	-	3
	2t、角型、FRP	3	波板(17セット)	20°C調温	-	10

2) 浮遊幼生の飼育

採卵後に受精卵を收容した水槽で、継続して浮遊幼生を飼育した。

表2に示したように餌料はふ化1日後からCを給餌し、通気は中通気とした。

なお、ドリオラリア幼生が出現した時を浮遊幼生期の終了とし採苗を行った。

3) 稚ナマコの飼育

採苗は、幼生を一度取り上げて、付着基質を設置した水槽に移し替えることで行った。投入前の波板にはチグリオパスが付着していたため、濾過海水を貯めた100L角型水槽を2基用意し、一方は0.3%KCl海水を作製し、投入前に付着基質を3分浸漬させた後、他方の流水した水槽で再度振るってチグリオパスを除去した。

稚ナマコに変態した後は表2に示したようにC及びリビを給餌した。飼育期間は2014年4月11日～2015年1月22日である。

稚ナマコ飼育水槽にチグリオパスが確認された場合は、ペットボトル揚水機(図1)を1tあたり1基設置した他、ヒメハゼを1tあたり10～20個体收容した。

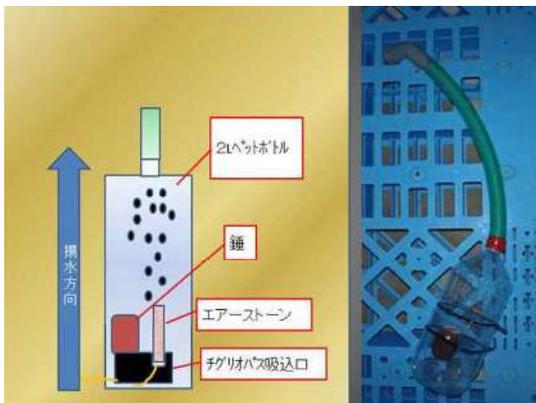


図1 ペットボトル揚水器

2. 放流効果の検証

放流には、国東市国見町で3月に購入した親を用いて、浅海チームで生産したアオの人工種苗を用いた。放流場所は、ナマコの外部との移出入がほとんどない姫島村金漁港(図2)とした。漁港内は、きめの細かい泥が広がる水深約5mの砂泥帯であった。

漁港内をA区、B区、C区に分けて、各成長段階における種苗の放流場所を図3に示した。2014年5月8日および5月30日に合計26,850千個の受精卵(直径約150 μ m)を放流した。金漁港に親ナマコを運搬し、現場でクビフリンを用いて採卵を行い、媒精後、ただちに検鏡して受精を確認し、漁港のA区のスロープから海中へ静かに流し入れて放流した。

また、2014年5月30日に1,654千個の幼生(全長約400 μ m)を放流した。飼育水槽内にドリオラリア幼生が増えてきた段階(日齢14日)で、幼生を酸素封入したウナギ袋に入れて運搬し、受精卵と同じ方法でA区に放流した。

稚ナマコ放流には、平均体長2.9mm(以下、体長は全て標準体長とする)の小型稚ナマコと平均体長約9.9mmの大型稚ナマコを用いた。放流時に稚ナマコが水中で拡散することを防ぐため、稚ナマコが付着している基質を海底に設置した。運搬は、稚ナマコが付着した7mm目合いのネットを酸素封入したウナギ袋に入れて行った。放流時には、稚ナマコが付着したネットを放流カゴ(26cm×40cm×高さ13cm)に收容し、コンクリートブロックに固定して、海底に設置した(図4)。小型稚ナマコの放流では、7月24日に放流カゴ4個をA区に設置して28千個を放流し、大型稚ナマコの放流では、10月29日に放流カゴ4個をA区に、放流カゴ2個をB区に設置して合計53千個を放流した。大型稚ナマコの放流時には、ナマコの付着基質として、B区の放流カゴの周辺にホタテ貝殻17個を設置した(図5、6)。

追跡調査は、2015年2月19日、27日に行った。2月19日は、大分県漁協姫島支店の青年部の協力のもと、

漁港内の潜水捜索によるナマコの採捕および放流カゴ3個の取上げを行い、2月27日はホタテ貝殻9個の取上げを行った。採捕したナマコのうち136個体をDNA分析に供した。

親子鑑定には、ミトコンドリアDNA分析およびマイクロサテライトDNA分析を用いた。¹⁾、²⁾なお、DNA分析は日本総合科学に委託した。



図2 調査海域位置図



図3 漁港内における種苗の放流場所



図4 放流カゴ



図5 ホタテ貝殻

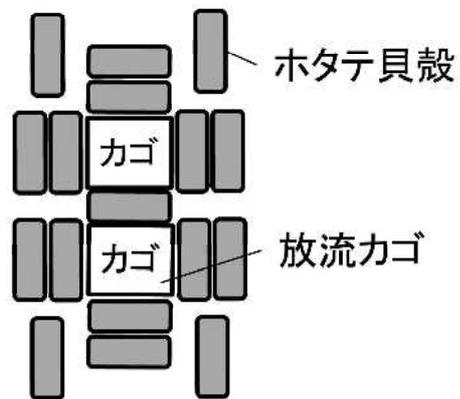


図6 ホタテ貝殻の設置図

3. 環境浄化機能の検証

アカ、アオ、クロを個別に水槽へ収容し、餌として泥を与えて7日間飼育した。飼育開始時と終了時の泥の乾燥重量およびCODを測定し、泥の減少量およびCODの変化をアカ、アオ、クロで比較した。飼育期間は、2015年3月25日から3月31日までの7日間とした。

試験に用いたナマコは、2014年3月に国東市国見町で購入した120g程度のアカ、アオ、クロをそれぞれ3個体（計9個体）用いた。ナマコの体内にあるフンが結果に影響することを防ぐため、試験前に約1週間餌止めし、フンが出なくなったことを確認した。

餌として与える泥は、2012年に入津湾のヒラメ養殖場で回収した海底泥を用いた。回収後の泥は、凝集剤で沈殿させたのち、風乾した状態で保存してあった。乾燥重量を量るため、105℃で2時間乾燥させ、デシケーターで40分冷却した後、乾燥重量400gずつを濾過海水と混ぜて、水槽（直径30cm、高さ15cm、円型スチロール製）に入れ、泥が沈殿するまで約2日間静置した。水槽は、アカ3個、アオ3個、クロ3個、対照区3個、CODの初期値測定用3個の計15個を用いた。また、海水は、全てカートリッジフィル

ター（1μm）を通した濾過海水を用いた。

泥が沈殿したことを確認し、注水（0.5mL/sec）を開始した。その後、ナマコを水槽へ収容して飼育を開始した（図7）。CODの初期値を測定するため、この時点で、初期値測定用の水槽から泥を取り上げた。

飼育開始から7日後にナマコと泥を取り上げた。このとき、ナマコの体内に残ったフンも飼育終了後の泥として回収するため、取り上げたナマコを別の水槽に収容し、出たフンを全て回収し、飼育終了後の泥のCODと乾燥重量を測定した。結果を表3に示した。

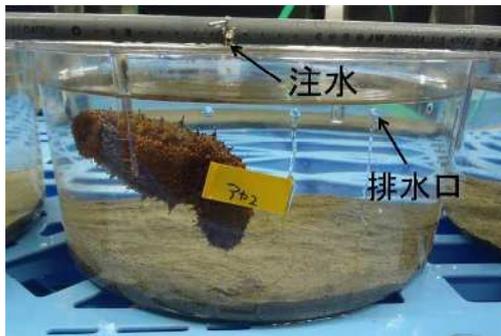


図7 浄化試験中のナマコ飼育の様子

表3 飼育終了後のCODと乾燥重量

試験区	飼育終了後の泥の乾燥重量(g)	泥の吸収量 (g)	飼育終了後のCOD(mg/L)
対照区No.1	398.15	1.85	18.29
対照区No.2	399.12	0.88	17.12
対照区No.3	398.56	1.44	19.08
(平均)	398.61	1.39	18.16
アカNo.1	398.15	1.85	18.39
アカNo.2	397.67	2.33	17.56
アカNo.3	398.08	1.92	16.99
(平均)	397.97	2.03	17.65
アオNo.1	400.85	-0.85	16.32
アオNo.2	398.02	1.98	15.95
アオNo.3	398.82	1.18	16.09
(平均)	399.23	0.77	16.12
クロNo.1	399.22	0.78	17.63
クロNo.2	401.73	-1.73	17.63
クロNo.3	398.13	1.87	17.12
(平均)	399.70	0.30	17.46

※CODの初期値は、18.06mg/L、15.02mg/L、15.50mg/L(平均16.19mg/L)

事業の結果

1. 種苗生産技術の開発研究

表4に過去9カ年の種苗生産の状況を示した。本年度は、クビフリンによる採卵を行い、誘発率（62.4～83.3%）、孵化率（62.0～84.4%）ともに例年よりやや高く安定していた。

表4 過去9カ年の親ナマコ飼育と種苗生産状況

年度	ナマコの種類	親ナマコ飼育個数	親ナマコ損傷率(%)	採卵回数(回)	誘発率(%)	総産卵個数(万粒)	孵化率(%)	種苗生産数(千個)
2007	アカ	156	30.8	9	33.0	5,130	33.6	1
2008	アカ	174	57.1	12	75.0	12,225	66.4	1,083
2009	アカ	135	51.1	10	70.0	10,490	57	541
2010	アカ	135	52.5	11	90.9	9,825	47.3	124
2011	アカ	238	36.6	17	41.2	5,973	78.5	325
2012	アカ	123	25.2	16	75.0	8,269	40.7	448
2013	アカ	181	38.1	15	46.7	3,498	74.7	442
	アカ	20	43.3	2	83.3	987	84.4	2
2014	アオ	73	26	6	62.4	3,971	62	95
	クロ	51	45.1	3	77.8	653	69.6	4

1) 親ナマコの飼育と採卵

本年度の採卵状況を表5に示した。孵化率は、アカ（85%）に比べて、アオ（64%）とクロ（75%）がやや低かった。

表5 本年度の種苗生産状況

ナマコの種類	回次	採卵日	親個数(個)	産卵数(万粒)	孵化率(%)
アカ	1	4月22日	3	518	70
	2	5月10日	2	469	100
	のべ		5	987	85
アオ	1	4月11日	2	126	59
	2	4月14日	5	307	61
	3	4月16日	4	528	42
	4	4月30日	3	1,624	56
	5	5月16日	1	1,105	65
	6	6月5日	3	280	100
のべ			16	3,970	64
クロ	1	5月13日	3	136	59
	2	5月14日	2	660	65
	3	6月5日	2	143	100
のべ			7	939	75

2) 浮遊幼生の飼育

表6に浮遊幼生の飼育結果を示した。

ドリオラリア幼生の出現した日齢はアカが平均17.5日齢、アオが平均14.5日齢、クロが平均15.3日齢であり、大きな違いは見られなかった。

表6 浮遊幼生の飼育結果

ナマコの種類	幼生 水槽 No.	採卵日	開始時			終了時(ドリオラリア幼生出現時)						
			水槽 規模	受精卵 収容数 (万粒)	ふ化 幼生 (万個)	孵化率 (%)	日時	日齢	幼生数 (万個)	生残率 (%)	備考	
アカ	A-1	4月22日	1t	81	21	26	廃棄					
	A-2	4月22日	1t	109	109	100						
	A-3	4月22日	1t	109	85	78	5月9日	18	42	12	採苗へ	
	A-4	4月22日	1t	109	81	74						
	A-5	4月22日	1t	109	68	62						
	A-6	5月10日	1t	102	102	100						
	A-7	5月10日	1t	102	102	100	5月26日	17	微少	-	採苗へ	
	A-8	5月10日	1t	102	102	100						
	A-9	5月10日	1t	102	102	100						
	A-10	5月10日	0.5t	61	61	100	廃棄					
合計(平均)				987	833.4	84		17.5	-	-		
アオ	A-11	4月11日	1t	92	46	50	4月22日	12	16	34	採苗へ	
	A-12	4月11日	0.5t	-	-	-	4月22日	12	15	-	採苗へ	
	A-13	4月11日	1t	34	28	82	4月26日	13	16	65	採苗へ	
	A-14	4月14日	1t	42	24	57	4月28日	15	39	61	採苗へ	
	A-15	4月14日	1t	89	64	72	4月28日	15	39	61	採苗へ	
	A-16	4月14日	1t	89	53	59						
	A-17	4月14日	1t	76.5	36	47	5月1日	18	71	72	採苗へ	
	A-18	4月14日	1t	10	9	90						
	A-19	4月16日	30t	518	210.6	41	4月30日	15	不明	-	採苗へ	
	A-20	4月16日	1t	10	10	100	廃棄					
	A-21	4月30日	1t	-	108	-	5月12日	13	108	100	採苗へ	
	A-22	4月30日	1t	805	116	56	廃棄					
	A-23	4月30日	4t	-	224	-	5月14日	15	200	89	採苗へ	
	A-24	4月30日	1t	119	97	81	廃棄					
	A-25	4月30日	1t	119	52	44	廃棄					
	A-26	4月30日	1t	119	88	74	5月12日					
	A-27	4月30日	1t	116	72	62	5月12日	13	135	50	採苗へ	
	A-28	4月30日	1t	116	56	48						
	A-29	4月30日	1t	116	53	46	5月12日					
	A-30	4月30日	1t	116	45	39	廃棄					
A-31	5月16日	1t	111	73	66	5月29日	14	129	75	採苗へ		
A-32	5月16日	1t	111	100	90							
A-33	5月16日	1t	111	69	62	5月29日	14	112	76	採苗へ		
A-34	5月16日	1t	111	78	71							
A-35	5月16日	1t	111	66	60	6月1日	17	93	65	採苗へ		
A-36	5月16日	1t	111	78	71							
A-37	5月16日	4t	442	256	58	6月3日	19	38	15	採苗へ		
A-38	6月5日	1t	90	89.6	100	6月17日	13	31.9	36	採苗へ		
A-39	6月5日	1t	90	89.6	100	6月17日	13	75	84	採苗へ		
A-40	6月5日	1t	101	101	100	6月20日	16	65	64	採苗へ		
合計(平均)				-	-	-	14.5	-	-			
クロ	A-41	5月13日	1t	136	80	59	5月27日	15	9	11.25	採苗へ	
	A-42	5月14日	1t	106	95	90						
	A-43	5月14日	1t	106	106	100	6月2日	20	60	20	採苗へ	
	A-44	5月14日	1t	106	106	100						
	A-45	5月14日	4t	343	124	36	廃棄					
	A-46	6月5日	1t	72	72	100	6月17日	13	43	61	採苗へ	
	A-47	6月5日	1t	72	72	100	6月17日	13	43	61	採苗へ	
合計(平均)				939	653	84		15.25	156	38		

3) 採苗及び着底初期の飼育

表7に採苗及び着底初期の飼育結果を示した。合計して、アカは0.2万個、アオは10.4万個、クロは0.4万個の稚ナマコを生産した。昨年度の着底期の生残率は11%であり、今年度は生残率がかなり低かった。原因としては、飼育密度が高かったことや、チグリオパスの大量発生による食害が考えられる。

表7 採苗結果及び着底初期の飼育結果

ナマコの種類	稚ナマコ		開始時		終了時					備考
	水槽 No.	稚ナマコ 収容 水槽	日付	個数 (万個)	日付	日齢	体長 (mm)	個数 (万個)	生残率 (%)	
アカ	1	0.5t	5月9日	42.0	11月12日	205	10.3	0.2	0.4	
	2	30L	5月26日	-	7月25日	78	-	0.01	-	
	合計(平均)			-	-	142	-	0.2	-	
アオ	3	0.5t	4月22日	15.6	9月22日	165	8.6	0.2	1.6	
	4	0.5t	4月22日	14.9	9月19日	151	7.8	0.2	1.3	
	5	1t	4月28日	54.5	9月9日	149	6.3	1.0	1.8	
	4	1t	5月1日	81.0	9月16日	156	10.0	0.2	0.3	
	5	1t	4月30日	-	9月3日	141	9.2	2.2	-	
	6	4t	5月12日	374.0	5月12日	181	11.3	0.5	0.1	
	7	2t	5月14日	56.0	11月14日	199	10.6	0.4	0.8	
	8	1t	5月29日	129.0	7月7日	40	2.9	0.9	1.1	
	9	1t	5月29日	112.0	6月26日	29	2.9	0.5	-	
	10	1t	5月29日	112.0	7月9日	55	2.9	0.6	0.7	
	11	1t	5月29日	112.0	7月11日	57	2.9	0.2	-	
	12	1t	6月1日	93.0	7月14日	60	2.9	0.8	0.8	
	13	1t	6月3日	38.0	7月16日	62	2.9	0.8	2.0	
	14	1t	6月17日	31.9	9月18日	106	12.6	0.2	0.6	
	15	1t	6月17日	37.5	9月1日	89	9.3	1.0	2.6	
	16	1t	6月17日	37.5	9月15日	85	9.3	0.3	0.9	
	17	1t	6月20日	65.0	9月10日	98	12.1	0.4	0.6	
合計(平均)			-	-	107	7.3	10.4	-		
クロ	18	0.2t	5月20日	9.0	11月6日	171	8.7	0.05	0.5	
	19	2t	6月17日	86.8	11月19日	168	19.7	0.3	0.4	
	合計(平均)			95.8	-	169.5	14.2	0.35	0.4	

2. 放流効果の検証

追跡調査の結果、潜水捜索によって採捕したナマコは、合計114.6kg(アカ14.4kg、アオ41.3kg、クロ58.8kg)であった。放流カゴおよびホタテ貝殻の取上げによって採捕したナマコは、放流カゴが合計55個(平均16.8mm、最小4.0mm、最大44.5mm)、ホタテ貝殻が合計66個(平均34.4mm、最小11.7mm、最大77.7mm)であった。潜水捜索によって採捕したナマコのうち体長230mm以下の37個(平均170.6mm、最小225.7mm、最大91.0mm)、放流カゴに付着していたナマコを33個、ホタテ貝殻に付着していたナマコを66個、合計136個をDNA分析に供した。

DNA分析の結果、追跡調査で採捕したナマコ136個のうち、24個が放流種苗であることがわかった。再捕した放流種苗は、全て大型稚ナマコ(平均体長9.9mm)として10月29日に放流した種苗であり、再捕時の体長は、平均27.5mm(最小9.3mm、最大47.8mm)であった。

今回の調査では、受精卵を26,850千個、幼生を1,654千個、小型稚ナマコを28千個、大型稚ナマコを53千個放流したうち、大型稚ナマコを24個回収できたが、体長3mm以下の放流種苗は回収できなかった。この理由として、泥が舞い上がりやすいため小さいナマコの発見が困難であったことが考えられるが、成長に伴い発見率が増す可能性はある。今後は、発見が困難な小さいナマコの回収方法として、ホタテ貝

殻等の付着基質を利用した採捕方法も検討していきたい。

3. 環境浄化機能の検証

摂餌は、試験に供した全てのナマコで観察された。

飼育開始時の泥の重量400gに対して、飼育終了時における泥の減少量は、対照区が平均1.39g、アカは平均2.03g、アオは平均0.77g、クロは平均0.30gであり、アカ、アオに比べて対照区の泥が多く減少する結果となった。また、クロNo.3は-1.73g、アオNo.1は-0.85gとなり、飼育開始時に比べて終了後のほうが増加した。これらの結果から、泥を取り扱う過程で泥の増減が起こり、重量に影響が出た可能性があるため、本試験において、泥の重量は比較項目として適切でないと考えられる。原因としては、飼育開始から終了まで行っていた注水によって、少量ずつ泥が巻き上がり流出した可能性や、飼育終了後の泥の取上げ時に全ての泥を回収しきれなかった可能性などが挙げられる。

CODは、初期値が平均16.19mg/Lであるのに対し、飼育終了後の対照区は平均18.16mg/Lとなり、やや増加した。アカは平均17.65mg/L、アオは平均16.12mg/L、クロは平均17.46mg/Lとなり、ナマコを入れた水槽でやや減少する傾向が見られた。しかし、初期値であっても18.06mg/L、15.02mg/L、15.50mg/Lと水槽によって差が見られるため、泥の採取や保存

の過程などでCODに影響が出た可能性がある。

今回の試験では、飼育前後の泥の乾燥重量、CODともに泥の取扱い操作が結果に影響を及ぼした可能性があるため、今後は浄化機能の検証手法を検討する必要がある。

文献

- 1) 酒井勇一. DNA解析によるマナマコの放流効果推定技術の開発と系群構造の解明. 栽培水試事業報告書2011 ; 86-94.
- 2) Manami Kanno, Qi Li, Akihiro Kihima. Isolation and Characterization of v Twenty Microsatellite Loci in Japanese Sea Cucumber (*Stichopus japonicus*). *Marine Biotechnology* 2005 ; 7(3) : 179-183.

養殖ヒジキの品質向上と養殖用種苗供給技術の確立

徳光俊二

事業の目的

周防灘、伊予灘では漁獲量の低迷により漁家所得が減少しており、副次的に晩秋から春先に収入が得られるワカメ、ヒジキ、ヒトエグサなどの海藻が注目されている。

ヒジキは食品表示問題以降国内産の需要が増大し、県産ヒジキの増産が要望されている。大分県ではこれまで天然種苗を用いたヒジキ養殖技術を開発し普及を行ってきたが、天然ヒジキの価格高騰により養殖用の天然種苗の採取が難しくなったことや、ヒジキをロープに挟み込む作業に人手が掛かることが制限要因となり、養殖経営体は増えていない。

このことからロープに付着した形状のヒジキ種苗を生産することを目的として、ヒジキの仮根を残した収穫後のロープを再利用する技術および受精卵からの種苗生産技術の開発を行った。また、乾燥ヒジキ原藻の単価が下落傾向にあることから、原藻を販売せずに自家加工する漁業者も増えており、自家加工した際に品質低下を起こす付着生物についても調査した。

事業の方法

1. 養殖ロープ再利用技術開発

養殖ロープは2014年6月30日に国東市国見町竹田津小野田地先（以下「国見」という。）の養殖区画で前年に養殖され収穫後のものを350mを筏から回収し使用した。ロープは回収後国見の小野田漁港内において干潮時に形成された干出帯に杭を打ち底に固定した。また、このうち50mを豊後高田市呉崎の浅海チームに持ち帰り、野外水槽内で管理した。

9月30日から豊後高田市呉崎地先（以下「高田」という）に支柱式養殖試験地を設置し、野外水槽の50mのロープを沖出した。また、10月29日から国見の小野田漁港内のロープを養殖区画に沖出した。また、養殖ロープには水温データロガー（TidbiT v2 HOBO）を設置し、水温を測定した。

2. ヒジキ受精卵からの種苗量産技術開発

ヒジキの母藻は2014年5月15日および28日に佐伯市上浦の瀬会海岸にある保護水面で採取したものおよび6月13日に前年に高田で支柱式養殖したものを用いた。成熟した母藻は雌雄別に小枝や主軸を5cm程度に切除し、付着生物を除去した後、水道水で軽く洗浄した。その後、200Lポリカーボネイト製のアルテミアふ化用水槽に收容し、止水でエアレーションを行った。生殖器床から放出され沈んだ受精卵をサイフォンで採集し、50 μ m目合いのネットを用いて受精卵を回収した。その後、水道水および滅菌海水で洗浄した。

受精卵は滅菌海水を入れて受精卵液を作成し、PP製軟3本打12mmロープ、PE製の10mmクロス打ロープ（TBR株式会社製）、クレモナ製の20mm帯状ロープ、1mmクレモナ糸の4種類の基質にジョロを用いて散布した。着生を確認したロープは野外水槽で濾過海水を用いて流水で管理した。

3. 自家加工での付着生物対策

2015年2月から毎月1回2地区で養殖ヒジキを収穫し加工した。ヒジキは当県の加工方法に準じて、仮茹で20分、水洗い、本茹で2時間、重曹を原藻の5-8%投入後湯煮30分、干上げの順に行った。また、冬季に採る200mm程度の若いヒジキを「寒ヒジキ」というが、高田地先の天然の寒ヒジキについても同様に加工した。加工後に付着物の有無および歩留りについて検討した。

事業の結果

1. 養殖ロープ再利用技術開発

再利用するロープにはボウアオノリ、ミル、珪藻類、多毛類、ムラサキイガイ、ホトトギスガイなどの生物が付着していたため、高田の野外水槽内ものは週1回程度水道水のシャワーで洗い流すことで、珪藻類や多毛類などは効率よく除去できた。しかし、ムラサキイガイは目視による除去しがなく、成長も早いために手間を要した。9月30日の沖出し時のヒジキの全長は平均17.2mmであった。

国見の小野田漁港内での管理は主にムラサキガイをペンチ等で押し潰す作業のみを行ったが、小型のムラサキガイはアカニシやツメタガイによる捕食が観察され、除去の手間は少なかった。また、イボキサゴ等の巻貝によりヒジキ幼芽の被害されている様子も観察されたが被害は少なく、10月29日にヒジキは78.9mmに生長した。

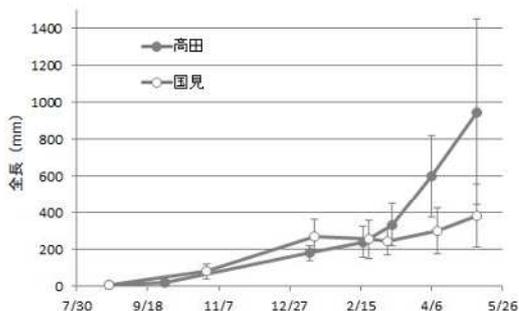


図1 再利用ロープのヒジキの生長

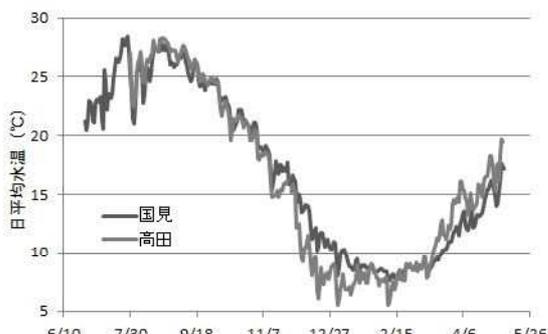


図2 国見および高田の水温変動

図1にヒジキの生長を示した。1～3月の間にはアカモクなどの漂流物と付着物の除去を2回程度行った。1月に高田で平均179mmであったのに対し、国見では平均273mmで生長が良かった(U-test, p<0.01)。しかし、3月には生長が逆転し高田で平均

全長334mm、4月には600mm、5月には948mmとなり、国見より長かった(3月:U-test, p<0.01、4月:U-test, p<0.01、5月:U-test, p<0.01、図1)。収穫量では国見で5月8日に湿重量で2.86kg/m、同日に高田で10.79kg/mであった。

図2に国見および高田の水温変動を示す。高田は干潟域で水深が浅く、気温の影響を強く受けるため、秋季の水温低下が国見に比べて早く、春季の水温上昇も国見に比べて早かった。

2. ヒジキ受精卵からの種苗量産技術開発

ヒジキの採卵結果を表1に示す。上浦産母藻の1Rは雌356.0g:雄147.5gを用いた。5月20日に受精卵の放出ピークがあり、343,000粒が採卵された。26日には死卵が多く混じるようになり、28日に合計898,000粒の採卵で終了した。

2Rは雌450.8g:雄111.7gを用いた。5月30日に小さいピークがあり114,800粒を採卵したが、その後、受精卵の大量放出は無く、6月4日に死卵が多く混じるようになり、合計202,800粒の採卵で終了した。

呉崎産母藻は雌572.4g:雄258.6gを用いた。6月16日に小さなピークがあり124,000粒を採卵したが、その後、しばらく受精卵の大量放出は無かった。21日に卵質が悪くなるが、22日には放出のピークがあり874,500粒を採卵した。しかし、卵質の悪化から24日に合計1,450,800粒の採卵で終了した。

幼芽の付着はクレモナ糸、クレモナ帯状ロープ、PEクロスロープの順に多かったが、PP製軟3本打ロープは幼芽の脱落が多く廃棄した。野外水槽に移した後は再利用ロープと同様に週1回程度水道水のシャワーで洗い流したが、ボウアオノリが繁茂し、少ないうちはピンセットで除去したが、付着の多いものは幼芽が淘汰され多くは枯死したため、廃棄した。

表1 ヒジキ受精卵の採卵結果

上浦1R			上浦2R			高田		
採卵日	採卵数(粒)	備考	採卵日	採卵数(粒)	備考	採卵日	採卵数(粒)	備考
5/16		セッティング	5/28		セッティング	6/13		セッティング
5/19	8,600		5/29	30,800		6/15	6000	
5/20	343,460		5/30	114,800		6/16	124000	
5/21	163,800		5/31	30,600		6/17	14700	
5/22	107,300		6/1	12,800		6/18	11600	
5/23	57,400		6/2	10,400		6/19	54000	
5/24	48,400		6/3	-		6/20	3000	
5/25	29,400		6/4	3,400	卵質悪い	6/21	-	卵質悪い
5/26	56,200	卵質悪い				6/22	874500	卵質悪い
5/27	50,030	卵質悪い				6/23	225000	卵質悪い
5/28	33,600	卵質悪い				6/24	138000	卵質悪い
898,190			202,800			1,450,800		

図3に再利用ロープと受精卵ロープの幼芽の生長を示した。再利用ロープから栄養繁殖した幼芽は10月以降茎状部が急速に伸長したが、受精卵由来の幼芽は茎状部が伸長していなかった。しかし、10月29日に高田にそのまま沖出した(写真1)。その後、2月にほとんど生長しないままハバノリに覆われ、わずかに生残したヒジキが確認された。4月にはミルに覆われ、わずかに残ったヒジキは長いもので100mm程度に成長していた(写真2)。

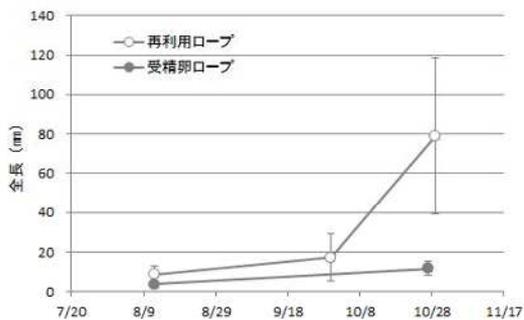


図3 再利用ロープと受精卵ロープのヒジキの生長



写真1 PE製クロスロープのヒジキ幼芽



写真2 残った受精卵ロープ上のヒジキとミル

3. 自家加工での付着生物対策

これまで養殖ヒジキに付着する生物で品質低下で

問題となったものは、藻類でユナ、クロガシラ、シオミドロ類、ハバノリ、イギス類、珪藻類、動物ではキイロウミシバ、コケムシ、貝類でムラサキイガイなどであったが、今年はタマウミヒドラの付着が非常に多く、初めて問題となった。

これらを加工した結果、ユナ、シオミドロ類、イギス類は湯煮により溶けるため除去可能であり、珪藻は加工時に重曹の添加量を調整することで軽減できると考えられた。加工後に残るものはクロガシラ、ハバノリ、キイロウミシバ、タマウミヒドラ、コケムシ、ムラサキイガイであり、特にキイロウミシバやタマウミヒドラなどのヒドラ虫綱が付着量が多く、除去に手間がかかった。

また、加工による歩留りを表2に示した。1、2月の早い時期に採取した天然ヒジキは歩留り8.45%と高かった。養殖ヒジキは生長が進むにつれて歩留りが悪くなり、平均した歩留りは6.40%であった。

また、原藻の乾燥歩留りは12.9%、仮茹で後に乾燥すると歩留りは7.7%であった。

表2 加工したヒジキの歩留り

採取日	産地	湿重量(g)	製品重量(g)	歩留まり
1/5	高田天然	2,588	217	8.39%
2/4	高田天然	2,496	213	8.51%
天然計		5,084	430	8.45%
2/17	高田養殖	13,018	907	6.97%
2/20	国見養殖	7,196	521	7.24%
3/6	国見養殖	7,062	478	6.77%
3/9	高田養殖	13,182	879	6.67%
4/6	高田養殖	28,750	1,809	6.29%
4/10	国見養殖	11,972	757	6.32%
5/8	国見養殖	13,322	704	5.29%
5/8	高田養殖	18,025	1,150	6.38%
養殖計		112,526	7,205	6.40%

考察

国見では養殖ヒジキの生長がやや遅滞した。これは2月にアカモクなどの漂流物が大量に巻き付いたことや9月に日照不足であったこともあるが、国見ではヒジキの生長に適温とされる15～20℃にある期間が秋に長く、春に短いことから、筏の手入れに手間取り沖出しが遅れたことが遅滞の主な原因と考えられた。水温から考えると25℃を下回る9月中旬に茎状部の伸長が認められれば、沖出しの適時と考えられ、再利用ロープや受精卵を付けたロープは、天然種苗を挟み込んだロープよりも茎状部が短い段階でも沖出しでき、増産できる可能性がある。特に国見は秋季に適温である期間が長いことから寒ヒジキとして、生産できると思われる。

高田では目標収量である 10kg/m を超えたことから、本養殖に移行する段階に達したと考えられ、新規養殖業者の掘り起こしが必要となる。

受精卵からの種苗生産では、ヒジキ母藻は枯れながら受精卵を放出するため、1 週間～ 10 日で繊毛虫などの繁殖により卵質が悪化した。そのため、現状では成熟を確認してその都度ヒジキを採集しているが、この問題を解決できれば、より少ない母藻で大量の受精卵を得られる可能性はある。

また、付着基質に使用した 4 種類のロープの繊維糸の太さでは PP 製ロープが 1.59mm と太く、PE 製クロスロープは 0.29mm、クレモナ帯状ロープは 0.09mm、クレモナ糸は 0.05mm 以下であった。このため、繊維糸が 0.2mm 以下であれば受精卵から伸びるヒジキの仮根が付着しやすいと考えられた。

しかし、その後、クレモナ糸では葉長が生長すると徐々に脱落が認められ、生長した太い仮根が付着できない可能性もあることから、より糸や子繩、ロープ自体の太さも重要であると思われ、さらなる検討が必要である。

付着生物では今年度タマウミヒドラが非常に多く除去に手間を要した。キイロウミシバと同じヒドロ虫綱であることから、薬浴などの駆除方法の確立が急がれる。

養殖ヒジキは加工すると、歩留りが冬季の天然ヒジキに比べて悪かった。これは養殖ヒジキが茎が短く葉が多い特徴があるため、葉の方が歩留りの悪いことによるもの（茎：葉=12.7%:7.3%）と考えられた。

地域養殖業振興対策事業（海藻増養殖振興）－ 1

カジメ・クロメの増養殖技術開発

徳光俊二

事業の目的

カジメ (*Ecklonia cava*) はコンブ属カジメ科に属する海藻で、地方名で「くろめ」といい、特に豊後水道北部で採取されるカジメは渋みがほとんど無く、味噌汁に入れたくろめ汁は郷土料理になっている。また、クロメ (*Ecklonia kurome*) はカジメと近縁種で地方名で「しわめ」といい、カジメとともにアワビやサザエなどの磯根生物の餌料として生物生産を支える上で重要な役割を果たしている。

カジメ、クロメともに種苗生産技術はほぼ確立されているが、天然海域に沖出しすると、魚類による食害や流失などにより、1年以上養殖できた事例はほとんど無い。このため、これら種苗をロープに付着させた状態で増養殖に利用できるよう、沖出し条件や管理方法について検討を行う。

事業の方法

カジメは 2005 年に佐賀県で採集し、フリー状態で保存されている配偶体¹⁾を用いた。クロメは 1998 年に姫島で採集しフリー状態で保存されている配偶体²⁾および 2014 年 11 月 22 日に姫島の松原漁港内で採集した天然クロメ母藻も用いた。

12 月 11 日天然クロメ母藻から良好な子嚢斑を 4 個体からやや大きめに切り出して洗浄し、室内で 1h 程乾燥した。その後、2cm 角に切り出し滅菌海水を入れたシャーレに入れ遊走しを放出させ、遊走子液を作成した。また、カジメ配偶体は 2013 年 1 月 24 日に拡大培養したものおよびクロメ配偶体は 2014 年 9 月 18 日に拡大培養したものをミキサーで細断し配偶体液を作成した。

これら遊走子液および配偶体液を洗浄瓶に入れて、それぞれ種糸枠に巻いたクレモナ糸に直接ノズルを用いて吹きかけた。5 分程度静置後、PESI 培地の入った透明コンテナに収容し、18.0 °C、1,500 ~ 3,000lux、12L:12D の条件で培養し、培地は約 3 週間おきに交換した。

また、2015 年 1 月 9 日にも同様に配偶体を用い

て、カジメおよびクロメの種苗生産を行った。

事業の結果

カジメ 12 月採苗分は良好に発芽し 12 月末には幼芽が肉眼視で確認できるまでに生長した。2015 年 1 月 13 日に 2-5mm 程度になったものを国東市国見町竹田津のヒジキ養殖筏の端に 12mm の PP 製ロープも巻き付けて垂下した。2 月 16 日に残りを佐伯市上浦の水産研究部に輸送し、藻場造成のための試験に供した。

1 月採苗分はクラミドモナスが繁殖したため種糸は廃棄したが、透明コンテナ壁面に付着した幼芽は洗浄後 100L パンライト水槽で PESI 培地止水 18.0 °C、1500 ~ 3000lux、12L:12D の条件で通気培養を行った（写真 1）。4 月 20 日に平均 21.5mm に生長し、今後沖出し予定である。

クロメ 12 月採苗分は 12 月末には幼芽が肉眼視で確認できるまでに生長したが、配偶体由来の種苗は芽数が極端に少なかった。これらは 12 月 25 日に姫島港内に垂下した。また、1 月 13 日に 5-8mm 程度になったものを国東市国見町竹田津のヒジキ養殖筏の端に 12mm の PP 製ロープも巻き付けて垂下した。

また、コンテナ壁面に付着した幼芽をカジメと同様に 100L パンライト水槽で通気培養を行った。4 月 9 日に平均 34.4mm に生長し（図 1）、今後沖出し予定である。なお、配偶体を用いた 1 月採苗分も

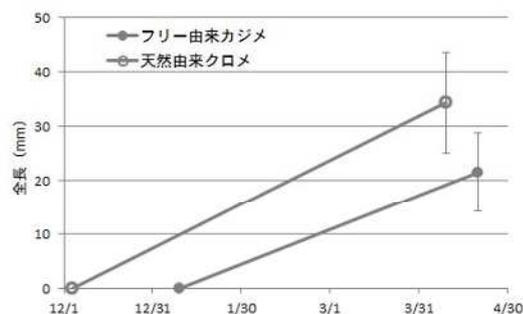


図1 通気培養したカジメ、クロメの生長

同様に芽数が極端に少なかったため、廃棄した。

文献

考察

カジメのフリー配偶体は良好に発芽したが、クロメのフリー配偶体は発芽数が極端に少なく劣化が疑われた。そのため、クロメについては新しい配偶体を取り直す必要がある。

また、付着基質のクレモナ糸はクロメが生長すると脱落が多く認められたことから、糸の径を太くするなど付着基質について検討する必要がある。

- 1) 伊藤龍星, 浅海増養殖に関する研究(9)カジメのフリー配偶体作成. 平成 17 年度大分県海洋水産研究センター事業報告 2007 : 179-180.
- 2) 伊藤龍星, 浅海増養殖に関する研究(7)クロメ藻場造成試験. 平成 15 年度大分県海洋水産研究センター事業報告 2005 : 219-220.



写真1 カジメの通気培養

地域養殖業振興対策事業（海藻増養殖振興）－ 2

ワカメのフリー配偶体の作成

徳光俊二

事業の目的

大分県でのワカメ (*Undaria pinnatifida*) 養殖は、1976年には国東半島周辺で229経営体を数えたが、生産過剰による価格低下などにより主産地に押され衰退した。しかし、農水産物直販所などで県産海藻類の需要が増し、2010年より国東や姫島で養殖が再開され、現在5経営体が副業的に営んでいる。

養殖業者は晩秋に他県から種糸を購入するが、現地の水温差や輸送によるダメージで芽付きが不安定なことから、2ヵ所以上の業者から必要量より多い量を購入している。このため、ワカメ種糸を安定供給することを目的として大分県産のワカメ配偶体をフリー状態で保存した。

事業の方法

2015年3月30日に国東市富来浦の富来漁港赤灯台付近に自生する天然ワカメを母藻として、成熟したメカブ10株を採集し、うち、1株は藻体ごと持ち帰り測定した。その後、メカブをビニール袋に入れて19℃で暗所保存した。翌31日、遊走子の採取を徳島県の方法¹⁾に準じて行った。放出された遊走



写真1 ワカメ母藻

子を濃度が3段階に1/10になるよう遊走子液を調整し、シャーレに入れた。その後22.5℃、1200lux程度、12L:12Dの条件で培養し、肉眼視出来るようになった4月17日に雌雄別に単離した。

事業の結果

測定したワカメは葉幅長543mm右、528mm左、列葉幅長531mm右、498mm左、葉長1259mm、莖長233mmであった(写真1)。

10株のうち遊走子の放出があった8株を用いた。4月17日には培養したシャーレ底面に肉眼視で黒点が観察されたので、1株につき雌6個体、雄4個体をそれぞれピペット洗浄し単離した(写真2)。その後、珪藻などの雑藻類の繁茂が無かったものを三角フラスコに分注した。



写真2 ワカメ配偶体(♀)

文献

- 1) 新しいワカメの種苗生産マニュアルーフリー配偶体を使った種苗生産ー：徳島県水産試験場 2000：7-16p

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－1

豊前海重要貝類漁場開発調査①（バカガイ資源量調査）

酒井真梨子・並松良美

事業の目的

中津市地先の共同漁業権共第2号には、山国川の河口域から通称「中津平洲」と呼ばれる水深3～5mの砂質の浅海域が形成されている。ここはバカガイやアサリの好漁場とされ、例年、春季に期間を定めて小型機船底引き網（ポンプ漕ぎ網）による操業が行われてきた。しかし、その資源漁は低迷し、近年ではナルトビエイによるバカガイ食害被害も生じている。1)そこで、今後のバカガイの有効な漁獲と利用を図るうえの基礎資料を得るため、ポンプ漕ぎ網での資源量調査を実施した。

事業の方法

2015年3月3日に、図1に示すSt.1～22の定点を対象に、大分県漁協中津支店所属のポンプ漕ぎ網漁船1隻を用いて調査を実施した。使用した船は総トン数約1.6tの船内外機船で、各定点とも曳網速力1.8ノット、曳網時間は5分間とし、漁具の袋網の目合いは12節とした。

得られた漁獲物は、定点ごとに全量を袋詰めして実験室に持ち帰り、ただちに種の分類、個体数、重量の計測を行った。バカガイについては精密測定のため、定点ごとに任意の50個体（50個体に満たない場合は、全個体数）殻長と重量を測定した。

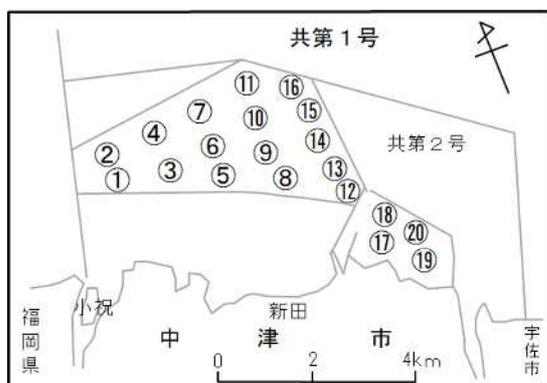


図1 バカガイ資源量調査定点

バカガイの資源量推定にあたっては、採取されたもののうち、殻長40mm以上のものを対象にした。

なお、調査当日はイダコツボ等の漁具が多数設置された場所があり、次の13定点（St.4, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19）では調査ができなかったため、これらの定点の資源量推定にあたっては、最寄りの定点の値を用いた。また、今回は漁具の設置や高い潮位により、調査できた定点が少なかったため、新たに定点（St.21, 22）を設置した。

事業の結果

1. 漁獲物組成

定点ごとの種類別漁獲個体数を表1に、漁獲重量を表2に示した。得られた漁獲物は60種、10,190個体、36,973.0gであった。バカガイは、調査が実施できた9定点中、最も個体数が多かったのはSt.22の2,172個（6,062.2g）、次いでSt.1の1,684個（2,490.8g）、St.3の1,645個（3,053.6g）の順であり、St.2では漁獲されなかった。昨年度の調査で最も多かったのはSt.8の2,236個（3,812.2g）であったが、今年度は81個（144.8g）と大幅に減少していた。アサリは、今年度は漁獲されなかった。

2. バカガイ精密測定

測定したバカガイの定点別の平均殻長、平均重量を表3に示した。全平均は、殻長24.1mm、重量2.5gであった。最も漁獲個体数の多かったSt.22と近隣

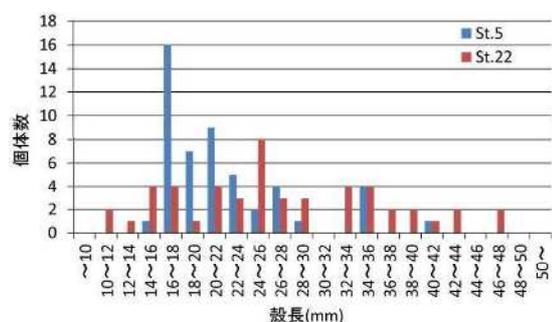


図2 バカガイの殻長組成

のSt.5の殻長組成を図2に示した。St.5は16~24mmの小型の割合が多いが、St.22は24~26mmの個体を中心として、約48mmまでの個体が幅広く分布していた。

表1 種類別漁獲個体数

種名	単位:個										計	組成比率(%)
	St.1	St.2	St.3	St.5	St.8	St.12	St.20	St.21	St.22			
1 ヒメハゼ	2		3	4	8		6	4	3		30	0.26
2 ハタテヌメリ					1	1	2				4	0.03
3 イシガレイ			2						2		4	0.03
4 クサフグ	1										1	0.01
5 フナムシ科							3				3	0.03
6 オオワレカラ								17			17	0.15
7 クルマエビ				1				1			2	0.02
8 スベスベエビ							1				1	0.01
9 アカエビ						1					1	0.01
10 トラエビ						1	1				2	0.02
11 サルエビ								11			11	0.10
12 エビジャコ	37	7	25	20	27	1	51	23	30		221	1.91
13 牝別類		2		1			4	7			14	0.12
14 ヘイケガニ					1			1			2	0.02
15 サムバヘイガニ	3										3	0.03
16 ジュウイトゲコフシガニ	1										1	0.01
17 マメコフシガニ							4	12			16	0.14
18 キンセンガニ		1	1						1		1	0.01
19 クモガニ科		1					5				7	0.06
20 ヒシガニ	1		2		1	1			1		6	0.05
21 タイワンサミ	1										1	0.01
22 ヒメガサミ							12	14			26	0.23
23 イシガニ							2	1			3	0.03
24 フタホシイシガニ	1						6	3			10	0.09
25 ケブカエンコウガニ	5										5	0.04
26 その他カニ類	1		2	3	2		8	20			36	0.31
27 アナジャコ	2		1				2		2		7	0.06
28 ミドリヤシロガイ			1								1	0.01
29 タマツメタ	1			3			1				5	0.04
30 ムシロタマツメ			4								4	0.03
31 ヂメタガイ	1		2		2		36	31	1		73	0.63
32 アカニン				1			2	2			5	0.05
33 キセワタガイ	295	114	115	142		3	1		2		672	5.82
34 アメフラシ						3					3	0.03
35 巻き貝類			6	1			19	1	2		30	0.26
36 サルボウ				1	1						2	0.02
37 クイチガイ(サルボウ)			4	2	1		5	4			16	0.14
38 タイラキ				2							2	0.02
39 ハカガイ	1,884		1,645	1,243	81	1	829	1,112	2,172		8,767	75.93
40 ベニガイ			2								2	0.02
41 ユウシオガイ			2	1		1					4	0.03
42 マテガイ			12	26	7		98	63	13		219	1.90
43 ハラフマテガイ	1										1	0.01
44 スダレガイ			1	2		2					5	0.04
45 イイダコ	1	2	4	10	9				1		27	0.23
46 ミミカ	1	6				1					8	0.07
47 モミジガイ						2					2	0.02
48 スナヒトデ			2								2	0.02
49 その他ヒトデ類	1	3					3				7	0.06
50 バフンウニ		1	1		1			3			6	0.05
51 マメウニ科	2		12	105							119	1.03
52 カシパン類	18	4	121	354	147	14	1	1	45		705	6.11
53 ヒラタフク	41		31	14					9		95	0.82
54 ゴカイ類	16	1	30	22		3	10	11	23		116	1.00
55 ユムシ類					2				2		4	0.03
56 クラゲ類	3		6			1			2		12	0.10
57 ウミザホシ	26	6	6	23	6	2	1	3	10		83	0.72
58 ヒラムシ類	11		5	32	1		10	14	28		101	0.87
59 アオサ											0	0.00
60 アマモ											0	0.00
61 その他	13										13	0.11
計	2,170	147	2,048	2,012	297	39	1,123	2,354	11,546		11,546	100

表2 種類別漁獲重量

種名	単位:g											計	組成比率(%)
	St.1	St.2	St.3	St.5	St.8	St.12	St.20	St.21	St.22	St.36	計		
1 ヒメハゼ	1.2		3.6	5.6	32.8	3.7	6.3	2.2			3.6	52.5	0.14
2 ハタテヌメリ					1.9							11.9	0.03
3 イシガレイ			2.8								2.8	5.6	0.02
4 クサフグ	56											56	0.15
5 フナムシ科								0.7				0.7	0.00
6 オオワレカラ									2.4			2.4	0.01
7 クルマエビ				8.8					8.1			16.9	0.05
8 スベスベエビ								0.6				0.6	0.00
9 アカエビ						1.7						1.7	0.00
10 トラエビ						1.4	4.8					6.2	0.02
11 サルエビ									15.6			15.6	0.04
12 エビジャコ	35.7	6.1	22.9	20.1	32	0.7	64.1	16.4	26.6			224.6	0.61
13 朴別類		2.3		1.6			5.2	4.8				13.9	0.04
14 ヘイケガニ					13			0.1				13.1	0.04
15 サメダヘイガニ	14.2											14.2	0.04
16 シュウイボケコフシガニ	0.4											0.4	0.00
17 マメコフシガニ							8.8	5.9				14.7	0.04
18 キンセンガニ									15.6			15.6	0.04
19 クモガニ科		0.3	0.8				0.9					2	0.01
20 ヒシガニ	26.4		23.8		16.1	26.5					0.9	93.7	0.25
21 タワウガサミ	119.4											119.4	0.32
22 ヒメガサミ							6.3	7.8				14.1	0.04
23 イシガニ							18.1	33.6				51.7	0.14
24 フタホシイシガニ	1.4						5.1	2.4				8.9	0.02
25 ケブカエンコウガニ	3											3	0.01
26 その他カニ類	1		1.6	1.6	2.4		7.9	7.3				21.8	0.06
27 アナジャコ	17.2		3.6				9.6		8.4			38.8	0.10
28 ミドリシヤメンガイ			0.9									0.9	0.00
29 タマトメタ	0.3			1.2				0.5				2	0.01
30 ヲシロイソトマタ			2.4									2.4	0.01
31 ツメタガイ	22.9		43.5		96.5		344.8	445.8	11.4			964.9	2.61
32 アカニシ				10.5			19.3	48.4	16.7			94.9	0.26
33 キセウタガイ	135.8	86.2	44	44.7		2.1	0.7		1.4			314.9	0.85
34 アメフラス						3.1						3.1	0.01
35 巻き貝類			11.4	2.2		1.5	10.1	0.3	33.8			59.3	0.16
36 サルボウ					3.7				29.5			33.2	0.09
37 クイチガイサルボウ			4.3	15.9			78	69.5				167.7	0.45
38 タイラギ				4.33								4.33	0.01
39 バカガイ	2491		3054	1830	145	4	1782	1963	6082			17331	46.87
40 スニガイ			0.3									0.3	0.00
41 ユウシオガイ			0.1	1.2		0.1						1.4	0.00
42 マテガイ			19.4	86.9	7.9		224.7	104.6	56.8			500.3	1.35
43 バラフマテガイ	1.6											1.6	0.00
44 スタレガイ			22	0.6		7.2						29.8	0.08
45 イダコ	33.2	169.3	230.1	652.1	400.8				108.4			1593.9	4.31
46 ミミカ	0.6	5.5					0.7					6.8	0.02
47 モミジガイ						0.5						0.5	0.00
48 スナヒトデ			46.6									46.6	0.13
49 その他ヒトデ類	16.8	0.4						0.5				17.7	0.05
50 バフウニ		16.6	14.4		15.8							46.8	0.13
51 マメウニ科	0.4		2.5	22.9								25.8	0.07
52 カシハン類	194.2	28.9	1303	4808.3	1808.7	146.7	3	7.9	428.3			8729	23.61
53 ヒラアソブ	1408.4		1302.3	642					436.4			3789.1	10.25
54 コカイ類	13.8	0.7	36.2	23.6		4	8.9	7.3	29.9			124.4	0.34
55 ユムシ類					11				7.3			18.3	0.05
56 クラゲ類	8.2		25.2			16.8			12			62.2	0.17
57 ウミホトテ	600	66.9	57.6	311.2	76.6	43.3	16.7	3.7	134.9			1310.9	3.55
58 ヒラムシ類	3.8		1.2	14.8	0.9		7.4	8.2	16.2			52.5	0.14
59 アオサ	5.8	1.7	7.7	2.2					1.8			19.2	0.05
60 アマモ							373	254.8	166.9			794.7	2.15
61 その他	2.9								2.9			2.9	0.01
計	5,215	385	6,288	8,513	2,665	264	3,011	3,020	7,612			36,973.0	100

表3 バカガイの定点別平均殻長と平均重量

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8
平均殻長(mm)	22.8	—	22.7	欠	21.8	欠	欠	21.9
平均重量(g)	1.7	—	2.1	欠	1.8	欠	欠	2.1
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
平均殻長(mm)	欠	欠	欠	30.4	欠	欠	欠	欠
平均重量(g)	欠	欠	欠	3.8	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	St.21	St.22	平均	
平均殻長(mm)	欠	欠	欠	26.3	20.3	26.9	24.1	
平均重量(g)	欠	欠	欠	3.3	1.8	3.7	2.5	

—:バカガイが漁獲されなかった定点

欠:調査ができなかった定点

3. バカガイの資源量推定

調査は、袋網12節の目合いを使用したため、商品価値のない小型のバカガイも入網した。このため、資源量推定にあたっては、従来の6節目合いを使用した場合に推定される資源量、すなわち殻長40mm

以上のバカガイについての資源量を算出した。

各定点における殻長40mm以上の貝の分布密度を表4に示した。算出にあたって曳網面積(間口1m×曳網距離)を求めるために、各定点の曳網作業開始地点と終了地点の座標をGPSで得た後、カシミール

3Dを用い、曳網距離を測定した。また、漁獲効率は0.6とした。

バカガイ分布密度は、重量の最も多い定点でSt.22 (15.719g/m²)、次いでSt.20 (2.227g/m²) などの順であった。各定点の密度から調査区域の40mm以上のバカガイの資源量を推定したところ、26.6tであり、昨年度 (49.1t) のおよそ半分であった。

今後の問題点

図3に1989年以降の推定資源量を示した。1994年には36tであった資源量は1995年から急増し、1996年には10,000tを超え、1997、1998年の各春季にはポンプ漕ぎ網操業が実施された。その後は再び激減し、1998年11月以降は毎年100tを下回る非常に低い値で推移している。

今回、殻長40mm以上を対象にしたバカガイ資源量は26.6tと推定され、昨年の49.1tの半分に落ち、依然としてポンプ漕ぎ網漁の解禁につながる可能性はない。2012年度は実際に漁獲のあった1999年以降、資源量が一番多かったが、2006年から2007年にかけてのように一旦増加した資源が再び減少している (図4)。St.8では、昨年度40mm以下の稚貝が多く出現し、資源量 (4.03t) の維持が期待されたが、

今年度は資源量が0.07tとなり、資源量は大幅に減少した。

今回の調査結果から、稚貝が多く出現しても、その後、資源量の減少が見られるため、資源を増大するには稚貝の保護技術等の検討が必要と考えられる。また、2009年度のナルトビエイの生態調査²⁾ から、60%以上の個体がバカガイを摂食していることが判明している。ナルトビエイを含む魚類等による食害が、直接的にバカガイ資源に悪影響を与えている可能性がある。バカガイに対するナルトビエイ等の食害圧を減らし、発生した稚貝を保護するためにも、駆除の他に被せ網等による保護を行う必要がある。

文献

- 1) 伊藤龍星, 林 亮次, 平川千修. 豊前海重要貝類漁場開発調査 (5) バカガイの大量発生とナルトビエイによる食害被害. 平成18年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2008 ; 207-209.
- 2) 福田祐一, 三代和樹, 並松良美. アサリ資源回復計画推進事業 (2) ナルトビエイ生態調査 (委託事業). 平成21年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2010 ; 210-213.

表4 殻長40mm以上のバカガイの分布密度

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8
個体数 (個/m ²)	—	—	0.146	欠	0.112	欠	欠	0.007
重量 (g/m ²)	—	—	1.678	欠	1.052	欠	欠	0.068
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
個体数 (個/m ²)	欠	欠	欠	—	欠	欠	欠	欠
重量 (g/m ²)	欠	欠	欠	—	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	St.21	St.22	平均	
個体数 (個/m ²)	欠	欠	欠	0.201	0.128	1.732	0.258	
重量 (g/m ²)	欠	欠	欠	2.227	1.401	15.719	2.461	

—: 殻長40mm以上のバカガイが漁獲されなかった定点

欠: 調査ができなかった定点

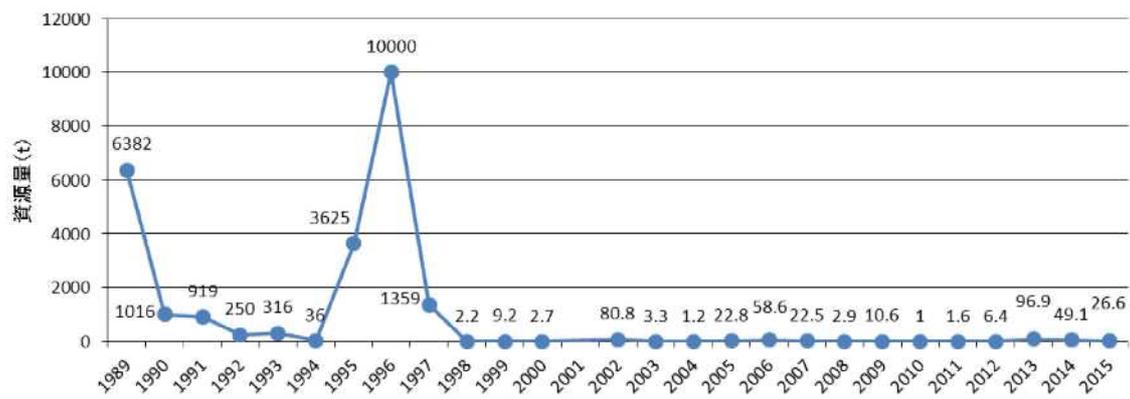


図3 1989年以降のバカガイ資源量の推移

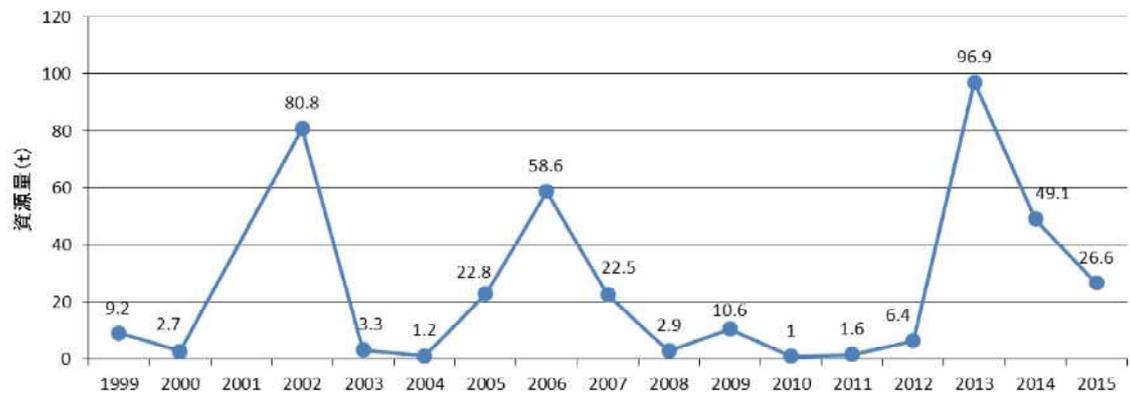


図4 1999年以降のバカガイ資源量の推移

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究—1

豊前海重要貝類漁場開発調査②（バカガイ稚貝調査）

酒井真梨子・田村勇司・並松良美

事業の目的

大分県中津市地先の中津平洲と呼ばれる浅海域は、バカガイなどの好漁場とされ、例年操業期間を定めて小型機船底びき網（ポンプ漕ぎ網）による漁業が行われてきた。しかし近年、バカガイ資源は極めて少ない状態が続いている。特にナルトビエイによるバカガイへの食害被害が確認されて以降は、稚貝の大量発生が見られる場合があるにもかかわらず、資源増加には至っていない。バカガイ稚貝の発生状況や成長、生態等の基礎的知見を得ることを目的に、昨年度に引き続き水坪刈り調査を実施した。

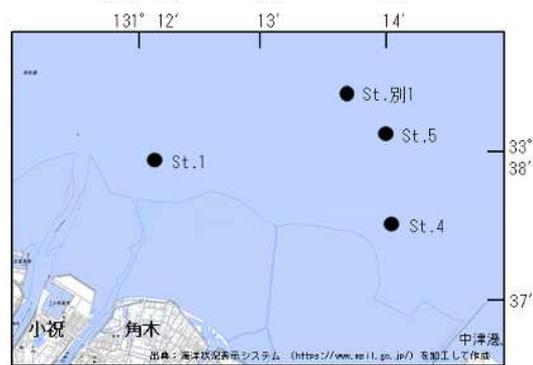


図1 バカガイ稚貝調査定点

事業の方法

2014年度の調査は、3回（5月22日、8月8日、11月7日）実施した。調査点は図1に示すSt.1、4、5、別1の4定点とした。各定点の緯度と経度（日本測地系）を表1に示した。潜水により各定点で50cm×50cmカデラート（0.25m²）を海底に置き、1定点あたりカデラート8枠（2m²）の砂を、深さ約8cmまで採取した。採取した砂は1mm目合いのフルイで選別した後、浅海チームに持ち帰り、肉眼で確認できるすべてのバカガイを選別し、任意の30個体（30個に満たない場合は全数）を測定した。各定点の水深は大潮満潮時で3～4mであった。

事業の結果

図2に4定点で採集したバカガイの殻長組成の推移を示した。また図3には、2004年度以降の生息密度の推移を1m²あたりの個体数で示した。

2014年5月には、4定点の生息密度は2～7個/m²と低い値であった。確認されたバカガイのサイズは殻長20～30mmの範囲が多かったが、40mmを越えるサイズも少数見られた。8月になると生息密度は4～46個/m²と増加し、サイズは殻長5～10mmの範囲が中心で5月に見られていた比較的大型のサイズは、

表1 各定点の位置

	St.1	St.4	St.5	St.別1
緯度	N 33° 37.949	N 33° 37.510	N 33° 38.171	N 33° 38.408
経度	E 131° 12.160	E 131° 14.080	E 131° 14.032	E 131° 13.733

見られなくなった。11月には生息密度は6～28個/m²とやや減少したが、サイズは殻長10～20mmの範囲が多くなり、8月と比べサイズの大きな稚貝が増えた。

今後の問題点

2012年度には若干稚貝の増加傾向が認められたが、本年度は昨年度に続き、稚貝の発生量が少なかった。2006年春～夏のバカガイの大量発生とナルトビエイの食害による大減耗¹⁾以来、バカガイ大量発生²⁾の兆しは見られていなかった。その後、2011年度から徐々に回復傾向が見られたが、2012年8月以降に激減している。本年度および2008、2009年の本調査では、春季5月には比較的大型サイズが見られたが、夏季には見られなくなっていること²⁾、また、当該海域におけるナルトビエイ食性調査^{3),4)}などから、本種がナルトビエイによる食害の影響を強く受けていることが推定される。また、ナルトビエイの食害に加え、2012年6、7月に発生した北部九州の大

雨被害により、干潟に泥が蓄積したことも現象原因の一つであると考えられる。今後はナルトビエイを含む食害生物からの防除策の充実を図ることに加えて、災害から守るためにも移植放流保護などの取り組みを行う必要がある。

文献

- 1) 伊藤龍星, 林亨次, 平川千修. 豊前海重要貝類漁場開発調査(5)バカガイの大量発生とナルトビエイによる食害被害. 平成18年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2008 ; 207-209.
- 2) 伊藤龍星, 原朋之. 豊前海重要貝類漁場開発調査(4)バカガイ稚貝調査. 平成21年度大分県農林水

産センター水産試験場事業報告2010 ; 203-204.

- 3) 伊藤龍星, 平川千修. 胃と腸の内容物からみた周防灘南部沿岸におけるナルトビエイの食性. 水産技術2009 ; 1(2) ; 39-44.

- 4) 福田祐一, 三代和樹, 並松良美. アサリ資源回復計画推進事業(2)ナルトビエイ生態調査(委託事業). 平成21年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2010 ; 210-213.

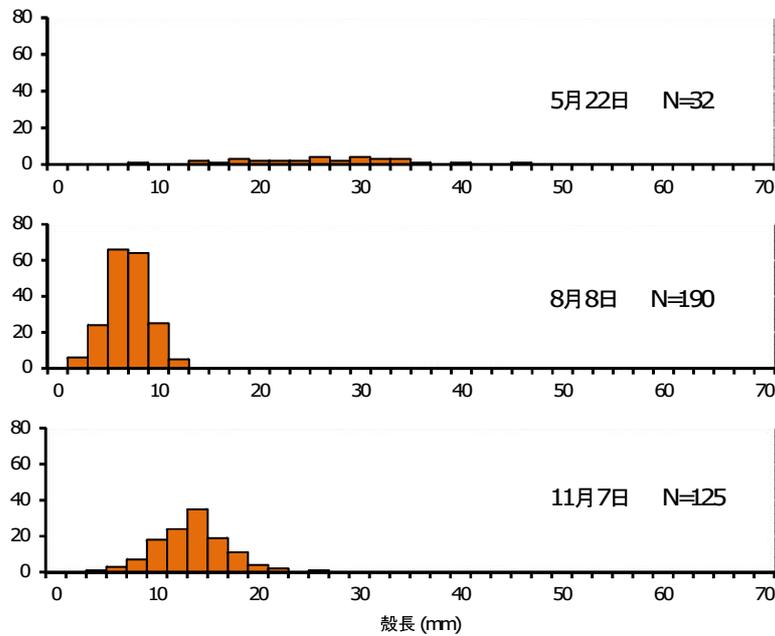


図2 バカガイの殻長組成の推移

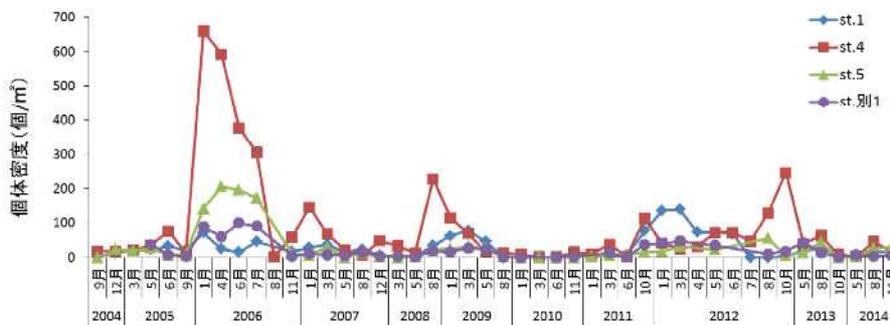


図3 バカガイの生息密度の推移

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－2

資源評価調査委託事業①(資源関連調査)

(水研委託)

田村勇司・崎山和昭

事業の目的

我が国の 200 海里漁業水域設定に伴い当該水域における漁業資源を科学的根拠に基づいて評価し、漁業資源の維持培養及び高度利用の推進に資するため、必要な基礎資料を収集することを目的に、(独)水産総合研究センターの委託調査として実施している。

事業の方法

マダイ、トラフグ、ヒラメ、カレイ類について、次の方法により漁獲データを収集し、これらのデータを(独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所に送付した。

1. 水揚げ調査(マダイ、トラフグ、ヒラメ)

大分県漁協姫島支店及びくにさき支店富来地区から毎月の漁獲量データを入手した。

2. 市場調査(ヒラメ)

大分県漁協国見支店、姫島支店、安岐市場、別府市場の4カ所でヒラメの全長を測定した。

3. 標本船日誌調査(ヒラメ)

ヒラメを対象に、大分県漁協杵築支店と日出支店所属の小型底びき網漁船計5隻に操業日誌の記帳を依頼し、漁獲実態を調査した。

4. 沿岸資源動向調査(カレイ類、シャコ)

標本船調査、農林水産統計等のデータをもとに、周防灘の資源動向を検討した。

1. 水揚げ調査(マダイ、トラフグ、ヒラメ)

2014年の調査結果を表1～3に、漁獲量の推移を図1～3に示した。対前年比では、マダイは82.7、トラフグは69.4、ヒラメは60.3と各魚種とも減少した。

2. 市場調査(ヒラメ)

全長測定の結果を、表4及び図4に示した。なお、測定日数は市場によって異なる。

3. 標本船日誌調査(ヒラメ、カレイ類)

標本船5隻によるヒラメの月別の単位努力量当たり漁獲量(CPUE)を表5及び図5に、またCPUEの年推移を図6に示した。CPUEは例年、冬季と春季に大きいが、本年も1月、4月に大きかった。最大は1月の1.931kg/日・隻、最小は7～9月の0.00kg/日・隻で、年平均では0.379kg/日・隻であり、前年(0.309kg/日・隻)に比べて少し増加した。

4. 沿岸資源動向調査

小型底びき網によるカレイ類(マコガレイ、メイタガレイ、イシガレイ)のCPUEの推移を図7に、シャコのCPUEの推移を図8に、それぞれ示した。最近数年の資源水準は標本船のCPUEに限ってみると、カレイ類は、2014年にメイタガレイがやや増加したものの、いずれも減少傾向にある。一方シャコは1996年をピークに大きく減少してきたが、ここ数年は横ばい傾向にある。なお標本船の隻数は年によって若干異なるが、最近数年は4隻である。

事業の結果

得られたデータから、2014年の概要は次のとおりである。

表1 2014年のマダイ漁獲量

月	釣り	姫島				小計	富来
		延縄	刺し網	ごち網	ごち網		
1	13	0	0	0	13	1,640	
2	1	0	4	0	5	585	
3	18	0	72	0	89	1,478	
4	13	0	183	213	410	1,330	
5	13	37	417	890	1,356	1,890	
6	954	73	676	1,716	3,418	1,730	
7	1,010	44	925	669	2,648	2,910	
8	307	0	220	307	834	2,980	
9	882	7	445	179	1,512	2,120	
10	819	6	80	826	1,731	2,170	
11	610	1	60	250	920	2,500	
12	152	1	42	579	774	1,620	
計	4,791	169	3,122	5,628	13,710	22,953	

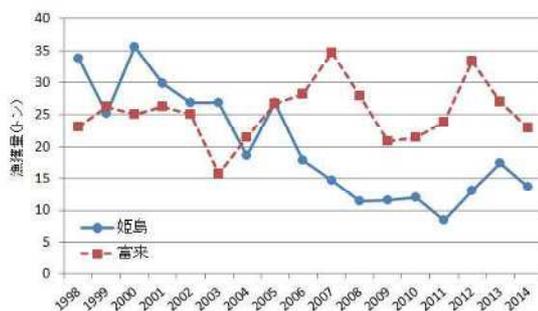


図1 マダイ漁獲量の推移

表2 2014年のトラフグ漁獲量

月	釣り	姫島				小計	富来
		延縄	刺し網	ごち網	釣り		
1	0	794	0	0	794	2	
2	0	225	0	0	225	1	
3	0	81	8	0	89	0	
4	0	0	8	0	8	0	
5	0	0	3	0	3	0	
6	0	0	0	0	0	7	
7	0	0	0	0	0	0	
8	1	314	0	0	316	4	
9	5	376	1	0	381	4	
10	0	555	5	0	560	2	
11	0	1,462	0	0	1,462	10	
12	0	273	0	0	273	14	
計	6	4,081	24	0	4,111	45	

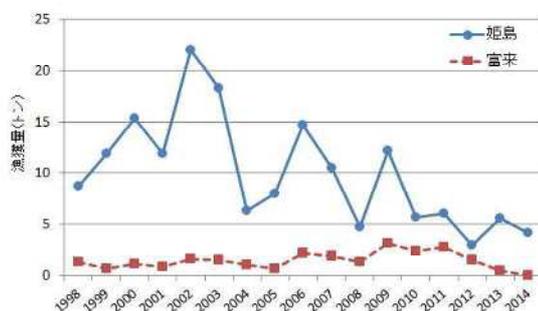


図2 トラフグ漁獲量の推移

表3 2014年のヒラメ漁獲量

月	釣り	姫島				小計	富来
		延縄	刺し網	ごち網	釣り		
1	207	0	0	0	207	407	
2	57	0	75	0	132	70	
3	161	0	92	0	252	18	
4	359	0	297	0	655	54	
5	150	8	467	5	630	0	
6	528	7	1,023	9	1,568	0	
7	973	0	273	4	1,250	16	
8	121	0	31	0	152	12	
9	20	0	25	0	46	14	
10	36	0	12	0	49	0	
11	177	2	12	0	191	22	
12	278	3	35	0	316	44	
計	3,068	20	2,341	18	5,447	657	

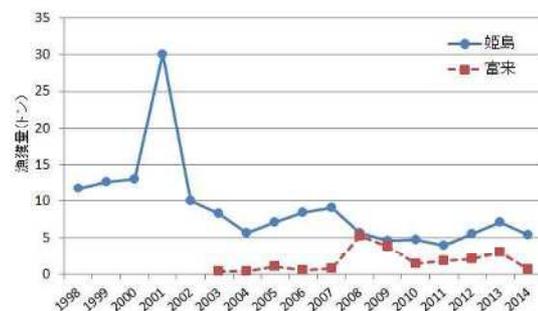


図3 ヒラメ漁獲量の推移

表4 2014年ヒラメ市場調査結果

	国見	姫島	安岐	別府	計
測定尾数	10	439	677	463	
平均全長 (cm)	37.1	50.0	40.3	46.0	

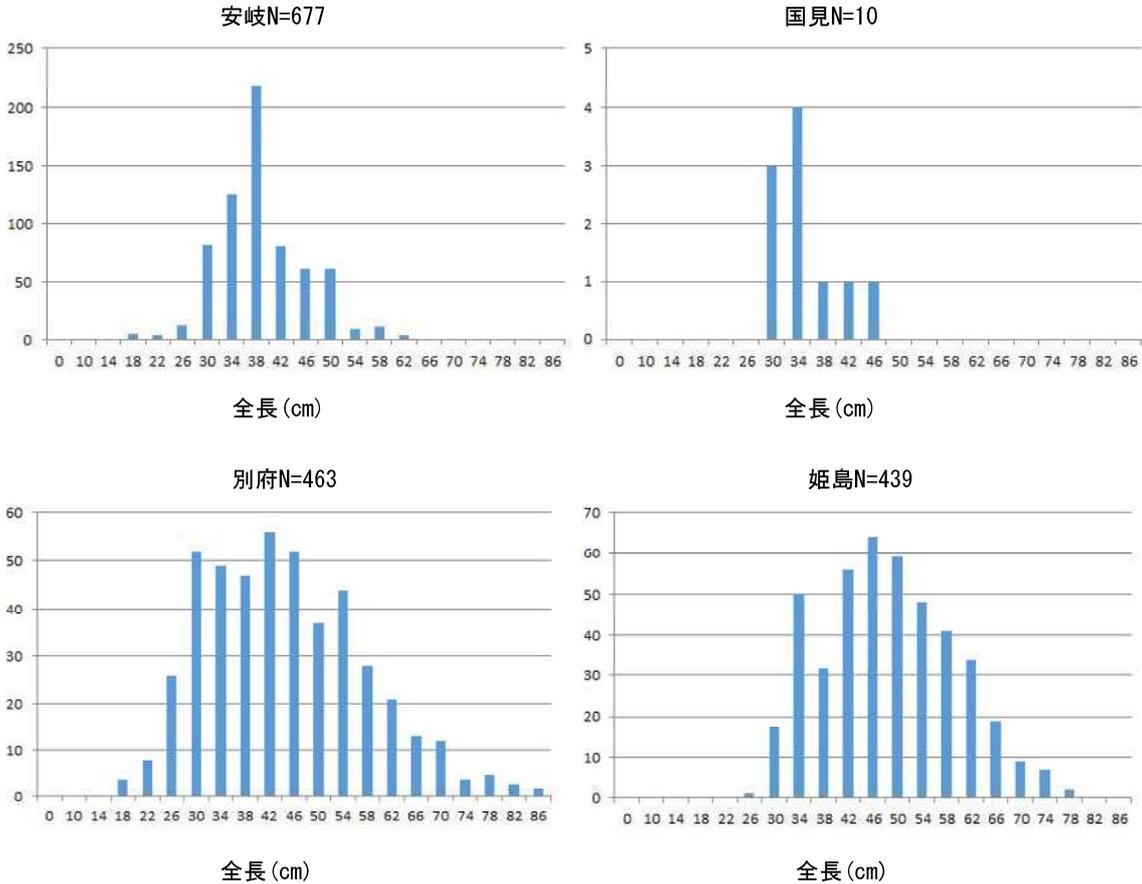


図4 市場調査におけるヒラメの体長組成

表5 別府湾小型底曳き網のヒラメの月別CPUE

月	CPUE(kg/隻・日)
1月	1.931
2月	0.391
3月	0.232
4月	1.270
5月	0.261
6月	0.084
7月	0.000
8月	0.000
9月	0.000
10月	0.255
11月	0.127
12月	0.208
計	0.379

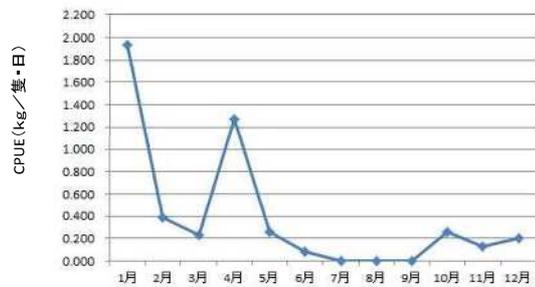


図5 別府湾小型底びき網のヒラメの月別CPUE

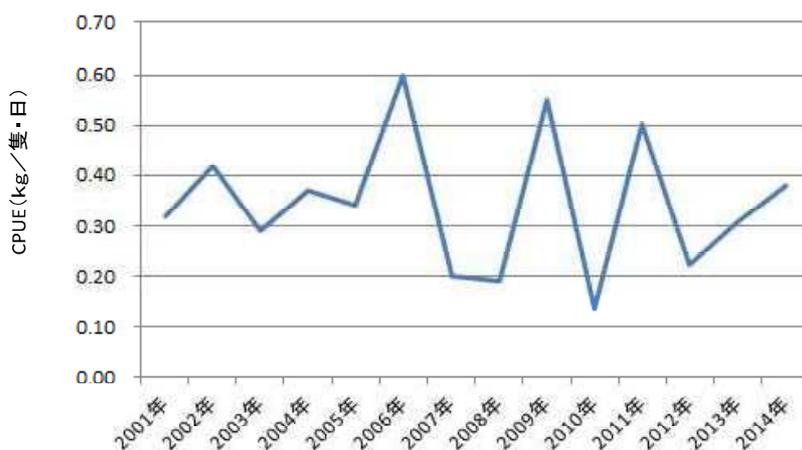


図6 別府湾小型底びき網のヒラメCPUEの推移

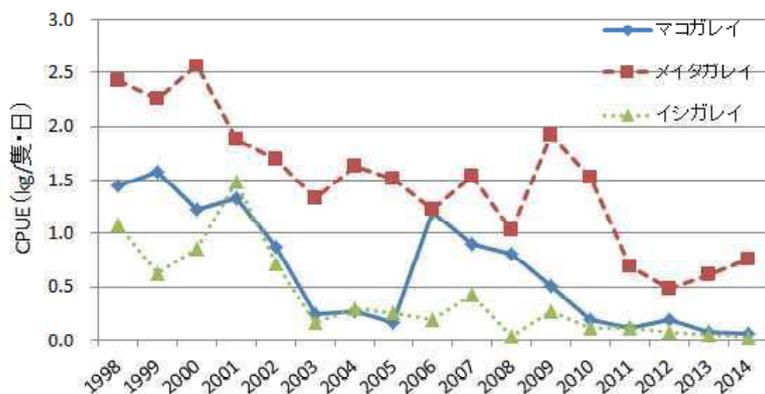


図7 周防灘小型底びき網のカレイ類CPUEの推移

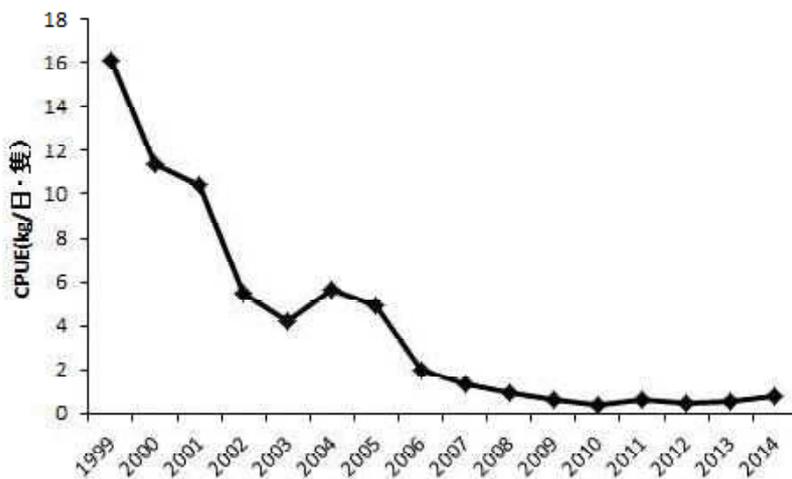


図8 周防灘小型底びき網のシャコCPUEの推移

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－ 2

資源評価調査委託事業②（卵稚仔分布調査） （水研委託）

嶺山和昭・田村勇司

事業の目的

漁業資源を科学的根拠に基づいて評価し、漁獲可能量等を推定するために、魚類の卵稚仔出現量を調査した。

事業の方法

図1に示す周防灘南部の6定点で、卵稚仔の出現が多い4～9月に各月1回、計6回の分布調査を実施した（8月はSt.6 欠測、9月はst.6、9、15 欠測）。採集には丸特B型ネットを用い、海底からの鉛直曳（1回）を行った。採集物はホルマリン10%で固定し、沈殿量を計測した後、カタクチイワシとその他に分けて、卵と稚仔の出現量を計数した。



図1 卵稚仔調査定点図

事業の結果

卵・稚仔の月別出現量を表1に示した。

1. カタクチイワシの卵稚仔

カタクチイワシ卵の月別出現量を図2に示した。5、6および7月は平年を上回ったが、その他の月では平年を下回った。

カタクチイワシ卵の年度別出現量を図3に示した。

2014年度は1221粒出現し、平年値（1045粒）より上回った。

カタクチイワシ稚仔の月別出現量を図4に示した。平年出現が確認されるのは4,9月を除く5～8月であるが、2014年度は5月に出現が確認できなかった。2014年度の出現量は194尾で平年値（196尾）とほぼ同数であった。

2014年度はカタクチイワシの卵および稚仔の出現時期は平年並であった（図2,4）。

2. その他の卵稚仔

その他の卵の月別出現量を図6に、年度別出現状況を図7に示す。平年に比べ、出現が遅かった。年間の総出現数は456粒であり、平年の292粒よりも大幅に増加した。

その他の稚仔の月別出現状況を図8に、年度別出現状況を図9に示した。稚仔は5～9月に出現した。総出現量は43尾であり、平年（103尾）に比べて大幅に減少した。

表1 卵・稚仔の月別出現量(単位 卵:個 稚仔:尾)

年月	カタクチイワシ		その他魚類	
	卵	稚仔	卵	稚仔
2014年4月	1	0	1	0
5月	118	0	21	1
6月	578	69	29	11
7月	514	118	196	18
8月	10	7	170	7
9月	0	0	39	6
計	1221	194	456	43

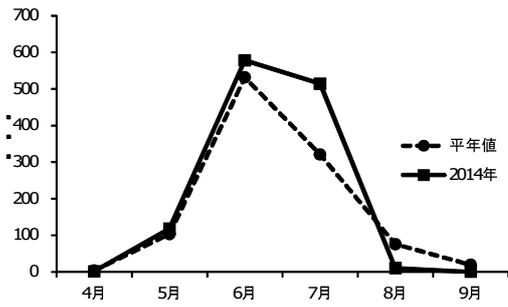


図2 カタクチイワシ卵出現量

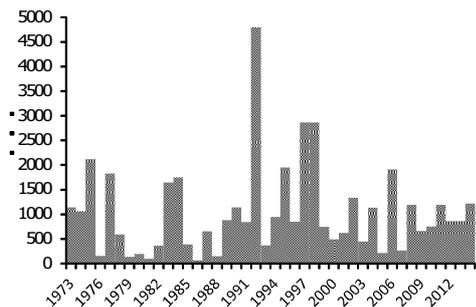


図3 カタクチイワシ卵の年別出現量

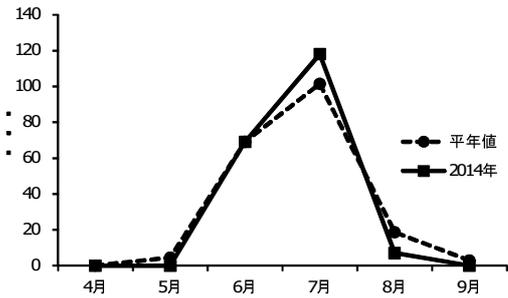


図4 カタクチイワシ仔稚魚出現量

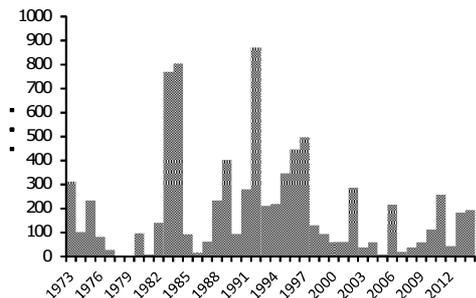


図5 カタクチイワシ仔稚魚の年別出現量

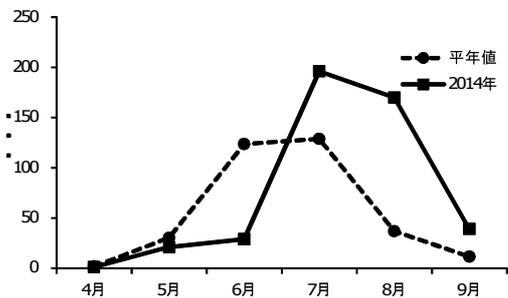


図6 その他卵出現量

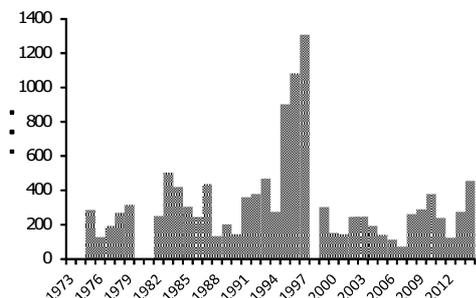


図7 その他卵の年別出現量

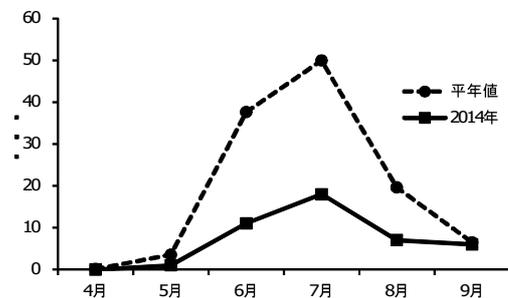


図8 その他仔稚魚出現量

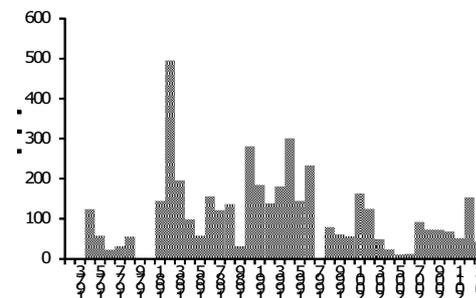


図9 その他仔稚魚の年別出現量

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－3 カレイ類の分布状況および生息場所の把握 (水研委託)

畔地和久

事業の目的

カレイ類は瀬戸内海大分県海域における重要な漁業資源であるが、近年の漁獲量が激減している。その一因として、カレイ類の生態系ネットワーク（卵から成魚に至る一生を通じた生息環境の連続性）が分断され、再生産の効率が低下していることが指摘されている。そのため、カレイ類の生態系ネットワーク構造を解明する必要がある。

そこで、カレイ類の各生活史段階の分布状況および生息場所を把握できれば、生態系ネットワーク構造に解明につなげることができる。

本事業では、カレイ類の各生活史段階の分布状況および生息場所を把握するために、稚魚調査および買い取り調査を行った。

なお、本事業は農林水産技術会議受託プロジェクト研究「水産業再生プロジェクト」生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発として実施した。

事業の方法

カレイ類の稚魚の生息場所を把握するために、餌料びき網および投網による採捕調査を行った。

なお、餌料びき網は2014年5～8月に豊後高田市香々地および7月に杵築市地先、投網は2014年2～6月および2015年2～3月に豊後高田市呉崎、2014年4月に豊後高田市堅来および香々地地先で実施した(図1)。



図1 餌料びき網および投網の採捕場所

また、マコガレイの稚魚および幼魚の生息場所を把握するために、小型底びき網で採捕したマコガレイ稚魚および幼魚を採集した。

さらに、カレイ類の未成魚から成魚までの分布状況および生息場所を把握するために、買い上げ調査を行った。

なお、調査対象魚種はマコガレイおよびイシガレイとした。

事業の結果

表1に、餌料びき網で採捕したマコガレイ稚魚の測定結果を示す。マコガレイ稚魚は2014年5月および7月に豊後高田市香々地地先のみで採捕した。採捕個体数は5月が2、7月が1であった。また、平均全長は5月が52.3mm、10月が96.3mmであった。

表1 餌料びき網で採捕したマコガレイ稚魚の測定結果

採捕年月	採集個体数	平均全長 (mm)	平均体重 (g)
2014年5月	2	52.3	1.39
2014年7月	1	96.3	9.03

表 2 に、豊後高田市呉崎地先で採捕したイシガレイ稚魚の測定結果を示す。採捕個体数は 2014 年 3 月が 48、4 月が 7、5 月が 29、6 月が 4、2015 年 2 月が 42、3 月が 51 であった。また、平均全長は 2014 年 3 月が 21.2 mm、4 月が 31.6 mm、5 月が 38.3 mm、6 月が 82.5 mm、2015 年 2 月が 18.4 mm、3 月が 19.9 mm であった。なお、2014 年 2 月はイシガレイ稚魚を採捕できなかった。

表2 豊後高田市呉崎地先で採捕したイシガレイ稚魚の測定結果

採捕年月	採捕個体数	平均全長 (mm)	平均体重 (g)
2014年3月	48	21.2	0.09
2014年4月	7	31.6	0.28
2014年5月	29	38.3	0.74
2014年6月	4	82.5	8.93
2015年2月	42	18.4	0.05
2015年3月	51	19.9	0.08

表 3 に、2014 年 4 月に投網で採捕したイシガレイ稚魚の測定結果を示す。採捕個体数は堅来が 10、香々地が 7 であった。平均全長は堅来が 28.9 mm、香々地が 28.0 mm であった。なお、マコガレイ稚魚は採捕されなかった。

表3 2014年4月に投網で採捕したイシガレイ稚魚の測定結果

採捕場所	採集個体数	平均全長 (mm)	平均体重 (g)
堅来	10	28.9	0.20
香々地	7	28.0	0.21

表 4 に、小型底びき網で採捕したマコガレイ稚魚および幼魚の測定結果を示す。採捕個体数は 2014 年 5 月が 1、6 月が 53、7 月が 16、8 月が 11、9 月が 8 であった。平均全長は 2014 年 5 月が 71.3 mm、6 月が 83.2 mm、7 月が 95.3 mm、8 月が 105.8 mm、9 月が 101.4 mm であった。

表4 小型底びき網で採捕したマコガレイ稚魚および幼魚の測定結果

採捕年月	採集個体数	平均全長 (mm)	平均体重 (g)
2014年5月	1	71.3	3.8
2014年6月	53	83.2	7.1
2014年7月	16	95.3	10.9
2014年8月	11	105.8	15.6
2014年9月	8	101.4	12.8

図 2 に、小型底びき網で採捕したマコガレイ稚魚および幼魚の採捕海域を示す。最も多く稚魚および幼魚を採捕した海域は、宇佐市から中津市今津に広がる天然礁付近であった。

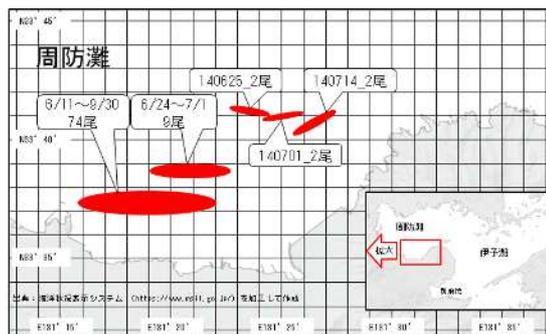


図2 小型底びき網で採捕したマコガレイ稚魚および幼魚の採捕海域

表 5 に、マコガレイ未成魚および成魚の測定結果を示す。採集個体数は周防灘が 190、伊予灘が 350、別府湾が 307、計 847 であった。また、平均全長は周防灘が 273 mm、伊予灘が 276 mm、別府湾が 244 mm、全体が 264 mm であった。

表5 マコガレイ未成魚および成魚の測定結果

採捕海域	採集個体数	平均全長 (mm)	平均体重 (g)
周防灘	190	273	300.5
伊予灘	350	276	350.9
別府湾	307	244	223.4
計	847	264	293.4

図 3 に、マコガレイ未成魚および成魚の採捕海域を示す。未成魚および成魚を採捕した海域は、周防灘、伊予灘および別府湾であった。



図3 マコガレイ未成魚および成魚の採捕海域

表 6 に、イシガレイ未成魚および成魚の測定結果を示す。採集個体数は周防灘が 371、別府湾が 2、計 373 であった。また、平均全長は周防灘が 311 mm、別府湾が 284 mm、全体が 311 mm であった。

表6 イシガレイ未成魚および成魚の測定結果

採捕海域	採集個体数	平均全長 (mm)	平均体重 (g)
周防灘	371	311	436.4
別府湾	2	284	272.3
計	373	311	435.5

図4に、イシガレイ未成魚および成魚の採捕海域を示す。幼魚および成魚を採捕した海域は、周防灘および別府湾であった。なお、伊予灘ではイシガレイを採集できなかった。



図4 イシガレイ未成魚および成魚の採捕海域

今後の問題点

大分県におけるマコガレイの最主要漁場は、現状では国見から姫島の東方にかけての海域であると思われる。そのため、その海域で採捕されるマコガレイの生態系ネットワーク（卵から成魚に至る一生を通じた生息環境の連続性）を解明することが最重要課題と考える。

また、前年度からマコガレイの稚魚を最も多く採集した海域は、宇佐市から中津市今津に広がる天然礁付近であった。さらに、産卵親魚の漁獲場所からも、大分県における主な産卵場は宇佐市から中津市今津に広がる天然礁付近であると推定される。

したがって、今後は国見から姫島の東方にかけての海域および宇佐市から中津市今津に広がる天然礁付近におけるマコガレイの移動範囲を把握することが必要であると考えられる。