

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・好適地盤高を把握するために、図1に示す国見保護水面で5月27日(干潮 15:43 -6cm)の下げ潮時と上げ潮時に潮位観測を行った。

潮位観測に先立ち、5月25日(干潮 14:21 3cm)の干潮時にヒジキの生息上限箇所、下限箇所を確認し、その場所に目標物として杭を打ち込んだ。さらに上限箇所と下限箇所を直線状に結んだ約40mの間に、3~6mの間隔で9本の杭を打ち込んだ。杭は、生息上限箇所から下限箇所方向に向けて、便宜上No1~No11までの番号を付けて識別した。

潮位観測では、各杭の打ち込み場所の水深が0cmになった時刻を記録した。各杭周辺の地盤高(DL)は、国土交通省九州地方整備局苅田港湾事務所から提供された苅田港の実測潮位データ(DL換算値)を国見保護水面に最寄りの姫島に改正した同日・同時刻の改正潮位から求めた。

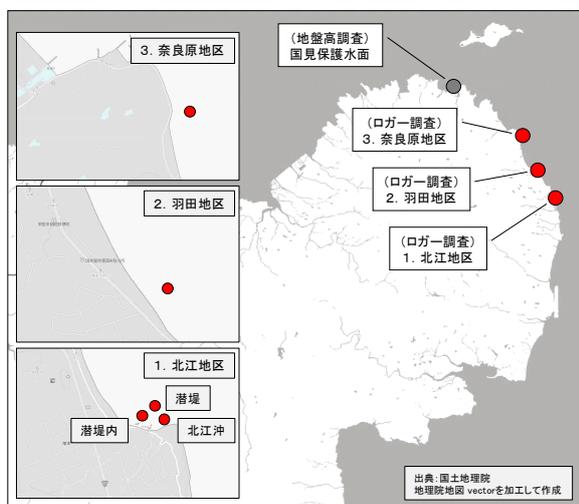


図1 地盤高調査と流動調査の調査場所

### 2) ヒジキの坪刈り調査

坪刈り調査は、潮位観測日と同じ5月27日に、No1~No10の10本の杭周辺で行った(No11周辺は坪刈り未実施)。坪刈りは、20×20cm枠のカデラートを使用し、1調査点当たり3回実施した。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3回分の結果を平均し、m<sup>2</sup>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、さらに、全長を測定したヒジキから10枚の葉(または気泡)を選び、葉幅、長さ、湿重量を測定し、各調査点におけるそれぞれの平均値を求めた。

### 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

加速度ロガー調査は、図1に示す国東市の3地区5地点(北江地区は、北江沖、潜堤内、潜堤の3地点、羽田地区と奈良原地区で各1地点)で実施した。各地点の岩石上に加速度ロガーを2個、温度ロガーを1個設置した。調査期間は、2017年8月22日~2018年3月2日とし、期間中の12月8日にロガーの回収・交換を行った。なお、3月2日に最後の回収を行った際には、北江沖と羽田で加速度ロガーが各1個流失しており、回収不能となった。

加速度ロガーと温度ロガーの記録時間は、10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(8~3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、10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

付着生物調査は、4回(11月7日、12月8日、1月5日、3月2日)実施した。各地点でヒジキ2株を採取し、各株で全長が最も長い主枝を1本ずつ選び、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、各切断主枝の付着生物の付着状況を観察した。同様に各切断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、以下のとおり求めた。付着率(%) = {(付着生物が確認された主枝の本数) + (付着生物が確認された側枝の本数) + (付着生物が確認された葉(気泡)の枚数)} ÷ {(主枝の観察本数 : 10 × 2) + (側枝の観察本数 : 最大で 5 × 10 × 2) + (葉の観察枚数 : 最大で 10 × 10 × 2)} × 100

(2) 坪刈り調査

坪刈り調査は、3月2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 2 回実施した。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 2 回の結果を平均し、㎡当たりの株数、湿重量を求めた。また、各サンプル毎にヒジキの成長が良好な株 10 本を選び、全長を測定し、各調査点におけるそれぞれの平均値を求めた。

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5月27日は晴天で、下げ潮時(12時54分～15時5分)と上げ潮時(16時43分～18時41分)の国見における平均風速(大分地方気象台アメダスデータ)は、13時～15時が1.7m/s、17時～19時が1.0m/sであった。地盤高(DL)は、平均風速の小さかった上げ潮時の潮位データから算出した。ヒジキの生息地盤高(DL)は、表1に示すとおり、上限が128cm、下限が0cm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	No1	No2	No3	No4	No5	No6
地盤高 DL(cm)	128	118	95	82	77	56
杭番号	No7	No8	No9	No10	No11	
地盤高 DL(cm)	41	32	20	5	0	

2) ヒジキの生息調査

ヒジキの生息地盤高と 1 ㎡当たりのヒジキの株数、湿重量の関係を図 2、図 3 に、生息地盤高とヒジキ主枝の平均全長、葉幅の関係を図 4、図 5 に示した。

1 ㎡当たりのヒジキの株数は、生息地盤高 128、118、20、5cm で 500 本/㎡以下となった。同様に、1 ㎡当たりのヒジキの湿重量は、生息地盤高 128、118、20、5cm で 20kg・湿重量/㎡以下となった。ヒジキ主枝の

平均全長は、生息地盤高 128、118、95、20、5cm で 1,000mm 以下となった。ヒジキの葉幅は、生息地盤高 128、118、95cm で 3mm 以上となった。

前述の測定した 4 項目について、各生息地盤高間での有意差検定(Tukey-kramer 法による多重比較検定)を行った。ただし、株数と湿重量については、10 段階の地盤高による検定では優位差がみられなかったため、128-118、95-82、77-56、41-32、20-5cm の 5 段階の地盤高での検定を行った。多重比較検定の結果を表 2～表 5 に示した。1 ㎡当たりの株数は、生息の上限域側では地盤高 128-118cm とそれ以下の地盤高(95-82、77-56、41-32cm)で、下限域側では地盤高 20-5cm とそれ以上の地盤高(41-32、77-56cm)で有意差があった。同様に 1 ㎡当たりの湿重量は、生息の上限域側では地盤高 128-118cm とそれ以下の地盤高(95-82、77-56、41-32cm)で、下限域側では地盤高 20-5cm とそれ以上の地盤高(41-32、77-56、95-82cm)で有意差があった。また、主枝の平均全長は、生息の上限域側では地盤高 95cm と 82cm を境に有意差の有無が分かれ、下限域側では地盤高 32cm と 20cm を境に有意差の有無が分かれた。さらに、葉幅については、生息の上限域側で地盤高 118cm と 95cm を境に有意差の有無が分かれたが、下限域側では明瞭な地盤高による有意差は認められなかった。

ヒジキの株数と湿重量については、上限域側では地盤高 118cm と 95cm を境に、下限域側では地盤高 32cm と 20cm を境に好適・不適の評価が分かれた。また、主枝の平均全長については、上限域側では地盤高 95cm と 82cm を境に、下限域側では地盤高 32cm と 20cm を境に好適・不適の評価が分かれた。さらに、葉幅については、上限域側で地盤高 118cm と 95cm を境に好適・不適の評価が分かれた。

これら有意差検定の結果から、国見保護水面におけるヒジキの好適地盤高は、概ね 30～80cm の範囲にあると推定された。

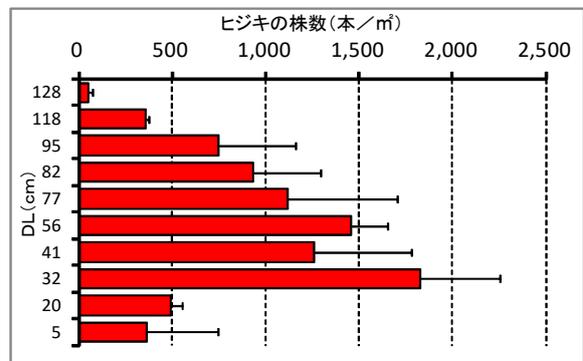


図 2 ヒジキの生息地盤高と 1 ㎡当たりの株数の関係

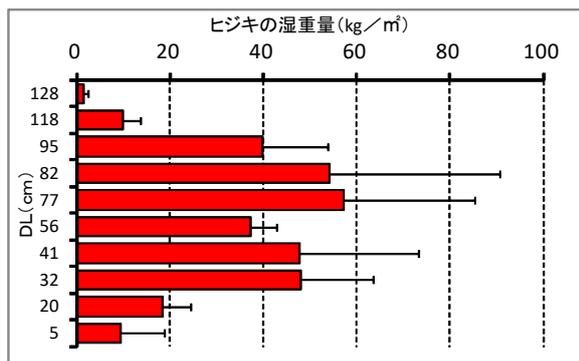


図3 ヒジキの生息地盤高と1 m<sup>2</sup>当たりの湿重量の関係

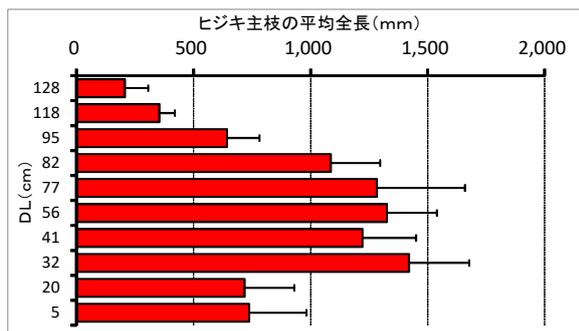


図4 ヒジキの生息地盤高と主枝平均全長との関係

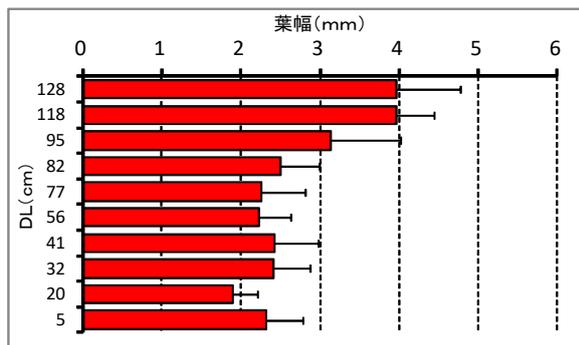


図5 ヒジキの生息地盤高と葉幅との関係

表2 1 m<sup>2</sup>当たりのヒジキ株数の多重比較検定結果

DL	128-118 cm	95-82 cm	77-56 cm	41-32 cm	20-5 cm
128-118cm	-	*	**	**	有意差無し
95-82cm	-	-	有意差無し	有意差無し	有意差無し
77-56cm	-	-	-	有意差無し	**
41-32cm	-	-	-	-	**
20-5cm	-	-	-	-	-

\*\*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(2017年8月22日~2018年3月1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%の平均値で北江潜堤(2.65)

表3 1 m<sup>2</sup>当たりのヒジキ湿重量の多重比較検定結果

DL	128-118 cm	95-82 cm	77-56 cm	41-32 cm	20-5 cm
128-118cm	-	**	**	**	有意差無し
95-82cm	-	-	有意差無し	有意差無し	*
77-56cm	-	-	-	有意差無し	*
41-32cm	-	-	-	-	*
20-5cm	-	-	-	-	-

\*\*は、危険率1%、\*は、危険率5%で有意差有り

表4 ヒジキ主枝の平均全長の多重比較検定結果

DL	128cm	118cm	95cm	82cm	77cm	56cm	41cm	32cm	20cm	5cm
128cm	-	有意差無し	有意差無し	**	**	**	**	**	*	*
118cm	-	-	有意差無し	**	**	**	**	**	*	*
95cm	-	-	-	**	**	**	**	**	有意差無し	有意差無し
82cm	-	-	-	-	有意差無し	有意差無し	有意差無し	**	**	*
77cm	-	-	-	-	-	有意差無し	有意差無し	有意差無し	**	**
56cm	-	-	-	-	-	-	有意差無し	有意差無し	**	**
41cm	-	-	-	-	-	-	-	有意差無し	**	**
32cm	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**
20cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有意差無し
5cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*\*は、危険率1%、\*は、危険率5%で有意差有り

表5 ヒジキの葉幅の多重比較検定結果

DL	128cm	118cm	95cm	82cm	77cm	56cm	41cm	32cm	20cm	5cm
128cm	-	有意差無し	**	**	**	**	**	**	**	**
118cm	-	-	**	**	**	**	**	**	**	**
95cm	-	-	-	**	**	**	**	**	**	**
82cm	-	-	-	-	有意差無し	有意差無し	有意差無し	有意差無し	**	有意差無し
77cm	-	-	-	-	-	有意差無し	有意差無し	有意差無し	有意差無し	有意差無し
56cm	-	-	-	-	-	-	有意差無し	有意差無し	有意差無し	有意差無し
41cm	-	-	-	-	-	-	-	有意差無し	*	有意差無し
32cm	-	-	-	-	-	-	-	-	*	有意差無し
20cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有意差無し
5cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*\*は、危険率1%、\*は、危険率5%で有意差有り

、北江沖(2.07)、奈良原(1.85)、羽田(1.45)、北江潜堤内(1.32)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<sup>1)</sup>。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、8月が26.9~27.2℃、9月が25.0~25.1℃、10月が22.1~22.3℃、11月が17.3~17.8℃、12月が10.8~11.7℃、1月が7.9~8.6℃、2月が6.8~7.2℃、3月が8.8~9.5℃の範囲であった。

2) ヒジキの生物調査

(1) 付着生物調査

付着生物は、植物ではクロガシラ類、シオミドロ類、イトグサ類、イギス類などが、動物ではコケムシ類、カンザシゴカイなどが確認された。合成加速度と付着率との関係について検討した結果、有意な

相関は認められなかったが、合成加速度が最小であった北江潜堤内で、10%を超える高い付着率を示した。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。今後は、調査事例を増やし、他の海域でも同様の傾向がみられるか再現性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、2,038～4,238本/㎡の範囲で確認され、北江潜堤が最大であった。また、1㎡当たりのヒジキ湿重量は、15.4～37.3kg・湿重量/㎡の範囲で確認され、株数と同様に北江潜堤が最大であった。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結果、株数、湿重量ともに有意な相関は認められなかったが、合成加速度が最大であった北江潜堤で、株数、湿重量ともに最大となった。これについても、不着生物の付着率と同様に調査事例を増やし、他の海域でも同様の傾向がみられるか再現性を確認する必要がある。

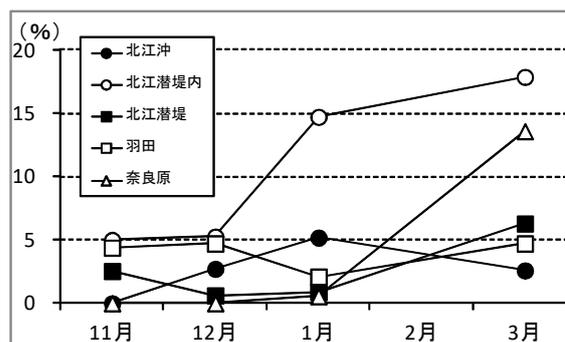


図7 ヒジキへの付着生物の付着率の推移

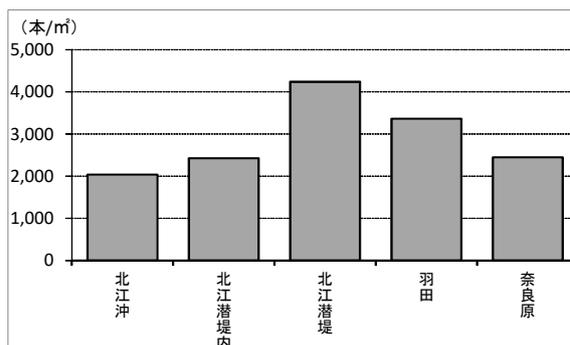


図8 1㎡当たりのヒジキ株数の比較

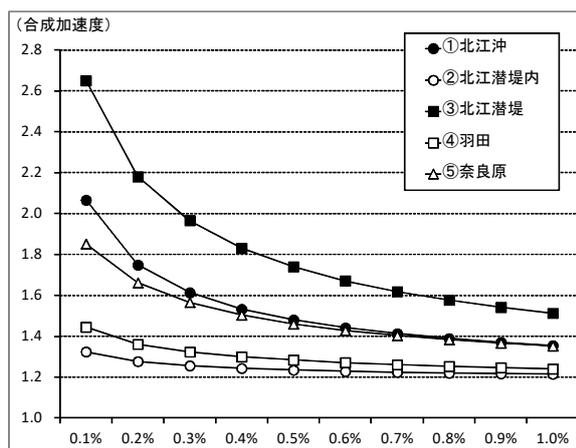


図6 合成加速度の計算結果(上位0.1～1.0%までの平均値)

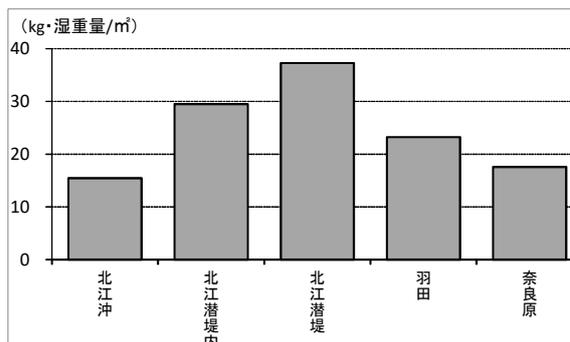


図9 1㎡当たりのヒジキ湿重量の比較

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、近年漁獲量が減少傾向にある。アカは、夏眠後の活動時期の遅れにより摂食期間が短くなるため漁獲サイズが小さくなり、単価が下がった。一方、アオ、クロは加工用として単価が安定していることから、栽培漁業に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>Cheatocecos gracilis</i>	自家培養	培養濃度(400万cells/cc)
ワカメ	乾燥ワカメ	粉末	市販品(食用乾燥ワカメ)
アル	アルギンゴールド	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.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

2017年3月6日、3月24日、4月21日及び4月28日に国東市国見地先、3月22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325個(平均体重490.1g)、クロ123個(平均体重386.2g)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、2017年3月6日~6月1日の間、親ナマコを飼育した。

採卵は期間中にアオ12回、クロ1回行った。採卵方法は、産卵誘発ホルモン「クビリン」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パスを除去するため、ナマコを0.3%塩化カリウム海水に3分間浸漬させ、揉むように洗った。その後、雌個体の腹体腔に体重の1,000分の1量のクビリンを打注し、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400~2,066千粒とした。

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	1～2	波板またはミカンネット	20℃調温	C.g 2000mL	4g
	4t、角形、FRP				C.g 8000mL	16g
稚ナマコの飼育	2t、角形、FRP	2～4	波板またはミカンネット	20℃調温	C.g 4000mL	4g
	6t、円形				C.g 10000mL	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.gを給餌した(表2)。通気量は、日齢1日までは弱通気、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、ミカンネット及び靱殻ネットを設置した別水槽に移し替えることで行った。採苗当日にも、同様の処置を施し、波板を採苗水槽に設置した。

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2017年4月5日～7月18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の人工種苗を用いた。放流場所は、ナマコの外部との移出入がほとんどない姫島村金漁港(図2)とした。漁港内の底質は、きめの細かい泥が広がる水深約5mの砂泥帯であった。

2017年5月6日に6,040千個の浮遊幼生(日齢5日、11日)を放流した。浮遊幼生は、海水で満たしたウナギ袋に酸素を封入し9袋に分けて現地まで運搬した。放流時には、採苗器としてカキ殻を入れた提灯籠を漁港内に設置した(2セット×5カ所)(図3)。

追跡調査は、2017年9月26日(第1回)、10月26日(第2回)及び12月9日(第3回)に行った。第1、2回調査ではA～E区の採苗器を1セットずつ回収する計画であったが、第1回のE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回の際に2セット回収した。また、第3回調査では、潜水捜索により全漁港内に生息しているナマコを採捕した。第1～3回で採捕したナマコをDNA分析に供した。DNA分析による親子鑑定は、(株)日本総合科学に委託し、ミトコンドリアDNA分析とマイクロサテライトDNA分析により行った(表3)。

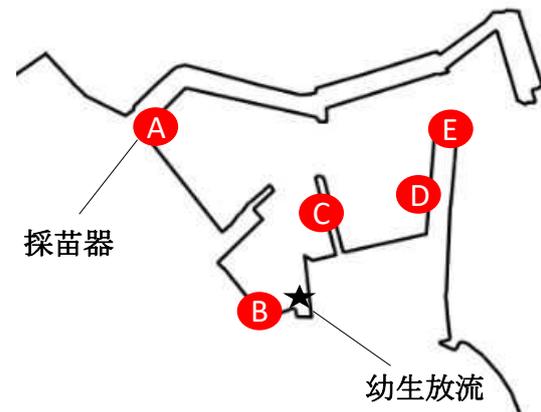


図2 種苗の放流、採苗器設置場所(姫島村金漁港)



図3 際苗器

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	H29.4.25 受精	6
親	H29.5.1 受精	8
子	H29.4.25 受精	10
子	H29.5.1 受精	10
放流持ち帰り分	H29.4.25 又はH29.5.1 受精	5
採捕(第1回)	H29.9.26	4
採捕(第2回)	H29.10.26	4
採捕(第3回)	H29.12.9	46
人工種苗	H29.3.30受精	6
	合計	99

## 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、産卵誘発率はアオ68.9%、クロ80.0%であった。孵化率はアオ73.7%、クロ65.1%となり、昨年度と同様に高かった。

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)	誘発率(%)	総産卵個数(万粒)	孵化率(%)	種苗生産数(千個)
2008	アカ	174	12	75.0	12,225	66.4	1083
2009	アカ	135	10	70.0	10,490	57	541
2010	アカ	135	11	90.9	9,825	47.3	124
2011	アカ	238	17	41.2	5,973	78.5	325
2012	アカ	123	16	75.0	8,269	40.7	448
2013	アカ	181	15	46.7	3,498	74.7	442
	アカ	20	2	83.3	987	84.4	2
2014	アオ	73	6	62.4	3,971	62	95
	クロ	51	3	77.8	653	69.6	4
2015	アオ	228	5	15.8	1,605	87	54
	クロ	74	3	31.6	293	66.3	46
2016	アオ	201	11	40.5	3,855	73.8	150
	クロ	125	2	81.8	1,177	74.5	58
2017	アオ	325	12	68.9	4,649	73.7	123
	クロ	123	1	80.0	350	65.1	0

## 1) 親ナマコの飼育と採卵

採卵結果を表5に示した。アオは親ナマコ(雌)として計74個を採卵に用い、うち51個が放卵した。クロは計5個を採卵に用い、うち4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。浮遊養成期間の生残率はアオ56.2%、クロ32.9%となり、2016年の生残率(アオ29.9%、クロ23.5%)と比較すると高い結果となった。

## 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。アオ12.3万個生産したが、クロは生残が悪く途中廃棄した。また、採苗からの生残率はアオ0.8%と低かった。これは、幼生の段階で胃が収縮した個体が多かったことや、水温22℃以上が続いたことによる死亡だと考えられる。本年度は、付着基質としてミカンネットと靱殻ネットを用いたことで、チグリオパスによる稚ナマコの食害を最小限に止めることができた。

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数(個)	放卵を確認した親ナマコの数(個)	誘発率(%)	採卵数(万個)	ふ化数(万個)	孵化率(%)	備考
アオ	1	3月23日	6	3	50.0	116.0	86.0	74.1	
	2	3月28日	6	4	66.7	156.6	7.0	4.5	
	3	3月30日	6	5	83.3	124.0	72.0	58.1	
	4	4月12日	6	2	33.3	59.7	17.0	28.5	
	5	4月25日	6	4	66.7	659	410.0	62.2	
	6	4月27日	6	4	66.7	273.3	0.0	0.0	ふ化せず終了
	7	5月1日	6	5	83.3	855.6	636.0	74.3	
	8	5月9日	6	5	83.3	1251.5	1248.2	99.7	
	9	5月16日	6	5	83.3	268.2	268.2	100.0	
	10	5月17日	6	5	83.3	322.6	234.0	72.5	
	11	5月23日	6	5	83.3	436.4	334.0	76.5	
	12	6月1日	8	4	50	128.0	114.0	89.1	
		合計	74	51	68.9	4650.9	3426.4	73.7	
クロ	1	5月11日	5	4	80.0	350.0	228.0	65.1	
		合計	5	4	80.0	350.0	228.0	65.1	

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)	孵化 幼生数 (万個)	孵化率 (%)	日付	日齢	幼生数 (万個)	生残数 (%)	
アオ	1	No.2	1t	3月23日	58.0	50.0	86.2	4月5日	13	15.3	30.6	着底期飼育へ
	2	No.4	1t	3月23日	58.0	36.0	62.1	4月5日	13	19.3	53.6	着底期飼育へ
	3	No.6	1t	3月28日	78.3	5.0	6.4	4月20日	23	3.0	60.0	着底期飼育へ
	4	No.7	1t	3月28日	78.3	2.0	2.6	4月20日	23	2.0	100.0	着底期飼育へ
	5	No.8	1t	3月30日	62.0	42.0	67.7	4月20日	21	5.3	12.6	着底期飼育へ
	6	No.10	1t	3月30日	62.0	30.0	48.4	4月20日	21	8.5	28.3	着底期飼育へ
	7	No.14	1t	4月12日	59.7	17.0	28.5					このまま採苗
	8	No.1	1t	4月25日	122.5	116.0	94.7	5月6日	11			幼生放流
	9	No.2	1t	4月25日	122.5	104.0	84.9	5月12日	17	80.8	95.2	着底期飼育へ
	10	No.5	1t	4月25日	103.5	42.0	40.6	5月6日	11			幼生放流
	11	No.6	1t	4月25日	103.5	50.0	48.3	5月6日	11			幼生放流
	12	No.7	1t	4月25日	103.5	50.0	48.3	5月6日	11			幼生放流
	13	No.8	1t	4月25日	103.5	48.0	46.4	5月6日	11			幼生放流
	14			4月27日	273.3	0.0	0.0					ふ化せず終了
	15	No.9	1t	5月1日	206.6	178.0	86.2	5月18日	17	69.0	38.8	着底期飼育へ
	16	No.10	1t	5月1日	206.6	140.0	67.8	5月18日	17	69.2	49.4	着底期飼育へ
	17	No.11	1t	5月1日	110.6	48.0	43.4	5月6日	5			幼生放流
	18	No.12	1t	5月1日	110.6	86.0	77.8	5月6日	5			幼生放流
	19	No.15	1t	5月1日	110.6	96.0	86.8	5月6日	5			幼生放流
	20	No.16	1t	5月1日	110.6	88.0	79.6	5月6日	5			幼生放流
	21	No.1	1t	5月9日	172.3	172.3	100.0	5月25日	16	110.0	63.8	着底期飼育へ
	22	No.5	1t	5月9日	172.3	172.3	100.0	5月25日	16	101.0	58.6	着底期飼育へ
	23	No.6	1t	5月9日	172.3	172.3	100.0	5月25日	16	97.0	56.3	着底期飼育へ
	24	No.7	1t	5月9日	172.3	170.0	98.7	5月25日	16	64.0	37.6	着底期飼育へ
	25	No.8	1t	5月9日	172.3	172.3	100.0	5月25日	16	157.5	91.4	着底期飼育へ
	26	No.11	1t	5月9日	195.0	194.0	99.5	5月25日	16	147.0	75.8	着底期飼育へ
	27	No.12	1t	5月9日	195.0	195.0	100.0	5月25日	16	90.0	46.2	着底期飼育へ
	28	No.16	1t	5月16日	134.1	134.1	100.0	5月30日	14	92.0	68.6	着底期飼育へ
	29	No.20	1t	5月16日	134.1	134.1	100.0	5月30日	14	79.3	59.1	着底期飼育へ
	30	No.3	1t	5月17日	107.5	78.0	72.6	5月30日	13	34.6	44.4	着底期飼育へ
	31	No.4	1t	5月17日	107.5	98.0	91.2	5月30日	13	48.0	49.0	着底期飼育へ
	32	0.5t-No.1	0.5t	5月17日	53.8	33.0	61.3	5月31日	14	19.3	58.5	着底期飼育へ
	33	0.5t-No.2	0.5t	5月17日	53.8	25.0	46.5	5月31日	14	14.7	58.8	着底期飼育へ
	34	No.2	1t	5月23日	110.8	100.0	90.3	6月8日	16	27.3	27.3	着底期飼育へ
	35	No.9	1t	5月23日	110.8	78.0	70.4	6月8日	16	25.3	32.4	着底期飼育へ
	36	No.10	1t	5月23日	110.8	74.0	66.8	6月8日	16	26.7	36.1	着底期飼育へ
	37	No.18	1t	5月23日	104.0	82.0	78.8	6月8日	16	27.3	33.3	着底期飼育へ
	38	No.5	1t	6月1日	88.0	74.0	84.1	6月12日	11	80.0	108.1	胃収縮(全換水)そのまま着底期飼育
	39	No.6	1t	6月1日	40.0	40.0	100.0	6月12日	11	40.0	100.0	胃収縮(全換水)そのまま着底期飼育
				合計(平均)	4650.9	3426.4	73.7			1553.4	56.2	
クオ	1	No.15	1t	5月11日	116.7	84.0	72.0	5月30日	18	75.0		着底期飼育へ
	2	No.16	1t	5月11日	116.7	76.0	65.1					少ないのでNo.15へ移動
	3	No.20	1t	5月11日	116.7	68.0	58.3					少ないのでNo.15へ移動
					合計(平均)	350.1	228.0	65.1			75.0	32.9

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	1	No.17	1t	ミカンネット(アルギン付き)	10セット	4月5日	17.3	5月12日	50	4.1	0.1	0.6	
	2	No.18	1t	ミカンネット	10セット	4月5日	17.3	5月12日	50	4.1	0.1	0.6	
	3	No.13	1t	波板(アルギン寒天付き)		4月20日	5	6月5日	69	8.9	2.9	58.0	
	4	No.19	1t	靱殻ネット	5セット	4月20日	13.8	6月8日	70	8.8	2.6	18.8	
	5	No.14	1t	波板	5セット	—	—	7月6日	85	10.3	0.9		
	6	4t-2(前)	2t	ミカンネット	10セット	5月30日	82.7	7月12日	56	7.5	0.2	0.2	
	7	4t-3(前)	2t	ミカンネット	10セット	5月25日	407	7月12日	64				廃棄
	8	4t-3(奥)	2t	ミカンネット	10セット	5月25日	368.5	7月12日	64				廃棄
	9	4t-5(前)	2t	靱殻ネット	10セット	5月18日	138.2	7月12日	72	7.8	3	2.2	
	10	4t-5(奥)	2t	靱殻ネット	10セット	5月12日	80.8	7月12日	78	6.5	2.5	3.1	
	11	No.10	1t			6月12日	40	7月18日	47				廃棄
	12	No.20	1t			6月8日	54	7月18日	56				廃棄
	13	No.11	1t	ミカンネット	10セット	5月30日	75	7月18日	68				廃棄
	14	No.15	1t	靱殻ネット	5セット	5月31日	19.3	7月18日	62				廃棄
	15	No.16	1t	ミカンネット	10セット	5月31日	14.7	7月18日	62				廃棄
	16	No.17	1t	ミカンネット	10セット	5月25日	90	7月18日	70				廃棄
	17	No.13	1t			6月8日	52.6	7月18日	56				廃棄
	18	No.9	1t			6月12日	41	7月18日	47				廃棄
合計(平均)							1517.2			7.25	12.3	0.8	
クロ	1	4t-2(奥)	2t	ミカンネット	10セット	5月30日	88.5	7月12日	57				廃棄

## 2. 放流効果の検証とDNA分析の正確性の検討

9月26日、10月26日の追跡調査(採苗器回収)では計8個体のナマコを採捕した(表8)。また、12月9日の追跡調査(潜水)では計46個体のナマコを採捕した(表9)。これらのDNA分析の結果、今回追跡調査で採捕した中には放流種苗は含まれていなかった。

表8 9月26日・10月26日採捕個体内訳

採捕日	採捕場所(区)	ナマコの種類	体長(cm)	重量(g)
H29.9.26	A	クロ	7.4	3.7
	D	アオ	10.4	10.6
	D	アオ	9.9	10.2
	D	アオ	10.6	11.3
H29.10.26	A	アオ	8.1	5.5
	B	クロ	15.2	60.1
	B	アオ	9.6	9.2
	B	アオ	10.0	10.6

表9 12月9日採捕個体内訳

ナマコの種類	採捕日	採捕したナマコの個数(個)	採捕したナマコの体長(mm)	採捕したナマコの重量(g)
アオ	H29.12.9	40	平均 296.4、最大 730.2、最小 56.7	平均 25.7、最大 38.0、最小 15.7
クロ	H29.12.9	6	平均 240.4、最大 357.0、最小 172.0	平均 24.3、最大 28.7、最小 20.0

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)。

# 養殖ヒジキの品質向上と養殖用種苗供給技術の確立

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。県ではこれまで天然種苗を用いたヒジキ養殖技術を開発し普及を行ってきたが、天然ヒジキの価格高騰により養殖用種苗とする天然ヒジキの確保が難しくなったことや、ヒジキをロープに挟み込む作業に手間がかかることが制限要因となり、養殖経営体は増加していない。

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の開発を行った。

## 事業の方法

### 1. 採苗

ヒジキ母藻は2017年5月8日に佐伯市上浦町の保護水面で採取したものと6月6日に豊後高田市呉崎で採取したものを用いた。成熟した母藻は雌雄別に主枝を5~10cm程度に切り分け付着生物を除去した後、水道水で軽く洗浄した。その後、200Lポリカーボネイト製のアルテミアふ化用水槽に收容し、止水でエアレーションを行った。生殖器床から放出され沈んだ受精卵をサイフォンで海水とともに回収し、50 $\mu$ m目合いのネットを用いて受精卵を集め、滅菌海水で比重選別するとともに洗浄した。

付着基質となるロープはクレモナ12mmクロスロープ（TBR株式会社製）、ノリ糸12mmクロスロープ（TBR株式会社製）、6mmクレモナ3本打ロープ（TBR株式会社製）の3種類で、各種ロープ9mを鍋敷き状にして使用した。1/5濃度のPESI培地を5L入れたPP製のクリアケース内にロープを收容し、受精卵に滅菌海水を加えた受精卵液を10mLビュレットを用いてロープ上に散布した。散布後、22.5℃、照度3,000~4,000lux、明期：暗期=14時間：10時間に設定した恒温室内で受精卵が着床するまで養成した。

### 2. 育苗

着床を確認したロープは野外に設置した1tのFRP水槽で流水による管理を1週間~1ヶ月程度行ったのち、浅海チームのキャンバス水槽内でししおどし方式による管理（写真1）、または佐伯市上浦、津久見市網代にて筏を使用した海面での育苗管理を行った。海面育苗では鍋敷き状にしていたロープをそのまま吊す方法（なべしき式）のほか、ロープを縦に吊す方法（縦置き式）、ロープ1本をまっすぐ横に伸ばして吊す方法（1本式）の3種類（写真2,3）で管理した。縦置き式では、9mのロープを1mごとに折り返して塩ビパイプにくくりつけた。また、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。



写真1 ししおどし方式による管理



写真2 津久見市網代での海面育苗（写真中央：なべしき式、写真上部：縦置き式）

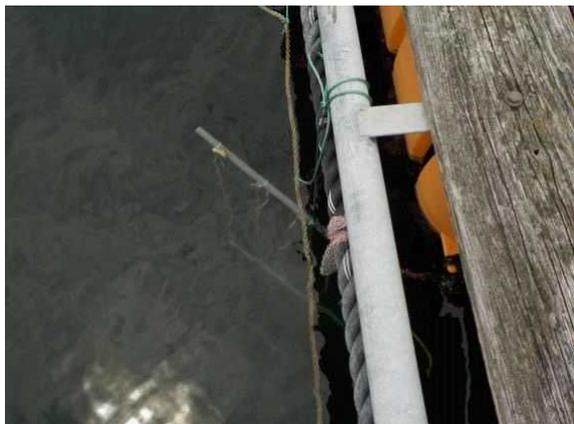


写真3 佐伯市上浦での海面育苗（縦置き式、1本式）

### 3. 養殖

育苗したヒジキロープは11月14日に国東市富来沖、12月15日に宇佐市長洲の干潟に沖出しして養成した。富来沖では浮き流し式、長洲では支柱式で養殖を行った。また、ロープにペンダント型データロガー（UA 温度 HOB0）を設置して1時間ごとの水温を測定した。

## 事業の結果および考察

### 1. 採苗

上浦産母藻は雌382.1g、雄195.6gを用い、5月13日～16日の4日間で合計576,470粒を採卵し、ロープ12本に散布した。呉崎産母藻は雌383.6g、雄197.6gを用い、6月10日～14日の5日間で合計1,366,300粒を採卵し、ロープ11本に散布した。

### 2. 育苗

上浦産母藻から採取した卵を散布したロープ（以下「上浦産」という）及び呉崎産母藻から採取した卵を散布したロープ（以下「呉崎産」という）のししおどし式管理によるヒジキの主枝長の推移を図1、上浦での海面育苗管理によるヒジキの主枝長の推移を図2、網代での海面育苗管理によるヒジキの主枝長の推移を図3に示す。また、6月30日～10月30日の浅海チーム屋外水槽、網代の水温及び7月13日～10月30日の上浦の水温を図4に示す。

浅海チームでの水槽管理では、雑藻繁茂を抑制するため、天然ヒジキ漁場の波刺激をイメージしてペットボトルで作成した簡易ししおどしを設置し管理を行ったが、十分な効果は得られず9月頃からアオサ、クロガシラなどが繁茂した。また、ヒジキの成長も悪く、試験終了時の12月8日の平均主枝長は1.4cmであった。

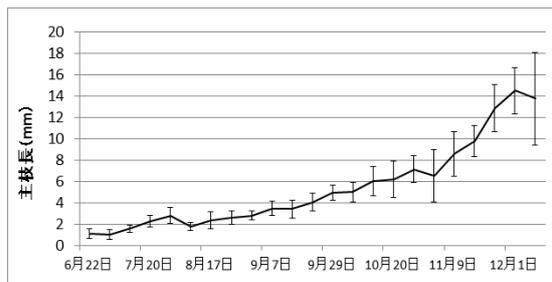


図1 ししおどし式管理ヒジキの主枝長の推移

上浦での育苗管理では、ヒジキは順調に成長し、11月13日時点で最も成長していた上浦産なべしき式ヒジキの主枝長は最大で35.1cm、平均22.8cmであった。なお、最も成長が遅かった呉崎産縦置き式のヒジキでも、平均10.8cmまで成長した。また、なべしき式は芽落ちが少なかったが、縦置き式では下部、1本式ではロープ中央部のヒジキで芽落ちが多くみられた。なべしき式は水面近くでロープ全体に光が均等に当たっていたが、縦置き式、1本式で芽落ちがみられた箇所はいずれも水面から50cm以下の位置にあり、日照不足であったことが芽落ちの原因の一つとして考えられる。また、方法によらず一部のヒジキ芽にはかじられたような食害痕がみられた。食害被害は少なかったが、ヒジキの成長点は藻体の頂端にあり、その箇所をかじりとられると成長できなくなってしまうため、海面での育苗管理の際には食害対策も必要であることがわかった。付着物はロープへのアオサやカンザシゴカイ類の付着が多かったが、ヒジキ藻体への付着物はほとんどなかった。

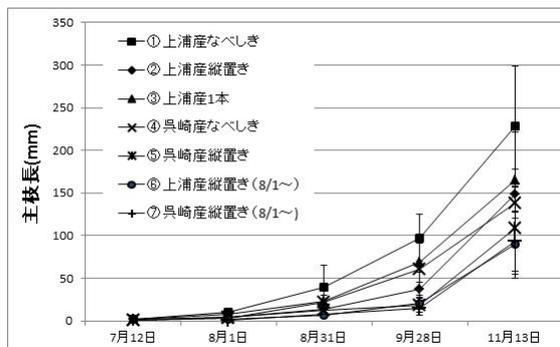


図2 上浦での育苗管理ヒジキの主枝長の推移

網代での育苗管理ヒジキは、9月中旬の台風による洪水被害の影響でロープに泥が積もり、大半のヒジキ芽が消失した。しかし、8月末までは付着物も少なく順調に成長し、水温も上浦と同程度であったことから、洪水被害がなければ上浦での育苗ロープと同様な結果が期待できたと考える。

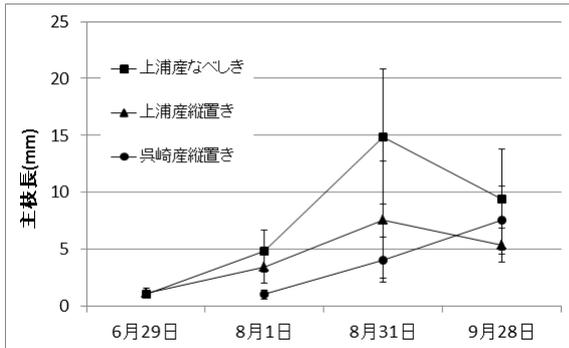


図3 網代での育苗管理ヒジキの主枝長の推移

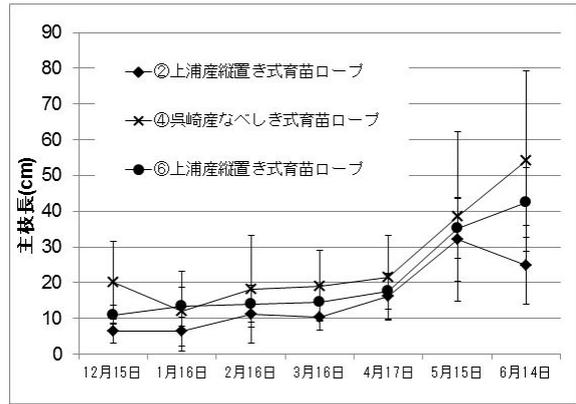


図5 長洲養殖ヒジキの主枝長の推移

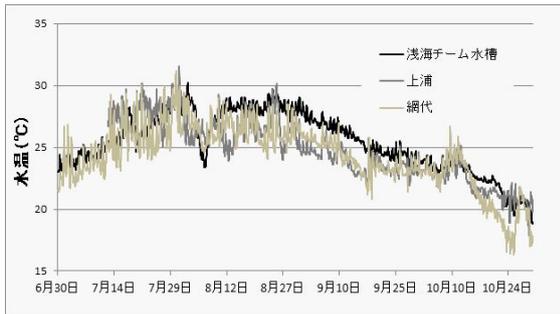


図4 浅海チーム屋外水槽、上浦、網代の水温

### 3. 養殖

長洲及び富来沖でのヒジキの主枝長の推移を図5、図6、富来沖でのヒジキの生産量を表1、11月15日～6月14日の長洲及び富来沖の水温を図7に示す。

長洲での養殖ヒジキは、冬～春の間はほとんど伸びず成長は停滞した。4月以降ようやく成長がみられ、6月14日時点で全ロープの平均主枝長は35.3cmであった。沖出しが12月半ばと遅かったため、すでに水温が10℃前後まで下がっており、冬期までに十分な長さに伸ばせなかったことや、今期の豊前海は冬場の水温が平年よりも低かった<sup>1)</sup>ことなどが、水温上昇後も思うように伸びなかった要因と考えられる。また、ロープに付いているヒジキの芽数も少なく、生産量はヒジキ芽が多く残っていたロープでも0.1kg(湿重量)/mであった。芽落ちの原因は、干潟での養殖のため砂とのスレが考えられる他、冬場の夜間干潮時の凍害などが考えられる。なお、4月までアオサ以外の付着物はほとんどみられなかったが、5月下旬以降、フジツボとムラサキイガイが急増した。生殖器床は5月15日に上浦産ヒジキで確認され、6月14日には呉崎産のヒジキにも確認された。

富来沖での養殖ヒジキは、12月下旬～3月までは水温がほぼ10℃を下回っており成長は緩やかであったが、水温が15℃を上回った5月中旬以降、急激に伸長した。試験終了時の6月15日の主枝長は、上浦産なべしき式が平均71.6cm・最大87.1cm、上浦産1本式が平均97.9cm・最大112.3cm、呉崎産縦置き式が平均174.9cm・最大205.3cm、呉崎産縦置き式(8/1～)が平均134.3cm・最大185.0cmであった。特に呉崎産ヒジキは5月10日～6月15日のおよそ1ヶ月間で約100cm伸びていた。上浦産は呉崎産ほど急激な伸長がなかったが、生殖器床を調べると、6月15日の時点で上浦産はほとんどの藻体で成熟がみられたのに対し、呉崎産は生殖器床が小さい藻体もあり、上浦産に比べ成熟が遅れていた。このことから、上浦産は早期に成熟が進んで伸長が緩やかになったが、呉崎産は上浦産よりも成熟が遅かったために伸長が止まらず、急激な伸びにつながったと考えられる。上浦産は長さは呉崎産に及ばなかったものの、呉崎産が縦置き式育苗であったのに対しなべしき式及び1本式で育苗しており、育苗時の芽落ちが少なかったためヒジキの密度が高く、生産量では呉崎産を上回った。最も生産量が大きかったロープは上浦産1本式(写真4)で、生産量は湿重量で6.4kg/m、乾燥後は0.89kg/mであった。また、付着物は冬期にハバノリモドキが多かったが水温上昇とともに消失し、5月以降はキイロウミシバなどがみられるようになった。しかし、6月以降も数は少なく、ヒジキの藻体は非常にきれいであった。なお、海面育苗時にロープに付着したアオサは養殖時も消えずに残り、さらにヒジキが芽落ちした部分に増殖していた。海面育苗から養殖へ移行するにはできるだけアオサを除去することが望まれる。ただ、ヒジキ藻体への付着はほとんどなく、収穫の際になるべく根元付近を避けて刈り取れば、収穫したヒジキにアオサが混じることはほとんどないと思われる。

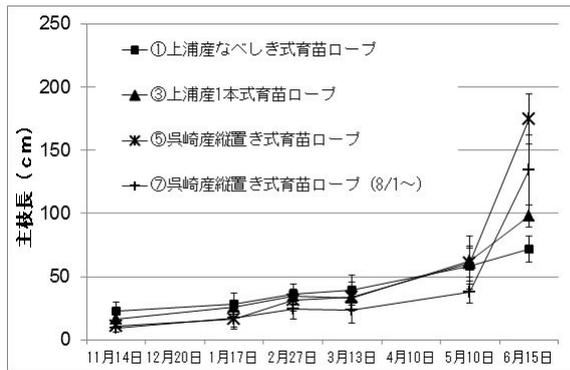


図6 富来沖養殖ヒジキの主枝長の推移

表1 富来沖養殖ヒジキの生産量

ロープ	①上浦産なべしき式	③上浦産1本式	⑤奥崎産縦置き式	⑦奥崎産縦置き式 (8/1~)
湿重量(kg/m)	4.2	6.4	1.5	0.9
乾燥重量(kg/m)	0.46	0.77	0.16	0.07



写真4 回収後の富来沖養殖ヒジキロープ(③上浦産1本式)

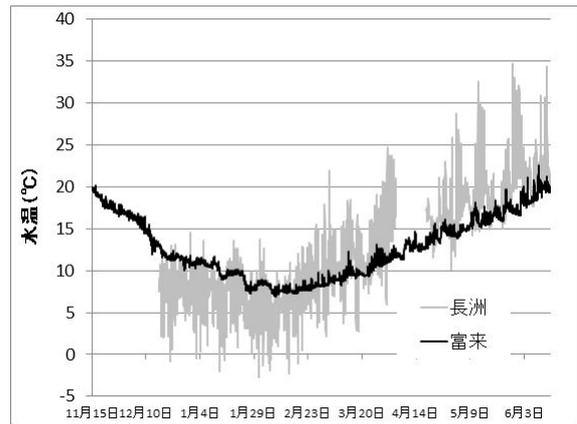


図7 長洲及び富来沖の水温

※長洲は干潟の為、干出時は気温

富来沖での養殖の結果から、人工種苗ロープの密度を適切に保って養殖へ移行できれば、付着物を防除でき、生産量も十分見込めることがわかった。今後はいかにして夏場の育苗管理を行い、雑海藻を防除しつつヒジキ芽の密度を保つかに重点を置き、最適な種苗生産方法を検証していきたい。

#### 文献

- 1) 菅沼倫美, 資源・環境に関するデータの収集・情報の提供-5. ノリ養殖安定対策推進事業(情報提供と技術指導). 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

## ①クロメ類の早期種苗生産

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、浅海チームでは種苗生産を行っており、今回は翌年に収穫できるよう、フリー配偶体を用いた早期採苗試験を行った。また、カジメは主に夏から秋に子嚢斑が形成されるが、母藻からも早期採苗できるよう、佐賀関地先に生育するカジメにおいて子嚢斑が現れる時期を把握するため、成熟調査を行った。

### 事業の方法

#### 1. 種苗生産

2005年9月28日に佐賀関地先で採集し、フリー状態で保存されているカジメの配偶体<sup>1)</sup>を用いた。

カジメのフリー配偶体は2017年7月24日に拡大培養し、9月4日にミキサーで細断し配偶体液を作成した。フリー配偶体は、濾紙で軽くぬぐった湿重量8.0gを用いた。ミキサー細断は2秒×5回行い、平均約170 $\mu$ mまで刻んだ。

これら配偶体液をPESI培地5Lを入れた基質なしのクリアケース2ケース及びクレモナ糸約30mを巻いた種糸枠を3枠ずつ入れPESI培地20Lを満たしたバット2つに収容した(写真1)。培養は19 $^{\circ}$ Cに設定

した恒温培養室で行い、照度は5,000~6,000lux、9L(9時間明期):15D(15時間暗期)とした。



写真 1 配偶体液を注いだクリアケースとバット

#### 2. 養成

採苗から23日後の9月27日に、恒温室で培養していた基質なしのクリアケースのカジメ(以下「基質なし」という)、種糸枠を入れたバット内のカジメ(以下「種糸枠」という)とともに屋内の100Lパンライト水槽に移し、水槽での養成を開始した。基質なしは水槽に1/5PESI培地を満たし、止水で通気培養を行い(写真2)、葉体がある程度大きくなった10月20日から砂ろ過海水掛け流しの通気培養に切り替えた。種糸枠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。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、10L:14Dとした。

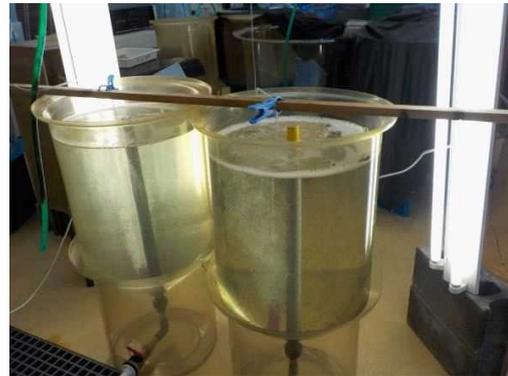


写真 2 基質なしカジメの養成



写真3 種糸枠カジメの養成

### 3. 成熟調査

2017年6月～9月に月1回、大分市佐賀関高島西側の沿岸水深3～4mに生育するカジメを5個体、生長点から上の葉の部分のみを採集し、調査に供した。採集した個体の葉重を表1に示す。これらの個体の葉全体のうち子嚢斑を有する葉の割合を求め、子嚢斑有葉率として月別の成熟度合いを比較した。

表1 採集したカジメの葉重 (g)

採集日	6/12	7/19	8/24	9/14
平均値	560.7	721.6	712.2	727.7
標準偏差	±261.9	±301.2	±334.4	±118.2

### 事業の結果

#### 1. 種苗生産

カジメは採苗7日後の観察で、基質なしも種糸枠も成熟し、芽胞体も確認された(写真4)。また、採苗15日後の観察では、多くの芽胞体が観察された(写

真5)



写真4 成熟した配偶体と芽胞体 (矢印) (400倍率)



写真5 多くの芽胞体 (200倍率)

#### 2. 養成

基質なしカジメの生長を図1に示す。止水条件で水温の高い時期もあったが順調に生長し、掛け流し管理に切り替え後も生長は良く、特に水温が18～19℃を下回った頃から急激に葉が伸長した。11月24日の時点で葉長は平均34.0mmとなり、9月27日の平均0.8mmから約2ヶ月で33.2mm伸びた。

種糸枠カジメの生長を図2に示す。11月2日までは基質なしと同程度の生長であったが、以降の生長は基質なしに比べて鈍く、水温が19℃以下になっても急激な伸長はみられなかった。11月24日の時点で葉長は平均12.8mmであった。

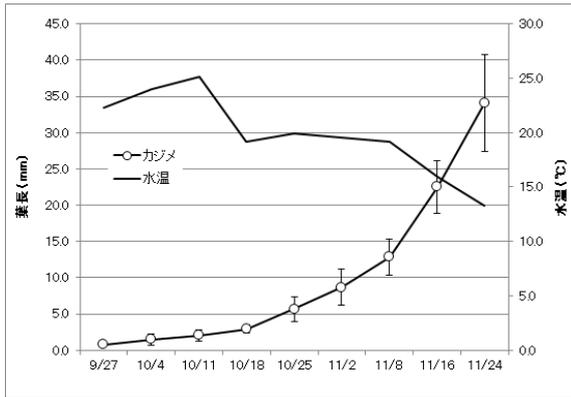


図1 基質なしカジメの生長

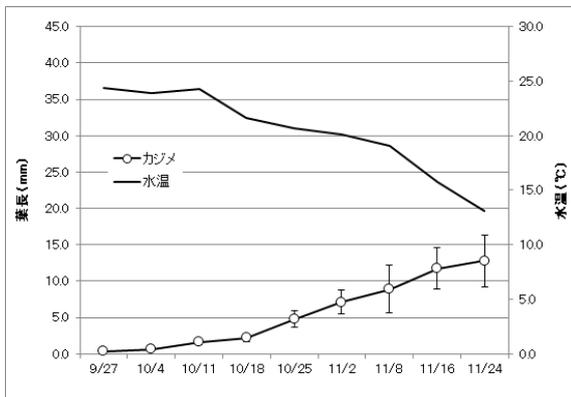


図2 種系枠カジメの生長

3. 成熟調査

各個体の子嚢斑有葉率を図3に示す。6月から9月にかけて徐々に子嚢斑有葉率が高くなった。最も割合が高かったのは8月24日に採集した個体の66.7%であったが、8月24日は子嚢斑のない個体もあるなどばらつきがみられた。5個体全体でみると子嚢斑有葉率は9月14日が最も高く、平均値は38.9%であった。

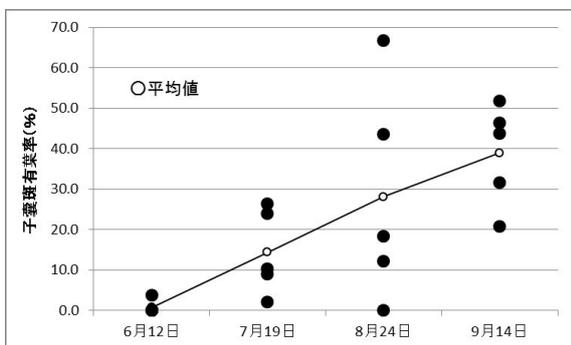


図3 各個体の子嚢斑有葉率

考察

早期採苗試験では、種系枠のカジメは基質なしのカジメに比べ生長が鈍かったが、それでも11月下旬の時点で10mm以上に生長した。よって、9月頭の採苗でも11月や12月に十分沖出し可能なサイズまで生長させることができると考えられる。また、基質なしのカジメは水槽内を自由に動くことができたため珪藻などの汚れが付きにくく、光が均等に当たり、流動の環境も良かったことが種系枠よりも大きく生長した要因と考えられる。

成熟調査では、9月の時点でほとんどの母藻が子嚢斑を有しており、早期採苗に用いることが可能と考えられる。また7、8月の時点でも子嚢斑を有する個体が確認された。子嚢斑から放出された胞子が成熟して卵や精子嚢をつくるためには水温の低下や短日などの条件が必要なため、夏季に自然条件で種苗生産を行うのは難しいが、温度や日周期を管理すれば7月でも種苗生産できる可能性がある。

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28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

### ②ヒトエグサの人工種苗生産

菅沼倫美

#### 事業の目的

近年、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おり、副次的に冬～春先に収入が得られるワカメ、ヒジキ、ヒトエグサ等の海藻養殖が注目されている。

ヒトエグサ (*Monostroma nitidum*) は三重県や愛知県などで養殖が盛んに行われている緑藻で、潮間帯の最上部に生育している。著しい耐乾性を持ち、塩分の適応範囲も広く、外海域から汽水域まで分布がみられる。元来海苔の佃煮の原料として使われてきたが需要が伸びず、生産は過剰気味とされていた。しかし、近年は味噌汁や天ぷらなど食材として幅広く用いられるようになり、需要が拡大している。

県内では天然採苗で小規模なヒトエグサ養殖を営む漁家もあり、今後の養殖規模拡大を目指し、安定した種苗確保のため、浅海チームで人工種苗生産を試みた。

#### 事業の方法

##### 1. 接合子板作成

2017年5月9日に豊後高田市香々地の八幡川河口で母藻となるヒトエグサを採集した。浅海チームに持ち帰ったヒトエグサは、はじめ海水で軽く泥などを洗い流したのち滅菌海水で洗浄し、軽く水を切って新聞紙を敷いたバットの上に並べ、一晚暗所で静置した。翌日朝、一晚置いた生乾き状態のヒトエグサ60.5gを滅菌海水を満したバットに入れ、配偶子の放出を待った。しかし、1週間以上経過しても放出がみられなかったため、5月29日にヒトエグサをバットからいったん取り出し、しっかり水分を拭き取ってから再度一晚暗所に静置し、翌日滅菌海水を満したバットに移し、配偶子の放出を待った。6月2日朝にヒトエグサ葉体のまわりに黄土色の雲状のもやがみられ(写真1)、大量の配偶子が放出されていることが確認されたため、10mlピュレットを用いて吸引し、配偶子液を作成した。配偶子液は4時間静置し、配偶子が接合して負の走光性となったことを確認した(写真2)後、1 $\mu$ mフィルターでろ過した海水、または1/3PESI培地を満した2つの35

L水槽に注いだ。水槽には粗面に加工した20cm×10cmの塩化ビニール板を10枚ずつ吊し、接合子のムラ付きを防ぐため、配偶子液を注いだ後、暗幕で水槽を4時間覆った(写真3)。



写真1 葉体のまわりに広がる黄土色のもや



写真2 負の走光性でビーカーの底に集まる接合子



写真3 暗幕で覆った水槽

## 2. 接合子（孢子囊）培養

水槽は屋内で管理し、培養は6月2日～7月11日まで室温で行い、6月2日～7月4日は8,000～10,000lux、7月5日～7月11日は2,000～4,000luxの光が水面に当たるよう水槽の上に蛍光灯を設置し、8:00点灯17:00消灯とした（写真4）。7月以降、室温が33℃を超え高温となったため、7月12日からは海水を掛け流したバットの中に水槽を移してウォーターバスにし（写真5）、蛍光灯なしで管理を行った。水槽の水替えは3週間に1回程度行い、さらに珪藻などの付着物防除のため、7月5日からは原則平日に毎日2時間の干出をかけ、7月4日、7月21日、8月9日、8月28日には一晩真水（水道水）浸漬を行った。培養中は、週に一度接合子の大きさと顕微鏡1視野（100倍率）あたりの接合子数（5視野平均）を測定した。



写真4 室温での接合子（孢子囊）培養

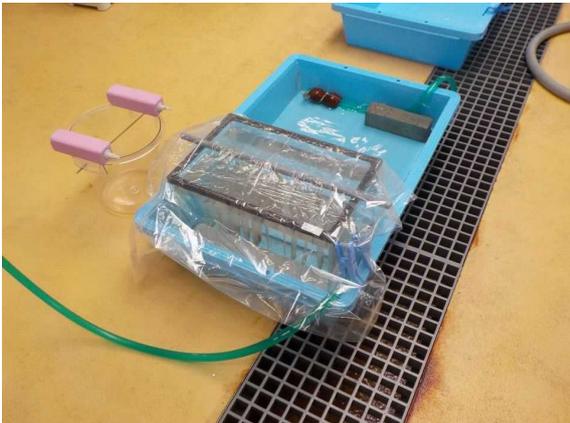


写真5 ウォーターバスでの接合子（孢子囊）培養

## 3. 採苗

ろ過海水で培養していた接合子板は接合子の数が少なかったため、1/3PESI培地で培養していた接合子板10枚のみを使用した。9月7日～9月21日の15日間、水槽を暗幕で覆い、接合子の成熟促進のための暗処理を行った。9月22日に120Lのブルーコンテナに1 $\mu$ mフィルターでろ過した海水を満たし、ノリ網を1枚、接合子板を5枚収容し、コンテナ上に蛍光灯

を設置して毎朝8:30～9:30に8,000～10,000luxの光を当てた後、ムラ付きを防ぐため3時間程度暗幕で覆って1回目の採苗を行った。また、10月2日から1回目と同様にコンテナ、ノリ網を準備し、残りの5枚の接合子板を用いて2回目の採苗を開始した（写真6）。なお、成熟促進の暗処理は9月29日～10月1日、10月6日～10月9日にも行った。コンテナには検鏡用のクレモナ糸を1本ずつ入れ、芽付きを確認した。

採苗した2枚の網は県漁協香々地支店に提供して10月30日に八坂川河口の港に沖出しし、検鏡用の糸は1 $\mu$ mフィルターでろ過した海水を入れた500mLの枝付きフラスコに1本ずつ入れ、12時間明期12時間暗期、22℃、照度4,000～5,000luxの恒温培養室で通気培養した。



写真6 網と接合子板を同時に収容し採苗

## 事業の結果および考察

### 1. 接合子板作成

採集したヒトエグサは縁辺が黄緑色で、十分に成熟しているように思われたが、採集から配偶子の放出ピークまでは3週間以上要した。5月29日に再度乾かすと6月2日に大量の配偶子放出がみられたことから、1度目は母藻の乾きが弱く、干出刺激が不十分であったことが原因の一つとして考えられる。また、5月10日の室温は22.1℃、6月2日は24.9℃であり、温度の上昇が成熟および配偶子放出を促進させた可能性もある。

### 2. 接合子板培養

接合子の大きさと顕微鏡1視野あたりの数の推移を図1に示す。7月の室温での管理期は高温のためか生長が停滞し、中身が抜け落ちて透明になっている接合子が多数みられた。ウォーターバス管理に切り替えると再び生長がみられ、接合子の透明化は確認されなくなり、1/3PESI培地で培養した接合子、

ろ過海水で培養した接合子ともに順調に生長し、9月5日にはそれぞれ平均51.0 $\mu\text{m}$ 、45.5 $\mu\text{m}$ に達した。1視野あたりの数は、1/3PESI培地培養とろ過海水培養どちらも7月にかけて減少し、1/3PESI培地の接合子は7月下旬に60個程度になって以降は大きな減少はなかったが、ろ過海水の接合子は減耗が大きく、6月28日以降は4個未満であった。2つの水槽は並べて配置しており、この差の原因が水温や光とは考えにくい。また、7月頃までどちらの水槽も珪藻類は少なく、汚れが原因とも考えにくい。なお8月以降はPESI培地の接合子板で珪藻とともにラン藻が増えた一方で、ろ過海水の接合子板はラン藻の発生はなく、珪藻も少なかった。このことから栄養塩の多少の影響が考えられるが、ろ過海水の栄養塩は未分析のため、断定はできない。また、6月6日の時点ですでに1/3PESI培地よりもろ過海水の接合子数が少ないことから、もともと投入した配偶子の数が少なかった可能性も考えられる。

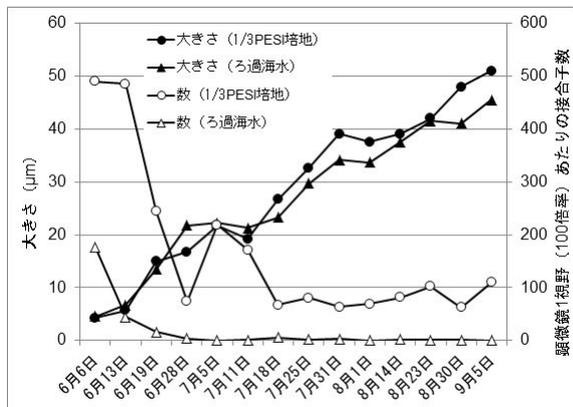


図 1 接合子の大きさと顕微鏡 1 視野 (100 倍率) あたりの数

3. 採苗

1回目の採苗に用いたコンテナ内の接合子板を9月27日に検鏡したところ、まだ胞子がほとんど放出していない(写真7)。その後、9月29日~10月1日、10月6日~10月9日の2回の暗処理の後、10月11日に接合子板を検鏡すると、ほとんどの胞子囊が放出済みであった(写真8)。また、2回目の採苗に用いたコンテナ内の接合子板を10月11日に検鏡したところ、泳ぎ回る胞子も確認された(写真9)ため、10月17日に接合子板をコンテナから取り上げ、採苗終了とした。10月26日のクレモナ系の検鏡では、採苗1回目の糸で0.9個/cm、2回目の糸で30.5個/cmの芽付きが確認された。

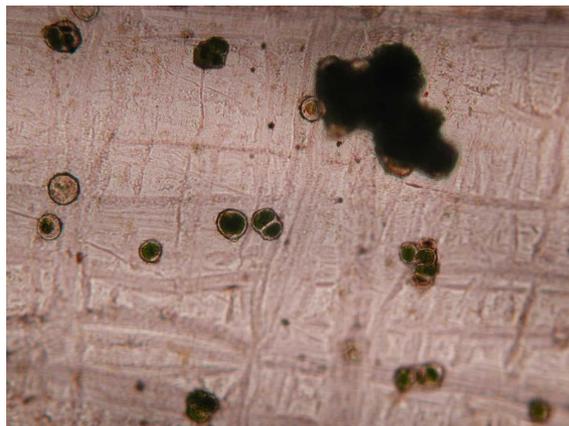


写真 7 1 回目採苗の接合子板 (9 月 27 日撮影・顕微鏡 200 倍率)



写真 8 1 回目採苗の接合子板 (10 月 11 日撮影・顕微鏡 100 倍率)

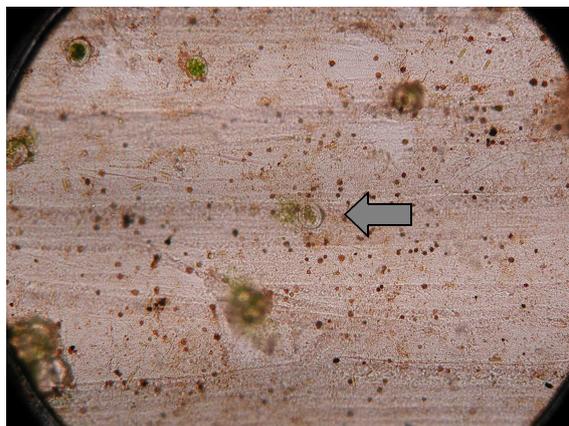


写真 9 2 回目採苗の接合子板 (10 月 11 日撮影・顕微鏡 200 倍率) 矢印は胞子放出中

なお、沖出しした種網は4月になっても生長したヒトエグサはみられず、設置した地盤高が高すぎて枯失したと考えられる。一方、フラスコ内で培養していたクレモナ系のヒトエグサは生長がみられ(写真10)、採苗は問題なくできていたと思われる。ただし、生長には差があり、採苗1回目の糸のヒトエグサの方が大きくなっていた(写真11)。密度が高

すぎると葉体の生長が妨げられることが考えられ、採苗の際の注意点といえる。

今回、他県のマニュアルなどを参考に種苗生産を行い、採苗まで行うことができたが、他県産と大分産のヒトエグサでは、成熟に好適な時期や環境などが異なる可能性もある。将来的に大量の人工種苗生産を目指すにあたっては、夏場の高温時の管理、珪藻類などの雑藻防除、効果的な成熟促進方法など、さらなる検証が必要である。

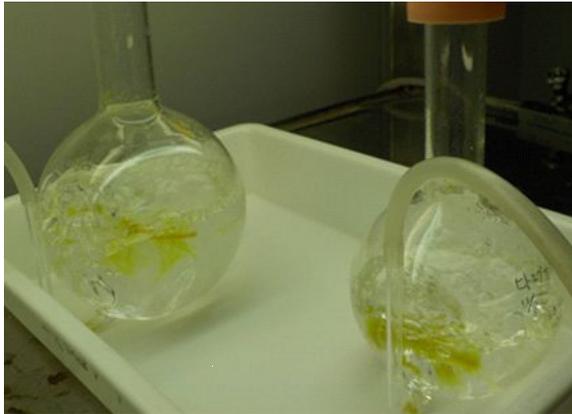


写真 10 フラスコ培養中のヒトエグサ

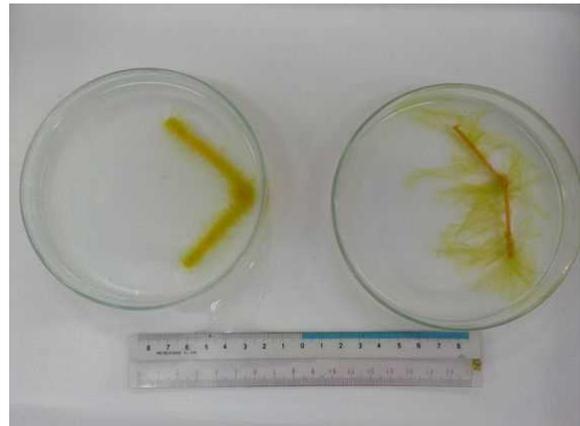


写真 11 右：採苗 1 回目 左：採苗 2 回目（5 月 16 日撮影）

#### 文献

- 1) 吉田和四郎, ヒトエグサの人工採苗の手引き, 三重県漁業協同組合連合会・三重県のり養殖研究会, 1973.
- 2) 吉田和四郎, ヒトエグサ, 水産増養殖システム 3 貝類・甲殻類・ウニ類・藻類, 恒星社厚生閣, 63-74, 2005.
- 3) 大野正夫, ヒトエグサ, 有用海藻誌, 内田老鶴圃, 4-13, 2004.

# 地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－1

## 豊前海重要貝類漁場開発調査①（バカガイ資源量調査）

白樫真・山本宗一郎

### 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<sup>1)</sup>。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

2018年2月14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	144	0.9	4.7
3	156	1.0	4.8
5	131	0.8	4.4
6	168	1.1	5.2
8	199	1.3	4.7
9	95	0.6	5.1
10	105	0.7	5.5
11	213	1.4	5.5
12	205	1.3	4.5
18	202	1.3	4.4
19	253	1.6	4.4

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。

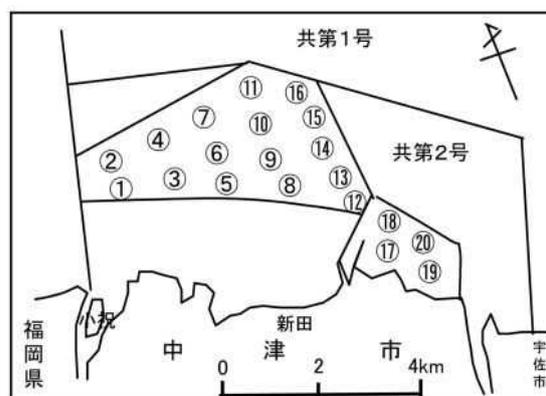


図1 バカガイ資源量調査定点

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, 17, 20）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67種、13,197個体、60,910gであった。

個体数別では、バカガイが最も多く5,344個で全体の40.5%を占めた。続いて、マテガイが2,904個（22.0%）であった。

重量別については、スカシカシパンが最も多く19,804gで全体の32.5%を占めた。続いて、バカガイが15,504g（25.5%）であった。昨年度調査における

バカガイの割合（個体数82.5%、重量44.8%）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1,545個（4,833g）、St.9の845個（1,430g）、St.8の833個（2,316g）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25.8mm、重量2.9gであり、昨年度（全平均：殻長27.0mm、重量3.7g）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、漁獲効率は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.6（8.3g/m<sup>2</sup>）、次いでSt.10（5.4g/m<sup>2</sup>）の順であった。St.1、4、8、9、12、18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22.6tとなり、昨年度（176t）と比べ大幅に減少した。

## 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22.6tと推定され、昨年を大きく下回る低い値であったため、依然としてポンプ漕ぎ網漁につながる可能性はない。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.10の28.8g/m<sup>2</sup>、次いでSt.6の15.2g/m<sup>2</sup>、St.8の13.8g/m<sup>2</sup>であった。個数ではSt.10の9.4個/m<sup>2</sup>、St.9の5.3個/m<sup>2</sup>、St.8の5.1個/m<sup>2</sup>の順であった。

これら比較的密度の高い定点（St.6、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<sup>2)</sup>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25.8mmと昨年度より約1mm小さくなっていて、殻長40mmの大型貝は昨年度より約150 t以上減少し、バカガイが確認できた11定点中5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、280m<sup>2</sup>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.18	St.19			
1 クサフク												1	1	0.01
2 コチ類		3					5			1		2	11	0.08
3 ハゼ科	1							10			1	6	18	0.14
4 ナクジウオ科の一種		3		20				64	36			1	123	0.93
5 アナジャコ	1						11					1	13	0.10
6 イシガニ					4		23		10	2		7	46	0.35
7 イソガニダマシ								10					10	0.08
8 イワガニ科												3	3	0.02
9 エビジャコ	1								10		13	9	33	0.25
10 オオヨコナガピンノ			4					21	10				35	0.27
11 ガザミ		3		3	1								7	0.05
12 カニモリガイ		3	12										15	0.11
13 キンセンガニ		3				21	5			1	1		31	0.23
14 クダヒゲガニ					1								1	0.01
15 クモガニ									10				10	0.08
16 クモガニ科												1	1	0.01
17 クルマエビ										2	2	1	3	0.02
18 サメハダヘイケガニ					1					2	1		4	0.03
19 サルエビ												3	3	0.02
20 シオサザナミ科						11	53					1	65	0.49
21 シャコ										5			5	0.04
22 スナガニ科										13			13	0.10
23 タイワンガザミ			4				11	10				1	26	0.20
24 ツノナガコブシ							17			2		1	20	0.15
25 ニホンスナモグリ		3											3	0.02
26 ヒシガニ								10					10	0.08
27 ヒメガザミ	1			6		23	21			1		1	53	0.40
28 ヘイケガニ	1				2					2	1		6	0.05
29 マルバガニ										16			16	0.12
30 ヤドカリ類				3						1			4	0.03
31 オウキガニ科の一種									5				5	0.04
32 その他カニ類										1			1	0.01
33 その他エビ類										1			1	0.01
34 イガイ科			12					10		1			23	0.17
35 イオスダレガイ										12			12	0.09
36 オオノガイ科			8		1								9	0.07
37 クイチガイサルボウ									5		1	5	11	0.08
38 コロモガイ	1		4										5	0.04
39 バカガイ	221	123	422	553	833	845	1545	100	2	650	50	5344	40.49	
40 バラフマテガイ				3									3	0.02
41 ホトギスガイ								5					5	0.04
42 マテガイ	106	531	555	133	70	689	320	136		336	28	2904	22.01	
43 ユウシオガイ								15					15	0.11
44 その他二枚貝	1	7		13		17	21	15		1			75	0.57
45 アカニシ		3											3	0.02
46 チリメンボラ									5				5	0.04
47 ツメタガイ	1			6	7		10	5		18	9	56	0.42	
48 ネコガイ属										2			2	0.02
49 ホソウミニナ												1	1	0.01
50 ウニ類								426	294				720	5.46
51 コブンガニ科										1			1	0.01
52 サンショウウニ		14	21	6	1	5	53	78					178	1.35
53 ナマコ類											1		1	0.01
54 ハスノハカシ/バン		43		30	2	41	32	5	1	33	16	203	1.54	
55 スカシカシ/バン	120	46	226	33	43	100	21		2			591	4.48	
56 プンブク目の一種		10					11						21	0.16
57 アカクラゲ				6			10	31	1				48	0.36
58 ウミサボテン	7		8		1	5	149			1			171	1.30
59 ウミサゴムシ							106						106	0.80
60 多毛類	17	143	38	23	1	253	992	435	10	6	17	1935	14.66	
61 オフェリアコカイ科の一種								52				1	53	0.40
62 キセフタガイ						1		21					22	0.17
63 ホシムシ類	1			3						2	1		7	0.05
64 ユムシ動物	1	7	4	3				10	10			3	38	0.29
65 ヒラムシ類					1								1	0.01
66 ヘラムシ科							5			13	1	8	27	0.20
67 アマモ類							0	0				0	0	0.00
不明									5				5	0.04
計	481	945	1318	844	991	2077	3904	1298	96	1067	176	13,197	100.00	

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			
クサフグ												52.3	52.3	0.09
コチ類		871.2					15.9			35.5		131.4	1054.0	1.73
ハゼ科	0.8							2.1			1.1	7.6	11.7	0.02
ナメジウオ科の一種		0.4		3.7				10.7	6.8				21.5	0.04
アナジャコ	2.5					81.5						0.8	84.8	0.14
イシガニ					4.9		46.0		11.6	1.8		3.3	67.6	0.11
イソガニダマシ								1.1					1.1	0.00
イワガニ科												4.0	4.0	0.01
エビジャコ	1.0								10.5		13.0	10.6	35.1	0.06
オオヨコナガビノ			8.9					21.3	14.2				44.4	0.07
ガザミ		326.7		260.3	95.8								682.8	1.12
カニモリガイ		7.5	27.0										34.6	0.06
キンセンガニ		88.3				180.4	14.7				9.8	10.7	303.9	0.50
クダヒゲガニ					6.2								6.2	0.01
クモガニ									6.8				6.8	0.01
クモガニ科												0.1	0.1	0.00
クルマエビ											25.5	5.9	31.4	0.05
サメハダヘイケガニ					23.8					33.6	10.8		68.2	0.11
サルエビ												5.6	5.6	0.01
シオサザナミ科							10.6	54.4				3.1	68.1	0.11
シヤコ										20.6			20.6	0.03
スナガニ科										19.7			19.7	0.03
タイワンガザミ			2.3			782.8	243.2					14.1	1042.4	1.71
ツノナガコブシ						62.5				9.8		1.4	73.8	0.12
ニホンスナモグリ		2.5											2.5	0.00
ヒシガニ								132.3					132.3	0.22
ヒメガザミ	1.6			6.0		14.1	18.1			2.2		0.3	42.4	0.07
ヘイケガニ	21.6				25.3					29.4	22.0		98.3	0.16
マルバガニ										33.2			33.2	0.05
ヤドカリ類				0.5						0.3			0.8	0.00
オウキガニ科の一種									4.2				4.2	0.01
その他カニ類										0.7			0.7	0.00
その他エビ類										1.5			1.5	0.00
イガイ科			78.7					37.3					120.8	0.20
イヨスタレガイ										39.9			39.9	0.07
オオノガイ科			11.5		89.5								100.9	0.17
クイチガイサルボウ									1.1		21.5	85.2	107.8	0.18
コロモガイ	20.6		50.1										70.7	0.12
バカガイ	581.4	441.5	1647.5	2560.0	2316.0	1430.1	4833.1	394.9	5.6	1161.9	132.3	1550.4	25.45	
バラフマテガイ				2.3									2.3	0.00
ホトギスガイ								8.4					8.4	0.01
マテガイ	266.4	889.5	1316.2	235.0	137.2	1214.9	825.6	249.8		267.9	32.3	5434.8	8.92	
ユウシオガイ								0.5					0.5	0.00
その他二枚貝	9.9	5.7		12.3		37.7	98.1	10.0	1.0				174.8	0.29
アカニシ		372.3											372.3	0.61
チリメンボラ										75.7			75.7	0.12
ツメタガイ	90.4			29.7	393.7			5.3	5.3		250.2	70.2	844.8	1.39
ネコガイ属										5.6			5.6	0.01
ホソウミニナ												2.7	2.7	0.00
ウニ類								28.8	22.6				51.4	0.08
コブシガニ科										1.2			1.2	0.00
サンショウウニ		277.1	359.9	190.3	22.7	110.8	19.2	28.9					1009.0	1.66
ナマコ類											23.0		23.0	0.04
ハスノハカシバン		363.3		153.7	14.2	463.3	203.7	2.6			57.4	100.5	1361.6	2.24
スカシカシバン	4637.9	1971.8	8146.9	742.7	1611.5	2319.0	230.4			143.4			19803.6	32.51
ブンブク目の一種		237.6				117.3							354.9	0.58
アカクラゲ				69.0			140.8	186.1	6.6				402.5	0.66
ウミサボテン	205.3		468.6		343.9	1275.6	1541.3				79.1		3913.9	6.43
ウミイサゴムシ							179.2						179.2	0.29
多毛類	3.5	38.8	20.2	7.7	1.0	199.2	428.8	213.5	2.7	2.4	16.1		933.9	1.53
オフェリアコイ科の一種												1.1	1.1	0.03
キセワタガイ					1.4				13.1				14.6	0.02
ホシムシ類	4.3			8.7						20.5	3.2		36.6	0.06
ユムシ動物	5.4	9.0	29.0	1.0			156.8	106.2				0.9	308.3	0.51
ヒラムシ類					0.4								0.4	0.00
ヘラムシ科							1.2			1.1	0.1	1.7	4.1	0.01
アマモ類							1770.2	98.1				3696.4	5564.8	9.14
不明									7.9				7.9	0.01
計	5852.583	5903.3	12166.7	4282.9	5267.8	9967.5	9309.9	1396.1	433.3	1949.9	4380.0	60909.9	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)	25.0	欠	25.5	欠	28.0	30.6	欠	23.9
平均重量(g)	2.3	欠	3.1	欠	3.6	5.0	欠	2.1
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
平均殻長(mm)	25.2	27.1	27.4	27.5	欠	欠	欠	欠
平均重量(g)	2.6	3.3	3.8	2.1	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
平均殻長(mm)	欠	22.1	21.1	欠	25.8			
平均重量(g)	欠	1.6	2.4	欠	2.9			

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 <sup>2</sup> )	-	欠	0.1	-	0.4	0.7	欠	-
重量(g/m <sup>2</sup> )	-	欠	1.0	-	3.9	8.3	欠	-
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
個体数(個/m <sup>2</sup> )	-	0.4	0.0	-	欠	欠	欠	欠
重量(g/m <sup>2</sup> )	-	5.4	0.6	-	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
個体数(個/m <sup>2</sup> )	欠	-	0.0	欠	0.3			
重量(g/m <sup>2</sup> )	欠	-	0.3	欠	3.3			

-: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

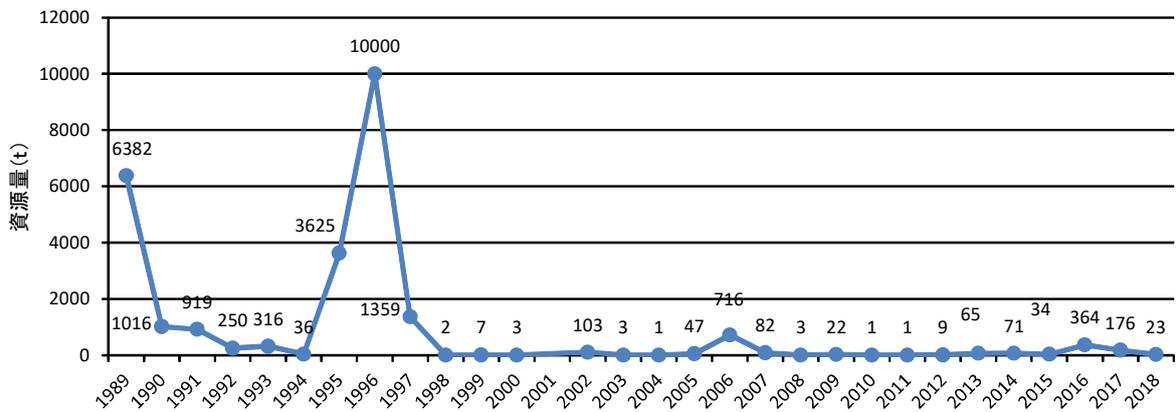


図2 1989年以降のバカガイ資源量の推移

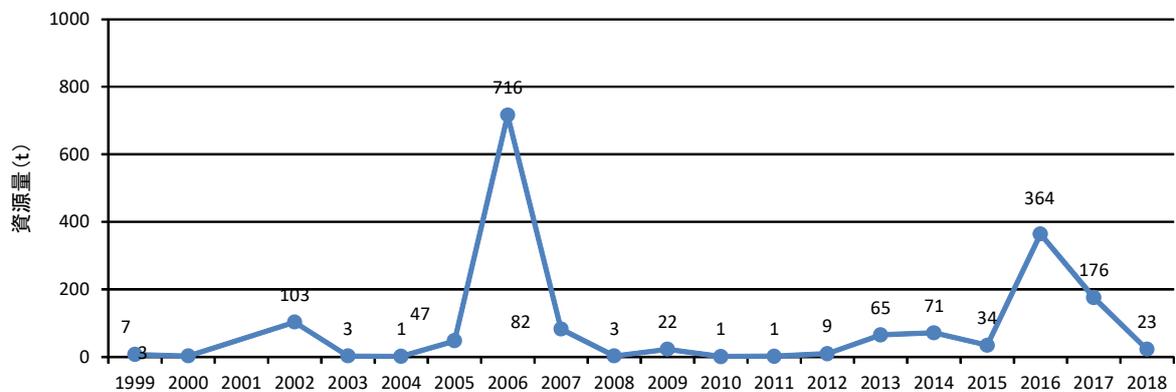


図3 1999年以降のバカガイ資源量の推移

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 <sup>2</sup> )	1.6	欠	0.9	欠	2.6	3.4	欠	5.1
重 量(g/m <sup>2</sup> )	3.5	欠	2.6	欠	9.8	15.2	欠	13.8
	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	St.16
個体数(個/m <sup>2</sup> )	5.3	9.4	0.6	0.0	欠	欠	欠	欠
重 量(g/m <sup>2</sup> )	8.5	28.8	2.4	0.0	欠	欠	欠	欠
	St.17	St.18	St.19	St.20	平均			
個体数(個/m <sup>2</sup> )	欠	4.0	0.3	欠	3.0			
重 量(g/m <sup>2</sup> )	欠	6.9	0.8	欠	8.4			

欠:調査ができなかった定点

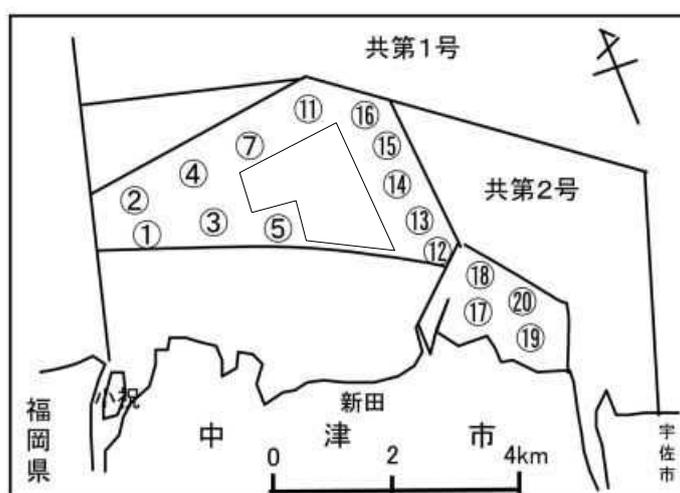


図 4 分布密度が比較的高い定点

# 地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究—1

## 豊前海重要貝類漁場開発調査②（バカガイ稚貝調査）

白樫 真・山本宗一郎・木村聡一郎

### 事業の目的

大分県中津市地先の中津平洲と呼ばれる浅海域は、バカガイなどの好漁場とされ、過去には操業期間を定めて小型機船底びき網（ポンプ漕ぎ網）による漁業が行われてきた。しかし近年、バカガイ資源は極めて少ない状態が続いている。特にナルトビエイによるバカガイへの食害被害が確認<sup>1)</sup>されて以降は、稚貝の大量発生がみられる年があっても、資源増加には至っていない。バカガイ稚貝の発生状況や成長等の基礎的知見を得ることを目的に、昨年度に引き続き潜水坪刈り調査を実施した。

### 事業の方法

2017年度の調査は、例年ナルトビエイが豊前海域に本格的に来遊してくる前の5月30日と移出した後の11月2日実施した。調査点は図1に示すSt.1、4、5、別1の4定点とした。各定点の緯度と経度（日本測地系）を表1に示した。潜水により各定点で50cm×50cmカデラート（0.25m<sup>2</sup>）を海底に置き、1定点あたりカデラート8枠（2m<sup>2</sup>）の砂を、深さ約8cmまで採取した。採取した砂は船上で1mm目合いのフルイで選別した後、浅海チームに持ち帰り、肉眼で確認できるすべてのバカガイを選別し、全数を測定した。調査時の各定点の水深は1.8～3.8mであった。

### 事業の結果

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

5月の4定点における平均殻長は、11.5～30.6mmの範囲であった。生息密度は、1.0個/m<sup>2</sup>～8.0個/m<sup>2</sup>の範囲でいずれの定点も低かった。

11月の平均殻長は、5.5～12.0mmの範囲で、生息密度は、St.4で23個/m<sup>2</sup>と比較的高い値であったが、その他の点では1.0～6.5個/m<sup>2</sup>と低い値であった。

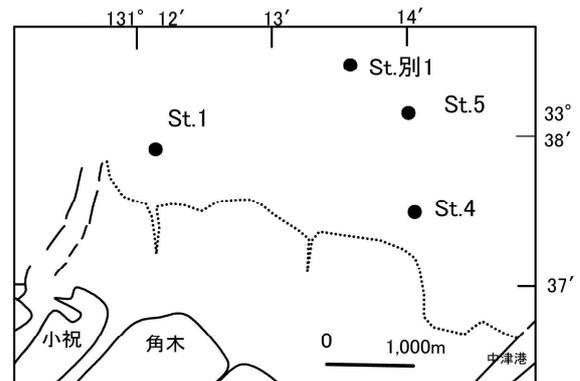


図1 バカガイ稚貝調査定点

表1 各定点の位置

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

### 今後の問題点

2006年春季から夏季にかけてのバカガイの大量発生とナルトビエイの食害による大減耗<sup>1)</sup>以降、バカガイ大量発生<sup>2)</sup>の兆しはみられていない。2007年以降では、2015年9月に稚貝の生息密度が高い値を示したが、その2ヵ月後には減少した。2016年から2017年にかけても低水準のまま推移した。過去の調査からは、春季にみられた比較的大型の個体が、夏季にはみられなくなる傾向にあることや<sup>2)</sup>、当該海域におけるナルトビエイ食性調査<sup>3,4)</sup>などから、本種がナルトビエイによる食害の影響を強く受けていることが推定される。

今後ともバカガイの発生状況やナルトビエイの出現状況を注視していく必要がある。

文 献

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

- 産センター水産試験場事業報告2010 ; 203-204.
- 3) 伊藤龍星. 平川千修. 胃と腸の内容物からみた周防灘南部沿岸におけるナルトビエイの食性. 水産技術2009 ; 1(2) ; 39-44.
- 4) 福田祐一, 三代和樹, 並松良美. アサリ資源回復計画推進事業(2)ナルトビエイ生態調査(委託事業). 平成21年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告2010 ; 210-213.

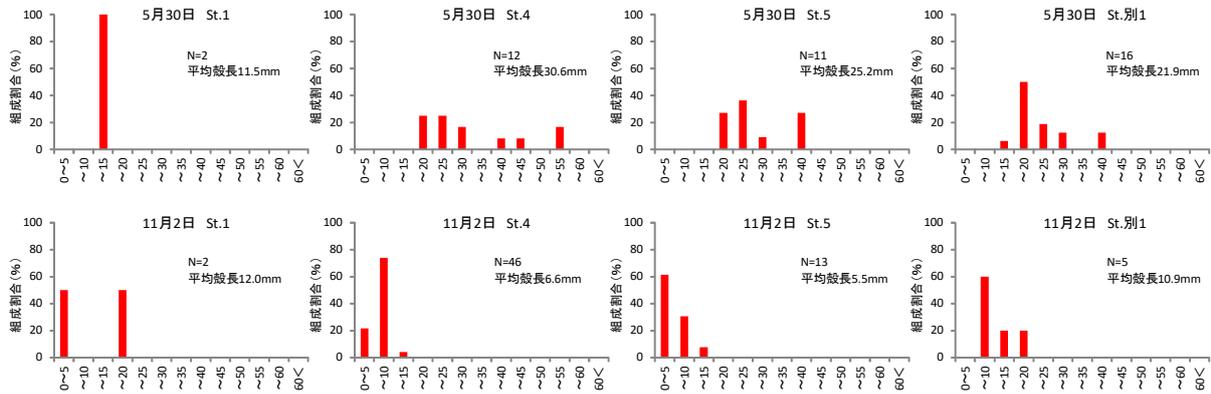


図2 バカガイの殻長組成の推移

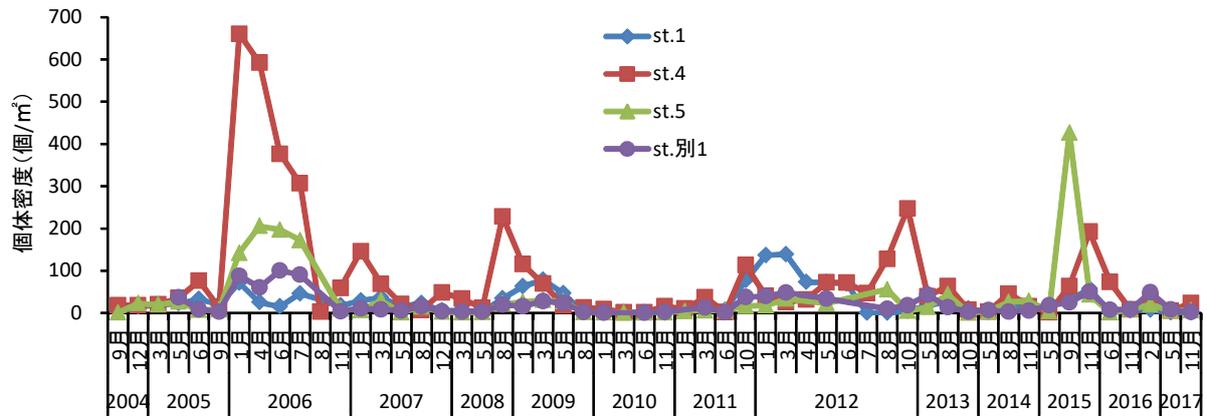


図3 バカガイの生息密度の推移

## 地域重要魚介類の資源動向及び回復施策に関する研究－2

### (1) 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 5 隻に操業日誌の記帳を依頼し、漁獲実態を調査した。

##### 4 沿岸資源動向調査 (カレイ類、シャコ)

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、2017 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 90.0%、トラフグ 106.6%、ヒラメ 86.4% となった。

##### 2 市場調査 (ヒラメ・トラフグ)

全長測定の結果を表 4 (ヒラメのみ) 及び図 4 に示した。ヒラメは 3 カ所で合計 1,554 尾、トラフグは 1 カ所で 41 尾を測定した。測定したヒラメの平均全長は 46.9cm、トラフグの平均全長は 30.3cm 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 5 隻によるヒラメの月別の単位努力量当たり漁獲量 (CPUE) を表 5 及び図 5 に、CPUE の年推移を図 6 に示した。CPUE は例年、冬季と春季に大きい傾向がみられたが、本年は 5 月に 3.548kg/日・隻と大きかった。また、7、8、9、10 月は漁獲がなかった。年平均は 0.618kg/日・隻であり、前年 (0.273kg/日・隻) に比べて増加した。

##### 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、メイタガレイとマコガレイでは 2015 年まではやや増加傾向にあったが、2016 年以降、減少に転じた。イシガレイは低水準での推移が続いた。シャコは 1996 年をピークに大きく減少しており、低水準での推移が続いた。

表1 2017年のマダイ漁獲量 (kg)

月	姫島					富来
	釣り	延縄	刺し網	ごち網	小計	ごち網
1	47	0	28	0	75	1,090
2	92	0	5	0	96	1,473
3	83	0	60	0	143	1,460
4	20	0	184	317	521	2,190
5	23	25	485	464	996	1,850
6	678	18	1,042	1,406	3,144	3,360
7	758	0	611	692	2,061	2,050
8	269	0	604	724	1,597	1,470
9	837	0	113	372	1,322	1,655
10	350	0	9	117	477	1,624
11	1,065	5	16	760	1,846	2,691
12	294	8	14	635	950	3,020
計	4,515	55	3,171	5,487	13,227	23,933

図1 マダイ漁獲量の推移

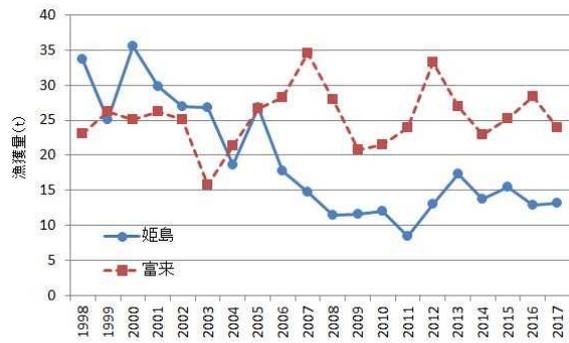


表2 2017年のトラフグ漁獲量 (kg)

月	姫島					富来
	釣り	延縄	刺し網	ごち網	小計	釣り
1	0	813	0	0	813	7
2	0	1,305	0	0	1,305	0
3	0	433	0	0	433	0
4	0	34	0	0	34	0
5	0	20	1	0	21	0
6	6	80	2	0	88	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	245	3	0	248	2
9	0	220	0	0	220	2
10	0	207	0	0	207	0
11	0	1,040	0	0	1,040	14
12	0	1,427	0	0	1,427	20
計	6	5,823	5	0	5,834	45

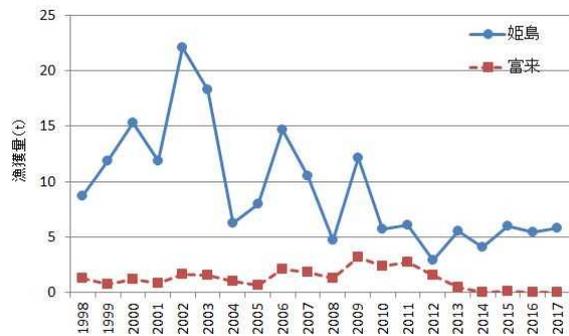


図2 トラフグ漁獲量の推移

表3 2017年のヒラメ漁獲量 (kg)

月	姫島					富来
	釣り	延縄	刺し網	ごち網	小計	釣り
1	87	0	12	0	99	95
2	269	0	8	0	276	314
3	326	0	23	0	349	427
4	314	0	76	0	390	573
5	728	0	140	0	868	100
6	2,388	3	494	3	2,889	0
7	118	0	48	0	165	5
8	33	0	81	0	114	8
9	52	2	29	0	83	7
10	31	0	1	0	32	2
11	246	5	15	0	266	6
12	125	2	55	0	181	56
計	4,714	12	982	3	5,711	1,591

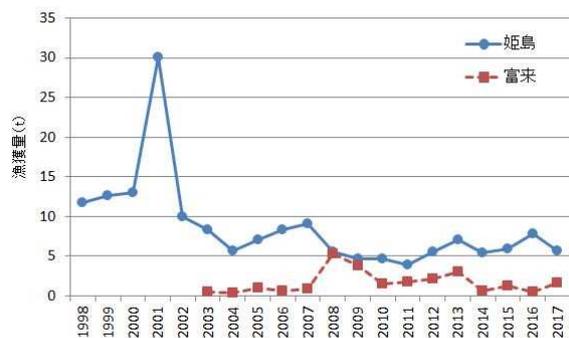


図3 ヒラメ漁獲量の推移

表4 2017年ヒラメ市場調査結果

	姫島	安岐	別府	計
測定尾数	501	710	343	1,554
平均全長 (cm)	56.0	40.7	46.6	全平均46.9

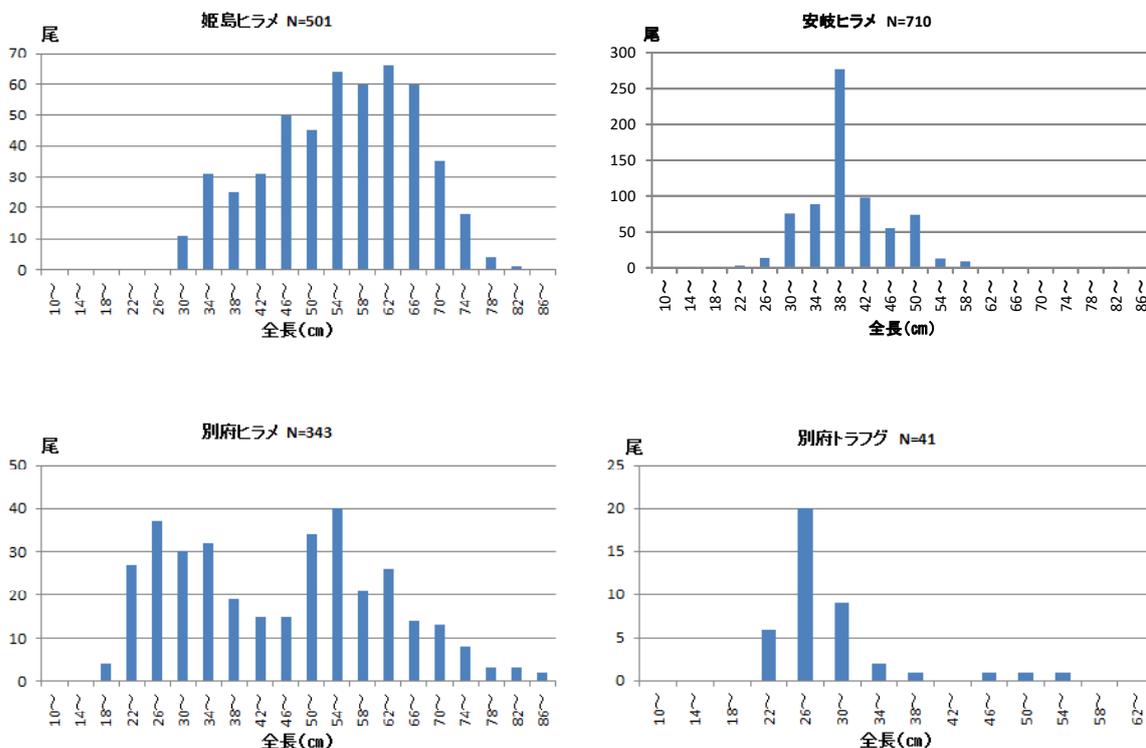


図4 市場調査におけるヒラメ・トラフグの体長組成

表5 別府湾小型底曳き網のヒラメの月別 CPUE

月 (2017)	CPUE(kg/隻・日)
1月	0.411
2月	1.089
3月	0.350
4月	1.036
5月	3.548
6月	0.313
7月	0(漁獲なし)
8月	0(漁獲なし)
9月	0(漁獲なし)
10月	0(漁獲なし)
11月	0.078
12月	0.654
計	0.618

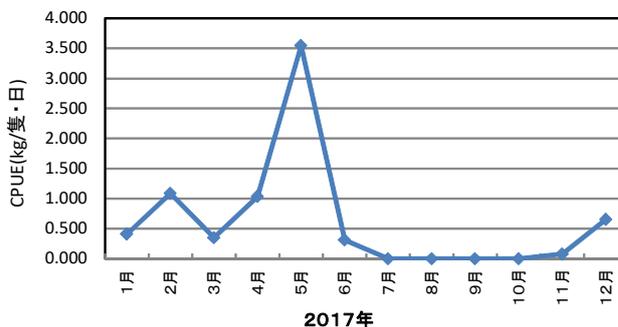


図5 別府湾小型底びき網のヒラメの月別CPUE

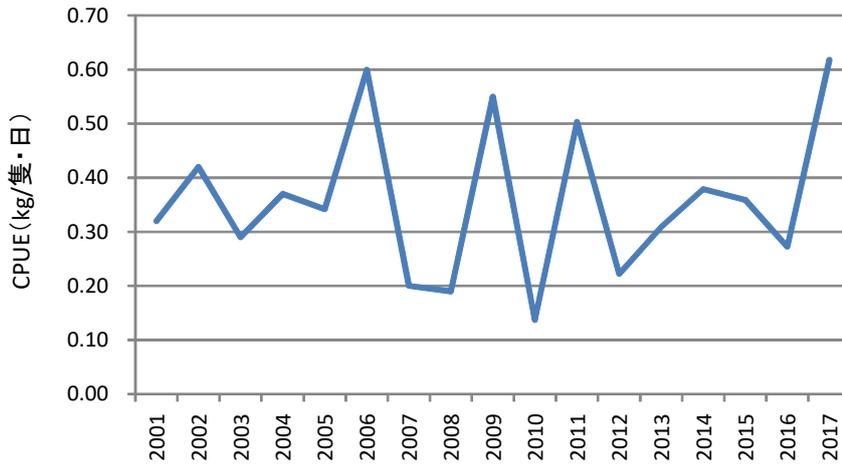


図6 別府湾小型底びき網のヒラメCPUEの推移

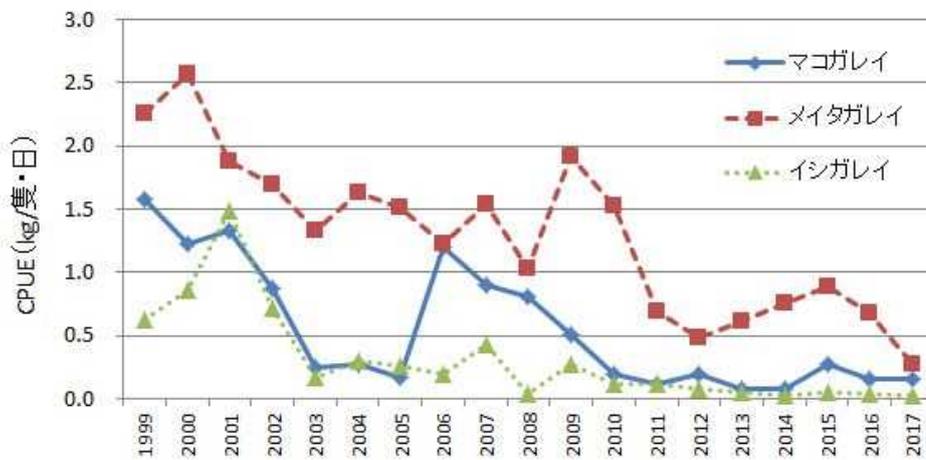


図7 周防灘小型底びき網のカレイ類CPUEの推移

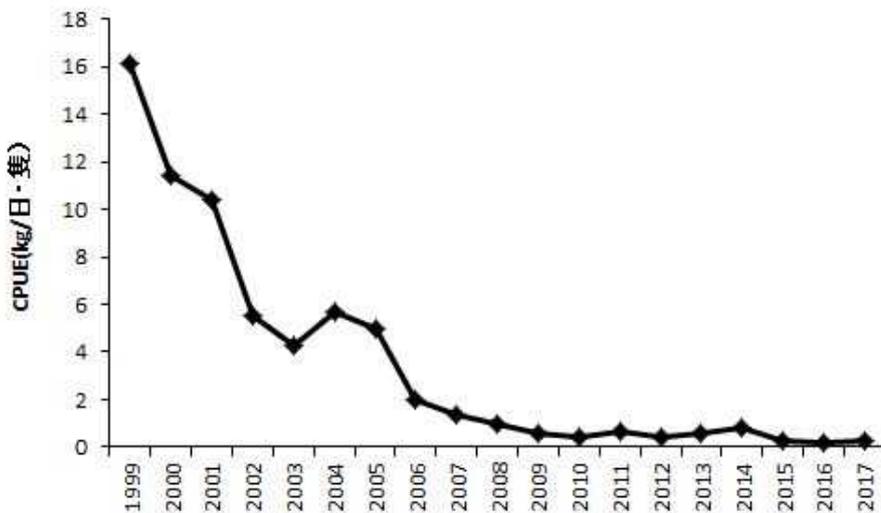


図8 周防灘小型底びき網のシャコCPUEの推移

## 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・木村聡一郎

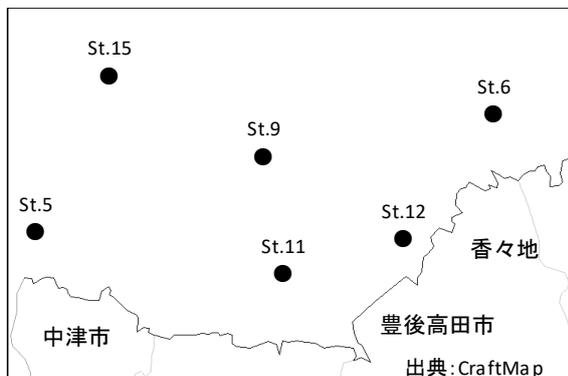
#### 事業の目的

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。



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。2017年の出現量は77尾で、平年値（200尾）を大きく下回った。

#### 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。6～8月にかけて平年を下回り、2017年の出現量は190粒で、平年値（328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。6～8月にかけて平年を下回り、2017年の出現量は78尾で、平年値（111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
2017年4月	0	0	3	0
5月	245	22	36	9
6月	627	45	54	14
7月	95	7	38	24
8月	8	0	27	12
9月	13	3	32	19
計	988	77	190	78

#### 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。5月は平年を上回ったが、その他の月では平年を下回った。2017年の出現量は988粒で、平年値（1,164粒）を下回った。

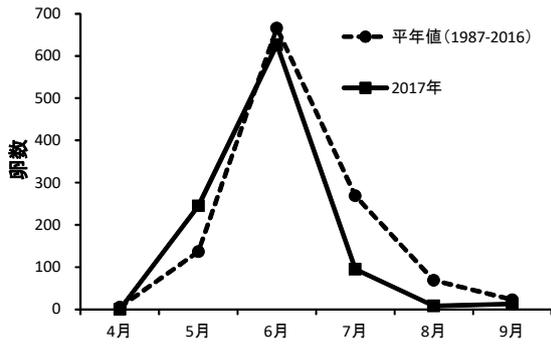


図2 カタクチイワシ卵出現量

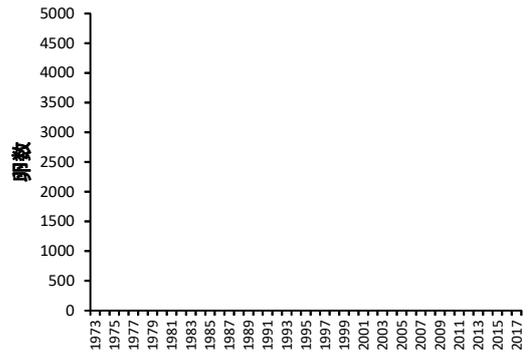


図3 カタクチイワシ卵の年別出現量

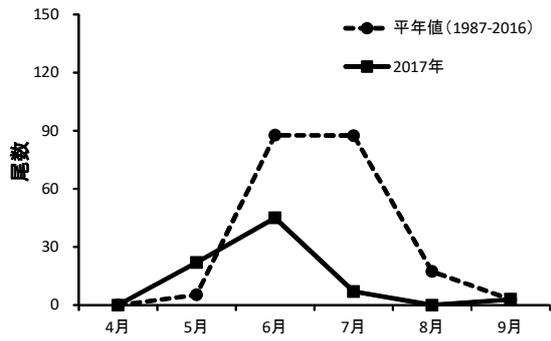


図4 カタクチイワシ仔稚魚出現量

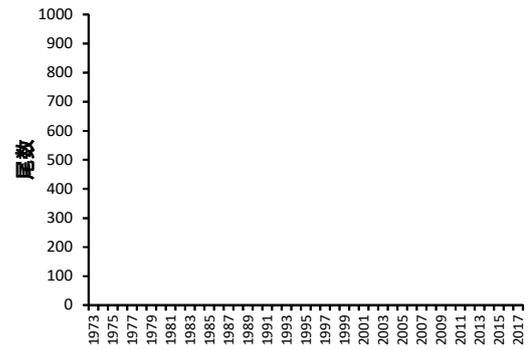


図5 カタクチイワシ仔稚魚の年別出現量

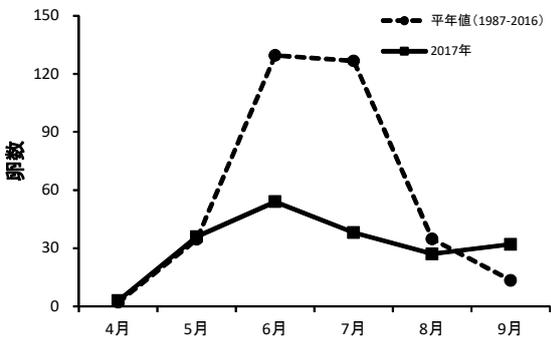


図6 その他卵出現量

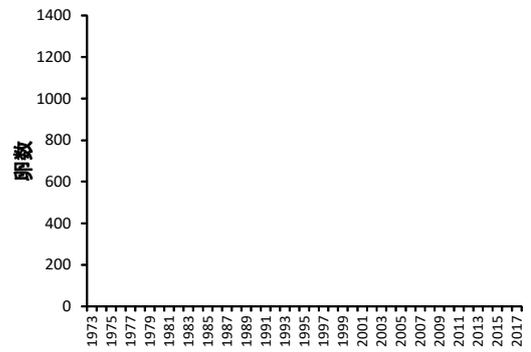


図7 その他卵の年別出現量

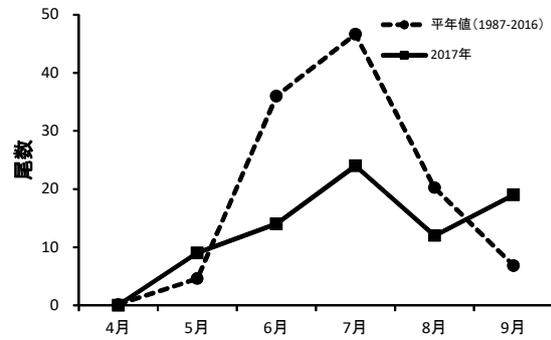


図8 その他仔稚魚出現量

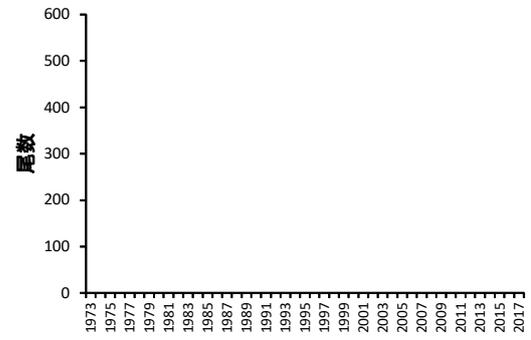


図9 その他仔稚魚の年別出現量

# 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)

山本宗一郎

## 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。浅海チームでは大分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、くにさき支店国東営業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。

## 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。



図1 調査対象漁協支店の位置

表1 H29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
3												1	1
4	3	4					1				2		10
5	17	6			1	1				2	12	10	49
6	12	8				3			5	5	67	45	145
7	15	3				2		1	16	25	145	65	272
8	24	7	1			2		6	57	67	170	51	385
9	23	9				8	1	11	129	76	85	32	374
10	24	6	1		4	13	7	32	101	45	49	36	318
11	23	10	3		5	16	6	28	36	17	22	12	178
12	143	51	25		34	70	94	215	162	32	101	63	990
13	11	2	5		6	12	14	22	4	3	11	3	93
14	8	5	3		7	19	18	21	12	3	13	8	117
15	12	3	3		8	23	21	33	15	5	10	17	150
16	81	18	22		44	197	304	137	29	23	165	42	1,062
17	4		1		8	11	7	4	6	2	11	6	60
18	17	10	3	1	12	30	22	10	9	4	34	16	168
19	5	2	4		6	34	45	2	6	2	25	8	139
20	63	13	26		142	614	269	4	53	46	268	51	1,549
21		1	1		5	12	2		1	3	5	4	34
22	8	5	5		4	19	6		3	7	14	9	80
23	8	1	3	3	15	33	11		15	8	30	6	133
24													
25	106	27	89		211	515	25		43	87	240	40	1,383
26~		4	11		2						2	3	22
27~											1		1
小豆	64	28	119	6	77	59		2	102	58	144	6	665
半端	12	10	11	1	32	58	34	51	51	23	21	20	324
総計	683	233	336	11	623	1,755	887	579	855	543	1,647	554	8,706

表2 H29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
3													
4	9								3		4	11	27
5	36						1	5	5	22	26	95	
6	31					1		9	18	47	34	140	
7	22						1	22	28	35	34	142	
8	14						4	46	62	50	24	200	
9	14							10	85	78	41	25	253
10	8							21	62	70	41	42	244
11	10					3		9	54	30	61	60	227
12	17					4	2	19	149	104	299	228	822
13						1		2	16	8	25	24	76
14	5					2		7	16	15	98	77	220
15	1		1					2	23	27	238	71	363
16	5					10	4	11	65	168	901	303	1,467
17	1							3	7	24	42	13	90
18	2						2	5	17	56	148	37	267
19	1								5	44	153	42	245
20	4					7	2	4	80	328	779	283	1,487
21								1	3	15	20	11	50
22							1	1	10	24	45	18	99
23	1							1	11	41	56	36	146
24													
25						7	7	5	211	486	464	317	1,497
小													
総計	181		1		30	23		107	899	1,631	3,569	1,716	8,157

表3 H29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
3													
4													
5	2								1				3
6	2								2	3	8	1	16
7	2								7	13	19	3	45
8							1		1	24	20	16	63
9	3						2		4	43	20	16	88
10	4						6	9	4	37	10	10	82
11	1						10	4	3	20	8	4	53
12	9							21	31	16	37	8	130
13							1	6	11	3	6	2	34
14	1						2	12	13	1	6	4	45
15	2							15	19	6	1		49
16	1						3	40	106	11	8	6	197
17	2							12	18	2	4	5	47
18	1							27	21	2	3	3	66
19								3	32	19	4	8	83
20	6							8	193	140	1	28	453
21								2	9	5	2	2	25
22									23	9	5	4	46
23	1								24	12	3	3	46
24	2								44	6	5	6	67
25	6							9	128	6	14	21	232
26									2				2
27									1				1
30									6				6
小	4							1	14	2	32	24	107
豆	4								14		8	18	57
総計	53							29	643	431	59	303	2,043

## 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 カレイ類の分布状況および生息場所の把握

山本宗一郎

### 事業の目的

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

そこで本年度は、マコガレイの各生活史段階の分布状況を把握するため、主漁期（４～６月）における標本船日誌調査、バイオロギングによる経験水温・生息水深の把握、成熟度調査を行った。

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

### 事業の方法

#### 標本船日誌調査

別府湾以北で刺網漁業を行う漁業者 15 名に標本船日誌の記帳を依頼した。記帳期間は 2017 年 4 月から 2017 年 6 月までであり、日誌には出漁日と漁獲されたマコガレイの重量を記載した。標本船日誌から CPUE（漁獲量/出漁日）を求め、所属支店別に集計を行った。

#### バイオロギングによる生息水深・経験水温の把握

マコガレイの生息水深・経験水温を把握するため、2017 年 7 月 3 日に姫島周辺海域で漁獲されたマコガレイ 30 尾（全長：230～392 mm）に水深・水温計を取付け、姫島地先で放流を行った。

#### 成熟度調査

周防灘と別府湾の産卵期を把握するため、2017 年 11 月から 2018 年 2 月にかけて豊後高田市、杵築市、日出町の定置網、刺網で漁獲されたマコガレイの全長、体重、生殖腺重量の測定を行い、雌雄別生殖腺熟度指数 GSI（生殖腺重量(g)/体重(g) × 100）を算出した。

### 事業の結果

#### 標本船日誌調査

漁業者の所属支店別マコガレイの CPUE を表 1 に示す。この結果から国東半島東岸に位置する姫島～安岐支店での CPUE が高いことが明らかになった。

#### バイオロギングによる生息水深・経験水温の把握

水深・水温計を装着したマコガレイは 2017 年 8 月 2 日に姫島村地先、12 月 14 日に福岡県築上町地先、2018 年 2 月 2 日に周防灘中央部の 4 号ブイ周辺で各 1 尾再捕された。図 1～3 に再捕されたマコガレイの生息水深と経験水温を示す。再捕されたマコガレイの主な生息水深は約 5～40m であり、経験水温は約 10～25℃であった。

#### 成熟度調査

周防灘（豊後高田市）、別府湾（杵築市、日出町）の雌雄別の GSI の推移を図 4～7 に示す。周防灘では雌雄の GSI は 11 月から 12 月中旬にかけて急激に高まった。別府湾では雌雄の GSI は 11 月から 12 月の中旬にかけて高まり、特に雌は 2 月下旬まで GSI の高い個体が確認された。

表1 2017年4月～6月におけるCPUE

月\所属支店(人)	宇佐(2)	姫島(1)	国見(2)	くにさき(2)	安岐(2)	杵築(2)	日出(2)	大分(2)
4	1.36	1.4	3.36	1.21	4.41	0.65	0.12	1.13
5	0.78	2.37	6.48	2.62	4.23	1.17	0.28	1.59
6	0.0079	4.53	5.13	2.55	3.81	1.28	0	1.09
計	0.71	2.31	5.02	2.25	4.15	1.1	0.15	1.25

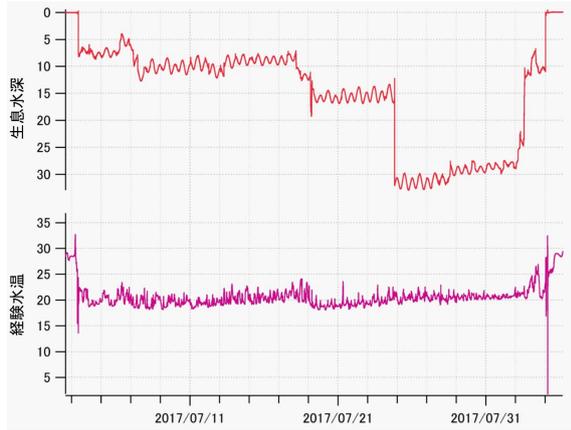


図1 2017年8月2日再捕(放流時の全長 275 mm)

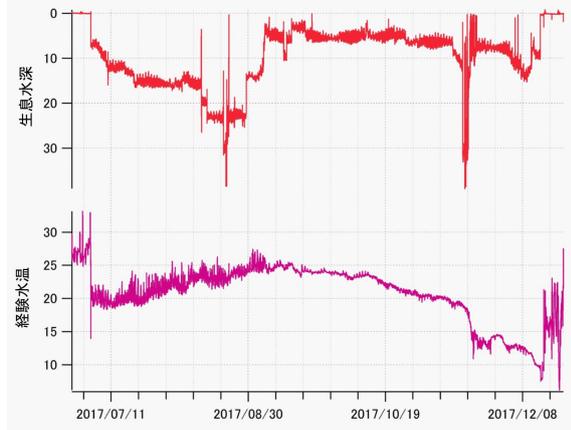


図2 2017年12月14日再捕(放流時の全長 333 mm)

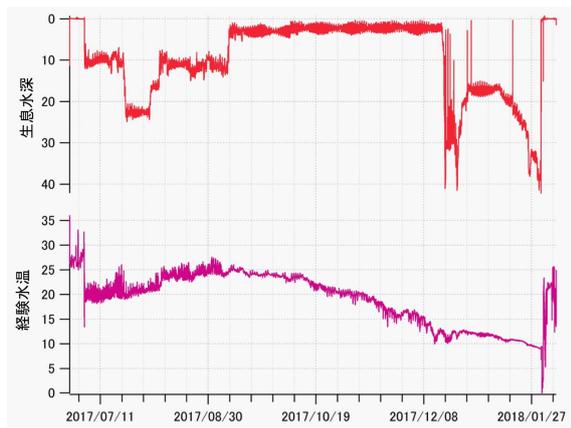


図3 2018年2月2日再捕(放流時の全長 300 mm)

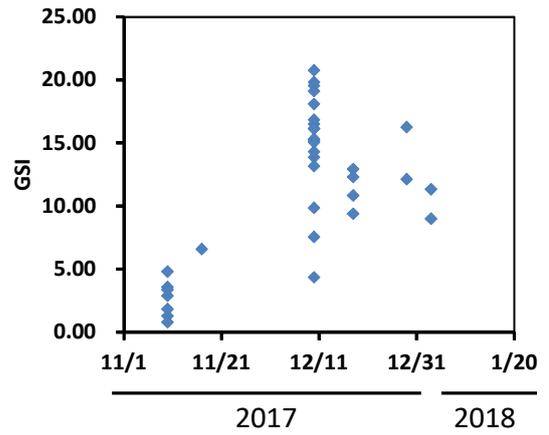


図4 周防灘の雄GSIの推移

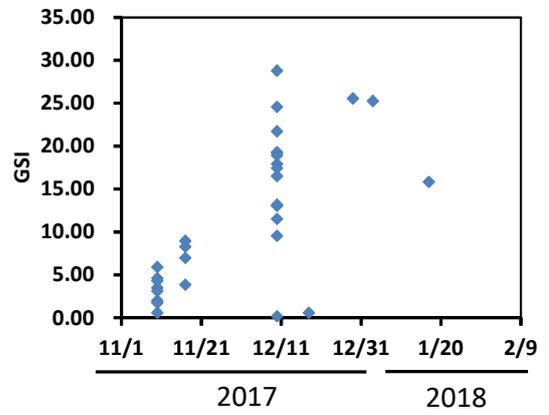


図5 周防灘の雌GSIの推移

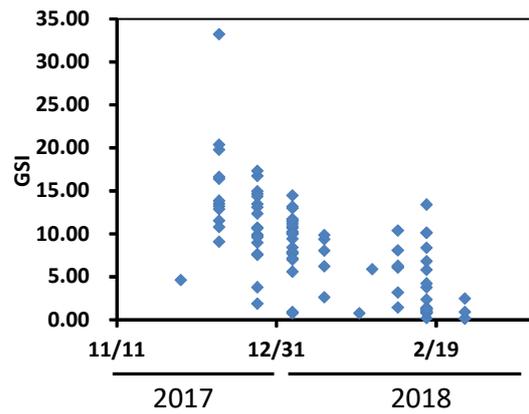


図6 別府湾の雄GSIの推移

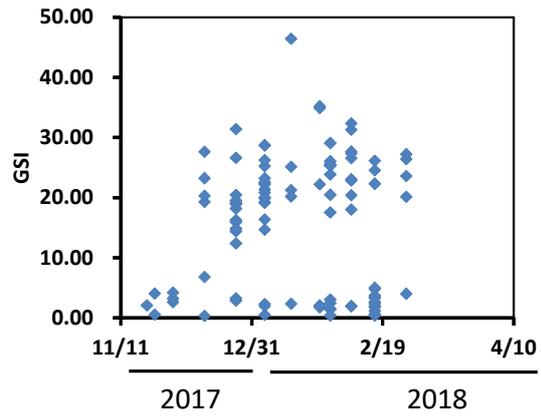


図7 別府湾の雌GSIの推移

# 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

## ①豊前海アサリ資源量調査

金 澤 健

### 事業の目的

大分県豊前海域(周防灘南部)の主要なアサリ稚貝の発生場である中津市地先及び豊後高田市三角場地区において(図1)、その発生状況等を把握するため、坪刈り調査を実施した。



図1 調査場所(中津市地先、豊後高田市三角場地区)

### 事業の方法

#### 1. 中津市地先

坪刈り調査を、図2に示す18調査点において、2018年3月2日に実施した。なお、調査点については、前年調査までは36調査点(調査対象面積：1.19km<sup>2</sup>)であったが、今年度は、岸寄りの18調査点(調査対象面積：0.47km<sup>2</sup>)とした。

アサリの採集は、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。

持ち帰ったサンプルは、実験室内でアサリを選別し、採捕個体数を計数するとともに、殻長、殻付き重量を測定し、平均殻長、生息密度、推定資源量を算出した。

#### 2. 豊後高田市三角場地区

坪刈り調査を、図3に示す15調査点において、2018年3月20日に実施した。なお、調査点については、前年調査までは30調査点(調査対象面積：0.057km<sup>2</sup>)であったが、今年度の調査は、岸寄りの15調査点(調査対象面積：0.025km<sup>2</sup>)とした。

調査方法は、中津市地先と同様とした。

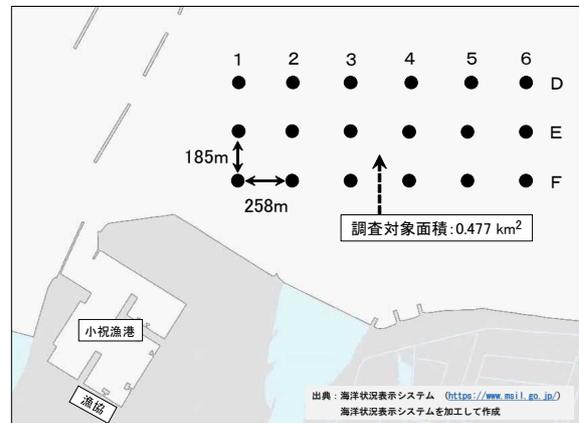


図2 中津市地先における調査点



図3 豊後高田市三角場地区における調査点

事業の結果

1. 中津市地先

1) 生息密度、現存量

アサリが採捕された調査点は、18 調査点のうち 9 調査点であり、採捕数は 25 個体であった（前年調査では 13 調査点において 155 個体の採捕）。

アサリの生息密度(個体/m<sup>2</sup>)を図 4 に示した。生息密度は、各調査点では 0 ~ 100.0 個体/m<sup>2</sup>、全調査点の平均は 17.4 個体/m<sup>2</sup>であった。

現存量(g/m<sup>2</sup>)を図 5 に示した。現存量は、各調査点では 0 ~ 36.1g/m<sup>2</sup>、全調査点の平均は 7.2g/m<sup>2</sup>であった。

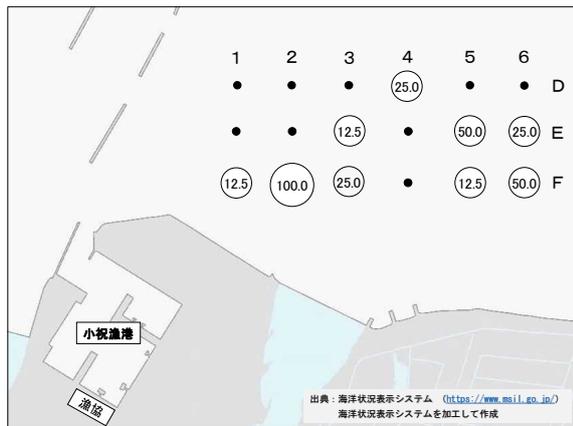


図4 中津市地先のアサリ生息密度(個体/m<sup>2</sup>)



図5 中津市地先のアサリ現存量(g/m<sup>2</sup>)

2) 平均殻長、殻長組成

アサリの平均殻長を図 6 に示した。平均殻長は各調査点において 8.6 ~ 14.7mm、生息を確認した調査点での平均殻長は 11.4mm であった。

アサリの殻長組成を図 7 に示した。殻長 9-11mm にモードがみられた（前年調査の殻長モード 9-11mm）。



図6 中津市地先のアサリ平均殻長(mm)

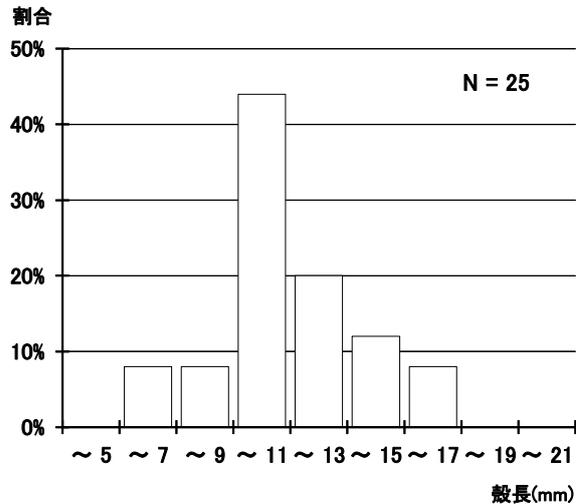


図7 中津市地先のアサリ殻長組成

3) 推定資源量

調査対象範囲の面積(0.47km<sup>2</sup>)に、平均現存量(7.2g/m<sup>2</sup>)を乗じて求めたアサリの推定資源量は 3.38 トンであった。前年調査における推定資源量は 41.9 トンであったが、今年の調査対象範囲の面積を前年調査の面積(1.19km<sup>2</sup>)に引き延ばした場合、8.56 トン(1.19km<sup>2</sup>/0.47km<sup>2</sup> × 3.38 トン)となり、これと比較した場合、推定資源量は、前年度の約 1/5 程度であった。

2. 豊後高田市三角場地区

1) 生息密度、現存量

アサリが採捕された調査点は、15 調査点のうち 13 調査点であり、採捕数は 627 個体であった（前年調査では 11 調査点から 609 個体の採捕）。

アサリの生息密度(個体/m<sup>2</sup>)を図 8 に示した。生息密度は各調査点では、0 ~ 1587.5 個体/m<sup>2</sup>、全調査点の平均は 522.5 個体/m<sup>2</sup>であった。

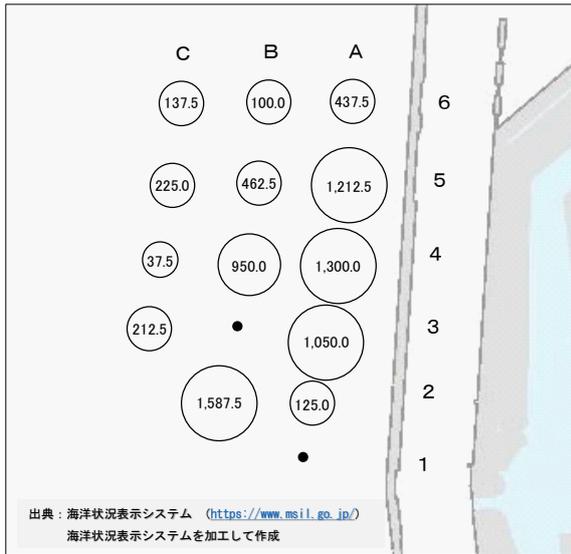


図8 三角場地区のアサリ生息密度(個体/m<sup>2</sup>)

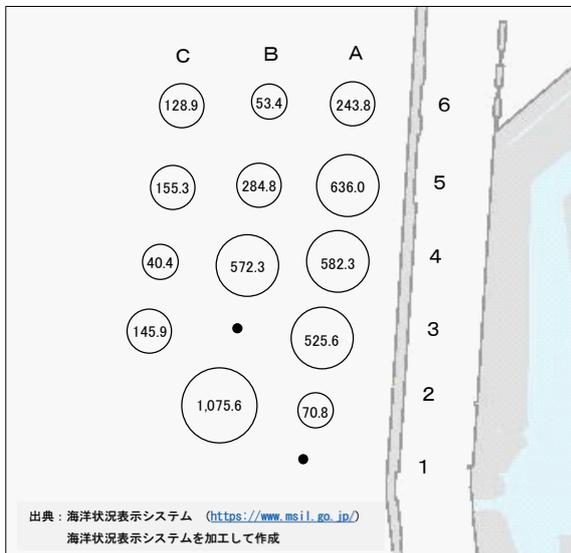


図9 三角場地区のアサリ現存量(g/m<sup>2</sup>)

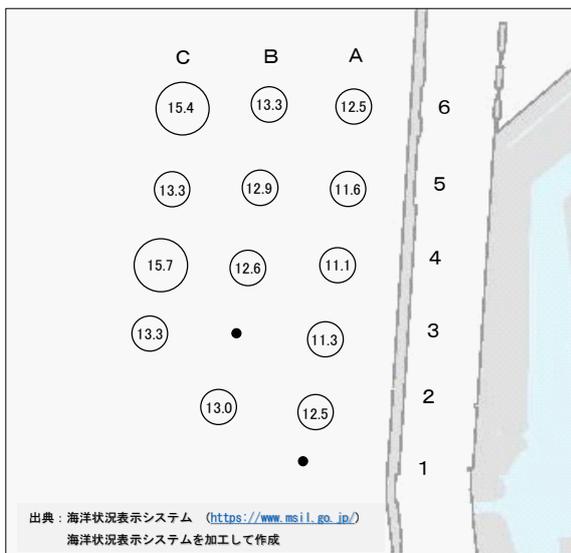


図10 三角場地区のアサリ平均殻長(mm)

現存量(g/m<sup>2</sup>)を図9に示した。現存量は各調査点では0～1,075.6g/m<sup>2</sup>、全調査点の平均は301.0g/m<sup>2</sup>であった。

2) 平均殻長、殻長組成

アサリの平均殻長を図10に示した。平均殻長は各調査点において11.1～15.7mm、全調査点の平均は11.4mmであった。

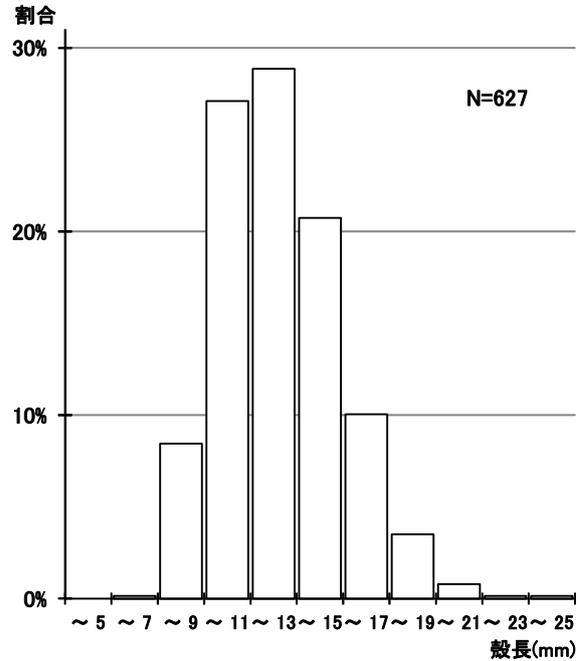


図11 三角場地区のアサリ殻長組成

アサリの殻長組成を図11に示した。殻長11-13mmにモードがみられた(前年調査の殻長モード7-9mm)。

3) 推定資源量

調査対象範囲の面積(0.025km<sup>2</sup>)に、平均現存量(301.0g/m<sup>2</sup>)を乗じて求めたアサリの推定資源量は7.5トンであった。前年調査における推定資源量は2.7トンであったが、今年の調査対象範囲の面積を前年調査の面積(0.057km<sup>2</sup>)に引き延ばした場合、17.1トン(0.057km<sup>2</sup>/0.025km<sup>2</sup>×7.5トン)となり、これと比較した場合、推定資源量は、前年度の約6.3倍増加した。

文 献

- 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-7 ①豊前海アサリ資源量調査. 平成 27 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 2017 ; 170-172.

## 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

### ② 豊前海アサリ現存量調査

金澤 健

#### 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( $\text{g}/\text{m}^2$ )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	6/24	6/25	6/26	6/23	6/21	6/24	6/22	6/27	6/28	6/20	10地区	
調査点数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60	
春季 底質	砂質	4	6	3	2	3	2	6	4	6	6	42
	石原	2	0	3	4	3	4	0	2	0	0	18
坪刈り面積(m <sup>2</sup> )	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	10/9	10/8	10/7	10/10	10/8	10/11	10/7	10/5	10/6	10/12	10地区	
調査点数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	60	
秋季 底質	砂質	4	6	3	1	3	2	6	4	6	6	41
	石原	2	0	3	5	3	4	0	2	0	0	19
坪刈り面積(m <sup>2</sup> )	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、800.42 個体/m<sup>2</sup> (砂原 1,028.27 個体/m<sup>2</sup>、石原 268.75 個体/m<sup>2</sup>)、平均現存量は 78.21g/m<sup>2</sup> (砂原 81.27g/m<sup>2</sup>、石原 71.06g/m<sup>2</sup>)

であった。秋季調査では、平均生息密度 212.08 個体/m<sup>2</sup> (砂原 270.73 個体/m<sup>2</sup>、石原 85.53 個体/m<sup>2</sup>)、平均現存量 104.61g/m<sup>2</sup> (砂原 122.00g/m<sup>2</sup>、石原 67.08g/m<sup>2</sup>) であった。春季調査と秋季調査とを比較して、秋季調査においては、生息密度は低下したが、現存量は、砂原では増加、石原では減少、全体としては増加し、これは昨年と同じ傾向であった。

表2 調査結果

単位: 個体, mm, g

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		
採捕個体数	527	740	277	175	9	24	271	1,727	85	7	3,842	
平均	6.45	5.91	7.15	4.89	7.06	18.32	4.79	7.12	8.17	4.34	6.45	
殻長	標準偏差	1.81	1.36	2.98	1.44	8.12	9.88	1.73	1.73	1.90	1.39	2.71
	最大	21.35	14.45	18.33	11.80	28.48	34.33	13.64	15.65	12.88	7.18	34.33
	最小	3.00	3.01	2.62	2.47	3.25	4.18	2.81	3.86	4.25	2.80	2.47
	平均生息密度(個体/m <sup>2</sup> )	1,097.92	1,541.67	577.08	364.58	18.75	50.00	564.58	3,597.92	177.08	14.58	800.42
うち砂質(個体/m <sup>2</sup> )	1,428.13	1,541.67	616.67	700.00	25.00	6.25	564.58	5,087.50	177.08	14.58	1,028.27	
うち石原(個体/m <sup>2</sup> )	437.50	—	537.50	196.88	12.50	71.88	—	618.75	—	—	268.75	
採捕重量(殻付き)	38.25	39.30	33.76	7.03	4.60	62.40	12.55	166.43	10.89	0.18	375.39	
平均現存量(g/m <sup>2</sup> )	79.69	81.88	70.33	14.65	9.58	130.00	26.15	346.73	22.69	0.38	78.21	
うち砂質(g/m <sup>2</sup> )	87.47	81.88	97.83	33.38	0.67	0.06	26.15	478.63	22.69	0.38	81.27	
うち石原(g/m <sup>2</sup> )	64.13	—	42.83	5.28	18.50	194.97	—	82.94	—	—	71.06	
採捕個体数	143	51	21	7	0	5	9	770	12	0	1,018	
平均	11.39	11.62	8.34	12.94	—	23.58	9.14	12.35	13.68	—	11.73	
殻長	標準偏差	2.99	2.44	5.95	4.53	—	8.10	3.04	2.85	4.14	—	3.17
	最大	21.00	17.20	21.36	19.79	—	34.87	14.07	27.31	24.59	—	34.87
	最小	5.97	6.73	3.39	6.51	—	15.41	5.77	5.42	9.25	—	3.39
	平均生息密度(個体/m <sup>2</sup> )	297.92	106.25	43.75	14.58	0	10.42	18.75	1,604.17	25.00	0	212.08
うち砂質(個体/m <sup>2</sup> )	200.00	106.25	4.17	0	0	0	18.75	2,346.88	25.00	0	270.73	
うち石原(個体/m <sup>2</sup> )	493.75	—	83.33	17.50	0	15.63	—	118.75	—	0	85.53	
採捕重量(殻付き)	59.65	25.59	6.44	4.16	0	19.81	1.86	374.41	10.21	0	502.13	
平均現存量(g/m <sup>2</sup> )	124.27	53.31	13.42	8.67	0	41.27	3.88	780.02	21.27	0	104.61	
うち砂質(g/m <sup>2</sup> )	81.75	53.31	0.92	0	0	0	3.88	1,050.42	21.27	0	122.00	
うち石原(g/m <sup>2</sup> )	209.31	—	25.92	10.40	0	61.91	—	239.25	—	0	67.08	

地区別にみると、春季調査の平均生息密度は 14.58 ~ 3,597.92 個体/m<sup>2</sup>、平均現存量は 0.38 ~ 346.73g/m<sup>2</sup> の範囲であった。

また、秋季調査では、アサリが確認できなかった布津部地区及び真玉地区を除く残り 8 地区における平均生息密度は、10.42 ~ 1,604.17 個体/m<sup>2</sup>、平均現存量は 3.88 ~ 780.02g/m<sup>2</sup> の範囲であった。

春季調査において、平均生息密度は、長洲、角木、小祝地区の順で高く、平均現存量は、長洲、高家、角木の順で多かった。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、長洲、小祝、角木の順で多かった。

2. 殻長組成

アサリの殻長組成を図 2 に示した。

春季調査では殻長 3 ~ 9mm サイズが主体で、全体の約 89%を占め、殻長 5-7mm にモードがみられた。

秋季調査では殻長 9 ~ 15mm サイズが多く、全体の約 76%を占め、殻長 11-13mm にモードがみられた。

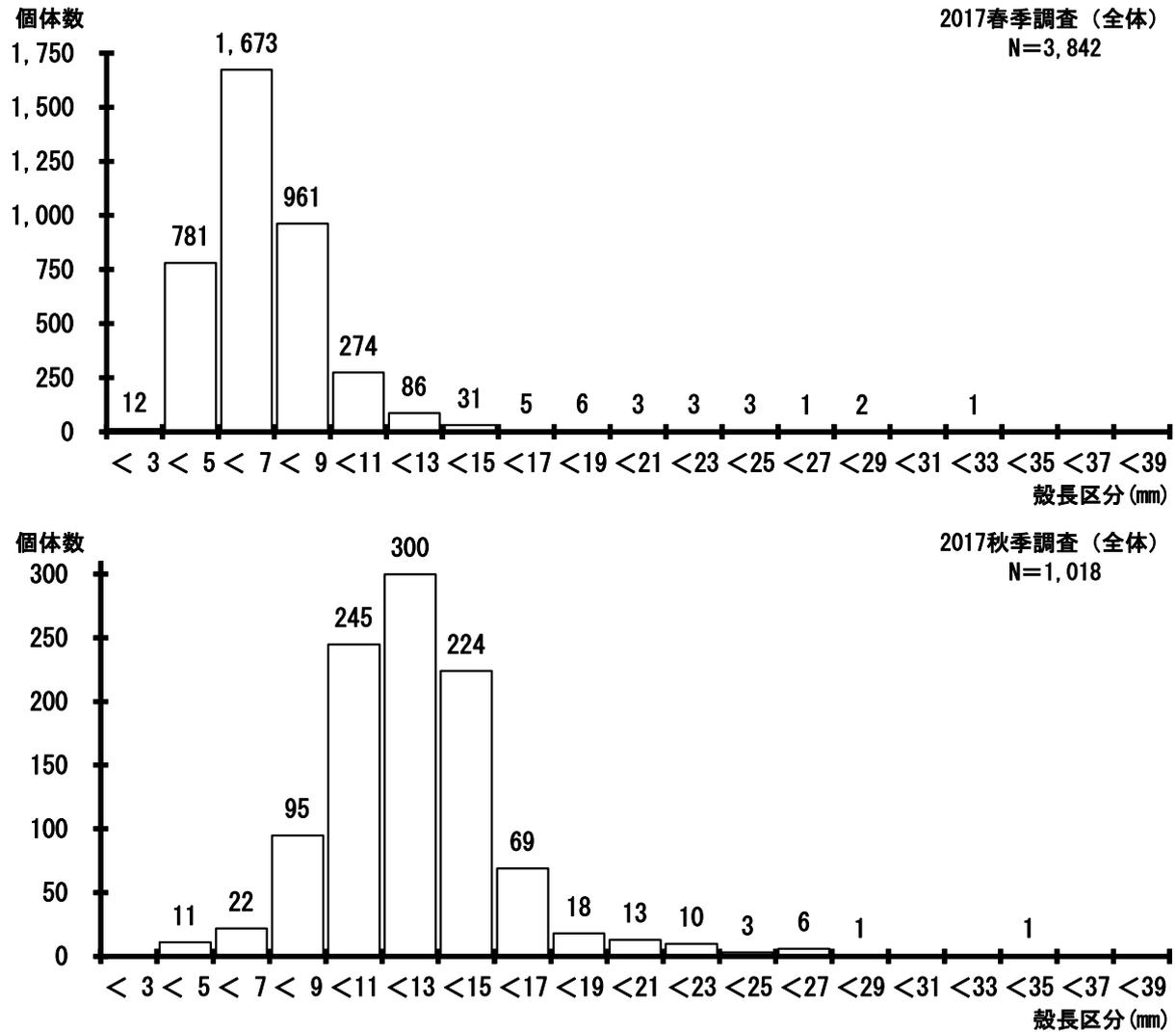


図2 採集したアサリの殻長組成 (上段: 春季調査、下段: 秋季調査)

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。

2017 年の春季調査の資源量は 2,415.1 トン (砂原 2,255.2 トン、石原 159.9 トン)、秋季調査では 3,536.4 トン (砂原 3,385.5 トン、石原 150.9 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 296.5 トン、秋季 73.9 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 年以降の資源量は増加傾向となった。

まとめ

- ・豊前海におけるアサリの主要漁場である中津市小祝から豊後高田市真玉に至る 10 地区において、春季(6月)及び秋季(10月)の2回、一斉調査を実施した。この体制での調査は、2006 年秋季から開始して 12 年目である。なお、昨年までは 1 地区あたり 9 ～ 13 調査点、合計 104 調査点において実施したが、今年からは 1 地区あたり 6 調査点、合計 60 調査点の実施に変更した。
- ・各調査において、坪刈り調査を行い、アサリの平均生息密度、平均現存量(重量)を算出し、豊前海におけるアサリ資源量の推定を行った。
- ・その結果、2017 年春季の推定資源量は 2,415.1 トン、秋季は 3,536.4 トンであった。
- ・また、漁獲対象となる殻長 30mm 以上の個体の推定資源量は、春季は 296.5 トン、秋季は 73.9 トンであった。

ンであった。

- ・2015 年以降の資源量は増加傾向であるが、殻長 30mm 以下の小型個体が主体であり、これらが漁獲対象となる殻長 30mm 以上まで成長し、資源として残るかを追跡調査していく必要がある。
- ・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		
	面積(km <sup>2</sup> )	砂質	石原	計		殻長30mm未満	殻長30mm以上	計
		27.8 km <sup>2</sup>	2.3 km <sup>2</sup>	30.0 km <sup>2</sup>				
2003年		73.5 t	78.5 t	152.0 t		- 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

推定資源量 (t)

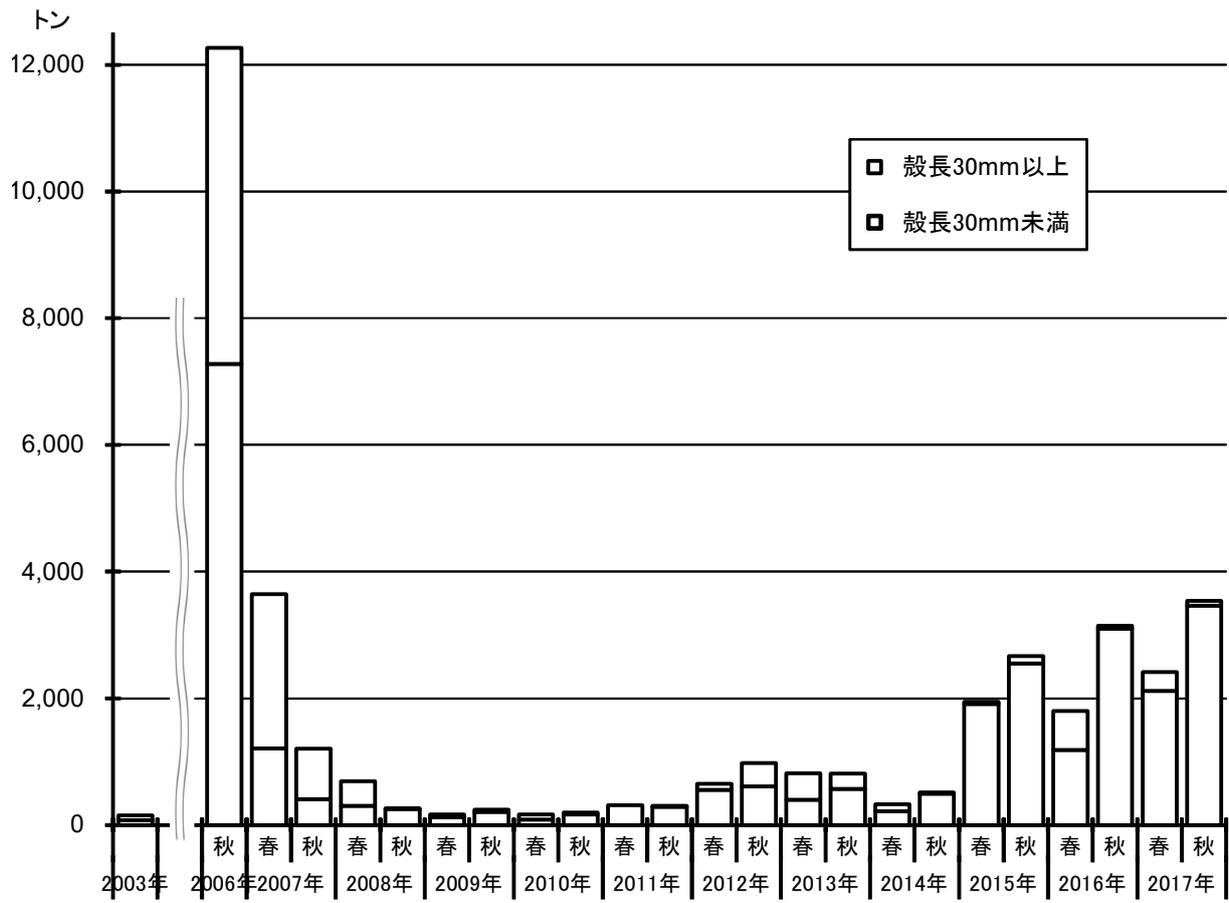


図3 豊前海におけるアサリの推定資源量の推移