

浅海・内水面グループ
浅海チーム

ヒジキ資源増殖技術の開発

岩野英樹

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、増殖技術の開発を行う。

事業の方法

1. ヒジキの生息・好適地盤高調査

1) 地盤高調査

ヒジキの生息・好適地盤高を調べるために、図 1 に示す国東市羽田海岸で 2018 年 4 月 2 日(干潮 16:07 25cm)と 4 月 18 日(干潮 16:21 10cm)に潮位観測を行った。

潮位観測に先立ち、4 月 2 日の干潮時にヒジキの生息上限カ所を確認し、その場所に目標物として杭を打ち込んだ (No1)。さらに上限箇所から沖方向に直線距離で 34m の間に 6 本の杭 (No2 ~ No7) を打ち込んだ。4 月 2 日は、潮下帯付近まで干出せず、生息下限カ所は確認できなかった。また、調査の途中で、No1 よりもさらに地盤高の高い場所でヒジキの生息が確認されたので、その場所を臨時 1 として潮位観測を行った。

4 月 18 日の観測の際には、4 月 2 日に打ち込んだ最も沖側の杭 (No7) から、さらに沖方向へ 3 本の杭 (No8 ~ No10) を追加した。この日も潮下帯までは干出せず、調査の途中で No10 より低い地盤高でヒジキの生息が確認されたので臨時 2 として潮位観測を行った。

潮位観測では、上げ潮時に各杭の打ち込み場所の水位が 0cm になった時の時刻を記録した。各杭の地盤高 (DL) は、第七管区海上保安本部から提供された大分市鶴崎 (三佐) の実測潮位データ (DL 換算値) を国東に改正した同日・同時刻の改正潮位から求めた。

2) ヒジキの坪刈り調査

ヒジキの生息株数、湿重量、主枝全長および葉幅と地盤高との関係を調べるために、坪刈り調査を行った。坪刈りは、潮位観測を行った国東市羽田海岸で、春ヒジキ漁の解禁 (4 月 13 日) 前の 4 月 2 日に実施した。当日は、最干潮の潮位が高く、生息下限

付近の坪刈りができなかつたため、4 月 18 日に生息下限付近の補足調査を実施した。

坪刈りの調査点数は、4 月 2 日が 7 点 (No1 ~ No7)、4 月 18 日が 10 点 (No1 ~ No10) とした。生息上限と下限になる臨時 1、臨時 2 では潮位観測のみを行い、坪刈り調査は実施しなかった。各調査点では、8 × 8cm 枠のカデラートを用いて、5 回の坪刈りを実施し、採集した海藻は、坪刈り 1 回分を 1 サンプルとして別々の網袋に収納して実験室に持ち帰り、測定に供した。各サンプル毎にヒジキの株数、全体湿重量を計測し、1 調査点 5 回分の結果を平均し、1 m²当たりの株数、湿重量を求めた。また、各サンプル毎に、成長の良いヒジキを最大で 5 株選び、全長を測定した。全長を測定したヒジキから 10 枚の葉 (または気泡) を選び、幅、長さ、湿重量を測定し、各調査点毎に平均値を求めた。

調査結果は、4 月 2 日 (No1 ~ No7 の高地盤側の 7 点) と 4 月 18 日 (No5 ~ No10 の低地盤側の 6 点) で別々にとりまとめ、1 m²当たりの株数と湿重量、主枝の全長、及び葉幅について、各生息地盤高間での有意差検定 (Turkey-kramer 法による多重比較検定) を行った。

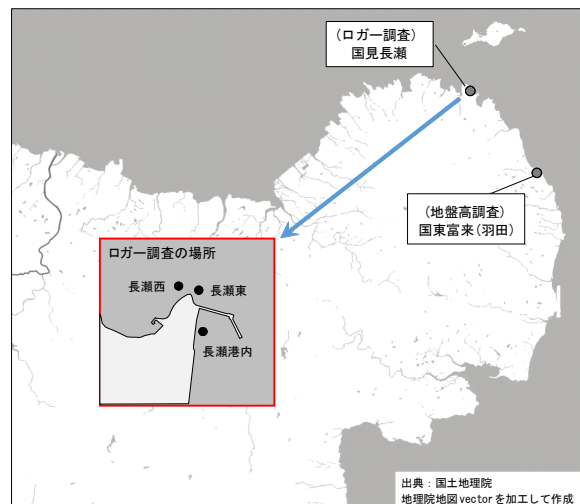


図 1 地盤高調査と流動調査の調査場所

2. 加速度ロガーを用いたヒジキ漁場の流動調査

1) 加速度ロガー調査

ヒジキ漁場の流動環境を調べるために、加速度ロガー調査を行った。加速度ロガー調査は、図 1 に示

す国東市国見長瀬の3地点（長瀬東、長瀬西、長瀬港内）で実施した。各地点の岩石上に加速度ロガーを3個、温度ロガーを1個設置した。調査期間は、2018年7月12日～2019年3月31日とし、期間中にロガーの回収・交換を基本的に毎月1回行った。なお、8月～9月の間に長瀬港内のロガー1個が流失し、1月～3月の間に長瀬西のロガー1個のデータが回収出来なかった。加速度ロガーと温度ロガーの記録時間は、5分間隔とした。加速度ロガーの生データ（X軸値、Y軸値、Z軸値）の3軸値をそれぞれ2乗し、各値の総和の平方根を合成加速度とした。調査期間中（7～3月）の合成加速度の上位0.1～1.0%の平均値を求め、各地点間で比較した。温度は、5分間隔の生データから月平均値を求め、各地点間で比較した。

2) ヒジキの生物調査

(1) 付着生物調査

ヒジキの付着生物と流動環境との関係を調べるために、付着生物調査を行った。付着生物調査は、5回（10月26日、11月28日、12月26日、1月24日、3月7日）実施した。各地点でヒジキ3株を採取し、全長が最も長い主枝を1本ずつ選び出し、その付着生物を観察した。観察は、主枝、側枝、葉の部位別に分けて行った。最初に主枝を10等分に切断して、切断された各主枝の付着生物を観察した。さらに、切断された各主枝から伸長している側枝（側枝の観察数は、各主枝毎に最大で5本）、葉（葉（気泡）の観察数は、各主枝毎に最大で10枚）の付着状況を観察した。付着生物の付着率は、以下のとおりとした。

$$\text{付着率}(\%) = \{(\text{付着生物が確認された主枝の本数}) + (\text{付着生物が確認された側枝の本数}) + (\text{付着生物が確認された葉(気泡)の枚数})\} \div \{(\text{主枝の観察本数} : 10) + (\text{側枝の観察本数} : \text{最大で} 5 \times 10) + (\text{葉の観察枚数} : \text{最大で} 10 \times 10)\} \times 100$$

(2) 坪刈り調査

ヒジキの株数、湿重量と流動環境との関係を調べるために、坪刈り調査を行った。坪刈り調査は、4月8日に実施した。坪刈りは、20×20cm 枠のカデラートを使用し、1地点当たり3回実施した。採集した海藻は、坪刈り毎に1サンプルとして、別々の網袋に収納して実験室に持ち帰り、測定に供した。各サンプル毎にヒジキの株数、全体湿重量を計測し、1㎡当たりの株数、湿重量を求めた。

事業の結果

1. ヒジキの生息・好適地盤高調査

1) 地盤高調査

潮位観測を行った4月2日と4月18日の天候は、

晴天で、16時～18時の平均風速（武蔵における大分地方気象台アメダスデータ）は4月2日が1.3～2.1m/s（平均1.6m/s）、4月18日が0.3～4.9m/s（平均1.5m/s）であった。得られた調査点の地盤高（DL）は、4月2日と4月18日で同程度であったが、No1～No10の10調査点を同じ日に一斉に観測した4月18日の結果を採用した。各調査点の地盤高（DL）は、表1に示すとおりであり、ヒジキの生息地盤高（DL）の上限が120cm、下限が5cmとなった。

表1 国見保護水面におけるヒジキの生息地盤高（DL）

杭番号	臨時1	No1	No2	No3	No4	No5
地盤高 DL(cm)	120	113	91	70	68	67
杭番号	No6	No7	No8	No9	No10	臨時2
地盤高 DL(cm)	62	53	32	25	15	5

2) ヒジキの生息調査

1㎡当たりのヒジキの生息株数と地盤高との関係を図2-1（4月2日）、図2-2（4月18日）に、その検定結果を表2-1（4月2日）、表2-2（4月18日）に示した。4月2日調査の生息株数は、地盤高が高くなるほど生息株数が少なくなる様な傾向はみられなかった。一方、4月18日調査のDL53cmは、最も地盤高の低いDL15cmに比べて有様に株数が多い傾向にあった。

1㎡当たりのヒジキの生息湿重量と地盤高との関係を図3-1（4月2日）、図3-2（4月18日）に、その検定結果を表3-1（4月2日）、表3-2（4月18日）に示した。4月2日の生息湿重量は、地盤高が高くなるほど湿重量が小さくなる傾向はみられなかった。一方、4月18日調査は、地盤高が低くなるほど、湿重量も小さくなる傾向にあり、DL67-62cmは、DL15cmとDL32-25cmに比べて有意に湿重量が大きい傾向にあった。

ヒジキの主枝全長と地盤高との関係を図4-1（4月2日）、図4-2（4月18日）に、その検定結果を表4-1（4月2日）、表4-2（4月18日）に示した。4月2日調査では、DL53cm、DL62cm、DL70-67cm、DL91cmは、最も地盤高の高いDL113cmに比べて有意に主枝全長が長い傾向にあった。一方、4月18日調査では、DL53cm、DL67-62cmは、DL15cm、DL32-25cmに比べて有意に主枝全長が長い傾向にあった。

ヒジキの葉幅と地盤高との関係を図5-1（4月2日）、図5-2（4月18日）に、その検定結果を表5-1（4月2日）、表5-2（4月18日）に示した。4月2日調査では、DL113cm、DL91cmの葉幅は、それより低い地盤高に比べて有意に広い傾向にあった。一方、4月18日調査では、地盤高の差により葉幅が明

瞭に違う傾向は認められなかった。

前年度の国見保護水面での調査では、好適地盤高の範囲（概ね 30～80cm）が推定されたが、今回は、その範囲の推定は出来なかった。

しかし、4月18日の調査では、DL67-62cmの地盤高で、ヒジキ主枝の平均全長が DL32-25cm、DL15cm に比べて長く、湿重量は他の地盤高に比べて多い結果となった。また、DL53cmの地盤高では、ヒジキ主枝の平均全長が DL32-25cm、DL15cm に比べて長く、株数も DL15cm に比べて多い結果となっている。これらのことから、国東富来漁場においては、DL50cm～DL70cmの範囲は、ヒジキの生息にとって好適な地盤高にあるものと思われた。

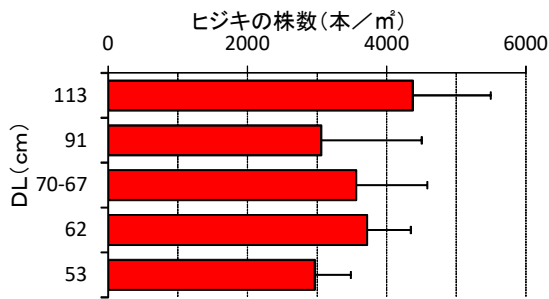


図 2-1 1 m²当たりのヒジキの生息株数と地盤高との関係（4月2日）

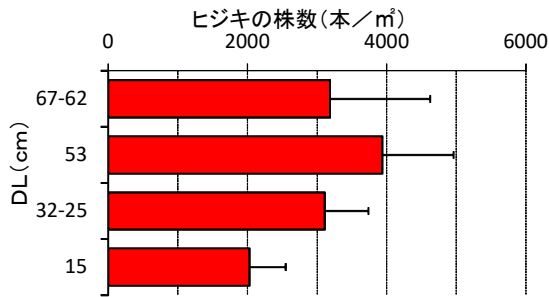


図 2-2 1 m²当たりのヒジキの生息株数と地盤高との関係（4月18日）

表 2-1 1 m²当たりのヒジキ生息株数の各地盤高間での検定結果（4月2日）

DL	113 cm	91 cm	70-67 cm	62 cm	53 cm
113cm	-	有意差無	有意差無	有意差無	有意差無
91cm	-	-	有意差無	有意差無	有意差無
70-67cm	-	-	-	有意差無	有意差無
62cm	-	-	-	-	有意差無
53cm	-	-	-	-	-

**は、危険率 1%、*は、危険率 5%で有意差有り

表 2-2 1 m²当たりのヒジキ生息株数の各地盤高間での検定結果（4月18日）

DL	67-62 cm	53 cm	32-25 cm	15 cm
67-62cm	-	有意差無	有意差無	有意差無
53cm	-	-	有意差無	*
32-25cm	-	-	-	有意差無
15cm	-	-	-	-

**は、危険率 1%、*は、危険率 5%で有意差有り

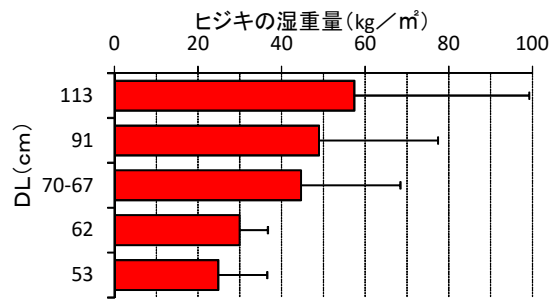


図 3-1 1 m²当たりのヒジキの生息湿重量と地盤高との関係（4月2日）

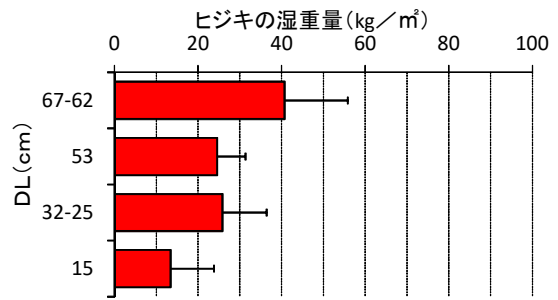


図 3-2 1 m²当たりのヒジキの生息湿重量と地盤高との関係（4月18日）

表 3-1 1 m²当たりのヒジキ生息湿重量の各地盤高間での検定結果（4月2日）

DL	113 cm	91 cm	70-67 cm	62 cm	53 cm
113cm	-	有意差無	有意差無	有意差無	有意差無
91cm	-	-	有意差無	有意差無	有意差無
70-67cm	-	-	-	有意差無	有意差無
62cm	-	-	-	-	有意差無
53cm	-	-	-	-	-

**は、危険率 1%、*は、危険率 5%で有意差有り

表 3-2 1㎡当たりのヒジキ生息湿重量の各地盤高間での検定結果 (4月18日)

DL	67-62 cm	53 cm	32-25 cm	15 cm
67-62cm	-	有意差無	*	**
53cm	-	-	有意差無	有意差無
32-25cm	-	-	-	有意差無
15cm	-	-	-	-

**は、危険率1%、*は、危険率5%で有意差有り

表 4-2 ヒジキ主枝全長の各地盤高間での検定結果 (4月18日)

DL	67-62 cm	53 cm	32-25 cm	15 cm
67-62cm	-	有意差無	**	**
53cm	-	-	**	**
32-25cm	-	-	-	有意差無
15cm	-	-	-	-

**は、危険率1%、*は、危険率5%で有意差有り

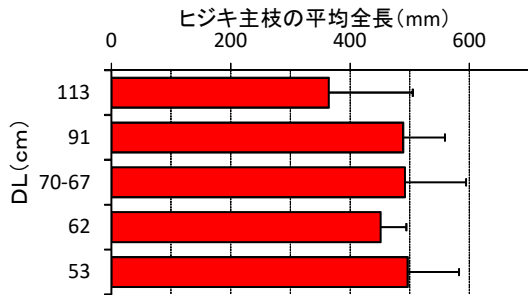


図 4-1 ヒジキの主枝全長と地盤高との関係 (4月2日)

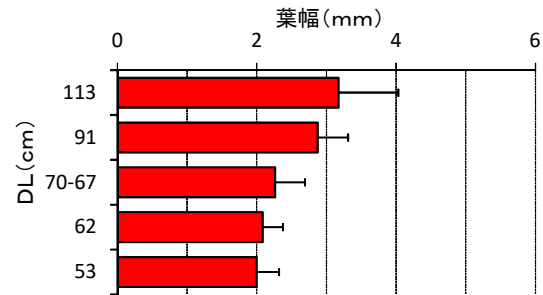


図 5-1 ヒジキの葉幅と地盤高との関係 (4月2日)

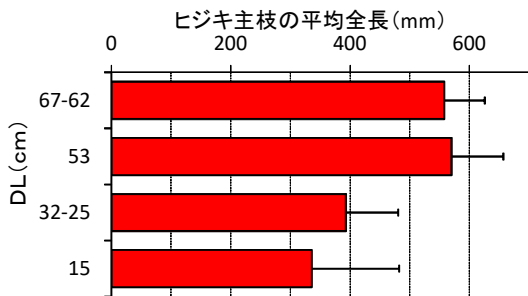


図 4-2 ヒジキの主枝全長と地盤高との関係 (4月18日)

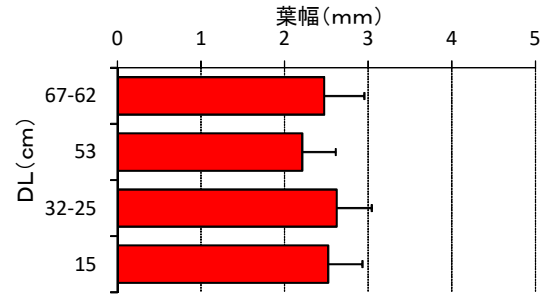


図 5-2 ヒジキの葉幅と地盤高との関係 (4月18日)

表 4-1 ヒジキ主枝全長の各地盤高間での検定結果 (4月2日)

DL	113 cm	91 cm	70-67 cm	62 cm	53 cm
113cm	-	**	**	*	**
91cm	-	-	有意差無	有意差無	有意差無
70-67cm	-	-	-	有意差無	有意差無
62cm	-	-	-	-	有意差無
53cm	-	-	-	-	-

**は、危険率1%、*は、危険率5%で有意差有り

表 5-1 ヒジキ葉幅の各地盤高間での検定結果 (4月2日)

DL	113 cm	91 cm	70-67 cm	62 cm	53 cm
113cm	-	*	**	**	**
91cm	-	-	**	**	**
70-67cm	-	-	-	有意差無	**
62cm	-	-	-	-	有意差無
53cm	-	-	-	-	-

**は、危険率1%、*は、危険率5%で有意差有り

表 5-2 ヒジキ葉幅の各地盤高間での検定結果
(4月18日)

DL	67-62 cm	53 cm	32-25 cm	15 cm
67-62cm	-	**	有意差無	有意差無
53cm	-	-	**	**
32-25cm	-	-	-	有意差無
15cm	-	-	-	-

**は、危険率1%、*は、危険率5%で有意差有り

2. 加速度ロガーを用いたヒジキ漁場の流動調査

1) 加速度ロガー調査

加速度ロガーの生データ(2018年7月12日～2019年3月31日)から求めた合成加速度のうち、上位0.1～1.0%までの平均値を図6に示す。調査期間中の合成加速度は、上位0.1%の平均値で長瀬東(1.63)、長瀬西(1.55)、長瀬港内(1.21)の順で大きかった。

加速度ロガーのデータから計算された合成加速度と流速との関係が室内水槽実験により調べられており、これによると流速が強くなるほど強い加速度が記録され、加速度ロガーで得られたデータにより、流動環境が把握できることが報告されている¹⁾。このことから、今回の合成加速度の値の大小の違いは、各ヒジキ漁場の流動環境の違いを表しているものと考えられる。

また、温度ロガーの生データから求めた月別平均温度は、7月が25.2～26.0℃、8月が25.4～25.8℃、9月が25.3～25.4℃、10月が22.1～22.2℃、11月が18.3～18.6℃、12月が13.6～14.0℃、1月が10.3～10.7℃、2月が9.4～9.7℃、3月が11.0～11.2℃の範囲であった。

2) ヒジキの生物調査

(1) 付着生物調査

長瀬港内は、珪藻類の付着が10月から多く、また、クロガシラの付着が徐々に増加していった。長瀬西は、クロガシラの付着が多く、徐々に増加していった。長瀬東は、クロガシラ、トゲコケムシなどの付着がみられた。付着率は、長瀬港内、長瀬西、長瀬東の順に高い傾向にあった(図7)。10月～3月までの合成加速度の上位0.1%の平均値と10月～3月までの付着率の平均値との関係について検討した結果(図8)、両者に有意(危険率1%)な相関($r=0.895$)が認められ、合成加速度が小さいほど付着生物の付着率が高い傾向にあった。一般に付着生物は、流動環境の弱い場所ほど付着しやすい傾向にあると考えられるので、ヒジキ付着生物の付着のしやすさを示す指標として、合成加速度が利用出来る可能性が示

唆された。前年でも同様の結果が得られており、さらに調査事例を増やし、その再現性や広域的な漁場間での利用が可能かなどを確認する必要がある。

(2) 坪刈り調査

1㎡当たりのヒジキの株数は、1,875～2,075本/㎡であった。また、1㎡当たりのヒジキ湿重量は、16.5～27.63kg・湿重量/㎡であった。合成加速度と1㎡当たりのヒジキ株数、湿重量との関係について検討したが、株数、湿重量ともに有意な相関は認められなかった。

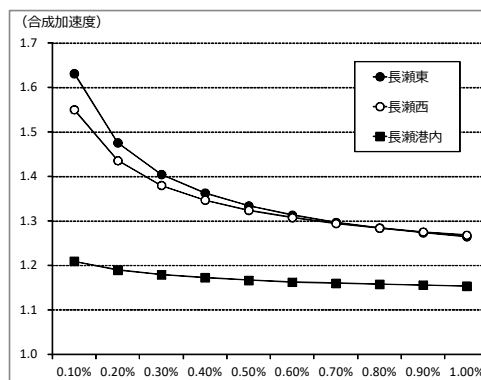


図6 合成加速度の計算結果(上位0.1～1.0%までの平均値)

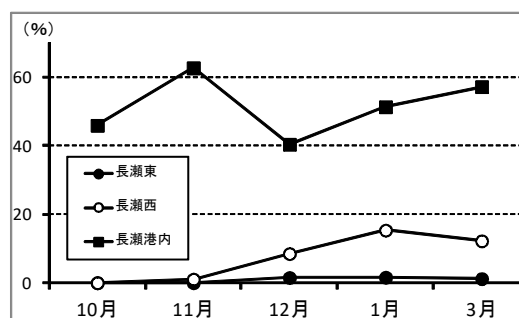


図7 ヒジキへの付着生物の付着率の推移

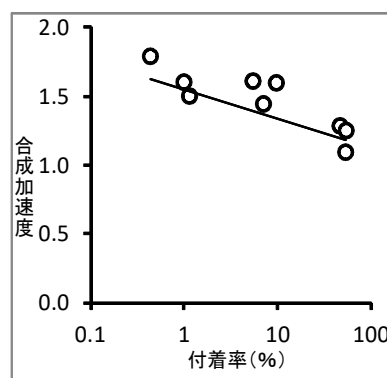
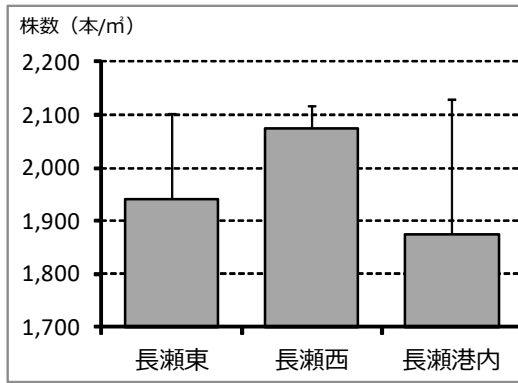
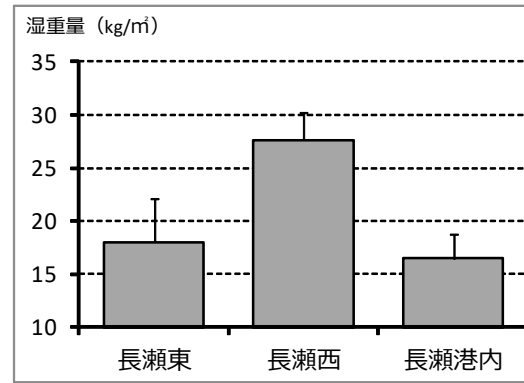


図8 付着生物の付着率と合成加速度との関係

図9 1 m²当たりのヒジキ株数の比較図10 1 m²当たりのヒジキ湿重量の比較

文献

- 1) 島袋寛盛他. 加速度ロガーを用いたヒジキ増養殖に好適な流動環境解明の試み(続報). 平成29年度瀬戸内海ブロック水産業関係研究開発推進会議 生産環境部会・資源生産部会合同部会議事要録関連資料, 国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所, 2018;56.

ナマコの放流技術の向上と環境浄化機能の現場検証

宇都宮のぞみ

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、漁獲量は減少傾向にある。近年、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、栽培漁業による資源増大への取り組みが期待されるようになった。

また、砂泥域に生息するアオ、クロは、砂や泥の中に含まれる有機物を摂餌しフンとして砂を排泄する。そのため、養殖筏下等の富栄養化した海底の泥を浄化する機能が期待される。

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うとともに、放流技術を開発するため、浮遊幼生や受精卵を放流し、DNAを用いた親子鑑定によって放流効果を検証した。

事業の方法

1. 種苗生産技術の開発研究

本年度種苗生産時に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.g.	<i>Cheatocera</i>	自家培養	培養濃度(400万cells/cc)
C.c.	<i>Cheatocera</i>	高密度培養	市販品(5000万cells/cc)
ワカメ	乾燥ワカメ	粉末	市販品(食用乾燥ワカメ)
アル	アルギンゴ	粉末	市販品(褐藻類微粉末)

・記号は生物餌料を英文字、粉末餌料をカタカナとした。
 ・C.g.及びC.c.以外の給餌量は乾燥重量(換算値)で使用した。

1) 親ナマコの飼育と採卵

2018年2月26日、4月12日及び5月1日に国東市国見地先、3月16日に豊後高田市香々地地先で採捕されたアオ、クロを1t角型FRP水槽、4t角型FRP水槽及び0.5t円型PE水槽に収容した。親ナマコは、アオ294個(平均体重523.3g)、クロ87個(平均体重522.0g)で、収容数は15~50個/水槽とした。

また、親ナマコの飼育中は体表のビラン、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を目安とした。残餌及びフンは毎日サイフォンで除去した。水槽のうち4つは成熟を遅らせ採卵可能期間を延ばすため自然水温より5℃低く調温し、他の水槽は自然水温で飼育した。なお、換水率は各水槽5回転/日とし、2018年2月26日~5月15日の間、親ナマコを飼育した。

採卵は期間中に9回行った。採卵方法は、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1cm程メスで切開し、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バスを除去するため、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、雌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の30Lパンライト水槽へ1個体ずつ収容し、放卵を待った。媒精は、雄の生殖巣を切開して取り出し、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のあった水槽へ注入して行った。

得られた受精卵は、1t円型PE水槽に収容してふ化させた(表2)。受精卵の収容数は1tあたり843~1,302千粒とした。

なお、生産した種苗は、DNA標識による放流試験に供するため、採卵、媒精に用いた雌雄個体の肉片をアルコール保存し、後日DNA分析を行った。

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.gまたはC.c(mL)	アル(g)
ふ化及び 浮遊幼生の飼育	0.5t・1t、円形、PE	0.5	なし	20℃調温	C.g 2000mL	—
着底初期の飼育	1t、円形、PE 4t、角形、FRP	1~2	波板またはミカンネット	20℃調温	C.g 2000mL C.g 8000mL	4g 16g
稚ナマコの飼育	2t、角形、FRP 6t、円形	2~4	波板またはミカンネット	20℃調温	C.g 4000mL C.g 10000mL	4g 20g

2) 浮遊幼生の飼育

採卵後に受精卵を収容した水槽で、継続して浮遊幼生を飼育した。

餌料はふ化1日後からC.cを給餌した(表2)。通気量は、日齢1日から弱通気、その後は2L/分とした。

なお、水槽内のドリオラリア幼生とペンタクチュラ幼生の個体数が30%以上となった時を浮遊幼生期の終了とし、採苗を行った。

3) 採苗及び稚ナマコの飼育

採苗は、飼育水槽から幼生を回収し、採苗器として波板、ミカンネット及び朶殻ネットを設置した別水槽に移し替えることで行った。稚ナマコに変態した後はC.g及びアルを給餌した(表2)。飼育期間は2018年5月1日~8月17日である。

2. 放流効果の検証

放流には、今年度浅海チームで生産したアオ、クロ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豊後高田市香々地新波止港とした。漁港内の底質は、水深約4mの砂泥帯であった。

放流前の5月8日にナマコが付着するための採苗器としてカキ殻を入れた提灯カゴ(図2)を漁港内のA~Gに設置し(4セット×7カ所)、6月5日に同様の採苗器をHに2基設置した(図3)。2018年5月10日に受精卵613万粒、5月15日に受精卵6,000万粒、5月25日に600~700µm後半のアウリクラリア幼生886万個体及び6月5日に23%ドリオラリア以降の幼生を936万個体放流した。なお、受精卵と浮遊幼生は、海水で満たしたウナギ袋に分けて現地まで運搬した。

追跡調査は、2018年9月18日(第1回)及び10月3日(第2回)に行った。第1回調査ではA~G区の採苗器を1セットずつ回収する計画であったが、B区については採苗器が岩に挟まり取上げが困難であったため、第2回調査の際に回収した。第2回には、3セットずつ回収し、B区のみ4セット回収した。採捕したナマコはDNA抽出までを当チームで行い、DNA分析に供した。DNA分析による親子鑑定は、(株)生物技研に委託した(表3)。



図2 採苗器



図3 種苗の放流、採苗器設置場所(香々地新波止)

表3 DNA分析に供したナマコの内訳

分類	受精、採捕日	DNA分析に供した ナマコの数(個)
親(幼生放流)	H30.5.8	8
親(受精卵放流)	H30.5.10	12
親(受精卵放流)	H30.5.15	17
親(幼生放流)	H30.5.15	5
採捕	H30.9.18	17
採捕	H30.9.18	32
		91

事業の結果

1. 種苗生産技術の開発研究

表4に過去10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、産卵誘発率は61.0%であった。孵化率は95.5%となり、ここ10カ年で最も高かった。

表4 過去10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	採卵回数(回)	総産卵個数		種苗生産数(千個)
				誘発率(%)	数(万粒)	
2009	アカ	135	10	70.0	10,490	57
2010	アカ	135	11	90.9	9,825	47.3
2011	アカ	238	17	41.2	5,973	78.5
2012	アカ	123	16	75.0	8,269	40.7
2013	アカ	181	15	46.7	3,498	74.7
	アカ	20	2	83.3	987	84.4
2014	アオ	73	6	62.4	3,971	62
	クロ	51	3	77.8	653	69.6
2015	アオ	226	5	15.8	1,605	87
	クロ	74	3	31.6	293	66.3
2016	アオ	201	11	40.5	3,855	73.8
	クロ	125	2	81.8	1,177	74.5
2017	アオ	325	12	68.9	4,649	73.7
	クロ	123	1	80.0	350	65.1
2018	アオ・クロ	381	9	61.0	9,940	95.5

1) 親ナマコの飼育と採卵

採卵結果を表5に示した。今年度は成熟した雌のアオ・クロの数を十分に確保することが出来なかったため、アオ・クロ混合で採卵・受精させた。親ナマコ(雌)として計77個を採卵に用い、うち47個が放卵した。

2) 浮遊幼生の飼育

表6に浮遊幼生の飼育結果を示した。

3) 採苗及び稚ナマコの飼育

表7に採苗及び稚ナマコの飼育結果を示した。

表5 採卵結果

ナマコの種類	水槽No.	採卵日	採卵に使用した親ナマコの数(個)	放卵を確認した親ナマコの数	誘発率(%)	採卵数(万粒)	ふ化数(万個)	孵化率(%)	備考
アオ・クロ	1	4月11日	6	3	50.0	367	520	100	
	2	4月17日	6	4	66.7	262	290	100	
	3	4月18日	6	4	66.7	228	246	100	
	4	4月19日	6	4	66.7	262	184	100	
	5	4月24日	7	4	57.1	253	388	100	
	6	4月25日	6	3	50.0	190.6	130	68.2	
	7	5月8日	7	5	71.4	752	873.6	100	
	8	5月10日	12	8	66.7	844.5			613.5万粒受精卵放流
	9	5月15日	21	12	57.1	6781			6,000万粒受精卵放流
	合計		77	47	61.0	9940.1	2631.6	95.5	

表6 浮遊幼生の飼育

ナマコの種類	水槽 No.	水槽名	水槽容量	開始時			終了時				備考		
				採卵日	受精卵 収容数 (万粒)	ふ化 幼生数 (万個)	孵化率 (%)	日付	日齢	幼生数 (万個)		生残数 (%)	
アオ・クロ	1	No.1	1t	4月11日	91.8	138	100	5月1日	20	56.6	41.0	着底期飼育へ	
	2	No.2	1t	4月11日	91.8	120	100	5月1日	20	49.3	41.1		
	3	No.3	1t	4月11日	91.8	144	100	5月1日	20	74	51.4		
	4	No.4	1t	4月11日	91.8	118	100	5月1日	20	72	61.0		
	5	No.5	1t	4月17日	131	148	100	5月7日	20	48	32.4		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	6	No.6	1t	4月17日	131	142	100	5月7日	20	77.3	54.4		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	7	No.7	1t	4月18日	114	122	100	5月7日	19	89.3	73.2		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	8	No.8	1t	4月18日	114	124	100	5月7日	19	95.3	76.9		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	9	No.9	1t	4月19日	152	184	100	5月8日	19	63	34.2		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	10	No.10	1t	4月24日	84.3	130	100	5月8日	14	104	80.0		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	11	No.11	1t	4月24日	84.3	120	100	5月8日	14	91	75.8		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	12	No.12	1t	4月24日	84.3	138	100	5月8日	14	88	63.8		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	13	No.13	1t	4月25日	95.3	64	67.2	5月16日	21	52	81.3		着底期飼育へ(胃の収縮確認)
	14	No.14	1t	4月25日	95.3	66	69.3	-	-	-	-		No.13へ移動
	15	No.1	1t	5月8日	104.4	114	100	5月25日	17	120		5月25日幼生放流 614.32~866.89 μm	
	16	No.2	1t	5月8日	104.4	134	100	5月25日	17	140			
	17	No.3	1t	5月8日	104.4	130	100	5月25日	17	130			
	18	No.5	1t	5月8日	104.4	88	84.3	5月25日	17	92			
	19	No.6	1t	5月8日	104.4	118	100	5月25日	17	122			
	20	No.7	1t	5月8日	115	121.6	100	5月25日	17	134.4			
	21	No.8	1t	5月8日	115	168	100	5月25日	17	148			
	22	No.4	1t	5月10日	115.5	204	100	5月17日	7	-			日出・武蔵へ
	23	No.9	1t	5月10日	115.5	146	100	5月22日	12	-		日出へ	
	24	No.10	1t	5月15日	130.2	110	84.5	6月5日	20	939.6	ドリオラリア幼生以降23% 6月5日幼生放流		
	25	No.11	1t	5月15日	130.2	156	100	6月5日	20				
	26	No.12	1t	5月15日	130.2	138	100	6月5日	20				
	27	No.14	1t	5月15日	130.2	138	100	6月5日	20				
	28	No.15	1t	5月15日	130.2	68	52.2	6月5日	20				
	29	No.16	1t	5月15日	130.2	146	100	6月5日	20				
				合計(平均)	3216.9	3737.6	95.1			2785.8			

表7 採苗及び稚ナマコの飼育結果

ナマコの種類	水槽 No.	水槽名	水槽容量	付着基質	開始時		終了時				備考	
					日付	個数 (万個)	日付	日齢	体長 (mm)	個数 (万個)		生残率 (%)
アオ・クロ	1	4t-4(前)	2t	波板	5月1日	126	8月17日	108	10.2	0.3	0.2	廃棄
	2	4t-4(奥)	2t	波板	5月1日	126	8月17日	108	14.9	0.4	0.3	
	3	4t-3(奥)	2t		5月7日	309.9	8月17日	107	8.8	0.08	0.0	
	4	4t-3(前)	2t		5月8日	346						
	5	4t-5(奥)	2t		5月16日	52	8月17日	100	11	0.06	0.1	
						合計(平均)	959.9		11.2	0.84	0.1	

2. 放流効果の検証とDNA分析の正確性の検討

追跡調査により9月18日に18個体、10月3日に32個体の合計50個体のナマコ（平均 40.30mm、最大 175.45mm、最小 5.52mm）を採捕した（表8）。最も体長の大きかった1個体を除く49個体のDNA抽出を行った。これらのDNA分析の結果、今年度放流した個体の採捕はなかった。

表8.採捕個体内訳

採捕場所(区)	H30.9.18 個体数(個)	H30.10.3 個体数(個)
A	0	1
B	-	7
C	5	4
D	1	1
E	2	2
F	1	5
G	9	11
H	-	1
計	18	32

標準体長はアオ $Le=2.32+2.02 \cdot (L \cdot B)^{1/2}$ 、クロ $Le=1.34+2.12 \cdot (L \cdot B)^{1/2}$ から算出。Leは標準体長 (cm)、Lはナマコが自由に伸縮している状態の体長 (cm)、Bは同じ時の体副 (cm)。

人工種苗ロープの開発によるヒジキ養殖技術の確立

菅沼倫美

事業の目的

周防灘、伊予灘では漁船漁業の漁獲量低迷により漁家所得が減少していることから、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、ボウアオノリ等の海藻養殖が注目されている。

ヒジキは食品の産地偽装問題以降、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。そのような中ヒジキの単価も上がっており、ヒジキ養殖を始めたいという漁業者も増えているが、これまで行われていた挟み込み手法では作業に時間がかかるだけでなく、養殖用種苗とする天然ヒジキを大量に要するため確保が難しくなったことが課題となっている。

このため、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、受精卵を直接付着させた種苗ロープの生産技術開発のための試験研究を行った。

1. 幼胚淡水処理試験

1) 目的

これまでの種苗生産で、ロープへの採苗後すぐに珪藻などの汚れが発生しヒジキの成長・生残を妨げていたため、種苗生産初期の珪藻や雑海藻の発生を防除し汚れの少ないロープを確保するための手法を開発する。

2) 方法

ヒジキ母藻は2018年5月14日に佐伯市上浦町の保護水面で採取したものと6月11日に豊後高田市呉崎で採取したものをを用いた。成熟した母藻を水道水で軽く洗浄した後、主枝を雌雄別に5~10cm程度に切り分け付着生物を除去した。その後、200Lポリカーボネイト製のアルテミアふ化水槽に收容し、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幼胚および受精卵（以下、幼胚）をサイフォンで海水とともに回収し、50 μ m目合いのネットを用いて大きなゴミを取り除きつつ幼胚を集めた。集めた幼胚を滅菌海水で洗浄しながら比重選別でさらに細かいゴミを除去し、幼胚を3つの試験区+対照区に分けた。試験区は、上浦産種苗では1時間、4時間、8時間と浸漬時間を変えてそれぞれ淡水浸漬処理を行い、対照区は淡水浸漬なしとした。呉崎産

種苗では、浸漬する液体を淡水、1/4海水、1/2海水と塩分濃度別に3区、浸漬時間を1時間と4時間の2区、計6つの試験区と浸漬処理をしない対照区に分けた。処理後、1/5PESI培地を満たした6穴プレートに幼胚を收容し、光量28~30 μ molm⁻²s⁻¹、明期：暗期=14時間：10時間、温度は4 $^{\circ}$ C及び22 $^{\circ}$ Cの2区で3週間培養を行った。

3) 結果及び考察

上浦種苗の結果を図1~2に示す。上浦種苗は淡水処理浸漬時間、培養温度に限らず対照区以外はほとんどの幼胚が壊死した。試験に供した幼胚はほぼ全て仮根があるステージに達していたが、まだ淡水に耐えられる段階ではなかったと考えられる。対照区では、4 $^{\circ}$ C培養は成長が鈍かった。

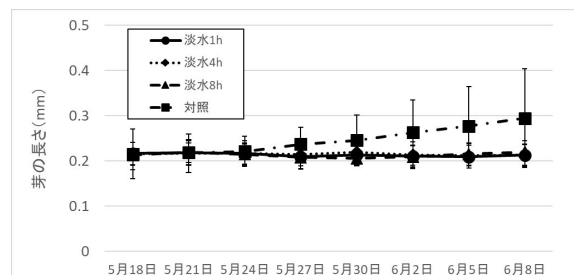


図1 各別芽の長さ推移（上浦種苗、4 $^{\circ}$ C培養）

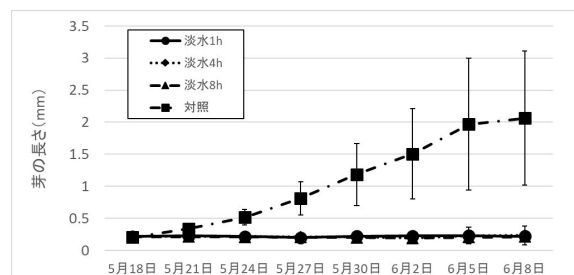


図2 各別芽の長さ推移（上浦種苗、22 $^{\circ}$ C培養）

呉崎種苗の結果を図3~6に示す。呉崎種苗は、4 $^{\circ}$ Cの低温培養ではどの区もあまり成長がみられなかったが、22 $^{\circ}$ Cの通常培養で1/2海水区と対照区がほぼ同様の成長を示した。また、試験終了時のヒジキ生残率0~100%から、同じく試験終了時のプレート各穴の汚れの量を被度0~100%で数値化したものを減じてポイントとして各区を比較したところ、22 $^{\circ}$ C培養では1/2海水に1時間浸した区が最も高ポイントとなり、4 $^{\circ}$ C培養でも1/2海水浸漬区と対照区で同等の結果となった。以上から、ヒジキ種苗の汚れ防止として、培養開始前に1~4時間1/2海水に浸す方法

が有効であると考えられる。

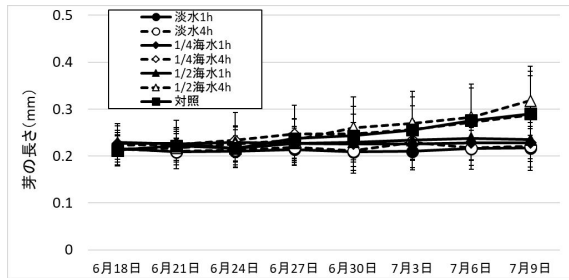


図3 各区別芽の長さ推移 (呉崎種苗、4℃培養)

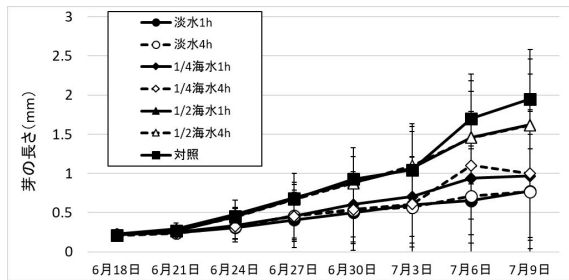


図4 各区別芽の長さ推移 (呉崎種苗、22℃培養)

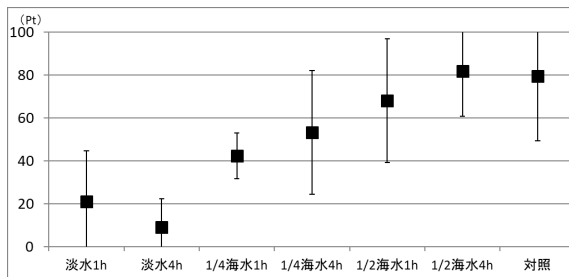


図5 各区別ヒジキ生残率-汚れの量 (呉崎種苗、4℃培養)

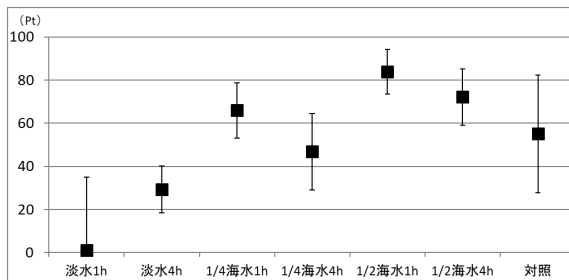


図6 各区別ヒジキ生残率-汚れの量 (呉崎種苗、22℃培養)

上浦種苗、呉崎種苗両対照区の汚れの量の結果を図7に示す。両種苗とも、22℃と比較して4℃の低温培養で汚れの発生が少なかった。4℃培養でも生残率は80%を超えており、汚れ防止を目的とした低温保存は3週間程度であれば可能であることがわかった。今後は長期での低温保存が可能であるか、検証する必要がある。

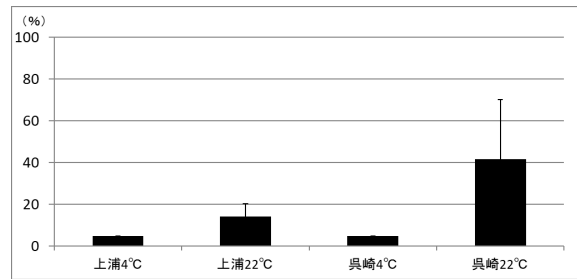


図7 対照区の汚れの量 (上浦種苗及び呉崎種苗)

2. 育苗管理試験

1)目的

養殖開始までの育苗管理について、芽落ちや付着物を防ぎ、ヒジキ密度・長さともに良好な種苗ロープを生産する手法を検討する。

2)方法

試験には1.ヒジキ幼胚淡水処理試験に記載の方法で採苗したロープを供した。これを22℃、光量28~30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、明期：暗期=14時間：10時間で1ヶ月間培養したものを室内試験に、1~3ヶ月間培養したものを海面育苗試験に使用した。

室内試験ではロープを3cmずつと1mずつに切断し、3cmロープは500mLカルチャーボトル、1mロープはビニール袋を用い、別表条件 (表1) にて上浦種苗は4ヶ月間、呉崎種苗は3ヶ月間培養した。測定は月1回行い、蛍光顕微鏡でヒジキの生死を判定した。

表1 室内育苗管理試験条件

容器	温度	培地	通気	光条件	明期:暗期
① カルチャーボトル	4℃	PESL1/SPESI*	なし	暗(アルミホイルで覆う)	
② カルチャーボトル	22℃	PESL1/SPESI*	なし	28~30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	14h:10h
③ カルチャーボトル	22℃	PESL1/SPESI*	あり	28~30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	14h:10h
④ ビニール袋	4℃	海水飽和**	なし	暗	
⑤ ビニール袋	22℃	海水飽和**	なし	28~30 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	14h:10h

*上浦種苗ではPESI培地、呉崎種苗では1/SPESI培地
**海水で湿らせた新聞紙をロープとともにビニール袋に入れ、密封

海面育苗試験は佐伯市上浦の養殖筏及び姫島の天然ヒジキ漁場で行い、上浦での試験では、表2及び写真1のとおり吊し方などを変え、養殖筏の内外で食害の有無を比較した。また姫島での試験では、H29年度に作成した収穫済みの種苗ロープも試験に供し、石原に打ち込んだ杭にインシュロックでロープを固定して育苗を行った。試験期間中はペンダント型データロガー (UA 温度 HOBO) を設置し、1時間ごとに水温を測定した。

表2 海面育苗管理試験条件 (上浦養殖筏)

種苗	ロープ長さ	吊し方	筏内/外
① 上浦産	1m	鍋敷き	内
② 上浦産	1m	鍋敷き	外
③ 上浦産	1m	のばし	内
④ 上浦産	1m	のばし	外
⑤ 呉崎産	10m	鍋敷き	内
⑥ 呉崎産	10m	鍋敷き	外
⑦ 呉崎産	10m	のばし	内
⑧ 呉崎産	10m	のばし	外

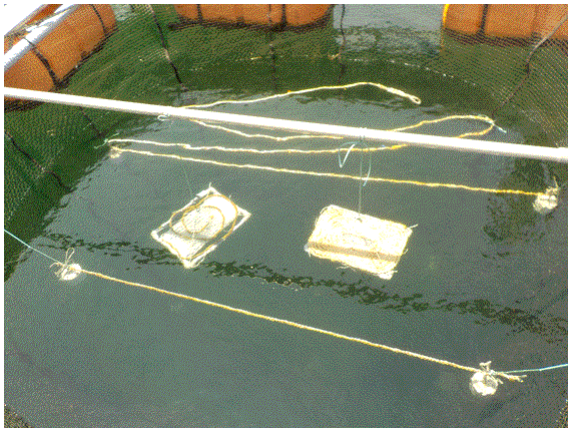


写真 1 海面育苗管理試験写真（上浦、中央：鍋敷き、上下部：のぼし）

3)結果及び考察

上浦種苗の室内試験の結果を図8, 9に示す。カルチャーボトルで22℃培養した②, ③は、通気の有無に関わらずラン藻や珪藻がヒジキを覆い、芽が消失した。通常のPESI培地では栄養が濃すぎ、珪藻などの汚れの発生を助長することが分かった。①は汚れの発生はなくヒジキが消失することはなかったが、9月蛍光顕微鏡の青色光照射観察では光が弱く、10月にはほとんど光らず枯死が確認された。④, ⑤もほとんど成長はしなかったが、汚れの発生やヒジキの消失はなかった。また、8月の測定時までは蛍光顕微鏡で光が確認できたが、10月の測定時には光っているヒジキはほとんどみられなくなった。

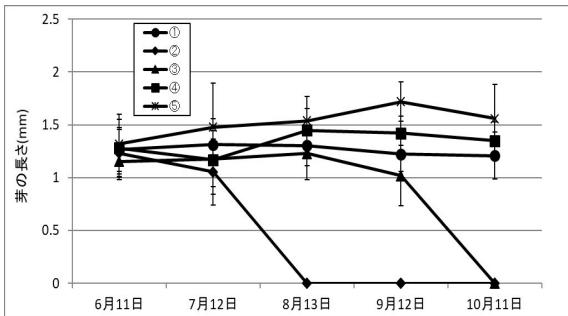


図8 室内育苗管理試験ヒジキの成長推移（上浦産種苗）

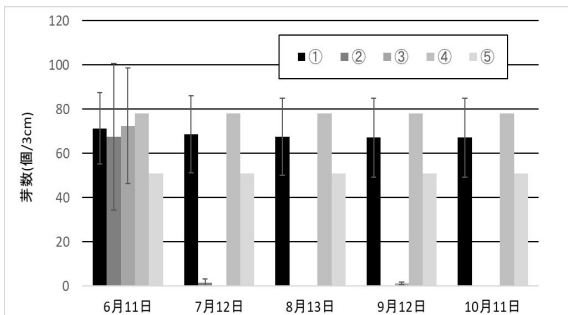


図9 室内育苗管理試験ヒジキの芽数推移（上浦産種苗）

呉崎産種苗の室内試験の結果を図10, 11に示す。カルチャーボトルで22℃培養した②, ③は、PESI培地の濃度を1/5にしたため上浦産種苗での試験時より汚れの発生は少なかったものの、それでも水の

動きがない②はヒジキ芽を覆い、芽が消失した。③も半分以上芽が落ちたが、残ったヒジキは少し成長がみられた。①は上浦産と同様、芽落ちも汚れの発生もほとんどなく、試験開始後1ヶ月の8月までは蛍光顕微鏡の青色光照射でほとんどのヒジキ芽に光が確認できたが、9月には30%ほどになり、10月にははっきりと光が確認できたのは5%ほどであった。④, ⑤も上浦産の結果と同様、汚れの発生やヒジキ芽の消失はなかった。また、10月の測定時も蛍光顕微鏡でほとんどのヒジキに光が確認できた。

以上の室内試験の結果から、通常の濃度のPESI培地では珪藻などの汚れの増殖を促してしまうため、1/5程度に薄めることが有効であることがわかった。また、飽和状態で保存していたヒジキは、試験開始から2~3ヶ月までは生存が確認できており、飽和保存の有効性が示された。

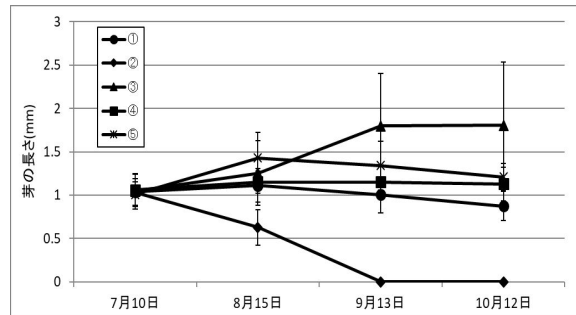


図10 室内育苗管理試験ヒジキの成長推移（呉崎産種苗）

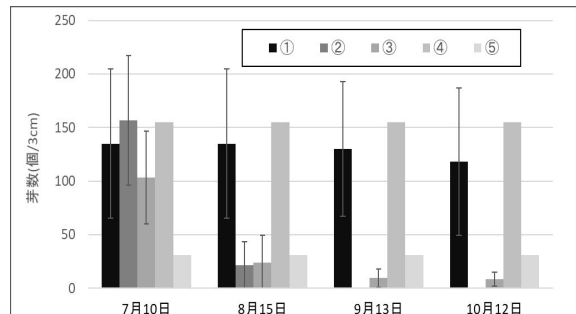


図11 室内育苗管理試験ヒジキの芽数推移（呉崎産種苗）

上浦での海面育苗試験の結果を図12, 13、水温を図14に示す。成長が良かったのは③、⑦、⑧のロープを伸ばした状態で吊したもので、⑧は最大で246mmまで成長した。また、全体的に芽落ちが多数見られ、筏内外で芽の数や成長に明確な差は見られなかった。芽落ちが多かった要因としては、今年は採苗時期がヒジキの成熟ピークから遅れ、良質な卵がとれなかったことが考えられる。また①、②、⑤、⑥の鍋敷き状に吊していたロープは特に成長が悪く芽落ちが多かったが、大雨の後ロープ上に泥が乗り、その泥が落ちにくかったこともヒジキの成長を妨げた一因ではないかと考えられる。

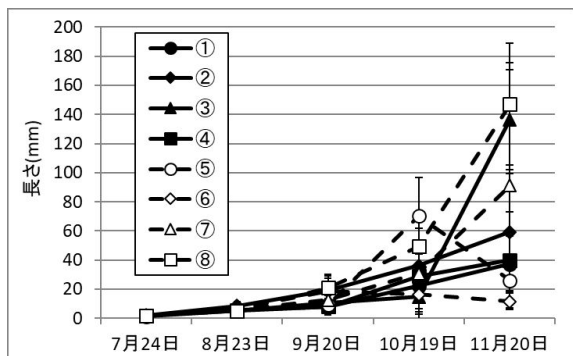


図 12 海面育苗管理試験ヒジキの成長推移（上浦海面筏）

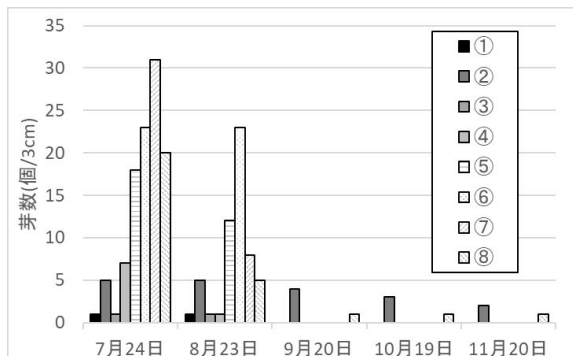


図 13 海面育苗管理試験ヒジキの芽数推移（上浦海面筏）

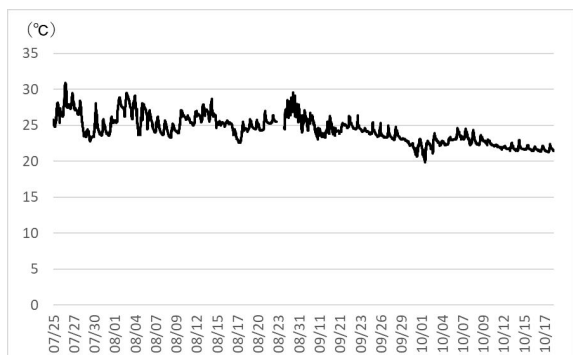


図 14 海面育苗管理試験時の水温（上浦海面筏）

姫島での海面育苗管理試験の結果を図15、水温を図16に示す。当年に人工採苗したヒジキはすべて芽落ちしたが、H29年に人工採苗した収穫済みのロープは芽が消失することなく、平均60.9mmまで成長した。当年採苗ロープの芽落ちの要因については前述の良質な卵が確保できなかったことに加え、近年ブロックへの天然採苗に成功していた地域でも成果が悪く、ヒジキの卵が今年の夏の高気温や豪雨に耐えられなかった可能性も考えられる。水温データを見ても、特に干潮時には漁場の温度が40℃に達しており、過酷な環境であることがわかる。収穫済みロープのヒジキはそのような環境でも成長し、さらに付着物も少なかったことから、天然ヒジキ漁場で養殖後の収穫済みロープを育苗管理することの有効性が示された。

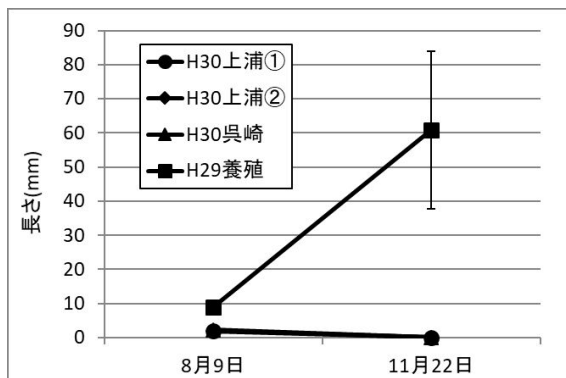


図 15 海面育苗管理試験ヒジキの成長推移（姫島）

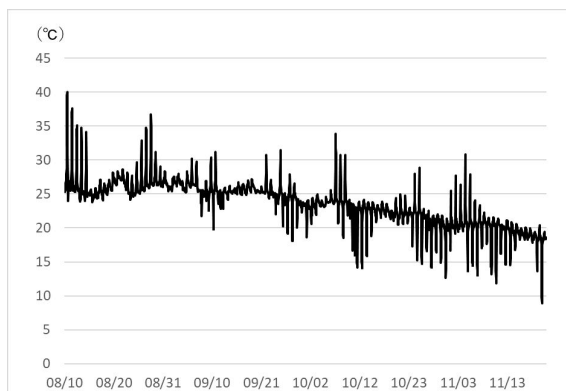


図 16 海面育苗管理試験時の水温（姫島）※干出時は気温

3. 養殖試験

1)目的

育苗試験にて管理したヒジキが問題なく成長し、収穫できるか検証する。

2)方法

育苗試験に使用したヒジキロープのうち数本（表3）を11月29日に国東市富来沖に沖出しし、浮き流し式で養成した。また、1月30日から5月31日までロープにペンダント型データロガー（UA 温度 HOB O）を設置して1時間ごとの水温を測定した。

表 3 養殖試験に使用したロープ

種苗	育苗方法
① 上浦産	飽和4℃
② 上浦産	飽和22℃
③ 呉崎産	飽和4℃
④ 呉崎産	飽和22℃
⑤ 上浦産	海面のばし（上浦）
⑥ 上浦産	海面鍋敷き（上浦）
⑦ 呉崎産	海面のばし（上浦）
⑧ H29養殖	ヒジキ漁場（姫島）

3)結果及び考察

ヒジキの成長推移を図17、生産量を表4、富来沖の水温を図18に示す。

恒温培養室内において飽和状態で育苗していたロ

ープ①～④は、4℃、22℃で4ヶ月管理していた①と②及び22℃で3ヶ月管理していた④は1月時点で芽が消失したが、4℃で3ヶ月管理した③は芽が残り、試験終了時の長さは平均22.1cm・最大54.4cmとあまり伸びなかったものの成長した。飽和状態での管理は、4℃であれば3ヶ月間ヒジキは死なず、沖出し後も成長できることがわかった。この結果から、夏期の種苗ロープ管理方法として冷蔵庫保管の可能性が示唆された。長さの伸びが悪かった要因は、4℃の飽和状態を解除後、18℃の陸上水槽で一晩流水管理をしたのちすぐに沖出ししたため、急激な環境変化がストレスとなって成長が鈍化したことが考えられる。今後は馴致の期間なども検討していく必要がある。

海面で育苗を行った⑤～⑧については、試験終了時の長さが⑤平均71.0cm・最大121.4cm、⑥平均28.4cm・最大42.1cm、⑦平均97.4cm・最大124.5cm、⑧平均48.7cm・最大55.1cmであった。前述の飽和管理のロープの成長不良については環境の急激な変化のストレスを挙げたが、今回は全体的に昨年より成長が悪かった。今期は冬の水温が高く、これがウミシバなどの付着物の増殖を促し、ヒジキの成長を妨げたと考えられる。結果、育苗段階の芽落ちの多さに加えて養殖段階の成長不良で生産量も少なく、最大で2.5kg/mと昨年の最大値6.4kg/mから大きく減少した。

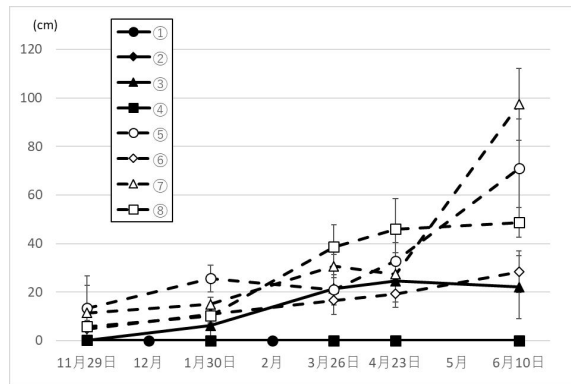


図 17 富来沖養殖試験ヒジキの成長推移

表 4 富来沖養殖試験ヒジキの生産量

	湿重量 (kg/m)
①	-
②	-
③	0.2
④	-
⑤	2.5
⑥	0.25
⑦	1.05
⑧	0.78

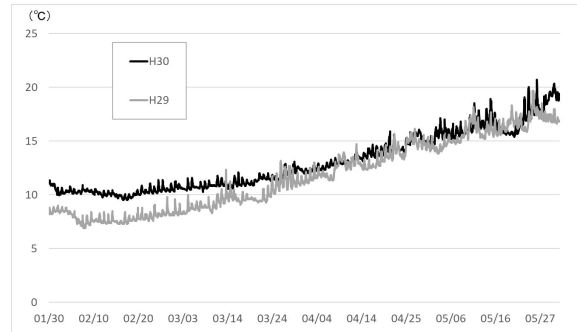


図 18 富来沖の水温

今回の試験では、抱卵されてすぐの初期の幼胚は淡水には弱く、汚れ防止の洗浄は1/2海水で行うのが良いこと、飽和状態での4℃管理で3ヶ月間ヒジキ種苗の汚れを防止して保存できることなどが分かった。また育苗時の芽落ちの結果から、適切な時期に母藻を採取し、良質な卵を確保することが重要であることもわかった。養殖についてはその場所やその年の環境の影響が大きいですが、養殖までの段階でヒジキの芽数をしっかり確保できれば、十分生産できると考えられる。今後は今回得られた知見をさらに検証しながら、大量生産を見据えた種苗生産に取り組んでいきたい。

文献

- 1)菅沼倫美, 養殖ヒジキの品質向上と養殖用種苗供給技術の確立. 平成29年度大分水研事業報告.

安心・安全で環境に優しい養殖推進事業 クロメ類の早期種苗生産と培養幼体の形態比較

菅沼倫美

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なく、味噌汁に入れたくろめ汁は郷土料理になっている。

くろめ漁の盛んな大分市の佐賀関地区では近年、健康志向の高まりでクロメ類の機能性成分が注目され需要が急増しているが、クロメ類はアワビ等にとって貴重な餌資源でもあるため、天然の漁獲量を増やすことは難しい。そこで、天然資源への影響が少ない養殖に取り組むため、浅海チームで早期種苗生産に取り組んだ。また、採苗後培養した藻体の母藻産地別の形態比較を行い、優良な藻体が得られる産地を検討した。

事業の方法

1. 種苗生産

H30年9月14日に、前日の9月13日に佐賀関高島で採集した藻体3.1kg（葉状部のみ）及びH29年9月14日に佐賀関高島で採集しフリー状態で保存されていたカジメのフリー配偶体を用いて採苗を行った。母藻は30分陰干ししたのち、1 μ mのフィルターでろ過した海水（以下、ろ過海水）を満たした200Lパンライト水槽に1時間浸した。その後母藻を取り出し、クレモナ糸約30mを巻いた種糸枠3枠を1時間浸して採苗し、ろ過海水20Lを満たしたバットに収容して恒温培養室で19 $^{\circ}$ C、明期：暗期＝9時間：15時間、照度5,000～6,000luxで培養した。水替えは1週間に1回程度行った。フリー配偶体は9.8gをミキサーで約150～200 μ mに刻んで配偶体液を作成し、PESI培地15～40Lを満たし種糸枠を3～4枠入れたバットに配偶体液を注ぎ、母藻採苗分と同様に培養した。水替えは行わず、3～4日に1回の頻度で培地を追加した。

また、H30年9月18日に、H29年11月17日作成の保戸島産フリー配偶体を使用し、保戸島産のみ0.4gをミキサー細断したもの及び保戸島産0.1gと上記の高島産0.1gをまとめてミキサーで細断し掛け合わせたものを5Lの培地を満たしたクリアコンテナにそれ

ぞれ注ぎ、基質なしで前述の条件と同様に培養した。水替えは行わず、3～4日に1回程度培地を追加した。

2. 養成

高島母藻からの採苗種糸（以下、H30高島糸）は採苗から15日後の10月4日に、H29高島フリーからの採苗種糸（以下、H29高島糸）は20日後の10月9日に、基質なしのH29保戸島フリー（以下、保戸島）、保戸島とH29高島フリーの掛け合わせ（以下、ミックス）及び9月14日に採苗し種糸に付着しなかったH29高島フリー（以下、高島）を10月11日に、それぞれ屋内の100Lもしくは200Lパンライト水槽に移し、養成を開始した。H30高島糸、H29高島糸の2種類は砂ろ過海水を掛け流した通気培養（写真3）で、週に一度枠の順番を入れ替えた。高島、保戸島、ミックスの基質なしの3種類は水槽に1/2PESI培地を満たし、止水で通気培養を行い、葉体がある程度大きくなった10月25日から砂ろ過海水掛け流しの通気培養に切り替えた。なお、光は1,000～4,000luxとなるよう水槽の側面に蛍光灯を設置し、明期：暗期＝10時間：14時間とした。

事業の結果

1. 種苗生産

H30高島糸は採苗12日後の観察で配偶体があまりみられなかった。

H29高島糸は採苗12日後の観察で配偶体の成熟が確認され、採苗21日後の観察では多くの芽胞体が見られた（写真1）。

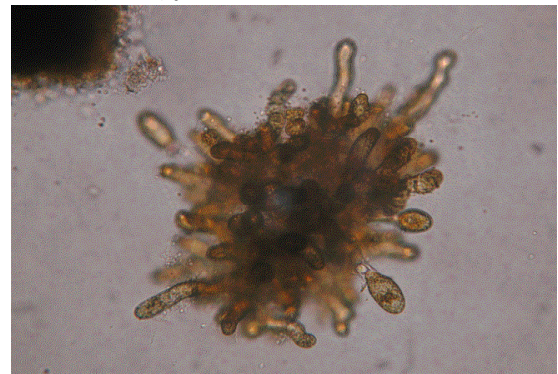


写真1 採苗21日後(10月5日)のH29高島糸カジメ(×400)

保戸島及びミックスは、採苗9日後の観察で配偶体の成熟が確認され、採苗21日後には多くが葉体になっていた（写真2）。



写真2 採苗21日後（10月9日）の保戸島カジメ（×200）

2. 養成

H30高島系は採苗41日後の観察でも葉が確認できなかったため廃棄した。

H29高島系は採苗25日後には葉体になっているものが多数見られ（写真3）、採苗49日後には平均5.5mmに達し（写真4）、11月14日に沖出しのため佐賀関地区へ引き渡した。



写真3 採苗25日後（10月9日）のH29高島系カジメ（×200）



写真4 採苗49日後（11月2日）のH29高島系カジメ

高島、保戸島、ミックスの葉長の推移を図1、葉幅長の推移を図2に示す。採苗から6ヶ月後の4月19日の測定では、葉長については高島（写真5）が平均195.3mm、保戸島（写真6）が184.8mm、ミックス（写真7）が平均184.1mmで、高島が最も大きかった。葉幅長については、高島が平均20.4mm、保戸島が平均32.6mm、ミックスが平均25.3mmで、保戸島が最も大きくなった。形態的には高島の葉は細長く、葉先には皺がみられ、保戸島の葉は太くて皺がなく、表面はなめらかであった。ミックスの葉の太さは高島と保戸島の中間で、皺はほぼなく保戸島のようになめらかであったものの、保戸島ほど葉に厚みがなく、薄かった。

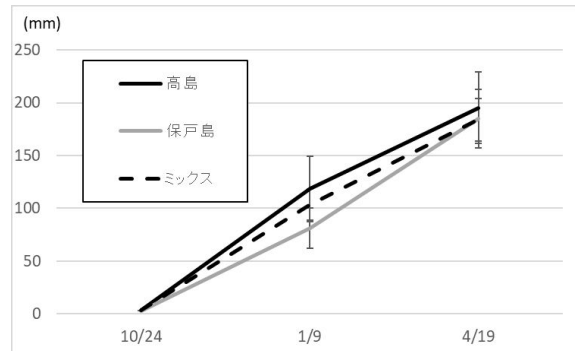


図1 高島、保戸島、ミックスの葉長推移

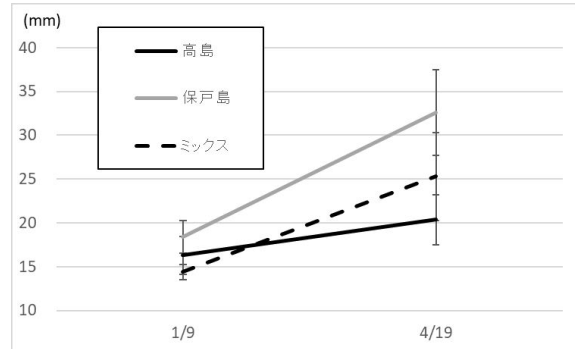


図2 高島、保戸島、ミックスの葉幅長推移



写真4 高島カジメ（4月19日）矢印：皺が多い葉



写真5 保戸島カジメ (4月19日)



写真6 ミックスカジメ (4月19日)

考察

H30高島系の種苗生産がうまくいかなかった要因について、フリー配偶体を用いて同時に採苗を行ったH29高島系は順調に発芽し、11月に沖出しできたことから、採苗日の9月14日の水温が26.9℃と高かったために母藻からは胞子の放出が鈍く、糸への胞

子の付着がほとんどなかったことが推測される。9月の水温は浅海チームの所在する豊後高田よりも佐賀関の方が2~3℃低く、母藻からの早期採苗を行う場合はより水温の低い佐賀関で行う方が採苗が成功する可能性があると考えられる。また、H30高島系は母藻からの胞子液に浸して採苗したため、恒温室での培養時の雑藻繁茂を懸念し培地を用いずにろ過海水のみで養成を行ったことから、貧栄養に陥って芽が脱落した可能性もある。ろ過海水での止水培養の場合は、水替えを頻繁に行う必要があると考えられる。

高島、保戸島、ミックスの形態比較については、葉の太さ、皺の有無など違いがみられ、これらの形質が遺伝的要因によるものである可能性が示唆された。くろめの用途としては食材やサプリメント、石けんなどがあるが、皺があるものは渋みや苦みが強いことから、食材としての利用であれば保戸島産のカジメが向いていることが考えられる。ただし、採苗から約半年間の培養での結果であることや、水槽の場所による照度の違い、成長に伴って培養密度の違いも生じていたため、今後長期の培養での形態比較について、より培養条件を統一して検証する必要がある。

文献

- 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年度大分県農林水産研究指導センター水産試験場事業報告2007: 179-180.
- 2) 菅沼倫美, 地域養殖業振興対策事業(海藻増養殖振興). カジメ・クロメの増養殖技術開発. 平成29年度大分県水産事業報告.

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

バカガイ資源量調査

白樫真・濱田真悠子

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、過去には、春季に期間を定めて小型機船底びき網（ポンプ漕ぎ網）による操業が行われてきた。しかし、その資源量は低迷し、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、ポンプ漕ぎ網による資源量調査を実施した。

事業の方法

2019年2月12日に、図1に示すSt.1～20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3.2tの船内外機船で、各定点とも曳網時間は5分間とし、漁具の袋網の目合いは12節とした。曳網距離は曳網開始時と終了時の緯度経度から国土地理院のサイトを利用して距離を算出した。調査定点の曳網距離、平均速度および表面水温を表1に示す。

表1 各調査点の曳網距離、平均速度、表面水温

St.	曳網距離 (m)	平均速度 (kn)	水温 (°C)
1	247	1.6	7.7
3	140	1.0	7.4
5	117	0.8	6.9
6	256	1.7	7.5
8	174	1.1	8.1
9	325	2.1	7.9
10	205	1.3	8.2
11	176	1.1	8.2
12	293	1.9	8.0
17	259	1.7	7.6
20	148	1.0	7.9

得られたバカガイは、定点ごとに量が少ないものは全量、多いものは抽出比を明確にした上で袋詰めして実験室に持ち帰り、個体数、重量の計測を行った。また、精密測定として、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）の殻長と重量を測定した。

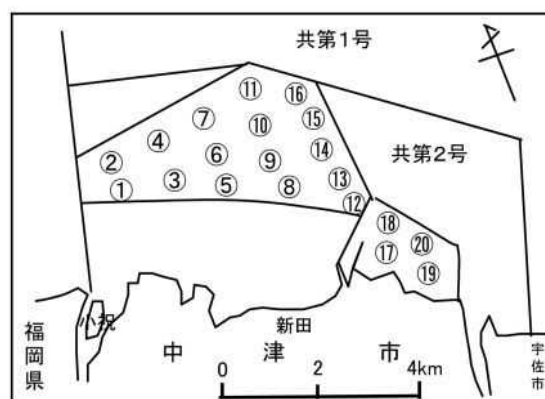


図1 バカガイ資源量調査定点

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、調査当日はイイダコツボ等の漁具が多数設置された場所があり、次の9定点（St.2, 4, 7, 13, 14, 15, 16, 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。

事業の結果

1. 漁獲物組成

過去と比較できるように定点ごとに曳網面積280㎡当に換算した種類別漁獲個体数を表2に、漁獲重量を表3に示した。得られた漁獲物は73種、33,834個体、81,267gであった。

個体数別では、多毛類が最も多く15,673個で全体の46.3%を占めた。次いで、バカガイが6,068個（17.9%）、マテガイが4,147個（12.2%）の順であった。

重量別については、アマモ類および棲管ごと計数した多毛類を除いてバカガイが最も多く12,110gで

全体の14.9%を占めた。次いで、スカシカシパンが11,576g (14.2%)であった。昨年度調査におけるバカガイの割合(個体数40.5%、重量25.5%)と比較すると、個体数・重量とも減少した。

バカガイは、調査が実施できた11定点すべてで漁獲された。定点別には、St.10の1,454個(2,118g)、St.1の1,437個(2,143g)、St.8の635個(1,750g)の順で個体数が多かった。

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4に示した。全平均は、殻長22.1mm、重量2.0gであり、昨年度(全平均:殻長25.8mm、重量2.9g)と比較するとやや小さかった。

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5に示した。算出にあたっては各定点毎の曳網面積(曳網距離×間口1m)を求め、漁獲効率0.6とした。

殻長40mm以上のバカガイ分布密度は、重量の最も多い定点でSt.5(5.8g/m²)、次いでSt.10(4.2g/m²)の順であった。St.1、3、6、11、12、20の6定点では、殻長40mm以上のバカガイの漁獲はなかった。

各定点の分布密度と面積から調査区域の40mm以上のバカガイの資源量を推定したところ12.5tとなり、昨年度(22.6.t)と比べ減少した。

今後の問題点

図2に1989年以降のバカガイ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年と1998年の春季にはポンプ漕ぎ網操業が実施された。その後

は激減し、1998年11月以降は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12.5tと推定され、昨年を下回る低い値であった。1999年以降の資源量をみると(図3)、2006年、2016年にそれぞれ716t、364tと若干増加したものの、以降継続せずに資源量は低位のままである。

表6には、今回採取されたすべてのバカガイを対象とした分布密度を示した。重量密度で最も高い定点はSt.5の15.4g/m²、次いでSt.1の12.8g/m²、St.10の12.6g/m²であった。個数ではSt.10の8.9個/m²、St.1の8.6個/m²、St.8の3.9個/m²の順であった。

これら比較的密度の高い定点(St.1、St.5、St.8、St.9、St.10)の位置を図4に示した。

2009年度の中津沖でのナルトビエイの生態調査²⁾によると、60%以上の個体がバカガイを摂食していたことから、当該海域においてはバカガイがナルトビエイの主要な餌生物であることが分かっている。つまりナルトビエイによる食害が、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。

今回、採取されたバカガイすべての平均殻長は22.1mmと昨年度より約3mm小さくなってしたが、殻長40mmの大型貝は昨年度の約半分に減少し、バカガイが確認できた11定点中6定点では殻長40mm以上の個体がみられないなど、産卵に寄与できる母貝の数がかなり少なくなっていると推定される。

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2 種類別漁獲個体数 (曳網時間5分間、280m²換算)

種名	単位:個												計	組成比率(%)
	St.1	St.3	St.5	St.6	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.17	St.20			
1 コチ類												7	7	0.02
2 ハゼ科		8	9		3		2				21	30	73	0.22
3 ナメジウオ科の一種			9	21				44					74	0.22
4 フグ類	6	8	9			1					4	7	35	0.10
5 ウシノシタ類								6					6	0.02
6 イワガニ科									7				7	0.02
7 エビジャコ	6				45	0					30	98	179	0.53
8 ガザミ							5						5	0.01
9 キンセンガニ	6		9	4	6	1	24	6			4	7	67	0.20
10 クモガニ科		32		17		2	10	19	3		25	45	153	0.45
11 クルマエビ	2										4		6	0.02
12 コブシガニ科										53		83	136	0.40
13 サルエビ						4				26			30	0.09
14 シャコ										3			3	0.01
15 ジュウイチトゲコブシ		8											8	0.02
16 その他エビ類								6				68	74	0.22
17 タイワンガザミ		8									8		16	0.05
18 ツノナガコブシ					6			6	3			15	30	0.09
19 ヒシガニ	2	24		17			8	19					70	0.21
20 ヒメガザミ					3						4	7	14	0.04
21 フタホシイシガニ													7	0.02
22 ヘイケガニ							2						2	0.01
23 マルバガニ									15	8			23	0.07
24 ヤドカリ類	2												2	0.01
25 カニダマシ科	6	216	210	196	3	4	2	649	3			7	1296	3.83
26 オサガニ科	2	96		70	9			8	133			15	333	0.98
27 テッポウエビ科	4												37	0.12
28 イシガニ科		8		4	3		5	12	22	17		90	161	0.48
29 オウギガニ科		8		8				12		4			32	0.09
30 イッカククモガニ					3			6		4			13	0.04
31 イソガニ科					3					30		44	77	0.23
32 ワレカラ類										8		121	129	0.38
33 アメフラン類													7	0.02
34 イイダコ			9		9	0			3				21	0.06
35 キセワタガイ	4			4	3			6		56		52	125	0.37
36 ジンドウイカ							2		7				9	0.03
37 アカニシ			9										9	0.03
38 イボキサゴ		16		4						8		7	35	0.10
39 ツメタガイ			9		3	2	8			4			26	0.08
40 バイガイ										4			4	0.01
41 その他貝類	2	16		8		1				17		7	51	0.15
42 アサリ		8			3			6					17	0.05
43 イガイ科		8											8	0.02
44 イヨスダレガイ									7				7	0.02
45 カガミガイ										4			4	0.01
46 シオフキ						0							0	0.00
47 バカガイ	1437	552	507	274	635	538	1454	282	3	204	182	6068	17.93	
48 バラフマテガイ	11	56		4			2						73	0.22
49 ホトギスガイ			9	4						3	34	128	178	0.53
50 マテガイ	11	112	162	87	2294	18	120		7	1011	325	4147	12.26	
51 ユウシオガイ	11	40		43			10	6	267	43		7	427	1.26
52 アカガイ							2						2	0.01
53 ウニ類		56	181	153			8	203					601	1.78
54 クモヒトデ		32	9	8				6				83	138	0.41
55 サンショウウニ		272	153	411		6	188	280	34	4	15	1372	4.06	
56 スナヒトデ				3					3				6	0.02
57 ハスノハカシパン		8		12	6		13	6			7	52	0.15	
58 モミジガイ								6					6	0.02
59 プンプク目の一種		8											8	0.02
60 スカシカシパン	38	24	191	35	51	12	24	6					381	1.13
61 イシコ				8			5						13	0.04
62 ホシムシ類			9									29	38	0.11
63 ユムシ動物		8	9	8									25	0.07
64 スジユムシ					3			12					15	0.04
65 アクラゲ								5					5	0.01
66 イソギンチャク類										8			8	0.02
67 ウミサボテン				8		2	24						34	0.10
68 ヘラムシ科	10	16	38	52	22	4	5		198	168	204	717	2.12	
69 フナムシ								6					6	0.02
70 多毛類	47	3816	1751	3123	28	86	234	5860	84	107	537	15673	46.32	
71 ヒラムシ類	9	16		8	35	3	13			38	22	144	0.43	
72 アマモ類										0		0	0	0.00
73 不明	239			4	16	6							265	0.78
	1855	5480	3292	4595	3204	690	2183	7603	751	1881	2300	33834	100	

表3 種類別漁獲重量(曳網時間5分間、280㎡換算)

種名	単位:g											計	組成比率(%)		
	St.1	St.3	St.5	St.6	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.18	St.19				
1 コチ類											494.9	494.9	0.61		
2 ハゼ科		4.8	4.8		5.1		1.6			10.4	5.3	32.1	0.04		
3 ナメジウオ科の一種			2.9	3.5				10.6				16.9	0.02		
4 フグ類	138.3	94.4	168.5				43.8				92.5	554.7	1092.2	1.34	
5 ウシノシタ類									2.2				2.2	0.00	
6 イワガニ科										1.1			1.1	0.00	
7 エビジャコ	5.4				48.6	0.8					14.3	72.6	141.7	0.17	
8 ガザミ								857.8					857.8	1.06	
9 キンセンガニ	38.5		28.7	36.3	48.9	3.5	37.4	45.3			3.0	6.1	247.8	0.30	
10 クモガニ科		23.2		4.4		1.5	6.6	6.4	0.4		9.5	34.8	86.7	0.11	
11 クルマエビ	22.5										35.9		58.4	0.07	
12 コブシガニ科												29.4	9.8	39.3	0.05
13 サルエビ						4.9						16.8		21.7	0.03
14 シャコ												28.7		28.7	0.04
15 ジュウイチトゲコブシ		4.0											4.0	0.00	
16 その他エビ類									0.1			21.2	21.3	0.03	
17 タイワンガザミ		713.6									659.5		1373.1	1.69	
18 ツノナガコブシ					21.2			13.6	14.9			14.4	64.1	0.08	
19 ヒシガニ	1.8	26.4		91.0			33.9	10.9					164.0	0.20	
20 ヒメガザミ					4.8						3.5	9.1	17.4	0.02	
21 フタホシイシガニ												5.3	5.3	0.01	
22 ヘイケガニ							4.9						4.9	0.01	
23 マルバガニ									21.8	6.1			27.8	0.03	
24 ヤドカリ類	0.2												0.2	0.00	
25 カニダマシ科	0.7	23.3	23.5	16.6	0.3	0.5	0.3	64.1	1.5			0.8	131.7	0.16	
26 オサガニ科	0.9	4.8		6.3	0.6		1.1	15.1					0.8	29.6	0.04
27 テッポウエビ科	8.4												37.8	46.2	0.06
28 イシガニ科		3.2		13.6	3.5		10.4	8.4	6.9	5.6	166.5	218.1	218.1	0.27	
29 オウギガニ科		4.8		4.8				9.7		0.4		19.7	19.7	0.02	
30 イッカククモガニ					6.4			9.3		6.5		22.2	22.2	0.03	
31 イソガニ科					1.0					29.4		37.1	67.5	0.08	
32 ワレカラ類										0.4		14.4	14.8	0.02	
33 アメフラン類												17.4	17.4	0.02	
34 イイダコ			521.7		534.9	22.5			111.6			1190.7	1.47		
35 キセワタガイ	1.8			0.4	1.0			1.2		30.7	36.3	71.5	0.09		
36 ジンドウイカ							7.1		21.4				28.5	0.04	
37 アカニシ			99.6										99.6	0.12	
38 イボキサゴ		12.8		0.9						1.3	3.0		18	0.02	
39 ツメタガイ			27.8		59.2	11.1	41.5			4.8		144	144	0.18	
40 バイガイ										18.6		19	19	0.02	
41 その他貝類	1.6	8.8		5.7	10.4					4.8	2.3	34	34	0.04	
42 アサリ		37.6			20.3			1.0				59	59	0.07	
43 イガイ科		21.6										22	22	0.03	
44 イヨスタレガイ										7.6		8	8	0.01	
45 カガミガイ											2.7	3	3	0.00	
46 シオフキ						0.3						0	0	0.00	
47 バカガイ	2143.0	874.2	2592.1	448.9	1750.3	1287.9	2118.8	336.8	1.5	407.7	149.5	12110.7	14.90		
48 バラフマテガイ	10.4	48.0		3.9			6.0					68.4	68.4	0.08	
49 ホトギスガイ			33.5	12.3					0.4	4.8	12.9	63.8	63.8	0.08	
50 マテガイ	1.8	391.2	978.3	414.3	3246.7	25.5	23.2		0.8	1576.2	1955.5	8613.5	10.60		
51 ユウシオガイ	11.6	27.2		36.8			19.0	0.7	81.8	18.6	2.3	197.8	197.8	0.24	
52 アカガイ							3.8					3.8	3.8	0.00	
53 ウニ類		2.4	19.1	10.1			0.3	12.0				43.9	43.9	0.05	
54 クモヒトデ		2.4	1.0	0.9				0.5				11.4	16.1	0.02	
55 サンショウウニ		580.0	278.6	1534.8	320.2	35.6	475.6	1143.5	620.0	2.2	395.8	5386.2	6.63		
56 スナヒトデ					145.5				99.8			245.2	245.2	0.30	
57 ハスノハカシパン		56.0		43.8	21.6		103.5	7.4				37.8	270.1	0.33	
58 モミジガイ								294.0				294.0	294.0	0.36	
59 プンブク目の一種		258.4										258.4	258.4	0.32	
60 スカシカシパン	1750.3	1080.8	6462.5	1038.2	1053.7	48.7	135.8	6.7				11576.6	14.25		
61 イシコ				8.3			6.3					14.6	14.6	0.02	
62 ホシムシ類			12.4									58.3	70.7	0.09	
63 ユムシ動物		4.0	787.8	57.3								849.1	1.04		
64 スジユムシ					11.9			116.5				128.4	1.16		
65 アカクラゲ							31.1					31.1	0.04		
66 イソギンチャク類										8.6		8.6	0.01		
67 ウミサボテン				295.8		154.9	3313.0					3763.7	4.63		
68 ヘラムシ科	1.0	3.2	2.9	4.8	2.3	0.5	0.3		19.5	24.6	29.5	88.6	0.11		
69 フナムシ								1.5				1.5	1.5	0.00	
70 多毛類	16.6	3062.4	346.5	2093.4	16.4	86.5	107.9	6347.7	4.3	37.6	168.8	12288.2	15.12		
71 ヒラムシ類	4.8	11.2		5.7	31.9	2.9	8.5			15.6	6.8	87.3	87.3	0.11	
72 アマモ類										5828.8	11828.1	17656.9	21.73		
73 不明	39.4			2.2	20.3	1.6						63.5	63.5	0.08	
計	4199.1	7384.6	12392.2	6194.8	7376.7	1743.4	7355.6	8465.4	1090.3	8864.5	16201.1	81267.6	100		

表4 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)	22.2	欠	22.5	欠	31.4	20.7	欠	26.0
平均重量(g)	1.5	欠	1.7	欠	5.1	1.6	欠	2.7
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
平均殻長(mm)	26.4	22.8	18.7	14.8	欠	欠	欠	欠
平均重量(g)	3.0	1.9	1.1	0.4	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
平均殻長(mm)	20.8	欠	欠	16.4	22.1			
平均重量(g)	1.8	欠	欠	0.8	2.0			

欠:調査ができなかった定点

表5 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)	-	欠	-	欠	0.5	-	欠	0.1
重量(g/m ²)	-	欠	-	欠	5.8	-	欠	0.8
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
個体数(個/m ²)	0.1	0.4	-	-	欠	欠	欠	欠
重量(g/m ²)	0.8	4.2	-	-	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
個体数(個/m ²)	0.0	欠	欠	-	0.2			
重量(g/m ²)	0.6	欠	欠	-	2.4			

-: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

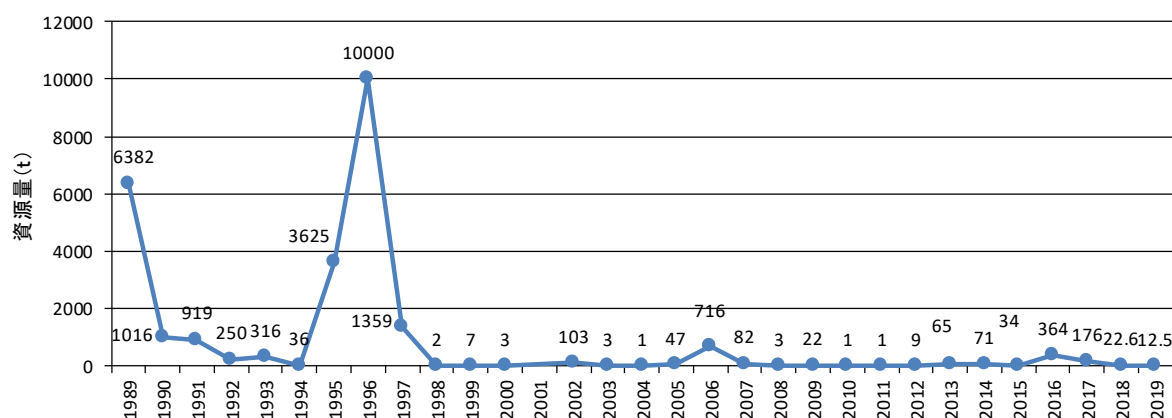


図2 1989年以降のバカガイ資源量の推移

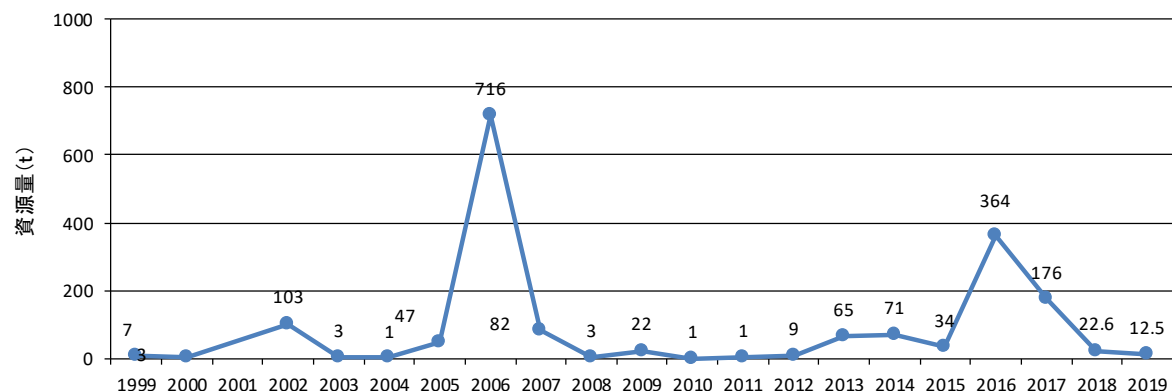


図3 1999年以降のバカガイ資源量の推移

表 6 採取されたすべてのサイズ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)	8.6	欠	3.3	欠	3.2	1.7	欠	3.9
重 量(g/m ²)	12.8	欠	5.2	欠	15.4	2.7	欠	10.4
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
個体数(個/m ²)	3.5	8.9	1.8	0.0	欠	欠	欠	欠
重 量(g/m ²)	7.7	12.6	2.0	0.0	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
個体数(個/m ²)	1.3	欠	欠	1.2	3.4			
重 量(g/m ²)	2.4	欠	欠	0.9	6.6			

欠:調査ができなかった定点

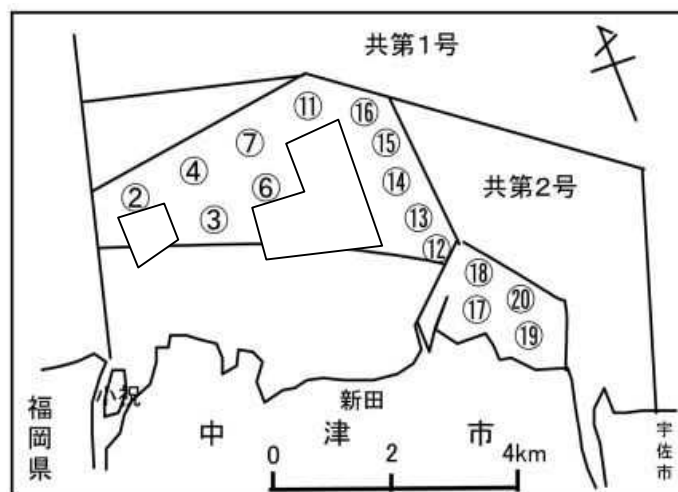


図 4 分布密度が比較的高い定点

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）

木村聡一郎・白樫真

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、国立研究開発法人 水産研究・教育機構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、これらのデータを国立研究開発法人 水産研究・教育機構 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）

大分県漁協姫島支店、安岐市場、別府市場の 3 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6隻に操業日誌の記帳を依頼し、漁獲実態を調査した。このうち、日出支店所属の標本船2隻分については、1隻が1～7月の記帳、他の1隻が10～12月の記帳を行った。

4 沿岸資源動向調査（カレイ類、シャコ）

周防灘の大分県漁協中津支店、宇佐支店、香々地支店所属の小型底びき網漁船計 4 隻の操業日誌データをもとに、周防灘の資源動向を検討した。

事業の結果

得られたデータから、2018 年の概要は次のとおりであった。

1 水揚げ調査（マダイ、トラフグ、ヒラメ）

2017 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。2 支店合計の漁獲量は、対前年比でマダイ104.2%、トラフグ46.7%、ヒラメ99.7%となった。

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。ヒラメは 3 カ所で合計 1,362 尾を測定した。測定したヒラメの平均全長は 45.5cm であった。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）

標本船6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、CPUE の年推移を図 6 に示した。CPUE は例年と同様に冬季と春季に大きい傾向がみられた。また、8、9、10 月は漁獲がなかった。年平均は 0.577kg/日・隻であり、前年（0.618kg/日・隻）に比べてやや減少した。

4 沿岸資源動向調査

周防灘の小型底びき網標本船 4 隻によるカレイ類（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。

カレイ類のここ数年の CPUE は、メイタガレイでは 2016 年以降、2 年連続で減少したが、本年はやや増加した。マコガレイとイシガレイは低水準で推移した。シャコは 1999 年以降、大きく減少しており、低水準で推移した。

表1 2018年のマダイ漁獲量 (kg)

月	姫島					小計	富来
	釣り	延縄	刺し網	ごち網	ごち網		
1	7	0	0	0	0	7	4,400
2	4	0	72	186	262	0	
3	0	0	18	0	18	1,090	
4	37	0	345	40	423	2,578	
5	65	0	1,330	443	1,837	2,762	
6	489	6	1,650	666	2,811	2,701	
7	555	0	176	553	1,284	1,919	
8	370	0	344	130	844	1,852	
9	739	0	46	137	921	1,512	
10	900	0	29	302	1,231	2,183	
11	1,255	0	4	334	1,593	1,946	
12	674	0	113	475	1,262	3,276	
計	5,094	6	4,126	3,266	12,493	26,219	

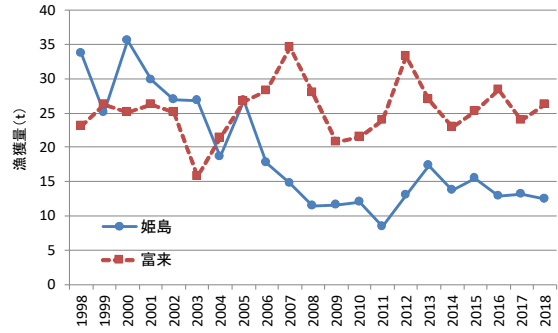


図1 マダイ漁獲量の推移

表2 2018年のトラフグ漁獲量 (kg)

月	姫島					小計	富来
	釣り	延縄	刺し網	ごち網	ごち網		
1	0	423	0	0	0	423	0
2	0	561	0	0	0	561	0
3	0	64	0	0	0	64	0
4	1	11	0	0	0	11	0
5	0	8	1	0	0	9	2
6	2	0	0	0	0	2	0
7	0	11	0	0	0	11	0
8	0	139	0	0	0	139	0
9	3	92	0	0	0	94	2
10	0	64	0	0	0	64	9
11	0	430	0	0	0	430	76
12	0	810	0	0	0	810	40
計	5	2,611	1	0	0	2,617	129

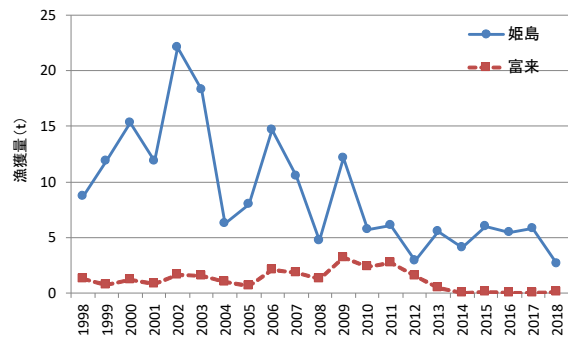


図2 トラフグ漁獲量の推移

表3 2018年のヒラメ漁獲量 (kg)

月	姫島					小計	富来
	釣り	延縄	刺し網	ごち網	ごち網		
1	50	2	8	0	0	60	626
2	5	0	22	0	0	27	0
3	59	0	38	0	0	97	232
4	503	0	54	0	0	557	705
5	806	1	204	0	0	1,011	614
6	885	0	575	0	0	1,460	3
7	43	0	139	0	0	182	9
8	61	0	50	0	0	110	28
9	90	0	10	0	0	101	4
10	232	0	12	0	0	245	16
11	659	0	1	0	0	660	31
12	281	6	77	0	0	365	140
計	3,674	9	1,190	0	0	4,873	2,408

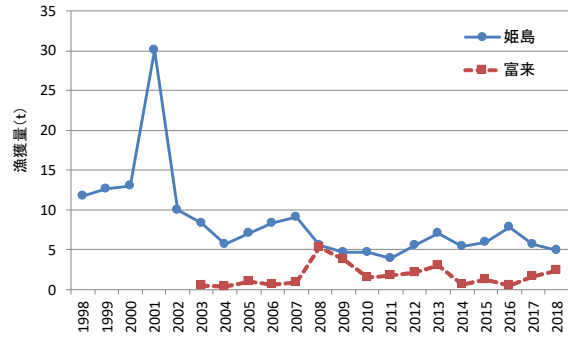


図3 ヒラメ漁獲量の推移

表4 2018年ヒラメ市場調査結果

	姫島	安岐	別府	計
測定尾数	549	383	430	1,362
平均全長 (cm)	50.3	40.2	44.2	全平均45.5

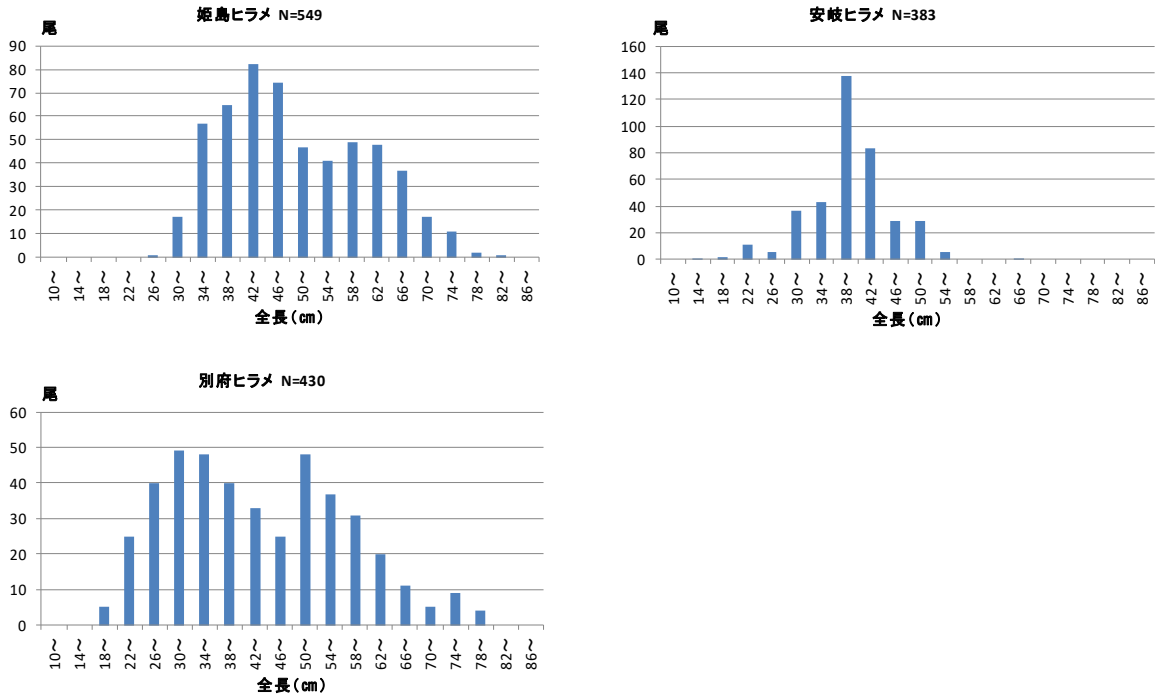


図4 市場調査におけるヒラメの体長組成

表5 別府湾小型底曳き網のヒラメの月別 CPUE

月 (2018)	CPUE(kg/隻・日)
1月	1.610
2月	0.764
3月	0.676
4月	1.691
5月	0.315
6月	0.552
7月	0.070
8月	0(漁獲なし)
9月	0(漁獲なし)
10月	0(漁獲なし)
11月	0.234
12月	0.323
計	0.577

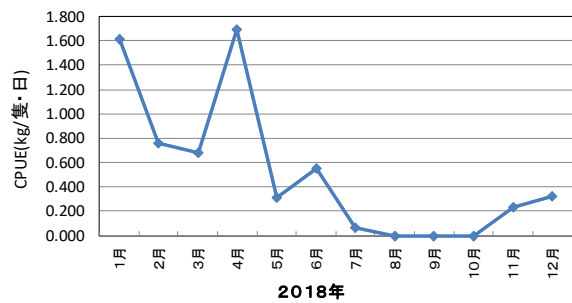


図5 別府湾小型底びき網のヒラメの月別CPUE

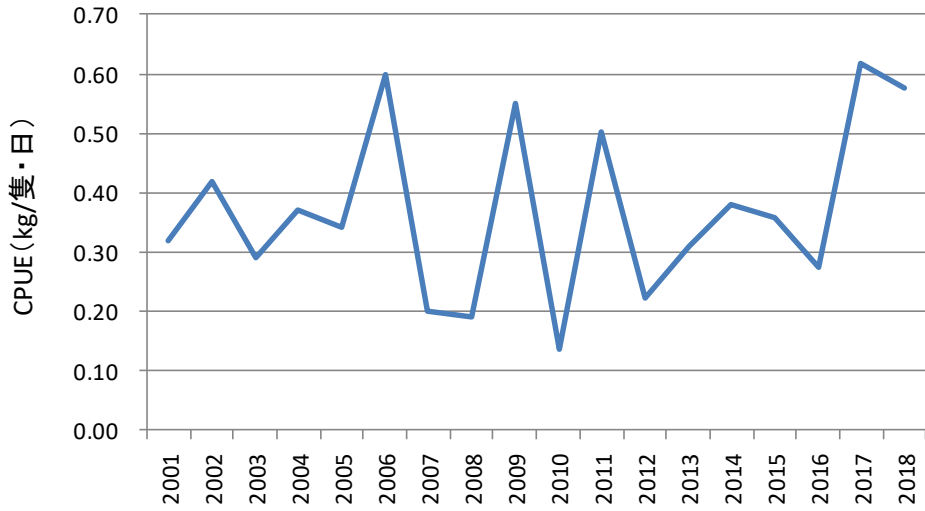


図6 別府湾小型底びき網のヒラメCPUEの推移

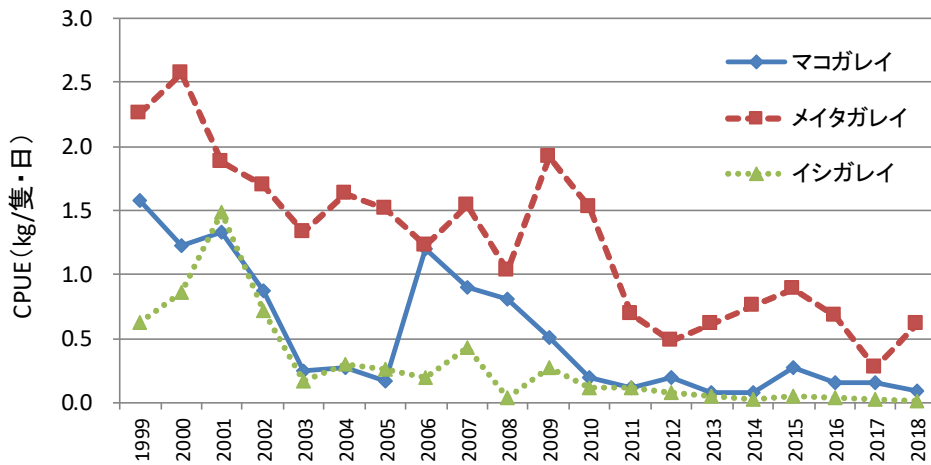


図7 周防灘小型底びき網のカレイ類CPUEの推移

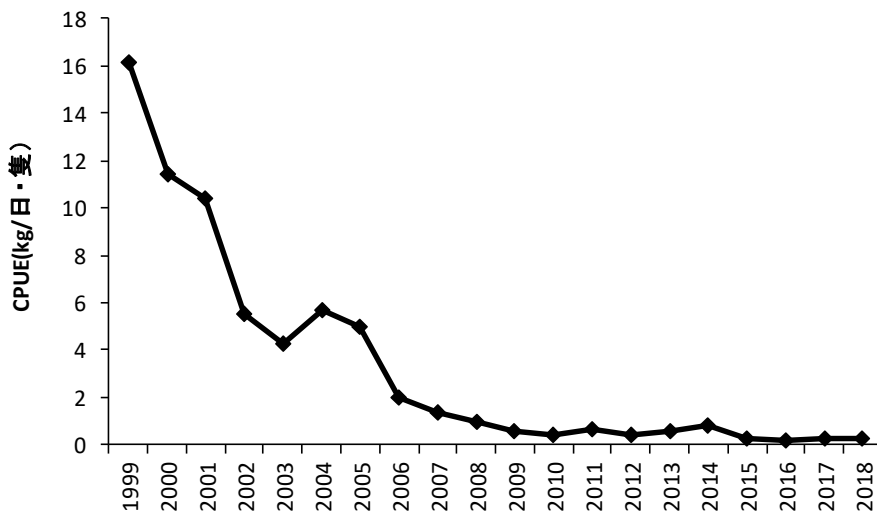


図8 周防灘小型底びき網のシャコCPUEの推移

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）

白樫 真・濱田真悠子・木村聡一郎

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。採集には丸特B型ネットを用い、海底からの鉛直曳を1定点あたり1回行った。採集物はホルマリンで固定し、カタクチイワシとその他に分けて、卵と稚仔の同定および計数を行った。

卵・稚仔の月別出現量を表1に示した。

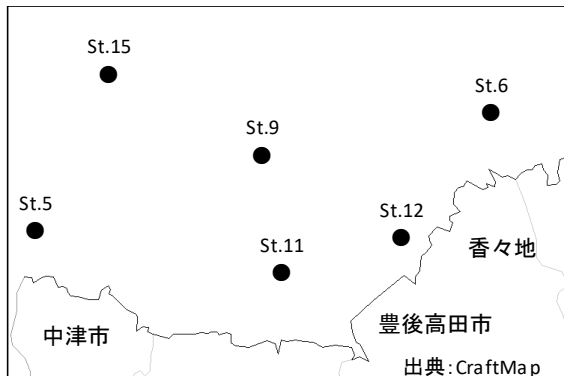


図1 卵稚仔調査定点図

事業の結果

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、年別出現量を図3に示した。7月をのぞいた全ての月で平年を上回った。2018年の出現量は1,617粒で、平年値（1,175粒）を上回った。

カタクチイワシ稚仔の月別出現量を図4、年別出現量を図5に示した。5月の出現量は平年を上回ったが、その他の月では平年並みか、平年を下回った。2018年の出現量は145尾で、平年値（200尾）を下回った。

2 その他の卵稚仔

その他の卵の月別出現量を図6、年別出現量を図7に示した。4～8月の出現量は平年を下回った。2018年の出現量は181粒で、平年値（320粒）を大きく下回った。

その他の稚仔の月別出現量を図8、年別出現量を図9に示した。5月と9月の出現量は平年を上回ったが、6～8月は平年を下回った。2018年の出現量は95尾で、平年値（108尾）を下回った。

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
2018年4月	7	0	1	0
5月	377	25	11	15
6月	778	53	77	31
7月	243	56	25	19
8月	185	11	31	10
9月	27	0	36	20
計	1617	145	181	95

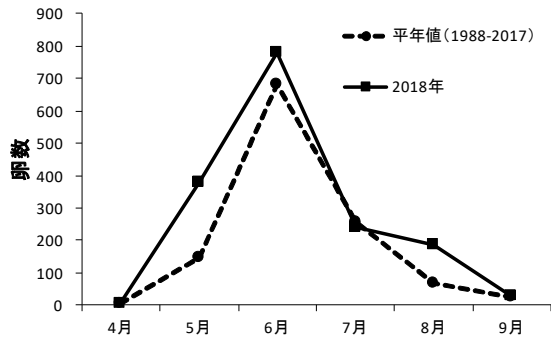


図2 カタクチイワシ卵出現量

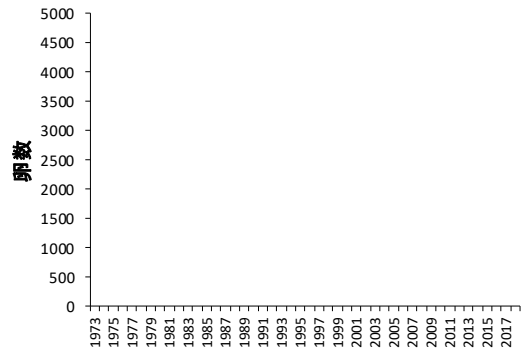


図3 カタクチイワシ卵の年別出現量

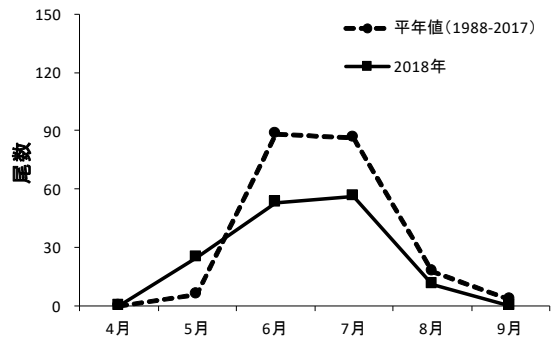


図4 カタクチイワシ仔稚魚出現量

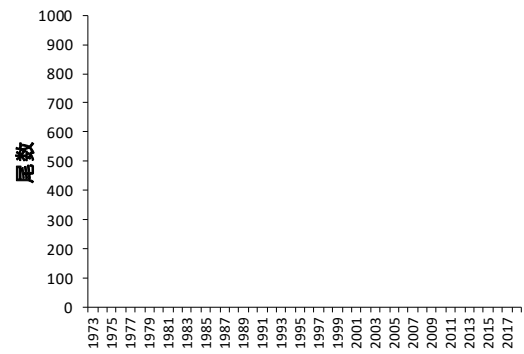


図5 カタクチイワシ仔稚魚の年別出現量

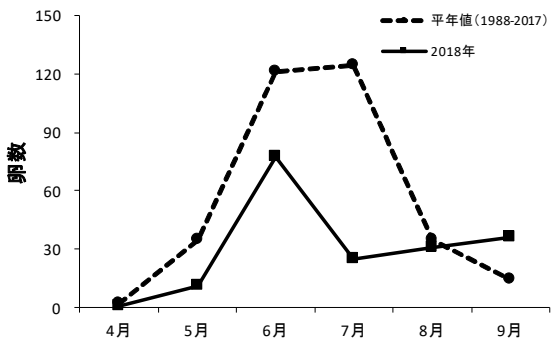


図6 その他卵出現量

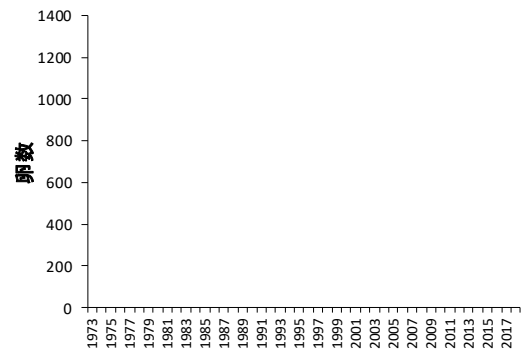


図7 その他卵の年別出現量

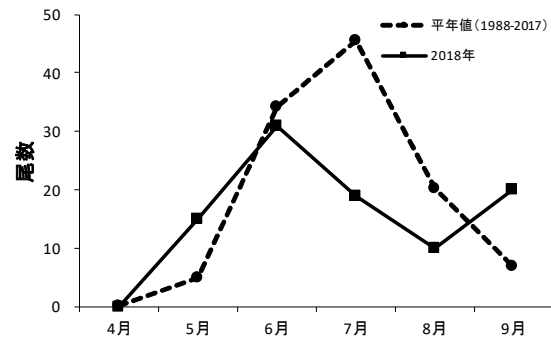


図8 その他仔稚魚出現量



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 タチウオの水揚げ量調査

白樫 真

事業の目的

タチウオは大分県における最重要資源の一つであるが、近年の漁獲量は減少傾向にある。タチウオの資源診断を行うためには魚体サイズ毎の漁獲量を毎年把握する必要がある。浅海チームでは県北部海域における水揚げ量調査を行い、魚体サイズ別の漁獲量の把握を行った。

事業の方法

水揚げ量調査

タチウオはこれまで、県外市場へまとめて出荷される頻度が高かったことから、流通形態が概ね定まっており、魚体サイズ別に銘柄分けされ(5キロあたりの尾数)、集荷または出荷されている。そのため、漁協各支店や仲買(もしくは運搬業者)には銘柄別の取扱伝票や市場出荷伝票等の資料が比較的良好な状態で残されている場合が多い。

そこでタチウオの主要水揚げ地である県漁協国見支店、姫島支店、くにさき支店の銘柄別取扱伝票もしくは市場出荷伝票から魚体サイズ別の漁獲量集計を行った。集計したデータは水産研究部栽培資源チームへ提供した。



図1 調査対象漁協支店の位置

事業の結果

水揚げ量調査

表1に国見支店、表2に姫島支店、表3にくにさき支店の銘柄別箱数を示す。

表1 H30年国見支店のタチウオ銘柄別箱数

本数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
2										2			2
3													
4		1	2						1	2	6	3	15
5	10	2	5	7	3			1	9	3	21	5	66
6	15	10	12	16	1	2		2	11	11	16	1	97
7	32	9	17	15	3	1		5	18	13	14		127
8	20	18	12	17	2			11	31	29	10	1	151
9	8	11	10	6	3			30	23	40	16	2	149
10	12	10	7	9	6	1		27	16	30	18	6	142
11	4	4	8	4	4	4		11	11	14	16	18	98
12	41	37	35	15	5	6	3	54	27	25	85	123	456
13	1	2	8	1	5	2		6	4	6	9	16	60
14	7	5	5	2	3	3		5	4	6	18	10	68
15	5	4	8	5	5	2		2	4	6	35	31	107
16	36	34	33	10	18	3		13	6	92	439	334	1,018
17	1	4	1	1	4	1	1	3	3	9	13	6	47
18	7	7	7	3	4			2	1	14	24	15	84
19	8	3	8	1	6	2		3	2	15	43	26	117
20	49	30	31	5	42	9		2	25	211	706	280	1,390
21	3	1	2		3			1	1		8	3	22
22	4	1	5	1	4			1	8	10	14	9	57
23	12	1	8	1	2			1	6	15	13	12	71
24													
25	9	7	22	3	33	5		6	71	344	475	223	1,198
26	6	4	10	2	21			25	4	2	120		194
小					13			42	232	268	102	36	693
半端	11	13	15	8	19	14	10	12	28	47	15	5	197
総計	301	218	271	132	209	55	14	265	546	1,214	2,236	1,165	6,626

表2 H30年姫島支店のタチウオ銘柄別箱数

本数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
4				2					2	1	23	6	34
5				2					4	1	31	8	46
6	1		1	4					8	8	30	5	57
7	6		2	10	1				10	8	16	6	59
8	2		5	10					22	3	5	3	50
9	2		3	3		1			8	3	10	4	34
10			1	4	1				7	8	12	6	39
11			4	1	1	2			3	5	31	31	78
12	12		9	17	1				10	7	160	277	493
13	1			2		1			2	2	19	23	50
14	1		1	4	1				5	16	83	86	197
15	3		6	6	1	1			2	14	114	154	301
16	9		8	13	4	2				68	500	562	1,166
17	2			1					5	5	26	17	56
18	3		7	8	1	1			3	34	161	104	322
19	3		1	3	2	2			2	19	178	126	336
20	10		16	13	6	3			14	193	678	456	1,389
21	1		1						1	1	17	10	31
22	3			2	1	1			9	30	65	37	148
23			4	1	1				11	6	74	51	148
24				1									1
25	7		15	12	8	1			40	218	576	316	1,193
総計	66		84	119	29	15			168	650	2,809	2,288	6,628

表3 H30年くにさき支店のタチウオ銘柄別箱数

本数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	総計
4						1						1	2
5		1							2				3
6		4							4	1	1		10
7		2						1	8		1		12
8		3							7	1	1		12
9		1	1					1	7				10
10		1						1	5				7
11		3			2	1		1	4	2	1	1	15
12		2				1		1	2	1	1	6	14
13		2			2				2	1	2		9
14			1								3		4
15								1	1	2	8	7	19
16		5	2		1				1	5	13	11	38
17		1	1					1		3	1	1	8
18		1				1			1	2	4	2	11
19		3			1					5	7	5	21
20		5	2		4	1		1	20	31	57	11	132
21			1										1
22					1				6		1	3	11
23						1			7	8	1	2	19
24									1	3	2	1	7
25					1				28	46	43	8	126
26～									7				7
小									114	25	6		145
豆								9	44	49	13		115
半端		1	1		4	7		1	13	10	3	2	42
総計		35	9		16	13		18	284	195	169	61	800

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－4

豊前海アサリ現存量調査

白樫 真・木村聡一郎

事業の目的

豊前海におけるアサリについて、2003 年当時からの資源の回復状況や現存量を把握し、資源管理のための基礎資料を得ることを目的として、大分県豊前海の主要なアサリ漁場において、坪刈り調査を実施した。

事業の方法

1. 調査体制

調査は、県漁協関係支店及び北部振興局水産班の協力を得て、浅海チームが実施した。

2. 調査地及び調査回数等

調査は、図 1 に示した中津市小祝から豊後高田市真玉に至る 10 地区で、春季と秋季の 2 回行った。

調査日及び各調査地区の調査点数等は、表 1 に示したとおりである。

3. 調査方法

アサリの採捕は、20cm 四方のステンレス製方形枠を用いて各調査点で深さ 5cm 程度の砂れき等を 2 枠分採取し、目合い 2mm のふるいに残ったものを一つのサンプルとした。

その際、調査点の底質を観察し、砂質と石原の 2 タイプに大別した。

持ち帰ったサンプルは、実験室内で調査点ごとに量が少ないものは全量、多いものは抽出比を明確にした上でアサリを選別し、採捕個数を計数するとともに、殻長、殻付き重量等を測定した。

4. 調査結果と資源量の推定

各調査点の底質と採捕したアサリの殻付き重量から、底質別の平均現存量(g/m^2)を算出し、これに底質ごとの豊前海の干潟面積を乗じることで、資源量を推定した。

また、漁獲対象か否かで区分した殻長サイズ別の資源量についても推定した。



図1 調査位置図

表1 調査概要

市町村名	中津市				宇佐市				豊後高田市		合計	
調査地区名	小祝	角木	高洲	今津	布津部	高家	柳ヶ浦	長洲	和間高田	真玉		
調査日	6/14	6/13	6/14	6/13	6/12	6/12	6/12	6/11	6/11	6/11	10地区	
調査点数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60	
春季 底質	砂質	5	6	3	2	5	4	6	5	6	6	48
	石原	1	0	3	4	1	2	0	1	0	0	12
坪刈り面積(m ²)	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	4.8	
調査日	10/8	10/8	10/8	10/8	10/7	10/9	10/9	10/9	10/10	10/10	10地区	
調査点数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60	
秋季 底質	砂質	5	6	3	2	5	4	6	4	6	6	47
	石原	1	0	3	4	1	2	0	2	0	0	13
坪刈り面積(m ²)	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	4.8	

事業の結果

1. 生息密度及び現存量

調査結果を表2に示した。春季調査の全調査点におけるアサリの平均生息密度は、635 個体/m² (砂原 593 個体/m²、石原 794 個体/m²)、平均現存量は 57g/m² (砂原 55g/m²、石原 63g/m²) であった。秋季

調査では、平均生息密度 149 個体/m² (砂原 172 個体/m²、石原 64 個体/m²)、平均現存量 51g/m² (砂原 50g/m²、石原 54g/m²) であった。春季調査と秋季調査とを比較すると、秋季の生息密度は大幅に低下したものの、成長した分、現存量は全体としてわずかな減少となった。

表2 調査結果

市町村名	中津市				宇佐市				豊後高田市		合計 平均
調査地区名	小祝	角木	高洲	今津	布津部	高家	柳ヶ浦	長洲	和間高田	真玉	
平均殻長(mm)	6.1	5.8	6.2	4.5	5.0	4.6	5.6	6.1	5.5	-	5.5
最大	13.2	24.9	24.3	26.4	6.6	6.5	16.4	24.4	9.5		16.9
最小	2.6	2.7	2.3	2.3	3.9	2.6	2.4	2.4	2.3		2.6
平均生息密度(個体/m ²)	2,107	915	875	1,224	23	38	354	1,919	10		635
うち砂質(個体/m ²)	2,832	915	722	380	28	28	354	2,279	10		593
うち石原(個体/m ²)	388		1,028	1,525	0	56		388			794
平均現存量(g/m ²)	132	68	117	33	1	1	19	273	0.5		57
うち砂質(g/m ²)	180	68	54	11	1	1	19	312	0.5		55
うち石原(g/m ²)	17		180	40	0	2		110			63
平均殻長(mm)	8.5	8.9	12.2	13.3	16.5	16.4	8.1	10.6	7.6	-	11.3
最大	18.5	15.3	24.2	14.4	18.9	18.6	15.8	31.2	16.2		19.2
最小	3.1	4.5	4.0	12.2	15.3	12.8	2.9	4.5	2.5		6.9
平均生息密度(個体/m ²)	532	279	57	4	6	15	46	648	10		149
うち砂質(個体/m ²)	507	279	100	0	3	0	46	909	10		172
うち石原(個体/m ²)	725		17	6	25	44		125			64
平均現存量(g/m ²)	115	65	36	2	6	15	9	274	3		51
うち砂質(g/m ²)	110	65	64	0	2	0	9	303	3		50
うち石原(g/m ²)	154		10	4	26	44		217			54

地区別にみると、アサリが確認できなかった真玉地区を除く残り 9 地区では、春季調査の平均生息密度は 10 ～ 2,107 個体/m²、平均現存量は 0.5 ～ 273g/m² の範囲であった。

また、秋季調査の平均生息密度は、4 ～ 648 個体/m²、平均現存量は 2 ～ 274g/m² の範囲であった。

春季調査において、平均生息密度は、小祝、長洲、今津の順で高く、平均現存量は、長洲、小祝、高洲の順で多かった。秋季調査において、平均生息密度は、長洲、小祝、角木の順で高く、平均現存量も同

様であった。

2. 殻長組成

過去 3 年間のアサリの殻長組成を図 2 に示した。

2018 年の春季調査では殻長 3 ～ 7mm サイズが主体で、全体の約 79%を占めた。秋季調査では殻長 7 ～ 11mm サイズが多く、全体の約 48%を占めた。

過去 3 年と比較すると、2018 年は春期、秋期ともに主体のサイズが小さい傾向であった。

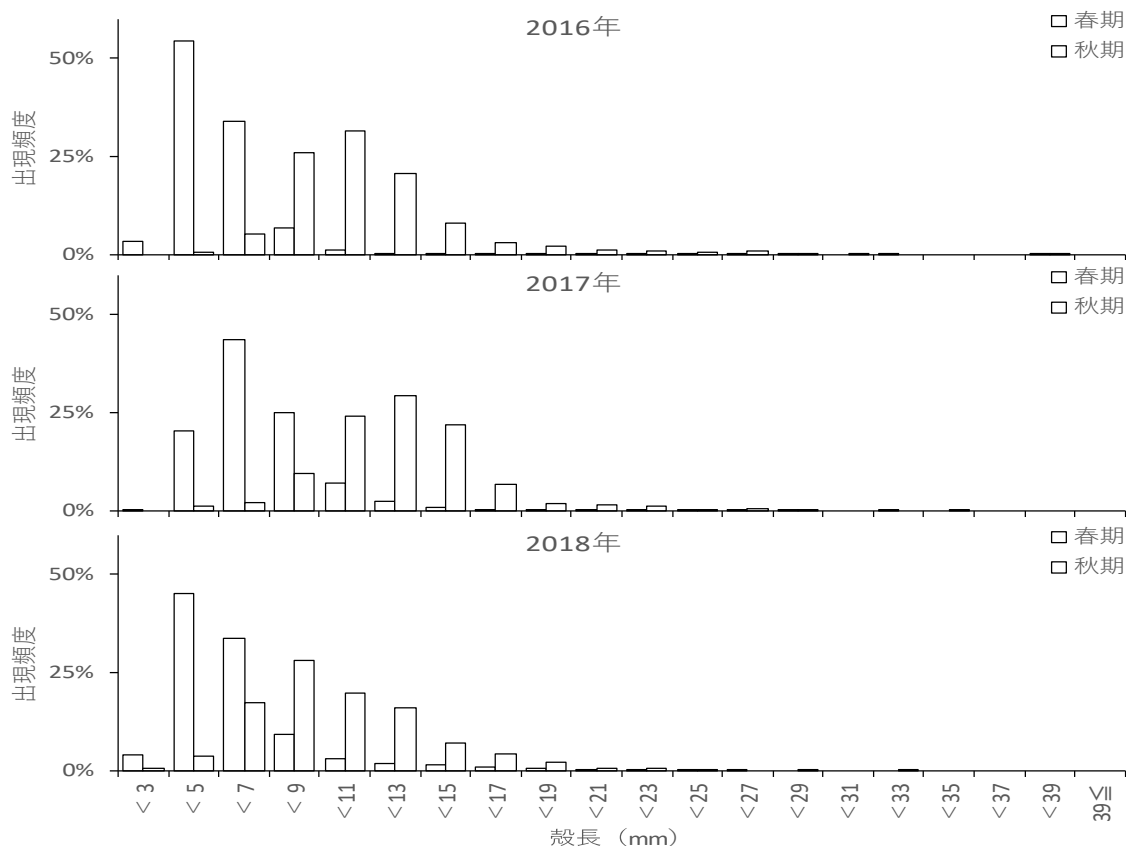


図2 採集したアサリの過去3年の殻長組成 (2016年～2018年)

3. 豊前海におけるアサリ資源量の推定

当該調査によって推定した豊前海におけるアサリ資源量について、表 3 に示した。

2018 年の春季調査の資源量は 1,677 トン (砂原 1,536 トン、石原 142 トン)、秋季調査では 1,505 トン (砂原 1,385 トン、石原 121 トン) と推定された。

また、当海域において漁獲対象となる殻長 30mm 以上サイズの推定資源量は、春季は確認されず、秋季 45 トンであった。

調査を実施した 2003 年及び 2006 年秋以降の推定資源量の推移を図 3 に示した。2006 年秋、一時的に資源量は増加したが、翌年の春には 30%程度に激減し、その後も資源量は極めて低位に推移した。2015 年以降は増加傾向であったが、2018 年には再

び減少に転じており、特に 30mm 以上サイズの減少が著しい。今後も調査を継続して基礎資料を収集するとともに、有効な資源管理や増大対策の検討を行う。

参考資料

- 1) 金澤 健. 地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究-8 ②豊前海アサリ現存量調査. 平成 28 年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2018 ; 191 - 195.

表3 豊前海におけるアサリ資源量の推定

	底質別					サイズ別							
	砂質		石原		計	殻長30mm 未満	殻長30mm 以上	計					
面積(km ²)	27.8	km ²	2.3	km ²	30.0	km ²							
2003年	73.5	t	78.5	t	152.0	t	-	t	-	t			
2006年 秋	9,906.8	t	2,353.5	t	12,260.3	t	7,276.3	t	4,984.0	t	12,260.3	t	
2007年	春	2,380.7	t	1,257.9	t	3,638.5	t	1,206.7	t	2,431.8	t	3,638.5	t
	秋	608.6	t	594.3	t	1,202.9	t	408.1	t	794.8	t	1,202.9	t
2008年	春	302.2	t	388.7	t	690.9	t	303.3	t	387.6	t	690.9	t
	秋	167.9	t	97.5	t	265.4	t	247.4	t	18.0	t	265.4	t
2009年	春	32.4	t	131.9	t	164.3	t	121.3	t	43.0	t	164.3	t
	秋	105.4	t	135.5	t	240.9	t	206.1	t	34.8	t	240.9	t
2010年	春	7.0	t	158.4	t	165.5	t	82.7	t	82.8	t	165.5	t
	秋	115.6	t	80.5	t	196.1	t	166.1	t	29.9	t	196.1	t
2011年	春	219.8	t	92.2	t	311.9	t	311.9	t	0.0	t	311.9	t
	秋	241.8	t	60.0	t	301.8	t	285.6	t	16.1	t	301.8	t
2012年	春	199.5	t	450.5	t	650.1	t	554.9	t	95.2	t	650.1	t
	秋	451.1	t	529.2	t	980.3	t	611.0	t	369.3	t	980.3	t
2013年	春	311.3	t	502.9	t	814.2	t	394.0	t	420.2	t	814.2	t
	秋	632.8	t	178.7	t	811.5	t	571.5	t	240.0	t	811.5	t
2014年	春	157.6	t	171.5	t	329.0	t	218.4	t	110.6	t	329.0	t
	秋	408.5	t	104.3	t	512.8	t	496.0	t	16.8	t	512.8	t
2015年	春	1,743.3	t	198.2	t	1,941.5	t	1,908.8	t	32.7	t	1,941.5	t
	秋	2,202.8	t	465.2	t	2,668.0	t	2,550.3	t	117.7	t	2,668.0	t
2016年	春	1,443.0	t	352.1	t	1,795.1	t	1,187.5	t	607.6	t	1,795.1	t
	秋	2,830.8	t	310.2	t	3,141.0	t	3,098.9	t	42.1	t	3,141.0	t
2017年	春	2,255.2	t	159.9	t	2,415.1	t	2,118.6	t	296.5	t	2,415.1	t
	秋	3,385.5	t	150.9	t	3,536.4	t	3,462.5	t	73.9	t	3,536.4	t
2018年	春	1,535.5	t	141.7	t	1,677.2	t	1,677.2	t	0.0	t	1,677.2	t
	秋	1,384.5	t	120.6	t	1,505.1	t	1,459.8	t	45.3	t	1,505.1	t

推定資源量 (t)

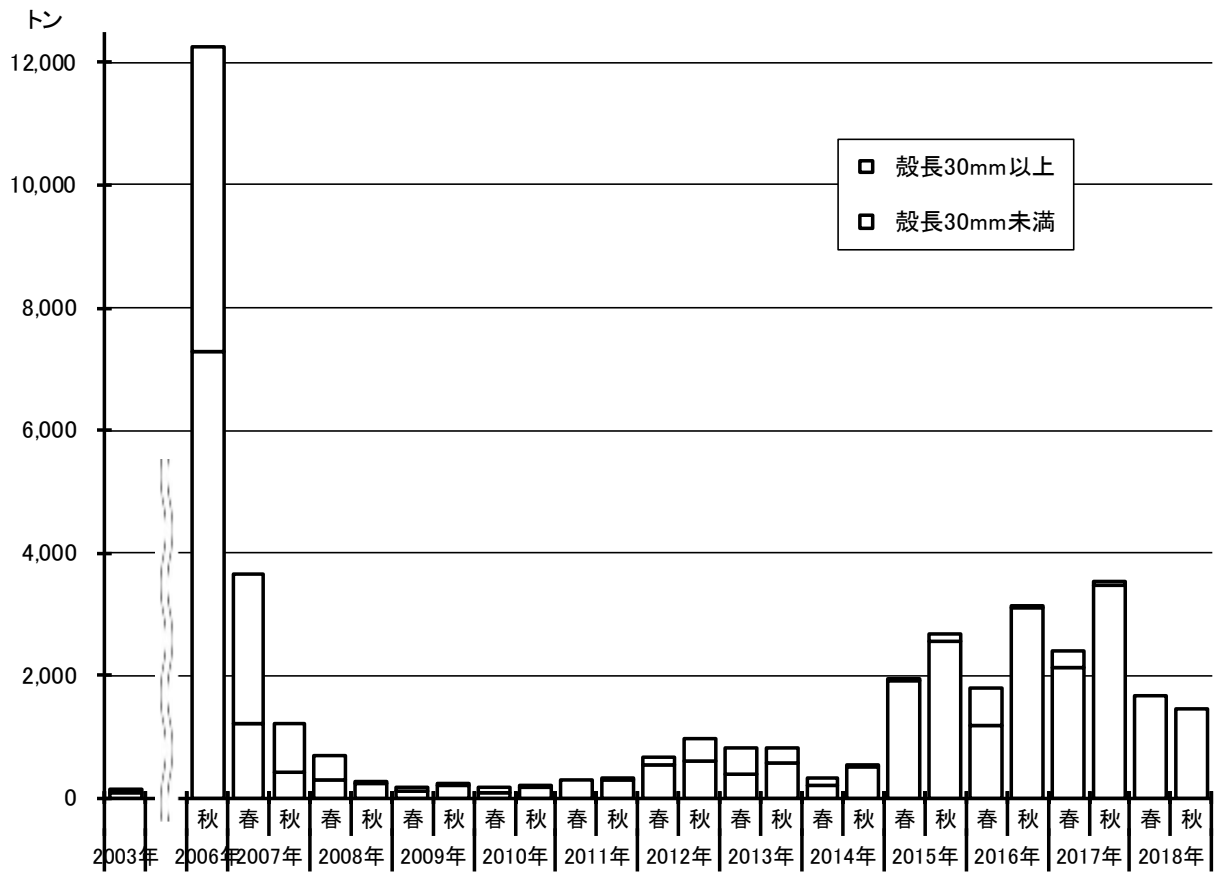


図3 豊前海におけるアサリの推定資源量の推移

地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－5

ハモの資源増大及び資源管理に関する調査

白樫 真・木村聡一郎・濱田真悠子

事業の目的

県下のハモの漁獲量は1985年頃から増加傾向にあり、特に瀬戸内海が漁獲の大半を占めている（図1）。近年クルマエビやシャコ類の漁獲が低迷する中で、小型底曳き網漁業にとってハモは重要な漁獲対象種であり、今後も安定的な漁獲を行っていくためには、適切な資源管理が必要である。しかしながら、周防灘海域での成長に関する知見¹⁾はあるが、成熟時期や移動生態などの知見は乏しい。

そこで本研究では、周防灘および別府湾におけるハモの効果的な資源管理に向けた提言を行うための生態学的な知見の収集を目的とする。

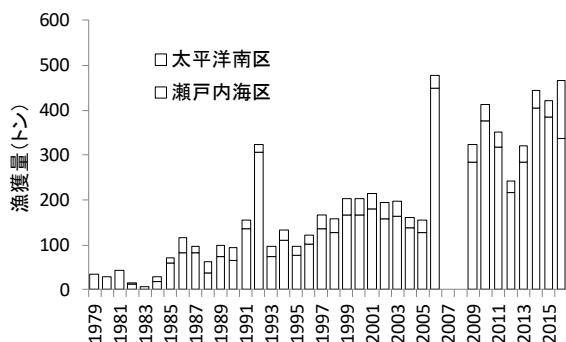


図1 大分県におけるハモ漁獲量の推移
(2009年以降は水産振興課調べ)

事業の方法

1 標本船日誌調査

小型底曳き網漁業の操業実態を把握するため、標本船に操業位置や漁獲量の記帳を依頼し、年間を通して操業状況を調べた。

2 標識放流調査

2017年度に実施した標識放流について、引き続き再捕情報の収集・整理を行った。

3 市場調査

ハモの出荷サイズを把握するため、(株)別府魚市場、(株)高田魚市場の2市場において、市場調査

を毎月2回実施した。測定項目は下顎長とし、体重－下顎長関係式²⁾より、体重を推定した。

4 卵稚仔調査

2016年4月から2018年3月まで伊予灘から周防灘の図2に示した2定点（St.8およびSt.14）について、丸特B型ネットを用い、海底からの垂直曳（1回）により毎月採集した46サンプル（2018年1月のみ欠測）について外部の分析機関に委託してハモ属卵の同定を行った。

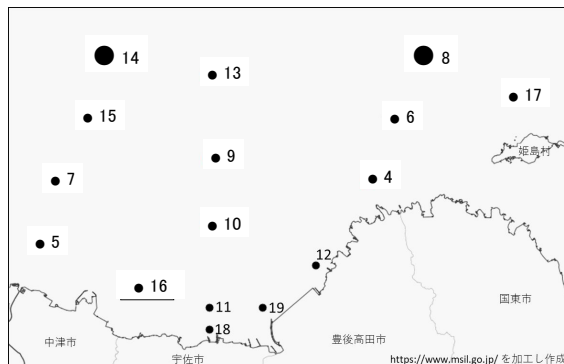


図2 調査定点

5 買上調査

別府湾および周防灘の小型底曳き網漁業者各1名から産卵期を挟む5～10月に月1～2回ハモの買取を行い、精密測定を行うとともに、耳石を採取して一部を年齢査定に供した。

なお、全ての個体について側線孔数を確認し、ハモとスズハモは区別した。

事業の結果

1 標本船日誌調査

大分県漁協安岐支店所属の小型底曳き網漁業1名に標本船日誌データを整理した。本年度のCPUEは7.2kgであった。また、月別CPUEの推移を図3に示した。CPUEは冬期は低く、5～7月に高い傾向であった。

は200～500gと1kg以上が主体であった。

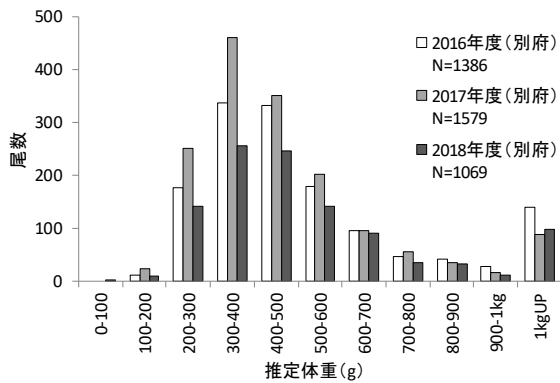


図7 (株) 別府魚市場におけるハモ体重組成

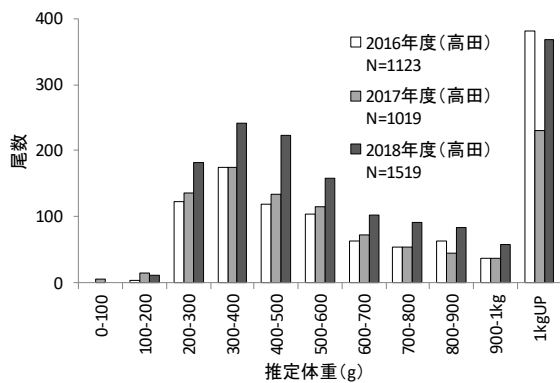


図8 (株) 高田魚市場におけるハモ体重組成

4 卵稚仔調査

2016～2017年度に採集した46サンプルについて同定した結果、いずれのサンプルからもハモ属卵は確認できなかった。

一方、定量的ではないが、着底直前と思われるレプトケファルスが、2017年12月および2018年1月に別府湾口や湾奥でチリメン曳き操業時の混獲物として確認された。また、2018年12月には小型底曳き網漁業の操業時に全長10.5cmのレプトケファルスが北緯33度48～50分、東経131度27～30分の地点で混獲された。

5 買上調査

別府湾で321個体、周防灘で296個体について精密測定を行った。2016～2018年に測定した別府湾および周防灘の雌のGSI（生殖腺重量／胃内容物除去重量×100）の月別推移を図9と図10に示した。

成熟の目安として雌でGSI3以上³⁾とされていることから、産卵期は別府湾では6月上旬～9月上旬で盛期は7月中旬～8月中旬、周防灘では7月中旬～9月中旬で盛期は7月下旬～9月上旬と考えられた。2018年は周防灘でGSIの上昇が過去2年より早かったが、

これは記録的な猛暑などの影響によるものと考えられる。

別府湾および周防灘の産卵期に漁獲されたハモについて、体重別の成熟割合を図11と図12に示した。成熟の目安はGSIが雌で3、雄で2以上³⁾とした。いずれも雌では300g未満の個体の成熟割合は低い傾向であった。

胃内容物の出現頻度について、別府湾および周防灘の2016～2018年の結果を図10と図11に示した。漁獲後に活け間で吐出することもあるため、空胃率は示していない。また、消化されて同定できなかった魚は「魚類」に、不明なものは「その他」とした。胃内容物に占める割合は魚類が比較的高く、別府湾では51～65%、周防灘では36～55%であった。本年度は、魚類に比べて特に周防灘で甲殻類の割合が高い傾向であった。

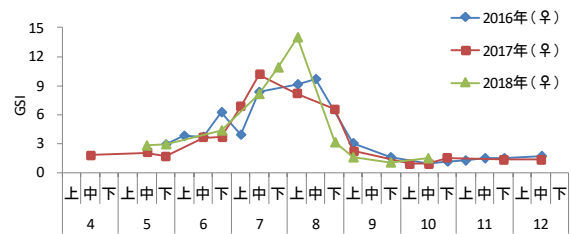


図9 別府湾漁獲ハモのGSI推移

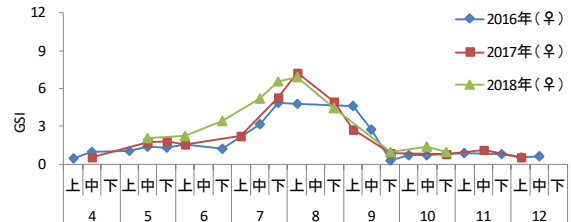


図10 周防灘漁獲ハモのGSI推移

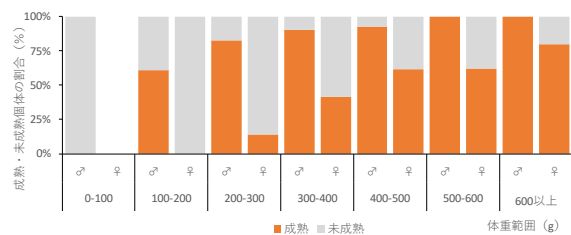


図11 別府湾漁獲ハモの産卵期の体重別成熟割合

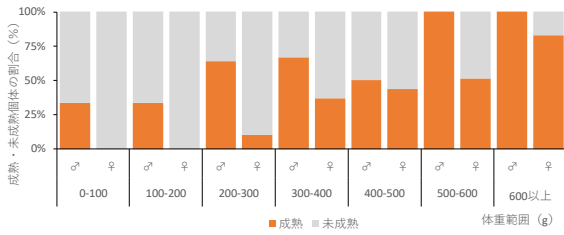


図12 周防灘漁獲ハモの産卵期の体重別成熟割合

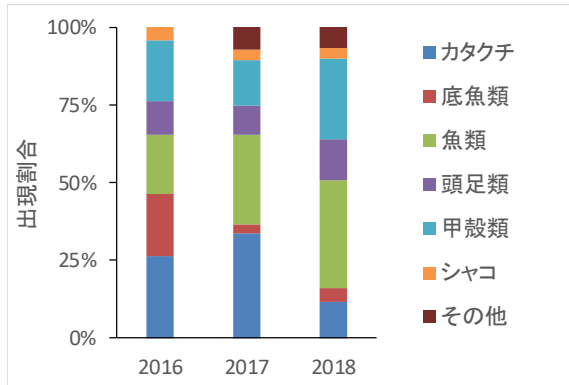


図10 別府湾漁獲ハモの胃内容物出現頻度

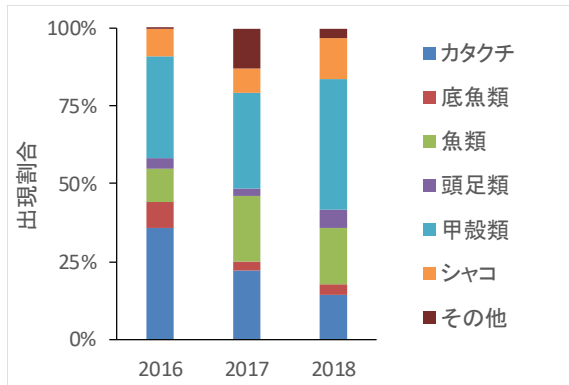


図11 周防灘湾漁獲ハモの胃内容物出現頻度

今後の課題

本事業3カ年の調査結果をもとに、資源管理の方策として、産卵期間中の連続3日間の休漁、300g以下の個体の再放流について提言を行った。今後、資源管理の効果を検証するためには、資源量の把握が必須となる。ハモは成長の遅い魚であることから、資源量を把握するためには、長期間の年齢別漁獲量のデータが必要である。

今後は、資源量把握に必要な各海域毎の年齢別漁獲量のデータを蓄積し、解析結果を漁業者にフィードバックしていく必要がある。

文献

- 1) Shingo Watari et. al. Re-examination of age and growth of daggertooth pke conger *Muraenesox cinereus* in the western Seto Inland Sea, Japan. *Fish. Sci.* 2013
- 2) 亘ら. 瀬戸内海西部における市場でのハモの魚体測定方法. 日本水産学会誌 2014; 80(1)
- 3) 大滝英夫. 東シナ海・黄海産ハモの漁業生物学的研究. 西海区水産研究所業績大183号. 昭和39年

栽培対象魚種の放流効果調査

①トラフグ

濱田真悠子

事業の目的

大分県では、関係府県と共同でトラフグの栽培漁業に取り組んでいる。しかし、依然として、トラフグの資源水準は低位で推移している。そのため、引き続きトラフグの種苗放流による資源増大が求められている。

効果的な放流手法の検証には、放流効果を推定することが不可欠である。また、効果的な放流手法が分かれば、トラフグ資源の維持・増大につながる。

本年度は、これまでに焼印や鰭切除標識等で標識放流されたトラフグの放流効果を推定するために、漁獲量調査、市場調査を行った。

事業の方法

漁獲量調査および市場調査

トラフグの漁獲量調査は大分県漁協本店と姫島支店への聴き取りを行った。大分県漁協本店が集計した13支店の漁獲量データと姫島支店の漁獲量データの計14支店分のデータを受け取り、海区別の漁獲量を求めた。漁獲量データを扱った各支店の位置を図1に示す。佐賀関支店より北を瀬戸内海区、佐賀関支店以南を豊後水道海区のデータとして取り扱った。

市場調査は図2の6ヵ所で行った。宇佐、姫島、別府、臼杵、津久見、鶴見の6ヵ所の市場においては2018年1～12月にかけて月3回以上の頻度で行った。出荷されたトラフグの全長測定および標識魚の確認を行った。全長の測定は10mm単位で測定した。確認された標識魚について全長-体重の関係式と全長-年齢の関係式¹⁾から推定体重、Age-Length-Key(木村, 未公開)から推定年齢を求めた。得られたデータから全長組成と標識魚の混入率をまとめた。なお、臼杵、津久見、鶴見のデータは測定尾数が少なかったことから3ヵ所のデータを合算し結果とした。

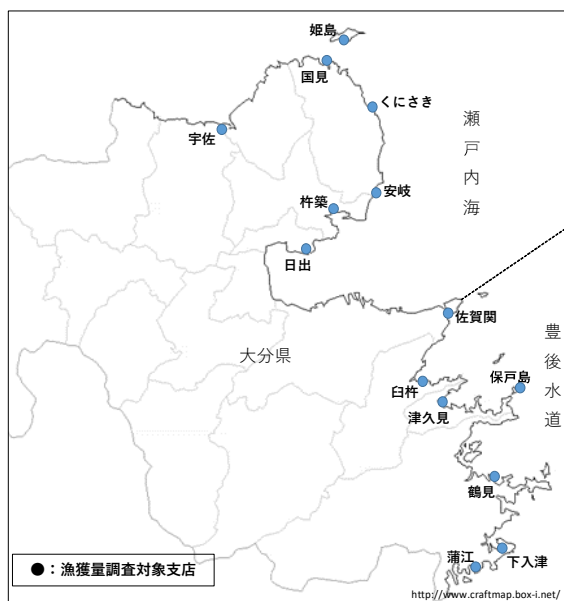


図1 漁獲量データを用いた支店の位置図

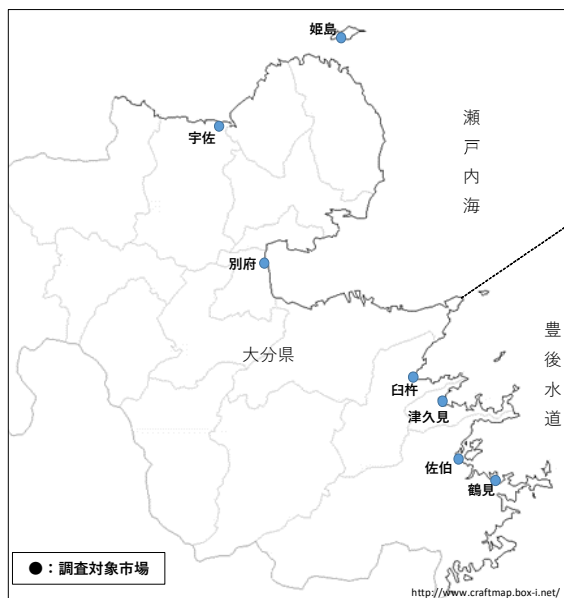


図2 市場調査実施位置図

事業の結果

漁獲量調査および市場調査

表1に2018年大分県におけるトラフグの海區別漁業種類別漁獲量を示す。大分県の年間漁獲量は11,213.9kgであった。なお、トラフグ漁獲量が最も多い漁業種類は、瀬戸内海では延縄、豊後水道では一本釣りであった。

表2に市場調査における測定尾数、表3に標識魚の測定尾数、表4に混入率、表5に標識魚の推定体重、推定年齢、標識の種類を示す。標識魚は姫島で11月に1尾確認され、標識の種類は右腹鰭抜去標識であった。姫島での混入率は0.33%となった。近年、大分県では腹鰭抜去標識のトラフグを放流していないため、標識魚は他県由来のものであると考えられる。

表1 2018年大分県におけるトラフグの海區別漁業種類別漁獲量 (kg)

海区	漁業種類	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年計
瀬戸内海	はえ縄	422.7	560.5	63.5	10.9	8.0	0.0	10.6	139.4	91.5	130.7	489.8	811.5	2,739.1
	一本釣り	8.5	2.7	0.0	2.6	2.9	1.5	0.0	2.7	4.3	9.0	78.3	42.7	155.2
	小型底曳	55.8	85.7	58.0	11.4	11.1	8.0	10.0	11.0	3.0	0.0	12.0	0.0	266.0
	刺網漁業	0.6	0.0	0.0	1.4	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	12.0
	その他の	4	0	0	0	5.3	0	0	1	0	0	0	0.5	10.8
瀬戸内海計		491.6	648.9	121.5	26.3	36.3	9.5	20.6	154.1	98.8	140.7	580.1	854.7	3,183.1
豊後水道	一本釣り	1,378.7	1,458.6	753.1	9.6	5.9	3.7	10.9	8.5	12.1	297.9	511.3	724.6	5,174.9
	はえ縄	117.2	48.8	49.7	2.0	1.0	1.2	2.1	3.9	1.5	5.5	33.8	71.3	338.0
	大中小型まき	0.0	18.3	0.0	6.4	2.9	3.6	22.1	2.0	0.7	9.1	0.0	0.0	65.1
	中型まき	0.0	0.0	6.2	0.4	0.0	13.3	28.8	20.9	15.1	8.6	3.7	10.3	107.3
	小型底曳	27.7	29.9	15.8	1.4	0.0	3.0	1.9	0.0	4.9	1.2	1.3	1.9	89.0
	船曳網	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
	刺網漁業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.5	0.0	1.5	0.6	0.6	4.3
	その他の	1.5	18.3	14.1	9.8	9.8	2,181.2	0.0	4.6	8.0	0.0	0.0	0.0	2,247.3
豊後水道計		1,526.2	1,573.9	838.9	29.6	19.6	2,208.4	68.5	40.4	42.8	322.3	551.6	808.7	8,030.8
合計		2,017.8	2,222.8	960.4	55.9	55.9	2,217.9	89.1	194.5	141.6	463.0	1,131.7	1,663.4	11,213.9

表2 2018年 市場調査の測定尾数 (尾)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
宇佐	9	78	48	12	2	0	0	0	0	1	1	0	151
姫島	50	3	6	1	0	0	0	34	11	0	90	109	304
別府	2	24	6	14	2	1	0	0	0	6	1	0	56
臼杵、津久見、鶴見	15	10	11	0	1	0	9	0	1	0	8	4	59

表3 2018年 市場調査による標識魚の確認尾数 (尾)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
宇佐	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
姫島	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
別府	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
臼杵、津久見、鶴見	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表4 2018年 市場調査による標識魚の混入率% (標識魚尾数/測定尾数×100)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
宇佐	0%	0%	0%	0%	0%					0%	0%		0%
姫島	0%	0%	0%	0%				0%	0%		1.11%	0%	0.33%
別府	0%	0%	0%	0%	0%	0%				0%	0%		0%
臼杵、津久見、鶴見	0%	0%	0%		0%		0%		0%		0%	0%	0%

表5 標識魚の推定体重、推定年齢、標識の種類

市場調査	測定日	全長(mm)	推定体重	推定年齢	標識の種類
姫島	11月11日	250	185.9g	0歳	右胸鰭切除

図3~6に各市場の調査で得られた全長組成のグラフを示す。全長モードは姫島で260mm、別府で260mmと280mmであった。宇佐は全長260mmと180mm個体の漁獲割合が高く、臼杵、津久見、鶴見は430mmの漁獲割合が高い結果となった。

トラフグの資源量を維持・増大させるためには0歳魚{約190g(全長に換算すると約250mm¹⁾}の保護が重要であると考えられている²⁾。各市場の測定魚に占める0歳魚(全長250mm未満)の混入率は宇佐で50.13%、姫島で5.49%、別府で2.44%、臼杵、津久見、鶴見で12.50%となった。

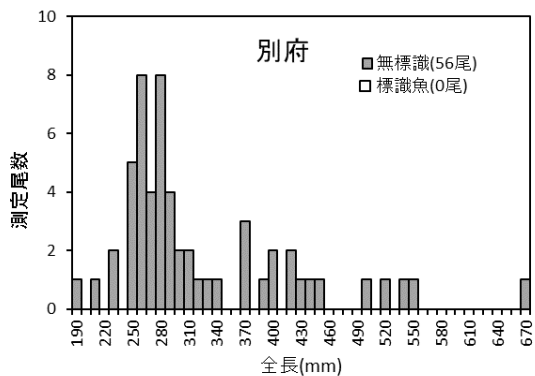


図5 別府における全長組成

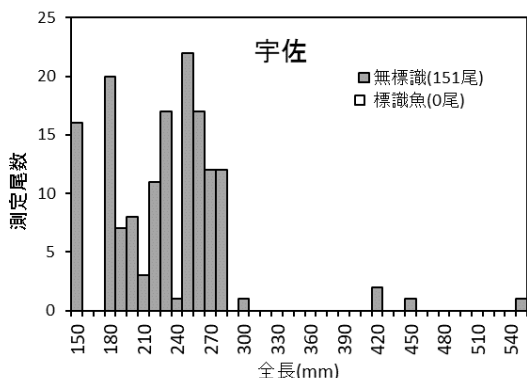


図3 宇佐における全長組成

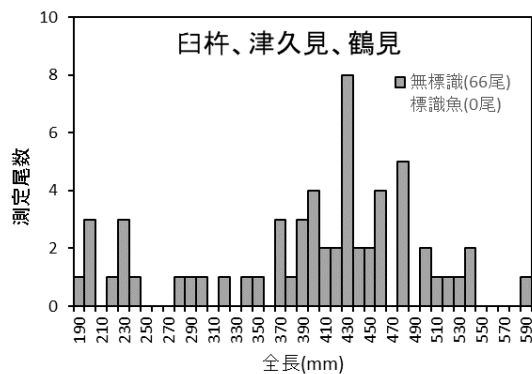


図6 臼杵、津久見、鶴見における全長組成

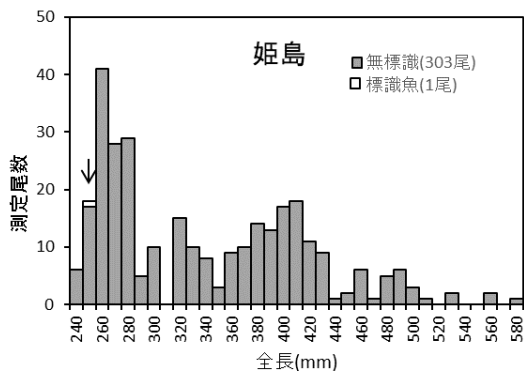


図4 姫島における全長組成 (矢印は標識魚の位置を示す)

今後の課題

市場調査の結果から、宇佐で取り扱われているトラフグは特に0歳魚の割合が高い実態が明らかになった。今後、資源を増大させるためには0歳魚の保護が必要であると考えられる。

文献

- 1) 広島県, 山口県, 福岡県, 大分県, 宮崎県, 高知県 愛媛県. 平成元年度広域資源培養管理推進事業報告書, 大分県(瀬戸内海西ブロック), 大分県. 1990;1-63.
- 2) 平成26(2014)年度トラフグ日本海・東シナ海・瀬戸内海系群の資源評価. 平成26年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁独立行政法人水産総合研究センター, 2015; 1667-1696.

栽培対象魚種の放流効果調査

②マコガレイ

濱田真悠子

事業の目的

本県では、マコガレイの資源増大を図るため、1969年度から人工種苗を放流しており、当チームでは1988年度から放流効果の推定を行っている。

しかし、マコガレイには、長期にわたって放流魚を識別できる外部標識がないことから、放流魚と天然魚を直接識別し、放流効果を推定する定量評価は難しいとされている。

体色異常はマコガレイを含む異体類の特徴的な形態異常である。過去14年間、県下で放流された人工種苗では、1.6～21.4%の割合で体色異常魚が確認されている¹⁾。一方、大阪府は天然海域で発生するマコガレイ当歳魚の体色異常率は有眼側白化個体が0.101%、両面有色個体が0.014%であったと報告しており²⁾、その数値は人工種苗に比べ低い。

よって、マコガレイの体色異常魚は人工種苗由来である可能性が高いと考えられることから、当チームでは、これまで放流効果調査として出荷魚における体色異常魚の混入状況を把握している。

本年度も引き続き、マコガレイ人工種苗の体色異常率を把握するとともに、市場に出荷されたマコガレイにみられる体色異常魚の混入状況を調査した。

事業の方法

人工種苗における体色異常魚の混入状況の把握

人工種苗における体色異常魚の混入状況を把握するため、日出町の間育成施設で中間育成中の種苗(平均全長34～152mm)について2018年5月～2019年3月に有眼側・無眼側における体色異常魚の混入率データを収集した。

漁獲量調査および市場調査

漁獲量調査は、大分県漁協本店から県下11支店の月別漁獲量のデータを収集した。

市場調査は図1で示す3ヵ所で2018年1～12月に月3回以上の頻度で行い、出荷されたマコガレイの全長測定(10mm単位で測定)および体色異常魚の確認を行った。体色異常魚については、全長-体重の関

係式、Age-Length-Key(徳丸, 未公開)により、推定体重、推定年齢を求めた。



図1 市場調査実施位置図

事業の結果

人工種苗における体色異常魚の混入状況の把握

表1に人工種苗における体色異常率の推移を示す。2018年度は994尾を調査し、体色異常率は26.6%であった。

表6 標識魚の推定体重、推定年齢

測定日	市場名	全長(mm)	推定体重	推定年齢	標識
1月15日	別府	210	122	2歳	黒化
3月15日	別府	210	122	2歳	黒化
4月3日	別府	230	160	2歳	黒化

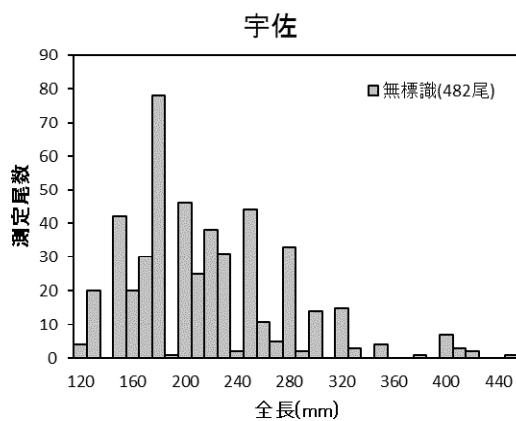


図2 宇佐市場における全長組成

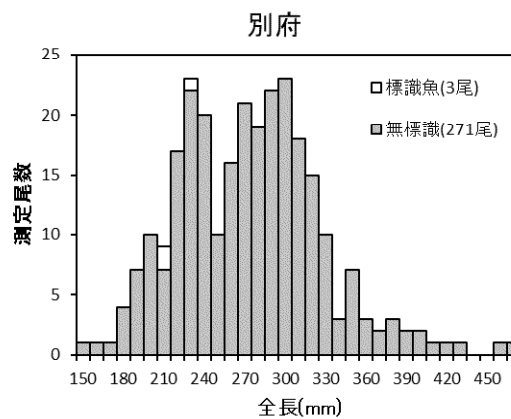


図4 別府市場における全長組成

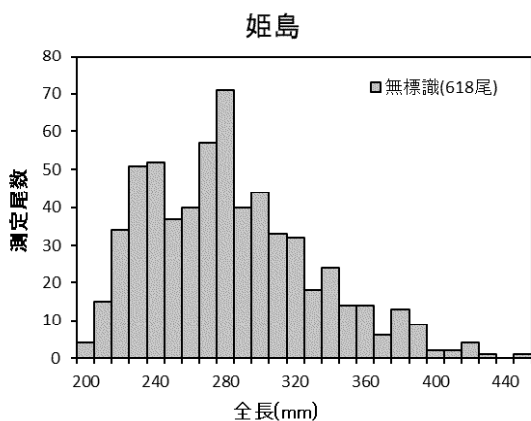


図3 姫島市場における全長組成

参考文献

- 1) 畔地和久. 栽培対象魚種の放流効果調査-2(マコガレイ), 大分県平成26年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告;202-203.
- 2) 有山啓之. 大阪湾奥部で採捕されたマコガレイとイシガレイの色素異常個体について, 大阪府立水産試験場研究報告 第11号;49-52.

栽培対象魚種の放流効果調査

③ キジハタ

濱田真悠子

事業の目的

大分県では、これまでキジハタの種苗放流による資源添加に取り組んでいる。

本年度も、キジハタの種苗放流を行い、その効果を検証するため、公益社団法人大分県漁業公社（以下、漁業公社）の陸上水槽で中間育成後、標識魚を漁港内に放流した。

また、キジハタの放流後の生息状況および漁獲状況を把握するため、放流後の買取り調査、市場調査および漁獲量・金額調査を行った。

事業の方法

中間育成

放流後の生残を高めるため、漁業公社の陸上水槽でキジハタ種苗の中間育成を行った。

中間育成には国立研究開発法人 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所伯方島庁舎より譲り受けた稚魚10,000尾を使用した。中間育成期間中は定期的に水温測定（午前10時）を行った。

標識放流

放流種苗には左腹鰭抜去標識を施した。本年度は図1に示す大海港内にて放流を行った。キジハタは定着性が強く、同じ海域で放流を続けることは、新規放流個体が大型個体に捕食される等の可能性があるため、今年度は周辺にテトラポット等人工物の隠場の多い大海港内で放流を行った。

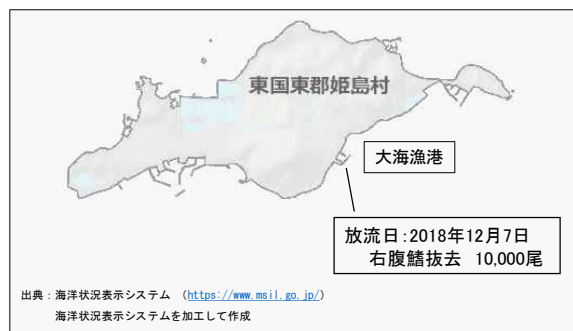


図1 2018年の放流海域

漁獲量調査および市場調査

姫島およびその周辺海域におけるキジハタの漁獲状況を把握するため、漁獲量調査および市場調査を行った。

市場調査は大分県漁協姫島支店で2018年1月から12月にかけて月3回以上の頻度で行い、キジハタの全長測定および標識魚の確認を行った。

事業の結果および考察

中間育成

中間育成は2018年10月31日から12月6日まで行った。図2に飼育水温の推移を示す。育成期間の平均水温は18.5℃、最高水温は20.2℃、最低水温は17.0℃であった。受入時、平均全長87.7mmの種苗が37日間の中間育成により、平均全長93.7mmまで成長した。なお、中間育成時におけるキジハタ種苗の死亡はほとんどなかった。

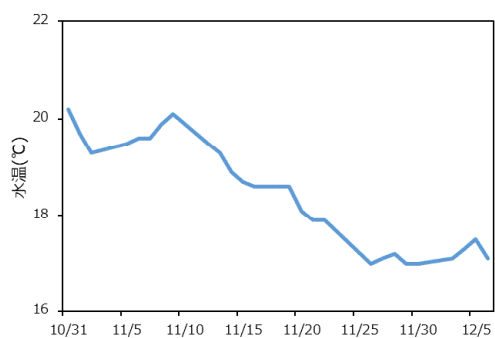


図2 飼育水温の推移

標識放流

12月7日、腹鰭抜去した種苗約10,000尾の標識放流を行った。

漁獲量調査および市場調査

図3に1994～2018年の大分県漁協姫島支店におけるキジハタの漁獲量の推移を示す。2018年の漁獲量は1.55tであった。

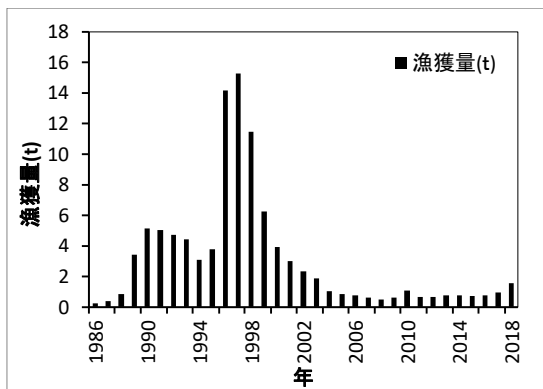


図3 姫島支店におけるキジハタ漁獲量の推移

図4に2018年に測定したキジハタの全長組成と標識魚の混入率を示す。全長のモードは280mmであり、混入率は1.7%であった。

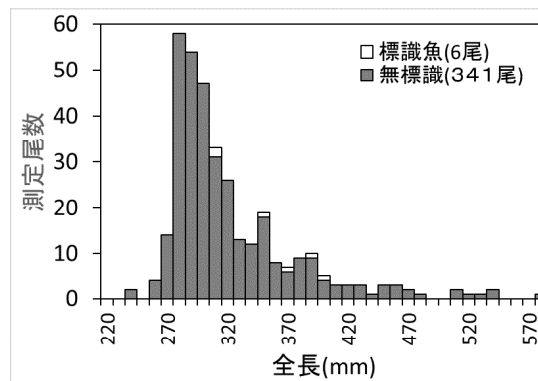


図4 2018 姫島の標識魚・無標識魚別全長組成

今後の課題

より効果的な放流方法を検討し、より多くの放流種苗を漁獲につなげるためには標識魚のモニタリングを継続し、放流方法を改善することが重要である。

栽培対象魚種の放流効果調査

④オニオコゼ

濱田真悠子

事業の目的

2011年度から国立研究開発法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所との共同研究により、東国東郡姫島村でオニオコゼの種苗放流効果調査を開始した。

本年度は、オニオコゼの種苗放流を行い、その効果を検証するために、公益社団法人 大分県漁業公社（以下、漁業公社）の陸上水槽で中間育成後、標識魚を姫島地先に放流した。また、オニオコゼの放流後の生息状況および漁獲状況を把握するために、放流後の調査、漁獲量・金額調査および市場調査を行った。

事業の方法

標識放流

2018年8月31日に瀬戸内海区水産研究所伯方島庁舎より当歳魚のオニオコゼ約20,000尾が提供された。このオニオコゼを漁業公社で中間育成した後、姫島地先で放流を行った。

漁獲物調査

大分県漁協姫島支店荷捌き所に水揚げされたオニオコゼについて2018年6月から2019年3月にかけて購入し、全長、体長、体重、生殖腺重量の測定および耳石の摘出を行った。

漁獲量・金額調査および市場調査

漁獲量と金額について大分県漁協姫島支店への聴き取りを行った。市場調査は同支店で2018年1月から12月にかけて月3回以上の頻度で行い、オニオコゼの全長測定および標識魚の確認を行った。全長の測定は10mm単位で行った。確認された標識魚の割合から混入率を求めた。

事業の結果

標識放流

図1に放流魚の放流場所を示す。

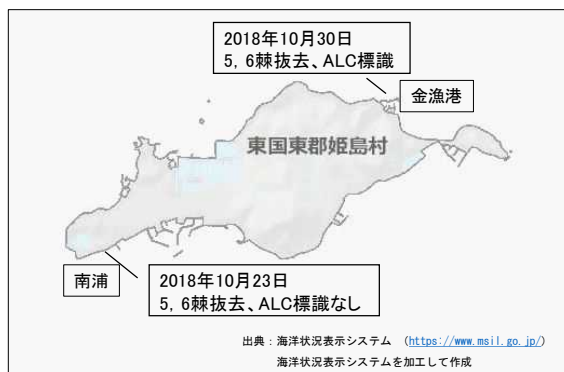


図1 放流場所

中間育成されたオニオコゼ20,000尾のうち、10,000尾に背鰭5,6棘抜去を施し10月23日に南浦にて船上放流を行った(放流サイズ：平均全長 69.08 mm)。また、残りの10,000尾に背鰭5,6棘抜去、およびALC染色を施し10月30日に金漁港内にて船上放流を行った(放流サイズ：平均全長 69.02 mm)。

漁獲物調査

月ごとの購入尾数を表2に示す。合計26尾、7.92kg購入した。

表2 オニオコゼの購入尾数、購入重量

購入月	尾数(尾)	キロ数(kg)
2018年6月	2	0.78
2018年8月	5	1.64
2019年1月	8	2.62
2019年3月	11	2.88
計	26	7.92

漁獲量・金額調査および市場調査

1994～2018年の大分県漁協姫島支店におけるオニオコゼの漁獲量・金額の推移を図2に示す。2018年の漁獲量は1.92t、漁獲金額は3,280千円であった。

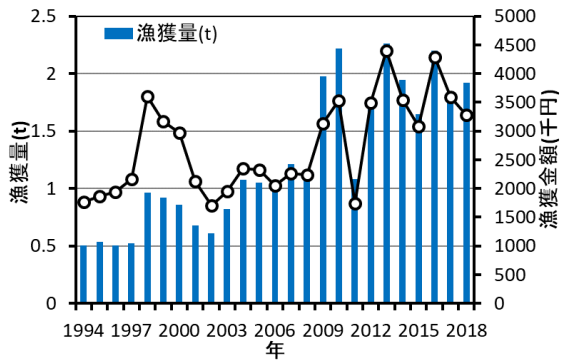


図2 姫島支店におけるオニオコゼの漁獲量

2018年に市場調査で測定したオニオコゼの全長組成を図3に示す。

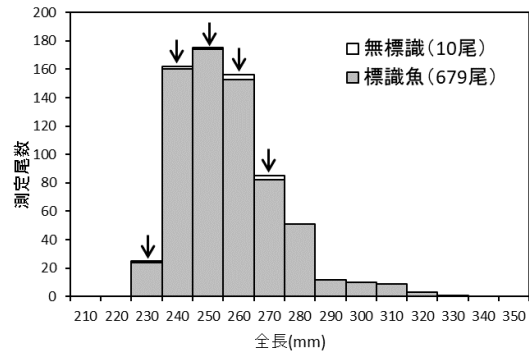


図3 姫島における全長組成
(矢印は放流魚の位置を示す)

姫島のオニオコゼは全長250mmにモードが見られ、測定した679尾のうち、標識魚10尾が確認され、混入率は1.45%となった。

ノリ網を活用したガザミの新たな放流方法の検討

濱田真悠子

事業の目的

大分県では1975年頃からガザミの放流を行ってきたが、効果的な放流方法は明らかにされておらず、知見が乏しい。

放流直後のガザミ(C2~3サイズ)は魚類による食害を受けることが報告されており¹⁾、放流初期の減耗要因の1つと考えられている。

中間育成において、ノリ網やキンランはシェルター(避難場所)として機能し共食いを軽減させ、ガザミの生存率を高めることが知られている²⁾。この知見から、放流現場においてノリ網やキンランをガザミのシェルターとして活用できると考えられる。浅海チームでは2016年に屋外水槽にてノリ網をシェルターとして利用した放流をシミュレーションし、ノリ網が稚ガザミの生息密度を高めることを明らかにした³⁾。そこで本年度は、昨年度に引き続き天然海域の放流現場におけるノリ網のシェルター効果について検討した。

事業の方法

天然海域におけるノリ網の設置と種苗放流

図1に調査海域を示す。豊後高田市の真玉、及び見目の干潟に試験区と対照区を設けた。試験区はタイドプールにノリ網を束ねて設置した。試験区及び対象区の面積は1.80m²とし、対照区にはノリ網を設置しなかった(図2,3)。

ノリ網のシェルター効果を検証するためにC2-3サイズ(全甲幅5~10 mm)のガザミを2018年8月17日に放流した。試験区と対照区に各6,750尾を放流した。

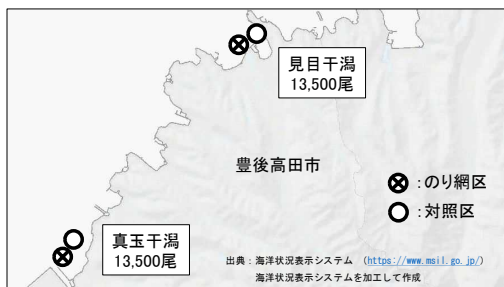


図1 調査海域

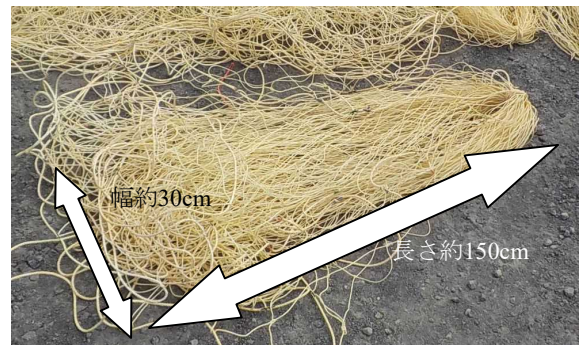


図2 束ねた1枚のノリ網



図3 試験区におけるノリ網の設置状況

個体密度調査

調査は2018年8月17日~8月21日にかけて、放流から12時間、24時間、36時間、72時間、84時間経過後にそれぞれ行った。試験区は、20cm×20cm枠内の網に付着した個体と網の下に潜砂した個体を表層泥ごとすくい計数し、この合算値を試験区の個体密度とした。このサンプリングを試験区毎にそれぞれ4回行った。一方、対照区は潜砂した個体についてのみ20cm×20cm枠内を4回、表層泥ごとすくい計数した。計数した後のガザミは元の場所へ戻した。

事業の結果

個体密度調査

図4に付着個体と潜砂個体を合算した密度変化を示す。放流から12時間経過後では見目干潟のノリ

網区でガザミ個体密度10.0尾/m²と高い値を示した。放流24時間経過以降の見目干潟においてノリ網区：0~2.22尾/m²、対象区：0~2.22尾/m²、真玉干潟においてノリ網区：0~0.56尾/m²、対象区：0~1.67尾/m²で推移した。

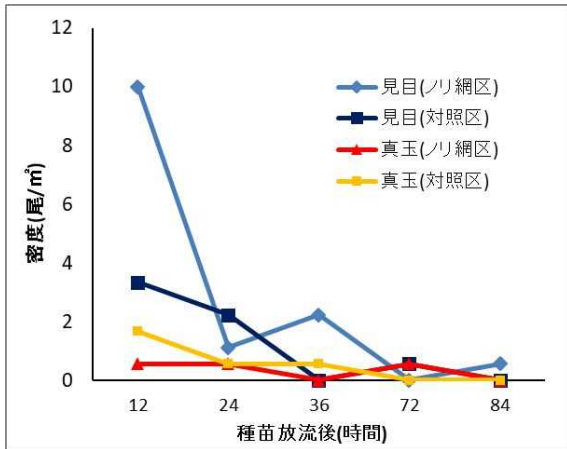


図3 試験区（付着+潜砂個体）の密度変化

文献

- 1) 社団法人 全国豊かな海づくり推進協会. 平成20年度栽培漁業技術実証試験結果報告書 2009; 34-37.
- 1) 有山啓之. 大阪湾におけるガザミの生態と資源培養に関する研究. 大阪府立水産試験場研究報告2000; 12: 1-90
- 3) 山本宗一郎. ノリ網を活用したガザミの新たな放流方法の検討. 平成29年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2018

マコガレイ広域漁場整備実証調査

濱田真悠子

事業の目的

本事業では、複数の都道府県をまたがる海域を生活史とするマコガレイについて、それぞれの成長段階における生息場所、移動分散経路等の生活史を調査し、その結果に基づき生活史の循環を阻害する要因の解明、その要因の影響を除去、緩和するための水産環境整備手法を検討の上、その検討結果を踏まえた「水産環境整備マスタープラン」を策定することにより、効率的かつ効果的な水産環境整備を推進する。

浅海チームでは仔稚魚の生息環境、産卵場の環境特性の解明を目的として各種調査を行った。本事業の結果は平成 30 年度水産庁水産基盤整備調査委託事業「広域漁場整備実証調査」報告書にとりまとめた。ここでは要約を記す。

事業の方法

稚魚分布調査

2018 年 4 月 9 日～6 月 19 日にかけて別府湾以北の宇佐市、豊後高田市、杵築市、大分市の各海域においてソリネット（口幅 1.3 m 目合 8 mm）による試験操業を行った。調査には船外機または小型底曳網漁船を使用し、2 ノットで 2～5 分操業、曳網距離から曳網面積を算出した。採集したマコガレイ稚魚は、全長、体長、体重を測定した。また、上記の調査時にマコガレイ稚魚生息地の底泥環境を把握するため、各地点で採泥器（軽量簡易グラブ採泥器、東京久栄社製）を用いて底泥サンプルを採取し、表層泥 0～2 cm 層の粒度組成（中央粒径値）、強熱減量（%）（550℃、6 時間）の分析を行った。

産卵場調査

稚魚調査の結果、稚魚の生息密度の高かった宇佐地先と杵築地先において、産卵場の有無を確認することを目的にマコガレイ成魚の買取りと加工金魚ネット曳きによるマコガレイ卵の発見を試みた。

- ・成魚の買取り

2018 年 5 月 2 日～2019 年 1 月 25 日の間、県漁

協香々地支店及び杵築支店所属の定置網漁業者から産卵親魚を買い取り、全長、体長、体重、生殖腺重量を測定し GSI（生殖腺重量×100/体重）を算出した。

- ・加工金魚ネット曳き

2018 年 12 月 26 日に宇佐地先、2018 年 1 月 11 日に杵築地先において、それぞれ 10 定点を設け、千葉県考案の金魚ネットを改良したもの（間口 30cm×20cm、網の長さ 150cm、目開き 335μm）を使用し、各定点約 20m の曳網を行った。サンプル採集後は港にて 10%ホルマリン及びローズベンガルで固定・染色を行い、実験室に持ち帰りマコガレイ卵の有無を確認した。また、エクマンバジ探泥器を用いて各定点の底泥を採取し、粒度組成と強熱減量（550℃、6 時間）の分析を行った。卵の同定は反田・長井（2007）¹⁾の方法に従い①無脂球形卵である、②卵膜の外側は粘着層に覆われている、③卵径が 0.7mm 前後である、によった。

浮遊仔魚分布調査

マコガレイ仔魚の出現状況を把握することを目的に 2018 年 1～2 月に別府湾以北の 10 定点にて仔魚ネットを用いた試験操業を行い、試料は 5%ホルマリンで固定後、持ち帰り同定を行った。また試験操業時には水深、表層水温等を測定した。

標識放流

2017 年 11 月 21 日に日出町中間育成施設で飼育された稚魚 890 尾にスパゲティタグを装着し、日出町地先で標識放流を行った。

事業の結果

稚魚分布調査

マコガレイ稚魚は全 4 地区で確認された。稚魚の採捕尾数は、4 月に 201 尾、5 月に 191 尾、6 月に 46 尾であった。マコガレイ稚魚の平均密度の時系列変化をみると、すべての地区で 4 月が最も高く、6 月にかけて減少した。稚魚が確認された定点の環境は、水深 3.8～13.9 m、中央粒径 13.7～1063.0 μm、強熱減量 1.19～9.64% の範囲にあり、特定の環境

に稚魚が生息する傾向はみられなかった。

産卵場調査

・成魚の買取り

GSI20以上の雌個体の出現状況を見ると、香々地支店購入分では12月中旬、杵築支店購入分では12月下旬から1月下旬であった。また既文献から、当該海域の産卵期は12月中旬～1月下旬であると考えられており²⁾、大分県北部海域では12月中旬頃から、別府湾では12月下旬頃から産卵が行われていることが推察された。

・加工金魚ネット曳き

宇佐地先と杵築地先の、各1定点でマコガレイ卵それぞれ1個が確認された。卵が確認された定点における底質は宇佐地先が中央粒径391 μm 、シルト含有率90.7%、強熱減量2.25%、杵築地先が中央粒径86.7 μm 、シルト含有率42.2%、強熱減量2.9%であった。

浮遊仔魚分布調査

1月20日に豊前海沖の1定点において、仔魚10尾を採捕した。10定点の水深は15.3m～83.4m、表層水温は7.0 $^{\circ}\text{C}$ ～14.6 $^{\circ}\text{C}$ 、塩分は33.1～34.3psuであり、仔魚が確認された定点の水深は15.3m、水温は8.9 $^{\circ}\text{C}$ 、塩分は33.1psuであった。表層水温は国東半島沿岸で低く、別府湾で高い傾向にあった。

標識放流

採捕報告はなかった。

参考文献

- 1) 反田 實・長井隆一. 播磨灘北部海域におけるマコガレイの産卵場. 水産海洋研究 2007; 71, 29-37.
- 2) 大分県浅海漁業試験場. 魚類放流開発調査事業(昭和46～47年). 昭和46・47年度大分県浅海漁業試験場事業報告 1974, 37-59.

資源・漁獲情報ネットワーク構築委託事業 (水研委託)

白樫 真・濱田真悠子・木村聡一郎

事業の目的

漁業資源を科学的根拠に基づいて評価し、適切に管理していくために、効率的に操業・水揚げデータ等を収集・活用して資源評価の高度化を図る体制を構築する。

周防灘の主要な漁業である小型機船底曳き網漁業における重要魚種であるカレイ類、クルマエビ、ガザミについて、環境DNA解析といった新たな技術や生態学的知見を得るための生物測定、データロガーによる新たなCPUE手法の検討などを行った。

事業の方法

1 データロガーによるCPUEおよび環境情報収集

標本船による漁獲物情報と漁場環境情報の同時収集システムの開発に向け、国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所（以下、瀬戸内水研）との共同研究により、2018年9月2日から2019年2月19日の間、大分県漁協宇佐支店及び杵築支店所属の小型機船底曳き網漁船各1隻にインタラクティブ型データロガー(水温・水深計)とGPSロガーを装着し、環境及び操業データを収集した。併せて1曳網あたりのCPUE算出を試みるため標本船日誌の記帳を依頼した。

また、データロガー装着期間中の2018年10月25日(宇佐沖)、11月27日(杵築沖)、2月18日(宇佐沖)に試験操業を実施し、主要3魚種(カレイ類、クルマエビ、ハマ)について漁獲物情報を整理した。

2 環境DNA分析

環境水中のDNAの多寡と漁獲物を把握するため、8～12月は図1に示した浅海定線調査定点のSt. 16にて表層および底層(海底から-1m)から1L採水し、実験室に持ち帰り、直ちにステリベクス(メルク株式会社)を用いてろ過をした。また、使用した採水器を次亜塩素酸ナトリウム水溶液で消毒した後、精製水で共洗いしたものをブランクとした。分析は瀬戸内水研が実施した。併せて漁獲情報を収果するため、調査点近隣の宇佐支店所属定置網漁業者に標本船日

誌の記帳をを依頼した。

2月に小型機船底曳き網による試験操業を宇佐沖及び杵築沖で各2回行い、曳網前に曳網ラインの始点及び終点付近の表層及び底層を採水し、同様に過処理をした。

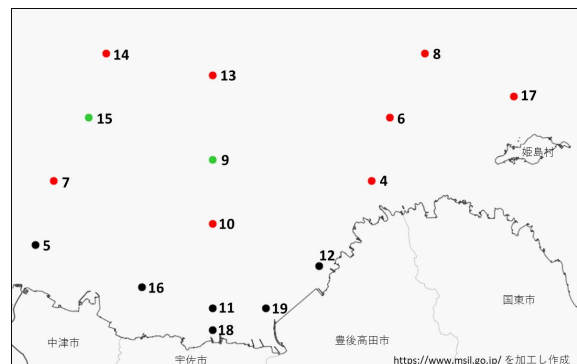


図1 浅海定線調査定点位置図

3 生物測定

1) カレイ類(マコガレイ)

2018年5月2日～2019年1月25日の間、杵築支店所属の定置網漁業者から産卵親魚を買い取り、全長、体長、体重、生殖腺重量を測定し成熟度を求めた。

2) クルマエビ

2018年4月3日～2019年3月27日の間、宇佐支店及び杵築支店所属の小型機船底曳き網漁船で採捕されたクルマエビ936個体(雄549尾、雌387尾、不明3尾)について、雌雄別の体長、体重、頭胸甲長を測定するとともに、雌の交尾栓保有状況を確認した。

3) ガザミ

豊後高田市にある高田魚市場で毎月2回、ガザミの性別、甲幅を測定した。

今年度、公益社団法人 大分県漁業公社で生産し、周防灘海域で放流したガザミについて、親ガザミおよび香々地沖で漁獲された概ね当歳サイズのガザミについて、一般社団法人家畜改良事業団家畜改良技術研究所にてマイクロサテライトDNAによる親子鑑定を行った。

ガザミの幼生出現を把握するため、産卵期を含む4~9月に毎月1回、図1に示したSt.5,6,9,11,12,15,16の7点で、丸特B型ネットを用いて海底からの鉛直曳を1定点あたり1回行って採集した。採集したサンプルはホルマリンで固定し、株式会社水士舎にてガザミ類幼生を分類・計数した。また、類似種であるタイワンガザミについて、公益財団法人くまもと里海づくり協会からZ1~C1の各ステージのサンプルを入手し、大分県漁業公社生産のガザミの各ステージと形態的比較を行った。外部形態による判断の精度を検証するため、ホルマリン固定後エタノールに置換したのち、外部形態からガザミ類幼生とした個体について、瀬戸内水研にてDNAによる種判別も実施した。

事業の結果

1 データロガーによるCPUEおよび環境情報収集

インタラクティブ型データロガー(水温・水深計)とGPSロガーの収集情報については、瀬戸内水研にて解析中である。また、データロガー装着期間中に実施した試験操業における主要3魚種の漁獲状況を表1に示す。

		カレイ類		クルマエビ		ハモ	
		個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)
10月25日(宇佐沖)	1曳網目	-	-	3	90	8	2,974
	2曳網目	1	301	-	-	2	1,105
10月25日(杵築沖)	1曳網目	-	-	5	191	-	-
	2曳網目	-	-	-	-	-	-
10月25日(宇佐沖)	1曳網目	-	-	-	-	-	-
	2曳網目	-	-	-	-	2	258

表1 試験操業における主要魚種漁獲状況

2 環境DNA分析

環境DNAを採水した調査点における水深、水温について、表2に示す。

なお、環境DNA分析については、瀬戸内水研で実施中である。

表2 環境DNA採水定点の水温と水深

調査手法	調査日	調査点	水深(m)	水温(°C)	
				表層	底層
浅海定線調査	2018/8/2	St.16	10.9	26.5	23.1
	2018/9/3		9.2	28.6	27.1
	2018/10/4		10	22.6	23.7
	2018/11/1		9.6	18.9	18.9
	2018/12/3		9.8	16.8	16.6
底曳き網漁船試験操業	2019/2/18	宇佐1回目 始点	19.5	9.8	9.4
		宇佐1回目 終点	20.55	9.4	9.6
		宇佐2回目 始点	18.75	9.8	9.5
		宇佐2回目 終点	18.75	9.8	9.6
試験操業	2019/2/26	杵築1回目 始点	60.8	10.8	11.4
		杵築1回目 終点	62.8	10.9	11.6
		杵築2回目 始点	60	11.1	11.7
		杵築2回目 終点	63.3	11.3	11.7

3 生物測定

1) カレイ類 (マコガレイ)

マコガレイの成熟区別の個体数を図2に示した。なお、成熟区分は反田ら(2008)¹⁾に従った。

成熟度3の個体の出現状況をみると、雄では12月上旬から増加し、雌では1月上旬から増加した。当該海域の産卵期は12月中旬~1月下旬であるとされており²⁾、別府湾では12月下旬頃から産卵が開始されていると推察される。

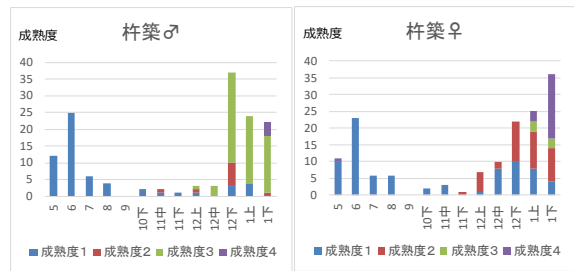


図2 マコガレイの月別成熟度別個体数

2) クルマエビ

各海域における雌雄別の全長組成及び雌の交尾栓保有状況を図3に示す。標本数は宇佐で333個体(雄:154,雌:176,未成熟:3)、杵築で595個体(雄:389,雌:206)であり、宇佐では雌で全長140~145mmにモードがあり、雄では全長115~140mmの個体の出現が多かった。杵築では雌で全長145~150mmと175~180mmに2つのピークがみられ、雄では全長125~140mmの出現が多かった。また、交尾栓保有状況は、両海域において全長135mm以上の個体から保有率が高くなる傾向がみられた。

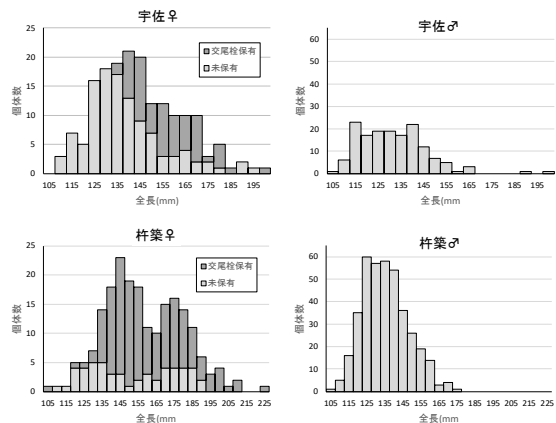


図3 クルマエビの海域別雌雄別全長組成と交尾栓保有状況

3) ガザミ

市場調査の結果を図4に示す。7~11月までは水揚げが確認できたが、冬季にはほとんど水揚げがなかった。甲幅16~18cmの出現個体については、雄では夏季に多かったのに対し、雌では秋季に多かった。

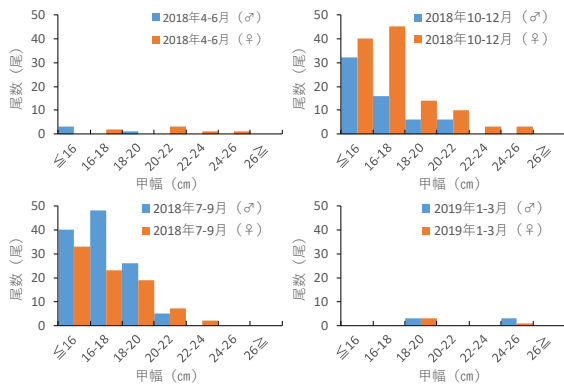


図4 高田魚市場のガザミ雌雄別甲幅組成

香々地沖で漁獲された当歳魚と推定される、甲幅9.8~16cmのガザミ187尾と種苗生産に使用した雌親2尾について、DNA親子鑑定を実施した結果、親子関係が確定された個体はなかった。今後は、サンプル数の増加やサンプルサイズについて検討が必要である。

計42サンプルについて、ガザミ類の幼生査定を実施した。ガザミ類幼生の出現は沿岸では4月から、沖合では6月から確認され、9月に最も多かった。しかしながら、ガザミとタイワンガザミでは幼生時の形態的差異がないこと、8月にサンプリングし、外部形態からガザミ類と判別した11尾のDNAによる種判別では、解析不能だった3尾を除く、4尾がインガニ、4尾がDNAデータベースに登録されていない種の可能性が高いことが明らかとなった。このことから、ガザミ幼生の外部形態による査定を行うためには、精度向上にむけた知見の収集が必要である。

- 1) 大分県浅海漁業試験場, 魚類放流開発調査事業(昭和46~47年). 昭和46・47年度大分県浅海漁業試験場事業報告1974, 37-59.
- 2) 反田 實, 中村行延, 岡本繁好. 播磨灘・大阪湾産マコガレイの成熟と産卵期およびそれら繁殖特性の調査年代間における比較. 水産海洋研究2008 ; 72(4) : 273-281.

豊前海におけるアサリ資源回復に関する調査研究－1

アサリ資源回復計画推進事業（ナルトビエイ生態調査）

（国庫補助）

白樫 真・木村聡一郎

事業の目的

1986年以降、大分県のアサリ漁獲量は減少の一途を辿っており、その1つの原因としてナルトビエイによる食害が挙げられている¹⁾。大分県周防灘海域（大分県漁協宇佐支店、中津支店）ではアサリ等の二枚貝を保護するため、2007年以降ナルトビエイの駆除が行われている。また、周防灘海域に來遊するナルトビエイについては春から秋にかけて周防灘海域から別府湾海域に來遊することが確認されているが、冬季の生息場所等不明な点も多い。

そこで本研究では、これまで継続実施されているナルトビエイ駆除の実績からその効果を検証する。さらに、ナルトビエイの標識放流を行い、周防灘海域（山口県、福岡県、大分県）からの移出および冬季の生息場所を明らかにすることにより効率的な駆除方法について提案することを目的とする。

事業の方法

1 駆除事業における調査

1) 生物測定

2018年5月14日～8月31日の間、県漁協が周防灘で駆除したナルトビエイの体盤幅(DW)、性別、日別の駆除尾数、駆除重量、出漁隻数等により、出現傾向等を調査した(図1)。

2) 食性調査

周防灘（宇佐・中津）で駆除したナルトビエイ15尾の胃内容物について、目視観察およびDNA分析を（株）日本海洋生物研究所に委託した(図1)。

2 標識放流調査

1) 調査海域

周防灘において、ナルトビエイの標識放流を実施した(図1)。

2) 調査方法

刺網（周防灘）により採捕されたナルトビエイに船上で標識を装着し放流した。標識は一連番号を印刷したアトキンス型タグを用いた。

3 標本船日誌調査

県漁協宇佐支店および香々地支店所属の定置網漁業者2名に、4～3月に標本船日誌の記帳を依頼し、入網状況を調査した。



図1 調査海域

表1 ナルトビエイ駆除実績

駆除年	延べ日数	延べ隻数	駆除量(t)	駆除尾数	駆除尾数(千尾)	平均体重(kg)	CPUE(kg/隻・日)
2007	46	231	95.9	11,602	11.6	8.3	41.5
2008	32	357	105.4	9,952	10.0	10.6	29.5
2009	50	89	21.1	2,618	2.6	8.1	23.7
2010	65	154	22.7	2,591	2.6	8.8	14.7
2011	60	151	35.1	3,872	3.9	9.1	23.2
2012	59	136	35.5	4,048	4.0	8.8	26.1
2013	76	252	45.4	7,275	7.3	6.2	18.0
2014	55	127	37.2	4,895	4.9	7.6	29.3
2015	64	109	18.5	2,878	2.9	6.4	17.0
2016	77	111	12.8	1,785	1.8	7.2	11.5
2017	63	86	18.6	1,834	1.8	10.1	21.6
2018	69	126	8.7	1,467	1.5	5.9	6.9

事業の結果及び考察

1 駆除事業における調査

1) 生物測定

2007年から2018年までの12カ年の県周防灘海域でのナルトビエイ駆除実績を表1に示した。本年度の駆除重量および駆除尾数は、それぞれ8.7トン、1,467尾であり、前年に比べて駆除量は大きく減少した。

雌雄別の体盤幅組成を図2に示す。本年度は雌で

は体盤幅450-600mmの個体割合が多かった。産仔可能な体盤幅1,000mmを超える雌個体の割合は全体の約5%と、今年度は特に大型個体の割合が少ない傾向であった。

2) 食性調査

胃内容物の出現割合について、本年度の結果を図3に示す。無作為に抽出した15尾（宇佐沖10尾、中津沖5尾）のうち、空胃2尾を除いた13尾の胃内容物の出現割合は、目視観察からアサリが57%と最も多く、次いでトリガイであった。スタレガイ属については目視観察に加えてDNA分析でも同定することができた。

今後調査を継続して目視観察とDNAによる同定結果を照合することで、種同定の精度向上が期待できる。

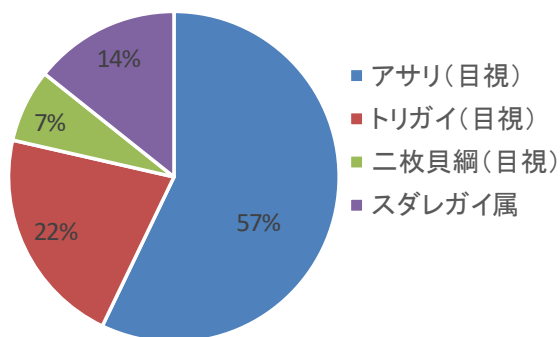


図3 2018年の胃内容物調査結果

ナルトビエイの駆除事業は10年以上が経過し、これまでに周防灘へのナルトビエイ大量出現の抑制とそれに伴う有用二枚貝等の食害防止に一定の効果をあげているものと思われる。将来にわたってナルトビエイの大量出現を抑制するためには、ナルトビエイの資源量を把握した上で駆除を継続することが重要と考えられる。

2 標識放流調査

これまでの調査結果から、周防灘に出現したナルトビエイは、5～9月には福岡県苅田沖から周防灘東端の大分県姫島沖まで回遊し、9～12月の海水温の低下とともに別府湾海域を經由して越冬場所へ移動

すると考えられている。また、2014年3月に豊後水道域で周防灘放流個体の再捕（移出）、2014年7月、8月および2015年6月に周防灘で豊後水道放流個体の再捕（移入）があったことから、周防灘－豊後水道間での交流が確認され、豊後水道が越冬場所と推定されている²⁾。

本年度は、2018年7月6日～8月31日に周防灘（宇佐市沖）で32尾の標識放流を行った。今年度は標識個体の再捕はなかった。

3 標本船日誌調査

5月下旬に宇佐地区の定置網に2尾合計12kgの入網が確認された。香々地地区での入網は確認されなかった。継続的な出現動向を把握することで、季節的な移動やCPUE算出による資源量推定の基礎データになると考えられる。

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)福田祐一、並松良美. アサリ資源回復計画推進事業(3)ナルトビエイ生態調査. 平成19年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2009; 209-212.

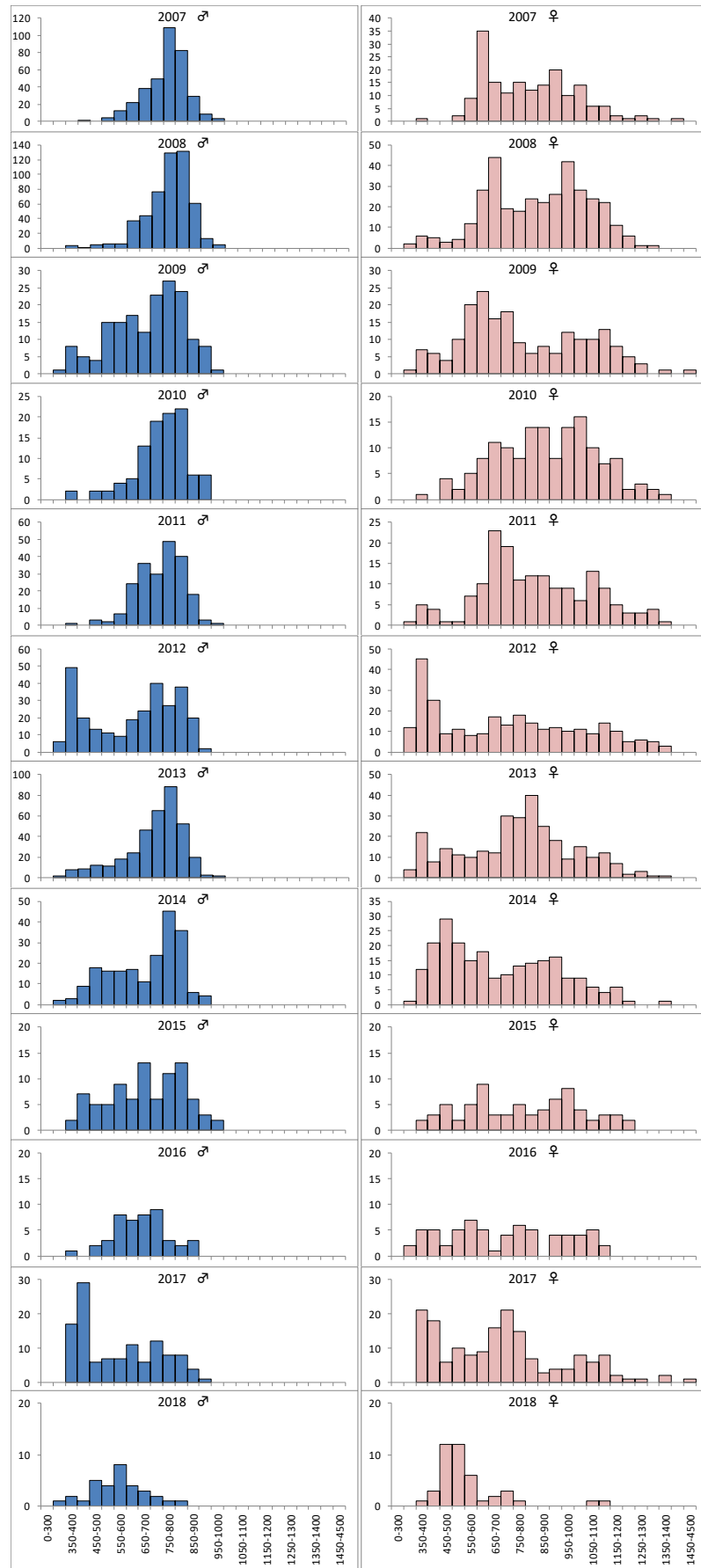


図2 駆除されたナルトビエイの体盤幅組成（2007～2018年）
 左図：雄、右図：雌

資源・環境に関するデータの収集・情報の提供－3

浅海定線調査等（周防灘）

（一部国庫委託）

白樫真・岩野英樹・濱田真悠子

事業の目的

周防灘南部海域の環境変動を把握し、予報に努めるとともに、漁業資源の予測に役立てることを目的として定線調査を行った。

事業の方法

図 1 に示す周防灘南部海域に設けた 16 定点において、毎月（月上旬）1 回、漁船「武丸」と調査船「豊洋」で海洋観測を行った。調査は Stn.5、11、12、16、18、19 を「武丸」で、Stn.4、6、7、8、9、10、13、14、15、17 を「豊洋」で実施した。表 1 に調査実施日を示した。

調査項目は、気象が天候、気温、風向・風力（ただし、豊洋では風速）、雲量であり、海象が波浪・うねり、水色、透明度、水温、塩分である。また、特殊項目として栄養塩（DIN、PO₄-P）、溶存酸素量（DO）、COD、クロロフィル a 量を分析した。

分析は、溶存酸素量がウィンクラー・窒化ナトリウム変法¹⁾、COD がアルカリ性過マンガン酸カリウム・ヨウ素滴定法²⁾により行った。クロロフィル a は Jeffrey & Humphrey の式³⁾を用いて求めた。栄養塩の分析はオートアナライザーによった。

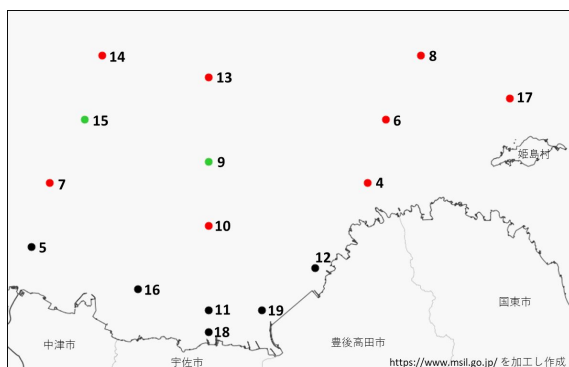


図1 浅海定線調査定点図

旬別の平均気温、降水量および日照時間は、大分地方気象台の地域気象観測（豊後高田市）のデータを用いた。

なお、海象、特殊項目の平年値は 1988～2017 年

度の平均値を用い、平年偏差を表 2 に示した基準に基づいて評価した。

また、参考資料として、巻末の資料編に本年度の観測結果を収録した。

表1 2018年度調査実施日

	武丸		豊洋	
第 1 回	2018年	4月3日	2018年	4月5日
第 2 回		5月7日		5月8日
第 3 回		6月4日		6月6日
第 4 回		7月5日		7月5日
第 5 回		8月2日		8月8日
第 6 回		9月3日		9月11日
第 7 回		10月4日		欠測
第 8 回		11月1日		11月6日
第 9 回		12月3日		12月4日
第 10 回	2019年	1月7日	2019年	1月9日
第 11 回		2月5日		2月5日
第 12 回		3月5日		3月5日

表2 平年偏差の評価基準

階級	平年偏差の範囲
「平年並み」	$\delta < 0.6\sigma$
「やや〇〇」	$0.6\sigma \leq \delta < 1.3\sigma$
「〇〇」	$1.3\sigma \leq \delta < 2.0\sigma$
「かなり〇〇」	$2.0\sigma \leq \delta$

δ は平年偏差の大きさを表し、「〇〇」には「高め」、「低め」が入る。

事業の結果

1. 気象

旬別平均気温を図 2 に示した。9～11 月が概ね「平年並み」であったのを除き、高め基調で推移した。特に 8 月下旬は過去 30 年で最高を記録した。

旬別降水量を図 3 に示した。7 月上旬と 3 月上旬に「かなり多め」の他は、年間を通じて「やや少なめ」～「多め」で推移した。特に 3 月上旬は低気圧や前線、気圧の谷や寒気の影響を受け雨の日が多く、過去 30 年で最高を記録した。

旬別日照時間を図 4 に示した。8 月までは「平年並み」～「かなり多め」で推移し、特に 7 月中旬は過去 30 年で最高を記録した。9 月以降は「少なめ」

～「多め」で推移した。

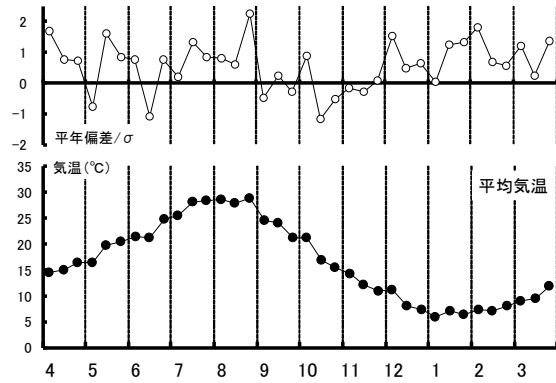


図2 豊後高田市における2018年度旬別平均気温
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

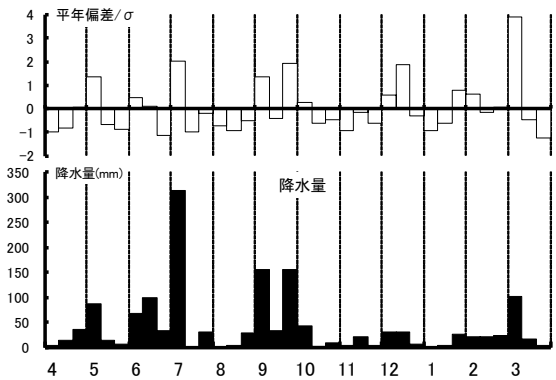


図3 豊後高田市における2018年度旬別降水量
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

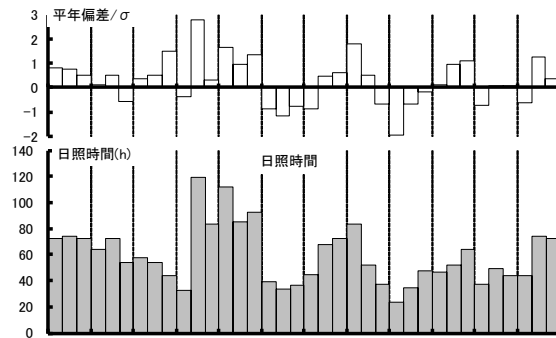


図4 豊後高田市における2018年度旬別日照時間
(大分地方気象台地域気象観測(豊後高田市))

2. 海 象

水温の推移と標準化した年平均偏差を図5に示した。表層は4月の「高め」を除き、11月までは「平常並み」～「やや低め」、12月以降は高め基調で推移した。底層は6月の「高め」を除き、11月までは「やや低め」～「やや高め」、12月以降は高め基調で推移した。

塩分の推移と標準化した年平均偏差を図6に示した。10月の表層「かなり低め」を除き、表層、底

層ともに「やや低め」～「平常並み」で推移した。

透明度の推移と標準化した年平均偏差を図7に示した。10月の「かなり低め」を除き、「平常並み」～「高め」で推移した。

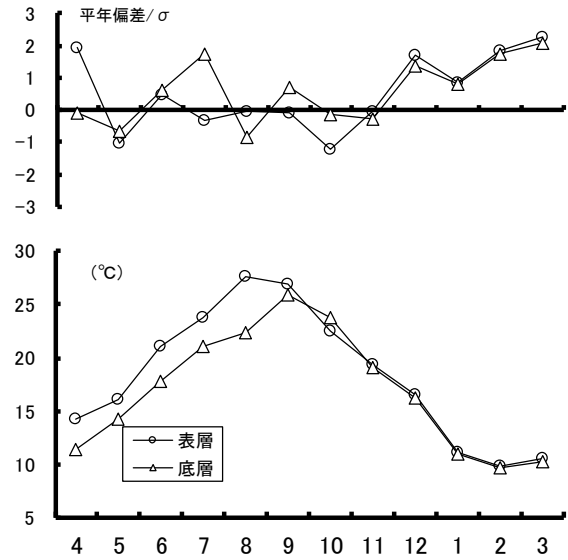


図5 水温の推移と標準化した年平均偏差

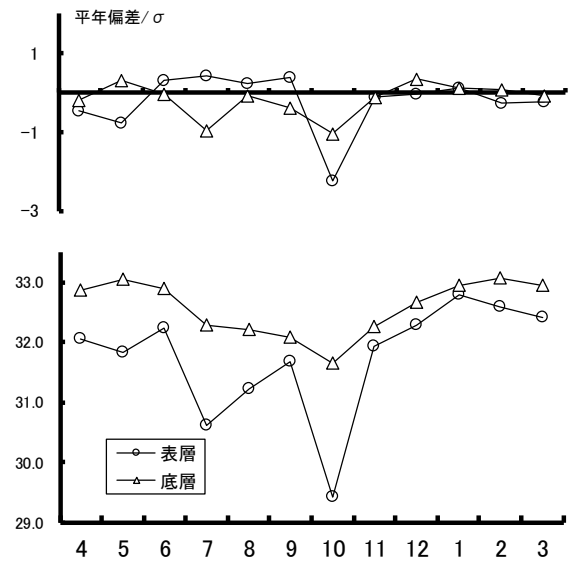


図6 塩分の推移と標準化した年平均偏差

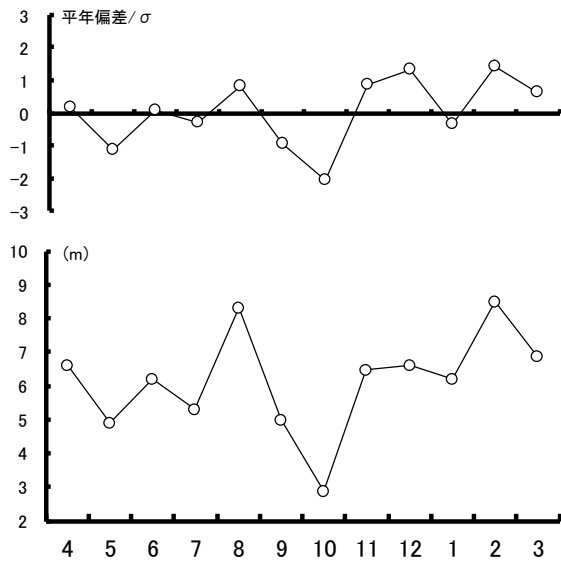


図7 透明度の推移と標準化した年平均偏差

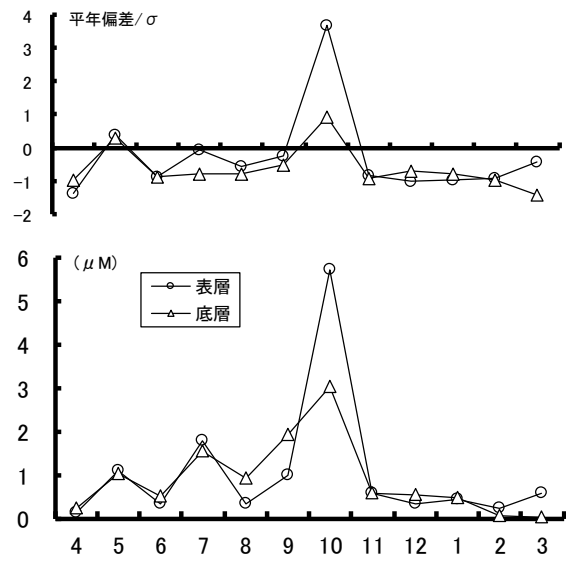


図8 DINの推移と標準化した年平均偏差

3. 特殊項目

DIN の推移と標準化した年平均偏差を図 8 に示した。表層は 4 月に「低め」、10 月に「かなり高め」となった他は、「やや低め」～「平年並み」で推移した。底層は 3 月の「低め」を除き、「やや低め」～「やや高め」で推移した。

PO₄-P の推移と標準化した年平均偏差を図 9 に示した。表層、底層ともに「やや低め」～「平年並み」で推移した。

溶存酸素量の推移と標準化した年平均偏差を図 10 に示した。表層は 10 月の「高め」を除き、「平年並み」～「かなり低め」で推移した。底層は 4 ～ 11 月は「平年並み」～「高め」、12 ～ 3 月は「平年並み」～「かなり低め」で推移した。

CODの推移と標準化した年平均偏差を図 11 に示した。表層、底層ともに年間を通じて「平年並み」～「低め」で推移した。

クロロフィル a 量の推移と標準化した年平均偏差を図 12 に示した。表層、底層ともに年間を通じて「やや低め」～「高め」で推移した。

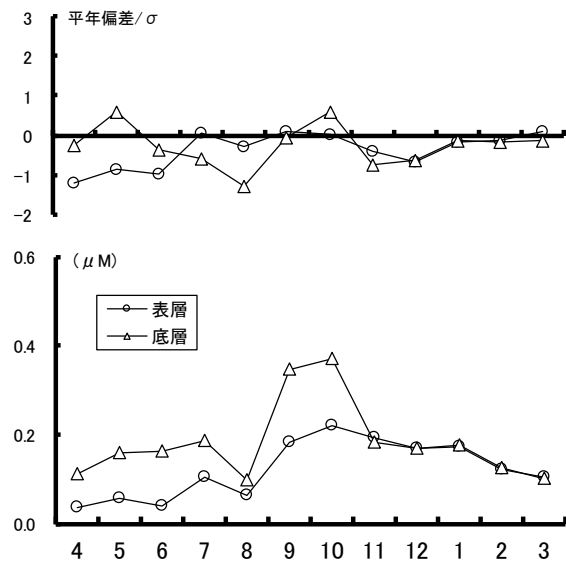


図9 PO₄-Pの推移と標準化した年平均偏差

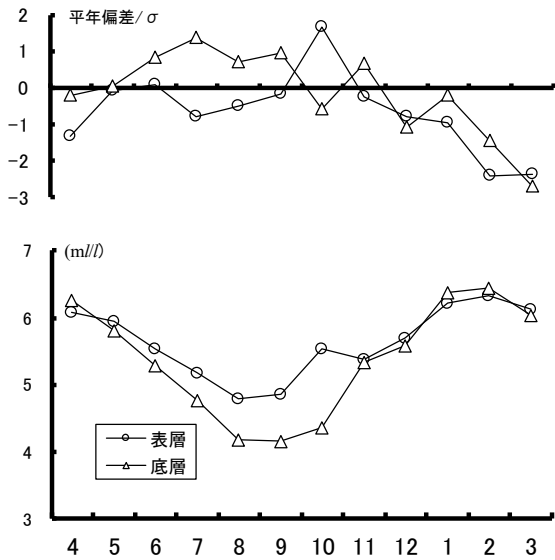


図10 溶存酸素量の推移と標準化した年平均偏差

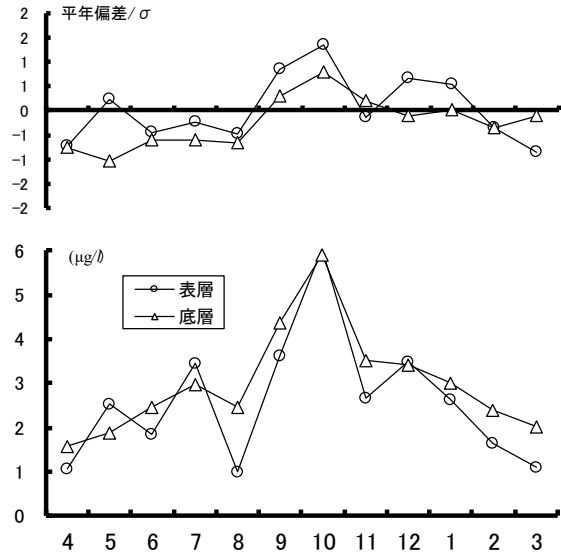


図12 クロロフィルa量の推移と標準化した年平均偏差

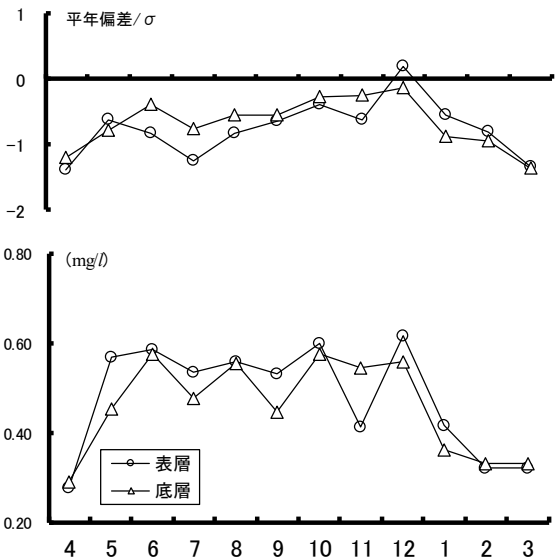


図11 CODの推移と標準化した年平均偏差

考察

2018年度の冬期の気温が高かった影響を受け、12～3月の水温は平年より高めで推移した。塩分は9月下旬の台風24号の影響を受け、10月に急激に低下した。

文献

- 1) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針，恒星社厚生閣，東京．1980；154-159.
- 2) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針，恒星社厚生閣，東京．1980；160-162.
- 3) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針，恒星社厚生閣，東京．1980；324-325.

資源・環境に関するデータの収集・情報の提供－4 ノリ養殖安定対策推進事業（情報提供と技術指導）

菅沼倫美・岩野英樹

事業の目的

ノリ養殖漁家の経営安定を図るため、気象・海況・養殖技術・病害発生状況等についての情報提供や技術指導を行った。

1. 平成30(2018)年度のノリ養殖結果

1) 採苗

10月13～21日に採苗を開始した。水温は平年値－1.3℃～＋0.7℃で推移し概ね平年並みで、晴天が続き比重も20以上で安定していた。胞子の出が良く、22日の芽付き検鏡ではほとんど芽が見られなかった網が、23日の検鏡では顕微鏡1視野(100倍率)あたり50以上見られるなど、急激な放出ピークでほとんどの網が濃い芽付きとなった。

2) 養殖および病害状況

10月：中旬以降大雨もなく、採苗は順調で25日までに完了した。芽付きは濃いめ傾向であった。

11月：8日時点でほぼ肉眼視できたが、降雨が少なく栄養塩が15ガンマー以下の状態が続き、ノリの色調は浅かった。また、芽付きの濃い網では根腐れを起こしているノリが多く見られた。水温は平年より1～2℃高い日が続いたが、病害や大規模なバリーカン症の発生はなかった。中津では26日～12月1日にかけて冷凍網の入庫が行われた。

12月：上旬にまとまった降雨があり、ノリの色は回復したものの付着珪藻のタビュラリアが増加し

た。宇佐で10日、小祝は16日、竜王では17日に初摘採となったが、芽付きの濃い網ではタビュラリアを落としきれず、珪藻の多い不良ノリとなり出荷ができないまま養殖を中断した漁家もあった。

1月以降：1月はほとんど降雨がなく、ノリが色落ちした。また中津ではタビュラリアの付着が広がり、秋芽網の生産は1月末までに終了し、冷凍網への張り替えが行われた。2月は降雨があり、ノリの色は回復したものの21日頃に宇佐で赤ぐされ病の発生が確認された。中津ではタビュラリアの付着が減らず、小祝では冷凍網も摘採されないまま網上げとなった。竜王では25日から冷凍網の摘採が行われたが、珪藻が多いため板ノリではなく加工用のノリとなり、摘採は3月5日まで行われ終漁となった。宇佐では秋芽網での生産が続けられたが、赤ぐされ病が進行し3月12日までの摘採で終漁となった。

3) 乾ノリ共販結果

本年度の乾ノリ共販結果を表1に、過去15年間の概要を表2に示した。今漁期は福岡市で計8回の共販が実施され、本県の出品は4回であった。共販枚数は79万枚(対前年比23.5%)、共販金額521万円(同22.5%)、平均単価6円63銭(同95.8%)、1経営体あたりの生産金額は52万円(同27.0%)であった。共販とは別に個人売りも行われているため、共販枚数＝生産枚数とはならないが、今漁期は共販枚数が100万枚を切る大不作となった。

表1 平成30年度乾ノリ共販結果〔上段：枚数(枚)、中段：金額(円)、下段：単価(円)〕

漁協名 支所名等	第1回 H30.12.20	第2回 H31.1.9	第3回 H31.1.23	第4回 H31.2.6	第5回 H31.2.20	第6回 H31.3.6	第7回 H31.3.20	第8回 H31.4.10	1～10回 累計	前年度累計 (平成29年度) 1～10回	対前年比 (%)
中津市 小祝	出	134,600 1,040,354 7.73	319,100 1,663,239 5.21	56,600 205,924 3.64	出	5,500 16,995 3.09	出	出	515,800 2,926,512 5.67	2,240,500 14,572,075 6.50	23.0 20.1 87.2
中津市 中津東	品 な		129,100 1,130,674 8.76	70,700 596,200 8.43	品 な	37,500 311,125 8.30	品 な	品 な	237,300 2,037,999 8.59	970,400 7,630,453 7.86	24.5 26.7 109.2
宇佐市	し				し	32,400 241,848 7.46	し	し	32,400 241,848 7.46	129,600 903,550 6.97	25.0 26.8 107.1
大分県 計		134,600 1,040,354 7.73	448,200 2,793,913 6.23	127,300 802,124 6.30		75,400 569,968 7.56			785,500 5,206,359 6.63	3,340,500 23,106,078 6.92	23.5 22.5 95.8

表2 乾ノリ供販結果の概要(過去15年間)

年度	経営 体数	共販枚数 (千枚)	共販金額 (千円)	1経営体あたり 生産金額(千円)
16	57	8,948	47,336	830
17	50	18,963	112,070	2,241
18	42	10,496	63,245	1,506
19	38	9,313	42,453	1,117
20	31	8,794	41,580	1,341
21	27	6,847	36,559	1,354
22	24	7,647	47,749	1,990
23	21	7,003	49,897	2,376
24	19	6,620	40,878	2,151
25	17	5,147	26,662	1,568
26	15	5,948	41,518	2,767
27	14	2,480	20,355	1,453
28	13	6,113	63,592	4,892
29	12	3,341	23,106	1,926
30	10	786	5,206	521

2. 気象・海象

1) 水温

図1に高田港先端における水温の推移を示した。11月中旬までは概ね平年並みで推移したが、以降は平年値より1～2℃高い日が多かった。特に12月上旬は平年より3℃以上高い日が続いた。

2) 比重

図2に高田港先端における比重の推移を示した。9月29、30日の台風24号による大雨、また2月末～3月上旬にかけて続いた雨によって比重が低下した日もあったが、期間を通して平年よりも高めで推移した。9～3月の期間全体の平均値は平年より1.4以上高くなった。

3) 降水量

図3および図4に9～3月の高田および中津の旬別降水量を示した。9月は平年より多くなったものの、10月、11月は平年並みか平年より少なくなった。12月は中旬に過去30年で3番目に多い降雨量となったが、1月は少雨傾向であった。2月は概ね平年並みで、3月は上旬の降雨量が過去30年間で最多となったが、その後は少なめであった。

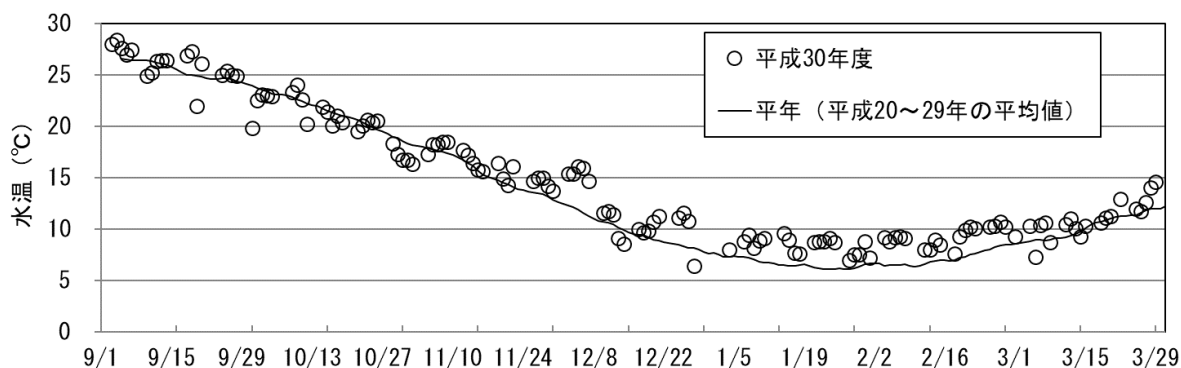


図1 高田港先端の水温(9月1日～3月31日)

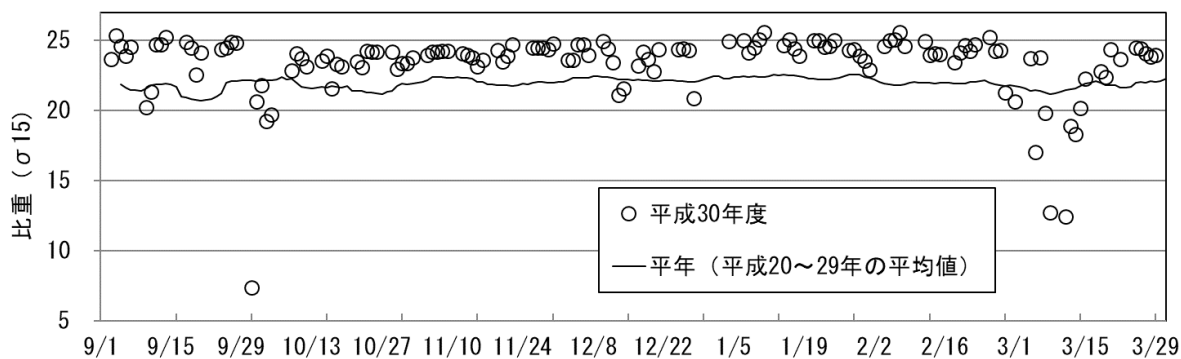


図2 高田港先端の比重(9月1日～3月31日)

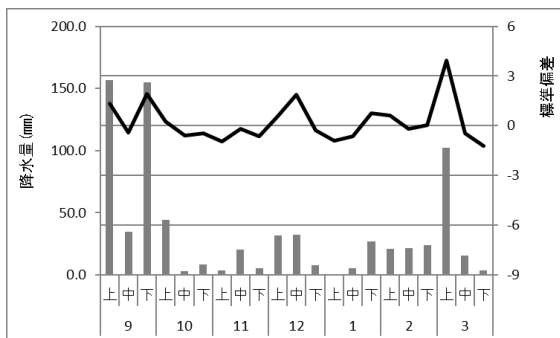


図3 旬別降水量 (高田)

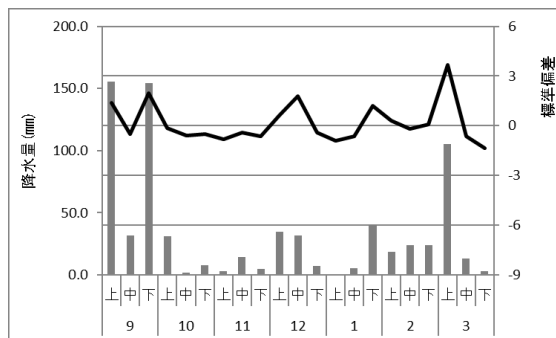


図4 旬別降水量 (中津)

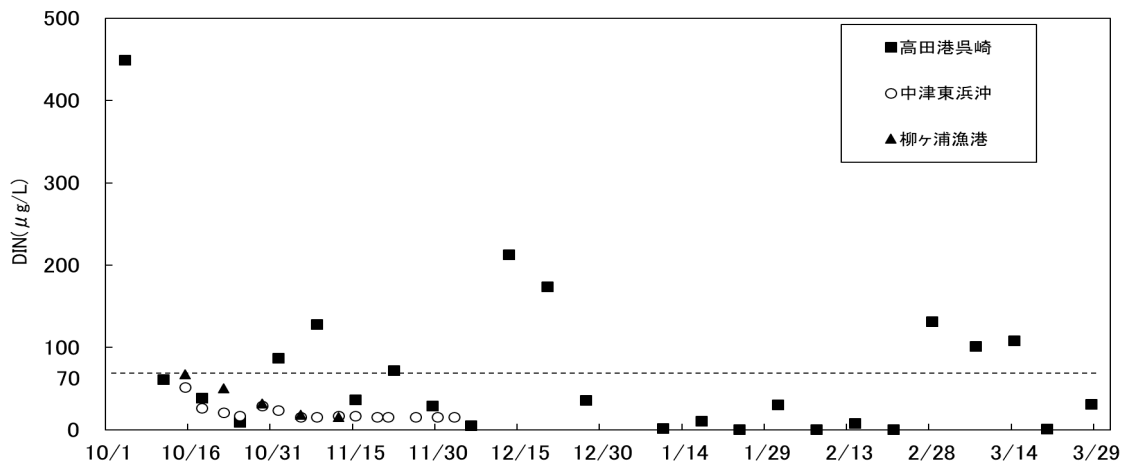


図5 溶存無機窒素量 (DIN) の変化 (10月1日~3月31日)

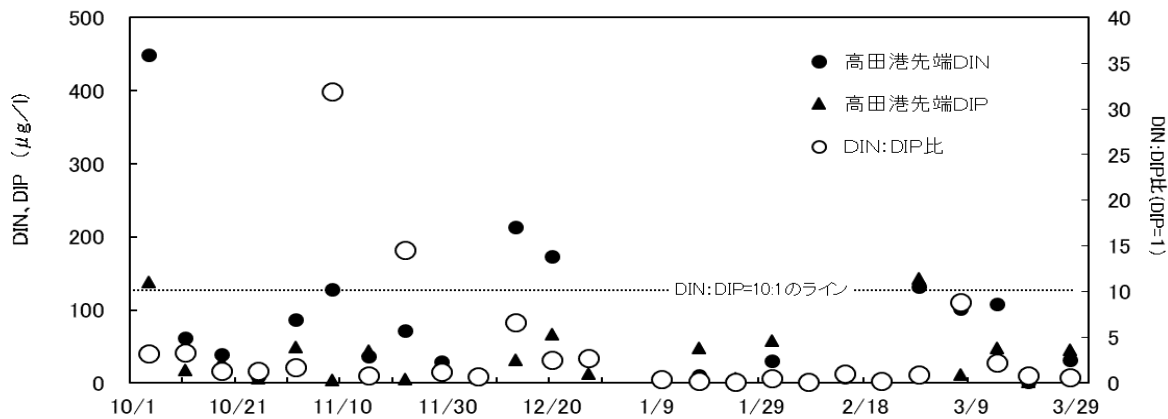


図6 高田港先端のDIN、DIP、DIN/DIP比 (10月1日~3月31日)

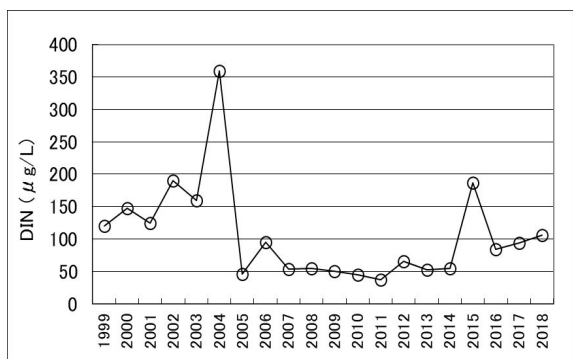


図7 高田港先端の平均DINの推移 (10-12月平均)

4) 栄養塩量 (溶存無機窒素量:DIN、溶存無機燐量:DIP)

図 5 に高田港先端、中津ノリ漁場 (東浜沖) および長洲漁港 (柳ヶ浦) における DIN の値を示した。10 ~ 11 月は降雨のあとの調査日で 70 $\mu\text{g/L}$ を超えることもあったが、ほぼ 70 μg 以下で推移し、特に中津東浜沖は 11 月以降、全ての調査日で 16.8 $\mu\text{g/L}$ 以下と栄養塩の低い状態が続いた。年明け以降も雨やシケが少なく低栄養塩の状態が続き、2 月下旬にまとまった降雨があるまでほとんどの調査

日で一桁台であった。

図 6 に高田港先端の DIN と DIP を示した。DIP は 1.6 ～ 143.5 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、平均 28.3 $\mu\text{g}/\text{L}$ であった。ノリ養殖には DIN/DIP=10 程度がよいとされるが、3 以下の日が多かった。

図 7 に過去 20 年間の 10 ～ 12 月の高田港先端の平均 DIN の推移を示した。2018 年の DIN の平均値は 105.9 $\mu\text{g}/\text{l}$ となり、直近 10 カ年では 2 番目に高い値であった。

3. 検鏡観察および情報提供

平成 30 年 10 月 2 日から 12 月 25 日までの間、気象・海況・養殖管理・病害発生状況や対策などの情報（第 1 ～ 13 号）を JF 中津支店への FAX 及び養殖業者へのメールにて発信した。また、DIN（溶存性無機態窒素量）の分析結果は採水日の翌日に速報した。

漁期中には各地の種糸提供者をはじめ依頼者からの種糸を検鏡し、芽付きの確認や病害の有無を診断するとともに、現地で幼芽の生育状況や病害発生状況などを調査した。これらの結果は生産者へ速やかに連絡した。検査依頼人数は延べ 55 人であった（表 3）。

地区	9月	10月	11月	12月	1月	2月	計
小祝	0	6	6	3	1	0	16
中津東	0	5	4	2	0	0	11
宇佐	0	8	15	4	1	0	28
合計	0	19	25	9	2	0	55

考 察

今漁期は共販出荷枚数が 100 万枚を切る大不作となったが、不作の一番の要因は付着珪藻タビュラリアのノリ葉体への大量付着であった（写真 1）。

まず採苗について、スサビ系ノリの胞子の放出は水温 20 ～ 23 $^{\circ}\text{C}$ 、比重 20 ～ 24 が最適で、天候は晴天であることが良いとされ、今漁期はこの条件に合致して胞子の出が良く、採苗は早期に完了した。一方で、放出のピークが急激で種ガキを外すタイミングが難しく、ほとんどが芽付きの濃い網となった。また、中津では従来から濃いめの芽付きを好む漁業者が多く、例年よりも濃い芽付きになっているにも関わらずすぐに種ガキが外されなかったため、さらに胞子が放出され異常に濃い芽付きとなってしまった網もあった。



写真 1 ノリ葉体縁辺に大量付着したタビュラリア(矢印)

育苗段階に入ると、11 月の雨が少なく低栄養塩であったため、ノリの色が悪い状態が続いた。また、葉体の根元に死細胞が多く見られ、芽付きが濃いため葉体の根元に光が当たりにくく水交換も悪くなり、根腐れを起こしていたものと考えられる。12 月に入ると雨が定期的に降り、ノリの色は回復したものの、付着珪藻のタビュラリアが急増した。タビュラリアは pH2.0 の酸処理剤に 10 分以上浸しても死なず、約 3 ヶ月間-25 $^{\circ}\text{C}$ の冷凍保存をしても死ななかつたという報告があり、干出以外に効果的な対策がない。このタビュラリアが増加した要因としては、芽付きが濃く、加えて 11 月はほとんど風が吹かず干出時の網の乾きが弱かったこと、12 月上旬の水温が高く、特に 3 ～ 7 日の水温は平年より 3.3 ～ 4.7 $^{\circ}\text{C}$ も高く増殖しやすかったことが考えられる。また気象庁の公表によると、12 月は瀬戸内海の平均潮位が過去 5 年と比較して高く、網の干出時間が漁業者の想定より短くなっていたことも考えられる。一部の漁業者は、タビュラリア付着が広がる前に付着部位をノリごと除去するなどしてその後も養殖を継続できたが、多くの漁業者がタビュラリアを除去できないまま摘採を迎え、結果商品価値のない不良ノリが多くなった。また、中津ではタビュラリアが大量に付着したノリ網が撤去されずにしばらく放置されたため、付着の少なかったノリ網にも被害が広がってしまった。秋芽網を撤去し冷凍網に張り替えた後も、前述の報告のとおりタビュラリアは死んでおらず増殖し、冷凍網でも珪藻の多いノリとなった。

濃い芽付きから始まった今漁期だが、芽付きが濃いとノリ葉体自体の状態が悪くなるだけでなく、付着珪藻や病気も広がりやすくなる。また、酸処理が効かず冷凍耐性もあるタビュラリアはいったん広まると除去が非常に難しくなるため、検査時に少しでも見られればより高く網を吊って干出をかける、付着の多い網は即撤去するなど、早めに対処する必要

がある。今漁期は、良質なノリを生産するうえでの適正な芽付きと干出の重要性を改めて実感する年であった。

参考文献

- 1) 殖田三郎. 新編海苔養殖読本, 1973.
- 2) 川村嘉応. 新・海苔ブック技術編 1, 2017.
- 3) 川村嘉応. 新・海苔ブック技術編 2, 2017.
- 4) 長井敏・高瀬博文・増田恵一. 1995 年冬期, 兵庫県下のノリ養殖漁場に大量発生した付着珪藻 *Tabularia affinis* について, 兵庫県立水産試験場研究報告(33), 19-26, 1996
- 5) 気象庁 HP 日本沿岸の潮位の年概況

有害赤潮・貝毒プランクトン調査ー1

漁場環境改善推進事業「赤潮被害防止対策技術の開発」 (国庫委託)

岩野英樹・井口大輝

本事業の詳細は、平成30年度漁場環境改善推進事業「赤潮被害防止対策技術の開発」報告書（赤潮共同研究機関）に記載したので、本報告は当該年度の結果概要のみを記載した。

事業の目的

瀬戸内海西部海域では有害赤潮プランクトンによる漁業被害が頻繁に発生しており、2012年夏季には、当該海域で広範囲に*Karenia mikimotoi*赤潮が発生し、県によっては、十数億円にのぼる過去最大の漁業被害が発生した。赤潮による漁業被害の未然防止および軽減のためには、赤潮発生海域を網羅した広域連携調査を実施する必要がある。本課題では、瀬戸内海西部・豊後水道・土佐湾海域において各機関が連携して広範な調査を実施し、有害赤潮プランクトンの発生状況および海洋環境を監視するとともに、既存のモニタリングデータの解析、数値モデルを用いた解析等によって当該海域における有害赤潮の発生シナリオを構築し、赤潮発生予察や漁業被害軽減に資することを目的とした。

事業の方法

瀬戸内海西部、豊後水道、土佐湾海域において、関係する6県が共同で有害プランクトンのモニタリングや、海況、水質調査等を実施するとともに、当該海域での有害プランクトンの監視体制強化のため、遺伝子検出法を用いた高感度監視調査を実施した。

また、*K.mikimotoi*赤潮の発生シナリオ構築と予察技術検証と改良のため、*K.mikimotoi*の初認日と冬季水温や発生規模との関連性について検討した。さらに、2017年度までに*K.mikimotoi*赤潮の発生と非発生を反映する環境因子（気象・海象）を見出し、判別分析による予察技術を開発したが、本年度は、赤潮の発生・非発生を分ける環境条件の再検討を行った。

結果および考察

1. *K.mikimotoi*の遊泳細胞の出現状況と赤潮形成要

因

本年度は、山口県海域、広島湾、豊後水道海域、浦ノ内湾で計15件の*K.mikimotoi*赤潮が発生し、大分県、愛媛県では漁業被害も発生した。

徳山湾では、8月7日に最高密度656cells/mLの赤潮が発生し、広島湾では、8月17日に4,700cells/mLの赤潮が発生した。両海域では、*K.mikimotoi*遺伝子が4～6月に断続的に検出され、初期個体群が存在していた。7月の豪雨後には、河川からの栄養塩の流入も十分にあり、塩分低下による成層状態がしばらく継続した。この時期には、珪藻が数万細胞レベルまで増殖し、透明度も低下していたことから、弱光下で増殖可能な*K.mikimotoi*が生残していたと思われ、珪藻類の減少とともに赤潮化したと考えられた。

また、*K.mikimotoi*赤潮が長期間発生した佐伯湾では、5月11日より*K.mikimotoi*遊泳細胞が確認され、5月下旬から6月上旬には沿岸部で既に数10細胞レベルに達し、7月6日に最高密度37,000cells/mLに達した。例年より早い時期からの遊泳細胞の存在と低日照による好適な環境が赤潮の発生要因となったと考えられた。

2. *K.mikimotoi*高感度監視調査

*K.mikimotoi*遺伝子検査の結果、遺伝子検査による高感度モニタリングが*K.mikimotoi*初期個体群の動向を把握する上で有効であることが再確認された。

3. 既存データ等を用いた解析

各海域毎と全海域について、冬季水温（原則12～3月）と*K.mikimotoi*の1細胞確認日（*K.mikimotoi*の遊泳細胞を1cells/mL確認した日の1月1日からの経過日数）との相関を確認したが、相関は認められなかった。

一方、1細胞確認日（*K.mikimotoi*の遊泳細胞を1cells/mL確認した日の3月1日からの経過日数）と*K.mikimotoi*赤潮の発生規模との間には、相関が見られ、初期発生が早いほど、赤潮の規模が大きくなることが示唆された。

赤潮の発生・非発生を分ける環境条件の再検討を行ったが、解析期間（近年の2002～2017年の16年間のデータ、2002年以前を追加した長期間のデータ）が変わると抽出される環境項目が異なった。近年のデータで抽出された環境因子を組み合わせを行った判別分析の遡り解析では、的中率の下がる項目があった。また、解析年数の長短にかかわらず、共通して

有意差が認められた項目もあり、これらを判別分析に使用すると的中率が低下しにくく、長期的に堅牢な予察式に繋がると考えられた。

また、全海域に共通の環境項目がほとんどなかったことから、海域毎に発生シナリオの構築や予察技術開発を行う必要があると考えられた。

有害赤潮・貝毒プランクトン調査－2 漁場環境保全推進事業①（赤潮発生監視調査）

岩野英樹・菅沼倫美

事業の目的

赤潮による漁業被害の軽減及び被害の未然防止を図ることを目的に、周防灘南部を対象として赤潮調査を実施し、調査結果を関係機関に情報提供した。

また、赤潮発生機構の解明と予察手法の確立に資する基礎資料収集のために、気象や海象、水質調査も合わせて実施した。

事業の方法

図1に示す周防灘南部の調査点において、5～8月の毎月中・下旬に、表1に示した調査を実施した。また、毎月上旬に実施する浅海定線調査時に同様の調査を4～9月に実施し、本調査結果の補完を行った。なお、本調査の観測・分析方法は、浅海定線調査の各方法に準拠した。

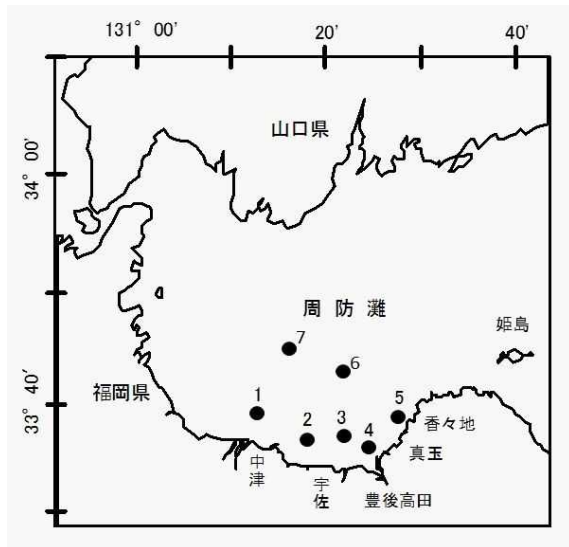


図1 調査定点図

また、10～3月の期間には、本事業報告の貝毒発生監視調査に記載の図1の調査点で、*K.mikimotoi* のモニタリングを同時に行った。

事業の結果

本年度の調査結果の概要は、以下のとおりである。

表1 調査定点の位置、調査項目

調査定点の位置	定点	北緯 (日本測地系)	東経	(該当する浅海定線調査定点)
	St.1	33° 39'	131° 12'	(St.5)
St.2	33° 37'	131° 18'	(St.16)	
St.3	33° 36'	131° 22'	(St.11)	
St.4	33° 36'	131° 25'	(St.19)	
St.5	33° 38'	131° 28'	(St.12)	
St.6	33° 43'	131° 22'	(St.9)	
St.7	33° 45'	131° 15'	(St.15)	

調査月日と調査項目・内容	月/日	調査項目	調査内容
	調査月日と調査項目・内容	4/3	気象・海象
5/7			
5/25			
6/4			
6/20			
7/5			
7/10			
調査月日と調査項目・内容	7/17	水質	溶存酸素、NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -N、PO ₄ -P、クロロフィル-a
	8/2		
	8/8		
調査月日と調査項目・内容	9/3	プランクトン出現量	採水によるサンプリング
	観測層		

1. 赤潮発生状況

2018年に発生した赤潮は、表2のとおり5件であり、内訳は、*Heterosigma akashiwo* が3件（別府湾2件、周防灘1件）、*Cochlodinium convolutum* が1件（周防灘）、*Pseudochattonella verruculosa* が1件であり、漁業被害は無かった。

2. 有害赤潮プランクトン等の出現状況

図2に有害赤潮プランクトン等の出現状況を示した。

1) *K. mikimotoi*

2017～2018年の周防灘における*K.mikimotoi*の冬季遊泳細胞は、2月に熊毛で0.01cells/mlの密度で一度確認されただけであり、過去4ヶ年（2013～2014年が1.0cells/ml、2014～2015年が7.3cells/ml、

2015～2016年が0.018cells/ml、2016～2017年が0.01cells/ml)と比べると、2016～2017年同様に低密度であった。また、1cells/mL以上の初認日も5月25日と、過去4ヶ年(2014年が3月11日、2015年が3月18日、2016年が5月18日、2017年が5月29日)と比べると、2017年同様に遅い傾向にあった。

K.mikimotoi は、7月17日までは2cells/mL以下で推移した。8月2日に最高密度の26cells/mLまで増殖したが、8月8日には、赤潮を形成することなく確認されなくなった。

表2 2018年の赤潮発生状況

発生期	発生期間		日数	発生海域		構成プランクトン	最高密度 (cells/ml)	備考
	発生日	終息日		海域	地名等			
1	4月25日	5月28日	35	九州東部 (北期)	宮野湾 (大分県佐賀県境)	<i>Heterosigma akashiwo</i>	16,800	無し
2	5月15日	5月23日	9	九州東部 (北期)	宮野湾 (日田側日田港)	<i>Heterosigma akashiwo</i>	78,000	無し
3	5月11日	6月20日	10	九州東部 (北期)	宮野湾 (宇佐側長洲漁港)	<i>Heterosigma akashiwo</i>	28,800	無し
4	10月25日	12月2日	40	九州東部 (北期)	宮野湾 (豊後高田市等々他)	<i>Cochlodinium convolutum</i>	1,170	無し
5	11月25日	1月7日	44	九州東部 (北期)	宮野湾 (中津第一豊後高田市沿岸)	<i>Pseudochattonella verruculosa</i>	220	無し

2) その他のプランクトン

Chattonella 属は、6月20日～7月17日(最高密度5cells/ml)に確認された。

Cochlodinium spp.は、7月5日～7月17日(最高密度10cells/ml)に確認された。

Fibrocapsa japonica は、7月5日～8月8日(最高密度44cells/ml)に確認された。

Cochlodinium convolutum、*Pseudochattonella verruculosa*の赤潮が10月下旬、11月下旬に発生し、最高密度は、それぞれ1,170cells/ml、220cells/mlであった。

3) 珪藻類

5月下旬～6月、7月上・中旬にかけて珪藻類の平均密度は、 2×10^3 cells/mLを超えて推移し、それぞれ*Pseudonitzschia* spp.、*Cheatoceros* spp.が優占した。特に、7月の細胞密度は高く、上旬に 7×10^3 cells/mL、中旬に 5×10^3 cells/mLを超える調査点が出現した。また、9月は、*Thalassiosira* spp.の群体が確認された。

3. 気象・海況等の特徴

図3に豊後高田市における旬別気象データの推移を、図4に周防灘における水温、塩分、鉛直安定度、クロロフィルa、透明度の推移を、図5に栄養塩(DIN、DIP)の推移を示した。

1) 気象

7月上旬の旬降水量は、「平成30年7月豪雨」の影響を受けて314mmを記録し、平年値を大きく上回った(平年差+209mm)。しかし、7月中旬以降は、8

月下旬まで平年値を下回って推移した。

7月の旬日照時間は、上旬が「平年より短め」、中旬が「平年より長め」、下旬が「平年並み」であった。また、8月は、「平年より長め」であった。

台風接近の影響を受けて、7月上旬(台風7号)、7月下旬(台風12号)、8月下旬(台風19号、20号)の平均風速は、平年に比べて大きい傾向にあった。一方、太平洋高気圧に覆われる日が多く晴天が続いた7月中旬は、平年に比べて小さい傾向にあった。

旬平均気温は、「平年を上回る」旬がほとんどであった。

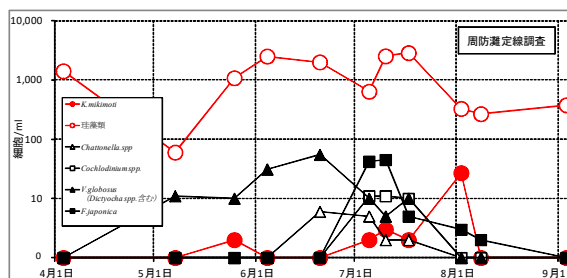


図2 有害赤潮プランクトン等の出現状況

2) 海況

水温の鉛直差は、台風7号の影響を受けた7月上旬で小さく、晴天が続いた7月中旬に最大となった。また、8月上旬は台風12号、9月上旬は台風19号・20号の影響を受けて、水温の鉛直差は小さくなった。

塩分は、「平成30年7月豪雨」の影響をうけて、7月10日に0m層で27.87、7月17日に5m層で29.39の最低値を示した。その後、8月上旬には、31以上まで回復した。

鉛直安定度は、7月上・中旬に塩分が低下し、水温の鉛直差が拡大したことにより、大きくなった。しかし、8月上旬には、塩分の回復と水温鉛直差の縮小により、鉛直安定度は小さくなった。

クロロフィルaは、珪藻類の密度が高かった6月、7月上・中旬と9月上旬に4μg/Lを超える高い値を示した。

透明度の推移は、クロロフィルaと対応しており、クロロフィルaの高い7月上旬に低くなり、クロロフィルaの低下した8月上旬に高くなった。

3) 栄養塩類(DIN、DIP)

表層の栄養塩類は、降水の影響を受けて高くなり、DINでは、5月上旬、6月中旬、7月上旬、9月上旬に1.5μMを超えて推移した。同様に、DIPでは、6月中旬、7月上旬、9月上旬に0.15μMを超えて推移した。

また、珪藻類の増殖による栄養塩消費の影響を受

け、8月上旬に、表層と5m層でDINの枯渇がみられている。同様に、DIPも、表層と5m層で7月中旬と8月上旬に枯渇がみられている。

4) *K.mikimotoi* の赤潮形成と気象・海況等との関係

K.mikimotoi 赤潮の非発生年であった本年度の気象・海況やプランクトン出現状況の特長は、以下のとおりであった。

7月上旬に、旬降水量が314mmを記録した「平成30年7月豪雨」があり、その後に、*Cheatoceeros* spp. を主体とした珪藻類が増殖し、栄養塩類の枯渇がみられた。

Karenia mikimotoi は、冬季～春季の出現密度も低

く、1cells/mL以上の初認日も5月25日と遅く、7月中旬まで2cells/mL以下の低密度で推移した。

Karenia mikimotoi は、8月2日に26cells/mLの最高密度を確認したが、台風12号の接近による影響もあり、8月8日には、確認されなくなった。

4. 大分県北部海域における秋季から冬季の *K.mikimotoi* の出現

2018年10月～2019年3月の間に、*K.mikimotoi* は、確認されなかったが、本種越冬細胞の密度に関する環境諸因子との関係や、初夏に増殖して赤潮を形成する細胞との関係については、未解明な部分が多く、今後も越冬細胞のモニタリングを継続していく必要がある。

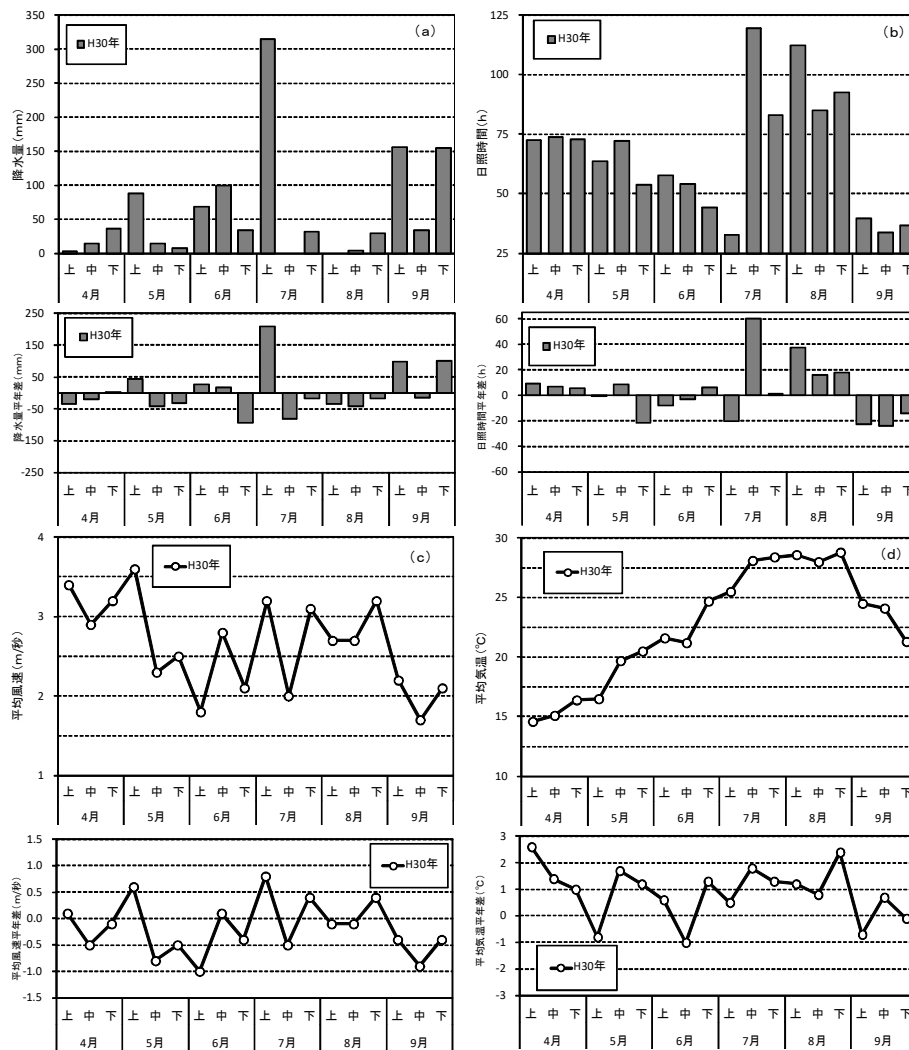


図3 豊後高田市における旬別気象データの推移
(a) : 降水量、(b) : 日照時間、(c) : 平均風速、(d) : 平均気温

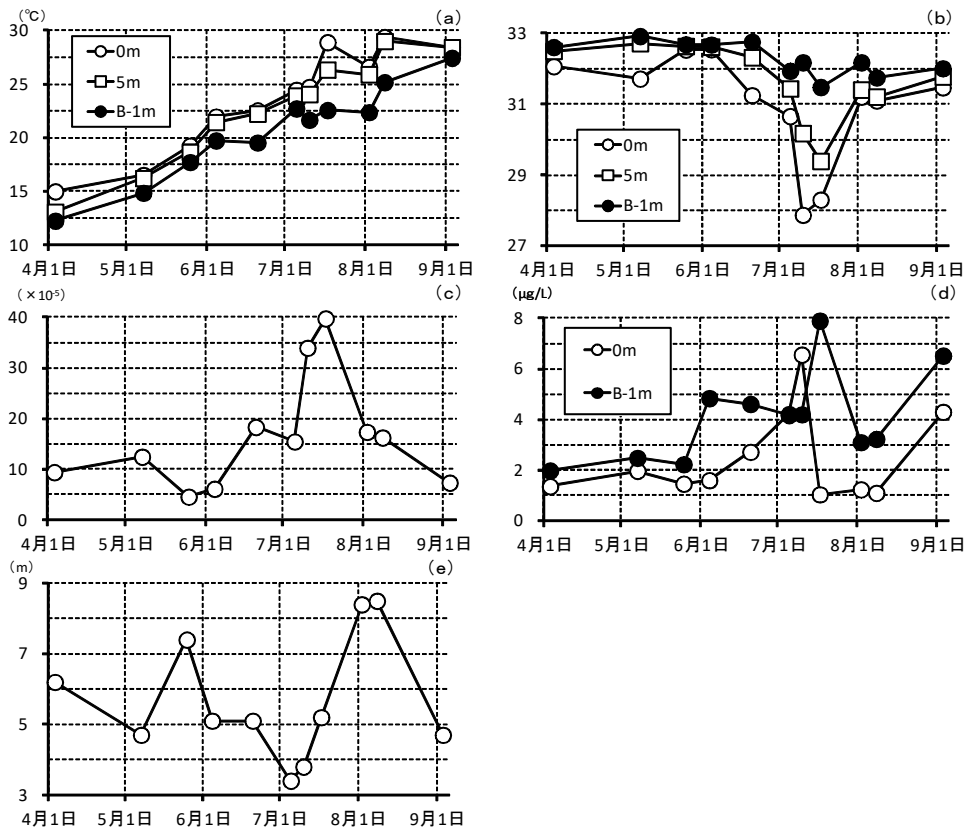


図 4 周防灘における海況の推移
 (a) : 水温、(b) : 塩分、(c) : 鉛直安定度、
 (d) : クロロフィル a、(e) : 透明度の推移

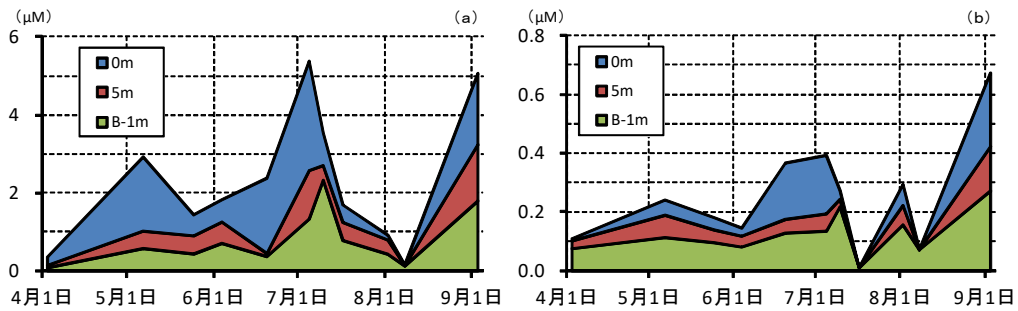


図 5 周防灘における栄養塩類の推移
 (a) : DIN、(b) : DIP

有害赤潮・貝毒プランクトン調査－3

漁場環境保全推進事業②（貝毒発生監視調査）

岩野英樹・菅沼倫美

事業の目的

広大な干潟を有する本県周防灘海域では、アサリ等の二枚貝を対象にした採貝漁業やマガキ等の貝類養殖業が行われている。別府湾北部の杵築市守江地先では、1953年頃からカキ養殖業が行われているが、近年、周防灘から国東半島周辺においても、新たにマガキ養殖が行われるようになってきている。

本事業では、これら有用貝類の食品としての安全性を確保し、水産業の経営安定を図るために、貝毒原因プランクトンのモニタリング調査と貝毒検査を実施した。

事業の方法

1. 貝毒原因プランクトンのモニタリング

プランクトンのモニタリングは、図1に示す18調査定点で1～2回/月程度の頻度で実施した。

各調査点の所定層で海水1Lを採水し、研究室に持ち帰り、目合い10μmの濾布を用いて500mlの生海水を5mlまで濃縮し、そのうちの1ml中のプランクトンを1回計数した。

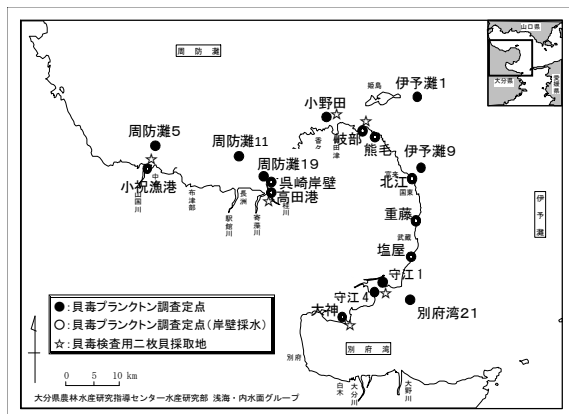


図1 貝毒発生監視調査の定点

2. 貝毒検査

麻痺性貝毒の検査は、エライサ法（Skit 新日本検定協会）により実施した。対象二枚貝は、養殖マガキ、ムラサキイガイ、天然アサリであり、可食部を検査対象部位とした。

事業の結果

1. 貝毒原因プランクトンのモニタリング

麻痺性貝毒原因プランクトンの *Alexandrium tamarense*、*Alexandrium tamiyavanichii* が確認された。

A. tamarense は、2018年3月7日～5月22日に周防灘（周防灘19、小野田、高田港、呉崎岸壁）、別府湾（守江1、守江4）で確認され、最高密度は4月3日の周防灘19の60cells/L（水温14.6℃）であった。また、2019年は、3月5日、3月15日に周防灘で確認され、最高密度は3月15日の周防灘16の70cells/L（水温10.5℃）であった。

一方、*A. tamiyavanichii* は、2018年9月28日に守江4（30cells/L、水温24.0℃）、12月4日に伊予灘9（20bells/mL、水温18.6℃）で確認された。

2. 麻痺性貝毒検査

麻痺性貝毒の検査結果は表1に示したとおりである。エライサ検査の結果、麻痺性貝毒は検出されなかった。

表1 麻痺性貝毒検査結果

二枚貝名	産地	採取月日			検査月日			毒力 (MU/g)	可食部中含量 (g/個)	分析方法
		月	日	曜日	月	日	曜日			
養殖マガキ	杵築市守江湾	9	21	金	9	25	火	N.D.	5.7	エライサ法
養殖マガキ	日出町大神	9	21	金	9	25	火	N.D.	9.5	エライサ法
ムラサキイガイ	豊後高田市高田港	11	5	月	11	13	火	N.D.	7.8	エライサ法
養殖マガキ	中津市小祝	11	7	水	11	13	火	N.D.	5.8	エライサ法
養殖マガキ	国東市岐部水門	11	9	金	11	13	火	N.D.	12.1	エライサ法
養殖マガキ	国東市岐部1号池	11	9	金	11	13	火	N.D.	13.2	エライサ法
養殖マガキ	国東市小野田	11	9	金	11	13	火	N.D.	17.9	エライサ法
アサリ	中津市小祝	3	11	月	3	13	水	N.D.	2.6	エライサ法

今後の留意点

大分県北部海域においては、過去に4種 (*Gymnodinium catenatum*、*Alexandrium catenella*、*A. tamarense* 及び *Alexandrium tamiyavanichii*) の麻痺性貝毒原因プランクトンが確認されており、2000年には周防灘において *A. catenella* による養殖マガキの貝毒が検出され、出荷自主規制（27日間継続）がとられている。

近年（2014～2019年）、*A. tamarense* が春季に6年連続して出現し、2014年4月には養殖ムラサキイガイ、2015年3月には天然アサリで0.1～0.2MU/gの麻痺性貝毒（エライサ法）が検出されている。今後も、貝毒監視体制を継続し、貝毒原因プランクトンの定期的なモニタリング調査と二枚貝の出荷前等の貝毒検査により麻痺性貝毒に対する二枚貝類の安全性を確保していく必要がある。

養殖・種苗生産に関する技術指導－1

アサリ増養殖推進事業①姫島アサリ養殖試験

山田英俊

事業の目的

近年、クルマエビ養殖の過程で養殖池に大量発生する植物プランクトンや有機物の一部を有効活用したアサリ養殖技術開発が行われている^{1) 2)}。今回、クルマエビ養殖場においてアサリ稚貝を生産し安定供給するシステムを開発する目的で、クルマエビ養殖池の排水を利用したアサリ稚貝の中間育成試験を行った。

なお、この試験は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センターが実施する「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の「二枚貝養殖の安定化と生産拡大の技術開発」により実施した。

事業の方法

I アサリ稚貝の中間育成試験

大分県東国東郡姫島村のクルマエビ養殖場内に設置した容量500Lの陸上水槽（底面積約1.3㎡）2基にアサリ人工種苗を収容し、中間育成試験を実施した。中間育成は、揚水ポンプを用いて隣接したエビ養殖池から植物プランクトンを含む飼育排水を飼育水槽へ連続注水する方法で行った（図1）。1回目の試験を2018年9月13日～10月16日に、第2回目の試験を2018年10月24日～11月20日にかけて実施した。1回目の試験では水槽内の底質（砂）に浮泥が堆積する状況が確認されたため、2回目の試験では砂を使用せず、概ね1週間に1回の頻度で底掃除を実施した。

II アサリ着底稚貝の輸送試験

「着底稚貝（殻長2mm）までの生産」と「養殖・放流用稚貝（殻長10mm前後）までの生産」の両工程が技術的に分業可能であるか検討するため、複数機関が連携したアサリ生産試験を実施した。2018年4月12日に山口県栽培漁業公社へ平均殻長1.5mmの人工種苗を活きたまま600万個輸送し、同公社の大型水槽で2018年6月29日まで中間育成する試験を実施した。アサリ人工種苗は飼育水槽から取上げた後、

観賞魚用ネット（細目：3Lサイズ）に集約して水を切った後、海水で湿らせたスポンジで挟んだ状態で蓋付きの発泡スチロール箱に入れて輸送した。輸送にあたっては発泡スチロール内に小型保冷材を入れて高温化を防いだ。

事業の結果

I アサリ稚貝の中間育成試験結果

クルマエビ養殖池の飼育排水を利用したアサリ稚貝の中間育成試験を実施し、平均殻長6.8-7.6mmのアサリ稚貝を14.8万個生産した（表1）。

1回目の試験では、水槽内の底質上に浮泥が堆積して飼育環境が悪化し、終了時の生残率が低い結果となった。クルマエビ養殖池の排水には、動物・植物プランクトンの他、粉末化した残餌や糞などの有機物が含まれており、飼育排水を注水する方式の中間育成では水槽内に堆積する有機物を除去するため、定期的な水槽管理や水槽構造の改良が必要と考えられた。

週1回程度の底掃除を実施した2回目の試験では、飼育環境の悪化が抑えられ、1回目の試験よりも生残率が向上した。

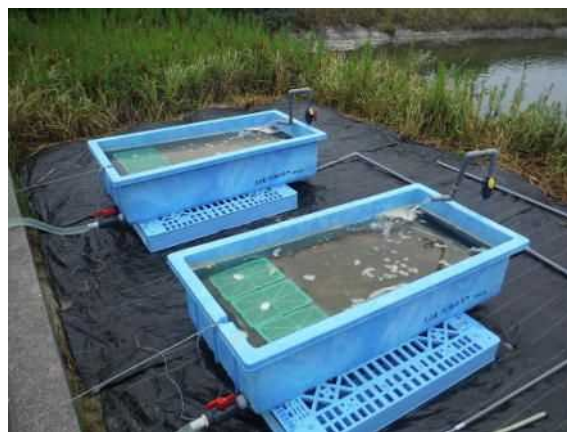


図1 中間育成試験に使用した陸上水槽

飼育方法に改善の余地があると考えられるものの、今回クルマエビ養殖池の飼育排水を利用した養殖池外（陸上水槽）でのアサリ稚貝の中間育成が可能であることを実証したことにより、クルマエビ養殖場でのアサリ稚貝の生産手法の選択肢を増やすことができた。

II アサリ着底稚貝の輸送試験

山口県栽培漁業公社へ平均殻長1.5mmの人工種苗を活きたまま600万個輸送し、同公社の大型水槽で中間育成する試験を実施した結果、平均殻長6.0-9.1mmの稚貝を376万個生産した。このことにより、殻長2mm以下のアサリ人工種苗を活きたまま遠隔地に送付可能であることが明らかとなった。また、「着底稚貝（殻長2mm）までの生産」と「養殖・放流用稚貝（殻長10mm前後）までの生産」の両工程が技術的に分業可能であることを実証した。

文 献

- 1) 崎山一孝.アサリ養殖の実用技術 第4回 クルマエビ養殖場を利用したアサリの養殖. アクアネット 2014;12月号:58-60.
- 2) 山田英俊. 養殖・種苗生産に関する技術指導-1, アサリ増養殖推進事業②養殖用アサリ種苗生産. 平成27年度大分水研事業報告 : 232-233.

表1 アサリ稚貝の中間育成試験結果

試験区	育成期間	開始時平均殻長	開始時個体数	終了時平均殻長(mm)	終了時個体数	生残率	飼育方法
1回目水槽①	2018/9/13~2018/10/16	5.1	281,514	7.4	34,501	12%	二重底+底砂
1回目水槽②	2018/9/13~2018/10/16	1.4	756,882	-	-	0%	二重底+底砂
2回目水槽①	2018/10/24~2018/11/20	5.1	82,026	7.6	51,475	63%	底質無し(ベタ飼い)
2回目水槽②	2018/10/24~2018/11/20	5.1	82,026	6.8	62,960	77%	底質無し(ベタ飼い)

養殖・種苗生産に関する技術指導－1

アサリ増養殖推進事業②養殖用アサリ種苗生産

山田英俊

事業の目的

アサリの餌となる植物プランクトンが大量に発生するクルマエビ養殖場でのアサリ複合養殖試験を行うため、試験に供する殻長1mmのアサリ稚貝を大量に確保することを目的としたアサリ人工種苗生産を実施したので報告する。

事業の方法

I 採卵に使用した親貝

使用した親貝は、大分県東国東郡姫島村地先および杵築市地先において採捕されたものを使用した。

親貝を仕立てるための飼育は行わず、基本的に採捕の翌日に採卵を実施した。

II 採卵及び浮遊幼生飼育（浅海チーム）

採卵は春と秋に行った。産卵の誘発には、千葉県水産研究センターの方法¹⁾を参考に、反復温度刺激および生殖腺懸濁液の添加を併用して用いた。得られた受精卵は、洗卵後に1 t 円形ポリエチレン水槽に収容した。採卵翌日にD型幼生への変態・幼殻完成を確認した後、40 μmのプランクトンネットを用いて孵化槽からD型幼生を回収し、6 t 角型FRP水槽または30 t 角型コンクリート水槽へ収容して止水・微通気で飼育した。収容密度は1~2個体/mlとした。

なお、幼生および飼育水を適宜観察し、幼生の浮遊密度・遊泳活力や餌食いの低下、原生動物の増加等が確認された際には、適当なサイズのプランクトンネットを用いて幼生を回収・洗浄し、水槽換えを実施した。

給餌は、飼育開始当初、市販の *Chaetoceros calcitrans* と自家培養した *Pavlova lutheri* を混合して与え、殻長が概ね140 μmを超えてからは、自家培養した *C. gracilis* 及び *P. lutheri* を容量比1:1の割合で混合給餌した。給餌量は幼生の餌食いや残餌状況を観察して5,000~10,000細胞/mlの濃度の範囲内とした。また、島根県栽培漁業センターの方法²⁾を参考に、飼育水の細菌叢の安定を目的として市販の

Nannochloropsis oculata を5,000~10,000細胞/mlの濃度となる様に1日1回飼育水に添加した。

III 着底稚貝飼育（浅海チーム）

浮遊幼生の殻長が220 μmを超え、足でほふくするフルグロウン期幼生が増えたことを確認してから、80~125 μmのプランクトンネットを用いて幼生を取上げ・洗浄し、飼育水を40%海水（塩分13-14）に調整した稚貝飼育水槽に収容した。なお、水槽底面に着底基質として粒径0.5~1.0 mmの貝化石を100 g/m²散布した。着底稚貝の飼育には6 t 角型FRP水槽または30 t 角型コンクリート水槽を使用した。遊泳個体が見られなくなるまでの間、止水・微通気とし、着底が完了した後は、通気を少し強めた。

給餌は自家培養した *C. gracilis* 及び *P. lutheri* を容量比1:1の割合で混合給餌した。給餌量は幼生の餌食いや残餌状況を観察して20,000~40,000細胞/mlの濃度の範囲内とした。

なお、着底稚貝および飼育水を適時観察し、稚貝の運動活力や餌食いの低下、死殻・原生動物の増加等が確認された際には、適当なサイズのプランクトンネットを用いて着底基質ごと稚貝を回収し、水道水で1分程度洗浄した後、水槽換えを実施した。

事業の結果

I 採卵及び幼生、稚貝の飼育結果（浅海チーム）

採卵から殻長1 mmサイズまでの飼育結果概要を表1に示した。春採卵と秋採卵を実施し、平均殻長1.0~1.5 mmのアサリ稚貝を2,952万個体生産した。

春の採卵は2018年6月14日に1回実施し、9,898万粒の受精卵からD型幼生を709万個体回収し、飼育水槽に704万個体収容した。飼育の結果、着底直前と考えられる殻長220 μmのフルグロウン期幼生433万個体が回収され、浮遊幼生飼育中の全体の生残率は61%となった。2018年8~9月に稚貝を計数したところ、平均殻長1.5mmの稚貝が325万個体生産された。

秋の採卵は2018年10月11日、10月25日に2回実施し、3億4,650万粒の受精卵からD型幼生を9,065万個

体回収し、飼育水槽に8,499万個体収容した。飼育の結果、着底直前と考えられる殻長220 μm のフルグロウン期幼生4,125万個体が回収され、浮遊幼生飼育中の全体の生残率は49%となった。2019年3月に稚貝を計数したところ、平均殻長1.0~1.2 mmの稚貝が2,626万個体生産された。

文 献

- 1) 千葉県水産研究センター. アサリ種苗生産の現場基礎技術. 2004 ; 52-63.
- 2) 佐々木正・常磐茂.半屋外100 kl水槽を用いたイワガキ*Crassostrea nippona*付着期幼生の生産の試み. 水産増殖.2014;62:433-440.

表1 採卵及び幼生・稚貝飼育結果（浅海チーム）

回次	採卵日	親貝由来	親貝総重量 (kg)	採卵数 (万粒)	D型幼生回収 数 (万個体)	着底前幼生数 殻長220 μm (万個体)	殻長1mm計数時			
							稚貝数 (万個体)	平均殻長 (mm)	計数日	
春 採 卵	1	2018年6月14日	姫島天然	7.0	9,898	709	433	325	1.5	2018年8月29日~9月4日
	小計			7.0	9,898	709	433	325		
秋 採 卵	2	2018年10月11日	姫島天然	8.1	16,388	1,219	232	24	1.2	2018年3月18日~3月19日
	3	2018年10月25日	杵築天然	9.9	18,263	7,846	3,893	2,602	1.0	2018年3月18日~3月26日
	小計			18.0	34,650	9,065	4,125	2,626		
合計			25.0	44,548	9,774	4,557	2,952			

養殖・種苗生産に関する技術指導－1

母貝としてのアサリ稚貝の有効利用（杵築市守江）

山田英俊

事業の目的

各地先で局所的に発生するアサリ天然稚貝を母貝として有効活用する手法を開発するため、砂利（砕石）を敷設した区画へのアサリの移植実験を実施した。

事業の方法

アサリ稚貝の移植先として砂利敷設漁場の有効性を検討するため、杵築市守江納屋地先の河口干潟に2m×2m規模の実験区を設け、2018年12月11日に各区画にアサリ（平均殻長15.1mm：赤色ペイント標識）を1,105個/m²の密度で収容した。なお、今年度は杵築市地先でのアサリ稚貝の発生量が少なかったため、実験にはアサリ人工種苗（浅海チーム2016年春生産）を用いた。実験区として砂利+被覆網区、砂利のみ区、砂原+被覆網区、砂原のみ区（対照区）の4つの実験区を設定した（図1）。各実験区におけるアサリの定着状況を把握するため、2019年2月7日に各実験区において20cm×20cmコドラート枠内の深さ10cm程度の底質を採取し（各区画3箇所）、2mm目合いのザルでふるったものからアサリを選別し、殻長や体重等を測定した。

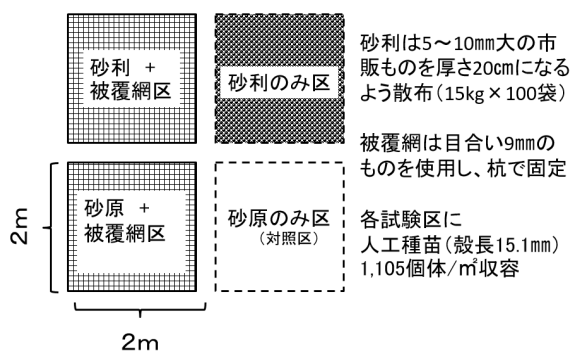


図1 実験区の設定概要

事業の結果

各実験区におけるアサリの平均定着率を図2に示した。人工種苗を収容した58日後のアサリの平均定着率は砂利+被覆網区で144%、砂利のみ区で117%、砂原+被覆網区で87%、砂原のみ区で3%となった。定着率が100%を超える結果が複数の実験区で得られたことは、移植アサリが区画内に均一に分布していないことに起因しているものと考えられる。

短期間の観察結果ではあるが、砂利を敷設した場合は被覆網で保護しなくても定着率が高い一方で、砂利を敷設しない砂原（砂質の干潟）の場合は被覆網で保護しないと定着率が低かったことから、砂利を敷設することによってアサリの移植効果が向上することが示唆された。また、定着状況を調査した際、砂利+被覆網区、砂利のみ区ともに深さ10cm程度の位置にもアサリが潜っている様子が確認されたことから、砂利の表面に種苗を直接散布する方法でアサリが潜砂・定着できることが明らかとなった。

今後は、食害生物等の活動が活発になる高水温期における移植アサリの定着状況等を引き続き観察するとともに、各実験区への天然稚貝の加入状況を把握する必要がある。

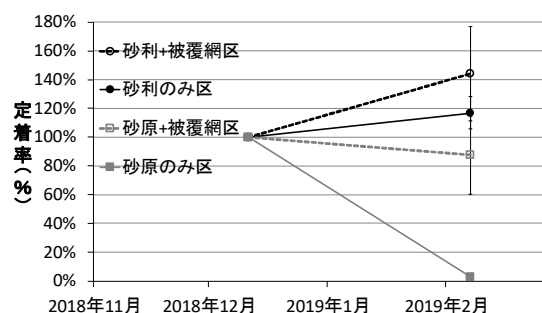


図2 各実験区におけるアサリの定着率（平均値±標準偏差）

養殖・種苗生産に関する技術指導－1

アサリ養殖拡大実証事業

山田英俊

事業の目的

静穏域等を利用したアサリ養殖技術を実証するため、アサリ人工種苗と被覆網を用いた養殖実験を実施した。

事業の方法

静穏域におけるアサリ養殖技術として被覆網養殖の有効性を検討するため、杵築市守江納屋地先の河口干潟に248㎡の実証実験区（50㎡×4区画、16㎡×9区画）を設け、2018年4月19日に各区画にアサリ人工種苗（平均殻長3.4mm）を5,846個/㎡の密度で合計145万個体収容した。実験区として被覆網+人工種苗区、被覆網のみ区、人工種苗のみ区、対照区（処置なし）の4区を設定した（図1）。各実験区におけるアサリの生育状況を把握するため、2ヶ月毎に各実験区において20cm×20cmコドラート枠内の深さ10cm程度の底質を採取し（各区①～③において2箇所）、2mm目合いのザルでふるったものからアサリを選別し、殻長や体重等を測定した。なお、本実証実験は杵築市耕地水産課と共同で実施した。

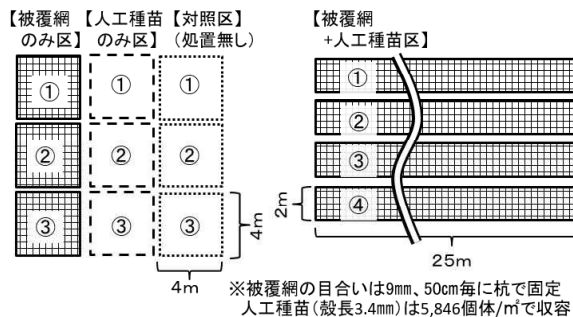


図1 実験区の設定概要

事業の結果

各実験区におけるアサリの平均生息重量を図2に示した。2019年2月7日調査（実験開始10ヶ月後）におけるアサリの平均生息重量は被覆網+人工種苗区で1,536 g/㎡、被覆網のみ区で448 g/㎡、人工種苗のみ区で7 g/㎡、対照区で4 g/㎡となった。また、2月調査時点のアサリの平均生息密度は被覆網+人工種苗区で654個体/㎡、被覆網のみ区で129個体/㎡、人工種苗のみ区で29個体/㎡、対照区で13個体/㎡となり、平均殻長は被覆網+人工種苗区で20.6mm、被覆網のみ区で15.4mm、人工種苗のみ区で6.9mm、対照区で8.9mmとなった。

被覆網+人工種苗区ではアサリが順調に生育したが、それ以外の実験区では不調であったことから、杵築市守江納屋地先では被覆網と人工種苗を組み合わせた養殖手法が有効であると考えられた。また、設置した被覆網の顕著な埋没や網のはがれ、破損などは実験期間中に確認されなかったことから、これまで同様の実験を実施してきた豊前海海域よりも冬季の波浪が穏やかな守江湾干潟では被覆網施設の機能が維持されやすいと推察された。

今後は、被覆網内のアサリの生育状況等を引き続き観察するとともに、被覆網の維持管理作業の必要性等について把握する必要がある。

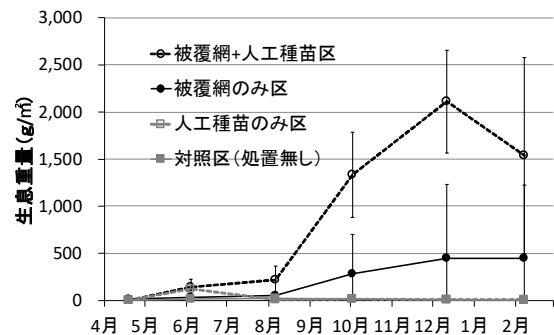


図2 各実験区におけるアサリの生息重量（平均値±標準偏差）

地場種苗を活かしたマガキ養殖システムの開発と実践

宇都宮のぞみ

事業の目的

県内のマガキ養殖については、杵築市が主産地であるが、近年、中津市の「ひがた美人」や国東市の「くにさきOYSTER」といった新規取組も始まっている。そうした中、種苗コストの低減や種苗の多様化などの課題に対応するため、地場天然採苗やシングルシード種苗生産に係る技術開発への要望が強まっている。

そこで、国等において新たに開発されたケアシエルなどを用いた潮間帯でのマガキ天然採苗技術を県内海域において現地実証し、当該技術の有用性を検証するとともに、海域特性に応じた採苗に関する知見・データの収集および採苗適地の探索を行った。

事業の方法

マガキを付着させる基質として、カキ殻を粉碎・成形加工して製造された固形物「ケアシエル」と合成樹脂で加工製造された軟質素材「クペル」を採用した。

ケアシエルを用いた採苗器として、パイプ状（径10cm程度）にしたネトロンネットの中に、同じくパイプ状にしたトリカルネットを差し込み、その中にケアシエルを収容し、ロープ、結束バンドで両端を閉じたものを作成した（長さ約50cmと約250cmの2種。以下、それぞれ「ケアシエルA型採苗器」、「ケアシエルB型採苗器」という）。また、約5cm×20cm角の袋状に加工したトリカルネットの中にケアシエルを収容したもの（以下、「ケアシエルピース」という）を作成した（図1）。

クペルを用いた採苗器として、円形クペルを10枚重ねにし、最下部におもりを付けたもの（以下、「クペル採苗器」という）を作成した（図1）。

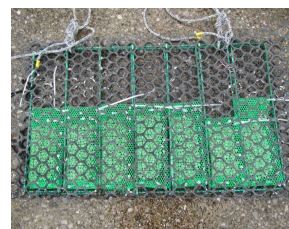
設定試験区は、いずれも県下でマガキ養殖が行われている杵築市灘手地区（港内3地点：K-1、K-2、K-3）（図2）、豊後高田市呉崎地区（港内1地点：B）（図3）及び中津市小祝地区（干潟域1地点：N）（図4）の地区とした。



ケアシエルA型採苗器



ケアシエルB型採苗器



ケアシエルピース



クペル採苗器

図1.試験に用いた採苗器

杵築市灘手地区と豊後高田市呉崎地区で用いたケアシエルA型採苗器、クペル採苗器は、港内岸壁に天然カキが密生している上限ラインから概ね20cm下に垂下した。中津市小祝地区で用いたケアシエルA型採苗器は、干潟にあるマガキ養殖場の養殖カゴ垂下ロープに吊り下げた。杵築市灘手地区と豊後高田市呉崎地区で用いたケアシエルB型採苗器は、縦向きに海底まで下ろし港内岸壁に立て掛けた。10月までに各採苗器を回収し、地区別、水深別のマガキ稚貝の付着状況等を確認した。

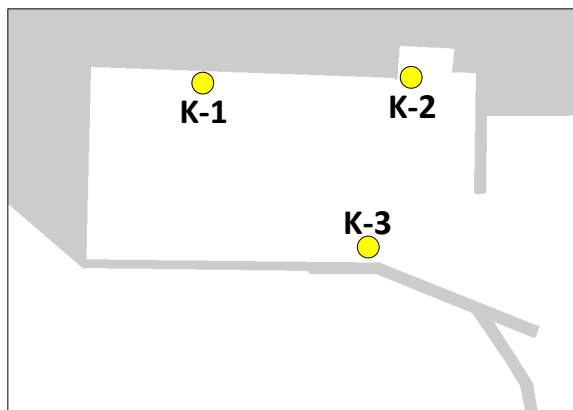


図2. 杵築市灘手地区

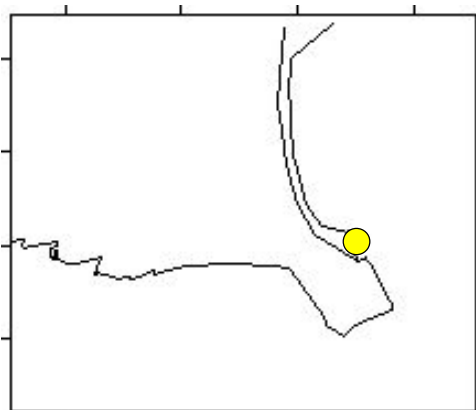


図3. 豊後高田市呉崎地区

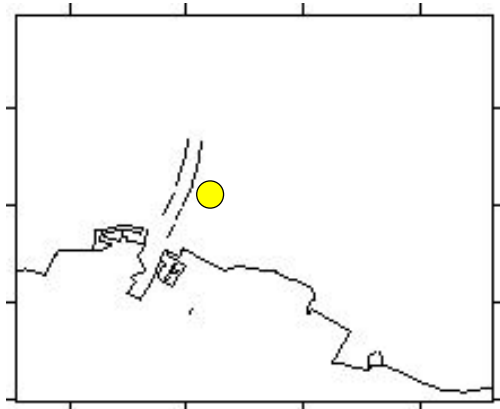


図4. 中津市小祝地区

表1. 採苗器の設置地区・期間

		ケアシェルA型	クベール	ケアシェルB型	ケアシェルピース
杵築	港内	3地点×2基 7月5日～ 10月15日	3地点×3基 7月27日～ 8月22日	1地点×1基 7月5日～ 10月15日	1地点×1基 7月5日～ 10月15日
	港内	1地点×2基 7月5日～ 10月15日	1地点×3基 7月27日～ 8月22日	1地点×1基 6月29日～ 10月15日	-
中津	干潟	1地点×4基 6月29日～ 10月12日	-	-	-

また、杵築市灘手地区で用いたケアシェルピースについては、7個をアコヤガイ養殖ネット内に並べて収容し、港内岸壁の天然カキ密生上限ラインから概ね20cm下に垂下した。概ね7～10日間でケアシェルピースを1個ずつ回収するとともに、別途、新しいケアシェルピース1個をアコヤガイ養殖ネット内に収容した。回収したケアシェルピースは浅海チームに持ち帰り、屋内4T水槽で飼育し、付着したマガキ稚貝の成長を追いつつ、期間別のマガキ稚貝の付着状況等を確認した。各種採苗器の設置状況は表1に示したとおりである。

事業の結果

1. 地区・地点別の付着状況

回収した採苗器からケアシェルを取りだし、カキ稚貝が付着しているものと付着していないものに分け、付着率を求めた結果、ケアシェルA型採苗器の平均付着率は杵築市灘手地区27.5%、豊後高田市呉崎地区15.2%、中津市18.9%であった。(図5) また、杵築市灘手地区3地点の平均付着率はK-1 14.2%、K-2 16.6%、K-3 51.8%となり、港口部K-3の付着が良好であった。これは、港口部は海水の交換頻度が良好であり、幼生の来遊頻度が多かったためと推測された。(図6)

クベール採苗器のマガキ稚貝の平均付着数は杵築市57.7個/枚、豊後高田市78.9個/枚であった。(図7) また、杵築市灘手地区3地点の平均付着数ではK-1 19.1個/枚、K-2 19.9個/枚、K-3 134.2個/枚となり、ケアシェルA型と同様に港口部K-3の付着が良好であった(図8)。

2. マガキ稚貝の付着時期

ケアシェルピースの期間別の付着状況をみると、付着のピークが7月17日～7月27日(付着率6.1%)と8月10日～8月17日(付着率4.7%)の2回であった(図9)。また、回収日別の付着状況をみると、時間の経過とともに付着率は上昇傾向を示し、8月10日以降、30%を超えた(図10)。

回収日別付着率と期間別累積付着率に開きがあったことから、設置直後のケアシェルの付着が不良であることが推測された(図10)。

3. 水深別のマガキ稚貝の付着状況

ケアシェルB型採苗器の水深別付着状況をみると、杵築市灘手地区、豊後高田市呉崎地区ともに130-140cm以上の水深帯の付着が良好であり、80-90cm以下では不良であった(図11)。

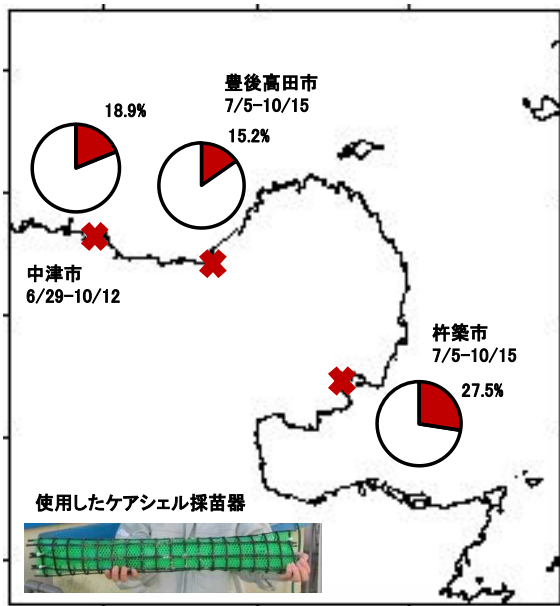


図5.地区別付着状況 (ケアシエルA型)

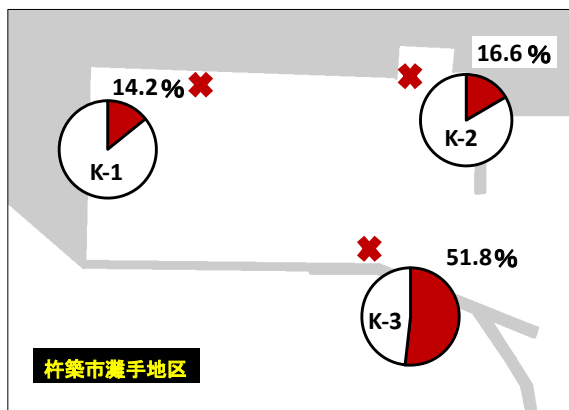


図6.地点別付着 (ケアシエルA型採苗器)

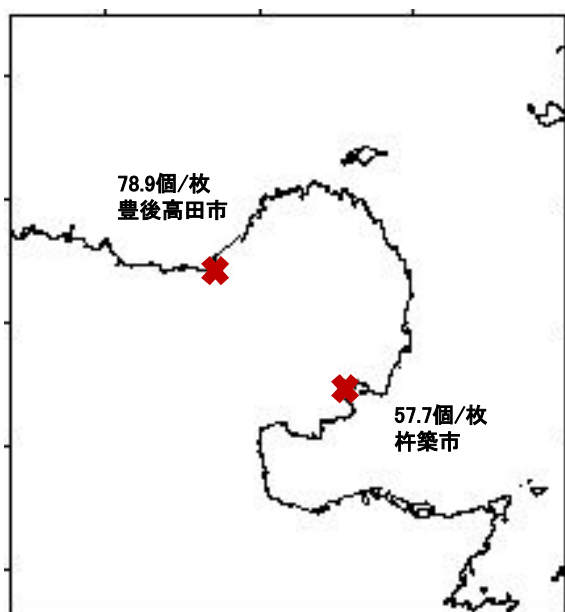


図7.地区別付着状況 (クペル)

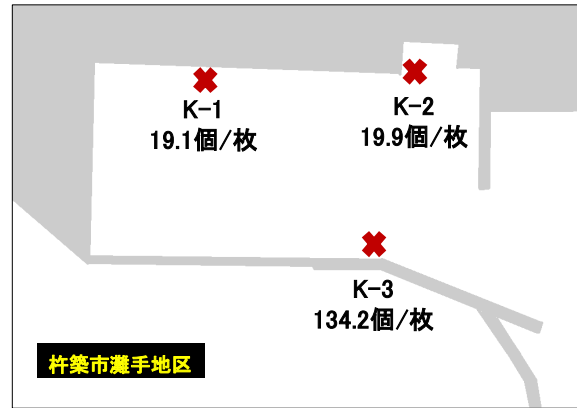


図8.地点別付着率 (クペル)

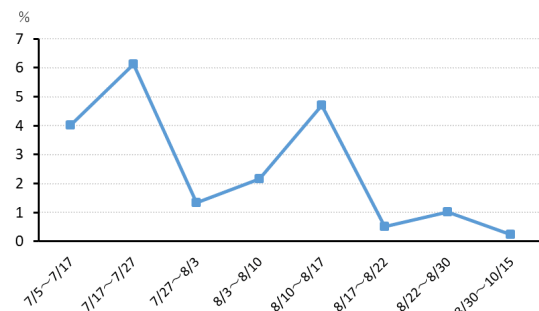


図9.付着時期 (ケアシエルピース)



図10.付着時期 (ケアシエルピース)

これは、海底側の水深帯において浮泥の堆積による影響を受け
た可能性があると考えられた。

4.クペルの上下面の付着状況

クペル採苗器の1・5・10枚目の付着状況を見ると、杵築市灘手地区、豊後高田市呉崎地区の両地区ともに1枚目を除き、5・10枚目ではすべてクペル下面に比べ上面の付着数が少なかった(表2)。これは、1枚目の上面は潮通しが良いのに対し、採苗器内側は淀んでおり、浮泥がクペル上面に堆積したためと推測された。

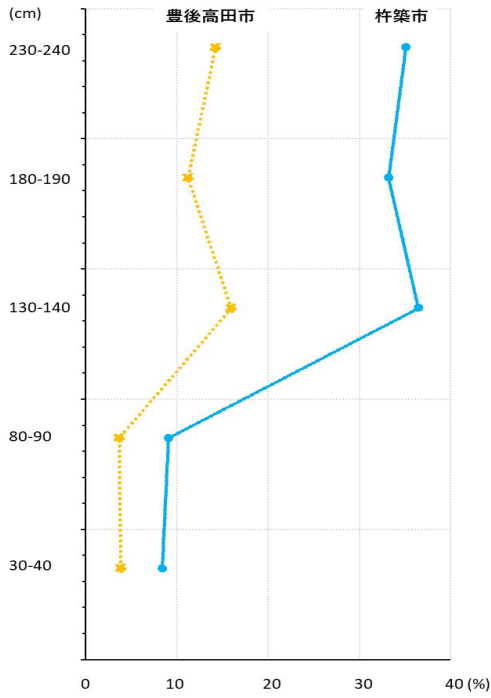


図11.水深別付着率 (ケアシェルB型採苗器)



図12.マガキ稚貝の成長 (ケアシェルA型採苗器)

表2.クペル上下面付着状況 (1、5、10枚目)

	杵築			豊後高田
	K-1	K-2	K-3	
上面	7	26	189	38
下面	11	11	183	29

	杵築			豊後高田
	K-1	K-2	K-3	
上面	16	17	160	60
下面	33	41	239	98

	杵築			豊後高田
	K-1	K-2	K-3	
上面	35	15	196	91
下面	70	69	241	394

5.マガキ稚貝の成長

杵築市灘手地区3地点におけるケアシェルA型採苗器外枠のマガキ稚貝の付着状況を見ると、K-3で稚貝の成長が非常に良好であったが、採苗器内のケアシェルに付着した稚貝は比較的小型のものが多かった (図12)。

ケアシェルB型採苗器外枠の状況については、杵築市灘手地区K-1で100~160cm、豊後高田市呉崎地区で20~100cmの水深帯で成長が良好であり、ともに潮間帯の下部での成長が良好であった (図13)。

今回の試験より、潮間帯を利用したマガキ天然採苗技術は本県においても有用であることが確認され、また、採苗や成長に適した場所や水深帯の知見を得

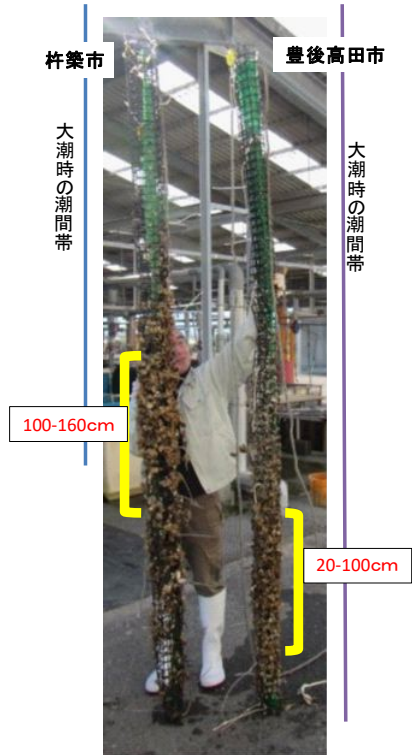


図13.マガキ稚貝の成長 (ケアシェルB型採苗器)

られ、採苗器の設置から回収までのおおまかなタイミングが判明した。

今後の課題としては、県下の海域特性に応じた採苗技術の確立に向け、採苗状況と水温、流況等環境要因との関連性について検証を進める。

キジハタ種苗生産技術開発

白樫 真・宇都宮のぞみ・木村聡一郎

事業の目的

キジハタは沿岸域で漁獲される高級魚であり、定着性が高いことから栽培漁業対象種として近年各地で種苗放流が行われている。図1に大分県漁協姫島支店のキジハタ漁獲量および平均単価の推移を示す。漁獲量は1990年代後半には10トン以上あったが、近年は1トン以下にまで落ち込んでいる。

一方、2011年から国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所が生産した種苗を用いた放流効果調査結果によると、放流効果は高く、県内各地で種苗放流の要望があるが、現在は他県の種苗に依存している。今後の需要拡大に伴う種苗の安定供給のためには県内での種苗生産技術の確立が望まれる。

そこで本研究では、性転換するキジハタ親魚の飼育養成技術、種苗生産のための餌料培養技術、採卵技術を確立し、種苗生産技術開発を行うことを目的とする。

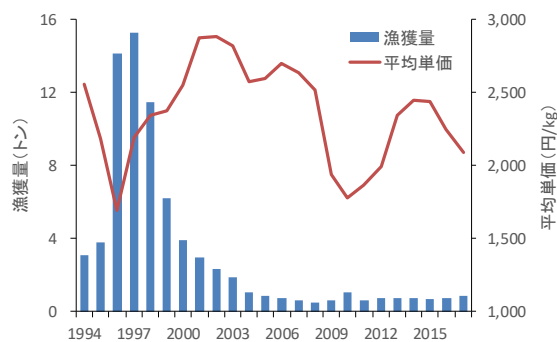


図1 姫島支店におけるキジハタ漁獲量の推移

事業の方法

1 親魚養成

親魚は県漁協姫島支店および香々地支店から、刺網もしくは釣りによって漁獲された活魚を購入した。FRP水槽（内寸(W)2m×(D)2m×(H)1m、水量4トン）に20尾程度収容し、砂ろ過海水掛け流しで飼育した。キジハタは性転換する魚種であることから、個体識別するためにVIソフトタグを用いた。採卵までの餌は表1に示すモイストペレットを平日毎日

飽食給餌した。採卵後はEP（ホワイトフロート育成用8号、林兼産業株式会社）を飽食給餌した。水槽替えは、摂餌時期は1回/月、それ以外の低温期は1回/3ヶ月程度の頻度で実施した。

表1 モイストペレット組成

品名	重量比率 (%)	重量 (kg)
イカ	29.0%	30
オキアミ	29.0%	30
マッシュ	38.6%	40
ダイベットC	0.1%	0.1
G200ミックス	0.4%	0.4
バイオスイート	0.1%	0.1
ナイスフィードオイルC	0.4%	0.4
氷水	2.4%	2.5
合計	100%	103.5

2 餌料培養

キジハタふ化仔魚の初期飼料としてL型ワムシおよびS型タイ株ワムシ（以下、SS型ワムシ）を培養した。SS型ワムシは水産研究・教育機構のジーンバンク事業を利用して入手した。

培養は100Lアルテミアふ化槽を用い、SS型ワムシは80%海水、水温30℃、50%/日換水、L型ワムシは100%海水、水温は室温、換水率は適宜調整して連続培養により行った。ワムシ用餌料にはクロレラ工業（株）の生クロレラV-12を使用した。栄養強化は、同社のスーパーカプセルA1パウダーを用いた。

3 人工授精

採卵は飼育雌親魚からカニューラによる卵巣卵の採取ができた個体に対して、HCGもしくは100μg/pelletに調製した黄体形成ホルモン放出ホルモンのアナログコレステロールペレット（以下、LHRHa）を背筋部に注射および挿入し、排卵を促進した。人工授精は乾導法で行い、これに用いる調整精子は本藤ら¹⁾の方法を参考にしてクロダイ人工精漿（組成；NaHCO₃:1.680g, NaCl:7.889g, KCl:0.149g, MgCl₂·6H₂O:0.468g, CaCl₂·2H₂O:0.206g, HEPES:4.667g-NaOH, pH 8.2/蒸留水1L中）5ml中に精子0.45mlを混合して作成した。添加調整精子量は

基本的に5mlとした。採卵は搾出法によってボウルに回収し、直ちに調整精子を添加して混合後、ろ過海水を加えてよく攪拌して10分間静置することで受精作業を完了した。その後、4分間1Lメスシリンダー中で静置し、沈下卵を除いて、洗卵を行い100Lアルテミアふ化槽に収容して胚胎期まで管理した。受精率については、媒精後約2時間後の4-8細胞期に観察全卵数に対する発生卵数の百分率で表した。また、48穴プレートの各ウェルに1mlのろ過海水を入れ、各ウェルに胚胎期の卵を1個ずつ収容し室温にて静置し、ふ化率および無給餌生残指数（SAI）を算出した。

SAIの算出は、以下の式によった。

$$SAI = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k (N - hi) \times i$$

- N : 試験開始時の仔魚数
- hi : i日目の累積へい死魚数
- k : 生残尾数が0となった日

4 種苗生産

飼育は角形FRP水槽（内寸W0.9m×D1.8m×H0.7m、水量約1トン）を用いた。最大水面照度10,000lux以上を確保するため、100W白熱電灯2~4基を使用し、必要に応じて蛍光灯を追加した。急激な照度変化をさけるため、電圧を調整できるコントローラーを用いて毎日手動で約1分かけて点灯および消灯を行った。夜間沈降には、バスポンプ併用（ポンプ区）もしくはエアストーン増設（エア区）によって対応した。

5 凍結精子の作成

人工授精時に採精し、運動状態を確認した新鮮精子を用いてMiyakiら²⁾の方法に準じて行った。すなわち、新鮮精子容量1に対して13%トレハロース水溶液を容量2の割合で混合後、マイクロピペットで0.5mlストロー管に0.45ml注入したのち閉封した。次に、試験管内にストローを収容して、口部をアルミ箔で蓋い、直ちに液体窒素中に5分間浸漬して凍結した。凍結後はただちに水道水に浸漬して解凍し、人工授精と同様の方法で媒精し、ふ化率およびSAIを求めた。

事業の結果

1 親魚養成

親魚候補として49尾（♂5尾、♀26尾、不明18尾）

を飼育した。サイズは全長245mm~515mm、体重は210g~2,120gであった。

ハダムシ対策として、5分間の淡水浴を適宜実施した。夏期に多く付着がみられたこと、冬期の付着がほとんどみられなかったことから、天然魚を購入した場合は、購入後、産卵期前（5月）および産卵期終了後（9月）に実施すれば十分であると考えた。漁獲時のスレなどによる斃死以外で親魚の目立った斃死はなかった。

2 餌料培養

SS型ワムシは6月20日から8月12日まで培養した。密度は培養当初の14.5個/mlから最大2,195個/mlの間で推移した。携卵率は4~67%であった。対数増殖期の携卵個体の平均背甲長は138μmであった。L型ワムシは、8月13日から8月29日まで培養し、密度は230~1,400個/ml、携卵率は0~59%で推移した。

3 人工授精

人工授精は6月25日から7月30日までに計4回実施した。各回次の詳細を表2に示す。使用ホルモン別では、LHRHaを使用した場合の方が、生産に使用できる卵の搾出成功事例が多かった。また、ホルモン打注後の適正搾出時間については、HCGの場合は40~41時間後、LHRHaの場合は33~36時間後と推測された。

中田ら³⁾によるLHRHaを用いたマハタの人工授精結果では、50μg/kg濃度になるように埋め込み後、最も早く排卵が確認できた個体は36時間後と報告されており、今回の結果と近い値であった。しかしながら、本試験でのLHRHa濃度は上記報告の数倍以上の濃度であることから、今後ホルモンを用いた人工授精を行う場合には、適正搾出時間の把握とともに、適正濃度についての検討が必要である。

表2 採卵結果

ホルモン 打注日	打注 時刻 (水温)	使用 試薬	体重 (g)	打注時 卵数 (個)	30時間後		33時間後		36時間後		40-41時間後		46-48時間後		
					採卵量 (個)	備考	採卵量 (個)	備考	採卵量 (個)	備考	採卵量 (個)	備考	採卵量 (個)	備考	
6/25 (1回次)	21:00 (20.8℃)	HCG	1,010	352	-	-	190,112	卵有り、異常	-	-	不明	卵有り、異常	-	-	
			850	425	-	-	51,584	卵有り、異常	34,178	生産使用	-	-			
			610	375	-	-	170,824	生産使用	14,308	生産使用	-	-			
		LHRHa	790	396	-	-	-	-	-	-	不明	卵有り、異常	-	-	
			720	329	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			690	364	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7/9 (2回次)	10:00 (23.5℃)	HCG	490	353	-	-	-	-	42,824	卵有り、異常	-	-	114,388	卵有り、異常	
			790	372	-	-	-	-	22,144	生産使用	-	-	18,832	生産使用	
			470	364	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		LHRHa	590	385	-	-	-	-	121,878	生産使用	-	-	-	-	
			430	308	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			430	308	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7/24 (3回次)	10:30 (28.0℃)	HCG	330	330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			460	387	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			500	348	-	-	-	-	-	-	-	-	114,388	卵有り、異常	
			530	129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			540	294	-	-	撮影が不明	-	-	-	-	-	-	-	-
			670	340	-	-	撮影が不明	-	-	81,848	生産使用	-	-	不明	卵有り、異常
		LHRHa	340	340	-	-	撮影が不明	-	-	72,920	生産使用	-	-	8,098	卵有り、異常
			320	346	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			580	347	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			590	427	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			500	360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			500	348	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/30 (4回次)	17:00	HCG	460	387	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			500	348	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
											128,790	生産使用	28,884	生産使用	
											75,104	卵有り、異常	-	-	

4 種苗生産

種苗生産結果を表3に、生残率および水温の推移

を図2に示す。

表3 種苗生産結果

生産回次	試験区	SAI	収容密度 (尾)	飼育期間 (日)	初期摂餌率 (%)	初期摂餌数 (個)	10日齢での 生残率(%)	終了時全長 (mm)
1回次 (6/28開始)	エア区	40.5	22,222	6	15%	0.3	0%	2.19
	ボンブ区		13,333		17%	0.17	0%	2.17
2回次 (7/11開始)	エア区	15.2	20,000	5	7%	0.07	0%	2.20
	ボンブ区		20,000		0%	0	0%	2.10
3回次 (7/26開始)	ボンブ区	-	14,285	28	22%	0.4	0.1%	-
4回次 (8/2開始)	エア区	23.0	17,142	28	55%	1.1	1%以下	6.75

いずれの回次でも、日齢10までに全滅もしくは1%以下の歩留まりとなり、初期生残に大きな課題が残った。また、最も長期間飼育となった4回次では、最終歩留7尾中5尾で脊椎骨湾曲などの異常が確認されたことから、飼育環境や餌料の栄養強化などの見直しが必要である。

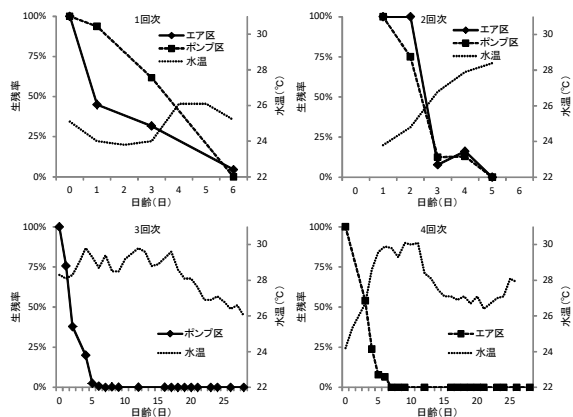


図2 各生産回次の生残率および水温の推移

5 凍結精子の作成

凍結精子には、第1回次の人工受精時の精子を用いた。凍結精子の受精率、ふ化率およびSAIを表4に示す。両者の値は、いずれも凍結精子に比べて新鮮精子の方が高い結果となった。今回は、DMSO等の凍害防御剤を使わなかったこと、作業工程を室温で行ったことなど、凍結精子の実用性を判断するには再検討が必要である。

表4 凍結精子による人工受精結果

	受精率 (%)	ふ化率 (%)	SAI
新鮮精子	98%	86%	40.5
凍結精子	74%	38%	22.2

今後の課題

キジハタ種苗生産の先進機関である山口県水産研究センターでは、「初期摂餌の群摂餌率80%以上、ワムシ摂餌数5個/尾以上」を摂餌成功の目安としており、本年度は、初期摂餌に失敗した。生残率向上には、水流や照度などの飼育環境や摂餌可能な子ワムシ給餌のタイミングなど、開口直後の初期摂餌の成功が必須である。

人工授精については、ホルモンを用いてふ化仔魚を得ることができた。安定的な生産を行うためには、適正なホルモンの種別と濃度、搾出時間の把握が必要である。また、雌性先熟であるため雄の成魚の入手が困難になることが懸念されること、放流種苗としての遺伝的多様性の確保の観点から、凍結精子を用いた人工授精や自然産卵手法についても今後検討が必要である。

文 献

- 1) 本藤 靖, 村上直人, 渡辺 税, 竹内宏行, 藤浪裕一郎, 津崎龍雄. 人工授精によるアカアマダイの種苗生産. 栽培技研. 2001; 28: 73-79.
- 2) Miyaki, K, S. Nakano, H. Ohta and H. Kurokura. Cryopreservation of kelp grouper *Epinephelus moara* sperm using only a trehalose solution. *Fish. Sci.* 2005; 71: 457-458.
- 3) 中田 久, NI LAR SHEIN, 水野かおり, 宮木廉夫, 征矢野 清. マハタの人工授精における排卵後経過時間と受精率の関係. 日本水産学会誌. 2018; 84巻3号: 384-392.